

初中立体几何“空间想象能力”的培养困境与解决策略

韩璐, 曹名圆

北华大学数学与统计学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2026年2月15日; 录用日期: 2026年3月20日; 发布日期: 2026年3月27日

摘要

空间想象能力是初中数学核心素养的关键构成, 立体几何是培育该能力的核心载体。当前教学面临认知断层、内容碎片化、教学范式固化、技术应用浅层、评价导向单一的现实困境。本文基于认知发展理论, 深层剖析培养困境的成因, 构建“认知支架搭建-教材整合-教学转型-评价重构”四维协同策略, 并提出配套保障机制。研究旨在为破解培养瓶颈、提升初中生空间想象能力与数学核心素养提供理论参考。

关键词

初中数学, 立体几何, 空间想象能力, 核心素养, 教学策略

The Difficulties and Strategies in Cultivating “Spatial Imagination Ability” in Junior High School Solid Geometry

Lu Han, Mingyuan Cao

School of Mathematics and Statistics, Beihua University, Jilin Jilin

Received: February 15, 2026; accepted: March 20, 2026; published: March 27, 2026

Abstract

Spatial imagination ability is a key component of core mathematical competencies in junior high school, and solid geometry serves as the core medium for cultivating this ability. Current teaching faces practical challenges such as cognitive discontinuity, fragmented content, rigid teaching paradigms, superficial technology application, and singular evaluation orientation. Based on cognitive development theory, this article deeply analyzes the causes of these cultivation dilemmas, constructs a

four-dimensional collaborative strategy of “cognitive scaffolding construction-textbook integration-teaching transformation-evaluation reconstruction,” and proposes supporting mechanisms. The research aims to provide theoretical references for breaking the cultivation bottleneck and enhancing the spatial imagination ability and core mathematical competencies of junior high school students.

Keywords

Junior High School Mathematics, Solid Geometry, Spatial Imagination Ability, Core Competencies, Teaching Strategy

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

在初中数学“图形与几何”教学实践中,立体几何始终是学生学习的难点与教师教学的痛点。随着2022版义务教育数学课程标准对空间观念、几何直观等核心素养的强化要求,空间想象能力的培育已成为衡量教学成效的关键指标。然而现实中,多数初中生仍深陷“平面思维难突破、空间关系理不清、动态转换不会做”的困境,部分教师沿用“讲公式、练解题”的传统模式,缺乏对学生空间思维建构的有效引导。这种“重知识灌输、轻能力培育”的教学现状,不仅导致学生立体几何学习兴趣低迷,更制约了其数学核心素养的全面发展。初中阶段作为空间认知发展的关键窗口期,如何破解教学困境、科学培育学生空间想象能力,是当前初中数学教学改革必须直面的重要课题,对提升几何教学质量、促进学生空间素养发展具有重要的现实意义。

2. 初中立体几何空间想象能力的认知本质与学段表征

2.1. 空间想象能力的核心内涵

初中立体几何空间想象能力并非单纯的视觉感知能力,而是数形结合思想在几何学习中的具象体现,是集空间表象建构、空间关系表征、空间变换推理于一体的高阶认知能力。在实际的教学过程中,要想培养学生的空间意识,提高学生的空间想象能力与逻辑思维能力,每位教师都应对立体几何有充分的了解和独特的教学方式[1]。其核心是通过直观感知,实现二维平面图形与三维空间几何体的双向转化,理解点、线、面的空间位置关系,完成空间问题的逻辑推理与抽象建模。这一能力是空间观念在初中几何学习中的具体落地,也是学生适应高中几何学习、发展数学核心素养的基础。

2.2. 初中生空间想象能力的三阶认知发展逻辑

依据皮亚杰认知发展理论与范希尔几何思维水平理论,初中生空间想象能力的形成遵循“直观感知-关系表征-转换推理”的渐进式发展逻辑,呈现出层层递进、不可跨越的三阶特征。初中生的思维正处于皮亚杰形式运算阶段初期,其抽象逻辑思维虽已萌芽,但仍高度依赖具体、具象的经验支撑,尚未形成对抽象空间关系的独立推理与建构能力,这也是学生处理异面直线、二面角、空间截面等抽象问题时易陷入认知困境的核心认知成因。第一阶段为空间直观表象层,学生以视觉直观感知为主,高度依赖实物与模型支撑,核心是完成实物与几何图形的对应认知,建立静态空间表象;第二阶段为空间关系表征层,学生逐步摆脱纯具象依赖,能够解析几何体点、线、面构成要素,掌握三视图与立体图形的转换规

则, 建立稳定的空间认知结构; 第三阶段为空间转换推理层, 学生形成抽象空间思维, 能够实现二维与三维空间的自由转换, 对图形进行动态变换与逻辑论证, 具备空间建模与推理能力。初中立体几何教学需严格遵循这一认知发展顺序, 为不同认知阶段的学生设计匹配的的教学活动与支撑载体, 推动学生空间能力阶梯式提升。

2.3. 学段认知特征

初中生空间想象能力发展具有三大鲜明特征: 一是具象思维主导, 超过 70% 的学生在理解三维空间概念时, 需要实物、模型等具象载体的支撑, 难以直接理解抽象空间关系; 二是认知跃迁关键期, 长期平面几何学习形成的思维定势, 易造成“二维向三维转换”的认知断层; 三是个体差异性显著, 受生活经验、视觉感知、思维习惯影响, 学生能力发展分层明显, 统一教学模式难以适配多元需求。这一特征是破解培养困境、设计教学策略的核心依据。

3. 空间想象能力培养困境: 五维深层解构

当前空间想象能力培养的困境, 并非单一教学环节的问题, 而是认知、教材、教学、技术、评价五维系统失衡的结果, 各维度相互交织形成制约壁垒, 具体逻辑结构如图 1 所示:

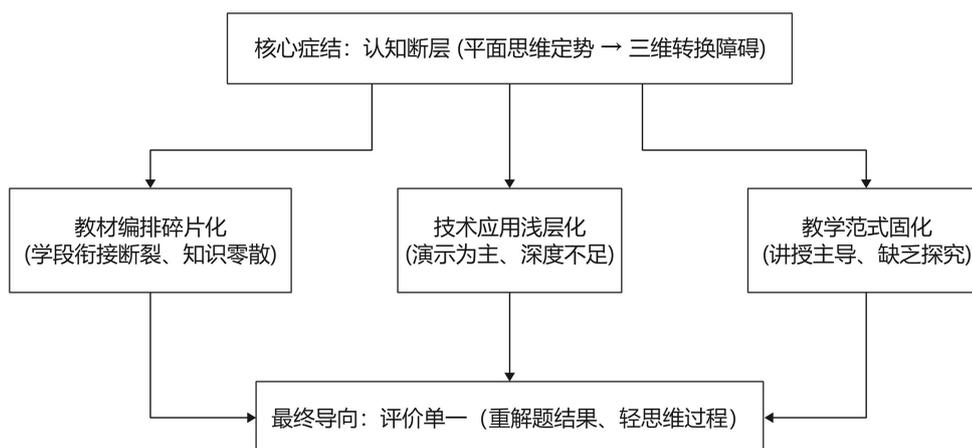


Figure 1. Five-dimensional logical correlation diagram of the dilemma in cultivating spatial imagination ability
图 1. 空间想象能力培养困境五维逻辑关联图

3.1. 认知断层困境

认知断层是最核心的困境。初中生长期浸润于平面几何学习, 形成固化的平面思维定势, 加之教学中忽视数形结合思想的系统渗透[2], 未引导学生建立平面图形与空间几何体的对应关联, 无法理解异面直线、二面角等抽象概念, 导致空间表象建构不稳定、不完整, 最终陷入“看得懂图形、理不清关系、转不动空间”的认知瓶颈。而形式运算阶段初期的思维局限性, 让学生无法脱离具象载体完成空间关系的抽象推理, 进一步加剧了平面思维向空间思维转换的认知障碍, 使得单纯的理论讲解难以实现学生认知能力的有效跃迁。

3.2. 教材编排困境

教材内容供给难以适配认知发展规律。一是内容碎片化, 初中立体几何知识点集中于九年级, 篇幅有限且分散, 缺乏系统性的逻辑串联; 二是学段衔接缺失, 与小学“空间与图形”的直观认知、高中立

体几何的逻辑推理脱节, 未形成“螺旋上升”的知识体系; 三是呈现方式抽象, 概念多以文字定义为主, 缺乏具象引导与过程性素材, 难以支撑学生从具象到抽象的认知过渡。这种单向的知识灌输模式, 与初中生形式运算阶段初期的认知特点相悖, 未能为学生提供从具体运算向形式运算过渡的具象支撑, 使得学生的空间思维始终停留在被动接受层面, 无法实现主动建构。

3.3. 教学范式困境

传统教学范式难以激活空间思维。课堂以教师讲授、板书绘图为核心, 过度关注公式推导、解题步骤等知识输出, 忽视学生的主动探究与具身体验。学生缺乏动手操作、模型拼装、空间想象的实践过程, 只能机械记忆图形特征与解题技巧, 无法自主建构空间认知结构, 最终导致“会解题但不会想象”的教学误区。更关键的是, 浅层的技术应用仅让学生成为被动的视觉观众, 而非主动的操作探究者, 未能发挥技术在搭建认知支架、激活抽象思维中的核心作用, 也无法适配初中生具象向抽象过渡的思维发展需求。

3.4. 技术应用困境

现代教育技术赋能浅层化。以 GeoGebra 为代表的动态数学软件, 在教学中多仅用于静态图形展示, 未充分挖掘其 3D 动态建模、空间旋转、截面切割等核心功能, 未能与空间想象能力的三阶认知规律深度融合[3]。技术应用停留在视觉辅助的表层, 缺乏交互式、探究式的空间思维训练设计, 无法为二维与三维的动态转换提供有效支撑, 技术工具与空间素养培育严重脱节。

3.5. 评价导向困境

评价体系无法反馈能力发展水平。当前评价以纸笔测试为主, 聚焦计算、证明等结果性考核, 缺乏对空间表象、视图转换、空间推理等核心能力的过程性评价。单一评价导向进一步强化“重知识、轻能力”的教学倾向, 无法为教学优化提供精准反馈, 形成恶性循环。

4. 破解困境的系统化策略：四维协同路径

针对五维困境, 立足三阶认知发展逻辑, 构建“认知支架 + 教材整合 + 教学转型 + 评价重构”四维协同策略, 各策略与困境靶向对应、精准破局, 如表 1 所示:

Table 1. Correspondence table between four-dimensional collaborative strategies and five-dimensional dilemma targeting
表 1. 四维协同策略与五维困境靶向对应表

四维协同策略	靶向破解困境	核心实施导向
分层认知支架搭建	认知断层困境	遵循三阶规律, 降低认知负荷, 实现阶梯式提升
教材内容体系整合	教材编排困境	构建螺旋上升结构, 打通小初高学段衔接壁垒
教学范式转型创新	教学、技术困境	推行具身探究, 实现技术与思维培育深度融合
多元评价机制重构	评价导向困境	过程 + 终结结合, 指向空间素养的综合测评

4.1. 搭建分层认知支架, 破解认知断层

遵循“具象到抽象、直观到推理”的认知规律, 强化数形结合思想引导, 对应三阶发展逻辑搭建差异化支撑。结合初中生形式运算阶段初期的认知特点, 分层认知支架的搭建需以具身体验为基础, 逐步向抽象推理过渡, 让每个层级的支架都能匹配学生当前的思维发展水平, 为其空间思维的进阶提供精准支撑。基础阶段依托实物模型建立直观表象; 中间阶段聚焦三视图、展开图与立体图形的数形转化训练,

通过平面表征解构空间形态; 高阶阶段强化动态变换, 实现二维与三维的自由转换, 推动认知层级有序提升。在中学数学教学中, 应从情境想象、假设性想象、空间想象及延拓性想象几方面有意识地培养学生的想象能力[4]。

4.2. 整合教材内容体系, 打通学段衔接

打破碎片化编排逻辑, 构建“螺旋上升”的空间几何内容体系。梳理小学、初中、高中知识脉络, 在初中适当前置空间认知内容, 增加直观感知、动手操作的过程性素材; 强化平面几何与立体几何的关联设计, 通过对比分析突破平面思维定势; 完善初高中衔接内容, 渗透空间推理思想, 让教材成为能力培养的显性载体。以正方体的认识与截面探究为例, 小学阶段侧重直观认识正方体特征, 通过实物拆拼感知图形特点, 预留平面切割的探究问题; 初中阶段整合立体图形与平面图形相关内容, 增设正方体截面探究专题, 结合三视图分析截面的平面表征, 渗透截面边数与平面切割面数的关联逻辑; 高中阶段则以初中探究结果为基础, 结合线面相交公理定理完成截面规律的逻辑证明, 实现知识从直观到探究再到论证的螺旋上升。同时以点、线、面的空间位置关系为核心, 小学通过生活化素材直观感知点线面的联系, 初中整合平面与空间内容, 对比平面内与空间中点线的位置关系, 重点探究异面直线概念, 结合长方体、正方体分析线面、面面平行的直观特征; 高中则在初中认知基础上, 给出严格定义与公理体系, 完成从具象感知到抽象公理的过渡, 让小初高知识形成连贯的体系。

4.3. 推动教学范式转型, 强化具身探究

从“讲授式”转向“探究式、具身式”教学。以学生为主体, 设计动手操作、合作探究、思维展示等教学活动, 让学生在具身体验中感知空间关系; 深度融合 GeoGebra 动态数学软件, 依托其 3D 建模功能, 动态演示几何体的旋转、展开、切割与截面生成过程, 将抽象的空间位置关系、三视图转换逻辑直观化, 精准破解学生空间转换的认知障碍。从皮亚杰认知发展理论来看, 具身探究是初中生从具体运算向形式运算过渡的核心“脚手架”, 学生通过手、眼、脑的协同参与, 将抽象的空间关系转化为可感知、可操作的具象体验, 在动手实践中积累空间认知经验, 逐步形成对抽象空间关系的推理能力, 实现思维从具象到抽象的有序跃迁。通过问题链引导学生结合 GeoGebra 动态演示自主探究图形性质, 暴露空间思维过程; 弱化机械解题训练, 聚焦表象建构、关系分析、转换推理等核心能力, 实现从“被动接受”到“主动建构”的转变[5]。以九年级“正方体的截面探究”一课为例, 整节课以 45 分钟为课时, 围绕动手操作、GeoGebra 探究、小组讨论设计沉浸式具身探究环节, 课堂伊始以回顾正方体特征、猜想截面形状进行情境导入, 随后让学生以小组为单位, 用萝卜、土豆制作的正方体模型进行切割实操, 在动手操作中感知截面与切割角度的关联, 为抽象思维积累具象经验; 实操后借助 GeoGebra 3D 设计交互式探究任务, 让学生自主拖动平面控制点实现正方体的任意角度切割, 自主探究实操中难以呈现的五边形、六边形截面, 而非单纯观看教师的动态演示, 同时设置“为何最多只能切出六边形”的探究问题, 引导学生结合软件操作结果进行小组讨论, 总结截面边数与正方体面数的内在关联; 最后通过小组展示探究成果、教师点评总结, 让学生在具身体验与主动操作中, 理解截面形成原理, 实现二维与三维的空间转换, 让具身探究成为空间思维发展的阶梯。

4.4. 重构多元评价机制, 导向素养培育

突破单一纸笔测试局限, 构建“过程性评价 + 终结性评价”的多元体系。过程性评价通过课堂观察、操作任务、思维展示, 记录学生空间能力发展轨迹; 终结性评价优化试题结构, 增加空间想象、推理类题型, 弱化单纯计算考核; 建立评价反馈机制, 将评价数据与教学改进联动, 发挥评价的诊断、导向与

激励功能。

5. 策略落地的支撑保障体系

5.1. 强化教师专业发展, 提升教学素养

开展空间几何教育理论、认知心理学、现代教育技术专项培训, 重点提升教师对 GeoGebra 3D 功能的实操与教学设计能力, 让教师熟练运用动态软件搭建空间认知支架; 教学的核心是最大化向学生呈现具象的实物图像与图形, 该教学方式可有效弥补传统教学短板, 突破传统教学中的重点与难点问题[6], 让教师成为能力培养的核心主导者。

5.2. 建设多元课程资源, 夯实教学基础

构建立体化教学资源库, 依托 GeoGebra 开发适配三阶认知规律的动态几何课件、交互式探究任务、空间转换训练素材; 整合虚拟仿真技术, 打造可视化、可操作的空间认知训练平台; 搭配传统直观教具, 实现数字资源与实体教具的优势互补, 同时挖掘生活化空间资源, 让学生在生活积累空间经验, 为能力培养提供多元具象支撑。

5.3. 构建协同育人机制, 延伸培养场景

整合学校、家庭、社会资源, 学校聚焦课堂教学, 家庭鼓励学生观察生活中的空间现象, 社会依托科技馆、建筑空间提供实践场景, 形成全方位、立体化的空间认知培育环境, 助力学生空间想象能力持续发展[7]。

6. 归纳与小结

初中立体几何空间想象能力的培养, 是衔接基础教育几何教学、落实数学核心素养的关键环节, 其核心挑战在于如何跨越平面与空间的思维鸿沟, 引导学生实现认知模式的根本性转变。通过对这一议题的深度探析, 可凝练出能力培养的核心逻辑与实践启示, 为教学优化提供清晰指引。

从能力培育的本质来看, 空间想象能力并非单纯的“图形感知”或“解题技巧”, 而是集感知、建构、推理、转换于一体的综合性认知能力, 其形成离不开对学生认知规律的尊重与教学系统的协同发力。初中生独特的学段认知特征, 决定了能力培养必须摒弃“一刀切”的固化模式, 转而追求“适配性”与“渐进性”的统一——既要通过具象化、体验式教学回应其具象思维主导的特点, 又要抓住认知跃迁关键期, 逐步引导思维向抽象化、系统化升级, 同时兼顾个体差异, 提供个性化的发展支持。当前教学中存在的系列困境, 本质上是“认知规律、教学供给、实施路径、评价导向”的系统性失衡, 而非单一环节的局部问题, 这也决定了破解之道不能局限于零散的教学技巧调整, 而需立足整体进行系统性重构。

从实践路径来看, 能力培养的核心在于构建“认知适配 - 供给优化 - 过程激活 - 评价引领”的完整闭环。认知支架的分层设计, 核心是实现“思维发展与教学支持”的精准匹配, 通过阶梯式训练帮助学生逐步突破认知壁垒; 教材内容的整合与衔接, 关键在于打破知识碎片化的局限, 构建“螺旋上升”的内容体系, 让知识呈现更符合学生认知节奏; 教学范式的转型, 核心是从“知识灌输”转向“思维激活”, 通过具身探究、互动体验等方式, 让学生成为空间认知的主动建构者; 多元评价的构建, 则重在发挥“诊断、反馈、导向”功能, 让评价从“结果判定”转向“能力发展的助推器”。这一闭环的形成, 既需要各环节的精准发力, 更需要各要素的协同联动, 避免单一策略的孤立应用。

此外, 能力培养的长效落地, 离不开外部支撑体系的坚实保障。教师专业素养的提升是核心前提, 只有教师准确把握认知规律与教学逻辑, 才能让各项策略真正落地见效; 优质课程资源的供给是重要基

础, 多元化、交互式的资源能为能力培养提供丰富载体; 而协同育人机制的构建, 则能打破课堂边界, 让空间认知的培育延伸到生活场景中, 形成全方位、立体化的培育氛围。

综上, 初中立体几何空间想象能力的培养, 是一项兼具理论深度与实践复杂度的系统工程。其核心要义在于回归“以生为本”的教育理念, 以认知规律为遵循, 以系统优化为路径, 以支撑保障为依托, 摆脱传统教学的浅层化、碎片化局限, 让立体几何教学真正成为培育学生空间思维、提升数学核心素养的重要载体, 为学生的长远发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 刘小云. 初中数学立体几何教学的研究与思考[J]. 读写算, 2019(30): 105.
- [2] 杨艳丽. 数形结合思想在初中数学教学中的渗透探究[J]. 教育实践与研究, 2011(10): 53-55.
- [3] 侯书民. 提高学生空间想象能力的探究[J]. 科技信息, 2011(23): 663-664.
- [4] 王金英. 中学数学想象能力的培养[J]. 考试(教研), 2010(7): 103, 5.
- [5] 杨静. 在立体几何中使用 GeoGebra 培养直观想象素养的教学研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2022.
- [6] 乔尚义. 浅谈初中数学空间想象能力的培养[J]. 教育教学论坛, 2011(9): 56-57.
- [7] 张永春, 牟艳杰. 空间想象能力及其培养——几何教育中的一个问题[J]. 齐齐哈尔师范学院学报(哲学社会科学版), 1987(S1): 65-68.