

以强化应用为导向的研究生课程 “现代测试与表征技术”教学 改革探索

侯东芳*, 贾漫珂, 方艳芬, 孙博婧, 乔秀清

三峡大学材料与化工学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2026年3月30日; 录用日期: 2026年5月21日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

研究生教育是培养国家高端人才的重要环节。“现代测试与表征技术”是材料、化工与化学专业研究生的核心必修课程, 对培养学生科学研究和工程实践能力具有重要作用。针对当前课程存在的教学内容前沿性不足、教学方法单调、实践教学不匹配、考核评价方式局限性大的问题, 本文提出以强化应用为导向的教学改革思路。通过教学理念更新、重构模块化教学内容、建设多元化案例库、推行虚实结合的实践教学、建立过程性评价体系等改革措施, 旨在实现从知识传授向能力本位的转变。该改革方案有助于提升研究生的技术应用能力、科学思维能力和创新素养, 为高层次应用型人才培养提供课程支撑。

关键词

现代测试与表征技术, 研究生教育, 教学改革, 应用导向

Exploration of Teaching Reform for the Application-Oriented Graduate Course “Modern Testing and Characterization Techniques”

Dongfang Hou*, Manke Jia, Yanfen Fang, Bojing Sun, Xiuqing Qiao

College of Materials and Chemical Engineering, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Received: March 30, 2026; accepted: May 21, 2026; published: May 29, 2026

*通讯作者。

文章引用: 侯东芳, 贾漫珂, 方艳芬, 孙博婧, 乔秀清. 以强化应用为导向的研究生课程“现代测试与表征技术”教学改革探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(5): 652-658. DOI: 10.12677/ces.2026.145386

Abstract

Graduate education plays a pivotal role in cultivating high-level national talents. "Modern Testing and Characterization Techniques" is a core compulsory course for graduate students majoring in materials science, chemical engineering, and chemistry, playing a crucial role in developing students' capabilities in scientific research and engineering practice. In response to current course challenges such as insufficient integration of cutting-edge content, disconnection between theory and practice, monotonous teaching methods, and outdated assessment models, this paper proposes a teaching reform approach oriented toward application enhancement. Through measures including the renewal of teaching philosophies, the restructuring of modular teaching content, the development of a diverse case library, the implementation of a practice-teaching model combining virtual and real environments, and the establishment of a process-oriented evaluation system, this reform aims to achieve a transition from knowledge transmission to competency-based education. This reform approach is expected to strengthen graduate students' technical application skills, scientific reasoning abilities, and innovative competencies, thereby providing curricular support for the cultivation of high-level applied talents.

Keywords

Modern Testing and Characterization Techniques, Graduate Education, Teaching Reform, Application-Oriented

Copyright © 2026 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

在当今全球化深入发展与新一轮科技革命加速演进的宏观背景下，为加速培养新兴领域的工程科技人才，推动传统工科专业转型升级，并前瞻布局未来战略必争领域的人才储备，我国教育部自2017年起全面推动新工科建设，进一步落实创新驱动发展，也对工程技术人才培养提出了更全面、更国际化的要求，推动“新工科”建设朝着面向产业、面向世界、面向未来的方向持续发展[1]-[3]。因此，我国正加快从教育大国向教育强国迈进，研究生教育作为国民教育体系的顶端，肩负着为国家战略和经济社会发展培养高层次人才的时代重任。随着我国研究生招生规模的持续扩大，研究生教育正面临着数量增长与质量保障并行的新形势。研究生作为科研队伍重要的人才储备库，其综合素养与创新能力的培育已成为当前教学工作的核心内容。在此过程中，课程教学具有基础性、全面性和综合性的作用，是保障培养质量、提升创新能力的关键环节[4][5]。为适应新工科建设的发展导向，高校在研究生培养的内涵上正经历深刻转变，推进工科专业课程的教学创新与实践深化已成为一项紧迫任务。

作为支撑研究生开展科学研究和工程技术实践的关键工具性课程，“现代测试与表征技术”在当前国内外高校的研究生培养体系中占据重要地位，已成为众多高校材料和化学相关学科研究生教育课程体系的必选项。该课程旨在引导研究生系统掌握现代测试与表征技术的基本原理、仪器构造及其主要应用方向，并能够对常见测试手段所获取的数据信息进行合理解读与分析，从而在后续科研工作中灵活运用相关技术开展相应的科学研究工作[6]。然而，随着研究生培养规模的扩大和学生生源背景的日益多元，课程教学中普遍存在理论与实践衔接不够紧密、前沿技术融入不足、学生综合应用能力培养不到位等问

题。因此, 积极探讨以强化应用为导向的研究生课程教学改革, 重新定位教学目标, 转变传统的教学理念, 探索有效的教学模式, 协调丰富教学内容, 对于培养社会需要的应用型人才具有重要的现实意义[7]。

2. 课程教学现状与问题分析

2.1. 课程特点及现状

自本校研究生材料与化工专业开设以来, “现代测试与表征技术”课程一直是主要的必修课程。其课程的核心内容是指导学生选择合适的测试分析方法, 对材料的组织形貌、成分和结构等方面进行准确有效的表征。多年来的教学实践与调查研究表明, 本课程所涉及的材料分析测试技术是大多数学生在自己课题研究过程中必不可少的工具。从近两年开始, 经过本校学科调整, 目前本课程的授课对象是材料、化工及化学专业的所有研究生, 学生的学科背景多元, 及对测试与表征技术在科研中的应用范围极大地拓展, 原来的课程设置已不符合当前研究生培养的要求。然而, 在现阶段, 课程一定程度上沿用了本科的教学模式, 系统性和理论性较强, 技术前沿及创新发展体现不足, 学生相关的实践环节有所欠缺, 教学方法和课程考核方式不完善。这些问题不利于培育研究生的宏观视野与思维, 也不利于提升研究生解决实际研究问题的能力。

2.2. 存在的主要问题

2.2.1. 教学内容更新慢

首先, 教材内容往往更新较慢, 无法跟上当前分析测试技术发展的步伐。近年来, 各种原位表征技术、球差校正电镜、三维重构分析等前沿技术发展迅速且在科研成果中得到了广泛应用, 但教材中难以及时体现新技术的更新。其次, 教材内容过于理论化, 缺乏与实际科研案例的结合, 影响学生对所学知识的理解和有效应用。再次, 本院材料、化学与化工专业涵盖多个研究方向, 不同方向对测试技术的需求存在差异, 但统一的教材内容难以满足各专业方向的个性化需求。

2.2.2. 教学模式的单一

此前, 我院“现代测试与表征技术”课程通常采用课堂讲授的方式, 教师为主体讲解, 学生往往处于被动听课的状态, 这一教学方式不利于培养学生主动学习的态度和探索能力。因此, 从实现学以致用的角度存在教学方式不合理、实验教学难以保障、实践教学与理论教学脱节等问题。由于大型设备价格昂贵、台套数有限, 且以服务科研为主, 学生很难得到实际操作的机会。学生在面对特定研究目标时, 往往不知道该如何选用合适的研究方法, 即便获得实验或检测结果, 也无从下手进行理论分析[4]。

2.2.3. 考核形式的局限性

近几年, 该课程的考核形式主要是期末开卷考试, 虽然也在考试题型上尽量选择一些应用性质的题目, 如各种测试方法所得结果的分析, 但也存在相关理论理解的考核, 未能全面反映学生的综合能力, 特别是实际科研能力。平时成绩也大多是由考勤及平时回答问题评价, 难以真实反映学生运用技术解决实际问题的能力。研究生阶段的学习更应注重能力的培养, 而非知识的简单复现, 因此, 需要丰富考核形式, 并加强应用相关的过程考核。

3. 教学改革的探索与实践

课程教学改革的核心在于服务教学, 课程质量直接决定了人才培养的质量。应用型人才培养目标的实现, 需要构建与之相适应的教学内容与教学模式, 通过强化课程的应用性导向, 将知识有效转化为学生的实践能力。综合前文所述问题, 本文针对“现代测试与表征技术”课程, 开展系统性、强化应用导

向的教研教学改革,从教学理念、教学模式、教学内容、教学方法、考核方式等方面实施“多位一体”协同推进,建立从学科逻辑到应用逻辑的转变思维,实现研究生专业素养与研究创新能力的双重提升,全面增强教学效果,切实保障研究生培养质量。

3.1. 转变教学理念

“现代测试与表征技术”是一门交叉性强、应用领域广泛的相关专业研究生必修课程。本课程的学习,既要求学生掌握相关基础理论,更强调其在后续科研实践中灵活运用多种分析测试技术解决实际问题的能力。近年来,分析测试技术不断在持续推陈出新,对课程教学提出了与时俱进、理论与应用深度融合的要求,需密切关注国内外测试技术的前沿发展动态。因此,在教学过程中,应特别地注重将科学研究成果融入课堂,逐步形成以强化应用为导向、兼顾综合性与应用性的课程教学理念。

3.2. 教学模式探索

针对“现代测试与表征技术”课程教学中存在的学生应用能力培养不足等问题,本教学改革以强化应用为导向,从教学流程再造和教学场景拓展等方面,探索构建适应研究生培养特点的新型复合教学模式。教学流程分层进行,可以设计有基础层、应用层、实践层和输出层。基础层以精炼的方式讲授核心技术的基本原理、仪器构造、样品要求和适用范围,注重将抽象原理与直观图示、动画演示相结合,降低认知门槛。应用层引入来源于科研实践的真实案例,组织学生开展研讨式学习。研讨过程中,教师扮演引导者角色,通过设问启发学生思考:为什么选择该技术?样品如何制备?数据如何解读?若结果不理想,如何优化方案?通过层层递进的追问,培养学生批判性思维和独立判断能力。应用层引入虚拟仿真教学模块或实际检测方法的相关软件应用教学。输出层设置综合性的项目式任务,要求学生针对一个具体的材料问题,独立或分组完成完整的表征方案设计。通过综合设计,实现知识的内化与迁移,检验学生运用所学解决实际问题的能力。教学场景设计突破课堂时空限制,构建“课前预习-课堂研讨-课后延伸”的全链条学习生态。课前,通过线上平台推送预习资料和思考题;课中,聚焦核心问题和典型案例开展深度研讨;课后,布置拓展性任务,鼓励学生结合自身研究方向,查阅相关文献,分析课题中涉及的测试技术应用情况,形成个性化的学习成果。

3.3. 教学实施方案优化

3.3.1. 教学内容的模块化重构

本院材料、化学与化工专业涉及多个研究方向,主要聚焦能源与环境材料设计与应用。大部分研究生的研究过程所涉及到的测试与表征技术已不是单纯局限于材料测试或化学分析,而是这些方法的综合应用。基于此,我们打破传统的按仪器种类分章讲解的顺序,按照科学问题导向重组教学内容的模块。主要知识体系包括化学组成与成分分析、价键分析、物相结构分析、形貌及结构分析、表面与界面分析和热分析等几部分内容。

模块一:化学组成与成分分析。整合气相色谱法、液相色谱法、质谱法、原子吸收光谱法、原子发射光谱法等技术,重点讲授如何对材料中的元素组成、官能团结构、分子量分布及微量成分进行定性定量分析。在讲授色谱-质谱联用技术时,可结合最新研究成果,向学生展示如何运用气相色谱-质谱联用仪或液相色谱-质谱联用仪对复杂体系中的痕量组分进行分离鉴定与结构解析,体现多技术协同在成分分析中的综合优势。

模块二:价键分析。整合红外光谱法、拉曼光谱法、紫外-可见吸收光谱法等技术,重点讲授如何对材料中的官能团、化学键、分子结构及电子跃迁行为进行定性定量分析。在讲授红外与拉曼光谱时,

可结合最新研究成果，向学生展示如何运用这两种互补技术对复杂材料体系的分子结构进行协同解析，阐明价键信息与材料性能之间的内在关联。

模块三：晶体结构与物相分析。整合 X 射线衍射和电子衍射等技术，重点讲授材料晶体结构的确定、物相定性与定量分析、残余应力测试等方法。讲授 X 射线衍射技术时，可拓展介绍最新的原位及四维 XRD 成像技术，引导学生在科研实践中应用最新的技术分析材料科学问题。

模块四：微观形貌分析技术。整合扫描电子显微镜、透射电子显微镜、扫描探针显微镜和原子力显微镜等技术，重点讲授如何观察和分析材料的微观形貌、尺寸分布、界面结构等。在讲授透射电镜时，可结合最新研究成果，向学生展示如何运用透射电镜技术进行复杂材料的三维结构分析。

模块五：表界面分析。整合 X 射线光电子能谱、俄歇电子能谱等技术，重点讲授如何对材料的表面成分、元素化学态、电子结构及界面反应产物进行定性与半定量分析。进一步可结合最新研究成果，向学生展示如何运用这两种表面分析技术对纳米薄膜、催化剂、半导体器件等材料的表界面特性进行深度剖析，阐明表面化学状态与材料性能之间的内在关联，体现表界面分析技术在材料科学前沿研究中的独特优势。

模块六：热分析。整合差热分析、差示扫描量热法、热重分析和微分热重分析等技术，重点讲授如何对材料的热稳定性、相变过程、玻璃化转变温度、熔融与结晶行为、热分解机理及组分含量进行定性与定量分析。在讲授差示扫描量热法与热重分析/差热分析联用分析时，可结合最新研究成果，向学生展示如何运用这些热分析技术对高分子材料、药物载体、能源材料等体系的热行为进行系统表征，阐明材料组成、结构与热性能之间的内在关联，体现热分析技术在材料研发与质量控制中的关键作用。

每个模块中都强调多种技术的协同运用与数据互证，使学生认识到单一技术往往难以全面揭示材料特性，需通过多技术联用获得完整的材料信息图谱，培养学生综合运用多技术解决复杂问题的能力。

3.3.2. 多元化案例库的建设

案例教学能够将碎片化的知识点通过真实案例加以贯通，有效提升学生的思维推理能力和解决实际问题的能力，使学生真正融入课堂互动，并为其后续科研活动的开展奠定良好基础[4] [8]。结合“现代测试与表征技术”课程建设实际，充分考虑授课研究生的知识架构及未来从事的研究方向，本课程教学团队充分利用自身的科学研究和工程实践积累，将相关测试理论与应用实例转化为教学案例。并且针对不同专业方向构建差异化的案例体系，如面向能源环境材料方向的学生，以不同合成条件对无机半导体结构性能的影响为例；面向化学催化方向的学生，则选取抗生素催化分解过程中间产物的演变过程分析等工程实际问题。将课程教学与研究生科研工作紧密结合。一方面，将任课教师及校内其他课题组的典型科研成果转化为教学案例，使学生直观感受测试技术在实际科研中的运用；另一方面，鼓励学生将课程所学及时应用于自身课题研究，通过课程项目提前开展与课题相关的表征方案设计，实现学中做、做中学的良性循环。

3.3.3. 虚实结合的实践教学模式

针对大型设备台套数有限、学生实操机会不足的问题，构建虚实结合的实践教学模式。首先，有选择性地虚拟仿真教学与理论教学、实验教学紧密结合，通过虚拟仿真将抽象的理论或人无法接触的设备细节直观呈现，提高教学效率。学生可借助虚拟仿真软件模拟设备操作流程，熟悉样品安装、抽真空、参数设置、数据采集等关键环节，为后续实操奠定基础。其次，依托学校分析测试中心，组织学生开展现场教学与实操训练，将科研检测与实验教学有机融合，在完成科研检测的同时进行实践教学，既提升了设备利用效率，也让学生接触到真实的科研样品与测试需求。最后，设置综合性实践项目，要求学生针对具体材料问题设计完整的表征方案，涵盖技术选择、测试顺序、预期结果分析等内容，并撰写表征

方案设计报告。通过上述措施,构建虚拟仿真-现场实操-综合设计三位一体的实践教学体系,全面提升学生对理论知识的理解深度及分析、解决实际问题的综合能力。

3.3.4. 研讨式教学方法的创新

研讨式教学作为一种以学生为中心、以问题为导向的教学模式,强调学生在主动探究中建构知识、发展能力。针对“现代测试与表征技术”课程知识点密集、技术关联复杂、应用场景多样的特点,本教学改革突破传统讲授式教学的局限,构建以文献精读-技术辨析-成果互评为主线、贯穿课前课中课后全过程的研讨式教学体系。引入英文顶刊文章作为课程参考资料,鼓励学生在课堂上进行中英文文献的分享和讨论。学生在阅读英文顶刊文章的过程中,了解国际上先进的现代测试与表征技术的科研成果和技术进展,拓宽国际视野[9][10]。部分采用中英双语课件,促使学生能够在学习材料的同时接触到专业术语的中英文版本,潜移默化中提升学生的英语表达能力及其对英文文献的理解力。具体如下:在研讨实施过程中,教师提前两周发布文献清单,涵盖不同研究方向(如与本学院研究领域密切相关的能源材料、催化材料、结构材料等)的典型研究成果,学生根据自身研究兴趣选择文献进行精读。课堂研讨以小组汇报加集体讨论的形式开展。教师担任设问者,在学生汇报基础上追问技术细节、质疑测试逻辑、引导技术对比,使研讨从文献复述走向深度辨析。学生需要综合运用课程所学知识,从样品要求和数据类型等多个方面进行技术比较,最终形成何种情况下优先选择哪类技术的判断共识。这一过程不仅加深了学生对各项技术的理解,更重要的是培养了其在复杂情境下进行技术决策的能力。在课程后期,设置成果互评研讨环节。与传统教师单向评价不同,成果互评强调学生在评价他人成果的过程中反观自身、提升认知。互评结束后,每组推选1~2份优秀成果进行全班展示,教师进行总结点评,提炼共性问题,强化核心认知。

3.4. 多元化考核评价体系的建立

考核评价是教学活动的指挥棒,直接影响学生的学习行为与能力发展。传统期末一张卷的考核方式侧重对理论知识的记忆性考查,难以真实反映研究生运用测试技术解决实际问题的综合能力,也无法有效引导学生在学习过程中注重实践与应用。为此,本教学改革打破单一评价模式,构建以能力为导向、贯穿教学全过程、融合多元主体的考核评价体系,包括教师评价、学生自评与互评,并且设计评价贯穿课前、课中、课后及期末四个教学阶段,形成全过程闭环评价。课前阶段,通过线上教学平台发布预习任务,包括基础知识自测题、技术应用思考题和相关文献阅读。学生需在课前提交预习笔记或思考题答案。教师通过平台数据分析学生预习情况,了解共性问题和个体差异,为课堂教学精准施策提供依据。课堂表现性评价采用教师现场评分+学生互评相结合的方式,教师根据预设评价量规现场打分,学生之间根据贡献度进行互评。这一设计旨在引导学生在研讨过程中积极投入,同时培养学生评价他人工作的能力。课后阶段设置综合表征方案设计项目性任务,这是平时考核体系中权重最高的环节。期末考核不再采用传统闭卷考试,而是沿用开卷考试形式,所有考核内容都聚焦各种表征方法的应用分析与数据处理环节。因此本课程建立的多元化考核评价体系,以能力认证为导向,贯穿教学全过程,融合多元评价主体,实现了从考知识向考能力的根本转变,为强化应用导向的课程教学改革提供了有力的制度保障。

3.5. 改革成效评价

为验证教学改革的有效性,我们从以下几个方面进行成效检验:①学习获得感:通过问卷调查和访谈,了解学生对课程改革的满意度,重点考察学生是否认为课程对“开展课题研究”直接有帮助,是否能清晰表达“什么情况该用什么技术”。②综合应用能力对比改革前后,学生在综合方案设计大作业中,逻辑的严密性、技术的合理性是否有显著提升。在期末案例分析题中,学生分析的深度和广度是否提高。

③ 课堂参与度记录研讨课上学生主动发言的比例、提出问题的质量,了解学生的学习积极性和参与度的变化。

4. 结语

“现代测试与表征技术”是一门教学与科学研究密切相关、应用性很强的课程,是相关专业研究生的重要基础课程。结合研究生课程的教学现状与亟待解决的问题,本文以强化应用为导向,从重构模块化教学内容、建设多元化案例库、推行虚实结合的实践教学、创新研讨式教学方法、建立多元化考核评价体系等方面进行了综合改革,旨在实现从知识传授向能力本位的转变。需要指出的是,本研究也存在一定的局限性。首先,改革实践主要依托本校材料与化工及化学专业研究生开展,样本范围相对较小,教学效果数据的普适性有待进一步验证。其次,部分改革措施对教学资源有较高要求,例如虚实结合的实践教学需要虚拟仿真平台和分析测试中心的支持等,这在一定程度上限制了改革方案在资源相对匮乏院校中的直接复制推广。尽管如此,本改革方案中的核心理念,即以应用为导向、以学生为中心、以能力培养为目标,具有普遍适用性。不同类型和资源水平的院校可根据自身实际情况,对关键策略进行适应性调整。总之,教学模式的改革是一个持续改进的过程,还需要不断探索和创新,以适应不断变化的学科发展和人才培养需求。未来将进一步探索人工智能技术与课程教学的深度融合,引入更多前沿测试技术成果,完善案例库建设,并尝试开展跨校协同教研,以检验改革方案在不同办学条件下的适用性,为培养具有创新能力和实践能力的高层次专业人才提供更有力的支撑。

基金项目

三峡大学研究生教学改革研究项目(SDYJ202406),项目名称:以强化应用为导向的“现代材料分析测试技术”课程教学改革。

参考文献

- [1] 王毅,赵飞,杨少川,郭慧,邸金红.新工科背景下研究生“现代信息与信号处理”课程教学改革与探索[J].科技风,2024(4):109-111.
- [2] 易遵辉,卢明,何磊,等.科研案例驱动的研究生“模式识别”课程教学改革研究[J].当代教育理论与实践,2026,18(1):137-143.
- [3] 邓健秋,刘鹏,姚青荣,等.材料工程专业研究生课程案例教学评价体系建设研究[J].高教学刊,2026,12(4):95-98.
- [4] 张治国,李庆阳,任盼,张鹏,李卫.“现代材料分析技术”专业学位研究生课程教学案例库建设与实践[J].广东化工,2024,51(11):196-198.
- [5] 余敏,崔清华,熊伟.基于研究生科学创新思维和科研素质培养的“分子生物学”课程教学改革[J].大理大学学报,2024,9(2):43-46.
- [6] 李永峰,余林,何军,阳香华.研究生“现代分析测试技术”课程建设的改革探索与实践[J].教育教学论坛,2024(32):94-97.
- [7] 邵从英,李龙凤,丁素芳,孟苏刚,韩满意.研究生课程材料分析测试与显微技术教学改革与实践[J].商丘师范学院学报,2023,39(3):81-83.
- [8] 刘莹莹,王庆娟,王强,肖桂枝,胡平.研究生专业课程双语教学的探索与实践——以“现代金属材料分析检测技术”为例[J].教育教学论坛,2022(30):83-86.
- [9] 易润华,林巧玲,何红.强化应用型人才培养的微生物学教学改革与探索[J].高教学刊,2021,7(30):134-138.
- [10] 李永峰,余林,何军,阳香华,钟远红,于会娟,赵丰华.基于雨课堂的线上教学全流程设计改革探索——以现代分析测试技术研究生课程为例[J].高教学刊,2025,11(3):138-141.