

基于PBL教学模式的高中地理实验教学设计

——以“冲积扇”为例

郭乐乐

内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2025年4月22日; 录用日期: 2025年5月20日; 发布日期: 2025年5月27日

摘 要

高中地理包含众多尺度宏大、时间跨度长的抽象过程性知识, 学生理解难度较大。地理实验作为具象化地理过程的重要载体, 与Problem-Based Learning (PBL)教学模式深度融合, 可为学生构建实践与探究兼备的学习体验。以“冲积扇”为例, 基于PBL教学模式设计“真实情境创设 - 问题驱动求知 - 分析方法迁移”教学路径: 以新疆玛纳斯河冲积扇的“荒漠变棉田”现实矛盾为起点, 通过真实情境创设(卫星影像分析、绿洲扩张数据), 激发学生探究冲积扇形成机制的内在动机; 依托问题驱动求知, 设计梯度实验任务模拟“流水动力 - 沉积分异 - 扇体扩展”过程, 将抽象机理转化为可观测、可量化的实践链条; 最终通过分析方法迁移引导学生从微观实验结论推演宏观区域发展逻辑, 培养学生解决实际问题的科学思维, 为高中地理教学改革提供具有实践价值的思路。

关键词

PBL教学模式, 地理实验, 冲积扇

Teaching Design of High School Geography Experiments Based on the PBL Teaching Model

—Taking “Alluvial Fan” as an Example

Lele Guo

College of Geographical Science, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Apr. 22nd, 2025; accepted: May 20th, 2025; published: May 27th, 2025

文章引用: 郭乐乐. 基于 PBL 教学模式的高中地理实验教学设计[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 1088-1096.
DOI: 10.12677/ae.2025.155875

Abstract

High school geography encompasses a multitude of abstract, process-oriented knowledge with large scales and long time spans, which poses significant challenges for students to understand. As a crucial vehicle for visualizing geographical processes, geographical experiments, when deeply integrated with the Problem-Based Learning (PBL) teaching model, can provide students with a learning experience that combines practice and exploration. Taking the “alluvial fan” as an example, a teaching path of “creating real-life scenarios-driving learning through problems-transferring analytical methods” is designed based on the PBL model: Starting from the real-world contradiction of “transforming deserts into cotton fields” in the alluvial fan of the Manas River in Xinjiang, by creating real-life scenarios (such as analyzing satellite images and data on oasis expansion), the students’ intrinsic motivation to explore the formation mechanism of alluvial fans is stimulated. Relying on problem-driven learning, gradient experimental tasks are designed to simulate the processes of “fluvial dynamics-sedimentary differentiation-fan expansion”, transforming the abstract mechanism into an observable and quantifiable practical chain. Finally, through the transfer of analytical methods, students are guided to deduce the macro-regional development logic from the micro-experimental conclusions, cultivating their scientific thinking in solving practical problems and providing practical ideas for the reform of high school geography teaching.

Keywords

PBL Teaching Model, Geographical Experiment, Alluvial Fan

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

地理学科以地球表层系统的空间 - 过程耦合关系为核心研究对象, 聚焦地理要素的分布格局、演化机制及其相互作用规律[1]。在中学地理课程中, 水循环、地貌发育、大气环流等宏观尺度、长时序过程性知识占据重要地位, 但因其时空跨度大、动态特征显著, 学生往往难以建立直观认知。传统教学多依赖静态图示与文本描述, 虽辅以教师讲解, 仍难以生动呈现地理过程的动态性与复杂性。尽管实地考察是具象化地理知识的理想途径, 但其应用面临双重困境: 其一, 地理现象空间分布离散(如不同地貌类型多位于异质生境), 组织系统性考察成本高昂; 其二, 考察活动受限于人力、物力和课时资源, 难以覆盖全部教学需求。相较之下, 地理模拟实验展现出独特价值。通过构建简化模型再现地理过程(如冲积扇形成、锋面雨生成), 可将抽象机理转化为可视、可测、可操作的实验现象, 有效弥合认知鸿沟。然而, 传统实验教学多停留于现象观察层面, 缺乏对地理过程内在机制的深度探究, 更少触及真实情境中的问题解决。Problem-Based Learning (PBL)教学模式以复杂现实问题为起点, 倡导通过实验探究实现知识建构与能力发展的协同。我国对于 PBL 教学模式最早应用与医学领域, 2000 年张学伟教授提出将其应用于教育领域, 后续各位学者逐渐专注于 PBL 教学模式的内涵特征[2]、影响因素[3]等理论研究及应用策略[4]及实施效能[5]等实践研究, 并现今已较为成熟。地理实验研究同样成果丰硕, 涉及实验开展现状的调研, 总结当前教学中的优势与不足[6]; 技术赋能方面, VR、GIS 等先进技术的应用, 拓展了实验教学的边界与深度[7]; 教学策略探讨围绕实验流程优化、学生参与度提升等展开[8]; 实验设计研究则不断推陈出新,

如徐宝芳和张卫青教授在《中学地理实验教学研究》一书中开发和收集了初高中 107 个中学地理实验,充分展现地理实验在实践层面的显著进展[9]。然而,深入对比已有研究不难发现,尽管 PBL 教学模式与地理实验各自发展成熟,但二者的融合研究却极为匮乏。目前仅有一篇硕士论文对其进行探讨,尚未形成将 PBL 系统性嵌入地理实验教学的典型案例,导致理论成果向教学实践的转化效能受限。本文以高中地理“冲积扇”教学为例,探索 PBL 教学模式与地理实验的深度融合路径。通过设计“问题情境创设-问题驱动求知-分析方法迁移”教学线,将冲积扇形成机制解析与玛纳斯河冲积扇开发的现实问题相结合,旨在为地理过程性知识教学提供可迁移的实践范式,助力学生实现从“知识习得”到“问题解决”的素养进阶,同时为一线教师构建 PBL 实验课堂提供可操作的参考框架。

2. PBL 教学模式与地理实验教学

2.1. PBL 教学模式的概念

Howard Barrows 在研究 Problem-based Learning (PBL)之初把 PBL 定义为“基于问题的学习”,指在理解或者解决问题的过程中,问题在学习中得到处理和解决[10]。问题(Problem)是 PBL 教学模式中的核心部分,在解决问题的过程中学生自主思考、合作探究进而实现教学目标。由于随着 PBL 教学模式研究者的增多,开始更加注重学生的主体性及问题情境的真实性,将真实情境中的问题转化为以学生为中心的探究问题,以小组合作的方式聚力攻克问题。相比于传统的教学模式,PBL 教学模式对课程标准提出“关注问题式课堂教学,引导学生由表及里、层次清晰地分析问题”的实施建议在教学实践中更加具有适应性,助力学生核心素养的提升。

2.2. PBL 教学模式与地理实验教学的契合性

地理实验在《普通高中地理课程标准(2022 年版)》认为不仅是一种重要的研究方法,还是重要的学习方式,同时也是地理实践活动[11]。在袁书琪教授主编的《地理教育学》一书中,依据材料与器材的不同,将其分为真实实验与模拟实验,本文主要研究的就是模拟实验[12],模拟实验是指由于地理事物分布空间上的广大和演变时间上的久远,因而利用替代材料,设置类似环境与条件而模拟地理演变过程[13]。地理实验教学与 PBL 教学模式在实践层面均秉持以学生为主体的理念。将 PBL 教学模式引入地理实验教学,通过问题牵引的形式层层递进,能使实验课堂节奏更加清晰,具有逻辑性。并且,把地理实验置于真实情境,用以解决实际问题,这一过程近似科学探究,对于培养学生的科学思维以及科学家精神意义重大。

3. 基于 PBL 教学模式下的地理实验教学设计——以“冲积扇”为例

3.1. 教学分析

本节教学选自湘教版(2019)必修第一册第二章“地球表面形态”的第一节。教材以河流为切入点,深入阐述外力作用对地表形态的塑造过程,并依据部位、形态及成因,对冲积扇与洪积扇进行了明确划分。教材虽配备冲积扇平面示意图与剖面图,但其静态呈现方式难以展示地貌动态演化过程,有鉴于此,教材设置了“流水侵蚀与堆积地貌模拟实验”,然而,该实验在突出表现冲积扇形成过程方面仍存在一定的局限性。其中课程标准对本节内容提出要求,即学生需“通过野外观察或运用视频、图像,识别 3~4 种地貌,描述其景观的主要特点”,其核心目标在于提升学生对常见地貌的观察、识别、描述等综合能力,培养学生的地理学科素养。在教学策略的选择上,尽管“野外观察”是一种理想的教学方式,但鉴于野外考察的时空局限性,故可尝试以模拟实验为替代路径,通过可视化、可操作的实验任务,帮助学生建构地貌过程性知识,同时衔接“观察-描述-解释”的素养进阶目标。考虑到授课对象为高二年级学生,

已初步掌握“内外力作用”等基础概念，但存在空间推理能力不足与机理分析碎片化等问题，使得对大多过程性知识理解薄弱。因此，教师需要借助直观演示等多样化的教学方法，提升学生的分析能力，培养他们的过程思维。尤其对于生活经验匮乏、感性认知不足的学生，在教学过程中，教师有必要为其创设真实情境，以解决现实问题为导向开展教学活动。而 PBL (Problem-Based Learning) 教学模式，正为达成这一教学目标提供了极具价值的参考依据，有助于充分调动学生的主观能动性，使其在解决实际问题的过程中，深入理解冲积扇的形成过程，实现地理学科能力的有效提升。

3.2. 教学目标

- (1) 借助景观图，准确识别冲积扇，能用专业术语清晰描述其主要形态特点；
- (2) 小组合作进行模拟实验，探究系列问题，分析出冲积扇的形成过程；
- (3) 观察实验现象，结合玛纳斯河冲积扇实际案例，分析冲积扇对人类活动的影响，认识人地相互关系，树立人地协调观。

3.3. 教学流程

依据教学分析，本节课基于 PBL 教学模式进行设计，以玛纳斯河真实情境为背景，以探究现实问题为关键，利用地理实验设计师生活动线，教学思路见图 1。

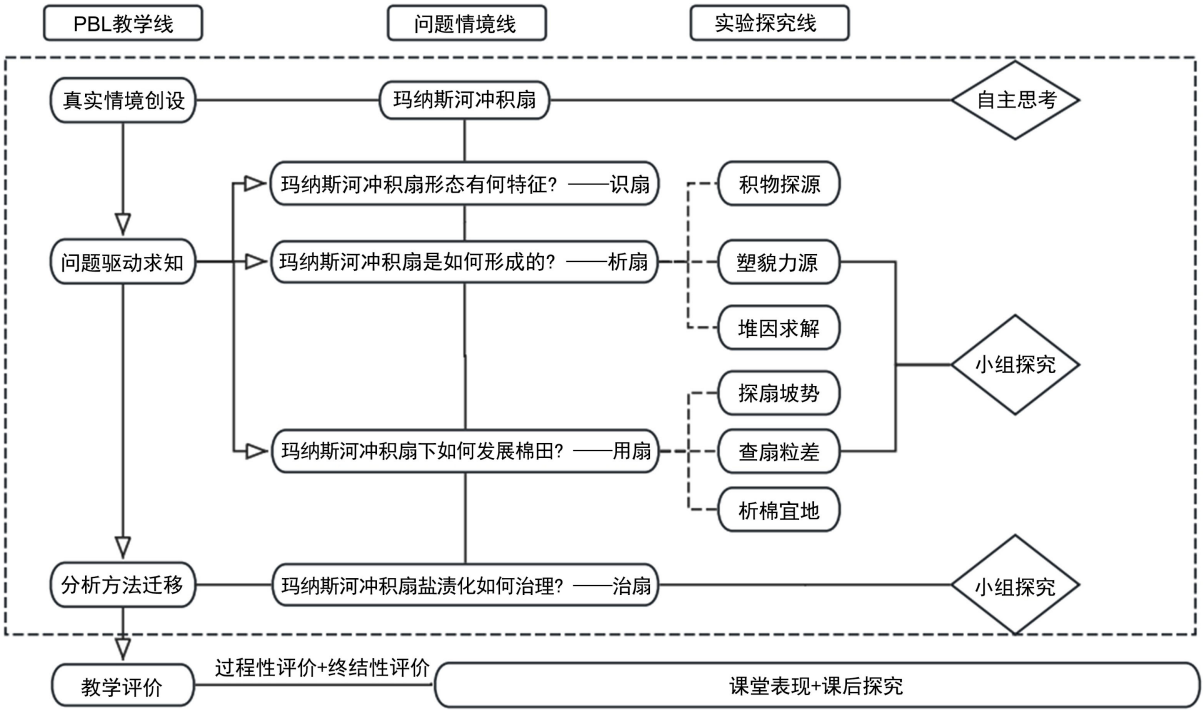


Figure 1. Flow chart based on the PBL teaching model

图 1. 基于 PBL 教学模式流程图

3.4. 课堂教学过程

3.4.1. 真实情境创设

冲积扇对于学生日常生活接触较少，概念陌生。本节课以 PBL 教学模式为设计基础，选择“玛纳斯河冲积扇”真实情境为新课主线，播放玛纳斯河冲积扇卫星影像动态演变图(1990~2020 年)，展示其地貌

景观、水库分布及农业发展，呈现问题情境：“为什么天山脚下的荒漠会出现万亩棉田？”

3.4.2. 问题驱动求知

本环节基于 PBL 教学模式，从冲积扇形成过程与人地关系设计两大问题链，以模拟实验为工具从“识 - 析 - 用”三环节探究真实情境玛纳斯河冲积扇。故实验设计主要包括两大环节，第一环节为观察山体处泥沙在流水作用下的搬运与沉积过程，探究冲积扇的形成过程；第二环节为观察扇顶到扇缘不同区域的自然条件，综合评估分析其与人类活动的关系。其中，对于实验道具的设计，对比多次实验效果，我们确定选用超轻黏土与泡沫板作为模拟自然界山体沟谷的主要材料，相对于传统橡皮泥等塑性材料，超轻黏土具有更强的塑性能力，且能长期保持不易变形故更能精确的模拟自然界的山体形态，同时该材料即使在湿润状态下也不易沾附泥沙，确保了实验材料的可重复实用性。为模拟自然界中的泥沙碎屑，选用海沙与自然黏土混合物作为替代物，两种材料相混合既能呈现扇体自然展布又避免过度冲刷，进而还原冲积扇的自然形成过程。对于地表流水的模拟，我们采用的是瓶口带有调节流量阀门的塑料瓶，解决了直接倒水难以控制水流大小与持续性的难题，通过调节塑料瓶上的流量阀门，能够实现对水流速的控制，增加实验的对比性，其最终实验效果如图所示(见图 2)。



Figure 2. Design of alluvial fan simulation experiment apparatus
图 2. 冲积扇模拟实验道具设计

(1) 冲积扇是什么样子的？——识扇

本环节，以探究“冲积扇呈现怎样的形态特征？”作为核心问题展开活动。首先，教师借助多媒体手段，展示如玛纳斯河冲积扇等典型的冲积扇景观图，引导学生进行引导学生观察扇状轮廓、坡度变化等关键特征，并要求学生通过简图与文字结合的方式记录观察结果，强化地理要素提取能力；随后，教师以黑板简笔画(见图 3)直观呈现冲积扇形态，通过视觉化表达帮助学生系统掌握其结构特征，为后续形成过程探究奠定基础。整个设计以“观察 - 绘图 - 归纳”为逻辑主线，通过学科图像分析与具象化图示转化，既深化学生对冲积扇形态的理性认知，又同步提升地理空间思维能力，实现知识建构与学科素养的有机融合。

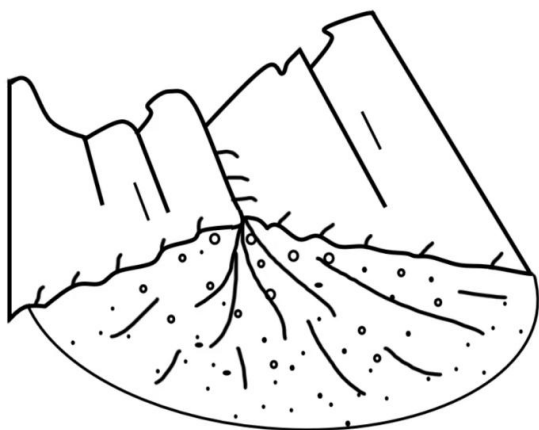


Figure 3. Chalk drawing of “Alluvial Fan” schematic diagram
图 3. 板画 “冲积扇” 示意图

(2) 冲积扇是如何形成的？——析扇

在析扇环节，构建以下阶梯式问题链：“① 玛纳斯河冲积扇的巨量泥沙从何而来？② 不同作用力如何影响这些泥沙的搬运与堆积？③ 玛纳斯河怎样的环境条件能够促使扇形地貌发育？”通过以上问题链，驱动小组合作探究开展冲积扇地貌形成过程的模拟实验(见表 1)。实验过程对应问题链按“物质来源－动力机制－环境条件”的逻辑层层递进，学生同步记录扇体形态的演化过程。基于实验获得的过程性认知，教师引导学生将分析思路迁移至新疆玛纳斯河冲积扇案例中，借助 Landsat 卫星影像、DEM 高程数据以及实地勘探资料，展开分析真实情境下玛纳斯河冲积扇的形成过程，凸显“实验认知－原理归纳－实践迁移”的三阶递进模式，切实提升学生的地理综合素养。

Table 1. Simulation experiment plan 1 for the “formation process of alluvial fan”
表 1. “冲积扇形成过程”模拟实验方案 1

核心问题	实验步骤	观察与记录重点	数据分析目标
1. 冲积扇的沉积物从何而来？	1. 在模拟山体表层铺设砂砾，对部分砂砾进行标记 2. 以固定流速冲刷山体	记录标记砂砾的运动轨迹	验证物质的来源
2. 不同作用力如何影响这些沉积物的搬运与堆积？	1. 分别设置坡度 30°和 40°，每组重复试验。 2. 改变流速(低/中/高)冲刷山体	测量不同坡度与速度下水流扩散半径	揭示“坡度/流速－搬运能力”关系，理解重力与流水的共同作用
3. 怎样的环境条件促使扇形地貌发育？	1. 在平坦实验盒底部标记放射状刻度线。 2. 固定流速注水 3 分钟，每分钟描记堆积体轮廓	记录每分钟堆积边缘扩展记录，对轮廓进行绘制。	发现“地形突变→流速骤减→沉积扩散”的形成机制

(3) 冲积扇下如何发展农业？——用扇

在“用扇”环节，以“荒漠变棉田”的真实矛盾切入构建阶梯式问题链：“① 冲积扇不同区域(扇顶、扇中、扇缘)的自然条件差异如何？② 哪些区域最适合种植棉花？为什么？”，通过问题链再次驱动学生小组合作开展模拟实验(见表 2)。实验过程对应问题链，量化分析冲积扇不同区域(扇顶、扇中、扇缘)的地形坡度与土壤粒径的差异性，而由于水分条件差异性不明显，故实验环节不做深入进行分析。教师同步板书(图 4)绘制冲积扇坡面图，标注扇顶至扇缘的坡度递减、沉积物分选情况，通过坡度与沉积物分选进而分析渗水速度变化，结合实验数据与真实卫星图、水库分布，探究冲积扇不同区域的最佳棉花农业

适配，揭示自然要素耦合如何制约人类农业决策，强化科学探究思维。

Table 2. Simulation experiment plan 2 for the “formation process of alluvial fan”
表 2. “冲积扇形成过程” 模拟实验方案 2

核心问题	实验步骤	观察与记录重点	数据分析目标
1. 冲积扇不同区域的坡度如何？	1. 用地质刀切割纵剖面，测量扇顶、扇中及扇缘垂直厚度 2. 用量角器测量扇顶、扇中、扇缘坡度	各区域沉积层的垂直厚度及坡度。	验证“扇顶至扇缘坡度变化”规律
2. 冲积扇不同区域的沉积物粒径分选特征如何？	1. 从扇顶、扇中、扇缘各取 1 份沉积物样本(约 50 克) 2. 使用筛网(孔径 0.5 mm/1mm)或纱布分离粗、细颗粒，称重计算比例	各区域粗颗粒与细颗粒质量比	验证“扇顶粗颗粒占比高、扇缘细颗粒占比高”的分选规律

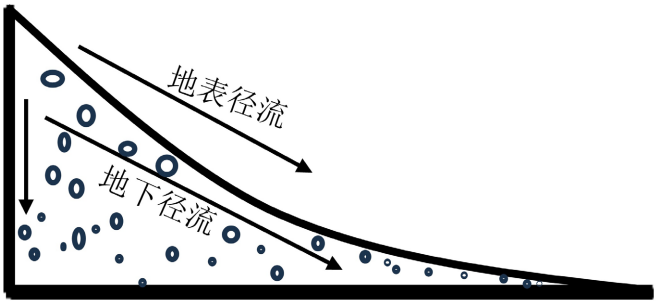


Figure 4. Chalk drawing of “alluvial fan” cross-section schematic diagram
图 4. “冲积扇” 剖面板书示意图

3.5. 分析方法迁移

课后，延续课堂教学方法，引导学生运用地理实验剖析现实问题。以玛纳斯河冲积扇为研究情境，学生需自主设计地理实验，针对冲积扇不同区域的盐渍化问题展开分析。同时，通过广泛查阅文献资料，深入探究解决玛纳斯河冲积扇盐渍化问题的有效策略。学生围绕劣构性问题，将课堂所学方法应用于课后实践，通过故事地图、模拟听证会等多样化形式呈现研究成果。这一过程旨在真实情境中，有效锻炼学生的地理实践能力与系统性思维，使其能够灵活运用知识，提出创新性的解决方案，提升学生解决复杂地理问题的能力。

3.6. 教学评价

PBL (Problem-Based Learning)教学模式聚焦于真实且复杂的情境问题创设，倡导学生以自主思考结合小组合作的形式，在问题解决过程中实现认知水平的提升与综合能力的发展，充分发挥学生的主体地位。故在教学评价环节，遵循新课程标准的相关要求，紧密围绕 PBL 教学模式核心理念，采用自评、师评与互评相结合的多元评价方式，兼顾过程性评价与结果性评价，从多个维度对学生进行全面评估(见表 3)。包括在真实情境认知维度，考查学生对不同地理环境下冲积扇特征的识别与理解，以及能否依据自然要素合理推导其形成和演化过程；在实验操作维度，关注学生在模拟实验中仪器使用的规范性、实验步骤的准确性、数据记录与处理的科学性，以及分析实验现象原理并结合真实情境的能力；在团队协作维度，评估学生在小组实验中的分工合理性、沟通协作的流畅性，以及成果展示的完整性、创新性和逻辑性。通过这一评价体系，客观地反映学生在 PBL 教学模式下的学习成长，为提升学生地理学科核心素养提供有力支撑，助力学生在地理学习中实现全面发展。

Table 3. Evaluation scale
表 3. 评价量表

评价维度	评价指标(各 10 分)	自评(30%) 互评(30%) 师评(40%)
知识掌握		
冲积扇特征识别	能通过卫星影像、地形图精准识别不同环境下的冲积扇(如湿润区复合扇、干旱区绿洲扇)。	
地貌过程解析	结合地质构造、水文数据,合理解释冲积扇形成过程(如搬运-沉积动力机制)。	
人地关系理解	辩证分析冲积扇资源利用与生态保护的矛盾(如农业扩张与地下水超采)。	
能力提升		
地理工具应用	熟练使用北斗地图、筛分工具提取冲积扇参数(坡度、粒径),数据误差 ≤ 5%。	
迁移与创新	能将冲积扇规律迁移至新案例(如黄河三角洲),或提出创新研究问题(如气候变化对扇体影响)。	
实验操作		
实验设计与准备	材料选择符合冲积扇沉积特征(如砾石、砂比例),装置模拟真实水文条件(如坡度、流量)。	
操作规范与记录	水流控制稳定、沉积层剖面切割规范,数据记录完整。	
分析与总结	实验报告逻辑清晰,能结合理论解释现象,并提出误差来源。	
合作与成果		
团队协作表现	角色分工明确(如操作员、记录员、汇报员),协作高效,争议处理合理。	
成果展示效果	团队展示成果的内容完整、结论有数据支撑,呈现方式创新。	

4. 结语

PBL (Problem-Based Learning)教学模式以真实且复杂的地理问题为驱动,与地理实验教学相融合,通过“真实情境创设-问题驱动求知-分析方法迁移”的路径,重构了高中地理实验课堂的教学生态。本研究以冲积扇形成过程为例,将 PBL 理念深度融入实验教学设计,从三个维度实现教学创新:其一,问题情境的真实性,以玛纳斯河冲积的现实矛盾为锚点,贯穿实验全程;其二,探究过程的科学性,通过“流水动力-沉积分异-扇体扩展”的实验链条,将抽象的内容转化为可视、可测、可操作的实践任务;其三,能力培养的综合性,学生通过参与实验设计(如坡度调节对比)、卫星影像解译(对比实验模型与真实冲积扇差异)及现实问题探讨(如棉田种植),同步提升综合能力。然而,教学实践表明,真实地理现象的区域性特征具有更高复杂性。受实验条件限制,本研究在模拟冲积扇演化时,难以精准复现其区域性特征(如地下水溢出带的时空异质性、人类活动的非线性干扰)。未来研究可结合 GIS 技术实现多尺度数据融合,或引入 VR 虚拟仿真模拟长期地质过程,以弥补实验教学的时空局限性,为地理核心素养的培育提供更全面的实践支持。

参考文献

[1] 傅伯杰. 地理学: 从知识、科学到决策[J]. 地理学报, 2017, 72(11): 1923-1932.

[2] Hmelo-Silver, C.E. (2004) Problem-based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266. <https://doi.org/10.1023/b:edpr.0000034022.16470.f3>

[3] Takahashi, S. and Saito, E. (2013) Unraveling the Process and Meaning of Problem-Based Learning Experiences. *Higher Education*, 66, 693-706. <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9629-5>

-
- [4] Senocak, E., Taskesenligil, Y. and Sozbilir, M. (2006) A Study on Teaching Gases to Prospective Primary Science Teachers through Problem-Based Learning. *Research in Science Education*, **37**, 279-290.
<https://doi.org/10.1007/s11165-006-9026-5>
- [5] 冯慧灵, 刘柄麟. 基于 PBL 教学模式的中学地理教学应用初探[J]. 中学地理教学参考, 2018(6): 10-13.
- [6] 张海. 地理实验教学的困境及实现路径[J]. 地理教学, 2019(9): 13-16+26.
- [7] 赵亮. 虚拟仿真实验在地理教学中的运用[J]. 中学地理教学参考, 2021(16): 97.
- [8] 陈作允, 沈丹丹, 胡忠行. 指向三维目标的地理实验教学设计与实施策略——以“探究水土流失的影响因素”为例[J]. 地理教育, 2024(3): 66-69.
- [9] 徐宝芳, 张卫青. 中学地理实验教学研究[M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 2010.
- [10] Smith, C.A., Powell, S.C. and Wood, E.J. (1995) Problem-Based Learning and Problem-Solving Skills. *Biochemical Education*, **23**, 149-152.
- [11] 教育部. 普通高中地理课程标准(2022 年版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2022.
- [12] 袁书琪. 地理教育学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 172-176.
- [13] 张卫青, 徐宝芳. 中学地理实验类型与内容设计[J]. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), 2005(10): 109-112.