

## 采用压力串级控制法实现气动马达高精度调节的解决方案

### Solution to Realize High Precision Regulation of Pneumatic Motor by Pressure Cascade Control Method

摘要：气动马达作为一种将压缩空气的压力能转换为旋转机械能的装置，其运行的关键是要进行驱动气体压力的控制。本文介绍了目前气动马达压力控制装置的技术现状，特别指出了现有技术中使用电空变换器存在的不足，介绍了电空变换器的更新换代产品——电气比例阀。本文对这两种新旧技术进行了详细比较，新一代的电气比例阀技术更能满足今后气动马达对小型化、集成化、智能化、精细化、高寿命和高可靠性等方面的需求。

气动马达也称为风动马达，是指将压缩空气的压力能转换为旋转的机械能的装置。气动马达一般作为更复杂装置或机器的旋转动力源，它的作用相当于电动机或液压马达，即输出转矩以驱动机构作旋转运动。气动马达的主要特点有：

(1) 使用空气作为介质，无供应上的困难，用过的空气不需处理，放到大气中无污染。压缩空气可以集中供应，远距离输送。操纵方便，维护检修较容易。

(2) 气马达具有结构简单，体积小，重量轻，马力大，操纵容易，维修方便。

(3) 可以无级调速，只要控制进气阀或排气阀的开度，即控制压缩空气的流量，就能调节马达的输出功率和转速。即通过调节气源压力或者改变气流量，也可通过同时调节两者来实现。

(4) 能够正转也能反转。大多数气马达只要简单地用操纵阀来改变马达进、排气方向，即能实现气马达输出轴的正转和反转，并且可以瞬时换向。在正反向转换时，冲击很小，而且不需卸负荷。

(5) 工作安全，不受振动、高温、电磁、辐射等影响，适用于恶劣的工作环境，在易燃、易爆、高温、振动、潮湿、粉尘等不利条件下均能正常工作。

从上述气动马达的特点可以看出，气动马达运行的关键是压力控制。目前气动马达常用的压力控制装置如图1所示，其中主要包括电空变换器（E/P或V/P转换器）和增压器，由此构成压力的开环控制，通过电流或电压信号输入就可以进行气动马达的调节。

如果增加传感器（如旋转编码器）和PLC控制器，由此可构成闭环控制回路，传感器检测气动马达的转速等参量，PLC控制器通过检测传感器信号并与设定值比较可进行气动马达高精度的自动控制。另外，整个控制装置还可以通过增加双向阀来实现气动马达的正反转自动控制。

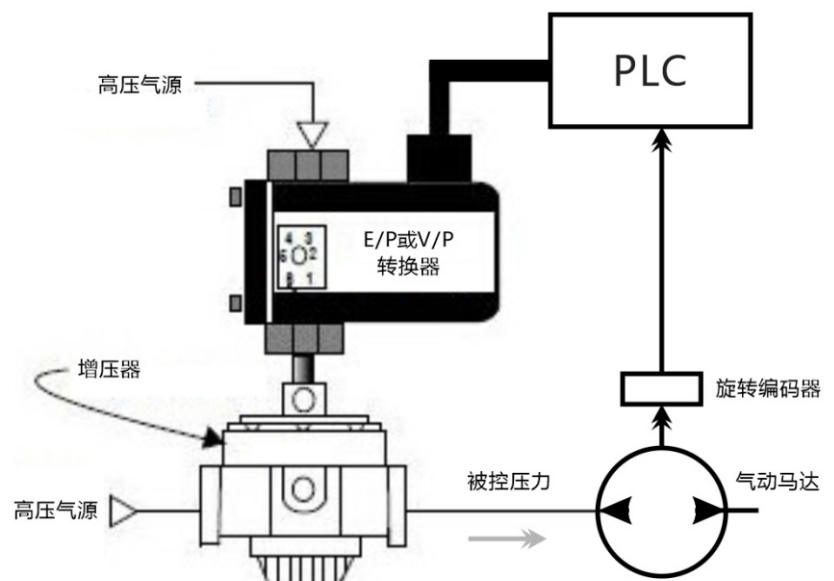


图1 气动马达常用压力控制装置结构

在图1所示的气动马达压力控制装置中，所用的电控变换器（电气转换器）是一种比较传统的压力调节装置，目前正逐渐被电气比例阀所代替。图2所示为这两种压力调节装置的对比。

序号	电气比例阀	电气转换器
1	双电磁阀结构，高精度/线性度	膜片、弹簧、线圈结构，线性度低
2	真正的闭环控制形式，自带压力传感器和PID控制器，无需外部PID控制器	开环控制形式，需外接压力传感器和PID控制器才能实施压力控制
3	不需要仪表气体	需要仪表气体
4	20-40 微米过滤	< 5 微米过滤
5	湿气和润滑油雾可正常工作	湿气和润滑油雾不可正常工作
6	可安装在任何位置，不会影响出口压力	会受安装位置影响，需在新位置重新校准
7	无需重新校准	大多需要定期重新校准
8	不是持续放气装置，这意味着它在稳定状态下控制压力时不消耗空气	大多数是持续放气装置，随时消耗气体。如果供气开启，一些气体会不断排放到大气中，有时也称之为“漏气式调压器”
9	在多数情况下，不需要预调节气体供应	需预先调节气体供应。否则，供气压力波动会影响控制压力
10	具有自带压力传感器的模拟输出，可同时用于压力的数据采集	无模拟输出可用
11	抗冲击和振动（测试至 20Gs）	压力输出易受振动影响
12	真正的关闭，压力会降到 0 psi	大多数没有真正的关闭
13	输出压力范围可任意标定，分辨率高	输出压力范围规格有限，分辨率低

图2 电气比例阀和电气转换器特性对比表

从上述对比可以看出，电气比例阀采用了更新的技术，与传统的电气转换器相比具有更优异的性能，电气比例阀正在快速对电气转换器形成升级替换，特别是随着电气比例阀的价格逐渐降低，已逐渐成为电气压力控制领域内主要产品。

另外，由于电气比例阀内置了压力传感器和PID控制器，为很多压力和流量控制应用场合提供了极其丰富的拓展应用，即采用电气比例阀可很方便的与其他物理量（如温度、位移、出力等）的探测和控制组成更复杂的串级控制回路，实现更多工业应用领域中的精密控制功能。

特别是采用电气比例阀与超高精度PID控制器结合形成的串级控制回路，可实现超高精度定位、超低速度运转和细小载荷的控制。