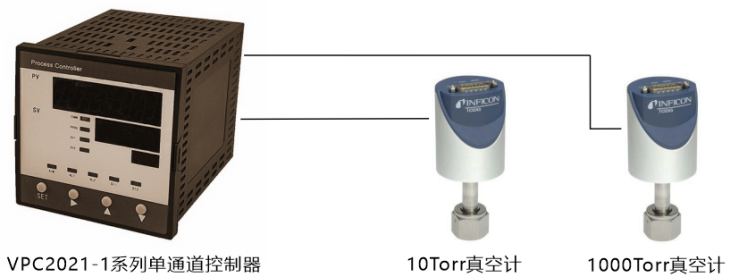
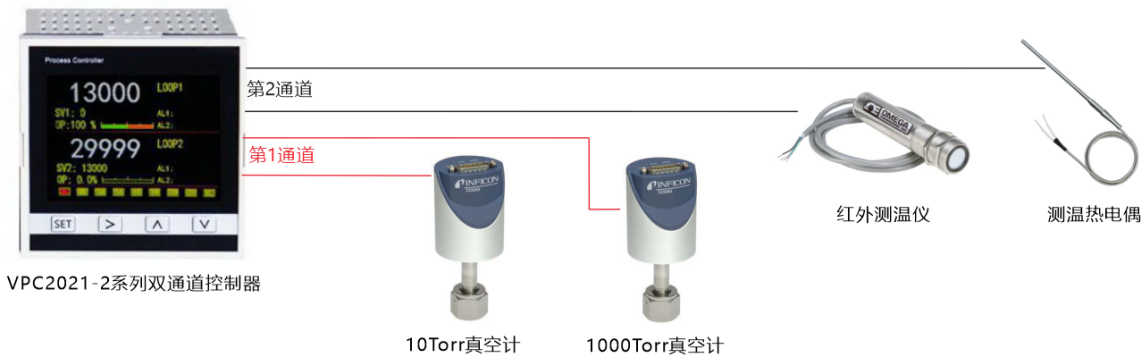
真空压力控制：
Application Note 08

上海依阳实业
ShangHai Eyoung Thermal Analysis Technology

具有双传感器自动切换功能的双通道 24 位高精度 PID 控制器

Dual-Channel 24-Bit High-Precision PID Controller with Dual-Sensor Automatic Switching Function





上海依阳实业有限公司
www.eyoungindustry.com

摘要：为了解决 PID 过程控制器中双传感器自动切换的难题，降低成本提高性价比，替代昂贵的英国欧陆公司 2704 系列产品，上海依阳实业有限公司推出了单通道和双通道系列的 24 位高精度 PID 过程控制器，每个通道都可以实现双传感器自动切换。采用双通道控制器还可以实现温度和真空度的同时测量和控制，温度和真空度测控都可以实现双通道自动切换。另外双传感器自动切换功能还可使备份传感器成为可能，可有效保证过程控制的连续性和安全性。

1. 问题的提出

在许多工业控制领域中，如真空热处理、冷冻干燥机、高压釜、半导体加热炉、空间环境模拟室等，被控参数的量程往往会很宽泛，为了覆盖全量程范围内的准确测量和控制，往往需要两只不同量程的传感器。

如在温度测控过程中，往往在低温段采用热电偶温度传感器，在高温段采用红外测温仪，有时也会采用两种不同类型的热电偶温度传感器来覆盖宽的温度区间。

如在真空度测控过程中，往往会采用 10Torr 和 1000Torr 两只薄膜电容真空计来完成 0.1~760Torr 全量程范围的真空度准确测量和控制。

对于这种需要双传感器测量和控制的场合，目前普遍还是采用人工判断切换方式，这给实际应用带来很大不便。

国外著名厂商欧陆（EUROTHERM）公司针对上述应用，专门推出了 2704 系列 PID 过程控制器，但价格较贵。

为了解决 PID 过程控制器中双传感器自动切换的难题，降低成本提高性价比，替代昂贵的国外产品，上海依阳实业有限公司推出了单通道和双通道系列的 24 位高精度 PID 过程控制器，每个通道都可以实现双传感器自动切换，采用双通道控制器还可以实现温度和真空度的同时测量和控制，温度和真空度测控都可以实现双通道自动切换。另外双传感器自动切换功能还可以使备份传感器成为可能，有利于控制过程中若一只传感器出现故障而自动切换到第二只备份传感器，保证过程控制的连续性和安全性。

2. 基本原理

双传感器自动切换的基本原理是在控制器主输入接口的基础上引入了一个辅助输入接口，如图 2-1 所示为两只传感器切换的情况。以温度传感器为例，高切换点（2-3）是第一只传感器工作的高点，低切换点（1-2）是第二只传感器工作的低点，在这两点之间控制器进行平滑计算。当主输入 PV1 和辅助输入 PV2 的测量值连续采样低于下切换点，切换到低温传感器。当主输入 PV1 和辅助输入 PV2 的测量值连续采样高于上切换点，则切换到高温传感器。

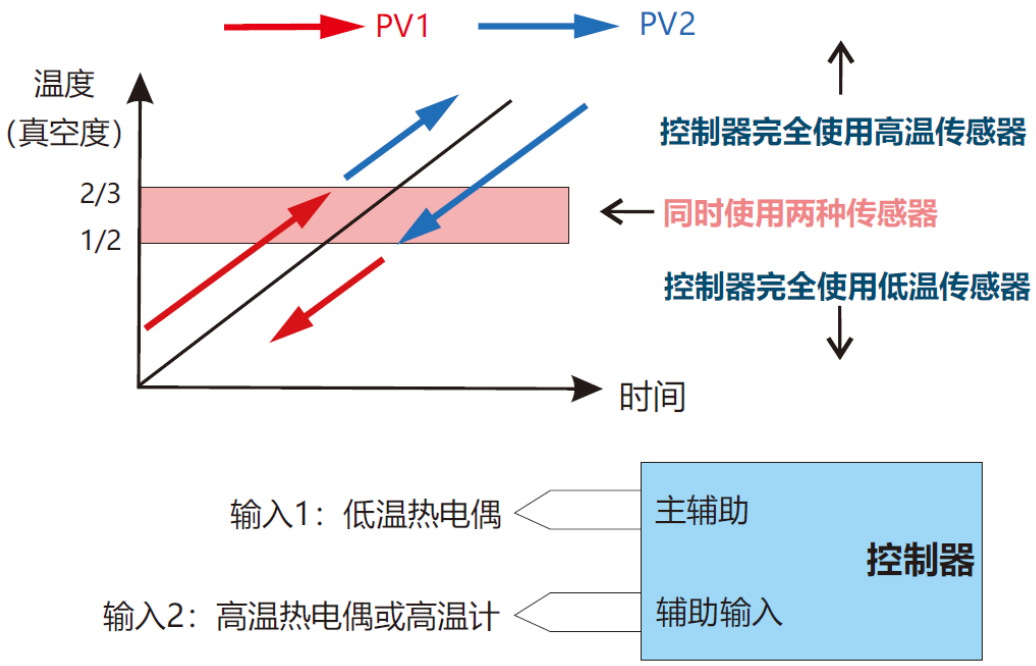


图 2-1 双传感器自动切换原理图

3. 控制器参数设置

双传感器高低量程的切换点数值判断以辅助输入测量值为判断依据，因此当系统采用双传感器测量和控制时，辅助输入接口做为高端量程传感器的信号输入源。

3.1. 双传感器切换功能时，输入类型分辨率的设置

（1）主输入接口输入类型为热电偶或热电阻时

此时的温度单位“摄氏度”和“开尔文”设置为 0.1 度分辨率，温度单位“华氏度”为 1 度分辨率。即，主输入类型为热电偶或热电阻，温度单位为摄氏度或开尔文时，辅助

输入通道小数点设置为 1 位小数。温度单位为华氏度时，小数点设置为 0 位小数。

（2）主输入通道的输入类型为模拟信号时（真空度测控情况）

根据小数点设定分辨率，两通道必须相同分辨率，即主输入和辅助输入保持相同小数位数，但相应的量程要根据传感器的实际量程进行设置。如对于 10Torr 和 1000Torr 两只真空计，其对应的模拟信号都是 0~10V，但显示量程分别要设置为 10 和 1000。

3.2. 双传感器切换功能中的上下限切换点设置

在使用双传感器切换功能时，还需在控制器上进行相应子菜单设置，分别设置上限切换点和下限切换点，具体内容详见控制器使用说明书。

4. 双传感器自动切换功能的应用

具有双传感器自动切换功能的 PID 过程控制器可应用于多种场合：

（1）由于双传感器功能能够同时从两个独立的传感器接收输入信号，这就使得控制器可用于测量两传感器之间的差值和平均值，如温差、平均温度、真空压力差和真空压力平均值。

（2）双传感器自动切换功能也可作为备份传感器切换功能使用，即在控制器上连接两只完全一样的传感器，当第一只传感器开路时，当前测量自动切换到第二只传感器测量值进行控制，由此对测量和控制起到保护和保险作用。

（3）由于上海依阳公司的 VPC2021-2 系列 PID 过程控制器具有双通道同时测控能力，而每一通道都配备了辅助输入端口，这样就可以同时连接 4 只传感器。这种 4 只传感器的接入能力，能带来非常多的组态形式，如同时进行两路不同变量（如温度和真空度）的测量和控制，其中 2 只传感器同时测控温度和真空度，其他 2 只传感器用来同时监测其他两个测量点处的测量值变化情况。

（4）在高真空工艺过程中，最常见的是使用扩散泵，并将扩散泵放置在真空炉膛和机械泵（粗真空）之间，而扩散泵和机械泵之间的区域称为前级室。机械泵将前级室气压降低到扩散泵的最大吸入压力以下，扩散泵才能开始正常运行。在典型的单室真空系统中，一般会配备三个真空计：在主真空室（或炉膛）中将安装两个真空计，一个用于低真空（皮拉尼真空计>10^{-3} mbar），另一个用于高真空（有源倒磁控管 AIM）仪表<10^{-8}mbar。而另

一个皮拉真空计被视为单独的输入用来监控前级室气压。在实际应用中需要两个主真空室上的真空计进行自动切换，同时外加一个真空计监测前级室气压和一个温度传感器进行腔室温度测控。两种类型的真空计（每种都需要 24V 直流电源）提供 2~10V 直流对数输出，涵盖不同的真空范围。在实际控制过程中，两通道控制器将前级室与主真空室隔离并打开前级泵，当前级室达到设定的真空度时，控制器将改变其联锁装置，使扩散泵能够将炉子抽真空。同样，当炉子达到设定的真空度时，两通道控制器将控制执行设定的温度曲线，同时继续监测是否保持必要的真空度。

上海依阳实业有限公司

www.eyoungindustry.com