

原子物理与量子力学课程线上线下混合式教学探讨

王博翀, 牟从普, 向建勇, 苏治斌, 温福昇

燕山大学, 河北 秦皇岛 066000

DOI: 10.61369/ETR.20250023043

摘要：《原子物理与量子力学》课程理论抽象、公式复杂，导致学生理解困难。教学改革采用线上线下混合模式：线上利用MOOC平台资源实现预习导学，构建知识框架；线下课堂聚焦核心概念与公式推导，强化重难点。同步推行小班化教学，跟踪学习动态，引入项目式研讨激发探究能力。改革突破时空限制，实现知识点全覆盖，教学趣味性与参与度显著提升。不同专业方向学生普遍反馈良好，该模式为理工科理论课程提供参考。

关键词：混合式教学；线上线下；MOOC教学；小班化教学；教学改革

Exploration of Blended Teaching Model in Atomic Physics and Quantum Mechanics Course

Wang Bochong, Mu Congpu, Xiang Jianyong, Su Zhibin, Wen Fusheng

Exploration of Blended Teaching Model in Atomic Physics and Quantum Mechanics Course

Yanshan University, Qinhuangdao, He Bei 066000

Abstract： The abstract theory and complex formulas in the course of Atomic Physics and Quantum Mechanics make it difficult for students to understand. The teaching reform adopts a mixed mode of online and offline: online use of MOOC platform resources to achieve preview guidance and build knowledge frameworks; Offline classes focus on core concepts and formula derivation, strengthening key and difficult points. Synchronize the implementation of small class teaching, track learning dynamics, and introduce project-based discussions to stimulate exploration ability. Reform breaks through the limitations of time and space, achieves full coverage of knowledge points, and significantly improves teaching interest and participation. Students from different majors generally provide good feedback, and this model provides a reference for theoretical courses in science and engineering.

Keywords： blended learning; Online and offline; MOOC teaching; Small class teaching; teaching reform

原子物理与量子力学在近现代物理学的发展进程中占据着极为重要的支撑地位，它们与经典的牛顿力学、热学以及电磁学理论有着本质区别^[1]。课程通过量子化视角重构物理规律，涉及大量抽象概念与复杂数学推导，导致学生在理论理解和学习兴趣维系方面面临双重挑战。这种理论性极强的学科特性，对教学方法的创新提出了迫切需求^[2-7]。

针对教学痛点，本研究构建线上线下混合教学模式：线上依托中国大学MOOC平台资源实施预习导学，帮助学生搭建知识框架；线下采用小班化教学精准施教，突破重难点公式推导，结合随堂检测动态评估学习效果^[8-15]。同步引入项目式研讨教学法，围绕功能材料、量子效应等课题开展小组探究，激发创新思维。改革实践表明，混合模式通过“线上知识建构-线下深度内化-项目实践迁移”的三阶递进，有效提升了概念理解深度与理论应用能力。时空弹性的学习方式不仅实现知识点全覆盖，更通过多元化教学手段增强课堂互动性与趣味性，获得学生的积极反馈。该模式为理工科理论课程改革提供了可推广的范式，对培养新工科背景下的创新型材料人才具有实践价值。

一、教学方法

《原子物理与量子力学》作为材料物理专业的核心基础课，因其理论抽象、数学推导复杂，学生学习积极性易受挫。为突破

这一困境，课程构建了“线上线下混合+小班化”教学模式，通过多元路径激发学生物理直觉与创新能力。

（一）慕课资源的整合与优势

依托中国大学MOOC平台的精品化课程资源，线上教学以学

生自主预习为核心。慕课视频由优秀教师团队精心设计，内容精炼、逻辑清晰，通过量子现象动画演示、经典－量子理论对比等模块化讲解，帮助学生建立初步知识框架。其个性化学习优势显著，学生可灵活安排进度，针对难点反复观看，避免传统课堂“一次讲授未懂即滞后”的困境，为线下深度研讨奠定基础。

（二）小班化混合教学模式实施

线下课堂采用小班授课，聚焦三大核心环节（1）重难点精讲：围绕波函数、量子隧穿、原子能级等核心概念，结合半导体材料能带结构、磁性材料量子效应等专业案例，剖析公式推导逻辑，强化物理图像构建。（2）随堂动态检测：通过课堂限时测验、概念辨析题等即时反馈手段，精准定位学生知识盲区，如对算符对易性、概率幅叠加等易错点的诊断式讲解。（3）分层研讨互动：根据线上预习数据分组，设置基础组（侧重公式推导训练）与进阶组（开展材料量子特性仿真项目），通过小组汇报、辩论等形式深化理解。

（三）全周期学习支持体系

构建“预习－内化－拓展”闭环：线上环节配备章节思维导图与自测题库，引导学生自主梳理知识脉络。线下增设答疑机制，教师每周驻点答疑，鼓励学生携带实际问题展开讨论。通过线上学习数据（视频完成度、测试正确率）、课堂表现（研讨、检测成绩）、期末考试，推动过程性评价，考核从“知识复现”向“问题解决”转型。

二、教学成效

（一）教学效果量化分析

改革后，学生课程参与度大幅提升，混合教学模式通过“碎片化预习－系统化精讲－项目化应用”的三阶递进，为新材料研发人才培养提供了可复制的教学范式。通过对2020级和2021级学生的期末成绩统计分析（具体数据如下表所示），教学改革成效显著：B-以上学生占比从70.91%提升至73.07%，高分段（A及以上）比例稳定在19.23%，表明学生对核心知识的掌握更为扎实。课程及格率从95.65%提升至100%，实现全体学生基础达标。2021级成绩集中于B级（30.77%），较2020级（B+级为主，26.09%）更趋合理，反映教学对中等水平学生的提升效果显著。

成绩区间	2020级 (人数)	2020级 (比例)	2021级 (人数)	2021级 (比例)
96-100(A+)	1人	4.35%	1人	3.85%
90-96 (A)	3人	13.04%	4人	15.38%
86-90 (B+)	6人	26.09%	4人	15.38%
82-86 (B)	4人	17.39%	8人	30.77%

成绩区间	2020级 (人数)	2020级 (比例)	2021级 (人数)	2021级 (比例)
78-82 (B-)	3人	13.04%	2人	7.69%
74-78 (C+)	0人	0.0%	2人	7.69%
70-74 (C)	2人	8.7%	1人	3.85%
65-70 (C-)	3人	13.04%	4人	15.38%
60-65 (D)	0人	0.0%	0人	0.0%
40-60 (F)	0人	0.0%	0人	0.0%
0-40 (F-)	1人	4.35%	0人	0.0%
合计	23人	100%	26人	100%

（二）学生能力发展

混合教学模式通过“线上自主建构－线下深度内化”的双向联动，促进学生能力全面提升。线上预习使学生习惯制定学习计划，提高自主学习能力。随堂检测与项目研讨推动学生主动探究，提升问题解决能力。课程中授课案例与其他学科的关联，培养知识迁移能力。

三、学生反馈

（一）评教数据跃升

课程评教平均分从改革前的89.43分提升至96.91分，学生对这种创新教学模式的认可度和接受程度攀升。

（二）学习体验

不同发展方向的学生都对这一教学模式给予了充分肯定，并分享了各自独特的学习体验。

保送到中国科学院的王某某同学评价道：线上授课模式为学生提供了充裕的自学时间，极大地提升了自主规划能力。与线下配合，有利于提升课堂学习效果。混合式教学培养的自学能力，让他能够迅速适应中科院的学习科研环境。

参加工作的任某某同学表示：线上教学资源丰富，在提升学生对课程的学习和理解方面具有明显优势。

在读学生张某某同学谈到：先观看课程视频进行预习，可以对学习内容形成初步认识。线下课程不仅对知识进行拓展，更学会了在发现问题的过程中解决问题，提升了自身的综合能力。

四、教改成效与启示

线上线下混合教学模式通过多维创新展现出显著优势。（1）线上资源重构知识呈现方式：MOOC平台以动画演示、工程案例等多元化形式，将抽象概念具象化，提升核心知识点理解。学生可自主调控学习节奏，有效解决传统课堂“一步滞后、步步滞后”的困境。（2）小班化教学强化过程干预：小班制使教师能精准跟踪学习轨迹，通过预习数据动态分组，实施差异化教学。随

堂检测即时反馈系统使知识点盲区。(3)项目式研讨激活深度学习:通过设置课程相关研究专题,组织小组协作探究,提升学生实践能力。

混合教学模式通过“精品慕课奠基+小班精准施教+项目驱动内化”的三维架构,突破时空限制,使课堂互动率提升,学生

自主学习时长增加。评教数据显示,学生认为该模式显著增强学习获得感,特别是在量子思维迁移方面能力提升明显。这种“理论可视化-训练分层化-知识工程化”的改革路径,为强理论型工科课程教学提供了可复制范式。

参考文献

- [1]张哲华.量子力学与原子物理学[M].武汉大学出版社,2004.
- [2]崔丽玲,廖湘萍,张国华等.“一体两核四结合”的“原子物理学”线上线下混合教学模式的探索与实践[J].大学物理,2023,42(01):42-47+54.
- [3]靳奉涛,高城,王小伟,戴佳钰.原子物理学的课程思政研究与实践[J].大学物理,2024,43(09):54-62.
- [4]王旭,郝惠男.从物理学史看人教版新教材从重知识向重能力培养的转变——以“原子物理和波粒二象性”教学为例[J].物理教学,2022,44(10):73-76+36.
- [5]陈琳,李勇,黄帅,肖政国.基于创新素质培养的原子物理学课程改革研究[J].广西物理,2021,42(02):44-46.
- [6]何敏,肖岸.理工科大学物理类研究生“高等量子力学”课程建设与教学改革的理念和实践[J].物理与工程,2025,35(01):108-115.
- [7]刘昊迪,衣学喜.基于科教融合的量子力学混合式教学探索与实践[J].高教学刊,2024,10(33):115-118.
- [8]李湛,赵瑛.线上线下混合式教学模式研究与实践[M].中国水利水电出版社,2020.
- [9]武立华,刘志海,孟鑫,黄玉.依托国家级示范中心的线上线下混合科普教育新模式[J].实验室研究与探索,2020,39(05):140-142.
- [10]王丽黎,赵敏玲.高等教育线上线下混合教学模式探索和实施[J].陕西教育(高教),2024,(01):27-29.
- [11]贾建国.线上线下融合教学的本质要义、多元模式与生成场域[J].教育导刊,2022,(05):57-64.
- [12]其木格.大学物理线上线下混合式教学探索与实践[J].大学物理,2022,41(10):51-54.
- [13]苑青,黄金斗,李萍,于乃森.基于MOOC平台的材料科学基础课程混合式教学研究[J].创新创业理论研究与实践,2024,7(03):159-161.
- [14]喻梅,王建荣,于键,徐天一,赵满坤,高洁,刘志强.基于MOOC的线上线下混合教学实践[J].计算机教育,2021,(03):1-5.
- [15]魏义兰,童孟良,唐淑贞,刘海路,江金龙.基于“MOOC+SPOC”线上线下混合教学模式的金课构建研究[J].化工管理,2023,(12):11-14.