

工业大数据驱动下工业工程专业人才培养课程设置研究

余波 蒋天赐 朱艳

重庆对外经贸学院，重庆市，401520；

摘要：工业工程专业是衔接工程技术与管理科学的交叉学科，在人才培养体系方面亟待响应智能生产、柔性制造等新业态产生的复合型人才需求。就当前课程体系而言，在应对工业大数据应用场景时存在知识模块割裂、技术工具滞后、实践载体缺失等结构性矛盾，致使其难以达到产业界针对人才的数据分析、系统优化以及跨领域协同等复合型要求。以工业大数据应用作为牵引来探索课程体系重构路径，对于提升专业人才与产业需求的适配性具有重要现实意义，能够为工程教育改革提供新的方法论视角。

关键词：工业大数据；工业工程；专业人才培养；课程设置

引言

全球制造业数字化转型加速推进的进程中，工业大数据正在重塑工业工程领域的技术范式与能力要求。传统工业工程专业课程体系侧重于机械制造基础以及流程管理方法，在数据采集分析、智能算法应用、系统仿真优化等新兴领域存在着显著的知识断层情况，使得人才培养规格与产业升级需求之间产生了系统性偏差。现有课程架构中大数据相关教学内容呈现零散分布特征，未能形成贯穿产品全生命周期的知识链条，在实践教学环节缺乏以真实生产场景的数据集和工业级分析平台作为支撑，而且教师团队在数据建模与算法开发方面的实战经验也相对匮乏。本文聚焦于工业大数据与工业工程的知识融合机制上，尝试去构建以培养数据思维为核心的新型课程体系，通过对基础能力模块进行重组、开发跨学科课程群、以实战项目来牵引等一系列策略，对适应智能工厂需求的人才培养模式展开探索。

1 工业大数据与工业工程的融合逻辑

工业大数据 (Industrial big data) 是指由工业设备高速产生的大量数据，对应不同时间下的设备状态，是物联网中的讯息。在工业领域中，工业大数据围绕典型智能制造模式，从客户需求到销售、订单、计划、研发、设计、工艺、制造、采购、供应、库存、发货和交付、售后服务、运维、报废或回收再制造等整个产品全生命周期各个环节所产生的各类数据及相关技术和应用的总称。工业工程专业培养既懂工程技术又掌握管理科学知识的高素质人才，培养的学生具有扎实深厚的数理基础理论，良好的外语和计算机能力以及宽广的工程、

企业管理、人文社科等方面的基本知识和技能，具有对复杂生产系统、服务系统进行分析、规划、设计、管理和运作的的能力。数据驱动的方法论重构了生产系统优化的技术路径，传统依赖经验模型的排产调度逐步转向基于机器学习算法的智能决策，质量缺陷预测从抽样检验演变为全量数据的模式识别，设备维护策略由周期性计划升级为状态监测驱动的预测性干预。这种融合推动工业工程从局部效率提升转向全价值链协同优化，供应链环节的库存数据与销售端需求波动形成双向反馈机制，工艺参数与能耗指标的关联分析催生出绿色制造的新范式。学科交叉特征在此过程中愈发显著，工业工程师需要掌握数据清洗、特征工程等数据处理技术，同时保留对制造系统物理特性的深刻理解，方能将数据价值转化为设备稼动率提升或生产线平衡优化的具体方案。

2 现行课程设置的问题

2.1 大数据相关课程缺失或碎片化

课程体系在面向工业大数据应用需求时呈现出知识模块分散化与内容深度不足的特征，传统课程框架虽保留制造技术、运筹学、生产管理等基础学科，但涉及数据采集、清洗、挖掘等核心能力的培养环节多依附于选修课程或独立实验项目，未形成贯穿产品设计、生产调度、质量管控全流程的系统性知识链条，学生在学习过程中难以建立数据驱动决策的完整认知逻辑。多数院校的课程开发仍以传统工业工程方法论为主线，工业大数据技术仅作为孤立工具嵌入少数实践环节，缺乏与智能排产、设备健康管理、供应链优化等典型场景的深度耦合^[1]。

2.2 实践教学与产业需求脱节

当前工业工程专业实践教学环节的设计与产业数字化转型进程之间呈现一定程度的错位,实验室配备的仿真设备多停留在基础机械操作层面,难以复现智能工厂中多源异构数据实时交互的复杂场景。教学案例库更新频率与行业技术迭代速度存在差距,部分实训项目仍围绕传统流水线平衡展开,缺乏对工业互联网平台数据采集、边缘计算设备部署等新兴技术要素的实操训练。校企合作深度不足导致产教融合停留在参观考察层面,学生接触的真实生产数据集多为脱敏后的静态样本,削弱了解决动态排程优化或设备突发故障诊断等现实问题的能力培养。课程考核偏重标准答案的机械记忆,对跨学科知识整合能力与现场问题拆解思维的评估机制尚未完善,毕业生在应对智能制造系统多目标优化任务时容易陷入理论模型与工程实践间的认知断层。

2.3 师资能力结构单一

多数教师在数据建模、算法开发、物联网集成等新兴技术领域的教学能力尚未形成系统性支撑,课堂教学仍偏重生产流程优化、质量控制等经典理论框架的阐释。教师团队普遍缺乏工业界真实数据治理项目的实战经验,无法将制造企业中的设备状态监测、供应链协同优化等典型业务场景转化为案例资源,学生在学习过程中难以感知数据分析与工业系统运行之间的动态关联。学术研究导向的师资评价机制使得教师群体更关注理论成果产出,行业技术动态追踪与课程内容更新的主动性不足,工业大数据领域快速迭代的技术工具链与既有知识体系之间的断层难以弥合,导致人才培养规格与企业对数据驱动型工业工程师的能力需求产生错位^[2]。

3 工业工程专业人才培养课程设置研究

3.1 基础能力模块优化

工业工程专业要在保留学科核心脉络的前提下重构知识图谱,数学与统计学课程内容应突破传统概率论与数理统计框架,增加随机过程建模及机器学习基础理论的教学权重,使数学工具箱匹配生产系统不确定性的解析需求。传统工业工程主干课程需要重新校准知识输出界面,生产计划与控制课程需融入实时数据驱动的动态调度算法,质量管理体系章节应扩展统计过程控制与深度学习异常检测的耦合应用,设施规划模块有必要引入数字孪生技术支撑的布局仿真验证。教学策略层面需

要构建阶梯式能力培养路径,低年级侧重数据预处理与可视化分析工具链的熟练度训练,中高年级逐步过渡到制造执行系统与云端数据中台的集成应用,毕业设计环节可对接企业真实数据流开展价值挖掘与决策优化的综合实践。课程设计者应当建立动态知识库更新机制,定期提取智能制造示范工厂的工程案例解构为教学单元,避免抽象理论灌输导致学生陷入认知负荷过载的困境,教师发展中心有必要组织制造企业与数据服务商开展联合教研活动,共同开发兼顾工程实践与算法深度的模块化课程资源包^[3]。

3.2 技术融合课程开发

技术融合课程开发要突破传统学科壁垒,在课程体系内构建数据科学与工业工程方法论的双向渗透机制,将传感器数据采集、分布式计算框架、机器学习算法等关键技术模块嵌入生产系统分析、物流仿真、质量控制等核心课程,使学生在掌握工业工程基础理论的同时形成数据驱动的决策思维。整合课程内容时应注重物联网技术与制造执行系统的协同应用,例如在设施规划与物流分析课程中引入实时定位数据与仓储路径优化的联动模型,在质量管理课程中融入设备振动频谱数据与产品缺陷模式的关联分析,通过跨领域知识单元的有机嫁接培养学生解决复杂工程问题的能力。教学团队需联合企业工程师开发覆盖产品全生命周期的数据应用案例库,将工业现场的真实数据流转化为教学资源,让学生在设备健康预测、能源消耗优化、供应链风险预警等典型业务场景中体验数据建模与工程实践的交融过程,这种基于工业场景的课程重构策略既保持专业核心知识的连贯性,又能渐进式提升学生运用大数据工具解决工程系统优化问题的实战水平。

3.3 跨学科课程群设计

数据科学类课程模块应当嵌入制造场景下的特征工程方法论,将时序数据分析技术自然衔接至生产设备健康管理章节,机器学习原理教学需结合工艺参数优化案例阐释梯度下降算法的工程应用边界。智能算法课程群需要建立与工业工程原理的双向映射关系,在运筹优化模块补充智能仓储系统中的多目标路径规划实例,质量控制单元可引入图像识别技术解析表面缺陷检测的卷积神经网络架构,使算法模型训练始终围绕产线节拍提升或能耗降低等工程目标展开。工程实践类课程群的

改造应注重物理系统与数字孪体的深度融合,可在工业系统仿真课程中整合 OPC-UA 通信协议的教学内容,让三维工厂建模训练同步掌握设备数据标准化接入方法,生产现场管理实训需配置具备边缘计算能力的智能终端,使车间数据采集与实时分析能力培养贯穿工艺改善的全流程^[4]。校企协同创新平台应当承担跨学科知识转化的枢纽功能,企业提供的设备运行日志与工艺数据库可作为制造数据分析课程的训练素材,云计算服务商提供的工业互联网平台接口能够支撑学生开展远程设备状态监控实验,行业协会发布的智能制造能力成熟度评估标准可转化为课程群建设的动态校准参照。教学团队要重构跨学科课程的实施路径,专业课教师与数据科学专家联合开发的项目式学习包应覆盖从传感器数据清洗到决策看板开发的全链条,实验指导手册需明确标注工业协议转换与数据可视化工具的操作规范,课程组定期组织的产教融合研讨会能够及时捕获智能装备升级带来的知识体系迭代需求。

3.4 实战项目牵引式教学

实战项目牵引式教学强调将企业真实业务场景转化为课程训练载体,课程设计者需深度对接智能制造企业的生产优化需求,从设备运维数据异常检测、生产排程动态调整、物流路径实时规划等高频业务痛点中提炼教学项目,构建覆盖数据采集清洗、特征工程建模、决策方案输出的完整任务链条。企业合作方应开放脱敏后的历史数据资源与工业物联网平台接口,使学生在安全合规前提下操作真实产线的传感器数据流,利用时序数据分析方法识别设备劣化趋势,借助聚类算法优化仓储库位分配策略,通过仿真工具验证柔性生产线的调度逻辑,这种基于工业级工具链的实战训练能够有效弥合课堂理论与行业应用的认知鸿沟。教学实施过程需遵循渐进式能力培养规律,初期聚焦单一工序的数据分析任务,中期过渡到跨部门协同的生产系统优化项目,后期延伸至供应链上下游联动的复杂决策场景,每个阶段匹配相应的大数据工具包与工程方法论指导手册,让学生在迭

代式项目推进中自然掌握数据建模与工程问题求解的融合技巧,教师团队则依托项目管理平台跟踪学生的算法选择合理性、模型泛化能力、方案落地可行性等核心指标,形成动态反馈的教学质量评估机制^[5]。

4 结语

工业大数据应用场景的深化发展对工业工程人才提出了全新的能力矩阵要求,课程体系有必要针对数据采集与分析能力、系统优化思维、跨领域协同能力这三大维度展开结构性调整。基础课程模块应着重强化统计学与编程工具的基础性地位,在技术融合课程方面将工业数据建模、生产系统仿真等特色模块作为重点来开发,跨学科课程群的建设应当突破传统学科边界,以实现物联网、人工智能等知识单元的整合,实战项目牵引式教学则依托校企共同建设的工业大数据平台来开展。高校宜建立起课程动态调整机制,通过定期对接行业技术演进的趋势来更新教学内容。

参考文献

- [1] 吴丹丹,向泓兴,杨波.课程思政融入工业工程教育创新实践研究[J].改革与开放,2024,(17):48-53+72.
- [2] 高广章.基于OBE理念的工业工程专业人才培养体系[J].西部素质教育,2024,10(06):89-92.
- [3] 虞先玉,周德群,朱建军,等.工业工程专业全过程融合人才培养模式探索[J].教育观察,2023,12(34):99-101+119.
- [4] 明振军,王国新,阎艳.工业工程专业学生“在地国际化”联合培养模式探索[J].教育教学论坛,2024,(14):5-8.
- [5] 杨敏.新工科背景下工业工程专业多主体协同育人模式探索[J].秦智,2023,(10):75-77.

作者简介:余波(1995-),男,汉,重庆,硕士研究生,无职称,研究方向:智能建造与工业工程。

基金项目:KG2024014 重庆对外经贸学校校级改革项目(教改),2024102494161(教育部就业育人项目)