

# 多功能PID控制器和耐腐蚀高速数控针阀在化学药品注入双闭环比值控制中的应用

## Application of Multifunctional PID Controller and Corrosion-Resistant High-Speed Numerical Control Needle Valve In Double Closed-Loop Ratio Control of Chemical Injection

摘要：在目前的流体比值混合控制系统中，普遍采用的是多通道闭环PID控制系统对各路流量进行准确控制后再进行混合，这种控制方式普遍存在的问题是对流量调节阀的响应速度、耐腐蚀性和线性度有很高要求。为此本文提出的第一个解决方案是采用NCNV系列强耐腐蚀的高速和高线性度电控针阀，第二个解决方案则是不再使用流量调节阀，改用压力控制器通过调节流体进口压力来实现流量的精密控制，而第二种方案更适用于微流量的精密控制。

### 1. 问题的提出

在医药实验室、燃烧系统和化工领域的生产过程中，常需要将两种或两种以上的流体物料保持一定的比例进行混合，如比例一旦失调，将影响质量甚至造成事故，因此这种多种流体精密混合的控制需要采用精密的PID比值控制系统。一个比较典型的两种流体混合的双闭环PID比值控制系统如图1所示，但这种比值控制系统存在以下几方面的问题和注意事项：

(1) 图1所示结构是一种典型的流量调节方式的控制系统，即通过两个控制阀同时调节两路流体流量，并使两路流量达到设定比值，以实现混合后的准确比率。但这种流量调节方式的前提是其中的两路液体必须有相应的压力进行驱动，且要求相应的驱动压力尽可能稳定。

(2) 流量调节方式要求控制阀具有较快的调节速度，如果流量调节速度慢于驱动压力的波动速度，则很难实现准确控制。

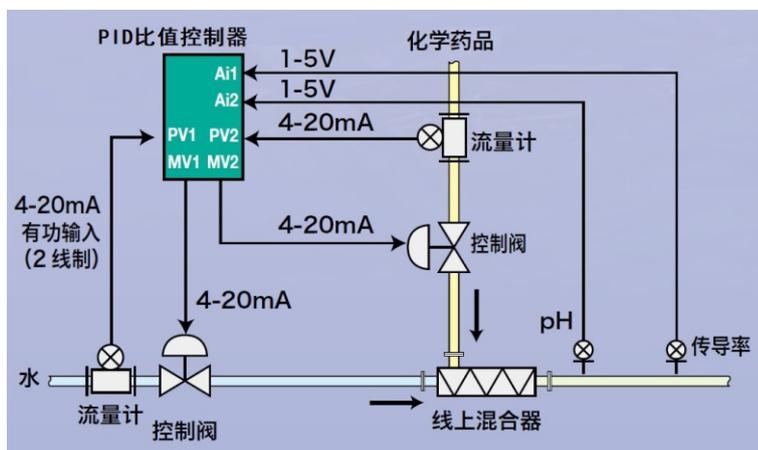


图1 常用化学药品注入双回路比值控制系统示意图

(3) 在很多流体比值混合中，流体介质往往都带有腐蚀性，这就要求液体流动管路中的所有装置都需要具有耐腐蚀性，特别是对内部带有运动机构的控制阀，其耐腐蚀性尤为关键。

(4) PID控制是一种典型的线性控制技术，为了保证比值控制的准确性，除了要求流量计和PID控制器具有相应的测量控制精度之外，更要求控制阀开度与控制信号之间具有很好的线性关系，否则很难实现较高精度的流量控制，从而也无法实现高精度的比值控制。

上述的快速调节能力、耐腐蚀性以及线性度往往是对流量控制阀的严峻挑战，很少有控制阀能同时满足这些要求，而且口径越大的控制阀越难实现。

为了解决比值控制中控制阀中存在的响应速度、耐腐蚀性和线性度问题，本文提出了两种解决方案。第一种方案是在流量调节的基础上，采用耐腐蚀的线性度好的高速数控针阀；第二种方案是采用压力控制方式来实现流量调节，省略掉流量控制阀，同样可以实现高精度比值控制。

## 2. 解决方案

本文在这里设计了两套解决方案，第一套方案还是采用流量调节技术，只是对控制阀和比值控制器进行了明确，关键是将流量控制阀采用了NCNV系列步进电机驱动的高速高线性度的数控针阀来代替，整个控制系统结构如图2所示。

所用的NCNV数控针阀的通经范围为0.9~4.1mm（甚至更大），全量程响应时间小于1秒，可实现高速流量调节。由于采用了步进电机驱动，从而具有很小的磁滞和优于 $\pm 2\%$ 的线性度，全量程的重复精度可以达到 $\pm 0.1\%$ 。另外此系列数控针阀还具有极低的漏率，可用于对真空密封要求苛刻的使用场合。数控针阀的控制除了可以直接采用0~10V模拟电压控制之外，也可采用RS485信号进行通讯控制。

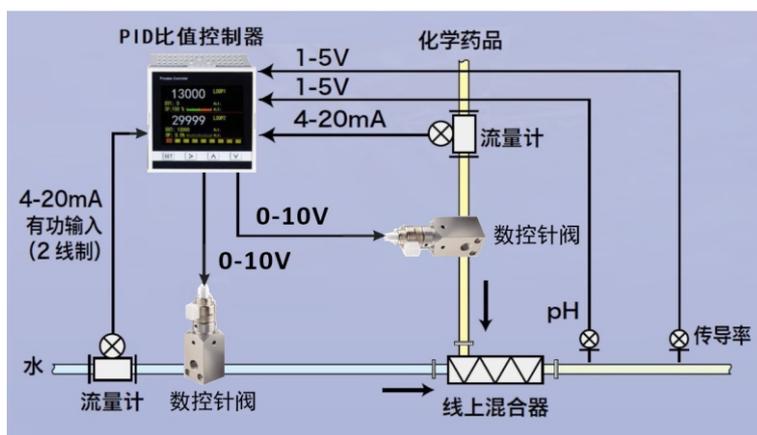


图2 采用高速数控针阀的比值控制系统

图2所示的流量调节比值控制系统中，比值控制器采用了VPC2021系列多功能PID控制器。此控制器具有两路独立通道进行比值控制。重要的是这两路PID控制通道都具有24位AD采集精度和16位DA控制精度，由此可进行高精度的比值控制，还可以满足微小流量变化的控制要求。

在第二套解决方案中，采用了压力控制器、流量计和比值控制器构成的双闭环控制回路来进行每个独立管路中的流量控制，由此最终实现比值控制。由于每个管路中的管径保持不变，那么通过改变进液压力就可以调节流量。这种采用压力控制方式的比值控制系统如图3所示。进液压力控制可以采用对进液容器内部的气压控制方式将流体压出，这时的气压控制就相当于一个气压泵，此流量控制方式可以实现很高的控制精度。

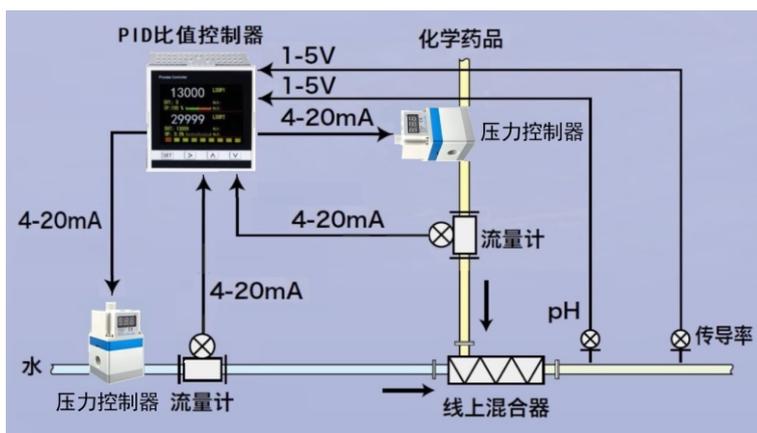


图3 采用压力控制器的比值控制系统

## 3. 总结

综上所述，通过上述的两套解决方案，可以很好的解决目前流体混合中比值控制在响应速度、耐腐蚀性和线性度等方面存在的问题，可以实现流体比值混合的高精度控制。特别在第二套解决方案中所采用的压力控制技术，去掉了流量控制阀，但增加了压力控制来调节流量，由此可以实现超高精度的流量控制，特别适用于微流量的快速控制，可推广应用于微流控领域。