

# 项目式学习视域下人工智能与高中数学教学的融合发展

刘 皓, 雷滢竹

辽宁师范大学数学学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2025年6月22日; 录用日期: 2025年7月22日; 发布日期: 2025年7月30日

## 摘 要

在教育改革背景下, 人工智能与项目式学习的融合为高中数学教学提供了创新路径。项目式学习促进学生主动建构知识, 实现深度学习。人工智能技术, 打破传统教学时空限制, 实现个性化学习, 提高教学效率。文章探讨了人工智能与项目式学习在高中数学中的融合实施路径, 以“人工智能在祖暅原理体积推导中的应用”为例, 展示了融合模式在数学教学中的应用效果, 旨在推动教育创新, 提升教学质量, 培养学生数学学科核心素养。

## 关键词

人工智能, 项目式学习, 高中数学教学

# The Integrated Development of Artificial Intelligence and High School Mathematics Teaching from the Perspective of Project-Based Learning

Hao Liu, Yingzhu Lei

School of Mathematics, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

Received: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2025; accepted: Jul. 22<sup>nd</sup>, 2025; published: Jul. 30<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Against the backdrop of educational reform, the integration of artificial intelligence and project-

based learning provides an innovative path for high school mathematics teaching. Project-based learning promotes students to actively construct knowledge and achieve deep learning. Artificial intelligence technology breaks the temporal and spatial limitations of traditional teaching, realizes personalized learning, and improves teaching efficiency. This article explores the implementation path of the integration of artificial intelligence and project-based learning in high school mathematics. Taking "the application of artificial intelligence in the volume derivation of the Cavalieri's principle" as an example, it shows the application effect of the integration model in mathematics teaching, aiming to promote educational innovation, improve teaching quality and cultivate students' core literacy in mathematics.

## Keywords

Artificial Intelligence, Project-Based Learning, High School Mathematics 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. 绪论

在教育改革的背景下, 面对科技尤其是人工智能技术的进步, 教育方式正遭遇重大转型。人工智能(AI)技术的融入, 如 DeepSeek、ChatGPT 和 Sora 等工具, 正在重塑教学模式, 特别是在高中数学教学中, 通过提供个性化和互动性学习活动, 显著提升了学生的学习兴趣和创造力。AI 与项目式学习的结合不仅革新了教学方法, 还有效提高了学生的核心素养, 培养学生的批判性思维与问题解决技能。因此, 探索 AI 在教育中的应用, 尤其是与项目式学习相结合的实践, 对于促进教育创新及提高教学质量具有深远意义。

## 2. 项目式学习在数学教育中的应用背景

项目式学习(PBL)在当前教育体系中, 特别是在数学教学领域, 正显现其创新和转型的力量。基于建构主义学习理论, PBL 鼓励学生通过参与解决实际问题的项目, 主动学习、深入思考, 从而建构知识, 培养批判性思维和问题解决能力。现如今, 在全球关注终身学习和核心素养发展的时代背景下, 项目式学习受到了国内外学者的广泛关注, 项目式学习逐渐走入数学课堂中来。

2019 年发布的《中共中央国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》中号召广大教师“优化教学方式, 坚持教学相长, 注重启发式、互动式、探究式教学, 探索基于学科的课程综合化教学, 开展研究型、项目化、合作式学习” [1]。由此可见, 项目式学习已然成为义务教育教学改革的重要表现形式。

研究表明, 之前的课堂中教学方法更多以问答法和讲授法为主。在这样的教学方法下, 学生也许不会在脑海中对于知识点留有很深刻的印象以及充分地理解。而启发式、互动式、探究式教学方法则一改之前的教学模式, 从以往简单思考到现在的深入研究, 进而多角度、多元化引发学生进行思考, 激发学生的好奇心和求知欲, 内化为自身的数学学科核心素养。

## 3. AI 技术在数学教学中的革新角色

AI 技术在高中数学教学中扮演着重要的革新角色, 正成为教育改革浪潮中的关键力量。AI 技术, 尤其是生成式 AI, 通过模拟人类的数学思维过程, 具备了数学题目生成、解题思路解析和个性化学习方案制定等功能, 极大地拓展了数学教学的方法和学生的学习体验。

在课堂教学中, AI 可以作为教师的有力助手, 快速生成各种类型的数学题目, 包括选择题、填空题、解答题等, 题目难度和类型可以根据教学进度灵活调整, 为教师节省了大量编写习题的时间, 使教师能够将更多精力投入到教学设计和学生指导上。在课后作业批改方面, AI 能够自动批改客观题, 并对主观题给出初步的评分和分析, 教师在此基础上进行针对性的点评, 大大提高了作业批改的效率和质量。此外, AI 还可以对学生的作业和考试数据进行深度分析, 为教师提供详细的学习报告, 帮助教师精准把握班级整体和个体学生的学习情况, 从而更有针对性地调整教学策略。

除此之外, AI 驱动的可视化工具, 如 GeoGebra 软件, 可以创造动态的几何模型, 有助于学生直观地感受数学概念, 激发学习兴趣。通过可视化和动态交互, 帮助学生理解数学概念的本质, 培养数学抽象、逻辑推理和直观想象等数学学科核心素养[2]。

随着 AI 技术的不断进步和教育理念的深入发展, 未来其在高中数学教学中的应用将会更加广泛和深入, 有望为传统的高中数学教学注入更多创新元素, 提供更加丰富和个性化的学习体验, 助力学生更好地掌握数学知识, 培养数学思维 and 创新能力, 为学生的未来发展奠定坚实的数学基础。

#### 4. 数学教学中融合 AI 与 PBL 的适切性分析

在当代教育领域, 融合 AI 技术与 PBL 成为推进素质教育和学生核心素养发展的创新路径[3]。这种融合不仅优化了教学过程, 还深化了学生的学习体验。

AI 技术的引入是这一创新教学模式的前提, 它通过个性化学习路径设计和实时反馈评估, 满足学生个性化需求, 提升教学有效性, 帮助学生在知识理解、批判性思维和信息处理等方面取得显著进步。

构建以学生为中心的学习环境是 PBL 的核心, AI 的应用如智能辅导系统和虚拟实验室, 不仅提供丰富学习资源, 还增强学生的主动性和探究性。通过解决实际问题 and 完成项目任务, 学生能够深入理解知识, 培养解决问题的能力、团队合作 and 创新思维[4]。

AI 的嵌入项目管理和资源整合是教学模式的基座, 它通过有效的管理和资源整合, 为学生提供广阔的学习平台, 促进学生在数学学习中的探索、实践 and 创新, 为学生的全面发展奠定了坚实的基础。图 1 为数学教学中融合 AI 与 PBL 的具体路径[5]。

#### 5. 项目式学习视域下人工智能在祖暅原理体积推导中的应用

##### 5.1. 创设情境, 导入新知

教师引导学生观察: 同一沓书在改变其叠放形状的时候(如图 2), 体积是否发生变化?

学生思考, 得到结论: 因为纸张没有增加也没有减少, 所以体积没有发生变化。教师导入祖暅原理的具体内容: 夹在两个平行平面之间的两个几何体, 被平行于这两个平面的任意平面所截, 如果截面面积都相等, 那么两个几何体的体积一定相等。

设计意图: 由生活实例感受祖暅原理的本质, 通过祖暅原理的引入, 进一步为后续体积公式的推导作铺垫。

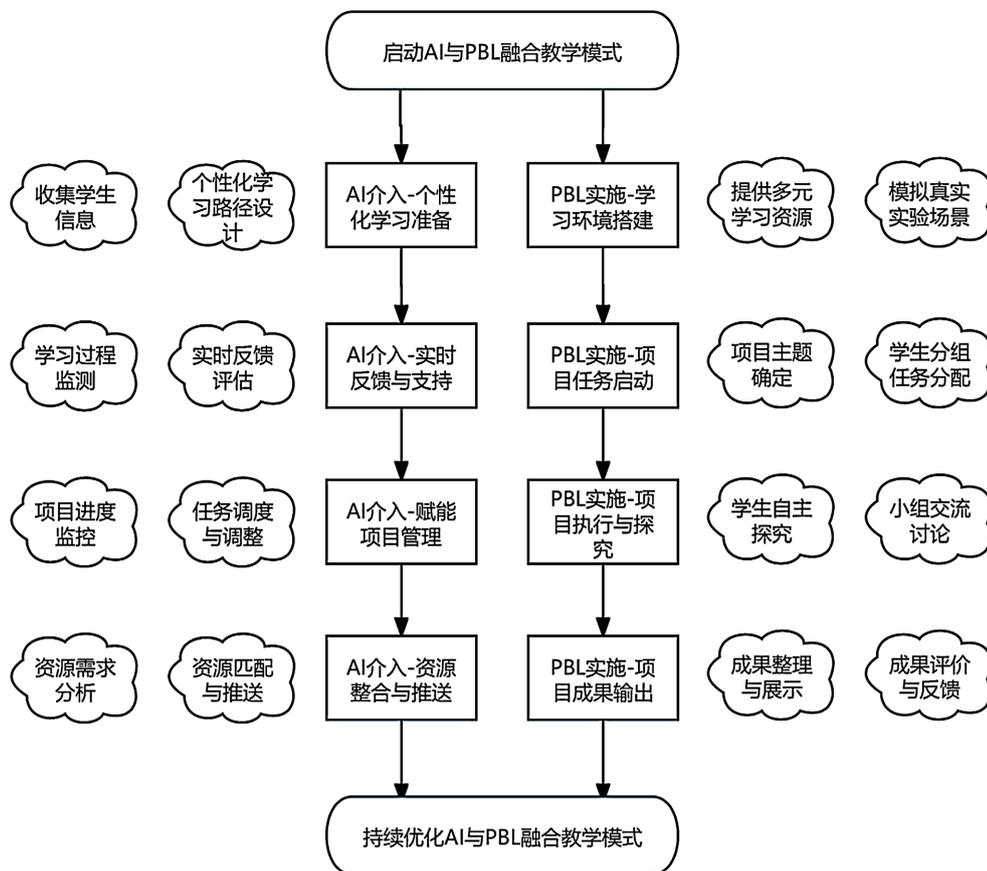
##### 5.2. 巧用软件, 推导公式

###### 1、柱体体积推导

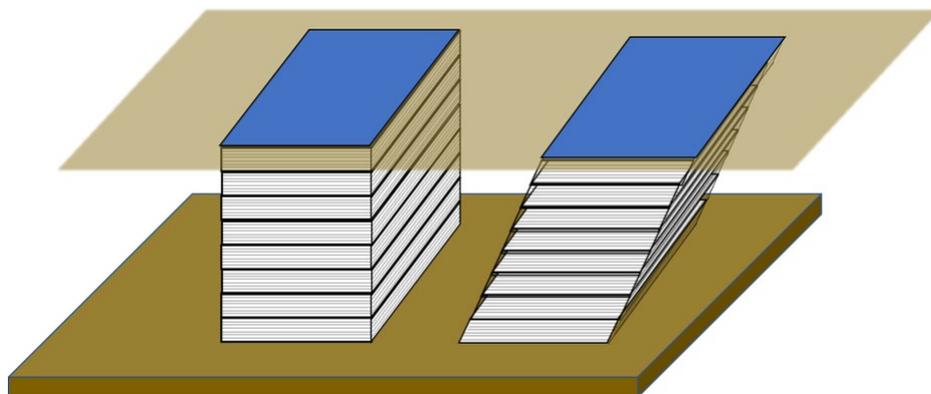
教师提出问题: 由熟悉的长方体体积公式出发, 如何运用祖暅原理推导出任意柱体的体积公式?

教师展示: 教师运用 GeoGebra 软件(如图 3)为学生直观展示底面积相等、高相等的不同类型的柱体, 任意平行于底面的截面所截得到的几何体体积相等这一现象。

师生活动: 教师组织学生进行小组讨论, 交流展示, 得出结论: 运用祖暅原理, 关注等高处截面



**Figure 1.** Specific pathway for integrating AI and PBL in mathematics teaching  
**图 1.** 数学教学中融合 AI 与 PBL 的具体路径图



**Figure 2.** Vertical and diagonal placement of the same stack of books  
**图 2.** 同一沓书的竖放与斜放

面积都相等、高相等这两个元素，推导出任意柱体的体积公式为  $V_{\text{柱体}} = Sh$ 。

### 2、锥体体积推导

教师提出问题：底面积相等、高也相等的锥体体积之间具有怎样的关系？

教师展示：教师运用 GeoGebra 软件(如图 4)为学生直观呈现底面积相等、高相等的不同类型的锥体，任意平行于底面的截面所截的几何体体积相等这一现象。

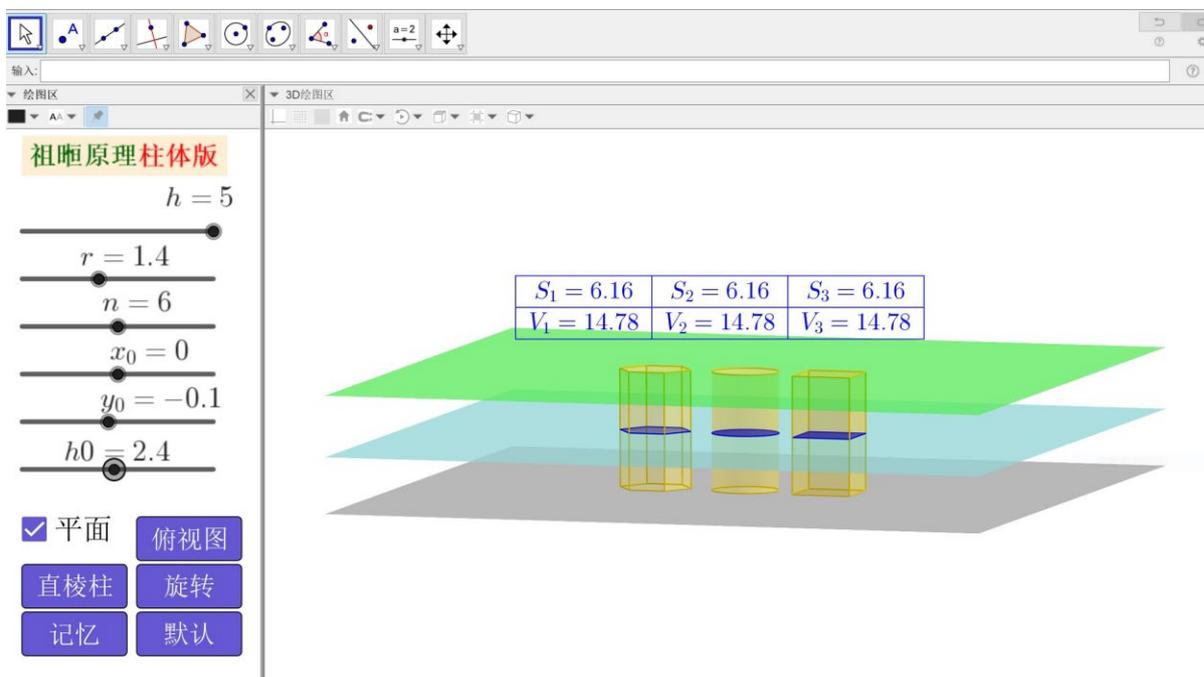


Figure 3. Interface for deriving the volume formula of a cylinder using GeoGebra software

图 3. 运用 GeoGebra 软件推导柱体体积公式界面

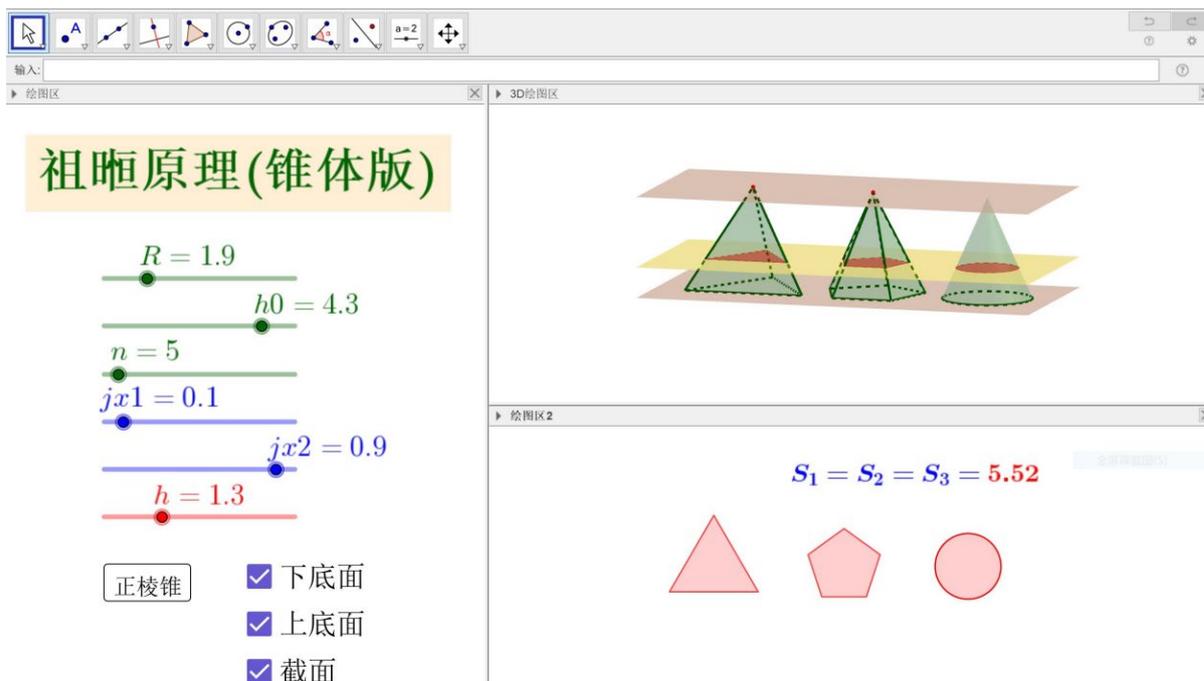


Figure 4. Interface for deriving the volume formula of a cone using the GeoGebra software

图 4. 运用 GeoGebra 软件推导锥体体积公式界面

学生猜想: 运用相似的性质定理, 面积比等于相似比的平方, 由底面面积相等, 得出等高处截面面积都相等, 再结合锥体的高相等, 利用祖暅原理, 得到: 底面积相等、高也相等的锥体体积相等。

教师跟进问题: 能由三棱柱体积公式得到三棱锥的体积计算公式吗?

教师展示: 运用 GeoGebra 软件(如图 5)直观呈现三棱柱的切割过程, 得出三棱锥的体积计算公式。

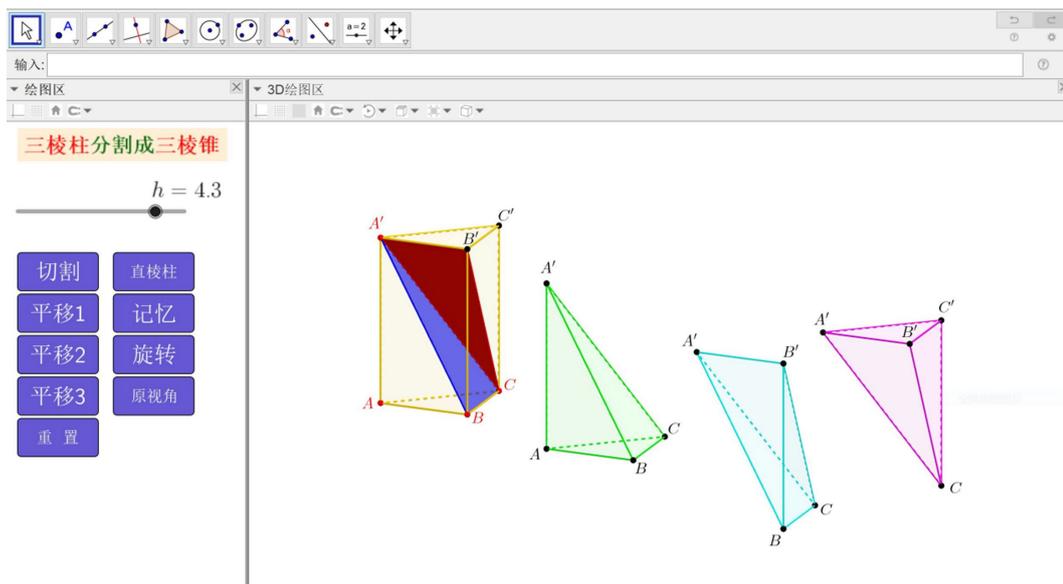


Figure 5. Using the GeoGebra software to cut the interface of the triangular prism  
图 5. 运用 GeoGebra 软件切割三棱柱界面

总结公式:  $V_{\text{锥体}} = \frac{1}{3}Sh$ 。

### 3、台体体积推导

教师提出问题: 底面积相等、高也相等的台体体积之间具有怎样的关系?

教师展示: 教师运用 GeoGebra 软件(如图 6)为学生展示底面积相等、高相等的不同类型的台体, 任意平行于底面的截面所截的几何体体积相等这一现象。

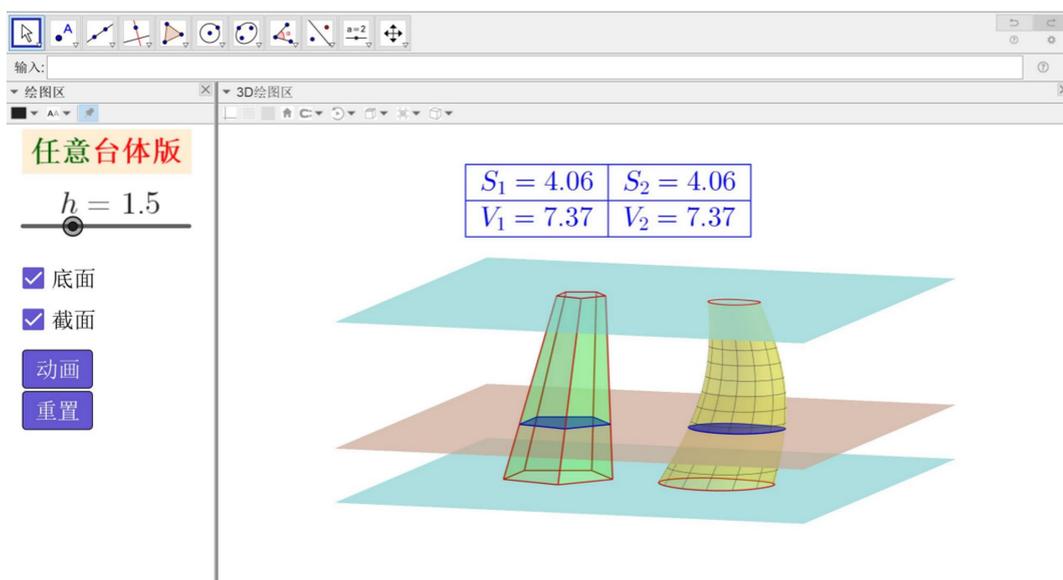


Figure 6. Interface for deriving the volume formula of a frustum using the GeoGebra software  
图 6. 运用 GeoGebra 软件推导台体体积公式界面

教师提出问题：你能推导出台体(如图 7)的体积公式吗？

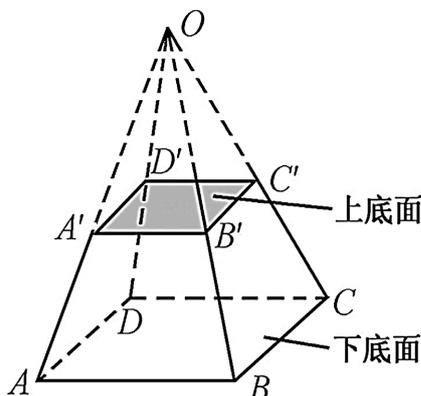


Figure 7. Diagram of the Frustum  
图 7. 台体示意图

学生猜想：运用作差法，大锥体与小锥体的体积之差为台体的体积。

教师展示：利用板书一步一步呈现出台体的体积公式的推导过程。

#### 4、球体体积推导

教师引导学生思考：高等于底面半径的三种旋转体的体积对比，已知  $V_{\text{圆锥}} = \frac{1}{3}\pi R^3$ ， $V_{\text{圆柱}} = \pi R^3$ ，猜想  $V_{\text{半球}} = ?$

教师进一步引导： $V_{\text{圆锥}}$ ,  $V_{\text{圆柱}}$ ,  $V_{\text{半球}}$  三者之间(如图 8)是否存在等量关系？

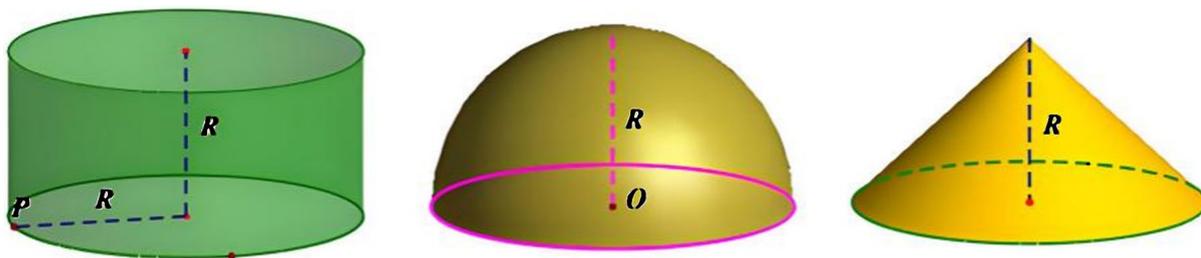


Figure 8. Diagrams of cylinders, cones and hemispheres with the same height as the base radius  
图 8. 高等于底面半径的圆柱、圆锥、半球示意图

学生猜想： $V_{\text{半球}} = \frac{2}{3}\pi R^3$ ；等量关系： $V_{\text{半球}} = V_{\text{圆柱}} - V_{\text{圆锥}}$ 。

教师提出问题 1：根据猜想的  $V_{\text{半球}} = V_{\text{圆柱}} - V_{\text{圆锥}}$ ，半球和圆柱挖掉一个同底圆锥截面面积是否相同？

预设故障：圆柱挖掉一个同底圆锥的截面面积直接用大圆面积减去小圆面积；但难度在于半球截面面积的求解，需要提示球体的任意一个截面形状都是圆。

教师解决推导难点：

运用勾股定理，半球(如图 9)截面的半径为  $r = \sqrt{R^2 - h^2}$ ；

利用相似三角形，得到小圆半径为  $h$ ，大圆半径为  $R$ ，圆环面积为  $\pi(R^2 - h^2)$ 。

学生回答问题 1：半球和圆柱挖掉一个同底圆锥截面(如图 10)面积均为  $S = \pi(R^2 - h^2)$ 。

教师跟进问题 2：由任意截面面积相同，是否可以运用祖暅定理？半球的体积如何计算？

教师展示: 教师运用 GeoGebra 软件直观呈现, 任意平行于底面的截面截半球和圆柱挖掉一个同底圆锥, 截面面积相同(如图 11)。

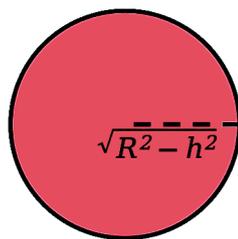


Figure 9. Hemisphere cross-sectional view

图 9. 半球截面图

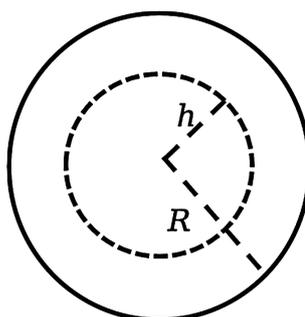


Figure 10. Section of a cylinder after a conical section of the same base is removed

图 10. 圆柱挖掉一个同底圆锥截面图

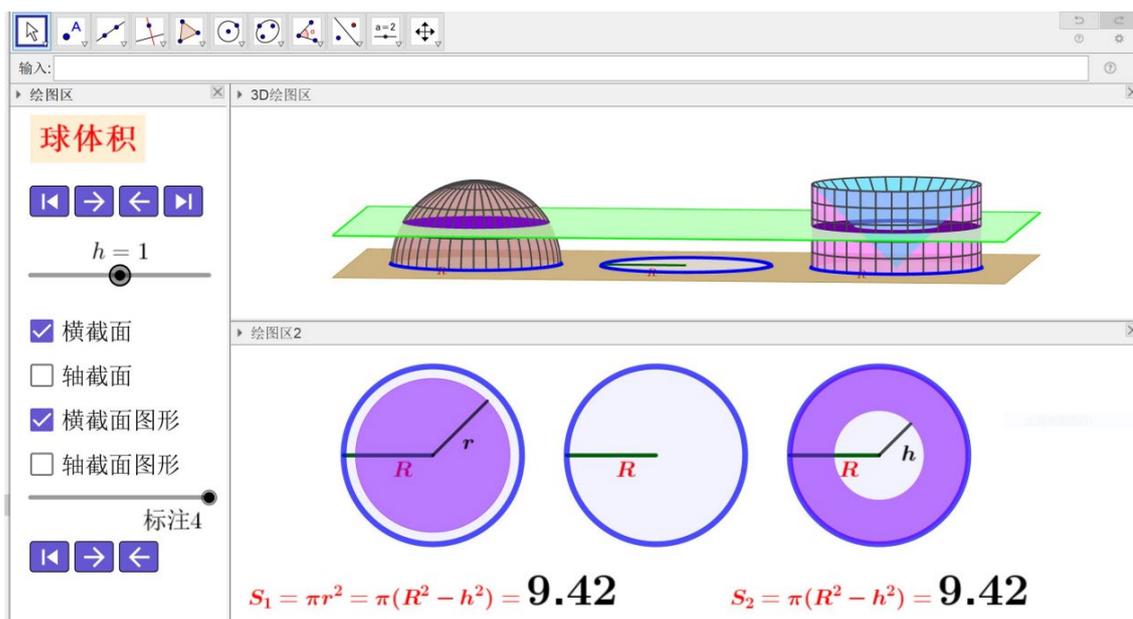


Figure 11. Interface for deriving the volume formula of a sphere using the GeoGebra software

图 11. 运用 GeoGebra 软件推导球体体积公式界面

学生回答问题 2: 由任意截面面积相同, 可以运用祖暅定理。

且有  $V_{\text{半球}} = V_{\text{圆柱}} - V_{\text{圆锥}}$ , 则  $V_{\text{半球}} = \frac{2}{3}\pi R^3$ 。

教师跟进问题：由任意截面面积相同，是否可以运用祖暅定理？半球的体积如何计算？

师生共同总结公式：球的体积公式为  $V_{\text{球}} = \frac{4}{3}\pi R^3$ ，归纳公式特点。

设计意图：通过对已经学过的柱体、锥体、台体以及球体的体积公式的推导，加深学生对祖暅原理的理解，由浅入深、由易到难。球体体积公式的推导过程中，由猜想的  $V_{\text{半球}}, V_{\text{圆锥}}, V_{\text{圆柱}}$  三者间的等量关系，引入祖暅原理的应用，通过构造圆柱挖掉一个同底圆锥的几何体，达成与半球任意高度截面相同的目的，从而对公式进行合理推导。

### 5.3. 学以致用，加深理解

祖暅是我国南北朝时期伟大的科学家，他于 5 世纪末提出了“幂势既同，则积不容异”的体积计算原理，即“夹在两个平行平面之间的两个几何体，被平行于这两个平面的任意平面所截，如果截得的两个截面的面积总相等，那么这两个几何体的体积相等”。

现已知直线  $y = \pm 2$  与双曲线  $x^2 - y^2 = 1$  及其渐近线围成的平面图形 G 如图所示。若将图形 G 被直线  $y = t (-2 \leq t \leq 2)$  所截得的两条线段绕  $y$  轴旋转一周，则形成的旋转面的面积  $S = \underline{\hspace{2cm}}$ ；若将图形 G 绕  $y$  轴旋转一周，则形成的旋转体的体积  $V = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解题思路：

- 1、将已知直线  $y = \pm 2$  与双曲线  $x^2 - y^2 = 1$  及其渐近线围成的平面图形 G 具体化，如图 2 所示；
- 2、计算得到双曲线  $x^2 - y^2 = 1$  及其渐近线被  $y = t (-2 \leq t \leq 2)$  所截得的线段端点坐标，如图 3 所示；
- 3、线段绕  $y$  轴旋转得到环形，计算环形面积：

$$S = (R^2 - r^2)\pi = \left( (\sqrt{1+t^2})^2 - t^2 \right)\pi = \pi;$$

- 4、引导学生观察  $y = t (-2 \leq t \leq 2)$  随着  $t$  的改变时，截面形状不断变化，但截面面积为定值；
- 5、由祖暅原理可得，该旋转体的体积等价于以半径 1 高 4 的圆柱体体积，计算得到  $V = 4\pi$ 。

设计意图：通过具体的数学问题，引导学生将祖暅原理应用于实际情境，帮助学生完成从理论到实践的转化，进一步加深对祖暅原理的理解和应用能力。同时，培养学生分析问题、解决问题的能力，激发学习兴趣，促进知识的迁移和综合运用，为后续学习奠定基础。

### 5.4. 评价反思，提升教学

师生活动：教师带领学生回顾本节课的内容，共同总结祖暅原理在体积推导中的应用。学生借助 DeepSeek 软件独立完成祖暅原理相关题目，在组内进行自评、互评，加深对祖暅原理的理解。

设计意图：教师带领学生回顾本节课的主要内容，学生运用 DeepSeek 软件完成自评和互评活动，帮助学生深化对祖暅原理的理解，旨在培养学生自主学习和自我评价的能力，同时为教师提供教学反馈，以便优化教学策略，提升教学质量，促进学生全面发展[6]。

## 6. 项目式学习视域下人工智能与高中数学教学融合的实施路径

### 6.1. 借助生成式技术，提高学生的学习效率和教师的备课质量

生成式人工智能是当今社会较为前沿的人工智能技术，它是一种用于创建新的内容和想法的人工智能，可以按照一定的逻辑关系，帮助用户将散落在网络各处的碎片化的、有待加工的信息资料加以整理和归纳，同时模仿人类的思维和语言表达习惯进行输出。因此，它能够根据对话形式，生成符合文字要求的内容[7]。在当前的生成式人工智能技术领域，由 Open AI 开发的 Chat GPT、百度推出的文小言，以

及抖音旗下的豆包均展现出了相当成熟的技术水平。在数学教学过程中, 学生能够利用这项技术精确筛选学习资源, 显著简化搜索流程。教师可借助对话生成技术高效地搜集和整理丰富的教学资源, 例如示例问题、解题策略以及视频讲解等。这有助于减少教师在资料整理等重复性工作上的时间投入, 使他们能够将更多精力投入到课程内容的深入思考中, 从而提升备课品质和教学能力, 进一步丰富和多样化教学内容[8]。

## 6.2. 设计高效教学活动, 激发学生的探索欲与创造力

在当前教育改革背景下, 融合 AI 技术的 PBL 活动设计对提升学生核心素养至关重要。通过创新教学方法, 尤其在高中数学教学中, 这种设计不仅丰富教学内容、提升教学效率, 还能激发学生的学习兴趣与创造力。核心素养导向的项目设计让学生通过实践学习应用知识, 培养批判性思维、问题解决能力及自主学习能力[9]。例如, 设计以数学建模为主题的项目, 运用 GeoGebra 软件动态演示和交互式操作, 通过小组合作探究问题, 不仅加深学生对函数模型的理解, 还培养了学生合作与创新能力。同时, 利用 Flanders 互动分析系统(如表 1)对课堂教学进行评估, 确保教学质量的持续提升。

Table 1. Diagram of the Flanders interactive analysis system model

表 1. Flanders 互动分析系统模式图

分类		编码	内容
教师语言	间接影响	1	接纳学生的情感和感受
		2	赞赏或鼓励
		3	接纳或利用学生的观点
		4	提问
	直接影响	5	讲解
		6	命令
		7	批评或维护权威
学生语言	被动回答	8	学生应答
	主动回答	9	学生主动讲话
其他		10	无声或混乱

## 6.3. 重塑评价与反馈, 促进学生个性化学习与成长

在现代教育尤其是数学领域, 评价与反馈机制的革新, 对于达成教学目标、促进学生发展及培育关键能力发挥着至关重要的作用[10]。AI 技术的应用不仅提高了评价的效率与公平性, 还实现了对学生的个性化及时反馈, 有效促进了学生的学习和成长。通过 AI, 评价机制不再仅关注学习结果, 而是涵盖学习全过程, 包括态度、行为、策略使用、知识技能构建及情感变化, 提供即时反馈[11]。此外, AI 在 PBL 成果评价中分析学生作品的多维度质量, 有助于促进学生自我反思和持续进步。

## 7. 结论

AI 与项目式学习的融合教学方式, 不仅能够提高数学课堂效率, 推动个性化教学的实施, 提高学生自主学习能力, 还能够提高教师备课效率, 推动教师素养的发展。

将人工智能应用于数学教学中, 虽然能够达到良好的显著效果, 但是也需要关注其潜在问题。教师

和学生应当正确地看待人工智能, 人工智能应被视为教师和学生的辅助工具而非替代品, 谨防过度依赖人工智能。学生若过度依赖人工智能, 忽视对解题能力的培养, 则可能导致脱离人工智能辅助的情况下, 很难独立解决数学问题, 这显然不利于数学思维的成长。教师若过度依赖人工智能, 则不利于自身素养的发展。教师和学生在使用人工智能时, 应注意保护好自己的隐私, 辨别获得内容是否准确。人工智能无疑将成为数学教学的重要工具与助手, 实现个性化教学的普及指日可待。

## 参考文献

- [1] 中共中央国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见[J]. 人民教育 2019(Z3): 7-11.
- [2] 孙宏安. 数学学科核心素养视角下的数学文化(续)——学习《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》[J]. 中学数学教学参考, 2022(28): 4-7.
- [3] 谭琳, 张永胜, 陈如仙, 等. 数学学科核心素养导向下的教育数学实证研究[J]. 数学教育学报, 2024, 33(1): 21-27.
- [4] 郭衍, 曹一鸣. 综合与实践: 从主题活动到项目学习[J]. 数学教育学报, 2022, 31(5): 9-13.
- [5] 金爱民. 深度探究学习: 提升数学思维的必然途径[J]. 数学教学通讯, 2024(4): 71-73.
- [6] 熊丽, 童莉, 彭月. 人工智能与数学教学融合的实现路径初探[J]. 数学教学通讯, 2024(36): 11-14.
- [7] 牛伟琪. 人工智能与数学教学深度融合的实践与探索——以“体积”的概念教学为例[J]. 数学教学通讯, 2024(28): 50-52.
- [8] 夏雪景, 马早明. 韩国中小学开展人工智能教育的举措与经验[J]. 比较教育学报, 2024(2): 163-176.
- [9] 桑新民. 人工智能教育与课程教学创新[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(8): 69-77.
- [10] 李森, 郑岚. 生成式人工智能对课堂教学的挑战与应对[J]. 课程·教材·教法, 2024, 44(1): 39-46.
- [11] 黎加厚. 生成式人工智能对课程教材教法的影响[J]. 课程·教材·教法, 2024, 44(2): 14-21.