

彻底讲清电气转换器（I-P电流型和E-P电压型）与电气比例阀的区别

Thoroughly Explain the Difference Between Electrical Converter (I-P Current Type and E-P Voltage Type) and Electrical Proportional Valve.

摘要：电气转换器和电气比例阀是目前常见了两类电控式气体压力调节器，尽管它们的基本功能相同，都属于电子式减压阀，但所用技术、功能和指标并不一样。本文详细介绍了这两类电子压力调节器，并做出对比，为选型和具体应用提供参考。

一、概述

从第一性原理来看，电气转换器和电气比例阀这两类器件都属于电子控制式的气体减压阀，都是通过电信号对输入的气体压力进行自动减压调节。

从历史上来看，电气转换器是上世纪五十年代开发的比较典型的电子压力调节器，且市场占有率较大。但随着近一二十年来的技术进步，新兴出现了电气比例阀，且正在快速蚕食电气转换器的市场份额。

面对目前这两类电子压力调节器共存的局面，在具体应用中会面临选型的问题，因此有必要对这两类气体压力调节器有比较深刻的了解，但国内在这方面的相关资料非常稀少。本文将详细介绍这两类电子压力调节器，并做出对比，为选型和具体应用提供参考。

二、基本概念

2.1 电气转换器

电气转换器 (Electro-Pneumatic Transducer) 在国内外有多种称谓，最常用的术语是：

- (1) 电流/压力转换器 (I/P Transducer 或 I/P Converter) 。
- (2) 电压/压力转换器 (E/P Transducer 或 E/P Converter) 。
- (3) 电子压力调节器 (Electronic Pressure Regulator)

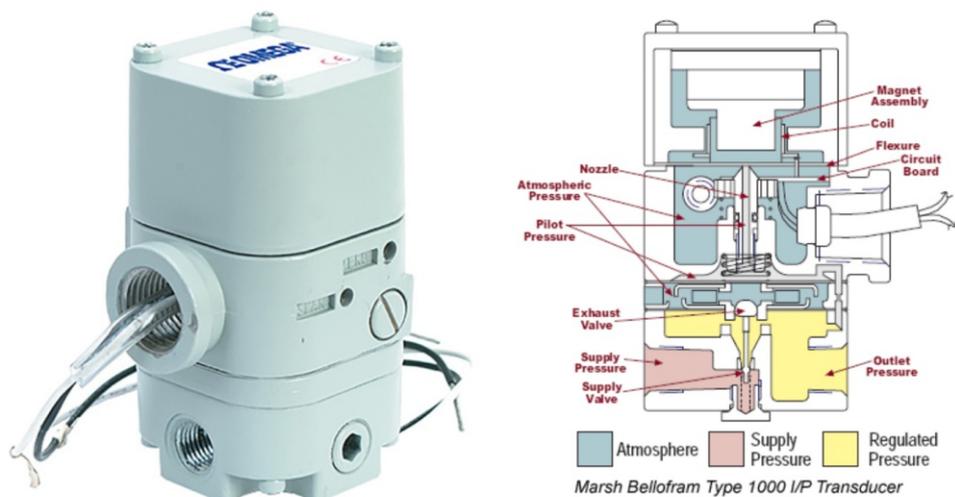


图1 电气转换器及其内部结构示意图

上述这些术语很容易理解，其中“I”代表电流，“E”代表电压，“P”代表气动压力。作为典型的电子式气体减压装置，顾名思义，这些装置通过电流（通常为4~20mA）或电压（通常为0~5VDC或0~10VDC）将较大压力的进气进行减压调节。因此，I/P 是一种将电流转换为已知输出压力的电子设备，而 E/P 是将电压转换为已知输出压力的电子设备。电气转换器的一个重要特点是成正比，即随着电流或电压的增加，减压后的输出压力也相应增加。

典型的电气转换器及其内部结构如图1所示。电气转换器的基本原理是通过磁线圈（类似于扬声器线圈）在导向膜片上产生力的不平衡来进行运行。除了线圈，没有控制压力输出的电子部件。从图1可以看出，电气转换器是一个简单的力机械天平，具有可调的零点和量程弹簧偏压。操作使用人员经过精心培训，可以调整零点和量程螺钉，以获得所需的精度和重复性。

在电气转换器中通常还包含第二个流量增压级，该增压级使用力平衡隔膜和阀座在出口处产生比第一级阀更高的流量。

电气转换器作为一种传统的电子压力调节装置，如果正确维护和经常校准，这些压力调节器工作得相当好。事实上，自上世纪五十年代后，电气转换器是气动控制的基础，在世界各地的工厂中配合了无数的控制阀和气缸进行工作。

2.2 电气比例阀（伺服或电磁阀机构）

电气比例阀是国内比较常用的术语，同样，电气比例阀也有以下多种称谓：

- (1) 电子比例调节器/阀 (Electronic Proportional Regulator)
- (2) 电气调节器/电空比例阀 (Electro-Pneumatic Regulator)
- (3) 比例压力调节器/阀 (Proportional Pressure Regulator)
- (4) 比例压力控制阀 (Proportional Pressure Control Valve)
- (5) 电子压力控制器 (Electronic Pressure Controller)

在过去十多年中，发展最快的电子压力调节器类型是伺服阀形式设计的电气比例阀，它使用了两个高速伺服或电磁阀来根据需要增加或降低气体压力以实现减压压力。与以前的电气转换器技术相比，这些电子压力调节器提供了更高的压力和更大的灵活性和鲁棒性。典型的电气比例阀及其工作原理如图2所示。

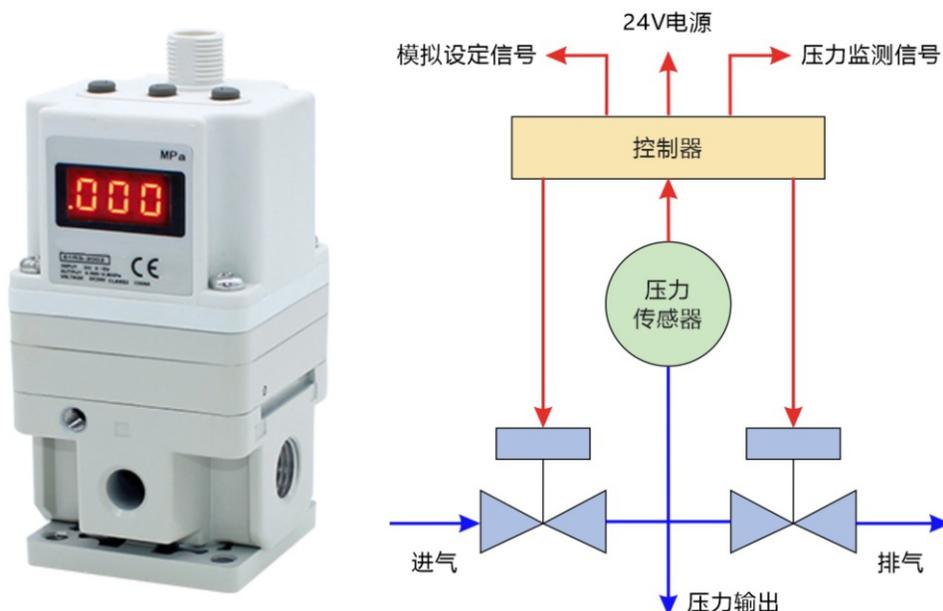


图2 电气比例阀及其工作原理

电气比例阀的基本工作原理是一种典型的气体动态平衡法，即通过使用一个进气阀和一个排气阀使内部压力保持动态平衡，使得出口压力保持在所需的设定值。一个压力传感器监控输出压力，一个数字或模拟控制器调节伺服阀（电磁阀）的快速开启关闭以控制设定点压力。

从结构上来说，电气比例阀是一个完整的闭环控制阀，包括两个高速电磁阀、一个底座、一个积分压力传感器和一个电子PID控制电路。二个高速电磁阀分别控制进气、出气。进气阀门的操控与电子电路供给的压力信号成比例。内置压力传感器测量输出压力并提供反馈信号到PID控制电路。反馈信号与压力控制设定值相比较，当二者之间不同时，使其中一个阀门打开。如果要达到系统所需的压力，就会使进气阀动作，按比例消除比较信号中的差异。

典型电气比例阀通常需要直流电源和代表压力设定点的模拟信号进行工作。控制器通常接受电流（4~20mA）或电压（通常0~10或0~5VDC）输入信号。除了常见的模拟信号标准外，带数字电路的型号还可以接受串口通信（如RS-485或DeviceNet）。大多数电气比例阀还提供代表压力传感器的模拟信号输出。有些型号的电气比例阀还会包含一个小放气阀（向大气排放少量气体），以便在非常低或无流量情况下使用。

三、特性比较

从上述的基本概念内容可以看出，电气转换器和电气比例阀的基本功能相同，都是用来进行压力的减压控制，都属于电子式减压阀，但所用技术、功能和指标并不一样。表1对这两类压力调节阀进行更详细的对比。

表1 电气转换器与电气比例阀对比表

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	无需要仪表气体	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

四、结论

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。