

混合式教学模式在计算材料学课程改革中的实践与优化路径

张京京 王 燕 李树东 王 雪
长春工业大学 吉林长春 130000

摘 要: 新工科建设背景下, 计算材料学课程传统教学模式难以适配学科交叉特性与能力培养需求。本文分析混合式教学与该课程的适配性, 构建“目标协同、内容融合、活动闭环、评价多元”的实践框架, 剖析学生自主学习差异、教学内容割裂等关键问题, 提出个性化学习引导、教学设计重构等优化路径。研究为计算材料学课程提质及新工科人才培养提供理论与实践支撑。

关键词: 混合式教学; 计算材料学; 课程改革; 实践框架; 优化路径

1 混合式教学模式与计算材料学课程的适配性分析

混合式教学并非线上与线下教学的简单叠加, 而是以建构主义学习理论为指导, 通过教学要素的系统性重组, 实现“教师主导—学生主体”的教学关系重构。其核心要义在于依托技术手段破解传统教学瓶颈, 使不同教学环节形成功能互补的闭环系统, 这与计算材料学课程的教学特性存在天然适配性。

从学科知识体系来看, 计算材料学呈现“理论抽象化、方法多元化、应用场景化”的三重特征。课程核心内容如密度泛函理论的电子结构计算、分子动力学的多尺度模拟等, 涉及大量数学推导与物理模型, 传统课堂难以通过单次讲授实现学生深度理解。混合式教学可通过线上平台搭建“碎片化知识整合+可视化呈现”的学习体系, 将复杂理论拆解为层级化模块, 借助图文解析、动态模型等多模态资源降低认知门槛。

从能力培养需求来看, 计算材料学以“理论指导计算、计算支撑实践”为核心能力导向, 要求学生具备理论建模、软件操作与结果分析的综合能力。传统教学中, 实验环节受限于软件版权、硬件配置等条件, 难以开展大规模高仿真实践训练。混合式教学可通过线上虚拟仿真平台构建“无边实验室”, 学生可自主开展软件操作、参数调试等训练, 线下课堂则聚焦结果研讨与问题攻坚, 形成“自主实践—集中反馈”的能力培养链条。这种模式既解决了实践资源不足的难题, 又通过线下互动强化了知识迁移能力。

从人才培养目标来看, 新工科背景下计算材料学需培育兼具扎实理论功底与创新思维的复合型人才, 要求教学

过程兼顾知识传授与价值引领。混合式教学可通过线上资源拓展教学边界, 引入学科发展史、科学家事迹等思政元素, 线下则通过专题研讨深化价值认知, 实现“知识学习—家国情怀”的同向同行。这种“隐性渗透+显性引导”的思政教育模式, 适配课程服务国家重大战略需求的育人定位。

2 混合式教学模式在计算材料学课程中的实践框架构建

2.1 教学目标的层级化拆解与协同

以“知识、能力、素养”三维目标为核心, 构建线上线下协同的目标体系。知识目标层面, 线上聚焦基础概念与理论框架的掌握, 如通过微课视频解析赝势平面波方法的基本原理, 通过在线题库强化密度泛函理论的公式应用; 线下侧重重难点突破与知识体系整合, 如针对电子结构自洽计算等难点开展专题推导, 结合学科前沿梳理计算方法的演进逻辑。能力目标层面, 线上侧重软件操作与数据处理的基础训练, 如通过虚拟仿真平台开展 Materials Studio 的基础操作练习; 线下聚焦复杂问题解决与创新能力培养, 如组织小组完成“材料性能预测—参数优化”的完整计算流程。素养目标层面, 线上通过学科前沿文献推送培育学术视野, 线下通过“卡脖子”技术专题研讨强化责任担当, 形成三维目标的协同落地。

2.2 教学内容的模块化重构与适配

按照“基础核心—拓展应用—前沿交叉”的逻辑重构课程内容体系, 实现线上线下内容的功能互补。基础核心模块涵盖量子力学基础、计算方法原理等课程基石内容, 采用“线上精讲+线下答疑”的模式: 线上通过慕课、交互式课件等资源实现自主学习, 配套智能诊断系统定位知

识盲区；线下针对共性问题开展集中讲解，通过板书推导强化理解。拓展应用模块包括计算软件操作、典型体系模拟等实践内容，采用“线上虚拟训练+线下案例深化”的模式：线上依托虚拟仿真平台提供软件操作场景，学生自主完成模拟任务并提交结果；线下选取典型计算体系开展案例分析，解析参数设置的物理意义与结果解读的逻辑方法。前沿交叉模块涉及机器学习辅助材料设计、高通量计算等新兴内容，采用“线上资源整合+线下研讨创新”的模式：线上整合开源数据库资源、科研团队成果等资料；线下组织专题研讨，引导学生分析技术应用前景，培养创新思维。

2.3 教学活动的闭环化设计与实施

构建“课前预学—课中互动—课后拓展”的闭环教学活动链，实现知识的渐进式建构。课前阶段以“精准诊断”为核心，教师通过线上平台发布预习任务，包括微课视频、前置习题等资源；借助学习分析系统追踪学习数据，如资源访问时长、习题正确率等，动态生成班级知识盲区图谱，为线下教学提供靶向性重点。课中阶段以“深度互动”为核心，采用“重难点精讲+小组协作+即时反馈”的形式：针对课前诊断的共性问题开展理论精讲，结合板书推导与动态模型演示突破认知障碍；设计“计算任务攻坚”小组活动，如针对特定材料体系的性能模拟，小组内分工完成模型构建、参数调试、结果分析等环节；通过在线答题工具开展即时测试，实时掌握学习效果并调整教学节奏。课后阶段以“拓展深化”为核心，构建“实践应用+反思提升”的延伸体系：布置分层实践任务，基础层为软件操作强化训练，提高层为文献调研与计算方案设计；搭建线上讨论社区，教师定期推送拓展资源，解答学生实践中遇到的问题；要求学生提交学习反思报告，梳理知识掌握情况与能力提升路径。

2.4 教学评价的多元化构建与实施

突破传统“终结性考试为主”的评价模式，构建“过程性评价+终结性评价”相结合的多元评价体系，实现“以评促学”的核心目标。评价内容涵盖知识掌握、能力提升与素养养成三个维度：知识维度采用“线上习题正确率(20%)+线下课堂测试(20%)”的形式，全面考察基础理论与公式应用能力；能力维度通过“线上虚拟仿真任务完成质量(20%)+线下小组项目成果(20%)”进行评估，重点考

察软件操作与问题解决能力；素养维度依托“线上学习参与度(10%)+线下研讨表现(10%)”开展评价，关注学术态度与团队协作素养。评价主体采用“教师评价+智能系统分析+同伴互评”的协同模式：教师负责线下成果与研讨表现的评估，智能系统追踪线上学习数据并生成分析报告，同伴互评聚焦小组协作中的贡献度与表现。通过评价维度的多元化与评价主体的协同化，实现对学生学习过程的全面反馈与精准指导。

3 混合式教学模式实践中的关键问题解析

在计算材料学课程的实践过程中，混合式教学模式虽展现显著优势，但受限于学科特性、技术条件与师生能力等因素，仍面临一系列现实问题，需精准识别并针对性破解。

学生自主学习能力的差异化导致线上学习效果失衡。计算材料学课程要求学生具备扎实的先修知识基础，如量子力学、固体物理等，而学生群体在知识储备、学习习惯等方面存在显著差异。部分学生缺乏自主学习规划能力，线上学习仅满足于完成基础任务，对拓展资源的利用不足；基础薄弱的学生在面对抽象理论时，难以通过线上资源实现自主解惑，导致知识断层累积，进而影响线下课堂的参与质量。这种差异化使得线上教学难以实现“个性化适配”的预期目标，反而加剧学习效果的两极分化。

线上线下教学内容的衔接存在“机械割裂”现象。部分教学实践中，线上内容仅局限于理论知识点的简单呈现，与线下实践环节缺乏逻辑关联；线下课堂未能充分利用线上学习数据开展靶向教学，仍采用“全面讲授”的传统模式，导致线上预学成果未得到有效转化。这种“各成体系”的教学设计，使得混合式教学退化为“线上看视频+线下听讲解”的简单叠加，未能形成“预学诊断—重点突破—应用深化”的闭环逻辑，背离混合式教学的核心要义。

教师的混合式教学能力与技术应用水平有待提升。计算材料学教师多具备扎实的学科专业背景，但缺乏系统的教育技术培训，对线上平台的功能开发、学习数据的分析应用能力不足。部分教师仅将线上平台作为资源存储与作业提交的工具，未能充分利用智能诊断、互动讨论等功能优化教学流程；在教学设计中，难以精准把握线上线下内容的权重分配，对学科前沿内容的线上资源整合能力不足，影响教学内容的时效性与深度。

技术支撑体系的适配性与稳定性存在短板。计算材料

学的线上实践环节对虚拟仿真平台的性能要求较高,需支持复杂计算模型的运行与大规模数据的处理。部分院校采用的教学平台存在功能冗余或不足的问题,虚拟仿真模块与主流计算软件的兼容性较差,导致学生线上操作与实际科研应用脱节;平台运行过程中的卡顿、数据丢失等问题,不仅影响学习体验,更可能导致实践任务中断,制约线上教学的顺利开展。

4 混合式教学模式的优化路径探索

强化自主学习引导,构建个性化学习支持体系。依托线上平台构建“先修诊断—资源适配—过程监控”的全流程引导机制:课前通过线上测试完成学生先修知识诊断,根据诊断结果生成个性化学习地图,明确基础薄弱学生的补修资源与进阶学生的拓展方向;设计“学习契约”制度,明确线上学习的目标任务、时间节点与评价标准,引导学生制定自主学习计划;建立线上答疑长效机制,通过教师定期在线答疑、优秀学生互助解答等形式,及时解决学生自主学习中的困惑,避免知识断层累积。

深化教学设计重构,实现线上线下的有机融合。以“知识建构逻辑”为核心,建立线上线下内容的协同机制:线上环节聚焦“知识输入与初步内化”,开发“理论讲解+虚拟演示+基础练习”的模块化资源,配套即时反馈的智能题库,帮助学生掌握基础概念与方法;线下环节聚焦“知识深化与应用创新”,基于线上学习数据开展靶向教学,针对共性问题进行重点推导,结合小组协作完成复杂计算任务的设计与实施,实现从“基础掌握”到“能力应用”的跃升。构建“科研反哺教学”的内容更新机制,定期将学科前沿成果如机器学习材料设计、高通量计算应用等转化为线上案例资源,线下组织专题研讨,实现教学内容与科研前沿的同步。

构建教师发展体系,提升混合式教学能力。建立“学科专业+教育技术”双维度培训机制:依托校际教研联盟、名师工作坊等平台,开展混合式教学设计专题培训,重点提升教师的课程重构、活动设计与评价实施能力;组织教育技术与学科教师的跨领域协作,共同开发线上教学资源与虚拟仿真模块,提升资源质量与适配性;建立“教学创新案例库”,收集整理优秀混合式教学实践案例,通过定期研讨、观摩学习等形式促进经验共享。

优化技术支撑体系,提升服务保障能力。采用“核心

平台+专业插件”的轻量化技术架构,构建适配计算材料学需求的教学平台:核心平台承载资源管理、学习数据分析等基础功能,确保运行稳定;集成专业虚拟仿真插件,实现与主流计算软件的兼容对接,模拟真实科研场景中的计算流程;引入学习分析系统,通过数据挖掘技术追踪学生学习行为,生成个性化学习报告,为教学优化提供数据支撑。建立技术支撑长效机制,组建由教育技术人员、学科教师与学生代表构成的平台运维团队,定期收集教学过程中的技术问题,及时完成平台功能的迭代优化与故障排查,保障教学活动的顺利开展。

5 结语

混合式教学模式为计算材料学课程改革提供了突破传统教学瓶颈的有效路径,其核心价值在于通过教学要素的系统性重构,实现知识传递效率与能力培养质量的双重提升。在实践过程中,需充分把握计算材料学的交叉学科特性,构建“目标协同、内容融合、活动闭环、评价多元”的教学框架。针对学生自主学习差异、教学内容衔接不畅、教师能力不足与技术支撑薄弱等关键问题,通过个性化学习引导、教学设计重构、教师能力提升与技术体系优化等路径实现精准破解。

未来,混合式教学模式的深化应用需进一步强化“以学生为中心”的理念,依托人工智能、大数据等技术实现教学过程的精准化适配;加强校际协作与校企合作,共建共享优质线上教学资源与虚拟仿真平台;推动混合式教学与科研训练的深度融合,实现“教学—科研—育人”的协同发展。通过持续的实践探索与理论创新,不断提升计算材料学课程的教学质量,为培育适应新工科建设需求的复合型创新人才提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 郭文龙,连欣.AI技术在材料研究方法与测试技术课程中的应用与实践活动创新探索[J].女报,2025(17):0099-0101.
- [2] 乔家庆,郑文斌,尹洪涛.面向产教融合的课程建设研究——以“电磁兼容测试技术”课程为例[J].教育教学论坛,2025(19):1-4.
- [3] 邓健秋,王凤,刘鹏,文秀军,卢照,姚青荣.新工科材料类研究生专业课程思政建设探讨与实践——以电化学原理与测试技术课程为例[J].高教学刊,2025,11(18):58-61.

作者简介: 张京京(1987.07—),女,汉族,吉林长春,博士研究生,讲师,研究方向:材料科学与工程。

李树东(1979.06—),男,汉族,吉林长春,本科,研究方向:教育学。

王燕(1988.07—),女,汉族,吉林省长岭县,博士,

副教授,研究方向:思政与工科教学融入。

王雪(1991.12—),女,汉族,吉林省长岭县,博士,讲师,研究方向:金属纳米团簇基智能材料与器件。

基金项目:项目名称以及编号:长春工业大学第六批课程思政示范课程建设项目工程材料学 KCSZ0220240058。