

西门子PA仪表与PCS7系统结合在华新水泥(武穴)项目中的应用

陈晓萍

(华新水泥股份有限公司技术中心, 湖北, 黄石)

摘要: 简要介绍华新水泥股份有限公司在行业中的背景和历年来自动化控制的发展规模, 通过华新(武穴)水泥 6000T/D 熟料生产线建设情况, 重点介绍 PROFIBUS-PA 仪表在西门子 PCS7 控制系统平台的具体应用, 文章中充分体现了西门子的网络优势和 PCS7 组态的灵活性。现场总线技术是一项有着广阔前景的技术, 它是未来自动化技术发展主流, 基于现场总线的先进控制系统以其明显的技术优势和价格优势, 在分布式控制系统市场中将逐步替代 PLC 产品和 DCS 系统。运用该技术研究 and 开发的现场总线过程控制系统和 PROFIBUS-PA 智能仪表, 必将大大推动水泥生产过程自动化控制技术的实用发展。

关键词: SIEMENS PCS7 控制系统、PROFIBUS-PA 智能仪表、PDM 组态和诊断、

This paper simple introduces background of industry apply of huaxin cement CO. , LTD. And developmental scope of automatic control in several years. Through describe huaxin (WuXue) cement 6000T/D clinker product line, main introduce PROFIBUS-PA instrument are used in Siemens PCS7 control system plat. The paper exhibits siemens net predominance and flexible of PCS7 configuration. Field-bus technology is a width prospect technology. It is future automation technology mainstream, Process control system by means of Field-bus, it has technology advantage and price advantage, it supersede PLC and DCS system in distribution control system. It will impulse cement automation development.

Key Words: SIEMENS PCS7 process control system、PROFIBUS-PA intelligent instrument、PDM configuration & diagnose、

1. 项目简介

1.1 项目所在地, 项目所在公司企业见解, 公司企业的行业简要背景

华新水泥股份有限公司是一个有着百年历史、享誉国内外的国家大型水泥骨干企业, 前身为 1946 年 9 月 28 日创建于湖北黄石的华新水泥股份有限公司大冶水泥厂。当年向美国爱立斯公司洽谈订购了两条 3.5*145M 大型水泥湿法旋窑和配套设备, 建设成了当时“远东第一”, 后来一直享誉中外的华新水泥厂, 即今天的华新水泥股份有限公司。

1994 年 12 月 31 日，公司新建的 2000t/d 水泥熟料生产线一次点火成功投产，由此公司实现了湿法工艺向先进的干法工艺的历史性转变。

进入“十五”以来，华新进入了飞速发展期，到目前为止，华新水泥股份有限公司建设新型干法窑共 10 条，粉磨站共 8 个。



图 1-1：华新（武穴）水泥有限公司

华新水泥股份有限公司武穴分公司地处“鄂东门户”武穴市，是中国著名水泥企业集团华新水泥股份有限公司，旗下最大的分(子)公司，规划年产水泥 1000 万吨，一期工程为一条日产 6000 吨的新型干法水泥生产线，具备年产优质熟料 200 万吨，优质水泥 250 万吨的能力。一期工程于 2004 年 4 月 29 日开工兴建，2005 年 4 月 26 日点火投产，现运行正常。

1. 2 项目的简要工艺

新型干法水泥生产已成为当代水泥工业发展的主流和最先进的工艺。

整条生产线分为三个阶段：(1)生料制备 (2)熟料煅烧 (3)水泥的制成

以上三个阶段可以简称为“两磨一烧”。

1. 3 华新武穴工程工艺流程

华新武穴熟料生产线在水泥生产过程中,大致经过了原料开采、原料破碎、生料配料、生料粉磨、熟料煅烧、水泥粉磨、水泥包装及输送等过程。

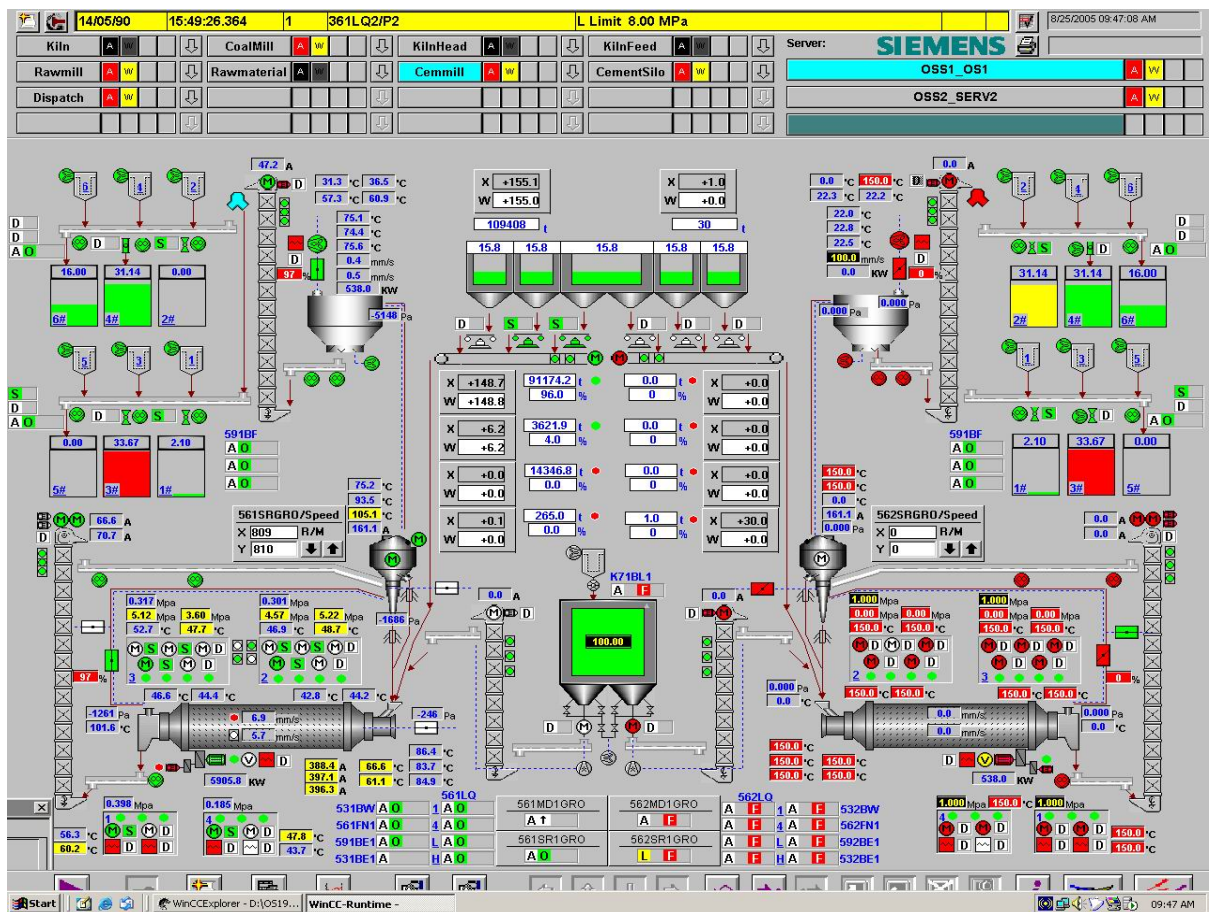


图 1-2：武穴水泥磨工艺生产线监控图

2. 为什么选择智能仪表取代 II 型仪表

2. 1 国内现场仪表的发展

过程控制仪表是水泥生产自动化中不可缺少的一部分，而在 50 年代，过程仪表基于 3~15psi 气动标准信号，60 年代后发展了 4~20mA(DC) 信号标准，80 年代后---4~20mA(DC) 标准信号和智能仪表并存。

然而，II 型仪表存在参数不易调整，现场人员不易控制；还有互换性差等缺点，

随着计算机技术、控制技术、网络通信技术的不断发展，企业网络的结构形式发生了较大变化，现场总线技术的智能仪表等产品应运而生。

2. 2 西门子 PA 仪表的特点

2.2.1 温度变送器

SITRANS T3K PA 将来自热电阻和热电偶的信号转换成数字信号。测量值通过微处理器，

转化为 PROFIBUS PA 上的温度输出和其它状态参数。传感器、量程、故障信息都可以编程设定，因此，SITRANS T3K PA 能够提供您各种各样可能的诊断和模拟的功能。

高度的安全性----工作电流小于11mA。出于安全考虑，在故障事件中，总线电流减少到小于14mA。

快速，无故障参数化----SITRANS T3K PA结构紧凑，可安装在带盖的B型接线盒中。此外，在参数设定方面，它还可以利用方便的SIMATIC PDM软件进行编程。

SITRANS T3K PA带有的保护功能：

- 电流限值：在出现故障时，避免总线过载，维护其它正确运行节点的数据流通；
- 极性颠倒保护：使总线线路按要求连接；
- EMC滤波：在有电磁干扰时防止误动作；

2.2.2 压力变送器

SITRANS P DSIII PA系列压力变送器适用于非腐蚀性和腐蚀性气体、蒸汽和液体的压力测量。标准量程宽，从0.1至40MPa

该变送器即可使用三个输入键在现场进行参数设定，并可在数字表头上观察测量结果、出错信息和操作模式。又可通过一个SIMATIC PDM工具软件在线测试状态值和诊断值。

SITRANS P DSIII 系列变送器特点：

- 可靠性
- 稳定性
- 超强的诊断功能
- **超限监测**。当压力值超限，或错误信号产生时，其发生的频繁度、时间、幅度、都将作为异常事件被记录。及时掌握生产过程中发生的异常情况。
- 可以通过软件输入一个值，修正正常范围内的漂移情况。
- 内置维护计数器，可以记录变送器调校次数。根据连续性理论，此功能可用于保证变送器的最大使用精度。
- **变送器内的仿真功能**，可基于已定义的数值检查变送器电子部分和整个回路，以获得以下重要信息：变送器电子部分是否正常工作？多少压力时产生超限响应？调节回路是否正常？所有显示功能是否起作用？
- 及时检测变送器显示电子单元或测量元件的出错信号，及时更换，无需重新调校。

2.2.3 雷达物位计

STRANS LR400 是一款 24GHz 连续波调频工作方式的微波雷达物位计，最大量程可达 45 米，改进型的量程升级至 50 米；喇叭口可以根据客户的实际需要加长，可以完全满足水泥厂中各种不同高度的仓的要求。

可以通过红外手持编程器直接对仪表进行编程，也可以使用 SIMATIC PDM 软件进行远程编程。

除此之外，它还有以下特点：

- 1) 高频、耐高温特性，使其很好地用于诸如生料、熟料、成品水泥、粉煤灰等介质的测量应用中，测量结果可靠、稳定、准确。
- 2) 先进的回波处理算法——声智能技术，能够将真假回波信号区分开来，从而保证测量的可靠性。
- 3) 采用 PTFE 长喇叭防尘封头设计，外加吹扫装置，既克服粉尘吸附，又消除干扰信号的影响。

坚固的铝制外壳设计，能够满足各种恶劣的工况。

2. 3 华新现场仪表的选择

对于华新而言，如何选择可靠高效的自动化控制系统、电控设备及仪表设备是提高产品的竞争力的成本控制策略的重要内容。在水泥厂中，利用温度、压力、物位等仪器对不同的炉膛、管道、物料仓的准确测量，是提高整个生产线的产品质量、生产效率和节能环保起着至关重要的作用。

2.3.1 项目当中使用的西门子自动化产品的型号、数量、类型、何种控制对象

表 2-1 西门子产品

类型	型号	数量	总线类型	控制对象
温度变送器 SITRANS T3K PA	7NG 3213-0NN00	6 3	Profibus-PA	检测管道、炉膛等温度
压力变送器 SITRANS P	7MF4034-1BA101AB1	4 2	Profibus-PA	检测风管道、水管道等压力
雷达物位计 SIRTRANS LR40	7ML5421-0AD03-0BA2	10	4~20mA	库、仓料位
变频器 MICROMASTER 440	6SE6440-2UD41-6GA0	3 4	Profibus-DP	控制喂料秤、蓖床，风机等速度
中压综合保护器	7SJ6225-5EB90-3FE0	40	Profibus-DP	线路保护、电动机保护、

				变压器保护、电容器保护等
低压智能保护控制器 SIMOCODE-DP	3UF5001-3BN00-1	1 0 6	Profibus-DP	1.1 控制电机、风机、泵、 阀门开停 1.2 过载保护 1.3 电流不平衡保护、 1.4 相故障保护。接地故障保护 1.5 堵转保护 1.6 电流值检测
现场总线从站	S7-200	2 4	Profibus-DP	空压机、气体分析仪、 袋收尘器
过程控制系统	CPU416	6		SIEMENS

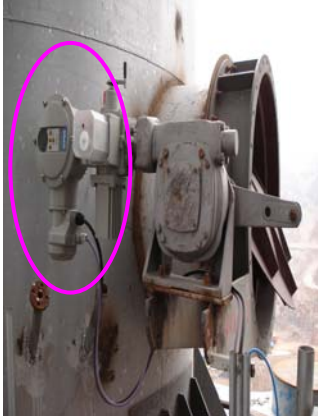
2.3.2 智能设备照片



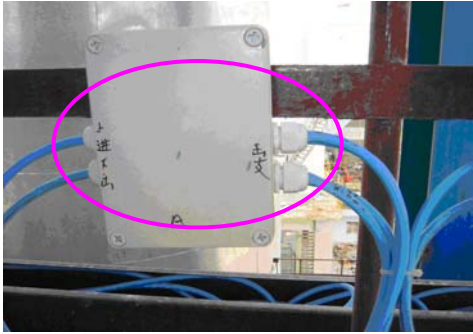
西门子变频器440



西门子PA 压力&温度仪表



DP执行器SIPOS5



用现场接线盒取代 TAP 头



LR400 雷达料位计

3. 武穴项目过程控制系统组成

3.1 系统共设 3 个控制室：石灰石破碎控制室 1 个，中央控制室 1 个，包装控制室 1 个。

3.2 全厂过程控制系统需控制的点：DI 2624 点、DO 1280 点、AI 200 点、AO 8 点、PT100 320 点、共 4432 点、DP 256 个、PA 105 个。

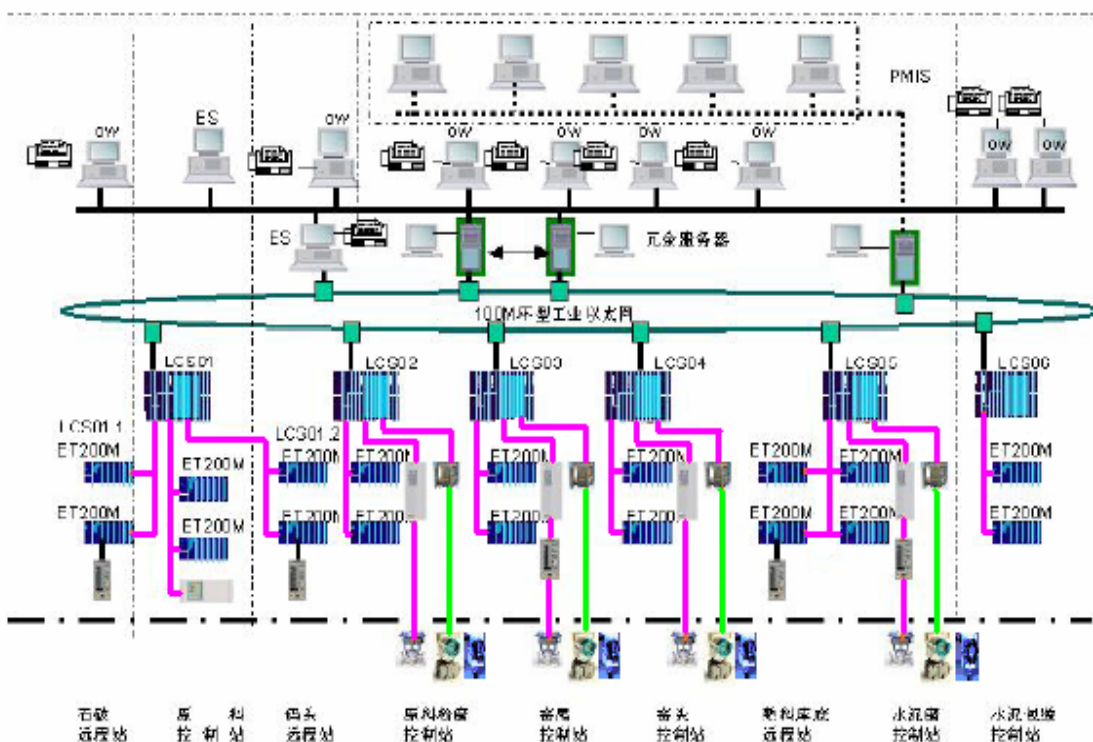


图 3-1 武穴过程控制系统配置图

根据华新武穴 6000t/d 新型干法水泥熟料生产线项目的工厂管理、生产过程及功能要求，过程控制系统体系结构可分为 3 层，即

3.3 工厂级(企业管理层)、车间级(监控层)和现场级(现场控制层)。

现场控制层：

- (1) SIMATIC ET 200M 远程 I/O 站通过 ProfibusDP 通信标准与 S7 416-2 进行通信；
- (2) 现场低压智能保护、中压智能保护、交直流传动、调速变频装置以及电动执行机构通过 ProfibusDP 通信标准与 S7 416-2 PLC 进行通信；
- (3) 现场智能仪表（包括总线式压力变送器和总线式温度变送器）通过 Profibus-PA 通信标准与 DP/PA-LINK 及 COUPLER 连接与 S7 416-2 PLC 进行通信；

3.3.2 现场控制层组成：6 个现场控制站、5 个远程 I/O 站。

3.4 控制系统软件

3.4.1 武穴项目选用的是西门子的 PCS7 作为操作平台；

3.4.2 用户软件有华新技术中心技术人员自己开发的应用软件；

4. ProfiBus-PA仪表在PCS7中应用

4.1 ProfiBus-PA仪表在PCS7中硬件配置

西门子网络以PROFIBUS协议为主流，网络组态简单快捷，直观易于操作。

ProfiBus-PA仪表组态步骤：（以压力变送器为例，其它仪表类似）

- 4.1.1 打开PCS7中的硬件配置，将现场仪表图标拖入，西门子的GSD文件自动集成在后台；
- 4.1.2 现场仪表硬地址（例如：8）必须与硬件配置中的地址匹配；
- 4.1.3 编辑下载后，控制器开始通讯；
- 4.1.4 逻辑分配的地址(例如：5 1 6)存放的数据是有效的；
- 4.1.5 双击现场仪表图标，打开 SIMATIC PDM，即可对现场仪表进行参数配置；

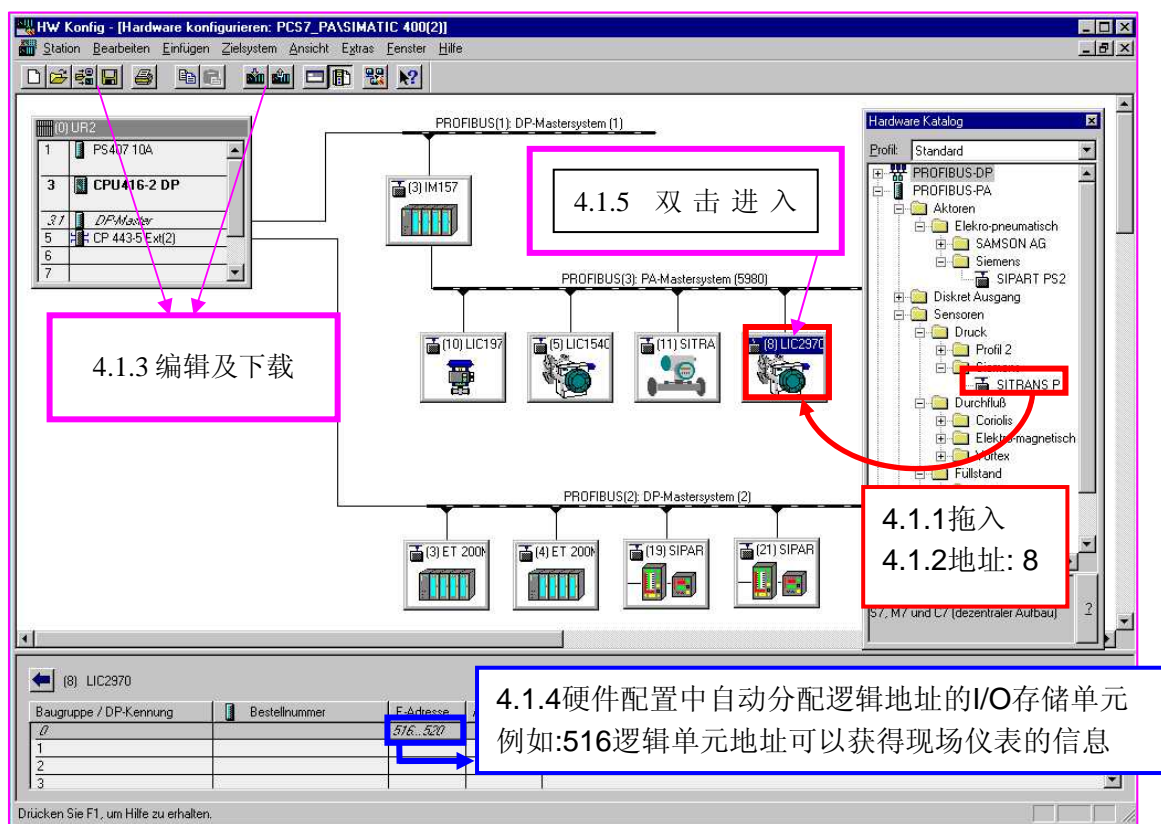


图 4-1 ProfiBus-PA 仪表在 PCS7 中硬件配置

4.2 ProfiBus-PA仪表在PCS7的CFC中的应用

- 4.2.1 在 CFC chart 图中拖进一个“PA_AI”块；
- 4.2.2 “PA_AI” 模块具有自动转换功能，将逻辑 I/O 单元内容转换成测量值和状态值，例如”516”
- 4.2.3 PA_AI 共 5BYTES, 高 4 b t y e s 是测量值, 1 b t y e 过程状态；
- 4.2.4 通过状态值的评估在线诊断现场设备；

4.2.5 将CFC chart 块编辑、然后下载到CPU控制器，现场设备的数据为有效数据

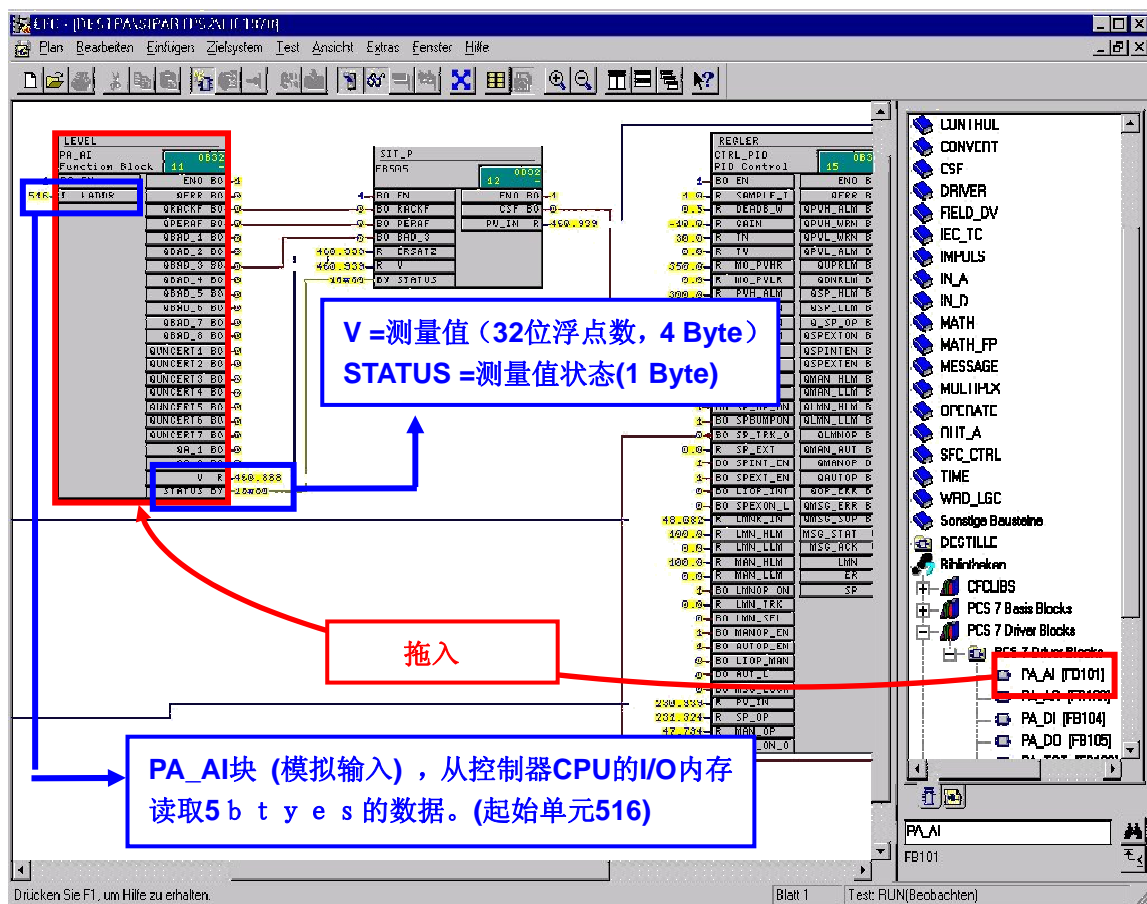


图 4-2 ProfiBus-PA 仪表在 PCS7 的 CFC 中的应用图

4. 3 ProfiBus-PA仪表在PCS7的操作画面中的应用

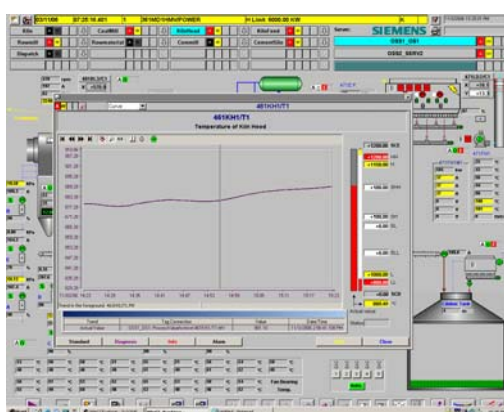


图 4-3 461KH1T1 窑头罩温度曲线

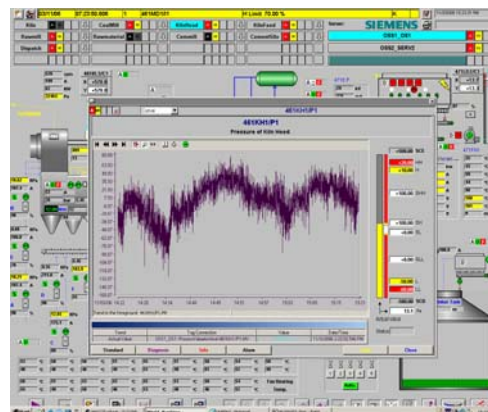


图 4-4 461KH1P1 窑头罩压力曲线

(2006.11.03, 14:23~15:23 一个小时的温度、压力曲线记录)

5 . SIMATIC PDM

5.1 SIMATIC PDM—是一个过程设备管理工具，适用于所有的现场设备，如温度变送器、压力变送器、物位计、电动执行机构等智能仪表；

5.2 打开 PDM 工具展示供货商所有的设备参数描述；

5.3 提供统一的人机界面易于操作；

5.4 SIMATIC PDM 有集成版或单机版；

5.5 一台现场设备的所有参数可以通过通讯传输上来；

5.6 SIMATIC PDM 特殊功能

- 设置现场设备地址
- 显示连续记录
- 参数设置比较

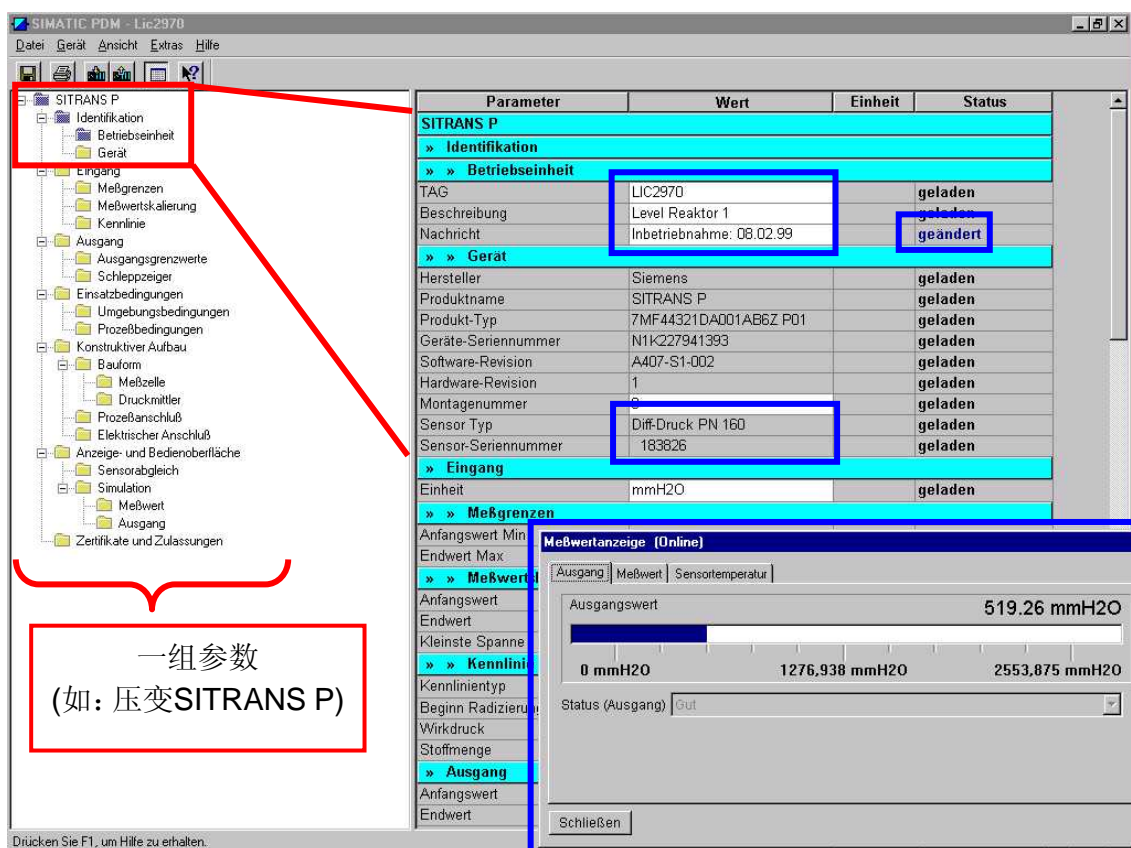


图 5-1 SIMATIC PDM 可视平台

6. PROFIBUS-PA 仪表使用的经验



图 6-1 压力表顶的保护盖

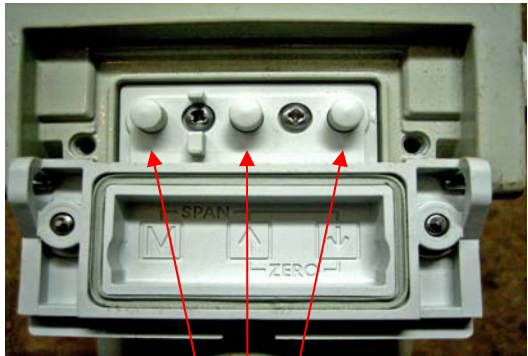


图 6-2 三个现场按钮

6.1 压力仪表调校

对于西门子压力仪表参数设置方法很多，并且所设定的参数有 20 多个，如何简单迅速的对仪表进行设定，是仪表工程师关注的问题。通过现场摸索，总结出一套简单的操作步骤：

6.1.1 直接打开现场安装好的压力表顶的保护盖，通过三个现场按钮进行参数调整；

6.1.2 SITRANS P DSIII PA 系列压力变送器依按照下列基本参数设定

顺序	方式	功能	显示状态
1	M4	电子阻尼	1.0
			4 S
2	M7	零点调整	0.090
			7 Bar
3	M10	键和功能禁止	
4	M13	测量值显示	2
			13 PRIM
5	M14	压力工程单位	1133
			14 MPa
6	M15	总线地址	12
			15 ADDR.
7	M16	运行方式设置	1
			16 Idcnt
8	M17	小数点	88888
			17 D
9	M18	零点调整（只读）	1.000
			18 Bar
10	M19	平衡低限	0.000
			19 Bar
11	M20	平衡高限	1.000
			20 Bar
12		实际显示值	9.140 KPa

6.1.3 零点误差的调整：将变送器放空或抽真空，然后通过零点调整使实际位差显示为

0Pa，从而达到校正因安装位置等原因导致的零点误差。

6.2 压力仪表安装需要注意的问题

6.2.1 测量气体时，变送器安装在高于取压点的位置，保证冷凝液流回主管线而不至于产生假指示；

6.2.2 测量液体时，变送器安装在低于取压点的位置，确保主管线的含杂的气体被放掉；

6.2.3 安装便于操作，尽量靠近取样点；

6.2.4 建议向下垂直安装；

6.2.5 避免变送器曝晒，避免强振动，避免高温；

6.3 温度仪表调试和安装需要注意的问题

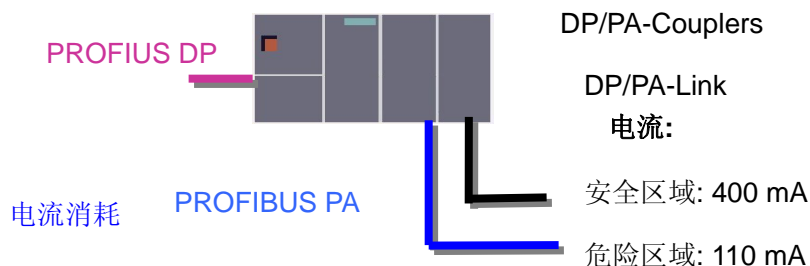
由于西门子温度仪表体积小巧，安装方便，我们直接用 PDM 在室内进行参数设定，调试。安装便于操作，尽量靠近取样点，同时，避免变送器曝晒，避免强振动，避免高温。

7. PROFIBUS-PA 仪表配置需要考虑的四个问题

7.1 PROFIBUS-PA 配置方式

PROFIBUS-PA 配置方式两种：一种是通过 Coupler 直接接 PA-仪表，但这种方式通讯速率较低，使得 PROFIBUS-DP 总线回路速率只有 45.45KBit/S；另一种采用 Link+Coupler 的方式配置系统，适合于系统规模较大，每个站的仪表超过 20 台以上，而 ProfiBus DP 所挂接的设备要求具有较高的通讯速率，故而，通过 PCS7 组态网络时利用 Link 作为 DP 从站占据一个 DP 地址，所有温度变送器、压力变送器等智能仪表作为 Like 的从属独立于 ProfiBus DP 单独进行编址。

7.2 通过电流消耗决定一条 PA 总线连接的仪表数量



Coupler 型号 6ES7 157-0AC81-0XA0 为非防爆型，最大输出电流为 400mA，输出电压 19VDC

$$I_{SEG} = \sum_{n=1}^m I_{Bn} + I_{FDE}$$

$$I_{SEG} < I_s$$

Iseg: 回路总电流

Ibn: 总线设备基本电流消耗

Ifde: 总线故障电流

Is: 耦合器供电电流

M: 总线设备数量

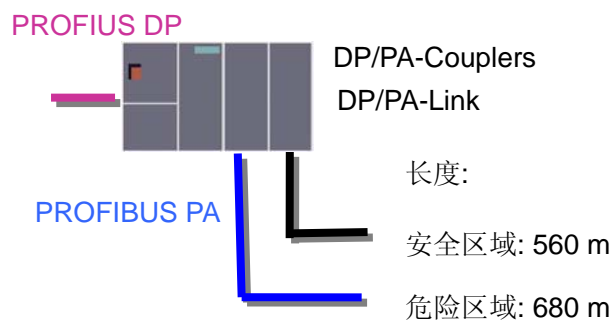
N: 起始数

举例: (1) SIRANS TF PA 型温度变送器, 消耗基本电流 $I_{bn}=11\text{mA}$, 最大故障电流 $I_{fde} \leq 3\text{mA}$ 时, 则在 6ES7 157-0AC81-0XA0 耦合器后面, 最多链接温变台数: $(400\text{mA}-3\text{mA})/11\text{mA}=36$ 台

(2) 若 SITRANS P 压力变送器其消耗基本电流 $I_{bn}=12.5\text{mA}$, 最大故障电流 $I_{fde}=15.5\text{mA}$, 则在 6ES7 157-0AC81-0XA0 耦合器后面, 最多链接压变台数: $(400\text{mA}-15.5\text{mA})/12.5\text{mA}=30$ 台

但是, 大家知道 ProfiBus 行规协议规定, 每段仅链接 31 台智能仪表

7.3 PA 电缆长度



$$U_{Bn} = U_S - I_{SEG} \cdot (R' \cdot L_{ges})$$

$$U_{Bn} > 9.0 \text{ V}$$

确保最后一台仪表的工作电压大于 9V

其中:

Ubn: 最后设备电压

Us: 耦合器的电压

Is: 耦合器的电流

R': 单位长度导线阻抗

Lges: 总长度

Iseg: 回路总电流

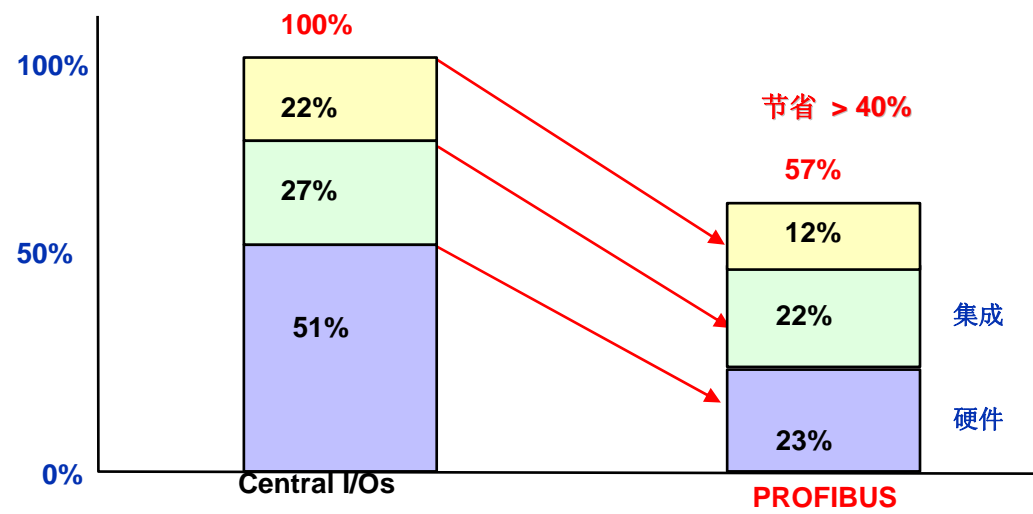
例如：选用 Coupler 型号 6ES7 157-0AC81-0XA0 为非防爆型，最大输出电流为 400mA，输出电压 19VDC，则 $(16V-9V)/400 \times 44 / \text{km} = 0.4 \text{km}$

7.4 在实际工作中根据实际情况进行配置，充分考虑每个从站的响应时间、通讯周期、通讯速率等要求。

所以我们在武穴项目 PA 仪表网络配置中，充分考虑以上因素，优化了网络配置，使得生产处于良好的运行状态。

8. PROFIBUS-PA 给用户带来的好处

- 8.1 在硬件上节省电缆、节省 I/O 模板、减少盘柜量，节约电源隔离器；
 - 8.2 在软件上设计集中、设计故障源减少，节省调试时间；
 - 8.3 在生产安全上减少停机时间、寻找故障直观，迅速、具有预维护和诊断功能；
- 8.4 用现场总线与非现场总线成本差别



9. 结束语

随着计算机技术，控制技术，网络技术的发展，网络结构的变化，现场总线技术有着广阔的发展前景。运用该技术研究 and 开发的现场总线过程控制系统及智能仪表，必将大大推动水泥生产过程中自动化控制技术的实用化。通过我公司多年来西门子温度、压力、料位计等仪表的应用情况来看，其稳定性好。可靠性高，故障诊断方便等优点，为我公司的仪表推荐应用产品。