

油气管道输送在线监测智能仿真教学平台建设研究

梁颖 刘洁莹 王金玺

榆林学院 化学与化工学院, 中国·陕西 榆林 719000

摘要: 油气管道的在线监测智能仿真教学平台的使用, 能够建立学生对于大数据和系统数据的分析、交互和检测识别能力, 利用数据挖掘、人工智能等技术实现管网设计运行数据监测, 基于管道工程在线监测前沿技术, 建立软件、硬件学习环境, 创新的教学模式, 校企联合开发的课程体系。以掌握管网运行安全管控、工艺管控的流程及方法, 对全线路进行参数预测、能耗分析, 停运再启动的实时监控, 实现泵机组合、运输计划设计等的优化, 降低施工成本和能耗, 实现高校人才培养与企业技术创新的双赢。

关键词: 油气管道; 在线监测; 校企合作; 平台建设

Research on Construction of Intelligent Simulation Teaching Platform for Online Monitoring of Oil and Gas Pipeline Transportation

Ying Liang Jieying Liu Jinxi Wang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Yulin University, Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: The use of the intelligent simulation teaching platform for online monitoring of oil and gas pipelines can build students' ability to analyze, interact, detect and identify big data and system data, use data mining, artificial intelligence and other technologies to realize efficient utilization of pipe network design and operation monitoring data, establish software and hardware learning environment, and innovate teaching mode. The curriculum system based on the advanced technology of online monitoring of pipeline engineering is developed jointly by the university and enterprise. In order to master the flow and method of safety control and process control of pipe network operation, parameter prediction and energy consumption analysis for the whole line, real-time monitoring of shutdown and restart, optimization of pump assembly and transportation plan design, reduction of construction costs and energy consumption, and win-win situation between university personnel training and enterprise technological innovation.

Keywords: oil and gas pipeline; on-line monitoring; school-enterprise cooperation; platform construction

0 前言

油气管网是连接油气生产、加工、分配、销售诸环节的纽带工程, 但受到各种客观因素的影响, 油气管道安全性能受到多种因素威胁(跑冒滴漏、火灾、水土污染等), 对沿线的人员和建筑产生危害。为此, 就需要基于互联网、大数据、人工智能等先进信息技术^[1], 构建面向长距离油气运输工作的监测系统, 及时发现风险与隐患, 做到防患于未然, 确保油气管道始终处于安全状态。

高校目前设有独立的管线多相流、集输泵站、油库罐体、流体性能监测实验设备, 但从人才培养的全面性和完整性来说, 无法实现在线仿真与运行状态监测、设备故障诊断、动态实时优化等功能, 极度缺乏管道网络整体工作状况、安全程度等实时数据的采集应用训练, 学生学到的知识是片段化的, 与未来的工作场景之间的差别较大, 为此就需要基于物联网等先进信息技术, 构建面向长距离油气运输工作的监测系统, 以服务于毕业生对油气管网高效、安全、经济、低碳的智慧化运行与管理, 不仅需要底层支撑的基础设施感知

层, 还需要多元技术的全面支撑, 在数据资产维护层的作用下, 构建基于数据集成化的在线仿真平台, 以锻炼新时代大学生对于大数据和系统数据的分析、交互和检测识别能力, 利用数据挖掘、人工智能等技术实现管网设计运行监测数据的高效利用。

1 管网监测智能仿真平台软件、硬件学习环境建设

依托现有的设备(长输管道集成模拟实验平台, 油库损耗仿真实验平台, 油气多相灌流模拟平台等), 按照专业实践教学环节所需的真实环境, 建设综合性的多层次、多系统实践基地, 打造油气储运工程现场数字化监控与智能决策系统, 构建能够激发学生探究科技和专业学习兴趣的教学课堂。包括: ①运行管理层搭建: 主要包括油气储运工程数字化监测模块, 负责对油气管道工艺参数、输送能效、运行环境、人员数据等进行采集。②安全管控层搭建: 包括站场安全(设备、消防等)、环境数据模块(地震、火灾模块), 区域管控模块(集中监测、区域巡线等), 主要用于实现网

络互联,保证信息共享。③完整性搭建:作为油气储运工程施工现场数字化监控与智能决策系统的核心,其主要负责管控管道生命周期、站场生命周期整体建设工程。④硬件设备包括可编程逻辑控制器、流量计算、压力传感器、温度传感器、应力传感器、浓度报警器及摄像头等。

完善实践条件、建设实践基地,搭建线上线下混合式体验课堂,一方面学校和企业共建实践基地,以满足教学中的实训实习需求;另一方面学校依托企业的研发团队,由项目组成员教师与平台设计管理人员协同管理,为校企合作项目提供软件编辑、修改与应用,研发以我校油气储运工程为特色的,“油气管网人工智能监测”为主导的实践教学模式。

召开“油气管道输送监测系统实践教学基地的智能仿真平台建设”课题研讨会,进行项目分工。初步搭建数据感知、数据处理模块,并将其进行全面测试并加以改进,应用于工程实际不断迭代更新。通过数字云平台资源库的利用,搭建监测系统实践教学基地的智能仿真平台,优化工程信息化数据平台,实现资源和数据共享、共融,打造全生命周期、全业务场景数据资产化下的多元动态在线仿真系统,大幅提升学生的工程实际操作能力、数据处理监测水平、应急事故反应处理能力,强化实践操作能力、工艺可行性分析能力、方案评价能力、安全等级风险评价能力等。

2 创新教学模式,校企联合开发基于管道工程在线监测前沿技术的课程体系

为了确保人才培养更加符合社会及企业的实际技术需求,将校企联合开发课程体系和教学资源作为重要建设内容之一。在校企合作的框架下,企业将参与到石油天然气集输管道、长输管道设计运行管理等相关课程设计、实验设计及在线教学资源的开发中,使课程内容更加贴近行业管理需求,教学形式更加灵活多样,最终实现理论与实践的有机结合。针对传统虚拟仿真内容的普遍教学量一般都止步于前期设计与交互工作流,本项目实践条件和实践基地建设项目将完成“管网运营设计”大作业,需要学生从前期的管道强度设计、中期施工,管网运营,安全评价等方面开展交互设计,到最终呈现进行全流程的熟练数据处理与操作。将实践条件和实践基地建设与物联网、大数据、人工智能有机结合,打造“空间+云数据资源+软件系统+项目实操”全媒体的数字人才培养体系,建设一套完整的虚拟仿真授课材料。企业搭建平台的过程中将相关专业课程知识与课程设计与实践训练有机结合,使课程内容更加贴近行业管理需求,教学形式更加灵活多样。

随着智能化和自动化技术在油气储运领域的不断推广,课程体系的开发将以监控技术应用为导向,重点突出油气储运工程的实操技能和工程应用能力^[2]。企业将在课程开发中提供前沿的技术信息、行业标准以及实际案例,帮助高校优化现有的教学内容,并加入新兴的技术应用模块,建立健全

工艺参数采集系统,非稳态工况分析系统,安全监测系统,安全等级评价系统,巡检维护系统等^[3]。课程中将增加物联网、大数据、人工智能等技术在油气储运中的应用内容,提升学生的技术视野和创新能力。对新时期虚拟仿真涉及的内容,如信息技术、工业设计、市场管理等交叉学科领域,进行总体整合,通过数据挖掘、人工智能等技术构建数据计算及分析引擎,实现监测数据的有效利用,提高学生运用专业知识分析、解决实际问题的实践能力。

平台的建成与教学实践应用,将大力提升学生对于管道系统整体设计的全局观念,掌握管网运行安全管控、工艺管控的流程及方法,对全线路进行参数预测、能耗分析,停运再启动的实时监控,掌握数据采集后处理与工况判别的重点防范。通过运行管控模块,实现泵机组合、运输计划设计等的优化,降低施工成本和能耗。安全管控是由现场监测、环境监测和区域化管理组成的,通过对施工现场的全方位实施监控,可以有效保证施工安全和效率。这些教学资源的开发不仅有助于增强教学的工程实效性,为学生提供更加个性化的实践学习路径,加强职业领域体验,同时让学生对所学专业知識有更深入的认识,为学生提供更加多元化的学习机会和科研实践机会,促进他们的创新能力发展。

3 以学促赛、专创融合教育实践平台建设

以全国范围内互联网创新创业大赛,节能减排设计与实践大赛,油气储运工程设计技能大赛、油气储运工程数值仿真大赛,教师科研项目为抓手,通过竞赛促进教学方向改变,教学手段创新,教学内容工程化改革,实现竞赛作品与课程设计、毕业设计成果相互转化,融入竞赛基础数据和主要问题的课程设计与毕业设计研究性内容结合,培养学生专业素养与创新性思维。以数次参加的油气储运工程设计大赛为例,增强管道设计、工艺过程仿真及调度培训、试运投产模拟、运行方案优化、管道逻辑保护、调节阀 PID 参数整定等相关技术的应用系统的应用^[4-5],依托仿真软件建立离线、在线、稳态、动态等仿真技术应用体系,提高学生工程能力、实践能力、创新能力、综合能力,充分调动学习的积极性和主动性,激发学生对专业的认同与核心知识的应用。通过对仿真软件的使用,全方位提升管网监测技术前沿的精确模拟与优化,通过多介质共存的各类管道输送问题的破解,构建稳态与非稳态的创新性模拟方法。从管道初期可行性分析,中期建设施工,后期投产运行实施全方位全时段的高效智能检测,意实现在不同工作场景下的快速预测,满足更多实际业务的发展需求。

4 推进产学研合作,实现高校人才培养与企业技术创新的双赢

校企合作的科研项目将围绕油气储运工程的技术难题和创新需求展开。企业将提供真实的技术需求和研究课题,高校则发挥其科研优势,共同开展技术研发和创新实践。这

些科研项目不仅有助于推动前沿技术的应用和产业化,还可以让学生参与其中,锻炼他们的科研能力和创新思维。企业围绕油气储运工程的监测技术难题和创新需求展开数据平台软件、硬件的设计与应用。与研发团队的合作过程中,依托高校科研优势,共同开展技术研发和创新实践,提升企业竞争软实力。

同时,通过产学研合作,高校和企业可以共同申请科研基金、技术专利等,进一步增强双方的技术创新能力^[6]。为了推动科研成果的有效转化,项目还将搭建技术成果转化平台,推动高校的研究成果在企业中的实际应用。通过技术对接会、科研合作基地建设等形式,校企双方可以实现资源共享和技术共建,推动技术研发成果在油气储运行业中的推广应用,提升企业的技术竞争力和市场占有率^[7]。此外,产学研合作还将为高校的学生提供更加多元化的学习机会和科研实践机会,促进他们的创新能力发展。这不仅为企业提供了更多的创新人才支持,也为学生的未来职业发展开辟了更多可能性,真正实现校企合作下的人才培养与技术创新的双赢局面。企业在项目完成过程中通过对数据资产的应用,构建基于数据资产化的在线仿真平台,以实现动态仿真的功能应用。企业通过对数据硬件设备的安装调试,采集管网运行相关核心数值,应用高校项目团队的研究成果,编制软件后台运行程序以及界面搭建,提升企业技术创新能力,推进了企业在监测系统大数据核心处理的速度与能力,将其处理结果与实际参数进行对比,增强企业的市场技术竞争能力,提升监控装备智能化程度、决策准确性等水平。

5 结语

完善油气管道输送监测系统实践教学基地的智能仿真平台建设是系统模型、信息技术、工艺设计的结晶,需要高校与企业通力协作,共同完成。通过对现有分部仿真系统的基础数据采集,利用管网仿真技术实现不同场景下数值算法和边界条件的处理,搭建数据感知、数据处理模块,并将其进行全面测试并加以改进,应用于工程实际不断迭代更新,保障软件的准确性、可靠性、鲁棒性。平台的建成与教学实

践应用,将大力提升学生对于管道系统整体设计的全局观念,掌握管网运行安全管控、工艺管控的流程及方法,对全线路进行参数预测、能耗分析,停运再启动的实时监控,掌握数据采集后处理与工况判别的重点防范。通过运行管控模块,实现泵机组合、运输计划设计等的优化,降低施工成本和能耗。安全管控是由现场监测、环境监测和区域化管理组成的,通过对施工现场的全方位实施监控,可以有效保证施工安全和效率。

参考文献:

- [1] 宫敬,徐波,张微波.中俄东线智能化工艺运行基础与实现的思考[J].油气储运,2020,39(2):130-139.
- [2] 徐葱葱,刘冰,张妮,等.智能化技术发展对油气管道行业的启示[J].油气田地面工程,2019,38(12):1-5.
- [3] 龚昉,孟维军,陈晓祥.陆上油气管道运输改造工程的施工管理策略研究[J].工程抗震与加固改造,2021,43(1):175-176.
- [4] 姜昌亮.油气管道全生命周期质量管控与安全管理探讨[J].油气储运,2023,42(10):1081-1091.
- [5] 郭淼,朱晓宇,黄国家,等.油气管道全生命周期管理标准化与信息化发展分析[J].现代化工,2022,42(5):14-18.
- [6] 付功云,王立彬,青舟,等.复杂条件下盾构施工BIM管理平台研发及应用——以大连地铁5号线海底隧道工程为例[J].铁道标准设计,2023,67(11):113-120.
- [7] 雷鹏.深中通道管节存放区整平施工辅助决策系统研究[J].中国港湾建设,2021,41(12):44-49.

作者简介:梁颖(1985-),女,中国陕西榆林人,硕士,副教授,从事油罐油气损耗计量及多相流测量技术研究。

基金项目:榆林市科技局项目:基于数据驱动与时空分异特性的油气两相间歇过程在线监测技术研究(项目编号:2024-CXY-086);榆林学院2024年本科课程建设项目:基于OBE理念的《工程流体力学》特色课程(项目编号:KC2459);2024年教育部产学研合作协同育人项目:油气管道输送在线监测实践教学基地建设(项目编号:2412244349)。