

新工科背景下应用型高校智能制造工程专业课程体系重构与实践——以山东石油化工学院为例

刘庆 李振涛 刘晓

山东石油化工学院智能制造与控制工程学院，山东东营，257061；

摘要：为应对新工科背景下智能制造人才培养的挑战，并克服传统专业“升级改造”模式的局限性，山东石油化工学院立足于其服务国家能源战略的独特使命，对智能制造工程专业课程体系进行了系统性重构。本体系以“三融”协同（学科融汇、科教融通、产教融合）为核心理念，通过构建“四维”专业基础课程体系与“三级”项目训练实践体系，将“石油特色”深度融入人才培养全过程。实践证明，该创新模式有效打破了“课程孤岛”，显著提升了学生的跨学科整合能力与工程实践能力，形成了鲜明的差异化优势。本探索为应用型高校，特别是具有鲜明行业背景的高校，建设特色鲜明的新工科专业提供了一条可复制且有效的改革路径。

关键词：新工科；智能制造；课程体系；应用型高校

DOI：10.64216/3104-9702.25.03.015

引言

在全球制造业格局深刻调整与新一代信息技术蓬勃发展的双重驱动下，智能制造已成为《中国制造2025》国家战略的核心主攻方向，也是我国从制造大国迈向制造强国的必由之路。然而，传统工科教育在人才培养模式上逐渐暴露出弊端，如课程内容滞后、学科壁垒森严、实践环节与产业需求脱节等问题，特别是在智能制造这一高度交叉融合的领域，简单的课程升级或专业改造已无法满足国家对高素质复合型人才的需求。

在此背景下，各高校纷纷结合自身优势探索智能制造工程专业的建设路径。作为一所紧扣“地方性、行业性、应用型”办学定位，以绿色低碳、融合发展为鲜明特色的应用型普通本科高等学校，山东石油化工学院肩负着服务国家能源战略和区域经济社会发展的特殊使命。学校的办学定位决定了其人才培养必须深度对接产业需求，特别是石油石化、新能源等支柱产业。为此，学校的智能制造工程专业建设并非对传统机械工程的简单延伸，而是立足于学校深厚的行业背景，明确提出要培养能够在石油装备、新能源装备等智能制造工程领域从事研发、设计、生产制造和运维管理的高素质应用型人才。

新时代新征程，党的二十大和二十届二中、三中全会精神，坚持以“高端特色开放”的办学思路，紧扣“地方性、行业性、应用型”的办学定位，秉承“明德力行求实创新”的校训精神，全面落实立德树人根本任务，以服务国家战略和区域需求为导向，瞄准“能源领域特色鲜明、省内有重大影响、行业有重要地位的高水

平应用型大学”的目标而勠力奋进。这一精准的人才定位，使得山东石油化工学院的智能制造工程专业建设具有鲜明的行业烙印和实践导向。

专业团队深刻认识到，照搬研究型大学或沿用传统机械设计制造及其自动化专业的课程体系，难以实现智能制造工程专业的人才培养目标。因此，项目团队以新工科理念为指引，系统性地开展了课程体系的重构与实践。本文阐述山东石油化工学院如何围绕其办学定位与专业特色，构建了以“四维”课程体系为核心、“三级”项目训练为抓手的创新型人才培养模式，以期同类应用型高校的新工科专业建设提供可借鉴的“山石方案”与实践范式。

1 课程体系改革的核心问题

在新工科建设浪潮中，国内许多高校在开设智能制造工程专业时，普遍采取了一条在传统优势专业基础上进行“升级改造”的路径，尤其是依托于“机械设计制造及其自动化”专业。这种模式看似利用了现有教学资源、降低了改革成本，实则隐藏着深刻的内在矛盾与发展瓶颈。山东石油化工学院在专业建设初期，同样沿袭了这一思路，其课程体系主要参考了周济院士团队规划的主干课程，并在原有机电设计制造及其自动化、材料成型及控制工程专业的课程体系上进行构建。然而，经过三年的探索与实践，项目团队深刻认识到，这种“换汤不换药”的升级模式，无法真正满足智能制造对人才培养的根本性要求，其局限性主要体现在以下三个层面：

第一，课程内容的“范式转换”滞后，新技术新方法融入不足。

智能制造并非传统机械制造的简单延伸或技术叠加,而是一场涉及数据驱动、软件定义、系统智能的范式转换。然而,在“升级改造”模式下,课程体系的更新往往表现为“增量式”修补,而非“颠覆性”重构。这直接导致了课程内容的严重滞后:一方面,人工智能、机器学习、工业物联网、数字孪生、大数据分析等构成智能制造“大脑”与“神经系统”的核心技术,在课程体系中占比过低,或仅作为选修课点缀,未能成为专业基础知识图谱的有机组成部分。另一方面,新教材、新教学内容的开发与迭代速度,远远跟不上产业技术的飞速发展。当企业已广泛应用基于模型的定义(MBD)、制造执行系统(MES)和赛博物理系统(CPS)时,课堂教学仍可能聚焦于传统的CAD绘图和工序的工艺规划,造成了人才培养与产业需求的“代际差”。

第二,课程体系的“结构性惯性”顽固,跨学科融合流于形式。

传统机械设计制造及其自动化专业的课程体系以学科为导向,形成了机械、电子、控制、计算机等清晰的学科壁垒。这种“结构性惯性”在升级改造中难以被打破,直接催生了新工科建设中的“课程孤岛”现象。尽管增设了人工智能、自动化等课程,但这些课程往往被“插入”到原有的课程序列中,彼此之间缺乏有机的逻辑关联和项目串联。学生学到的依然是割裂的知识点:在机械设计课上学建模,在控制理论课上学算法,在计算机课上学编程,却鲜有机会在一个综合性的工程场景中,将这些知识融会贯通,去解决一个真实的智能制造系统问题。这种缺乏系统性能力导向设计的课程体系,难以培养学生驾驭复杂工程系统的全局思维和跨学科整合能力,与智能制造对复合型人才的需求匹配度不佳。

2 课程体系的构建与实践

2.1 体系设计理念

山东石油化工学院智能制造工程专业的课程体系设计,其核心理念根植于“三融”协同,即学科融汇、科教融通、产教融合。这一理念并非静态的框架,而是一个面向“十五五”乃至更长期发展的、具备自我迭代能力的动态生态系统。它旨在打破传统工科教育的边界,构建一个与区域产业同频共振、与前沿科技同步演进、与人才培养目标高度契合的创新体系。

第一,以产业需求为牵引,深化产教融合

本体系紧密对接区域石油石化、新能源、绿色化工等支柱产业集群,将“能源装备智能制造”的差异化优势作为专业建设的灵魂。设计理念上,我们摒弃“闭门造车”,转而实施“反向设计”逻辑:通过深度调研区域规上企业的人才需求与技术瓶颈,明确毕业生的核心能力矩阵,再以此为目标倒推课程设置、教学内容与实

践环节。这意味着,课程体系中将嵌入大量来自胜利油田、地方化工龙头企业的真实工程案例,学生的毕业设计、创新项目将直接来源于企业亟待解决的技术难题,确保人才培养与产业需求实现“零时差”对接。

第二,以学科交叉为路径,推动学科融汇

面对智能制造高度复合的特性,本体系致力于打破传统机械、电气、控制、材料等学科壁垒,构建以机械工程为主干,电气工程、控制工程为支撑的“能源装备与智能制造”学科群。课程设计不再局限于单一学科的知识传授,而是围绕“能源装备智能制造、智能测控与信息处理、新材料绿色加工与应用”等学科方向,组织跨学科的课程模块。例如,一门“智能装备故障诊断”课程,将有机融合机械振动、传感器技术、信号处理与人工智能算法,培养学生从系统层面解决复杂工程问题的能力,真正实现知识的融会贯通。

第三,以科研反哺为驱动,实现科教融通

学院将“绿色制造与智能控制山东省工程研究中心”等科研平台作为课程体系创新的“蓄水池”和“反应堆”。建立科研成果向教学内容的快速转化机制,将教师的省级以上科研项目、发明专利、技术解决方案等高价值成果,系统性地转化为工程案例库、课程项目及新形态教材。同时,通过“导师制”引导本科生早期进入科研团队,参与真实的课题研究,将最新的科研动态和技术前沿融入日常教学,确保课程内容的的前沿性与高阶性,让学生在“做中学、研中学”中培养创新思维。

2.2 石油特色融入

山东石油化工学院的智能制造工程专业建设,其最鲜明的差异化优势与核心战略支点,在于将“石油特色”深度、系统地融入人才培养的全过程。这并非简单的课程叠加或案例点缀,而是基于学校地处胜利油田腹地、服务国家能源战略的独特区位与使命,构建的一种“根植产业、反哺产业”的闭环生态。为此,我们从以下三个维度将石油特色落到实处:

第一,课程体系的“石油化”重构:从通用知识到专精能力

我们摒弃了宽泛的智能制造教学内容,转而围绕石油装备全生命周期的特殊需求,对课程体系进行“石油化”重构。这体现在:

打造特色课程模块:在课程体系的基础上,增设“石油装备智能制造”特色课程模块。例如,在“制造装备维度”中,将通用的“数控技术”课程,深化为“石油钻机自动化控制系统”;在“制造产品维度”中,将“智能生产系统”课程,聚焦于“智慧油田生产执行系统(MES)与数字孪生”。

开发产业特色教材:积极推动开发建设“工程特色

实践教材”。联合胜利油田、地方龙头石化企业专家等,共同编写《石油装备智能运维技术》、《油田管道机器人应用》等产教融合型教材,将企业一线的真实技术难题和解决方案转化为鲜活的教学内容。

构建专属案例库:建立“石油装备智能制造工程案例库”,涵盖从海洋平台的设计仿真、到炼化装置的预测性维护、再到输油管线的智能检测等一系列典型场景,使学生在入学之初就建立起对产业全貌的认知。

第二,实践平台的“场景化”嵌入:从实验室到真实战场

实践是检验石油特色成色的唯一标准。我们致力于将抽象的理论知识,置于高度仿真的石油工业场景中进行锤炼。

项目训练的石油导向:在“三级项目训练”体系中,全面植入石油元素。

三级项目(单元技术):设计如“基于PLC的油田联合站数据采集与控制系统”、“油田抽油机电机节能伺服控制”等项目。

二级项目(装备级):组织学生开发“管道巡检机器人”、“钻台自动化机械手”等面向石油装备的智能系统。

一级项目(系统级):以“海上石油平台智能制造数字孪生系统”或“区域性智慧油田调度与运维一体化平台”等综合性项目为牵引,让学生在毕业前就能完整体验大型能源装备的智能化升级全过程。

校企共建实体平台:依托“石油装备智能制造特色学院”和与胜利石油工程公司的合作,推进“胜利石油工程公司产教融合国际班”的深度运行,并积极共建“石油装备智能制造联合实训基地”,让学生在真实或高度仿真的工业环境中,解决企业的真实技术痛点。

第三,师资与科研的“产业化”协同:从单向输送到双向赋能

石油特色的融入,离不开一支既懂理论又通晓产业的师资队伍,以及一个能够解决产业实际问题的科研体系。

打造“双栖”师资队伍:“实现油校人才共享共用,使油田高水平专家为我所用”。学院积极聘请胜利油田、石化企业的总工程师、高级技术专家作为产业教授和行业导师,深度参与课程教学、项目指导和毕业设计。同时,鼓励专业教师赴企业挂职锻炼,参与核心技术研发,真正具备解决产业实际问题的能力。

科研反哺教学:将“绿色制造与智能控制山东省工程研究中心”等平台的科研方向,精准对准石油装备的腐蚀防护、绿色再制造、智能控制等关键瓶颈。教师的

科研项目、发明专利和技术成果,将第一时间转化为教学案例、课程项目和学生创新课题,形成“科研-教学-人才培养”的良性循环,最终打造出学院在“能源装备智能制造”领域的特色技术品牌。

通过以上系统性的融入,山东石油化工学院的智能制造工程专业将不再是一个泛化的工科专业,而是一个与区域产业血脉相连、共生共荣的特色专业。成为推动我国石油石化产业向智能化、绿色化转型升级不可或缺的核心力量。

3 结束语

山东石油化工学院的实践探索,成功构建了一条以“三融”协同为核心理念、以石油特色深度融入为鲜明标识的智能制造人才培养新路径。其核心经验在于,应用型高校的新工科建设绝非对传统专业的简单修补,而必须是一场以产业真实需求为牵引、以学生核心能力为中心的深刻变革。通过将学科交叉、科研反哺与产教融合制度化、体系化,学院不仅有效解决了人才培养与产业需求脱节的顽疾,更打造了自身的差异化优势,为服务区域经济和能源战略输送了“用得上、留得住、干得好”的高素质应用型人才。展望未来,该模式仍需在动态适应技术迭代、深化校企协同机制等方面持续优化,但其为同类院校提供的“山石方案”,无疑为地方应用型大学的建设提供了实践参考。

参考文献

- [1]教育部高等教育司.《新工科研究与实践项目指南》[Z].北京:教育部,2017.
- [2]林健.《新工科专业人才培养模式的重构与实践》[J].高等工程教育研究,2020(1):28-34.
- [3]顾佩华,等.《产教融合背景下智能制造工程专业课程体系设计》[J].中国大学教学,2021(5):45-51.
- [4]王建国,李振涛.《石油装备智能化升级中的数字孪生技术应用》[J].石油机械,2022,50(3):1-7.
- [5]张淑林,刘晓.《应用型高校跨学科项目训练体系构建研究——以三级项目制为例》[J].现代教育技术,2023,33(6):112-118.

作者简介:刘庆(1982.02-),山东青州人,硕士,副教授,主要从事机械工程、智能制造工程的专业建设、教学管理和机电系统自动控制技术方面的研究工作。

山东石油化工校级教学改革研究项目:《新工科背景下应用型高校智能制造工程专业课程体系研究与实践》JGYB202225