

面向电气工程及其自动化专业的大学物理课程标准化建设研究

张红光, 李永涛, 陈 伟, 王新光, 董慧媛, 薛洪涛

南京邮电大学理学院 江苏南京

【摘要】在工程教育认证与“新工科”建设的时代背景下,传统大学物理课程因其与专业培养目标脱节、内容重复、方法滞后及评价单一等问题,难以有效支撑工科专业人才的培养需求。本研究针对电气工程及其自动化专业的核心要求,以成果导向教育(OBE)理念为指引,融合国家课程基本要求、工程教育国际规范及校本特色,系统提出了一个大学物理课程标准化体系的理论构建框架。该框架主张通过重构“基础-核心-拓展”三级模块化的课程内容,设计以学生为中心、智能技术赋能的层次化教学方法,并建立基于课程目标达成度量化分析的全过程评价与持续改进机制,旨在推动大学物理从通识性“公共基础课”向深度赋能专业的“战略基石课”转型,为工程教育认证背景下基础课程的改革与创新提供系统的理论思路与可行的建设路径。

【关键词】电气工程及其自动化专业;大学物理;课程标准化;工程教育认证;持续改进

【基金项目】全国高等学校大学物理改革研究项目(2024PR027);江苏省教学改革重点课题(2025JGZD155);南京邮电大学重点教学改革项目(JG00724JX05);江苏省本科高校“理工类公共基础课程教学改革研究”专题课题(2024LJHJK041)

【收稿日期】2026 年 5 月 15 日

【出刊日期】2026 年 6 月 20 日

【DOI】10.12208/j.jeea.20260007

Research on the standardization of college physics for the electrical engineering and automation major

Hongguang Zhang, Yongtao Li, Wei Chen, Xinguang Wang, Huiyuan Dong, Hongtao Xue

School of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing, Jiangsu

【Abstract】 Under the dual background of engineering education accreditation and the “Emerging Engineering Education” initiative, the traditional College Physics curriculum faces challenges such as disconnection from professional training objectives, content overlap with high school physics, outdated teaching methods, and a singular evaluation system. This study addresses the core requirements of the Electrical Engineering and Automation major and, guided by the Outcome-Based Education (OBE) philosophy, integrates national curriculum benchmarks, international norms for engineering education, and institutional characteristics to systematically propose a theoretical framework for constructing a standardized College Physics curriculum system. The framework advocates for restructuring course content into a three-tier modular system (“Foundation-Core-Expansion”), designing a student-centered, technology-enhanced hierarchical teaching methodology, and establishing a comprehensive evaluation and continuous improvement mechanism based on the quantitative analysis of course objective attainment. It aims to promote the transformation of College Physics from a general education common course into a strategic cornerstone course deeply empowering the major, thereby providing a systematic theoretical approach and practical pathway for the reform and innovation of foundational courses within the context of engineering education accreditation.

【Keywords】 Electrical engineering and automation; College physics; Curriculum standardization; Engineering education accreditation; Continuous improvement

引言

课程标准化是一套由强制性构建与指导性建议共

同组成的、用于规范大学物理课程设计与实施的文件与规范集合。课程标准化建设是高校深化教学改革、保

障人才培养质量的核心环节。它以专业定位为基础,以教学内容、教学方法与教学手段改革为重点,以深化教学改革提高教学质量为根本目的,突出创新精神、实践能力和跨文化素质培养并贯穿于各教学环节中,通过制定实施标准,使课程活动达到标准课程水平^[1]。课程标准化建设是落实学校办学定位、专业培养目标的重要举措,是提高高校课堂教学质量的重要途径和抓手。大量实践证明,课程标准化建设能够切实提升教育实效,从而高校达成教育目标^[2,3]。

在“新工科”与工程教育专业认证的背景下,大学物理作为工科专业重要的自然科学基础课程,重在培养学生科学思维、分析问题与解决问题能力方面具有不可替代的作用。然而,作为公共基础课如何有效支撑特定工程专业,仍缺乏系统的设计框架。通过调研发现,当前多数高校大学物理课程还存在着“三统一”(统一大纲、统一内容、统一考试)的“全校一盘棋”现象、教学目标与专业培养目标不匹配导致教学内容与专业后续课程衔接不强问题、部分教学内容与高中物理内容存在大量低水平重复导致“学习倦怠”问题、教学方法传统不能适应人工智能高速赋能教育教学的新形势、教学评价方式单一阻碍了教学质量的“持续改进”问题等^[4-6]。在“新工科”建设与工程教育认证的双重驱动下,国内顶尖高校的大学物理课程改革已率先步入“深水区”,教学内容已经开始从“学科导向”向“模块化与前沿化”过渡,教学方法开始从“知识传授”到“研究性学习”,评价体系也从“一考定局”到“多元化过程评价”转变^[7-9]。

基于此分析,本研究以电气工程及其自动化专业为例,探索如何构建一个融合工程教育认证 OBE 理念、借鉴国内先进改革经验、并体现校本电子信息特色的大学物理课程标准化体系,围绕教学内容、方法、评价的协同重构,探索该课程从服务于通识教育的“公共基础课”向支撑专业人才培养的“战略赋能课”的可能路径。

1 理论构建的依据与逻辑

1.1 构建依据

(1) 国家层面的质量底线:《理工类大学物理课程教学基本要求》^[10]

这是由教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会制定的纲领性文件,它是高等学校大学物理课程建设的基本依据。因此,对于教学内容、培养目标、教学过程和课程思政教学方面,课程建设至少要达到《基本要求》规定的最低要求。如,教学内容上要对《基本

要求》中规定的 A 类核心知识点全覆盖,必须保证足够的学时和教学深度,确保学生具备扎实的物理基础。培养目标方面,课程必须达成《基本要求》中规定的在知识、能力和素质方面的基本目标。这是课程质量的“合格线”,任何形式的特色化改革都不能低于此线。

(2) 国际实质等效的质量规范:工程教育认证标准(2024 版)

《工程教育认证标准》是一个具有国际等效性的经过科学、严格、客观设计的认证标准,为工程教育基本质量提供了规范,是从专业定位及培养目标出发,以人才培养质量为本,以学生为主体,以专业和课程建设为核心,以办学条件和管理机制为保障,构建科学合理、适应国情、与国际接轨并可持续发展的工程教育认证标准^[11],是实现课程高质量、专业化的核心指南。因此,课程建设在整个人才培养中的支撑毕业要求、专业培养目标、持续改进等方面应达到的高标准。以电气工程及其自动化专业为例,大学物理作为自然科学类课程,其标准要求是能够将大学物理知识用于解决电气工程分析、控制等相关领域的复杂工程问题,以及能够应用大学物理的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析电气系统分析、控制等相关领域的复杂工程问题,以获得有效结论。

(3) 校本特色的战略定位:学校的办学定位与专业培养目标

学校的办学定位与专业培养目标是课程标准的特色与灵魂所在。它决定了标准如何与其他高校区分开来,如何真正服务于本校的人才培养。例如,南京邮电大学是一所“以电子信息为特色”的高校,大学物理课程标准就必须深度融入“电子信息”的基因,与学校的整体战略同频共振。课程标准必须深入研究电子信息类专业(如通信工程、电子科学与技术等)后续课程对物理基础的具体需求,确保课程内容能成为专业学习的“助推器”而非“绊脚石”。

1.2 构建逻辑

课程标准的构建需要遵循严谨的内在逻辑,确保其科学性、系统性与可实施性。本研究基于教育规律与工程教育的内在要求,确立了以下设计逻辑:

(1) 遵循认知发展规律,实现知识体系的螺旋式建构

课程标准的设计首先建立在学生认知发展规律基础上。依据建构主义理论,课程内容组织充分衔接学生高中已有的电路、力学与电磁学初步知识,通过“高-本衔接”设计实现知识的深化与跃迁。具体而言,课程

采用“最近发展区”原则,将教学内容划分为基础、核心与拓展三个层次:基础层重在强化矢量、微积分工具与守恒思想,为分析工程问题奠定语言基础;核心层聚焦电磁场理论、动力学与能量转换,搭建连接物理原理与电气工程问题的核心桥梁;拓展层引入量子物理基础与材料物理概念,揭示现代电力电子与绝缘材料的微观机理。这种螺旋式上升的内容安排,避免了低水平重复,确保学生在适度的认知挑战中,完成从定性理解到定量建模的能力跃迁。

(2) 对接行业发展需求,强化物理基础的工程应用价值

课程标准的设计紧密对接电气工程行业发展趋势与人才能力需求。通过分析“新型电力系统”、“高端装备智能化”及“新能源技术”等领域对物理基础的深刻依赖,课程内容重点强化了场论(电磁场分布与计算)、动力学(刚体转动与振动)、热力学(能量转换与耗散)及量子物理基础(半导体与绝缘材料机理)等模块。同时,课程将物理建模能力的培养贯穿始终,引导学生熟练完成“实际电气问题→物理模型→数学方程→数值解/解析解→工程意义”的全过程训练。这种以行业前沿需求为导向的内容选择与能力锻造,确保了物理基础不仅能解释原理,更能直接支撑解决复杂电气工程问题的创新实践。

(3) 建立量化评价机制,形成数据驱动的持续改进闭环

课程标准的内在逻辑还体现在其评价机制的创新设计上。基于 OBE 理念,课程应建立以“课程目标达成度”为核心的评价体系。采用布鲁姆教育目标分类学^[12],构建涵盖知识、应用、分析与综合的多维评价指标,并通过项目报告、案例分析、及融合专业场景的习题等多元考核方式,获取全面的学习过程数据。这种数据驱动的评价机制不仅为教学改进提供了精准依据,也通过追踪学生在后续专业课程中的表现,构成了课程质量持续改进的闭环系统,确保了课程标准能动态优化,始终与专业培养目标同向同行。

2 体系的核心构成与构建内容

2.1 教学理念定位

教学理念须全面对标工程教育专业认证的成果导向教育(OBE)核心思想,实现从传统的“以教师为中心、以知识传授为主线”向“以学生为中心、以能力获得为根本”的转变。课程目标的设计必须与电气工程专业的毕业要求建立清晰、可衡量的支撑关系,尤其要重点支撑“工程知识”(能够将数学与自然科学知识

用于解决电气工程复杂问题)与“问题分析”(能够应用自然科学原理识别、表达与分析电气工程问题)两项核心要求。因此,课程的培养目标、内容设计与教学实施,均需围绕培养学生“将物理原理转化为解决电气工程实际问题的能力”这一中心任务展开,确保所有教学活动指向明确的、可评价的学习成果。

2.2 内容重构方案

体系构建的关键在于对教学内容进行系统重构。内容构建的方案应以工程教育认证的毕业要求为根本依据,以《理工类大学物理课程教学基本要求》为基本遵循,对知识体系系统性重组与优化,其目的是增强内容与电气工程及其自动化专业的内在契合度。为此,应建立一个层次分明、有机衔接的“基础-核心-拓展”三级内容模块体系。

(1) 基础模块: 聚焦基本概念与科学思维转型

此模块的核心目标是实现高中物理向大学物理的有效衔接,推动学生物理认知与科学思维的转型。在构建中,可规划采用基于 AI 学情诊断的“智能导学+课堂精讲”的混合式教学策略,着力引导三项关键能力的跃迁:一是从标量运算转向矢量分析,为理解电场、磁场及力等矢量场的本质奠定基础,并为后续《电路》《电磁场》等课程中的相量分析与场分布建立语言与思维框架;二是从处理静态常量转向运用微积分处理动态变化率(如电流、电压变化率)与累积量(如电荷、磁通量),打好动态系统分析的数学能力基础,支撑《信号与系统》《自动控制原理》等专业课程的学习;三是从机械记忆公式转向主动构建物理模型,着重培养学生将实际电气元件抽象化为理想物理模型的能力,为其后续构建与求解各类电路与系统模型奠定方法论起点。

(2) 核心模块: 打破学科壁垒对接专业知识脉络

本模块是课程体系的主体,需在全面覆盖《理工类大学物理课程教学基本要求》A类核心内容的前提下,突破传统力、热、光、电、原的学科分野,紧密围绕电气工程及其自动化专业的知识脉络进行整合,强化物理基础对后续专业核心课程的理论支撑。建议将核心知识重组为以下三个关键维度:

场、力与能量转化:本部分应涵盖静电场与电势、稳恒磁场与电磁力、电磁感应与麦克斯韦方程组等核心内容。教学重点放在阐释电容的储能物理本质,剖析安培力与洛伦兹力的产生机制与规律,揭示电感元件的电磁感应原理以及时变电磁场的传播规律等方面,为《电路》课程中的 RC 电路暂态过程分析和互感现

象,《电力电子技术》中的缓冲电路、高频变压器设计与电磁兼容性问题分析,《电机学》中转矩生成以及《电气设备》中电动力效应打下基础。

动力学与振动波动:本部分需涵盖刚体转动与振动、机械波等主题。教学内容应从质点模型拓展至刚体,系统讲解转动惯量、阻尼振动、受迫振动及共振等现象与规律。该部分知识为《自动控制原理》中建立旋转机械的传递函数模型、分析系统稳定性提供了直接的物理模型与理论直觉。同时,对机械波的叠加、干涉及频谱概念的阐述,可为《信号与系统》课程中的线性系统分析、信号分解等核心内容提供了至关重要的物理类比与思想启蒙。

量子物理与材料基础:本部分可聚焦光电效应与能带理论、原子结构与能级等近代物理核心概念。教学中厘清半导体导电的微观机制,这构成了理解《模拟电子技术》与《数字电子技术》中二极管、晶体管等器件所有外特性与功能的物理基石,同时也是《电力电子技术》中理解绝缘栅双极型晶体管、金属-氧化物半导体场效应晶体管等功率器件开关、导通及损耗本质的关键。此外,通过对绝缘体、导体与半导体区别的微观解释,为《高电压技术》中绝缘材料的选择及其击穿机理的分析提供了基础物理视角。

(3) 拓展模块:建立动态前沿接口

本模块作为课程前沿接口,可采用专题讲座、案例研讨等形式动态更新。内容聚焦电气工程前沿领域,如“从麦克斯韦方程到电力线损耗与无线输电”、“储能系统(超级电容、电池)中的物理过程”、“智能电网中传感与测量的物理原理”等,直接将物理基础与《电力电子技术》《电力控制系统》《电气设备》等课程的前沿发展相连。也可通过剖析“西电东送”、“柔性直流输电”等国家重大工程中的物理原理,有机融入课程思政,培养学生的工程视野与家国情怀。

2.3 教学方法创新

在课程标准化建设框架下,教学方法的创新应服务于课程目标的实现,与标准化教学内容形成有机整体。我们提出以下指导性原则与实施路径:

(1) 构建与“基础-核心-拓展”三级内容模块教学内容相匹配的层次化教学方法体系。教学方法的选择应当与课程内容模块形成深度映射:基础模块注重建构递进式教学路径,核心模块强化探究式教学设计,拓展模块推行项目式教学实践。这种层次化设计既要保持各自模块的教学特色,又要确保整个课程体系的连贯统一。

(2) 推进教育教学的数字化转型,实现智能技术与教学过程的深度融合。系统规划智慧教学平台的建设路径,通过数据驱动实现教学过程的精准管理与个性化指导。同时,要注重虚实结合,将虚拟仿真等数字资源与传统教学手段有机衔接,构建混合式教学模式。

(3) 构建开放包容的教学创新生态。在保证课程标准统一性的基础上,应当为教师的教学创新预留适当空间,鼓励教师根据学科发展动态和学生成长需求,持续优化教学方法,形成特色鲜明的教学风格。

2.4 评价体系完善

课程评价体系的构建是课程标准化建设的重要环节,应当立足于大学物理课程的基础性地位和工程教育的培养要求,课程目标达成度可采用基于支撑该课程目标的各考核环节的学生成绩数据加权平均,权重分配根据各考核环节对课程目标贡献的重要性进行集体评议确定。指导性原则如下:

(1) 构建与课程模块相对应的分层评价体系。评价体系应当与“基础-核心-拓展”三级课程模块形成有效对应。基础模块评价侧重基本概念和数学工具的掌握程度,核心模块评价关注物理思维和建模能力的培养效果,拓展模块评价强调专业知识的迁移和应用能力。建议建立差异化的考核标准,体现不同模块的能力培养重点。

(2) 突出大学物理课程和电气工程及其自动化专业特色的能力评价导向。课程评价需以支撑专业核心能力形成为目标,重点考查学生运用物理原理解决典型电气工程问题的建模与分析能力。考核应设计源于真实场景的开放式工程问题,引导学生完成“工程对象抽象—物理模型构建—数学推导求解—结论工程诠释”的全过程。同时,评价应深入考察学生对守恒思想、场论思维、微积分方法、从微观机制推导宏观特性等核心物理思想与方法论的理解与应用深度,确保其能洞见复杂电气工程问题背后的物理本质,为后续专业学习与创新奠定坚实的科学思维基础。

(3) 强化过程性评价的动态反馈功能。鉴于大学物理课程的知识体系具有较强的系统性和逻辑性,建议建立贯穿教学全过程的形式性评价机制和与教学方法相适应的多元评价方案,形成“教学-评价-改进”的闭环系统,确保课程目标的实现程度可衡量、可证明、可持续改进。通过课堂表现、小组讨论、阶段性测试等多种方式,及时了解学生的学习状况,为教学调整提供依据,实现“以评促学、以评促教”的良性循环。

3 总结

本研究针对电气工程与自动化专业对大学物理基础的特定需求,以 OBE 理念为理论指导,系统提出了一个大学物理课程标准化体系的构架思路与理论框架。该框架主张通过对教学内容进行“基础-核心-拓展”三级内容模块化重构,强化大学物理与专业核心课程的知识支撑与能力衔接关系。在方法论上,倡导推行以学生为中心、智能技术赋能的层次化教学策略,并设计一套基于课程目标达成度量化分析的全过程评价与持续改进闭环机制。该体系构建方案旨在推动课程从通识基础课向专业“战略基石课”的转型,为工程教育认证背景下的基础课程改革提供系统化、可供参考的理论范式。

参考文献

- [1] 冯晓燕,田维毅,翟海英,赵能武.高校课程标准化建设的实践与思考[J]. 贵阳中医学院学报. 2018,40 (06)
- [2] 闫章荟,赵雅光,侯怡娟,美国高等职业教育课程标准化建设及启示——以美国消防与应急服务高等教育项目为例[J]. 职业教育研究. 2025(07)
- [3] 田慧芹,高茨,数字化转型时代高校课程思政标准化建设探索[J]. 中国标准化. 2025(08)
- [4] 高倩倩,戴玉强,赵荣霞,刘慧,贾天俊.工程教育专业认证背景下大学物理课程的优化与实践[J].物理通报. 2025 (10)
- [5] 王亚楠.电力特色院校《大学物理》教学改革探析[J].中国电力教育. 2025 (09)
- [6] 胡强,李明,曹国华,蔡红新,宗海涛,乔文涛.基于新工科背景的大学物理教学改革研究[J].创新创业理论研究与实践 2025,8 (16)
- [7] 刘海兰,顾牡,吴天刚,倪忠强,宋志怀.“大学物理”课程在线混合式教学的改革与实践[J].物理与工程, 2020, 30 (04) :3-11.
- [8] 金硕,黄安平,严琪琪,等. 基于大学生物理学术竞赛的新模式本科毕业设计探索与实践[J]. 物理通报, 2021, 1:15-22.
- [9] 李妍. 工程教育专业认证背景下“大学物理”课程教学改革创新路径研究[J]. 黑龙江教育, 2023, (8) : 44-46.
- [10] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会. 理工类大学物理课程教学基本要求(2023 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2023.
- [11] 吴晓明, 中国工程教育认证标准启示[J], 机械工业标准化与质量, 2018 (07) 41-45.
- [12] 宗秋荣, 教育目标分类学[J], 中国电大教育 .1991 (11).

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS