



全国自动化系统工程师(ASE)资格认证  
Automation System Engineer Accreditation



2005.5.19

# ASEA过程控制技能测试 专用系统



## 教育部赵沁平副部长指出：

“由于计算机技术的高速发展，科学计算和计算机仿真已经成为科学研究中除理论研究和科学实验以外的第三种方法”

摘自：赵沁平编著. 走出我国研究型大学的路子.  
高等教育出版社 2004.7

# 仿真技术的应用

- 在国外，仿真技术已经大量运用到了各行业：
  - 美国基于仿真技术在不进行实际试验的情况下进行核爆炸研究
  - 欧洲在完全仿真的环境下进行空中客车A380的设计与开发
  - 发达国家运用仿真技术在控制工程项目中进行方案验证、参数调优等工作
  - 我国航空航天、石油化工等行业中采用仿真器进行操作培训
  - .....



# 仿真科学与技术的进展

随着信息技术及计算机软、硬件技术的飞速进步，二十年来仿真建模理论及方法取得了应用性突破。当代仿真建模技术已经能够运用数学方法构造复杂系统模型，这种数学模型能够揭示系统的内在联系和动态变化规律，已经能够高逼真度地模拟复杂的过程系统。

仿真技术在辅助设计、辅助研究、辅助生产及辅助教育等领域得到广泛应用。仿真科学与技术已成为继理论研究和实验研究之后第三种认识、改造客观世界的重要手段。

# 仿真科学与技术在教育中的作用

- 一种新的多通道综合教学训练方法  
(感觉通道、思维通道、运动通道)
- 一种新的工程实践手段
- 一种新的科学实验手段

# 教育部副部长吴启迪参观北化 MPCE实验室， 并给高度评价



# 自动化系统工程师资格认证ASEA

1. 成立领导ASEA工作的“全国自动化系统工程师资格认证办公室”，统一领导ASEA工作。
2. 在全国各中心城市和重点地区设立“ASEA培训中心”，具体负责该地区的ASEA报名、培训和考核工作。
3. 采用“2+1+1”（即基础理论、技术基础知识+行业自动化知识+技能测试）的考核模式。
4. 成立“ASEA技能测试中心”，以强化对报名者的自动化技能方面的测试。
5. 统一发证，做到：权威性、唯一性，公平、公正、公开，与国际接轨（实现国际互认）。



# 师 (ASE) 资格认证 发布会



# 自动化系统工程师的基本要求

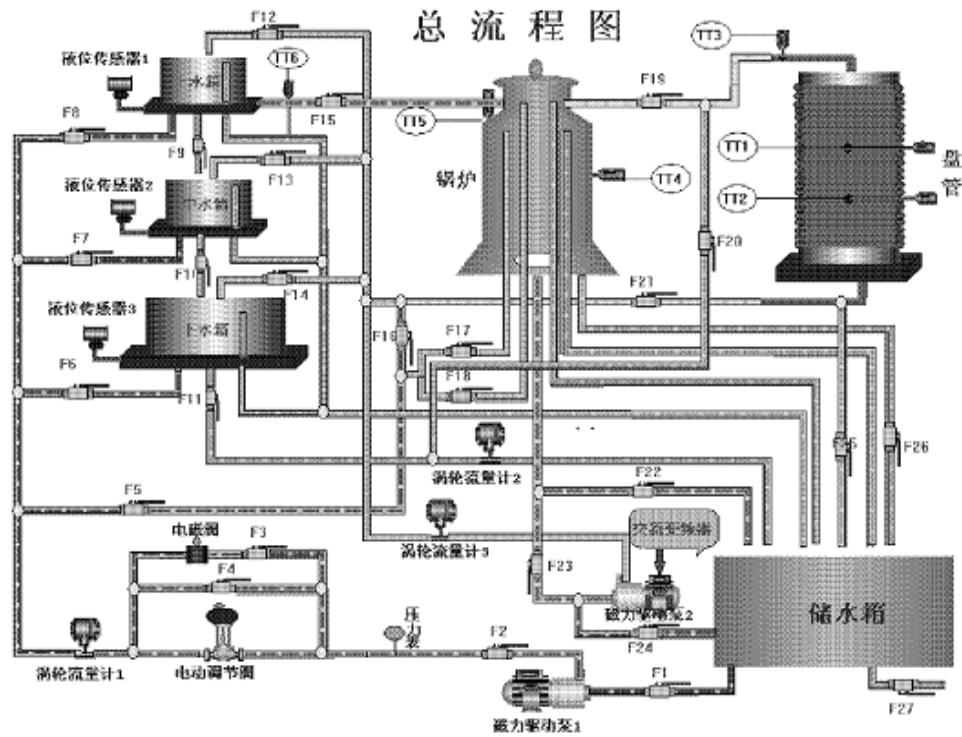
深入了解生产过程，  
并掌握如何控制生产过程  
的方法。

# 过程控制的基本技能包括如下方面

- (1) 在熟悉流程、熟悉操作规程的前提下，能够较准确地识别过程系统的动态特性，主要是识别流量、物位（液位）、压力、温度和成分五种变量的动态特性。动态特性以测定时间常数、获取阶跃响应曲线、分析响应曲线为主。
- (2) 在了解系统特性的基础上，能够快速掌握DCS模式组态方法，采用控制系统软件组态技术，设计合理的控制系统，判明正确的控制规律。控制方法以简单控制、常用复杂控制为主。
- (3) 在具有对控制系统和过程系统综合仿真功能的装置上（由于不可能也不允许在真实工厂试验）正确地调试和投运所设计的控制系统。控制系统调试以常用PID参数整定方法为主。
- (4) 能够用简明的方法验证控制方案的可行性和有效性。

# 当前国内外过程控制实验系统（被控对象）的不足

1. 装置的尺寸过小，导致系统时间常数比真实系统小得多，因此，动态特性与实际系统差异很大。
2. 由于尺寸过小的原因，流动特性受管壁边界层的影响大，流动非线性强无法稳定，导致测试结果偏差大、没有重复性。正因为如此，国家标准（包括国际标准）规定，只有管径大于50毫米，流动达到一定的流速才有标准可言。
3. 工艺介质一般用水，物理性质单一，表达不了实际工艺物料复杂多样的物理化学特性，因此，除了流体流动与传热实验外，化学反应、物料混合、组分变化、酸碱度变化、气体压缩、复杂的传质过程等都无法实现。因此，普遍存在着实验过程单调、知识点少等问题。
4. 由于实验过程简单、实验介质单一，因此，只能进行比较简单的数量有限的过程与控制实验，无法进行多种多样的复杂控制和先进控制实验。
5. 无法进行高危险性、超极限性过程的安全保护控制实验。
6. 难于对实验流程、实验项目、实验内容进行重组和变化，限制了实验规模和种类。
7. 水泵、电机运行时机械振动较大（机械振动非常大），有些实验装置需要380伏交流电源，能耗大，安全性低。
8. 难于对全部变量和操作进行实时监测，因此无法实现高完备性和高分辨率故障诊断，因此也无法实现智能化实验。





# armfield

## MULTIFUNCTION PROCESS CONTROL TEACHING SYSTEM



**PCT40**  
issue 2

The Armfield PCT40 system provides a cost-effective way of teaching a wide range of process control techniques in a simple basic unit. More advanced aspects of process control can be addressed by adding optional extras to the basic system.

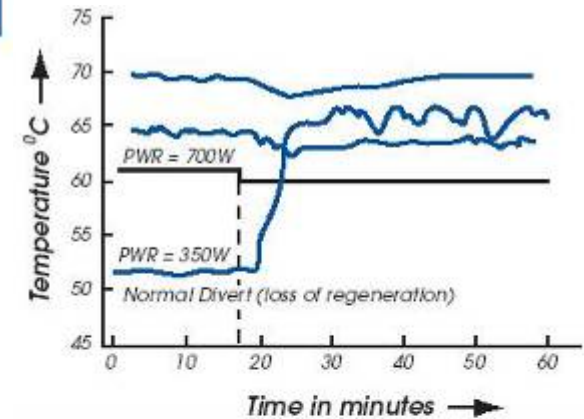
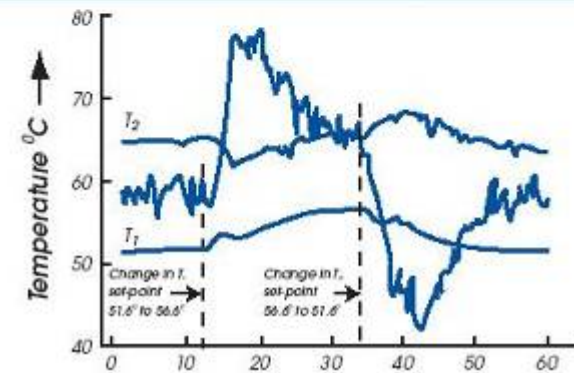
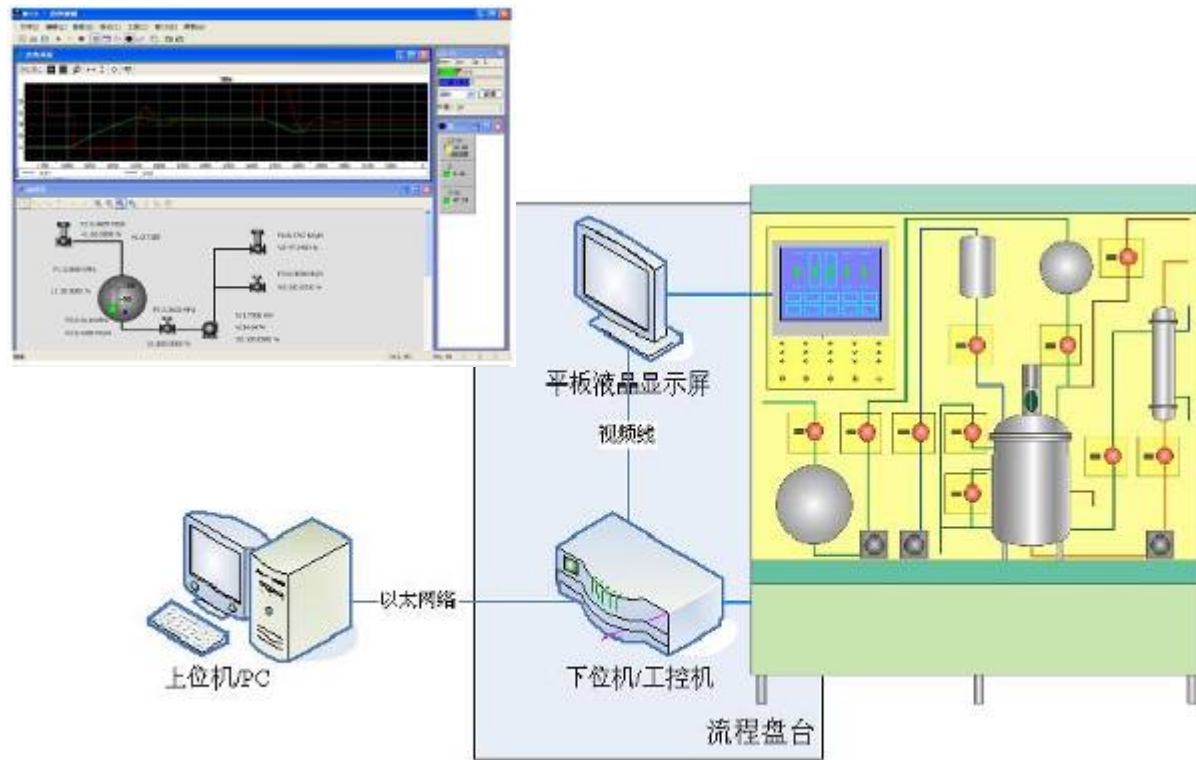


Fig 2: Controlling power consumption with and without a recycle-loop. Product temperature  $T_1$  controlling power (PWR).



# 多功能过程与控制仿真 实验系统



# 多功能过程与控制实验系统特点

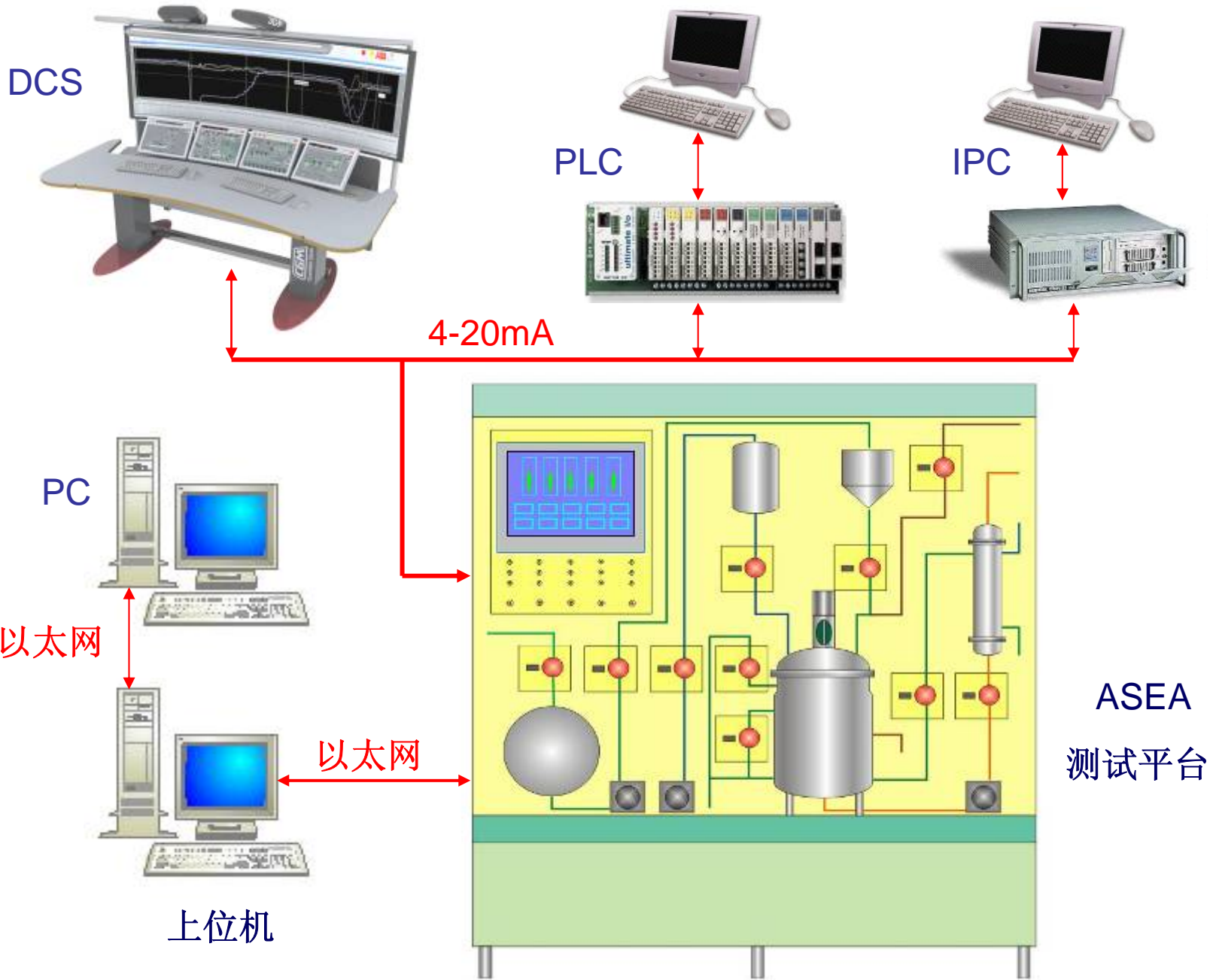
以上弱点，在多功能过程与控制仿真实验系统中几乎都得到解决。

- 采用半实物模拟新技术
- 真实感强、精度高、实验功能多
- 能够任意组合多种控制方法和控制方案
- 能针对多种不同动态特性的工艺对象进行操作与控制实验
- 可以连接真实的控制系统（DCS、PLC、IPC）
- 提供了一个由学生自由创新的实验平台
- 是安全、节能、环保的“绿色实验”系统

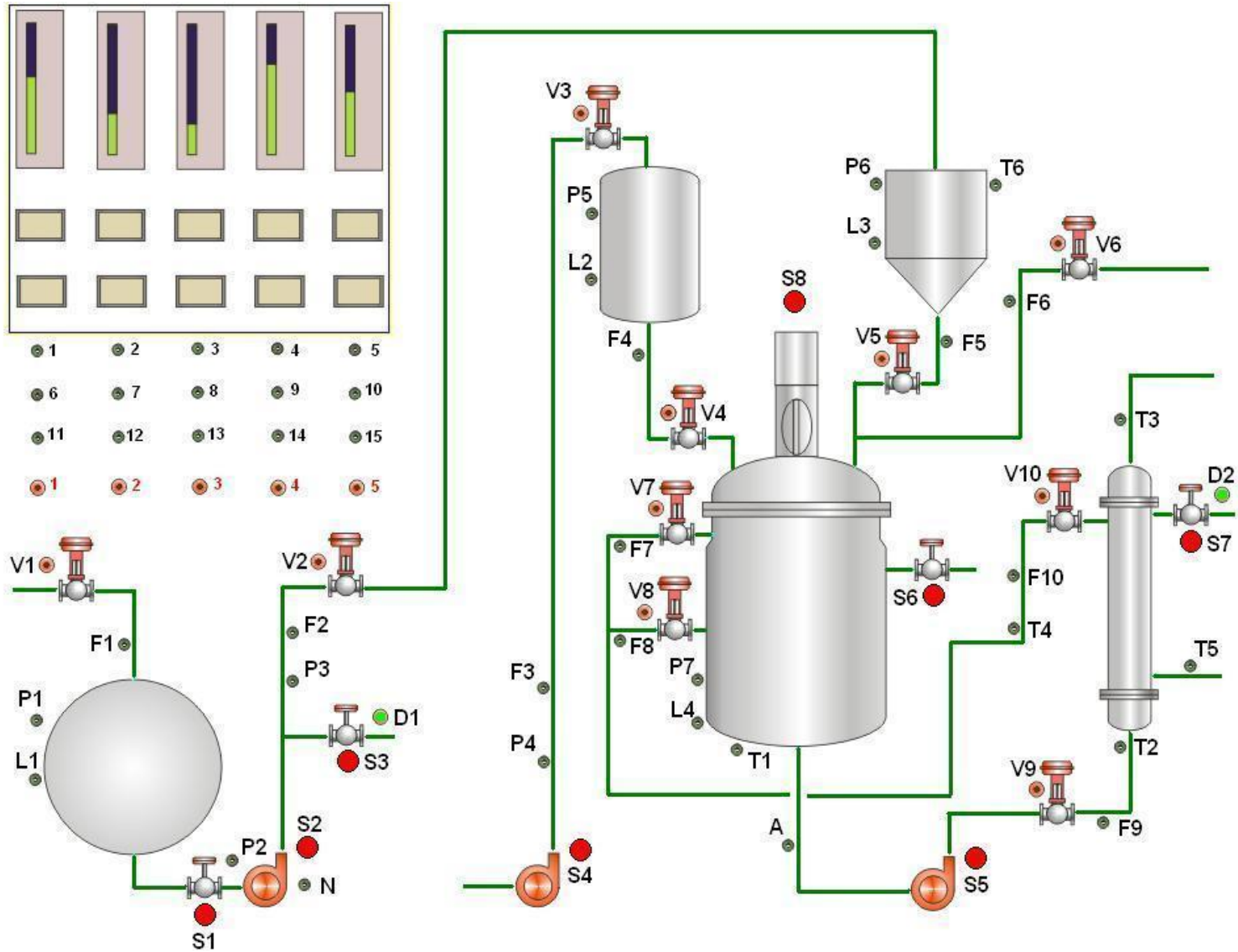




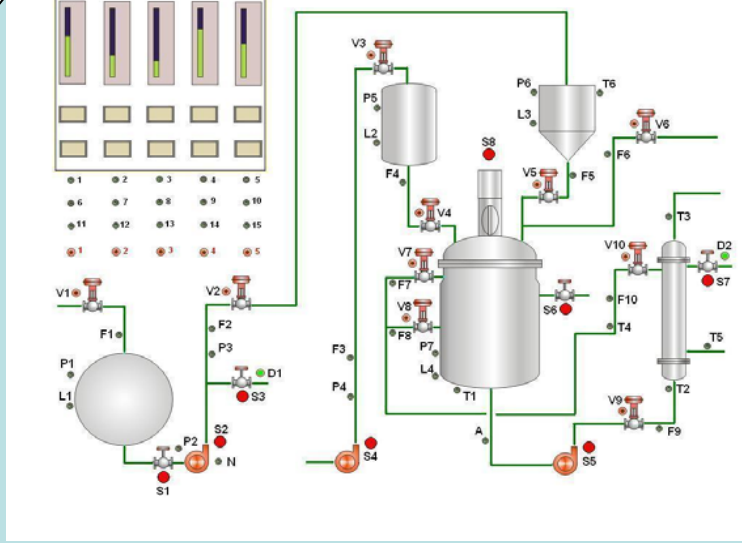




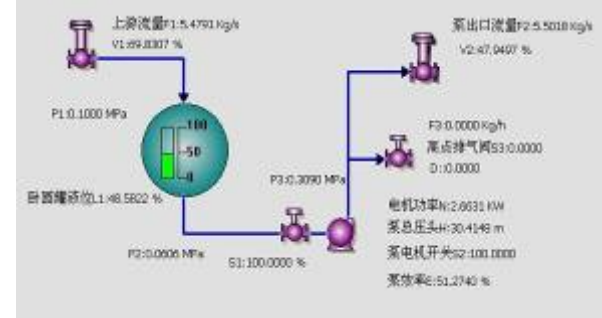
# 测试盘台工艺流程



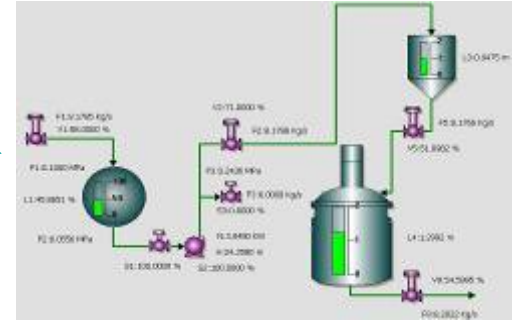
# 全流程系统



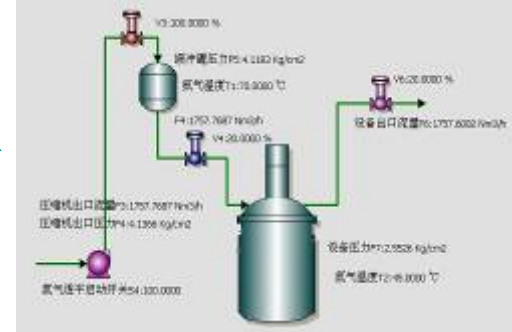
离心泵液位



三级液位



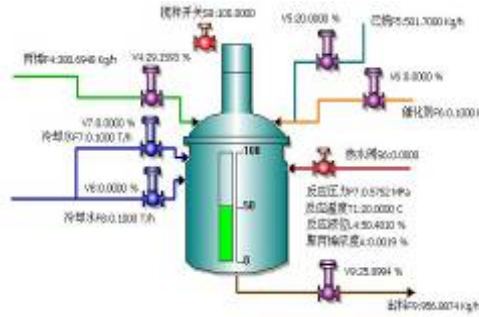
气体压缩



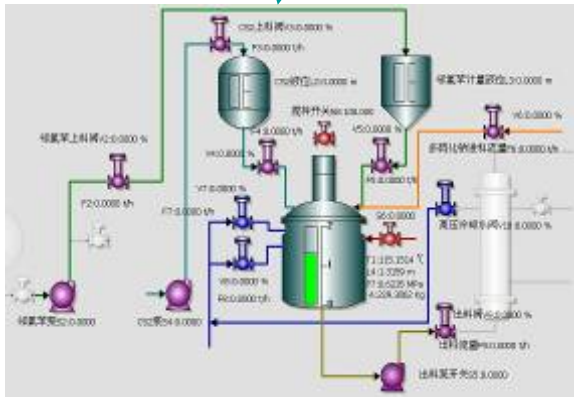
热交换



连续反应



间歇反应



# 过程动态特性测试

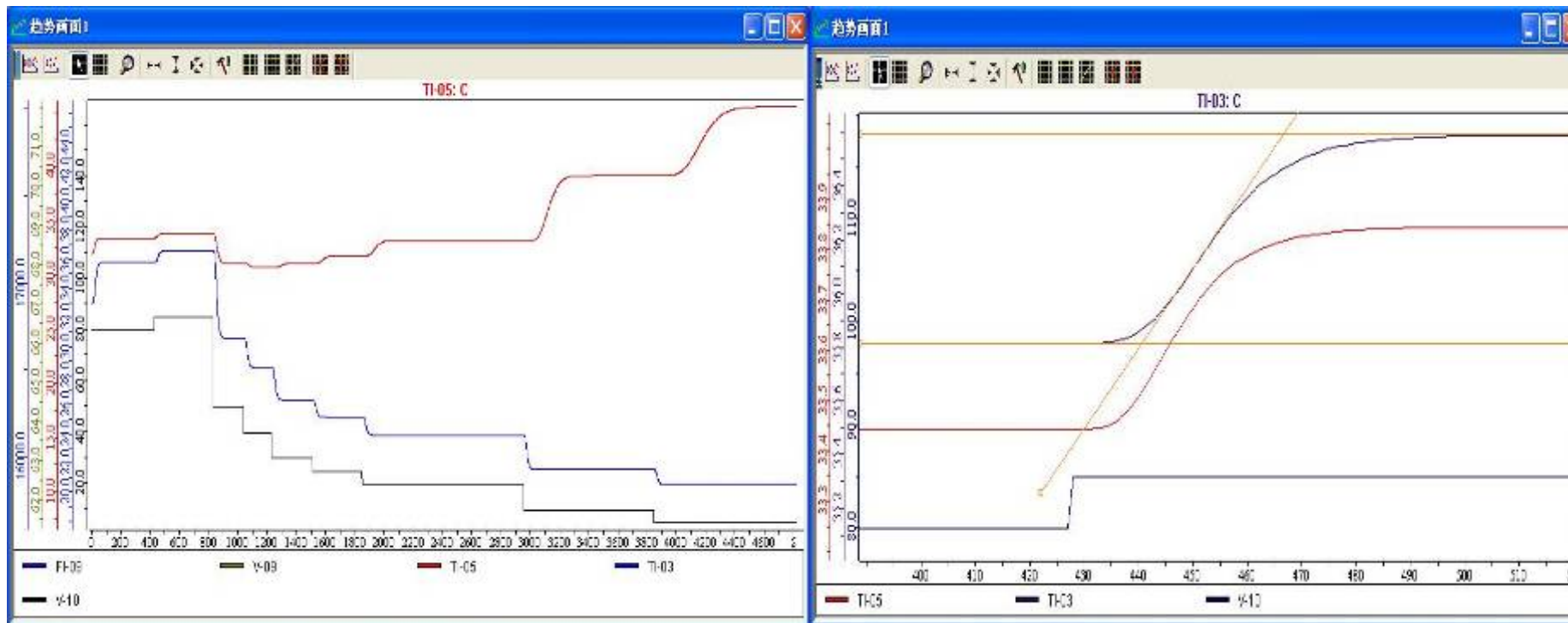
1. 流量自衡过程
2. 单液位非自衡过程
3. 液位自衡过程
4. 气体压缩自衡过程
5. 热交换自衡过程
6. 反应温度非自衡过程
7. 液位单容过程
8. 液位双容过程
9. 传热过程多容特性
10. 离心泵与液位过程通道影响趋势分析
11. 连续反应过程通道影响趋势分析
12. 一阶惯性通道传递函数模型测试
13. 一阶惯性加纯滞后通道传递函数模型测试
14.  $n$ 阶惯性加纯滞后通道传递函数模型测试
15. 控制阀固有流量特性测试
16. 控制阀增益测试计算
17. 卧式圆储罐液位非线性特性测试
18. 第二级液位非线性特性测试
19. 离心泵特性测试

# 热交换过程的稳态与动态精度验证

列管式热交换器设备基本数据:

壳内径	D=250 mm	管长	L=5.0 m
折流板间距	B=0.1 m	列管外径	do=19 mm
列管内径	di=15 mm	列管根数	n=52根
总传热系数	K=924.8 kcal/ (m <sup>2</sup> ·h·°C)	壳程压降	Δps=0.024 MPa

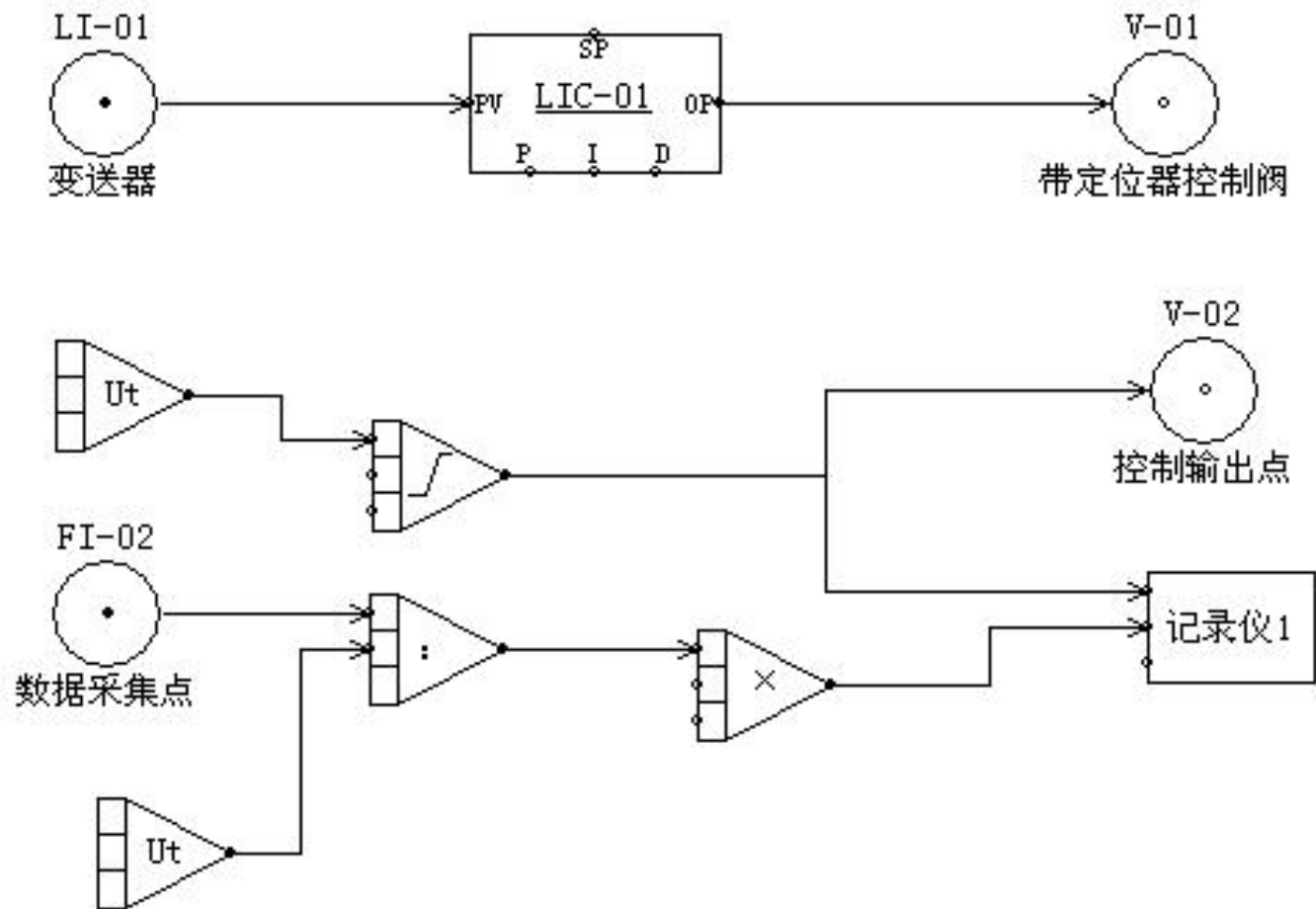
序号	冷流流量 (kg/h)	热流流量 (kg/h)	对数温差 (设计值)	对数温差 (模型值)
1	18406	8842	20.30	20.00
2	9000	8842	13.08	13.08
3	18406	5000	17.44	17.16
4	3000	6000	6.10	6.60



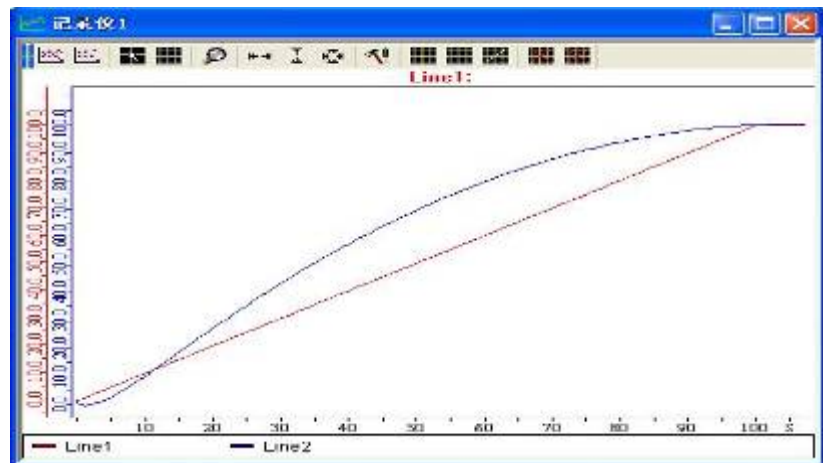
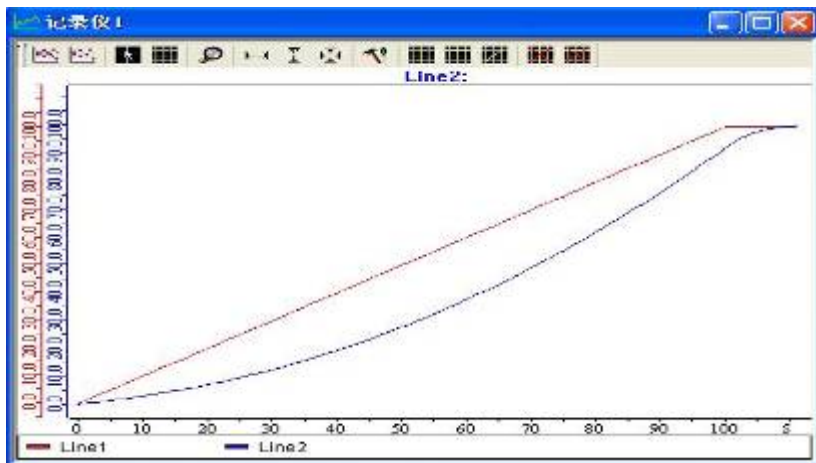
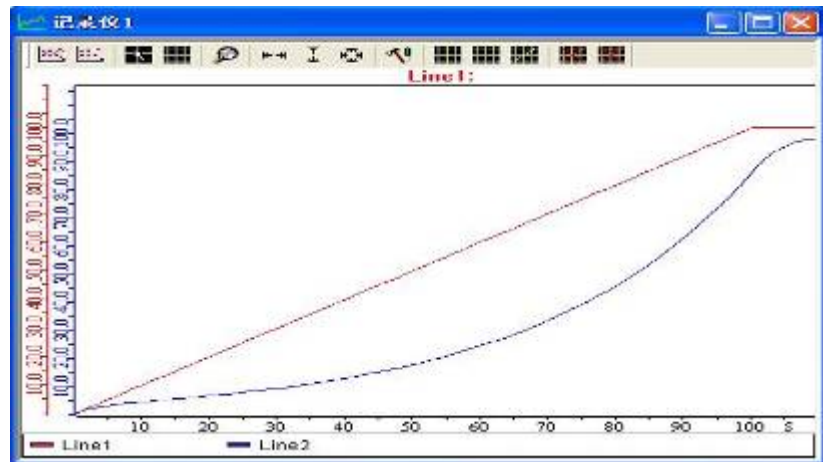
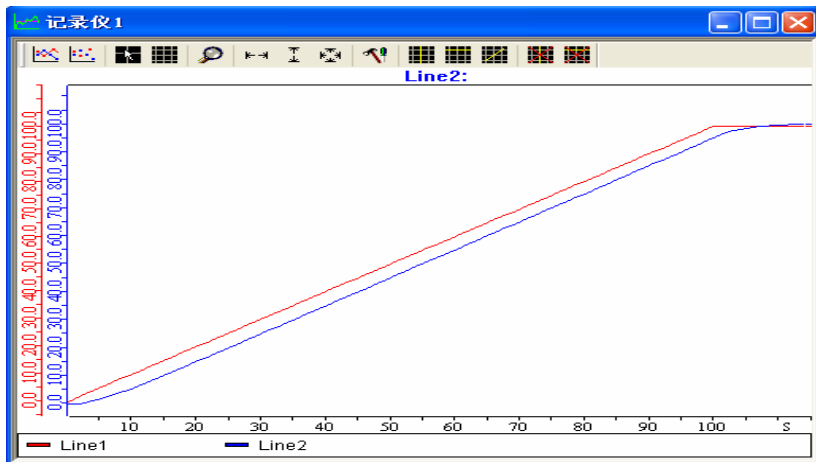
测试结果 项目	V10 %	V10 %	T5	
			$\tau$	T
1	80	85	9 秒	21 秒
2	40	30	39秒	54秒
3	30	25	43秒	61秒
4	25	20	55秒	72秒
5	20	10	102秒	142秒



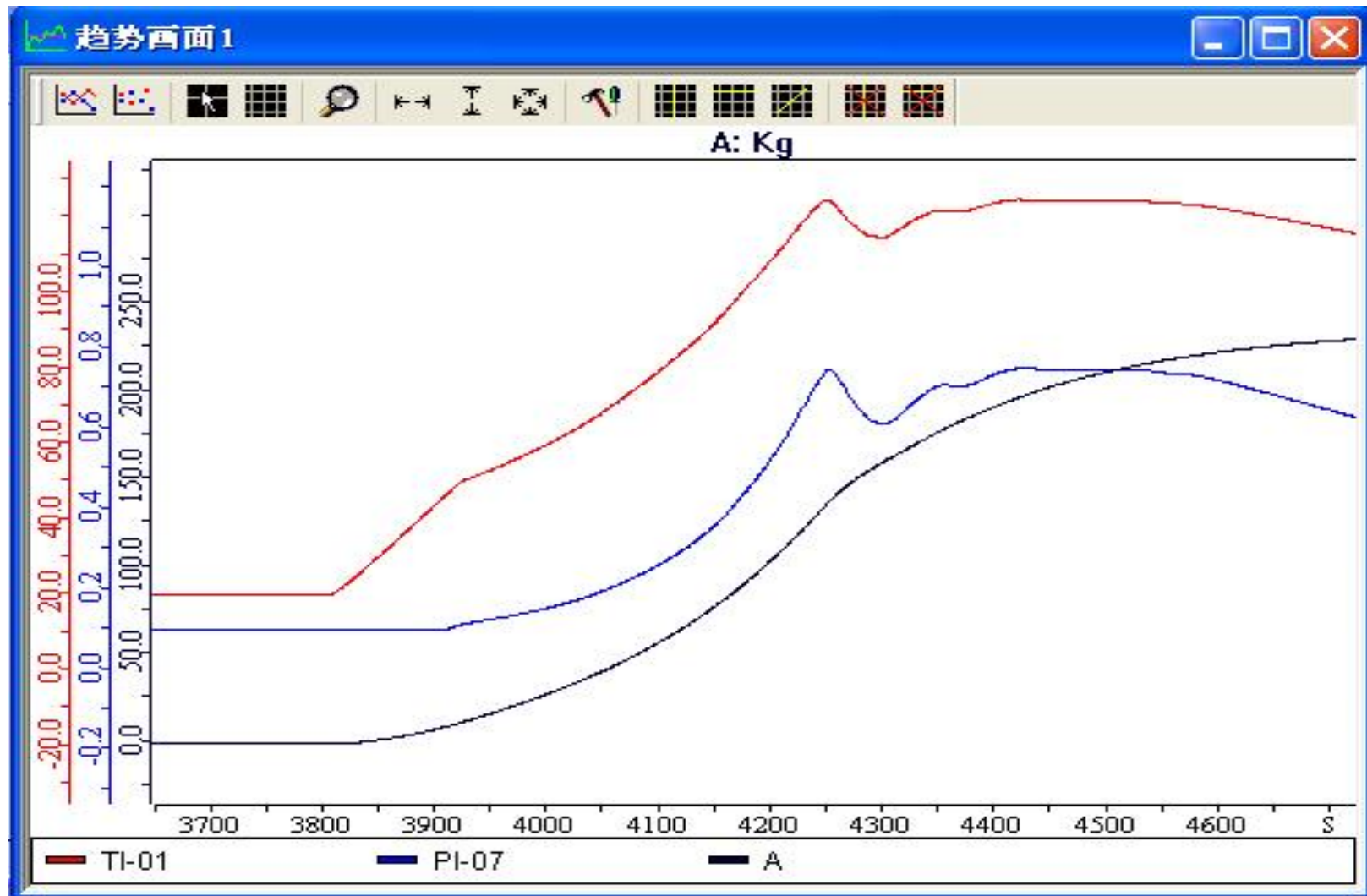
# 控制阀固有特性测试



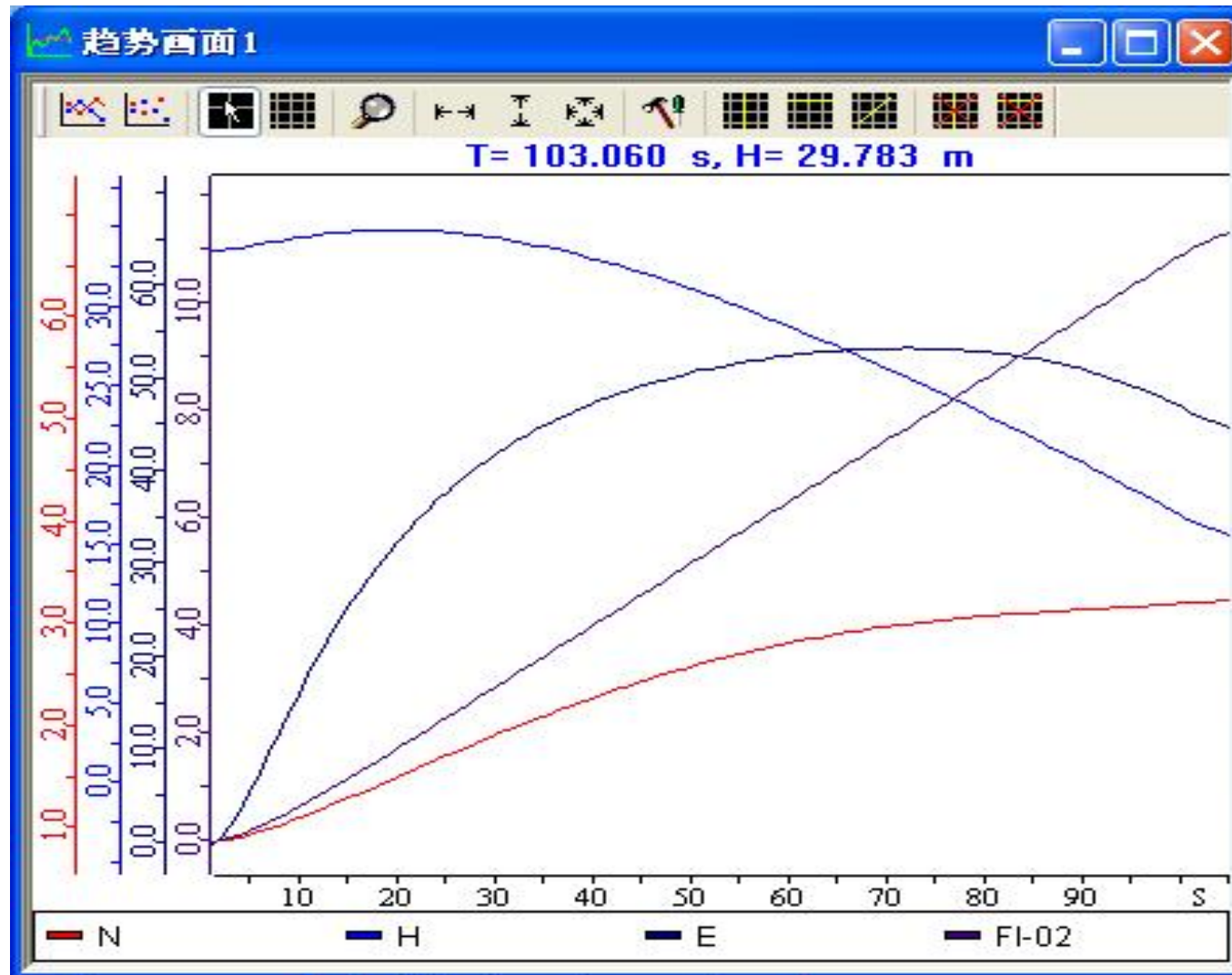
# 控制阀固有特性测试



# 间歇反应动力学特性试验



# 离心泵特性试验



# ASEA测试系统仿真建模要求

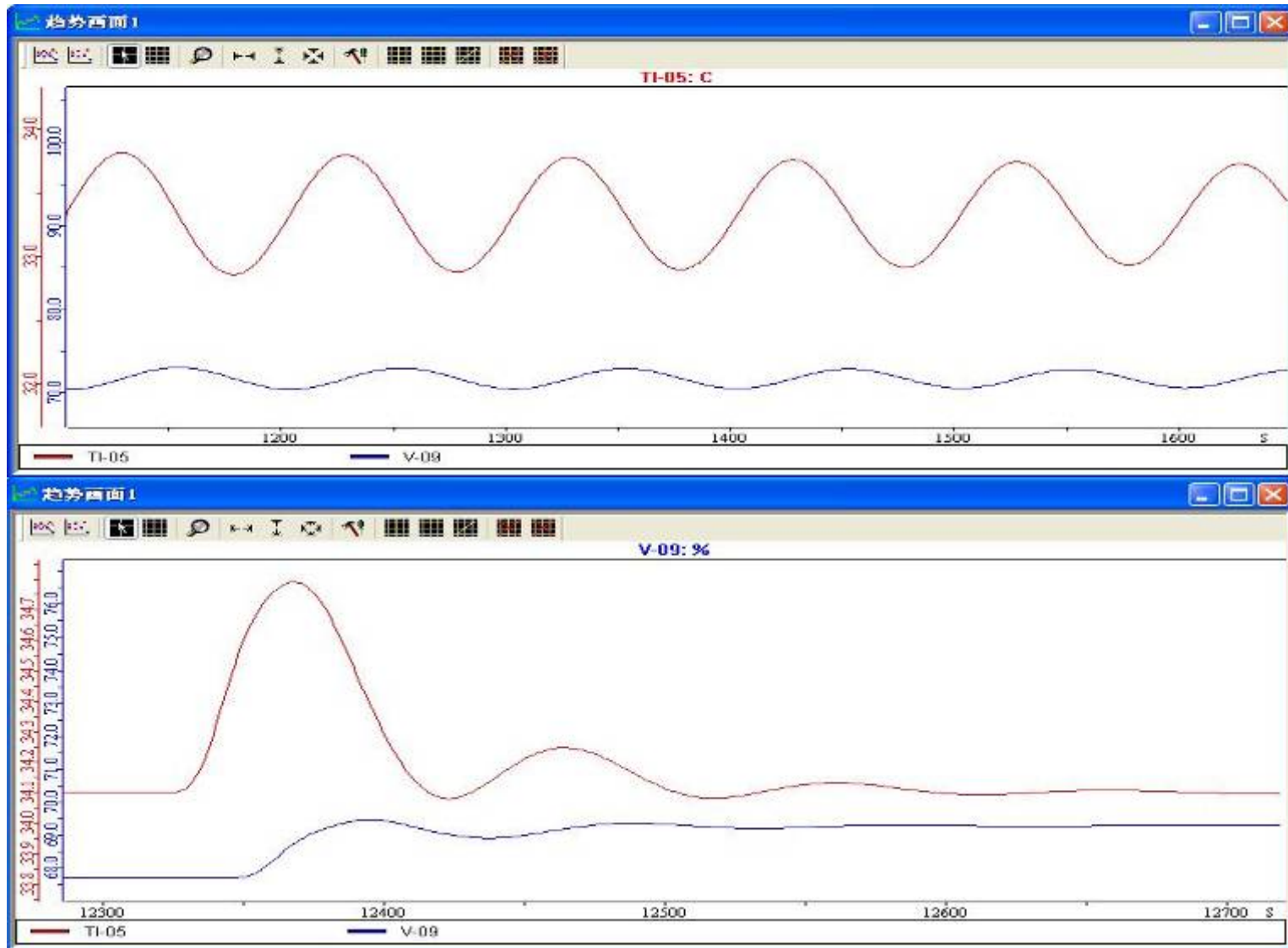
为了高逼真地进行过程的开、停车、正常运行和故障状态的操作及控制，本系统的数学模型考虑了如下几个重要方面。

- (1) 动态模型能反映被仿真装置的实际尺寸，包括设备尺寸、管道尺寸、阀门尺寸等，能反映系统物料和能量的变化与传递的定量关系。
- (2) 动态模型能反映被仿真系统的物理化学变化的规律，如反应动力学特性、气液平衡特性、这些特性常常是非线性的。
- (3) 动态模型能反映被仿真系统的动态时间常数、惯性、时间滞后、多容和高阶特性。
- (4) 动态模型的求解速度达到实时要求、求解精度满足实验要求。

# PID参数整定

1. 经验法流量PID控制器参数整定
2. 临界比例度法温度PID控制器参数整定
3. 临界比例度法流量PID控制器参数整定
4. 衰减振荡法液位PID控制器参数整定
5. 响应曲线法温度PID控制器参数整定

# PID控制器参数整定试验



# 简单控制系统的设计与整定

1. 气压机出口流量PID单回路控制系统的设计与整定
2. 液位PID单回路控制系统的设计与整定
3. 气体压力PID单回路控制系统的设计与整定
4. 液体压力PID单回路控制系统的设计与整定
5. 汽液平衡压力PID单回路控制系统的设计与整定
6. 热交换器温度PID单回路控制系统的设计与整定



# 复杂控制系统的设计与整定

1. 气体压缩串级实验
2. 单闭环定比值控制系统实验（乘法方案）
3. 单闭环定值比值控制系统实验（除法方案）
4. 双闭环定值比值控制系统实验
5. 变比值控制系统实验
6. 换热器前馈-反馈实验
7. 开关型选择性控制实验
8. 连续型选择性控制实验
9. 连续反应分程控制实验
10. 连续反应过程综合控制实验

# 通过实验澄清基本概念

1. 为什么工业实际中PID参数的范围对不同的变量而言不是想象中那样宽?
2. 为什么书本中称之为“一阶环节”的过程却可以用“临界比例度法”整定参数?
3. 过程和控制系统的增益应当如何测量和计算?
4. “等百分比”特性控制阀是指什么数据为等百分比?
5. 什么是自衡过程?什么是非自衡过程?
6. 什么是广义对象?什么是狭义对象?在什么场合需要考虑?
7. ....?

192个思考题在实验中得到答案

# 五类技术的集成创新

1. 定量动态建模与仿真: 工业级尺寸; 工业级时间常数; 高精度动态模型
2. 半实物仿真平台: 真实的空间位置; 真实的操作力度
3. 连续系统仿真平台: 任意组态各种控制系统和控制模型
4. 超大数量的实验内容: 控制方案任意组合; 工艺过程多种组合; 设备参数可变
5. 定性仿真(深层知识模型专家系统)平台: 故障诊断; 实现智能化自动测试的前提



全国自动化系统工程师(ASE)资格认证  
Automation System Engineer Accreditation



谢谢！