

英福康 (Inficon) VDE016和普发 (Pfeiffer) EVR116气体控制阀及其控制器的国产化替代

Domestic Substitution of Inficon VDE016 and Pfeiffer EVR116 Gas Control Valves and PID Controllers

摘要：对标英福康公司VDE 016和普发公司EVR 116气体控制阀，对标英福康公司VCC500和普发公司RVC 300控制器，介绍了相应的国产化替代产品电子针型阀和多功能高精度PID控制器，并介绍了国产化替代产品的相应特点和技术指标。

1、概述

英福康 (Inficon) 公司VDE 016和普发 (Pfeiffer) 公司EVR 116的气体控制阀实际上是完全相同的一款控制阀，只是贴牌不同。如图1所示，这款气体控制阀是一种步进电机驱动的针型阀，可将外部控制信号转换为规定的阀针位置，由此调节阀的开度大小实现气体流量控制。外部控制信号可以是以下三种形式：

- (1) 直流模拟电压 (0~10VDC) ；
- (2) 接口模块；
- (3) RS232接口。

针对这款气体控制阀，英福康和普发提供了配套的控制器的，如图2所示，型号分别是：

英福康：VCC500-Z；普发：RVC 300。

本文将针对上述控制阀和控制器，介绍相应的技术指标，并介绍相应的国产化替代产品及其技术指标，为国产化替代提供高性价比产品。

2、国外产品技术指标

2.1 气体控制阀技术指标

英福康和普发公司控制阀性能参数如表1所示，技术指标如表2所示。

表1 控制阀性能参数

真空连接	DN 16 ISO-KF
气流, 可控制	
最小	$5 \times 10^{-6} \text{ mbar l/s}$ ($3 \times 10^{-7} \text{ slm}$)
最大	1250 mbar l/s (75 slm)
绝对压力	
最小	$1 \times 10^{-8} \text{ mbar}$
最大	2.5 bar
关闭/开启时间	3/4 秒

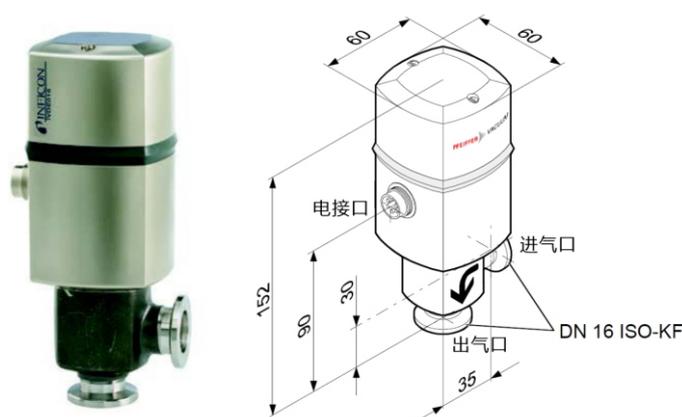


图1 英福康和普发公司气体控制阀



图2 英福康和普发公司控制器

表2 控制阀技术指标

密封度	$1 \times 10^{-9} \text{ mbar l/s}$
执行结构	步进电机
控制	
数字	VCC500-Z, VCA200-Z
模拟	0-10V DC
环境温度	5-40°C
供电电源	24V DC/12VA
外壳	不锈钢
计量套筒	萤石塑性体
密封	FPM 氟橡胶
重量	0.5kg

2.2 控制器技术指标

英福康和普发公司控制器性能技术指标如表3所示。

表3 英福康和普发公司控制器技术指标

操作模式	压力控制、气体流量调节
模拟量输出	4通道：真空压力传感器信号、阀信号（0-10VDC）、阀位置、+10VDC参考电压（10mA）
数字量输出	8通道：开阀、关阀、阀位置、阀错误、传感器错误、预备、发射开、传感器状态
模拟量输入	2通道：真空压力设定点（标称值）、流量设定点（标称值）
数字量输入	8个通道：流量减少、流量增加、外部关闭、外部打开、流量模式、压力模式、排放开启、脱气开启
特征	断电后开机输出“达到标称值”，可调公差
显示单位	mbar、Pa、Torr、mV
语言	英语、德语
通讯接口	RS232C、RS485
控制器类型	PI自动：可选控制速度步骤 1-99 PID：用户可定义参数
控制精度	±5% FS 传感器
显示精度	±0.2% FS 传感器
供电电源	电压 90~250VAC、功率 50VA
重量	1.65kg

从上述控制器技术指标以及实际应用经验，可以发现英福康和普发控制器有以下几点不足：

(1) 单通道测量和控制：即只能采集一路真空计信号，并控制一路调节阀，尽管有多个模拟和数字输入输出通道，但还是只能进行一路闭环控制。当在需要使用两个真空计才能覆盖的宽量程范围内，这种单通道控制器将无能为力。

(2) 无PID自整定功能：英福康和普发控制器的最大不足是缺少PID参数自整定功能，这在实际应用中带了非常大的不便，需要用户自己寻找合适的PID参数，很多时候往往最终还是不能获得最优的PID参数，严重影响控制效果。

(3) 控制精度差：控制精度为传感器满量程的±5%，这基本说明控制器中采集和控制电路使用的是12位A/D和D/A转换器，这是决定控制精度的关键。

3、国产电子针阀代替英福康和普发控制阀

英福康公司和普发公司的控制阀是一种典型的步进电机驱动的电子针型阀，性能指标非常优越，唯一不足就是针阀开度较小，造成流量较小。当然，还有就是价格太贵。

为了实现气体流量控制阀的替代并提高性价比，我们在针阀技术上也采用了数控步进电机进行了国产化，并开发了一些列不同流量的电子针阀，如图3所示，完全实现了替代，并且价格只有国外产品的三分之一，详细技术指标如图4所示。



图3 国产NCNV系列电子针阀

型号	NCNV-20	NCNV-120	NCNV-300	NCNV-1000
阀门类型	针阀			
阀芯节流内径	0.9mm	2.25mm	2.75mm	4.10mm
驱动器	双极式步进电机控制			
响应时间	0.8秒 (全开到全关)			
接口口径	G 1/8"			G 3/8"
流体	惰性气体和液体			
接触材料	不锈钢			
压力范围	-1 ~ 7 bar			-1 ~ 5 bar
最大流量	50L/min @7bar	240L/min @7bar	290L/min @7bar	600L/min @7bar
线性度	±2%	±0.1~1%	±0.2~5%	±11%
重复精度 (全量程)	±0.1%			
流量分辨率 (单步长)	0.1L/min	0.1~0.2L/min	0.2~0.75L/min	1L/min
位移分辨率 (单步长)	12.7 um	12.7 um	25.4 um	25.4 um
使用温度范围	0~84°C			
密封	标准FKM或其他密封件可选			
控制信号	直流: 0~10V (或 4~20mA)			
工作电源	直流: 24V (≤12W)			

图4 国产NCNV系列电子针阀技术指标

3、国产高精度双通道PID控制器代替英福康和普发控制器

为充分利用真空计（如电容薄膜压力计）的测量精度，控制器的数据采集和控制至少需要16位以上的模数和数模转换器。目前我们已经开发出VPC-2021系列高精度24位通用性PID控制器，如图5所示。此系列PID控制器功能强大远超国外产品，但价格只有国外产品的八分之一。其主要性能指标如下：



图5 国产VPC-2021系列温度/真空度控制器

- (1) 精度：24位A/D，16位D/A。
- (2) 多通道：独立的1通道或2通道。2通道可实现温度和压强的同时测量及控制。
- (3) 多种输出参数：47种（热电偶、热电阻、直流电压）输入信号，可实现不同参量的同时测试、显示和控制。
- (4) 多功能：正向、反向、正反双向控制。
- (5) PID控制：改进型PID算法，支持PV微分和微分先行控制。20组分组PID。
- (6) 双传感器切换：每一个通道都可支持温度高低温和高低真空度的双传感器切换，两通道可形成总共接入四只传感器的控制组合。
- (7) 程序控制：可自行建立和存储最多20种浓缩程序，进行浓缩时只需选择调用即可开始（程序控制模式）。

在真空度控制中，下游控制模式比较适合真空度接近大气压，但对小于10mbar的真空度控制需采用上游进气控制模式。由此，为满足全量程真空度的准确控制，可以采用如图6所示的双传感器和双向控制模式。

在图6所示的控制模式中，就需要用到上述VPC-2021系列双通道控制器的正反向控制和双传感器自动切换功能，即在不同气压控制过程中，控制器自动切换相应量程的真空计，并选择相应的电子针阀和高速电动球阀进行控制。

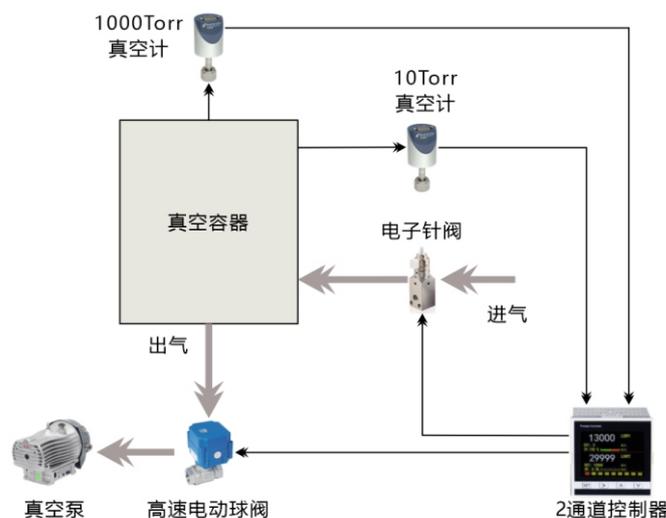


图6 双向控制和双传感器自动切换模式示意图