

基于数学抽象素养的小学几何教学实践

杨波

湖北省利川市文斗镇堡上小学

摘要：在小学数学核心素养培育的时代语境下，数学抽象作为联通几何概念抽象性与学生思维具象性的认知桥梁，其理论价值体现在思维进阶、认知建构与问题解决的三维建构中。然而，当前教学实践中，情境创设表面化、操作活动形式化、语言训练碎片化、模型应用机械化等问题制约着抽象素养的培育。本文提出通过生活原型的深度解构、操作经验的思维转化、语言体系的立体建构、模型工具的实践贯通的四维策略，构建“感知—抽象—表征—应用”的完整认知闭环，旨在为小学几何教学提供兼具理论深度与实践效度的素养培育范式，助力学生实现几何认知从现象描述到本质洞察的结构突破。

关键词：数学抽象；小学几何；核心素养；教学实践

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2025.12.209

引言

《义务教育数学课程标准（2022年版）》将数学抽象确立为核心素养的逻辑起点，其本质是对数量关系与空间形式进行去情境化、形式化、结构化的认知加工。在小学几何教学领域，这一过程面临着“概念的抽象性”与“思维的具象性”的深层矛盾，几何概念如“平行四边形的高”“圆锥的体积”是对现实空间形式的高度概括，而小学学生的认知发展正处于具体运算向形式运算过渡阶段，其抽象思维需依赖具体情境、动作经验与语言符号的支撑。数学抽象素养的培育，正是破解这一矛盾的关键密钥：它不仅是学生理解几何概念本质、构建空间观念的认知基础，更是其形成数学思维、解决复杂问题的核心能力^[1]。本文以人教版小学数学教材为研究载体，从理论价值、现实困境与实践策略三个维度展开论述，以期为一线教学提供理论参考与操作指引。

一、数学抽象在小学几何概念教学中的价值

（一）思维进阶的逻辑奠基

数学抽象通过引导学生剥离几何图形的非本质属性，提炼核心要素，实现从“感性具象”到“理性抽象”的思维跃迁。这一过程契合布鲁纳的“认知发展阶段理论”，即通过动作表征、图像表征、符号表征的递进，帮助学生建立几何概念的抽象图式。小学学生正处于具体运算向形式运算过渡阶段，数学抽象为其提供了“具象经验—抽象概念”的认知桥梁，使学生能够通过逻辑推理理解几何本质，而非仅依赖直观感知^[2]。

（二）认知建构的结构赋能

抽象出的几何概念作为认知框架，可帮助学生将零散的几何经验组织成具有逻辑关联的知识体系。依据奥苏贝尔的“有意义学习理论”，学生通过上位概念与下位概念的同化过程，构建层级化的知识网络。例如，“四

边形”作为上位概念，可统摄长方形、正方形、平行四边形等下位概念，学生通过抽象“由四条线段围成的封闭图形”这一本质属性，将不同图形纳入统一的认知结构，形成“一般—特殊”的逻辑关系，这种结构化认知有助于减少知识碎片化，提升记忆效率与理解深度。

（三）问题解决的工具转化

数学抽象是几何建模的前提，其理论基础源于波利亚的“数学建模理论”与弗赖登塔尔的“数学化”思想。学生需将现实问题中的空间形式与数量关系抽象为数学模型，经历“现实情境—数学抽象—模型应用—现实解”的逻辑路径^[3]。在此过程中，抽象能力决定了学生能否快速识别问题中的几何原型，并调用相应的概念、公式进行结构化求解，实现从“具体问题”到“数学模型”的转化，再从“数学解”回归“现实解”的完整闭环。

二、小学几何概念教学中数学抽象的现状

（一）情境创设的表面化

当前教学中，生活情境的运用常停留在经验层面的简单映射，未能形成对几何本质的深度解构。教师虽能引入生活原型，却未引导学生聚焦几何属性，导致情境与概念之间仅建立表象关联而非本质联结。例如，在涉及“图形特征”的教学中，部分教师仅展示生活实例的视觉图像，却未通过递进式提问的提问引导学生进行抽象思维操作，使情境沦为课堂导入的装饰性环节，无法激活学生对几何概念本质特征的主动探究，造成抽象源头的认知素材缺乏结构性支撑。

（二）操作活动的形式化

操作活动的设计常忽视“动作思维—表象思维—抽象思维”的转化链条，陷入“为操作而操作”的误区。教师虽安排拼摆、测量等活动，但未将操作与思维深度绑定：一方面，缺乏对操作过程的序列化引导；另一方

面，未通过“语言化”手段将外显动作内化为思维表象。这种割裂导致操作活动仅停留在肌肉运动层面，学生无法通过操作发现几何概念的本质属性，使抽象过程因缺乏思维载体而陷入空心化困境，难以实现从“动手操作”到“动脑抽象”的认知跃迁。

（三）语言训练的碎片化

几何语言的层级训练未能形成系统化架构，自然语言、图形语言、符号语言的转换存在断裂。教师常满足于学生用模糊的日常语言描述概念，却未引导其向图形语言和符号语言递进。这种碎片化的语言训练导致学生的抽象表达缺乏逻辑性与精确性：自然语言的随意性阻碍概念的精准界定，图形语言的缺失削弱空间关系的可视化理解，符号语言的滞后限制抽象规律的一般化表达，最终使抽象思维因缺乏完整的语言体系支撑而难以深入发展。

（四）模型应用的机械化

教学中对几何模型的处理偏重“工具性掌握”而非“建构性理解”，学生仅能机械记忆公式，却未经历“模型抽象—验证—应用”的完整认知过程。教师常跳过“从具体问题中抽象模型”的关键环节，直接灌输公式结论，导致学生面对新情境时无法识别几何原型，陷入“套用公式却不解其意”的困境。这种机械化的应用模式割裂了抽象与实践的内在联系，使几何模型沦为缺乏生命力的解题工具，学生的抽象能力因未能在真实问题中得到检验与迁移而形成实践断层。

三、基于数学抽象素养的小学几何教学策略

（一）生活情境抽象

生活情境是数学抽象的源头活水，其价值在于通过“原型唤醒—特征比较—属性剥离—概念生成”的认知链条，引导学生在熟悉的场景中发现几何本质。依据现象学“生活世界”理论，教师需精选与概念本质高度契合的原型，通过“选择性注意”引导学生聚焦几何属性。具体实施中，应以“数学化”的视角重构生活素材，设计阶梯式问题链，帮助学生逐层剥离非本质信息，实现从“生活原型”到“数学概念”的抽象跨越。

以人教版三年级上册“长方形和正方形”教学为例。教师首先呈现教室门窗、地砖、魔方、圆形钟表等实物或图片，组织学生观察并提问：“这些物体的表面形状有什么共同点与不同点？能否用手比划出它们的轮廓？”在学生识别出“长方形”“正方形”“圆形”等形状后，发放长方形与正方形卡片，引导其用直尺测量边的长度、用三角尺比对角的大小，记录发现：“长方形有4条边，对边长度相等，4个角都是直角；正方形4条边长度都相等，4个角也是直角。”随后，通过追问“如果这些

卡片变为透明材质或改变大小，它们的形状会改变吗？”引导学生明确材质、颜色、大小等均为非本质属性，“边的数量与关系”“角的特征”才是本质属性。最终，归纳抽象出长方形与正方形的定义，并借助韦恩图直观呈现正方形是特殊的长方形的属种关系，帮助学生建立“一般—特殊”的抽象认知结构。

（二）操作符号转换

操作是抽象的认知中介，其价值在于通过“操作感知—表象建构—符号表征”的三阶路径，将外显动作转化为内隐思维。依据加里培林“心智技能形成理论”，操作活动需经历“物质活动—物质化活动—出声的外部言语活动—无声的外部言语活动—内部言语活动”的阶段，最终实现思维的抽象化^[4]。教师需设计具有明确思维目标的操作任务，引导学生在动手过程中观察现象、记录数据、发现规律，并通过语言描述与符号表达固化思维成果。

以人教版四年级下册“三角形的分类”教学为例，教师可设计“三层操作—两次转化”的教学结构。第一层操作：“任意拼摆”，提供2cm、3cm、4cm、5cm的小棒若干，要求学生任意选取三根拼摆三角形，记录每根小棒的长度并观察能否拼成三角形。学生在操作中发现：“2cm、2cm、5cm无法拼成三角形，因为两条短边之和小于长边。”第二层操作：“分类整理”，将拼成的三角形按边的长短和角的大小进行分类，并用便签纸标注分类标准。第三层操作：“特征提炼”，引导学生观察各类三角形的边与角的数量关系，如等腰三角形“两条边相等、两个底角相等”，直角三角形“有一个直角、两条直角边互相垂直”等。在操作基础上，进行两次思维转化：第一次是“动作到表象”的转化，教师引导学生闭眼回忆拼摆过程，用语言描述不同类型三角形的特征，如“我拼的等边三角形三条边都相等，每个角看起来都一样大”；第二次是“表象到符号”的转化，引入数学符号系统：用“ $\triangle ABC (AB=AC)$ ”表示等腰三角形，在相等的边上标注“//”符号；用“ $Rt \triangle DEF$ ”表示直角三角形，在直角处标注“ \perp ”；用“ $\triangle GHI (GH=HI=IG)$ ”表示等边三角形，标注“ \equiv ”符号。同时，通过表格对比三类三角形的定义、特征与符号表示，帮助学生建立“类别—特征—符号”的对应关系。此过程中，操作不再是孤立的活动，而是抽象思维的外在表现形式，学生通过“动手—动脑—动口”的多维协同，实现了从动作经验到符号表征的思维完形，使抽象概念获得了可触摸的认知支撑。

（三）语言层级抽象

数学语言的层级性是抽象思维的外在表现，其立体

建构需经历“自然语言的具象描述—图形语言的直观表征—符号语言的形式化表达”的递进过程。依据维果茨基“语言思维理论”，语言是思维的工具，不同层级的语言对应不同阶段的抽象水平。教师需设计“说—画—写”一体化的教学活动，引导学生用自然语言描述几何特征，用图形语言可视化几何关系，用符号语言提炼几何规律，形成多元语言相互转化的思维习惯，使抽象思维获得多角度的语言支撑^[5]。

以人教版五年级上册“平行四边形的面积”教学为例，教师可构建“问题情境—语言描述—图形转化—符号推导”的语言训练闭环。首先，呈现问题：“如何计算这个平行四边形卡片的面积？你能想办法将它转化为学过的图形吗？”学生用自然语言提出猜想：“可以把它拉成一个长方形，面积可能等于底乘高。”“或许可以剪掉一个角补到另一边，变成长方形。”教师引导学生用图形语言表达转化思路，即通过“割补法”将平行四边形沿高剪开，平移后拼成一个长方形，并画出转化过程示意图，标注“平行四边形的底=长方形的长”“平行四边形的高=长方形的宽”。接着，用自然语言描述转化前后的等量关系：“平行四边形的面积和长方形的面积相等，因为它们所占的空间大小没变。”随后，引入符号语言进行逻辑推导：“长方形面积=长×宽，所以平行四边形面积=底×高”，并用字母表示为“ $S=ah$ ”，即 S 代表面积， a 代表底， h 代表高。为强化语言转换能力，教师设计分层练习：①用自然语言解释公式含义；②根据公式画出对应的平行四边形示意图；③用符号语言解决问题。在拓展环节，进一步引导学生用符号语言推导三角形、梯形的面积公式，构建“多边形面积计算”的语言逻辑链。此过程中，三种语言形态相互支撑：自然语言是思维的“脚手架”，图形语言是思维的“可视化工具”，符号语言是思维的“精确表达”，学生在反复转换中深化了对“转化思想”的理解，抽象思维获得了多维度的语言赋能。

（四）模型应用抽象

模型应用是数学抽象的终极目标，其本质是将抽象概念转化为解决一类问题的思维工具。依据波利亚“怎样解题”理论，模型建构需经历“理解问题—拟定计划—执行计划—回顾反思”的过程，其中“拟定计划”的关键在于识别问题中的几何模型。教师需精选具有代表性的现实问题，引导学生经历“原型识别—模型构建—求解验证—迁移应用”的闭环，培养“从具体情境中提取数学结构，用数学模型解决实际问题”的能力。

以人教版六年级下册“圆锥的体积”教学为例，教师可设计“实验建模—问题解决—创新应用”的实践链

条。首先，通过“等底等高圆柱与圆锥装水实验”引导学生建构模型：“圆锥体积是等底等高圆柱体积的 $\frac{1}{3}$ ”，用公式“ $V=\frac{1}{3}Sh$ ”表示。在问题解决环节，呈现复合情境：“一个底面半径为4dm、高为9dm的圆锥形小麦堆，若将其装入底面直径为6dm的圆柱形粮仓，刚好装满，求粮仓的高。”学生需经历以下思维过程：①问题表征：明确小麦堆的体积等于粮仓的容积；②模型识别：确定涉及“圆锥体积”与“圆柱体积”两个模型；③：先计算圆锥体积，即 $\frac{1}{3} \times \pi \times 4^2 \times 9 = 48\pi$ ，再根据圆柱体积公式，即 $V=\pi r^2 h$ 列方程，可以得到 $48\pi = \pi \times (6 \div 2)^2 \times h$ ；④验证拓展：解得 $h=16/3$ dm，验证结果符合实际意义，并思考“若粮仓高度不变，底面直径需如何调整”等拓展问题。在创新应用环节，引导学生自主发现生活中的圆锥模型，如烟囟帽、陀螺等，并尝试用模型解决“制作无盖圆锥形容器所需铁皮面积”等实际问题。此过程中，模型不仅是解题工具，更是抽象思维的“试金石”。学生通过“从现实到模型”的抽象与“从模型到现实”的具体化，深化了对“体积守恒”“空间转换”等抽象概念的理解，实现了从单一模型应用到综合应用的能力跨越，抽象思维的实用性与创造性得到双重提升。

结语

数学抽象素养的培育是小学几何教学的灵魂所在，其价值不仅在于知识的传授，更在于思维方式的培育与认知能力的发展。本文提出从生活情境抽象的源头解构、操作符号转换的思维完形、语言层级抽象的立体建构、模型应用抽象的实践贯通的三维教学策略，构建了从生活感知到抽象表征、从理论建构到实践迁移的完整认知闭环。在教学实践中，教师将数学抽象渗透于几何概念教学的每个环节，让学生在观察、操作、表达、应用的循环中，逐步掌握从复杂现象中提取数学本质、用符号系统表征数学规律、在新情境中迁移数学模型的能力。

参考文献

- [1] 吴川钢. 基于核心素养的小学生数学抽象能力培养——以图形与几何的概念教学为例[J]. 教师, 2021(9): 2.
- [2] 孙瑞 周洁 巩子坤. 基于数学抽象素养的“椭圆及其标准方程”学习路径研究[J]. 中小学课堂教学研究, 2024(9): 12-18.
- [3] 孙远亮. 基于小学数学核心素养下的几何直观教学研究[J]. 数学大世界: 下旬, 2020(1): 1.
- [4] 李刚. 基于数学抽象素养提升的教学实践研究——以“椭圆的几何性质”的教学为例[J]. 中小学数学: 高中版, 2022(3): 41-44.
- [5] 吴启霞. 基于数学抽象素养培养的解析几何概念教学[J]. 中学教学参考, 2018(20): 2.