

讨论式教学法在本科工程数学课程中的应用

王星

武警海警学院基础部, 浙江 宁波

收稿日期: 2025年2月5日; 录用日期: 2025年3月6日; 发布日期: 2025年3月13日

摘要

本文基于本科院校工程数学课程的教学现状, 将讨论式教学法的理论应用到工程数学课程的教学之中, 根据教学实践提出了课堂随时性讨论、课后延伸性讨论和章节总结式讨论三种应用模式, 激发学生对工程数学课程的学习兴趣, 促进大学生主动思考、合作探究能力的提升, 提高本科院校工程数学课程的教学质量。

关键词

讨论式教学法, 本科院校, 工程数学课程

The Application of Discussion-Based Teaching Method in Undergraduate Engineering Mathematics Courses

Xing Wang

Basic Department, China Coast Guard Academy, Ningbo Zhejiang

Received: Feb. 5th, 2025; accepted: Mar. 6th, 2025; published: Mar. 13th, 2025

Abstract

Based on the current teaching situation of engineering mathematics courses in undergraduate colleges and universities, this paper applies the theory of discussion-based teaching methods to the teaching of engineering mathematics courses. According to teaching practice, three application models are proposed: random discussion in class, extended discussion after class, and summary discussion of chapters. These models aim to stimulate students' interest in learning engineering mathematics, promote their ability to think independently and cooperate in exploration, and improve the teaching quality of engineering mathematics courses in undergraduate colleges and universities.

Keywords

Discussion-Based Teaching Method, Undergraduate Institution, Engineering Mathematics Courses

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

云计算、大数据、人工智能等新兴领域发展迅速，对具有扎实数学基础的新工科复合型人才的要求也越来越高。工程数学作为本科院校各类工科专业的数学基础，学好工程数学，对新兴领域的人才培养具有重要作用。

工程数学包括线性代数、概率论与数理统计等内容，是本科院校工科专业的必修基础课程，通常安排在本科教育的第二学年，先修课程为高等数学。

工程数学作为本科数学类的基础课程，其教学方法多以传统的讲授法为主。虽然这种“教师讲，学生记”的教学方法在知识的传递方面比较高效，但学生在学习的过程中往往会觉得枯燥乏味，对数学类的知识点也采用死记硬背的方法，并未真正的理解和把握，随着课程内容的深入，抽象知识点的交叉融合，更让学生云里雾里，增加了学生课程学习的畏难情绪，传统数学课程的教学模式和教学方法难以适用，亟需改革[1]。

2. 研究方法

讨论式教学法指的是首先通过教师预先设计的讨论主题，组织讨论形式，学生在自己探究思考后就某一问题发表自己的见解的一种教学方法，促进学生在知识、思维和理念方面都有所提高[2]-[4]。讨论式教学法能够极大改善数学类课程课堂沉闷的氛围，教师应当积极创新教学模式和教学方法，将讨论式教学法引入教学进程[5]。工程数学课程理论性较强、抽象程度较高，课程难度较大，经常让学生望而生畏，很难引起学生的学习兴趣，合适的讨论方法能够促进学生对抽象知识的理解和把握，鉴于学习工程数学课程的学生均为本科生，经过了高考的选拔，具有较强的资料查询能力、提炼总结能力和沟通表达能力，对抽象数学知识的学习具有一定的讨论基础。

本文以工程数学第一学期的线性代数为例，基于讨论式教学法构建了三种讨论形式：课堂随时性讨论、课后延伸性讨论和章节总结式讨论。根据不同的教学目标和教学内容，灵活使用不同类型的讨论形式，提高学生学习的积极性和主动性，加强师生、生生之间的互动交流，促进学生线性代数知识点的理解和把握。

3. 讨论式教学法在本科院校工程数学课程中的应用实践

3.1. 课堂随时性讨论

课堂随时性讨论是指教师根据教学内容灵活组织的随堂讨论。课堂随时性讨论形式比较灵活，在组织内容上可以是本次课的教学重难点，也可以是学生在学习过程中经常出现的易错点，也可以是课堂中学生提出的疑惑点；在组织形式上既可以为师生讨论交流，也可以是教师提前分好小组，做小组讨论式的生生交流，也可以是二者相结合的方式。

以“矩阵的初等变换”的课次为例，本次课的教学重点之一是矩阵的初等变换与初等矩阵的关系，

即矩阵的初等行变换相当于左乘相应的初等矩阵，矩阵的初等列变换相当于右乘相应的初等矩阵。该性质是矩阵理论中的重要基础内容，教师在讲解该性质的时候就可以采用讨论法的形式促进学生的理解和掌握。首先，预设讨论问题为“矩阵的初等变换与初等矩阵的关系是什么”，将学生分成三个小组，分别讨论矩阵的三类初等变换与三类初等矩阵的关系。要求每一组学生分别计算该类初等变换左乘相应初等矩阵和右乘相应初等矩阵的结果，并比较两种乘法的计算结果。通过小组内实践和讨论得出该性质内容。教师根据学生的讨论结果做总结，给出初等行变换就是矩阵左乘相应的初等矩阵，初等列变换就是矩阵右乘相应的初等矩阵的结论，并总结出“左行右列”的记忆口诀。这种教学方法将教材中抽象难以理解的定理以学生主动讨论实践的方式进行讲解，使学生能够真正的理解该性质，改变了学生缺乏理解只靠机械记忆口诀的方法，在之后的相关理论知识讲解时，学生理解起来也更加的轻松，有助于突破本次课的教学重难点。

又以“逆矩阵”中的可逆条件的讲解为例，逆矩阵的可逆条件是方阵的行列式不为0。学生在学习本节知识之前很容易误认为逆矩阵的可逆条件是方阵不为0。针对这个易错点，教师可以预先设定讨论问题为“逆矩阵的可逆条件是什么”，并给出多个不同的方阵供学生去探究，学生在经过独立验算、总结思考之后，跟教师讨论，总结出零矩阵一定不可逆和非零矩阵也可能不可逆的结论，进而给出矩阵的可逆条件是行列式不为0的结论。通过实践和讨论能够加深学生对易错点的注意，在后面的例题和练习中，学生出错的概率大大降低。

再以“向量空间”中的向量空间一定有零向量为例，教师在授课的过程中有学生表示不理解。教师可以临时设置“向量空间为什么一定有零向量？”的问题供学生讨论，如果学生讨论没有思路，可以引导学生从向量空间的定义的角度去思考。学生通过自己的思考得到的结论更容易理解和掌握。课后有学生能够对该问题继续思考，从二维三维向量空间的图像必须经过零点的角度出发，也能得出相同的结论，说明讨论式教学法能够提升学生对数学的学习兴趣。

课堂随时性讨论是针对课程内容的重难点、易错点和疑惑点设置的，合理地设置课堂讨论的环节有助于突破教学重难点、强调学生易错点和解决学生疑惑点。同时，学生通过课堂的讨论，能够更加深入地理解抽象的数学概念，提高独立思考和动手实践的能力，为后续各类专业课程的学习打下坚实的基础。

课堂随时性讨论虽然能取得良好的课堂教学效果，但在具体实施过程中需要注意时机，不宜过度使用。一方面，该方法需要教师对课堂教学内容提前做好精心设计，才能在课堂上取得最佳的讨论效果；另一方面，该方法需要教师对课堂要有良好的把控能力，防止讨论超时或者过于激烈导致课堂秩序不佳。

3.2. 课后延伸性讨论

课后延伸性讨论是指教师根据教学内容，布置相关的讨论主题留给学生课后讨论交流。课堂上讨论交流的时间往往是短暂而珍贵的，如果教师还有很好的想法供学生讨论，就可以利用好课后的时间对教学内容进行延伸性讨论。课后延伸性的讨论形式可以多样化，既可以采用在线教学混合式讨论教学法[6]，利用线上教学辅助工具开展讨论，也可以通过线下数学兴趣小组的形式开展讨论。课后延伸性的讨论一般为课堂内容的补充和拓展。

以二次型及其标准形的学习为例，课堂上学习了二次型的概念以及如何将一般的二次型通过合同变换转换成标准形。为了引入二次型的概念，教师在课堂上提到：二次型的研究和发展就是为了解决二次曲线、二次曲面的分类问题。高等数学课程中我们已经学习过各种类型二次曲面的标准方程，那任意的三元二次代数方程如何利用二次型的知识进行标准化，进而判断其是哪一类的二次曲面呢？

教师可以以如何利用二次型判断 $x^2 + 2y^2 + 2z^2 - 4yz - 2x + 2\sqrt{2}y - 6\sqrt{2}z + 5 = 0$ 的方程类型为例，课后组织数学兴趣小组对该问题进行讨论和研究，引导学生通过自由讨论和自主探索实践解决该类问题。该

问题基于课堂基本知识点，又结合了具体的实际应用背景，略超出教学内容。面对具体的二次型应用问题，很多学生在课后查阅资料及相互讨论之后得出了正确答案。实践表明，合适的课堂延伸讨论问题能够加深学生对二次型应用的理解，同时也培养了学生自主探索和解决问题的能力。

再以方阵的特征值及特征向量的学习为例，课后通过雨课堂公众号给学生下发基于方阵的特征值及特征向量在图像压缩中的应用实例，实例中给出了图像压缩的简要步骤，并以一幅 512×512 像素的灰度图为例做了压缩前后的对比分析。实例中介绍的压缩算法是比较简单的，不可能适用于任意的图像。教师设置的讨论主题是“结合该实例材料，请结合已学知识，以及利用互联网搜集，考虑该算法步骤应用到任意图像的问题和困难”。该讨论主题稍有难度，还需要借助于互联网资料查询，因此在讨论形式上采用线上模式，通过雨课堂的讨论区发布，讨论时间为周末两天。经过两天的自主探索和讨论，学生提出了很多关于实例算法推广到任意图像可能存在的问题，如任意图像不一定是方阵，任意图像不一定是灰度图像，任意图像不一定能求出特征值特征向量等等，甚至提出了奇异值分解、压缩比等知识点。这些知识均远超出课本的内容，但学生以讨论和自主探究的形式得到了了解和学习，极大地提高了学生解决问题、分析问题和自主学习的能力。

综上，课后延伸性讨论利用了课后的时间以及互联网的资源，在讨论的主题设置上可以对教材内容略做提高，在主题的题材上也更应该贴于实际应用，有助于提高学生的创新能力以及对数学课程的学习兴趣。

3.3. 章节总结式讨论

章节总结式讨论是指在课程阶段性的学习结束之后，利用课堂时间就章节内容组织讨论。为了让讨论取得更好的课堂效果，师生均有较大收获，章节总结式讨论可以按照预先调查、明确讨论主题、明确分组和讨论细则、小组汇报、总结点评和成果展示等步骤顺序进行，如图 1 所示。

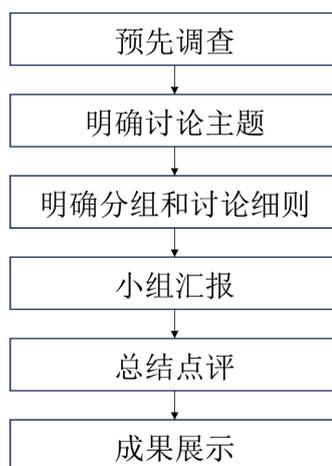


Figure 1. Chapter-based discussion steps
图 1. 章节式讨论步骤

预先调查是指在讨论课开始之前，调查收集学生阶段性的学习难点，为讨论主题的确定提供素材。预先调查的形式可以多样化，包括同行交流、调查问卷、一对一询问等，以确保调查的内容符合学情。确定讨论主题是指老师根据预先调查的问题，设计合适的讨论主题供学生讨论。讨论主题的讨论要注意不能过难让学生无从下手，也不能过于简单没有讨论的价值。明确分组和讨论细则是对讨论组织形式和实施过程的确定。根据班级总人数和讨论问题划分讨论小组，确定好每组的成员和讨论的具体内容，规

定好讨论的时间和小组成员汇报的形式和时间。小组汇报是指各小组轮流汇报本组讨论的结果。总结点评是指教师对每组讨论的结果进行总结和点评,加深学生对知识点的理解。成果展示是讨论结束后,各组整理好本组讨论的成果结论分享到班级群,相互学习提升。

以我校 2023 级某专业的课程学习为例,在线性代数学完前四个章节(行列式、矩阵及其运算、矩阵的初等变换与线性方程组、向量组的线性相关性)之后,通过预先调查,了解到学生学习的最大困惑点是行列式与矩阵,矩阵与向量组,矩阵、向量组与线性方程组等概念混淆,知识点模糊不清。因此,教师最终确定的讨论主题为探讨线性代数主要知识点间的联系,具体的讨论内容包括以下 3 个方面:

- (1) 行列式与矩阵之间的联系与区别是什么?
- (2) 矩阵与向量组之间的联系是什么?
- (3) 线性方程组与矩阵、向量组三者之间的联系是什么?

根据全班人数划分讨论小组,6~7 人一组,共分成 6 个小组。第一、二组讨论第一个问题,第三、四组讨论第二个问题,第五、六组讨论第三个问题。设置的讨论时间为 15 分钟。讨论的要求是每个小组形成自己的讨论结果,并推选一名学生代表汇报。每个小组汇报的时间为 5 分钟,汇报结果通过图、表、思维导图或文字等方式展示。在讨论的过程中,教师在各个小组之间巡视,解答学生问题,提醒讨论时间和讨论结果的及时完成。

各小组在经过激烈的讨论之后,每组派代表依次上台发言,汇报本组的讨论结果,汇报过程中,其他学生也可以就汇报结果进行讨论交流,最后教师总结每组汇报的结果,修正不严谨的表述,补充遗漏的知识点。通过小组讨论和成果汇报,学生对课程前四章内容的模糊点均得到了极大的改善。学生自主学习、分析总结和交流合作的能力也均有提升。课后,各小组将本组的讨论结果进行整理,并发布到雨课堂班级讨论区中,供班级学生共同学习提升。

本次课堂讨论结束之后,经与部分学生访谈,小组讨论能够帮助学生解决各自的知识盲点,对知识点有了更进一步的理解。章节主题式的讨论方式让学生对错综复杂的知识点做了主动梳理,有助于学生对相似知识点进行区分、辨别和记忆。经实践,此次课堂讨论取得了良好的教学效果。

4. 结语

讨论式教学法能够激发学生学习兴趣,培养学生积极思考和自主学习的能力。讨论式教学法在人文社科类的课程中应用较为广泛,在抽象性理论性较强的数学类课程中应用较少。本研究基于教学实践,提出了适用于不同情况下的讨论模式:即课堂随时性讨论、课后延伸性讨论和章节总结式讨论。每一种讨论模式给出具体应用实例,均取得良好的讨论效果,为数学类课程教学创新的研究提供参考和指导。

参考文献

- [1] 李雪芳. 面向新工科人才培养的“工程数学”创新教学方法探索[J]. 教育教学论坛, 2023(27): 9-12.
- [2] 向丽丽, 郑培, 吴金霞. 讨论式教学法在高职院校“概论”课课堂中的应用调查与分析[J]. 广东职业技术教育与研究, 2021(6): 146-149.
- [3] 兴丽丽, 费祥历. 混合式教学环境下讨论式教学模式中师生角色转换研究[J]. 现代教育科学, 2019(3): 100-105.
- [4] 高艳丽. 批判性思维能力培养与讨论式课堂模式研究[J]. 电大理工, 2018(3): 45-46.
- [5] 谢玲. 讨论式教学法在高校法学教学中的应用探究[J]. 秦智, 2024(3): 173-175.
- [6] 刘洁, 刘洪波, 贾继龙, 崔宝玉. 在线教学混合式讨论教学法实践探讨[J]. 管理工程师, 2022(4): 76-80.