

新工科背景下面向学生能力差异的高等数学分层混合式教学模式研究

黄 杰

黑龙江大学数学与统计学院，黑龙江 哈尔滨

收稿日期：2026年7月2日；录用日期：2026年7月30日；发布日期：2026年8月6日

摘 要

在新工科建设所强调“交叉融合、创新驱动、实践导向”的背景下，针对传统高等数学中存在的重理论轻实践、教学模式单一、评价反馈单一等问题，本文构建了“动态循环、精准适配”的分层混合式教学模式。该模式依据学生学习能力差异和学习需求将其分为三个层级，并通过“课前诊断、课中内化、课后拓展、评价调整”四个教学环节加以实施。旨在通过上述分层混合式教学，激发各层级学生的学习兴趣 and 潜能，促进学生个性化发展，为培养新工科所需的个性化人才提供新思路。

关键词

新工科，高等数学，分层混合式教学

Research on a Tiered Blended Teaching Model for Advanced Mathematics Tailored to Students' Diverse Abilities in the Context of New Engineering Education

Jie Huang

School of Mathematics and Statistics, Heilongjiang University, Harbin Heilongjiang

Received: July 2, 2026; accepted: July 30, 2026; published: August 6, 2026

Abstract

Against the background of the New Engineering Initiative, which emphasizes “cross-cutting integra-

tion, innovation-driven development, and practice-oriented education,” this paper addresses issues in traditional advanced mathematics courses, such as an excessive focus on theory at the expense of practice, as well as single-track teaching and feedback approaches. This paper proposes a multi-tiered blended teaching model characterized by “dynamic iteration and precise adaptation.” This model categorizes students into three levels based on differences in learning ability and needs, and is implemented through four instructional phases: “pre-class assessment, in-class internalization, post-class extension, evaluation and adjustment.” This model aims to stimulate the learning interest and potential of students at all levels through tiered blended instruction, promote personalized development, and provide new ideas for cultivating the personalized talent required by the New Engineering Education.

Keywords

New Engineering Educations, Advanced Mathematics, Multi-Tiered Blended Teaching

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

新工科是我国高等工程教育为应对新一轮科技革命与产业变革而提出的战略概念，其核心目标是支撑创新驱动发展和国家战略。它是以新经济、新产业需求为背景的工科教育改革方向，旨在培养具备跨学科能力和创新能力，能够适应未来产业发展的创新型工程人才。高等数学作为工科专业中的一门核心基础课，在培养学生科学思维能力、塑造学生逻辑素养方面有重要作用[1]。在新工科专业领域，高等数学对于解决实际问题起着至关重要的作用。

高等数学课程内容繁杂，涉及大量理论抽象内容，想要学好并且用好这门课需要学生投入大量时间和精力。在传统高等数学的课堂中普遍存在以下问题[2]：一、课堂主要侧重于“传授系统数学知识”与“训练逻辑演算能力”，过于强调理论证明，导致学生在遇到实际工程问题时难以建立数学工具与专业实践之间的连接。二、课程教学模式单一，课堂上以老师讲授，学生被动听讲为主，缺少讨论、协作等能激发学生创新思维的活动设计。三、课程内容固化，传统高等数学教学内容在数学应用方面与机械、土木等经典工科结合较为紧密，但对于如人工智能、云计算、机器人等新兴工科领域，则缺乏相应的应用案例。四、课程评价反馈方式单一，过度依赖期末考试，过程性考核占比偏少，导致在整个学期的教学进程中无法有效帮助学生识别问题，调整学习策略。以上这些问题都反映出学生主体缺位这一现象，本质上是学校统一化教学与学生多元化需求之间的矛盾。忽视学生个体在基础、兴趣、能力和发展方向上的巨大差异，导致教学缺乏针对不同层次学生的差异化资源供给、路径指导和情感支持，这本质上是一种“标准化生产”模式，与新工科强调的个性化、创新型人才培养目标背道而驰。为破解上述困境，推动高等数学教学适应新工科发展需求，教学改革势在必行。

为解决因材施教问题，分层教学和差异化教学提供了有效的理论支撑和实践路径。分层教学的源头可追溯至 1868 年美国教育家哈利斯在圣路易斯市创立的“活动分团制”。经过几十年的实践与反思，美国政府自 20 世纪 90 年代起在公立中学重新推行走班制分层教学。我国分层教学的研究与实践始于 20 世纪 80 年代。黎世法提出的“异步教学论”是国内较早的系统探索。进入 21 世纪，随着高等教育大众化带来生源差异的扩大，分层教学在高职院校和普通高校基础课程中的应用日益受到关注。分层教学的核心是承认学生个体差异的客观事实，通过目标、内容、过程和评价的分层系统设计，提升教学的针对性

与有效性。在分层的基础上,可进一步应用差异化教学理论来指导教学实施。差异化教学的系统理论框架由美国学者汤姆林森于1999年至2001年间正式确立。她认为教师应在准备度、兴趣和学习特征三个维度上关注学生的个体差异,并从内容、过程、产出和学习环境四个方面出发,对教学进行系统性调适。其核心原则是“标准不变,路径可变”,即所有学生追求相同的核心学习目标,但达到目标的路径、方式和支架各不相同。目前,差异化教学在我国中小学数学教学中已得到广泛讨论[3][4],但其在高等数学中的应用仍有待深入研究。

近年来,国内部分学者针对新工科背景下的高等数学教学模式改革开展了大量的研究,尝试将其与新工科专业结合、从生产实践应用出发构建新的课程体系,但是多数研究对教学模式具体实施过程中的设计不够深入。为应对科技高速发展,传统的课堂教学不足以满足学生的专业需求及个性化需要,在此背景下,融合线上线下优势的混合式教学模式应运而生,为解决上述问题提供了可能。混合式教学源于混合式学习,该概念最早由美国学者在反思纯在线学习局限的过程中提出。2009年,美国教育部发布大规模元分析报告,得出重要结论:混合式教学的效果优于单纯的面对面教学或单纯的在线教学。在国内,北京师范大学何克抗教授于2003年在第七届全球华人计算机教育应用大会上系统引入混合式学习的概念。混合式教学是一种深度融合线上数字化学习与线下面对面教学优势的新型教学模式。其核心在于以学生为中心,以提升学习深度和效果为目标,通过技术赋能,实现教学在时间、空间、方式和评价上的优化与革新。目前,混合式教学已被广泛应用到数学学科的教学,并取得显著成效。例如,王莉等人从课程思政角度探讨新工科背景下课程思政融入“高等数学”线上线下混合式教学存在的问题和应对措施[5]。李珊等人利用人工智能(AI)为媒介,构建“智能资源供给-个性化教学实施-动态评价反馈”三位一体的教学改革机制,推动高等数学混合式教学改革。这也为数学课程数字化转型提供理论支撑,并指明了可探索的实践方向[6]。由于数学学科的特殊性,它既需要依靠板书进行严密的理论推导,又需要借助多媒体展示数学理论与新工科专业的相互关系。因此应用线上线下混合式教学的方式可以很好地解决上述问题。

本文以分层教学为组织框架,以差异化教学为教学设计指导思想,以混合式教学为技术支撑。三者相辅相成,共同构成了“分层混合式教学模式”的理论基础,通过设计“诊断-分层-适配-评价”动态循环系统,引导不同专业以及不同层次的学生自主选择适合自己的学习资料,构建“动态循环、精准适配”的教学模式,旨在实现新工科背景下不同能力的学生都能有效自主学习高等数学的目标。

2. 新工科建设对高等数学教学的要求

2.1. 综合能力的提升

新工科建设以培养适应未来产业的创新型工程人才为目标,高等数学的教学目标不再是简单地理解、计算,而是转向培养解决实际工程问题的能力,鼓励批判性思维和自主寻求创新性地解决复杂实际问题的方法。例如,在机器学习领域,神经网络的训练在数学中可以理解为寻找损失函数的最小值点,而这部分知识是微积分中多元函数偏导数的直接应用。此类案例表明,高等数学的学习不再仅仅是纸面上的简单计算,而是成为描述世界,解决实际问题的实用工具。

2.2. 学科交叉融合的应用

数学作为理工科的基础工具,天然具备与新工科各专业融合的潜在优势。例如,在智能感知领域,对无人机姿态控制等物理系统进行建模,可以利用数学工具描述以及预测其动态活动。同时,高等数学亦可以与线性代数、概率统计等其他数学课程相融合,促进学生知识的融会贯通。这种紧密对接专业需求,融合专业案例的教学,不仅可以激发学生学习的积极性,还有效解决了数学学习与专业能力发展脱

节的问题。

2.3. 多元综合评价

随着新工科建设的发展,学生的评价体系也需要有相应的改革,以匹配新的教学模式和能力培养目标。未来对学生在高等数学课程中的学习进行考核,不能只局限于期末考试和平时出勤,还可以增加建模论文、口头报告等多种形式,全面考查学生掌握知识以及运用知识的能力。

3. 面向学生能力差异的高等数学分层混合式教学模式

该教学模式融合了差异化教学、分层教学和混合式教学三种理论。这些理论并非彼此孤立,而是在不同层面上回答了同一个核心问题:如何在规模化教学中实现个性化支持?具体来说,分层教学将学生按照能力划分为若干层级,为差异化支持提供了结构基础。但分层教学在传统实践过程中容易使学生陷入标签化的困境,需要借助其他理论加以弥补。差异化教学可为每一分层提供教学设计的指导思想,使教学内容、路径以及评价标准依据学生的情况进行分层设计,从而使分层不再是简单的“快慢班”划分,而是基于学生多维特征的精准适配,同时学生的层次并不是固定的,而是可流动的,根据学习周期进行层级调整。混合式教学为上述差异化分层设计提供了有力的载体支撑,利用线上平台的数据采集,资源的个性推送,以及线下课堂上针对共性问题的集中解释说明,为分层教学和差异化设计的落地提供了技术可行性。融合了三种理论的教学模式,其核心目标是以学生为主体,利用线上线下的混合式环境,实现对规模化班级中个体能力差异的精准识别与有效响应,达成“共性基础保底,个性发展赋能”的目标。

3.1. 实施前的准备阶段

在学期伊始,根据所教专业的学生设计专业化能力诊断调查。一方面,通过学习通等线上 APP 进行“知识测评 + 学习动机”问卷调查,完成初始分层。向学生解释分层的目的是让他们找到适合自己的跑道,不同层级只是相应作业以及考试的难度有区别,但对基本知识的讲授是一致的。同时公布动态调整规则,减少标签效应。另一方面,通过录制微课视频以及下载网络科普视频,搭建分层教学资源库,构建“初阶”、“中阶”、“高阶”三个等级的习题练习库和案例分析库,以适应不同层级学生夯实基础、综合运用、前沿探索等不同需求。

3.2. 混合式教学的具体实施环节

3.2.1. 课前线上自主学习与诊断

教师在学习通平台发布预习课件,通过学生在后台提交的问题,识别各个层级学生的共性困难点及个体化问题,进行二次备课。学生完成指定的预习任务,以多元函数的偏导数为例:初阶学生完成对偏导数、高阶偏导数等基本概念的熟悉;中阶学生可以尝试分析多元函数偏导数的几何意义,并对书中涉及的定理进行简单的推导;针对高阶学生,给出具体实践中会遇到的工程问题,引导其思考如何运用偏导数来解决。

3.2.2. 课中线下聚焦内化与探究

课堂教学过程中,60%的时间由老师负责讲授。教师对偏导数的定义以及几何意义进行讲解,同时借助多媒体课件展示多元函数(以二元为例)在一点处的偏导数与一元函数在一点处的导数所代表的几何意义的不同,并给出典型例子,计算多元函数的偏导数以及高阶导数。剩余 40%的时间,老师在学习通上发布分层任务:针对初阶学生,给出具体多元函数,求其偏导数和高阶导数,侧重掌握基本计算;针对中阶学生,给出神经网络训练的最优案例,通过给出的示意图让学生分析简化从而提取数学模型,引导

学生应用偏导数解决问题,侧重实践应用;针对高阶学生,设置综合问题——如何通过计算目标函数的偏导数,设计一架无人机机翼形状,使升阻比最大,侧重开拓创新。

教师在学生处理分层任务时,对学生进行巡查并作出适当指导,对初阶学生侧重基础计算步骤的检查,对中阶学生侧重应用思路的启发,对高阶学生侧重其他学科知识补充及实践创新。

3.2.3. 课后线上延伸巩固与拓展

每节课结束后,教师发布此节课的课前,课中分层任务解析要点。对于仍有疑问的地方,学生可通过线上平台反馈给教师。同时,教师发布分层作业,学生根据自己的层级完成相应的任务。教师通过课前、课中的反馈问题以及作业的完成情况,在线上对学生进行有针对性的个性化推送,并安排定期集中辅导。对未达到所在层级要求的学生,推送补救性参考资料及习题;对学有余力的学生,推送更具有挑战的高阶任务。鼓励学生形成互助小组,既可以同层级间交流讨论,也可以跨层级挑战高阶问题。

3.2.4. 教学评价与动态调整环节

教学评价不再过度依赖于期末考试成绩,而是将阶段性测试与过程性评价相结合。通过学习通后台的全过程数据采集,记录学生预习完成情况、课堂参与互动情况以及分层作业完成情况。过程性评价不再拘泥于对错,而是更关注学生的进步与成长。测试部分包括章节单元测试以及期末考试。考虑到分层混合式教学这一模式的特殊性,期末试卷可设置基础题(全体必做)和选做题(中阶难度)。章节单元测试不仅可以作为检验学生掌握教学内容的手段,同时结合测试成绩、过程性评价及学生个人意愿,还可为学生重新判定层级,进行动态调整。对进步的学生可以进行升级鼓励,对于学习困难的学生提供预警及个性化辅导,使学生对层级调整没有抵触情绪,确保“流动”是积极正向的。

4. 结论

在新工科背景下构建高等数学分层混合式教学模式,是应对新工科学生能力差异、提升高等数学教学质量的有效途径。在具体实践中,通过教学目标、资源与任务的精准适配,能够促进全体学生在各自的最近发展区内发展,从而提升教学效率,并有效缓解学生的畏难情绪。然而,该模式在推广过程中仍面临一些挑战,如教师在设计分层教学任务、整理课后拓展资料等前期资源构建方面,工作量繁重;在教学过程中,动态管理与个性化指导也需要教师持续投入精力,导致教师工作负荷较大。为推进其可持续发展,未来需积极寻求学院支持,组建教学团队以共建共享分层资源,同时探索运用人工智能技术,实现更智能、更自动化的学情诊断、资源推荐与路径规划,以更好地契合新工科人才培养要求。

基金项目

黑龙江大学新工科背景下高等数学混合式教学的研究和实践项目(项目编号:2024C42)。

参考文献

- [1] 朱玉, 适应新工科的高等数学教学改革: 逻辑、困境、进路[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2024, 41(3): 67-69.
- [2] 刘洪梅. 新工科背景下的高等数学课程改革[J]. 现代教育与实践, 2024, 6(7): 202-204.
- [3] 陈佳敏, 周玉俊. 基于智慧课堂的初中数学差异化教学策略[J]. 中小学教材教学, 2025(10): 50-55.
- [4] 方媛琳, 康晴晴, 沈南山. 数学差异化分层教学的范式与方法[J]. 教育探讨, 2025, 7(9): 32-34.
- [5] 王莉, 王佳妮, 李利平, 黄荣, 谭敏, 刘缅芳. 面向新工科的“高等数学”课程思政线上线下混合式教学探索[J]. 当代教育理论与实践, 2025, 17(1): 111-116.
- [6] 李珊, 杨天愉. AI 赋能高等数学课程混合式教学改革研究与探索[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 915-923.