

面向能力跃迁的“一体两翼三阶”电子线路课程教学改革与实践

年桂君 车晓镭

吉林大学物理学院, 中国·吉林 长春 130021

摘要: 电子线路是吉林大学物理类专业衔接基础理论与工程应用的核心课程。针对国内高校该课程普遍存在重理论轻实践、教学内容碎片化、授课形式单一、实践层次浅显、考核方式固化等问题, 该校教学团队以复合型、创新型物理人才培养为目标, 依托混合式教学与科创育人思路, 构建面向学生阶梯式能力提升的“一体两翼三阶”电子线路教学新模式。研究明确四大育人目标, 聚焦教学体系碎片化、高阶能力培养缺位、理实融合不足、考核评价单一四大核心痛点, 设计两条改革实施路径: 一是融合在线开放课程与可视化知识图谱搭建自适应学习系统, 化解知识零散、自学低效难题; 二是打造“竞赛-项目-产教融合”三阶递进实践教学链, 依托学科竞赛、大创项目及与企业共建实战课程分层锻炼学生工程创新能力。本次改革具备模式、教学方法、协同育人机制三重创新, 形成线上线下、课内课外、校企协同的立体化育人体系。经 12 期教学实践, 该模式在校内全面落地, 显著提升学生电路设计、科创实践能力, 相关在线课程面向多校开放共享, 教改范式被校内同类课程借鉴, 可为新工科下高校物理及理工科工程类课程教学提质提供可复制的实践参考。

关键词: 物理学科; 电子线路; 教学方法改革

Teaching Reform and Practice of the "One Body, Two Wings, Three Stages" Electronic Circuit Course Oriented to Ability Leap

Nian Guijun, Che Xiaolei

College of Physics, Jilin University, China Jilin Changchun 130021

Abstract: Electronic Circuits is a core course bridging basic theories and engineering applications for physics majors at Jilin University. In response to prevalent problems plaguing this course at domestic universities—overemphasis on theory at the expense of practical training, fragmented teaching content, monotonous teaching formats, superficial practical training, and rigid assessment methods—the university's teaching team aims to cultivate interdisciplinary and innovative physics talents. Drawing on blended learning and science & innovation-based education concepts, the team has established a new teaching model for Electronic Circuits dubbed "One Core, Two Wings, Three Stages", which facilitates progressive improvement of students' capabilities. This research defines four core educational objectives and targets four critical pain points: fragmented teaching systems, inadequate cultivation of high-order competencies, insufficient integration of theoretical learning and practical training, and simplistic assessment and evaluation mechanisms. Two reform implementation pathways have been designed accordingly. First, an adaptive learning system is constructed by integrating massive open online courses (MOOCs) with visualized knowledge graphs to address disjointed knowledge points and inefficient self-directed learning. Second, a three-stage progressive practical teaching chain of "Competitions – Projects – Industry-Education Integration" is developed. Leveraging disciplinary competitions, college students' innovation and entrepreneurship training programs, and jointly built practical courses with enterprises, the system hierarchically develops students' engineering innovation capabilities. The reform features three layers of innovations: innovative teaching model, original teaching methodologies, and a collaborative talent cultivation mechanism. It has built a three-dimensional education system that integrates online and offline learning, in-class and extracurricular activities, as well as university-enterprise collaboration. After 12 rounds of teaching practice, this model has been fully implemented across the university, markedly improving students' circuit design and scientific innovation practical abilities. The relevant online courses are open and shared with multiple universities, and this teaching reform paradigm has been adopted by similar courses within the university. It can serve as a replicable practical reference

for improving the teaching quality of physics and engineering courses at universities under the emerging engineering education framework.

Keywords: Physics; Electronic circuits; Teaching method reform

0 引言

在新工科建设纵深推进、物理学专业人才培养向复合型、应用型、创新型转型的背景下,兼具理论性与工程性的电子线路课程,已然成为吉林大学物理学院物理学、应用物理学等专业的核心衔接课程。该课程承接普通物理理论基础,又是后续电磁传感、光电检测、近代物理实验、智能测控技术等专业核心课程的重要前置支撑,是物理类学生打通基础物理理论与现代工程应用、建立电路系统思维、培育工程实践与创新能力的关键载体,在物理专业人才能力进阶培养体系中占据不可替代的地位。

长期以来,国内高校物理类专业的电子线路课程教学多沿用传统教学范式,教学重心偏向电路原理公式推导、定理论证等理论知识讲授,存在重理论、轻实践,重识记、轻创新的普遍问题。结合我院实际教学学情来看,传统教学模式的短板日益凸显:教学内容碎片化,知识点缺乏体系化串联,与当下电子技术智能化、集成化的发展趋势脱节;教学方式较为单一固化,课堂以教师单向灌输为主,学生被动接受知识,自主探究与深度思考空间不足;实践教学层次单薄,多以验证性基础实验为主,缺少综合性、设计性、创新性实验项目,难以锻炼学生解决复杂工程问题的能力;同时传统终结性考核模式,无法全面反映学生的学习过程与能力成长梯度,导致学生普遍存在“懂理论、不会应用、不会设计、不会创新”的现象,难以实现从知识积累到能力提升的跨越式跃迁。

为适配新时代物理学专业高素质创新人才培养目标,破解课程教学中高阶能力培养缺位、理论实践脱节、育人成效不足等痛点,本文立足我院物理专业人才培养定位与学生学情特点,依托混合式教学理念与科创育人思路,构建面向能力跃迁的“一体两翼三阶”电子线路课程教学新模式。以学生阶梯式能力提升为核心主体,融合智慧教学与科创实践两大育人抓手,搭建分层递进的三阶教学体系,系统性重构课程内容、教学方法、实践平台与评价机制。通过教学改革打破传统课程育人壁垒,补齐学生工程思维、实操能力、创新设计能力短板,实现学生基础知识、综合应用、创新研发能力的逐级跃迁,为物理类专业电子线路课程的提质增效与同类理工科课程的教学创新提供可行的实践路径。

1 课程教学改革的研究目标

本研究立足物理学类专业创新型人才培养定位,针对

当前电子线路课程教学中存在的理论体系固化、理实融合不足、实践层级单一、高阶能力培养薄弱、学生能力成长梯度不清晰等核心问题,以推动学生知识习得向能力跃迁的根本性转变为总体目标,构建适配物理学科特色、可落地、可复制的“一体两翼三阶”课程育人体系,全方位提升线路课程的教学质量与育人效能,精准契合新时代物理专业复合型、工程型、创新型人才培养需求。

(1) 研究的核心育人目标,是打破传统课程“重知识、轻能力”的培养局限,重塑课程能力培养主线。以学生阶梯式能力跃迁为核心主体,摒弃同质化、被动式的知识灌输模式,建立从基础认知、综合应用到创新研发的分层能力培养逻辑,解决物理专业学生普遍存在的理论与工程实践脱节、电路系统思维薄弱、复杂问题解决能力不足等问题,引导学生完成从“掌握知识点”到“构建知识体系”、从“验证实验操作”到“自主设计研发”的逐级能力升级,夯实学生电子线路理论基础、工程实操能力与创新思维,补齐物理专业学生工程应用能力短板。

(2) 在教学体系构建目标上,本研究旨在完善“一体两翼三阶”立体化教学架构。以课堂主阵地教学为育人主体,筑牢课程核心教学根基;以数字化智慧教学、学科科创实践为两大支撑两翼,破解传统教学模式单一、资源匮乏、育人维度不足的痛点。同时搭建“基础认知—综合应用—创新研发”三阶递进教学模式,重构模块化、体系化、前沿化的课程教学内容,优化线上线下融合的创新教学方法,搭建虚实结合、分层递进的实践教学平台,破除理论教学与实践教学的壁垒,解决传统课程教学碎片化、层级化缺失、与行业前沿脱节等问题,形成理论教学、智慧赋能、科创育人深度融合的闭环教学体系。

(3) 在教学评价与长效育人层面,本研究致力于建立过程性、多元化、梯度化的课程评价体系。摒弃单一终结性考核模式,构建贴合学生能力跃迁规律的综合评价机制,将课堂学习、实操训练、综合设计、科创实践、创新成果纳入考核范畴,实现以评促学、以评促练、以评促创,精准量化学生的知识掌握程度与能力成长水平。

(4) 通过本次教学改革实践,切实提升吉林大学物理学院电子线路课程的育人质量,有效提升学生的工程实践能力、电路设计能力与科技创新能力,形成一套适配物理类专业、贴合学情、成效显著的课程改革方案与教学范式,

为高校理工科电子线路及同类基础工程课程的高阶人才培养提供参考与借鉴。

2 课程教学改革要解决的问题

结合新工科背景下物理类专业工程创新人才培养要求,以及吉林大学物理学院电子线路课程长期教学积累的实际学情,针对传统教学模式难以适配学生高阶能力成长的现实困境,本次教学改革重点解决课程教学中存在的体系碎片化、能力扁平化、理实两张皮、评价单一化四大核心问题,为实现学生能力阶梯式跃迁扫清教学障碍。

第一,解决传统课程教学体系碎片化、内容与人才需求脱节的问题。传统电子线路课程教学多依据教材章节顺序开展授课,知识点呈现零散、割裂的状态,偏重经典电路理论推导与基础原理解释,缺少模块化、体系化的知识架构设计。同时课程内容更新滞后,与当前集成电路、智能检测、光电控制等物理学科前沿应用场景结合度低,理论内容与现代电子技术发展、物理专业科研实践需求适配度不足。导致学生只能孤立记忆零散知识点,难以构建完整的电路系统思维,无法将电子线路知识迁移应用到物理实验测控、信号采集与处理等专业场景,存在“学用脱节”的突出问题。

第二,解决教学模式单一固化、学生高阶能力培养缺位的问题。传统课堂以教师单向理论讲授为主,教学形式固化、互动性不足,学生处于被动接受知识的状态,自主探究、深度思考和创新探索的空间被压缩。实践教学环节层次单一,教学内容以验证性、基础性实验为主,综合性设计实验、创新性研发项目占比极低,缺少从基础实操、综合设计到创新研发的分层训练体系。这种扁平化的培养模式仅能满足基础知识识记与简单操作要求,无法实现学生能力的梯度提升,难以培养学生分析复杂电路问题、自主设计电路系统、解决工程实际问题的高阶能力,无法适配创新型物理人才的培养目标。

第三,解决理论教学与实践育人融合不足、科创赋能教学薄弱的问题。以往教学中理论课堂、实验实训、科创实践相互割裂,理论教学不兼顾工程应用场景,实践教学不反向支撑理论认知,未能形成育人合力。同时传统教学缺乏数字化教学手段赋能,线上资源、虚拟仿真平台利用不足,无法有效弥补实体实验设备有限、实操场景单一、高危复杂实验难以开展的短板。此外,课程教学与大学生创新创业训练、学科竞赛、科研训练等科创活动衔接不畅,优质科创资源难以反哺课堂教学,导致学生创新意识、工程素养得不到有效锻炼,能力提升存在明显瓶颈。

第四,解决课程考核评价体系单一化、无法匹配能力跃迁过程的问题。传统课程考核过度依赖期末笔试的终结性评价,忽视学生课堂表现、实验实操、综合设计、自主探究的全过程学习表现,存在“重结果、轻过程,重分数、轻能力”的弊端。单一的考核方式无法精准反映学生知识掌握、能力成长、创新思维的梯度变化,难以量化学生的能力跃迁成效,同时缺乏有效的反馈激励机制,无法实现“以评促学、以评促改、以评促创”,不利于引导学生主动开展深度学习和创新实践,严重制约课程高阶育人质量的提升。

对以上问题,教学团队经过多年探索,提出了“一体两翼三阶递进”的综合性教学改革方案。

(1)“一体”:以《电子线路》核心理论知识体系为教学主体,确保学生掌握扎实的专业基础。

(2)“两翼”:一翼为“线上资源与知识图谱”,另一翼为“项目实践与产教融合”。两翼协同,为教学主体提供支撑与拓展。

(3)“三阶递进”:设计了一条清晰的能力提升路径:

一阶“知识筑基”:通过在线开放课程与知识图谱,自主弥补知识断档,构建系统化知识体系。

二阶“探究创新”:通过项目式学习微课,衔接竞赛与大创项目,训练科学研究与创新设计能力。

三阶“工程实战”:通过产教融合课程,在企业真实情境中完成从设计到产品的完整工程实践。

该方案的核心在于,构建了一个线上线下融合、课内课外贯通、校内校企协同的立体化育人环境,实现了从“教为中心”向“学为中心、能力为导向”的根本性转变。

3 解决教学问题的方法与路径创新

3.1 路径一:构建“知识图谱+在线课程”的精准化自适应学习系统,破解知识断档难题

我们深刻认识到,弥补知识断档不能仅靠提供资源,关键在于提升学生自主学习的效率与深度。

建设在线开放课程,突破时空壁垒:团队系统梳理了“交流电”等缺失知识点,制作成《电子线路》在线开放课程。课程自2019年9月起在超星、智慧树两大平台运行12期,实现了“随时可学、随处可学”,将知识传递环节从课堂内成功剥离,为课堂深度研讨腾出了宝贵时间。

创新集成知识图谱,变革认知模式:本成果的核心创新点在于,在在线课程中深度内嵌了知识图谱功能。它将原本零散、线性的知识点,构建成一张可视化、可交互的概念网络。学生可以:全局导航:直观把握“交流电”与

“半导体”“放大器”“滤波器”等核心概念的全景关联；精准定位：快速诊断自身知识结构的薄弱环节，进行个性化、靶向性的学习补救；关联建构：理解知识点间的逻辑关系（如依存、因果、类比），形成结构化、非线性的知识体系，而非简单的记忆堆积。

这一系统将线上资源从静态的“资料库”升级为动态的“学习导航仪”，从根本上解决了学生自学时“盲目、低效”的痛点，实现了从“授人以鱼”到“授人以渔”的转变。

3.2 路径二：打造“竞赛－项目－产教”三阶递进的实践教学链，跨越能力鸿沟

为系统性培养学生的工程思维与实践能力，我们设计了一条环环相扣、逐级挑战的实践能力提升路径。

二阶驱动：以高水平学科竞赛与双创项目为载体。我们并非简单鼓励学生参赛，而是主动将大学生物理实验竞赛和大学生创新创业训练计划项目的核心要求与课程教学目标对齐，并开发了配套的项目式学习微课。这些微课作为“脚手架”，引导学生将课程理论应用于解决竞赛和项目中的真实问题。在此过程中，学生完整经历了“选题立项－文献调研－方案设计－实验探索－数据分析－成果总结”的科研训练全周期，其创新思维、解决问题的韧性和团队协作精神得到了充分锤炼。

三阶升华：以产教融合课程实现工程能力淬炼。为让学生在最接近工业实践的环境中学习，我们与行业领军企业普源精电科技股份有限公司合作，共建了“简易示波器的设计与制作”综合实践课程。该课程是本成果的又一突出创新：

真实性：任务源于企业真实技术需求，学生面对的是不确定的设计参数和复杂的工程约束。

综合性：学生需综合运用电路设计、PCB 制版、编程、焊接调试、性能测试等多学科知识。

产品导向：目标是制造出一台可工作的测量仪器，使学生建立起完整的“设计－实现－验证”产品化思维，深刻理解成本、可靠性、工艺等工程要素。

通过这条“项目式学习激发兴趣→竞赛与双创锤炼能力→产教融合实现价值”的路径，学生成功实现了从“物理学子”到“准工程师”的角色转变与能力跃迁。

4 成果的创新点与特色

4.1 模式创新：构建了“一体两翼三阶递进”的课程育人新生态

本教学改革超越了单一教学方法的改革，从系统论出

发，构建了一个各要素有机联动、功能互补的课程教学新生态。它以理论知识为主体，以线上智慧学习与线下项目实践为两翼，通过“知识筑基、探究创新、工程实战”三个阶梯，实现了知识、能力、素养的螺旋式上升，为理工科基础课程改革提供了可复制、可推广的范式。

4.2 方法创新：首创了知识图谱与在线课程深度融合的自适应学习模式

针对知识断档问题，成果并未止步于建设慕课，而是创新性地引入知识图谱技术，实现了学习内容的可视化、路径的个性化和评估的精准化。这不仅是技术工具的简单应用，更是对数字化时代知识建构与认知规律的深刻把握，代表了在线教育从“资源堆砌”迈向“智慧赋能”的发展方向。

4.3 机制创新：形成了“课赛创产”四维联动的协同育人新机制

教学改革打破了课程教学、学科竞赛、双创项目与产业实践的壁垒，通过精心的教学设计，将它们整合为一个目标统一、内容衔接、功能互补的育人共同体。企业深度参与课程设计与实施，将产业前沿技术、标准与文化引入校园，实现了人才培养与产业需求的无缝对接，有效提升了人才的职业胜任力和未来发展潜力。

5 推广应用效果与辐射影响

经过 12 个教学周期的实践检验，本成果取得了显著的应用成效，产生了广泛的辐射影响。

校内应用成效显著：成果在本校物理学院已实现全覆盖，受益学生逾千人。学生普遍反映学习障碍显著降低，学习兴趣与自信心大幅提升。最直接的体现是，近年来本院学生在国家级 / 省级大学生物理实验竞赛中获奖数量与等级实现历史性突破；由课程项目直接孵化出的国家级、省级大创项目数量翻番，人才培养质量获得实质性提高。

校外辐射，共享共赢：本成果建设的《电子线路》在线开放课程已被国内多所高等院校引用于本校教学或作为 SPOC 资源，累计选课人数超过一万人，在兄弟院校中获得了高度评价，充分证明了其普适性与推广价值。

示范引领，范式输出：本成果的改革理念与实践模式，已在校内多个理工科专业中产生“涟漪效应”，被《近代物理实验》等课程借鉴采纳。特别是与普源精电合作的产教融合模式，已成为校企合作共建实践课程的典型案例，为探索新工科背景下实践教学改革提供了成功经验。

6 总结与展望

本教学改革与实践直面物理学科基础课程教学中的深

层次矛盾,以学生为中心,以能力产出为导向,通过系统性的改革与创新,成功构建了一个赋能学生自主学习和综合能力跃迁的新型教学体系。它不仅有效解决了《电子线路》课程特定的教学难题,更探索出了一条适用于理工科基础课程、能够有效融合“价值塑造、知识传授、能力培养”的教改路径。

参考文献:

- [1] 赵凯华. 电磁学[M]. 高等教育出版社(第二版): 298-390.
- [2] 梁明理.《电子线路》[M]. 高等教育出版社(第五版), 2008.
- [3] 杨迪瑞,袁庆庆. 新质生产力背景下人才培养模式

探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2024(47): 185-188.

[4] 冯鹏,唐然,陈小平等. 高等院校基础工程教学与人工智能融合模式探讨[J]. 科教文汇, 2025(6): 86-90.

[5] 周聃,魏艳,薛芳秀等. 新工科背景下国际“双创”育人模式改革[J]. 高教学刊, 2024, 10(32): 82-86, 91.

基金项目: 财政教育基本拨款——吉林大学专项经费支出, 2025 本科教学改革项目(教学成果专项); 本教学改革与实践的教学成果获吉林大学第十届教学成果一等奖。

作者简介: 年桂君(1973.01-), 女, 汉族, 吉林长春人, 教授, 博士学位, 研究方向: 从事电子线路和普通物理的教学工作。