

SIEMENS SIPART PS2 智能阀门定位器的特点与应用

卞家宏

华北制药股份有限公司 (石家庄 050015)

[摘要] 本文对西门子智能电气阀门定位器与传统电气阀门定位器进行了分析对比。并对智能定位器在生产实践中应注意的一些问题进行了讨论，特别是对智能定位器的输入阻抗匹配、流量特性调整、分离式安装等实际问题进行了详细分析，以求对流程工业过程控制中智能定位器的工程设计、选型、安装、应用和维护有所助益。

[关键词] 智能电气阀门定位器 阻抗匹配 分离式安装 流量特性

一、前言

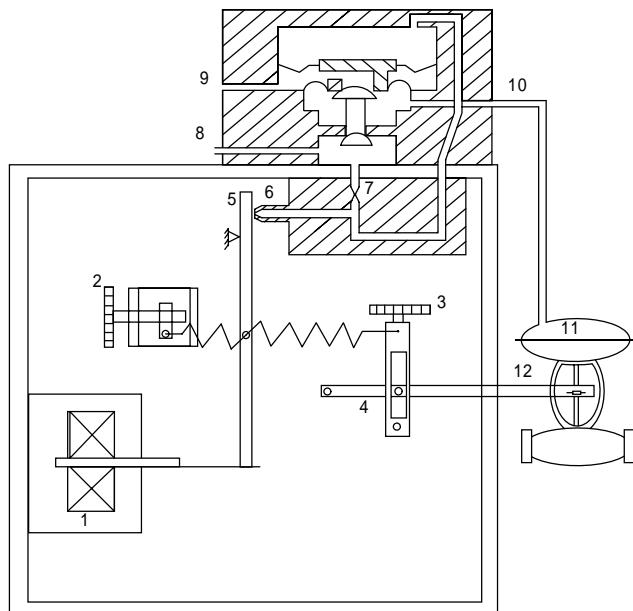
电气阀门定位器是气动调节阀的关键附件之一，其作用是把调节装置输出的电信号变成驱动调节阀动作的气信号，而且具有阀门定位功能，既克服阀杆摩擦力，又可以克服因介质压力变化而引起的不平衡力，从而能够使阀门快速地跟随、对应于调节器输出的控制信号，实现调节阀快速定位，提升其调节品质。随着智能仪表技术的发展，微电子技术广泛应用在传统仪表中，大大提高了仪表的功能与性能。其在电气阀门定位器中的应用使智能定位器的性能和功能有了一个大的飞跃。

二、智能电气阀门定位器与传统定位器的对比

1. 传统电气阀门定位器的工作原理

电气阀门定位器的经过几十年的发展。各公司产品虽不尽相同，但基本原理大致相同，下面画简图进行说明。其基本结构组成如图 1 所示。

其工作原理是基于力平衡原理。定位器内反馈杆反馈阀门的开度位置变化，当输入信号产生的电磁力矩与定位器的反馈系统产生的力矩相等，定位器力平衡系统处于平衡状态，定位器处于稳定状态，此时输入信号与阀位成对应比例关系。当输入信号变化或介质流体作用力等发生变化时，力平衡系统的平衡状态被打破，磁电组件的作用力与因阀杆位置变化引起的反馈回路产生的作用力就处于不平衡状态，由于喷嘴和挡板的作用，使定位器气源输出压力发生变化，执行机构气室压力的变化推动执行机构运动，使阀杆定位到新位置，重新与输入信号相对应，达到新的平衡状态。



1 - 磁电组件 2 - 零点调节手轮 3 - 量程调节手轮 4 - 阀位反馈板 5 - 挡板 6 - 喷嘴
 7 - 节流口 8 - 供气气源 9 - 通气孔 10 - 输出压力 11 - 执行机构 12 - 阀位反馈杠杆

图 1 传统电气阀门定位器的基本结构组成

在使用中改变定位器的反馈杆的结构(如凸轮曲线),可以改变调节阀的正、反作用,流量特性等,实现对调节阀性能的提升。

2. 智能电气阀门定位器工作原理

智能电气阀门定位器与传统定位器从本质控制规律上基本相同,均是将输入信号与位置反馈进行比较后对输出压力信号进行调节,但在执行元件上智能定位器和传统定位器完全不同,也就是工作方式上二者完全不同。首先采用微处理器为核心,再一个就是采用新型器件。西门子 SIPART PS2 系列智能电气阀门定位器就是以微处理器为核心,利用新型的压电阀代替了传统定位器中的喷嘴、挡板调压系统来实现对输出压力的调节控制,从而实现阀门位置的精确定位。

目前有很多公司生产智能型电气阀门定位器,西门子公司的 SIPART PS2 系列智能电气阀门定位器非常典型,具有代表性,下面以 SIPART PS2 系列定位器为例,对智能定位器的工作原理进行说明,其基本结构组成如图 2 所示。

SIPART PS2 的具体工作原理如下:

由阀杆位置传感器拾取阀门的实际开度信号,通过 A/D 转换变为数字编码信号,与定位器的输入(设定)信号的数字编码在 CPU 中进行对比,计算二者偏差值,如偏差值超出定位精度,则 CPU 输出指令使相应的开/关压电阀动作,即当设定信号大于阀位反馈时,升压压电阀 V-1 打开,输出气源压力 P1 增大,执行机构气室压力增加是阀门开度增加,减小二者偏差;如设定信号小于阀位

反馈则排气压电阀 V-2 打开，通过消音器排气减小输出气源压力 P1，执行机构气室压力减小是阀门开度减小，二者偏差减小。正是通过 CPU 控制压电阀来调节输出气源压力的大小使输入信号与阀位达到新的平衡。

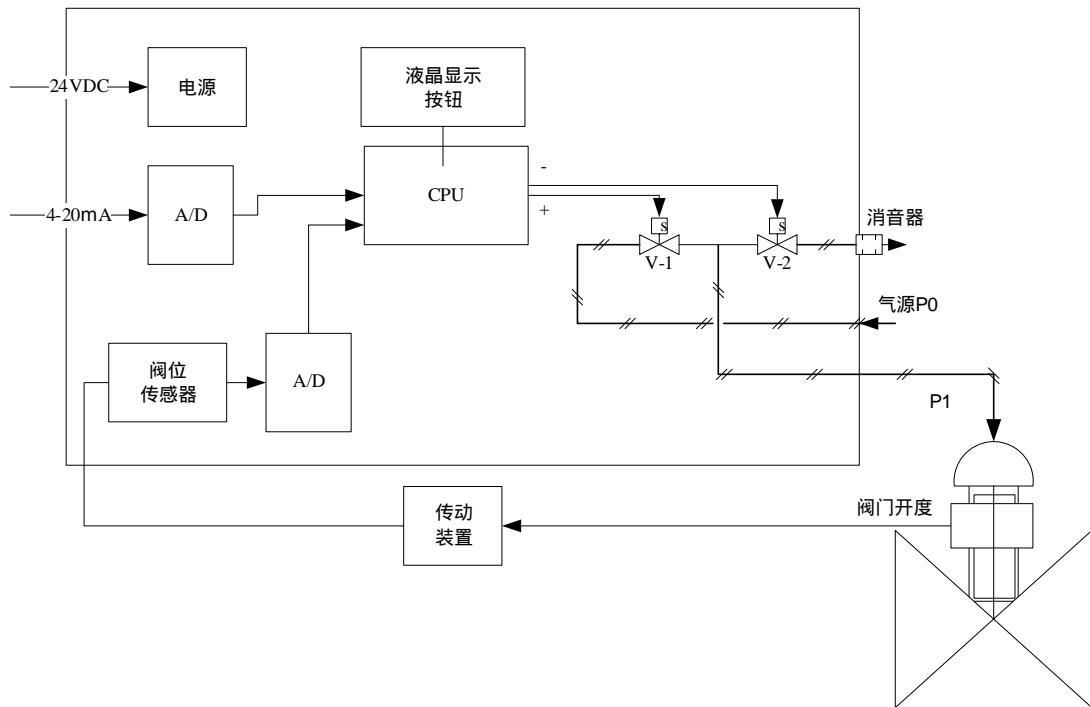


图 2 智能电气阀门定位器结构组成

3. SIPART PS2 智能电气阀门定位器对输出气源压力调节的新颖之处

1) 输出压力调节采用 PID 脉宽调制 (PWM) 技术，迅速准确。由于 CPU 对压电阀的控制采用一个五步开关程序来控制，可以精确、快速地控制输出气源压力增减。其控制算法一般采用数字 PID 调节方式，CPU 根据输入信号与阀位产生偏差的大小和方向进行 PID 计算，输出一个 PWM 脉宽调制脉冲信号来控制压电阀开、闭动作。由于脉冲的宽度对应于定位器输出气源压力的增量，从而可以迅速、准确地改变气源压力输出 P1。当偏差较大时，定位器输出一个连续信号，快速连续、大幅度地改变 P1 的大小，当偏差较小时，定位器输出一个较小脉宽的脉冲信号，断续、小幅改变 P1 的大小，当偏差很小（进入死区）时，则无脉冲输出，阀位稳定工作。

2) 新型压电阀器件的采用，保证了控制高精度。因为压电阀的主导元件是一个压电柔韧开关阀，也称作硅微控制阀，因为其质量小，开关惯性非常小，可以执行很高的开关频率，因而作为一个高频率的脉冲阀，对输出气路压力 P1 进行控制，驱动执行机构，可以达到很高的阀门定位精度。

3) 阀位反馈元件定位精度高，寿命长。阀位反馈元件是一个结构简单、高精度、高可靠的导电塑料电位器，将执行机构的直线或转角位移转换为电阻信号，因而可以精确地检测阀位，并且可以方便地对阀门进行零位，满度及阀门流量特性曲线的定位。

4. SIPART PS2 智能定位器的特点

由于新型控制元件，如导电塑料和压电阀的使用，可以使阀门定位达到很高的精度，同时由于微处理的使用，可以使定位器的调校以及适用范围有较大地改善。其具有以下主要特点：

1) 安装简易，可以进行自动调校。并且组态简便、灵活，可以非常方便地设定阀门正反作用，流量特性，行程限定或分程操作等功能。

2) 定位器的耗气量极小。传统定位器的喷嘴、挡板系统是连续耗气型元件，由于智能定位器采用脉冲压电阀替代了传统定位器的喷嘴、挡板系统，而且五步脉冲压电阀控制方式可实现阀门的快速、精确定位，智能定位器只有在减小输出压力时，才向外排气，因此在大部分时间内处于非耗气状态，其总耗气量为 20L/h，相对于传统定位器来说可以忽略不计。

3) 具有智能通讯或方便的现场显示功能，便于维修人员对定位器工作情况进行检查维修。

4) 定位器与阀门可以采用分离式安装方式。因为智能定位器的位置反馈元件是电位器，即阀位信息是用电信号传递的，并且可以在 CPU 中对阀门的特征进行现场整定。因此采用行程位置检测装置外置的方法，将阀位反馈组件与定位器本身分离安装。将行程位置检测装置在执行机构上，定位器安装在离执行器一定距离的地方，如图 5 所示。这样就大大地扩展了定位器的使用范围，例如可以适用于大型风门，闸门等非标准结构的执行机构以及超大行程结构的执行机构中（已经有大量此类应用）。正是与智能电气阀门定位器的结合，大大地提高了此类装置的控制定位精度。

5) 行程检测装置还可以采用非接触式位置传感器，用于恶劣现场，如应用在强振动，高低温及核辐射区环境中的阀门上，避免了不良环境对定位器的影响，保证定位器的可靠使用和寿命。此类应用可参见有关文献。

6) 有丰富的自诊断功能。不仅可以对定位器本身的工作情况进行故障自诊断，还可以对调节阀和执行机构的性能进行定量测量和诊断，如阀门行程的变化检测，对阀门极限位置变化的测量，可诊断阀门的磨损情况；对阀门定位时间的测量可以诊断定位周期是否合适，是否会引起震荡；还可以对气动执行机构的密封情况等进行诊断，从而为阀门的维修提供科学依据。

7) 可以非常方便地进行安全检测测试与试动作，尤其在对阀门的可靠动作要求非常高的安全仪表系统中，可以在线验证 SIS 安全仪表系统的阀门执行的安全有效性，见文献 2。

三、SIPART PS2 在实际使用中应注意的问题

虽然智能定位器使用简单，功能强大，但在工程应用中还是应注意一些问题，以使其可靠工作，发挥出更好的控制作用，延长其使用寿命。

1. 智能定位器 2 线 / 4 线接线方式的选择

由于智能阀门定位器的输入阻抗较高，而且随输入电流的增加而增大，例如西门子 SPRART PS2 系列定位器作为 2 线制仪表使用时，其输入阻抗为 415Ω ，如带 HART 协议型则输入阻抗更

大，为 440Ω 左右，因此对调节信号的带负载能力有较高的要求。而通常情况下，数字调节仪表的输出带负载能力 $<300\Omega$ ，因此在选用智能电气阀门定位器时一定要核对调节器输出控制信号的带负载能力，应 $>500\Omega$ ，才能保证大开度时定位器的正常工作。笔者曾在某 DCS 系统的输出回路中，直接驱动 SPRART PS2 型智能电气阀门定位器，最大只能驱动 $18mA$ 的电流，即只能满足 87.5% 以内的行程开度。并且在通讯情况下，其最大电流会进一步降低，严重影响大开度时的定位要求。有鉴于此，对于调节器输出控制信号带负载能力不够的情况，应考虑以下解决方案：

1) 在输入信号回路中设置信号隔离器件，增加控制信号的带负载能力。即选用带负载能力高的中间隔离驱动器件，器件带载能力应 $>500\Omega$ 。如果现场是防爆场所则可选用带负载能力高的隔离式安全栅，如 MTL3000 系列隔离安全栅，如图 3 所示。

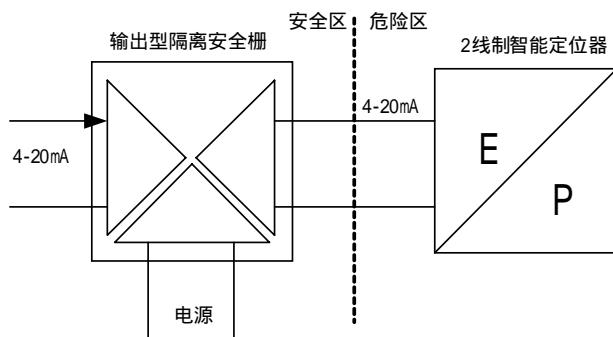
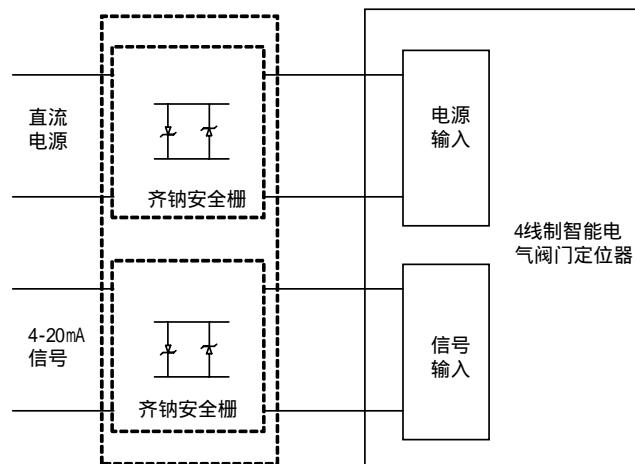


图 3 选用带负载能力高的中间隔离驱动器件

2) 采用 4 线制连接方式，减小智能定位器输入信号回路的输入阻抗，如图 4 所示的接线方式。由于增加了电源供电回路，因此智能定位器信号回路的输入阻抗会大大减小，约 250Ω 左右，能符合大多数调节器输出回路的负载要求。



注：如是本安回路应使用安全栅

图 4 智能电气阀门定位器 4 线制连接方式

2. 合理设置智能阀门定位器的动作死区

一般智能定位器的动作死区设置范围为 0.1% ~ 10.0% 之间。死区设置越小，定位精度越高，但相应的压电阀及反馈连杆等运动部件的动作越频繁，有时甚至会引起阀门震荡，增大机械磨损，会影响定位器和阀门的寿命，故定位器的死区设置不宜过小，应结合具体工艺控制精度要求进行设置，一般不小于 0.5%。

3. 合理设置控制周期

应结合调节器和被调节对象的特性来合理设置控制系统的控制周期。一般的智能定位器本身的控制响应时间为 1.5s，因此调节器输出改变周期设置在 1.0s 左右比较合适。

4. SIPART PS2 智能定位器流量特性的选择

智能定位器均具有流量特性选择设定功能。但在实际使用中，要根据所配阀门的流量特性与工艺具体要求来合理确定。

一般定位器所配用阀门的流量特性是由阀芯的加工特性决定的。阀芯有直线、等百分比、快开等流量特性，如果工艺要求与此相符，则智能定位器的输出特性应选择为线性输出，这样就能保证整体阀门流量特性与原设计要求相符。

当实际阀门使用中，阀芯固有流量特性不能适合工艺要求时，则可以通过阀门定位器输出特性的改变来改变阀门的整体流量特性。如可以修改智能定位器为等百分比输出，将具有线性阀芯的阀门变为等百分比流量特性的阀门来使用；或修改智能定位器为反向等百分比输出，可将等百分比阀芯的阀门调整为线性流量特性的阀门来使用。

5. SIPART PS2 在防爆环境中的应用

在防爆环境中应选用本安或隔爆型智能定位器。而且应在接线时注意智能定位器输入阻抗与安全关联设备的带负载能力的匹配问题。

如构成本质安全回路，最好选用带附载能力 $> 500\Omega$ 以上的输出型隔离栅，如果采用齐纳安全栅则应采用 4 线制连接方式，降低定位器信号回路的输入阻抗。如选用隔爆型智能定位器，其现场安装方式则应符合隔爆电气设备的安装规范要求。

6. SIPART PS2 在恶劣现场条件下的应用

在一些恶劣现场工况环境中，如过高、过低的环境温度，阀门或管道存在强烈的震动，以及现场环境存在强烈辐射、强电磁干扰等环境，智能阀门定位器安装在阀门上是不能很好工作的，寿命也会大大降低。此时可以将阀位传感器与智能定位器进行分离式安装。将阀位传感器（一般为线性电阻传感器等简单元件）安装在阀门上，智能定位器本身可单独安装在距阀门一定距离，工况环境较好的地方，如图 5 所示。

阀位传感器与智能定位器通过电缆进行连接，智能定位器的气动输出通过气动连接管与执行机构连接，即可实现阀门的可靠定位控制。电缆连接应采用屏蔽电缆，并在智能定位器中使用 EMC

滤波器来抑制恶劣环境产生的干扰因素。

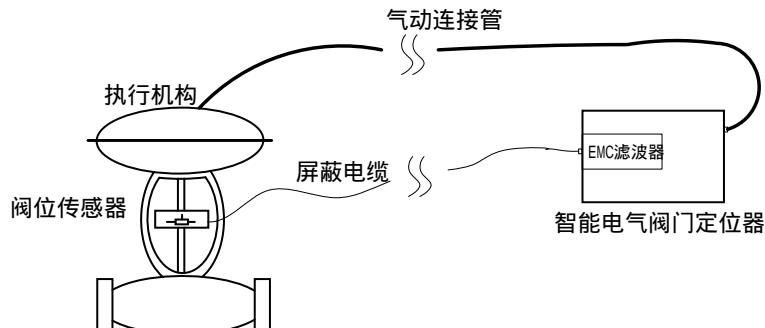


图 5 智能电气阀门定位器的分离式安装

四、结论

西门子 SIPART PS2 系列定位器是非常具有代表性的新型智能电气阀门定位器，由于 CPU 和新型器件的采用，智能电气阀门定位器的性能与传统阀门定位器相比有了一个大的飞跃。智能电气阀门定位器的定位精度更高，适用范围更广，而且使用更加简便和可靠。但是在具体的应用中还要从符合安全要求，更好地控制效果，与调节回路的匹配，适应特殊环境要求，延长使用寿命等方面合理选择定位器的类型，并进行其功能参数设置和调校。

参考文献

1. 《西门子 SIPART PS2 智能电气阀门定位器操作说明》 2004
2. 爱默生 . 使用最新的安全仪表系统来降低风险 . 爱默生过程管理 . 2004.12

作者简介：卞家宏，男，华北制药股份有限公司计控处

通讯地址：050015 石家庄和平东路 388#

电话：0311-6193579 , 5992712

邮件：Bian200@163.com