

基于BOPPPS模型的线性代数混合式教学设计

——以“矩阵分块法”为例

周慧娟

上海海事大学理学院, 上海

收稿日期: 2026年4月9日; 录用日期: 2026年5月21日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

线性代数是一门面向高等院校理工类、经管类等非数学专业本科生的数学基础课。设计以实际问题为导向, 结合当前智能化时代要求的课堂教学模式, 是提高学生对这门课程的学习兴趣以及“获得感”的关键。基于BOPPPS教学模式, 对线性代数课程教学内容进行设计, 以矩阵分块法为例, 从具体实际问题入手, 强调学生参与式学习并有机融入思政元素, 可以实现学生对知识的掌握、能力的培养和人格的养成。

关键词

线性代数, 数学基础课, BOPPPS, 课程思政, 混合式教学

Blended Teaching Design of Linear Algebra Based on the BOPPPS Model

—A Case Study of the “Block Matrix Method”

Huijuan Zhou

School of Science, Shanghai Maritime University, Shanghai

Received: April 9, 2026; accepted: May 21, 2026; published: May 29, 2026

Abstract

Linear Algebra is a foundational mathematics course for undergraduate students in non-mathematics majors such as science and engineering, economics, and management at higher education institutions. Designing classroom teaching models that are problem-oriented and aligned with the demands of the current era of intelligent technologies is key to enhancing students' interest in the course and their sense of learning achievement. Based on the BOPPPS teaching model, this study

discusses the design of the teaching content of the Linear Algebra course taking the block matrix method as an example. Starting from concrete real-world problems, it emphasizes student-centered participatory learning while organically integrating ideological and political education elements, thereby achieving students' mastery of knowledge, development of abilities, and cultivation of character.

Keywords

Linear Algebra, Public Mathematics Course, BOPPPS, Curriculum-Based Ideological and Political Education, 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

线性代数是高校理工科及经济管理类等非数学专业本科生的一门重要基础课程，对于培养学生的计算、逻辑和抽象思维等能力都很重要。线性代数是现代科技的基石，已渗透到物理、化学、生物、航天、经济、工程等领域。从学生的角度来说，学生们对线性代数的普遍诉求是能够将相关的知识和理论应用到实际问题中，尤其是与学生所学专业相结合的问题中。此外，大学教学不仅是知识的传授和专业能力的训练，还要有价值引领和人格养成的功能。因此，如何有机地融入思政元素，也是数学基础课的目标。

然而，现实教学中存在很多困难，影响教学效果，尤其是难以培养学生将抽象的线性代数知识转换到具体专业问题上的能力。首先，通行的教材往往只是线性代数知识的介绍，缺少与现实问题的连接、思政元素的融入。其次，与其他数学基础课一样，由于线性代数课的知识点密集、抽象，传统授课方式以教师为主导，学生学习兴趣不高，很难长时间保持注意力。因此，如何改革教学模式，探索有效的教学方法，是大学数学基础课教改的重中之重。

面对数学基础课教学中的这些困难，很多文献在多方面探究破解之道。既有在一般意义上探讨如何改革数学公共课程的研究[1]；又有在宏观框架上设计新的教学架构的研究，例如文献[2]中设计了基于授课维度和辅导维度的“金字塔”结构的线上、线下混合教学模式。文献[3]和[4]探讨了如何利用信息技术来改革公共数学课程的教学模式和方法，设计和实践了线上线下混合教学模式。有学者在分析混合式教学在公共数学课程中面临的困境，探索以建设“金课”为导向，创立更有效的混合教学策略[5]。

近年来，基于导入、学习目标、预评估、参与式学习、后测和总结(Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory learning, Post-assessment, and Summary, 简称 BOPPPS)的教学模式，利用互联网和智能信息技术的混合教学策略，受到越来越多的关注和重视。BOPPPS 模型是建构主义和情境认知学习理论在教学实践中实际可操作的教学模式。建构主义强调主动建构知识，这就需要教师搭建认知支架[6]。BOPPPS 模型通过设计多环节，实现学生主动建构知识的教学效果。情境认知学习理论主张学习需要在真实、有意义的情境中发生[7]。BOPPPS 模型在导入环节、参与式学习环境中结合具体学科情境设计探究任务，帮助学生在情境中理解知识、运用知识，实现知识的有效迁移与应用，充分体现了情境认知理论“情境赋能学习”的核心内涵。文献[8]基于 BOPPPS 对高等数学进行了混合式教学设计；文献[9]利用 BOPPPS 模式来设计课程思政内容。作者近两年承担了线性代数课，基于 BOPPPS 教学模式进行了教学设计，并用于教学实践，取得了良好的效果，比较好地解决了数学基础课面临的困难。本文尝试系统地梳理、澄

清在教学课程中设计的教学方案，并给出具体的教案支持。

2. 基于 BOPPPS 模型的教学设计的基本思路

BOPPPS 模型是以学生为中心，强调参与成效的课堂教学结构化设计模型，通过诊断 - 参与 - 评价的闭环设计，确保学生真正学会。该模型现广泛用于教学培训与课堂改革[8]-[10]。随着智能和信息技术在教学上的广泛应用，智慧教学工具的迭代升级，以及教育数字资源的不断丰富和多样化，可以设计出更好的、适用于线性代数的 BOPPPS 教学模式。下面首先简要介绍 BOPPPS 教学模式的基本内涵，然后介绍基于该模式的线性代数教学设计。

BOPPPS 第一个环节是“导入”，通过设立问题情境，介绍日常案例、熟知的历史故事，或容易引起人注意力的视频或者小实验，引出课程的主题。这一环节的作用是引发学生对课程内容的兴趣，激活学生已有背景知识，建立学习动机。这回答了学生“为什么要学这个”的问题。第二个环节“学习目标”要求明确向学生提出可观察、可评价的学习目标，确定“要学什么，要学到什么程度”。第三个环节是“前测”，其作用是了解学生对课程内容的熟悉程度，主要通过快速提问、小测、投票、随堂问答以及概念判断题等形式来实现。该环节可以避免教授学生已掌握的内容，或跳过学生还未掌握的关键点。

第四个环节是“参与式学习”。这是 BOPPPS 课堂模式中的核心环节，希望通过学生实际参与课堂活动，来实现对课程内容的理解与掌握。这可以通过小组讨论、计算、推导、案例分析、同伴教学，以及板演等方式来实现。这个环节可以调动学生的积极性，让学生在实际行动中学习，做自己学习的主人。第五个环节“后测”，是在参与式教学后，检验学生是否达成了学习目标，同时及时对教学效果进行评估，便于后面改进。这可以通过回答问题、小测验、做习题、操作演示、汇报等方式来实现。后测内容要与第二个环节中的“学习目标”一一对应，以保证能够精确评估教学效果。最后的环节是“总结”，目的在于进一步巩固学生对这次课堂内容的理解和掌握，形成整体理解。这最好由学生主动总结，通过回顾关键概念、指出易错点以及预告下一次课的内容来实现。BOPPPS 教学模式流程见图 1。

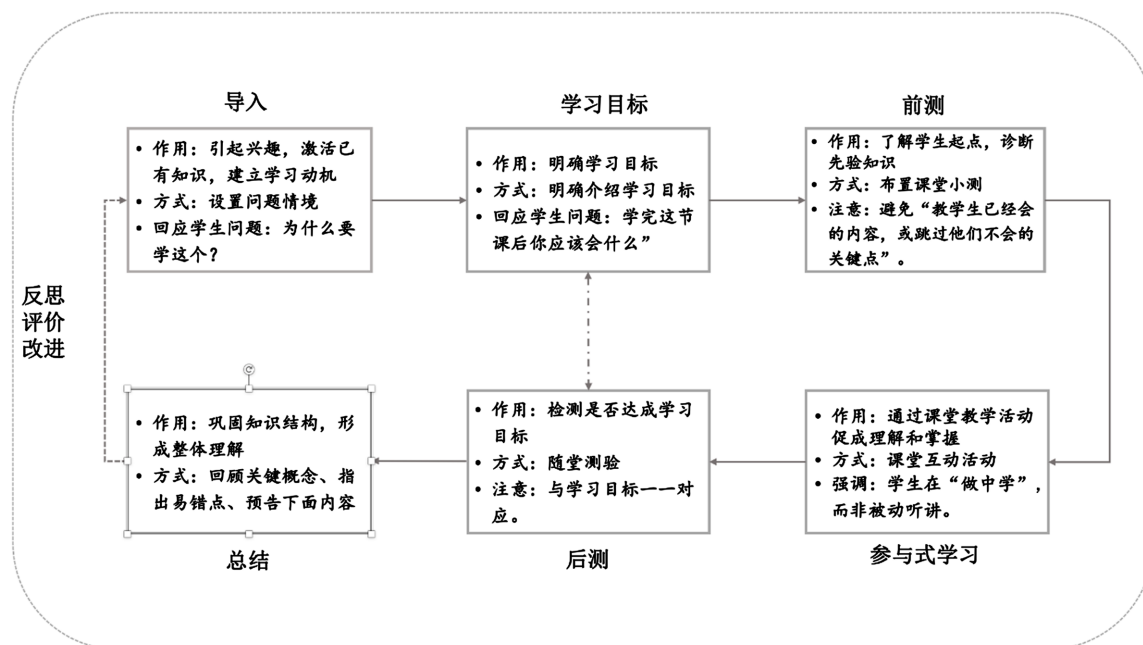


Figure 1. Flowchart of BOPPPS teaching model

图 1. BOPPPS 教学模式流程图

以线性代数为代表的数学基础课的困难在于，如何让学生意识到所学内容是自己专业会使用的数学工具。BOPPPS 教学模式刚好可以应对这方面的困难。“导入”环节帮助学生建立课程内容与本专业问题之间的关系。鉴于学生能够有效保持注意力的时间有限，BOPPPS 一方面把学生从被动“灌输”的对象转变成主动学习的积极参与者，转换学生在课堂教学中的角色，让学生更愿意投入到课堂学习中；另一方面将课程时间按照六个环节切分成不同的板块，每一个板块的时间都比较短，使得学生能够在这一时间段保持专注力。并且在板块转换后，由于内容的不同，学生能够继续保持注意力。此外，由于大班授课，传统参与式学习无法保证大部分学生都参与课堂活动。智慧教学工具的应用可以打破时空限制，设计出让所有学生都参与的学习活动，进而大大提高学生的学习主动性。

基于 BOPPPS 模式，作者设计了面向全校理工科和经管类学生的“线性代数”课程。作者所在的学校是行业特色高校，教授的学生来自理工和经管，主要使用的智慧教学工具是超星学习通。作者根据不同专业背景的学生设计了不同的环节。具体来说，在“导入”环节，根据不同专业，结合思政元素，设置不同的导入情景或问题，激发学生对课程内容的兴趣；以导入环节中的场景或问题为中介，明确说明本次课程的学习目标是什么；结合先修内容，设置入门性的前测题目，在学习通上发布，让学生在线上进行回答，同时进行课堂互动；利用学习通智能批改，给出答题情况的统计分布，结合课堂互动情况，把握学情，大致掌握后续讲授内容的重点、难点。“参与式学习”环节配合教学内容进行，每讲一个知识点，就设置互动环节，通过让学生讲解解题思路、案例分析等等，让学生主动参与自己的学习过程。课堂讲授、互动结束后，设置后测题目，检验学生学习效果；最后由学生总结整节课的内容，强调课程内容对具体问题的应用。

此外，如何将思政元素有机地融入课堂教学，是数学基础课的难点。如果添加得过于生硬，教学效果只会适得其反。作者在设计课堂教学时，将思政元素融入要解决的具体问题之中，希望达到“润物细无声”的效果。下面，作者将以线性代数中的“矩阵分块法”为例，具体说明如何根据 BOPPPS 模式进行教学设计。

3. 教学案例：矩阵分块法

“矩阵分块法”是指将一个大矩阵用若干条横线和竖线分成若干个小矩阵(称为子块)，把每个子块当作一个元素来处理矩阵运算的方法。通过分块，复杂的高阶矩阵运算可以转化为相对简单的低阶子块运算，能够简化计算、清晰表达矩阵的结构特征。矩阵分块法在理论分析与实际应用中都具有基础性的工具价值。根据教学内容和学情，对课程进行了课前设计、课中设计和课后设计。

1) 课前教学设计

课前教学设计对应 BOPPPS 模式中的“导入”“学习目标”和“前测”环节，其目标是 1) 知识目标：理解矩阵分块法适合解决的问题是哪一类，为什么这些问题需要进行矩阵分块；2) 能力目标：能够识别哪些具体的问题可以应用矩阵分块法；3) 素养目标：培养学生自主问题意识和应用能力。

首先引入日常场景，配合多媒体手段，呈现当网络不好时，加载高清图片需要时间的场景。然后在学习通上依次发布导入问题，让学生分组讨论并回答：“为什么高清图加载慢？为什么高清图数据量大？怎样提高加载速度？”利用图片像素与数据量的关系引入矩阵分块概念。引入课程主题后，明确本节课的学习目标：什么是矩阵分块法，分块矩阵如何运算和矩阵分块的应用。同时，从多维度自然地渗透思政元素：讲解图片压缩与加载原理时，延伸介绍线性代数在现代加密技术中的应用，说明其在维护国家信息安全、保护数据隐私中的重要作用；引导学生探究问题、严谨推导像素与数据量关联的过程中，渗透数学公理体系的严谨性与科研诚信理念，培养学生求真务实的治学态度。

2) 课中教学设计

课中教学设计对应 BOPPPS 模式中的“参与式学习”“后测”和“总结”环节。课中目标有, 1) 知识目标: 理解并掌握分块矩阵的含义和运算, 并能够应用矩阵分块法来解决具体问题; 2) 能力目标: 使用矩阵分块法解决自身专业领域的问题的能力, 在复杂结构中寻找不变简单结构的能力, 以及数学建模能力; 3) 素养能力: 意识到矩阵分块法, 也是古代智慧在现代科学中的璀璨结晶, 其蕴含的“化整为零, 分而治之”的思想已经在《孙子兵法》中记载。

本次课堂内容分为两部分, 一是分块矩阵的概念以及分块矩阵加法和分块矩阵乘法的运算; 二是矩阵分块法在不同领域中的应用。简单介绍其在不同领域的可能应用后, 以矫正卫星轨道的计算为例, 细致解释如何利用矩阵分块法来对具体现实问题建模, 进而解决这一问题。最后再回到“导入环节”中的图片加载问题, 用矩阵分块法来重新理解解决加快高清图片加载问题不同路径的方法本质。

学生的参与式学习是这一环节的核心。作者将内容讲授与要求学生及时反馈结合, 也就是每讲一个知识点, 就以解题、案例分析、主动讲解的方式, 让学生参与学习。具体来说, 作者后设计一道与讲授过的应用问题类似, 但却属于不同领域的问题, 鼓励学生积极参与问题的解决, 培养学生的自主学习能力。“参与式学习”和“后测”环节在这里是交叉的, 利用线上智慧教学工具和线下课堂互动, 进行混合式教学。同时, 根据学生情况, 对于已经熟练掌握的略讲, 对于薄弱点, 进一步加强。

“总结”环节, 强调矩阵分块法的核心思想, 以及应用到具体问题上的强大解题能力, 最后将矩阵分析法蕴含的“化整为零, 分而治之”的思想升华为思维方式, 通过强调每一具体知识与国家、社会需求息息相关来强化思政元素。

3) 课后教学设计

首先布置课后作业(在学习通上发布)。作业题目是根据课程内容设计的应用题。其次, 在智慧教学工具上开设课程匿名反馈, 鼓励学生提出优化课程教学的建设性意见。第三, 通过线上线下答疑, 解决学生在巩固和应用课程内容时碰到的困难, 保证学生离开课堂后, 能够进一步深化对课程内容的理解。

我们在一个教学班采用基于 BOPPPS 教学模型的混合式教学模式, 以作为实验组; 作为对照组, 另一些教学班则采用传统教学模式。通过前后测问卷与课堂互动频率进行量化评估。实验结果显示, 相较于对照组, 实验组的课堂互动频率显著提升, 课堂测试表现更优, 充分表明该教学设计在提升学生学习兴趣、增强知识应用能力等方面效果良好。

当然, 在教学中采用基于 BOPPPS 教学模型的混合式教学模式的确取得了一定的效果, 但由于线性代数实行大班教学, 进行参与式学习时, 仍然很难调动全部学生参与课堂教学, 难以兼顾每位学生的参与度与反馈效率, 互动学习效果不够理想。同时, 情境化教学要求任课老师投入大量的精力创设合适的教学情境, 个性化教学。但由于教师精力有限, 经常不能快速适配。这需要在未来的研究和教学实践中继续探索, 改进该模式的效果。

4. 结语

以线性代数为代表的数学基础课对理工科和经管专业的本科生的专业成长非常重要。然而, 如何在实际教学实践中, 让学生意识到数学的工具属性, 并且能够熟练掌握, 面临重重困难。本文利用已经在教学实践中被广泛证明成功的 BOPPPS 教学模式, 对线性代数进行教学设计。不仅关注学生的数学解题能力, 更注重数学在具体问题上的应用价值, 通过参与式学习, 有机融入思政元素, 实现学生的知识掌握、能力培养和人格养成。让学生深刻理解从“整体把握”到“局部优化”, 再通过局部优化实现“整体最优”的辩证思想, 意识到线性代数的逻辑之美、效率之妙和应用之广。由于数学基础课的共同属性, 这套教学设计也可以复制到其他数学基础课上, 具有广泛的适用性。

基金项目

2024 年上海高校青年教师培养资助计划。

参考文献

- [1] 王立本, 李伯忍, 黄香香, 张丽芳. 数学类公共基础课程教学改革与实践——以“概率论”与“数理统计”为例[J]. 教育教学论坛, 2023(44): 87-90.
- [2] 张萌, 杨扬, 柳顺义. 基于双维度“金字塔”结构的数学公共课混合式教学探索与实践[J]. 大学数学, 2025, 41(5): 31-37.
- [3] 张慧星, 姚香娟, 周圣武. 基于信息技术的公共数学课程教学改革与实践[J]. 大学数学, 2023, 39(5): 10-15.
- [4] 种孝文, 许慧. 高效数学公共基础课线上线下混合教学模式研究[J]. 白城师范学院学报, 2023, 37(2): 115-118.
- [5] 李萍, 钟守铭, 李沛瑜, 陈丽. 以“金课”建设为导向的混合式教学探索——以概率论与数理统计为例[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2022, 41(1): 85-89.
- [6] 白文倩. 冯·格拉斯费尔德的激进建构主义教学思想研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- [7] J·莱夫, E·温格. 情境学习: 合法的边缘性参与[M]. 王文静, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2004.
- [8] 许鹏飞, 公徐璐, 张权义. 基于 BOPPPS 模式的高等数学混合式教学设计与实践[J]. 大学数学, 2025, 41(4): 114-119.
- [9] 李由, 李扉, 岳瑞锋. BOPPPS 教学模式在“高等数学”课程思政教学中的应用——以可分离变量的微分方程为例[J]. 中国林业教育, 2025, 43(6): 60-63.
- [10] Xu, Z., Ge, L., He, W., Song, G., Liu, J., Hou, L., *et al.* (2024) Developing a BOPPPS (Bridge-In, Objectives, Pre-Assessment, Participatory Learning, Post-Assessment and Summary) Model Combined with the OBE (Outcome Based Education) Concept to Improve the Teaching Outcomes of Higher Education. *Humanities and Social Sciences Communications*, **11**, Article No. 1001. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03519-y>