

仪表常用数据手册

王森 主编

化学工业出版社



仪表常用数据手册

王 森 主编

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

仪表常用数据手册/王森主编. —北京:化学工业出版社,1998.7

ISBN 7-5025-2150-X

I. 仪… II. 王… III. 仪表-数据-手册 IV. TH7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 11473 号

仪表常用数据手册

王 森 主编

责任编辑:刘 哲 陈逢阳

责任校对:李 丽 顾淑云

封面设计:于 兵

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 536 千字

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月北京第 1 次印刷

印 数:1—20000

ISBN 7-5025-2150-X/TP·103

定 价:38.00 元

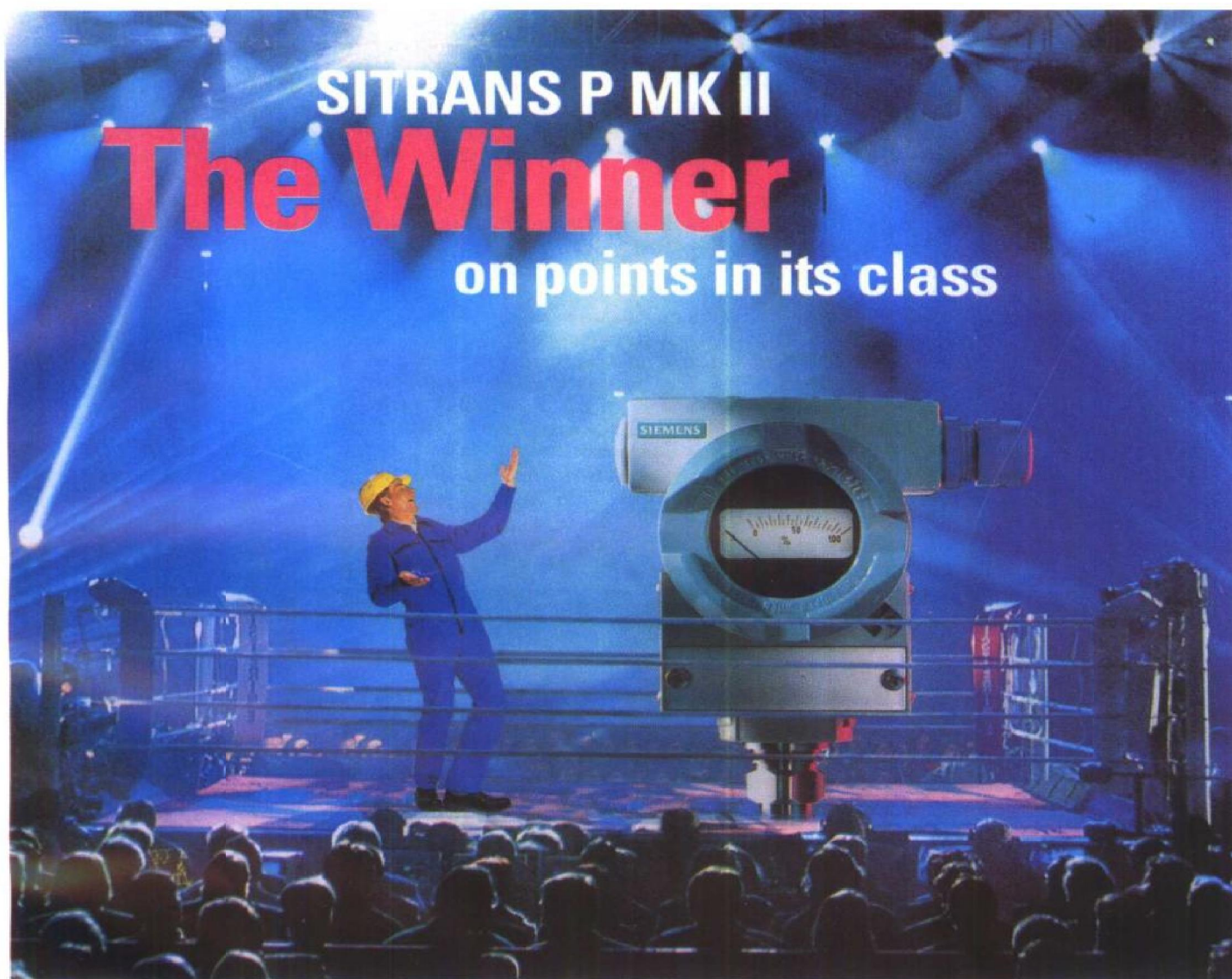
版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

京工商广临字 98140 号

SITARNS P

性能出类拔萃的 智能变送器



正如其它优秀的产品家族一样, SITARNS P 出类拔萃的产品特性会使您在变送器应用方面的问题迎刃而解。这不仅体现在量程宽至 1mbar 至 400bar, 还表现为可以对表压、绝压、差压、流量和流位的多种测量以及提供本质安全或隔爆的防爆形式。

它经过如下认证: CENELEC(欧洲), FM(美国)和 CSA(加拿大)。它还是世界上第一种可以实现在现场调校的防爆变送器, 使用三个按钮和 LCD 表头, 就可以设定起始值、满量程值和其它参数, 这不需要任何工具, 更不必打开变送器端盖。

SITARNS P 还具有 HART 及 PROFIBUS 现场总线接口, 真正实现与您沟通无限!

想得到进一步的资料或信息吗? 请与我们联系!

西门子(中国)有限公司
自动化及驱动部

地址: 北京市朝阳区望京中环南路 7 号
邮政编码: 100015
电话: 010 64361888 转 3711
传真: 010 64389213, 64363213

DPHarp EJA

横河川仪有限公司
YOKOGAWA SICHUAN

时光流转

我心永恒

时间能改变这个世界
经受得住时间考验的
当然是真的英雄

EJA智能变送器
---历经岁月 恒稳如初



● FF (Fieldbus Foundation™) 现场总线, EJA变送器隆重推出

- 单晶硅谐振式传感器, 精度可达0.075级
- 温度静压影响极小, 可忽略不计
- 单向过压特性优异

- 高可靠性 高稳定性
- 差压量程: 0.1KPA--14MPA
- 压力量程: 0.03MPA--50MPA
- 静 压: ≤ 42 MPA

重庆营业本部 (重庆工厂)

地址: 重庆市北碚三花石
电话: 023-68222603 68222595
传真: 023-68222581
邮编: 400702
E-mail: cysybyb@public1.cta.cq.cn

上海营业部 (上海工厂)

地址: 上海浦东下南路唐家弄88号
电话: 021-58731172 58738678
传真: 021-58533342
邮编: 200125
<http://www.scys.com>

北京事务所

地址: 北京东四十条94号万信商务大厦205室
电话: 010-64009396 63035599-8230
传真: 010-64009395
邮编: 100007

前 言

根据生产现场和工程建设的实际需要,我们编写了这本《仪表常用数据手册》,汇集收录了过程检测和控制仪表选用、安装、调校、维修中的常用数据和资料,作为一本简明实用的工具书,奉献给仪表及自动化行业的工程技术人员和仪表工人。

在编写过程中,我们依照科学、实用、简明、新颖的总体要求,努力做到以下几点。

①数据准确、来源可靠。手册内容大部分取自国家标准和行业标准,其余取自本专业权威出版物和仪表厂家最新产品样本,书中数表、资料大多注明了出处,书末附有参考文献目录备查,全书经有关专家认真审核和逐一校准。

②简明实用,针对性强。根据手册的简明性质和工业现场的实际需要,手册选材着眼于量大面广的常用仪表,内容侧重于仪表使用中的基础性数据和资料。对于部分素材,我们采用选编、缩编的形式加以改写,突出重点,兼顾一般。在编写过程中,我们还多次征求设计、施工、使用及仪表制造等方面的意见,力求取材切合实际,满足使用要求。

③取材广泛,内容新颖。当前,过程控制领域技术更新迅速,仪表换代频繁,国外新型仪表和先进技术不断进入中国市场,我国的工业标准也在向国际标准靠拢。为此,本手册介绍了国外新型仪表和控制装置,并收录了部分国外标准和资料,以适应仪表及自动化的当前发展和选用要求。

应当说,编写这本手册是初次尝试,能否达到预期的效果,有待于实践的检验。受篇幅限制,一些内容未能录入其中,敬请读者予以谅解。限于知识面和水平,书中难免存在错误和缺点,欢迎大家批评指正。

参加本手册编写、审定的人员有:

主 编: 王 森

副主编: 易若云

编 写: 王 森 易若云 蒋家贵 郁永富 杨建生 王志宏 章寅源 钱苏裕
王文明 艾 红 姜金锁 王建宁 喻秉文 邱慧玲 邱海林 于德海
王兆连 任 军 石志林 魏 光 杨文波 吉亚鸿 郭恭厚 曲 波
陈海鹰 张季敏 韩贵新 李培学 张智慧

审 定: 黄衍平 彭锡斗 蔡鸿雄 解奉骏 邓敏贤 李德鲁 张振基

在手册编写过程中,得到兰州化学工业公司机动处、兰州炼油化工总厂计量总站、中国石化兰州设计院的指导、支持和协助,在此表示深切感谢!

王 森 易若云
一九九八年三月

内 容 提 要

《仪表常用数据手册》收录、汇编了过程检测和控制仪表选用、安装、调校、维修中的常用数据和资料，是一本简明、实用的工具书。内容包括：常用计量单位和单位换算，自动控制及电气设备的文字代号和图形符号，常用物化数据和仪表校验数据，热电偶、热电阻、变送器、调节阀、DCS、PLC、旋转机械状态监测仪表的型号规格、产品系列参数和有关技术数据，节流装置、调节阀计算公式和计算所需数据、图表，仪表防爆、防腐蚀有关标准和资料，常用钢材、管材、螺纹、法兰和电线电缆，常用维修和校准仪器等。

本手册按最新发布的国家标准、行业标准、设计规定和产品样本编写，并收录了有关的国际和国外标准，数据准确，来源可靠，内容丰富，简明实用。可供化工、石化、炼油、石油和天然气、城市煤气、合成制药、热电、冶金、轻工、纺织、建材、核能等行业的仪表及自动化工程技术人员和技术工人查阅。

目 录

1. 常用计量单位和单位换算	1
1.1 法定计量单位 (GB 3100—93)	1
1.1.1 国际单位制的基本单位	1
1.1.2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位	1
1.1.3 可与 SI 单位并用的我国法定计量单位	1
1.1.4 用于构成十进倍数和分数单位的词头	1
1.2 常用计量单位的换算	2
1.2.1 长度单位换算	2
1.2.2 面积单位换算	2
1.2.3 体积单位换算	3
1.2.4 质量单位换算	3
1.2.5 流量单位换算	3
1.2.6 压力单位换算	4
1.2.7 温度单位换算	4
1.2.8 常用热、功计量单位及换算	4
1.2.9 动力粘度 η 单位换算	5
1.2.10 运动粘度 ν 单位换算	5
1.2.11 密度单位换算	5
1.2.12 常用浓度单位换算	6
1.2.13 常用湿度单位换算	6
1.2.14 常用电工计量单位及换算	6
2. 文字代号和图形符号	8
2.1 过程检测 and 控制系统用文字代号和图形符号 (HG 20505—92)	8
2.1.1 仪表位号	8
2.1.2 文字代号	9
2.1.3 图形符号	16
2.2 电气设备常用文字符号和常用电气图用图形符号	21
2.2.1 电气设备常用文字符号 (GB 7159—87 与 GB 315—64 对照)	21
2.2.2 常用电气图用图形符号 (GB 4728—84~85 与 GB 312—64 对照)	23
3. 热电偶和热电阻	36
3.1 ITS—90 与 IPTS—68 温度差值表	36
3.2 热电偶	36
3.2.1 热电偶简介	36
3.2.2 各种热电偶的线径和推荐使用的最高温度	38
3.2.3 各种热电偶在使用温度范围内的允许偏差	39
3.2.4 铂铑 10-铂热偶 (S 型) 分度表 (ITS—90)	39
3.2.5 铂铑 13-铂热偶 (R 型) 分度表 (ITS—90)	40
3.2.6 铂铑 30-铂铑 6 热偶 (B 型) 分度表 (ITS—90)	41
3.2.7 镍铬-镍硅热偶 (K 型) 分度表 (ITS—90)	41
3.2.8 镍铬硅-镍硅热偶 (N 型) 分度表 (ITS—90)	42

3.2.9	镍铬-铜镍(康铜)热电偶(E型)分度表(ITS—90)	43
3.2.10	铁-铜镍(康铜)热电偶(J型)分度表(ITS—90)	43
3.2.11	铜-铜镍(康铜)热电偶(T型)分度表(ITS—90)	44
3.2.12	铎铱3-铎铱25热电偶(WRe3-WRe25)分度表(ITS—90)	44
3.2.13	主要工业国家的热电偶分度号对照表	45
3.2.14	铠装热电偶(GB 7668—87, JB/T 5582—91, 选编)	45
3.2.15	热电偶补偿导线(GB 4989—94, 选编)	48
3.2.16	IEC 584-3—1989 补偿导线着色标志	52
3.3	热电阻	52
3.3.1	热电阻简介	52
3.3.2	铂热电阻 Pt100 分度表(ITS—90)	53
3.3.3	铂热电阻 Pt10 分度表(ITS—90)	55
3.3.4	铜热电阻 Cu50 分度表(ITS—90)	57
3.3.5	铜热电阻 Cu100 分度表(ITS—90)	58
3.4	温度检测元件保护套管材质及适用场合(HG 20507—92)	58
3.5	热电偶、热电阻产品型号规格表	59
3.5.1	WRG□K 铠装热电偶(日本岗崎结构型, 接线盒式)	59
3.5.2	WR□K 铠装热电偶(标准型, 接线盒式)	60
3.5.3	铠装热电偶配套标准件	60
3.5.4	WR□装配热电偶(标准型)	61
3.5.5	WZGPK 铠装铂热电阻(日本岗崎结构型, 接线盒式)	61
3.5.6	WZPK 铠装铂热电阻(标准型, 接线盒式)	62
3.5.7	WZ□装配热电阻(标准型)	62
3.5.8	SBWZ(R) 带热电阻、热电偶的一体化温度变送器	62
4	节流装置、调节阀计算公式及有关数据	64
4.1	标准节流装置计算公式及有关数据	64
4.1.1	实用公式(根据 GB/T 2624—93, 摘编)	64
4.1.2	计算任务及已知条件	66
4.1.3	计算程序简单框图	67
4.1.4	最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值表(GB/T 2624—93)	68
4.1.5	标准节流装置的 r_0 值和管道内壁粗糙度 K 值表(GB/T 2624—93)	68
4.1.6	节流件和管道的线膨胀系数 A 值表(GB/T 2624—93)	69
4.1.7	节流件上、下游侧的最小直管段长度图表(GB/T 2624—93)	70
4.1.8	其他流量仪表对上、下游侧最小直管段长度的要求(HG 20507—92)	72
4.2	调节阀流量系数计算公式和选型数据	72
4.2.1	流量系数计算公式	72
4.2.2	调节阀的 F_L 、 X_T 数值表	78
4.2.3	调节阀流量特性选择	78
4.2.4	调节阀的泄漏量标准	79
4.2.5	国产调节阀的型号、名称、系列参数和技术数据	80
4.2.6	常用电-气阀门定位器的型号、名称和技术数据	86
5	常用物化数据和资料	88
5.1	气体性质及常用数据(GB/T 2624—93)	88
5.1.1	气体的性质	88
5.1.2	一般气体在常压下的粘度 η	90
5.1.3	干燥空气的密度	92

5.1.4	饱和气体的水分含量	93
5.1.5	气体的压缩系数	94
5.1.6	气体的比热比和等熵指数	99
5.2	液体性质及常用数据	103
5.2.1	液体的性质 (GB/T 2624—93)	103
5.2.2	一般液体在常压下的粘度 η (GB/T 2624—93)	105
5.2.3	液体的膨胀系数 (GB/T 2624—93)	107
5.2.4	水和水蒸气的密度 (根据 GB/T 2624—93 编写)	107
5.2.5	水和水蒸气的动力粘度 η (GB/T 2624—93)	112
5.2.6	石油体积温度系数 (GB 1885—83)	113
5.2.7	石油密度温度系数 (γ 值) (GB 1885—83)	114
5.3	在线分析仪表常用物化数据	115
5.3.1	干空气中各气体成分	115
5.3.2	常见气体的热导率、相对热导率及热导率的温度系数	115
5.3.3	常见气体的体积磁化率 (0℃)	115
5.3.4	常见气体或蒸气的比磁化率	115
5.3.5	氧化锆探头理论电势输出值表	116
5.3.6	以煤为燃料的烟气温度、氧含量和燃烧效率	116
5.3.7	以油为燃料的烟气温度、氧含量和燃烧效率	117
5.3.8	以天然气为燃料的烟气温度、氧含量和燃烧效率	118
5.3.9	各级纯气的等级分类	118
5.3.10	我国纯气质量标准及其允许杂质范围	118
5.3.11	常用干燥剂及其除水能力	119
5.3.12	部分国产高效脱氧剂性能	120
5.3.13	电导仪测量用校准溶液	120
5.3.14	标准缓冲溶液的 pH 值	120
5.3.15	水中溶解氧饱和值	122
5.4	其他	122
5.4.1	各种流体的物理常数	122
5.4.2	常见烃类的物理常数	123
5.4.3	常用材料的密度	124
5.4.4	锅炉大气污染物排放标准 (GB 13271—91)	124
5.4.5	我国污水排放标准 (GB 8978—88)	125
5.4.6	化学危险品 (气体和蒸气) 数据	126
6	常用变送器型号、规格和主要性能指标	139
6.1	罗斯蒙特 3051、1151 系列变送器	139
6.1.1	3051C 和 1151 (智能及模拟先进型) 变送器主要性能指标	139
6.1.2	3051、1151 变送器型号构成及说明	139
6.1.3	3051 智能型变送器性能规格	139
6.1.4	3051C 差压、表压、绝压变送器型号规格	140
6.1.5	3051L 法兰液位变送器型号规格	141
6.1.6	1151 差压、压力、绝压变送器型号规格	143
6.1.7	1151LT 法兰液位变送器型号规格	144
6.1.8	1199 远传密封系统型号规格	144
6.2	霍尼韦尔 ST3000/900 系列变送器	147
6.2.1	ST3000/900 系列全智能变送器品种、型号和主要性能指标	147

6.2.2	ST3000/900 变送器型号构成及说明	147
6.2.3	STD、STG、STA 型差压、表压、绝压、在线压力变送器型号规格	147
6.2.4	STF 型单法兰液位差压变送器型号规格	149
6.2.5	STR 型远传毛细管法兰变送器型号规格	150
6.3	横河 EJA 系列变送器	153
6.3.1	EJA 智能变送器型谱系列	153
6.3.2	EJA 变送器主要性能规格	153
6.3.3	EJA110A、120A、130A、310A、430A、440A 型差压、绝压、压力变送器型号规格	154
6.3.4	EJA210A、220A 型法兰安装式差压变送器型号规格	155
6.3.5	EJA118、438 型隔膜密封式差压、压力变送器型号规格	156
6.3.6	EJA 变送器附加规格	157
6.4	恩德斯豪斯 (E+H) 智能型变送器	157
6.4.1	Cerabar S 压力变送器主要性能规格	157
6.4.2	Cerabar S 压力变送器测量范围	158
6.4.3	Deltabar S 差压变送器主要性能规格	159
6.4.4	Deltabar S 差压变送器测量范围	159
6.4.5	Deltabar S 差压变送器过程连接	159
6.5	富士 FCX-A/C 系列变送器	160
6.5.1	选型说明	160
6.5.2	FCX-A/C 变送器品种、型号	160
6.5.3	FCX-A/C 变送器主要性能规格	161
6.6	西门子 SITRANS P 系列变送器	161
6.6.1	SITRANS P 变送器品种、型号	161
6.6.2	SITRANS P 变送器主要性能规格	161
6.6.3	SITRANS P 压力和绝压变送器量程	162
6.6.4	SITRANS P 差压和液位变送器量程	162
6.7	ABB KENT-TAYLOR 600T 智能变送器	163
7.	常用分散型控制系统 (DCS) 和可编程序控制器 (PLC)	170
7.1	HS2000 分布式控制系统	170
7.1.1	HS2000 硬件、软件型号及说明	170
7.1.2	HS2000 系统工程师站组态软件生成的各种文件	171
7.2	SUPCON JX-300 集散控制系统	173
7.3	TDC3000 (TPS) 分散型控制系统	175
7.3.1	LCN 网络及其模块	175
7.3.2	UCN 网络连接装置	175
7.3.3	APM (先进过程管理站) 设备名称及型号	175
7.3.4	HPM (高性能过程管理站) 设备名称及型号	177
7.3.5	电缆种类及型号	178
7.3.6	APMM (HPMM) 的数据点类型	179
7.4	μXL 分散型控制系统	180
7.4.1	操作站型号、代码和插件	180
7.4.2	工程师键盘的 FDC 标准附件	182
7.4.3	现场控制单元型号、代码和插件	183
7.4.4	现场控制单元内部仪表	187
7.4.5	MFMU 现场监视单元型号、代码和插件	187
7.4.6	MEXU I/O 扩展单元型号、代码和插件	188

7.4.7	信号处理插件箱型号、代码和插件	189
7.4.8	端子板、端子块、继电器板	190
7.4.9	电缆及终端器	191
7.4.10	操作站 BASIC 功能软件包	191
7.5	CENTUM-CS 分散型控制系统	193
7.5.1	信息指令站 (ICS) 型号、代码和插件	193
7.5.2	信息指令站 (ICS) 的外围设备	194
7.5.3	CENTUM-CS 主要软件	195
7.5.4	现场控制站 (FCS) 型号、代码和插件	196
7.5.5	功能模块	198
7.5.6	过程输入/输出插件箱和模块	199
7.5.7	通讯门通道单元、总线转换器、光适配器、RIO 接口单元型号及代码	200
7.5.8	电缆和端子板	201
7.6	RS3 分散型控制系统	203
7.6.1	RS3 硬件型号及说明	203
7.6.2	RS3 主要软件型号及说明	204
7.7	Delta V 分散型控制系统	205
7.7.1	Delta V 硬件型号及说明	205
7.7.2	Delta V 软件型号及说明	206
7.8	I/A Series 分散型控制系统	207
7.8.1	I/A Series 硬件型号及说明	207
7.8.2	I/A Series 控制和 I/O 功能块	209
7.9	施耐德 Modicon TSX 可编程序控制器	210
7.9.1	Modicon TSX Premium 可编程序控制器	210
7.9.2	Modicon TSX Micro 可编程序控制器	213
7.10	GE Fanuc 90™-30 可编程序控制器	215
7.10.1	30 系列 PLC 型号、规格	215
7.10.2	30 系列 PLC 模块类型	216
7.10.3	30 系列 PLC 编程组态软件	219
7.10.4	人机界面和计算机监控系统 Complity HMI	219
7.10.5	30 系列 PLC 热备冗余系统 HBR30	219
7.11	西门子 SIMATIC S7-300、S7-200 可编程序控制器	219
7.11.1	SIMATIC S7-300 可编程序控制器	219
7.11.2	SIMATIC S7-200 可编程序控制器	221
7.12	欧姆龙 SYSMAC C200HS/C200H、CQM1 可编程序控制器	224
7.12.1	SYSMAC C200HS/C200H 性能规格	224
7.12.2	SYSMAC CQM1 可编程序控制器	224
7.13	MODCELL 智能过程控制系统	226
7.13.1	突出特点	226
7.13.2	技术规格	226
7.13.3	选型说明	226
8.	防爆与防腐	229
8.1	防爆	229
8.1.1	对爆炸性危险区域的划分 (GB, IEC, NEC)	229
8.1.2	I 类(工厂用)防爆电气设备级别、允许最高表面温度组别的划分 (GB, IEC, EN, NEC)	230
8.1.3	气体和蒸气按传爆级别、自燃温度组别的分类 (GB, IEC, EN, NEC)	230

8.1.4	电气防爆标志对照 (中国与美、日、欧共体、德、英、法对照)	231
8.1.5	欧洲和北美主要防爆检验和测试机构	234
8.2	防腐	234
8.2.1	金属材料的耐腐蚀性能 (HG 20515—92)	234
8.2.2	橡胶、塑料的耐腐蚀性能 (HG 20515—92)	240
8.2.3	常用隔离液的性质和用途 (HG 20515—92)	240
8.3	外壳防护等级	241
8.3.1	外壳防护等级 (IP 代码) (GB 4208—93, IEC529—1989, 选编)	241
8.3.2	NEMA 外壳防护等级 (NEMA ICS1-110—1973)	243
8.3.3	IP 防护等级与 NEMA 防护等级的对应关系	244
9.	常用钢材与管材	245
9.1	钢铁产品牌号	245
9.1.1	钢铁产品牌号表示方法	245
9.1.2	有关国家优质碳素钢钢号对照	246
9.1.3	有关国家常用合金钢钢号对照	247
9.1.4	有关国家常用不锈钢、耐热钢钢号对照	248
9.2	常用钢材	249
9.2.1	钢板每平方米面积的理论重量	249
9.2.2	常用热轧扁钢 (GB 704—88, 选编)	249
9.2.3	常用热轧圆钢 (GB 702—86, 选编)	249
9.2.4	常用热轧等边角钢 (GB 9787—86, 选编)	250
9.2.5	常用热轧槽钢 (GB 707—88, 选编)	251
9.3	钢管	251
9.3.1	钢管的公称直径系列	251
9.3.2	钢管的外径系列	251
9.3.3	输送低压流体用焊接钢管 (水煤气管) (GB 3091—82, GB 3092—82)	252
9.3.4	普通碳素钢电线套管 (GB 3640—88)	253
9.3.5	常用输送流体用无缝钢管 (GB 8163—87, 选编)	253
9.3.6	常用不锈钢无缝钢管 (GB 2270—80, 选编)	254
9.3.7	化肥设备用高压无缝钢管 (GB 6479—86)	254
9.3.8	美国商业钢管和不锈钢管规范管道数据 (ANSI B36.10 和 B39.19, 选编)	254
9.4	其他常用管材	258
9.4.1	常用铜及铜合金拉制管 (GB 1527—79, GB 1529—79, 选编)	258
9.4.2	常用硬聚氯乙烯管 (GB 4219—84)	258
9.4.3	P3 型镀锌金属软管 (GB 3641—83)	259
9.5	管子的选用	259
9.5.1	测量管线的管径规格选择 (HG 20512—92)	259
9.5.2	气动信号管线选择 (HG 20512—92)	260
9.5.3	仪表供气系统配管管径选择 (HG 20510—92)	260
9.5.4	蒸汽伴热保温系统配管管径选择 (HG 20514—92)	260
9.5.5	电线保护管管径选择	260
9.5.6	补偿导线穿管管径选择	260
10.	螺纹与法兰	261
10.1	螺纹	261
10.1.1	普通公制螺纹 (GB 193—81, 选编)	261
10.1.2	非螺纹密封的管螺纹 (圆柱管螺纹) (GB 7307—87, ISO 228/1—1982, DIN-ISO 228/1,	

BS 2779 (BSPP), JIS B0202—1982, 选编)	262
10.1.3 用螺纹密封的管螺纹 (55°圆锥管螺纹) (GB 7306—87, ISO 7/1—1982, DIN 2999, BS 21 (BSPT), JIS B0203—1982, 选编)	263
10.1.4 NPT 螺纹 (60°圆锥管螺纹) (GB/T 12716—91, ANSI B 1.20.1—1983, 选编)	263
10.1.5 管子的连接	264
10.2 法兰	265
10.2.1 国际、国内管法兰标准简介	265
10.2.2 法兰类型和密封面型式	266
10.2.3 法兰连接尺寸和密封面尺寸	267
10.2.4 法兰标记	273
10.2.5 有关国家管法兰尺寸 (DIN, ANSI, JIS)	275
10.2.6 石油化工常用接管垫片选用表	284
11. 电线、电缆	287
11.1 电线电缆型号编制及其字母含义	287
11.2 聚氯乙烯绝缘电线 (JB 1598—75, 选编)	287
11.3 聚氯乙烯绝缘软电线 (JB 1599—75, 选编)	289
11.4 聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆 (GB 9330.2—88, 选编)	289
11.5 DCS 电缆、本安电缆、计算机控制电缆和耐火控制电缆	296
11.6 英制线规对照表	302
12. 其他	303
12.1 美国本特利公司旋转机械状态监测系统	303
12.1.1 电涡流传感器系统	303
12.1.2 3300 监测器系统	307
12.1.3 3500 监测器系统	309
12.2 常用维修和校准仪器	310
12.3 常用热、力、电计量仪器一览表 (CADC052—93)	322
12.4 国家经计委 [1983] 244 号文规定的对能源计量器具准确度的要求	323
12.5 常用电工测量仪表的标记符号	324
12.6 仪表台件统计方法 (CADC052—93)	325
12.7 常用标准代号及含义	325
12.8 国产半导体器件和集成电路型号命名 (GB 249—74, GB 3430—82)	326
12.8.1 国产半导体器件型号命名 (GB 249—74)	326
12.8.2 半导体集成电路型号命名 (GB 3430—82)	327
12.9 地区气象表 (GB/T 2624—93)	328
12.10 调节器参数工程整定方法	330
12.10.1 临界比例度法	330
12.10.2 衰减曲线法	330
12.10.3 经验法	331
12.10.4 串级调节系统的整定方法	331
12.11 信号报警系统运行状态组合表 (HG 20511—92)	332
12.12 仪表系统接地要求 (HG 20513—92)	332
12.13 放射卫生防护剂量限值和放射源容器的屏蔽性能分级 (GB 4792—84, GB 11923—89)	333
12.14 希腊文字母及读音	334
参考文献	334

1. 常用计量单位和单位换算

1.1 法定计量单位 (GB 3100—93)

1.1.1 国际单位制的基本单位 (表 1.1.1)

表 1.1.1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开[尔文]	K
质量	千克(公斤)	kg	物质的量	摩[尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎[德拉]	cd
电流	安[培]	A			

注: 1. 圆括号中的名称, 是它前面名称的同义词, 下同。
2. 方括号中的字, 在不致引起混淆、误解的情况下, 可以省略。
3. 人民生活和贸易中, 质量习惯称为重量。

1.1.2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位 (表 1.1.2)

表 1.1.2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例	量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
[平面]角	弧度	rad		电导	西[门子]	S	$A/V, \Omega^{-1}$
立体角	球面度	sr		磁通[量]	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}	磁通[量]密度, 磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
力, 重力	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$	电感	亨[利]	H	Wb/A
压力, 压强, 应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2	摄氏温度	摄氏度	°C	
能[量], 功, 热	焦[耳]	J	$N \cdot m$	光通量	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
功率, 辐[射能]通量	瓦[特]	W	J/s	[光]照度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
电荷[量]	库[仑]	C	$A \cdot s$	[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
电位, 电压, 电动势, (电势)	伏[特]	V	W/A	吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
电容	法[拉]	F	C/V	剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg
电阻	欧[姆]	Ω	V/A				

1.1.3 可与 SI 单位并用的我国法定计量单位 (表 1.1.3)

表 1.1.3 可与 SI 单位并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明	量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	$1\text{min}=60\text{s}$	旋转速度	转每分	r/min	$1\text{r/min}=(1/60)\text{s}^{-1}$
	[小]时	h	$1\text{h}=60\text{min}=3600\text{s}$	质量	吨	t	$1\text{t}=10^3\text{kg}$
	日, (天)	d	$1\text{d}=24\text{h}=86400\text{s}$		原子质量单位	u	$1\text{u}\approx 1.660540 \times 10^{-27}\text{kg}$
[平面]角	[角]秒	"	$1''=(\pi/648000)\text{rad}$ (π 为圆周率)	体积	升	L, (l)	$1\text{L}=1\text{dm}^3=10^{-3}\text{m}^3$
	[角]分	'	$1' = 60'' = (\pi/10800)\text{rad}$	能	电子伏	eV	$1\text{eV}\approx 1.602177 \times 10^{-19}\text{J}$
	度	°	$1^\circ = 60' = (\pi/180)\text{rad}$	级差	分贝	dB	
				线密度	特[克斯]	tex	$1\text{tex}=10^{-6}\text{kg/m}$

注: [平面]角单位度、分、秒的符号, 在组合单位中应采用 (°)、(′)、(″) 的形式。例如, 不用 °/s 而用 (°)/s。

1.1.4 用于构成十进倍数和分数单位的词头 (表 1.1.4)

表 1.1.4 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E	10^{-1}	分	d
10^{15}	拍[它]	P	10^{-2}	厘	c
10^{12}	太[拉]	T	10^{-3}	毫	m
10^9	吉[咖]	G	10^{-6}	微	μ
10^6	兆	M	10^{-9}	纳[诺]	n
10^3	千	k	10^{-12}	皮[可]	p
10^2	百	h	10^{-15}	飞[母托]	f
10^1	十	da	10^{-18}	阿[托]	a

注: 10^4 称为万, 10^8 称为亿, 10^{12} 称为万亿, 这类数词的使用不受词头名称的影响, 但不应与词头混淆。

1.2 常用计量单位的换算

1.2.1 长度单位换算

1.2.1.1 长度单位换算 (表 1.2.1.1)

表 1.2.1.1 长度单位换算表

单 位	米 (m)	英寸 (in)	英尺 (ft)	毫米 (mm)	英里 (mi)	公里 (km)
米	1	39.37	3.2808	1000	0.0006214	0.001
英 寸	0.0254	1	0.0833	25.4	0.00001578	0.0000254
英 尺	0.3048	12	1	304.8	0.0001894	0.0003048
毫 米	0.001	0.03937	0.0032808	1	0.0000006214	0.000001
英 里	1609.35	63360	5280	1609350	1	1.60935
公 里	1000	39370	3280.83	1000000	0.62137	1

注: 1m=100cm=1000mm=10⁶μm; 1mm=0.03937in=39.37mils (密耳)。

1.2.1.2 英寸-毫米换算 (表 1.2.1.2)

表 1.2.1.2 英寸-毫米换算表 (1in=25.4mm)

英寸 (in)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	毫 米 (mm)									
0	0.0	25.4	50.8	76.2	101.6	127.0	152.4	177.8	203.2	228.6
10	254.0	279.4	304.8	330.2	355.6	381.0	406.4	431.8	457.2	482.6
20	508.0	533.4	558.8	584.2	609.6	635.0	660.4	685.8	711.2	736.6
30	762.0	787.4	812.8	838.2	863.6	889.0	914.4	939.8	965.2	990.6
40	1016.0	1041.4	1066.8	1092.2	1117.6	1143.0	1168.4	1193.8	1219.2	1244.6
50	1270.0	1295.4	1320.8	1346.2	1371.6	1397.0	1422.4	1447.8	1473.2	1498.6
60	1524.0	1549.4	1574.8	1600.2	1625.6	1651.0	1676.4	1701.8	1727.2	1752.6
70	1778.0	1803.4	1828.8	1854.2	1879.6	1905.0	1930.4	1955.8	1981.2	2006.6
80	2032.0	2057.4	2082.8	2108.2	2133.6	2159.0	2184.4	2209.8	2235.2	2260.6
90	2286.0	2311.4	2336.8	2362.2	2387.6	2413.0	2438.4	2463.8	2489.2	2514.6
100	2540.0	2565.4	2590.8	2616.2	2641.6	2667.0	2692.4	2717.8	2743.2	2768.6

1.2.1.3 分数英寸-毫米换算 (表 1.2.1.3)

表 1.2.1.3 分数英寸-毫米换算表 (1in=25.4mm)

英寸 (in)	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
	毫 米 (mm)															
0	0.0	1.6	3.2	4.8	6.4	7.9	9.5	11.1	12.7	14.3	15.9	17.5	19.1	20.6	22.2	23.8
1	25.4	27.0	28.6	30.2	31.8	33.3	34.9	36.5	38.1	39.7	41.3	42.9	44.5	46.0	47.6	49.2
2	50.8	52.4	54.0	55.6	57.2	58.7	60.3	61.9	63.5	65.1	66.7	68.3	69.9	71.4	73.0	74.6
3	76.2	77.8	79.4	81.0	82.6	84.1	85.7	87.3	88.9	90.5	92.1	93.7	95.3	96.8	98.4	100.0
4	101.6	103.2	104.8	106.4	108.0	109.5	111.1	112.7	114.3	115.9	117.5	119.1	120.7	122.2	123.8	125.4
5	127.0	128.6	130.2	131.8	133.4	134.9	136.5	138.1	139.7	141.3	142.9	144.5	146.1	147.6	149.2	150.8
6	152.4	154.0	155.6	157.2	158.8	160.3	161.9	163.5	165.1	166.7	168.3	169.9	171.5	173.0	174.6	176.2
7	177.8	179.4	181.0	182.6	184.2	185.7	187.3	188.9	190.5	192.1	193.7	195.3	196.9	198.4	200.0	201.6
8	203.2	204.8	206.4	208.0	209.6	211.1	212.7	214.3	215.9	217.5	219.1	220.7	222.3	223.8	225.4	227.0
9	228.6	230.2	231.8	233.4	235.0	236.5	238.1	239.7	241.3	242.9	244.5	246.1	247.7	249.2	250.8	252.4
10	254.0	255.6	257.2	258.8	260.4	261.9	263.5	265.1	266.7	268.3	269.9	271.5	273.1	274.6	276.2	277.8

1.2.2 面积单位换算 (表 1.2.2)

表 1.2.2 面积单位换算表

单 位	米 ² (m ²)	英寸 ² (in ²)	英尺 ² (ft ²)	英里 ² (mi ²)	公里 ² (km ²)
米 ²	1	1549.99	10.7639	3.861×10 ⁻⁷	1×10 ⁻⁶
英寸 ²	0.0006452	1	6.944×10 ⁻³	2.491×10 ⁻¹⁰	6.452×10 ⁻¹⁰
英尺 ²	0.0929	144	1	3.587×10 ⁻⁸	9.29×10 ⁻⁸
英里 ²	2589999	—	27878400	1	2.59
公里 ²	1000000	—	10763867	0.3861	1

注: 1m²=100dm²=10000cm²; 1mm²=0.01cm²=0.00155in²。

1.2.3 体积单位换算 (表 1.2.3)

表 1.2.3 体积单位换算表

单 位	分米 ³ (dm ³)	英寸 ³ (in ³)	英尺 ³ (ft ³)	美国夸脱 (qt)	美国加仑 (USgal)	英国加仑 (UKgal)	美国桶 ^① (bbl)
分米 ³	1	61.0234	0.03531	1.05668	0.264178	0.220083	0.00629
英寸 ³	0.01639	1	5.787×10^{-4}	0.01732	0.004329	0.003606	0.000103
英尺 ³	28.317	1728	1	29.9221	7.48055	6.22888	0.1781
美国夸脱	0.94636	57.75	0.03342	1	0.25	0.2082	0.00595
美国加仑	3.78543	231	0.13368	4	1	0.833	0.02381
英国加仑	4.54374	277.274	0.16054	4.80128	1.20032	1	0.02877
美国桶 ^①	158.98	9702	5.6146	168	42	34.973	1

①石油。

注: $1\text{m}^3=1000\text{dm}^3=10^6\text{cm}^3$; $1\text{L}=1000\text{ml}=1000\text{cm}^3$; $1\text{L}=1\text{dm}^3$ 。

1.2.4 质量单位换算

1.2.4.1 质量单位换算 (表 1.2.4.1) (GB/T 2624—93)

表 1.2.4.1 质量单位换算表

单 位	吨 (t)	千克 (公斤) (kg)	克 (g)	牛顿 (N)	磅 (lb)
吨	1	1000	10^6	9.81×10^3	2205
千克 (公斤)	0.001	1	1000	9.81	2.205
克	10^{-6}	0.001	1	9.81×10^{-3}	2.205×10^{-3}
牛顿	102×10^{-6}	0.102	102	1	0.225
磅	0.454×10^{-3}	0.454	454	4.45	1

1.2.4.2 磅-千克换算 (1.2.4.2)

表 1.2.4.2 磅-千克换算表 (1lb=0.4536kg)

磅 (lb)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千克 (kg)									
0	0.00	0.45	0.91	1.36	1.81	2.27	2.72	3.18	3.63	4.08
10	4.54	4.99	5.44	5.90	6.35	6.80	7.26	7.71	8.16	8.62
20	9.07	9.53	9.98	10.43	10.89	11.34	11.79	12.25	12.70	13.15
30	13.61	14.06	14.52	14.97	15.42	15.88	16.33	16.78	17.24	17.69
40	18.14	18.60	19.05	19.50	19.96	20.41	20.87	21.32	21.77	22.23
50	22.68	23.13	23.59	24.04	24.49	24.95	25.40	25.86	26.31	26.76
60	27.22	27.67	28.12	28.58	29.03	29.48	29.94	30.39	30.84	31.30
70	31.75	32.21	32.66	33.11	33.57	34.02	34.47	34.93	35.38	35.83
80	36.29	36.74	37.20	37.65	38.10	38.56	39.01	39.46	39.92	40.37
90	40.82	41.28	41.73	42.18	42.64	43.09	43.55	44.00	44.45	44.91

1.2.5 流量单位换算

1.2.5.1 体积流量单位换算 (表 1.2.5.1)

表 1.2.5.1 体积流量单位换算表

单 位	升/分 (L/min)	米 ³ /时 (m ³ /h)	英尺 ³ /时 (ft ³ /h)	英国加仑/分 (UKgal/min)	美国加仑/分 (USgal/min)	美国桶/天 (bbl/d)
升/分	1	0.06	2.1189	0.21997	0.264178	9.057
米 ³ /时	16.667	1	35.314	3.667	4.403	151
英尺 ³ /时	0.4719	0.028317	1	0.1038	0.1247	4.2746
英国加仑/分	4.546	0.02727	9.6325	1	1.20032	41.1
美国加仑/分	3.785	0.2273	8.0208	0.8326	1	34.28
美国桶/天	0.1104	0.006624	0.23394	0.02428	0.02917	1

1.2.5.2 质量流量单位换算 (GB/T 2624—93) (表 1.2.5.2)

表 1.2.5.2 质量流量单位换算表

单 位	千克/时 (kg/h)	千克/分 (kg/min)	千克/秒 (kg/s)	吨/时 (t/h)	磅/时 (lb/h)	磅/秒 (lb/s)
千克/时	1	16.7×10^{-3}	278×10^{-6}	0.001	2.205	612×10^{-6}
千克/分	60	1	16.7×10^{-3}	0.06	132.3	36.7×10^{-3}
千克/秒	3600	60	1	3.6	7.94×10^3	2.205
吨/时	1000	16.7	278×10^{-3}	1	2205	612×10^{-3}
磅/时	0.454	7.56×10^{-3}	126×10^{-6}	0.454×10^{-3}	1	278×10^{-6}
磅/秒	1633	27.2	0.454	1.633	3600	1

1.2.6 压力单位换算

1.2.6.1 压力单位换算 (之一) (GB/T 2624-91) (表 1.2.6.1)

表 1.2.6.1 压力单位换算表(之一)

单位	公斤力/厘米 ² (kgf/cm ²)	兆帕(斯卡) (MPa)	巴 (bar)	标准大气压 (atm)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	毫米水银柱 (mmHg)	磅/英寸 ² (lb/in ²)
公斤力/厘米 ²	1	0.0981	0.981	0.9678	10 ⁴	735.6	14.22
兆帕(斯卡)(MPa)	10.2	1	10	9.869	1.02×10 ⁵	7.50×10 ³	1.45×10 ²
巴	1.02	0.1	1	0.9869	10.2×10 ³	750	14.50
标准大气压	1.0332	0.1013	1.0133	1	1.0332×10 ⁴	760	14.696
毫米水柱	10 ⁻⁴	9.81×10 ⁻⁶	98.1×10 ⁻⁶	0.9678×10 ⁻⁴	1	73.56×10 ⁻³	1.422×10 ⁻³
毫米水银柱	1.36×10 ⁻³	1.333×10 ⁻⁴	1.333×10 ⁻³	1.316×10 ⁻³	13.6	1	19.34×10 ⁻³
磅/英寸 ²	70.3×10 ⁻³	6.89×10 ⁻³	68.9×10 ⁻³	68.05×10 ⁻³	703	51.72	1

注: 1MPa=1000kPa=10⁶Pa=10.1972kgf/cm²=10bar=9.86927atm=145.038lb/in²=7500.62mmHg=10.1972×10⁴mmH₂O。

1kgf/cm²=98.0665kPa=9.80665×10⁻²MPa=0.980665bar=0.967841atm=10mmH₂O=735.559mmHg。

1atm=0.101325MPa=101.325kPa=1.033227kgf/cm²=760mmHg。

mmHg——0℃, g=9.80665m/s²。

mmH₂O——4℃, g=9.80665m/s²。

1.2.6.2 压力单位换算 (之二) (表 1.2.6.2)

表 1.2.6.2 压力单位换算表(之二)

单位	公斤/厘米 ² (kg/cm ²)	磅/英寸 ² (lb/in ²)	大气压 (atm)	巴 (bar)	英寸汞柱 (inHg)	千帕 (kPa)	英寸水柱 (inH ₂ O)	英尺水柱 (ftH ₂ O)
公斤/厘米 ²	1	14.22	0.9678	0.98067	28.96	98.067	394.05	32.84
磅/英寸 ²	0.07031	1	0.06804	0.06895	2.036	6.895	27.7	2.309
大气压	1.0332	14.696	1	1.01325	29.92	101.325	407.14	33.93
巴	1.01972	14.5038	0.98692	1	29.53	100	402.156	33.513
英寸汞柱	0.03453	0.4912	0.03342	0.033864	1	3.3864	13.61	1.134
千帕	0.0101972	0.145038	0.0098696	0.01	0.2953	1	4.02156	0.33513
英寸水柱	0.002538	0.0361	0.002456	0.00249	0.07349	0.249	1	0.0833
英尺水柱	0.03045	0.4332	0.02947	0.029839	0.8819	2.9839	12	1

1盎司/英寸² (ozf/in²) = 0.0625磅/英寸² (lb/in²)

1.2.7 温度单位换算 (表 1.2.7)

表 1.2.7 温度单位换算公式

单位	对照单位	代入公式	单位	对照单位	代入公式
摄氏度 (°C)	华氏度 (°F)	(°C×9/5) + 32	华氏度 (°F)	摄氏度 (°C)	(°F-32) × 5/9
摄氏度 (°C)	开尔文度 (°K)	(°C+273.16)	华氏度 (°F)	兰金温标度 (°R)	(°F+495.69)

1.2.8 常用热、功计量单位及换算 (表 1.2.8)

表 1.2.8 常用热、功计量单位及换算表

量的名称	SI 单位名称	SI 单位符号	单位换算
能[量], 功, 热	焦[耳]	J	1 焦耳(J)=1 牛顿·米(N·m) 1 国际蒸汽表卡(cal _{IT})=4.1868J 1 热化学卡(cal _{th})=4.1840J 1 20℃卡(cal ₂₀)=4.1816J 1 15℃卡(cal ₁₅)=4.1855J 1 英热单位(Btu)=1.05506×10 ³ J 1 千瓦·时(kW·h)=3.6×10 ⁶ J
功率, 辐射[能]通量	瓦[特]	W	1 瓦特(W)=1 牛顿·米/秒(N·m/s) 1 千克力·米/秒(kgf·m/s)=9.80665W 1 米制马力(PS)=7.35499×10 ² W 1 英制马力(HP)=7.45700×10 ² W 1 英尺·磅力/秒(ft·lbf/s)=1.35582W
比热容	焦[耳]每千克开尔文	J/(kg·K)	1 千卡/千克·°C[kcal _{IT} /(kg·°C)]=4.1868×10 ³ J/(kg·K)

续表

量的名称	SI 单位名称	SI 单位符号	单位换算
比热容	焦[耳]每千克开尔文	J/(kg·K)	1 热化学千卡/千克·℃ [kcal _{th} /(kg·℃)] = 4.1840×10 ³ J/(kg·K) 1 英热单位/磅·°F [Btu/(lb·°F)] = 4.1868×10 ³ J/(kg·K)
传热系数	瓦[特]每平方米开尔文	W/(m ² ·K)	1 千卡/厘米 ² ·秒·℃ [kcal _{IT} /(cm ² ·s·℃)] = 4.1868×10 ⁷ W/(m ² ·K)
热导率(导热系数)	瓦[特]每米开尔文	W/(m·K)	1 千卡/厘米·秒·℃ [kcal _{IT} /(cm·s·℃)] = 4.1868×10 ⁵ W/(m·K)

1.2.9 动力粘度 η 单位换算 (表 1.2.9)表 1.2.9 动力粘度 η 单位换算表

单位	克/(厘米·秒) [g/(cm·s)] (泊, P)	克/(米·秒) [g/(m·s)] (厘泊, cP)	千克/(米·秒) [kg/(m·s)] (帕斯卡·秒, Pa·s)	千克力·秒/米 ² (kgf·s/m ²)	千克/(米·时) [kg/(m·h)]	磅/(英尺·秒) [lb/(ft·s)]	磅力·秒/英尺 ² [lbf·s/ft ²]
克/厘米·秒	1	10 ²	0.1	10.2×10 ⁻³	3.60×10 ²	6.720×10 ⁻²	2.089×10 ⁻³
克/米·秒	10 ⁻²	1	10 ⁻³	10.2×10 ⁻⁵	3.60	6.720×10 ⁻⁴	2.089×10 ⁻⁵
千克/米·秒	10	10 ³	1	10.2×10 ⁻²	3.6×10 ³	0.6720	2.089×10 ⁻²
千克·秒/米 ²	98.1	9.81×10 ³	9.81	1	3.53×10 ⁴	6.592	0.205
千克/米·时	2.778×10 ⁻³	0.2778	2.778×10 ⁻⁴	2.833×10 ⁻⁵	1	1.867×10 ⁻⁴	5.801×10 ⁻⁶
磅/英尺·秒	14.88	1.488×10 ³	1.488	0.1518	5.357×10 ³	1	3.108×10 ⁻²
磅力·秒/英尺 ²	4.788×10 ²	4.788×10 ⁴	47.88	4.882	1.724×10 ⁵	32.17	1

1.2.10 运动粘度 ν 单位换算 (表 1.2.10)表 1.2.10 运动粘度 ν 单位换算表

单位	米 ² /秒 (m ² /s)	厘米 ² /秒 (cm ² /s) (斯, St)	毫米 ² /秒 (mm ² /s) (厘斯, cSt)	米 ² /时 (m ² /h)	英尺 ² /秒 (ft ² /s)	英尺 ² /时 (ft ² /h)
米 ² /秒	1	10 ⁴	10 ⁶	3600	10.76	38.75×10 ³
厘米 ² /秒	10 ⁻⁴	1	100	0.36	1.076×10 ⁻²	3.875
毫米 ² /秒	10 ⁻⁶	0.01	1	3.6×10 ⁻³	10.76×10 ⁻⁶	38.75×10 ⁻³
米 ² /时	277.8×10 ⁻⁶	2.778	277.8	1	2.99×10 ⁻³	10.76
英尺 ² /秒	92.9×10 ⁻³	929	92.9×10 ³	334.5	1	3600
英尺 ² /时	25.8×10 ⁻⁶	0.258	25.8	92.9×10 ⁻³	278×10 ⁻⁶	1

动力粘度 η 与运动粘度 ν 的换算公式:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

式中 ν 单位: cSt (mm²/s); η 单位: 10⁻³Pa·s = 1cP (g/m·s); ρ 单位: g/cm³.

1.2.11 密度单位换算 (表 1.2.11)

表 1.2.11 密度单位换算表

克/厘米 ³ (g/cm ³) 或 吨/米 ³ (t/m ³)	千克/米 ³ (kg/m ³) 或 克/升 (g/L)	磅/英寸 ³ (lb/in ³)	磅/英尺 ³ (lb/ft ³)	磅/英加仑 (lb/UK·gal)	磅/美加仑 (lb/USgal)
1	1000	0.03613	62.43	10.02	8.345
0.001	1	3.613×10 ⁻⁵	0.06243	0.01002	0.00835
27.68	27680	1	1728	277.42	231
0.01602	16.02	0.00058	1	0.1605	0.1337
0.0998	99.8	0.0036	6.2288	1	0.8327
0.1198	119.8	0.004329	7.48	1.201	1

1.2.12 常用浓度单位换算 (表 1.2.12)

表 1.2.12 常用浓度单位换算表

浓度单位	换算后的单位	乘换算系数	浓度单位	换算后的单位	乘换算系数
mg/m ³	μg/m ³	1000	ppm, 按重量计	mg/m ³	1.198
	μg/L	1.0		μg/m ³	1.198×10 ⁻³
	ppm, 按体积计(20℃)	24.04/M		μg/L	1.198
	ppm, 按重量计	0.8347		ppm, 按体积计(20℃)	28.8/M
ppm, 按体积计(20℃)	mg/m ³	M/24.04	lb/ft ³	mg/m ³	16.018×10 ⁶
	μg/m ³	M/0.02404		μg/m ³	16.018×10 ⁹
	μg/L	M/24.04		μg/L	16.018×10 ⁶
	ppm, 按重量计	M/28.8		ppm, 按体积计(20℃)	385.1×10 ⁶ /M
				ppm, 按重量计	133.7×10 ³

注: M——分子量。

1.2.13 常用湿度单位换算 (表 1.2.13)

表 1.2.13 常用湿度单位换算表

露 点		绝对湿度	体积比	重量比(在空气中)	相对湿度	露 点		绝对湿度	体积比	重量比(在空气中)	相对湿度
℃	°F	g/m ³	ppm _v	ppm _w	(20℃)%	℃	°F	g/m ³	ppm _v	ppm _w	(20℃)%
-70	-94	0.00207	2.5	1.64	0.001	-10	14	2.06	2560	1590	11
-60	-76	0.00857	11	6.59	0.005	0	32	4.84	6020	3800	26
-50	-58	0.0312	39	24.2	0.02	10	50	9.21	12100	7729	52
-40	-40	0.102	127	79.1	0.05	20	68	18.5	23100		100
-30	-22	0.301	376	234	0.2	30	86	36.6	41800		
-20	-4	0.816	1020	635	4	40	104	58.5	73000		

1.2.14 常用电工计量单位及换算 (表 1.2.14)

表 1.2.14 常用电工计量单位及换算表

物 理 量		计 量 单 位 及 换 算				
名称	符号	基本单位		常用换算单位		
		名 称	符 号	名 称	符 号	与基本单位关系
电荷[量]	Q	库[仑]	C			
电 流	I	安[培]	A	千安 毫安 微安	kA mA μA	1kA=10 ³ A 1A=10 ³ mA=10 ⁶ μA
电位, 电压, 电动势	U, E	伏[特]	V	千伏 毫伏 微伏	kV mV μV	1kV=10 ³ V 1V=10 ³ mV=10 ⁶ μV
电 阻	R	欧[姆]	Ω	兆欧 千欧	MΩ kΩ	1MΩ=10 ³ kΩ=10 ⁶ Ω 1kΩ=10 ³ Ω
电阻率	ρ	欧·米	Ω·m	欧·毫米 ² /米	Ω·mm ² /m	1Ω·m=10 ⁶ Ω·mm ² /m
电阻温度系数	α	℃ ⁻¹	℃ ⁻¹			
电 感	L	亨[利]	H	毫亨 微亨	mH μH	1H=10 ³ mH=10 ⁶ μH
电 容	C	法[拉]	F	微法 皮法	μF pF	1F=10 ⁶ μF=10 ¹² pF
感 抗	X _L	同电阻				
容 抗	X _C					
电 抗	X					
阻 抗	Z					
频 率	f	赫[兹]	Hz	兆赫 千赫	MHz kHz	1MHz=10 ³ kHz=10 ⁶ Hz

续表

物 理 量		计 量 单 位 及 换 算				
名 称	符 号	基 本 单 位		常 用 换 算 单 位		
		名 称	符 号	名 称	符 号	与基本单位关系
周期	T	秒	s	毫秒 微秒	ms μ s	$1s=10^3ms=10^6\mu s$
有功功率	P	瓦[特]	W	千瓦	kW	$1kW=10^3W$
无功功率	Q	乏	var	千乏	kvar	$1kvar=10^3var=10^3W$
视在功率	S	伏安	VA	千伏安	kVA	$1kVA=10^3VA=10^3W$
功率因数	$\cos\varphi$					
能量	$E, (w)$	焦[耳]	J	牛·米 电子伏	$N\cdot m$ eV	$1N\cdot m=1J$ $1eV=1.60207\times 10^{-19}J$
功	$W, (A)$	焦[耳]	J	千瓦·小时	$kW\cdot h$	$1kW\cdot h=3.6\times 10^6J$
热	Q	焦[耳]	J	千卡	kcal	$1kcal=4.1840\times 10^3J$
磁通量	φ	韦[伯]	Wb	麦克斯韦	Mx	$1Mx=10^{-8}Wb$
磁通密度 磁感应强度	B	特[斯拉]	T	高斯	Gs, G	$1G=10^{-4}T$
磁导率	μ	亨[利]/米	H/m			
力	F	牛[顿]	N	千克力	kgf	$1kgf=9.80665N$
力矩	M	牛·米	$N\cdot m$	千克力·米	$kgf\cdot m$	$1kgf\cdot m=9.80665N\cdot m$

2. 文字代号和图形符号

2.1 过程检测和控制系統用文字代号和图形符号(HG 20505—92)

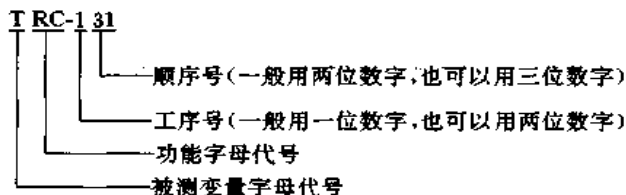
HG 20505—92 标准是中华人民共和国行业标准，化工部发布。

本标准吸收美国仪表学会《仪表符号和文字代号》(ISA5.1—1984) 标准的绝大部分内容，与国家标准《过程检测和控制流程图用文字和图形符号》(GB 2625—81) 相吻合。

本标准与 HGJ7—87《化工过程检测、控制系统设计符号统一规定》相比，最大的变化是新增加了分散控制系统仪表的图形符号。

2.1.1 仪表位号

仪表位号由字母代号组合和回路编号两部分组成。仪表位号中的第一位字母表示被测变量，后继字母表示仪表的功能；回路的编号由工序号和顺序号组成，一般用三位至五位阿拉伯数字表示，如下例所示：



①在管道仪表流程图和系统图中，仪表位号的标注方法是：字母代号填写在仪表圆圈的上半圆中，回路编号填写在下半圆中，如下所示：



②如果同一仪表回路中有两个以上相同功能的仪表，可用仪表位号附加尾缀（大写英文字母）的方法加以区别。例如：FT-201A、FT-201B 表示同一回路内的两台流量变送器；FV-201A、FV-201B 表示同一回路内的两台控制阀。

③当属于不同工序的多个检测元件共用一台显示仪表时，显示仪表位号在回路编号中不表示工序号，只编制顺序号。在显示仪表回路编号后加阿拉伯数字顺序号尾缀的方法表示检测元件的仪表位号。例如：多点温度指示仪的仪表位号为 TI-1，相应的检测元件仪表位号为 TE-1-1，TE-1-2……。

④当一台仪表由两个或多个回路共用时，各回路的仪表位号都应标注。例如：一台双笔记录仪记录流量和压力时，仪表位号为 FR-121/PR-131；若用于记录两个回路的压力时，仪表位号应为 PR-123/PR-124 或 PR-123/124。

⑤仪表位号的第一位字母代号（或者是被测变量和修饰字母的组合）只能按被测变量来选用，而不是按照仪表的结构或被控变量来选用。例如：当被测变量为流量时，差压式记录仪应标注 FR，而不是 PDR，控制阀应标注 FV；当被测变量为压差时，差压式记录仪应标注 PDR，控制阀应标注 PDV。

⑥仪表位号中表示功能的后继字母，是按照读出或输出功能而不是按照被控变量选用，后继字母应按 I R C T Q S A 的顺序标注。

⑦仪表位号的功能字母代号最多不要超过四个字母。

一台仪表具有指示、记录功能时，仪表位号的功能字母代号只标注字母“R”，而不标注字母“I”。

一台仪表具有开关、报警功能时，只标注字母代号“A”，而不标注“S”。当字母“SA”出现时，表示这台仪表具有联锁和报警功能。

一台仪表具有多功能时，可以用多功能字母代号“U”标注；也可以将仪表的功能字母代号分组进行标注。例如：一个温度控制器带有温度开关，则可用两个相切的圆圈，分别填入 TIC-301 和 TS-301 来表示。

⑧在允许简化的设计文件中，构成一个仪表回路的一组仪表，可以用主要仪表的仪表位号来表示。例如，T-131 可以代表一个温度检测回路；F-120 则可以代表一个流量检测回路。

⑨随设备成套供应的仪表，在管道仪表流程图上也应标注位号，但是在仪表位号圆圈外边应标注

“WE”(随设备)。

⑩仪表附件,如冷凝器、隔离装置等,不标注仪表位号。

2.1.2 文字代号

2.1.2.1 仪表位号中表示被测变量和仪表功能的字母代号(表 2.1.2.1)

表 2.1.2.1 仪表位号中表示被测变量和仪表功能的字母代号

项目	第一位字母 ^①		后继字母 ^②		
	被测变量或引发变量	修饰词	读出功能	输出功能	修饰词
A	分析 ^{③④}		报警		
B	烧嘴、火焰		供选用 ^①	供选用 ^①	供选用 ^①
C	电导率			控制 ^⑤	
D	密度	差 ^④			
E	电压(电动势)		检测元件		
F	流量	比(分数) ^④			
G	供选用 ^①		视镜,观察 ^⑥		
H	手动				高 ^{④⑤}
I	电流		指示 ^⑥		
J	功率	扫描			
K	时间、时间程序	变化速率 ^{④⑤}		操作器 ^⑥	
L	物位		灯 ^①		低 ^{④⑤}
M	水分或湿度	瞬动 ^①			中、中间 ^⑤
N	供选用 ^①		供选用 ^①	供选用 ^①	供选用 ^①
O	供选用 ^①		节流孔		
P	压力、真空		连接点、测试点		
Q	数量	积算、累计 ^④			
R	核辐射		记录 ^①		
S	速度、频率	安全 ^⑧		开关 ^⑥ 、联锁	
T	温度			传送	
U	多变量 ^⑥		多功能 ^⑦	多功能 ^⑦	多功能 ^⑦
V	振动、机械监视 ^①			阀、风门、百叶窗 ^⑥	
W	重量、力		套管		
X	未分类 ^②	X 轴	未分类 ^②	未分类 ^②	未分类 ^②
Y	事件、状态 ^⑥	Y 轴		驱动器、计算器、转换器 ^{⑥⑧}	
Z	位置、尺寸	Z 轴		驱动器、执行机构未分类的最终执行元件	

①“供选用”的字母,指的是在个别设计中多次使用,而表 2.1.2.1 中未予规定其含义。使用时该字母含义需在具体工程的设计图例中作出规定,第一位字母表示一种含义,而作为后继字母则表示另一种含义。例如:字母“N”作为第一位字母时,含义可为“应力”;而作为后继字母时,含义可为“示波器”。

②“未分类”的字母 X,表 2.1.2.1 中未予规定其含义,适用于在一个设计中仅一次或有限的几次使用,它在不同地点作为第一位字母或作为后继字母均可有任何含义。例如:XR-1 可以是应力记录,XX-2 则可以是应力示波器,但是要求在仪表圆圈之外注明“未分类”字母 X 的含义。

③后继字母的确切含义,根据实际需要可以有不同的解释。例如:“I”可以是指示仪、指示或指示的;“T”可以是变送器、变送或变送的。

④被测变量的任何第一位字母若与修饰字母 D(差)、F(比)、M(瞬间)、K(变化速率)、Q(积算或累计)中任何一个组合在一起,则表示另外一种含义的被测变量。因此应把被测变量字母与修饰字母的组合视为一体来看待。例如:TDI 和 TI 分别为温差指示和温度指示。这些修饰字母仅在特定情况下使用。

⑤分析变量的字母“A”,包括表 2.1.2.1 未予规定的分析项目。当有必要表明具体的分析项目时,仪表圆圈中仍写“A”,一般在圆圈外右上方写出具体的分析项目。例如:分析二氧化碳含量,应在圆圈外标注 CO₂,而不能用 CO₂ 代替圆圈内的字母“A”。

⑥第一位字母的“U”表示多变量,用来表示代替多个变量的字母组合。

⑦后继字母“U”表示多功能,用来表示代替多个功能的字母组合。

⑧修饰字母“S”表示“安全”,仅用于紧急保护的检测仪表或检测元件及最终控制元件。例如:“PSV”表示非常状态下起保护作用的压力泄放阀或切断阀。亦可用于事故压力条件下进行安全保护的阀门,而爆破膜则用 PSE 来标识。

(此符号不表示专业分工, 仅用来说明符号的使用)。

⑨后继字母“G”表示用于对过程检测观察而无标度的仪表, 例如视镜、电视监视器等。

⑩后继字母“I”适用于可读出模拟量或数字被测值的场合, 就手操器而言, 它可用于标度盘, 或设定值的指示。它不适用于无被测量输入的标尺。

⑪后继字母“L”表示单独设置的指示灯, 用于显示正常的工作状态, 它不同于表示正常状态的“A”报警灯。如果“L”指示灯是回路的一部分, 则应与第一位字母组合使用。例如表示一个时间周期终了的指示灯应标注为 KQL。如果不是回路的一部分, 可单独用一个字母 L 标注。例如: 电动机的指示灯, 若电压是被测变量, 则可记为 EL, 若用来监视运行状态, 则为 YL。“未分类”变量 X, 仅在有限场合应用。不要用 XL 来表示电动机的指示灯, 允许由用户定义的“供选用”的字母 N 或 O 来表示电动机的运行指示灯。

⑫用来接通、断开、选择或切换一个或多个流路的装置可以是开关、继电器、位式控制器或控制阀。其具体的功能则取决于应用。

用来控制流体的装置, 如果不是手动操作的切断阀, 则将其标注为控制阀。自力式控制阀应使用后继字母 CV 标注, 以区别一般控制阀。

用于非流体的场合, 如果它是自动的, 并且在回路中是检测装置, 其中用于报警、指示灯、选择或联锁的, 则使用术语“开关”; 而用于正常操作控制的, 则通常使用术语“位式控制器”。

用于非流体的场合, 凡是自动的, 但是在回路中不是检测装置, 其动作是由开关或位式控制器带动的, 则使用术语“继电器”(或继电器)。

⑬用后继字母“Y”表示继动或计算功能时, 应在仪表圆圈外(一般在右上方)标注它的具体功能, 但是如果功能明显时, 也可以不加标注, 例如执行机构信号线上的电磁阀就无需附加标注。

⑭后继字母修饰词 H(高)、M(中)、L(低)可分别写在仪表圆圈外的右上方。H、M、L 应与被测量值相对应, 而非与仪表输出的信号值相对应。

当表示有 H(高)和 HH(高高)、L(低)和 LL(低低)两级时, 则 H(高)与 L(低)可以省略不再标注。

⑮当 H(高)、L(低)用来表示阀或其他开关装置的位置时, “H”表示阀在全开或接近全开位置, “L”表示阀在全关或接近全关位置。

⑯后继字母“R”适用于能用任何方法进行检索的, 且能以任何形式的信息长期存储。

⑰第一位字母“V”表示振动或机械量的监视, 除振动外应将所监视的机械量在仪表圆圈外加以标注。

⑱第一位字母“Y”表示由事件驱动的控制或监视响应(不同于时间或时间程序驱动)。亦可表示存在或状态。

⑲修饰字母“K”在与第一位字母 L、T 或 W 组合时, 表示测量或引发变量的变化速率。例如变量 WKIC 可表示失重量控制器。

⑳后继字母“K”表示设置在控制回路内的自动-手动操作器。例如, 流量控制回路的自动-手动操作器为“FK”, 它区别于 HC 手动操作器。

2.1.2.2 被测变量及仪表功能字母组合示例(表 2.1.2.2)

表 2.1.2.2 被测变量及仪表功能字母组合示例

第一位字母	被测变量或引发变量	控制器				读出仪表		开关和报警装置①			变送器			电磁阀继动器计算器	检测元件	测试点	套管或探头	视镜观察	安全装置	最终执行元件
		记录	指示	无指示	自力式控制阀	记录	指示	高②	低	高低组合	记录	指示	无指示							
A	分析	ARC	AIC	AC		AR	AI	ASH	ASL	ASHL	ART	AIT	AT	AY	AE	AP	AW			AV
B	烧嘴、火焰	BRC	BIC	BC		BR	BI	BSH	BSL	BSHL	BRT	BIT	BT	BY	BE		BW	BG		BZ
C	电导率	CRC	CIC			CR	CI	CSH	CSL	CSHL		CIT	CT	CY	CE					CV
D	密度	DRC	DIC	DC		DR	DI	DSH	DSL	DSHL		DIT	DT	DY	DE					DV
E	电压(电动势)	ERC	EIC	EC		ER	EI	ESH	ESL	ESHL	ERT	EIT	ET	EY	EE					EZ
F	流量	FRC	FIC	FC	FCV FICV	FR	FI	FSH	FSL	FSHL	FRT	FIT	FT	FY	FE	FP		FG		FV
FQ	流量累计	FQRC	FQIC			FQR	FQI	FQSH	FQSL			FQIT	FQI	FQY	FQE					FQV
FF	流量比	FFRC	FFIC	FFC		FFR	FFI	FFSH	FFSL						FE					FFV
G	供选用																			
H	手动		HIC	HC						HS										HV
I	电流	IRC	IIC			IR	II	ISH	ISL	ISHL	IRT	IIT	IT	IY	IE					IZ

续表

第一位字母	被测变量或引发变量	控制器				读出仪表		开关和报警装置 ^①			变送器			电磁阀继电器计算器	检测元件	测试点	套管或探头	视镜观察	安全装置	最终执行元件
		记录	指示	无指示	自力式控制阀	记录	指示	高 ^②	低	高低组合	记录	指示	无指示							
J	功率	JRC	JIC			JR	JI	JSH	JSL	JSHL	JRT	JIT	JT	JY	JE					JV
K	时间、时间程序	KRC	KIC	KC	KCV	KR	KI	KSH	KSL	KSHL	KRT	KIT	KT	KY	KE					KV
L	物位	LRC	LIC	LC	LCV	LR	LI	LSH	LSL	LSHL	LRT	LIT	LT	LY	LE		LW	LG		LV
M	水分或湿度	MRC	MIC			MR	MI	MSH	MSL	MSHL		MIT	MT		ME		MW			MV
N	供选用																			
O	供选用																			
P	压力、真空	PRC	PIC	PC	PCV	PR	PI	PSH	PSL	PSHL	PRT	PIT	PT	PY	PE	PP			PSV PSE	PV
PD	压力差	PDR	PDI	PDC	PDCV	PDR	PDI	PDSH	PDSL		PDR	PDI	PDT	PDY	PE	PP				PDV
Q	数量	QRC	QIC			QR	QI	QSH	QSL	QSHL	QRT	QIT	QT	QY	QE					QZ
R	核辐射	RRC	RIC	RC		RR	RI	RSH	RSL	RSHL	RRT	RIT	RT	RY	RE		RW			RZ
S	速度、频率	SRC	SIC	SC	SCV	SR	SI	SSH	SSL	SSHL	SRT	SIT	ST	SY	SE					SV
T	温度	TRC	TIC	TC	TCV	TR	TI	TSH	TSL	TSHL	TRT	TIT	TT	TY	TE	TP	TW		TSE	TV
TD	温度差	TDR	TDI	TDC	TDCV	TDR	TDI	TDSH	TDSL		TDR	TDI	TDT	TDY	TE	TP	TW			TDV
U	多变量					UR	UI							UY						UV
V	振动、机械监视					VR	VI	VSH	VSL	VSHL	VRT	VIT	VT	VY	VE					VZ
W	重量、力	WRC	WIC	WC	WCV	WR	WI	WSH	WSL	WSHL	WRT	WIT	WT	WY	WE					WZ
WD	重量差、力差	WDR	WDI	WDC	WDCV	WDR	WDI	WDSH	WDSL		WDR	WDI	WDT	WDY	WE					WDZ
X	未分类																			
Y	事件、状态		YIC	YC		YR	YI	YSH	YSL				YT	YY	YE					YZ
Z	位置、尺寸	ZRC	ZIC	ZC	ZCV	ZR	ZI	ZSH	ZSL	ZSHL	ZRT	ZIT	ZT	ZY	ZE					ZV
ZD	检尺、位置差	ZDR	ZDI	ZDC	ZDCV	ZDR	ZDI	ZDSH	ZDSL		ZDR	ZDI	ZDT	ZDY	ZDE					ZDV
其他		FIK	带流量指示自动-手动操作					PFI	压缩比指示					QQI	数量积算指示					
		FO	限流孔板					TJI	扫描指示					WKIC	失重率指示、控制					
		HMS	手动瞬动开关					TJIA	扫描指示、报警											
		KQI	时间或时间程序指示					TJR	扫描记录											
		LCT	液位控制、变送					TJRA	扫描记录、报警											
		LLH	液位指示灯																	

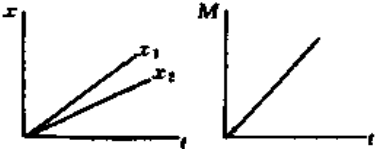
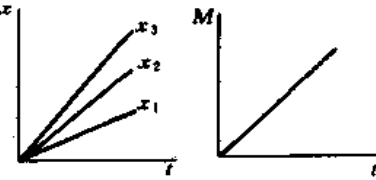
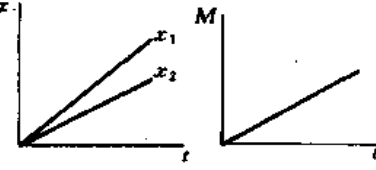
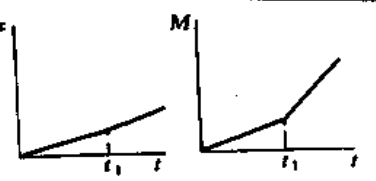
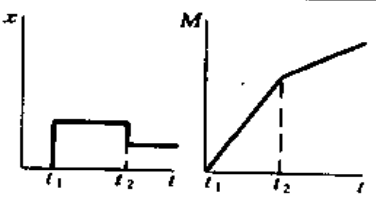
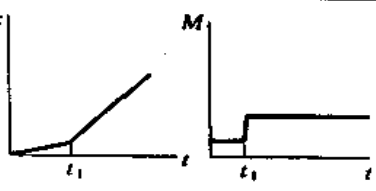
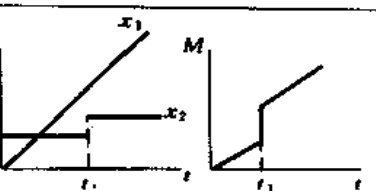
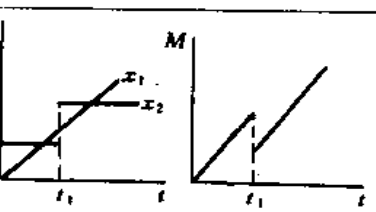
①A 报警(信号装置),可以采用与表中S 开关(驱动装置)相同的字母组合方式。

②在含义不明确时,字母H 和L 可暂不标注。

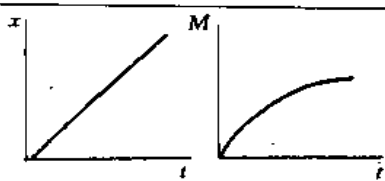
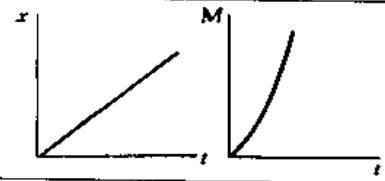
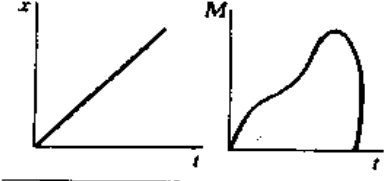
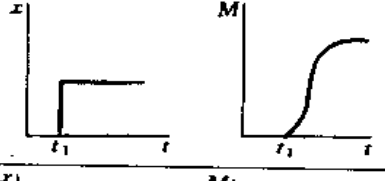
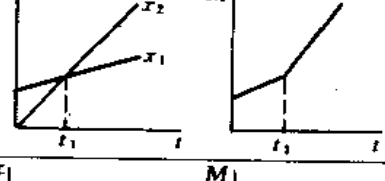
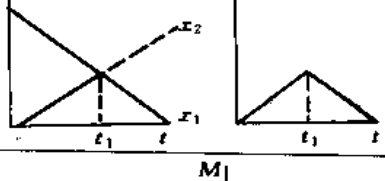
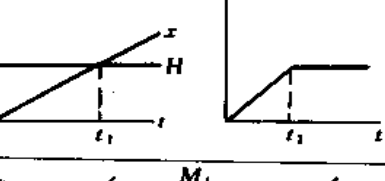
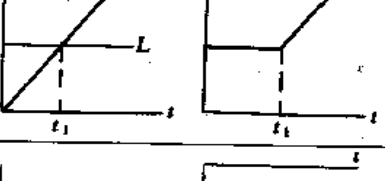
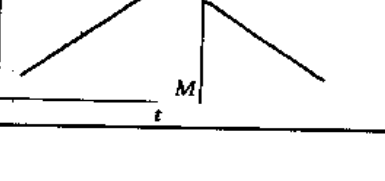
2.1.2.3 继电器和计算器功能的附加符号

继电器和计算器的功能字母为Y(见表2.1.2.1注③的说明),为了进一步表示继电器和计算器的功能,可以在仪表圆圈外右上方标注表2.1.2.3所列符号。

表 2.1.2.3 继电器和计算机功能的附加符号

序号	功能	符号	数学方程式	曲线表示法	说 明
1	加或总计(加或减)	Σ	$M = x_1 + x_2 + \dots + x_n$		输出等于输入信号的代数之和
2	平均值	Σ/n	$M = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$		输出等于输入信号的代数之和除以输入信号数目
3	差值	Δ	$M = x_1 - x_2$		输出等于输入信号的代数差
4	比例	$\begin{matrix} x \\ 1:1 \\ 2:1 \end{matrix}$	$M = Kx$		输出与输入成正比
5	积分	$\int$	$M = \frac{1}{T_1} \int x dt$		输出随输入信号的幅度和持续时间而变化,输出与输入信号的时间积分成比例
6	微分	d/dt	$M = T_D \frac{dx}{dt}$		输出与输入信号的变化率成比例
7	乘法	$\times$	$M = x_1 x_2$		输出等于两个输入信号的乘积
8	除法	$\div$	$M = \frac{x_1}{x_2}$		输出等于两个输入信号的商

续表

序号	功能	符号	数学方程式	曲线表示法	说明
9	方根	$\sqrt[n]{\quad}$	$m = \sqrt[n]{x}$		输出等于输入信号的开方(如平方根、三次方根、3/2次方根等)
10	指数	x^n	$M = x^n$		输出等于输入信号的n次方
11	非线性 或未定义 函数	$f(x)$	$M = f(x)$		输出等于输入信号的某种非线性或未定义函数
12	时间 函数	$f(t)$	$M = xf(t)$ $M = f(t)$		输出等于输入信号乘某种时间函数或仅等于某种时间函数
13	高选	$>$	$M = \begin{cases} x_1 & x_1 \geq x_2 \\ x_2 & x_1 \leq x_2 \end{cases}$		输出等于几个输入信号中的最大值
14	低选	$<$	$M = \begin{cases} x_1 & x_1 \leq x_2 \\ x_2 & x_1 \geq x_2 \end{cases}$		输出等于几个输入信号中的最小值
15	上限	$\geq$	$M = \begin{cases} x & x \leq H \\ H & x \geq H \end{cases}$		输出等于输入($x \leq H$ 时)或输出等于上限值($x \geq H$ 时)
16	下限	$\leq$	$M = \begin{cases} x & x \geq L \\ L & x \leq L \end{cases}$		输出等于输入($x \geq L$ 时)或输出等于下限值($x \leq L$ 时)
17	反比	$-K\cdot$	$m = -Kx$		输出与输入成反比

续表

序号	功能	符号	数学方程式	曲线表示法	说明
18	限速	∇	$\frac{dM}{dt} = \frac{dx}{dt} \begin{cases} \frac{dx}{dt} \leq H \text{ 和} \\ M = x \end{cases}$ $\frac{dM}{dt} = H \begin{cases} \frac{dx}{dt} \geq H \text{ 或} \\ M \neq x \end{cases}$		只要输入的变化率不超过限制值,输出就等于输入,否则输出变化率受此限制值限制,直到输出重新等于输入
19	偏置	$+$ $-$ $\pm$	$M = x \pm b$		输出等于输入加(或减)某一任意值(偏置值)
20	转换	$*/$	输出 = f (输入)	无	输出信号的类型不同于输入信号的类型: E——电压 B——二进制 I——电流 H——液压 P——气压 O——电磁波、声波 A——模拟 R——电阻 D——数字
21	信号监视上限	$**H$	状态 1: $x \leq H$ 状态 2: $x > H$ (激励或报警状态)		输出为分离状态,取决于输入值,当输入超出(或低于)一个任意限值时,输出状态改变
	信号监视下限	$**L$	状态 1: $x \leq L$ (激励或报警状态) 状态 2: $x \geq L$		输出为分离状态取决于输入值,当输入超出(或低于)一个任意限值时,输出状态改变
	信号监视有中间带的上、下限	$**HL$	状态 1: $x < L$ (第一输出 M_1 激励或报警状态) 状态 2: $L \leq x \leq H$ (不动作) 状态 3: $x > H$ (第三输出 M_2 激励或报警状态)		

注: b ——模拟偏置值; $\frac{d}{dt}$ ——对时间微分; H ——任意的模拟上限值; L ——任意的模拟下限值; $\frac{1}{T_1}$ ——积分率; M ——模拟输出变量; n ——模拟输入的数目或指数的幂值; t ——时间; T_D ——微分时间; x ——模拟输入变量; $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ ——模拟输入变量(1个至 n 个); $**$ ——表 2.1.2.1 字母的命名。

以下方块可用于旗标:

1-0

开-关

REV

反作用

2.1.2.4 变量和功能以外的常用缩写词

当有必要在管道仪表流程图等图纸文件上标注文字时,可用表 2.1.2.4 所列的缩写。

表 2.1.2.4 变量和功能以外的常用缩写词

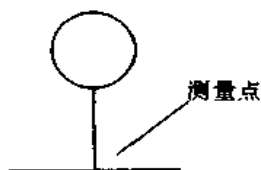
序号	缩写	英 文	中 文	序号	缩写	英 文	中 文
1	A	Analog signal	模拟信号	43	LL	Lowest(lower)	最低(较低)
2	AC	Alternating current	交流电	44	LS	Light source	光源
3	ADAPT	Adaptive control mode	自适应控制方式	45	L/S	Lowest select	低选
4	A/D	Analog/Digital	模拟/数字	46	M	Motor actuator	电动机执行机构
5	A/M	Automatic/Manual	自动/手动	47		Middle	中
6	AND	AND gate	“与”门	48	MAX	Maximum	最大
7	AS	Air supply	空气源	49	MF	Mass flowmeter	质量流量计
8	AVG	Average	平均	50	MIN	Minimum	最小
9	C	Patchboard or matrix board connection	线路板或矩阵接线板	51	NOR	Normal	正常
10	CHR	Chromatograph	色谱	52	NOR	NOR gate	“或非”门
11	D	Derivative control mode	微分控制方式	53	NOT	NOT gate	“非”门
12		Digital signal	数字信号	54	NS	Nitrogen supply	氮源
13	D/A	Digital/Analog	数字/模拟	55	O	Electromagnetic or Sonic signal	电磁或声信号
14	DC	Direct current	直流电	56	ON-OFF	Connect-disconnect (automatically)	通-断(自动地)
15	DIFF	Subtract	减	57	OPT	Optimizing control mode	最佳控制方式
16	DIR	Direct-acting	正作用	58	OR	OR gate	“或”门
17	E	Voltage signal	电压信号	59	OUT	Output	输出
18		Electric signal	电信号	60		Outlet	出口
19	EMF	Electric magnetic flowmeter	电磁流量计	61	P	Pneumatic signal	气动信号
20	ES	Electric supply	电源	62		Proportional control mode	比例控制方式
21	FC	Fail closed	故障关	63		Instrument board	仪表盘
22	FF	Feedforward control mode	前馈控制方式	64		Purge or flushing device	吹气或冲洗装置
23	FI	Fail indeterminate	故障时任意位置	65	PA	Plant air	工厂空气
24	FL	Fail locked	故障时保位	66	R	Automatic-reset control mode	自动再调控制方式
25	FO	Fail open	故障开	67		Reset of fail-locked device	能源中断锁住复位装置
26	FS	Flushing supply	冲洗源	68		Resistance(signal)	电阻(信号)
27	GS	Gas supply	气体源	69	RAD	Radio	无线电
28	H	Hydraulic signal	减压信号	70	REV	Reverse-acting	反作用(反向)
29		High	高	71	RS	Radiation source	辐射源
30	HH	Highest(higher)	最高(较高)	72	RTD	Resistance temperature detector	热电阻
31	HS	Hydraulic supply	液压源	73	S	Solenoid actuator	电磁执行机构
32	H/S	Highest select	高选	74	SP	Set point	设定点
33	I	Electric current signal	电流信号	75	SQRT	Square root	平方根
34		Interlock	联锁	76	SS	Steam supply	蒸汽源
35		Integrate	积分	77	T	Trap	疏水阀
36	IA	Instrument air	仪表空气	78	TV	Television	电视机
37	IFO	Internal orifice plate	内藏孔板	79	VOT	Vortex transducer	旋涡传感器
38	IN	Input	输入	80	WS	Water supply	水源
39		Inlet	入口	81	CD	Independent control desk	独立操纵台
40	IP	Instrument panel	仪表盘				
41	L	Low	低				
42	LB	Local board	就地盘				

2.1.3 图形符号

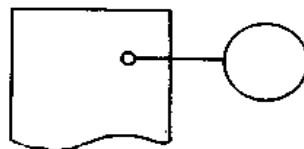
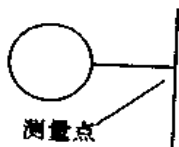
2.1.3.1 测量点

测量点(包括检出元件)是由过程设备或管道符号引到仪表圆圈的连接引线的起点,一般无特定的图形符号,如图 2.1.3.1-1 所示。必要时,检出元件或检出仪表可以用表 2.1.3.3 所列的图形符号表示。

若测量点位于设备中,当有必要标出测量点在过程设备中的位置时,可在引线的起点加一个直径约为 2mm 的小圆符号或加虚线,如图 2.1.3.1-2 所示。



(a)



(b)

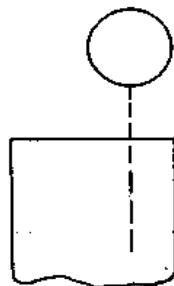


图 2.1.3.1-1 测量点符号之一

图 2.1.3.1-2 测量点符号之二

2.1.3.2 连接线

①仪表圆圈与过程测量点的连接引线、通用的仪表信号线和能源线的符号是细实线。如图 2.1.3.2-1 所示。

当有必要标注能源类别时,可采用相应的缩写字标注在能源线符号之上。例如 AS-0.14 为 0.14MPa 的空气源,ES-24DC 为 24V 的直流电源。

②当通用的仪表信号线为细实线可能造成混淆时,通用信号线符号可在细实线上加斜短划线(斜短划线与细实线成 45°角),如图 2.1.3.2-2 所示。

(线宽 0.25~0.36)(b——主线条宽度)

图 2.1.3.2-1 连接线之一

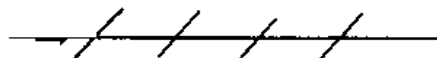


图 2.1.3.2-2 连接线之二

③当有必要区分信号线的类别时,应采用表 2.1.3.2 所列的图形符号。

表 2.1.3.2 信号线的图形符号

序号	信号线类别	图形符号	备注	序号	信号线类别	图形符号	备注
1	气压信号线		短划线与细实线成 45°角,下同	6	电磁、辐射、热、光、声波等信号线(无导向)		
2	电信号线			7	内部系统链(软件或数据链)		
3	导压毛细管			8	机械链		
4	液压信号线			9	二进制电信号		
5	电磁、辐射、热、光、声波等信号线(有导向)			10	二进制气信号		



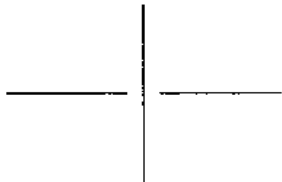
图 2.1.3.2-3 连接线之三

④在复杂系统中,当有必要表明信息流动的方向时,应在信号线符号上加箭头(以通用信号线为例),如图 2.1.3.2-3 所示。

⑤连接线的交叉和连接线的相接图形符号有两种方式,在同一个工程中只能任选一种方式。

连接线的交叉为断线，连接线相接不打点，如图 2.1.3.2-4 所示。

连接线的交叉不断线，连接线相接则需打点，如图 2.1.3.2-5 所示。

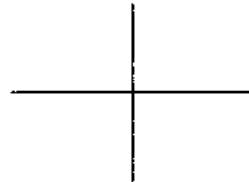


(a) 交叉线的表示方式

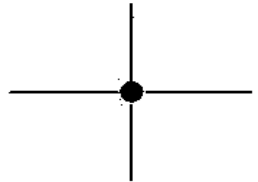


(b) 连接线的表示方式

图 2.1.3.2-4 连接线之四



(a) 交叉线的表示方式



(b) 连接线的表示方式

图 2.1.3.2-5 连接线之五

2.1.3.3 仪表

(1) 常规仪表图形符号

仪表图形符号是直径为 12mm (或 10mm) 的细实线圆圈。仪表位号的字母或阿拉伯数字较多，圆圈不能容纳时，可以断开。如图 2.1.3.3-1 所示。



图 2.1.3.3-1 仪表图形之一

处理两个或多个变量 (而不采用多变量字母 U 标注)，或处理一个变量但有多个功能的复式仪表，可用相切的仪表圆圈表示，如图 2.1.3.3-2 所示。

当两个测量点引到一台复式仪表上，而两个测量点在图纸上距离较远或不在同一张图纸上，则分别用图 2.1.3.3-3 的两个相切的实线圆圈和虚线圆圈表示。

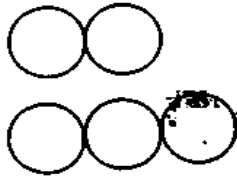


图 2.1.3.3-2 仪表图形之二

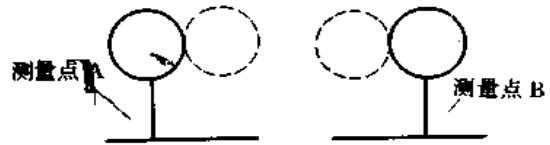


图 2.1.3.3-3 仪表图形之三

(2) 分散控制系统仪表图形符号

分散控制系统仪表图形符号是直径为 12mm (或 10mm) 的细实线圆圈，外加与圆圈相切的细实线方框，如图 2.1.3.3-4 所示。

作为分散控制系统一个部件的计算机功能图形符号，是对角线长为 12mm (或 10mm) 的细实线六边形，如图 2.1.3.3-5 所示。

分散控制系统内部连接的可编程序逻辑控制器功能图形符号如图 2.1.3.3-6 所示，外正方形边长为 12mm (或 10mm)。

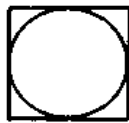


图 2.1.3.3-4 分散控制系统仪表图形符号



图 2.1.3.3-5 计算机功能图形符号

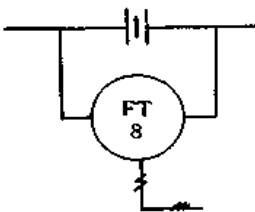
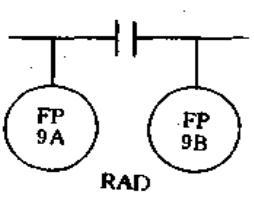
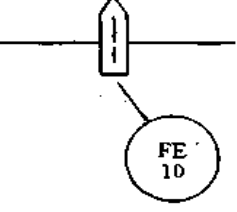
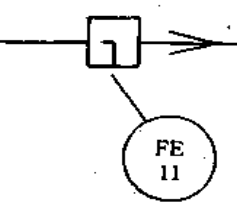
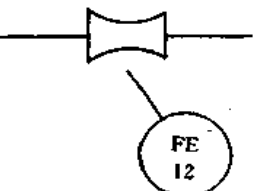
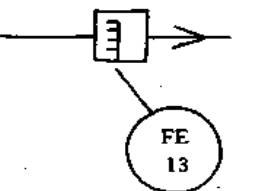
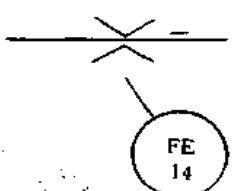
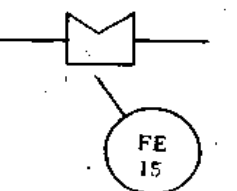
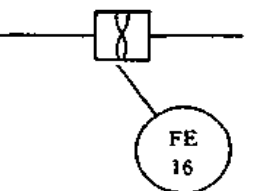
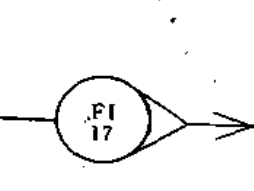
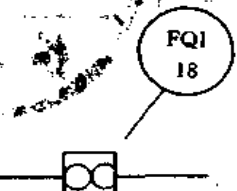
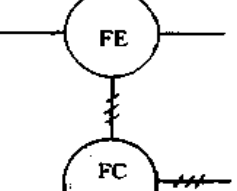
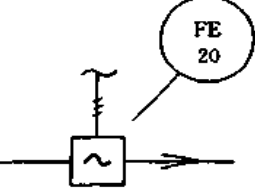
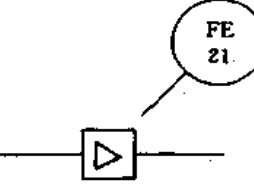
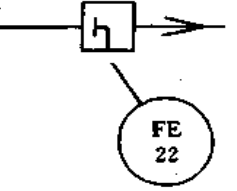
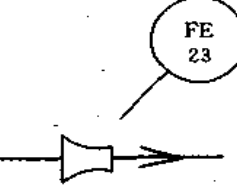
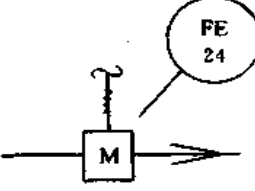
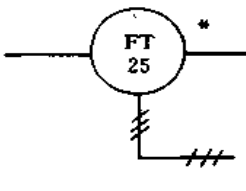


图 2.1.3.3-6 PLC 功能图形符号

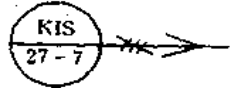
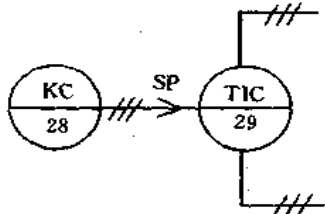
(3) 其他仪表或功能的图形符号 (表 2.1.3.3)

表 2.1.3.3 仪表或功能的图形符号

(1)	(2)	(3)	(4)
流量检测元件的通用符号	差压式指示流量计法兰或角接取压孔板	法兰或角接取压测试接头，不带孔板	理论取压孔板

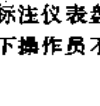
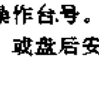
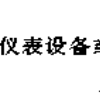
(5)  理论取压、径距取压或 管道取压孔板，差压式流 量变送器	(6)  径距取压测试接头不带孔板	(7)  快速更换装置中的孔板	(8)  皮托管或文丘里皮托管
(9)  文丘里管	(10)  均速管	(11)  峡槽	(12)  堰
(13)  涡轮或旋翼式	(14)  转子流量计	(15)  位移式，流量积算指示器	(16)  流量控制器
(17)  超声流量计	(18)  旋涡传感器	(19)  靶式传感器	(20)  流量喷嘴
(21)  电磁流量计	(22)  流量元件和变送器为一体 * MF——质量流量 EMF——电磁流量计 IFO——内藏孔板 VOT——旋涡传感器		

续表

(23)	(24)	(25)	(26)	
	 多点开-关, 第七点时间 顺控		 指示灯	
(27)	(28)	(29)	(30)	(31)
				
盘装的矩阵接线板第 12 点	吹气或冲洗装置	复位装置	隔膜隔离	一般的联锁逻辑

2.1.3.4 表示仪表安装位置的图形符号 (表 2.1.3.4)

表 2.1.3.4 表示仪表安装位置的图形符号

仪表	主要位置 操作员监视用 ^②	现场安装 正常情况下, 操作员不监视	辅助位置 操作员监视用	仪表	主要位置 操作员监视用 ^②	现场安装 正常情况下, 操作员不监视	辅助位置 操作员监视用
离散仪表	(1)  IPI ^①	(2) 	(3) 	计算机 功能	(7) 	(8) 	(9) 
	(4) 	(5) 	(6) 		(10) 	(11) 	(12) 
	(13) 	(14) 	(15) 		(16) 	(17) 	(18) 
共用显示 共用控制	(4) 	(5) 	(6) 	可编程序 逻辑控制 功能	(10) 	(11) 	(12) 

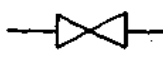
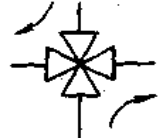
①在需要时标注仪表盘号或操作台号。

②正常情况下操作员不监视,或盘后安装的仪表设备或功能,仪表图形符号列可表示为:



2.1.3.5 控制阀体图形符号、风门图形符号 (表 2.1.3.5)

表 2.1.3.5 控制阀体图形符号、风门图形符号

(1)  截止阀	(2)  角阀	(3)  三通阀	(4)  四通阀	(5)  球阀	(6)  蝶阀
---	--	---	---	--	--

续表

(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
旋塞阀	其他类型的阀 (注明×代表什么 型的阀)	隔膜阀	风门或百页窗			闸阀

2.1.3.6 执行机构图形符号(表 2.1.3.6)

表 2.1.3.6 执行机构图形符号

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
带弹簧的薄膜 执行机构	不带弹簧的薄 膜执行机构	电动执行机构	数字执行机构	活塞执行机 构单作用	活塞执行机 构双作用
(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
电磁执行 机构	带手轮的 气动薄膜执行 机构	带气动阀门 定位器的 气动薄膜执行机构	带电气阀门定 位器的手动薄 膜执行机构	带人工复位装 置的执行机构 (以电磁执行 机构为例)	带远程复位装 置的执行机构 (以电磁 执行机构为例)

2.1.3.7 执行机构能源中断时控制阀位置的图形符号(表 2.1.3.7)

表 2.1.3.7 执行机构能源中断时控制阀位置的图形符号(以带弹簧的气动薄膜执行机构控制阀为例)

(1)	(2)	(3)
能源中断时,直通阀开启	能源中断时,直通阀关闭	能源中断时,三通阀流体流通方向 A-C
(4)	(5)	(6)
能源中断时,四通阀流体 流动方向 A-C 和 D-B	能源中断时阀保持原位	能源中断时,不定位

注:上述图形符号中,若不用箭头、横线表示,也可以在控制阀体下部标注下列缩写词:

FO——能源中断时阀开启;FC——能源中断时阀关闭;FL——能源中断时阀保持原位;FI——能源中断时任意位置。

2.2 电气设备常用文字符号和常用电气图用图形符号

2.2.1 电气设备常用文字符号(GB 7159—87 与 GB 315—64 对照)

2.2.1.1 电气设备常用基本文字符号(表 2.2.1.1)

表 2.2.1.1 电气设备常用基本文字符号

名 称	新基本文字符号 (GB 7159—87)		旧基本文字符号 (GB 315—64)		名 称	新基本文字符号 (GB 7159—87)		旧基本文字符号 (GB 315—64)	
	单字母	双字母	单独时用	组合时用		单字母	双字母	单独时用	组合时用
电桥	A	AB	DQ	DQ	电感(器)	L		L	L
晶体管放大器		AD			电抗(器)			DK	K
集成电路放大器		AJ			电动机	M		D	D
磁放大器		AM			同步电动机		MS		
电子管放大器		AV			可做发电机和 电动机用的电机		MG		
热电池	B				力矩电动机		MT		
光电池					电流表	P	PA		
送话器			S	S	电度表		PJ		
拾音器					电压表		PV		
扬声器			Y	Y	断路器	Q	QF	DL	D
耳机					电动机保护开关		QM		
自整角机					隔离开关		QS		
压力变换器		BP			电阻器	R			R
位置变换器		BQ			变阻器				
温度变换器		BT			电位器		RP	W	W
速度变换器		BV			测量分路表		RS		
电容器	C				热敏电阻器		RT		
照明灯	E	EL			压敏电阻器		RV		
避雷器	F		BL	BL	数号接触器、连接级	S			
熔断器		FU	RD	RD	开关			K	K
限压保护器件		FV			控制开关		SA		
发电机	G		F	F	选择开关		SA		
发生器		GS			按钮开关		SB	AN	A
同步发电机		GS			互感器	T		H	H
异步发电机		GA			电流互感器		TA		
蓄电池		GB	DC	DC	控制电路电 源用变压器		TC		
声响指示器	H	HA			电力变压器		TM		
光指示器		HL			磁稳压器		TS		
指示灯		HL			电压互感器		TV		
瞬时接触继电器	K	KA			变压器	U		B	B
瞬时有或无继电器		KA	J	J	整流器			ZL	Z
交流继电器		KA			变流器				
闭锁接触继电器 (机械闭锁或永磁 式有或无继电器)		KL			变频器				
双稳态继电器		KL			逆变器	V			
接触器		KM	C	C	气体放电管				
极化继电器		KP			二极管				
簧片继电器		KR			晶体管				
延时有或无继电器		KT			晶闸管				
逆流继电器		KR			电子管		VE	G	G

续表

名 称	新基本文字符号 (GB 7159—87)		旧基本文字符号 (GB 315—64)		名 称	新基本文字符号 (GB 7159—87)		旧基本文字符号 (GB 315—64)	
	单字母	双字母	单独时用	组合时用		单字母	双字母	单独时用	组合时用
控制电路用 电源的整流器	V	VC	ZL	Z	插头	X	XP		
导线	W				插座		XS		
电缆					端子板		XT		
母线					气阀	Y			
连接插头和插座、接 线柱、电缆封端和 插头、焊接端子板	X		M	M	电磁铁		YA		
连接片					电磁制动器		YB		
测试插孔					电磁离合器		YC		
		XB			电磁吸盘		YH		
		XJ			电动阀		YM		
					电磁阀		YV		

2.2.1.2 电气设备常用辅助文字符号(表 2.2.1.2)

表 2.2.1.2 电气设备常用辅助文字符号

名 称	新辅助文字符号 (GB 7159—87)	旧辅助文字符号 (GB 315—64)		名 称	新辅助文字符号 (GB 7159—87)	旧辅助文字符号 (GB 315—64)	
		并列				并列	
		单组合	多组合			单组合	多组合
电 流	A	L	L	主	M	Z	Z
交 流	AC	JL	L	中	M		
自 动	A、AUT	Z	Z	中间线	M		
加 速	ACC	F	F	手动	M、MAN	S	S
附 加	ADD			中性线	N		
可 调	ADJ			断开	OFF	DK	D
辅 助	AUX			闭合	ON	BH	H
异 步	ASY	Y	Y	输出	OUT		
制 动	B、BRK			压力	P		
黑	BK			保护	P		
蓝	BL	A	A	保护接地	PE		
向 后	BW			保护接地与中性线	PEN		
控 制	C	G	G	共用			
顺 时 针	CW			不接地保护	PU		
逆 时 针	CCW			右	R		
延 时 (延迟)	D			反	R	F	F
差 动	D			红	RD	H	H
数 字	D			复位	R、RST		
降	D	J	J	备用	RES	BY	B
直 流	DC	ZL	Z	运转	RUN		
减	DEC			信号	S	X	X
接 地	E			起动	ST	Q	Q
紧 急	EM			置位、定位	S、SET		
快 速	F			饱和	SAT		
反 馈	FB			步进	STE		
正、向前	FW	Z	Z	停止	STP	T	T
绿	GN	L	L	同步	SYN	T	T
高	H	G	G	温度	T		
输 入	IN			时间	T	S	S
增	INC			无噪声(防干扰)接地	TE		
感 应	IND			真空	V		
左	L			速度	V		
限 制	L			电压	V	Y	Y
低	L	D	D	白	WH	B	B
闭 锁	LA			黄	YE	U	U

2.2.2 常用电气图用图形符号 (GB 4728—84~85 与 GB 312—64 对照)

(如果旧标准与新标准的图形符号相同, 则以下各表中以符号“=”表示)

2.2.2.1 限定符号和常用的其他符号 (表 2.2.2.1)

表 2.2.2.1 限定符号和常用的其他符号

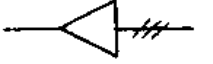
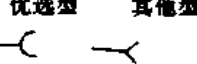
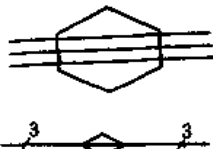
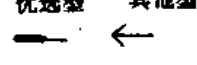
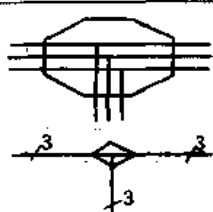
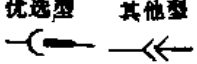
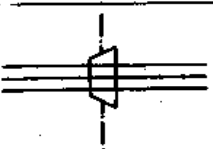
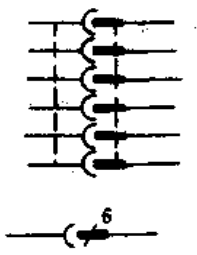
名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
直流	— 或 ==	—	故障		
交流	~	~	闪络、击穿		
交直流	≈	≈	导线间绝缘击穿		
中性(中性线)	N	—	导线对机壳绝缘击穿	形式1 形式2	
中间线	M		导线对地绝缘击穿		
正极	+	=	永久磁铁		N — S
负极	-	=	动触点 (滑动触点)		
接地一般符号		=			
接机壳或接底板	形式1 形式2	或			

2.2.2.2 导线和连接器件的图形符号 (表 2.2.2.2)

表 2.2.2.2 导线和连接器件的图形符号

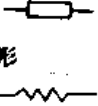
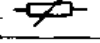
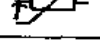
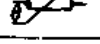
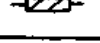
名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)
导线、导线组、电缆、电路、传输通路(如微波技术)、线路、母线(总线)一般符号示例: 三根导线示例: 直流电路, 110V, 两根铝导线, 导线截面积为 120mm ² 三相交流电路, 50Hz, 380V, 三根导线截面积为 120mm ² , 中性线截面积为 50mm ²	 或 3 —110V 2 × 120mm ² Al 3N—50Hz 380V 3 × 120 + 1 × 50	=	导线的连接	形式1 形式2	
柔软导线		=	导线的多线连接示例: 导线的交叉连接(点)单线表示法	形式1 形式2 	
导线的连接		=	导线的交叉连接(点)多线表示法		
端子		=	可拆卸的端子		
端子板(示出带线端标记的端子板)			导线或电缆的分支和合并		=

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312— 64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312— 64)
端子 和 导线 的 连 接	导线的不连接 (跨越) 示例: 单线表示法 	=	电缆密封终端头 (示出带一根三芯 电缆) 多线表示 单线表示		
	示例: 多线表示法 		不需要示出电缆 芯数的电缆终端头		=
	导线直接连接导 线接头 		电缆密封终端头 (示出带三根单芯 电缆) 		
	插座(内孔的)或 插座的一个极 优选型 其他型 		电缆直通接线盒 (示出带三根导线) 多线表示 单线表示 		
	插头(凸头的)或 插头的一根极 优选型 其他型 		电缆连接盒, 电 缆分线盒(示出带 三根导线 T 形连 接) 多线表示 单线表示 		
连 接 器 件	插头和插座(凸 头和内孔的) 优选型 其他型 		电缆气闭套管 (示出带有三根电 缆, 梯形长边为高 压边) 		
	多极插头插座 (示出带六个极) 多线表示形式 单线表示形式 				

2.2.2.3 电阻器、电容器和电感器的图形符号(表 2.2.2.3)

表 2.2.2.3 电阻器、电容器和电感器的图形符号

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312— 64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312— 64)
电 阻 器	电阻器 一般符号 优选形 其他形 	=	0.5W 电阻 器		=
			1W 电阻器 注: 大于 1W 电阻器都 用阿拉伯数字 表示		=
	可变电阻器 可调电阻器 	=	熔断电阻器 		
	压敏电阻器 变阻器 	=	滑线式变阻 器 		
	热敏电阻器 	=	带滑动触点 和断开位置的 电阻器 		
	0.125W 电 阻器 	=			
	0.25W 电 阻器 	=			

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
两个固定抽头的电阻器 注:可增加或减少抽头数目			电 容 器		
两个固定抽头的可变电阻器			可变电容器 优选型		
分路器 带分流和分压接线头的电阻器			可调电容器 其他型		(A)
碳堆电阻器			双联同调可变电容器 注:可增加同调联数	优选型 其他型	=
加热元件			微调电容器 优选型		
滑动触点电位器			其他型		
带开关的滑动触点电位器			电感器、线圈、绕组、扼流圈一般符号		
预调电位器			带铁心的电感器		
电容器一般符号	优选型 其他型		磁心有间隙的电感器		
穿心电容器	优选型 其他型		带磁心连续可调的电感器		
极性电容器	优选型 其他型		有两个抽头的电感器 注:①可增加或减少抽头数目 ②抽头可在外侧两半圆交点处引出		

2.2.2.4 半导体管和电子管的图形符号(表 2.2.2.4)

表 2.2.2.4 半导体管和电子管的图形符号

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
半导体二极管一般符号			半 导 体 二 极 管		
发光二极管一般符号			单向击穿二极管 电压调整二极管		
利用温度效应的二极管 注:θ 可以用 ρ 代替			双向击穿二极管		
用作电容性器件的二极管(变容二极管)			反向二极管(单隧道二极管)		
隧道二极管			双向二极管 交流开关二极管		

续表

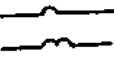
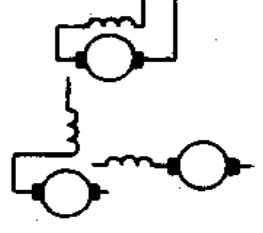
名 称		新标准 (GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)	名 称		新标准 (GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)
半 导 体 管	PNP 型半导体管			普 通 电 子 管	间热式阴极三极管		
	NPN 型半导体管, 集电极接管壳				间热式阴极双三极管		
	NPN 型雪崩半导体管			其 他 电 子 管	充气二极管		
	具有 P 型双基极单结型半导体管				冷流管 间热式阴极充气三极管		
	具有 N 型双基极单结型半导体管				冷阴极充气二极管 充气稳压管		
普 通 电 子 管	直热式阴极二极管				冷阴极充气双二极管		
	间热式阴极二极管				冷阴极充气触发管		
	间热式阴极双二极管						
	直热式阴极三极管						

2.2.2.5 绕组、电机、变压器和电抗器的图形符号(表 2.2.2.5)

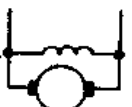
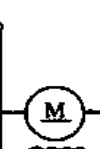
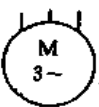
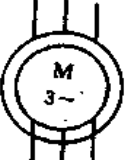
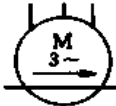
表 2.2.2.5 绕组、电机、变压器和电抗器的图形符号

名 称		新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
内 部 连 接 的 绕 组	两相绕组	L	
	两个绕组 V 形(60°)连接的三相绕组	V	
	中性点引出的四相绕组	X	
	T 形连接的三相绕组	T	
	三角形连接的三相绕组	Δ	
	开口三角形连接的三相绕组	△	

续表

名 称		新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
内部连接的绕组	星形连接的三相绕组		
	中性点引出的星形连接的三相绕组		
	曲折形或双星形互相连接的三相绕组		
	双三角连接的六相绕组		
	多边形连接的六相绕组		
	星形连接的六相绕组		
电机的零部件	换向绕组或补偿绕组		
	串励绕组		
	并励或其他励绕组		
	集电环或换向器上的电刷		
电机的类型	电机的一般符号 符号内的星形必须用下述字母代替: C 同步变流机 G 发电机 GS 同步发电机 M 电动机 MG 能作为发电机或电动机使用的电机 MS 同步电动机 SM 伺服电机		
	直流发电机		
	直流电动机		
	交流发电机		
	交流电动机		
	手摇发电机		
直流电机	串励直流电动机		

续表

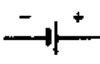
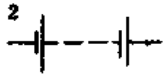
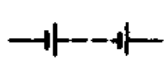
名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
直 流 电 机	并励直流电动机 	
	他励直流电动机 	
	复励直流电动机 	
	短分路复励直流发电机示出 换向绕组和补偿绕组,以及接线 端子和电刷 	
	永磁直流电动机 	
异 步 电 机	三相笼式异步电动机 	
	单相笼式有分相端子的异步 电动机 	
	三相线绕转子异步电动机 	
	转子上有自动起动器的三相 星形连接异步电动机 	
	限于一个方向运动的三相直 线异步电动机 	
电 机 扩 大 机	电机扩大机 	

续表

	名 称	新标准(GB 4728)		旧标准(GB 312—64)
		形式 1	形式 2	
变 压 器、电 抗 器 的 一 般 符 号	铁芯 带间隙的铁芯			
	双绕组变压器			
	三绕组变压器			
	自耦变压器			
	电抗器、扼流圈			
具 有 独 立 绕 组 的 变 压 器	电流互感器 脉冲变压器			
	绕组间有屏蔽的双绕组单相 变压器			
	在一个绕组上有中心抽头的 变压器			
	三相变压器 星形-三角形联结			

名 称		新标准(GB 4728)		旧标准(GB 312—64)
		形式 1	形式 2	
具有 独立 绕组 的 变 压 器	三相变压器 星形-有中性点引出的星形联 结			
	具有有载分接开关的三相变 压器 星形-三角形联结			
自 耦 变 压 器	单相自耦变压器			
	三相自耦变压器星形连接			
	可调压的单相自耦变压器			
互 感 器	具有两个铁芯和两个次级绕 组的电流互感器			
	在一个铁芯上具有两个次级 绕组的电流互感器			
	次级绕组有三个抽头(包括主 抽头)的电流互感器			

续表

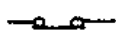
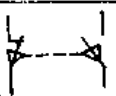
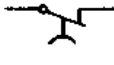
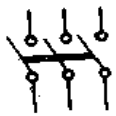
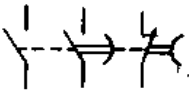
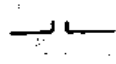
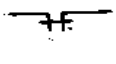
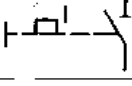
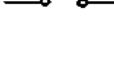
名 称	新标准(GB 4728)		旧标准(GB 312—64)
	形式 1	形式 2	
原电池或蓄电池			
蓄电池组或原电池组	形式 1 	形式 2 	
带抽头的原电池组或蓄电池组			

2.2.2.6 开关、控制和保护装置的图形符号(表 2.2.2.6)

表 2.2.2.6 开关、控制和保护装置的图形符号

名 称		新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称		新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
限定符号	接触器功能	0		具有两个位置的过渡触点	当操作器件被吸合时,暂时闭合的过渡动合触点		
	断路器功能	x			当操作器件被释放时,暂时闭合的过渡动合触点		
	隔离开关功能	—			当操作器件被吸合或释放时,暂时闭合的过渡动合触点		
	负荷开关功能	o			多触点组中比其他触点提前吸合的动合触点		
	自动释放功能	■			多触点组中比其他触点滞后吸合的动合触点		
	限制开关功能	v			多触点组中比其他触点滞后释放的动断触点		
	位置开关功能	∇			多触点组中比其他触点提前释放的动断触点		
两个或三个位置的触点	弹性返回功能	•		提前或滞后动作的触点	当操作器件被吸合时延时闭合的动合触点	形式1	
	无弹性返回功能	o			形式2		
	动合(常开)触点 注:本符号也可以用作开关一般符号	形式1 形式2	 		当操作器件被释放时延时断开的动合触点	形式1	
	动断(常闭)触点				形式2		
	先断后合的转换触点						
	中间断开的双向触点						
	先合后断的转换触点(桥接)	形式1 形式2					
	双动合触点						
	双动断触点						

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
延 时 触 点	当操作器件被释放时延时闭合的动断触点 形式 1 		位置 和 限 制 开 关	位置开关, 动断触点 限制开关, 动断触点 	
	形式 2 			对两个独立电路作双向机械操作的位置或限制开关 	
	当操作器件被吸合时延时断开的动断触点 形式 1 		开 关 装 置 和 控 制 装 置	多极开关一般符号 单线表示 	
	形式 2 			多线表示 	
有弹性返回和无弹性返回触点	吸合时延时闭合和释放时延时断开的动合触点 由一个不延时的动合触点, 一个吸合时延时断开的动断触点和一个释放时延时断开的动合触点组成的触点组 		开 关 装 置 和 控 制 装 置	接触器(在非动作位置触点断开) 	
	有弹性返回的动合触点 			具有自动释放的接触器 	
	无弹性返回的动合触点 			接触器(在非动作位置触点闭合) 	
	有弹性返回的动断触点 			断路器 	
单极开关	左边弹性返回, 右边无弹性返回的中间断开的双向触点 		开 关 装 置 和 控 制 装 置	隔离开关 	
	手动开关的一般符号 			具有中间断开位置的双向隔离开关 	
	按钮开关(不闭锁) 			负荷开关(负荷隔离开关) 	
	拉拔开关(不闭锁) 			具有自动释放的负荷开关 	
位置 和 限 制 开 关	旋钮开关、旋转开关(闭锁) 		电 动 机 起 动 器 的 方 框 符 号	手工操作带有阻塞器件的隔离开关 	
	位置开关, 动合触点 限制开关, 动合触点 			电动机起动器一般符号 	
				步进起动器 注: 起动步数可以示出 	
				调节-起动器 	

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
电动机启动器的方框符号	带自动释放的启动器				
	可逆式电动机直接在线接触器式启动器				
	可逆式电动机降压接触器式启动器				
	星-三角启动器				
	自耦变压器式启动器				
	带可控整流器的调节-启动器				
操作器件	操作器件一般符号	形式1 形式2			
	具有两个绕组的操作器件组合表示法	形式1 形式2			
	具有两个绕组的操作器件分离表示法	形式1 形式2			
	缓慢释放(缓放)继电器的线圈				
	缓慢吸合(缓吸)继电器的线圈				
	缓吸和缓放继电器的线圈				
	快速继电器(快吸和快放)的线圈				
测量继电器	对交流不敏感继电器的线圈				
	交流继电器的线圈				
	剩磁继电器的线圈	形式1 形式2			
	热继电器的驱动器件				
	零压继电器	$U=0$			
	逆流继电器	$I \leftarrow$			
	欠功率继电器	$P <$			
	延时过流继电器	$I >$ 			
	具有两个电流元件和整定范围从5A到10A的过流继电器	$2(I >)$ 5...10A			
	最大无功功率继电器 —能量流向母线 —工作数值 1Mvar —延时调节范围从5秒到10秒	$Q >$ 1Mvar 5...10s			
	欠电压继电器 整定范围从50V到80V 重整定比130%	$U <$ 50...80V 130%			
	大于5A 小于3A动作的电流继电器	$I > 5A$ $I < 3A$			
	欠阻抗继电器	$Z <$			

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
匝间短路检测继电器			跌落式熔断器		
断线检测继电器			熔断器式开关		
在三相系统中的断相故障检测继电器			熔断器式隔离开关		
堵转电流检测继电器			熔断器式负荷开关		
具有一路在电流大于5倍整定值动作,另一路为反延时特性的两路输出的过流继电器			任何一个撞击器式熔断器熔断而自动释放的三相开关		
熔断器一般符号			火花间隙		
供电端由粗线表示的熔断器			双火花间隙		
带机械连杆的熔断器(撞击器式熔断器)			避雷器		
具有报警触点的三端熔断器					
具有独立报警电路的熔断器					

2.2.2.7 常用测量仪表、灯和信号器具的图形符号(表 2.2.2.7)

表 2.2.2.7 常用测量仪表、灯和信号器具的图形符号

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准(GB 312—64)
电压表			功率因数表		
无功电流表			相位表		
最大需量指示器(由一台积算仪表操纵的)			频率表		
无功功率表			转速表		

续表

名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)	名 称	新标准(GB 4728)	旧标准 (GB 312—64)
小时计			钟(二次钟、副钟) 一般符号		
安培小时计			母钟		
电度表(瓦特小时计)			带有开关的钟		
电度表(仅测量单向传输能量)			灯一般符号 信号 灯一般符号 注:如果要求指示 颜色,则在靠近 符号处标出下 列字母, RD 红 YE 黄 GN 绿 BU 蓝 WH 白		
电度表(测量从母线流出的能量)			闪光型信号灯		
电度表(测量流向母线的能量)			电喇叭		
输入-输出电度表			电铃		
多费率电度表(示出二费率)			单打电铃		
超量电度表			电警笛、报警器		
带最大需量指示器的电度表			蜂鸣器		
带最大需量记录器的电度表			电动气笛		
无功电度表					
热电偶(示出极性符号) 带直接指示极性的热电偶, 负极用粗线表示	形式1				
带有非隔离加热元件的热电偶					

3. 热电偶和热电阻

1990 年国际温标 (ITS—90) 是根据第 18 届国际计量大会第 7 号决议, 由第 77 届国际计量委员会 (CIPM) 于 1989 年 9 月在法国巴黎通过的, 并于 1990 年 1 月 1 日开始生效, 在国际上正式采用, 以此取代采用了 21 年之久的 1968 年国际实用温标 (IPTS—68)。

根据国家技术监督局 1990 年 553 号文件“关于在我国统一施行 1990 年国际温标的通知”的要求, 从 1991 年 7 月 1 日起在全国范围内积极、慎重、有计划、分阶段地施行 1990 年国际温标; 1994 年 1 月 1 日起, 全国要全面施行 1990 年国际温标。

ITS—90 与 IPTS—68 比较, 无论是定义固定点, 还是参考函数、内插仪器, 都有较大的变动, 热电偶、铂热电阻的分度表和允差范围等也有较大的变化。本手册采用 ITS—90, 技术参数来自于:

① IEC 584—1995 公布的 $E(t)$ 、 $R(t)$ 分度表。

② 国家技术监督局计量司, 90 国际温标通用热电偶分度表手册, 北京: 中国计量出版社, 1994。

③ 喻秉文, 1990 国际温标热电偶、铂热电阻应用手册, 机械工业部仪器仪表综合技术经济研究所、重庆仪表材料研究所组织编写, 1996 年。

3.1 ITS—90 与 IPTS—68 温度差值表(表 3.1)

表 3.1 ITS—90 与 IPTS—68 温度差值表

$t_{90}, ^\circ\text{C}$	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
	$(t_{90}-t_{68})/^\circ\text{C}$									
-100	0.013	0.013	0.014	0.014	0.014	0.013	0.012	0.010	0.008	0.008
0	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.012
$t_{90}, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	$(t_{90}-t_{68})/^\circ\text{C}$									
0	0.000	-0.002	-0.005	-0.007	-0.010	-0.013	-0.016	-0.018	-0.021	-0.024
100	-0.026	-0.028	-0.030	-0.032	-0.034	-0.036	-0.037	-0.038	-0.039	-0.039
200	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.040	-0.039	-0.039	-0.039
300	-0.039	-0.039	-0.039	-0.040	-0.040	-0.041	-0.042	-0.043	-0.045	-0.046
400	-0.048	-0.051	-0.053	-0.056	-0.059	-0.062	-0.065	-0.068	-0.072	-0.075
500	-0.079	-0.083	-0.087	-0.090	-0.094	-0.098	-0.101	-0.105	-0.108	-0.112
600	-0.115	-0.118	-0.122	-0.125	-0.08	-0.03	0.02	0.06	0.11	0.16
700	0.20	0.24	0.28	0.31	0.33	0.35	0.36	0.36	0.36	0.35
800	0.34	0.32	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14	0.10	0.06	0.03
900	-0.01	-0.03	-0.06	-0.08	-0.10	-0.12	-0.14	-0.16	-0.17	-0.18
1000	-0.19	-0.20	-0.21	-0.22	-0.23	-0.24	-0.25	-0.25	-0.26	-0.26
$t_{90}, ^\circ\text{C}$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	$(t_{90}-t_{68})/^\circ\text{C}$									
1000	-0.19	-0.26	-0.30	-0.35	-0.39	-0.44	-0.49	-0.54	-0.60	-0.66
2000	-0.72	-0.79	-0.85	-0.93	-1.00	-1.07	-1.15	-1.24	-1.32	-1.41
3000	-1.50	-1.59	-1.69	-1.78	-1.89	-1.99	-2.10	-2.21	-2.32	-2.43

3.2 热电偶

3.2.1 热电偶简介

(1) 铂铑 10-铂热电偶 (S 型)

铂铑 10-铂热电偶 (S 型热电偶) 为贵金属热电偶。偶丝线径规定为 0.5mm, 其正极 (SP) 的名义化学

成分为铂铑合金，其中含铑为 10%，含铂为 90%，负极 (SN) 为纯铂，故俗称单铂铑热电偶。该热电偶长期最高使用温度为 1300℃，短期最高使用温度为 1600℃。

S 型热电偶在热电偶系列中具有准确度最高，稳定性最好，测温温区宽，使用寿命长等优点。它的物理、化学性能良好，热电势稳定性及在高温下抗氧化性能好，适用于氧化和惰性气氛中。

S 型热电偶不足之处是热电势、热电势率较小，灵敏度低，高温下机械强度下降，对污染非常敏感，贵金属材料昂贵，因而一次性投资较大。

(2) 铂铑 13-铂热电偶 (R 型)

铂铑 13-铂热电偶 (R 型热电偶) 为贵金属热电偶。偶丝线径规定为 0.5mm，其正极 (RP) 的名义化学成分为铂铑合金，其中含铑为 13%，含铂为 87%，负极 (RN) 为纯铂，长期使用最高温度为 1300℃，短期使用最高温度为 1600℃。

R 型热电偶在热电偶系列中具有准确度高，稳定性好，测温温区宽，使用寿命长等优点。其物理、化学性能良好，热电势稳定性及在高温下抗氧化性能好，适用于氧化和惰性气氛中。由于 R 型热电偶的综合性能与 S 型热电偶相当，在我国一直难于推广，除在进口设备上的测温有所应用外，国内测温很少采用。

R 型热电偶不足之处是热电势、热电势率较小，灵敏度低，高温下机械强度下降，对污染非常敏感，贵金属材料昂贵，一次性投资较大。

(3) 铂铑 30-铂铑 6 热电偶 (B 型)

铂铑 30-铂铑 6 热电偶 (B 型热电偶) 为贵金属热电偶。热偶丝线径规定为 0.5mm，其正极 (BP) 的名义化学成分为铂铑合金，其中含铑量为 30%，负极 (BN) 也为铂铑合金，含铑量为 6%，故俗称双铂铑热电偶。该热电偶长期最高使用温度为 1600℃，短期最高使用温度为 1800℃。

B 型热电偶在热电偶系列中具有准确度高，稳定性好，测温温区宽，使用寿命长，测温上限高等优点，适用于氧化性和惰性气氛中，也可短期用于真空中，但不适用于还原性气氛或含有金属或非金属蒸气气氛中。B 型热电偶一个明显的优点是参考端不须用补偿导线进行补偿，因为在 0~50℃ 范围内热电势小于 3μV。

B 型热电偶不足之处是热电势、热电势率较小，灵敏度低，高温下机械强度下降，抗污染能力差，贵金属材料昂贵，一次性投资较大。

(4) 镍铬-镍硅热电偶 (K 型)

镍铬-镍硅热电偶 (K 型热电偶) 是目前用量最大的廉金属热电偶，其用量为其他热电偶的总和。正极 (KP) 的名义化学成分为：Ni : Cr = 90 : 10，负极 (KN) 的名义化学成分为：Ni : Si = 97 : 3，其使用温度范围为 -200~1300℃。

K 型热电偶具有线性度好，热电势较大，灵敏度较高，稳定性和均匀性较好，抗氧化性能强，价格便宜等优点，能用于氧化性、惰性气氛中，广泛为用户所采用。

K 型热电偶不能直接在高温下用于硫、还原性或还原、氧化交替的气氛中和真空中，也不推荐用于弱氧化气氛之中。

(5) 镍铬硅-镍硅热电偶 (N 型)

镍铬硅-镍硅热电偶 (N 型热电偶) 为廉金属热电偶，是一种最新国际化的热电偶，正极 (NP) 的名义化学成分为：Ni : Cr : Si = 84.4 : 14.2 : 1.4，负极 (NN) 的名义化学成分为：Ni : Si : Mg = 95.5 : 4.4 : 0.1，其使用温度范围为 -200~1300℃。

N 型热电偶具有线性度好，热电势较大，灵敏度较高，稳定性和均匀性较好，抗氧化性能强，价格便宜，不受短程有序化影响等优点，其综合性能优于 K 型热电偶，是一种很有发展前途的热电偶。

N 型热电偶不能直接在高温下用于硫、还原性或还原、氧化交替的气氛中和真空中，也不推荐用于弱氧化气氛之中。

(6) 镍铬-铜镍 (康铜) 热电偶 (E 型)

镍铬-铜镍热电偶 (E 型热电偶) 又称镍铬-康铜热电偶，也是一种廉金属热电偶，其正极 (EP) 为镍铬 10 合金，化学成分与 KP 相同，负极 (EN) 为铜镍合金，名义化学成分为 55% 的铜、45% 的镍以及少量的钴、锰、铁等元素。该热电偶的使用温度为 -200~900℃。

E 型热电偶电动势之大，灵敏度之高属所有热电偶之最，宜制成热电堆，测量微小的温度变化。对于高湿度气氛的腐蚀不甚灵敏，宜用于湿度较高的环境。E 型热电偶还具有稳定性好，抗氧化性能优于铜-康铜、铁-康铜热电偶，价格便宜等优点，能用于氧化性、惰性气氛中，广泛为用户采用。

E 型热电偶不能直接在高温下用于硫、还原性气氛中，热电均匀性较差。

(7) 铁-铜镍 (康铜) 热电偶 (J 型)

铁-铜镍热电偶 (J 型热电偶) 又叫铁-康铜热电偶，是一种价格低廉的廉金属热电偶。它的正极 (JP) 的

名义化学成分为纯铁, 负极 (JN) 是铜镍合金, 常被含糊地称之为康铜, 其名义化学成分为 55% 的铜和 45% 的镍以及少量却十分重要的钴、铁、锰等元素, 尽管它叫康铜, 但不同于镍铬-康铜和铜-康铜的康铜, 故不能用 EN 或 TN 来替换。铁-康铜热电偶覆盖测量温区为 $-210 \sim 1200^{\circ}\text{C}$, 但通常使用的温度范围为 $0 \sim 750^{\circ}\text{C}$ 。

J 型热电偶具有线性度好, 热电势较大, 灵敏度较高, 稳定性和均匀性较好, 价格便宜等优点, 广为用户所采用。

J 型热电偶可用于真空、氧化、还原和惰性气氛中, 但正极铁在高温下氧化较快, 故使用温度受到限制, 也不能直接无保护地在高温下用于硫化气氛中。

(8) 铜-铜镍 (康铜) 热电偶 (T 型)

铜-铜镍热电偶 (T 型热电偶) 又叫铜-康铜热电偶, 是一种最佳的测量低温的廉金属热电偶。它的正极 (TP) 是纯铜, 负极 (TN) 是铜镍合金, 常称之为康铜, 它与镍铬-康铜的康铜 EN 通用, 与铁-康铜的康铜 JN 不能通用, 尽管它们都叫康铜。

铜-铜镍热电偶测量温区为 $-200 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 。

T 型热电偶具有线性度好, 热电势大, 灵敏度高, 稳定性和均匀性好, 价格便宜等优点, 特别在 $-200 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 温区内使用, 稳定性更好, 年稳定性可小于 $\pm 3\mu\text{V}$, 经低温检定可作为二等标准进行低温量值传递。

T 型热电偶的正极铜在高温下抗氧化性能差, 故使用温度上限受到限制。

(9) 钨铼热电偶

钨铼热电偶被我国标准化的有 WRe3-WRe25、WRe5-WRe26 两种, 其正极分别为 WRe3 和 WRe5, 名义化学成分分别含钨 97%、铼 3% 和钨 95%、铼 5%; 负极分别为 WRe25 和 WRe26, 名义化学成分分别含钨 75%、铼 25% 和钨 74%、铼 26%。两种热电偶性能基本一致, 最高使用温度均为 2300°C 。目前国内使用面和使用量 WRe3-WRe25 均大于 WRe5-WRe26, 前者约占总使用量 80% 以上。近年来重庆仪表材料研究所率先研究出一种专门用于快速测量钢液温度的 WRe3-WRe25 热电偶丝, 其特点是准确度高、线径小, 测温上限为 1800°C , 其综合性能与 S 型快速热电偶相当, 由于价格便宜普遍被钢厂采用。

钨铼热电偶最大的优点是使用的温度高, 能在还原性气氛下使用, 不足之处是易于氧化, 不适用于氧化气氛下使用。

3.2.2 各种热电偶的线径和推荐使用的最高温度 (表 3.2.2)

表 3.2.2 各种热电偶的线径和推荐使用的最高温度

热电偶名称	代号	分度号	电极材料和颜色	100℃时热电势, mV	使用温度, °C		
					线径, mm	长期	短期
铂铑 10-铂	WRS	S	+铂铑 10(白) -纯铂(白)	0.646	0.5~0.020	0~1300	0~1600
铂铑 13-铂	WRR	R	+铂铑 13(白) -纯铂(白)	0.647	0.5~0.020	1300	1600
铂铑 30-铂铑 6	WRB	B	+铂铑 30(白) -铂铑 6(白)	0.033	0.5~0.015	0~1600	0~1800
镍铬-镍硅	WRK	K	+镍铬 10(黑褐) -镍硅 3(绿黑)	4.096	0.3	700	800
					0.5	800	900
					0.8, 1.0	900	1000
					1.2, 1.6	1000	1100
					2.0, 2.5	1100	1200
					3.2	1200	1300
镍铬硅-镍硅	WRN	N	+镍铬硅(黑褐) -镍硅镍(绿黑)	2.774	与 K 型热电偶相同		
镍铬-铜镍(康铜)	WRE	E	+镍铬(黑褐) -铜镍(稍白)	6.319	0.3, 0.5	350	450
					0.8, 1.0, 1.2	450	550
					1.6, 2.0	550	650
					2.5	650	750
					3.2	750	900
铁-铜镍(康铜)	WRJ	J	+纯铁(褐) -铜镍(稍白)	5.269	0.3, 0.5	300	400
					0.8, 1.0, 1.2	400	500
					1.6, 2.0	500	600
					2.5, 3.2	600	750

续表

热电偶名称	代号	分度号	电极材料和颜色	100℃时热 电势, mV	使用温度, ℃		
					线径, mm	长期	短期
铜-铜镍(康铜)	WRT	T	+纯铜(红) -铜镍(稍白)	4.279	0.2	150	200
					0.3, 0.5	200	250
					1.0	250	300
					1.6	350	400

3.2.3 各种热电偶在使用温度范围内的允许偏差(表 3.2.3)

表 3.2.3 各种热电偶在使用温度范围内的允许偏差

代号	分度号	等级	使用温度范围, ℃	允许偏差
WRS	S	I	0~1100	$\pm 1^\circ\text{C}$
		II	1100~1600	$\pm [1 + 0.003(t - 1100)]^\circ\text{C}$
WRR	R	I	0~600	$\pm 1.5^\circ\text{C}$
		II	600~1600	$\pm 0.25\% t $
WRB	B	I	0~1100	$\pm 1^\circ\text{C}$
		II	1100~1600	$\pm [1 + 0.003(t - 1100)]^\circ\text{C}$
WRK	K	I	0~600	$\pm 1.5^\circ\text{C}$
		II	600~1600	$\pm 0.25\% t $
WRN	N	I	600~1700	$\pm 0.25\% t $
		II	600~800	$\pm 4.0^\circ\text{C}$
WRE	E	I	800~1700	$\pm 0.5\% t $
		II		
WRJ	J	I	-40~1100	$\pm 1.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $
		II	-40~1300	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $
WRT	T	I	-200~40	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $
		II		
WRK	K	I	-40~1100	$\pm 1.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $
		II	-40~1300	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $
WRN	N	I	-200~40	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $
		II		
WRE	E	I	-40~800	$\pm 1.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $
		II	-40~900	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $
WRJ	J	I	-200~40	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $
		II		
WRT	T	I	-40~750	$\pm 1.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $
		II	-40~750	$\pm 2.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $
WRK	K	I	-40~350	$\pm 0.5^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $
		II	-40~350	$\pm 1.0^\circ\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $
WRN	N	I	-200~40	$\pm 1.0^\circ\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $
		II		

注: 1. t 为被测温度, $|t|$ 为 t 的绝对值。

2. 允许偏差以温度偏差值或被测温度绝对值的百分数表示, 二者之中采用最大值。

3.2.4 铂铑 10-铂热电偶(S型)分度表(ITS-90)(表 3.2.4-1 和表 3.2.4-2)

表 3.2.4-1 铂铑 10-铂热电偶(S型)分度表(ITS-90)

分度号: S	参考端温度: 0°C									
$t, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	E, mV									
-0	0.000	-0.053	-0.103	-0.150	-0.194	-0.236				
+0	0.000	0.055	0.113	0.173	0.235	0.299	0.365	0.433	0.502	0.573
100	0.646	0.720	0.795	0.872	0.950	1.029	1.110	1.191	1.273	1.357
200	1.441	1.526	1.612	1.698	1.786	1.874	1.962	2.052	2.141	2.232
300	2.323	2.415	2.507	2.599	2.692	2.786	2.880	2.974	3.069	3.164
400	3.259	3.355	3.451	3.548	3.645	3.742	3.840	3.938	4.036	4.134
500	4.233	4.332	4.432	4.532	4.632	4.732	4.833	4.934	5.035	5.137
600	5.239	5.341	5.443	5.546	5.649	5.753	5.857	5.961	6.065	6.170
700	6.275	6.381	6.486	6.593	6.699	6.806	6.913	7.020	7.128	7.236
800	7.345	7.454	7.563	7.673	7.783	7.893	8.003	8.114	8.226	8.337
900	8.449	8.562	8.674	8.787	8.900	9.014	9.128	9.242	9.357	9.472

3.2.6 铂铑30-铂铑6热电偶(B型)分度表(ITS-90)(表3.2.6-1和表3.2.6-2)

表3.2.6-1 铂铑30-铂铑6热电偶(B型)分度表(ITS-90)

分度号:B	参考端温度:0℃									
$t, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	E, mV									
0	0.000	-0.002	-0.003	-0.002	-0.000	0.002	0.006	0.011	0.017	0.025
100	0.033	0.043	0.053	0.065	0.078	0.092	0.107	0.123	0.141	0.159
200	0.178	0.199	0.220	0.243	0.267	0.291	0.317	0.344	0.372	0.401
300	0.431	0.462	0.494	0.527	0.561	0.596	0.632	0.669	0.707	0.746
400	0.787	0.828	0.870	0.913	0.957	1.002	1.048	1.095	1.143	1.192
500	1.242	1.293	1.344	1.397	1.451	1.505	1.561	1.617	1.675	1.733
600	1.792	1.852	1.913	1.975	2.037	2.101	2.165	2.230	2.296	2.363
700	2.431	2.499	2.569	2.639	2.710	2.782	2.854	2.928	3.002	3.078
800	3.154	3.230	3.308	3.386	3.466	3.546	3.626	3.708	3.790	3.873
900	3.957	4.041	4.127	4.213	4.299	4.387	4.475	4.564	4.653	4.743
1000	4.834	4.926	5.018	5.111	5.205	5.299	5.394	5.489	5.585	5.682
1100	5.780	5.878	5.976	6.075	6.175	6.276	6.377	6.478	6.580	6.683
1200	6.786	6.890	6.995	7.100	7.205	7.311	7.417	7.524	7.632	7.740
1300	7.848	7.957	8.066	8.176	8.286	8.397	8.508	8.620	8.731	8.844
1400	8.956	9.069	9.182	9.296	9.410	9.524	9.639	9.753	9.868	9.984
1500	10.099	10.215	10.331	10.447	10.563	10.679	10.796	10.913	11.029	11.146
1600	11.263	11.380	11.497	11.614	11.731	11.848	11.965	12.082	12.199	12.316
1700	12.433	12.549	12.666	12.782	12.898	13.014	13.130	13.246	13.361	13.476
1800	13.591	13.706	13.820							

表3.2.6-2 B型热电偶参考端温度非0℃时的校正表(修正值加上所查的热电势)

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	E, mV									
0	0.000	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002
10	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003
20	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
30	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
40	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
50	0.002									

3.2.7 镍铬-镍硅热电偶(K型)分度表(ITS-90)(表3.2.7-1和表3.2.7-2)

表3.2.7-1 镍铬-镍硅热电偶(K型)分度表(ITS-90)

分度号:K	参考端温度:0℃									
$t, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	E, mV									
-200	-5.891	-6.035	-6.158	-6.262	-6.344	-6.404	-6.441	-6.458		
-100	-3.554	-3.852	-4.138	-4.411	-4.669	-4.913	-5.141	-5.354	-5.550	-5.730
-0	0.000	-0.392	-0.778	-1.156	-1.527	-1.889	-2.243	-2.587	-2.920	-3.243
+0	0.000	0.397	0.798	1.203	1.612	2.023	2.436	2.851	3.267	3.682
100	4.096	4.509	4.920	5.328	5.735	6.138	6.540	6.941	7.340	7.739
200	8.138	8.539	8.940	9.343	9.747	10.153	10.561	10.971	11.382	11.795
300	12.209	12.624	13.040	13.457	13.874	14.293	14.713	15.133	15.554	15.975
400	16.397	16.820	17.243	17.667	18.091	18.516	18.941	19.366	19.792	20.218
500	20.644	21.071	21.497	21.924	22.350	22.776	23.203	23.629	24.055	24.480
600	24.905	25.330	25.755	26.179	26.602	27.025	27.447	27.869	28.289	28.710
700	29.129	29.548	29.965	30.382	30.798	31.213	31.628	32.041	32.453	32.865
800	33.275	33.685	34.093	34.501	34.908	35.313	35.718	36.121	36.524	36.925
900	37.326	37.725	38.124	38.522	38.918	39.314	39.708	40.101	40.494	40.885

3.2.11 铜-铜镍(康铜)热电偶(T型)分度表(ITS-90)(表 3.2.11-1 和表 3.2.11-2)

表 3.2.11-1 铜-铜镍(康铜)热电偶(T型)分度表(ITS-90)

分度号: T	参考端温度: 0℃									
t, °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	E, mV									
-200	-5.603	-5.753	-5.888	-6.007	-6.105	-6.180	-6.232	-6.258		
-100	-3.379	-3.657	-3.923	-4.177	-4.419	-4.648	-4.865	-5.070	-5.261	-5.439
-0	0.000	-0.383	-0.757	-1.121	-1.475	-1.819	-2.153	-2.476	-2.788	-3.089
+0	0.000	0.391	0.790	1.196	1.612	2.036	2.468	2.909	3.358	3.814
100	4.279	4.750	5.228	5.714	6.206	6.704	7.209	7.720	8.237	8.759
200	9.288	9.822	10.362	10.907	11.458	12.013	12.574	13.139	13.709	14.283
300	14.862	15.445	16.032	16.624	17.219	17.819	18.422	19.030	19.641	20.255
400	20.872									

表 3.2.11-2 T型热电偶参考端温度非 0℃时的校正表(修正值加上所查的热电势)

t, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	E, mV									
0	0.000	0.039	0.078	0.117	0.156	0.195	0.234	0.273	0.312	0.352
10	0.391	0.431	0.470	0.510	0.549	0.589	0.629	0.669	0.709	0.749
20	0.790	0.830	0.870	0.911	0.951	0.992	1.033	1.074	1.114	1.155
30	1.196	1.238	1.279	1.320	1.362	1.403	1.445	1.486	1.528	1.570
40	1.612	1.654	1.696	1.738	1.780	1.823	1.865	1.908	1.950	1.993
50	2.036									

3.2.12 铼3-铼25热电偶(WRe3-WRe25)分度表(ITS-90)(表 3.2.12-1 至表 3.2.12-3)

表 3.2.12-1 铼3-铼25热电偶(WRe3-WRe25)分度表(ITS-90)

分度号: WRe3-WRe25	参考端温度: 0℃									
t, °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	E, mV									
0	0.000	0.098	0.199	0.305	0.415	0.528	0.644	0.765	0.888	1.015
100	1.145	1.278	1.414	1.554	1.696	1.840	1.988	2.137	2.290	2.445
200	2.602	2.761	2.923	3.087	3.253	3.420	3.590	3.761	3.935	4.110
300	4.286	4.464	4.644	4.825	5.008	5.192	5.377	5.563	5.751	5.940
400	6.129	6.320	6.512	6.705	6.898	7.093	7.288	7.484	7.681	7.879
500	8.077	8.275	8.475	8.675	8.875	9.076	9.277	9.479	9.681	9.883
600	10.086	10.289	10.492	10.695	10.899	11.103	11.307	11.511	11.715	11.920
700	12.124	12.329	12.534	12.738	12.943	13.147	13.352	13.557	13.761	13.966
800	14.171	14.376	14.580	14.785	14.989	15.194	15.398	15.601	15.805	16.008
900	16.211	16.414	16.617	16.819	17.021	17.223	17.424	17.625	17.826	18.026
1000	18.226	18.426	18.625	18.824	19.023	19.221	19.419	19.616	19.813	20.009
1100	20.206	20.401	20.597	20.791	20.986	21.180	21.373	21.566	21.759	21.951
1200	22.143	22.334	22.525	22.715	22.905	23.094	23.283	23.471	23.659	23.846
1300	24.003	24.220	24.406	24.591	24.776	24.961	25.145	25.328	25.511	25.693
1400	25.875	26.057	26.238	26.418	26.598	26.777	26.956	27.134	27.312	27.489
1500	27.666	27.842	28.018	28.193	28.368	28.542	28.715	28.888	29.061	29.233
1600	29.404	29.575	29.745	29.914	30.083	30.252	30.419	30.587	30.753	30.919
1700	31.085	31.249	31.413	31.577	31.740	31.902	32.063	32.224	32.384	32.543
1800	32.702	32.860	33.017	33.174	33.330	33.485	33.639	33.792	33.945	34.097
1900	34.248	34.398	34.547	34.695	34.843	34.989	35.135	35.279	35.423	35.566
2000	35.707	35.848	35.987	36.126	36.263	36.399	36.535	36.668	36.801	36.933
2100	37.063	37.192	37.319	37.446	37.571	37.694	37.816	37.937	38.056	38.174
2200	38.290	38.404	38.517	38.628	38.738	38.845	38.951	39.055	39.158	39.258
2300	39.356	39.453								

表 3.2.12-2 WRe3-WRe25 热电偶参考端温度非 0℃时的校正表(修正值加上所查的热电势)

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	E, mV									
0	0.000	0.010	0.019	0.029	0.039	0.048	0.058	0.068	0.078	0.088
10	0.098	0.108	0.118	0.128	0.138	0.148	0.158	0.169	0.179	0.189
20	0.199	0.210	0.220	0.231	0.241	0.252	0.262	0.273	0.284	0.294
30	0.305	0.316	0.327	0.338	0.348	0.359	0.370	0.381	0.392	0.403
40	0.415	0.426	0.437	0.448	0.459	0.471	0.482	0.493	0.505	0.516
50	0.528	0.539	0.551	0.562	0.574	0.586	0.597	0.609	0.621	0.633
60	0.644									

表 3.2.12-3 铟铱热电偶在使用温度范围内允许偏差

线径, mm	使用温度范围, $^\circ\text{C}$	允许偏差	线径, mm	使用温度范围, $^\circ\text{C}$	允许偏差
0.5 0.3 0.1	0~400	$\pm 4.0^\circ\text{C}$	0.5 0.3 0.1	400~2300	$\pm 1\% t $

3.2.13 主要工业国家的热电偶分度号对照表(表 3.2.13)

表 3.2.13 主要工业国家的热电偶分度号对照表

分度号 名称	国别	IEC	美国	英国	日本		德国	前苏联	中 国	
					新	旧			新	旧
铂铑 10-铂		S	S	S	S	—	PtRh-Rt	III-1	S	LB-3
铂铑 13-铂		R	R	R	R	PR	—	—	R	—
铂铑 30-铂铑 6		B	B	B	B	—	—	ПР-30/6	B	LL-2
镍铬-镍铝(硅)		K	K	K	K	CA	NiCr-Ni	XA	K	EU-2
镍铬-铜镍		E	E	E	E	CRC	—	XK	E	近似 EA-2
铁-铜镍		J	J	J	J	IC	Fe-CuNi	—	J	—
铜-铜镍		T	T	T	T	CC	Cu-CuNi	—	T	CK

注: 1. 我国不准备发展 R 型热电偶。

2. 铜镍过去我国称为康铜。

3. XK 为镍铬-考铜热电偶(前苏联)。

3.2.14 铠装热电偶(GB7668—87, JB/T5582—91, 选编)

铠装热电偶是将热电偶丝、绝缘材料组装在不锈钢管内, 再经模具拉实的坚实整体, 与“工业热电偶”比较, 具有外径小、长度长、抗震、可挠、热响应时间短、价格便宜、使用安装方便等优点。

3.2.14.1 分类

①铠装热电偶是针对热电偶的结构而命名的, 外套管内可以铠装不同分度号的热电偶丝, 如外套管内铠装 K 型热电偶丝, 通常称之为 K 型铠装热电偶, 其他依次类推。目前已有国家标准(GB 7668—87)的铠装热电偶材料和行业标准(JB/T 5582—91)的铠装热电偶的类型、代号及分度号列于表 3.2.14.1。但近年来 S 型铠装热电偶需用量与日俱增, 各生产厂为满足市场需要, 都在按照各自制订的企业标准进行生产。

②铠装热电偶外套管内可以铠装一对热电偶丝, 也可铠装两对或两对以上热电偶丝。铠装一对热电偶丝的叫双芯铠装热电偶, 铠装两对热电偶丝的叫四芯铠装热电偶, 铠装两对以上热电偶丝的称之为多芯铠装热电偶。

③铠装热电偶外套管材料一般采用 1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti) 不锈钢, 但 K 型铠装热电偶也可以采用 GH 3030 高温不锈钢, 后者的使用温度高于前者。表 3.2.14.1 所列的使用温度范围是泛指某种铠装热电偶的使用温区, 但不同直径不同外套管材料的铠装热电偶使用温度是不同的。

表 3.2.14.1 铠装热电偶的类型、分度号、代号及测温范围

铠装热电偶类型	分度号	材料代号	热电偶代号	测温范围, $^\circ\text{C}$
镍铬-镍硅	K	KK	WRNK	-200~1100
镍铬硅-镍硅	N	KN	WRMK	-200~1100
镍铬-铜镍	E	KE	WREK	-200~800
铁-铜镍	J	KJ	WRFK	-40~750
铜-铜镍	T	KT	WRCK	-200~350

3.2.14.2 尺寸

①铠装热电偶(材料)直径及允差、外套管名义壁厚、偶丝名义直径应符合表 3.2.14.2-1。

表 3.2.14.2-1 直径及允差、外套管名义壁厚、偶丝名义直径

直径 mm	允许偏差 mm	外套管名义壁厚 mm	偶丝名义直径 mm	直径 mm	允许偏差 mm	外套管名义壁厚 mm	偶丝名义直径 mm
0.5		0.05~0.10	0.08~0.12	4.0		0.40~0.60	0.55~0.70
1.0	+0.020	0.10~0.20	0.15~0.20	4.5	±0.040	0.45~0.65	0.68~0.80
1.5	-0.030	0.15~0.25	0.23~0.30	5.0	±0.050	0.50~0.80	0.70~0.90
2.0	+0.040	0.20~0.35	0.30~0.50	6.0	±0.060	0.60~0.90	0.90~0.11
	-0.050			8.0	±0.080	0.80~1.20	1.20~1.40
3.0	±0.030	0.30~0.45	0.45~0.60				

②铠装热电偶测量端区外套管直径的极限偏差应符合表 3.2.14.2-2。

表 3.2.14.2-2 铠装热电偶测量端区外套管直径的极限偏差

直径,mm	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	4.5	5.0	6.0	8.0
偏差,mm	±0.05								±0.10	

注:1. 测量端区是指从铠装热电偶测量端的外套管端面起 5 倍于外套管直径的长度范围。

2. 直径为 0.25mm 的铠装热电偶材料 GB 7668—87 未被列入,但根据用户需要生产厂可以供货,JB/T 5582—91 规定极限偏差为 0~0.05mm。

3.2.14.3 使用上限温度

不同直径、不同外套管材料的铠装热电偶推荐使用上限温度列于表 3.2.14.3。

表 3.2.14.3 不同直径、不同外套管铠装热电偶推荐使用的上限温度

铠装热电偶类型	外套管材料	直径,mm	最高使用温度,℃	
			长 期	短 期
镍铬-镍硅 镍铬硅-镍硅	GH 3030	0.5 1.0	500	600
		1.5 2.0 3.0	800	900
		4.0 4.5 5.0	900	1000
		6.0 8.0	1000	1100
	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0	400	600
		1.5 2.0 3.0~8.0	600 800	700 900
镍铬-铜镍	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0	400	500
		1.5 2.0	500	600
		3.0 4.0 4.5 5.0	600	700
		6.0 8.0	700	800
铁-铜镍	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0	300	400
		1.5 2.0	400	500
		3.0 4.0 4.5 5.0	500	600
		6.0 8.0	600	750
铜-铜镍	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0	200	250
		1.5~5.0	250	300
		6.0 8.0	300	350

3.2.14.4 热电特性及允差

K、N、E、J、T 不同分度号的铠装热电偶,当自由端温度为 0℃时,其热电势 $E(t)$ 、热电势率(塞贝克系数)应符合相应热电偶的分度表和热电动势率表,不同等级铠装热电偶的使用温度范围及允许偏差应符合表 3.2.14.4 的规定。

表 3.2.14.4 不同类型铠装热电偶分度号、等级及允差

铠装热电偶类型	分度号	等级	允差值	温度范围,℃
镍铬-镍硅	K	I	±1.5℃或±0.4% t	-40~1000
		II	±2.5℃或±0.75% t	-40~1100
		III	±2.5℃或±1.5% t	-200~40
镍铬硅-镍硅	N	I	±1.5℃或±0.4% t	-40~1000
		II	±2.5℃或±0.75% t	-40~1100
		III	±2.5℃或±1.5% t	-200~40

续表

铠装热电偶类型	分度号	等级	允差值	温度范围, °C
镍铬-铜镍	E	I	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $	-40~800
		II	$\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $	-40~800
		III	$\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $	-200~40
铁-铜镍	J	I	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $	-40~750
		II	$\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $	-40~750
铜-铜镍	T	I	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.4\% t $	-40~350
		II	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.75\% t $	-40~350
		III	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 1.5\% t $	-200~40

3.2.14.5 绝缘电阻

(1) 常温绝缘电阻

当周围空气温度为 15~35°C, 相对湿度不超过 80% 时, 偶丝与外套管或偶丝之间 (适用于铠装热电偶材料) 的绝缘电阻应符合表 3.2.14.5-1。

(2) 高温绝缘电阻

当周围空气温度为 15~35°C, 相对湿度不超过 80% 时, 当铠装热电偶的一端处于表 3.2.14.5-1 所规定的试验温度下, 偶丝与外套管之间或偶丝与偶丝之间 (适用于铠装热电偶材料) 的绝缘电阻应符合表 3.2.14.5-2 的规定。

(3) 用绝缘电阻检验铠装热电偶焊接外壳的完整性

将铠装热电偶测量端区置于 300°C 温场中, 保温 5 分钟, 然后立即插入室水中, 1 分钟以后测量绝缘电阻, 其值应符合表 3.2.14.5-1 的规定。

表 3.2.14.5-1 铠装热电偶(材料)常温绝缘电阻

外径, mm	外加直流电压, V	长度, m	绝缘电阻, MΩ
0.25	50±10%	1	≥100
≤1.5	50±10%	1	≥1000
≥2.0	500±10%	1	≥1000

注: 1. 长于 1m 的铠装热电偶或铠装热电偶材料, 长度与绝缘电阻成反比关系, 如 10m 长铠装热电偶或铠装热电偶材料的绝缘电阻应为 1m 长的 1/10。

2. 此表不适用于接壳型或露端型铠装热电偶。

表 3.2.14.5-2 铠装热电偶(材料)高温绝缘电阻

分度号	试验温度, °C	样品长度, mm	绝缘电阻, MΩ
KNEJ	500±15	500	≥5
T	300±15	500	≥500

注: 置于试验温场中的长度不得短于 300mm。

3.2.14.6 检验温度点

不同分度号、不同直径、不同外套管的铠装热电偶的检验温度点列于表 3.2.14.6。

表 3.2.14.6 不同直径、不同外套管铠装热电偶检验温度点

分度号	外套管材料	直径, mm	检验温度点, °C
KN	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0 1.5 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0~8.0	-79 -196 (100) 300 400 500 (600) 400 600 800
	GH 3030	0.5 1.0 1.5~8.0	(100) 300 400 500 400 600 800 (1000)
E	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0 1.5 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0~8.0	-79 -196 (100) 300 400 500 300 400 600
J	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0 1.5 2.0 3.0~8.0	100 200 300 300 400 500
T	1Cr18Ni9Ti (或 0Cr18Ni9Ti)	0.5 1.0 1.5	-79 -196
		0.5 1.0	100 200
		1.5~8.0	100 200 250

注: 1. 括号内的温度点仅指当用户需要时才进行检定。

2. 只有供货 3 级允差的铠装热电偶时, 才检验 -79°C 和 -196°C。

3. 在使用温度范围内允许在其他温度点进行检验。

3.2.15 热电偶补偿导线 (GB 4989—94, 选编)

热电偶补偿导线简称补偿导线,通常由补偿导线合金丝、绝缘层、护套、屏蔽层组成。在一定温度范围内(包括常温),具有与所匹配的热电偶的热电势的标称值相同的一对带有绝缘层的导线,用它们连接热电偶与测量装置,以补偿它们与热电偶连接处的温度变化所产生的误差。

热电偶与测量装置之间使用补偿导线,其优点有二:①改善热电偶测温线路的物理性能和机械性能,采用多股线芯或小直径补偿导线可提高线路的挠性,使接线方便,也可调节线路电阻或屏蔽外界干扰;②降低测量线路成本,当热电偶与测量装置距离很远,使用补偿导线可以节省大量的热电偶材料,特别是使用贵金属热电偶时,经济效益更为明显。

符号说明如下。

X——延长型补偿导线,其合金丝的名义化学成分及热电势标称值与配用的热电偶相同。用字母“X”附在热电偶分度号之后表示。

C——补偿型补偿导线,其合金丝的名义化学成分与配用的热电偶不同,但其热电势值在0~100℃或0~200℃时与配用热电偶的热电势标称值相同。用字母“C”附在热电偶分度号之后表示。不同合金丝可以应用于同一分度号的热电偶,并用附加字母CA、CB表示。

S——表示热电特性为精密级补偿导线。普通级补偿导线不标字母。

G——表示一般用补偿导线。

H——表示耐热用补偿导线。

R——表示线芯为多股的补偿导线。线芯为单股的补偿导线不标字母。

P——表示有屏蔽层的补偿导线。

V——表示绝缘层或护套为聚氯乙烯材料(PVC)。

F——表示绝缘层为聚四氟乙烯材料。

B——表示护套为无碱玻璃丝材料。

3.2.15.1 型号(表 3.2.15.1)

表 3.2.15.1 补偿导线的型号

名 称	型 号	配用热电偶	分 度 号
铜-铜镍 0.6 补偿型导线	SC 或 RC	铂铑 10-铂热电偶 铂铑 13-铂热电偶	S 或 R
铁-铜镍 22 补偿型导线 铜-铜镍 40 补偿型导线 镍铬 10-镍硅 3 延长型导线	KCA KCB KX	镍铬-镍硅热电偶	K
铁-铜镍 18 补偿型导线 镍铬 14-镍铬硅延长型导线	NC NX	镍铬硅-镍硅热电偶	N
镍铬 10-铜镍 45 延长型导线	EX	镍铬-铜镍热电偶	E
铁-铜镍 45 延长型导线	JX	铁-铜镍热电偶	J
铜-铜镍 45 延长型导线	TX	铜-铜镍热电偶	T
钨铼 3/25 补偿型补偿导线	WC3/25	钨铼 3-钨铼 25	WRe3-WRe25
钨铼 5/26 补偿型补偿导线	WC5/26	钨铼 5-钨铼 26	WRe5-WRe26

3.2.15.2 规格(表 3.2.15.2)

表 3.2.15.2 补偿导线的规格

线芯型式	线芯标称截面, mm ²	线芯股数	合金丝直径, mm	线芯型式	线芯标称截面, mm ²	线芯股数	合金丝直径, mm
单股线芯	0.2	1	0.52	多股线芯	0.2	7	0.20
	0.5	1	0.80		0.5	7	0.30
	1.0	1	1.13		1.0	7	0.43
	1.5	1	1.37		1.5	7	0.52
	2.5	1	1.76		2.5	19	0.41

注:钨铼 3/25、钨铼 5/26 补偿导线的线芯标称截面没有 0.2mm² 的规格。

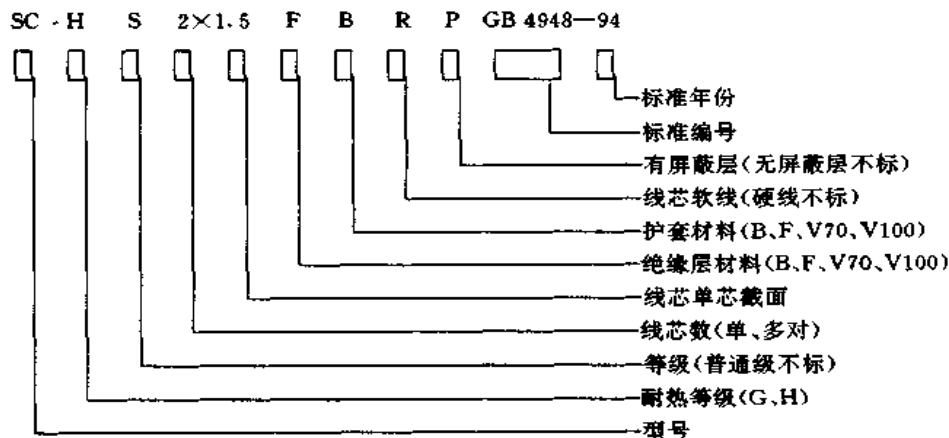
3.2.15.3 产品代号、使用温度范围、绝缘层和护套的主体材料 (表 3.2.15.3)

表 3.2.15.3 补偿导线产品代号、使用温度范围、绝缘层和护套的主体材料

分度号	补偿导线型号	代 号	等 级	绝缘层及护套材料	温度范围 ℃
S 或 R	SC 或 RC	SC-G	一般用普通级	V.V	0~70
		SC-H	耐热用普通级	V.V	0~100
		SC-GS	一般用精密级	F.B	0~200
				V.V	0~70
				V.V	0~100
K	KCA	KCA-G	一般用普通级	V.V	0~70
		KCA-H	耐热用普通级	V.V	0~100
		KCA-GS	一般用精密级	F.B	0~200
				V.V	0~70
				V.V	0~100
	KCB	KCA-HS	耐热用精密级	F.B	0~200
		KCB-G	一般用普通级	V.V	0~70
		KCB-GS	一般用精密级	V.V	0~100
	KX			V.V	0~70
		KX-G	一般用普通级	V.V	0~100
		KX-H	耐热用普通级	F.B	0~200
		KX-GS	一般用精密级	V.V	0~70
				V.V	0~100
N	NC	KX-HS	耐热用精密级	F.B	0~200
		NC-G	一般用普通级	V.V	-20~70
		NC-H	耐热用普通级	V.V	-20~100
		NC-GS	一般用精密级	F.B	-25~200
				V.V	-20~70
	NX			V.V	0~100
		NC-HS	耐热用精密级	F.B	0~200
		NX-G	一般用普通级	V.V	-20~70
		NX-H	耐热用普通级	V.V	-20~100
		NX-GS	一般用精密级	F.B	-25~200
E	EX			V.V	-20~70
		EX-G	一般用普通级	V.V	-20~100
		EX-H	耐热用普通级	F.B	-25~200
		EX-GS	一般用精密级	V.V	-20~70
				V.V	-20~100
J	JX	EX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200
		JX-G	一般用普通级	V.V	-20~70
		JX-H	耐热用普通级	V.V	-20~100
		JX-GS	一般用精密级	F.B	-25~200
				V.V	-20~70
T	TX			V.V	-20~100
		JX-HS	耐热用精密级	F.B	-25~200
		TX-G	一般用普通级	V.V	-20~70
		TX-H	耐热用普通级	V.V	-20~100
		TX-GS	一般用精密级	F.B	-25~200
WRe3- WRe25	WC3/25	TX-HS	耐热用精密级	V.V	-20~70
				F.B	-25~200
WRe5- WRe26	WC5/26	-G	一般用普通级	V.V	0~70
		-H	耐热用普通级	F.B	0~180
		-G	一般用普通级	V.V	0~100
		-H	耐热用普通级	F.B	0~200

3.2.15.4 标记

产品标记按以下格式,例如:



注:V70、V100表示聚氯乙烯材料耐温等级为70℃、100℃。

3.2.15.5 热电特性及允差

当参考端温度为0℃时,补偿导线的热电势与温度的关系应分别符合S、K、N、E、J、T、WRe3-WRe25、WRe5-WRe26分度表,其允差应符合表3.2.15.5的规定。

表 3.2.15.5 补偿导线的热电特性及允差

型 号	导线温度范围 ℃	使用分类	允 差, μV		热电偶测量温度 ℃
			精密级	普通级	
SC或RC	0~100	G	$\pm 30(2.5^\circ\text{C})$	$\pm 60(5.0^\circ\text{C})$	1000
SC或RC	0~200	H	—	$\pm 60(5.0^\circ\text{C})$	1000
KCA	0~100	G	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	1000
KCA	0~200	H	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
KCB	0~100	G	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
KX	-20~100	G	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
KX	-25~200	H	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
NC	0~100	G	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
NC	0~200	H	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
NX	-20~100	G	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
NX	-25~200	H	$\pm 60(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 100(2.5^\circ\text{C})$	900
EX	-20~100	G	$\pm 120(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 200(2.5^\circ\text{C})$	500
EX	-25~200	H	$\pm 120(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 200(2.5^\circ\text{C})$	500
JX	-20~100	G	$\pm 85(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 140(2.5^\circ\text{C})$	500
JX	-25~200	H	$\pm 85(1.5^\circ\text{C})$	$\pm 140(2.5^\circ\text{C})$	500
TX	-20~100	G	$\pm 30(0.5^\circ\text{C})$	$\pm 60(1.0^\circ\text{C})$	300
TX	-20~200	H	$\pm 48(0.8^\circ\text{C})$	$\pm 90(1.5^\circ\text{C})$	300
WC3/25	0~70	G	—	± 48	
WC3/25	0~180	H	—	± 80	
WC5/26	0~100	G	—	± 51	
WC5/26	0~200	H	—	± 85	

3.2.15.6 绝缘层、护套着色(表 3.2.15.6)

表 3.2.15.6 补偿导线绝缘层、护套着色

型 号	绝缘层着色		护 套 着 色			
	正极	负极	一般用		耐热用	
			普通级	精密级	普通级	精密级
SC或RC	红	绿	黑	灰	黑	黄
KCA	红	蓝	黑	灰	黑	黄
KCB	红	蓝	黑	灰	黑	黄
KX	红	黑	黑	灰	黑	黄

续表

型 号	绝缘层着色		护 套 着 色			
	正极	负极	一般用		耐热用	
			普通级	精密级	普通级	精密级
NC	红	灰	黑	灰	黑	黄
NX	红	灰	黑	灰	黑	黄
EX	红	棕	黑	灰	黑	黄
JX	红	紫	黑	灰	黑	黄
TX	红	白	黑	灰	黑	黄
WC25/3	红	黄	黑	—	黑	—
WC26/5	红	橙	黑	—	黑	—

注：补偿导线的绝缘层、护套着色也可执行“IEC”规定，见表 3.2.16。

3.2.15.7 绝缘层、护套厚度及最大外径(表 3.2.15.7)

表 3.2.15.7 补偿导线绝缘层、护套厚度及最大外径

使用分类	线芯标称截面 mm ²	绝缘层标称厚度 mm	护套标称厚度 mm	补偿导线最大外径,mm	
				单股线芯	多股软线芯
一般用	0.2	0.4	0.7	3.0×4.6	3.1×4.8
	0.5	0.5	0.8	3.7×6.4	3.9×6.6
	1.0	0.7	1.0	5.0×7.7	5.1×8.0
	1.5	0.7	1.0	5.2×8.3	5.5×8.7
	2.5	0.7	1.0	5.7×9.3	5.9×9.8
耐热用	0.2	0.4	0.3	2.3×4.0	2.4×4.2
	0.5	0.4	0.3	2.6×4.6	2.8×4.8
	1.0	0.4	0.3	3.0×5.3	3.1×5.6
	1.5	0.4	0.3	3.2×5.8	3.4×6.2
	2.5	0.4	0.3	3.6×6.7	4.0×7.3

注：1. 一般用补偿导线的绝缘层厚度允许为正偏差，但导线最大外径不得超过本表规定。

2. 若加屏蔽层，导线外径的增大值不得大于 1.6mm。

3.2.15.8 性能

(1) 绝缘电阻

当周围空气温度为 15~35℃，相对湿度不大于 80% 时，补偿导线的线芯间和线芯与屏蔽层之间的绝缘电阻每 10m 不小于 5MΩ。

(2) 物理机械性能

一般用补偿导线的绝缘层和护套的物理性能和老化性能应符合表 3.2.15.8 规定。

表 3.2.15.8 补偿导线的性能

应用分类	物理机械性能		老 化 性 能		
	抗拉强度 N/mm ²	伸长率 %	温度 ℃	时间 h	强度变化率 %
-20~70℃	≥12.5	≥125	80±2	168	±20
-20~100℃	≥12.5	≥125	135±2	168	±25

(3) 耐热性能

耐热用补偿导线应经受 220±5℃ 历时 24 小时耐热性能试验后，立即将试样在 5 倍其直径的圆柱体上弯曲 180 度后应表面无裂纹，补偿导线的线芯间和线芯与屏蔽层之间的绝缘电阻每米不小于 25MΩ。

(4) 防潮性能

耐热用补偿导线应经受环境温度 40±2℃，相对湿度为 95%±3%，历时 24 小时防潮性能试验后，补偿导线的线芯间和线芯与屏蔽层之间的绝缘电阻每米不小于 25MΩ。

(5) 低温卷绕性能

一般用补偿导线应经受 -20℃ 的低温卷绕试验后，用目力观察卷绕在试棒上的试样的绝缘层应无任何裂纹。

3.2.16 IEC 584-3—1989 补偿导线着色标志

表 3.2.16 IEC 584-3—1989 补偿导线着色标志

热电偶分度号	补偿导线型号	正极及护套颜色	负极颜色	热电偶分度号	补偿导线型号	正极及护套颜色	负极颜色
S 或 R	SC 或 RC	橙黄	白	E	EX	紫	白
K	KX 或 KC	绿	白	J	JX	黑	白
N	NX 或 NC	粉红	白	T	TX	棕	白

注：1. 不包括无机物绝缘导线。

2. 本质安全电路用的补偿导线，其护套都采用蓝色。

3.3 热电阻

3.3.1 热电阻简介

(1) 铂热电阻

铂热电阻是利用铂丝的电阻值随着温度的变化而变化这一基本原理设计和制作的。按 0℃ 时的电阻值 R_0 的大小分为 10Ω (分度号为 Pt10) 和 100Ω (分度号为 Pt100) 等，测温范围均为 -200~850℃。10Ω 铂热电阻的感温元件是用较粗铂丝绕制而成，耐温性能明显优于 100Ω 铂热电阻，主要用于 650℃ 以上的温区；100Ω 铂热电阻主要用于 650℃ 以下的温区，虽也可用于 650℃ 以上温区，但在 650℃ 以上温区不允许有 A 级允差。100Ω 铂热电阻的电阻分辨率比 10Ω 铂热电阻的电阻分辨率大 10 倍，对二次仪表的要求相应低一个数量级，因此在 650℃ 以下温区测温应尽量选用 100Ω 铂热电阻。

感温元件骨架的材质也是决定铂热电阻使用温区的重要因素。常见的感温元件有陶瓷元件、玻璃元件、云母元件，它们是由铂丝分别绕在陶瓷骨架、玻璃骨架、云母骨架上再经过复杂的工艺加工而成。由于骨架材料本身的性能不同，陶瓷元件适用于 850℃ 以下温区，玻璃元件适用 550℃ 以下温区，云母元件仅适用于 500℃ 以下温区。近年来市场上出现了大量的厚膜和薄膜铂热电阻感温元件，厚膜铂热电阻元件是用铂浆料印刷在玻璃或陶瓷底板上，薄膜铂热电阻元件是用铂浆料溅射在玻璃或陶瓷底板上，再经光刻加工而成，这种感温元件仅适用于 -70~500℃ 温区，但这种感温元件用料省，可机械化大批量生产，效率高，价格便宜。

就结构而言，铂热电阻还可以分为工业铂热电阻和铠装铂热电阻。工业铂热电阻也叫装配式铂热电阻，即将铂热电阻感温元件焊上引线组装在一端封闭的金属管或陶瓷管内，再安装上接线盒而成；铠装铂热电阻是将铂热电阻感温元件、过渡引线、绝缘粉组装在不锈钢管内再经模具拉实的坚实整体，具有坚实、抗震、可挠、线径小，使用安装方便等优点。

铂热电阻的参考函数在 0℃ 上、下温区各不相同，但参考函数系数相同，其数学模型列于下式：

$$-200 \sim 0^\circ\text{C}$$

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3]$$

$$0 \sim 850^\circ\text{C}$$

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

式中 R_t ——铂热电阻在温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的电阻值；

R_0 ——铂热电阻在温度为 0℃ 时的电阻值；

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.183 \times 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-3}$$

t ——温度，℃ (ITS-90 温度值)。

铂热电阻的允许偏差分为 A 级和 B 级，不同等级的允许偏差见表 3.3.1-1。

铂热电阻在不同温区允许的最小绝缘电阻见表 3.3.1-2。

表 3.3.1-1 铂热电阻不同等级允许偏差

等级	允许偏差，℃	温度范围，℃
A	$\pm(0.15 + 0.002 t)$	-200~650
B	$\pm(0.30 + 0.005 t)$	-200~850

表 3.3.1-2 铂热电阻在不同温区允许的最小绝缘电阻

温区，℃	最小绝缘电阻，MΩ	温区，℃	最小绝缘电阻，MΩ
室 温	100	100~300	10
300~500	2	500~850	0.5

(2) 铜热电阻

铜热电阻的电阻值与温度的关系几乎是线性的，电阻温度系数也比较大，而且材料容易提纯，价格比较便宜，所以在一些测量准确度要求不很高，且温度较低场合多使用铜热电阻，其测温范围为 -50~150℃。

铜热电阻的电阻-温度关系为:

$$R_t = R_0 [1 + \alpha t + \beta t^2 (t - 100^\circ\text{C}) + \gamma t^3 (t - 100^\circ\text{C})]$$

式中 R_t ——铜热电阻 $t^\circ\text{C}$ 时的电阻值;

R_0 ——铜热电阻 0°C 时的电阻值;

α ——电阻温度系数, 其值为 $4.280 \times 10^{-3}, ^\circ\text{C}^{-1}$;

β ——常数, 其值为 $-9.31 \times 10^{-8}, ^\circ\text{C}^{-2}$;

γ ——常数, 其值为 $1.23 \times 10^{-9}, ^\circ\text{C}^{-3}$;

t ——温度, $^\circ\text{C}$ (ITS-90 温度值)。

目前我国工业上使用的铜热电阻分度号有 Cu50 ($R_0=50\Omega$) 和 Cu100 ($R_0=100\Omega$) 两种, Cu50 的分度值乘以 2 即可得到 Cu100 的分度值。

铜热电阻的缺点是: 在 100°C 以上容易氧化, 因而只能用在低温及没有侵蚀性的介质中。

铜热电阻的允许偏差为:

$$\Delta = \pm (0.30 + 0.006 |t|)$$

式中 Δ ——铜热电阻的允差, $^\circ\text{C}$;

t ——温度, $^\circ\text{C}$ (ITS-90 温度值)。

铜热电阻的绝缘电阻: 在常温下, $\geq 50\text{M}\Omega$; 在上限温度, $\geq 10\text{M}\Omega$ 。

3.3.2 铂热电阻 Pt100 分度表 (ITS-90) (表 3.3.2)

表 3.3.2 铂热电阻 Pt100 分度表 (ITS-90)

分度号: Pt100		$R(0^\circ\text{C}) = 100.00\Omega$									
$t, ^\circ\text{C}$		0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
		R, Ω									
-200		18.52									
-190		22.83	22.40	21.97	21.54	21.11	20.68	20.25	19.82	19.38	18.95
-180		27.10	26.67	26.24	25.82	25.39	24.97	24.54	24.11	23.68	23.25
-170		31.34	30.91	30.49	30.07	29.64	29.22	28.80	28.37	27.95	27.52
-160		35.54	35.12	34.70	34.28	33.86	33.44	33.02	32.60	32.18	31.76
-150		39.72	39.31	38.89	38.47	38.05	37.64	37.22	36.80	36.38	35.96
-140		43.88	43.46	43.05	42.63	42.22	41.80	41.39	40.97	40.56	40.14
-130		48.00	47.59	47.18	46.77	46.36	45.94	45.53	45.12	44.70	44.29
-120		52.11	51.70	51.29	50.88	50.47	50.06	49.65	49.24	48.83	48.42
-110		56.19	55.79	55.38	54.97	54.56	54.15	53.75	53.34	52.93	52.52
-100		60.26	59.85	59.44	59.04	58.63	58.23	57.82	57.41	57.01	56.60
-90		64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.88	61.47	61.07	60.66
-80		68.33	67.92	67.52	67.12	66.72	66.31	65.91	65.51	65.11	64.70
-70		72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.93	69.53	69.13	68.73
-60		76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.93	73.53	73.13	72.73
-50		80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73
-40		84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.50	81.10	80.70
-30		88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67
-20		92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.80	89.40	89.01	88.62
-10		96.09	95.69	95.30	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.55
0		100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48
$t, ^\circ\text{C}$		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		R, Ω									
0		100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10		103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
20		107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29
30		111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15
40		115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50		119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86
60		123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70		127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52
80		130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33
90		134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	128.13

续表

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69
120	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46
130	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21
140	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.20	156.58	156.95
150	157.33	157.70	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68
160	161.05	161.43	161.80	162.17	162.54	162.91	163.29	163.66	164.03	164.40
170	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167.00	167.37	167.74	168.11
180	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.70	171.07	171.43	171.80
190	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49
200	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16
210	179.53	179.89	180.26	180.63	180.99	181.36	181.72	182.09	182.46	182.82
220	183.19	183.55	183.92	184.28	184.65	185.01	185.38	185.74	186.11	186.47
230	186.84	187.20	187.56	187.93	188.29	188.66	189.02	189.38	189.75	190.11
240	190.47	190.84	191.20	191.56	191.92	192.29	192.65	193.01	193.37	193.74
250	194.10	194.46	194.82	195.18	195.55	195.91	196.27	196.63	196.99	197.35
260	197.71	198.07	198.43	198.79	199.15	199.51	199.87	200.23	200.59	200.95
270	201.31	201.67	202.03	202.39	202.75	203.11	203.47	203.83	204.19	204.55
280	204.90	205.26	205.62	205.98	206.34	206.70	207.05	207.41	207.77	208.13
290	208.48	208.84	209.20	209.56	209.91	210.27	210.63	210.98	211.34	211.70
300	212.05	212.41	212.76	213.12	213.48	213.83	214.19	214.54	214.90	215.25
310	215.61	215.96	216.32	216.67	217.03	217.38	217.74	218.09	218.44	218.80
320	219.15	219.51	219.86	220.21	220.57	220.92	221.27	221.63	221.98	222.33
330	222.68	223.04	223.39	223.74	224.09	224.45	224.80	225.15	225.50	225.85
340	226.21	226.56	226.91	227.26	227.61	227.96	228.31	228.66	229.02	229.37
350	229.72	230.07	230.42	230.77	231.12	231.47	231.82	232.17	232.52	232.87
360	233.21	233.56	233.91	234.26	234.61	234.96	235.31	235.66	236.00	236.35
370	236.70	237.05	237.40	237.74	238.09	238.44	238.79	239.13	239.48	239.83
380	240.18	240.52	240.87	241.22	241.56	241.91	242.26	242.60	242.95	243.29
390	243.64	243.99	244.33	244.68	245.02	245.37	245.71	246.06	246.40	246.75
400	247.09	247.44	247.78	248.13	248.47	248.81	249.16	249.50	249.85	250.19
410	250.53	250.88	251.22	251.56	251.91	252.25	252.59	252.93	253.28	253.62
420	253.96	254.30	254.65	254.99	255.33	255.67	256.01	256.35	256.70	257.04
430	257.38	257.72	258.06	258.40	258.74	259.08	259.42	259.76	260.10	260.44
440	260.78	261.12	261.46	261.80	262.14	262.48	262.82	263.16	263.50	263.84
450	264.18	264.52	264.86	265.20	265.53	265.87	266.21	266.55	266.89	267.22
460	267.56	267.90	268.24	268.57	268.91	269.25	269.59	269.92	270.26	270.60
470	270.93	271.27	271.61	271.94	272.28	272.61	272.95	273.29	273.62	273.96
480	274.29	274.63	274.96	275.30	275.63	275.97	276.30	276.64	276.97	277.31
490	277.64	277.98	278.31	278.64	278.98	279.31	279.64	279.98	280.31	280.64
500	280.98	281.31	281.64	281.98	282.31	282.64	282.97	283.31	283.64	283.97
510	284.30	284.63	284.97	285.30	285.63	285.96	286.29	286.62	286.95	287.29
520	287.62	287.95	288.28	288.61	288.94	289.27	289.60	289.93	290.26	290.59
530	290.92	291.25	291.58	291.91	292.24	292.56	292.89	293.22	293.55	293.88
540	294.21	294.54	294.86	295.19	295.52	295.85	296.18	296.50	296.83	297.16
550	297.49	297.81	298.14	298.47	298.80	299.12	299.45	299.78	300.10	300.43
560	300.75	301.08	301.41	301.73	302.06	302.38	302.71	303.03	303.36	303.69
570	304.01	304.34	304.66	304.98	305.31	305.63	305.96	306.28	306.61	306.93
580	307.25	307.58	307.90	308.23	308.55	308.87	309.20	309.52	309.84	310.16
590	310.49	310.81	311.13	311.45	311.78	312.10	312.42	312.74	313.06	313.39

续表

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
600	313.71	314.03	314.35	314.67	314.99	315.31	315.64	315.96	316.28	316.60
610	316.92	317.24	317.56	317.88	318.20	318.52	318.84	319.16	319.48	319.80
620	320.12	320.43	320.75	321.07	321.39	321.71	322.03	322.35	322.67	322.98
630	323.30	323.62	323.94	324.26	324.57	324.89	325.21	325.53	325.84	326.16
640	326.48	326.79	327.11	327.43	327.74	328.06	328.38	328.69	329.01	329.32
650	329.64	329.96	330.27	330.59	330.90	331.22	331.53	331.85	332.16	332.48
660	332.79	333.11	333.42	333.74	334.05	334.36	334.68	334.99	335.31	335.62
670	335.93	336.25	336.56	336.87	337.18	337.50	337.81	338.12	338.44	338.75
680	339.06	339.37	339.69	340.00	340.31	340.62	340.93	341.24	341.56	341.87
690	342.18	342.49	342.80	343.11	343.42	343.73	344.04	344.35	344.66	344.97
700	345.28	345.59	345.90	346.21	346.52	346.83	347.14	347.45	347.76	348.07
710	348.38	348.69	348.99	349.30	349.61	349.92	350.23	350.54	350.84	351.15
720	351.46	351.77	352.08	352.38	352.69	353.00	353.30	353.61	353.92	354.22
730	354.53	354.84	355.14	355.45	355.76	356.06	356.37	356.67	356.98	357.28
740	357.59	357.90	358.20	358.51	358.81	359.12	359.42	359.72	360.03	360.33
750	360.64	360.94	361.25	361.55	361.85	362.16	362.46	362.76	363.07	363.37
760	363.67	363.98	364.28	364.58	364.89	365.19	365.49	365.79	366.10	366.40
770	366.70	367.00	367.30	367.60	367.91	368.21	368.51	368.81	369.11	369.41
780	369.71	370.01	370.31	370.61	370.91	371.21	371.51	371.81	372.11	372.41
790	372.71	373.01	373.31	373.61	373.91	374.21	374.51	374.81	375.11	375.41
800	375.70	376.00	376.30	376.60	376.90	377.19	377.49	377.79	378.09	378.39
810	378.68	378.98	379.28	379.57	379.87	380.17	380.46	380.76	381.06	381.35
820	381.65	381.95	382.24	382.54	382.83	383.13	383.42	383.72	384.01	384.31
830	384.60	384.90	385.19	385.49	385.78	386.08	386.37	386.67	386.96	387.25
840	387.55	387.84	388.14	388.43	388.72	389.02	389.31	389.60	389.90	390.19
850	390.84									

3.3.3 铂热电阻 Pt10 分度表(ITS—90)(表 3.3.3)

表 3.3.3 铂热电阻 Pt10 分度表(ITS—90)

分度号: Pt10	$R(0^\circ\text{C}) = 10.000\Omega$									
$t, ^\circ\text{C}$	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
	R, Ω									
-200	1.852									
-190	2.283	2.240	2.197	2.154	2.111	2.068	2.025	1.982	1.938	1.895
-180	2.710	2.667	2.624	2.582	2.539	2.497	2.454	2.411	2.368	2.325
-170	3.134	3.091	3.049	3.007	2.964	2.922	2.880	2.837	2.795	2.752
-160	3.554	3.512	3.470	3.428	3.386	3.344	3.302	3.260	3.218	3.176
-150	3.972	3.931	3.889	3.847	3.805	3.764	3.722	3.680	3.638	3.596
-140	4.388	4.346	4.305	4.263	4.222	4.180	4.139	4.097	4.056	4.014
-130	4.800	4.759	4.718	4.677	4.636	4.594	4.553	4.512	4.470	4.429
-120	5.211	5.170	5.129	5.088	5.047	5.006	4.965	4.924	4.883	4.842
-110	5.619	5.579	5.538	5.497	5.456	5.415	5.375	5.334	5.293	5.252
-100	6.026	5.985	5.944	5.904	5.863	5.823	5.782	5.741	5.701	5.660
-90	6.430	6.390	6.349	6.309	6.268	6.228	6.188	6.147	6.107	6.066
-80	6.833	6.792	6.752	6.712	6.672	6.631	6.591	6.551	6.511	6.470
-70	7.233	7.193	7.153	7.113	7.073	7.033	6.993	6.953	6.913	6.873
-60	7.633	7.593	7.553	7.513	7.473	7.433	7.393	7.353	7.313	7.273
-50	8.031	7.991	7.951	7.911	7.872	7.832	7.792	7.752	7.712	7.673
-40	8.427	8.387	8.348	8.308	8.269	8.229	8.189	8.150	8.110	8.070
-30	8.822	8.783	8.743	8.704	8.664	8.625	8.585	8.546	8.506	8.467
-20	9.216	9.177	9.137	9.098	9.059	9.019	8.980	8.940	8.901	8.862
-10	9.609	9.569	9.530	9.491	9.452	9.412	9.373	9.334	9.295	9.255
0	10.000	9.961	9.922	9.883	9.844	9.804	9.765	9.726	9.687	9.648

续表

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
0	10.000	10.039	10.078	10.117	10.156	10.195	10.234	10.273	10.312	10.351
10	10.390	10.429	10.468	10.507	10.546	10.585	10.624	10.663	10.702	10.740
20	10.779	10.818	10.857	10.896	10.935	10.973	11.012	11.051	11.090	11.129
30	11.167	11.206	11.245	11.283	11.322	11.361	11.400	11.438	11.477	11.515
40	11.554	11.593	11.631	11.670	11.708	11.747	11.786	11.824	11.863	11.901
50	11.940	11.978	12.017	12.055	12.094	12.132	12.171	12.209	12.247	12.286
60	12.324	12.363	12.401	12.439	12.478	12.516	12.554	12.593	12.631	12.669
70	12.708	12.746	12.784	12.822	12.861	12.899	12.937	12.975	13.013	13.052
80	13.090	13.128	13.166	13.204	13.242	13.280	13.318	13.357	13.395	13.433
90	13.471	13.509	13.547	13.585	13.623	13.661	13.699	13.737	13.775	13.813
100	13.851	13.888	13.926	13.964	14.002	14.040	14.078	14.116	14.154	14.191
110	14.229	14.267	14.305	14.343	14.380	14.418	14.456	14.494	14.531	14.569
120	14.607	14.644	14.682	14.720	14.757	14.795	14.833	14.870	14.908	14.946
130	14.983	15.021	15.058	15.096	15.133	15.171	15.208	15.246	15.283	15.321
140	15.358	15.396	15.433	15.471	15.508	15.546	15.583	15.620	15.658	15.695
150	15.733	15.770	15.807	15.845	15.882	15.919	15.956	15.994	16.031	16.068
160	16.105	16.143	16.180	16.217	16.254	16.291	16.329	16.366	16.403	16.440
170	16.477	16.514	16.551	16.589	16.626	16.663	16.700	16.737	16.774	16.811
180	16.848	16.885	16.922	16.959	16.996	17.033	17.070	17.107	17.143	17.180
190	17.217	17.254	17.291	17.328	17.365	17.402	17.438	17.475	17.512	17.549
200	17.586	17.622	17.659	17.696	17.733	17.769	17.806	17.843	17.879	17.916
210	17.953	17.989	18.026	18.063	18.099	18.136	18.172	18.209	18.246	18.282
220	18.319	18.355	18.392	18.428	18.465	18.501	18.538	18.574	18.611	18.647
230	18.684	18.720	18.756	18.793	18.829	18.866	18.902	18.938	18.975	19.011
240	19.047	19.084	19.120	19.156	19.192	19.229	19.265	19.301	19.337	19.374
250	19.410	19.446	19.482	19.518	19.555	19.591	19.627	19.663	19.699	19.735
260	19.771	19.807	19.843	19.879	19.915	19.951	19.987	20.023	20.059	20.095
270	20.131	20.167	20.203	20.239	20.275	20.311	20.347	20.383	20.419	20.455
280	20.490	20.526	20.562	20.598	20.634	20.670	20.705	20.741	20.777	20.813
290	20.848	20.884	20.920	20.956	20.991	21.027	21.063	21.098	21.134	21.170
300	21.205	21.241	21.276	21.312	21.348	21.383	21.419	21.454	21.490	21.525
310	21.561	21.596	21.632	21.667	21.703	21.738	21.774	21.809	21.844	21.880
320	21.915	21.951	21.986	22.021	22.057	22.092	22.127	22.163	22.198	22.233
330	22.268	22.304	22.339	22.374	22.409	22.445	22.480	22.515	22.550	22.585
340	22.621	22.656	22.691	22.726	22.761	22.796	22.831	22.866	22.902	22.937
350	22.972	23.007	23.042	23.077	23.112	23.147	23.182	23.217	23.252	23.287
360	23.321	23.356	23.391	23.426	23.461	23.496	23.531	23.566	23.600	23.635
370	23.670	23.705	23.740	23.774	23.809	23.844	23.879	23.913	23.948	23.983
380	24.018	24.052	24.087	24.122	24.156	24.191	24.226	24.260	24.295	24.329
390	24.364	24.399	24.433	24.468	24.502	24.537	24.571	24.606	24.640	24.675
400	24.709	24.744	24.778	24.813	24.847	24.881	24.916	24.950	24.985	25.019
410	25.053	25.088	25.122	25.156	25.191	25.225	25.259	25.293	25.328	25.362
420	25.396	25.430	25.465	25.499	25.533	25.567	25.601	25.635	25.670	25.704
430	25.738	25.772	25.806	25.840	25.874	25.908	25.942	25.976	26.010	26.044
440	26.078	26.112	26.146	26.180	26.214	26.248	26.282	26.316	26.350	26.384
450	26.418	26.452	26.486	26.520	26.553	26.587	26.621	26.655	26.689	26.722
460	26.756	26.790	26.824	26.857	26.891	26.925	26.959	26.992	27.026	27.060
470	27.093	27.127	27.161	27.194	27.228	27.261	27.295	27.329	27.362	27.396
480	27.429	27.463	27.496	27.530	27.563	27.597	27.630	27.664	27.697	27.731
490	27.764	27.798	27.831	27.864	27.898	27.931	27.964	27.998	28.031	28.064
500	28.098	28.131	28.164	28.198	28.231	28.264	28.297	28.331	28.364	28.397
510	28.430	28.463	28.497	28.530	28.563	28.596	28.629	28.662	28.695	28.729
520	28.762	28.795	28.828	28.861	28.894	28.927	28.960	28.993	29.026	29.059
530	29.092	29.125	29.158	29.191	29.224	29.256	29.289	29.322	29.355	29.388
540	29.421	29.454	29.486	29.519	29.552	29.585	29.618	29.650	29.683	29.716

续表

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
550	29.749	29.781	29.814	29.847	29.880	29.912	29.945	29.978	30.010	30.043
560	30.075	30.108	30.141	30.173	30.206	30.238	30.271	30.303	30.336	30.369
570	30.401	30.434	30.466	30.498	30.531	30.563	30.596	30.628	30.661	30.693
580	30.725	30.758	30.790	30.823	30.855	30.887	30.920	30.952	30.984	31.016
590	31.049	31.081	31.113	31.145	31.178	31.210	31.242	31.274	31.306	31.339
600	31.371	31.403	31.435	31.467	31.499	31.531	31.564	31.596	31.628	31.660
610	31.692	31.724	31.756	31.788	31.820	31.852	31.884	31.916	31.948	31.980
620	32.012	32.043	32.075	32.107	32.139	32.171	32.203	32.235	32.267	32.298
630	32.330	32.362	32.394	32.426	32.457	32.489	32.521	32.553	32.584	32.616
640	32.648	32.679	32.711	32.743	32.774	32.806	32.838	32.869	32.901	32.932
650	32.964	32.996	33.027	33.059	33.090	33.122	33.153	33.185	33.216	33.248
660	33.279	33.311	33.342	33.374	33.405	33.436	33.468	33.499	33.531	33.562
670	33.593	33.625	33.656	33.687	33.718	33.750	33.781	33.812	33.844	33.875
680	33.906	33.937	33.969	34.000	34.031	34.062	34.093	34.124	34.156	34.187
690	34.218	34.249	34.280	34.311	34.342	34.373	34.404	34.435	34.466	34.497
700	34.528	34.559	34.590	34.621	34.652	34.683	34.714	34.745	34.776	34.807
710	34.838	34.869	34.899	34.930	34.961	34.992	35.023	35.054	35.084	35.115
720	35.146	35.177	35.208	35.238	35.269	35.300	35.330	35.361	35.392	35.422
730	35.453	35.484	35.514	35.545	35.576	35.606	35.637	35.667	35.698	35.728
740	35.759	35.790	35.820	35.851	35.881	35.912	35.942	35.972	36.003	36.033
750	36.064	36.094	36.125	36.155	36.185	36.216	36.246	36.276	36.307	36.337
760	36.367	36.398	36.428	36.458	36.489	36.519	36.549	36.579	36.610	36.640
770	36.670	36.700	36.730	36.760	36.791	36.821	36.851	36.881	36.911	36.941
780	36.971	37.001	37.031	37.061	37.091	37.121	37.151	37.181	37.211	37.241
790	37.271	37.301	37.331	37.361	37.391	37.421	37.451	37.481	37.511	37.541
800	37.570	37.600	37.630	37.660	37.690	37.719	37.749	37.779	37.809	37.839
810	37.868	37.898	37.928	37.957	37.987	38.017	38.046	38.076	38.106	38.135
820	38.165	38.195	38.224	38.254	38.283	38.313	38.342	38.372	38.401	38.431
830	38.460	38.490	38.519	38.549	38.578	38.608	38.637	38.667	38.696	38.725
840	38.755	38.784	38.814	38.843	38.872	38.902	38.931	38.960	38.990	39.019
850	39.048									

3.3.4 铜热电阻 Cu50 分度表(ITS-90)(表 3.3.4)

表 3.3.4 铜热电阻 Cu50 分度表(ITS-90)

分度号: Cu50	$R(0^\circ\text{C}) = 50.00\Omega$									
$t, ^\circ\text{C}$	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
	R, Ω									
-50	39.242									
-40	41.400	41.184	40.969	40.753	40.537	40.322	40.106	39.890	39.674	39.458
-30	43.555	43.339	43.124	42.909	42.693	42.478	42.262	42.047	41.831	41.616
-20	45.706	45.491	45.276	45.061	44.846	44.631	44.416	44.200	43.985	43.770
-10	47.854	47.639	47.425	47.210	46.995	46.780	46.566	46.351	46.136	45.921
-0	50.000	49.786	49.571	49.356	49.142	48.927	48.713	48.498	48.284	48.069
$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
0	50.000	50.214	50.429	50.643	50.858	51.072	51.286	51.501	51.715	51.929
10	52.144	52.358	52.572	52.786	53.000	53.215	53.429	53.643	53.857	54.071
20	54.285	54.500	54.714	54.928	55.142	55.356	55.570	55.784	55.998	56.212
30	56.426	56.640	56.854	57.068	57.282	57.496	57.710	57.924	58.137	58.351
40	58.565	58.779	58.993	59.207	59.421	59.635	59.848	60.062	60.276	60.490
50	60.704	60.918	61.132	61.345	61.559	61.773	61.987	62.201	62.415	62.628
60	62.842	63.056	63.270	63.484	63.698	63.911	64.125	64.339	64.553	64.767
70	64.981	65.194	65.408	65.622	65.836	66.050	66.264	66.478	66.692	66.906
80	67.120	67.333	67.547	67.761	67.975	68.189	68.403	68.617	68.831	69.045
90	69.259	69.473	69.687	69.901	70.115	70.329	70.544	70.762	70.972	71.186

续表

$t/^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
100	71.400	71.614	71.828	72.042	72.257	72.471	72.685	72.899	73.114	73.328
110	73.542	73.751	73.971	74.185	74.400	74.614	74.828	75.043	75.258	75.472
120	75.686	75.901	76.115	76.330	76.545	76.759	76.974	77.189	77.404	77.618
130	77.833	78.048	78.263	78.477	78.692	78.907	79.122	79.337	79.552	79.767
140	79.982	80.197	80.412	80.627	80.843	81.058	81.273	81.488	81.704	81.919
150	82.134									

3.3.5 铜热电阻 Cu100 分度表(ITS-90)(表 3.3.5)

表 3.3.5 铜热电阻 Cu100 分度表(ITS-90)

分度号: Cu100										$R(0^\circ\text{C})=100.00\Omega$
$t/^\circ\text{C}$	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
	R, Ω									
-50	78.48									
-40	82.80	82.37	81.94	81.51	81.07	80.64	80.21	79.78	79.35	78.92
-30	87.11	86.68	86.25	85.82	85.39	84.96	84.52	84.06	83.66	83.23
-20	91.41	90.98	90.55	90.12	89.69	89.26	88.83	88.40	87.97	87.54
-10	95.71	95.28	94.85	94.42	93.99	93.56	93.13	92.70	92.27	91.84
-0	100.00	99.57	99.14	98.71	98.28	97.85	97.42	97.00	96.57	96.14
$t/^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R, Ω									
0	100.00	100.43	100.86	101.29	101.72	102.14	102.57	103.00	103.42	103.86
10	104.29	104.72	105.14	105.57	106.00	106.43	106.86	107.29	107.72	108.14
20	108.57	109.00	109.43	109.86	110.28	110.71	111.14	111.57	112.00	112.42
30	112.85	113.28	113.71	114.14	114.56	114.99	115.42	115.85	116.27	116.70
40	117.13	117.56	117.99	118.41	118.84	119.27	119.70	120.12	120.55	120.98
50	121.41	121.84	122.26	122.69	123.12	123.55	123.97	124.40	124.83	125.26
60	125.68	126.11	126.54	126.97	127.40	127.82	128.25	128.68	129.11	129.53
70	129.96	130.39	130.82	131.24	131.67	132.10	132.53	132.96	133.38	133.81
80	134.24	134.67	135.09	135.52	135.95	136.38	136.81	137.23	137.66	138.09
90	138.52	138.95	139.37	139.80	140.23	140.66	141.09	141.52	141.94	142.37
100	142.80	143.23	143.66	144.08	144.51	144.94	145.37	145.80	146.23	146.66
110	147.08	147.51	147.94	148.37	148.80	149.23	149.66	150.09	150.52	150.94
120	151.37	151.80	152.23	152.66	153.09	153.52	153.95	154.38	154.81	155.24
130	155.67	156.10	156.52	156.95	157.38	157.81	158.24	158.67	159.10	159.53
140	156.96	160.39	160.82	161.25	161.68	162.12	162.55	162.98	163.41	163.84
150	164.27									

3.4 温度检测元件保护套管材质及适用场合(HG 20507—92《自动化仪表选型规定》)(表 3.4)

表 3.4 温度检测元件保护套管材质及适用场合

材 质	最高使用温度, $^\circ\text{C}$	适 用 场 合	备 注
H62 黄铜合金	350	无腐蚀性介质	有定型产品
10 $^\circ$ 钢、20 $^\circ$ 钢	450	中性及轻度腐蚀性介质	有定型产品
1Cr18Ni9Ti、0Cr18Ni9Ti 不锈钢	800	一般腐蚀性介质及低温场合	有定型产品
新 10 $^\circ$ 钢	70	65% 稀硫酸	
新 2 $^\circ$ 钢	300	氯化氢、65% 硝酸	
1Cr18Ni12Mo2Ti 不锈钢	800	无机酸、有机酸、碱、盐、尿素等	
2Cr13 不锈钢	800	耐高压, 适用于高压蒸气	
12CrMoV 不锈钢	800	耐高压	
Cr25Ti 不锈钢、Cr25Si2 不锈钢	1000	高温钢适用于硝酸、磷酸等腐蚀性介质及腐蚀较强的场合	有定型产品
GH39 不锈钢	1200	耐高温	有定型产品

续表

材 质	最高使用温度,℃	适 用 场 合	备 注
28Cr 铁(高铬铸铁)	1100	耐腐蚀和耐机械磨损,用于硫铁矿焙烧炉	有定型产品
耐高温工业陶瓷及氧化铝	1400~1800	耐高温,但气密性差,不耐压	
莫来石刚玉及纯刚玉	1600	耐高温,气密性耐温度变化性好,并有一定防腐性	
蒙乃尔合金	200	氢氟酸	机械性能差
Ni 镍	200	浓碱(纯碱、烧碱)	
Ti 钛	150	湿氯气、浓硝酸	
Zr 锆、Nb 铌、Ta 钽	120	耐腐蚀性能超过钛、蒙乃尔、哈氏合金	
Pb 铅	常温	10%硝酸、80%硫酸、亚硫酸、磷酸	

3.5 热电偶、热电阻产品型号规格表

目前,我国生产热电偶、热电阻的厂家为数众多,就标准型产品而言,各厂的型号、规格和系列参数大同小异,非标准型产品则差异较大。下面仅以重庆川仪股份有限公司仪表十七厂为例加以介绍(根据该厂提供的资料编写)。

3.5.1 WRG□K 铠装热电偶(日本岗崎结构型,接线盒式)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
WRG□K □□□□□□□□□□□□

1	热电偶品种	K—K 型 N—N 型 E—E 型 J—J 型 T—T 型 S—S 型 R—R 型 B—B 型	5	结构特征	UB—带活络接头式(波纹管密封) W—带整体钻孔保护管式 WH—带铜管保护管式
			6	允差等级	I—0.4 级 II—0.75 级 III—1.5 级 S、R、B 型热偶均为 0.5 级
2	铠装偶对数	1—单支式(可省略) 2—双支式	7	铠装偶外径,mm	E—φ3.0 F—φ4.0 G—φ4.5 H—φ5.0 J—φ6.0 K—φ8.0
3	接线盒型式	2—防溅型 3—防水型 4—隔爆型 5—防水型弹簧压着式(D 型) 7—隔爆型弹簧压着式	8	总长 L	(mm)
4	测量端型式	1—露端型 2—接壳型 3—绝缘型 4—分离式绝缘型	9	套管材质	A—1Cr18Ni9Ti B—CH3030 C—CH3039 D—铂铑 6
5	结构特征	无标记—无附加装置(光杆) S—带补强管式(以上不适用于隔爆型) SB—带补强管(波纹管密封)固定螺栓式 G—带补强管密封螺栓式 N—带管接头式 NH—带管接头式(焊接) NB—带管接头式(波纹管密封) U—带活络接头式 UH—带活络接头式(焊接)	10	插入长度 l	(mm)
			11	螺栓规格(适用 WRG□K-5□S、7□S 型) 保护管外径(适用 WRG□K-□□W、WH 型)	M1—M20×1.5 M2—M27×2 ZG1—ZG1/2" ZG2—ZG3/4" G1—G1/2" G2—G3/4" 12—φ12 16—φ16 20—φ20
			12	防爆标志	BT4—d I BT4 CT4—d I CT4
			13	附加装置	参见铠装热电偶配套标准件

3.5.2 WR□K 铠装热电偶(标准型,接线盒式)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
WR□K □-□□□-□□□□-□-□

1	热电偶品种	N—K 型 M—N 型 E—E 型 F—J 型 C—T 型 P—S 型 Q—R 型 R—B 型	5	测量端型式	4—分离式绝缘型
			6	允差等级	I—0.4 级 II—0.75 级 III—1.5 级
			7	铠装偶外径, mm	C— $\phi 1.5$ D— $\phi 2.0$ E— $\phi 3.0$ F— $\phi 4.0$ G— $\phi 4.5$ H— $\phi 5.0$ J— $\phi 6.0$ K— $\phi 8.0$
			8	总长 L	(mm)
2	铠装偶对数	1—单支式(可省略) 2—双支式	9	套管材质	A—1Cr18Ni9Ti B—CH3030 C—CH3039 D—铂铑 6
3	安装固定装置	1—无固定装置 2—固定卡套螺纹 3—可动卡套螺纹 4—固定卡套法兰 5—可动卡套法兰			
4	接线盒型式	2—防溅型 3—防水型 4—隔爆型 6—插座型			
5	测量端型式	1—露端型 2—接壳型 3—绝缘型			
			10	插入长度 l	(mm)
			11	防爆标志	BT4—d I BT4 CT4—d I CT4
			12	附加装置	参见铠装热电偶配套标准件

3.5.3 铠装热电偶配套标准件

1 2 3 4 5 6
JB × × × -□-□□□-□-□

固定螺纹形和焊接形保护管		JB01A 型—固定螺纹六角形整体钻孔式保护管 JB01D 型—固定螺纹六角形移后形整体钻孔式保护管 JB01F 型—固定螺纹圆柱形整体钻孔式保护管 JB01E 型—焊接形用整体钻孔式保护管 JB03A 型—固定螺纹形钢管式保护管			
固定法兰形保护管		JB02A 型—固定法兰形(螺纹孔配合)整体钻孔式保护管 JB02B 型—固定法兰形(圆柱孔配合)整体钻孔式保护管 JB04B 型—固定法兰形钢管式保护管			
1	外径 D	(mm)(锥形时: D_1/D_2)			
2	内径 d	(mm)(锥形时: d_1/d_2)			
3	保护管材质	A—碳钢 20 B—1Cr18Ni9Ti C—Cr25Ti D—CH3030 E—CH3039 F—H62 Z—上述 A~F 以外材质(按实际牌号标记)			
固定螺纹形和焊接形		固定法兰形			
4	全长 L	(mm)	4	插入长度 l	(mm)
5	保护管外螺纹规格	M1—M20×1.5 G1—ZG1/2" M2—M27×2 G2—ZG3/4" M3—M33×2 G3—ZG1"	5	法兰材质	A—碳钢 20 B—1Cr18Ni9Ti C—Cr25Ti D—CH3030 E—CH3039 F—H62 Z—上述 A~F 以外材质(按实际牌号标记)
6	插入长度 l	(mm)	6	法兰代号	法兰型号及标准代号(按用户要求可提供 JB/T、GB、ANSI、JIS 等标准的法兰)

3.5.4 WR□装配热电偶(标准型)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
WR□□-□□□□-□□□□-□

1	热电偶品种	N—K型 M—N型 E—E型 F—J型 C—T型 P—S型 Q—R型 R—B型 W—WRe3/25型	5	保护管外径,mm	1— $\phi 20$ (S、R、B型热偶为 $\phi 25$ 双层管) 2— $\phi 16$ (高铝管,限于K、N型) 3— $\phi 25$ (高铝管,限于K、N型)			
			6	允差等级		K、N、E、J、T型	S、R型	B型
					I	0.4级	$1+(t-1100) \times 0.003$ 级	—
2	热电偶对数	1—单支式(可省略) 2—双支式	7	测量端型式	X—接壳型 无标记—绝缘型			
					8	总长L	(mm)	
3	安装固定装置	1—无固定装置 2—固定螺纹 3—活动法兰 4—固定法兰 5—直角形活动法兰 6—锥形固定螺纹(1,3,5不适用于隔爆型)(2,4,6对于S、R、B、WRe3/25型无)	9	保护管材质			B—1Cr18Ni9Ti(用于K、N、E、J、T型) A—碳钢20(用于K、N、E、J、T型) C—Cr25Ti(用于K、N、E、J、T型) R—刚玉质(用于S、R、B型) Q—高铝质(用于S、R、B、K、N型) MS—二硫化钼(用于WRe3/25型) SC—碳化硅(用于WRe3/25型)	
					4	接线盒型式	2—防腐型 3—防水型 4—隔爆型	10
5	保护管外径,mm	0— $\phi 16$	11	防爆标志				

3.5.5 WZGPK 铠装铂热电阻(日本岗崎结构型,接线盒式)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
WZGPK □-□□□-□□□□□□□□□□□□

1	铂热电阻元件	1—单支式($\phi 3 \sim \phi 8$) 2—双支式($\phi 5 \sim \phi 8$)	6	分度号	10—Pt10 100—Pt100
2	接线盒型式	2—防腐型 3—防水型 4—隔爆型 5—防水型弹簧压着式 7—隔爆型弹簧压着式	7	允差等级	A—A级允差 $\pm(0.15+0.2\% t)$ B—B级允差 $\pm(0.3+0.5\% t)$
			8	总长L	(mm)
3	测量端型式	3—三线制 4—四线制	9	套管直径	E— $\phi 3.0$ F— $\phi 4.0$ G— $\phi 4.5$ H— $\phi 5.0$ J— $\phi 6.0$ K— $\phi 8.0$
4	结构特征	无标记—无附加装置 S—带补强管式(以上不适用于隔爆型) SB—带补强管(波纹管密封)固定螺栓式 G—带补强管密封螺栓式 N—带管接头式 NH—带管接头式(焊接) NB—带管接头式(波纹管密封) U—带活络接头式 UH—带活络接头式(焊接) UB—带活络接头式(波纹管密封) W—带整体钻孔保护管式 WH—带钢管保护管式	10	插入长度l	(mm)
			11	套管材质	A—1Cr18Ni9Ti
5	使用温度范围	L— $-200 \sim 100^\circ\text{C}$ M— $0 \sim 350^\circ\text{C}$ H— $0 \sim 600^\circ\text{C}$	12	螺栓规格(适用WZGPK-5□S、7□S型)	M1—M20 $\times$ 1.5 M2—M27 $\times$ 2 ZG1—ZG1/2" ZG2—ZG3/4" G1—G1/2" G2—G3/4"
			13	保护管外径(适用WZGPK-□□W、WH)	12— $\phi 12$ 16— $\phi 16$ 20— $\phi 20$
5	使用温度范围		14	隔爆标志	BT4—d I BT4 CT4—d I CT4
			14	附加装置	参见铠装热电阻配套标准件

3.5.6 WZPK 铠装铂热电阻(标准型,接线盒式)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
WZPK □-□□□-□□□□□□□-□-□

1	铂热电阻元件支数	1—单支式($\phi 3 \sim \phi 8$) 2—双支式($\phi 5 \sim \phi 8$)	5	使用温度范围	H—0~+600℃
2	安装固定装置	1—无固定装置 2—固定卡套螺纹 3—可动卡套螺纹 4—固定卡套法兰 5—可动卡套法兰(1,3,5 不适用于隔爆型)	6	分度号	10—Pt10 100—Pt100
			7	允差等级	A—A 级允差: $\pm(0.15+0.2\% t)$ B—B 级允差: $\pm(0.3+0.5\% t)$
			8	总长 L	(mm)
			9	套管直径	E— $\phi 3.0$ F— $\phi 4.0$ G— $\phi 4.5$ H— $\phi 5.0$ J— $\phi 6.0$ K— $\phi 8.0$
3	接线盒型式	2—防腐型 3—防水型 4—隔爆型 5—D 型防水型 6—插座型	10	插入长度 l	(mm)
4	测量端型式	3—三线制 4—四线制	11	套管材质	A—1Cr18Ni9Ti
5	使用温度范围	L—-200~+100℃ M—0~+350℃	12	防爆标志	BT4—d I BT4 CT4—d I CT4
			13	附加装置	参见铠装热电偶配套标准件

3.5.7 WZ□ 铠装热电阻(标准型)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
WZ□ □-□□□-□□□□□□□-□

1	热电阻品种	C—铜热电阻 P—铂热电阻	6	允差等级	B—铂热电阻 B 级允差 $\pm(0.3+0.5\% t)$ C—铜热电阻允差: $\pm(0.3+0.6\% t)$
2	热电阻元件支数	1—单支式(可省略) 2—双支式(不适用于铜热电阻)			
3	安装固定装置	1—无固定装置 2—固定螺纹 3—活动法兰 4—固定法兰 6—锥形固定螺纹(1,3 不适用于隔爆型)	7	测量端型式	2—二线制 3—三线制
			8	分度号	Pt10 Pt100 Cu50 Cu100
			9	总长 L	(mm)
4	接线盒型式	2—防腐型 3—防水型 4—隔爆型	10	保护管材质	B—1Cr18Ni9Ti A—碳钢 20 G—0Cr18Ni12Mo2Ti F—H62(不适用于铂热电阻)
5	保护管外径, mm	0—铂热电阻为 $\phi 16$, 铜热电阻为 $\phi 12$ 1—铂热电阻为 $\phi 12$			
6	允差等级	A—铂热电阻 A 级允差: $\pm(0.15+0.2\% t)$ (不适用于二线制)	11	插入长度 l	(mm)
			12	防爆标志	BT4—d I BT4 CT4—d I CT4

3.5.8 SBWZ(R) 带热电阻、热电偶的一体化温度变送器

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
SBW□□-2□□□□/□□□□-□

1	传感器种类	Z—热电阻 R—热电偶	3	分度号	3—J 型, Pt10 4—T 型, Pt100 5—S 型 6—R 型 7—B 型 8—N 型
2	加工形式	无标记—装配式 K—铠装式			
3	分度号	1—K 型, Cu50 2—E 型, Cu100			
4	现场形式		4	现场形式	5—一体化现场安装隔离型 6—一体化现场安装非隔离型

续表

5	现场显示表种类 (可选项)	M—指针式 S—数字式			0— $\phi 16$ (热偶、铂电阻); $\phi 12$ (铜电阻) 1— $\phi 20$ (K、E、J、T、N型); $\phi 25$ (S、R、B型,非金属管); $\phi 12$ (铂电阻) 2— $\phi 16$ (K、N型,非金属管) D— $\phi 2.0$ E— $\phi 3.0$ F— $\phi 4.0$ G— $\phi 4.5$ H— $\phi 5.0$ J— $\phi 6.0$ K— $\phi 8.0$ (非金属管不适用于隔爆型)
6	安装固定装置	1—无固定装置 2—固定螺纹(铠装式为固定卡套螺纹) 3—活动法兰(铠装式为可动卡套螺纹) 4—固定法兰(铠装式为固定卡套法兰) 5—直角活动法兰(铠装式为可动卡套法兰) 6—锥形固定螺纹(1、3、5不适用于防爆型)	8	保护管及套管外径	
			9	测量端型式	无标记—热电阻测量端型式 3—绝缘型(热电偶)
7	接线盒型式	2—防腐型 3—防水型 4—隔爆型	10	防爆标志	无标记—非防爆型 d—隔爆型;d I BT4 i—本安型;ib I CT5

4. 节流装置、调节阀计算公式及有关数据

4.1 标准节流装置计算公式及有关数据

4.1.1 实用公式(根据 GB/T 2624—93, 摘编)

4.1.1.1 流量计算公式(表 4.1.1.1)

表 4.1.1.1 流量计算公式表

差压单位	流量计算公式	文 字 符 号
mmH ₂ O	$Q=0.01251\alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{h_{20}}{\rho_1}}$ (4-1-1)	ρ_1 ——工作状态下,被测介质密度,kg/m ³ ;
	$M=0.01251\alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho_1 \cdot h_{20}}$ (4-1-2)	Q ——工作状态下,体积流量,m ³ /h;
	$Q=0.01251\alpha\beta^2 \cdot \epsilon \cdot D^2 \sqrt{\frac{h_{20}}{\rho_1}}$ (4-1-3)	M ——工作状态下,质量流量,kg/h;
	$M=0.01251\alpha\beta^2 \cdot \epsilon \cdot D^2 \sqrt{\rho_1 \cdot h_{20}}$ (4-1-4)	d ——工作温度下,节流件开孔直径,mm;
kPa	$Q=0.12632723\alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_1}}$ (4-1-5)	D ——工作温度下,管道内径,mm;
	$M=0.12632723\alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho_1 \cdot \Delta p}$ (4-1-6)	$\beta = \frac{d}{D}$ ——工作温度下,节流件开孔比;
	$Q=0.12632723\alpha\beta^2 \cdot \epsilon \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_1}}$ (4-1-7)	ϵ ——流束膨胀系数,对于液体 $\epsilon=1$;
	$M=0.12632723\alpha\beta^2 \cdot \epsilon \cdot D^2 \sqrt{\rho_1 \cdot \Delta p}$ (4-1-8)	α ——流量系数,对于角接取压标准孔板和标准喷嘴: $\alpha = \alpha_0 \times r_{Re}$;
		h_{20} ——20℃时,用水柱表示的差压上限,mmH ₂ O;
		Δp ——差压上限,kPa。

4.1.1.2 流量系数 α 计算公式(表 4.1.1.2)

表 4.1.1.2 流量系数 α 计算公式表

取压方法	标准孔板 α 计算公式
角接取压法	$\alpha = \alpha_0 \times r_{Re}$ $\alpha_0 = 0.5960513 + 0.5213088\beta^4 + 0.006722261A - 1.766438\beta^8 + 0.0469144\beta^4 A - 0.004375047A^2 + 8.88210\beta^{12} + 0.4540664\beta^8 A + 0.2195073\beta^4 A^2 - 19.97926\beta^{16} - 1.031439\beta^{12} A - 0.747840\beta^8 A^2 + 17.26484\beta^{20} + 1.590157\beta^{16} A + 0.6168231\beta^{12} A^2$ (4-2-1) 式中 $A = (10^4 / Re_D)^{0.8}$ 。 适用范围: $2 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$; 全部 β 值 $r_{Re} = (r_0 - 1) \left(\frac{\log_{10} Re_D}{6} \right)^2 + 1$ 当 $Re_D \geq 10^6$ 时, 令 $r_{Re} = r_0$
法兰取压法	$\alpha = \alpha' \left(1 + \frac{\beta A}{Re_D} \right)$ 式中 $\alpha' = \alpha_c \left(\frac{10^6 d}{10^6 d + 381A} \right)$ $\alpha_c = 0.5993 + \frac{0.1778}{D} + \left(0.364 + \frac{0.3830}{\sqrt{D}} \right) \beta^4 + 0.4 \left(1.6 - \frac{25.40}{D} \right)^5 \left[\left(0.07 + \frac{12.70}{D} \right) - \beta \right]^{5/2} - \left(0.009 + \frac{0.8636}{D} \right) (0.5 - \beta)^{3/2} + \left(\frac{41935}{D^2} + 3 \right) (\beta - 0.7)^{5/2}$ (4-2-2) $A = 0.03937d \left(830 - 5000\beta + 9000\beta^2 - 4200\beta^3 + \frac{2671}{\sqrt{D}} \right)$ 在上式中出现负数项时,则该项为零。

续表

取压方法	标准孔板 α 计算公式
法兰取压法 小孔板 ($D < 50\text{mm}$)	$\alpha = 0.5980 + 0.468(\beta^4 + 10\beta^{12}) + (0.00087 + 0.0081\beta^4)\lambda \quad (4-2-3)$ 式中 $\lambda = 1000 / \sqrt{Re_D}$ 适用范围: $25.40\text{mm} \leq D \leq 37.5\text{mm}$ $= 1000 / \sqrt{\beta Re_d}$ $0.15 < \beta < 0.7$ $Re_D > 1000$
角接取压法 小孔板 ($D < 50\text{mm}$)	$\alpha = \left[0.5991 + \frac{0.0044 \times 25.40}{D} + \left(0.3155 + \frac{0.0175 \times 25.40}{D} \right) (\beta^4 + 2\beta^{16}) \right] +$ $\left[\frac{0.00052 \times 25.40}{D} - 0.000192 + \left(0.01648 - \frac{0.00116 \times 25.40}{D} \right) (\beta^4 + 4\beta^{16}) \right] \lambda \quad (4-2-4)$ 式中 $\lambda = 1000 / \sqrt{Re_D}$ 适用范围: $12.5\text{mm} \leq D \leq 37.5\text{mm}$ $= 1000 / \sqrt{\beta Re_d}$ $0.1 < \beta < 0.8$ $Re_D > 1000$
取压方法	标准喷嘴 α 计算公式
角接取压法	$\alpha = \alpha_0 \times r_{Re}$ $\alpha_0 = 1.108812 - 0.003161310y + 0.01748727y^2 - 0.02230035y^3 + 0.5747221x + 0.2942948xy +$ $1.199114xy^2 - 1.854423xy^3 + 1.278744x^2 + 1.404627x^2y - 2.151058x^2y^2 + 2.432073x^2y^3 +$ $2.380641x^3 - 0.1859924x^3y - 15.92588x^3y^2 + 28.57551x^3y^3 + 2.522032x^4 - 4.564954x^4y -$ $12.58275x^4y^2 + 30.93130x^4y^3 \quad (4-2-5)$ 式中: $x = \beta^2 - 0.5545$; $y = \frac{10^4}{Re_D}$ 适用范围: $0.04 \leq \beta^4 \leq 0.41$; $2 \times 10^4 \leq Re_D \leq 2 \times 10^6$ $r_{Re} = (r_0 - 1) \left(\frac{\log_{10} Re_D}{5.5} \right)^2 + 1$ 当 $Re_D \geq 3.2 \times 10^5$ 时, 令 $r_{Re} = r_0$

注: α ——接管流量系数; r_{Re} ——管道粗糙度修正系数; α_0 ——光滑流量系数; r_0 值——查表 4.1.5-1 和表 4.1.5-2。4.1.1.3 流束膨胀系数 ϵ 计算公式 (表 4.1.1.3)表 4.1.1.3 流束膨胀系数 ϵ 计算公式表

取压方法	标准孔板 ϵ 计算公式	取压方法	标准喷嘴 ϵ 计算公式
角接取压法	$\epsilon = 1 - (0.3707 + 0.3184\beta^4) \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\chi}} \right]^{0.935} \quad (4-3-1)$ 适用范围 $\frac{p_2}{p_1} \geq 0.75$	角接取压法	$\epsilon = \left[\left(1 - \frac{\Delta p}{p_1} \right)^{2/\chi} \left(\frac{\chi}{\chi - 1} \right) \left(\frac{1 - \left(1 - \frac{\Delta p}{p_1} \right)^{\frac{\chi-1}{\chi}}}{\frac{\Delta p}{p_1}} \right) \times \right. \\ \left. \left(\frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^4 \left(1 - \frac{\Delta p}{p_1} \right)^{2/\chi}} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4-3-3)$ 适用范围 $\frac{p_2}{p_1} \geq 0.75$
法兰取压法	$\epsilon = 1 - (0.41 + 0.35\beta^4) \frac{\Delta p}{p_1} \frac{1}{\chi} \quad (4-3-2)$ 适用范围 $\frac{p_2}{p_1} \geq 0.75$		

注: χ ——工作状态下, 气体或水蒸气的等熵指数, 可查阅本手册“常用物化数据和资料”部分。4.1.1.4 雷诺数 Re_D 计算公式 (表 4.1.1.4)表 4.1.1.4 雷诺数 Re_D 计算公式表

雷诺数 Re_D 计算公式	粘度单位	雷诺数 Re_D 计算公式	粘度单位
$Re_D = 36 \times 10^{-3} \frac{M}{D \cdot \eta} \quad (4-4-1)$	η : $\text{kg} \cdot \text{s} / \text{m}^2$	$Re_D = 354 \times 10^{-3} \frac{Q}{D \cdot \nu} \quad (4-4-4)$	ν : m^2 / s
$Re_D = 354 \frac{M}{D \cdot \eta} \quad (4-4-2)$	η : cP	$Re_D = 354 \times 10^3 \frac{Q}{D \cdot \nu} \quad (4-4-5)$	ν : cSt
$Re_D = 354 \times 10^{-3} \frac{M}{D \cdot \eta} \quad (4-4-3)$	η : $\text{kg} / \text{m} \cdot \text{s}$		

注: η ——工作状态下, 被测流体的动力粘度。 ν ——工作状态下, 被测流体的运动粘度。最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值见表 4.1.4-1 至表 4.1.4-3。 η 值可查阅本手册“常用物化数据和资料”部分; ν 值可由 η 值计算得出, 见本手册“常用计量单位及其换算”部分。

4.1.1.5 工作温度下管道内径 D 和节流件开孔直径 d 计算公式

$$D = D_{20} [1 + \Lambda_D (t - 20)] \quad (4-5-1)$$

$$d = d_{20} [1 + \Lambda_d (t - 20)] \quad (4-5-2)$$

式中 D ——工作温度下管道内径, mm;

D_{20} ——20℃下管道内径, mm;

Λ_D ——管道材质的线膨胀系数 (查表 4.1.6);

t ——工作温度, ℃;

d ——工作温度下节流件开孔直径, mm;

d_{20} ——20℃下节流件开孔直径, mm;

Λ_d ——节流件材质的线膨胀系数 (查表 4.1.6)。

4.1.1.6 差压计算公式

$$\Delta p_{\text{com}} = \left(\frac{Q_{\text{com}}}{Q_{\text{max}}} \right)^2 \cdot \Delta p_{\text{max}} \quad (4-6-1)$$

$$\Delta p_{\text{com}} = \left(\frac{M_{\text{com}}}{M_{\text{max}}} \right)^2 \cdot \Delta p_{\text{max}} \quad (4-6-2)$$

式中 Δp_{com} ——常用差压, kPa;

Δp_{max} ——最大差压, kPa;

Q_{com} ——工作状态下常用体积流量, m³/h;

Q_{max} ——工作状态下最大体积流量, m³/h;

M_{com} ——工作状态下常用质量流量, kg/h;

M_{max} ——工作状态下最大质量流量, kg/h。

4.1.1.7 压力损失 δ_p 近似计算公式

$$\delta_p \approx \frac{1 - \alpha \beta^2}{1 + \alpha \beta^2} \cdot \Delta p_{\text{max}} \quad (4-7-1)$$

式中 δ_p ——节流件的压力损失, kPa;

Δp_{max} ——最大差压, kPa。

4.1.1.8 工作状态下干气体的密度计算公式

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{p_1 T_0}{p_0 T_1 Z} \quad (4-8-1)$$

式中 ρ_1 ——工作状态下干气体的密度, kg/m³;

ρ_0 ——标准状态 (273K, 1.013×10⁵Pa) 下干气体的密度, kg/m³;

p_1 ——工作状态下被测气体的绝对压力, kPa;

p_0 ——标准大气压, 等于 101.325kPa;

T_1 ——工作状态下被测气体的绝对温度, K;

T_0 ——绝对温度, 等于 273.15K;

Z ——工作状态下, 气体的压缩系数 (可查阅本手册“常用物化数据和资料”部分)。

4.1.2 计算任务及已知条件

计算任务一般有两种:

第一种: 设计计算新节流装置;

第二种: 节流装置已有, 根据新的工艺条件计算差压变送器的压差上限。

任务 1

已知条件: 最小流量 Q_{min} , M_{min} ; 正常流量 Q_{com} , M_{com} ; 最大流量 Q_{max} , M_{max} ; 流量标尺上限 Q , M ; 工作状态下流体密度 ρ_1 ; 标准状态下流体密度 ρ_0 ; 工作压力 p_1 ; 工作温度 T_1 ; 工作状态下流体粘度 η , ν ; 流体状态为气态、液态; 管道内径 D_{20} ; 管道热膨胀系数 Λ_D ; 管道平均粗糙度 K ; 节流件的热膨胀系数 Λ_d ; 气体的压缩系数 Z ; 气体的等熵指数 κ 。

计算: Δp , α , β , ϵ , r_{Re} , d_{20} 。

任务 2

已知条件: 同任务 1, 另外已知 d_{20} 。

计算: α , β , ϵ , r_{Re} , Δp 。

计算程序框图见图 4.1.3。

4.1.3 计算程序简单框图 (供参考) (图 4.1.3)

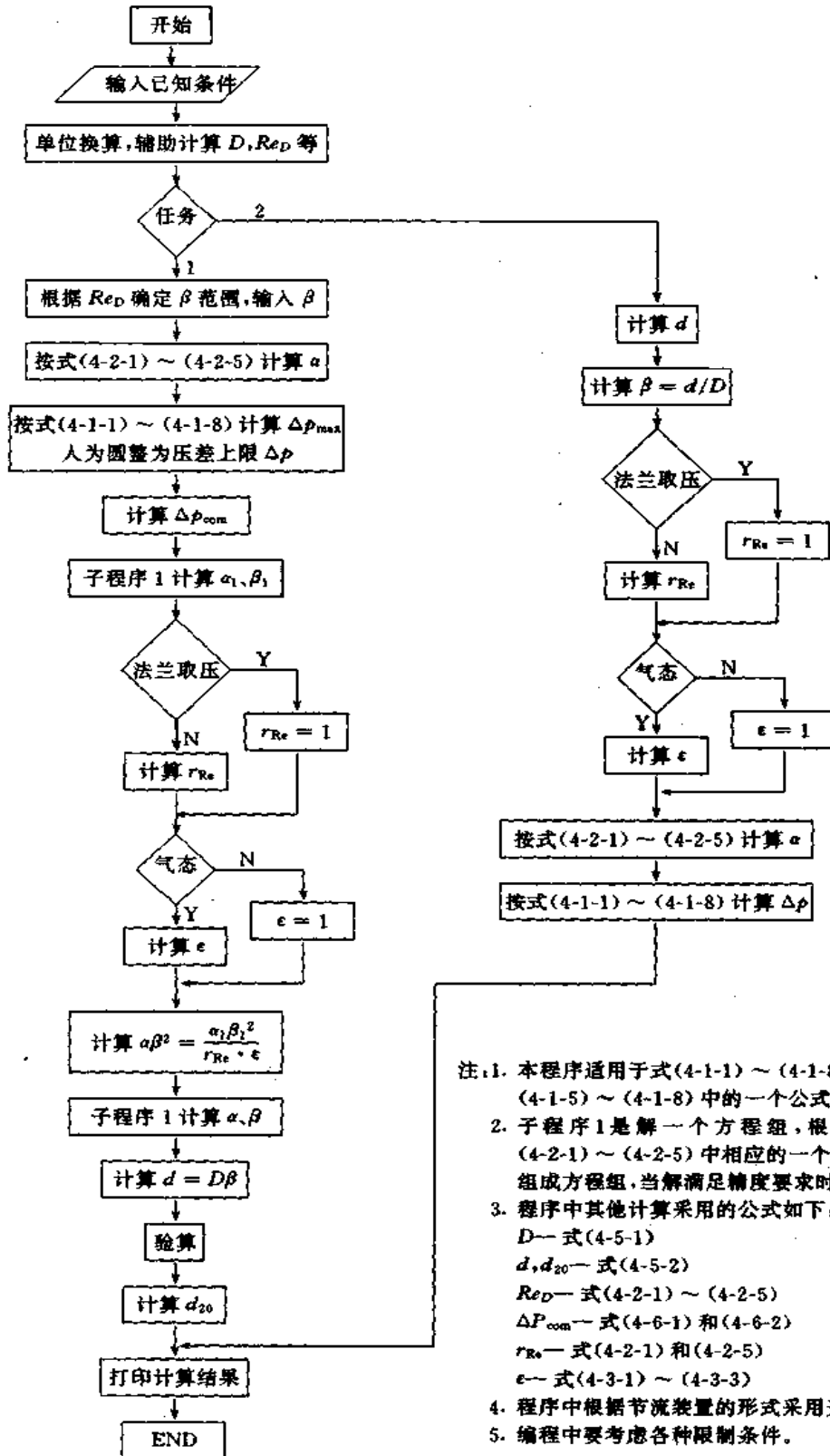


图 4.1.3 计算程序框图

4.1.4 最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值表 (GB/T 2624—93) (表 4.1.4-1 至表 4.1.4-3)表 4.1.4-1 角接取压标准孔板适用的最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值表

β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}
0.220	5.00×10^3	0.375	2.00×10^4	0.525	3.75×10^4	0.675	9.21×10^4
0.250	8.00×10^3	0.400	2.00×10^4	0.550	4.27×10^4	0.700	9.48×10^4
0.275	9.00×10^3	0.425	2.13×10^4	0.575	4.85×10^4	0.725	1.11×10^5
0.300	1.30×10^4	0.450	2.49×10^4	0.600	5.51×10^4	0.750	1.32×10^5
0.325	1.70×10^4	0.475	2.87×10^4	0.625	6.27×10^4	0.775	1.59×10^5
0.350	1.90×10^4	0.500	3.29×10^4	0.650	7.16×10^4	0.800	1.98×10^5

表 4.1.4-2 法兰取压标准孔板适用的最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值表

β	D, mm Re_{Dmin}	50	75	100	150	200	250	375	750
0.100		8×10^3	1.2×10^4	1.6×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.150		8×10^3	1.2×10^4	1.6×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.200		8×10^3	1.2×10^4	1.6×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.250		8.38×10^3	1.2×10^4	1.6×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.300		1.07×10^4	1.33×10^4	1.6×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.350		1.37×10^4	1.68×10^4	1.95×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	4.0×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.400		1.79×10^4	2.19×10^4	2.53×10^4	3.10×10^4	4.0×10^4	4.01×10^4	6.0×10^4	1.2×10^5
0.450		2.37×10^4	2.94×10^4	3.43×10^4	4.26×10^4	5.0×10^4	5.63×10^4	7.5×10^4	1.5×10^5
0.500		3.19×10^4	4.02×10^4	4.75×10^4	6.04×10^4	7.5×10^4	8.25×10^4	1.07×10^5	2.0×10^5
0.550		4.29×10^4	5.51×10^4	6.61×10^4	8.91×10^4	1.04×10^5	1.22×10^5	1.62×10^5	2.69×10^5
0.600		5.74×10^4	7.50×10^4	9.12×10^4	1.21×10^5	1.49×10^5	1.76×10^5	2.39×10^5	4.14×10^5
0.625		6.60×10^4	8.70×10^4	1.06×10^5	1.43×10^5	1.77×10^5	2.10×10^5	2.88×10^5	5.06×10^5
0.650		7.66×10^4	1.00×10^5	1.24×10^5	1.67×10^5	2.08×10^5	2.45×10^5	3.23×10^5	6.10×10^5
0.675		8.62×10^4	1.15×10^5	1.43×10^5	1.94×10^5	2.43×10^5	2.91×10^5	4.05×10^5	7.28×10^5
0.700		9.18×10^4	1.32×10^5	1.64×10^5	2.23×10^5	2.82×10^5	3.38×10^5	4.74×10^5	8.60×10^5
0.725		1.10×10^5	1.50×10^5	1.87×10^5	2.57×10^5	3.25×10^5	3.90×10^5	5.50×10^5	9.75×10^5
0.750		1.24×10^5	1.69×10^5	2.11×10^5	2.93×10^5	3.71×10^5	4.47×10^5	6.32×10^5	9.75×10^5

表 4.1.4-3 角接取压标准喷嘴适用的最小雷诺数 Re_{Dmin} 推荐值表

β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}	β	Re_{Dmin}
0.320	4.05×10^4	0.450	4.40×10^4	0.575	5.69×10^4	0.700	3.42×10^4
0.350	3.93×10^4	0.475	4.66×10^4	0.600	5.78×10^4	0.725	2.00×10^4
0.375	3.95×10^4	0.500	4.94×10^4	0.625	5.69×10^4	0.750	2.00×10^4
0.400	4.04×10^4	0.525	5.22×10^4	0.650	5.35×10^4	0.775	2.97×10^4
0.425	4.19×10^4	0.550	5.49×10^4	0.675	4.66×10^4	0.800	5.19×10^4

4.1.5 标准节流装置的 r_0 值和管道内壁粗糙度 K 值表 (GB/T 2624—93)

在式(4-2-1)和(4-2-5)中,管道粗糙度修正系数 r_R 的计算要用到 r_0 值。 r_0 与 β 和 D/K 有关, r_0 值见表 4.1.5-1 和表 4.1.5-2, 管道内壁粗糙度 K 值见表 4.1.5-3。

表 4.1.5-1 标准孔板的 r_0 值

β^2	D/K r_0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	≥ 3400
0.1		1.002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.2		1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.3		1.006	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.4		1.009	1.006	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000	1.000
0.5		1.014	1.009	1.006	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000	1.000
0.6		1.020	1.013	1.009	1.006	1.003	1.002	1.000	1.000	1.000
0.64		1.024	1.016	1.011	1.007	1.004	1.002	1.002	1.000	1.000

表 4.1.5-2 标准喷嘴的 r_0 值

β° \ D/K r_0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	≥ 3200
0.30	1.002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.40	1.003	1.002	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.50	1.008	1.005	1.003	1.002	1.000	1.000	1.000	1.000
0.60	1.014	1.009	1.006	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000
0.65	1.016	1.012	1.009	1.007	1.005	1.003	1.002	1.000

表 4.1.5-3 各种常用材质的管道内壁绝对平均粗糙度 K 值

材 质	状 况	K, mm	材 质	状 况	K, mm
黄铜、铜、铝、塑料、玻璃	光滑、无沉积物的管子	< 0.03	钢	新纵缝焊接管	0.05~0.10
钢	新冷拔无缝钢管	< 0.03		新螺旋焊接管	0.10
	新热轧无缝钢管	< 0.03		轻微锈蚀钢管	0.10~0.20
	新轧制无缝钢管	0.05~0.10		锈蚀钢管	0.20~0.30
				有长硬皮的钢管	0.50~2

4.1.6 节流件和管道的线膨胀系数 λ 值表(GB/T 2624—93)(表 4.1.6)表 4.1.6 节流件和管道常用材质的线膨胀系数 $\lambda \times 10^6, \text{mm}/(\text{mm} \cdot ^\circ\text{C})$

$\lambda \times 10^6$ \ 温度范围 $t, ^\circ\text{C}$	-100~0	20~100	20~200	20~300	20~400	20~500	20~600	20~700	20~800	20~900	20~1000
材质											
15 号钢、A3 钢	10.6	11.75	12.41	13.45	13.60	13.85	13.90				
A3F、B3 钢	—	11.5									
10 号钢	—	11.60	12.60		13.00		14.60				
20 号钢	—	11.16	12.12	12.78	13.38	13.93	14.38	14.81	12.93	12.48	13.16
45 号钢	10.6	11.59	12.32	13.09	13.71	14.18	14.67	15.08	12.50	13.56	14.40
1Cr13、2Cr13	—	10.50	11.00	11.50	12.00	12.00					
Cr17	10.05	10.00	10.00	10.50	10.50	11.00					
12Cr1MoV	—	9.80~ 10.63	11.30~ 12.35	12.30~ 13.35	13.00~ 13.60	12.84~ 14.15	13.80~ 14.60	14.20~ 14.86			
10CrMo910	—	12.50	13.60	13.60	14.00	14.40	14.70				
Cr6SiMo	—	11.50	12.00		12.50		13.00		13.50		
X20CrMoWV ₁₂₁ 和 X20CrMoV ₁₂₁	—	10.80	11.20	11.60	11.90	12.10	12.30				
1Cr18Ni9Ti	16.2	16.60	17.00	17.20	17.50	17.90	18.20	18.60			
普通碳钢	—	10.60~ 12.20	11.30~ 13.00	12.10~ 13.50	12.90~ 13.90		13.50~ 14.30	14.70~ 15.00			
工业用铜	—	16.60~ 17.10	17.10~ 17.20	17.60	18.00~ 18.10		18.60				
红铜	—	17.20	17.50	17.90							
黄铜	16.0	17.80	18.80	20.90							
12Cr3MoVSitB ^①	—	10.31	11.46	11.92	12.42	13.14	13.31	13.54			
12CrMo ^①	—	11.20	12.50	12.70	12.90	13.20	13.50	13.80			
$\lambda \times 10^6$ \ 温度范围 $t, ^\circ\text{C}$											
材质											
Cr5Mo ^②		12.30	12.50	12.70	12.80	13.00	13.10				

①采用该列数据时,工作温度下的管道内径或节流件开孔直径,应采用下式计算:

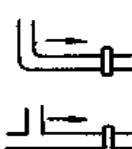
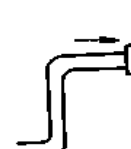
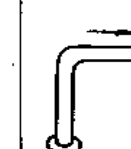
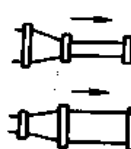
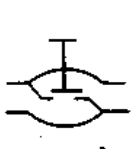
$$D = D_{20}[1 + \lambda_D(t - 25)]; d = d_{20}[1 + \lambda_d(t - 25)]$$

②采用该列数据时,工作温度下的管道内径或节流件开孔直径,应采用下式计算:

$$D = D_{20}[1 + \lambda_D(t - 0)]; d = d_{20}[1 + \lambda_d(t - 0)]$$

4.1.7 节流件上、下游侧的最小直管段长度图表(GB/T 2624—93)(表 4.1.7)

表 4.1.7 节流件上、下游侧的最小直管段长度

β	节流件上游侧局部阻力件形式和最小直管段长度 l_1						节流件下游侧最小直管段长度 l_2 (左面所有的局部阻力件形式)
							
	一个 90° 弯头或只有一个支管流动的三通	在同一平面内有多个 90° 弯头	空间弯头(在不同平面内有多个 90° 弯头)	异径管(大变小, $2D \rightarrow D$, 长度 $\geq 3D$; 小变大 $\frac{1}{2}D \rightarrow D$, 长度 $\geq 1\frac{1}{2}D$)	全开截止阀	全开闸阀	
1	2	3	4	5	6	7	8
≤ 0.20	10(6)	14(7)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	4(2)
0.25	10(6)	14(7)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	4(2)
0.30	10(6)	16(8)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	5(2.5)
0.35	12(6)	16(8)	36(18)	16(8)	18(9)	12(6)	5(2.5)
0.40	14(7)	18(9)	36(18)	16(8)	20(10)	12(6)	6(3)
0.45	14(7)	18(9)	38(19)	18(9)	20(10)	12(6)	6(3)
0.50	14(7)	20(10)	40(20)	20(10)	22(11)	12(6)	6(3)
0.55	16(8)	22(11)	44(22)	20(10)	24(12)	14(7)	6(3)
0.60	18(9)	26(13)	48(24)	22(11)	26(13)	14(7)	7(3.5)
0.65	22(11)	32(16)	54(27)	24(12)	28(14)	16(8)	7(3.5)
0.70	28(14)	36(18)	62(31)	26(13)	32(16)	20(10)	7(3.5)
0.75	36(18)	42(21)	70(35)	28(14)	36(18)	24(12)	8(4)
0.80	46(23)	50(25)	80(40)	30(15)	44(22)	30(15)	8(4)

注: 1. 本表适用于本标准规定的各种节流件。

2. 本表所列数字为管道内径“ D ”的倍数。

3. 本表括号外的数字为“附加极限相对误差为零”的数值; 括号内的数字为“附加极限相对误差为 $\pm 0.5\%$ ”的数值。

加装导流器后直管段可缩短。导流器的结构形式如图 4.1.7-1 和图 4.1.7-2 所示。管式和网格式导流器的流通孔必须上下左右对称分布, 相邻流通孔之间最大中心距不得超过管道内径的四分之一。导流器的全长至少为相邻流通孔中心距的 8 倍。

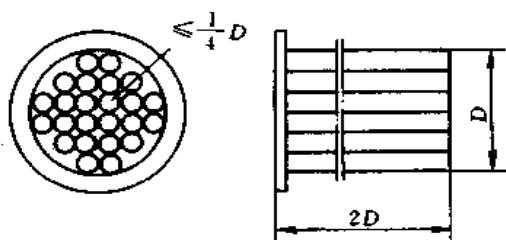


图 4.1.7-1 管式导流器示意图

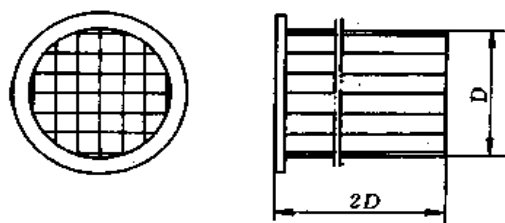


图 4.1.7-2 网格式导流器示意图

上述导流器的压力损失相当于直径为 D 的 $20D$ 长直管阻力损失。加装上述导流器后所需要最小直管段长度如图 4.1.7-3 所示。采用图 4.1.7-3 所示最小直管段长度时, 应对流量系数的基本误差几何相加 $\pm 0.5\%$ 的附加误差。

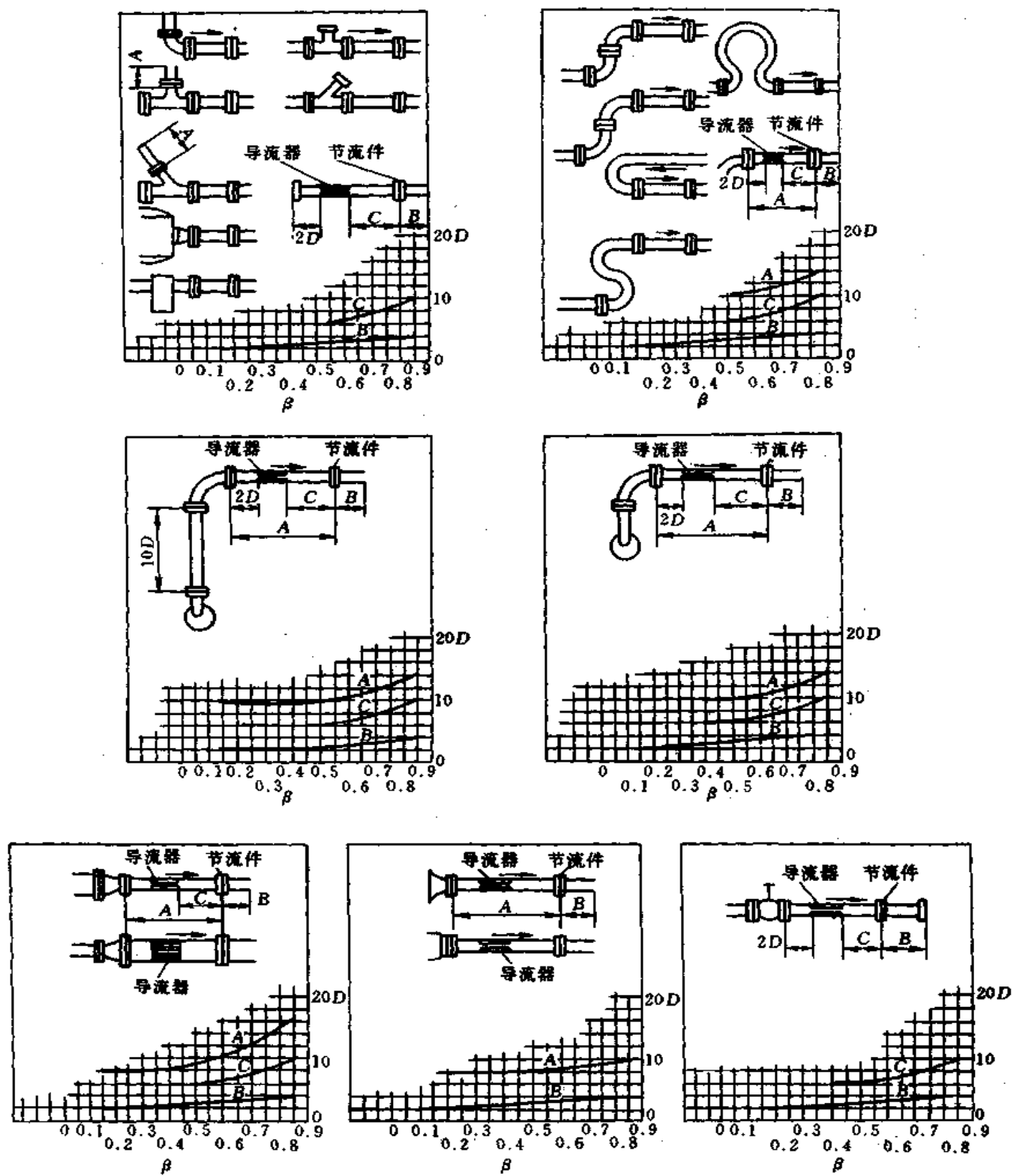


图 4.1.7-3 加装导流器后最小直管段长度图

4.1.8 其他流量仪表对上、下游侧最小直管段长度的要求 (HG 20507—92《自动化仪表选型规定》)(表 4.1.8)

表 4.1.8 其他流量仪表对上、下游侧最小直管段长度的要求

流量仪表名称	上游侧最小直管段长度	下游侧最小直管段长度
靶式流量计	15~40D	5D
涡轮流量计	20D	5D
旋涡流量计	15~40D, 加整流器时不小于 10D	5D
水表	8D	5D
电磁流量计	5~10D	3~5D 或无要求
锥形均速管流量计	6~24D	3~4D

注: D——管道内径。

4.2 调节阀流量系数计算公式和选型数据

4.2.1 流量系数计算公式

表示调节阀流量系数的符号有 C 、 C_v 、 K_v 等, 它们运算单位不同, 也有不同定义。

C ——工程单位制 (MKS 制) 的流量系数, 在我国长期使用。其定义为: 温度 $5\sim 40^\circ\text{C}$ 的水, 在 1kgf/cm^2 (0.1MPa) 压降下, 1 小时内流过调节阀的立方米数。

C_v ——英制单位的流量系数, 其定义为: 温度 60°F (15.6°C) 的水, 在 1lb/in^2 (7kPa) 压降下, 每分钟流过调节阀的美加仑数。

K_v ——国际单位制 (SI 制) 的流量系数, 其定义为: 温度 $5\sim 40^\circ\text{C}$ 的水, 在 10^5Pa 压降下, 每小时流过调节阀的立方米数。

注: 1. C 、 C_v 、 K_v 之间的关系为:

$$C_v = 1.17C$$

$$K_v = 1.01C$$

2. 国内调节阀流量系数将由 C 系列变为 K_v 系列。

3. 在 IEC 出版物 534-2-1 至 3 等标准中, 符号 C 是作为各种运算单位的流量系数的通用符号, 不同运算单位计算出的流量系数, 用公式中的数字常数 N_1 来区别。因此, 不应把 IEC 推荐公式中的符号 C , 与我国长期使用的 C 值相混淆。

4. 美国 Fisher 公司还用 C_g 和 C_s 分别表示气体和蒸汽的流量系数。

4.2.1.1 K_v 值计算公式 (选自《调节阀口径计算指南》)

(1) 不可压缩流体 (液体) (表 4.2.1.1-1)

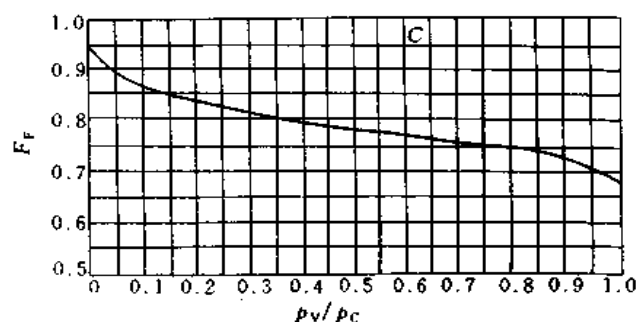
表 4.2.1.1-1 K_v 值计算公式与判别式 (液体)

流动工况	非阻塞流	阻塞流
判别式	$\Delta p < F_L^2 (\rho_1 - F_F \rho_v)$	$\Delta p \geq F_L^2 (\rho_1 - F_F \rho_v)$
计算公式	$K_v = 0.01 Q_L \sqrt{\frac{\rho_L}{p_1 - p_2}}$ $\text{或 } K_v = \frac{0.01 W_L}{\sqrt{\rho_L (p_1 - p_2)}}$	$K_v = 0.01 Q_L \sqrt{\frac{\rho_L}{F_L^2 (\rho_1 - F_F \rho_v)}}$ $\text{或 } K_v = \frac{0.01 W_L}{\sqrt{\rho_L F_L^2 (\rho_1 - F_F \rho_v)}}$
备 注	$F_F = 0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L}}$ 或查图 4.2.1.1-1	

低雷诺数修正: 流经调节阀流体雷诺数 Re , 小于 10^4 时, 其流量系数 K_v 需要用雷诺数修正系数修正, 修正后的流量系数为:

$$K_v = \frac{K_v}{F_R}$$

在求得雷诺数 Re 值后可查图 4.2.1.1-2 得 F_R 值。

图 4.2.1.1-1 $F_F \sim p_v/p_c$ 关系曲线

计算调节阀雷诺数 Re_v 公式如下:

对于只有一个流路的调节阀, 如单座阀、套筒阀、球阀等:

$$Re_v = \frac{70700 Q_L}{\nu \sqrt{F_L K_v}}$$

对于有二个平行流路的调节阀, 如双座阀、蝶阀、偏心旋转阀等:

$$Re_v = \frac{49490 Q_L}{\nu \sqrt{F_L K_v}}$$

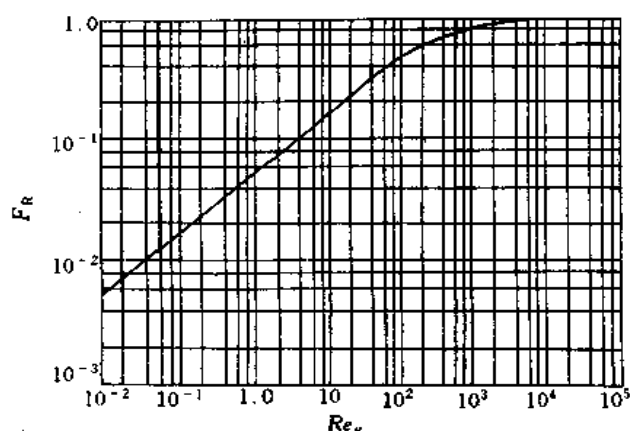
文字符号说明:

- p_1 ——阀入口取压点测得的绝对压力, MPa;
- p_2 ——阀出口取压点测得的绝对压力, MPa;
- Δp ——阀入口和出口间的压差, 即 $(p_1 - p_2)$, MPa;
- p_v ——阀入口温度饱和蒸汽压 (绝压), MPa;
- p_c ——热力学临界压力 (绝压), MPa;
- F_F ——液体临界压力比系数;
- F_L ——液体压力恢复系数;
- F_R ——雷诺数系数;
- ρ_L ——液体密度, kg/m^3 ;
- Q_L ——液体体积流量, m^3/h ;
- W_L ——液体质量流量, kg/h ;
- ν ——运动粘度, $10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ 。

(2) 可压缩流体 (气体、蒸汽) (表 4.2.1.1-2)

表 4.2.1.1-2 K_v 值计算公式与判别式 (气体、蒸汽)

流动工况	非阻塞流	阻塞流
判别式	$X < \frac{K}{1.4} X_T$	$X \geq \frac{K}{1.4} X_T$
计算公式	$K_v = \frac{Q_g}{24600 p_1 F_g f(X, K) \sqrt{\frac{M T_1 Z}{X}}} \text{ 或 } K_v = \frac{Q_g}{5190 p_1 F_g f(X, K) \sqrt{\frac{T_1 \rho_n Z}{X}}}$ $\text{或 } K_v = \frac{W_g}{1100 p_1 F_g f(X, K) \sqrt{\frac{T_1 Z}{X M}}} \text{ 或 } K_v = \frac{W_g}{100 F_g f(X, K) \sqrt{\frac{1}{X p_1 \rho_1}}}$	
备 注	(1) $f(X, K) = 1.47 - 0.66 \frac{X}{K X_T}$ 为通用式, $F_g = 0.69$; $f(X, K) = 1.62 - 0.87 \frac{X}{K X_T}$ 为蝶阀专用式, $F_g = 0.62$; $f(X, K) = 1.36 - 0.49 \frac{X}{K X_T}$ 为角形阀专用式, $F_g = 0.74$; (2) 阻塞流时 X 用 X_T 代入	

图 4.2.1.1-2 $F_R \sim Re_v$ 关系曲线

文字符号说明:

X ——压差与入口绝对压力之比 ($\Delta p/p_1$);

X_T ——压差比系数;

K ——比热比;

Q_g ——体积流量, Nm^3/h ;

W_g ——质量流量, kg/h ;

ρ_N ——标准状态密度 (273K , $1.013 \times 10^5 \text{kPa}$), kg/Nm^3 ;

ρ_1 ——密度 (p_1 , T_1 条件), kg/m^3 ;

T_1 ——入口绝对温度, K ;

M ——分子量;

Z ——压缩系数;

F_g ——压力恢复系数 (气体);

$f(X, K)$ ——压差比修正函数;

p_1 ——闭入口取压点测得的绝对压力, MPa 。

(3) 两相流 (表 4.2.1.1-3)

表 4.2.1.1-3 K_v 值计算公式 (两相流)

适用介质	计算公式	适用介质	计算公式
1. 液体与非凝性气体	$K_v = \frac{W_g + W_L}{100 \sqrt{\rho_e (p_1 - p_2)}}$	3. 液体与蒸汽, 其中液体占绝大部分	$K_v = \frac{W_g + W_L}{100 F_L \sqrt{p_1 \rho_m (1 - F_F)}}$
2. 液体与蒸汽, 其中蒸汽占绝大部分	式中 $\rho_e = \frac{W_g + W_L}{\frac{W_g}{\rho_1 F_g^2 f^2 (X, K)} + \frac{W_L}{\rho_1}}$ 或 $\rho_e = \frac{W_g + W_L}{\frac{T_1 W_g}{2640 p_1 \rho_N Z F_g^2 f^2 (X, K)} + \frac{W_L}{\rho_1}}$ 或 $\rho_e = \frac{W_g + W_L}{\frac{0.0085 T_1 W_g}{M p_1 Z F_g^2 f^2 (X, K)} + \frac{W_L}{\rho_1}}$		式中 $\rho_m = \frac{W_g + W_L}{\frac{W_g}{\rho_1} + \frac{W_L}{\rho_1}}$ 或 $\rho_m = \frac{W_g + W_L}{\frac{T_1 W_g}{2640 p_1 \rho_1} + \frac{W_L}{\rho_1}}$ 或 $\rho_m = \frac{W_g + W_L}{\frac{0.0085 T_1 W_g}{M p_1} + \frac{W_L}{\rho_1}}$

注: 本计算公式仅适用于气 (汽)、液均匀混合相流体, 并且其中单相流体均未达到阻塞流条件。

文字符号说明:

p_1 ——阀入口取压点测得的绝对压力, MPa ;

p_2 ——阀出口取压点测得的绝对压力, MPa ;

W_g ——气体、蒸汽质量流量, kg/h ;

W_L ——液体质量流量, kg/h ;

ρ_e ——两相流有效密度, kg/m^3 ;

ρ_m ——两相流密度 (p_1 , T_1 条件), kg/m^3 ;

ρ_1 ——气体、蒸汽密度 (p_1 , T_1 条件), kg/m^3 ;

ρ_N ——气体、蒸汽标准状态密度 (273K , $1.013 \times 10^5 \text{kPa}$), kg/Nm^3 ;

ρ_L ——液体密度, kg/m^3 ;

F_g ——气体压力恢复系数;

$f(X, K)$ ——压差比修正系数;

T_1 ——入口绝对温度, K ;

Z ——压缩系数;

M ——分子量;

F_F ——液体临界压力比系数。

4.2.1.2 C 值计算公式

(选自《调节阀口径计算设计规定》CD 50A12-84)

(1) 液体 (表 4.2.1.2-1)

表 4.2.1.2-1 C 值计算公式与判别式 (液体)

流动工况	非阻塞流	阻塞流
判别式	$\Delta p < F_L^2 (p_1 - F_F p_v)$	$\Delta p \geq F_L^2 (p_1 - F_F p_v)$
计算公式	$C = Q_L \sqrt{\frac{\rho_L}{p_1 - p_2}}$ 或 $C = 10^{-3} W_L \sqrt{\rho_L (p_1 - p_2)}$	$C = Q_L \sqrt{\frac{\rho_L}{F_L^2 (p_1 - F_F p_v)}}$ $C = 10^{-3} W_L \sqrt{\rho_L F_L^2 (p_1 - F_F p_v)}$
备 注	$F_F = 0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{p_v}{p_c}}$	

注: 需进行粘度修正时, 可查阅《调节阀口径计算设计规定》CD 50A12-84。

(2) 气体、蒸汽 (表 4.2.1.2-2)

表 4.2.1.2-2 C 值计算公式与判别式 (气体、蒸汽)

流动工况	非阻塞流	阻塞流
判别式	$X < F_K X_T$	$X \geq F_K X_T$
气体计算公式	$C = \frac{Q_g}{519 p_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 p_{H1} Z}{X}}$ 或 $C = \frac{Q_g}{2460 p_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 M Z}{X}}$ 或 $C = \frac{Q_g}{457 p_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 G Z}{X}}$	$C = \frac{Q_g}{290 p_1} \sqrt{\frac{T_1 p_{H1} Z}{K X_T}}$ 或 $C = \frac{Q_g}{1390 p_1} \sqrt{\frac{T_1 M Z}{K X_T}}$ 或 $C = \frac{Q_g}{258 p_1} \sqrt{\frac{T_1 G Z}{K X_T}}$
蒸汽计算公式	$C = \frac{W_s}{31.6 Y} \sqrt{\frac{1}{X p_1 \rho_s}}$ 或 $C = \frac{W_s}{110 p_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 Z}{X M}}$	$C = \frac{W_s}{17.8} \sqrt{\frac{1}{K X_T p_1 \rho_s}}$ 或 $C = \frac{W_s}{62 p_1} \sqrt{\frac{1}{K X_T M}}$
备 注	$Y = 1 - \frac{X}{3 F_K X_T}$	

文字符号说明:

p_1 ——阀入口处流体绝对压力, kgf/cm² 或 100kPa;

p_2 ——阀出口处流体绝对压力, kgf/cm² 或 100kPa;

Δp ——阀两端压差, $\Delta p = p_1 - p_2$, kgf/cm² 或 100kPa;

F_L ——压力恢复系数, 估量调节阀压力恢复能力的系数;

F_F ——液体临界压力比系数;

p_v ——阀入口温度下液体介质的饱和蒸汽压力 (绝对压力), kgf/cm² 或 100kPa;

p_c ——热力学临界压力 (绝对压力), kgf/cm² 或 100kPa;

X ——压差比, 阀压降与阀入口压力之比, 即 $X = \frac{\Delta p}{p_1}$;

X_T ——临界压差比, 产生阻塞流时之 X ;

F_K ——比热比系数, 空气介质为 1, 非空气介质为 $\frac{K}{1.4}$;

K ——气体绝热指数;

Y ——膨胀系数, 考虑气体 (蒸汽) 密度在阀内发生变化的校正系数;

Q_L ——液体体积流量, m³/h;

Q_g ——气体体积流量, Nm³/h (标准状态——273K, 1.013×10⁵Pa);

W_L ——液体质量流量, kg/h;

W_s ——蒸汽质量流量, kg/h;

ρ_L ——液体密度 (p_1 , T_1 条件下), g/cm³;

ρ_{H1} ——气体密度, kg/Nm³ (标准状态——273K, 1.013×10⁵Pa);

ρ_s ——蒸汽密度 (p_1 , T_1 条件下), kg/m³;

T_1 ——阀入口处流体温度, K (开尔文);

Z ——气体压缩系数;

M ——分子量；

G ——气体相对密度（空气为1）。

4.2.1.3 山武·霍尼韦尔公司 C_v 值计算公式（选自吴忠仪表厂《产品技术参数》）

($C_v = 1.17C$)

(1) 液体（表 4.2.1.3-1）

表 4.2.1.3-1 C_v 值计算公式与判别式（液体）

判 别 式	$\Delta p < \Delta p_c$	$\Delta p \geq \Delta p_c$
计算公式	$C_v = 1.17Q \sqrt{\frac{G}{p_1 - p_2}}$	$C_v = 1.17Q \sqrt{\frac{G}{\Delta p_c}}$
备 注	当 $\Delta T < 2.8^\circ\text{C}$ 时, $\Delta p_c = 0.06 \times p_1$ 当 $\Delta T > 2.8^\circ\text{C}$ 时, $\Delta p_c = 0.9 (p_1 - p_s)$	

注：需进行粘度修正时，可查阅吴忠仪表厂《产品技术手册》No. WYC₁-94, p262~263。

文字符号说明：

Q ——液体的最大流量, m^3/h ;

p_1 ——最大流量时阀进口压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

p_2 ——最大流量时阀出口压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

Δp ——阀两端压差, $\Delta p = p_1 - p_2$, kgf/cm^2 ;

G ——液体的相对密度（水=1）;

Δp_c ——计算流量用的允许压差, kgf/cm^2 ;

p_s ——进口温度下液体的饱和蒸汽压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

ΔT ——进口压力下液体饱和温度与进口温度之差, $^\circ\text{C}$ 。

(2) 气体（表 4.2.1.3-2）

表 4.2.1.3-2 C_v 值计算公式与判别式（气体）

判 别 式	$\Delta p < \frac{p_1}{2}$	$\Delta p \geq \frac{p_1}{2}$
计算公式	$C_v = \frac{Q}{287} \sqrt{\frac{G(273+T)}{\Delta p (p_1 + p_2)}}$	$C_v = \frac{Q}{249 p_1} \sqrt{G(273+T)}$

文字符号说明：

Q ——标准状态（760mmHg, 15.6°C ）下气体的最大流量, m^3/h ;

p_1 ——最大流量时阀进口压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

p_2 ——最大流量时阀出口压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

Δp ——阀两端压差, $\Delta p = p_1 - p_2$, kgf/cm^2 ;

G ——气体的相对密度（空气=1）;

T ——流体温度, $^\circ\text{C}$ 。

(3) 蒸汽（表 4.2.1.3-3）

表 4.2.1.3-3 C_v 值计算公式与判别式（蒸汽）

判 别 式	$\Delta p < \frac{p_1}{2}$	$\Delta p \geq \frac{p_1}{2}$
水蒸气 计算公式	$C_v = \frac{WK}{13.67 \sqrt{\Delta p (p_1 + p_2)}}$	$C_v = \frac{WK}{11.9 p_1}$
其他蒸汽 计算公式	$C_v = \frac{W}{1210} \sqrt{\frac{v_1 + v_2}{\Delta p}}$ 当 $p_2 < \frac{1}{2} p_1$ 时, 要用 $\frac{p_1}{2}$ 代替 Δp , v_2 要用 $\frac{p_1}{2}$ 时相对应的值	

文字符号说明：

W ——水蒸气、其他蒸汽的最大流量, kg/h ;

p_1 ——最大流量时的阀进口压力, $\text{kgf}/\text{cm}^2 \text{ abs}$;

- p_2 ——最大流量时的阀出口压力, $\text{kgf/cm}^2 \text{ abs}$;
 Δp ——阀两端压差, $\Delta p = p_1 - p_2$, kgf/cm^2 ;
 K —— $K = 1 + (0.0013 \times \text{过热温度, } ^\circ\text{C})$;
 v_1 ——进口压力下蒸汽比容, cm^3/g ;
 v_2 ——出口压力下蒸汽比容, cm^3/g 。

4.2.1.4 Fisher 公司 C_v 值计算公式 (选自 FISHER 公司《控制阀手册》第二版)

(1) 液体 (表 4.2.1.4-1)

表 4.2.1.4-1 C_v 值计算公式与判别式 (液体)

判 别 式	$\Delta p < K_m (p_1 - r_c p_v)$	$\Delta p \geq K_m (p_1 - r_c p_v)$
计算公式	$C_v = Q \sqrt{\frac{G}{\Delta p}}$	$C_v = Q \sqrt{\frac{G}{K_m (p_1 - r_c p_v)}}$

注: 需进行粘度修正时, 可查阅 FISHER 公司的《控制阀手册》第二版, p63~64。

文字符号说明:

- C_v ——液体流量系数;
 Δp ——压差, psi ;
 p_1 ——阀入口压力, psia ;
 G ——流体相对密度 (水在 60°F 时 $= 1.0000$);
 K_m ——压力恢复系数, 由制造厂提供;
 r_c ——临界压力比;
 p_v ——流体在阀体入口温度下的汽化压力, psia ;
 Q ——流量, gpm (美加仑/分)。

(2) 气体、蒸汽 (表 4.2.1.4-2)

表 4.2.1.4-2 C_v 值计算公式与判别式 (气体、蒸汽)

判 别 式	$\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta p}{p_1}} < 90^\circ$	$\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta p}{p_1}} \geq 90^\circ$
气体计算公式	$C_g = \frac{Q_{\text{scfh}}}{\sqrt{\frac{520}{GT} p_1} \cdot \sin \left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta p}{p_1}} \right)}$	$C_g = \frac{Q_{\text{scfh}}}{\sqrt{\frac{520}{GT} p_1}}$
水蒸汽和蒸汽 计算公式	$C_g = \frac{Q_{\text{lb/hr}}}{1.06 \sqrt{d_1 p_1} \cdot \sin \left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta p}{p_1}} \right)}$	$C_g = \frac{Q_{\text{lb/hr}}}{1.06 \sqrt{d_1 p_1}}$

文字符号说明:

- $C_1 = C_g / C_v$ (C_1 由制造厂提供);
 C_g ——气体流量系数;
 C_v ——液体流量系数;
 Δp ——压差, psi ;
 p_1 ——阀入口压力, psia ;
 G ——气体相对密度 (空气 $= 1.0$);
 T ——气体入口的绝对温度, $^\circ\text{R}$ (兰金氏度);
 d_1 ——入口蒸汽的密度, lb/ft^3 ;
 Q_{scfh} ——气体流量, scfh (标准英尺³/小时);
 $Q_{\text{lb/hr}}$ ——蒸汽流量, lb/hr 。

4.2.1.5 调节阀口径的确定原则 (HG 20507—92《自动化仪表选型规定》)

① 根据计算的流量系数 $C_{\text{计}}$ 值, 作适当放大, 圆整成 $C_{\text{选}}$, 使其符合制造厂提供的 C 值系列, 并确定调节阀口径。

$C_{\text{计}}$ ——根据工艺正常流量计算出的流量系数;

C_{Σ} ——将计算出的 $C_{\text{计}}$ 值作适当放大，圆整后的流量系数。

②对 $S \geq 0.3$ 的一般工况，亦可采用下列方法估算阀流量系数放大倍数：

$$\frac{C_{\Sigma}}{C_{\text{计}}} \geq m$$

式中 $m = \begin{cases} \text{直线性调节阀取 } 1.63 \\ \text{等百分比调节阀取 } 1.97 \end{cases}$

③圆整后的 C_{Σ} 应能使调节阀的相对行程处于下表所规定的范围：

流量 \ 阀特性		阀相对行程（开度）	
		线性阀	等百分比阀
最 大		80	90
最 小		10	30

调节阀口径的确定，涉及到的因素较多，目前国内资料提供的方法、 m 值、开度验算公式也不太一致，国家尚无统一规定，本手册仅提供上述一般原则，供参考，具体选定方法、有关数据、计算公式请读者查阅有关资料。

4.2.2 调节阀的 F_L 、 X_T 数值表

4.2.2.1 IEC 推荐的 F_L 、 X_T 数值表（选自《调节阀口径计算设计规定》CD50A12—84）（表 4.2.2.1）

表 4.2.2.1 IEC 推荐的调节阀的 F_L 、 X_T 数值表

调节阀型式	阀内组件形式	流向	F_L	X_T	调节阀型式	阀内组件形式	流向	F_L	X_T
单座阀	柱塞形	流开	0.9	0.72	角形阀	套筒形	流开	0.85	0.65
	柱塞形	流闭	0.8	0.55		套筒形	流闭	0.80	0.60
	V 形	任意	0.9	0.75		柱塞形	流开	0.90	0.72
	套筒形	流开	0.9	0.75		柱塞形	流闭	0.80	0.65
	套筒形	流闭	0.8	0.70		文丘里	流闭	0.50	0.20
双座阀	柱塞形	任意	0.85	0.70	球阀	标准 O 形	任意	0.55	0.15
	V 形	任意	0.9	0.75		开特性孔口	任意	0.57	0.25
偏心旋转阀		流开	0.85	0.61	蝶阀	90°全开	任意	0.55	0.20
						60°全开	任意	0.68	0.38

4.2.2.2 国产调节阀的 F_L 、 X_T 数值表（选自《调节阀口径计算指南》）（表 4.2.2.2）

表 4.2.2.2 国产调节阀的 F_L 、 X_T 数值表

阀型	单座阀				双座阀	套筒阀		角形阀		偏转阀		蝶阀	
	VP		JP		VN	VM	JM	VS		VZ		VW	
流向	流开	流关	流开	流关	任意	任意	任意	流开	流关	流开	流关	任意 (90°)	任意 (70°)
F_L	0.93	0.75	0.92	0.85	0.84	0.91	0.84	0.93	0.80	0.88	0.62	0.61	0.72
X_T	0.58	0.46			0.61	0.69		0.56	0.53	0.56	0.40	0.27	0.52

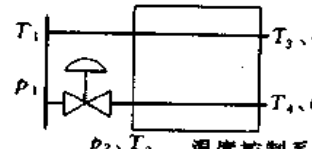
4.2.3 调节阀流量特性选择（选自《调节阀口径计算指南》）

调节阀流量特性分固有特性和工作特性两种。生产厂给出的为固有特性。调节阀在管路中工作，其固有特性结合管路系统阻力分配情况成为调节阀的工作特性。

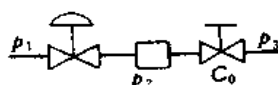
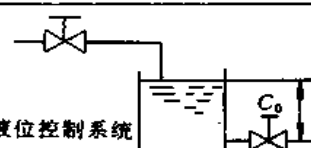
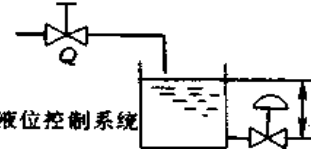
(1) 工作流量特性的选择

根据调节系统特点选取工作流量特性，如表 4.2.3-1 所示。

表 4.2.3-1 工作流量特性选择表

系统及被调参数	干 扰	流 量 特 性	说 明
 流量控制系统	给定值	直线	变送器带开方器
	p_1, p_2	等百分比	
	给定值	快开	变送器不带开方器
	p_1, p_2	等百分比	
 温度控制系统	给定值 T_1	直线	
	p_1, p_2, T_3, T_4, Q_1	等百分比	

续表

系统及被调参数	干 扰	流 量 特 性	说 明
 压力控制系统	给定值 p_1, p_3, C_0	直线	液体
	给定值 p_1, C_0	等百分比	
	p_3	快开	
 液位控制系统	给定值	直线	
	C_0	直线	
 液位控制系统	给定值	等百分比	
	Q	直线	

(2) 固有流量特性的选择

根据工艺配管情况, 即 S 值的大小选取固有流量特性如表 4.2.3-2 所示。

表 4.2.3-2 固有流量特性选择表

调节阀与系统之压降比 S	1~0.6			<0.6		
工作流量特性	快开	直线	等百分比	快开	直线	等百分比
选用的固有流量特性	快开	直线	等百分比	直线	等百分比	等百分比

(3) 其他

由于缺乏某些条件, 按表 4.2.3-1 选择有困难时, 可参考下述原则选择固有流量特性。

①若调节阀流量特性对系统影响很小时, 则可任意选择。

②若 S 值很小或由于设计依据不足, 阀口径选择偏大时, 则应选择等百分比特性。

4.2.4 调节阀的泄漏量标准

4.2.4.1 GB 4213—84 调节阀的泄漏量标准 (表 4.2.4.1)

表 4.2.4.1 GB 4213—84 调节阀的泄漏量标准

泄漏量等级	允许 泄 漏 量			试验介质、压力和程序
A	—			由制造厂与用户商定
B	0.5%C			
C	0.1%C			
D	0.01%C			
E	0.0005%C			
F	2%×Δp·d, L/h			
G	0.002%×Δp·d, L/h			
H	阀公称通径	允许泄漏量		试验介质为 10~50℃ 的清洁气体 (空气或氮气) 或液体 (水或煤油)。 试验压力 A 程序为: 当阀的允许压差>350kPa 时, 试验压力均按 350kPa 做, <350kPa 时按允许压差做。B 程序按阀的最大工作压差做。试验信号压力应确保阀处于关闭状态。 在 A 程序时, 气开阀执行机构信号压力为零; 气关阀执行机构信号压力为输入信号上限值加 20kPa; 两位式阀执行机构信号压力应为设计规定值。在 B 程序时, 执行机构信号压力均为设计规定值。 试验介质应按规定流向加入阀内, 阀出口可直接通大气或连接出口通大气的低压头损失的测量装置, 当确认阀和下游各连接管道完全充满介质后方可测取泄漏量。 每分钟气泡数是用外径 6mm、壁厚 1mm 的管子垂直浸入水下 5~10mm 深度的条件下测得的, 管端表面应光滑, 无倒角和毛刺。
	mm	ml/min	气泡数/min	
	25	0.15	1	
	40	0.30	2	
	50	0.45	3	
	65	0.60	4	
	80	0.90	6	
	100	1.70	11	
	150	4.00	27	
	200	6.75	45	
	250	11.10	—	
	300	16.00	—	
	350	21.60	—	
	400	28.40	—	

注: C ——阀额定容量 (流量系数);

Δp ——最大工作压差, 100kPa;

d ——阀座直径, mm。

4.2.4.2 美国 ANSI B16.104—1976 调节阀的泄漏量标准 (表 4.2.4.2)

表 4.2.4.2 美国 ANSI B16.104—1976 调节阀的泄漏量标准

泄漏等级	最大允许泄漏量			试验介质	试验压力
I	0.5% C_v			10~52℃的 空气或水	最大工作压差 Δp 或 50lb/in ² 压差, 取其较低者
II	0.1% C_v			10~52℃的 空气或水	最大工作压差 Δp 或 50lb/in ² 压差, 取其较低者
IV	0.01% C_v			10~52℃的 空气或水	最大工作压差 Δp 或 50lb/in ² 压差, 取其较低者
V	每英寸公称通径和每磅/英寸 ² 压差时, 允许有 0.0005ml/min 的漏水			10~52℃的 水	最大工作压差 Δp
VI	阀口公称通径		ml/min	10~52℃的 空气或氮气	最大工作压差 Δp 或 50lb/in ² 压差, 取其较低者
	in	mm			
	1	25	0.15		
	1 $\frac{1}{2}$	38	0.30		
	2	51	0.45		
	2 $\frac{1}{2}$	64	0.60		
	3	76	0.90		
	4	102	1.70		
	6	152	4.00		
	8	203	6.75		

4.2.5 国产调节阀的型号、名称、系列参数和技术数据

调节阀包括执行机构和阀体组件两部分。根据用户需要, 阀体组件可以用气动、电动或电液等执行机构组合, 组合后分别成为气动、电动或电液等执行器。

4.2.5.1 国内开发产品的型号及名称

(1) 阀体组件

①VP 单座阀; ②JP 单座阀 (精小型); ③VN 双座阀; ④JM 套筒阀 (精小型); ⑤VM 套筒阀; ⑥VZ 偏心旋转阀; ⑦VS 角形阀; ⑧VW 蝶阀; ⑨VO 球阀; ⑩VV 球阀; ⑪VT 隔膜阀; ⑫VU 阀体分离阀; ⑬VX (分流)、VQ (合流) 三通阀; ⑭VK 高压差阀; ⑮VF 食品阀。

隔膜阀、阀体分离阀为耐腐蚀型, 其他阀如果采用特殊材料也可用于相应材料的耐腐蚀介质。

绝大部分阀更换阀内件型式或材料, 可成为两位调节型、比例调节型、切断型或调节切断型。其中套筒阀等更换阀内件还可组成低噪声阀。双座阀、高压差阀无切断型。

更换上阀盖型式, 可以组成普通型、低温型、高温型或波纹管密封型等阀。

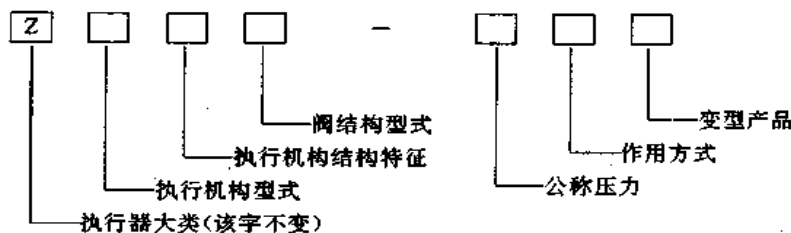
小流量或微小流量阀属单座阀。

(2) 执行机构

①ZM 气动薄膜执行机构; ②ZH 气动薄膜多弹簧执行机构; ③ZN 气动深波纹执行机构; ④ZS 气动活塞执行机构; ⑤ZSL 气动长行程执行机构; ⑥ZAZ 电动执行机构 (可逆电机式、直行程); ⑦ZAJ 电动执行机构 (可逆电机式、角行程); ⑧ZKZ 电动执行机构 (DDZ-I 型系列、直行程); ⑨ZKJ 电动执行机构 (DDZ-I 型系列、角行程); ⑩ZFD 电动执行机构 (多转型)。

(3) 型号标记方法

以气动调节阀为例:



注: 1. 执行机构结构特性: A 正作用, B 反作用。

2. 作用方式: K 气开, B 气关。

3. 变型产品: G 高温, D 低温, W 波纹管密封。

表 4.2.5.3-9 VW 蝶阀

R : 20;	X_T :	(90°) 0.27	F_L :	(90°) 0.61
		(70°) 0.52		(70°) 0.72

[illegible]

表 4.2.5.3-10 VV 球阀

 $R_i = 300$ [illegible]

表 4.2.5.3-11 VT 隔膜阀

公称通径 DN, mm		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	
流量系数 C	国内	铸铁阀体	8	12	16	38	60	68	90	160	300	500	600	1200
		酚醛阀体	5	7	9		25	33		93				
	引进	无衬里		9.8	19		48	63	108	158	270	360	518	1114
		带衬里		7.8	17		41	55	87	127	240	311	415	1121
流量特性		近似快开												
公称压力 PN, MPa	国内	0.6, 1.0												
	引进	$DN20 \sim 50$ 为 1.6; $DN65 \sim 200$ 为 1.0												
工作温度 范围, $^{\circ}C$	国内	$-20 \sim 60; -20 \sim 80; -20 \sim 150$												
	引进	$-10 \sim 85, -10 \sim 175, -40 \sim 60, -40 \sim 175, -20 \sim 150, -10 \sim 105, -10 \sim 120,$ $-40 \sim 100, -50 \sim 100$												

表 4.2.5.3-12 YU 阀体分离阀

R. 30

[illegible]

表 4.2.5.3-13 VX (分流)、VO (合流) 三通阀

R: 10

[illegible]

表 4.2.5.3-14 VK 高压差阀 (多级式)

公称通径 DN , mm	15	25	40	50	65	80	100
流量系数 C	0.25	1.0	4.0	10	16	25	40
	0.40	1.6	6.3	16	25	40	63
	0.63	2.5	10				
流量特性	直线						
公称压力 P_N , MPa	16, 32						
工作温度范围, $^{\circ}\text{C}$	-30~200						

表 4.2.5.3-15 VF 食品饮料阀

公称通径 DN , mm				25	32	40	50	65	80	
流量系数 C	比例式	角形、直通	直线	10	16	25	40	63	100	
			等百分比	8	12	20	32	50	80	
	两位式	直通、角形			12	16	28	48	76	120
		三通			12, 16	18, 25	30, 40	48, 63	80, 100	120, 160
流 量 特 性				直线、等百分比、快开						
公 称 压 力 P_N , MPa				0.6						
工 作 温 度 范 围, $^{\circ}\text{C}$				0~150						
备 注				型号: VFS 角形, VFX 三通, VFP 直通, VFD 多通						

表 4.2.5.3-16 ZM^A_B 气动薄膜执行机构

型 号	ZM^A_B-1	ZM^A_B-2	ZM^A_B-3	ZM^A_B-4	ZM^A_B-5	ZM^A_B-6
有效面积, cm^2	200	280	400	630	1000	1600
行程, mm	10	10, 16	16, 25	25, 40	40, 60	60, 100
弹簧范围, kPa	20~100, 40~200, 20~60, 60~100					

注: 20~100kPa 为标准弹簧范围。

表 4.2.5.3-17 ZH^A_B 气动多弹簧薄膜执行机构

型 号	ZH^A_B-22	ZH^A_B-23	ZH^A_B-34	ZH^A_B-45
有效面积, cm^2	350	350	500	900
行程, mm	16	25	40	60
弹簧范围, kPa	20~100, 40~200, 80~240, 20~60, 60~100			

注: 20~100kPa 为标准弹簧范围。

表 4.2.5.3-18 ZNA 气动深波纹薄膜执行机构

型 号	ZNA (F)	ZNA-1	型 号	ZNA (F)	ZNA-1
有效面积, cm^2	55		弹簧范围, kPa	60~300	
行程, mm	16, 25, 40		最大输出力, N	320	
备 注	(1) ZNA (F) 是与食品阀配组的执行机构, 主要生产厂与 VF 阀相同。 (2) ZNA-1 是与偏心旋转阀配组的执行机构, 主要生产厂与 VZ 阀相同。				

表 4.2.5.3-19 ZS^A_B 气动活塞执行机构

型 号	ZS^A_B-1	ZS^A_B-2	ZS^A_B-3	ZS^A_B-4	ZS^A_B-5	ZS^A_B-6
活塞直径 D , mm	100	150	200	250	300	350
有效面积 A_e , cm^2	71	170	307	484	700	955
行程 L , mm	10, 16, 25	16, 25	40, 60	40, 60	60, 100	60, 100
最大输出力 F , N	3200	7650	13800	21800	31500	43000
最大操作压力 p , kPa	500					

表 4.2.5.3-20 ZSL、ZSLD 长行程执行机构

行程系列 L , mm	160, 250, 400, 630, 1000
转角范围	$0^{\circ} \sim 90^{\circ}$
最大输出力 F , N	2000, 3150, 5000, 8000, 12500, 20000
公称力矩 M , $N \cdot m$	250, 400, 600, 1000, 1600, 2500, 4000, (6000), 6300, (8000), 10000
备 注	(1) ZSL 为气动系列, 包括直行程和角行程; ZSLD 为电动系列, 包括直行程和角行程。 (2) 最大操作压力 p 为 500kPa。

表 4.2.5.3-21 ZAZ、ZAJ 电动执行机构

型 号	ZAZ-25	ZAZ-60	型 号	ZAJ-1	ZAJ-3
出轴推力, N	250	600	出轴力矩, $N \cdot m$	6	16
出轴移动速度, mm/s	0.5		全行程 (90°) 时间, s	25	
行程, mm	10, 16, 25		出轴有效角位移	$0^{\circ} \sim 90^{\circ}$	

表 4.2.5.3-22 ZKZ、ZKJ 电动执行机构

型 号	ZKZ-310	ZKZ-410	ZKZ-510	型 号	ZKJ-210	ZKJ-310	ZKJ-410	ZKJ-510
行程,mm	10,16,25	40,60	60,100	出轴力矩,N·m	100	250	600	1600
出轴推力,N	4000	6400	16000	出轴每转时间,s	100±20%			
全行程时间,s	8,12,5,20	32,48	38,63					

表 4.2.5.3-23 ZFD 电动执行机构

型 号	ZFD-010	ZFD-110	ZFD-210	ZFD-310	ZFD-410	ZFD-510	
	-020	-120	-220	-320	-420	-520	
	-030	-130	-230	-330	-430	-530	
	-040	-140	-240	-340	-440	-540	
	-050	-150	-250	-350	-450	-550	
	-060	-160	-260	-360	-460	-560	
输出轴转速, r/min	5, 7, 10, 15, 20, 30	5, 7, 10, 15, 20, 30	5, 7, 10, 15, 20, 30				
额定输出转矩, N·m	46	40	100	160	250	400	
型 号	ZFD-610	ZFD-710	ZFD-810	ZFD-910	ZFD-370	ZFD-470	ZFD-780
	-620	-720	-820	-920			
	-630	-730	-830	-930			
	-640	-740	-840				
	-650	-750					
	-660						
输出轴转速, r/min	5, 7, 10, 15, 20, 30	5, 7, 10, 15, 20	5, 7, 10, 15,	5, 7, 10	7/28	7/28	45/38
额定输出转矩, N·m	600	1000	1600	2500	160	250	1000

表 4.2.5.3-24 智能伺服放大器

型 号	ZPE-2042 (单相)	ZPE-3042 (三相)
额定输出功率	500VA/220V AC, 50Hz	1500VA/380V AC, 50Hz
输入信号, mA	0~10, 4~20	
配执行机构型号	DKZ, DKJ, ZFD 系列	
备 注	具有阀门流量特性修正及各种自诊断功能	

4.2.6 常用电-气阀门定位器的型号、名称和技术数据 (表 4.2.6-1 至表 4.2.6-3)

表 4.2.6-1 吴忠仪表厂 HEP、VPI 型电-气阀门定位器和电-气转换器

型号、名称	HEP-15/16/17 单作用 电-气阀门定位器	HEP-25/26 双作用 电-气阀门定位器	VPI-05/06/07 单作用 电-气阀门定位器	VPT-05/06/07 电-气转换器
输入信号	4~20,4~12,12~20mA 10~50mA(隔爆型)		4~20,0~10,4~12,12~20mA 10~50mA(隔爆型)	
输入阻抗	250Ω(4~20,0~10mA),100Ω(10~50mA)			
导线接头	15:M22×1.5 内螺纹 16,17:Rp1/2	G1/2	05:M20×1 内螺纹或喇叭口引入 06,07:Rp1/2	
供气压力	140~160kPa 170~500kPa	200~700kPa	140~280kPa 最大 350kPa	140kPa
耗气量	5L/min	15L/min	10L/min	
电源流量	≤140L/min	≤250L/min	≤200L/min	
气源接头	Rc1/4			
环境温度	-40~+80℃,防爆型为-20~+60℃			
防爆等级	隔爆型,d I BT4,本安型:ib I CT5			
外壳防护等级	IP54		IP44	
行程	12~100mm			
输出特性	线性,等百分比,快开			线性
作用方式	正作用和反作用			正作用
精度、死区	精度:<1%(全行程),死区<±0.1%(全行程)			
重 量	3.5kg	4kg	5.7~6.4kg	5.4~6.7kg
型号说明	HEP-15:隔爆型 HEP-16:本安型 HEP-17:普通型	HEP-25:隔爆型 HEP-26:本安型	VPI05:隔爆型 VPI07:本安型 VPI06:普通型	VPT05:隔爆型 VPT07:本安型 VPT06:普通型

表 4.2.6-2 鞍山热工仪表厂和无锡仪表阀门厂 EP 型电-气阀门定位器

型号、名称	EP700 电-气阀门定位器	EP800 电-气阀门定位器
输入信号	4~20, 4~12, 12~20, 0~10, 10~50mA	4~20, 4~12, 12~20, 10~50mA
输入阻抗	250Ω(4~20, 0~10mA), 100Ω(10~50mA)	
导线接头	G1/2	G1/2, 1/2NPT
气源压力	0.14~0.7MPa	
耗气量	单动作: 3.2L/min, 双动作: 8.5L/min	单动作: 5L/min, 双动作: 15L/min
气源接口	ZG1/4	Rc1/4, 1/4NPT
环境温度	-35~+60℃ 本安型为 -20~+60℃	标准用: -20~+80℃ 低温用: -50~+60℃ 高温用: 0~100℃
防爆等级	隔爆型 d I BT5, 本安型 ia I CT5	隔爆型 d I BT4
外壳防护等级	IP43	IP55
线性误差	单动作: ±1.0%, 双动作 ±1.5%	
重量	2.24~2.34kg	2.4kg
产品型号及 主要型式	A— 单动作型 C— 双动作型 7— 700 系列 8— 800 系列 0— 防水型 1— 隔爆型 3— 本安型(仅 700 系列) 1— 直行程 10~100mm 2— 角行程 0°~90° 8— 直行程 90~600mm(仅 700 系列) L— 直线特性 E— 等百分比特性	

表 4.2.6-3 西门子公司 SIPART PS 智能型电-气阀门定位器

组 成	由微控制器(CPU)、A/D、D/A 转换器、压电导向控制的气动阀等组成
特点	①用压电控制阀取代了喷嘴挡板机构,给定值和实际值的比较纯是电信号,不再是力的平衡,大大提高了可靠性,降低了能耗 • 活动件很少,因而不受振动的影响 • 温度和气源压力波动的影响可以忽略不计 • 消除了喷嘴这一潜在故障源 • 在稳定状态下,耗气量很小,仅是喷嘴挡板式定位器的 2% • 工作电源全部取自 4~20mA 设定值信号电源,不需要增加辅助电源 ②采用微控制器,实现了智能化 • 通过软件组态,可实现多种功能 • 可自动调整零点和行程,大大节约了投运时间 • 可自动修改控制参数(在线自适应控制算法),补偿机械摩擦的变化和填料老化所造成的问题,达到最好的控制效果 • 可提供 4~20mA 的阀位反馈信号 • 具有阀位报警、故障(如调节阀因系统压力太低而停用)报警功能 • 通过接口,可与其他现场总线用户通讯
组态功能	①设定输入电流范围:0~20mA 或 4~20mA ②给定上升或下降特性 ③限定定位速度(设定值上升时间):0~40s ④设定分程范围:初始值与终值可调 ⑤阶跃响应(死区),自适应或整定 ⑥设定作用方向:正、反作用 ⑦设定输出压力范围:初始值与终值 ⑧设定阀位报警值:上限、下限 ⑨设定故障报警输出功能 ⑩设置调节阀特性:线性,等百分比 1:25,等百分比 1:50,任意特性(用 10 段折线函数实现)
输入信号	0~20mA, 4~20mA
供气压力	1.4~6bar(140~600kPa)
无阻流量	进气阀:压力从 6bar(600kPa)降至 5bar(500kPa)时为 5.5Nm³/h 出气阀:压力从 1bar(100kPa)降至 0bar(0kPa)时为 5Nm³/h
稳定状态下的耗气量	单作用:<3.6×10⁻²Nm³/h(0.6L/min) 双作用:<6×10⁻²Nm³/h(1L/min)
响应时间	2.5~40s
行程	10~120mm, 0°~90°
安装位置	任意
电连接	PG13 电缆套管
气连接	G1/8 内螺纹
工作环境温度	-25~+80℃
防爆等级	本安型 EEx ib I CT4, T5, T6(符合 EN50020)
外壳防护等级	IP65
外壳材料	玻璃纤维强化聚酯
重量	本机:约 1.3kg;功能选择模块:约 0.4kg;安装紧固件:约 1.3kg

5. 常用物化数据和资料

5.1 气体性质及常用数据 (GB/T 2624—93)

5.1.1 气体的性质 (表 5.1.1)

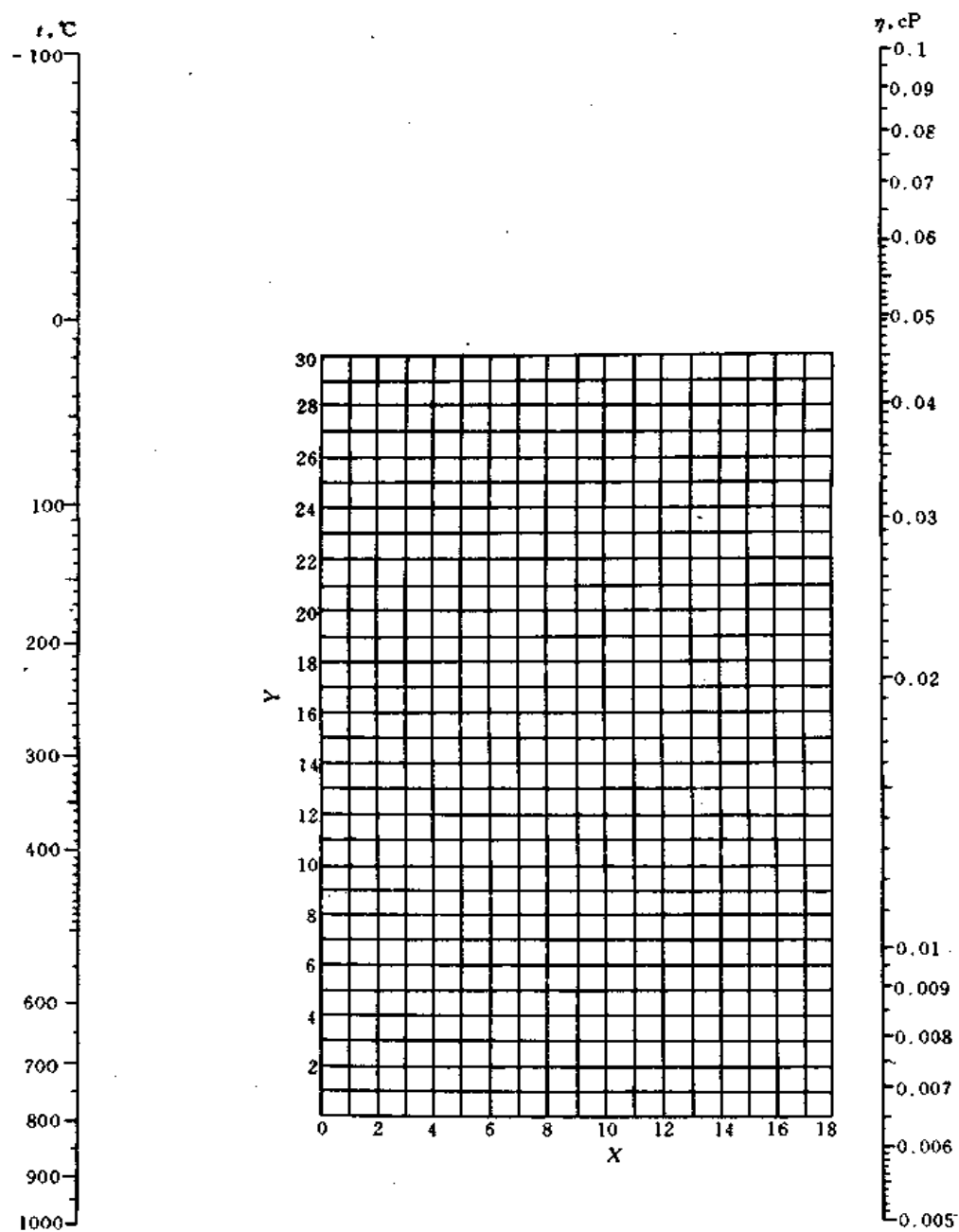
表 5.1.1 气体的性质表

名 称	分 子 式	分 子 量	气体常数 R $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	密度 ρ_0 , kg/m^3		相对密度 (在 0°C, 760 $\text{mmHg}^{\text{①}}$ 下 (空气=1))	沸点 T_b K (在 760 $\text{mmHg}^{\text{①}}$ 下)	比热比 χ (在 20°C 及 760 $\text{mmHg}^{\text{①}}$ 下)	临 界 点		
				在 0°C, 760 $\text{mmHg}^{\text{①}}$ 下	在 20°C, 760 $\text{mmHg}^{\text{①}}$ 下				温 度 T_c K	压 力 P_c kgf/cm^2 ^②	密 度 ρ_c kg/cm^3
空气 (干)		28.96	29.28	1.2928	1.205	1.00	78.8	1.4*	132.42~ 132.52	38.4	328~320
氮	N_2	28.0134	30.27	1.2506	1.165	0.9673	77.35	1.4*	126.1	34.6	312
氧	O_2	31.9988	26.5	1.4289	1.331	1.1053	90.17	1.397*	154.78	51.7	426.5
氩	Ar	39.948	21.23	1.7840		1.38	87.291	1.68	150.7	49.6	535
氖	Ne	20.183	42.02	0.9000		0.6962	27.09	1.68	44.4	27.8	483
氦	He	4.003	211.84	0.17847		0.1380	4.215	1.66	5.199	2.34	69
氪	Kr	83.80	10.12	3.6431		2.818	119.79	1.67	209.4	56.1	909
氙	Xe	131.30	6.46	5.89		4.53	165.02	1.666	289.75	59.9	1105
氢	H_2	2.016	420.63	0.08988	0.084	0.06952	20.38	1.412*	32.976	13.2	31.45
甲烷	CH_4	16.043	52.86	0.7167	0.668	0.5544	111.7	1.315*	190.7	47.3	162
乙烷	C_2H_6	30.07	28.20	1.3567	1.263	1.0494	184.52	1.18*	305.45	49.8	203
丙烷	C_3H_8	44.097	19.23	2.005	1.867	1.5509	231.05	1.13*	369.95	43.4	220
正丁烷	C_4H_{10}	58.124	14.59	2.703		2.091	272.65	1.10*	425.15	38.71	228
异丁烷	C_4H_{10}	58.124	14.59	2.675		2.0692	261.45	1.11*	408.15	37.2	222
正戊烷	C_5H_{12}	72.151	11.75	3.215		2.4869	309.25	1.07*	469.75	34.37	244
乙 烯	C_2H_4	28.054	30.23	1.2604	1.174	0.975	169.45	1.22*	283.05	51.6	227
丙 烯	C_3H_6	42.081	20.15	1.914	1.784	1.48	225.45	1.15*	365.05	47.1	233
丁 烯-1	C_4H_8	56.108	15.11	2.500		1.9338*	266.85	1.11*	419.15	40.99	233
顺丁烯-2	C_4H_8	56.108	15.11	2.500		1.9338*	276.85	1.1214*	433.15	42.89	238
反丁烯-2	C_4H_8	56.108	15.11	2.500		1.9338*	274.05	1.1073*	428.15	41.83	238

续表

名 称	分 子 式	分 子 量	气体常数 R $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	密度 ρ_0 , kg/m^3		相对密度 (在 0°C , 760 mmHg 下) (空气=1)	沸 点 T_b K (在 760 mmHg 下)	比热比 χ (在 20°C 及 760mmHg 下)	临 界 点		
				在 0°C , 760 mmHg 下	在 20°C , 760 mmHg 下				温 度 T_c K	压 力 P_c kgf/cm^2	密 度 ρ_c kg/cm^3
异丁烯	C_4H_8	56.108	15.11	2.500		1.9338	266.25	1.1058*	417.85	40.77	234
乙炔	C_2H_2	26.038	32.57	1.1717	1.091	0.9063	189.13 (升华)	1.24	309.15	63.7	231
苯	C_6H_6	78.114	10.86	3.3		2.553	353.25	1.101	562.15	50.19	304
一氧化碳	CO	28.0106	30.27	1.2504	1.165	0.9672	81.65	1.395	132.92	35.6	301
二氧化碳	CO_2	44.00995	19.27	1.977	1.842	1.5291	194.75 (升华)	1.295	304.19	75.28	468
一氧化氮	NO	30.0061	28.26	1.3401		1.0366	121.45	1.4	179.15	66.1	52
二氧化氮	NO_2	46.0055	18.43	2.055		1.59	294.35	1.31	431.35	103.3	570
一氧化二氮	N_2O	44.0128	19.27	1.9781		1.530	184.69	1.274	309.71	74.1	457
硫化氢	H_2S	34.07994	24.88	1.539	1.434	1.1904	212.85	1.32	373.55	91.8	373
氢氰酸	HCN	27.0258	31.38	1.2246		0.947 (3°C)	298.85	1.31 (65°C)	456.65	54.8	200
氧硫化碳	COS	60.0746	14.12	2.721		2.105	222.95		378.15	63	
臭氧	O_3	47.9982	17.67	2.144		1.658	161.25		261.05	69.2	537
二氧化硫	SO_2	64.0628	13.24	2.927	2.726	2.264	263.15	1.25	430.65	80.4	524
氟	F_2	37.9968	22.32	1.695		1.31	85.03	1.358	172.15	56.8	473
氯	Cl_2	70.906	11.96	3.214	3.00	2.486	238.55	1.35	417.15	78.6	573
氯甲烷	CH_3Cl	50.488	16.8	2.3044		1.782	249.39	1.28	416.15	68.1	353
氯乙烷	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	64.515	13.14	2.870		2.22	285.45	1.19 (16°C , 0.3 ~ 0.5 标准 大气压)	455.95	53.7	330
氨	NH_3	17.0306	49.79	0.771	0.719	0.5964	239.75	1.32	405.65	115.0	235
氟里昂-11	CCl_3F	137.3686	6.17	6.20		4.8	296.95	1.135	471.15	44.6	554
氟里昂-12	CCl_2F_2	120.914	7.01	5.39		4.17	243.35	1.138	385.15	40.0	558
氟里昂-13	CClF_3	104.4594	8.12	4.654		3.6	191.75	1.150 (10°C)	302.05	39.4	578
氟里昂-113	$\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	187.3765	4.53	8.274		6.4	320.75		487.25	34.80	576

* 15.6°C 时的值。① $1\text{mmHg}=133\text{Pa}$ 。② $1\text{kgf/cm}^2=0.1\text{MPa}$ 。

5.1.2 一般气体在常压下的粘度 η (见图 5.1.2-1、图 5.1.2-2 和表 5.1.2)图 5.1.2-1 一般气体在常压下的粘度图 η

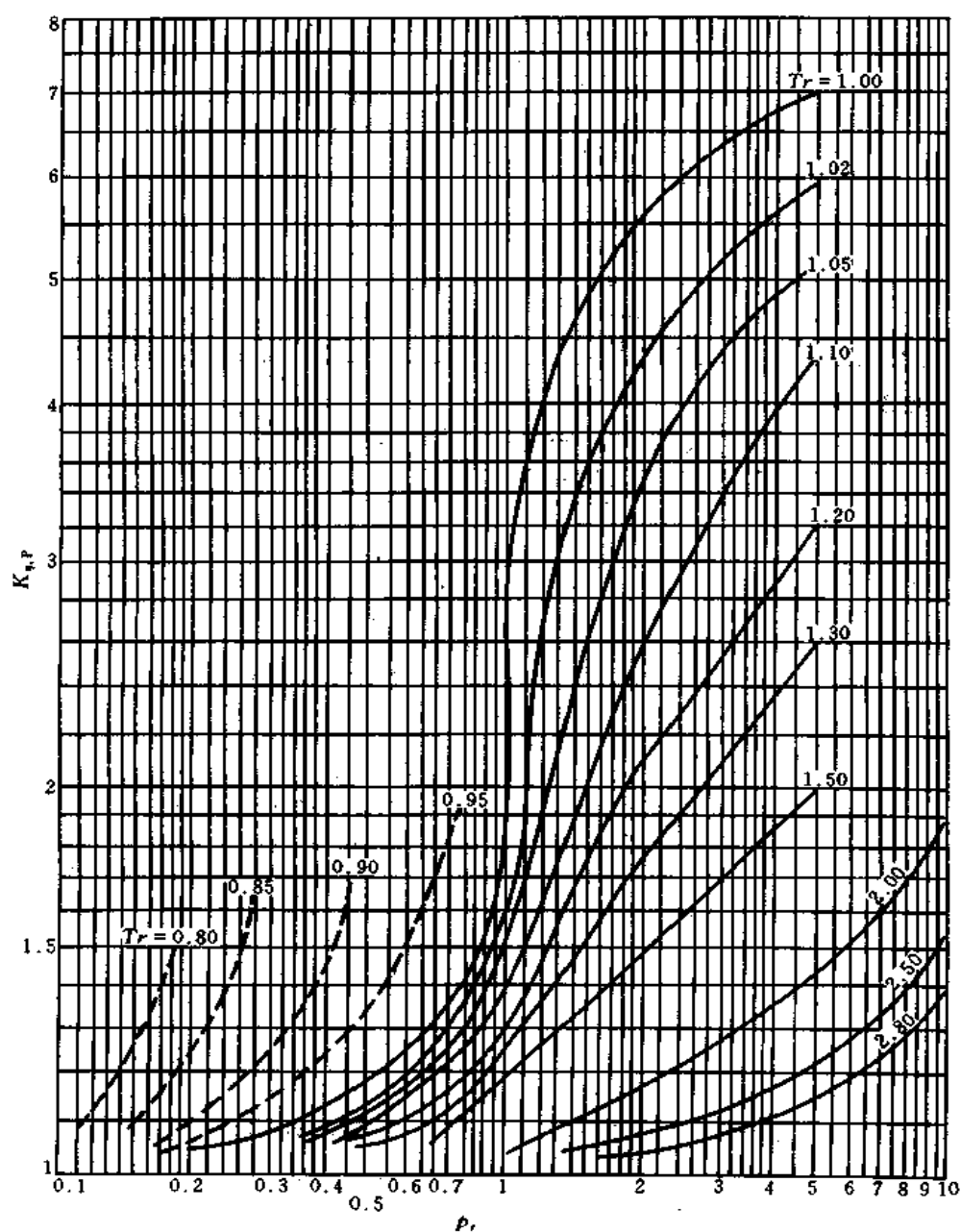
图 5.1.2-2 气体粘度的压力修正系数图 $K_{\eta, p}$

表 5.1.2 求气体粘度的 X、Y 值表

序号	名 称	X	Y	序号	名 称	X	Y	序号	名 称	X	Y
1	空气	11.0	20.0	11	一氧化碳	11.0	20.0	21	碘	9.0	18.4
2	氧	11.0	21.3	12	氮	8.4	16.0	22	氯化氢	8.8	18.7
3	氮	10.6	20.0	13	硫化氢	8.6	18.0	23	溴化氢	8.8	20.9
4	氩	10.5	22.4	14	二氧化硫	9.6	17.0	24	碘化氢	9.0	21.3
5	氦	10.9	20.5	15	二硫化碳	8.0	16.0	25	氰化氢	9.8	14.9
6	氙	9.3	23.0	16	一氧化二氮	8.8	19.0	26	氟	9.2	15.2
7	氢	11.2	12.4	17	一氧化氮	10.9	20.5	27	亚硝酸氯	8.0	17.6
8	$3H_2 + 1N_2$	11.2	17.2	18	氟	7.3	23.8	28	汞	5.3	22.9
9	水蒸气	8.0	16.0	19	氯	9.0	18.4	29	甲烷	9.9	15.5
10	二氧化碳	9.5	18.7	20	溴	8.9	19.2	30	乙烷	9.1	14.5

续表

序号	名 称	X	Y	序号	名 称	X	Y	序号	名 称	X	Y
31	乙烯	9.5	15.1	40	环己烷	9.2	12.0	49	丙酮	8.9	13.0
32	乙炔	9.8	14.9	41	氯化乙烷	8.5	15.6	50	乙醚	8.9	13.0
33	丙烷	9.7	12.9	42	三氯甲烷(氯仿)	8.9	15.7	51	醋酸乙酯	8.5	13.2
34	丙烯	9.0	13.8	43	苯	8.5	13.2	52	氟里昂-11	10.6	15.1
35	丁烯	9.2	13.7	44	甲苯	8.6	12.4	53	氟里昂-12	11.1	16.0
36	丁炔	8.9	13.0	45	甲醇	8.5	15.6	54	氟里昂-21	10.8	15.3
37	戊烷	7.0	12.8	46	乙醇	9.2	14.2	55	氟里昂-22	10.1	17.0
38	己烷	8.6	11.8	47	丙醇	8.4	13.4	56	氟里昂-113	11.3	14.4
39	三甲苯丁烷 2,3,3	9.5	10.5	48	醋酸	7.7	14.3				

5.1.3 干燥空气的密度 (表 5.1.3)

表 5.1.3 干燥空气的密度表

干燥空气的密度 ρ , kg/m ³											
ρ , kgf/cm ³ t , °C	760 mmHg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1.2928	1.2515	2.5030	3.7545	5.0060	6.2575	7.5090	8.7605	10.0120	11.2635	12.515
5	1.2696	1.2290	2.4580	3.6870	4.9160	6.1450	7.3740	8.6030	9.8320	11.0610	12.2900
10	1.2471	1.2072	2.4144	3.6216	4.8288	6.0360	7.2432	8.4504	9.6576	10.8648	12.0720
15	1.2255	1.1863	2.3726	3.5589	4.7452	5.9315	7.1178	8.3041	9.4904	10.6767	11.8630
20	1.2046	1.1661	2.3322	3.4983	4.6644	5.8305	6.9966	8.1627	9.3288	10.4949	11.6610
25	1.1844	1.1465	2.2930	3.4395	4.5860	5.7325	6.8790	8.0255	9.1720	10.3185	11.4650
30	1.1649	1.1276	2.2552	3.3825	4.5104	5.6380	6.7656	7.8932	9.0208	10.1484	11.2760
35	1.1466	1.1099	2.2198	3.3297	4.4396	5.5495	6.6594	7.7693	8.8792	9.9891	11.0990
40	1.1277	1.0917	2.1834	3.2751	4.3668	5.4585	6.5502	7.6419	8.7336	9.8253	10.9170
45	1.1099	1.0744	2.1488	3.2232	4.2976	5.3720	6.4464	7.5208	8.5952	9.6696	10.7140
50	1.0926	1.0577	2.1154	3.1731	4.2308	5.2885	6.3462	7.4039	8.4616	9.5193	10.5770
55	1.0761	1.0418	2.0836	3.1254	4.1672	5.2090	6.2508	7.2926	8.3344	9.3762	10.4180
60	1.0600	1.0261	2.0522	3.0783	4.1044	5.1305	6.1566	7.1827	8.2088	9.2349	10.2610
65	1.0443	1.0109	2.0218	3.0327	4.0436	5.0545	6.0654	7.0763	8.0872	9.0981	10.1090
70	1.0291	0.9962	1.9924	2.9886	3.9848	4.9810	5.9772	6.9734	7.9696	8.9658	9.9620
75	1.0143	0.9819	1.9638	2.9457	3.9276	4.9095	5.8914	6.8733	7.8552	8.8371	9.8190
80	1.000	0.9680	1.9360	2.9040	3.8720	4.8400	5.8080	6.7760	7.7440	8.7120	9.6800
85	0.9860	0.9545	1.9090	2.8635	3.8180	4.7725	5.7270	6.6815	7.6360	8.5905	9.5450
90	0.9724	0.9413	1.8826	2.8239	3.7652	4.7065	5.6478	6.5891	7.5304	8.4717	9.4130

干燥空气的密度 ρ , kg/m ³										
ρ , kgf/cm ³ t , °C	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	13.7665	15.0180	16.2695	17.5210	18.7725	20.0240	21.2755	22.5270	23.7785	25.0300
5	13.5190	14.7480	15.9770	17.2060	18.4350	19.6640	20.8930	22.1220	23.3510	24.5800
10	13.2792	14.4864	15.6936	16.9008	18.1080	19.3152	20.5224	21.7296	22.9368	24.1440
15	13.0493	14.2356	15.4219	16.6082	17.7945	18.9808	20.1671	21.3534	22.5397	23.7260
20	12.8271	13.9932	15.1593	16.3254	17.4915	18.6576	19.8237	20.9898	22.1559	23.3220
25	12.6115	13.7580	14.9045	16.0510	17.1975	18.3440	19.4905	20.6370	21.7835	22.9300
30	12.4036	13.5312	14.6588	15.7864	16.9140	18.0416	19.1692	20.2968	21.4244	22.5520
35	12.2089	13.3188	14.4287	15.5386	16.6485	17.7584	18.8683	19.9782	21.0881	22.1980
40	12.0087	13.1004	14.1921	15.2838	16.3755	17.4672	18.5589	19.6506	20.7423	21.8340
45	11.8184	12.8928	13.9672	15.0416	16.1160	17.1904	18.2648	19.3392	20.4136	21.4880
50	11.6347	12.6924	13.7501	14.8078	15.8655	16.9232	17.9809	19.0386	20.0963	21.1540
55	11.4598	12.5016	13.5434	14.5852	15.6270	16.6688	17.7106	18.7524	19.7942	20.8360

续表

干燥空气的密度 ρ , kg/m ³										
ρ , kg/cm ³ t , °C	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
60	11.2871	12.3132	13.3393	14.3654	15.3915	16.4176	17.4437	18.4698	19.4959	20.5220
65	11.1199	12.1308	13.1417	14.1526	15.1635	16.1744	17.1853	18.1962	19.2071	20.2180
70	10.9582	11.9544	12.9506	13.9468	14.9430	15.9392	16.9354	17.9316	18.9278	19.9240
75	10.8009	11.7828	12.7647	13.7466	14.7285	15.7104	16.6923	17.6742	18.6561	19.6380
80	10.6480	11.6160	12.5840	13.5520	14.5200	15.4880	16.4560	17.4240	18.3920	19.3600
85	10.4995	11.4540	12.4085	13.3630	14.3175	15.2720	16.2265	17.1810	18.1355	19.0900
90	10.3543	11.2956	12.2369	13.1782	14.1195	15.0608	16.0021	16.9434	17.8847	18.8260

注: 1kgf/cm²=0.1MPa。

1mmHg=133Pa。

5.1.4 饱和气体的水分含量 (表 5.1.4)

表 5.1.4 饱和气体的水分含量表

温 度 t °C	饱和水蒸气 压力 p_b kgf/cm ²	完全饱和时的水分含量			温 度 t °C	饱和水蒸气 压力 p_b kgf/cm ²	完全饱和时的水分含量		
		密度 ρ_b kg/m ³	绝对湿度 f kg/m ³	绝对湿度 f' kg/m ³			密度 ρ_b kg/m ³	绝对湿度 f kg/m ³	绝对湿度 f' kg/m ³
-25	0.00064	0.0005	0.0005	0.0005	46	0.1028	0.0687	0.0890	0.0802
-20	0.00105	0.0009	0.0008	0.0008	48	0.1138	0.0756	0.0995	0.0886
-15	0.00169	0.0014	0.0013	0.0013	50	0.1258	0.0830	0.1144	0.0979
-10	0.00265	0.0021	0.0021	0.0021	52	0.1388	0.0910	0.125	0.108
-5	0.00409	0.0032	0.0032	0.0033	54	0.1530	0.0998	0.139	0.119
0	0.0062	0.0048	0.0048	0.0048	56	0.1684	0.1092	0.156	0.131
2	0.0072	0.0056	0.0056	0.0056	58	0.1850	0.1193	0.175	0.144
4	0.0083	0.0064	0.0066	0.0065	60	0.2031	0.1302	0.196	0.158
6	0.0095	0.0073	0.0075	0.0074	62	0.2227	0.1420	0.222	0.174
8	0.0109	0.0083	0.0086	0.0085	64	0.2438	0.1546	0.249	0.190
10	0.0125	0.0094	0.0098	0.0097	66	0.2666	0.1681	0.281	0.208
12	0.0143	0.0107	0.0113	0.0111	68	0.2912	0.1826	0.318	0.228
14	0.0163	0.0121	0.0129	0.0127	70	0.3177	0.1982	0.361	0.249
16	0.0185	0.0136	0.0147	0.0144	72	0.3463	0.2148	0.409	0.271
18	0.0210	0.0154	0.0167	0.0164	74	0.3769	0.2326	0.466	0.295
20	0.0238	0.0173	0.0189	0.0185	76	0.4098	0.2516	0.534	0.321
22	0.0269	0.0194	0.0215	0.0209	78	0.4451	0.2718	0.617	0.349
24	0.0304	0.0218	0.0244	0.0237	80	0.4829	0.2934	0.716	0.379
26	0.0343	0.0244	0.0275	0.0266	82	0.5234	0.3164	0.840	0.411
28	0.0385	0.0272	0.0311	0.0299	84	0.5667	0.3408	0.996	0.445
30	0.0433	0.0304	0.0351	0.0336	86	0.6129	0.3667	1.205	0.482
32	0.0485	0.0338	0.0396	0.0377	88	0.6623	0.3943	1.480	0.521
34	0.0542	0.0376	0.0445	0.0422	90	0.7149	0.4235	1.877	0.563
36	0.0606	0.0417	0.0501	0.0471	92	0.7710	0.4545	2.492	0.608
38	0.0676	0.0462	0.0563	0.0526	94	0.8307	0.4873	3.541	0.655
40	0.0752	0.0512	0.0631	0.0585	96	0.8942	0.5222	5.732	0.705
42	0.0836	0.0565	0.0708	0.0650	98	0.9616	0.5590	13.818	0.760
44	0.0928	0.0623	0.0793	0.0722	100	1.0332	0.5977	∞	0.816

注: f ——对于干气体而言的绝对湿度, 0°C, 760mmHg 时的数值。 f' ——对湿气体而言的绝对湿度, 0°C, 760mmHg 时的数值。水蒸气: $p_s=22120000\text{Pa}$; $T_s=647.3\text{K}$ 。1kgf/cm²=0.1MPa。

1mmHg=133Pa。

5.1.5 气体的压缩系数 (见图 5.1.5-1 至图 5.1.5-11)

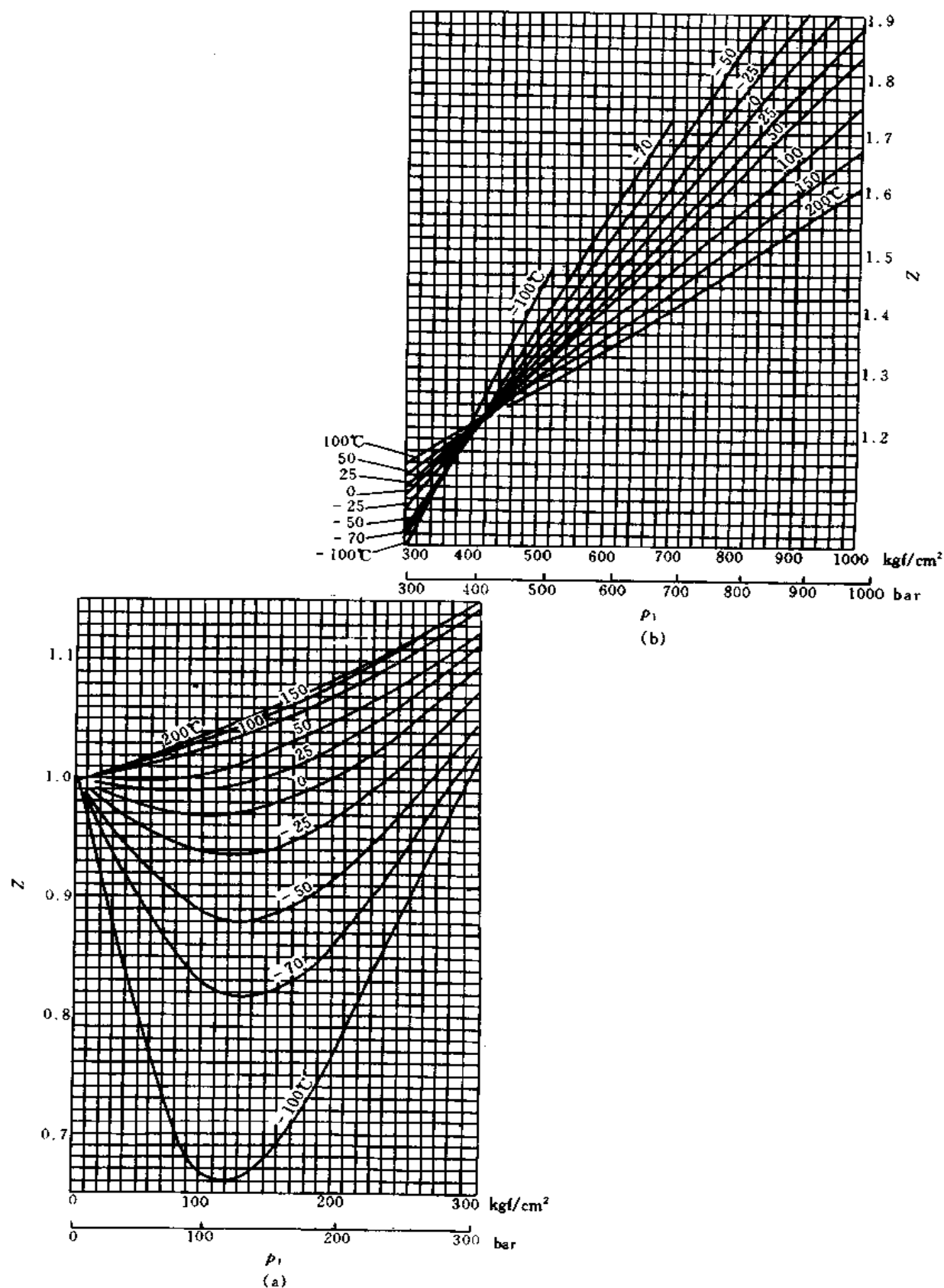


图 5.1.5-1 空气的压缩系数图 Z

CO_2 : 1%~1.8%
 C_nH_m : 2%~2.7%
 O_2 : 0%~0.5%
 CO : 4.5%~6%
 H_2 : 55%~58%
 CH_4 : 24%~26%
 N_2 : 8%~10%
 $\sigma_t = 0.25\%$

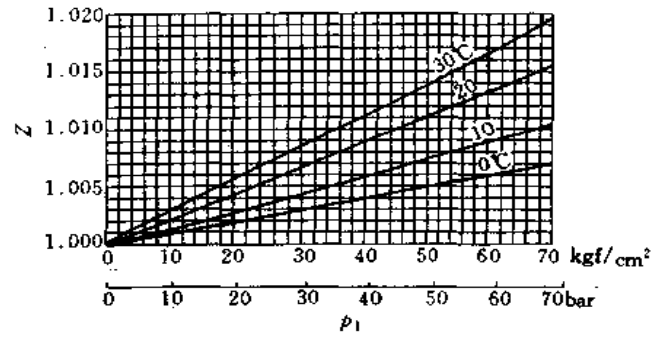


图 5.1.5-2 焦炉煤气的压缩系数图 Z

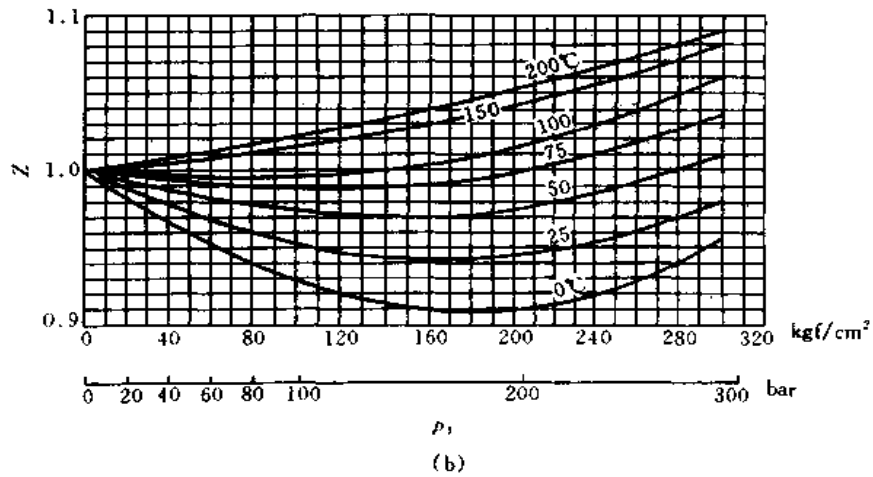


图 5.1.5-3 氧气 (O_2) 的压缩系数图 Z

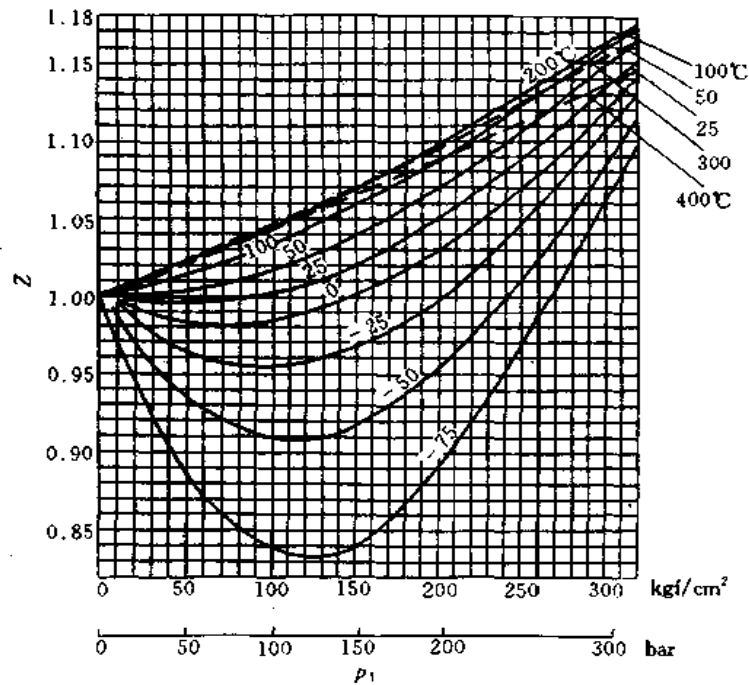
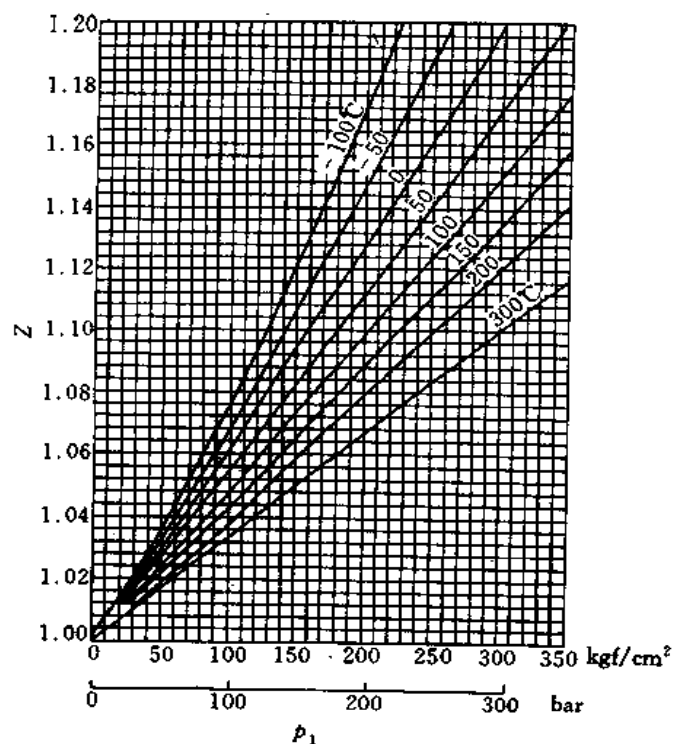
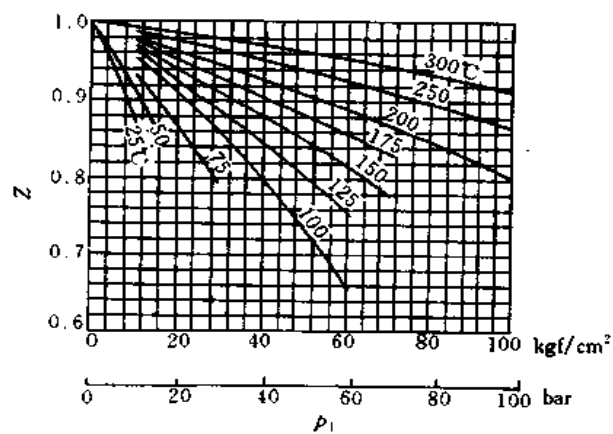
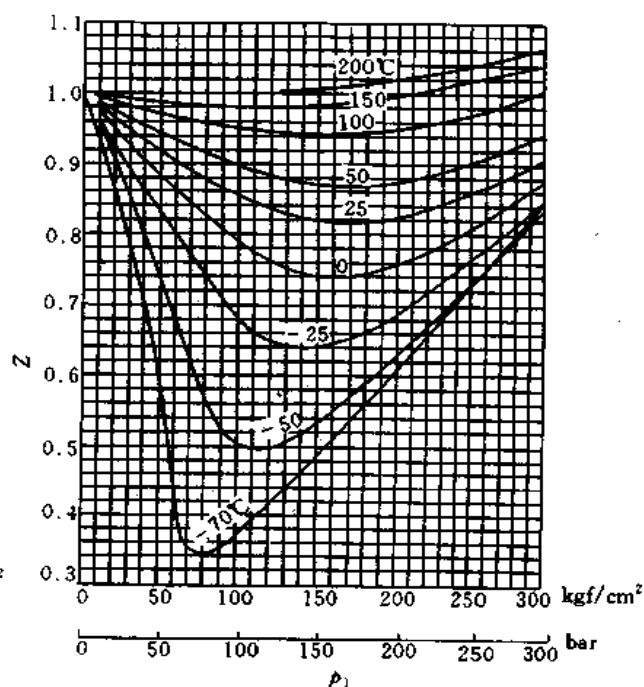
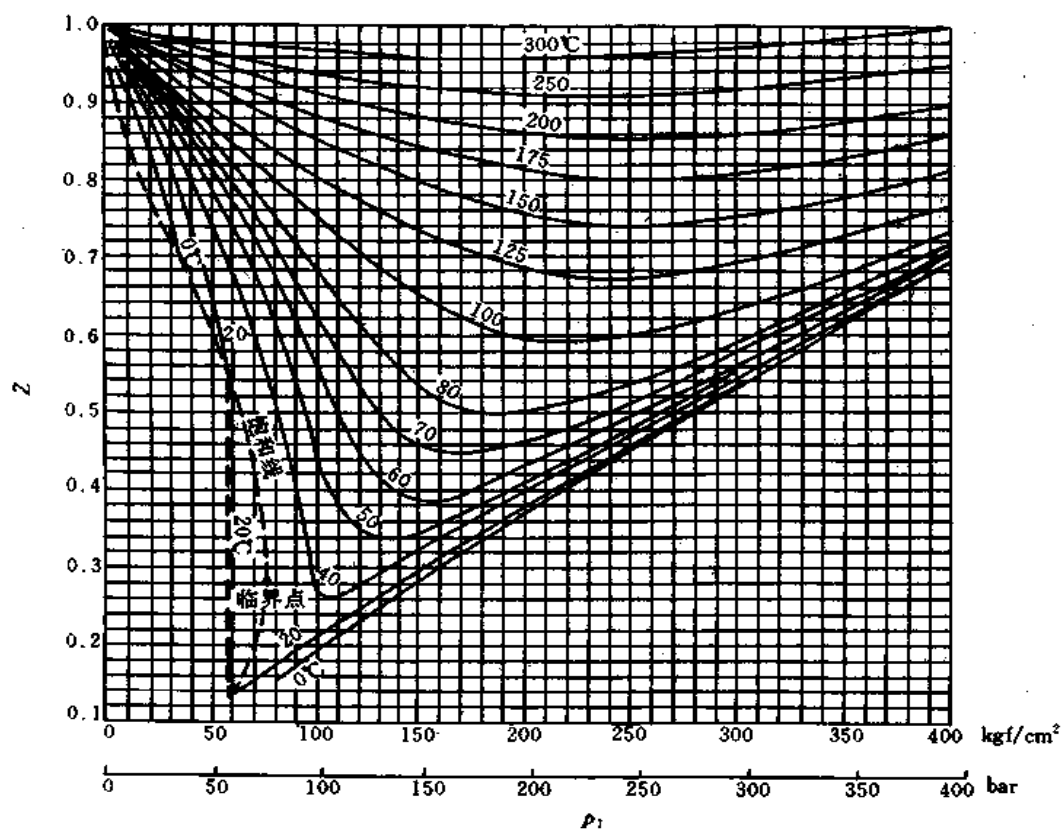
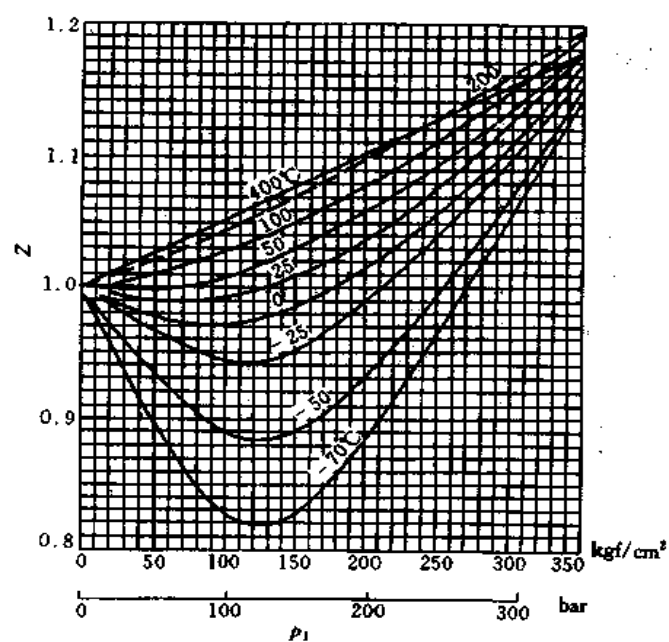
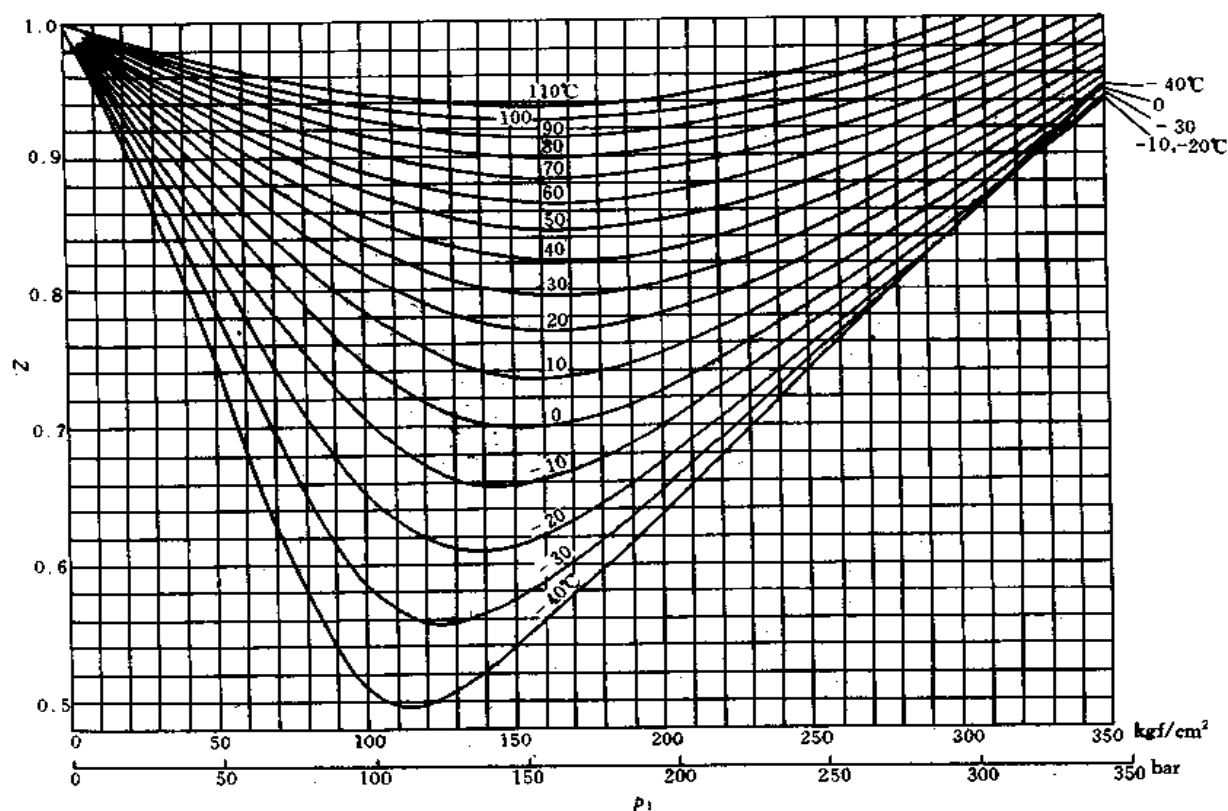


图 5.1.5-4 氮气 (N_2) 的压缩系数图 Z

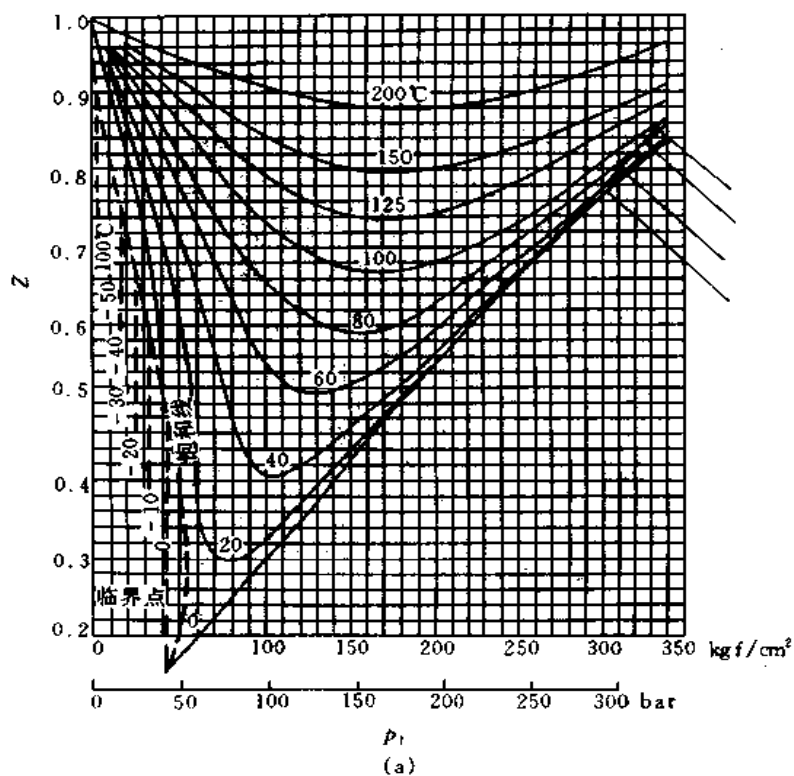
图 5.1.5-5 氢气 (H_2) 的压缩系数图 Z 图 5.1.5-6 氨气 (NH_3) 的压缩系数图 Z 图 5.1.5-7 一氧化碳 (CO) 的压缩系数图 Z

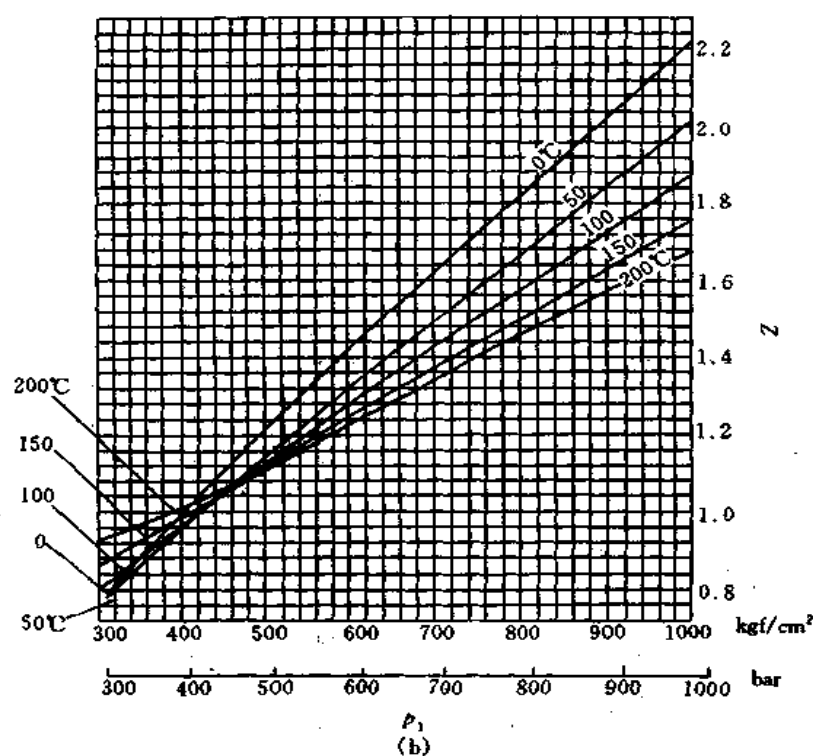
图 5.1.5-8 二氧化碳 (CO_2) 的压缩系数图 Z 图 5.1.5-9 甲烷 (CH_4) 的压缩系数图 Z



标准状态下的密度: $p_0 = 0.776 \text{ kg/m}^3$; 惰性气体成分: $X_{\text{CO}_2} = X_{\text{N}_2} = 0$

图 5.1.5-10 天然气的压缩系数图 Z

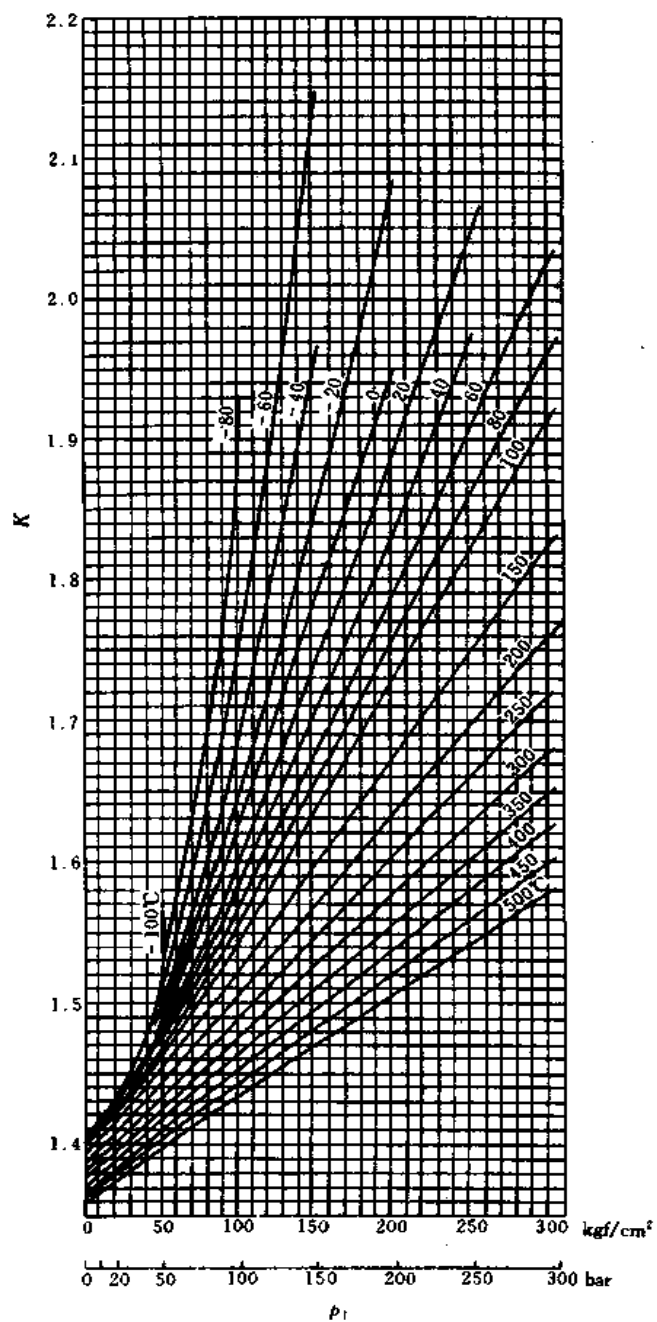
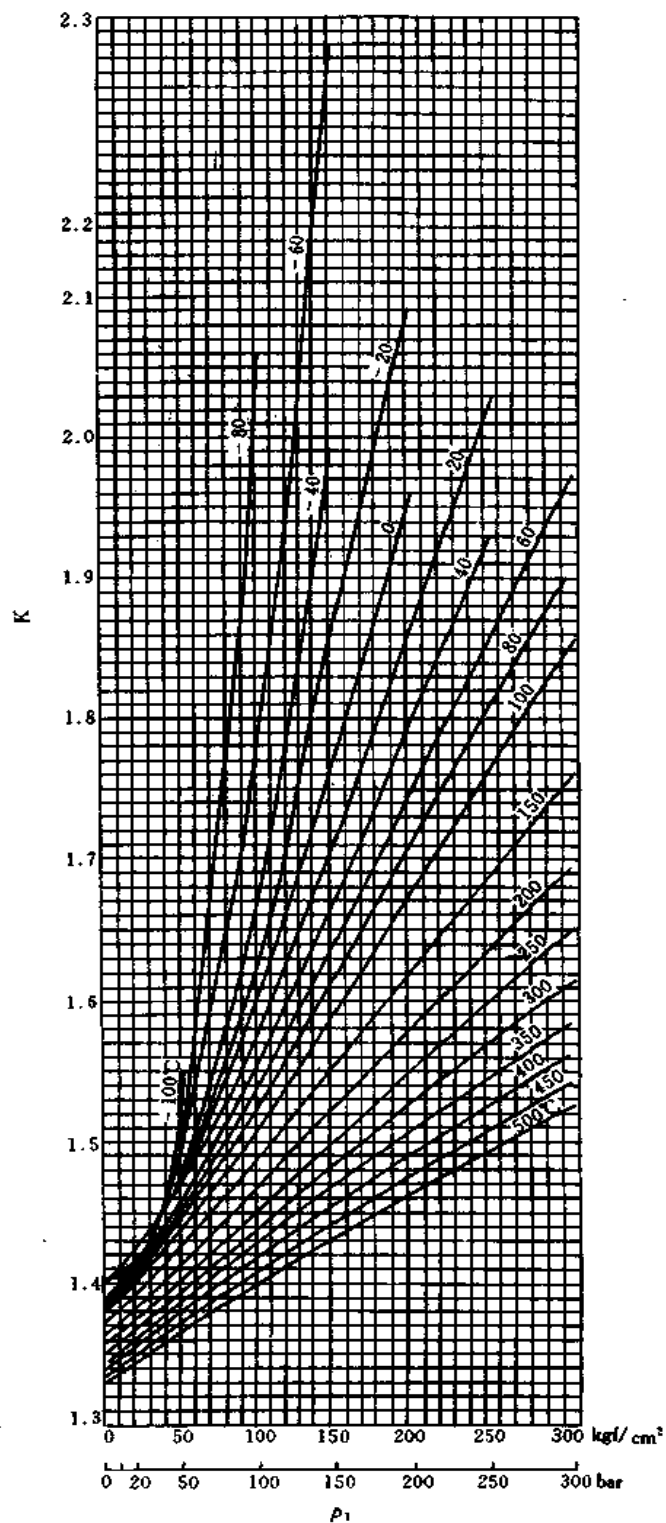


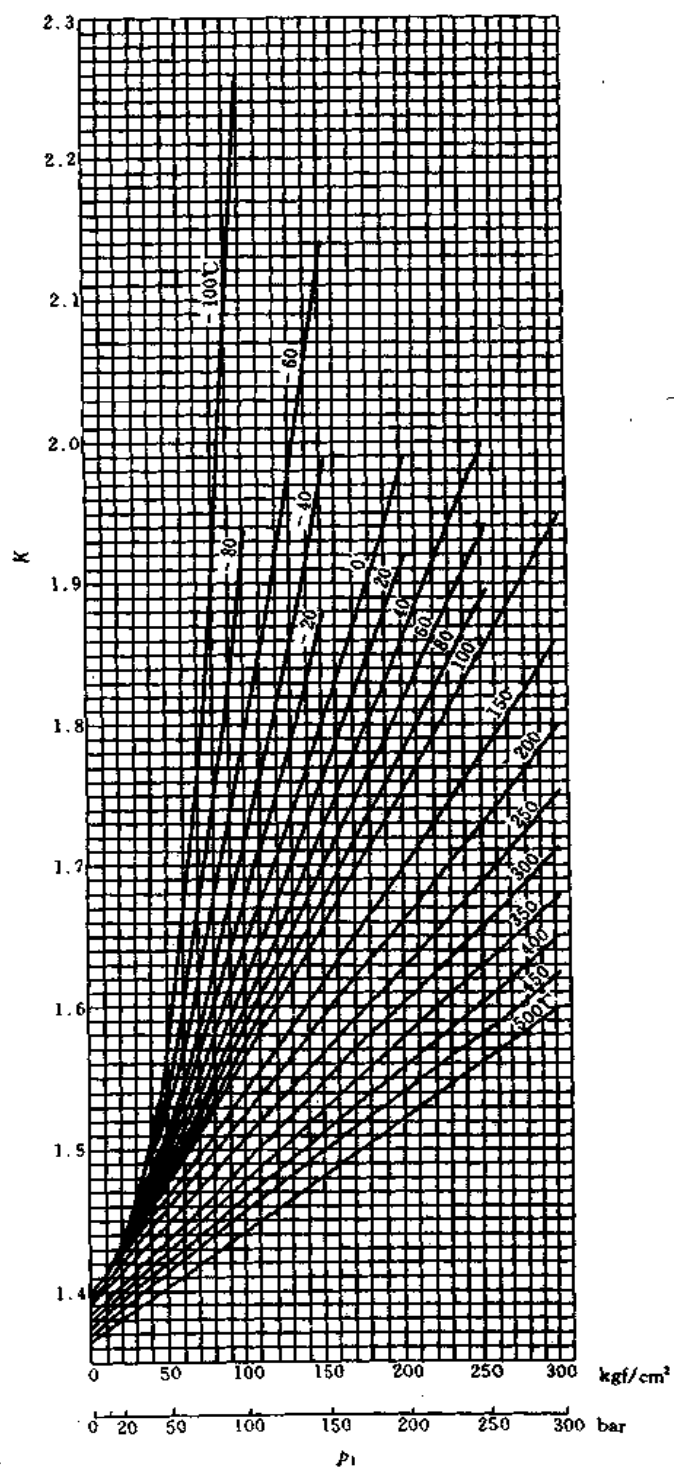
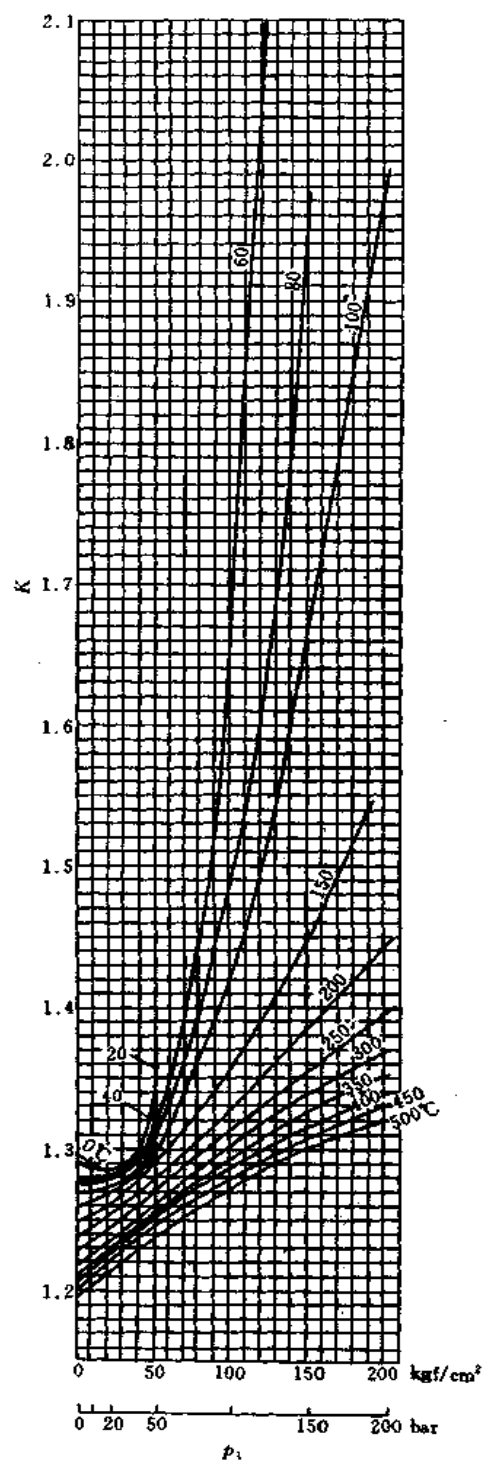
图 5.1.5-11 乙烯 (C_2H_4) 的压缩系数图 Z

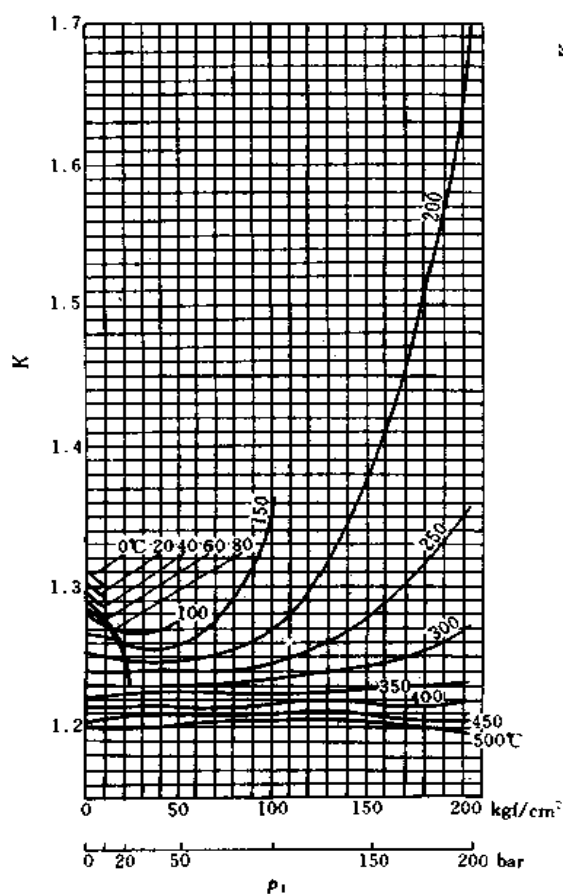
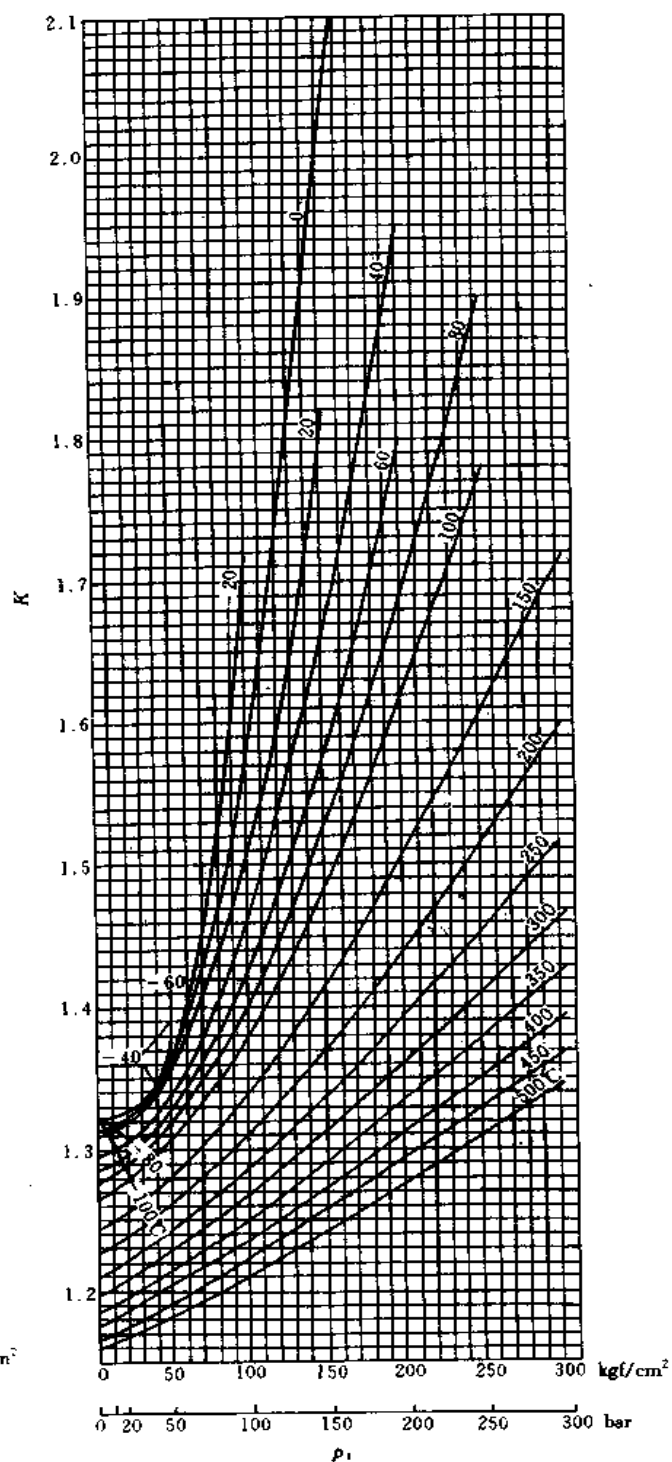
5.1.6 气体的比热比和等熵指数 (见表 5.1.6 和图 5.1.6-1 至图 5.1.6-8)

表 5.1.6 气体的比热比 c_p/c_v 表 (压力为 $10^5 Pa$)

名 称	分子式	温 度, $^{\circ}C$										
		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
甲烷	CH_4	1.314	1.268	1.225	1.193	1.171	1.155	1.141				
乙烷	C_2H_6	1.202	1.154	1.124	1.105	1.095	1.085	1.077				
丙烷	C_3H_8	1.138	1.102	1.083	1.070	1.062	1.057	1.053				
丁烷	C_4H_{10}	1.097	1.075	1.061	1.052	1.046	1.043	1.040				
戊烷	C_5H_{12}	1.077	1.060	1.049	1.042	1.037	1.035	1.031				
己烷	C_6H_{14}	1.063	1.050	1.040	1.035	1.031	1.029	1.027				
庚烷	C_7H_{16}	1.053	1.042	1.035	1.030	1.027	1.025	1.023				
辛烷	C_8H_{18}	1.046	1.037	1.030	1.026	1.023	1.022	1.020				
氯甲烷	CH_3Cl	1.27	1.22	1.18	1.16	1.15	1.13	1.12				
三氯甲烷	$CHCl_3$	1.15	1.13	1.12	1.11	1.10	1.10					
乙酸乙酯	$C_4H_8O_2$	1.088	1.069	1.056	1.049	1.043	1.038	1.035				
氮	N_2	1.402	1.400	1.394	1.385	1.375	1.364	1.355	1.345	1.337	1.331	1.323
氢	H_2	1.410	1.398	1.396	1.395	1.394	1.390	1.387	1.381	1.375	1.369	1.361
空气		1.400	1.397	1.390	1.378	1.366	1.357	1.345	1.337	1.330	1.325	1.320
氧	O_2	1.397	1.385	1.370	1.353	1.340	1.334	1.321	1.314	1.307	1.304	1.300
一氧化碳	CO	1.400	1.397	1.389	1.379	1.367	1.354	1.344	1.335	1.329	1.321	1.317
水蒸气			1.28	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.23
二氧化硫	SO_2	1.272	1.243	1.223	1.207	1.198	1.191	1.187	1.184	1.179	1.177	1.175
二氧化碳	CO_2	1.301	1.260	1.235	1.217	1.205	1.195	1.188	1.180	1.177	1.174	1.171
氨	NH_3	1.31	1.28	1.26	1.24	1.22	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15

图 5.1.6-1 空气的等熵指数图 K 图 5.1.6-2 氧气 (O_2) 的等熵指数图 K

图 5.1.6-3 氮气 (N_2) 的等熵指数图 K 图 5.1.6-4 二氧化碳 (CO_2) 的等熵指数图 K

图 5.1.6-5 氨气 (NH_3) 的等熵指数图 K 图 5.1.6-6 甲烷 (CH_4) 的等熵指数图 K

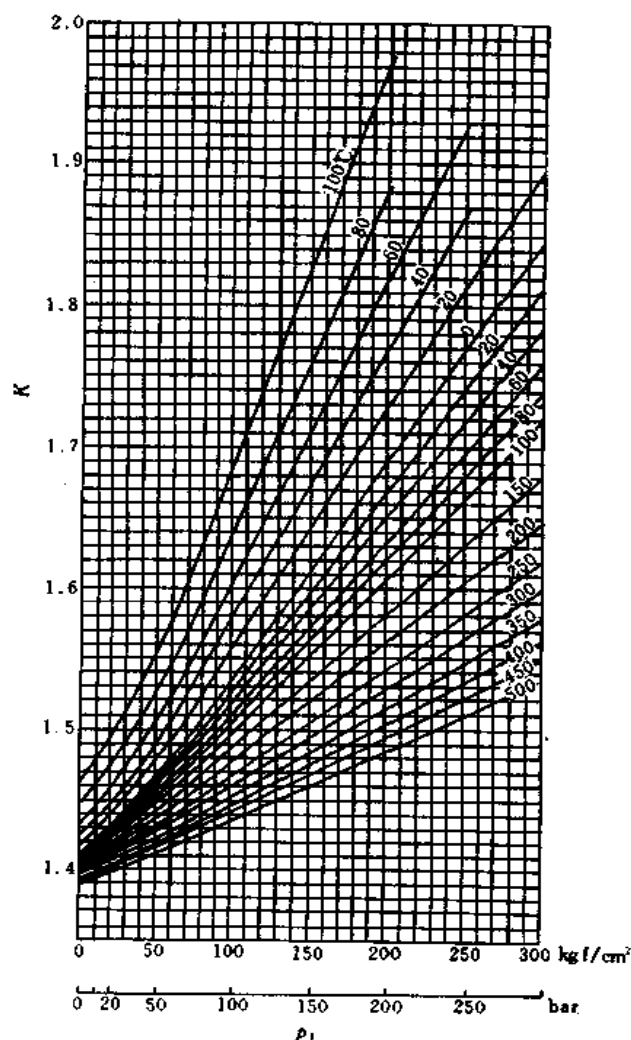


图 5.1.6-7 氢气 (H_2) 的等熵指数图 K

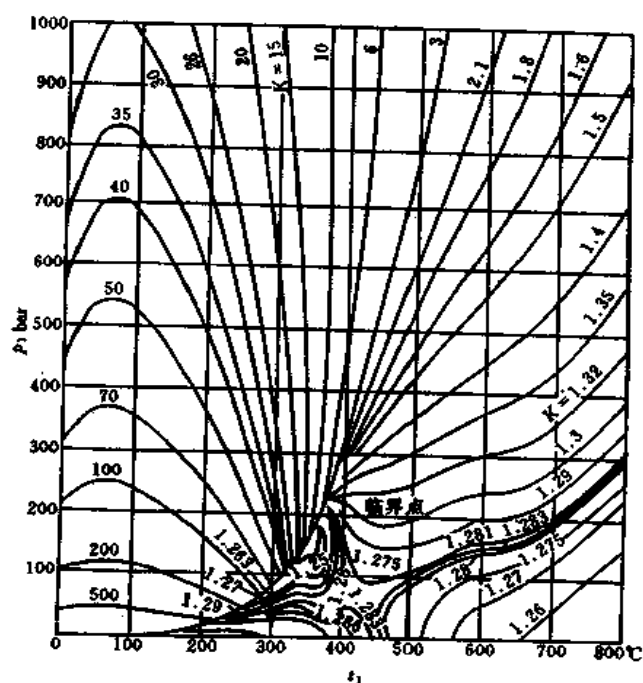


图 5.1.6-8 水蒸气的等熵指数图 K

5.2 液体性质及常用数据

5.2.1 液体的性质 (GB/T 2624—93) (表 5.2.1)

表 5.2.1 液体的性质表

名 称	分 子 式	分子量	密度 ρ_{20} kg/m ³ (在 20℃ 时)	沸点 t_b , °C (在 0.1MPa 时)	临 界 点			体积膨胀 系数 $\mu \times 10^6$ 1/°C
					温度 t_c °C	压力 p_c kgf/cm ²	密度 ρ_c kg/m ³	
水	H_2O	18.0	998.2	100.00	374.15	225.65	307	18
汞	Hg	200.6	13545.7	356.95	1460	107.6	5000	18.1
溴	Br_2	159.8	3120	58.8	311	105.4	1180	113
硫酸	H_2SO_4	98.1	1834	340 分解				57
硝酸	HNO_3	63.0	1512	86.0				124
盐酸(30%)	HCl	36.47	1149.3					
环丁砜	$C_4H_8SO_2$	120	1261	285				
丙酮	CH_3COCH_3	58.08	791	56.2	235	48.6	268	143
甲乙酮	$CH_3COC_2H_5$	72.11	803	79.6	260	39.5		

续表

名 称	分 子 式	分子量	密度 ρ_{20} kg/m ³ (在 20°C 时)	沸点 t_b , °C (在 0.1MPa 时)	临 界 点			体积膨胀 系数 $\mu \times 10^6$ 1/°C
					温度 t_c °C	压力 p_c kgf/cm ²	密度 ρ_c kg/m ³	
酚	C ₆ H ₅ OH	94.1	1050 (50°C)	181.8	419	62.6		
二硫化碳	CS ₂	76.13	1262	46.3	277.7	75.5	440	119
乙醇胺	NH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	61.1		170.5				
甲醇	CH ₃ OH	32.04	791.3	64.7	240	81.3	272	119
乙醇	C ₂ H ₅ OH	46.07	789.2	78.3	243.1	64.4	275.5	110
乙二醇	C ₂ H ₄ (OH) ₂	62.1	1113	197.6				
正丙醇	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	60.10	804.4	97.2	265.8	51.8	273	98
异丙醇	CH ₃ CHOHCH ₃	60.10	785.1	82.2	273.5	54.9	274	
正丁醇	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	74.12	809.6	117.8	287.1	50.2		
乙腈	CH ₃ CN	41	783	81.6	274.7	49.3	240	
正戊醇	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	88.15	813.0	138.0	315.0			88
乙醛	CH ₃ CHO	44.05	783	20.2	188.0			
丙醛	CH ₃ CH ₂ CHO	58.08	808	48.9				
环己酮	C ₆ H ₁₀ O	98.15	946.6	155.7				
二乙醚	(C ₂ H ₅) ₂ O	74.12	714	34.6	194.7	37.5	264	162
甘油	C ₃ H ₅ (OH) ₃	92.09	1261.3	290 分解				50
邻甲酚	C ₆ H ₄ OHCH ₃	108.14	1020 (50°C)	191.0	422.3	51.1		
间甲酚	C ₆ H ₄ OHCH ₃	108.14	1034.1	202.2	432.0	46.5		
对甲酚	C ₆ H ₄ OHCH ₃	108.14	1011 (50°C)	202.0	426.0	52.6		
甲酸甲酯	CH ₃ OOCH	60.05	975	31.8	212.0	61.1	349	124
乙酸甲酯	CH ₃ OOCCH ₃	74.08	934	57.1	235.8	47.9		
丙酸甲酯	CH ₃ OCCC ₂ H ₅	88.11	915	79.7	261.0	40.8		
甲酸	HCOOH	46.03	1220	100.7				102
乙酸	CH ₃ COOH	60.05	1049	118.1	321.5	59		
丙酸	C ₂ H ₅ COOH	74.08	993	141.3	339.5	54.1	320	109
苯胺	C ₆ H ₅ NH ₂	93.13	1021.7	184.4	425.7	54.1	340	85
丙腈	C ₃ H ₅ N	55.08	781.8	97.2	291.2	42.8		
丁腈	C ₄ H ₇ N	69.11	790	117.6	309.1	38.6		
噻吩	(CH) ₂ S(CH) ₂	84.14	1065	84.1	317.3	49.3		
二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	84.93	1325.5	40.2	237.5	62.9		
氯仿	CHCl ₃	119.38	1490	61.2	260.0	55.6	496	128
四氯化碳	CCl ₄	153.82	1594	76.8	283.2	46.5	558	122
邻二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	880	144	358.4	38.1		97
间二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	864	139.2	346	37.2		99
对二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	861	138.4	345	36.1		102
甲苯	C ₇ H ₈	92.1	866	110.7	320.6	43.0	290	108
邻氯甲苯	C ₇ H ₇ Cl	126.6	1081	159				89
间氯甲苯	C ₇ H ₇ Cl	126.6	1072	162.2				
环己烷	C ₆ H ₁₂	84.1	778	80.8	280	41.3	273	120
己烷	C ₆ H ₁₄	86.2	660	68.73	234.7	30.9	234	135
庚烷	C ₇ H ₁₆	100.2	684	98.4	267.0	27.9	235	124
辛烷	C ₈ H ₁₈	114.2	702	125.7	296.7	25.4	233	114

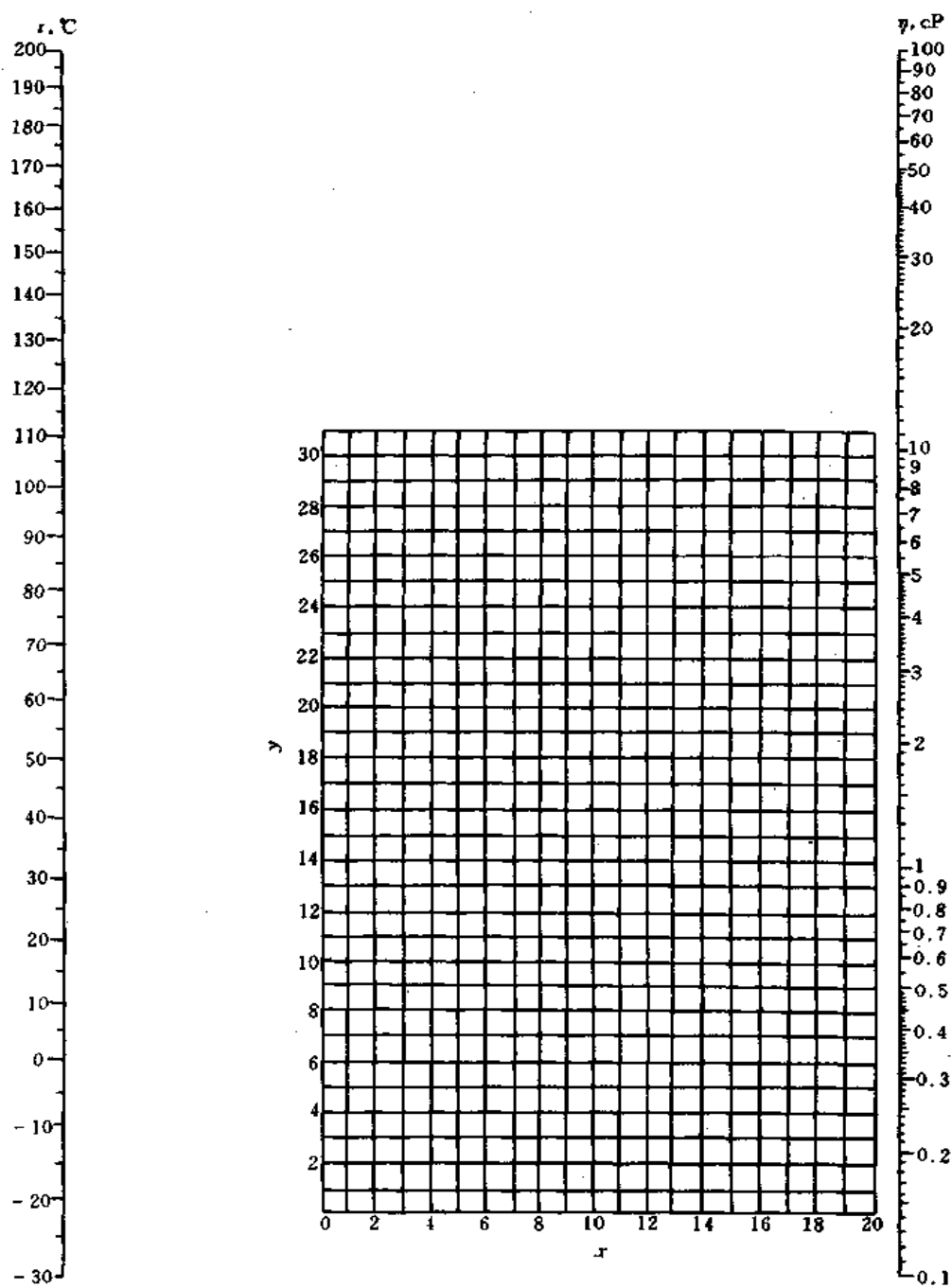
5.2.2 一般液体在常压下的粘度 η (GB/T 2624—93) (图 5.2.2 和表 5.2.2)图 5.2.2 一般液体在常压下的粘度图 η

表 5.2.2 求液体粘度的 X、Y 值表

名 称	X	Y	名 称	X	Y
水	10.2	13.0	亚乙基乙炔	14.1	8.7
盐水 (25%NaCl)	10.2	16.6	噻吩	13.2	11.0
盐水 (25%NaCl)	6.6	15.9	苯	12.5	10.9
氨 (100%)	12.6	2.0	甲苯	13.7	10.4
氨水 (26%)	10.1	13.9	邻二甲苯	13.5	12.1
二氧化碳	11.6	0.3	间二甲苯	13.9	10.6
二氧化硫	15.2	7.1	对二甲苯	13.9	10.9
二硫化碳	16.1	7.5	氟化苯	13.7	10.4
二氧化氮	12.9	8.6	氯化苯	12.3	12.4
溴	14.2	13.2	碘化苯	12.8	15.9
钠	16.4	13.9	乙苯	13.2	11.5
汞	18.4	16.4	硝基苯	10.6	16.2
硫酸 (110%)	7.2	27.4	(邻) 氟化甲苯	13.0	13.3
硫酸 (100%)	8.0	25.1	(间) 氟化甲苯	13.3	12.5
硫酸 (98%)	7.0	24.8	(对) 氟化甲苯	13.3	12.5
硫酸 (60%)	10.2	21.3	溴化甲苯	20.0	15.9
硝酸 (95%)	12.8	13.8	乙烯基甲苯	13.4	12.0
硝酸 (60%)	10.8	17.0	硝化甲苯	11.0	17.0
盐酸 (31.5%)	13.0	6.6	苯胺	8.1	18.7
氢氧化钠 (50%)	3.2	25.8	酚	6.9	20.8
戊烷	14.9	5.2	间甲酚	2.5	20.8
己烷	14.7	7.0	联苯	12.0	18.3
庚烷	14.1	8.4	萘	7.9	18.1
辛烷	13.7	10.0	甲醇 (100%)	12.4	10.5
环己烷	9.8	12.9	甲醇 (90%)	12.3	11.8
氟甲烷	15.0	3.8	甲醇 (40%)	7.8	15.5
碘甲烷	14.3	9.3	乙醇 (100%)	10.5	13.8
硫甲烷	15.3	6.4	乙醇 (95%)	9.8	14.3
二溴甲烷	12.7	15.8	乙醇 (40%)	6.5	16.6
二氯甲烷	14.6	8.9	丙醇	9.1	16.5
三氯甲烷	14.4	10.2	丙烯醇	10.2	14.3
四氯甲烷	12.7	13.1	异丙醇	8.2	16.0
溴乙烷	14.5	8.1	丁醇	8.6	17.2
氯乙烷	14.8	6.0	异丁醇	7.1	18.0
碘乙烷	14.7	10.3	戊醇	7.5	18.4
硫乙烷	13.8	8.9	环己醇	2.9	24.3
二氯乙烷	13.2	12.2	辛醇	6.6	21.1
四氯乙烷	11.9	15.7	乙二醇	6.0	23.6
五氯乙烷	10.9	17.3	二甘醇	5.0	24.7
溴乙烯	11.9	15.7	甘油 (100%)	2.0	30.0
氯乙烯	12.7	12.2	甘油 (50%)	6.9	19.6
三氯乙烯	14.8	10.5	三甘醇	4.7	24.8
氯丙烷	14.4	7.5	乙醚	15.2	14.8
溴丙烷	14.5	9.6	甲乙醚	13.9	8.6
碘丙烷	14.1	11.6	甲丙醚	14.3	9.5
异丙基溴	14.1	9.2	二乙醚	13.0	9.2
异丙基氯	13.9	7.1	丙酮 (100%)	14.5	7.2
异丙基碘	13.7	11.2	丙酮 (35%)	7.9	15.0
丙烯溴	14.4	9.6	甲酸	10.7	15.8
丙烯碘	14.0	11.7	乙酸 (100%)	12.1	14.2

续表

名 称	X	Y	名 称	X	Y
乙酸 (70%)	9.5	17.0	草酸二丙酯	10.3	17.7
乙酸酐	12.7	12.8	乙烯基醋酸酯	14.0	8.8
丙酸	12.8	13.8	乙醚	14.5	5.3
丙烯酸	12.3	13.9	乙丙醚	14.0	7.0
丁酸	12.1	15.3	二丙醚	13.2	8.6
异丁酸	12.2	14.4	茴香醚	12.3	13.5
甲酸甲酯	14.2	7.5	三氯化砷	13.9	14.5
甲酸乙酯	14.2	8.4	三溴化磷 (亚)	13.8	16.7
甲酸丙酯	13.1	9.7	三氯化磷 (亚)	16.2	10.9
醋酸甲酯	14.2	8.2	四氯化锡	13.5	12.8
醋酸乙酯	13.7	9.1	四氯化钛	14.4	12.3
醋酸丙酯	13.1	10.3	硫酰氯	15.2	12.4
醋酸丁酯	12.3	11.0	氯磺酸	11.2	18.1
醋酸戊酯	11.8	12.5	乙腈	14.4	7.4
丙酸甲酯	13.5	9.0	丁二腈	10.1	20.8
丙酸乙酯	13.2	9.9	氟里昂-11	14.4	9.0
丙烯酸丁酯	11.5	12.6	氟里昂-12	16.8	15.6
丁酸甲酯	13.2	10.3	氟里昂-21	15.7	7.5
异丁酸甲酯	12.3	9.7	氟里昂-22	17.2	4.7
丙烯酸甲酯	13.0	9.5	氟里昂-113	12.5	11.4
丙烯酸乙酯	12.7	10.4	煤油	10.2	16.9
二-乙基丙烯酸丁酯	11.2	14.0	亚麻仁油	7.5	27.2
二-乙基丙烯酸己酯	9.0	15.0	松脂精	11.5	14.9
草酸二乙酯	11.0	16.4			

5.2.3 液体的膨胀系数 (GB/T 2624—93) (图 5.2.3)

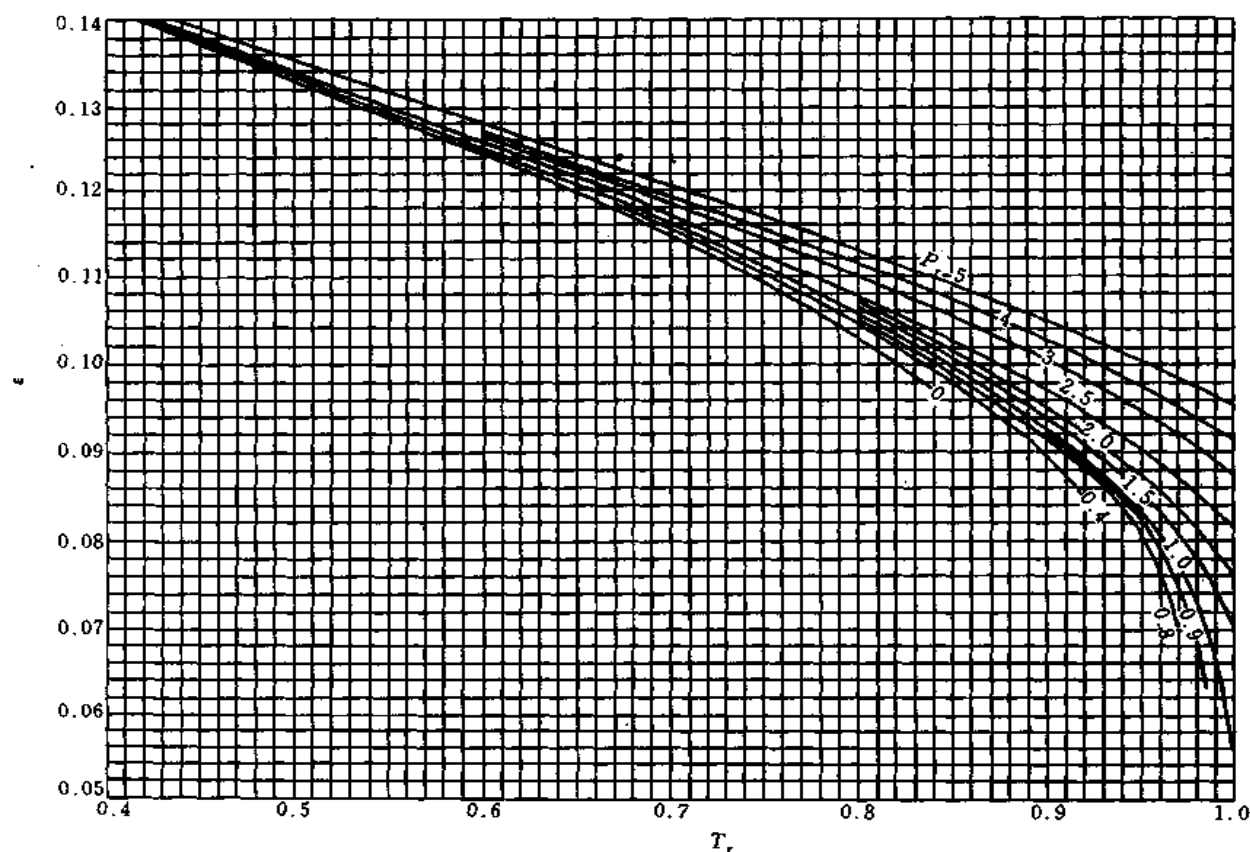


图 5.2.3 液体的膨胀系数图 W

(当 $T_r=1.0$, $P_r=1.0$ 时, 临界点的 $\omega=0.44$)

5.2.4 水和水蒸气的密度 (根据 GB/T 2624—93 编写) (表 5.2.4)

表 5.2.4 水和水蒸气的密度表

绝对压力 p 10^5 Pa	饱和温度 t_s $^{\circ}\text{C}$	饱和水密度 ρ_s kg/m^3	饱和蒸汽 密度 ρ_g kg/m^3	当温度为下列数值时 ($^{\circ}\text{C}$), 水和水蒸气的密度 ρ' 、 ρ'' , kg/m^3													
				0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
1.0	99.09	958.8	0.580	999.8	998.3	992.3	983.2	971.6	0.578	0.547	0.519	0.494	0.472	0.452	0.433	0.417	0.400
2.0	119.62	943.1	1.109	999.9	998.4	992.4	983.2	971.7	958.1	1.108	1.049	0.996	0.950	0.908	0.869	0.834	0.802
3.0	132.88	932.1	1.621	999.9	998.4	992.4	983.3	971.7	958.2	942.9	1.589	1.507	1.434	1.369	1.310	1.256	1.207
4.0	142.92	923.3	2.124	1000	998.5	992.5	983.3	971.8	958.2	943.0	925.9	2.026	1.925	1.835	1.754	1.681	1.615
5.0	151.11	915.8	2.621	1000	998.5	992.5	983.4	971.8	958.3	943.0	925.9	2.555	2.423	2.306	2.203	2.110	2.025
6.0	158.08	909.1	3.112	1000	998.5	992.5	983.4	971.9	958.3	943.0	926.0	3.094	2.928	2.784	2.656	2.541	2.438
7.0	164.17	903.2	3.600	1000	998.6	992.6	983.5	971.9	958.4	943.1	926.1	907.3	3.442	3.267	3.113	2.977	2.854
8.0	169.61	897.7	4.085	1000	998.6	992.6	983.5	972.0	958.5	943.1	926.1	907.4	3.964	3.757	3.577	3.417	3.272
9.0	174.53	892.6	4.570	1000	998.7	992.7	983.5	972.0	958.5	943.2	926.2	907.4	4.496	4.254	4.044	3.860	3.694
10.0	179.04	887.9	5.053	1000	998.7	992.7	983.6	972.1	958.6	943.2	926.2	907.4	5.038	4.755	4.517	4.307	4.120
15	197.37	867.8	7.452	1001	998.9	992.9	983.8	972.3	959.8	943.5	926.5	907.8	887.2	7.391	6.964	6.605	6.293
20	211.39	851.1	9.852	1001	999.2	993.1	984.0	972.5	959.0	943.8	926.8	908.1	887.5	865.0	9.579	9.025	8.562
25	222.91	836.6	12.27	1001	999.4	993.3	984.3	972.8	959.2	944.0	927.0	908.3	887.9	865.4	840.5	11.59	10.93
30	232.76	823.6	14.72	1001	999.6	993.5	984.4	973.0	959.5	944.3	927.3	908.7	888.3	865.7	840.9	14.33	13.43
35	241.42	811.6	17.19	1002	999.8	993.7	984.6	973.1	959.7	944.5	927.6	909.0	888.6	866.1	841.4	16.07	
40	249.18	800.4	19.70	1002	1000	993.9	984.8	973.4	960.0	944.7	927.8	909.3	888.9	866.5	841.8	18.88	
45	256.22	789.8	22.25	1002	1000	994.1	985.1	973.6	960.2	945.0	928.2	909.6	889.2	866.9	842.2	814.7	21.89
50	262.69	779.7	24.84	1002	1001	994.4	985.3	973.8	960.4	945.3	928.4	909.8	889.5	867.2	842.7	815.3	784.2
55	268.69	769.9	27.49	1002	1001	994.6	985.5	974.0	960.7	945.5	928.6	910.2	889.9	867.6	843.1	815.8	784.8
60	274.28	760.5	30.18	1003	1001	994.8	985.7	974.3	960.9	945.7	928.9	910.4	890.2	868.0	843.5	816.3	785.5
65	279.53	751.4	32.94	1003	1001	995.0	986.0	974.5	961.1	946.0	929.2	910.7	890.6	868.4	844.0	816.8	786.1
70	284.47	742.4	35.74	1003	1001	995.2	986.2	974.8	961.4	946.3	929.5	911.1	890.9	868.7	844.4	817.3	786.7
75	289.16	733.7	38.62	1003	1002	995.4	986.3	974.9	961.5	946.4	929.6	911.2	891.1	869.0	844.7	817.6	787.1
80	293.61	725.1	41.56	1004	1002	995.6	986.6	975.1	961.8	946.7	930.0	911.7	891.5	869.5	845.2	818.3	788.0
85	297.85	716.6	44.58	1004	1002	995.9	986.8	975.4	962.0	947.0	930.3	911.9	891.8	869.9	845.7	818.8	788.6

续表

绝对压力 p 10^5 Pa	饱和温度 t_s $^{\circ}\text{C}$	饱和水密 度 ρ'_s kg/m^3	饱和蒸汽 密度 ρ''_s kg/m^3	当温度为下列数值时 ($^{\circ}\text{C}$), 水和水蒸气的密度 ρ' 、 ρ'' , kg/m^3													
				0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
90	301.91	708.3	47.66	1004	1002	996.1	987.0	975.6	962.3	947.2	930.5	912.2	892.1	870.2	846.1	819.3	789.2
95	305.80	699.9	50.84	1004	1002	996.3	987.2	975.8	962.5	947.5	930.8	912.5	892.5	870.5	846.5	819.9	789.8
100	309.53	691.7	54.11	1005	1003	996.5	987.5	976.1	962.7	947.7	931.1	912.7	892.8	870.9	846.9	820.3	790.1
105	313.12	683.5	57.47	1005	1003	996.7	987.7	976.3	962.9	948.0	931.4	913.0	893.1	871.3	847.3	820.8	791.0
110	316.58	675.3	60.94	1005	1003	996.9	987.8	976.5	963.2	948.2	931.6	913.3	893.4	871.7	847.7	821.3	791.6
115	319.92	667.1	64.50	1005	1003	997.1	988.0	976.7	963.4	948.4	931.9	913.7	893.7	872.0	848.2	821.8	792.2
120	323.15	658.9	68.21	1006	1004	997.3	988.2	976.9	963.7	948.7	932.1	913.9	894.1	872.4	848.5	822.2	792.8
125	326.28	650.6	72.05	1006	1004	997.5	988.4	977.1	963.9	948.9	932.4	914.2	894.4	872.8	849.0	822.8	793.4
130	329.31	642.3	76.05	1006	1004	997.8	988.7	977.3	964.1	949.1	932.7	914.5	894.7	873.1	849.4	823.2	794.0
135	332.25	634.0	80.19	1006	1004	998.0	988.9	977.5	964.3	949.4	932.9	914.7	895.0	873.4	849.8	823.7	794.5
140	335.10	625.6	84.53	1007	1004	998.2	989.1	977.8	964.6	949.7	933.2	915.1	895.3	873.8	850.2	824.2	795.1
145	337.87	617.0	89.09	1007	1005	998.4	989.3	978.0	964.8	949.8	933.4	915.3	895.7	874.1	850.6	824.7	795.7
150	340.57	608.4	93.81	1007	1005	998.6	989.5	978.2	965.0	950.1	933.7	915.7	896.0	874.5	851.0	825.2	796.2
155	343.19	599.5	98.77	1007	1005	998.8	989.7	978.4	965.3	950.4	934.0	915.9	896.3	874.9	851.4	825.6	796.8
160	345.75	590.5	104.0	1008	1005	999.0	989.9	978.7	965.4	950.6	934.1	916.2	896.5	875.2	851.8	826.0	797.4
165	348.24	581.2	109.5	1008	1006	999.2	990.1	978.9	965.7	950.8	934.4	916.5	896.9	875.5	852.2	826.5	798.0
170	350.67	571.7	115.3	1008	1006	999.4	990.4	979.0	965.9	951.1	934.7	916.8	897.2	875.9	852.6	827.0	798.5
175	353.04	561.8	121.6	1008	1006	999.6	990.6	979.2	966.1	951.3	934.9	917.0	897.5	876.2	853.0	827.4	799.0
180	355.35	551.3	128.3	1008	1006	999.8	990.8	979.5	966.4	951.6	935.2	917.3	897.8	876.6	853.4	827.9	799.6
185	357.61	540.2	135.5	1009	1006	1000	991.0	979.7	966.6	951.8	935.5	917.6	898.1	876.9	853.8	828.4	800.1
190	359.81	528.5	143.4	1009	1007	1000	991.2	979.9	966.8	952.0	935.7	917.9	898.4	877.3	854.2	828.8	800.7
195	361.97	516.0	152.0	1009	1007	1001	991.4	980.1	967.0	952.3	936.0	918.1	898.7	877.6	854.6	829.3	801.2
200	364.07	502.5	161.6	1009	1007	1001	991.6	980.3	967.2	952.5	936.2	918.4	899.0	878.0	854.9	829.7	801.8
210	368.15	470.8	185.7	1010	1007	1001	992.0	980.8	967.7	953.0	936.8	918.9	899.6	878.6	855.7	830.6	802.8
220	372.05	422.2	226.1	1010	1008	1002	992.5	981.2	968.1	953.5	937.2	919.5	900.3	879.3	856.5	831.5	803.9

续表

绝对压力 p , 10^5 Pa		当温度为下列数值时 (°C), 水和水蒸气的密度 ρ' , ρ'' , kg/m^3															
		280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580
1.0	0.385	0.372	0.359	0.347	0.336	0.326	0.316	0.307	0.298	0.290	0.282	0.275	0.268	0.262	0.255	0.249	0.244
2.0	0.773	0.745	0.720	0.696	0.673	0.653	0.633	0.615	0.597	0.581	0.565	0.551	0.537	0.523	0.511	0.499	0.487
3.0	1.162	1.120	1.082	1.046	1.012	0.980	0.951	0.923	0.897	0.872	0.849	0.826	0.805	0.786	0.767	0.748	0.731
4.0	1.554	1.497	1.445	1.397	1.351	1.309	1.269	1.232	1.197	1.164	1.136	1.103	1.075	1.048	1.023	0.998	0.975
5.0	1.947	1.876	1.810	1.749	1.692	1.639	1.589	1.542	1.498	1.456	1.417	1.380	1.344	1.311	1.279	1.249	1.220
6.0	2.344	2.257	2.177	2.103	2.034	1.969	1.909	1.853	1.799	1.749	1.702	1.657	1.614	1.574	1.536	1.499	1.464
7.0	2.742	2.640	2.545	2.458	2.377	2.301	2.230	2.164	2.101	2.042	1.987	1.935	1.885	1.838	1.793	1.750	1.709
8.0	3.143	3.024	2.915	2.815	2.721	2.634	2.552	2.476	2.404	2.336	2.273	2.212	2.156	2.101	2.050	2.001	1.954
9.0	3.546	3.411	3.286	3.173	3.067	2.967	2.875	2.789	2.708	2.631	2.559	2.491	2.423	2.366	2.307	2.252	2.200
10.0	3.953	3.799	3.660	3.531	3.413	3.303	3.199	3.103	3.012	2.927	2.846	2.770	2.698	2.630	2.565	2.504	2.446
15	6.021	5.774	5.552	5.350	5.163	4.990	4.831	4.682	4.541	4.411	4.288	4.172	4.062	3.957	3.860	3.766	3.676
20	8.157	7.806	7.491	7.205	6.944	6.707	6.485	6.281	6.090	5.910	5.744	5.583	5.435	5.294	5.160	5.035	4.914
25	10.38	9.899	9.478	9.101	8.760	8.450	8.164	7.900	7.653	7.424	7.210	7.008	6.819	6.640	6.470	6.310	6.158
30	12.69	12.06	11.52	11.04	10.61	10.22	9.867	9.539	9.236	8.954	8.690	8.444	8.212	7.994	7.788	7.593	7.408
35	15.10	14.30	13.62	13.03	12.50	12.03	11.59	11.20	10.84	10.50	10.19	9.891	9.616	9.357	9.112	8.882	8.664
40	17.63	16.62	15.78	15.06	14.43	13.86	13.35	12.88	12.46	12.06	11.69	11.35	11.03	10.73	10.45	10.18	9.926
45	20.29	19.04	18.01	17.15	16.40	15.73	15.13	14.59	14.09	13.64	13.22	12.82	12.45	12.11	11.79	11.48	11.19
50	23.11	21.57	20.33	19.29	18.41	17.63	16.94	16.32	15.75	15.23	14.75	14.31	13.89	13.50	13.14	12.79	12.47
55	26.11	24.21	22.71	21.50	20.46	19.57	18.78	18.07	17.43	16.84	16.30	15.80	15.33	14.90	14.49	14.11	13.74
60	29.34	26.98	25.21	23.78	22.58	21.56	20.66	19.86	19.13	18.47	17.87	17.31	16.79	16.31	15.86	15.43	15.04
65	32.84	29.92	27.79	26.12	24.75	23.58	22.56	21.66	20.85	20.12	19.45	18.83	18.26	17.73	17.23	16.76	16.33
70	751.3	33.05	30.51	28.56	26.98	25.65	24.51	23.50	22.60	21.79	21.05	20.37	19.74	19.16	18.62	18.11	17.63
75	752.1	36.38	33.33	31.07	29.26	27.76	26.48	25.36	24.37	23.47	22.66	21.92	21.23	20.59	20.00	19.45	18.93
80	752.9	40.00	36.32	33.68	31.63	29.93	28.50	27.26	26.16	25.18	24.30	23.48	22.74	22.05	21.40	20.81	20.25
85	753.7	43.96	39.47	36.39	34.04	32.15	30.56	29.18	27.93	26.90	25.94	25.05	24.25	23.50	22.81	22.17	21.57

续表

绝对压力 p 10^5 Pa	当温度为下列数值时 (°C), 水和水蒸气的密度 ρ' , ρ'' , kg/m^3															
	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	600
90	754.5	712.8	42.83	39.23	36.55	34.42	32.66	31.14	29.82	28.65	27.61	26.65	25.78	24.98	24.23	22.89
95	755.3	713.9	46.41	42.19	39.13	36.75	34.79	33.13	31.69	30.43	29.29	28.25	27.32	26.45	25.66	24.22
100	756.1	714.9	50.30	45.31	41.82	39.15	37.00	35.17	33.60	32.22	30.99	29.88	28.88	27.95	27.09	25.57
105	756.8	716.0	54.52	48.59	44.60	41.61	39.23	37.23	35.52	34.04	32.71	31.52	30.44	29.45	28.54	26.91
110	757.6	717.1	59.21	52.08	47.51	44.15	41.53	39.34	37.48	35.88	34.45	33.17	32.02	30.96	29.99	28.26
115	758.4	718.1	64.47	55.77	50.53	46.77	43.86	41.49	39.48	37.74	36.21	34.84	33.61	32.49	31.46	29.63
120	759.1	719.2	68.5	59.77	53.68	49.48	46.27	43.67	41.49	39.64	37.99	36.52	35.21	34.03	32.93	31.00
125	759.9	720.2	70.1	64.06	56.98	52.27	48.73	45.91	43.55	41.55	39.79	38.23	36.83	35.57	34.41	32.37
130	760.6	721.2	71.7	68.78	60.46	55.16	51.26	48.19	45.64	43.50	41.61	39.95	38.48	37.13	35.91	33.75
135	761.3	722.2	73.3	73.96	64.14	58.17	53.88	50.53	47.78	45.45	43.46	41.68	40.11	38.70	37.41	35.14
140	762.1	723.2	74.8	79.81	68.07	61.27	56.53	52.91	49.95	47.46	45.33	43.44	41.79	40.29	38.93	36.54
145	762.8	724.2	76.3	86.51	72.25	64.52	59.28	55.34	52.14	49.48	47.21	45.23	43.46	41.88	40.45	37.94
150	763.5	725.2	77.7	91.9	76.75	67.93	62.15	57.84	54.41	51.55	49.12	47.01	45.15	43.50	41.98	39.35
155	764.2	726.1	79.2	98.8	81.63	71.48	65.06	60.39	56.89	53.65	51.07	48.83	46.86	45.11	43.54	40.77
160	764.9	727.1	80.6	106.5	86.96	75.24	68.07	62.97	59.00	55.77	53.02	50.66	48.59	46.75	45.09	42.19
165	765.6	728.0	82.0	114.2	92.85	79.18	71.23	65.66	61.39	57.94	55.01	52.52	50.33	48.40	46.64	43.63
170	766.3	728.9	83.3	121.7	99.40	83.33	74.46	68.40	63.82	60.13	57.05	54.38	52.08	50.05	48.22	45.07
175	767.0	729.8	84.7	129.1	106.9	87.80	77.85	71.24	66.29	62.35	59.07	56.29	53.86	51.73	49.82	46.52
180	767.7	730.7	86.0	136.5	115.7	92.53	81.36	74.14	68.82	64.61	61.14	58.20	55.65	53.42	51.41	47.98
185	768.4	731.6	87.3	143.8	127.0	97.63	85.02	77.12	71.40	66.92	63.24	60.14	57.46	55.12	53.03	49.44
190	769.1	732.5	88.6	151.0	142.4	103.1	88.85	80.21	74.04	69.26	65.37	62.10	59.29	56.83	54.65	50.91
195	769.8	733.4	89.8	158.1	153.3	109.1	92.86	83.38	76.74	71.65	67.53	64.09	61.14	58.57	56.28	52.39
200	770.4	734.3	91.0	165.2	164.3	115.6	97.06	86.85	79.50	74.08	69.73	66.10	63.00	60.31	57.93	53.88
210	771.7	736.0	93.4	179.1	181.3	131.0	106.2	93.53	85.22	79.07	74.20	70.19	66.79	63.84	61.26	56.89
220	773.0	737.7	95.8	193.9	204.9	151.7	116.4	100.9	91.24	84.25	78.81	74.38	70.65	67.44	64.64	59.92

5.2.5 水和水蒸气的动力粘度 η (GB/T 2624—93) (表 5.2.5)表 5.2.5 水和水蒸气的动力粘度 $\eta \times 10^6$

kg/m · s

t C	$p: 0.1 \text{ MPa}$								
	1	10	25	50	100	150	200	250	300
0	1750	1750	1750	1750	1750	1740	1740	1740	1740
10	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1290	1290
20	1000	1000	1000	1000	1000	1000	999	999	998
30	797	797	797	797	797	797	797	797	797
40	651	651	652	652	652	652	653	653	653
50	544	544	544	545	545	546	546	547	547
60	463	463	463	464	464	465	466	467	467
70	400	401	401	401	402	403	404	404	405
80	351	351	351	352	353	354	355	355	356
90	311	311	312	312	313	314	315	316	317
100	12.11	279	279	280	281	282	283	284	285
110	12.52	252	253	253	254	255	256	257	258
120	12.92	230	230	231	232	233	234	235	236
130	13.33	211	212	212	213	214	215	216	218
140	13.74	195	195	196	197	198	199	200	201
150	14.15	181	182	182	183	184	185	187	188
160	14.55	169	169	170	171	172	173	175	176
170	14.96	159	159	160	161	162	163	164	165
180	15.37	14.96	150	150	151	153	154	155	156
190	15.77	15.40	141	142	143	144	145	147	148
200	16.18	15.85	134	135	136	137	138	139	141
210	16.59	16.29	127	128	129	130	132	133	134
220	16.99	16.74	122	122	123	124	126	127	128
230	17.40	17.18	16.79	117	118	119	120	122	123
240	17.81	17.61	17.28	112	113	114	115	117	118
250	18.22	18.05	17.77	107	109	110	111	112	113
260	18.62	18.49	18.26	103	104	106	107	108	109
270	19.03	18.92	18.74	18.38	101	102	103	104	105
280	19.44	19.35	19.22	18.95	97.0	98.2	99.4	101	102
290	19.84	19.78	19.69	19.51	93.6	94.9	96.1	97.4	98.6
300	20.25	20.22	20.16	20.06	90.5	91.7	93.0	94.3	95.5
310	20.7	20.7	20.6	20.6	86.6	88.3	89.4	91.1	92.4
320	21.1	21.1	21.1	21.1	81.6	84.5	85.9	87.7	89.2
330	21.4	21.5	21.6	21.7	78.4	80.4	82.1	84.1	85.3
340	21.9	21.9	22.0	22.2	75.0	76.0	78.2	80.2	82.1
350	22.3	22.3	22.4	22.7	72.6	75.4	77.0	79.9	81.5
360	22.7	22.8	22.9	23.2	70.1	72.7	74.8	77.6	79.7
370	23.1	23.2	23.4	23.7	67.6	70.1	72.6	75.3	77.5
380	23.5	23.6	23.8	24.2	65.1	67.6	70.1	72.6	75.3
390	23.9	24.0	24.2	24.6	62.6	65.1	67.6	70.1	72.6
400	24.3	24.4	24.6	25.0	60.1	62.6	65.1	67.6	70.1
410	24.7	24.8	25.0	25.4	57.6	60.1	62.6	65.1	67.6
420	25.1	25.3	25.4	25.7	55.1	57.6	60.1	62.6	65.1
430	25.5	25.7	25.8	26.1	52.6	55.1	57.6	60.1	62.6
440	26.0	26.1	26.2	26.5	50.1	52.6	55.1	57.6	60.1
450	26.4	26.5	26.6	26.9	47.6	50.1	52.6	55.1	57.6
460	26.8	26.9	27.0	27.5	45.1	47.6	50.1	52.6	55.1
470	27.2	27.3	27.4	27.7	42.6	45.1	47.6	50.1	52.6
480	27.6	27.7	27.8	28.1	40.1	42.6	45.1	47.6	50.1
490	28.0	28.1	28.2	28.5	37.6	40.1	42.6	45.1	47.6
500	28.4	28.5	28.7	28.9	35.1	37.6	40.1	42.6	45.1
510	28.8	28.9	29.1	29.3	32.6	35.1	37.6	40.1	42.6
520	29.2	29.3	29.5	29.7	30.1	32.6	35.1	37.6	40.1

续表

t C	$p, 0.1\text{MPa}$								
	1	10	25	50	100	150	200	250	300
530	29.6	29.7	29.9	30.1	30.7	31.4	32.1	33.0	33.5
540	30.0	30.1	30.3	30.5	31.1	31.7	32.5	33.3	33.8
550	30.4	30.5	30.7	30.9	31.5	32.1	32.8	33.6	34.1
560	30.8	30.9	31.1	31.3	31.9	32.5	33.2	34.0	34.4
570	31.2	31.3	31.5	31.7	32.3	32.9	33.5	34.3	34.7
580	31.7	31.7	31.9	32.1	32.6	33.2	33.9	34.6	35.9
590	32.1	32.1	32.3	32.5	33.0	33.6	34.2	35.0	35.3
600	32.5	32.6	32.7	32.9	32.4	34.0	34.6	35.3	35.7

5.2.6 石油体积温度系数 (GB 1885—83)

表 5.2.6 石油体积温度系数表

20℃密度	体积温度系数 f	20℃密度	体积温度系数 f	20℃密度	体积温度系数 f
0.6000~0.6006	0.00179	0.6613~0.6633	0.00144	0.7444~0.7472	0.00109
0.6007~0.6022	0.00178	0.6634~0.6653	0.00143	0.7473~0.7500	0.00108
0.6023~0.6038	0.00177	0.6654~0.6674	0.00142	0.7501~0.7529	0.00107
0.6039~0.6054	0.00176	0.6675~0.6694	0.00141	0.7530~0.7558	0.00106
0.6055~0.6070	0.00175	0.6695~0.6715	0.00140	0.7559~0.7588	0.00105
0.6071~0.6086	0.00174	0.6716~0.6737	0.00139	0.7589~0.7618	0.00104
0.6087~0.6103	0.00173	0.6738~0.6758	0.00138	0.7619~0.7648	0.00103
0.6104~0.6119	0.00172	0.6759~0.6779	0.00137	0.7649~0.7679	0.00102
0.6120~0.6136	0.00171	0.6780~0.6801	0.00136	0.7680~0.7710	0.00101
0.6137~0.6152	0.00170	0.6802~0.6823	0.00135	0.7711~0.7741	0.00100
0.6153~0.6169	0.00169	0.6824~0.6845	0.00134	0.7742~0.7773	0.00099
0.6170~0.6186	0.00168	0.6846~0.6867	0.00133	0.7774~0.7805	0.00098
0.6187~0.6203	0.00167	0.6868~0.6890	0.00132	0.7806~0.7837	0.00097
0.6204~0.6220	0.00166	0.6891~0.6913	0.00131	0.7838~0.7870	0.00096
0.6221~0.6238	0.00165	0.6914~0.6936	0.00130	0.7871~0.7904	0.00095
0.6239~0.6255	0.00164	0.6937~0.6959	0.00129	0.7905~0.7938	0.00094
0.6256~0.6273	0.00163	0.6960~0.6982	0.00128	0.7939~0.7972	0.00093
0.6274~0.6290	0.00162	0.6983~0.7006	0.00127	0.7973~0.8007	0.00092
0.6291~0.6308	0.00161	0.7007~0.7029	0.00126	0.8008~0.8042	0.00091
0.6309~0.6326	0.00160	0.7030~0.7053	0.00125	0.8043~0.8078	0.00090
0.6327~0.6344	0.00159	0.7054~0.7077	0.00124	0.8079~0.8114	0.00089
0.6345~0.6362	0.00158	0.7078~0.7102	0.00123	0.8115~0.8151	0.00088
0.6363~0.6381	0.00157	0.7103~0.7127	0.00122	0.8152~0.8188	0.00087
0.6382~0.6399	0.00156	0.7128~0.7152	0.00121	0.8189~0.8226	0.00086
0.6400~0.6418	0.00155	0.7153~0.7177	0.00120	0.8227~0.8265	0.00085
0.6419~0.6437	0.00154	0.7178~0.7202	0.00119	0.8266~0.8304	0.00084
0.6438~0.6456	0.00153	0.7203~0.7228	0.00118	0.8305~0.8343	0.00083
0.6457~0.6475	0.00152	0.7229~0.7254	0.00117	0.8344~0.8384	0.00082
0.6476~0.6494	0.00151	0.7255~0.7280	0.00116	0.8385~0.8425	0.00081
0.6495~0.6513	0.00150	0.7281~0.7307	0.00115	0.8426~0.8466	0.00080
0.6514~0.6533	0.00149	0.7308~0.7333	0.00114	0.8467~0.8509	0.00079
0.6534~0.6552	0.00148	0.7334~0.7360	0.00113	0.8510~0.8552	0.00078
0.6553~0.6572	0.00147	0.7361~0.7388	0.00112	0.8553~0.8596	0.00077
0.6573~0.6592	0.00146	0.7389~0.7415	0.00111	0.8597~0.8640	0.00076
0.6593~0.6612	0.00145	0.7416~0.7443	0.00110	0.8641~0.8686	0.00075

续表

20℃密度	体积温度系数 f	20℃密度	体积温度系数 f	20℃密度	体积温度系数 f
0.8687~0.8732	0.00074	0.9194~0.9251	0.00064	0.9841~0.9916	0.00054
0.8733~0.8779	0.00073	0.9252~0.9309	0.00063	0.9917~0.9994	0.00053
0.8780~0.8827	0.00072	0.9310~0.9369	0.00062	0.9995~1.0076	0.00052
0.8828~0.8876	0.00071	0.9370~0.9431	0.00061	1.0077~1.0100	0.00051
0.8877~0.8926	0.00070	0.9432~0.9494	0.00060		
0.8927~0.8978	0.00069	0.9495~0.9559	0.00059		
0.8979~0.9030	0.00068	0.9560~0.9626	0.00058		
0.9031~0.9083	0.00067	0.9627~0.9695	0.00057		
0.9084~0.9138	0.00066	0.9696~0.9766	0.00056		
0.9139~0.9193	0.00065	0.9767~0.9840	0.00055		

石油体积温度系数表说明:

20℃下石油的体积也可用“石油体积温度系数”来计算。已知20℃密度时,查得对应的石油体积温度系数 f ,按下式计算石油的20℃体积 V_{20} :

$$V_{20} = V_t [1 - f(t - 20)]$$

式中 V_{20} ——石油20℃体积, m^3 ;

V_t ——石油 t ℃体积, m^3 ;

f ——石油体积温度系数, $1/^\circ C$;

t ——储油实际温度, $^\circ C$ 。

例1 有一罐石油,60℃体积为8569 m^3 ,20℃密度为0.9050 g/cm^3 ,求这罐石油20℃体积 V_{20} 。

$$V_{20} = 8569 [1 - 0.00067(60 - 20)] = 8569(0.97320) = 8339.35 m^3$$

例2 例1中的油温改为59.8℃,其他相同,求这罐石油20℃体积 V_{20} 。

$$V_{20} = 8569 [1 - 0.00067(59.8 - 20)] = 8569(0.97333) = 8340.46 m^3$$

为减少计算20℃体积因进位产生的差别,在计算中所用 f 值应算到小数第五位。

5.2.7 石油密度温度系数 (γ 值) (GB 1885—83)

表 5.2.7 石油密度温度系数表 (γ 值表)

ρ_{20}	γ	ρ_{20}	γ	ρ_{20}	γ	ρ_{20}	γ
0.5993~0.6042	0.00107	0.6783~0.6839	0.00092	0.7710~0.7772	0.00077	0.8885~0.8977	0.00062
0.6043~0.6091	0.00106	0.6840~0.6896	0.00091	0.7773~0.7847	0.00076	0.8978~0.9073	0.00061
0.6092~0.6142	0.00105	0.6897~0.6954	0.00090	0.7848~0.7917	0.00075	0.9074~0.9172	0.00060
0.6143~0.6193	0.00104	0.6955~0.7013	0.00089	0.7918~0.7990	0.00074	0.9173~0.9276	0.00059
0.6194~0.6244	0.00103	0.7014~0.7072	0.00088	0.7991~0.8063	0.00073	0.9277~0.9382	0.00058
0.6245~0.6295	0.00102	0.7073~0.7132	0.00087	0.8064~0.8137	0.00072	0.9383~0.9492	0.00057
0.6296~0.6347	0.00101	0.7133~0.7193	0.00086	0.8138~0.8213	0.00071	0.9493~0.9609	0.00056
0.6348~0.6400	0.00100	0.7194~0.7255	0.00085	0.8214~0.8291	0.00070	0.9610~0.9729	0.00055
0.6401~0.6453	0.00099	0.7256~0.7317	0.00084	0.8292~0.8370	0.00069	0.9730~0.9855	0.00054
0.6454~0.6506	0.00098	0.7318~0.7380	0.00083	0.8371~0.8450	0.00068	0.9856~0.9951	0.00053
0.6507~0.6560	0.00097	0.7381~0.7443	0.00082	0.8451~0.8533	0.00067	0.9952~1.0131	0.00052
0.6561~0.6615	0.00096	0.7444~0.7509	0.00081	0.8534~0.8618	0.00066		
0.6616~0.6670	0.00095	0.7510~0.7574	0.00080	0.8619~0.8704	0.00065		
0.6671~0.6726	0.00094	0.7575~0.7640	0.00079	0.8705~0.8792	0.00064		
0.6727~0.6782	0.00093	0.7641~0.7709	0.00078	0.8793~0.8884	0.00063		

说明:本表是已知20℃密度时,用给出的 γ 值,由下述公式计算石油在其他温度下的密度:

$$\rho_t = \rho_{20} - \gamma(t - 20)$$

式中 ρ_{20} ——石油20℃时密度, g/cm^3 ;

ρ_t ——石油 t ℃时密度, g/cm^3 ;

γ ——石油密度温度系数, $1/^\circ C$;

t ——石油实际温度, $^\circ C$ 。

本表适用于石油和液体石油产品在不同温度时的密度换算(石油 20℃ 密度、15℃ 密度、API 度数、60 F/60 F 相对密度之间的换算, 详见 GB 1885—83 “石油计量换算表”)。

5.3 在线分析仪表常用物化数据

5.3.1 干空气中各气体成分 (表 5.3.1)

表 5.3.1 干空气中各气体成分

气体名称	分子式	体积, %	重量, %	气体名称	分子式	体积, %	重量, %
氮	N ₂	78.03	75.6	氦	He	$(4.6 \sim 5.3) \times 10^{-3}$	7×10^{-5}
氧	O ₂	20.95	23.1	氪	Kr	1.08×10^{-4}	3×10^{-4}
氩	Ar	0.932	1.286	氢	H ₂	5.0×10^{-6}	3.6×10^{-6}
二氧化碳	CO ₂	0.03	0.046	氙	Xe	8.0×10^{-6}	4×10^{-5}
氖	Ne	$(1.5 \sim 1.8) \times 10^{-3}$	1.2×10^{-3}	臭氧	O ₃	$(1 \sim 2) \times 10^{-6}$	2×10^{-5}

5.3.2 常见气体的热导率、相对热导率及热导率的温度系数 (表 5.3.2)

表 5.3.2 常见气体的热导率、相对热导率及热导率的温度系数

气体名称	热 导 率		0~100℃ 热导率的温度 系数 1/K	气体名称	热 导 率		0~100℃ 热导率的温度 系数 1/K
	0℃时气体绝 对热导率 $\lambda_0 \times 10^{-5}$ W/m·K	100℃时气体 相对热导率			0℃时气体绝 对热导率 $\lambda_0 \times 10^{-5}$ W/m·K	100℃时气体 相对热导率	
空气	2.43	1.00	0.0028	CO	2.35	0.962	0.0028
H ₂	17.33	7.10	0.0027	CO ₂	1.46	0.700	0.0048
N ₂	2.42	0.996	0.0028	SO ₂	1.00	—	—
O ₂	2.45	1.014	0.0028	Cl ₂	0.78	0.370	—
Ar	1.63	0.696	0.0030	水蒸气	—	0.775	—
NH ₃	2.17	1.04	0.0048	CH ₄	3.00	1.450	0.0048

5.3.3 常见气体的体积磁化率(0℃) (表 5.3.3)

表 5.3.3 常见气体的体积磁化率(0℃)

气体名称	化学符号	$\kappa \times 10^{-6}$ (C. G. S. M)	气体名称	化学符号	$\kappa \times 10^{-6}$ (C. G. S. M)
氧	O ₂	+146	氦	He	-0.083
一氧化氮	NO	+53	氢	H ₂	-0.164
空气	—	+30.8	氖	Ne	-0.32
二氧化氮	NO ₂	+9	氮	N ₂	-0.58
氧化亚氮	N ₂ O	+3	水蒸气	H ₂ O	-0.58
乙烯	C ₂ H ₄	+3	氯	Cl ₂	-0.6
乙炔	C ₂ H ₂	+1	二氧化碳	CO ₂	-0.84
甲烷	CH ₄	-1.8	氨	NH ₃	-0.84

5.3.4 常见气体或蒸气的比磁化率 (表 5.3.4)

表 5.3.4 常见气体或蒸气的比磁化率

气体或蒸气	分子式	%	气体或蒸气	分子式	%	气体或蒸气	分子式	%
辛烷	C ₈ H ₁₈	-2.5	丁烯	C ₄ H ₈	-0.85	乙炔	C ₂ H ₂	-0.24
庚烷	C ₇ H ₁₆	-2.1	氯	Cl ₂	-0.77	氩	Ar	-0.22
己烷	C ₆ H ₁₄	-1.7	1,2-丁二烯	C ₄ H ₆	-0.65	甲烷	CH ₄	-0.2
环己烷	C ₆ H ₁₂	-1.557	溴化氢	HBr	-0.61	一氧化二氮	N ₂ O	-0.20
异戊烷	C ₅ H ₁₂	-1.49	丙烯	C ₃ H ₆	-0.545	水	H ₂ O	-0.02
戊烷	C ₅ H ₁₂	-1.45	氖	Kr	-0.51	一氧化碳	CO	+0.01
丁烷	C ₄ H ₁₀	-1.3	1,3-丁二烯	C ₄ H ₆	-0.49	氮	N ₂	0.0
异丁烷	C ₄ H ₁₀	-1.3	乙烷	C ₂ H ₆	-0.46	氟化氢	HF	+0.10
溴	Br ₂	-1.3	丙二烯	C ₃ H ₄	-0.44	氖	Ne	+0.13
碘化氢	HI	-1.1	硫化氢	H ₂ S	-0.39	氢	H ₂	+0.24
氙	Xe	-0.95	氯化氢	HCl	-0.30	氦	He	+0.30
反丁二烯	C ₄ H ₆	-0.92	二氧化碳	CO ₂	-0.27	二氧化氮	NO ₂	+28
顺丁二烯	C ₄ H ₆	-0.89	乙烯	C ₂ H ₄	-0.26	一氧化氮	NO	+43
丙烷	C ₃ H ₈	-0.86	氨	NH ₃	-0.26	氧	O ₂	100
异丁烯	C ₄ H ₈	-0.85	乙酸	CH ₃ COOH	-0.25			

5.3.5 氧化锆探头理论电势输出值表 (表 5.3.5)

表 5.3.5 氧化锆探头理论电势输出值表

mV

温度, °C	600	700	800	850	温度, °C	600	700	800	850
被测 气体, O ₂ %					被测 气体, O ₂ %				
0.1	100.21	111.69	123.17	128.91	3.5	33.34	37.16	40.16	42.89
0.12	96.78	107.87	118.95	124.50	3.6	32.82	36.57	40.33	42.21
0.14	93.89	104.64	115.39	120.77	3.8	31.80	35.44	39.08	40.90
0.15	92.59	103.19	113.79	119.10	4.0	30.83	34.36	37.89	39.65
0.16	91.37	101.84	112.30	117.53	4.5	28.65	31.80	35.17	36.81
0.18	89.16	99.37	109.58	114.68	5.0	26.63	29.68	32.73	34.26
0.20	87.18	97.16	107.14	112.14	5.5	24.84	27.68	30.53	31.95
0.25	83.02	92.53	102.04	106.79	6.0	23.21	25.87	28.52	29.85
0.30	79.55	88.66	97.77	102.33	6.5	21.70	24.19	26.67	27.91
0.35	76.65	85.43	94.21	98.60	7.0	20.30	22.63	24.95	26.11
0.40	74.14	82.63	91.12	95.36	7.5	19.10	21.19	23.36	24.45
0.45	71.92	80.16	88.40	92.52	8.0	17.79	19.83	21.87	22.88
0.50	69.94	77.95	85.96	89.97	8.5	16.65	18.56	20.47	21.42
0.55	68.15	75.95	83.76	87.66	9.0	15.58	17.36	19.14	20.03
0.60	66.51	74.13	81.74	85.55	9.5	14.56	16.23	17.89	18.73
0.70	63.61	70.89	78.18	81.82	10.0	13.59	15.15	16.71	17.49
0.80	61.10	68.10	75.10	78.59	10.5	12.67	14.12	15.57	16.30
0.90	58.89	65.63	72.37	75.74	11.0	11.82	13.17	14.52	15.20
1.00	56.90	63.42	69.94	73.20	11.5	10.96	12.22	13.48	14.10
1.10	55.11	61.42	67.73	70.89	12.0	10.16	11.33	12.49	13.07
1.2	53.47	59.60	65.73	68.79	12.5	9.4	10.47	11.55	12.09
1.3	51.97	57.92	63.87	66.85	13.0	8.66	9.65	10.64	11.14
1.4	50.58	56.37	62.16	65.06	13.5	7.95	8.86	9.77	10.22
1.5	49.28	54.92	60.56	63.39	14.0	7.26	8.10	8.93	9.34
1.6	48.06	53.57	59.07	61.82	14.5	6.60	7.36	8.12	8.50
1.7	46.92	52.30	57.67	60.36	15.0	5.97	6.65	7.33	7.78
1.8	45.85	51.10	56.35	58.97	15.5	5.35	5.96	6.58	6.88
1.9	44.83	49.97	55.10	57.67	16.0	4.75	5.30	5.84	6.11
2.0	43.87	48.89	53.91	56.43	16.5	4.17	4.65	5.13	5.37
2.2	42.89	46.89	51.71	54.12	17.0	3.61	4.03	4.44	4.65
2.4	40.44	45.07	49.70	52.01	17.5	3.07	3.42	3.77	3.95
2.5	39.71	44.26	48.81	51.08	18.0	2.54	2.82	3.12	3.26
2.6	38.93	43.39	47.85	50.08	18.5	2.02	2.25	2.48	2.60
2.8	37.54	41.80	46.14	48.29	19.0	1.52	1.69	1.87	1.96
3.0	36.24	40.39	44.54	46.62	19.5	1.03	1.15	1.27	1.33
3.2	35.03	39	43.05	45.06	20.0	0.56	0.62	0.68	0.72
3.4	33.89	37.77	41.65	43.59					

5.3.6 以煤为燃料的烟气温度、氧含量和燃烧效率 (表 5.3.6)

表 5.3.6 以煤为燃料的烟气温度、氧含量和燃烧效率

氧 含量 %	燃烧效 率, %	烟气 温度 °C	121	135	149	163	177	191	204	218	232	246	260	274	288	302	316	329
	过剩空气, %																	
0.0	0.0		92.2	91.6	91.0	90.4	89.8	89.2	88.6	88.0	87.3	86.7	86.1	85.5	84.9	84.2	83.6	83.0
0.5	2.4		92.2	91.5	90.9	90.3	89.6	89.0	88.4	87.8	87.1	86.5	85.9	85.2	84.6	84.0	83.4	82.7
1.0	4.8		92.1	91.4	90.8	90.1	89.5	88.8	88.0	87.6	86.9	86.3	85.6	85.0	84.4	83.7	83.1	82.4
1.5	7.5		92.0	91.3	90.6	90.0	89.3	88.7	88.0	87.4	86.7	86.0	85.4	84.7	84.1	83.4	82.8	82.1
2.0	10.2		91.9	91.2	90.5	89.8	89.2	88.5	87.8	87.1	86.5	85.8	85.1	84.5	83.8	83.1	82.4	81.8
2.5	13.1		91.7	91.1	90.4	89.7	89.0	88.3	87.6	86.9	86.2	85.5	84.9	84.2	83.5	82.8	82.1	81.4
3.0	16.2		91.6	90.9	90.2	89.5	88.8	88.1	87.4	86.7	86.0	85.3	84.6	83.9	83.2	82.5	81.8	81.0
3.5	19.4		91.5	90.8	90.1	89.3	88.6	87.9	87.2	86.4	85.7	85.0	84.3	83.5	82.8	82.1	81.4	80.7
4.0	22.8		91.4	90.6	89.9	89.1	88.4	87.7	86.9	86.2	85.4	84.7	83.9	83.2	82.5	81.7	81.0	80.2
4.5	26.4		91.2	90.5	89.7	88.9	88.2	87.4	86.7	85.9	85.1	84.4	83.6	82.8	82.1	81.3	80.6	79.8
5.0	30.3		91.1	90.3	89.5	88.7	87.9	87.2	86.4	85.6	84.8	84.0	83.2	82.5	81.7	80.9	80.1	79.3
5.5	34.4		90.9	90.1	89.3	88.5	87.7	86.9	86.1	85.3	84.5	83.7	82.9	82.1	81.2	80.4	79.6	78.8
6.0	38.8		90.8	89.9	89.1	88.3	87.4	86.6	85.8	84.9	84.1	83.3	82.4	81.6	80.8	80.0	79.1	78.3
6.5	43.5		90.6	89.7	88.9	88.0	87.1	86.3	85.4	84.6	83.7	82.9	82.0	81.2	80.3	79.4	78.6	77.7
7.0	48.5		90.4	89.5	88.6	87.7	86.8	86.0	85.1	84.2	83.3	82.4	81.5	80.7	79.8	78.9	78.0	77.1
7.5	53.9		90.2	89.3	88.3	87.4	86.5	85.6	84.7	83.8	83.9	81.9	81.0	80.1	79.2	78.3	77.4	76.5

5.3.10.2 高纯氧 (GB/T 14599—93) (表 5.3.10.2)

表 5.3.10.2 高纯氧产品技术要求

指标名称		指 标			指标名称		指 标		
		优等品	一等品	合格品			优等品	一等品	合格品
氧纯度, 10^{-2}	$\geq$	99.999	99.998	99.995	总烃含量(以甲烷计), 10^{-6}	$\leq$	0.5	1	2
氮含量, 10^{-6}	$\leq$	2	5	10	水分含量, 露点($^{\circ}\text{C}$)	$\leq$	-72	-70	-69
氬含量, 10^{-6}	$\leq$	5	10	20	(10^{-6})		(2)	(2.5)	(3)
二氧化碳含量, 10^{-6}	$\leq$	0.5	1	1					

注: 表中纯度及含量均以体积分数表示。

5.3.10.3 高纯氮 (GB 8980—88) (表 5.3.10.3)

表 5.3.10.3 高纯氮产品技术要求

指标名称		指 标			指标名称		指 标		
		优等品	一等品	合格品			优等品	一等品	合格品
纯度 ^① , %	$\geq$	99.9996	99.9993	99.999	CO、CO ₂ 及 CH ₄ 总				
氧含量, 10^{-6}	$\leq$	1.0	2.0	3.0	含量, 10^{-6}	$\leq$	1.0	2.0	3.0
氢含量, 10^{-6}	$\leq$	0.5	1.0	1.0	水含量 ^② , 10^{-6}	$\leq$	1.0	2.6	5.0

① 纯度中包含微量惰性气体氮、氩、氙。

② 液态氮不规定水含量。

注: 纯度、含量为体积比。

5.3.10.4 高纯氩 (GB 10624—89) (表 5.3.10.4)

表 5.3.10.4 高纯氩产品技术要求

指标名称		指 标			指标名称		指 标		
		优等品	一等品	合格品			优等品	一等品	合格品
氩含量, %	$\geq$	99.9996	99.9993	99.999	氩含量, 10^{-6}	$\leq$	0.5	1	1
氧含量, 10^{-6}	$\leq$	2	4	5	总碳含量(以甲烷计), 10^{-6}	$\leq$	0.5	1	2
氮含量, 10^{-6}	$\leq$	1	1	2	水分, 10^{-6}	$\leq$	1	2.6	4

注: 含量为体积比。

5.3.10.5 氢气 (GB 4844—84) (表 5.3.10.5)

表 5.3.10.5 氢气产品技术要求

指 标 名 称		指 标			指 标 名 称		指 标		
		高纯氮	纯 氮				高纯氮	纯 氮	
			一级品	二级品				一级品	二级品
氮含量,%	≥	99.999	99.995	99.99	一氧化碳含量,×10 ⁻⁶	≤	0.5	1.0	1.0
氮含量,×10 ⁻⁶	≤	4.0	15	25	二氧化碳含量,×10 ⁻⁶	≤	0.5	1.0	1.0
氧含量,×10 ⁻⁶	≤	1.0	3.0	5.0	甲烷含量,×10 ⁻⁶	≤	0.5	1.0	1.0
氧氮总含量(以氧计),×10 ⁻⁶	≤	1.0	3.0	5.0	水分含量,×10 ⁻⁶	≤	3.0	10	15
氩含量,×10 ⁻⁶	≤	2.0	10	20					

注: 表中“含量”系指体积比。

5.3.11 常用干燥剂及其除水能力 (表 5.3.11)

表 5.3.11 常用干燥剂及其除水能力

干燥剂	适合干燥的气体	不适合干燥的气体	1L 空气中干燥吸收后剩余水分 mg
CaCl ₂	永久气体、醚类、酯类、烷基 卤化物等	醇类、酮类、胺类、酚类、脂 肪酸等	0.14~0.15
硅胶	永久性气体、一般有机物		6×10^{-3}
KOH (熔凝)	氨、胺类、碱类等	酮类、醚类、酯类、酸类等	2×10^{-3}
P ₂ O ₅	永久性气体、SO ₂ 、乙烯、烷烃、 卤代烷、CS ₂ 等	碱类、酮类、易聚合的物质	2×10^{-5}
分子筛	永久性气体、裂解气、乙炔、乙 烯、H ₂ S、SF ₆ 等		$< 10 \times 10^{-6}$

5.3.12 部分国产高效脱氧剂性能 (表 5.3.12)

表 5.3.12 部分国产高效脱氧剂性能

脱氧剂名称	活性铜	活性镍	银 X 分子筛	氧化锰
组成	活性铜负载在氧化铝上	活性镍负载在氧化铝上	银离子交换在 13X 分子筛上	活性氧化锰水泥
外观	黑色	黑色	灰色	灰褐色, 还原后呈绿色
脱氧空速 ^① , h ⁻¹	~10000	~10000	~10000	~10000
脱氧容量, ml/g	15~35	2~10	3~12	5~16
脱氧深度, $\times 10^{-6}$	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
脱氧温度, $^{\circ}\text{C}$	250~350	常温~250	常温~120	常温~150
还原条件	氢气空速 ^① 100~500 250 $^{\circ}\text{C}$, 4 小时	氢气空速 ^① 100~500 250 $^{\circ}\text{C}$, 4 小时	氢气空速 ^① 100~500 110 $^{\circ}\text{C}$, 4 小时	氢气空速 ^① 100~500 350 $^{\circ}\text{C}$, 6~8 小时

①空速指单位时间内通过单位体积脱氧剂的气体体积。

5.3.13 电导仪测量用校准溶液 (表 5.3.13-1 至 5.3.13-3)

表 5.3.13-1 氯化钾溶液的电导率值 (GB 11077—89)

近似浓度 mol/L	电 导 率 S/cm				
	15 $^{\circ}\text{C}$	18 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$
1	0.09212	0.09780	0.10170	0.11131	0.13110
0.1	0.010455	0.011163	0.11644	0.012852	0.015353
0.01	0.0011414	0.0012200	0.0012737	0.0014083	0.0016876
0.001	0.001185	0.0001267	0.0001322	0.0001466	0.0001765

表 5.3.13-2 氯化钾溶液的组成 (GB 11077—89)

近似浓度 mol/L	重量浓度 KCl g/kg 溶液(在真空中)	容量浓度 KCl g/L 溶液(20 $^{\circ}\text{C}$ 空气中)	近似浓度 mol/L	重量浓度 KCl g/kg 溶液(在真空中)	容量浓度 KCl g/L 溶液(20 $^{\circ}\text{C}$ 空气中)
1	71.1352	74.2650	0.01	0.74586	0.7440
0.1	7.41913	7.4365	0.001	0.074586	将 100mL 0.01mol/L 溶液稀释 10 倍

表 5.3.13-3 通用校准溶液的电导率值

溶 液	18 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm	20 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm	25 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm	溶 液	18 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm	20 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm	25 $^{\circ}\text{C}$ ms/cm
H ₂ SO ₄ , 30%	739.8	764.5	825.7	KCl, 0.1mol	11.19	11.67	12.88
NaCl, 总计	216.1	226.0	251.3	KCl, 0.01mol	1.225	1.278	1.413
KCl, 1mol	98.24	102.09	111.80	碳酸钙, 总计	1.880	1.976	2.217

5.3.14 标准缓冲溶液的 pH 值 (见表 5.3.14-1 至 5.3.14-3)

表 5.3.14-1 我国标准缓冲溶液的 pH 值 (GB 11076—89)

温 度 $^{\circ}\text{C}$	浓 度					
	0.05mol/kg 四草酸氢钾	25 $^{\circ}\text{C}$ 饱和 酒石酸氢钾	0.05mol/kg 邻苯二甲酸氢钾	0.025mol/kg 混合磷酸盐	0.01mol/kg 四硼酸钠	25 $^{\circ}\text{C}$ 饱和 氢氧化钙
	pH 值					
0	1.67	—	4.00	6.98	9.46	13.42
5	1.67	—	4.00	6.95	9.39	13.21
10	1.67	—	4.00	6.92	9.33	13.01
15	1.67	—	4.00	6.90	9.28	12.82
20	1.68	—	4.00	6.88	9.23	12.64
25	1.68	3.56	4.00	6.86	9.18	12.46

续表

温 度 ℃	浓 度					
	0.05mol/kg 四草酸氢钾	25℃饱和 酒石酸氢钾	0.05mol/kg 邻苯二甲酸氢钾	0.025mol/kg 混合磷酸盐	0.01mol/kg 四硼酸钠	25℃饱和 氢氧化钙
	pH 值					
30	1.68	3.55	4.01	6.85	9.14	12.29
35	1.69	3.55	4.02	6.84	9.11	12.13
40	1.69	3.55	4.03	6.84	9.07	11.98
45	1.70	3.55	4.04	6.84	9.04	11.83
50	1.71	3.56	4.06	6.83	9.03	11.70
55	1.71	3.56	4.07	6.88	8.99	11.55
60	1.72	3.57	4.09	6.84	8.97	11.46
70	1.74	3.60	4.12	6.85	8.93	—
80	1.76	3.62	4.16	6.86	8.89	—
90	1.78	3.65	4.20	6.88	8.86	—
95	1.80	3.66	4.22	6.89	8.84	—

表 5.3.14-2 美国国家标准局 (NBS) 的标准缓冲溶液 pH 值

温 度 ℃	0.05 mol/L 四草酸钾 副标准	酒石酸 氢钾 (饱和, 25℃)	0.05 mol/L 柠檬酸 二氢钾	0.05 mol/L 邻苯二甲 酸氢钾	KH ₂ PO ₄ , Na ₂ HPO ₄ , 各 0.025 mol/L	KH ₂ PO ₄ , 0.08695 mol/L Na ₂ HPO ₄ , 0.03043 mol/L	Na ₂ B ₄ O ₇ , 0.01 mol/L	NaHCO ₃ , Na ₂ CO ₃ , 各 0.025 mol/L	Ca(OH) ₂ , (饱和, 25℃)副 标准
0	1.666	—	3.863	4.003	6.984	7.534	9.464	10.317	13.423
5	1.668	—	3.840	3.999	6.951	7.500	9.395	10.245	13.207
10	1.670	—	3.820	3.998	6.923	7.472	9.332	10.179	13.003
15	1.672	—	3.802	3.999	6.900	7.448	9.276	10.118	12.810
20	1.675	—	3.788	4.002	6.881	7.429	9.225	10.062	12.627
25	1.679	3.557	3.776	4.008	6.865	7.413	9.180	10.012	12.454
30	1.683	3.552	3.766	4.015	6.853	7.400	9.139	9.966	12.289
35	1.688	3.549	3.759	4.024	6.844	7.389	9.102	9.925	12.133
40	1.694	3.547	3.753	4.035	6.838	7.380	9.068	9.889	11.984
50	1.707	3.549	3.749	4.060	6.833	7.367	9.011	9.828	11.705
60	1.723	3.560	—	4.091	6.836	—	8.962	—	11.449
70	1.743	3.580	—	4.126	6.845	—	8.921	—	—
80	1.766	3.609	—	4.164	6.859	—	8.885	—	—
90	1.792	3.650	—	4.205	6.887	—	8.850	—	—
95	1.806	3.674	—	4.227	6.886	—	8.833	—	—
缓冲值 β	0.070	0.027	0.034	0.016	0.020	0.016	0.020	0.029	0.09
稀释值									
$\Delta pH_{1/2}$	+0.186	+0.049	+0.052	+0.052	+0.080	+0.07	+0.01	+0.079	-0.028

表 5.3.14-3 中国与英国、美国标准缓冲溶液 pH 值的比较 (25℃)

溶液, mol/L	英国	美国	中国	溶液, mol/L	英国	美国	中国
四草酸钾, 0.05	1.650	1.679	1.679	NaHPO ₄ , 0.025	6.858	6.865	6.859
饱和酒石酸氢钾	3.559	3.557	3.555	Na ₂ B ₄ O ₇ , 0.01	9.185	9.180	9.177
邻苯二甲酸氢钾, 0.05	4.008	4.008	4.005	NaHCO ₃ , 0.025			
HAc, 0.01; NaAc, 0.01	4.716	4.718		Na ₂ CO ₃ , 0.025	10.001	10.012	
KH ₂ PO ₄ , 0.025				Ca(OH) ₂ , 饱和	12.435	12.47	12.547

5.3.15 水中溶解氧饱和度 (E+H 公司《污水测量与自动化技术》)(表 5.3.15)

表 5.3.15 压力为 1013hPa (760mmHg) 时, 不同温度下水中的大气氧饱和度

℃	mg/L(O ₂)	℃	mg/L(O ₂)	℃	mg/L(O ₂)	℃	mg/L(O ₂)	℃	mg/L(O ₂)
0	14.64	8.5	11.67	17	9.64	25.5	8.18	34	7.06
0.5	14.43	9	11.53	17.5	9.54	26	8.11	34.5	7.00
1	14.23	9.5	11.39	18	9.45	26.5	8.03	35	6.94
1.5	14.03	10	11.25	18.5	9.35	27	7.96	35.5	6.89
2	13.83	10.5	11.12	19	9.26	27.5	7.89	36	6.83
2.5	13.64	11	10.99	19.5	9.17	28	7.82	36.5	6.78
3	13.45	11.5	10.87	20	9.08	28.5	7.75	37	6.72
3.5	13.27	12	10.75	20.5	8.99	29	7.69	37.5	6.67
4	13.09	12.5	10.63	21	8.90	29.5	7.62	38	6.61
4.5	12.92	13	10.51	21.5	8.82	30	7.55	38.5	6.56
5	12.75	13.5	10.39	22	8.73	30.5	7.49	39	6.51
5.5	12.58	14	10.28	22.5	8.65	31	7.42	39.5	6.46
6	12.42	14.5	10.17	23	8.57	31.5	7.36	40	6.41
6.5	12.26	15	10.06	23.5	8.49	32	7.30	40.5	6.36
7	12.11	15.5	9.95	24	8.41	32.5	7.24		
7.5	11.96	16	9.85	24.5	8.33	33	7.18		
8	11.81	16.5	9.74	25	8.25	33.5	7.12		

非标准大气压力下的饱和度 S' 可用下式计算:

$$S' = S \cdot \frac{p}{1013}$$

式中 S ——标准大气压 (1013hPa) 下的饱和度 (表 5.3.15); p ——大气压力, hPa。

5.4 其 他

5.4.1 各种流体的物理常数 (美国仪表学会《调节阀手册》第二版)(表 5.4.1)

表 5.4.1 各种流体的物理常数

流 体	分 子 式	分子量	在 0.1 MPa 绝压时的沸点 °F	相对密度		流 体	分 子 式	分子量	在 0.1 MPa 绝压时的沸点 °F	相对密度	
				液体 60/60 °F	气体					液体 60/60 °F	气体
乙酸	HC ₂ H ₃ O ₂	60.05	245	1.05		氟	F ₂	38.00	-305	1.11	1.31
丙酮	C ₃ H ₆ O	58.08	133	0.79	2.01	甲醛	H ₂ CO	30.03	-6	0.82	1.08
空气	N ₂ O ₂	28.97	-317	0.86	1.0	甲酸	HCO ₂ H	46.03	214	1.23	
乙醇	C ₂ H ₅ O	46.07	173	0.79	1.59	糠醛	C ₂ H ₄ O ₂	96.08	324	1.16	
甲醇	CH ₃ O	32.04	148	0.79	1.11	甘油	C ₃ H ₈ O ₂	92.09	554	1.26	
氨	NH ₃	17.03	-28	0.62	59	乙二醇	C ₂ H ₄ O ₂	62.07	387	1.11	
氯化铵 ^①	NH ₄ Cl			1.07		氦	He	4.003	-454	0.18	14
氢氧化铵 ^②	NH ₄ OH			0.91		盐酸	HCl	36.47	-115	1.64	
硫酸铵 ^③	(NH ₄) ₂ SO ₄			1.15		氟氢酸	HF	20.01	66	0.92	
苯胺	C ₆ H ₇ N	93.12	365	1.02		氢	H ₂	2.016	-422	0.07	0.07
氨	A	39.94	-302	1.65	1.38	氯化氢	HCl	36.47	-115		1.26
啤酒				1.01		硫化氢	H ₂ S	34.07	-76	0.79	1.17
溴	Br ₂	159.84	138	2.93	5.52	异丙醇	C ₃ H ₈ O	60.09	180	0.78	2.08
氯化钙 ^④	CaCl ₂			1.23		亚麻油			385	0.93	
二氧化碳	CO ₂	44.01	-109		1.52	氯化镁 ^⑤	MgCl ₂			1.22	
二硫化碳	CS ₂	76.1	115	1.29	2.63	汞	Hg	200.61	670	13.6	6.93
一氧化碳	CO	28.01	-314	0.80	0.97	溴甲烷	CH ₃ Br	94.95	38	1.73	3.27
四氯化碳	CCl ₄	153.84	170	1.59	5.31	氯甲烷	CH ₃ Cl	50.49	-11	0.99	1.74
氯	Cl ₂	70.91	-30	1.42	2.45	苯	C ₆ H ₆	128.16	424	1.14	4.43
铬酸	H ₂ CrO ₄	118.03		1.21		硝酸	HNO ₃	63.02	187	1.5	
柠檬酸	C ₆ H ₈ O ₇	192.12		1.54		氮	N ₂	28.02	-320	0.81	0.97
硫酸铜 ^⑥	CuSO ₄			1.17		柴油				0.91~	
乙醚	(C ₂ H ₅) ₂ O	74.12	34	0.74	2.55					0.94	
三氯化铁	FeCl ₃			1.23		氧	O ₂	32	-297	1.14	1.105

续表

流 体	分 子 式	分子量	在 0.1 MPa 绝压时的 沸点 °F①	相对密度		流 体	分 子 式	分子量	在 0.1 MPa 绝压时的 沸点 °F①	相对密度	
				液体 60/60 °F②	气体					液体 60/60 °F②	气体
光气	COCl ₂	98.92	47	1.39	3.42	淀粉	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _x			1.50	
磷酸	H ₃ PO ₄	98.00	415	1.83		糖水溶液②	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁			1.10	
碳酸钾③	K ₂ CO ₃			1.24		硫酸	H ₂ SO ₄	98.08	626	1.83	
氯化钾③	KCl			1.16		二氧化硫	SO ₂	64.6	14	1.39	2.21
氢氧化钾③	KOH			1.24		松节油			320	0.87	
氯化钠③	NaCl			1.19		水	H ₂ O	18.016	212	1.00	0.62
氢氧化钠③	NaOH			1.27		氯化锌	ZnCl ₂			1.24	
硫酸钠③	Na ₂ SO ₄			1.24		硫酸锌	ZnSO ₄			1.31	
硫代硫酸钠③	Na ₂ S ₂ O ₃			1.23							

① $t = (°F - 32) \times 5/9$.

② 水溶液——按化合物重量的 25% 计。

5.4.2 常见烃类的物理常数 (美国仪表学会《调节阀手册》第二版) (表 5.4.2)

表 5.4.2 常见烃类的物理常数

化 合 物	分子式	分子量	在 0.1MPa 绝压时的沸 点, °F	相对密度 (液体) (40/60°F)	相对密度
甲烷	CH ₄	16.042	-258.69	...	0.555
乙烷	C ₂ H ₆	30.068	-127.53	...	1.046
丙烷	C ₃ H ₈	44.094	-43.73	0.5077	1.547
正丁烷	C ₄ H ₁₀	58.120	31.10	0.5844	2.071
2-甲基丙烷 (异丁烷)	C ₄ H ₁₀	58.120	10.89	0.5631	2.067
正戊烷	C ₅ H ₁₂	72.146	96.933	0.63116	2.4906
2-甲基丁烷 (异戊烷)	C ₅ H ₁₂	72.146	82.134	0.62476	2.4906
2,2-二甲基丙烷 (新戊烷)	C ₅ H ₁₂	72.146	49.105	0.601	2.4906
正己烷	C ₆ H ₁₄	86.172	155.736	0.66405	2.9749
2-甲基戊烷	C ₆ H ₁₄	86.172	140.488	0.65790	2.9749
3-甲基戊烷	C ₆ H ₁₄	86.172	145.908	0.66902	2.9749
2,2-二甲基丁烷 (新己烷)	C ₆ H ₁₄	86.172	121.534	0.65399	2.9749
2,3-二甲基丁烷	C ₆ H ₁₄	86.172	136.378	0.66639	2.9749
正庚烷	C ₇ H ₁₆	100.198	209.169	0.68819	3.4591
2-甲基己烷	C ₇ H ₁₆	100.198	194.094	0.68299	3.4591
3-甲基己烷	C ₇ H ₁₆	100.198	197.330	0.69151	3.4591
3-乙基戊烷	C ₇ H ₁₆	100.198	200.251	0.70257	3.4591
2,2-二甲基戊烷	C ₇ H ₁₆	100.198	174.560	0.67833	3.4591
2,4-二甲基戊烷	C ₇ H ₁₆	100.198	176.900	0.67723	3.4591
3,3-二甲基戊烷	C ₇ H ₁₆	100.198	186.917	0.69767	3.4591
2,2,3-三甲基丁烷	C ₇ H ₁₆	100.198	177.584	0.69454	3.4591
正辛烷	C ₈ H ₁₈	114.224	258.197	0.70677	3.9432
2,5-二甲基己烷 (二异丁烷)	C ₈ H ₁₈	114.224	228.385	0.69795	3.9432
2,2,4-三甲基戊烷 (异辛烷)	C ₈ H ₁₈	114.224	210.628	0.69625	3.9432
正壬烷	C ₉ H ₂₀	128.250	303.436	0.72171	4.4275
正癸烷	C ₁₀ H ₂₂	142.276	345.2	0.73413	4.9118
环戊烷	C ₅ H ₁₀	70.130	120.672	0.75048	2.4211
甲基环戊烷	C ₆ H ₁₂	84.156	161.262	0.75354	2.9053
环己烷	C ₆ H ₁₂	84.156	177.328	0.78344	2.9053
甲基环己烷	C ₇ H ₁₄	98.182	213.681	0.77398	3.3896
乙烯	C ₂ H ₄	28.052	-154.68	...	0.9684
丙烯	C ₃ H ₆	42.078	-53.86	0.5218	1.4526
1-丁烯	C ₄ H ₈	56.104	20.73	0.6011	1.9368
顺丁烯-(2)	C ₄ H ₈	56.104	38.70	0.6272	1.9368
反丁烯-(2)	C ₄ H ₈	56.104	33.58	0.6100	1.9368
2-甲基丙烯 (异丁烯)	C ₄ H ₈	56.104	19.68	0.6002	1.9368
1-戊烯	C ₅ H ₁₀	70.130	85.95	0.6461	2.4210

续表

化 合 物	分子式	分子量	在 0.1MPa 绝压时的沸 点, °F	相对密度 (液体) (40/60°F)	相对密度
1-2-丁二烯	C ₄ H ₆	54.088	50.5	0.658	1.8673
1-3-丁二烯	C ₄ H ₆	54.088	24.06	0.6272	1.8673
2-甲基-1,3-丁二烯(异戊烯)	C ₅ H ₈	68.114	93.34	0.6861	2.3515
乙炔	C ₂ H ₂	26.036	-119	0.615	0.8988
苯	C ₆ H ₆	78.108	176.185	0.88458	2.6965
甲苯	C ₇ H ₈	92.134	231.121	0.87190	3.1808
乙基苯	C ₈ H ₁₀	106.160	277.137	0.87157	3.6650
1,2-二甲基苯(邻二甲苯)	C ₈ H ₁₀	106.160	291.95	0.88482	3.6650
1,3-二甲基苯(间二甲苯)	C ₈ H ₁₀	106.160	282.38	0.86880	3.6650
1,4-二甲基苯(对二甲苯)	C ₈ H ₁₀	106.160	281.03	0.86576	3.6650
苯乙烯	C ₈ H ₈	104.144	293.4	0.91112	3.5954
异丙苯	C ₉ H ₁₂	120.186	306.31	0.86642	4.1492

5.4.3 常用材料的密度 (表 5.4.3)

表 5.4.3 常用材料的密度

材料名称	密 度	材料名称	密 度	材料名称	密 度	材料名称	密 度
工业纯铁	7.87	铂	10.2	杉木	0.376~	普通刚玉	3.85~3.9
铸铁	6.6~7.7	铌	8.57		0.384	白刚玉	3.9
钢材	7.85	铈	6.62	马尾松, 榆木	0.533~	云母	2.7~3.1
铸钢	7.8	钡	3.5		0.548	地沥青	0.9~1.5
不锈钢(含铬 13%)	7.75	镭	8.64	柏木	0.588	石蜡	0.9
铜	8.9	铍	1.85	水曲柳	0.686	工业橡胶	1.3~1.8
白铜、黄铜	8.5~8.85	铋	9.84	柞木	0.766	皮革	0.4~1.2
铝、铝合金	2.5~2.95	铀	22.4	软木	0.1~0.4	普通玻璃	2.4~2.7
镁合金	1.74~1.81	镉	6.9	胶合板	0.56	陶瓷	2.3~2.45
锌铝合金	6.3~6.9	钽	16.6	刨花板	0.4	碳化钙(电石)	2.22
铸铝	6.86	铊	6.24	竹材	0.9	电木	1.3~1.4
铸钢	7.2	银	10.5	木炭	0.3~0.5	有机玻璃	1.18
铅板	11.37	金	19.30	石墨	1.9~2.3	石棉板	1~1.3
工业镍	8.9	铂	21.4	石膏	2.3~2.4	磷酸	1.78
钨钴合金	14.4~15.3	铯	0.86	混凝土	1.8~2.45	盐酸	1.2
锡	7.3	钠	0.97	普通粘土砖	1.7	硫酸(87%)	1.8
钨	19.3	钙	1.55	粘土耐火砖	2.1	硝酸	1.54
钴	8.9	硼	2.34	大理石	2.6~2.7	汽油	0.66~0.75
钛	4.51	硅	2.33	花岗岩	2.6~3	煤油	0.78~0.82
汞	13.6	硒	4.84	石灰石、滑石	2.6~2.8	石油(原油)	0.82
锰	7.43	砷	5.70	石英	2.5~2.8	各类机油	0.9~0.95
铬	7.19	红松、红皮云杉	0.417~	金刚石	3.5~3.6	水(4°C)	1.0
钒	6.11		0.44	金刚砂	4		

5.4.4 锅炉大气污染物排放标准 (GB 13271-91)

本标准适用于单台输出在 45.5MW (65t/h) 及以下各种用途的燃煤锅炉。燃油和燃气锅炉的烟气黑度限值也按本标准执行。

1992 年 8 月 1 日之前安装的锅炉, 其最高允许烟尘排放浓度和烟气黑度, 按下表规定执行。

烟尘浓度, mg/m ³ (标态)			林格曼黑度, 级
一类区	二类区	三类区	1
200	300	400	

注: 表中的一、二、三类区指 GB 3095 的一、二、三类区。

1992 年 8 月 1 日之后安装的锅炉, 其最高允许烟尘与二氧化硫排放浓度、烟气黑度, 按下表规定执行。

烟尘浓度, mg/m ³ (标态)			二氧化硫浓度, mg/m ³ (标态)		林格曼黑度, 级
一类区	二类区	三类区	燃煤含硫量 ≤ 2%	燃煤含硫量 > 2%	
100	250	350	1200	1800	1

注: 表中的一、二、三类区指 GB 3095 的一、二、三类区。

5.4.5 我国污水排放标准 (GB 8978-88)

(1) 第一类污染物排放标准

第一类污染物,指能在环境或动植物体内蓄积,对人体健康产生长远不良影响者,含有此类有害污染物质的污水,不分行业和污水排放方式,也不分受纳水体的功能类别,一律在车间或车间处理设施排出口取样,其最高允许排放浓度必须符合表 5.4.5-1 的规定。

表 5.4.5-1 第一类污染物最高允许排放浓度

mg/L

污 染 物	最高允许排放浓度	污 染 物	最高允许排放浓度	污 染 物	最高允许排放浓度
总汞	0.05 ^①	总镉	1.5	总铅	1.0
烷基汞	不得检出	六价铬	0.5	总镍	1.0
总铜	0.1	总砷	0.5	苯并(a)芘 ^②	0.00003

①烧碱行业(新建、扩建、改建企业)采用 0.005mg/L。

②为试行标准,二级、三级标准区暂不考核。

(2) 第二类污染物排放标准

第二类污染物,指其长远影响小于第一类的污染物质,在排污单位排出口取样,其最高允许排放浓度必须符合表 5.4.5-2 的规定。

表中一、二、三级标准,分别适用于下列水域:

排入重点保护水域(如城镇、集中式生活饮用水源地二级保护区、一般经济渔业水域、重要风景旅游区等)的污水执行一级标准;

排入一般保护水域(如一般工业用水区、景观用水区及农业用水区、港口和海洋开发作业区等)的污水执行二级标准;

排入城镇下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理的污水执行三级标准。

表 5.4.5-2 第二类污染物最高允许排放浓度

mg/L

标准值 污 染 物	标准分级 规 模		二级标准		三级标准
	新扩改	现 有	新扩改	现 有	
pH 值	6~9	6~9	6~9	6~9 ^①	6~9
色度(稀释倍数)	50	80	80	100	—
悬浮物	70	100	200	250 ^②	400
生化需氧量(BOD ₅)	30	60	60	80	300 ^③
化学需氧量(COD _{Cr})	100	150	150	200	500 ^③
石油类	10	15	10	20	30
动植物油	20	30	20	40	100
挥发酚	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0
氰化物	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0
硫化物	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
氨氮	15	25	25	40	—
氟化物	10	15	10	15	20
—	—	—	20 ^④	30 ^④	—
磷酸盐(以 P 计) ^⑤	0.5	1.0	1.0	2.0	—
甲醛	1.0	2.0	2.0	3.0	—
苯胺类	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0
硝基苯类	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0
阴离子合成洗涤剂(LAS)	5.0	10	10	15	20
铜	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0
锌	2.0	2.0	4.0	5.0	5.0
锰	2.0	5.0	2.0 ^⑥	5.0 ^⑥	5.0

①现有火电厂和粘胶纤维工业,二级标准 pH 值放宽到 9.5。

②磷肥工业悬浮物放宽至 300mg/L。

③对排入带有二级污水处理厂的城镇下水道的造纸、皮革、食品、洗毛、酿造、发酵、生物制药、肉类加工、纤维板等工业废水,BOD₅可放宽至 600mg/L;COD_{Cr}可放宽至 1000mg/L。具体限度还可以与市政府部门协商。

④低氟地区(系指水体含氟量小于 0.5mg/L)允许排放浓度。

⑤排入蓄水性河流和封闭性水域的控制指标。

⑥合成脂肪酸工业新扩改为 5mg/L,现有企业为 7.5mg/L。

5.4.6 化学危险品(气体和蒸气)数据(表 5.4.6)

(选自《Polytron List of detectable Gases and Vapours》, Dräger Sicherheitstechnik GmbH, 2nd Edition, September 1997. 德尔格公司《Polytro 可检测的气体 and 蒸气表》, 第二版, 1997)

对数据表的说明

(1) 第 1 栏: 分子量 M , 单位: g/mol

可以用分子量计算气体或蒸气的相对密度, 计算式为:

$$\text{相对密度} = \text{分子量} \div 28.96$$

如果计算结果 < 1.00 , 那么该气体或蒸气比空气轻; 如果 > 1.00 , 那么该气体或蒸气比空气重。

(2) 第 2 栏: 液体的密度 ρ , 单位: g/ml

密度值仅用于液体。对于气体, 在该栏标注“Gas”。

(3) 第 3 栏: 闪点, 单位: $^{\circ}\text{C}$

闪点表示在大气压力 (101.3 kPa) 下, 一种液体表面上方释放出的可燃气体与空气完全混合后, 可以被火焰或火花点燃的最低温度。

该栏为可燃性液体的闪点。可燃性气体没有闪点, 所以该栏中以“Gas”标注。对非可燃性气体或液体, 该栏中标注“n. a.”。

(4) 第 4 栏: 液体在 20°C 时的蒸气压 P_{20} , 单位: hPa

蒸气压是饱和蒸气压的简称, 指化学物质的蒸气在一定温度下, 与其液体或固体平衡时的饱和压力。蒸气压仅是温度的函数, 在一定温度下, 每种物质的饱和蒸气压是一个常数。

蒸气压仅对液体而言, 所以对于气体用“Gas”标注。

饱和蒸气浓度 $C_{\max}$ 可以用下式计算:

$$C_{\max} = \frac{\text{蒸气压}}{\text{环境大气压力}}$$

例如: 正壬烷的蒸气压为 $P_{20} = 5 \text{ hPa}$, 环境大气压力为 1013 hPa , 则

$$C_{\max} = \frac{5}{1013} \times 100\% = 0.49\% \text{ V/V} = 4900 \text{ ppm}$$

(5) 第 5 栏: 爆炸下限 LEL, 单位: %V/V

一种可燃性气体或蒸气与空气的混合物能着火或引燃爆炸的浓度范围称为爆炸极限 EL (Explosive Limits), 其最低浓度称为爆炸下限 LEL (Lower Explosive Limit), 最高浓度称为爆炸上限 HEL (Higher Explosive Limit)。浓度低于或高于这一范围都不会发生爆炸。

该栏给出了三种 LEL 值:

① Germ——德国的 LEL 值

来源: Nabert, Schön, 《可燃性气体和蒸气的安全技术数据》, Deutscher Eichverlag, Braunschweig, 第二版, 1990 年第 6 次修订。该书列入的 LEL 值在德国有效, 并已被 IEC 标准广泛接受。

② IEC——国际电工技术委员会的 LEL 值

来源: IEC79-20, 《与使用的电气设备有关的可燃性气体或蒸气的数据》, 1996。这是一个国际标准, 所以其 LEL 值适用于世界范围 (只要它们不与本国的标准或规程相冲突)。这些 LEL 值还将以欧洲标准 EN 60079-20 发表。

③ USA——美国的 LEL 值

来源: 主要是 NIOSH (《化学危险品手册》, 健康和福利组织美国分部, 1994)。由于测定 LEL 时使用的设备和方法不同, USA 的 LEL 值可能与 IEC、Germ 有些小的差异。

对于非可燃性气体和液体, 该栏标注“n. a.”。如果该栏为空白, 仅表示尚无 LEL 数据可以提供, 不能理解为该物质不会发生爆炸!

LEL 一般用可燃气体或蒸气在混合物中的体积百分数 %V/V 表示。也可以将其换算为 g/m^3 , 换算式为:

$$\text{LEL}_{\text{g/m}^3} = \frac{M}{2.4} \cdot \text{LEL}_{\% \text{V/V}} \quad (\text{该式对 } 20^{\circ}\text{C} \text{ 有效})$$

例如: 正壬烷的分子量为 $M = 128.3 \text{ g/mol}$, $\text{LEL}_{\% \text{V/V}} = 0.7\% \text{ V/V}$, 则

$$\text{LEL}_{\text{g/m}^3} = \frac{128.3}{2.4} \times 0.7 = 37.4 \text{ g/m}^3$$

反之亦然:

$$\text{LEL}_{\% \text{V/V}} = \frac{2.4}{M} \cdot \text{LEL}_{\text{g/m}^3}$$

(6) 第6栏: 有毒物限值, 单位: ppm

也称之为职业接触限值 (Occupational Exposure Limits), 通常指为了保护作业人员而规定的车间空气中有害物质含量不应超过的接触水平。

有些国家依据美国政府工业卫生学家协会每年公布的阈限值 TLV (Threshold Limit Value) 制定自己国家的限值。另一些国家则根据前苏联官方公布的最高容许浓度 MAC (Maximum Allowable Concentration) 制定自己国家的限值。

该栏列出了两种有毒物限值:

①Germ——德国的 TLV 值

来源: 德国 TRGS 900, 1996 年 10 月版本 (=ZH1/401)。

②USA——美国的 TLV 值。

来源: NIOSH (《化学危险品手册》, 健康和福利组织美国分部, 1994) 和/或 ACGIH (美国工业卫生学家协会, 1992~1993)。

在本数据表中, 未考虑短期接触限值。

如果该栏为空白, 并不意味着该种物质是无毒的!

TLV 一般用 ppm 表示, 也可以将其换算成 mg/m^3 , 换算式为:

$$\text{TLV}_{\text{mg}/\text{m}^3} = \frac{M}{24} \cdot \text{TLV}_{\text{ppm}} \quad (\text{该式对 } 20^\circ\text{C} \text{ 有效})$$

例如: 正壬烷的分子量为 $M=128.3\text{g}/\text{mol}$, $\text{TLV}_{\text{ppm}}=200\text{ppm}$, 则

$$\text{TLV}_{\text{mg}/\text{m}^3} = \frac{128.3}{24} \times 200 = 1070\text{mg}/\text{m}^3$$

反之亦然:

$$\text{TLV}_{\text{ppm}} = \frac{24}{M} \cdot \text{TLV}_{\text{mg}/\text{m}^3}$$

表 5.4.6 化学危险品 (气体和蒸气) 数据表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
1 Acetal 乙缩醛 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$	118.2	0.83	-21	20.3	1.6				
2 Acetaldehyde 乙醛 CH_3CHO	44.1	0.78	-27	1007	4.0	4.0	4.0	50	25
3 Acetic acid 醋酸 CH_3COOH	60.1	1.05	40	15.7	4.0	4.0	4.0	10	10
4 Acetone 丙酮 CH_3COCH_3	58.1	0.79	-20	233	2.5	2.5	2.6	500	750
5 Acetonitrile 乙腈 CH_3CN	41.1	0.78	2	97	3.0	3.0	3.0	40	40
6 Acetylacetone 乙氧丙酮 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$	100.1	0.97	34	8.5		1.7			
7 Acetylchloride 乙酰氯 CH_3COCl	78.5	1.10	-4	320	7.3	5.0			
8 Acetylene 乙炔 $\text{HC}\equiv\text{CH}$	26.0	Gas	Gas	Gas	2.3	2.3	2.5		2500
9 Acrolein 丙烯醛 $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$	56.1	0.84	-29	286	2.8	2.85	2.8	0.1	0.1
10 Acrylic acid 丙烯酸 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$	72.1	1.06	54	10.3		2.9	2.4		2
11 Acrylonitrile 丙烯腈 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$	53.1	0.80	-5	116	2.8	2.8	3.0	3*	2*
12 Allyl acetate 醋酸烯丙酯 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	100.1	0.93	-11			1.7			
13 Allyl alcohol 烯丙醇 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$	58.1	0.85	21	24	2.5	2.5	2.5	2	2
14 Allylamine 烯丙胺 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{NH}_2$	57.1	0.76	-29		2.2				
15 Allyl bromide 烯丙基溴 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$	121.0	1.43	-5		4.3				

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸汽压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
16 Allyl chloride 烯丙基氯 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$	76.5	0.94	-29	392	3.2	2.9	2.9	1	1
17 Allylglycidylether 烯丙基糖精基乙醚 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	114.1	0.97	45	2.7					5
18 Ammonia 氨 NH_3	17.0	Gas	Gas	Gas	15.4	15.0	15.0	50	25
19 <i>i</i> -Amylacetate 醋酸异戊酯 $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	130.2	0.87	25	5.3	1.0		1.0	100	100
20 <i>n</i> -Amylacetate 醋酸正戊酯 $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	130.2	0.87	37	6	1.1	1.0	1.1	100	100
21 <i>i</i> -Amyl alcohol 异戊醇 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	88.2	0.81	43	3	1.2	1.3	1.2	100	100
22 <i>n</i> -Amyl alcohol 正戊醇 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	88.2	0.81	49	3	1.3	1.06			
23 <i>n</i> -Amylamine 正戊胺 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NH}_2$	87.2	0.76	7	24	2.2				
24 <i>i</i> -Amylchloride 异戊基氯 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	106.6	0.89	<5		1.5				
25 <i>n</i> -Amylchloride 正戊基氯 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$	106.6	0.88	3	32	1.4				
26 <i>i</i> -Amylformate 甲酸异戊酯 $\text{HCOOC}_5\text{H}_{11}$	116.2	0.88	22	45	1.7				
27 <i>tert</i> -Amylmethyl ether 甲酸叔甲基乙醚 $\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	102.2	0.77	-7			1.5			
28 Antimony hydride 氢化锑 SbH_3	124.8	Gas	Gas	Gas				0.1	0.1
29 Arsenic hydride 氢化砷 AsH_3	77.9	Gas	Gas	Gas	3.9		5.1	0.05	0.05
30 Benzene 苯 C_6H_6	78.1	0.88	-11	100	1.2	1.2	1.2	1*	1*
31 Boron tribromide 三溴化硼 BBr_3	250.5	2.69	n. a.	72	n. a.	n. a.	n. a.		1
32 Boron trifluoride 三氟化硼 BF_3	67.8	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	1	1
33 Bromine 溴 Br_2	159.8	3.12	n. a.	220	n. a.	n. a.	n. a.	0.1	0.1
34 1,3-Butadiene 1,3-丁二烯 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	54.1	Gas	Gas	Gas	1.4	1.4	2.0	5*	10*
35 <i>i</i> -Butane 异丁烷 $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$	58.1	Gas	Gas	Gas	1.8	1.3	1.6	1000	800
36 <i>n</i> -Butane 正丁烷 C_4H_{10}	58.1	Gas	Gas	Gas	1.4	1.4	1.6	1000	800
37 2-Butanol 2-丁醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	74.1	0.81	24	17	1.7		1.7	100	100
38 <i>i</i> -Butanol 异丁醇 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$	74.1	0.80	27	12	1.7	1.7	1.7	100	50
39 <i>n</i> -Butanol 正丁醇 $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	74.1	0.81	35	7	1.4	1.7	1.4	100	50
40 <i>tert</i> -Butanol 叔丁醇 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	74.1	0.79	11	40	2.3		2.4	100	100
41 2-Butenal 2-乙醛 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$	70.1	0.85	13	24	2.1	2.1	2.1	0.34	2
42 2-Butene 2-丁烯 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	56.1	Gas	Gas	Gas	1.6	1.6			
43 <i>i</i> -Butene 异丁烯 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$	56.1	Gas	Gas	Gas	1.6	1.6			

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
44 <i>n</i> -Butene 正丁烯 C_4H_8	56.1	Gas	Gas	Gas	1.6	1.6			
45 Butene-3-ol 丁烯-3-醇 $CH_2=CH(CH_2)_2OH$	72.1	0.84	32		2.0				
46 2-Butene 2-丁烯 $CH_3C=CHCH_3$	54.1	0.69	-25	770	1.4				
47 2-Butoxyethanol 2-丁氧基乙醇 $C_4H_9OC_2H_4OH$	118.2	0.90	61	0.8	1.1		1.1	20	25
48 2-Butyl acetate 2-醋酸丁酯 $CH_3COOCH(CH_2)_3C_2H_5$	116.2	0.86	19	25	1.7		1.7	200	200
49 <i>i</i> -Butyl acetate 异醋酸丁酯 $CH_3COOCH_2CH(CH_3)_2$	116.2	0.87	18	19	1.6		1.3	200	150
50 <i>n</i> -Butyl acetate 正醋酸丁酯 $CH_3COOC_4H_9$	116.2	0.88	27	11	1.2	1.3	1.7	200	150
51 <i>tert</i> -Butyl acetate 叔醋酸丁酯 $CH_3COOC(CH_3)_3$	116.2	0.88	1	40	1.5		1.5	200	200
52 <i>i</i> -Butyl acrylate 丙烯酸异丁酯 $CH_2=CHCOOC_4H_9$	128.2	0.89	29		1.2				
53 <i>n</i> -Butyl acrylate 丙烯酸正丁酯 $CH_2=CHCOOC_4H_9$	128.2	0.90	37	5.3	1.2	1.2	1.5	10	10
54 <i>i</i> -Butylamine 异丁胺 $(CH_3)_2CHCH_2NH_2$	73.1	0.76	-9	133	1.9	1.47		5	
55 <i>n</i> -Butylamine 正丁胺 $C_4H_9NH_2$	73.1	0.75	-12	76	1.7	1.7	1.7	5	5
56 <i>sec</i> -Butylamine 仲丁胺 $C_2H_5CH(CH_3)NH_2$	73.1	0.72	-20	180	1.8			5	
57 <i>tert</i> -Butylamine 叔丁胺 $(CH_3)_3CNH_2$	73.1	0.70	-38	533	1.7			5	
58 <i>i</i> -Butylchlorid 异氯丁烷 $(CH_3)_2CHCH_2Cl$	92.6	0.88	-12	110	2.0	2.0			
59 <i>n</i> -Butylchlorid 正氯丁烷 C_4H_9Cl	92.6	0.89	-12	108	1.8	1.8		25	
60 <i>tert</i> -Butylchloride 叔氯丁烷 $(CH_3)_3CCl$	92.6	0.84	-10	380	1.8				
61 Butylene chloride 氯丁烯 C_4H_7Cl	90.6	0.93	<21	494	2.2				
62 Butylene oxide 环氧丁烷 C_4H_8O	72.1	0.83	-15	193	1.5				
63 <i>i</i> -Butylformate 甲酸异丁酯 $HCOOC_4H_9$	102.1	0.88	10	43	1.7				
64 <i>n</i> -Butylformate 甲酸正丁酯 $HCOOC_4H_9$	102.1	0.92	18	29	1.7				
65 <i>i</i> -Butyraldehyde 异丁醛 $(CH_3)_2CHCHO$	72.1	0.79	-25	184	1.6	1.6			
66 <i>n</i> -Butyraldehyde 正丁醛 C_4H_8CHO	72.1	0.81	-6	148	1.4	1.8		20	
67 Carbon dioxide 二氧化碳 CO_2	44.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	5000	5000
68 Carbon monoxide 一氧化碳 CO	28.0	Gas	Gas	Gas	10.9	10.9	12.5	30	25
69 Chlorine 氯 Cl_2	70.9	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	0.5	0.5
70 Chlorine dioxide 二氧化氯 ClO_2	67.5	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	0.1	0.1

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸汽压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
71 Chloroacetaldehyde 氯乙醛 CH_2ClCHO	78.5	1.21	70	139				1	1
72 Chlorobenzene 氯苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	112.6	1.11	28	12	1.3	1.4	1.3	50	10
73 1-Chloro-1,1-difluoroethane 氯二氟乙烷 CH_3CClF_2	100.5	Gas	Gas	Gas	6.2			1000	
74 2-Chloropropene 2-氯丙烷 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})\text{CH}_3$	76.5	0.93	<-20		4.5				
75 Crotonic chloride 氯丁烯 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{Cl}$	90.6	0.93	-5	494	4.2				
76 Cumene 枯烯(异丙基苯) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	120.2	0.86	31	5	0.8	0.8	0.9	50	50
77 Cyclobutane 环丁烯 $(\text{CH}_2)_4$	56.1	Gas	Gas	Gas	1.8	1.8			
78 Cyclohexane 环己烷 $(\text{CH}_2)_6$	84.2	0.78	-18	104	1.2	1.2	1.3	300	300
79 Cyclohexanol 环己醇 $(\text{CH}_2)_5\text{CHOH}$	100.2	0.95	61	1.2	1.5	1.2		50	50
80 Cyclohexanone 环己酮 $(\text{CH}_2)_5\text{CO}$	98.1	0.95	43	5	1.0	1.0	1.1	20	25
81 Cyclohexene 环己烯 C_6H_{10}	82.1	0.81	-17	94	1.2	1.2		300	300
82 Cyclohexylamine 环己胺 $(\text{CH}_2)_5\text{CHNH}_2$	99.2	0.86	27	14.3		1.6	1.5	10	10
83 Cyclopentane 环戊烷 $(\text{CH}_2)_5$	70.1	0.75	-51	530	1.4	1.4	1.1		600
84 Cyclopropane 环丙烷 $(\text{CH}_2)_3$	42.1	Gas	Gas	Gas	2.4	2.4			
85 n-Decane 正癸烷 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	142.3	0.73	46	1.6	0.7	0.7			
86 Diborane 乙硼烷 B_2H_6	27.7	Gas	Gas	Gas	0.8		0.8	0.1	0.1
87 Diethylamine 二丁胺 $(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{NH}$	129.3	0.76	42	2.7	0.6			5	
88 Di-n-butylether 二丁醚 $(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{O}$	130.2	0.77	25	6.4	0.9	0.9			
89 1,1-Dichloroethane 1,1-二氯乙烷 CH_3CHCl_2	99.0	1.18	-10	240	5.6	5.6	5.4	100	100
90 1,2-Dichloroethane 1,2-二氯乙烷 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	99.0	1.25	13	85	6.2	6.2	6.2	5*	10
91 1,1-Dichloroethylene 1,1-二氯乙烯 $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$	96.9	1.21	-25	660	6.5	7.3	6.5	2	5
92 1,2-Dichloroethylene 1,2-二氯乙烯 $\text{CHCl}=\text{CHCl}$	96.9	1.28	6	240	6.5	9.7	5.6	200	200
93 1,1-Dichloro-1-fluoroethane 1,1-二氯氟乙烷 CCl_2FCH_3	117.0	1.27	n. a.	644	7.4				
94 Dichloromethane 二氯甲烷 CH_2Cl_2	84.9	1.33	n. a.	475	13.0		13.0	100	50*
95 1,2-Dichloropropane 1,2-二氯丙烷 $\text{CH}_2\text{ClCHClCH}_3$	113.0	1.16	16	56		3.4	3.4		75
96 Dichlorosilane 二氯硅烷 SiH_2Cl_2	101.0	Gas	Gas	Gas	4.1		4.7		

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
97 Dicyclohexyl 双环乙基 (C ₆ H ₁₁) ₂	166.3	0.86	92		0.7				
98 Diethylamine 二乙基胺 (C ₂ H ₅) ₂ NH	73.1	0.70	-25	260	1.7	1.7	1.8	10	10
99 Diethyl carbonate 碳酸二乙酯 CO(OC ₂ H ₅) ₂	118.1	0.97	31	13.3	1.4	1.4			
100 N,N-Diethylethanolamine N,N-二乙醇胺 (C ₂ H ₅) ₂ NC ₂ H ₄ OH	117.2	0.89	45	1.8	1.8		1.8	10	10
101 Diethyl ether 二乙醚 (C ₂ H ₅) ₂ O	74.1	0.71	-40	587	1.7	1.7	1.9	400	400
102 Diethyl ketone 二乙酮 (C ₂ H ₅) ₂ CO	86.1	0.81	12	38	1.6	1.6	1.6		200
103 1,1-Difluoroethane 二氟乙烷 CHF ₂ CH ₃	66.1	Gas	Gas	Gas	3.7				
104 1,2-Dimethoxy ethane 1,2-二甲氧基乙烷 (CH ₃ OCH ₂) ₂	90.1	0.87	-6	64		1.6			
105 Dimethoxymethane 二甲氧基甲烷 CH ₂ (OCH ₃) ₂	76.1	0.86	-18	330		3.0	2.2	1000	1000
106 Dimethyl amine 二甲胺 (CH ₃) ₂ NH	45.1	Gas	Gas	Gas	2.8	2.8	2.8	2	5
107 2,2-Dimethylbutane 2,2-二甲基丁烷 (CH ₃) ₃ CCH ₂ CH ₃	86.2	0.64	-45	339	1.2	1.0		200	100
108 2,3-Dimethylbutane 2,3-二甲基丁烷 (CH ₃) ₂ CHCH(CH ₃) ₂	86.2	0.66	-29	253	1.2			200	200
109 Dimethyl carbonate 碳酸二甲酯 CO(OCH ₃) ₂	90.1	1.07	16	53	9.5				
110 Dimethyl disulphide 二甲基硫 (CH ₃) ₂ S ₂	94.2	1.06	15	37	1.1				
111 Dimethylether 二甲醚 (CH ₃) ₂ O	46.1	Gas	Gas	Gas	2.7	2.7		1000	
112 Dimethylethylamine 二甲基乙胺 C ₂ H ₅ N(CH ₃) ₂	73.1	0.68	-45	553	0.9			25	
113 Dimethyl formamide 二甲基甲酰胺 HCON(CH ₃) ₂	73.1	0.95	59	3.5	2.2	1.8	2.2	10	10
114 2,3-Dimethylpentane 2,3-二甲基戊烷 C ₂ H ₅ CH(CH ₃)CH(CH ₃) ₂	100.2	0.67	-25	71	1.1	1.1		500	
115 2,2-Dimethyl propane 2,2-二甲基丙烷 C(CH ₃) ₄	72.2	Gas	Gas	Gas	1.3			1000	
116 2,2-Dimethylpropanol-1 2,2-二甲基丙醇 (CH ₃) ₃ CCH ₂ OH	88.2	0.81	30	21.3	1.2	1.2			
117 Dimethyl-i-propanolamine 二甲基丙醇胺 (CH ₃) ₂ NCH ₂ CH(OH)CH ₃	103.2	0.85	35	18	2.7				
118 N,N-Dimethyl-i-propylamine 二甲基丙胺 (CH ₃) ₂ CHN(CH ₃) ₂	87.2	0.73	-16		1.1				

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸汽压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
119 Dimethyl sulphide 二甲基硫 (CH ₃) ₂ S	62.1	0.85	-37	560	2.2				
120 1,4-Dioxane 二氧杂环己烷 (CH ₂) ₄ O ₂	88.1	1.03	12	41	1.9	1.9	2.0	50	25
121 1,3-Dioxolane 二氧戊环 (CH ₂) ₃ O ₂	74.1	1.06	-5	90	2.3	2.3			
122 Di- <i>i</i> -propylamine 二异丙胺 (CH ₃) ₂ CH) ₂ NH	101.2	0.72	-17	100	1.5	1.2	1.1		5
123 Dipropylamine 二丙胺 (C ₃ H ₇) ₂ NH	101.2	0.74	6	42		1.6			
124 Di- <i>i</i> -propylether 二异丙醚 (CH ₃) ₂ CHOCH(CH ₃) ₂	102.2	0.73	-22	180	1.0	1.0		500	250
125 Di- <i>n</i> -propylether 二正丙醚 (C ₃ H ₇) ₂ O	102.2	0.74	-28	74	1.7				
126 Divinylether 联乙烯醚 (CH ₂ =CH) ₂ O	70.1	0.77	-30	573	1.7				
127 <i>n</i> -Dodecane 正十二烷 C ₁₂ H ₂₆	170.3	0.74	74		0.6				
128 Epichlorohydrine 表氯醇 CH ₂ ClCH ₂ OH	92.5	1.18	28	16.5	2.3	2.3	3.8	3*	2
129 Ethane 乙烷 C ₂ H ₆	30.1	Gas	Gas	Gas	2.7	2.5			
130 Ethanol 乙醇 C ₂ H ₅ OH	46.1	0.79	12	59	3.5	3.1	3.3	1000	1000
131 1-Ethoxy-2-propanol 1-乙氧基-2-丙醇 C ₂ H ₅ OCH ₂ CH(OH)CH ₃	104.2	0.90	42	10	1.3				
132 Ethyl acetate 醋酸乙酯 CH ₃ COOC ₂ H ₅	88.1	0.90	-4	97	2.1	2.2	2.0	400	400
133 Ethyl acrylate 丙烯酸乙酯 CH ₂ =CHCOOC ₂ H ₅	100.1	0.92	9	39	1.7	1.4	1.4	5	5*
134 Ethylamine 乙胺 C ₂ H ₅ NH ₂	45.1	Gas	Gas	Gas	3.5	2.68	3.5	10	10
135 Ethyl benzene 乙苯 C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	106.2	0.87	23	9.3	1.0	1.0	0.8	100	100
136 Ethyl chloride 氯乙烷 C ₂ H ₅ Cl	64.5	Gas	Gas	Gas	3.6	3.6	3.8	9	1000
137 Ethylcyclobutane 乙基环丁烷 (CH ₂) ₃ CHC ₂ H ₅	84.2	0.73	<-20		1.2	1.2			
138 Ethylcyclohexane 乙基环己烷 (CH ₂) ₅ CHC ₂ H ₅	112.2	0.79	18	13	0.9	0.9			
139 Ethylcyclopentane 乙基环戊烷 (CH ₂) ₄ CHC ₂ H ₅	98.2	0.77	<21	41	1.1	1.05			
140 Ethylene 乙烯 CH ₂ =CH ₂	28.1	Gas	Gas	Gas	2.3	2.3			
141 Ethylene imine 咪唑啉 (CH ₂) ₂ NH	43.1	0.83	-13	215	3.6		3.3	0.5*	0.5
142 Ethylene oxide 环氧乙烷 C ₂ H ₄ O	44.1	Gas	Gas	Gas	2.6	2.6	3.0	1*	1*
143 Ethyl formate 甲酸乙酯 HCOOC ₂ H ₅	74.1	0.92	-34	256	2.7	2.7	2.8	100	100
144 Ethyl glycol 乙二醇 C ₂ H ₅ OC ₂ H ₄ OH	90.1	0.93	44	5		1.8	1.7	5	0.5
145 Ethyl glycol acetate 醋酸乙基乙二醇酯 CH ₃ COOC ₂ H ₄ OC ₂ H ₅	132.2	0.97	51	2.7		1.2	1.7	5	0.5

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸汽压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
146 Ethyl mercaptan 乙硫醇 C_2H_5SH	62.1	0.84	-45	590	2.8	2.8		0.5	0.5
147 Ethylmethacrylate 甲基丙烯酸乙酯 $CH_2=C(CH_3)COOC_2H_5$	114.1	0.91	20	21	1.8	1.5			
148 Ethylpropionate 丙酸乙酯 $C_2H_5COOC_2H_5$	102.1	0.89	5	36	1.8				
149 Ethylpropylether 乙基·丙基醚 $C_2H_5OC_3H_7$	88.2	0.74	<-20	233	1.9				
150 Ethyl vinyl ether 乙基·乙烯基醚 $CH_2=CHOC_2H_5$	72.1	0.75	-45	571	1.3				
151 Fluonne 氟 F_2	38.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	0.1	0.1
152 Formaldehyde 甲醛 $HCHO$	30.0	Gas	Gas	Gas	7.0	7.0	7.0	0.5	0.3*
153 Formic acid 甲酸 $HCOOH$	46.0	1.22	42	43	10.0	10.0	18.0	5	5
154 Furan 呋喃 $(CH)_4O$	68.1	0.95	<-20	670	2.3	2.3			
155 Furfur aldehyde 糠醛 C_4H_3OCHO	96.1	1.16	60	1.4	2.1	2.1		5	2
156 Furfuryl alcohol 糠醇 $C_4H_3OCH_2OH$	98.1	1.13	87	0.53	1.8	1.8	1.8	10	10
157 Germanium hydride 氢化锗 GeH_4	76.6	Gas	Gas	Gas					0.2
158 <i>n</i> -Heptane 正庚烷 C_7H_{16}	100.2	0.68	-4	48	1.0	1.1	1.0	500	400
159 2-Heptanone 2-庚醇 $CH_3COC_5H_{11}$	114.2	0.81	49	1.4	1.0	1.1	1.1		50
160 Heptene 庚烯 $C_7H_{14}CH=CH_2$	98.2	0.70	-1	65	1.0				
161 Hexamethyldisilazane 六甲基二硅氮烷 $(CH_3)_3Si-NH-Si(CH_3)_3$	161.4	0.78	6				0.8		
162 Hexamethyldisiloxane 六甲基二硅氧烷 $(CH_3)_3Si-O-Si(CH_3)_3$	162.4	0.76	-1	28	1.3				
163 <i>n</i> -Hexane 己烷 C_6H_{14}	86.2	0.66	-22	160	1.0	1.0	1.1	50	50
164 1-Hexanol 1-己醇 $C_6H_{13}OH$	102.2	0.82	63	0.9		1.2			
165 2-Hexanone 2-己酮 $CH_3COC_4H_9$	100.2	0.81	23	4	1.2	1.2		5	5
166 3-Hexanone 3-己酮 $C_2H_5COC_3H_7$	100.2	0.81	35		1.0				
167 1-Hexene 1-己烯 $C_6H_{12}CH=CH_2$	84.2	0.67	-26	180	1.2				
168 2-Hexene 2-己烯 $CH_3(CH_2)_2CH=CHCH_3$	84.2	0.68	-20		1.2				
169 <i>n</i> -Hexylamine 正己胺 $C_6H_{13}NH_2$	101.2	0.76	27	24	2.1				
170 Hydrogen 氢 H_2	2.0	Gas	Gas	Gas	4.0	4.0			
171 Hydrogen bromide 溴化氢 HBr	80.9	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	5	3
172 Hydrogen chloride 氯化氢 HCl	36.5	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	5	5

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 °C	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
173 Hydrogen cyanide 氰化氢 HCN	27.0	0.69	<-20	830	5.4	5.4	5.6	10	10
174 Hydrogen fluoride 氟化氢 HF	20.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	3	3
175 Hydrogen peroxide 过氧化氢 H ₂ O ₂	34.0	1.24	n. a.	1.9	n. a.	n. a.	n. a.	1	1
176 Hydrogen selenide 硒化氢 H ₂ Se	81.0	Gas	Gas	Gas				0.05	0.05
177 Hydrogen sulfide 硫化氢 H ₂ S	34.1	Gas	Gas	Gas	4.3	4.0	4.0	10	10
178 Isoprene 异戊二烯 CH ₂ =C(CH ₃)CH=CH ₂	68.1	0.68	-48	605	1.0				
179 Lead tetraethyl 四乙基铅 Pb(C ₂ H ₅) ₄	323.4	1.65	(80)	0.3	1.8		1.8	0.01	
180 Mesityl oxide 异亚丙基丙酮 (CH ₃) ₂ C=CHCOCH ₃	98.1	0.85	26	10		1.6	1.4	25	15
181 Methacrylic acid 甲基丙烯酸 CH ₂ =C(CH ₃)COOH	86.1	1.01	70	1	1.6				20
182 Methane 甲烷 CH ₄	16.0	Gas	Gas	Gas	4.4	4.4	5.0		
183 Methanol 甲醇 CH ₃ OH	32.0	0.79	11	128	5.5	5.5	6.0	200	200
184 1-Methoxy-2-propanol 1-甲氧基-2-丙醇 CH ₃ OCH ₂ CH(OH)CH ₃	90.1	0.96	32	12	1.9		1.6	100	100
185 1-Methoxy-2-propyl acetate 1-甲氧基-2-丙基丙酮 CH ₃ COOCH(CH ₃)CH ₂ OCH ₃	132.2	0.97	48	3.1	1.5			50	
186 Methyl acetate 醋酸甲酯 CH ₃ COOCH ₃	74.1	0.92	-13	220	3.1	3.2	3.1	200	200
187 Methyl acrylate 丙烯酸甲酯 CH ₂ =CHCOOCH ₃	86.1	0.95	-3	89	2.4	2.4	2.8	5	10
188 Methylallylchloride 甲基氯丙烯 CH ₂ =C(CH ₃)CH ₂ Cl	90.6	0.93	-12	138	2.3	2.1			
189 Methyl amine 甲胺 CH ₃ NH ₂	31.1	Gas	Gas	Gas	4.9	4.2	4.9	10	5
190 Methyl bromide 溴代甲烷 CH ₃ Br	94.9	Gas	Gas	Gas	8.6		10.0		5
191 2-Methyl butane 2-甲基丁烷 CH ₃ CH(CH ₃)C ₂ H ₅	72.2	0.62	<-20	780	1.3	1.3		1000	
192 2-Methylbutanol-1 2-甲基丁醇 C ₂ H ₅ CH(CH ₃)CH ₂ OH	88.2	0.82	40		1.2	1.2			
193 2-Methyl-3-buten-2-ol 2-甲基-3-紫柳黄酮-2-醇 CH=CC(CH ₃) ₂ OH	84.1	0.86	20	20	1.8				
194 Methyl-tert-butyl ether 甲基-叔丁基醚 CH ₃ OC(CH ₃) ₃	88.2	0.74	-30	268	1.6	1.5			
195 Methyl-i-butylketon 甲基-异丁基酮 (CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃	100.2	0.80	14	20	1.2	1.2	1.2	100	50
196 Methylchloride 氯代甲烷 CH ₃ Cl	50.5	Gas	Gas	Gas	7.6	7.6	8.1	50	50
197 Methyl cyclohexane 甲基环己烷 (CH ₂) ₅ CHCH ₃	98.2	0.77	-4	48	1.1	1.15	1.2	500	400

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
198 Methyl ethyl ether 甲基·乙基醚 $C_2H_5OCH_3$	60.1	Gas	Gas	Gas	2.0	2.0			
199 2-Methyl-4-ethylhexane 2-甲基-4-乙基己烷 $(CH_3)_2CHCH_2CH(C_2H_5)_2$	128.3	0.72	<21		0.7				
200 Methyl ethyl ketone 甲基·乙基酮 $CH_3COC_2H_5$	72.1	0.81	-1	105	1.8	1.8	1.4	200	200
201 Methylformate 甲酸甲酯 $HCOOCH_3$	60.1	0.97	-32	640	5.0	5.0	4.5	100	100
202 Methyl glycol 乙二醇甲酯 $CH_3OC_2H_4OH$	76.1	0.97	37	11		2.4	1.8	5	5
203 5-Methyl-2-hexanone 3-甲基-2-己酮 $CH_3COCH_2CH_2CH(CH_3)_2$	114.2	0.81	43	6	1.4		1.0		50
204 Methyl mercaptane 甲基硫醇 CH_3SH	48.1	Gas	Gas	Gas	4.1	4.1	3.9	0.5	0.5
205 Methyl methacrylate 甲基丙烯酸酯 $CH_2=C(CH_3)COOCH_3$	100.1	0.94	10	47	2.1	1.7	1.7	50	100
206 2-Methyl pentane 2-甲基戊烷 $CH_3CH(CH_3)C_3H_7$	86.2	0.65	-40	229	1.0	1.0		200	100
207 3-Methyl pentane 3-甲基戊烷 C_6H_{14}	86.2	0.66	-40	205	1.2	1.0		200	100
208 Methylpropionate 丙酸甲酯 $C_2H_5COOCH_3$	88.1	0.92	-2	84	2.4				
209 Methylpropylether 甲基·丙基醚 $CH_3OC_3H_7$	74.1	0.75	<-20		2.0				
210 Methyl propyl ketone 甲基·丙基酮 $CH_3COC_3H_7$	86.1	0.81	7	16	1.5		1.5	200	200
211 N-Methylpyrrolidone 甲基吡咯烷酮 $(CH_2)_4CONCH_3$	99.1	1.03	86	0.3	1.3			20	
212 α -Methyl styrene α -甲基苯乙烯 $C_6H_5C(CH_3)=CH_2$	118.2	0.91	47	2.7	0.9	0.9	1.9	100	50
213 Morpholine 吗啉 $(CH_2)_4ONH$	87.1	1.00	31	10.6	1.8	1.8	1.4	20	20
214 Nitric acid 硝酸 HNO_3	63.0	1.52	n. a.	56	n. a.	n. a.	n. a.	2	2
215 Nitrogen dioxide 二氧化氮 NO_2	46.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	5	3
216 Nitrogen monoxide 一氧化氮 NO	30.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	25	25
217 Nitrogen trifluoride 三氟化氮 NF_3	71.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.		10
218 Nitrous oxide 一氧化二氮 N_2O	44.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	100	50
219 n-Nonane 正壬烷 C_9H_{20}	128.3	0.72	31	5	0.7	0.7	0.8		200
220 n-Octane 正辛烷 C_8H_{18}	114.2	0.70	12	15	0.8	0.8	1.0	500	300

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 °C	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
221 1-Octene 1-辛烯 $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_{13}$	112.2	0.72	8			1.1			
222 Ozone 臭氧 O_3	48.0	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	0.1	0.1
223 Paraldehyde 三聚乙醛 $(\text{CH}_3\text{CHO})_3$	132.2	0.99	27	10	1.3	1.3			
224 n-Pentane 正戊烷 C_5H_{12}	72.2	0.63	-40	573	1.4	1.4	1.5	1000	1000
225 3-Pentanol 3-戊醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})\text{C}_2\text{H}_5$	88.2	0.82	30	13	1.2	1.2			
226 1-Pentene 1-戊烯 $\text{C}_5\text{H}_7\text{CH}=\text{CH}_2$	70.1	0.64	-20	720	1.4				
227 Phosphine 磷化氢 PH_3	34.0	Gas	Gas	Gas	1.0		1.8	0.1	0.3
228 Phosphorous oxychloride 三氯化磷 POCl_3	153.3	1.68	n. a.	36	n. a.	n. a.	n. a.	0.2	0.1
229 Phosphorous trichloride 三氯化磷 PCl_3	137.3	1.57	n. a.	127	n. a.	n. a.	n. a.	0.5	0.2
230 Picoline 甲基吡啶 $\text{C}_5\text{H}_4\text{NCH}_3$	93.1	0.94	27	10	1.4	1.2			
231 α -Pinene α -蒎烯 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136.2	0.86	32	5	0.8				
232 Piperidine 哌啶 $(\text{CH}_2)_5\text{NH}$	85.2	0.86	16	31	1.5				
233 Propane 丙烯 C_3H_8	44.1	Gas	Gas	Gas	1.7	1.7	2.1	1000	1000
234 i-Propanol 异丙醇 $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$	60.1	0.79	12	40	2.0	2.0	2.0	400	400
235 n-Propanol 正丙醇 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	60.1	0.80	15	19	2.1	2.2	2.2		200
236 i-Propenylacetate 醋酸丙烯酯 $\text{CH}_3\text{COOC}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	100.1	0.91	4		1.6				
237 Propine 丙炔 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$	40.1	Gas	Gas	Gas	2.3	1.7	1.7	1000	1000
238 Propionic aldehyde 丙醛 $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$	58.1	0.80	-40	343	2.3	2.0			
239 i-Propoxy ethanol 丙氧基乙醇 $(\text{CH}_3)_2\text{CHOC}_2\text{H}_4\text{OH}$	104.2	0.90	49	3.5	1.6			5	25
240 i-Propylacetate 醋酸异丙酯 $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$	102.1	0.87	4	61	1.8	1.8	1.8	200	250
241 n-Propyl acetate 醋酸正丙酯 $\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$	102.1	0.89	10	33	1.7	1.7	1.7	200	200
242 i-Propyl amine 异丙胺 $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$	59.1	0.69	-50	665		2.3		5	5
243 n-Propyl amine 正丙胺 $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$	59.1	0.72	-44	327	2.0	2.0			
244 n-Propylbenzene 正丙苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_3\text{H}_7$	120.2	0.86	39	3	0.8				
245 i-Propylchloride 异丙基氯 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$	78.5	0.86	-32	600	2.8	2.8			
246 n-Propylchloride 正丙基氯 $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$	78.5	0.89	-18	360	2.6	2.4			
247 Propylene 丙烯 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$	42.1	Gas	Gas	Gas	2.0	2.0			

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
248 Propylene oxide 氧化丙烯 $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$	58.1	0.83	-37	590	1.9	1.9	2.3	2.5*	20
249 <i>n</i> -Propylformate 甲酸正丙酯 HCOOC_3H_7	88.1	0.91	-3	84	2.3				
250 <i>n</i> -Propylmercaptane 正丙硫醇 $\text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$	76.2	0.84	-14	160					0.5
251 <i>i</i> -Propylmethylketone 异丙基甲基酮 $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$	86.1	0.80	-1	55					200
252 <i>i</i> -Propylnitrate 硝酸异丙酯 $(\text{CH}_3)_2\text{CHONO}_2$	105.1	1.04	17	58		2.0		25	
253 2-Propyne-1-ol 2-丙炔-1-醇 $\text{HC}\equiv\text{CCH}_2\text{OH}$	56.1	0.95	33	15		2.4		2	1
254 Pyridine 吡啶 $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	79.1	0.98	17	20	1.7	1.7	1.8	5	5
255 Silane 硅烷 SiH_4	32.1	Gas	Gas	Gas					5
256 Styrene 苯乙烯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	104.2	0.91	32	6	1.1	1.1	0.9	20	50
257 Sulphur dioxide 二氧化硫 SO_2	64.1	Gas	Gas	Gas	n. a.	n. a.	n. a.	2	2
258 Tetraethyl orthosilicate 四乙基原硅酸盐 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4\text{Si}$	208.3	0.93	38	2.7			0.9	20	10
259 Tetrahydrofuran 四氢呋喃 $(\text{CH}_2)_4\text{O}$	72.1	0.89	-20	200	1.5	1.5	2.0	200	200
260 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene 1,2,3,4-四氢化萘 $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$	132.2	0.97	77	2.7	0.8				
261 Tetrahydrothiophene 四氢噻吩 $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$	88.2	1.00	15	19.3		1.1		200	
262 2,2,3,3-Tetramethylpentane 2,2,3,3-四甲基戊烷 $\text{C}_2\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$	128.3	0.76	<21		0.8				
263 Thionyl chloride 亚硫酸氯 SOCl_2	119.0	1.64	n. a.	124	n. a.	n. a.	n. a.		1
264 Toluene 甲苯 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	92.1	0.87	6	29	1.2	1.1	1.1	50	50
265 1,1,1-Trichloro ethane 1,1,1-三氯乙烷 CH_3CCl_3	133.4	1.33	n. a.	133	8.0			200	350
266 Trichlorosilane 三氯硅烷 SiHCl_3	135.5	1.34	-50	667	1.2				
267 Triethyl amine 三乙胺 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	101.2	0.73	-17	70	1.2	1.2	1.2	10	10
268 Triethyl orthoformate 原甲酸三乙酯 $\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	148.2	0.90	35		0.7				
269 1,1,1-Trifluoroethane 1,1,1-三氟乙烷 CF_3CH_3	84.0	Gas	Gas	Gas	7.1	6.8			
270 Trimethyl amine 三甲胺 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	59.1	Gas	Gas	Gas	2.0	2.0	2.0		5
271 1,3,5-Trimethylbenzene 1,3,5-三甲基苯 $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	120.2	0.87	44	2.8	0.8	0.8			25

续表

序号、名称、化学式	分子量 g/mol	密度 g/ml	闪点 ℃	蒸气压 p_{20} hPa	爆炸下限 LEL			有毒物限值 TLV	
					Germ.	IEC	USA	Germ.	USA
272 Trimethyl orthoformate 原甲酸三甲酯 $\text{CH}(\text{OCH}_3)_3$	106.1	0.97	13		1.4				
273 2,2,4-Trimethylpentane 2,2,4-三甲基戊烷 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$	114.2	0.69	-12	52	1.0	1.0		500	
274 2,2,4-Trimethyl-1-pentene 2,2,4-三甲基-1-戊烯 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$	112.2	0.73	<21			1.1			
275 <i>n</i> -Undecane 十一烷 $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	156.3	0.74	61	1.4	0.6				
276 Vinyl acetate 醋酸乙烯 $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$	86.1	0.93	-8	111	2.6	2.6	2.6	10	10
277 Vinylacetylene 乙烯基乙炔 $\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$	52.1	Gas	Gas	Gas	2.0				
278 Vinyl chloride 氯乙烯 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$	62.5	Gas	Gas	Gas	3.8	3.6	3.6	2*	5
279 4-Vinyl-1-cyclohexene 4-乙烯基-1-环己烯 $\text{C}_6\text{H}_9\text{CH}=\text{CH}_2$	108.2	0.83	20			0.8			0.1*
280 Vinyl fluoride 氟乙烯 $\text{CH}_2=\text{CHF}$	46.0	Gas	Gas	Gas			2.6		1
281 Vinylmethylketone 乙烯基·甲基酮 $\text{CH}_3\text{COCH}=\text{CH}_2$	70.1	0.82	-7	100	2.1				
282 Vinyltrimethoxysilane 乙烯基三甲氧基硅烷 $\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OCH}_3)_3$	148.2	0.97	23		0.7				
283 <i>m</i> -Xylene 间二甲苯 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	0.86	25	8	1.1	1.0	1.1	100	100
284 <i>o</i> -Xylene 邻二甲苯 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	0.88	30	6.7	1.0	1.0	0.9	100	100
285 <i>p</i> -Xylene 对二甲苯 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	106.2	0.86	25	8.2	1.1	1.0	1.1	100	100

6. 常用变送器型号、规格和主要性能指标

6.1 罗斯蒙特 3051、1151 系列变送器

[根据 FISHER-ROSEMOUNT 公司 3051, 1151 变送器选型样本 (1997 年) 编写]

6.1.1 3051C 和 1151 (智能及模拟先进型) 变送器主要性能指标 (表 6.1.1)

表 6.1.1 3051C 和 1151 (智能及模拟先进型) 变送器主要性能指标

系列	3051C	1151
精度	$\pm 0.075\%$	$\pm 0.1\%$
量程比	100:1	15:1 (智能型)
稳定性	CD、CG: $\pm 0.25\%$ URL/5 年	DP、GP: $\pm 0.1\%$ URL/6 个月
环境温度影响	CD、CG: $\pm (0.0125\%$ URL + 0.0625% SPAN1:1 到 10:1)/28℃	DP、GP: $\pm 0.25\%$ URL/56℃
总性能 (实际工况下的 综合性能指标)	$\pm 0.25\%$ SPAN [环境温度变化 $\pm 28^\circ\text{C}$, 在线压力 $\leq 1000\text{psi}$ (6.9MPa), 测量范围从 1:1 降至 5:1]	无此指标
环境温度	$-40\sim 85^\circ\text{C}$	$-40\sim 85^\circ\text{C}$
过程温度 (法兰型见型号规格表)	硅油: $-40\sim 121^\circ\text{C}$ 惰性液: $-18\sim 85^\circ\text{C}$	硅油: $-40\sim 104^\circ\text{C}$ 惰性液: $-18\sim 71^\circ\text{C}$
过压极限	CD、CG: 0~3626psig (0~25MPa) CA: 0~6000psia (0~41.37MPa)	DP: 0~2000psig (0~13.79MPa) HP: 0~4500psig (0~31.03MPa) AP: 0~2000psia (0~13.79MPa) GP: 0~7500psig (0~51.71MPa)
重量 (不含选择项)	2.5kg	5.4kg

6.1.2 3051、1151 变送器型号构成及说明

3051、1151 变送器型号由下述几部分组成:

基本型号 + 规格代码 + 选择项代码

型号和规格代码、选择项代码连续排列, 中间无分隔符号。规格代码按序号依次排列, 选择项代码根据需要可多可少, 例如:

① 3051CD3A22A1AB4

② 1151LT4SA052DM4

带远传密封系统的变送器型号由变送器型号和远传密封系统型号两部分组成, 例如:

③ 3051CD2A22A1AS2 差压变送器, 双侧密封 1199BDB10APFW70LA00 板式平板密封系统 (如高、低压侧采用不同的密封件和毛细管长度, 则分别列出)

6.1.3 3051 智能型变送器性能规格 (表 6.1.3)

表 6.1.3 3051 智能型变送器性能规格简表

系列、名称	3051C 差压、表压、绝压变送器	3051T 表压、绝压变送器	3051L 液位变送器	3051H 高温过程变送器	3051P 参考级变送器
型号	3051CD (差压) 3051CG (表压) 3051CA (绝压)	3051TG (表压) 3051TA (绝压)	3051L (法兰型)	3051HD (差压) 3051HG (表压)	3051PD (差压) 3051PG (表压)
精度	$\pm 0.075\%$	$\pm 0.075\%$	$\pm 0.075\%$	$\pm 0.075\%$	$\pm 0.05\%$
量程比	100:1	100:1	100:1	100:1	10:1

续表

系列、名称	3051C 差压、表压、绝压变送器	3051T 表压、绝压变送器	3051L 液位变送器	3051H 高温过程变送器	3051P 参考级变送器
量程范围	差压: 0.5inH ₂ O~2000psi 表压: 2.5inH ₂ O~2000psig 绝压: 0.167~4000psia	表压: 0.3~10000psig 绝压: 0.3~10000psia	25~8310inH ₂ O	差压: 2.5inH ₂ O~2000psi 表压: 2.5inH ₂ O~2000psig	差压: 25~100inH ₂ O 表压: 25inH ₂ O~2000psig
说明	包括一般型和低功耗型	可测高压		被测介质温度可达191℃, 不使用远传密封或毛细管	超高精度

注: 1inH₂O=249Pa。

1psig=6894.76Pa。

6.1.4 3051C 差压、表压、绝压变送器型号规格 (表 6.1.4)

表 6.1.4 3051C 差压、表压、绝压变送器型号规格表

型 号	变 送 器 类 别					
3051CD	差压变送器					
3051CG	表压变送器					
3051CA	绝对压力变送器					
代码 1	3051CD		3051CG		3051CA	
	最小量程	测量范围上限 URL	最小量程	测量范围上限 URL	最小量程	测量范围上限 URL
0	NA	NA	NA	NA	0.167psia (1.15kPa)	5psia (34.37kPa)
1	0.5inH ₂ O (0.12kPa)	25inH ₂ O (6.22kPa)	NA	NA	0.3psia (2.07kPa)	30psia (206.8kPa)
2	2.5inH ₂ O (0.62kPa)	250inH ₂ O (62.2kPa)	2.5inH ₂ O (0.62kPa)	250inH ₂ O (62.2kPa)	1.5psia (10.34kPa)	150psia (1034.2kPa)
3	10inH ₂ O (2.48kPa)	1000inH ₂ O (248kPa)	10inH ₂ O (2.48kPa)	1000inH ₂ O (248kPa)	8psia (55.16kPa)	800psia (5515.8kPa)
4	3psi (20.7kPa)	300psi (2070kPa)	3psig (20.7kPa)	300psig (2070kPa)	40psia (275.8kPa)	4000psia (27580kPa)
5	20psi (138kPa)	2000psi (13800kPa)	20psig (138kPa)	2000psig (13800kPa)	NA	NA
测量范围下限 (LRL)	-URL		1: -250inH ₂ O (-62.2kPa) 其他: 0.5psia (3.4kPa)		0psia	
代码 2	输 出					
A	4~20mA, 带数字信号 (HART 协议)					
M	低功耗, 1~5V DC, 带数字信号 (HART 协议)					
代码 3	结 构 材 料					
	法兰类型	法兰材质	排液/排气阀	法兰适配器		
5	平面	电镀碳钢	SS	电镀碳钢		
2	平面	SS	SS	SS		
3	平面	哈氏 C	哈氏 C	哈氏 C		
4	平面	蒙耐尔	蒙耐尔	蒙耐尔		
8	平面	电镀碳钢	哈氏 C	电镀碳钢		
7	平面	SS	哈氏 C	SS		
0	选择替换法兰					

续表

代码 4	隔离膜片材质		代码 4	隔离膜片材质	
2	316L SS		5	钽	
3	哈氏 C-276		6	镀金蒙耐尔	
4	蒙耐尔				
代码 5	O 形圈		代码 5	O 形圈	
A	玻璃填充 TFE		B	石墨填充 TFE	
代码 6	灌充液		代码 6	灌充液	
1	硅油		2	惰性液 (卤化烃)	
代码 7	外壳材料	进线套管螺纹	代码 7	外壳材料	进线套管螺纹
A	铝涂合成树脂	1/2-14NPT	J	SS	1/2-14NPT
B	铝涂合成树脂	M20×1.5 (CM20)	K	SS	M20×1.5 (CM20)
C	铝涂合成树脂	PG13.5	L	SS	PG13.5
D	铝涂合成树脂	G1/2			
代码 8	选 择 项		代码 8	选 择 项	
	安装支架			防爆认可	
B4	平面法兰支架, 2in 管装或盘装, 全不锈钢		I5	FM 本安防爆认可	
B1	2in 管装弯支架, 碳钢螺栓		K5	E5 和 I5 的组合	
B2	盘装弯支架, 碳钢螺栓			[其他防爆认可 (CSA、CENELEC、BASEEFA、JIS、SAA) 从略]	
B3	2in 管装平支架, 碳钢螺栓			螺栓选择	
B7	B1 支架, SS 螺栓		L4	奥氏体不锈钢 316SS 螺栓	
B8	B2 支架, SS 螺栓		L5	ANSI/ASTM-A-193-B7M 螺栓	
B9	B3 支架, SS 螺栓		L6	蒙耐尔螺栓	
BA	不锈钢 B1 支架, SS 螺栓			显示表	
BC	不锈钢 B3 支架, SS 螺栓		M5	LCD 显示, 用于铝外壳	
	防爆认可		M6	LCD 显示, 用于不锈钢外壳	
E5	FM 防爆认可				
代码 9	其他选择项		代码 9	其他选择项	
J1	本机调零		S1	单侧远传密封	
J3	无本机调零和量程调整		S2	双侧远传密封	
T1	防雷电端子块		S4	附加一体化孔板组件	
C1	用户软件组态		D3	1/4-18NPT 过程连接 (无法兰适配器)	

注: 1in=25.4mm.

6.1.5 3051L 法兰液位变送器型号规格 (表 6.1.5)

表 6.1.5 3051L 法兰液位变送器型号规格表

型 号	变 送 器 类 别				
3051L	法兰安装液位变送器				
代码 1	最小量程	测量范围上限 URL	测量范围下限 LRL		
2	2.5inH ₂ O (0.62kPa)	250inH ₂ O (62.2kPa)	差压: -URL		
3	10inH ₂ O (2.48kPa)	1000inH ₂ O (248kPa)	表压: 2: -250inH ₂ O (62.2kPa)		
4	83.1inH ₂ O (20.7kPa)	8310inH ₂ O (2070kPa)	3.4: 0.5psia (3.4kPa)		
代码 2	输出				
A	4~20mA, 带数字通讯 (HART 协议)				
M	低功耗, 1~5V DC, 带数字通讯 (HART 协议)				
代码 3	高压侧膜盒尺寸/材质	插入长度	代码 3	高压侧膜盒尺寸/材质	插入长度
A—	3in/DN80 (316L SS)		H—	2in/DN50 (哈氏)	平面法兰 2in/50mm 4in/100mm 6in/150mm } 插入式法兰
B—	4in/DN100 (316L SS)		J—	2in/DN50 (钽)	
C—	3in/DN80 (哈氏)		—0		
D—	4in/DN100 (哈氏)		—2		
E—	3in/DN80 (钽)		—4		
F—	4in/DN100 (钽)		—6		
G—	2in/DN50 (316L SS)				

续表

代码 4	安装法兰尺寸	压力等级	材 质	相应的高压侧膜盒尺寸	
M	2in (ANSI, 下同)	150lb	CS (碳钢)	2in/DN50	
A	3in	150lb	CS	3in/DN80	
B	4in	150lb	CS	4in/DN100	
N	2in	300lb	CS	2in/DN50	
C	3in	300lb	CS	3in/DN80	
D	4in	300lb	CS	4in/DN100	
P	2in	600lb	CS	2in/DN50	
E	3in	600lb	CS	3in/DN80	
X	2in (ANSI, 下同)	150lb	SS (不锈钢)	2in/DN50	
F	3in	150lb	SS	3in/DN80	
G	4in	150lb	SS	4in/DN100	
Y	2in	300lb	SS	2in/DN50	
H	3in	300lb	SS	3in/DN80	
J	4in	300lb	SS	4in/DN100	
Z	2in	600lb	SS	2in/DN50	
L	3in	600lb	SS	3in/DN80	
Q	DN50 (DIN, 下同)	PN10/40	CS (碳钢)	2in/DN50	
R	DN80	PN40	CS	3in/DN80	
S	DN100	PN40	CS	4in/DN100	
V	DN100	PN10/16	CS	4in/DN100	
K	DN50	PN10/40	SS (不锈钢)	2in/DN50	
T	DN80	PN40	SS	3in/DN80	
U	DN100	PN40	SS	4in/DN100	
W	DN100	PN10/16	SS	4in/DN100	
代码 5	高压侧灌充液	温度限制	代码 5	高压侧灌充液	温度限制
A	Syltherm XLT	-73~135℃	G	甘油和水	-17~93℃
C	D. C. 硅油 704	15~205℃	N	Neobee M-20	-17~205℃
D	D. C. 硅油 200	-40~205℃	P	丙稀乙二醇和水	-17~93℃
H	惰性液	-45~177℃	S	Syltherm 800	-45~205℃
代码 6	低压侧结构	法兰适配器材质	变送器膜盒材质	传感器灌充液	
11	表压	SS	316LSS	硅油	
21	差压	SS	316LSS	硅油	
22	差压	SS	哈氏 C-276	硅油	
2A	差压	SS	316LSS	惰性液	
2B	差压	SS	哈氏 C-276	惰性液	
31	远传密封	SS	316LSS	硅油	
代码 7	O 形圈				
A	玻璃填充 TFE				
代码 8	外壳材料	进线套管螺纹	代码 8	外壳材料	进线套管螺纹
A	铝涂合成树脂	1/2-14NPT	J	316SS	1/2-14NPT
B	铝涂合成树脂	M20×1.5 (CM20)	K	316SS	M20×1.5 (CM20)
C	铝涂合成树脂	PG13.5	L	316SS	PG13.5
代码 9	选 择 项		代码 9	选 择 项	
	冲洗接口数量及尺寸	下罩 (冲洗接口环) 材质		冲洗接口数量及尺寸	下罩 (冲洗接口环) 材质
F1	1 个, 1/4in	SS	F7	1 个, 1/2in	SS
F2	2 个, 1/4in	SS	F8	2 个, 1/2in	SS
F3	1 个, 1/4in	哈氏	F9	1 个, 1/2in	哈氏
F4	2 个, 1/4in	哈氏	F0	2 个, 1/2in	哈氏
FA	无	SS	其他选择项参见 3051C 变送器选择项表		
FC	无	哈氏			

注: 1in=25.4mm。

6.1.6 1151 差压、压力、绝压变送器型号规格 (表 6.1.6)

表 6.1.6 1151 差压、压力、绝压变送器型号规格表

型号	变送器类别								
1151DP	差压变送器								
1151HP	高静压差压变送器								
1151GP	压力变送器								
1151AP	绝对压力变送器								
代码 1	测量范围上限 URL		最小量程		代码 1	测量范围上限 URL		最小量程	
3	30inH ₂ O (7.46kPa) (仅 DP、GP)		智能型: DP、GP 3~8, HP4~7; URL/15		8	1000psi (6895kPa) (仅 DP、GP、AP)			
4	150inH ₂ O (37.3kPa)				9	3000psi (20684kPa) (仅 GP)			
5	750inH ₂ O (186.4kPa)		其他: URL/6		0	6000psi (41369kPa) (仅 GP)			
6	100psi (689.5kPa)		模拟型: URL/6						
7	300psi (2068kPa)								
代码 2	输出				代码 2	输出			
S	4~20mA, 数字, 智能/阻尼可变				J	4~20mA, 平方根, 模拟/阻尼可变			
E	4~20mA, 线性, 模拟/阻尼可变				M	1~5V, 线性, 低功耗/阻尼可变			
代码 3	构成材料				代码 3	构成材料			
	法兰/适配器	排液/排气阀	膜片	灌充液		法兰/适配器	排液/排气阀	膜片	灌充液
1—	碳钢镀铬	316SS			—3			哈氏 C	硅油
2—	316SS	316SS			—4			蒙耐尔	硅油
3—	哈氏 C	哈氏 C			—5			钽	硅油
4—	蒙耐尔	蒙耐尔			—6			镀金蒙耐尔	硅油
5—	碳钢镀铬	316SS			—A			316LSS	惰性液
7—	316SS	哈氏 C			—B			哈氏 C	惰性液
8—	碳钢镀铬	哈氏 C			—C			蒙耐尔	惰性液
—2			316LSS	硅油	—D			钽	惰性液
代码 4	选 择 项				代码 4	选 择 项			
	安装支架					法兰/适配器螺栓			
B1	2in 管装弯支架				L5	ANSI/ASTA-A-193-B7M 螺栓			
B2	盘装弯支架					过程连接			
B3	2in 管装平支架				D1	法兰侧面排液/排气阀在上部			
B4	同 B1, 带 316SS 螺栓				D2	法兰侧面排液/排气阀在下部			
B5	同 B2, 带 316SS 螺栓				D3	无法兰适配器			
B6	同 B3, 带 316SS 螺栓				S1	单侧远传密封			
B7	304SS B1 支架, 带 316SS 螺栓				S2	双侧远传密封			
B9	304SS B 支架, 带 316SS 螺栓				S4	附加一体化孔板组件			
	显示表					O 形圈			
M1	模拟刻度, 线性, 0%~100%				W2	丁腈橡胶			
M2	模拟刻度, 平方根, 0%~100%				W3	乙丙橡胶			
M3	模拟刻度, 线性, 专门刻度				W4	Aflas			
M4	LCD 显示, 线性, 0%~100%				W6	弹簧紧固 TFE			
M6	模拟刻度, 平方根, 1~10 ✓					端子块			
M7	LCD 显示, 线性, 专门组态				R1	带一体化防雷电装置			
M8	LCD 显示, 平方根, 0%~100%					外壳材质			
M9	LCD 显示, 平方根, 0~10 ✓				H1	不带表头, 铝涂合成树脂			
	防爆认可				H2	带表头, 铝涂合成树脂			
E5	FM 防爆认可				H3	不带表头, 不锈钢			
I5	FM 本安防爆认可				H4	带表头, 不锈钢			
K5	E5 和 I5 的组合					处理步骤			
EF	中国 NEPSI 防爆认可				C1	软件组态			
IF	中国 NEPSI 本安防爆认可 (其他从略)				P1	静压测试, 150%最大工作压力			
	法兰/适配器螺栓					输出			
L4	316SS 螺栓				V1	反相输出			
					Z3	4 线制, 0~10mA 输出			

注: 1in=25.4mm。

6.1.7 1151LT 法兰液位变送器型号规格 (表 6.1.7)

表 6.1.7 1151LT 法兰液位变送器型号规格表

型号	变 送 器 类 别			
1151LT	法兰安装液位变送器			
代码 1	测量范围上限 URL		最小量程	
4	150inH ₂ O (37.35kPa)		智能型: URL/15 模拟型: URL/6	
5	750inH ₂ O (186.75kPa)			
6	2770inH ₂ O (689.73kPa)			
代码 2	输 出			
S	4~20mA, 数字, 智能/阻尼可变			
E	4~20mA, 线性, 模拟/阻尼可变			
代码 3	高压侧膜盒尺寸/材质		插入长度	
代码与含义与 3051L 型法兰安装液位变送器代码 3 相同				
代码 4	安装法兰尺寸	压力等级	材 质	相应的高压侧膜盒尺寸
代码与含义与 3051L 型代码 4 相同				
代码 5	传感器及低压侧结构材质			
	低压侧法兰/适配器	排液/排气阀	传感器低压侧隔离膜片	低压侧灌充液
52	碳钢镀镍	316SS	316SS	硅油
12	碳钢镀铬	316SS	316SS	硅油
22	316SS	316SS	316SS	硅油
代码 6	高压侧灌充液		温度限制	
代码与含义与 3051L 型代码 5 相同				
代码 7	选 择 项			
代码与含义与 3051L 型代码 9 相同				

6.1.8 1199 远传密封系统型号规格 (表 6.1.8-1 至表 6.1.8-4)

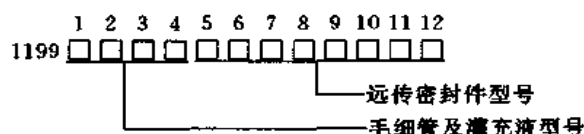


表 6.1.8-1 毛细管和灌充液

型号	类 别						
1199	远传型						
代码 1	密封位置	毛细管连接方式		代码 1	密封位置	毛细管连接方式	
B	两侧密封	螺栓连接		D	两侧密封	焊封	
H	高压侧密封			M	高压侧密封		
L	低压侧密封			W	低压侧密封		
代码 2	灌充液	温度限制, °C	相对密度	代码 2	灌充液	温度限制, °C	相对密度
A	Syltherm XLT	-73~135	0.85	H	惰性液	-45~177	1.85
C	D.C. 硅油 704	15~315	1.70	N	Neobee M20	-17~205	0.917
D	D.C. 硅油 200	-40~205	0.934	P	丙烯、乙二醇和水	-17~93	1.02
G	甘油和水	-17~93	1.13	S	Syltherm 800	-45~205	0.934
代码 3	毛细管内径, in	毛细管材质		代码 3	毛细管内径, in	毛细管材质	
A	直接安装 (紧密偶合) 0.028	316SS 铠装护套		H	0.028	316SS 铠装衬套, 带支持管	
B	0.028			J	0.043		
C	0.043			K	0.069		
D	0.069			M	0.028	PVC 涂覆 316SS 铠装衬套, 带支持管	
E	0.028	PVC 涂覆 316SS 铠装衬套		N	0.043		
F	0.043			P	0.069		
G	0.069						

续表

代码 4	连接长度(单根),m	代码 4	连接长度(单根),m	代码 4	连接长度(单根),m	代码 4	连接长度(单根),m
51	0.5	56	3.0	61	7.0	66	12.0
52	1.0	57	3.5	62	8.0	67	13.0
53	1.5	58	4.0	63	9.0	68	14.0
54	2.0	59	5.0	64	10.0	69	15.0
55	2.5	60	6.0	65	11.0	90~99	直接安装(紧密偶合)

注: 1in=25.4mm。

表 6.1.8-2 螺纹和法兰远传密封件

代码 5	过程连接形式	代码 5	工业标准
ARTW	螺纹	A	ANSI (美国)
代码 6	过程连接尺寸	D	DIN (德国)
1	1/4-18NPT	代码 6	过程连接形式
2	3/8-18NPT	RFW	法兰
3	1/2-14NPT	代码 7	过程连接尺寸
4	3/4-18NPT	2	1in (仅 ANSI)
5	1-11.5NPT	4	1½in (仅 ANSI)
7	1½-11.5NPT	D	DN25 (仅 DIN)
		F	DN40 (仅 DIN)
代码 7	压力额定值	代码 8	法兰压力等级
0	2000psi (13.8MPa) 最大工作压力	1	ANSI 150lb
		2	ANSI 300lb
		4	ANSI 600lb
		G	DIN PN40
代码 8	上罩/安装法兰材质	代码 9	上罩/安装法兰材质
C	316SS/镀层碳钢	C	316L SS/镀层碳钢
D	316SS/316SS	D	316L SS/316L SS
代码 9	膜盒材质	代码 10	膜盒材质
A	316L SS	316L SS	316L SS
B	哈氏 C-276	哈氏 C-276	哈氏 C-276
C	钽	钽	钽
T	Teflon 涂层 316L SS (非粘用途)	Teflon 涂层 316L SS (非粘用途)	Teflon 涂层 316L SS (非粘用途)
代码 10	下罩材质	代码 11	下罩材质
A	316SS	316SS	316SS
B	哈氏 C-276	哈氏 C-276	哈氏 C-276
D	镀层碳钢	镀层碳钢	镀层碳钢
T	Teflon 涂层 316SS (非粘用途, 无冲洗)	Teflon 涂层 316SS (非粘用途, 无冲洗)	Teflon 涂层 316SS (非粘用途, 无冲洗)
代码 11	冲洗接口	代码 12	冲洗接口
1	1个 1/4in 冲洗接口	1个 1/4in 冲洗接口	1个 1/4in 冲洗接口
3	2个 1/4in 冲洗接口	2个 1/4in 冲洗接口	2个 1/4in 冲洗接口
5	无冲洗接口	无冲洗接口	无冲洗接口

表 6.1.8-3 饼式平板和平面法兰远传密封件

代码 5	工业标准	代码 5	工业标准
A	ANSI	A	ANSI
D	DIN	D	DIN
代码 6	过程连接形式	代码 6	过程连接形式
PFW	饼式平板 (扁平式)	PFW	平面法兰

续表

代码 7	过程连接尺寸	代码 7	过程连接尺寸
7	3in (仅 ANSI)	G	2in/DN50
J	DN80 (仅 DIN)	7	3in (仅 ANSI)
		J	DN80 (仅 DIN)
		9	4in/DN100
代码 8	法兰压力等级	代码 8	法兰压力等级
0	不提供法兰,密封耐压至 2000psi(ANSI)	1	ANSI150lb
9	不提供法兰,密封耐压至 PN160 (DIN)	2	ANSI300lb
1	ANSI150lb 及止回帽	4	ANSI600lb
2	ANSI300lb 及止回帽	G	DIN PN40
4	ANSI600lb 及止回帽	E	DIN PN10/16 (仅 DN100)
G	DIN PN40 及止回帽		
代码 9	上罩/安装法兰材质	代码 9	上罩/安装法兰材质
L	316L SS/无法兰	C	316L SS/镀层碳钢
C	316L SS/镀层碳钢	D	316L SS/316SS
D	316L SS/316SS		
代码 10	膜盒材质	代码 10	膜盒材质
A	316L SS	316L SS	316L SS
B	哈氏 C-276	哈氏 C-276	哈氏 C-276
C	钽	钽	钽
代码 11	下罩 (冲洗接口环) 材质	代码 11	下罩 (冲洗接口环) 材质
0	无	无	无
A	316SST	316SST	316SST
B	哈氏 C-276	哈氏 C-276	哈氏 C-276
D	镀层碳钢	镀层碳钢	镀层碳钢
代码 12	冲洗接口	代码 12	冲洗接口
0	无下罩	0	无下罩 (不适用于 2in/DN50)
1	1 个 1/4in 接口	5	无冲洗接口 (用于 2in, 有一盲下罩)
3	2 个 1/4in 接口	1	1 个 1/4in 接口
7	1 个 1/2in 接口	3	2 个 1/4in 接口
9	2 个 1/2in 接口	7	1 个 1/2in 接口
		9	2 个 1/2in 接口

注: 1in=25.4mm.

表 6.1.8-4 插入式法兰远传密封件

代码 5	工业标准	代码 9	上罩材质	安装法兰材质
A	ANSI (美国)	C	316SS	镀层碳钢
D	DIN (德国)	D	316SS	316SS
代码 6	过程连接形式	代码 10	膜盒/插入件材质	
EFW	插入式法兰	AL	316L SS	
代码 7	过程连接尺寸	BB	哈氏 C-276	
7	3in (仅 ANSI)	TL	Teflon 涂层 316L SS (用于不粘用途)	
J	DN80 (仅 DIN)	代码 11	插入长度	
9	4in/DN100	2	2in (50mm)	
代码 8	法兰压力等级	4	4in (100mm)	
1	ANSI 150lb	6	6in (150mm)	
2	ANSI 300lb			
4	ANSI 600lb			
G	DIN PN40			
E	DIN PN10/16 (仅 DN100)			

注: 除上述密封件外, 还有化学 T 型、管接头式、鞍座式密封件和卫生防护密封件, 此处不再介绍。

6.2 霍尼韦尔 ST3000/900 系列变送器

[根据霍尼韦尔公司 ST3000/900 变送器选型样本 (1996 年) 编写]

6.2.1 ST3000/900 系列全智能变送器品种、型号和主要性能指标 (表 6.2.1)

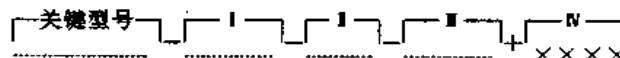
表 6.2.1 ST3000/900 系列全智能变送器品种、型号和主要性能指标

名 称	差压变送器	表压变送器	在线压力变送器	绝对压力变送器	单法兰液位 变送器	远传单双法 兰液位变送器
型 号	STD942 STD930 STD974	STG944 STG974	STG94L STG97L STG98L	STA922 STA940	STF924 STF932 STF92F STF93F	STR93D STR94G
过压能力	3000psi (21.0MPa)	STG944, 94L; 750psi (5.2MPa) STG974, 97L; 4500psi (31.0MPa) STG98L; 9000psi (62.0MPa)		STA922; 1550mmHg (206.6kPa) STA940 750psi (5.2MPa)	法兰额定压力	
精度	模拟方式: $\pm 0.1\%$, 数字方式: $\pm 0.075\%$					
输出	4~20mA 或数字通讯方式					
环境温度, $^{\circ}\text{C}$	-40~+85					
表体温度, $^{\circ}\text{C}$	-40~+110 (额定值); -40~125 (操作极限)					
外壳防护等级	防雨型: NEMA4, 防爆型: NEMA7; 材料: 低铜铝合金					
重量, kg	4.1	4.1	1.7	4.5	12 (平法兰)	7 (不含法兰 及毛细管)

注: 规格及其他性能详见型号规格表。

6.2.2 ST3000/900 变送器型号构成及说明

ST3000/900 系列变送器的型号由下述几部分组成:



关键型号——由 6 个代码组成, 表示变送器的类别, 如 STD924、STG94L。

I——表体代码, 由 3 个代码组成, 表示变送器的结构材料、灌充液、过程接口等。

I——对于 STD、STG、STA 型, 由 5 个“0”组成, 不表示任何内容; 对于 STF 型, 由 5 个代码组成, 表示法兰组件的规格、材质等; 对于 STR 型, 由 12 个代码组成, 其中前 3 个代码表示毛细管充填液和长度, 后 9 个代码表示远传法兰的规格、材质等。

■——选择项代码, 根据选择内容填写相应代码, 代码数量不定。

IV——工厂标志, 由制造厂给出。

6.2.3 STD、STG、STA 型差压、表压、绝压、在线压力变送器型号规格 (表 6.2.3)

表 6.2.3 STD、STG、STA 型差压、表压、绝压、在线压力变送器型号规格表

关键型号		
类 别	量 程	代 码
差压变送器	0~10 至 0~400inH ₂ O (0~2.5 至 0~100kPa)	STD942
	0~5 至 0~100psi (0~35 至 0~700kPa)	STD930
	0~100 至 0~3000psi (0~0.7 至 0~21MPa)	STD974
表压变送器	0~20 至 0~500psi (0~140 至 0~3500kPa)	STG944
	0~300 至 0~300psi (0~2.1 至 0~21MPa)	STG974
绝对压力变送器	0~50 至 0~780mmHg (0~6.7 至 0~104kPa)	STA922
	0~20 至 0~500psia (0~140 至 0~3500kPa)	STA940
在线压力变送器	0~20 至 0~500psi (0~140 至 0~3500kPa)	STG94L
	0~300 至 0~3000psi (0~2.1 至 0~21MPa)	STG97L
	0~500 至 0~6000psi (0~3.5 至 0~41.5MPa)	STG98L

表 I 表体

结构材料	过程接口	泄放阀	隔离膜片	代 码
	碳钢	316SS	316SS	A—
	碳钢	316SS	哈氏 C	B—
	碳钢	316SS	蒙耐尔	C—
	碳钢	316SS	钽合金	D—
	316SS	316SS	316SS	E—
	316SS	316SS	哈氏 C	F—
	316SS	316SS	蒙耐尔	G—
	316SS	316SS	钽合金	H—
	哈氏 C	哈氏 C	哈氏 C	J—
	哈氏 C	哈氏 C	钽合金	K—
	蒙耐尔	蒙耐尔	蒙耐尔	L—
充油	硅油			-1-
	CTFE			-2-
过程接口	1/4in NPT			--A
	1/2in NPT 带转换接头			--G
	1/2in NPT			--G

表 I

不选择		00000
表 I 选择项		

全无	OO	内存常规校准和鉴定纪录	CC
转换接头 1/4in NPT 转换成 1/2in NPT (不锈钢)	S1	变送器组态	TC
转换接头 (1/4in NPT 转换成 1/2in NPT) 316SS	S2	组态保护	WP
转换接头 (1/4in NPT 转换成 1/2in NPT) 哈氏 C	T2 (T1)	不锈钢参考头	HR
转换接头 (1/4in NPT 转换成 1/2in NPT) 蒙耐尔	V2	当测氧或氯气介质时对变送器清洁处理	OX
改进的 DIN 标准过程接头 316SS	DN	过压泄漏试验	TP
氟橡胶过程接口垫片	VT	不锈钢中心泄阀和衬套	CV
聚四氟乙烯过程接口垫片	TF	带 NACE 螺栓的 DIN 标螺旋帽	B2 (B1)
安装支架	MB	变送器可用于 -50℃	LT
不锈钢安装支架	SB	认证单位	
平面安装支架	FB	认证类型	
公制 M20 不锈钢外壳	SH	区域和类别	
1/2in PT 转换成 M20 电缆头	A1	FM	F1D3
1/2in NPT 转换成 3/4in NPT 电缆头	A2	隔爆型	
防雷电保护	LP	粉尘防爆	
模拟表头	ME	无火花隔离防爆	
智能表头	SM	本安型	C1C3
就地调零点和量程	ZS	隔爆型	
可选 HART 通讯协议	HC	粉尘防爆	
A286SS (NACE) 螺栓和 302/304SS (NACE) 螺母 (对 1/4in NPT 接头); 316SS (NACE) 螺栓 (对 1/2in NPT 接头)	CR	本安型	AOCA
用户设定不锈钢铭牌内容	TG	无火花防爆	
侧面排放装置	SV	LCIE	E1D8

表 N

工厂标志		XXXX
------	-------	------

6.2.4 STF 型单法兰液位差压变送器型号规格 (表 6.2.4)

表 6.2.4 STF 型单法兰液位差压变送器型号规格表

关键型号		量 程	代码	量 程	代码
		0~25 至 0~400inH ₂ O (0~6.2 至 0~100kPa)	STF924	0~25 至 0~400inH ₂ O (0~6.2 至 0~100kPa)	STF92F
		0~5 至 0~100psi (0~35 至 0~700kPa)	STF932	0~5 至 0~100psi (0~35 至 0~700kPa)	STF93F

表 1 表体

材 料	设计式样	标准接头	泄放阀	隔离膜片	膜片盘	插入部分	代 码	
	平法兰	碳钢	316SS	316SS 哈氏 C 哈氏 C	316SS 316SS 哈氏 C	N/A	A-- W-- B--	
		316SS		316SS 哈氏 C 哈氏 C	316SS 316SS 哈氏 C		E-- X-- F--	
		哈氏 C		哈氏 C	哈氏 C		哈氏 C	J--
	凸法兰	碳钢	316SS	316SS 哈氏 C	316SS	316SS	M-- N--	
		316SS		316SS 哈氏 C			R-- S--	
	假法兰	碳钢	316SS	316SS 哈氏 C	N/A	N/A	A-- B--	
		316SS		316SS 哈氏 C			E-- F--	
	充油		硅油					-1-
	(表体和法兰)		CTFE					-2-

过程连接	标准接头		法 兰		
	1/4in NPT	高压侧	1/4in NPT	低压侧	
	1/2in NPT (带转换接头)	高压侧	1/2in NPT (带转换接头)	低压侧	
	1/2in NPT (带转换接头)	高压侧	1/2in NPT (带转换接头)	低压侧	

表 1 法兰组件

不选择			0---	不选择		---0---	
平 法 兰	3in ANSI Class 150	碳 钢	-1---	密封 垫圈	平法兰	316SS	---1---
	3in ANSI Class 300		-2---			哈氏 C	---2---
	DN80-PN40 DIN		-3---		凸法兰	316SS	---5---
	4in ANSI Class 150		-4---	不选择		---0---	
	4in ANSI Class 300		-5---	扁平		---F---	
	DN100-PN40DIN		-6---	直径		长度	
	3in ANSI Class 150	304SS	-A---	凸 法 兰	2.86in	2in	---1---
	3in ANSI Class 300		-B---		(用于 3in 或 4in 管道)	4in	---2---
	DN80-PN40 DIN		-C---			6in	---3---
	4in ANSI Class 150		-D---		3.75in	2in	---5---
	4in ANSI Class 300		-E---		(用于 4in 管道)	4in	---6---
	DN100-PN40DIN		-F---			6in	---7---
	在标准 DP 上的法兰	316SS		不选择		---0---	
	3inANSI Class 150lb 带泄放阀		-R---				
	3inANSI Class 300lb 不带泄放阀		-P---				

表 II 选择项

(见 STD、STG、STA 之表 II)

表 IV 工厂标志

6.2.5 STR 型远传毛细管法兰变送器型号规格 (表 6.2.5)

表 6.2.5 STR 型远传毛细管法兰变送器型号规格表

关键型号	
量 程	
0~6.2 至 0~688.5kPa	STR93D
0~140 至 0~3500kPa	STR94G

表 I 表体

远传法兰数量	1 远传单法兰 (高压侧)	1--
	2 远传双法兰	2--
	1 远传单法兰 (低压侧)	3--
填充液 (膜盒内)	硅油 (DC 200)	-1-
	氟油 (CTFE)	-2-
结构	过程接口材料	--A --B
标准	316SS	
标准	碳钢	

表 I 远传法兰

选型格式:

确定 12 个字符

通用 所需法兰

注意: 前三个字符通用于各种类型的法兰: 当选用法兰时, 只要在“所需法兰”项确定 9 个字符即可

毛细管填充液	硅油 (DC 200)	1-----
	氟油	2-----
	硅油 (DC 704)	3-----
毛细管长度 (单根)	1.5m	-A-----
	3m	-B-----
	4.5m	-C-----
	6m	-D-----
	7.5m	-E-----
	10m	-F-----
	1.5m	-G-----
	3m	-H-----
	4.5m	-J-----
	6m	-K-----
	7.5m	-L-----
	10m	-M-----
	铠装	
	PVC 护套	
不选择		--0-----

平法兰	膜片直径	法兰规格	法兰耐压等级		---AFA--- ---AFC--- ---AFM---
	3.5in	3in	ANSI Class 150		
			ANSI Class 300		
			DIN DN80-PN40		
	接液部材质		膜片	上套	-----AA----- -----AB----- -----AC----- -----AE-----
			316SS	316SS	
			哈氏合金 C	316SS	
			哈氏合金 C	哈氏合金 C	
	非接液部材质 (上套法兰)		蒙耐尔		-----1----- -----2-----
			带镀层碳钢 316SS		
螺 栓			不 选	-----0-----	
型 式			不 选	-----0-----	
垫 片			不 选	-----0-----	

续表

表 1 远传法兰

带下套的平法兰	膜片直径	法兰规格	法兰耐压等级	
	2.4in	1in	150 300	---BCA---
		1½in	150 300	---BCC---
		2in	150 300	---BGA---
		3in	150 300	---BGC---
		1/2in	150	---BDA---
	2.9in	1in	150 300	---BDC---
		1½in	150 300	---BFA---
		2in	150 300	---BFC---
		1/2in	150	---CAA---
		1in	150 300	---CCA---
	4.1in	1½in	150 300	---CCC---
		2in	150 300	---CGA---
		3in	150 300	---CGC---
		1/2in	150	---CDA---
		1in	150 300	---CDC---
插入式远传法兰	接液部材质	膜片	下套	---DAA---
		316SS	316SS	---DCA---
		哈氏合金 C	316SS	---DCC---
		哈氏合金 C	哈氏合金 C	---DGA---
		蒙耐尔	蒙耐尔	---DGC---
	非接液部材质 (上套法兰, 上套)	上套法兰	上套	---DDA---
		316SS	316SS	---DDC---
		碳钢	316SS	---DDA---
		螺栓	不选	---DDC---
		型式	不带 1/4in NPT 清洗连接孔 带 1/4in NPT 清洗连接孔	---DDC---
	垫片	Klinger C-4401 (非石棉)		---DFA---
		Grafoil		---DFC---
		膜片		---BA---
		插入筒及凸面		---BB---
		316SS		---BC---
	接液部材质	哈氏合金 C	316SS	---BE---
		哈氏合金 C	哈氏合金 C	---BF---
		蒙耐尔	蒙耐尔	---BG---
		316SS	316SS	---
		哈氏合金 C	哈氏合金 C	---
插入式远传法兰	膜片直径	法兰规格	法兰耐压等级	---
	2.9in	3in	ANSI Class 150	---EFA---
			ANSI Class 300	---EFC---
			DIN DN80-PN40	---EFM---
	3.5in	4in	ANSI Class 150	---FGA---
			ANSI Class 300	---FGC---
			DIN DN100-PN40	---FGP---
	接液部材质	膜片	插入筒及凸面	---
		316SS	316SS	---EA---
		哈氏合金 C	316SS	---EB---
		哈氏合金 C	哈氏合金 C	---EC---
		非接液部材质 (法兰)	带涂层碳钢	---
	螺栓	不选		---
		2in		---
		4in		---
		6in		---
		垫片		---

表 I 远传法兰					
扁平式远传法兰	膜片直径	法兰规格	法兰耐压等级		
	3.5in	3in	ASSI Class 150/300/600		---GFA---
	接液部材质		膜片	法兰体	-----GA-----
			316SS	316SS	-----GB-----
			哈氏合金 C	316SS	-----GC-----
			哈氏合金 C	哈氏合金 C	-----GE-----
			蒙耐尔	蒙耐尔	-----0-----
化工 TEE 型远传法兰	非接液部材质		不 选		-----0-----
	螺 栓		不 选		-----0-----
	型 式		不 选		-----0-----
	垫 片		不 选		-----0-----
螺纹安装远传法兰	膜片直径	规 格	法兰耐压等级		
	3.5in	Taglor Wedge 5in O. D.	750psi		---HMO---
	接液部材质		膜 片	法兰体	-----HA-----
			316SS	316SS	-----HB-----
			哈氏合金 C	316SS	-----0-----
			不 选		-----0-----
			不 选		-----0-----
螺纹安装远传法兰	膜片直径	引压连接口 (NPT 内螺纹)	耐压等级		
			碳钢螺栓	304SS 螺栓	---JJG---
	2.4in	1/2in NPT 3/4in NPT 1in NPT	2500psi	1250psi	---JKG---
	2.9in	1/2in NPT 3/4 in NPT 1in NPT	2500psi	1250psi	---JLG---
	4.1in	1/2in NPT 3/4in NPT 1in NPT	1500psi	750psi	---KJG---
	接液部材质		不 选		---KKG---
			不 选		---KLG---
			不 选		---LJG---
			不 选		---LKG---
			不 选		---LLG---
	接液部材质		膜 片	下 套	-----JA-----
			316SS	碳钢	-----JB-----
			316SS	316SS	-----JC-----
			哈氏合金 C	316SS	-----JD-----
	非接液部材质		哈氏合金 C	哈氏合金 C	-----JE-----
			蒙耐尔	蒙耐尔	-----JF-----
			恒 恒	316SS	-----JG-----
			恒 恒	哈氏合金 C	-----A-----
	螺 栓		带镀层碳钢		-----C-----
	型 式		碳钢		-----D-----
	垫 片		304SS		-----A-----
			不带清洗连接孔		-----F-----
			带清洗连接孔		-----K-----
			Klinger C-4401 (非石棉)		-----G-----
			Grafcil		

表 II 选择项
(见 STD、STG、STA 之表 II)

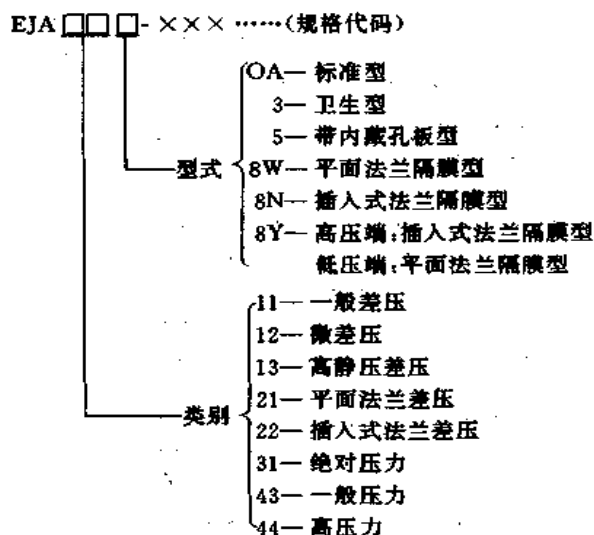
表 IV 工厂标志

注: 1in = 25.4mm;
1psi = 6894.76Pa。

6.3 横河 EJA 系列变送器

[根据横河川仪有限公司 EJA 智能变送器选型样本 (1997 年 12 月) 编写]

6.3.1 EJA 智能变送器型谱系列



BT200 手持智能终端 (用于 BRAIN 协议)

HART275 通讯器 (用于 HART 协议)

6.3.2 EJA 变送器主要性能规格 (表 6.3.2-1 和表 6.3.2-2)

表 6.3.2-1 EJA 差压变送器主要性能规格表

型 号	EJA110A (差压)			EJA130A (高静压差压)		EJA210A/220A (法兰差压)		EJA118W/N、Y (远传密封)		EJA120A (微差压)
膜盒	L	M	H	M	H	M	H	M	H	E
量程,kPa	0.5~10	1~100	5~500	1~100	5~500	1~100	5~500	2.5~100	25~500	0.1~1
测量范围,kPa	-10~10	-100~ 100	-500~ 500	-100~ 100	-500~ 500	-100~ 100	-500~ 500	-100~ 100	-500~ 500	-1~1
最大工作压力	3.5MPa	14MPa	14MPa	32MPa	32MPa	法兰额定压力		法兰额定压力		50kPa
精度	±0.075%							±0.2%		±0.2%
环境温度,℃	-40~85;-30~80(带指示计)									-25~80
接液温度,℃	-40~120							见型号规格表		-25~80
重量,kg	3.9			6.8		11~16(3in 法兰)		19~21.7(3in 法兰)		3.9

表 6.3.2-2 EJA 绝压、压力变送器主要性能规格表

型 号	EJA310A (绝压)			EJA430A (压力)		EJA438W/N (远传密封)		EJA440A (高压力)	
膜盒	L	M	A	A	B	A	B	C	D
量程	0.67~ 10kPa	1.3~ 130kPa	0.03~ 3MPa	0.03~ 3MPa	0.14~ 14MPa	0.06~ 3MPa	0.46~ 14MPa	5~ 32MPa	5~ 50MPa
测量范围	0~ 10kPa	0~ 130kPa	0~3MPa	-0.1~ 3MPa	-0.1~ 14MPa	-0.1~ 3MPa	-0.1~ 14MPa	-0.1~ 32MPa	-0.1~ 50MPa
最大过压	500kPa	500kPa	4.5MPa	4.5MPa	21MPa	法兰额定压力		48MPa	60MPa
精度	±0.2%	±0.15%		±0.075%		±0.2%		±0.12%	
环境温度,℃	-40~85; -30~80 (带指示计)								
接液温度,℃	-40~100	-40~120		-40~120		见型号规格表		-40~120	
重量, kg	3.9			3.9		7.3~9.3(2in 法兰)		6.8	8.0

6.3.3 EJA110A、120A、130A、310A、430A、440A 型差压、绝压、压力变送器型号规格 (表 6.3.3)

表 6.3.3 EJA110A、120A、130A、310A、430A、440A 型差压、绝压、压力变送器型号规格表

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EJA×××-□□□□□-□□□□/□			
型号	EJA110A 差压变送器 EJA120A 微差压变送器 EJA130A 高静压差压变送器	型号	EJA310A 绝对压力变送器 EJA430A 压力变送器 EJA440A 高压力变送器
序号	项 目	代 码	说 明
1	输出信号	D E	4~20mA DC, 带数字通讯 (BRAIN 协议) 4~20mA DC, 带数字通讯 (HART 协议)
2	量程 (膜盒)	L M H E A B C D	0.5~10kPa (50~1000mm H ₂ O) (110A) 0.67~10kPa (5~75mm Hg) (310A) 1~100kPa (100~10000mm H ₂ O) (110A, 130A) 1.3~130kPa (9.6~960mm Hg) (310A) 5~500kPa (0.05~5kgf/cm ²) (110A, 130A) 0.1~1kPa (10~100mm H ₂ O) (120A) 0.03~3MPa (0.3~30kgf/cm ²) (310A, 430A) 0.14~14MPa (1.4~140kgf/cm ²) (430A) 5~32MPa (50~320kgf/cm ²) (440A) 5~50MPa (50~500kgf/cm ²) (440A)
3	接液部分材质	S H T	壳 体 SCS14A 膜 盒 SUS316L 哈氏合金 C-276 隔 膜 哈氏合金 C-276 钽
4	管道连接	0 1 2 3 4 5	不带管道连接件 (在容室法兰上用 Rc1/4 内螺纹) 带 Rc1/4 内螺纹的管道连接件 带 Rc1/2 内螺纹的管道连接件 带 1/4NPT 内螺纹的管道连接件 带 1/2NPT 内螺纹的管道连接件 不带管道连接件 (在容室法兰上用 1/4NPT 内螺纹)
5	螺栓、螺母材质	A B	JIS SCM435 JIS SUS630
6	安装方式	2 3 6 7 8 9	垂直, 右面高压, 管道连接件在上 垂直, 右面高压, 管道连接件在下 垂直, 左面高压, 管道连接件在上 垂直, 左面高压, 管道连接件在下 水平, 右面高压 水平, 左面高压 可采用 L 型托架 可采用平托架
7	接线口	0 2 3 4 5	G1/2 内螺纹, 1 处接线口 1/2NPT 内螺纹, 2 处接线口 PG13.5 内螺纹, 2 处接线口 M20 内螺纹, 2 处接线口 G1/2 内螺纹, 2 处接线口, 带 1 个盲塞
8	显示表	D E N	数字式显示表 (用 BT200 修改量程) 带量程设定按钮的数字式显示表 无显示表
9	安装托架	A B C D N	平托架, 碳钢 平托架, 不锈钢 L 形托架, 碳钢 L 形托架, 不锈钢 无托架
10	附加规格		见附加规格代码表

6.3.4 EJA210A、220A 型法兰安装式差压变送器型号规格 (表 6.3.4)

表 6.3.4 EJA210A、220A 型法兰安装式差压变送器型号规格表

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
EJA×××-□□□□□□□□-□□□□/□

型号	EJA210A 法兰差压变送器 (平膜片型) EJA220A 法兰差压变送器 (凸膜片型)	序号	项 目	代码	说 明					
1	输出信号	D	4~20mA, 带数字通讯 (BRAIN 协议)	E	4~20mA, 带数字通讯 (HART 协议)					
2	量程 (膜盒)	M	1~100kPa (100~10000mmH ₂ O)	H	5~500kPa (0.05~5kgf/cm ²)					
3	法兰侧 (高压侧) 接液部分材质	S H T W	隔 膜		其 他		备 注			
			JIS SUS316L		JIS SUS316		210、220			
			哈氏合金 C-276		哈氏合金 C-276		210			
			钽		(钽)		210			
			哈氏合金 C-276		JIS SUS316		210、220			
4	法兰规格	J1 J2 A1 A2 P1	JIS 10K JIS 20K ANSI 150 ANSI 300 JPI 150	4	法兰规格	P2 D3 D4 G2 G4	JPI 300 DIN PN10/25 DIN PN25/40 GB PN10/16 GB PN25/40			
5	隔膜凸出长度 (x ₂)	2 4 6	x ₂ =50mm x ₂ =100mm x ₂ =150mm	} 仅 220 有此代码						
6	法兰尺寸/材质	D	3in(80mm)/JIS S25C							
		E	3in(80mm)/JIS SUS304							
		A	2in(50mm)/JIS S25C							
		B	2in(50mm)/JIS SUS304							
		G	4in(100mm)/JIS S25C							
		H	4in(100mm)/JIS SUS304							
7	低压侧 管道连接	0	无管道连接件 (Rc1/4 内螺纹在容室法兰上)							
		1	带 Rc1/4 内螺纹管道连接件							
		2	带 Rc1/2 内螺纹管道连接件							
		3	带 1/4NPT 内螺纹管道连接件							
		4	带 1/2NPT 内螺纹管道连接件							
		5	无管道连接件 (1/4NPT 内螺纹在容室法兰上)							
8	法兰螺栓材质	A B	JIS SCM435 JIS SUS630							
9	安装方式	9	水平, 左面高压							
10	接线口	0	G1/2 内螺纹, 1 处接线口							
		2	1/2NPT 内螺纹, 2 处接线口							
		3	PG13.5 内螺纹, 2 处接线口							
		4	M20 内螺纹, 2 处接线口							
		5	G1/2 内螺纹, 2 处接线口, 带 1 个盲塞							
11	显示表	D	数字式显示表 (用 BT200 修改量程)							
		E	带量程设定按钮的数字式显示表							
		N	无显示表							
12	—	N	通常为 N							
13	附加规格		见附加规格代码表							

6.3.5 EJA 118、438 型隔膜密封式差压、压力变送器型号规格 (表 6.3.5)

表 6.3.5 EJA118、438 型隔膜密封式差压、压力变送器型号规格表

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11121314 15
EJA×××-□□□□□□ - □□□ - □□□□ / □

型号	EJA 118W 隔膜密封式差压变送器 (平膜片型) EJA 118N 隔膜密封式差压变送器 (凸膜片型) EJA 118Y 隔膜密封式差压变送器 (一平一凸膜片型)	型号	EJA 438W 隔膜密封式压力变送器 (平膜片型) EJA 438N 隔膜密封式压力变送器 (凸膜片型)
----	---	----	--

序号	项 目	代码	说 明					
1	输出信号	D	4~20mA, 带数字通讯 (BRAIN 协议)					
		E	4~20mA, 带数字通讯 (HART 协议)					
2	量程 (膜盒)	M	2.5~100kPa (250~10000mm H₂O) 25~500kPa (0.25~5kgf/cm²) 0.06~3MPa (0.6~30kgf/cm²) (438) 0.46~14MPa (4.6~140kgf/cm²) (438W) 0.46~7MPa (4.6~70kgf/cm²) (438N)					
		H						
		A						
		B						
3	接液部分材质	S	隔 膜		其 他		备 注	
			JIS SUS316L		JIS SUS316L		W	
		H	哈氏合金 C-276		哈氏合金		N, Y	
		T	钽		钽		W	
		U	钛		钛		W	
4	法兰规格	J1	JIS 10K	4	法兰规格	P4	JPI 600	
		J2	JIS 20K			D3	DIN PN10/25	
		J4	JIS 40K			D4	DIN PN25/40	
		J6	JIS 63K			D5	DIN PN64	
		A1	ANSI 150			G2	GB PN10/16	
		A2	ANSI 300			G4	GB PN25/40	
		A4	ANSI 600			G6	GB PN100	
		P1	JPI 150			G7	GB PN150	
		P2	JPI 300					
5	隔膜凸出长度 (x ₂)	2	x ₂ =500mm	} 118N, 118Y, 438N (118W, 438W 无此代码)				
		4	x ₂ =100mm					
		6	x ₂ =150mm					
6	法兰尺寸/材质	A	2in(50mm)/JIS S25C (W)					
		B	2in(50mm)/JIS SUS304 (W)					
		D	3in(80mm)/JIS S25C (W,N)					
		E	3in(80mm)/JIS SUS304 (W,N)					
		G	4in(100mm)/JIS S25C (N)					
		H	4in(100mm)/JIS SUS304 (N)					
		P	高压侧 4in(100mm)、低压侧 3in(80mm)/JIS S25C (Y)					
		Q	高压侧 4in(100mm)、低压侧 3in(80mm)/JIS SUS304 (Y)					
7	法兰螺栓材质	A	JIS SCM435					
		B	JIS SUS630					
8	注入液	A	一般型 (硅油) -10~250℃					
		B	一般型 (硅油) -30~120℃					
		C	高温型 (硅油) 10~300℃ (接液温度)					
		D	禁油型 (氟油) -20~120℃					
		E	低温型 (乙 (撑) 二醇) -50~100℃					
9	—	A	通常为 A					
10	毛细管长度	××	规定的毛细管长度 1~5m 或 1~10m, 用 ×× 表示 (如 2m, 02)					
11	安装方式	9	水平, 左面高压					

续表

序号	项 目	代码	说 明
12	接线口	0	G1/2 内螺纹, 1 处接线口
		2	1/2NPT 内螺纹, 2 处接线口
		3	PG13.5 内螺纹, 2 处接线口
		4	M20 内螺纹, 2 处接线口
		5	G1/2 内螺纹, 2 处接线口, 带 1 个盲塞
13	显示表	D	数字式显示表 (用 BT200 修改量程)
		E	带量程设定按钮的数字式显示表
		N	无显示表
14	安装托架	A	平托架, 碳钢
		B	平托架, 不锈钢
		N	无托架
15	附加规格		见附加规格代码表

6.3.6 EJA 变送器附加规格 (表 6.3.6)

表 6.3.6 EJA 变送器附加规格简表

项 目	代 码	说 明
涂漆	P□ X1	放大器外壳颜色变更 涂层变化: 环氧树脂烤漆
避雷器	A	
禁油处理	K1	脱脂洗净处理
	K2	脱脂洗净处理并用氟油充灌膜盒
	K5	脱脂、洗净和脱水处理
	K6	脱脂、洗净和脱水处理并用氟油充灌膜盒
校正单位	D1	P 校正 (单位: psi)
	D3	bar 校正 (单位: bar)
	D4	M 校正 (单位: kgf/cm ²)
JIS SUS630 螺母密封处理	Y	在螺母表面涂敷密封剂 (液态硅橡胶)
长排气螺钉	U	全长: 112mm (标准 32mm)
CPU 异常时低侧设定	C1	低侧: -5% (3.2mA) 以下
配件制造证明	MX	
压力/漏压测试证明	TX	
防爆证明 (隔爆型 XF1) (本安型 XS1)	NF1, NS1	NEPSI 许可 (中国), 隔爆 Ex d I CT6, 本安 Ex ia I CT4
	JF1, JS1	JIS 许可 (日本)
	FF1, FS1	FM 许可 (美国)
	KF1, KS1	CENELEC (KIMA) 许可 (欧共体)
	CF1, CS1	CSA 许可 (加拿大)
	SU1	SAA 许可 (澳大利亚)
隔爆密封接头	G71, G72	1 只 注: 1. 接线口 1/2NPT, 适用电缆外径: $\phi 8.5 \pm 0.5$;
	G81, G82	2 只 2. G71, G81 为钢管布线方式, G72, G82 为电缆布线方式。

6.4 恩德斯豪斯 (E+H) 智能型变送器

[根据 Endress+Hauser 公司 Cerabar S, Deltabar S 变送器选型样本 (1997 年) 编写]

6.4.1 Cerabar S 压力变送器主要性能规格 (表 6.4.1)

表 6.4.1 Cerabar S 压力变送器主要性能规格表

工作原理	电容式压力测量		压阻式压力测量
传感器	干式陶瓷膜片		扩散硅元件
型号	PMC 731 PMC 631 (隔膜密封) PMC 635 (单法兰)		PMP 731 PMP 635 (单法兰)
测量范围 (详见表 6.4.2)	表压: $-1 \sim 40\text{bar}$ ($-0.1 \sim 4\text{MPa}$) 绝压: $0 \sim 40\text{bar}$ ($0 \sim 4\text{MPa}$)		表压: $-1 \sim 400\text{bar}$ ($-0.1 \sim 40\text{MPa}$) 绝压: $0 \sim 400\text{bar}$ ($0 \sim 40\text{MPa}$)
线性度偏差	$\leq 0.1\%\text{FS}$		
环境温度影响	在 $-40 \sim +85^\circ\text{C}$ 范围内为 $\pm 0.1\%$ (零点和量程)		
长期稳定性	0.1%/年		
接液温度	$-40 \sim +100^\circ\text{C}$; 隔膜密封和法兰型: $-40 \sim +200^\circ\text{C}$		
环境温度	$-40 \sim +85^\circ\text{C}$		
过程连接	PMC/PMP 731	PMC 631	PMC/PMP 635
	直接螺纹连接 外螺纹: G1/2A 1/2-14NPT M20 $\times$ 1.5	多种卫生接头 直接螺纹连接, 夹接式, 法兰连接	法兰连接: DIN DN25, 50, 80 PN 10~400 ANSI 1, 2, 3in 150~2500lb 直接螺纹连接: G 或 NPT1, 1.5, 2A 外螺纹
隔离膜片材料	316, 316L 不锈钢, 哈氏合金, 蒙耐尔, 钽, 钛等		
过程密封件	FPM, E, Kalrez, NBR, MVQ, CR		
电气连接	PG13.5 带电缆压盖, M20 $\times$ 1.5, 1/2-14NPT, G1/2		
通讯	遵守 HART 协议或 INTENSOR 协议		
显示表	4 位数字显示带棒状图 (28 段模拟电流显示)		
外壳	压铸铝合金带聚酰胺涂层, 防护等级 IP65		
防爆等级	CENELEC, FM, CSA 等认证 本安型: EEx ia I C T4/T6 隔爆型: EEx d I C T4/T6		
重量	PMC/PMP 731: 1.3kg, PMC631: 1.4~4.2kg, PMC/PMP635: 3.7~17.9kg		

注: 1in=25.4mm;

1lb=0.45kg.

6.4.2 Cerabar S 压力变送器测量范围 (表 6.4.2)

表 6.4.2 Cerabar S 压力变送器测量范围一览表

型 号	PMC731, PMC631, PMC635					PMP731, PMP635				
压力类型	代码	测量范围 bar	额定值 bar	最小量程 bar	过载 bar	代码	测量范围 bar	额定值 bar	最小量程 bar	过载 bar
表 压	1C	-0.1~0.1	0.1	0.005	4	3L	-1~2.5	2.5	0.125	10
	1F	-0.4~0.4	0.4	0.02	10	3P	-1~10	10	0.5	40
	1K	-1.0~2.0	2.0	0.1	20	3S	-1~40	40	2	160
	1P	-1.0~10	10	0.5	40	3U	-1~100	100	5	400
	1S	-1.0~40	40	2	60	3Z	-1~400	400	20	600
绝 压	2F	0~0.4	0.4	0.02	10	4L	0~2.5	2.5	0.125	10
	2K	0~2.0	2.0	0.1	20	4P	0~10	10	0.5	40
	2P	0~10	10	0.5	40	4S	0~40	40	2	160
	2S	0~40	40	2	60	4U	0~100	100	5	400
						4Z	0~400	400	20	600
备 注						PMP635仅3U、3Z、4U、4Z				
	量程比: 20:1 (额定值即最大量程)									

注: 1bar=10⁵Pa.

6.4.3 Deltabar S 差压变送器主要性能规格 (表 6.4.3)

表 6.4.3 Deltabar S 差压变送器主要性能规格表

工作原理	电容式差压测量	压阻式差压测量
传感器	干式陶瓷膜片	扩散硅元件
型 号	PMD230 FMD230 (单法兰)	PMD235 FMD630 (单法兰) FMD633 (远传密封)
量程范围 (详见表 6.4.4)	25mbar~3bar (2.5~300kPa)	10mbar~40bar (1kPa~4MPa)
线性度偏差	≤0.1%	235 ≤0.1%; 630、633 ≤0.2%
重复性	0.05%/可调范围	0.1%/可调范围
长期漂移	0.1%/年	0.2%/年
环境温度影响	在-40~+85℃范围内为±0.2% (零点和量程)	
环境温度	-40~+85℃	
接液温度	-40~+85℃; 法兰和远传密封型: -40~+200℃	
过程连接	详见表 6.4.5	
隔离膜片材料	316、316L 不锈钢, 哈氏合金 C	
过程密封件	FPM, NBR, PTFE, EPDM, Kalrez	
电气连接	PG13.5 带电缆压盖, M20×1.5, 1/2-14NPT, G1/2	
通讯	遵守 HART 协议或 INTENSOR 协议	
显示表	4 位数字显示带模拟图 (28 段模拟电流显示)	
外壳	压铸铝合金带聚酰胺涂层, 防护等级 IP65	
防爆	CENELEC, FM, CSA 等认证 本安型: EEx ia I C T4/T6 隔爆型: EEx d I C T4/T6	
重量	PMD230: 5kg, PMD235: 4~6kg, 单法兰型: 9~18kg	

6.4.4 Deltabar S 差压变送器测量范围 (表 6.4.4)

表 6.4.4 Deltabar S 差压变送器测量范围一览表

型号	PMD230, FMD230				PMD235, FMD630, FMD633				
代码	测量范围 mbar	额定值 mbar	最小量程 mbar	过载 bar	代码	测量范围 mbar	额定值 mbar	最小量程 mbar	过载 bar
1B	-25~25	25	1	10	4A	-10~10	10	1	140
2D	-100~100	100	5	16	4C	-40~40	40	5	140
3F	-500~500	500	25	100	4E	-160~160	160	10	140
3H	-3000~3000	3000	150	100	4G	-1000~1000	1000	50	140
					4K	-6000~6000	6000	300	140
					4M	-40000~40000	40000	2000	140
					5G	-1000~1000	1000	50	420
					5K	-6000~6000	6000	300	420
					5M	-40000~40000	40000	2000	420
备注	FMD230仅2D、3F、3H				FMD630、633仅4E、4G、4K				
	量程比, 一般为20:1 (额定值即最大量程)								

注: 1bar=10⁵Pa。

6.4.5 Deltabar S 差压变送器过程连接 (表 6.4.5)

表 6.4.5 Deltabar S 差压变送器过程连接简表

PMD230, PMD235	FMD230 (单法兰)	FMD630 (单法兰)	FMD633 (远传密封)
导压管接口: 1/4-18NPT 内螺纹	①DIN 法兰: DN80, PN40 DN100, PN40 ②ANSI 法兰: 3in, 150lb 低压侧: 1/4-18NPT 内螺纹	①DIN 法兰: DN50, PN10/40 DN80, PN10/40 DN100, PN40 ②ANSI 法兰: 2in, 150lb 3in, 150lb 4in, 300lb ③插入式法兰: DIN DN80, PN40 低压侧: 1/4-18NPT 内螺纹	①DIN 法兰: DN50, PN16/400 DN80, PN16/400 DN100, PN16/400 ②ANSI 法兰: 3in, 150/2500lb 4in, 150/2500lb ③卫生型密封件 DIN 11851 Clamp DRD 法兰

注: 1in=25.4mm;
1lb=0.45kg。

6.5 富士 FCX-A/C 系列变送器

[根据兰炼富士仪表有限公司 FCX-A/C 变送器选型样本 (1997年) 编写]

6.5.1 选型说明

FCX-A/C 集现代微电子机械技术和微处理器技术于一身。其传感器为高质量的硅微电容, 体积只有 $9 \times 9 \times 7 \text{mm}^3$ 。采用了将微处理器、EEPROM 等集在一起的小型、专用的集成电路 (ASCI)。

(1) FCX A 系列和 C 系列区别

FCX A 系列和 C 系列的基本性能是一样的, 都是 0.1 级, 都有智能型、模拟型两种, 不同的方面如下。

①测量范围方面: FCX-A 较大, 差压最小为 0.1kPa ($10 \text{mmH}_2\text{O}$), 最大 3000kPa ; 压力最小 0.64kPa ($64 \text{mmH}_2\text{O}$), 最大 50MPa , 而 FCX-C 最小至最大差压为 0.375kPa ($37.5 \text{mmH}_2\text{O}$) $\sim 2000 \text{kPa}$, 压力最小至最大为 8.125kPa $812.5 \text{mmH}_2\text{O} \sim 10 \text{MPa}$ 。

②品种方面: FCX-A 有差压、压力等 7 个品种, 而 FCX-C 只有 4 个品种, 没有单、双法兰和液位变送器。

③检测部分材料: FCX-A 除了不锈钢外, 还有哈氏合金 C、蒙乃尔、钽、钛、锆等金属, 而 FCX-C 只有不锈钢。

④其他: 在温度、静压、量程比等方面, FCX-A 比 FCX-C 稍高一些。但是 FCX-C 的价格比 FCX-A 便宜, 一般也都能满足工艺要求, 所以用户可优先选用 FCX-C 系列, 在 FCX-C 系列不能满足要求时再选用 FCX-A 系列。

(2) 连接方式和防爆结构

FCX-A/C 系列变送器的连接方式和防爆结构有关。

导压管接口有锥管螺纹 $\text{Rc}1/4$ 和美国标准螺纹 $1/4-18\text{NPT}$ 、 $1/2-14\text{NPT}$ 等几种。如用户感到不合适或连接方式不方便, 也可改为腰形法兰连接。

防爆有本安型和隔爆型两种。隔爆仪表的导线接口需要密封。一种方法是把导线穿管, 再把管子拧在仪表接口上, 通过螺纹加密封带密封。另一种方法是通过电缆密封接头加填料密封, 但只适用于外径为 $\phi 11$ 的电缆。

无论是本安防爆还是隔爆, 仪表设计都符合国际防爆标准。用户在选用连接方式时, 必须和何种防爆标准联系起来。见表 6.5.1。

表 6.5.1 FCX-A/C 中的连接方式与防爆结构

防爆标准	防爆结构	型号第4位	型号第10位	取证情况	防爆标准	防爆结构	型号第4位	型号第10位	取证情况
欧洲标准	隔爆 FLAMEPROOF	S、T、V、 W、X	M	已	加拿大 CSA	本安 INTRINSIC	X	J	未
BASEEFA	本安 INTRINSIC	S、T、V、 W、X	K、P	已	澳大利亚	隔爆 FLAMEPROOF	S、T、V、 W	R、S	无
美国工厂 联合会 FM	隔爆 FLAMEPROOF	T	D	已	SAA	本安 INTRINSIC	S、T、V、 W	T	无
	本安 INTRINSIC	S、T、V、 W、X	H	已	日本工业标准	隔爆 FLAMEPROOF	S	B、C	已 ^①
加拿大 CSA	隔爆 FLAMEPROOF	T	E	已	JIS	本安 INTRINSIC	S、T、V、 W	G	未

①不锈钢电子部件壳体除外。

6.5.2 FCX-A/C 变送器品种、型号 (表 6.5.2)

表 6.5.2 FCX-A/C 变送器品种、型号一览表

型 号	FCX-A		FCX-C		型 号	FCX-A		FCX-C	
	模拟型	智能型	模拟型	智能型		模拟型	智能型	模拟型	智能型
绝压变送器	FHA	FKA	FHH	FKH	表压变送器	FHG	FKG	FHP	FKP
差压变送器	FHC	FKC	FHK	PKK	单法兰压力变送器	FHB	FKB		
液位变送器	FHE	FKE			双法兰差压变送器	FHD	FKD		
流量变送器	FHF		FHN						

6.5.3 FCX-A/C 变送器主要性能规格 (表6.5.3)

表 6.5.3 FCX-A/C 变送器主要性能规格表

型 号		FCX-A					FCX-C		
		FHC/FKC FHF	FHG/FKG FHB/FKB	FHA/FKA	FHE/FKE	FHD/FKD	FHK/FKK FHN	FHP/FKP	FHH/FKH
量程 (代码第6位) kPa	1	0.1/0.1 ...1	6.4/0.64 ...64	1.6/1.6 ...16				13/8.125 ...130	
	2	0.6/0.1 ...6	50/5 ...500	13/1.6 ...130			0.6/0.375 ...6	50/31.25 ...500	13/8.125 ...130
	3	3.2/0.32 ...32	300/30 ...3000	50/5 ...500	3.2/0.32 ...32	3.2/0.32 ...32	3.2/2 ...32	300/187.5 ...3000	50/31.25 ...500
	4	6.4/0.64 ...64	1000/100 ...10000	300/30 ...3000	6.4/0.64 ...64	64/0.64 ...64		1000/625 ...10000	300/187.5 ...3000
	5	13/1.3 ...130	5000/500 ...50000		13/1.3 ...130	13/1.3 ...130	13/8.125 ...130		
	6	50/5 ...500			50/5 ...500	50/5 ...500	50/31.25 ...500		
	7	200/20 ...2000					200/125 ...2000		
	8	300/30 ...3000							
注:表中××/ ××为最小量 程;...××为 最大量程									
精度		智能型±0.1%, 模拟型±0.1%							
量程比		智能型100:1, 模拟型10:1					智能型16:1, 模拟型10:1		
静压或单向过压		差压为3.2, 10, 14, 16, 40MPa; 表压、绝压为最大压力的300%; 单、双法兰为法兰额定压力							
接液温度		差压、压力为-40~+120℃; 法兰为-40~+300℃					-40~+100℃		
环境温度		-40~+85℃							
材料		316L 不锈钢, 哈氏合金 C, 蒙耐尔, 钽, 钛, 锆等					316L 不锈钢		
外壳结构		IEC IP67和 NEMA 4X; 材料: 低铜铝合金或304 不锈钢							
防爆		已由 CSA, FM, BASEEFA, JIS 及中国 NEPSI 认可为本安型, 隔爆型仪表							
通讯		遵守 HART 通讯协议							
重量, kg		4.4	3.4	3.4	12.4	14.4	3.4	1.9	1.9

6.6 西门子 SITRANS P 系列变送器

[根据西门子公司 SITRANS P 系列变送器选型样本 (1997年) 编写]

6.6.1 SITRANS P 变送器品种、型号 (表6.6.1)

表 6.6.1 SITRANS P 变送器品种、型号一览表

类 型	模 拟 型			类 型	智 能 型		
	HK 系列	ES 系列	DS 系列		HK 系列	ES 系列	DS 系列
名称				名称			
压力变送器	7MF4020	7MF4022	7MF4032	差压和流量变送器	7MF4520	7MF4522	7MF4532
绝对压力变送器	7MF4320	7MF4322	7MF4332	液位变送器	7MF4620	7MF4622	7MF4632
差压和流量变送器	7MF4420	7MF4422	7MF4432	远传密封系统	7MF49××		

注: 1. ES 和 DS 系列都是智能型变送器, 主要区别是: ①ES 系列仅有本安型, DS 系列有本安和隔爆两类防爆型式; ②量程比 ES 为 1:100, DS 为 1:30。

2. HK、ES、DS 系列变送器均无需参考压力源即能设定量程的起始值和终值。

6.6.2 SITRANS P 变送器主要性能规格 (表6.6.2)

表 6.6.2 SITRANS P 变送器主要性能规格表

种 类	压 力	绝对压力	差压和流量	液 位
传感器类型	硅传感器			
测量范围	详见 6.6.3, 6.6.4			
量程比	模拟型 HK: 1:10; 智能型 ES: 1:100, DS: 1:30			
定点设置误差	≤0.1% (包括滞后和重复性误差)			≤0.15%
长期漂移	≤0.1%/年	≤0.2%/年	≤0.1%/年	
环境温度影响	≤0.1%/10K (零点和量程)			

续表

种 类	压 力	绝对压力	差压和流量	液 位
环境温度	-40~+85℃			
接液温度	-40~+100℃			-40~+175℃
过程连接	G1/2A 外螺纹 1/2-14NPT 内螺纹	1/2-18NPT 内螺纹	高压侧: 法兰 DIN DN80, 100 PN16/40 ANSI 3in, 4in 150, 300lb 低压侧: 1/2-18NPT 内螺纹	
毛细管远传密封系统	DN50, 80, 100, 125, PN40/400 (DIN2501连接) 2, 3, 4, 5in, 150/2500lb (ANSI B16.5连接) 上述连接可配法兰或不配法兰 (仅膜盒) 另外还有多种卫生型密封件			
隔离膜片材料	不锈钢, 316, 316L, 哈氏合金, 蒙耐尔, 钛, 金, PTFE, ECTFE			
电气连接	PG13.5密封量, M20×1.5内螺纹, 1/2-14NPT 内螺纹, Han 7D 插头			
通讯	遵守 HART 协议, 参数通过 PC 机或便携机设定或调整			
外壳	铸铝微量铜, 喷聚酯硝基漆, 防护等级 IP65			
防爆等级	DIN EN50014~50020 (CENELEC) 本安型: EEx ia I C T4/T5/T6; 隔爆型: EEx d I C T5/T6			
重量, kg	1.5	4.5	4	11~18

注: 1in=25.4mm; 1lb=0.45kg。

6.6.3 SITRANS P 压力和绝压变送器量程 (表 6.6.3)

表 6.6.3 SITRANS P 压力和绝压变送器量程 (最小~最大量程) 表

种 类	压力变送器				绝对压力变送器		
型 号	7MF4020	7MF4022	7MF4032	耐压	7MF4320	7MF4322 7MF4332	耐压
代 码	bar	bar	bar	bar	mbar	mbar	bar
B	0.1~1	0.01~1	0.03~1	6			
C	0.4~4	0.04~4	0.13~4	10			
D	1.6~16	0.16~16	0.5~16	32	25~250	8.3~250	32
E	6.3~63	0.63~63	2.1~63	100	130~1300		32
F	16~160	1.6~160	5.3~160	250	500~5000	43~1300	32
G	40~400	4~400	13.3~400	600	3000~30000	160~5000	32
H						1000~30000	160
备 注	测量上下限: 30mbar~100%FS				测量上下限: 0~100%FS		

注: 1bar=10⁵Pa。

6.6.4 SITRANS P 差压和液位变送器量程 (表 6.6.4)

表 6.6.4 SITRANS P 差压和液位变送器量程 (最小~最大量程) 表

种 类	差压和流量变送器				液位变送器		
型 号	7MF4420	7MF4422	7MF4432	耐压	7MF4620	7MF4622 7MF4632	耐压
代 码	mbar	mbar	mbar	bar	mbar	mbar	bar
B	1~20	1~20	1~20	32			
C	6~60	1~60	2~60	160			
D	25~250	2.5~250	8.3~250	44××为 160; 45××为 420	25~250	25~250	法兰额 定压力
E	60~600	6~600	20~600		60~600	25~600	
F	160~1600	16~1600	53~1600		160~1600	53~1600	
G	500~5000	50~5000	160~5000		500~5000	160~5000	
H	3000~30000	300~30000	1000~30000				
备 注	测量上下限: -100%~+100% FS 4520, 4522, 4532 仅 D、E、F、G、H				测量上下限: -100%~+100% FS		

注: 1bar=10⁵Pa。

6.7 ABB KENT-TAYLOR 600T 智能变送器

[根据 ABB 公司 600T 变送器选型样本 (1998 年) 编写]

600T 智能差压变送器型号规格

序 号	代号	型 号
abcd		621D 差压变送器 (普通型) 静压 21MPa
e 量程范围, kPa		622D 差压变送器 (高静压型) 静压 42MPa
	A	0.084~2.5
	B	0.17~10
	C	0.67~40
	D	2.67~160
	E	10~600
	F	40~2400
	H	117~7000
	U	267~16000
	L	
	R	1.25~25
	E	4~80
	F	30~600
		120~2400
f 隔离膜片	填充液	
316LSS	硅油	■
Hastelloy C276	硅油	■
Monel 400	硅油	■
Tantalum	硅油	■
注: 亦可选择惰性液, 另: 621DA 型隔离膜片只选用 Hastelloy C276		
g 过程法兰/适配器/排污/排气阀	连接方式	
材料	1/2" NPT-f 带适配器	■
316LSS	1/4" NPT-f	■
316LSS		■
注: 亦可选择其他材料, 如 Hastelloy C276, Monel 400, 详见各型号资料		
h 螺栓及密封垫	密封垫	
螺栓	Viton	■
碳钢	PTFE	■
碳钢	Viton	■
316SS	PTFE	■
316SS	PTFE	■
17-4-PH	PTFE	■
i 安装支架		
无		■
碳钢		■
316SS		■
j 电气证书		
安全场合		■
Factory Mutual (FM) 认可		■
注: 亦可满足各种防爆等级要求		
k 电气连接		
1/2" NPT		■
CM 20		■
Pg 13.5		■
1/2" GK		■
l 表头		
无		■
数字 LCD, 线性 0~100%, 用户可标定		■
模拟输出指示器 0~100%		■
数字 LCD 一体化		■
m 浪涌保护		
无		■
有		■
n		■
o 预处理		
无		■
氧气运行的清理		■
氢气预处理		■
特殊脱脂		■

■ 可选项

600T 智能液位变送器型号规格

序 号	代号	型 号		
abcd		621L 凸法兰液位变送器 (敞口) 静压: 法兰压力等级	621N 凸法兰液位变送器 (封闭) 静压: 法兰压力等级	623D 法兰安装 差压变送器 静压: 法兰压力等级
e 量程范围, kPa				
	B	0.34~10		0.17~10
	C	1.34~40	1.34~40	0.67~40
	D	5.34~160	5.34~160	2.67~160
	E	20~600	20~600	10~600
	F	80~2400	80~2400	40~2400
f 隔离膜片	填充液	见附表1	见附表1	
316LSS	硅油			■
Hastelloy C276	硅油			■
Monel 400	硅油			■
Tantalum	硅油			■
注: 亦可选择惰性液				
g		见附表2	见附表2	见附表3
h 填充液				见附表3
硅油 (DC200)		■	■	
惰性液		■	■	
硅油 (DC702)		■	■	
i 低压侧过程法兰/适配器/排污/排气阀				
材料	连接方式			
316LSS	1/2" NPT-f 带适配器	■	■	■
316LSS	1/4" NPT-f	■	■	■
注: 亦可选择其他材料, 如 Hastelloy C276, Monel 400, 详见各型号资料。				
j 螺栓及密封垫				
螺栓	密封垫			
碳钢	Viton	■	■	■
碳钢	PTFE	■	■	■
316SS	Viton	■	■	■
316SS	PTFE	■	■	■
k 电气证书				
安全场合		■	■	■
Factory Mutual (FM) 认可		■	■	■
注: 亦可满足各种防爆等级要求				
l 电气连接				
1/2" NPT		■	■	■
CM 20		■	■	■
Pg 13.5		■	■	■
1/2" GK		■	■	■
m 表头				
无		■	■	■
数字 LCD, 线性0~100%, 用户可标定		■	■	■
模拟输出指示器0~100%		■	■	■
数字 LCD 一体化		■	■	■
n		■	■	■
o		■	■	■

■ 可选项

600T 智能压力变送器型号规格

序 号		代号	型 号			
abcd			621G 压力变送器	621A 绝压变送器	614G/A 表压/绝压变送器 (高量程)	624G/A 表压/绝压变送器
e 量程范围, kPa		B C D E F H U S V F W	0.17~10 0.67~40 2.67~160 10~600 40~2400 117~7000 267~16000	4~40 10.7~160 40~600 160~2400 467~7000 1070~16000	1750~17500 4200~42000	40~800 120~2400 400~8000
f 隔离膜片	填充液					
316LSS	硅油	2	■	■	■	■
Hastelloy C276	硅油	3	■	■	■	■
Monel 400	硅油	4	■	■	■	■
Tantalum	硅油	5	■		■	■
注: 亦可选择惰性液						
g 过程法兰/适配器/排污/排气阀					见附表4	见附表4
材料	连接方式					
316LSS	1/2" NPT-f 带适配器	1	■	■		
316LSS	1/4" NPT-f	4	■	■		
注: 亦可选择其他材料, 如 Hastelloy C276, Monel 400, 详见各型号资料						
b 螺栓及密封垫						
螺栓	密封垫					
碳钢	Viton	1	■	■	■	
碳钢	PTFE	3	■	■	■	
316SS	Viton	4	■	■	■	
316SS	PTFE	6	■	■	■	
17-4-PH	Viton	B			■	
17-4-PH	PTFE	C			■	
		0				■
i 安装支架						
无		1	■	■	■	■
碳钢		7	■	■		
316SS		8	■	■		
碳钢		2			■	■
316SS		3			■	■
j 电气证书						
安全场合		1	■	■	■	■
Factory Mutual (FM) 认可		7	■	■	■	■
注: 亦可满足各种防爆等级要求						
k 电气连接						
1/2" NPT		1	■	■	■	■
CM 20		2	■	■	■	■
Pg 13.5		3	■	■	■	■
1/2" GK		4	■	■	■	■
l 表头						
无		1	■	■	■	■
数字 LCD, 线性 0~100%, 用户可标定		3	■	■	■	■
模拟输出指示器 0~100%		7	■	■	■	■
数字 LCD 一体化		A	■	■	■	■
m 浪涌保护						
无		1	■	■	■	■
有		2	■	■	■	■
n		1	■	■	■	■
o 预处理						
无		1	■	■	■	■
氧气运行的清理		2	■	■		
氢气预处理		3	■	■		
特殊脱脂		4	■	■		

■ 可选项

600T 带远传毛细管智能变送器型号规格

序 号		代号	型 号	
abcd			621R/P/V 带远传毛细管差压/ 表压/绝压变送器	614P 带远传毛细管压力 变送器 (高量程)
e 量程范围 (kPa)		B	0.5~10	
		C	2~40	
		D	8~160	
		E	30~600	
		F	120~2400	
		H	350~7000	
		U	800~16000	
		U8		3450~17200
		S8		4200~41300 见“e”项
f 隔离膜片	填充液			
316LSS	硅油	2	■	
316LSS	惰性液	A	■	
g 过程连接及材质	连接方式			
材料	全密封	U	■	
316LSS	远传应用的密封适配器	N		■
17-4-PH				
h 螺栓				
螺栓				
碳钢		0	■	
碳钢		8		■
316SS		L	■	
316SS		D		■
镀锌合金钢		N	■	
镀锌合金钢		E		■
17-4-PH		F		■
i 安装支架				
无		1	■	■
碳钢		7	■	
316SS		8	■	
碳钢		2		■
316SS		3		■
j 电气证书				
安全场合		1	■	■
Factory Mutual (FM) 认可		7	■	■
注: 亦可满足各种防爆等级要求				
k 电气连接				
1/2" NPT		1	■	■
l 表头				
无		1	■	■
数字 LCD, 线性0~100%, 用户可标定		3	■	■
模拟输出指示器0~100%		7	■	■
数字 LCD 一体化		A	■	■
m 浪涌保护				
无		1	■	■
有		2	■	■
n		1	■	■
o		1	■	■

■ 可选项

S6系列远传毛细管型号规格

序 号	代号	型 号				
abc	S6*	S6W 平板式	S6C T 型	S6E 凸面法兰	S6F 平面法兰	S6T 离线式 螺纹连接
d 远传毛细管数量						
一条	1	■	■	■	■	■
两条	2	■	■	■	■	■
ef 连接部件		见附表5		见附表6	见附表6	见附表7
与膜片相同	F6		■			
g 其他接触材质 (非膜片)						见附表7
与膜片相同	0	■	■		■	
316LSS	2			■		
Hastelloy C 276	3			■		
h 膜片材质						
316LSS	2	■	■	■	■	■
Hastelloy C 276	3	■	■	■	■	■
Monel	4	■				■
Tantalum	5	■			■	■
i 凸件长度						见附表8
无	0	■	■		■	
2in	2			■		
4in	4			■		
6in	6			■		
j 填充液						
硅油 (DC200)	A	■	■	■	■	■
硅油 (DC702)	C	■	■	■	■	■
硅油 (DC704)	D	■	■	■	■	■
甘油/水	G	■	■	■	■	■
惰性液	P	■	■	■	■	■
丙烯正二醇/水	K	■	■	■	■	■
Neobee M-20	N	■	■	■	■	■
kl 毛细管长度 m (feet)						
1 (3)	3	■	■	■	■	■
1.5 (5)	5	■	■	■	■	■
2 (7)	7	■	■	■	■	■
2.5 (8)	8	■	■	■	■	■
3 (10)	10	■	■	■	■	■
3.5 (12)	12	■	■	■	■	■
4 (13)	13	■	■	■	■	■
4.5 (15)	15	■	■	■	■	■
5 (17)	17	■	■	■	■	■
6 (20)	20	■	■	■	■	■
7.5 (25)	25	■	■	■	■	■
9 (30)	30	■	■	■	■	■
10 (35)	35	■	■	■	■	■
m 密封材料						
无	0	■	■	■	■	
非石棉复合材料	7					■
Viton	2					■
PTFE	4		■			
316SS	6		■			
no	00	■	■	■	■	■

■ 可选项

除上述的传感器外, ABB 公司亦提供下列几种 S6 系列:

S6R 离线法兰连接 S6U 螺纹组合式 S6S 卫生式
 S6A 卫生无菌式 S6P 尿素设备

附表 1 f 高压侧法兰

材质	规格	尺寸	代号	材质	规格	尺寸	代号
碳钢	ANSI 150R. F.	2in	1	316SS	ANSI 150R. F.	2in	J
		3in	2			3in	K
		4in	0			4in	G
	ANSI 300R. F.	2in	3		ANSI 300R. F.	2in	L
		3in	4			3in	M
	ANSI 600R. F.	2in	5		ANSI 600R. F.	2in	N
		3in	6			3in	P
	DIN ND 16 Form C	DN 50	7		DIN ND 16 Form C	DN 50	Q
		DN 80	8			DN 80	R
		DN 100	B			DN 100	Y
	DIN ND 40 Form C	DN 50	A		DIN ND 40 Form C	DN 50	S
		DN 80	C			DN 80	T
	DIN ND 64 Form E	DN 50	D		DIN ND 64 Form E	DN 50	U
		DN 80	E			DN 80	V
	DIN ND 100 Form E	DN 50	F		DIN ND 100 Form E	DN 50	Z
		DN 80	H			DN 80	W

附表 2 g 高压侧材质、尺寸

膜片材质	凸体材质	凸出体尺寸	代号
316 LSS	316 LSS	无	平面
		2in	1
		4in	2
		6in	4
Hastelloy C276	Hastelloy C	无	平面
		2in	A
		4in	B
		6in	C
Tantalum	无	平面	D
			T

附表 3 gh 高压侧安装法兰

材质	规格	尺寸	代号
316 LSS	ANSI 150 R. F	2in	12
		3in	14
	ANSI 300 R. F	2in	16
		3in	18
	DIN ND 16 Form C	DN 50	22
		DN 80	24
	DIN ND 40 Form C	DN 50	26
		DN 80	28

附表 4 g 过程连接

材质	连接方式	代号	614	624
316 LSS	1/2" NPT 内螺纹	1	■	■
	1/2" NPT 外螺纹	2	■	■
	DIN 16288-Form B-G 1/2"	3	■	■
Hastelloy C276	1/2" NPT 内螺纹	A	■	■
	1/2" NPT 外螺纹	B	■	■
	DIN 16288-Form B-G 1/2"	C	■	■
Monel 400	1/2" NPT 内螺纹	D	■	■
	1/2" NPT 外螺纹	E	■	■
	DIN 16288-Form B-G 1/2"	F	■	■

附表 5 ef 连接部件

1-1/2in ANSI	F1
1-1/2in ANSI(不适应于第八项的“4”)	F2
3in ANSI	F3
NW40,DIN ND 10-4(不适应于第八项的“4”)	D1
NW80,DIN ND 10-4(不适应于第八项的“4”)	D3
NW40,DIN ND 64-160(不适应于第八项的“4”)	D7
NW80,DIN ND 64-160(不适应于第八项的“4”)	D8
NW50,DIN ND 10-4(不适应于第八项的“4”)	21
NW50,DIN ND 64-160(不适应于第八项的“4”)	22

附表 6 ef 连接部件

尺寸/规格	材质	代号	S6E	S6F	尺寸/规格	材质	代号	S6E	S6F
2in ANSI CL 150	碳钢	K2	■	■	3in ANSI CL 150	碳钢	K3	■	■
2in ANSI CL 150	316 SS	S2	■	■	3in ANSI CL 150	316 SS	S3	■	■
2in ANSI CL 300	碳钢	L2	■	■	3in ANSI CL 300	碳钢	L3	■	■
2in ANSI CL 300	316 SS	31	■	■	3in ANSI CL 300	316 SS	36	■	■
2in ANSI CL 600	碳钢	32	■	■	3in ANSI CL 600	碳钢	37	■	■
2in ANSI CL 600	316 SS	33	■	■	3in ANSI CL 600	316 SS	38	■	■
2in ANSI CL 900	碳钢	34	■	■	3in ANSI CL 900	碳钢	39	■	■
2in ANSI CL 900	316 SS	35	■	■	3in ANSI CL 900	316 SS	3A	■	■

续表

尺寸/规格	材 质	代号	S6E	S6F	尺寸/规格	材 质	代号	S6E	S6F
4in ANSI CL 150	碳钢	K4	■	■	NW80 DIN ND 16	碳钢	4C	■	■
4in ANSI CL 150	316 SS	3B	■	■	NW80 DIN ND 16	316 SS	4M	■	■
4in ANSI CL 300	碳钢	L4	■	■	NW80 DIN ND 40	碳钢	4D	■	■
4in ANSI CL 300	316 SS	3C	■	■	NW80 DIN ND 40	316 SS	4N	■	■
NW50 DIN ND 16	碳钢	41	■	■	NW80 DIN ND 64	碳钢	4E		■
NW50 DIN ND 16	316 SS	42	■	■	NW80 DIN ND 64	316 SS	4F		■
NW50 DIN ND 40	碳钢	43	■	■	NW80 DIN ND 100	碳钢	4H		■
NW50 DIN ND 40	316 SS	44	■	■	NW80 DIN ND 100	316 SS	4G		■
NW50 DIN ND 64	碳钢	45		■	NW80 DIN ND 160	碳钢	4K		■
NW50 DIN ND 64	316 SS	46		■	NW80 DIN ND 160	316 SS	4L		■
NW50 DIN ND 100	碳钢	47		■	NW100 DIN ND 16	碳钢	D2	■	■
NW50 DIN ND 100	316 SS	48		■	NW100 DIN ND 16	316 SS	D6	■	■
NW50 DIN ND 160	碳钢	4A		■	NW100 DIN ND 40	碳钢	D4	■	■
NW50 DIN ND 160	316 SS	4B		■	NW100 DIN ND 40	316 SS	D9	■	■

附表 7 efg 连接尺寸及材质

尺寸/规格	接触面法兰材质	代号	尺寸/规格	接触面法兰材质	代号
1/4in NPT-f	碳钢	521	1/4in NPT-f	碳钢带平接头	5E1
1/4in NPT-f	316 SS	522	1/4in NPT-f	316 ss 带平接头	5E2
1/4in NPT-f	Hastelloy C276	523	1/4in NPT-f	Hastelloy C276带平接头	5E3
1/2in NPT-f	碳钢	551	1/2in NPT-f	碳钢带平接头	5K1
1/2in NPT-f	316 SS	552	1/2in NPT-f	316 ss 带平接头	5K2
1/2in NPT-f	Hastelloy C276	553	1/2in NPT-f	Hastelloy C276带平接头	5K3
1in NPT-f	碳钢	581	1in NPT-f	碳钢带平接头	5N1
1in NPT-f	316 SS	582	1in NPT-f	316 ss 带平接头	5N2
1in NPT-f	Hastelloy C276	583	1in NPT-f	Hastelloy C276带平接头	5N3
1-1/2in NPT-f	碳钢	5B1	1-1/2in NPT-f	碳钢带平接头	5P1
1-1/2in NPT-f	316 SS	5B2	1-1/2in NPT-f	316 ss 带平接头	5P2
1-1/2in NPT-f	Hastelloy C276	5B3	1-1/2in NPT-f	Hastelloy C276带平接头	5P3

附表 8 i 螺栓材质

代号

碳钢	E
316 SS	F
合金钢 ASTM A193B77a-B7M	G

7. 常用分散型控制系统(DCS)和可编程序控制器(PLC)

7.1 HS2000 分布式控制系统 (图 7.1)

[根据北京市和利时自动化工程有限责任公司《HS2000 分布式控制系统简介》(1997 年 10 月)和《HS2000 系统硬件技术说明书》(1995 年 9 月)编写]

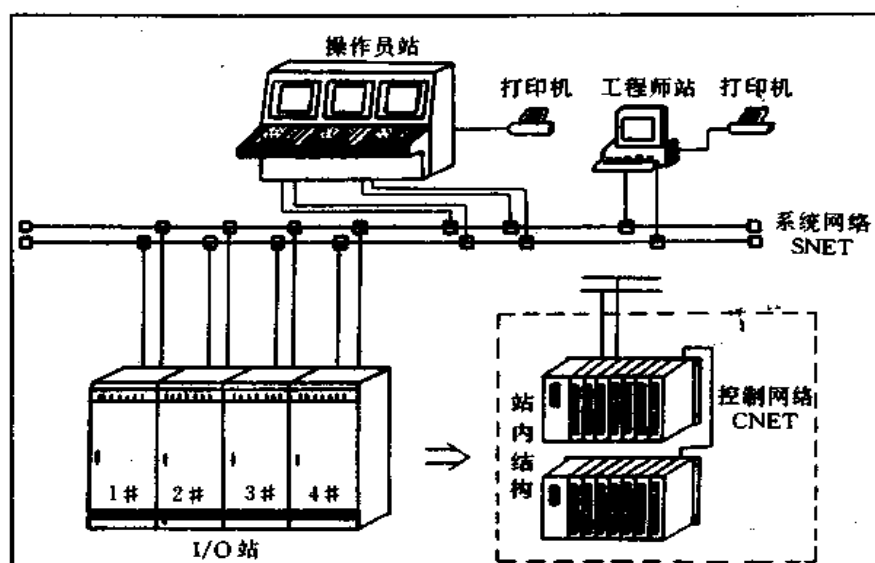


图 7.1 HS2000M 中型分布式控制系统

7.1.1 HS2000 硬件、软件型号及说明

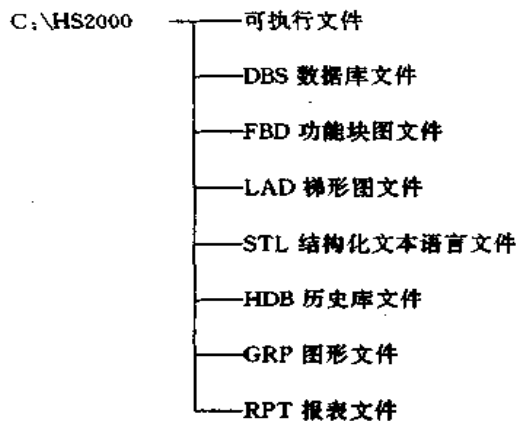
序号	型 号	名 称	说 明
(1) 系统操作员站			
1	80586	高可靠工业机	100MHz 内存 16MB 硬盘 1GB
2	VGA	显示卡	1024×768 点 触屏可选
3		20in (51cm) 工业监视器	
4		彩色汉字打印机	触摸式, 轨迹球
5		专用薄膜操作键盘	
6		冗余网络控制板	
		半导体卡	含操作员站固化软件
(2) 工程师站			
1	80586	主机	100MHz 内存 16MB 硬盘 1GB
2	VGA	显示卡	1024×768 点
3		14in 监视器	
4		汉字行式打印机	轨迹球
5		标准 101 防水键盘	
6		冗余网络控制板	
		半导体卡	组态软件集成在之中。在无工程师站的系统中, 在操作站插入此卡可运行组态软件
(3) 现场 I/O 控制站			
1	HS210	I/O 组件机架	带总线底板
2	HS2F20	SNET 网络接口板	令牌总线网卡, 采用 PC/104 结构
3	HS211	通道电源机架	带电源底板

续表

序号	型 号	名 称	说 明
(3) 现场 I/O 控制站			
4	HS2F80	CPU 主控制器模板	Chips F8680 芯片, 具有符合 PC104 标准的扩展接口
5	HS2F40A	多点模拟量输入模板	16 路, 模拟量信号转换成数字量信号
6	HS2F41	多点模拟量输出模板	16 路 4~20mA 或 0~10V 输出, 与 HS2T46 板配合使用
7	HS2F60	多点开关量输入/输出板	32 点, 可配置成开关量输入或输出
8	HS2F61	多点脉入、中断及 PWM 板	脉入: 12, SOE: 4, PWM: 2
9	HS2T40	多点通道隔离模入调理板	模入 16 路, 热电偶时 15 路
10	HS2T42	多点供电型模入调理板	16 路, 为两线制仪表提 24V DC 电源
11	HS2T46	多点通道隔离模出调理板	16 路 D/A 端子板
12	HS2T60	触点型开关量入/SSR, I/O 转接板	32 点, 与 HS2F60 配套, 还可作为 HS2T31 板与 HS2F60 板连接的转换板
13	HS2T61	多点开关量输出调理板	32 点隔离型开关量输出端子板
14	HS2T62	通道隔离开关量入/脉冲量入/PWM 调理板	开关量入/脉入: 16, PWM: 2
15	HS2T63	多点隔离型开关量输出调理板	16 点, 接收 HS2F60 的电平信号, 转换成电流信号, 可以控制继电器, 电磁阀
16	HS2T30	通用外接端子板	热电偶冷端补偿电路可选
17	HS2T31	SSR 调理及端子板	16 点固态继电器型开关量输入/输出端子板
18	HS2T340	三相线路交流输入端子板	
19	HS2T341	多路单相电压交流输入端子板	8 路
20	HS2T342	多路单相电流交流输入端子板	8 路
21	HS2T35A	多路模拟量输入端子板	16 路
22	HS2T36	多路触点型开关量输入/输出端子板	16 路
23	HS2T37	多路冗余 RTD 端子板	16 路
24	HS2F70	系统电源	+5V 30A
25	HS2F71	现场电源	24V 12.6A
26	HS2F72	现场电源	24V 6.3A
27	HS210	总线底板	使 CPU、I/O 模块以及电源构成紧耦合系统
28	HS2F20	令牌总线网络接口板	为系统 CPU 模块提供令牌总线网络支持
29	HS290	AT 总线 CAN 接口板	用于扩展 PC 机的 CAN BUS 的通讯能力
(4) 通讯网络			
1		系统网络 SNET	HS2000 系统中操作员站、现场 I/O 控制站和工程师站的主干网 采用工业令牌总线协议 (Token Bus) 符合 IEEE802.4 标准 传输速率 2.5Mbps 最大距离 6.5km 网络上最大节点数为 32 个
2		控制网络 CNET	采用 CAN BUS 控制局域总线, 可与各种微处理器连接 可编程传输速率 ≤ 1Mbps 网络上最大节点数为 32 个
(5) 系统软件			
1		I/O 模块软件	I/O 模板加电自检, 初始化模板的工作方式, 进入预定的采集或输出处理, 接收控制器或自控制器传送数据
2		现场控制站软件	主控模块软件, 嵌入式多任务处理系统, 将控制站的实时数据以每秒一次的频率报告所有操作员站
3		操作员站软件	抢占式实时多任务系统, 包括网络传送、系统库管理、历史库管理、图形显示、人机会话、报表管理、报警管理等功能, 监视整个系统的状态
4		工程师站软件	运行在中文 WINDOWS 3.2 环境下, 包括系统配置、系统生成、系统下装三个功能

7.1.2 HS2000 系统工程师站组态软件生成的各种文件

所有生成的组态定义文件、组态数据文件均存放在工程师站硬盘中的子目录 HS2000 下 (该子目录也可由用户设定), 在 HS2000 子目录下又分设若干二级子目录, 分别存放不同类型的组态文件:



所有对文件的读写应相对于当前目录及相应下一级子目录操作，不得指定盘标记和全程目录。所有文件不得随意存放，否则不予保留。各目录中存放的文件如下。

HS2000 目录：

LNK.EXE	系统管理
REF.EXE	引用生成
DBS.EXE	数据库生成
FBD.EXE	功能块图生成
LAD.EXE	梯形图生成
STL.EXE	计算公式生成(结构化文本语言生成)
HDB.EXE	历史库生成
GRP.EXE	图形生成
RPT.EXE	报表生成

DBS 目录：(其中：xx 为站号)

CF.DAT	系统配置文件
RFxx.SD	某站引用编辑源文件
RFPTIDxx.MD	某站引用点名点号表中间文件
DBxx.SD	某站数据库点源文件
DBPTIDxx.MD	某站数据库点名点号表中间文件
DBREALxx.MD	某站数据库实时库中间文件
DBALLxx.MD	某站数据库参数库中间文件
SCANxx.DD	某站数据库板级数据文件
PTID.DD	系统点名点号表目标文件
REALxx.DD	某站实时库目标文件
ALLxx.DD	某站参数库目标文件
INDEXxx.DD	某站类索引表目标文件
RFxx.DD	某站引用实时库目标文件

FBD 目录：(其中：xx 为站号)

FBxx.SD	某站功能块图源文件
FBPTIDxx.MD	某站功能块图点名点号表中间文件
FBREALxx.MD	某站功能块图实时库中间

FBALLxx.MD	文件 某站功能块图参数库中间文件
------------	---------------------

LAD 目录：(其中：xx 为站号)

LDxx.SD	某站梯形图源文件
LDPTIDxx.MD	某站梯形图点名点号表中间文件
LDREALxx.MD	某站梯形图实时库中间文件
LDALLxx.MD	某站梯形图参数库中间文件

STL 目录：(其中：xx 为站号)

STxx.SD	某站结构化文本语言源文件
STPTIDxx.MD	某站结构化文本语言点名点号表中间文件
STREALxx.MD	某站结构化文本语言实时库中间文件
STALLxx.MD	某站结构化文本语言参数库中间文件

HDB 目录：

HDB.SD	历史库编辑源文件
HDB.DD	历史库目标文件
XXXXXXXXX.XXX	历史库数据文件(其中：XXXXXXXXX 为历史数据点名：xxx 为历史数据组号)

GRP 目录：(XXXXXXXXX 为用户定义的图形名)

XXXXXXXXX.GRP	底图文件
XXXXXXXXX.WND	窗口文件
XXXXXXXXX.IMG	图片文件

RPT 目录：(XXXXXXXXX 为用户定义的报表名)

XXXXXXXXX.RPT	报表文件
---------------	------

7.2 SUPCON JX-300 集散控制系统 (图 7.2)

[根据浙江大学工业自动化公司《SUPCON JX-300 集散控制系统使用手册》(1997 年)编写]

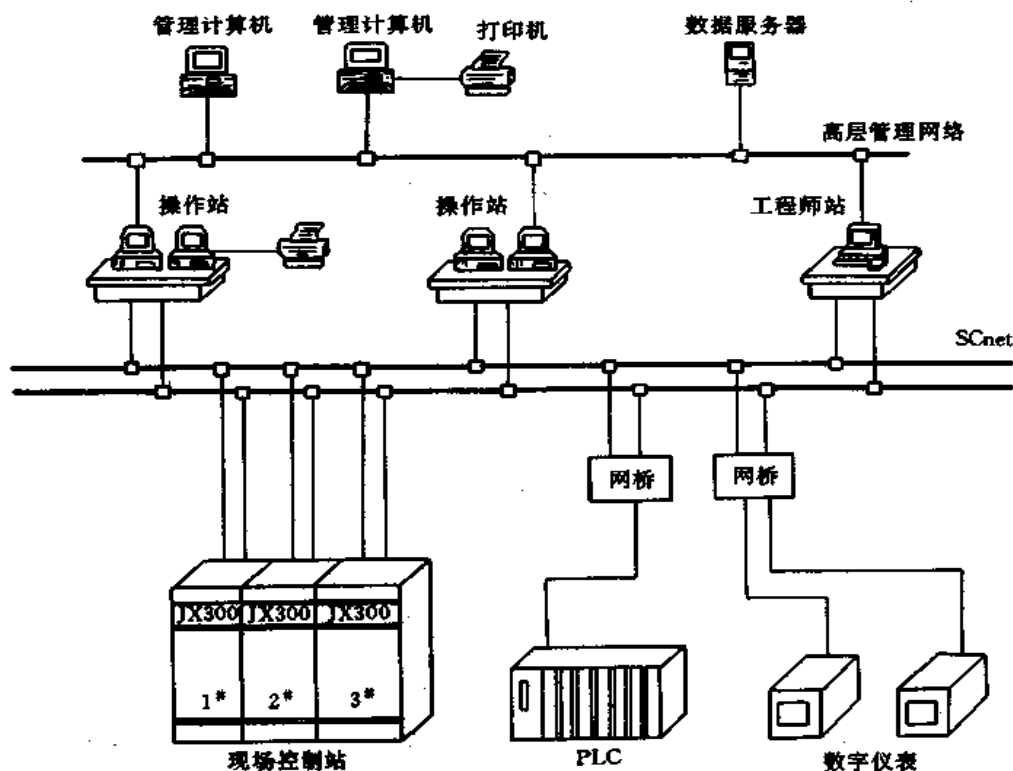


图 7.2 SUPCON JX-300 系统构成图

序号	型号	名称	说明
1. 通信网络			采用三层网络结构
1.1	Ethernet	以太网管理网	符合 TCP/IP 协议的以太网, 连接操作站, 工程师站、管理计算机等, 是全场综合管理的信息通道。 通信速率: 10Mbps 通信介质: 50Ω 同轴电缆 (总线形连接, 带终端匹配器), 或四类双绞线 (星形连接, 配有源 HUB) 网上站数: 最大 500 个 通信距离: 最大 2.5km
1.2	SCnet	现场控制网	符合 IEEE802.4 协议的 2.5Mbps 冗余令牌网, 或 10Mbps 冗余网, 连接操作站, 工程师站及现场控制站, 传输过程实时数据。 2.5Mbps 版本 10Mbps 版本 通信介质: 93Ω 同轴电缆 50Ω 同轴电缆 节点数 8~255 30~1024 通信距离 600~6400m 185~1555m
		SCnet 网络部件	
	SP401	SCnet 网络终端匹配器	
	SP402	SCnet 网络 T 形头	
	SP403	SCnet 网络直头	
	SP406	SCnet 网络无源转接卡	
	SP411-10	SCnet 网络线缆	长 10m
	SP411-20		长 20m
	SP411-50		长 50m
	SP411-100		长 100m
	SP411-185		长 185m

续表

序号	型 号	名 称	说 明
	SP412-50 SP412-100 SP412-300 SP412-500	SCnet 网络粗缆	长 50m 长 100m 长 300m 长 500m
	CGW	通讯门路 (网桥)	SCnet 网络与其他智能设备 (PLC、数字仪表、色谱分析仪、变频器等) 的接口, 提供 RS232/RS485 可选串行接口, 支持 MODBUS 协议
1.3	SBUS	现场控制站内部网	符合 IEEE802.4 协议的 1Mbps 冗余令牌总线, 用于现场控制站内部各卡件之间的信息交换 通信介质: 120Ω 屏蔽八芯双绞线 节点数: 最大 16 个 通信距离: 最大 1.2km, 可与 RTU 单元 (远程 I/O 机笼) 通信
2. 操作站			奔腾/100 以上工业 PC 机 16MB 以上内存, 54MB 以上硬盘 支持 800×600 256 色以上的显示卡和显示器 JXCC 网卡 (操作站与 SCnet 的接口) SC8004B 操作员键盘或鼠标
3. 工程师站			同操作站
4. 现场控制站			
4.1		机柜	19in 标准结构, 上部为电源箱, 其下可放置 1~6 只机笼
4.2		机笼	
		A 型主控制机笼	20 个槽位, 背后带有接线端子
		A 型 I/O 机笼	20 个槽位, 背后带有接线端子
		B 型主控制机笼	14 个槽位, 不带接线端子, 通过电缆与端子柜相连, 主要用于开关量信息高速输入/输出
4.3	SP251	电源箱	机柜系统供电
	SP251-1	开关电源卡	电源箱配件, +24V 3.5A 和 +5V 8A 输出
	SP251-2	开关电源卡	电源箱配件, +24V 3.5A 输出
4.4		A 型卡件	小尺寸卡件, 用于 A 型机笼中
	SP241A1 SP241A2	A 型主控制卡	有三块 CPU 协同工作, 分别管理系统的控制, 数采、通信 A1 卡可配 8 块数据转发卡, 与 4 只机笼交换信息 A2 卡可配 16 块数据转发卡, 与 8 只机笼交换信息
	SP221A	A 型电源卡	机笼内供电, 40W, +24V、+5V 输出
	SP231	数据转发卡	转发主控制卡与 I/O 卡之间的数据
	SP311	2 路万能模拟信号输入卡	2 路 A/D 转换卡, 可接受 Pt100、Cu50 热阻, 各种热偶, 毫伏, 电压 (I 型、II 型), 电流 (I 型、II 型) 信号
	SP313	4 路电流信号输入卡	4 路输入, 并可为 4 路变送器提供 +24V 隔离电源
	SP314	4 路电压信号输入卡	4 路输入, 可接受 I、II 型标准电压信号、毫伏信号, 各种热偶信号
	SP315	2 路应变信号输入卡	
	SP316	2 路热电阻信号输入卡	2 路输入, 接受 Pt100、Cu50 信号
	SP322	4 路模拟信号输出卡	4 路输出, 0~10mA 或 4~20mA
	SP331A	4 路数字信号处理卡	4 路输入或输出。组态为输入时, 可接受触点或电平信号; 组态为输出时, 驱动中间继电器, 驱动能力: DC24V, 200mA
	SP332A	4 路继电器输出卡	4 路输出, 驱动中间继电器, 驱动能力: DC30V, 400mA 或 AC200V, 100mA
	SP333	4 路脉冲量输入卡	
4.5		B 型卡件	大尺寸卡件, 用于 B 型机笼中
	SP241B	B 型主控制卡	控制、数采、通信
	SP221B	B 型电源卡	机笼内供电, 40W, +24V、+5V 输出
	SP331B	32 路开关信号输入卡	
	SP332B	32 路开关信号输出卡	
5. 系统软件			
	Mfcdraw SCKey AdvanTrol	流程图制作软件 组态软件 实时监控软件	操作系统: Windows 95 中文版或 Windows NT Workstation 4.0 中文版

7.3 TDC 3000 (TPS) 分散型控制系统 (图 7.3)

[根据《TDC 3000 系统手册》、《高性能过程管理站性能指标和技术数据》(1995 年 9 月) 编写]

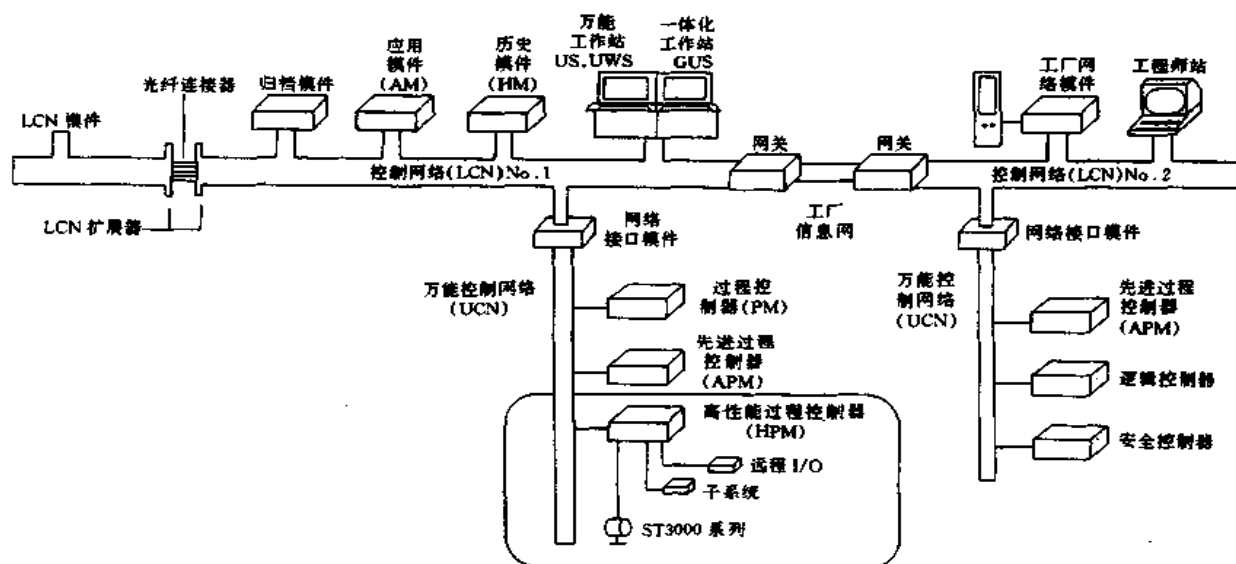


图 7.3 TDC 3000 (TPS) 系统构成

7.3.1 LCN 网络及其模块

序号	名称	功能描述	硬件构成	通讯方式
1	US/U ^{WS} (万能操作站)	人机接口	五卡插件箱, 包括: K4LCN(M68040), EPDG, 21in (53cm) 高分辨彩色 CRT (带触屏), 键盘(工程师及操作员)	协议: 令牌传送 IEEE802.4 速率: 5MB/s
2	GUS (一体化操作站)	人机接口, 支持 Windows NT 操作系统, 安全开放		
3	LCN (局域控制网)	支持其模块之间通信, 可冗余		
4	HM (历史模块)	储存 LCN 网络上大量信息	K4LCN(M68040) SPC (磁盘驱动器控制板)	
5	AM (应用模块)	进行高级计算及先进控制, 用 CL 语言编程, 含几种专用软件包	K4LCN-2 (2MB~8MB) (M68040)	
6	PLNM (工厂网络模块)	与 Vax 机连接接口		
7	PCNM (PC 网络模块)	与 PC 机连接接口		
8	NIM (网络接口模块)	用于 LCN 与 UCN 间的连接, 完成 LCN 与 UCN 间数据交换	五卡插件箱, 电源, 辅助卡件, 微型同轴电缆 K4LCN (M68040), EPNI	
9	UCN (通用控制网)	用于与其相连接的 PM, APM, HPM, LM, SM 之间的通讯 通过 NIM 与 LCN 相连 可冗余		协议: 载波令牌总线 网络与 IEEE802.4、 ISO 兼容 速率: 5MB/s

7.3.2 UCN 网络连接装置

UCN 网络连接装置

- 包括
- PM/APM/HPM (过程管理站)
 - LM (逻辑管理站)
 - SM (安全管理站)

用来实现生产过程的数据采集与控制功能。

7.3.3 APM (先进过程管理站) 设备名称及型号

(1) 机柜及配件

① Markhon 型

名 称	型 号	名 称	型 号
NEMA1 机柜-双开门 [0.8W×0.8D×2.1H (m)]	MU-CBDM01	垂直固定板——全高	MU-CTVF11
NEMA1 机柜-单开门 [0.8W×0.5D×2.1H (m)]	MU-CBSM01	垂直固定板——半高	MU-CTVH11
NEMA1 机柜吊环 (4)	MU-CLBM01	现场接线端子 FTA 安装导槽——窄型	MU-TMCN11
NEMA1 机柜 (双开门) 底座	MU-CFDM01	现场接线端子 FTA 安装导槽 (带屏蔽接地金属棒)——窄型	MU-TMCN12
NEMA1 机柜 (单开门) 底座	MU-CFSM01	现场接线端子 FTA 安装导槽——宽型	MU-TMCW11
机柜内机笼 (卡件箱) 固定导板	MU-CTFP11	现场接线端子 FTA 安装导槽 (带屏蔽接地金属棒)——宽型	MU-TMCW12

②Rittal 型

名 称	型 号	名 称	型 号
机柜——双开门 [0.8W×0.8D×2.1H (m)]	MU-CBDX01	现场接线端子 FTA 安装导槽——窄型	MU-TMCN01
机柜——单开门 [0.8W×0.5D×2.1H (m)]	MU-CBSX01	现场接线端子 FTA 安装导槽 (带屏蔽接地金属棒)——窄型	MU-TMCN02
机柜内机笼 (卡件箱) 固定导板	MU-CTFP01	现场接线端子 FTA 安装导槽——宽型	MU-TMCW01
垂直固定板——全高	MU-CTVF01	现场接线端子 FTA 安装导槽 (带屏蔽接地金属棒)——宽型	MU-TMCW02
垂直固定板——半高	MU-CTVH01		

③机柜风扇 (适用各种类型机柜)

名 称	型 号	名 称	型 号
风扇 (240V AC, 50/60Hz)	MU-FAN501	风扇 (120V AC, 50/60Hz)	MU-FAN601
风扇-带报警装置 (240V AC, 50/60Hz)	MU-FAN511	风扇-带报警装置 (240V AC, 50/60Hz)	MU-FAN611

(2) APM

①先进过程管理站模件 APM (成套)——冗余 型号 MU-APMR01

先进过程管理站模件 APM (成套)——不冗余 型号 MU-APMS01

②卡件箱 (电话接头型)

APMM/PM 卡件箱 (空箱, 带 10 个 I/O 卡件槽) 型号 MU-PMFX02

APMM/PM 卡件箱 (空箱, Side-by-Side 冗余, 带 5 个 I/O 卡件槽) 型号 MU-PMFR02

I/O 卡件箱 (空箱, 带 15 个 I/O 卡件槽) 型号 MU-IOFX02

③卡件类型:

- 通讯处理器卡
- I/O 链路接口处理器卡
- 调制解调器卡
- 控制处理器卡

(3) I/O 处理器卡件

名 称	型 号	简 称	用 途
高电平模拟量输入卡	MU-PAIH03	HLAI 卡 16 点	输入 0~5V 1~5V 0.4~2V 4~20mA 电流或电压
智能变送器接口卡	MU-PSTX03	STI 卡 16 点	Honeywell 的 DE (数字增强型) 协议 (双向), 用于智能变送器与 DCS 间的通讯
串行设备接口卡	MU-PSDX02	SDI 卡 16 点/PORT	EIA-232-D, EIA-422 或 EIA-485
串行接口卡	MU-PSIM11	SI 卡 16 点/PORT	EIA-485 或 EIA-232 与 Modbus 兼容的设备
低电平模拟量输入卡	MU-PAIL02	LLAI 卡 8 点	TC、RTD 电压或电流 0~100mV, 0~5V 常用于温度点监控
低电平模拟量输入多路扫描卡	MU-PALM02	LLAIMUX 卡 32 点	TC、RTD 线性 mV 0~100mV, 0~5V 常用于温度点检测
模拟量输出卡	MU-PAOX03	AO 卡 8 点 16 点 (HPM)	输出 4~20mA 信号
脉冲输入卡	MU-PPLX02	PI 卡 8 点	接用方波或正弦波, 自供电两线制, APM 供电三线制脉冲电压或接点输入
数字输入卡	MU-PDLX02	DI 卡 32 点	接受开关量信号输入
数字输入事件系列卡	MU-PDIS11	DISOE 卡 32 点	接受开关量信号输入, 最大 32 路
数字输出卡	MU-PDOX02	DO 卡 16 点 32 点 (HPM)	16 路隔离常开或常闭接点, 采用 NPN 三极管集电极开路输出
空 I/O 卡件槽盖板	MU-PFPX01		
I/O 链路扩展器对——本地安装	MU-IOLM02		
I/O 链路扩展器对——远程安装	MU-IOLX02		
长距离 I/O 链路扩展器对	MU-ILD02		

(4) 现场接线端子 FTA (电话接头-压接端子)

名 称	型号与点数	尺寸	用 途
高电平模拟量输入/智能变送器接口 FTA (可冗余)	MU-TAIH02 MU-TAIH12(冗余) } 16 点	B	HLAI/STI 冗余用 FTA
低电平模拟量输入 FTA	MU-TAIL02 8 点	B	LLAI 卡的 FTA
低电平模拟量输入多路扫描 RTD FTA	MU-TARM02 16 点	B	RTD LLMUX 卡的 FTA
低电平模拟量输入多路扫描 TC FTA	MU-TAMT02 16 点	B	TC LLMUX 卡的 FTA
低电平模拟量输入多路扫描 TC FTA	MU-TAMT12 16 点	B	远程 TC LLMUX 卡的 FTA
带远端 CJR			
电源适配器 FTA	MU-TLPA02	A	电源适配器卡的 FTA
脉冲输入 FTA	MU-TPLX12 8 点	B	PI 卡的 FTA
模拟量输出 FTA(可冗余)	MU-TAOX02 } 8 点 MU-TAOX12 }	B	AO 卡 FTA
数字输入(120V AC-隔离型 FTA)	MU-TDLA12 32 点	C	120V AC 隔离型 DI 卡 FTA
数字输入(240V AC 隔离型 FTA)	MU-TDLA22 32 点	C	240V AC 隔离型 DI 卡 FTA
数字输入(24V DCFTA)	MU-TDLD12 32 点	C	24V DCDI 卡 FTA
数字输出(120/240V AC 固态输出 FTA)	MU-TDOA13 16 点	B	120/240V AC 固态输出 DO 卡 FTA
数字输出(3/30V DC 固态输出 FTA)	MU-TDOD13.16 点	B	3/30V DC 固态输出 DO 卡 FTA
数字输出(31~200V DC 固态输出 FTA)	MU-TDOD22.16 点	B	31~200V DC 固态输出 DO 卡 FTA
数字输出(24VDC, 100mA 非隔离型 FTA)	MU-TDON12.16 点	B	24V DC, 100mA 非隔离型 DO 卡 FTA
数字输出(120V AC/125V DC 继电器输出 FTA)	MU-TDOR12.16 点	B	120V AC/125V DC 继电器输出 DO 卡 FTA
数字输出(240V AC/125V DC 继电器输出 FTA)	MU-TDOR22.16 点	B	240V AC/125V DC 继电器输出 DO 卡 FTA
串行设备接口 FTA	MU-TSDT02	A	接 Toledo 重量仪(8142)(SDI 卡 FTA)
串行设备接口 FTA	MU-TSDM02	A	接手动/自动站(SDI 卡 FTA)
串行设备接口 FTA	MU-TSDU02	A	接 U DC6000 控制器(SDI 卡 FTA)
串行接口 FTA	MU-TSIM12	A	SI 卡 FTA 接 Modbus

注: 1. 长度, A=15.24cm/6.0in B=30.73cm/12.1in C=46.228cm/18.2in

宽度:(所有 FTA, 除本质安全电流隔离型 FTA 外)=12.065cm/4.75in

(所有本质安全电流隔离型 FTA)=12.446cm/4.90in

2. LLMUX 卡的 FTA 要求与电源适配器一起使用

(5) 电源系统

① 电源系统

名 称	型 号
PM/APM 冗余电源系统-带安装支架 (20A)	MU-PSRX02
PM/APM 单一电源系统-带安装支架 (20A)	MU-PSSX02
PM/APM 冗余电源系统-带系统后备蓄电池和安装支架 (20A)	MU-PSRB02

② 单-交流电源系统

名 称	型 号	名 称	型 号
单-AC 冗余电源 (120V AC 供电, 8A)	MU-PAR111	单-AC 冗余电源 (240V AC 供电, 16A)	MU-PAR221
单-AC 冗余电源 (240V AC 供电, 8A)	MU-PAR211	单-AC 单一电源 (120V AC 供电, 16A)	MU-PAS121
单-AC 单一电源 (120V AC 供电, 8A)	MU-PAS111	单-AC 单一电源 (240V AC 供电, 16A)	MU-PAS221
单-AC 单一电源 (240V AC 供电, 8A)	MU-PAS211	单-AC 电源盖板	MU-PACP01
单-AC 冗余电源 (120V AC 供电, 16A)	MU-PAR121		

7.3.4 HPM (高性能过程管理站) 设备名称及型号

(1) 机柜及配件 同 APM 中“机柜及配件”。

(2) HPMM

① 高性能过程管理站模件 HPMM (成套) —— 冗余

型号 MU-HPMR01

高性能过程管理站模件 HPMM (成套) —— 不冗余

型号 MU-HPMS01

②卡件箱 (电话接头型)

名 称	型 号	名 称	型 号
HPM 卡件箱 (空箱, 带 7 个卡件槽, 槽号 1~7)	MU-HPFH01	HPM 卡件箱 8 槽盖板 (当只用一个 7 槽的卡件箱时使用)	MU-HPCP01
HPM 卡件箱 (空箱, 带 7 个卡件槽, 槽号 9~15)	MU-HPFH11	HPM 冗余连接电缆	51201667-100
HPM 卡件箱 (空箱, 带 15 个卡件槽)	MU-HPFX02	HPM 输入输出仿真软件 (选项)	MU-SWSM22
HPM 卡件箱中间填充盖板, 槽号 8	MU-HPFP01		

③卡件类型

a. 高性能通信和控制卡 (带两个 68040 芯片)

b. I/O 链路接口卡

c. UCN 网络接口

(3) I/O 卡件 同 APM 中 “I/O 处理器卡件”。

(4) FTA 端子 同 APM 中 “FTA 现场接线端子”。

(5) 电源系统 同 APM 中 “电源系统”。

7.3.5 电缆种类及型号

(1) FTA I/O 电缆 (电话接头)

名称, 长度	型 号	名称, 长度	型 号
FTA I/O 电缆 (本机柜内使用)	MU-KFTA00	FTA I/O 电缆 (30m)	MU-KFTA30
FTA I/O 电缆 (5m)	MU-KFTA05	FTA I/O 电缆 (35m)	MU-KFTA35
FTA I/O 电缆 (10m)	MU-KFTA10	FTA I/O 电缆 (40m)	MU-KFTA40
FTA I/O 电缆 (15m)	MU-KFTA15	FTA I/O 电缆 (45m)	MU-KFTA45
FTA I/O 电缆 (20m)	MU-KFTA20	FTA I/O 电缆 (50m)	MU-KFTA50
FTA I/O 电缆 (25m)	MU-KFTA25		

(2) LLMUX 或 SDI 串行接口双绞线电缆

名称, 长度	型 号
带屏蔽的双绞线电缆 (本机柜内使用)	MU-KLAM00
带屏蔽的双绞线电缆 —— 18gauge (76m/250ft)	MU-KLX076
带屏蔽的双绞线电缆 —— 18gauge (152m/500ft)	MU-KLX152
带屏蔽的双绞线电缆 —— 18gauge (305m/1000ft)	MU-KLX305

(3) EIA-485 电缆

名称, 长度	型 号
SDI/SI FTA EIA-485 电缆 (30.5m/100ft)	MU-KSX030
SDI/SI FTA EIA-485 电缆 (152.4m/500ft)	MU-KSX152
SDI/SI FTA EIA-485 电缆 (304.8m/1000ft)	MU-KSX305

(4) 数字 FTA 供电电缆

名称, 长度	型 号	名称, 长度	型 号
电源分配电缆 (24V DC) 本机柜内使用	MU-KDPR00	电源分配电缆 (24V DC) 30m	MU-KDPR30
电源分配电缆 (24V DC) 5m	MU-KDPR05	电源分配电缆 (24V DC) 35m	MU-KDPR35
电源分配电缆 (24V DC) 10m	MU-KDPR10	电源分配电缆 (24V DC) 40m	MU-KDPR40
电源分配电缆 (24V DC) 15m	MU-KDPR15	电源分配电缆 (24V DC) 45m	MU-KDPR45
电源分配电缆 (24V DC) 20m	MU-KDPR20	电源分配电缆 (24V DC) 50m	MU-KDPR50
电源分配电缆 (24V DC) 25m	MU-KDPR25		

(5) UCN 电缆 (室外使用)

UCNRG-11 原始电缆 (152m) 型号 51191607-152

UCNRG-11 原始电缆 (305m) 型号 51191607-305

UCNRG-11 原始电缆 (762m) 型号 51191607-762

(6) UCN 电缆转接头 (Tap)

UCN 电缆转接头对 (Tap Pair) —— 每个接头带 2 个分支 (带固定支架) 型号 MU-NTAP02

UCN 电缆转接头对 (Tap Pair) —— 每个接头带 4 个分支 (带固定支架) 型号 MU-NTAP04

UCN 电缆转接头对 (Tap Pair) —— 每个接头带 8 个分支 (带固定支架) 型号 MU-NTAP08

UCN 电缆转接头的转矩扳手工具 型号 MU-NKTQ01

(7) UCN 电缆 (室内使用)

名 称	型 号	名 称	型 号
UCNRG-6 支线电缆对 (本机柜内使用)	MU-NKD000	UCNRG-11 主干电缆对 (30m)	MU-NKT030
UCNRG-6 支线电缆对 (2m)	MU-NKD002	UCNRG-11 主干电缆对 (40m)	MU-NKT040
UCNRG-6 支线电缆对 (5m)	MU-NKD005	UCNRG-11 主干电缆对 (50m)	MU-NKT050
UCNRG-6 支线电缆对 (10m)	MU-NKD010	UCNRG-11 主干电缆对 (100m)	MU-NKT100
UCNRG-6 支线电缆对 (20m)	MU-NKD020	UCNRG-11 主干电缆对 (200m)	MU-NKT200
UCNRG-6 支线电缆对 (30m)	MU-NKD030	UCNRG-11 主干电缆对 (400m)	MU-NKT400
UCNRG-6 支线电缆对 (40m)	MU-NKD040	UCNRG-11 主干电缆对 (600m)	MU-NKT600
UCNRG-6 支线电缆对 (50m)	MU-NKD050	UCNRG-11 主干电缆接头 (共 24 个)	MU-NKTK01
UCNRG-6 支线电缆接头 (共 24 个)	MU-NKDK01	UCNRG-11 主干电缆卷边工具	MU-NKTT01
UCNRG-6 支线电缆卷边工具	MU-NKDT01	UCNRG-11 主干电缆接头套 (一包 10 个)	MU-NCSK01
UCNRG-11 主干电缆对 (2.5m)	MU-NKT002	UCNRG-11 原始电缆 (152m)	MU-51190899-152
UCNRG-11 主干电缆对 (5m)	MU-NKT005	UCNRG-11 原始电缆 (305m)	MU-51190899-305
UCNRG-11 主干电缆对 (10m)	MU-NKT010	UCNRG-11 原始电缆 (762m)	MU-51190899-762
UCNRG-11 主干电缆对 (20m)	MU-NKT020		

7.3.6 APMM (HPMM) 的数据点类型

① 常规 PV 算法点 (Regulatory PV)

⑦ 数组点 (Array)

② 常规控制算法点 (Regulatory Control)

⑧ 旗标点 (Flag)

③ 数字综合点 (Digital Composite)

⑨ 数值点 (Numeric)

④ 逻辑运算点 (Logic)

⑩ 时钟点 (Timer)

⑤ 设备控制点 (Device Control)

⑪ 字符串点 (String)

⑥ 过程模块点 (Process Module)

⑫ 时间点 (Time)

(1) 常规 PV 算法点 (Regulatory PV Point)

算法种类	功 能	算法种类	功 能
Data Acquisition	数据采集	Totalizer	流量累和器
Flow Compensation	流量补偿	Variable Dead Time With Lead /Lag	带变量纯滞后的二阶环节
Middle-of-3 Selector	三选一选择器	General Linearization	多段折线转换器
High/Low/Average Selector	高/低/平均选择器	Calculator	可编程计算器
Summer	多变量加法器		

(2) 常规控制算法点 (Regulatory Control Point)

算法种类	功 能	算法种类	功 能
PID	比例, 积分, 微分控制算式	Auto/Manual Station	手动/自动站
PID With Feedforward	带前馈的 PID	Incremental Summer	多个主回路输出变化量累加器
PID With External Reset Feedback	带外部复位和反馈的 PID	Switch	开关
PID With Position Proportional	带位置比例控制器的 PID	Override Selector	强制选择器
Position Proportional	位置比例控制器	Multiply/Divide	乘法器/除法器
Ratio Control	比率控制器	Summer	加法器
Ramp Soak	分段爬升/下降控制器		

7.4 μ XL 分散型控制系统 (图 7.4)

[根据《 μ XL 分散型控制系统选型样本》(1997 年) 编写]

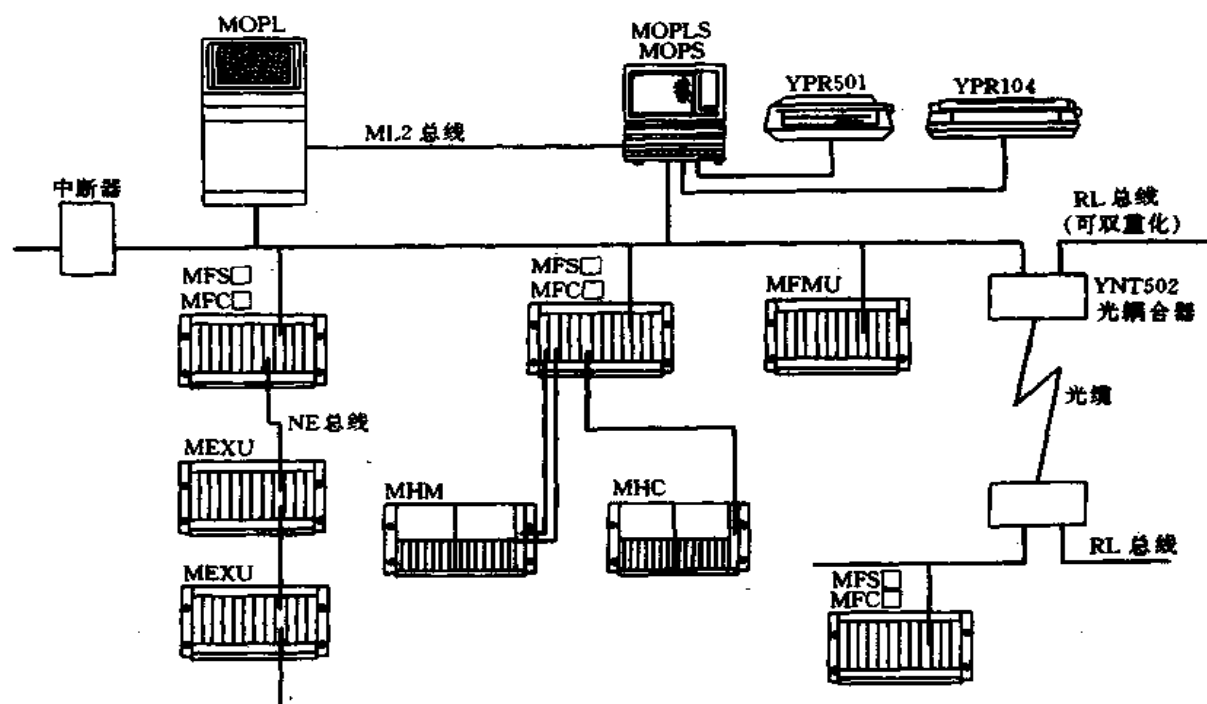


图 7.4 μ XL 系统构成

7.4.1 操作站型号、代码和插件

(1) MOPS 操作站型号及代码

型号	辅助代号	形式代码	说 明
MOPS			操作站 [14in (35.56cm) CRT 型], 台式
	-S		标准型 (20MB 硬盘)
	-E		增强型 (40MB 硬盘)
	-A		高级型 (40MB 硬盘)
	-P		强化型 (500MB 硬盘)
	-M		特强型 (500MB 硬盘)
	1		带单 RL 总线
	2		双重化 RL 总线
	1		100/110/115/120V AC 电源 ^①
	2		220/230/240V AC 电源 ^①
	1		英语版 (支持多种语言)
	7		支持中文
	9		支持日-英混合语
	*B		对 S、E、A 型
	*C		对 P、M 型

①CSA 证书。

注：支持中文的版本必须用 220V 电源。

(2) MOPL 操作站型号及代码

型号	辅助代号	形式代码	说 明
MOPL			操作站 [20in (50.8cm) CRT] 落地式
	-S		标准型 (带 20MB 硬盘)
	-E		增强型 (带 40MB 硬盘)
	-A		高级型 (带 40MB 硬盘)
	-T		标准型 (带触摸画面)
	-U		增强型 (带触摸画面)
	-V		高级型 (带触摸画面)
	1		带单 RL 总线接口插卡
	2		带双重化冗余 RL 总线接口
	1		100/110/115/120V 交流电源 ^①
	2		220/230/240V 交流电源
	1		多国语版本
	* B		型式 B

①CSA 证书。

(3) 新型 MOPL/MOPLS 操作站型号及代码

型号	辅助代号	形式代码	说 明
MOPL			操作站 [20in (50.8cm) 落地式]
MOPLS			操作站 [20in (50.8cm) 台式 CRT 型]
	-P		强化型
	-M		特强型
	-X		带触摸屏的强化型 ^⑤
	-Y		带触摸屏的特强型
	1		带单 RL 总线
	2		双重化 RL 总线
	1		100/110/115/120V AC 电源 (符合 CSA 安全标准) ^①
	2		220/230/240V AC 电源 ^②
	1		英语版 (支撑多种语言)
	7		支持中文 ^④
	9		支持日-英混合语
	* B/C		型式 B/C ^③

①不需说明具体电压值。

②每个 MOPL 带 10 块空白 FDC。

③对带触摸屏的 MOPL, 已装入一块 RS81 (价格已计入), 所以, 只有两个选件插卡槽。RS81 所需的控制软件未计入, 须另行购买 MSPF-C01。

④支持中文的版本必须用 220V 电源。

⑤MOPL 操作站为型式 C。

(4) MOPS、MOPL、MOPLS 操作站插件

型号	名称	插件位置	说 明	型号	名称	插件位置	说 明
CP81B	处理器插件	1	用于标准型(S)/增强型(E)	RM81	存储插件	4	用于标准型(S)/增强型(E)
CP81C	处理器插件	1	用于高级型(A)	RM82	存储插件	4	用于高级型(A)
CP81D	处理器插件	1	用于强化型(P)	PS84	电源单元		用于 100V AC 电源
CP81E	处理器插件	1	用于特强型(M)	PS84A	电源单元		用于 220V AC 电源
DP88	显示插件	2	用于多种语言版本	HD81	硬盘单元		用于标准型(S)
DP83B	显示插件	2	用于 MOPL-□□□9	HD82	硬盘单元		用于增强型(E)/高级型(A)
DP86B	显示插件	2	用于 MOPL-□□□1				
DP85B	显示插件	2	用于 MOPL-□□□7	RS61	无协议 RS-232-C 通讯插件	4, 5 或 6	4 端口 选用插件
LC81	RL 总线接口插件	3	用于单 RL 总线	RS81	RS-232-C 通讯插件	4, 5 或 6	4 通道 选用插件
LC82	RL 总线接口插件	3	用于双 RL 总线				

续表

型号	名称	插件位置	说 明	型号	名称	插件位置	说 明
BS81	BSC 规程 (RS-232-C) 通讯插件	4、5 或 6	执行 BSC 通讯, 选用插件	HF81	CENTUM-XL 通讯接口	4、5 或 6	用于 MOPL-E、A 型
GB83	GP-IB 通讯插件	4、5 或 6	用于 MOPL-A、M、Y 型与上位计算机通讯, 选用插件	EN83	以太网通讯插件	4、5 或 6	用于 MOPL-M、Y 型
ML82	ML2 总线通讯插件	4、5 或 6	两操作站远距离通讯, 选用插件	EN82	以太网通讯插件	4、5 或 6	用于 MOPL-E、A 型
HF	CENTUM-XL 通讯接口	4、5 或 6	用于 MOPLS-M、Y 型 XL 可在 CENTUM-XL 上监控和操作	RL	RL 总线终端端子		用于 RL 总线末端
				EKMU	工程师键盘		多种语言
				EKC	工程师键盘		支持中文

7.4.2 工程师键盘的 FDC 标准附件

(1) 选 EKMU 工程师键盘时的 FDC 标准附件

操 作 站		MOPL-S/T□□11	MOPL-E/U□□11	MOPL-A/V□11
FDC				
FDC (软盘) 用于系统初始化 (适用于 MOPS/MOPL)		MINF-S101 * A (用于标准型 MOPS/MOPL)	MINF-S201 * A (用于增强型 MOPS/MOPL)	MINF-S301 * A (用于高级型 MOPS/MOPL)
FDC 用于系统初始化 (用于标准型 MFCU)		MINF-F301 * A	MINF-F301 * A	MINF-F301 * A
FDC 用于系统初始化 (用于增强型 MFCU)		MINF-F401 * A	MINF-F401 * A	MINF-F401 * A
FDC 用于系统初始化 (用于标准型 MFCD)		MINF-F501 * A	MINF-F501 * A	MINF-F501 * A
FDC 用于系统初始化 (用于增强型 MFCD)		MINF-F601 * A	MINF-F601 * A	MINF-F601 * A
FDC 用于系统初始化 (用于标准型 MFMU)		MINF-M301 * A	MINF-M301 * A	MINF-M301 * A
FDC 用于系统初始化 (用于增强型 MFMU)		MINF-M401 * A	MINF-M401 * A	MINF-M401 * A
FDC 用于生成/维护系统 (用于 MOPS/MOPL)		MBMF-S101 * A	MBMF-S101 * A	MBMF-S101 * A
FDC 用于系统生成/维护 (用于 MFCU/MFCD/MFCN)		MBMF-S101 * A	MBMF-S101 * A	MBMF-S101 * A
操 作 站		MOPL-P/X□□□1 P (型)	MOPL-M/Y□□□1 M (型)	
FDC				
系统初始化 FDC (用于 MOPL/MOPLS)		MINF-S401 * A		MINF-S501 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFCU)		MINF-F301 * A		MINF-F301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFCU)		MINF-F401 * A		MINF-F401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFCD)		MINF-F501 * A		MINF-F501 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFCD)		MINF-F601 * A		MINF-F601 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFMU)		MINF-M301 * A		MINF-M301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFMU)		MINF-M401 * A		MINF-M401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFSU)		MINF-Q301 * A		MINF-Q301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFSU)		MINF-Q401 * A		MINF-Q401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFSD)		MINF-Q501 * A		MINF-Q501 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFSD)		MINF-Q601 * A		MINF-Q601 * A
生成用 FDC (用 MOPS/MOPL)		MBMF-S201 * A		MBMF-S201 * A
生成用 FDC (用于 MFCU/MFCD/MFCN/MF-MU/MFSU/MFSD)		MBMF-F201 * A		MBMF-F201 * A

(2) 选 EKC 工程师键盘时的 FDC 标准附件

操作站	MOPL-P/X□□7/9 P (型)	MOPL-M/Y□□7/9 M (型)
FDC		
系统初始化 FDC (用于 MOPL/S)	MINF-S409 * A	MINF-S509 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFCU)	MINT-F301 * A	MINF-F301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFCU)	MINT-F401 * A	MINF-F401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFCD)	MINT-F501 * A	MINF-F501 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFCD)	MINT-F601 * A	MINF-F601 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFSU)	MINT-M301 * A	MINF-M301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFSU)	MINT-M401 * A	MINF-M401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFSU)	MINT-Q301 * A	MINF-Q301 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFSU)	MINT-Q401 * A	MINF-Q401 * A
系统初始化 FDC (用于标准型 MFSD)	MINT-Q501 * A	MINF-Q501 * A
系统初始化 FDC (用于加强型 MFSD)	MINT-Q601 * A	MINF-Q601 * A
生成用 FDC (用 MOPS/MOPL)	MBMF-S201 * A	MBMF-S201 * A
生成用 FDC (用于 MFCU/MFCD/MFCN/MF-MU/MFSU/MFSD)	MBMF-F201 * A	MBMF-F201 * A

7.4.3 现场控制单元型号、代码和插件

(1) 现场控制单元型号及代码

型号	规格代码	型式代码	说 明
MFCN			现场控制站
MFCU			现场控制单元
MFCD			双重化现场控制单元
MFSU			顺控加强型现场控制单元
MFSD			顺控加强型双重化现场控制单元
	-S		标准型
	-E		增强型
	1		无冗余(任何型号 MAC2 及 PAC I/O 插件均可双重化)
	2		电源双重化
	3		RL 总线双重化
	4		电源、RL 总线双重化
	5		双重化(处理器、RL 总线、电源)
	1		100/110/120V AC 电源
	2		220/230/240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		通常为 0
		* A	A 型

注：电源符合 CSA 标准。

(2) MFCU 现场控制单元 I/O 插件和插槽位置

			I/O 插槽号									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
共用插件	电源插件	PS31									○	△
	电源插件	PS32									○	△
	微处理器插件	NP51/52										△
	PL 总线接口插件	LC51/52							○			
NE 总线接口	NE 总线接口插件	NE51							○			
I/O 插件	多点模拟量控制 I/O 插件 (1~5V DC 输入, 4~20mA DC 输出, 每块 8 点)	MAC2	○	△	○	△					○	
	多点脉冲列输入/模拟量输出插件 (输入输出, 每块 8 点输出 4~20mA DC)	PAC	○	△							○	
	回路通信插件 (ULDU 用)	LCU	○	○							○	
	回路通信插件 (SL□□用)	LCS	/	○	/	○	/	○			○	
	多点模拟量输入插件 (每块 16 点输入 1~5V DC)	VM1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	多点模拟量 I/O 插件 (每块输入输出 8 点均 1~5V DC)	VM2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	多点模拟量输出插件 (每块 16 点输出 1~5V DC)	VM4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	多点按钮输入插件 (16 点输入)	PB5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	多点脉冲列输入插件 (16 点输入)	PM1										
	多点状态 I/O 插件 (每块输入, 输出 16 点)	ST2										
	多点状态输入插件 (32 点输入)	ST3										
	多点状态输出插件 (32 点输出)	ST4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	多点状态 I/O 插件 (每块输入, 输出 32 点)	ST5										
	多点状态输入插件 (64 点输入)	ST6										
	多点状态输出插件 (64 点输出)	ST7										
	多点按钮输入插件 (输入 16 点)	PB6										
	RS-232-C 多点接口插件	RS2 *										
	隔离模拟输入插件	AN5 *	○	○	○	○	○	○	○	○		
	通用串行接口插件	RS3 *									○	
	GP-IB 接口插件	GB1 *										
	彩色 TV/开关输入插件	TV3 *										
	PLC 接口插件	PX1 *										
	VRAIN/信号处理接口插件	BC1 *									○	
											DDC 兼容 ①	
											BASIC ②	

① 这些插件可通过 DDC 或顺控功能传输信号。

② 这些插件可通过 BASIC 传输信号 (见 POPS/L GS 中 MSPF 软件包)。

注: 1. MAC2 和 PAC 不可同时使用。

2. 打有“*”标记的插卡, 其安装数有限制: 当插了 4 块 MAC 插件或者 2 块 PAC 插件时, 以上插件不能再插; 当 MAC 插件和 PAC 插件的安装数少于上述数目时, 可插一块 (但 AN5 最多 3 块)。

3. 各插件详见 I/O 插件 GS34A9M11-01E。

4. LCS 左边槽不能插插件。

○: 可以安装。

△: 双置化插件。

(3) MFCD 现场控制单元 I/O 插件和插槽位置

I/O 插槽号

1 2 3 4 5 6 7 8

共用插件	电源插件(100V AC 输入)	PS31									○	○
	电源插件(24V DC 输入)	PS32									○	○
	电源插件(220V DC 输入)	PS35									○	○
	处理器插件	NP53/54									○	○
NE 总线接口	NE 总线接口插件	NE53								○		
I/O 插件	多点模拟量控制 I/O 插件	MAC2	○	△	○	△					○	
	(输入:1~5V DC,输出:4~20mA 各 8 点)										○	
	多点脉冲列输入,模拟量输出插件	PAC	○	△							○	
	(输入/输出各 8 点,输出:4~20mA DC)										○	
	回路通信插件(ULDU 用)	LCU	○	○							○	
	回路通信插件(UL□□用)	LCS	/	○	/	○	/	○			○	
	多点状态 I/O 插件(每块输入,输出 16 点)	ST2										
	多点状态输入插件(32 点输入)	ST3										
	多点状态输出插件(32 点输出)	ST4										
	多点状态 I/O 插件(每块输入,输出 32 点)	ST5										
	多点状态输入插件(64 点输入)	ST6									○	○
	多点状态输出插件(64 点输出)	ST7										
	多点模拟输入插件(16 点输入,每点 1~5V DC)	VM1										
	多点模拟量 I/O 插件(输入和输出各 8 点,全部 1~5V DC)	VM2										
	多点模拟量输出插件(16 点输出每点 1~5V DC)	VM4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	多点脉冲列输入插件(16 点输入)	PM1									○	○
	多点按钮输入插件(16 点输入)	PB5									○	
	多点按钮输入插件(16 点输入)	PB6										
	RS-232-C 接口插件(4 通道)	RS2 *										
	通用串行接口插件	RS3 *										
	GP-IB 接口插件	GB1 *									○	○
	彩色 TV/开关输入插件	TV3 *										
	PLC 接口插件	PX1 *										
	隔离模拟输入插件	AN5 *										
	BRAIN/信号处理接口插件	BC1 *									○	

①这些插件可通过 DDC 或顺控功能传输信号。

②这些插件可通过 BASIC 传输信号(见 POPS/L GS 中 MSPF 软件包)。

注,1. MAC2 和 PAC 不可同时使用。

2. 打有“*”标记的插卡,其安装数有限制;当插了 4 块 MAC 插件或者 2 块 PAC 插件时,以上插件不能再插;当 MAC 插件和 PAC 插件的安装数少于上述数目时,可插一块(但 AN5 最多 3 块)。

3. 各插件详见 I/O 插件 GS34A9M11-01E。

4. LCS 左边槽不能插插件。

○:可以安装。

△:双重化插件。

DDC 顺控①

BASIC②

7.4.4 现场控制单元内部仪表

内部仪表	名称	内部仪表	名称
输入指示器	PVI	微分器	LD
偏差报警指示器	PVI-DV	超前滞后器	LDLAG
PID 调节器	PID	纯滞后时间器	DLAY
☆取样 PI 调节器	PI-HLD	滞后时间补偿器	DLAY-C
带有批量开关的 PID 调节器	PID-BSW	移动平均器	AVE-M
2 位置式 ON/OFF 调节器	ONOFF	区间平均器	AVE-C
3 位置式 ON/OFF 调节器	ONOFF-G	☆任意分割折线函数器	FUNC
时间比例 ON/OFF 调节器	PID-TP	算术运算器	CALCU
比例调节器	PD-MR	☆代表报警器	ALM-R
混合 PI 调节器	PI-BLEND	定量设定器	BSETU
手动操作器	MLD	批量数据设定器(1 批量)	BDSET-1
带输入指示的手动操作器	MLD-PVI	批量数据设定器(2 批量)	BDSET-2
带输出切换开关的手动操作器	MLD-SW	批量数据收集器	BDA
☆变化率限制器	VELLIM	☆2 位置式 电动机仪表	MC-2
比率设定器	RATIO	☆3 位置式 电动机仪表	MC-3
自动选择器	AS-H,M,L	☆单元结合器	UDL
信号选择器	SS-H,M,L	YEW SERIES80 仪表	SLPC,SLCD
☆双重化信号选择器	SS-DUAL		SLMC,SMST
3 回路切换开关	SW-33	YEW SERIES BCS 仪表	SMRT
☆9 回路切换开关	SW-91		SBSD,SLCC
☆14 点常数切换开关	DSW-14	☆开关仪表	SO,SI,SIO
常数设定器	DSET	☆工序显示器	BSI
带输入指示常数设定器	DSET-PVI	顺序元件	SW,DI,DO
程序设定器	PG-L13		TM,CT,CI,CO
程序设定器(步骤型)	PG-S13		
一次滞后器	LAG		

注：带☆的是新内部仪表。

7.4.5 MFMU 现场监视单元型号、代码和插件

(1) MFMU 现场监视单元型号及代码

型号	规格代码	型式代码	说 明
MFMU			现场监视单元
	-S		标准型
	-E		增强型
	1		无冗余
	2		电源冗余
	3		RL 总线冗余
	4		电源、RL 总线都冗余
	1		100/110/115/120V AC 电源
	2		220/230/240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		通常为 0
		* A	A 型

(2) MFMU 现场监视单元 I/O 插件

	型 号	名 称	功 能	最大数量
多路切换插件	MX2	非隔离多路切换插件	输入: $\pm 80\text{mV}$, 32 点 (TC 输入 30 点)	5
	MX3	隔离多路切换插件	输入: $\pm 80\text{mV}$, 16 点 (TC 输入 15 点)	5
	MX4	非隔离多路切换插件	输入: $\pm 10\text{V DC}$ 32 点	5
	MX5	隔离多路切换插件	输入: $\pm 10\text{V DC}$ 16 点	5
	MX6	非隔离多路切换插件	输入: RTD32 点	5
I/O 插件	ST2	多点状态 I/O 插件	输入: 16 点, 输出: 16 点	2
	ST3	多点状态输入插件	输入: 32 点	2
	ST4	多点状态输出插件	输出: 32 点	2
	ST5	多点状态 I/O 插件	输入: 32 点, 输出: 32 点	2
	ST6	多点状态输入插件	输入: 64 点	2
	ST7	多点状态输出插件	输出: 64 点	21
	PM1	多点脉冲列输入插件	输入: 16 点	2
	VM1	多点模拟输入插件	输入: $1\sim 5\text{V DC}$ 16 点	2
	VM2	多点模拟 I/O 插件	输入: $1\sim 5\text{V DC}$ 8 点 输出: $1\sim 5\text{V DC}$ 8 点	2
	VM4 ^②	多点模拟输出插件	输出: $1\sim 5\text{V DC}$ 16 点	2
	PB5 ^②	多点按钮输入插件	输入: 16 点	2
	PB6 ^①	多点按钮输入插件	输入: 按钮 16 点	2
	RS2 ^①	多点 RS-232-C 接口插件	RS-232-C 四通道	1
	RS3 ^①	通用串行接口插件	RS-232-C 或 RS422 电流环	1
	GB1 ^①	GP-IB 接口插件	GP-IB 输入/输出	1
	TV3 ^①	彩色 TV/开关输入插件	彩色 TV, 单色 TV 或开关输入	1
	PX1 ^①	PLC 接口插件	RS-232-C 或 RS422	1
	AN5 ^①	非隔离模拟输入插件	输入: $\pm 10\text{V DC}$ 8 点 (TC 输入 7 点)	2
	BC1	BRAIN/信号处理器通讯插件	BRAIN 系列变送器; UNI Δ /COM 或 SC	1

注: 1. 对 MX□ 插件, 隔离型与非隔离型输入可以混装。

2. 带有①标记的插件均要运行 BASIC, 因此, 必须选购增强型现场监视单元。

3. 对带有①标记的插件, 一个现场监视单元 (包括与 MFMU 相连的 MEXU I/O 扩展单元) 只能装一块插件。但不包含 PB6 和 AN5 在内。

4. 带有②的插件 (PB5 和 VM4) 可用于输入扫描和 PLC, 其他没有标记的插件可用于输入扫描、PLC 或 BASIC。

5. 当使用上述运行 BASIC 的 I/O 插件时, 每一块插件需要相应的控制程序 (MSPF 型软件), 但这一条不适用于 MX□、VM4、PB5 和 BC1 插件。

7.4.6 MEXU I/O 扩展单元型号、代码和插件

(1) MEXU I/O 扩展单元型号及代码

型号	规格代码	说 明
MEXU		I/O 扩展单元
	-S	标准型
	1	100/110/115/120V AC 电源 ^①
	2	220/230/240V AC 电源
	4	24V AC 电源
	0	常为 0
	* A	A 型

①CSA 标准。

续表

选型码	说 明		
/□R5	ER5	RTD 输入插件	无断路输出
/□RU	ER5	RTD 输入插件	断路输出上升
/□RD	ER5	RTD 输入插件	断路输出下降
/□S1	ES1	电位器输入插件	无断路输出
/□SU	ES1	电位器输入插件	断路输出上升
/□SD	ES1	电位器输入插件	断路输出下降
/□H1	EH1	输入隔离插件	输入 1~5V DC
/□SU	EH5	带开方输入隔离插件	输入 1~5V DC
/□A1	EA1	2 线制变送器输入插件	输入 4~20mA DC
/□A2	EA2	2 线制变送器输入插件	输入 4~20mA DC 有 BRAIN 通信功能
/□A5	EA5	2 线制变送器输入插件	输入 4~20mA DC 带开方
/□PI	EP1	脉冲列输入插件	
/□C0	EC0	控制输出隔离插件	输入 4~20mA DC, 输出 4~20mA DC
/□A0	EA0	输出隔离插件	输入 1~5V DC, 输出 4~20mA DC
/□H0	EH0	(1~5V 输出)	输入 1~5V DC, 输出 1~5V DC
/□X1	EX	I/O 直通插件	
/T	有工位号 (箱上所有插件)		

注: 在□中填插卡安装的插槽号, 用 16 进制填写 (1~9, A, B, C, D, E, F, G)。

7.4.8 端子板、端子块、继电器板

(1) 端子板、端子块

型 号	名 称	点 数	说 明
MUB * A	通用端子板	32 点 (16×2) 16 点 (8×2)	连接 VM1, VM2, VM4, ST2, ST3, ST4, PB5, PB6, PM1, AN5
MUD * A	通用端子板	64 点 (32×2)	连接 ST5, ST6, ST7
MCM * A	控制 I/O 端子板	8 点输入/8 点输出	连接 MAC2, PAC
MCL * A	连接 YS80 (100) 和 ULDU 端子板		连接 LCS, LCU
MTC * A	热电偶用端子板	30 点 (15×2) 14 点 (7×2)	连接 MX2, MX3, AN5
MRT * A	RTS 输入板	32 点 (16×2)	连接 MX6
TE16 * B	通用端子块	16 点	连接 ST2, ST3, ST4, VM1, VM2, VM4, PM1, PB5, PB6, AN5, MX2, 3, 4, 5
TE32 * B	通用端子块	32 点	连接 ST5, ST6, ST7
TE08 * B	通用端子块	8 点 (3 端子)	连接 LCS, LCU
TETC * B	热电偶输入	15 点 (MX□) 7 点 (AN5)	连接 MX2, MX3, AN5
TERT * A	RTS 端子块	16 点	连接 MX6

(2) 继电器板

型 号	辅助代码	形式代码	说 明
MRI			继电器输入板
	-11		16 点, 接 ST2, ST3
	-12		16 点, 接 ST2, ST3 (NO)
	-13		16 点, 接 ST2, ST3 (NC)
	-21		32 点, 接 ST5, ST6
	-22		32 点, 接 ST5, ST6 (NO)
	-23		32 点, 接 ST5, ST6 (NC)
电源	4		24V DC
形式		* A	型式 A
MRO			继电器输出板
	-11		16 点, 接 ST2, ST4, 每点带 1 个继电器节点输出 (NO)
	-12		16 点, 接 ST2, ST4, 每点带 2 个继电器节点输出 (NO)
	-13		16 点, 接 ST2, ST4, 每点带 2 个继电器节点输出 (NO, NC)

续表

型 号	辅助代码	形式代码	说 明
	-14		16 点, 接 ST2、ST4, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO)
	-15		16 点, 接 ST2、ST4, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO) 和 AUT/OFF/ON 开关
	-16		16 点, 接 ST2、ST4, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO) 和 1 个继电器节点输出 (NO)
	-21		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 1 个继电器节点输出 (NO)
	-22		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 2 个继电器节点输出 (NO)
	-23		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 2 个继电器节点输出 (NO, NC)
	-24		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO)
	-25		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO) 和 AUT/OFF/ON 开关
	-26		32 点, 接 ST5、ST7, 每点带 1 个继电器湿输出 (NO) 和 1 个继电器节点输出 (NO)
电 源	4		24V DC
型 式		* A	型式 A

7.4.9 电缆及终端器

型 号	说 明
KRL	RL 总线电缆 MOPS/L↔MFCU/MFCD/MFMU/MFSU/MFSD/LCS□ MOPS/L↔MOPL/S, YNT502
KS1	MHM/MHC↔MAC2/PAC, TETC↔AN5
KS2	MRI/MRO↔ST2/ST3/ST4, MHC↔VM1/VM2/VM4/PM1 TE16/MUB↔VM1/VM2/VM4/PM1/ST2/ST3/ST4/PB5/PB6
KS3	KCN 插头↔PB5/PB6/ST2/ST3/ST4
KS4	TE08/MLC↔LCS 卡/TE08
KS8	TERT↔MX6, MRT↔MX6
KS9	MRI/MR0/TE32/MUD↔ST5/ST6/ST7
KS10	KCN1↔ST5/ST6/ST7
M36950K	NE 总线电缆, MFC□/MFMU/MFS□↔MEXU, MEXU↔MEXU
M36950T	NE 总线终端器
S9019KL	RL 总线终端器

7.4.10 操作站 BASIC 功能软件包

(1) MSPF 软件包

型号	辅助代号	形式代码	说 明	相应的 GS 资料
MSPF			μXL 软件包①	—
	-C01		RS81 卡控制程序	—
	-C11		VM1, VM2, PM1 卡控制程序	—
	-C12		STa, PB6 卡控制程序	—
	-C13		RS2 卡控制程序②	—
	-C15		AN5 卡控制程序	34A6J21-01E
	-C17		TV3 卡控制程序	34A6J21-21E
	-C18		RS3 卡控制程序	34A6J21-31E
	-C19		GB1 卡控制程序	34A6J21-41E
	-D01		BSC 通信控制程序	34A6J32-01E
	-D02		远距离文件传送程序	34A6J33-01E
	-D03		ML2 总线强化通讯软件包	34A6J34-01E
	-D11		MELSEC-A PLC 通讯程序③	34A6J35-01E
	-D12		SYSMAC-C 通讯程序	—
	-D14		Allen-Bradley PLC 通讯程序④	34A6J35-31E
	-D15		MODICON PLC 通讯程序	34A6J35-41E
	-D21		MELSEC-A 通讯程序②③	34A6J36-01E
	-D24		Allen-Bradley 通讯程序④	34A6J36-31E
	-D25		MODICON 通讯程序⑤	34A6J36-41E
	-D26		SIMATIC 通讯程序⑥	34A6J36-51E
	-P01		EN83PC 机连接软件包(在 MS-Excel 下)⑥	34A6J85-11E
	-P12		EN83PLC 连接软件包	—
	-U11		数据库管理程序	34A6J52-01E
	-U12		IBM 数据转换程序	34A6J52-11E

续

型号	辅助代号	形式代码	说 明	相应的 GS 资料
MSPF	-U13		MS、DOS 文件转换程序	34A6J52-21E
	-U14		MS-DOS 文件转换程序 (用于 MOP□-P, M, X, Y)	34A6J52-22E
	-U25		QC 图形作成程序	34A6J53-41E
	-U26		统计质量控制软件包	34A6J53-51E
	1		英语版本	
		* A	形式 A	

①MSPF (BASIC 功能) 是必需的。

②MSPF-C13 RS2 卡控制程序是必需的。

③MSPF-D11 MELSEC-A PLC 通讯程序是必需的。

④MSPF-D14 Allen-Bradley PLC 通讯程序是必需的。

⑤MSPF-D15 MODICON PLC 通讯程序是必需的。

⑥这个软件包仅用于 MOP□-M 型和 Y 型。一个 MOP□站中最多安装 MSPF-P01, P11, P12 中的 2 个。对 EN83 来说, MAPF-S22 以太网通讯软件是必需的。

(2) MAPF 软件包

型号	辅助代号	形式代码	说 明	相关 GS 资料
MAPF			μXL 软件包	—
	-A01		配主管理软件包①②	34A6J61-01E
	-R01		日报/月报软件包①	34A6J65-01E
	-R02		批量报告软件包①	34A6J65-11E
	-S01		自文件软件包	34A6J71-01E
	-S02		HF 总线接口软件包④	34A6J72-01E
	-S03		计算机通信软件包②	34A6J73-01E
	-S04		传感器参数通信软件包①	34A6J74-01E
	-S07		YEWPACK MARK I 文件转换软件包	34A6J77-01E
	-S11		IBM-PC 通信软件包	34A6J82-01E
	-S21		以太网通信软件包	
	-S22		EN83 用以太网通信软件包②③	34A6J85-01E
	-S31		EN83 用计算机通信软件包④	34A6J86-01E
	1		英语版本	
		* A	形式 A	

①MBPF (BASIC 功能) 是必需的。

②该软件包仅用于 MOP□-M。

③这时, MBPF (BASIC 功能) 是必需的。

(3) MASF 软件包

型号	辅助代号	形式代码	说 明	相关的 GS 资料
MASF			μXL 软件包①	
	-F01		模糊控制软件包	34A6J41-61E
	1		英语版本	
		* A	形式 A	

①MBPF (BASIC 功能) 是必需的。这个软件包仅能用于 MFC□-E 或 MFS□-E 现场控制单元中。

型号	辅助代号	形式代码	说 明	相关的 GS 资料
MASF			μXL 软件包①	—
	-A02		强化版配方管理软件包	34A6J62-01E
	-R03		强化版批量报告软件包	34A6J65-21E
	-R10		数据处理软件包	34A6J66-01E
	1		英语版本	
		* B	形式 B	

①MBPF (BASIC 功能) 是必需的。

7.5 CENTUM-CS 分散型控制系统 (图 7.5)

[根据《CENTUM-CS 选型样本》(1997 年) 编写]

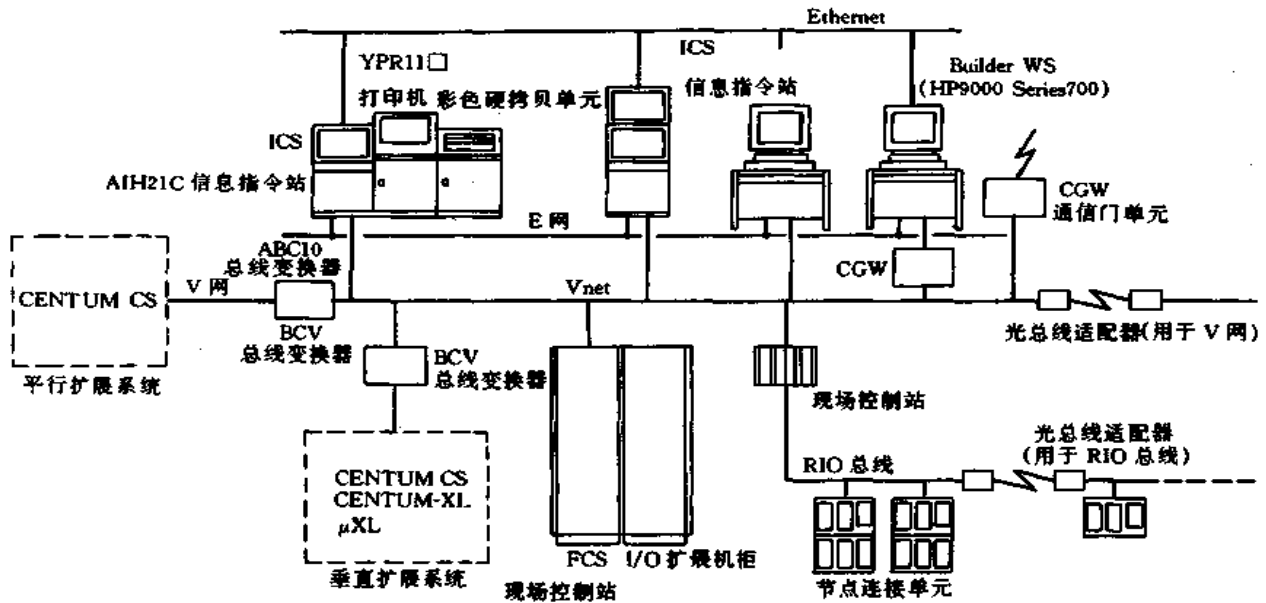


图 7.5 CENTUM-CS 系统构成图

7.5.1 信息指令站 (ICS) 型号、代码和插件

(1) AIH21C 信息指令站 (ICS) 型号及代码

型号	后缀代码	选件代码	说明
AIH21C			信息指令站 [21in (53cm) 落地式]
	-V		主存 48MB
	-G		主存 64MB
	-L		主存 96MB
	4		双冗余 V 网, 带 E 网接口
	3		镜像硬盘 1GB
	8		单面硬盘 1GB
	A		单面硬盘 2GB
	B		镜像硬盘 2GB
	C		单面硬盘 4GB (2GB×2)
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	1		英文版
		/EK	工程师键盘
		/MU	光电式鼠标 (3 位式)
		/WP	双层 CRT
		/1-DP①	带双层 CRT 的扩展单元
		/1-EP	带视频信号传送单元
		/□-R1	RS-232C 通讯卡 (4 个口)
		/1-E1②	以太网通讯卡 (1 个口) (最大安装数为 1)
		/□-PL	远距离连接单元, 用于 YPR112 (扩展距离达 100m)
		/1-CL③	扩展连接单元, 用于 YPR512 (扩展距离达 30m)
		/1-EF	外部 I/O 接口主单元
		/VU	声音输出单元
		/CH	带电缆孔的通道底座
		/HB	通道底座高度增加 50mm

① 仅能指定一项。

② 在□中填写安装数量, 最多可安装 3 块, 包括以太网通讯卡。

③ 在□中填写安装数量, 最多可安装 3 块, 包括/1-CL 和/1-EF。

(2) AIH00D 信息、指令单元型号及代码

类型 S3

型号	后缀代码	选择代码	叙 述
AIH00D			信息和指令单元 (台式不含 CRT)
	-V		主存 48MB
	-G		主存 64MB
	-L		主存 96MB
	4		双重冗余的 V 网, 带 E 网接口
	B		镜向构成的辅助存储器, 2GB
	1		100~120V AC±10% 供电
	2		220~240V AC±10% 供电
	1		英文版
		/EK	工程师键盘
		/MU	光电式鼠标 (3 位式)
		/TB	轨迹球
		/□-R1	RS-232C 通讯卡 (4 点) (最大安装数是 2)
		/1-E1 ^①	以太网通讯卡 (1 点) (最大安装数是 1)
		/UP10	带后备电源单元 (输入供电 100V AC)
		/UP12	带后备电源单元 (输入供电 120V AC)
		/UP23	带后备电源单元 (输入供电 220~230/240V AC)
		/2-KC05	V 网联接电缆 5m (标准附加为 2m) ^②
		/2-KC10	V 网联接电缆 5m (标准附加为 2m)
		/C10	17in (43cm) CRT
		/C20	21in (53cm) CRT

①在□中填入安装量, 安装总数为 2, 包含以太网通讯卡。

②台式 ICU 的连接是在外部。

标准软件附件

型号 AIH□□D 提供的软件包:

- 型号 SIH0100 (系统启动)
- 型号 SIH0110 (UNIX)
- SIH1100 (标准操作和监视功能)

(3) 信息指令站 (ICS) 插件

序 号	型 号	名 称	功 能
1	TMB	端子板单元	状态接点输出及辅助 I/O 接点输出的电缆连接
2	AIP211	声音输出单元 (选择项)	输出用户定义的声音信息
3	AIP121	人-机控制卡	控制 ICS 的操作输入 (键盘、触屏、鼠标)
4		配电盘 (板)	对 ICS 的单独供电分配板
5	AIP231	视频信号转接单元 (选择项)	将处理器来的视频信号转接至外部监视器
6	AIP501	V 网耦合单元	隔离 V 网信号
7-1	AIP423	硬盘单元 1GB	存储 ICS 的基本功能
7-2	AIP424	硬盘单元 2GB	存储 ICS 的基本功能
8-1	PW101	电源单元 100~120V AC	转换成直流电源供 ICS 各卡
8-2	PW102	电源单元 220~240V AC	转换成直流电源供 ICS 各卡
9-1	CP133E	处理器插卡	标准处理器插卡
9-2	CP134E	处理器插卡	用于双重 CRT 的 ICS 处理器卡
10	RS71	RS-232C 通信卡 (选择项)	执行 RS-232 通信协议
11	EN71	以太网通信卡 (选择项)	执行以太网通信协议
12	AIP221	外部 I/O 接口主单元 (选择项)	连接 AEX101 外部 I/O 远程
13	AIP201	打印机远距离联接单元 (选择项)	ICS 与 YPR112 打印机间距为 100m
14	AIP202	彩色硬拷贝扩展连接单元 (选择项)	ICS 与彩拷间距可达 30m
15		SCSI 接口	连接 ICS ID 模块

7.5.2 信息指令站 (ICS) 的外围设备

序号	型 号	后缀代码	名 称	说 明
1	YPR111		串行打印机	并行接口, 有 100V AC 和 220V AC 两种电源可选
		-S		无打印台
		-C		打印台 W 罩
		-D		开放式打印台

续表

序号	型 号	后缀代码	名 称	说 明
2	AKB202		YPR111 信号电缆	电缆长度分为 3、5、10m
3	AKB203		YPR111 信号电缆	扩展连接, 电缆长度分为 5、10、15、20、25、30m
4	YPR112	-S -C -D	串行打印机	串行接口, 有 100V AC 和 220V AC 两种电源可选 无打印台 打印台 W 罩 开放式打印台
5	AKB154		YPR112 信号电缆	电缆长度分为 5、10、15m
6	CSS11KAR		YPR112 长距离信号电缆	最长为 100m, 以 10m 倍数为限
7	YLM511	-S 1 1 2 /KS03 /KS15 /TM /PC	磁带机 (标准型)	把信息指令站(ICS)硬盘的内部拷贝到磁带上或把磁带上的内容装入 ICS 硬盘中 总为 1 1 为 100V AC 电源, 2 为 220V AC 电源 电缆长度 0.3m 电缆长度 1.5m 终端套管 和 ICS 连接的带电源电缆
8	YAX211	-C -D	通用打印台	有 100V AC 和 220V AC 两种电源可选 打印台 W/罩 打印开放台
9	YAX212	-C -D	YPR 打印台	有 100V AC 和 220V AC 两种电源可选 打印台 W/罩 打印开放台
10	YPR512		彩色硬拷贝机	
11	YPR120	-S	串行打印机	无打印台

7.5.3 CENTUM-CS 主要软件

序 号	型 号	名 称	说 明
1	SIH1100	基本操作及监视功能	ICS 的基本操作及监视功能
2	SIH4110	半画面窗口显示软件包	在一个全屏操作画面上可同时显示 4 个半画面
3	SIH4120	4 倍尺寸的画面显示软件包	4 倍尺寸流程图画面, 或 1.5 倍的标准画面
4	SIH4130	ITV 窗口显示软件包	通过 ITV 摄像机在 ICS 上以窗口的形式显示设备状态
5	SIH4131	ITV 窗口控制软件包	ICS 可操作 ITV 摄像机
6	SIH4150	外部 I/O 插件箱支持软件包	将 FCS 的过程数据转化为模拟信号, 用于记录输出
7	SIH4160	外部 I/O 插件箱支持软件包	提供一触按钮功能键盘的接点输入, 并用于功能键指示灯的接点输出
8	SIH4170	声音输出软件包	从 FCS 接收信号, 然后再从 ICS 发出预先登录的声音
9	SIH4180	计算机窗口软件包	显示从 HP9000 计算机来的 9 个窗口画面
10	SIH4410	控制图状态显示软件包	显示 FCS 生成的控制图的状态
11	SIH4420	逻辑图状态显示软件包	显示 FCS 生成时的逻辑图状态
12	SIH5111	操作通用软件包	允许操作员在 ICS 的操作过程中改变画面的分配
13	SIH6500	数据采集定义软件包	从 FCS 采集的过程数据、报警信息以及状态报警信息, 在趋势、SQC 数据中使用
14	SIH6510	长周期趋势显示软件包	过程数据记录在 ICS 硬盘中, 并在专用的显示趋势窗口上显示
15	SIH6520	SQC 软件包	以几种统计控制图来显示过程数据
16	SIH6530	报表软件包	以宽行纸格式显示所采集的数据, 并可以进行打印
17	SIH5500	ICS 数据采集定义组态	在 ICS 上运行, 用于 SIH6500 的生成
18	SHW5500	HP9000 数据采集定义组态	在 HP9000、7000 上运行, 用于 SIH6500 的生成
19	SIH5510	ICS 长时间趋势组态	在 ICS 上运行, 用于 SIH6510 的生成
20	SHW5510	HP9000 长时间趋势组态	在 HP9000、7000 上运行, 用于 SIH6510 的生成
21	SIH5520	ICS SQC 组态	在 ICS 上运行, 用于 SIH6520 的生成
22	SHW5520	HP9000 SQC 组态	在 HP9000、7000 上运行, 用于 SIH6520 的生成
23	SIH5530	ICS 报表组态	在 ICS 上运行, 用于 SIH6530 的生成
24	SHW5530	HP9000 报表组态	在 HP9000、7000 上运行, 用于 SIH6530 的生成
25	SFE2610	传感器参数通讯软件包	针对 AFE□□□、AFM□□□
26	SFH2610	传感器参数通讯软件包	针对 AIH□□□
27	SIH5610	传感器参数定义软件包	
28	SFE1100	基本控制功能	用于 AFE□□□AFM□□□型现场控制单元
29	SFH1100	基本控制功能	用于 AFS□□□型现场控制单元

续表

序 号	型 号	名 称	说 明
30	SFB2261	MELSEC-A 通讯软件包	针对 ICS-EL
31	SFE2261	MELSEC-A 通讯软件包	针对 AFE□□□、AFM□□□
32	SFH2261	MELSEC-A 通讯软件包	针对 AFS□□□
33	SIH4210	操作顺序支持软件包 (AIH21C)	应用软件 2MB
34	SIH5410	无线测试功能软件包	应用软件 10MB (AIH21C)
35	SBC1210	标准 ABC 总线转换功能软件包	应用软件 2MB (ICS-EL)
36	SGW1240	标准 ACG 通讯门通道功能	应用软件 2MB
37	SHW5030	C 语言开发环境软件包	
38	SHW5410	无线调试软件包	适用于 HP9000
39	SHW5420	FCS 仿真软件包	适用于 HP9000
40	SIH5410	无线调试软件包	适用于 ICS

7.5.4 现场控制站 (FCS) 型号、代码和插件

(1) 现场控制站 (FCS) 型号及代码

型号	后缀代码	说 明
AFE10S		现场控制单元 19in (48cm) 架装
	-H	标准型
	2	双重化 V 网, 单 RIO 总线
	4	双重化 V 网, 双重化 RIO 总线
	1	总是 1
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源
	0	总是 0

型 号	后缀代码	说 明
AFE10D		双重化现场控制单元 19in (48cm) 架装
	-H	标准型
	4	双重化 V 网, 双重化 RIO 总线
	1	总是 1
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源
	0	总是 0

型 号	后缀代码	选件代码	说 明
AFE20S			现场控制单元 (带机柜, 标准型)
	-H		标准型
	2		双冗余 V 网, 单 RIO 总线
	4		双冗余 V 网, 双冗余 RIO 总线
	1		总是 1
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		总是 0
		/□-NSF1 /□-NSF2 /□-NSR1 /□-NSR2 /□-NDF4 /□-NDR4 /CH	在 FCU 正面单 RIO 总线单电源的节点接口单元 在 FCU 正面单 RIO 总线双电源的节点接口单元 在 FCU 背面单 RIO 总线单电源的节点接口单元 在 FCU 背面单 RIO 总线双电源的节点接口单元 在 FCU 正面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元 在 FCU 背面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元 便于电缆穿过的带孔的通道底座

型 号	后缀代码	选件代码	说 明
AFE20D			双重化现场控制单元(带机柜,与8个节点连接,标准型)
	-H		标准型
	4		双冗余 V 网, 双冗余 RIO 总线
	1		单 AC 电源系统
	2		双 AC 电源系统
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		总是 0
		/□-NDF4	在 FCU 正面双冗余 RIO 总线, 双电源的节点接口单元
		/□-NDR4	在 FCU 背面双冗余 RIO 总线, 双电源的节点接口单元
		/CH	便于电缆穿过的带孔的通道底座

型 号	后缀代码	选件代码	说 明
AFM20S			现场控制单元 (带机柜)
AFS20S			现场控制单元 (带机柜, 增强型)
	-H		标准型
	2		双冗余 V 网, 单相 RIO 总线
	4		双冗余 V 网, 双冗余 RIO 总线
	1		总是 1
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		总是 0
		/□-NSF1	在 FCU 正面单 RIO 总线单电源的节点接口单元
		/□-NSF2	在 FCU 正面单 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/□-NSR1	在 FCU 背面单 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/□-NSR2	在 FCU 背面单 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/□-NDF4	在 FCU 正面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/□-NDR4	在 FCU 背面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/CH	便于电缆穿过的带孔的通道底座

型 号	后缀代码	选件代码	说 明
AFM20D			双重化现场控制单元 (带机柜)
AFS20D			双重化现场控制单元 (带机柜, 增加型)
	-H		标准型
	4		双冗余 V 网, 双冗余 RIO 总线
	1		单 AC 电源系统
	2		双 AC 电源系统
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
	0		总是 0
		/□-NDF4	在 FCU 正面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/□-NDR4	在 FCU 背面双冗余 RIO 总线双电源的节点接口单元
		/CH	便于电缆穿过的带孔的通道底座

(2) 现场控制单元插件

序号	型 号	名 称	说 明
1	S9324UK	电源插件板	包括主电源板、机柜电源板和节点电源板
2	S9559UK	RIO 总线连接器	向三个节点提供总线
3-1	PW301	电源单元	100~120V AC
3-2	PW302	电源单元	220~240V AC
3-3	PW304	电源单元	24V DC
4	S9325UK	电池单元	后备电池组, 最大 72 小时
5-1	CP312	处理器卡	用于 AFE20S FCU

续表

序号	型 号	名 称	说 明
5-2	CP334	处理器卡	用于 AFE20S FCU 标准型
5-3	CP333	处理器卡	用于 AFS20S FCU 增强型
5-4	CP334D	处理器卡	用于 AFE20D 冗余 FCU 标准型
5-5	CP333D	处理器卡	用于 AFS20D 冗余 FCU 增强型
5-6	CP312D	处理器卡	用于 AFE20D 冗余 FCU
6	RB301	RIO 总线接口卡	RIO 总线主控卡, 传输数据, 接收 RIO 总线上节点传来的数据
7-1	AIP501	V 网耦合单元 (用于 AFE20S、AFM20S、AFS20S)	介于 V 网总线与 FCU 内的处理卡之间, 转换 V 网信号
7-2	AIP502	V 网耦合单元 (用于 AFE20D、AFM20D、AFS20D)	
8-1	AIP511	RIO 总线耦合单元 (用于 AFE20S、AFM20S、AFS20S)	介于 RIO 总线与 FCU 内 RIO 总线接口卡之间, 调制和解调 RIO 总线的信号
8-2	AIP512	RIO 总线耦合单元 (用于 AFE20D、AFM20D、AFS20D)	
9		外部接口单元	输出处理器卡的自诊断信号
10	AIP601	风扇单元	降低机柜内的温度
11		输出单元	接收 CPU READY 信号, 并从端子输出。风扇单元电源及状态信号的联结

7.5.5 功能模块

(1) 连续控制功能块

块类别	型 号	名 称	块类别	型 号	名 称
输入指示	PVI	指示块	手动操作	MLD-SW	附输出转换开关的手动操作块
	PVI-DV	附偏差警报的指示块		MC-2	2 位置式电动机操作块
调节控制	PID	PID 调节块		MC-3	3 位置式电动机操作块
	PI-HLD	采样 PI 调节块	信号设定	RATIO	比率设定块
	PID-BSW	带批量开关的 PID 调节块		PG-L13	13 折线形程序设定块
	ONOFF	2 位置式 ON-OFF 调节块		BSETU-2	流量计量用定量设定块
	ONOFF-G	3 位置式 ON-OFF 调节块	信号限制	BSETU-3	质量计量用定量设定块
	PID-TP	时间比例 ON-OFF 调节块		VELIM	变化率限制块
	PD-MR	比例调节块	信号选择	AS-H/M/L	自动选择块
	PI-BLEND	混合批量调节块		SS-H/M/L	信号选择块
	PID-STC	自整定 PID 调节块		SS-DUAL	双重化信号选择块
	PRDCT	预测控制块 (选择预测器)	信号分配	FOUT	串级信号分配块
	FSBSET	流速调节块 (选择 OFF SIDE 仪表)		FFSUM	前馈信号加算块
	BLEND	混合主调节块 (选择 OFF SIDE 仪表)		XCPL	非干涉操作输出加算块
手动操作	MLD	手动操作块	警 报	SPLIT	分支控制信号分配块
	MLD-PVI	附输入指示的手动操作块		ALM-R	代表报警块

(2) 演算功能块

块类别	型 号	名 称	块类别	型 号	名 称
数值演算	ADD	加算块	演算	CALCU	用演算块
	MUL	乘算块		CALCU-C	用演算块 (附文字列输入输出)
	DIV	除算块		CALEX	扩张演算块
	AVE	平均块		CALEX-C	扩张演算块 (附文字列输入输出)
模拟演算	SQRT	开平方块	趋势 (注)	TR-SS	SMAP-SHOT 趋势块
	EXP	指数块		TR-SM	汇总趋势块
	FUNC	折线块		TR-CP	混合趋势块
	FUNC-VAR	可变折线函数		TR-RN	旋转趋势块
	TPCFL	温压补偿块	切换	SW-33	开关块
	ASTM1	ASTM 补偿块		SW-91	开关块
通用演算	ASTM2	ASTM 补偿块		DSW-16	开关块 (数字数据)
	LAG	一次延迟块	设定	DSW-16C	开关块 (文字列数据)
	INTEG	积分块		DSET	定数设定块
	LD	微分块		DSET-PVI	除输入指示的定数设定块
	RAMP	RAMP 块		BDSET-1	1 批量形批量数据设定块 (数字数据)
	LDLAG	超前块		BDSET-1L	1 批量形批量数据设定块 (附设定限)
	DLAY	纯滞后块		BDSET-1C	1 批量形数据设定块 (文字列数据专用)
	DLAY-C	纯滞后补偿块		BDSET-2	2 批量形批量数据设定块 (数字数据)
	AVE-M	移动平均块		BDSET-2L	2 批量形批量数据设定块 (附设定限)
	AVE-C	区间平均块		BDSET-2C	2 批量形数据设定块 (文字列数据专用)

续表

块类别	型 号	名 称	块类别	型 号	名 称
收集	BDA	批量数据收集块 (数值数据)	逻辑演算	WOUT	可变折线函数
	BDA-L	批量数据收集块 (附设定限)		OND	温压补偿块
	BDA-C	批量数据收集块 (文字列数据专用)		OFFD	ASTM 补偿块
结合	ADL	领域间结合块		TON	ASTM 补偿块
逻辑演算	AND	逻辑值块		TOFF	一次延迟块
	OR	逻辑和块		GT	积分块
	NOT	否定块		GE	微分块
	SRS1-S	(1 输出给定侧优先)		EQ	平均块
	SRS1-R	(1 输出复归侧优先)		BAND	开平方块
	SRS2-S	指数块		BOR	指数块
	SRS2-R	折线块		BNOT	折线块

(3) 逻辑图逻辑元件

形 名	名 称	形 名	名 称	形 名	名 称
AND	逻辑与	WOUT	Wipe out	TOFF	One shot (开始停止)
OR	逻辑或	OND	On delay time	CMP-GE	比较 ($\geq$)
NOT	逻辑非	OFFD	Off delay time	CMP-GT	比较 ($>$)
SRS	双稳	TON	One shot (开始启动)	CMP-EQ	比较 ($=$)

(4) 顺序记述用功能块

块 类 别	型 号	名 称
SFC		SFC 块
SEBOL	SEBOL	SEBOL 块
	SEBOL P1	附功能块数据 SEBOL 块
顺控表	ST16	顺控表 (基本部) 块
	ST16E	规则扩展顺控表块
	STEX	信号扩展顺控表块
逻辑图	LC16	8 输入 8 输出 16 逻辑元件逻辑图功能块
	LC64	32 输入 32 输出 64 逻辑功能块逻辑图功能块

(5) 顺序控制功能块

块类别	型 号	名 称	块类别	型 号	名 称
开关仪表	SI-1	1 输入开关仪表块	顺序辅助	LSW	32 点就地开关块
	SI-2	2 输入开关仪表块		TM	计时块
	SO-1	1 输出开关仪表块		CTS	软件计数器块
	SO-2	2 输出开关仪表块		CTP	脉冲形输入计数器块
	SIO-11	1 输入 1 输出开关仪表块		CI	代码输入块
	SIO-12	1 输入 2 输出开关仪表块		CO	代码输出块
	SIO-21	2 输入 1 输出开关仪表块		RL	关系式块
	SIO-22	2 输入 2 输出开关仪表块		RS	资源顺序块
	SIO-12P	脉冲形 1 输入 2 输出开关仪表块	阀门监视	VLVM	16 点阀门监视块
	SIO-22P	脉冲形 2 输入 2 输出开关仪表块			

(6) 面板块

块 类 别	型 号	名 称
模拟形面板块	INDST2	双针指示站
	INDST2S	双针操作站
	INDST3	3 针操作站
顺序形面板块	PBST5	5 按钮开关
	PBST10	10 按钮开关
	BSI	工程表示
混合形面板块	HAST3	基本形操作站
	HASTPV	附输入指示的操作站

7.5.6 过程输入/输出插件箱和模块

(1) 过程输入/输出插件箱型号

序号	型 号	名 称	序号	型 号	名 称
1	AMN11	I/O 模拟信号模块插件箱	4	AMN31	端子板 I/O 模块插件箱
2	AMN12	I/O 高速模拟信号模块插件箱	5	AMN32	I/O 模块连接器插件箱
3	AMN21	继电器 I/O 模块插件箱	6	AMN33	通讯模块插件箱

(2) I/O 模块类型和 I/O 模块插件箱内最大安装数

型 号	型 号 名 称	I/O 插件箱类型名称 (I/O 插件箱中允许的最大安装数)				
		AMN11,12	AMN21	AMN31	AMN32	AMN33
模拟 I/O 模块		—	—	—	—	—
AAM11	电流/电压输入模块	16 个都能安装	—	—	—	—
AAM11B	电流/电压输入模块(可与 BRAIN 连接)		—	—	—	—
AAM21	MV, 热电偶, RTS 输入模块		—	—	—	—
APM11	脉冲输入模块		—	—	—	—
AAM51	电流/电压输出模块		—	—	—	—
继电器 I/O 模块		—	—	—	—	—
ADM15R	继电器输入模块	—	Total of 1	—	—	—
ADM55R	继电器输出模块	—		—	—	—
多通道模块(16 点, 端子类型)		—	—	(注 1)	—	—
AMM11T	电压输入多通道模块	—	—	Total of 2	—	—
AMM21M	MV 输入多通道模块	—	—	1	—	—
AMM21T	热电偶输入多通道模块	—	—	—	—	—
AMM31T	RTS 输入多通道模块	—	—	—	—	—
多通道模块(16 点, 端子类型, 扫描周期 1 秒)		—	—	(注 1)	—	—
AMM12T	电压输入多通道模块	—	—	Total of 2	—	—
AMM22M	MV 输入多通道模块	—	—	1	—	—
AMM22T	热电偶输入多通道模块	—	—	—	—	—
AMM32T	RTS 输入多通道模块	—	—	—	—	—
AMM42T	2 线制变送器输入多通道模块	—	—	1	—	—
AMM52T	输出多通道模块	—	—	1	—	—
开关量 I/O 模块		—	—	(Total 1)	—	—
ADM11T	接点输入模块(16 点, 端子类型)	—	—	Total	—	—
ADM12M	接点输入模块(32 点, 端子类型)	—	—	of 2	—	—
ADM51T	接点输出模块(16 点, 端子类型)	—	—	(注 2)	—	—
ADM52T	接点输出模块(32 点, 端子类型)	—	—	—	—	—
ADM11C	接点输入模块(16 点, 连接器类型)	—	—	—	Total of 4 (注 3)	—
ADM12C	接点输入模块(32 点, 连接器类型)	—	—	—		—
ADM51C	接点输出模块(16 点, 连接器类型)	—	—	—		—
ADM52C	接点输出模块(32 点, 连接器类型)	—	—	—		—
通讯模块		—	—	—	—	—
ACM11	RS-232C 通讯模块	—	—	—	—	Total of 2
ACM12	RS-422/RS-485 通讯模块	—	—	—	—	

注 1. 多通道模块和开关量 I/O 模块不能安装在同一 I/O 模块箱中。

注 2. 当 ADM52T 为时间比例 ON/OFF 操作方式时, 仅 1 个模块(第 1 个槽)可以被安装(见下表)。

注 3. 在下表所示的操作方式下安装位置限定如下(在槽号标有×的地方不能安装模块):

当 ADM51C 为时间比例 ON/OFF 操作方式时, 仅能有 2 个模块安装在 1、3 槽;

当 ADM52C 为脉冲宽度输出时, 仅能有 2 个模块安装在 1、3 槽;

当 ADM52C 为时间比例 ON/OFF 操作方式时, 仅能在第 1 个槽中安装。

型 号	功 能	AMN32				AMN31	
		槽 1	槽 2	槽 3	槽 4	槽 1	槽 2
ADM52T	时间比例 ON/OFF 输出	—	—	—	—	○	×
ADM51C	时间比例 ON/OFF 输出	○	×	○	×	—	—
ADM52C	单脉冲宽度输出	○	×	○	×	—	—
	时间比例 ON/OFF 输出	○	×	×	×	—	—

7.5.7 通讯门通道单元、总线转换器、光适配器、RIO 接口单元型号及代码

型 号	后缀代码	说 明
ACG10S		通讯门通道单元
	-E	针对以太网
	2	双冗余 V 网
	1	通用功能 19in (48cm) 架装型
	2	不固定安装型
	1	100~120V AC 电源
	2	200~240V AC 电源
	0	通常为 0

型 号	后缀代码	说 明
ABC10S		总线转换器
	-L	单 RL 总线
	1	单 V 网
	1	19in (48cm) 架装型
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源
	0	总是 0

注: 标准附属软件型号 SGW1240 (标准通讯功能)。

型 号	后缀代码	说 明
ABC10D		双冗余总线转换器
	-V	双冗余 V 网
	-H	双冗余 HF 总线
	-L	双冗余 RL 总线
	2	双冗余 V 网
	1	19in (48cm) 架装型
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源
	0	总是 0

注：标准附属软件型号：

SBC1210 标准总线转换功能 (HF 总线-V 网)

SBC1220 标准总线转换功能 (RL 总线-V 网)

SBC1230 标准总线转换功能 (V 网-V 网)

型 号	后缀代码	选择代码	说 明
YNT511S			单总线光适配器
	-R		RIO 单总线
	1		传输距离最大 2km
	2		传输距离最大 4km
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
		/KT	带电缆托架

型 号	后缀代码	选择代码	说 明
YNT511D			双总线光适配器
	-V		双重化 V 网
	-R		双重化 RIO 总线
	1		传输距离最大 2km
	2		传输距离最大 4km
	1		100~120V AC 电源
	2		220~240V AC 电源
	4		24V DC 电源
		/KT	带电缆托架

型 号	后缀代码	说 明
ANS10		单 RIO 总线的节点接口单元 [19in (48cm) 架装型]
	-S	标准型
	1	单电源单元
	2	双电源单元
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源

型 号	后缀代码	说 明
AND10		双冗余 RIO 总线的节点接口单元 [19in (48cm) 架装型]
	-S	标准型
	4	双电源单元
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源

型 号	后缀代码	说 明
ANS20		单 RIO 总线节点接口单元
	-F	装在 FCU 正面 (4 个 I/O 单元)
	-R	装在 I/O 机柜中或 FCU 背面 (5 个 I/O 单元)
	1	单电源单元
	2	双电源单元
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源

型 号	后缀代码	说 明
AND20		双冗余 RIO 总线节点接口单元
	-F	装在 FCU 正面 (4 个 I/O 单元)
	-R	装在 I/O 机柜中或 FCU 背面 (5 个 I/O 单元)
	4	双电源单元
	1	100~120V AC 电源
	2	220~240V AC 电源
	4	24V DC 电源

7.5.8 电缆和端子板

(1) 电缆特点

项 目	V 网	RIO 总线	E 网
电缆类型	同轴电缆	双绞线电缆	同轴电缆
电缆连接器	N 型	折叠形终端用 M4 螺钉固定	BNC
最小弯曲半径	100mm	100mm	50mm

(2) 型号及代码

型号	后缀代码	说 明	型号	后缀代码	说 明
YCB111		V 网电缆	CSS//KAR		YPR112 信号电缆 (长距离连接)
	-M003	电缆长度 2.5m		-10	电缆长度 10m
	-M008	电缆长度 7.5m		-20	电缆长度 20m
	-M□□□	电缆长度填入□□□中, 以 5m 为单位, 最大长度为 500m		...	以 10m 为单位
YCB118		V 网终端套管		-90	电缆长度 90m
YCB117		V 网接地单元		-HO	电缆长度 100m
YCB121		RIO 总线电缆	CSS//KS2	* A	类型 A
	-M□□□	以 1m 为单位把电缆长度填入 □□□ 中最大长度 750m	CSS//KS3		信号电缆 (40—40 针) (ADM □IC——端子板之间连接)
YCB128		RIO 总线终端套管	CSS//KS9		信号电缆 (40—37 针) (ADM MIC——KCN1 插座之间连接)
YCB101		E 网电缆	CSS//KS10		信号电缆 (50—50 针) (ADM □2C——端子板之间连接)
	-M001	电缆长度 1m			信号电缆 (50—50 针) (ADM □2C——ECN1 插座之间的连接)
	-M002	电缆长度 2m		-M001	电缆长度 1m
	-M004	电缆长度 4m		-M002	电缆长度 2m
	-M008	电缆长度 8m		-M003	电缆长度 3m
	-M016	电缆长度 16m		-M005	电缆长度 5m
	-M032	电缆长度 32m		-M007	电缆长度 7m
	-M048	电缆长度 48m		-M010	电缆长度 10m
	-M064	电缆长度 64m		-M015	电缆长度 15m
	-M080	电缆长度 80m		...	(以 5m 为单位)
	-M096	电缆长度 96m		-M050	电缆长度 50m
	-M112	电缆长度 112m		* A	类型 A
	-M128	电缆长度 128m	AKB151		RS-232-C 同步通讯 (BSC) 电缆 (25—25 针) (用于 BS71 与 mode ms 之间连接)
	-M144	电缆长度 144m	AKB152		同步通讯 (BSC) RS-232-C 零相位调制解调器电缆 (25—25 针) (用于 BS71 与 RS-232-C 设备间连接)
	-M160	电缆长度 160m		-M005	电缆长度 5m
	-M176	电缆长度 176m		-M010	电缆长度 10m
	-M185	电缆长度 185m		-M015	电缆长度 15m
YCB108		E 网终端套管	AKB153		启停同步通讯 RS-232-C 调制解调器电缆 (9—25 针) (用于 BS71 卡与 Modems 之间连接)
CSS//KAF		外部 I/O 总线电缆	AKB154		启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 带控制线 (9—25 针) (用于 BS71 卡与 RS-232-C 之间连接)
	-10	电缆长度 10m	AKB155		启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 无控制线 (9—25 针) (用于 BS71 卡与 RS-232-C 之间连接)
	-20	电缆长度 20m	AKB157		启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 带控制线 (9—25 针) (用于 BS71 卡与 YPR112 之间标准连接)
	-30	电缆长度 30m		-M005	电缆长度 5m
	...	(以 10m 为单位)		-M010	电缆长度 10m
	...			-M015	电缆长度 15m
	-HO	电缆长度 100m	AKB156		启停同步通讯 RS-232-C 调制解调器电缆 (9—25 针) (用于 BS71 卡与 Modems 连接)
	* A	类型 A		-C050	电缆长度 0.5m
AKB228		外部 I/O 总线终端套管		-C100	电缆长度 1m
YKB101		V 网耦合器电缆 (适用于 ACG10S 类型不固定)	CSS//KB3		启停通讯 RS-232-C 调制解调器电缆 (用于 ACM11 与 Modems 连接)
	-M002	电缆长度 2m		-02	电缆长度 2m
	-M005	电缆长度 5m			
	-M010	电缆长度 10m			
YCB251		V 网耦合器电缆 (适用于 ACG10S 类型不固定)			
	-C030	电缆长度 0.3m			
	-C150	电缆长度 1.5m			
ACB258		SCSI 终端套管			
YCB251		模拟输入模块辅助电压输出电缆 (用于 AMN11 与 TE16 端子板之间的连接)			
	-C030	电缆长度 0.3m			
	-C150	电缆长度 1.5m			
AKB202		YPR512 信号电缆 (标准连接)			
	-M003	电缆长度 3m			
	-M005	电缆长度 5m			
	-M010	电缆长度 10m			
AKB203		YPR512 信号电缆 (扩展连接)			
	-M003	电缆长度 3m			
	-M005	电缆长度 5m			
	...	以 5m 为单位			
	...	电缆长度 30m			
	-M030				

续表

型号	后缀代码	说 明	型号	后缀代码	说 明
CSS//KB3	-05	电缆长度 5m	CSS//KP0		AC*供电电缆 (最小直径 5.5mm ²)
	-10	电缆长度 10m		-10	电缆长度 10m
	-15	电缆长度 15m		⋮	(以 10m 为单位)
	* B	类型 B		-50	电缆长度 50m
CSS//KB4		RS-232-C 启停通讯电缆 (适用于 ACM11 通讯模块)	CSS//KP1	* A	类型 A
	-02	启停同步通讯 RS-232-C 调制解调器电缆 (9—25 针) (用于 RS71 与 Modems 连接)			AC 供电电缆 (最小直径 8.0mm ²)
	-05	启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 带控制线 (9—25 针) (用于 RS71 与 RS-232-C 设备连接)		-10	电缆长度 10m
	-10	启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 无控制线 (9—25 针) (用于 RS71 与 RS-232-C 设备连接)		⋮	(以 10m 为单位)
	-15	启停同步通讯 RS-232-C 零相位调制解调器电缆, 带控制线 (9—25 针) 用于 RS71 与 YPR112 之间标准连接)		-50	电缆长度为 50m、
	* A	类型 A	CSS//KP4	* A	类型 A
AKB161		RS422/RS-485 电缆 (适用于 ACM12 通讯模块)			DC 供电电缆 (最小直径 22.0mm ²)
	-M□□□	以 5m 为单位, 在 □□□ 中填入电缆长度, 最长 100m		-10	电缆长度 10m
				⋮	(以 10m 为单位)
				-50	电缆长度 50m
			CSS//KG0	* A	类型 A
					接地电缆 (用于设备间的电路接地)
				-10	电缆长度 10m
				⋮	(以 10m 为单位)

(3) 端子板 (用于连接类的数字 I/O 模块)

型 号	后缀代码	说 明	型 号	后缀代码	说 明
CSS//MUB	* A	通用端子板 (16 点 (TE16) × 2)	CSS//TE16	* B	16 点端子板
CSS//MUD	* A	通用端子板 (32 点 (TE32) × 2)	CSS//TE32	* B	32 点端子板

7.6 RS3 分散型控制系统 (图 7.6)

[根据 FISHER-ROSEMOUNT 产品说明书 (1995 年) 编写]

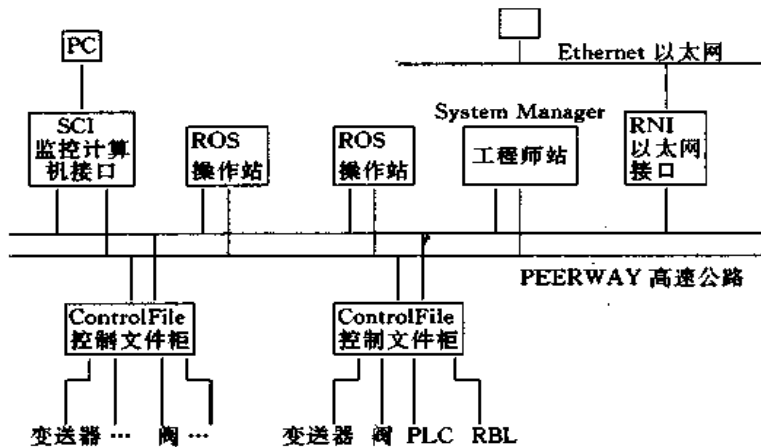


图 7.6 RS3 系统构成图

7.6.1 RS3 硬件型号及说明

序号	型 号	说 明	序号	型 号	说 明
(1) 控制器部分			(1) 控制器部分		
1	6000CTF	控制文件柜	4	6600MCC	多功能控制器
2	6000MCC	多功能控制器	(2) I/O 部分		
3	6600CTF	控制文件柜	1	6000A	多点模拟量 I/O 端子板

续表

序号	型 号	说 明	序号	型 号	说 明
(2) I/O 部分			(4) 网络部分		
2	6000AF	模拟量卡件箱	4	6000ORP	光纤转发器
3	6000FAC	现场模拟量接口插件	5	6000STR	光纤星型耦合器
4	6000FPC	脉冲输入插件	6	6000ECM	光纤耦合器部件
5	6000FTC	热电偶/热电阻温度插件	7	6600NWT	PEERWAY 接头组
6	6000D	数字量 I/O 端子板	8	6600NWX	PEERWAY 阻断器
7	6000SR	标准远程端子板	9	6600HIA	高速公路接口适配器
8	6000FIM	现场数字量 I/O 接口模块	10	6600FIO	光纤 I/O 通讯转换器
9	6000CP	接点模块(OPTO'S)	11	6600NWF	光纤高速公路电缆
10	6000CTP	通讯端子板	12	6600OCB	光纤终端盒
11	6000MF	多路检测卡件箱	13	6600OIB	光纤接口盒
12	6000FEM	多路检测前端模块	14	6600NCE	PEERWAY 电缆终端接插件
13	6000T	端子板	15	6600NWD	高速公路电缆 (124Ω)
14	6600ACC	I/O 安装工具	16	6600NWC	高速公路电缆 (100Ω)
15	6600CTP	通讯端子板	(5) 机柜、电源及操作台部分		
16	6600FPC	脉冲输入插件	1	6000C	系统机柜, 系列 2
17	6600FAC	现场模拟量接口插件	2	6000R	系统机柜, 系列 2
18	6600AFT	模拟量卡件箱	3	6000SCB	系统机柜, 系列 2 (灰色)
19	6600FIM	现场数字量 I/O 接口模块	4	6000PDC	直流电源
20	6600DTP	数字量 I/O 端子板	5	6000FPS	远程 I/O 电源
21	6600ATP	多点模拟量 I/O 端子板	6	6000F	I/O 端子机柜
22	6600AMP	模拟量端子板	7	6000ESP	机柜侧板
23	6600CP	接点模块	8	6000ENP	机柜铭牌
24	6600SRP	标准远程端子板	9	6600HOUSE	电子单元安装机架, 系列 2
(3) 操作站部分			10	6600LEG	操作台支架, 系列 2
1	6000MVD	多管 CRT	11	6600TABLE	操作台面板, 系列 2
2	6000E	操作台电子单元	12	6600SCB	系统机柜, 系列 2 (灰色)
3	6000MWS	多管工作站	13	6600PME	交流电源接入线板
4	6000MKB	多管键盘	14	6600PD	AC/DC 电源
5	6000HHC	增强型操作台	15	6600DC	直流电源分配板
6	6000DPC	彩色图形打印机	16	6600MIS	辅助部件 (工具)
7	6000EMW	多管台式操作站	17	6600C	系统标准机柜
8	6000EMT	多管落地式操作站	18	6600SCS	系统机柜侧板
9	6000OKB	多管键盘	19	6600SCJ	系统机柜连接器
10	6000PK	自由选定面板	20	6600FPS	远程 I/O 电源
11	6000EKB	工程师键盘	(6) 外部接口部分		
12	6600DPC	彩色图形打印机	1	6000PF	PLC 插件箱
13	6600MKB	键盘	2	6000BF	非标准设备连接插件箱 (RBL)
14	6600CE	操作台电子单元	3	6000FLC	PLC/RBL 接口插件
15	6600RSS	ROS 操作站	4	6000SVI	监控计算机接口 (SCI)
16	6600MVD	CRT	5	6000HWI	高速公路接口适配器 (HIA)
(4) 网络部分			6	6600SCI	监控计算机接口
1	6000FIO	光纤 I/O 通讯转换器	7	6600FLC	PLC/RBL 接口插件
2	6000NWT	PEERWAY 接头组	8	6600PFT	PLC/RBL 插件箱
3	6000NWX	PEERWAY 阻断器	9	6600RNS	RS3 网络接口

7.6.2 RS3 主要软件型号及说明

序号	型 号	说 明	序号	型 号	说 明
1	6220RSE	PERFORMANCE 软件 (有版权): RS3 操作员软件 (最终用户)	10	6220RW	RNI 应用软件——WINDOWS 平台
2	6220RSS	PERFORMANCE 软件 (有版权): RS3 操作员软件 (演示用)	11	6220DV	光盘软件资料
3	6220BS	RS3 基本系统软件	12	6220UM	RS3 用户手册
4	6220ABC	ABC 批量软件	13	6220DB	数字融合软件
5	6220BL	批量模块库	14	6220CW	结构填写软件
6	6220BAC	适合于系统软件 15 版本以上的实时批语言	15	6220DT	文本归档软件工具 (Docu Tool)
7	6220RB	RS3 网络接口 (RNI) 引导软件	16	6220PD	项目归档软件 (Project Delta)
8	6220HT	RNI 上位机实时运行软件	17	6220SC	监控计算机接口 (SCI) 仿真软件
9	6220RA	RNI 应用软件——VMS/UNIX 平台	18	6220CC	C——库
			19	6220TS	SCI TSR 驱动软件
			20	6220WI	SCI WINDOWS 接口软件
			21	6220IT	智能诊断软件

续表

序号	型 号	说 明	序号	型 号	说 明
22	6220IS	智能传感器工具包软件	28	6240SR	系统资源单元 (SRV) 软件更新服务
23	6220IF	智能模糊逻辑控制软件	29	6240DV	电子版技术手册系统更新服务
24	6240BS	基本软件更新服务 (版本 16 以上)	30	6240RA	RNI 应用软件包更新服务
25	6240BB	基本软件更新服务 (15 版本)	31	6240RB	RNI 引导软件更新服务
26	6240ABB	ABC 批量软件更新服务	32	6240CW	结构软件更新服务
27	6240BAB	实时批量语言更新服务 (15 版本以上)			

7.7 Delta V 分散型控制系统 (图 7.7)

[根据《Delta V 总貌》和《Delta V 系统数据表》(1997 年 6 月) 编写]

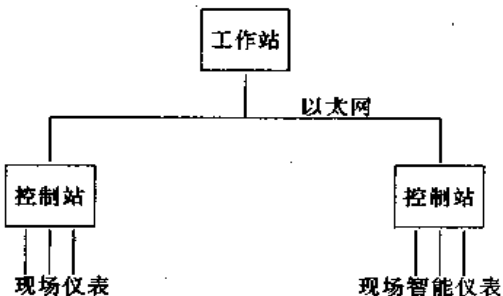


图 7.7 Delta V 系统构成图

7.7.1 Delta V 硬件型号及说明

序号	型号及名称	说 明
(1) 用户工作站		
1	VE2007T0L01 工作站	17in (43cm) 监视器, 带驱动器, 冗余通讯
2	VE2007T1L01 工作站	17in (43cm) 监视器, 带驱动器, 调制解调器、冗余通讯
3	VE2008T0L01 工作站	21in (53cm) 监视器, 带驱动器, 冗余通讯
4	VE2008T1L01 工作站	21in (53cm) 监视器, 带驱动器, 调制解调器、冗余通讯
5	VE2009M0P0L01 工作站	17in (43cm) 监视器, 单工控制网络端口
6	VE2009M1P1L01 工作站	17in (43cm) 监视器, 调制解调器, 冗余通讯
7	VE2010M0P0L01 工作站	21in (53cm) 监视器, 单工控制网络端口
8	VE2010M1P1L01 工作站	21in (53cm) 监视器, 调制解调器, 冗余通讯
(2) 控制器和 I/O 接口		
1	VE3001 控制器 M2	具有在网上自动识别能力, 具有“Ping”功能, 自动检测 I/O 卡。控制功能采用 IEC1131-3、ISA SP-88 以及现场总线协议
2	VE3050ROCO	2 槽电源/控制器插板
3	VE3050ROCI	
4	VE4001S2T1B DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 24V DC 电源
5	VE4001S2T1B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 16 针密集式, 24V DC 电源
6	VE4001S2T2B DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 24V DC 电源
7	VE4001 S2T2B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 16 针密集式, 24V DC 电源
8	VE4001S3T1B DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 120V AC 电源
9	VE4001S3T1B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 16 针密集式, 120V AC 电源
10	VE4001S3T2B DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 120V AC 电源
11	VE4001S3T2B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 16 针密集式, 120V AC 电源
12	VE4001S4T1B DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 230V AC 电源
13	VE4001S4T1B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 隔离, 16 针密集式, 230V AC 电源
14	VE4001S4T2B DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 230V AC 电源
15	VE4001S4T2B3 DI 接线板	8 通道数字输入, 干接点, 16 针密集式, 230V AC 电源
16	VE4002S1T1B DO 接线板	8 通道数字输出, 隔离, 24V DC 电源
17	VE4002S1T1B3 DO 接线板	8 通道数字输出, 隔离, 16 针密集式, 24V DC 电源
18	VE4002S1T2B DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 24V DC 电源
19	VE4002S1T2B3 DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 16 针密集式, 24V DC 电源
20	VE4002S1T2B4 DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 10 针密集式, 24V DC 电源
21	VE4002S2T1B DO 接线板	8 通道数字输出, 隔离, 115/230V AC 电源
22	VE4002S2T1B3 DO 接线板	8 通道数字输出, 隔离, 16 针密集式 115/230V AC 电源
23	VE4002S2T2B DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 115/230V AC 电源
24	VE4002S2T2B3 DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 16 针密集式, 115/230V AC 电源

序号	型号及名称	说 明
(2) 控制器和 I/O 接口		
25	VE4002 S2T2B4 DO 接线板	8 通道数字输出, 高速, 10 针密集式 115/230V AC 电源
26	VE4003S1B 模拟接线板	8 通道模拟输入, 4~20mA DC
27	VE4003S1B3 模拟接线板	8 通道模拟输入, 4~20mA DC
28	VE4003S1B4 模拟接线板	8 通道模拟输入, 16 针密集式, 4~20mA DC
29	VE4003S2B 模拟接线板	8 通道模拟输入, HART 协议, 4~20mA DC
30	VE4003 S2B3 模拟接线板	8 通道模拟输入, HART 协议, 4~20mA DC
31	VE4003S2B4 模拟接线板	8 通道模拟输入, HART 协议, 16 针密集式, 4~20mA DC
32	VE4003S3B3 模拟接线板	8 通道模拟输入, 1~5V DC
33	VE4003S3B4 模拟接线板	8 通道模拟输入, 16 针密集式, 1~5V DC
34	VE4003S3B5 模拟接线板	8 通道模拟输入, 24 针密集式, 1~5V DC
35	VE4005S1B 模拟接线板	8 通道模拟输出, 4~20mA DC
36	VE4005S1B3 模拟接线板	8 通道模拟输出, 16 针密集式, 4~20mA DC
37	VE4006P2 串口接口	2 端口接线板
38	VE4050S2K0C0 I/O 接口插板	8 槽插板
39	VE4050S2K0C1 I/O 接口插板	8 槽插板, 带延伸电缆
40	VE4050S2K1C0 I/O 接口插板	8 槽屏蔽插板
41	VE4050S2K1C1 I/O 接口插板	8 槽屏蔽插板, 带延伸电缆
(3) 电源		
1	VE5001 系统电源	输入 85~264V AC, 47~63Hz 输出 12、5、3.3V DC, 输出功率 25W
2	VE5002 直通电源	输入 11~14V DC 输出 12、5、3.3V DC, 输出功率 10W
3	VE5003 大功率电源	输入 120/230V AC, 47~63Hz 输出 24V DC 输出功率 300W
4	VE5004 大功率电源	输入 120/230V AC, 47~63Hz 输出 12V DC, 输出功率 300W
5	VE5005 大功率电源	输入 24 V DC, 输出 12V DC 输出功率 300W
6	VE5006F1 不停电电源	600VA 60Hz UPS
7	VE5006F2 不停电电源	600VA 50Hz UPS
8	VE6101 保护罩	
(4) 通讯网络		
1	VE6001P 网络集成器	8 端口 10MB 以太网通讯, 电源可以满足不同地区的要求
2	VE6002P 网络集成器	12 端口 10MB 以太网通讯, 电源可以满足不同地区的要求
3	VE6102 控制网络电缆	330m 带屏蔽的双绞线
4	VE6103C0 网络电缆连接器	10MB 以太网 T 型电缆连接器, 不带压接工具
5	VE6103C1 网络电缆连接器	10MB 以太网 T 型电缆连接器, 配套压接工具

7.7.2 Delta V 软件型号及说明

序号	型 号	说 明	序号	型 号	说 明
1	VE2101S2F00	专家增强型工作站, 处理能力 250DST	14	VE2104F00	标准型工作站
2	VE2101S3F00	专家增强型工作站, 处理能力 500DST	15	VE2104F03	标准型工作站, Excel Add-in
3	VE2101S4F00	专家增强型工作站, 处理能力 750DST	16	VE2105	维护工作站
4	VE2101S2F03	专家增强型工作站, 处理能力 250DST, Excel Add-in	17	VE3101S1CH	逻辑控制器, 处理能力 32DST
5	VE2101S3F03	专家增强型工作站, 处理能力 500DST, Excel Add-in	18	VE3101S2CH	逻辑控制器, 处理能力 64DST
6	VE2101S4F03	专家增强型工作站, 处理能力 750DST, Excel Add-in	19	VE3101S3CH	逻辑控制器, 处理能力 125DST
7	VE2101S1F1	信息集成站, 处理能力 500 点	20	VE3101S4CH	逻辑控制器, 处理能力 250DST
8	VE2101S2F1	信息集成站, 处理能力 1000 点	21	VE3102S1CH	顺序控制器, 处理能力 32DST
9	VE2101S3F1	信息集成站, 处理能力 2000 点	22	VE3102S2CH	顺序控制器, 处理能力 64DST
10	VE2102F00	专家型工作站	23	VE3102S3CH	顺序控制器, 处理能力 125DST
11	VE2102F03	专家型工作站, Excel Add-in	24	VE3102S4CH	顺序控制器, 处理能力 250DST
12	VE2103F00	标准增强型工作站	25	VE3103S1CH	管理控制器, 处理能力 32DST
13	VE2103F03	标准增强型工作站, Excel Add-in	26	VE3103S2CH	管理控制器, 处理能力 64DST
			27	VE3103S3CH	管理控制器, 处理能力 125DST
			28	VE3103S4CH	管理控制器, 处理能力 250DST
			29	VE4101	标准 Modbus 主驱动器

注: Excel Add-in——有动态报表链接功能。

7.8 I/A Series 分散型控制系统 (图 7.8)

[根据《I/A Series 系统 021 手册》和《I/A Series 智能自动化系列简介》(1994 年 10 月) 编写]

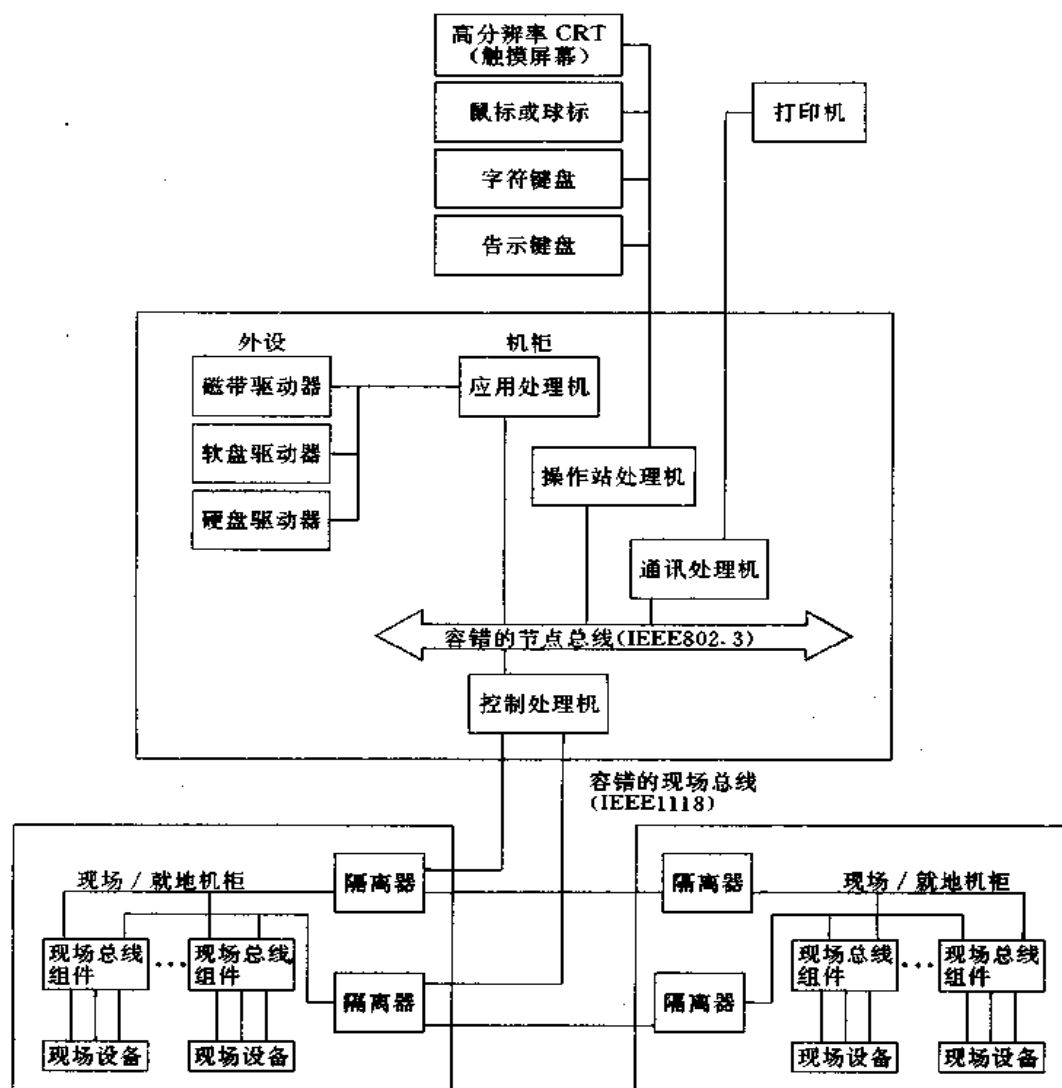


图 7.8 典型的 I/A S 单节点系统

7.8.1 I/A Series 硬件型号及说明

序号	型 号	名 称	说 明
(1) 控制处理机组件			
1	CP10	控制处理机	和相连的 FBM 一起完成调节、逻辑、计时和顺序控制 和相连的 FBM 一起完成调节、逻辑计时和顺序控制，并可作为盘面显示操作站的接口 使 Foxboro 的 HTG 与 I/A 节点总线相连 具有可组态的测量值指示功能和参数调整功能 为 FBM22 提供专用的操作员接口 把 A-B 的 PLC-5 系列集成进 I/A 系列结构中
2	CP30	控制处理机	
3	TP10	油罐处理机	
4		盘面显示操作器	
5		自动/手动操作器	
6		Allen-Bradley 站 (A-B 站)	
(2) 现场总线组件			
1	FBM01	0~20mA 输入接口组件	8 路 20mA DC 模拟输入
2	FBM02	热电偶/mV 输入接口组件	8 路隔离的热电偶输入，以及 1 路 RTD 补偿通道
3	FBM03	RTD 输入接口组件	8 路 RTD 输入通道，每通道输入范围 0~320Ω
4	FBM04	0~20mA 输入/输出接口组件	4 路 0~20mA 输入，4 路 0~20mA 输出

序号	型 号	名 称	说 明
(2) 现场总线组件			
5	FBM05	冗余 0~20mA 输入/输出接口组件	冗余的 4 路 0~20mA 输入, 4 路 0~20mA 输出
6	FBM06	脉冲输入, 0~20mA 输出接口组件	4 路脉冲输入和 4 路 0~20mA 模拟输出
7	FBM07	触点/DC 输入接口组件	16 路数字 (通/断状态) 信号输入
8	FBM12	触点/DC 扩展输入接口组件	16 路数字 (通/断状态) 信号输入
9	FBM39	智能变送器/0~20mA 输出接口组件	4 路智能变送器接口通道和 4 路 20mA 模拟输出
10	FBM41	大功率触点/DC 输入/输出接口组件	8 路数字信号输入, 8 路数字信号输出
11	FBM42	大功率触点/DC 扩展输入/输出接口组件	8 路数字信号输入, 8 路数字信号输出
12	FBM46	冗余智能变送器输入接口组件	冗余的 8 路智能变送器接口通道
13	FBM09	触点/DC 输入/输出接口组件	8 路数字信号输入, 8 路数字信号输出
14	FBM14	触点/DC 扩展输入/输出接口组件	8 路数字信号输入, 8 路数字信号输出
15	FBM11	240V AC 输入/输出接口组件	8 路数字输入通道监视 240V AC 电压
16	FBM16	240V AC 扩展输入/输出接口组件	8 路数字输出通道用于 240V AC 输出切换, 且带有电流过载保护功能
17	FBM17	0~10V DC, 触点/DC 输入/输出接口组件	模拟量信号: 4 个输入通道, 2 个输出通道 数字量信号: 4 个输入通道, 4 个输出通道
18	FBM44	双波特率智能变送器/0~20mA 输出接口组件	4 个智能变送器接口通道, 4 个 0~20mA 模拟输出通道
19	FBM18	智能变送器接口组件	8 路数字量输入通道, 并向智能变送器提供电源
20	FBM20	240V AC 输入接口组件	16 路数字量输入通道, 监视 240V AC 电压完成来自现场传感器的数字量电气输入信号
21	FBM21	240V AC 扩展输入接口组件	与冗余的现场总线之间接口信号转换
22	FBM43	双波特率智能变送器接口组件	8 路数字量输入通道
23	FBM22	单个 0~20mA 输入/输出自动/手动接口组件	1 路 0~20mA 模拟量输入, 1 路 0~20mA 模拟输出
24		输出旁路手操器 (4~20mA)	具有 4 个独立的电流源, 拆除 FBM 时保持执行器的电源
25	FBM24	125V DC 输入接口组件	16 路数字量输入
26	FBM25	125V DC 扩展输入接口组件	16 路数字量输入
27	FBM26	触点/125V DC 输入/输出接口组件	8 路数字量输入, 8 路数字量输出
28	FBM27	触点/125V DC 扩展输入/输出接口组件	8 路数字量输入, 8 路数字量输出
29	FBM08	120V AC 输入接口组件	16 路数字量输入
30	FBM13	120V AC 扩展输入接口组件	16 路数字量输入
31	FBM10	120V AC 输入/输出接口组件	8 路数字量输入, 8 路数字量输出
32	FBM15	120V AC 扩展输入/输出接口组件	8 路数字量输入, 8 路数字量输出
(3) 应用处理机和数据存储设备			
1	AP20	应用处理机 20	执行显示, 生产控制, 用户应用程序, 诊断和组态功能, 应用功能的开发和执行, 处理应用处理机内部或其他站的任务所需的大存储量文件请求 1. 2MB 软驱, 120MB 硬盘驱动器, 150MB 磁带驱动器 1. 05GB 硬盘驱动器, 535MB 硬盘驱动器, 5.0GB 数字式磁带机, 150MB 磁带机, 644MB CD-ROM, 1.4MB 软盘驱动器
2	AP51	50 系列应用处理机	
3		AP20 数据存储设备	
4		50 系列数据存储设备	
(4) 操作站处理机和外围设备			
1	WP30	操作站处理机 30	80386SX 主处理器, 80387SX 数字处理器 TMS34010 图像处理器 Micro SPARC RISC 处理机, 色帧缓冲器 台式操作站处理机和有限的应用处理机功能 是一离线工具, 不能与现场总线或节点总线相连 与现场总线相连构成一个低成本的系统, 可用于最多需 24 块 FBM 的场合
2	WP51	50 系列操作站处理机	
3	PW-OE	操作员和工程师个人工作站	
4	PW-C	离线组态的个人工作站	
5	PW-FB	现场总线接口的个人工作站	
6	PW-SS1	用于单回路控制器接口的个人工作站	可作为相关的 760/761 系列控制器, 指示仪和手操器的信息处理机和人机接口
7	PW-HTG	静液压油罐计量系统个人工作站	小型油罐库存管理系统
8	PW-NB	小型节点总线控制系统的个人工作站	
9	AW51	50 系列应用操作站处理机	中小型 I/AS 系统中的主处理机和人机接口
10	VT-100	兼容终端	软件编程工作
11		点阵打印机 80	记录或报警打印机

续表

序号	型 号	名 称	说 明
(4) 操作站处理机和外围设备			
12		彩色点阵打印机 136	彩色记录或报警打印机
13		彩色喷墨式打印机	可把显示画面高分辨率、多色地打印出来
(5) 通讯总线及组件			
1	IEEE 802.3 串行总线	节点总线	将 I/A S 系统中的各站相互联系起来, 形成过程管理和控制节点
2	DNBI	双节点总线接口组件	DNBI 与 50 系列站之间的 AUI 电缆最大长度是 50m
3	DNBX	双节点总线扩展组件	DNBX 与 50 系列站之间的 AUT 电缆最大长度是 450m
4	Comm P10	通讯处理机 10	与外围设备相连, 有 4 个 RS-232-C 兼容的串行口
5	Comm P15	通讯处理机 15	与外围设备, 仪表和控制器相连, 有 4 个 RS-232-C 兼容的串行口
6	INI 15	信息网络接口组件	A/IS 上位机与 A/IS 网络间的接口
7	LAN	局部区域网络	使用同轴载波带 LAN 电缆、光导纤维作为通讯介质, 为各节点提供长距离通讯
8		载波带 LAN 接口组件	LAN 与节点总线之间的通讯接口
9		光导纤维局域网转换器	屏蔽双股和光导纤维电缆之间双向转换
10		Allen-Bradley PLC 集成处理机 30	将来自 Allen-Bradley 可编程逻辑控制器的数据集成到数据库
11		设备集成处理机 30	从气体分析仪、汽轮机等设备中接收所需数据
12		Modicon PLC 集成处理机 30	将来自 Modicon PLC 的数据集成到数据库中
13		仪表网间连接器	将 Foxboro 760 和 761 系列控制器与 I/A S 网络连接起来
14		Modicon 网间连接器	支持 I/A S 处理机和 Modicon 可编程控制器之间的数据传输
15		Allen-Bradley 数据公路网间连接器	转换从 Allen-Bradley PLC 中接受到的数据, 将它送入数据库
16		光导纤维现场总线	具有传输距离长, 应用范围广及安全性高的优点

7.8.2 I/A Series 控制和 I/O 功能块

序号	名 称	说 明
1	模拟输入 (AIN) 功能块	单通道信号处理功能块, 对现场测量信号进行扫描、滤波和报警处理
2	多模拟量输入 (MAIN) 功能块	8 个模拟输入点和 1 点用于冷端温度补偿测量值, 支持热电偶输入
3	多触点输入 (MCIN) 功能块	多达 32 个触点输入点, 用于过程触点或逻辑信号输入的报警以及其他作用
4	触点输入 (CIN) 功能块	支持来自数字量输入类型的现场总线组件单点输入
5	模拟量输出 (AOUT) 功能块	提供自动/手动带有偏差功能, 支持模拟量类型的现场总线组件的单点输出
6	多触点输出 (MCOUT) 功能块	支持数字量类型的现场总线组件多达 16 点数字量输出
7	触点输出 (COUT) 功能块	单通道数字触点输出, 控制触点、报警、状态条件和顺序步骤等
8	事件 (EVENT) 接口功能块	记录多达 128 点数字事件顺序, 用于报告工厂操作条件或其变化
9	通用设备 (GDEV) 功能块	控制马达、气动开关或控制阀开/关, 控制二线或三线制马达电路的启动/停止
10	开-关阀门功能块 (VLV)	控制两个相关的电磁阀的输出触点的开启或关闭
11	电动阀控制输出 (MOVLV) 模块	控制两个相关的触点, 以增量形式开启或关闭由电动机控制的阀
12	马达 (MTR) 控制输出模块	可控制二线制或三线制马达电路, 实现手动或自动启/停功能
13	比例-积分-微分 (PID) 调节器	完成 PID 调节器功能, 用于过程回路的反馈控制
14	EXACT 比例-积分-微分 (PIDE) 调节器	用于连续量控制回路的自整定 PID 调节器, 带有 EXACT 自整定算法
15	扩展的比例-积分-微分 (PIDX) 调节器	在基本 PID 功能块上增加了批量控制、采样数据调节器方式、非线性调节器方式和输出跟踪功能, 应用于高级控制场合
16	扩展的 EXACT 比例-积分-微分 (PIDXE) 调节器	为先进的控制应用提供自整定 PID 调节器, 加入了批量控制、采样、数据控制器方式、非线性控制器方式及对 EXACT PID 算法的输出跟踪
17	二位式差隙 (DGAP) 调节器	提供二个布尔输出的可选的二状态或三状态 ON/OFF 控制
18	比例时间调节器 (PTC) 功能块	完成时间比例 ON/OFF 控制器功能, 用于三状态或二状态的控制场合
19	RATIO 比值功能块	带有输入/输出标度变换和报警功能的可调的比率乘法器
20	信号选择 (SIGSEL) 功能块	接受多达 8 个输入, 产生一个与所选功能有关的输出
21	切换 (SWCH) 功能块	选择两个独立的输入之一作为输出, 输出信号可自动/手动控制
22	RAMP 函数发生功能块	完成多达 5 段斜坡顺序输出, 斜坡的速度受两个独立斜坡速率控制

序号	名 称	说 明
23	超前-滞后动态补偿 (LLAG) 模块	将超前或滞后控制作用引入到过程回路中, 使输出动态超前或滞后于输入
24	纯滞后补偿 (DTIME) 模块	将输入延迟一个有效时间间隔, 然后输出
25	计算 (CALC) 功能块	多输入、50 步和浮点运算的可编程计算器, 提供实时计算能力
26	非线性函数 (CHAR) 模块	用 20 段折线将非线性测量函数修正为用户需要的线性化函数
27	积算 (ACCUM) 功能块	用作积分器/积算器, 用于监视流量和在指定的积算总量时关闭管道、搅拌等
28	实时报警块 (REALM)	支持测量值高/低绝对值报警、测量值速率变化报警、测量值与给定值间高/低偏差报警
29	布尔状态报警 (BLNALM) 模块	对 8 个布尔类型的输入提供独立的状态改变报警信息
30	模式比较报警功能块 (PATAM)	16 位的模式比较器, 用于监测批量过程、过程功能的同步等相位操作
31	报警优先级 (ALMPRI) 改变功能块	根据特定工厂条件, 动态地重新标识报警点所指定的优先级
32	位置/速率限幅功能块 (LIM)	是对测量值输入的高-低绝对值及速率变化限制的信号位置/速率限幅器
33	冗余模拟输入 (AINR) 功能块	对-对冗余的模拟量输入进行处理和滤波, 以支持对所选择现场测量信号冗余的变送器测量
34	冗余模拟量输出 (AOUTR) 功能块	控制和标定输出至冗余的现场总线组件, 以保证输出转换的安全可靠
35	反馈整定 (FBTUNE) 功能块	用于整定 PIDA 控制功能块的反馈控制参数
36	前馈整定 (FFTUNE) 功能块	与 PIDA 控制器连用的扩展功能块, 包括四个测量信号的适当整定的前馈补偿器
37	逻辑 (LOGIC) 功能块	多输入, 15 步, 可编程功能块, 提供了逻辑、闭锁和定时器功能
38	马达驱动执行器	用于单向或双向电动阀、电磁阀、温度控制设备等的闭环回路控制
39	测量值报警 (MEALM) 功能块	对智能现场装置中被测定的状态和控制系统中的测量值进行报警
40	信息发生器 (MSG) 功能块	接收多达 8 个来自智能现场装置的请求信息, 并对每个状态转变产生一个状态变化信息
41	输出选择功能块 (OUTSEL)	从两个控制器的输出中高通或低选, 作为过程的最终输出
42	自适应反馈和前馈整定控制器 (PIDA)	具有 PID 或纯迟延的反馈及前馈控制作用, 自适应整定反馈控制器参数, 提供静态和动态补偿以及修补偿器参数
43	状态报警 (STALM) 功能块	为现场智能设备检测到的事件改变和控制方案要求的状态报警提供报警功能
44	油罐计量表窗口设备控制模块 (ECB13)	接收油罐计量表的测量值、状态情况, 并选择组态数据作为过程监测的输入
45	气体色谱窗设备控制模块 (AMSPRI) 及辅助模块 (AMSSEC)	AMSPRI 提供 931D 气体色谱分析数据及状态信息, 以供控制或监测用。并可增选辅助模块以提供附加的设备数据及状态信息
46	质量流量变送器窗口设备控制模块 (ECB22)	从质量流量变送器取得可连接的测量值及状态信息, 并将其送至控制方案
47	智能变送器窗设备控制模块 (ECB18)	从控制方案一体化的设备取得测量值及状态指示

7.9 施耐德 Modicon TSX 可编程序控制器

[根据 Modicon TSX Premium、Modicon TSX Micro 产品手册 (1997 年) 编写]

7.9.1 Modicon TSX Premium 可编程序控制器

7.9.1.1 TSX Premium 选型指导 (表 7.9.1.1)

表 7.9.1.1 Modicon TSX Premium 选型指导

处理器类型		TSX P57 10M		TSX P57 20M	
机架型式		TSX RKY 6/8/12	TSX RKY 6E/8E/12E	TSX RKY 6/8/12	TSX RKY 6E/8E/12E
电源模块		~100...240V-26W ~100/240V-50W = 24V-30W-50W = 24V...48V-50W			
存储器结构		内部保护 RAM, 32KB; 扩充通过 PCMCIA 卡最多 64KB		内部保护 RAM, 48KB, 扩充最多达 128KB	
软件结构		单任务, 多任务, 事件触发任务 (1~32 个事件)		事件触发任务 (1~64 个事件)	
通讯	集成的	1 个终端、1 个辅助端口, 不隔离 (属于同一 RS485, 用 UNI-TELWAY 或字符串协议)			
	用 PCMCIA 卡	RS232D/422/485/电流环串行链路, 可用 Modbus/JBUS, UNI-TELWAY, FIPWAY FIPIO 总线			

续表

处理器类型		TSX P57 10M		TSX P57 20M	
专用模块	称重	最多 8 个测量输入, 2 个离散量输出, 1 个显示单元的 RS485 输出			
	通讯	1 个隔离 RS485 (可用 UNI-TELWAY、Modbus/Jbus, 字符串), 1 个串行链路 PCMCIA 槽 (RS232D/RS422/485/电流环, Modbus/Jbus, UNI-TELWAY, 字符串协议)			
	步进电机控制	1 或 2 轴, 用于传送装置 1...187kHz			
	轴控制	2 轴 (单格) 或 4 轴 (双格), 用于增量编码器 (500kHz) 或 SSI 串行绝对编码器 (200kHz) 和 $\pm 10V$ 速度控制			
	计数器	2 或 4 通道, 40kHz 向下、向上、向上/下计数			
	数量	最多 2 个		最多 6 个	
过程控制		PID, PWM, SERVO, CCX17 操作板带有 MMI (最多 9 个控制回路)			
模拟 I/O	数量	24 个 I/O		80 个 I/O	
	类型	4×16 位隔离输入; 8×12, 16×12 位输入带公共点; 4×11 位 + 符号隔离输出			
离散量 I/O	采用 HE10	输入 = 24V, 固态输出 = 24V			
	采用 HE10 和 Telefast2	固态输入 = 5/24/48V, ~48...240V 50/60Hz; 固态输出 = 5/24/48V, ~24...240V, 继电器输出 = 30/120V, ~240V (1 "N/O", 1 "C/O" 或 2 "C/O")			
	用端子板	输入 = 24/48V, ~24/48/100...120/200...240V, 50/60Hz; 固态输出 = 24/48V (0.5/1/2A); 继电器输出 = 24...120V, ~24...240V, 50/60Hz; 双向可控硅输出 ~24...240V, 50/60Hz			
远程 I/O			电缆连接, 最长 100m		电缆连接, 最长 100m
离散 I/O 最大数量	采用 HE10	512 个	512 个	640 个	1024 个
	采用端子板	160 个	336 个	160 个	1024 个
槽口	非扩充机架	6、8、12 (1 个机架)	—	6.8 至 12 (1 个机架)	—
	可扩充机架	—	6 至 24 位 (最多 2 机架)	—	6 至 96 位 (最多 8 个机架)

7.9.1.2 TSX Premium 模块类型

(1) 离散量输入模块

电流类型	输入电压	连接	IEC1131-2 一致性	通道数	部件号
—	24V (正逻辑)	用螺丝端子板	2 型	8 个隔离输入 16 个隔离输入	TSX DEY 08D2 TSX DEY 16D2
	48V (正逻辑)	用螺丝端子板	2 型	16 个隔离输入	TSX DEY 16D3
	24V (正逻辑)	用 HE10 型插接件	1 型	16 个隔离快输入 32 个隔离输入 64 个隔离输入	TSX DEY 16FK TSX DEY 32D2K TSX DEY 64D2K
— 或 ~ 50/60Hz	24V (正或负逻辑)	用螺丝端子板	2 型	16 个隔离输入	TSX DEY 16A2
~ 50/60Hz	48V	用螺丝端子板	2 型	16 个隔离输入	TSX DEY 16A3
	100...120V	用螺丝端子板	2 型	16 个隔离输入	TSX DEY 16A4
	200...240V	用螺丝端子板	2 型	16 个隔离输入	TSX DEY 16A5

(2) 离散量输出模块

电流类型	输入电压	连接	IEC1131-2 一致性	通道数	部件号
— 固态	24V/0.5A (正逻辑)	用螺丝端子板	是	8 个保护输出	TSX DSY 08T2
	24V/2A (正逻辑)	用螺丝端子板	是	8 个保护输出	TSX DSY 08T22
	24V/0.5A (正逻辑)	用螺丝端子板	是	16 个保护输出	TSX DSY 16T2
	48V/1A (正逻辑)	用螺丝端子板	是	8 个保护输出	TSX DSY 08T31

续表

电流类型	输入电压	连接	IEC1131-2 一致性	通道数	部件号
— 固态	48V/0.25A (正逻辑)	用螺丝端子板	是	16个保护输出	TSX DSY 16T3
	24V 0.1A/通道 (正逻辑)	用 HE10 型插 接件	是	32个保护输出	TSX DSY 32T2K
				64个保护输出	TSX DSY 64T2K
— 或 ~ 继电器	— 24V3A/24 到 240V/3A	用螺丝端子板	是	8个输出, 不保护	TSX DSY 08R5
				16个输出, 不保护	TSX DSY 16R5
	— 24V 到 48V/ 5A 24 到 240V/5A	用螺丝端子板	是	8个保护输出	TSX DSY 08R5A
— 继电器	24...120V5A	用螺丝端子板	是	8个保护输出	TSX DSY 08R4D
~ 3 端双向可控 硅开关	48...240V 2A/通道	用螺丝端子板	是	8个保护输出	TSX DSY 08S5
	24...120V1A/通道	用螺丝端子板	是	16个输出, 不保护	TSX DSY 16S4

(3) 模拟量输入模块

输入类型	输入信号范围	分辨率	连接	通道数	部件号
低电平模拟量信 号, 隔离的	±10V, 0...10V, 0...5V, 1...5V±5V, 0...20mA, 4...20 mA, -13... +63mV, 0...400Ω, 0...3850Ω, 电阻温度 计, 热电偶	16 位	用螺丝端子 板	4 通道	TSX AEY 414
高电平模拟量信 号, 带公共点	±10V, 0...10V, 0...5V, 1...5V, 0... 20mA, 4...20mA	12 位	1 个 25 路 SUB-D 型插 接件	8 通道	TSX AEY 800
			2 个 25 路 SUB-D 型插 接件	16 通道	TSX AEY 1600

(4) 模拟量输出模块

输出类型	输入信号范围	分辨率	连接	通道数	部件号
隔离的模拟量信 号	± 10V, 0... 20mA, 4...20mA	11 位+符号	用螺丝端 子板 (2)	4 通道	TSX ASY 410

(5) 计数器模块

说明	传感器类型	连接到插接件		通道数	部件号
		SUB-D, 15 路	HE10, 20 路		
40kHz/计数 器模块	-2/3 线接近传感器 PNP/.NPN, — 24V, -增量编码器(2)	计数器传感器, 编码器	辅助输入, — 24V 电源	2	TSX CTY 2A
				4	TSX CTY 4A

(6) 轴控制模块

说明	编码器类型	连接		通道数	部件号
		SUB-D, 9/15 路	HE10, 20 路		
轴控制模块 (2)	-增量的 — 5/ 24V, RS422/RS485 或 推拉输出电路, -SSI 串行绝对的 — 10... 30V	-编码器 (15 路) -速度参考 (9 路)	辅助输入, 来复输出, 编码 器, I/O	2	TSX CAY 21
				4 (3)	TSX CAY 41

(7) 步进马达的运动控制模块

说 明	输出类型	连接		轴数	部件号
		SUB-D, 15 路	HE10, 20 路		
步进马达的运动控制模块	-集电极开路输出 = 最大 30V, -TTL 电平输入, -RS422/ RS485 差动 I/O	控制 I/O	辅助 I/O, = 24V 电源	1	TSX CFY 11
				2	TSX CFY 21

(8) 集成称重模块

说 明	包 括	校 准	部件号
ISP+称重模块 (每个模块 1 个称重器) (2)	标准格式模块 (可密封的) -50 次测量/S 传感器输入 (对 1 至 8 个传感器), -2 个离散 来复输出 (带门限), -RS 485 输出 (对显示 单元)	模块未校准 模块已校准 (3)	TSX ISP Y110
			TSX ISP Y100C1
ISP+称重模块和显示单元组 (每个模块 1 个称重器) (2)	-TSX ISP Y100 模块-TSX XBT H100 显示单元 (后照光 LCD, 预配置显示), -显示单元/模块连接电缆 (3m 长)	模块未校准 模块已校准 (3)	TSX ISP Y110 TSX ISP Y110C1

(9) 过程电源元件和模块

说 明	输出电压	额 定	并 联	部件号
元件~100...240V, 50/60Hz 和 = 125V	= 24V	1A	不	TSX SUP 10
模块~100...240V, 50/60Hz 和 = 125V	= 24V VLSV	1.1A	是	TSX SUP 1011 (1) (4)
模块~100...120V 和~200...240V, 50/60Hz	= 24V VLSV	2.2A	是	TSX SUP 1021 (1) (4)
		5A	是	TSX SUP 1051 (1) (4)
元件~100...120V, 和~200...240V, 50/60Hz	= 24V VLSV	10A	是	TSX SUP 1101 (1)

7.9.1.3 TSX Premium 编程软件——PL7 Junior 软件包

说 明	用 途	部件号
单用户 Windows 下	FTX417/517 PC 兼容机	TLXLPL7JF13E TLXLPL7JP13E
	FTX417/517 PC 兼容机	TLXL3PL7JF12E TLXL3PL7JP13E

7.9.2 Modicon TSX Micro 可编程序控制器

7.9.2.1 TSX Micro 选型指导 (表 7.9.2.1)

表 7.9.2.1 TSX Micro 选型指导

PLC 型号		TSX37 10 28DR0	TSX37 10 28DT0	TSX 37 10 28DTK0	TSX 37 10 64DTK0	TSX 37 21 000	TSX37 21 100	TSX37 22 000	TSX37 22 100
I/O 供电	类型	16I = 24V 12O 继电器	16I = 24V 12O = 24V	16I = 24V 12O = 24V	32I = 24V 32O = 24V				
	连接	端子块	端子块	连接器	连接器				
电源电压		~100/240V	= 24V			~100/ 240V	= 24V	~100/ 240V	= 24V
软件结构		单任务 (循环或周期)、多任务 (循环或周期主任务、快速任务)							
		事件相关任务 1~8 个 (开关量输入或计数产生)				事件触发 1~16 个 (开关量输入、计数器、FIPWAY 电极)			
存储器结构		内部保护 RAM, 16KB				内部保护 RAM, 20KB, 用 PCMCIA 扩展至 64KB			
通讯	集成的	IRS485, UNI-TELWAY 主/从或字符串							
	PCMCIA 卡	—				RS232C/422/485/电流环, Modbus/Jbus, UNI-TELWAY 字符串, FIPWAY 网络			

续表

PLC 型号		TSX37 10 28DR0	TSX37 10 28DT0	TSX 37 10 28DTK0	TSX 37 10 64DTK0	TSX 37 21 000	TSX37 21 100	TSX37 22 000	TSX37 22 100
计数	集成的	2×500Hz 通道, 开关量输入				2×500Hz 通道, 开 关量输入		2×500Hz, 开关量输 入和 2 个 10kHz 通道	
	模块数 类 型	2 半格式 计数器, 有 1 或 2×40kHz 通道 (+、-、×、/)				4 半格式 40kHz 计数块, 1 或 2 通道(+、-、×、/)			
模拟 I/O	集成的	—				—		818 位; 108 位	
	模块数 类 型	2 半格式 8112 位, 4 差分 16 位, 4011 位+符号, 2011 位+符 号				4 半格式 8112 位, 4 差分 16 位, 4011 位+符号, 2011 位+符号			
PID 控制		PID, PWM, SERVO, 在 CCX 17 操作屏上有 MMI (9 个控制回路)							
TELEFAST2 连接端子盒				8, 12, 16 通道					
适配器端子				8 或 16 通道					
远程 I/O	数量	96 远程 I/O 或 264I/Omax (本地+远程)				96 远程 I/O 或 328 I/Omax(本地和远程)			
	类型	I = 24V, I~115V, O = 24V, O 继电器							
开关量 I/O 数	连接器	—		184 I/O		248 I/O			
	端子块	112I/O		—		140 I/O			
槽位	主机	2 (其中 1 个装有开关量 I/O)				3			
	扩展	2				2			
实时时钟						集成的 (日期、时间、年)			

7.9.2.2 TSX Micro 模块类型

(1) 离散输入模块

电流型式	输入电压	通道数	格式	连 接	部件号
=	24V (正逻辑型式 2)	12	半	由连接器	TSX DEZ 12D2K
	24V (正逻辑型式 1 或负逻辑)	12	半	由螺钉端子块	TSX DEZ 12D2
~	115V	8	半	由螺钉端子块	TSX DEZ 08A4

(2) 输出模块

电流型式	输出电压	通道数	格式	连 接	部件号
= 固态保护的	24V/0.5A 保护的	8	半	由连接器 由螺钉端子块	TSX DSZ 08T2K TSX DSZ 08T2
	24V/2A 保护的	4	半	由螺钉端子块	TSX DSZ 04T22
=/~继电器, 不 保护	-24V 或 ~24~240 V	8	半	由螺钉端子块	TSX DSZ 08R5

(3) 离散 I/O 模块

I/O 数	输入数, 型式	输出数, 型式	格式	连 接	部件号
28	16, =24V (正逻辑, 型式 1)	12, 固态 = 24V/ 0.5A, 保护的	标准	由连接器 由螺钉端子块	TSX DMZ 28DTK TSX DMZ 28DT
	16, =24V (正逻辑型式 1 或负 逻辑)	12, 继电器 50VA, 不保护	标准	由螺钉端子块	TSX DMZ 28DR
	16, ~115V	12, 继电器 50VA, 不保护	标准	由螺钉端子块	TSX DMZ 28AR
64	32, =24V (正逻辑, 型式 1)	32, 固态 = 24V/ 0.1A, 保护的	标准	由连接器	TSX DMZ 64DTK

(4) 远程离散 I/O 扩展模块

说明	与一起使用	型 式	连 接	部件号
远程离散 I/O 扩展模块	TSX 37-10 TSX 37-21/22PLC	半长	用端子	TSX STZ10

(5) 模拟输入模块

输入型式	通道数	输入信号范围	分辨率	部件号
高电平模拟, 有公共点	8	$\pm 10V$, $0 \sim 10V$ $0 \sim 20mA$, $4 \sim 20mA$	12 位 12 位	TSX AEZ 801 TSX AEZ 802
隔离的高电平模拟热电阻, 温度探头	4	$\pm 10V$, $0 \sim 10V$, $0 \sim 5V$ $1 \sim 5V$, $0 \sim 20mA$, $4 \sim 20mA$, B, E, J, K, L, N, R, S, T, U, Pt100, Ni1000 (2 或 4 线)	16 位	TSX AEZ414

(6) 模拟输出模块

输出型式	通道数	输出信号范围	分辨率	部件号
模拟, 有公共点	4 2	$\pm 10V$, $0 \sim 10V$ $\pm 10V$ $0 \sim 20mA$, $4 \sim 20mA$	11 位 + 符号 11 位 + 符号 11 位	TSX ASZ 401 TSX ASZ 200 TSX ASZ 200

(7) 计数器模块

输入型式	计数频率	通道数	部件号
2 和 3 线接近传感器, 开路集电极输出 NPN/PNP, 增量编码器	40kHz	1 2	TSX CTZ 1A TSX CTZ 2A

7.9.2.3 TSX Micro 编程软件——PL7 Micro 软件包

说明	用途	部件号	说明	用途	部件号
单站 (Windows)	FTX417/507 PC 兼容机	TLXLPL7MF10E TLXLPL7MP10E	3 站 (Windows)	FTX417/507 PC 兼容机	TLXL3PL7MF10E TLXL3PL7MP10E

7.10 GE Fanuc 90TM-30 可编程序控制器[根据 GE 系列 90TM-30PLC 产品目录 (1997 年) 编写]

7.10.1 30 系列 PLC 型号、规格 (表 7.10.1)

表 7.10.1 30 系列 PLC 型号、规格

订 货 号	IC693 CPU311	IC693 CPU313 IC693 CPU323	IC693 CPU331	IC693 CPU350	IC693 CPU352	IC693 CPU360	IC693 CPU362
I/O 开关量点	160	160/320	1024	4096	4096	4096	4096
I/O 模拟量通道	64IN-32 OUT	64IN-32 OUT	128IN-64 OUT	2048IN-512 OUT	2048/512	2048IN-512 OUT	2048/512
寄存器字	512	1024	2048	9999	9999	9999	9999
用户逻辑存储区, KB	6	6	16	32	80	80	80
程序运行速度, ms/K	18	0.6	0.4	0.3	0.18	0.18	0.18
内部线圈	1024	1024	1024	4096	4096	4096	4096
定时器/计数器	170	340	680	>2000	>2000	>2000	>2000
高速计数器	有	有	有	有	有	有	有
轴定位模块	有	有	有	有	有	有	有
可编程协处理器模块	无	无	有	有	有	有	有
通讯	Serial-SNP LAN-Genius ETH	Serial-SNP LAN-Genius ETH	Serial-SNP, RTU, CCM LAN-Genius ETH	Serial-SNP, RTU, CCM LAN-Genius ETH	Serial-SNP, RTU, CCM LAN-Genius, Ethernet CPU 上有 2 个内 置串口	Serial-SNP, RTU, CCM LAN-Genius ETH	Serial-SNP, RTU, CCM LAN-Genius, Ethernet CPU 上有内置 Ethernet 口
超控	无	无	有	有	有	有	有
后备电池时钟	无	无	有	有	有	有	有
口令	有	有	有	有	有	有	有
中断	无	无	无	有	有	有	有
存储器类型	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, Flash EPROM	RAM, Flash EPROM	RAM, Flash EPROM	RAM, Flash EPROM
诊断	I/O, CPU	I/O, CPU	I/O, CPU	I/O, CPU	I/O, CPU	I/O, CPU	I/O, CPU
浮点运算					有	有	有

7.10.2 30 系列 PLC 模块类型

(1) 自动整定电源模块

订货号	IC693PWR321	IC693PWR330	IC693PWR322
电源	120V AC, 额定值-90~132V AC, 240V AC, 额定值-180~264V AC, 频率 47~63Hz	120~240V AC, 额定值-85~264V AC, 125V DC, 额定值-90~150V DC	24~48V DC, 额定值-18~56V DC, 125V DC, 额定值-100~150V DC
输入功率	50W	交流输入时为 100VA 直流输入时为 50W	50W
输出功率	共 30W 15W, 5V 15W, 24V 继电器 20W, 24V 隔离	共 30W 最大可输出 30W, 5V 15W, 24V 继电器 20W, 24V 隔离	共 30W 15W, 5V 15W, 24V 继电器 20W, 24V 隔离
24V DC 输出 电流特性	0.8A	0.8A	0.8A

(2) 交流电压输入模块

订货号	说 明	输入电压	点 数	响应时间 ms ON OFF	输入电流 mA	触发电压	共地点 个数	连接器类型	负载 mA 5V 24V
IC693MDL230	120V 隔离	0~132	8	30 45	14.5	74~132	1	端子排	60
IC693MDL231	240V 隔离	0~264	8	30 45	15	148~264	1	端子排	60
IC693MDL240	120V 输入	0~132	16	30 45	12	74~132	16	端子排	90
IC693MDL241	240V AC/V DC	0~30	16	12 28	7	11.5~30	16	端子排	80 125
IC693MAR590	AC 输入/继电器 输出	0~132	8 入/8 出	30 45	12	74~132	8	端子排	80 70

(3) 直流电压输入模块

订货号	说 明	输入电压	点 数	响应时间 ms ON OFF	输入电流	触发电压	共地点 个数	连接器类型	负载 mA 5V 24V
IC693MDL241	24V AC/V DC	0~30	16	12 28	7mA	11.5~30	16	端子排	80 125
IC693MDL632	125V 正/负	0~150	8	7 7	4.5mA	90~150	4	端子排	40
IC693MDL634	24V 正/负	0~30	8	7 7	7mA	11.5~30	8	端子排	45 62
IC693MDL645	24V 正/负	0~30	16	7 7	7mA	11.5~30	16	端子排	80 125
IC693MDL646	24V 正/负快速	0~30	16	1 1	7mA	11.5~30	16	端子排	80 125
IC693MDL654	5/12V 正/负快速	0~15	32	1 1	3.0mA @5V 8.5mA @12V	4.2~15	8	FCN**	195 224
IC693MDL655	24V 正/负快速	0~30	32	2 2	7mA	11.5~30	8	FCN	195 224
IC693MDR390	DC 输入/继电器 器输出	-30~ +30	8 入/8 出	1 1	7.5mA	15~32	8	端子排	80 70
IC693ACC300	输入模拟器	N/A	8/16	20 30	N/A	N/A	16	开关	120

(4) 交流电压输出模块

订货号	说 明	负载电压	点 数	响应时间 ms ON OFF	每点负 载电流 A	输出类型	共地点 个数	连接器 类型	负载 mA 5V 24V
IC693MDL330	120/240V (保险丝)	85~264	8	11/2 周期	2	可控硅	4	端子排	160
IC693MDL340	120V (保险丝)	85~132	16	11/2 周期	0.5	可控硅	4	端子排	315
IC693MDL390	120/240V 隔离	85~264	5	11/2 周期	2	可控硅	1	端子排	110
IC693MDL930	120/240V 隔离, 常开	5~250	8	15 15	4	继电器	1	端子排	6 70
IC693MDL931	120/240V 隔离, 常闭/常开	5~250	8	15 15	8	继电器	1	端子排	6 110
IC693MDL940	120/240V 常开	5~250	16	15 15	2	继电器	4	端子排	7 135
IC693MDR390	DC 输入/继电器输出常开	5~250	8	15 15	2	继电器	4	端子排	80 70
IC693MAR590	AC 输入/继电器输出常开	5~250	8 入/8 出	15 15	2	继电器	4	端子排	80 70
HE693RLY110	大电流 8A 隔离继电器输出	12~265	8		8	继电器		端子排	

(5) 直流电压输出模块

订货号	说 明	负载电压	点 数	响应时间 ms ON OFF	每点负 载电流 A	输出 类型	共地点 个数	连接器 类型	负载 mA 5V 24V
IC693MDL730	12/24V 正 (保险丝)	12~24	8	2 2	2	晶体管	8	端子排	55
IC693MDL732	12/24V 正	12~24	8	2 2	0.5	晶体管	8	端子排	50
IC693MDL740	12/24V 正	12~24	16	2 2	0.5	晶体管	8	端子排	110
IC693MDL742	12/24V 正短路保护	12~24	16	1 1	1	晶体管	8	端子排	130
IC693MDL731	12/24 负 (保险丝)	12~24	8	2 2	2	晶体管	8	端子排	55
IC693MDL733	12/24 负	12~24	8	2 2	0.5	晶体管	8	端子排	50
IC693MDL741	12/24 负	12~24	16	2 2	0.5	晶体管	8	端子排	110
IC693MDL734	125 正/负	11~150	6	1 2	1	晶体管	1	端子排	90
IC693MDL930	24V 常开隔离	5~30	8	15 15	4	继电器	1	端子排	6 70
IC693MDL931	24V 常开/常闭隔离	5~30	8	15 15	8	继电器	1	端子排	6 70
IC693MDL940	24V 常开	5~30	16	15 15	2	继电器	4	端子排	7 135
IC693MDL752	5/24V 负	5, 12~24	32	1 1	0.5	晶体管	8	FCN	260
IC693MDL753	5/24V 正	12~24	32	1 1	0.5	晶体管	8	FCN	260
IC693MDR390	DC 输入/继电器输出常开	5~30	8	15 15	2	继电器	4	端子排	80 70
IC693MAR590	AC 输入/继电器输出常开	5~30	8 入/8 出	15 15	2	继电器	4	端子排	80 70

(6) 模拟量输入模块

订货号	IC693AL G220	IC693ALG222	IC693ALG221	IC693ALG223
输入量程	-10~10V 所有通道	-10~10V 0~10V	4~20mA 0~20mA 所有通道	0~20mA, 4~20mA 4~20mA 增强型通道 任选
输入数目	4	16 单端 8 差动 (可选)	4	16 可选
刷新速度	4ms 所有通道	6ms 16 通道	2ms 所有通道	13ms 16 通道
解算	12bit 5mV/20μA/bit	12bit ±10V, 5mV/20μA/ bit; 0~10V, 5mV/ 20μA/bit	12bit 0~20mA, 5μA/bit; 4~20mA, 4μA/bit	12bit 0~20mA, 5μA/bit; 4~20mA, 4μA/bit; 4~20mA, 5μA/bit
精度	±10mV/40μA (25°C) (77F)	0.25% (25°C) (77F)	0.1% 全量化	0.25% (25°C) (77F)
隔离	1500V rms 现场至逻辑端	1500V rms 现场至逻辑端	1500V rms 现场至逻辑端	1500V rms 现场至逻辑端
输入阻抗	>9MΩ	500kΩ 单端 1MΩ 差动	250Ω	250Ω
输入响应	17Hz	200Hz	325Hz	200Hz
内部功耗	27mA 5V 98mA 24V 隔离	120mA 5V 50mA 外部 24V DC	25mA 5V 100mA 24V 隔离	120mA 5V 65mA 外部 24V DC

订货号	说 明	订货号	说 明
HE693THM406	4 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 12 位解算	HE693THM166	16 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 16 位解算
HE693THM446	4 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 有开路报警输入 12 位解算	HE693RTD600	6 路 RTD, 精度 0.5°C, 12 位解算
HE693THM806	8 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 12 位解算	HE693RTD601	6 路 RTD, 精度 0.125°C, 12 位解算
HE693THM886	8 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 有开路报警输入, 12 位解算	HE693STG884	8 路应变力, 16 位解算
HE693THM884	8 路热电偶, J, K, T, E, R 或 S 型, 有开路报警输入, 高精度 16 位解算, 0.1°C, 计算机校准	HE693ADC410	隔离模拟输入, 4 路, ±10V DC, ±13 位解算
		HE693ADC420	隔离模拟输入, 4 路, 4~20mA 或 ±20mA, ±13 位解算

(7) 模拟量 4 入/2 出混合模块

订货号 IC693ALG442 (4 输入/2 输出模拟量混合模块)

特性	模拟量输出	模拟量输入		特性	模拟量输出	模拟量输入	
		电流输入	电压输入			电流输入	电压输入
量程	-10~10V, 0~10V	0~20mA, 4~20mA	0~+10V, -10~-+10V	输出(输入)负载	2kΩ	250Ω	800kΩ
通道	2	4	4	输出负载电容	1μF		
精度	±0.25%	±0.25%	±0.25%	刷新速度		4ms	4ms

(8) 模拟量输出模块

订货号	IC693ALG390	IC693ALG391	IC693ALG392
输出量程	-10~10V	0~20mA 4~10mA	0~10V, -10V~+10V 0~20mA, 4~20mA
输出通道	2	2	8
刷新速度	5ms 所有通道	5ms 所有通道	8ms 所有通道
解算	12bit 2.5mV/bit	12bit 0~20mA, 5 μ A/bit 4~20mA, 4 μ A/bit	16bit 4~20mA, 0.5 μ A, 0~10V, 0.3125mV 0~20mA, 625 μ A, -4~10V, 0.3125mV
精度	± 5 mV (25 $^{\circ}$ C) (77F)	0~20mA, $\pm 8\mu$ A (25 $^{\circ}$ C) (77F) 4~20mA, $\pm 0\mu$ A (25 $^{\circ}$ C) (77F)	电流 $\pm 0.1\%$, 电压 $\pm 0.25\%$
最大输出负载	5mA (2k Ω)	850 Ω	850 Ω /V=20V, 1350 Ω /V=30V
输出负载电容	2000pF	2000pF, 电感 1H	2000pF, 电感 1H
内部功耗	32mA, 5V 120mA, 24V LSO	30mA, 5V 215mA, 24V LSO	110mA+5V PLC 315mA+24V 用户提供
隔离	1500V rms 现场至逻辑端	1500V rms 现场至逻辑端	1500V rms 现场至逻辑端

(9) 主要智能通讯模块

可编程序 协处理器 模块	订货号	RAM, B	口 1	口 2
	IC693PCM300	160K	RS-232	RS-485
	IC693PCM301	192K (EPROM available)	RS-232	RS-232/RS-485
	IC693PCM311	640K	RS-232	RS-232/RS-485
通讯处 理器模块	订货号	说明		
	IC693BEM331	Genius 总线控制器		
	IC693CMM311	通讯处理器模块, 串行通讯, CMM, SNP, RTU 规程		
	IC660ELB921	用于 PC 机 Genius 通讯模块, 单通道		
	IC660ELB922	用于 PC 机 Genius 通讯模块, 双通道		
	IC693CMM321	以太网接口卡		

(10) 分布式 I/O 模块

① Genius I/O

Genius I/O 是一种分布式的、智能型的、有先进功能的远程 I/O 模块, 可用简单的双绞线与 Genius 总线连接在一起, 并接到 PLC 或个人计算机上。它具有以下优点:

- 应用智能开关 (Smart Switch) 代替保险丝;
- Genius 总线可以长至 7500ft (2280m);
- 支持冗余电缆;
- 超过 30 种不同类型的 Genius 模块;
- 由于减少布线而降低成本;
- 先进的诊断功能增加了 600% 全系统故障检测的能力;
- Genius 总线支持第三厂家装置, 如气动阀、监控系统、机器人、变频传动装置, 且能接口 ISA、VME 和 STD 总线。

② Field Control I/O

Field Control I/O 系统是一种低成本的分布式 I/O, 可以大范围使用并配接多种总线, 如 Genius 总线、World FIP、Profibus DP、Inter Bus-S 和 LonWorks。另外 Field Control 也可通过 RS-485 和 RTU 网络通讯。

Field Control 站由三部分构成: 总线接口单元 (BIU)、输入输出模块和端子基座。若加上微现场处理器 (MFP), Field Control 站可实现本站控制功能。

I/O 模块可由本站的现场处理器 MFP 控制 (用梯形图编程), 也可以通过现场总线网络控制。每个站可以支持多达 128 个 I/O 点。它具有以下优点:

- 内置端子或接线插座, 且能固定在 DIN 导轨之上;
- 超过 30 种不同类型的 I/O 模块;
- 微现场处理器提供真正的分布式控制功能;
- 坚固的铝外壳;
- 可与众多的 PLC 和个人计算机连接;
- 每个分布式 I/O 点成本甚低;
- 由于尺寸小且内置端子可节省 30% 空间。

7.10.3 30 系列 PLC 编程组态软件

(1) Logicmaster 90 产品

订货号	说明
IC641SWM306	LM9030 编程软件
IC641SWP310	LM9030 中文编程软件
HE693SNPCBL	编程电缆

(2) Simplicity Control 产品

基于 Windows 95/Windows NT, 不仅支持系列 90-30CPU 350 以上的梯形图编程, 而且支持 SFC CPU350 以上 C 语言编程。

7.10.4 人机界面和计算机监控系统 Complicity HMI

基于 Microsoft Windows 95/Windows NT, 不论对于离散的还是连续的生产过程, 都能容易地建立操作员接口, 实现数据采集、监视与控制。

7.10.5 30 系列 PLC 热备冗余系统 HBR 30

HBR30 是由两套 PLC90-30 及热备软件构成的热备冗余系统, 同时具有参数同步化、I/O 总线冗余和系统诊断等功能。用于过程控制、紧急停车、火焰气体监测等方面。

7.11 西门子 SIMATIC S7-300、S7-200 可编程序控制器

[根据 SIMATIC S7-300、S7-200 产品目录 (1997 年) 编写]

7.11.1 SIMATIC S7-300 可编程序控制器

7.11.1.1 中央处理单元有关技术数据 (表 7.11.1.1)

表 7.11.1.1 SIMATIC S7-300 中央处理单元有关技术数据

项 目	CPU 312 IFM	CPU 313	CPU 314 IFM	CPU314	CPU315	CPU 315-2DP
RAM(一个语句平均相当于 3 个字节)	6K 字节/2K 语句 RAM (集成)	12K 字节/4K 语句 RAM (集成)	24K 字节/8K 语句 RAM (集成)	24K 字节/8K 语句 RAM (集成)	48K 字节/16K 语句 RAM (集成)	48K 字节/16K 语句 RAM (集成)
· 集成的 装载存储器	20K 字节 RAM 20K 字节 EPROM	20K 字节 RAM	40K 字节 RAM 40K 字节 EPROM	40K 字节 RAM	80K 字节 RAM	80K 字节 RAM
· 可插入的 最大	—	512K 字节 FLASH EPROM	—	512K 字节 FLASH EPROM	512K 字节 FLASH EPROM	512K 字节 FLASH EPROM
数据备份 有电池	—	所有数据块	所有数据块	所有数据块	所有数据块	所有数据块
没有电池	72 字节	72 字节	4K 字节数据; 位存储器, 计数器, 定时器和数据块	4K 字节数据; 位存储器, 计数器, 定时器和数据块	4K 字节数据; 位存储器, 计数器, 定时器和数据块	4K 字节数据; 位存储器, 计数器, 定时器和数据块
MPI 接口						
· 站数 最多	32 站					
	编程器、PC 机、操作员面板、其他的 S7-300/400, M7-300/400, C7-620, 每个 CPU 最多可连接 4 个激活的站。					
· 波特率	187.5KB/s					
· 两个相邻站间的距离 最大	无中继器: 50m 有 2 个中继器: 1100m 有 10 个中继器串接: 9100m 通过光纤电缆: 23.80km (用 16 个星形耦合器或 OLM)					
本机的输入/输出端						
· 数字输入端	10 个, 直流 24V 其中 4 个通道可用于过程中断或集成的功能	—	20 个, 直流 24V 其中 4 个通道可用于过程中断或集成的功能	—	—	—

续表

项 目	CPU 312 IFM	CPU 313	CPU 314 IFM	CPU 314	CPU 315	CPU 315-2DP
• 数字输出端	6个, 直流 24V 0.5A	—	6个, 直流 24V 0.5A	—	—	—
• 模拟输入端 分辨率(位)	—	—	4个, $\pm 10V$, $\pm 20mA$, $11+V_{24}$	—	—	—
• 模拟输出端 分辨率(位)	—	—	1个, $\pm 10V$, $\pm 20mA$, $11+V_{24}$	—	—	—
• 实时时钟	—	—	有	有	有	有
总地址空间	64/64 字节	64/64 字节	128/128 字节	128/128 字节	256/256 字节	256/256 字节
输入/输出 过程映像	16/16 字节	16/16 字节	64/64 字节	64/64 字节	128/128 字节	128/128 字节
数字输入/输出点总数	128 个通道	128 个通道	512 个通道	512 个通道	1024 个通道	1024 个通道
模拟输入/输出点总数	32 个通道	32 个通道	64 个通道	64 个通道	128 个通道	128 个通道
每个系统的模板数	8	8	31	32	32	32
模板机架数	1	1	4	4	4	4

注: 1. SIMATIC S7-300 适合的编程器: PG720/720C, PG740, PG760, PC(AT); 通过 MPI 和 PROFIBUS 接口。

2. 软件:

① STEP7-Version 3.1(Windows 95);

② STEP7-Version 3.2(Windows 95/NT);

③ STEP7-Mini, Version 3.1(Windows 95).

7.11.1.2 中央处理单元和模板类型 (表 7.11.1.2-1 和表 7.11.1.2-2)

表 7.11.1.2-1 SIMATIC S7-300 中央处理单元和模板类型

项 目		附件(见表 7.10.1.2-2) 需要插槽数			插槽号	
					中央机架	扩展机架
CPU 312 IFM ^{①②③}		6ES7 312-5AC01-0AB0	2	5	2	无
CPU 313 ^{②③}		6ES7 313-1AD01-0AB0	2	1,3,5		
CPU 314 IFM ^②		6ES7 314-5AE01-0AB0	2	3,5		
CPU 314 ^②		6ES7 314-1AE02-0AB0	2	1,3,5		
CPU 315 ^②		6ES7 315-1AF01-0AB0	2	1,3,4,5		
CPU 315-2 DP ^②		6ES7 315-2AF01-0AB0	2	1,3,4,5		
电源	PS 307;2A PS 307;5A PS 307;10A	6ES7 307-1BA00-0AA0 6ES7 307-1EA00-0AA0 6ES7307-1KA00-0AA0		5 5 5	1	1
接口模板	IM 360 IM 365 ^④	6ES7 360-3AA01-0AA0 6ES7 365-0BA01-0AA0	1 1	5,7 5	3	2
数字量输入	16×24V DC 16×24V DC, 源输入 32×24V DC 16×24V CC 16×120V AC 8×120/230V AC	6ES7 321-1BH01-0AA0 6ES7 321-1BH50-0AA0 6ES7 321-1BL00-0AA0 6ES7 321-7BH00-0AB0 6ES7 321-1EH01-0AA0 6ES7 321-1FF01-0AA0	1 1 1 1 1 1	5,6 5,6 5,6 5,6 5,6 5,6	4~11	3~11
数字量输出	16×24V DC, 0.5A 32×24V DC, 0.5A 8×24V DC, 0.5A 16×120V AC, 0.5A 8×24V DC, 2A 8×120/230V AC, 1A 8×继电器输出 16×继电器输出	6ES7 322-1BH01-0AA0 6ES7 322-1BL00-0AA0 6ES7 322-8BF00-0AB0 6ES7 322-1EH01-0AA0 6ES7 322-1BF01-0AA0 6ES7 322-1FF01-0AA0 6ES7 322-1HF01-0AA0 6ES7 322-1HH00-0AA0	1 1 1 1 1 1 1 1	5,6 5,6 5,6 5,6 5,6 5,6 5,6 5,6		
数字量 I/O	8DI, 8DO, 24V DC, 0.5A 16DI, 8DO, 24V DC, 0.5A	6ES7 323-1BH00-0AA0 6ES7 323-1BL00-0AA0	1 1	5,6 5,6		
模拟量输入	8×9 至 14 位+符号位 2×9 至 14 位+符号位	6ES7 331-7KF01-0AB0 6ES7 331-7KB01-0AB0	1 1	5,6 5,6		
模拟量输出	4×11 位+符号位 2×11 位+符号位	6ES7 332-5HD01-0AB0 6ES7 332-5HB01-0AB0	1 1	5,6 5,6		
模拟 I/O	4 输入, 2 输出	6ES7 334-0CE00-0AC0	1	5,6		

续表

附件(见表 7.10.1.2-2) 需要插槽数					插槽号	
项 目		订 货 号			中央机架	扩展机架
EX 数字量输入	4×24V DC	6ES7 321-7RD00-0AB0	1	5,6,9	4~11	3~11
EX 数字量输出	4×24V DC, 10mA	6ES7 332-5SD00-0AB0	1	5,6,9		
	4×DC 15V, 20mA	6ES7 332-5RD00-0AB0	1	5,6,9		
EX 模拟量输入	4×10 至 15 位+符号位	6ES7 331-7RD00-0AB0	1	5,6,9		
	8/4 对热电偶, Pt100	6ES7 331-7SF00-0AB0	1	5,6,9		
EX 模拟量输出	4×15 位	6ES7 332-5RD00-0AB0	1	5,6,9		
功能模板	FM 350-1 计数器模板	6ES7 350-1AH01-0AE0	1	5,6		
	FM351 位控模板①	6ES7 351-1AH01-0AE0	2	5,6		
	FM352 电子凸轮控制①	6ES7 352-1AH01-0AE0	2	5,6		
	FM353 位控模板①	6ES7 353-1AH00-0AE0	2	5,6		
	FM 354 位控模板①	6ES7 354-1AH00-0AE0	2	5,6		
	SINUMERIK FM-NC①	6ES7 357-0BH00-0XE1	2	5,6		
	FM 355 控制模板, 4AO①	6ES7 355-0VH10-0AE0	2	5,6		
	FM 355 控制模板, 8DO①	6ES7 355-1VH10-0AE0	2	5,6		
仿真模板		6ES7 374-2XH01-0AA0	1	5		
空模板		6ES7 370-0AA01-0AA0	1	5		
CP 340 通讯模板①, RS232C		6ES7 340-1AH01-0AE0	1	5		
CP 340 通讯模板①, RS 20mA		6ES7 340-1BH00-0AE0	1	5		
CP 340 通讯模板①, RS 422/485		6ES7 340-1CH00-0AE0	1	5		
CP 342-2 通讯模板①		6ES7 342-2AH00-0XA0	1	5		
CP 343-5 通讯模板①		6GK7 343-5DA00-0XE0	2	5		
CP 343-5 通讯模板①		6GK7 343-5FA00-0XE0	2	5		
CP 343-1 通讯模板①		6GK7 343-1BA00-0XE0	2	5		
CP 343-1 TCP 通讯模板①		6GK7 343-1EX00-0XE0	2	5		

①在使用 IM365 时, ER 不能插入通讯总线站。

②不允许非接地设计。

③仅能用于单排配置。

④对 M7-300, 没有。

⑤最多 4MPI 站/PG/PC。

表 7.11.1.2-2 SIMATIC S7-300 附件

附件名称及规格		订 货 号	附件名称及规格		订 货 号
1	存储器卡 64KB flash	6ES7 951-0KD00-0AA0	5	屏蔽元件	6ES7 390-5AA00-0AA0
	32KB flash	6ES7 951-0KE00-0AA0		屏蔽连接端子 (2 件)	
	64MB flash	6ES7 951-0KF00-0AA0		对 2 电缆, 2~6mm	6ES7 390-5AB00-0AA0
	128MB flash	6ES7 951-0KG00-0AA0		对 1 电缆, 3~8mm	6ES7 390-5BA00-0AA0
	512MB flash	On request		对 1 电缆, 4~13mm	6ES7 390-5CA00-0AA0
2	存储器卡 2MB flash	6ES7 952-1KL00-0AA0	6	标签条	6ES7 392-2XX00-0AA0
	4MB flash	6ES7 952-1KM00-0AA0		标签管	6ES7 392-2XY00-0AA0
	8MB flash	6ES7 952-1KP00-0AA0		前连接器, 20 针, 螺钉触点	6ES7 392-1AJ00-0AA0
	16MB flash	6ES7 952-1KS00-0AA0		前连接器, 20 针, 弹簧型	6ES7 392-1BJ00-0AA0
3	后备电池	6ES7 971-1AA00-0AA0	7	前连接器, 40 针, 螺钉触点	6ES7 392-1AM00-0AA0
4	实时时钟电池	6ES7 971-5BB00-0AA0		IM 连接电缆 1m	6ES7 392-3BB00-0AA0
5	DIN 轨道 160mm	6ES7 390-1AB60-0AA0		2.5m	6ES7 392-3BC50-0AA0
	482mm	6ES7 390-1AE80-0AA0		5m	6ES7 392-3BF00-0AA0
	530mm	6ES7 390-1AF30-0AA0		10m	6ES7 392-3CB00-0AA0
	830mm	6ES7 390-1AJ30-0AA0	8	扩展单元 EXM 的模板	见 4/10
	2000mm	6ES7 390-1BC00-0AA0		9 电缆箱 LK393	6ES7 393-4AA00-0AA0

7.11.2 SIMATIC S7-200 可编程控制器

7.11.2.1 中央处理单元有关技术数据 (表 7.11.2.1)

表 7.11.2.1 SIMATIC S7-200 中央处理单元有关技术数据

项 目	CPU212	CPU 214
程序存储器	1K 字节/可存放 512 标准语句 (集成 EEPROM)	4K 字节/可存放 2K 标准语句 (集成 EEPROM)
数据存储器	512 字	2048 字

项 目	CPU212	CPU 214
存储器子模板 (选用)	—	1 个插入式 EEPROM 与本机 EEPROM 容量相同 无需维护 (不用电池)
数据后备	无需维护 • 200 字节 (DB1), 存储在集成的 EEPROM 中 • 数据可保持的位存储器等由超级电容器后备	• 1024 字节 (DB1), 存储在集成的 EEPROM 中 • 数据可保持的位存储器等由超级电容器后备
后备时间 典型	50 小时 (40℃ 时最少 8 小时)	190 小时 (40℃ 时最少 120 小时) 用电池保护可维持 1 年 (典型值 200 天)
电容器充电时间 典型	20 分钟 (达 60% 容量)	7 小时 (达 60% 容量)
接口	RS-485 通讯接口, 可作用: • PPI 方式, 用于编程和连接编程器、PG、PC (用 PC/PPI 电缆)、TD200 或 OP (9.6KB/s) • 具有中断能力的用户可编程接口方式, 用于其他设备进行串行数据交换 (CPU 212 为 0.3~19.2KB/s 或 CPU 214 为 0.3~38.4KB/s) 例如: 采用 ASCII 协议, PC/PPI 电缆可作为 RS232/RS485 转换器使用 (大于 0.6KB/s) 背板总线 • 连接扩展模板 (EM)	
本机 I/O	8, 其中 1 个点可用于过程中断或高速功能	14, 其中 4 个点可用于过程中断, 8 个点高速功能
• 数字输入	6	10, 其中 2 个点可用于本机功能
• 数字输出	1 个, 分辨率 1/200	2 个, 分辨率 1/200
• 模拟电位器		
可连接的 I/O		
• 数字 I/O	最多 40 个输入和 38 个输出 (包括本机输入/输出)	最多 62 个输入和 58 个输出 (包括本机输入/输出)
• 模拟 I/O	6 个输入和 2 个输出	12 个输入和 4 个输出
扩展 最大	2 个扩展模块	7 个扩展模块 (数字量或模拟量)
项 目	CPU 215	CPU 216
程序存储器	8K 字节/可存放 4K 标准语句 (集成 EEPROM)	
数据存储器	2.5K 字	
存储器子模板 (选用)	1 个插入式 EEPROM 与本机 EEPROM 容量相同	
数据后备	无需维护 (不用电池) • 5K 字节 (DB1), 存储在集成的 EEPROM 中 • 数据可保持的位存储器等由超级电容器后备	
后备时间 典型	190 小时 (40℃ 时至少 120 小时) 用电池保护可维持 1 年 (典型值 200 天)	
电容器充电时间 典型	7 小时 (达到 60% 容量)	
接口	2 个 RS-485 通讯接口, 可作用: • PPI 方式, 用于编程和连接编程器 PG、PC (用 PC/PPI 电缆)、TD200 或 OP (9.6Kbit/s) • 具有中断能力的用户可编程接口方式, 用于其他设备进行串行数据交换 (0.3~38.4Kbit/s) 例, 采用 ASCII 协议, PC/PPI 电缆可作为 RS232/RS485 转换器使用 (大于 0.6Kbit/s)	
	PROFIBUS-DP 接口 • 可达 12MB/s 背板总线 • 连接扩展模板 (EM)	接口 1: • PPI 方式, 用于编程和与 PG、PC (通过 PC/PPI 电缆)、TD200、OP (9.6 或 19.2KB/s) 相连 背板总线 • 连接扩展模板 (EM)
本机 I/O	14 个, 其中 4 个可以用于过程中断, 8 个可以用于高速功能	24 个, 其中 4 个可以用于过程中断, 8 个可以用于高速功能
• 数字输入	10 个, 其中 2 个可以用于本机功能	16 个, 其中 2 个可以用于本机功能
• 数字输出	2 个, 分辨率 1/200	2 个, 分辨率 1/200
• 模拟电位器		
可连接的 I/O		

续表

项 目	CPU215	CPU 216
• 数字 I/O	最多 62 个输入和 58 个输出 (包括本机输入/输出)	最多 64 个输入和 64 个输出 (包括本机输入/输出)
• 模拟 I/O	12 个输入, 4 个输出	12 个输入, 4 个输出
扩展	最大 7 个扩展模块 (数字量或模拟量)	7 个扩展模块 (数字量或模拟量)

注: 1. SIMATIC S7-200 适合的编程器: PG702, PG720, PG740, PG760, PC (AT).

2. 软件:

① 编程软件 STEP 7-Micro/WIN;

② 编程软件 STEP 7-Micro/DOS;

③ PROFIBUS 网络连接原件;

④ MPI 卡。

7.11.2.2 中央处理单元和模块类型 (表 7.11.2.2-1 和表 7.11.2.2-2)

表 7.11.2.2-1 SIMATIC S7-200 中央处理单元和模块类型

项 目	订 货 号
CPU 212 DC 输出	6ES7 212-1AA01-0XB0
CPU 212 继电器输出 (N 型)	6ES7 212-1BA01-0XB0
CPU 212 继电器输出 (P 型)	6ES7 212-1BA10-0XB0
CPU 212 24V AC 输入, AC 输出	6ES7 212-1DA01-0XB0
CPU 212 120V AC 输入, AC 输出	6ES7 212-1CA01-0XB0
CPU 214 DC 输出	6ES7 214-1AC01-0XB0
CPU 214 继电器输出 (N 型)	6ES7 214-1BC01-0XB0
CPU 214 继电器输出 (P 型)	6ES7 214-1BC10-0XB0
CPU 214 24V AC 输入, AC 输出	6ES7 214-1DC01-0XB0
CPU 214 120V AC 输入, AC 输出	6ES7 214-1CC01-0XB0
CPU 215 DC 输出	6ES7 215-2AD00-0XB0
CPU 215 继电器输出	6ES7 215-2BD00-0XB0
CPU 216 DC 输出	6ES7 216-2AD00-0XB0
CPU 216 继电器输出	6ES7 216-2BD00-0XB0
EM221 数字量输入模块	8×24V DC 8×24V DC (NPN 型) 8×120V AC 8×24V AC
	6ES7 221-1BF00-0XA0 6ES7 221-1BF10-0XA0 6ES7 221-1EF00-0XA0 6ES7 221-1JF00-0XA0
EM222 数字量输出模块	8×24V DC 8×继电器 8×120/230V AC
	6ES7 222-1BF00-0XA0 6ES7 222-1HF00-0XA0 6ES7 222-1EF00-0XA0
EM223 数字量输入/输出模块	4入/4出, 24V DC 输入, 24V 输出 4入/4出, 120V AC 输入, 120~230V AC 输出 4入/4出, 24V DC 输入, 继电器输出 8入/8出, 24V DC 输入, 继电器输出 16入/16出, 24V DC 输入, 继电器输出
	6ES7 223-1BF00-0XA0 6ES7 223-1EF00-0XA0 6ES7 223-1HF00-0XA0 6ES7 223-1PH00-0XA0 6ES7 223-1PL00-0XA0
EM231 模拟量输入模块	3 输入, 12 位 + 符号位
	6ES7 231-0HC00-0XA0
EM235 模拟量输入/输出模块	3 输入, 1 输出, 12 位
	6ES7 285-0KD00-0XA0
CP242-2 通讯模块	在 AS-1 接口处用总线连接器与 SIMATIC S7-200 相连
	6ES7 242-2AX00-0XA0
TD200 文本显示器	用其连接电缆与 S7-200 的 PPI 接口相连
	6ES7 272-0AA00-0YA0

表 7.11.2.2-2 SIMATIC S7-200 附件

附 件 名 称	订 货 号	附 件 名 称	订 货 号
MC 291 存储器子模块 (选项)		• 14 端子连接器, CPU 215/216 和 EM 适用, 10 个	6ES7-290-2CA00-0XA0
EEPROM, 8K (用于 CPU 214)	6ES7-291-8GC00-0XA0	• 18 端子连接器, CPU 214 适用, 10 个	6ES7-290-2BA00-0XA0
EEPROM, 16K (用于 CPU 215/216)	6ES7-291-8GD00-0XA0	PC/PPI 电缆	
接地端子 (10 个)	6ES5-728-8MA11	5m	6ES7-901-3BF00-0XA0
SIM 274 开关模拟器 (选项)		扩展转换电缆	6ES7-290-6BC50-0XA0
用于 CPU 212	6ES7-274-1XF00-0XA0	电池卡 (用于 CPU 214, 215, 216)	6ES7-291-8BA00-0XA0
用于 CPU 214	6ES7-274-1XH00-0XA0	标签 (用于 CPU 212, 214 和 EM), 24 个	6ES7-292-2AA00-0XA0
用于 CPU 215/216	6ES7-274-1XK00-0XA0		
端子排 (选项)			
• 12 端子连接器, CPU 212/215/216 适用, 10 个	6ES7-290-2AA00-0XA0		

7.12 欧姆龙 SYSMAC C200HS/C200H、CQM1 可编程序控制器

[根据 SYSMAC 系列 PLC 产品样本 (1997 年) 编写]

7.12.1 SYSMAC C200HS/C200H 性能规格 (表 7.12.1)

表 7.12.1 SYSMAC C200HS/C200H 性能规格表

项目/机器名		C200HS	C200H
控制方式		存储程序方式	
输入输出控制方式		循环扫描方式和次处理方式可并用	
编程方式		梯形图	
命令语长		1步/1命令, 1~4字/1命令	
命令种类		基本命令 14, 应用命令 211 种 CPU11/33 215 种	145~172 种 (基本命令 12 种, 应用命令 133~160 种) 据 CPU 型号而不同
处理时间		基本命令 0.375~1.313 μ s 应用命令数 10 μ s	基本命令 0.75~2.25 μ s 应用命令 34~724 μ s
程序容量		最大 15.2K 字	最大 6.974 字 (使用 8KB 容量存储器时)
输入 输出 继电器 器		CPU 装置、I/O 扩展装置: 480 点 (0000~02915)	
		多点输入/输出单元 (2 组): 320 (03000~04915)	
		远程 I/O 子局装置上输入/输出单元: 800 点 (05000~09915)	
		多功能 I/O 单元: 1600 点 (10000~23115)	
		传送 I/O 单元: 512 点 (20000~23115)	
内部辅助继电器		最大 6688 点 (03000~23515, 30000~51115)	最大 3296 点 (03000~23515)
特殊辅助继电器		1016 点 (23600~25507, 25600~19915)	312 点 (23600~25507)
暂存继电器		8 点 (TR0~7)	
保持继电器		1600 点 (HR0000~9915)	
辅助记忆继电器		448 点 (AR0000~2715)	
LINK 继电器		1024 点 (LR0000~6315)	
计时器/计数器		512 点 (TIM/CNT000~511) 计时器 0~999.9s, 高速计时器 0~99.99s, 计数器 0~9999	
数据 存储器	可读/写	约 6KB	1000 字 (DM000~0999)
	只能读	0.5K 字, 最大 3K 字 (DM7000~9999) 本 DM 区在 UM 上	1000 字 (DM0000~1999) 本 DM 区在存储器单元上
运行中输出信号		PLC 如果是在运行中, 内部继电器接点闭合最大通继能力: AC250/2A (电阻负荷) AC250V/0.5A (感性负荷) DC24V/2A	
停电保持功能		保持辅助继电器 (AR), 保持继电器 (MR), 计数器 (CNT), 数据存储器 (DM), 时钟 (RTC) 内容	保持辅助继电器区 (AR), 保持继电器 (HR), 计数器 (CNT), 数据存储器 (DM) 的内容, 存储器保持时间据以下项目而有所不同
时钟功能		标准装备	CPU11/31 标准装备 CPU21/22/23 可配置附时钟功能的存储器单元 CPU01/02/03 不能使用时钟功能
存储器后备时间		电池的寿命在 25℃ 时为 5 年环境温度高于上述值使用时, 寿命将缩短。电池异常显示 (ALARMLED) 闪烁后, 请在 1 周内更换电池, 电池更换请在 5 分钟以内完成	
自诊断功能		• CPU 异常 (警戒计时器) • I/O 检查异常 • 上位 LINK 异常 • 存储器异常 • 电池异常 • 其他 • I/O 总线异常 • 远程 I/O 异常	
程序检查功能		• 程序检查 (运行开始时进行常规检查) ... 无 END 命令, 命令异常 • 可在其他的手持编程器及工厂智能终端 (FIT), 梯形图支持软件上进行程序检查, 可设置 3 段位检查	

7.12.2 SYSMAC CQM1 可编程序控制器

7.12.2.1 CPU 主要技术数据

项 目	型 号	CQM1-CPU11-E/CPU21-E	CQM1-CPU41-EV1/CPU42-EV1 CPU43-EV1/CPU44-EV1*
控制方法	存储程序方法		
I/O 控制方法	周期扫描直接输出, 立即中断处理		
编程语言	梯形图		
指令长度	每条指令一步, 每指令占 1~4 字		
指令种类	117 指令		137 指令
指令执行时间	基本指令 0.5 μ s~1.5 μ s (例, LD=0.5 μ s, TIM=1.5 μ s) 特殊指令 (例, MOV(21)=24 μ s)		
程序容量	程序内存: 3.2KB		程序内存: 7.2KB

续表

型 号	CQM1-CPU11-E/CPU21-E		CQM1-CPU41-EV1/CPU42-EV1 CPU43-EV1/CPU44-EV1
项 目	I/O 模块最大数		11 块
数据区			
I/O 点数	128 点	256 点	
工作区(IR)	2720 位		
SR 区(SR)	192 位		
暂存区(TR)	8 位(TR0~TR7)		
保持区(HR)	1600 位(HR00~HR99)		
辅助区(AR)	448 位(AR00(～)AR27)		
链接区(LR)	1024 位(LR00~LR63)		
计时/计数区 (TIM/CNT)	512 计时器/计数器;高速计时器;61(0.01s 递增)		
数据内存(OM)	1KB	6KB	
内置特性			
中断处理	输入中断:4 点;调度中断:0.5ms×3 点		
高速计数	2 相:2.5kHz×1 点;辅助相:5kHz×1 点		
脉冲输出	1kHz×1 点		

7.12.2.2 型号规格

产品名称	主要规格	型 号
电源模块	100~240V AC,50/60Hz	CQM1-PA203
	100~240V AC,50/60Hz 带服务电源,0.5A,240V DC	CQM1-PA206
	24V DC	CQM1-PD026

CPU

用户内存	数据内存	内装特性				
		RS-232C	模拟设定	脉冲 I/O	— ABS I/F	
3.2KB	1KB	...	...	...	...	CQM1-CPU11-E
		●	...	...	...	CQM1-CPU21-E
7.2KB	6KB	●	...	...	...	CQM1-CPU41-EV1
		●	●	...	...	CQM1-CPU42-EV1
		●	...	●	...	CQM1-CPU43-EV1
		●	...	...	●	CQM1-CPU44-EV1

输入单元

DC 輸入	8 点, 12~24V DC	CQM1-ID211
	16 点, 24V DC	CQM1-ID212
	32 点, 24V DC	CQM1-ID213
AC 輸入	8 点, 100~120V AC	CQM1-1A121
	8 点, 200~240V AC	CQM1-1A221

输出模块

接点 输出	8 点, 2A, 24V DC 或 250VAC (每模块 16A)	CQM1-OC221
	16 点, 2A, 24V DC 或 250V AC (每模块 8A)	CQM1-OC222
晶体管 输出	8 点, 2A, 24V DC (每模块 5A)	CQM1-OD211
	16 点, 50mA, 4.5V DC ~ 300mA, 26.4V DC, PNP 输出	CQM1-OD212
	32 点, 100mA, 24V DC	CQM1-OD213
	16 点, 50mA, 4.5V DC ~ 300mA, 26.4V DC, PNP 输出	CQM1-OD214
	8 点, 1.0A, 24V DC (每模块 4A), PNP 输出, 带短路保护	CQM1-OD215
可控硅 输出	8 点, 0.4A, 100 ~ 240V DC	CQM1-OA221

专用 I/O 模块

续表

产品名称	主要规格		型 号
模拟输入模块	模拟量输入, 4点 4~20mA, -10~10V/1~5V/0~10V		CQM1-AD041
模拟输出模块	模拟量输出, 2点 0~20mA, -10~10V		CQM1-DA021
电源模块	电源模块为模拟量输入或输出 模块提供需要的 DC 电源	为一个模块	CQM1-IPS01
		为二个模块	CQM1-IPS02
B7A 接口 模块	16 点输出		CQM1-B7A02
	32 点输出		CQM1-B7A03
	16 点输出		CQM1-B7A12
	32 点输出		CQM1-B7A13
	16 点输入和 16 点输出		CQM1-B7A21
I/O 链接 单元	作为 SYS MAC BUS 远程 I/O 系统的从模块 2 输入字(32 位), 2 输出字(32 位)		CQM1-LK501
G730 接口 模块	主站, 32 输入和 32 输出		CQM1-G7M21
	扩展主站, 32 输入		CQM1-G7N11
	扩展主站, 32 输出		CQM1-G7N01
传感器 单元	传感器输入点数: 最大 4 点, 单个传感器模块可 最多安装 4 个传感器模块		CQM1-SEN01
	光纤光电模块, E32 系列光纤单元		E3X-MA11
	放大器分离型光电模块, E3G 系列光电传感器		E3C-MA11
	放大器分离型接近模块, E2G 系列接近传感器		E2C-MA11
	隔板板, 安装在空槽处		E39-MA11
	远程控制器, 电缆线长 13m		CQM1-TU001
温控 单元	热电偶输入晶体管(NPN)输出, 2 回路		CQM1-TC001
	热电偶输入晶体管(PNP)输出, 2 回路		CQM1-TC002
	铂电阻温度仪, 晶体管(NPN)输出, 2 回路		CQM1-TC101
	铂电阻温度仪, 晶体管(PNP)输出, 2 回路		CQM1-TC102
线性传 感器接 口单元	标准		CQM1-LSE01
	带输出监视		CQM1-LSE02
SYSMAC 支持软件	IBM PC/AT 或兼容机	3.5in	C500-ZL3AT1-E

7.13 MODCELL 智能过程控制系统

[根据 ABB 公司 MODCELL 产品样本 (1998 年) 编写]

7.13.1 突出特点

- 模块化系统 • 开放式系统 • DCS 功能 • PLC 价格 • 回路调节器的可靠性
- 模块化系统
- 开放式系统
- 单点隔离 I/O 信号输入及输出
- 现场输出反馈
- 图形组界面
- 每一点的综合掉电/启动功能
- 综合 PID 算法
- 64KB 用户程序容量
- IEEE 浮点运算功能

7.13.2 技术规格

- 工作温度: 0~50℃
- 储存温度: -40~75℃
- 工作湿度: 5%~95%相对湿度, 不结露
- 数据存储时间: 没有电源情况下 10 年
- 工作电压: 交流: 85~250Vrms, 47~440Hz
- 或 120~350V DC
- 直流: 20~50V DC
- ICN 通信速率: 31.25KB
- MODBUS 通信速率: 38.4KB
- 保险: 2.5Amps (交流) 4.0Amps (直流)
- 功耗: 40W (最大) (120Vrms, 60Hz 满负载)

7.13.3 选型说明

- ①选择基本单元形式及供电形式
- ②每一单元选择一个控制模块, 每个单元共有 32 个插槽。

③若使用欧卡, 选择合适的安装方式。

④选择 I/O 模块, 每个单元的模块数决定于:

- 通讯模块安装后的有效通道数;
- 每一模块所需的插槽数, 例如三线制热电阻需两个插槽;
- 模块的耗电量 (总计不超过 4.5A)。

(1) 基本单元

欧卡式

2001NZ10801C 交流电源: 85~250Vrms, 47~440Hz 或 12~350V DC

2001NZ10401C 直流电源: 24V 正常值 (20~50Vdc)

平装面板式

2002NZ10801C 交流电源: 85~250Vrms, 47~440Hz 或 120~350V DC

2002NZ10401C 直流电源: 24V 正常值 (20~50V DC)

(2) 控制模块

2001PZ10105B 逻辑功能

2004PZ10102B 先进控制功能 (包括逻辑和调节功能)

2005PZ10102B 事故记忆功能 (SOE)

(3) 配件

98280-417 MOCELL 用户手册

2001F 欧卡式 19in 机箱, 无盲板, 总计 7 个单元。

2001FP11000A 单个单元

2001FP12000A 两个单元

2001FP13000A 三个单元

2001FP14000A 四个单元

2001FP15000A 五个单元

2001FP16000A 六个单元

2002FP17000A 七个单元

2030FZ16000A ICN 端头——欧卡式 (每个 ICN 一个)

2030FZ17000A ICN 端头——平装面板式 (每个 ICN 一个)

2010PZ10000A 内存模块 (可选择)

2002FZ10001A 为欧卡式而设的端子盒

(4) I/O 模块

模拟输入——隔离型	插槽	电耗
2001AZ10101B 电压 (+/-100mV; +/-10V)	1	80mA
2002AZ10101B 电流 (4~20mA)	1	80mA
2012AZ10101B 电流 (4~20mA), 带二线制变送器电源	1	350mA
2008AZ10220B 热电阻 (二线制, 100Ω)	1	80mA
2008AZ10130B 热电阻 (三线制, 100Ω)	2	80mA
2008AZ10240B 带冷端补偿器的热电阻 (每个单元一个)	1	80mA
2013AZ10101B 热电偶 (分度号 B, E, J, K, N, R, S, T)	1	80mA
模拟输出——隔离型	1	350mA
2013AZ10101A 电流 (4~20mA/0~20mA)	1	350mA
数字输入——隔离型		
2004AP10100A 2.5~28V DC	1	12mA
2004AP10110A 4~16V DC	1	12mA
2004AP10100A 10~32 V DC	1	12mA
2004AP10100A 35~60V AC/DC	1	12mA
2004AP10100A 20~140V AC/DC	1	12mA
2004AP10100A 180~260V AC/DC	1	12mA
数字输出——隔离型		
2005AP10100A 5~60V DC	1	12mA
2005AP10100A 5~200V DC	1	12mA
2005AP10120A 12~140V ACSPSC, NO (常开)	1	12mA
2005AP10130A 24~280V AC, SPSC, NO (常开)	1	12mA
2005AP10140A 24~280V AC, SPSC, NO (常闭)	1	12mA

数字输入——非隔离型		
2006AZ10100A 2.2V~24V DC (包括 5V 供电电源)	1	10mA
数字输入——非隔离型		
2007AZ10100A 25V, 50mATT	1	20mA
机械式继电器输出——隔离型		
2011AZ10100A 双 SPST, 常开/常闭 (两个输出)	2	140mA
2011AZ10110A 双 SPST, 常开/常闭 (两个输出)	2	140mA
2011AZ10120A 双 SPST, 常开/常闭 (两个输出)	2	140mA
2011AZ10200A C 型 (一个输出)	2	140mA
(5) 通讯模块		
2030NZ10000B 仪表通讯网络 (ICN)	2	300mA
2033NZ10000A RS-232	2	180mA
2032NZ10000C RS-485, 二线制	1	180mA
2034NZ10000A RS-485, 四线制	2	180mA
2020NZ10000B CS31 远程 I/O 通讯模块	2	180mA
(6) 远程 I/O 模块		
ICSI 08 D1- $\times\times\times 8$ 路 24V 直流非隔离输入		
ICSI 08 E1- $\times\times\times 8$ 路 24V 直流隔离输入		
ICSI 08 E3-110 8 路 110V 交流隔离输入		
ICSI 08 E4-230 8 路 230V 交流隔离输入		
ICSI 16 D1- $\times\times\times 16$ 路 24V 直流非隔离输入		
ICSI 16 E1- $\times\times\times 16$ 路 110V 直流隔离输入		
ICSO 08 R1- $\times\times\times 8$ 路继电器输出 2A		
ICSO 08 Y1- $\times\times\times 8$ 路 24V 晶闸管输出 2A		
ICSO 20 F1- $\times\times\times 16$ 路 24V 直流非隔离输入, 8 路继电器输出 2A		
ICSO 08 L1- $\times\times\times 8$ 路可定义 24V 直流隔离输入或 8 路 24V 直流输出		
ECZ 远程 I/O 模块托架		
$\times\times\times$	供电电源	
120	110V	
230	220V	
24	24V	
(7) 组态软件		
2006SZ02002A Application Builder software for MODCELL configurations		
(8) 监控软件		
Citect for Windows		
Fix for Windows		

8. 防爆与防腐

8.1 防 爆

8.1.1 对爆炸性危险区域的划分 (GB, IEC, NEC)

8.1.1.1 我国对爆炸性危险区域的划分 (GB 50058—92)

在“爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范”(GB 50058—92)中,对爆炸性危险区域的划分如下。

(1) 气体或蒸气爆炸性混合物的危险区域分为0区、1区和2区

0区:连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境。

1区:在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境。

2区:在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境,或即使出现也仅是暂时存在的爆炸性气体混合物的环境。

(2) 爆炸性粉尘环境危险区域分为10区和11区

10区:连续出现或长期出现爆炸性粉尘的环境。

11区:有时会将积留下的粉尘扬起而偶然出现爆炸性粉尘混合物的环境。

8.1.1.2 IEC (国际电工技术委员会) 对爆炸性危险区域的划分 (IEC 79—10)

IEC对气体或蒸气爆炸性混合物危险区域划分为0区 (Zone 0), 1区 (Zone 1) 和2区 (Zone 2), 其定义与我国相同。对爆炸性粉尘环境危险区域尚未划分。

8.1.1.3 NEC (美国电气规程) 对爆炸性危险区域的划分 (NEC 500-4)

① 气体、蒸气爆炸性混合物危险场所分为1级1区 (Class I, Division 1) 和1级2区 (Class I, Division 2)

1级1区:在此区域内,爆炸性混合物

——存在于正常的工作条件下;

——因维修或泄漏而往往可能存在;

——事故或设备的某一功能失灵或过程中出现的干扰,均能够引起这类混合物的泄出,且同时引起电气结构上的缺陷。

1级2区:在此区域内

——可燃液体或气体即使在正常情况下也存在于密闭容器或管道之中,仅当容器或管道遭受破坏(破裂或缺陷)时,或在异常情况下,它们才能从容器或管道中泄出;

——爆炸性混合物通常因采取高压通风设施而受到防范,即使通风设施发生故障或功能失灵,也不会造成危害;

——与1类1区交界,危险的气体或蒸气混合物偶尔也会从这类场所泄出,如果不采取有效的、安全的高压通风设施来防止事故发生的话。

② 对爆炸性粉尘危险场所分为2级1区 (Class II, Division 1) 和2级2区 (Class II, Division 2)

因缺乏资料,无法提供准确的译文。

根据MTL公司提供的资料,我国与IEC、欧洲、北美对爆炸性危险区域的划分及对照列于表8.1.1中(仅供参考)。

表 8.1.1 国内外对爆炸性危险区域的划分

对该地区实际存在危险可能性的量度	连续地存在危险性 大于 1000h/a	断续地存在危险性 10~1000h/a	事故状态下存在危险性 0.1~10h/a
国际电工技术委员会 (IEC) 欧洲电工技术委员会 (CENELEC) 欧洲	0 区 (气体) 10 区 (Z 区) (粉尘)	1 区 (气体) 10 区 (Z 区) (粉尘)	2 区 (气体) 11 区 (Y 区) (粉尘)
美国电气规程 (NEC) 北美 (美国、加拿大)	1 级 1 区 (气体) 2 级 1 区 (粉尘)		1 级 2 区 (气体) 2 级 2 区 (粉尘)
中 国	0 区 (气体) 10 区 (粉尘)	1 区 (气体) 10 区 (粉尘)	2 区 (气体) 11 区 (粉尘)

注:1. 欧洲标准中,只有英国和德国才有关于粉尘危险场所区域划分的规定,英国分为Z区和Y区,德国分为10区和11区。IEC的提议正在考虑中。

2. 根据E+H公司提供的资料,IEC近来已将粉尘危险场所划分为10区和11区。

8.1.2 I类(工厂用)防爆电气设备级别、允许最高表面温度组别的划分(GB, IEC, EN, NEC)

8.1.2.1 级别划分(GB 3836.1—83, IEC 79-12)(表 8.1.2.1)

表 8.1.2.1 I类防爆电气设备级别划分

级 别	$\delta_{\max}$, mm	MICR
IA	$\delta_{\max} \geq 0.9$	$MICR > 0.8$
IB	$0.9 > \delta_{\max} > 0.5$	$0.8 \geq MICR \geq 0.45$
IC	$0.5 \geq \delta_{\max}$	$0.45 > MICR$

注: $\delta_{\max}$ ——爆炸性气体混合物最大试验安全间隙, mm。

MICR——爆炸性气体混合物最小点燃电流与甲烷最小点燃电流的比值。

IA、IB、IC也是爆炸性气体混合物的传爆级别。

8.1.2.2 允许最高表面温度组别划分(GB 3836.1—83, IEC 79-8, NEC 500-2)(表 8.1.2.2)

表 8.1.2.2 I类防爆电气设备允许最高表面温度组别划分

气体或 蒸气燃 点温度 ℃	中国、IEC 和 EN		NEC			气体或 蒸气燃 点温度 ℃	中国、IEC 和 EN		NEC		
	温度 组别	允许最高 表面温度 ℃	温度 组别	允许最高 表面温度			温度 组别	允许最高 表面温度 ℃	温度 组别	允许最高 表面温度	
				℃	F					℃	F
>450	T1	450	T1	450	842	>180			T3A	180	356
>300	T2	300	T2	300	572	>165			T3B	165	329
>280			T2A	280	536	>160			T3C	160	320
>260			T2B	260	500	>135	T4	135	T4	135	275
>230			T2C	230	446	>120			T4A	120	248
>215			T2D	215	419	>100	T5	100	T5	100	212
>200	T3	200	T3	200	392	>85	T6	85	T6	85	185

8.1.3 气体和蒸气按传爆级别、自然温度组别的分类(GB, IEC, EN, NEC)

8.1.3.1 中国的分类(GB 3836.1—83, 选编)(表 8.1.3.1)

表 8.1.3.1 中国对气体、蒸气按传爆级别、自然温度组别的分类

组别 级别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
IA	甲烷, 乙烷, 丙烷, 苯, 乙烯, 苯, 甲苯, 二甲苯, 三甲苯, 苯, 一氧化碳, 苯酚, 甲酚, 丙酮, 乙酸甲酯, 乙酸, 氯乙烷, 氯苯, 氨, 乙腈, 苯胺	丁烷, 环戊烷, 丙烯, 乙苯, 异丙苯, 甲醇, 乙醇, 丙醇, 丁醇, 甲酸甲酯, 甲酸乙酯, 乙酸乙酯, 甲基丙烯酸甲酯, 乙酸乙酯, 二氯乙烷, 氯乙烯, 甲胺, 二甲胺	戊烷, 己烷, 庚烷, 辛烷, 壬烷, 癸烷, 环己烷, 松节油, 石脑油, 石油, 汽油, 燃料油, 煤油, 柴油, 戊醇, 己醇, 环己醇	乙醚, 三甲胺		
IB	丙炔, 环丙烷, 丙烯腈, 氯化氢, 城市煤气	乙烯, 丁二烯, 环氧乙烷, 环氧丙烷, 丙烯酸甲酯, 丙烯酸乙酯, 吡喃	二甲醚, 丁烯醛, 丙烯醛, 四氢呋喃, 硫化氢	乙基甲基醚, 二乙醚, 二丁醚, 四氯乙烷		
IC	氢, 水煤气	乙炔			二硫化碳	硝酸乙酯

8.1.3.2 IEC、EN、NEC 的分类(表 8.1.3.2)

表 8.1.3.2 IEC、EN、NEC 对气体、蒸气按传爆级别、自然温度组别的分类

温度 ^① ℃	IEC/EN		NEC		温度 ^① ℃	温度 ^① ℃	IEC/EN		NEC		温度 ^① ℃
	爆炸 组别	典型的气体 或蒸气	组别	典型的气体 或蒸气			爆炸 组别	典型的气体 或蒸气	组别	典型的气体 或蒸气	
540	IA	丙酮	D	丙酮	465	630	IA	氨		氨	651
515		乙烷		乙烷	515	630		苯胺			
425		乙醇		乙醇	356	555		苯		苯	560
460		乙酸乙酯		乙酸乙酯	427	365		丁烷		丁烷	405
		亚硝酸乙酯		亚硝酸乙酯		340		丁醇		丁醇	365/405

续表

温度① ℃	IEC/EN		NEC		温度② ℃	温度① ℃	IEC/EN		NEC		温度② ℃
	爆炸 组别	典型的气体 或蒸气	组别	典型的气体 或蒸气			爆炸 组别	典型的气体 或蒸气	组别	典型的气体 或蒸气	
505	I A	丁酮	D	丁酮	516	385	I A	乙酸乙烯酯	D	乙酸乙烯酯	427
370		乙酸丁酯		乙酸丁酯	425	415		氯乙烯		氯乙烯	472
530		二氯化乙烯		二氯化乙烯	413	465~525		二甲苯		二甲苯	530
215		庚烷		庚烷	280	140		乙醛	C	乙醛	175
240		己烷		己烷	225	605		一氧化碳		一氧化碳	610
220~300		燃料油				425	I B	乙烯		乙烯	490
595		甲烷		甲烷	539	535		氟化氢		氟化氢	
455		甲醇		甲醇	385	495		环丙烷		环丙烷	500
475		乙酸甲酯				180		乙醚		乙醚	160
210		辛烷		辛烷	220			四氯乙烯	B	丙烯醛	220
285		戊烷		戊烷	260			丙烯醛		氧化乙烯	429
360		戊醇		戊醇	300	440		氧化乙烯		丁二烯	420
		石脑油		石脑油	288	415		丁二烯-1,3			
		石油包括汽油		汽油	280~456	560		焦炉煤气			
470		丙烷		丙烷	450					氧化丙烯	449
405/425		丙醇		丙醇	440/399	430		氧化丙烯		氢	400
455		丙烯		丙烯	460	560	I C	氢			
550		吡啶		吡啶	482			乙炔	A	乙炔	305
490		苯乙烯		苯乙烯	490	305		硝酸乙酯	特殊 防护	二硫化碳	100
535		甲苯		甲苯	480			二硫化碳			

① DIN 57 165/VDE 0165. Anhang B oder Nabert/Schon. Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe. Deutscher Eichverlag GmbH. Berlin

② NFPA 325 M-1977, Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids

8.1.4 电气防爆标志对照 (中国与美、日、欧共体、德、英、法对照)

8.1.4.1 中国新、旧电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.1)

表 8.1.4.1 中国新、旧电气防爆标志简明对照表

旧防爆标准 GB 1336—77	新防爆标准 GB 3836.1—83	旧防爆标准 GB 1336—77	新防爆标准 GB 3836.1—83
1. 防爆结构型式 隔爆型: B 防爆安全型: A 安全火花型: H 防爆通风充气型: F 防爆充油型: C — — 防爆特殊型: T	1. 防爆结构型式 隔爆型: d 增安型: e 本质安全型: i 正压型: p 充油型: o 充砂型: q 无火花型: n 特殊型: s	3. 温度组别 a b c d e —	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6
2. 防爆级别 1 2 3 4	2. 防爆级别 I A I B I B I C	4. 标志示例 B3d B4e H3e BH3a	4. 对应标志 d I BT4 d I CT5 ib I BT5 dib I BT1

注: 本安型电路分为两类: ia 及 ib。

ib 本安电路必须保证正常工作状态下以及电路中存在一起故障时, 电路元件不发生燃爆。在 ib 型电路中, 工作电流被限制在 150mA 以下, 仅适用于 1 区。

ia 本安电路则要求正常工作状态下及电路中存在两起故障时, 电路元件不发生燃爆。在 ia 型电路中, 工作电流被限制在 100mA 以下, 适用于 0 区和 1 区。

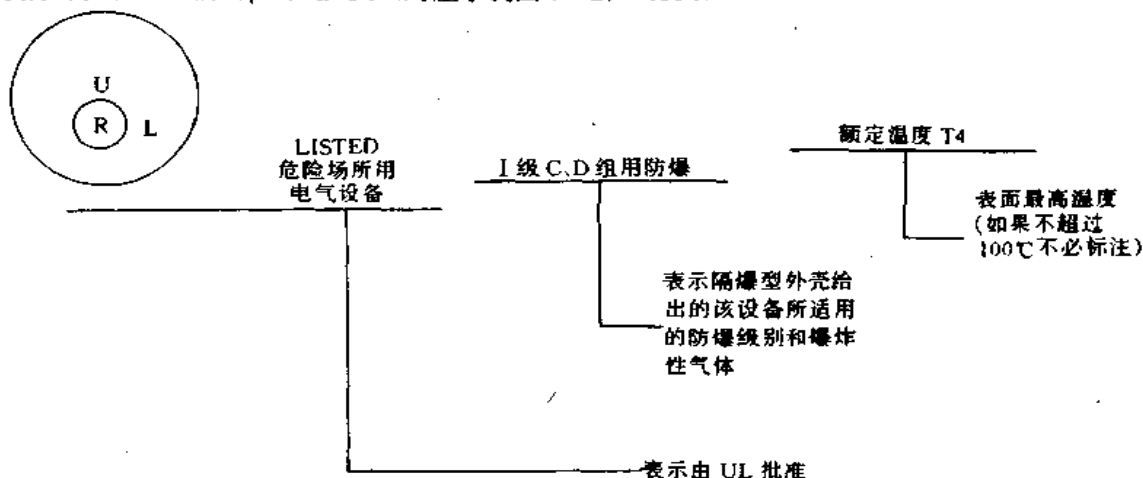
8.1.4.2 美、中工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.2)

表 8.1.4.2 美、中工厂用电气防爆标志简明对照表

美国联邦实验室 (UL) 标准		中国标准 GB 3836		
1. 防爆结构型式		1. 防爆结构型式		
隔爆型: 无符号	充砂型: 无符号	隔爆型: d	充砂型: q	
正压型: 无符号	增安型: 无符号	正压型: p	增安型: c	
充油型: 无符号	—	充油型: o	无火花型: n	
本安型: 无符号	—	本安型: i	特殊型: s	
2. 防爆级别 (NEC 500-2)		2. 防爆级别		
乙炔	A	I C		
氢气	B			
丁二烯、丙烯醛、氧化乙烯		C	I B	
环丙烷、氢化氰、乙醚、乙烯				
丙酮	D	I A		
丙烯腈		I B		
氨、苯、丁烷、丁醇、乙烷、乙醇、汽油、庚烷、己烷、甲烷 (天然气)、甲醇、丁酮、辛烷、石脑油、戊烷、戊醇、丙醇、丙 烷、丙烯、苯乙烯、二甲苯、氯乙烯、乙酸乙烯酯、乙酸乙酯		I A		
3. 温度组别		3. 温度组别		
T1 (450℃)		T1		
T2 (300℃)	T2C (230℃)	T2		
T2A (280℃)	T2D (215℃)			
T2B (260℃)		T3		
T3 (200℃)	T3B (165℃)			
T3A (180℃)	T3C (160℃)			
T4 (135℃)	T4A (120℃)	T4		
T5 (100℃)		T5		
T6 (85℃)		T6		

标志示例:

UL: Class I, Groups C-D T4 (对应于我国 d I B / I A T4)



8.1.4.3 日、中工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.3)

表 8.1.4.3 日、中工厂用电气防爆标志简明对照表

日本标准: JIS C0903—1983	中国标准: GB 3836	日本标准: JIS C0903—1983	中国标准: GB 3836
1. 防爆结构型式	1. 防爆结构型式	1. 防爆结构型式	1. 防爆结构型式
隔爆型: d	隔爆型: d	充油型: o	充油型: o
增安型: e	增安型: e	—	充砂型: q
本安型: i	本安型: i	—	无火花型: n
正压型: f	正压型: p	特殊型: s	特殊型: s

续表

日本标准: JIS C0903—1983	中国标准: GB 3836	日本标准: JIS C0903—1983	中国标准: GB 3836
2. 防爆级别	2. 防爆级别	3. 温度组别	3. 温度组别
1	Ⅰ A	G1	T1
2	Ⅰ B	G2	T2
3	Ⅰ C	G3	T3
3a (防水煤气、氢气)		G4	T4
3b (防二硫化碳)		G5	T5
3c (防乙炔)		G6	T6
3n (防所有 3 级爆炸性气体)		4. 标志示例	4. 对应标志
		ia3nG5	ia Ⅰ CT5
		ds2G4	ds Ⅰ BT4
		d3aG4	d Ⅰ CT4
		ib2G4	ib Ⅰ BT4

8.1.4.4 欧洲共同体、中国工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.4)

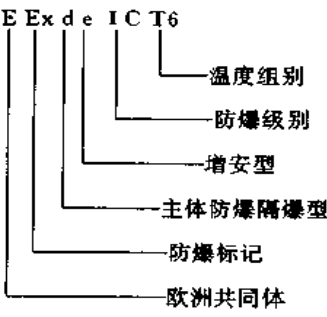
表 8.1.4.4 欧洲共同体、中国工厂用电气防爆标志简明对照表

欧洲电工技术委员会标准 EN 50014~EN50020	中 国 标 准 GB 3836	欧洲电工技术委员会标准 EN 50014~EN50020	中 国 标 准 GB 3836
1. 防爆结构型式 充油型: Ex o 正压型: Ex p 充砂型: Ex q 隔爆型: Ex d 增安型: Ex e 本安型: Ex i 特殊型: Ex s —	1. 防爆结构型式 充油型: o 正压型: p 充砂型: q 隔爆型: d 增安型: e 本安型: i 特殊型: s 无火花型: n	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6
2. 防爆级别 Ⅰ A Ⅰ B Ⅰ C	2. 防爆级别 Ⅰ A Ⅰ B Ⅰ C	4. 标志示例  EEx d Ⅰ CT4  EEx de Ⅰ CT6	4. 对应标志 d Ⅰ CT4 de Ⅰ CT6

注: EN 50014~EN 50020 为欧洲共同体所属欧洲电工技术委员会标准。经欧洲共同体注册认可的防爆产品在欧共体国家内部是可以接受的, 无须再认证。

8.1.4.5 德、中工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.5)

表 8.1.4.5 德、中工厂用电气防爆标志简明对照表

德 国 标 准 DIN EN 50014~DIN EN 50020	中 国 标 准 GB 3836	德 国 标 准 DIN EN 50014~DIN EN 50020	中 国 标 准 GB 3836
1. 防爆型式 充油型: Ex o 正压型: Ex p 充砂型: Ex q 隔爆型: Ex d 增安型: Ex e 本安型: Ex i 特殊型: Ex s —	1. 防爆型式 充油型: o 正压型: p 充砂型: q 隔爆型: d 增安型: e 本安型: i 特殊型: s 无火花型: n	4. 标志示例 	4. 对应标志 de Ⅰ CT6
2. 防爆级别 Ⅰ A Ⅰ B Ⅰ C	2. 防爆级别 Ⅰ A Ⅰ B Ⅰ C		
3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6		

注: 德国现行的防爆标准 DIN EN 50014~DIN EN 50020 是欧共体 EN50014~EN 50020 标准的德文版。

8.1.4.6 英、中工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.6)

表 8.1.4.6 英、中工厂用电气防爆标志简明对照表

英国标准 BS 5501	中国标准 GB 3836	英国标准 BS 5501	中国标准 GB 3836
1. 防爆型式 充油型: Ex o 正压型: Ex p 充砂型: Ex q 隔爆型: Ex d 增安型: Ex e 本安型: Ex i 特殊型: Ex s 无火花型: Ex n 浇封型: Ex m	1. 防爆型式 充油型: o 正压型: p 充砂型: q 隔爆型: d 增安型: e 本安型: i 特殊型: s 无火花型: n —	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6
2. 防爆级别 IA IB IC	2. 防爆级别 IA IB IC	4. 标志示例 Ex dp I CT4 Ex ep I T3 Ex ib I CT5	4. 对应标志 dp I CT4 ep I T3 ib I CT5

8.1.4.7 法、中工厂用电气防爆标志简明对照 (表 8.1.4.7)

表 8.1.4.7 法、中工厂用电气防爆标志简明对照表

法国标准 NF C 23-514~NF C 23-520	中国标准 GB 3836	法国标准 NF C 23-514~NF C 23-520	中国标准 GB 3836
1. 防爆型式 充油型: Ex o 正压型: Ex p 充砂型: Ex q 隔爆型: Ex d 增安型: Ex e 本安型: Ex i 特殊型: Ex s —	1. 防爆型式 充油型: o 正压型: p 充砂型: q 隔爆型: d 增安型: e 本安型: i 特殊型: s 无火花型: n	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6	3. 温度组别 T1 T2 T3 T4 T5 T6
2. 防爆级别 IA IB IC	2. 防爆级别 IA IB IC	4. 标志示例 Ex dp I CT4 Ex ep I T3 Ex ib I CT5	4. 对应标志 dp I CT4 ep I T3 ib I CT5

8.1.5 欧洲和北美主要防爆检验和测试机构 (表 8.1.5)

表 8.1.5 欧洲和北美主要防爆检验和测试机构

机构名称	国家	所用标志	机构名称	国家	所用标志
CENELEC	欧共同体国家	ex, EEx	INIEK	比利时	Ex
BASEEFA SCS	英国	Ex, FLP SCS	DEMKO	丹麦	Ex
PTB BVS	德国	Ex, Sch	KEMA	荷兰	EMA K EUR
INERIS LCIE	法国	MS, AE	Underwriters Laboratory (UL) Factory Mutual (FM)	美国	UL Factory Mutual System Approved
LOM	西班牙				
CESI	意大利	AD-PE	CSA	加拿大	CSA

8.2 防腐

8.2.1 金属材料的耐腐蚀性能 (HG 20515—92《仪表隔离和吹洗设计规定》)(表 8.2.1-1 和表 8.2.1-2)

表 8.2.1-2 金属材料耐腐蚀性能表(之二)

材料	Ductile Iron & Carbon steel	Durco CF-8M 杜洛考合金 316	Durcomet 100 CD4M/Cu	奥氏体不锈钢 Durimet 20 CN-7M ALLOY 20 20号合金	DurcoCY-40 杜洛考合金 Inconel 600 镍铬合金	DurcoM-35 杜洛考合金 Monel 400 蒙乃尔合金	Nickel 镍 CZ-100	Chlorimet 2 耐蚀合金 Hastelloy B 哈氏合金 B	Chlorimet 3 耐蚀合金 Hastelloy C 哈氏合金 C	Duriton 硅铁	Durichlor 518 杜里科洛尔 不锈钢 Superchlor	Durco DC-8 杜洛考合金	Titanium 钛	Titanium-Pd	Zirconium 锆
工艺介质															
醋酸(各种浓度)	C	B	AB	AB	B	B	B	AB	A	A	A	A	A	A	A
醋酸酐	C	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A
明矾	C	B	AB	AB	C	C	B	AB	AB	A	A	A	B	AB	A
氯化铝	C	C	B	B	C	B	AB	A	AB	AB	A	B	B	B	A
硫酸铝	C	B	AB	AB	C	B	C	AB	A	AB	A	AB	A	A	A
氯化铵	C	C	B	AB	C	B	B	A	A	AB	A	AB	A	A	A
氢氧化铵	C	C	B	AB	C	B	C	A	A	AB	A	AB	A	AB	A
氢氧化钠	B	A	A	A	A	C	C	A	A	B	B	A	A	AB	A
硝酸铵	B	AB	AB	A	AB	C	C	AB	A	A	A	A	A	A	A
磷酸铵	C	AB	AB	AB	AB	B	B	AB	AB	A	A	A	AB	AB	A
磷酸铵	C	AB	AB	AB	AB	B	B	AB	AB	A	A	A	AB	AB	A
磷酸铵	B	B	AB	AB	AB	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A
苯胺染料	B	AB	AB	AB	AB	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A
苯胺染料	B	AB	AB	AB	AB	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A
苯胺染料	C	C	B	B	C	B	B	B	AB	AB	AB	B	AB	AB	A
三氯化铁	C	C	B	B	C	B	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
硝酸	C	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	AB	AB	A	A	A	A
氯化钡	B	C	AB	AB	B	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A
硝酸钡	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A
硫酸钡	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A
苯甲酸	C	AB	A	A	AB	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
硼酸	C	AB	AB	AB	AB	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
盐水(酸性)	C	C	C	C	C	B	C	A	A	A	A	AB	A	A	A
盐水(碱性)	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A	AB	AB	A	A	A	A
溴(干)	C	C	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	C	C	AB	C	C	A
溴(湿)	C	C	C	C	C	C	C	C	AB	C	C	B	A	A	C
氯化钙	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A	A
氢氧化钙	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
次氯酸钙	C	C	C	C	C	C	C	C	AB	AB	AB	A	A	A	B
磷酸钙	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	AB	AB	AB
碳酸	C	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	AB	AB	A
四氯化碳	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	AB	A	A	AB	AB	A
醋酸纤维	B	AB	AB	AB	B	B	B	AB	A	A	A	A	A	A	A

续表

材料 工艺介质	Ductile Iron & Carbon steel	Dureo CF-8M 杜洛考 合金 316	Durcomet 100 CD4MCu	奥氏体不锈钢 Durimet20 CN-7M ALLOY20 20号合金	DureoCY-40 杜洛考合金 Inconel600 镍铬合金	DureoM-35 杜洛考合金 Monel400 蒙乃尔合金	Nickel 镍 CZ-100	Chlorimet 2 耐蚀合金 HastelloyB 哈氏合金B	Chlorimet 3 耐蚀合金 HastelloyC 哈氏合金C	Duriton 健铁	Durichlor 518 杜里洛尔 不锈钢 Superchlor	Dureo DC-8 杜洛考 合金	Titanium 钛	Titanium- Pd	Zirconium 锆
氯化汞	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	A	AB	AB	AB
硝酸汞	C	AB	AB	A	AB	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A
硫酸汞	C	B	A	A	B	C	C	AB	A	A	A	A	A	A	A
矿泉水	C	AB	AB	AB	A	C	C	AB	A	AB	A	A	A	A	A
氯化镍	C	C	B	B	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A
硝酸(各种浓度)	C	B	AB	AB	B	C	C	C	B	AB	AB	AB	AB	AB	C
硝酸+3%~5% HF	C	C	B	B	C	C	C	C	B	C	C	B	C	C	C
HF															
硝基苯	B	A	A	A	AB	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A
油酸	B	AB	A	A	AB	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
发烟硫酸	B	AB	AB	AB	B	C	C	AB	A	C	C	AB	C	C	C
草酸	C	B	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	A	A	A	C	C	A
碳酸	B	A	A	A	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
磷酸+2% H ₂ SO ₄ 1%HF	C	C	A	AB	C	C	C	AB	AB	C	C	AB	C	C	C
磷酸(各种浓度)	C	AB	A	AB	B	C	C	A	AB	A	A	A	C	C	AB
苦味酸	C	AB	A	A	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A	A
苯二甲酸	B	AB	AB	AB	AB	B	B	AB	AB	A	A	AB	AB	AB	A
硫酸氢钾	C	AB	A	A	B	AB	B	AB	A	A	A	A	B	B	A
氯化钾	B	C	AB	AB	B	AB	B	AB	A	AB	A	A	A	A	A
氢氧化钾	B	B	AB	AB	A	AB	A	A	A	B	B	A	AB	AB	A
磷酸钾	B	AB	AB	AB	AB	B	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
硝酸钾	B	A	A	A	A	AB	A	AB	A	A	A	A	A	A	A
磷酸钾	B	AB	A	A	B	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
磷酸吡啶	B	AB	AB	AB	B	AB	B	AB	A	A	A	A	A	A	A
海水	B	B	AB	AB	B	B	B	AB	A	AB	AB	A	A	A	A
磷酸氢钠	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AB	A	A	A	A
重碳酸钠	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B	A	A	AB	AB	A	AB	AB	A
硫酸氢钠	C	AB	A	A	AB	AB	B	B	A	A	A	A	AB	AB	A

续表

材料	Ductile Iron & Carbon steel	Durco CF-8M 杜洛考合金 316	Durcomet 100 CD4MCu	奥氏体不锈钢 Durimet 20 CN-7M ALLOY 20 20号合金	DurcoCY-40 杜洛考合金 Inconel 600 镍钼铁合金	DurcoM-35 杜洛考合金 Monel 400 蒙乃尔合金	Nickel 镍 CZ-100	Chlorimet 2 耐蚀合金 Hastelloy B 哈氏合金 B	Chlorimet 3 耐蚀合金 Hastelloy C 哈氏合金 C	Duriton 硅铁	Durichlor 518 杜里科洛尔 不锈钢 Superchlor	Durco DC-8 杜洛考合金	Titanium 钛	Titanium-Pd	Zirconium 锆
工艺介质															
氯酸钠	C	AB	AB	AB	AB	AB	AB	C	AB	AB	A	A	AB	AB	A
氯化钠	B	B	AB	AB	B	A	AB	AB	A	AB	A	A	A	A	A
铁氯化钠	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	A	A	A	A	A
氯气(湿)	C	C	C	C	C	C	C	C	AB	B	A	AB	A	A	C
磷酸	C	C	B	B	C	C	C	C	B	A	A	B	AB	AB	A
柠檬酸	C	AB	A	A	AB	B	B	AB	A	A	A	A	AB	AB	A
硝酸铜	C	AB	AB	A	B	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A
硫酸铜	C	B	A	A	B	C	C	AB	A	A	A	A	A	A	A
硫酸铜+10% H ₂ SO ₄	C	B	AB	AB	C	C	C	AB	AB	A	A	A	B	AB	A
氯化铜	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	A	AB	AB	C
二氯乙烯	C	B	B	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	A	A	AB	AB	A
脂肪酸	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	C
三氯化铁	C	AB	AB	A	B	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A
硝酸铁	C	AB	A	A	B	C	C	AB	A	A	A	A	A	A	A
硫酸铁	C	B	A	A	B	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A
硫酸亚铁	C	B	AB	AB	C	B	C	A	AB	A	A	AB	C	C	A
硫酸亚铁+10% H ₂ SO ₄	C	C	C	AB	AB	AB	C	A	A	A	A	AB	A	A	A
甲醛	C	AB	A	A	AB	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
甲酸	C	B	AB	AB	B	AB	C	AB	A	A	A	A	B	B	A
甘油	C	AB	AB	AB	AB	B	B	B	AB	A	A	AB	AB	AB	A
盐酸(<65℃)	C	C	C	C	C	C	C	AB	B	B	B	B	C	B	A
盐酸(>65℃)	C	C	C	C	C	C	C	AB	C	C	C	C	C	C	C
氢氟酸	C	B	B	AB	AB	AB	C	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	C
过氧化氢	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	C	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
碱(干)	B	B	C	B	B	B	B	B	AB	AB	A	AB	C	C	AB
乳酸	C	AB	AB	AB	AB	B	B	AB	A	A	A	A	A	A	A
醋酸铅	C	AB	AB	AB	B	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A
硝酸铅	C	AB	AB	A	B	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A

续表

材料 工艺介质	Ductile Iron & Carbon steel	Durco CF-8M 合金 316	Durcomet 100 CD4MCu	奥氏体不锈钢 Durimet20 CN-7M ALLOY20 20号合金	DurcoCY-40 合金 Inconel600 镍铬合金	DurcoM-35 合金 Monel400 蒙乃尔合金	Nickel CZ-100 镍	Chlorimet 2 合金 HastelloyB 哈氏合金B	Chlorimet 3 合金 HastelloyC 哈氏合金C	Duriton 铸铁	Durichlor 518 合金 Superchlor	Durco DC-8 合金	Titanium 钛	Titanium- Pd	Zirconium 锆
硫化铅	C	AB	AB	AB	B	B	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
氯化镁	B	C	AB	AB	AB	AB	B	AB	A	AB	A	A	A	A	A
硫酸镁	B	AB	AB	AB	AB	AB	B	A	AB	A	A	A	A	A	A
苹果酸	C	AB	AB	A	AB	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
氯化锰	B	C	AB	AB	C	B	B	AB	A	AB	A	A	A	A	A
氢氧化钠	B	B	AB	AB	A	AB	A	A	A	B	B	A	AB	AB	A
氢氧化钠(熔融的)	C	C	C	C	A	C	A	B	B	C	C	B	C	C	A
次氯酸钠	C	C	C	C	C	C	C	C	B	AB	A	AB	A	A	B
硝酸钠	B	A	A	A	A	B	AB	B	A	A	A	A	A	A	A
高氯酸钠	C	B	AB	AB	C	B	B	AB	AB	AB	A	A	A	A	AB
磷酸钠	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	AB	AB	A
硫酸钠	B	AB	A	A	AB	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
硫化钠	C	AB	AB	AB	A	B	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
亚硫酸钠	C	AB	A	A	B	B	B	B	A	C	C	A	A	A	A
氯化锡	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	A	A	AB	AB	C
硬脂酸	B	AB	A	A	AB	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
亚硫酸盐液	B	AB	AB	AB	C	C	C	C	A	A	A	AB	A	A	A
硫黄	B	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
氯化硫	C	C	AB	AB	AB	B	A	A	AB	B	A	A	AB	AB	A
二氧化硫	B	AB	A	A	B	B	B	B	A	C	C	A	B	B	A
硫酸(38℃)	C	C	AB	AB	C	B	C	A	AB	A	A	A	C	C	A
亚硫酸	C	B	B	AB	C	C	C	C	A	C	C	AB	C	C	A
糖液	B	A	A	A	A	AB	A	A	A	A	A	A	AB	A	A
糖液	C	AB	AB	AB	AB	AB	B	A	A	A	A	A	A	A	A
酒石酸	C	AB	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	A	A	AB	A	A	A
硫酸铁	C	AB	AB	AB	C	C	C	AB	AB	A	A	AB	AB	AB	A
甲苯	B	A	A	A	A	AB	A	A	A	A	A	A	A	A	A
氯化锌	C	C	B	AB	C	AB	C	AB	A	AB	A	A	A	A	A
硫酸锌	C	B	A	A	AB	AB	B	AB	A	A	A	A	A	A	A

8.2.2 橡胶、塑料的耐腐蚀性能 (HG 20515—92《仪表隔离和吹洗设计规定》)(表 8.2.2)

表 8.2.2 橡胶、塑料耐腐蚀性能表

工 艺 介 质	浓 度	温 度 C	天然 橡胶	氯丁 橡胶	异丁 橡胶	硝酰 橡胶	氟化 橡胶	乙烯丙烯 三 聚 物	聚 四 氟 乙 烯
硫酸	30%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫酸	60%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫酸	90%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫酸	98%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫酸	发烟	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝酸	10%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝酸	25%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝酸	50%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝酸	75%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝酸	发烟	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
盐酸	15%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
盐酸	25%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
盐酸	35%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
磷酸	25%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
磷酸	75%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
醋酸	25%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
醋酸	95%	20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫化氢		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硫化氢		80	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
氨		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
氨		80	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
甲醇	99.5%	60	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
乙醇		80	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
丙酮		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
乙醚		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
苯		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
甲苯		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
苯胺		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
硝基苯		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
二氧化硫(湿)		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
二氧化硫(湿)		60	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
氯(湿)		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
天然气		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
水		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
水		100	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
重油		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良
汽油		20	优良	优良	优良	优良	优良	优良	优良

8.2.3 常用隔离液的性质和用途 (HG 20515—92《仪表隔离和吹洗设计规定》)(表 8.2.3)

表 8.2.3 常用隔离液的性质及用途

名 称	比密度 15℃/15℃	粘度, cP ^①		蒸气压 Pa (20℃)	沸点 ℃	凝固点 ℃	闪点 ℃	性 质 与 用 途
		15℃	20℃					
水	1.00	1.125	1.01	2380	100	0	—	适用于不溶于水的油
甘油水溶液 密度比 50%	1.1295	7.5	5.99	—	106	-23	—	溶于水, 适用于油类、蒸汽、水 煤气、半水煤气、C ₁ 、C ₂ 、C ₃ 等烃 类、氨
乙二醇	1.117	25.66	20.9	16.3	197.8		118	有吸水性, 能溶于水、醇及醚, 适 用于油类物质及液化气体、氨
乙二醇水溶 液密度比 50%	1.068	4.36	3.76	1809	107	-35.6	不着火	溶于水、醇及醚, 适用于油类物 质及液化气体
乙醇溶于乙 二醇中密度比 36%	1.00	—	—	—	78	-51	—	溶于水, 适用于丙烷、丁烷等介 质
磺苯二甲酸 二丁酯	(20℃) 1.0484	20.3		(15℃) <1.36	330	-35	171	不溶于水, 适用于盐类、酸类等 水溶液及硫化氢、二氧化碳等气体 介质

续表

名 称	比密度 15℃/15℃	粘度, cP ^①		蒸气压 Pa (20℃)	沸点 ℃	凝固点 ℃	闪点 ℃	性 质 与 用 途
		15℃	20℃					
乙醇	0.704	1.3	1.2	5970	78.5	<-130	9	溶于水,适用于丙烷、丁烷等介质
苯	0.879	0.7	0.638	10159	80.0	5.56	11.1	微溶于水,与醚、醇、丙醇、四氯化碳、醋酸可任意混合,适用于液氮等介质
四氯化碳	1.61	1.0	—	—	76.7	-23	—	不溶于水,与醇、醚、苯、油等可任意混合,有毒,适用于酸类介质
煤油	0.82	2.2	2.0	—	149	-28.9	48.9	不溶于水,适用于腐蚀性无机液体
磺化煤油	0.82	—	—	—	—	-10	—	煤油经磺化处理,适用于乙炔、氢等介质
五氟乙烷	(25℃/ 4℃) 1.67	—	—	—	161~162	-29	—	不溶于水,能与醇、醚等有机物混合,有毒,适用于硝酸
甲基硅油	(25℃/ 25℃) 0.93~ 0.94	(25℃) (10± 1)% 厘沱	—	—	≥2.00/ 68Pa	-65	≥155	具有优良的电气绝缘性、憎水性和防潮性,粘度温度系数小,挥发性小,压缩率大,表面张力小,可在-50~+200℃使用,适用于除湿氯气以外的气体、液体
	(25℃/ 25℃) 0.95~ 0.96	(20± 10)% 厘沱 (25℃)	—	—	≥200/ 68Pa	-60	≥260	
氟油	1.91					<-35		适用于氯气
全氟三丁胺	(23℃) 1.856	(25℃) 2.74			170~ 180	-60		不燃烧,不溶于水及一般溶剂,对硝酸、硫酸、王水、盐酸、烧碱不起反应,适用于强酸、氯气
变压器油	0.9							适用于液氨、氨水、NaOH、硫化铵、硫酸、水煤气、半水煤气等
5%的碱溶液								适用于水煤气、半水煤气
40%CaCl ₂ 水溶液								适用于丙酮、苯、石油气

①1cP=10⁻³Pa·s。

8.3 外壳防护等级

8.3.1 外壳防护等级 (IP 代码) (GB 4208—93, IEC 529—1989, 选编)

所谓外壳防护等级,是指电气设备(额定电压≤72.5kV)的外壳,对下述内容的防护能力:

- ①防止人体接近壳内危险部件;
- ②防止固体异物进入壳内设备;
- ③防止由于水进入壳内对设备造成有害影响。

IP 代码由代码字母 IP (国际防护 International Protection), 第一位特征数字、第二位特征数字、附加字母、补充字母组成。不要求规定特征数字时,该处由字母“X”代替。附加字母和补充字母可省略,不需代替。例如:无附加字母和补充字母的 IP 代码:IP34, IPX5, IP2X, IPX5/IPX7 (针对不同作用,给出两种不同防护等级)。带有附加字母和补充字母的 IP 代码:IP20C, IPX1C, IP3XD, IP21CM。

IP 代码的组成及含义见表 8.3.1-1。对特征数字的简要说明见表 8.3.1-2 和表 8.3.1-3。

表 8.3.1-1 IP 代码的组成及含义

组 成	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义	组 成	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
代码字母	IP	—	—	代码字母	IP	—	—
第一位特征数字		防止固体异物进入	防止接近危险部件	第二位特征数字		防止进水造成有害影响	
	0	无防护	无防护		6	猛烈喷水	
	1	$\geq \phi 50\text{mm}$	手 背		7	短时间浸水	
	2	$\geq \phi 12.5\text{mm}$	手 指	附加字母 (可选择)	8	连续浸水	
	3	$\geq \phi 2.5\text{mm}$	工 具				防止接近危险部件
	4	$\geq \phi 1.0\text{mm}$	金属线		A		手 背
	5	防 尘	金属线		B	—	手 指
第二位特征数字	6	尘 密	金属线		C		工 具
		防止进水造成有害影响			D		金属线
	0	无防护		补充字母 (可选择)		专门补充的信息	
	1	垂直滴水			H	高压设备	
	2	15°滴水			M	做防水试验时试样运行	
	3	淋 水			S	做防水试验时试样静止	
	4	溅 水			W	气候条件	
	5	喷 水					

表 8.3.1-2 对第一位特征数字的简要说明

第一位特征数字	简 要 说 明		第一位特征数字	简 要 说 明	
	对人员防护	对设备防护		对人员防护	对设备防护
0	无防护	无防护	4	防止金属线接近危险部件	防止直径不小于 1.0mm 的固体异物
1	防止手背接近危险部件	防止直径不小于 50mm 的固体异物	5	防止金属线接近危险部件	不能完全防止尘埃进入,但进入的灰尘量不得影响设备的正常运行,不得影响安全
2	防止手指接近危险部件	防止直径不小于 12.5mm 的固体异物			
3	防止工具接近危险部件	防止直径不小于 2.5mm 的固体异物	6	防止金属线接近危险部件	无灰尘进入

表 8.3.1-3 对第二位特征数字的简要说明

第二位特征数字	简要说明	含 义	第二位特征数字	简要说明	含 义
0	无防护	—	5	防喷水	向外壳各方向喷水无有害影响
1	防止垂直方向滴水	垂直方向滴水应无有害影响	6	防强烈喷水	向外壳各个方向强烈喷水无有害影响
2	防止当外壳在 15°范围内倾斜时垂直方向滴水	当外壳的各垂直面在 15°范围内倾斜时,垂直滴水应无有害影响	7	防短时间浸水影响	浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达有害程度
3	防淋水	各垂直面在 60°范围内淋水,无有害影响	8	防持续潜水影响	按生产厂和用户双方同意的条件(应比数字为 7 严酷)持续潜水后外壳进水量不致达有害程度
4	防溅水	向外壳各方向溅水无有害影响			

8.3.2 NEMA 外壳防护等级 (NEMA ICS 1-110—1973, 工业控制装置和系统/外壳) (表 8.3.2-1 至表 8.3.2-4)

表 8.3.2-1 NEMA 外壳类型

类型代码	英文说明	中文说明
Type 1	General-Purpose—Indoor	一般用途, 室内用
Type 2	Drip-proof—Indoor	防(滴漏)水, 室内用
Type 3	Dusttight, Raintight and Sleet-(Ice-)resist—Outdoor	防尘, 防雨(不漏雨), 抗雨夹雪和冰, 室外用
Type 3R	Rainproof and Sleet-(Ice-)Resistant—Outdoor	防雨(不透雨), 耐雨夹雪和冰, 室外用
Type 3S	Dusttight, Raintight and Sleet-(ice)Proof—Outdoor	防尘, 防雨(不漏雨), 防雨夹雪和冰, 室外用
Type 4	Watertight and Dusttight—Indoor and Outdoor	防水, 防尘, 室内和室外用
Type 4X	Watertight, Dusttight and Corrosion resistant—Indoor and Outdoor	防水, 防尘, 耐腐蚀, 室内和室外用
Type 5	Superseded by Type 12 for Control Apparatus	已被 Type 12 取代, 用于控制装置
Type 6	Submersible, Watertight, Dusttight and Sleet-(Ice-)resistant—Indoor and Outdoor	可浸入水中, 防水, 防尘, 耐雨夹雪和冰, 室内和室外用
Type 7	Class I, Group A, B, C or D—Indoor Hazardous Locations—Air-break Equipment	I 级, A、B、C 或 D 组, 室内危险场所用, 空气断开装置(正压型)
Type 8	Class I, Group A, B, C or D—Indoor Hazardous Locations—Oil-immersed Equipment	I 级, A、B、C 或 D 组, 室内危险场所用, 油浸装置(充油型)
Type 9	Class I, Group E, F or G—Indoor Hazardous Locations—Air-break Equipment	I 级, E、F 或 G 组, 室内危险场所用, 空气断开装置(正压型)
Type 10	Bureau of Mines	矿井设备用
Type 11	Corrosion-resistant and Drip-proof—Oil-immersed—Indoor	耐腐蚀, 防(滴漏)水, 充油型, 室内用
Type 12	Industrial Use—Dusttight and Driptight—Indoor	工业用途, 防尘, 防(滴漏)水, 室内用
Type 13	Oiltight and Dusttight—Indoor	防油, 防尘, 室内用

表 8.3.2-2 适用于室内非危险场所的外壳

外壳提供的防护可抵御	外壳类型							
	1	2	4	4X	6	11	12	13
与封闭式设备偶然接触	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
降落的灰尘	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
降落的液体和轻的溅湿	...	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
尘土, 棉绒, 纤维, 毛屑	...	...	✓	✓	✓	...	✓	✓
水龙头冲洗和喷溅水	...	...	✓	✓	✓	...	...	...
油和冷却剂渗漏	...	...	...	...	...	...	✓	✓
油和冷却剂喷射, 溅射	...	...	...	...	...	...	...	✓
腐蚀性介质	...	...	...	✓	...	✓	...	...
偶尔浸入水中	...	...	...	...	✓	...	...	...

表 8.3.2-3 适用于室外非危险场所的外壳

外壳提供的防护可抵御	外壳类型					
	3	3R	3S	4	4X	6
与封闭式设备偶然接触	✓	✓	✓	✓	✓	✓
雨, 雪和雨夹雪	✓	✓	✓	✓	✓	✓
强烈的雨夹雪	...	...	✓	...	...	...
终年风吹灰尘	✓	...	✓	✓	✓	✓
水龙头冲洗	...	...	...	✓	✓	✓
腐蚀性介质	...	...	...	...	✓	...
偶而浸入水中	...	...	...	...	...	✓

表 8.3.2-4 适用于室内危险场所的外壳

外壳提供的防护可抵御 大气中含有的	外 壳 类 型											
	级别 Class	组别 Group	4 和 4X	7A 或 8A	7B 或 8B	7C 或 8C	7D 或 8D	9E	9F	9G	10	12 和 13
乙炔	I	A	...	✓	...	...	...	...	...	...	...	...
氢气,工业气体	I	B	...	✓	✓	...	...	...	...	...	...	...
乙烷,乙醚,乙烯,环丙烷	I	C	...	✓	✓	✓	...	...	...	...	...	...
汽油,正己烷,石脑油,轻质 汽油,丁烷,丙烯,乙醇,丙酮	I	D	...	✓	✓	✓	✓	...	...	...	...	...
粗苯,天然气,油漆溶剂,金 属粉尘	I	E	...	...	...	...	...	✓	...	...	...	...
碳黑,煤粉,焦炭粉尘	I	F	...	...	...	...	...	...	✓	...	...	...
面粉,淀粉,谷物粉尘	I	G	...	...	...	...	...	...	✓	✓	...	...
纤维,棉毛飞屑	II		✓	...	...	...	...	✓	✓	✓	...	✓
甲烷(带或不带煤尘)		矿井设备用	...	...	...	...	...	...	...	...	✓	...

8.3.3 IP 防护等级与 NEMA 防护等级的对应关系 (表 8.3.3)

表 8.3.3 IP 防护等级与 NEMA 防护等级的对应关系

IP	NEMA	IP	NEMA	IP	NEMA
30	1	32	3R	65	12 和 13
31	2	64	3	66	4 和 4X

9. 常用钢材与管材

9.1 钢铁产品牌号

9.1.1 钢铁产品牌号表示方法 (表 9.1.1)

表 9.1.1 钢铁产品牌号表示方法

产品名称	牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明
普通碳素结构钢	甲类钢 A2, A3F AY2, AY3F AJ2, AJ3F	BY2F ———— 表示乙类钢, 用氧气转炉冶炼, 含碳量为 0.09% ~ 0.15% 的沸腾钢 脱氧方法 - 不标此项符号的表示镇静钢 - 标有“F”符号的表示沸腾钢 - 标有“b”符号的表示半镇静钢 顺序号 ———— 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 随平均含碳量的递增, 顺序号增大 冶炼方法 - 平炉钢 ———— 不标此项符号 - 转炉钢 - J ———— 碱性空气转炉钢 - Y ———— 酸性转炉钢 A ———— 甲类钢 B ———— 乙类钢 C ———— 特类钢
	乙类钢 B2, B3F BY2, BY3F BJ2, BJ3F	
	特类钢 C2, C3F CY2, CY3F CJ2, CJ2F	
优质碳素结构钢	普通含锰量优质碳素结构钢 08F 20A	优质碳素结构钢平均含碳量以万分之几表示: 08F ———— 表示平均含碳为 0.08% 的沸腾钢 20A ———— 表示平均含碳量为 0.20% 的高级优质碳素结构钢 (在牌号尾部加符号“A”, 表示高级优质碳素结构钢) 40Mn ———— 表示平均含碳量为 0.40%, 含锰量较高 (0.70~1.00) 的镇静钢 20R ———— 表示平均含碳量为 0.20% 的压力容器用钢 (在尾部或头部加该产品用途名称的汉语拼音的第一个字母, 或前两个字母表示)
	较高含锰量优质碳素结构钢 40Mn 70Mn	
	专门用途的优质碳素结构钢 20R 20g	
碳素工具钢	普通含锰钢 T9	T8MnA ———— 表示平均含碳量为 0.8%, 含锰量较高 (0.4% ~ 0.6%) 的高级优质碳素工具钢 在牌号尾部加符号“A”, 表示高级优质碳素工具钢 平均合金含量小于 1.5% 时, 牌号中仅标明元素, 一般不标明含量 平均含碳量以千分之几表示 “T” 表示“碳素工具钢”
	碳素工具钢 T12A	
	较高含锰量碳素工具钢 T8Mn T8MnA	

产品名称		牌号举例	牌 号 表 示 方 法 说 明	
合金钢	低合金钢	16Mn		表示平均含碳量为 0.6%, 含硅量为 1.6% ~ 2.0%, 含锰量为 0.6% ~ 0.9% 的高级优质合金弹簧钢 在牌号尾部加符号“A”, 表示磷和硫含量较低的高级优质合金钢 平均合金含量小于 1.5% 时, 牌号中仅标明元素, 一般不标明含量 表示平均合金含量(平均合金量 1.5% ~ 2.49%, 2.5% ~ 3.49%…… 相应地写成 2, 3……) 元素代号 用二位数字表示平均含碳量(以万分之几计)
		15MnV		
	合金结构钢	30CrMnSi		
		38CrMoAlA		
	合金弹簧钢	60Si2MnA		
		50CrVA		
	不锈钢、耐酸钢	2Cr13		表示含碳量小于 0.03%, 含铬量为 18.0% ~ 20.0%, 镍量为 9.0% ~ 13.0% 的超低碳不锈钢 表示平均合金含量为 1.5% ~ 2.49%, 2.5% ~ 2.49%, …… 22.5% ~ 23.49%…… 时, 相应地写成 2, 3…… 23…… 元素代号 用一位数字表示平均含碳量(以千分之几计) (平均含碳量小于千分之一的, 用一个“0”表示, 平均含碳量小于 0.03% 的, 用二个“00”表示。)
		00Cr19Ni11		
	耐热钢	4Cr10Si2Mo		
		1Cr25Ni-20Si2		
	高电阻电热合金	0Cr25Al5		
		Cr15Ni60		

9.1.2 有关国家优质碳素钢钢号对照 (表 9.1.2)

表 9.1.2 有关国家优质碳素钢钢号对照表

中 国 GB	美 国 AISI	日 本 JIS	前苏联 ГОСТ	英 国 BS	法 国 NF	德 国 DIN
10	1010	S10C	10	040A10, En2A 045A10,	CC10 XC10	C10 CK10
15	1015	S15C	15	040A15, En2E 045A15,	XC12	C15 CK15
20	1020	S20C	20	040A20, En2C 050A20, En2D	CC20	C22 CK22
25	1025	S25C	25	060A25, En4, En4A	CC28 XC25	
30	1030	S30C	30	060A30	CC30	
35	1035	S35C	35	060A35 S93	XC38	C35 CK35
40	1040	S40C	40	060A40 En8D, S116	XC42	
45	1045	S45C	45	060A47	XC45	C45 CK45
50	1050	S50C	50	060A52 En43	CC50 XC50	CK53
55	1055	S55C	55	060A57, En9 En9K	CC55 XC55	Cf56
60	1060	SWRH4B	60	060A62	C60 XC60	C60 CK60
15Mn	C1115	SB46	15Г	080A15	12M5	14Mn4
20Mn	C1022		20Г	080A20 4S21		
30Mn	C1033		30Г	080A30, En5D En5K		
40Mn	C1036		40Г	080A40 1045		40Mn4
50Mn	1053		50Г	080A52, En43B En43A, En43C		

9.1.3 有关国家常用合金钢钢号对照 (表 9.1.3)

表 9.1.3 有关国家常用合金钢钢号对照表

中 国 GB	美 国 AISI	日 本 JIS	前苏联 ГОСТ	英 国 BS	法 国 NF	德 国 DIN
20Mn2	1320, 1321	SMn420	20Г2	592, S514, 3T35, 3T45~150M19, En14A	20M5	20Mn5
45Mn2	1345	SMn1 (大同特殊钢)	45Г2		45Mo	46Mn7
15Cr	5115	SCr415	15X	~523A14, ~En206,	12C3	15Cr3
20Cr	5120	SCr420	20X	527A19, 527A20	18C3	20Cr4
40Cr	5140	SCr440	40X	530A40, En18, S117	42C4	41Cr4
20CrMn		SMnC420	20XГ		20MC5	20MnCr5
35CrMnSi		SMK2 (大同特殊钢)	35XГCA			
20CrMnTi		SMK22 (大同特殊钢)	18XГT			
16Mo	4017		16M	1652	Mo7 (CREUSOT-LOIRE)	15Mo3
12CrMo	~4119		12XM	1501-620Gr·B	12CD4	13CrMo44
15CrMo	A-387Gr·B	STT42, STB42, STC42	15XM	1653	12CD4	16CrMo44
20CrMo	4118	SCM420	20XM	SDS12, CDS110	18CD4	20CrMo5
30CrMo	4130	SCM430	30XM	CDS13		
35CrMo	E4132, E4135	SCM435	35XM	708A37, En19B, CDS13	35CD4	34CrMo4
40Cr2MoV	~A193B16 (ASTM)			897M39, ~5012 (D, T, D)		
20Cr3MoWVA			9H415 9H579	306(D, T, D)		21CrVMoW12
40MnB	~TS14B50H				B $\frac{3}{4}$ (CREUSOT-LOIRE)	
12CrNi3	E3310	SNC815	12XH3A	655M13, En36A, En36B	14NC12	14NiCr14
12Cr2Ni4	2515	~MC71 (大同特殊钢)	12X2H4A	659M15, En39A, En39B	12NC15	14NiCr18
40CrNiMo	4340	SNCM439	40XHM	815M40, En110, S95, S118, 473(D, T, D)	35NCD5 ~36NCD6	36CrNiMo
38CrAl		ACM (大同特殊钢)	3BX10A			34CrAl6
38CrMoAl	6470E	SACM645	3BXM10A	905M39 En41B, 87B(D, T, D)	45CAD6-12	34CrAlMo5
12Cr3MoA			15X3MA (9H567)	En40A, 317A (D, T, D)	2.2FO (CREUSOT-LOIRE)	10CrMo11
35SiMn			35CT		38MS5	37MnSi5

9.1.4 有关国家常用不锈钢、耐热钢钢号对照 (表 9.1.4)

表 9.1.4 有关国家常用不锈钢、耐热钢钢号对照表

中 国 GB 1220 1221	国际标 准 ISO683/13 ISO683/16	美 国 AISI、 ASTM UNS	日 本 JIS	前苏联 ГОСТ5632	英 国 BS970Part4 BS1449Part2	法 国 NFA35-572 NFA35-576~582 NFA35-584	德 国 DIN17440 DIN17224
0Cr18	1	410S S41000	SUS410	08X13		Z6C13	X7Cr13
0Cr13Al	2	405 S40500	SUS405		405S17	Z6CA13	X7CrAl13
1Cr13	3	410	SUS410	12X13	410S21	Z12C13	X10Cr13
2Cr13	4	420 S42000	SUS420J ₁	20X13	420S37	Z20C13	X20Cr13
3Cr13	5		SUS420J ₂	30X13	420S45		
1Cr17	8	430 S43000	SUS430	12X17	430S15	Z8C17	X8Cr17
1Cr17Ni2	9	431 S43100	SUS431	14X17H2	431S29	Z15CN16-02	X22CrNi17
00Cr19Ni11 (00Cr18Ni10)	10	304L S30403	SUS304L	03X18H11	304S12	Z2CN18.09	X2CrNi189
0Cr19Ni9 (0Cr18Ni9)	11	304 S30400	SUS304	08X18H10	304S15	Z6CN18.09	X5CrNi189
1Cr18Ni9	12	302 S30200	SUS302	12X18H9	302S25	Z10CN18.09	X12CrNi188
1Cr18Ni12 (1Cr18Ni12Ti)	13	305 S30500	SUS305	12X18H12T	305S19	Z8CN18.12	X5CrNi1911
0Cr18Ni11Ti (0Cr18Ni9Ti)	15	321 S32100	SUS321	08X18H10T	321S12 321S20	Z6CNT18.10	X10CrNiTi189
0Cr8Ni11Nb (1Cr18Ni11Nb)	16	347 S34700	SUS347	08X18H12T	347S17	Z6CNNb18.10	X10CrNiNb189
00Cr17Ni14Mo2	19, 19a	316L S31603	SUS316L	03X17H13 M2	316S12	Z2CN17.12	X2CrNi Mo1810
0Cr17Ni12Mo2 (0Cr18Ni12 Mo2Ti)	20, 20a	316 S31600	SUS316	08X17H13 M2T	316S16	Z6CND17.13	X5CrNi Mo1810
00Cr19Ni13Mo3 (00Cr17Ni14Mo3)	24	317L S31703	SUS317L	03X16H15M3	317S12	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816
0Cr19Ni13Mo3 (0Cr18Ni12 Mo3Ti)	25	317 S31700	SUS317	08X17H15 M3T	317S16		
1Cr18Ni9Ti				12X18H10T			XCrNiTi189
00Cr18Ni14 Mo2Cu2			SUS316JIL				
00Cr30Mo2			SUS447J ₁				
2Cr23Ni13 (1Cr23Ni13)		309 S30900	SUH309	20X23H12	309S24	Z15CN24.13	
2Cr25Ni20 (1Cr25Ni20Si2)		310 S31000	SUH310	20X25H20C2	310S24	Z12CN25.20	CrNi2520

9.2 常用钢材

9.2.1 钢板每平方米面积的理论重量 (表 9.2.1)

表 9.2.1 钢板每平方米面积的理论重量

厚度 mm	理论重量 kg	厚度 mm	理论重量 kg	厚度 mm	理论重量 kg	厚度 mm	理论重量 kg
0.2	1.570	1.10	8.635	4.0	31.40	17	133.50
0.25	1.963	1.20	9.420	4.5	35.33	18	141.30
0.27	2.120	1.25	9.813	5.0	39.25	19	149.20
0.30	2.355	1.40	10.990	5.5	43.18	20	157.00
0.35	2.748	1.50	11.78	6.0	47.10	21	164.90
0.40	3.140	1.60	12.56	7.0	54.95	22	172.70
0.45	3.533	1.80	14.13	8.0	62.80	23	180.60
0.50	3.925	2.00	15.70	9.0	70.05	24	188.40
0.55	4.318	2.20	17.27	10.0	78.50	25	196.30
0.60	4.710	2.50	19.63	11.0	86.35	26	204.10
0.70	5.495	2.80	21.98	12	94.20	27	212.00
0.75	5.888	3.0	23.55	13	102.10	28	219.80
0.80	6.280	3.2	25.12	14	109.90	29	227.70
0.90	7.065	3.5	27.48	15	117.80	30	235.50
1.00	7.850	3.8	29.83	16	125.60	32	251.20

9.2.2 常用热轧扁钢 (GB 704—88, 选编) (表 9.2.2)

表 9.2.2 常用热轧扁钢

宽度 (b) mm	厚度 (t), mm								宽度 (b) mm	厚度 (t), mm							
	3	4	5	6	7	8	9	10		3	4	5	6	7	8	9	10
理论重量, kg/m									理论重量, kg/m								
10	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63			45	1.06	1.41	1.77	2.12	2.47	2.83	3.18	3.53
12	0.28	0.38	0.47	0.57	0.66	0.75			50	1.18	1.57	1.96	2.36	2.75	3.14	3.53	3.93
14	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88			55		1.73	2.16	2.59	3.02	3.45	3.89	4.32
16	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.15	1.26	60		1.88	2.36	2.83	3.30	3.77	4.24	4.71
18	0.42	0.57	0.71	0.85	0.99	1.13	1.27	1.41	65		2.04	2.55	3.06	3.57	4.08	4.59	5.10
20	0.42	0.63	0.78	0.94	1.10	1.26	1.41	1.57	70		2.20	2.75	3.30	3.85	4.40	4.95	5.50
22	0.52	0.69	0.86	1.04	1.21	1.38	1.55	1.73	75		2.36	2.94	3.53	4.12	4.71	5.30	5.89
25	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	80		2.51	3.14	3.77	4.40	5.02	5.65	6.28
28	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	85			3.34	4.00	4.67	5.34	6.01	6.67
30	0.71	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12	2.36	90			3.53	4.24	4.95	5.65	6.36	7.07
32	0.75	1.00	1.26	1.51	1.76	2.01	2.26	2.55	95			3.73	4.47	5.22	5.97	6.71	7.46
35	0.82	1.10	1.37	1.65	1.92	2.20	2.47	2.75	100			3.92	4.71	5.50	6.28	7.06	7.85
40	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51	2.83	3.14									

注: 1. 材料: 普通碳素钢, 优质碳素钢, 合金钢。

2. 长度: 普通碳素钢长 3~9m; 优质碳素钢长 2~6m。

9.2.3 常用热轧圆钢 (GB 702—86, 选编) (表 9.2.3)

表 9.2.3 常用热轧圆钢

直径 (d) mm	截面面积 cm ²	理论重量 kg/m	直径 (d) mm	截面面积 cm ²	理论重量 kg/m	直径 (d) mm	截面面积 cm ²	理论重量 kg/m
6	0.2827	0.222	18	2.545	2.00	30	7.069	5.55
8	0.5026	0.395	20	3.142	2.47	32	8.042	6.31
10	0.7854	0.617	22	3.801	2.98	34	9.079	7.13
12	1.133	0.888	24	4.524	3.55	36	10.18	7.99
14	1.539	1.21	26	5.309	4.17	38	11.34	8.90
16	2.011	1.58	28	6.158	4.83	40	12.57	9.86

注: 1. 材料: 普通碳素钢, 优质碳素钢, 合金钢, 不锈钢。

2. 长度: 通常 2~8m。

9.2.4 常用热轧等边角钢 (GB 9787—86, 选编) (图 9.2.4 和表 9.2.4)

表 9.2.4 常用热轧等边角钢

型 号	尺寸, mm			截面面积 cm ²	理论重量 kg/m	型 号	尺寸, mm			截面面积 cm ²	理论重量 kg/m
	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>r</i>				<i>b</i>	<i>d</i>	<i>r</i>		
2	20	3	3.5	1.132	0.889	6.3	63	8	7	0.515	7.469
		4		1.459	1.145			10		11.657	9.151
2.5	25	3		1.432	1.124	7	70	4	8	5.570	4.372
		4		1.859	1.459			5		6.875	5.397
3.0	30	3	4.5	1.749	1.373			6		8.160	6.406
		4		2.276	1.786			7		9.424	7.398
3.6	36	3		2.109	1.656			8		10.667	8.373
		4		2.756	2.163	7.5	75	5	9	7.412	5.818
		5		3.382	2.654			6		8.797	6.905
4	40	3	5	2.359	1.852			7		10.160	7.976
		4		3.086	2.422			8		11.503	9.030
		5		3.791	2.976			10		14.126	11.089
4.5	45	3		2.659	2.088	8	80	5		7.912	6.211
		4		3.486	2.736			6		9.397	7.376
		5		4.292	3.369			7		10.860	8.525
		6		5.076	3.985			8		12.303	9.658
5	50	3	5.5	2.971	2.332	9	90	10	10	15.126	11.874
		4		3.897	3.059			6		10.637	8.350
		5		4.803	3.770			7		12.301	9.656
		6		5.688	4.465			8		13.944	10.946
5.6	56	3	6	3.343	2.624	10	100	10	12	17.167	13.476
		4		4.390	3.446			12		20.306	15.940
		5		5.415	4.251			6		11.932	9.366
		8		8.367	6.568			7		13.796	10.830
6.3	63	4	7	4.978	3.907			8		15.638	12.276
		5		6.143	4.822			10		19.261	15.120
		6		7.288	5.721			12		22.800	17.898

注: 1. 常用材料: A3, A3F, B3, B3F, 16Mn, AY3, AY3F, BJ3, BJ3F.

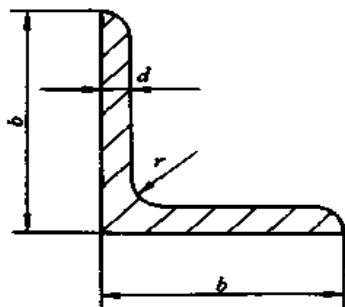
2. 长度: 2~4号: 3~9m
5~8号: 4~12m
9~10号: 4~19m

图 9.2.4 常用热轧等边角钢

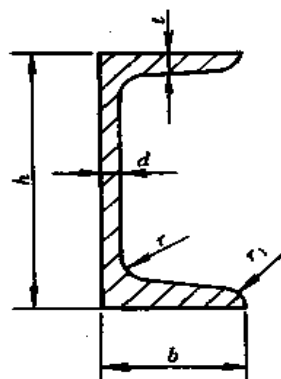
b—边宽; *d*—边厚;
r—内圆弧半径

图 9.2.5 常用热轧槽钢

h—高度; *b*—腿宽; *d*—腰厚; *t*—平均腿厚;
r—内圆弧半径; *r*₁—腿端圆弧半径

9.2.5 常用热轧槽钢 (GB 707—88, 选编) (图 9.2.5 和表 9.2.5)

表 9.2.5 常用热轧槽钢

型 号	尺寸, mm						截面面积 cm ²	理论重量 kg/m
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>r₁</i>		
5	50	37	4.5	7.0	7.0	3.5	6.928	5.438
6.3	63	40	4.8	7.5	7.5	3.8	8.451	6.634
8	80	43	5.0	8.0	8.0	4.0	10.248	8.045
10	100	48	5.3	8.5	8.5	4.2	12.748	10.007
12.6	126	53	5.5	9.0	9.0	4.5	15.692	12.318
14a	140	58	6.0	9.5	9.5	4.8	18.516	14.535
14b	140	60	8.0	9.5	9.5	4.8	21.316	16.733

注: 1. 常用材料: A3, A3F, 16Mn.

2. 长度: 5~8号: 5~12m

10~14号: 5~19m

9.3 钢 管

9.3.1 钢管的公称直径系列

公称直径 DN 是用以表示管道系统中除已用外径表示的组成件以外的所有组成件(如钢管、法兰、阀门、接头等)通用的一个尺寸数字。在一般情况下, 它是一个完整的数字, 与组成件的尺寸接近, 但不相等。

公称直径 DN 有公制 (SI) 和英制两种。在两种制度中的钢管具体尺寸和相应的螺纹尺寸是一致的。公制和英制公称直径 DN 对照见表 9.3.1。

表 9.3.1 公制和英制公称直径对照表

公制, mm	英制, in	公制, mm	英制, in	公制, mm	英制, in	公制, mm	英制, in	公制, mm	英制, in
6	$\frac{1}{8}$	50	2	200	8	600	24	1500	60
8	$\frac{1}{4}$	(65)	$2\frac{1}{2}$	(225)	9	700	28	1600	64
10	$\frac{3}{8}$	80	3	250	10	800	32	1800	72
15	$\frac{1}{2}$	90	$3\frac{1}{2}$	300	12	900	36	2000	80
20	$\frac{3}{4}$	100	4	350	14	1000	40	2200	88
25	1	(125)	5	400	16	1100	44		
(32)	$1\frac{1}{4}$	150	6	450	18	1200	48		
40	$1\frac{1}{2}$	(175)	7	500	20	1400	56		

注: 1. 公称直径的公制和英制换算关系为 $1\text{in}=25\text{mm}$ (不同于长度单位换算 $1\text{in}=25.4\text{mm}$, 应注意)。

2. 日本对公称直径的公制和英制分别用 A、B 表示, 例如:

公制 $DN100\text{mm}$, 日本表示为 100A。英制 $DN4\text{in}$, 日本表示为 4B。

9.3.2 钢管的外径系列

钢管产品是按外径和壁厚系列组织生产的。目前世界各国的钢管尺寸系列尚不统一, 各国都有各自的钢管尺寸系列标准。在国际上比较广泛应用的钢管标准有美国的 ANSI B36.10, 德国的 DIN 2448, 英国的 BS 3600 和国际标准化组织的 ISO 4200 等。为叙述方便起见, 俗称“英制管”。

在我国的钢管标准中, 存在着两套外径系列的管子, 一套是“英制管”, 另一套是数十年来国内工业部门广泛使用的钢管外径尺寸系列, 俗称“公制管”。除此之外, 我国冶金部还生产与“英制管”尺寸相近的钢管系列。

钢管外径系列见表 9.3.2。

表 9.3.2 钢管外径系列

公称通径 DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125
“英制管”	17.2	21.3	26.9	33.7	42.4	48.3	60.3	(73) 76.1	88.9	114.3	(141.3) 139.7
“公制管”	14	18	25	32	38	45	57	76	89	108	133
原冶金部生产的相近钢管	17	22	27	34	42	48	60	76	89	114	140

续表

公称口径 DN	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
“英制管”	168.3	219.1	273	323.9	355.6	406.4	457.0	508	610	711	813
“公制管”	159	219	273	325	377	426	478	529	630	720	820
原冶金部生产的相近钢管	168	219	273	325	351	402	450	500	610	—	—
公称口径 DN	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	
“英制管”	914	1016	1220	1420	1620	1820	2020	2220	2420	2620	
“公制管”	920	1020	1220	1420	1620	1820	2020	—	—	—	
原冶金部生产的相近钢管	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

注：1. 表中的“英制管”系列是 ISO 4200 中的第一系列，括号内的尺寸是美国 ANSI 标准所采用的钢管外径尺寸，与 ISO 4200 有所差异。

2. 原化工部工程建设标准 HGJ 35—90 “化工配管用无缝及焊接钢管尺寸选用系列”中的 I a、I b、I 系列与表中的对应关系：

I a——“英制管”（取 ISO 4200 数值）；

I b——原冶金部生产的近似于“英制”管的钢管；

I——“公制”管。

3. 原中国石化总公司工程建设标准 SHJ 405—89 “石油化工企业钢管尺寸系列选用规定”中的 I、I 系列与表中的对应关系：

I——“英制管”（取 ISO 4200 数值）；

I——原冶金部生产的近似于英制管的钢管。

9.3.3 输送低压流体用焊接钢管（水煤气管）（GB 3091—82，GB 3092—82）（表 9.3.3）

表 9.3.3 输送低压流体用焊接钢管

公称口径		外 径		普 通 钢 管			加 厚 钢 管		
mm	in	公称尺寸 mm	允许 偏差	壁 厚		理论 重量 kg/m	壁 厚		理论 重量 kg/m
				公称尺寸 mm	允许 偏差		公称尺寸 mm	允许 偏差	
6	1/8	10.0	±0.50 mm	2.00	+12% -15%	0.39	2.50	+12% -15%	0.46
8	1/4	13.5		2.25		0.62	2.75		0.73
10	3/8	17.0		2.25		0.82	2.75		0.97
15	1/2	21.3		2.75		1.25	3.25		1.45
20	3/4	26.8		2.75		1.63	3.50		2.01
25	1	33.5		3.25		2.42	4.00		2.91
32	1 1/4	42.3		3.25		3.13	4.00		3.78
40	1 1/2	48.0	±1%	3.50		3.84	4.25		4.58
50	2	60.0		3.50		4.88	4.50		4.16
65	2 1/2	75.5		3.75		6.64	4.50		7.88
80	3	88.5		4.00		8.34	4.75		9.81
100	4	114.0		4.00		10.85	5.00		13.44
125	5	140.0		4.50		15.04	5.50		18.24
150	6	165.0		4.50		17.81	5.50		21.63

注：1. 本标准适用于输送水、煤气、空气、油、取暖蒸汽及电线、补偿导线穿管用。

2. 钢管分镀锌钢管（GB 3091—82）和不镀锌钢管（GB 3092—82），带螺纹钢管和不带螺纹钢管。

3. 表中理论重量为不镀锌重量，钢管镀锌后的理论重量比镀锌前增加 3%~6%。

4. 公称口径系近似内径的名义尺寸，它不表示公称外径减去两个公称壁厚所得的内径。

5. 钢管的通常长度为 4~10m。

6. 材料为（GB 700—79）中 1~3 号乙类钢，或其他易焊的软钢。

9.3.4 普通碳素钢电线套管 (GB 3640—88) (表 9.3.4)

表 9.3.4 普通碳素钢电线套管

公称尺寸 mm	外 径 mm	外径允许偏差 mm	壁 厚 mm	理论重量 (不计管接头) kg/m	公称尺寸 mm	外 径 mm	外径允许偏差 mm	壁 厚 mm	理论重量 (不计管接头) kg/m
13	12.70	±0.20	1.60	0.438	38	38.10	±0.25	1.80	1.611
16	15.88	±0.20	1.60	0.581	51	50.80	±0.30	2.00	2.407
19	19.05	±0.25	1.80	0.766	64	63.50	±0.30	2.50	3.760
25	25.40	±0.25	1.80	1.048	76	76.20	±0.30	3.20	5.761
32	31.75	±0.25	1.80	1.329					

注: 1. 钢管长度: 3~9m。

2. 交货时, 每支钢管应附带一个管接头, 在计算钢管理论重量时, 应另外加管接头重量。

3. 本标准适用于电线、补偿导线穿管用的普通碳素钢电焊钢管。

9.3.5 常用输送流体用无缝钢管 (GB 8163—87, 选编) (表 9.3.5-1 和表 9.3.5-2)

表 9.3.5-1 冷拔(轧)钢管品种

外径 mm	壁 厚								
	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	理 论 重 量, kg/m								
6	0.0354	0.068	0.123	0.166	0.197				
7	0.0416	0.080	0.148	0.203	0.247	0.277			
8	0.0477	0.092	0.173	0.240	0.296	0.339			
10	0.060	0.117	0.222	0.314	0.395	0.462	0.518	0.561	
12	0.072	0.142	0.271	0.388	0.493	0.586	0.666	0.734	0.789
14	0.085	0.166	0.321	0.462	0.592	0.709	0.814	0.906	0.986
18	0.109	0.216	0.419	0.610	0.789	0.956	1.11	1.25	1.38
22		0.265	0.518	0.758	0.986	1.20	1.41	1.60	1.78
25		0.302	0.592	0.869	1.13	1.39	1.63	1.86	2.07
32		0.388	0.765	1.13	1.48	1.82	2.15	2.46	2.76
38		0.462	0.912	1.35	1.78	2.19	2.59	2.98	3.35
45			1.09	1.61	2.12	2.62	3.11	3.58	4.04
50			1.21	1.79	2.37	2.93	3.48	4.01	4.54
57			1.38	2.05	2.71	3.36	4.00	4.62	5.23
65			1.58	2.35	3.11	3.85	4.59	5.31	6.02
70			1.70	2.53	3.35	4.16	4.96	5.74	6.51

表 9.3.5-2 热轧钢管品种

外径 mm	壁 厚									
	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
	理 论 重 量, kg/m									
32	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.85	4.32	4.73		
38	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.74	5.35	5.92		
45	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	5.77	6.56	7.30	7.99	8.63
57	3.99	4.62	5.23	5.83	6.41	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59
76	5.40	6.26	7.10	7.93	8.75	10.36	11.91	13.42	14.87	16.28

注: 1. 钢管分冷拔(轧)和热轧两种。

2. 长度: 冷拔(轧)钢管: 3~10.5m, 热轧钢管: 3~12m。

3. 钢管材料: 10, 20, 09MnV, 16Mn。

9.3.6 常用不锈钢无缝钢管 (GB 2270—80, 选编) (表 9.3.6)

表 9.3.6 常用不锈钢无缝钢管

热 轧 钢 管 的 品 种								冷 拔 (轧) 钢 管 的 品 种											
外径 mm	壁 厚, mm							外径 mm	壁 厚, mm										
	4.5	5	6	7	8	9	10		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0			
	理 论 重 量, kg/m								理 论 重 量, kg/m										
57	5.87	6.46	7.60	8.69	9.74	10.73	11.67	6	0.0688	0.124	0.168	0.199							
60	6.20	6.83	8.05	9.22	10.33	11.40	12.42	8	0.0932	0.174	0.242	0.298							
65	6.76	7.45	8.79	10.10	11.33	12.52	13.66	10	0.118	0.224	0.317	0.397	0.466						
70		8.07	9.54	10.95	12.32	13.64	14.90	14	0.168	0.323	0.466	0.596	0.714	0.820	0.913				
76		8.82	10.43	12.00	13.51	14.98	16.39	18	0.217	0.422	0.615	0.795	0.963	1.12	1.26	1.39			
80		9.32	12.52	12.69	14.31	15.87	17.39	22	0.267	0.522	0.764	0.994	1.21	1.42	1.61	1.79			
89		10.43	12.37	14.26	16.10	17.88	19.62	25	0.304	0.596	0.876	1.14	1.40	1.64	1.87	2.09			
100		11.80	14.01	16.17	18.28	20.34	22.36	32	0.391	0.770	1.14	1.49	1.83	2.16	2.48	2.78			
108		12.79	15.20	17.56	19.87	22.13	24.34	38	0.466	0.919	1.36	1.79	2.20	2.61	3.00	3.38			
121		14.41	17.14	19.82	22.46	25.04	27.57	45	0.553	1.09	1.62	2.14	2.64	3.13	3.61	4.07			
133		15.90	18.93	21.91	24.84	27.72	30.55	50	0.615	1.22	1.81	2.38	2.95	3.50	4.04	4.57			
159		19.13	22.80	26.43	30.01	33.53	37.01	57	0.702	1.39	2.07	2.73	3.38	4.02	4.65	5.27			

注: 1. 常用材料: 0Cr13, 1Cr13, 2Cr13, 3Cr13, 1Cr17Ni2, 0Cr18Ni9Ti, 00Cr18Ni10, 1Cr18Ni9, 1Cr18Ni9Ti, 00Cr17Ni14Mo2, 00Cr17Ni14Mo3, 0Cr18Ni12Mo2Ti, 1Cr18Ni12Mo2Ti, 1Cr18Ni12Mo3Ti, 1Cr23Ni18, 1Cr18Ni11Nb.

2. 钢管长度: 热轧钢管 1.5~10m。冷拔(轧)钢管, 壁厚 0.5~1.0mm, 长为 1~7m; 壁厚 > 1mm, 长为 1.5~8m。

9.3.7 化肥设备用高压无缝钢管 (GB 6479—86) (表 9.3.7)

表 9.3.7 化肥设备用高压无缝钢管

外径×壁厚 mm	理论重量 kg/m	外径×壁厚 mm	理论重量 kg/m	外径×壁厚 mm	理论重量 kg/m	外径×壁厚 mm	理论重量 kg/m
14×4	0.986	25×5	2.47	43×10	8.14	68×13	17.63
15×4	1.09	25×6	2.81	49×8	8.09	70×10	14.80
15×4.5	1.17	25×7	3.11	49×10	9.62	83×9	16.42
19×5	1.73	35×6	4.29	57×9	10.66	83×10	18.00
24×4.5	2.16	35×9	5.77	68×9	13.69	83×11	19.53
24×6	2.66	43×7	6.21	68×10	14.30	83×15	25.15

注: 1. 本标准适用于工作温度为 -40~400℃, 工作压力为 10~32MPa 的状况。

2. 钢管长度: 4~12m。

3. 钢管材料: 10, 20g, 16Mn, 15MnV, 10MoWVNb, 12CrMo, 15CrMo, 1Cr5Mo, 12Cr2Mo。

4. 标记: 用 10 号钢制造的外径 89mm, 壁厚为 6mm 的热轧钢管, 直径和壁厚为普通级精度, 长度为 4000mm。其标记为: 钢管 10-89×6×4000-GB 6479-86。

9.3.8 美国商业钢管和不锈钢管规范管道数据 (ANSI B36.10 和 B 39.19, 选编) (表 9.3.8)

STD——标准厚壁钢管;

XS——特厚壁钢管;

XXS——加倍特厚壁钢管。

表 9.3.8 美国碳钢和合金钢——不锈钢管尺寸

公称管子 尺寸 in	外径 in	牌 号			壁厚 (t) in	内径 (d) in	管重 lb/ft
		钢		不锈钢管号			
		铁管子尺寸	管号				
1/8	0.405	---	---	10S	0.049	0.307	0.19
		STD	40	40S	0.068	0.269	0.24
		XS	80	80S	0.095	0.215	0.31
1/4	0.540	---	---	10S	0.065	0.410	0.33
		STD	40	40S	0.088	0.364	0.42
		XS	80	80S	0.119	0.302	0.54
3/8	0.675	---	---	10S	0.065	0.545	0.42
		STD	40	40S	0.091	0.493	0.57
		XS	80	80S	0.126	0.423	0.74

续表

公称管子 尺寸 in	外径 in	牌 号			壁厚 (t) in	内径 (d) in	管重 lb/ft
		钢		不锈钢管号			
		铁管子尺寸	管号				
1/2	0.840	...	...	5S	0.065	0.710	0.54
		...	...	10S	0.083	0.674	0.67
		STD	40	40S	0.109	0.622	0.85
		XS	80	80S	0.147	0.546	1.09
		...	160	...	0.187	0.466	1.31
		XXS	...	...	0.294	0.252	1.71
3/4	1.050	...	...	5S	0.065	0.920	0.69
		...	...	10S	0.083	0.884	0.86
		STD	40	40S	0.113	0.824	1.13
		XS	80	80S	0.154	0.742	1.47
		...	160	...	0.219	0.612	1.94
		XXS	...	...	0.308	0.434	2.44
1	1.315	...	...	5S	0.065	1.185	0.87
		...	...	10S	0.109	1.097	1.40
		STD	40	40S	0.133	1.049	1.68
		XS	80	80S	0.179	0.957	2.17
		...	160	...	0.250	0.815	2.84
		XXS	...	...	0.358	0.599	3.66
1¼	1.660	...	...	5S	0.065	1.530	1.11
		...	...	10S	0.109	1.442	1.81
		STD	40	40S	0.140	1.380	2.27
		XS	80	80S	0.191	1.278	3.00
		...	160	...	0.250	1.160	3.76
		XXS	...	...	0.382	0.896	5.21
1½	1.900	...	...	5S	0.065	1.770	1.28
		...	...	10S	0.109	1.682	2.09
		STD	40	40S	0.145	1.610	2.72
		XS	80	80S	0.200	1.500	3.63
		...	160	...	0.281	1.338	4.86
		XXS	...	...	0.400	1.100	6.41
2	2.375	...	...	5S	0.065	2.245	1.61
		...	...	10S	0.109	2.157	2.64
		STD	40	40S	0.154	2.067	3.65
		XS	80	80S	0.218	1.939	5.02
		...	160	...	0.344	1.687	7.46
		XXS	...	...	0.436	1.503	9.03
2½	2.875	...	...	5S	0.083	2.709	2.48
		...	...	10S	0.120	2.635	3.53
		STD	40	40S	0.203	2.469	5.79
		XS	80	80S	0.276	2.323	7.66
		...	160	...	0.375	2.125	10.01
		XXS	...	...	0.552	1.771	13.69
3	3.500	...	...	5S	0.083	3.334	3.03
		...	...	10S	0.120	3.260	4.33
		STD	40	40S	0.216	3.068	7.58
		XS	80	80S	0.300	2.900	10.25
		...	160	...	0.438	2.624	14.32
		XXS	...	...	0.600	2.300	18.58

续表

公称管子 尺寸 in	外径 in	牌 号			壁厚 (t) in	内径 (d) in	管重 lb/ft
		钢		不锈钢管号			
		铁管子尺寸	管号				
3½	4.000	...	...	5S	0.083	3.834	3.48
		...	...	10S	0.120	3.760	4.97
		STD	40	40S	0.226	3.548	9.11
		XS	80	80S	0.318	3.364	12.50
4	4.500	...	...	5S	0.083	4.334	3.92
		...	...	10S	0.120	4.260	5.61
		STD	40	40S	0.237	4.026	10.79
		XS	80	80S	0.337	3.826	14.98
		...	120	...	0.438	3.624	19.00
		...	160	...	0.531	3.438	22.51
		XXS	...	...	0.674	3.152	27.54
5	5.563	...	...	5S	0.109	5.345	6.36
		...	...	10S	0.134	5.295	7.77
		STD	40	40S	0.258	5.047	14.62
		XS	80	80S	0.375	4.813	20.78
		...	120	...	0.500	4.563	27.04
		...	160	...	0.625	4.313	32.96
		XXS	...	...	0.750	4.063	38.55
6	6.625	...	...	5S	0.109	6.407	7.60
		...	...	10S	0.134	6.357	9.29
		STD	40	40S	0.280	6.065	18.97
		XS	80	80S	0.432	5.761	28.57
		...	120	...	0.562	5.501	36.39
		...	160	...	0.719	5.187	45.35
		XXS	...	...	0.864	4.897	53.16
8	8.625	...	...	5S	0.109	8.407	9.93
		...	...	10S	0.148	8.329	13.40
		...	20	...	0.250	8.125	22.36
		...	30	...	0.277	8.071	24.70
		STD	40	40S	0.322	7.981	28.55
		...	60	...	0.406	7.813	35.64
		XS	80	80S	0.500	7.625	43.39
		...	100	...	0.594	7.437	50.95
		...	120	...	0.719	7.187	60.71
		...	140	...	0.812	7.001	67.76
		XXS	...	...	0.875	6.875	72.42
		...	160	...	0.906	6.813	74.69
10	10.750	...	...	5S	0.134	10.482	15.19
		...	...	10S	0.165	10.420	18.65
		...	20	...	0.250	10.250	28.04
		...	30	...	0.307	10.136	34.24
		STD	40	40S	0.365	10.020	40.48
		XS	60	80S	0.500	9.750	54.74
		...	80	...	0.594	9.562	64.43
		...	100	...	0.719	9.312	77.03
		...	120	...	0.844	9.062	89.29
		XXS	140	...	1.000	8.750	104.13
		...	160	...	1.125	8.500	115.64

续表

公称管子 尺寸 in	外径 in	牌 号			壁厚 (t) in	内径 (d) in	管重 lb/ft
		钢		不锈钢管号			
		铁管子尺寸	管号				
12	12.75	...	...	5S	0.156	12.438	20.98
		...	...	10S	0.180	12.390	24.17
		...	20	...	0.250	12.250	33.38
		...	30	...	0.330	12.090	43.77
		STD	...	40S	0.375	12.000	49.56
		...	40	...	0.406	11.938	53.52
		XS	...	80S	0.500	11.750	65.42
		...	60	...	0.562	11.626	73.15
		...	80	...	0.688	11.374	88.63
		...	100	...	0.844	11.062	107.32
		XXS	120	...	1.000	10.750	125.49
		...	140	...	1.125	10.500	139.67
		...	160	...	1.312	10.126	160.27
14	14.00	...	...	5S	0.156	13.688	23.07
		...	...	10S	0.188	13.624	27.73
		...	10	...	0.250	13.500	36.71
		...	20	...	0.312	13.376	45.61
		STD	30	...	0.375	13.250	54.57
		...	40	...	0.438	13.124	63.44
		XS	...	...	0.500	13.000	72.09
		...	60	...	0.594	12.812	85.05
		...	80	...	0.750	12.500	106.13
		...	100	...	0.938	12.124	130.85
		...	120	...	1.094	11.812	150.79
		...	140	...	1.250	11.500	170.28
		...	160	...	1.406	11.188	189.11
16	16.00	...	...	5S	0.165	15.670	27.90
		...	...	10S	0.188	15.624	31.75
		...	10	...	0.250	15.500	42.05
		...	20	...	0.312	15.376	52.27
		STD	30	...	0.375	15.250	62.58
		XS	40	...	0.500	15.000	82.77
		...	60	...	0.656	14.688	107.50
		...	80	...	0.844	14.312	136.61
		...	100	...	1.031	13.938	164.82
		...	120	...	1.219	13.562	192.43
		...	140	...	1.438	13.124	223.64
		...	160	...	1.594	12.812	245.25
		18	18.00	...	...	5S	0.165
...	...			10S	0.188	17.624	35.76
...	10			...	0.250	17.500	47.39
...	20			...	0.312	17.376	58.94
STD	...			...	0.375	17.250	70.59
...	30			...	0.438	17.124	82.15
XS	...			...	0.500	17.000	93.45
...	40			...	0.562	16.876	104.67
...	60			...	0.750	16.500	138.17
...	80			...	0.938	16.124	170.92
...	100			...	1.156	15.688	207.96
...	120			...	1.375	15.250	244.14
...	140			...	1.562	14.876	274.22
...	160	...	1.781	14.438	308.50		

9.4 其他常用管材

9.4.1 常用铜及铜合金拉制管 (GB 1527—79, GB 1529—79, 选编) (表 9.4.1)

表 9.4.1 常用铜及铜合金拉制管

外径 mm	壁厚 mm	重量, kg/m		外径 mm	壁厚 mm	重量, kg/m		外径 mm	壁厚 mm	重量, kg/m	
		纯 铜 (GB 1527 —79)	黄 铜 (GB 1529 —79)			纯 铜 (GB 1527 —79)	黄 铜 (GB 1529 —79)			纯 铜 (GB 1527 —79)	黄 铜 (GB 1529 —79)
3	0.5	0.035	0.0334	12	1.0	0.307	0.294	22	3.0	1.593	1.521
4	0.5	0.049	0.0467		1.5	0.440	0.420		4.0	2.012	1.922
5	0.5	0.063	0.0601		2.0	0.559	0.534	25	2.0	1.286	1.228
	1.0	0.112	0.107	16	1.0	0.419	0.400		2.5	1.572	1.501
6	0.5	0.077	0.0734		1.5	0.608	0.581		3.0	1.844	1.761
	1.0	0.140	0.134		2.0	0.782	0.747		4.0	2.348	2.243
	1.5	0.189	0.183		2.5	0.942	0.891	28	2.0	1.453	1.388
8	0.5	0.105	0.100	18	1.5	0.692	0.661		3.0	2.096	2.002
	1.0	0.196	0.187		2.0	0.894	0.854		4.0	2.683	2.562
	2.0	0.335	0.320		3.0	1.258	1.201		5.0	3.214	3.069
10	0.5	0.133	0.127	20	1.5	0.775	0.741	30	2.0	1.565	1.495
	1.0	0.252	0.240		2.0	1.006	0.961		2.5	1.922	1.836
	1.5	0.356	0.340		3.0	1.425	1.361		3.0	2.264	2.162
	2.0	0.447	0.427	22	2.0	1.118	1.068		4.0	2.906	2.776

- 注: 1. 常用材料: 纯铜: T₂, T₃, T₄, TU₁, TU₂, TUP;
黄铜: H62, H68, H96, HSn62-1, HSn70-1。
2. 纯铜管长度: 外径≤100mm, 长度1~7m;
黄铜管长度: 外径≤50mm, 长度1~7m。
3. 管材的供应状态: 纯铜: Y——硬, M——软;
黄铜: Y₂——半硬, M——软。

9.4.2 常用硬聚氯乙烯管 (GB 4219—84) (表 9.4.2)

表 9.4.2 化工用硬聚氯乙烯管

外径 mm	外径 公差 mm	压 力 等 级, MPa							
		0.5		0.6		1.0		1.6	
		壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m
10	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.05
12	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.10
16	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.14
20	±0.3					2.0 ^{+0.4} ₀	0.17	2.3 ^{+0.6} ₀	0.21
25	±0.3					2.0 ^{+0.4} ₀	0.18	2.8 ^{+0.5} ₀	0.32
32	±0.3					2.4 ^{+0.5} ₀	0.36	3.6 ^{+0.6} ₀	0.52
40	±0.4			2.0 ^{+0.4} ₀	0.36	3.0 ^{+0.6} ₀	0.57	4.5 ^{+0.9} ₀	0.91
50	±0.4			2.4 ^{+0.5} ₀	0.60	3.7 ^{+0.7} ₀	0.88	5.6 ^{+1.1} ₀	1.27
63	±0.5			3.0 ^{+0.6} ₀	0.92	4.7 ^{+0.9} ₀	1.40	7.1 ^{+1.2} ₀	2.01
75	±0.5			3.6 ^{+0.7} ₀	1.43	5.5 ^{+1.1} ₀	2.25	8.4 ^{+1.4} ₀	2.82
90	±0.7	3.5 ^{+0.7} ₀	1.47	4.3 ^{+0.9} ₀	1.80	6.6 ^{+1.1} ₀	2.53	10.1 ^{+1.7} ₀	3.84

续表

外径 mm	外径 公差 mm	压 力 等 级, MPa							
		0.5		0.6		1.0		1.6	
		壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m	壁厚及公差 mm	近似重量 kg/m
110	±0.8	4.2 ^{+0.8} ₀	2.18	5.3 ^{+1.0} ₀	2.68	8.1 ^{+1.3} ₀	3.82		
125	±1.0	4.8 ^{+1.0} ₀	2.85	6.0 ^{+1.1} ₀	3.45	9.2 ^{+1.5} ₀	4.63		

注: 1. 管材规格用 D (外径) $\times \delta$ (壁厚) 表示。

2. 管材长度规格有: $4 \pm 0.05\text{m}$, $6 \pm 0.05\text{m}$ 。

3. 管材同一横截面的壁厚偏差不超过 14%, 其计算方法为:

$$\delta' = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\delta_1} \times 100\%$$

式中 δ' —— 壁厚偏差;

δ_1 —— 同一横截面最大壁厚, mm;

δ_2 —— 同一横截面最小壁厚, mm。

9.4.3 P3 型镀锌金属软管 (GB 3641—83) (图 9.4.3 及表 9.4.3)

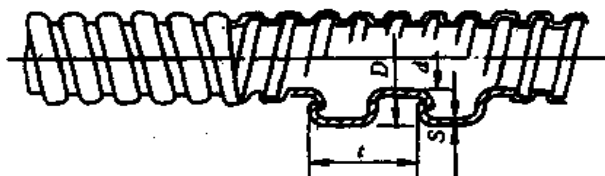


图 9.4.3 P3 型镀锌金属软管 (GB 3641—83)

表 9.4.3 P3 型镀锌金属软管

公称内径 d mm	最小内径 $d_{\min}$ mm	外径及偏差 D mm	节距及偏差 t mm	钢带厚度 S mm	自然弯曲半径 R mm	长度 $\geq$ m	轴向拉力 $\geq$ kgf	理论重量 kg/m
(4)	3.75	6.20±0.25	2.65±0.40	0.25	15	3	24	0.0496
(6)	5.75	8.20±0.25	2.70±0.40	0.25	20	3	36	0.0686
8	7.70	11.00±0.30	4.00±0.40	0.30	22.5	3	48	0.1117
10	9.70	13.50±0.30	4.70±0.45	0.30	27.5	3	60	0.1390
12	11.65	15.50±0.35	4.70±0.45	0.30	30	3	72	0.1623
(13)	12.65	16.50±0.35	4.70±0.45	0.30	32.5	3	78	0.1740
(15)	14.65	19.00±0.35	5.70±0.45	0.35	40	3	90	0.2338
(16)	15.65	20.00±0.35	5.70±0.45	0.35	42.5	3	96	0.2474
(19)	18.60	23.30±0.40	6.40±0.50	0.40	47.5	3	114	0.3267
20	19.60	24.30±0.40	6.40±0.50	0.40	50	3	120	0.3420
(22)	21.55	27.30±0.45	8.70±0.50	0.40	52.5	3	132	0.3751
25	24.55	30.30±0.45	8.70±0.50	0.40	57.5	3	150	0.4202

注: 1. 括弧中规格不推荐使用。

2. 镀锌层厚度 $\geq 7\mu\text{m}$ 。

3. 用途: 作电线保护管。

4. 标记示例: 公称内径为 15mm 的 P3 型镀锌金属软管为 P3d15-GB 3641—83。

9.5 管子的选用

9.5.1 测量管线的管径规格选择 (HG 20512—92《仪表配管、配线设计规定》)(表 9.5.1)

表 9.5.1 测量管线的管径规格选择表

使用场所	管径×壁厚, mm	使用场所	管径×壁厚, mm
含粉尘、低压系统、 $PN=0.25\text{MPa}$	22×3	$PN=32\text{MPa}$	14×4
$PN=6.4\text{MPa}$	14×2, 18×3, 22×3	分析仪表取样管线	6×1, 8×1, 10×1
$PN=16\text{MPa}$	14×3, 18×4, 22×4		

9.5.2 气动信号管线选择 (HG 20512—92《仪表配管、配线设计规定》)(表 9.5.2)

表 9.5.2 气动信号管线选择表

使用场所	管径×壁厚 mm	材质及型式	使用场所	管径×壁厚 mm	材质及型式
一般场所	6×1	紫铜单管及管缆 PVC 护套紫铜单管及管缆 聚乙烯、尼龙单管及管缆	腐蚀性场所 (如硫化氢、氨 气、乙炔等)	6×1	不锈钢单管及管缆 聚乙烯、尼龙管缆

注：聚乙烯、尼龙单管仅用于仪表盘后配管。

9.5.3 仪表供气系统配管管径选择 (HG 20510—92《仪表供气设计规定》)(表 9.5.3)

表 9.5.3 仪表供气系统配管管径选择表

DN, mm (in)	供气点数量, 个	DN, mm (in)	供气点数量, 个	DN, mm (in)	供气点数量, 个
8 (1/4)	1 (见注)	25 (1)	9~20	65 (2½)	151~250
15 (1/2)	1~3	40 (1½)	21~60	80 (3)	251~500
20 (3/4)	4~8	50 (2)	61~150		

注：1/4in 配管只限于短距离选用，通常用于过滤器减压阀下游侧配管。

9.5.4 蒸汽伴热保温系统配管管径选择 (HG 20514—92《仪表及管线伴热和绝热保温设计规定》)(表 9.5.4)

表 9.5.4 蒸汽伴热保温系统配管管径选择表

管线规格	蒸汽压力, MPa			管线规格	蒸汽压力, MPa		
	1	0.6	0.3		1	0.6	0.3
	最 多 保 温 点 数				最 多 保 温 点 数		
φ22×2.5	10	7	4	φ48×3	91	76	52
φ27×2.5	18	14	10	φ60×3	172	147	107
φ34×2.5	35	29	20	φ89×3.5	535	414	255

9.5.5 电线保护管管径选择 (表 9.5.5)

表 9.5.5 电线保护管管径选择表

电线种类	管 内 导 线 根 数		
	2	3	4~10
橡皮绝缘电线	$0.32D^2 \geq d_1^2 + d_2^2$	$0.42D^2 \geq d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$	$0.40D^2 \geq n_1d_1^2 + n_2d_2^2 + \dots$
塑料绝缘电线	$0.26D^2 \geq d_1^2 + d_2^2$	$0.34D^2 \geq d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$	$0.32D^2 \geq n_1d_1^2 + n_2d_2^2 + \dots$

注：D——保护管内径，mm；

$d_1, d_2, d_3, \dots$ ——电线或电缆外径，mm；

$n_1, n_2, n_3, \dots$ ——相同直径的电线或电缆根数。

9.5.6 补偿导线穿管管径选择 (表 9.5.6)

表 9.5.6 补偿导线穿管管径选择表

保 护 管	导 线 根 数											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公 称 直 径											
电线管, in	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
镀锌钢管, in	1/2	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
轻型聚氯乙烯管, mm	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	160	200

注：1in=25.4mm。

10. 螺纹与法兰

10.1 螺 纹

10.1.1 普通公制螺纹 (GB 193—81, 选编)

10.1.1.1 普通公制螺纹的直径与螺距系列 (表 10.1.1.1)

表 10.1.1.1 普通公制螺纹的直径与螺距系列

mm

公称直径 D, d			螺 距 P											
第一系列	第二系列	第三系列	粗牙	细 牙										
				4	3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.35	0.25	0.2
1			0.25											0.2
	1.1		0.25											0.2
1.2			0.25											0.2
	1.4		0.3											0.2
1.6			0.35											0.2
	1.8		0.35											0.2
2			0.4										0.25	0.2
	2.2		0.45										0.25	
2.5			0.45									0.35		
3			0.5									0.35		
	3.5		(0.6)								0.5			
4			0.7								0.5			
	4.5		(0.75)								0.5			
5			0.8								0.5			
		5.5									0.5			
6			1							0.75	0.5			
		7	1							0.75	0.5			
8			1.25						1	0.75	0.5			
		9	(1.25)						1	0.75	0.5			
10			1.5					1.25	1	0.75	0.5			
		11	(1.5)						1	0.75	0.5			
12			1.75				1.5	1.25	1	0.75	0.5			
	14		2				1.5	1.25*	1	0.75	0.5			
16		15					1.5		(1)					
		17	2				1.5		1	0.75	0.5			
20	18		2.5			2	1.5		1	0.75	0.5			
			2.5			2	1.5		1	0.75	0.5			
24	22		2.5			2	1.5		1	0.75	0.5			
			3			2	1.5		1	0.75				
		25				2	1.5		(1)					
		26					1.5							
	27		3			2	1.5		1	0.75				
		28				2	1.5		1					
30			3.5		(3)	2	1.5		1	0.75				
		32				2	1.5		1					
	33		3.5		(3)	2	1.5			0.75				
		35**				2	1.5		1	0.75				
36			4		3	2	1.5		1					
		38					1.5							
	39		4		3	2	1.5		1					
		40			(3)	(2)	1.5							
42			4.5	(4)	3	2	1.5		1					
	45		4.5	(4)	3	2	1.5		1					
48			5	(4)	3	2	1.5		1					
		50			(3)	(2)	1.5							
	52		5	(4)	3	2	1.5		1					
		55		(4)	(3)	2	1.5							
56			5.5	4	3	2	1.5		1					
		58		(4)	(3)	2	1.5							
	60		(5.5)	4	3	2	1.5		1					

注: 1. 螺纹直径应优先选用第一系列, 其次是第二系列, 第三系列尽可能不用。

2. 表中粗黑线右下方的螺距和括号内的螺距应尽可能不用。

10.1.1.2 螺纹标记

①粗牙普通螺纹用字母“M”及“公称直径”表示。

②细牙普通螺纹用字母“M”及“公称直径×螺距”表示。

③当螺纹为左旋时，在螺纹代号之后加“左”字。例如：

M24 表示公称直径为 24mm 的粗牙普通螺纹；

M24×1.5 表示公称直径为 24mm，螺距为 1.5mm 的细牙普通螺纹；

M24×1.5 左 表示公称直径为 24mm，螺距为 1.5mm，方向为左旋的细牙普通螺纹。

10.1.2 非螺纹密封的管螺纹（圆柱管螺纹）（GB 7307—87，ISO 228/1—1982，DIN-ISO 228/1，BS 2779（BSPP），JIS B0202—1982，选编）

10.1.2.1 圆柱管螺纹的基本尺寸（表 10.1.2.1）

表 10.1.2.1 圆柱管螺纹的基本尺寸

1 尺寸 代号	2 每 25.4mm 内的牙数 n	3 螺距 p mm	4 牙高 h mm	5 圆弧半径 $r \approx$ mm	基 本 直 径		
					大径 D mm	中径 D_2 mm	小径 D_1 mm
1/16	28	0.907	0.581	0.125	7.723	7.142	6.561
1/8	28	0.907	0.581	0.125	9.728	9.147	8.566
1/4	19	1.337	0.856	0.184	13.157	12.301	11.445
3/8	19	1.337	0.856	0.184	16.662	15.806	14.950
1/2	14	1.814	1.162	0.249	20.955	19.793	18.631
5/8	14	1.814	1.162	0.249	22.911	21.749	20.587
3/4	14	1.814	1.162	0.249	26.441	25.279	24.117
7/8	14	1.814	1.162	0.249	30.201	29.039	27.877
1	11	2.309	1.479	0.317	33.249	31.770	30.291
1 1/8	11	2.309	1.479	0.317	37.897	36.418	34.939
1 1/4	11	2.309	1.479	0.317	41.910	40.431	38.952
1 1/2	11	2.309	1.479	0.317	47.803	46.324	44.845
1 3/4	11	2.309	1.479	0.317	53.746	52.267	50.788
2	11	2.309	1.479	0.317	59.614	58.135	56.656
2 1/4	11	2.309	1.479	0.317	65.710	64.231	62.752
2 1/2	11	2.309	1.479	0.317	75.184	73.705	72.226
2 3/4	11	2.309	1.479	0.317	81.534	80.055	78.576
3	11	2.309	1.479	0.317	87.884	86.405	84.926
3 1/2	11	2.309	1.479	0.317	100.330	98.851	97.372
4	11	2.309	1.479	0.317	113.030	111.551	110.072
4 1/2	11	2.309	1.479	0.317	125.730	124.251	122.772
5	11	2.309	1.479	0.317	138.430	136.951	135.472
5 1/2	11	2.309	1.479	0.317	151.130	149.651	148.172
6	11	2.309	1.479	0.317	163.830	162.351	160.872

10.1.2.2 螺纹标记

①圆柱管螺纹的标记由螺纹特征代号、尺寸代号和公差等级代号组成。

螺纹特征代号用字母 G 表示。

螺纹尺寸代号按“螺纹的基本尺寸”表中的第一栏标记；

螺纹公差等级代号：对外螺纹分 A、B 两级标记；对内螺纹则不标记。

1 1/2 螺纹的标记示例如下：

内螺纹 G1 1/2

A 级外螺纹 G1 1/2 A

B 级外螺纹 G1 1/2 B

②当螺纹为左旋时，在公差等级代号后加注“LH”。例如：

G1 1/2-LH；G1 1/2 A-LH

③内、外螺纹装配在一起时,内、外螺纹的标记用斜线分开,左边表示内螺纹,右边表示外螺纹。例如:

右旋螺纹 $G1\frac{1}{2}/G1\frac{1}{2}A$; $G1\frac{1}{2}/G1\frac{1}{2}B$

左旋螺纹 $G1\frac{1}{2}/G1\frac{1}{2}A-LH$

10.1.3 用螺纹密封的管螺纹 (55°圆锥管螺纹) (GB 7306—87, ISO 7/1—1982, DIN2999, BS 21 (BSPT), JIS B0203—1982, 选编)

10.1.3.1 55°圆锥管螺纹的基本尺寸 (表 10.1.3.1)

表 10.1.3.1 55°圆锥管螺纹的基本尺寸

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
尺寸 代号	每 25.4mm 内的牙数 n	螺 距 p mm	牙 高 h mm	圆弧半径 $r \approx$ mm	基本上的基本直径			基 准 距 离 mm	有效螺 纹长度 mm
					大 径 (基准直径) $d=D$, mm	中 径 $d_2=D_2$ mm	小 径 $d_1=D_1$ mm		
1/16	28	0.907	0.581	0.125	7.723	7.142	6.561	4.0	6.5
1/8	28	0.907	0.581	0.125	9.728	9.147	8.566	4.0	6.5
1/4	19	1.337	0.856	0.184	13.157	12.301	11.445	6.0	9.7
3/8	19	1.337	0.856	0.184	16.662	15.806	14.950	6.4	10.1
1/2	14	1.814	1.162	0.249	20.955	19.793	18.631	8.2	13.2
3/4	14	1.814	1.162	0.249	26.441	25.279	24.117	9.5	14.5
1	11	2.309	1.479	0.317	33.249	31.770	30.291	10.4	16.8
1 1/4	11	2.309	1.479	0.317	41.910	40.431	38.952	12.7	19.1
1 1/2	11	2.309	1.479	0.317	47.803	46.324	44.845	12.7	19.1
2	11	2.309	1.479	0.317	59.614	58.135	56.656	15.9	23.4
2 1/2	11	2.309	1.479	0.317	75.184	73.705	72.226	17.5	26.7
3	11	2.309	1.479	0.317	87.884	86.405	84.926	20.6	29.8
3 1/2	11	2.309	1.479	0.317	100.330	98.851	97.372	22.2	31.4
4	11	2.309	1.479	0.317	113.030	111.551	110.072	25.4	35.8
5	11	2.309	1.479	0.317	138.430	136.951	135.472	28.6	40.1
6	11	2.309	1.479	0.317	163.830	162.351	160.872	28.6	40.1

10.1.3.2 螺纹标记

①管螺纹的标记由螺纹特征代号和尺寸代号组成。

螺纹特征代号:

字母 R_c 表示圆锥内螺纹;

字母 R_p 表示圆柱内螺纹;

字母 R 表示圆锥外螺纹。

螺纹的尺寸代号按表 10.1.2.1 第一栏标注在螺纹特征代号之后。

1 1/2 螺纹的标记示例如下:

圆锥内螺纹 $R_1\frac{1}{2}$

圆柱内螺纹 $R_p1\frac{1}{2}$

圆锥外螺纹 $R1\frac{1}{2}$

②当螺纹为左旋时,在尺寸代号后加注“LH”。例如:

$R1\frac{1}{2}-LH$

③内、外螺纹装配在一起时,内、外螺纹的标记用斜线分开,左边表示内螺纹,右边表示外螺纹。其标记示例如下:

圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $R_1\frac{1}{2}/R1\frac{1}{2}$

圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $R_p1\frac{1}{2}/R1\frac{1}{2}$

左旋圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $R_1\frac{1}{2}/R1\frac{1}{2}-LH$

10.1.4 NPT 螺纹 (60°圆锥管螺纹) (GB/T 12716—91, ANSI B1.20.1—1983, 选编)

10.1.4.1 NPT 螺纹的基本尺寸 (表 10.1.4.1)

表 10.1.4.1 NPT 螺纹的基本尺寸

螺纹的 尺寸代号	每 25.4mm 内的螺纹牙数 n	基面上的基本直径			基准距离 L_1		装配余量 L_a	
		大径 (基准直径) $d=D$	中径 $d_2=D_2$	小径 $d_1=D_1$	mm	牙数	mm	牙数
		mm	mm	mm				
1/16	27	7.895	7.142	6.389	4.064	4.32	2.822	3
1/8	27	10.242	9.489	8.736	4.102	4.36	2.822	3
1/4	18	13.616	12.487	11.358	5.786	4.10	4.234	3
3/8	18	17.055	15.926	14.797	6.096	4.32	4.234	3
1/2	14	21.223	19.772	18.321	8.128	4.48	5.443	3
3/4	14	26.568	25.117	23.666	8.611	4.75	5.443	3
1	11.5	33.228	31.461	29.694	10.160	4.60	6.627	3
1 1/4	11.5	41.985	40.218	38.451	10.668	4.83	6.627	3
1 1/2	11.5	48.054	46.287	44.520	10.668	4.83	6.627	3
2	11.5	60.092	58.325	56.558	11.074	5.01	6.627	3
2 1/2	8	72.699	70.159	67.619	17.323	5.46	6.350	2
3	8	88.608	86.068	83.528	19.456	6.13	6.350	2
3 1/2	8	101.316	98.776	96.236	20.853	6.57	6.350	2
4	8	113.973	111.433	108.893	21.438	6.75	6.350	2
5	8	140.952	138.412	135.872	23.800	7.50	6.350	2
6	8	167.792	165.252	162.712	24.333	7.66	6.350	2

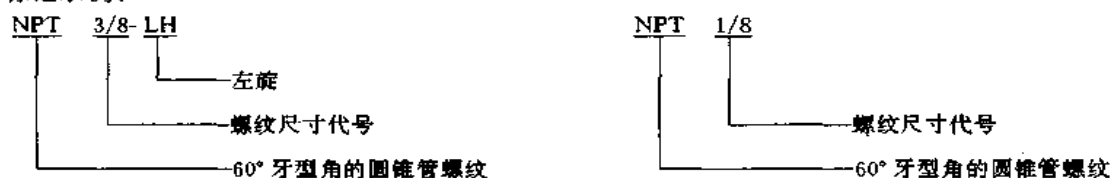
注：内、外螺纹的有效螺纹长度应不小于基准距离加装配余量之和。

10.1.4.2 螺纹标记

①管螺纹的标记由螺纹特征代号和螺纹尺寸代号组成。对左旋螺纹，其后加注“LH”（右旋螺纹不标）。

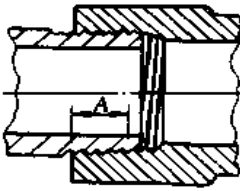
②60°圆锥管螺纹的螺纹特征代号为 NPT。

③标记示例：



10.1.5 管子的连接 (表 10.1.5-1 和表 10.1.5-2)

表 10.1.5-1 管子螺纹啮合规范

	公称管子尺寸 in	尺寸 in	公称管子尺寸 in	尺寸 A in
	1/8	1/4	1 1/2	11/16
	1/4	3/8	2	3/4
	3/8	3/8	2 1/2	15/16
	1/2	1/2	3	1
	3/4	9/16	4	1 1/8
	1	11/16	5	1 1/4
	1 1/4	11/16	6	1 5/16

尺寸不适用攻丝成车螺纹的偏差。

表 10.1.5-2 管道攻丝丝锥尺寸

公称管子尺寸 in	丝锥钻尺寸 in	公称管子尺寸 in	丝锥钻尺寸 in	公称管子尺寸 in	丝锥钻尺寸 in
1/8	11/32	1	1 5/32	3	3 3/16
1/4	7/16	1 1/4	1 1/2	4	4 3/16
3/8	19/32	1 1/2	1 23/32	5	5 5/16
1/2	23/32	2	2 3/16	6	6 5/16
3/4	15/16	2 1/2	2 9/16		

10.2 法 兰

10.2.1 国际、国内管法兰标准简介

管法兰是管道常用的连接件,因此,法兰与钢管的相互关系十分密切,不同系列的钢管外径要与其相适应的法兰相配。现将国外主要国家和国内有关的管法兰标准及适用的钢管外径列表如表 10.2.1-1 和表 10.2.1-2。

表 10.2.1-1 国外主要国家和国际管法兰标准大致情况

管法兰标准	大 致 情 况	配管系列
国际标准 ISO7005—1 (1992)	系列 1: PN 10, 16, 20, 50, 110, 150, 260, 420bar (ANSI 体系) 系列 2: PN2.5, 6, 25, 40bar (DIN 体系) DN 10~4000mm	“英制管”
德国 DIN (系列标准)	PN 1, 2.5, 6, 10, 16, 25, 40, 64, 100, 160, 250, 320, 400bar, DN6~4000mm	“英制管”
美国 ANSI B 16.5 (1988)	PN Class 150, 300, 400, 600, 900, 1500, 2500 lb, 与 SI 制压力等级对应关系如下: 150 lb——2.0MPa 600 lb——10.0MPa (ISO 将其改为 11.0MPa) 300 lb——5.0MPa 900 lb——15.0MPa 400 lb——6.8MPa 1500 lb——25.0MPa (ISO 将其改为 26.0MPa) DN15~600mm 2500 lb——42.0MPa	“英制管”
原苏联 ГОСТ (系列标准)	PN0.1, 0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.4, 10.0, 16.0, 20.0 MPa, DIN 体系 (除 20.0MPa 外, 连接尺寸与德国法兰可以互换) DN 10~3000mm	“公制管”
英国 BS 4504	DIN 体系 公称压力及连接尺寸与德国标准一致	“英制管”
英国 BS 1560	ANSI 体系 公称压力及连接尺寸与美国标准一致	“英制管”
法国 NF E29	DIN 体系 公称压力及连接尺寸与德国标准一致	“英制管”
法国 NF M87	ANSI 体系 公称压力及连接尺寸与美国标准一致	“英制管”
日本 JPI TS-15	ANSI 体系 公称压力及连接尺寸与美国标准一致	“英制管”
日本 JIS B 2201~2217	压力额定值: 2, 5, 10, 16, 20, 30, 40, 63kgf/cm ² (用 2K, 5K, 10K 标记) DN10~1500mm	“英制管”

表 10.2.1-2 国内有关管法兰标准大致情况

管法兰标准	大 致 情 况	配管系列
HG 5003~5028—58 (化工部老标准)	PN1, 2.5, 6, 10, 16, 25, 40, 64kgf/cm ² 近似于 DIN 标准的原苏联 50 年代管法兰系列	“公制管”
JB 75~86—59 (机械 部老标准)	PN1, 2.5, 6, 10, 16, 25, 40, 64, 100, 160, 200 kgf/cm ² 近似于 DIN 标准的原苏联 50 年代管法兰系列	“公制管”
GB 9112~9131—88 (国家标准)	与 ISO 7005-I 相近似 PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0 MPa 为 DIN 体系 PN2.0, 5.0, 10.0, 15.0, 25.0MPa 为 ANSI 体系	“英制管”
HGJ 44~76—91 (化工 部工程建设标准)	PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3, 10.0, 16.0 MPa, DIN 体系	“公制管”
SH 3406—92 (中国石 化总公司标准)	PN1.0, 2.0, 5.0, 6.8, 10.0, 15.0, 25.0, 42.0 MPa, ANSI 体系	系列 I: “英制管” 系列 II: 我国原冶金部生产的近似于“英制管”的钢管系列
JB/T 74~90—94 (机 械部标准)	第一系列: PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3, 10.0 MPa 第二系列: PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3, 10.0, 16.0, 20.0 MPa (与原机标 JB 75~86—59 相同)	“公制管”

10.2.2 法兰类型和密封面型式

管法兰类型见图 10.2.2-1, 密封面型式见图 10.2.2-2。

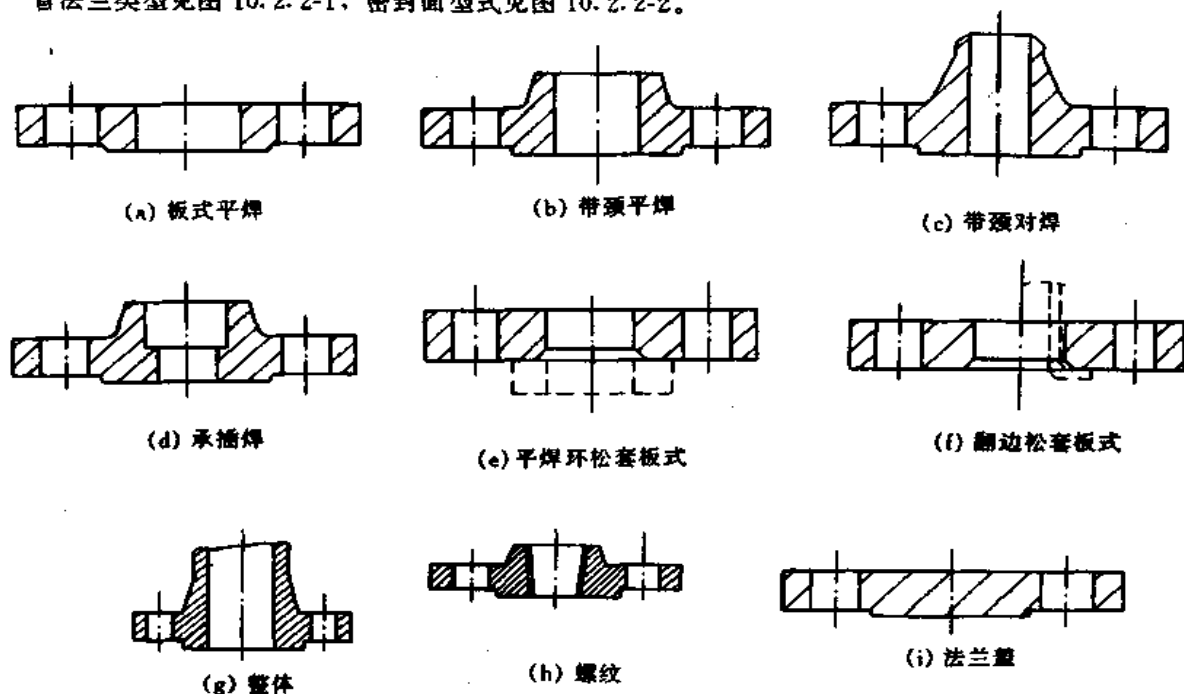


图 10.2.2-1 法兰类型

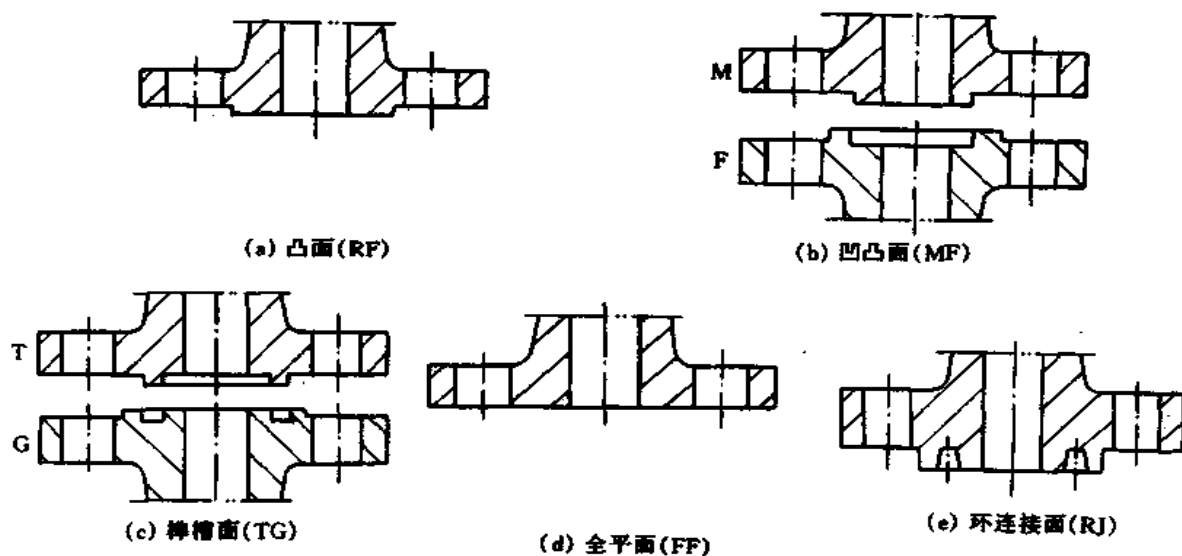


图 10.2.2-2 密封面型式

国内制订的标准中, 密封面名称各有不同, 见表 10.2.2。

表 10.2.2 密封面名称对照表

国外代号	GB 9112~ 9131-88	JB/T 74~ 90-94	HGJ 44~ 76-91	SH 3406-92	SYJ (石油部标准)	一些书籍资料 中的名称
FF	平面	—	全平面	全平面	—	宽面
RF	凸面	凸面	突面	凸台面	光滑面	光面
MF	凹凸面	凹凸面	凹凸面	凹凸面	凹凸面	凹凸面
TG	榫槽面	榫槽面	榫槽面	榫槽面	—	榫槽面
RJ、RTJ	环连接面	环连接面	环连接面	环槽面	梯形槽面	梯形槽面

10.2.3 法兰连接尺寸和密封面尺寸

10.2.3.1 DIN 体系管法兰连接尺寸和密封面尺寸

(1) 我国 DIN 体系管法兰连接尺寸简况 (表 10.2.3.1-1)

表 10.2.3.1-1 我国 DIN 体系管法兰连接尺寸简况

分 组	新 标 准	老 标 准	两组对照
标 准 号	①GB 9112~9131—88 (仅限于 PN0.25~4.0MPa) ②HGJ 44~76—91 ③JB/T 74~90—94 中第一系列	①HG 5003~5028—58 ②JB 75~86—59 ③JB/T 74~90—94 中第二系列 (与原 JB 标准完全相同)	①新标准连接尺寸与国外 DIN 体系管法兰连接尺寸互换 (相同) ②老标准连接尺寸与国外 DIN 体系管法兰连接尺寸基本互换 (大致相同)
公称压力, MPa	连 接 尺 寸	连 接 尺 寸	连 接 尺 寸 对 照
PN0.25 PN0.6 PN1.0 PN1.6 PN2.5 PN4.0 PN6.3 PN10.0	新标准完全一致	老标准完全一致	法兰外径:新标准比老标准大 5~10mm; 其他尺寸:略有差异
PN16.0	仅 HGJ 有此压力等级	老标准完全一致 HG 无此压力等级	所有连接尺寸差别很大
PN20.0	无此压力等级	老标准完全一致 HG 无此压力等级	—
查表说明	新标准连接尺寸查表 10.2.3.1-2	老标准连接尺寸查表 10.2.3.1-3	新老标准连接尺寸对照查 表 10.2.3.1-3 及其说明

(2) 新标准管法兰连接尺寸 (GB 9112~9131—88, JB/T 74~90—94, HGJ 44~76—91) (表 10.2.3.1-2)

表 10.2.3.1-2 新标准管法兰连接尺寸表

(GB 9112~9131—88 PN0.25~4.0MPa; JB/T 74~90—94 第一系列; HGJ 44~76—91) mm

公称通径	PN0.25MPa (2.5bar)					PN0.6MPa (6bar)					PN1.0MPa (10bar)				
DN	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n
10	75	50	11	M10	4	75	50	11	M10	4	90	60	14	M12	4
15	80	55	11	M10	4	80	55	11	M10	4	95	65	14	M12	4
20	90	65	11	M10	4	90	65	11	M10	4	105	75	14	M12	4
25	100	75	11	M10	4	100	75	11	M10	4	115	85	14	M12	4
32	120	90	14	M12	4	120	90	14	M12	4	140	100	18	M16	4
40	130	100	14	M12	4	130	100	14	M12	4	150	110	18	M16	4
50	140	110	14	M12	4	140	110	14	M12	4	165	125	18	M16	4
65	160	130	14	M12	4	160	130	14	M12	4	185	145	18	M16	4
80	190	150	18	M16	4	190	150	18	M16	4	200	160	18	M16	8
100	210	170	18	M16	4	210	170	18	M16	4	220	180	18	M16	8
125	240	200	18	M16	8	240	200	18	M16	8	250	210	18	M16	8
150	265	225	18	M16	8	265	225	18	M16	8	285	240	22	M20	8
200	320	280	18	M16	8	320	280	18	M16	8	340	295	22	M20	8
250	375	335	18	M16	12	375	335	18	M16	12	395	350	22	M20	12
300	440	395	22	M20	12	440	395	22	M20	12	445	400	22	M20	12
公称通径	PN1.6MPa (16bar)					PN2.5MPa (25bar)					PN4.0MPa (40bar)				
DN	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n
10	90	60	14	M12	4	90	60	14	M12	4	90	60	14	M12	4
15	95	65	14	M12	4	95	65	14	M12	4	95	65	14	M12	4
20	105	75	14	M12	4	105	75	14	M12	4	105	75	14	M12	4
25	115	85	14	M12	4	115	85	14	M12	4	115	85	14	M12	4
32	140	100	18	M16	4	140	100	18	M16	4	140	100	18	M16	4
40	150	110	18	M16	4	150	110	18	M16	4	150	110	18	M16	4
50	165	125	18	M16	4	165	125	18	M16	4	165	125	18	M16	4
65	185	145	18	M16	4	185	145	18	M16	8	185	145	18	M16	8
80	200	160	18	M16	8	200	160	18	M16	8	200	160	18	M16	8
100	220	180	18	M16	8	235	190	22	M20	8	235	190	22	M20	8
125	250	210	18	M16	8	270	220	26	M24	8	270	220	26	M24	8
150	285	240	22	M20	8	300	250	26	M24	8	300	250	26	M24	8
200	340	295	22	M20	12	360	310	26	M24	12	375	320	30	M27	12
250	405	355	26	M24	12	425	370	30	M27	12	450	385	33	M30	12
300	460	410	26	M24	12	485	430	30	M27	16	515	450	33	M30	16

续表

公称通径 DN	PN6.3MPa (63bar) (仅 JB/T, HG)					PN10.0MPa (100bar) (仅 JB/T, HG)					PN16.0MPa (160bar) (仅 HG)				
	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n	D	K	L	Th	n
10	100	70	14	M12	4	100	70	14	M12	4					
15	105	75	14	M12	4	105	75	14	M12	4	105	75	14	M12	4
20	130	90	18	M16	4	130	90	18	M16	4	130	90	18	M16	4
25	140	100	18	M16	4	140	100	18	M16	4	140	100	18	M16	4
32	155	110	22	M20	4	155	110	22	M20	4	155	110	22	M20	4
40	170	125	22	M20	4	170	125	22	M20	4	170	125	22	M20	4
50	180	135	22	M20	4	195	145	26	M24	4	195	145	26	M24	4
65	205	160	22	M20	8	220	170	26	M24	8	220	170	26	M24	8
80	215	170	22	M20	8	230	180	26	M24	8	230	180	26	M24	8
100	250	200	26	M24	8	265	210	30	M27	8	265	210	30	M27	8
125	295	240	30	M27	8	315	250	33	M30	8	315	250	33	M30	8
150	345	280	33	M30	8	355	290	33	M30	12	355	290	33	M30	12
200	415	345	36	M33	12	430	360	36	M33	12	430	360	36	M33	12
250	470	400	36	M33	12	505	430	39	M36	12	515	430	42	M39	12
300	530	460	36	M33	16	585	500	42	M39	16	585	500	42	M39	16

注: 1. GB 9112~9131 中 PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0MPa 属 DIN 体系管法兰, 连接尺寸列在表中; PN2.0, 5.0, 10.0, 15.0, 25.0MPa 属 ANSI 体系管法兰, 连接尺寸见 ANSI 体系管法兰连接尺寸表。

2. JB/T 74~90 中第一系列管法兰 (PN 仅至 10.0MPa) 连接尺寸列在表中; 第二系列与原 JB 75~86—59 尺寸完全相同 (是 JB—59 的保留), 故本手册将其列在老标准中。

3. 表中所列连接尺寸可与国外 DIN 管法兰连接尺寸互换 (相同)。

4. 表中代号: D——法兰外径; K——螺栓孔中心圆直径; L——螺栓孔直径; Th——螺纹规格; n——螺栓孔数量。

(3) 新、老标准管法兰连接尺寸对照 (JB 75~86—59, HG 5003~5028—58) 连接尺寸及与新标准的对照 (表 10.2.3.1-3)

表 10.2.3.1-3 PN0.25~PN10.0MPa 范围内新、老标准管法兰连接尺寸对照表 mm

法兰 公称 压力	PN0.25MPa				PN0.6MPa				PN1.0MPa				PN1.6MPa			
	法兰 外径	螺栓 圆 直径	螺栓 个数	螺栓 尺寸	法兰 外径	螺栓 圆 直径	螺栓 个数	螺栓 尺寸	法兰 外径	螺栓 圆 直径	螺栓 个数	螺栓 尺寸	法兰 外径	螺栓 圆 直径	螺栓 个数	螺栓 尺寸
10	75	50	4	M10	75	50	4	M10	90	60	4	M12	90	60	4	M12
15	80	55	4	M10	80	55	4	M10	95	65	4	M12	95	65	4	M12
20	90	65	4	M10	90	65	4	M10	105	75	4	M12	105	75	4	M12
25	100	75	4	M10	100	75	4	M10	115	85	4	M12	115	85	4	M12
32	120	90	4	M12	120	90	4	M12	135/140	100	4	M16	135/140	100	4	M16
40	130	100	4	M12	130	100	4	M12	145/150	110	4	M16	145/150	110	4	M16
50	140	110	4	M12	140	110	4	M12	160/165	125	4	M16	160/165	125	4	M16
65	160	130	4	M12	160	130	4	M12	180/185	145	4	M16	180/185	145	4	M16
80	185/190	150	4	M16	185/190	150	4	M16	195/200	160	4/8	M16	195/200	160	8	M16
100	205/210	170	4	M16	205/210	170	4	M16	215/220	180	8	M16	215/220	180	8	M16
125	235/240	200	8	M16	235/240	200	8	M16	245/250	210	8	M16	245/250	210	8	M16
150	260/265	225	8	M16	260	225	8	M16	280/285	240	8	M20	280/285	240	8	M20
200	315/320	280	8	M16	315/320	280	8	M16	335/340	295	8	M20	335/340	295	12	M20
250	370/375	335	12	M16	370/375	335	12	M16	390/395	350	12	M20	405	355	12	M22/24
300	435/440	395	12	M20	435/440	395	12	M20	440/445	400	12	M20	460	410	12	M22/24

续表

法兰公称压力	PN2.5MPa				PN4.0MPa				PN6.3MPa				PN10.0MPa			
公称通径	法兰外径	螺栓圆直径	螺栓个数	螺栓尺寸	法兰外径	螺栓圆直径	螺栓个数	螺栓尺寸	法兰外径	螺栓圆直径	螺栓个数	螺栓尺寸	法兰外径	螺栓圆直径	螺栓个数	螺栓尺寸
10	90	60	4	M12	90	60	4	M12	100	70	4	M12	100	70	4	M12
15	95	65	4	M12	95	65	4	M12	105	75	4	M12	105	75	4	M12
20	105	75	4	M12	105	75	4	M12	125	90	4	M16	125	90	4	M16
25	115	85	4	M12	115	85	4	M12	135/140	100	4	M16	135/140	100	4	M16
32	135/140	100	4	M16	135/140	100	4	M16	150	110	4	M20	150	110	4	M20
40	145/150	110	4	M16	145/150	110	4	M16	165/170	125	4	M20	165/170	125	4	M20
50	160/165	125	4	M16	160/165	125	4	M16	175/180	135	4	M20	195	145	4	M22/24
65	180/185	145	8	M16	180/185	145	8	M16	200/205	160	8	M20	220	170	8	M22/24
80	195/200	160	8	M16	195/200	160	8	M16	210/215	170	8	M20	230	180	8	M22/24
100	230/235	190	8	M20	230/235	190	8	M20	250	200	8	M22/24	265	210	8	M27
125	270	220	8	M22/24	270	220	8	M22/24	295	240	8	M27	310	250	8	M30
150	300	250	8	M22/24	300	250	8	M22/24	340/345	280	8	M30	350	290	12	M30
200	360	310	12	M22/24	375	320	12	M27	405/415	345	12	M30/33	430	360	12	M36/33
250	425	370	12	M27	445/450	385	12	M30	470	400	12	M36/33	500	430	12	M36
300	485	430	16	M27	510/515	450	16	M30	530	460	16	M36/33	585	500	16	M42/39

注：1. 表中单个数值表示新、老标准管法兰的尺寸相同。表中以分数表示者，分子为老标准管法兰尺寸，分母为新标准管法兰尺寸。

2. 新标准指 GB、JB/T（第一系列）、HGJ，也包括 DIN、ГОСТ、BS 在内。

3. 老标准指 JB（59）、JB/T（第二系列）、HG（58）。HG（58）压力等级仅至 PN6.4MPa 为止。

从表 10.2.3.1-3 中可见：

① 法兰的外径，新标准比老标准大 5~10mm，但不影响相互连接，仅与外观有关。

② 法兰的螺栓孔中心圆直径，新老标准完全一致。

③ 有三个法兰：PN0.25-DN500，PN0.6-DN500，和 PN1.0-DN80，其螺栓个数不同。前两个是 16 与 20 之差，后一个是 4 与 8 之差。经强度核算，4 个螺栓也能满足密封压紧力的要求，而且 4 与 8 之差尚不影响法兰之间的配合连接。

④ 有部分法兰，尤其是使用较大规格螺栓的法兰，其紧固件的螺纹尺寸和法兰的螺孔尺寸不同，新老标准法兰配用时的措施列于表 10.2.3.1-4。

表 10.2.3.1-4 新老标准法兰的螺纹和螺孔尺寸差异及配用时的措施

mm

标准	螺纹 (M) / 螺孔 (φ) 尺寸					
HG, JB	M22/φ25 (全部)	M30/φ34 (部分)	M36/φ41 (部分)	M42/φ48 (全部)	M48/φ54 (全部)	
GB, JB/T, HGJ, DIN, ГОСТ, BS	M24/φ26	M33/φ36	M33/φ36	M39/φ42	M45/φ48	M45/φ48
新老标准法兰配用时的措施	老法兰的螺孔扩孔 1mm	老法兰的螺孔扩孔 2mm	可加垫圈	可加垫圈	一致	可加垫圈

注：表中括号内的“全部”表示所有该规格紧固件被新规格的紧固件所替代。“部分”表示有一部分该规格的紧固件规格有变化，但仍有一部分该规格的紧固件未变化，是一致的。

(4) 密封面尺寸（凸面、凹凸面、榫槽面）（图 10.2.3.1-1 和图 10.2.3.1-2，表 10.2.3.1-5 至表 10.2.3.1-7）

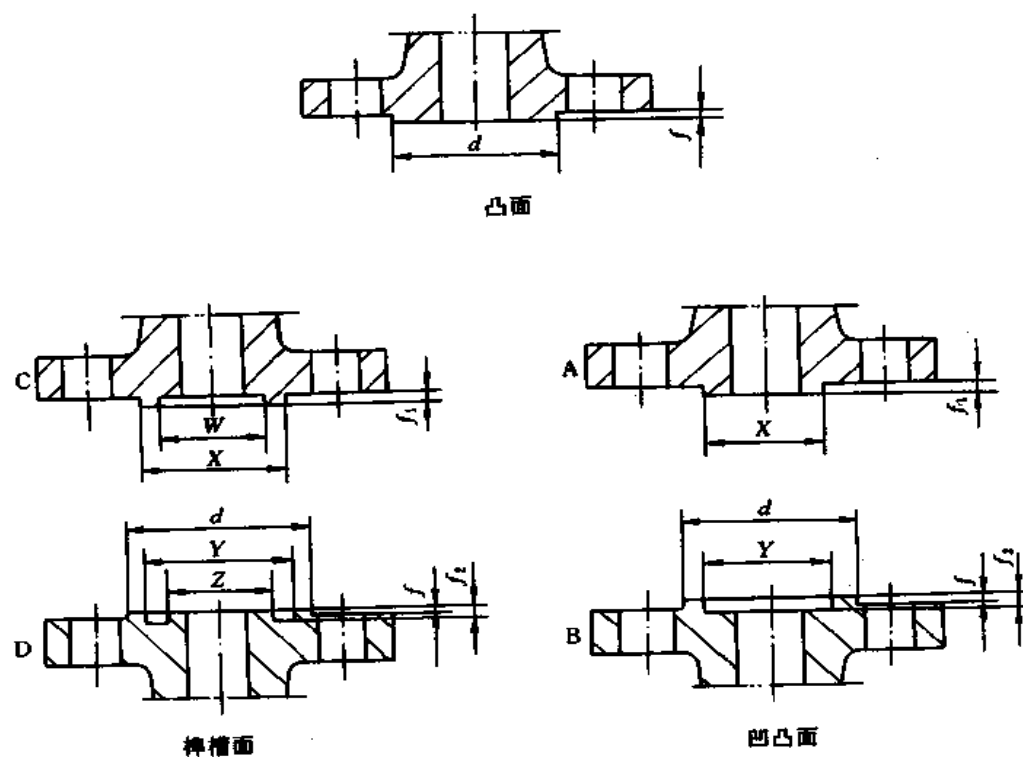


图 10.2.3.1-1 GB 9112~9131 和 JB/T 74~90 密封面尺寸示意图

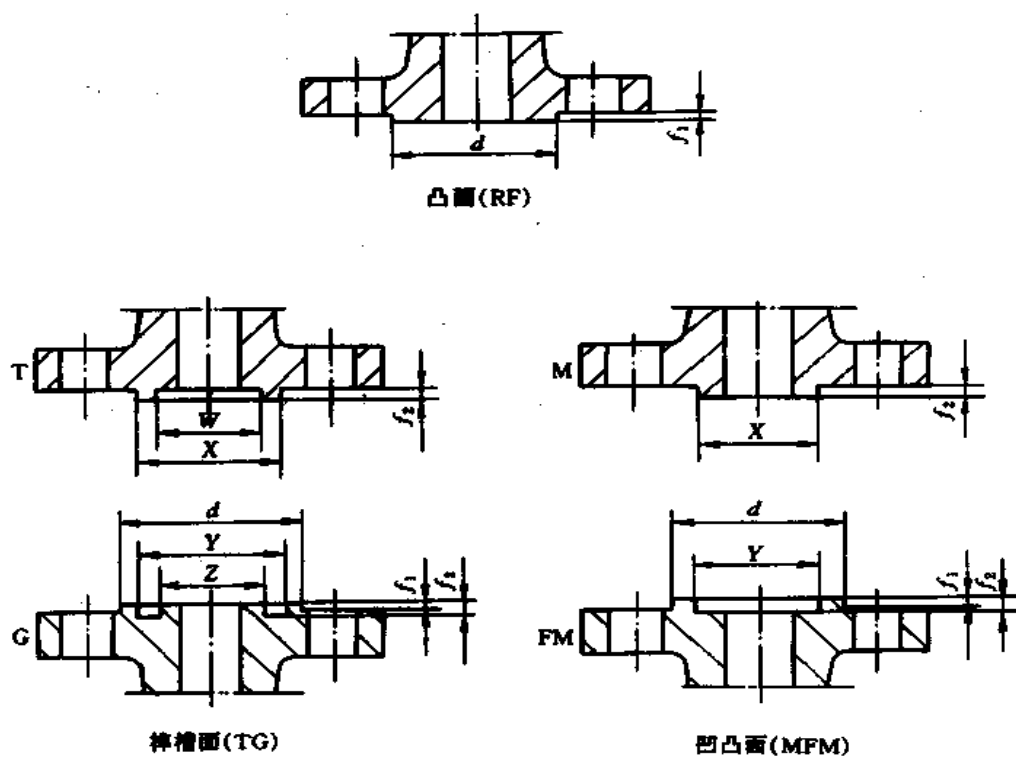


图 10.2.3.1-2 HGJ 44~76 密封面尺寸示意图

表 10.2.3.1-5 GB 9112~9131—88 管法兰密封面尺寸
(凸面、凹凸面、榫槽面) (PN0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0MPa)

公称 通径 DN	PN0.25 MPa d	PN0.6 MPa d	PN1.0 MPa d	PN1.6 MPa d	PN2.5 MPa d	PN4.0 MPa d	X	Y	Z	W	f	f ₁	f ₂
10	同 PN 0.6MPa	33	同 PN4.0MPa			41	34	35	23	24	2	4	3
15		38				46	39	40	28	29	2	4	3
20		48				56	50	51	35	36	2	4	3
25		58				65	57	58	42	43	3	4	3
32		69				76	65	66	50	51	3	4	3
40		78				84	75	76	60	61	3	4	3
50		88				99	87	88	72	73	3	4	3
65		108				118	109	110	94	95	3	4	3
80		124				132	120	121	105	106	3	4	3
100		144				156	149	150	128	129	3	4.5	3.5
125		174				184	175	176	154	155	3	4.5	3.5
150		199				211	203	204	182	183	3	4.5	3.5
200		254	266	266	274	284	259	260	238	239	3	4.5	3.5
250		309	319	319	330	345	312	313	291	292	3	4.5	3.5
300		363	370	370	389	409	363	364	342	343	4	4.5	3.5

表 10.2.3.1-6 JB/T 74~90—94 管法兰密封面尺寸
(凸面、凹凸面、榫槽面) (PN0.25~10MPa)

公称 通径 DN	PN0.25 MPa d	PN0.6 MPa d	PN1.0 MPa d	PN1.6 MPa d	PN2.5 MPa d	PN4.0 MPa d	PN6.3 MPa d	PN10 MPa d	f	W	X	Y	Z	f ₁ , f ₂
10	同 PN0.6 MPa	32	同 PN4.0MPa			40	50	50	2	24	34	35	23	4
15		40				45	55	55	2	29	39	40	28	4
20		50				55	68	68	2	36	50	51	35	4
25		60				65	78	78	2	43	57	58	42	4
32		70				78	82	82	2	51	65	66	50	4
40		80				85	95	95	3	61	75	76	60	4
50		90				100	105	112	3	73	87	88	72	4
65		110				120	130	138	3	95	109	110	94	4
80		125				135	140	148	3	106	120	121	105	4
100		145	155	155	160	160	168	172	3	129	149	150	128	4.5
125		175	185	185	188	188	202	210	3	155	175	176	154	4.5
150		200	210	210	218	218	240	250	3	183	203	204	182	4.5
200		255	265	265	278	282	300	312	3	239	259	260	238	4.5
250		310	320	320	332	345	352	382	3	292	312	313	291	4.5
300		362	368	375	390	408	412	442	4	343	363	364	342	4.5

表 10.2.3.1-7 HGJ 44~76—91 管法兰密封面尺寸
(突面、凹凸面、榫槽面)

公称 口径 DN	公称压力, MPa (bar)						f ₁	f ₂	W	X	Y	Z
	PN0.25 (2.5)	PN0.6 (6)	PN1.0 (10)	PN1.6 (16)	PN2.5 (25)	≥PN4.0 (40)						
10	同	35	同 PN4.0			40	2	4	24	34	35	23
15		40				45			29	39	40	28
20		50				58			36	50	51	35
25		60				68			43	57	58	42
32		70				78			51	65	66	50
40	PN0.6	80				88	3	4.5	61	75	76	60
50		90				102			73	87	88	72
65		110				122			95	109	110	94
80		128				138			106	120	121	105
100		148				158			162	162	129	149

续表

公称 通径 DN	公称压力, MPa (bar)						f_1	f_2	W	X	Y	Z
	PN0.25 (2.5)	PN0.6 (6)	PN1.0 (10)	PN1.6 (16)	PN2.5 (25)	≥PN4.0 (40)						
125	同 PN0.6	178	188	188	188	188	3	4.5	155	175	176	154
150		202	212	212	218	218			183	203	204	182
200		258	268	268	278	285			239	259	260	238
250		312	320	320	335	345			292	312	313	291
300		365	370	378	395	410	4		343	363	364	342

10.2.3.2 ANSI 体系管法兰连接尺寸和密封面尺寸

(1) 连接尺寸 (表 10.2.3.2-1)

表 10.2.3.2-1 我国 ANSI 体系管法兰连接尺寸表 (GB 9112~9131-88, SH 3406-92) mm

压力等级	PN2.0MPa						PN5.0MPa					
公称	法兰	螺 栓 孔			螺 栓		法兰	螺 栓 孔			螺 栓	
直径	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)	六角头螺栓 (M×L)	外径	中心圆	孔数	孔径	螺 柱 (M×L)	六角头螺栓 (M×L)
15	90	60.5	4	16	M14×70	M14×55	95	66.5	4	16	M14×75	M14×60
20	100	70.0	4	16	M14×70	M14×55	120	82.5	4	20	M18×85	M18×65
25	110	79.5	4	16	M14×75	M14×60	125	89.0	4	20	M18×90	M18×70
(32)	120	89.0	4	16	M14×75	M14×60	135	98.5	4	20	M18×95	M18×75
40	130	98.5	4	16	M14×80	M14×65	155	114.5	4	22	M20×100	M20×80
50	150	120.5	4	20	M18×95	M18×75	165	127.0	8	20	M18×100	M18×80
(65)	180	139.5	4	20	M18×100	M18×80	190	149.0	8	22	M20×110	M20×85
80	190	152.5	4	20	M18×100	M18×80	210	168.5	8	22	M20×115	M20×95
100	230	190.5	8	20	M18×100	M18×80	255	200.0	8	22	M20×120	M20×100
(125)	255	216.0	8	22	M20×105	M20×85	280	235.0	8	22	M20×130	M20×105
150	280	241.5	8	22	M20×110	M20×90	320	270.0	12	22	M20×130	M20×110
200	345	298.5	8	22	M20×115	M20×95	380	330.0	12	26	M24×150	M24×125
250	405	362.0	12	26	M24×130	M24×100	445	387.5	16	30	M27×170	M27×140
300	485	432.0	12	26	M24×130	M24×105	520	451.0	16	33	M30×185	M30×150
350	535	476.0	12	30	M27×145	M27×115	585	514.5	20	33	M30×190	M30×155

压力等级	PN6.8MPa					PN10.0MPa					PN15.0MPa				
公称	法兰	螺 栓 孔			螺 栓	法兰	螺 栓 孔			螺 栓	法兰	螺 栓 孔			螺 栓
直径	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)
15	95	66.5	4	16	M14×85	95	66.5	4	16	M14×85	120	82.5	4	22	M20×115
20	120	82.5	4	20	M18×100	120	82.5	4	20	M18×100	130	89.0	4	22	M20×120
25	125	89.0	4	20	M18×100	125	89.0	4	20	M18×110	150	101.5	4	26	M24×135
(32)	135	98.5	4	20	M18×110	135	98.5	4	20	M18×110	160	111.0	4	26	M24×135
40	155	114.5	4	22	M20×115	155	114.5	4	22	M20×115	180	124.0	4	30	M27×150
50	165	127.0	8	20	M18×115	165	127.0	8	20	M18×115	215	165.0	8	26	M24×155
(65)	190	149.0	8	22	M20×130	190	149.0	8	22	M20×130	245	190.5	8	30	M27×170
80	210	168.5	8	22	M20×135	210	168.5	8	22	M20×135	240	190.5	8	26	M24×155
100	255	200.0	8	26	M24×150	275	216.0	8	26	M24×155	295	235.0	8	33	M30×180
(125)	280	235.0	8	26	M24×155	330	267.0	8	30	M27×175	350	279.5	8	36	M33×200
150	320	270.0	12	26	M24×160	355	292.0	12	30	M27×185	380	317.5	12	33	M30×205
200	380	330.0	12	30	M27×185	420	349.0	12	33	M30×205	470	393.5	12	39	M36×230
250	445	387.5	16	33	M30×200	510	432.0	16	36	M33×225	545	470.0	16	39	M36×245
300	520	451.0	16	36	M33×215	560	489.0	20	36	M33×230	610	533.5	20	39	M36×265

续表

压力等级	PN25.0MPa					PN42.0MPa				
公称	法兰	螺 栓 孔			螺 栓	法兰	螺 栓 孔			螺 栓
直径	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)	外径	中心圆	孔数	孔径	螺柱 (M×L)
15	120	82.5	4	22	M20×115	135	89.0	4	22	M20×130
20	130	89.0	4	22	M20×120	140	95.0	4	22	M20×135
25	150	101.5	4	26	M24×140	160	108.0	4	26	M24×150
(32)	160	111.0	4	26	M24×140	185	130.0	4	30	M27×165
40	180	124.0	4	30	M27×150	205	146.0	4	33	M30×180
50	215	165.0	8	26	M24×155	235	171.5	8	30	M27×190
(65)	245	190.5	8	30	M27×170	270	197.0	8	33	M30×210
80	270	203.0	8	33	M30×190	305	228.5	8	36	M33×235
100	310	241.5	8	36	M33×205	355	273.0	8	42	M39×265
(125)	375	292.0	8	42	M39×255	420	324.0	8	48	M45×310
150	395	317.5	12	39	M36×270	485	368.5	8	55	M52×355
200	485	393.5	12	45	M42×300	550	438.0	12	55	M52×395
250	585	482.5	12	52	M48×345	675	539.5	12	68	M64×405
300	675	571.5	16	56	M52×385	760	619.0	12	76	M72×550

注：1. 国标 GB 9112~9131 中 ANSI 管法兰仅有 PN2.0, 5.0, 10.0, 15.0, 25.0 几个等级。

2. 中石化 SH3406 压力等级从 PN2.0 至 PN42.0MPa。

3. 表中连接尺寸可与国外 ANSI 管法兰连接尺寸互换（相同）。

4. 国际和中石化标准中连接尺寸代号不同，说明如下：

连接尺寸名称	国标代号	中石化标准代号	连接尺寸名称	国标代号	中石化标准代号
法兰外径	D	O	螺栓孔孔径	L	h
螺栓孔中心圆直径	K	C	螺栓	Th	M×L
螺栓孔数量	n	N		(螺纹)	(螺纹×螺柱长度)

(2) 密封面尺寸 (表 10.2.3.2-2)

表 10.2.3.2-2 GB 9112—9131—88 管法兰密封面尺寸 (凸面、凹凸面、榫槽面)

(PN2.0, 5.0, 10.0, 15.0, 25.0MPa)

mm

公称 通径 DN	凸面 (PN2~25MPa)			凹凸面、榫槽面 (PN5~25MPa)						
	d	2.5 MPa f	10,15,25 MPa f	d	X	Y	Z	W	f ₁	f ₂
15	34.9	2	7	46	34.9	36.5	23.8	25.4	7	5
20	42.9	2	7	54	42.9	44.4	31.8	33.3	7	5
25	50.8	2	7	62	50.8	52.4	36.5	38.1	7	5
32	63.5	2	7	75	63.5	65.1	46.0	47.6	7	5
40	73.0	2	7	84	73.0	74.6	52.4	54.0	7	5
50	92.1	2	7	103	92.1	93.7	71.4	73.0	7	5
65	104.8	2	7	116	104.8	106.4	84.1	85.7	7	5
80	127.0	2	7	138	127.0	128.6	106.4	108.0	7	5
100	157.2	2	7	168	157.2	158.8	130.2	131.8	7	5
125	185.7	2	7	197	185.7	187.3	158.8	160.3	7	5
150	215.9	2	7	227	215.9	217.5	188.9	190.5	7	5
200	269.9	2	7	281	269.9	271.5	236.5	238.1	7	5
250	323.8	2	7	325	323.8	325.4	284.2	285.8	7	5
300	381.0	2	7	392	381.0	382.6	341.3	342.9	7	5

注：密封面尺寸示意图见图 10.2.3.1-1。

10.2.4 法兰标记

10.2.4.1 国家标准 (GB 9112~9131—88) 法兰标记

法兰标记由五个部分组成：

法兰 1	密封面型式代号 2	公称通径数值 3	公称压力数值 (单位: bar) 4	标准号 5
---------	--------------	-------------	-----------------------	----------

1bar=0.1MPa

密封面型式代号:

A——凹凸面中的凸面

B——凹凸面中的凹面

C——榫槽面中的榫面

D——榫槽面中的槽面

其他无型式代号

标记示例如下:

①DN100mm, PN4.0MPa (40bar) 的凸面对焊钢制管法兰:

法兰 100-40 GB 9115.11-88

②DN100mm, PN25.0MPa (250bar) 的凹 (凸) 面对焊钢制管法兰:

法兰 B (A) -100-250 GB 9115.23-88

③DN100mm, PN10.0MPa (100bar) 的榫 (槽) 面对焊钢制管法兰:

法兰 C (D) -100-100 GB 9115.28-88

④DN80mm, PN10.0MPa (100bar) 的凸面钢制管法兰盖:

法兰盖 80-100 GB 9123.14-88

10.2.4.2 机械部标准 (JB/T 74~90-94) 法兰标记

法兰标记由六个部分组成:

法兰 1	公称通径数值 2	公称压力数值 (单位: bar) 3	密封面型式代号 4	法兰系列 5	标准号 6
---------	-------------	-----------------------	--------------	-----------	----------

1bar=0.1MPa

密封面型式代号:

A——凹凸面中的凸面

B——凹凸面中的凹面

C——榫槽面中的榫面

D——榫槽面中的槽面

其他无型式代号

法兰系列:

系列1 法兰标注 (系列1)

系列2 法兰不标注

标记示例如下:

①DN300mm, PN1.0MPa, 尺寸为系列2的凸面对焊钢制管法兰:

法兰 300-10 JB/T 82.1-94

②DN100mm, PN4.0MPa, 尺寸为系列1的凹面对焊钢制管法兰:

法兰 100-40B (系列1) JB/T 82.2-94

③DN100mm, PN6.3MPa, 尺寸为系列2的榫面对焊钢制管法兰:

法兰 100-63C JB/T 82.3-94

④DN80mm, PN4.0MPa, 尺寸为系列1的凸面钢制法兰盖:

法兰 80-40A (系列1) JB/T 86.2-94

10.2.4.3 化工部工程建设标准 (HG 44~76-91) 法兰标记

法兰标记由五个部分组成:

标准号 1	法兰 2	密封面型式代号 3	公称通径数值 4	公称压力数值 (单位: MPa) 5
----------	---------	--------------	-------------	-----------------------

密封面型式代号:

RF——突面

MFM——凹凸面: 凸面代号 M, 凹面代号 FM

TG——榫槽面: 榫面代号 T, 槽面代号 G

FF——全平面

RJ——环连接面

标记示例如下:

- ① DN25, PN2.5MPa 的突面带颈对焊钢制管法兰: HGJ 50—91 法兰 25-2.5
 ② DN40, PN4.0MPa 的凸面带颈对焊钢制管法兰: HGJ 51—91 法兰 M40-4.0
 ③ DN80, PN2.5MPa 的凹面带颈对焊钢制管法兰: HGJ 51—91 法兰 FM80-2.5
 ④ DN100, PN2.5MPa 的突面钢制法兰盖: HGJ 61—91 法兰盖 100-2.5

10.2.4.4 中石化标准 (SH 3406—92) 法兰标记

法兰标记包括以下八个部分:

- (1) 标准代号 SH
 (2) 公称直径数值
 (3) 公称压力代号

公称压力 MPa	PN1.0	PN2.0	PN5.0	PN6.8	PN10.0	PN15.0	PN25.0	PN42.0
代 号	1	2	5	7	10	15	25	42

(4) 连接型式代号

对焊 WN 螺纹 PT
 承插焊 SW 活套 LJ
 平焊 SO 法兰盖 不标注

(5) 密封面型式代号

凸台面 RF 榫槽面 TG (槽面为 GF, 榫面为 TF)
 全平面 FF 环槽面 RJ 或环号 R11~R79
 凹凸面 MF (凹面为 LF, 凸面为 LM)

(6) 接管尺寸系列 (系列 I 不标注) 及表号 (或壁厚)

(7) 材料牌号

(8) 制造厂标记或商标

标记示例如下:

DN100, PN5.0, 接管尺寸系列为系列 I, 接管表号为 Sch40 的对焊凸面 16Mn 钢制管法兰:

SH-100/5-WN/LM-1 Sch40-16Mn-厂标或商标

10.2.5 有关国家管法兰尺寸 (DIN, ANSI, JIS)

10.2.5.1 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (德国工业标准 DIN) (表 10.2.5.1-1 至表 10.2.5.1-9)

表 10.2.5.1-1 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 16bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	6	90	16	60	4	M12	14
15	6	95	16	65	4	M12	14
20	6.5	105	18	75	4	M12	14
25	7	115	18	85	4	M12	14
32	7	140	18	100	4	M16	18
40	7.5	150	18	110	4	M16	18
50	8	165	20	125	4	M16	18
65	8	185	18	145	4	M16	18
80	8.5	200	20	160	8	M16	18
100	9.5	220	20	180	8	M16	18
125	10	250	22	210	8	M16	18
150	11	285	22	240	8	M20	23
175	12	315	24	270	8	M20	23
200	12	340	24	295	12	M20	23
250	14	405	26	355	12	M24	27
300	15	460	28	410	12	M24	27
350	16	520	30	470	16	M24	27
400	18	580	32	525	16	M27	30
500	21	715	36	650	20	M30	33
600	23	840	40	770	20	M33	36

注: 1bar=0.1MPa。

表 10.2.5.1-2 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 25bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	6	90	16	60	4	M12	14
15	6	95	16	65	4	M12	14
20	6.5	105	18	75	4	M12	14
25	7	115	18	85	4	M12	14
32	7	140	18	100	4	M16	18
40	7.5	150	18	110	4	M16	18
50	8	165	20	125	4	M16	18
65	8.5	185	22	145	8	M16	18
80	9	200	24	160	8	M16	18
100	10	235	24	190	8	M20	23
125	11	270	26	220	8	M24	27
150	12	300	28	250	8	M24	27
175	12	330	28	280	12	M24	27
200	12	360	30	310	12	M24	27
250	14	425	32	370	12	M27	30
300	15	485	34	430	16	M27	30
350	16	555	38	490	16	M30	33
400	18	620	40	550	16	M33	36
500	21	730	44	660	20	M33	36
600	23	845	46	770	20	M36	39

注: 1bar=0.1MPa。

表 10.2.5.1-3 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 40bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	6	90	16	60	4	M12	14
15	6	95	16	65	4	M12	14
20	6.5	105	18	75	4	M12	14
25	7	115	18	85	4	M12	14
32	7	140	18	100	4	M16	18
40	7.5	150	18	110	4	M16	18
50	8	165	20	125	4	M16	18
65	8.5	185	22	145	8	M16	18
80	9	200	24	160	8	M16	18
100	10	235	24	190	8	M20	23
125	11	270	26	220	8	M24	27
150	12	300	28	250	8	M24	27
175	13	350	32	295	12	M27	30
200	14	375	34	320	12	M27	30
250	16	450	38	385	12	M30	33
300	17	515	42	450	16	M30	33
350	19	580	46	510	16	M33	36
400	21	660	50	585	16	M36	39
450	21	685	50	610	20	M36	39
500	21	755	52	670	20	M39	42

注: 1bar=0.1MPa。

表 10.2.5.1-4 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 64bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数	螺 纹	螺栓孔 直径
10	10	100	20	70	4	M12	14
15	10	105	20	75	4	M12	14
25	10	140	24	100	4	M16	18
32	12	155	24	110	4	M20	23
40	10	170	28	125	4	M20	22

续表

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓孔	螺 纹	螺栓孔 直径
50	10	180	26	135	4	M20	22
65	10	205	26	160	8	M20	22
80	11	215	28	170	8	M20	22
100	12	250	30	200	8	M24	26
125	13	295	34	240	8	M27	30
150	14	345	36	280	8	M30	33
175	15	375	40	310	12	M30	33
200	16	415	42	345	12	M33	36
250	19	470	46	400	12	M33	36
300	21	530	52	460	16	M33	36
350	23	600	56	525	16	M36	39
400	26	670	60	585	16	M39	42
500	31	800	68	705	20	M45	48

注: 1bar=0.1MPa。

表 10.2.5.1-5 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 100bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓孔	螺 纹	螺栓孔 直径
10	10	100	20	70	4	M12	14
15	10	105	20	75	4	M12	14
25	10	140	24	100	4	M16	18
32	12	155	24	110	4	M20	23
40	10	170	28	125	4	M20	22
50	10	195	30	145	4	M24	26
65	11	220	34	170	8	M24	26
80	12	230	36	180	8	M24	26
100	14	265	40	210	8	M27	30
125	16	315	40	250	8	M30	33
150	18	355	44	290	12	M30	33
175	20	385	48	320	12	M30	33
200	21	430	52	360	12	M33	36
250	25	505	60	430	12	M36	39
300	29	585	68	500	16	M39	42
350	32	655	74	560	16	M45	48
400	36	715	78	620	16	M45	48
500	44	870	94	760	20	M52	56

注: 1bar=0.1MPa。

表 10.2.5.1-6 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 160bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	10	100	20	70	4	M12	14
15	10	105	20	75	4	M12	14
25	10	140	24	100	4	M16	18
40	10	170	28	125	4	M20	22
50	10	195	30	145	4	M24	26

续表

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
65	11	220	34	170	8	M24	26
80	12	230	36	180	8	M24	26
100	14	265	40	210	8	M27	30
125	16	315	44	250	8	M30	33
150	18	355	50	290	12	M30	33
175	19	390	54	320	12	M33	36
200	21	430	60	360	12	M33	36
250	31	515	68	430	12	M39	42
300	36	585	78	500	16	M39	42

注: 1bar=0.1MPa.

表 10.2.5.1-7 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 250bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	10	125	24	85	4	M16	18
15	10	130	26	90	4	M16	18
25	11	150	28	105	4	M20	22
40	13	185	34	135	4	M24	26
50	13	200	38	150	8	M24	26
65	14	230	42	180	8	M24	26
80	16	255	46	200	8	M27	30
100	19	300	54	235	8	M30	33
125	22	340	60	275	12	M30	33
150	25	390	68	320	12	M33	36
175	29	430	74	355	12	M36	39
200	32	485	82	400	12	M39	42
250	38	585	100	490	16	M45	48
300	47	690	120	590	16	M48	52

注: 1bar=0.1MPa.

表 10.2.5.1-8 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 320bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	11	125	24	85	4	M16	18
15	11	130	26	90	4	M16	18
25	11	160	34	115	4	M20	22
40	14	195	38	145	4	M24	26
50	15	210	42	160	8	M24	26
65	18	255	51	200	8	M27	30
80	19	275	55	220	8	M27	30
100	24	335	65	265	8	M33	36
125	27	380	75	310	12	M33	36
150	32	425	84	350	12	M36	39
175	35	485	95	400	12	M39	42
200	38	525	103	440	16	M39	42
250	49	640	125	540	16	M48	52

注: 1bar=0.1MPa.

表 10.2.5.1-9 德国 DIN 铸钢法兰尺寸 (公称压力 400bar)

mm

公称通径	管子壁厚	法 兰			螺 栓		
		外 径	壁 厚	螺栓孔 节圆直径	螺栓数量	螺 纹	螺栓孔 直径
10	11	125	28	85	4	M16	18
15	11	145	30	100	4	M20	23
25	12	180	38	130	4	M24	26
40	15	220	48	165	4	M27	30
50	18	235	52	180	8	M27	30
65	22	290	64	225	8	M30	33
80	25	305	68	240	8	M30	33
100	30	370	80	295	8	M36	39
125	36	415	92	340	12	M36	39
150	41	475	105	390	12	M39	42
175	47	545	120	450	12	M45	48
200	53	585	130	490	16	M45	48

注: 1bar=0.1MPa。

10.2.5.2 美国 ANSI 管道法兰尺寸 (ANSI B16.1, B16.5, B16.24) (表 10.2.5.2-1 至表 10.2.5.2-5)

ANSI 磅级和 PN MPa 对应关系:

ANSI 150lb——PN2.0MPa

ANSI 900lb——PN15.0MPa

ANSI 300lb——PN5.0MPa

ANSI 1500lb——PN25.0MPa

ANSI 400lb——PN6.8MPa

ANSI 2500lb——PN42.0MPa

ANSI 600lb——PN10.0MPa

表 10.2.5.2-1 美国管法兰尺寸

螺栓孔中心圆直径

in

公称管道 尺 寸	ANSI 150lb	ANSI 300lb	ANSI 400lb	ANSI 600lb	ANSI 900lb	ANSI 1500lb	ANSI 2500lb
1	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4	4	4 $\frac{1}{4}$
1 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{7}{8}$	3 $\frac{7}{8}$	3 $\frac{7}{8}$	4 $\frac{3}{8}$	4 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{8}$
1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{7}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{7}{8}$	4 $\frac{7}{8}$	5 $\frac{3}{4}$
2	4 $\frac{3}{4}$	5	5	5	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{3}{4}$
2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{7}{8}$	5 $\frac{7}{8}$	5 $\frac{7}{8}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{3}{4}$
3	6	6 $\frac{3}{8}$	6 $\frac{3}{8}$	6 $\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{2}$	8	9
4	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{7}{8}$	7 $\frac{7}{8}$	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{3}{4}$
5	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	11	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{3}{4}$
6	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{3}{8}$	10 $\frac{3}{8}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$
8	11 $\frac{3}{4}$	13	13	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$
10	14 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	17	18 $\frac{1}{2}$	19	21 $\frac{1}{4}$
12	17	17 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{1}{4}$	21	22 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{3}{8}$
16	21 $\frac{1}{4}$	22 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{1}{4}$	27 $\frac{3}{4}$	—
18	22 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	25 $\frac{3}{4}$	27	30 $\frac{1}{2}$	—
20	25	27	27	28 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{3}{4}$	—
24	29 $\frac{1}{2}$	32	32	33	35 $\frac{1}{2}$	39	—

注: 1in=25.4mm。

表 10.2.5.2-2 美国管法兰尺寸
双头螺柱的数量和直径

in

公称管 道尺寸	ANSI 150lb		ANSI 300lb		ANSI 400lb		ANSI 600lb		ANSI 900lb		ANSI 1500lb		ANSI 2500lb	
	数量	直径	数量	直径	数量	直径	数量	直径	数量	直径	数量	直径	数量	直径
1	4	1/2	4	5/8	4	5/8	4	5/8	4	7/8	4	7/8	4	7/8
1 1/4	4	1/2	4	5/8	4	5/8	4	5/8	4	7/8	4	7/8	4	1
1 1/2	4	1/2	4	3/4	4	3/4	4	3/4	4	1	4	1	4	1 1/8
2	4	5/8	8	5/8	8	5/8	8	5/8	8	7/8	8	7/8	8	1
2 1/2	4	5/8	8	3/4	8	3/4	8	3/4	8	1	8	1	8	1 1/8
3	4	5/8	8	3/4	8	3/4	8	3/4	8	7/8	8	1 1/8	8	1 1/4
4	8	5/8	8	3/4	8	7/8	8	7/8	8	1 1/8	8	1 1/4	8	1 1/2
5	8	3/4	8	3/4	8	7/8	8	1	8	1 1/4	8	1 1/2	8	1 3/4
6	8	3/4	12	3/4	12	7/8	12	1	12	1 1/8	12	1 3/8	8	2
8	8	3/4	12	7/8	12	1	12	1 1/8	12	1 3/8	12	1 3/8	12	2
10	12	7/8	16	1	16	1 1/8	16	1 1/4	16	1 3/8	12	1 3/8	12	2 1/2
12	12	7/8	16	1 1/8	16	1 1/4	20	1 1/4	20	1 3/8	16	2	12	2 3/4
16	16	1	20	1 1/4	20	1 3/8	20	1 1/2	20	1 3/8	16	2 1/2	—	—
18	16	1 1/8	24	1 1/4	24	1 3/8	20	1 3/8	20	1 7/8	16	2 3/4	—	—
20	20	1 1/8	24	1 1/4	24	1 1/2	24	1 3/8	20	2	16	3	—	—
24	20	1 1/4	24	1 1/2	24	1 3/4	24	1 7/8	20	2 1/2	16	3 1/2	—	—

注: 1in=25.4mm.

表 10.2.5.2-3 美国管法兰尺寸
法兰厚度

in

公称管 道尺寸	ANSI 150lb		ANSI 300lb		ANSI 400lb		ANSI 600lb		ANSI 900lb		ANSI 1500lb		ANSI 2500lb	
	RF	RTJ	RF	RTJ	RF	RTJ	RF	RTJ	RF	RTJ	RF	RTJ	RF	RTJ
1	7/16	11/16	11/16	15/16	15/16	15/16	15/16	15/16	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
1 1/4	1/2	3/4	3/4	1	1 1/16	1 1/16	1 1/16	1 1/16	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/4	1 13/16
1 1/2	9/16	13/16	13/16	1 1/16	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2 1/16
2	5/8	7/8	7/8	1 3/16	1 1/4	1 5/16	1 1/4	1 5/16	1 3/4	1 13/16	1 3/4	1 13/16	2 1/4	2 5/16
2 1/2	11/16	15/16	1	1 5/16	1 3/8	1 7/16	1 3/8	1 7/16	1 3/8	1 15/16	1 3/8	1 15/16	2 1/2	2 5/8
3	3/4	1	1 1/8	1 7/16	1 1/2	1 9/16	1 1/2	1 9/16	1 3/4	1 13/16	2 1/8	2 3/16	2 7/8	3
4	15/16	1 3/16	1 1/4	1 9/16	1 3/8	1 11/16	1 3/4	1 13/16	2	2 1/16	2 3/8	2 7/16	3 1/4	3 7/16
5	15/16	1 3/16	1 3/8	1 11/16	1 3/4	1 13/16	2	2 1/16	2 1/4	2 5/16	3 1/8	3 3/16	3 7/8	4 1/8
6	1	1 1/4	1 7/16	1 3/4	1 7/8	1 15/16	2 1/8	2 3/16	2 7/16	2 1/2	3 1/2	3 3/8	4 1/2	4 3/4
8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 15/16	2 1/8	2 3/16	2 7/16	2 1/2	2 3/4	2 13/16	3 3/8	4 1/16	5 1/4	5 9/16
10	1 3/16	1 7/16	1 7/8	2 3/16	2 3/8	2 7/16	2 3/4	2 13/16	3	3 1/16	4 1/2	4 11/16	6 3/4	7 3/16
12	1 1/4	1 1/2	2	2 5/16	2 1/2	2 9/16	2 7/8	2 15/16	3 3/8	3 7/16	5 1/8	5 7/16	7 1/2	7 15/16
16	1 7/16	1 11/16	2 1/4	2 9/16	2 3/4	2 13/16	3 1/4	3 5/16	3 3/4	3 15/16	6	6 7/16	—	—
18	1 9/16	1 13/16	2 3/8	2 11/16	2 7/8	2 15/16	3 1/2	3 9/16	4 1/4	4 1/2	6 3/8	7 1/16	—	—
20	1 11/16	1 15/16	2 1/2	2 7/8	3	3 1/8	3 3/4	3 7/8	4 1/2	4 3/4	7 1/4	7 11/16	—	—
24	1 7/8	2 1/8	2 3/4	3 3/16	3 1/4	3 7/16	4 1/4	4 7/16	5 3/4	6 1/8	8 1/4	8 13/16	—	—

注: 缩写字说明: RF——光滑式密封面(我国也称之为凸面、突面、凸台面, 代号 RF);

RTJ——梯形槽面(我国也称之为环连接面、环槽面, 代号 RJ)。

1in=25.4mm.

表 10.2.5.2-4 美国管法兰尺寸
法兰直径

in

公称管 道尺寸	ANSI 150lb	ANSI 300lb	ANSI 400lb	ANSI 600lb	ANSI 900lb	ANSI 1500lb	ANSI 2500lb
1	4 1/4	4 3/8	4 7/8	4 7/8	5 3/8	5 3/8	6 1/4
1 1/4	4 3/8	5 1/4	5 1/4	5 1/4	6 1/4	6 1/4	7 1/4
1 1/2	5	6 1/8	6 1/8	6 1/8	7	7	8
2	6	6 1/2	6 1/2	6 1/2	8 1/2	8 1/2	9 1/4
2 1/2	7	7 1/2	7 1/2	7 1/2	9 3/8	9 3/8	10 1/2

续表

公称管道 尺寸	ANSI 150lb	ANSI 300lb	ANSI 400lb	ANSI 600lb	ANSI 900lb	ANSI 1500lb	ANSI 2500lb
3	7½	8¼	8¼	8¼	9½	10½	12
4	9	10	10	10¾	11½	12¼	14
5	10	11	11	13	13¾	14¾	16½
6	11	12½	12½	14	15	15½	19
8	13½	15	15	16½	18½	19	21¾
10	16	17½	17½	20	21½	23	26½
12	19	20½	20½	22	24	26½	30
16	23½	25½	25½	27	27¾	32½	—
18	25	28	28	29¼	31	36	—
20	27½	30½	30½	32	33¾	38¾	—
24	32	36	36	37	41	46	—

注: 1in=25.4mm。

表 10.2.5.2-5 美国 ANSI 标准管道法兰用 GB 901—88 等长双头螺栓一览表

mm

公称 通径	150			300			600			900			1500			2500		
	RF	RJ	数量	RF	RJ	数量	RF	RJ	数量	RF	RJ	数量	RF	RJ	数量	RF	RJ	数量
20	M14×70	—	4	M18×80	M18×90	4	M18×90		4	M20×120		4	M20×120		4	M20×130		4
25	M14×70	M14×80		M18×80	M18×90					M24×130			M24×130			M24×140		
40	M14×70	M14×100		M20×90	M20×110					M20×110			M27×140			M27×140		
50	M18×80	M18×100		M18×90	M18×110		M18×110	M18×110		M24×150			M24×150			M27×180	M27×180	
65	M18×90	M18×100	8	M20×100	M20×120	8	M20×120	M20×130	8	M27×160		8	M27×160		8	M30×200	M30×210	8
80	M18×90	M18×110		M20×110	M20×130		M20×130	M24×150		M24×150	M30×180		M33×220	M33×230				
100	M18×90	M18×110		M20×110	M20×130		M24×150	M24×150		M30×170	M30×180		M33×200	M33×200		M39×260	M39×270	
125	M20×90	M20×110		M20×120	M20×140		M27×170			M33×190	M33×200		M39×250			M45×300	M45×310	
150	M20×100	M20×120	12	M20×130	M20×140	12	M27×170	M27×180	12	M30×200		12	M36×260	M36×270	12	M52×350	M52×360	12
200	M20×110	M20×120		M24×140	M24×160		M30×200			M36×220	M36×230		M42×290	M42×300		M52×380	M52×400	
250	M24×120	M24×130		M27×160	M27×170		M33×220	M33×220		M36×240			M48×340	M48×350		M64×490	M64×510	
300	M24×120	M24×140		M30×170	M30×190		M33×220	M33×230		M36×260			M52×380	M52×390		M72×540	M72×560	

10.2.5.3 日本 JIS 管法兰基本尺寸 (JIS B2201~2217)

日本工业标准 JIS B2201~2217 规定, 管法兰的压力额定值分为 2, 5, 10, 16, 20, 30, 40, 63kgf/cm² (1kgf/cm²=0.1MPa) 八个等级, 公称直径从 10mm 到 1500mm, 法兰类型有 FF、RF、MF、TG 等。现将仪表中常见的 JIS 10, 20, 30, 40, 63K RF 型管法兰的基本尺寸列于表 10.2.5.3-1 至表 10.2.5.3-5, JIS 管法兰 RF 型的示意图见图 10.2.5.3。

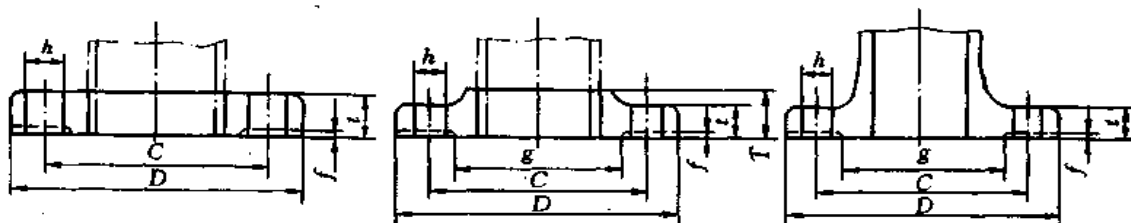


图 10.2.5.3 JIS 10K RF 管法兰

表 10.2.5.3-1 10kgf/cm² 铁制管法兰基本尺寸 (JIS B 2212)
(JIS 10K)

公称直径	钢 管 外 径	法兰 外径 D	法兰部件尺寸			螺 栓 孔			螺 纹
			厚度 t	f	直径 g	中心圆 C	孔数	孔径	
10	17.3	90	12	1	48	65	4	15	M12
15	21.7	95	12	1	52	70	4	15	M12
20	27.2	100	14	1	58	75	4	15	M12
25	34.0	125	14	1	70	90	4	19	M16
32	42.7	135	16	2	80	100	4	19	M16
40	48.6	140	16	2	85	105	4	19	M16
50	60.5	155	16	2	100	120	4	19	M16
65	76.3	175	18	2	120	140	4	19	M16
80	89.1	185	18	2	130	150	8	19	M16
(90)	101.6	195	18	2	140	160	8	19	M16
100	114.3	210	18	2	155	175	8	19	M16
125	139.8	250	20	2	185	210	8	23	M20
150	165.2	280	22	2	215	240	8	23	M20
(175)	190.7	305	22	2	240	265	12	23	M20
200	216.3	330	22	2	265	290	12	23	M20
(225)	241.8	350	22	2	285	310	12	23	M20
250	267.4	400	24	2	325	355	12	25	M22
300	318.5	445	24	3	370	400	16	25	M22
350	355.6	490	26	3	415	445	16	25	M22
400	406.4	560	28	3	475	510	16	27	M24
450	457.2	620	30	3	530	565	20	27	M24
500	508.0	675	30	3	585	620	20	27	M24
550	558.8	745	32	3	640	680	20	33	M30
600	609.6	795	32	3	690	730	24	33	M30

表 10.2.5.3-2 20kgf/cm² 铁制管法兰基本尺寸 (JIS B 2214)
(JIS 20K)

公称直径	钢 管 外 径	法兰 外径 D	法兰部件尺寸			螺 栓 孔			螺 纹
			厚度 t	f	直径 g	中心圆 C	孔 数	孔 径	
10	17.3	90	14	1	48	65	4	15	M12
15	21.7	95	14	1	52	70	4	15	M12
20	27.2	100	16	1	58	75	4	15	M12
25	34.0	125	16	1	70	90	4	19	M16
32	42.7	135	18	2	80	100	4	19	M16
40	48.6	140	18	2	85	105	4	19	M16
50	60.5	155	18	2	100	120	8	19	M16
65	76.3	175	20	2	120	140	8	19	M16
80	89.1	200	22	2	135	160	8	23	M20
90	101.6	210	24	2	145	170	8	23	M20
100	114.3	225	24	2	160	185	8	23	M20
125	139.8	270	26	2	195	225	8	25	M22
150	165.2	305	28	2	230	260	12	25	M22
200	216.3	350	30	2	275	305	12	25	M22
250	267.4	430	34	2	345	380	12	27	M24
300	318.5	480	35	3	395	430	16	27	M24
350	355.6	540	40	3	440	480	16	33	M30×3
400	406.4	605	46	3	495	540	16	33	M30×3
450	457.2	675	48	3	560	605	20	33	M30×3
500	508.0	730	50	3	615	660	20	33	M30×3

表 10.2.5.3-3 30kgf/cm² 钢制管法兰基本尺寸 (JIS B 2215)
(JIS 30K)

公称直径	钢管 外径	法兰 外径 <i>D</i>	法兰部件尺寸			螺栓孔			螺 纹
			厚度 <i>t</i>	<i>f</i>	直径 <i>g</i>	中心圆 <i>C</i>	孔 数	孔 径 <i>h</i>	
10	17.3	110	16	1	52	75	4	19	M16
15	21.7	115	18	1	55	80	4	19	M16
20	27.2	120	18	1	60	85	4	19	M16
25	34.0	130	20	1	70	95	4	19	M16
32	42.7	140	22	2	80	105	4	19	M16
40	48.6	160	22	2	90	120	4	23	M20
50	60.5	165	22	2	105	130	8	19	M16
65	76.3	200	26	2	130	160	8	23	M20
80	89.1	210	28	2	140	170	8	23	M20
90	101.6	230	30	2	150	185	8	25	M22
100	114.3	240	32	2	160	195	8	25	M22
125	139.8	275	36	2	195	230	8	25	M22
150	165.2	325	38	2	235	275	12	27	M24
200	216.3	370	42	2	280	320	12	27	M24
250	267.4	450	48	2	345	390	12	33	M30×3
300	318.5	515	52	3	405	450	16	33	M30×3

表 10.2.5.3-4 40kgf/cm² 钢制管法兰基本尺寸 (JIS B 2216)
(JIS 40K)

公称直径	钢管 外径	法兰 外径 <i>D</i>	法兰部件尺寸			螺栓孔			螺 纹
			厚度 <i>t</i>	<i>f</i>	直径 <i>g</i>	中心圆 <i>C</i>	孔 数	孔 径 <i>h</i>	
10	17.3	110	18	1	52	75	4	19	M16
15	21.7	115	20	1	55	80	4	19	M16
20	27.2	120	20	1	60	85	4	19	M16
25	34.0	130	22	1	70	95	4	19	M16
32	42.7	140	24	2	80	105	4	19	M16
40	48.6	160	24	2	90	120	4	23	M20
50	60.5	165	26	2	105	130	8	19	M16
65	76.3	200	30	2	130	160	8	23	M20
80	89.1	210	32	2	140	170	8	23	M20
90	101.6	230	34	2	150	185	8	25	M22
100	114.3	250	36	2	165	205	8	25	M22
125	139.8	300	40	2	200	250	8	27	M24
150	165.2	355	44	2	240	295	12	33	M30×3
200	216.3	405	50	2	290	345	12	33	M30×3
250	267.4	475	56	2	355	440	12	33	M30×3
300	318.5	540	60	3	410	470	16	39	M36×3

表 10.2.5.3-5 63kgf/cm² 钢制管法兰基本尺寸 (JIS B 2217)
(JIS 63K)

公称直径	钢管 外径	法兰 外径 <i>D</i>	法兰部件尺寸			螺栓孔			螺 纹
			厚度 <i>t</i>	<i>f</i>	直径 <i>g</i>	中心圆 <i>C</i>	孔 数	孔 径 <i>h</i>	
10	17.3	115	23	1	52	80	4	19	M16
15	21.7	120	23	1	55	85	4	19	M16
20	27.2	135	25	1	60	95	4	23	M20
25	34.0	140	27	1	70	100	4	23	M20
32	42.7	150	30	2	80	110	4	23	M20
40	48.6	175	32	2	90	130	4	25	M22
50	60.5	185	34	2	105	145	8	23	M20
65	76.3	220	38	2	130	175	8	25	M22
80	89.1	230	40	2	140	185	8	25	M22
90	101.6	255	42	2	150	205	8	27	M24
100	114.3	270	44	2	165	220	8	27	M24
125	139.8	325	50	2	200	265	8	33	M30×3
150	165.2	365	54	2	240	305	12	33	M30×3
200	216.3	425	60	2	290	360	12	33	M30×3
250	267.4	500	68	2	355	430	12	39	M36×3
300	318.5	560	77	3	410	485	16	39	M36×3

10.2.6 石油化工常用接管垫片选用表(表 10.2.6)

表 10.2.6 石油化工常用接管垫片选用表

介质	法兰公称压力 MPa(bar)	工作温度 ℃	法兰型式	垫片		备 注
				名 称	材 料	
油品、油气、溶剂 ^① 石油化工原料及产 品、一般化工介质	1.6 (16)	≤200	平焊(光)	耐油橡胶石棉垫片	耐油橡胶石棉板	当介质为易燃、易爆、 有毒或强渗透时,采用 凹凸面法兰
		201~250	对焊(光)	缠绕式垫片	08 ^② (15)钢带+石棉带(石墨带)	
		≤200	平焊(光)	耐油橡胶石棉垫片	耐油橡胶石棉板	
	2.5 (25)	201~300	对焊(光)	缠绕式垫片 金属包垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带);08 黑铁皮+石棉纸; 铝+石棉	金属包垫片可用镀锌 铁皮(马口铁)
		301~350	对焊(光)	缠绕式垫片、金属包垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带);08 黑铁皮+石棉纸; 铝+石棉	
		351~450	对焊(光)	缠绕式垫片、金属包垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带);0Cr13(08)+石棉纸	
		451~550	对焊(光)	缠绕式垫片、金属包垫片	0Cr13(1Cr13、1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带) 0Cr13(0Cr18Ni9)+石棉纸	
	4 (40)	≤40	对焊(凹凸)	耐油橡胶石棉垫片	耐油橡胶石棉板	金属包垫片也可用镀锌 铁皮(马口铁)
		≤200	对焊(凹凸)	缠绕式垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带)	
		≤350	对焊(凹凸)	缠绕式垫片、金属包垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带);08 黑铁皮+石棉纸	
		351~400	对焊(凹凸)	缠绕式垫片、金属包垫片	0Cr13(1Cr13、1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带) 0Cr13(0Cr18Ni9)+石棉纸	
	6.3 (63)	401~500	对焊(凹凸)	缠绕式垫片、金属包垫片	0Cr13(1Cr13、1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带) 0Cr13(1Cr18Ni9)+石棉纸	特殊介质可用 0Cr18Ni12Mo2Ti 特殊介质可用 0Cr18Ni12Mo2Ti
		≤350	对焊(凹凸) 梯形槽	椭圆垫、齿形垫、八角垫	08(10)	
		351~450	对焊(凹凸) 梯形槽	椭圆垫、齿形垫、八角垫	08(10、0Cr13、1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti)	
		-20~0	对焊(光)	耐油橡胶石棉垫片	耐油橡胶石棉板	
低温油气	≤4(40)	≤150	平焊(光)	橡胶石棉垫片	中压橡胶石棉板	视情况可用 0Cr18Ni12Mo2Ti
压缩空气	≤1(10)	≤60	平焊(光)	橡胶石棉垫片	中压橡胶石棉板	
惰性气体	≤1(10)	≤60	对焊(光、凹凸)	缠绕式垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带)	
惰性气体	≤4(40)	≤60	对焊(光、凹凸)	椭圆垫	08(10)	
液化石油气	1.6(16) 2.5(25)	≤50	对焊(光)(凹凸)	耐油橡胶石棉垫 缠绕式垫片	耐油橡胶石棉板 0Cr13(1Cr18Ni9)+石棉带(石墨带)	

续表

介质	法兰公称压力 MPa(bar)	工作温度 C	法兰型式	垫 片		备 注
				名 称	材 料	
氢气、氢气与油气 混合物	4 (40)	≤200	对焊(凹凸)	缠绕式垫片	08(15)钢带+石棉带(石墨带)	
		≤260	对焊(凹凸)	缠绕式垫片	0Cr13(1Cr13, 1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带)	
		261~400	对焊(凹凸)	缠绕式垫片	0Cr13(1Cr13, 1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带)	
		401~450	对焊(凹凸)	缠绕式垫片	0Cr13(1Cr13, 1Cr18Ni9)钢带+石棉带(石墨带)	
		451~600	对焊(凹凸)	平垫、齿形垫、金属包垫片	0Cr13; 0Cr13(0Cr18Ni9Ti) + 石墨带	
	6.3~20 (53~200)	≤260	对焊(梯、凹凸)	椭圆垫(八角垫)、齿形垫	08(10)	
		261~400	对焊(梯、凹凸)	椭圆垫(八角垫)、齿形垫	0Cr13(0Cr18Ni9, 0Cr18Ni9Ti)	
		401~420	对焊(梯、凹凸)	椭圆垫(八角垫)、齿形垫	0Cr13(0Cr18Ni9, 0Cr18Ni9Ti)	
		421~600	螺旋法兰透视镜面	透视镜垫	0Cr13(0Cr18Ni9, 0Cr18Ni9Ti)	
		140~450	平焊、对焊(光)	橡胶石棉垫片、缠绕垫	中压橡胶石棉板、08(15)钢带+石棉带	
水	0.3MPa	1~1.6(10~16)	对焊(光)	缠绕式垫片	08(15, 0Cr13)钢带+石棉带(石墨带)	
	1.0MPa	1.6(16)	对焊(光、凹凸)	金属平垫、金属包垫片	紫铜板、镀锌薄铁皮+石棉纸	
	2.5MPa	4(40)	对焊(凹凸、梯)	金属包垫片、椭圆垫	0Cr13+石棉纸、08(0Cr13)	
	3.5MPa	5.3(53)	平焊(光)	橡胶石棉垫片	中压橡胶石棉板、耐酸碱橡胶	
	79%~98%硫酸	≤120	平焊(光)	平塑料垫片	聚四氟乙烯板	
	稀硝酸≤55%	≤50	扩口活套	平包垫	聚四氟乙烯或聚四氟乙烯外包四氯薄膜	
	浓硝酸≥93%	≤86	铝管口翻边	平垫	聚四氟乙烯或三石棉板	
	硝酸60%~93%	<60	耐酸钢平焊	平垫	中压橡胶石棉板	
	酸渣	≤120	平焊(光)	平垫	中压橡胶石棉板	
	10%~40%碱液	≤50	平焊(光)	平垫	中压橡胶石棉板	
氨	25%碱液	≤50	平焊(光)	平垫	中压橡胶石棉板	
	氨	≤150	平焊(凹凸) 对焊(凹凸)	平垫	中压橡胶石棉板	
	水 0.6MPa	<100	平焊(光)	平垫	中压橡胶石棉板	
	聚苯乙烯、ABS树脂、一般化工介质(指对碳钢无腐蚀性)、碳酸钾、氯化钙、氯化钠、溶液等	≤200	平焊	平垫	橡胶石棉板、聚四氟乙烯板、耐酸碱橡胶	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	201~300	对焊(光)	平垫	橡胶石棉板、08钢带+石棉带(石墨带)、0Cr13钢带+石棉带	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	301~350	平焊	平垫	橡胶石棉板	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	≤200	平焊	平垫	橡胶石棉板	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	201~300	平焊	平垫	橡胶石棉板	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	201~300	对焊(凹凸)	缠绕垫	08钢带+石棉带(石墨带)、0Cr13钢带+石棉带	
	一段转化气、天然气、中温变换气、净化气、裂解气、饱和氨、水、干氨气、液氨、尿素、二段分馏塔出口尿	301~350	对焊(凹凸)	缠绕垫	08钢带+石棉带(石墨带)、0Cr13钢带+石棉带	
醇	醇	-41~70	对焊(凹凸)	金属包垫	铝包石棉垫	

续表

介质	法兰公称压力 MPa(bar)	工作温度 ℃	法兰型式	垫 片		备 注
				名 称	材 料	
含硫醋酸	1.6(16)	≤150	平焊、焊环	平垫	聚四氟乙烯、高压聚乙烯	
聚甲基丙烯酸甲酯	1.6(16)	-15~90	平焊(凹凸)	平垫	高压聚乙烯、聚四氟乙烯	
联苯、联苯醚	1(10)	≤200	平焊(凹凸)	平垫	铝、紫铜	当温度>200℃时用 对焊
熔碱 45%~95%	1(10)	400~500	活套翻边	金属垫平	铝 $\delta=3$	
混合二甲苯氧化液	4(40)	60~230	对焊、松套 焊环活动	平垫	聚四氟乙烯	
环氧乙烷		250	平焊	平垫	紫铜	
氢氟酸		170	对焊	缠绕垫、金属平垫	蒙乃尔合金钢带+石墨带,蒙乃尔合金板	
甲醇原料气		常温	高压用螺纹	缠绕垫	20	
含甲醇气体		110	高压用螺纹	缠绕垫	1Cr18Ni9Ti	
循环气	32(320)	常温	高压用螺纹	缠绕垫	20	
纯氮气		常温	高压用螺纹	缠绕垫	20	
粗甲醇		常温		缠绕垫(碳钢)	20	
脂肪族酯丁醇溶液		50	高压用螺纹	缠绕垫	1Cr18Ni9Ti	
丁醚、丁醇溶液正异 丁醇、正异丁醇溶液等						
氢气合成气	22(220)	<200	高压用螺纹	缠绕垫	20	
	32(320)	<200	高压用螺纹	缠绕垫	20	
	32(320)	301~400	高压用螺纹	缠绕垫	1Cr18Ni9Ti	
尿素合成塔出口液	22(220)	120~220	高压用螺纹	缠绕垫	Cr17Ni13Mo2N	
一段中敏液	22(220)	120~220	高压用螺纹	缠绕垫	Cr18Mn10Ni5Mo2N	
丙烯 90%、丙烷 10%丙烷、CO、H ₂ 气	32(320)	常温~140	高压用螺纹	缠绕垫	20	

① 溶剂包括丙烷、丙酮、苯、酚、醇、醚、异丙醇和浓度小于30%的尿素。② 08 钢(15)带,一般均以 1Cr18Ni9 或 1Cr18Ni9Ti 代。注:表中“光”指法面密封面型式为光面,即凸面。

11. 电线、电缆

11.1 电线电缆型号编制及其字母含义

电线电缆产品型号一般由七个部分组成，其组成依照下列规律编制：

类别、用途	导体	绝缘	护层	特征	外护层	派生
1	2	3	4	5	6	7

其中 1~5 项以汉语拼音字母表示，6、7 项一般以阿拉伯数字表示。自第 2 项到第 7 项从结构上是按由内向外顺序标出。

表 11.1 列出的是常见部分产品型号内字母含义。每一产品不一定包括表中所有内容，只表达其主要特性。常用的材料代号（如铜 T、橡皮 X 等）可以省略。有些企业标准级的产品以及一些尚未形成系列的产品，没有完全按统一的规定命名。

表 11.1 电线电缆产品型号字母含义

电 气 装 备 用 电 线 电 缆	类别、用途	导体	绝缘	护层	特征	外护层	派生
	1	2	3	4	5	6	7
	A—安装线	G—铁芯	B—棉纱、玻	F—复合物	B—扁型，平	02—聚 氯 乙	1—第一种
	B—绝缘线	L—铝芯	璃丝编织	H—橡皮套	型	烯套	2—第二种
	C—船用电缆	J—铜芯	F—氟塑料	HD—耐寒	S—绞型	03—聚 乙 烯	0.3—拉断力
	F—飞机用线	T—铜芯	K—卡普龙	HF—非燃	C—重型	套	0.3t
	G—高压电线	(一般省略)	M—棉纱	HQ—丁腈	Z—中型；直	20—裸 铜 带	50 ~ 150 额
	J—电机引接线		Q—漆	HS—防水	流	铠装	定电压
	K—控制电缆		S—丝	HY—耐油	Q—轻型	22—铜 带 铠	(kV)
	N—农用电线		V—聚氯乙烯	N—尼龙	E—双层	装 聚 氯	105—耐 热
	Q—汽车用线		烯塑料	Q—铅包	J—交流	乙 烯套	105℃
	R—软线		X—橡皮	V—聚氯乙烯	T—耐热	23—铜 带 铠	
	U—矿用		XD—丁基橡	烯塑料	H—H 级	装 聚 乙	
	W—地 球 物 理		胶	护套	(引接线)	烯套	
	工作用		Y—聚乙烯	Y—聚乙烯	Y—Y 级	30—裸 细 圆	
X—X 射线引用		塑料	塑 料 护	(引接线)	铜 丝 铠		
RS—电阻温度		XY—交联聚	套		装		
计用耐热		乙 烯塑	P—屏蔽型		40—裸 粗 圆		
线		料	P ₂ —铜带屏		铜 丝 铠		
SB—无线电装			蔽型		装		
置用线							

举例：1. KYV——铜芯聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆。

2. KVVRP——铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套屏蔽型软控制电缆。

3. BLV-105——铝芯耐热 105℃聚氯乙烯塑料绝缘电线。

11.2 聚氯乙烯绝缘电线 (JB1598—75, 选编)

本产品供交流额定电压 500V 及以下或直流电压 1000V 及以下的电器装置、电工仪器仪表、电信设备、动力及照明线路固定敷设用。但截面在 0.5mm² 及以下者仅用在交流 250V 或直流 500V 及以下的电器设备内部接线。

(1) 型号、名称及使用范围 (表 11.2-1)

表 11.2-1 聚氯乙烯绝缘电线型号、名称及使用范围

型号	名 称	使用范围	型号	名 称	使用范围
BV	铜芯聚氯乙烯绝缘电线	可明敷或暗敷， 护套线可直接埋 地，线芯长期允许 工作温度不超过 65℃，安装温度不 低于-15℃	BVR	铜芯聚氯乙烯软电线	安装要求柔软时 用
BLV	铝芯聚氯乙烯绝缘电线		BV-105	铜芯耐热105℃聚氯乙烯 绝缘电线	用于高温场所（线 芯长期允许工作温 度不超过105℃）
BVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯 乙烯护套电线		BLV-105	铝芯耐热105℃聚氯乙烯 绝缘电线	
BLVV	铝芯聚氯乙烯绝缘聚氯 乙烯护套电线				

(2) 主要数据 (表 11.2-2 至表 11.2-5)

表 11.2-2 BV、BV-105、BLV、BLV-105 型 1 芯及 2 芯平型电线主要数据

标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm		参考重量, kg/km			
				BV, BV-105		BLV, BLV-105	
		1 芯	2 芯平型	1 芯	2 芯平型	1 芯	2 芯平型
0.03	1/0.20	0.8	0.8×1.6	0.77	1.54		
0.06	1/0.30	1.0	1.0×2.0	1.41	2.84		
0.12	1/0.40	1.1	1.1×2.2	2.1	4.2		
0.2	1/0.50	1.4	1.4×2.8	3.4	6.9		
0.3	1/0.60	1.5	1.5×3.0	4.4	8.8		
0.4	1/0.70	1.7	1.7×3.4	6.4	10.9		
0.5	1/0.80	2.0	2.0×4.0	7.4	15.0		
0.75	1/0.97	2.4	2.4×4.8	10.2	20.7		
1	1/1.13	2.6	2.6×5.2	13.7	27.6		
1.5	1/1.37	3.3	3.3×6.6	21.0	42.5	11.5	23
2.5	1/1.76	3.7	3.7×7.4	30.9	62.4	15.5	31
4	1/2.24	4.2	4.2×8.4	46.2	93.0	21.3	42.6
6	1/2.73	4.8	4.8×9.6	65.4	131.6	28.2	56.4
10	7/1.33	6.6	6.6×13.2	114.2	229.6	51.9	103.8
16	7/1.70	7.8	—	173.4	—	75.9	—

表 11.2-3 BV、BV-105 型 2 芯及 3 芯绞型电线主要数据

标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm		参考重量 kg/km		标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm		参考重量 kg/km	
		2 芯	3 芯	2 芯	3 芯			2 芯	3 芯	2 芯	3 芯
0.3	1/0.20	1.6	1.7	1.5	2.3	0.3	1/0.60	3.0	3.3	9.0	13.5
0.06	1/0.30	2.0	2.1	2.8	4.3	0.4	1/0.70	3.4	3.6	11.1	16.7
0.12	1/0.40	2.2	2.4	4.3	6.4	0.5	1/0.80	4.0	4.3	15.2	22.8
0.2	1/0.50	2.9	3.1	7.0	10.5	0.75	1/0.97	4.8	5.1	21.1	31.5

表 11.2-4 BVV、BLVV 型 1 芯、2 芯及 3 芯平型电线主要数据

标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm			参考重量, kg/km					
					BVV			BLVV		
		1 芯	2 芯	3 芯	1 芯	2 芯	3 芯	1 芯	2 芯	3 芯
0.75	1/0.97	3.9	3.9×6.3	4.2×8.9	18.9	34.4	52.6			
1	1/1.13	4.1	4.1×6.7	4.3×9.5	22.9	42.5	65.1			
1.5	1/1.37	4.4	4.4×7.2	4.6×10.2	28.4	53.5	81.9	19.2	35.1	55.4
2.5	1/1.76	4.8	4.8×8.1	5.0×11.5	39.3	75.6	115.6	24.0	45.0	69.6
4	1/2.24	5.3	5.3×9.1	5.5×13.1	55.6	108.5	165.5	30.8	59.0	91.3
6	1/2.73	6.5	6.5×11.3	7.0×16.5	83.3	163.4	253.8	46.2	89.3	142.2
10	7/1.33	8.4	8.4×14.5	8.8×21.1	134.9	264.5	407.7	74.9	145.6	230.7

表 11.2-5 BVR 型电线主要数据

标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm	参考重量 kg/km	标称截面 mm ²	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm	参考重量 kg/km
0.75	7/0.37	2.5	4.4	4	19/0.52	4.6	12.6
1	7/0.43	2.7	5.1	6	19/0.64	5.3	14.3
1.5	7/0.52	3.5	8.4	10	49/0.52	7.4	28.3
2.5	19/0.41	4.0	10.4	16	49/0.64	8.5	35.0

11.3 聚氯乙烯绝缘软电线 (JB 1599—75 选编)

本产品供交流额定电压 250V 及以下或直流电压 500V 及以下的各种电器、仪表、电信设备、自动化装置等安装接线用。但截面在 0.06mm^2 及以下者仅用在低电压设备内部的接线。

(1) 型号、名称及使用范围 (表 11.3-1)

表 11.3-1 聚氯乙烯绝缘软电线型号、名称及使用范围

型号	名 称	使用范围	型号	名 称	使用范围
RV	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	线芯长期允许工作温度不超过 65°C 安装温度不低于 -15°C	RV-105	铜芯耐热聚氯乙烯绝缘软线	高温环境用, 线芯长期允许温度不超过 $+105^\circ\text{C}$
RVB	铜芯聚氯乙烯绝缘平型软线		RVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线	用 RV, 用于交流 500V 及以下或直流 1000V 及以下
RVS	铜芯聚氯乙烯绝缘绞型软线				

(2) 主要数据 (表 11.3-2 和表 11.3-3)

表 11.3-2 RV、RV-105 型软线主要数据

标称截面 mm^2	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm	参考重量 kg/km	标称截面 mm^2	线芯结构 根数/线径 mm	电线最大外径 mm	参考重量 kg/km
0.012	7/0.05	0.7	0.65	0.75	42/0.15	2.7	11.8
0.03	7/0.07	0.9	1.0	1	32/0.20	2.9	14.6
0.06	7/0.10	1.2	1.8	1.5	48/0.20	3.2	20.0
0.12	7/0.15	1.4	2.6	2	64/0.20	4.1	28.6
0.2	12/0.15	1.6	3.8	2.5	77/0.20	4.5	35.1
0.3	16/0.15	1.9	5.3	4	77/0.26	5.3	52.9
0.4	23/0.15	2.1	6.8	6	77/0.32	6.7	77.6
0.5	28/0.15	2.2	8.0				

表 11.3-3 RVS、RVB 型 2 芯平型和绞型软线主要数据

标称截面 mm^2	线芯结构 芯数×根数/ 线径 mm	电线最大外径 mm		参考重量 kg/km		标称截面 mm^2	线芯结构 芯数×根数/ 线径 mm	电线最大外径 mm		参考重量 kg/km	
		RVB 型	RVS 型	RVB 型	RVS 型			RVB 型	RVS 型	RVB 型	RVS 型
0.12	2×7/0.15	1.6×3.2	3.2	6.4	6.8	0.75	2×42/0.15	2.9×5.8	5.8	25.9	26.9
0.2	2×12/0.15	2.0×4.0	4.0	10.5	10.8	1	2×32/0.20	3.1×6.2	6.2	31.7	33.0
0.3	2×16/0.15	2.1×4.2	4.2	12.3	12.4	1.5	2×48/0.20	3.4×6.8	6.8	42.9	44.7
0.4	2×23/0.15	2.3×4.6	4.6	15.6	16.1	2	2×64/0.20	4.1×8.2	8.2	57.5	59.9
0.5	2×28/0.15	2.4×4.8	4.8	17.9	18.6	2.5	2×77/0.20	4.5×9.0	9.0	70.4	73.3

11.4 聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆 (GB 9330.2—88, 选编)

(1) 使用特性

① 额定电压 U_0/U 为 450/750V。

注: U_0 ——任一主绝缘导体和“地”(金属屏蔽、金属套或周围介质)之间的电压有效值。

U ——多芯或单芯电缆(电线)系统任一两相导体之间的电压有效值。

② 电缆导体的长期允许工作温度为 70°C 。

③ 电缆的敷设温度应不低于 0°C 。

④ 推荐的允许弯曲半径:

无铠装层的电缆, 应不小于电缆外径的 6 倍;

有铠装或铜带屏蔽结构的电缆, 应不小于电缆外径的 12 倍;

有屏蔽层结构的软电缆, 应不小于电缆外径的 6 倍。

(2) 型号、名称及使用范围 (表 11.4-1)

表 11.4-1 电缆型号、名称及使用范围

型号	名 称	主要使用范围
KVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟、管道固定场合
KVVP	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆	敷设在室内、电缆沟、管道等要求屏蔽的固定场合
KVVP ₂	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆	敷设在室内、电缆沟、管道等要求屏蔽的固定场合
KVV ₂₂	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装控制电缆	敷设在室内、电缆沟、管道、直埋等能承受较大机械外力等固定场合
KVV ₃₂	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套细钢丝铠装控制电缆	敷设在室内、电缆沟、管道、竖井等能承受较大机械拉力等固定场合
KVVR	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制软电缆	敷设在室内移动要求柔软等场合
KVVRP	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制软电缆	敷设在室内移动要求柔软、屏蔽等场合

(3) 规格 (表 11.4-2)

表 11.4-2 聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆规格

型号	额定电压 V	导体标称截面, mm ²							
		0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10
		芯 数							
KVV	450/750	—	2~61				2~14		2~10
KVVP		—	4~61				4~14		4~10
KVVP ₂		—	7~61				4~14		4~10
KVV ₂₂		—	19~61				4~14		4~10
KVV ₃₂		—	7~61				4~14		4~10
KVVR		4~61				—		—	
KVVRP		4~61				4~48		—	

注: 推荐的芯数系列为: 2、3、4、5、7、8、10、12、14、16、19、24、27、30、37、44、48、52 和 61 芯。

(4) 导体结构 (表 11.4-3)

表 11.4-3 聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆导体结构

标称截面 mm ²	导体结构		20℃时导体电阻, Ω/km 不大于		标称截面 mm ²	导体结构		20℃时导体电阻, Ω/km 不大于	
	种类	根数/单线标称直径 mm	不镀锡	镀锡		种类	根数/单线标称直径 mm	不镀锡	镀锡
0.5	3	16/0.20	39.0	40.1	1.5	3	30/0.25	13.3	13.7
0.75	1	1/0.97	24.5	24.8	2.5	1	1/1.78	7.41	7.56
0.75	2	7/0.37	24.5	24.8	2.5	2	7/0.68	7.41	7.56
0.75	3	24/0.20	26.0	26.7	2.5	3	50/0.25	7.98	8.21
1.0	1	1/1.13	18.1	18.2	4	1	1/2.25	4.61	4.70
1.0	2	7/0.43	18.1	18.2	4	2	7/0.85	4.61	4.70
1.0	3	32/0.20	19.5	20.0	6	1	1/2.76	3.08	3.11
1.5	1	1/1.38	12.1	12.2	6	2	7/1.04	3.08	3.11
1.5	2	7/0.52	12.1	12.2	10	2	7/1.35	1.83	1.84

(5) 表示方法

① 产品用型号、规格及标准编号表示。

② 同一品种采用规定的不同导体结构时, 较硬导体用 (A) 表示, 较软导体用 (B) 表示, 在规格后标明。

③ 电缆中的绿/黄双色绝缘线芯应与其他线芯分别表示。

绿/黄双色线芯——电缆中的接地线芯或类似保护目的用线芯。

其他线芯识别:

5 芯以下电缆, 一般用颜色识别: 浅蓝色——中性线芯; 黑色、棕色等——主线芯。

5 芯以上电缆, 一般用数字识别 (绝缘色为黑色, 数字为白色): 0——中性线芯; 1、2、3……——主线芯。

④ 举例:

a. 铜芯聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆, 固定敷设用, 额定电压 450/750V, 24 芯, 1.5mm², 有绿/黄双色绝缘线芯, 表示为:

较硬导体结构者:

KVV-450/750 23×1.5 (A) +1×1.5 GB 9330.2-88

较软导体结构者:

KVV-450/750 23×1.5 (B) +1×1.5 GB 9330.2-88

b. 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆, 固定敷设用, 额定电压 450/750V, 24 芯, 1.5mm², 铜带屏蔽, 无绿/黄双色绝缘线芯, 表示为:

KVVP₂-450/750 24×1.5 GB 9330.2-88

c. 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制软电缆, 移动场合用, 额定电压 450/750V, 24 芯, 1.0mm², 编织屏蔽, 无绿/黄双色绝缘线芯, 表示为:

KVVRP-450/750 24×1.0 GB 9330.2-88

(6) 电缆结构及外形尺寸 (表 11.4-4 至表 11.4-6)

这里仅介绍 KVVP、KVVP₂、KVVRP 型, 其他从略。

表 11.4-4 KVVP 型 450/750V 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽单线 标称直径 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
2×0.75	2	0.6	0.15	1.2	7.8	9.8	0.014
2×1.0	2	0.6	0.15	1.2	8.2	10.5	0.013
2×1.5	2	0.7	0.15	1.2	9.2	11.5	0.010
2×2.5	2	0.8	0.15	1.2	10.0	12.5	0.009
2×4	2	0.8	0.20	1.5	11.5	14.5	0.0077
2×6	2	0.8	0.20	1.5	13.0	16.0	0.0065
2×10	2	1.0	0.20	1.5	15.5	19.0	0.0065
3×0.75	2	0.6	0.15	1.2	8.2	10.5	0.014
3×1.0	2	0.6	0.15	1.2	8.6	10.5	0.013
3×1.5	2	0.7	0.15	1.2	9.6	12.0	0.010
3×2.5	2	0.8	0.15	1.2	10.5	13.5	0.009
3×4	2	0.8	0.20	1.5	12.5	15.5	0.0077
3×6	2	0.8	0.20	1.5	13.5	17.0	0.0065
3×10	2	1.0	0.20	1.5	16.5	20.0	0.0065
4×0.75	2	0.6	0.15	1.2	8.8	11.0	0.014
4×1.0	2	0.6	0.15	1.2	9.2	11.5	0.013
4×1.5	2	0.7	0.15	1.2	10.0	12.5	0.010
4×2.5	2	0.8	0.20	1.5	12.5	15.0	0.009
4×4	2	0.8	0.20	1.5	13.5	16.5	0.0077
4×6	2	0.8	0.20	1.5	15.0	18.0	0.0065
4×10	2	1.0	0.20	1.7	18.0	22.0	0.0065
5×0.75	2	0.6	0.15	1.2	9.4	11.5	0.014
5×1.0	2	0.6	0.15	1.2	9.8	12.0	0.013
5×1.5	2	0.7	0.15	1.2	11.0	13.5	0.010
5×2.5	2	0.8	0.20	1.5	13.5	16.5	0.009
5×4	2	0.8	0.20	1.5	14.5	18.0	0.0077
5×6	2	0.8	0.20	1.5	16.0	19.5	0.0065
5×10	2	1.0	0.20	1.7	19.5	24.0	0.0065
7×0.75	2	0.6	0.15	1.2	10.0	12.5	0.014
7×1.0	2	0.6	0.15	1.2	10.5	13.0	0.013
7×1.5	2	0.7	0.15	1.5	12.5	15.0	0.010
7×2.5	2	0.8	0.20	1.5	14.5	17.5	0.009
7×4	2	0.8	0.20	1.5	15.5	19.0	0.0077
7×6	2	0.8	0.20	1.5	17.5	21.0	0.0065
7×10	2	1.0	0.20	1.7	21.5	26.0	0.0065
8×0.75	2	0.6	0.15	1.2	11.0	13.5	0.014
8×1.0	2	0.6	0.15	1.5	12.0	15.0	0.013
8×1.5	2	0.7	0.20	1.5	14.0	17.0	0.010
8×2.5	2	0.8	0.20	1.5	16.0	19.0	0.009
8×4	2	0.8	0.20	1.7	18.0	21.5	0.0077
8×6	2	0.8	0.20	1.7	19.5	24.0	0.0065
8×10	2	1.0	0.25	1.7	24.0	29.0	0.0065
10×0.75	2	0.6	0.20	1.5	13.0	16.0	0.014

续表

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽单线 标称直径 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
10×1.0	2	0.6	0.20	1.5	13.5	16.5	0.013
10×1.5	2	0.7	0.20	1.5	15.5	18.5	0.010
10×2.5	2	0.8	0.20	1.5	17.5	21.5	0.009
10×4	2	0.8	0.20	1.7	20.0	24.0	0.0077
10×6	2	0.8	0.25	1.7	22.5	27.0	0.0065
10×10	2	1.0	0.25	1.7	27.0	32.5	0.0065
12×0.75	2	0.6	0.20	1.5	13.0	16.0	0.014
12×1.0	2	0.6	0.20	1.5	14.0	17.0	0.013
12×1.5	2	0.7	0.20	1.5	16.0	19.0	0.010
12×2.5	2	0.8	0.20	1.7	18.5	22.5	0.009
12×4	2	0.8	0.20	1.7	20.5	25.0	0.0077
12×6	2	0.8	0.25	1.7	23.0	27.5	0.0065
14×0.75	2	0.6	0.20	1.5	14.0	17.0	0.014
14×1.0	2	0.6	0.20	1.5	14.5	17.5	0.013
14×1.5	2	0.7	0.20	1.5	16.5	20.0	0.010
14×2.5	2	0.8	0.20	1.7	19.5	23.5	0.009
14×4	2	0.8	0.20	1.7	21.5	26.0	0.0077
14×6	2	0.8	0.25	1.7	24.0	29.0	0.0065
16×0.75	2	0.6	0.20	1.5	14.5	17.5	0.014
16×1.0	2	0.6	0.20	1.5	15.0	18.5	0.013
16×1.5	2	0.7	0.20	1.5	17.5	21.0	0.010
16×2.5	2	0.8	0.20	1.7	20.5	24.5	0.009
19×0.75	2	0.6	0.20	1.5	15.0	18.0	0.014
19×1.0	2	0.6	0.20	1.5	16.0	19.0	0.013
19×1.5	2	0.7	0.20	1.7	18.5	22.5	0.010
19×2.5	2	0.8	0.20	1.7	21.5	25.5	0.009
24×0.75	2	0.6	0.20	1.5	17.0	20.5	0.014
24×1.0	2	0.6	0.20	1.7	18.5	22.0	0.013
24×1.5	2	0.7	0.20	1.7	21.5	25.5	0.010
24×2.5	2	0.8	0.25	1.7	25.0	29.5	0.009
27×0.75	2	0.6	0.20	1.5	17.5	21.0	0.014
27×1.0	2	0.6	0.20	1.7	19.0	22.5	0.013
27×1.5	2	0.7	0.20	1.7	21.5	26.0	0.010
27×2.5	2	0.8	0.25	1.7	25.5	30.5	0.009
30×0.75	2	0.6	0.20	1.7	18.5	22.0	0.014
30×1.0	2	0.6	0.20	1.7	19.5	23.5	0.013
30×1.5	2	0.7	0.25	1.7	22.5	27.0	0.010
30×2.5	2	0.8	0.25	1.7	26.5	31.5	0.009
37×0.75	2	0.6	0.20	1.7	19.5	23.5	0.014
37×1.0	2	0.6	0.20	1.7	21.0	25.0	0.013
37×1.5	2	0.7	0.25	1.7	24.5	29.0	0.010
37×2.5	2	0.8	0.25	2.0	29.0	34.0	0.009
44×0.75	2	0.6	0.25	1.7	22.0	26.5	0.014
44×1.0	2	0.6	0.25	1.7	23.5	28.0	0.013
44×1.5	2	0.7	0.25	1.7	27.0	32.0	0.010
44×2.5	2	0.8	0.30	2.0	32.5	38.5	0.009
48×0.75	2	0.6	0.25	1.7	22.5	26.5	0.014
48×1.0	2	0.6	0.25	1.7	23.5	28.0	0.013
48×1.5	2	0.7	0.25	1.7	27.5	32.5	0.010
48×2.5	2	0.8	0.30	2.0	33.0	39.0	0.009
52×0.75	2	0.6	0.25	1.7	23.0	27.5	0.014
52×1.0	2	0.6	0.25	1.7	24.5	29.0	0.013
52×1.5	2	0.7	0.25	2.0	29.0	34.0	0.010
52×2.5	2	0.8	0.30	2.2	34.5	40.5	0.009
61×0.75	2	0.6	0.25	1.7	24.5	29.0	0.014
61×1.0	2	0.6	0.25	1.7	25.5	30.5	0.013
61×1.5	2	0.7	0.25	2.0	30.5	36.0	0.010
61×2.5	2	0.8	0.30	2.2	36.5	42.5	0.009

表 11.4-5 KVVVP₂ 型 450/750V 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽铜 带厚度 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
4×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.2	8.0	10.0	0.012
4×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.2	8.4	10.5	0.011
4×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.2	9.4	11.5	0.011
4×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.5	11.0	14.0	0.010
4×4	1	0.8	0.05~0.15	1.5	12.5	15.0	0.0085
4×6	1	0.8	0.05~0.15	1.5	13.5	16.0	0.0070
4×10	2	1.0	0.05~0.15	1.7	17.5	21.5	0.0065
5×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.2	8.6	11.0	0.012
5×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.2	9.0	11.0	0.011
5×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	10.0	12.5	0.011
5×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.5	12.0	15.0	0.010
5×4	1	0.8	0.05~0.15	1.5	13.5	16.0	0.0085
5×6	1	0.8	0.05~0.15	1.5	14.5	17.5	0.0070
5×10	2	1.0	0.05~0.15	1.7	19.0	23.5	0.0065
7×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.2	9.2	11.5	0.012
7×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.2	9.6	12.0	0.011
7×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	11.5	14.0	0.011
7×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.5	13.0	16.0	0.010
7×4	1	0.8	0.05~0.15	1.5	14.5	17.5	0.0085
7×6	1	0.8	0.05~0.15	1.5	16.0	19.0	0.0070
7×10	2	1.0	0.05~0.15	1.7	20.5	25.0	0.0065
8×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	10.0	12.5	0.012
8×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	11.0	13.5	0.011
8×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	12.5	15.5	0.011
8×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.5	14.5	17.5	0.010
8×4	1	0.8	0.05~0.15	1.7	16.0	19.0	0.0085
8×6	1	0.8	0.05~0.15	1.7	18.0	21.0	0.0070
8×10	2	1.0	0.05~0.15	1.7	23.0	28.0	0.0065
10×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	11.5	14.5	0.012
10×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	12.5	15.0	0.011
10×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	14.0	17.0	0.011
10×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	16.5	19.5	0.010
10×4	1	0.8	0.05~0.15	1.7	18.5	21.5	0.0085
10×6	1	0.8	0.05~0.15	1.7	20.5	23.5	0.0070
10×10	2	1.0	0.05~0.15	1.7	26.0	31.5	0.0065
12×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	12.0	14.5	0.012
12×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	12.5	15.5	0.011
12×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	14.5	17.5	0.011
12×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	17.0	20.5	0.010
12×4	1	0.8	0.05~0.15	1.7	19.0	22.5	0.0085
12×6	1	0.8	0.05~0.15	1.7	21.0	24.5	0.0070
14×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	12.5	15.5	0.012
14×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	13.5	16.0	0.011
14×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	15.0	18.0	0.011
14×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	18.0	21.0	0.010
14×4	1	0.8	0.05~0.15	1.7	20.0	23.5	0.0085
14×6	1	0.8	0.05~0.15	1.7	22.0	25.5	0.0070
16×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	13.0	16.0	0.012
16×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	14.0	16.5	0.011
16×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.5	16.0	19.0	0.011
16×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	19.0	22.0	0.010
19×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	14.0	16.5	0.012
19×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.5	14.5	17.5	0.011
19×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	16.5	20.0	0.011
19×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	20.0	23.0	0.010
24×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.5	16.0	19.0	0.012
24×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	17.0	20.5	0.011
24×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	20.0	23.0	0.011

续表

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽铜 带厚度 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
24×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	23.0	26.5	0.010
27×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	16.0	19.0	0.012
27×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	17.5	20.5	0.011
27×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	20.0	23.5	0.011
27×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	23.5	27.0	0.010
30×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	17.0	20.0	0.012
30×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	18.0	21.5	0.011
30×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	21.0	24.0	0.011
30×2.5	1	0.8	0.05~0.15	1.7	24.5	28.0	0.010
37×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	18.5	21.5	0.012
37×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	19.5	22.5	0.011
37×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	22.5	26.0	0.011
37×2.5	1	0.8	0.05~0.15	2.0	26.5	30.0	0.010
44×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	20.5	24.0	0.012
44×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	21.5	25.0	0.011
44×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	25.0	29.0	0.011
44×2.5	1	0.8	0.05~0.15	2.0	30.0	34.5	0.010
48×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	21.0	24.0	0.012
48×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	22.0	25.5	0.011
48×1.5	1	0.7	0.05~0.15	1.7	25.5	29.5	0.011
48×2.5	1	0.8	0.05~0.15	2.0	30.5	35.0	0.010
52×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	21.5	24.5	0.012
52×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	22.5	26.0	0.011
52×1.5	1	0.7	0.05~0.15	2.0	26.0	30.0	0.011
52×2.5	1	0.8	0.05~0.15	2.2	31.5	36.0	0.010
61×0.75	1	0.6	0.05~0.15	1.7	22.5	26.0	0.012
61×1.0	1	0.6	0.05~0.15	1.7	24.0	27.5	0.011
61×1.5	1	0.7	0.05~0.15	2.0	28.5	32.5	0.011
61×2.5	1	0.8	0.05~0.15	2.2	34.0	38.5	0.010

表 11.4-6 KVVVP 型 450/750V 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制软电缆

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽单线 标称直径 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
4×0.5	3	0.6	0.15	1.2	8.6	10.5	0.013
4×0.75	3	0.6	0.15	1.2	9.0	11.0	0.011
4×1.0	3	0.6	0.15	1.2	9.4	11.5	0.010
4×1.5	3	0.7	0.15	1.2	10.0	12.5	0.010
4×2.5	3	0.8	0.20	1.5	12.5	15.0	0.009
5×0.5	3	0.6	0.15	1.2	9.0	11.0	0.013
5×0.75	3	0.6	0.15	1.2	9.6	11.5	0.011
5×1.0	3	0.6	0.15	1.2	10.0	12.0	0.010
5×1.5	3	0.7	0.15	1.2	11.0	13.5	0.010
5×2.5	3	0.8	0.20	1.5	13.5	16.0	0.009
7×0.5	3	0.6	0.15	1.2	9.8	11.5	0.013
7×0.75	3	0.6	0.15	1.2	10.0	12.5	0.011
7×1.0	3	0.6	0.15	1.2	10.5	13.0	0.010
7×1.5	3	0.7	0.15	1.5	12.5	15.0	0.010
7×2.5	3	0.8	0.20	1.5	15.0	17.5	0.009
8×0.5	3	0.6	0.15	1.2	10.5	13.0	0.013
8×0.75	3	0.6	0.15	1.2	11.0	13.5	0.011
8×1.0	3	0.6	0.15	1.5	12.5	15.0	0.010
8×1.5	3	0.7	0.20	1.5	14.0	17.0	0.010
8×2.5	3	0.8	0.20	1.5	16.5	19.0	0.009
10×0.5	3	0.6	0.15	1.5	12.0	14.5	0.013

续表

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽单线 标称直径 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
10×0.75	3	0.6	0.20	1.5	13.5	15.5	0.011
10×1.0	3	0.6	0.20	1.5	14.0	16.5	0.010
10×1.5	3	0.7	0.20	1.5	15.5	18.5	0.010
10×2.5	3	0.8	0.20	1.5	18.5	21.0	0.009
12×0.5	3	0.6	0.15	1.5	12.5	15.0	0.013
12×0.75	3	0.6	0.20	1.5	13.5	16.0	0.011
12×1.0	3	0.6	0.20	1.5	14.5	17.0	0.010
12×1.5	3	0.7	0.20	1.5	16.0	19.0	0.010
12×2.5	3	0.8	0.20	1.7	19.0	22.5	0.009
14×0.5	3	0.6	0.20	1.5	13.5	16.0	0.013
14×0.75	3	0.6	0.20	1.5	14.0	16.5	0.011
14×1.0	3	0.6	0.20	1.5	15.0	17.5	0.010
14×1.5	3	0.7	0.20	1.5	16.5	20.0	0.010
14×2.5	3	0.8	0.20	1.7	20.0	23.0	0.009
16×0.5	3	0.6	0.20	1.5	14.0	16.5	0.013
16×0.75	3	0.6	0.20	1.5	15.0	17.5	0.011
16×1.0	3	0.6	0.20	1.5	15.5	18.5	0.010
16×1.5	3	0.7	0.20	1.5	17.5	20.5	0.010
16×2.5	3	0.8	0.20	1.7	21.0	24.5	0.009
19×0.5	3	0.6	0.20	1.5	14.5	17.0	0.013
19×0.75	3	0.6	0.20	1.5	15.5	18.0	0.011
19×1.0	3	0.6	0.20	1.5	16.5	19.0	0.010
19×1.5	3	0.7	0.20	1.7	18.5	22.0	0.010
19×2.5	3	0.8	0.20	1.7	22.0	25.5	0.009
24×0.5	3	0.6	0.20	1.5	16.5	19.5	0.013
24×0.75	3	0.6	0.20	1.5	18.0	20.5	0.011
24×1.0	3	0.6	0.20	1.7	19.0	22.0	0.010
24×1.5	3	0.7	0.20	1.7	21.5	25.0	0.010
24×2.5	3	0.8	0.25	1.7	26.0	29.5	0.009
27×0.5	3	0.6	0.20	1.5	17.0	19.5	0.013
27×0.75	3	0.6	0.20	1.5	18.0	21.0	0.011
27×1.0	3	0.6	0.20	1.7	19.5	22.5	0.010
27×1.5	3	0.7	0.20	1.7	22.0	25.5	0.010
27×2.5	3	0.8	0.25	1.7	26.5	30.0	0.009
30×0.5	3	0.6	0.20	1.5	17.5	20.5	0.013
30×0.75	3	0.6	0.20	1.7	19.0	22.0	0.011
30×1.0	3	0.6	0.20	1.7	20.0	23.5	0.010
30×1.5	3	0.7	0.25	1.7	23.0	27.0	0.010
30×2.5	3	0.8	0.25	1.7	27.5	31.0	0.009
37×0.5	3	0.6	0.20	1.7	19.0	22.0	0.013
37×0.75	3	0.6	0.20	1.7	20.5	23.5	0.011
37×1.0	3	0.6	0.20	1.7	21.5	25.0	0.010
37×1.5	3	0.7	0.25	1.7	24.5	28.5	0.010
37×2.5	3	0.8	0.25	2.0	30.0	34.0	0.009
44×0.5	3	0.6	0.20	1.7	21.0	24.5	0.013
44×0.75	3	0.6	0.25	1.7	23.0	26.0	0.011
44×1.0	3	0.6	0.25	1.7	24.0	27.0	0.010
44×1.5	3	0.7	0.25	1.7	27.5	32.0	0.010
44×2.5	3	0.8	0.30	2.0	34.0	38.0	0.009
48×0.5	3	0.6	0.20	1.7	21.5	24.5	0.013

续表

芯数×标称截面 mm ²	导体种类	绝缘标称厚度 mm	屏蔽单线 标称直径 mm	护套 标称厚度 mm	平均外径, mm		70℃ 最小绝缘电阻 MΩ·km
					下限	上限	
48×0.75	3	0.6	0.25	1.7	23.5	26.5	0.011
48×1.0	3	0.6	0.25	1.7	24.5	28.0	0.010
48×1.5	3	0.7	0.25	1.7	28.0	32.0	0.010
48×2.5	3	0.8	0.30	2.0	34.5	38.5	0.009
52×0.5	3	0.6	0.20	1.7	22.0	25.0	0.013
52×0.75	3	0.6	0.25	1.7	24.0	27.0	0.011
52×1.0	3	0.6	0.25	1.7	25.0	29.0	0.010
61×0.5	3	0.6	0.25	1.7	23.5	27.0	0.013
61×0.75	3	0.6	0.25	1.7	25.0	28.5	0.011
61×1.0	3	0.6	0.25	1.7	26.5	30.5	0.010

(7) 性能要求及试验方法

参见下述标准:

GB 9330.1 塑料绝缘控制电缆 一般规定

GB 9330.2 塑料绝缘控制电缆 聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆

GB 2951 电线电缆 机械物理性能试验方法

GB 3048 电线电缆 电性能试验方法

GB 2952 电缆外护层

11.5 DCS 电缆、本安电缆、计算机控制电缆和耐火控制电缆

[根据天津安琪尔特种线缆有限公司产品样本(1998年)编写]

(1) 产品简介(表 11.5-1 至表 11.5-4)

表 11.5-1 集散型仪表信号电缆(DCS 电缆)

特点及用途	DCS 电缆为计算机控制电缆的升级换代产品, 主要特征在于每个线对(或三线组)均有单独屏蔽, 俗称“对屏”。对屏分镀锡铜线编织屏蔽、铝塑复合带绕包屏蔽、铜塑复合带绕包屏蔽三种。用于以计算机为主的控制系统, 尤其适用于 DCS 系统
执行标准	津 Q/12QT3091—1998, 等效采用英国 BS5308 标准
使用特性	交流额定电压 U_0/U : 300/500V 电缆最高工作温度: 聚乙烯绝缘 70℃; 交联聚乙烯绝缘 90℃; 低烟无卤阻燃聚烯烃绝缘 70℃; 辐照交联型 90℃和 125℃ 最低环境温度: 固定敷设: -40℃; 非固定敷设: -15℃ 安装敷设温度: 不低于 0℃ 电缆允许最小弯曲半径: 非铠装: 不小于电缆外径的 6 倍 铜带屏蔽或铠装: 不小于电缆外径的 12 倍
主要技术指标	工作电容: $\leq 90\text{pF/m}$ 电容不平衡: $\leq 1\text{pF/m}$ 电感/电阻: $\leq 25\mu\text{H}/\Omega$ 屏蔽抑制系数: ≤ 0.01 20℃时绝缘电阻: $\geq 5000\text{M}\Omega\cdot\text{km}$ (阻燃型 $\geq 1000\text{M}\Omega\cdot\text{km}$) 试验电压: 2000V/1min 阻燃特性: A 类 (按 GB12666.5—90 试验)

表 11.5-2 本安防爆电路用 DCS 电缆

特点及用途	为低电容、低电感 DCS 电缆, 具有优异的屏蔽性能和抗干扰性能, 因此防爆安全性明显高于一般 DCS 电缆和计算机控制电缆。用于爆炸危险场合及其他防爆安全要求较高的场合
执行标准	津 Q/12QT3091—1998, 等效采用英国 BS5308 标准
使用特性	同 DCS 电缆

续表

主要技术指标	工作电容: $\leq 80\text{pF/m}$ 电容不平衡: $\leq 1\text{pF/m}$ 分布电感: $\leq 0.6\mu\text{H/m}$ 电感/电阻: $\leq 25\mu\text{H}/\Omega$ 电磁干扰感应电压 (干扰磁场 400A/m): $\leq 5\text{mV}$ 静电感应电压 (静电电压 20kV): $\leq 1\text{V}$ 辐射场透入强度 (干扰场 200MHz , 120dB): $\leq 66\text{dB}$ 20°C 时绝缘电阻: $\geq 5000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ (阻燃型 $\geq 1000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$) 试验电压: $2000\text{V}/1\text{min}$ 阻燃特性: A 类 (按 GB12666.5—90 试验)
--------	--

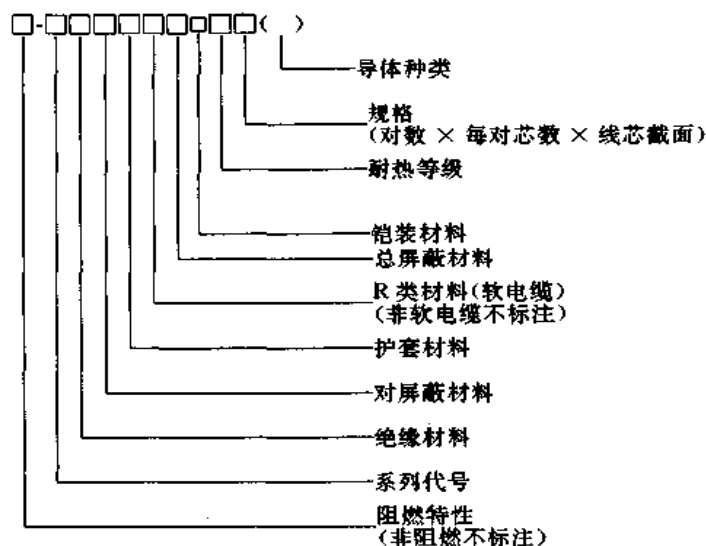
表 11.5-3 计算机控制电缆

特点及用途	用于连接计算机外围设备主生产现场, 以及各种电器、仪表、自动装置等需要的屏蔽控制电缆																							
执行标准	津 Q/12QT3101—1998																							
使用特性	额定电压: 交流 250V 导体线芯最高工作温度: 聚乙烯绝缘 70℃; 交联聚乙烯绝缘 90℃; 低烟无卤阻燃聚烯烃绝缘 70℃; 辐照交联型 90℃和 125℃ 最低环境温度: 固定敷设: -40℃; 非固定敷设: -15℃ 电缆允许弯曲半径: 不小于电缆外径的 6 倍, 铜带屏蔽或铠装的不小于电缆外径的 12 倍																							
主要技术指标	20℃时绝缘电阻: $\geq 25\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ 20℃时导体直流电阻: $\leq \Omega/\text{km}$ <table><tr><td>截面, mm^2</td><td>0.5</td><td>0.75</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>单根导体</td><td>36.0</td><td>24.5</td><td>18.1</td><td>12.1</td><td>7.41</td></tr><tr><td>多股绞合导体</td><td>39.0</td><td>26.0</td><td>19.5</td><td>13.3</td><td>7.98</td></tr></table> 屏蔽抑制系数: ≤ 0.01 试验电压: 2000V/1min 阻燃特性: A 类 (按 GB12666.5—90 试验)						截面, mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	单根导体	36.0	24.5	18.1	12.1	7.41	多股绞合导体	39.0	26.0	19.5	13.3	7.98
截面, mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5																			
单根导体	36.0	24.5	18.1	12.1	7.41																			
多股绞合导体	39.0	26.0	19.5	13.3	7.98																			

表 11.5-4 耐火控制电缆

特点及用途	具有较高的耐火能力, 经受火焰直接燃烧的情况下, 在一定时间内不发生短路和断路故障。因此, 在火灾发生时, 有利于灭火及减少损失。适用于火灾危险性较大, 消防安全重要性较高的场合																															
执行标准	津 Q/12QT3127—1998, 等效采用 IEC331 标准																															
使用特性	交流额定电压 U_0/U : 450/750V 导体线芯最高长期允许工作温度及最低环境温度: 聚氯乙烯绝缘及护套—25~70℃和—15~105℃二种; 交联聚乙烯绝缘—15~90℃; 低烟无卤阻燃聚烯烃绝缘—15~70℃; 辐照交联型—15~90℃和—15~125℃二种 安装敷设温度: 不低于 0℃ 电缆允许弯曲半径: 不低于电缆外径的 8 倍, 铠装电缆应不低于电缆外径的 12 倍																															
主要技术指标	20℃时导体直流电阻: $\leq \Omega/\text{km}$ <table><tr><td>截面, mm^2</td><td>0.5</td><td>0.75</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.5</td><td>4.0</td><td>6.0</td></tr><tr><td>单股导体</td><td>36.0</td><td>24.5</td><td>18.1</td><td>12.1</td><td>7.41</td><td>4.61</td><td>3.08</td></tr><tr><td>多股绞合导体</td><td>39.0</td><td>26.0</td><td>19.5</td><td>13.3</td><td>7.98</td><td>4.95</td><td>3.30</td></tr></table> 试验电压: 3.0kV/1min 绝缘电阻: $\geq 1000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ 耐火特性: ①符合 IEC331 规定: 火焰温度 750℃, 电压 500V, 燃烧 3 小时, 冷却时间 12 小时, 3A 保险丝不熔断 ②符合 GB12666.5—90 规定: 火焰温度 1000℃, 电压 500V, 燃烧 90 分钟, 3A 保险丝不熔断 (A 类) 阻燃特性: A 类 (按 GB12666.5—90 试验)								截面, mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4.0	6.0	单股导体	36.0	24.5	18.1	12.1	7.41	4.61	3.08	多股绞合导体	39.0	26.0	19.5	13.3	7.98	4.95	3.30
截面, mm^2	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4.0	6.0																									
单股导体	36.0	24.5	18.1	12.1	7.41	4.61	3.08																									
多股绞合导体	39.0	26.0	19.5	13.3	7.98	4.95	3.30																									

(2) 型号说明



(3) 代号名称及含义 (表 11.5-5)

表 11.5-5 代号名称和含义

项目	代号	代号含义	项目	代号	代号含义
阻燃特性	/	非阻燃可省略	屏蔽材料	P	镀锡铜线或铜线编织
	ZA	普通阻燃		P _L	铝塑复合带
	ZB	低烟低卤阻燃		P ₂	铜带或铜塑复合带
	ZC	低烟无卤阻燃	铠装材料	22	钢带
系列代号	J	集散型仪表信号电缆 (DCS 电缆)		32	钢丝
	IJ	本安电路用 DCS 电缆	耐热等级	70	最高工作温度 70℃, 可省略
	JK	计算机控制电缆		90	最高工作温度 90℃
	TK	耐火控制电缆		105	最高工作温度 105℃
绝缘材料 ^①	Y	聚乙烯或阻燃聚乙烯		200	最高工作温度 200℃
	Y _J	交联聚乙烯		260	最高工作温度 260℃
	B	聚丙烯	导体种类 ^②	A	单股导体
	V	聚氯乙烯		B	7 股绞合导体 (A、B 两种在规格后括号中表示)
	Y _D	低烟无卤阻燃聚烯烃 (Y _{DJ} 辐照交联型)		R	多股绞合导体
	V _D	低烟低卤阻燃聚氯乙烯	推荐规格		对数 × 每对芯数 × 导体线芯标称截面 (mm ²)
	F	聚全氟乙丙烯 (200℃) 可熔性聚四氟乙烯 PFA (260℃)			对数: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24
护套材料 ^③	Y	耐光热聚乙烯			每对芯数: 2, 3
	V	聚氯乙烯			导体线芯截面: 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 2.5
	V _D	低烟低卤阻燃聚氯乙烯			
	Y _D	低烟无卤阻燃聚烯烃			
	F	聚全氟乙丙烯 (200℃) 可熔性聚四氟乙烯 PFA (260℃)			

①DCS 电缆 (J、IJ) 常用 Y、YB、Y_D, 控制电缆 (JK、TK) 常用 V、V_D、Y_D。

②控制电缆 (JK、K) 无 Y, 导体种类无 B。JK 的结构型式 T——单根成缆, D——对绞成缆。

③控制电缆 (JK、TK) 无 B 类导体。

(4) 标记示例

①铜芯聚丙烯绝缘, 阻燃 105℃, 聚氯乙烯护套, 镀锡铜线编织对屏和总屏, 铜带铠装 DCS 软电缆, 有 12 个线对, 导体线芯截面为 1.5mm², 型号为:

ZA-JBPVRP₂₂-105 12×2×1.5

②铜芯聚丙烯绝缘, 阻燃 105℃, 聚氯乙烯护套, 铝塑复合带对屏, 铜线编织总屏, 本安型 DCS 电缆, 导体线芯截面 1.5mm², 2 对, 型号为:

线芯采用单股铜线: ZA-IJBP_LVP-105 2×2×1.5 (A)

线芯采用 7 股绞线: ZA-IJBP_LVP-105 2×2×1.5 (B)

③聚氯乙烯绝缘和护套, 铝塑复合带总屏蔽, 计算机控制软电缆, 10 芯, 线芯为多股绞合导体, 结构为单根式成缆, 线芯截面 1.0mm^2 , 型号为:

JKVVRP_L (T) 10×1.0

④铜芯氟塑料绝缘和护套, 铜线编织屏蔽, 耐火软电缆, 5 芯, 多股铜导体, 线芯截面为 2.5mm^2 , 型号为:

TKFFRP-200 5×2.5

(5) 结构尺寸及参考重量 (表 11.5-6 和表 11.5-7)

这里仅介绍铜芯聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套、对屏和总屏型 DCS 电缆, 其他从略。

表 11.5-6 JYPVP, JYPVRP, JYPLVP_L, JYPLVRP_L, JYP₂VP₂, JYP₂VRP₂ (对绞式)

对数×2×标称截面	线芯结构 (根数/直径) mm			最大外径 mm			参考重量 kg/km		
	A	B	R	JYPV(R)P	JYPLV(R)P _L	JYP ₂ V(R)P ₂	JYPV(R)P	JYPLV(R)P _L	JYP ₂ V(R)P ₂
1×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	7.8	7.1	8.4	73	45	50
1×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	8.6	8.0	9.0	85	55	60
1×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	9.0	8.5	9.4	95	63	69
1×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	9.6	9.0	9.8	106	72	78
1×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	10.2	9.3	10.2	115	79	86
1×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	11.3	10.5	11.2	149	109	117
2×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	16.9	15.4	18.6	175	117	230
2×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	18.3	16.8	19.6	205	144	275
2×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	19.3	17.6	20.6	234	165	310
2×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	20.6	19.0	21.5	263	190	342
2×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	21.0	19.8	22.4	287	211	373
2×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	22.7	21.5	24.3	388	291	478
3×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	17.8	16.3	19.3	211	146	245
3×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	19.3	17.8	20.4	256	183	199
3×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	20.4	18.6	21.6	290	212	360
3×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	21.9	19.7	22.7	328	244	395
3×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	22.3	20.8	23.5	360	271	434
3×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	24.7	23.5	25.5	503	419	605
4×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	19.8	17.7	21.8	258	182	314
4×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	21.1	19.4	23.0	314	229	373
4×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	22.3	20.2	24.2	359	267	427
4×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	23.9	21.7	25.4	419	309	483
4×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	24.9	23.5	26.4	486	354	536
4×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	27.0	25.7	28.6	651	499	710
5×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	21.6	19.6	23.3	308	221	369
5×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	23.0	21.1	24.6	387	277	439
5×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	24.4	22.6	26.0	468	334	514
5×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	26.7	23.8	27.4	532	386	580
5×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	27.1	25.3	28.6	584	432	640
5×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	29.6	28.1	31.3	793	610	876
7×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	23.4	21.5	24.8	398	282	445
7×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	25.0	23.2	26.5	516	367	552
7×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	27.1	24.8	28.0	592	432	643
7×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	28.9	26.2	29.6	674	503	726
7×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	29.6	27.9	31.1	753	561	799
7×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	32.6	31.2	34.1	1024	814	1095
8×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	25.1	22.9	26.3	485	336	520
8×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	27.4	25.3	28.3	595	427	614
8×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	29.2	26.7	29.8	691	504	738
8×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	31.2	28.3	31.6	789	585	831

续表

对数×2×标称截面	线芯结构 (根数/直径) mm			最大外径 mm			参考重量 kg/km		
	A	B	R	JYPV(R)P	JYPLV(R)PL	JYP ₂ V(R)P ₂	JYPV(R)P	JYPLV(R)PL	JYP ₂ V(R)P ₂
8×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	31.8	31.2	33.4	867	664	929
8×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	35.1	33.7	36.5	1210	950	1257
10×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	30.1	26.8	30.4	621	431	653
10×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	32.2	29.6	33.4	761	553	805
10×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	34.7	31.6	34.9	873	654	935
10×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	37.3	33.7	36.9	1012	756	1050
10×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	38.0	35.7	39.2	1115	863	1210
10×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	41.5	39.9	43.2	1540	1227	1620
12×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	31.0	27.9	31.4	691	487	747
12×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	33.2	31.1	34.4	852	628	920
12×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	35.8	32.6	36.0	999	742	1044
12×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	38.5	34.5	38.7	1143	865	1182
12×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	39.2	37.0	41.0	1360	984	1420
12×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	42.9	41.5	45.0	1852	1410	1916
14×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	32.7	28.8	33.2	778	561	824
14×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	35.4	32.5	36.0	977	714	1005
14×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	37.7	33.8	37.8	1210	845	1233
14×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	40.6	35.9	40.9	1381	1002	1351
14×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	41.3	39.1	42.9	1540	1121	1634
14×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	45.2	43.9	47.7	2095	1628	2059
16×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	34.4	31.7	35.3	868	631	897
16×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	37.3	34.0	37.9	1112	806	1123
16×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	39.7	35.8	40.4	1351	970	1397
16×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	42.7	38.1	43.1	1544	1120	1516
16×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	43.5	40.4	44.9	1702	1252	1680
16×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	47.4	44.9	50.0	2328	1825	2325
19×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	36.2	33.0	36.0	1003	725	1064
19×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	39.3	35.1	39.5	1333	944	1289
19×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	41.9	38.0	41.1	1558	1117	1534
19×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	45.1	40.3	44.3	1767	1293	1757
19×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	45.9	42.5	46.8	1948	1468	1936
19×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	50.9	46.6	51.6	2673	2118	2665
24×2×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	42.8	37.9	42.6	1398	958	1322
24×2×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	45.9	40.9	46.7	1723	1245	1693
24×2×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	49.1	44.2	42.8	1988	1469	1974
24×2×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	53.5	47.1	52.4	2277	1717	2246
24×2×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	54.5	49.6	54.7	2513	1913	2478
24×2×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	59.8	55.4	60.4	3434	2755	3419

注：铠装电缆外径增加 4.0mm 即可。

表 11-5-7 JYPVP, JYPVRP, JYPLVP_L, JYPLVRP_L, JYP₂VP₂, JYP₂VRP₂ (三线组)

组数×3×标称截面	线芯结构 (根数/直径) mm			最大外径 mm			参考重量 kg/km		
	A	B	R	JYPV(R)P	JYPLV(R)PL	JYP ₂ V(R)P ₂	JYPV(R)P	JYPLV(R)PL	JYP ₂ V(R)P ₂
1×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	8.2	7.6	7.8	83	54	59
1×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	8.8	8.2	8.5	99	67	72
1×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	9.4	8.8	9.0	110	78	84
1×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	9.6	9.2	9.4	125	90	96

续表

组数×3×标 称截面	线芯结构 (根数/直径) mm			最大外径 mm			参考重量 kg/km		
	A	B	R	JYPV(R)P	JYPLV(R)P ₁	JYP ₂ V(R)P ₂	JYPV(R)P	JYPLV(R)P ₁	JYP ₂ V(R)P ₂
1×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	10.2	9.8	9.6	137	100	107
1×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	11.8	11.2	11.5	184	143	152
2×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	17.7	16.2	18.9	207	145	262
2×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	19.9	17.6	20.4	253	184	309
2×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	20.9	18.8	21.8	287	214	349
2×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	22.0	19.7	23.0	323	245	389
2×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	23.1	21.0	24.5	369	276	435
2×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	26.1	23.8	27.0	524	400	583
3×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	18.7	17.1	20.1	254	184	303
3×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	21.0	18.6	21.8	314	236	373
3×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	22.1	19.8	22.6	361	276	426
3×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	23.4	21.3	24.3	422	321	480
3×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	24.5	22.4	25.3	496	343	522
3×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	27.8	25.3	28.5	673	531	741
4×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	20.9	19.5	22.0	313	231	368
4×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	23.1	20.9	23.8	400	297	454
4×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	24.3	22.1	25.0	487	360	540
4×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	25.6	23.2	26.3	555	418	605
4×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	27.5	24.9	27.9	615	471	675
4×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	30.4	27.7	30.7	852	681	920
5×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	22.7	20.6	23.8	386	281	433
5×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	25.1	22.7	25.9	510	372	575
5×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	26.6	24.4	27.4	585	440	642
5×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	28.6	25.6	28.8	666	512	723
5×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	30.0	27.1	30.3	752	577	806
5×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	33.3	30.7	34.1	1036	844	1114
7×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	24.7	22.4	25.8	514	373	551
7×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	27.3	25.0	28.0	643	483	690
7×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	29.5	26.5	29.7	754	572	805
7×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	31.1	28.1	30.8	864	670	915
7×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	32.7	29.6	32.8	962	766	1030
7×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	36.8	33.6	37.1	1440	1116	1427
8×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	26.5	24.1	27.0	592	434	636
8×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	29.8	26.8	29.9	752	563	795
8×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	31.6	28.6	31.6	872	676	932
8×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	33.5	30.2	33.2	1000	793	1062
8×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	35.2	32.4	35.7	1132	894	1186
8×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	39.7	36.7	40.2	1670	1322	1666
10×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	31.9	28.9	32.2	758	562	815
10×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	35.4	31.6	35.1	966	728	1018
10×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	37.9	33.6	37.4	1204	864	1182
10×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	40.1	35.6	39.2	1369	1025	1359
10×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	42.2	38.6	41.8	1546	1159	1521
10×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	47.1	42.5	46.1	2124	1699	2120
12×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	32.8	29.7	32.4	848	638	909
12×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	36.5	32.6	35.8	1169	831	1143
12×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	39.1	34.6	37.9	1351	1002	1344
12×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	41.4	36.8	40.0	1569	1173	1533
12×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	43.6	39.3	42.7	1741	1328	1716
12×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	48.7	43.9	47.0	2413	1959	2412
14×3×0.5	1/0.80	7/0.30	19/0.18	34.6	31.2	34.4	1051	727	1047
14×3×0.75	1/0.97	7/0.37	19/0.23	38.8	34.3	37.5	1316	963	1302
14×3×1.0	1/1.13	7/0.43	19/0.26	41.2	37.0	40.5	1540	1143	1515
14×3×1.25	1/1.26	7/0.48	19/0.29	43.6	39.1	42.7	1770	1339	1730
14×3×1.5	1/1.38	7/0.52	19/0.32	45.9	41.4	44.9	1971	1534	1956
14×3×2.5	1/1.78	7/0.68	19/0.41	51.3	46.2	49.9	2744	2248	2756

注: 铠装电缆外径增加 4.0mm 即可。

11.6 英制线规对照表 (表 11.6)

表 11.6 英制线规对照表

英制线规			线 径	英制线规			线 径
B. W. G.	S. W. G.	A. W. G. (B. S.)	mm	B. W. G.	S. W. G.	A. W. G. (B. S.)	mm
5/0	7/0		12.70	20			0.8890
	6/0		11.79	21	21	20	0.8128
		4/0	11.68			21	0.7230
4/0			11.53	22	22		0.7112
	5/0		10.97			22	0.6430
3/0			10.80	23			0.6350
		3/0	10.40		23		0.6096
	4/0		10.16			23	0.5740
2/0			9.65	24	24		0.5588
	3/0		9.45			24	0.5106
		2/0	9.27	25	25		0.5080
	2/0		8.84	26	26		0.4572
0			8.64			25	0.4547
		0	8.25		27		0.4166
	0		8.23	27			0.4064
1	1		7.62			26	0.4039
		1	7.35		28		0.3759
2			7.21			27	0.3606
	2		7.01	28			0.3556
3			6.58		29		0.3454
		2	6.54	29			0.3302
	3		6.40			28	0.3200
4			6.04		30		0.3150
	4		5.89	30			0.3048
		3	5.827		31		0.2946
5			5.588			29	0.2870
	5		5.385		32		0.2743
		4	5.189	31	33	30	0.2540
6			5.156		34		0.2337
	6		4.877	32			0.2286
		5	4.621			31	0.2261
7			4.572		35		0.2134
	7		4.470	33			0.2032
8			4.191			32	0.2007
		6	4.115		36		0.1930
	8		4.064			33	0.1803
9			3.759	34			0.1778
	9	7	3.658		37		0.1727
10			3.404			34	0.1600
	10	8	3.251		38		0.1524
11			3.048			35	0.1422
	11		2.946		39		0.1321
		9	2.900	35		36	0.1270
12			2.769		40		0.1219
	12		2.642		41	37	0.1118
		10	2.591	36	42	38	0.1016
13			2.413		43		0.0914
	13		2.237			39	0.0889
		11	2.210		44		0.0813
14			2.108			40	0.0787
		12	2.057		45	41	0.0711
	14		2.032			42	0.0633
15	15	13	1.829		46		0.0610
16			1.651			43	0.0564
	16	14	1.626		47		0.0508
17			1.473			44	0.0502
		15	1.448			45	0.0447
	17		1.422		48		0.0406
		16	1.295			46	0.0398
18			1.245			47	0.0355
	18		1.219			48	0.0316
		17	1.143		49		0.0305
19			1.067			49	0.0281
	19	18	1.016		50		0.0254
	20	19	0.9144			50	0.0251

注: B. W. G——伯明翰铁线线规。

S. W. G——英国标准线规。

A. W. G——美国线规 (即布朗、夏普线规)。

12. 其 他

12.1 美国本特利公司旋转机械状态监测系统

[根据美国本特利内华达公司传感器、监测器系统产品说明 (1997 年) 编写]

12.1.1 电涡流传感器系统

电涡流传感器系统由三个部分组成：一个探头并带有一根同轴电缆，一根延伸电缆，一个相应的前置器。
探头外形和尺寸见图 12.1.1。

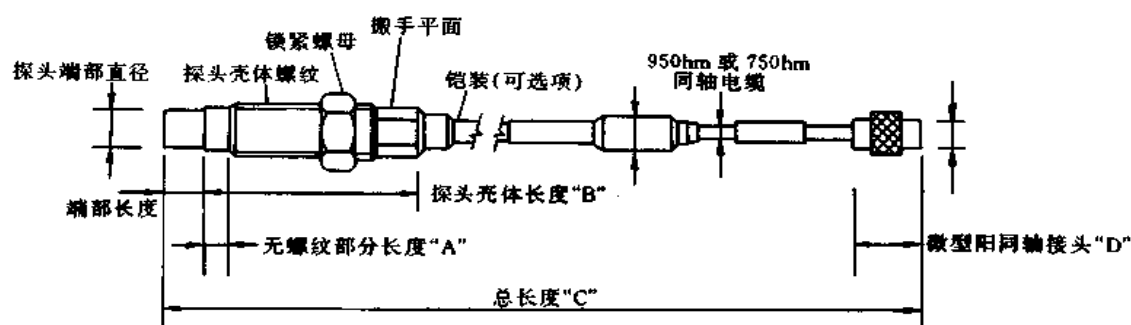


图 12.1.1 探头外形和尺寸示意图 (标准安装式)

12.1.1.1 7200 系列 5mm、8mm 探头、延伸电缆和前置器

(1) 探头

7200 系列 5mm、8mm 探头的订货号为：

型 号 A B C D
□ □ □ □ □ - □ □ - □ □ - □ □ - □ □

型号由五位数字组成 (见表 12.1.1.1-1)，A、B、C、D 为选项 (见表 12.1.1.1-2)。

表 12.1.1.1-1 7200 系列 5mm、8mm 探头型号说明

型 号	头 部	壳 体		
	直径	类型	螺纹	铠装选择
* 21500-	5mm	标准	1/4-28	无
* 21501-	5mm	标准	1/4-28	有 (不锈钢)
21504-	8mm	标准	3/8-24	无
21505-	8mm	标准	3/8-24	有 (不锈钢)
21508-02-12	8mm	反装	3/8-24	无
22810-	8mm	标准	M10×1	有 (不锈钢)
22811-	8mm	标准	M10×1	无
* 22812-	5mm	标准	M8×1	有 (不锈钢)
* 22813-	5mm	标准	M8×1	无

* 所有 M8×1 探头的最大探头壳体总长度为 250mm；对 1/4-28 探头而言是 4inch，而 5mm 探头的最大总长为 1 米。

表 12.1.1.1-2 7200 系列 5mm、8mm 探头选项说明

A 无螺纹长度选项 ^①			B 探头壳体长度选项			C 总长选项 ^②			D 接头选项		
公制	最长	23 = 230mm	公制	最长	25 = 250mm	公制或英制均有四种选择: 05 = 0.5m 10 = 1.0m 50 = 5.0m 90 = 9.0m 如探头本身带有 5.0m 或 9.0m 电缆, 则不必再加延伸电缆			公制或英制均有两种选择: 00 = 不带接头 02 = 带有微型同轴阳接头		
	最短	00 = 0mm		最短	02 = 20mm						
	递增间距	10mm		递增间距	10mm						
英制	最长	88 = 8.8in	英制	最长	96 = 9.6in						
	最短	00 = 0in		最短	08 = 0.8in						
	递增间距	0.4in		递增间距	0.4in						

①无螺纹长度至少比壳体长度短 0.8in (20mm)。

②延伸电缆的物理长度等于电长度, 误差为±10%。

订货号示例: 22810-02-04-05-02

22810 —— 公制螺纹 M10×1, 带铠装, 8mm 标准探头

02(A) —— 无螺纹长度为 20mm

04(B) —— 壳体长度为 40mm

05(C) —— 总长为 0.5m

02(D) —— 带有微型同轴阳接头

(2) 延伸电缆 (表 12.1.1.1-3)

表 12.1.1.1-3 7200 系列 5mm、8mm 探头延伸电缆型号和选项说明

订 货 号	型 号	A 电缆长度选项	B 铠装选项
A B 21747-□□□-□□	21747	040 = 4.0m (157in)	00 = 无铠装
		045 = 4.5m (177in)	01 = 有铠装
		080 = 8.0m (315in)	
		085 = 8.5m (335in)	

订货号示例: 21747-040-01 为 4m 长有铠装延伸电缆。

(3) 前置器 (表 12.1.1.1-4)

表 12.1.1.1-4 7200 系列 5mm、8mm 探头前置器型号和选项说明

订 货 号	型 号	说 明
型 号 A □□□□□-□□	18745	03 传感器系统总长为 5m 者选用
		04 传感器系统总长为 9m 者选用

选购时要注意, 每一传感器的总长必须是 5m 或 9m, 例如探头带 1m 长电缆, 则必须选 4m 或 8m 长的延伸电缆, 而不能选 4.5m 或 8.5m 的延伸电缆。

(4) 传感器技术规格 (表 12.1.1.1-5)

表 12.1.1.1-5 7200 系列 5mm、8mm 传感器技术规格

(表中的数据是在电源为-24VDC, 负载为 10kΩ, 观测对象为 4140 铜, 温度为+22℃条件下得到的)

输入	电源	-17.5VDC 到 -26VDC, 最大电流 12mA
	电缆长度	测量器和监测器之间最大电缆长度为 305m (1000ft)
输出	线性范围	2.0mm (80/mils), 约从探头表面 0.25mm (10mils) 处开始
	灵敏度	200mV/mil (7.87V/μm)
	线性度	在 200mV/mil 直线的±20μm (0.8mils) 范围之内
	频率响应	0 到 10kHz
	温度灵敏度	在 65℃时, 灵敏度有±3%的变化
环境限制	观测对象最小尺寸	直径为 15mm (0.6in)
	运行温度	前置器: -51℃到+100℃ 探头和延伸电缆: -34℃到+177℃
	相对湿度	到 100%
	系统重量	0.59kg
批准	用于危险地道	可以由北美和欧洲批准机构批准, (订货时, 可说明需不需要批准)

12.1.1.2 7200 系列 11mm、14mm 探头、延伸电缆和前置器

(1) 探头

7200 系列 11mm、14mm 探头的订货号为:

型 号 A B C D
□□□□-□□-□□-□□-□□

型号和选项说明见表 12.1.1.2-1 和表 12.1.1.2-2。

表 12.1.1.2-1 7200 系列 11mm、14mm 探头型号说明

型号	头部	壳 体			型号	头部	壳 体		
	直径	类型	螺纹	铠装选择		直径	类型	螺纹	铠装选择
19048-	11mm	标准	1/2"-20	无	29776-	11mm	反装	3/8"-24	无
24798-	11mm	标准	1/2"-20	有	81723-	14mm	标准	5/8"-18	无
26179-	11mm	标准	M14-1.5	无	81724-	14mm	标准	M16-1.5	无
26180-	11mm	标准	M14-1.5	有	83936-	14mm	标准	5/8"-18	有

表 12.1.1.2-2 7200 系列 11mm、14mm 探头选项说明

A 无螺纹长度选项				B 壳体长度选项				C 总长选项				D 接头选项	
公制	最长	21 = 210mm		公制	最长	24 = 240mm		11mm 探头 公、英制均有 四种选择: 05 = 0.5m 10 = 1.0m 50 = 5.0m 90 = 9.0m	14mm 探头 公、英制均有 三种选择: 10 = 1.0m 50 = 5.0m 90 = 9.0m	公、英制均有两种选择: 00 = 不带接头 02 = 带微型同轴阳接头			
	最短	00 = 0mm			最短	03 = 30mm							
	递增间距	10mm			递增间距	10mm							
英制	最长	11mm 探头 80 = 8in	14mm 探头 87 = 8.7in	英制	最长	95 = 9.5in							
	最短	00 = 0in			最短	10 = 1.0in							
	递增间距	0.5in			递增间距	0.5in		如选 5m 或 9m, 则不需要 延伸电缆					

注: 对于英制 11mm 探头, 如果 C 选项为 0.5m, 则壳体最大长度为 6.5in。

(2) 延伸电缆 (表 12.1.1.2-3)

表 12.1.1.2-3 7200 系列 11mm、14mm 探头延伸电缆型号和选项说明

订 货 号	型 号		A 电缆长度选项		B 铠装选项
型 号 □□□□ A B -□□□-□□	11mm 探头	24710	11mm 探头	040 = 4.0m 045 = 4.5m 080 = 8.0m 085 = 8.5m	00 = 无铠装 01 = 有铠装
	14mm 探头	81305	14mm 探头	040 = 4.0m 080 = 8.0m	

(3) 前置器 (表 12.1.1.2-4)

表 12.1.1.2-4 7200 系列 11mm、14mm 探头前置器型号和选项说明

订 货 号	型 号	A 选 项
型 号 A □□□□□-□□	11mm 探头 19049	03 传感器系统全长为 5m 者选用 04 传感器系统全长为 9m 者选用
	14mm 探头 81725	01 传感器系统全长为 5m 者选用 02 传感器系统全长为 9m 者选用

(4) 传感器技术规格 (表 12.1.1.2-5)

表 12.1.1.2-5 7200 系列 11mm、14mm 传感器技术规格

(表中的数据与 7200 5mm、8mm 探头一样, 是在同样条件下得到的)

输入	电源	-18VDC 到 -24VDC, 最大电流 13mA
	电缆长度	监测器和前置器之间最大电缆长度为 305m (1000ft)
输出	线性范围	4.1mm (160mils), 约从探头表面 1.0mm (11mm 探头)、0.5mm (14mm 探头) 处开始
	灵敏度	100mV/mil (3.94V/ μ m)
	线性度	在 100mV/mil 直线的 4.5mils (0.1mm) 范围之内
	频响	0 到 10kHz
	温度灵敏度	11mm: 在 65°C, 间隔为 120mils (3.05mm) 时, 其改变一般为满量程的 5% 14mm: 在 65°C, 间隔为 100mils (2.5mm) 时, 其改变为满量程的 5%
环境限制	观测对象最小直径	11mm: 33mm (1.3in) 14mm: 42mm (1.7in)
	运行温度	前置器: -51~+100°C 探头和延伸电缆: -34~+177°C
	相对湿度	到 100%
	系统重量	0.59kg (1.3lbs)

12.1.1.3 3300 系列 5mm、8mm 探头、延伸电缆和前置器

(1) 探头 (表 12.1.1.3-1)

表 12.1.1.3-1 3300 系列 5mm、8mm 探头型号和选项说明

订 货 号	型 号	头 部	壳 体			选 项 说 明				
		直径	类型	螺纹	铠装选择	A 无螺 纹长度	B 壳体 长度	C 总长	D 接头	E 批准机构选项
型 号 □□□□□- A B C □□-□□-□□- D E □□-□□	330101-	8mm	标准	3/8"-24	无	除英制 A、B 选项中递增间距为 0.1in 外, A、B、C、D 四个选项与 7200 系列 5mm、8mm 探头选项完全一样, 参见表 12.1.1.1-2。 注意: 无螺纹长度比壳体长度至少要不小 20mm (0.8in)				00 = 不需要 05 = 多个机构批准
	330102-	8mm	标准	3/8"-24	有					
	330171-	5mm	标准	1/4"-20	无					
	330172-	5mm	标准	1/4"-28	有					
	330103-	8mm	标准	M10×1	无					
	330104-	8mm	标准	M10×1	有					
	330173-	5mm	标准	M8×1	无					
	330174-	5mm	标准	M8×1	有					
	330105-02-12	8mm	反装	3/8"-24	无					
	330106-05-30	8mm	反装	M10×1	无					

(2) 延伸电缆 (表 12.1.1.3-2)

表 12.1.1.3-2 3300 系列 5mm、8mm 探头延伸电缆型号和选项说明

订 货 号	型 号	A 电缆长度选项	B 铠装选项	C 批准机构选项
型 号 □□□□□- A B C □□□-□□-□□	330130	040 = 4.0m 045 = 4.5m 080 = 8.0m 085 = 8.5m	00 = 无铠装 01 = 不锈钢铠装	00 = 不需要 05 = 多个机构批准

(3) 前置器 (表 12.1.1.3-3)

表 12.1.1.3-3 3300 系列 5mm、8mm 探头前置器型号和选项说明

订 货 号	型 号	A 对所选系统总长的选项	B 批准机构选项
型 号 □ □ □ □ □ □ A B □ □ - □ □	330100	5□ = 5m, 系统总长为 5m 者选用 9□ = 9m, 系统总长为 9m 者选用	0□ = 不需要 05 = 多个机构批准

(4) 传感器技术规格 (表 12.1.1.3-4)

表 12.1.1.3-4 传感器技术规格

电 特 性	电源	-23VDC 到 -26VDC, 最大电流 12mA
	电缆长度	监测器与前置器之间最大长度为 305m (1000fe)
	线性范围	2mm (80mils), 约从距观测对象 0.25mm 处开始
	推荐的间隙设置	1.27mm (50mils)
	灵敏度	200mV/mil (7.87mV/ μ m)
	线性度	相对于最佳直线, 偏离小于 $\pm 25\mu$ m (± 1 mil)
	探头温度的稳定性	在 +22°C ~ 177°C 范围内, 灵敏度在 7.87mV/ μ m (200mV/mil) $\pm 10\%$ 范围之内, 偏离最佳直线也在 $\pm 276\mu$ m (± 3 mils) 之内
	频响	0 到 8kHz
	最小观测对象尺寸	直径为 17.8mm (0.7in)
	轴的最小直径	由 X、Y 安装方式的探头测量, 其直径最小为 51mm (2in)
机 械 特 性	电特性分类	对于欧洲, 符合 CE 的标准。在危险地区使用, 已被北美的 CSA/NRTL/C 以及欧洲的 BASEEFA/CENELEC 等多家机构批准
	CSA/NRTL/C	1 级; 1 和 2 区, A、B、C 和 D 组; 1 级; 1 和 2 区, E、F 和 G 组
	BASEEFA/CENELEC	0, 1 和 2 区; 1A, 1B 和 1C 组
环 境 限 制	抗拉强度	从探头到延伸电缆, 最大为 34kg
	系统总重	0.59kg
	运行温度	前置器: -51 ~ +160°C 探头及延伸电缆: -34 ~ +177°C
	相对湿度	到 100%
	探头压力额定值	在探头端部和壳体之间可承受 689.5kPa (100psi) 压差

注: 系统总长只能是 5m 或 9m。同时, 7200 5mm、8mm 的探头, 延伸电缆, 前置器与 7200 11mm、14mm 以及 3300 5mm、8mm 的探头延伸电缆、前置器不能互换; 7200 11mm、14mm 之间也不能互换。

12.1.2 3300 监测器系统

3300 系统有二十余种监测器, 本手册仅介绍化工、石化系统常用的几种监测器。

(1) 3300/05 框架

监 测 器		选 项 说 明			
类型	型号	A 框架尺寸选择		B 批准机构选项 ^①	C 安装选项
3300 框架	3300/05 A B C □ □ - □ □ - □ □	21	4 个位置	00	不要求
		22	6 个位置	01	CSA/NRTL/C
		23	8 个位置	02	BASEEFA
		24	10 个位置	03	未定
		25	12 个位置		
		26	14 个位置		
		27	8 个位置 19inEIA 安装		
		31	4 个位置内有安保器接地		
		32	6 个位置内部有安保器接地		
		33	8 个位置内有安保器接地		
		34	10 个位置内有安保器接地		
		35	12 个位置内有安保器接地		
		36	14 个位置内有安保器接地		
		37	8 个位置 19inEIA 安装方式内有安保器接地		
				00	标准
				01	应用环境保护箱或采用 19inEIA 安装

①BASEEFA 批准机构要求框架装在环境保护箱里。

(3) 3300/03 系统监测器

注：串行数据接口电缆有多种。

(4) 3300/16 双通道振动监测器

(5) 3300/20 双通道轴向位置监测器

监 测 器			选 项 说 明								
类型	型 号	A 测量范围选择		B 传感器选择		C 报警继电器选择		D 在危险地区使用批准机构选择		E 是否用安保器的选择	
3300 双通道轴向位置监测器	3300/20- A B C ☐ ☐ ☐ D E ☐ ☐	01	25—0—25mils	01	3300 或 7200 系列传感器 (只与 A 项中 01、02、03、11 和 12 相匹配)	00	不需要	00	不需要	00	不用
		02	30—0—30mils			01	环氧树脂密封	01	CSA/NRTL/C	01	用外部安保器
		03	40—0—40mils	02	7200 11mm 传感器	02	密闭式密封	02	英国批准 (未定)	02	用内部安保器
		05	50—0—50mils	03	7200 14 mm 传感器	03	四个继电器 (只有环氧树脂密封)	03	FM		
		06	75—0—75mils	04	3000 系列传感器 电源一定要是 -18VDC (只与 A 项中 01 和 11 相匹配)			04	未定		
		11	0.5—0—0.5mm								
		12	1.0—0—1.0mm								
		13	2.0—0—2.0mm								

(6) 3300/50 转速表

监 测 器		选 项 说 明							
类型	型号	A 转速表型式选项		B 报警继电器选项		C 批准机构选项		D 使用安保器选项	
3300 转速表	3300/50-	01	双设置点式转速表	00	不需要	00	不需要	00	不使用
	A B	02	零转速式转速表	01	环氧树脂密封式	01	CSA/NRTL/C	01	外部安保器
	-□□-□□-	03	转子加速度式转速表	02	密闭式密封	02	BASEEFA	02	内部安保器
	C D					03	未定		
	-□□-□□								

12.1.3 3500 监测器系统

3500 监测器系统的特点是：盘面采用插板式组件（亦称模块），它一方面通过 I/O 模块与传感器相连，另一方面通过各类模块接口电路与主计算机相连，操作人员可通过主计算机及其软件对各种模块进行组态，并在主计算机上以 Windows 方式显示出用户所需的各类信息。

它有多种模块，这里仅介绍化工、石化系统常用的一些模块。

(1) 3500/05 框架

监 测 器		选 项 说 明					
类型	型号	A 框架尺寸		B 安装选项		C 批准机构选项	
3500 框架	3500/05-	01	19in 的框架	01	面板安装	00	无
	02			19inEIA 框架安装			
	03			隔板安装			
	A B C						
	-□□-□□-□□						

(2) 3500/15 电源

监测器		选项说明					
类型	型号	A 电源类型 (上部槽口)		B 电源类型 (下部槽口)		C 批准机 构选项	
3500 电源	3500/15- A B C -□□-□□-□□	01	低 压 交 流 85 ~ 125VAC	00	无电源 (仅用于要求单 电源的情况)	00	无要求
		02	高 压 交 流 175 ~ 250VAC	01	低 压 交 流 85 ~ 125VAC	01	CSA/NRTL/C
		03	高 压 直 流 88 ~ 140VDC	02	高 压 直 流 175 ~ 250VAC		
		04	低 压 直 流 20 ~ 30VDC	03	高 压 直 流 88 ~ 140VDC		
				04	低 压 直 流 20 ~ 30VDC		

(3) 3500/20 框架接口模块 (RIM)

它是 3500 框架的基本接口，支持本特利公司开发的、用于框架的组态并调出机组中信息的协议。

监测器		选项说明					
类型	型号	A 框架接口 类型选项		B 输入/输出模 块类型选项		C 批准机 构选项	
3500 系列框架 接口模块	3500/20- A B C -□□-□□-□□	01	标准框架接口模块 (用于标准的监测器应 用范围)	01	带内置调制解调器的 输入/输出模块	00	无
		02	三冗余框架接口模块 (仅适用于要求三冗余 模块组态的情况)	02	带 RS-232/RS-422 接 口的输入/输出模块	01	CSA/NRTL/C

(4) 3500/25 键相器模块

它用于为 3500 框架中的监测器提供键相位信号。

监测器		选项说明					
类型	型号	A 通道数		B 输入/输出 (I/O) 模块类型		C 批准机构	
3500 键相器模 块	3500/25- A B C -□□-□□-□□	01	1 个半高 2 通道键相器 卡件 (为 2 通道订货)	01	带内部端子的 I/O 模 块	00	不需要
		02	2 个半高 2 通道键相器 卡件 (为 4 通道订货)	02	带外部端子的 I/O 模 块	01	CSA/NRTL/C

(5) 3500/32 4 通道继电器模块

它可提供四个继电器的输出量。

监测器		选项说明			
类型	型号	A 输入模块		B 批准机构选项	
3500 系列四通继电器模块	3500/32- A B -□□-□□	01	4 通道继电器输入/ 输出模块	00	不要
				01	CSA/NRTL/C

(6) 3500/40 位移监测器

这是一个四通道监测器, 接受来自传感器的信号, 通过对其进行组态, 可测量径向振动、轴向位移、轴偏心及差胀。

监测器		选项说明			
类型	型号	A I/O 模块类型		B 批准机构	
3500 位移监测器	3500/40- A B -□□-□□	01	I/O 模块内部端子	00	没有
		02	I/O 模块外部端子	01	CSA/NRTL/C

(7) 3500/50 转速模块

它是一个双通道监测器, 接受传感器来的信号, 可确定转轴的速度、转子的加速度和驱动报警。

监测器		选项说明			
类型	型号	A I/O 模块类型		B 批准机构	
3500 转速模块	3500/50- A B -□□-□□	01	带内部端子的 I/O 模块	00	无
		02	带外部端子的 I/O 模块	01	CSA/NRTL/C
		03	带外部端子的 TMR I/O 三冗余模块		

(8) 3500/90 通讯网关模块

它可提供 3500 系统与 DCS、PLC 之间的通讯, 将框架中模块采集的静态数据送到 DCS 或 PLC 中去。

监测器		选项说明			
类型	型号	A 输入/输出模块类型		B 批准机构选项	
3500 通讯接口模块	3500/90- A B -□□-□□	01	Modbus [®] RS232/ RS422 输入/输出模块	00	不要
		02	Modbus [®] RS485 输入/输出模块	01	CSA/NRTL/C

(9) 3500 监测系统软件包

软件包型号	名称	所包括的软件模块
3500/01-01	框架组态软件及组态手册	• 框架组态模块 • 框架接口模块 (RIM) • 上位机接口测试模块 • 通讯模块 (Comm) • 网关接口测试模块 • 框架组态指导模块
3500/02-01	数据采集/动态数据交换服务器软件	• 数据采集/动态数据交换 (DDE) 模块 • 软件组态模块 • RIM 上位机接口测试模块 • 机器部件编辑模块 • 数据采集/显示指导模块
3500/03-01	操作员显示软件及软件手册	• 操作员显示模块 • RIM 上位机接口测试模块 • 机器部件编辑模块 • 软件组态模块 • 数据采集/显示指导模块

注: 上述软件都是在 Windows 平台上运行的, 并且可以在 Windows for Workgroups 或 Windows'95 支持的网络上运行。

12.2 常用维修和校准仪器

(1) 常用维修和校准仪器名称、型号和规格 (表 12.2-1)

表 12.2-1 常用维修和校准仪器的名称、型号和规格

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
自动化系统校准仪 XFI-01 直流电压输出 (可 2 路同时输出) 0~9.999V, 0.1 级 直流电流输出: 0~99.9mA, 0.1 级 直流毫伏输出: 0~9999mV, 0.05 级 测量直流电压: 0~99.99V, 0.1 级 测量直流电流: 0~99.9mA, 0.1 级 通用电动单元组合仪表校验工作台 RH2045A 直流定电压输出: 2 路: 0~11.100V, 0~0.1V, 连续可调 1 路: 20%、40%、50%、60%、80%、 100%V ₀ 阶跃输出 (V ₀ 为输出电压) 1 路: 1.000、1.080、1.400、2.000、 3.000、4.000、5.000V 0.05 级, 稳定度 ≤ 0.005% 直流定电流输出: 3 路: 0~22.200mA, 0~0.2mA, 连续 可调 0.05 级, 稳定度 ≤ 0.005% 脉冲信号发生器: 37.5Hz, 0.1 级 可同时带 20 台记录仪 配电器: 5 路 测量直流电压: 200mV, 2V、20V、200V, 0.05 级 测量直流电流: 200mA、1A, 0.05 级 测量电阻: 200Ω、2kΩ、20kΩ、200kΩ、2000kΩ、 20MΩ, 0.1 级 直流稳压源: 连续输出: 2~15V, 15~30V 定压输出: 21.6V、24V、26.4V 最大输出电流 1A 交流供电: 24、100、127、190、220、240V AC (当输入电源为标准 220V AC 时, 各档 输出电压误差 < 3%)	上海电表厂 校验电动仪表 承德热河仪 器厂	连续输出: 2~15V, 15~30V 定压输出: 21.6V、24V、26.4V 最大输出电流: 1A 交流供电: 24、100、127、190、220、240V AC (当输入电源为标准 220V AC 时, 各档 输出电压误差 < 3%) 稳定度 ≤ 0.005% 直流电压、电流信号发生器 DFX-01A 直流电压输出: 0~20mV, 0~200mV, 0~2V, 0~5V 直流电流输出: 0~100μA, 0~1mA, 0~10mA, 0~ 20mA 0.1 级, 稳定度 ≤ 0.005% 直流稳压源: 24V ± 300mV, 0.5A 纹波 ≤ 8mV 校验信号发生器 DFX-01 输出: 0~50~100mV DC 0~100μA~20mA DC DFX-06 信号 1 提供 0~200μA DC, 0~20mA DC, 0~ 5000V DC 信号 2 提供 1000V、2000V、4000V、5000V 信号 3 提供 0~10V DC 连续电压 多功能信号源 SDF-1b 直流电压输出: 0~10.00V 直流电流输出: 0~9.999mA, 0~ 38.00mA 直流毫伏输出: 0~100.00mV 输出精度 0.1 级 稳定度 ≤ 0.1% 脉冲源: 37.5Hz, 0.1 级 幅度: 0.3~3.5V 最大电流: 100mA 直流稳压源: 10~24V, 1A 纹波 ≤ 48mV 交流源: 24V, 0.2A 测量直流电压: 19.999V, 0.1 级 分辨率: 1μV 测量直流电流: 19.999mA, 0.1 级 分辨率: 1μA 输出、输入同时采用 4 1/2 位 LED 显示 自动调试信号源 DZX-10 (EX) 输出: 0~20mA DC 0~10mV DC 0~10V DC 防爆型	承德热河仪器厂 上海调节器厂 吉化仪表厂 吉化公司松华仪 表配套厂 上海江湾仪器厂 上海江湾仪 器厂

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
低电势直流电位差计 UJ31 有效量程 分辨力 精度 170mV 10 μ V 0.05 级 17mV 1 μ V 0.05 级	上海电表厂	直流电阻电桥 QJ23a、QJ23 总有效量程: 1~9999000 Ω 1~9.999 Ω 2 级 10~99.99 Ω 0.2 级 10 ² ~999.9 Ω 0.2 级 10 ³ ~9999 Ω 0.2 级 10 ⁴ ~99990 Ω 1 级 10 ⁵ ~499900 Ω 2 级 499900~999900 Ω 5 级 10 ⁶ ~9999000 Ω 20 级	上海电工仪器厂 松江分厂
携带式直流电位差计 UJ59 20mV、200mV、1V、20V 0.05 级	上海电表厂	直流标准电阻: BZ ₃ 额定使用功率: 0.1W 最大功率: 1W 电阻标称值: 0.001、0.01、0.1、1、10、 100、1000、10000、100000 Ω , 一套九个 0.01 级 稳定性: $\leq 2 \times 10^{-6}/a$	上海电表厂
直流电位差计 UJ33a 0.05 级 量程 分辨力 0~1.055V 50 μ V 0~211.1mV 10 μ V 0~21.11mV 1 μ V	上海电工仪器厂		
携带直流电位差计 UJ36a 有效量程 分辨力 精度 0~230mV 50 μ V 0.1 级 0~46mV 10 μ V 0.1 级	上海电工仪器厂		
高电势直流电位差计 UJ25 有效量程上限: 1.911110V 分辨力: 1 μ V 0.01 级	上海电表厂 ①用补偿法精密测量直流电动势和电压 ②作为标准仪器校验 0.02 级直流电位差计 ③和标准电阻一起使用, 可测直流电流和电阻	直流精密电阻箱: ZX107 步进阻值, Ω : 10 ² , 0.01 级 10, 0.02 级 1, 0.1 级 10 ⁻¹ , 1 级 10 ⁻² , 2 级 10 ⁻³ , 5 级 使用功率: 0.05W 极限功率: 0.1W	上海电表厂
单双臂两用电桥 QJ36 总有效量程: 双桥: 10 ⁻⁶ ~10 ² Ω , 单桥: 10 ² ~10 ⁶ Ω 10 ² ~10 ⁶ Ω 、10 ⁻³ ~10 ² Ω 0.02 级 10 ⁻⁴ ~10 ⁻³ Ω 0.05 级 10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁴ Ω 0.2 级 10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁵ Ω 0.1 级	上海电表厂 精密测量直流电阻	直流电阻箱: ZX78 步进阻值, Ω 额定功率或电流 精度 10 ⁴ 0.02W 0.005 级 10 ³ 0.02W 0.005 级 10 ² 0.02W 0.005 级 10 0.02W 0.01 级 1 0.02W 0.05 级 10 ⁻¹ 0.5A 0.5 级 10 ⁻² 0.5A 5 级	上海电表厂
携带式直流电阻电桥: QJ68 总量程范围: 10 ⁻⁶ ~10 ⁸ Ω 10 ⁻⁶ ~10 ⁻⁵ Ω , 5 级 10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁴ Ω , 0.5 级 10 ⁻⁴ ~10 ⁻³ Ω , 0.1 级 10 ⁻³ ~10 ⁻² Ω , 0.05 级 10 ⁻² ~10 ⁻¹ Ω , 0.05 级 10 ⁻¹ ~10 ⁰ Ω , 0.1 级 10 ⁰ ~10 ¹ Ω , 0.5 级 10 ¹ ~10 ² Ω , 1 级	上海电表厂	直流电阻箱: ZX98E 最大电阻值: 111.10 Ω , 最小步进: 0.01 Ω $\times 10$ 档 0.1 级, $\times 1$ 档 0.5 级, $\times 0.1$ 档 2 级, $\times 0.01$ 档 5 级	上海电工仪器厂
		直流电阻器 ZX96E 阻值调节范围: 0~111111.0 Ω $\times 10k\Omega$, $\times 1k\Omega$, $\times 100\Omega$, $\times 10\Omega$ 0.1 级 $\times 1\Omega$ 0.5 级 $\times 0.1\Omega$ 2 级 标称功率: 0.1W	上海电工仪器厂
		实验室直流电阻器 ZX25a 0.01~11111.11 Ω $\times 1000$ 档 0.02 级	上海电工仪器厂

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
实验室直流电阻器 ×100 档 0.02 级 ×10 档 0.05 级 ×1 档 0.2 级 ×0.1 档 1 级 ×0.01 档 5 级	上海电工仪器厂	直流稳压电源 输出电压: 6V 输出电流: 10mA 漂移: $3 \times 10^{-6}/10\text{mm}$, $10 \times 10^{-6}/\text{h}$	上海电表厂 配 UJ31 用
交流/直流电阻箱 ZX38A/10 电阻值可变范围: (0~10) × (1000+100+10+1+0.1+0.01) Ω ×1000、100Ω 档 0.1 级 ×10 档 0.2 级 ×1 档 1 级 ×0.1 档 2 级 ×0.01 档 5 级	上海沪光仪器厂	精密直流稳压电源 YJ42 输出电压: 2V、4V、6V, 输出电流: 0~100mA 稳定性: $<5 \times 10^{-7}/10\text{min}$ $<5 \times 10^{-6}/4\text{h}$ 毫安直读校验仪 (袖珍型): YJ110 测量: 0~19.99mA, 0~22mA 输出: 0~19.99mA, 0~22mA 3 1/2 数显, 0.1 级	上海电表厂 配 UJ25 用
交流电阻箱 ZX32 电阻值范围: (0~10) × (0.01+0.1+10+100+1000) Ω 0.05 级	上海沪光仪器厂	直流标准电压、电流发生器 YJ87 输出电压: 0~111.00V, 最小步进值: 1μV 输出电流: 0~111.11mA, 最小步进值: 0.1μA 100、10、1V 0.05 级 100、10mV 0.1 级 100、10、1mA 0.05 级	上海电表厂
实验室直流电阻器 ZX54 电阻值调节范围: 0.01~111111.11Ω 标称功率: 0.1W 极限功率: 0.2W ×10000, ×1000, ×100 档 0.01 级 ×10 档 0.05 级 ×1 档 0.2 级 ×0.1 档 1 级 ×0.01 档 5 级	上海电工仪器厂	直流毫伏源 YJ108 输出电压: 0~9.999V, 0.05 级, 最小步进: 1mV 0~59.999mV, 0.05 级, 最小步进: 1μV 对七种热电偶的冷端电势进行自动补偿	上海电表厂
直流复射式检流计: AC15/4 分度值: $5 \times 10^{-9}\text{A/mm}$ 阻尼时间: 4s 内阻: 50Ω, 外临界电阻: 500Ω	上海电表厂 配 UJ31 用	手持式定电压发生器 YJ150 输出电压: 0~5.1111V 最小步进 100μV, 0.05 级 带干电池, 可充电	上海电表厂
光电放大检流计 AC24 并联负反馈: 最大 $1 \times 10^{-8}\text{V/mm}$ 最小 $4 \times 10^{-9}\text{V/mm}$ 串联负反馈: 最大 $1 \times 10^{-8}\text{V/mm}$ 最小 $4 \times 10^{-9}\text{V/mm}$ 成套供货包括: ①AC15/2 型直流复射式检流计 ②FY57 型热电势补偿器 ③FY65 型磁饱和稳压器	上海电表厂 配 UJ25 和 QJ36 用	手持式模拟热电偶信号发生器 XPX-101 输出电压: 0~100mV 最小步进 1μV, 0.05 级 带干电池, 可充电	上海电表厂
便携式饱和标准电池 BC9a 电动势实际值: 1.01855~1.01868V (20℃) 0.005 级 电动势允许变化 $<50\mu\text{V/a}$	上海电工仪器厂 配 UJ31 用	热电阻模拟器 ZY7-1 (模拟 Pt100) -100、-80、-50、-30、-20、-10、0、10、30、50、100℃ ZY7-2 (模拟 Pt100) 0、50、70、100、130、150、200、250、300、400、500℃ ZY8 (模拟 Cu50) -50、-30、-10、0、10、20、30、50、80、100、150℃ ZY9 (模拟 Cu100) -50、-30、-10、0、10、20、30、50、80、100、150℃	上海电表厂
直流稳压电源 YJ49	上海电表厂 配 UJ31 用	精度: $\pm (0.05\% \text{读数} + 0.25)\text{℃}$	

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
直流稳压电源 YJ-44A 0~30V, 0~2A 电压稳定度 (SV): $\leq \pm 0.05\%$	上海沪光仪器厂	直流电压表 C19-V 0~25~50~100V, 0.5级	上海新华电表厂 贵阳永恒精密电表厂
晶体管直流稳压器 YJ26-F 1~45V, 0~2A 电压稳定度: $\leq \pm 0.01\%$	贵阳永恒精密电表厂	交直流伏特表 D26-V 0~75~150~300V, 0.5级	上海第二电表厂 贵阳永恒精密电表厂
晶体管直流稳压器 YJ26-1 0~30V $\times$ 2, 0~3A 双路输出 电压稳定度: $\leq \pm 0.01\%$	贵阳永恒精密电表厂	指针式万用电表 MF18 测量直流电流: 0~60 μ ~1.5~7.5~15~75~300mA ~1.5A, 1级 测量直流电压: 0~150mV~1.5~7.5~15~75~300 ~600V, 1级 测量交流电流: 0~1.5~7.5~15~75~300mA~1.5A 测量交流电压: 0~7.5~15~75~300~600V, 1.5级 测量电阻: R $\times$ 1, R $\times$ 10, R $\times$ 100, R $\times$ 1k, R $\times$ 10k, 1级	贵阳永跃仪表厂
直流精密电源 FB871 1~45V, 0~2A 电压稳定度: $\leq \pm 0.01\%$	浙江富阳电表厂 配 QJ-36	指针式万用电表 MF30 测量直流电压: 1~5~25V, 100~500V, 2.5级 测量交流电压: 10~100~500V, 5级 测量直流电流: 50 μ A, 0.5~5~50~500mA, 2.5级 测量电阻: R $\times$ 1, R $\times$ 10, R $\times$ 100, R $\times$ 1k, R $\times$ 10k, 2.5级 测量音频电平: -10~+22dB, 2.5级	上海第四电表厂
接触式自耦变压器 TDGC-0.5/0.5, 220/0~250V AC, 0.5kVA TDGC-1/0.5, 220/0~250V AC, 1kVA TDGC-2/0.5, 220/0~250V AC, 2kVA 接触调压器 TDGC2-3 220V/0~250VAC 3kVA	上海电压调整器厂 北京调压器厂	袖珍万用电表 MF81 测量直流电流: 0~0.3~1.2~12~120mA~1.2A 2.5级 测量直流电压: 0~6~30~300~600V 2.5级 测量交流电压: 0~12~60~300~600V 5.0级 测量直流电阻: 0~4k~40k~400k Ω 2.5级 测量 λ_{PE} : Si 5~300, Ge 5~200 测量音频电平: 0~23dB 输出功率: 0.1~15W $R_L=8\Omega$	上海第四电表厂
电子交流稳压器 YS69-1 输入电压: 180~255V AC, 50 $\pm$ 1Hz 输出电压: 220V AC (可调), 源电压效应 0.2% 负载效应: 0.4%, 集成化线路, 功率 1kVA	上海长江电子仪器厂	便携式数字万用表 PF66 量程 基本误差 10V DC $\pm(0.03\% \text{ 读数} + 0.2\% \text{ 满度})$	上海电表厂
携带式兆欧表 ZC25-2 250V/0~250M Ω 1级	上海第六电表厂		
兆欧表 ZC7-8 500V/0~1000M Ω , 5级	北京电表厂		
直流毫安表 C21-mA 0~10~20mA, 0.5级 0~25~50mA, 0.5级	上海新华电表厂		
直流毫安表 C41-mA, C47-mA 0~5~10~20~50mA, 0.2级	上海第二电表厂 贵阳永恒精密电表厂		
直流微安表 C21- μ A 0~100 μ A, 0.5级 0~500 μ A, 0.5级	上海新华电表厂 贵阳永恒精密电表厂		
直流微安表 C41- μ A, C47- μ A 0~50~100~200~300~1000 μ A, 0.2级	上海第二电表厂 贵阳永恒精密电表厂		
直流毫伏表 C21-mV 0~25~50~100mV, 0.5级	上海新华电表厂 贵阳永恒精密电表厂		
直流毫伏表 C41-mV 0~75mV 0.2级	上海第二电表厂		

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
1、100、1000V DC $\pm$ (0.05% 读数 + 0.02% 满度)	上海电表厂	数字打印机 LY15 2行/s, 15位 行距: 5.5mm, 位距: 3mm	上海电表厂 配 7151
1、10、100mA DC $\pm$ (0.1% 读数 + 0.2% 满度)		便携式数字万用表 PF5b	上海电表厂
200mA DC $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		量程 基本误差	
1、10、100、1000k Ω $\pm$ (0.05% 读数 + 0.02% 满度)		10V DC $\pm$ (0.03% 读数 + 0.2% 满度)	
10M Ω $\pm$ (0.5% 读数 + 0.05% 满度)		1、100、1000V DC $\pm$ (0.05% 读数 + 0.02% 满度)	
20M Ω $\pm$ (1% 读数 + 0.2% 满度)		1、10、100mA DC $\pm$ (0.1% 读数 + 0.2% 满度)	
全四位“9999”数显		200mA DC $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)	
便携式自动量程直读式数字电压表 PZ92	上海电表厂	1、10、100、1000k Ω $\pm$ (0.005% 读数 + 0.02% 满度)	
测量范围 灵敏度 基本误差		10M Ω $\pm$ (0.5% 读数 + 0.05% 满度)	
0~19.99mV 10 μ V $\pm$ (0.2% 读数 + 0.15% 满度)		20M Ω $\pm$ (1% 读数 + 0.2% 满度)	
0~199.9mV 100 μ V $\pm$ (0.15% 读数 + 0.1% 满度)		便携式通用频率计数器 PP11a	上海电表厂
0~1.999V 1mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		测量范围:	
0~19.99V 10mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		频率: 1~10 ⁶ Hz	
0~199.9V 100mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		周期: 0.1Hz~100kHz	
具有自动量程转换功能, 无需任何操作, 可直接显示 10 μ V~200V 的被测读数		间隔时间: 10 μ s~(10 ⁶ -1) ms	
便携式自动量程直读式数字电压表 PZ114	上海电表厂	计数: 999999	
测量范围 灵敏度 基本误差		晶振精度: 1 $\times$ 10 ⁻⁶ /24h	
0~19.99mV 10 μ V $\pm$ (0.2% 读数 + 0.15% 满度)		灵敏度: 0.3V (有效值)	
0~199.9mV 100 μ V $\pm$ (0.15% 读数 + 0.1% 满度)		可输出二—十进制码	
0~1.999V 1mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		可配 LY4、LY6、LY10a、LY10b	
0~19.99V 10mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		打印机	
0~199.9V 100mV $\pm$ (0.1% 读数 + 0.1% 满度)		高频 Q 表 QBG-3	上海无线电仪器厂
具有自动量程转换功能, 无需任何操作, 可直接显示 10 μ V~200V 的被测读数		Q 值测量范围: 10~600	
便携式数字万用表 7151	上海电表厂	电感测量范围: 0.1 μ H~100mH	
测量直流电压: 0.1 μ V~1kV, 0.002 级		电容测量范围: 1~460pF 频率振荡器	
测量直流电流: 1 μ A~2A, 0.02 级		50kHz~50MHz	
测量交流电压:		电感组 LK1-1	上海无线电仪器厂
1 μ V~200mV, 10 μ V~2V, 0.03 级		0.4 μ H~10mH, 1 组 15 个电感	
100 μ V~20V, 1mV~200V, 0.04 级		为高频 Q 表辅助设备	
10mV~1000V, 0.05 级		万能电桥 (携带式音频交流电桥)	上海沪光仪器厂
测量交流电流 10 μ A~2A, 0.05 级		QS18A	
测量电阻:		测量电容: 1.0pF~110pF, 2.5 级	
1M Ω ~200k Ω , 1 Ω ~2M Ω , 0.003 级		100pF~110 μ F, 1 级	
100M Ω ~200k Ω , 1 Ω ~2M Ω , 0.003 级		100 μ F~1100 μ F, 供参考	
10 Ω ~20M Ω , 0.03 级		测量电感: 1.0 μ H~11 μ H, 5 级	
5 $\frac{1}{2}$ 位数显		10 μ H~110 μ H, 2 级	
		100 μ H~1.1H, 1 级 1H~11H, 2 级	
		10H~110H 供参考	
		测量电阻: 10m Ω ~1.1 Ω , 5 级	
		1 Ω ~1.1M Ω , 1 级 1M Ω ~11M Ω , 5 级	

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
标准电容器 BR8-1: 0.001 μ F, 0.5级 BR8-2: 0.01 μ F, 0.2级 BR8-3: 0.1 μ F, 0.2级 BR8-4: 1 μ F, 0.2级	上海沪光仪器厂	低频信号发生器 XD1B 1Hz~1MHz (分六个频段)	天津中环科学仪器公司
标准自感线圈 BG6-1: 0.0001H, 0.2级 BG6-2: 0.001H, 0.1级 BG6-3: 0.01H, 0.1级 BG6-4: 0.1H, 0.1级 BG6-5: 1H, 0.1级	上海沪光仪器厂	函数信号发生器 HG1630A 正弦波、三角波、方波、脉冲波、锯齿波、TTL 脉冲 频率范围: 0.004Hz~4MHz	天津中环科学仪器公司
特斯拉计 CT3A-2 测量范围: 0~1~5mT (0~600Hz), 5级 0~25~100~250~500mT~1T (0~600Hz), 2.5级 0~1.5~2.5T 参考使用 短探头测纵向磁场 长探头测纵向磁场	上海第四电表厂	双踪示波器 COS-5041 40MHz 小型便携交直流两用示波器 V-209 0~20MHz	西安红江-菊水仪器公司 天津电子仪器厂
超低频多种信号发生器 YS39 高精度波形: 正弦波、三角波 普通精度波形: 正弦波、三角波、方波、锯齿波、阶梯波、脉冲波、随机波、特种波 周期范围: 2×10^5 s~ 5×10^{-4} s	上海电表厂	扫频仪 扫频范围: FM10.25~11.15MHz AM425~495kHz	天津中环科学仪器公司
TTL 集成电路测试笔	上海东风变压器厂	光线示波器 SC16	上海电表厂
TTL 集成电路脉冲发生笔	上海东风变压器厂	图文处理机	管理用
MOS 集成电路测试笔	上海东风变压器厂	热电偶校验装置 WJT-2 全套包括: 操作屏 外形尺寸: 500mm×600mm×1450mm 重: 200kg 控温屏 外形尺寸: 500mm×600mm×1450mm 重: 60kg 管状检定炉 外形尺寸: 600mm×2600mm×1130mm 重: 50kg 220V AC, 2kW 二等标准铂铑 10-铂热电偶	上海自动化仪表三厂 用于校验铂铑 10-铂、镍铬-镍硅(铝)、镍铬-康铜(铜镍)工业用热电偶
半导体管特性图示仪 XJ4810 0~10V 5A, 0~50V 1A, 0~100V 0.5A, 0~500V 0.1A	上海无线电二十一厂	热电阻校验装置 WJT-303 全套包括: 操作屏 外形尺寸: 690mm×350mm×442mm 操作台 外形尺寸: 1300mm×800mm×800mm 0℃温源系统、100℃温源系统(置于操作台) 二等标准铂热电阻	上海自动化仪表三厂 用于校验 Pt100、Pt10 工业用铂热电阻和 Cu50 工业铜热电阻
二线高灵敏度示波器 SR12A 100 μ V/div	上海无线电二十一厂	接触式温度传感器全自动检定装置 WJT-1 检定对象: 热电偶分度号: R、S、B、J、T、E、K 热电阻分度号: Pt10、Pt100、Cu50、Cu100 温度范围: 0~1600℃	云南仪表厂
通用示波器 XJ17 DC~10MHz	上海无线电二十一厂	系统测量重复性的均方差 $\leq 0.05^\circ\text{C}$, 按 IEC 国际标准采用微机系统进行温度控制、数据采集和信息处理(外配检定炉)	用于工业热电偶、热电阻的全自动分度和检定
慢扫描(长余辉)示波器 XJ18 DC~1MHz 最慢扫速 50s/cm	上海无线电二十一厂	回转式管式电阻炉 SKZ-2-12-H 额定温度: 1200℃, 220VAC, 1kW	上海实验电炉厂
晶体管接地电阻测试仪 ZC34A 量程 最小分度 0~2 Ω 0.05 Ω 0~20 Ω 0.5 Ω 0~200 Ω 5 Ω	上海第六电表厂		校验热电偶加热用
高频信号发生器 0.1MHz~35MHz	北京无线电仪器厂		

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
外形尺寸: 805mm×444mm×695mm 重: 63kg 成套供应: KSW-4D-16 温度控制器 1 台, WRLB-100 型铂铑-铂热电偶 1 支, LB 型铜-铜镍补偿导线 2.5m		便携式数显测温仪 PSW-1200k 测温范围: -50~+1200℃ 电池: 6F22, 9V 积层电池	四川仪表十七厂
二等标准铂铑 10-铂热电偶 WRPB-1 测量范围: 300~1100℃ 最大误差: 1℃, 热电极长度: 1000mm 热电极线径 $\phi 0.05\text{mm}$	云南仪表厂 四川仪表一厂 校验工业用热 电偶	气功仪表校验台 QYT-01A 5 路气动信号输出: 0~0.1MPa, 0.25 级 4 路气源输出: 0.14MPa 2 路电源输出: 220V AC, 50Hz 配信号发生器 直流电压输出: 0~40mA 0~0.4V, 0~5V, 0~10V 直流电流输出: 0~2mA 0~20mA, 0~50mA 连续输出的调节细度均为量程的 0.05% 阶跃输出: 1、2、3、4、5V DC 4、8、12、16、20A DC 测量量程: 200mV DC, 2V DC, 20V DC 20mA DC, 200mA DC 测量精度: 0.1 级	承德热河仪表厂
转换开关 SY821 开关接触热电势 $<0.1\mu\text{V}$ 允许通过最大电流 1A 输入、输出端之间电阻(包括开关接触、电 阻) $\leq 25\text{M}\Omega$ 开关接触电阻 $\leq 5\text{M}\Omega$ 开关接触电阻变差 $\leq 500\mu\Omega$	上海电工仪器厂 用一支标准热 电偶、借助电位差 计, 通过开关接 触, 可同时检定多 支被检热电偶	活塞式压力计 YS-2.5 -0.1~0.25MPa YS-6 0.04~0.6MPa YS-60 0.1~6MPa YS-600 1~60MPa 均为 0.05 级 浮球式压力计 Y047 $p_{\text{出}}=0.001\sim 0.25\text{MPa}$ 0.05 级 补偿式微压计 YJB-1500 0~1500MPa 误差: 0.8MPa YJB-2500 0~2500MPa 误差: 1.3MPa 精密数字压力表 901A 0~6000kPa, 0.1 级 0~40MPa, 0.1 级 精密压力表 YB-160A 0.25 级, 零点可调 0~0.1, 0~0.16, 0~0.25, 0~0.4, 0~0.6, 0~1, 0~1.6, 0~2.5, 0~4, 0~6, -0.1~0MPa 0~10, 0~16, 0~25, 0~40, 0~60MPa 精密压力表 YB-160B 0.4 级 0~0.1MPa 0~0.16MPa 0~0.4MPa 台式精密压力表 YBT-254 0~0.1MPa, 0.25 级 0~0.16MPa, 0.25 级 0~0.4MPa, 0.25 级 精密压力表 YB-150 0~0.1MPa, 0.4 级 0~0.16MPa, 0.4 级	西安仪表厂
低电势油浸转换接开关 FK4 正向电阻-反向电阻 $\leq 0.0002\Omega$ 接线柱与外壳间绝缘电阻 $<10^{10}/100\text{V}$ 开关接触热电势 $<0.01\mu\text{V}$ 开关通过最大电流 3A	上海电工仪器厂 检定电位差计专 用开关。 另用于电桥外 接电源电流换向、 直流电位差计测 量电阻和需要两 组电源同时换向 的测量线路		西安仪表厂
超级恒温水浴-501 型 温度范围: 5~95℃, 恒温波动度: $\pm 0.05\text{℃}$ 220V AC, 50Hz, 1.6kW 外形尺寸: 500mm×600mm×500mm	上海实验仪器 总厂 校验温度计时恒 温加热用		西安仪表厂
超级恒温油浴 602 型 温度范围: 90~300℃, 恒温波动度: $\pm 0.1\text{℃}$ 220V AC, 50Hz, 33.5kW 外形尺寸: 800mm×560mm×1200mm	上海实验仪器 总厂 校验温度计时恒 温加热用		西安仪表厂
二等标准铂电阻温度计 WZPB-1 测量范围: 0~630.74℃, 最大误差: $<0.01\text{℃}$ 工作长度: 500mm 保护管外径 $\phi 7.5\text{mm}$	云南仪表厂 校验工业用热电 阻、水银温度计		西安仪表厂
二等标准玻璃水银温度计 WLS-201 测量范围: -30~300℃, 分度值: 0.1℃ 全长 540mm, 一套七支	常州热工仪表厂 武汉温度计厂 校验工业用热 电阻、液体温度 计、双金属温度		上海自动化仪表 四厂

续表

名称、型号及规格	制造厂	名称、型号及规格	制造厂
便携式数字压力计 JXY-5100B 0.2级	兰炼仪表厂	空气过滤减压器 QFH-221 $p_{出}=0\sim 0.25\text{MPa}$	上海自动化仪表七厂
气动定值器 QGD-100 $p_{出}=0\sim 0.1\text{MPa}$, 输出流量: 500L/h 气源波动: $\pm 2\%$ 0.5级	广东仪表厂 西安仪表厂	手操压力泵 Y039 $p_{出}=0\sim 1.6\text{MPa}$ Y060 $p_{出}=0\sim 25\text{MPa}$ 手操真空泵 Y061 $p_{出}=-0.078\sim 0\text{MPa}$	西安仪表厂 提供气体压力源 校验各类压力 仪表
QGD-200 $p_{出}=0\sim 0.25\text{MPa}$, 输出流量: 500L/h 气源波动: $\pm 2\%$ 0.5级		直联旋片式真空泵 2XZ-0.5	上海真空泵厂
空气过滤减压器 QFH-211 $p_{出}=0\sim 0.16\text{MPa}$, 输出流量: 4Nm ³ /h QFH-261 $p_{出}=0\sim 0.6\text{MPa}$, 输出流量: 4Nm ³ /h	广东仪表厂 上海自动化仪表七厂 沈阳气动仪表厂	抽气速率: 0.5L/s 极限真空: $<6\times 10^{-2}\text{Pa}$ 转速: 1400r/min 电机功率: 0.18kW	

(2) 美国福禄克公司 Fluke 700 系列过程仪表认证校准器 (表 12.2-2 至表 12.2-6)

表 12.2-2 F700 功能比较表

功 能	743B	741B	702	701	功 能	743B	741B	702	701
校准功能					故障诊断功能				
变送器校准	Yes	Yes	Yes	Yes	输出波形	正弦/ 方波	正弦/ 方波	方波	方波
开关限校准	Yes	Yes	—	—	文件管理功能				
差压流量校准	Yes	Yes	—	—	存储量	1周工 作量	1天工 作量	1周工 作量	1天工 作量
用户单位	Yes	Yes	—	—	用户可输入值 (输出)	Yes	Yes	—	—
线性标尺	Yes	Yes	—	—	用户单位可选	Yes	Yes	—	—
可编程延迟	Yes	Yes	—	—	用户定义列表	Yes	—	—	—
调整模式	Yes	Yes	Yes	Yes	RS232 接口	Yes	—	Yes	—
故障诊断功能					RMLink 软件	Yes	—	Yes	—
连续通断蜂鸣	Yes	Yes	Yes	Yes	DPC/TRACK 软件	Yes	—	Yes	—
最小最大值	Yes	Yes	Yes	Yes	差压/表压/复合/高压	Yes	Yes	Yes	Yes
线性连续输出	Yes	Yes	Yes	Yes	负压/绝对压力	Yes	Yes	No	No
分离, 闭合检测	Yes	—	Yes	—	封装	黄色	黄色	灰色	灰色
数据记录	Yes	—	Yes	—					
延迟自动步长	Yes	Yes	No	—					
计算器	Yes	Yes	No	—					

表 12.2-3 温度指标

传感器	测量精度	输出精度	传感器	测量精度	输出精度
10 Ω Cu (427)	3.0 $^{\circ}\text{C}$	1.0 $^{\circ}\text{C}$	J	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.2 $^{\circ}\text{C}$
100 Ω Pt (3916)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	L	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.2 $^{\circ}\text{C}$
100 Ω Pt (3926)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	K	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.3 $^{\circ}\text{C}$
200 Ω Pt (385)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	T	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.3 $^{\circ}\text{C}$
500 Ω Pt (385)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	U	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.3 $^{\circ}\text{C}$
1000 Ω Pt (385)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	B	0.9 $^{\circ}\text{C}$	0.8 $^{\circ}\text{C}$
120 Ω Ni (672)	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$	R	1.0 $^{\circ}\text{C}$	0.9 $^{\circ}\text{C}$
E	0.3 $^{\circ}\text{C}$	0.2 $^{\circ}\text{C}$	S	0.9 $^{\circ}\text{C}$	0.9 $^{\circ}\text{C}$
N	0.5 $^{\circ}\text{C}$	0.3 $^{\circ}\text{C}$	C	0.6 $^{\circ}\text{C}$	0.6 $^{\circ}\text{C}$

注: 1. 分辨力: 0.1 $^{\circ}\text{C}$ (除 10 Ω Cu 为 1 $^{\circ}\text{C}$)

2. 不含传感器精度

3. 内部参考结加 0.2 $^{\circ}\text{C}$

表 12-2-4 测量指标

量程 (满量程)	精度 (%的读数+%的满量程)	量程 (满量程)	精度 (%的读数+%的满量程)
110.000mV DC	0.025%+0.015%	110.00mA DC	0.01%+0.015%
1.10000V DC	0.25%+0.005%	11.00Ω	0.05%+50mΩ
11.0000V DC	0.25%+0.005%	110.00Ω	0.05%+50mΩ
110.000V DC	0.05%+0.005%	1.1000kΩ	0.05%+0.5Ω
300.00V DC	0.05%+0.005%	11.000kΩ	0.1%+10Ω
V AC, 20 to 40Hz	2%+10counts	1.00 to 109.99 Hz	0.05Hz
V AC, 40 to 500Hz	0.5%+5	110.0 to 1099.9 Hz	0.5Hz
V AC, 500 to 1kHz	2%+10	1.100 to 10.999 kHz	5Hz
V AC, 1kHz to 5kHz	10%+20	11.00 to 50.00 kHz	50Hz
30.000mA DC	0.01%+0.015%		

表 12-2-5 输出指标

量程 (满量程)	精度 (%的读数+%的满量程)	量程 (满量程)	精度 (%的读数+%的满量程)
110.000mV	0.01%+0.005%	1.1000kΩ	0.02%+0.5Ω
1.10000V	0.01%+0.005%	11.000kΩ	0.03%+5Ω
15.0000V	0.01%+0.005%	1.00-10.99Hz	0.01Hz
输出 22.00mA	0.01%+0.015%	11.00-109.99Hz	0.1Hz
模拟 22.00mA	0.02%+0.03%	110.0-1099.0Hz	0.1Hz
11.000Ω	0.01%+20mΩ	1.100-21.999kHz	2Hz
110.00Ω	0.01%+40mΩ	22.000-50.000kHz	5Hz

表 12-2-6 压力模块指标

型 号	量 程	典型精度	整体精度	高端媒体	低端媒体
差压模块					
700P01	0-2.5kPa	0.10%	0.30%	非隔离	非隔离
700P02	0-7kPa	0.10%	0.30%	非隔离	非隔离
700P22	0-7kPa	0.05%	0.15%	316 隔离	非隔离
700P03	0-34kPa	0.04%	0.10%	非隔离	非隔离
700P23	0-34kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	非隔离
700P04	0-100kPa	0.03%	0.07%	非隔离	非隔离
700P24	0-100kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	非隔离
表压模块					
700P05	0-200kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700P06	0-700kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700P07	0-3450kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700P08	0-7000kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700P09	0-10000kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
绝对压力模块 (只适用于 F741/F743)					
700PA3	0-34kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700PA4	0-100kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700PA5	0-200kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
700PA6	0-700kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	—
真空压力模块 (只适用于 F741/F743)					
700PV3	-34kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	非隔离
700PV4	-100kPa	0.02%	0.05%	316 隔离	非隔离
复合压力模块					
700PD2	+/-7kPa	0.07%	0.20%	316 隔离	非隔离
700PD3	+/-34kPa	0.03%	0.07%	316 隔离	非隔离
700PD4	+/-100kPa	0.03%	0.07%	316 隔离	非隔离
700PD5	-100-+200kPa	0.03%	0.07%	316 隔离	—
700PD6	-100-+700kPa	0.03%	0.07%	316 隔离	—
700PD7	-100-+1400kPa	0.03%	0.07%	316 隔离	—
高压模块					
700P29	0-20000kPa	0.04%	0.10%	276 隔离	—
700P30	0-34500kPa	0.04%	0.10%	276 隔离	—
700P31	0-70000kPa	0.04%	0.10%	276 隔离	—

- 注: 1. 隔离型压力模块可适应各种媒体; 非隔离型压力模块只适应于非腐蚀性气体。
 2. 上述精度为一年的%满量程精度, 温度范围 0℃~50℃。-10℃~0℃时为 1.0%满量程。
 3. 过压为三倍的压力范围, 含共模压力。(700P29 与 700P30 过压为 2 倍, 700P31 过压为 1.5 倍)。
 4. 自 1996 年 10 月后所有压力模块将有可溯源到 NIST 的证书和数据。
 5. 读数速率: 2 个/秒。

(3)日本横河公司数字多用表、标准电压/电流源、标准气动压力信号源(表 12.2-7 至表 12.2-9)

表 12.2-7 日本横河公司数字多用表型号规格

型 号	7555										7560(7561,7562)		
数 位	5½										6½		
直 流 电 压	量 程	200mV	2000mV	20V	200V	1000V					200mV	2000mV	1000V
	最大读数	199.999	1999.99	19.9999	199.999	1000.00					199.9999	1999.999	1100.000
	分辨率	1μV	10μV	100μV	1mV	10mV					0.1μV	1μV	1mV
	精度	0.0055%+6	0.0045%+3	0.007%+4	0.006%+3	0.008%+3					0.004%+30	0.0025%+10	0.005%+10
直 流 电 流	输入阻抗	>1GΩ	>1GΩ	10MΩ	10MΩ	10MΩ					1GΩ	1GΩ	10MΩ
	量 程	200μA	20mA	200mA	2000mA						2mA	20mA	2000mA
	最大读数	199.999	19.9999	199.999	1999.99						1.99999	19.9999	1999.99
	分辨率	10nA	100nA	1μA	10μA						10nA	100nA	10μA
电 阻	精度	0.06%+100	0.06%+20	0.12%+80	0.12%+40						0.05%+100	0.05%+20	0.1%+40
	输入阻抗	<11Ω	<11Ω	<0.3Ω	<0.3Ω						<110Ω	<11Ω	<0.3Ω
	量 程	200Ω	2000Ω	20kΩ	200kΩ	2000kΩ					200Ω	2000Ω	200MΩ
	最大读数	199.999	1999.99	19.9999	199.999	1999.99					199.9999	1999.99	199.999
交 流 电 压	分辨率	1mΩ	10mΩ	100mΩ	1Ω	10Ω					100μΩ	1mΩ	1kΩ
	精度	0.008%+6	0.007%+4	0.007%+3	0.008%+3	0.03%+15					0.007%+40	0.005%+25	2%+200
	量 程	200mV	2000mV	20V	200V	700V					200mV	2000mV	700V
	最大读数	199.999	1999.99	19.9999	199.999	700.00					199.999	1999.99	700.00
交 流 电 流	分辨率	1μV	10μV	100μV	1mV	10mV					1μV	10μV	10mV
	精度	0.4%+250	0.2%+100	0.2%+100	0.3%+100	0.4%+100					0.9%+200	0.8%+100	1.0%+100
	输入阻抗	1MΩ	1MΩ	1MΩ	1MΩ	1MΩ					1MΩ	1MΩ	1MΩ
	量 程	2000μA	20mA	200mA	2000mA						2mA	20mA	200mA
交 流 电 流	最大读数	1999.99	19.9999	199.999	1999.99						1.99999	19.9999	199.999
	分辨率	10nA	100nA	1μA	10μA						10nA	100nA	1μA
	精度	0.5%+300	0.5%+200	0.5%+300	1%+200						1.4%+350	1.2%+300	1.2%+300
	输入阻抗	<11Ω	<11Ω	<0.3Ω	<0.3Ω						<110Ω	<11Ω	1.2<Ω

表 12.2-8 日本横河公司标准电压/电流源型号规格

型号	规格	量程	输出	精度	分辨率	输出阻抗
7651	DCV	10mV	-12.0000~+12.0000mV	±(设定的 0.018%+4 μ V)	100nV	2 Ω
		100mV	-120.000~+120.000mV	±(设定的 0.018%+10 μ V)	1 μ V	2 Ω
		1V	-1.2~+1.2V	±(设定的 0.01%+100 μ V)	10 μ V	<2 Ω
		10V	-12~+12V	±(设定的 0.01%+200 μ V)	100 μ V	<2 Ω
		30V	-32~+32V	±(设定的 0.01%+500 μ V)	1mV	<2 Ω
	DCA	1mA	-1.20000~+1.20000mA	±(设定的 0.02%+0.1 μ A)	10nA	>100M Ω
		10mA	-12.0000~+12.0000mA	±(设定的 0.02%+0.5 μ A)	100nA	>100M Ω
		100mA	-120.000~+120.000mA	±(设定的 0.02%+5 μ A)	1 μ A	>100M Ω
2552	DCV	1000mV	0~1199.999mV	±(设定的 0.005%)或±10 μ V	1 μ V	
		10V	0~11.99999V	±(设定的 0.005%)或±50 μ V	10 μ V	
		100V	0~119.9999V	±(设定的 0.005%)或±500 μ V	100 μ V	
		1000V	0~1199.999V	±(设定的 0.005%)或±5mV	1mV	
2553	DCV	10mV	0~12.000mV	±(量程的 0.02%+4 μ V)	1 μ V	>1.5 Ω
		100mV	0~120.00mV	±量程的 0.02%	10 μ V	>1.5 Ω
		1V	0~1.2000V	±量程的 0.02%	100 μ V	>1.5 Ω
		10V	0~12.000V	±量程的 0.02%	1mV	>1.5 Ω
	DCA	1mA	0~1.2000mA	±量程的 0.02%	0.1 μ A	10M Ω
		10mA	0~12.000mA	±量程的 0.02%	1 μ A	10M Ω
		100mA	0~120.00mA	±量程的 0.02%	10 μ A	1M Ω
2554	DCV	10mV	0~11.999mV	±(设定的 0.05%+1 μ V)	1 μ V	<2.5 Ω
		100mV	0~119.99mV	±(设定的 0.05%+10 μ V)	10 μ V	<2.5 Ω
		1V	0~1.1999V	±(设定的 0.05%+100 μ V)	100 μ V	<30M Ω
		10V	0~11.999V	±(设定的 0.05%+1mV)	1mV	<50M Ω
		100V	0~119.99V	±(设定的 0.05%+10mV)	10mV	<100M Ω
	DCA	1mA	0~1.1999mA	±(设定的 0.05%+0.1 μ A)	0.1 μ A	>30M Ω
		10mA	0~11.999mA	±(设定的 0.05%+ μ A)	1 μ A	>3M Ω
		100mA	0~119.99mA	±(设定的 0.05%+1mA)	10 μ A	>1M Ω
2422	DCV	100mV	0~±120.00mV	±(读数的 0.1%+量程的 0.02%)	10 μ V	
		1V	0~±1200.0mV	±(读数的 0.05%+量程的 0.02%)	100 μ V	
		10V	0~±12.000V	±(读数的 0.05%+量程的 0.02%)	1mV	
		30V	0~±36.00V	±(读数的 0.05%+量程的 0.06%)	10mV	
	DCA	20mA	0~±24.00mA	±(读数的 0.1%+量程的 0.1%)	10 μ A	
255001	DCV	同 2552				
	DCA	100 μ A	0~119.9999 μ A	±(设定的 0.02%)或±2nA		
		1mA	0~1.199999mA	±(设定的 0.01%)或±10nA		
		10mA	0~11.99999mA	±(设定的 0.01%)或±100nA		
		100mA	0~119.9999mA	±(设定的 0.01%)或±1 μ A		
		1A	0~1.199999A	±(设定的 0.03%)或±30 μ A		
		10A	0~11.99999A	±(设定的 0.1%)或±1mA		
		30A	0~35.9999A	±(设定的 0.2%)或±18mA		
2560	DCV	10V, 1V, 100mA, 10mA	同 2553			
		100V	0~120.00V	±(0.15%+20mV)		
		500V	0~600.0V	±(0.15%+200mV)		
		1000V	0~1200.0V	±(0.15%+200mV)		
	DCA	100mV	0~120.00mV	±(0.2%+0.02mV)		
		100mA	同 2553			
		100mV, 10mV	同 2553			
		1A	0~1.2000A	±(0.2%+0.2mA)		
		10A	0~12.000A	±(0.2%+2mA)		
		30A	0~36.00A	±(0.2%+20mA)		
		10 μ A	0~12.00 μ A	±(0.3%+5nA)		
		50 μ A	0~60.00 μ A	±(0.3%+20nA)		
		100 μ A	0~120.0 μ A	±(0.3%+20nA)		

续表

型号	规格	量程	输出	精度	分辨率	输出阻抗
2558	ACV	100mV	1.00~120.00mV	50/60Hz, $\pm$ (设定的0.08%+量程的0.015%) 小于量程的20% 量程的 $\pm$ 0.02%	10 μ V	10 Ω
		1V	0.0100~1.2000V		100 μ V	
		10V	0.100~12.000V		1mV	
		100V	1.00~120.00V		10mV	
		300V	3.00~360.0V		100mV	
		1000V	10.0~1200.0V		100mV	
	ACA	100mA	1.00~120.00mA	(50A 量程)	10 μ A	
		1A	0.0100~1.2000A	50/60Hz, $\pm$ (设定的0.15%+量程的0.015%)	100 μ A	
		10A	0.100~12.000A	小于量程的20%	1mA	
		50A	0.50~60.00A	量程的 $\pm$ 0.04%	10mA	

表 12.2-9 日本横河公司标准气动压力信号源型号规格

型 号	2657-OX	2657-OX
输入压力	$2.8 \pm 0.2 \times 10^5 \text{ kPa}$	$0.5 \pm 0.1 \times 10^5 \text{ kPa}$
输出压力范围	0~200.00kPa	0~25.000kPa
分辨率	$\pm 0.01 \text{ kPa}$	$\pm 0.001 \text{ kPa}$
精 度	$\pm 0.05\%$ 满量程或 $\pm 0.1\%$ 设定压力	
输出设定	5 位 (最大 20000)	5 位 (最大 25000)
输出配置设定	输出=设定值 $\times \frac{n}{m}$ $m=1$ 到 20 , $n=0$ 到 m , $n/m \leq 100\%$	
前后倾斜 90℃, 左右倾斜 30℃	$\pm 0.1 \text{ kPa}$	$\pm 50 \text{ kPa}$

12.3 常用热、力、电计量仪器一览表(选自《仪表修理车间设计手册》CADC052—93)(表 12.3)

表 12.3 常用热、力、电计量仪器一览表

仪器设备名称	主要规格	主要用途
铂铑-铂热电偶	二等标准	检定工业用热电偶
低阻直流电位差计	$10^{-7} \sim 110 \text{ mV}$ $\pm 0.02\%$	检定工业用热电偶
光点复射式检流计	$5 \times 10^{-9} \text{ A/mm}$, 500 Ω	与上述电位差计配套
低阻直流电位差计	$10^{-5} \sim 1.0105 \text{ V}$ $\pm 0.05\%$	检定工作热电偶
光点复射式检流计	$5 \times 10^{-9} \text{ A/mm}$, 50 Ω	与上述电位差计配套
便携式电位差计	0.1~71mV $\pm 0.1\%$	校准工作热电偶
I 级饱和标准电池	1.0185~1.0187V	与低阻、高阻直流电位差计配套
管式电炉	1200℃	校验热电偶加热用
调压变压器	3kVA	与管式电炉配用
线路试验器	$10^{-3} \sim 10^{-6} \Omega$ $\pm 0.2\%$	测量电阻
高阻直流电位差计	$10^{-2} \sim 1.2111 \text{ mV}$ $\pm 0.02\%$	热、电计量基准仪器
光点复射式检流计	$1.5 \times 10^{-9} \text{ A/mm}$, 10000 Ω	与高阻直流电位差计配套
单双臂直流电桥	$10^{-6} \sim 10^6 \Omega$ $\pm 0.05\%$	热、电计量基准仪器
光点复射式检流计	$3 \times 10^{-9} \text{ A/mm}$, 10000 Ω	与单、双臂直流电桥配用
直流标准电阻	0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 $\pm 0.02\%$	热、电计量, 电阻基准量
电阻箱	0.01~11111.11 Ω $\pm 0.01\%$	检定比率计或平衡电桥
便携式直流毫伏表	50/100mV $\pm 0.5\%$	检定热电偶
兆欧表	500V, 0~50M Ω	测量绝缘电阻
兆欧表	1000V, 0~1000M Ω	测量绝缘电阻
万用表	DC 20000 Ω/V $\pm 2.0\%$	一般测量
万用表	AC 4000 Ω/V $\pm 4\%$	一般测量
	DC 5000 Ω/V $\pm 2.5\%$	
恒温水浴	95℃ $\phi 228 \times 240$	校验温度计用
	300℃ $\phi 228 \times 500$	
恒温油浴	1.5 级	校验温度计热电偶
光学高温计	800~2000℃	用以一般测量
光学高温计检定装置	0.01~1.111 Ω	检定光学高温计
万用电桥	1pF~111.1 μ F	电阻、电容、电感元件测量
毫伏表	1 μ H~111.1H	正弦波、小电压的一般测量
	30Hz~10MHz $\pm 3\%$	
示波器	10C~500kC, 24V/cm	观察电信号过程
电热恒温干燥箱	200℃, 450×350×450	仪表和零件干燥用

续表

仪器设备名称	主要规格	主要用途
标准电流表	2.5/5A $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
标准电压表	75/150/300V $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
标准瓦特表	2.5/5A, 75/150/300V $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
标准电流表	0.15~30A $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
标准伏特表	0.45~600V $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
标准毫伏表	45~3000mV $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
电流互感器	15~600/5A $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
电流互感器	0.5~50/5A $\pm 0.2\%$	检定 0.5 级电表
直流毫伏毫安表	15~300mV $\pm 0.5\%$	检定电表和测量
成套标准电表	$\pm 0.5\%$	检定电表和测量
调压变压器	2kVA	调节电源电位
精密电阻箱	0~11111.11 Ω $\pm 0.05\%$	精密校验
低频信号发生器	20~20000Hz; 2%	精密校验
高频信号发生器	100kHz~30MHz 1%	校验电表、功率表
移相器	380V, 0~360°	校验电表的交直流电源
交直流稳压源	AC 200V $\pm 0.2\%$, 2A DC 300V $\pm 0.01\%$, 150mA	
交直流电流电源	AC 0~600A DC 0~100A	电源装置
交直流电压电源	AC 0~250V DC 0~30V	电源装置
数字式频率计	10MHz 10^{-7}	厂级频率标准
声频频率计	10Hz~100kHz 2.5%	测量电信号频率
外差频率计	120kHz~20MHz 0.01%	测量频率
二等活塞压力计	0.04~0.6MPa $\pm 0.05\%$	检定标准压力表
二等活塞压力计	0.1~6MPa $\pm 0.05\%$	检定标准压力表
二等活塞压力计	1~60MPa $\pm 0.05\%$	检定标准压力表
三等活塞压力计	0.04~0.6MPa $\pm 0.2\%$	检定压力表
三等活塞压力计	0.1~6MPa $\pm 0.2\%$	检定压力表
三等活塞压力计	1~60MPa $\pm 0.2\%$	检定压力表
三等活塞压力计	6~250MPa $\pm 0.2\%$	检定压力表
标准压力表	0.1, 0.25, 0.6, 1, 2.5, 6, 10, 25, 60MPa $\pm 0.35\%$	检定压力表
标准压力表	0.1, 0.25, 0.6, 1, 2.5, 6, 10, 25, 60MPa $\pm 0.5\%$	检定压力表
二级标准天平	10g, 0.1mg	检定三级标准天平及二等工业砝码
二级标准天平	200g, 1mg	检定三级标准天平及二等工业砝码
二级标准天平	1kg, 10mg	检定三级标准天平及二等工业砝码
二级标准天平	5kg, 25mg	检定三级标准天平及二等工业砝码
二级标准天平	20kg, 100mg	检定三级标准天平及二等工业砝码
三级标准天平	200g, 20mg	检定三等工业砝码
三级标准天平	1kg, 100mg	检定三等工业砝码
三级标准天平	5kg, 400mg	检定三等工业砝码
三级标准天平	20kg, 1000mg	检定三等工业砝码

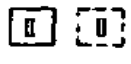
12.4 国家经计委[1983]244号文规定的对能源计量器具准确度的要求(表12.4)

表 12.4 经计委[1983]244号文规定的对能源计量器具准确度的要求

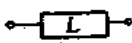
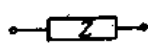
计量器具名称	分 类 及 用 途	准 确 度
各种衡器	静态, 用于燃料进出厂结算的计量	$\pm 0.1\%$
	动态, 经供需双方协议用于大宗低值燃料进出厂结算的计量	$\pm 0.5\%$
	动态, 用于车间(班组)、工艺过程的技术经济分析的计量	$\pm (0.5\% \sim 2\%)$
水流量	用于工业及民用水的计量	$\pm 2.5\%$
蒸汽流量计	用于包括过热蒸汽和饱和蒸汽的蒸汽计量	$\pm 2.5\%$
煤气等气体流量计	用于天然气、瓦斯及家用煤气的计量	$\pm 2.0\%$
油流量计	用于国际贸易核算的计量	$\pm 0.2\%$
	用于国内贸易核算的计量	$\pm 0.35\%$
	用于车间(班组)、重点用能设备及工艺过程控制计量	$\pm 1.5\%$
其他含能工质	(如压缩空气、氧、氮、氢、水等)	$\pm 2\%$

12.5 常用电工测量仪表的标记符号 (表 12.5)

表 12.5 常用电工测量仪表的标记符号

名 称	符 号	名 称	符 号
测量单位的符号			
千安	kA	不进行绝缘强度试验	
安培	A		
毫安	mA	绝缘强度试验电压为 500V	
千伏	kV		
伏特	V	绝缘强度试验电压为 2kV	
毫伏	mV	危险 (测量线路与外壳间的绝缘强度不符合标准规定, 符号为红色)	
千瓦	kW	端钮、转换开关、调零器和止动器的符号	
瓦特	W	负端钮	—
千乏	kVar	正端钮	+
乏	var	公共端钮 (多量限仪表和复用仪表)	*
赫兹	Hz	电源端钮 (功率表、无功功率表、相位表)	
兆欧	MΩ	交流端钮	~
欧姆	Ω	接地用的端钮 (螺钉或螺杆)	
毫欧	mΩ	与外壳相连接的端钮	---
功率因数	cosφ	与屏蔽相连接的端钮	
微法	μF	调零器	
亨	H	止动方向	↑
毫亨	mH	注意: 遵照使用说明书及质量合格证明书规定	
电流种类及不同额定值标准的符号		按外界条件分组符号	
直流	—	I 级防外磁场 (例如磁电系)	
交流 (单相)	~		
直流和交流	≈	I 级防外磁场及电场	
额定范围			
(以频率为例)	45~65Hz		
(以温度为例)	15~25℃		
最大容许电压为额定值的 1.5 倍	$U_{max} = 1.5U_n$		
最大容许电流为额定值的 2 倍	$I_{max} = 2I_n$		
最大容许电压为 380V	$U_{max} = 380V$		
最大容许电流为 10A	$I_{max} = 10A$		
专用导线电阻为 0.14Ω	$R_d = 0.14\Omega$		
接电流互感器	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{500}{5}$		
500 : 5A			
接电压互感器	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{3000}{100}$		
3000 : 100V			
仪表指示值温度系数 (以偏离额定值 ±10℃ 的数值表示, 例如 ±0.25%/10℃)	±0.25		
准确度等级、工作位置、绝缘强度的符号			
以标度尺上限百分数表示的准确度等级, 例如 1.5 级	1.5		
以标度尺长度百分数表示的准确度等级, 例如 1.5 级			
以指示值的百分数表示的准确度等级, 例如 1.5 级			
标度尺位置为垂直的			
标度尺位置为水平的			
标度尺位置与水平面倾斜成一角度, 例如 60°			

续表

名 称	符 号	名 称	符 号
N级防外磁场及电场		感应系数表	
外磁场极限频率 f_K 之值不等于 1000Hz 例如 500Hz	$f_K=500\text{Hz}$	静电系数表	
专供安置于钢板上	Fe	振簧系数表	
专供安置于非铁磁安装板或底板上	NFe	附件的符号	
A 组仪表。 注: A ₁ 、B、B ₁ 、C 组仪表分别在三角形内注明组别符号		分流器	
		分压器	
		附加电阻器	
		附加电抗器	
		附加阻抗器	
仪表和附件工作原理的符号			
磁电系数表			
整流系数表			

12.6 仪表台件统计方法 (化工部自控设计技术中心站 《仪表修理车间设计手册》CADC 052—93)

仪表台件数统计总的原则为:凡是能组成检测、控制回路的独立单元分别按台数统计。

(1) 现场测量仪表

①各类变送器、椭圆齿轮流量计、涡轮流量计、电磁流量计、远传型转子流量计、超声波流量计、称重仪、差压计等,均按一台件统计。

②压力表、温度计、热电偶、热电阻、翻板液位计、液位信号器、玻璃转子流量计、温度和压力开关等简单测量仪表和检测元件,按 1×0.1 统计台件数。

(2) 显示、控制仪表

①指示仪、记录仪、累积器、调节器、基地式仪表等均按一台件统计。

②操作单元、计算单元及转换单元按一台件计算。

③闪光报警器 8 个回路按一台件统计,继电器 30 个按一台件统计。

④各类执行器包括其所属附件均按一台件统计。阀门定位器、伺服放大器按一台件统计,电磁阀按 1×0.2 统计台件数。

⑤DCS 台件统计方法,按 DCS 的输入输出点数(模拟量+数字量+开关量)的 $1/5$ 折算台件数。PLC 按输入输出点的 $1/6$ 统计台件数。

⑥除 DCS 以外的各类插卡、组件、安全栅、配电器及架装仪表按 3~5 个为一台件统计。

⑦简单的分析器,如 pH 计、电导仪等一整套按二台件统计,浊度计、热导式气体分析器、红外气体分析器等,一整套按三台件统计。结构复杂的分析器,如工业色谱仪,一整套按十台件统计。质谱仪一整套按二十台件统计。

⑧其他分析仪可比照上述统计方法进行。

12.7 常用标准代号及含义

(1) 国内标准代号

序号	代号	标准名称	序号	代号	标准名称
1	GB	国家标准(强制性)	11	NDGJ	电力工业部工程建设标准
2	GB/T	国家标准(推荐性)	12	JGJ	建设部工程建设标准
3	JB	机械工业部标准(强制性)	13	FJJ	纺织总会工程建设标准
4	JB/T	机械工业部标准(推荐性)	14	EJ	中国核工业总公司行业标准
5	HG	化学工业部行业标准	15	JJG	国家计量总局标准
6	HGJ	化学工业部工程建设标准	16	ZBY	仪器仪表专业标准
7	H	原化学工业部标准	17	ZBN	仪器仪表行业标准
8	SH	中国石化总公司行业标准	18	JB/YQ	仪器仪表行业内部标准
9	SHJ	中国石化总公司工程建设标准	19	CD	原化学工业部基本建设局标准
10	SYJ	中国石油天然气工业总公司工 程建设标准	20	TC(CDDC)	自控中心站标准

(2) 国外标准代号

序号	代号	标准名称	序号	代号	标准名称
1	ISO	国际标准化组织标准	21	NBN	比利时标准
2	IEC	国际电工委员会标准	22	NEN	荷兰标准
3	ANSI	美国国家标准	23	NF	法国标准
4	API	美国石油学会标准	24	NHS	希腊国家标准
5	ASME	美国机械工程师协会标准	25	NI	印度尼西亚标准
6	NEC	美国国家电气规程	26	NP	葡萄牙标准
7	NEMA	美国电气制造商协会标准	27	NS	挪威标准
8	NEPA	美国国家防火协会标准 美国流体动力协会标准	28	NZS	新西兰标准
9	AS	澳大利亚标准	29	QNORM	奥地利标准
10	BS	英国标准	30	PN	波兰标准
11	BIS	保加利亚国家标准	31	PS	巴基斯坦标准
12	CAN	加拿大标准	32	SABS	南非标准
13	DIN	德国标准	33	SIS	瑞典标准
14	DS	丹麦标准	34	SNV	瑞士标准协会标准
15	GOCT	前苏联国家标准	35	SS	新加坡标准
16	IS	印度标准	36	STAS	罗马尼亚国家标准
17	ISIRI	伊朗标准	37	THAI	泰国国家标准
18	JIS	日本工业标准	38	TS	土耳其标准
19	KSS	科威特标准	39	UNE	西班牙标准
20	MSZ	匈牙利国家标准	40	UBS	缅甸联邦标准
			41	UNI	意大利标准

12.8 国产半导体器件和集成电路型号命名(GB249—74, GB3430—82)

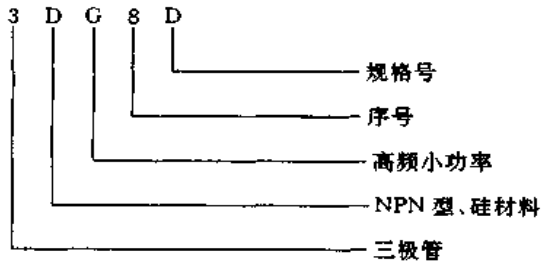
12.8.1 国产半导体器件型号命名(GB249-74)(表 12.8.1)

表 12.8.1 国产半导体器件型号命名表

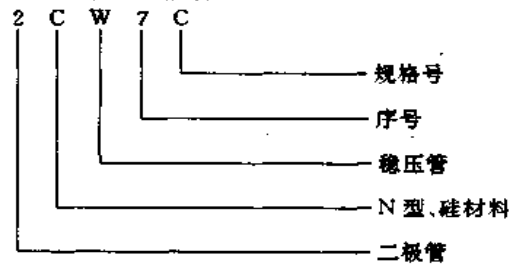
第一部分		第二部分		第三部分				第四部分	第五部分
用数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型				用数字表示器件的序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型、锗材料	P	普通管	T	晶体闸流管		
		B	P 型、锗材料	V	微波管	Y	体效应管		
		C	N 型、硅材料	W	稳压管	B	雪崩管		
		D	P 型、硅材料	C	参量管	J	阶跃恢复管		
				Z	整流器	BT	半导体特殊器件		
				L	整流堆	PIN	PIN 型管		
				S	隧道管				
				N	阻尼管				
				U	光电器件				
3	三极管	A	PNP 型、锗材料	V	微波管	A	高频大功率管 $f_s \geq 3\text{MHz}, p_c > 1\text{W}$		
		B	NPN 型、锗材料	K	开关管	FH	复开管		
		C	PNP 型、硅材料	X	低频小功率管 ($f_s < 3\text{MHz}, p_c < 1\text{W}$)	JG	激光管		
		D	NPN 型、硅材料	G	高频小功率管 ($f_s \geq 3\text{MHz}, p_c < 1\text{W}$)	CS	场效应器件		
		E	化合物材料	D	低频大功率管 ($f_s < 3\text{MHz}, p_c \geq 1\text{W}$)				

示例:

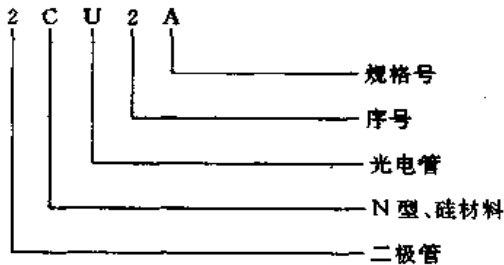
(1) 硅 NPN 型高频小功率三极管



(2) 硅稳压二极管



(3) 硅光敏二极管



12.8.2 半导体集成电路型号命名(GB3430—82)

根据 GB 3430—82 规定, 半导体集成电路(SIC)的型号由五部分组成, 其符号及意义如表 12.8.2 所示。

表 12.8.2 半导体集成电路符号及意义

第 0 部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示国标		用字母表示 SIC 的类型		用阿拉伯数字表示 SIC 的系列和品种代号	用字母表示 SIC 的工作温度范围		用字母表示 SIC 的封装	
符号	意义	符号	意义		符号	意义	符号	意义
C	中国制造	T	TTL		C	0~70℃	W	陶瓷扁平
		H	HTL		E	-40~85℃	B	塑料扁平
		E	ECL		R	-55~85℃	F	全密封扁平

续表

第0部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示国标		用字母表示 SIC 的类型		用阿拉伯数字表示 SIC 的系列和品种代号	用字母表示 SIC 的工作温度范围		用字母表示 SIC 的封装	
符号	意义	符号	意义		符号	意义	符号	意义
C	中国制造	C	CMOS		M	-55~125℃	D	陶瓷直插
		F	线性放大器				P	塑料直插
		D	音响、电视电路				J	黑陶瓷直插
		W	稳压器				K	金属菱形
		J	接口电路				T	金属圆形
		B	非线性电路				:	:
		M	存储器				:	:
		μ	微型机电路					
		:	:					
		:	:					

示例

C
①
T
②
3020
③
E
④
D
⑤

- ①——表示国标，或中国制造。
 ②——表示 TTL 电路。
 ③——表示肖特基系列双输入与非门。
 ④——表示工作温度 -40~85℃。
 ⑤——表示陶瓷直插封装。

全称是肖特基 TTL 双 4 输入与非门。

示例

C
①
C
②
4001
③
C
④
B
⑤

- ①——国标。
 ②——CMOS 电路。
 ③——四输入或非门。
 ④——0~70℃。
 ⑤——塑料扁平封装。

12.9 地区气象表 (GB/T2624—93) (表 12.9)

表 12.9 地区气象表

地 名	平 均 值			地 名	平 均 值		
	大气压力 mbar	温度 (全年) ℃	相对湿度 %		大气压力 mbar	温度 (全年) ℃	相对湿度 %
东北地区				阜 新	999.3	7.4	57
海拉尔	941.7	-2.1	68	沈 阳	1011.2	7.8	63
满州里	936.5	-1.1	64	营 口	1016.7	9.0	65
齐齐哈尔	996.3	3.2	62	鞍 山	1013.7	8.7	63
鹤 岗	985	2.7	61	抚 顺	1002.3	6.5	67
哈尔滨	993.7	3.5	65	丹 东	1015.0	8.6	70
牡丹江	985.6	3.3	67	大 连	1005.0	10.1	67
四 平	995.7	5.9	64	锦 州	1008.1	9.0	58
延 吉	993.9	4.9	65	蒙新地区			
通 化	968.5	4.9	70	呼和浩特	896.2	5.7	55
吉 林	992.8	4.4	68	勃海湾	892.6	9.1	43
长 春	986.4	4.9	64	二连浩特	905.0	3.5	47
开 原	1004.2	6.4	65	集 宁	857.2	3.6	52

续表

地 名	平 均 值			地 名	平 均 值		
	大气压力 mbar	温度 (全年) °C	相对湿度 %		大气压力 mbar	温度 (全年) °C	相对湿度 %
乌鲁木齐	994	7.3	57	巴 东	980.7	17.5	69
伊 宁	941.4	8.6	65	岳 阳	1009.4	17.1	78
克拉玛依	970.6	8.1	47	长 沙	1007.8	17.3	79
哈 密	930.8	9.9	40	沅 陵	998.5	16.5	79
吐鲁番	1013.2	14.1	39	万 县	992.0	18.2	81
塔 城	956.5	6.2	61	重 庆	983.2	18.3	79
喀什	871.6	11.7	49	成 都	956.3	16.1	83
和田	862.5	12.1	42	峨 眉	702.1	17.2	80
于 田	856.4	11.5	42	西 昌	837.4	16.9	62
黄河流域				宜 宾	974.4	17.8	82
兰 州	847.8	8.9	60	万 源	937.6	14.7	73
酒泉	852.4	6.9	48	甘 南	673.6	5.4	55
天水	887.3	10.5	69	夜 郎	960.1	16.3	78
玉门镇	847	6.7	42	南 充	979.0	17.5	79
银川	890.2	8.5	59	贵 阳	893.3	15.2	77
石嘴山	892.3	8.1	52	遵 义	918.2	15.3	81
延安	907.5	9.2	63	桐 梓	904.6	14.7	79
西安	970.1	13.3	71	独 山	901.1	15	82
汉中	956.8	14.3	80	昆 明	810.8	14.5	74
宝鸡	945.6	12.8	69	腾 冲	834.8	14.7	79
榆林	896.4	7.9	57	蒙 自	868.7	18.6	72
大同	894.9	6.4	54	景 洪	947.4	21.8	83
太原	927	9.4	60	思 茅	868.7	17.8	82
晋 城	930.8	11.2	61	华南地区			
北 京	1013.2	11.6	59	金 华	1008.9	17.5	77
天 津	1016.6	12.3	62	温 州	1015.2	17.9	81
保 定	1014.6	12.2	64	瑞 金	992.8	19	79
石家庄	1007.3	12.9	62	福 州	1005.2	19.7	77
张家口	932.4	7.8	49	厦 门	1007.0	20.8	77
承德	972.1	9.0	53	建 阳	993.8	18.2	83
唐山	1013.9	11.1	62	南 平	999.8	19.3	79
邢台	1007.6	13.0	65	韶 关	1005.9	20.4	76
济南	1010.3	14.3	58	广 州	1012.6	21.8	79
青 岛	1015.4	11.9	72	东沙群岛	1011.1	25.1	
兖 州	1010.5	13.5	66	西沙群岛	1009.8	26.4	82
德州	1014.3	12.7	64	海 口	1009.1	23.6	85
徐州	1012.4	14.2	68	湛 江	1008.5	23.1	82
郑州	1003.4	14.3	64	汕 头	1012.7	21.1	82
开封	1008.1	14.1	68	桂 林	994.7	18.8	76
三门峡	971.1	13.9	61	南 宁	1004.3	21.6	79
南阳	1000.8	14.9	72	梧 州	999.4	21	79
信阳	1007.3	15.2	76	百 色	991.1	22.1	76
安阳	1007.2	13.6	66	台 北	1013	21.9	82
长江流域				台 中	1003.1	22.3	81
上 海	1016.1	15.7	79	台 南	1010.5	23.6	79
南 京	1015.4	15.4	77	台 东	1016.3	23.5	78
连云港	1016.3	14.1	70	花莲港	1011.3	22.7	83
芜湖	1014.0	16.1	79	青藏高原			
蚌埠	1014.2	15.2	72	西 宁	775.2	5.6	57
合肥	1012.3	15.8	76	玉 树	649.5	2.7	55
杭州	1015.8	16.2	81	玛 多	607.7	-4.2	59
九江	1011.3	17.2	77	拉 萨	651.8	7.1	46
南昌	1009.6	17.7	77	日喀则	637.8	6	42
汉口	1013.4	16.2	79	昌 都	681.2	7.4	50
宜昌	1007.7	16.9	77	林 芝	706.5	8.4	63
黄石	1013.6	17.1	78	定 日	601.7	0.6	45

注: 1mbar=0.750mmHg.

1mmHg=1.333mbar.

1mbar=0.1kPa.

12.10 调节器参数工程整定方法

调节器参数整定方法很多,常用的工程整定方法有临界比例度法、衰减曲线法和经验法。

12.10.1 临界比例度法

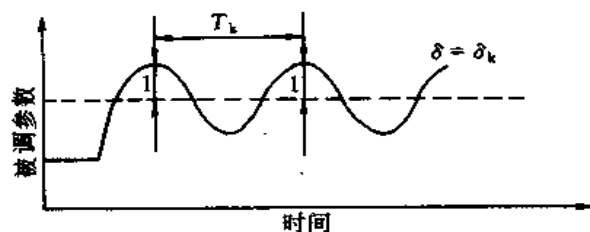


图 12.10.1 临界振荡过程曲线

一个调节系统,在阶跃干扰作用下,出现既不发散也不衰减的等幅振荡过程,此种过程称为临界振荡过程,如图 12.10.1 所示。此时调节器的比例度为临界比例度 δ_k ,被调参数的工作周期为临界周期 T_k 。

整定步骤如下。

①取 $T_i = \infty$, $T_d = 0$, 比例度取适当值,系统按纯比例作用投入运行。稳定后,逐步减小比例度,在外界干扰作用下,观察过程变化情况,寻求临界状态,得到临界参数。

②根据临界比例度 δ_k 和临界周期 T_k , 按表 12.10.1 计算出调节器参数值。

③将比例度放到比计算值略大一些的刻度上,然后由大而小将积分时间加入,由小而大将微分时间加入。

④将比例度调到计算值上,观察运行,适当调整,使过渡过程达到指标要求。

表 12.10.1 临界比例度法参数整定经验公式

调节规律	比例度 $\delta, \%$	积分时间 T_i, min	微分时间 T_d, min
P	$2\delta_k$	—	—
PI	$2.2\delta_k$	$0.85T_k$	—
PID	$1.7\delta_k$	$0.5T_k$	$0.125T_k$

12.10.2 衰减曲线法

(1) 4:1 衰减曲线法

纯比例作用下的自动调节系统,在比例度逐渐变小时,出现 4:1 衰减振荡过程。此时比例度为 4:1 衰减比例度 δ_s 。两个相邻同向波峰之间的距离为 4:1 衰减操作周期 T_s , 如图 12.10.2-1 所示。

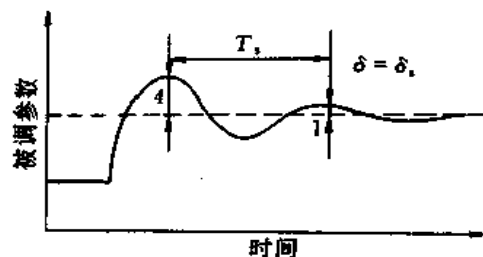


图 12.10.2-1 4:1 衰减过程曲线

表 12.10.2-1 4:1 衰减曲线法参数整定经验公式

调节规律	比例度 $\delta, \%$	积分时间 T_i, min	微分时间 T_d, min
P	δ_s	—	—
PI	$1.2\delta_s$	$0.5T_s$	—
PID	$0.8\delta_s$	$0.3T_s$	$0.1T_s$

整定步骤如下。

①取 $T_i = \infty$, $T_d = 0$, 比例度取适当值,在纯比例作用下将系统投运。待系统稳定后,逐步减小比例度,根据工艺操作的许可程度加 2%~3% 的干扰,观察调节过程波动情况,直到规定的衰减比为止,得到 4:1 衰减情况下的 δ_s 和 T_s 值。

②根据 δ_s 和 T_s 值,按表 12.10.2-1 算出调节器各参数值。

③将比例度放在比计算值略大的数值上,逐渐引入积分和微分作用。

④将比例度降至计算值上,观察运行,适当调整。

(2) 10:1 衰减曲线法

在有些过程中,由于采用 4:1 的衰减比仍嫌振荡太厉

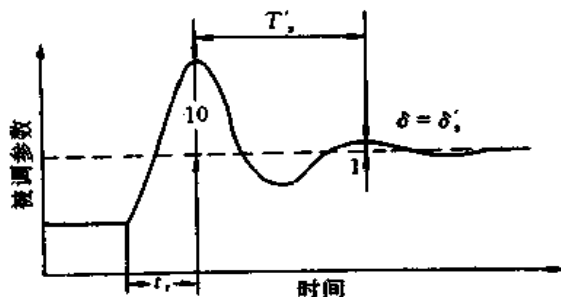


图 12.10.2-2 10:1 衰减过程曲线

害,则可采用 10:1 的衰减过程,如图 12.10.2-2 所示。这种情况下由于衰减太快,要测取操作周期较困难,但可测取从施加干扰开始至达到第一个波峰的飞升时间 t_r 。

10:1 衰减曲线法整定调节器参数的步骤与要求跟 4:1 衰减曲线法完全相同,仅采用的参数及计算用的经验公式不同而已。它所采用的经验公式如表 12.10.2-2 所示。表中 δ' 系指调节过程出现 10:1 衰减时的比例度。

12.10.3 经验法

经验法是直接在闭环的调节系统中,逐步地、反复地凑试,最后得到调节器的合适参数。实质是“看曲线、调参数”。表 12.10.3 所列的参数,为经验法提供了参考的凑试范围。

整定方法如下。

- ①在 $T_i = \infty$, $T_d = 0$, 比例度按表 12.10.3 给定的条件下,将系统投入运行。
- ②按纯比例系统整定 δ , 使其得到比较好的调节过程曲线。然后,将比例度放大 1.2 倍,积分时间从大到小进行改变,直至得到比较好的调节过程曲线。
- ③在加积分作用的过程中,要重新整定比例度,求取更好的过程曲线。
- ④如需引入微分作用,将微分时间按表 12.10.3 或 $T_d = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}\right) T_i$ 计算值由小而大加入,观察曲线,适当调整其他参数,经过反复凑试,寻求最佳参数。

为了得到同样衰减比的调节过程曲线,比例度和积分时间的数值可在一定范围内适当匹配。即比例度的

表 12.10.2-2 10:1 衰减曲线法参数整定经验公式

调节器参数	比例度 $\delta, \%$	积分时间 T_i, min	微分时间 T_d, min
P	δ'	—	—
PI	$1.2\delta'$	$2t_r$	—
PID	$0.8\delta'$	$1.2t_r$	$0.4t_r$

表 12.10.3 经验法调节器参数参考值

被调参数	比例度 δ %	积分时间 T_i min	微分时间 T_d min
温度	20~60	3~6	0.5~3
流量	40~100	0.1~1	
压力	30~70	0.4~3	
液位	20~80		

减小,可用增加积分时间的办法来补偿。所以,经验法也可根据具体调节对象,按表 12.10.3 的参数范围,选择一个积分时间,然后,将比例度由大到小,逐步凑试,直至得到较好的调节过程曲线为止。如果需要加微分作用,可以根据 $T_d = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}\right) T_i$ 进行估算加入。假如调节过程的曲线不满意,适当调整积分时间和微分时间,经过反复凑试,得到理想的调节过程。

12.10.4 串级调节系统的整定方法

串级调节系统的整定一般可采取下述两种方法。

(1) 两步法

步骤如下。

- ①将主环闭合,主、副调节器的积分时间放最大,微分时间放最小。
 - ②将主调节器比例度放 100% 刻度上,按某种衰减比(如 4:1)整定副环(整定时副调节器比例度应由大往小逐渐变化),求取在该衰减比下副调节器的比例度 δ_n 和操作周期 T_n 。
 - ③将副调节器比例度置于 δ_n 数值,用同样方法和同样的衰减比整定主环,求取在该衰减比下主调节器的比例度 δ_m 和操作周期 T_m 。
 - ④由所得的 δ_m 、 T_m 及 δ_n 、 T_n 数据,结合调节器的选型,按实验时所选择的衰减比,选择适当的经验公式,求取主、副调节器的整定参数。
 - ⑤按“先副后主”与“先比例次积分后微分”的次序,依次将计算出的主、副调节器参数放好。
 - ⑥观察调节过程,必要时进行适当的调整。
- 当实验选用的衰减比为 4:1 时,主、副调节器参数可按表 12.10.2-1 “4:1 衰减曲线法参数整定经验公式”计算。

(2) 一步整定法

步骤如下。

- ①首先根据副环参数的类型,按经验法选择好副调节器的比例度。
- ②副调节器参数置于经验值,然后按简单调节系统任一整定方法整定主调节器参数。
- ③观察调节过程,根据主、副调节器放大系数匹配的原理,适当调整主、副调节器参数,使主参数品质最好。
- ④如出现振荡,可将主、副调节器任一参数加大,即可消除。如出现剧烈振荡,可先转入遥控,待生产稳定之后,重新投运和整定。

对应于不同的副参数类型，副调节器参数的经验值见表 12.10.3。

12.11 信号报警系统运行状态组合表 (HG20511—92《信号报警、联锁系统设计规定》) (表 12.11-1 至表 12.11-3)

表 12.11-1 一般闪光报警系统运行状态

过程状态	显示器/灯	音响器	备 注	过程状态	显示器/灯	音响器	备 注
正常	不亮	不响		报警信号消失	不亮	不响	运行正常
报警信号输入	闪光	响		试验按钮动作	闪光	响	动作试验、检查
按动确认按钮	平光	不响					

表 12.11-2 区别第一原因的闪光信号报警系统运行状态

过程状态	第一原因显示器/灯	其他显示器/灯	音响器	备 注
正常	不亮	不响	不响	
第一报警信号输入	闪光	平光	响	有第二报警信号输入
按确认按钮	闪光	平光	不响	
报警信号消失	不亮	不亮	不响	运行正常
试验按钮动作	亮	亮	响	动作试验、检查

表 12.11-3 区别瞬间原因的闪光信号报警系统运行状态

过程状态	显示器/灯	音响器	备 注
正常	不亮	不响	
报警信号输入	闪光	响	
确认	瞬时事故	不亮	不响
(消音)	持续事故	平光	不响
报警信号消失	不亮	不响	无报警信号输入
按动试验按钮	亮	响	动作试验、检查

12.12 仪表系统接地要求 (HG20513—92《仪表系统接地设计规定》) (表 12.12-1 至表 12.12-4)

表 12.12-1 用电仪表、PLC、DCS、计算机接地电阻要求

接 地 类 型	接地电阻要求, Ω	备 注
保护接地	<4	接至厂区电气专业接地网
工作接地 (信号回路接地) (屏蔽接地)	$1\sim4$	接至厂区电气专业接地网或独立设置接地系统
本质安全仪表接地	$1\sim4$	独立设置接地系统, 与其他接地网相距 5m 以上

表 12.12-2 DCS 系统的接地要求

DCS 系统牌号	制 造 厂	接地电阻, Ω	附 注
CENTUM	日本 横河	<10	独立设置接地体
TELEPERM M	德国 西门子	<5	独立设置接地体, 与保护地分开
I/A	美国福克斯波罗	用于发电厂 <1 用于其他厂 <5	可独立设置接地体, 也可与厂区地合用
RS3	美国罗斯蒙特	用于发电厂 <1 用于其他厂 <5	可独立设置接地体, 也可与厂区地合用
TDC3000	美国霍尼韦尔	安全地 <4 逻辑地 <1	设三个独立的接地系统: (1) 交流与避雷地; (2) 数据公路与主参考地; (3) 与之相连的非 TDC-3000 计算机参考地

表 12.12-3 接地连线的规格

用 途	导 线 规 格
接地支线	铜芯绝缘电线电缆截面 $1\sim2.5\text{mm}^2$
接地分干线	多股铜芯绝缘电线电缆截面 $4\sim25\text{mm}^2$
接地总干线	多股铜芯绝缘电线电缆截面 $16\sim50\text{mm}^2$

表 12.12-4 接地体和接地网干线用钢材规格

名称	扁钢	圆钢	等边角钢	钢管
规格	25×4	$\phi14\sim\phi20$	$30\times30\times4$	$\phi45\times\phi3.5$
mm			$40\times40\times4$	$\phi57\times\phi3.5$
			$50\times50\times5$	

12.13 放射卫生防护剂量限值和放射源容器的屏蔽性能分级 (GB4792—84, GB11923—89)

(1) 放射卫生防护剂量限值

《放射卫生防护基本标准》(GB 4792—84) 规定:

放射工作人员受到全身均匀照射时的年剂量当量不应超过 50mSv (5rem)。当受到不均匀照射时, 有效剂量当量也不应超过 50mSv (5rem)。

公众中个人受到的年剂量当量应低于下列限值:

全身	5mSv (0.5rem)
任何单个组织或器官	50mSv (5rem)

若将年工作时间计为 2000 小时 (8 小时/天 $\times$ 250 天), 只要把每小时的剂量当量率控制在 25 μ Sv/h (2.5mrem/h) (对于放射工作人员), 或 2.5 μ Sv/h (0.25mrem/h) (对于公众) 以内, 就会符合 GB 4792—84 的规定。

(剂量当量率 $\times$ 年工作时间 = 年剂量当量)

在选用带放射源的测量仪表时, 从放射卫生防护的角度考虑, 可查阅该仪表放射源的屏蔽性能等级, 从而得知在距离放射源容器外表面某段距离处的最大剂量当量率。

根据 GB 4792—84 的规定, 剂量当量率高于 2.5 μ Sv/h (0.25mrem/h) 的场所称为放射工作场所 (仪表维护人员工作位置), 低于 2.5 μ Sv/h (0.25mrem/h) 的场所不称为放射工作场所 (非仪表维护人员安全位置)。

(2) 电离辐射料位计放射源容器的屏蔽性能分级 (GB 11923—89)

料位计的放射防护必须符合 GB 4792 的规定, 源闸必须有锁紧装置, 源闸的开与关的位置标记应清晰醒目, 源容器的外壳上应有明显的放射性标记和屏蔽性能的级别标记, 源容器的屏蔽性能必须符合表 12.13-1 的要求。

表 12.13-1 源容器的屏蔽性能分级

级 别	最大剂量当量率, μ Sv/h				源容器的 结构特点
	源容器的外表面	距离源容器外表面 5cm 处	距离源容器外表面 10cm 处	处距离源容器外表面 1m 处	
O	10	—	1	—	—
A	—	7.5	—	—	—
B	—	25	—	—	—
Z	Za	200	—	20	无源闸
	Zb	25 (源闸关)	—	—	有源闸
	Za/Zb	200 (源闸关)	—	20 (源闸关)	有源闸

(3) 电离辐射 SI 单位及专用单位 (GB 4792—84) (表 12.13-2)

表 12.13-2 电离辐射量、单位、名称及符号

量	SI 导出单位			专用单位	
	名 称	符 号	SI 单位表示式	名 称	符 号
照射量	—	—	$C \cdot kg^{-1}$	伦琴	R
吸收剂量	戈 [瑞]	Gy	$J \cdot kg^{-1}$	拉德	rad
剂量当量	希 [沃特]	Sv	$J \cdot kg^{-1}$	雷姆	rem
[放射性] 活度	贝可 [勒尔]	Bq	—	居里	Ci

注: $1R = 2.58 \times 10^{-4} C \cdot kg^{-1}$; $1C \cdot kg^{-1} = 3.877 \times 10^3 R$

$1rad = 10^{-2} J \cdot kg^{-1}$; $1Gy = 1 J \cdot kg^{-1} = 100rad$

$1rem = 10^{-2} J \cdot kg^{-1}$; $1Sv = 1 J \cdot kg^{-1} = 100rem$

$1Ci = 3.7 \times 10^{10} s^{-1}$; $1Bq = 1s^{-1} \approx 2.7 \times 10^{-11} Ci$

编者注:

1. 照射量率的单位为伦琴/小时 (R/h), 剂量当量率的单位为雷姆/小时 (rem/h), 对于同一吸收体而言, 1R/h 与 1rem/h 在数值上近似相等;

2. 有人也用“伽玛”来表示照射量率, 1 伽玛等于 1 微伦/小时 (1 μ R/h)。

12.14 希腊文字母及读音 (表 12.14)

表 12.14 希腊文字母及读音表

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	α	阿尔法	I	ι	约塔	P	ρ	柔
β	β	贝塔	K	κ, χ	卡帕	Σ	σ, ς	西格马
Γ	γ	伽马	Λ	λ	拉姆达	T	τ	陶
Δ	δ	德耳塔	M	μ	米尤	Υ	υ	宇普西隆
E	ϵ, ϵ'	伊普西隆	N	ν	纽	Φ	ϕ, ϕ'	斐
Z	ζ	截塔	Ξ	ξ	克西	X	χ	喜
H	η	艾塔	O	$\omicron$	奥密克戎	Ψ	ψ	普西
Θ	θ, ϑ	西塔	Π	π	派	Ω	ω	奥米伽

参 考 文 献

- 1 陆德民主编. 石油化工自动控制设计手册. 第二版. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 2 化工部、中石化自动控制设计技术中心站编. 自控常用材料器件手册. 兰州: 炼油化工自动化增刊, 1992
- 3 化工部自动控制设计技术中心站主编. 自控设计规定 (HG20505~20516-92, HG/T20573-95, CD50A12-84)
- 4 化工部自动控制设计技术中心站组织编写. 仪表修理车间设计手册 (CADC 052-93)
- 5 J. W. 哈奇森主编. 美国仪表学会《调节阀手册》. 第二版. 林秋鸿等译. 北京: 化学工业出版社, 1984
- 6 FISHER CONTROLS. Control Valve Handbook. Second Edition. 1977
- 7 《工业自动化仪表手册》编辑委员会编. 工业自动化仪表手册. 第一册. 北京: 机械工业出版社, 1988
- 8 《新编实用电工手册》编写组编. 新编实用电工手册. 北京: 海洋出版社, 1991
- 9 国家技术监督局计量司组织编写. '90 国际温标通用热电偶分度表手册. 北京: 中国计量出版社, 1994
- 10 喻秉文. 1990 国际温标热电偶、铂热电阻应用手册. 机械工业部仪器仪表综合技术经济研究所、重庆仪表材料研究所组编, 1996
- 11 奚文群、谢海雄. 调节阀口径计算指南. 兰州: 化工部、中石化自动控制设计技术中心站出版, 1991
- 12 张乃燕主编. 氧分析器. 北京: 化学工业出版社, 1988
- 13 季善义主编. 热导式氢分析器. 北京: 化学工业出版社, 1988
- 14 康永济主编. 红外线气体分析器. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 15 李永和主编. 工业酸度计. 北京: 化学工业出版社, 1992
- 16 陈彦尊主编. 水质分析仪. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 17 王森、朱炳兴主编. 仪表工试题集. 北京: 化学工业出版社, 1992
- 18 恩德斯豪斯公司. 污水 测量与自动化技术. 李玉纯等译. 北京: 测绘出版社, 1993

2. 有人也用“伽玛”来表示照射量率, 1伽玛等于1微伦/小时 (1 μ R/h)。

12.14 希腊文字母及读音 (表 12.14)

表 12.14 希腊文字母及读音表

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
α	α	阿尔法	ι	ι	约塔	ρ	ρ	柔
β	β	贝塔	κ, χ	κ, χ	卡帕	σ, σ	σ, σ	西格马
γ	γ	伽马	λ	λ	拉姆达	τ	τ	陶
δ	δ	德耳塔	μ	μ	米尤	υ	υ	宇普西隆
ϵ, ϵ	ϵ, ϵ	伊普西隆	ν	ν	纽	ϕ, ϕ	ϕ, ϕ	斐
ζ	ζ	截塔	ξ	ξ	克西	χ	χ	喜
η	η	艾塔	$\omicron$	$\omicron$	奥密克戎	ψ	ψ	普西
θ, θ	θ, θ	西塔	π	π	派	ω	ω	奥米伽

参 考 文 献

- 1 陆德民主编. 石油化工自动控制设计手册. 第二版. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 2 化工部、中石化自动控制设计技术中心站编. 自控常用材料器件手册. 兰州: 炼油化工自动化增刊, 1992
- 3 化工部自动控制设计技术中心站主编. 自控设计规定 (HG20505~20516—92, HG/T20573—95, CD50A12—84)
- 4 化工部自动控制设计技术中心站组织编写. 仪表修理车间设计手册 (CADC 052—93)
- 5 J. W. 哈奇森主编. 美国仪表学会《调节阀手册》. 第二版. 林秋鸿等译. 北京: 化学工业出版社, 1984
- 6 FISHER CONTROLS. Control Valve Handbook. Second Edition. 1977
- 7 《工业自动化仪表手册》编辑委员会编. 工业自动化仪表手册. 第一册. 北京: 机械工业出版社, 1988
- 8 《新编实用电工手册》编写组编. 新编实用电工手册. 北京: 海洋出版社, 1991
- 9 国家技术监督局计量司组织编写. '90 国际温标通用热电偶分度表手册. 北京: 中国计量出版社, 1994
- 10 喻秉文. 1990 国际温标热电偶、铂热电阻应用手册. 机械工业部仪器仪表综合技术经济研究所、重庆仪表材料研究所组编, 1996
- 11 奚文群、谢海雄. 调节阀口径计算指南. 兰州: 化工部、中石化自动控制设计技术中心站出版, 1991
- 12 张乃燕主编. 氧分析仪. 北京: 化学工业出版社, 1988
- 13 季善义主编. 热导式氢分析仪. 北京: 化学工业出版社, 1988
- 14 康永济主编. 红外线气体分析仪. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 15 李永和主编. 工业酸度计. 北京: 化学工业出版社, 1992
- 16 陈彦尊主编. 水质分析仪. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 17 王森、朱炳兴主编. 仪表工试题集. 北京: 化学工业出版社, 1992
- 18 恩德斯豪斯公司. 污水 测量与自动化技术. 李玉纯等译. 北京: 测绘出版社, 1993