

# 和利时虚拟 DCS 仿真系统 技术方案



杭州和利时自动化有限公司

2011 年 8 月

# 目 录

<b>1. OTS 仿真培训系统意义 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 培训系统意义: .....</b>	<b>1</b>
<b>2. 仿真机规范 .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 仿真总体原则.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 规范和标准 .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 仿真系统特点.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 仿真机实现的总体目标.....</b>	<b>6</b>
<b>3. 仿真机的能力.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 工况仿真能力.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 图形显示能力.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 修改能力.....</b>	<b>8</b>
<b>3.4 仿真机操作限制 .....</b>	<b>8</b>
<b>4. 仿真范围和程度 .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 概况.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 仿真软件的特性 .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3 数学模型形式.....</b>	<b>9</b>
<b>4.4 数学模型系统组成.....</b>	<b>10</b>
<b>4.5 炼油行业模型.....</b>	<b>10</b>
<b>4.6 控制系统的仿真范围与仿真程度 .....</b>	<b>10</b>

---

4.7	集控室操作台及盘台仿真 .....	11
4.8	现场设备仿真 .....	11
5.	仿真系统硬件 .....	12
5.1	教师站 .....	12
5.2	DCS 操作员站; .....	12
5.3	工程师站 .....	12
5.4	交换机 .....	13
5.5	打印机 .....	13
6.	仿真系统软件 .....	14
6.1	系统软件 .....	14
6.2	仿真支撑平台软件 .....	14
6.3	DCS 服务器软件 .....	18
6.4	DCS 工程师站 .....	18
6.5	虚拟 DPU 软件 .....	18
6.6	DCS 操作员站功能 .....	18
6.7	现场操作站功能 .....	18
6.8	教师站功能 .....	19
6.9	模型开发软件（可选，不在常规供货范围内） .....	20
7.	性能指标 .....	20
7.1	仿真精度 .....	20
7.2	系统扩展 .....	21

<b>8.</b>	<b>工期、培训安排及供货清单 .....</b>	<b>21</b>
<b>8.1</b>	<b>工期进度.....</b>	<b>21</b>
<b>8.2</b>	<b>项目培训计划.....</b>	<b>23</b>
<b>8.3</b>	<b>质量保证.....</b>	<b>26</b>

## 1. OTS 仿真培训系统意义

### 1.1 培训系统意义:

#### 1) 对新建装置工艺流程、开停车进行模拟:

仿真培训是采用国内领先的过程模拟仿真技术，将设备工作原理算法化，根据工艺流程结构搭建数学模型。前台的用户操作指令传送到后台的数学模型中，经数学模型的运算实时表征出各个工艺数据的真实值，借此反馈出操作与工艺现象之间的关系，让学员不到现场也能掌握真实设备、工艺的工作原理，培养学员对常见化学工艺设备的操作技能和职业技能。操作员培训动态仿真系统可用于在工厂正式开工前、后培训操作员，目的在于：

- ◆ 缩短开工、停工时间
- ◆ 提高安全性
- ◆ 减少环境不确定性影响
- ◆ 延长装置实际投产时间
- ◆ 提高操作员的知识水平和技术水平
- ◆ 减少不合格品生产

#### 2) 对各种常规事故进行模拟:

对控制室内的操作员进行各种操作状况（开工、停工，操作异常，设备故障，紧急状况，正常操作，改方案操作等）的操作培训，可以实现下述目标：

- ◆ 更多的操作员对工艺过程有了更深入的了解，可以提早开工，并减少开工实际需要的时间，
- ◆ 积累工艺经验和故障诊断经验，提高操作员处理紧急状况或异常工况的能力，因而能提高工厂安全度，延长工厂实际投产时间，
- ◆ 培训复杂的、长周期的顺序操作流程，加强对过程因果关系的理解
- ◆ 提高操作员素质，减少和避免由于人为因素导致的事故、损失，
- ◆ 熟悉联锁关断 ESD 的操作和控制

#### 3) 和利时仿真机特点:

和利时公司仿真机由于使用了真正的 DCS 软件，控制软件功能与和利时公司的

DCS 完全一致，具备控制人员的 DCS 培训、学习、考核、研究功能。

- ◆ 具备真实 DCS 所具备的一切功能
- ◆ 比仿真 DCS 软件稳定性更高
- ◆ 控制逻辑与模型可分离操作
- ◆ 与现场布置方式更趋近一致

**3) 对于仿真系统更高层次的应用，还可以实现下述目标：**

- ◆ 实现用户自定义事故，从而丰富了更多培训内涵，满足培训操作班组对紧急工况的培训需要
- ◆ 用户自主修改边界条件或典型设备关键参数的，对技改方案进行动态验证，完善和优化新的工艺操作法。具备对岗位运行人员和技术管理人员进行定期轮训，作为上岗、晋升前的考核手段，客观地反映实际操作能力和分析判断能力；
- ◆ 具备对装置的故障原因和结果进行分析的能力，通过故障处理培训和反事故演习，达到改进运行操作和提高制定反事故对策能力的目的；
- ◆ 利用仿真机的分析研究功能，专业技术人员可通过仿真机进行装置不同方式、不同工况下的运行试验，对控制系统组态及参数整定的试验研究，取得改进设备及控制系统、优化装置操作的实际指导。
- ◆ 在建立了“计算机仿真培训为基础的员技能培/考核体系”后，可以将众多的岗位培训形成一个个的培训模块，将发生过的或潜在的事故及安全规范进行数字化归纳和整理，利用计算机仿真培训的方便性、灵活性、逼真性、客观性、易组织性和相对的低成本性，大大加强和弥补原来培训方面的不足，提高员工培训的覆盖率和深度，缩短了学员的培训周期，做好职工培训、安全培训。

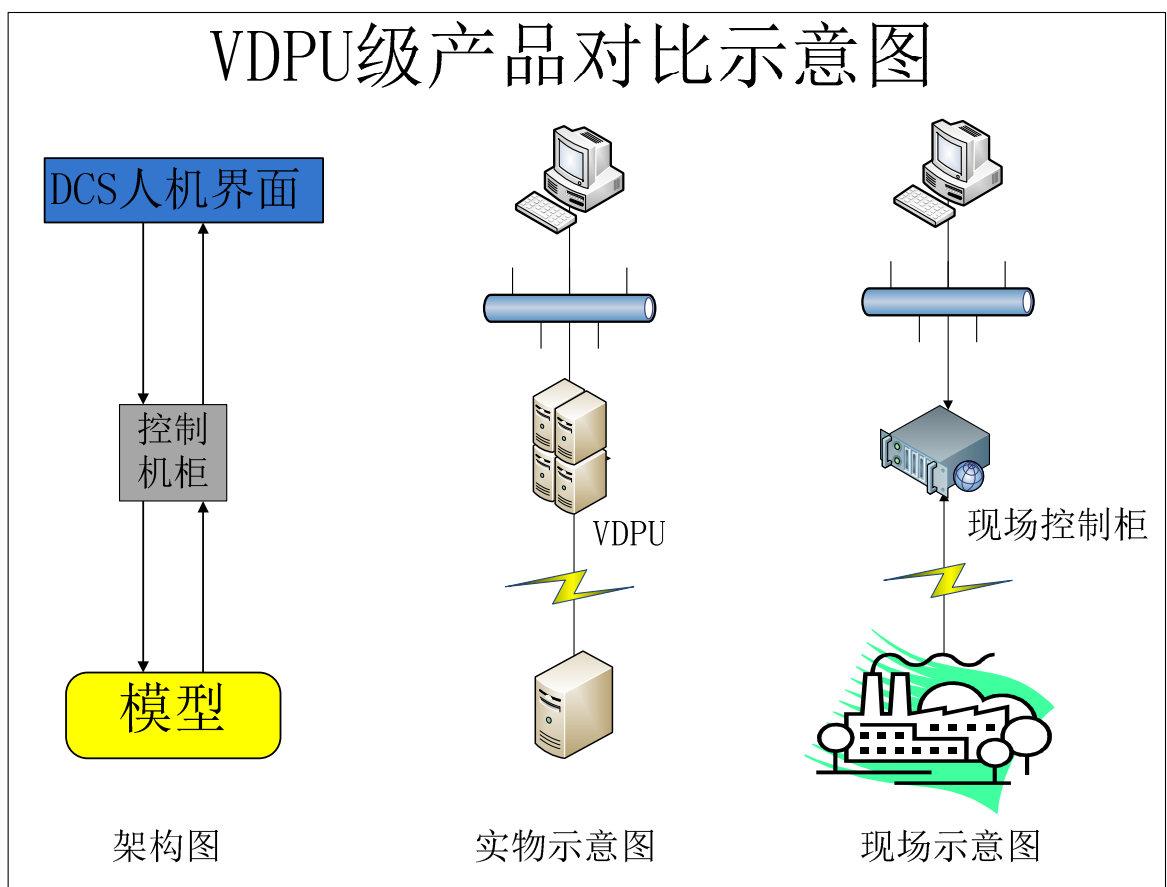
## 2. 仿真机规范

### 2.1 仿真总体原则

本仿真机对油母液岩炼油系统实现全范围、全过程的仿真。对 DCS、安全保护及报警等系统中显示和操作的所有内容、监视控制的所有设备进行仿真。

本仿真机能真实模拟现场环境，并且有关环境参数对生产运行带来的影响也有真实、正确的反映。

系统对比图如下：



### 2.2 规范和标准

和利时公司具有多年的仿真系统设计、生产、安装经验，已经具备规模化、标准化生产仿真系统的能力，是国内最具实力的虚拟 DCS 仿真系统生产单位，和利时公司严格按照 ISO9000 质保体系进行仿真系统的开发、调试，所生产的仿真系统能全面满足各种标准和规范的要求，具体执行标准如下：

### (1) 质量管理体系

- GB/T 19001 - ISO9001: 2000 《质量管理体系——要求》

### (2) 产品制造标准

- 本公司企业生产过程内控标准：Hollysys/F-2009《和利时公司内部控制标准》

### (3) 软件开发标准

- 国标 GB/T 8566-2001 《信息技术——软件生存期过程》
- 国标 GB 8567-1988 《计算机软件产品开发文件编制指南》
- 国际标准 ISO 10007: 1995 《质量管理—配置管理指南》

### (4) 硬件设备台盘制造标准

- 国家机械电子工业部 ZB No.4 009-1988, 《工业自动化仪表盘通用技术条件》;
- 台盘: GB 12056-1989 idt ISO6548 《数据处理过程计算机系统和技术监督过程之间接口》

### (5) 机房建造标准

- 国标 GB 9361-1988 《计算站场地安全要求》
- 国标 GB 2887-1989 《计算站场地技术条件》
- 国标 GB 6650-1986 《计算机机房用活动地板技术条件》
- 国标 GB 50174-1993 《电子计算机机房设计规范》

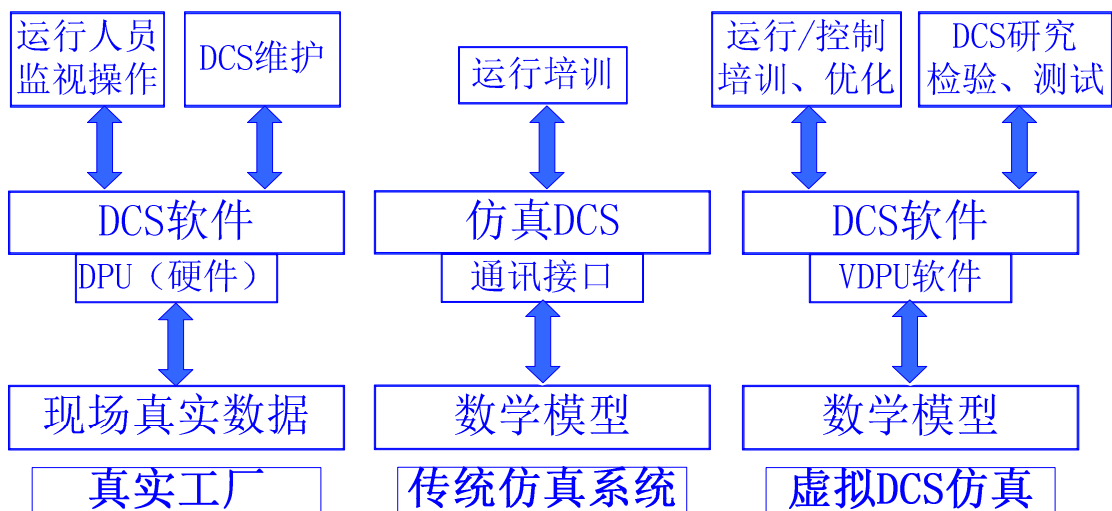
## 2.3 仿真系统特点

- (1) 采用具有自主知识产权、并达到 21 世纪国际先进水平的高级仿真支撑软件、教练员台软件、自动化建模工具软件和模型技术。它经过了多年在国内仿真项目中的应用,得到了锤炼和完善,取得完全的成功。它可以支撑仿真机系统的实时运行、在线修改、远程培训、控制方案设计、控制策略验证等多种当今世界仿真领域最先进的强大功能。
- (2) 专门开发的教练员站软件,具有极为灵活的培训、监视、控制等多种功能。它支撑个性化、趣味化的培训方案,能对受训人员进行全面、科学培训,对学员的实际操作情况进行远程监视与考核,可用于工厂运行培训、控制



人员维护培训、运行方式研究、控制策略研究、控制逻辑验证等完全达到和满足工厂培训的要求。

- (3) 全面采用具有自主知识产权的自动建立仿真模型的工具软件。它具有界面友好、统一、直观的特点。它不仅大大地提高了仿真模型软件的开发效率，而且还使仿真机的开发具有一致性和连续性，便于后期的开发、维护、升级，同时还非常容易被用户方技术人员所掌握。
- (4) 采用先进的国际知名品牌的硬件系统，具有极高的可靠性与稳定性，在性能上不仅可以完全满足用户方目前的要求，同时具有一定的扩展能力。
- (5) 采用全物理范围、全过程、高精度、高响应速度的数学模型，严格保证仿真的静态和动态精度。
- (6) 控制系统的仿真采用虚拟 DCS 技术，以真正的 DCS 软件及虚拟 DPU 软件为基础，系统结构、控制图形组态、逻辑组态完全与现场一致，组态文件可被直接导入到仿真机。具有仿真精度高、开发周期短、仿真效果好的特点。虚拟 DPU 技术是指将真实 DCS 的 DPU 虚拟软件化，开发的虚拟 DPU 软件能够完全代替真实 DPU 的计算、通讯功能，从而降低用户的使用与维护成本。传统仿真机与虚拟 DCS 仿真机比较如下所示：



图一（传统仿真机与虚拟 DCS 仿真机比较）

- (7) 仿真模型软件为模块化结构，可便于根据不同的培训对象，由不同的主机、辅机、控制系统模块等构成新的仿真模型。模型开发过程采用先进的图形化自动建模技术，开发、维护人员只需根据设计图纸进行简单的绘图式建

模即可自动完成模型的生成，同传统的手工编程式、填表式、模块式建模相比，图形化自动建模具有建模周期短、工作效率高、通用性强、易于维护与管理的优点。

## 2.4 仿真机实现的总体目标

具备完善的运行人员培训功能，提供向受训人员展现正常和故障情况的实际现场运行状态，有效地提高运行人员的专业知识、操作技能、应变能力和熟练程度，使运行人员经培训后能熟练地掌握装置启停过程和维持正常运行的全部操作，学会处理异常、紧急事故的技能，提高实际操作能力和分析判断能力，训练应急处理能力，确保装置安全、经济运行；

### 3. 仿真机的能力

#### 3.1 工况仿真能力

和利时公司提供的仿真机具备正常工况、特殊工况和事故工况的仿真能力，在各个工况下，仿真系统的反应现象均与现场一致，精度满足国内国际行业标准的要求。具体仿真工况如下：

正常工况仿真

自动故障处理工况仿真

启停工况仿真

事故工况仿真

#### 3.2 图形显示能力

仿真系统中的图形界面包括 DCS 操作员站界面、现场站界面、工程师站界面和教练员站界面，除教练员站界面及现场站界面外，其他界面全部与现场使用的图形界面完全一致。教练员界面采用仿真培训系统独有的界面开发技术，所有的界面均为色彩优美，使用方便的图形化界面，使用鼠标即可完成需要的全部操作。图形界面具有如下特点：

- 能动态调用或更新 LCD 上的显示，供操作员监视仿真对象的运行情况 and 运行状态。所有 DCS/DEH 站上的显示画面均直接采用现场画面组态文件，显示画面效果与功能自然与现场完全一致。
- 现场站界面也采用 DCS 的图形组态工具软件绘制，图形样式、颜色和动态均参考现场习惯完成。接地站上除了可以显示现场设备的状态和对现场设备进行操作外，还可以显示主控室操作设备的状态。
- 画面上任何实时变量的刷新时间周期均不大于 1 秒，与现场 DCS 完全一致。
- 任何对现场设备的操作均可在 1 秒内完成，同时反馈信号在操作完成后 1 秒内即可正确显示，与现场 DCS 完全一致。

- 可以在 2 秒内调出任何一副画面，同时调出任何一副画面的操作不会超过 3 次，与现场 DCS 完全一致。

### 3.3 修改能力

强大的图形、逻辑及模型修改能力。

和利时的仿真系统采用的是真实的 DCS 软件，所以只要具备一般的 DCS 维护能力就可以对该系统的控制部分进行修改和调试，不需要配备专业人员，大大减少客户的开发费用和维护费用。同时可根据客户需求，进行不断的软件升级服务。

### 3.4 仿真机操作限制

当仿真系统的某些参数接近或接近超出现用模型的限制和装置设备条件限制时，仿真系统可以在教练员台上发出报警信号，提醒教练员已经超出仿真模型的使用范围，仿真结果可能不可信，以免对培训造成不利的影

## 4. 仿真范围和程度

### 4.1 概况

仿真模型软件在计算机上实现对被仿真对象即油母液岩炼油系统、控制系统的动态仿真，同时也包括对现场设备操作的仿真，其仿真范围和程度的依据和基础是用户提供的技术资料。

### 4.2 仿真软件的特性

- (1) 建模的范围和仿真的程度满足用户的要求。
- (2) 数学模型根据用户提供的资料建立。资料缺乏的情况下，和利时公司所采用的经验公式、方程及数据将征得用户同意。
- (3) 数学模型方程遵守能量、质量和动量守恒定律。
- (4) 在建模中所作的全部假设和简化原则，经过多个仿真项目的验证，具备合理性和适用性，不影响仿真机的仿真范围、逼真度和精度。
- (5) 因为采用的是虚拟DCS仿真机技术，故采用是真正的DCS软件，包括DCS服务器软件、DCS工程师站软件、DCS操作员站软件、DCS虚拟DPU软件。其功能与真实DCS完全一样，即1: 1仿真。
- (6) 采用的计算方法合理，满足精度要求。
- (7) 采用的迭代率满足模型运算的精度要求。
- (8) 全部模型软件由高级语言编写。
- (9) 模型软件是模块化结构，便于模型的加入、删除和修改。

### 4.3 数学模型形式

(1) 建立全物理过程数学模型。装置启停、正常运行以及故障等全部直接包括在该模型中，不含该模型以外的函数发生器。

(2) 每个子系统有明确的定义，并由一个或多个或一组软件模块来实现。每个模块能独立地加入和取出，也能借助于仿真软件支撑系统方便地进行修改。各种软件模块与相应的子系统相对应。每个模块按相应的工厂功能的物理特性来定义。程序模块典型地表示物理上可分割的子系统或组件，如果这个子系统或组件的功能是复合的，那么程序模块可能再进一步分成程序子模块，以保证整体模块的完善。模

型之间的相互关系清晰。

(3) 在仿真支撑软件支持下，程序设计的模块化和“自顶向下”的结构化程序设计技术为扩展和开发提供灵活的树形结构数学模型。当修改模型中的任意参数或程序，或者更换某个模块或加入新的模块时，能方便、灵活地实现并在线编入软件运行系统。因此，在系统设计时就留下足够的空间（冗余大于40%），为用户在模拟培训系统运行之后，实现变换模块和扩充模块的需要。在本系统交货时，和利时公司向用户提供计算机的备用时间和空间的说明。

#### 4.4 数学模型系统组成

数学模型是仿真机的主要应用软件，仿真机是通过数学模型的连续运算来实现油母液岩炼油系统运行的实时仿真。本仿真机的数学模型是一个连续的全范围的数学模型，它包括从零负荷至 100%负荷以及各种事故条件下的仿真。模型的响应与工厂中的物理过程基本一致，所以可以得到相同的自然响应的结果。本仿真机的数学模型采用模块结构组成。

#### 4.5 炼油行业模型

常减压	连续重整
催化裂化	润滑油加氢裂化
酮苯脱蜡	柴油加氢
加氢裂化	MTBE
加氢精制	气分
制氢	糠醛一白土
硫磺回收	临氢降凝
空分	重整芳烃联合
延迟焦化	甲乙酮
裂解汽油加氢装置	苯加氢
芳烃抽提装置	醇酮

#### 4.6 控制系统的仿真范围与仿真程度

在 DCS 控制系统的仿真方面，和利时公司依照客户所采用的 DCS 系统为仿真范本，可以达到画面一致，操作面板一致，趋势一致，历史数据一致，各种反馈特性一致，目标是使客户可以达到使用原厂家 DCS 的感受。

在控制逻辑方面将依照客户提供的控制逻辑图进行一比一的仿制，达到满足客户培训需求，同时可以对客户逻辑进行一般性的测试和检验。

## 4.7 集控室操作台及盘台仿真

所有盘台上的操作显示设备，如开关、按钮、灯光、指示仪、报警窗等均采用软仿真的形式实现，显示在操作界面上同时可以通过投影仪投放到投影屏幕上。

## 4.8 现场设备仿真

### 4.8.1 仿真范围

现场操作系统仿真范围除 DCS、和盘台操作以外，需要操作和监视的全部现场设备。

### 4.8.2 仿真程度

在正常运行和启停过程当中，规程规定需要操作和监视的接地设备均进行仿真，具体现场站软件实现。根据现场实际需要，进行仿真简化，简化后的效果不影响现场培训操作。

## 5. 仿真系统硬件

本系统所有硬件设备主要由计算机及其附属设备组成。利用仿真支撑系统先进的多流程仿真功能，可以在一套仿真硬件上同时进行多个流程的运行，形成一机多模。

仿真系统由仿真主机（模型站兼教练员站）、DCS&DEH 操作站、现场操作站、DCS 站（DCS 服务器兼工程师站）、虚拟 DPU 站、网络设备等组成。DCS 操作员的数量根据用户需要配置，并且可以随时扩充。

仿真主机使用服务器。DCS 操作站、现场操作站、DCS 站、虚拟 DPU 站、使用普通计算机即可。硬件构成如下图所示：

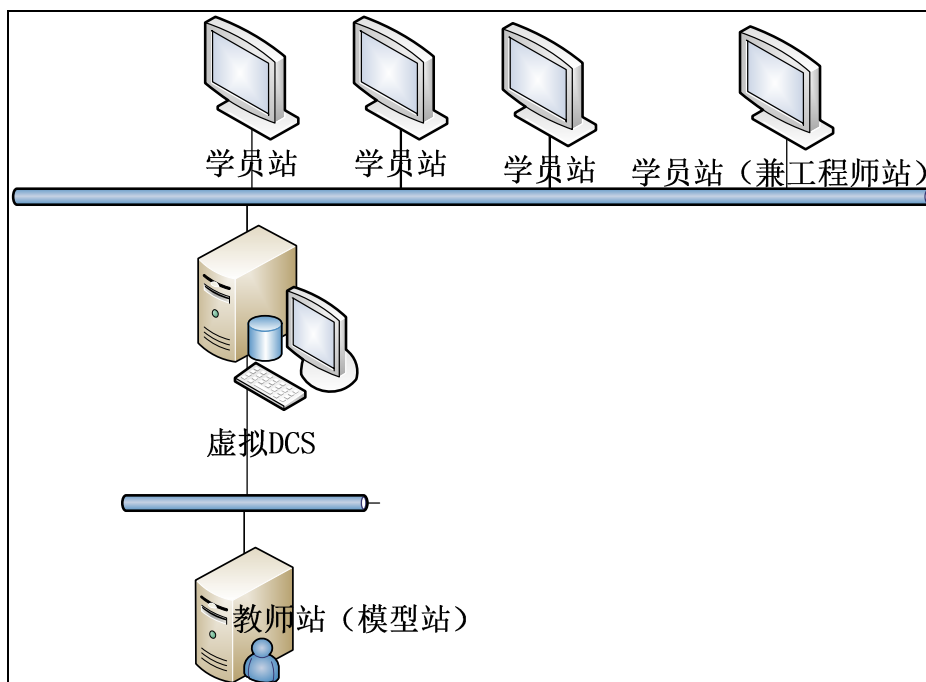


图 1 仿真机系统结构网络图

系统的具体硬件配置依据用户提出的要求进行选型、设计。

### 5.1 教师站

教师站	微塔式 PC 机 和利时, 380MT E5800 3.2G/2G DDR3/250GSATA/DVD/集成网卡 /USB 键鼠/windows XP 中文专业版 SP3	台	1	DELL
-----	---	---	---	------

### 5.2 DCS 操作员站;

操作员站	微塔式 PC 机 和利时, 380MT E5800 3.2G/1G DDR3/250GSATA/DVD/集成网卡 /USB 键鼠/windows XP 中文专业版 SP3	台	3	DELL
------	---	---	---	------

### 5.3 工程师站

工程师站	微塔式 PC 机 和利时, 380MT E5800	台	1	DELL
------	---------------------------	---	---	------



---

	3.2G/1G DDR3/250GSATA/DVD/集成网卡 /USB 键鼠/windows XP 中文专业版 SP3			
--	--	--	--	--

#### 5.4 交换机

交换机	10/100 自适应交换机 16 口	台	1	DLINK
-----	--------------------	---	---	-------

#### 5.5 打印机

打印机	惠普系列打印机	台	1	HP
-----	---------	---	---	----

## 6. 仿真系统软件

仿真系统软件包括操作系统软件、仿真支撑平台软件、数学模型软件、教练员功能软件、DCS 操作员站软件、多媒体仿真软件、DCS 工程师站软件、现场操作员站软件等几部分组成，如图 所示：

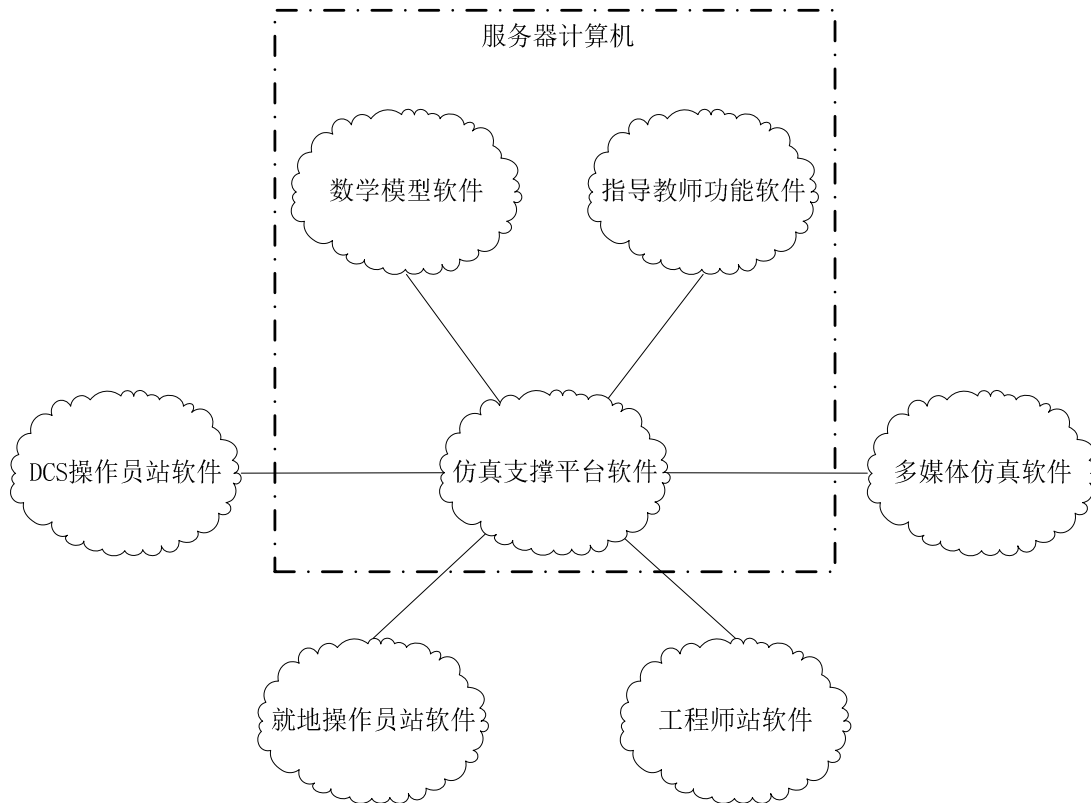


图 2 仿真机软件构成

### 6.1 系统软件

主机和各操作站均采用 Windows 操作系统，其具有界面友好、开放性高、适用于不同机型的特点。

### 6.2 仿真支撑平台软件

#### 6.2.1 仿真软件系统介绍

模拟器是基于严格机理的组件模型，并对其动态精度进行了实时优化。充分利用经过验证的单元模型对整体流程进行建模和仿真。利用和利时开放的系统架构可以仿真各种控制系统。

#### 6.2.2 建模仿真软件系统

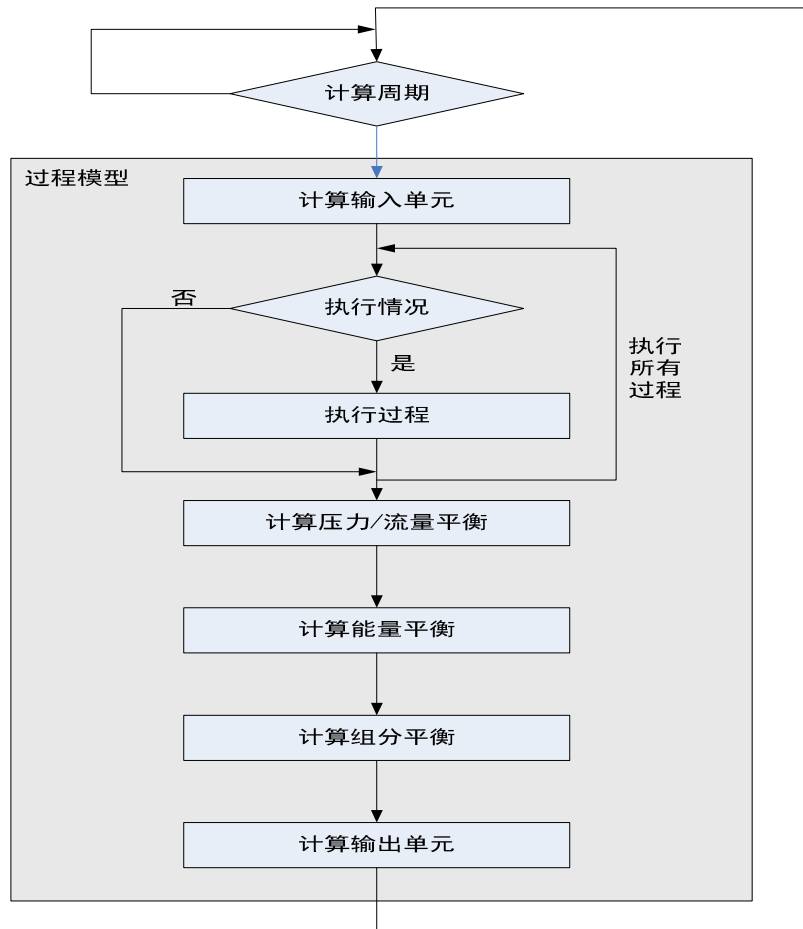
基于机理和经验模型的混合建模仿真系统，帮助用户全面地熟悉自己的生产装置和工艺，掌握动态工艺特性，积累操作经验，提高处理异常事故的能力，保证生

产装置的顺利投产，维护正常的生产操作。平台不是一般意义上的稳态过程模拟而是全面的动态过程模拟。基于精确的热动力学方程和传质动力学模型，成为了一套可以帮助工程师研究探索工艺过程、进行工况研究、发现工艺瓶颈、寻找最佳操作程序、进行故障分析和控制策略研究的工具，也成为了帮助工厂操作人员积累操作经验、熟悉工艺、提高操作技能的培训工具。

该软件平台是一套用于对化工、炼油和石油化工过程的动态特性进行研究、评估和测试的软件系统，是一套完整地贯穿整个工厂装置生命周期的解决方案。

### 6.2.3 解算方法

仿真系统解算引擎采用针对化工行业的特点：1) 流股的组分众多，物性及变化过程复杂，增加了仿真难度；2) 系统复杂，具有非线性、时变、时滞、强耦合等特性，物质流和能量流高度耦合，不确定因素非常多而且复杂，很难对各个化工单元进行准确建模；3) 操作复杂、控制回路众多；4) 化工系统规模庞大、构造复杂、循环嵌套和设备众多，很难在短时间内对其进行求解。引擎采用先进的联立方程法和序贯模块法混合求解的方式对仿真对象进行求解。从计算速度上看，计算过程大体上可以分为三个过程，即快速、中速和慢速仿真。分别对应于压力、流量关系的计算、能量平衡计算和组分平衡计算。计算引擎的框架和运行顺序如下图所示。



### 6.2.4 热力学方法

化工流程模拟中首要任务是建立热力学模型，对物质流的物理性质进行模拟。对于过程模拟来说，通过热力学物性计算来准确预测物系的物性和相行为是十分关键的，这需要有足够的组分数据库、选择适用的热力学模型、建立相平衡计算方法，这样才能仿真出接近真实的流股物性及变化过程，这部分包含了对物性数据的收集、热力学模型的建立和闪蒸计算方法的开发。

流程模拟软件中，准确可靠的物性数据是必不可少的基本的条件。软件平台采用专业的物性数据库，它除了收集和编撰工业上重要的化合物的各类物性数据而开发数据库外，还出版物性推算手册，以提供化学及相关工业中过程设计所需的物性、热力学性质和传递性质数据推算的标准来源，是当今世界上最权威的物性数据源。对热力学模型系统提供一系列工业标准的方法来计算物系的热力学性质，如 K 值、焓值、熵值、密度、气相和固相在液相中的溶解度，以及气体逸度等。这些方法包括：

- 一般关联式：如 CSK 值算法、API 液相密度算法
- 状态方程：如 SRK、PR 计算 K 值、焓值、熵值和密度
- 液相活度系数模型：如 NRTL 计算 K 值
- 气相逸度方法：如 Hayden-O'Connell 法计算二元缔合
- 特殊组分系统的计算方法：如醇类、甘醇类、酸水系统、气体脱硫系统等等
- 固-液平衡方法：如 Van't Hoff 法计算固相在液相中的溶解度

通过对物质组成和其相对的热力学模型的配置，系统便可形成对物质流股的成分和热力学特性的配置，我们称其为流体包 (Fluid Package)。配置方法如下图所示。

通过对流体包的引用，物质流便完成对混合物和其相配套的热力学模型的配置。根据用户的要求计算下列传递性质：液相粘度、液相热传导率、液相扩散率、气相粘度，以及气相热传导率等。另外，还可以计算物流的气液相界面张力。最后开发的模拟系统中将包含很多关联式，用于预测混合物的上述传递性质。

对于过程模拟来说，准确预测物系的物性和相行为是十分关键的。本流程模拟系统带有数据回归功能，可以将测量的组分或混合物的性质数据回归为模拟系统可以使用的形式。回归选项如下：

**性质关联：**用户可以输入一系列温度下某个与温度相关性质的数据，将其回归为任意一种方程的形式，以用于性质的关联。回归过程中将计算方程的系数。

**相平衡：**将多组分平衡数据用于回归，产生液相活度系数模型或状态方程的二元交互作用参数。使用这些二元参数可以确保相应的热力学方法能再现这些测量的平衡数据。

**混合性质：**用户还可以回归多组分混合热或混合体积数据，用于生成 Redlich-Kister 二元交互作用参数。

### 6.2.5 启动和停止

启动功能自动装入仿真程序，使系统进入仿真机运行状态。停止功能能使教练员方便地停止仿真机的运行。

### 6.2.6 初始工况的选择

教练员可方便地选择所需的初始运行工况，并能使仿真机的运行状态处于已选择好的工况点。用户可以自己设置任意多的初始工况。

### 6.2.7 冻结与解冻

冻结功能允许教练员在仿真机运行的任何时刻冻结，使之处于冻结状态，冻结时刻存在的所有参数与状态保持不变。解除冻结使系统重新进入运行状态。

### 6.2.8 工况快存

快存功能允许在仿真机运行过程中随时记录当前工况，每次快存可在 200ms 内完成，以保证不影响仿真机正常的操作。

### 6.2.9 监视变量

在仿真机运行中，教练员可以通过多种方式显示模型中的任意变量，以监视模型的运行状况。

### 6.2.10 设置故障

允许教练员设置单个或成组故障。

## 6.3 DCS 服务器软件

对于虚拟 DCS 仿真机，采用真正的 DCS 服务器软件，其功能与真实 DCS 完全一样，因此 DCS 的数据服务、报警服务、报表服务、历史趋势服务都能轻松实现。

## 6.4 DCS 工程师站

对于虚拟 DCS 仿真机，采用真正的 DCS 工程师软件，其功能与真实 DCS 完全一样，因此 DCS 的逻辑组态、图形组态、设备组态、数据库组态、报表组态、服务器算法组态、维护功能等都能轻松实现。

## 6.5 虚拟 DPU 软件

虚拟 DPU 软件完全实现真实 DPU 的计算与通讯功能，不过只需运行在普通计算机上即可，不仅提高了仿真系统真实度和拓展了仿真系统功能，同时不需采用真实的 DPU 硬件，从而大大的降低了仿真机的使用与维护成本。

正是由于采用了虚拟 DPU 技术，仿真系统才能够使用真正的 DCS 软件，才是真正意义上的虚拟 DCS 仿真机。

## 6.6 DCS 操作员站功能

对于虚拟 DCS 仿真机，采用真正的 DCS 操作员站软件，其功能与真实 DCS 完全一样，各种 DCS 常用功能都可轻松实现，在稳定性与安全性上是常规仿真不可比拟的。

## 6.7 现场操作站功能

现场操作站软件采用了与 DCS 操作员站相同的软件，其画面显示、操作界面以及用户感受等都与 DCS 操作员站完全一致，使用户更容易接受和习惯，同时也具备了 DCS 操作员站与现场操作员站之间任意切换的功能。

现场操作站功能软件用于模拟实际装置的现场操作。它在现场操作站计算机上运行，通过网络与支撑系统进行数据的交换。

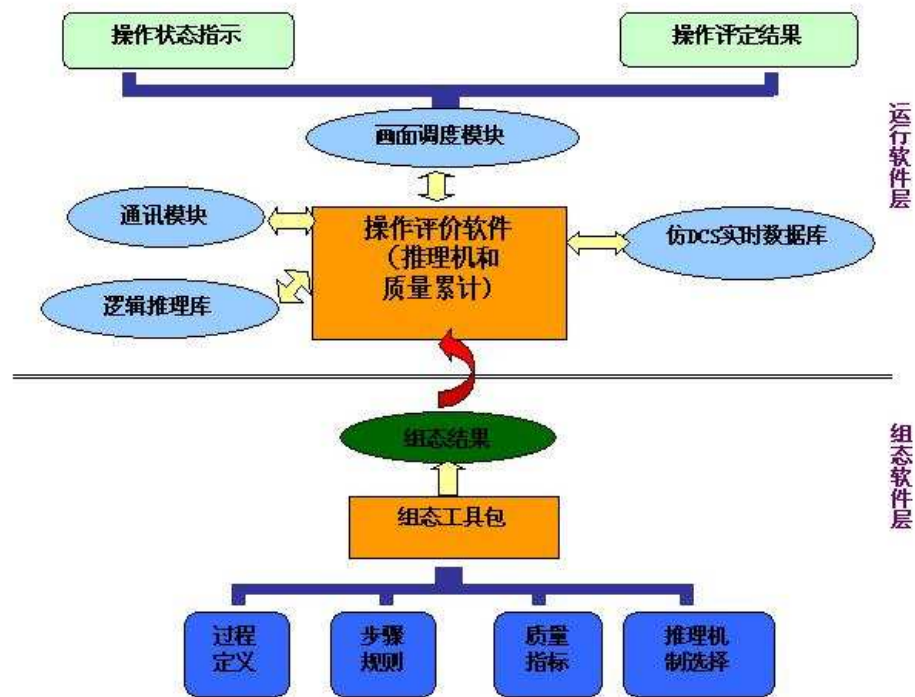
现场操作台的画面具有以下功能：

- (1) 根据系统设置画面，当系统大、操作量多时可设置多个画面；
- (2) 画面可采用动画技术，既显示可操作设备（如阀）的状态，又显示运转设备（如风机、泵）当时的运转或停运状态及故障设备的状态，也可以显示现场仪表指示；
- (3) 可操作点分为两类，即开关量和模拟量。对开关量，设备颜色的改变就表示其状态的改变（如红色表示开、绿色表示关）。对模拟量，要表示出开度的大小（0~100%）；
- (4) 对可操作设备进行操作后，设备状态变化所需的时间应小于 1 秒；
- (5) 现场操作项目设置的原则是：根据用户培训需求，能够在现场台上完成相应的现场操作及装置在正常、异常或故障状态下必须进行的现场操作；
- (6) 画面的布置及颜色按照现场使用习惯进行设计，在初步设计时确定。

## 6.8 教师站功能

教师站负责管理和监控学员的学习情况，给学员布置练习，为其设置各种故障点，对学员进行考评等。教师站能够方便的回溯到任何一个模拟环节上，以供学生对某个学习点进行反复操作、熟练。

教师可设置整合的“学员成绩评定”，该工具记录学员的成绩，成绩基于许多不同的“计分”机理和加权的“考核标准”，这些标准为教员评价学员成绩提供参考。这些“分数”可以保存和打印分析。主要的方式有：偏移评估法、结果评估法和轨迹评估法。评估示意图如下：



### 6.9 模型开发软件（可选，不在常规供货范围内）

可提供一套模型开发软件，用于实现如下功能：

- (1) 用于实现装置数学模型的开发、调试、修改以及数据管理等功能。
- (2) 用于实现数学模型基础算法的编制、修改、研究等功能。

## 7. 性能指标

### 7.1 仿真精度

#### 7.1.1 稳态仿真精度

仿真机的精度包括稳态精度和暂态精度。

#### 7.1.2 稳态仿真精度

关键性参数的稳态仿真精度应为 1%，非关键性参数的仿真精度应为 3%。

#### 7.1.3 暂态仿真精度

关键性参数的暂态仿真精度应为 5%，非关键性参数的暂态精度应为 7%。

#### 7.1.4 系统可用性试验与指标

- (1) 计算机主机两次故障平均时间（MTBT）大于 4320 小时。
- (2) 仿真机系统连续运行 200 小时可利用率≥98%。可用率=[（200-出故障



时间) /200] ≥ 98%。

(3) I/O 接口系统两次故障平均时间 (MTBT) 大于 2160 小时。

### 7.1.5 系统抗干扰能力

- 共模电压：250V
- 共模抑制比：90dB
- 差模电压：60V
- 差模抑制比：60dB

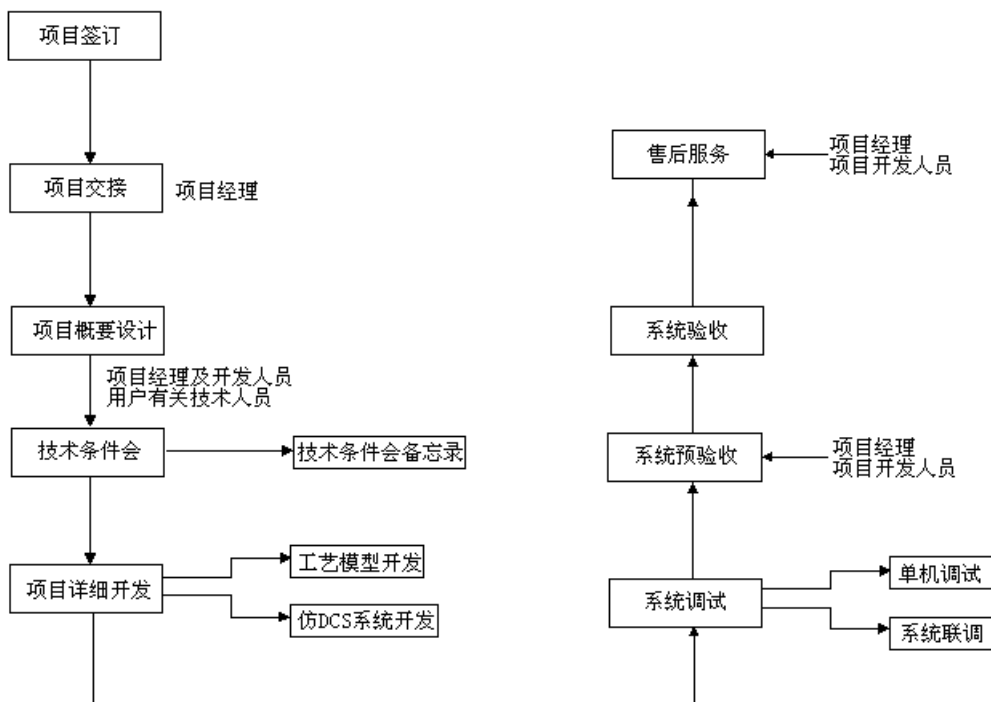
### 7.2 系统扩展

和利时公司在配置仿真系统软硬件时充分考虑了系统的可扩展性，硬件系统无论是在在硬盘、CPU 容量还是在网络接口上都留有充分的余地；同时软件系统采用的模块化的结构，扩展方便。

## 8. 工期、培训安排及供货清单

### 8.1 工期进度

一般仿真机开发项目从 DCS 投运后且资料收集完成时启动，到项目投运约 6 个月。流程简介如下：



1. 工期、工程进度安排如下表：（假设收资完全后）

月	工程进度与安排
0	1) 分析用户需求；澄清技术问题；检查搜资情况；确定仿真范围；讨论确定工程任务书。 2) 完成仿真系统的整体方案设计。

1	1) 完成仿真模型的初步设计; 2) 开始硬件设备采购。
2	1) 审查仿真系统的整体方案设计; 审查仿真模型初步设计; 2) 仿真数学模型开发
3	1) 仿真数学模型单体调试 2) 仿真系统对点
4	1) 仿真机联调; 2) 提出验收方案;
5	1) 编制仿真机文档 2) 用户培训 3) 用户检查仿真机 4) 出厂验收 5) 运输, 安装, 恢复。
6	1) 现场测试 2) 投运验收 3) 现场培训。

## 2. 招标方需提供资料列表:

名称	提供月份
PFD 图纸及数据	开启第一次联络会前
PID 图纸及数据	开启第一次联络会前
工艺说明	开启第一次联络会前
设备数据	项目启动第一个月
DCS 相关资料	项目启动第一个月
操作规程 (操作手册)	项目启动第一个月
故障清单	项目启动第一个月

## 3. 硬件供货清单

序号	设备/部套名称	规格型号	单位	数量	生产厂商
一	<b>硬件</b>				
1	教员站	微塔式 PC 机 和利时, 380MT E5800 3.2G/2G DDR3/250GSATA/DVD/集成网 卡/USB 键鼠/windows XP 中文专业版 SP3	台	1	DELL
2	操作员站	微塔式 PC 机 和利时, 380MT E5800 3.2G/2G DDR3/250GSATA/DVD/集成网 卡/USB 键鼠/windows XP 中文专业版 SP3	台	4	DELL
3	液晶显示器, 22"	22"LCD, 三年保修	台	5	DELL
4	交换机	10/100 自适应交换机 16 口	台	1	DLINK
5	打印机	A4 黑白激光打印机	台	1	HP
6	网线	预制 10 米非屏蔽网线	米	15	和利时
7	电源插排	5 米长度	个	6	公牛

8	电脑桌	1200*600*750, 灰白色, 带键盘抽, 1 抽屉	个	6	名牌
9	椅子	中背椅, 带扶手, 带滑轮	个	6	名牌

#### 4. 软件供货清单

序号	软件名称	版本	单位	数量	厂家
1	仿真建模支撑平台软件	运行版	套	1	和利时
2	DCS 工程师组态软件	HOLLiAS MACS	套	1	和利时
3	DCS 操作员站软件	HOLLiAS MACS	套	4	和利时
4	DCS 虚拟 DPU 软件	HOLLiAS MACS	套	1	和利时
5	模型软件	模型	套	1	和利时

#### 5. 仿真系统资料交付进度如下:

序号	资料内容	最早可提供时间	数量	备注
1	仿真系统工程技术说明	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
2	仿真系统教练员站手册	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
3	仿真系统就地操作站手册	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
4	仿真系统操作员站手册	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
5	支持软件使用说明	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
6	仿真系统动态模型图形模块技术说明	现场验收完成后 20 天内交付	6	两份电子版
7	计算机随机资料(全套)	随设备发运	6	两份电子版
8	测试提纲	测试前 20 天内交付	6	两份电子版
9	仿真培训系统测试工作报告	完成现场验收后 20 日内交付	6	两份电子版
10	仿真培训系统验收报告	完成现场验收后 20 日内交付	6	两份电子版
11	初步设计审查会议文集	初步设计审查会完成后 20 日内交付	6	两份电子版
12	联络会议文集	相应联络会议结束后 20 日内交付	6	两份电子版
13	往来函件汇编	工程全部结束(合同款全部付清)后 20 日内交付	6	两份电子版

## 8.2 项目培训计划

在招标方进行出厂验收阶段, 会安排专人对招标方予以培训

为了保证用户人员更加深入的了解、掌握、维护仿真系统, 投标方必须对用户人员进行严格的技术培训, 对用户提供良好的售后服务。具体培训时间及培训方式

双方协商解决。

#### **8.2.1.1 软件维护人员培训**

培训方式：理论授课，上机操作

培训时间：一周

培训地点：西安和厂家

培训内容：

- (1) 仿真系统硬、软件原理
- (2) 仿真系统支持系统软件结构、工作原理
- (3) 仿真系统功能使用
- (4) 运行控制技术及其仿真算法
- (5) 模型技术培训
  - A、算法
  - B、建模原理
  - C、建模方法及实际建模

培训结果能使工程师/教练员了解仿真系统硬、软件原理；熟练的应用仿真系统对运行人员进行培训、故障重演和事故演习；掌握建模原理和建模方法。

#### **8.2.1.2 硬件维护人员培训**

培训 2—3 名软件维护人员人员。

培训方式：可以采用理论授课、上机操作等培训方式。

培训内容：

- (1) 操作系统、仿真支撑系统的操作、维护
- (2) DCS 的内部结构和特点
- (3) 软件组态
- (4) 数据库生成、连接
- (5) CRT 画面制作
- (6) 仿真系统启、停操作
- (7) 硬件维护、检查测试、查找故障的方法
- (8) 数据通讯系统的基本原理、通讯协议和接口

培训效果：

- (1) 熟练掌握主机操作系统的各项操作，能够完成系统管理员的工作；
- (2) 熟悉和了解整个仿真系统支撑系统，包括主要的管理任务、进程、错误报告查询等，使计算机人员熟练的维护整个仿真系统支撑系统，能够处理通常出现的软件问题；
- (3) 详细了解微机方各类应用程序的编制过程，掌握软件的内部结构和特点，能够对应用程序进行组态，完成数据库生成、画面制作的工作，以便根据需要对这些应用程序进行必要的修改；
- (4) 熟练掌握计算机系统硬件维护的方法，能够进行各种检查、测试，查找故障，以保证计算机系统硬件的正常运转。

### 8.2.1.3 培训计划表

培训计划表分为理论讲解和实际操作培训，培训过程穿插在工程实施的各阶段进行。

序号	培训内容	计划天数	培训教员构成		地点	备注
			职称	人数		
A	软件维护人员培训					
	计算机操作系统介绍及上机操作	0.5 天	高级工程师	1 人	西安	
	图模一体化仿真支撑系统介绍及上机操作	0.5 天		1 人	西安	
	画面软件组态及上机操作	0.5 天		1 人	西安	
	仿真系统启、停操作	0.5 天		1 人	西安	
	硬件维护、检查测试、查找故障的方法	0.5 天		1 人	西安	
B	对工程师/教练员的培训					
	仿真系统硬、软件基本原理	0.2 天	高级工程师	1 人	西安	
	仿真系统支撑系统软件结构、工作原理	0.3 天		1 人	西安	
	仿真系统教练员功能使用	1 天		1 人	西安	
	仿真系统工程师功能使用	1 天		1 人	西安	
	仿真系统 DCS 工程师站功能使用	1 天		1 人	西安	

	模型技术培训：算法、建模原理、建模方法及实际建模	1 天		1 人	西安	
C	其它培训					
	现场技术培训	5 天	系统工程师 开发工程师	2 人	现场	现场安装调试期间,讲解和示范将要进行的程序和方法,进行相应的现场培训。
	仿真系统安装调试期间	14 天	开发工程师 系统工程师	4 天	西安	出厂前双方共同测试系统及调试系统。

### 8.3 质量保证

项目启动后,和利时公司成立专门的项目组。项目组由项目经理、项目实施工程师、项目监理等成员构成。其中,项目经理负责协调和利时公司在工程全过程的各项工作,如系统设计、工程进度、制造确认、编程和技术服务、图纸文档、工厂和现场测试、编制文件、启动、投运等工作;项目实施工程师在项目经理领导下,按工程进度完成所承担的各项任务;项目组成员均具备丰富的专业知识和经验,并严格按照 ISO9001 及 CMM3 要求实施整个项目过程。项目监理对项目实施的整个过程进行监控,保证项目实施的规范性和产品的可靠性。

仿真系统的质保期是自系统试运行结束且系统得到进一步完善后,从系统竣工验收证书签署之日起计算,为期 12 个月。

在质保期内,和利时公司保证及时免费更换或修理任何并非由买方人员非正常操作而导致出现缺陷或故障的设备。