

基于“学生中心，问题导向”的高等数学PBL教学研究

高秀芝

山东农业工程学院基础课教学部，山东 济南

收稿日期：2025年4月15日；录用日期：2025年5月16日；发布日期：2025年5月22日

摘 要

PBL教学法(Problem-Based Learning)是“以问题为导向”的新型教学法，基于专业领域的问题展开教学，教师引导学生围绕问题进行知识构建，并进行深入探讨，是一种“以学生为中心”的教学模式。本文基于“以学生为中心”的教育理念，结合高等数学课程特点及当前高等数学教学现状，分析当前高校高等数学教学存在的问题，对高等数学PBL教学改革进行探索和研究，并针对函数的最值这一章节，进行PBL教学设计实践。

关键词

以学生为中心，高等数学，PBL教学

Research on PBL Teaching of Higher Mathematics Based on the Concept of “Student-Centered and Problem-Oriented”

Xiuzhi Gao

Department of Basic Courses Teaching, Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan Shandong

Received: Apr. 15th, 2025; accepted: May 16th, 2025; published: May 22nd, 2025

Abstract

The Problem-Based Learning (PBL) teaching method is a new “problem-oriented” teaching method. It conducts teaching based on problems in professional fields. Teachers guide students to construct knowledge around these problems and carry out in-depth discussions. It is a “student-centered”

teaching mode. Based on the “student-centered” educational concept, combining the characteristics of the Higher Mathematics course and the current teaching situation of Higher Mathematics, this paper analyzes the existing problems in the teaching of Higher Mathematics in current universities, explores and studies the PBL teaching reform of Higher Mathematics, and strives to construct a new PBL teaching model for Higher Mathematics.

Keywords

Student-Centered, Higher Mathematics, Problem-Based Learning (PBL) 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

“以学生为中心”是指在教育教学过程中,要强调以学生的学习和发展为中心,突出学生的“主体”地位。它起源于建构主义学习理论,是 1952 年美国心理学家卡尔·罗杰斯提出的一种新的教育理念。

“以学生为中心”的本科教学改革理念包括三个方面:以学生发展为中心、以学生学习为中心、以学习效果为中心[1]。随着教育教学改革的深入推进,“以学生为中心”的理念越来越引起国内外教育者的广泛关注。“以学生为中心”的教育理念对传统教学模式提出了新的挑战,对现代教育的改革具有重要的指导意义。

PBL 教学法通过问题导入教学,引导学生在分析问题,解决问题的过程中接受新知识,通过问题的解决,激发出学生的学习兴趣,变被动学习为主动学习,是一种“以学生为中心”的学习模式。PBL 教学法围绕问题展开教学,引导学生主动参与到问题的探究活动中来,让学生成为学习活动的主体,进而主动解决问题。在探究问题过程中,不仅掌握了所学知识,而且培养了学生分析问题、解决问题的能力,培养了学生的团队合作意识和自主学习能力。PBL 教学模式为真正实现以学生为中心的教学提供了可能。

2. 当前部分高校高等数学课堂教学现状

高等数学课程是高校理工类专业必修的一门专业基础课,课程覆盖面广,选修学生多。高等数学课程的学习为后续课程打下必要的数学基础。随着课堂教学改革的深入开展,高等数学课程教学质量逐步提高,“以学生为中心”的教学研究已取得了初步成果[2]-[5],但不可否认的是,高等数学课程的教学仍然存在一些问题,如:教学资源不够丰富,导致学生缺乏知识建构的环境,课堂参与度不高,教学模式和教学方法不够创新,教学评价方式不够科学全面等,不能真正实现课堂教学“以学生为中心”。

(1) 学生学习兴趣缺乏,课堂参与度不高

高等数学课程概念抽象,定理复杂难理解,教学内容繁多,具有高度的概括性和抽象性特点,所以学生学习起来具有一定的挑战性。传统课堂教学以教为中心,过于注重教师的教,而忽视了学生的学,学生没有真正成为学习的主体,不能充分调动学生学习的积极性,学生学习起来难免感到枯燥无味。学生课堂参与度不高,教学效果得不到提高。

(2) 教学资源不够丰富,缺乏创设问题的情境案例

高等数学教学资源虽然不断完善,但是理论学习的资料较多,课堂教学缺乏能够引导学生学习的相关专业应用案例。PBL 教学是以问题为导向的教学,通过创设问题情境,引导学生自主思考,主动参与

到学习活动中来。因此问题的创设尤为重要,如何将理论知识和相关专业应用案例有效的结合起来,充分挖掘创设问题的情境案例,完善教学资源是做好高等数学 PBL 教学的关键一步。

(3) 教学模式和教学方法缺乏创新,不利于“以学生为中心”的教学的开展

当前高等数学教学大都还是以传统课堂传授为主,教师通过 PPT 或者板书呈现教学内容,进行课堂讲授,学生较为被动的学习知识,这种教学模式仍然是以“教师为中心”的教学。传统课堂教学忽视了学生发现知识的过程,不利于激发学生学习的主动性,使学习只能被动、机械地接受所学知识。教学模式比较单一,部分教师的教学方法缺乏创新,不能激发学生的学习兴趣,阻碍了高等数学教学改革的顺利进行。

(4) 教学评价方式不够科学全面

“以学生为中心”的学习方式,注重学生自主学习的过程,教师引导学生自主探索知识,相应的,学习评价方式就要多注重过程性学习。当前课程考核评价多采用期末考试 + 平时作业 + 单元测试的形式进行,考核评价方式较单一,更注重对学习结果的考核。教学评价既要教师的教学进行评价,又要对学生的过程进行评价;既要关注学习结果,又要关注学生的学习过程。对学生学习过程的考核能够对学习进行全过程的监督、引导,帮助学生养成良好的学习习惯,培养学生的综合素质。

3. 高等数学 PBL 教学改革路径探索

做好高等数学 PBL 教学,实现课堂教学“以学生发展为中心”需要做好以下三点:

(一) 转变教师观念,树立学生中心的教学理念

教师在教育过程中的地位发生了改变,教师要改变传统的教育观念,树立以学生为中心的教学理念。从心理上真正愿意做出改变,才能真正改变传统教学“以教师为中心”的局面,体现学生的主体地位。教师成为教学活动的引导者,引导学生参与教学活动。课前教师设置知识相关的案例或者问题,确定教学目标;课中引导学生思考问题,组织学生进行小组讨论交流,分析解决问题;教师根据学生在小组讨论中的疑难问题进行答疑解惑,并请学生代表发言展示讨论成果;最后教师总结课堂知识,并进行知识拓展升华。整个课堂学习过程体现教师为主导,学生为主体,围绕问题展开课堂活动。教师在学习活动过程中要从学生认知的角度展开教学活动,要从学生的需求出发,理解学生,尊重学生,激励学生,使学生的潜能得到充分开发,真正实现“以学生的发展为中心”。

(二) 挖掘创设问题的情境案例,完善教学设计

PBL 教学的核心是问题的设置,通过问题引导学生进行自主探究活动,缺乏创设问题的情境案例高等数学 PBL 教学改革就无从谈起。当前,随着教学改革的深入开展,各大高校高等数学教学资源逐步丰富,教学案例也逐渐增多,但是仍然有待进一步完善。笔者查阅了相关资料显示,很多文献从整体上对 PBL 教学的模式进行设计,但是针对每一章节或者知识点的 PBL 教学设计并不完善。要践行高等数学 PBL 教学,就需要和具体的章节或知识点匹配的教学设计。针对高等数学中的某些章节,坚持“应用性、生活化、前沿性”,即问题案例的设置要贴近生活实际,能充分体现知识的应用性,案例设计具有科学前沿性等,充分挖掘创设问题的相关案例。建立生活案例库、专业案例库、思政案例库,并建立习题集,讨论案例集等。为进行 PBL 教学提供丰富的素材。

(三) 拓展教学模式改革,创新教学方法

随着教育信息化技术的广泛应用,课堂教学方式发生了巨大的变革。借助学习通、雨课堂等多种教学平台,进行线上线下高等数学混合式 PBL 教学设计,让学生在知识学习的同时,多参与课堂活动,体验知识构建和应用的过程。在高等数学 PBL 学习的过程中,引导学生自主进行知识探索,尝试解决问题,提高学生的创新意识、创新精神及解决实际问题的能力。教学过程可分为三个阶段:

1. 课前预习阶段

教师在相关网络教学平台发布学习资料,如预习提纲、微课视频等,学生根据学习提纲展开自主探索,可阅读相关资料,学习课前教学视频,找准本节课重点难点,并完成课前测验,对将要学习的新知识有初步的了解。

2. 课中学习阶段

课堂上教师根据本节课程内容特点,联系实际应用,展开教学。结合专业应用选择与核心知识相关的案例问题,引导学生展开小组讨论,并请学生分组展示讨论结果;然后教师针对重点难点问题进行分析讲授,并进行课堂检测,可采用线上发布问题并通过平台搜集学生解答过程,也可以课堂布置相关练习,及时了解学生对知识的掌握情况;对知识进行拓展应用,巩固所学知识,最后教师进行提炼总结,知识升华。整个课堂教学过程以问题导入,引导学生进行探索学习并进行讨论交流,教师及时抛出新的问题,引导学生逐步深入讨论,教学环节围绕“问题提出-问题探讨-问题解决”逐步展开,环环相扣,真正体现了学生的主体地位。

3. 课后巩固阶段

课后通过线上教学平台发布作业,学生独立完成作业并上传。教师布置一定的课后拓展作业,让学生通过查阅课外资料对知识进行扩充,扩大知识面。教师还可以通过录制重难点讲解视频,线上答疑等方式帮助学生巩固所学知识,激发学生学习兴趣。

(四) 完善考核评价方式,构建“全过程,多元化”的考核评价体系

细化评价标准,增加过程性考核占比,进一步丰富考核内容,搭建“以学生为中心”的考核评价体系,实现“线上+线下”、“过程+结果”、“知识+能力”相结合的多维度考核体系。以“学生为中心”的学习模式注重学生知识的探索过程,教师引导学生自主进行学习,鼓励学生在学习活动中积极参与小组讨论、发言展示等课堂活动,学生课后需要自主完成课后作业等。课程考核要体现过程性考核,改变以往只注重期末考核,而忽视过程性考核的评价方式。课程考核目标涵盖知识,能力,素质三个方面,实现考核评价全方位、全过程和多元化。进一步丰富过程性考核内容,包括线上学习和线下学习两部分。增加体现价值能力和素养的考核标准。完善多元化的课程成绩评价体系,强化过程化学习、阶段性考核。

4. 高等数学 PBL 教学的挑战性及应对策略

高等数学 PBL 教学能够有效地改变当前灌输式的学习现状,培养学生对数学知识的自主探索能力,提高学生学习兴趣和课堂参与度,培养学生的创新能力,实现“以学生为中心”。但 PBL 教学实施起来也具有一定的挑战性,对教师 and 学生的自身素质都提出了更高的要求。

从教师角度讲,PBL 教学法要求教师转变为引导者与促进者,同时教师需具备敏锐的观察力,在学生讨论偏离方向时及时引导,又不能过度干预,以免破坏学生自主探究的过程,这就要求教师具备灵活的教学应变能力和强大的课堂把控能力。案例问题设计既要贴合高等数学教学目标,又要能激发学生兴趣且具有现实意义。高等数学知识抽象,要将其融入生动具体的问题情境,需要教师对数学知识在不同领域的应用有深入了解。资源整合更具挑战性:进行 PBL 教学,教师需要整合丰富的教学资源,如线上数学学习平台、相关专业案例资料、数学软件等。在定积分部分,为了让学生更好地理解不规则图形面积的计算,可能要用数学绘图软件辅助图形分割展示,以及提供不同领域中定积分应用的实际案例供学生拓展阅读。教师要确保这些资源的可获取性、适用性以及与教学内容的紧密结合,这无疑增加了课程设计的复杂性。

从学生层面,一方面需要进行学习习惯的重塑,传统教学中学生习惯了被动接受知识,对教师的讲

解依赖程度高。而在 PBL 教学中, 学生需要主动提出问题、自主探索解决方案, 这一转变使许多学生感到无所适从。另一方面, 小组协作困境: 小组协作是 PBL 教学的重要形式, 但这一过程中常出现各种问题。有些学生可能在小组讨论中不敢发言, 参与度较低; 部分学生可能存在“搭便车”现象, 依赖他人完成学习任务; 小组协作的效果难以保证。

教师应当努力提升自己的课堂掌控能力, 创设问题的能力, 逐步提高教育教学能力。学生需具备较强的自主学习能力, 能够根据教师的引导分析问题, 主动探索问题解决的方法, 才能较好地掌握课堂知识。

5. 针对最值问题的应用, 进行如下 PBL 教学设计

(一) 案例问题: 一家饮料公司计划推出一款新的圆柱形易拉罐包装饮料。为了控制成本, 需要确定易拉罐的尺寸, 使得在装下一定体积 V (假设 $V = 500$ 毫升, 1 毫升 $= 1$ 立方厘米) 饮料的情况下, 所用材料最省。已知易拉罐的表面积 S 由侧面面积和两个底面面积组成, 侧面面积公式为 $S_1 = 2\pi rh$, 底面面积公式为 $S_2 = \pi r^2$ (其中 r 为底面半径, h 为易拉罐高度)。

(二) 具体 PBL 教学设计流程如下:

第一步 创设问题, 案例导入

教师活动:

1. 教师引导学生复习极值的求解方法。
2. 教师通过 PPT 展示上述案例问题导入新课, 如何用导数来求函数的最值问题呢?

在研究这个问题之前, 请大家先来思考极值与最值的区别有哪些? 最值可能出现在哪些点处?

学生活动:

1. 在教师引导下复习极值的求解步骤。
2. 思考极值与最值的区别及最值可能出现的点。

第二步 合作学习, 探索新知

教师活动:

1. 教师请学生进行小组讨论最值与极值的区别, 及最值点可能出现在哪些点。引导学生从二者的定义及可能出现的点寻找二者的区别。并请代表展示讨论结果。学生代表发言后, 教师总结提炼极值与最值的区别。

2. 教师进一步抛出问题: 在实际应用问题中, 如果求出函数只有唯一的一个极值点, 且这个点又是极大(小)值点, 能否判断这个点是不是最值点? 请同学们结合图形思考并解决问题。

3. 设置学习讨论主题: “如何用导数求解案例中的最值问题”。

并设置如下问题引导学生思考讨论:

- (1) 在解决这个问题时, 我们可以先思考如何建立表面积 S 关于 r 或 h 的函数关系?
- (2) 如何确定 r 和 h 的值, 使得 S 最小?

这就是如何利用导数来求函数的最值问题。

4. 学生确定了目标函数后, 引导学生思考: 如何求出目标函数的极值点?

引导学生通过分析导数在极值点两侧的符号, 或者利用二阶导数的符号确定函数在驻点是极大还是极小值点。

5. 引导学生进行实际意义的讨论: 请同学们确定了 r 的值后, 计算出对应的 h 值, 并讨论这些数值在实际生产中的合理性。例如, 考虑易拉罐的尺寸是否便于消费者握持、生产工艺是否容易实现等因素。

教师及时捕捉各小组的探究动态并加以指导, 解决各小组探究过程中存在的问题。

学生活动:

1. 进行小组讨论, 分析极值与最值的区别, 并派代表回答问题。

2. 根据教师引导结合函数图形分析问题, 得出结论。

3. 小组共同分析案例问题, 明确目标是在体积固定的条件下求表面积的最小值。

根据教师的引导, 根据体积公式 $V = \pi r^2 h$, 先将 h 用 r 表示出来, 然后代入表面积公式, 得到

$$S(r) = 2\pi r \frac{500}{\pi r^2} + 2\pi r^2 = \frac{1000}{r} + 2\pi r^2。$$

4. 小组成员回顾函数的求导公式, 尝试对 $S(r)$ 求导。讨论求导过程中的注意事项, 如复合函数求导法则的应用。求出目标函数的导数 $S'(r) = -\frac{1000}{r^2} + 4\pi r$, 并求出驻点。

小组讨论如何判断求出的驻点是极大值点还是极小值点。

5. 根据问题的实际意义, 分析结果的合理性。

第三步 分组发言, 代表展示

教师活动:

1. 教师请学生代表发言, 展示探究成果。

2. 对学生发言情况进行评价, 并及时总结提炼知识点。

学生活动: 派代表展示探究成果。

第四步 教师释疑, 总结提炼

教师活动:

1. 教师根据各小组讨论的结果, 进行答疑解惑。

2. 对本节课重点和难点内容进行强调。

学生活动: 根据教师总结巩固知识点。

第五步 知识应用, 自主练习

教师活动:

1. 针对本节课的重点难点, 设置问题, 引导学生进行知识应用。

2. 教师发布应用问题, 给各小组一定的准备时间, 利用“学习通”随机选择两个小组进行问题回答和讲解。

学生活动:

1. 在教师引导下展开知识应用。

2. 解决教师发布的问题, 并回答。

第六步 拓展延伸, 巩固知识

教师活动: 教师引导学生进行知识拓展: 导数在求其他最值问题中的应用案例有哪些?

学生活动: 小组探讨导数在其他优化问题中的应用, 如利润最大化、成本最小化等经济问题, 以及在物理中求物体运动的最大速度、最大加速度等问题。

(三) 评价方案

针对本节课的表现, 根据小组积分评价标准, 利用学习通或者雨课堂等平台完成教师对各小组的打分、小组间互评及组内成员互评。评价分为两部分:

1. 过程性评价

问题分析思路(30%): 评价小组对案例问题的分析过程, 看其是否能正确建立函数关系, 逻辑是否清晰。教师观察小组讨论过程并进行评价。

导数计算准确性(20%): 检查小组求导过程以及利用导数求解极值点的计算是否正确, 对计算步骤规范、结果准确的小组给予高分。

2. 总结性评价

解决方案阐述(30%): 小组选派代表向全班汇报解决易拉罐尺寸优化问题的完整过程, 包括函数建立、导数求解、极值判断以及对结果合理性的分析。根据汇报的完整性、准确性和表达能力进行打分。

拓展应用讨论(20%): 根据小组对导数在其他优化问题应用的讨论情况, 评价其对导数概念应用的拓展能力, 看其能否准确分析新问题中的变量关系并尝试应用导数求解。

基金项目

2023 年度山东农业工程学院校级教改项目: “基于‘学生中心, 问题导向’的高等数学 PBL 课堂教学改革研究与实践”; 项目编号: 23XJKTY10。

参考文献

- [1] 赵炬明, 高筱卉. 关于实施“以学生为中心”的本科教学改革思考[J]. 中国高教研究, 2017(8): 36-40.
- [2] 刘献君. 论“以学生为中心”[J]. 高等教育研究, 2012, 33(8): 1-6.
- [3] 李曼. 以学生为中心的信息化教学模式架构研究[J]. 中国大学教学, 2012(8): 32-36.
- [4] 丁世磊, 冯旭, 等. 基于以“学生为中心”的PBL混合教学模式探索[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 3(5): 110-112.
- [5] 王跃恒, 李应求. 关于以学生为中心的线性代数教学研究[J]. 中国大学教学, 2011(8): 59-61.