

新工科建设下基于“四能力”培养的材料物理专业实践教学改革的探索

李星星*, 张传坤, 赖 魏

湖北汽车工业学院光电工程学院(新能源学院), 湖北 十堰

收稿日期: 2025年6月22日; 录用日期: 2025年7月22日; 发布日期: 2025年7月30日

摘 要

在新工科建设背景下, 材料物理专业的实践教学亟需紧密对接产业需求与技术前沿, 着力强化学生的综合能力培养。本研究以提升“四能力”——即学生自主学习能力、工程实施能力、实践创新能力和创新思维能力——为核心目标, 针对传统实践教学存在的课程体系滞后、产教融合深度不足、评价机制单一等突出问题, 系统提出了多层次改革路径。通过重构“基础-综合-创新”阶梯式实践课程体系、搭建校企协同育人平台、引入项目驱动与学科交叉融合的教学模式, 旨在充分调动学生的主观能动性, 引导其深度参与教师科研活动及校企合作项目。同时, 完善基于能力发展的动态化评价机制, 以期探索形成材料物理专业实践教学的新范式。

关键词

新工科, 四能力, 学科交叉, 实践教学

Practical Teaching Reform in Materials Physics Based on “Four Competencies” for New Engineering Education

Xingxing Li*, Chuankun Zhang, Wei Lai

School of Optoelectronic Engineering (School of New Energy), Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: Jun. 22nd, 2025; accepted: Jul. 22nd, 2025; published: Jul. 30th, 2025

Abstract

Against the backdrop of new engineering education initiatives, the practical teaching of Materials

*通讯作者。

文章引用: 李星星, 张传坤, 赖魏. 新工科建设下基于“四能力”培养的材料物理专业实践教学改革的探索[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 1402-1407. DOI: 10.12677/ae.2025.1571367

Physics urgently requires closer alignment with industrial demands and technological frontiers to comprehensively enhance students' integrated competencies. Centered on cultivating "Four Competencies", namely, autonomous learning capability, engineering implementation skills, practical innovation aptitude, and innovative thinking proficiency, this study systematically proposes a multi-tiered reform framework. It addresses critical issues in traditional practical instruction, including outdated curriculum structures, insufficiently deepened industry-education integration, and simplistic evaluation mechanisms. By restructuring a tiered "Foundational-Comprehensive-Innovative" practical curriculum system, establishing university-enterprise collaborative education platforms, and introducing project-driven and interdisciplinary teaching models, the reforms aim to fully activate student initiative. This approach guides deep engagement in faculty research and industry-academia projects while refining a dynamic evaluation mechanism centered on capability development. Ultimately, it seeks to explore new paradigms for practical teaching in Materials Physics.

Keywords

New Engineering, Four Competencies, Interdisciplinary, Practical Teaching

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

为适应科技与产业转型升级需求,更好地服务“中国制造 2025”等国家战略,教育部自 2017 年大力推动新工科教育改革,着力培育新型工程科技人才,创新人才培养体系[1][2]。未来新兴产业所需的新工科人才,不仅需要扎实的工程实践能力和突出的创新素养,还要具备国际化视野和综合竞争力[3][4]。在此形势下,高校全面推进新工科建设,其核心在于突出学生主体地位,面向产业需求,以技术实践能力培养为核心,运用工程教育理念和解决方法解决现实工程难题,助力区域经济发展[5]。材料物理作为材料科学与物理学交叉形成的重要工科专业,其教育教学必须紧跟学科前沿,着重培养兼具掌握材料科学与物理学扎实理论基础,掌握材料制备、性能测试及工程应用能力,并能通过分析材料微观结构与宏观性能关系来解决实际问题的复合型人才。在新工科建设中,实践教学改革是关键突破口。该专业实践体系包含基础实验、项目设计、实习实训和毕业设计等环节,各环节有机衔接、循序渐进,形成支撑应用型本科人才培养不可或缺的关键环节。

2. 材料物理专业实践教学现状分析及改革思路

当前材料物理专业的实践教学存在以下突出问题:首先,实验课程以传统验证性内容为主,更新滞后,难以有效提升学生的实操能力;其次,教学内容与学科前沿脱节,导致学生对新材料技术及其工程应用认知不足;再者,实践项目设计性与创新性不足,制约了学生综合能力与高阶思维的培养。

实践教学体系,强化知识、技能与素质的协同培养[6]。具体措施涵盖:深入开展行业人才能力需求调研,深化科研与教学融合,推进校企协同育人,并积极引导学生参与学科竞赛以凝练专业特色。拟从实践课程题目内容、教学方法、教学模式及考核评价等方面,最终构建以“四能力”——即自主探究能力、实践应用能力、工程素养能力与创新思维能力——为核心的新型实践教学体系,其改革框架如图 1 所示。

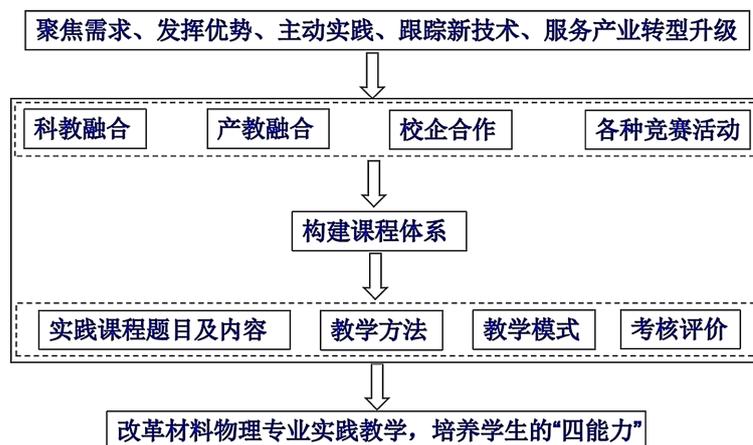


Figure 1. Guiding ideas for the reform of practical teaching in materials physics major
图 1. 材料物理专业实践教学改革的指导思路

3. 材料物理专业实践教学体系的构建和实施

3.1. 构建“课程 - 知识 - 能力”项目矩阵式材料物理专业实践课程教学体系

材料物理专业的实践教学体系构建遵循“目标导向、能力本位”的原则，立足专业培养标准和毕业要求，通过整合多学科课程资源，构建系统化的课程模块。该体系突破传统单一课程局限，采用课程群协同教学模式，将关联性强的专业课程有机串联，形成相互支撑的教学网络，如图 2 所示。基于专业特色项目驱动，建立了覆盖本科四年的阶梯式实践教学架构，包含基础技能训练、综合能力培养和创新项目实践三个递进层次。这种系统化设计注重课程间的内在联系，有效打破学科壁垒，帮助学生构建完整的知识体系，促进理论知识与工程实践的有机结合，最终实现学生自主学习、工程实施、实践应用和创新思维等核心能力的全面提升。

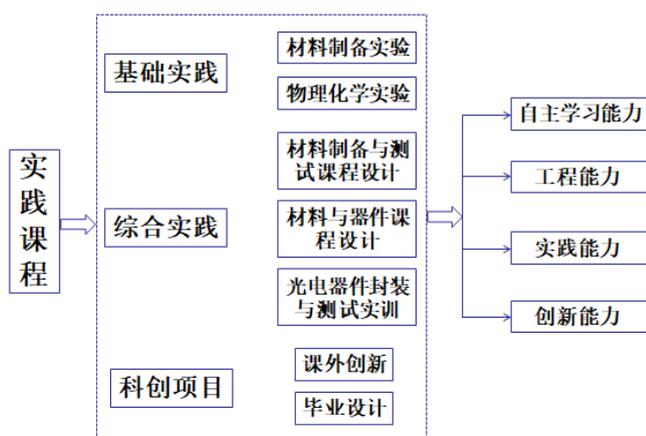


Figure 2. Hierarchical progressive open-ended materials physics professional practice teaching model
图 2. 分层递进开放式材料物理专业实践教学模式

3.2. 突出“四能力”培养的实践教学内容优化设计

在实践教学内容的优化方面，我们采取双轨并行的策略：纵向注重与理论教学的有机衔接，横向对接产业发展的实际需求。通过深化校企协同育人机制，将行业前沿技术引入实践环节，同时鼓励学生参

与学科竞赛和创新项目。在具体实施上,重点开发具有探究性和创新性的实践课题,建立动态更新的项目资源库,确保教学内容始终与科技发展同步。这种教学模式不仅使学生掌握先进的科研方法和工程技术,更全面培养了其专业核心素养,包括自主学习、实践应用、工程实施和创新思维等关键能力,达到“四能力”培养要求。

(1) 科教结合

我们立足学科前沿构建“研创一体”的教学体系,通过多学科交叉渗透培养学生的创新能力,如图3所示。具体实施路径包括:一方面采取科研反哺教学机制,将教师前沿科研成果转化为实践教学案例,丰富基础实践课程教学选题;另一方面,建立“基础-综合-创新”三级递进式培养模式,设置开放性实验项目供学生自主探究,选拔优秀学生,鼓励那些学有余力的学生踊跃报名,参与到教师的科研团队的科研活动及项目中,通过拓展综合实践课程选题,提升学生综合运用知识的能力。通过这些举措,引导学生及时跟踪科学技术发展前沿,从而更好地帮助学生汲取新知识、掌握新技能。在课外,积极倡导学生自主探索,鼓励那些学有余力的学生踊跃参与到教师团队的科研活动中。通过参与科研活动,全方位提升学生的“四能力”,为学生的全面发展和未来职业道路筑牢根基。

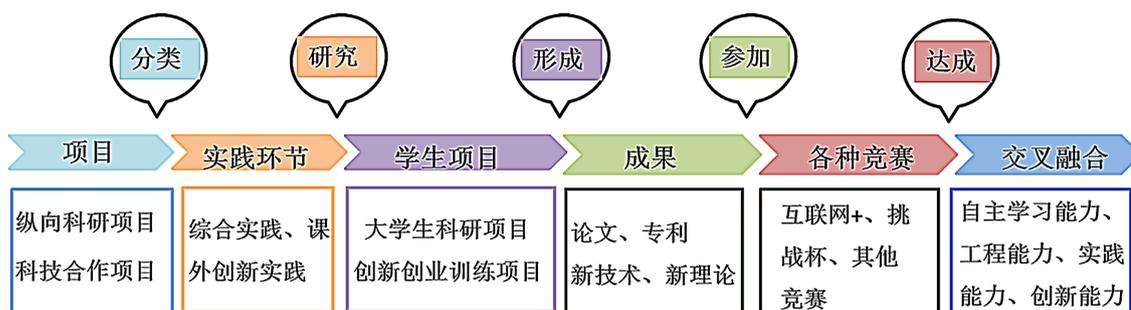


Figure 3. Research ideas for integrating innovation and technology with teaching
图3. 科创与教学融合研究思路

(2) 产创融合

基于新工科认证要求,立足区域经济特色,精准对接支柱产业与战略新兴产业需求,紧密围绕地方经济发展及产业需求,深入探索与地区、专业特色融合的结合点。建立“产学研用”一体化合作平台,打造校外创新创业实践基地实施“双向互动”模式(企业导师进课堂、学生进企业实训),如图4所示。主动对接地方支柱产业和战略新兴产业发展,以能够解决企业现实工程中存在的材料物理专业问题为核心,将相关领域的企业实际工程问题转化为毕业设计及创新项目课题,开发模块化实践任务,实现产业需求与课程内容无缝衔接组织学生参与真实生产项目,培养工程实践能力。学生在深入生产一线的过程中,能够提升产业认知与市场敏感度,强化跨学科协作与工程问题解决能力,培育创新思维与创业研发意识。



Figure 4. Research ideas on the integration of industrial innovation and teaching
图4. 产业创新与教学融合研究思路

由此，促进科技成果转化应用，为区域经济发展输送复合型工程技术人才，实现教育链、人才链与产业链的有机融合。

(3) 课外创新

通过大学生科研项目和创新创业训练项目激发学生的潜能，构建“三维一体”的培养模式。实施“兴趣导向”选题机制，支持个性化科研探索，引导学生依据自身专业特色，结合个人兴趣爱好与能力，自主开展创新选题。在创新创业训练的过程中，充分发挥学生的主观能动性，让学生积极投身于新技术、新方法的探索和开发，推动技术研发与理论创新，产出专利及科技论文等成果。学校及学院应设立创新创业基金，重点培育原创性研究项目。在创业培育方面，建立“创意-创新-创业”转化通道，依托“互联网+”、大学生创新创业大赛、“挑战杯”中国大学生创业计划大赛等国家级赛事平台实战演练，引入风险投资机制，加速项目孵化。通过参与这些大赛，培养学生的市场洞察力，增强团队管理水平，加强风险管控，模拟真实商业环境锻炼预判能力，为学生未来在学术研究、创业创新等领域的发展奠定了坚实基础，助力学生“四能力”的全面提升，从而在新时代的浪潮中勇立潮头，绽放光彩。

3.3. 材料物理专业实践课程的考核评价体系改革

在材料物理专业实践课程中，鉴于其独特的课程特性，我们构建了一套科学且全面的考核评价体系，具体内容如图 5 所示。该体系的核心在于多形式评价主体多元化与评价形式多样化，同时融合过程性考核和终结考核，力求全面、客观地评估学生的学习成果与能力发展。在实验教学开展之前，主要以学生在线自主学习作为语系的主要方式。这对这一环节，我们会通过在线测试、预习报告等方式对学生的课前预习情况进行评价。这些评价方式能够有效检验学生对实验相关理论知识、实验步骤及注意事项的初步掌握程度，为后续实验教学的顺利开展奠定基础。在实验教学中，结合学生平时实验过程中的态度、工作量、工作能力、沟通能力、表达能力、团队协作精神，并通过教师评价、学生自评及学生互评等对课堂教学情况进行评价多方面评价；实验教学之后，学生撰写实验报告，教师批改报告。实验报告中的内容能够充分反映学生对实践内容的理解、分析及总结归纳能力、科教与产教的实践成果及创新程度。通过科学评价体系体现课程评价的客观性和公正性，并根据教学改革实施效果及时优化教学模式和内容，

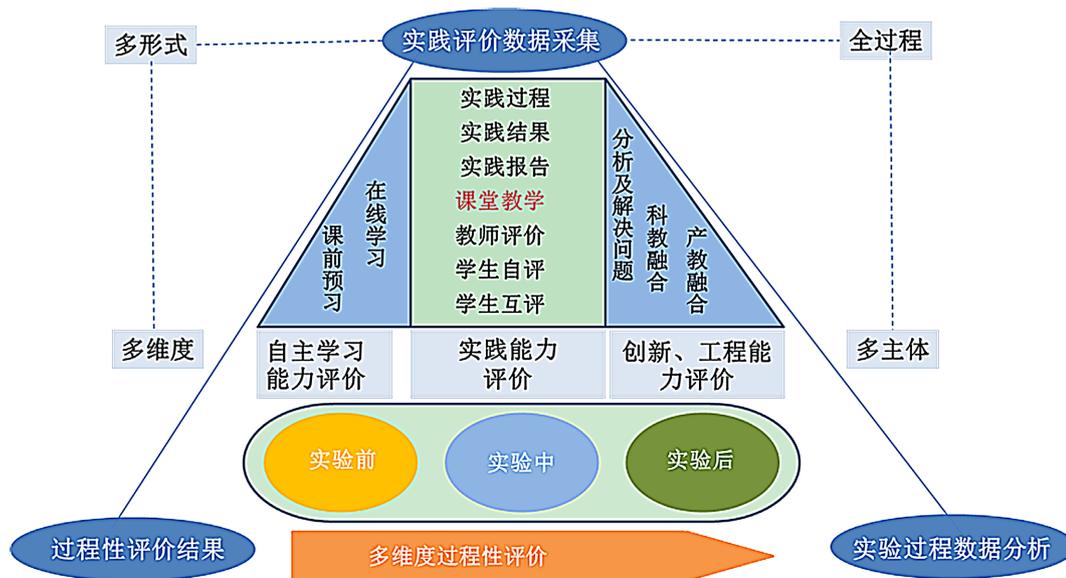


Figure 5. Practical course assessment and evaluation system

图 5. 实践课程考核评价体系

以促进学生“四能力”的锻炼和提升。

4. 结论

在新工科建设的时代浪潮下,学院立足材料物理专业特色,深入贯彻“激发兴趣、注重引导、夯实基础、促进创新”的教育理念,系统提出了该专业实践教学改革的总体指导思路,并创新性地构建了一套系统化的实践教学改革方案。方案以“兴趣驱动-基础强化-创新引领”为核心理念,着力打造“理论-实践-创新”螺旋式培养模式,实施“课堂+实验+企业”三维协同教学,推行“导师+项目+团队”一体化培养机制,建立动态化教学效果评估系统,旨在形成可推广的示范性教学成果,并促进科研成果向教学资源的有效转化。通过优化重构实践教学内容体系,融合现代信息化教学手段以提升教学的趣味性与实效性,积极推动科教与产教深度融合,将创新元素深度融入实践教学各环节。同时持续跟踪评估教学效果,推动课程实践教学体系的不断完善与教学成果的广泛推广及应用。

基金项目

湖北省教育厅 2024 年度新工科建设项目“新工科建设下基于‘四能力’培养的材料物理专业实践教学改革研究”(资助号: XGK03089); 湖北汽车工业学院 2024 年度教学研究与改革项目“新工科背景下材料物理专业实践教学的探索与研究”阶段性成果(资助号: JY2024054); 湖北省教育厅科学研究计划指导性项目(基金编号: (Q20211801)); 新能源汽车关键部件材料湖北省重点实验室(筹)(资助号: QCCLSZK2021A01); 湖北汽车工业学院大学生创新创业训练项目(DC2019112)。

参考文献

- [1] 教育部高等教育司. “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017, 15(1): 10-11.
- [2] 国家制造强国建设战略咨询委员会, 中国工程院战略咨询中心. 《中国制造 2025》重点领域技术创新绿皮书: 技术路线图(2017) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] 王良芬, 赵赛南. 战略性新兴产业人才培养探讨[J]. 中国高校科技, 2018(11): 57-59.
- [4] 张望. 新工科背景下的高校人才培养模式改革[J]. 课程教育研究, 2020(7): 18.
- [5] 李华, 胡娜, 游振声. 新工科: 形态、内涵与方向[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 16-19, 57.
- [6] 韩建海, 仲志丹, 王晓强, 等. 地方高校机械类专业新工科建设特色发展与实现路径研究[J]. 高教学刊, 2023, 9(10): 52-55.