

# 测控系统设计与实践

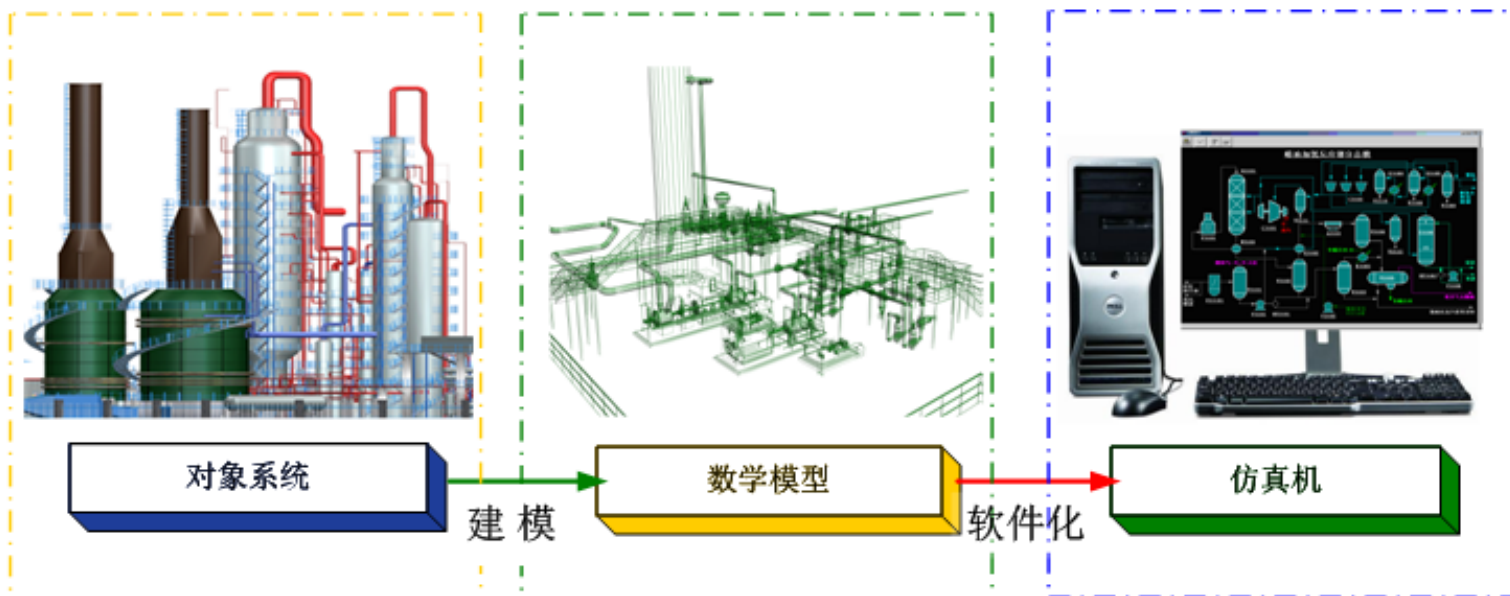
## 二、化工生产过程仿真实习 操作要点

浙江大学控制系实验中心

冯毅萍

2015年8月24日

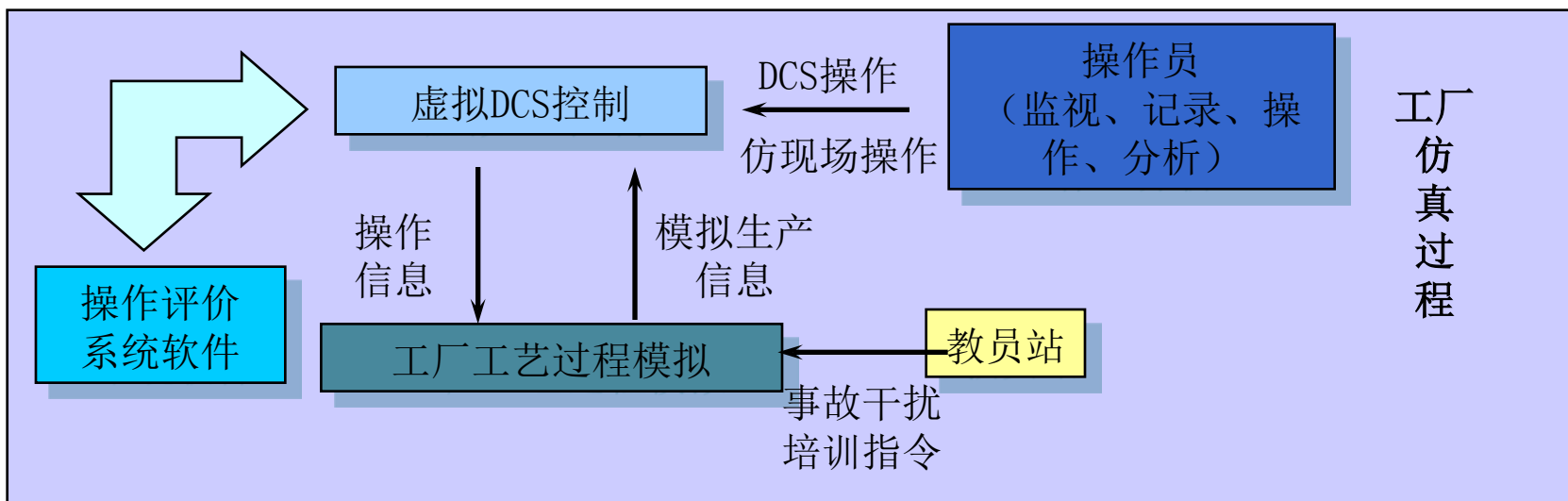
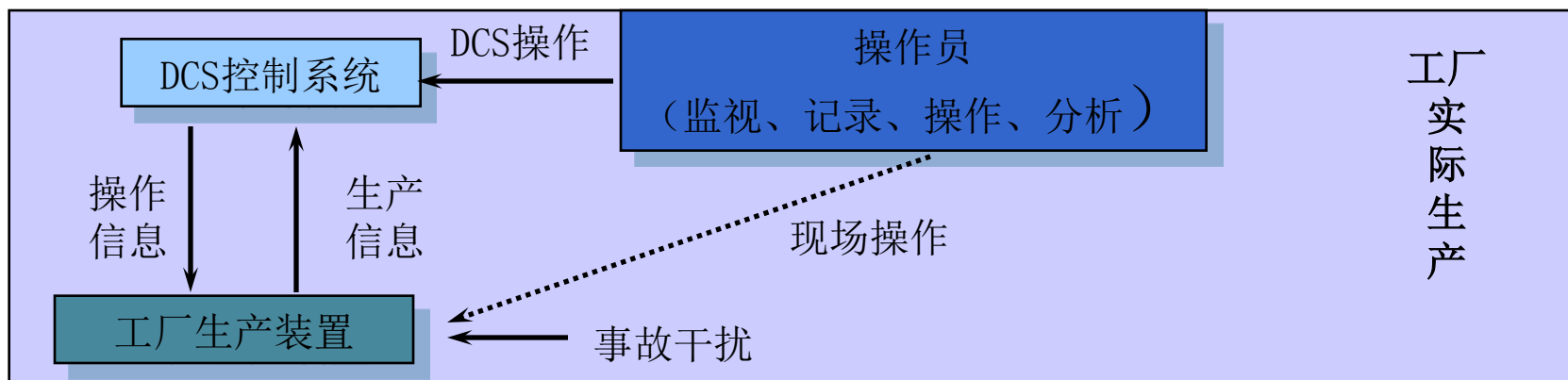
# 仿真技术基本概念



# 仿真培训系统功能



# 实际生产 VS 仿真系统



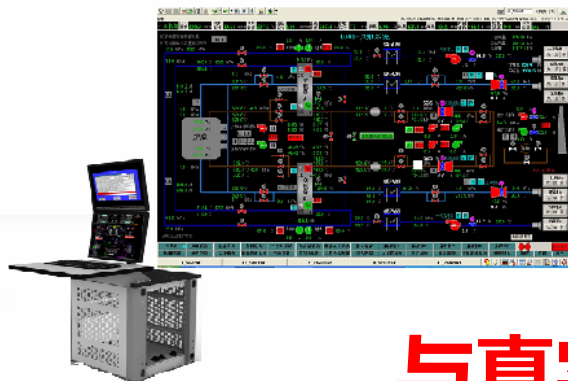
# 工厂仿真培训系统构架

DCS构架

操作员站

控制站

工厂装置



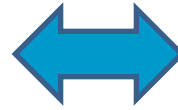
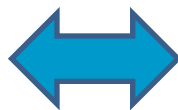
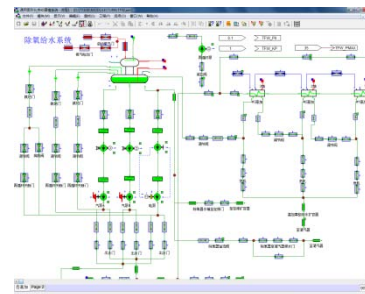
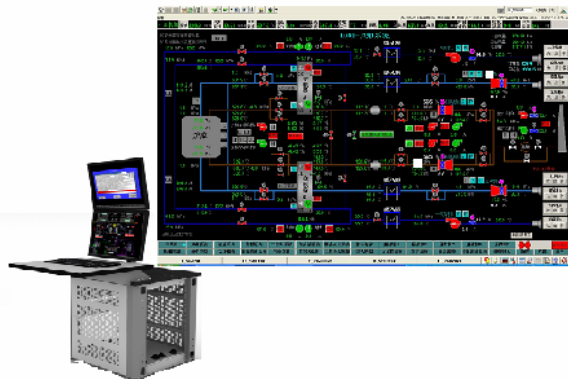
**与真实机组完全一致的操作体验!**

OTS构架

操作员站

仿真控制站

仿真模型



# 仿真培训的作用

- 了解基本单元操作方法（工业化方法）
- 增强对工艺过程的了解（对流程的悟性）
- 熟悉计算机控制系统及操作（达到熟练程度）
- 训练“数值化”反应及理解能力（素质一）
- 训练对“动态过程”的反应及理解能力（素质二）
- 学习安全和规范化操作（国际标准）
- 学习复杂控制系统的投运（现代常识）
- 训练对事故的响应和分析能力（素质三）
- 训练排除故障的能力（高手）

# 集散控制系统DCS

集散控制系统（**Total Distributed Control System**）是以微处理器为基础的集中管理与分散控制的先进控制系统，简称**DCS**。

集散控制系统	检测技术（智能变送器）
	控制技术（先进、智能、优化）
	通信技术（网络、光纤）
	计算机硬件（显示、芯片、多媒体）
	计算机软件（数据、控制、管理）

美国霍尼威尔（Honeywell）TDC-2000(1975) TDC-3000

日本横河（Yokogawa）CENTUM、CENTUM-XL

美国（Foxboro）I/A (Intelligent Automation)

中国浙大中控、和利时

# 工业计算机控制系统

工业计算机控制系统是DCS的PC化、智能化、小型化、网络化、低成本化、大众化的新趋势。

工业监控组态软件具有软件通用化的优势，功能强、价格低、可直接在Windows环境下运行、可共享Windows的软件资源、操作与控制画面形象细致、简便易学。

美国Intellution FIX、iFIX

美国Wonderware Intouch

德国西门子WinCC

中国组态王、世纪星、力控2.0、开物2000



## 自动控制系统的基本构成

- 检测元件（仪表）
- 变送器（将检测信号转换为4-20mA统一标准信号）
- 控制系统（DCS控制系统）
- 计算机管理系统（界面操作、监控软件、数据管理、系统组态）

## 控制器（调节器）的基本操作

- 手动模式（相当于遥控阀、给定跟踪输入）
- 自动模式（输出自动调节、只能调整给定值、输出按PID规律变化）
- 正作用：输入与给定出现正偏差时，输出减少
- 反作用：输入与给定出现正偏差时，输出增加

## 自动调节（控制）阀门

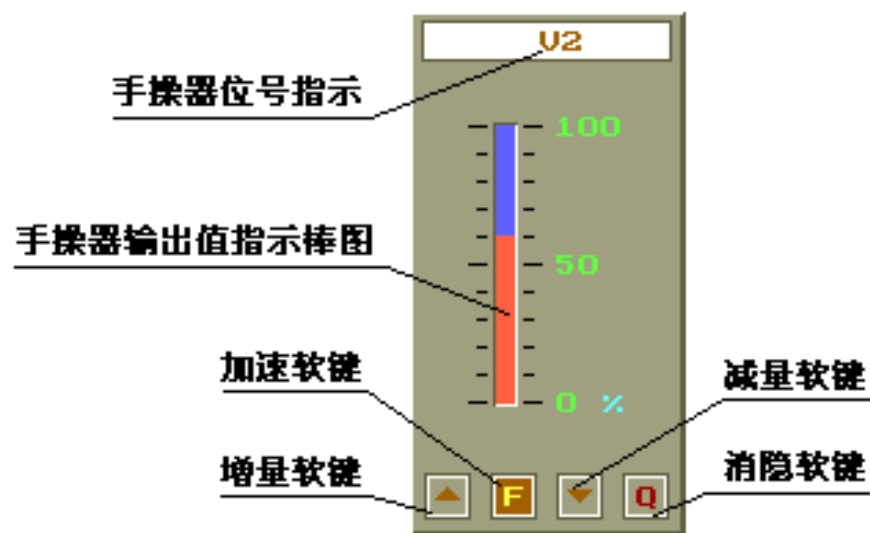


# “三元素”操作

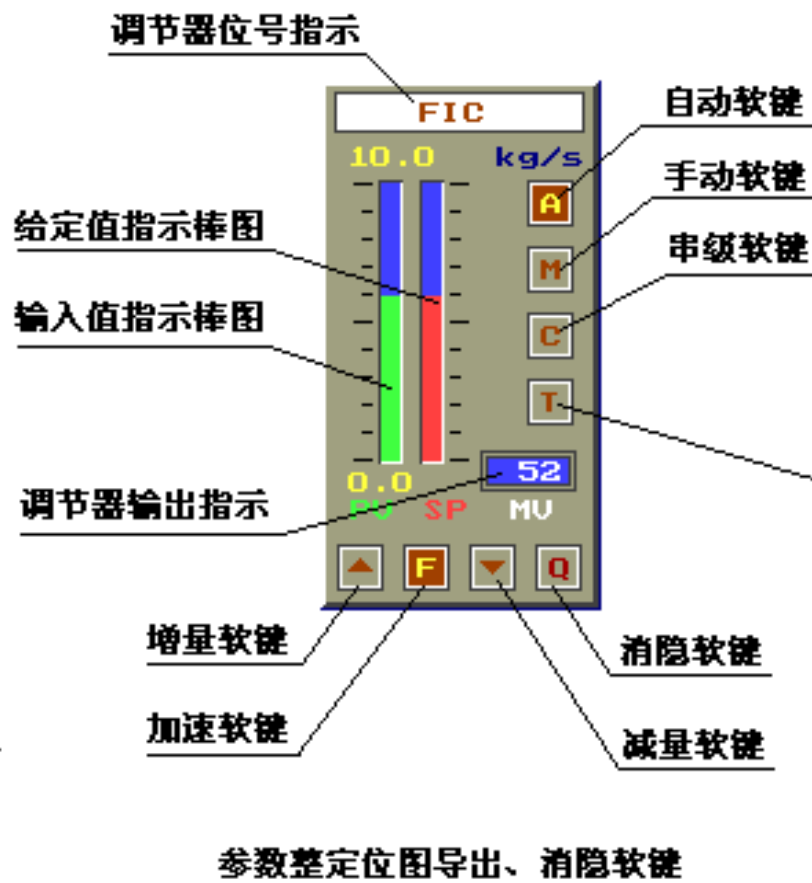
## 1. 开关



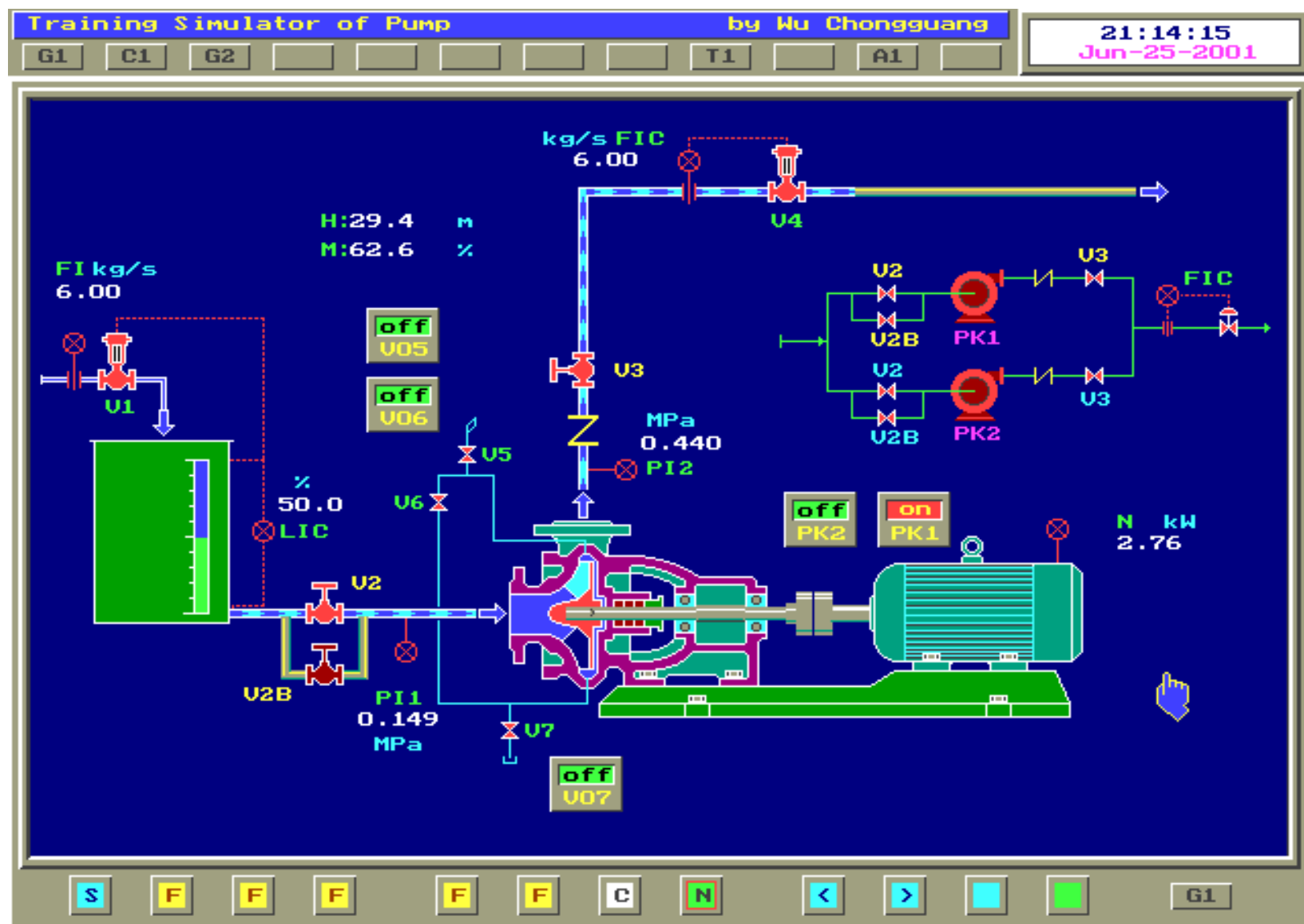
## 2. 手操器



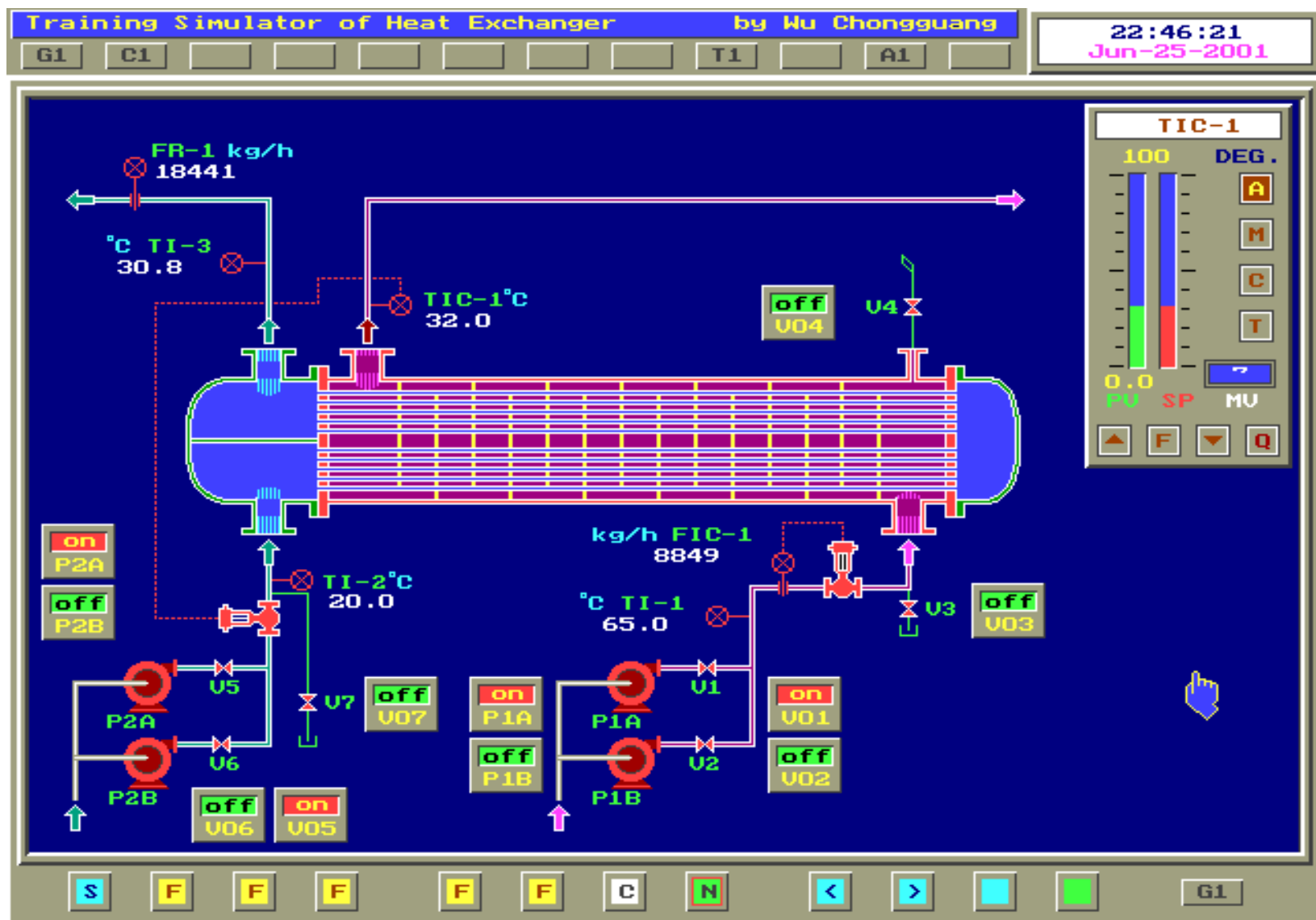
## 3. 调节器



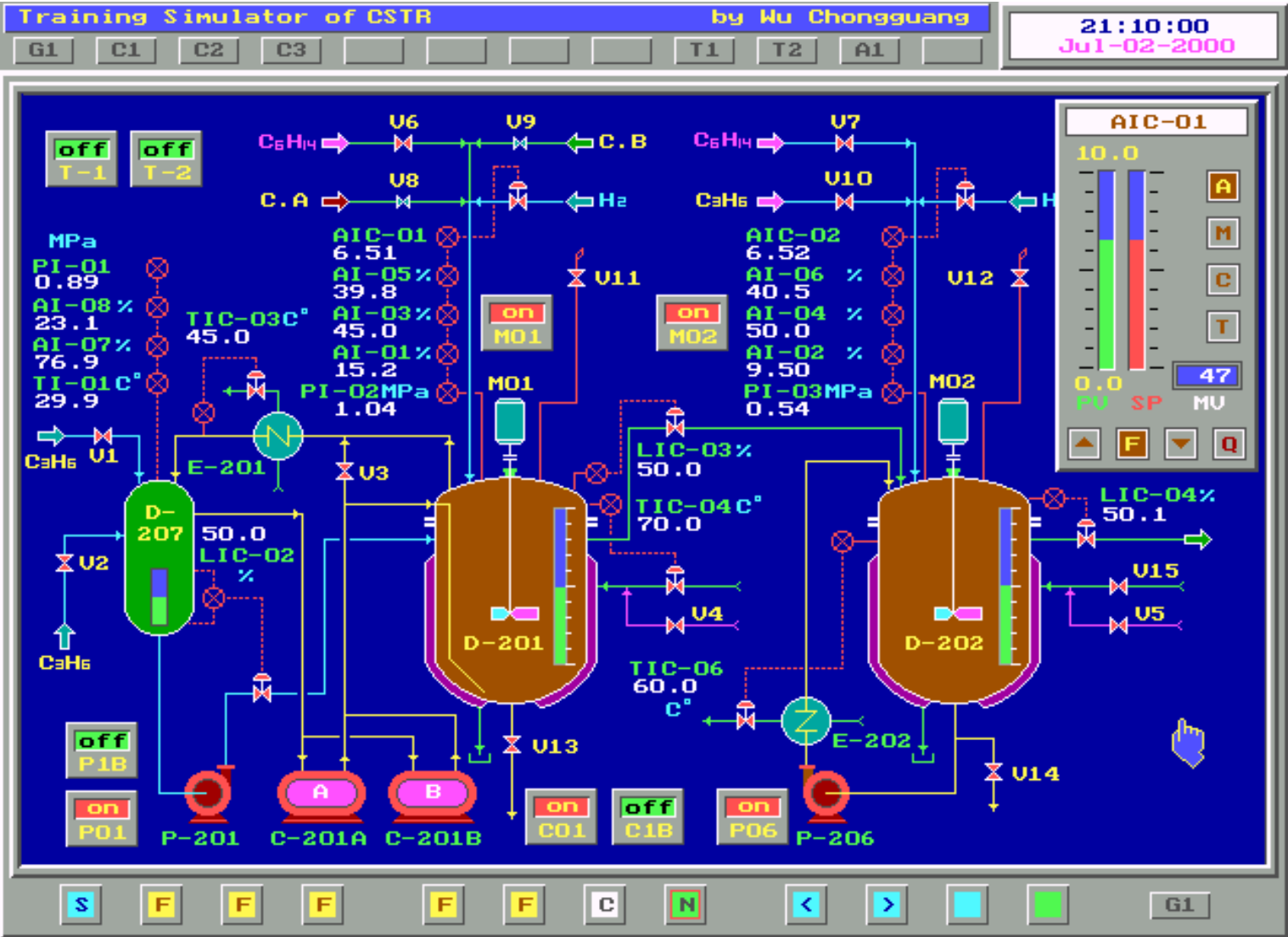
# 画面介绍: 流程图画面



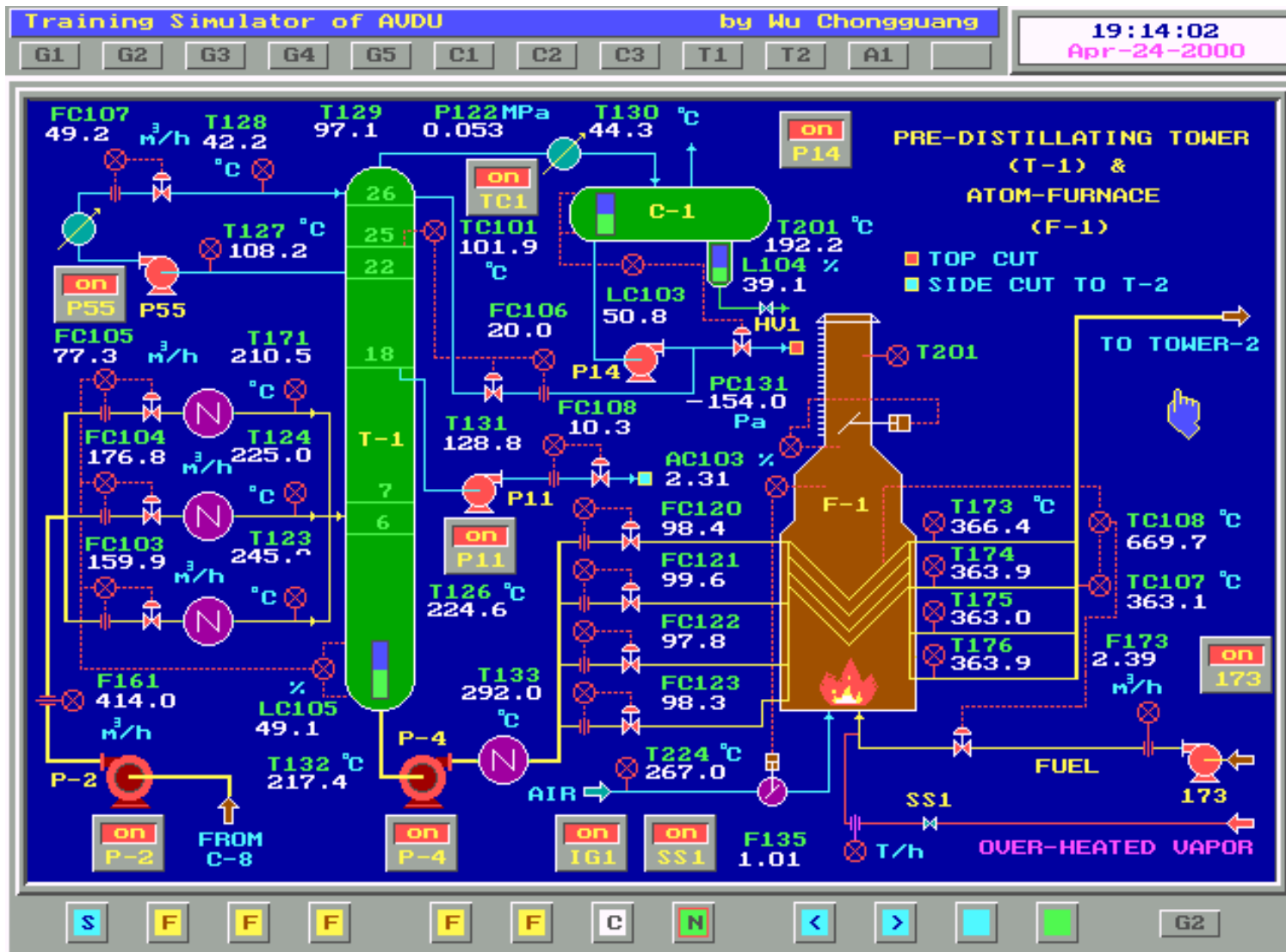
# 热交换器



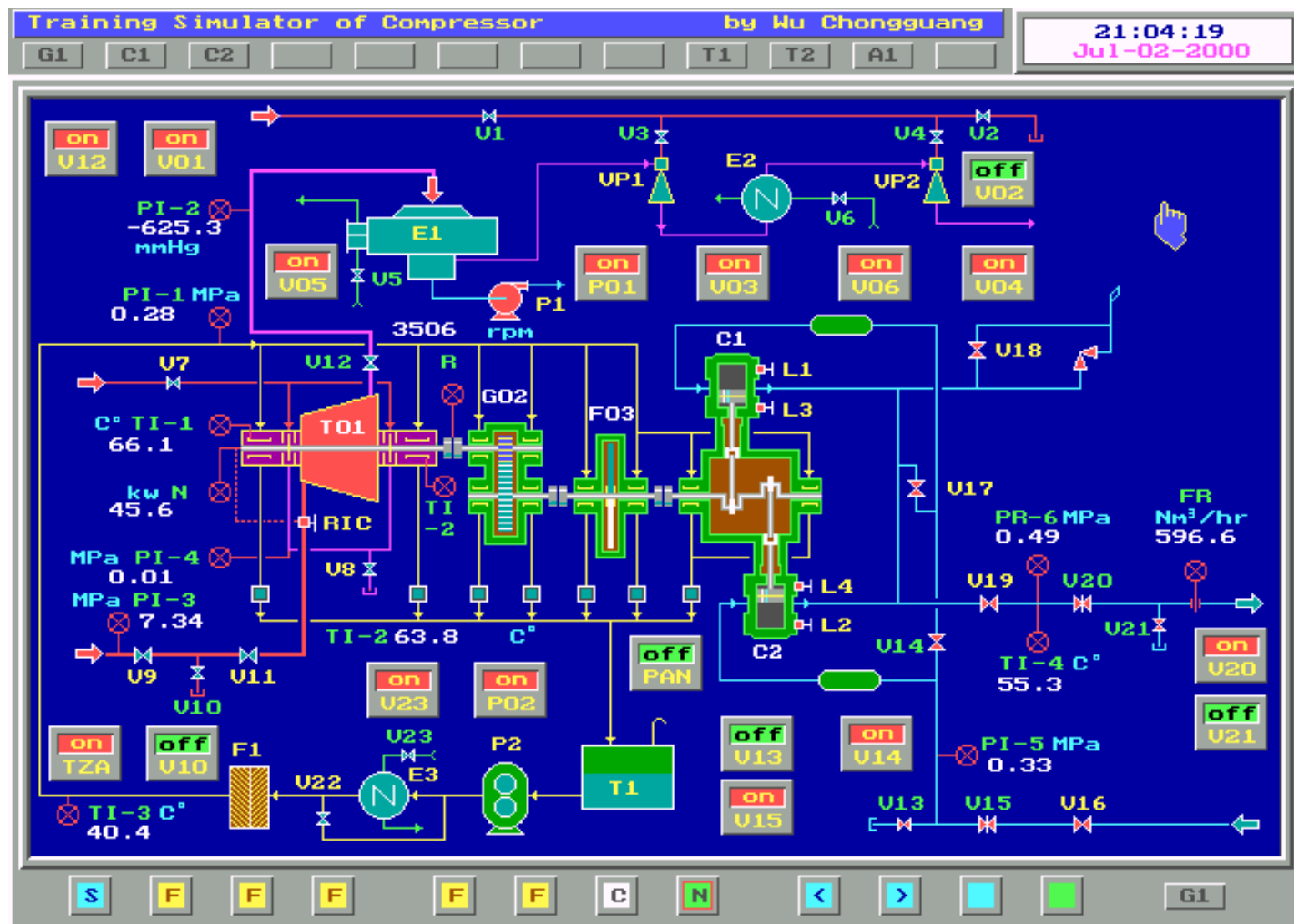
连续反应工艺流程图画面



## 初馏塔及常压炉工艺流程图

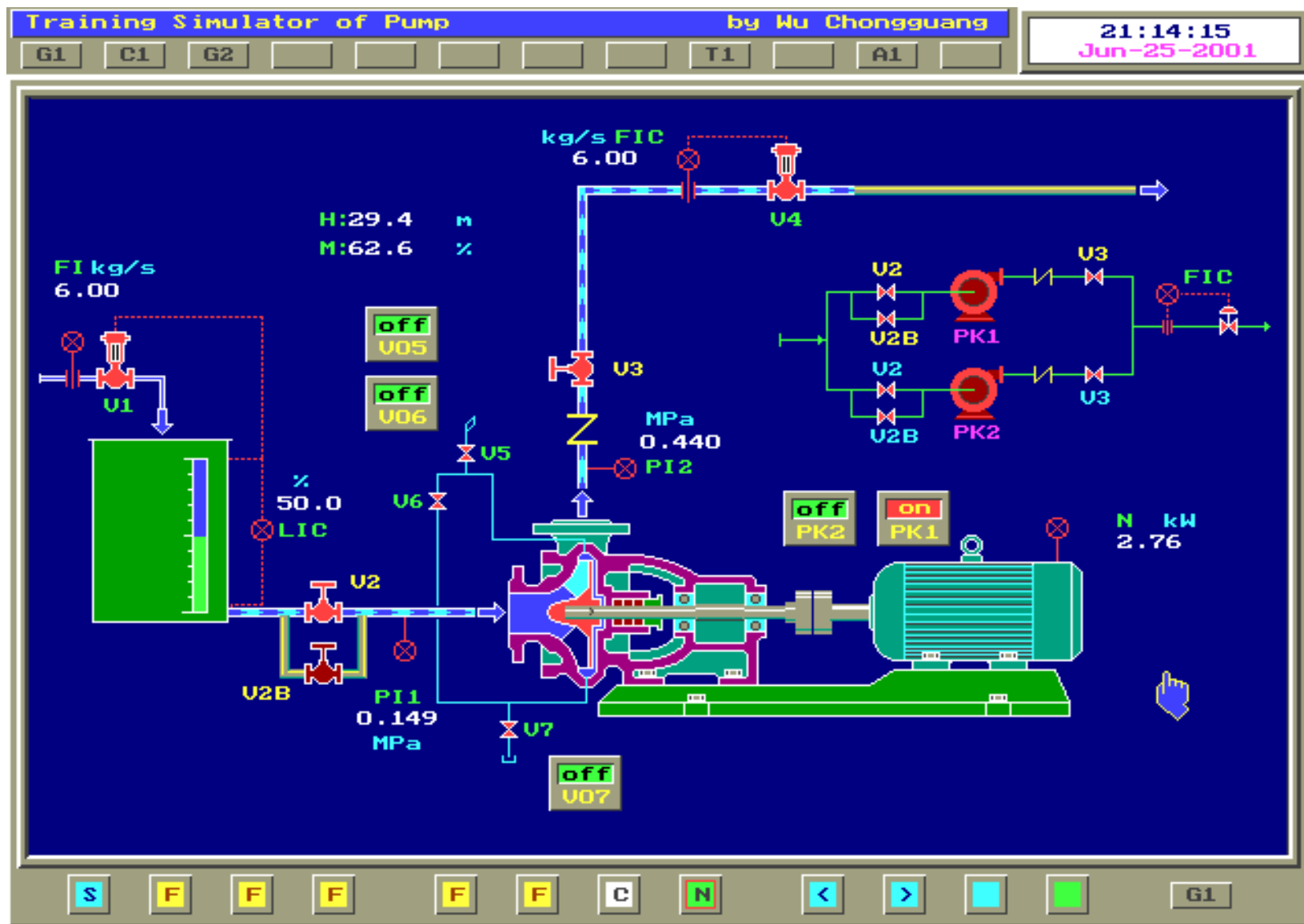


# 透平及往复压缩工艺流程图

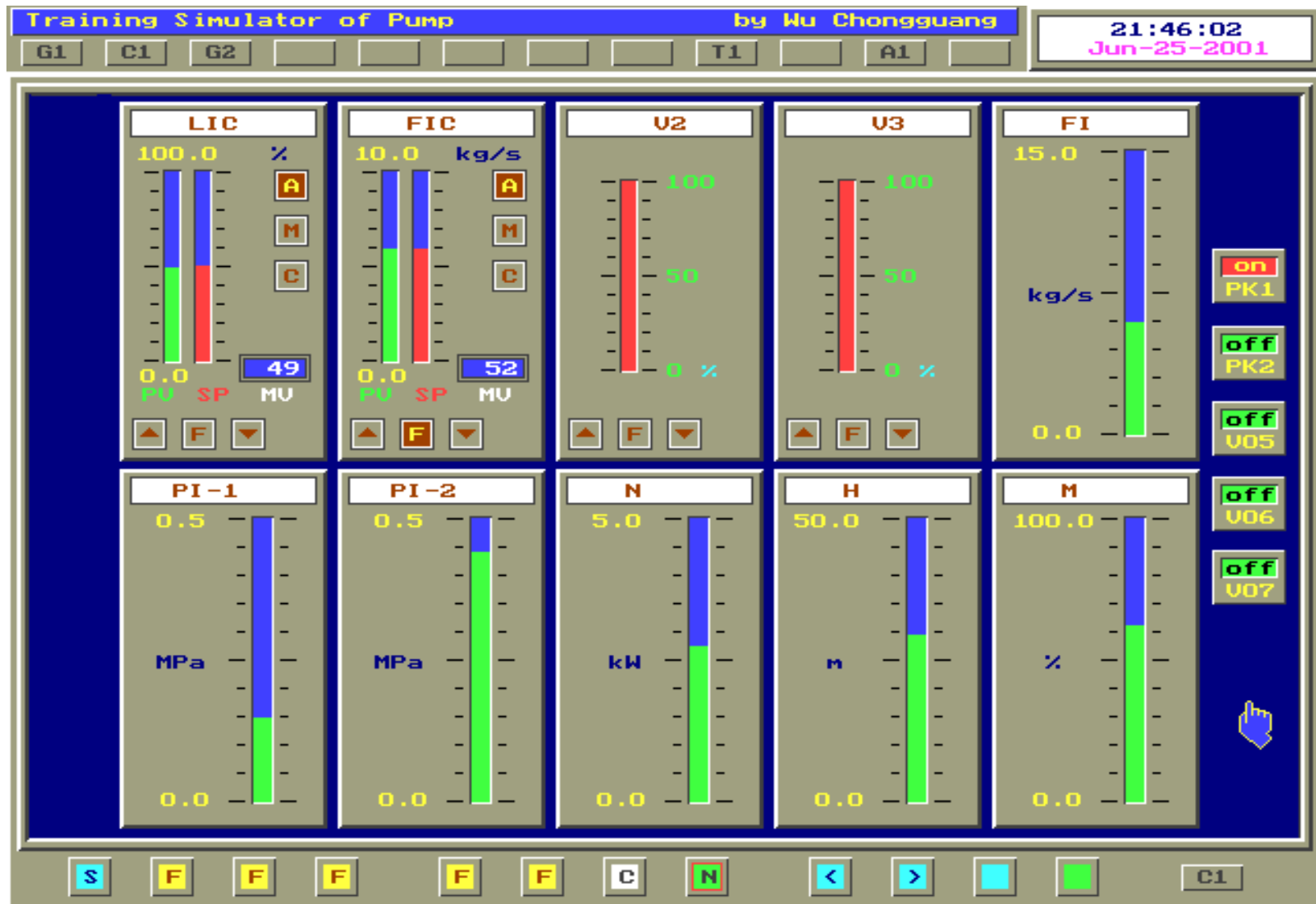




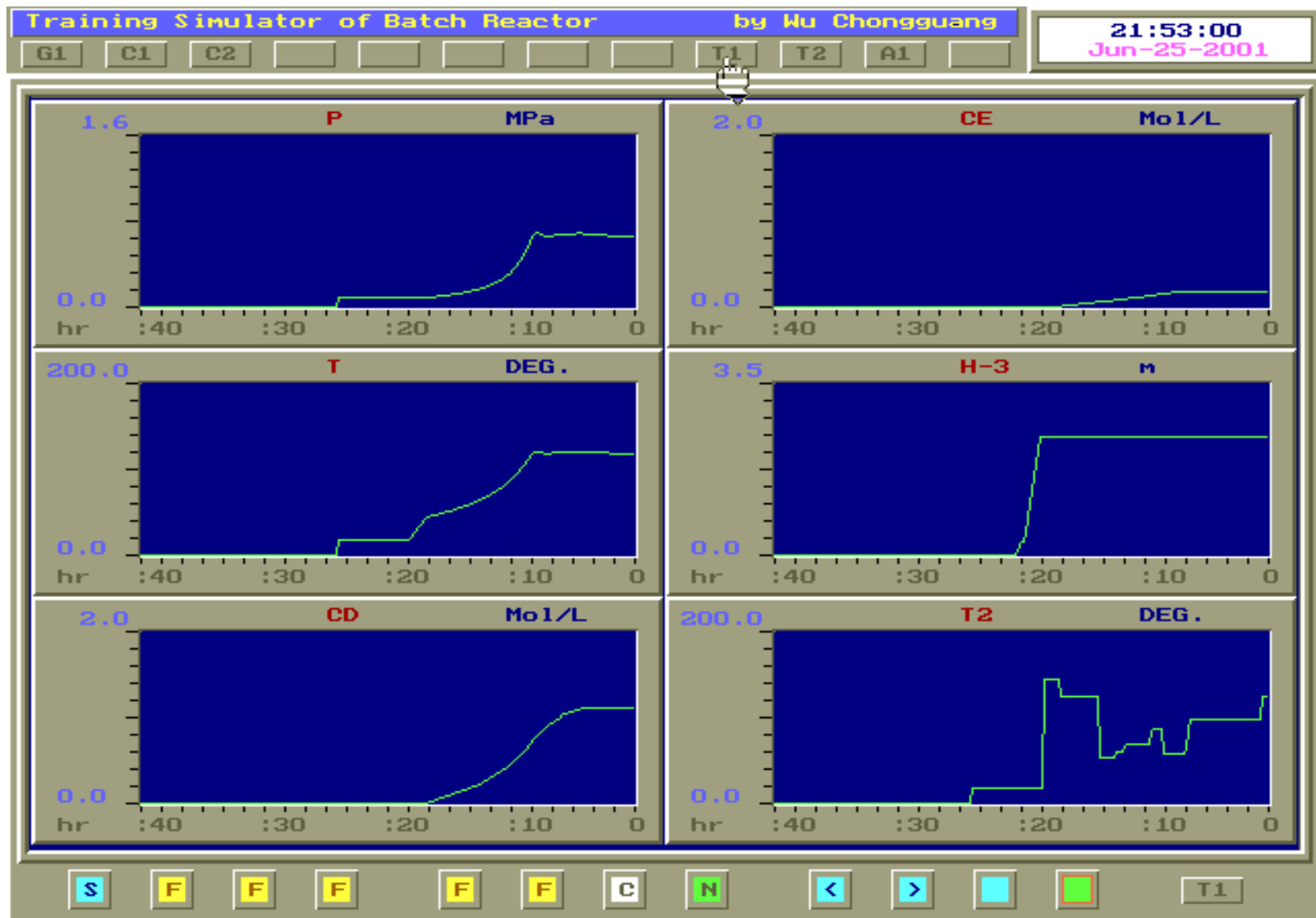
# 画面介绍:离心泵及液位工艺流程图



# 画面介绍: 控制组画面



## 画面介绍: 趋势组画面



## 画面介绍: 报警组画面



## 文件夹结构

/simu/pum	pum.exe	离心泵及液位
/hex	hex.exe	热交换器
/wfy	wfy.exe	透平及往复压缩
/bat	bat.exe	间歇反应
/jbx	jbx.exe	丙烯聚合反应
/tdw	tdw.exe	精馏系统
/xst	xst.exe	吸收系统
/fur	fur.exe	加热炉
/gl	gl.exe	锅炉系统
/zh	zh.exe	三十万吨/年合成氨转

化

# 软件基本操作

1. H 键帮助
2. F1键看成绩
3. F2...F6 键设事故
4. F7 键返冷态
5. F8 键进入正常工况
6. ALT+F 看评分表
7. CTRL+END 退出
8. 按任意键返回原状态
9. G1...G4 流程图画面
10. C1-C4 控制组画面
11. T1-T2 趋势画面
12. A1-A2 报警画面
13. A 调节器置自动
14. M 调节器置手动
15. C 调节器置串级
16. T 调节器PID调整
17. ALT+S 工况存入文件
18. ALT+R 读出文件

# 过程系统操作要点

## ■ 优化开车的基本原则

优化开车是学员技术水平的综合体现。大型复杂装置的优化开车是一个永恒的值值得探索的课题。本次仿真训练重点讨论开车问题，也只涉及了一些典型的单元操作和部分流程的一种或两种开车方案。当然这些规程都来自工业实际，并且可以举一反三。仿真训练虽然无法面面俱到，但可给出优化开车的基本原则：**即以最少的能耗、最少的原料及环境代价、在最短的时间内安全平稳地将过程系统运行至正常工况的全部设计指标以内。**

# 过程系统操作要点

## ■ 四熟悉

1. 熟悉工艺流程
2. 熟悉操作设备
3. 熟悉控制系统
4. 熟悉开车规程

## ■ 两分清

1. 分清调整变量和被调变量
2. 分清是直接关系还是间接关系



# 过程系统操作要点

## ■ 分清强顺序性和非顺序性操作步骤

1. 强顺序性操作步骤是指操作步骤之间有较强的顺序关系，操作前后顺序不能随意更改。（考虑到生产安全；由于工艺过程的自身规律，不按操作顺序就开不了车。）
2. 非顺序性操作步骤是指操作步骤之间没有顺序关系，操作前后顺序可以随意更改。

间歇反应前期的备料工作，先备哪一种都可以。  
往复压缩机冲转前的各项准备工作大多是非顺序性的

# 过程系统操作要点

## ■ 阀门应当开大还是关小

与当前所处的工况以及工艺过程的结构直接相关（正作用-反作用）

## ■ 把握粗调和细调的分寸

切忌大起大落，调一调，看一看。先低负荷开车达正常工况，然后缓慢提升负荷

## ■ 注意上下限

正常工况时，阀位设计在50%-60%左右，使其上下调整有余地，且避开阀门开度在10%以下和90%以上的非线性区。

## 过程系统操作要点

■ 首先进行开车前准备工作，再行开车

1. 管道和设备探伤及试压

2. 拆盲板

3. 管道和设备吹扫

4. 惰性气体置换

5. 仪表校验、调零

6. 公用工程投用

7. 气、液排放和干燥

## 过程系统操作要点

### ■ 蒸汽管线先排凝后运行

蒸汽管线在停车后管内的水蒸气几乎都冷凝为水。因此再开车向设备送蒸汽前必须先排凝。如果不排凝，这些冷凝水在管线中被蒸汽推动而持续加速，甚至会达到很高的速度，冲击弯头和设备，影响设备的寿命。

### ■ 高点排气，低点排液

依据气体往高处走，液体往低处流的原理，化工设备和管路几乎都在高点设置排气阀，在低点设置排液阀。通常开车时要高点排气，停车时要低点排液。

# 过程系统操作要点

- 操作之前先熟悉整体工艺流程、物料性质

- 关联类操作

复杂的工艺过程往往仅靠一个操作点无法实施操作控制，而需要两个或两个以上操作点相互配合才能稳定工况。

- 注意非直线特性关系

如：加热炉的烟气挡板与烟气含氧量的关系是非直线特性的。常用的截止阀门，阀门开度和流量的关系也是非直线特性的。

## 过程系统操作要点

- 过热保护

使接受辐射热的设备和管路内部必须有流动的材料，以便随时将热量带走，同样设备和管道的局部过冷也要防止

- 控制系统有问题立即改为手动

- 找准事故源从根本上解决问题

- 根据物料流数据判断操作故障

# 化工生产过程仿真实习安排

选取其中三个典型流程进行仿真：

1) 离心泵及液位、2) 热交换器及加热炉、3) 65吨锅炉

8月26日-9月8日： 分组轮流仿真实习，其他同学画图

9月9日-9月10日： 整理实习报告及实习记录，并上交

## 注意：

- 1) 由于机房位置有限，请按安排表时间轮流上机，地点：教十3101机房。上机前应事先预习相应内容
- 2) 及时撰写实习记录及报告（专用实习报告本），不安排笔试。
- 3) 机房开放时间：上午8：30-11:30；下午1:30-4：30

## 测控系统设计与实践（智能工厂科研训练）

- 1) 智能工厂虚拟现实技术案例学习及设计
- 2) 智能工厂测控系统应用软件学习及设计
- 3) 建议直接进入毕业设计环节

容纳10人左右，进入智能工厂实验室开展科研训练

联系方式：

冯老师    ypfeng@iipc.zju.edu.cn  
13989818319 (688319)



# 题目一：基于虚拟现实仿真平台的功能设计与实现

- 智能工厂的核心技术之一是资源、服务的虚拟化以及各项生产管理功能的集成优化。基于三维可视化技术的集成平台则成为了研究热点。

## 基本要求：

- 1) 了解智能工厂实验室VR平台，利用平台能够展示特定生产功能，并可进行解说；
- 2) 引入可穿戴设备，设计“安全应急”功能于三维可视化平台中实现、应用和用于培训的展示方案；

## 提高要求：

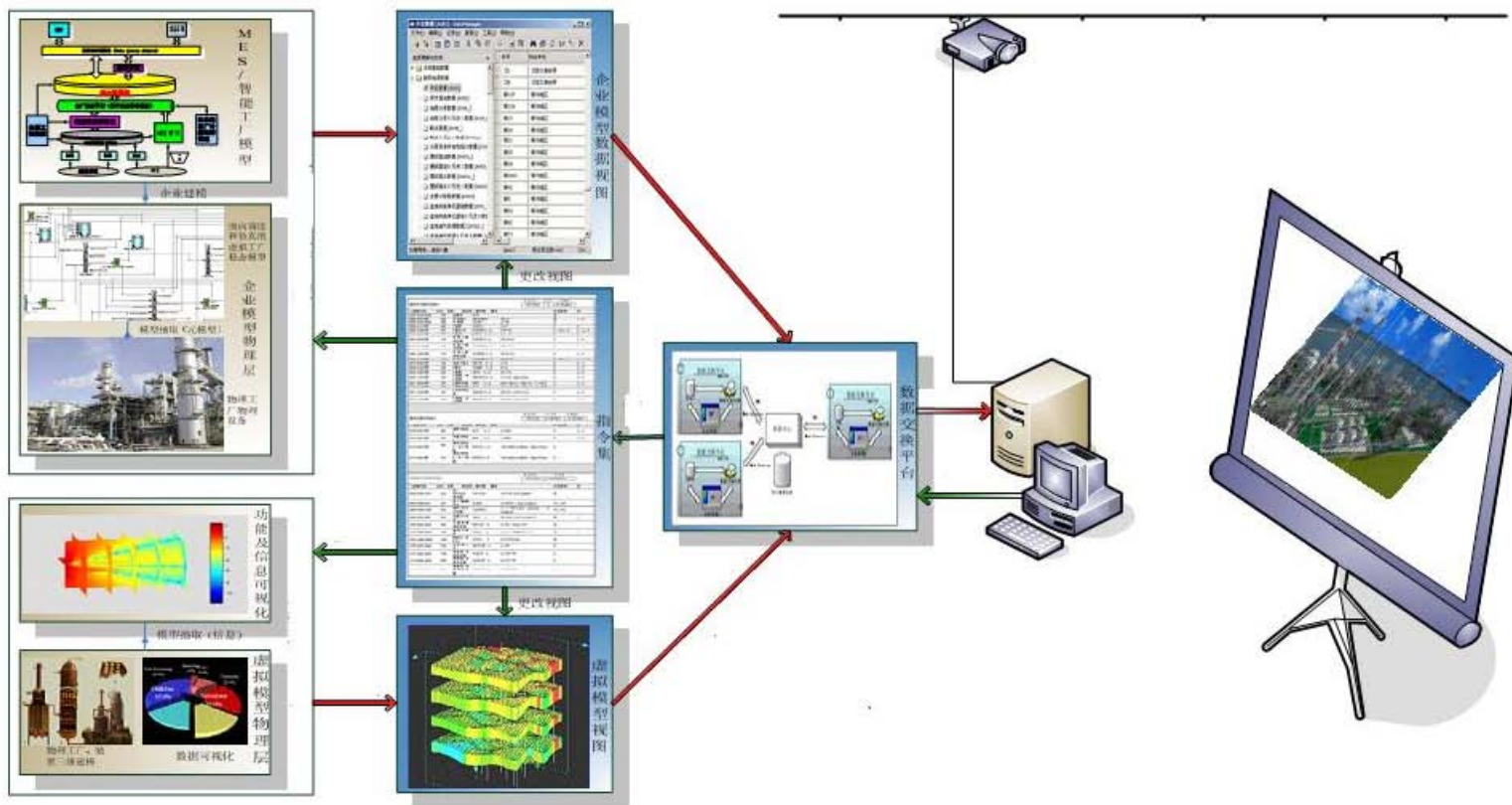
- 1) 利用VR平台，根据设计方案对“安全应急”功能进行演示；
- 2) 思考并结合文献、实际工厂现状，设计VR平台集成多项生产功能的方案，并论证其所需技术空间。

## 提示：

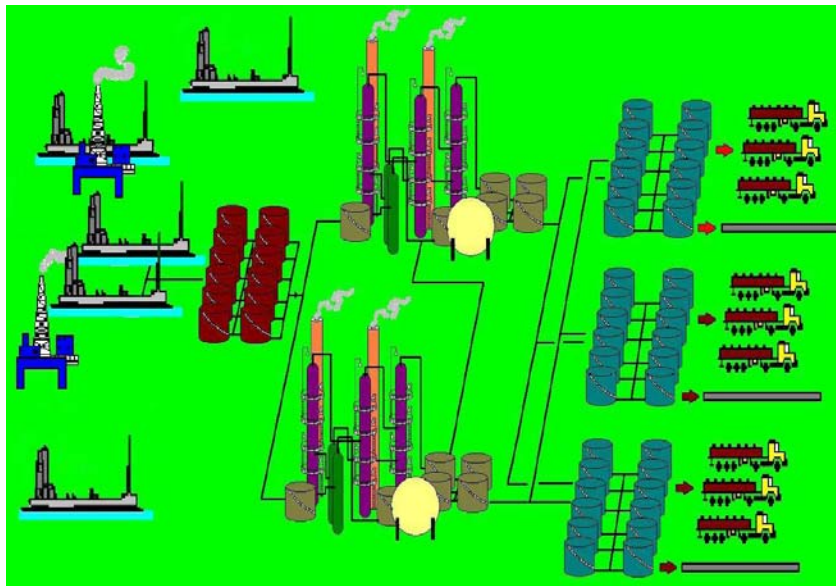
- 可利用现有VRMAP平台，基于其设计思路构思功能应用的设计方案。

# 虚拟现实平台原理图

## 虚拟现实，系统仿真和数据库技术相结合的集成应用平台



# 智能工厂虚拟现实平台



## 题目二：流程模拟仿真（以罐区为例）

- 石化企业过程控制系统面向厂区生产设备、生产工艺流程实现模拟仿真，油罐区则非常具有代表性，其包含罐、阀、管线等常见基本组件，如何利用现有知识和技术手段实现其工艺流程的仿真是一个值得探讨的问题。

### 基本要求：

- 1) 查阅相关资料，实现罐区内罐、阀、管线、泵等常见基本组件的建模；
- 2) 实现油罐区正常生产工艺流程的建模仿真，并利用**GUI**实现仿真结果的可视化展示；

### 提高要求：

- 1) 可通过**GUI**界面配置仿真参数，仿真过程动态显示且可实现回放、暂停等操作；
- 2) 分析罐区可能出现的安全问题，考虑能否在正常生产工艺流程仿真的基础上，修改模型，实现安全事故模拟仿真并记录仿真数据。

### 提示：

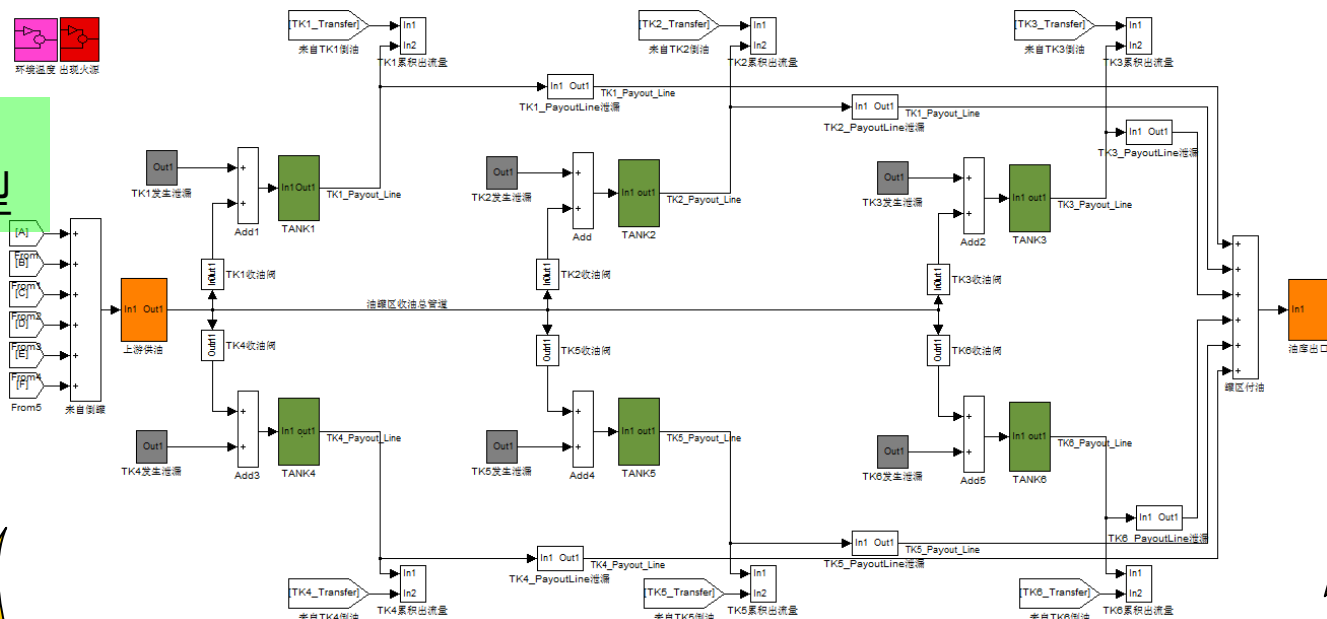
- 可利用**Matlab**中**Simulink**来进行建模，利用**GUI**工具箱来实现仿真可视化，也可利用**C#**、**C++**等



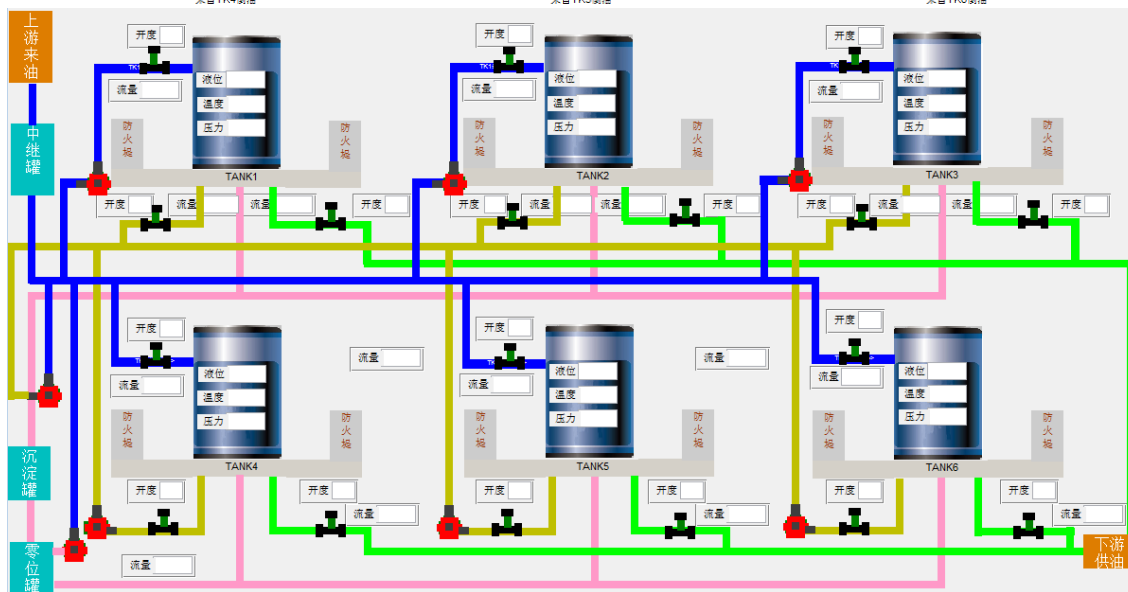
# 油罐区仿真建模——油罐区模型



## 油罐区 Simulink模型



## 油罐区 工作场景



## 题目三：生产计划调度优化（以流程工业为例）

- 智能工厂生产计划调度优化为影响实际生产效益、产品质量和市场竞争力的关键部分。需考虑物料平衡、库存能力、加工方案切换、生产能力等约束，随着进一步考虑对象规模、工艺机理、不确定性等因素，优化命题更为复杂，其建模及求解算法等方面研究难度也更大。

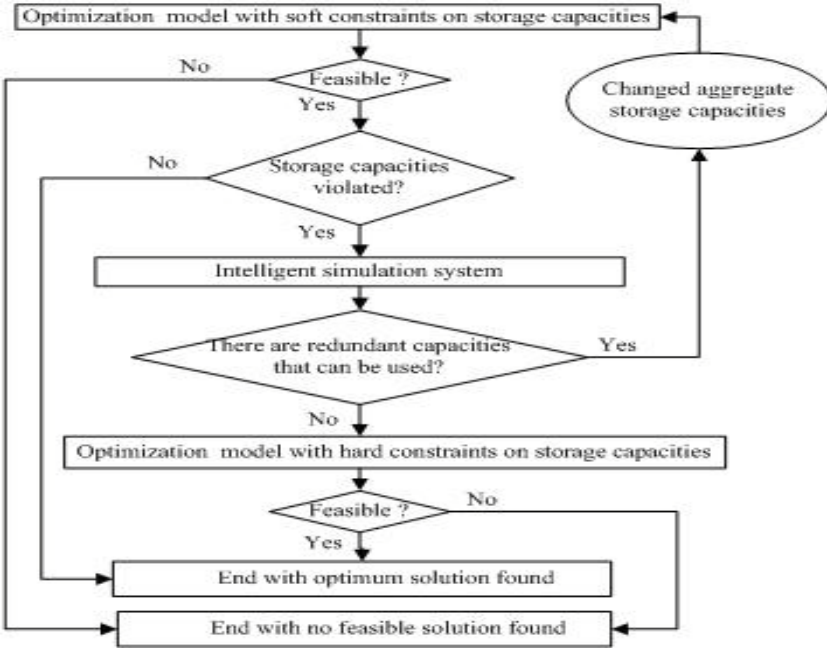
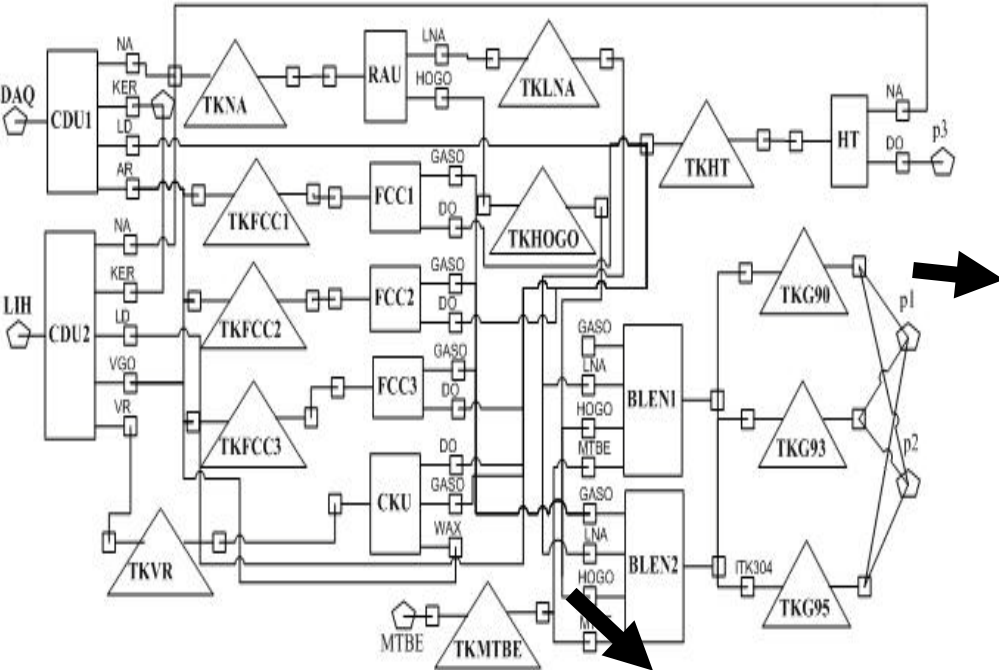
### 基本要求：

- 1) 查阅相关资料，以流程工业问题为案例，建立MILP调度优化模型，并进行求解分析；
- 2) 优化模型要求包含不少于30个决策变量，不少于100个约束方程；

### ■ 提高要求：

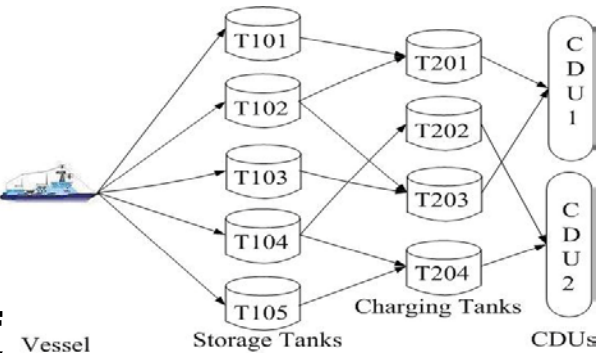
- 1) 构建优化模型规模足够大，应用启发式算法或遗传算法进行求解，并进行求解分析；
- 2) 结合实际问题的合理建立MINLP模型，并进行求解算法、求解效率和解的最优性分析。
- 提示：优化命题选择需要一定的运筹学知识基础，模型可利用CPLEX或GAMS进行问题求解。

# 调度流程图



## 分层不确定性调度

在分层调度的基础上，  
加入生产不确定性，  
实现了原油不确定调度



## 分层生产调度优化

解决了由储罐数量多带来的  
模型无解等工业情况



Any quuestion?

