

给思维装上“眼睛”：Geogebra 在发展 小学生空间观念核心素养中的应用

——以《搭积木比赛》为例

李盈蕾 王轶昕

深圳市福田区福苑小学 广东 深圳 518048

【摘要】：空间观念作为数学核心素养的关键组成部分，其抽象性和内隐性特征成为小学生几何思维发展的主要障碍。本研究基于思维可视化理论，以北师大版五年级数学《搭积木比赛》一课为实践载体，探究 GeoGebra 软件在破解空间观念培养难题中的应用路径。通过构建“三维动态建模-多模态交互验证-认知路径留痕”的可视化教学策略，有效解决二维与三维转换困难、空间关系理解模糊等教学难题。

【关键词】：思维可视化；空间观念；GeoGebra

DOI:10.12417/2705-1358.25.17.027

1 引言：可视化赋能空间思维的迫切需求

空间观念的培养是小学数学教育的核心任务之一。《义务教育数学课程标准（2022年版）》明确指出，空间观念主要表现为“根据物体特征抽象出几何图形，根据几何图形想象出所描述的实际物体；想象并表达物体的空间方位和相互位置关系；感知并描述图形的运动和变化规律”。^[1]然而在传统教学中，这一目标的实现面临严峻挑战。

笔者在教学实践中观察到，学生在进行空间想象时普遍存在“脑中无图”的认知困境。在《观察物体》单元教学中，学生容易出现无法准确建立三视图与立体图形的对应关系的问题，以及对根据两个视图推断积木数量范围的任务存在理解障碍。这种认知断层主要源于空间关系的抽象性与内隐性：传统教具难以完整呈现空间结构的动态建构过程，静态图示无法展现思维演进的完整路径，导致学生的空间思维长期处于“黑箱”状态。

思维可视化理论为解决这一难题提供了理论支撑。^[2]该理论强调通过外部表征工具使隐性认知过程具象化，让思维过程变得“可见、可操、可溯”。GeoGebra 作为动态几何软件的代表，其三维建模、实时交互和过程记录功能恰好能成为空间

思维的“视觉脚手架”。如何基于该理论构建可视化教学路径，破解空间观念培养的瓶颈，成为当前数学教育技术融合的关键课题。^[3]

本研究以《搭积木比赛》为实践载体，系统探索 GeoGebra 支持下的空间观念培养模式，旨在回答三个核心问题：

- （1）如何将抽象的空间关系转化为可视化操作对象？
- （2）如何实现思维过程的可追溯性？
- （3）可视化工具如何促进学生空间观念的发展？

2 思维可视化理论的核心架构与空间观念培养机制

2.1 理论渊源与核心要义

“可视化”一词最早在 1987 年作为计算机科学领域中的专业术语出现，后来对“可视化”的研究逐步拓宽到知识可视化、思维可视化等维度。思维可视化的工具和方法主要包括概念图（Ausubel, 1960s）^[4]、鱼骨图（石川馨, 1953）^[5]、思维导图（Tony Buzan, 1970s）^[6]、概念地图（David Hyerle, 1980s）^[7]。华东师范大学现代教育技术研究所的刘濯源教授认为，思维可视化是运用一定的技术和手段，把原来“看不见、摸不着”的思维清晰地呈现出来，并在国内引发研究热潮。^[2]

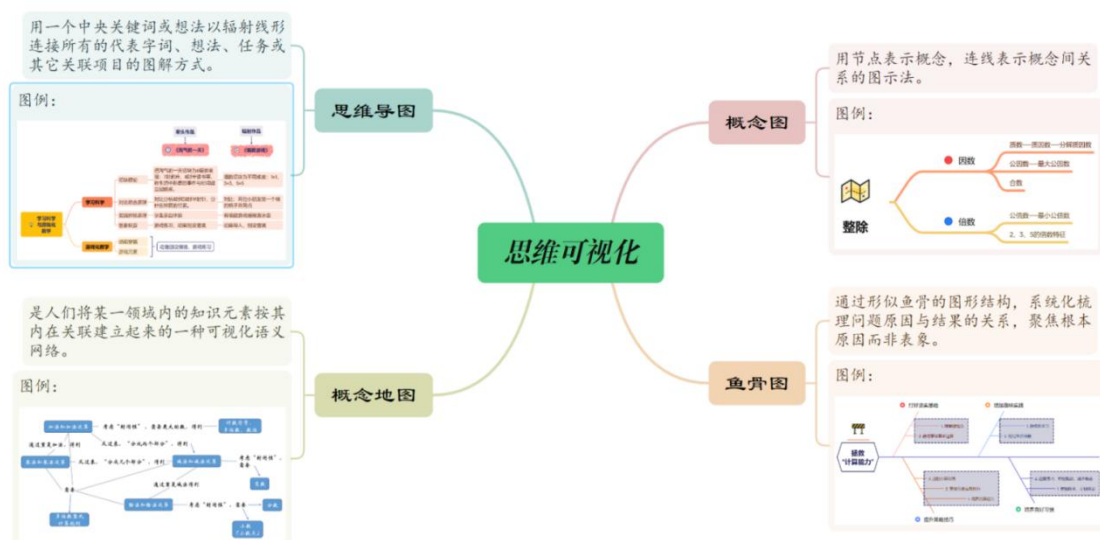


图1 思维可视化理论的相关图示

2.2 空间观念培养的三维机制

基于思维可视化理论，GeoGebra 在空间观念培养中通过三重机制发挥作用：

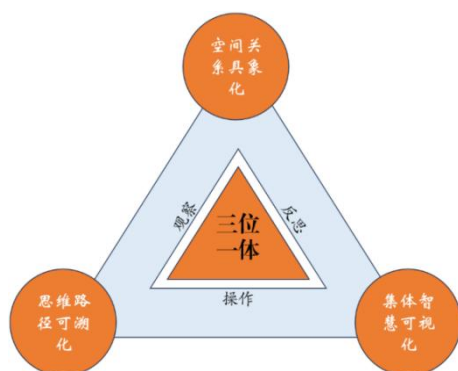


图2 思维可视化在空间观念培养中的机制

(1) 空间关系具象化：通过三维建模将抽象方位关系转化为可操作的视觉对象。如使用坐标系动态标注尺寸，使“左视图宽度=几何体深度”等隐含关系显性呈现。

(2) 思维路径可溯化：在《搭积木比赛》中，学生可回看自己尝试的方案轨迹，分析错误根源，提升正确认知。

(3) 集体智慧可视化：通过截图和动画导出功能，不同小组的解决方案可实时比较。如学生在“最少积木数”任务中汇总出8种方案，形成有针对性的“思维方案库”，能够加深学生理解和记忆。

这三重机制共同构建了“观察-操作-反思”的可视化闭环，使空间思维具备可调节、可追溯、可共享的特性，为突破传统教学局限提供理论支撑。

3 可视化策略在《搭积木比赛》中的实践路径

3.1 三维动态建模：构建空间思维的视觉锚点

传统积木教具存在视角固定、遮挡不可见的固有缺陷。在《搭积木比赛》的“画三视图”环节，GeoGebra 软件通过代码设置可以一键切换正视、俯视、侧视视角并同步生成平面投影。在观察由5个正方体组成的复杂结构时，学生可先选择“正面视角”观察，软件自动生成网格投影；切换“左视视角”时，原投影平滑过渡到新视角，建立三维体与二维图的动态对应关系。针对复杂几何体，采用分层显示策略。在观察由5个积木组成的多层结构时，学生可单层分析积木，再逐层叠加。

3.2 三维交互验证：具身化认知的思维训练场

在“搭积木比赛”第二环节，学生面临核心挑战：“一个立体图形，从正面看到的形状是 ，从左面看到的形状是 ，搭这样一个立体图形，最少需要几个小正方体？最多可以有几个小正方体？”传统教学中，学生需反复试错拼搭，耗时且低效。GeoGebra 支持下，学生可以一边在头脑中设计，一边通过拖拽立方体积木实时验证。当学生将积木放置好后，可以通过 GeoGebra 软件显示三视图，再与原图对比。某小组发现：“移动这块积木到角落，4块就能满足要求！”（如下图3所示），此时需要引导学生了解，小学阶段学习的立方体需面与面拼接，即至少一个面互相重叠。

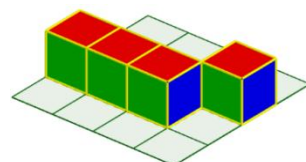


图3 学生自主发现

3.3 认知路径留痕：思维过程的元认知升级

为解决空间推理过程“黑箱化”问题，可借用 GeoGebra 软件自带功能进行思维过程可视化。如 GeoGebra 可以自动记录操作序列，如代码的生成、每次积木新增的位置等。教师可以在小结和总结等环节中回放典型案例的形成路径，通过对比学生的搭建轨迹，得出如何思考更为有序。也可以在学生动手搭建的关键推理节点适时追问：“如何保证俯视图不变？”“这个位置新增立方体会对哪个面观察到的图形产生影响？”通过这种即时元认知唤醒，学生空间决策的合理性有较明显的提升。

3.4 教学环节重构：基于可视化的认知阶梯设计

基于可视化原则重构《搭积木比赛》三大教学环节：（1）赛前热身阶段：小组成员分别从上面、正面、左面观察两个立体图形，并在方格纸上画出从正面、侧面、上面观察到的形状。根据已有的知识经验和刚才的观察体验，回顾“从不同的方向观察看到的形状可能是不同的”这一知识点，加深学生理解“可见面与隐藏面的关系”，为三视图绘制奠定基础。（2）比赛一（画三视图）：采用“分步可视化”策略。第一步：在三维空间自由旋转模型，建立整体感知；第二步：锁定单一视角（如正面），软件自动隐藏非相关面；第三步：在网格平面描摹轮廓。（3）比赛二（搭建立体图）：设计“约束渐进”探究模式。第一层次：仅提供正视图，探索多种可能；第二层次：增加左视图约束，筛选可行方案；第三层次：添加积木数量限制，寻找最优解。这种渐进可视化使认知难度梯度合理，有效提升学生学习效率和成功率。

4 实践成效质性分析

通过课堂录像分析和学生访谈，发现可视化工具引发了三重认知变革：（1）认知断点修复：传统教学中部分学生无法

理解“为什么左视图反映几何体深度”，通过 GeoGebra 的动态旋转，这一难点理解程度提高。学生描述：“旋转后看到侧面厚度，才知道左视图宽度怎么来的”。（2）思维模式转型：学生从机械记忆转向关系推理。在访谈中，当追问学生为什么这样画时，学生不再说“老师说这样画”，而是表述：“因为这两个面在同一高度，所以正视图会重叠”。（3）元认知能力觉醒：操作轨迹回放可以促进学生自我监控。某学生反思：“我第三次尝试时太着急，没检查左视图就确定方案，结果错了”。

5 讨论：可视化教学的实践智慧

基于教学实践，思维可视化理论融入数学教学，有时需要借助一定技术与软件。技术的介入需针对教学真实痛点，不能无病呻吟，分散学生注意力；同时，在学生出现空间想象障碍时才采用，也可以避免学生产生技术依赖。若学生过度依赖，关闭软件后想象能力反而下降，则需教师针对性地为学生定期回归纯思维训练。

空间观念培养的本质是思维可视化程度的进阶。本研究通过《搭积木比赛》的教学实践证实：GeoGebra 通过三维动态建模、认知路径留痕、教学环节重构三大功能，使抽象的方位关系转化为可操作的视觉对象，成功破解了传统空间教学的三大困境——关系不可见、过程不可溯、错误不可诊。

更深层的教育价值在于，可视化工具推动学习范式从“知识传授”向“思维发展”转型：当空间关系获得视觉载体，学生的认知操作从被动接受转向主动建构，形成“操作外部工具-内化思维工具”的良性循环。这种转变使空间观念培养从模糊的经验积累走向精确的思维自觉，真正实现为学生的数学思维装上洞察空间的“眼睛”。未来将进一步探索可视化工具在旋转体、展开图等复杂空间概念中的应用，通过持续深化技术赋能的教学创新，为发展学生数学核心素养开辟新路径。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2] 刘濯源.思维可视化:突破教学瓶颈的新路径[J].教育研究,2020(5):112-120.
- [3] 张丽霞,等.动态几何软件的空间思维培养机制研究[J].电化教育研究,2021,42(3):67-74.
- [4] Novak.J.D,Gowin Noval J D,Gowin D B.Learning how to learn[M].London:Cambridge University Press,1984:54.
- [5] 曾楚楚.基于鱼骨图分析的化工企业多米诺风险评价方法研究[D].南京:南京大学,2017:15-16.
- [6] (英)冬尼·博赞.思维导图[M].北京:中信出版社,2009:30.
- [7] 徐晨红,蔡亚萍.概念图、思维导图和思维地图的辨析[J].科教文汇(下旬刊),2010(11):101-108.