

“新工程教育转型”的多维度材料化学本科人才培养模式研究

陈辉*, 赵雷, 方伟, 杜星, 何璇, 李薇馨, 王大珩

武汉科技大学材料学部, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年9月12日; 录用日期: 2025年10月20日; 发布日期: 2025年10月30日

摘要

文章以材料化学专业人才培养模式的顶层设计为切入点, 系统性推进课程体系、教学进程、教学内容、师资配置与教学方法的整体化重构。通过构建从“点”的突破到“线”的延伸、最终实现“面”的融合的“多维度”递进式教学路径, 推动以“新工程教育转型”为方向的工程教育改革。研究以培养能够引领未来产业与社会发展的领导型工程人才为目标, 创新设计科研项目式综合研究性课程, 坚持“知识学习与操作训练相结合”的理念, 旨在系统提升学生的学习能力、创新能力和人本主义思维, 最终建立可持续的高质量工程人才培养长效机制。

关键词

材料类, 人才培养, 多维度, 新工程教育转型

Research on the Multidimensional Talent Cultivation Model for Undergraduate Materials Chemistry under the “Transformation of New Engineering Education”

Hui Chen*, Lei Zhao, Wei Fang, Xing Du, Xuan He, Weixin Li, Daheng Wang

Faculty of Materials, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei

Received: September 12, 2025; accepted: October 20, 2025; published: October 30, 2025

*通讯作者。

文章引用: 陈辉, 赵雷, 方伟, 杜星, 何璇, 李薇馨, 王大珩. “新工程教育转型”的多维度材料化学本科人才培养模式研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(10): 598-604. DOI: 10.12677/ces.2025.1310831

Abstract

This paper begins by presenting a top-level design for the talent cultivation model in the Materials Chemistry program. It systematically promotes the integrated restructuring of the curriculum, teaching process, content, faculty allocation, and instructional methods. By constructing a multidimensional and progressive teaching path that evolves from “targeted breakthroughs” to “linear expansion,” ultimately achieving “comprehensive integration,” the study advances the transformation of engineering education within the framework of the “Transformation of New Engineering Education”. The research is focused on cultivating leadership-oriented engineering talents who can guide future industrial and social development. It innovatively designs project-based, comprehensive research courses that adhere to the principle of “integrating knowledge acquisition with practical training.” The goal is to systematically enhance students’ learning abilities, innovative capacity, and humanistic thinking, thereby establishing a sustainable and long-term mechanism for high-quality engineering talent cultivation.

Keywords

Materials-Related, Talent Cultivation, Multidimensional, New Engineering Education Transformation

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

随着新一代信息技术与制造业的深度融合，以及“碳达峰”、“碳中和”目标的持续推进，全球产业格局正在经历深刻变革，各国纷纷加大对科技创新的投入[1]。新材料作为高端制造与清洁能源产业的核心基础，其研发与创新已成为国际竞争的焦点。在这一背景下，社会对材料学科人才的综合素质提出了更高要求，也为承担材料类专业人才培养任务的高校带来全新挑战。

在传统教学模式下，培养过程偏重知识传授与认知能力训练，而当前产业对材料工程人才的需求日益强调“多维度”能力转型，要求学生不仅具备专业知识，还要具有更强的学习能力、系统性思维、创新能力和领导力等(“多维度”能力)[2]。因此，对材料类本科人才培养模式进行系统性反思与结构性改革已刻不容缓。借鉴国际先进教育理念，推进以“新工程教育转型”(New Engineering Education Transformation, NEET)为导向的教学改革，培养能够引领未来产业与社会发展的领导型工程人才，已成为国内外教育界关注的焦点[3]。该教育理念强调“多维度”能力的培养，并与项目式学习(PBL)和能力本位教育(CBE)等教育理论相结合，以促进学生综合能力的发展。国际上，美国及德国、法国等正在实施“再工业化”战略，积极扩大高层次工程人才规模，构建以“大工程观”为引领的培养体系[4]。这些国家注重建立以学生为中心、以素质与潜能发展为导向、可持续改进的课程系统，致力于培养不仅专业知识扎实，还具备管理沟通与终身学习能力的工程人才。在我国，教育部明确提出“新工科”建设理念，强调工科教育应注重学生综合能力的培养，推动高校在培养模式与教学内容方面实现创新[5]。与此同时，“大学生挑战杯”、“创新实验计划”、“创新创业训练计划”等项目的实施，有效提升了学生的实践与创新能力，研究性学习作为一种积极的教学范式[6]，已在教育界形成广泛共识。

在此背景下，材料化学专业作为衔接基础理论与工程应用的关键学科，更应主动回应时代需求，重

构课程体系与教学模式，强化多学科交叉与工程实践融合，以培养具备创新意识、系统思维与国际视野的高素质人才。

2. 材料化学人才培养面临的主要问题与挑战

材料化学是一门主要涉及物理学、化学等学科的综合交叉学科，它是研究材料的组成与结构、合成与制备、性质及使用性能、测试与表征等四个基本要素及其相互关系与制约规律的一门科学。在传统的教学模式下，更注重知识的传授，而忽视了学生能力的培养，学生以“被动”接受知识的学习为主，缺乏“思考式”、“探索式”、“质疑式”的主动学习精神。在国内，由于地域、实验条件和理念的差异，部分高校在材料化学专业的实践教学普遍存在以下问题：

(1) 培养方案中对实验、实习等课程具有设置，但教学大纲及教学方法独立并行，未给学生以综合运用和综合思考的锻炼途径。(2) 实验课程的实验内容基本上由教师制定安排，学生缺少独立思考，实验中“按方抓药”，知其然不知其所以然，存在“多多益善”的错误思想。(3) 缺乏从实验设计、实验实施、样品表征、数据处理分析、中试、工艺参数确定到制定生产方案的一套完整的教学培养模式，学生只是独立学习单方面的知识，无综合运用的思考、训练机会和途径，造成都懂一点，但不会综合考虑的现状。(4) 缺乏综合运用能力的理论教学环节，如《文献检索》《专业英语》《材料研究方法》等课程均独立开设，存在只注重单一基础理论知识的教学，造成教学过程枯燥、学生学习不知有何用途等普遍现象，形成了学生知识点“单一、单片”效应。(5) 人本主义思维严重缺乏，学生未能形成并运用对人类社会及其传统、制度以及艺术表达方式的理理解，课堂教学也未能体现出人类文化、人文思想、社会主义社会政治经济制度优越性等知识。

3. 多维度材料化学本科人才培养模式

多维度材料化学本科人才培养模式的核心在于将材料学科的基础理论课程与实践课程紧密结合，旨在提升学生运用专业理论知识的能力(如图1所示)。该模式通过教学内容的改革，增设类似于《材料科技论文》等理论课程，系统讲解文献查询、文献阅读、选题设计、数据处理方法等方面的内容。与此同时，课程体系中融合“材料综合设计训练研讨”和“科学研究训练”等模块，采用“多维度”的研究性学习方式，指导学生独立选题、设计实验方案、完成实验操作、进行数据处理以及撰写研究报告等工作。通过这些训练，学生能够将“单点、单片”的知识体系进行综合和贯通，初步掌握科研和研发工作的基本方法，培养其独立思考与创新能力，从而促进“新工程教育转型”的实施。

此外，培养模式应强调引导学生学习材料学科老一辈科学家坚守初心、服务人民的优秀品质，树立不忘初心、牢记使命的价值观，并在此基础上建立健全人本主义思维。这一培养模式不仅着眼于学生的专业能力提升，更注重其综合素质的发展，力求在培养学生创新能力的同时，培养其为社会做出贡献的责任感和使命感。其具体研究内容包括以下几个方面：

(1) 专业基础理论课程与相关实践课程相融合，培养学生“学习如何学习”、“发现、分析与探索实验”等能力。学生理论知识的运用能力的培养，开设《材料合成与制备技术》实验课程，要求开设材料化学合成、物理合成、工艺参数调控等相关实验教学内容，再通过生产实习，强化学生材料合成与化学、物理实验的区别理念以及生产工艺的控制原则。通过上述教学内容和教学方式的完善，旨在强化学生基础理论知识，提高学习兴趣，提高理论知识的运用能力，使学生“单点、单片”知识点的厚度增加。

(2) 改变传统的相关理论课程的教学内容，提高学生实战技能和技巧。传统开设的《文献检索》和《专业英语》其本质在于赋予学生从事科研、研发工作的工作技能，但由于教学内容、教学方式和当代网络高度发展的时代等问题，造成教学内容枯燥，教师教学、学生学习兴趣都不高，有些学生也心存学习这

些内容有何用的疑虑。为此,本项目拟在材料化学专业开设一门旨在提高学生实战技能的理论课程,课程名为《材料科技论文》,教学内容涵盖:文献检索和数据库、文献阅读、选题思路设计和开题报告的写作、实验设计的原则和思路、常用数据处理的应用、数据图表的绘制方法和要求、研究(发)报告的写作、科技论文的写作等内容,旨在通过理论教学使学生形成研究或研发工作的基本思路和概念,初步掌握实战的基本技能和技巧。

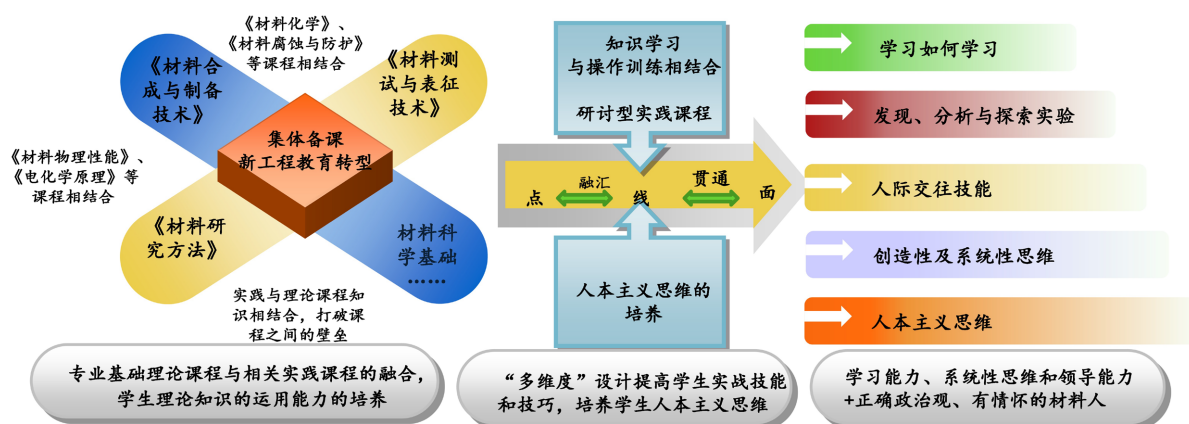


Figure 1. Multidimensional training model framework for chemistry and materials science talent in undergraduate education
图 1. 材料化学类人才多维度材料类本科人才培养模式框架图

(3) 改变传统的科学研究训练的教学模式,指导学生自拟项目独立完成,培养学生“人际交往技能”以及“创造性及系统性思维”等能力。将研讨型课程《材料综合设计训练研讨》与《科学研究训练》的教学内容有机融合起来,在学习《材料科技论文》的基础上,结合指导教师的研究方向,在《材料综合设计训练研讨》教学中,指导学生独立自拟科研项目,与学生开展较为深入的讨论,引导学生查阅相关文献,制定研究方案和实验方案,并与学生讨论方案的科学性和可行性,培养提高学生应用基础理论独立、综合思考的能力。在此基础上,利用《科学研究训练》教学,指导学生按自己拟定的实验方案独立进行实验工作,包括合成制备、样品的处理、结构的表征、性能的测试、数据的处理以及分析,最后要求学生独立完成研究报告和口头汇报。通过这样的教学培养模式的改变,强化学生基础理论的掌握,提供学生独立完成科学研究工作的机会,通过这种训练使学生初步形成研究项目和研发项目工作流程,初步掌握项目研究的基本技能和技巧。

(4) 以学生为中心,引以先贤实例,构筑“品德为先、能力为要、知识为基”的观念,培养学生“人本主义思维”能力。在研讨课程中,充分挖掘材料学科老一辈科学家胸怀祖国、服务人民的优秀品质,分组探讨,不忘初心、牢记使命,建立健全“人本主义思维”。

4. 多维度材料化学本科人才培养需解决的主要问题

4.1. 培养方案的修订与理论与实践教学内容的“多维度”设计

培养模式的形成必须要求课程的设置和开课时间与本项目的研究相统一,在不影响材料类专业工程认证要求和毕业要求的基础上,合理修订培养方案、合理设置课程体系是材料化学类人才多维度培养的基础和必备条件。课程设置与开课时序的统筹规划,是实现人才培养与科研实践深度融合的关键保障。在此基础上,推进基础理论教学与实验课程教学内容之间的“多维度”设计与有机融合,不仅有助于强化学生对基础知识和专项技能的“单点”掌握,更能够促进知识结构的系统化与综合应用能力的全面提

升,为实现跨学科融合与创新人才培养提供坚实支撑。

4.2. 科研项目式综合研究性课程的设计与实施

科研项目式综合研究性课程的开设在本项目的实施中起到承上启下的关键作用,其教学内容的设计和教学方式的选择、教学效果直接影响本项目的顺利实施,通过教学内容的高层次设计、利用各种教学手段使学生在思想上初步形成项目研究(发)基本理念,激发学生对研究(发)工作跃跃欲试的热情是材料化学类人才多维度培养的重要环节。

4.3. 学生自拟项目选题与实施的指导机制构建

目前,材料类专业大多开设了《科学研究训练》课程,该课程一般以老师既定安排为主。材料化学类人才多维度培养应开设类似于《材料综合设计训练研讨》课程,以替《科学研究训练》。该课程在教学中指导学生独立自拟科研项目,引导学生查阅相关文献,制定研究方案和实验方案。教学中指导学生按自己拟定的实验方案独立进行实验工作和完成研究报告。上述两项工作是材料化学类人才多维度培养实施并达到目标的最重要的教学环节,指导学生自拟课题中课题的大小、难易程度的把握是本项目的难点之一;指导研究方案的独立制定的科学性和可行性、指导学生独立完成实验和分析方法也是本项目工作难点;师资队伍的组织 and 配置、教学手段的应用以及教学效果的评价也是需要解决的工作重点和难点。

4.4. 人本主义思维的培养与价值引领机制构建

结合科研项目式综合研究性课程,在促进“知识学习与操作训练相结合”,培养“学习如何学习”、“发现、分析与探索实验”、“人际交往技能”以及“创造性及系统性思维”的基础上,以学生为中心,引以先贤实例,构筑“品德为先、能力为要、知识为基”的观念,充分挖掘材料学科老一辈科学家胸怀祖国、服务人民的优秀品质,分组探讨,不忘初心、牢记使命,建立健全“人本主义思维”,以培养有政治观、有情怀的材料人,是需要解决的最后一个主要问题。

5. 多维度材料化学本科人才培养可采取的主要方法

(1) 课程体系顶层设计

课程体系的顶层设计应通过定期召开“集体备课”会议,汇集一线教师的教学问题与反馈,并结合调研和文献阅读引入新的教学方法和内容。针对课程内容的重叠,如《材料化学课程》与《材料科学基础课程》之间的交叉问题,可通过顶层设计进行合理整合,避免重复教学,提升课程的内在联系和教学效率;《半导体材料与器件》课程可依托《材料科学基础课程》进行设计,确保学生具备扎实的理论基础。为了更好地衔接学科之间的知识,课程内容的跨学科整合也非常重要,例如结合理论与实践的项目式学习(PBL),增强学生的实际操作能力。通过持续地讨论与修订,完善培养方案,确保课程体系的科学性、系统性与前瞻性,培养学生的综合能力。

(2) 教学队伍的合理配置和教学方法优化

本项目中的关键课程,如《材料科技论文》,将通过组建“高层次人才”教师团队来实施教学。每位教师负责该课程的特定部分,以确保教学内容的高度专业化和集中化,便于采用多元化的教学手段,从不同角度突破学生的知识掌握与技能提升。与此同时,教师可借助自身的科研成果,激发学生的学习兴趣并促进其学术探索。此外,课程将引导学生进入相关课题组,开展《材料综合设计训练研讨》和《科学研究训练》等实践活动,通过“导师制”进行个性化指导与教学,培养学生的科研能力和创新意识。教学效果将通过多维度的考核方式进行评估,包括学生的课题研究进展、论文写作质量以及科研实践能力的体现,确保培养目标的实现与学生综合素质的提升。

(3) 以学生为中心, 充分挖掘先贤实例

在坚持以学生发展为中心的教育理念基础上, 着力构建以科学家精神为价值引领的课程思政育人体系。通过系统挖掘材料科学领域先贤典范的生动事迹, 深度整合老一辈科学家爱国奉献、严谨治学的精神品质与专业课程教学, 采用演讲研讨、案例教学、主题手册编撰等多元方式, 增强价值引领的生动性和感染力。在实施过程中, 注重通过分组探讨、情景体验等形式, 引导学生深刻理解材料学者的使命担当, 牢固树立“不忘初心、牢记使命”的理想信念。同时, 建立健全人本主义教育机制, 将价值塑造融入人才培养全过程, 强化导师引领和榜样示范作用, 推动形成“课程-文化-实践”协同育人的良好生态, 最终培养出兼具家国情怀、科学素养与创新能力的材料领域高素质专业人才。

(4) 评价机制改革

为确保人才培养质量的持续提升, 应建立系统化的多维评估与反馈机制, 采用定量与定性相结合的方法对培养效果进行跟踪评价。具体而言, 可通过设计系列化的专业评估问卷, 定期开展学生课程满意度调查、毕业生培养目标达成度评价、雇主满意度调查以及教师教学反思性评价, 构建多维度、多主体的综合评价体系。问卷内容应全面涵盖知识掌握程度、能力达成情况、素质培养效果以及课程体系合理性等方面, 从而获得全面客观的评价数据。同时, 需要建立“评价-分析-反馈-改进”的闭环管理机制, 定期收集并分析评估数据, 形成人才培养质量年度报告, 并将结果及时反馈至教学指导委员会, 作为培养方案修订、课程内容更新和教学方法改进的重要依据。通过引入在校生、毕业生、用人单位和教师等多方利益相关者共同参与评价, 形成动态优化、自我完善的教育质量保障体系, 确保人才培养质量保持持续改进和螺旋上升的良好态势。

6. 总结

本研究基于新工科建设背景, 针对传统材料类本科人才培养中存在的体系化不足与实践教学脱节等问题, 构建并实践了多维度、一体化的新型人才培养模式。该模式通过系统性重构与创新性实践, 取得了以下三个方面的主要成果:

第一, 建立了系统化的教学设计与实施框架。突破了传统教学中单点改革的局限, 对课程体系、教学进程、教学内容、师资配置与教学方法进行了一体化顶层设计, 形成了协同联动的人才培养有机整体, 为人才培养目标的实现提供了体系化保障。

第二, 创新了“点-线-面”三阶递进的能力培养路径。通过基础理论与实践教学的高度融合, 构建了从知识点突破到应用能力延伸, 再到综合能力融合的渐进式培养体系。具体而言, 通过理论课程实现知识点的突破与融通, 通过研讨式课程推动应用能力的线性延伸, 最终通过独立实践项目实现综合能力的全面整合, 形成了循序渐进的综合能力培养机制。

第三, 践行了“以学生为中心”的育人理念。通过创新教学方法, 深度融入课程思政元素, 采用案例教学、专题研讨、主题演讲等多种形式, 将材料科学家的科学精神与家国情怀融入教学全过程, 培养学生的专业使命感与社会责任感, 实现价值塑造、知识传授与能力培养的有机统一。

本研究实践证明, 这种多维度、一体化的人才培养模式有效提升了学生的工程实践能力、创新思维能力和综合素养, 为新工科背景下材料类创新人才培养提供了可借鉴的实施路径与解决方案。后续研究将进一步完善评价体系, 并拓展该模式在更广泛专业领域的应用。

基金项目

武汉科技大学本科教学研究项目: 基于“新工程教育转型”的多维度材料类本科人才培养模式研究与实践(2021X009);

2024 年武汉科技大学本科生教学研究项目：“以‘多元协同育人’为导向的《材料化学》课程教学改革” (2024Z013)。

参考文献

- [1] 中国政府网. 工业和信息化部等七部门关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202403/content_6935684.htm, 2024-02-05.
- [2] 王倩. 新质生产力视域下大学外语教学范式重构——AI 赋能教-学-评融合路径探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(8): 263-272.
- [3] 刘进, 王璐瑶. 麻省理工学院新工程教育转型: 源起、框架与启示[J]. 高等工程教育研究, 2019(6): 162-171.
- [4] 白逸仙. 高校培养创业型工程人才的方式研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
- [5] 张育广. 以新工科之“新”育产业发展之“智” [J]. 高教探索, 2025(2): 14-15.
- [6] 万芮, 孙璘, 薛磊, 等. 研究性学习效果评价量规研制——以复旦大学生命科学学院教改实践为例[J]. 复旦教育论坛, 2024, 22(4): 66-73.