

第 4 章 服务方案

4.1 公司简介

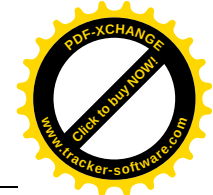
青岛中石大教育发展有限公司是中国石油大学（华东）全资的校办企业。作为中国石油大学（华东）内部教学单位名称为：中东石油大学（华东）石油工业训练中心。是按教育部校属企业改制要求，于 2021 年 3 月吸收合并山东中石大石仪科技有限公司后组建的高新技术企业，是一个集科研中试与研发，产品生产与销售，教学实习为一体的经济实体。主要从事石油石化、地质等新特仪器仪表、钻采工具与配件、教学模型等产品的研制与生产、油气工程技术开发与服务等的高新技术企业。

公司现有职工 105 人，其中高级技术职称人员 22 人，中级职称人员 45 人，拥有石油仪器仪表研究所、井下工具研究所等多个技术研究单位。

多年来，公司充分发挥地处高校的优势，在做好教学实习的同时，还先后研制、开发、生产推广各类科技新产品一百余项。其中六项获得国家发明奖和技术进步奖，二十项获省部级奖，国家专利二十余项，发表学术论文一百七十余篇，并以工厂产品为依据起草制定国内行业标准十二项。目前，产品及科技合作项目已遍布全国各大油田，部分产品也已走向了国际市场。

青岛中石大教育发展有限公司是华东高校金工教学研究会及工程训练教学学会理事单位、山东金工教学研究会及工程训练教学学会副理事长单位、中国石油仪器仪表标准化委员会副主任委员单位、中国石油地质实验标准化委员会委员单位、中国石油学会科技装备委员会副主任委员单位。中心建有“石油石化新型装备与技术教育部工程研究中心”、“检测技术与控制工程”省级重点实验室、“山东省职业技能培训鉴定基地”、“石油仪器研究所”、“井下应用技术研究中心”，是中国石油大学检测技术与自动化、机械设计制造等专业的研究生培养点。公司拥有多种高端数控加工机床以及其他先进制造设备，产学研结合，可满足不同技术需求。

2008 年公司（中东石油大学（华东）石油工业训练中心）被评为国家级实验教学示范中心，2014 年被评为国家级虚拟仿真实验教学中心。2021 年获得工人先锋号的荣誉称号。



4.2 项目技术方案

4.2.1 项目概述

4.2.1.1 国内石油工业生产及培训现状

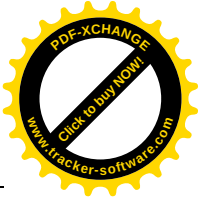
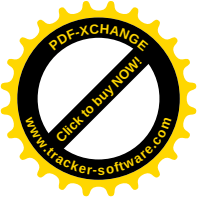
石油化工在我国能源领域中有着极其重要的地位，属于高度自动化、技术密集型工业，同时，石油化工生产一直以来也伴随着严重的安全问题。油气生产加工的特殊性，生产事故偶发的危险性，决定了在实际生产过程中无法依靠生产现场对操作人员进行系统的、完善的应急技能培训。特别是对于油田生产高温高压、高风险、高污染、高成本、不可及或不可逆生产过程来讲，高素质的操作人员对于安全生产显得尤为重要。以往对操作人员的培训主要通过师傅带徒弟或是现场讲解；对学生的培训以板书或 PPT 为主，这种培训方式不可避免的存在许多缺点：

- ① 学员的培训时间得不到充分的保证，培训效果有限；
- ② 培训过程中无法主动制造操作培训项目或故障，使学员缺乏针对性操作和排除故障的练习机会，处理紧急情况的能力有限；
- ③ 往往采取统一的方式来进行培训，不能根据不同学员的不同情况来培训，针对性较差；
- ④ 现场培训风险大、投入高，如不能实际动手操作，达不到培训的效果。
- ⑤ 无法对学员的学习效果进行合理的评价。
- ⑥ 培训不够直观形象，复杂或难于理解的内容，很难提高培训效率和培训质量。

如何满足石油工业在校大学生培训需求、提高培训质量，已成为一个亟待解决的问题。公司经过多年的探索和努力，结合国外先进培训理念，把仿真技术引入实训教学，成为切实可行的重要培训手段。

4.2.1.2 把仿真技术引入培训教学

仿真模拟，即逼真模仿研究对象。仿真可以分为物理仿真和计算机仿真两大类。物理仿真的优点是直接、形象、易信，但在无介质的情况下不能实现数值、动态等效果的模拟。计算机仿真将研究对象进行数学描述，建模编程，且在计算机中运行实现，可及时升级软件，模拟先进的工艺措施、仪器设备，而且可以重复演示、反复使用。但存在不具有真实的实训环境，不能提高物理实物带来的操作手感等缺点。两种手段



相互结合，相互补充，可以大大提高仿真实训效果，故形成应急救援演练系统的建设思路。

人类接受知识的过程是多通道综合作用的过程，这些通道主要有感觉通道，包括视觉、听觉、触觉、平衡感觉、嗅觉和味觉；运动通道，包括手、眼、足、身体和语言；思维通道，包括大脑的记忆、分析、联想和决策。传统的教学方法只利用了较少的通道，如视觉、听觉等，因此教学效率不高。现代科学的发展不仅对教学改革提出了需要，也为此提供了可能。充分运用现代科学的思想、方法、技术、手段，特别是系统论、信息论、控制论、协同论、突变论等科学方法及一切现代化媒体和信息技术与计算机技术的最新成果，使仿真操作系统应运而生。

把仿真模拟技术引入实训教学，学员置身于仿真环境之中，可以充分调动感觉通道、运动通道和思维通道的学习机能，接受知识的效率明显提高。借助高技术手段深化教学改革，实现教学训练模拟仿真化，是一场创新教学手段和方法的变革，而这场变革的核心就是模拟和仿真，再现生产现场的真实训练场景。

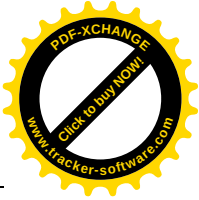
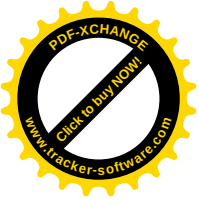
4.2.1.3 仿真模拟实训的特点

【形象性】：仿真操作能创造一个与实际近乎相同的特性环境。如转油站、联合站等工艺流程仿真与现场实际可以完全吻合，仿真操作与实际操作几乎完全一致。

【交互性】：仿真操作不同于电化教学，电化教学学员是被动式、单向式，虽然直观但不具备交互性；而在仿真操作过程中，学员与操作对象能进行交互，可以大大激发学员学习兴趣。学员参与仿真，可建立起使人如身临其境的“交互式仿真现实世界”。仿真过程具有“沉浸—交互—构想”三个基本特征，以现场微缩硬件设备、虚拟现实技术创造环境，特别强调学员参与其中的身临其境的沉浸感，同时学员与环境之间可以有三维信息交互作用，学员从定性和定量综合集成的环境中，可以获得对操作对象的感性和理性的认识。

【全面性】：仿真操作软件可充分考虑实际环境中的各种因素，避免由于特定条件而导致的操作结果的单一取向。

【安全性】：仿真操作不会对操作对象如设备、仪表、元件等造成实质性损害，更不会因操作失误对学员造成人身危害。仿真中的声、光警报及语言提示，完全可以对学员操作错误进行提醒和纠正。



【全天候性】：仿真操作不受天气、气候制约，无论刮风下雨还是严寒或高温都可进行。实际的现场操作都在野外，要受天气、气候制约。

【节约性】：引入仿真操作教学，最根本的好处是对原材料、工量具、仪表设备的节约。仿真操作过程可以实现无介质操作，无污染和材料消耗，避免设备和元件损坏。

【高效性】：仿真操作可缩短材料、仪器或工卡量具准备过程，操作完成后，也节省了回收时间。在仿真操作过程中，学员可以轻松对操作过程初始化，对未能完成的操作进行状态存贮，对已完成的操作进行调入回顾，极大地提高了操作效率。

【直观性】：在 3D 仿真软件上可以看到实际中看不到的现象，如操作阀门内部动作、井下动作、设备的内部动作及操作产生的现象等；逼真的事故现场情景再现的模拟，应急处置流程的可视化教学。总之，可使复杂的理论简单化，使抽象的问题形象化。

【便于考核与评分】：考核与评分在专业技能的实际操作考试是教学中的重要一环，传统的考试准备工作费时、耗材量大、评分工作繁杂。仿真模拟系统可以在学员操作过程中自动记录操作内容，消除了主观因素的影响，客观、公平、合理，也减轻了教师的工作量。

4.2.2 总体设计方案

4.2.2.1 总体设计原则

1、基本原则

系统设计遵循“安全性、先进性、实用性、经济性”的基本原则，以满足全部需求、可靠运行为实施根本；方案设计既立足于实际需求，便于实施，又着眼于未来，为发展留有余地。技术方案普遍采用近几年发展和改进的新技术、新设备、新系统，其所有硬件和软件均应经过生产现场考验，经验证具有先进性和可靠性。

2、实训教学培训原则

仿真教学培训系统实现真实训练不具备或难以完成的教学培训功能。在涉及高危或极端的环境、不可及或不可逆的操作，高成本、高消耗、大型或综合训练等情况时，提供可靠、安全和经济的训练项目。系统设计充分体现虚实结合、相互补充、能实不虚的原则。以石油石化生产现场工业化为背景，利用虚拟现实、仿真装备与多媒体技



术，融合多种互动硬件与数据库，对石油工业生产工艺流程的各个真实环节进行模拟仿真，实现“设备可操作”，“软件可仿真”，形成了独具特色的石油工业虚拟仿真教学培训体系。该体系立足于国家高等工程教育要求和石油行业特色，通过“学”、“练”、“教”、“评”的实训过程，按照工程基础认知、室内模拟仿真、现场仿真实训、生产现场实操四个训练层次，对石油石化工业整个工业生产流程进行学习，使企业、高校在人才培养过程中真正实现与工业现场、与社会应用的无缝接轨，切实提高了学员的操作技能与创新精神。

3、模拟仪表设计原则

温度、压力、差压、液位、界面、流量、调节阀等仪表设备，选择现场通用性好、近几年发展的新技术、新方向的厂家和相应型号进行模拟，保证外形和操作功能与真实仪表基本完全一致。模拟仪表考虑其先进性的同时，还需要充分考虑外形美观、模拟精度高、稳定性和可靠性强，具有较强可操作性。

4、阀门改造原则

阀门阀位反馈信号需连续变化显示，不能断点跳跃变化显示。阀门改造尽量在不破坏其原来内部器件的情况下进行，主要考虑学员的实际操作手感。所选用的传感部件应具备小型化、额外负荷小、高精度、高可靠性，改装位置不影响正常操作，方便拆卸。传感部件可选择接触式或非接触式。

5、DCS 系统设计

DCS 仿真软件系统设计从培养实践能力及职业培训需求出发，本着实用性与前瞻性相结合、职业技能培训鉴定与技能训练仿真软件相结合的思想，对工艺过程、动态操作、正在使用的国内外先进的 DCS 控制系统进行仿真模拟，以培养能够适应当前及未来化工企业所需要的各类技术人员，满足天然气工业建设与生产的需要。

其设计原则应满足系统性、真实性、全面性、开放性，扩展性、先进性、可靠性和容错性、适用性，系统采用多客户端、多方式培训，提供认证和授权服务，所有信息都需要授权访问。

6、离线回路实时仿真软件（3D 场景模拟）原则

离线回路实时仿真软件模拟场景应与现场布置及设备完全一致，具备离线教学功



能，离线模拟操作功能，现场或离线操作与仿真动画应保持同步，并模拟各操作所产生的现象。故障模拟形象逼真，并配备相应的音效效果。

7、基于机理的仿真数学模型

系统底层数据基于机理的仿真数学模型，模拟现场真实流程工艺和真实设备参数，数据变化规律依据真实生产现场数据，仿真精度能够达到现场生产的数据精度标准。

8、在线维护与升级

为满足系统 7*24 小时在线运行，系统特设定在线维护升级服务，建立系统维护平台，实现在线维护与升级功能。

4.2.2.2 设计依据

方案设计依据：

(1) 濮阳石油化工职业技术学院附属学校石油化工虚拟仿真综合实训室项目竞争性谈判文件技术要求

(2) 仿真实训教学系统的开发经验及对系统的需求分析；

(3) 执行相关标准。

标准或规范执行顺序说明：

在以下所列条款发生冲突时，优先考虑的顺序如下：

本技术规格书设备规格型号中明确提到的标准、规范；

石油行业标准和规范优先于通用标准和规范；

其它规定或标准。

4.2.2.2.1 国家标准

GB/T13306 标牌

GB50074—2002 石油库设计规范

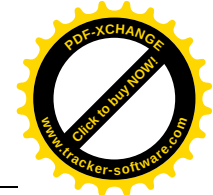
GB50253-2003 输油管道工程设计规范

GB50341—2003 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范

GB50187-93 工业企业总平面设计规范

GB50052—95 供配电系统设计规范

GB50054—95 低压配电设计规范



GB50057—94 建筑防雷设计规范

GB5725-1997 安全网标准规范

GB 191-2000 包装储运图示标志

GB 9969.1-1998 工业产品使用说明书总则

GB 2681-81 电工成套装置中的导线颜色

GB 4064-83 电器设备安全设计导则

GB 4589.1-89 半导体集成电路总规则

GB 4943-95 信息技术设备（包括电气事物设备）的安全

GB 5095-86 电子设备用机电元件基本试验规程及测量方法

JB/ZQ 4000.10-86 涂装通用技术条件

GB 4208-1993 外壳防护等级（IP 数码）

GB 131-93 机械制图表面粗糙度代号及其注法

GB193-81、GB192-81，GB196-81 普通螺纹的直径与螺距系列、牙型和基本尺寸

4.2.2.2.2 基础标准

《计算机软件文档编制规范》GB/T 8567-2006

《计算机软件需求规格说明规范》GB/T 9385-2008

《计算机软件测试文档编制规范》GB/T 9386-2008

《计算机软件质量保证计划规范》GB/T 12504-1990

《计算机软件测试规范》GB/T 15532-2008

《计算机信息系统安全保护等级划分准则》GB 17859-1999

GB/T 16260.1—2006 软件工程产品质量第 1 部分：质量模型

GB/T 16260.2—2006 软件工程产品质量第 2 部分：外部度量

GB/T 16260.3—2006 软件工程产品质量第 3 部分：内部度量

GB/T 16260.4—2006 软件工程产品质量第 4 部分：使用质量的度量

GB/T 20157—2006 信息技术软件维护



GB/T 25000.1-2010/ISO/IEC25000:2005 软件工程 软件产品质量要求与评价 (SQuaRE) SQuaRE 指南

GB/T 18905 -2002 软件工程产品评价

4.2.2.2.3 行业标准

AQ/T9006—2010 安全生产标准化基本规范

JCJ 18—2003 钢筋焊接及验收规程

SY/T0003-2012 石油天然气工程制图标准

AQ 2012-2007 石油天然气安全规程

Q/SY 178-2007 员工个人劳动防护用品配备规定

SH3005—1999 石油化工自动化仪表选型设计规范

SH3007-1999 石油化工储运系统罐区设计规范

SH/T3014-2002 石油化工企业储运系统泵房设计规范

行标 JB/T 5234-91 《工业控制计算机系统验收大纲》

4.2.2.3 总体设计思路

1、受众对象

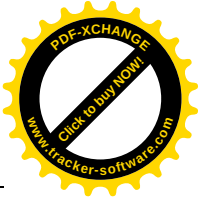
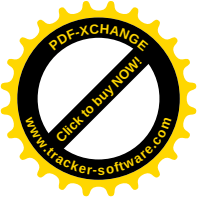
本项目主要面濮阳石油化工职业技术学院在校学生，同时面向石油化工企业员工以及社会公众。

2、建设思路

聚焦石油、石化产业链各工艺各岗位的培训需求，以岗位角色任务为培训科目，以技术标准、操作规程、故障处置程序及应急预案为蓝本，应用 VR、体验教育、数字孪生、互联网+、模拟仿真等培训技术，采用虚实结合的沉浸式交互学练技术，情景构建基于石油化工环境的教育体验场景，以“高端、实用、绿色、经济”为导向，按照“科学性、先进性、实用性、安全性、经济性”的原则，高标准规划建设集理论学习、展示教学、体感体验、实操训练、模拟演练于一体的石油化工虚拟仿真综合实训室。

3、建设目标

石油化工虚拟仿真综合实训室配置钻井、油气开采、油气集输、石油炼化等主题实训室，融合理论学习、展示教学、体感教育、实操教育、综合评价等环节内容，设



计和实施系统化的安全培训教育体系，服务相关专业实践教学，满足石油化工相关专业学生实践教学需求，实现现场操作、场站巡检、隐患排查、标准操作、直接作业、设备检维修等内容的培训，满足人才培养技能提升的需求，助力学校职业教育专科特色名校、全国职业教育本科特色名校建设。

4、应用效果

针对教育受众特点，以事故案例为导向，从事故致因理论出发，重点突出“针对性”和“实用性”，构建“展教、教育、互动、强化、考评”的实训教育流程。

5、培训方式

坚持借鉴与创新相融合，多方式多角度开展展教。培训知识点采用多媒体、知识展板、实物展教、情景讲解、多媒体等方式；操作技能训练采用在实物和仿真装置上进行实操教育与训练。

4.2.2.4 总体建设内容

基于以上设计思路，石油化工虚拟仿真综合实训室构建“一厅两区”的建设内容，具体如下表所示：

表 石油化工虚拟仿真综合实训室建设内容

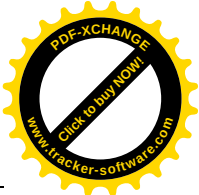
编号	建设内容		建设目的	备注
1	一厅	石油文化展教厅	石油文化与精神推广、交流	
2	二区	石油知识认知区	石油天然气物理化学性质、生产工艺、典型设备展示教学	
3		钻井技能实训单元	建设四大技能实训单元，涵盖石油天然气开采生产的主要工艺，建设流程模拟装置，配套实训软件，构建油田生产运行场景，还原生产各种工况，开展生产操作、故障诊断与检维修、事故应急处置等技能实操训练与考核。	
4		油气注采技能实训单元		
5		原油技术技能实训单元		
6		原油炼化技能实训单元		

4.2.3 详细设计方案

4.2.3.1 石油文化展教厅

4.2.3.1.1 建设目的

石油文化展教厅作为中国石油精神的有效展示载体，集中展示实训室简介、中国石油发展史、中国石油精神、中国石油企业文化等内容，促进中国石油文化的推广交



流。该区主要实现以下功能：

- （1）讲解中国石油工业发展史；
- （2）传播中国石油精神，包括延长精神与老君庙精神、大庆精神铁人精神、玉门精神、长庆精神等；
- （3）中国石油企业文化。

4.2.3.1.2 建设内容及技术参数

石油文化展教区。以展板、视频等方式介绍中国石油油田发展历程、企业文化、企业宗旨、企业仿真、经营理念以及中国石油精神等，同时介绍虚拟仿真综合实训室的整体组成。其主要技术参数如下所示：

表 石油文化展教厅技术参数

序号	名称	技术参数	单位	数量	备注
1	石油文化展教	（一）硬件 含中国油田发展历程文化墙、石油精神文化墙、实训室简介展墙。 （1）形式：文化展板； （2）材质：透光软膜灯箱、铝合金边框、LED 光源、厚度 12cm；KT 板； （3）尺寸：20 m²。 （二）展示内容梳理 （1）中国油田发展历程文化墙：中国石油油田发展历程、企业文化、企业宗旨、企业仿真、经营理念等；（2）中国石油精神，包括延长精神与老君庙精神、石油师精神、大庆精神铁人精神、玉门精神、长庆精神等；（3）实训室简介：包括实训室组成、实训室整体介绍等。 （三）配套软件 （1）实训室介绍动画视频：以 3D 动画的形式开发相关介绍视频资源，时长 15 分钟。	套	1	

4.2.3.1.3 功能设计

（一）功能设计思路

依据中国油田发展历程文化、石油精神文化以及实训室建设情况，利用实物展板展示技术，针对在校学生、企业人员、政府人员以及社会公众等人员，开展精神文化宣传和宣贯，实现石油精神文化的传承。



（二）功能设计

1、硬件功能设计

1) 中国油田发展历程展墙

中国石油工业的发展是一部波澜壮阔的历史，从最初的探索到如今的辉煌成就，见证了中华民族的智慧与勇气。本展墙旨在通过图文并茂的形式，向观众展示中国石油工业的发展历程、重大事件、技术革新及未来展望。

介绍内容示例如下：

①起步阶段（19 世纪中期-20 世纪 40 年代）

背景介绍：19 世纪中期，中国开始接触并尝试开采石油，但受制于技术和资源限制，进展缓慢。

重要事件：

1878 年，清政府在台湾设立矿油局，标志着中国石油工业的开端。

1907 年，陕西延长设立“石油官厂”，钻成第一口油井，初日产油约 8 吨，炼出煤油。

20 世纪二三十年代，地质学家们在中国陆相地层中发现了油田，打破了“中国贫油论”。

②快速发展阶段（20 世纪 50 年代-70 年代）

背景介绍：新中国成立后，石油工业得到国家高度重视，进入快速发展期。

重要事件：

1959 年，松辽地区发现大庆油田，成为中国石油工业的重要里程碑。随后，克拉玛依、胜利、辽河等油田相继被发现和开发。

1963 年底，中国实现石油基本自给，结束了“洋油”时代。

这一时期，形成了铁人精神等宝贵的精神财富。

③改革开放后（20 世纪 80 年代至今）

背景介绍：改革开放后，中国石油工业进入新的发展阶段，技术、管理和市场等方面均取得显著进步。

重要事件：

海上油气勘探开发取得突破，渤海湾等海域建起采油平台。

天然气工业蓬勃发展，西气东输等工程有力推动了清洁能源的利用。

石油工业体系不断完善，成为世界主要产油国之一。



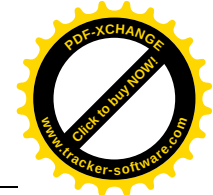
图 中国油田发展历程展墙示例

2) 中国石油精神展墙

中国石油精神展墙旨在弘扬中国石油工业在长期发展中形成的独特精神风貌和价值追求，展示示中国石油工业在发展历程中形成的宝贵精神财富，激励广大学生和社会公众继续发扬石油精神，为国家的能源安全和经济发展贡献力量。

介绍内容示例如下：

①石油精神概述



定义与内涵：简要介绍石油精神的概念，包括艰苦奋斗、无私奉献、开拓创新、团结协作等方面的内涵。

历史渊源：追溯石油精神的形成背景和历史过程，强调其在中国石油工业发展中的重要地位和作用。

②石油精神

大庆精神：大庆精神产生于 20 世纪 60 年代初举世闻名的大庆石油会战，是中华民族精神的重要组成部分。大庆精神主要包括：为国争光、为民族争气的爱国主义精神；独立自主、自力更生的艰苦创业精神；讲求科学、“三老四严”的科学求实精神；胸怀全局、为国分忧的奉献精神。概括地说就是“爱国、创业、求实、奉献”。大庆精神始终伴随着大庆油田的开发建设而不断丰富完善。

铁人精神：“铁人”是五六十年代社会送给石油工人王进喜的雅号，而铁人精神是王进喜崇高思想、优秀品德的高度概括，也集中体现出我国石油工人精神风貌。铁人精神内涵丰富，主要包括：“为国分忧、为民族争气”的爱国主义精神；“宁可少活 20 年，拼命也要拿下大油田”的忘我拼搏精神；“有条件要上，没有条件创造条件也要上”的艰苦奋斗精神；“干工作要经得起子孙万代检查”“为革命练一身硬功夫、真本事”的科学求实精神；“甘愿为党和人民当一辈子老黄牛”，埋头苦干的奉献精神等。铁人精神无论在过去、将来都有着不朽的价值和永恒的生命力。

老“玉门精神”：自力更生、艰苦奋斗的“一厘钱”精神；缺乏设备、自己制造的“穷捣咕”精神；原材料不足、改制代用的“找米下锅”精神；人员不足、多作贡献的“小厂办大事”精神；修旧利废、挖潜改制的“再生产”精神。

新“玉门精神”：志在戈壁、扎根祁连的艰苦奋斗精神；以岗为家、自觉从严的油田主人翁精神；“三大四出”、无私援助的顾全大局精神；老矿挖潜、争作贡献的开拓不息精神；干群同心、克己奉公的为人民服务精神。

③石油精神实践案例

生产一线故事：通过图片、视频和文字等形式，展示石油工人在生产一线艰苦奋斗、无私奉献的感人故事。

技术创新成果：介绍中国石油工业在技术创新方面取得的重大成果，展示石油工



人开拓创新的精神风貌。

④ 石油精神传承与发展

传承机制：介绍中国石油工业在传承石油精神方面的做法和经验，包括教育培训、文化宣传等方面的内容。

未来展望：展望石油精神在未来的传承和发展方向，强调其在推动中国石油工业高质量发展中的重要作用。



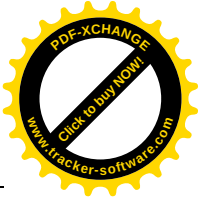
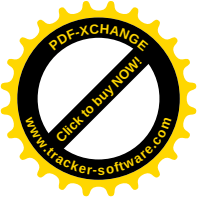
图 中国石油精神展墙示例

3) 实训室介绍展墙

以展板展墙的方式介绍实训室的组成以及各个区域的功能特点。该单元全面、生动地展示实训室的功能、设备、教学理念及成果，同时学生的学习兴趣和探索欲。

介绍内容示例如下：

①实训室概况



基本介绍：简述实训室的名称、位置、面积、主要功能及开放时间等基本信息。

教学理念：阐述实训室所秉承的教学理念，如“理论与实践相结合”、“创新驱动发展”等。

② 实训设备展示

高精尖设备：通过高清图片或 3D 模型展示实训室内的关键设备，包括其名称、型号、功能及应用领域。

设备布局图：提供实训室设备布局图，让参观者直观了解设备分布和实训室空间利用情况。

③ 教学模式与活动

教学模式：介绍实训室采用的教学模式，如项目式学习、翻转课堂、校企合作等。

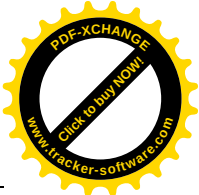
特色活动：展示实训室定期举办的技能竞赛、讲座、工作坊等特色活动，以及这些活动对学生成长的积极影响。



图 实训室展墙示例

2、软件功能设计

以视频动画的形式介绍实训室，时长 15 分钟。实训室动画视频介绍通过生动、直观的动画形式，全面展示实训室的功能、设备、教学环境、教学模式及成果，以吸引观众的注意力并激发其学习兴趣。其主要利用专业的 3D 建模软件（如 Maya、Blender 等）创建实训室的虚拟场景和设备模型，并进行高质量的渲染处理。结合 2D 和 3D 动



画技术，设计流畅的动画效果，包括角色动作、场景转换、设备演示等。后期使用视频编辑软件（如 Adobe Premiere Pro、Final Cut Pro 等）进行后期剪辑和合成，确保视频内容的连贯性和视觉效果的一致性。

4.2.3.2 石油知识认知区

4.2.3.2.1 建设目的

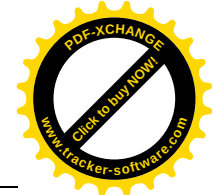
石油知识认知区全面展示石油产业的相关知识，从各地区不同性状的石油入手，讲解石油组成、用途，石油产品与生活的关系，介绍石油形成过程与开采方式，帮助学员深入了解石油产品及产业的基础知识，掌握石油钻、采、集、输、炼化全过程生产工艺及关键设备原理。

4.2.3.2.2 建设内容及技术参数

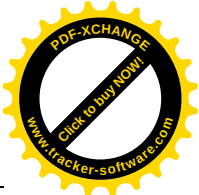
石油知识认知区主要建设内容包括石油相关知识展板、各类石油展柜、石油生产全过程工艺沙盘、石油生产关键典型设备模型以及配套软件及动画视频资源。石油知识认知区技术参数如下表所示。

表 石油知识认知区技术参数

序号	名称	技术参数	单位	数量	备注
1	石油相关知识展板	（一）硬件 含中国油田发展历程文化墙、石油精神文化墙、实训室简介展墙。 （1）形式：文化展板； （2）材质：透光软膜灯箱、铝合金边框、LED光源、厚度 12cm；KT 板等； （3）尺寸：10 m²。	套	1	
2	石油展柜	（一）硬件 1、石油展柜：金属框架，带玻璃窗，高度 1800mm，宽度 900mm，深度 50mm。 2、石油样本：透明玻璃器皿，内装国内典型的石油样本， 数量 15 种。	套	1	
3	石油生产全过程工艺沙盘	（一）硬件 1、石油生产全过程工艺沙盘：分别建设工艺展教系统底座、工艺展教流程与设备模型、工艺展教地形地貌系统、工艺展教灯光系统、工艺展教电控系统，实现对石油生产过程工艺展开认知性培训。长度 8 米、宽度 4 米 2、交互系统: 尺寸 21.5 寸 （二）软件或培训资源	套	1	



序号	名称	技术参数	单位	数量	备注
		1、沙盘控制交互系统：可控制沙盘工艺灯光、环境灯光、重点部位风险点控制。 ★2、教学视频资源：以 3D 动画的形式开发石油工业全产业动画视频，时长 10 分钟； （三）功能要求 1、沙盘系统配置控制软件及交互系统，能够对每个工艺单元进行独立的控制与展示； 2、配置交互系统，进行重点监管的危险化工工艺视频讲解，视频内容与沙盘灯光工艺同步； 3、工艺模型制作要求 ①模型主要用材为：根据不同类型的模型配备优质的模型材料； ②关键运转设备应实现其运动状态，至少包括泵、阀等设备； ③工艺管道分别用各色珠光玻璃一次成型，按一定比例缩小实际管道。工艺流程采用不同颜色的灯光，显示不同介质的流动状态。输送不同介质的管道所使用珠光玻璃颜色应与国家标准或化工规定颜色相同； 4、沙盘台面制作要求 ①整体框架采用方管制作、钢管焊接，整个支架用螺杆连接，底座形式为高光木质烤漆制作，边框底座采用中纤板为原材料，符合环保要求； ②沙盘台面为开放式，便于观察，检修。台座的下方设置人孔，以便沙盘电控系统的安装和后期维护。 ③沙盘电控要求：输入电压为 220V、输出为 12V，均为安全电压。			
4	石油生产关键典型设备模型	建设石油生产关键典型设备模型，通过设备剖解、设备微缩、模型透视等，展示设备结构原理；了解设备安全附件；配套视频动画，开展设备结构原理等方面的学习，可二维码扫描学习视频； （一）硬件 ★1、剖解设备：阀类、泵类，将实物设备四分之一剖解清晰展示内部结构件及密封件； ★2、透明模型设备：罐类、塔类、反应器、热交换设备等大型设备，设备按比例微缩展示设备结构及各类安全附件；	套	1	



序号	名称	技术参数	单位	数量	备注
		3、设备知识展板：讲解设备结构原理，面积 5 m ² 。 ★（二）软件或培训资源 1、利用三维建模、多媒体等技术，实现结构组成、工作原理的讲解，通过配套二维码资源，手机扫码可观看学习视频； 2、通用设备类知识三维动画讲解视频：主要包含各类阀门（如闸阀、球阀、旋塞阀、截止阀、安全阀等）、泵类（如螺杆泵、齿轮泵、离心泵 3 类）等，时长 50 分钟； 3、采油类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类采油关键设备（如抽油机、抽油井井口装置、自喷井井口装置、注水井井口装置、计量装置、抽油机刹车、采油管柱 7 类）， 时长 45 分钟； 4、采气类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类采气关键设备（如天然气压缩机、螺杆式压缩机、井口紧急切断阀、计量泵 4 类），时长 30 分钟； 5、油气集输设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类油气集输关键设备（如水套加热炉、三相分离器、电脱水器、外浮顶罐、内浮顶罐、球罐 6 类），时长 40 分钟； 6、化工类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类化工关键设备（如列管、套管、板式换热器、板式塔、填料塔、反应釜 6 类）， 时长 30 分钟			

4.2.3.2.3 石油相关知识展板功能设计

（一）功能设计思路

石油相关知识展板应当全面、系统地展示石油的基本知识、开采过程、应用领域、技术进展以及对经济和环境的影响等方面。

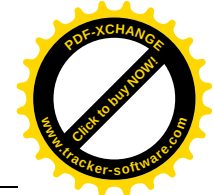
（二）功能设计

1、设计目标

知识普及：通过展板向公众普及石油的基本知识，包括其形成、性质、分类等。

技术展示：展示石油开采、加工、运输等各个环节的技术原理和创新成果。

应用介绍：介绍石油在能源、化工、交通等领域的应用，以及其对现代社会的重



要性。

环境影响：探讨石油开采和使用对环境的影响，以及可持续发展策略。

2、内容规划

①石油基本知识

定义与分类：介绍石油的定义、化学成分、物理性质及分类方法。

形成与分布：简述石油的形成过程、全球及中国的主要石油分布区域。

勘探与开发：概述石油勘探的基本原理、技术方法和开发流程。

② 石油开采技术

传统开采技术：介绍钻井、采油、注水等传统开采技术。

现代技术进展：展示水力压裂、水平井钻井、深海开采等现代技术的应用和优势。

技术创新：介绍石油开采领域的最新技术创新和研究成果。

③石油应用领域

能源领域：阐述石油在燃料油、液化石油气、天然气等方面的应用。

化工领域：介绍石油在塑料、合成纤维、橡胶、化肥等化工产品制造中的重要作用。

交通领域：分析石油在航空、航海、公路运输等领域的应用现状和未来趋势。

④ 环境影响与可持续发展

环境污染：探讨石油开采和使用过程中可能产生的环境污染问题，如水体污染、大气污染、土壤污染等。

节能减排：介绍石油行业在节能减排方面的努力和成果，如提高开采效率、推广清洁能源等。

可持续发展策略：提出石油行业可持续发展的策略和建议，包括技术创新、资源循环利用、环境保护等。

3、设计形式

①图文并茂

使用高清图片、图表和流程图等视觉元素，结合精炼的文字说明，使信息更加直观易懂。图片和图表应准确反映石油行业的实际情况和技术细节。



②多媒体互动

在展板旁边设置触摸屏或二维码链接，让参观者可以通过扫描二维码观看石油开采、加工等环节的视频演示。提供互动问答环节，增加参观者的参与度和学习兴趣。

③模块化布局

将展板内容划分为多个模块，每个模块聚焦一个主题或方面，便于参观者按需浏览和深入了解。模块之间应有清晰的分隔线和标题，以便参观者快速定位所需信息。

4、设计风格

现代简约：采用现代简约的设计风格，注重色彩搭配和布局平衡，营造出清新、整洁、专业的视觉效果。

科技感：融入科技元素，如使用 LED 灯光、动态效果等，增强展板的吸引力和科技感。

5、设计示例

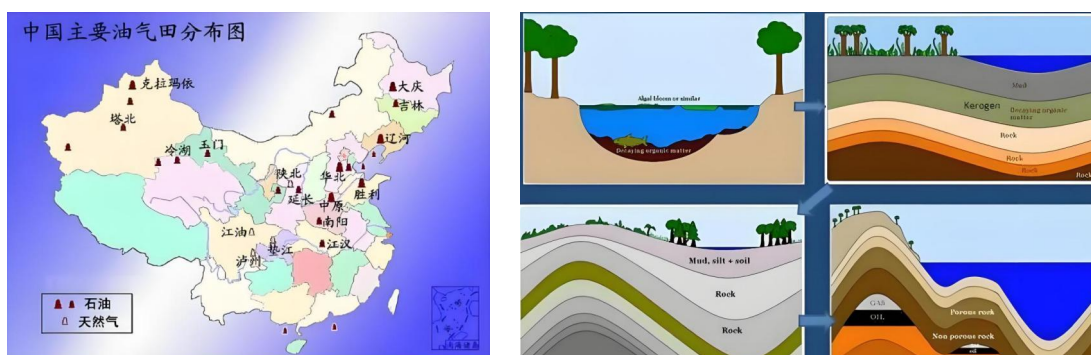


图 石油相关姿势展板示例

4.2.3.2.4 石油展柜功能设计

（一）功能设计思路

收集并选取典型的石油样品放置于容器中，将容器按照编号放置于展示柜中，清晰、直观地展示石油样品，使观众能够近距离观察其物理特性和颜色变化。通过石油展柜，向学生普及石油的基本知识、开采过程、应用领域及环保理念。

（二）功能设计

1、设计策略

1) 空间布局

采用开放式或半开放式设计，便于观众从不同角度观察石油样品。



合理安排展柜间距和通道宽度，确保学生流动顺畅，避免拥挤。

2) 展示内容

石油样品：展示不同类型的石油样品，如原油、成品油等，标注其产地、性质及用途。

辅助材料：配备图表、文字说明和互动屏幕，介绍石油的开采、加工、使用及环保知识。

3) 用户体验优化

照明设计：采用柔和而均匀的照明，确保石油样品的颜色和细节清晰可见。

安全设计：确保展柜稳固、无锐角，并设置警示标识和防护措施，防止观众意外受伤。

舒适环境：保持展厅内空气清新、温度适宜，为观众提供舒适的观赏环境。

2、实施步骤

需求分析：明确展柜的设计目标和展示内容，了解观众的需求和期望。

设计规划：根据需求分析结果，制定详细的设计方案，包括空间布局、展示内容、科技融合和用户体验等方面。

材料采购：选购符合环保要求的材料，确保展柜的制作质量。

制作安装：按照设计方案进行展柜的制作和安装，确保各项功能正常运行。

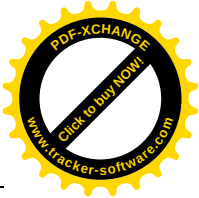
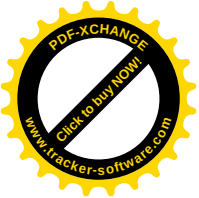
调试验收：对展柜进行调试和验收，确保展示效果符合预期要求。

后期维护：定期对展柜进行清洁和维护，确保其长期稳定运行。

3、展柜示例



图 石油样品展柜示例



4.2.3.2.5 石油生产全过程工艺沙盘功能设计

依据典型的石油化工生产工艺流程和关键的工艺设备，利用实物微缩与透视模型制作技术手段，建设涵盖油气勘探、钻井、油气开采、油气集输、油气长输以及炼化等工艺沙盘，实现重点工艺模拟、重点部位风险点展示等功能，面向学院开展油气生产基本工艺、油气生产关键设备原理以及油气生产安全风险等基本要求知识认知学习、风险辨识及控制技能训练。

（二）功能设计

1、硬件功能设计

1) 工艺展教流程与设备模型

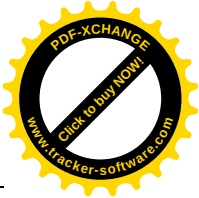
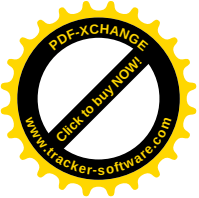
①工艺流程涵盖石油化工工艺生产全流程，包括：石油勘探、钻井、采油、油气处理、采气、天然气处理、油气输送、原油炼化等石油工业流程。

②设备主要材质采用 2.5mm 高透光亚克力，管道主要采用 $\Phi 12\text{mm}$ 亚克力管；模型主要用材为：玻璃钢、ABS、亚克力、光敏树脂、有机玻璃，根据不同类型的模型配备优质的模型材料。模型主要工艺为：机械雕刻，UV，3D 打印，手工拼接组装，动态制作。工艺流程中的各类不同设备采用全透明外壳，模型设备采用无色珠光玻璃仿真制作。能展现其详细的外部特征和关键设备能展示清晰的内部结构，并可演示工艺的工作过程。



图 材质效果示意

③沙盘灯光系统采用 LED 彩色灯珠，96 珠/米，规格：10mm*6mm 单排；颜色：红黄绿青蓝，共五色；总长度：120m；控制：输入信号 DC12V，通讯方式：RS485，高电平有效；功能：通过可通过灯光指示查看流体流动方向，并实现与实际流体一致的灯光流动控制过程，可分段控制，满足各工艺各流程的切换展示要求。工艺流程采



用不同颜色的灯光，显示不同介质的流动状态。输送不同介质的管道所使用珠光玻璃颜色应与国家标准或化工规定颜色相同。

④模型细节展示，主要采用透明剖切方式进行展示，以便于展示内部结构为原则，局部透明处理，展示出内部结构，操作台各类构造。管道上的部件采用精细制作。同时对相关线体等运动部件加设灯光效果。

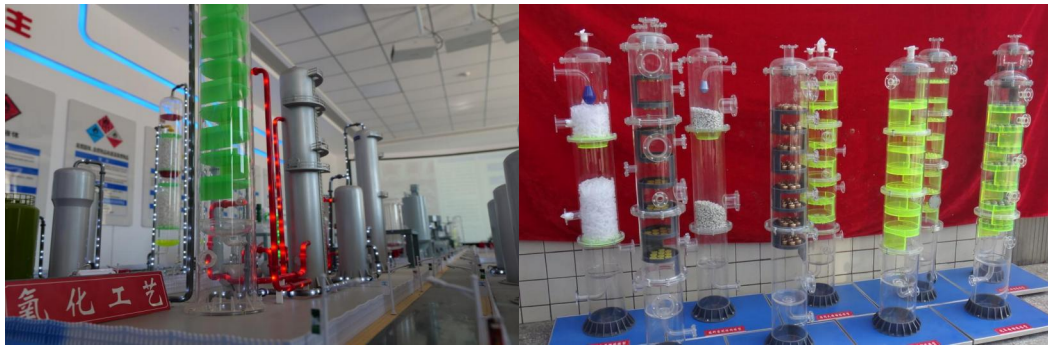


图 沙盘灯光及魔模型细节

⑤模型文件中的构造细节均按实际的尺寸建模。在确保外观完整的前提下制作有困难时，可以对管线直径适当放大。

⑥零件观感审查的项目有：零件尺寸是否符合要求（按比例量取误差不超过 1%）；零件强度是否符合要求（2Mpa 作用下零件不变形、不破坏）；光洁度是否符合要求（零件表面无蜂窝麻面等缺陷以及模型胚体采用细砂皮细化打磨。使每一部件均达到光滑、无任何毛刺。部件打磨完整，细节均在模型中有所体现。本套沙盘中所涉及的油漆均为 2K 油漆，光泽度较高。分层喷涂时采用 3M 胶进行遮掩，使每层油漆不产生化学反应，无渗透现象）；字体是否符合要求（零件样板暂用仿宋印刷体，字高 12 毫米）；仿真度是否符合要求（观察零件细部构造是否完整，量取细部构造尺寸）。

2) 工艺展教系统底座制作

①框架结构采用 35mm*35mm 镀锌方管，尺寸：8000mm*4000mm，高度：600mm；底座采用 30mm 阻燃板，面积 30m²；护圈采用不锈钢材质，厚度：2.5mm，长度：22m；裙边采用碳钢材质，厚度：2.5mm，面积 13m²，表面静电喷涂。

②沙盘台面为开放式，便于观察，检修。底座的下方设置人孔，以便沙盘电控系统的安装和后期维护。

3) 工艺展教地形地貌系统



①配套建筑及地形地貌环境模型采用厚度 2.5mm 的玻璃钢材质，面积约 2m²，制作内容：高山（尺寸：300mm*600mm）、大海（尺寸：300mm*600mm）、公路（尺寸：20mm*2500mm）、铁路（尺寸：20mm*1200mm）等地形地貌各一套。

②配套绿化景观，将夸张比例进行制作，在材质选用上，尽可能选用仿真实材质。

③各种小品也是模型中需要着重刻画的部分，一些分散在各地区的绿化景观等，从造型、色彩、材质上都需要进行着重表现，为总体效果起到烘托之用。同时对总体气氛的渲染来说，还是画龙点睛之笔。

④模型范围内涉及的水域，模型内置进口偏振片技术，采用彩色写真喷绘技术制作出水面效果，并在其表面覆盖进口钢化玻璃，内部置有电动旋转系统，从而达到水面波动的效果。



图 地形地貌及绿化示意图

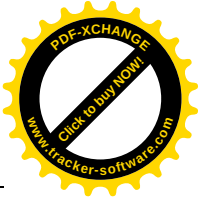
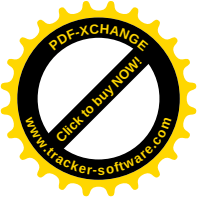
4) 工艺展教灯光系统

①沙盘灯光系统采用 LED 彩色灯珠，96 珠/米，规格：10mm*6mm 单排；颜色：红黄绿青蓝，共五色；总长度：120m；



图 LED 彩色灯珠

②控制：输入信号 DC12V，通讯方式：RS485，高电平有效；



③功能：通过可通过灯光指示查看流体流动方向，并实现与实际流体一致的灯光流动控制过程，可分段控制，满足各工艺各流程的切换展示要求。

④工艺流程采用不同颜色的灯光，显示不同介质的流动状态。输送不同介质的管道所使用珠光玻璃颜色与国家标准或化工规定颜色相同。

5) 工艺展教电控系统

沙盘中所涉及的电气部分均采用知名品牌，确保产品安全可靠，运行中配有紧急复位装置，保护模型；光电分段控制，输入电压为 220V、输出为 12V，均为安全电压，所有电路均符合《低压配电设计规范》GB50054-95；沙盘采用触摸屏控制，并配有工艺流程切换控制软件，操作方便、界面美观清晰、可靠性强，控制灯光流动与动画同步。

- ①支持模块化部署，可随时扩展 IO；
- ②支持标准 modbus RTU 与 TCP 自适应通信协议；可自由设置 IO 保持状态；
- ③具备 FTP 自动升级功能；
- ④集成路由器，支持以太网、wifi；内置网页服务器，可远程 web 配置；
- ⑤全接线端子，2KV 防雷击，电源过流保护；ESD 经典防护（空气 $\pm 15\text{kV}$ ，接触 $\pm 8\text{kV}$ ），IEC61000-4-2，Level 4
- ⑥浪涌级别满足 IEC61000-4-5，Level 3；群脉冲级别满足 IEC61000-4-4，Level 3
- ⑦具备硬件看门狗，24 小时稳定运行不宕机
- ⑧工作电压 12V~36V，DO 输出 AC 277V 10A，DC 30V 10A；工作温度-20~70℃，存储温度-40~85℃，工作湿度 5%~95%，存储湿度 1%~95%；
- ⑨可选配支持 GSM/GPRS 模块，发射功率 GSM900 class4（2W）DCS1800 class1（1W）；

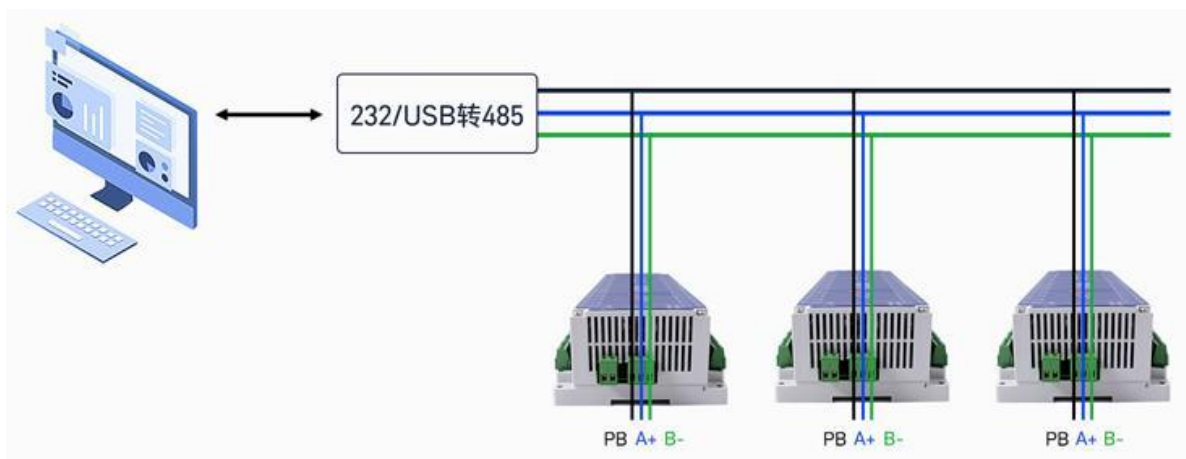
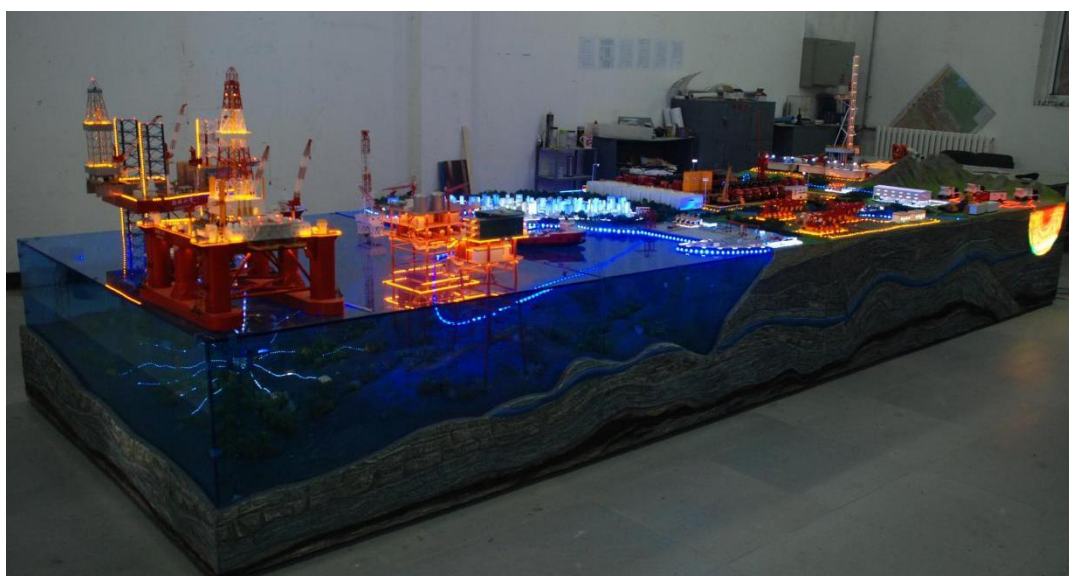


图 模块控制图

6) 工艺沙盘典型示例



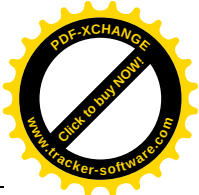


图 工艺沙盘示例

2、软件系统设计

1) 沙盘控制交互系统

实现对展教系统各工艺单元的流体灯光切换与动画同步，并在屏幕上显示动态工艺流程；支持 PC 控制和遥控器控制。

表 沙盘控制交互系统主要功能

序号	功能分类	功能说明
1	开关控制	具备 IO 接口调试、全开全关测试等调试界面；
2		支持开机启动，支持看门狗监视，中断自动重启；
3	工艺流程控制	具备流程画面展示，参数监控画面展示；
4		支持全流程、单流程、单设备的灯光切换；
5		具备数据报警，报警提示、确认与消除；
6		具备教学内容展示，工艺知识点展示；
7		支持工艺灯光动画同步配合控制；
8		具备隐患点设置及展示、隐患知识讲解、消除等；
9	数据支持及二次开发功能	支持数据存储，支持软件功能配置保存；
10		支持多种标准 IO 通信协议，支持标准 modbus RTU/modbus TCP 协议；
11		支持数据库开放，可直接设置数据库中的点值和测试 IO 连接正常；
12		支持独立 IO 连接线程，各设备连接之间互不影响，保证设备通信的可靠性；
13		支持外部编程接口，可依靠控制环境进行二次开发。

2) 教学视频资源

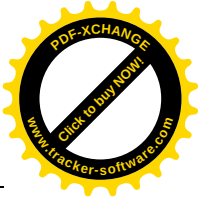
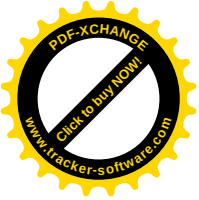
以 3D 动画的形式开发石油工业全产业动画视频，时长 10 分钟。

3、沙盘工艺技术要求

1) 工艺模型制作要求

①模型主要用材为：ABS、亚克力、光敏树脂、有机玻璃，根据不同类型的模型配备优质的模型材料。模型主要工艺为：机械雕刻，UV，3D 打印，手工拼接组装，动态制作。工艺流程中的各不类同设备采用全透明外壳，模型设备采用无色珠光玻璃仿真制作。能展现其详细的外部特征和关键设备能展示清晰的内部结构，并可演示工艺的工作过程。

②关键设备运转设备应实现其运动状态，至少包括泵、输油臂、轮船、火车、汽车等设备。



③工艺管道分别用各色珠光玻璃一次成型，按一定比例缩小实际管道。工艺流程采用不同颜色的灯光，显示不同介质的流动状态。输送不同介质的管道所使用珠光玻璃颜色应与国家标准或石油石化规定颜色相同。

④模型细节展示，主要采用透明剖切方式进行展示，以便于展示内部结构为原则。局部透明处理，展示出内部结构，操作台各类构造。管道上的部件采用精细制作。同时对相关线体等运动部件加设灯光效果。

⑤模型文件中的构造细节均按实际的尺寸建模。在确保外观完整的前提下制作有困难时，可以对管线直径适当放大。

⑥零件观感审查的项目有：零件尺寸是否符合要求（按比例量取误差不超过 1%）；零件强度是否符合要求（2Mpa 作用下零件不变形、不破坏）；光洁度是否符合要求（零件表面无蜂窝麻面等缺陷以及模型胚体采用细砂皮细化打磨。使每一部件均达到光滑、无任何毛刺。部件打磨完整，细节均在模型中有所体现。本套沙盘中所涉及的油漆均为 2K 油漆，光泽度较高。分层喷涂时采用 3M 胶进行遮掩，使每层油漆不产生化学反应，无渗透现象）；字体是否符合要求（零件样板暂用仿宋印刷体，字高 12 毫米）；仿真度是否符合要求（观察零件细部构造是否完整，量取细部构造尺寸）。

2) 配套建筑及环境模型制作要求

①在绿树丛中、花池中埋设微型的泛光型彩色二极管进行补光，建筑物墙根处布置日本进口微型超强泛光小灯泡，对建筑从各个角度进行补光。草坪与广场布置地灯。

②配套绿化景观，将夸张比例进行制作，在材质选用上，尽可能选用仿真实材质。

③各种小品也是模型中需要着重刻画的部分，一些分散在各地区的绿化景观等，从造型、色彩、材质上都需要进行着重表现，为总体效果起到烘托之用。同时对总体气氛的渲染来说，还是画龙点睛之笔。

④模型范围内涉及的水域有：海面、河面、公园内湖泊、景观河道等。动感流水，适用于大面积的流水区域，重点突出的水域。模型内置进口偏振片技术，采用彩色写真喷绘技术制作出水面效果，并在其表面覆盖进口钢化玻璃，内部置有电动旋转系统，从而达到水面波动的效果。

3) 沙盘台面制作要求



①整体框架采用方管制作、钢管焊接，整个支架用螺杆连接，底座形式为高光木质烤漆制作，边框底座采用中纤板为原材料，材质特点：.材质均匀，板层结构密实，表面平整光洁，不易变形，性能稳定，边缘光挺、细腻，不易崩边、分层；无毒、无味、无辐射、透气性好，符合环保要求。

②沙盘台面为开放式，便于观察，检修。台座的下方设置人孔，以便沙盘电控系统的安装和后期维护。

4) 沙盘电控要求

①沙盘中所涉及的电气部分均采用知名品牌，确保产品安全可靠，运行中配有紧急复位装置，保护模型。

②.本套沙盘应包括光电分段控制，输入电压为 220V、输出为 12V，均为安全电压。所有电路均符合《低压配电设计规范》GB50054-95。

③沙盘采用触摸屏控制，并配有工艺流程切换控制软件，操作方便、界面美观清晰、可靠性强。

4.2.3.2.6 石油生产关键典型设备模型功能设计

（一）功能设计思路

依据油气生产设备相关的《石油化工钢制压力容器》（SH/T 3074-2007）、《石油化工阀门检修与管理规范》（SH 3518-2013）、《石油石化设备检维修操作规程》等标准规范制作，利用实物剖解、实物仿真、模型透视、多媒体教学软件等技术手段，配套教学培训视频资源、二维码扫描学习系统、知识展板等建设内容，建设石油石化典型生产设备展教，实现展示设备结构原理、了解设备安全附件、了解设备运行维护操作规范、掌握设备风险分析能力等功能，旨在提升学员关于设备结构原理学习、设备操作及日常维护保养、故障诊断处理与检维修等能力。

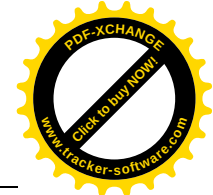
（二）功能设计

1、硬件功能设计

1) 剖解设备

将阀类、泵类，将实物设备四分之一剖解清晰展示内部结构件及密封件。

2) 透明模型设备



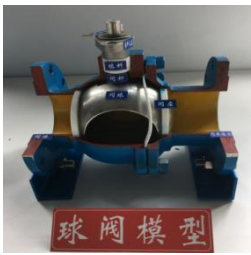
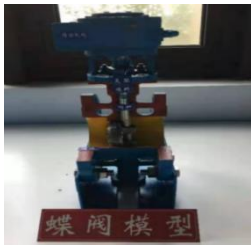
罐类、塔类、反应器、热交换设备等大型设备，设备按比例微缩展示设备结构及各类安全附件；

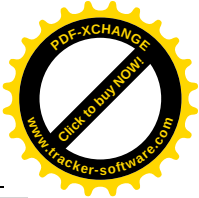
3) 设备知识展板

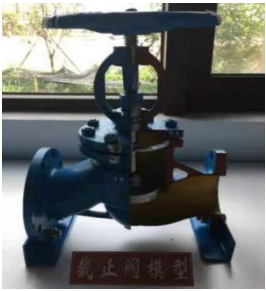
讲解设备结构原理，不小于 15 m²。

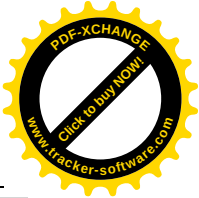
4) 硬件配置清单及说明

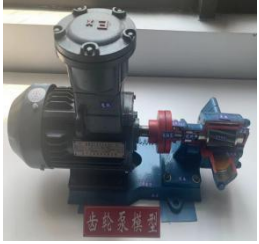
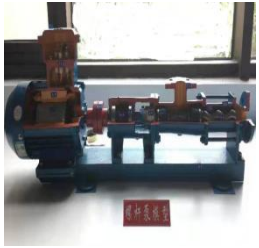
表 典型设备模型硬件配置及说明

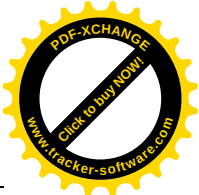
编号	类别	名称	技术指标	案例图
1	阀类	球阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
2		蝶阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
3		闸阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
4		安全阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
5		旋塞阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	



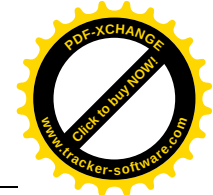
编号	类别	名称	技术指标	案例图
6		截止阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
7		疏水阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
8		单向阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
9		减压阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
10		呼吸阀	1.规格：DN100； 2.材质：碳钢或不锈钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
11	泵类	单级离心泵	1.尺寸：500*300*450mm； 2.材质：碳钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	

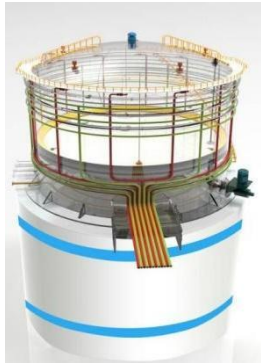
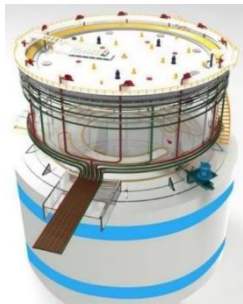
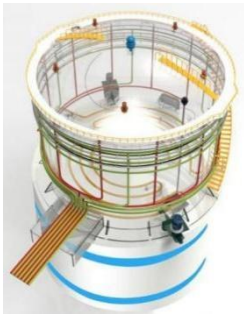


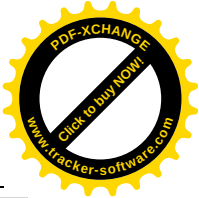
编号	类别	名称	技术指标	案例图
12		柱塞泵	1.尺寸：430*300*450mm； 2.材质：碳钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
13		齿轮泵	1.尺寸：620*300*350mm； 2.材质：碳钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
14		螺杆泵	1.尺寸：1230*250*420mm； 2.材质：碳钢； 3.展示要求：四分之一剖解，可看到设备内部结构及关键零部件； 4.实现二维码扫描教学； 5.数量一个。	
15	换热器类	列管式换热器	1.尺寸：直径约 0.3m，长 0.9m； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包括鞍式支座、内部列管、隔板及进出口管线等； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
16		套管式换热器	1.尺寸：直径约 0.2m，长 0.85m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包括支座、肘管、内管、外管及进出口管线等； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
17		螺旋板式换热器	1.尺寸：直径约 0.6m，长 0.6m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包括支座、螺旋板及进出口管线等； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	



编号	类别	名称	技术指标	案例图
18	反应 器类	环管反 应器	1.尺寸： 直径约 0.5m，长 0.8m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包括支座、环管板及进出口管线等； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
19		夹套反 应釜	1.尺寸： 直径约 0.8m，长 0.8m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：内部结构完整，至少包含电机、搅 拌装置等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
20	塔类	板式塔	1.尺寸： 直径约 0.2m，长 0.9m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：内部结构完整，包含内部塔盘、人 孔、扶梯、平台、裙座等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
21		填料塔	1.尺寸： 直径约 0.2m，长 0.9m 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：内部结构完整，包含内部塔盘、人 孔、扶梯、平台、裙座等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
22	罐类	球罐	1.尺寸：直径约 0.6m，高 1.0m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：内部结构完整，至少包含支撑、人 孔、喷淋管线等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	



编号	类别	名称	技术指标	案例图
23		内浮顶储罐	1.尺寸：直径约 0.6m，高 0.5m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包含罐顶平台、盘梯、量油孔、透光孔、密封装置、给排水管道、泡沫管道、空气泡沫产生器、储罐冷却水喷淋系统、人孔、罐壁/罐顶通气孔、避雷针及静电导出装置、自动通气阀、浮盘人孔、浮盘支柱、自动通气阀、储罐搅拌器、排污孔或清扫孔； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
24		外浮顶储罐模型	1.尺寸：直径约 0.8m，高 0.4m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：至少包含罐顶平台、盘梯、浮盘人孔、船舱人孔、浮顶立柱、自动通气阀、中央排水装置、转动浮梯及轨道、避雷针及静电导出装置、量油管、导向管、检测平台、泡沫挡板、密封装置、储罐搅拌器、消防管道、空气泡沫产生器及反射板、加热盘管、排污孔或清扫孔及进出口管线； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
25		拱顶罐	1.尺寸：直径约 0.6m，高 0.5m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：包含罐顶平台、盘梯、呼吸阀、阻火器、量油孔、人孔、透光孔、储罐搅拌器、空气泡沫产生器、储罐冷却水喷淋系统、排污孔或清扫孔； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	



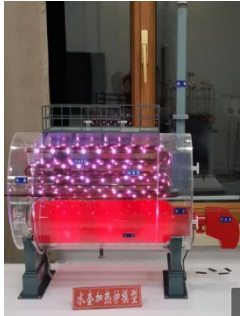
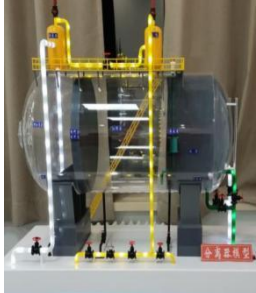
编号	类别	名称	技术指标	案例图
26	加热炉类	水套加热炉	1.尺寸：直径约 0.4m，长度约 0.8m，高度约 1.0m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：内部结构完整，至少包含燃烧器、烟管、火筒、油盘管、水套等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
27	分离器类	三相分离器	1.尺寸：直径约 0.4m，长度约 1.0m，高度约 0.6m，壁厚不小于 2mm； 2.材质：有机玻璃或树脂； 3.附件：至少包含支撑、人孔及进出口管线等附件； 4.展示要求：透明可视内部结构； 5.实现二维码扫描教学； 6.数量：1 台。	
28	知识学习	展板	1.知识展板，不少于 15 m ² ； 2.制作内容：讲解石化典型生产设备的结构原理等内容； 3.制作样式：板材为 13mm 厚 PVC 雕刻，画面为室内 pp 写真覆水晶膜或蚕丝膜。	 
29	设备展台	设备展台	1.设备展台，总长度不少于 20 米，高度 0.75 米，宽度 0.8 米； 2.材质：优质冷轧钢板，厚度不小于 2mm，表面有色烤漆处理； 3.结构：金属构架，用于放置各类设备模型承重不小于 80kg/m ² 。	



图 石油生产关键典型设备模型示例

2、软件功能设计

1) 动画模拟视频教学资源

①利用三维建模、多媒体等技术，实现结构组成、工作原理的讲解，通过配套二维码资源，手机扫码可观看学习视频；

②通用设备类知识三维动画讲解视频：主要包含各类阀门（如闸阀、球阀、旋塞阀、截止阀、安全阀等）、泵类（如螺杆泵、齿轮泵、离心泵等）等，时长 50 分钟；

③采油类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类采油关键设备（如抽油机、抽油井井口装置、自喷井井口装置、注水井井口装置、计量装置、抽油机刹车、采油管柱等），时长 45 分钟；

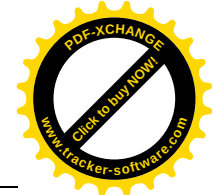
④采气类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类采气关键设备（如天然气压缩机、螺杆式压缩机、井口紧急切断阀、计量泵等），时长 30 分钟；

⑤油气集输设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类油气集输关键设备（如水套加热炉、三相分离器、电脱水器、外浮顶罐、内浮顶罐、球罐等），时长 40 分钟；

⑥化工类设备知识三维动画讲解视频：主要包含各类化工关键设备（如列管、套管、板式换热器、板式塔、填料塔、反应釜等），时长 30 分钟

2) 动画视频格式

视频采用 H.264/AVC (MPEG-4 Part10)编码的 MP4 格式。动态码流的最高码率不



高于 2500 Kbps，最低码率不得低于 1024Kbps。

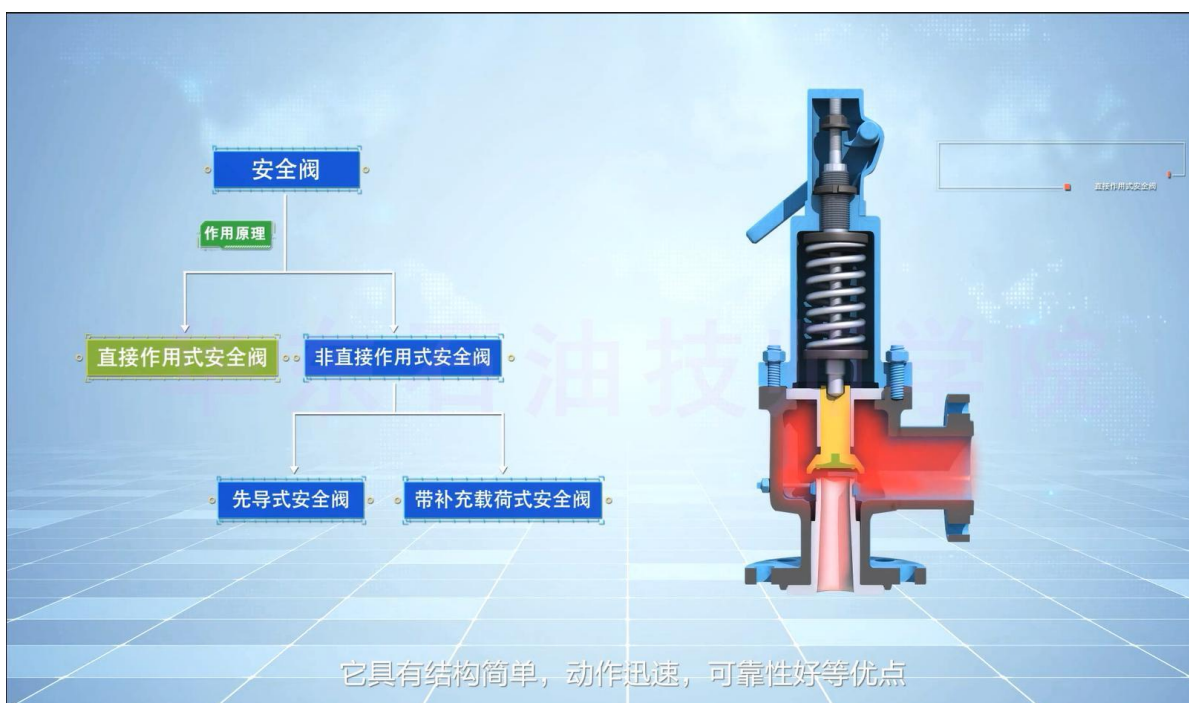
3) 视频分辨率

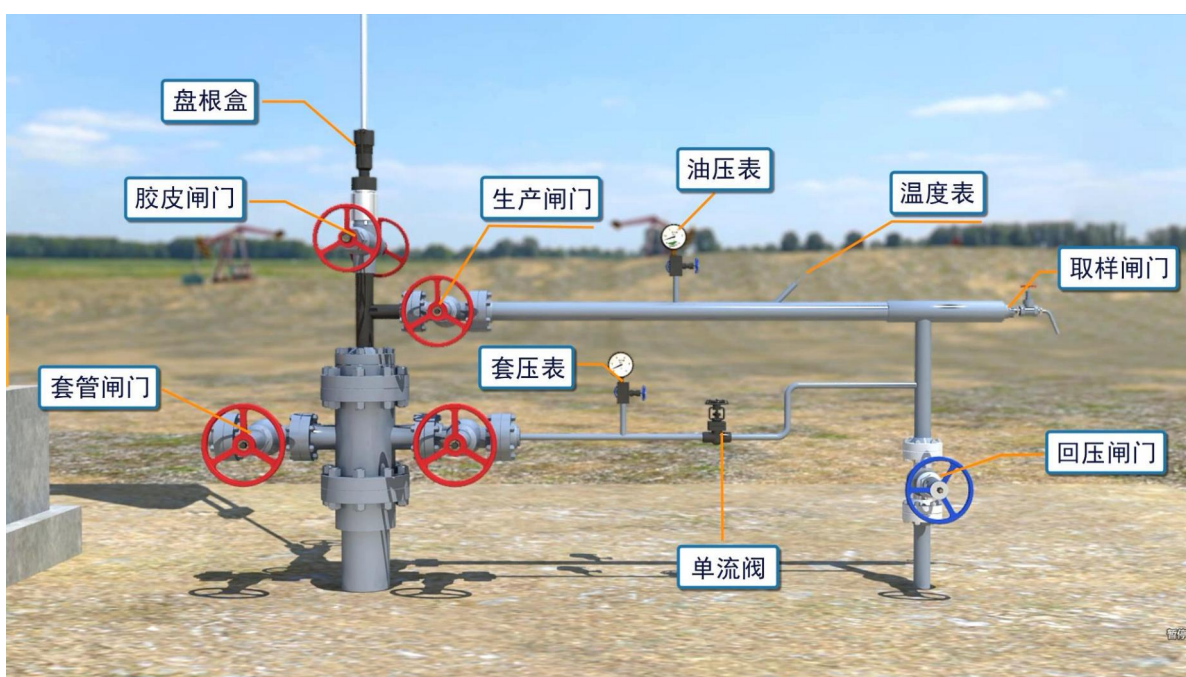
视频采用 H.264/AVC (MPEG-4 Part10)编码的 MP4 格式。视频帧率不低于 25 帧每秒；采用高清标准，宽高比为 16:9，视频尺寸 1080P。

4) 音频格式

音频压缩采用 AAC(MPEG4 Part3)格式，采样率 48KHz，音频码流率 128Kbps (恒定)。配音：中文解说要求激越、厚重、奋进、具有开拓感和纵深感。

5) 案例成果展示







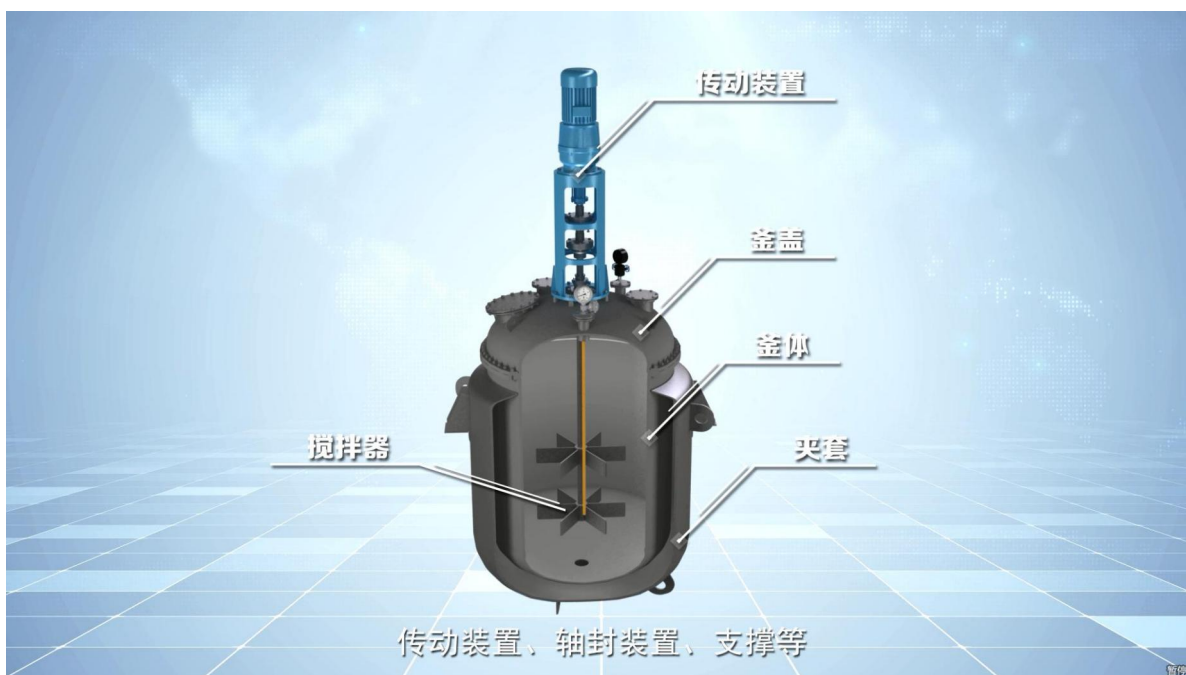
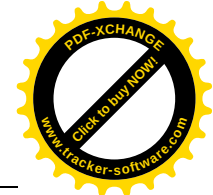


图 典型石油生产关键设备动画模拟视频教学资源示例

6) 二维码扫描技术

利用二维码技术，通过手机扫码的方式，实现移动端手机视频学习功能。



图 二维码扫描技术

4.2.3.3 石油技能训练区

4.2.3.3.1 建设目的

石油技能训练区采用实物微缩、模型透视、虚实结合、虚拟仿真、自动化仪表驱



动等技术，建设四大技能实训单元，涵盖石油天然气开采生产的主要工艺，建设流程模拟装置，配套实训软件，构建油田生产运行场景，还原生产各种工况，开展各类实操训练。

4.2.3.3.2 钻井技能实训单元

根据招标文件要求和钻井专业技能人才培养规律及岗位能力需求，钻井技能实训单元包括“两个训练模块”，即钻井设备与工具拆装训练模块、钻井工艺及突发事件综合演练模块，具体设计如下：

4.2.3.3.2.1 钻井设备与工具拆装训练模块

一、硬件建设

钻井设备与工具拆装训练模块建设钻井设备及工具模型、展板挂图等内容，目的是进行钻井设备与工具结构及原理等基础知识学习和钻井设备与工具拆装训练，具体技术参数和设计方案如下：

1、钻井设备及工具模型

钻井设备微缩模型：采用 1:10 的比例，采用微缩模型的方式，建设泥浆泵、绞车、转盘等仿真钻井设备模型，可展示内部结构，并具有调速功能。

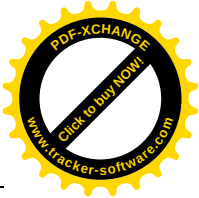
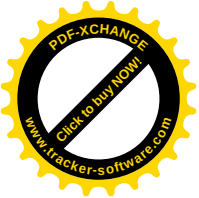
(1) 泥浆泵

①主要功能：

- 直观展示泥浆泵的内部结构；
- 动态演示泥浆泵的工作原理；
- 演示泥浆泵在抽吸过程中，各部件的作用及原理；
- 在教师的指导下，可对泥浆泵进行局部拆装和保养，实现泥浆泵的日常维护操作。

②主要技术参数及要求

- 模型材料采用金属 A3 或铝合金钢材质制作；
- 制作比例：1：2；
- 表面烤漆处理，颜色符合实际；
- 模型内部结构、工作原理与现场一致；
- 可实现缸套的更换及维护保养操作；



- 可动态演示三缸泵的工作原理及动作状态；
- 可实现拆装训练，提高学生动手能力；
- 主要技术参数如下：

型号	型式	缸径	额定功率	额定冲次	冲程长度
3NB-1300	三缸单作用活塞泵	40mm	200W	200rad/min	80mm

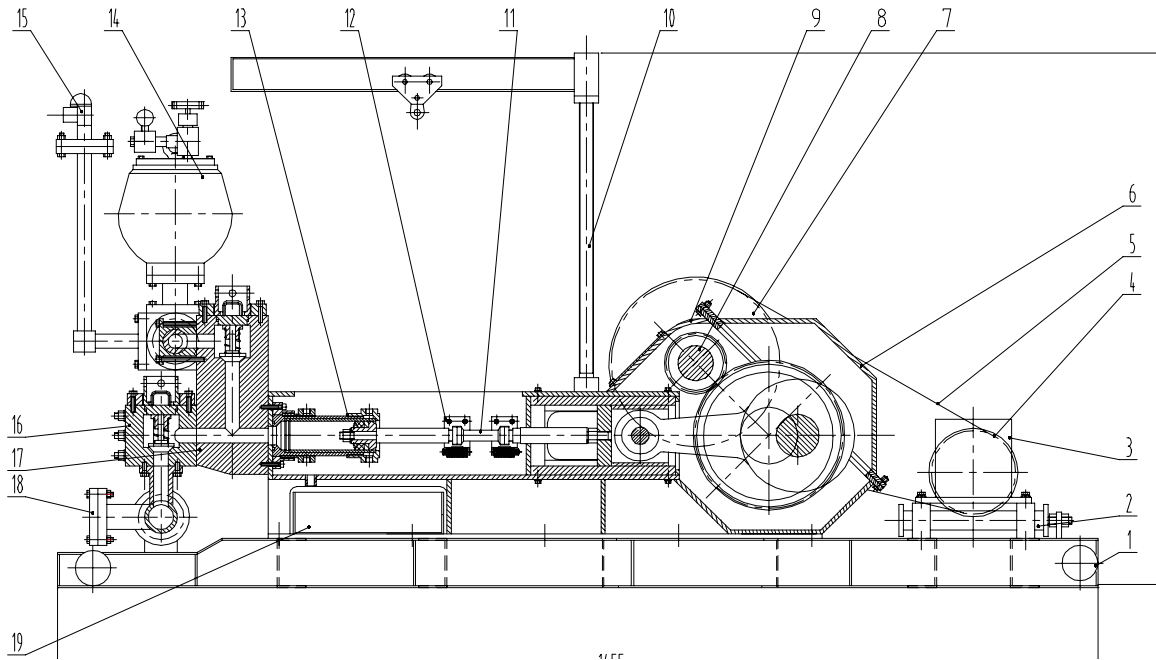
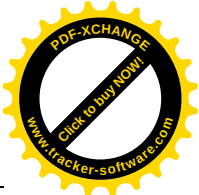


图 泥浆泵结构示意图



图 泥浆泵操作台安装效果图



(2) 绞车

①功能

- 直观展示绞车的内部结构；
- 动态演示绞车的工作原理；
- 展示绞车在刹车原理；
- 可实现绞车的日常维护保养与操作训练。

②主要技术参数及要求

- 模型材料采用金属 A3 或铝合金钢材质制作；
- 制作比例：1：2；
- 表面烤漆处理，颜色符合实际；
- 模型内部结构、工作原理与现场一致；
- 可进行刹车片的更换训练；
- 可动态实现液压盘刹的工作原理及状态；
- 可动态模拟盘刹操作，气动控制 3 组工作钳、2 组安全钳工作状态，动作与现场一致；
- 绞车操作可实现无极调速，按现场要求控制刹车及正反转；
- 可实现拆装训练，提高学生动手能力。

主要技术参数如下：

型号	开槽滚筒尺寸 (直径×长度)	额定功率	滚筒转速	刹车盘尺寸 (外径×厚度)	工作压力 (静音)
JC40DB	150×308mm	0.12kW	0~70rpm	320×18mm	0~0.6MPa

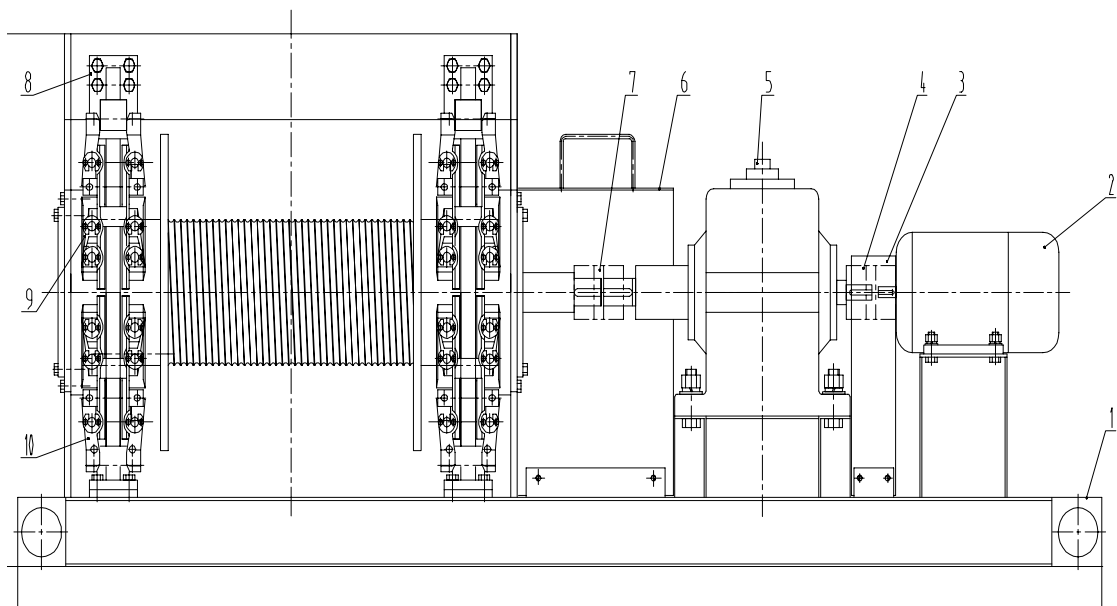


图 绞车结构示意图



图 绞车操作台安装效果图

(3) 转盘

①功能

- 直观展示转盘的内部结构；
- 动态演示转盘的工作原理；
- 演示转盘扭矩传动机构，各部件的作用及原理；
- 在教师的指导下，可对转盘进行局部拆装和保养，实现转盘的日常维护操作。

②主要技术参数及要求



- 模型材料采用金属 A3 或铝合金钢材质制作；
- 为方便教学按照一定比例制作；
- 表面烤漆处理，颜色符合实际；
- 模型内部结构、工作原理与现场一致；
- 可动态演示转盘传动原理；
- 可实现拆装训练，提高学生动手能力；
- 主要技术参数如下：

外形尺寸 (长 X 宽 X 高)	输入电压 (V)	电机额定转速 (r/min)	额定功率 (KW)	减速箱减速 比
1183×1176×439(mm)	380	910	1.1	1: 30

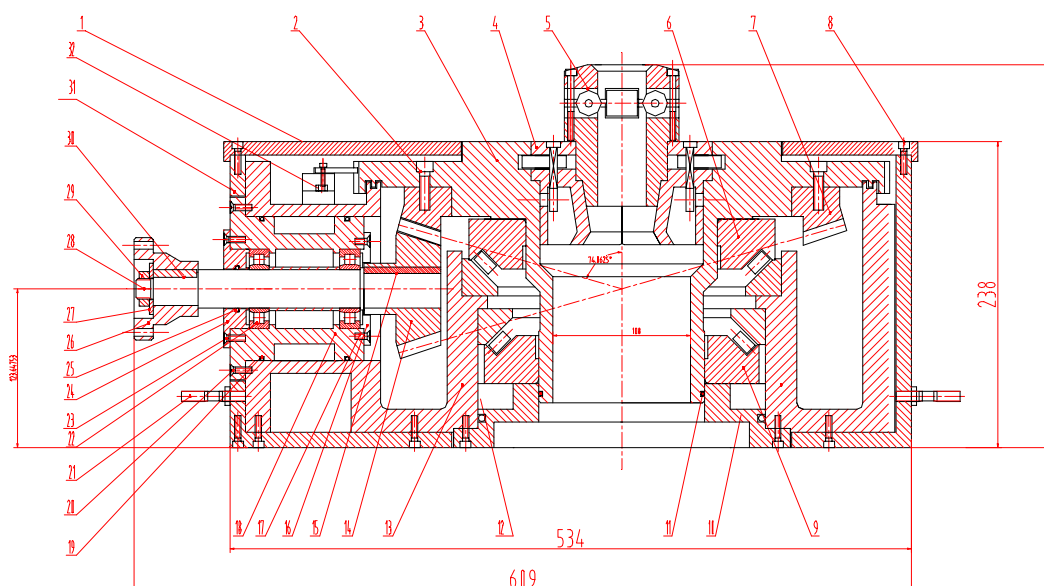


图 转盘结构示意图



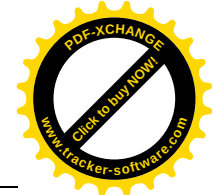


图 转盘操作台安装效果图

2、工具微缩模型

采用 1:2 的比例，采用微缩模型的方式，建设钻井过程中常见工具，包括方钻杆、钻杆、钻铤、牙轮钻头、PDC 钻头、刮刀钻头、提升短节、液体加速器、扶正器等。

(1) 用途

该系列产品可演示钻井作业过程中现场所使用的各类工具、钻头的用途、内部结构及工作原理等。该系列模型应用在钻井作业教学中，改变了传统的课堂抽象教学模式——由过去单纯从书本上理解转变为使学生看得见摸得着、自己动手拆装、生动具体的教学模式。同时，该系列模型的使用可起到事半功倍的效果，避免了到现场实习时学生看不懂生产工具、实习时间过长等问题，可为学校节约大量的实习经费。

(2) 功能

- 直观便捷的讲解功能；
- 相互配套的组合功能；
- 轻便简洁的拆装功能；
- 系列钻井工具、井控装备、钻头的演示功能；
- 相关钻井井下工艺、工具使用的培训功能。





图 工具微缩模型案例图

2、展板挂图

招标文件要求： 主要进行室内文化建设、注意事项、设备原理介绍和实验室整体介绍等。

超级液压震击器

上接头
心 轴
心轴体
花键体
连接体
油 堵
锥 体
冲 管
浮 下接头

工作原理：

超级液压震击器是连接在钻柱中随钻具进行井下作业，减少深井、复杂井、定向井和水平井卡钻事故的重要工具。卡钻时，能及时启动震击器进行震击，使之解卡。

超级液压震击器由心轴体、花键体、连接体、压力体、冲管体和下接头组成固定部件，和下部钻柱连接，处于相对固定状态；由上接头、心轴、锥体活塞、冲管组成活动件，在筒体内作有限的上下运动。在压力体和心轴之间加满耐磨液压油，形成压力腔和卸载腔。如需震击，先平稳下放钻柱，心轴下移，锥体活塞离开密封体，当上接头碰到心轴体时，工具关闭。上提钻柱，压力腔中的油压增高，心轴以上钻柱逐渐伸长储存能量，锥体上移，待到达压力体卸荷槽时，压力腔内的高压油短时间内释放能量，被拉伸的钻柱突然收缩，使心轴以极高的速度撞击到花键体的花键台肩上，给固定部件以强烈的上击。重复上述操作，可实现连续震击。

三滚轮稳定器

本 体
轴 座
滚 轮

工作原理：

稳定器在下部钻具组合中，起着支撑扶正钻具，改变组合形态，从而改变钻头受力的作用，以达到增斜、稳斜、降斜的目的。三滚轮稳定器主要由本体、滚轮、轴座等部件组成。在钻定向井时，滚轮可在井眼中沿井壁旋转，形成支点。

增斜：在增斜钻具组合中，以近钻头稳定器为支点，稳定器上部的钻铤受压后向下弯曲，迫使钻头产生斜向力来达到增斜的目的，以控制井眼轨迹。

稳斜：稳斜钻具组合中，以减小钻头与稳定器、稳定器与稳定器之间的相对距离，增强下部钻具的刚性，限制下部钻具受压变形，收到稳斜效果。

降斜：在降斜钻具中，稳定器离钻头的距离一般为10~20m，稳定器下面的钻具靠自重，以稳定器为支点产生向下的钟摆力，达到降斜的目的。



图 展板挂图案例图

二、配套软件

1、多媒体动画视频

以 3D 动画的形式开发相关教学视频资源，包括钻井设备、钻具等，时长 40 分钟。

(1) 画面文字：画面文字要使用符合国家标准的规范字，不出现繁体字、异体字（国家规定的除外）、错别字；文字的字体、大小、色彩搭配、摆放位置、停留时间、出入屏方式力求与其他要素（画面、解说词、音乐）配合适当，不能破坏原有画面。

(2) 声音：语音采用标准的普通话（不低于市标配音）、美式或英式英语配音，特殊语言学习和材料除外。使用适合教学的语调。数字化音频的采样频率为 14.4~44KHZ，量化位数为 16 位，码率不低于 64 Kbps，音频播放流畅，声音清晰，噪音低，回响小。音频与视频图像有良好的同步。

(3) 视频输出格式：视频输出格式为 mp4 或 avi；输出像素为：1920*1080，16:9 全高清 1080P 视频文件。可以稳定地支持任何屏幕大小的显示和多平台的平稳过渡。

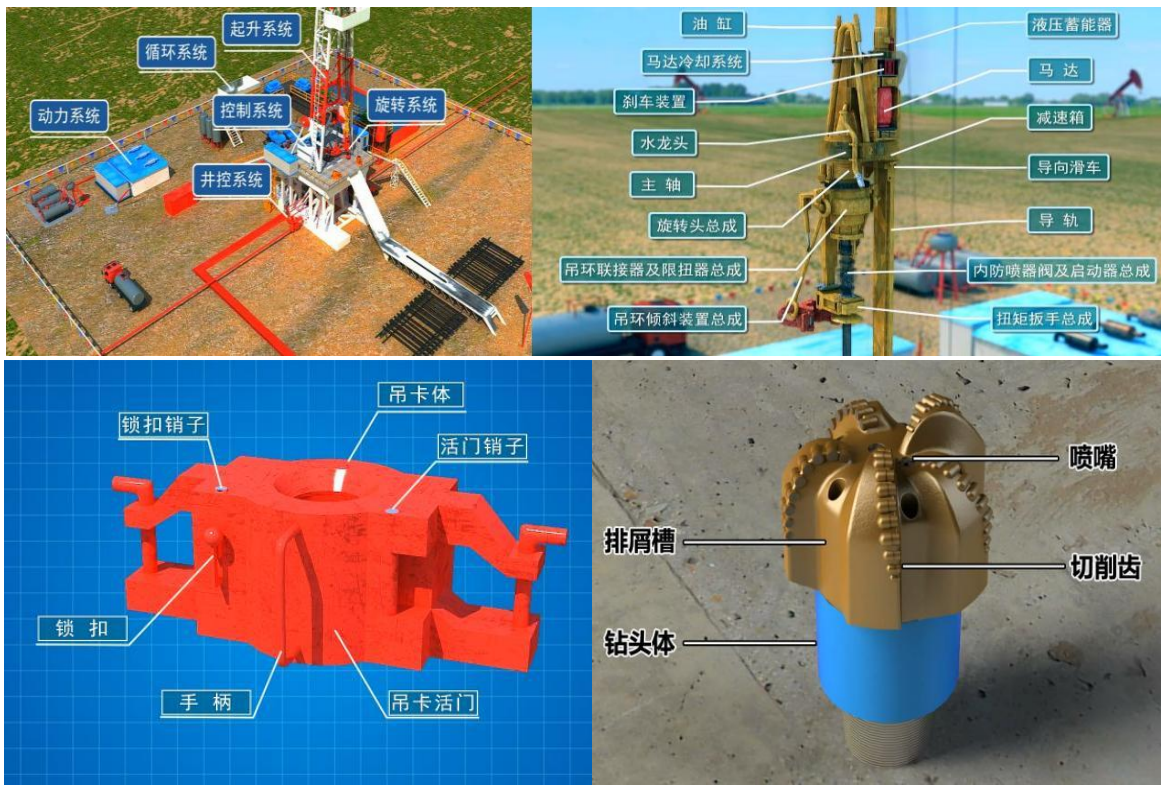


图 多媒体动画视频截图

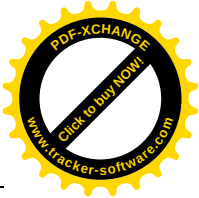
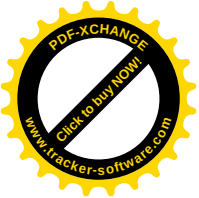
2、二维码扫描软件

手机扫描对应设备的二维码，可进行基础知识培训资源相关内容的学习，数量不少于 10 个。



图 二维码案例图

3、钻井设备及工具虚拟拆装软件



(1) 虚拟拆装软件：Unity3D

(2) 系统介绍：系统基于 Unity3D 平台开发，运用三维建模、虚拟仿真等技术，将实物设备制作成三维模型，营造出具有沉浸感、真实性的虚拟环境，通过人机交互的训练方式，使学员提升对设备结构的认知和理解，掌握设备的拆装及日常维护保养技能。

(3) 功能：

- 1) 在三维场景中，可对设备模型进行旋转、移动等操控，实现人机交互虚拟操作；
- 2) 依照操作规程，通过虚拟操作实现设备拆装或维护保养训练项目；
- 3) 系统具备劳保用品选择、工器具选择，训练内容提示、关键步骤特写镜头表现、操作风险、技术要求或注意事项提示等功能；
- 4) 系统具有引导模式和考核模式，可在引导训练后进行考核。

软件开发方案具体设计：

(1) 用途

应用三维建模、虚拟现实、人机互动等技术，制作常见或典型设备的可拆装三维模型，提供虚拟的劳保用品与工具选择面板，形成虚拟拆装的三维场景，加入“认证登录、设备列表、训练模式选择、后台管理”等辅助功能，开发虚拟拆装训练系统；利用虚拟现实交互设备或鼠标键盘与三维场景交互的方式，开展设备虚拟拆装训练与考核，提升学员的设备结构认知和设备拆装能力。

(2) 登录认证

通过输入正确用户名和密码，实现系统的登录。

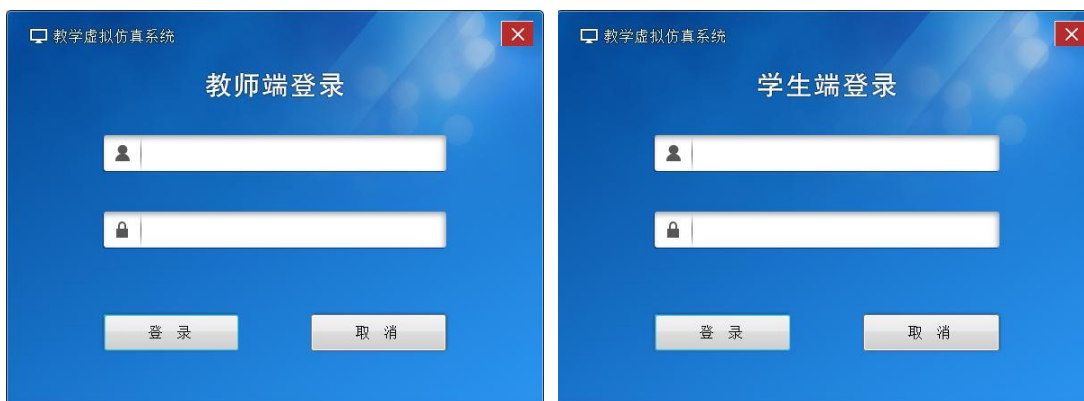
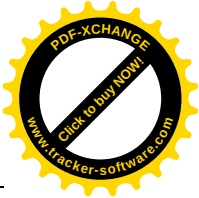
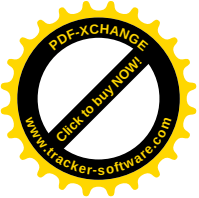


图 登录认证



（3）设备列表

对所有训练的设备进行列表显示，并可进行选取。

（4）后台管理

- 1) 班级学员信息管理（批量添加、修改或删除）；
- 2) 课件在线学习；
- 3) 理论考试及成绩管理；
- 4) 拆装考试任务组态；
- 5) 拆装成绩管理。

（5）训练模式

虚拟拆装系统具有三种模式，分别为引导模式、练习模式和考核模式。

引导模式：主要是通过一系列的引导，指引学员学习设备拆装训练（或故障诊断与处置）的工作要领和具体工作步骤。

练习模式：介于引导模式和考核模式之间的过程，即无引导和考核过程，可以任意的对设备进行拆装训练。

考核模式：主要考核学员对设备的拆装（或故障诊断与处置）技能掌握的程度，过程中没有提示，对于一些不适合用交互过程考核的知识点以选择题、判断题的形式进行考核，考核点不影响交互过程的进度，考核结束后系统会根据学员的拆装选择工器具的正确性、拆装顺序的准确性和操作时间等方面进行评分。



图 拆装训练引导模式

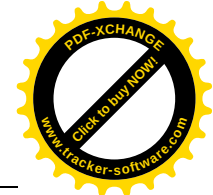


图 考核模式的选择

(6) 训练内容

具备工器具选择，拆装零件展示，操作风险、技术要求或注意事项提示，操作步骤语音提示等功能。



图 工器具选择

(7) 动作表现

在三维场景中，可对设备模型进行操控，表现拆装过程动作，可通过模型旋转、移动表现，也可通过特写镜头表现。



图 拆装零件展示



图 操作步骤文字及语音提示

4.2.3.3.2.2 钻井工艺及突发事件综合演练模块

一、硬件建设

主要包括 70D 钻机模拟操作平台、多媒体系统、电控系统等，具体技术参数如下：

1、70D 钻机模拟操作平台

- (1) 70D 井场微缩模型采用 1:20 的比例进行建设，其它按照 1:10 的比例进行建设；
- (2) 所有仿真设备均进行电信号仿真改造，包括阀门和仪表，实现操作过程记录和考核；
- (3) 外观与典型现场钻井装置一致。



图 70D 钻机模拟操作平台案例图

具体设计：

1、可模拟司钻现场操作参数（70D 钻机）：绞车升降、泥浆泵调速等。根据作业的实际实时显示钻压、顶驱转速、立管压力、套管压力、扭矩、入口排量、出口百分比、井深、钻头位置、顶驱高度、进尺、钻时、钻速、钻杆速度、井底压力、地层压力等参数。

2、仪表改造

（1）改造仪表、仪器工艺参数变化过程，符合实际现场趋势的连续变化显示，不能断点跳跃变化显示。

（2）购置的仪表、仪器必须符合业主的技术需求；

（3）温度仪表选用带数字液晶背光显示的仪表传感器。

（4）按照生产实际要求安装相应的压力变送器及指针压力表。

（5）数字指示及标示显示同真实检测传感器一致。



图 现场使用指重表



图 仿真改造指重表

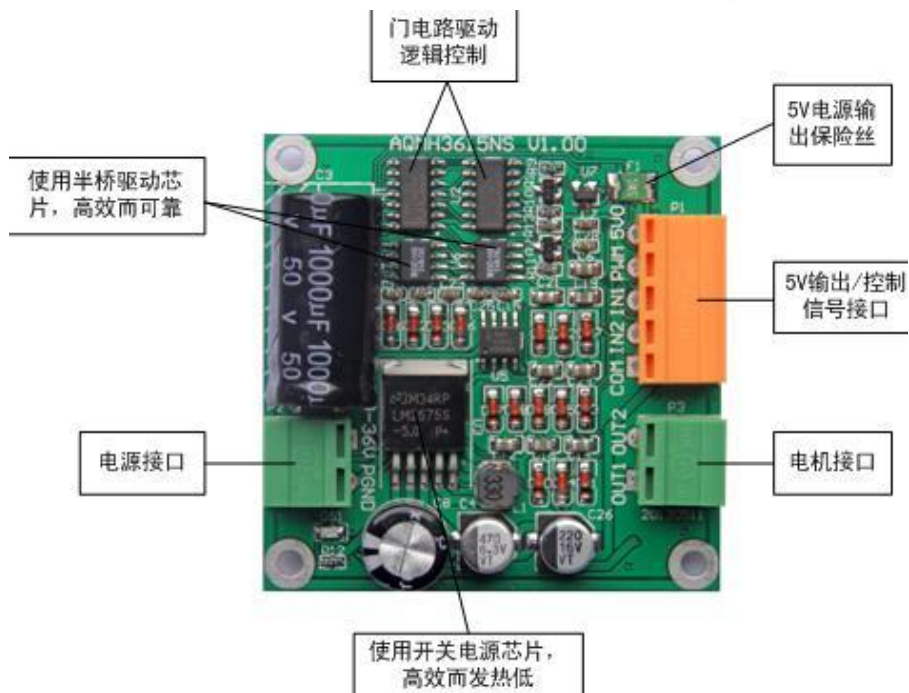


图 硬件电路图

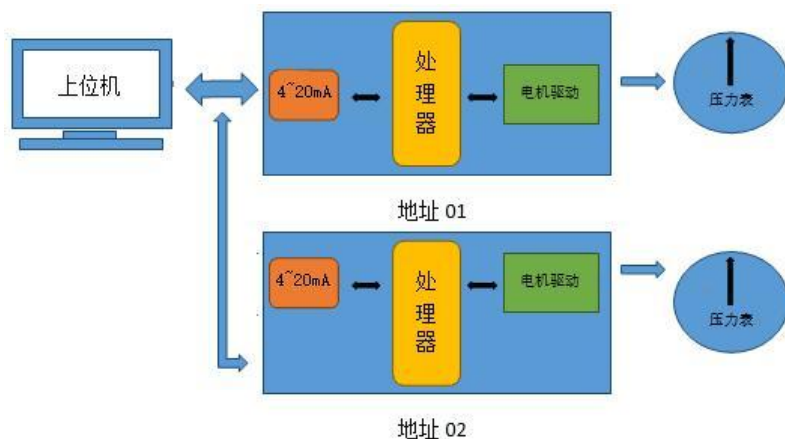


图 指重表信号模拟示意图

3、阀门改造

- (1) 开关阀门连续信号变化，并不发生间断性跳跃；
- (2) 阀门改造后的手感与实际阀门一致；
- (3) 不改变现有阀门的外观形状；
- (4) 运行稳定，寿命长；

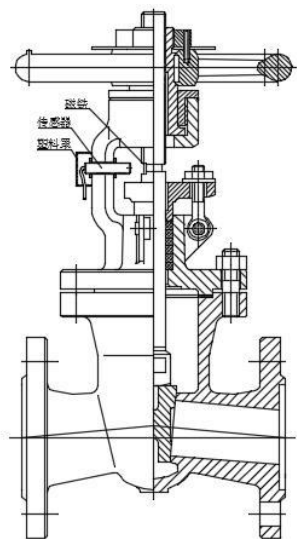


图 传感器安装图纸



图 阀门改造效果

2、多媒体系统

招标文件要求：包括音响、功放、话筒等。

- (1) 音响：频率响应：75Hz-16kHz；标称覆盖角(HxV)：70° x 70°；灵敏度(1W/1m)：92dB；最大声压级(1m)：116/ 122dB(连续值/峰值)；额定功率(AES)：250W；标称阻抗：8Ω；驱动单元：1 x 8" 低音，1x44mm 音圈高音；接线形式：2 个 NEUTRIK



NL4MP 四芯插座，1+1-;

(2) 功放：输出功率：8 Ω /250W×2、4 Ω /375W×2；频率响应：20Hz～20kHz(±0.5dB)；电源：220V(50Hz～60Hz)；阻尼系数：≥200@8 Ω 失真度：<0.05%Rated power@8 Ω /1KHz；信噪比≥75dB（A 计权）；输入阻抗：线路：unbalance10K(不平衡)MIC；

(3) 话筒：600 Ω ；转换速率：25V/US；输入灵敏度：线路 250Vrms，话筒 10Vrms。



图 多媒体系统

3、电控系统

招标文件要求：含控制柜、CPU、I/O 插件、工业交换机、电源、端子等，AI 模块、A/O 模块全隔离：模块内的每一个输入、输出通道都是路路隔离的；每一个多路 I/O 模块的每一路模拟量/开关量的输入、输出为单独可自由更换模块，以便维修，需考虑 10%系统冗余，总点数约 90 点，AI DI 包含安全栅。

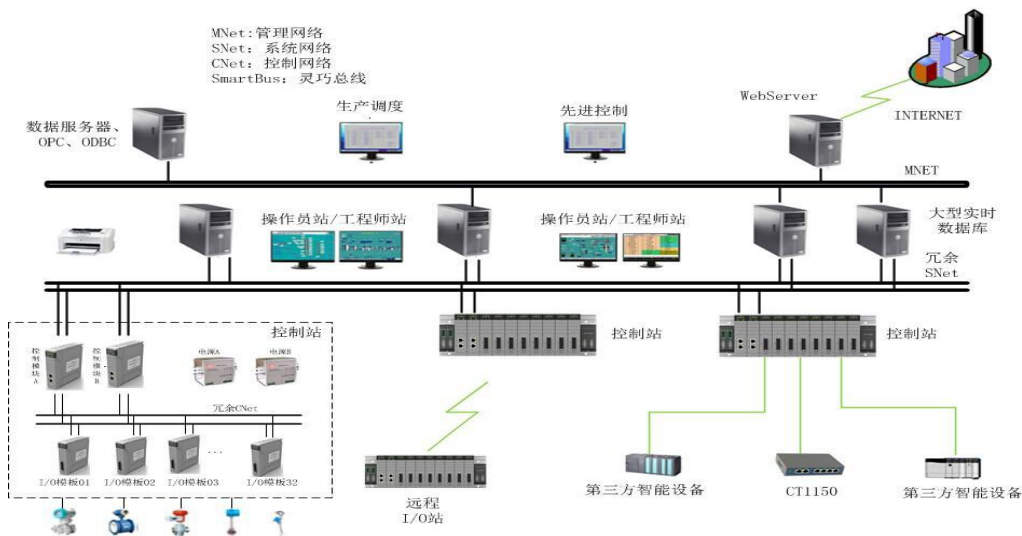


图 电控系统构架图

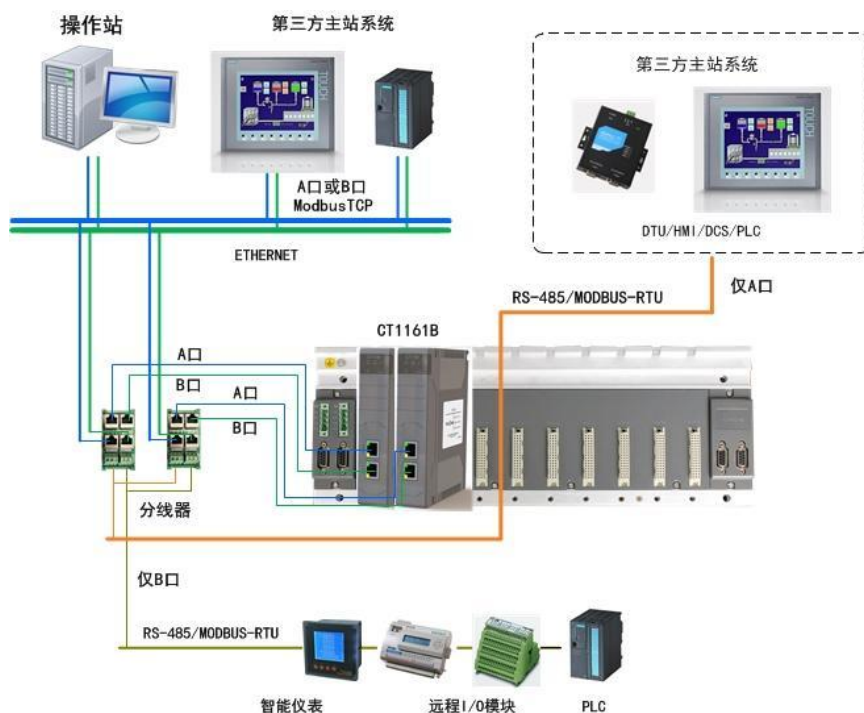


图 系统冗余



图 控制系统案例图

4、事故模拟系统

招标文件要求：可实现井涌、井喷等事故的模拟。

事故模拟系统主要由液压调节站机柜、气泵和气液连接管线等构成。

(1) 液压调节站机柜

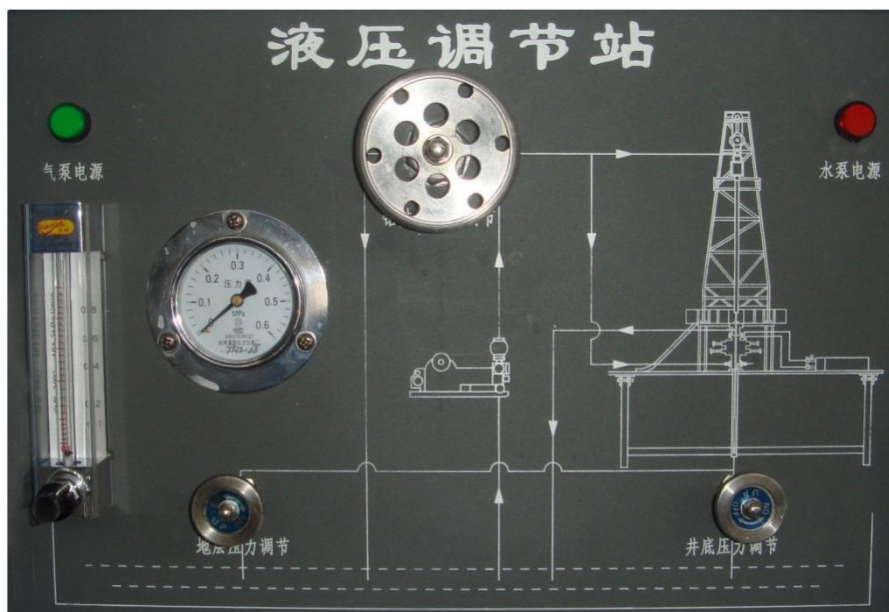
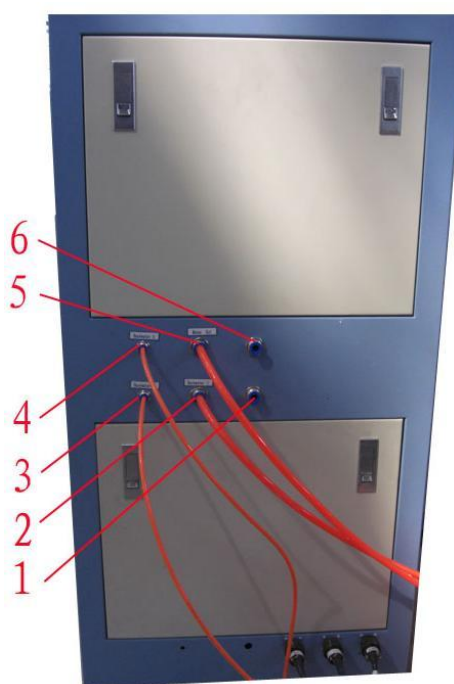


图 液压调节站操作面板



1. 气体出口 2.回水 I 3. 回水 II 4. 回水 III 5.出水 6.气泵接口

图 液压调节站背面管线

- ①气体出口：接井筒下端接口；
- ②回水 I：泥浆池回水口；
- ③回水 II：放喷管线回水口；
- ④回水 III：模拟地层压力管线回水口；
- ⑤出水：泥浆循环系统供水口；



- ⑥气泵接口：接气泵；
 - ⑦泥浆泵启动/停止按钮：按下启动泥浆泵，按起停止泥浆泵。
 - ⑧泥浆泵压力调节阀：用于调节泥浆泵的压力，顺时针增压，逆时针减压。
 - ⑨模拟地层压力调节阀：用于调节模拟地层压力，顺时针增压，逆时针减压。
- (2) 气泵：为井筒提供气源，可模拟井喷过程。



图 气泵

(3) 气液连接管线

气液连接管线为橙色塑料材质管线。平台上的部分回路为不锈钢管和透明塑料材质管线。请勿擅自插拔管线回路

5、文化展板

招标文件要求：包括单元介绍、注意事项、标志标识等。

采用 5mm 厚 KT 板，写真喷绘制作，制作样式如下：

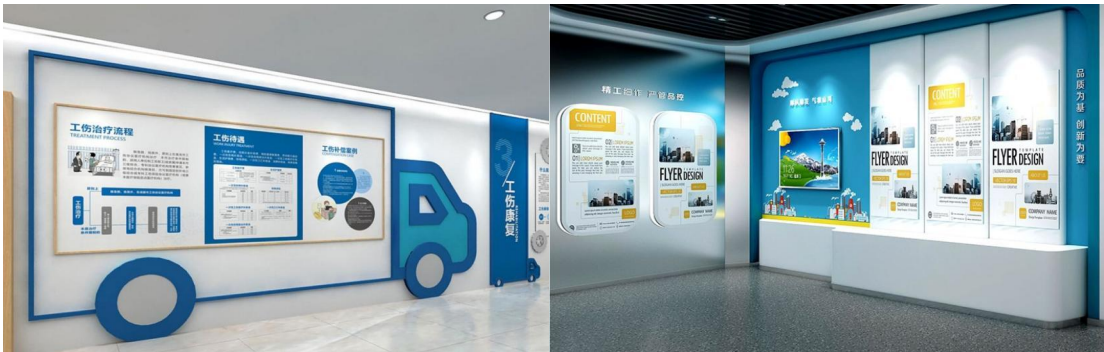
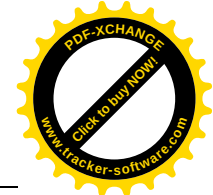


图 文化展板案例图



二、配套软件

配套软件主要包括主控软件（数据采集与控制软件、数值模拟软件）、三维交互软件、考核及人员管理软件、三维动画系统等，具体技术参数如下：

1、主控软件

（1）数据采集与控制软件控制系统软件实现对应工艺装置的安全生产控制、培训控制等功能。安全生产控制功能包括采集控制、工艺数据显示、连锁控制、紧急关断、通讯、数据曲线、报警、报表等；培训控制功能包括可远控的各类隐患、故障、事故现象的触发、演变、关闭等控制。

数据采集与控制软件控制系统软件采用成熟工控技术进行综合开发，仿照现场真实操纵环境制作，实现 99%的生产现场控制操作还原。为自动化和控制操作培训提供几乎完全仿真现场的操作环境。

①控制系统作用

控制系统软件主要实现对作业过程设备的模拟控制、连锁及紧急停车；对模拟故障、隐患及事故的触发控制；实现对实时数据及曲线显示、数据报警、数据查询、数据报表、曲线查询等功能。

②控制系统构架

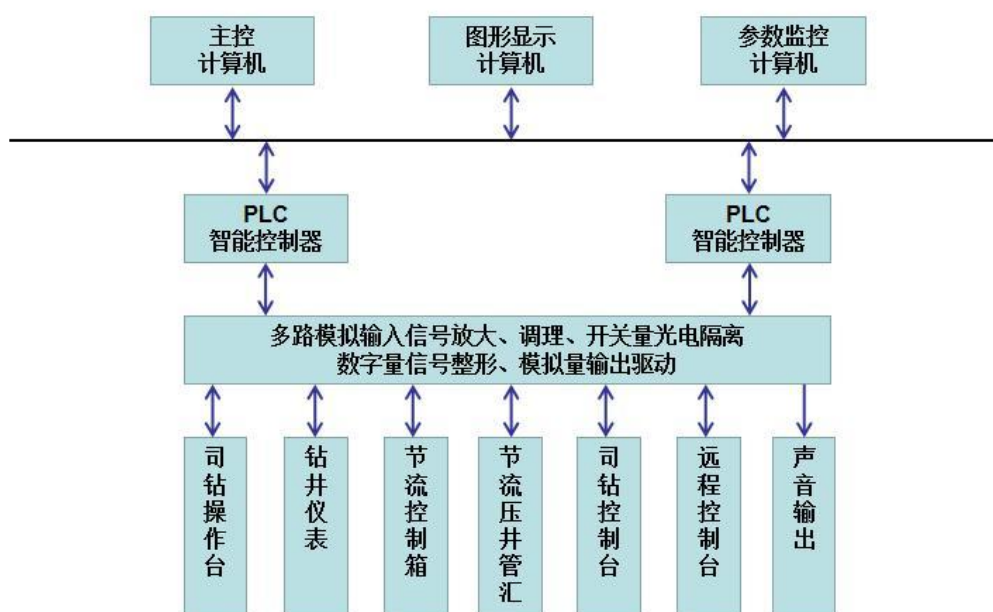


图 控制系统构架

③主要实现功能



➤ 控制器逻辑

针对不同设备采用不同厂家的控制设备和电气元件。所有控制器和电气元件都采用一流水准和质量厂家的产品。将设置专门的控制人员进行设备适配和底层控制逻辑的编写实现。

➤ 人机界面

人机界面主要是操作员在计算机上进行操作的界面内容，主要具备流程画面展示、监测数据的显示、记录、报警、报表、曲线、控制器控制接口等功能。是控制系统与操作员最直接的交互方式，也是最重要的交互形式。是控制系统软件的最上层。将重点进行制作。

➤ 工艺连锁及调节

至少包括：洗井、冲砂、通井、刮削、封隔器座封和解封、铅模打印、模拟工具打捞等。必含地面流程控制和地下设备控制内容，将针对虚拟仿真场景下的连锁控制和PID调节进行专门优化。

④学习模式

分引导和训练考核两种模式。引导模式带提示语音，可以提示下一步操作内容；训练考核模式不带语音提示，可进行实时评分。

⑤开发平台

控制器将采用各厂家提供的逻辑编程软件进行逻辑编写。人机界面将采用成熟SunyTech组态软件平台进行开发。

⑥控制系统软件的主要功能有：

➤ 工艺流程画面显示

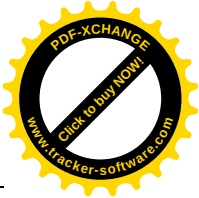
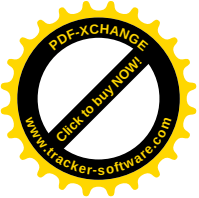
将工艺流程以图像形式直观展示出来，提供设备控制状态和流程参数的直接显示。可以最直观最简洁的观察工艺状态。

➤ 监测数据画面显示

监测数据具有画面上的直接显示。可以从画面上进入每个监测数据的详细界面，可以展示监测数据最近的趋势和警报情况。

➤ 控制设备界面操作

控制设备将作为单独界面进行制作。控制设备将配合独立控制器进行设备的控制，



在人机界面上每个都不相同。

➤ 数据报警及记录

具备报警设置和提示功能，可以对报警参数着重红色闪烁进行提示。具备报警记录功能，可以将产生的报警记录在报警记录表中，以供随时查询。

➤ 参数报表

具备工艺流程参数报表功能。可以将重点工艺参数做成自动记录的报表。报表可以导出备份。

➤ 趋势曲线

具备趋势曲线查询功能，可以提供最多 8 条趋势曲线的对比查询。可进行实时查询也可进行历史查询。

➤ 控制参数显示与更改

人机界面具有控制参数显示与更改的能力。控制参数可直接传递给控制器或者底层模型，具备对流程和工艺的控制变化与调节能力。

➤ 辅助功能及提示

辅助功能及提示将配合引导模式或者故障触发等共同作用来提供增加的额外功能。

⑦控制系统软件界面图



图 工艺参数界面

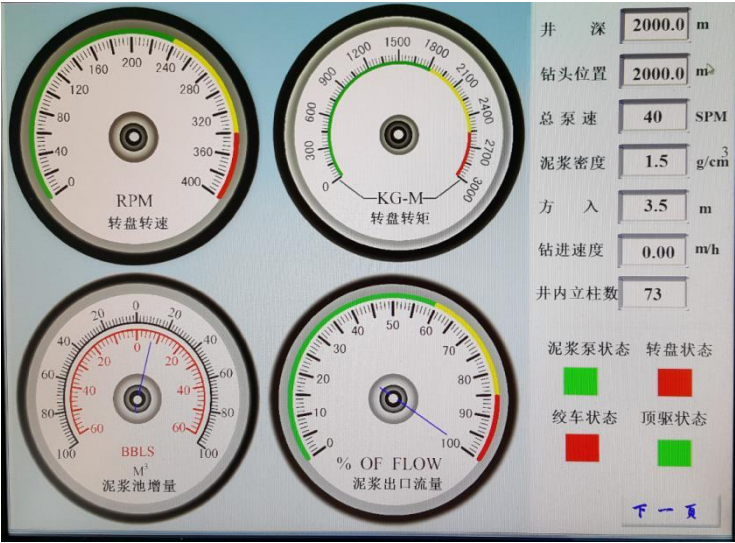


图 仪表参数界面

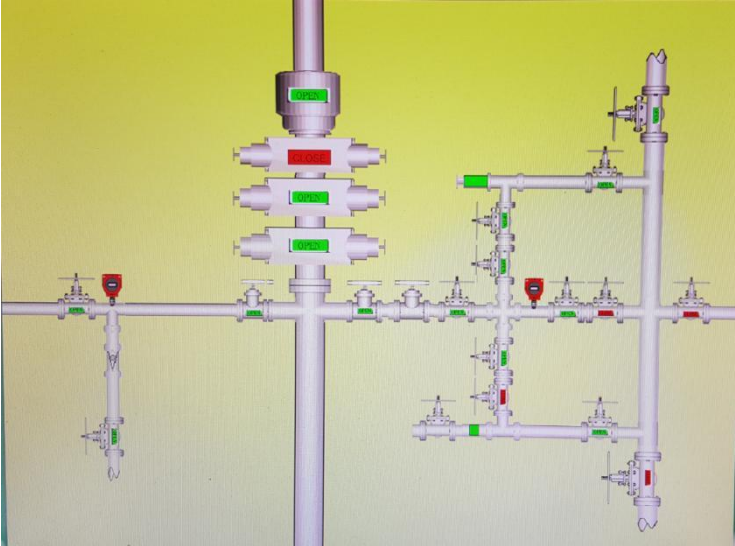


图 控制设备状态显示

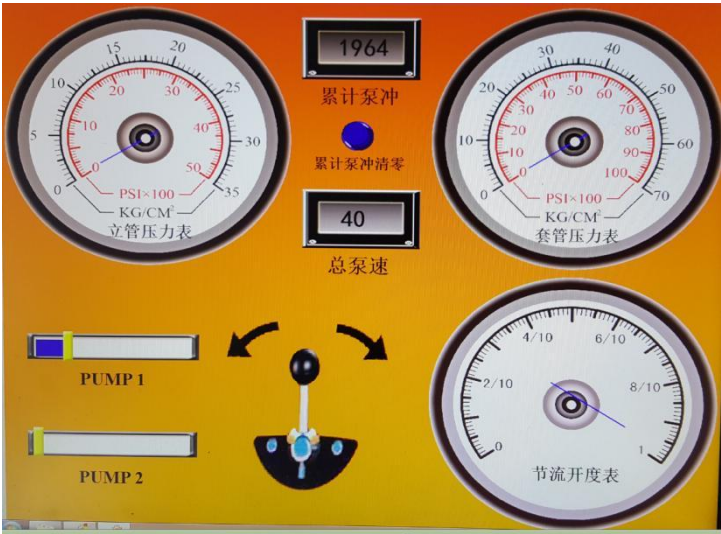


图 控制设备状态显示

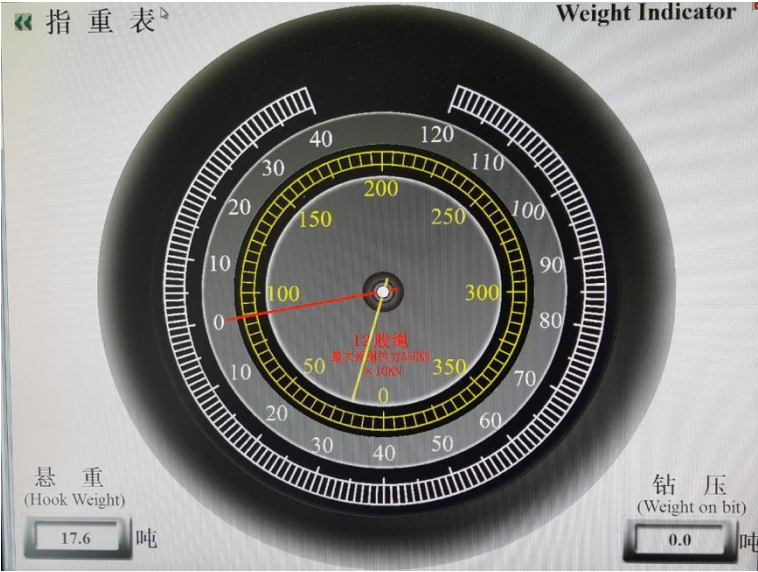


图 重点数据

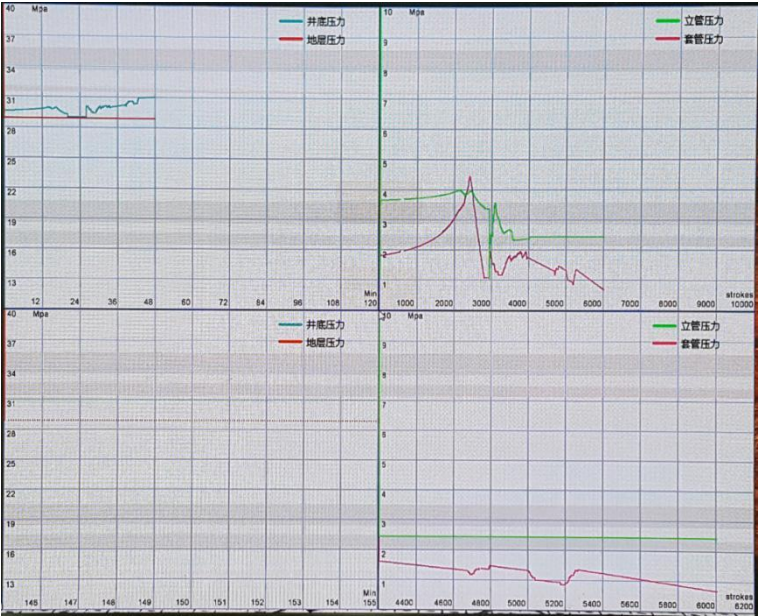
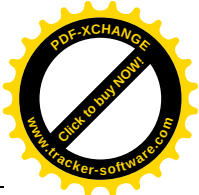


图 曲线显示

★（2）数值模拟软件

基于钻井工艺和事故操作规程，建立数字模拟系统，需涵盖正常状态、非正常状态的各类情况，可针对工艺过程进行设计分析的稳态仿真和运行分析的动态仿真。稳态仿真精度不低于 5%，动态仿真精度不低于 8%，实训过程动态模拟精馏操作实时生产数据，提供精确的操作数据反馈，为学员操作提供逼真的现场数据环境。

由于仿真系统不能真实地操作钻机在几千米深的井中起下钻、钻进，井筒中也没有介质流动，不能真实产生钻井工艺参数及流体参数，因此需要建立基于机理建模的



底层数据模拟技术。数值仿真软件接收来自第三方软件的手柄位置、泵流量、开关状态等数据，通过内置数学模型仿真计算后，向第三方软件传送压力、摩阻、钻速、扭矩等仿真值，实现静态模型系统物理参数仿真，达到与现场基本一致的操作结果。构架如下：

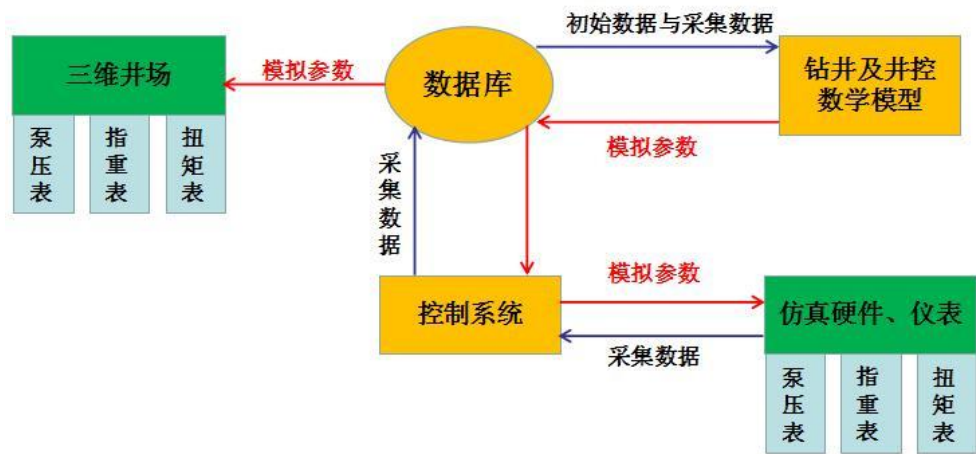


图 数据仿真构架图

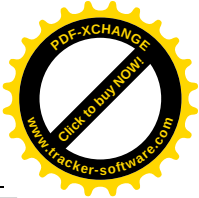
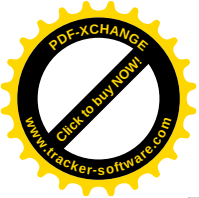
①钻井及井控参数

根据钻井和井控专业知识，对整个作业过程进行分析，仿真数据需模拟的参数包括系统预置参数（如地层、钻机、管柱等自身参数）和指示计算类参数（如司钻操作台、各类管汇、各设备上仪表显示参数，将这些参数统一划分为基本输入参数和仿真输出参数，如下表：

➤ 基本输入参数

表 钻井工艺及突发事件综合演练数据模拟的基本输入参数表

序号	类别	输入参数名称	参数说明/释义
1	钻机系统参数	井架高度	钻机参数（和钻机类型有关）（地面至天车梁底平面的垂直距离）
2		钻台高度	钻机参数（和钻机类型有关）（水平地面至操作台平面的垂直距离）
3		名义井深	钻机参数（和钻机类型有关）（钻机在规定的游动系统有效绳数下，用不同的管柱修井时的最大修井深度）
4		最大钩载	钻机参数（和钻机类型有关）（最大钩载是在标准规定的最大绳数下，进行起下管柱、解卡等作业时，大钩上不允许超过的最大载荷。
5		单根长度	钻柱参数（钻杆、油管、抽油杆单根长度）
6		游动系统重量	钻机参数（大钩、游车、钢丝绳重量）



濮阳石油化工职业技术学院附属学校石油化工虚拟仿真综合实训室项目竞争性谈判文件

序号	类别	输入参数名称		参数说明/释义
7		方钻杆重量		钻柱参数
8		水龙头重量		钻机参数
9		钻井泵	缸套直径	钻井泵参数
10			冲程	钻井泵参数（泵吸入或排出过程中，活塞移动的距离）
11			缸套数	钻井泵参数（缸套的数量）
12			上水效率	钻井泵参数（泥浆泵实际流量与理论平均流量的比值）
13	井身结构参数	井深		指井口（以转盘面为准）到测点的井眼长度。
14		垂深		指井眼轨迹上某点至井口所在水平面的距离。
15		套管外径、内径、下深、抗内压强度		套管参数
16		射孔井段位置，厚度，孔眼数，孔径		射孔井段参数
17	管柱及洗井液参数	钻铤长度、外径、内径、公称质量		钻柱参数（公称质量指钻铤每米多少千克）
18		钻杆长度、外径、内径 公称质量		钻柱参数（公称质量指钻杆每米多少千克）
19		套管长度、外径、内径、公称质量、抗内压强度		套管参数（公称质量指套管每米多少千克）
20		作业工具喷嘴当量直径		工具参数（将钻头或其它工具上所有喷嘴的内径截面面积假设成只有一个喷嘴存在时，该喷嘴所应有的直径）
21		作业工具喷嘴流量系数		工具参数（与喷嘴的阻力系数有关， $C < 1$ ）
22		洗井液参数	洗井液密度、温度	洗井液参数
23			塑性粘度	塑性粘度指塑性流体流变曲线直线段斜率的倒数，不随剪切力而变化
24			电导（出入口）	电导率指在介质中该量与电场强度 E 之积等于传导电流密度 J
25	地层参数	地层数据	地质分层名称	地层层段划分名称
26			底界深度	每个地层层组末端至钻台面的距离
27			压力系数	是地层压力与静水柱压力之比。
28			转速指数	一般小于 1，数值大小与岩石性质有关。
29			可钻性系数	可钻性系数：与地层岩石的机械性质、钻头类型以及钻井液性能等因素有关。
30			渗透率	有压力差时地层允许液体及气体通过的性质
31			地层流体类	水、气、油



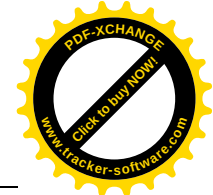
序号	类别	输入参数名称		参数说明/释义
			型	
32		高压地层数据	深度	垂深
33			孔隙度	岩样中所有孔隙空间体积之和与该岩样体积的比值
34			温度梯度	地层温度随深度增加的增长率
35			流体密度	地层流体参数
36			流体粘度	地层流体参数
37			压力梯度	地层压力随深度的变化率。
38	压井参数	压井排量、压井排量下循环压力		循环压力指洗井液整个流动过程中的压力损耗值
39		套管鞋处破裂压力当量密度		当量密度：某深度地层压力与等高液柱压力等效时相当的液体密度。

2) 仿真输出参数表

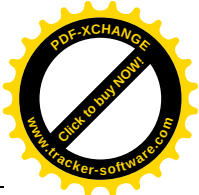
本方案拟仿真的输出参数主要分三类，工程参数、水力参数、井控参数，具体如下表所示。

表 钻井工艺及突发事件综合演练数据输出参数表

序号	类别	输出参数名称	参数说明/释义
1	工程参数	悬重 (0~600KN)	管柱在悬吊状态下指重表所指轴向载荷称为悬重。
2		钻压	钻头对井底的轴向
3		扭矩 (0~39KN·m)	钻柱旋转力矩
4		转速 (0~250r/min)	转盘或顶驱每分钟旋转次数
5		钻速	单位纯钻进时间内所钻钻开的进尺
6		dc 指数	修正的钻压指数，正常地层压力当量密度与实际钻井液密度比值与钻压指数之积。
7		大钩位置 (0~28m)	大钩在天车及钻台面之间游动的位置
8		大钩运行速度 (0~1.5m/s)	大钩上升或下降的速度
9		井底工具位置 (0~4000m)	工具在钻台面和井底之间的位置
10		立压 (0~35MPa)	指立管上压力表压力值，和泵压接近。
11		套压 (0~35MPa)	指套管上压力表的值，作用在井内套管上的压力。
12		流量 (0~25L/s)	泵单位时间内排出的洗井液量
13		泵冲 (0~300 冲/min)	泥浆泵活塞每分钟往复次数
14		卡点	管柱发生卡钻时，卡钻位置距井口转盘面的管柱长度。
15		管柱扭转圈数	发生卡钻时，管柱可正扭或反扭的最大圈数。
16		滤饼粘附卡钻时钻具摩阻力	粘附卡钻时，钻具和泥饼接触的摩擦阻力。
17		浸泡液量	浸泡解卡时，注入的解卡剂的量。



18		注入浸泡液最高泵压	循环泵压（可参考钻进条件下的泵压）和钻井液柱与浸泡液柱的压差之和。
19		上击器动载	上击解卡时，作用在卡点的载荷。
20		下击器动载	下击解卡时，作用在卡点的载荷。
21		鱼顶下移量	井内钻具由受拉状态（变形伸长）变成部分钻柱重量丢失，成受压状态并弯曲，在断点处，上部钻具卸载收缩上移，下部钻具受压和弯曲下移，下移量称为鱼顶下移量。
22	水力参数	射流速度	钻头喷嘴出口处的射流速度。
23		射流冲击力	是指射流在其作用的面积上的总作用力的大小。
24		射流水功率	单位时间内射流所具有的做功能量。
25		工具压降	指洗井液流过工具喷嘴以后压力降低的值。
26		工具水功率	洗井液流过工具所消耗的水力功率
27		地面管汇压耗	洗井液通过地面高压管线、立管、水龙带（头）、方钻杆消耗的压力值
28		管柱内压耗	洗井液通过井内管柱消耗的压力值
29		环空压耗	洗井液通过管柱和套管环形空间消耗的压力值
30		地面管汇损耗功率	地面高压管线、立管、水龙带（包括水龙头在内）、方钻杆等的功率损失。
31		管柱内损耗功率	洗井液通过井内管柱消耗的水功率。
32		环空损耗功率	洗井液通过管柱和套管环形空间消耗的水功率。
33		泵压	泵工作时，泵压表的值。
34		泵功率	泵输出的实际水功率。
35		循环系统压耗系数	压力损失值和流量函数的比值。
36		工具压降系数	工具压力降和流量函数的比值。
37	井控参数	静液压力	液柱自身的重力产生的压力。
38		上覆岩层压力	地层某处的上覆岩层压力是指该处以上地层岩石基质和孔隙中流体的总重力所产生的压力
39		地层压力	岩石空隙中流体所具有的的压力。
40		基岩应力	基岩应力是指由岩石颗粒之间相互接触来支撑的那部分上覆岩层压力
41		当量泥浆密度	某深度地层压力与等高液柱压力等效时相当的液体密度。
42		地层破裂压力	井壁产生破裂的钻井液液柱 压力。
43		地层破裂压力当量密度	某深度地层破裂压力与等高液柱压力等效时相当的液体密度。
44		管流中气体上升速度	以水为液相的气体上升速度。
45		声波在气液两相流中传播速度	声波在气液两相流中传播速度
46		关井立管压力	溢流关井稳定后，立管压力表值。
47		关井套压	溢流关井稳定后，套管压力表值。
48		管柱内净液柱压力	认为管柱内洗井液未被污染，原自身重力产生的压力
49		环空混合静液柱压力	环空内受侵洗井液净液柱压力

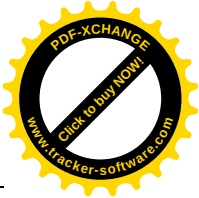
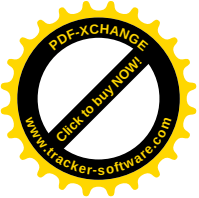


50	压井液密度	高压地层压力等效等高净液柱压力，所折合的密度。
51	压井立压	压井过程中，控制的立管压力。
52	初始循环立压	压井时，使井筒内流体流动起来时，控制的立管总压力
53	终了循环立压	当压井重液到达井底时为终了循环，液柱压力与地层压力相平衡，此时的循环压力
54	压井液从地面到井底时间	在一定压井流量下，压井液充满井内管柱的时间
55	压井液充满环空时间	在一定压井流量下，压井液充满管柱和套管环形空间的时间
56	天然气侵入压井液密度	压井过程中，环空混合液体密度。
57	气侵压井液柱压力减小值	气侵环空压井液柱压力减小值。
58	司钻法	二次循环法压井。压井数据计算完后，开始压井操作。第一循环周用原钻井液循环排出井内受污染钻井液。待压井钻井液配置好后，开始第二循环周，将压井钻井液泵入井内。
59	工程师法	一次循环法压井。井涌关井后，计算压井液密度，然后继续关井，按所计算的压井钻井液密度配置钻井液。待配置完压井钻井液后，再进行循环压井。
60	体积法	体积法是在不能读取立管压力的情况下，即在不能循环的情况下通过调节关井套压实现井控的方法。通过节流阀间断放出一定量的钻井液，使天然气膨胀、压力降低。通过套管压力控制天然气的膨胀和井底压力，使井底压力略大于地层压力。井底压力的变化是由于地面套压的变化或环空静液压力的变化所引起的，而环空静液压力的变化又是由于气体膨胀时钻井液量的减少（从井口放出）所致。
61	置换法压井	当井内钻井液已大部分喷空，同时井内无钻具或仅有少量钻具，不能进行循环压井的天然气井，但井口装置可以将井关闭，压井钻井液可以通过压井管汇注入井内，这种条件下可以采用置换法压井。通过压井管线注入一定量的钻井液，允许套压上升某一值（以最大允许值为限）；关井一段时间，使泵入的钻井液下落，通过节流阀缓慢释放气体，套压降到某一值（即泵入的压井液静液压力的增加值）后关节流阀。套压降低值与泵入的钻井液产生的液柱压力相等。重复上述过程就可以逐步降低套压。

➤ 模型开发过程与精度

Unisim Design 软件具有较强的开放性和二次开发的能力，具有方便与外部软件数据交换数据的功能，通过外部其他软件开发的控制模块可以实现对 Unisim Design 模型的控制，更加符合钻井工艺及突发事件综合演练的仿真需求，为后续钻井工艺及突发事件综合演练的仿真打下一个良好的基础。

Unisim Design 软件通过严格的机理模型技术建模及推理计算，同时也可作为一款



面对对象的编程工具，对具体设备和实际操作具有可自定义的开发能力。具体表现为：用户可以基于微软 OLE 扩展用户功能，通过 OLE 用户可以对 Unisim Design 进行开发：

- (1) 建立自己的物性包；
- (2) 增加用户自己的反应方程；
- (3) 开发自己的专用单元操作；
- (4) 用 Microsoft Visual Basic 或 Microsoft Visual C++ 语言开发自己的专用模型。

因此钻井工艺及突发事件综合演练算法通过 OLE 扩展接口，采用 C++ 语言在平台中开发专用模型，模拟作业过程。

一、自定义开发过程如下所示：

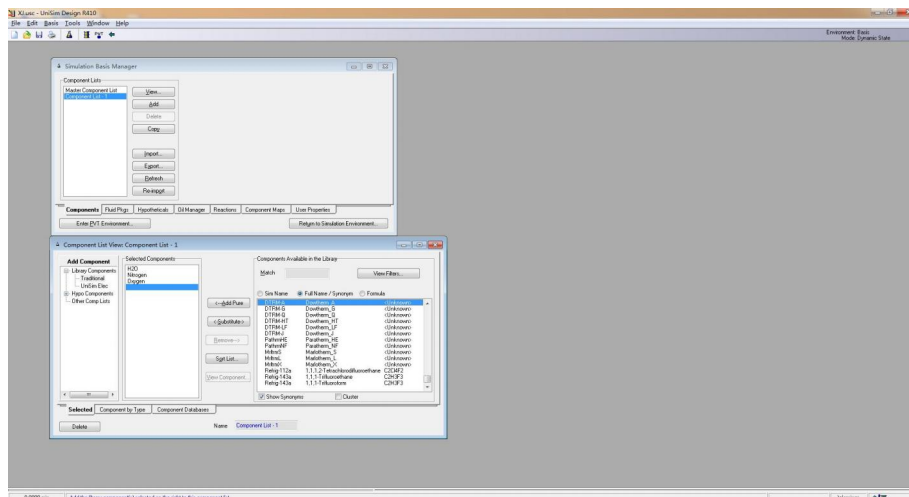


图 添加组分

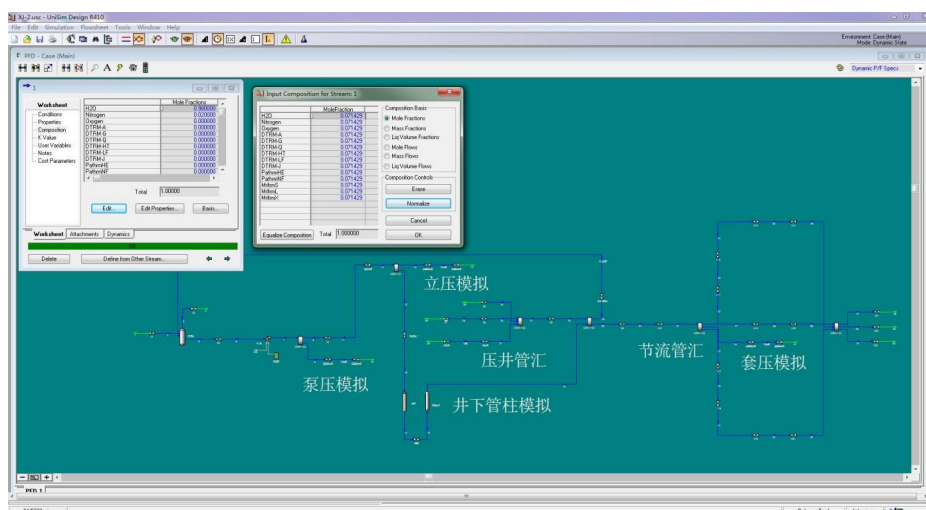


图 设置组分比例

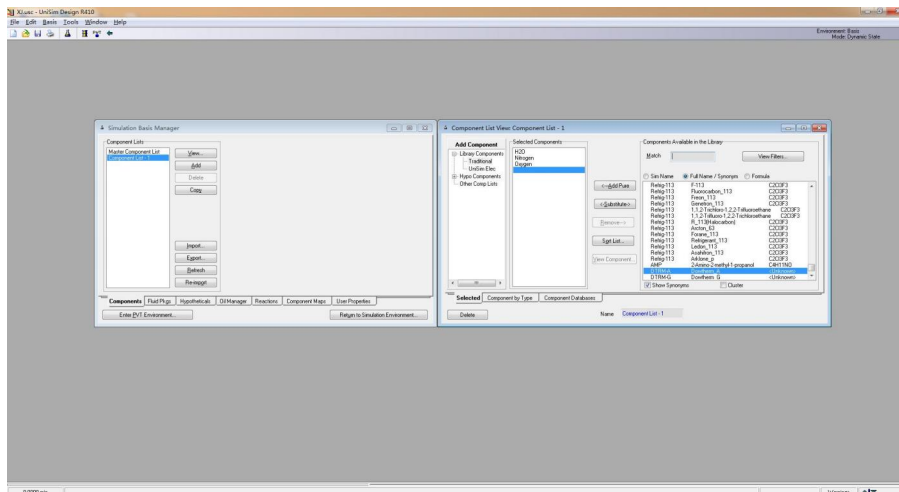


图 添加组分

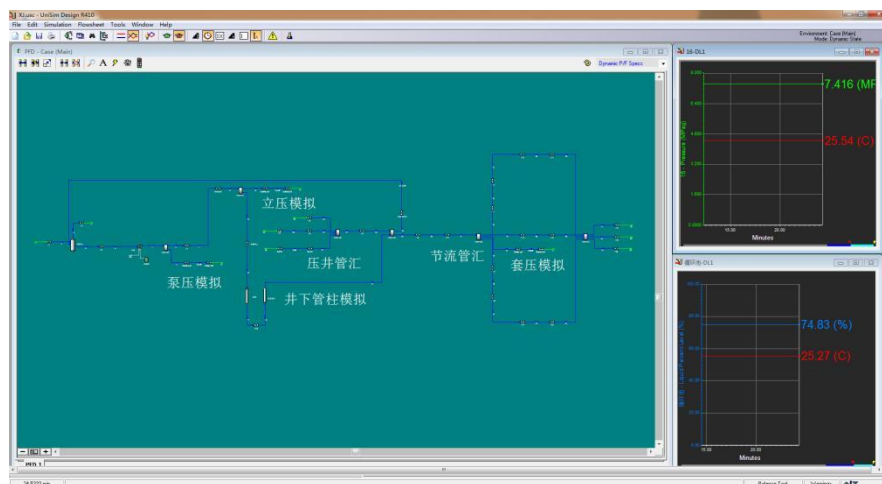


图 Unisim 自定义过程

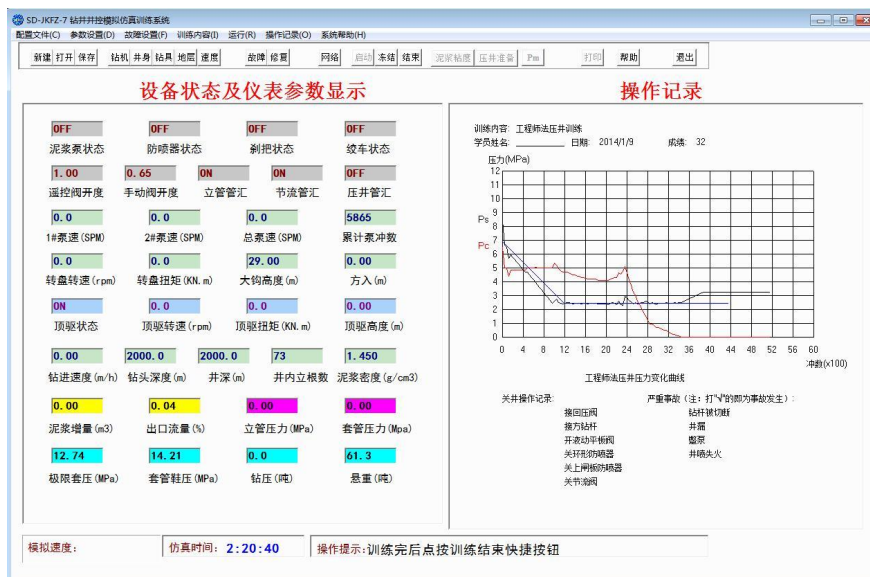


图 数据模拟结果显示界面



2、三维交互软件

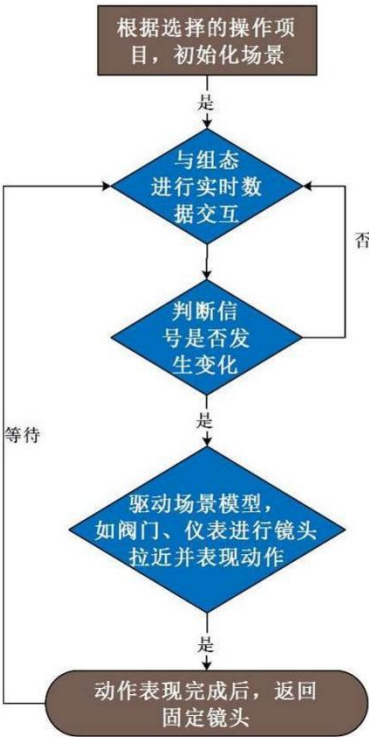
★利用三维建模、虚拟现实等技术，采用 1:1 情景构建 70D 钻井作业场景。能够实现以下功能：

- a：通过快速定位可快速查看每个设备的位置及状态；
- b：通过漫游了解站场布局、学习关键设备结构原理及工艺；
- c：能够模拟两种场景的正常打捞作业；配备了隐患故障事故模型，以及后续的井控处置，提高受训人员在应急处置能力。

(1) 技术实现

通过三维仿真软件建立与实际生产工艺环境一致的三维场景，将场景中的可操作模型定义位号（与 PID 位号对应），把每个可动模型所涉及的操作及表现定义为驱动指令，如阀门可定义为检查、开、关、开度调整等指令，将这些指令封装成 API，与控制软件进行数据交互，当三维场景接收到的数据变化指令时，进行解析，确认消息数据的有效性，然后通过参数传递，发送给三维场景文件，根据接收到的相关指令驱动相应位号下的可动模型进行动作表现。

三维场景除具备数据交互功能外，还具备漫游、快速定位、环境设置、速度设置、风险源识别等功能。数据驱动场景技术实现设计如图所示。



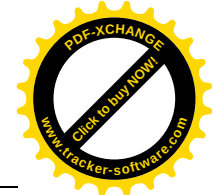


图 数据驱动场景模型技术实现流程

(2) 三维视景系统界面展示



图 钻井作业三维场景



图 液气大钳动作与操作同步

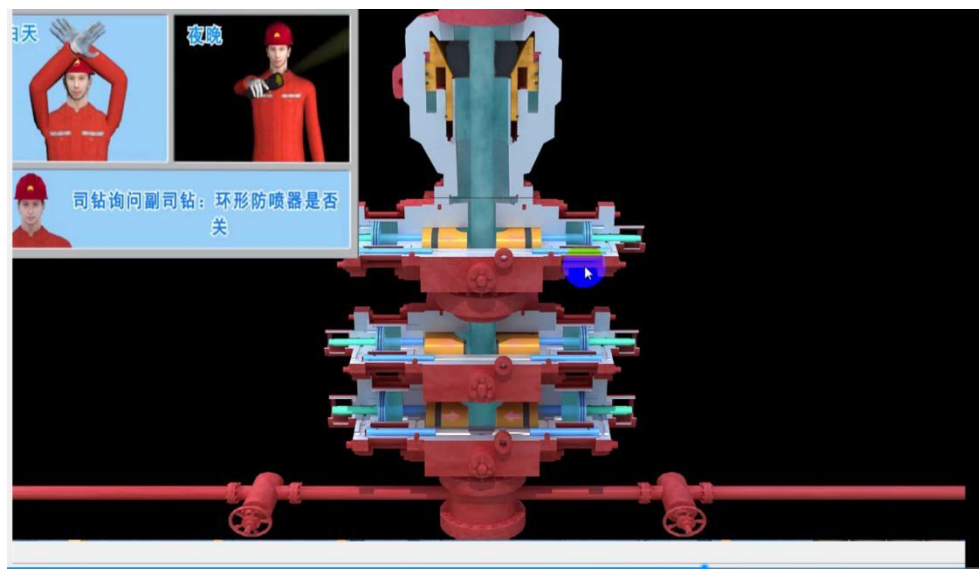
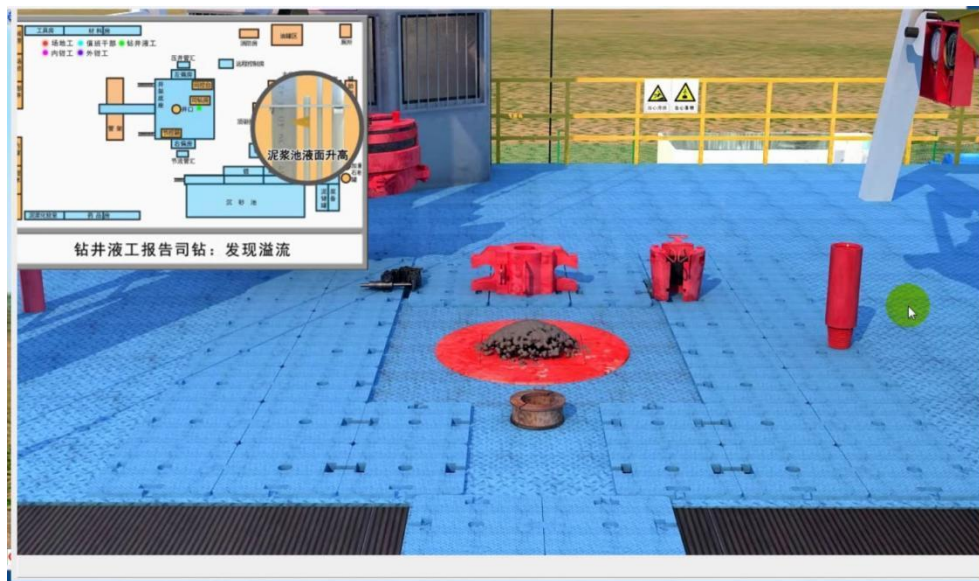


图 防喷器开关与操作同步



图 场景漫游、快速定位



3、考核及人员管理软件

(1) 考核及人员管理设计

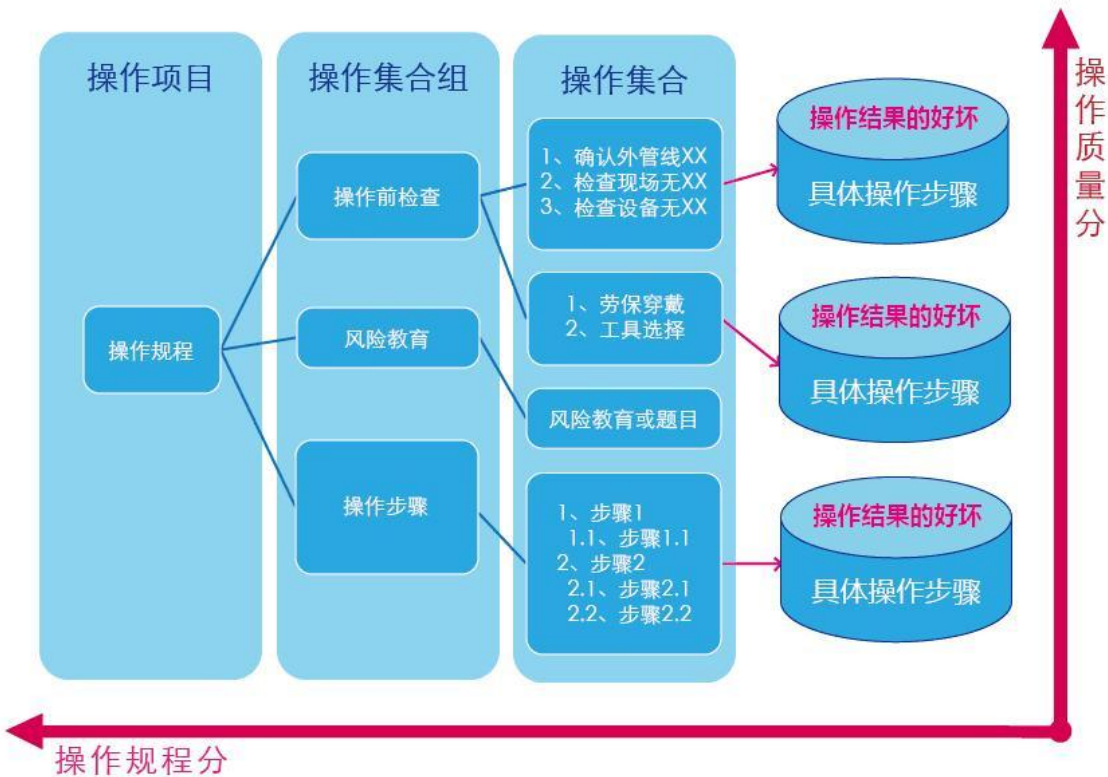


图 典型操作项目评分内容及过程图

➤ 操作步骤

一般操作规程中规定的具体的一个操作行为称为操作步骤。操作步骤具有具体的操作行为，包含或者隐含这个操作行为产生的操作结果。

操作行为：对一个具体的操作对象进行的操作。

操作结果：操作行为产生的影响。

➤ 操作规程（操作项目）

一系列操作步骤的有序集合成为一个操作过程，被审定的操作过程即为操作规程。我们系统中的一个操作项目是指根据标准操作规程组建的操作过程，是适应了我们系统的一个变形。

操作规程内主要规定的就是按不同组合关系分布的操作步骤集合。操作规程的评分就是对不同的关系进行分辨，给出操作员是否按规程操作的评价。

➤ 操作步骤之间的关系

顺序：操作步骤之间具有具体的先后关系，不操作第一步无法进行第二步，进行



第二步操作认为是错误的。

无序（并行）：操作步骤之间没有先后关系，但几个操作步骤必须全部做完。

多选一（分支）：操作步骤没有先后关系，只需要选择其中之一即可完成。

➤ 不同操作步骤关系中的嵌套

两层嵌套：无序 + 多选一；多选一 + 无序

三层嵌套：顺序【无序（顺序）】；顺序【无序（多选一）】；顺序【多选一（顺序）】；顺序【多选一（无序）】；无序【顺序（无序）】；无序【顺序（多选一）】；无序【多选一（顺序）】；无序【多选一（无序）】；多选一【顺序（无序）】；多选一【顺序（多选一）】

顺序在嵌套中的特殊性：顺序的步骤嵌套没有意义；顺序步骤可以顺序拆分和合并。多个单一的顺序步骤可以合并成一个单一的步骤。

➤ 嵌套关系表格记录法

表 正常顺序情况

序号	优先级	无序并行	多选一	步骤描述
1	1	0	0	步骤 1
2	2	0	0	步骤 2
3	3	0	0	步骤 3
4	4	0	0	步骤 4
5	5	0	0	步骤 5

表 无序并行执行

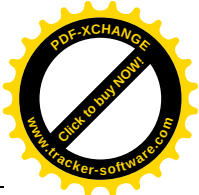
序号	优先级	无序并行	多选一	步骤描述
1	6	0	0	步骤 1
2	6	0	0	步骤 2
3	6	0	0	步骤 3
4	6	0	0	步骤 4
5	6	0	0	步骤 5

表 多选一操作

序号	优先级	无序并行	多选一	步骤描述
1	6	1	1	步骤 1
2	6	2	1	步骤 2
3	6	3	1	步骤 3
4	6	4	1	步骤 4
5	6	5	1	步骤 5

表 无序嵌套多选一操作

序号	优先级	无序并行	多选一	步骤描述
----	-----	------	-----	------



1	6	1	1	步骤 1. 1
2	6	1	2	步骤 1. 2
3	6	1	3	步骤 1. 3
4	6	2	1	步骤 2. 1
5	6	2	2	步骤 2. 2
6	6	2	3	步骤 2. 2
7	6	3	1	步骤 3. 1
8	6	3	2	步骤 3. 2
9	6	3	3	步骤 3. 2

表 多选一嵌套无序操作

序号	优先级	无序并行	多选一	步骤描述
1	6	1	1	步骤 1. 1
2	6	2	1	步骤 1. 2
3	6	3	1	步骤 1. 3
4	6	1	2	步骤 2. 1
5	6	2	2	步骤 2. 2
6	6	3	2	步骤 2. 2
7	6	1	3	步骤 3. 1
8	6	2	3	步骤 3. 2
9	6	3	3	步骤 3. 2

➤ 分数给出

分数设定：每个步骤设定为 100 分；每个步骤设定权重，得分部分为考虑权重的一个比值；扣分项目为从总分中扣除的分数，当得分满分 100 时，总分 = 100 - 扣分分数。可得总分计算公式：

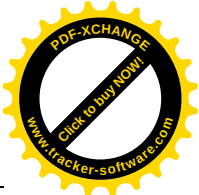
➤ 操作步骤的质量评价

操作步骤的质量，指的是操作行为对工艺过程产生的影响的好坏。对这个好坏做的评价称为质量评价。

➤ 操作对象和操作结果

操作员操作行为必然是针对一个操作对象的，在工艺中所有可操作的设备，包括按钮、阀门、辅助开关等都可属于操作对象。广泛的说操作员可操作的都是操作对象。

当操作员操作一个操作对象后，产生的结果为操作结果。操作结果可分为直接的结果和间接的结果。譬如操作员操作了一个阀门，这个阀门为操作对象，阀门的最终开度为操作结果；操作员人工通过阀门开度调节后端压力，则阀门为操作对象，后端



压力的终值为操作结果。

操作对象一般为有具体含义的字符串。操作结果一般为数值，也可能为字符串。
为字符串的情况比较单一，一次性触发比较。为数值的情况复杂。

为字符串的情况：

- ① == X1：操作结果字符要与 X1 完全一致；
- ② == X1 and X2 and X3：操作结果字符要与（X1、X2、X3）个数相等，每个都要一致；
- ③ ∈ X1 or X2 or X3：操作结果字符要属于 X1、X2、X3 之一。

➤ 数值的评价方法

操作结果：操作行为产生的结果。

设定目标：期望操作行为达到的结果。

表 评价方法表

方式	操作结果	设定的目标	评价方式
直接评价	A（具体的值，无滞后） A（具体的值，有滞后）	B（具体的值）：[B1，B2] B（具体的值）：[B1，B2]	A 与 B 的相等/不等关系 A 与 B1，B2 的大小关系 加入滞后时间？转入间接评价
间接评价	A（间断变化的值） A（连续变化的值，随时间变化成为一条曲线）	B（具体的值）：[B1，B2] B（具体的值）：[B1，B2]	规定时间内偏差的平均值 规定时间内偏差的平均值。
动态评价	A（连续变化的值，过程滞后，随时间变化成为一条曲线）	B（变化的值，随时间变化成为一条曲线）	与时间积分之差。

➤ 直接评价

特点是操作结果 A 和设定目标 B 都是确定的值或范围。

两个确定的值或范围进行比较，可直接获得比较结果且比较结果只有对和错两种情况。对则得分，错则不得分。

➤ 间接评价

特点是操作结果 A 是一个变化的值，设定目标 B 是具体的值或范围。

一个变化的值 A 与一个不变的值 B 进行比较，需要一定的时间来判断。在这个时间里，变化的值 A 与不变的值 B 进行多次比较，比较结果符合认为成功，结果不符合



认为失败，依据成功率给出分数。（每一次采样获取数据即进行一次比较）

➤ 动态评价

特点是操作结果 A 是一个变化的值，设定目标 B 也是一个变化的值（理想曲线）。
一个变化的值 A 与一个变化的值 B 进行比较，仍然采用按时间进行判断的方法。
在一定的时间内每次同时获取 A 与 B 的值，比较两者关系，满足为成功，不满足为失败，依据成功率给出分数，但最后的结果需要对目标值收敛，即越往后差值越小才能符合要求。

➤ 评价的进入和退出

要进行一个评价，就要限定评价的开始和结束。所以每一个评价都设定开始条件和结束条件。满足开始条件时，进入评价，评价结束后，判断结束条件，满足结束条件后评价结束。退出时一定要评价条件和退出条件同时满足。

(2) 软件实现

➤ 开发程序（图形化拖拽式编辑程序）



图 开发程序后台编辑主界面

➤ 加载 Excel 实操项目模板

可以由此加载带格式的 excel 文件。实操考核项目以 excel 文件的形式加载，在于如何按照自由扩展模板，编制项目训练规程。（1）用户在充分理解文字版操作规程基础上，按照系统提供的标准 excel 格式模板，将文字规程进行梳理，并细化为标准 excel 模板的逐条记录，进行细化添加。（2）将整理好的 excel 格式规程导入训练项目管理平台，并设定仿真数据快照作为系统调用的初始化条件。（3）对操作项目进行



测试，若测试通过，则新增操作项目成功；若测试不同过，需返回模板编辑步骤进行相应修改，直到测试通过。

Excel 文件格式如下：

初始化参数：全开阀门： 全关阀门：						
操作规程标准模板						
场站序号	3	场站名称			采油厂	
项目序号	223001	项目名称			卧式过滤器启运	
编号	操作顺序	并行操作	备用流程多选	操作对象描述	操作对象位号	关系
1	1	0	0	[辅助操作]:劳保工具准备齐全	1 23 30 84 85 86 87	
2	2	0	0	选择原料气过分离器V0101_body，点击右下角检查设备完好指令，检查原料气过分离器V0101设备设施完好正常，投运状态正常	V0101_body check_all	
3	2	0	0	选择原料气过分离器V0101_body，点击右下角检查仪表完好指令，检查原料气过分离器V0101配电及各类仪表等设备设施完好正常，且处于投运状态。	V0101_body check_meter	
4	2	0	0	选择原料气过分离器V0101_body，点击右下角检查管线无泄漏指令，检查原料气过分离器V0101管线完好正常	V0101_body check_line	
5	2	0	0	选择原料气过分离器V0101_body，点击右下角检查流程正确指令，检查原料气过分离器V0101系统流程正确	V0101_body check_process	

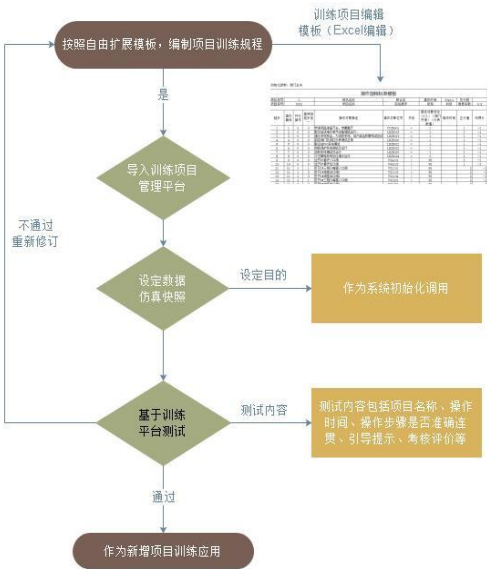
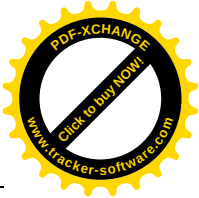
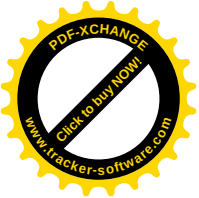


图 Excel 实操项目模板导入构架

➤ 初始化表编辑

初始化表是操作项目的启动要求。一个操作项目是有条件的操作集合。所以操作项目具备初始条件，初始条件是依靠抽象描述的点来限定的，当某些点的集合符合特定值要求的情况下认为初始条件满足。

初始化表如下所示：



初始化表编辑

导出

导入新的初始化表

导入并覆盖所选初始化表

场站表			初始化表		点位表					
序号	场站编号	场站名称	序号	初始化表名称	点位序号	点位名称	点位说明	点位类型	最小值	最大值
1	1	天然...	11	11002	2830	Z1001	进口端干...	pv	0	5
			13	1102, 1106	2831	Q1001	进口端安...	pv	95	100
			14	1103	2832	Z1002	原料气过...	pv	95	100
			15	1104	2833	Z1003	原料气过...	pv	95	100
			16	1105	2834	Z1004	原料气过...	pv	0	5
			28	1401	2835	Z1005	原料气过...	pv	0	5
			29	1402	2836	Z1006	主管线进...	pv	95	100
			30	1404	2837	Z1007	主管线统...	pv	95	100
			31	1405	2838	Z1008	主管线出...	pv	95	100
			32	1501	2839	J1001	主管线手...	pv	0	5
			33	1502, 1503	2840	Z1009	旁通管线	pv	0	5
			34	1504	2841	Z1010	旁通管线	pv	0	5
			35	1505	2842	Z1011	旁通管线...	pv	95	100
			36	1506	2843	J1002	旁通管线...	pv	0	5
			37	1507	2844	Z1012	过滤分离...	pv	95	100
			38	1508	2845	Z1013	过滤分离...	pv	0	5
			39	1509, 1513	2846	Z1014	过滤分离...	pv	95	100
			40	1510	2847	Z1015	过滤分离...	pv	95	100
			41	1511	2848	Q1002	过滤分离...	pv	95	100
			42	1512	2849	Q1003	过滤分离...	pv	0	5
			43	1601	2850	SDW1002	过滤分离...	pv	95	100
			44	1602	2851	Z2053	吸收塔无...	pv	95	100
			45	1603	2852	Z2001	来自再生...	pv	0	5

图 初始化表图

➤ 操作流程

操作流程指一个具体的操作项目的全部内容，正常操作流程打开后如下图所示：

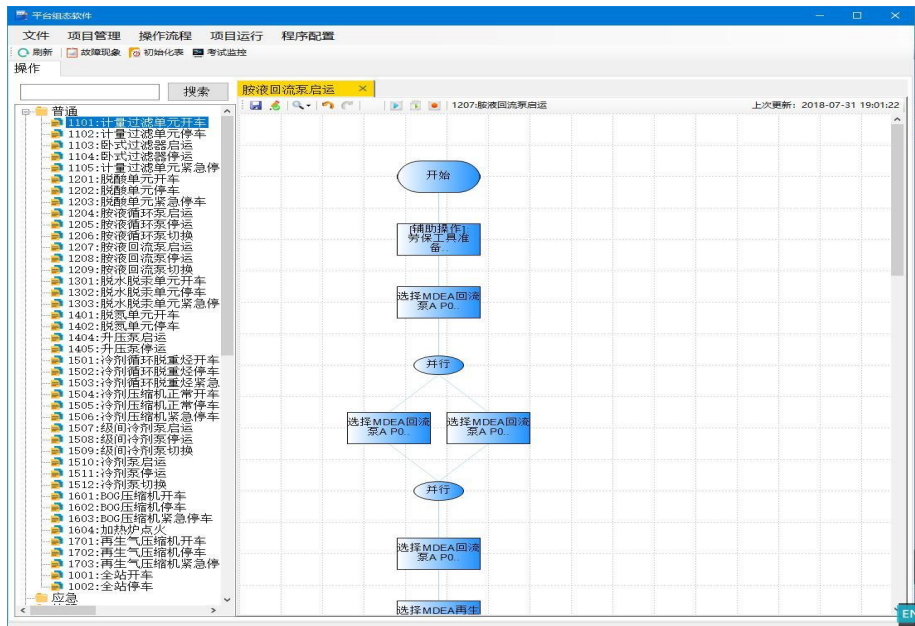


图 操作流程图

4、三维动画系统

招标文件要求：以 3D 动画的形式开发相关教学视频资源，包括钻井工艺等，时长不少于 30 分钟。

（1）画面文字：画面文字要使用符合国家标准的规范字，不出现繁体字、异体字（国家规定的除外）、错别字；文字的字体、大小、色彩搭配、摆放位置、停留时间、出入屏方式力求与其他要素（画面、解说词、音乐）配合适当，不能破坏原有画面。

(2) 声音：语音采用标准的普通话（不低于市标配音）、美式或英式英语配音，特殊语言学习和材料除外。使用适合教学的语调。数字化音频的采样频率为 14.4~44KHZ，量化位数为 16 位，码率不低于 64 Kbps，音频播放流畅，声音清晰，噪音低，回响小。音频与视频图像有良好的同步。

(3) 视频输出格式：视频输出格式为 mp4 或 avi；输出像素为：1920*1080，16:9 全高清 1080P 视频文件。可以稳定地支持任何屏幕大小的显示和多平台的平稳过渡。

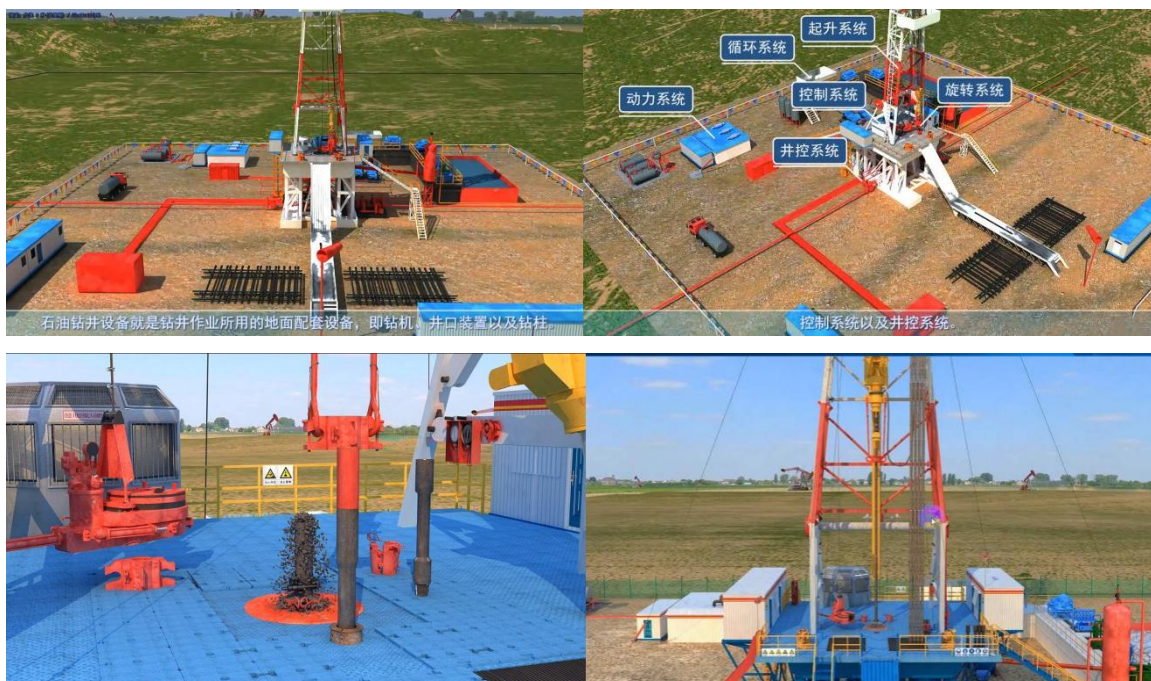


图 三维动画视频案例图

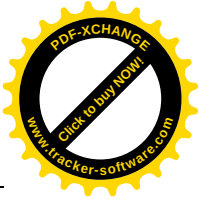
4.2.3.3.2.3 实现功能

- (1) 钻井设备与工具结构及原理等基础知识学习功能；
- (2) 钻井设备与工具拆装训练功能；
- (3) 岗位技能操作训练功能；
- (4) 钻井工艺操作模拟训练功能；
- (5) 钻井安全应急处置模拟操作训练功能。

4.2.3.3.3 注采技能实训单元

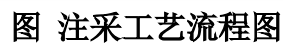
4.2.3.3.3.1 建设内容及主要技术参数

注采技能实训单元主要建设工艺流程装置、数据采集与监控系统、网络通讯系统、模拟中控、培训辅助系统和文化系统，实现注采工艺及设备知识学习、工艺操作、



主要工艺单元：依据油田典型生产现场工艺进行建设，主要工艺流程包括常规游梁式抽油机、自喷井、螺杆泵井、电潜泵井、注水井、注聚井及工艺流程等构成。

根据招标文件建设内容要求，设计的工艺流程如下：



► 仿真抽油机

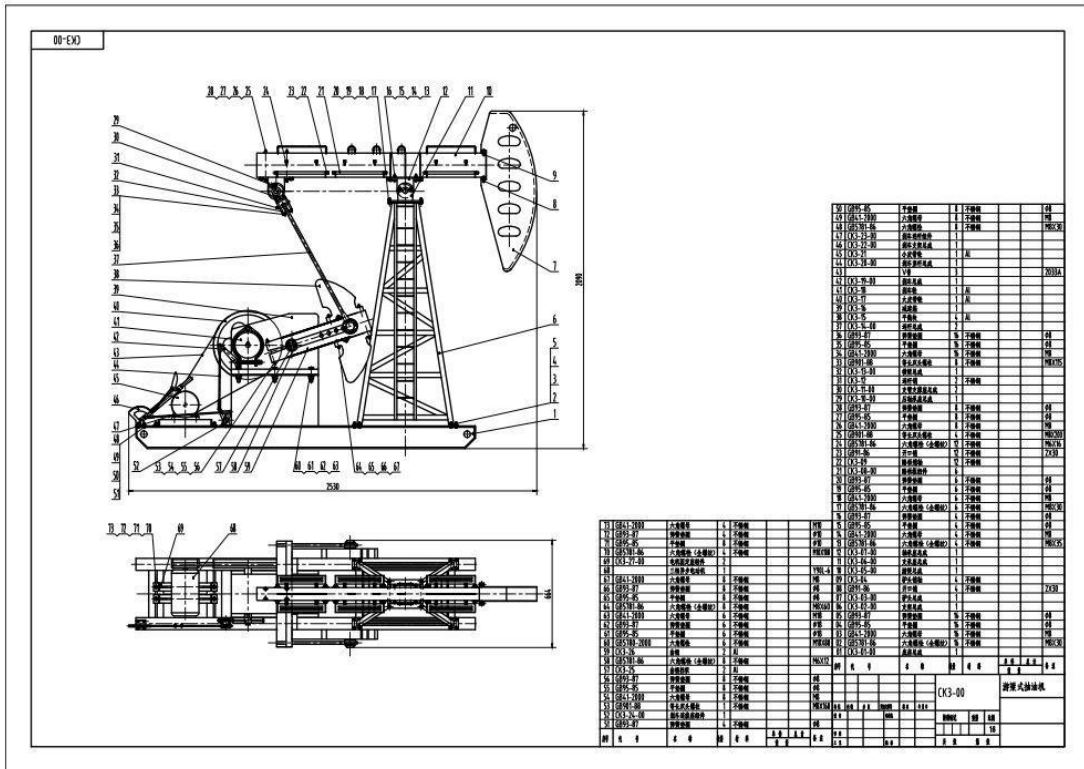


图 仿真抽油机装配图



图 仿真抽油机案例图

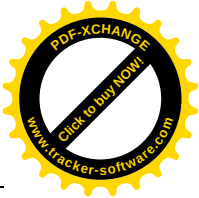
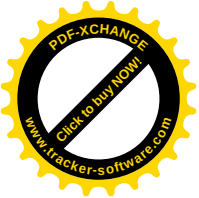


图 注采工艺及设备案例图

二、数据采集与监控系统

数据采集与监控系统包括有线和无线传输的各类采集仪表（包含压力、流量）、智能综合电参采集控制器、流量自控仪、RTU 设备、自控装置（电动阀门、变频器）、PLC 控制系统等，数量满足上面的工艺流程装置。

1、各类采集仪表

各类采集仪表包括无线压力传感器、有线压力传感器、无线流量计等，外观与现场一致，24V 供电，LCD 屏幕显示数值，显示量程可调。



图 各类采集仪表

2、智能综合电参采集控制器

技术参数：外观与现场一致，WIA-PA 方式进行传输。



图 智能综合电参采集控制器

3、流量自控仪

外观与现场一致，LCD 屏幕显示数值，有线通讯。



图 流量自控仪

4、RTU 设备

含控制柜、RTU（带显示屏）、空开、端子等，包含 ZigBee 及 4G 传输模块，能够接收现场仿真 ZigBee 仪表，含电参采集模块。

5、自控装置（电动阀门、变频器）

自控装置主要包括电动阀门和可控制电机的变频器组成。



图 电动阀门和变频器

6、PLC 控制系统

PLC 系统包含 CPU、I/O 插件、工业交换机、电源、端子等，AI 模块、A/O 模块全隔离：模块内的每一个输入、输出通道都是路路隔离的；每一个多路 I/O 模块的每一路模拟量/开关量的输入、输出为单独可自由更换模块，以便维修，需考虑 10%系统冗余，总点数约 90 点。



图 数据采集与监控系统案例图

三、网络通讯系统

井、间网络通讯方式可采用有线或无线的方式进行传输，包括无线传输的 WIA-



PA、ZigBee、4G+WIA-PA、4G+ZigBee 等无线传输类型以及有线的光纤传输，传输信号包括生产数据信号、视频监控图像信号和周界入侵报警信号。

井网络通讯系统为小型站场，采用无线方式进行传输，无线传输方式包括 WIA-PA、WIA-FA、ZigBee、4G+WIA-PA，传输的信号包括井、间的生产数据信号；视频监控图像信号、周界入侵报警信号等，所有无线传输的数据最终传输到站场，具体传输方式为：

建设基于 WIA-PA、ZigBee、4G 技术的无线网络，将井场数据无线传输模拟计量间，采用 WIA-PA 工业无线网络汇聚模拟计量间的智能无线工业物联网关。在模拟计量间建设 4G 主干网络传输单元，网关数据及视频图像业务通过 4G 主干网络传输单元，上传至模拟转油站网络所在地。其中 WIA-FA 无线传输的网络结构如下图：

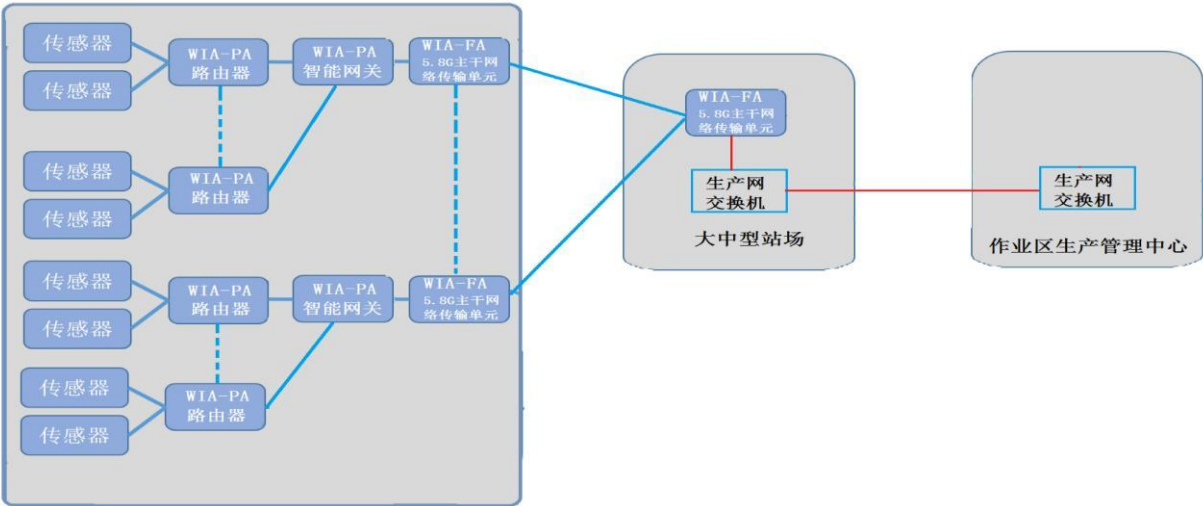


图 WIA-FA 传输网络结构图

四、模拟中控

1、硬件建设

- (1) 网络系统：包括网络机柜和交换机；
- 机柜尺寸：600x400x1200mm 标准网络机柜；
 - 机柜容量：4U 容量；
 - 机柜配置：8 位 10A PDU 插排 1 个，固定板 3 块，风扇 1 组，重型脚轮 4 只
 - 机柜工艺：采用 SPCC 优质冷轧钢板，表层静电喷塑处理。



图 网络机柜图

(2) 音响系统：包括音响、话筒、无线麦克、功放、机柜、线缆等；

专业音响：频率响应：75Hz-16kHz；标称覆盖角(HxV)：70° x 70°；灵敏度(1W/1m)：92dB；最大声压级(1m)：116/ 122dB（连续值/峰值）；额定功率(AES)：250W；标称阻抗：8Ω；驱动单元：1 x 8"低音，1x44mm 音圈高音；接线形式：2 个 NEUTRIK NL4MP 四芯插座，1+1-；吊挂硬件：4xM10 吊点、底托。



图 音响系统、功放

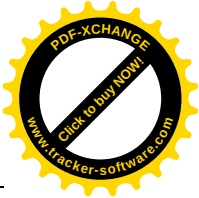
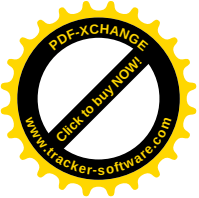
专业功率放大器；输出功率：8Ω/250W×2、4Ω/375W×2；频率响应：20Hz～20kHz(±0.5dB)；电源：220V(50Hz～60Hz)；阻尼系数：≥200@8Ω失真度：<0.05% Rated power@8Ω/1KHz；信噪比≥75dB（A 计权）；输入阻抗：线路：unbalance10K(不平衡)MIC 话筒：600Ω；转换速率：25V/US；输入灵敏度：线路 250Vrms，话筒 10Vrms。

(3) 隐患/故障/事故模拟模块：隐患点 12 处，故障点 4 处，事故点 2 处。

1) 设计原则

①模拟点设置基于工况，具有代表性、突发性和可控性；

②常出现安全事故点：因为设备或操作自身危险系数高，经常会发生各种伤人或



者设备损坏事故；

③易发生大或特大事故点：不按照规程进行操作容易导致火灾或者爆炸等大型事故发生的点位；

④设备因误操作易致损点：设备易损坏件点；

⑤操作易疏忽点：在操作过程中会容易疏忽导致后发事故或设备损坏点；

⑥其它：因劳保穿戴不符合规范易产生事故点等。

2) 隐患设计方法

①人员隐患

主要包含：PPE 穿戴不合格、器具使用不当、站位失误、人员违章操作等。

➤ 器具使用不当

搭建某作业场景，包括假人、使用器具等，在工器具中掺杂着不当工具，展示其使用非防爆工具等。

➤ 站位失误

将假人摆放至某操作状态，使其站位错误，例如开关手动阀门时，假人正对阀门手轮开关阀门。

➤ 人员违章操作

搭设作业环境，展现某项违章操作，如未对槽车静电接地，违章进行槽车装卸料操作。

②物的隐患

➤ 替换法

替换法是提前制作不同的隐患仿真模型，训练前通过替换仿真模型的方法建立不同的隐患，使其隐藏在工艺、设备或周围环境中。如管道设备老化、腐蚀穿孔、管道缺陷、螺丝松动、设备动密封损坏、标识不符、电路漏电、接地不良、防爆不符合标准等隐患或故障，均可采用此方式。采用替换的方法使得隐患设置多变、灵活性强。



图 更换损坏的密封件



图 泵接地隐患（替换法）

以泵的隐患设置方法为例，大多可以采用替换法实现。

表 泵的各类隐患实现方法

隐患设置点	隐患描述	设置方式
动密封	密封部件损坏	1、在机械密封中更换老化或损坏的密封环 2、安装磨损、损坏的动环、静环、轴套。
地脚螺丝	松动	提前将地脚螺丝拧松
泵轴及轴承	部件损坏	1、更换弯曲或平衡性不好的泵轴 2、更换磨损的轴承
压力表损坏	损坏，不显示准确示数	更换坏表
电流表损坏	损坏	更换坏表
电机	接地不良，绝缘破损，未使用防爆工具，未按要求穿戴	人为放置绝缘受损的电机线，更换已经断裂的绝缘板铁
润滑油杯	油位不在规定范围	提前在油杯中加减润滑油
联轴器	没有防护罩	提前去掉防护罩

➤ 放置道具法

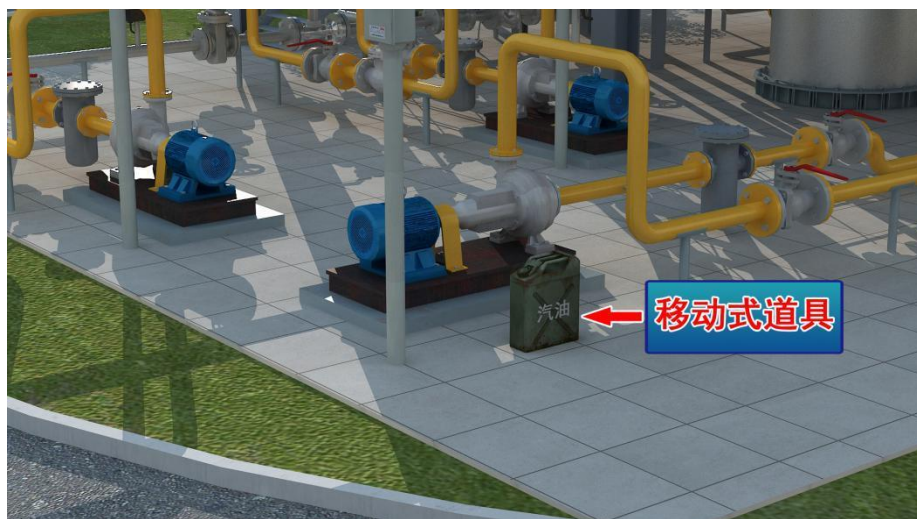


图 放置道具效果

放置道具法是制作不同的隐患道具，训练前放置到设置点，进行隐患表现的方式。如未佩戴安全带进行高空作业、设备周围存放易燃易爆品、在有有毒有害气体环境中，未正确佩戴防护、可燃气体浓度不符合要求下进行动火作业、人员中毒、人员灼伤等隐患，宜采用此方式。

3) 故障设计方法

➤ 设备震动故障

振动类故障采用震动电机（振动马达，俗称震楼器）来实现。同时配有相应音效。



图 振动电机

以泵震动为例，在泵体的下部提前预装震动电机，保证该震动器直接接触到泵体底座，震动电机的电源线引出即可。振动强度可通过变频调节。

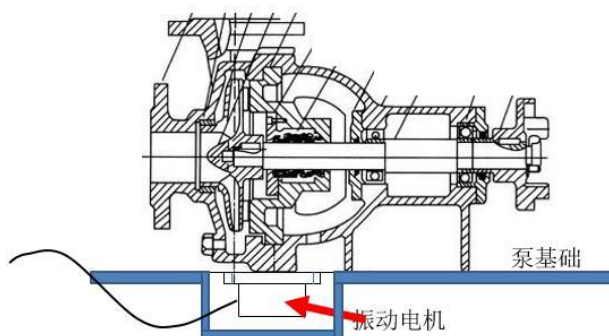


图 震动故障设置（以泵为例）

➤ 设备异响故障

异响故障采用音效设备，提前录制不同设备、不同故障的异响故障声音，将音效设备隐蔽安装在设备附近。



图 异响故障设置（以泵为例）

➤ 设备漏电故障

漏电类故障采用高压打火模拟设备，隐蔽安装在用电设备电缆、用电接头等附近。

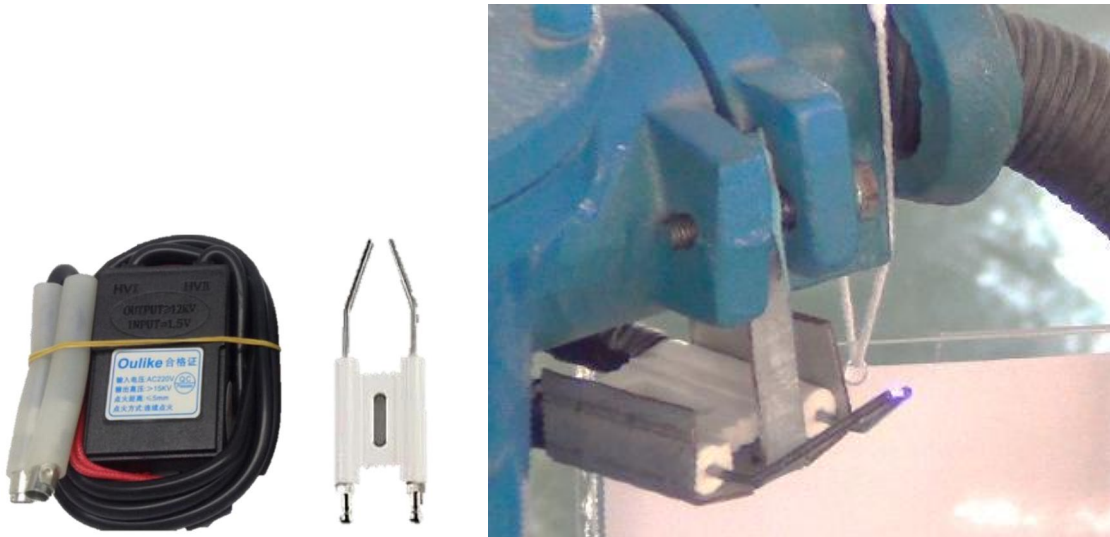


图 漏电模拟设备及漏电效果

➤ 仪表故障

变送器硬件部分主要由电源模块、控制器模块、液晶显示模块组成，电源模块为控制器模块和液晶显示模块供电，控制器模块通过 485 接口电路实现与上位机的数据通信；通过 SPI 接口电路与液晶显示屏连接；液晶显示屏实时显示传感器运行中的故障信息和数据值。

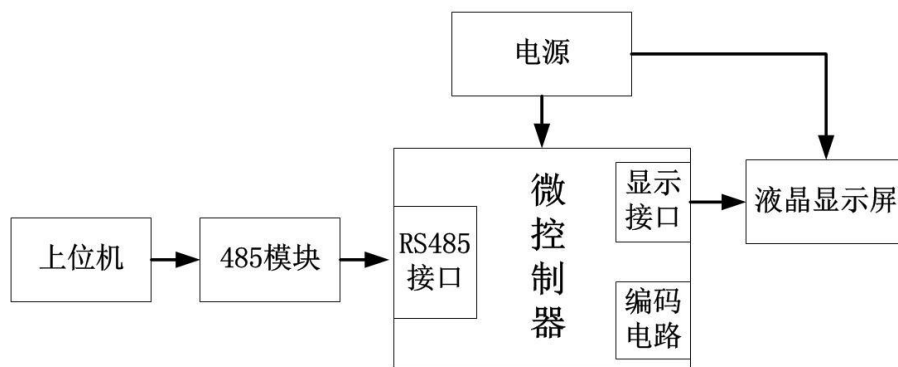


图 仪表故障原理图

4) 事故设计方法

➤ 超压事故模拟

设备超压后，在教学装置中相应的压力表应指示超压，在仿真 DCS 中变送器的反馈值应显示超压并产生报警，三维动画视景模型中相应压力表应指示超压。

➤ 泄露事故模拟

设备产生泄露后，在教学装置中相应的位置喷出白色的气体或液体，在仿真 DCS



中变送器的反馈值应显示压力变化并产生报警，三维动画视景模型中相应压力表应指示发生变化。

泄漏模拟采用集中供水，多点可控泄露的方式，由供水系统、主管路控压系统、泄露分支控制系统、安全保护系统组成。

➤ 着火事故模拟

着火事故仿真通过声光电技术，将消防事故中的火灾情况，通过烟雾机、假火焰、音效系统进行系统整合，真实再现火灾中的情景，营造逼真环境。设备发生着火后，在教学装置中相应的位置喷出红色的烟雾模拟火苗并配合烟雾。

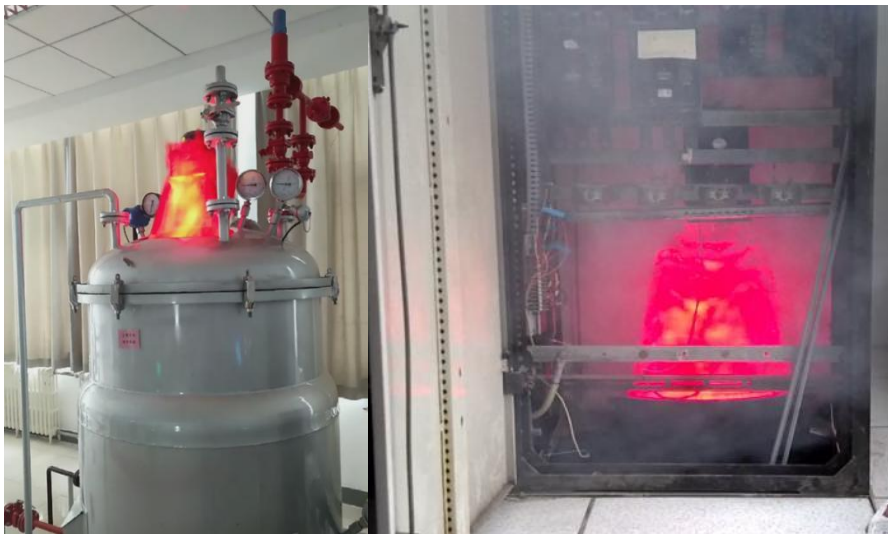


图 案例图

➤ 触电、机械伤害事故实现

采用放置道具的方法来实现此类人员事故：

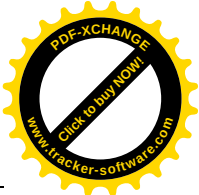
①触电事故的发生条件是电机接地不良，线缆绝缘外皮破损，裸露电线，假人未带绝缘手套，未穿绝缘鞋。将假人放在电机导线旁边，身上放有磁铁吸合装置，在地面上放置电磁铁，电磁铁通电后，可使假人倾倒，表现触电事故。

②机械伤害发生的条件是违章操作、防护不当、设备隐患、危险作业等。营造此类隐患条件，并放置倒地假人实现事故场景。

2、配套软件

（1）模拟控制软件

模拟控制软件实现对应工艺装置的安全生产控制、培训控制等功能。安全生产控



制功能包括采集控制、工艺数据显示、连锁控制、紧急关断、通讯、数据曲线、报警、报表等；培训控制功能包括可远控的各类隐患、故障、事故现象的触发、演变、关闭等控制。

➤ 功能构架

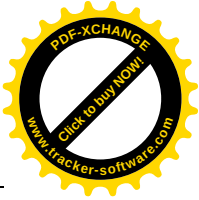
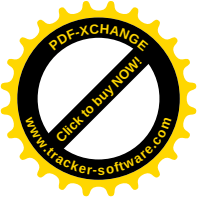
控制系统采主要包含系统监控、系统动态、系统管理、报警预警及应急处置五大功能模块。

表 控制系统功能表

编号	功能	描述	备注
1	系统监控	1、状态监控：手动阀门、电动阀门、泵、压缩机、云端机构等的状态监控 2、数据监控：温度、压力、流量、液位、成份、可燃气体等数据监控 3、视频监控	
2	系统动态	1、趋势曲线：实时曲线、历时曲线 2、报表：生产日报、生产班报、停产报表	
3	系统管理	1、权限管理：操作工、工程师、管理员 2、自动控制：连锁控制 3、生产管理：参数分析、效率统计	
4	报警预警	1、报警设置 2、报警处理 3、报警记录	
5	应急处置	1、应急预案 2、故障下发 3、故障处理	

在上述五大功能模块基础上，控制系统总体功能如下。

- ①采集现场阀门及电动机构的状态；
- ②将数学模型计算的参数结果下发至现场真实仪表上显示；
- ③记录现场人员操作及巡检过程；
- ④对现场仪表的数据进行存储，可以通过实时或者历史曲线进行展示；
- ⑤自动生成生产、停产及检修报表；
- ⑥对用户进行安全及权限的分级；
- ⑦对自动控制（加热、降温等）、联锁控制及安全仪表系统进行参数设置，并在参数达限后能根据设置进行停泵等相关控制；
- ⑧对关键参数进行分析和效率统计；



⑨能对仪表报警参数和报警级别进行设置；对报警进行记录和确认，并在控制界面上进行颜色变化的提示。

⑩将应急预案预置在控制系统中；能在线触发故障并以参数变化或者物理现象（如泄漏等）来表现；通过人员的操作来解除故障。

➤ 功能设计

- ①具备数据采集和设备控制功能；
- ②具备操作流程展示、工艺监控功能；
- ③具备参数监视、数据报警及设定功能；
- ④具备曲线查询；
- ⑤具备设备运行状态查询；
- ⑥具备与数值模拟系统、管理系统、考核系统通讯功能；
- ⑦具备连锁控制与紧急停车；
- ⑧具备报表查询与输出；
- ⑨具备报警查询与输出。

➤ UI 设计（界面截图）

当选定操作项目和培训模式后，系统进入界面。

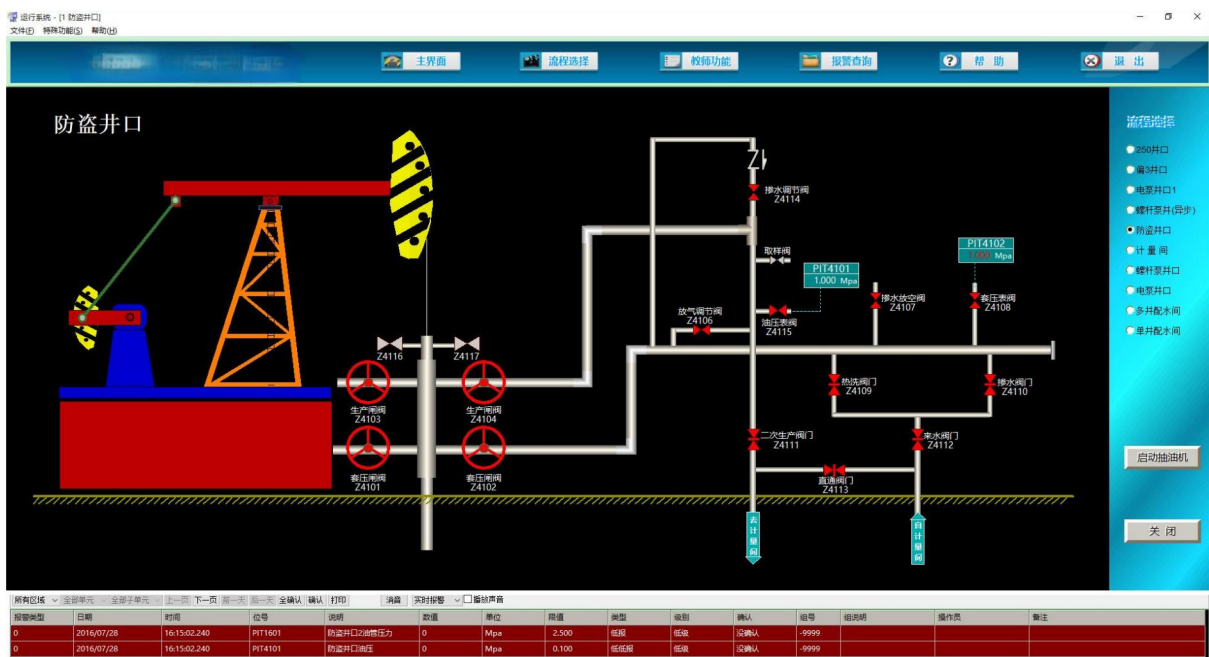


图 模拟控制软件界面

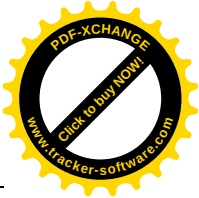
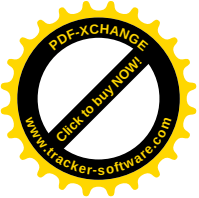


图 阀门状态查看

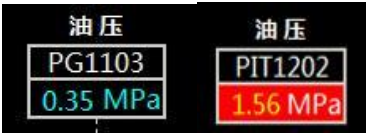


图 压力仪表



图 报警限值设定

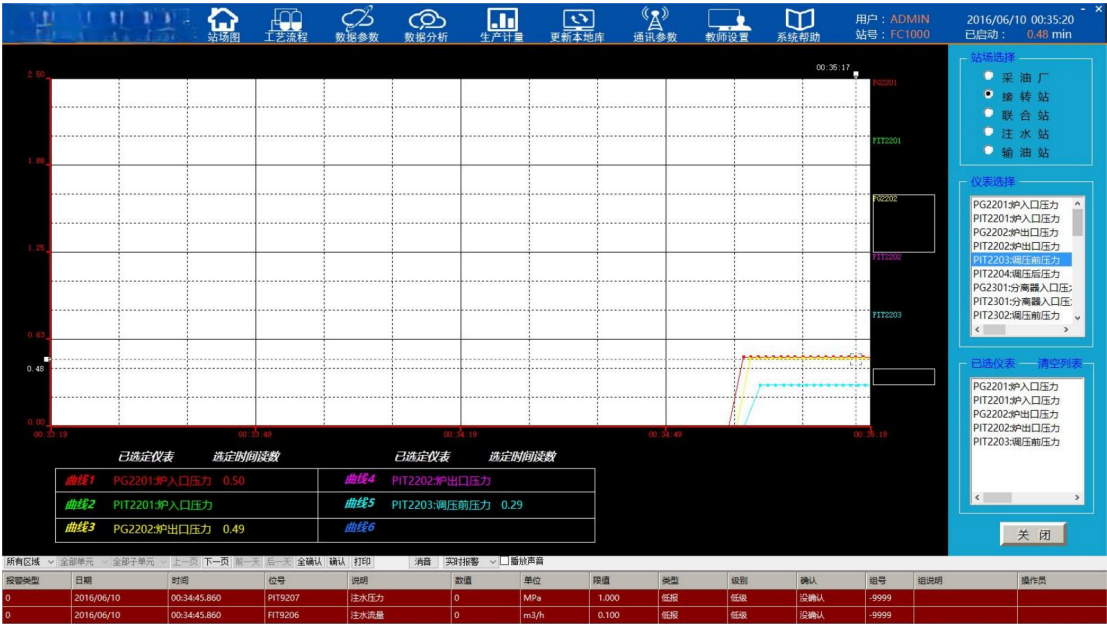
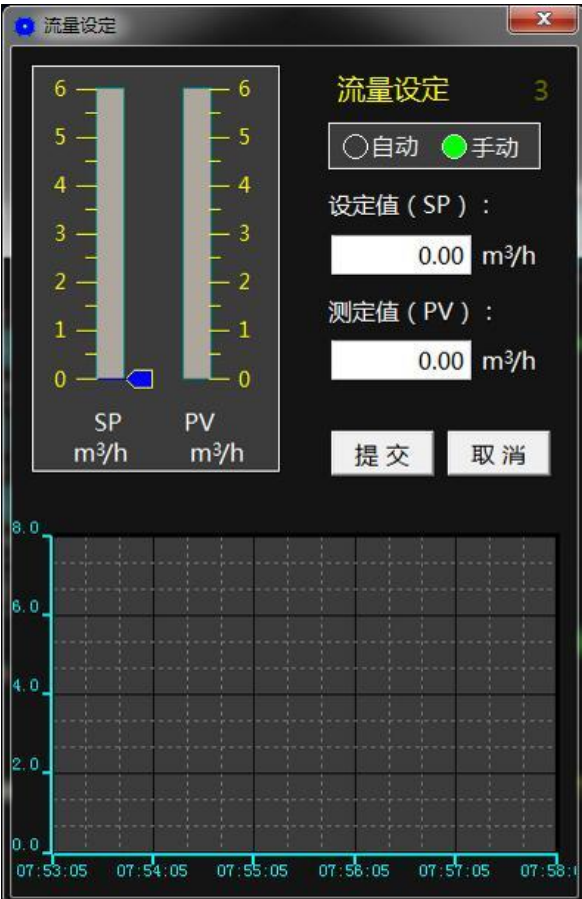


图 数据趋势曲线



图 界面底部报警栏



站场图

工艺流程

数据查询

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

报警总数

已确认

未确认

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	

报警总数

已确认

未确认

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	

报警总数

已确认

未确认

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	

报警总数

已确认

未确认

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	没确认	
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	没确认	

图 实时报警记录查询

站场图

工艺流程

数据参数

数据分析

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

所有区域

全部单元

全部子单元

上一页

下一页

前一页

后一页

全确认

确认

打印

消息

实时报警

报警声音

报警类型	日期	时间	信号	说明	数据	单位	限值	类型	级别	确认	操作员
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	油压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin

确认所选报警

确认所有报警

实时报警●历史报警●报警查询

打印

关闭

报警总数

已确认

未确认

合计

49

49

0

站场图

工艺流程

数据参数

数据分析

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

所有区域

全部单元

全部子单元

上一页

下一页

前一页

后一页

全确认

确认

打印

消息

实时报警

报警声音

报警类型	日期	时间	信号	说明	数据	单位	限值	类型	级别	确认	操作员
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	油压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin

确认所选报警

确认所有报警

实时报警●历史报警●报警查询

打印

关闭

报警总数

已确认

未确认

合计

49

49

0

图 经确认后的报警记录

★2、平行三维软件

平行三维系统是为仿真操作站场建立的与现场生产环境一致的三维交互学习软件。与控制系统配套，具备三维同步跟踪、数值联动显示、设备动作同步展示、模拟巡检巡查、模拟隐患、故障和事故现象、辅助现场操作的功能，学员可以在三维场景中自由操作来学习生产现场的设备环境和工艺布局。

(1) 功能框架

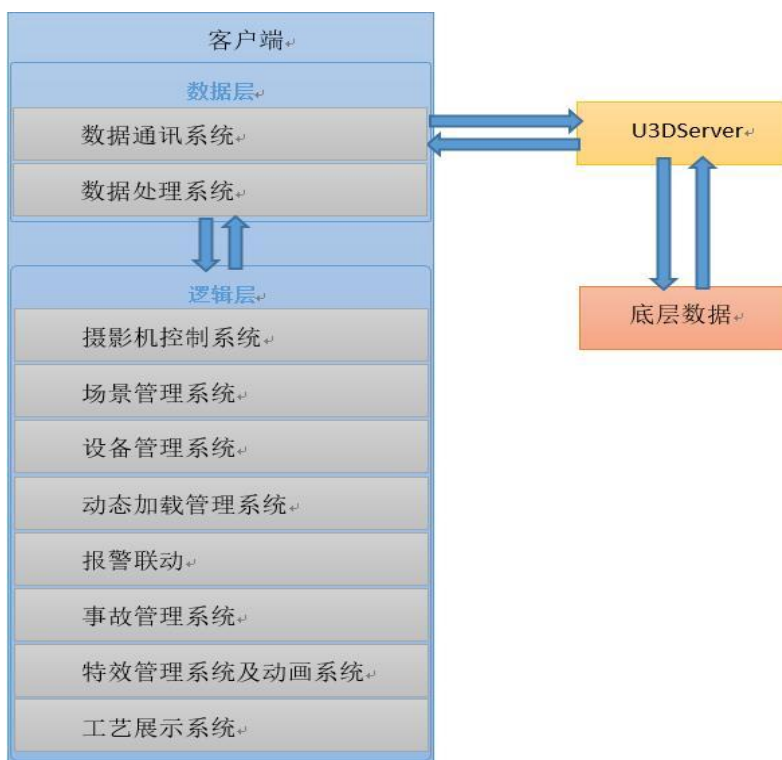


图 功能框架

功能框架介绍：客户端中分为数据层和逻辑层。其中逻辑层包含摄影机控制、场景管理、设备管理、动态加载管理、报警联动、事故管理、特效管理、工艺展示等系统，处理大多数客户端中的逻辑功能。数据层负责接收、处理、发送数据，将逻辑层与 U3DServer 通过 Socket 进行连接。U3DServer 负责将客户端数据层与底层数据进行连接，同时进行基本的数据保护及存储。

(2) 三维场景漫游

以键盘、鼠标控制摄影机的旋转、位移、缩放等操作。操作人员可以以第一人称视角或者第三人称视角在三维场景中任意游走观览，可自行对场景中的设备、环境、工艺布局进行观察学习。

三维场景漫游可以逼真形象的还原真实站场场景，提供给系统操作者与生产现场一致的观看体验。同时三维场景的缩放和移动功能还可以提供给系统操作者上帝视角，以全面了解站场工艺布局、环境协调设计等真实站场不能方便展示的内容。

(3) 场景管理系统

系统具备场景管理系统，系统分为地图静态信息、地图动态信息、小地图三个主要部分，详见功能说明表。

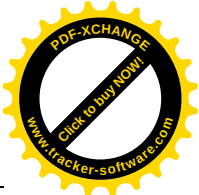


表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	地图静态信息	支持地图静态信息展示功能，可以将地图展示在地图框中，通过对地图框的点击还可以实现地点穿梭。 三维显示系统场景中预植入静态模型及动画，提供接口用以进行管理。	
2	地图动态信息	支持地图动态信息展示功能，可以将操作者的位置信息表现在地图上，让操作者可以感知到自己的场景定位。 三维场景中预植入或通过设备坐标信息定位。	
3	小地图	支持小地图功能，小地图可直观展示操作者的位置信息并跟随操作者试试移动。 三维显示系统是通过实时获取当前摄影机位置信息，通过正交投影渲染场景至 UI 中来实现小地图的。	
4	系统辅助操作	提供设备搜索、人员定位等辅助操作功能。 设备搜索指用户可以直接通过设备位号对设备进行定位的功能，只需要用户在搜索框中输入文字即可。 人员定位指用户可以对自己的位置进行跟踪，可以直观看到自己的位置在整个站场中的位置。	

(4) 设备管理系统

可操作设备或可与底层数据联动的设备管理系统。

可操作设备：通过 UI 指令点击进行操作。

可与底层数据联动设备：通过底层数据驱动进行操作。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	设备信息	可展示设备信息，操作者只需要点击对应设备即可获得设备的详细信息，包括设备的名称、类型、功能描述说明、注意事项等。 系统中三维模型通过表格数据及图片进行信息存储及读取展示。	
2	重点设备知识讲解	支持重点设备的知识讲解。对重点设备具备以动画或者多媒体形式进行的针对该设备的知识、结构、设备剖解、运行原理、维护方法等的讲解。 操作者可点击对应内容直接在三维显示系统中观看学习。	
3	机理展示	可进行设备机理展示，通过对三维设备的剖解，让操作者直观看到设备内部的硬件结构和运行流体现象，可直观感受到设备的运行机理。 三维显示系统通过预植入数据及图片进行设备的机理展示。	
4	设备操作	支持根据不同设备类型实现设备的打开、关闭、检查、设备信息展示、机理展示等操作。操作者可以选中设备并进行指令化操作，完成对设备的交互指令的下达。三维显示系统会将交互结果以三维动作或现象的形式表现出来，让操作	



		者看到交互结果。	
--	--	----------	--

（5）数据通讯系统

三维显示系统具备数据通讯系统。可实现与底层数据 RTDB 进行通讯。进行数据的发送与接收。

底层数据 RTDB 即一种实时数据库，RTDB 通过硬件 IO 与现场硬件设备连接，可以把实际硬件设备的状态信息维护到计算机中。三维显示系统通过数据通讯系统可以与实时数据库保持同步的数据刷新，进而实现与实际硬件设备的通讯。

（6）数据处理系统

三维显示系统具备数据处理系统。数据处理系统的功能是对数据通讯系统从 RTDB 获取的数据进行预处理，实现数据格式截取转换、字符校验等基本通讯功能。

数据通讯系统抓取的数据是原始数据，在三维场景中需要进行过滤和修正，才能显示为正常的数 据，本系统主要为后台数据处理提供预处理。

（7）动态加载管理系统

三维显示系统具备动态加载管理系统。该系统主要负责数据及模型的动态加载及管理。优化启动速度。降低内存占用。

三维系统不仅要精细制作还要精细运营，越高清的三维模型和场景资源越消耗计算机硬件资源。为了解决三维系统 在应用中耗费计算机资源，对硬件配置要求高的问题，特设置本系统进行系统优化。可实现大场景的分段室试加载和管理，降低 50% 的计算机硬件配置要求并提升 50% 的系统启动速度。

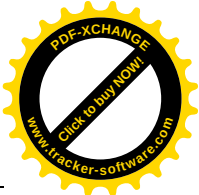
（8）报警联动

三维显示系统具备报警联动功能。报警联动指的是通过数据处理系统监测数据的变化，当数据变化超过限定条件后触发报警信息，将报警信息联动设备管理系统进行定位的功能。

报警联动功能解决了二维报警通知在三维场景中的应用问题。不仅可以实现传统的报警功能，还可以通过三维场景的定位实现对报警设备的状态追踪和报警处理，是三维显示系统的一次突破。

（9）事故管理系统

三维显示系统具备事故管理系统。事故管理系统负责管理三维场景中预先植入的



各种事故。目前三维显示系统支持泄漏、爆炸、火灾等多种事故。

事故的触发是通过数据变量来进行通讯的。通过数据处理系统获得数据变量的信息，数据变量变化时触发预植入的故障及事故，通过特效管理和动画系统进行展现。

(10) 特效管理系统及动画系统

三维显示系统具备特效管理系统及动画系统。本系统部分主要负责具体的事故效果的展示。目前可实现着火火焰及烟雾、爆炸光影及声音、漏电光影效果、震动场景效果、气体流体泄漏效果等多种形式的事故现象。

特效管理是对三维显示系统中的粒子效果的管理；动画系统是对事故辅助表现动画的管理。两者功能配合来表现事故的现象和后续处理措施。整个系统上接事故管理系统，接收事故管理系统的指令，同时也可以通过数据变量的数据变化进行触发及后续操作。

(11) 工艺展示系统

三维显示系统具备工艺展示系统。系统通过预植入数据及图片，对工艺进行 UI 展示。可划分为工艺展示和站场路线展示两个主要功能。

表 功能说明表

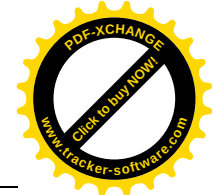
编号	功能点	功能说明	备注
1	工艺展示	系统可对具体工艺进行多方位的讲解展示； 三维场景中的工艺为了和现场一致，是以设备和管线的方式相对独立的进行布置。工艺展示是系统为了对重点工艺进行讲解设置的可对整个或者局部工艺环节进行知识讲解、布局说明、巡检及风险防范等知识的讲解学习的功能。	
2	站场路线展示	用户可以顶视角学习站场内消防路线、逃生路线、巡检路线等不同的站场规划路线。 用户可以选择自我操作漫游。也可以选择本功能对各种巡检路线进行重点学习。 可以上帝视角对站场中的全站路线和使用流向方式等进行学习。	

(12) UI 设计（界面截图）

三维显示 UI 界面分为标题栏、工具栏、主操作显示区、工具/材料选择框、角色选择框、指令选择框等。

标题栏：显示三维显示对应的不同工艺名称；

工具栏：可用于选择操作所用的各类工具；



主操作显示区（特写镜头）：用于跟踪操作的主显示区，可进行机理展示、故障表现等；

学员信息卡：显示当前操作学院的姓名、学号（编号）信息；

工具/材料显示卡：用于显示已选择的工具和材料信息；

角色选择框：可通过此框选择不同的角色；

指令选择框：选择主操作区的可操作对象后，通过此框进行操作选择。



图 三维显示 UI

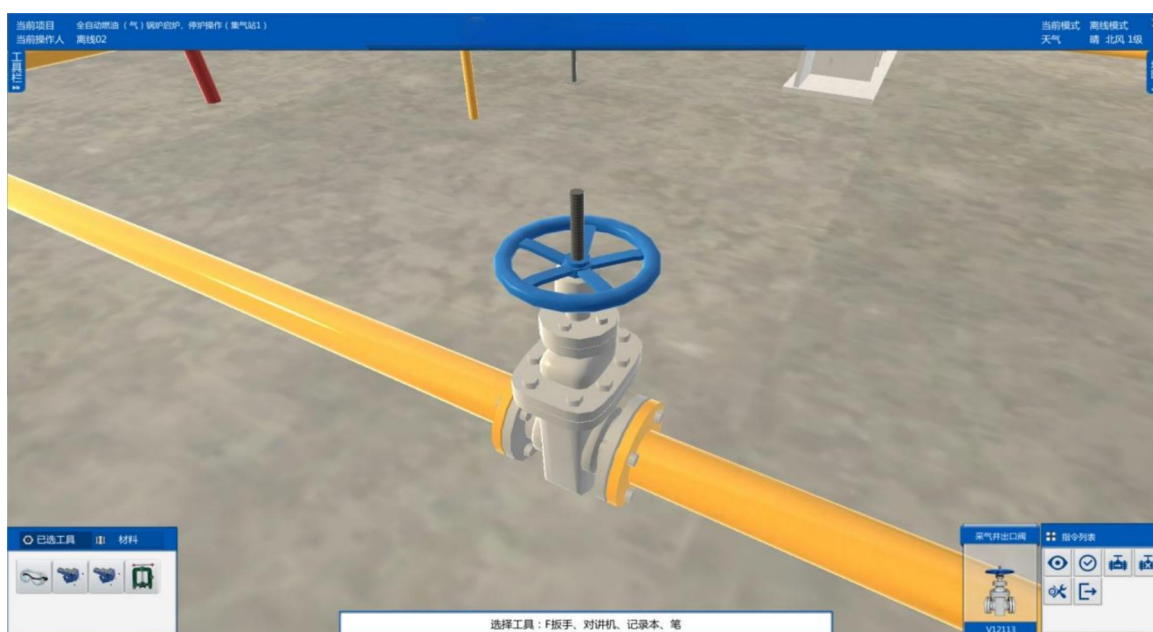


图 三维显示 UI



图 三维显示 UI

★3、数值模拟软件

选用行业内世界一流的数值模拟平台，基于注采模拟装置流程，建立数字模拟系统，需涵盖正常状态、非正常状态的各类情况，可针对工艺过程进行设计分析的稳态仿真和运行分析的动态仿真。稳态仿真精度不低于 5%，动态仿真精度不低于 8%，实训过程动态模拟精馏操作实时生产数据，提供精确的操作数据反馈，为学员操作提供逼真的现场数据环境。

(1) 功能性描述

仿真模拟数据系统是连接仿真培训系统硬件和数值模拟软件的纽带，是整套系统的灵魂，因此，成熟的工业过程动态仿真计算平台、权威的物料表、严格的全工况机理模型技术及推理计算，需要可自定义的开发平台才能保障系统运行的稳定性、仿真过程的逼真度和精确度。

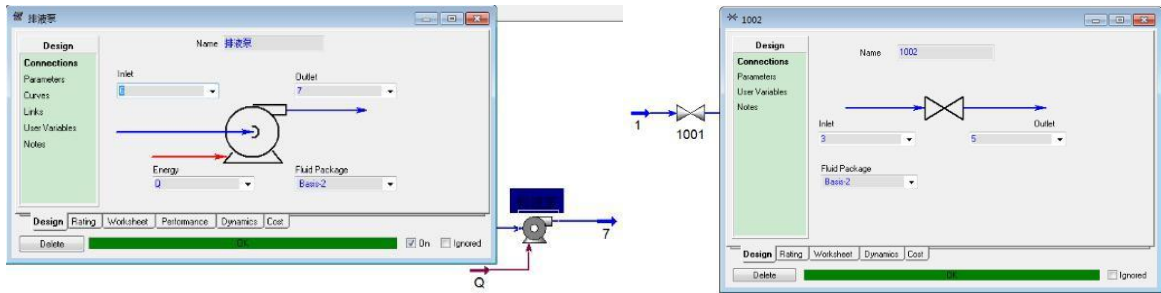
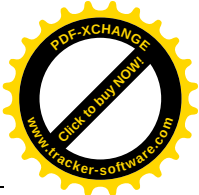


图 工艺设备模型自定义设置



(2) 物料平衡表计算方式

Unisim Design 系统基于原 Hysys 平台的稳态模拟和动态模拟，通过严格的机理模型技术，进行物料平衡表的设计及计算。Unisim Design 系统中的 Balance 操作还可以提供一个热和物料平衡手段，平衡类型有以下几种：

- ①Mole：对每一个组分实现进口与出口的摩尔流率总平衡，出口物流不包括温度，压力，汽相分率值；
- ②Mass：实现进口与出口物流的质量平衡，但出口物流不包含任何组成，温度，压力以及汽相分率等值；
- ③Heat：实现能量流的总平衡；
- ④Mole 和 Heat：实现进口与出口物流的 Mole 和 Heat 总平衡。

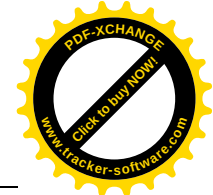
(3) 操作模型种类

①操作模型分类

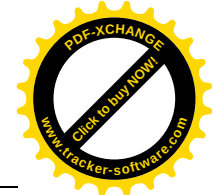
物理操作模型 (Physical Operations)	由热力学和质量/能量平衡管理，也包括操作细节关系如：塔、泵、容器、换热器等
逻辑操作模型 (Logical Operations)	逻辑操作主要用于稳态模式下建立变量间的数值关系。例如调节和循环 (Adjust and Recycle) 中的应用。然而还有几个单独的逻辑操作，例如电子数值表 (Spreadsheet) 和操作设置 (Set)，在稳态和动态模式下都能使用 如：调节 (Adjust)、平衡 (Balance)、原油转换 (Black Oil Translator)

②可模拟操作模型

类型	单元操作
容器 (Vessels)	三相分离罐 (3-Phase Separator) 连续搅拌釜反应器 (Continuous Stirred Tank Reactor) 转化反应器 (Conversion Reactor) 平衡反应器 (Equilibrium Reactor) Gibbs 反应器 (Gibbs Reactor) 分离罐 (Separator) 大型储罐 (Tank)
热交换设备 (Heat Transfer Equipment)	空气冷却器 (Air Cooler) 冷凝器 (Cooler) 火焰加热炉 (Fired Heater) 换热器 (Heat Exchanger) 加热器 (Heater) LNG



转动 (Rotating Equipment) 配管设备 (Piping Equipment)	压缩机 (Compressor) 膨胀机 (Expander) 泵 (Pump) 压缩气相管道 (Compressible Gas Pipe) 液-液水力旋流器 (Liquid-liquid Hydrocyclone) 汇流单元 (Mixer) 管道 (Pipe Segment) 安全阀 (Relief Valve) 三通 (Tee) 阀门 (Valve)
固体处理 (Solids Handling)	袋式过滤器 (Baghouse Filter) 旋风气体分离器 (Cyclone) 水力旋流器 (Hydrocyclone) 真空过滤器 (Rotary Vacuum Filter) 简单固体分离器 (Simple Solid Separator)
标准反应器 (Reactors)	连续搅拌釜反应器 (Continuous-Stirred Tank Reactor) 转化反应器 (Conversion Reactor) 平衡反应器 (Equilibrium Reactor) Gibbs 反应器 (Gibbs Reactor) 平推流反应器 (Plug Flow Reactor) 产率变换反应器 (Yield Shift Reactor) SULSIM Extension
预设的塔模型 (Prebuilt Columns)	三侧线常压蒸馏塔 (3 Stripper Crude) 四侧线常压蒸馏塔 (4 Stripper Crude) 常规吸收塔 (Absorber) 常规精馏塔 (Distillation) FCCU 主分馏塔 (FCCU Main Fractionator) 液-液萃取塔 (Liquid-Liquid Extractor) 再沸吸收塔 (Reboiled Absorber) 回流吸收塔 (Refluxed Absorber) 三相精馏塔 (Three Phase Distillation) 减压塔 (Vacuum Resid Tower)
简化塔模型 (Short Cut Columns)	组分分离器 (Component Splitter) 简化塔 (Shortcut Column)
子流程 (Sub-Flowsheets)	三侧线常压精馏塔 (3 Stripper Crude) 四侧线常压精馏塔 (3 Stripper Crude) 常规吸收塔 (Absorber) 塔子流程 (Column Sub-Flowsheet) 常规精馏塔 (Distillation) FCCU 主分馏塔 (FCCU Main Fractionator) 液-液萃取塔 (Liquid-Liquid Extractor) 再沸吸收塔 (Reboiled Absorber)



	回流吸收塔 (Refluxed Absorber) 标准子流程 (Standard Sub-Flowsheet) 三相精馏塔 (Three Phase Distillation) 减压塔 (Vacuum Resid Tower)
逻辑操作 (Logicals)	调节 (Adjust) / 平衡 (Balance) 原油转换 (Black Oil Translator) Boolean And / Boolean CountDown Boolean CountUp / Boolean Latch Boolean Not / Boolean OffDly Boolean OnDly / Boolean Or / Boolean XOr 因果矩阵表 (Cause And Effect Matrix) 数字控制点 (Digital Control Point) DMCplus 控制器 (DMCplus Controller) PROFIT 控制器 (PROFIT Controller) MPC 控制器 (MPC Controller) 参数模型单元 (Parametric Unit Operation) PID 控制器 (PID Controller) / 比率控制器 (Ratio Controller) 循环 (Recycle) / 选择器 (Selector Block) 变量设置 (Set) / 电子数据表 (Spreadsheet) 分离范围控制器 (Split Range Controller) 物流切割 (Stream Cutter) / 调压控制器 (Surge Controller) 传递功能模块 (Transfer Function Block)
扩展操作 (Extensions) 用户操作 (User Ops)	用户自定义 (User Defined)
电解质设备 (Electrolyte Equipment)	中和 (Neutralizer) 沉淀 (Precipitation) 结晶 (Crystalizer)
上游流股操作 (Upstream Ops)	Lumper 粉碎器 (Delumper) 原油转换 (Black Oil Translator) OLGA 2000 连接 (OLGA 2000 Link) 液-液水力旋流器 (Liquid - Liquid Hydrocyclone)

(4) 模型参数设置

Unisim Design 系统对各操作模型可进行自定义设置, 如泵物质流组分, 扬程、效率, 阀门管路摩阻、设备基本参数等, 部分设置界面如下:

①物质流

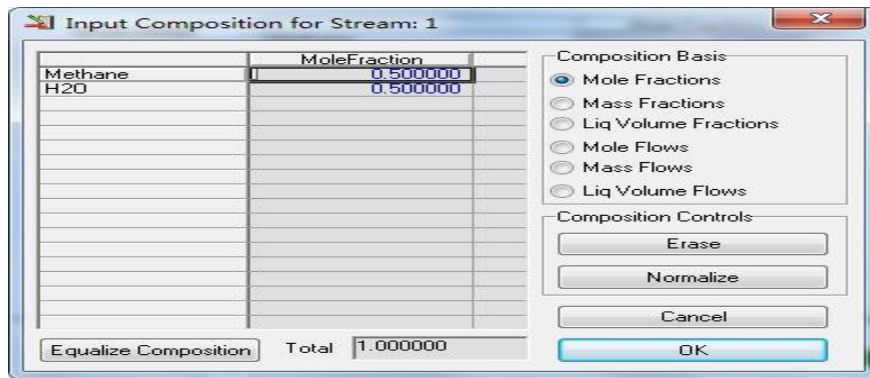


图 物质流组分设置

在物质流设置界面，我们首先设置组分比例，然后设置温度、压力和流量等参数。

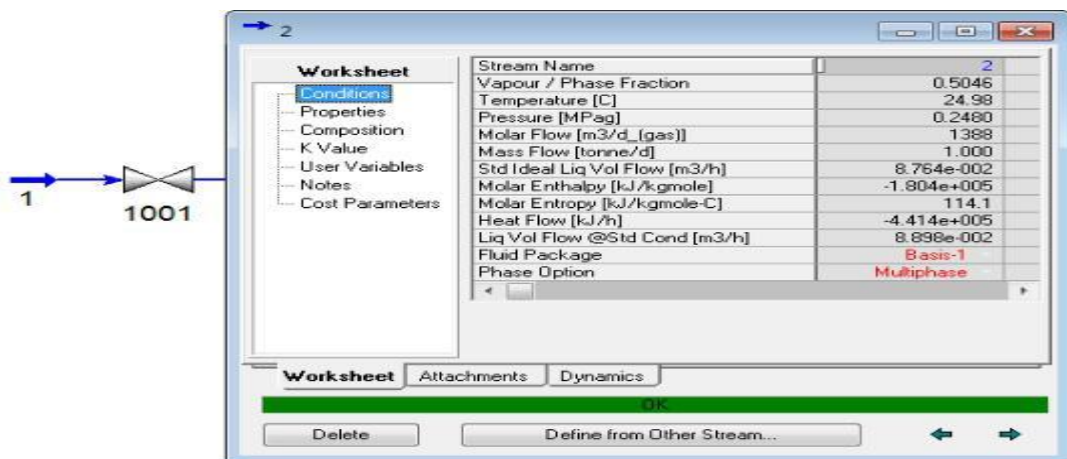


图 组分比例设置图

② 阀门

在阀门设置界面，我们需要连接前后物质流，并选择物质流名称。

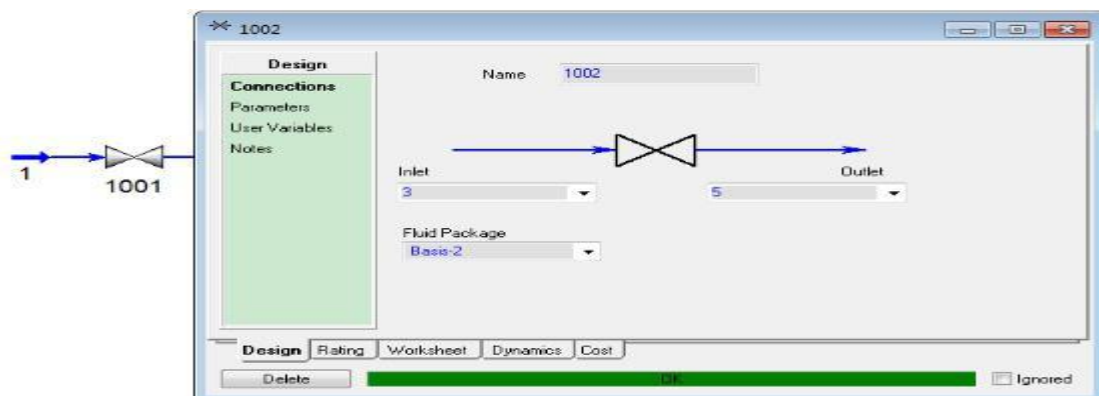


图 阀门设置界面

设置阀门压力损失，例如设置 15kPa。

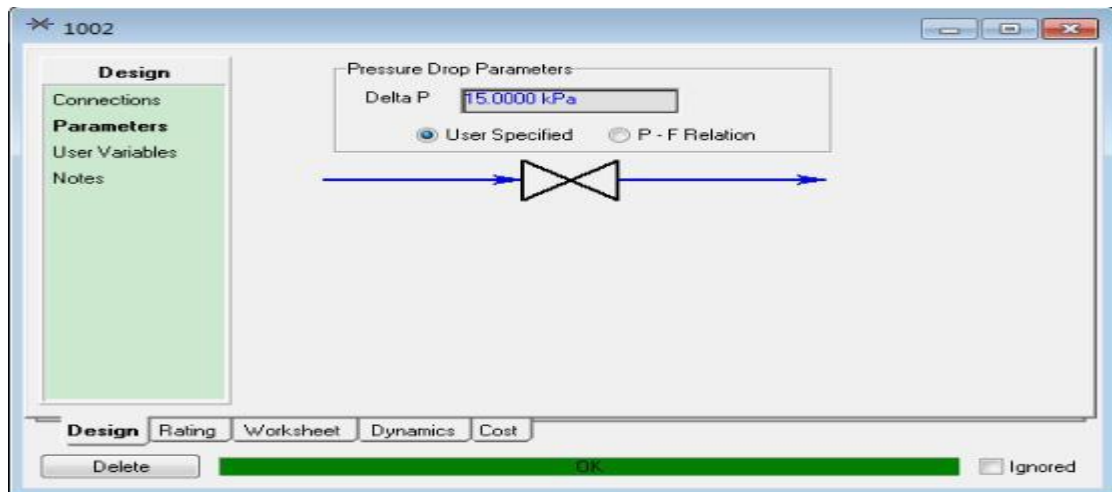


图 阀门压力损失设置

③罐

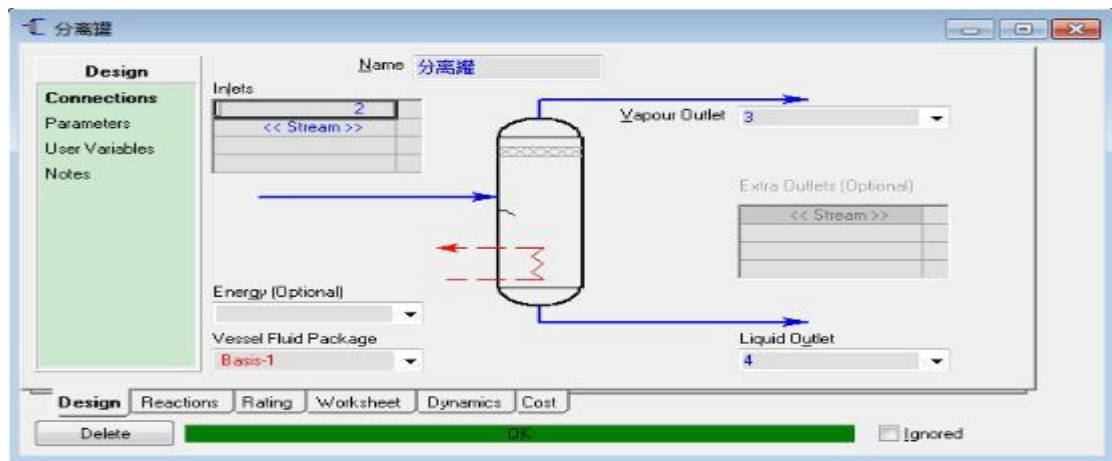


图 罐参数设置界面

在分离罐设置界面，我们需要连接前后物质流以及气路物质流，然后设置罐体积。

④泵

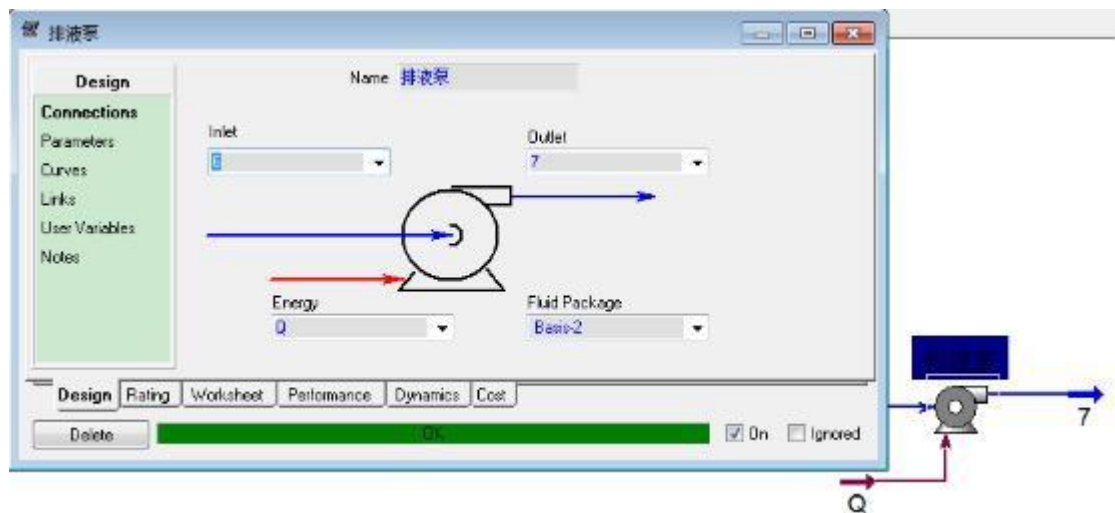


图 泵设置界面

在泵设置界面，我们需要连接前后物质流，并添加泵曲线或者设定增加压力。

(5) UI 设计

数值模拟软件为后台运行软件模块，在调试控制单元运行过程中，不在前台显示；数值模拟软件 UI 主要基于 UNISIM 固有 UI，进行对应单元的流程搭建、参数设置、典型数值拟合等，其具体 UI 界面如下所示。

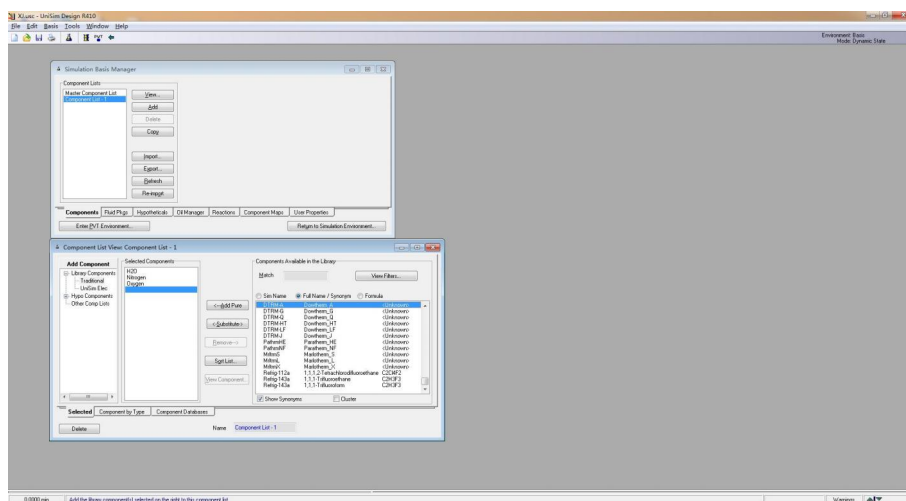


图 添加组分

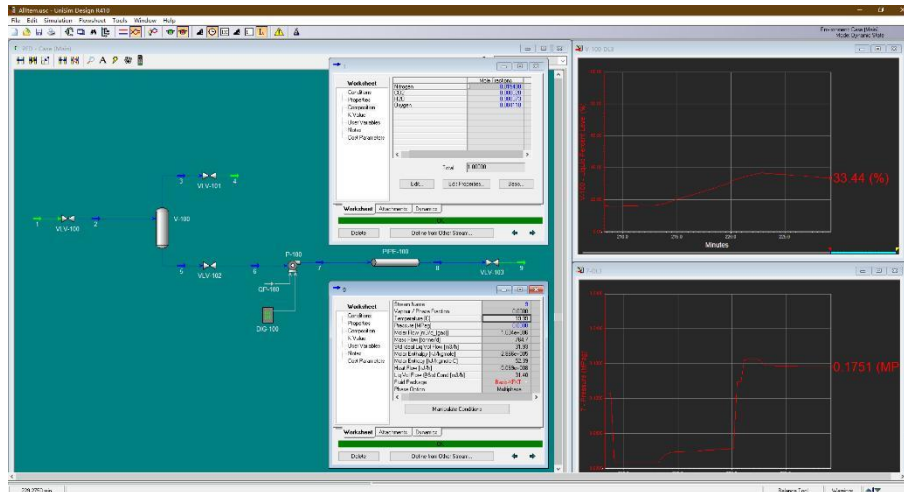


图 设置组分比例

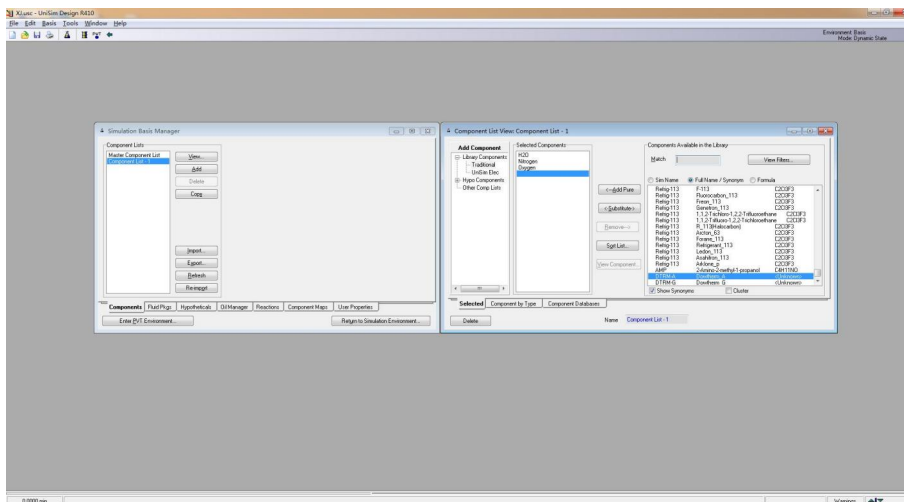


图 添加组分

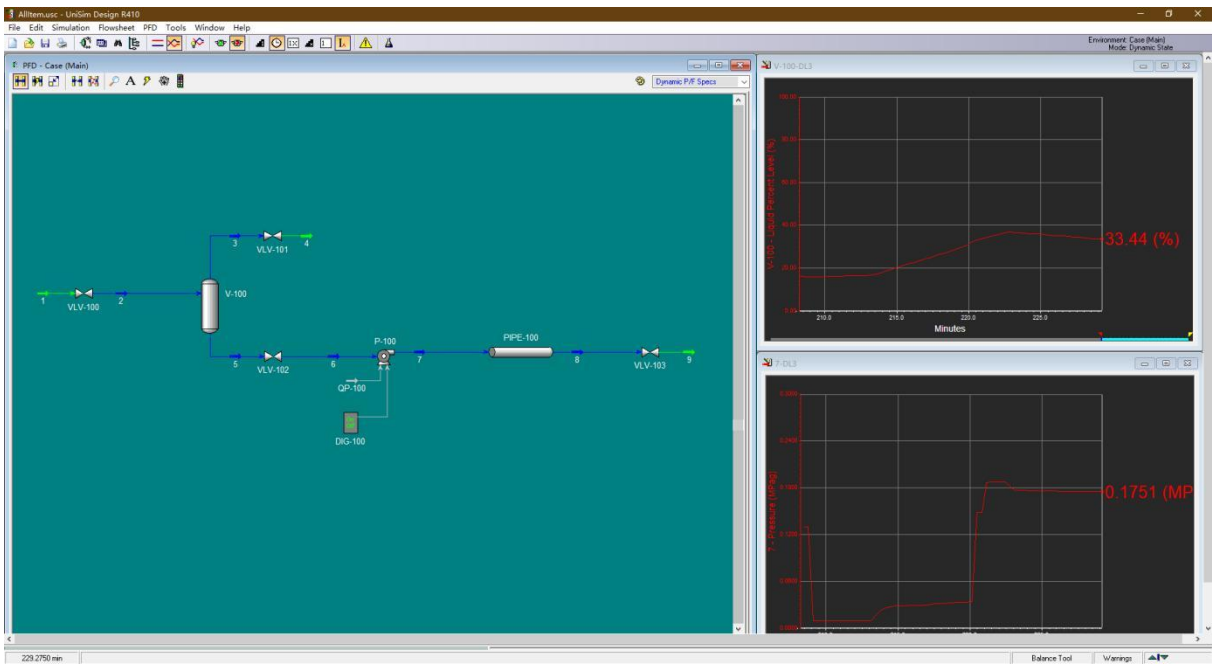
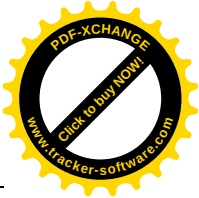
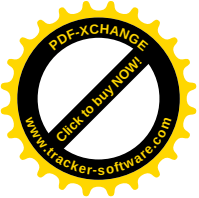


图 Unisim 自定义过程

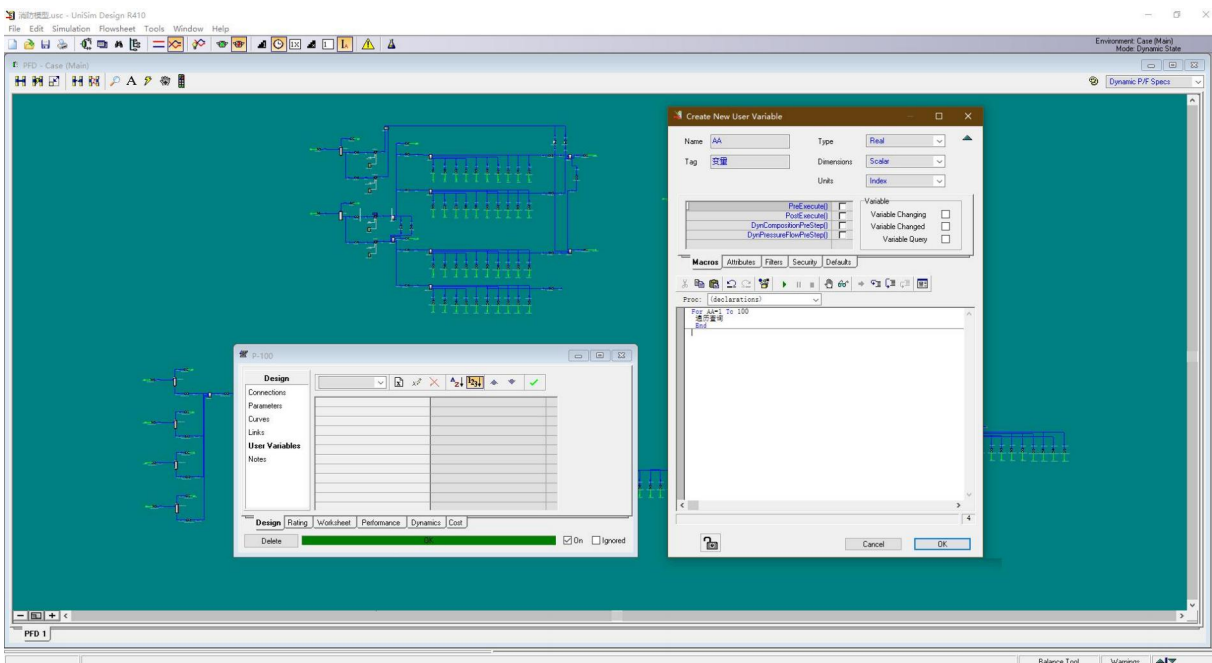


图 Unisim 自定义过程

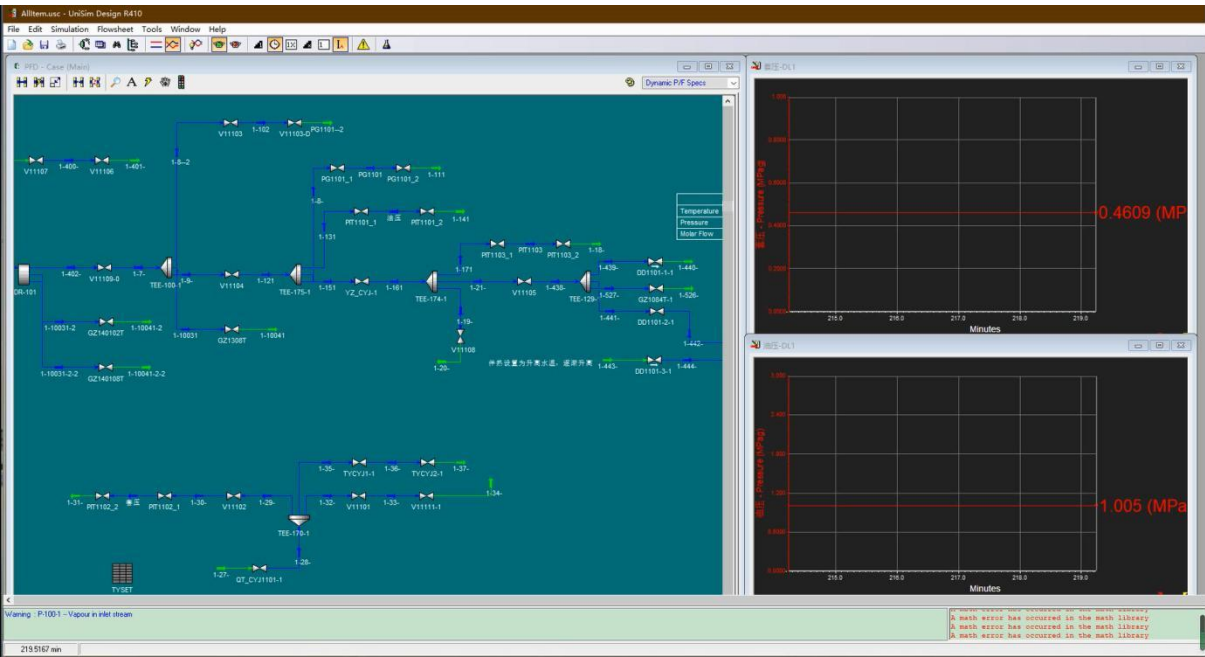
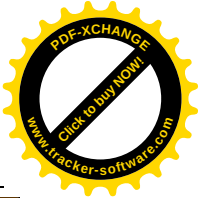


图 注采数值模拟软件 UI 界面

★4、管理与考核软件

管理与考核软件是仿真系统的入口及管理系统，可实现登录、教室信息、班级管理、权限管理、学员管理、分组管理等功能；匹配的考核评分系统具备复盘功能，可对操作过程中的语音进行拾取、操作过程视频记录与回放；具备操作过程的事故干预功能；将操作员所有操作均记录下来，与评分标准要求进行比对，操作正确得分，操作错误扣分或不得分，最后得到操作项目的成绩。配合系统自动判分和主观打分原则，可满足培训测验的所有评分标准。

(1) 管理软件设计

①系统管理与学生管理

可对学员、教师、管理员等不同账户进行分级管理，可对实训场地进行教室场地管理，可发布信息进行公告消息通知等。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	账户管理	系统采用账户分级制度。主要分管理员、教师、学生三个级别。系统可对不同级别的账户分别管理。其中管理员可创建不同的教师账户和学生账户；教师可以创建学生账户；学生等级不能创建账户。	
2	实训场地管理	实训场地管理是为了区分不同的训练区域，提升每个区域的利用率。使一个区域培训时，闲置的区域可	

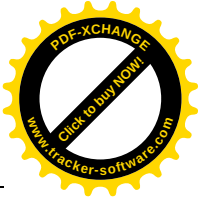


表 功能说明表

The screenshot displays the '学员信息' (Student Information) management interface. The top navigation bar includes '班级管理' (Class Management), '学员管理' (Student Management), '学员成绩' (Student Grades), '班级管理' (Class Management), '通知公告' (Announcements), '考试管理' (Exam Management), '资源库管理' (Resource Management), and '基础数据管理' (Basic Data Management). The main content area shows a table of students with the following columns: 姓名 (Name), 学号 (Student ID), 性别 (Gender), 身份证号 (ID Number), 单位 (Unit), 电话 (Phone), and 操作 (Actions). The table lists 8 students, including Wang Meng, Wang Meng, Li Yi, and others. The interface also includes a search bar and a '新增' (Add) button.

姓名	学号	性别	身份证号	单位	电话	操作
王某某	stu-19100903	男	3703000000023	新疆油田	15948819647	编辑
王某某	stu-19100909	男	3703000000023	新疆油田	15948819647	编辑
1111	stu-19120355	男	1111	1111	111	编辑
某某	stu-19120357	男	3703000000000	新疆油田	15948819647	编辑
王五	stu-19120359	男	20190191301	新疆油田	15948819647	编辑
赵六	stu-19120402	男	20190191302	新疆油田	15948819647	编辑
张三	stu-19120356	男	1234567	1111	111	编辑
王	stu-19120441	男	123456	新疆油田	15948819647	编辑

图 账户管理

②人员签到

可对当前班级的人员，本教室内的学员进行登记。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	签到大厅	系统支持签到。教师可以在开课之前点名签到。对本节课所有学员都会列在签到大厅中，教师只要点击即可对单个学生进行签到或退签。 签到是为了实操前组织学生而设立的。可以有效的对实操进行人员管理。	
2	签到流程	签到首先需要教师登录教师端，在教师端指定当前培训班级。培训班级确定后即进入签到大厅对学生进行签到操作。签到后的学生会进入登录大厅等待教师分配操作任务或者自己在客户端进行联系操作。	



图 人员签到签到 UI

③培训过程控制

可随时调整培训的进程；视情况可以将需要长时间等待的化学反应或者物理过程加速带过，将临近操作的主要数据过程慢速展现；见下图。

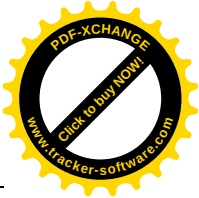
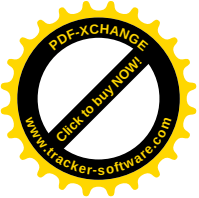


图 培训过程控制界面

断点设置：在一定的时间内运行不完整的仿真操作过程，因暂停操作时，可保护断点，再次训练时从该断点接续训练；

快照和回放：能够任意选择翻阅及回放学员仿真操作过程。快照可记录存储可重新加载。

④培训干预



图 教师设置干预



教师可在学生操作及考核过程中，设置故障干预，为学生操作增加层次性培训，增强系统的趣味性和互动性，提高学生的故障应急处理能力。在培训过程中教师随时选取干预选项，进行培训过程干预。

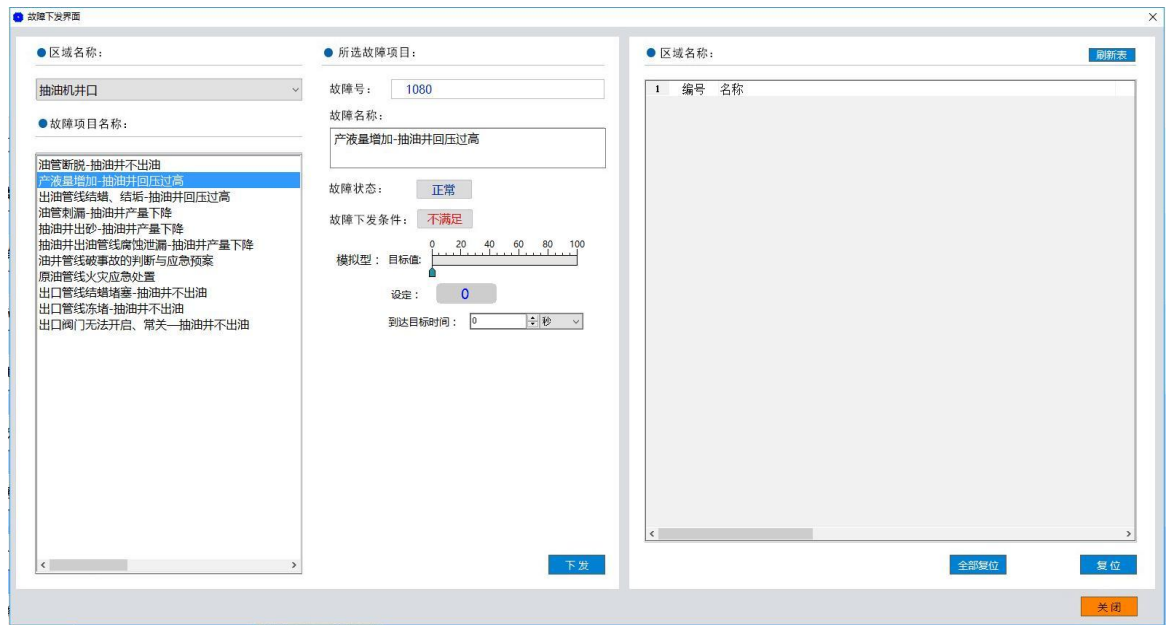


图 培训干预界面

干预可以针对培训项目，选择干预类型，如泄露、冻堵、着火、爆炸等。可对所有培训学员进行干预，也可对单个学员进行干预。受训人员处理完故障后，自动恢复到正常状态。

(2) 考核软件设计

①使用概述

系统主要功能有操作记录信息流、操作记录监控、干预下发、工器具扫码选择和回放评估。

系统主界面如下图所示：



图 考核软件系统界面图

如上图所示，对于用户软件又分为大屏端和导调端两个部分，分别用于展示操作记录结果和教师干预控制。大屏端所有人可见，教师和学生都可以在大屏端看到自己的操作记录，导调端只有教师可见，是教师用来进行培训控制的界面。

②操作记录信息流

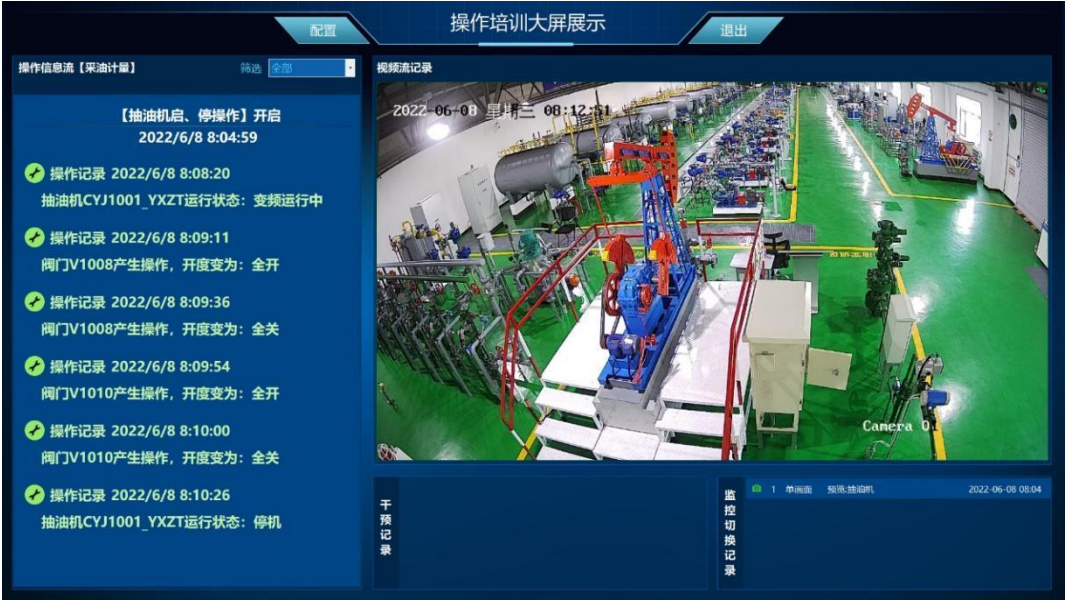
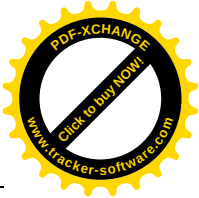
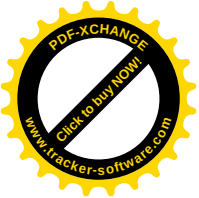


图 操作记录信息流整体界面图

系统具备操作记录信息流功能，可以将操作过程中的各种信息统一按时间顺序罗列展示，方便教师 and 学员进行信息的浏览。

操作信息流将对讲记录、操作记录、报警记录、辅助记录全部通过时间排列，操



作者进行操作的全部文字和语音记录都可以方便的进行展示和回溯。在配合监控记录就构成了操作者在整个操作时间段内的完整记录。

➤ 对讲记录

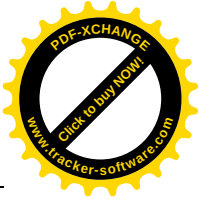
对讲记录通过录音仪获得。多通道录音仪可以设置不同的通道，满足多批次录音需求，不再局限于一人一组，而是可以通过设定不同通道对应不同的录音仪来同时开启多个培训。



图 对讲记录设置界面图

➤ 操作记录

操作记录的数据是由采控系统得来。通过事先将采集点配置到系统中，可设置采集点的采集属性。系统在采控系统数据发生变化时会自动收录采集点的变化记录并列在操作信息流中。



报警记录

配置

操作培训大屏展示

退出

操作信息流【原油计量】

筛选全部

报警记录 2021/10/14 10:22:57

PV3103数值报警, 发生【低低限】报警

报警记录 2021/10/14 10:22:58

TG3101数值报警, 发生【高高限】报警

报警记录 2021/10/14 10:22:58

TG3102数值报警, 发生【高高限】报警

报警记录 2021/10/14 10:22:58

TV3103数值报警, 发生【高高限】报警

报警记录 2021/10/14 10:22:58

WI3101数值报警, 发生【高高限】报警

报警记录 2021/10/14 10:23:00

TV3102数值报警, 发生【高高限】报警

报警记录 2021/10/14 10:23:03

TG3104数值报警, 发生【高高限】报警

视频流记录

2022-06-08 星期三 08:12:51



Camera 01

干预记录

监控切换记录

1 单画面 预览, 轴记录

2022-06-08 08:04

► 辅助记录

158

选择的辅助记录，将工器具选择使用展示在操作信息流中。

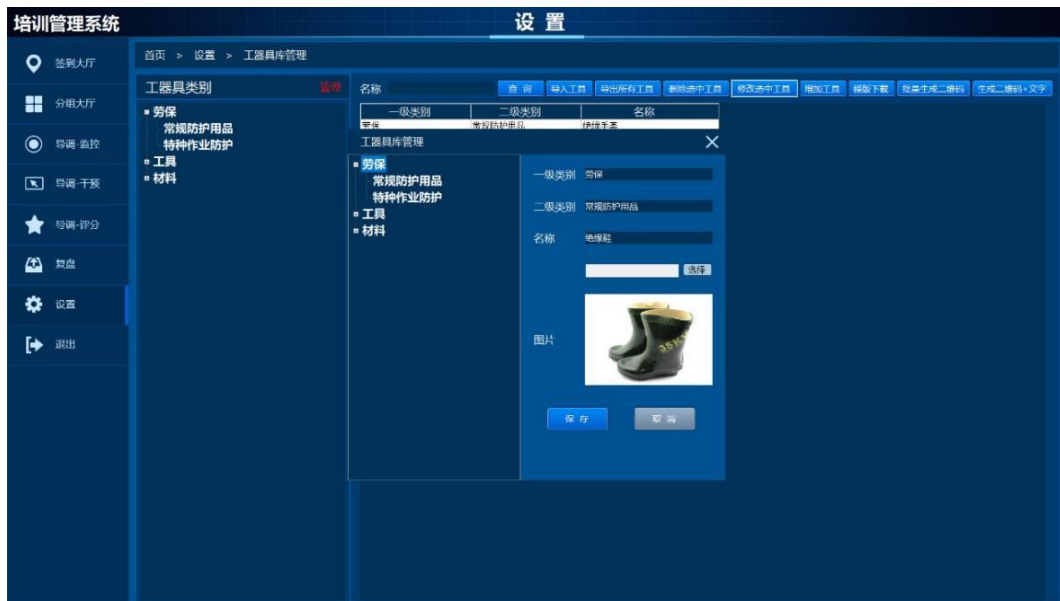


图 辅助记录界面图



图 辅助记录界面图

③操作记录监控

操作记录视频流是通过监控录像来完成操作员录像的功能模块。本功能分导调端和大屏端两个端口。分别用于教师下发监控视图和现场参看录像效果使用。

导调端是控制端，可改变视图的构型、每个视图展示摄像头的多少和展示的时间段范围。大屏端是展示端，导调下发的监控视图会在大屏端展示出来，同时大屏端还有视图下发记录，方便回放时按视图下发记录来进行回溯。



图 导调监控界面图

操作视频流大屏端视图展示界面如下所示，可按不同需求划分为单画面视图、四画面视图、六画面视图和九画面视图。

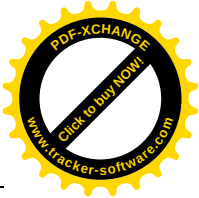
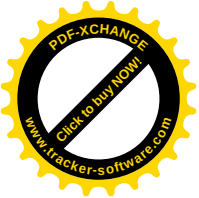
操作记录监控可通过库管理，提前录入管理所有摄像头。通过对摄像头的 PTZ 参数设置来绑定摄像头的对准位置。不同的位置可提前设置并可以通过自动或手动的方式触发监控视图的改变。



图 摄像头管理界面

④干预下发及记录

干预下发用于完成教师对操作过程的干预任务。教师可以通过干预下发来触发系统中提前设定的隐患干预点现象。



在隐患干预点下发上，教师可以随时根据自己的训练需要来完成下发，只需要在导调干预界面双击提前设定好的隐患干预点来选择是否下发即可。



图 隐患干预下发界面图

通过干预下发，教师可完成故障现象的展示、数据变化的触发，甚至配置真火系统可以完成燃烧、爆炸等震撼效果的表达。干预不再是需要特殊操作的高难度问题，而是可以随教师培训进度和培训方法而灵活改变的简单操作。

干预下发同时会在大屏端进行干预的记录。干预记录是在大屏上展示的用于着重表现干预发生时间和内容的记录。

⑤工器具扫码选择

在实际使用中，工器具操作的模式结合二维码扫描技术，用户只需要进行简单的扫码操作即可完成工器具的选择使用。教师给与学生扫码枪，学生扫描每个工具对应的二维码标签，扫描结果就可以在二维码扫描的入口界面上表现出来。不论是选择那个类型，都可以方便的通过扫码和屏幕按钮来操作。

工器具选择会在学员扫描二维码的时候自动产生辅助操作记录展示在操作记录信息流中。记录时间与扫码时间一致。



图 工器具扫码选择

扫码入口可方便的展示用户扫码结果，扫码后工器具图片和使用选取记录也会展示在已选工具列表中。扫码入口程序会自动与大屏端进行通信将选取使用结果按时间顺序罗列在操作记录信息流中。

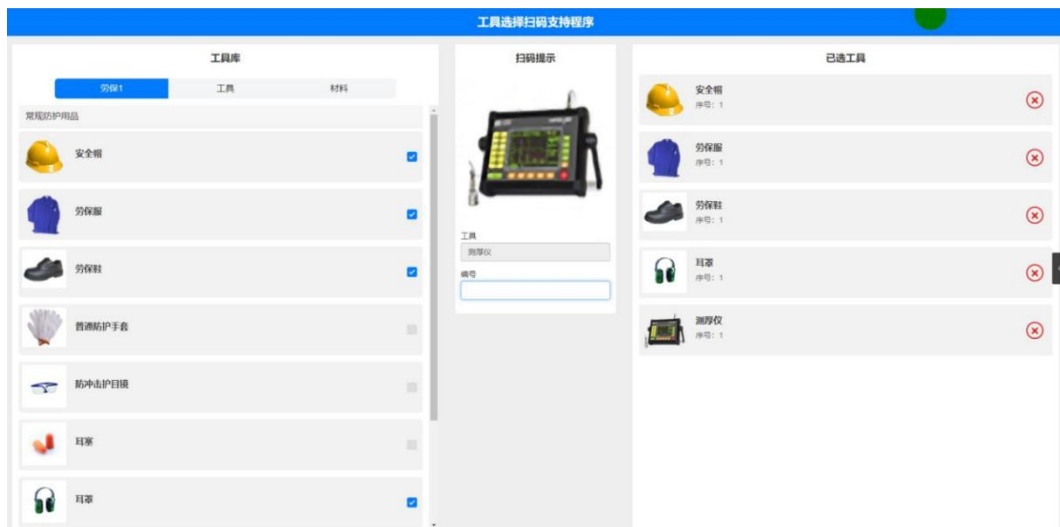
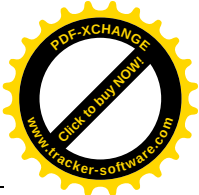


图 工具选择扫码记录界面图

⑥回放评估

导调端具备复盘功能，可由教师对训练过程的语音流、操作/报警信息流、视频流进行回放查看。系统会自动按照开始训练项目时的名称和时间对已完成的操作项目进行存档。

当教师调取一个存档时，会自动展示大屏端界面并按当时的时间来进行回放。教



师可按操作过程记录给出评估分数。

培训管理系统		复盘							
左侧大厅 分租大厅 培训-监控 培训-干预 培训-评分 复盘 设置 退出	操作区域	请选择操作区域		开始时间	2022年 6月 8日	查询	复盘操作	复盘成绩	导出成绩
	操作区域	操作项目名称	操作考评教师	参加学员	总分	开始时间	结束时间	操作时间	
	采油计量	抽油机启、停操作	段贵权		3.00	2022/6/8 8:14:59	未结束	5分28秒	
	采油计量	计量管线跑漏	段贵权		0	2022/6/8 8:15:18	2022/6/8 8:14:54	1分36秒	
	采油计量	抽油机井口堵	段贵权		85.00	2022/6/8 8:15:31	2022/6/8 8:15:35	4秒	

图 复盘界面图

五、培训辅助系统

培训辅助系统是指为更好开展培训而设计一套辅助系统，主要包括隐患故障事故模拟装置、作业工器具、道具、知识展板、就地控制终端等，数量满足培训的要求。

1、隐患故障事故模拟装置

隐患故障事故模拟装置主要包括假人、振动电机、烟雾机、水泵、水箱、火焰灯、油漆桶、假草、泄露管线等构成。

2、作业工器具

作业工器具主要包括活动扳手、梅花扳手、螺丝刀、验电笔、F 扳手、撬杠、套筒扳手、黄油枪、万用表、内六角、管钳等。

3、道具

道具主要包括设计各种隐患道具、故障道具、环境道具和事故道具等。

4、知识展板

板材为 13mm 厚 PVC 或 KT 版制作，画面为室内 PP 写真覆水晶膜或蚕丝膜；主要展示注采关键的结构、原理、维护保养等基本知识等。

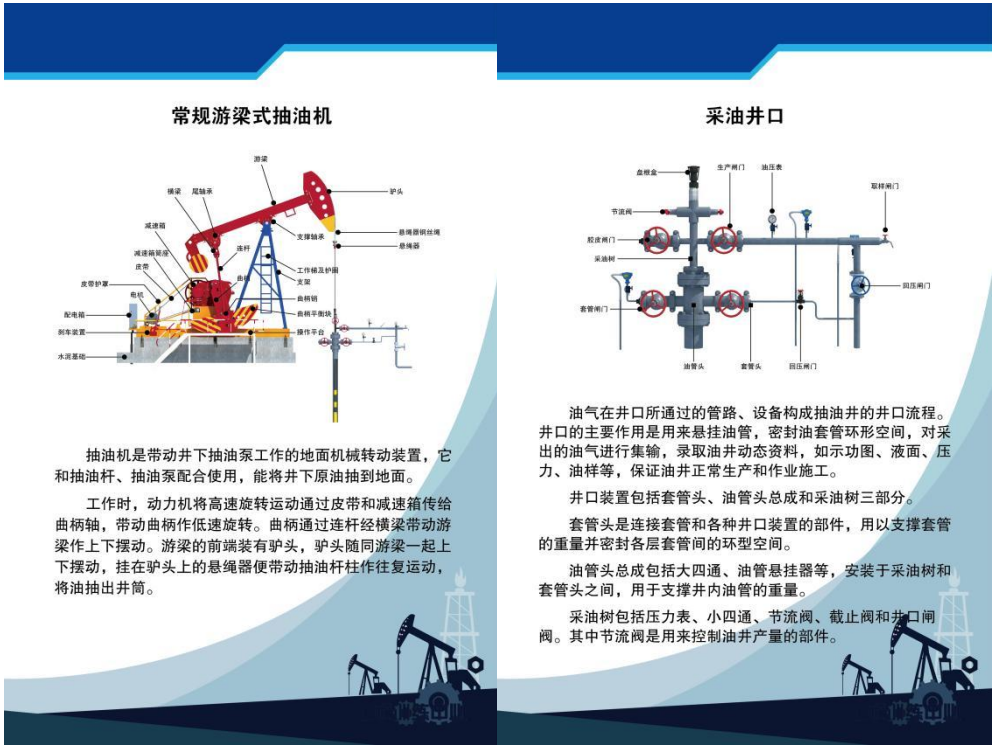


图 知识展板案例图

5、就地控制终端

用于就地控制注采技能各工艺单元。

六、文化展板

招标文件要求：包括单元介绍、注意事项、标志标识等。

采用 5mm 厚 KT 板，写真喷绘制作，制作样式如下：



图 文化展板案例图

4.2.3.3.3.2 实现功能

- (1) 注采工艺及设备的基本知识学习；
- (2) 注采工艺的流程操作与考核；
- (3) 注采工艺的风险辨识与隐患排查训练；



(4) 注采工艺的故障诊断与处置训练;

(5) 注采工艺的事故应急处置训练。

4.2.3.3.4 原油集输技能实训单元

4.2.3.3.4.1 建设内容及主要技术参数

原油集输技能实训单元建设内容包括工艺流程装置、数据采集与监控系统、网络通讯系统、模拟中控和培训辅助系统,实现原油集输工艺及设备知识学习、工艺操作、故障诊断及应急处置训练,具体建设内容及主要技术参数如下:

一、工艺流程装置

1、主要工艺单元及关键设备:依据油田典型生产现场工艺进行建设,主要工艺流程包括转油站、脱水站、污水处理站、注水站等构成;

2、部分关键罐体设备剖开展示内部结构,并加流水灯光。

具体开展的设计如下:

(1) 工艺流程设计

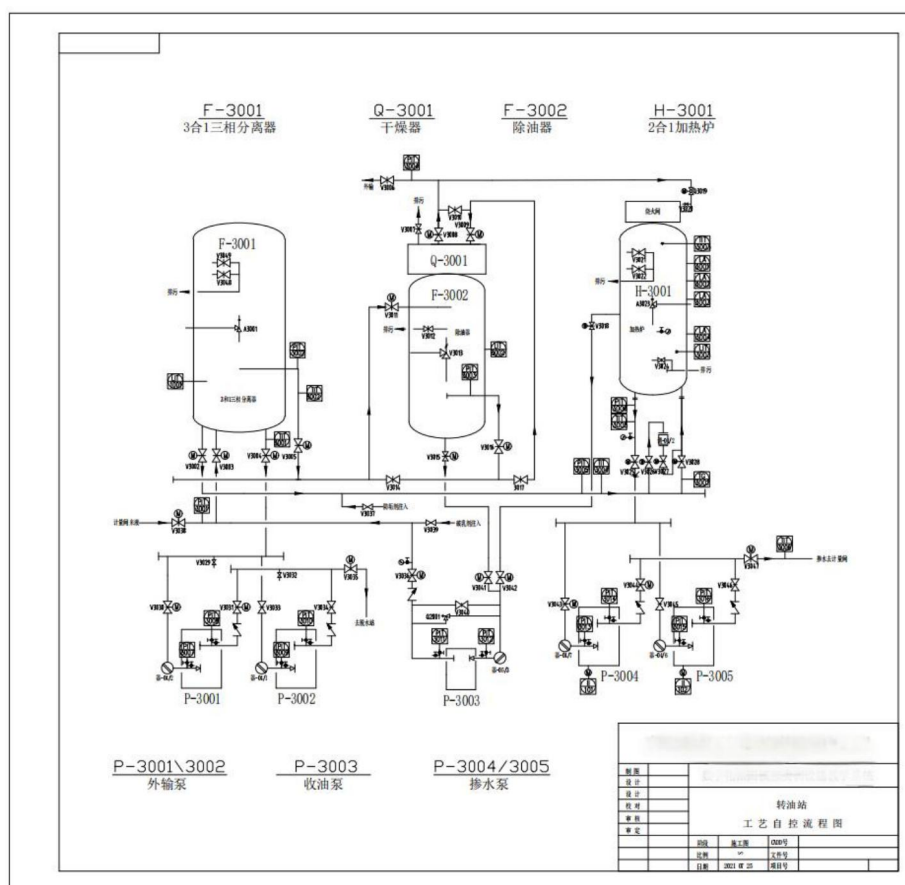


图 转油站工艺流程图

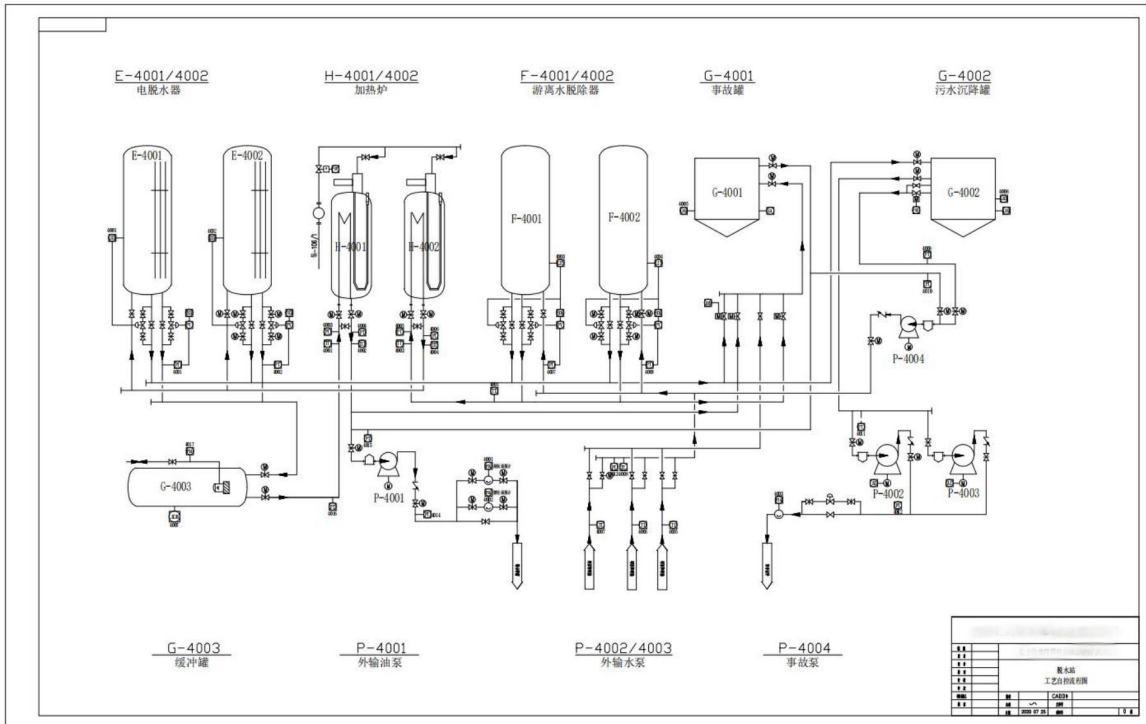


图 脱水站工艺流程图

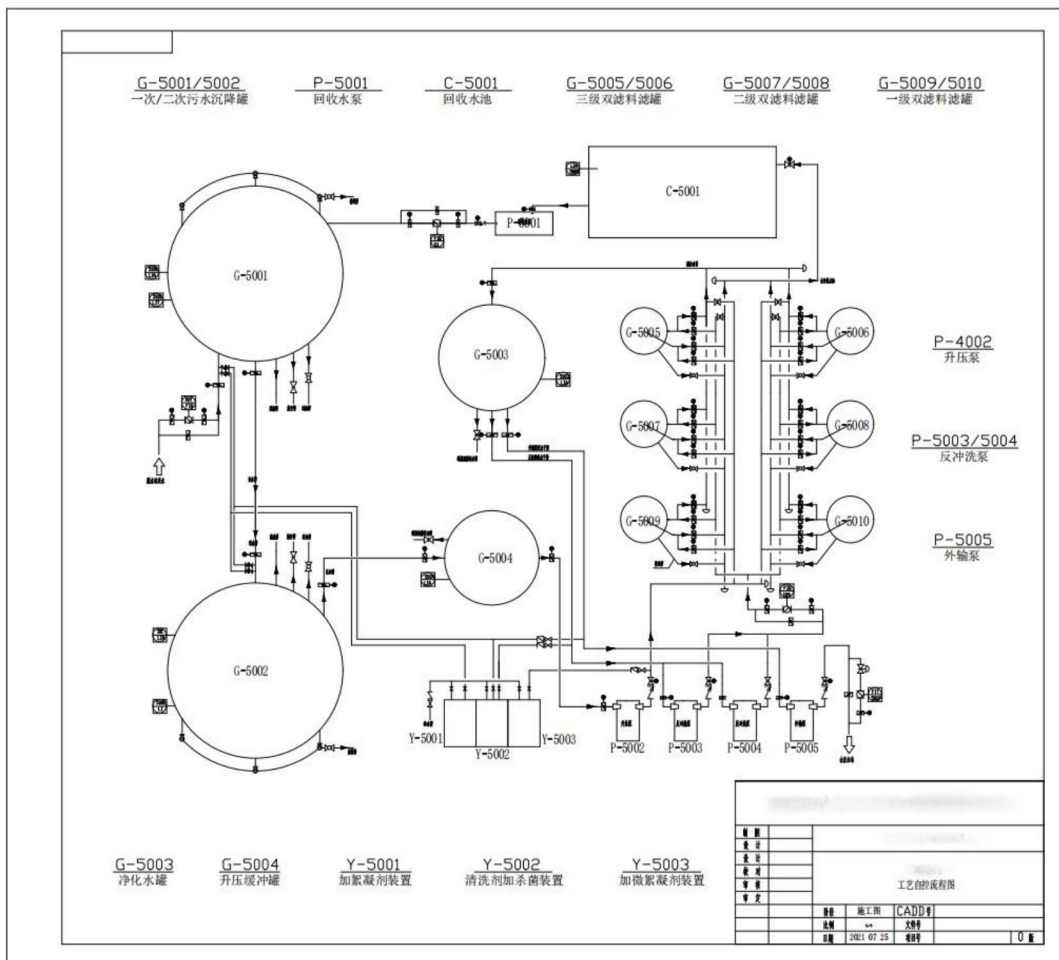


图 污水处理站工艺流程图

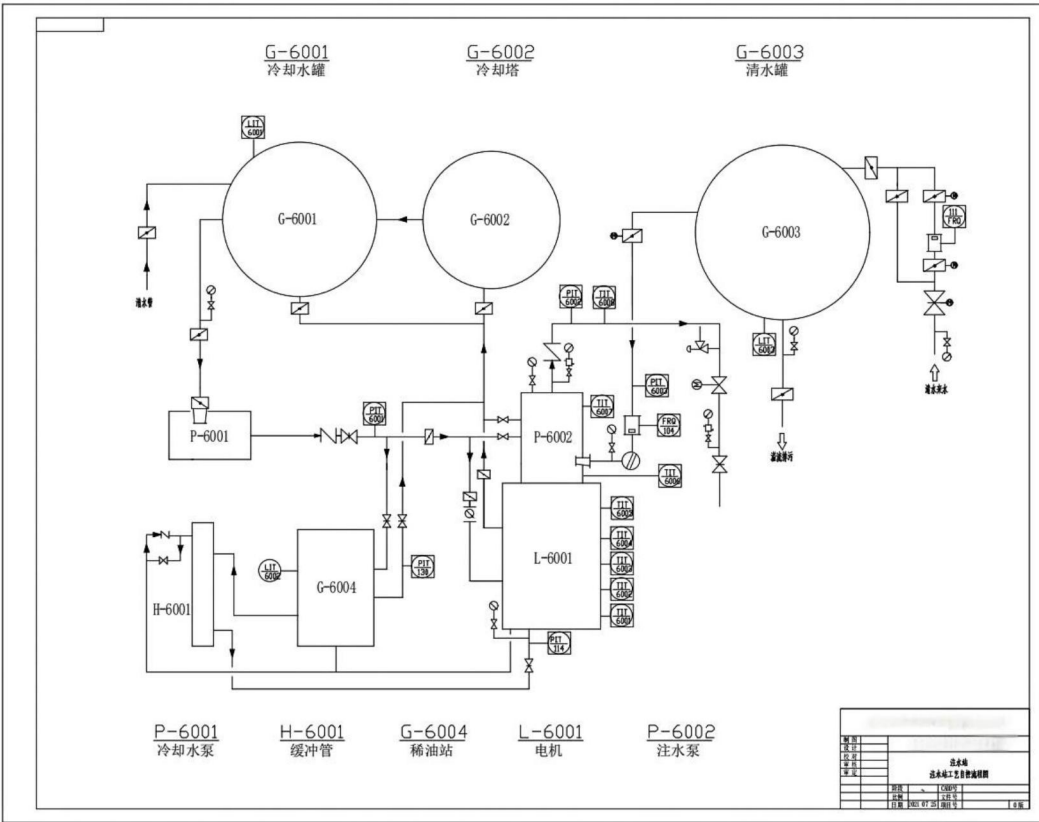


图 注入站工艺流程图

(2) 关键设备图纸设计

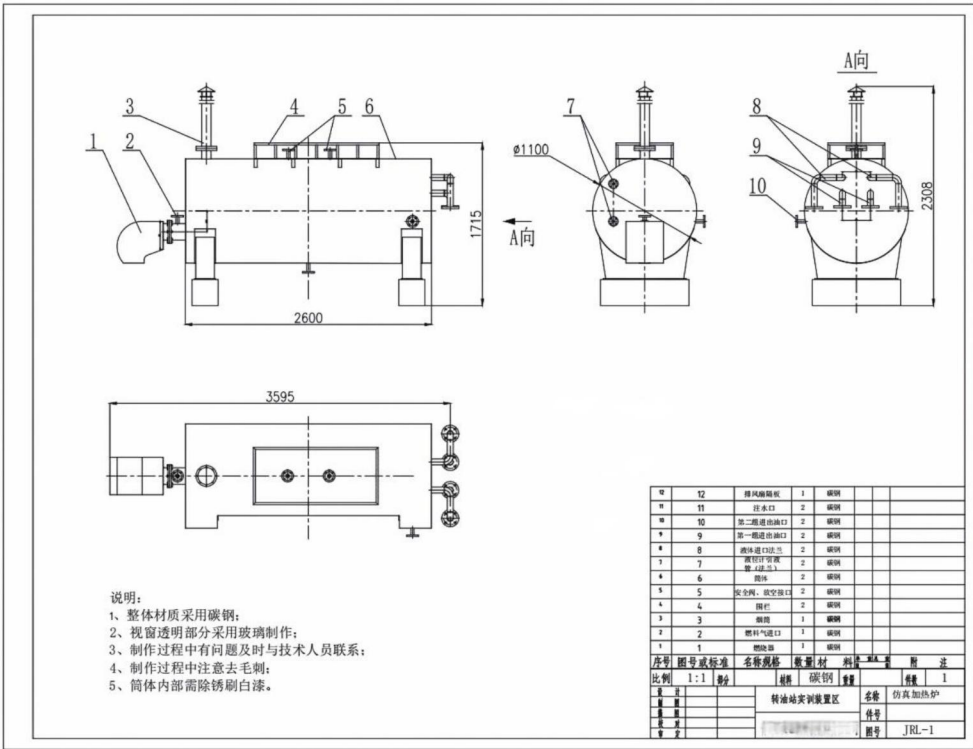


图 仿真加热炉装配图

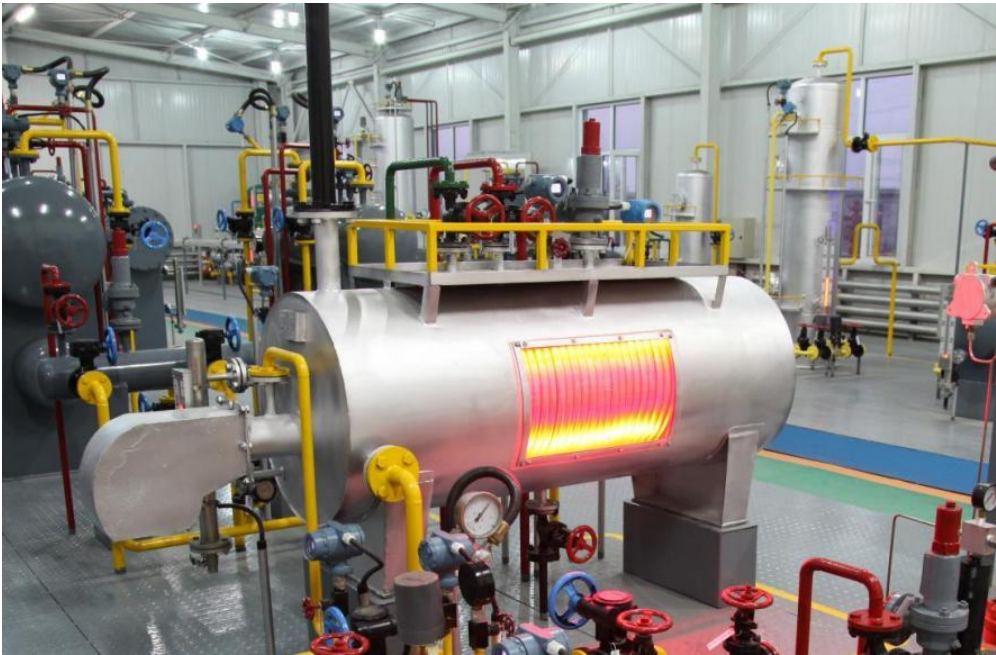


图 仿真加热炉案例图

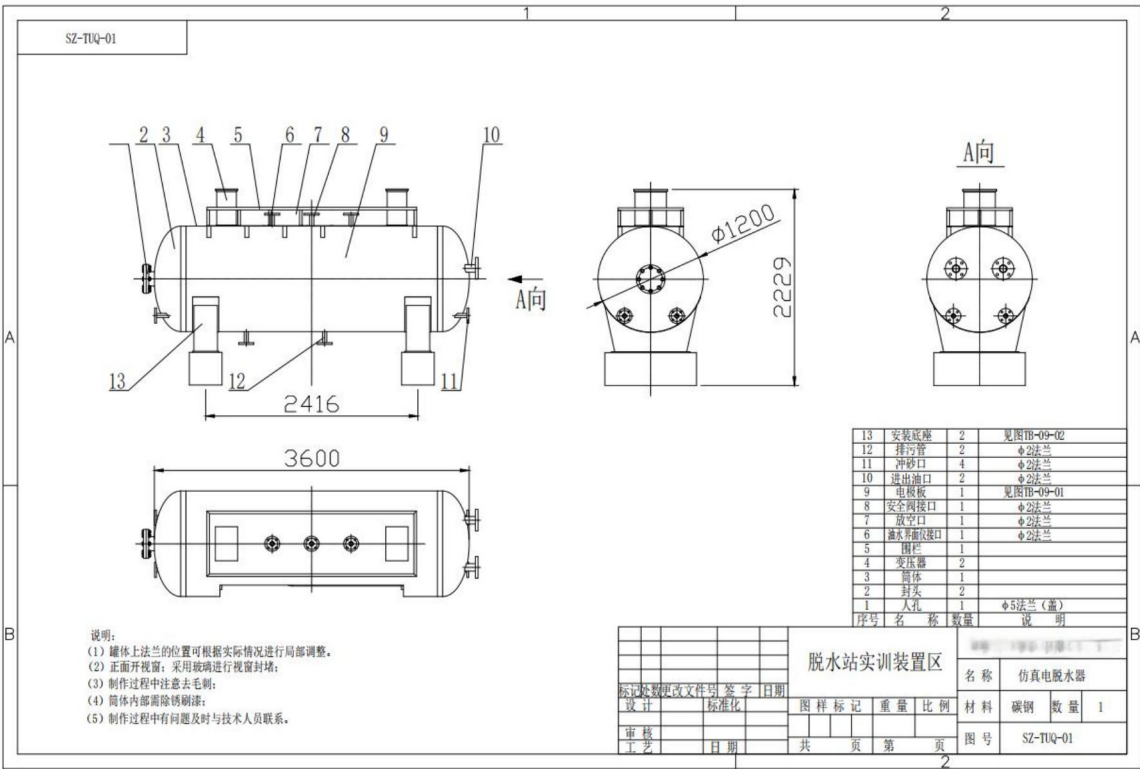


图 仿真电脱水器装配图



图 仿真电脱水器案例图

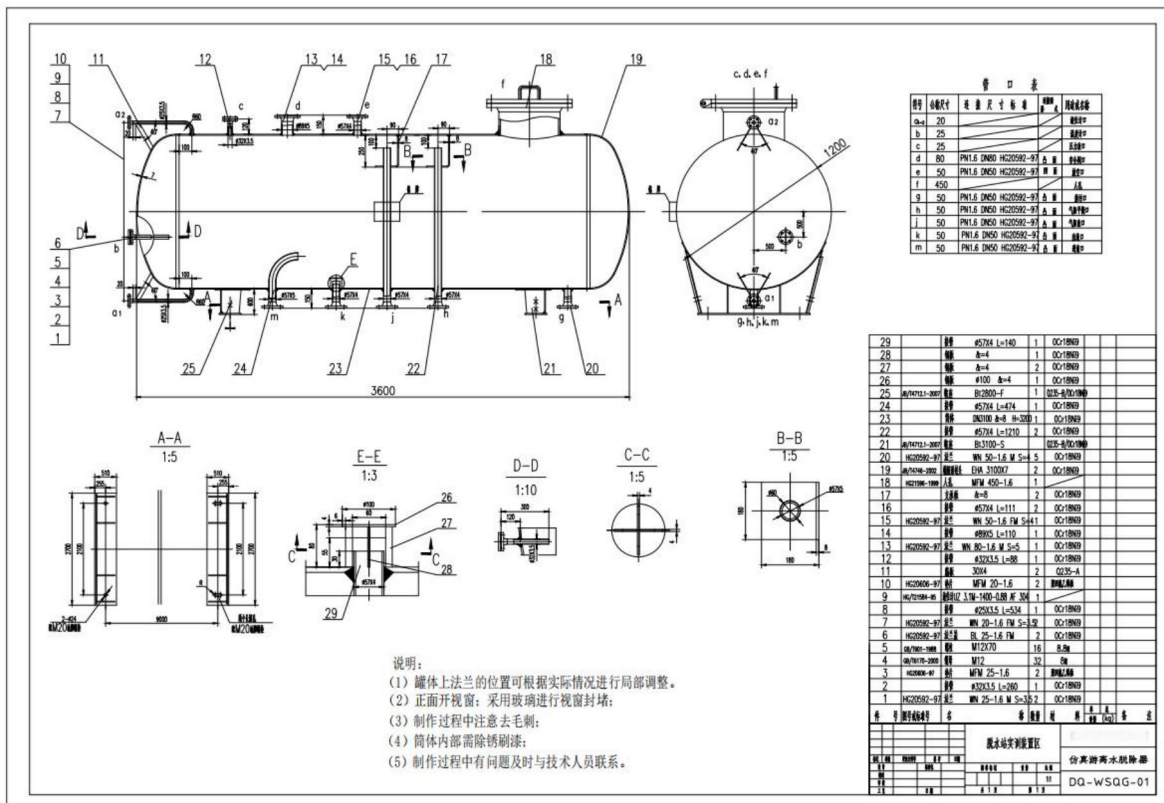




图 仿真游离水脱除器装配图



图 仿真游离水脱除器案例图

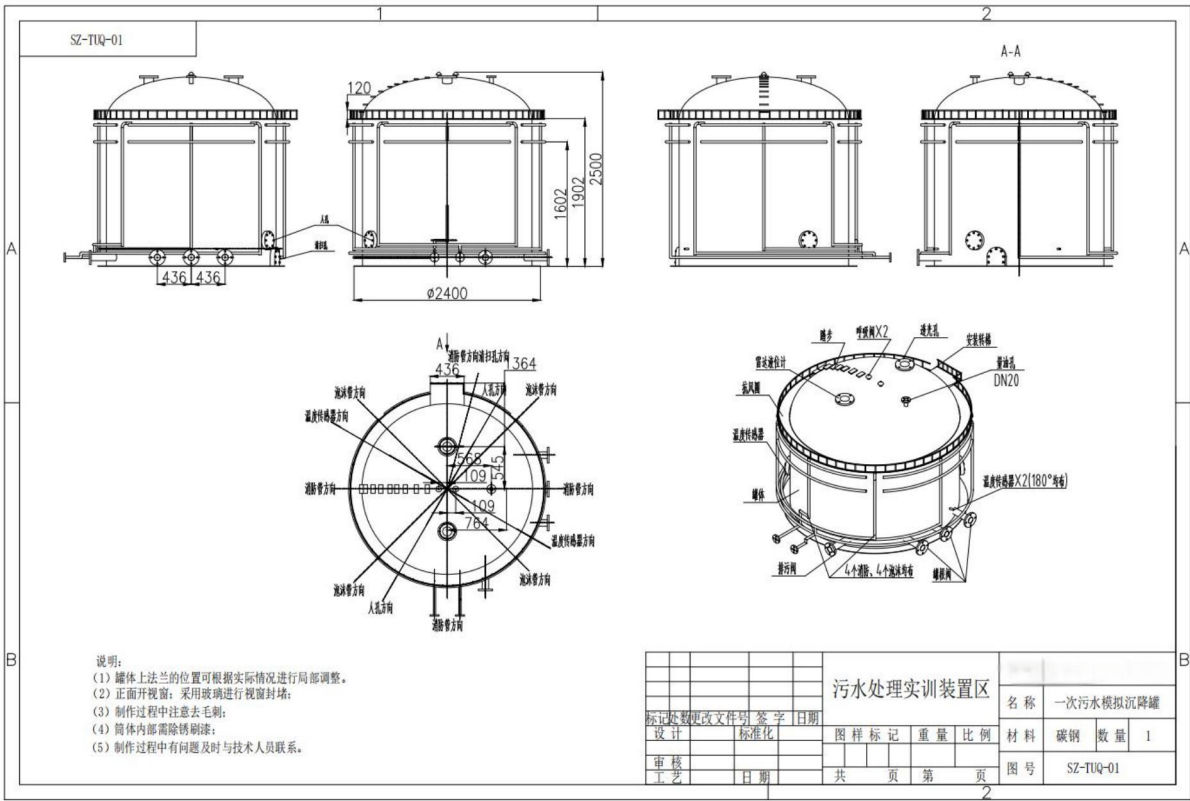


图 一次污水模拟沉降罐装配图



图 一次污水模拟沉降罐案例图

二、数据采集与监控系统

数据采集与监控系统压变、温变、流量、液位、界面、可燃气体报警器、自控装置（电动阀门、气动阀门、变频器）、PLC/DCS 控制系统等，数量满足上面的工艺流程装置。

1、压变、温变、流量、液位、界面、可燃气体报警器

外观与现场一致，24V 供电，LCD 屏幕显示数值，显示量程可调。



图 压变、温变、流量



图 液位、界面、可燃气体报警器

2、自控装置（电动阀门、气动阀门、变频器）

自控装置主要包括电动阀门、气动阀门、可控制电机的变频器组成。



图 电动阀门、气动阀门和变频器

6、PLC/DCS 控制系统

PLC 系统包含 CPU、I/O 插件、工业交换机、电源、端子等，AI 模块、A/O 模块全隔离：模块内的每一个输入、输出通道都是路路隔离的；每一个多路 I/O 模块的每一路模拟量/开关量的输入、输出为单独可自由更换模块，以便维修，需考虑 10%系统冗余，总点数约 510 点。



图 数据采集与监控系统案例图

三、网络通讯系统

网络通讯系统采用光纤的方式进行传输，主要包括交换机、光纤及光纤收发器等构成，主要传输原油集输站场生产数据、视频监控图像信号和周界报警信号。

集输站场网络通讯系统采用有线方式进行传输，传输方式为光纤，传输的信号包括井、间无线传送过来的信号；站场自身的生产数据信号、视频监控图像信号、周界报警信号等。

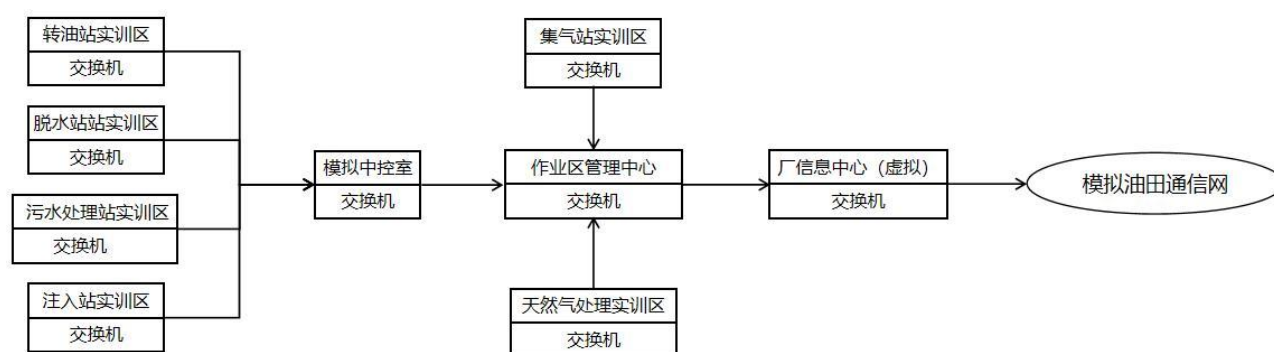


图 有线传输系统网络结构图

四、模拟中控

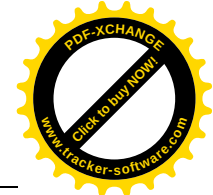
■ 硬件建设

根据招标文件要求，集输站场硬件与注采技能实训单元共用。

■ 配套软件

1、模拟控制软件

模拟控制软件实现对应工艺装置的安全生产控制、培训控制等功能。安全生产控制功能包括采集控制、工艺数据显示、连锁控制、紧急关断、通讯、数据曲线、报警、报表等；培训控制功能包括可远控的各类隐患、故障、事故现象的触发、演变、关闭等控制。



➤ 功能构架

控制系统采主要包含系统监控、系统动态、系统管理、报警预警及应急处置五大功能模块。

表 控制系统功能表

编号	功能	描述	备注
1	系统监控	1、状态监控：手动阀门、电动阀门、泵、压缩机、云端机构等的状态监控 2、数据监控：温度、压力、流量、液位、成份、可燃气体等数据监控 3、视频监控	
2	系统动态	1、趋势曲线：实时曲线、历时曲线 2、报表：生产日报、生产班报、停产报表	
3	系统管理	3、权限管理：操作工、工程师、管理员 4、自动控制：连锁控制 3、生产管理：参数分析、效率统计	
4	报警报警	1、报警设置 2、报警处理 3、报警记录	
5	应急处置	4、应急预案 5、故障下发 6、故障处理	

在上述五大功能模块基础上，控制系统总体功能如下。

- ①采集现场阀门及电动机构的状态；
- ②将数学模型计算的参数结果下发至现场真实仪表上显示；
- ③记录现场人员操作及巡检过程；
- ④对现场仪表的数据进行存储，可以通过实时或者历史曲线进行展示；
- ⑤自动生成生产、停产及检修报表；
- ⑥对用户进行安全及权限的分级；
- ⑦对自动控制（加热、降温等）、联锁控制及安全仪表系统进行参数设置，并在参数达限后能根据设置进行停泵等相关控制；
- ⑧对关键参数进行分析和效率统计；
- ⑨能对仪表报警参数和报警级别进行设置；对报警进行记录和确认，并在控制界面上进行颜色变化的提示。



⑩将应急预案预置在控制系统中；能在线触发故障并以参数变化或者物理现象（如泄漏等）来表现；通过人员的操作来解除故障。

➤ 功能设计

- ①具备数据采集和设备控制功能；
- ②具备操作流程展示、工艺监控功能；
- ③具备参数监视、数据报警及设定功能；
- ④具备曲线查询；
- ⑤具备设备运行状态查询；
- ⑥具备与数值模拟系统、管理系统、考核系统通讯功能；
- ⑦具备连锁控制与紧急停车；
- ⑧具备报表查询与输出；
- ⑨具备报警查询与输出。

➤ UI 设计（界面截图）

当选定操作项目和培训模式后，系统进入界面。

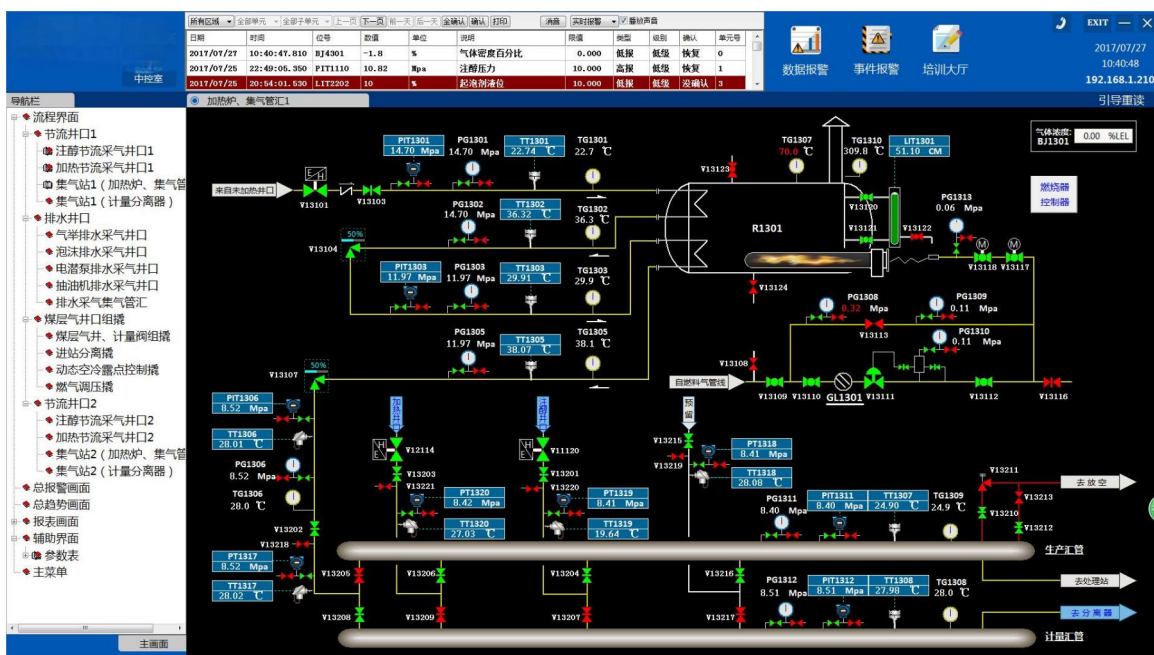


图 模拟控制软件界面



图 阀门状态查看

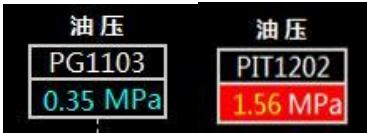


图 压力仪表



图 报警限值设定

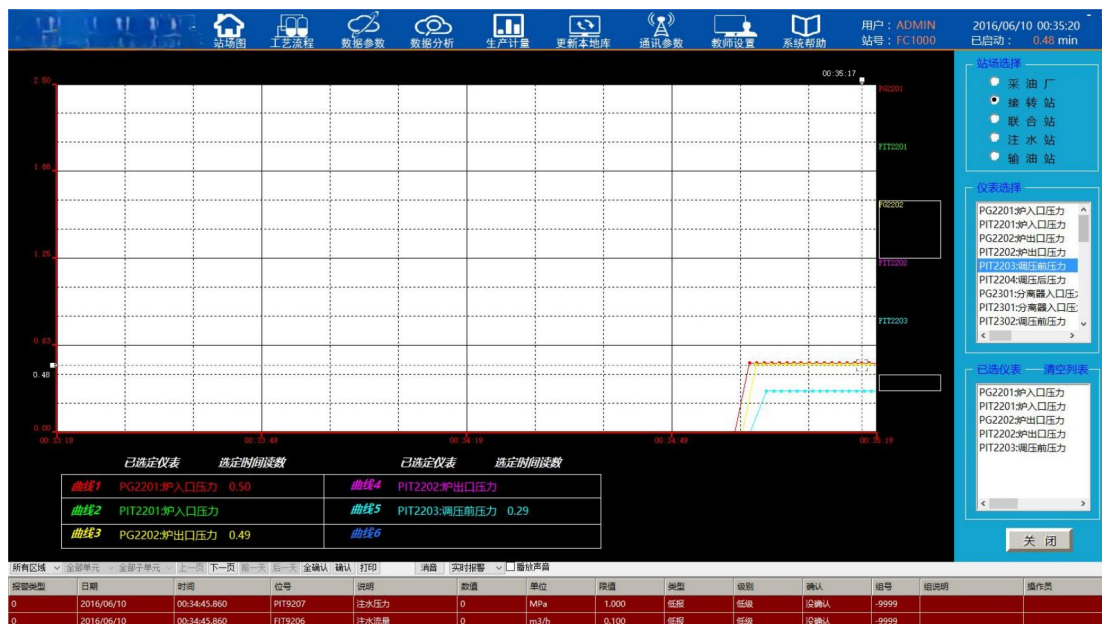
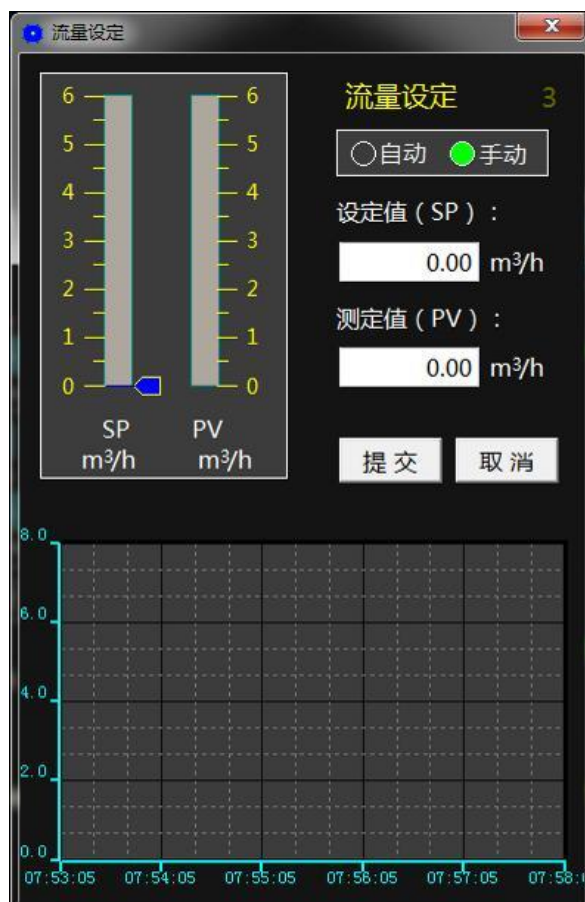
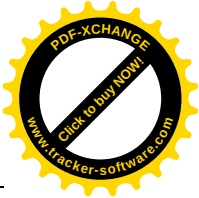
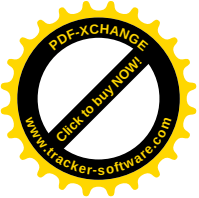


图 数据趋势曲线

报警类型	日期	时间	位号	说明	数值	单位	限值	类型	级别	确认	组号	组说明	操作员
0	2016/04/16	16:15:51.350	PIT6204	高压	0	MPa	0.100	低限	低限	确认	-9999		
0	2016/04/16	16:15:51.350	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低限	低限	确认	-9999		

图 界面底部报警栏



站场图

工艺流程

数据查询

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

报警总数

已确认

未确认

合计

49

0

49

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI19207

注水压力

0

MPa

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

FI19206

注水流量

0

m3/h

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9206

注水压力

0

MPa

12.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI19205

注水压力

0

MPa

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

FI19204

注水流量

0

m3/h

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9204

注水压力

0

MPa

12.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI19203

注水压力

0

MPa

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

FI19202

注水流量

0

m3/h

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9202

注水压力

0

MPa

12.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9201

注水压力

0

MPa

10.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9102

憋压

0

MPa

10.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG9101

憋压

0

MPa

10.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

FI18101

气体流量

0

m3/d

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

TI18101

油温

0

℃

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI18202

计量罐压力

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

TI16302

油温

0

℃

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG6301

油压

0

MPa

0.200

低低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG6103

油压

0

MPa

0.200

低低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI16104

憋压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

TI17101

油温

0

℃

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG7103

油压

0

MPa

1.000

低低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI17101

回压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

TI16201

油温

0

℃

1.000

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI16202

回压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG6203

回压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI16204

憋压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG7101

回压

0

MPa

0.200

低低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI17102

油压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PI17104

憋压

0

MPa

0.100

低报

低报

没确认

0

2016/06/10

00:34:45.860

PG6101

憋压

0

MPa

0.200

低低报

低报

没确认

确认所选报警

确认所有报警

实时报警●历史报警●报警查询

打印

关闭

图 实时报警记录查询

站场图

工艺流程

数据参数

数据分析

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

所有区域

全部单元

全部子单元

上一页

下一页

前一页

后一页

全确认

确认

打印

消息

实时报警

报警声音

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	油压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin

报警总数

已确认

未确认

合计

49

49

0

确认所选报警

确认所有报警

实时报警

历史报警

报警查询

打印

关闭

站场图

工艺流程

数据参数

数据分析

生产计量

更新本地库

通讯参数

教师设置

系统帮助

所有区域

全部单元

全部子单元

上一页

下一页

前一页

后一页

全确认

确认

打印

消息

实时报警

报警声音

报警类型

日期

时间

信号

说明

数据

单位

限值

类型

级别

确认

操作员

0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19207	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19206	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9206	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19205	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19204	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9204	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI19203	注水压力	0	MPa	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI19202	注水流量	0	m3/h	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9202	注水压力	0	MPa	12.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9201	注水压力	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9102	憋压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG9101	油压	0	MPa	10.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	FI18101	气体流量	0	m3/d	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI18101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI18202	计量罐压力	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16302	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6301	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6103	油压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI17101	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7103	油压	0	MPa	1.000	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17101	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	TI16201	油温	0	℃	1.000	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16202	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6203	回压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI16204	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG7101	回压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17102	油压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PI17104	憋压	0	MPa	0.100	低报	低报	确认	admin
0	2016/06/10	00:34:45.860	PG6101	憋压	0	MPa	0.200	低低报	低报	确认	admin

报警总数

已确认

未确认

合计

49

49

0

确认所选报警

确认所有报警

实时报警

历史报警

报警查询

打印

关闭

图 经确认后的报警记录

★2、平行三维软件

平行三维系统是为仿真操作站场建立的与现场生产环境一致的三维交互学习软件。与控制系统配套，具备三维同步跟踪、数值联动显示、设备动作同步展示、模拟巡检巡查、模拟隐患、故障和事故现象、辅助现场操作的功能，学员可以在三维场景中自由操作来学习生产现场的设备环境和工艺布局。

(1) 功能框架

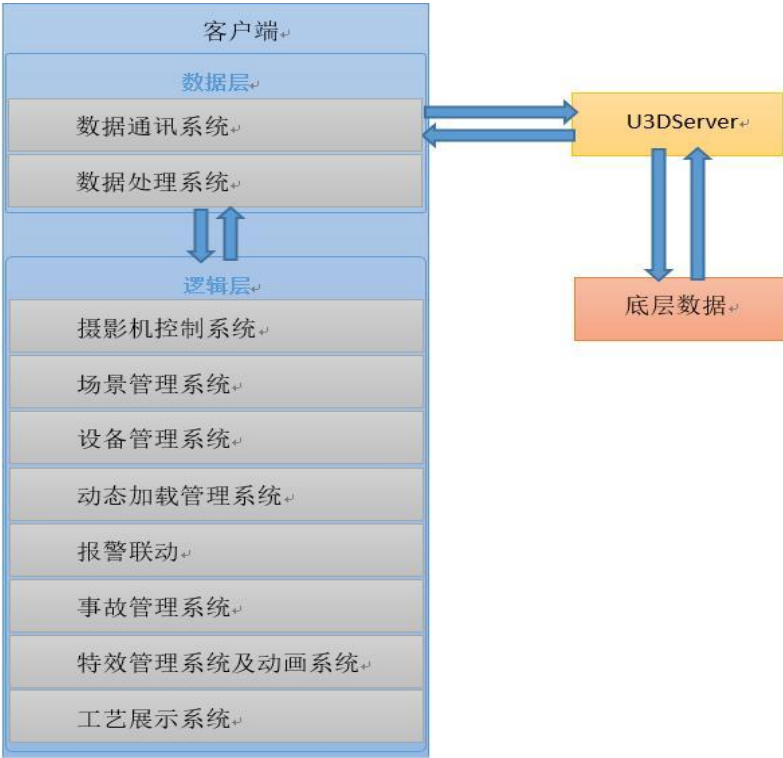


图 功能框架

功能框架介绍：客户端中分为数据层和逻辑层。其中逻辑层包含摄影机控制、场景管理、设备管理、动态加载管理、报警联动、事故管理、特效管理、工艺展示等系统，处理大多数客户端中的逻辑功能。数据层负责接收、处理、发送数据，将逻辑层与 U3DServer 通过 Socket 进行连接。U3DServer 负责将客户端数据层与底层数据进行连接，同时进行基本的数据保护及存储。

（2）三维场景漫游

以键盘、鼠标控制摄影机的旋转、位移、缩放等操作。操作人员可以以第一人称视角或者第三人称视角在三维场景中任意游走观览，可自行对场景中的设备、环境、工艺布局进行观察学习。

三维场景漫游可以逼真形象的还原真实站场场景，提供给系统操作者与生产现场一致的观看体验。同时三维场景的缩放和移动功能还可以提供给系统操作者上帝视角，以全面了解站场工艺布局、环境协调设计等真实站场不能方便展示的内容。

（3）场景管理系统

系统具备场景管理系统，系统分为地图静态信息、地图动态信息、小地图三个主要部分，详见功能说明表。

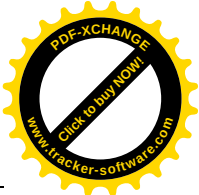


表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	地图静态信息	支持地图静态信息展示功能，可以将地图展示在地图框中，通过对地图框的点击还可以实现地点穿梭。 三维显示系统场景中预植入静态模型及动画，提供接口用以进行管理。	
2	地图动态信息	支持地图动态信息展示功能，可以将操作者的位置信息表现在地图上，让操作者可以感知到自己的场景定位。 三维场景中预植入或通过设备坐标信息定位。	
3	小地图	支持小地图功能，小地图可直观展示操作者的位置信息并跟随操作者试试移动。 三维显示系统是通过实时获取当前摄影机位置信息，通过正交投影渲染场景至 UI 中来实现小地图的。	
4	系统辅助操作	提供设备搜索、人员定位等辅助操作功能。 设备搜索指用户可以直接通过设备位号对设备进行定位的功能，只需要用户在搜索框中输入文字即可。 人员定位指用户可以对自己的位置进行跟踪，可以直观看到自己的位置在整个站场中的位置。	

(4) 设备管理系统

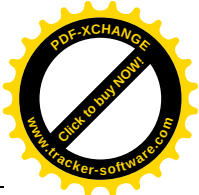
可操作设备或可与底层数据联动的设备管理系统。

可操作设备：通过 UI 指令点击进行操作。

可与底层数据联动设备：通过底层数据驱动进行操作。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	设备信息	可展示设备信息，操作者只需要点击对应设备即可获得设备的详细信息，包括设备的名称、类型、功能描述说明、注意事项等。 系统中三维模型通过表格数据及图片进行信息存储及读取展示。	
2	重点设备知识讲解	支持重点设备的知识讲解。对重点设备具备以动画或者多媒体形式进行的针对该设备的知识、结构、设备剖解、运行原理、维护方法等的讲解。 操作者可点击对应内容直接在三维显示系统中观看学习。	
3	机理展示	可进行设备机理展示，通过对三维设备的剖解，让操作者直观看到设备内部的硬件结构和运行流体现象，可直观感受到设备的运行机理。 三维显示系统通过预植入数据及图片进行设备的机理展示。	
4	设备操作	支持根据不同设备类型实现设备的打开、关闭、检查、设备信息展示、机理展示等操作。操作者可以选中设备并进行指令化操作，完成对设备的交互指令的下达。三维显示系统会将交互结果以三维动作或现象的形式表现出来，让操作	



		者看到交互结果。	
--	--	----------	--

（5）数据通讯系统

三维显示系统具备数据通讯系统。可实现与底层数据 RTDB 进行通讯。进行数据的发送与接收。

底层数据 RTDB 即一种实时数据库，RTDB 通过硬件 IO 与现场硬件设备连接，可以把实际硬件设备的状态信息维护到计算机中。三维显示系统通过数据通讯系统可以与实时数据库保持同步的数据刷新，进而实现与实际硬件设备的通讯。

（6）数据处理系统

三维显示系统具备数据处理系统。数据处理系统的功能是对数据通讯系统从 RTDB 获取的数据进行预处理，实现数据格式截取转换、字符校验等基本通讯功能。

数据通讯系统抓取的数据是原始数据，在三维场景中需要进行过滤和修正，才能显示为正常的数 据，本系统主要为后台数据处理提供预处理。

（7）动态加载管理系统

三维显示系统具备动态加载管理系统。该系统主要负责数据及模型的动态加载及管理。优化启动速度。降低内存占用。

三维系统不仅要精细制作还要精细运营，越高清的三维模型和场景资源越消耗计算机硬件资源。为了解决三维系统 在应用中耗费计算机资源，对硬件配置要求高的问题，特设置本系统进行系统优化。可实现大场景的分段室试加载和管理，降低 50% 的计算机硬件配置要求并提升 50% 的系统启动速度。

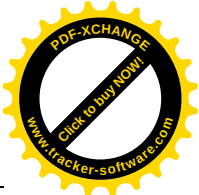
（8）报警联动

三维显示系统具备报警联动功能。报警联动指的是通过数据处理系统监测数据的变化，当数据变化超过限定条件后触发报警信息，将报警信息联动设备管理系统进行定位的功能。

报警联动功能解决了二维报警通知在三维场景中的应用问题。不仅可以实现传统的报警功能，还可以通过三维场景的定位实现对报警设备的状态追踪和报警处理，是三维显示系统的一次突破。

（9）事故管理系统

三维显示系统具备事故管理系统。事故管理系统负责管理三维场景中预先植入的



各种事故。目前三维显示系统支持泄漏、爆炸、火灾等多种事故。

事故的触发是通过数据变量来进行通讯的。通过数据处理系统获得数据变量的信息，数据变量变化时触发预植入的故障及事故，通过特效管理和动画系统进行展现。

(10) 特效管理系统及动画系统

三维显示系统具备特效管理系统及动画系统。本系统部分主要负责具体的事故效果的展示。目前可实现着火火焰及烟雾、爆炸光影及声音、漏电光影效果、震动场景效果、气体流体泄漏效果等多种形式的事故现象。

特效管理是对三维显示系统中的粒子效果的管理；动画系统是对事故辅助表现动画的管理。两者功能配合来表现事故的现象和后续处理措施。整个系统上接事故管理系统，接收事故管理系统的指令，同时也可以通过数据变量的数据变化进行触发及后续操作。

(11) 工艺展示系统

三维显示系统具备工艺展示系统。系统通过预植入数据及图片，对工艺进行 UI 展示。可划分为工艺展示和站场路线展示两个主要功能。

表 功能说明表

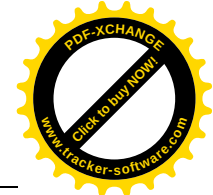
编号	功能点	功能说明	备注
1	工艺展示	系统可对具体工艺进行多方位的讲解展示； 三维场景中的工艺为了和现场一致，是以设备和管线的方式相对独立的进行布置。工艺展示是系统为了对重点工艺进行讲解设置的可对整个或者局部工艺环节进行知识讲解、布局说明、巡检及风险防范等知识的讲解学习的功能。	
2	站场路线展示	用户可以顶视角学习站场内消防路线、逃生路线、巡检路线等不同的站场规划路线。 用户可以选择自我操作漫游。也可以选择本功能对各种巡检路线进行重点学习。 可以上帝视角对站场中的全站路线和使用流向方式等进行学习。	

(12) UI 设计（界面截图）

三维显示 UI 界面分为标题栏、工具栏、主操作显示区、工具/材料选择框、角色选择框、指令选择框等。

标题栏：显示三维显示对应的不同工艺名称；

工具栏：可用于选择操作所用的各类工具；



主操作显示区（特写镜头）：用于跟踪操作的主显示区，可进行机理展示、故障表现等；

学员信息卡：显示当前操作学院的姓名、学号（编号）信息；

工具/材料显示卡：用于显示已选择的工具和材料信息；

角色选择框：可通过此框选择不同的角色；

指令选择框：选择主操作区的可操作对象后，通过此框进行操作选择。

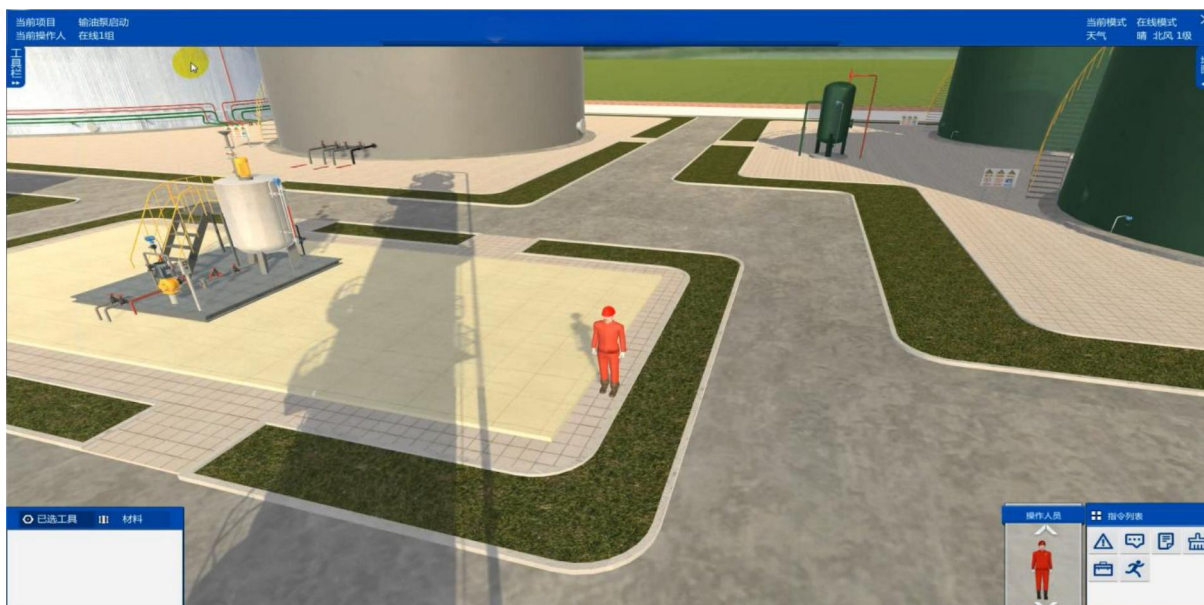


图 三维显示 UI

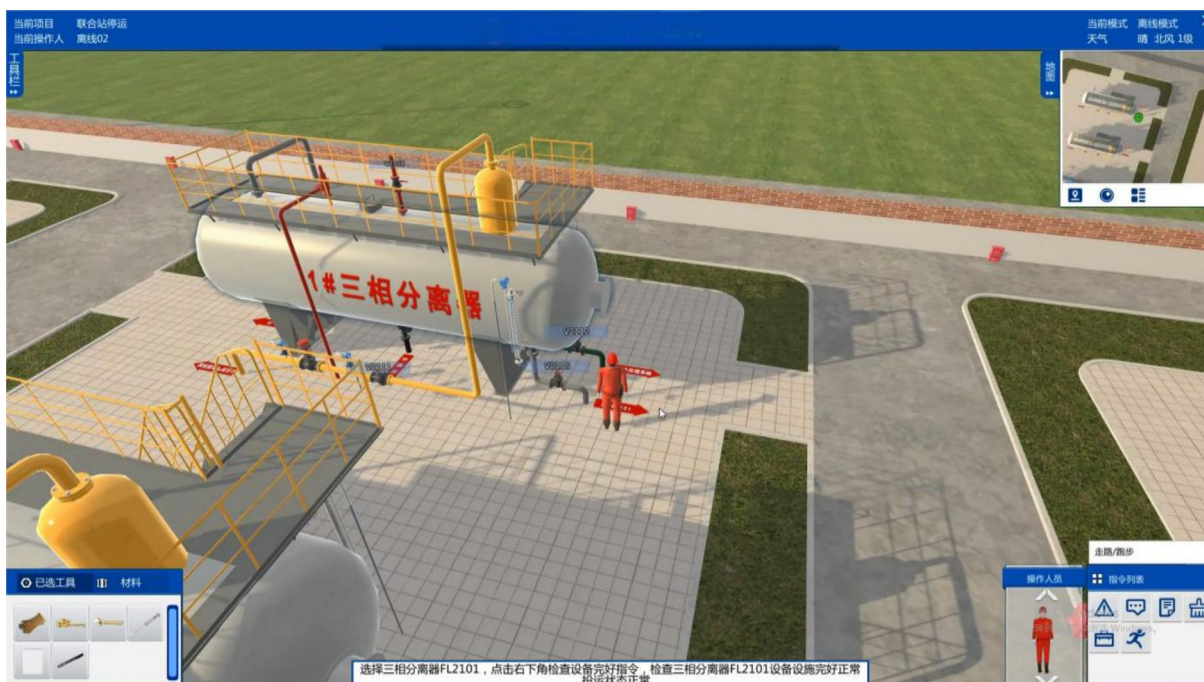


图 三维显示 UI



图 三维显示 UI

★3、数值模拟软件

选用行业内世界一流的数值模拟平台，基于注采模拟装置流程，建立数字模拟系统，需涵盖正常状态、非正常状态的各类情况，可针对工艺过程进行设计分析的稳态仿真和运行分析的动态仿真。稳态仿真精度不低于 5%，动态仿真精度不低于 8%，实训过程动态模拟精馏操作实时生产数据，提供精确的操作数据反馈，为学员操作提供逼真的现场数据环境。

(1) 功能性描述

仿真模拟数据系统是连接仿真培训系统硬件和数值模拟软件的纽带，是整套系统的灵魂，因此，成熟的工业过程动态仿真计算平台、权威的物料表、严格的全工况机理模型技术及推理计算，需要可自定义的开发平台才能保障系统运行的稳定性、仿真过程的逼真度和精确度。

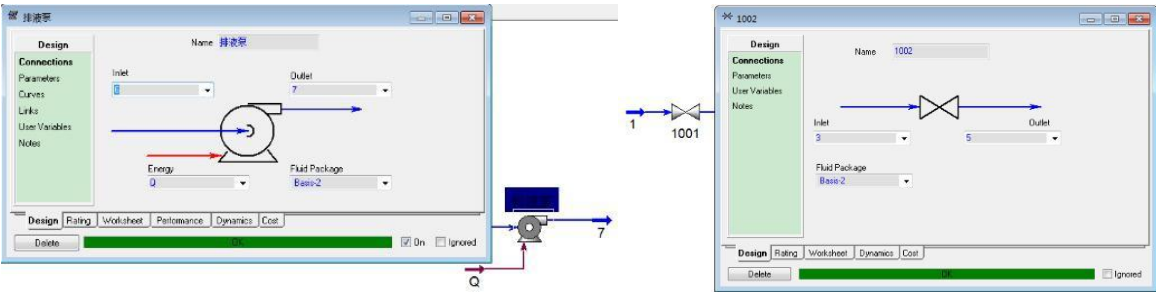
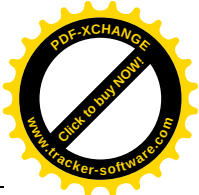


图 工艺设备模型自定义设置

(2) 物料平衡表计算方式



Unisim Design 系统基于原 Hysys 平台的稳态模拟和动态模拟，通过严格的机理模型技术，进行物料平衡表的设计及计算。Unisim Design 系统中的 Balance 操作还可以提供一个热和物料平衡手段，平衡类型有以下几种：

- ①Mole: 对每一个组分实现进口与出口的摩尔流率总平衡，出口物流不包括温度，压力，汽相分率值；
- ②Mass: 实现进口与出口物流的质量平衡，但出口物流不包含任何组成，温度，压力以及汽相分率等值；
- ③Heat: 实现能量流的总平衡；
- ④Mole 和 Heat: 实现进口与出口物流的 Mole 和 Heat 总平衡。

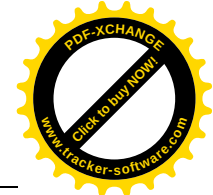
(3) 操作模型种类

①操作模型分类

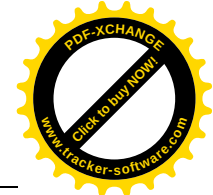
物理操作模型 (Physical Operations)	由热力学和质量/能量平衡管理，也包括操作细节关系如：塔、泵、容器、换热器等
逻辑操作模型 (Logical Operations)	逻辑操作主要用于稳态模式下建立变量间的数值关系。例如调节和循环 (Adjust and Recycle) 中的应用。然而还有几个单独的逻辑操作，例如电子数值表 (Spreadsheet) 和操作设置 (Set)，在稳态和动态模式下都能使用 如：调节 (Adjust)、平衡 (Balance)、原油转换 (Black Oil Translator)

②可模拟操作模型

类型	单元操作
容器 (Vessels)	三相分离罐 (3-Phase Separator) 连续搅拌釜反应器 (Continuous Stirred Tank Reactor) 转化反应器 (Conversion Reactor) 平衡反应器 (Equilibrium Reactor) Gibbs 反应器 (Gibbs Reactor) 分离罐 (Separator) 大型储罐 (Tank)
热交换设备 (Heat Transfer Equipment)	空气冷却器 (Air Cooler) 冷凝器 (Cooler) 火焰加热炉 (Fired Heater) 换热器 (Heat Exchanger) 加热器 (Heater) LNG
转动 (Rotating Equipment)	压缩机 (Compressor) 膨胀机 (Expander)



配管设备 (Piping Equipment)	泵 (Pump) 压缩气相管道 (Compressible Gas Pipe) 液-液水力旋流器 (Liquid-liquid Hydrocyclone) 汇流单元 (Mixer) 管道 (Pipe Segment) 安全阀 (Relief Valve) 三通 (Tee) 阀门 (Valve)
固体处理 (Solids Handling)	袋式过滤器 (Baghouse Filter) 旋风气体分离器 (Cyclone) 水力旋流器 (Hydrocyclone) 真空过滤器 (Rotary Vacuum Filter) 简单固体分离器 (Simple Solid Separator)
标准反应器 (Reactors)	连续搅拌釜反应器 (Continuous-Stirred Tank Reactor) 转化反应器 (Conversion Reactor) 平衡反应器 (Equilibrium Reactor) Gibbs 反应器 (Gibbs Reactor) 平推流反应器 (Plug Flow Reactor) 产率变换反应器 (Yield Shift Reactor) SULSIM Extension
预设的塔模型 (Prebuilt Columns)	三侧线常压蒸馏塔 (3 Stripper Crude) 四侧线常压蒸馏塔 (4 Stripper Crude) 常规吸收塔 (Absorber) 常规精馏塔 (Distillation) FCCU 主分馏塔 (FCCU Main Fractionator) 液-液萃取塔 (Liquid-Liquid Extractor) 再沸吸收塔 (Reboiled Absorber) 回流吸收塔 (Refluxed Absorber) 三相精馏塔 (Three Phase Distillation) 减压塔 (Vacuum Resid Tower)
简化塔模型 (Short Cut Columns)	组分分离器 (Component Splitter) 简化塔 (Shortcut Column)
子流程 (Sub-Flowsheets)	三侧线常压精馏塔 (3 Stripper Crude) 四侧线常压精馏塔 (3 Stripper Crude) 常规吸收塔 (Absorber) 塔子流程 (Column Sub-Flowsheet) 常规精馏塔 (Distillation) FCCU 主分馏塔 (FCCU Main Fractionator) 液-液萃取塔 (Liquid-Liquid Extractor) 再沸吸收塔 (Reboiled Absorber) 回流吸收塔 (Refluxed Absorber) 标准子流程 (Standard Sub-Flowsheet)



	三相精馏塔 (Three Phase Distillation) 减压塔 (Vacuum Resid Tower)
逻辑操作 (Logicals)	调节 (Adjust) / 平衡 (Balance) 原油转换 (Black Oil Translator) Boolean And / Boolean CountDown Boolean CountUp / Boolean Latch Boolean Not / Boolean OffDly Boolean OnDly / Boolean Or / Boolean XOr 因果矩阵表 (Cause And Effect Matrix) 数字控制点 (Digital Control Point) DMCplus 控制器 (DMCplus Controller) PROFIT 控制器 (PROFIT Controller) MPC 控制器 (MPC Controller) 参数模型单元 (Parametric Unit Operation) PID 控制器 (PID Controller) / 比率控制器 (Ratio Controller) 循环 (Recycle) / 选择器 (Selector Block) 变量设置 (Set) / 电子数据表 (Spreadsheet) 分离范围控制器 (Split Range Controller) 物流切割 (Stream Cutter) / 调压控制器 (Surge Controller) 传递功能模块 (Transfer Function Block)
扩展操作 (Extensions) 用户操作 (User Ops)	用户自定义 (User Defined)
电解质设备 (Electrolyte Equipment)	中和 (Neutralizer) 沉淀 (Precipitation) 结晶 (Crystalizer)
上游流股操作 (Upstream Ops)	Lumper 粉碎器 (Delumper) 原油转换 (Black Oil Translator) OLGA 2000 连接 (OLGA 2000 Link) 液-液水力旋流器 (Liquid - Liquid Hydrocyclone)

(4) 模型参数设置

Unisim Design 系统对各操作模型可进行自定义设置, 如泵物质流组分, 扬程、效率, 阀门管路摩阻、设备基本参数等, 部分设置界面如下:

①物质流

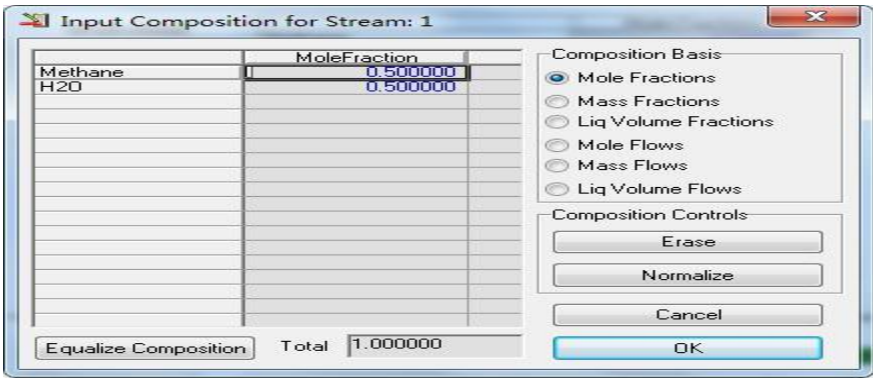


图 物质流组分设置

在物质流设置界面，我们首先设置组分比例，然后设置温度、压力和流量等参数。

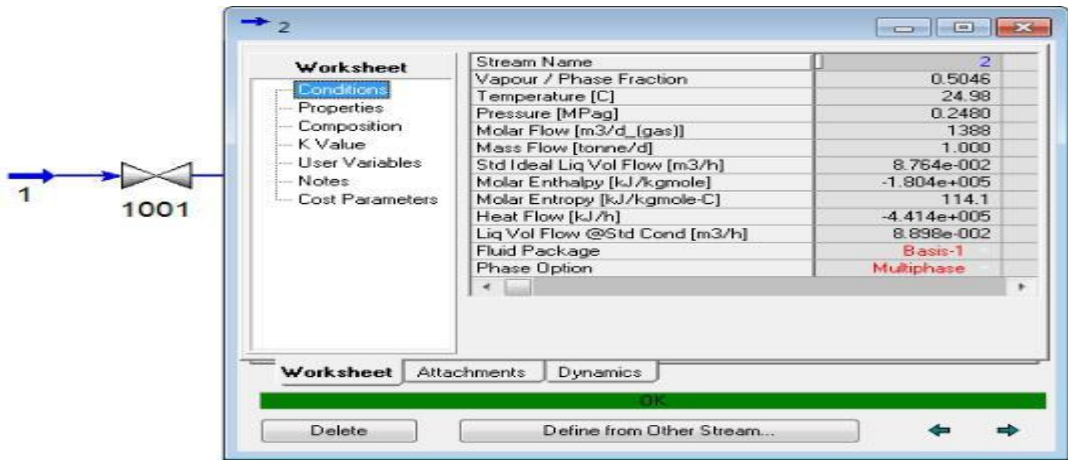


图 组分比例设置图

② 阀门

在阀门设置界面，我们需要连接前后物质流，并选择物质流名称。

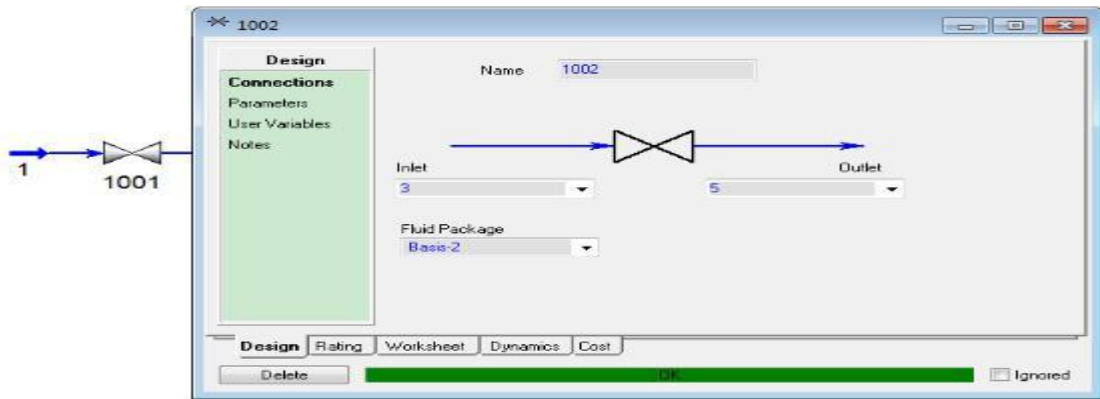


图 阀门设置界面

设置阀门压力损失，例如设置 15kPa。

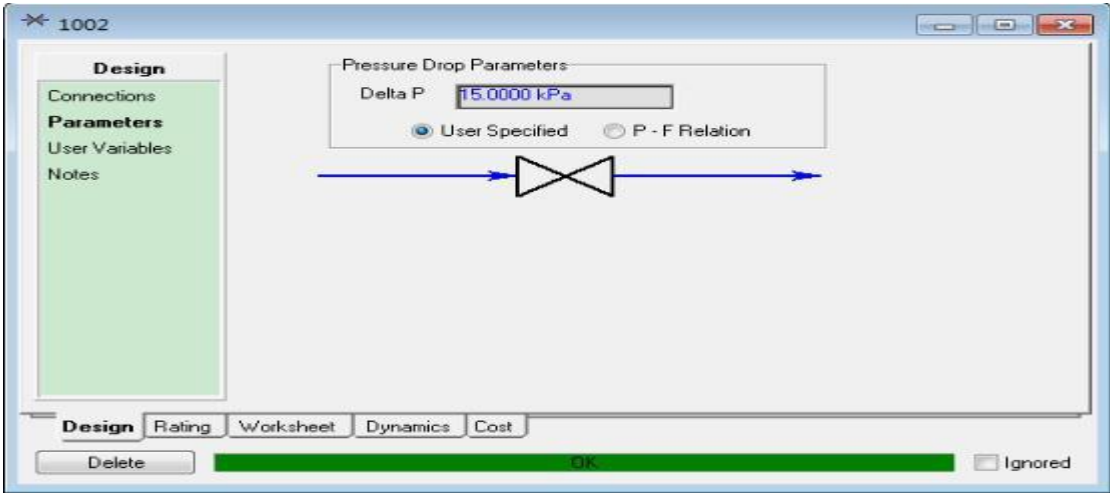
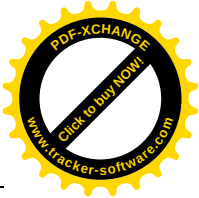
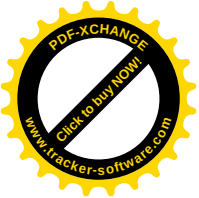


图 阀门压力损失设置

③罐

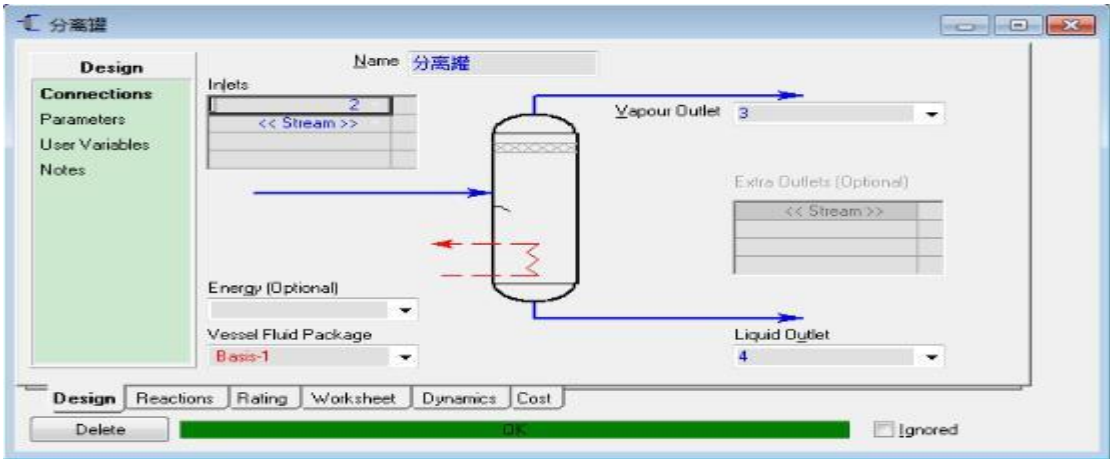


图 罐参数设置界面

在分离罐设置界面，我们需要连接前后物质流以及气路物质流，然后设置罐体积。

④泵

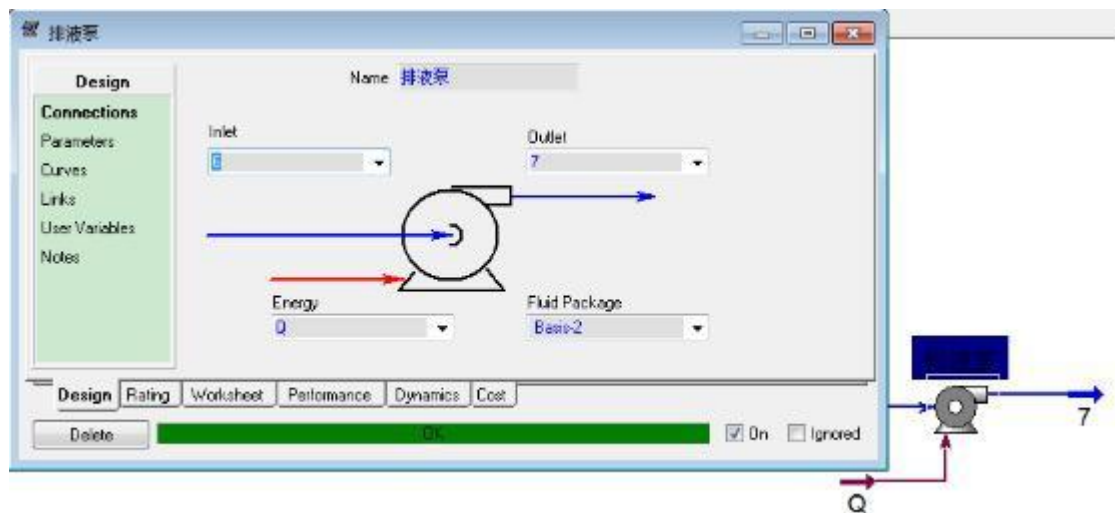
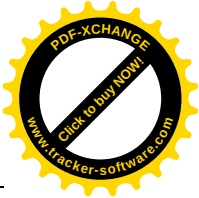
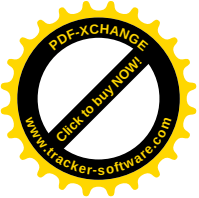


图 泵设置界面

在泵设置界面，我们需要连接前后物质流，并添加泵曲线或者设定增加压力。

(5) UI 设计

数值模拟软件为后台运行软件模块，在调试控制单元运行过程中，不在前台显示；数值模拟软件 UI 主要基于 UNISIM 固有 UI，进行对应单元的流程搭建、参数设置、典型数值拟合等，其具体 UI 界面如下所示。

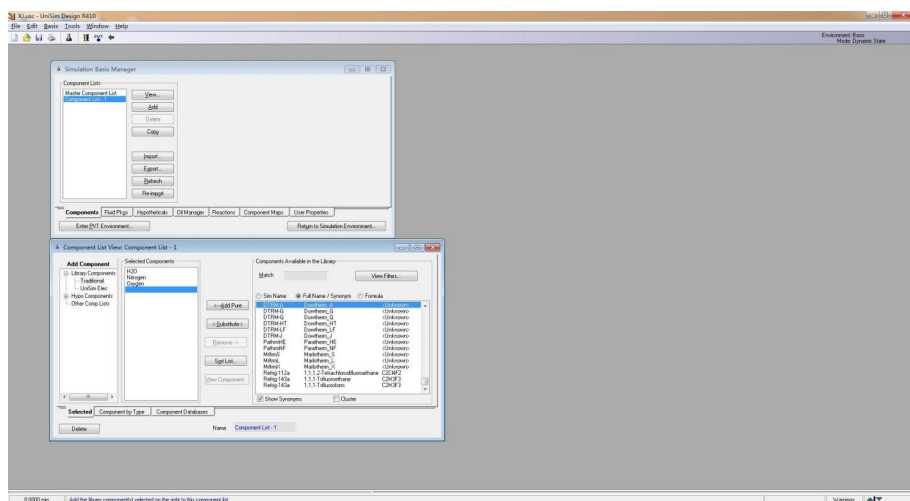
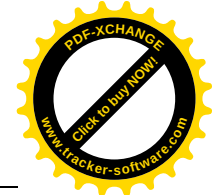


图 添加组分



The screenshot displays two windows from the Xilinx ISE 9.2i software interface. The top window is the 'Simulation Basic Manager' (tab: Simulation), which shows a project tree on the left with 'Component List' selected. The right pane of this window is empty. The bottom window is the 'Component List View Component List - 1' (tab: Component List View). It features a 'Component List' on the left with a tree structure showing 'Library Components' (Tristate, LUT4, LUT6, LUT8, LUT16, LUT32, LUT64, LUT128, LUT256, LUT512, LUT1024, LUT2048, LUT4096, LUT8192, LUT16384, LUT32768, LUT65536, LUT131072, LUT262144, LUT524288, LUT1048576, LUT2097152, LUT4194304, LUT8388608, LUT16777216, LUT33554432, LUT67108864, LUT134217728, LUT268435456, LUT536870912, LUT1073741824, LUT2147483648, LUT4294967296, LUT8589934592, LUT17179869184, LUT34359738368, LUT68719476736, LUT137438953472, LUT274877906944, LUT549755813888, LUT1099511627776, LUT2199023255552, LUT4398046511104, LUT8796093022208, LUT17592186044416, LUT35184372088832, LUT70368744177664, LUT140737488355328, LUT281474976710656, LUT562949953421312, LUT1125899906842624, LUT2251799813685248, LUT4503599627370496, LUT9007199254740992, LUT18014398509481984, LUT36028797018963968, LUT72057594037927936, LUT144115188075855872, LUT288230376151711744, LUT576460752303423488, LUT1152921504606846976, LUT2305843009213693952, LUT4611686018427387904, LUT9223372036854775808, LUT18446744073709551616, LUT36893488147419103232, LUT73786976294838206464, LUT147573952589676412928, LUT295147905179352825856, LUT590295810358705651712, LUT1180591620717411303424, LUT2361183241434822606848, LUT4722366482869645213696, LUT9444732965739290427392, LUT18889465931478580854784, LUT37778931862957161709568, LUT75557863725914323419136, LUT151115727451828646838272, LUT302231454903657293676544, LUT604462909807314587353088, LUT1208925819614629174706176, LUT2417851639229258349412352, LUT4835703278458516698824704, LUT9671406556917033397649408, LUT19342813113834066795298816, LUT38685626227668133590597632, LUT77371252455336267181195264, LUT154742504910672534362390528, LUT309485009821345068724781056, LUT618970019642690137449562112, LUT1237940039285380274899124224, LUT2475880078570760549798248448, LUT4951760157141521099596496896, LUT9903520314283042199192993792, LUT19807040628566084398385987584, LUT39614081257132168796771975168, LUT79228162514264337593543950336, LUT158456325028528675187087900672, LUT316912650057057350374175801344, LUT633825300114114700748351602688, LUT1267650600228229401496703205376, LUT2535301200456458802993406410752, LUT5070602400912917605986812821504, LUT10141204801825835211973625643008, LUT20282409603651670423947251286016, LUT40564819207303340847894502572032, LUT81129638414606681695789005144064, LUT162259276829213363391578010288128, LUT324518553658426726783156020576256, LUT649037107316853453566312041152512, LUT1298074214633706907132624082305024, LUT2596148429267413814265248164610048, LUT5192296858534827628530496329220096, LUT10384593717069655257060992658440192, LUT20769187434139310514121985316880384, LUT41538374868278621028243970633760768, LUT83076749736557242056487941267521536, LUT166153499473114484112975882535043072, LUT332306998946228968225951765070086144, LUT664613997892457936451903530140172288, LUT13292279957849158729038070602803456, LUT26584559915698317458076141205606912, LUT53169119831396634916152282411213824, LUT106338239662793269832304564822427648, LUT212676479325586539664609129644855296, LUT425352958651173079329218259289710592, LUT850705917302346158658436518579421184, LUT1701411834604692317316873037158842368, LUT3402823669209384634633746074317684736, LUT6805647338418769269267492148635369472, LUT13611294676837538538534984297270738944, LUT27222589353675077077069968594541477888, LUT54445178707350154154139937189082955776, LUT108890357414700308308279874378165911552, LUT217780714829400616616559748756331823104, LUT435561429658801233233119497512663646208, LUT871122859317602466466238995025327292416, LUT174224571863520493293247799005064458496, LUT348449143727040986586495598010128916992, LUT696898287454081973172991196020257833984, LUT139379657490816394634598239204051567936, LUT278759314981632789269196478408103135872, LUT557518629963265578538392956816206271744, LUT1115037259926531157076785913632412443488, LUT2230074519853062314153571827264824886976, LUT4460149039706124628307143654529649773952, LUT892029807941224925661428730905929954688, LUT1784059615882449851322857461811859909376, LUT3568119231764899702645714923623719818752, LUT7136238463529799405291429847247439637504, LUT14272476927059598810582859694494879275008, LUT28544953854119197621165719388989758550144, LUT57089907708238395242331438777979517100288, LUT11417981541647679048466287755595

191

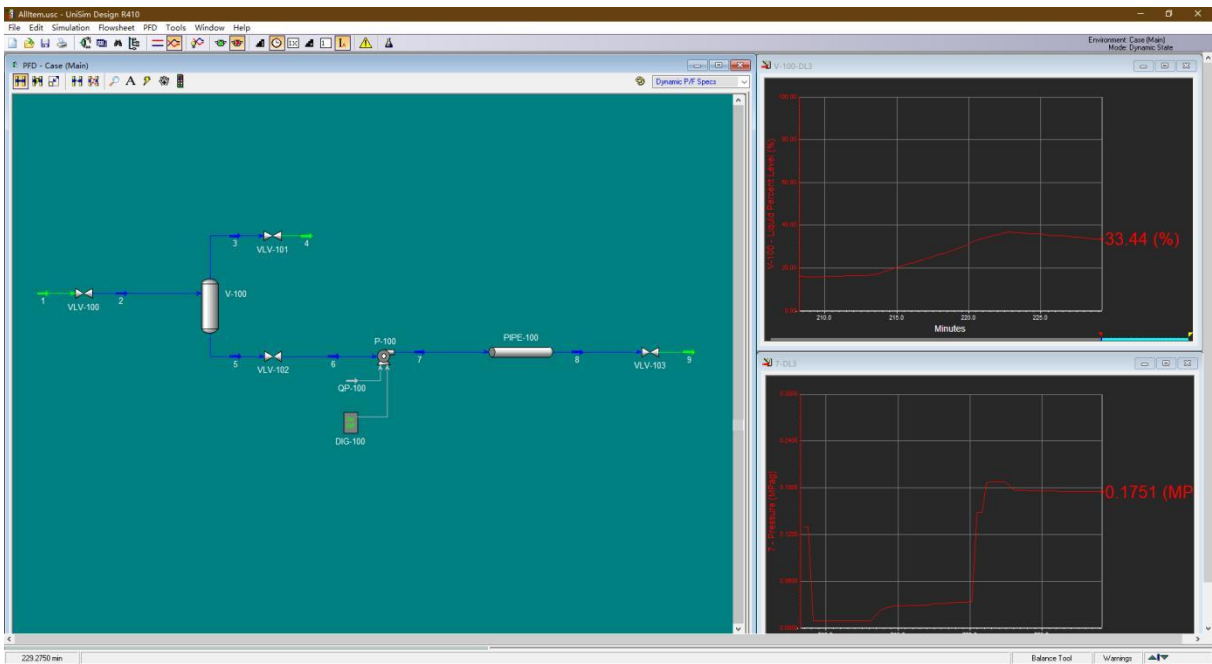


图 Unisim 自定义过程

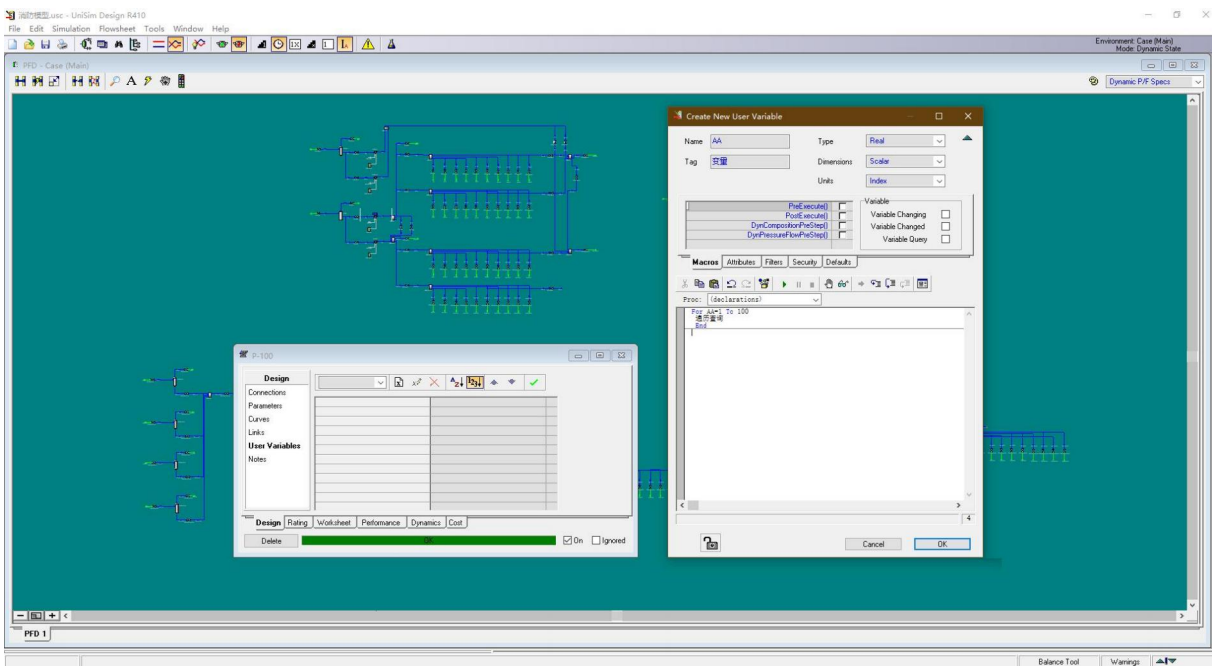


图 Unisim 自定义过程

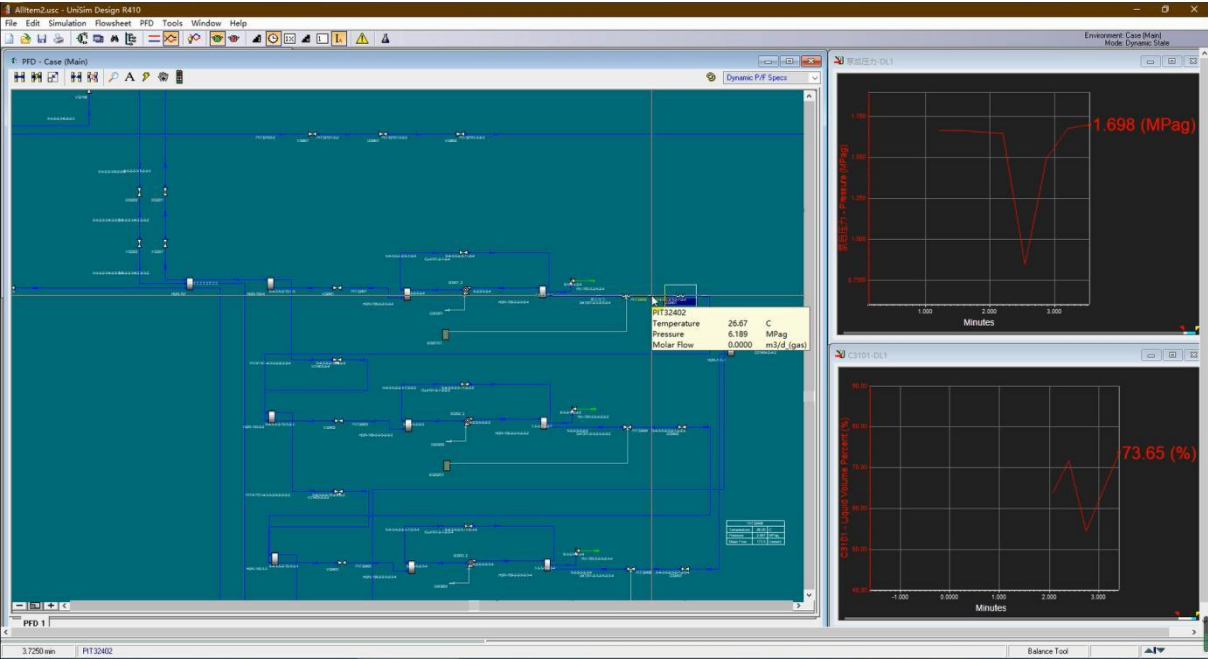
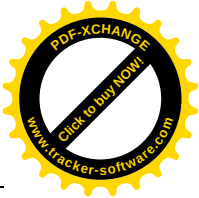
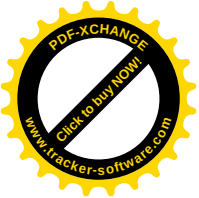


图 原油集输数值模拟软件 UI 界面

★4、管理与考核软件

管理与考核软件是仿真系统的入口及管理系统，可实现登录、教室信息、班级管理、权限管理、学员管理、分组管理等功能；匹配的考核评分系统具备复盘功能，可对操作过程中的语音进行拾取、操作过程视频记录与回放；具备操作过程的事故干预功能；将操作员所有操作均记录下来，与评分标准要求进行比对，操作正确得分，操作错误扣分或不得分，最后得到操作项目的成绩。配合系统自动判分和主观打分原则，可满足培训测验的所有评分标准。

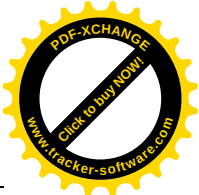
(1) 管理软件设计

①系统管理与学生管理

可对学员、教师、管理员等不同账户进行分级管理，可对实训场地进行教室场地管理，可发布信息进行公告消息通知等。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	账户管理	系统采用账户分级制度。主要分管理员、教师、学生三个级别。系统可对不同级别的账户分别管理。其中管理员可创建不同的教师账户和学生账户；教师可以创建学生账户；学生等级不能创建账户。	
2	实训场地管理	实训场地管理是为了区分不同的训练区域，提升每个	



		区域的可利用率。使一个区域培训时，闲置的区域可以进行其他培训。	
3	消息公告通知	消息公告通知时针对班级和通知系统。可以给特定的一个或几个班级进行通知，方便培训前的人员管理，提升便捷性。	

可支持学员的个人信息、个人成绩的查询和管理，可支持学员在线访问学习，可统计学员学习的知识点和时长等。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	个人账户信息	支持学员对自己的个人账户信息的管理。可对自己的各项信息进行编辑修改。修改项包含且不限于邮箱、地址、电话、手机、性别、姓名、学校等。登录账户名不可修改，但支持修改密码。	
2	成绩查询	支持学生账户对成绩的查询。学员可对自己的历史成绩进行查询。可查询自己考试记录和操作记录。	
3	在线学习	支持学生在线学习。学生在自己的班级课程下可随时登陆进行学习。教学课件支持浏览器在线查看。采用web 开发，只要网络联通服务器的地方都可以进行学习。	
4	学习统计	支持学生学习统计。教师可以查看到每个学生的学习时长。可对班级内的学习时长进行统计并生成报表。	

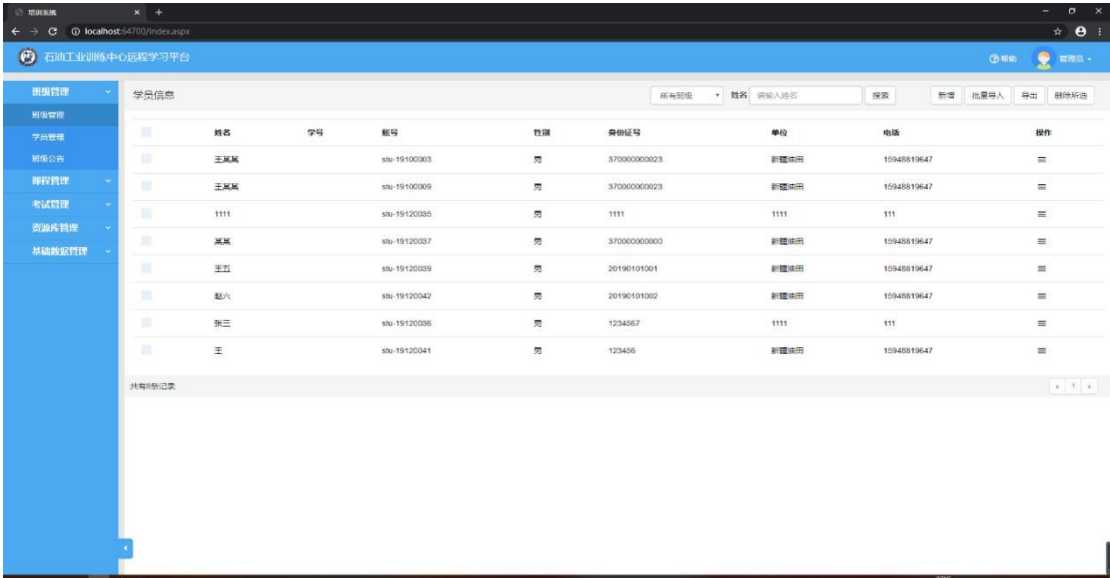
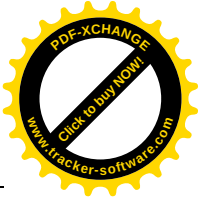
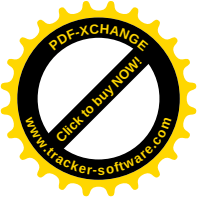


图 账户管理

②人员签到



可对当前班级的人员，本教室内的学员进行登记。

表 功能说明表

编号	功能点	功能说明	备注
1	签到大厅	系统支持签到。教师可以在开课之前点名签到。对本节课所有学员都会列在签到大厅中，教师只要点击即可对单个学生进行签到或退签。 签到是为了实操前组织学生而设立的。可以有效的对实操进行人员管理。	
2	签到流程	签到首先需要教师登录教师端，在教师端指定当前培训班级。培训班级确定后即进入签到大厅对学生进行签到操作。签到后的学生会进入登录大厅等待教师分配操作任务或者自己在客户端进行联系操作。	

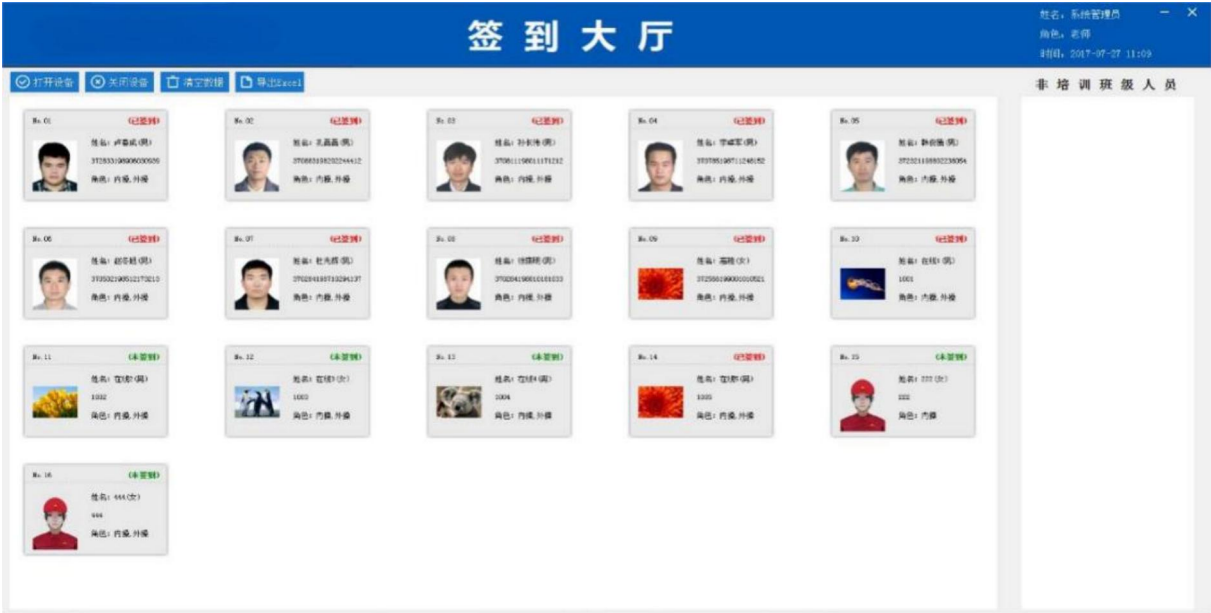


图 人员签到签到 UI

③培训过程控制

可随时调整培训的进程；视情况可以将需要长时间等待的化学反应或者物理过程加速带过，将临近操作的主要数据过程慢速展现；见下图。



图 培训过程控制界面

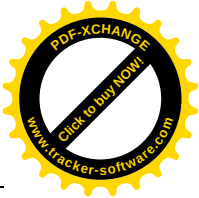
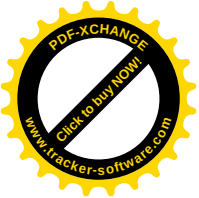
断点设置：在一定的时间内运行不完整的仿真操作过程，因暂停操作时，可保护断点，再次训练时从该断点接续训练；

快照和回放：能够任意选择翻阅及回放学员仿真操作过程。快照可记录存储可重新加载。

④培训干预



图 教师设置干预



教师可在学生操作及考核过程中，设置故障干预，为学生操作增加层次性培训，增强系统的趣味性和互动性，提高学生的故障应急处理能力。在培训过程中教师随时选取干预选项，进行培训过程干预。

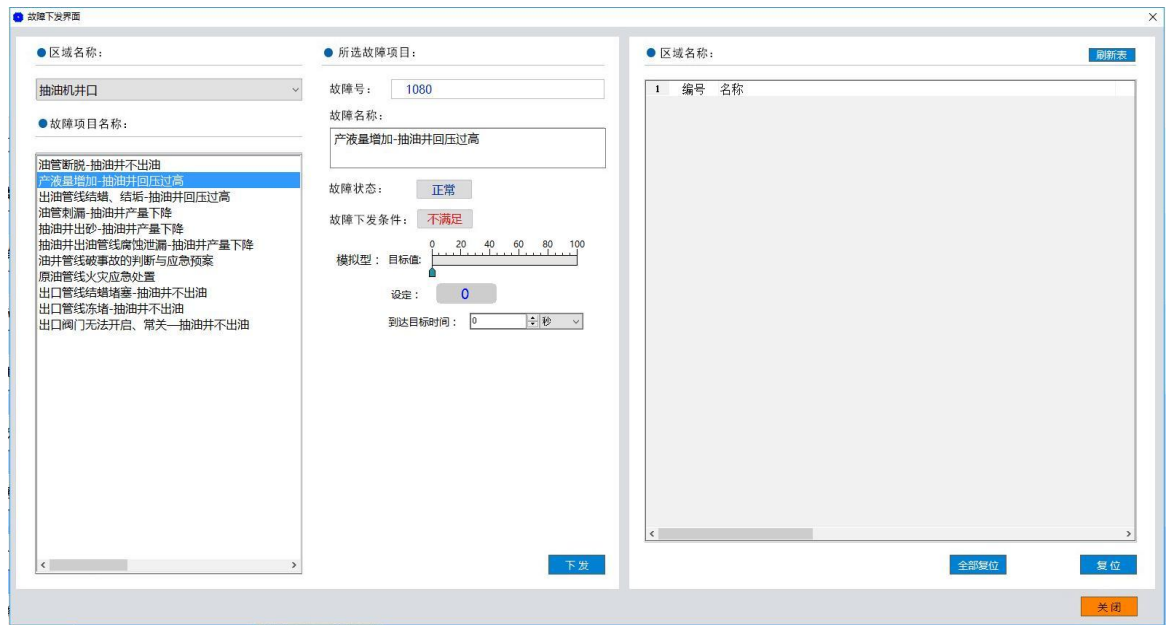


图 培训干预界面

干预可以针对培训项目，选择干预类型，如泄露、冻堵、着火、爆炸等。可对所有培训学员进行干预，也可对单个学员进行干预。受训人员处理完故障后，自动恢复到正常状态。

(2) 考核软件设计

①使用概述

系统主要功能有操作记录信息流、操作记录监控、干预下发、工器具扫码选择和回放评估。

系统主界面如下图所示：

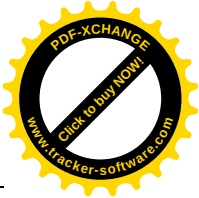
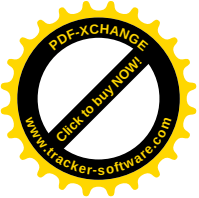


图 考核软件系统界面图

如上图所示，对于用户软件又分为大屏端和导调端两个部分，分别用于展示操作记录结果和教师干预控制。大屏端所有人可见，教师和学生都可以在大屏端看到自己的操作记录，导调端只有教师可见，是教师用来进行培训控制的界面。

②操作记录信息流

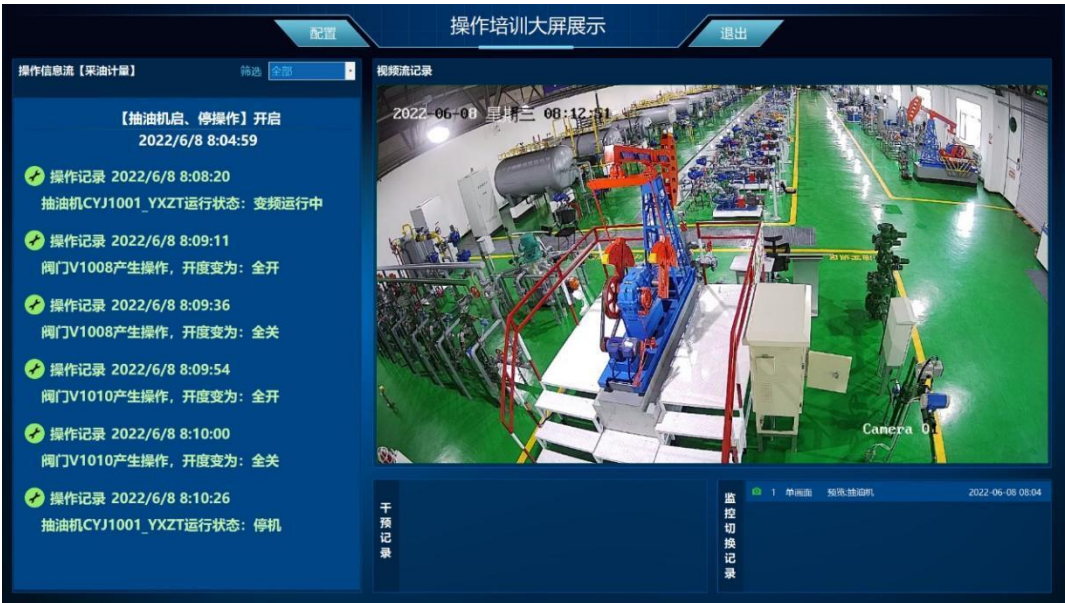


图 操作记录信息流整体界面图

系统具备操作记录信息流功能，可以将操作过程中的各种信息统一按时间顺序罗列展示，方便教师 and 学员进行信息的浏览。

操作信息流将对讲记录、操作记录、报警记录、辅助记录全部通过时间排列，操



作者进行操作的全部文字和语音记录都可以方便的进行展示和回溯。在配合监控记录就构成了操作者在整个操作时间段内的完整记录。

➤ 对讲记录

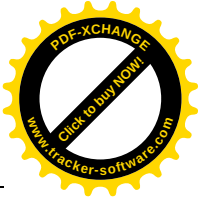
对讲记录通过录音仪获得。多通道录音仪可以设置不同的通道，满足多批次录音需求，不再局限于一人一组，而是可以通过设定不同通道对应不同的录音仪来同时开启多个培训。



图 对讲记录设置界面图

➤ 操作记录

操作记录的数据是由采控系统得来。通过事先将采集点配置到系统中，可设置采集点的采集属性。系统在采控系统数据发生变化时会自动收录采集点的变化记录并列在操作信息流中。

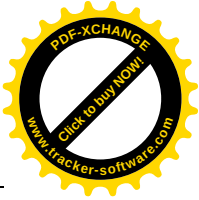
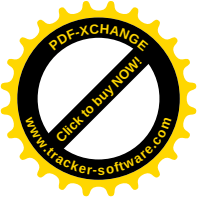
[illegible]

报警记录

报警记录是针对仪表数据进行的超限报警通知。在点库管理中可以设定仪表类型数据的报警参数。当实时运行时，数据产生超限报警即可在信息流中产生一个报警记录。报警记录也会自动按时间顺序出现在操作信息流中。

► 辅助记录

辅助记录是针对工器具库进行选择操作的部分。通过工器具库的管理，可将工器具分类收录到系统中，系统会自动生成对应每个工具的二维码。使用时通过扫码枪扫描即可完成单个工器具的选择使用。当使用扫码枪扫描二维码时即可自动产生工器具



选择的辅助记录，将工器具选择使用展示在操作信息流中。

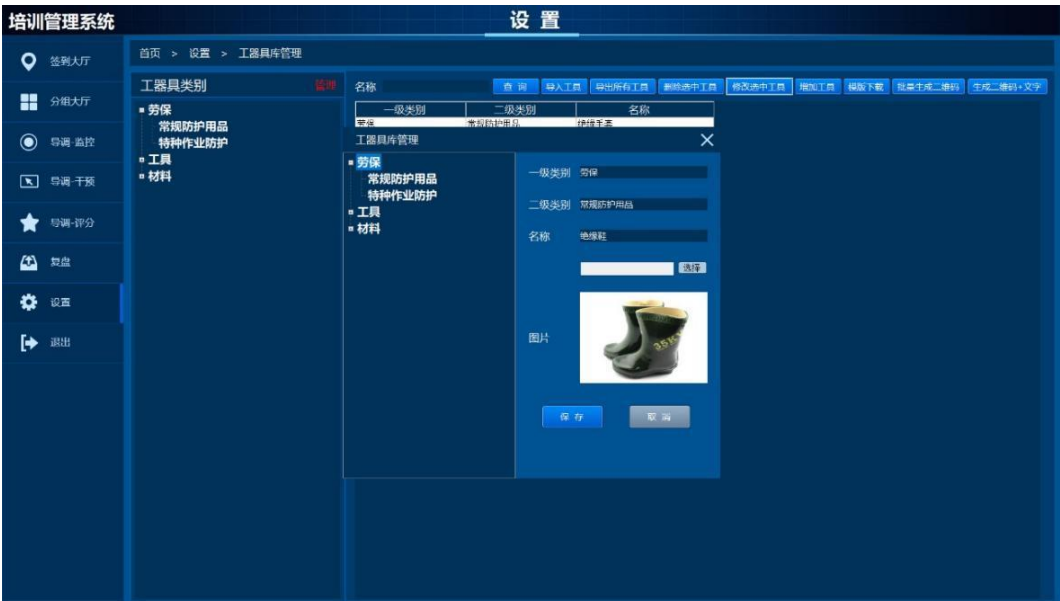


图 辅助记录界面图



图 辅助记录界面图

③操作记录监控

操作记录视频流是通过监控录像来完成操作员录像的功能模块。本功能分导调端和大屏端两个端口。分别用于教师下发监控视图和现场参看录像效果使用。

导调端是控制端，可改变视图的构型、每个视图展示摄像头的多少和展示的时间段范围。大屏端是展示端，导调下发的监控视图会在大屏端展示出来，同时大屏端还有视图下发记录，方便回放时按视图下发记录来进行回溯。

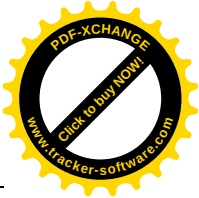
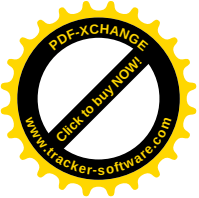


图 导调监控界面图

操作视频流大屏端视图展示界面如下所示，可按不同需求划分为单画面视图、四画面视图、六画面视图和九画面视图。

操作记录监控可通过库管理，提前录入管理所有摄像头。通过对摄像头的 PTZ 参数设置来绑定摄像头的对准位置。不同的位置可提前设置并可以通过自动或手动的方式触发监控视图的改变。



图 摄像头管理界面

④干预下发及记录

干预下发用于完成教师对操作过程的干预任务。教师可以通过干预下发来触发系统中提前设定的隐患干预点现象。



在隐患干预点下发上，教师可以随时根据自己的训练需要来完成下发，只需要在导调干预界面双击提前设定好的隐患干预点来选择是否下发即可。



图 隐患干预下发界面图

通过干预下发，教师可完成故障现象的展示、数据变化的触发，甚至配置真火系统可以完成燃烧、爆炸等震撼效果的表达。干预不再是需要特殊操作的高难度问题，而是可以随教师培训进度和培训方法而灵活改变的简单操作。

干预下发同时会在大屏端进行干预的记录。干预记录是在大屏上展示的用于着重表现干预发生时间和内容的记录。

⑤工器具扫码选择

在实际使用中，工器具操作的模式结合二维码扫描技术，用户只需要进行简单的扫码操作即可完成工器具的选择使用。教师给与学生扫码枪，学生扫描每个工具对应的二维码标签，扫描结果就可以在二维码扫描的入口界面上表现出来。不论是选择那个类型，都可以方便的通过扫码和屏幕按钮来操作。

工器具选择会在学员扫描二维码的时候自动产生辅助操作记录展示在操作记录信息流中。记录时间与扫码时间一致。



图 工器具扫码选择

扫码入口可方便的展示用户扫码结果，扫码后工器具图片和使用选取记录也会展示在已选工具列表中。扫码入口程序会自动与大屏端进行通信将选取使用结果按时间顺序罗列在操作记录信息流中。

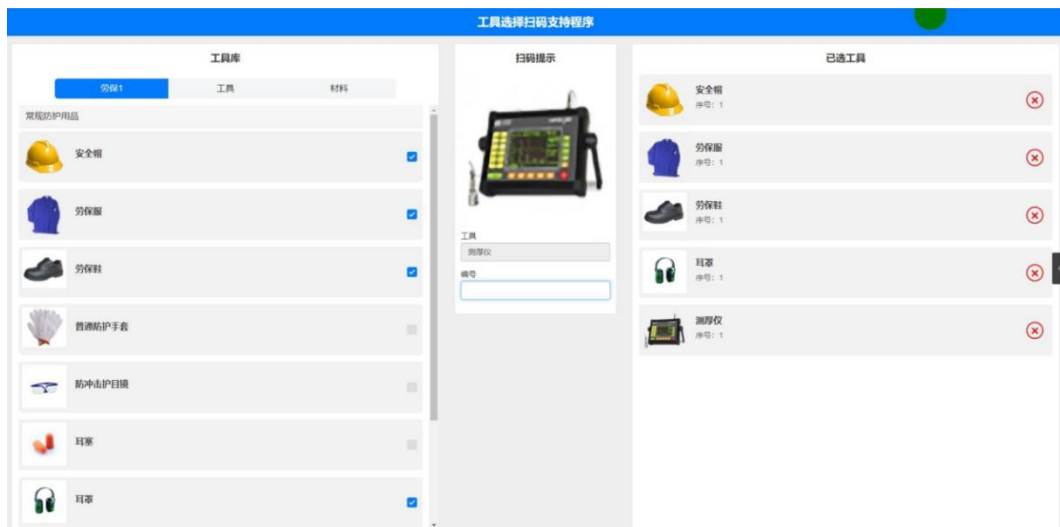
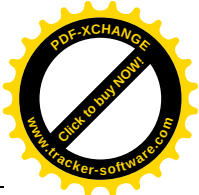


图 工具选择扫码记录界面图

⑥回放评估

导调端具备复盘功能，可由教师对训练过程的语音流、操作/报警信息流、视频流进行回放查看。系统会自动按照开始训练项目时的名称和时间对已完成的操作项目进行存档。

当教师调取一个存档时，会自动展示大屏端界面并按当时的时间来进行回放。教



师可按操作过程记录给出评估分数。

培训管理系统		复盘							
左侧大厅 分租大厅 导师-监控 导师-干预 导师-评分 复盘 设置 退出	操作区域	请选择操作区域		开始时间	2022年 6月 8日	查询	复盘操作	复盘成绩	导出成绩
	操作区域	操作项目名称	操作考评教师	参加学员	总分	开始时间	结束时间	操作时间	
	采油计量	抽油机启、停操作	段贵权		3.00	2022/6/8 8:14:59	未结束	5分28秒	
	采油计量	计量管线跑漏	段贵权		0	2022/6/8 8:15:18	2022/6/8 8:14:54	1分36秒	
	采油计量	抽油机井口堵	段贵权		85.00	2022/6/8 8:15:31	2022/6/8 8:15:35	4秒	

图 复盘界面图

五、培训辅助系统

培训辅助系统是指为更好开展培训而设计一套辅助系统，主要包括隐患故障事故模拟装置、作业工器具、道具、知识展板、就地控制终端等，数量满足培训的要求。

1、隐患故障事故模拟装置

隐患故障事故模拟装置主要包括假人、振动电机、烟雾机、水泵、水箱、火焰灯、油漆桶、假草、泄露管线等构成。

2、作业工器具

作业工器具主要包括活动扳手、梅花扳手、螺丝刀、验电笔、F 扳手、撬杠、套筒扳手、黄油枪、万用表、内六角、管钳等。

3、道具

道具主要包括设计各种隐患道具、故障道具、环境道具和事故道具等。

4、知识展板

板材为 13mm 厚 PVC 或 KT 版制作，画面为室内 PP 写真覆水晶膜或蚕丝膜；主要展示注采关键的结构、原理、维护保养等基本知识等。

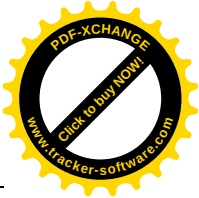
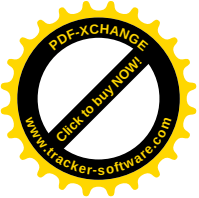


图 知识展板案例图

5、就地控制终端

用于就地控制注采技能各工艺单元。

4.2.3.3.4.2 实现功能

- (1) 原油集输工艺及设备的基本知识学习；
- (2) 原油集输工艺的流程操作与考核；
- (3) 原油集输工艺的风险辨识与隐患排查训练；
- (4) 原油集输工艺的故障诊断与处置训练；
- (5) 原油集输工艺的事故应急处置训练。

4.2.3.3.5 原油炼化技能实训单元

4.2.3.3.5.1 建设内容及主要技术参数

原油炼化技能实训单元建设石油炼化沙盘、交互系统，配套仿真软件、多媒体资源及文化展板，主要建设内容及技术参数如下：

一、石油炼化沙盘

依据典型原油炼化工艺进行建设，涉及的主要工艺单元包括蒸馏工艺、裂化工艺、加氢工艺、重整工艺、气体处理工艺和烷基化工艺，具体主要参数如下：

- 1、沙盘尺寸：初步设计长宽高 5.5×3×1.3m；
- 2、承台采用白色和蓝色基调，上部 5cm 蓝色+4cm 蓝色灯光+59cm 白色+2cm 蓝色灯光；
- 3、实训台面为开放式，便于观察，检修。底座下方设置人孔，以便沙盘电控系统的安装和后期维护；
- 4、设备主要材质为塑料，管道主要采用 $\phi 5-\phi 12\text{mm}$ 亚克力管；另外，根据实际

情况部分设备可采用玻璃钢、ABS、亚克力、光敏树脂、有机玻璃等；

5、平台上部空余区域设置山脉、河流、植被树木；

6、工艺流程灯光分段控制，输入电压为 220V，输出电压为 12V，均为安全电压。



图 材质效果示意



图 设备结构展现效果



图 地形地貌示意图



图 绿化示意图

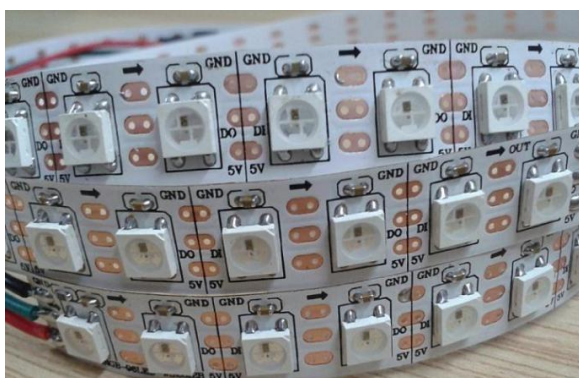


图 LED 彩色灯珠



图 石油炼化沙盘案例图



二、交互系统

- 触摸屏为 21.5 寸，型号：CT-C8757-21.5 寸
- 品牌：云上触摸屏厂
- 外形尺寸：525.00（L）×312.00（W）mm
- 工作温湿度范围：10℃+60℃, ≤85%RH
- 储存温湿度范围：-10℃+65℃, ≤85%RH
- 透明度：>85%
- 表面硬度：>6H
- 工作条件：5V（DC）
- 接口方式：USB
- 触摸屏结构：G+G
- 触摸屏类型：COB



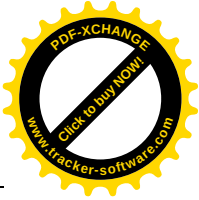
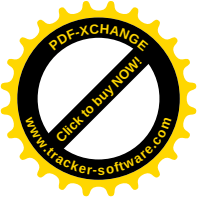
图 交互系统

三、仿真软件

可控制动画视频讲解，控制工艺流动灯光，操作方便、界面美观。

利用自控技术，开发控制软件，实现对展教系统各工艺单元的流体灯光切换与动画同步，并显示在屏幕上显示动态工艺流程；支持 PC 控制和遥控器控制，主要功能如下：

- 1、具备流程画面展示，参数监控画面展示；
- 2、支持全流程、单流程、单设备的灯光切换；
- 3、具备数据报警，报警提示、确认与消除；
- 4、具备教学内容展示，工艺知识点展示；
- 5、支持工艺灯光动画同步配合控制；
- 6、具备隐患点设置及展示、隐患知识讲解、消除等；



- 7、具备 IO 接口调试、全开全关测试等调试界面；
- 8、支持数据存储，支持软件功能配置保存；
- 9、支持开机启动，支持看门狗监视，中断自动重启；
- 10、支持多种标准 IO 通信协议，支持标准 modbus RTU/modbus TCP 协议；
- 11、支持数据库开放，可直接设置数据库中的点值和测试 IO 连接正常；
- 12、支持独立 IO 连接线程，各设备连接之间互不影响，保证设备通信的可靠性；
- 13、支持外部编程接口，可依靠控制环境进行二次开发。

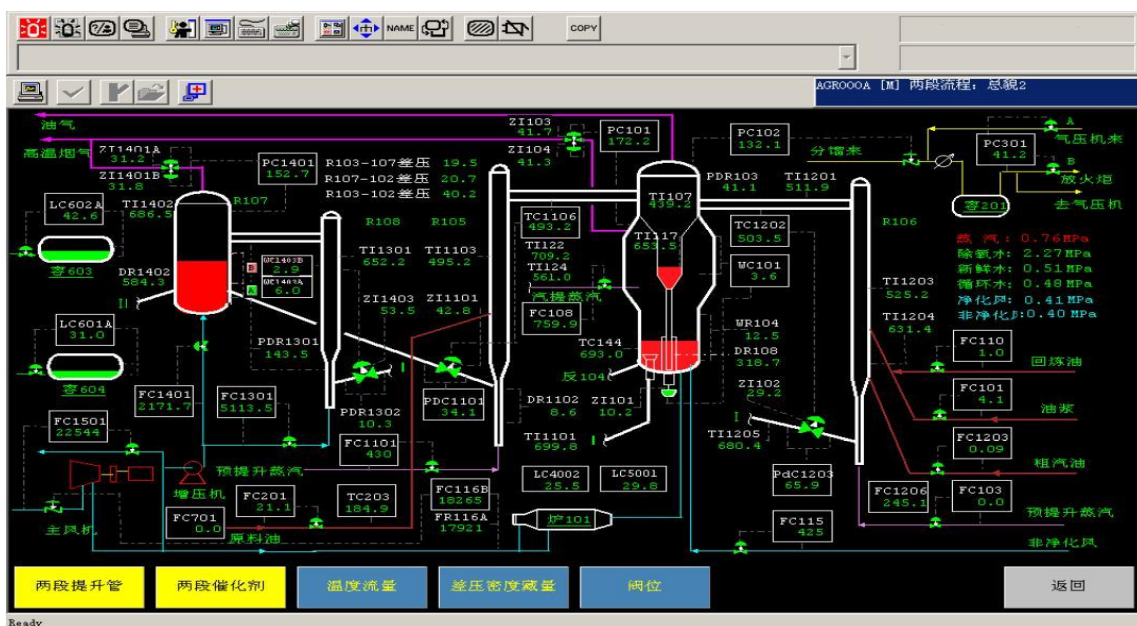


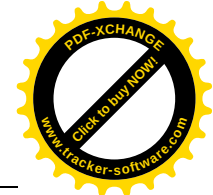
图 仿真软件界面案例

四、多媒体资源

★以 3D 动画的形式开发相关教学视频资源，包括炼化关键设备和工艺等，时长不少于 30 分钟。

1、多媒体资源制作技术要求

- (1) 动画模拟，市标配音，1080P 分辨率，视频格式为标准 mp4 格式，H.264 编码，25 帧/秒；
- (2) 需要明确展示设备内部工作原理和动作表现，包括内部工作的流体粒子效果；
- (3) 设备按照竣工图纸尺寸进行全三维建模制作，按照真实设备 1:1 的比例做动画建模；



- (4) 建模工具采用 3DMax 或 Maya 软件;
- (5) 模型的命名: 名称不超过 32 个字节, 并且不含中文字符;
- (6) 动画视频可以采用三维动画与实景拍摄想结合的模式, 三维视频制作所采用的模型形态、贴图材质、光影效果、动画效果等。
- (7) 完成的模型不能有空物体, 材质中不能有丢失的贴图;
- (8) 单个物体的面数不要太大, 要控制到 1000 个面以下;
- (9) 可以复制的物体尽量复制;
- (10) 用面片表现复杂造型, 可以用贴图或实景照片来表现重要设备等;
- (11) 不重要的复杂模型用简模代替, 节约系统资源
- (12) 在建模过程中, 重要的模型使用捕捉功能使虚拟画面中锯齿少一些;
- (13) 合理分布模型的密度, 保证系统运行流畅。



将其中的水分解吸出来, 分子筛床层得到再生

图 多媒体资源示例



图 多媒体资源示例

五、文化展板

包括单元介绍、注意事项、标志标识等。



图 文化展板案例图

4.2.3.3.5.2 实现功能

通过沙盘、多媒体、展板等方式，学习石油炼化的站场布局、工艺流程、隐患点、关键设备结构及关键知识点的视频学习。



4.3 项目实施方案

4.3.1 项目开发流程

我公司对招标文件进行认真研究，细致分析了招标要求的执行标准和规范、安装使用环境、技术要求、功能要求、安全要求等内容，按照国家相关标准和项目要求，对本项目供货方案、安装调试方案、验收方案、培训计划、保障方案进行了详细设计，从项目实施进度计划、组织保障、资金保障、设备投入、人员配备、进度控制、质量控制、风险控制、应急预案等多个环节提出了切实可行的实施计划，力争保质、保量、按时完成项目供货。

根据项目实施过程设计，对本项目各阶段工作的开发计划如下。

（1）需求对接与现场调研

根据现场调研资料和调研报告，与甲方人员进行对接，设计详细开发思路和内容。在形成需求分析报告后再与甲方进行对接确认，以将修改后的需求分析报告作为软硬件下一步开发基准。

（2）项目深化设计

根据已完成的需求分析报告进行仪器详细设计；进行制定工艺、设备图纸、隐患故障事故等深化设计；最终形成系统详细设计书。

（3）硬件开发

硬件开发包括器件材料采购、设备加工等环节，为现场安装提供设备、材料的一切保障。

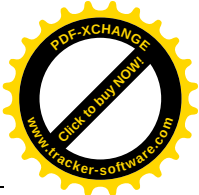
（4）软件开发

软件开发阶段包括软件开发、调试、审核完善等过程；根据已完成的软件详细设计，编写界面和程序源代码。对已完成的程序代码制定模块测试和调试工作，编写用户手册，在项目内部评审已实现过程及已完成的文档。

（5）配套工程建设

配套工程包括项目所需的水、电、气、等工作，在设备入场安装前做好相关的准备工作，确保设备顺利进场安装。

（6）安装调试



现场调试与试运行主要工艺设备安装、调试和在调试完毕编写测试报告和开发总结报告。

(7) 培训

安装调试结束后，我方将通过现场培训、工厂培训、网络培训及跟班培训等方式对管理员、专业教师、系统维护员和操作员等相关人员进行专业知识培训、系统使用培训与教师开课培训等，使相关人员具备系统的使用、维护、简单故障诊断与检维修、教师开课上课等能力。

(8) 验收

项目中后期我方将积极准备项目验收，提交培训报告、设备移交报告、用户试运行报告、技术报告、工作报告、测试报告等验收资料，配合建设方相关人员开展验收工作。

4.3.2 项目开发方案

4.3.2.1 项目组织架构

为保证本项目能够满足质量、进度、安全各方面的管理和控制要求，建立有效的项目管理机构，负责项目实施期间的管理和协调。

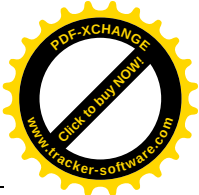
具体职责如下：

1) 项目管理办公室：负责提出和确认业务需求，指导青岛中石大教育发展有限公司完成业务模型分析、业务模块制定、业务流程规划等工作，审核项目的各环节，主持项目的启动、初验、终验等工作。

2) 专家组：负责在整个项目中提供业务咨询、业务指导工作，参与业务调研、方案规划、方案拟定并提出合理化意见，确保项目实施质量。

3) 质量管理委员会：负责监督、审查项目全生命周期管理，确保项目在保质的前提下，按时完成项目建设内容。

4) 青岛中石大教育发展有限公司项目组：是本项目的主体承建单位，应按照业务需求，依据项目领导小组的管理标准，接受企业的监督、指导和检查，按进度完成需求调研、项目开发、统一部署实施、相关人员的培训等工作，保证售后服务的及时有效。



- 5) 需求调研组：主要负责前期业务调研工作。配合开发组完成系统开发。
- 6) 设计组：主要负责系统详细硬件、软件开发等工作。
- 7) 安全组：负责建立一个完善的、多层次的、统一的安全管理体系，确保项目实施过程中系统及数据的安全；
- 8) 系统建设组：听从项目经理指挥，负责实施工作的统筹策划、计划和安排等工作，确保开发、测试、实施和运维工作的顺利进行。

针对本项目的特点，青岛中石大教育发展有限公司组建了一套管理精干和具有先进施工经验的项目管理班子，并实行项目经理责任制，由项目经理、项目技术负责人、各专业施工员、专职质检员、试验员、安全员等组成。

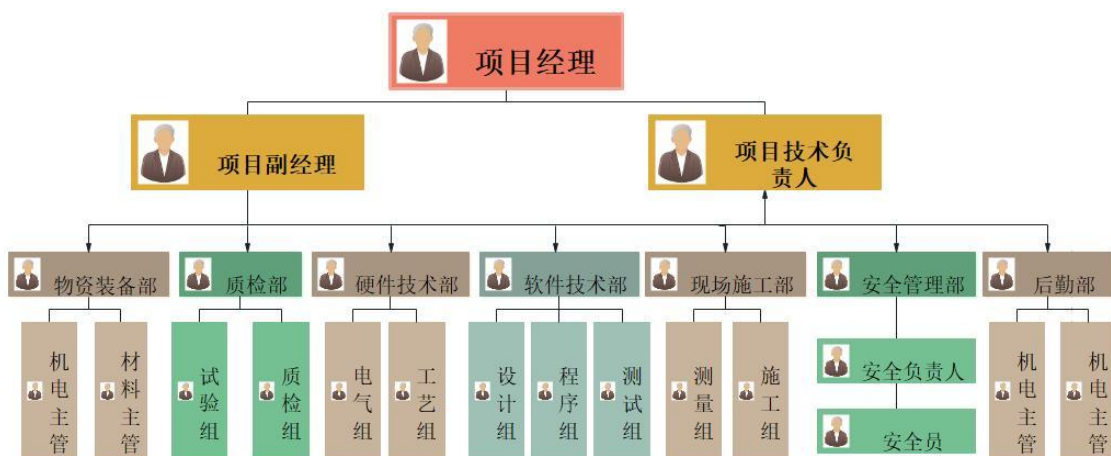


图 项目管理组织结构图

4.3.2.2 项目组织措施

为保证本项目在质量、工期和成本三个约束条件下顺利完工，针对本项目拟采用以下项目管理措施和管理方法：

(1) 项目组织

成立以公司总经理和项目部经理为直接领导的项目组，项目的各阶段能够得到中心的全力支持，使项目决策迅速有效执行，保证项目内部资源的及时充分到位。

(2) 项目实施方法

针对本项目的特点，为确保项目质量和进度，在项目的不同阶段计划采用以下实施方式：

交叉实施：不同类别的工种使用交叉实施的方法。



平行实施：相似的工种使用平行实施的方法。

顺序实施：单个工种采取顺序实施的方法。

（3）项目的管理方式

实行总经理和项经理领导下项目经理负责制。采用强矩阵管理方式，保证项目各阶段管理措施和管理方法有效贯彻执行。

（4）项目范围管理

严格按照甲方合同条款、技术规范、补充协议、初步设计方案和客户项目意愿的要求，进行项目的调研、交流、设计、制作开发和系统审核，确保项目客户满意。

（5）项目安全管理

严格按照国家相关安全管理条例和甲方的安全要求，建立安全管理培训和安全责任追究制度，将安全责任落实到人，确保项目过程中每一个人的安全。严格做到无伤亡、无事故，让员工安全，甲方满意。

（6）项目质量管理

在项目的各个阶段，按照质量标准和技术规范，严格执行质量管理体系的有关程序，确保项目调研、设计、开发制作和系统审核的各个阶段的质量。质保审核部将按照规范和技术协议要求，在项目各阶段实施严格的审核和检验，对审核和检验出的问题实行严格的纠正和质量管理的责任和优质质量奖励制度，提高本项目人员的质量意识和质量责任感，确保项目每一个细节的质量优良。

（7）项目人力资源管理

选派经验丰富、技术数量的项目管理、调研、设计、制作开发、系统审核人员进入项目组，在项目签订后即到岗，全力以赴的做好项目需承担的项目工作任务。

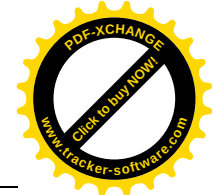
（8）项目资金管理

确保项目自有资金到位并实施项目资金的专款专用，是项目资金得到充足的保证。

（9）项目计划管理

针对本项目的特点和项目性质，在项目实施前制定科学的项目实施方案和项目组织设计，确保项目的各阶段都能严格按照计划有序进行。

项目实施时将提供初步进度计划，在项目合同签订，将严格按照合同工期约定编



制项目进度计划，提交项目启动会议审查，审查后的进度计划作为项目的执行计划。

（10）项目风险管理

针对项目的技术及实施特点，制定相关风险管理方案，减少和避免项目风险。

（11）项目预算管理

利用公司大型项目管理经验的优势，实施严格的项目预算管理制度，在满足质量标准 and 进度要求的前提下，严格控制项目预算，保证项目预算得到很好的执行。

（12）项目沟通管理

及时有效的沟通管理方法应用到本项目的管理运行过程中，保证客户和我方关于项目信息和项目问题的有效沟通和及时解决。在项目各阶段建立完善的项目记录，建立完善的项目档案管理制度，保证项目记录准确，便于问题及时发现，也为项目维护和项目升级等管理制度提供最有价值的第一手资料。在项目的各个阶段定期与项目用户参加项目联络会议，分别对项目的深化设计、开发制作、审核、验收和售后服务等项目阶段进行磋商，确保项目各相关者对项目各阶段的及时沟通和协助支持配合。

（13）项目目标管理

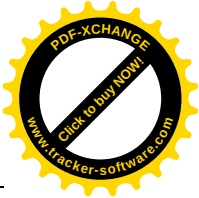
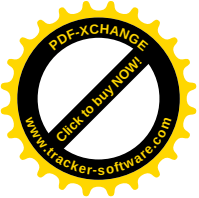
在项目整体目标明确的前提下，实行项目目标管理，使每个参与项目开发者都有明确的质量、进度和成本目标，将项目目标作为个人、团队绩效考核和奖惩的依据，保证项目目标的实现。

（14）项目验收管理

为利于用户和使用人员的培训和项目的整体进度管理，建议采取项目按岗位工种审核合格后做好一个验收一个，移交一个培训一个的验收移交方式，保证学习人员及时应用。

（15）项目的售后服务管理

配备专业的售后工程师和专业的部门，利用便捷的交通和先进的通讯沟通手段，在项目验收移交后，听取客户领导和学习人员的意见和建议，及时处理使用过程中发现的问题。为便于项目的售后服务的沟通，保证售后服务的质量，采取售后服务项目经理和服务工程师负责制。



4.3.2.3 质量保证承诺

一、质量承诺

1、我公司提供的产品来自正规渠道、质量有保证，具有良好的使用效果，符合国际、国内相关标准和行业要求，出厂检验合格，提供齐全的技术资料。

2、技术沟通：图纸设计、软件架构、功能实现三个核心技术环节，在我方出具详细实施方案后，再次与甲方负责老师及专家进行分阶段沟通、汇报，保障项目的开发方向的正确性，达到或超过甲方对项目建设效果的心理预期，针对技术疑问保持专职人员全程沟通机制。

3、质量监管机构：从设计研发、图纸审核、技术对接、加工制作、现场安装、软件架构设计、软件功能开发等如上几个关键节点，派专业人员进行有效的监管，保证软硬件的研发质量。

4、技术人员配备：调集我单位从事机械、电气、软件、油气储运、采油、钻井作业的优秀设计人才，投入到该项目的研发工作中，软硬件专职研发人员不少于 12 人。并以中国石油大学（华东）相关专业教授 2 人为技术支撑，对该项目提供全程技术指导与监督，保证其专业性、实用性、先进性。

5、优良项目提交：保证按照招标文件的技术要求和质量要求进行交付作业，确保工程验收合格并达到优良项目标准。

6、以采购人的要求为准，为采购人提供全新的货物（包括零部件）。

7、承诺中标供应商应随货物向采购人交付货物的随机备品、配件、工具、 图纸、使用说明书及相关资料。

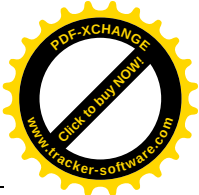
8、保证所用材料必须保证质量可靠、原材料进货渠道正规，符合国家质量性能检测标准及该产品的出厂标准。

9、保证产品符合国家有关技术规范，确保质量合格。

10、承诺中标供应商提供的产品，若发生侵权而产生的一切后果，由中标供应商负责。采购人保留索赔权力。

二、质量保证措施及创优计划

质量是企业素质的综合反映，是项目管理水平的重要标志，质量管理中必须牢固



树立质量第一的理念，以质量求生存，以质量求发展，使项目部全体人员都认识到质量是企业的生命线，为企业进一步发展奠定基础。

1、建立各项质量责任制

针对本工程特点，建立各级管理人员，特别是工程技术人员、材料供应人员、质量检查人员的质量责任制，明确各自的职责、权限，切实做到各负其职、职责分明。形成质量从原材料抓起，逐个工序把关，从负责的良好书面，确保质量目标的实现。

2、加强质量管理教育

在人员进场期间，由项目经理负责，组织各质检负责人，技术员，学习设计文件及《技术规范》，使全体参与施工的人员，掌握本合同段的工程特点，工程技术标准，施工技术要点及验收标准，为确保工程质量达标打下良好的基础。

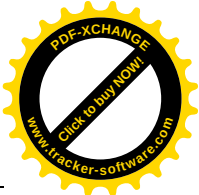
3、坚持技术交底制度

项目经理部根据工程进度安排和质量目标及提出的各项工作指标，分阶段向各队进行施工项目技术交底工作，从项目至施工班组逐步分解落实工作指标、管理指标及各项保证指标和操作指标，逐级签订质量保证责任书，做到质量指标与个人收入挂钩的办法，以增强每个人的责任感和自觉性，用工作质量保证工序质量，用工序质量保证项目质量，保证质量管理目标的真正落实，使施工从一开始就处于严格的质量管理中。

4、建立严格的检查制度和工序交接制度

产品质量检查从最初开始，逐工序进行质量检查，全过程进行质量控制，在施工的各环节上严把质量关，把质量管理由事后检查变为事前预控和过程控制。质量检查工作按照“跟踪检查—测检—抽检”三个等级进行，并做到自检、互检、交接检查等专项质量检查验收制度，发现问题及时纠正处理，未经处理不得进行下一道工序。具体操作工序为：项目质检负责人对已完工的工序进行检查验收，符合《技术规范》验收标准并报监理工程师复查批准后，方可进行下一道工序的施工。该项目部质检工程师和各队专职质检技术员组织实施。检验、签证资料必须准确、齐全、装订成册，要妥善保管。

5、建立质量检查的验收制度



过程检查是项目质量管理的重点，项目工艺是否符合《技术规范》及监理工程师的，是否《技术指标是否满足《设计文件》要求等。对重点工序，要组织式前示范各专门讲解，加强人员的培训和考核，被告持证上岗，质检人员应坚持现场监督。

6、加强试验工作

充分发挥试验室的检测、试验等职能，检验工作按《技术规范》和试验标准规程进行，并提交详细的检测试验报告。坚持按《技术规范》规定的检测频率，现场取样抽检并反馈抽检技术参数，用以指导施工。

7、建立质量管理例会制度

项目经理部化开星期召开一次质量管理例会，邀请驻地监理工程师参加，例会主要听取各施工队及质量部门的工作情况汇报，研究解决发现的质量问题，并听取和贯彻监理工程师对质量管理工作的意见。

8、建立质量奖惩制度

建立与我公司管理相配套的经济管理制度，是质量管理的经济保证，根据我公司质量管理办法，全体参与人交纳一定数量的质量保证金用于质量奖惩，对于保证质量目标的实现，将起到重要作用。

9、突出以预防为主的原则

开展以“创精品，树样板，争贡献”为内容的质量流动红旗竞赛活动，根据质量责任制的量化指标，每月开展一次质量分析总结和质量评比，奖励质量管理中成绩突出的单位和个人，处罚有质量问题的单位和个人，这将有利于质量管理工作和全体与人员质量意识的提高，确保各项施工质量达到优良工程标准。

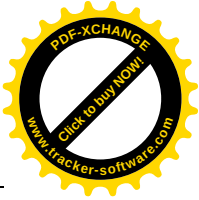
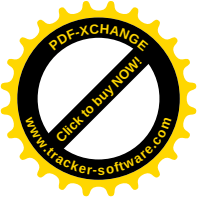
10、合理组织、精心安排

坚决杜绝抢工期、仓促盲目施工、疲劳作业、草率从事、避免管理失控无序和质量事故。采用先进和科学管理技术，编制工期进度计划，合理调配人、财、物资源的配置，减少施工过程中的资源冲突，力求实现施工作业的均衡生产。并在施工过程中，根据实际进度计划及时进行跟踪调控，调整人、财、物资源。

4.3.2.4 项目供货详细计划

项目详细计划表

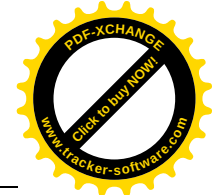
阶段	详细工作内容	提交文档成果
----	--------	--------



阶段	详细工作内容	提交文档成果
项目启动阶段	项目启动会，明确组织架构，明确项目实施流程	项目计划书
项目设计阶段	项目总体规划设计，明确进度计划。着手人力资源安排。	项目进度表 开发体制表
	在前期项目设计的基础上进行系统详细设计书写。	初步方案设计书 系统详细设计书
系统开发阶段	工艺设计	各仪器的工艺设计
	方案设计	各仪器的实施方案
	机械图纸设计	各机械元件的加工图纸
	关键元件加工	各设备关键元件的制造加工
	装置调试	安装模拟调试
	测试组编制测试计划，进行系统单体测试。	测试计划书 系统测试用表 系统测试结果表
	仪器安装	系统安装计划书 系统安装配置说明书
实施阶段	设备布局	根据现场实际情况，完成仪器摆放布局
	系统安装	硬件设备安装连接 装置安装 电气布线连接 软件系统安装
	培训	培训手册
	测试组编制测试计划、测试用例，进行系统单体测试。	测试计划书 系统测试用例表 系统测试结果表
项目验收阶段	验收报告	用户报告 技术报告 工作报告 测试报告
	验收会	评审意见
	验收	验收确认单

4.3.2.5 如果我公司中标，交货时间安排

- 1、2024 年 10 月 9 日前完成所有产品在厂组装调试，并按相关行业标准或技术要求进行包装。
- 2、2024 年 10 月 10 日前运输到用户指定地点，运费等费用均由我公司承担。
- 3、2024 年 10 月 11 日至 2024 年 10 月 21 日，完成仪器现场安装调试、培训及验



收等工作。

4.3.3 安装调试方案

为更好地完成此项目，我公司将投入先进的生产设备和专业的技术人员保障此项目保质准时完成，将按照招标文件“用户需求书”提供免费现场安装、调试，保证在使用者的实验室内安装调试仪器直至用户认可仪器符合技术性能为止。

施工前充分了解本项施工的整体方案，编制具体的施工方案。根据施工图纸，提前对施工内容进行核对。对进场施工人员进行入场安全教育。提前做好临时用电安排，避免因用电因素影响施工进度。

严格对照设计图纸安装摆放仪器，设备、箱体通电前进行仔细的线路检查，确认通电后，做好上电标志，以防发生触电事故。

设备调试做好详尽记录，以备查验。

器件排放工整，避免随意乱放，保持通道畅通，保证施工现场整洁。

1、石油文化展教厅安装调试方案：

- (1) 完成展教厅各部分的现场安装；
- (2) 完成各项展教视频、动画的安装调试；

2、石油知识认知区安装调试方案：

- (1) 完成石油相关知识展板现场安装；
- (2) 完成石油生产全过程工艺沙盘现场安装调试；
- (3) 完成石油生产关键典型设备模型现场安装调试；

3、石油技能训练区安装调试方案：

- (1) 完成钻井设备及工具模型的现场安装调试；
- (2) 完成多媒体动画视频的安装调试；
- (3) 完成二维码扫描软件的安装调试；
- (4) 完成钻井设备及工具虚拟拆装软件的安装调试。

4、钻井工艺及突发事件综合演练模块安装调试方案：

- (1) 完成 70D 钻机模拟操作平台现场安装调试；
- (2) 完成多媒体系统、电控系统、事故模拟系统的现场安装调试；



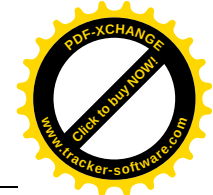
- (3) 完成主控软件、三维交互软件、考核及人员管理软件的现场安装调试;
- (4) 三维动画系统的现场安装调试;
- 5、注采技能实训单元安装调试方案:
 - (1) 完成工艺流程装置的安装调试;
 - (2) 完成数据采集与监控系统的安装调试;
 - (3) 完成网络通讯系统安装调试;
 - (4) 完成模拟中控系统的安装调试;
 - (5) 完成培训辅助系统的安装调试;
- 6、原油集输技能实训单元安装调试方案:
 - (1) 完成工艺流程装置的安装调试;
 - (2) 完成数据采集与监控系统的安装调试;
 - (3) 完成网络通讯系统安装调试;
 - (4) 完成模拟中控系统的安装调试;
 - (5) 完成培训辅助系统的安装调试;
- 7、原油炼化技能实训单元安装调试方案:
 - (1) 完成石油炼化沙盘的安装调试;
 - (2) 完成交互系统的安装调试;
 - (3) 完成仿真软件系统、多媒体资源安装调试;

4.3.4 验收方案

项目中后期我方将积极准备项目验收,提交项目验收申请、培训报告、设备移交报告、仪器设备验收记录、验收评审意见、验收确认单等验收资料,配合用户相关人员开展验收工作。

4.3.4.1 验收申请

仪器供货、安装、调试工作完成后,填写《验收申请书》注明“已按照该项目合同条款全部供货,并依照相关标准、合同注明的技术指标、操作手册的规定和程序进行安调试,所有设备运行正常。申请验收”。



4.3.4.2 验收标准

按照相关国家和行业标准以及合同附件中配置及技术指标进行验收。

4.3.4.3 验收内容

我单位配合采购方完成学校组织技术专家在场的验收：

1、数量验收：

(1) 以供货合同和装箱单为依据，检查主机、附件的规格、型号、配置及数量，并逐件清查核对。（凡有安装合同的仪器，要在供货方安装人员在场时才能开箱验收）。

(2) 认真检查随机资料是否齐全，如仪器说明书、操作规程、检修手册、产品检验合格证书等。

(3) 做好数量验收记录，写明到货日期、验收地点、时间、参加人员、箱号、品名、应到和实到数量。

2、质量验收

(1) 要严格按照合同条款、仪器使用说明书、操作手册的规定和程序进行安装、调试、试机。

(2) 对照仪器说明书，认真进行各种技术参数测试，检查仪器的技术指标和性能是否达到要求。

(3) 学校组织技术专家和我公司安装调试人员按合同、仪器设备说明书要求，对仪器设备各项功能及指标进行试验及检查，检查其性能指标是否与说明书相符，是否达到合同的要求，由技术专家对实验结果进行评定，并记录全部实验过程，出具实验报告；

(4) 在对设备的验收完成后，所有参加验收工作的人员必须在验收报告单上签名确认，验收人要认真填写《仪器设备验收记录表》

4.3.4.4 验收相关文件

验收完成后，向用户提交各项验收文件，并双方签字确认。

《设备移交报告》

《仪器设备验收记录表》

《验收评审意见》



《验收确认单》

4.4 技术服务和质保期服务方案

4.4.1 售后服务承诺书

致：濮阳石油化工职业技术学院

青岛中石大教育发展有限公司承诺为用户提供以下优质的技术支持和售后服务：

保证供应的仪器设备完全符合原厂技术指标，确保该产品为全新未使用过的仪器，否则应保证更换并向甲方支付相关损失。

1、产品质量保证期

本公司为本项目所提供产品提供 3 年的质量保证期，保修期自用户验收签字之日起计算。（由于人为操作不当造成的损坏或自然灾害所造成的除外）。

2、售后服务响应

（1）提供 7*24 小时售后服务；电话响应时间不超过 2 小时，保证在 12 小时内到达现场。

（2）当用户遇到使用及技术问题时，售后服务响应时间为 2 小时；公司技术专家通过电话/email/QQ 等远程方式不能解决的问题，我方承诺在 12 小时内到达现场进行处理，确保产品正常工作。

3、质保期内服务要求

（1）投标产品属于国家规定“三包”范围的，质量保证期不低于“三包”规定执行。

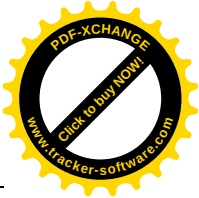
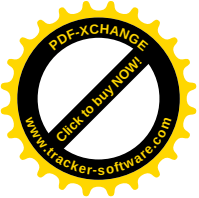
（2）从验收合格之日起算，在质量保证期内，我公司免费提供正常损坏下的备品配件，人工费、差旅费等由我公司自行负责。

（3）在质保期内，如果本公司产品技术升级，我方承诺及时通知用户，如用户有相应要求，我方将免费更新升级软件版本，并提供相应的新版本软件功能说明书及修改说明书等相关资料。

（4）设备安装调试完成，试运行期间承诺提供驻场服务。

4、质保期外服务要求

（1）质量保证期过后，我方继续免费提供终身技术咨询服务，并终身享受与质保



期内同等的服务。

(2) 质量保证期过后,用户需要继续由本公司提供售后服务的,我方承诺以优惠价格提供技术支持,免收差旅、住宿及人工费用。

(3) 我方承诺确保在设备有效寿命期限内的配件供应和技术支持,优惠收取配件费用(不高于配件原价的 80%);

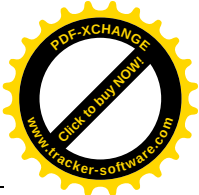
(4) 如需搬迁,乙方免费负责设备搬迁一次,并保证搬迁后的调试工作。

5、我公司定期对用户进行回访,并每年不少于 2 次对系统运行情况进行全面检查,并出具系统运行情况分析报告。

投标人公章: 青岛中石大教育发展有限公司



日期: 2024 年 7 月 20 日



4.4.2 售后服务团队

我公司总部设有技术支持与售后服务小组，负责公司产品的售后服务，用户咨询以及对用户产品的运行状况进行跟踪与回访。

主要技术人员如下：

表 售后服务人员表

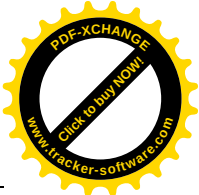
序号	姓名	技术职称	专业	服务内容	备注
1	张军	高级工程师	石油工程	售后服务负责人	
2	王发元	工程师	机械	硬件维修	
3	刘宗恩	高级工程师	机械	硬件维修	
4	孟虎	工程师	计算机	软件维修	
5	宿连军	工程师	机电一体化	电器控制维修	
6	黄少华	工程师	仪表自动化	自动化控制维修	
7	刘冬冬	高级工程师	石油工程	流程维修	

4.4.3 售后服务计划及方案

4.4.3.1 售后服务方案

技术支持与售后服务的目标是保障系统始终在良好的状态下运行，尽量及时发现和消除故障隐患，目标主要包括：

- 1) 为系统的运行提供及时、高效、全方位的技术支持与服务；
- 2) 以热情、诚挚的态度，优质、过硬的技术服务于用户；
- 3) 不但要理解用户提出的要求，还要力求预知用户潜在的要求，不仅要为用户提供一流的系统，而且还要提供一流的服务；
- 4) 以先进的管理提高服务的效率，以出色的服务态度建立良好的服务界面，以多样的媒介方式提供方便的服务接入，以科学的方法为用户提供满意的服务；
- 5) 通过对受理的服务请求进行归档整理，针对系统形成常见问题解决手册，为系统的正常运行提供经验支持；



- 6) 在对用户的服务过程中，重视用户对服务质量的满意度。
- 7) 我方提供系统中软件、硬件系统齐全的资料；
- 8) 我方对所有货物负责集成、调试；
- 9) 提供及时、迅速、优质的服务，迅速快捷地提供货物的备品备件，并保证用户能够及时买到货物所需的备品备件和易损件；

在技术支持与售后服务工作中，遵循以下准则：

- 1) 确保系统的正常运行；
- 2) 充分保护项目单位的投资和效益；
- 3) 充分满足项目单位的需要；
- 4) 充分减轻项目单位的负担。

4.4.3.2 售后服务计划

一、售后服务体系

针对本项目，我方将配备专门的技术支持与售后服务小组，对进入服务期后的系统安装、调试、试运行及正常运行提供完备的技术支持服务，且质量保修期结束后，仍然提供合同内仿真软件的长期维护服务，确保系统稳定运行。技术支持与售后服务小组由经验丰富的咨询专家、软硬件工程师、系统开发工程师以及业务专家组成。售后服务机构经过长期的发展，积累了大量丰富的实践经验和雄厚的技术力量。

其机构组织如下图：

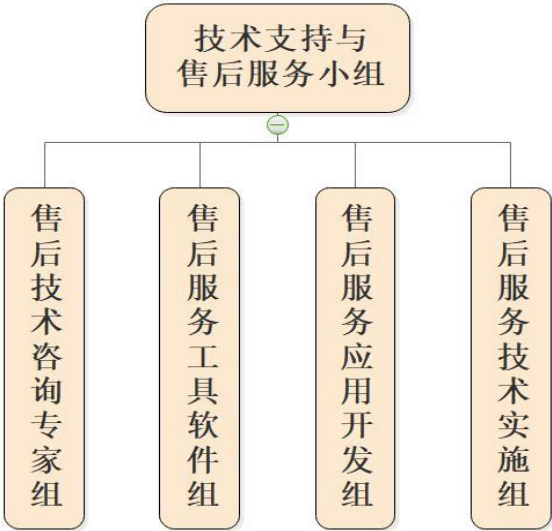


图 售后机构组织图

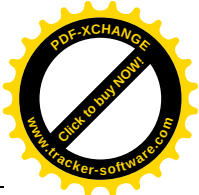


表 机构组织职责表

编号	机构	职责描述	备注
1	售后技术咨询专家组	由操作系统、软硬件开发、应用系统架构的技术人员组成。配合售后服务应用开发组、施工组进行故障诊断和技术支持等。	
2	售后服务软件组	由精通项目中所使用的产品的相关技术工具的工程师组成。配合解决发现的工具软件的使用问题和故障。	
3	售后服务硬件组	由熟悉硬件开发技术的人员组成，负责解决应用系统运行中出现的需要进行硬件调整的问题。	
4	售后服务技术实施组	由熟悉系统软件、硬件、数据交换整合的工程师组成，配合解决运行过程中出现的软硬件问题和故障。	

二、售后服务响应时间

在系统正常时，我方负责协助用户制订系统的故障应急方案，以保证整个系统的安全可靠运行。在接到用户的故障报修信息后，指派工程师协助用户对故障情况进行进一步的判别。

设备故障报修的响应时间：响应时间 2 小时。若电话中无法解决，我公司专业技术人员会在 12 小时内到达现场进行维护。如果设备故障在检修 24 小时后仍无法排除，我方会在 24 小时内提供不低于故障设备规格型号档次的备用设备供用户使用，直至故障设备修复。保修期内，所有设备维修服务均为上门服务，由此产生的费用均不再收取。提供系统扩充、升级方面的技术支持服务，由此产生的费用均不再收取。

三、技术支持方式

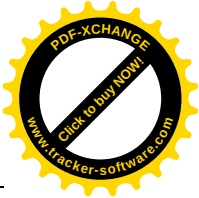
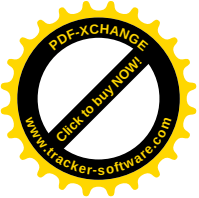
在系统安装调试、测试验收、运行维护每个期间都为用户提供技术支持和咨询，其方式包括：电话技术服务、现场技术服务、定期巡查服务、技术升级服务等。

根据实际需要，我方可向用户提供远程通信维护方式（采用电话指导或远程维护终端）和现场故障抢修两种技术支援方式。

用户作为我方重点用户，我方对设备的运行、维护情况进行跟踪记录并存入重点用户档案，在系统设备运行期间，用户服务中心工程师将定期走访询问用户，以了解设备运行情况，正常情况下每季度初到现场进行一次常规维护，以确保全面的系统应用、维护与服务。根据具体情况，必要时我方用户服务中心工程师到现场指导维护工作。

四、服务方式

1、电话响应支持服务



公司针对该项目提供专人热线响应工程师（售后服务工程师），电话响应时间为即时响应！热线响应工程师提供 7×24 小时服务，用户可以在任何时间向热线工程师寻求技术支持。

技术支持内容包括相关的硬件、软件平台，网络应用和应用软件等诸方面。电话支持包括进行硬件故障诊断，问题归类及故障隔离等，故障分析和排除等。

2、上门支持服务

对于电话响应不能解决的紧急故障，在现场工程师赶赴现场的同时，公司同时进入应急措施准备状态，并根据以下情况执行应急方案：

接到故障通知后，电话不能解决的问题，我公司售后工程师到达现场的时间为 12 小时，我公司现场工程师进入现场后确认无法进行现场恢复时，则立即启动应急措施执行程序。

现场工程师在检修 24 小时后仍无法排除，我方在 24 小时内提供不低于故障设备规格型号档次的备用设备供用户使用，直至故障设备修复。

3、远程维护

经用户授权后，我方工程师、技术专家可通过远程诊断软件远程登录到用户网络系统进行故障诊断、故障排除以及维护升级。远程维护服务可以根据客户的实际情况，每周 7 天，每天 24 小时均可以进行。

4、电子邮件支持服务

公司随时为本项目的用户提供电子邮件技术支持服务，电子邮件技术支持包括：

- 1)故障诊断和排除技术支持
- 2)运行问题技术支持
- 3)技术方案咨询

电子邮件技术支持对于紧急状态承诺当日答复，最长答复时间不超过第二个工作日。

5、应急服务

根据需要，在大型节假日、重要活动、重大政治事件期间提供现场值守应急服务。



4.4.3.3 售后服务流程

一、故障响应流程及措施

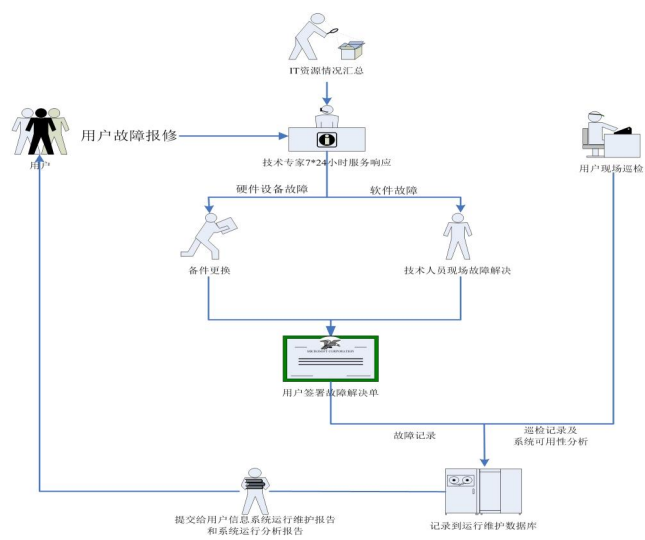
1、对用户的服务要求在即时内响应，需要在现场进行维修的，在 12 小时内到达现场；一般问题在 12 小时内解决，重大问题或其它无法迅速解决的问题应在 24 小时内解决或提出明确解决方案。

2、保修期后，将继续提供及时、优质、价格优惠的技术服务。

3、免费质保期内产品由于非人为因素发生的产品故障、产品损坏等问题均由中标厂商负责进行免费维护、升级，免费进行上门安装培训。

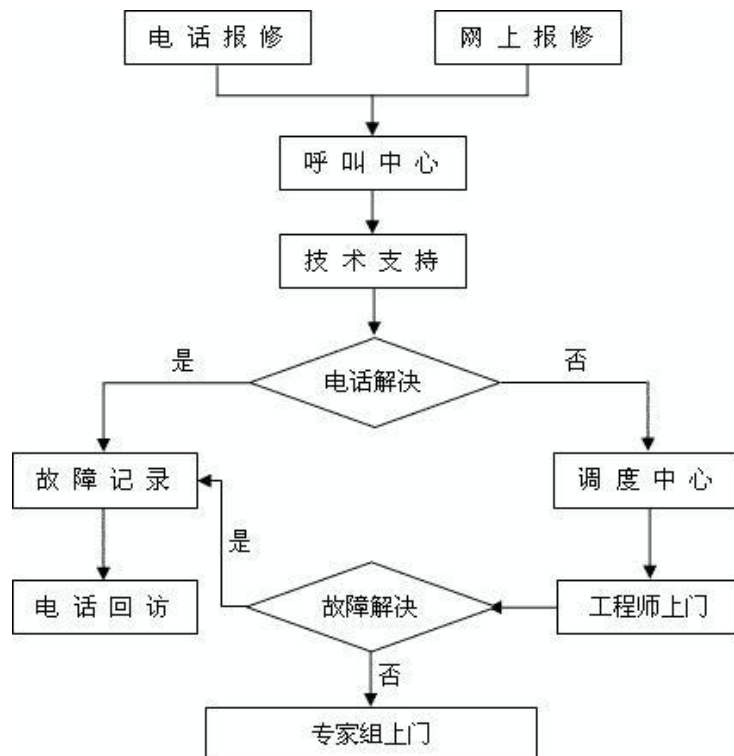
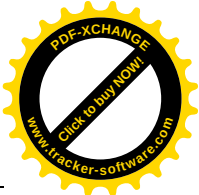
4、免费对开发人员进行有关培训，直至能够规范、熟练使用。

①系统总服务流程



②电话报障上门服务

- (1) 培训系统出现问题或故障，通过电话及邮件方式申报故障；
- (2) 故障受理后维护组人员在规定的时间内作出响应；
- (3) 先通过电话指导进行常规检查、处理一般故障；
- (4) 判断故障范围，根据故障难度，调度工程师现场服务；
- (5) 查看现场，判断类别，报告相关技术问题；
- (6) 救助实施，完毕清理现场，有始有终；
- (7) 填写维护报告单，让甲方工程师确认签名



4.4.4 定期回访

每年进行不少于2次定期回访，对系统运行情况进行全面检查，并出具系统运行情况分析报告。在项目实施前期、实施期间、验收后的三个阶段，定期或不定期向使用方征求意见和建议。

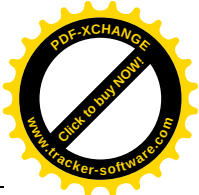
在回访前，我方会精心策划，确定参加回访的部门和人员、回访对象和内容，编写回访题纲，联系回访对象，提出回访要求。做好回访安排。

回访过程中，针对回访对象提出的问题，认真作答，能现场解决的现场解决，不能现场解决的，做好解释工作，将问题整理，交领导批示，及时将处理结果反馈回访对象。

每次回访应形成书面记录，必要时将回访记录提交被回访单位，建立项目回访档案。

回访主要包括：

- 1) 硬件设施服务：提供设备巡检、系统优化服务等工作。
- 2) 软件系统服务：提供应用巡检、软件系统优化、等工作。
- 3) 主机设备服务：主要提供定期巡检和故障维修服务。



4) 业务数据服务：主要是新业务拓展数据梳理等相关工作。

巡检过程中，我公司工程师记录的内容包括但不限于：仪器的运行状况、各项设备是否运转正常、查看运行日志等。

4.5 培训方案

4.5.1 培训方案

培训是保证项目顺利启动、开展、使用和后期维护的重要手段和步骤。在本项目中，为了确保本项目的成功进行和有效应用，我公司特制定有针对性的技术培训方案，帮助用户在管理意识、系统原理、使用方法、维护方法进行人员培养和技能提升，使得用户成为系统应用和维护的专家，从而确保系统的后续应用效果，让项目达到预期目标，取得成功。

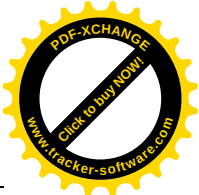


图 培训方案示意图

4.5.2 培训目标

我方免费提供相关技术培训，直至被培训人员能够达到独立操作此系统为止。使得用户成为系统应用和维护的专家。具体培训目标有以下几个方面：

- 1、受训人员掌握基本结构、性能、主要部件的构造及处理，日常使用操作、保养与管理、常见故障的排除、紧急情况的处理等；
- 2、了解系统的技术性能，熟练掌握软硬件操作和正确维护；



- 3、理解系统的各种功能与配套课程，可熟练应用各系统完成课程的讲授；
- 3、能够排除系统的一般故障，掌握系统的维修技术及日常保养，达到培训要求；
- 4、对本项目设备的构造、性能、原理和操作有详细透彻的理解；
- 5、正确熟练的操作使用设备，完成日常的维护和保养，进行一些简单的维修，确保设备的正常使用；
- 6、及时准确的发现设备出现的和隐藏的问题，并能及时同我公司联系，使问题得到及时解决。

4.5.3 培训计划

表 培训计划安排表

序号	培 训 阶 段	培训内容	培训地点	计划周期 (天)	备注
1	现 场 培 训	仪器总体设计、系统功能框架技术确认、项目开发过程资料、沟通与对接等	现场	4	项目前期交流
2	安 装 现 场 培 训	过程中的工作成果	现场		边开发边培训交流
3	现 场 培 训	直至使用方教师达到熟练操作并了解设备的结构、工作原理和工作性质，能排除一般故障。	现场	3-4	培 训 人 数：不限 培 训 次 数：不低于 2 次
4	工 厂 培 训	工厂培训的主要内容包括本项目所涉及各专业的基础知识、系统原理、基本操作方法、及故障排除方法等。工厂培训以理论培训为主，夯实系统操作的理论基础，为现场实操培训做准备。	中国石油大学青岛校区	5 天以上	项目验收合格后 24 个月内
5	跟 班 培 训	在系统投入使用的最初阶段，我单位将安排至少 2 名专业人员陪同教师上课，为教师保驾护航，解答教师在上课过程中的疑问	现场	3	项目后期培训

以上培训安排为初步计划，根据现场参训人员情况，可适当调整培训时间。总体目标是让参训人员通过系统培训，达到熟练操作系统各项功能，能对系统进行日常维护，判断和简单处理系统故障的效果。

4.5.4 培训方式

对项目建设单位的专业教师、技术人员和操作维修人员的培训是系统正常应用的



重要保证和关键因素。培训安排应与系统开发和实施过程相适应，一般采用现场培训为主，工厂集中培训、网络培训、跟班培训为辅的方式对相关人员进行培训，我方计划在本项目的实施中组织多方面、多层次的培训。

集中培训一般安排在项目开展初期和后期。项目初期开展集中培训的目的是贯彻项目建设的思想、满足需求的设计思路及技术对接等内容，最大程度的获取相关业务人员的支持和理解，便于项目的顺利开展；项目后期开展集中培训的目的介绍系统的操作方式和维护方法。

（1）现场培训

在仪器使用现场，我方安排有经验的专家对系统管理、维护人员进行系统设计、开发等方面的技术培训，通过培训使项目单位的专业教师达到熟练操作并了解设备的结构、工作原理和工作性质，能排除一般故障。

（2）工厂培训

项目验收合格后 24 个月内，随时可安排不少于 8 名的项目单位的专业技术人员和操作维修人员到我方所在地进行工厂培训（有关费用由我方承担，详见报价表）。

工厂培训的主要内容包括本项目所涉及各专业的基础知识、系统原理、基本操作方法、及故障排除方法等。工厂培训以理论培训为主，夯实系统操作的理论基础，为现场实操培训做准备。

（3）跟班培训

在系统投入使用的最初阶段，由于建设单位的专业教师对系统应用不熟练，在实训课上可能会遇到各种急需解决的问题。我单位将安排至少 2 名专业人员陪同教师上课，为教师保驾护航，解答教师在上课过程中的疑问。

（4）网络培训

另外我方还可以提供网上培训、答疑和技术支持，以便使培训对象能够迅速掌握相应的培训内容。同时在以后系统更新与升级时，也需要对相应内容进行培训。保证有关业务人员及系统运行维护人员及时、准确地了解系统。

我方派出的培训教员在所提供的产品上有 3 年以上的操作维修经验，如项目单位认为培训教员不合适可要求更换。



4.5.5 培训计划承诺书

我公司结合本项目要求，完全理解招标文件关于“培训”方面的相关要求，并做出以下承诺：

一、培训响应

- 1、我方提供培训课程，确保项目建设内容技术规范及维护手册能够交接给需方。
- 2、我方将培训计划随投标文件一起提交。培训授课人是本项目经理或设备厂商的技术工程师。
- 3、我公司对所有被培训人员提供培训用文字资料和讲义等相关用品，所有的资料均是中文书写。

二、培训费用、内容及地点

- 1、我方会为使用方提供免费培训服务，所有因培训产生的费用由我方支付。并指派专人负责与使用方联系售后服务事宜。
- 2、主要培训内容为货物的基本结构、性能、主要部件的构造及处理，日常使用操作、保养与管理、常见故障的排除、紧急情况的处理等，如使用方未使用过同类型货物，我方还会就货物的功能对使用方人员进行相应的技术培训。
- 3、培训地点主要在货物安装现场、工厂或由使用方安排。

三、培训对象

使用方专业教师、管理员、维修维护人员及使用方认为有必要的人员。

四、培训方式

1、工厂培训

期限：仪器验收合格 24 个月内

时间：1 周以上（具体以用户要求为准）

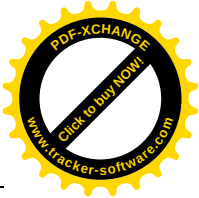
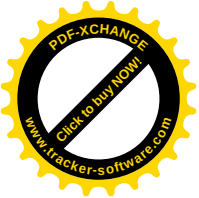
地点：我公司所在地（中国石油大学青岛实训基地）

培训人数：6 人（具体以用户要求为准）

费用：由我公司承担

2、现场培训

时间：不定期，直至使用方教师达到熟练操作并了解设备的结构、工作原理和工



作性质，能排除一般故障。

地点：货物安装现场或使用方指定地点。

培训人数：不限定

培训次数：不低于 2 次

3、跟班培训

在系统投入使用的最初阶段，由于建设单位的专业教师对系统应用不熟练，在实训课上可能会遇到各种急需解决的问题。我单位将安排至少 2 名专业人员陪同教师上课，保障教师更好地在课堂上应用本系统。

4、网络培训

我方还可以提供网上培训、答疑和技术支持，以便使培训对象能够迅速掌握相应的培训内容。同时在以后系统更新与升级时，也需要对相应内容进行培训。保证有关业务人员及系统运行维护人员及时、准确地了解系统。

培训方案优化：我单位对系统的培训方式、培训时间、培训地点、培训内容、计划周期、培训师资进行详细周密设计。

如建设单位提出更优方案，我单位将无条件修改培训方案并贯彻执行。

特此承诺！

投 标 人：青島中大教育发展有限公司 （盖单位章）



时间： 2024 年 7 月 20 日