

电液比例控制基本原理

1 什么是电液比例控制？

电液比例控制是指按电输入信号调节液压输出参数。

这是一种理想的液压系统与电子系统的结合，可用于开环或闭环控制系统中，参看[3]节，以实现对各种运动进行快速、稳定和精确的控制。这类控制是现代新式机器及工厂所必需的。

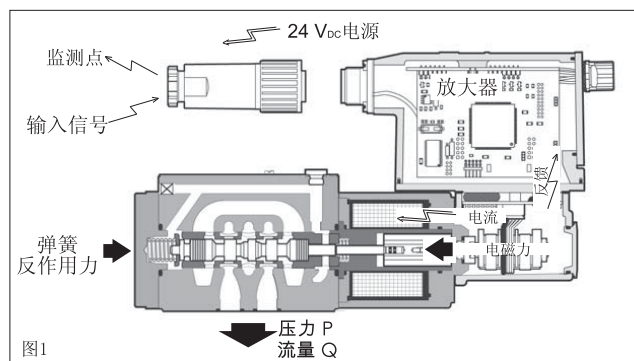
电液系统是全自动化学科中的一个组成部分。数据、控制、警报等信息可以以一种简洁的方式，通过现场总线从电液系统传送到集中电控系统，或从集中电控系统传送到电液系统，参看F002“数字电液技术”。

比例电液控制系统相对于机电系统有以下优点：固有的过载保护功能，力的自适应，快速动作响应，系统自润滑，易实现无级变速、变力和变扭矩，储能功能，高功率密度，寿命长和可靠性高。

2 什么是比例阀？

电液控制的核心是比例阀，它可以根据CNC机床提供的输入信号（通常 $\pm 10V$ ）调节压力 P 和流量 Q 。比例阀必须和电子放大器配合使用，（见样本G001），放大器根据输入信号向比例阀电磁铁提供一适当电流。比例电磁铁将电流转换成作用在阀芯上的机械力并克服复位弹簧；随着电流增大，电磁铁输出力增大，复位弹簧被压缩，于是阀芯开始移动。比例阀可以是单级或先导式，带或不带压力/位置传感器。带传感器的比例阀可提供更好的调节精度。对先导结构的比例阀，先导阀调整作用在主阀上的压力和流量。

当电路失效时，复位弹簧根据阀的结构将阀芯复位到中位以确保断电保护功能。也就是说，在没有输入信号或电气系统故障时，这种系统配置确保系统不会造成损害。断电保护可以直接通过比例阀实现（断电保护是阀的固有功能）或通过一组阀的一系列动作实现。



3 控制环

当今工业设备都是多轴运动，越来越多地由比例阀提供电液控制。轴运动可以是开环也可以是闭环，这取决于实际应用中要求的精度。在很多应用中，运动循环并不要求很高精度就可开环，而当每次都要求执行器定位的应用中，必须用闭环。

开环运动控制

轴控制由向比例阀放大器输入参考信号实现。没有对被调液压参数的反馈。开环控制系统的精度严格地取决于液压系统的品质尤其是比例阀和放大器的品质。

闭环运动控制

轴控制由向闭环控制器输入参考信号实现。该闭环控制器可接收执行机构传感器的反馈信号。根据PID控制的需要，控制器比较输入的反馈信号，将处理后的差值传送给比例阀来校准调节。与开环控制相比，闭环控制精度要好得多，由于有反馈的存在，不易受外部环境干扰。总之，液压系统整体品质越高，轴控制精度越高。

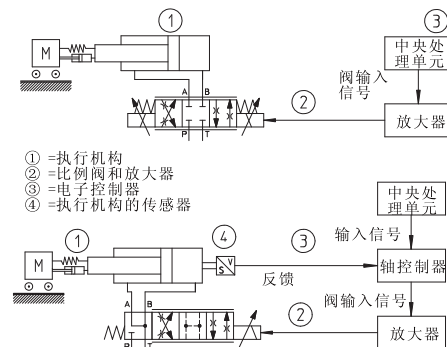


图2：电液轴：基本框图

4 比例阀和放大器

Atos公司生产的比例阀有滑阀型，也有插装型，根据功能不同可分为3类：

- * **压力控制阀**：比例溢流阀和比例减压阀可根据输入信号成比例地调节系统压力；
- * **四通方向阀**：根据输入信号成比例地控制调整执行机构的流量和方向。这些阀用在开环和闭环控制系统中以控制执行机构的方向、速度和加速度；
- * **流量控制阀**：2通或3通，带压力补偿，控制系统流量，此流量和用户负载无关。

Atos比例阀装备ZO和ZOR型高效电磁铁（30W和40W），分别用于符合ISO 4401标准的6通径和10通径尺寸的直动式比例阀，有以下不同的组合选项：

- ZO(R)-A**：无集成式传感器，开环；
- ZO(R)-AE, AES**：同ZO-A，另带集成式电子放大器，模拟式或数字式；
- ZO(R)-T, -L**：带集成式LVDT单/双位置传感器，闭环，具有高动、静态特性；
- ZO(R)-TE, -LE, LES**：同ZO-T, -L，另带集成式电子放大器，模拟式或数字式

对新一代的-AE, -TE, -LE型阀，电子放大器集成在阀上，它可以通过工厂预调，确保良好的阀-阀互换性并简化安装接线和系统调试，由于这些性能的提高，这种阀已被越来越多地用于现代应用和系统中。集成电子器件经树脂封装后再装入防护等级为IP67的金属盒中，保证抗震、抗冲击、防气候变化；线圈全部用塑料封装。

有关电子放大器的更详细资料，请参见样本G001部分。

5 典型电液技术术语

重复精度：在相同的液压和电气条件下，将同一指令多次送给比例阀后所获得的一系列液压参数值之间的最大差值。重复精度以相对于被调液压参数最大值的百分率计算。

阀芯遮盖：阀中位关闭状态到开始打开状态的行程与阀芯总行程的百分比

安全位：在电源断电情况下阀芯的安全机能

线性阀芯：阀的调节量和输入信号之间的线性对应关系

抛物线型阀芯：可实现小流量的精确控制

差动型阀芯：同抛物线型阀芯，但是P-B 流量= 50% 的 P-A流量

泄漏量：阀芯在中位时从压力油口P口到回油口T口通油的流量，与阀块机械机构的质量有直接关系

输入信号：电子信号从CNC机床上传送至电子放大器，并使电子放大器产生驱动比例阀所需电流的电信号。

驱动电流：电子放大器输出到阀电磁铁的电流

偏置电流：为补偿正遮盖阀芯而叠加在输入信号上的静态偏流值

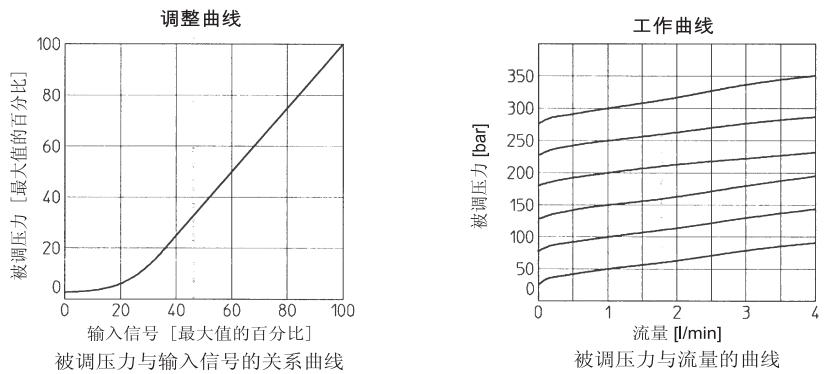
颤振频率：调节电子放大器电流的脉冲频率，以使阀的滞环最小化

增益调节：根据输入信号最大值进行阀调节量的设定

斜坡时间：输入阶跃信号时，阀的调节达到平稳所需的时间

6 比例控制装置的典型曲线

6.1 压力控制阀



6.2 方向与流量控制阀

