

（1）炼油厂常减压车间自动化控制系统虚拟仿真模块（校企合作、成果转化）

功能与组成：

炼油厂常减压车间自动化控制系统虚拟仿真项目，以“立足培养，面向工程，重在实践”为指导思想，针对炼油厂常减压车间（加工能力 300 万吨/年）为仿真对象，建立完整的炼油厂场景，让学生通过炼油厂常减压车间控制系统运行场景认知虚拟仿真实验系统、控制系统工程设计虚拟仿真实验系统、控制系统实施虚拟仿真实验系统、控制系统调试实验系统四大板块，培养测控技术与仪器、自动化等专业的高年级本科生的工程实践能力，提高学生的工程设计能力和工程素养等工程师综合能力。

教学效果：

本实验平台设计科学合理、功能丰富、扩展性强，覆盖专业知识面广。实验平台采用 B/S 结构，支持网页界面操作方式。学生仅需通过浏览器即可登录教学平台。平台提供了实验指导视频等资料帮助学生无障碍开展实验。

平台采用 3D 虚拟建模技术，构建了高度还原的炼油厂常减压车间各装置的三维运行场景。学生通过操作键盘、鼠标即可实现常减压车间的全场景漫游、并以人机交互方式，实现车间自动化系统的认知、工程设计、工程实施、工程运行全过程的模拟实验，从而改善学生在自动化系统工程实践方面逼近真实工程实际训练不足的弱点，锻炼学生系统化的工程思维、结构化的解决工程问题的能力，训练学生对工程项目的整体把握能力，降低真实环境中实践教学的成本，避免真实环境中工程实践可能带来的风险。

炼油厂常减压车间控制系统运行场景认知虚拟仿真实验系统板块，分为被控对象认知、控制系统认知、系统设计基础知识认知、认知测试四个部分，其中被控对象和控制系统认知学生能体验在炼油厂常减压车间场景中漫游，从部分到整体全面了解整个炼油厂常减压车间布局结构、设备组成、设备用途、设备连接、系统组成、控制室及控制系统、控制要求等；系统设计基础知识认知包含工程设计标准和控制基础知识；认知测试则是通过测试判断学生是否储备了后续工程设计板块的基础知识，培养了学生工程设计的统筹全局意识。

控制系统工程设计虚拟仿真实验系统板块，包含需求分析、硬件设计、软件设计、安全仪表设计四个部分。通过分析自动化生产线的设备布局、工艺流程等

信息，学生根据提示引导语音或信息及信息提示，根据工艺和仪表流程图（简称PID图）指导学生逐步完成控制系统工程设计。培养了学生进行工程初步设计的能力。

控制系统实施虚拟仿真实验系统板块包含仪表安装、控制器安装和设备接线三个部分。该部分通过引导学生按照工艺要求，在控制系统实施过程中了解熟悉控制系统的实施安装过程。

控制系统调试实验系统是通过前面的设计和实施之后，能够模拟炼油厂常减压车间自动控制系统试开车运行的过程，学生通过试开车了解控制系统在生产运行中的作用，并通过加热炉控制回路的PID参数调节，学习控制器参数的调整对重要生产指标的作用。

平台还对学生实验过程进行了全过程跟踪和记录，客观评价学生的学习能力。在学生完成实验后给出了其能力值雷达图，可以方便学生了解本次实验的优势和不足，并允许学生重新实验，获取更高的能力值，强化了学生追求卓越的工程精神。

实验项目：

表 2-10 炼油厂常减压车间自动化控制系统虚拟仿真实验课程及项目

序号	实验系统名称	实验课程	实验项目	实验类别
1	炼油厂常减压车间控制系统运行场景认知虚拟仿真实验系统	自动控制理论、过程控制、化工仪表及自动化、计算机测控系统	炼油厂常减压车间被控对象认知仿真实验	验证型
			DCS 控制系统认知仿真实验	验证型
			控制系统工程设计基础知识认知仿真实验及在线测试	验证型
2	控制系统工程设计虚拟	自动控制理论、过程控制、	常减压车间控制需求分析虚拟仿真实验	综合型
			常减压车间控制系统硬件设计虚拟仿真实验	综合型

	仿真实验系统	化工仪表及自动化、计算机测控系统	常减压车间控制系统软件设计虚拟仿真试验	综合型
			常减压车间控制系统安全仪表设计虚拟仿真试验	综合型
3	控制系统实施虚拟仿真实验系统	自动控制理论、过程控制、化工仪表及自动化、计算机测控系统	常减压车间仪表安装虚拟仿真实验	综合型
			常减压车间控制柜设备安装实验	综合型
			常减压车间控制系统仪表控制柜接线仿真实验	综合型
4	控制系统调试实验系统	自动控制理论、过程控制、化工仪表及自动化、计算机测控系统	常减压车间冷态开车时运行仿真实验	设计型
			常减压车间常压炉进口流量单回路 PID 控制参数整定仿真实验	设计型
			常减压车间常压炉温度串级控制回路参数整定虚拟仿真实验	设计型



图 2-9 炼油厂常减压车间自动化控制系统虚拟仿真实验项目选择和实验场景

(2) 工业控制网络虚拟仿真模块（成果转化）

功能与组成：

系统由两大部分组成：工业 DCS 仿真操作实训和控制策略组态。

工业 DCS 仿真操作实训系统采用构架式软件设计，应用模块式组件开发，搭建一个先进、灵活的软件系统。系统采用动态仿真模型，模型内核结合化工机理和人工智能技术开发，内部逻辑能够模拟各类工况下的系统响应，达到对开、停车等操作规程的设计和验证要求。系统支持用户进行工艺参数、操作步骤优化

和 PID 参数整定实训，学生可以独立进行全流程开停车操作实训，在此过程中熟悉工艺流程、了解工艺原理，掌握开停车操作步骤及相关工艺条件，掌握 PID 参数整定方法，以达到安全稳定生产的实训要求。

控制策略组态基于采用 Strategy Builder 实现,可以仿真流程工业中绝大部分的控制方案，并具有很大的开放性。控制策略的效果可以通过其画面组态直观呈现，有利于学生对控制方案的理解和改良。

教学效果：

该系统通过对流程控制的仿真实操，加深了学生对工艺过程、过程控制组成、工艺操作的认识和理解；通过对控制策略的仿真，培养了学生结合实际，运用控制理论和解决问题的能力；系统仿真具有一定的开放性，可以在一定程度上培养学生的创新能力。

实验项目：

表 2-11 工业控制网络虚拟仿真实验课程及项目

序号	实验课程	实验项目	实验类型
1	集散控制系统、工业控制网络	DCS 仿真操作	综合型
		控制回路的组态策略仿真	综合型
		工业控制网络仿真操作	综合型
		工控网系统组态仿真	综合型

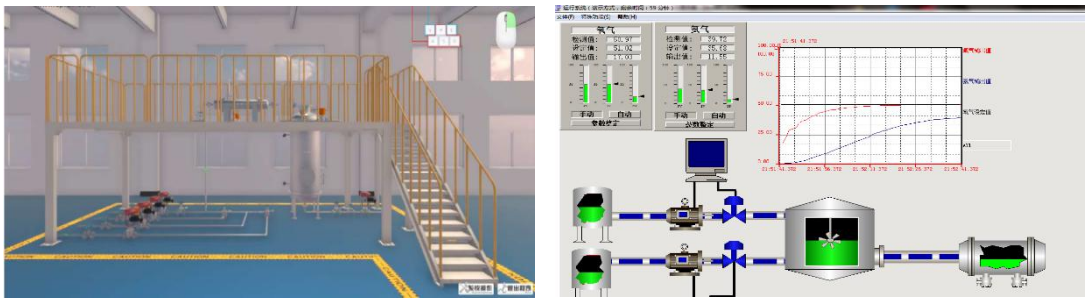


图 2-10 工业控制网络仿真场景的搭建及集散系统仿真参数设置和运行效果