

# 华东理工大学奉贤校区实验一楼过程控制工程实训室 104 室

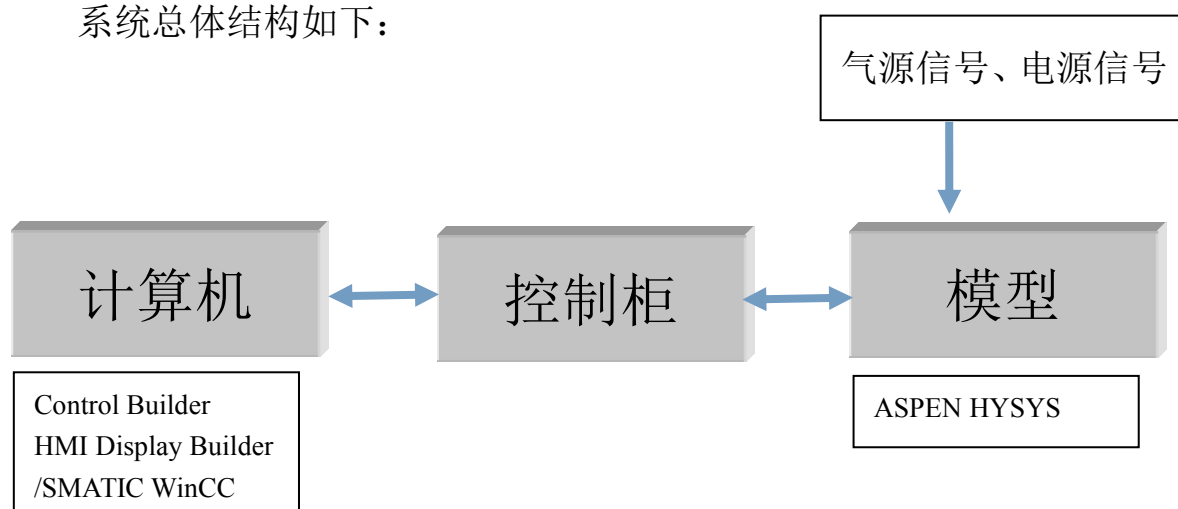
## “虚拟工厂”中的单回路控制系统

### 一、系统概述

“虚拟工厂”项目模拟实际化学工厂的由乙炔加氢制乙烯的各种环节，项目包含硬件、软件两个部分。硬件组成是：按照实际工厂制备乙烯设备，成比例缩小并安装于 104 室的化工设备模型；气源信号；线路以及接线槽；Honeywell Experion PKS 控制柜；控制室的计算机。软件部分：Honeywell Experion PKS 控制软件集合（主要有 Configuration Studio、Control Builder、HMI Display Builder、Station、Knowledge Builder 等）；MatrikonOPC;SMATIC WinCC;ASPEN HYSYS。

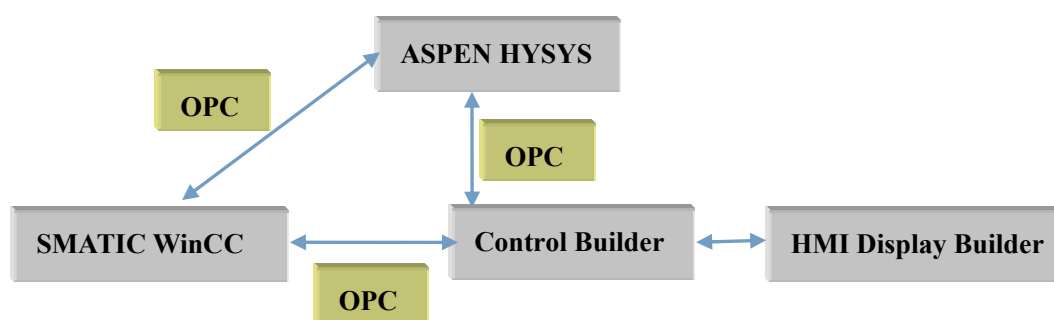
系统融合了多家厂商的多种软硬件产品，各部分间通过各种知识实现了完美衔接，完成各种复杂的任务。作为一个多厂商、多对象的实验教学系统，“虚拟工厂”既能统筹各种元素的优势，又能极大的锻炼学习者的各方面能力与意识，达到全方位的实验与教学目的。

系统总体结构如下：



图一、虚拟工厂软硬件结构图

在计算机层面，各软件间的关系如下：



图二、虚拟工厂软件结构关系图

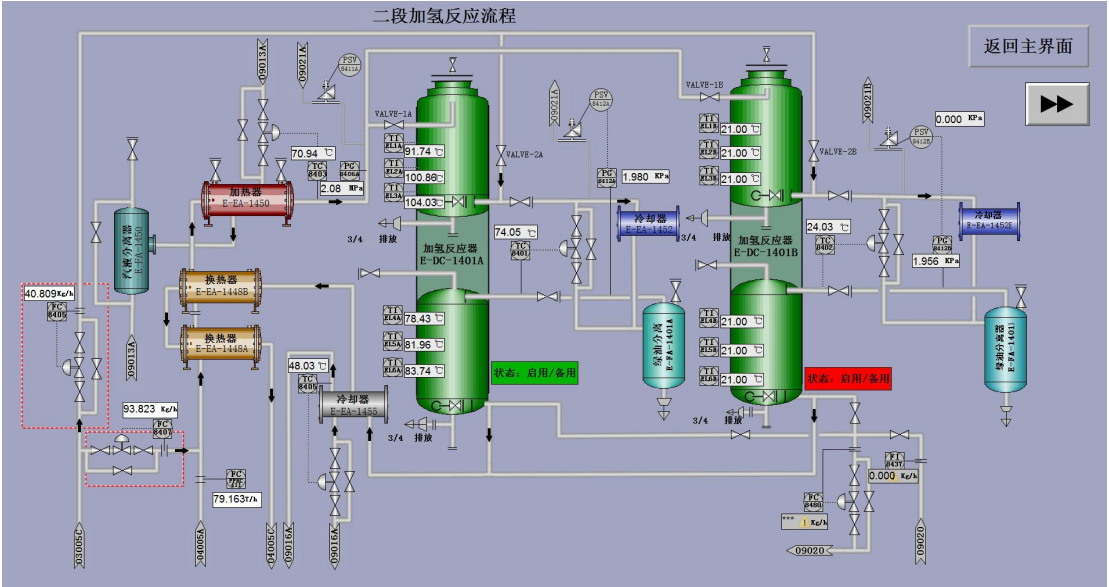
硬件上，计算机向控制柜发送信号，控制柜相关卡件控制实验模型；模型向控制柜发送数字量、模拟量，控制柜相关卡件反映给计算机，进行相应处理。

软件上，ASPEN HYSYS 的作用是模拟实际的生产流程，是一款仿真型流程模拟软件，认知时，可将其视为模型的运作核心而分类于硬件部分。Control Builder 的作用是收发控制柜卡件信号，达到控制和检测实际模型的作用，其内部也有强大的功能图编程能力，对卡件以及人机界面的各种数据进行各种复杂的数值、逻辑运算处理。HMI Display Builder 是 Honeywell PKS 系统的人机界面组态软件。SMATIC WinCC 是西门子公司的人机界面组态软件，其功能强大及更人性化的组态界面使其在“虚拟工厂”项目中暂时替代 HMI Display Builder 人机界面。MatrikonOPC 实现各种不同软件间的通讯作用。

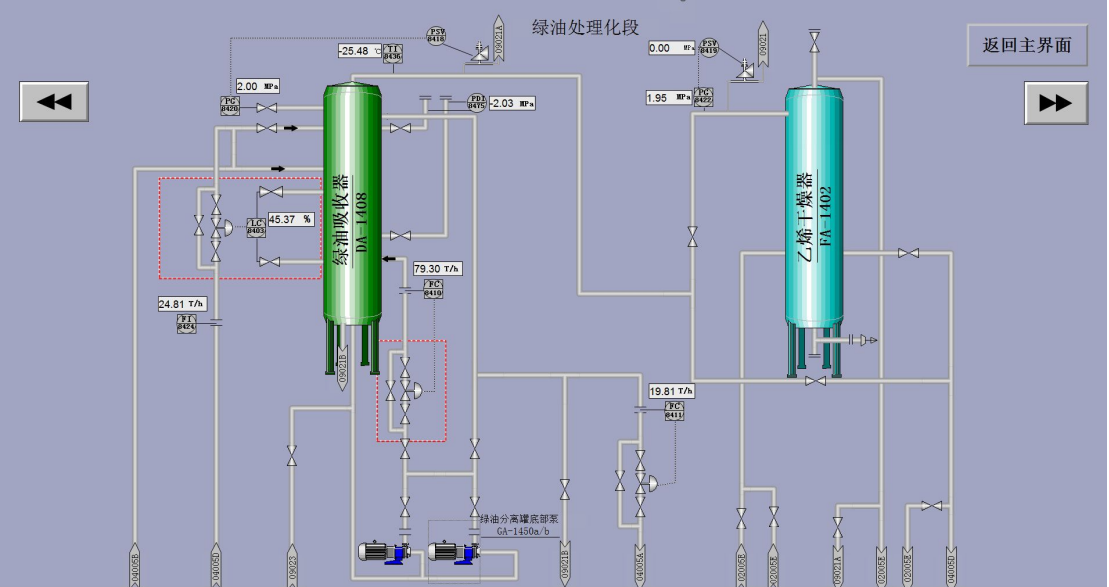
## 二、乙炔加氢制乙烯流程简介

如图三，各种物料经过预处理后进入加氢反应器（加氢反应器有两个，但在正常工作的时候，其中一个运行。另一个作为冗余设备，防止实际的各种难以预测事件发生），经过复杂反应得到含有绿油等

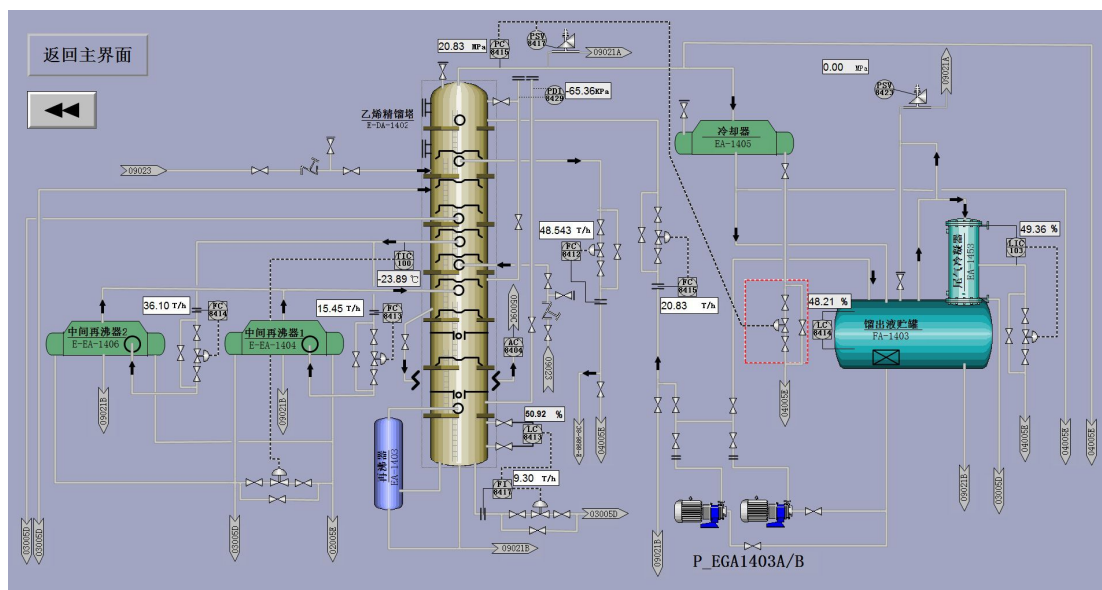
杂质的乙烯。如图四，含有绿油的乙烯分别经过绿油吸收器和乙烯干燥剂后，得到干燥的含有少许杂质的乙烯成品。如图五，由上一阶段得到的乙烯经过精馏塔后，冷却后贮于馏出液贮藏罐中，即贮藏罐中贮藏着纯度较高的液态乙烯。



图三、虚拟工厂流程图之乙炔加氢反应段

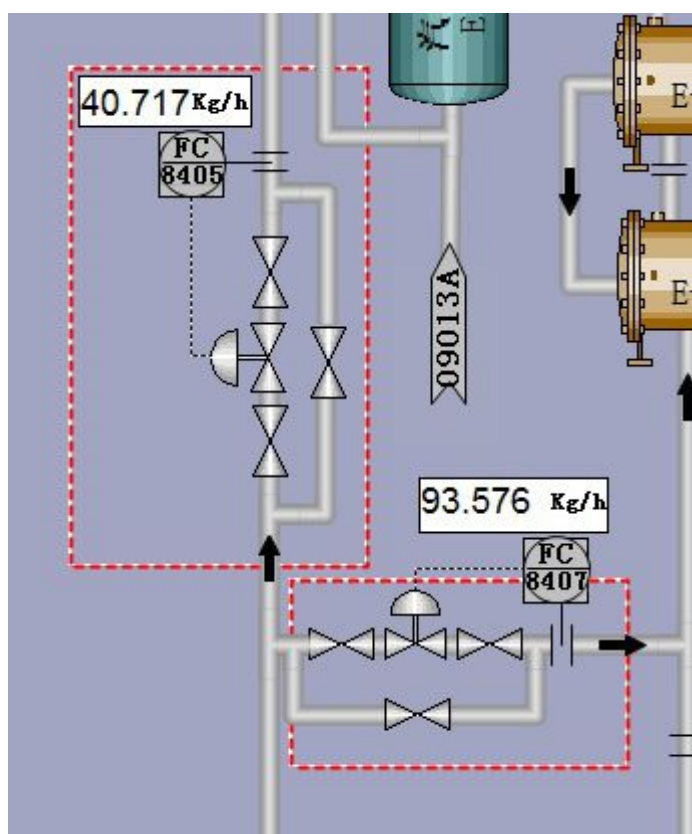


图四、虚拟工厂流程图之绿油处理、乙烯干燥反应段



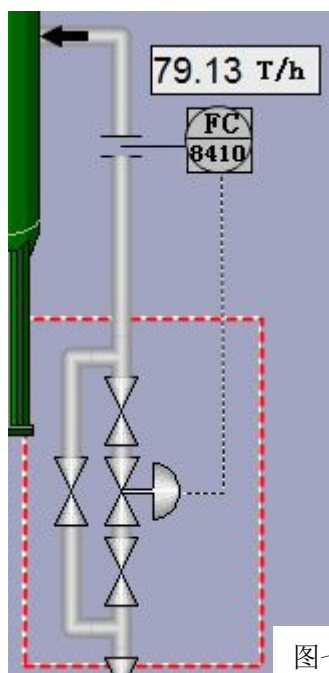
图五、虚拟工厂流程图之乙烯精馏段

### 三、“虚拟工厂”中的简单控制回路

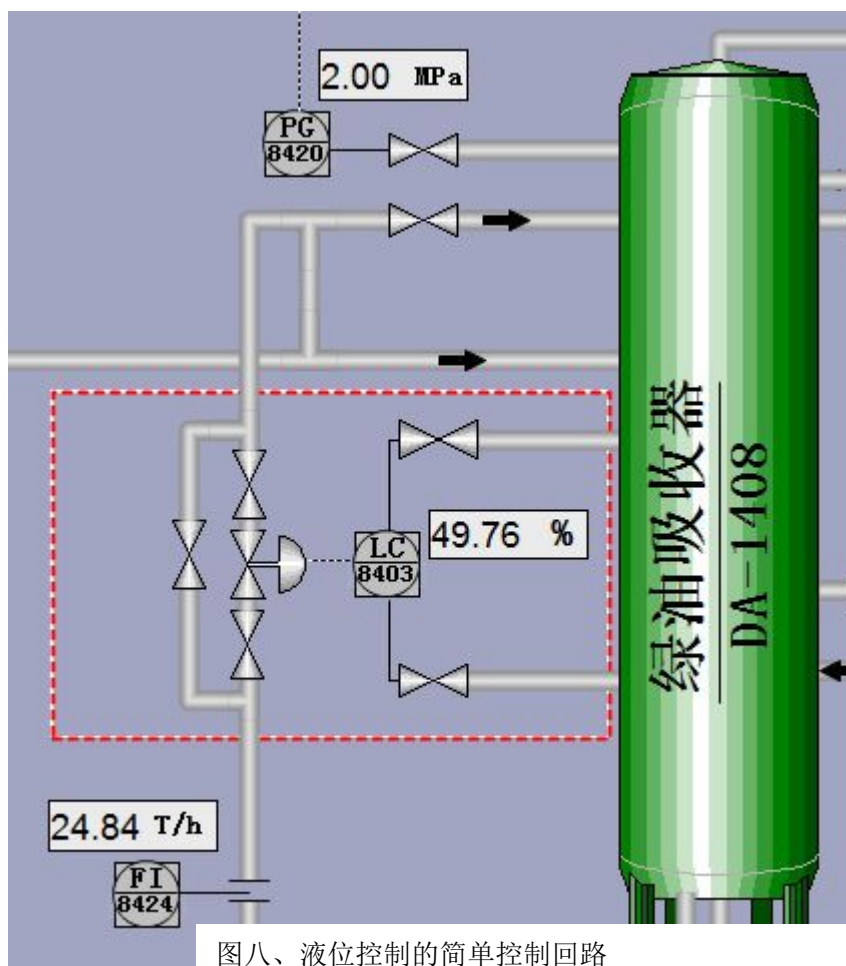


图六、流量控制的简单控制回路

如图六、图七，红色虚线框圈出的单回路控制回路，被控变量为管道流量，操作变量为阀门开度。控制器接收到由检测变送器传来的流量信号，并与设定值进行比较计算，最终控制阀门开度以达到管路流量稳定在设定值附近的目的。



图七、流量控制的简单控制回路

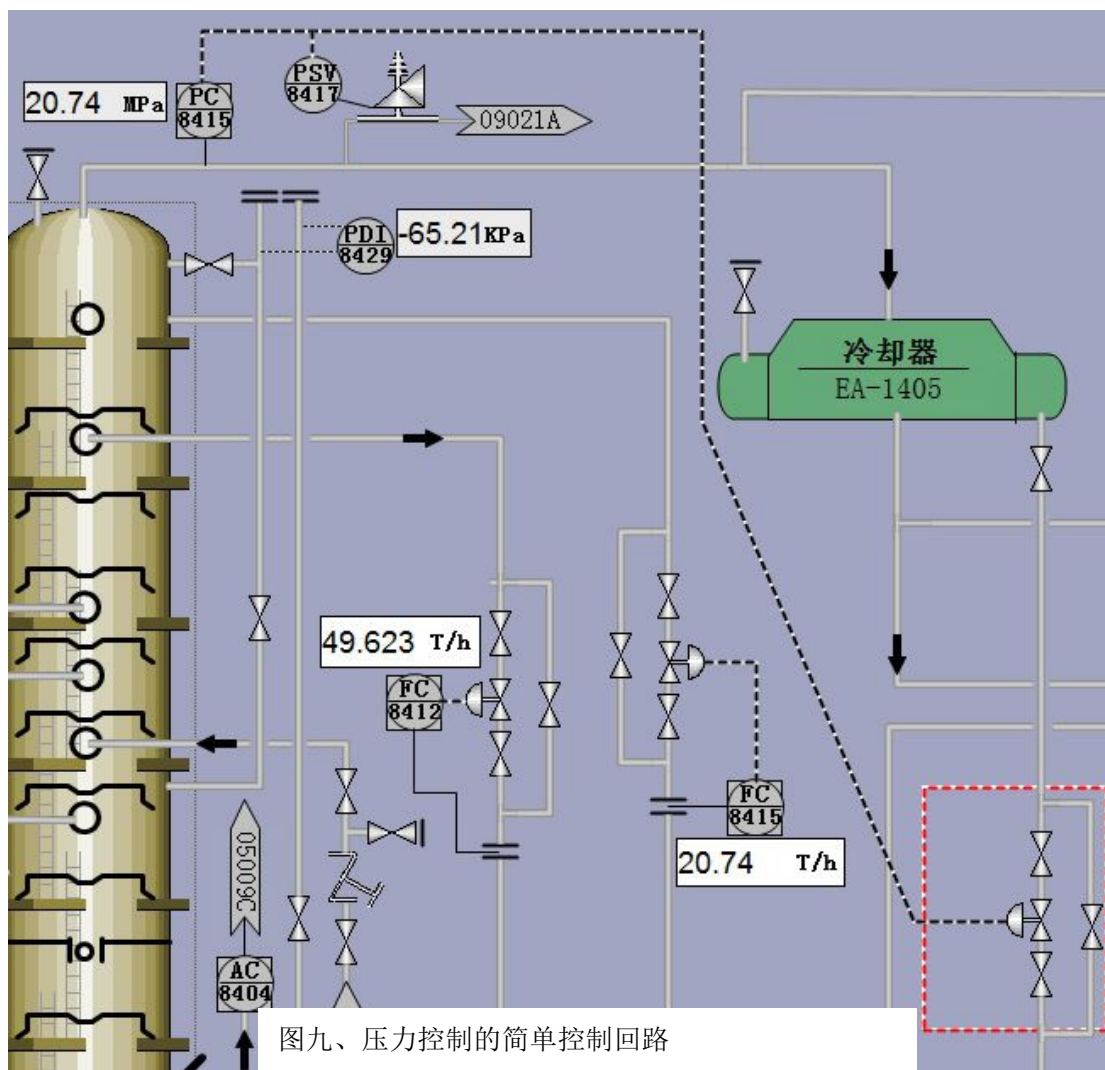


图八、液位控制的简单控制回路

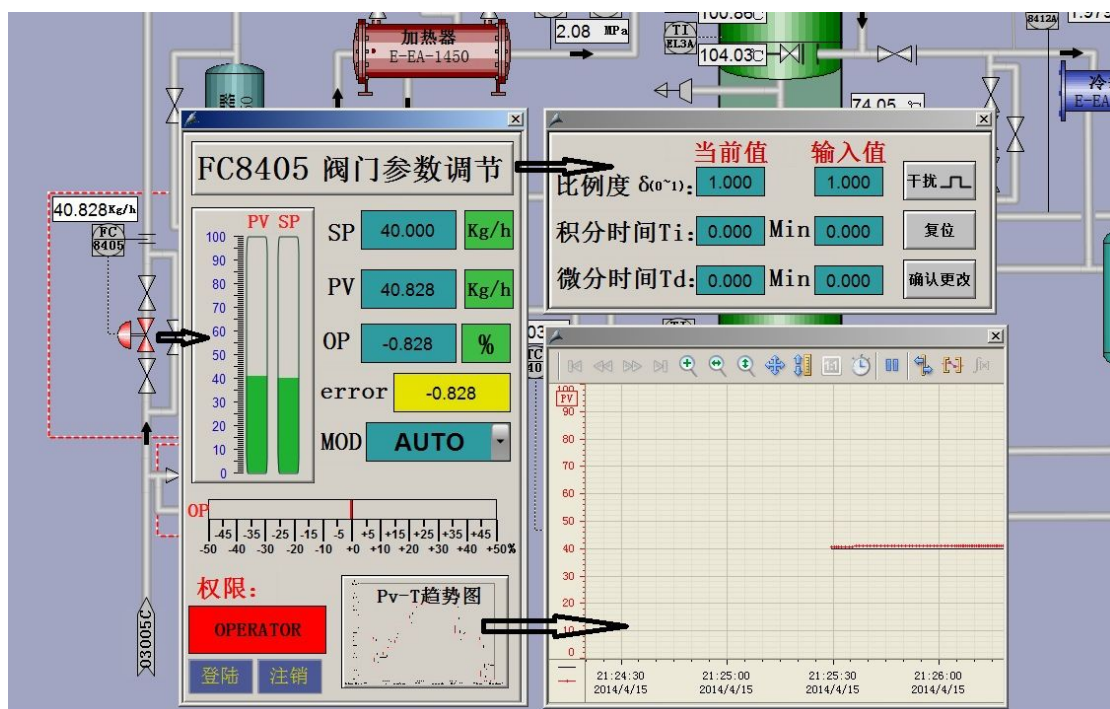
如图八，红色虚线框圈出的单回路控制回路，被控变量为绿油吸收器的液位高度，操作变量为阀门开度，即通道流量。控制器接收到由检测变送器传来的液位信号，并与设定值进行比较计算，最终控制阀门开度以达到吸收器液位稳定在设定值附近的目。

如图九，红色虚线框圈出的单回路控制回路，被控变量为精馏塔顶端馏出气的输送压力，操作变量为冷却器的冷却水流量。控制器接收到由检测变送器传来的压强信号，并与设定值进行比较计算，最终控制阀门开度以达到冷却水用量与轻相端压力一致的目的。



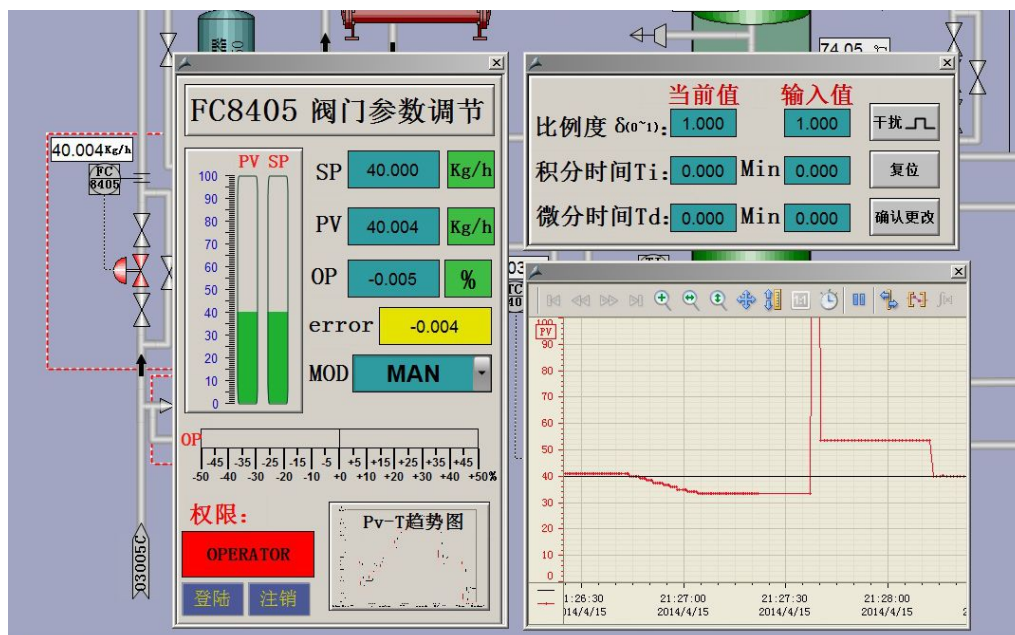


图十为控制器参数面板，主面板中显示 SP（设定值）、PV（检测变送器示值）、OP（控制器输出），MOD（控制器运行模式：MAN、AUTO、CAS），权限管理。点击 Pv-T 趋势图按钮显示相应的 PV 时间趋势图，点击阀门参数调节按钮显示 PID 控制的内部参数（比例度（0~1），积分时间，微分时间（时间单位为 Min 分钟））。



图十、控制器参数整定面板

PID 参数调节框中，在“输入值”栏中输入比例度、积分时间、微分时间值，点击“确认更改”修改 PID 控制器的各项参数。复位按钮将比例度，积分时间，微分时间值分别设为默认的 1,0,0。



图十一 控制器参数整定面板

参数整定顺序：鼠标点击相应阀门，弹出阀门参数调节框；点击

“PV-T 按钮”与“参数调节按钮”分别弹出 Pv 趋势图（趋势图内的红线为 PV 值，黑线为 SP 值）与控制器参数调节框；在对 PID 参数整定前，需登陆以获得操作权限（用户名：operator 密码：password）；“当前值”栏数据为控制器当前的三个参数，在输入栏内输入 PID 控制器各项参数，点击“确认更改”，则控制器参数相应更改；将 MOD 调为 MAN 模式。

做定值控制系统参数整定时，待系统稳定，点击“扰动”按钮，系统内部出现扰动（由于暂时无法直接对 ASPEN 内的 PV 值做更改，所以扰动实际上是加在阀门开度上的，另外 Control Builder 以 1S 为周期对数据进行处理，所以扰动很可能会存在延时），观察 PV-T 趋势图，判断控制器性能。

做随动控制系统参数整定时，待系统稳定，在主面板的 SP 框内更改 SP 值，回车键确认。观察 PV-T 趋势图，判断控制器性能。

目前本系统尚存在的一些问题：

Control Builder 运行时而不稳定，出现过 PID 模块运行过程中计算终止，即尽管在“PV 值一直变，SP 为定值不变”的情况下，OP 值也丝毫不变动。应对措施为将该 CM 重新从 project 下载到 monitoring 中。

ASPEN HYSYS 运行时而不稳定，常常出现运行终止、无法读取



数据等问题。解决办法则是关闭 OPC，过几秒后，opc 会自行重启。

ASPEN HYSYS 值超限后不能再恢复。即如果控制算法在运行过程中使 PV 值出现严重的发散现象，参考图十一，导致 PV 值很大或很小，一段时间后仍没有恢复正常，那就很难再恢复正常了。尽管在出现状况后及时更改 PID 参数值，估计也无力回天。解决办法，关闭 OPC，待 OPC 重启时，点击 OPC 界面上的“关闭控制器”复选框为不选中，启动完成后，再关闭 OPC，待其重启。

WINCC 运行时间过长，可能会出现和服务器的通讯问题。表现为：WINCC 不会出现关于 OPC 通讯的错误提示，但实际上，所有从服务器读取来的数据的值全都为 0，尽管服务器上 Control Builder 框图里相应的值都显示正常。解决办法，重启电脑。