

培育《材料合成与制备》一流本科课程的改革与实践

张乐喜*, 别利剑, 李春亮, 姜训勇

天津理工大学材料科学与工程学院, 天津

收稿日期: 2024年10月29日; 录用日期: 2025年1月2日; 发布日期: 2025年1月10日

摘要

《材料合成与制备》是材料类专业的核心课程之一。针对当前课程在思政、资源、考核和实践等方面的短板, 基于一流课程建设要求, 采取发掘思政元素, 更新教学资源, 丰富考核方式, 畅通创新循环等教学改革措施, 有效提升了课程的教学效果和人才培养质量。《材料合成与制备》坚持立德树人和产出导向的课程改革与实践, 将为材料类一流本科课程建设和高素质应用型创新人才培养提供有益借鉴。

关键词

一流本科课程, 课程思政, 创新能力, 《材料合成与制备》

Reform and Practice of Cultivating the First-Class Undergraduate Course of "Material Synthesis and Fabrication"

Lexi Zhang*, Lijian Bie, Chunliang Li, Xun Yong Jiang

School of Materials Science and Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin

Received: Oct. 29th, 2024; accepted: Jan. 2nd, 2025; published: Jan. 10th, 2025

Abstract

"Materials Synthesis and Fabrication" is one of the core courses for materials majors. In view of the shortcomings of the current curriculum in ideology and politics, resources, assessment and practice, based on the requirements of first-class curriculum construction, the teaching reform measures such as exploring curriculum ideology and politics, updating teaching resources, enriching assess-

*通讯作者。

文章引用: 张乐喜, 别利剑, 李春亮, 姜训勇. 培育《材料合成与制备》一流本科课程的改革与实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(1): 99-105. DOI: 10.12677/ces.2025.131014

ment methods, and unblocking the innovation cycles that have effectively improved the teaching effect and talent training quality of the course. Materials Synthesis and Fabrication adheres to the moral and output-oriented curriculum reform and practice, and will provide useful reference for the construction of first-class undergraduate courses in materials and the training of high-quality applied innovative talents.

Keywords

First-Class Undergraduate Course, Courses with Ideological-Political Elements, Innovation Ability, "Material Synthesis and Fabrication"

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

2024年7月,党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》将教育同科技、人才一并作为中国式现代化的基础性、战略性支撑,并对“深化教育综合改革”做出重要部署[1]。课程是人才培养的核心要素,课程质量直接决定了人才培养质量。课程改革是教育综合改革的重要组成部分,是对教育体制、教学内容、方式和手段的全方位改革,目的在于提升教育质量,促进学生全面发展,更好地满足社会发展和人才培养需求。2019年教育部出台了《关于一流本科课程建设的实施意见》,实施一流课程“双万计划”,旨在坚持立德树人根本任务,构建更高水平人才培养体系[2]。可见,在新形势下深化高等教育教学改革,建设一流课程和“金课”极为重要和迫切。

《材料合成与制备》是高校材料类专业的一门专业必修课,是研究无机材料合成与制备共性问题的主干学科基础课[3]。主要内容涵盖固体的晶体结构和能量等基础知识,包括气-固、液-固和固-固转化等经典合成方法,还添加了纳米材料和复合材料制备等自学内容。作为《材料工程基础》和《电子信息材料》等后修专业课的基础,本课程主要培养学生运用合成原理分析问题和工程实践能力。到目前为止,已有材料合成类课程获批一流本科课程。例如,四川大学王瑞林负责的《现代材料制备科学与技术》获批四川省一流本科课程(线上);东北林业大学王成毓主讲的《材料合成技术与方法》获批黑龙江省一流本科课程(线下)。然而,基于《材料合成与制备》一流课程培育与建设的教学改革研究尚未见报道。随着互联网技术的迅速发展,线上线下混合式逐渐成为一流课程建设的主流模式之一[4]。天津理工大学材料科学与工程学院材料物理专业于2019年获批首批国家级一流本科专业建设点。本课程是材料物理专业的核心课程之一,但传统讲授模式无法满足一流课程建设背景下人才培养需要。因此,探索该课程线上线下混合式一流课程建设,对提升高等教育质量及高素质创新人才培养具有重要意义。

2. 课程建设的现状

2002年,天津理工大学材料科学与工程学院增设了材料物理专业,将《材料合成与制备》列为专业必修课,于2004年正式开设。经过几年的教学和科研实践,该课程于2007年被评为校级精品课程,2010年被评为天津市精品课程。为适应互联网技术的发展,该课程自2019年开始采用“雨课堂”授课,探索

线上线下混合式教学。2022 年,该课程入选校级一流课程培育项目,选用国家级精品资源开放课程《现代材料制备科学与技术》,实践基于 MOOC (大型开放式网络课程,慕课,Massive Open Online Courses)/SPOC (小规模限制性在线课程,Small Private Online Course)的“翻转课堂”教学改革。2023 年,基于该课程获批校级教改立项。《材料合成与制备方法》经过 20 年的发展取得了一定成效,结合材料物理专业实际,当前课程教学过程依然存在以下改革空间:

2.1. 情怀内驱不足,学习兴趣缺乏

2016 年,全国高校思想政治工作会议强调,要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程[5]。现代材料合成与制备科学与技术首先在西方发达国家发端并工业化,这增加了深入挖掘思政元素的难度,不利于发挥家国情怀和科学精神的价值引领作用,难以激励学生将个人发展融入民族复兴的宏伟叙事。因此,学生学习的兴趣不高,积极性不强。

2.2. 资源更新滞后,理论实践脱节

结合材料物理专业工理结合的人才培养特色,教材先后选用哈尔滨工业大学出版的《材料合成与制备方法》(2018 年第四版)和 John Wiley & Sons 出版公司的《Inorganic Materials Synthesis and Fabrication》(2008 年第一版)。近年来,材料合成与制备科技发展日新月异,新材料制备体系迅速增加,相关 MOOC 及网络视频资源日渐丰富,这些新方法、新材料和新资源亟需补充进教学内容。此外,本课程注重基本原理与方法的传授而具体实践环节较少,造成理论与实践结合不紧密,不利于提升学生的就业竞争力。

2.3. 教学方法单调,综合评价不全

本课程的教学内容较多而学时较少(32 学时,其中包括 2 学时的阶段性考核和 2 学时的复习答疑),主要采用课堂讲授为主的授课模式。目前,“雨课堂”、“智慧树”和“学习通”等新型智慧教学解决方案可以为所有教学过程提供数据化、智能化的信息支持,因此,课堂讲授为主的教学模式逐渐无法满足当前高素质应用型创新人才的培养要求。课程考核采用平时成绩 + 期末考试的形式,其中平时成绩包括出勤和课堂表现。可见,课程考核重视结果性考核而弱化了过程性考核的作用,特别是调研报告、分组讨论及阶段性测验等。

2.4. 实践创新薄弱,产出导向不强

学生注重学习理论知识,以提高总评成绩为第一要务,实践创新意识薄弱。本课程原来在第 6 学期设课,与材料合成与制备相关的实践只有第 8 学期的毕业设计(论文),学生的实践机会较少。此外,考研考公,毕业实习等也占用学生较多时间。总体上,学生的综合创新能力不强,这不符合学校的发展定位——培养服务京津冀经济社会发展需要的应用型高级专门人才,也无法为国家创新驱动发展战略提供足够助力。

3. 教学改革的措施

基于以上认识,根据一流本科课程建设目标对本课程开展了教学改革与探索:

3.1. 发掘课程思政,弘扬科学精神

从材料合成方法的基本原理出发,深入挖掘我国古代劳动人民生活生产中蕴含的思政元素,提升学生的文化自信和民族自豪感,比如,文房四宝中徽墨的制作,南宋《演繁露》记载食盐的制备,淮

南王刘安发明豆腐等。将材料类相关新闻信息及科研动态引入课堂，介绍新材料在我国前沿行业领域的实际应用，激发学生的爱国热情[6]，例如，天宫空间站柔性太阳翼的砷化镓(GaAs)，第五代战机 J-20 有源相控阵雷达的氮化镓(GaN)等。此外，介绍我国科学家和广大科研人员矢志报国，勇攀科技高峰的事迹和成就，大力弘扬科学精神，培育家国情怀，激励学生承担时代使命，共筑科技强国之路，比如，对美国进行技术封锁的中国牌晶体——氟代硼铍酸钾(KBBF)，中国人造金刚石单晶产量占全球的 95%等。

3.2. 更新教学资源，混合模式教学

当前，材料科学与工程领域每天报道的新材料、新方法和新应用，为本课程提供了丰富的素材和案例。在教学过程中，及时将材料合成相关新闻引入课堂，在每种合成方法的应用实例中引用最新的 SCI(Science Citation Index)文献，紧跟科技前沿及行业进展。另外，随着互联网技术的发展和“双万计划”的实施，网络上海量的精品课及 MOOC 视频极大地便利了线上及线上线下混合式教学。当前，有机结合线下课堂授课与线上网络教学，构建线上 + 线下的混合教学模式已经成为高校教学改革的重点[7]。本课程采用线上线下混合教学模式，以“雨课堂”统领完整教学过程，根据材料物理专业半导体材料 + 纳米材料的人才培养方向，精选了 8+ 学时大学 MOOC(《现代材料制备科学与技术》，四川大学，王瑞林，赵北君)开展翻转课堂教学，见图 1。将积累的电子教学资源有选择性的提供给学生课外学习和扩展知识面，包括“雨课堂”教学录像(4 学期)、国家级精品课视频(6+ GB)、Materials Chemistry 公开课视频(美国 Central Michigan University, Bradley D. Fahlman, 14+ GB)以及相关视频资料(400+ MB)等。



Figure 1. The MOOC resources and flipped classroom chapters used in this course
图 1. 本课程所选用的 MOOC 资源及翻转课堂章节

3.3. 丰富考核方式，完善评价体系

课程考核一方面可以检验学生对知识的掌握情况，帮助学生夯实基础、强化能力，另一方面可以帮助教师总结教学经验，改进教学方法，提高教学质量[8]。本课程主要采用平时成绩 + 期末考试的传统考核形式，其中平时成绩占总成绩的 30%而期末考试成绩占 70%。平时成绩主要基于出勤和课堂表现，弱化了过程性考核的作用，无法体现对学生分析能力、实践能力和自学能力的培养成效。期末考试采用开

卷笔试形式，导致学生的重视程度不够，出现平时不努力及应付考试的现象。

近年来，与一流专业建设和教育部专业调整相适应，重新修订了材料物理专业的培养方案和本课程的教学大纲，进一步完善了考核方式，并将本课程前提至第 5 学期。通过“雨课堂”统领线下学习过程，平时成绩部分凸显过程性考核对人才培养目标的支撑作用，从出勤加课堂表现调整为学习出勤、课堂表现、MOOC 学习、调研报告和阶段性测验，将学生自主学习和课外学习纳入平时成绩的评定范畴。密切结合科技新闻热点和前沿动态，同时有机融入思政元素，进一步调整期末考试内容，将主观题比例占比提高到 60%以上，见表 1 本课程理论结合实践的考题示例。最终，从考核教材中的知识点过渡到对学生灵活运用材料合成基本原理分析问题、解决问题能力的考核。

Table 1. An example of test questions combining theory with practice in this course
表 1. 本课程理论结合实践的考题示例

考题	思政元素	知识点
2023 年 11 月 28 日，载人航天工程代表团首次公布了中国空间站全貌高清图像。中国天宫空间站采用柔性三结砷化镓太阳能电池，而国际空间站采用的是单晶硅太阳能电池，因此天宫用小得多的尺寸和重量(80 t)，实现了对国际空间站(420 t)发电功率的超越。柔性太阳电池翼功率重量比高，光电转换效率可达 30% 以上，供电功率甚至能够达到 100 kW 左右，而厚度仅有 0.7 mm。根据上述信息，1) 指出制备砷化镓薄膜的可能方法；2) 该方法需要维持超高真空的原因。	文化自信 探索精神 创新精神 自强精神	分子束外延法 (Molecular beam epitaxy, MBE)

3.4. 畅通创新循环，提升综合素质

2020 年，在科学家座谈会上的讲话指出，要全面提高教育质量，注重培养学生创新意识和创新能力。在“双一流”建设背景下，培养学生创新实践能力是新时期高等教育改革的重点内容，也是地方高校培养应用型创新人才，促进毕业生高质量创业就业的重要举措[9]。采取科研兴趣驱动，科创项目引导，课程群串联模式，畅通创新实践循环，构建创新能力培养体系[10][11]。利用担任班主任和班导师的有利契机，在大一新生中宣讲科研创新的重要性和经典事例，激发学生的创新兴趣和科技报国热情。选拔低年级学生参加校科技立项，根据表现筛选优秀学生申报大学生创新创业训练计划、参加互联网 + 大赛等，进一步训练创新思维及实践能力。依托《材料合成与制备》构建材料类课程群，主要包括《纳米结构与器件》《材料合成与制备课程设计》《实验设计与数据分析处理课程设计》《材料综合实验 II》《材料创新性研究》以及毕业设计等，实现“理论学习—实验技能—文献总结—创新实验—综合训练”一体贯通式创新能力培养模式。

4. 教学改革的成效

铸魂强基，创新赋能。通过实践上述教学改革，采用线上 + 线下混合式教学，综合运用精品课、“雨课堂”及课堂讲授，本专业学生强化了基础知识，期末成绩和总评成绩均有较明显提高。相比上学年，期末成绩的最高分从 89 分提高到 95 分，平均分从 67.54 提高到 75.16，及格率从 86%提高到 96%，优秀率从 0%提高到 4%，见图 2 本课程实施教改前后的成绩对比。同时，学生升华了家国情怀，提升了创新能力和专业素质。团队教师指导的学生先后承担校科技基金 10 余项，大学生创新创业训练计划 6 项(国家级 2 项)，发表科研论文 10 余篇(SCI 论文 4 篇)，授权发明专利 5 项，获得校级奖励多次；立德树人，教学相长。团队教师先后被评为天津理工大学师德先进个人、优秀党员、最美教师及本科毕业论文优秀指导教师等，作为骨干教师参与了全国首批材料类专业人才培养模式改革虚拟教研室系列活动，承担校级教学基金 5 项，发表相关教研论文 10 余篇。

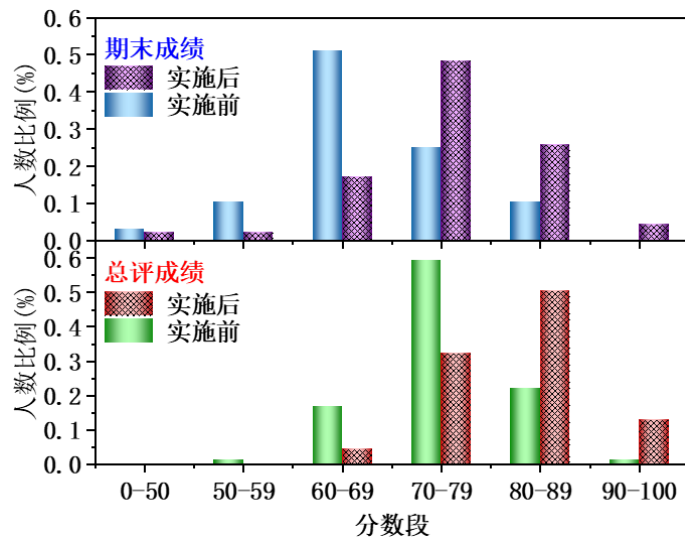


Figure 2. Comparison of grades before and after the implementation of teaching reform in this course

图 2. 本课程实施教改前后的成绩对比

5. 结语

针对《材料合成与制备》在思政、资源、考核和实践等方面的不足,按照一流课程建设要求,坚持立德树人和产出导向,采取发掘课程思政,更新教学资源,丰富考核方式,畅通创新循环等教学改革措施,切实有效地提升了本课程的教学效果和育人质量。本课程的教学改革与探索,有助于凝练材料物理专业特色,丰富三全育人实践,落实立德树人根本任务,进而为材料类一流本科课程建设和高素质应用型创新人才培养提供有益借鉴。

基金项目

天津理工大学一流本科课程培育项目(《材料合成与制备》线上线下混合式课程,22-03);天津理工大学教学研究与改革一般项目(小课程群模式培养本科生综合创新能力——以《材料合成与制备》为例,YB23-05)。

参考文献

- [1] 中国政府网. 中共中央关于进一步全面深化改革,推进中国式现代化的决定[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm, 2024-07-21.
- [2] 牛凤兴,曹振恒,张琰图,等. 一流课程建设背景下化工原理教学改革与实践[J]. 化工管理, 2024(23): 30-34.
- [3] 李明田,金永中. 材料合成与制备技术课程教学改革探索与实践[J]. 河南化工, 2023, 40(4): 65-67.
- [4] 严俨. “互联网+”背景下线上线下混合式一流本科课程建设研究[J]. 兴义民族师范学院学报, 2024(2): 101-106.
- [5] 新华网. 习近平:把思想政治工作贯穿教育教学全过程[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-12/08/c_1120082577.htm, 2016-12-08.
- [6] 任涛. 材料合成与制备课程思政建设的探索[J]. 广东化工, 2021, 48(22): 285-287.
- [7] 苗艳丽,张国光. 新时期混合式教学模式在药剂学课程中的探索与实践[J]. 云南化工, 2024, 51(8): 202-205.
- [8] 周伶俐,兰翠玲,赵金,等. 新工科背景下应用型高校“材料合成与制备”课程教学的几点思考[J]. 2021, 35(1): 48-51.
- [9] 徐博,许德新,王辉,等. 基于课外科技活动的大学生创新能力培养模式[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(2): 231-245.

-
- [10] 陈显平. 科研项目导向与兴趣驱动模式下的光电工程本科生创新实践能力培养研究与实践——以半导体物理课程为例[J]. 高教学刊, 2022, 8(5): 33-36, 40.
- [11] 殷艳艳, 张乐喜, 李国东, 等. 化学课程群在应用型创新人才培养模式中的探索[J]. 广州化工, 2021, 49(19): 193-197.