

培养解决复杂工程问题能力的物联网技术 课程教学探索与实践

王咸鹏 武贵路 苏婷 杨永钦 国月皓

(海南大学信息与通信工程学院, 海口 570228)

摘要 解决复杂工程问题的能力是国内高校工程教育培养学生应具备的核心能力之一。本文对复杂工程问题要素进行分析,以物联网技术课程教学为例,剖析课程知识架构。从多样化教学模式及课程教育改革中的教学理念、教学效果、教学手段和课程评价4个方面入手,提出案例讨论课形式驱动解决复杂工程问题能力的教学模式探索,培养学生在复杂工程实践中利用所学基础理论知识解决问题的能力。

关键词: 工程教育; 物联网技术; 教学模式; 复杂工程问题

Exploration and practice of the Internet of Things technology course teaching to cultivate the ability to solve complex engineering problems

WANG Xianpeng WU Guilu SU Ting YANG Yongqin GUO Yuehao

(School of Information and Communication Engineering, Hainan University, Haikou 570228)

Abstract Solving complex engineering problems is one of the core abilities that students of engineering education in domestic universities should possess. The elements of complex engineering problems are analyzed. Taking the Internet of Things course as an example, the knowledge structure is analyzed in this course. From diversified teaching mode and curriculum education reform which includes teaching philosophy, teaching effect, teaching method and curriculum assessment, the exploration of teaching mode which is driven by case seminar format is proposed to solve complex engineering problems, cultivating the ability of students to solve problems by using basic theoretical knowledge in complex engineering practice.

Keywords: engineering education; Internet of Things; model of teaching; complex engineering problems

0 引言

2016年6月,中国正式加入《华盛顿协议》,该协议为国际工程教育学位互认协议,可有效提高我国工程教育质量,改革并发展工程教育^[1]。它要求从学生、培养目标、毕业要求、课程体系、持续改进、师资队伍等方面保障工程专业人才达到既定人才能力培养目标。

以学生为中心,以目标为导向,并持续改进是工程教育认证的三大核心理念^[1-3]。“解决复杂工程问题”在2016年被工程教育认证协会确立为一项重要考核内容^[4-5]。因此,在课程教学实施过程中,针

对课程内容设计、课程考核、毕业设计等环节,积极融入复杂工程问题,通过问题驱动学生进行目标学习,从而培养学生解决复杂工程问题的能力。

1 复杂工程问题要素分析

以往,我国高等教育工作更注重学术成果,致使学生更多专注于学术论文发表,以满足高校毕业要求,这直接导致学生的工程思维、工程设计、团队协作等工程师职业素养缺失。解决复杂工程问题是工程教育的重要组成部分,也是工程教育专业认证标准中的重要要求。人们进行工程实践时,综合运用多个学科的理论知识及技术手段,实现并完成改造

客观事物的目的。在这一过程中,多个学科、多种技术理论相互交叉应用,为解决复杂工程问题相融合。研究和探索复杂工程问题,需要学科间相互协作,并借助多种技术手段,以提升技术创新应用能力,推动工程领域高质量可持续发展^[6-7]。因此,在培养学生的过程中,教学目标应包含培养学生解决复杂工程问题的能力,其在物联网技术课程中体现为具有设计性、创新性、系统性的实践动手能力。实践动手能力的培养过程有助于学生进行沟通协作、知识迁移、问题建模等,帮助学生理解如何利用物联网技术来运行物联网系统,解决不同工程问题。

工程认证中的12条通用标准对工程知识相关内容进行了明确说明,要求能够综合运用数学、自然科学、工程基础及专业知识来解决遇到的复杂工程问题^[8]。如何界定复杂工程问题是高等教育专业人才培养的首要问题。复杂工程问题没有严格定义,也没有明确标准。通过分析,多数专家普遍认为复杂工程问题应具备必备特征和部分或全部特征。其中,必备特征为:具备运用深入的工程原理,并通过分析才可以解决的特征。部分或全部特征为:①包含技术、工程和其他要素中的多个方面内容,且彼此之间存在一定冲突;②通过建立创新性的抽象模型解决问题;③仅靠常规方法无法完全解决;④专业工程实践的标准和规范中并没有完全涵盖问题中所涉及的因素;⑤问题涉及多方利益,且利益不完全一致;⑥综合性较高,且包含多个相关联子课题。

工程教育认证是专业认证机构针对高等教育机构开展工程类专业教育实施的专门性认证,旨在为相关专业技术人才进入行业领域提供预备教育质量保证^[6]。在电子信息类专业中,电子信息工程是一个较宽口径专业,涵盖电子和信息工程方面知识,要求所培养学生具备高等工程技术人才能力,具有电子技术和信息系统专业技术方面的相关知识,可以对行业内相关电子设备及信息系统开展设计、研发、制造等方面的工作。该专业毕业生应具备的知识和能力包括工程知识、问题分析、设计/开发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理和终身学习。

2 物联网技术课程知识架构剖析

物联网技术是一门涵盖多个领域的综合性技术

学科。随着第五代移动通信技术(5th generation mobile communication technology, 5G)和第六代移动通信技术(6th generation mobile communication technology, 6G)的发展,物联网一直是当前科技领域的热门话题,是指通过互联网连接和通信技术,实现各种物理终端设备及对象互联互通的一种技术体系。随着物联网技术的发展,物联网网络架构及其终端设备向着智能化、集成化、精准化、便捷化等方向演进。物联网技术是在计算机网络、电子信息、通信系统及终端设备的融合集成中逐渐发展起来的,以通信网络为载体,以设备互联为目标的电子技术。物联网技术知识体系架构如图1所示。

工程教育以培养学生工程思维及解决工程问题能力为目标,核心思想是指导学生利用所学理论知识和实践技能,解决工程实际问题,提升学生综合能力,为学生毕业后的职业发展奠定基础。物联网技术课程作为一门专业核心课,具有较强的专业性,与电子科学与技术、信息与通信工程、人工智能等前沿技术融合发展^[9-10]。该课程具有涵盖面广、应用实践性强的特点,其对毕业要求的支撑作用在于:

1) 将数学、自然科学、工程技术知识用于解决工程实践问题。

2) 应用数学、自然科学和工程技术理论的基本原理,并通过文献研究分析物联网技术工程领域存在的工程问题并获得有效结论。

3) 具备设计物联网工程领域工程问题解决方案的能力,并在相应过程中体现一定的创新意识,同时考虑社会、安全、文化、健康及环境等因素。

4) 能够基于科学原理并运用科学方法研究物联网技术工程问题,包括解析现有物联网设备和完成工程实验及获得合理有效的结论。

5) 能够针对物联网工程领域的工程问题使用现代工具。

6) 能够基于物联网技术工程领域相关背景知识合理分析、评价物联网技术工程实践和工程问题解决方案对社会各方面产生的影响,并相应承担责任。

7) 能够理解和评价针对物联网技术工程问题的专业工程实践对环境和社会可持续发展的影响。

8) 具备人文社会科学素养和社会责任感,能够在物联网技术工程实践中理解并遵守职业规范,履行责任。

9) 能够在物联网技术课程多学科背景下的团队中承担多个角色。

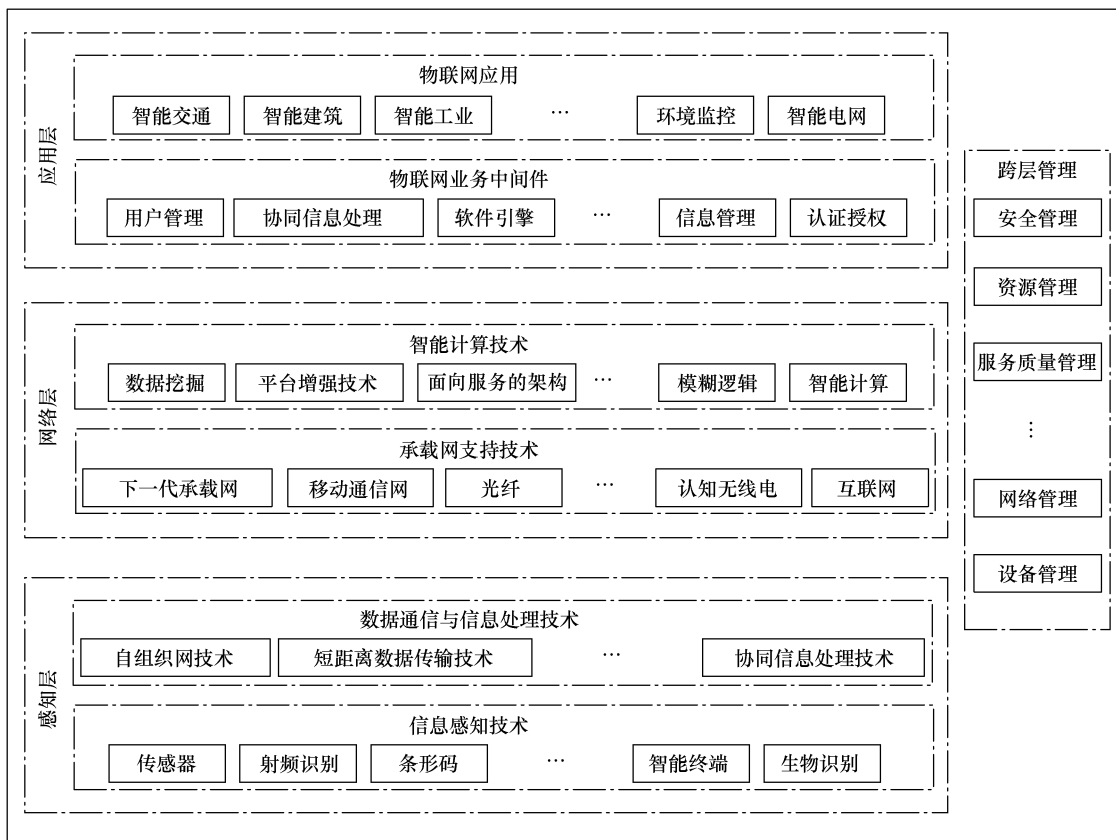


图 1 物联网技术知识体系架构

10) 能够根据工程实践问题与行业人员及社会公众进行有效沟通和交流,并具备一定的国际视野,可以在跨文化背景下完成沟通和交流。

11) 理解并掌握物联网技术工程领域工程管理与成本效益分析,并推广在多个学科环境中应用。

12) 能够自主学习和终身学习,具有不断学习和适应发展的能力。

3 案例讨论课驱动解决复杂工程问题能力的探索与实践

依据物联网技术课程特点,课程改革应坚持以学生为主、教师教学为辅的师生互动探索式课堂,加强理论与实践、课上与课下、自主学习与内容考核、创新技术与课程思政 4 个相结合的教学指导原则。培养解决复杂工程问题能力框架如图 2 所示。通过课程学习,学生可以提高对物联网的认知能力,在项目案例驱动指引下,设计教学内容和教学框架,制定学生课程培养计划,搭建有深度、有广度、有活力的实用沉浸式教学课堂,激发学生的学习兴趣,实现学生团队协作及工程创新实践能力培养^[1]。

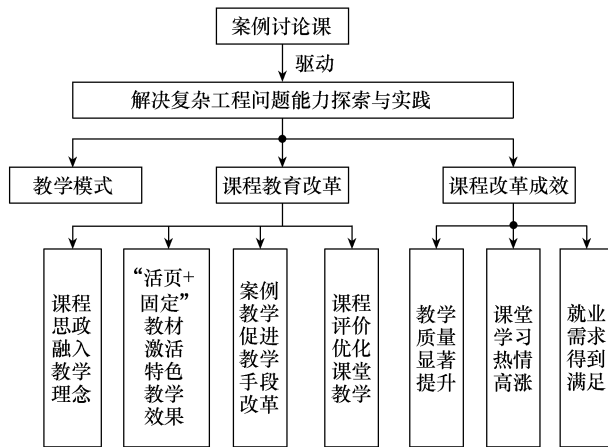


图 2 培养解决复杂工程问题能力框架

3.1 教学模式

教学形式多样化,从线上到线下、从课堂教学到课外实践全方位支持教学模式改革。教学形式多样化的优势在于学生可以快速达到学习目标,提升学习效率。线上依托学院 Canvas 平台提前发布教学大纲及知识目标、课堂教学课件、课后作业、相关精品课程等内容供学生学习,便于及时了解学生学习情况;线下与学生面对面授课,可以让学生真实

感受课堂氛围。课堂教学主要传授理论知识,并现场对学生产生的疑问给予反馈;课外实践是课堂教学的延伸和拓展。课堂教学与课外实践融会贯通是实现学生综合能力提升的有用、有效、有力的途径。

3.2 课程教育改革

在传统的课程教学中:涉及思政教育的内容较少或没有;对于授课内容,教师一般依据固定教材目录依序讲授;教师授课多以理论授课为主,完成章节内容知识点的讲解;缺少授课后的学生反馈,无法形成教学效果评价,不利于持续改进。

1) 课程思政融入教学理念

物联网技术课程是一门专业性、科学性和应用实践性强相关的课程,对开展课程思政及立德树人教育具备有利条件。立德树人教育是高校教师职业的神圣使命和责任。因此,在课堂教学过程中融入思政元素,可以潜移默化影响学生思维,让学生树立爱国意识。

大量思政元素由一个个鲜活的案例构成,述说物联网技术的发展历程,有助于使学生对课堂产生浓厚兴趣。例如,移动通信网涉及5G通信技术,与5G芯片技术和微控制单元(microcontroller unit, MCU)电路集成结合,从而引出高端手机芯片生产及欧美国家在先进通信技术方面对我国的封锁,激发学生在学习移动通信技术的热情和使命感;在介绍物联网系统时,强调我国华为技术有限公司研发的首个国产移动操作系统——华为原生鸿蒙操作系统成为继苹果iOS和Android后的全球第三大移动操作系统,提升学生民族自信心和民族自豪感;在物联网安全技术部分,融入建国初期为保障国家安全而涌现出的动人故事和感人事迹,激发学生学习积极性,明白当前和平幸福生活的来之不易。

在课堂实践考核环节加入思政话题的考查。例如,通过神舟遨游、北斗导航、嫦娥探月、蛟龙入海等大国重器,探讨工匠精神,激励在自己的赛道上创造属于自己的精彩;从当下俄乌冲突、巴以冲突、朝鲜半岛紧张局势升级等地缘政治冲突中,谈论与物联网技术相关的应用,从而引申为对战争与和平的思考。通过此类课堂实践教学环节,加深学生对物联网的思考,理解物联网技术的应用,激励学生投身我国物联网技术的研发工作,践行中华儿女的使命。

2) “活页+固定”教材激活特色教学效果

教材是课堂教学内容的主要载体。教材开发应

围绕提升学生综合能力而编写,运用先进的信息技术将新的技术、标准规范、制作工艺等融入教材,与时俱进,构建多样化教学资源体系。

传统教学课堂一般选定教材后会沿用几年甚至十几年,内容相对固定。这种方式便于教师提前备课及教学管理,且可以减少物质浪费。但是,固定教材难以适应学生个体差异,且限制学生创新思维培养。此外,物联网技术发展迅速,适时更新教学内容才能跟上时代教育步伐。活页教材可以根据物联网技术发展及专业发展特性,及时更新调整教学内容,灵活选择教学方式,使学习方式更加多元。然而,活页教材丢失或损害风险更高,而且教学内容随时更改不仅会提高成本,还会给教师的教学管理带来更大考验。结合活页教材和固定教材各自的特点,根据教学实际情况采用两者相结合的方式,可使学习方式多元化,有效满足学生的创新和探索需求,激活特色教学效果。

3) 案例教学促进教学手段改革

除了课堂所传授的理论知识,物联网技术课程最大特点在于与实际应用相结合,理论联系实际,通过分析行业发展过程中所遇到的技术难题,引导学生开展可能的解决方案讨论。在对实际案例的探讨过程中,思考相关的物联网技术,深化对技术的理解,以课堂研讨为主,辅以课后实践作业,加强学生的思考能力。例如,讲解5G相关技术时,重点向学生讲解5G网络链路性能指标,并介绍其与4G网络链路性能指标之间的异同。关闭WiFi功能的情况下,以手机测速所得测试数据对比5G网络与4G网络两种通信系统,并谈论现代通信技术对社会经济发展和人们日常生活所产生的影响。

4) 课程评价优化课堂教学

课程注重项目实践为主、理论考试为辅的考核模式,课程结束后,从教师和学生两个维度对课程实施过程中的课堂理论授课、课堂研讨、课后实践等环节分别评价,实现教师与学生的双向考核。课程评价可以分析教学成果及其产生原因,从而帮助教师了解教学过程中的问题,及时调整授课内容及授课方式。在考核过程中,学生和教师可以依据结果总结经验教训,由反馈来调整整个教学过程。同时,评价机制可以有效监督和控制教学过程,依据教学效果和学习成绩促进教师与学生积极参与课程教学过程。学生可以充分掌握自身学习情况,而授课教师可以依据课程评价优化课堂教学。

3.3 课程改革成效

课程教育改革目标是培养学生解决复杂工程问题的能力,培养社会工程项目实践需要的人才。通过课程教育改革,实现如下成效。

1) 教学质量显著提升

通过教学模式改革,使教师与学生之间形成良好交流。教师及时引入物联网领域的最新技术和发展趋势,如边缘计算、6G、人工智能与物联网的结合(artificial intelligence & Internet of Things, AIoT)等,并加强课程与其他学科的交叉融合,打破传统学科的界限,融合计算机科学、电子工程、通信技术、数据分析等多学科知识,帮助学生建立跨学科知识体系,使学生更加热爱课堂,掌握前沿技术,积极参与课堂教学活动,并跟随教师授课思路、案例讲解,发散思维,举一反三,真正做到将课堂知识应用到工程实践中。教师受学生学习热情的影响,也会认真备课,充分授课,力争圆满地完成课堂授课目标。

2) 课堂学习热情高涨

学生对知识充满渴望,对能够运用所学知识解决复杂工程问题充满成就感。教师发布的任务,学生会主动完成。课程注重学生反馈与满意度,调研学生在学习过程中是否感到课程具有挑战性、趣味性,是否可以激发学生自身学习兴趣。通过学生的反馈和课程评价,了解学生对课程内容、教学方法和教师授课的满意度。在授课过程中,可以借鉴项目驱动的形式,让学生通过实际项目来学习和应用物联网技术,独立完成物联网系统的设计、开发和部署,切实提升学生动手能力和工程实践能力。在这样的氛围下,学生能够自觉将所学知识融会贯通,激发创新思维,提出并实现有实际应用价值的物联网解决方案,增强学习兴趣。

3) 就业需求得到满足

课程教育改革能够提升学生解决复杂工程问题的能力,提高学生的就业率,尤其是在物联网相关领域。加强与企业合作,引入企业实际项目或案例,帮助学生了解行业需求及技术应用。通过与企业合作,增加学生的实习和就业机会,增强学生的职业竞争力,使学生能够胜任物联网工程师、数据分析师、系统架构师等职位,更好地融入相关行业。学生培养质量得到提升,就业需求得到满足,更好地服务社会。在这一过程中,校企合作得以加强,从而为学校提供更多的实践教学与就业机会。同时,

通过调研毕业生在行业中的职业发展情况,了解学生是否能够快速适应行业需求,并取得职业成就。通过对毕业生的跟踪调查,了解他们在职业生涯中的表现,评估课程改革对其长期发展的影响。根据调研结果可以对课程进行改革,建立反馈机制,根据学生和行业的需求持续优化课程内容。

4 结论

解决复杂工程问题能力已成为衡量所培养学生质量的一种新趋势。海南大学电子信息工程专业遵循工程教育认证标准,以“宽口径、厚基础、强能力、高素质”为基本原则,构建新工科人才培养模式。为培养学生具备解决复杂工程问题的能力,专业设置一体化课程体系,并组建优秀师资力量任教,通过剖析工程项目中的复杂问题,将复杂工程问题中系统复杂性、不确定性、多目标优化、跨学科集成等核心难题,分解和提炼为学生容易理解的问题。分析以案例讨论课的模式驱动解决复杂工程问题的方法,并通过课堂讲授、课下实践、案例分析等多样化教学方式传授于学生。经过不断探索与实践,有效改善了学科教学质量,提升了学生解决复杂工程问题的能力,为学生可持续发展的创新创业培养奠定了基础。

参考文献

- [1] 段斌,付子康.《华盛顿协议》毕业要求框架下课程体系设置合理性评价的计算思维方法[J].电气技术,2022,23(12):64-69.
- [2] 李慧.基于工程教育专业认证理念下高校课堂教学质量提升分析[J].教育教学论坛,2020(43):330-331.
- [3] 杜明义,靖常峰.面向工程教育专业认证的协同育人模式探索[J].北京测绘,2024,38(10):1508-1512.
- [4] 胡开业,王宏伟,马山,等.工程本科生解决复杂工程问题能力培养研究[J].中国教育技术装备,2024(12):96-99.
- [5] 鲁春燕,李炜,刘微容,等.工程教育专业认证背景下控制类课程群体体系构建与实践[J].电气技术,2022,23(12):58-63,69.
- [6] 林健.如何理解和解决复杂工程问题:基于《华盛顿协议》的界定和要求[J].高等工程教育研究,2016(5):17-26.
- [7] 孙妍妍,彭迪.复杂工程问题解决认知建模及其课堂教学策略研究[J].中国大学教学,2024(10):68-76.

(下转第61页)

- [3] 朱娟娟, 贺王鹏, 郭宝龙. 新工科电气电子类课程改革与实践: 以“信号与系统”为例[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 72-78.
- [4] 霍鑫, 岳明潭, 弭宝涵, 等. 自动化专业实验创新平台设计与教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(6): 42-46.
- [5] 李建雄, 呼忠权, 马锴, 等. 地方高校自动化专业创新实践平台建设[J]. 教育信息化论坛, 2024(1): 99-101.
- [6] 高东, 吴重光, 李大宇, 等. 化工背景自动化专业实践类课程智能化教学方法研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 97-103.
- [7] 申富媛, 李炜, 刘微容, 等. “自动控制原理”课程目标达成度统计分析持续改进[J]. 电气技术, 2023, 24(1): 65-69, 75.
- [8] 史敬灼. 工程教育专业认证背景下的形成性评价[J]. 电气技术, 2022, 23(10): 59-66, 85.
- [9] 龙璇, 段斌, 柯其聪. 基于学情混杂控制的课程质量评价持续改进模式研究[J]. 电气技术, 2022, 23(10): 67-73.
- [10] 梁洪, 丛山, 马骏, 等. 工科高校学院教学质量监控与保障体系设计: 以自动化专业为例[J]. 创新创业理论研究与实践, 2024, 7(15): 1-4.
- [11] 孙晶, 刘新. 过程性评价、形成性评价与终结性评价教学实践[J]. 高等工程教育研究, 2024(4): 94-100.
- [12] 曹飞. 形成性评价前沿动向及借鉴[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2024, 23(2): 87-96, 116.

收稿日期: 2024-12-23

修回日期: 2025-03-11

作者简介

毛海杰(1978—), 女, 内蒙古赤峰人, 博士, 副教授, 主要从事控制理论、动态系统故障诊断与容错控制等相关教学和科研工作。

(上接第 50 页)

- [8] 李伟哲, 张凯. 工程认证标准分析及实践体系建设建议[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2022, 18(2): 107-111.
- [9] 何云龙, 陆小力, 段小玲, 等. 大学生物联网技术课程改革与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(25): 147-151.
- [10] 蔡小庆, 孙颖. 基于产教融合的物联网人才培养模式探索[J]. 电子质量, 2024(10): 110-114.
- [11] 徐延强. 项目教学法在物联网课程中的教学实践研究[J]. 办公自动化, 2024, 29(10): 22-24.

收稿日期: 2024-12-24

修回日期: 2025-02-26

作者简介

王威鹏(1986—), 男, 博士, 教授, 主要从事电子信息工程、阵列信号处理、通感一体化方向的教学和科研工作。

(上接第 55 页)

- 分析》课程思政的建设与探索[J]. 产业与科技论坛, 2024, 23(22): 164-167.
- [8] 鲜龙, 陈伟, 郭群, 等. 专业认证背景下“电力系统分析”思政建设[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(6): 82-85.
- [9] 石赛美, 王晓芳, 黄肇. 校企合作人才培养模式下课程实践教学改革创新: 以《电力系统分析课程》为例[J]. 教育教学论坛, 2016(48): 27-28.
- [10] 朱娟娟, 贺王鹏, 郭宝龙. 新工科电气电子类课程改革与实践: 以“信号与系统”为例[J]. 电气技术, 2024, 25(10): 72-78.
- [11] 贲彤, 陈龙. 融入课程思政理念的电工学教学改革探索与实践[J]. 电气技术, 2024, 25(1): 48-51.

收稿日期: 2024-12-23

修回日期: 2025-02-19

作者简介

王荔芳(1976—), 女, 硕士, 教授, 主要从事电力系统分析与控制、高电压与绝缘的教学与研究工作。