

VPPX 比例阀调试及设置

控制模式应用



平少雷
Festo 技术支持
2020 年 4 月 15 日

关键词:

VPPX, 比例阀, FCT, 压力控制, 流量控制, 力控制, 真空度控制

摘要:

本文介绍了使用 VPPX 比例阀的特点、FCT 调试步骤, 以及典型控制模式。

目标群体:

本文仅针对有一定自动化设备调试基础, 以及费斯托产品应用调试经验, 调试设置有一定基础工程师。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写, 旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品, 如果发现描述与官方正式出版物冲突, 请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境, 但现场设备型号可能不同, 软件/固件版本可能有差异, 请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容, 恕不另行通知。

目录

1	VPPX 调试设备以及软件准备	4
2	产品基本介绍.....	4
2.1	产品基本概念.....	4
2.2	控制原理图.....	5
2.3	外部基本布线图	5
2.4	基本特征.....	6
2.5	VPPX 比例阀优点.....	6
2.6	VPPX 基本参数及特征	6
2.7	VPPX 电接口定义以及连接电缆接线图.....	6
2.8	调试准备.....	7
2.9	故障	7
3	PID 相关基本计算原理.....	8
4	FCT 软件的配置	10
4.1	扫描接口.....	10
4.2	根据比例阀的型号填写阀尺寸和压力范围.....	10
4.3	组态	11
4.4	外部信号的偏移量以及范围选择.....	11
4.5	外部 PID 参数设置.....	11
4.6	输入压力范围设置	12
4.7	设备内部 PID 参数设置	12
4.8	调整输出模拟量信号的范围和起始值	13
4.9	示波器检测三个值变化.....	13
4.10	设备监视器	13
4.11	注意事项(特别是电流型)	13
5	VPPX 的应用模式案例.....	14

1 VPPX 调试设备以及软件准备

硬件准备：

元件名称	型号	备注
比例阀	VPPX-6L-L-1-G18-0L10H-S1	
编程电缆	VAVE-P8-VPS	
转接件（调试）	NEFC-M12G5-0.3-U1G5	需自配 USB 转 mini USB 连接电缆
流量传感器	SFAB-200U-WQ8-2SA-M12	
压力传感器	SPAU-P10R-H-Q4D-L-PNLK-PNVBA-M12D	
力传感器		
真空发生器	VADMI-95	
其他附件	节流阀、储气罐、气缸等	

表 1.1 硬件

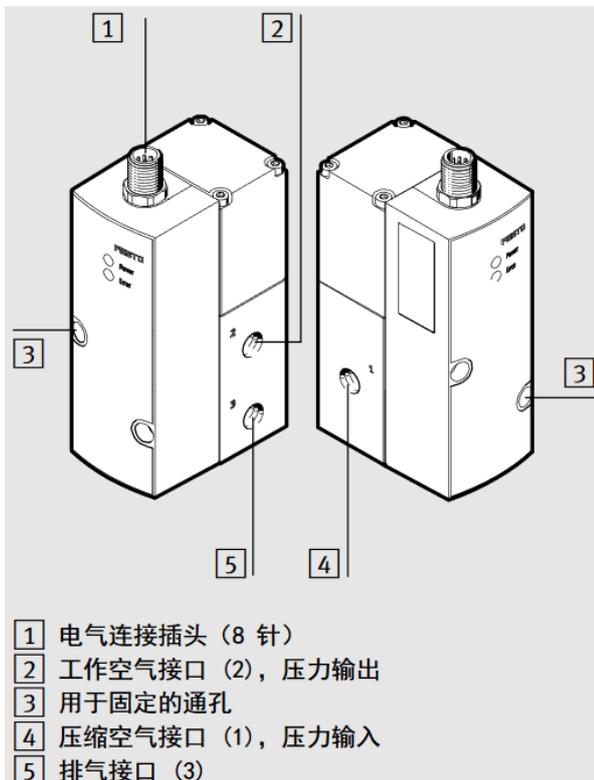
软件准备：

软件名称	型号	版本
FCT 调试插件 VPPX		1.0.0 版本

表 2.1 软件

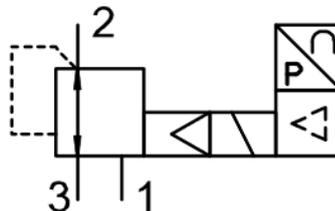
2 产品基本介绍

2.1 产品基本概念



1 功能和应用

按照规定，VPPX-... 用于根据给定的应有值，依据比例调节压力或外部数值。如果此阀采用“内部”模式运行，则可以通过其内置的压力传感器获取工作接口上的压力值，并将其与应有值进行对比。当应有值与实际值存在偏差时，此阀将进一步调节，直至输出端上达到规定的应有值。在“外部”模式下，由附加的外部传感器获取相应数值，并将其直接反馈给比例调压阀。此数值将与应有值进行对比。当应有值与实际值存在偏差时，此阀将对输出压力进行调节，直至外部传感器的数值达到规定的应有值。



2.2 控制原理图

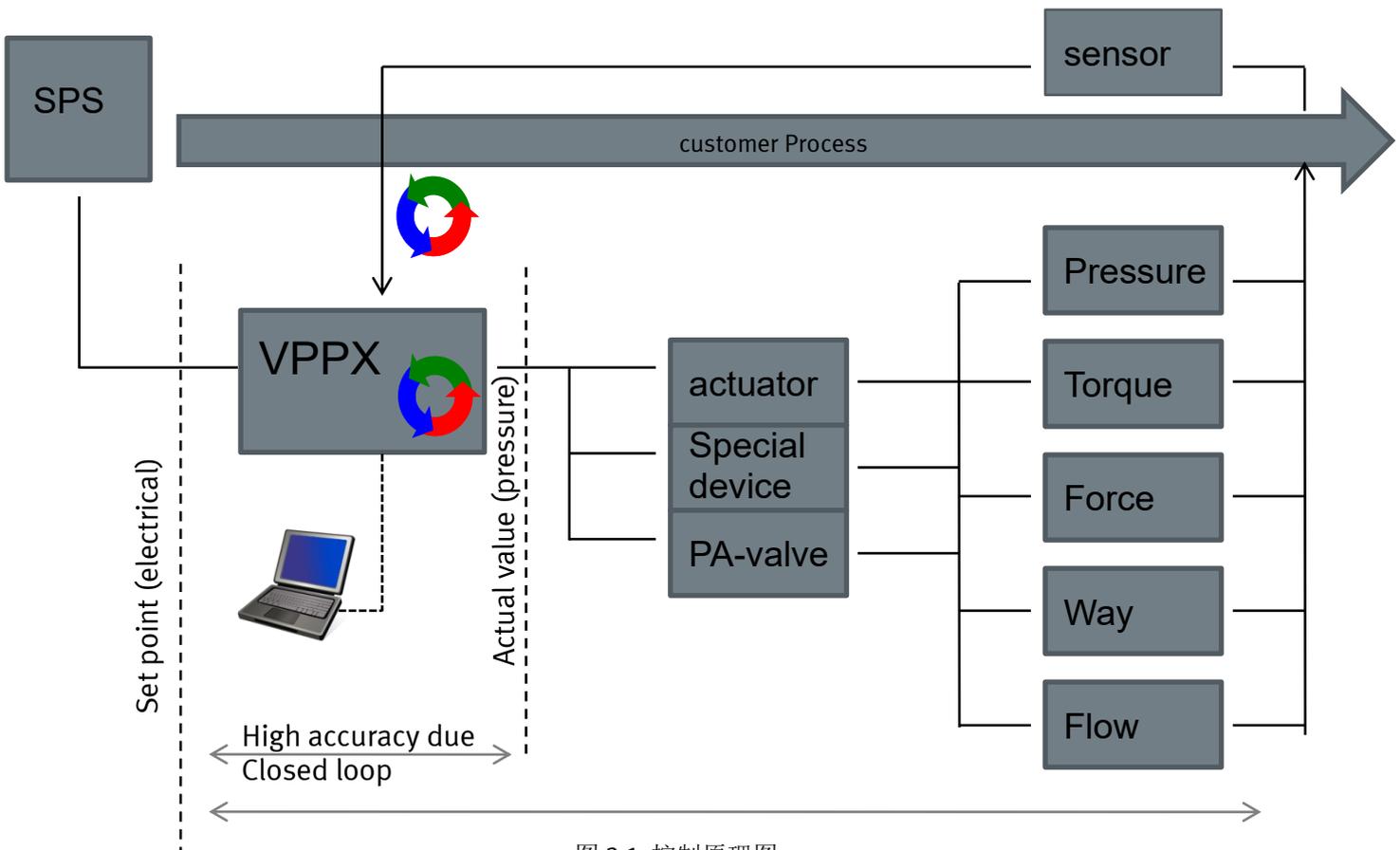


图 2.1 控制原理图

2.3 外部基本布线图

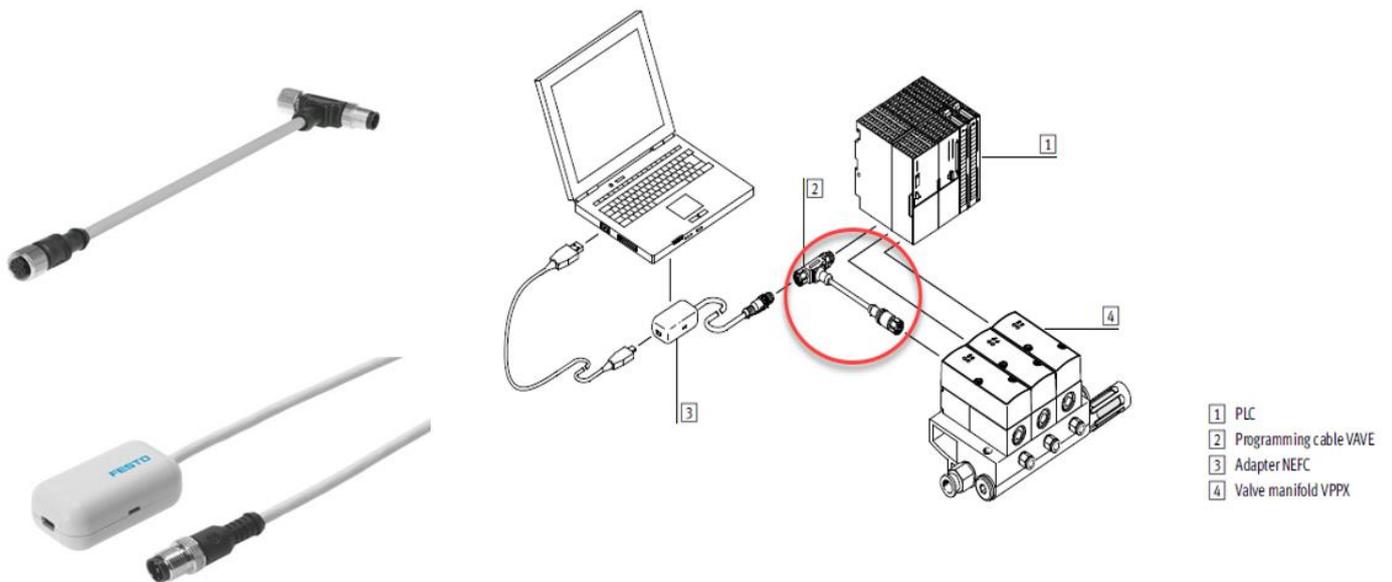


图 2.2 外部布局图

2.4 基本特征

1. VPPX 基于 VPPM 设计
 - 一个电气接口对应所有尺寸
2. 自由编程
 - PID 控制器
 - 设定值(可以选电压或电流)
3. 外部传感器输入
4. 用于控制器编程和可视化的 FCT 软件,并且使其参数也可以保存在 VPPX 内
5. 示波器功能用于优化控制过程
6. 用于多种应用场合: 流量控制、力控制、压力控制等

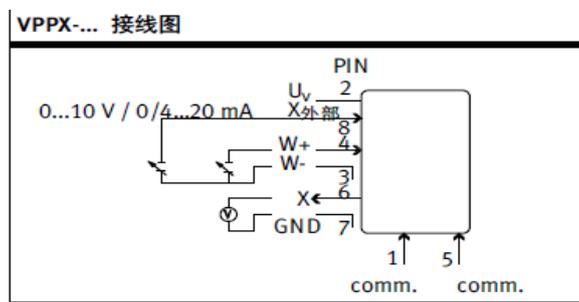
2.5 VPPX 比例阀优点

1. 改进过程质量
2. 灵活性更佳
3. 性能更好
4. 参数设置简单精确
5. 兼容性佳

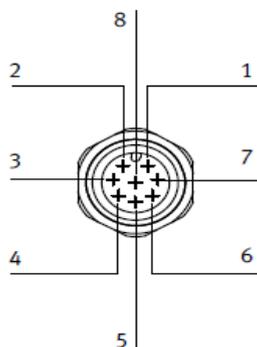
2.6 VPPX 基本参数及特征

1. 压力范围: 0.1-10 bar
通过外部传感器, 也能以高精度控制小的压力范围
2. 线性精度 $\pm 0.5\%$
3. 接口配 G 1/8", G1/4", G1/2"
4. 控制器可自由编程
5. 多级控制
6. 外部传感器输入以控制不同的物理量
7. 流量 1400 l/min -7000 l/min 左右

2.7 VPPX 电接口定义以及连接电缆接线图



• 电接口处的各针脚分配情况如下:



Pin	电缆颜色 ¹⁾	接口名称
1	白色 (WH)	数字通信 (不连接!)
2	棕色 (BN)	+24 V DC 供电电源
3	绿色 (GN)	模拟输入端 W- (- 应有值)
4	黄色 (YE)	模拟输入端 W+ (+ 应有值)
5	灰色 (GY)	数字通信 (不连接!)
6	粉红色 (PK)	模拟输出端 X (实际值)
7	蓝色 (BU)	0 V DC 或 GND
8	红色 (RD)	模拟输入端 X外部 (外部实际值)

¹⁾ 如使用带电缆的接线插口, 请参见附件。接线插口 M12 的拧紧扭矩为最大 0.5 Nm

图 2.3 电接口针脚定义图和电缆对照图

2.8 调试准备

- 请借助应有值信号连接 VPPX-...。VPPX-... 具有所谓的“差分输入端”。与此同时在触点 3 和 4 上提供应有值信号，其中较低电位必须连接触点 3，较高电位必须连接触点 4。触点 3（- 应有值）可以和触点 7（GND）连接。
- 请您使用直流电（供电电压 $U_V = 24\text{ V DC} \pm 10\%$ ）为 VPPX-... 供电。

请使用至少比所需的最大输出压力大 1 bar 的输入压力为 VPPX-... 加压。此时会出现一个按比例输出的压力 p_2 。下表给出实际输出压力和应有值信号的对应关系：

信号 1 % FS ¹⁾ 时的输出压力	信号 100 % FS ¹⁾ 时的输出压力
0.1 bar (出厂设置)	10 bar (出厂设置)
¹⁾ - FS = Full scale (满量程) : (1 % FS = 0.1 V 或 0.2/4.16 mA 100 % FS = 10 V 或 20 mA) - 输出压力: 0 V 或 4 mA 产生输出压力 0 bar	

2.9 故障

LED 故障指示灯：

LED 指示灯的状态 ¹⁾		原因
Power LED 指示灯 (绿色)	ERROR LED 指示灯 (红色)	
亮起	亮起	- 应有值欠电压、过电压
亮起	闪烁	- 硬件错误 - 过电压 (> 30 V) - 内部温度过高
熄灭	熄灭	- 欠电压 (< 18 V)
1) 显示元件的位置参见第 1 页图 3。		

电缆断裂时的故障响应：

原因	影响	
	电压型	电流型
由于电缆断裂，应有值不存在	输出压力降至 0 bar	保存最终压力值。输出压力保持不变。输出压力在中期可能升高或降低。
由于电缆断裂，供电电压不存在	保存最后一个数值。输出压力保持不变。输出压力在中期可能升高或降低。	

故障排除：

故障	可能的原因	补救方法
VPPX-... 无反应 (POWER-LED 指示灯未亮起)	供电电压缺失	检查供电电源 24 V DC 连接
	应有值电压、应有值电流缺失	检查控制单元，检查接口
流量过低	接头原因导致流量截面狭窄（回转螺纹接头）	使用其他可替换接头
压力上升过慢	气缸容量大，气管长度长	选择其他参数组，或借助 Festo Configuration Tool (FCT) 切换至外部传感器。
尽管修改了应有值设置，压力仍保持不变	- 电源电缆断裂（最后设置的输出压力保持不变。输出压力在中期可能升高或降低。） - 气源压力 P1 过低	- 更换电源电缆 - 提高气源压力

3 PID 相关基本计算原理

PID 控制是用于过程控制的一种常用方法，是通过被控量的反馈信号与目标信号的差量进行比例，积分微分运算来调节比例阀的输出压力，构成反馈系统，使被控量稳定在目标量上。

比例增益 P: 成比例地反映控制系统的偏差信号，偏差一旦产生，立即产生控制作用以减小偏差。比例控制器的输出 $u(t)$ 与输入偏差 $e(t)$ 成正比，能迅速反映偏差，从而减小偏差，但不能消除静差。静差是指系统控制过程趋于稳定时，给定值与输出量的实测值之差。偏差存在，才能使控制器维持一定的控制量输出，因此比例控制器必然存在着静差。比例控制作用的大小除与偏差 $e(t)$ 有关之外，还取决于比例系数 K_p 的大小。比例系数 K_p 越小，控制作用越小，系统响应越慢；反之，比例系数 K_p 越大，控制作用也越强，则系统响应越快。但是， K_p 过大会使系统产生较大的超调和振荡，导致系统的稳定性能变差。因此，不能将 K_p 选取过大，应根据被控对象的特性来折中选取 K_p ，使系统的静差控制在允许的范围之内，同时又具有较快的响应速度。

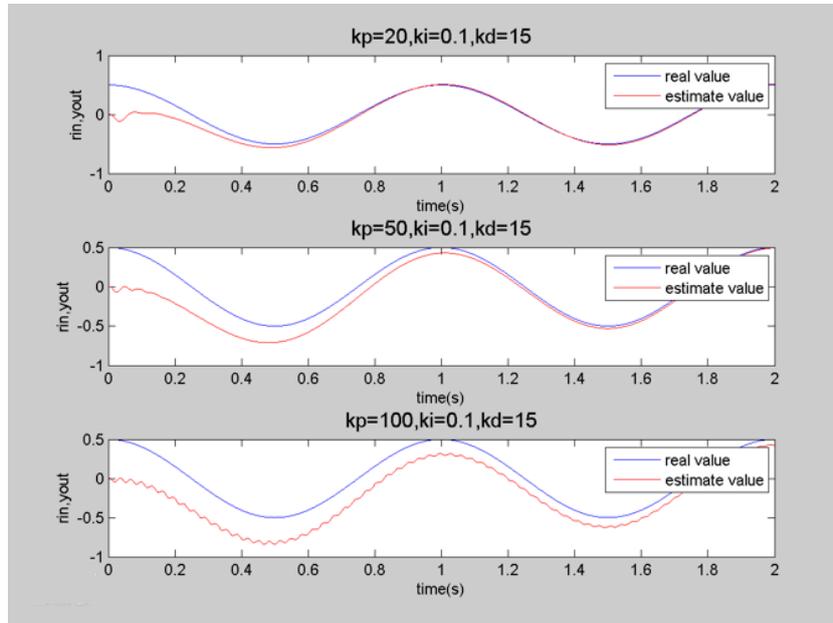


图 3.1

积分 I: 主要用于消除静差提高系统的无差度。积分作用的强弱，取决于积分时间常数 T_i ， T_i 越大积分作用越弱，反之则越强。积分控制作用的存在与偏差 $e(t)$ 的存在时间有关，只要系统存在着偏差，积分环节就会不断起作用，对输入偏差进行积分，使控制器的输出及执行器的开度不断变化，产生控制作用以减小偏差。在积分时间足够的情况下，可以完全消除静差，这时积分控制作用将维持不变。 T_i 越小，积分速度越快，积分作用越强。积分作用太强会使系统超调加大，甚至使系统出现振荡。

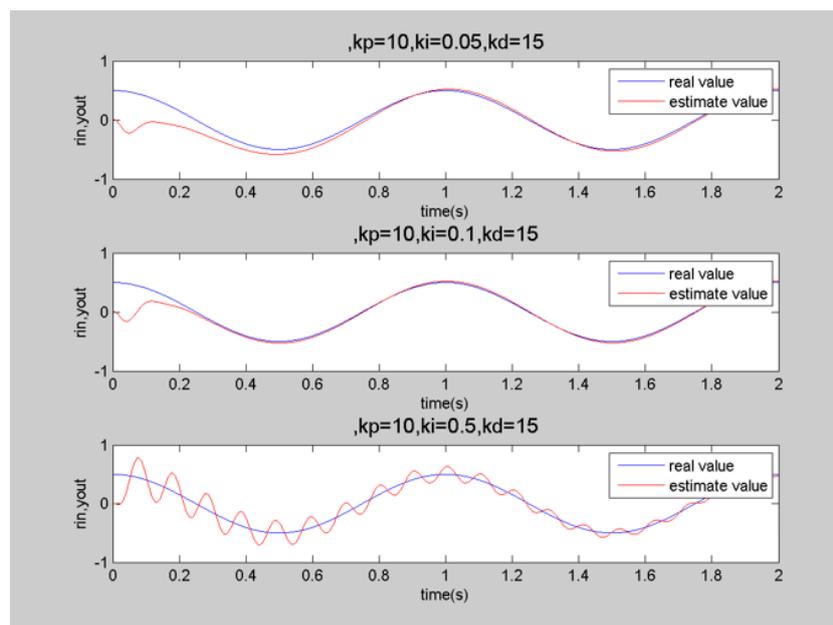


图 3.2

微分 D: 反映偏差信号的变化趋势（变化速率），并能在偏差信号的值变得太大之前，在系统中引入一个有效的早期修正信号，从而加快系统的动作速度，减小调节时间。积分控制作用的引入虽然可以消除静差，但是降低了系统的响应速度，特别是对于具有较大惯性的被控对象，用 PI 控制器很难得到很好的动态调节品质，系统会产生较大的超调和振荡，这时可以引入微分作用。在偏差刚出现或变化的瞬间，不仅根据偏差量作出及时反应（即比例控制作用），还可以根据偏差量的变化趋势（速度）提前给出较大的控制作用（即微分控制作用），将偏差消灭在萌芽状态，这样可以大大减小系统的动态偏差和调节时间，使系统的动态调节品质得以改善。微分环节有助于系统减小超调，克服振荡，加快系统的响应速度，减小调节时间，从而改善了系统的动态性能，但微分时间常数过大，会使系统出现不稳定。微分控制作用一个很大的缺陷是容易引入高频噪声，所有在干扰信号比较严重的流量控制系统中不宜引入微分控制作用。微分控制作用的阶跃响应特性对于一个恒定的偏差量，不管其数值有多大，微分控制作用均为零。因此，微分作用不能消除静差，单独使用意义不大，一般需要与比例、积分控制作用配合使用，构成 PD 或 PID 控制。

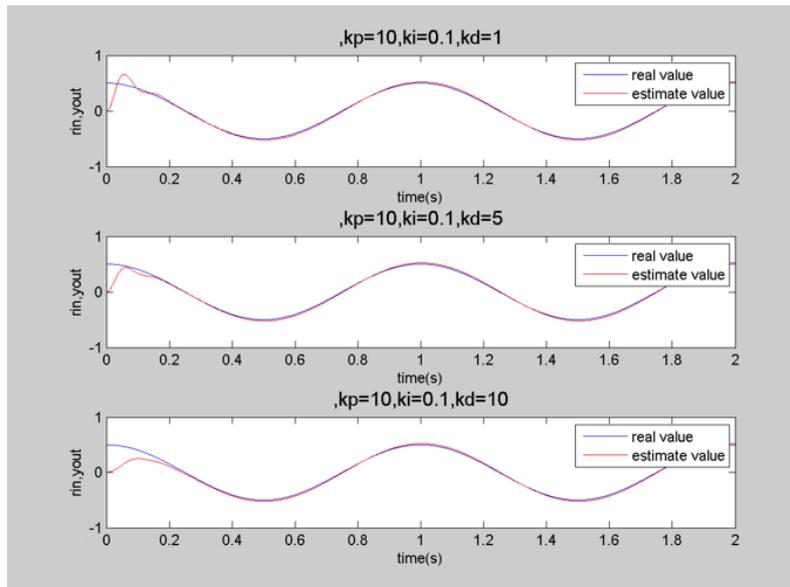


图 3.3

对于 PID 控制，在控制偏差输入为阶跃信号时，立即产生比例和微分控制中作用。由于在偏差输入的瞬时，变化率非常大，微分控制作用很强，此后微分控制作用迅速衰减，但积分作用越来越大，直至最终消除静差。PID 控制综合了比例、积分、微分 3 种作用，既能加快系统响应速度、减小振荡、克服超调，也能有效消除静差，系统的静态和动态品质得到很大改善，因而 PID 控制器在工业控制中得到了最为广泛的应用

正作用：当输出的压力随着压力的变大，外部传感器给出的是一个不断变大的电信号值

反作用：当输出的压力随着压力的变大，外部传感器给出的是一个不断变小的电信号值

前置控制 F 类似粗调参数的修正量，然后 PID 的调节作为前置 F 的后一个 PID 微调量，实现大调节跟随 PID 的微调实现精确控制。

4 FCT 软件的配置

4.1 扫描接口

从电脑端设备管理器查看 232 串口端，然后 FCT Interface 找到相应端口连接。

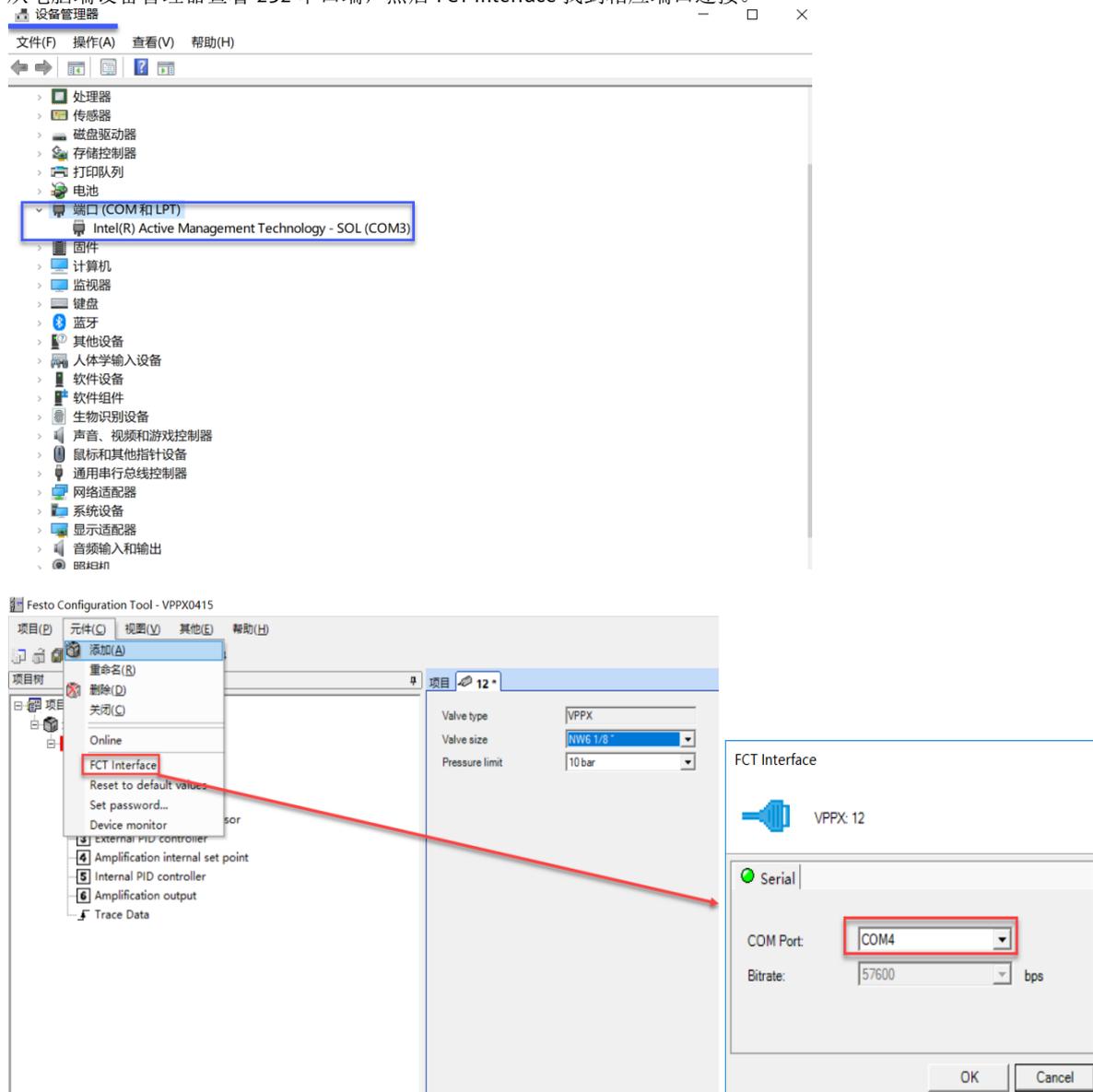


图 4.1 电脑和设备的连接

4.2 根据比例阀的型号填写阀尺寸和压力范围

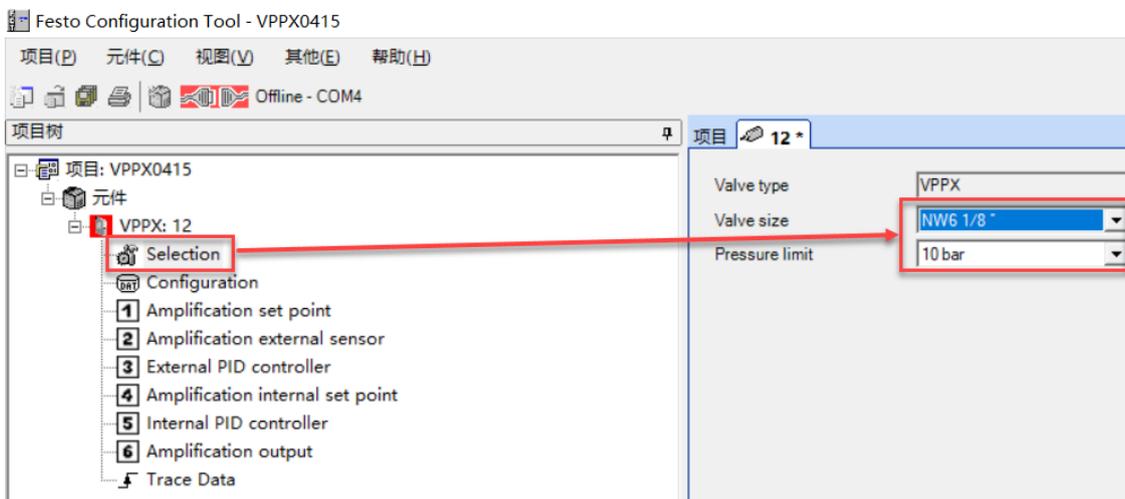


图 4.2 基本型号的配置

4.3 组态

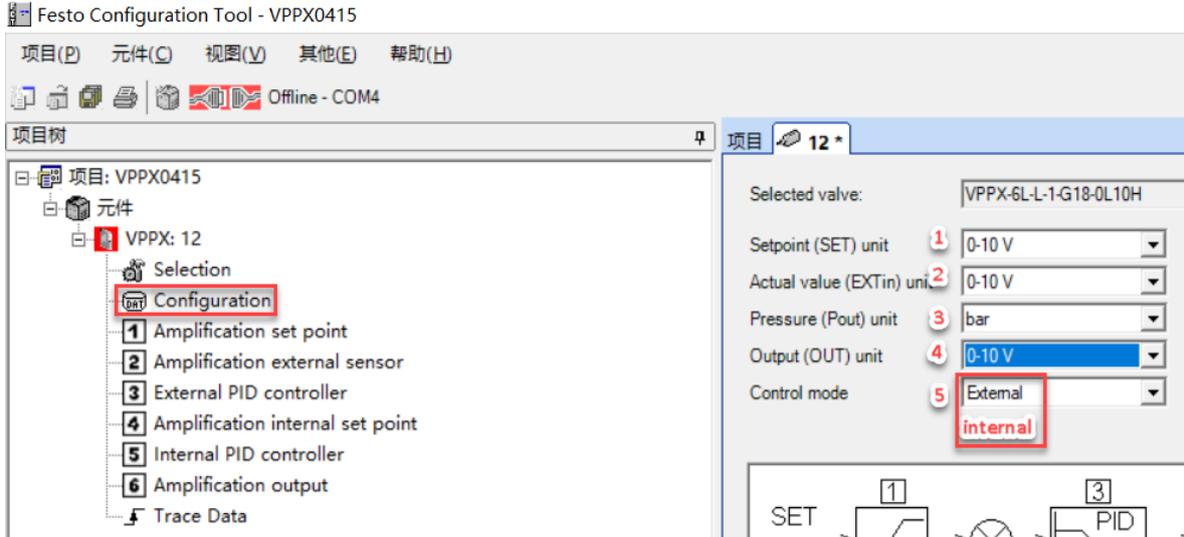


图 4.3

- 上图 4.3: 1 代表输入模拟量类型和范围
 2 代表外部传感器输入模拟量类型和范围
 3 代表压力单位设置
 4 代表比例阀输出的模拟量类型和范围
 5 代表比例阀外部控制和内部控制选项（如通过外部传感器给一个反馈信号需选择 External）

4.4 外部信号的偏移量以及范围选择

比如：传感器输出一个 0-5V 电压信号类型，offset 起始为 0，范围可以选择 200%，从而得到一个 0-5V 范围

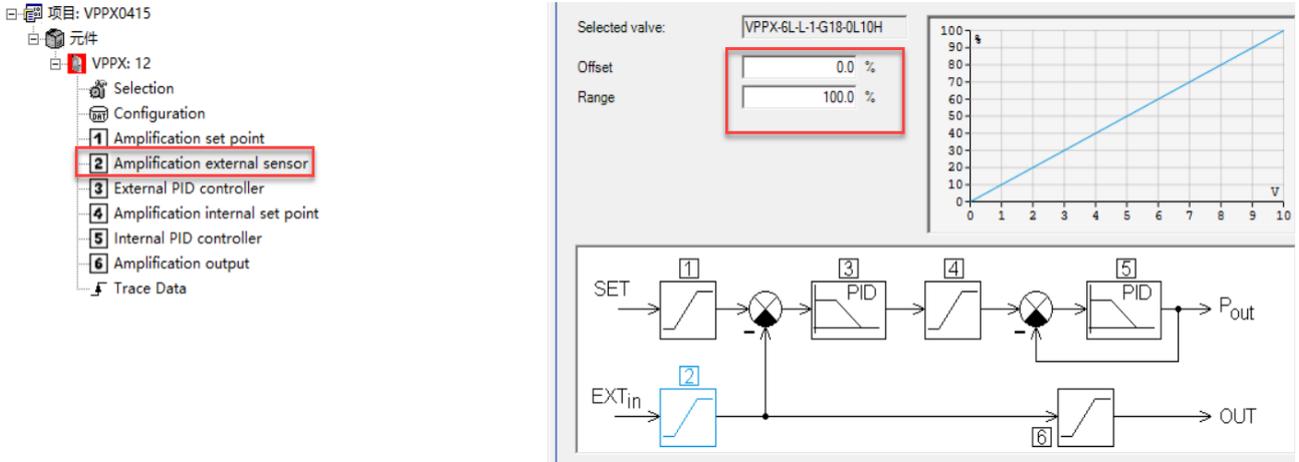


图 4.4

4.5 外部 PID 参数设置

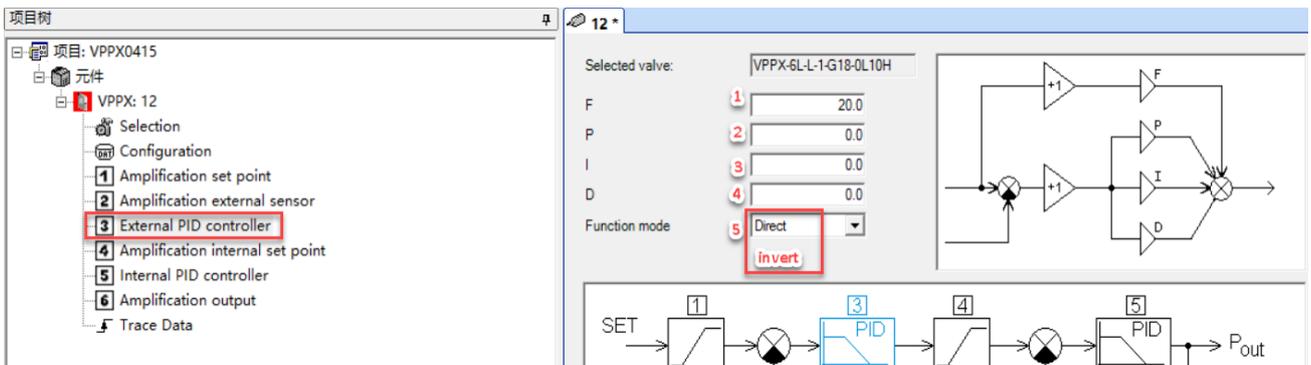


图 4.5

上图 4.5: 1 代表前置控制参数设置 首先通过此参数对设备进行初步调节, 当设置为 0 时, 直接给的是 PID 反馈信号
 2.比例增益参数 P 根据振幅强度设置合理数值数值, 设置太大会出现剧烈的震荡
 3.积分参数 I 根据当出现一个比较规律的偏差时, 设置一个合理的值, 设置太大会出现一个大振幅
 4.微分参数 D 当出现一个突然变化, 合理的设置此参数会有些改善
 设置按照先 F, 然后比例 P, 再 I, 最后 D 的合理按照 0-100%自由调整设置参数, 但是仅在内部 PID 参数设定后调整
 功能模式: Direct 为压力增加外部传感器信号增大成正比
 Invert 为压力增加外部传感器信号减小成反比

4.6 输入压力范围设置

起始偏移值 offset, 当为 0 时, 起始为 0bar.Range 范围设置量程, 比如气源压力只有 6bar, 使用 0-5bar, 那么 range 范围 5bar.

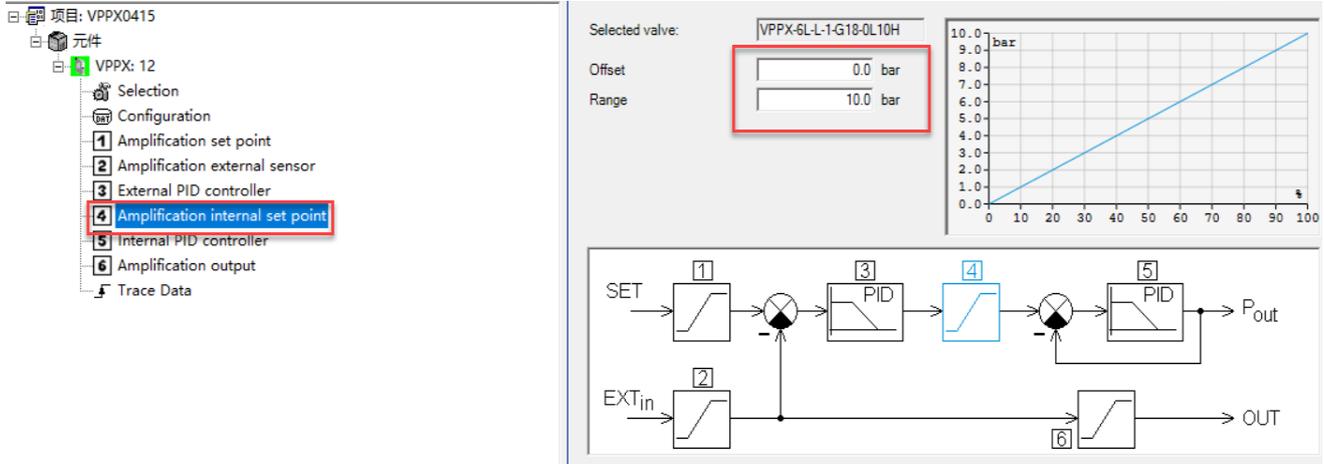
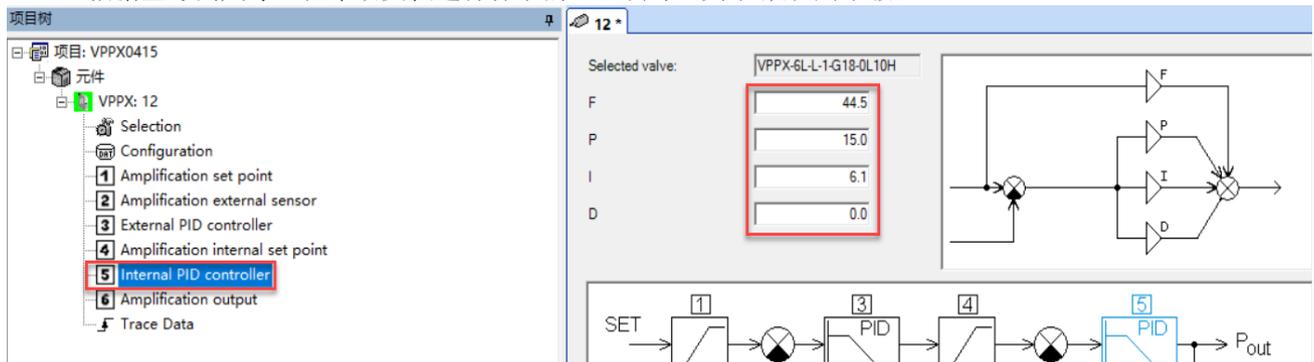


图 4.6

4.7 设备内部 PID 参数设置

根据型号尺寸, 在帮助文档选择标准的 PID 填写, 其中默认用中级。



Standard parameters for internal pressure control

BG 6	F	P	I	D	Setpoint filter [ms]
Preset 1 (fast)	44.5	21.2	6.1	0	25
Preset 2 (medium)		15			50
Preset 3 (slow)		8.75			100

BG 8	F	P	I	D	Setpoint filter [ms]
Preset 1 (fast)	45	16.87	5	0	45
Preset 2 (medium)		20.62	3.2		100
Preset 3 (slow)		25	1.92		200

图 4.7

4.8 调整输出模拟量信号的范围和起始值

例如:输出范围 0-5V, 则起始值 0, 范围 5V

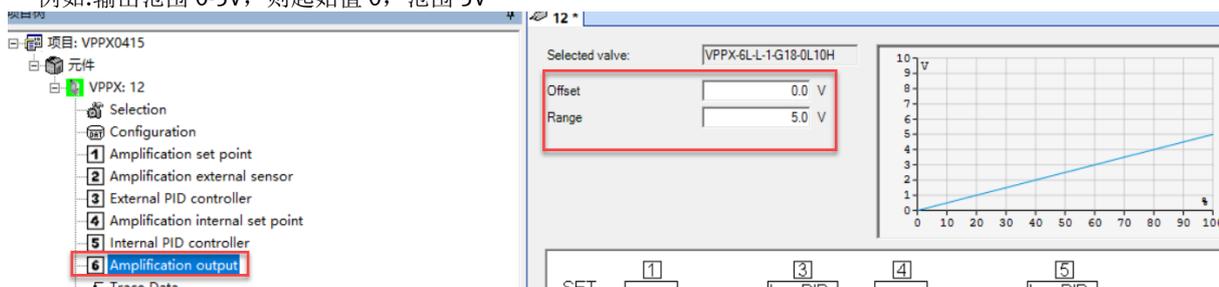


图 4.8

4.9 示波器检测三个值变化

通过三个曲线变化情况查看内部阀出口的输出压力值、外部传感器信号值、设定值输出值变化情况。
当启动外部传感器时, 外部传感器信号值和设定值重合度高, 比例阀控制越准确。

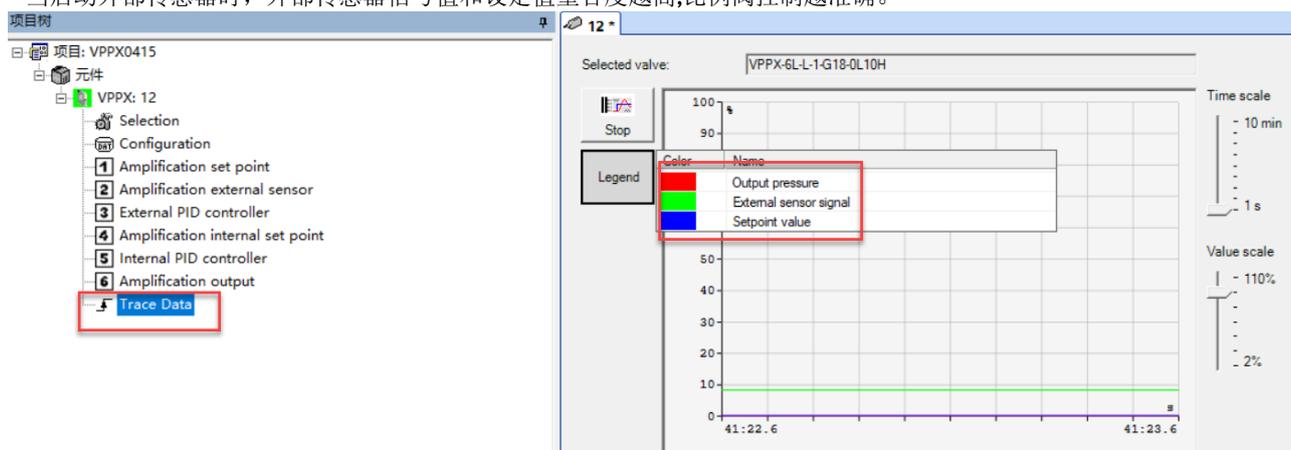


图 4.9

4.10 设备监视器

左下角设备监视器, 指示灯显示, 简单判断其出现故障出处和问题。
比如: 下图红框如果出现外部传感器信号电压超过 10V 就变红。

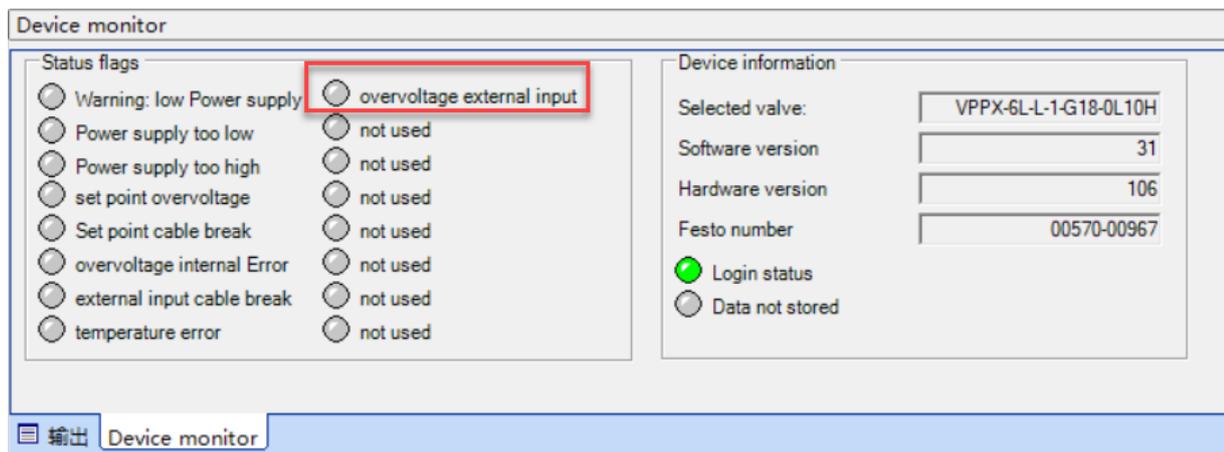


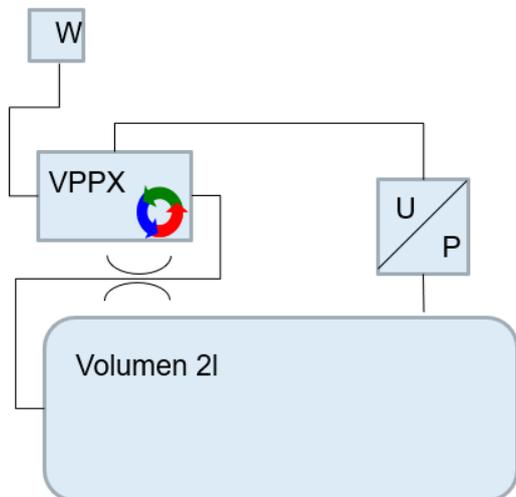
图 4.10

4.11 注意事项(特别是电流型)

如果使用**电流设定值**以及**电流反馈信号**, 特别需要注意里面设置的 Function mode 设置是否与实际传感器一致, 以及最后 Amplification output 设置的电流范围是否正确, 默认值往往是 0, 需要改为 16ma 或者相应值, 合理填写外部 PID 值。
以上设置也可以参考 Demo case 程序进行相应填写。

5 VPPX 的应用模式案例

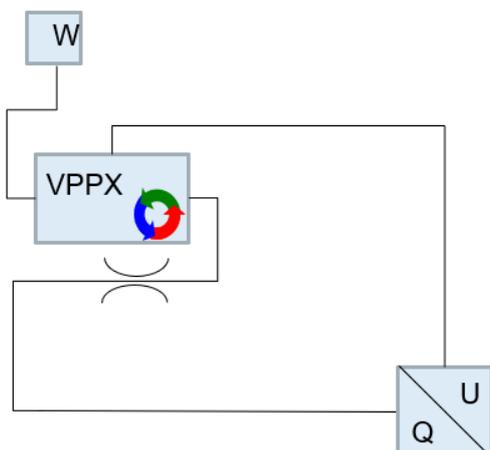
1.应用案例——压力控制



距离终端气罐有一段很长的管道

需要考虑压力损失

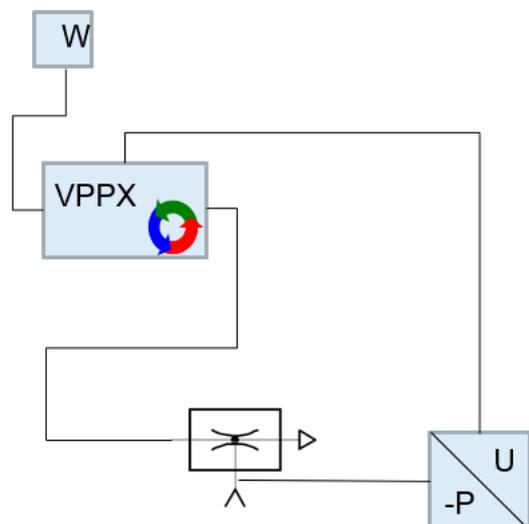
2.应用案例——流量控制



需要产生一个稳定的流量

节流开口变化时

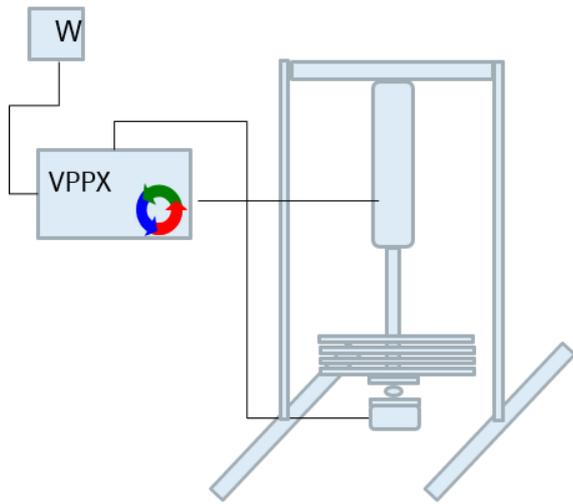
3.应用案例——真空控制



需要产生恒定的真空

泄漏

4.应用案例——力控制



需要产生恒定的力

消除干扰，例如背压变化时