

高等数学分级教学改革探索与实践

鲁志波, 滕吉红, 张启慧

信息工程大学基础部, 河南 郑州

收稿日期: 2025年4月5日; 录用日期: 2025年5月20日; 发布日期: 2025年5月29日

摘要

高等数学作为现代数学的基石, 对理工科学生至关重要。针对当前教学中学员基础差异大、两极分化严重、个性化发展不充分、拔尖人才培养不突出等问题, 本文探索了高等数学分级教学模式, 研究了分级教学的理论基础、实践方法及效果评估, 旨在因材施教、按需培养。通过设置不同层次的教学班、优化教学内容和方法、创新考核评价方式等措施, 分级教学有效激发了学生的学习热情, 提升了教学质量, 推动了基础与专业的融合发展, 促进了教研水平的提升。

关键词

高等数学, 教学改革, 分级教学

Exploration and Practice of Stratified Teaching Reform in Advanced Mathematics

Zhibo Lu, Jihong Teng, Qihui Zhang

Department of Fundamental Sciences, Information Engineering University, Zhengzhou Henan

Received: Apr. 5th, 2025; accepted: May 20th, 2025; published: May 29th, 2025

Abstract

Advanced Mathematics, as the cornerstone of modern mathematics, is crucial for science and engineering students. In response to issues such as significant differences in students' foundations, severe polarization, insufficient individualized development, and a lack of focus on cultivating top talent in current teaching practices, this paper explores a stratified teaching model for Advanced Mathematics. It investigates the theoretical basis, practical methods, and effectiveness evaluation of stratified teaching, aiming to teach students according to their aptitude and meet their individual

needs. Through measures such as setting up teaching classes at different levels, optimizing teaching content and methods, and innovating assessment and evaluation approaches, stratified teaching has effectively stimulated students' enthusiasm for learning, improved the teaching quality, promoted the integrated development of basic and professional courses, and enhanced the level of teaching and research.

Keywords

Advanced Mathematics, Teaching Reform, Stratified Teaching

Copyright © 2025 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

高等数学是现代数学的基石，是高等院校理工科各专业的一门重要公共基础课，它能为学员提供了必要的数学基础理论和工具，也能锻炼学员的逻辑思维和抽象思维能力，激发学员的创新意识。因此，高等数学的教学质量将直接影响学员的数学素养水平和专业发展程度。但从现实教学来看，在高等数学的教学质量提升方面还存在诸多挑战。

从教育认知规律来看，教学活动作为一种特殊的认知活动，应该符合学员的知识水平和接受能力，符合学员实际学习的可能性，从而确保教学与学员的最近发展区相适应，并不断地超越其最近发展区，把最近发展区变为现有发展区，使学员的认知水平通过教学活动不断向前推进[1]-[3]。而目前的教学实行的是统一标准，统一教学进度，统一考核标准，但由于个体的差异和教育资源的不均衡性，导致新生入学时数学水平存在较大差异，按同一标准实施教学容易出现两极分化，有的学员“吃不饱”，有的学员“跟不上”，不利于优秀人才的培养。

从高数课程特点来看，高等数学是一门抽象性、逻辑性和应用性很强的学科，有着自己的特殊性，它要求知识一环紧扣一环。如果某个地方出现问题，后面的学习容易脱节，如果没有及时解决，问题越积越多，越来越大，学员就会慢慢掉队。

教育本质就是一种培养人的行为，学员是教育的主体，也是学习的主人。高等教育的培养目标多元化，需要根据学员特点因材施教，既能培养理论型的人才，也能培养实践应用型人才，尤其是培养高级技术型人才。因此，以学员作为教育活动的根本，一切从学员实际需求出发，根据学员之间的差异，探索因材施教、按需培养的高等数学分级教学模式十分有必要。

2. 研究现状与挑战

2.1. 研究现状

个性化教学追求根据每个学员的独特需求和能力提供定制化的教学。分级教学正是基于这样的理念，通过将学员按照能力或学习需求分成不同的层级，确保每个学员都能在适合自己的环境中获得最佳教育。布卢姆提出的掌握学习理论主张几乎所有学员都能在适当的条件下掌握学习内容[4]。分级教学通过为不同水平的学员提供适宜的教学支持，帮助每个学员达到掌握水平。建构主义认为知识是通过学习者主动建构的过程获得的，而非被动接受。在分级教学中，教师鼓励学员通过互动和合作学习，根据自己的先验知识和经验构建新的理解。学员中心理论认为学员是教学活动的主体，教师的角色是引导和促进学

员的学习。在分级教学中,教师需要根据学员的不同水平和需求设计教学活动,充分体现学员的主体地位。

分析文献资料[5]-[11]可以发现,高等数学分级教学的研究主要集中在以下几个方面。一是分级教学理论的研究。包括对分级教学的理论基础、分级标准、分级方法等进行深入探讨,以指导实际的教学实践。二是分级教学实践的研究。这主要关注分级教学在实际教学中的应用情况,包括教学方法、教学内容、教学评价等方面的研究。三是对分级教学效果的研究,即通过对分级教学实践的评估和分析,探讨分级教学对学员学习效果的影响。

在教学实践上,教育部2023年启动了以拔尖创新人才培养为目标的筑基性工程——包含数学等多个基础学科的“101计划”,以课程、教材、教师、实践项目等基础要素“小切口”,牵引解决人才培养“大问题”,带动实现高等教育改革“强突破”。清华大学推行“卓越人才培养计划”“2030高层次人才培养方案”,浙江大学建立“基础学科拔尖人才培养计划”,通过持续打牢学员基础,因材施教,培养创新人才。为此这些高校根据专业需求和培养目标,将工科数学课程设置为学时不同、教学内容不同和教学要求不同的微积分I、微积分II、微积分III、高等数学、工科数学分析等课程。还有一些高校,如中南财经政法大学、南昌航空大学等院校,在工科类各专业的高等数学教学班的设置上,按照学员基础不同分为不同层次的A、B、C班,在完成教学大纲规定的教学内容的情况下,对基础较好的教学班在教学内容上拓宽知识面,深化内容的理解。

高等数学分级教学的研究现状显示,这一教学方法受到广泛的关注和重视。分级教学旨在根据学员的数学基础和水平,将学员分为不同的层次或组别,并针对不同层次的学员制定相应的教学计划和教学策略。这种个性化的教学方式能够更好地满足学员的需求,提高教学效果和学习质量。

经过对我校高等数学教学现状和学情进行详细分析,特别是对学员成绩从入学到大学二年级这一阶段的数学成绩进行跟踪分析,并与部分学员沟通了解学习数学课程中的困难和好的一些经验做法,师生普遍认为有必要针对不同学员的特点实施分层教学计划。

2.2. 面临的挑战

然而,高等数学分级教学的研究仍面临一些挑战和问题。

首先,如何科学、准确地划分学员的层次是一个关键问题。目前,常用的分级方法主要基于学员的入学成绩、摸底测试等,但这些方法往往难以全面反映学员的真实水平和潜力。因此,需要探索更加科学、有效的分级方法,以更好地满足学员的个性化需求。

其次,如何针对不同层次的学员制定有效的教学计划也是一项重要任务。不同层次的学员在学习需求、学习风格等方面存在差异,因此需要设计相应的教学策略和教学内容,以满足他们的不同需求。这需要教师具备较高的教学水平和专业素养,同时也需要加强对教学资源的整合和优化。

此外,如何评估分级教学的效果也是一个亟待解决的问题。目前,对分级教学效果的评估主要依赖于学员的学业成绩和教师的教学评价,但这些评估方式往往难以全面反映学员的学习情况和教学效果。因此,需要探索更加全面、客观的评估方法,以更好地指导分级教学的实践。

此外,地方高校与军队院校之间存在明显差异。比如地方高校在分班模式上更加灵活,军队院校一般是按专业分班授课,学员的选择自主度较小。因此地方高校在分级教学中取得的一些宝贵经验也不能简单照搬到军队院校,需要结合我校特色和学员特点开展高等数学分级教学的研究和实践。

由此高等数学分级教学方法在实践中虽然取得了一定的成效,但仍需要进一步探索和研究。为了进一步推动高等数学分级教学的发展,需要加强对分级教学理论的研究和实践的探索,同时注重提高教师的专业素养和教学水平,以更好地满足学员的个性化需求,提高教学效果和学习质量。

3. 高等数学的分级教学实践

3.1. 构建符合学情的分级教学分班方法和动态调整机制

设计合适的分级方法,帮助学员找准定位,是实现分级教学目标的基础。根据我校目前的实际情况,立足于学员自身的最近发展区、个性发展需求和未来发展领域,在高等数学教学班中设置两个教学层级,一级定位于“创新型人才培养”(简称实验班),一级定位于“应用型人才培养”(简称平行班),两个层次都必须达到教学大纲的教学要求,但以学员为中心设计不同的教学内容和教学策略,力求每位学员都能超越个人现有发展区,得到更好的发展。根据现代教育理论,分级教学要遵循双向选择,坚持流动性等原则。参考学员的高考数学成绩、新生入学复试数学成绩,在遴选复试成绩前 20%的基础上,采取学员问卷调查和一对一面试等方式了解这些优秀学员的数学学习方式方法、学员的数学基础和个性特点等,筛选 10%左右的学员作为实验班学员,其他学员作为平行班学员。

同时研究按学期动态调整机制,确定调整的依据和频次以及每次调整的百分比。在学习过程中,会不断监控学生的学习进度和学习效果,并根据实际情况进行动态调整。如果发现某个学生的学习进度明显滞后或学习效果不佳,需要调整该学生的学习层次,并为其提供更加适合的教学资源和学习支持。

3.2. 针对不同层次教学班设计科学合理的教学内容和教学方法

分级教学是一种教学理念,需要贯穿于整个教学过程。

3.2.1. 依据学员发展目标优化分级教学内容

教学内容的优化是推行分级教学的关键。因此教员需要根据培养目标和教学大纲的要求,结合我校专业背景,将教学内容分类为必讲的核心基础内容、不同层级选讲的拓展内容、补充的应用型知识等模块,进一步优化完善高等数学教材。在创新型人才培养层级中深化数学概念的理解、数学理论的推导,介绍数学学科竞赛和数学前沿发展动态等;在应用型人才培养层级中强化数学基础知识的掌握,并结合 MATLAB 等数学软件掌握数学知识的基本应用。

3.2.2. 适应学员认知特点探索分级教学方法

在教学过程的实施中教员需要针对不同层级的学员运用不同的教法、设置相应的练习,体现基础性与高阶性。教员要对学员的学情有充分的了解并熟悉所在教学班学员的认知水平,选择适合的例题开展教学。在课后习题的设计上,以培养目标为牵引,两个层级均完成基本题型的同时,在实验班增加提高题和综合题,拓展知识的深度和广度,在平行班增加应用型题目,提高知识的应用能力。最大限度地保障每位学员在最近发展区接受指导和训练。

特别是在创新人才培养中,教学上采用“结构分析-形式统一法”,对高等数学每个定义(定理和结论),挖掘其结构特点,明确定义(定理和结论)能够作用的对象。对高等数学的每个例题,首先利用结构分析法分析题目条件和结论的结构特点,类比已知的知识(概念或定理),通过对比条件和结论的结构特点,选择与其相似或相近的理论解决问题,形成解题思路;然后利用形式统一法将研究对象转化为相关已知知识的标准形式,完成解题的具体过程和步骤。通过对学员进行数学思维训练,优化学员的认知结构,培养学员解决数学问题的良好方式和习惯,提升学员的数学素养。

3.2.3. 对接专业课程需求,推动基础课与专业课的融合发展

传统的教学模式中,基础课和专业课往往被割裂开来。学员在基础课程学习阶段很少了解专业课程背景和应用,而到了专业课程中需要运用数学基础知识和基本方法时又对这些内容生疏了。因此将基础课与专业课融合,让学员在学习基础知识的同时,更加深入地了解这些知识在专业领域中的应用,从而

激发学员的学习兴趣和动力。

在实验班的教学改革中，为了让学员了解基础课中的知识在后续专业课程中的应用，课题组根据高等数学的教学内容，邀请专业学院的教授在合适的章节走进课堂，从学科专业的角度讲解基础知识，鼓励学员打好基础。教员授课中也不断从专业课程中凝练教学案例，推动基础课与专业课的深度融合，加强学科交叉融合，鼓励不同学科之间的交流碰撞，提高学员的学习兴趣和动力，培养学员的综合素质和能力，从而推动教育领域的创新和融合发展。

3.2.4. 加强分组研讨交流，提高学员课堂参与度

学员参与度作为影响高等教育成果的重要因素，能帮助教员更好地了解学员的学习质量，良好的反馈机制有利于教员改进教学。分级教学将同类学员编成教学班，学员之间的认知能力与教学需求相当，课题探索充分发挥学员的主观能动性，利用分组研讨等各种形式，提高学生的课堂参与度，改变普通教学班上只有少数人参与课堂的现状，促进更多的学生思考并参与教学互动，促进学员发展的同时提升整体教学质量。

此外，在教学中适时引入人工智能等辅助教学手段，实现智能答疑，帮助学员随时解决学习中的问题和困惑，提升教学效率。

3.3. 优化分级教学模式下的考核评价方法

目前我校高等数学采取形成性评估(占 40%)和终结性考试(占 60%)相结合的评价方式，其中形成性评估包括平时作业、课堂表现、单元测试和能力测试(小论文、知识再发现和总结等)，经过多年的实践取得了较好的效果。但在分级教学模式下，考核评价既要避免统一标准的“一刀切”，体现不同层次之间的差异，又要实现不同层级之间的最终成绩的一致性和可比性。因此，需要研究不同层级的学员之间差异化考核方式与最终考核标准，尽量为学员设计一个公平合理的评价方式。

在形成性评估阶段，探索实验班高阶性、挑战度的单元测试。同时，打破以往各班自行评估的模式，建立统一测评、统一评分标准的标准化形成性评估基准，然后一体化量化赋分，整个年级整体评估，建立横向一体化评估模式，促使学员向“全局最优”努力，激发每个人的潜能。

在终结性考核中，在试题拟制上秉承“立足基础知识，强化数学内涵考核；理论联系实际，增强应用能力考核；引入一题多解，融入思维能力考核；创设开放性试题，探索高阶能力考核”的原则，引入一题多解、开放型试题等方式，以能力考查为牵引，引导学员在学习中深化数学思想方法的理解、强化应用能力和创新能力的提升。

3.4. 完善分级教学模式教员与学员管理单位的协同育人机制

传统教学班的学员都在同一管理单位，日常管理、队教联系十分便捷。分级教学模式下，学员分散在不同教学班，每位教员要面对多个学员队，每个学员队也面对多位高等数学教员。在这种情况下，教员与学员管理单位如何有效沟通，更好地发挥教员与学员管理单位的协同育人机制。课题将探索教员、队干部、学员代表集中联席研讨的方式，加强教、学、管三方之间的联系，同时，教员不仅要注重从整体上“面”的教学，还要注重“个体化”的“点”的教学，在日常教学中加强与学员的沟通，充分了解每个学员的学习状况，更好地实现因材施教。学员管理单位之间互相借鉴良好的管理方法，取长补短；学员之间相互学习的同时，又存在你追我赶的良性竞争，助推学员更好成长。

此外，与学员管理单位配合，探索对学员持续全程跟踪式培养。在数学课程的理论教学之外，结合学科竞赛、综合素质项目、研究生入学考试，甚至将来毕业后的工作等需求，为学生个性学习和专业发展提供个性化、定制化的支撑服务，达到高阶性、挑战度、实用性、创新性等标准，助推学员更好成才。

4. 教学改革实践效果评估

4.1. 分级教学模式有效激发了学员的学习热情

作为直观反映学员对教学大纲要求的内容掌握程度的考试成绩，在多次测试中实验班比平行班的平均分高出 10 分左右。当然了，这是在意料之中的事情，因为实验班学员的基础优于平行班学员。以某次难度较大的期中测试为例，教学班的平均分之间最大差距为 22.1 分，实验班学员比平行班学员平均分高 10.2 分。对试卷进行详细分析可以发现，实验班和平行班在基础计算题上几乎没有差距，但在数学概念的深入理解以及创新类型的一题多解等试题上，两者出现明显的差异。

由于分级教学符合学员的认知发展，每个人的个人最近发展区都能得到提升，不论是实验班还是平行班，个人发展取得一定的进步，因此对数学的学习热情不断攀升，课堂气氛也十分活跃。在近两年校级课堂教学质量评价中综合评分均超过 90 分，学员参加全国大学生数学竞赛人数从分级教学前的约 400 人上升到 600 余人。

4.2. 分级教学模式显著提升了学员的竞技水平

近两年的教学实践以来，实验班的学员在创新能力上展现了较大的潜力，平行班的学员不断超越个人现有发展区，在应用能力上逐渐凸现锋芒。据初步统计，实验班学员有 60 人积极报名参加全国大学生数学竞赛非数学专业类比赛，占实验班总人数的一半，共有 34 人获得全国、河南省奖励，获奖比例为 56.7%，其中一人取得了 2023 年全国大学生数学竞赛决赛一等奖，决赛成绩排名河南省第一。有 66 名实验班学员在大学二年级参加了全国大学生数学建模竞赛、全军军事建模比赛，其中 18 人获奖，在实战中锻炼了解决实际问题 and 创新应用的能力。

4.3. 分级教学模式有效推动了基础与专业的“重混”教学

在高等数学教学中把专业课程教授请进课堂，从学科专业的角度讲解基础知识；在基础教学中融入专业案例，深刻理解基础知识在专业课程中的应用。打破基础课程与专业课程的壁垒，加强不同学科的交叉融合，促进学科之间的交流碰撞，既能实现对专业课程的精准支撑，为学员顺利衔接后续课程奠定基础，又能深化基础课程的学习理解，反哺高等数学自身教学。

4.4. 科学合理的一体化横向评价模式鞭策学员突破自我

统一整个年级的学员在同一维度下进行评估赋分的一体化形成性评估模式，鼓励学员不仅仅是做班级局部的“极大值”，而是力争做年级全局的“最大值”。既立足于基础知识，又突出考查学员应用能力、数学思维和创新能力的终结性考核方式促使学员在扎实掌握“三基”的同时，提高挑战度，实现高阶性目标。

4.5. 分级教学模式有力促进教研水平的提升

分级教学实施过程中，课题组采取“集团作战”的方式，充分发挥集体智慧，集智攻关，共同开展教学研讨，分享教学经验，探讨教学方法，制定更加科学的教学计划，研究形成一套合理有效的评估标准、命题方式。教员教研能力普遍得到提升，教学成果喜人。近两年来，获批军队联席会教育教学研究课题 2 项，8 人次取得了高等数学教学优质课，发表教学研究论文 10 余篇。

5. 结束语

高等数学分级教学是我校大规模开展数学课程分级教学的试点，理论研究成果和具体实践方案对其

它数学课程开展分级教学具有示范和辐射作用，主要成效包括以下几个方面。

一是以需求为牵引分级教学，适应学员认知水平。课题按照学员个性化发展需求为牵引的方式实施分级教学，并依据高考数学成绩、新生入学数学复试成绩、问卷调查和面对面访谈交流等信息建立高等数学教学班分班办法和动态调整机制，最大程度上适应了学生的认知水平。

二是以学员为中心因材施教，保障学员“最优”发展。针对不同层次教学班设计和优化教学内容，创新教学方法和手段，充分体现了因材施教和以学生为中心的教学原则，着力解决了高等数学现行教学中学员基础不均衡、创新型人才培养不突出、学员学习后劲不足的问题，为实现学员的“最优发展”提供了重要保障。

三是以能力为导向整体评价，鼓励学员争先创优。在形成性评估机制中建立了横向一体化评估模式。打破以往各教学班自行评价的模式，建立的一体化评估模式评价更客观公正，能有效激励学员在年级中争优创先。在终结性考试中引入一题多解的考核模式，进一步考核学员的发散思维和创新的能力。

但分级教学作为新生事物，课题组也是在摸索中不断改进、完善和总结经验教训。首先部分学员的自我认知尚不明确，对个人的发展目标和路径还十分迷茫，如何选择符合这些学员认知和发展的班级需要进一步探索。其次，人才的培养不是一次考试、一门课程就定性了，高等数学作为一门基础课程，对学员思维训练至关重要，在学员的后续发展中发挥重要作用，因而还需要对这些学员持续观察培养效果并根据学员的反馈改进分级教学。

总体而言，分级教学为学员的个性化教学提供了一种有效途径，在推动以学生为中心的教学、促进学员最优发展方面发挥重要作用，但分级教学的实施需要细致的规划和执行，包括对学生能力的准确评估、教学内容的合理分级、教学方法的创新等。在教育教学中，应该充分利用分级教学的优势，为每个学生提供更好的学习资源和指导，推动数学类课程教育教学的不断发展和进步。

参考文献

- [1] 维果茨基. 维果茨基教育论著选[M]. 余震球, 选译. 北京: 人民教育出版社, 2005.
- [2] 霍华德·加德纳. 多元智能[M]. 北京: 新华出版社, 1999.
- [3] 华国栋. 差异教学论[M]. 北京: 教育科学出版社, 2001.
- [4] 布卢姆. 教育目标分类学: 第一分册, 认知领域[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1986.
- [5] 王坦. 差异化教学策略与实践[M]. 济南: 山东人民出版社, 2013.
- [6] 李水艳, 杨永富. 面向数学基础薄弱学生的高等数学分层教学探索与实践[J]. 大学数学, 2024, 40(3): 11-17.
- [7] 黄坚, 廖秀. 基于拔尖人才培养的数学分层教学模式研究与实践[J]. 科教导刊, 2023(10): 35-37.
- [8] 丁文武, 陆纹清. 对口类高等数学课程分层教学模式探究——以安徽三联学院为例[J]. 教育信息化论坛, 2024(7): 66-68.
- [9] 王桂英. 高等数学分层次教学实践探讨[J]. 数学学习与研究, 2019(17): 14.
- [10] 陈玉琨. 个性化教学的理论与实践[M]. 北京: 教育科学出版社, 2011.
- [11] 李芒, 赵国庆. 分层教学的理论与实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.