

以专业认证为导向的基于案例驱动的“牵引供电” 实践课程改革与实践

郑海青, 王明明, 杜巍, 张文莲, 邢卉, 李欣
石家庄铁道大学电气与电子工程学院, 河北 石家庄 050043
DOI: 10.61369/RTED.2025020043

摘要 : 基于工程教育专业认证标准对培养学生解决复杂工程问题能力的要求, 结合学科专业特色, 对“牵引供电”实践课程进行了设计和实践。针对当前牵引供电实践课程教学过程中工程案例不丰富、综合考虑“冲突性”(非技术类因素)的教学设计不足的问题, 引入行业导师赋能课程教学。以“复杂工程案例”为中心开展项目化教学, 构建以产出为导向的课程评价体系。通过引导学生在设计中综合考虑地形地貌、供电半径、负荷分布等工程技术因素, 同时结合区域发展规划、环境影响评估等社会因素, 培养学生系统化思考能力及工程意识。

关键词 : 专业认证; 案例驱动; 实践课程; 《牵引供电系统课程设计与仿真》; 教学改革

Reform and Practice of Case-Driven "Traction Power Supply" Practical Courses Oriented Towards Professional Certification

Zheng Haiqing, Wang Mingming, Du Wei, Zhang Wenlian, Xing Hui, Li Xin
School of Electrical and Electronic Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, Hebei 050043

Abstract : Based on the requirements of engineering education professional certification standards for cultivating students' ability to solve complex engineering problems, combined with the professional characteristics of the discipline, the practical course of "Traction Power Supply" was designed and practiced. To address current issues in the teaching process—such as insufficient engineering cases and a lack of instructional design incorporating "conflicting factors" (non-technical considerations), industry mentors have been introduced to enhance course instruction. The teaching adopts a project-based approach centered on "complex engineering cases" and establishes an outcome-oriented course evaluation system. By guiding students to holistically consider technical factors (such as terrain, power supply radius, and load distribution) alongside socio-economic factors (including regional development planning and environmental impact assessments), the course cultivates systematic thinking skills and engineering awareness in students.

Keywords : professional certification; case-driven; practice course; Design and Simulation of Traction Power Supply System Course; teaching reform

引言

2024年11月29日, 中国工程教育专业认证协会正式发布了《工程教育认证标准(2024版)》^[1], 2024版在落实《毕业生要求与职业能力框架》(GAPC2021)方面, 强调学生计算思维和应用能力的培养, 强调学生创新创造能力的培养, 增加了设计和开发“体现创新性的解决方案”和“批判性思维能力”的要求; 在落实可持续发展目标 SDGs 有关要求方面, 强调要“综合考虑可持续发展的要求”, 除技术要素外应从可持续发展的视角综合分析问题; 在设计开发解决方案时, 强调应考虑“全生命周期成本与净零碳要求、法律与伦理”等因素, 从经济社会可持续发展的角度论证设计方案的可行性; 在解决复杂工程问题时, 能够基于工程相关背景知识, “分析和评价工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响”, 以强调工程与可持续发展的关系。

一、理论基础概述

实践类课程是衔接理论知识、行业需求与学生能力培养的核心载体^[2-3]。为有效支撑毕业要求的达成，需从课程内容更新、模块化设计、校企协同、评价机制等维度进行系统性优化。石家庄铁道大学在轨道交通行业具有较大社会影响力和社会贡献率，具有面向轨道交通行业融通发展的学科特色。电气工程及其自动化专业是国家级一流本科建设专业，教育部“卓越工程师教育培养计划”试点专业，并于2023年通过工程教育专业认证，主要服务于轨道交通行业和地方经济建设。牵引供电系统相关实践课程是专业的特色课程也是支撑毕业要求达成的核心课程之一，课程的产出直接影响毕业生的培养质量。高速铁路牵引供电系统现场全封闭运行，环境复杂危险，单纯课堂教学不利于抽象知识的消化吸收。针对此问题，西南交通大学引入虚拟仿真实验教学系统，将当前高铁发展的最新工程技术直观真实地融入到课程教学中，学生的直观认识和理论计算分析能力均得到加强，实践能力得到锻炼，有效促进了解决“复杂工程问题”能力的发展^[4]。北京交通大学基于科研设备平台共享系统，在《牵引供电系统》课程的讲授中，采用理论学习、实物课堂及虚拟课堂讲授相结合的教学模式，保障了学生学习实践内容与行业技能要求相结合，有利于培养学生的创新设计思维^[5]。黑龙江交通职业技术学院在剖析牵引供电领域典型工作岗位主要工作任务的基础上，以岗位为导向，以《牵引变电所设备运行与维护》课程为例，设计了相应的教学情境及考评方式^[6]。梁静在《牵引供电系统继电保护》实践课程教学中，以典型工作任务为载体，参照铁路供电车间工作组织模式，设计教学情境，有效提高了铁道供电专业学生的综合能力^[7]。

在学生复杂工程问题能力培养方面，贾权等^[8]以“新工科+工教育认证”为导向，结合专业特色及人才培养需求，从知识、能力及素养层面设计了人才培养体系。樊金荣等^[9]针对《电气控制》课程，设计了4个不同层次的能力目标，保证了学生创新能力的达成。迟耀丹等^[10]通过引入CDIO-OBE理念，优化课程体系与工程实践体系，增加多学科交叉融合课程，拓展了“解决复杂工程问题”能力的培养途径。中国铁道学会电气化委员会2024年度学术交流会提出，铁路电气化必须要从时代出发，推动电气化设计、建造、运维不断向数字化、智能化方向发展，以科技创新打牢“交通强国”的根基。基于以上背景及工程教育认证中对学生实践能力和创新能力的要求，有必要对现有的行业特色明显、专业性强的实践课程进行升级改造。本文以轨道交通供电特色课程《牵引供电系统课程设计与仿真》为例，从教学内容整合、教学方法设计及课程考核方式等方面进行分析探讨。

二、基于案例驱动的课程教学改革

（一）目前实践内容设计中存在的问题

由于课程的特殊性，专业性的资料获取难度较大，导致工程案例不是很丰富，复杂度不够，对培养学生解决复杂工程问题的

能力有限。综合考虑“冲突性”（非技术类因素）的教学设计不足，在考核环节中，体现“综合应用已学过的知识、理论深度，以及工程约束与利益冲突的意识”的内容不足，这些都会影响课程目标达成的有效性。

（二）行业导师进课堂赋能人才培养新模式

针对目前实践教学设计的不足，邀请中铁电气化局集团设计研究院供变电设计所和中车青岛四方机车车辆股份有限公司技术中心的工程师参与课程建设，引入牵引供电系统设计实例，从选址的多元约束分析、变压器选型的多目标决策、典型冲突场景的案例教学设计及项目结束后的经验教训总结方面进行讲解，将工程伦理、技术经济、环境科学等跨学科知识有机融入专业教学，可有效培养学生在复杂约束条件下的系统思维能力。

（三）以产出为导向的课程评价体系

该课程设置了6个课程目标用于支撑毕业要求（见表2），针对每个课程目标设计了不同的考核方式，如表2所示。

表1 课程目标和毕业要求指标点的对应关系

课程名称	毕业要求指标点	毕业要求指标点具体内容	课程目标
牵引供电系统课程设计与仿真	2-4	能够运用轨道交通供电领域相关的牵引供电和供配电工程等基本原理，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	1
	3-3	能够进行轨道交通供电系统设计，且在设计中体现创新意识。	2、3
	5-2	能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域中复杂工程问题进行分析、计算与设计。	5
	10-3	具备跨文化交流的语言和书面表达能力，能就轨道交通供电领域涉及的专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。	6
	11-3	能在多学科环境下（包括模拟环境），在设计开发解决方案的过程中，运用工程管理与经济决策方法。	4

表2 课程考核评价及相应观测点

考核环节	评审项目	评价要素	课程目标
验收 (40%)	讲解内容	讲解思路是否清晰，语言表达是否准确，概念是否清楚，论点是否正确，考察对问题的理解和把握程度	6
	仿真功能	仿真功能实现情况，考察应用软件解决问题的能力	5
	回答问题	对老师提出问题的要点有准确的理解，能正确回答，回答问题思路清晰，条理清楚。考察对问题的理解和把握程度	6
课程设计报告 (60%)	设计思路	是否具有独立查阅文献和调研的能力，考察对文献的检索、分析能力	1
		是否具有综合、收集和正确利用各种信息及获取新知识的能力，考察综合应用知识解决问题的能力	2
		是否能在整个设计过程中通过查阅文献得出自己的观点	3
		是否能提出不同的设计方案并进行对比分析	4

课程 设计 报告 (60%)	仿真方案	仿真模型的搭建是否合理，考察应用软件解决实际工程问题的能力	5
	结果分析	数据计算、分析处理是否正确，考察综合应用知识解决问题的能力	2
	课程报告质量	报告内容是否完整，图、表及其他论文格式是否符合科技论文写作要求，考察科技论文的写作能力	6

2021级电气工程及其自动化专业的学生该门课程课程目标达成情况如图1所示：

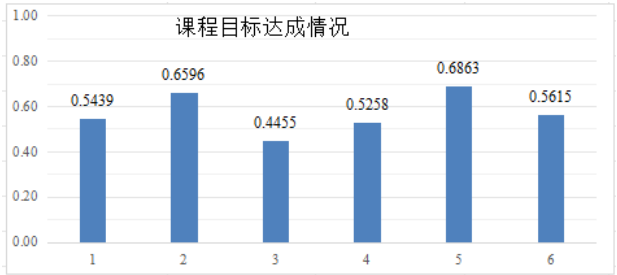


图1 课程目标达成情况

由考核结果可以看出，各课程目标的达成情况呈现明显分化：课程目标2（基础知识掌握）和课程目标5（工程计算能力）达成度较高（均超过预期值），而课程目标1、3、4、6的达成

情况显著低于预期，反映出学生在高阶能力培养方面存在明显短板。学生在牵引供电系统设计关键环节（如选址优化、供电方式选择、牵引变压器接线形式等）的新技术追踪能力不足，文献调研多停留在基础概念层面，缺乏对行业前沿的深度解析。在设计报告的书写中，逻辑性较差，概述性内容较多，但缺乏分析和结论性内容的陈述。

三、总结

在新工科建设背景下，行业特色院校应紧扣时代发展需求，持续推进特色专业课程改革，以培养适应行业高质量发展的高素质人才。牵引供电课程具有技术融合度高、工程实践性强的特点，因此，深化产教融合育人模式对培养卓越工程人才至关重要。本研究通过引入企业导师、以真实工程案例驱动教学，构建了较为完善的课程资源建设体系，形成了可推广的实践教学范式。未来，还应进一步深化课程思政内涵建设，动态更新产教融合资源，强化科研反哺教学机制，以持续提升课程的高阶性与前沿性，为行业输送更多具备创新能力和工程素养的优秀人才。

参考文献

[1] 中国工程教育专业认证协会. 关于发布《工程教育认证标准（2024版）》的通告.

[2] 闫孝姮, 陈伟华, 王雨虹. 工程教育专业认证驱动下电气类人才创新培养模式研究 [J]. 中国现代教育装备, 2023, 413: 83-85.

[3] 陈金强, 赵丽平, 陈民武, 等. 产教融合的轨道交通电气工程专业实践教学体系研究与构建 [J]. 高等工程教育研究, 2022, (01): 75-79.

[4] 陈金强, 赵丽平, 解绍锋等. 高速牵引供电系统虚拟仿真实验教学设计与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2021, 1: 67-71.

[5] 刘秋降, 吴命利, 霍静怡. 面向新工科建设的“牵引供电”课程科教融合式教学改革 [J]. 教育教学论坛, 2023, 26: 72-75.

[6] 武文斌. 牵引供电技术专业岗位技能培养的探索与实践 [J]. 山西青年, 2016, 8: 204-205.

[7] 梁静. 以应用型人才培养为导向的课程教学改革探究——以《牵引供电系统继电保护》为例 [J]. 电子测试, 2020, 7: 124-125.

[8] 贾 权, 郭计云, 王明明. “新工科+工程教育认证”背景下特色专业人才培养体系探究 [J]. 高教学刊, 2024, S2: 157-160.

[9] 樊金荣, 苏治群, 李薇. 工程认证背景下“电气控制”课程改革与实践 [J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(5): 54-57.

[10] 迟耀丹, 杨佳, 王超. “新工科”背景下电气类专业学生“解决复杂工程问题”能力培养途径 [J]. 邢台职业技术学院学报, 2024, 41(3): 18-21.