

# 混合式教学促研究生《弹性力学》深度学习的路径与实践

曹咏弘 李海涛 张建军 武晋文 关学锋 李倩

中北大学航空宇航学院, 山西太原, 030051;

**摘要:** 为克服传统研究生弹性力学教学的弊端, 本研究构建了基于“雨课堂”的线上线下混合式教学模式, 旨在促进学生深度学习。该模式将教学重构为“线上自学、线下研讨、课后拓展”的闭环, 引导学生实现知识整合与能力迁移。教学实践表明: 改革后, 学生期末平均成绩显著提升, 优秀率从 17.1%增至 37.2%; 超 85% 的学生认为其自主学习、分析及协作能力得到有效锻炼。本改革为研究生课程教学提供了有效路径与数据支撑。

**关键词:** 弹性力学; 雨课堂; 混合式教学; 深度学习

**DOI:** 10. 64216/3080-1494. 26. 02. 030

## 引言

弹性力学作为仪器仪表工程、机械工程等学科研究生阶段的专业核心课程, 以其理论严谨、逻辑性强、数学要求高而著称, 旨在为学生建立坚实的连续介质力学基础。然而, 传统的教学模式多以教师课堂讲授为主, 偏重于理论推导和公式演绎, 容易导致教学过程陷入“教师讲得辛苦, 学生听得迷糊”的困境。研究生作为高层次创新人才, 其培养目标不应仅限于知识的记忆与理解, 更应侧重于知识的应用、分析、评价与创造, 即实现“深度学习”。

深度学习是一种与浅层学习相对的概念, 强调学习者对知识的批判性理解、与原有知识结构的有效整合、以及在解决复杂真实问题中的迁移与应用能力。对于研究生而言, 深度学习是其形成科研思维、提升创新能力的关键。然而, 传统“满堂灌”的教学模式难以提供实现深度学习的必要情境与支架<sup>[1-2]</sup>。

与此同时, 信息技术与教育的深度融合为教学改革提供了新的契机。“雨课堂”作为一款智慧教学工具, 能够便捷地实现课前预习、课中互动、课后反馈的全流程数据化教学管理, 为构建高效的线上线下混合式教学模式提供了理想平台<sup>[3-6]</sup>。混合式教学通过将线上学习的

灵活性与线下面对面研讨的深度性相结合, 被认为是促进深度学习发生的有效途径<sup>[7]</sup>。

基于此, 本研究以研究生弹性力学课程为对象, 设计并实施了一套融合“雨课堂”的混合式教学模式, 旨在破解传统教学困境, 激发研究生学习主动性, 并最终促进其深度学习的发生。本文将从教学模式设计、实施效果与分析等方面展开详细论述。

## 1 面向深度学习的混合式教学模式设计

本改革将整个教学过程重构为“课前线上自主探究、课中线下研讨内化、课后拓展迁移”三个相互衔接、层层递进的阶段, 其核心架构如图 1 所示。

### 1.1 课前阶段: 线上自主探究与知识传递

本阶段主要依托雨课堂完成知识的初步传递。教师将下一次课的核心知识点制作成 8-10 分钟的短视频或带有语音讲解的 PPT, 并嵌入 1-2 个引导性思考题, 通过雨课堂推送。学生通过自主学习, 完成对基础概念和理论的初步构建。同时, 他们被要求将不理解的知识标记为“不懂”或通过弹幕功能提出问题。教师通过后台数据, 可以精准把握学生的预习情况和共性疑难问题, 从而将线下课堂的时间从“知识宣讲”解放出来, 聚焦于“问题解决”和“思维提升”。

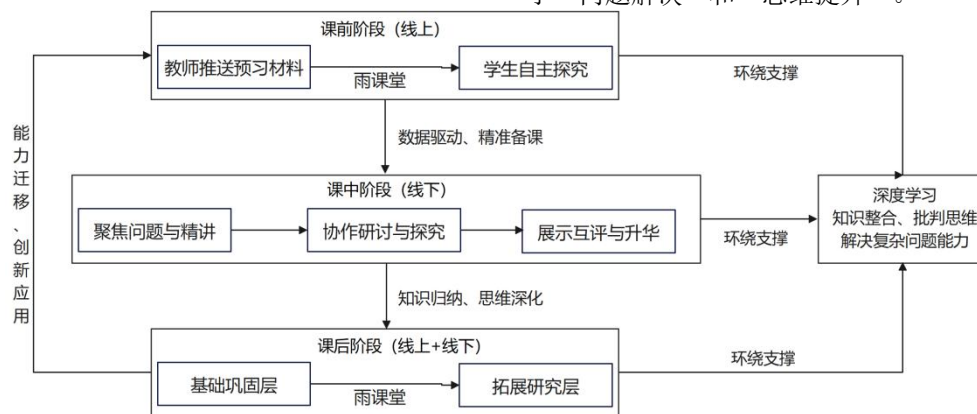


图 1 教学过程核心架构图

在具体实施中,教师还需根据学生的反馈动态调整预习内容的难度与容量。例如,在讲解“应力张量与应变张量”时,部分学生反映对张量的数学基础掌握不牢,教师及时补充了张量分析的基础知识模块,供有需要的学生选学。这种动态调整机制,确保每位学生都能在原有基础上实现知识的有效建构。

## 1.2 课中阶段: 线下研讨内化与思维深化

这是实现深度学习的核心环节。课堂时间不再用于重复讲解 PPT,而是围绕课前反馈的疑难问题和教师设计的挑战性任务展开。

**快速答疑与精讲:**教师首先利用 10-15 分钟,针对雨课堂反馈的高频“不懂”点和共性错误进行集中精讲,扫清概念障碍。例如,在讲解“平面应力与平面应变”的区别时,教师结合典型工程实例(如薄板与厚壁筒),直观展示其应用场景与假设条件,帮助学生建立理论与实际的联系。

**问题导向的协作研讨:**学生以 4-5 人小组为单位,围绕教师设计的真实工程或科研问题展开讨论。例如,在讲授“应力函数法”时,设计任务:“请各组推导一个受均布载荷简支梁的艾里应力函数,并讨论其推导过程中的关键假设和物理意义”。小组需利用平板电脑或纸笔进行协作推导,并通过雨课堂的“投稿”功能提交小组的阶段性成果或疑问。教师巡视指导,适时介入,引导学生进行批判性思考和知识整合。

**成果展示与互评:**各小组选派代表分享其解决方案,其他小组进行提问和评价。教师则扮演“主持人”和“引导者”的角色,对学生的思维过程进行点评、提炼和升华,将具体的解题方法上升到方法论层面。例如,在完成应力函数法的讨论后,教师引导学生总结“应力函数

法的适用条件与局限性”,并进一步探讨其在复合材料或非均匀材料中的推广可能性,激发学生的创新思维。

## 1.3 课后阶段: 拓展迁移与创新应用

深度学习最终要体现在知识的迁移和应用能力上。课后任务分为两个层次:

**基础巩固层:**通过雨课堂发布个性化的练习题,系统自动批改客观题,并提供答案解析,帮助学生巩固基础知识。教师根据学生的答题情况,动态调整下一阶段的授课重点,实现精准教学。

**拓展探究层:**设计小型研究项目或综合性大作业,要求学生将所学的弹性力学理论应用于解决一个接近其科研方向的简化问题。例如,“请基于所学知识,建立膜梁结构压力传感器力学分析的一种简化模型,并撰写一份简要的分析报告”。这要求学生综合运用所学知识,查阅文献,进行初步的科研探索,是实现知识创新应用的关键一步。

整个过程通过雨课堂实现无缝衔接和数据闭环,确保了教学活动的连贯性和评价的过程性。教师通过后台数据实时追踪学生的学习进度与知识掌握情况,为个性化辅导和教学优化提供依据。

## 2 教学效果数据分析

为客观评估本教学改革的效果,我们选取了实施改革前(2023 级,传统教学模式,  $n=41$ )和实施改革后(2024 级,混合式教学模式,  $n=43$ )的两届研究生作为研究对象,并对改革后的学生进行了问卷调查(有效回收率 93.8%)。

### 2.1 学业成绩对比分析

对比两届学生的期末考试成绩(试卷难度与覆盖面基本一致),结果如表 1 所示。

表 1 两届学生期末成绩对照表

项目	2023 级 (传统教学)	2024 级 (混合式教学)	变化幅度
平均分	76.3	84.8	+8.5
优秀率 ( $\geq 90$ )	17.1% (7/41)	37.2%(16/43)	+20.1
良好率 ( $\geq 80$ )	46.3%(19/41)	55.8%(24/43)	9.5
不及格率 ( $< 60$ )	4.9%(2/41)	0%(0/43)	4.9

数据表明,实施混合式教学后,学生的整体学业水平有显著提升。平均分和优秀率的大幅提高,说明该模式有效促进了学生对复杂知识的深入理解和掌握,帮助更多学生达到了高阶认知目标。不及格率的下降则表明,线上的预习和回放功能为学习困难的学生提供了有效的支持。

进一步分析试卷中各题型的得分率发现,改革后学生在“综合应用题”和“理论推导题”上的得分率提升最为明显,分别提高了 12.3%和 9.8%,而在“概念选择

题”上的提升幅度相对较小(4.5%)。这表明混合式教学尤其有助于学生提升高阶思维和知识迁移能力。

### 2.2 深度学习能力与学习体验问卷调查

课程结束后,对 2024 级学生进行的匿名问卷调查结果显示:

91.7%的学生同意或非常同意“混合式教学模式提升了我自主学习的能力”。

87.5%的学生认为“小组研讨和项目任务加深了我

对弹性力学核心概念的理解”。

85.4%的学生感到“课程锻炼了我分析和解决复杂工程问题的能力”。

89.6%的学生认为“雨课堂的互动功能和数据反馈让学习过程更透明、更有趣”。

在后续的深度访谈中，有学生表示：“以前上课就是埋头抄笔记，很多公式推导看似懂了，但不知道怎么用。现在通过课前的预习和课上的项目讨论，我不仅明白了公式的来源，更清楚了它的应用场景和局限性，这对我科研课题有直接的帮助。”这充分印证了该模式在促进学生知识整合与迁移应用方面的积极作用。

此外，教师在教学过程中也观察到学生的课堂参与度显著提升。课前的线上预习使学生带着问题进入课堂，课中的小组讨论与展示环节学生发言积极，思维活跃，课堂氛围从“被动接收”转向“主动建构”。

### 3 教学实施中的挑战与对策

尽管混合式教学取得了显著成效，但在实施过程中也面临一些挑战：

挑战一：学生自主学习能力差异大

部分学生习惯于被动接受知识，初期对线上自主学习不适应，表现为预习完成率低、参与讨论不积极。

对策：教师通过雨课堂后台数据实时监测学生学习进度，对滞后学生进行个性化提醒与辅导；在课程初期设置“自主学习引导模块”，帮助学生掌握高效预习方法；建立学习小组，由组长督促组员完成学习任务。

挑战二：课堂时间有限，研讨深度难以保证

线下课堂时间有限，若小组讨论组织不当，容易流于形式，难以深入。

对策：教师提前设计具有挑战性、开放性的研讨主题，并提供必要的参考资料；明确小组分工与汇报要求，确保每位学生参与；利用雨课堂的“计时器”与“随机点名”功能，提升课堂效率与公平性。

挑战三：教师角色转型困难

从“知识传授者”转变为“学习引导者”对教师的教学设计与课堂组织能力提出更高要求。

对策：组织教师参加混合式教学培训与交流活动，学习先进教学理念与方法；建立教学团队，共同设计课程内容与活动方案；利用雨课堂的数据分析功能，不断优化教学策略。

挑战四：教学资源建设任务重

高质量的线上预习资源（如微视频、互动PPT）需要教师投入大量时间与精力制作。

对策：整合现有优质网络资源，避免重复建设；鼓励教学团队分工协作，共同开发与共享资源；学校提供技术支持与经费保障，助力教学资源建设。

### 4 结论与展望

本研究针对研究生弹性力学课程的教学挑战，构建并实践了以“雨课堂”为技术支撑、以促进“深度学习”为目标的线上线下混合式教学模式。通过将教学流程重构为“课前探究-课中内化-课后迁移”的闭环，成功地将课堂从教师中心转向学生中心，从知识传授转向能力培养。

实践数据证明，该改革显著提升了学生的学业成绩，更重要的是，有效培养了学生的自主学习、批判性思维和解决复杂问题的能力，为其未来的科研生涯奠定了坚实的基础。此外，教学过程中形成的数据闭环为教学评价与优化提供了科学依据，推动了教学管理的精细化与个性化。

当然，本模式对教师的教学设计能力和课堂组织能力提出了更高的要求，也需要学校在智慧教室建设、教学资源开发等方面提供相应的支持。未来，我们将进一步探索将人工智能技术更深入地融入混合式教学，例如利用AI对学生的作业进行初步智能批阅与个性化学习路径推荐，以实现更大规模因材施教；同时，计划将本模式推广至其他力学专业课程，构建“以学生为中心、以能力为导向”的研究生课程体系，持续推动研究生教育质量的提升。

### 参考文献

- [1] 郑葳, 刘月霞. 深度学习: 基于核心素养的教学改进[J]. 教育研究, 2018(11): 56-60.
- [2] 管卫兵等. 基于深度学习的课堂教学活动设计改革和实践, 教育教学论坛[J]. 2020 年 6 月第 23 期, 226-229
- [3] 乐会进, 朱慧. 面向深度学习的混合教学模式研究[J]. 中小学电教, 2018(Z2): 34-37.
- [4] 王莹等. 基于雨课堂的病理学混合式教学模式改革研究[J]. 教育现代化, 2020, 7(1): 46-47.
- [5] 王楠. 基于雨课堂的大学生深度学习的教学策略研究[J]. 教育现代化, 2020, 7(15): 79-81.
- [6] 陈义明等. 基于雨课堂的深度学习教学模式——以离散数学为例, 计算机教育, 2020 年第 8 期, 117-121
- [7] 刘江岳, 李思婧. 混合式学习效果影响因素及机制研究——基于结构方程模型的实证分析[J]. 中国教育信息化, 2024, 30(2): 108-118.

作者简介：曹咏弘（1972.09-），男，汉，博士，山西省大同市天镇县，副教授，计算力学及力学教学。基金项目：本文得到中北大学 2025 年研究生教育教学改革项目资助（项目编号：2025ZBJG002）。