

生成式人工智能作为认知工具的小学低段数学 “数感培养”教学策略构建

陈和婷, 徐璐

江汉大学教育学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年7月16日; 录用日期: 2026年8月18日; 发布日期: 2026年8月25日

摘要

数感是小学低段数学核心素养的首要内容, 直接影响学生数学学习的起点与后续发展质量。生成式人工智能凭借生成性、交互性、个性化等特征, 成为支持小学低段数感培养的新型认知工具。本研究以认知工具理论为分析框架, 以广州市天河区X小学10名教师与5名学生家长为研究对象, 采用深度访谈的研究方法。研究发现, 生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的优势包括个性化适配、可视化呈现、互动式体验和教学效率提升四个方面, 但存在内容适配性偏差、教师整合能力不足、学生过度依赖风险和安全监管缺失等问题。基于此, 本研究提出优化内容生成、强化教师培训、引导合理使用、完善监管机制四项对策, 并结合“100以内数的认识”教学活动案例展示其集成应用, 以期小学低段数学数感培养提供实践参考。

关键词

生成式人工智能, 数感培养, 认知工具, 小学低段数学

Research on the Strategies of Generative Artificial Intelligence Empowering Ancient Constructing Teaching Strategies for “Developing Number Sense” in Early Elementary Mathematics Using Generative Artificial Intelligence as a Cognitive Tool

Heting Chen, Lu Xu

School of Education, Jiangnan University, Wuhan Hubei

文章引用: 陈和婷, 徐璐. 生成式人工智能作为认知工具的小学低段数学“数感培养”教学策略构建[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 1387-1399. DOI: 10.12677/ae.2026.1681769

Abstract

Numerical sense is the primary component of core mathematical literacy in the lower grades of elementary school, directly influencing students' starting point and subsequent quality of mathematical learning. Generative artificial intelligence, with its characteristics such as generation capability, interactivity, and personalization, has emerged as a novel cognitive tool to support the development of numerical sense in early elementary education. This study adopts cognitive tool theory as its analytical framework and conducts in-depth interviews with 10 teachers and 5 parents from X Primary School in Tianhe District, Guangzhou. The findings reveal that generative AI offers four key advantages in fostering numerical sense: personalized adaptation, visual representation, interactive experience, and improved teaching efficiency. However, challenges remain, including content misalignment, insufficient teacher integration skills, risks of student over-reliance, and inadequate safety oversight. Based on these insights, this study proposes four strategies—optimizing content generation, strengthening teacher training, guiding appropriate usage, and improving regulatory mechanisms—and illustrates their integrated application through a case study on the teaching activity “Understanding Numbers within 100,” aiming to provide practical guidance for cultivating numerical sense in early elementary mathematics.

Keywords

Generative Artificial Intelligence, Numerical Sense Development, Cognitive Tools, Elementary Mathematics in Lower Grades

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. 问题提出

1.1. 研究背景

《义务教育数学课程标准（2022 年版）》明确将“数感”列为小学阶段数学核心素养的首要内容，强调“数感的培养应贯穿于小学低段数学教学全过程，通过生活化、具象化、个性化的教学活动，帮助学生建立对数字、数量关系的直观认知”[1]。许多学者认为，良好的数感可以帮助学生理解并解释生活实践中的问题，有助于提高学生发现问题并解决问题的能力。滕发祥指出，建立数感有助于提高学生的文化修养，因为数感是人们对数学的一种敏感与理解，是思维发展的阶段性的有效表达，是一种认知的直觉，是培养学生创造力的关键[2]。

传统的数感培养模式多依赖于教师的直接讲授、统一的教材习题和有限的教具操作，难以满足学生个性化的认知发展需求，也难以将抽象的数学概念与儿童鲜活的生活经验进行有效联结。随着教育数字化转型的加速，将生成式人工智能视为一种高阶的“认知工具”（Cognitive Tool），而非简单的信息检索或题目生成器，成为教育研究者关注的新焦点。认知工具的核心在于能够扩展学习者的思维机能，辅助其完成更高层次的认知任务。

本文基于广州市天河区 X 小学 10 名教师以及 5 名家长为访谈对象，对其进行深度访谈，运用扎根

理论编码的思路, 探讨如下问题: 第一, 生成式人工智能作为认知工具, 在小学低段数学数感培养中有哪些潜在与现实优势? 第二, 当前, 在小学低段数学教学中应用生成式人工智能进行数感培养, 主要存在哪些问题与挑战? 第三, 如何构建行之有效的教学策略, 以优化生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的应用效果?

1.2. 核心概念界定

1.2.1. 生成式人工智能

生成式人工智能是一种可用于创建新内容和想法(包括对话、故事、图像、视频和音乐)的人工智能[3]。其核心特征包括: 一是推理能力拟人化, 生成式人工智能在推理能力方面实现了从统计模式识别向逻辑推理的根本性跨越; 二是模态感知丰富化, 生成式人工智能在模态感知方面实现了从单一文本处理向多模态信息理解的显著拓展; 三是协作形式群体化, 生成式人工智能在协作形式方面实现了从个体工具向群体智能平台的重要转变[4]。本研究中, 生成式人工智能特指适用于小学低段数学教学场景, 能够支持数感培养的各类工具与平台, 如数学故事生成工具、可视化教具生成平台、个性化练习推送系统等。

1.2.2. 数感

数感是人对数与运算的一般理解, 它是一种主动地、自觉地或自动化地理解数和运用数的态度和意识。数感的主要表现是: 理解数的意义, 能用多种方法表示数, 能在具体的情境中把握数的相对大小关系, 能用数表达和交流信息, 能为解决问题而选择适当的算法, 能估计运算的结果, 并对结果的合理性做出解释。数感是人的一种基本的数学素养[5]。

1.2.3. 认知工具

认知工具是美国著名教学设计专家乔纳森提出的, 是指可以帮助人们完成认知任务、增强认知能力的工具。不同学者对认知工具的概念界定不同, 一般认为是教育教学中能够作为学习者智力学习伙伴的信息技术, 其目的是提升学习者的认知能力, 通过支持、引导学生的认知过程促进学生有效学习[6]。

基于上述理论框架, 结合小学低段数感培养的认知特征, 以具体形象思维为主、依赖感知与操作经验、需要多轮互动与即时反馈, 本研究将生成式人工智能作为认知工具的功能具象化为四个分析维度。其一, 感知扩展功能, 即通过动画、图像等多模态表征将抽象数概念转化为可感知的具象形式, 辅助学生建立具象经验与抽象符号之间的联结; 其二, 诊断与调节功能, 即通过动态评估学生的认知水平与错误类型, 推送适配的练习内容与策略提示, 支持个性化学习进程; 其三, 交互与反思功能, 即通过多轮对话与即时反馈外化学生的思维过程, 引导其对数量关系和解题策略进行言语化表达与修正; 其四, 认知负荷管理功能, 即通过自动化承担重复性教学事务, 释放教师有限的认知资源, 使其聚焦于教学设计、个别辅导等创造性工作。

2. 研究设计

2.1. 研究方法: 深度访谈法

本研究主要采用文献分析法和深度访谈法, 在对相关文献进行整理、分析的基础上, 通过半结构化访谈提纲, 与广州市天河区 X 小学的低段数学教师和学生家长进行面对面访谈, 深入了解生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的应用现状、实践优势、存在问题及改进需求。

半结构化访谈提纲的设计基于研究问题, 围绕四个核心维度展开: 一是生成式人工智能的使用现状, 包括使用频率、使用场景、使用方式等; 二是生成式人工智能在数感培养中的实践优势, 要求访谈对象结合具体教学或学习案例进行说明; 三是生成式人工智能应用过程中面临的问题与挑战, 包括内容设计、

学生反应、教学整合、安全监管等方面；四是对生成式人工智能辅助数感培养的改进需求与建议。

2.2. 样本信息：最大变异抽样原则

为确保样本的代表性与多样性，本研究遵循最大变异抽样原则，选取广州市天河区 X 小学的 10 名小学低段(1~2 年级)数学教师与 5 名学生家长作为访谈对象。样本具体信息见表 1、表 2。

Table 1. Interviewee teachers' basic information N = 10

表 1. 访谈教师的基本信息 N = 10

编号	教龄	所教年级	学历	数字化教学经验	生成式人工智能使用经验
T1	2 年	一年级	本科	较少(1 年以内)	无
T2	4 年	一年级	本科	一般(1~3 年)	偶尔使用
T3	8 年	一年级	硕士	丰富(3 年以上)	经常使用
T4	5 年	二年级	本科	一般(1~3 年)	偶尔使用
T5	7 年	二年级	本科	丰富(3 年以上)	经常使用
T6	10 年	二年级	本科	丰富(3 年以上)	偶尔使用
T7	3 年	一年级	本科	较少(1 年以内)	无
T8	6 年	二年级	硕士	丰富(3 年以上)	经常使用
T9	5 年	一年级	本科	一般(1~3 年)	偶尔使用
T10	9 年	二年级	本科	丰富(3 年以上)	偶尔使用

教师样本涵盖不同教龄(2~10 年)、年级(一年级、二年级)、学历(本科、硕士)、数字化教学经验及生成式人工智能使用经验的群体，能够全面反映不同背景教师对生成式人工智能应用于数感培养的态度、实践与困惑。

Table 2. Parent interview basic information N = 5

表 2. 访谈家长的基本信息 N = 5

编号	孩子年级	家长学历	职业	对人工智能工具了解程度	孩子使用人工智能工具频率
P1	一年级	本科	企业职工	一般(偶尔接触)	每周 1~2 次
P2	二年级	硕士	中小学教师	较多(经常使用)	每周 3~4 次
P3	一年级	大专	自由职业者	较少(基本不接触)	每月 1~2 次
P4	二年级	本科	公务员	一般(偶尔接触)	每周 2~3 次
P5	一年级	硕士	科研人员	较多(经常使用)	每周 3~4 次

家长样本覆盖不同学历(大专、本科、硕士)、职业、对人工智能教育工具了解程度及孩子使用频率的群体，能够反映家庭视角下生成式人工智能应用于数感培养的接受度、使用情况与潜在顾虑。

2.3. 数据分析：扎根理论编码思路

1967 年美国学者巴尼·格拉泽和安塞尔姆·施特劳斯在其合著《扎根理论的发现》中首次提出扎根理论这一研究方法，其核心特征是从资料中生成理论，通过系统性的编码过程，对原始资料进行提炼、归纳，最终形成具有逻辑性与解释力的理论框架[7]。本研究严格遵循扎根理论的编码思路，分为开放式编码、主轴编码、选择性编码三个阶段，具体操作如下。

2.3.1. 开放式编码：分解资料、概念化标签

开放式编码是对原始数据进行逐句拆解、提取关键信息、凝练初始概念的过程，核心目标是打破原始数据的整体性，挖掘数据中的潜在意义单元[8]。具体操作如下：一是逐句阅读 15 份访谈转录文本，对与研究问题相关的关键表述进行提取；二是对提取的关键信息进行概念化凝练，将上述关键信息凝练为情境生活化、感知具象化、理解难度降低等初始概念；三是对初始概念进行去重与合并，将含义相近的初始概念进行整合，经过开放式编码，共提取初始概念 42 个，见表 3。

Table 3. Open coding process
表 3. 开放式编码过程

编码类型	初始概念(部分)	数量
优势类初始概念	情境生活化、感知具象化、理解难度降低、分层出题、针对性指导、错误识别、即时反馈、互动性强、学生兴趣提升、节省备课时间、资源生成高效、正向激励	12 个
问题类初始概念	概念抽象、文字过长、超纲题目、课标把握不准、地域适配不足、拒绝动手、思维惰性、忽视反思、依赖答案、缺乏教学设计、衔接不畅、无系统培训、应用碎片化、功能挖掘不足、数据泄露风险、无关广告、内容错误、质量无把关	18 个
需求类初始概念	内容简化、难度适配、地域特色融入、操作引导、思维训练、培训支持、教学案例参考、安全防护、内容审核	12 个

2.3.2. 主轴编码：关联范畴、构建主范畴

Table 4. Main shaft encoding process
表 4. 主轴编码过程

核心范畴类型	核心范畴	包含初始范畴	核心内涵
优势类 核心范	情境创设具象化	情境生活化、感知具象化、理解难度降低	生成式人工智能能够生成贴近生活、直观形象的教学情境，降低低段学生数感认知的抽象性与难度
	学习指导个性化	分层出题、针对性指导、错误识别	生成式人工智能能够根据学生的学习水平与错误类型，提供分层、精准的学习指导与练习内容
	互动反馈即时化	即时反馈、互动性强、正畴向激励	生成式人工智能能够与学生进行实时互动，及时给予反馈与正向激励，提升学生学习主动性
	资源生成高效化	节省备课时间、资源生成高效	生成式人工智能能够快速生成教学情境、习题、课件等资源，减轻教师备课负担
问题类 核心范畴	内容适配性偏差	概念抽象、文字过长、超纲题目、课标把握不准、地域适配不足	生成式人工智能生成的内容不符合小学低段认知规律、课程标准及地域教学特色
	过度依赖风险	拒绝动手、思维惰性、忽视反思、依赖答案	学生过度依赖人工智能的辅助功能，放弃动手操作与自主思考，影响数感深层建构
	教师整合能力不足	缺乏教学设计、衔接不畅、无系统培训、应用碎片化、功能挖掘不足	教师缺乏将人工智能与数感培养教学深度融合的设计能力、操作能力与策略
	安全监管缺失	数据泄露风险、无关广告、内容错误、质量无把关	生成式人工智能在数据安全、内容质量、使用规范等方面缺乏有效监管

主轴编码是在开放式编码的基础上，对初始概念进行逻辑关联分析、归类整合，形成核心范畴的过程，核心目标是建立初始概念之间的内在联系，构建有序的范畴体系。具体操作如下：一是对 42 个初始概念进行逻辑关系分析，识别概念之间的从属关系、并列关系、因果关系等；二是根据逻辑关系对初始概念进行归类，将从属关系的初始概念归为同一范畴，三是对归类后的范畴进行命名与定义，明确每个

范畴的核心内涵与边界。经过主轴编码，共形成 12 个初始范畴，进一步整合为 8 个核心范畴，其中优势类核心范畴 4 个，问题类核心范畴 4 个，见表 4。

2.3.3. 选择性编码：提炼核心范畴、构建理论框架

选择性编码是在主轴编码的基础上，确立核心轴线，构建理论框架，并将所有范畴与核心轴线关联起来的过程，核心目标是形成统一的理论体系，回答研究问题。具体操作如下：一是确立核心轴线，通过对 8 个核心范畴的逻辑关系分析，结合研究问题，确立核心轴线，该轴线贯穿应用优势 - 实践问题 - 优化对策三个层面，能够系统回应研究问题；二是构建理论框架，以核心轴线为基础，构建优势 - 问题 - 对策的三维理论框架，其中优势层面包括个性化适配优势、可视化呈现优势、互动式体验优势、教学效率提升优势 4 个核心范畴，问题层面包括内容适配性偏差、教师整合能力不足、学生过度依赖风险、安全监管缺失 4 个核心范畴，对策层面则基于问题范畴提出针对性解决方案；三是关联范畴与核心轴线，将所有初始概念、初始范畴、核心范畴均与核心轴线建立明确的逻辑关联。

2.4. 理论饱和度检验与研究局限性

为确保编码结果的可靠性与理论构建的完整性，本研究在完成前 13 份访谈资料(10 名教师 + 3 名家长)的开放式编码与主轴编码后，进行了理论饱和度检验。检验操作如下：对第 13 份访谈资料进行逐句编码与概念提取，结果显示未再涌现新的初始概念与核心范畴，编码结构趋于稳定，初步判断达到理论饱和状态。随后，研究者对剩余第 14、15 份访谈资料(家长 P4、P5)进行补充编码验证，确认未发现新的重要概念或逻辑关系，已有 42 个初始概念与 8 个核心范畴能够充分覆盖全部访谈数据。因此，本研究认为编码达到了理论饱和要求。

同时，需要坦诚指出本研究作为探索性研究的局限性。其一，样本范围局限于广州市天河区 X 小学，仅涉及 10 名教师与 5 名家长，样本量相对较小，且地域集中于城市中心城区，未能涵盖农村、偏远地区或不同经济发展水平学校的师生视角。其二，研究主要依赖访谈法获取主观感知数据，缺乏课堂观察、学生数感能力前后测等客观行为数据的三角验证。因此，本研究所构建的教学策略框架虽具有一定理论解释力与实践参考价值，但其外部效度与普适性仍有待后续扩大样本范围、引入混合研究方法，如准实验研究、大规模问卷调查后进一步检验与完善。本研究更侧重于问题发现与理论雏形构建，旨在为后续量化研究与实证干预提供方向性参考。

核心范畴涌现与理论框架构建的透明化呈现

Table 5. The logical connection between selective encoding and the construction of theoretical framework
表 5. 选择性编码与理论框架构建逻辑关联

核心轴线维度	核心范畴	核心范畴类型	逻辑关联说明
应用优势层面 (现状)	情境创设具象化、学习指导个性化、互动反馈即时化、资源生成高效化	优势类(4 个)	基于访谈数据中教师与家长的正向体验描述提炼而成，反映当前人工智能工具在数感培养中的现实优势
实践问题层面 (瓶颈)	内容适配性偏差、教师整合能力不足、学生过度依赖风险、安全监管缺失	问题类(4 个)	与优势类范畴形成张力关系：优势未能充分发挥的关键障碍。例如，“个性化”优势因“内容适配性偏差”而受损，“资源高效”因“教师整合能力不足”而流于形式
优化对策层面 (回应)	优化内容设计、强化教师赋能、引导合理使用、完善监管机制	对策类(4 个)	针对问题类范畴的深层成因提出。例如，“内容适配性偏差”的根源在于算法训练数据与低段学情脱节，故需“优化内容设计”

为增强扎根理论编码过程的可追溯性与说服力，本研究在主轴编码形成 8 个核心范畴的基础上，进一步通过选择性编码确立核心轴线，并构建逻辑关联框架。核心轴线设定为生成式人工智能应用 - 小学低段数感培养 - 实践优化，该轴线贯穿应用优势 - 实践问题 - 优化对策三个层面，系统回应本研究的三个核心问题。

为使核心范畴与核心轴线之间的逻辑关联更为透明、直观，本研究构建了核心范畴涌现与理论框架构建的逻辑关系表(见表 5)。表 5 清晰呈现了三个层级的内在关联。

3. 生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的优势

作为适配小学低段学生认知特点的认知工具，生成式人工智能在数感培养中突破了传统教学的诸多局限，展现出四个方面的应用优势。

3.1. 个性化适配优势：满足差异化学习需求

从认知工具的诊断与调节功能来看，利用生成式人工智能对学生的认知能力和认识水平进行诊断是个性化教学的基础条件。教师可以先利用生成式人工智能帮助学生在自适应测试中发现认知弱点，再结合教材中涵盖的知识体系为学生生成相应的、个性化的补充学习资源，让学生在保持原有知识认知的前提下完成恰当的查漏补缺，以减少重复学习和盲目刷题[9]。小学低段学生的认知水平、学习速度、薄弱点存在显著差异，传统一刀切的教学方式难以满足个性化需求，而生成式人工智能能够根据学生的学习情况动态调整内容与难度，实现精准化提升学生的数感水平。

在访谈中，教师 T6 (教龄 10 年，二年级，偶尔使用人工智能工具)提到：“每个学生的薄弱点不一样，有的学生擅长计算但不理解数的意义，有的学生理解数概念但计算不熟练。生成式人工智能能通过前期测试了解学生的薄弱环节，比如发现某个学生对‘数字大小比较’掌握不好，就会推送针对性的练习和讲解，还能根据学生的答题情况调整难度，从‘10 以内比较’逐步过渡到‘20 以内比较’，避免了重复练习或难度过高导致的挫败感。”这说明 AI 通过前期诊断识别学生薄弱点并据此推送内容，使学生得以将注意力集中于自身尚未掌握的技能上，避免了“都会了的还在练、不会的反而没练到”的低效现象。

教师 T3 (教龄 8 年，一年级，经常使用人工智能工具)提到：“一年级刚入学时，学生的基础差异很大，有的学生已经会 20 以内加减法，有的学生还不认识数字。用生成式人工智能工具后，能为每个学生生成个性化学习路径，基础弱的学生从‘认识数字’‘数物体个数’开始，基础好的学生可以直接学习‘简单运算’‘数量关系’，让每个学生都能在自己的‘最近发展区’内提升数感。”

家长 P5 (孩子一年级，硕士学历，科研人员)表示：“孩子在家用人工智能工具学习时，我发现工具会记录孩子的学习情况，比如孩子经常在‘8 和 9 的组成’上出错，工具就会多推送相关练习，还会用孩子喜欢的卡通形象讲解，孩子比以前更愿意学习，数感也进步得更快。”

教师可以针对不同水平学生，将同一道易错题根据不同错因设计多种提示词，让人工智能有针对性地生成不同层次的变式题，促进学生的个性化发展[10]。个性化适配优势打破了传统教学的同质化局限，通过精准诊断、定制内容、动态调整，满足了不同学生的差异化学习需求，使数感的各项具体维度培养更具针对性。

3.2. 可视化呈现优势：化解数概念抽象性难题

从认知工具的感知扩展功能来看，生成式人工智能的可视化功能能够将低段学生难以直接理解的抽象数概念转化为具象化呈现形式，帮助其建立直观认知。

教师 T3 在访谈中表达了自己的观点(教龄 8 年, 一年级, 经常使用人工智能工具): “一年级学生理解‘10 以内数的组成’时, 传统教学用小棒摆一摆, 但学生很难理解‘分与合’的本质联系。用生成式人工智能工具输入‘10 以内数的组成动态演示’, 会生成动画: 5 个苹果先合在一起, 再自动分成 2 和 3、1 和 4 等不同形式, 还能标注出‘合起来是 5’‘分出来的两部分相加等于 5’, 学生一看就懂, 比单纯摆小棒的效果好太多。”这一案例表明, AI 的动画演示将“分与合”这一抽象关系转化为可感知的动态过程, 学生看到的是数量变化而非静止的数字符号, 从“听讲”转向“观察”, 数概念理解的认知门槛由此降低。

生成式人工智能的可视化呈现优势, 本质上是通过多模态表征(动画、图像、模拟场景)降低了数概念的认知难度, 将抽象的数关系转化为可感知、可操作的具象内容, 契合小学低段学生的认知发展规律, 帮助学生从具象感知向抽象理解平稳过渡, 为数感形成奠定基础。

3.3. 互动式体验优势: 提升数感培养参与度

从认知工具的交互与反思功能来看, 生成式人工智能能够构建互动式学习环境, 有效激发学生的学习兴趣与主动性。学生可以与生成式人工智能进行实时对话和交流, 在学习过程中遇到问题及时搜索和查阅相关的解析内容和问题答案。学生还可以在学习过程中产生更多的想法和观念, 与生成式人工智能进行及时沟通与讨论, 获得更系统、正确的反馈[11]。传统数感培养中, 学生多处于被动接受状态, 参与度较低, 而生成式人工智能的交互性特征能够构建互动式学习环境, 激发学生的学习兴趣与主动性。

访谈中, 教师 T8(教龄 6 年, 二年级, 经常使用人工智能工具)说: “生成式人工智能支持多轮对话, 学生可以随时提出疑问。比如学习‘20 以内加减法’时, 学生问‘ $15-7$ 为什么等于 8’, 工具会用动画演示‘破十法’‘想加算减法’的过程, 还会反问‘如果用“平十法”, 你觉得该怎么做’, 引导学生主动思考, 而不是单纯接受答案。”AI 的多轮对话在此发挥了“苏格拉底式助产术”的作用——通过反问触发学生对自身解题策略的审视, 帮助其将“做对了但说不清”的内隐知识外化为可表达的思路, 这正是认知工具所强调的反思功能。

教师 T9(教龄 5 年, 一年级, 偶尔使用人工智能工具)补充道: “传统课堂上, 只有少数学生能得到教师的即时反馈, 大部分学生做完练习后不知道自己是否正确。生成式人工智能能实现即时反馈, 学生做完一道题, 马上就能知道答案对错, 还能看到错误原因分析, 比如‘你把“多”看成了“少”, 再仔细看看题目哦’, 这种即时互动让学生更有学习动力。”

互动式体验优势不仅提升了学生的参与度, 更重要的是构建了学生-工具-知识的良性互动循环, 让学生在主动探索、即时反馈、自主操作中深化对数的理解, 促进数感的动态发展。

3.4. 教学效率提升优势: 减轻教师教学负担

从认知工具的认知负荷管理功能来看, 生成式人工智能能够自动化完成练习设计、作业批改等重复性事务, 有效释放教师的认知资源。

访谈中, 教师 T7(教龄 3 年, 一年级, 无人工智能使用经验, 观摩过同事使用)提出: “以前设计数感培养的练习题, 需要根据教材知识点、学生水平逐一编写, 还要制作对应的教具, 比如数字卡片、实物图片, 耗时耗力。现在用生成式人工智能, 输入‘一年级 10 以内数的组成练习题 15 道, 含情境题’, 就能快速生成不同类型的题目, 还能自动排版、生成答案和解析, 节省了大量备课时间。”

教师 T4(教龄 5 年, 二年级, 偶尔使用人工智能工具)发表了自己的看法: “作业批改也是个大难题, 低段学生的作业以计算题、填空题为主, 数量多且重复率高, 逐一批改需要花费很多时间。生成式人工

智能能自动批改作业, 不仅能判断对错, 还能统计学生的错误类型, 比如‘30%的学生在“进位加法”上出错’, 让我能精准掌握班级整体情况, 针对性地进行课堂讲解, 不用再花费时间在机械批改上。”

教师 T10(教龄 9 年, 二年级, 偶尔使用人工智能工具)补充道: “生成式人工智能还能生成多样化的教学资源, 比如数感培养的小故事、动画视频、互动课件等, 我可以直接将资源融入课堂教学, 丰富教学形式, 不用再自己制作或寻找资源, 教学效率提高了很多。”这位教师虽有丰富的教学经验, 却将 AI 仅当作出题器使用, 其他功能未被触及。这反映出教师技术素养与教学素养之间的断层——她具备教什么的知识, 却缺少 AI 能如何帮助教的认知, 这是工具从替代走向扩展的关键瓶颈。

教学效率提升优势, 本质上是生成式人工智能承担了部分重复性、机械性的教学辅助工作, 让教师能够将更多时间与精力投入到教学设计、学生引导、个性化辅导等核心工作中, 实现减负增效, 间接提升数感培养的整体质量。

4. 生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的问题

在小学低段数学数感培养中, 生成式人工智能虽具备上述优势, 但在实践中仍面临以下四重现实问题。

4.1. 内容适配性偏差: 脱离低段教学实际需求

生成式人工智能生成的数感培养内容常出现与小学低段教学适配性不足的问题, 难以契合学生认知规律与课程标准要求。部分人工智能工具生成的题目存在概念表述抽象、文字描述过长的情况, 超出低段学生的阅读理解能力。教师 T1 在访谈中表达了自己的观点: “很多生成式人工智能工具生成的内容难度偏高, 比如针对一年级学生的数感练习, 会出现‘ $25 + 18$ ’这样的两位数加减法, 超出了学生的认知范围。而且内容设计过于抽象, 没有结合低段学生熟悉的生活场景, 比如讲解‘数量关系’时, 用的是成人化的例子, 学生难以理解。”部分工具还存在超纲命题现象, 将高年级“倍数关系”“复杂应用题”纳入低段练习, 或对课标核心知识点把握不准, 过度侧重计算技巧训练而忽视数概念本质理解。此外, 地域适配性不足问题突出, 生成的生活情境多基于通用场景, 缺乏对地方文化、生活习俗的融入, 如未结合当地特色产业、地域景观设计数感培养场景, 降低了学生的代入感与理解度。

4.2. 教师整合能力不足: 难以实现深度教学融合

教师在将生成式人工智能与数感培养教学深度融合方面存在明显能力短板, 导致人工智能工具的应用效果大打折扣。部分教师缺乏系统的教学设计思维, 未能将人工智能工具与教学目标、教学环节有效衔接, 仅将其作为传统教具的简单替代, 如在课堂中机械播放人工智能生成的动画, 未设计配套的互动探究活动, 使得人工智能应用流于形式。T10 教师提到: “作为资深教师, 我传统教学经验比较丰富, 但接触人工智能技术较晚, 对人工智能的功能了解不多。我只用人工智能出练习题, 其他功能很少用, 感觉人工智能只是一个‘出题工具’, 而不是认知工具。我不知道怎么用人工智能帮助学生理解数感概念、培养思维能力, 人工智能的作用没有充分发挥出来。”

教师是生成式人工智能与数感培养教学融合的关键枢纽, 而当前教师的人工智能整合能力不足, 本质上是技术素养与教学素养的脱节: 一是设计能力不足, 缺乏将人工智能功能与数感培养教学目标、教学流程、学生认知特点相结合的系统教学设计能力; 二是操作能力有限, 对人工智能的高级功能了解不深、运用不熟, 难以充分挖掘人工智能的认知工具价值; 三是协同能力缺失, 缺乏教师之间的经验交流与协同合作, 难以形成系统化、规范化的人工智能应用策略。这种能力不足导致人工智能应用停留在表面, 无法深度融入数感培养教学全过程。此外, 人工智能应用呈现碎片化特征, 教师未形成系统的应用

策略, 在课前备课、课堂教学、课后辅导等环节的人工智能使用缺乏连贯性, 难以形成完整的数感培养闭环。

4.3. 学生过度依赖风险: 阻碍数感深层建构

小学低段学生自我约束与自主思考能力较弱, 长期使用生成式人工智能易产生过度依赖, 影响数感的深层建构。部分学生养成重答案轻过程的习惯, 遇到数感相关问题时直接求助人工智能获取答案, 拒绝动手操作、实物感知等基础认知过程, 如学习数的组成时不愿用小棒摆放, 完全依赖人工智能动画演示获取结果。更有甚者忽视对解题过程的反思总结, 导致数感培养停留在表面层面, 无法真正理解数的意义与数量关系的本质, 影响数学核心素养的长远发展。

家长 P3 提出自身的看法: “我发现孩子用人工智能做题时, 只关注答案对不对, 不关心解题逻辑。做错了也不分析原因, 直接看人工智能的解析, 然后把答案抄上去。有一次我让他做‘ $7+5$ ’, 他直接说‘人工智能说等于 12’, 我问他‘为什么等于 12’, 他说不出来。这种依赖人工智能的学习方式, 根本没法真正培养数感, 孩子的思维都变懒了。”教师 T2 提到: “有的学生做‘填括号’题目(如 $5+(\quad)=9$)时, 不尝试逆向思考‘ $9-5=4$ ’, 而是反复向人工智能提问‘括号里填几’, 直到人工智能给出答案。长期下来, 学生形成了‘被动接收答案’的思维习惯, 数感的灵活性与运用能力得不到培养, 遇到人工智能没见过的题目就束手无策。”

过度依赖还直接导致学生自主思考能力弱化, 多数学生面对数感问题时丧失独立探究意愿, 习惯等待人工智能给出现成答案与解析, 不再主动尝试通过实物操作、逻辑推理寻找解决方案。同时, 部分人工智能工具界面设计繁杂、存在无关交互元素, 易引发学生注意力分散, 如学习过程中弹出的趣味动画、互动小游戏等, 让学生偏离数感培养核心目标, 将注意力集中于非教学内容, 进一步削弱自主思考的专注度与深度。

4.4. 安全监管缺失: 存在多重使用隐患

数据隐私和安全是生成式 AI 在教育应用方面急需解决的问题之一。生成式 AI 需要大量的数据来训练其模型, 这些数据可能包含敏感信息, 如个人身份信息、学术成绩等。如果这些数据被泄露或滥用, 将会严重影响个人隐私和安全[12]。解决这个问题, 需要采取一些措施来保护数据的隐私和安全。

部分人工智能工具缺乏严格的内容审核机制, 生成的数感培养资源存在知识点错误、答案偏差等问题, 如将“8 的组成”错误标注为“3 和 4”, 或在讲解“数的大小比较”时出现逻辑漏洞, 误导学生认知。部分工具页面充斥无关广告弹窗, 干扰学生学习注意力, 甚至存在不良信息推送风险。

5. 生成式人工智能在小学低段数学数感培养中的对策研究

5.1. 优化内容生成: 提升素材的认知适配性与地域针对性

针对内容适配性偏差问题, 需从认知适配、课标适配、地域适配三个维度优化人工智能生成内容。

一是强化认知规律适配, 人工智能工具应简化概念表述, 采用短句、童趣化语言设计数感培养内容, 将抽象数概念转化为学生易理解的表述, 同时控制文字长度, 搭配直观图像辅助理解。二是严格对标课程标准, 开发贴合小学低段数感培养核心目标的内容体系, 聚焦数的意义、数量关系、运算估算等核心知识点, 通过算法优化避免超纲命题, 确保内容难度符合学生最近发展区。三是融入地域特色元素, 鼓励人工智能工具结合地方文化、生活场景设计教学情境, 如围绕当地农产品产量、地域建筑特征设计数感练习, 增强内容的亲切感与实用性。同时建立内容审核机制, 对人工智能生成的资源进行质量把关, 确保知识点准确、适配性达标。

5.2. 强化教师培训：提升 AI 工具与教学设计的融合能力

构建生成式人工智能培训平台是实现小学数学教育智能化的重要基础。该平台包含三个核心模块：课程学习、交流互动与实践模拟。课程学习模块提供重难点知识讲解视频、优质教学案例资料及人工智能应用课程，帮助教师掌握智能工具与小学数学教学的融合技巧[13]。

此培训平台的构建，强化了教师对人工智能技术的理解与实践应用水平，确保了不同地区、不同水平的教师都能接受培训，进而促进教师智能素养的发展。

通过系统培训与资源支持，提升教师将生成式人工智能与数感培养教学深度融合的能力。开展专项培训课程，涵盖人工智能工具功能应用、教学设计融合、个性化教学实施等内容，帮助教师掌握可视化情境设计、个性化练习定制、学习数据解读等高阶技能。建立教学案例共享平台，收集整理优秀的人工智能结合数感培养教学案例，为教师提供可参考的实践范式，如展示如何通过人工智能工具设计数感探究活动，如何根据人工智能生成的学习数据调整教学策略。鼓励教师组建教研共同体，围绕人工智能应用中的难点问题开展集体研讨，如探讨如何通过人工智能工具衔接课前预习与课堂教学、如何利用人工智能数据优化分层教学等，形成常态化教研机制。

此外，教育部门与学校应提供技术支持，配备专职技术人员，协助教师解决人工智能工具使用过程中的技术难题，为深度融合教学提供保障。

5.3. 引导合理使用：建立“先思考后求助”的使用规范

采取工具赋能与习惯培养的双重策略，引导学生合理使用生成式人工智能，避免过度依赖。在教学中明确人工智能工具的辅助定位，设计人工智能结合动手操作的混合学习模式，如学习 10 以内加减法时，要求学生先通过小棒摆放、实物计数得出结果，再用人工智能工具验证答案、观看解析，培养“先思考后求助”的学习习惯。

教师与家长需共同制定使用规范，限定人工智能工具的使用场景与时长，如仅在课后辅导、难题突破时使用，禁止作业完成过程中直接使用，同时引导学生做好学习反思，要求其用语言或文字描述人工智能解析的逻辑过程，强化对解题思路的理解。人工智能工具还应增设过程引导功能，减少直接答案输出，通过分步提问、思路提示等方式引导学生自主探索，如解答数量比较问题时，先提问“谁的数量更多？你是怎么看出来的？”，逐步培养学生的自主思考能力。

5.4. 完善监管机制：构建多方协同的安全防护体系

构建技术防护、制度约束、多方协同的监管体系，保障生成式人工智能在数感培养中的安全规范使用。首先，需要采用加密技术来保护数据的传输和存储。其次，需要实行访问控制机制，以确保只有授权人员才能访问数据。此外，需要对数据进行匿名化和去标识化，以保护个人隐私[14]。

在技术层面，人工智能工具需强化安全防护设计，增设内容过滤功能，自动屏蔽无关广告与不良信息，建立知识点错误自动检测机制，减少错误内容输出。加强数据安全保护，采用加密技术存储学生个人信息与学习数据，明确数据使用权限，严禁违规收集、泄露学生隐私。除了技术手段，还需要制定相关的法律法规来保护数据的隐私和安全。这些法律法规应该规定数据收集、使用和保护的标准和流程，以确保数据的合法性和安全性。同时，需要将数据隐私和安全纳入生成式人工智能的开发和应用规范中，以促进生成式人工智能的可持续发展[15]。

在制度层面，制定人工智能教育工具使用规范，明确内容质量标准、安全管理要求、使用时长限制等，要求工具供应商定期进行安全检测与版本更新。建立多方协同监管机制，由学校、家长、教育部门共同参与，学校负责课堂内人工智能使用的规范引导，家长监督课后使用情况，教育部门定期开展人工

智能教育工具质量抽检, 对不符合要求的工具进行整改或禁用, 形成全方位的监管合力, 为学生营造安全、健康的人工智能学习环境。

5.5. 基于生成式 AI 的“100 以内数的认识”教学活动案例

为将上述四项对策转化为可感知的教学实践, 本部分以小学一年级“100 以内数的认识”为例, 呈现生成式 AI 融入数感培养课堂的具体活动设计。

5.5.1. 课前备课

教师向 AI 输入提示词, 要求生成 5 张物品随机排列图片, 每张数量在 30 至 80 之间, 附带数量范围估计和数数方法的引导提问。与传统网络搜索只能获取现成图片不同, AI 可按教师指定的物品类型、数量范围和本地特色即时生成素材。教师从 AI 返回的结果中筛选 3 张用于课堂, 并根据自己对班级学生水平的了解, 进一步要求 AI 调整其中一张图片的物品为本地特色物产, 使数感练习更贴近学生生活。

5.5.2. 课堂教学

课堂采用先动手操作、后 AI 验证的流程。第一环节, 屏幕快速闪现 AI 生成的物品图片, 停留 3 秒后消失, 学生凭直觉估计数量并记录, 随后同桌合作用小棒摆出自己估计的数量。第二环节, 各小组采用不同策略数出图片中的物品总数, 有的 1 个 1 个数, 有的 2 个 2 个数, 有的 10 个 10 个数。数完后, 教师操作 AI 动态演示 10 个一圈的群数过程。与传统播放预制动画不同, AI 可根据学生实际采用的策略现场调整演示方式, 比如有学生提出按 2 个一圈试试, 教师输入指令即可重新演示。学生将自己的数数结果与 AI 演示对照, 讨论哪种方法更快更准。第三环节, 教师请 AI 同时生成三幅对比图——同一数量的物品分别按 10 个一组、5 个一组、散乱排列三种方式呈现, 让学生直观感受“按群计数”的优势。

5.5.3. 课后延伸

AI 根据学生课堂练习中的表现, 向不同水平的学生推送差异化巩固练习。练习采用先选思路、再填答案的方式, 要求学生先选择打算用什么方法数数或计算, 再输入结果, 避免直接猜测。家长端可查看孩子当日练习时长与完成情况, 家校共同控制单次使用不超过 20 分钟。

案例小结: 整个教学过程中, AI 承担的是情境素材生成、动态演示调整、对比图即时绘制等角色, 这些任务若由教师提前制作教具或课件, 需花费大量时间且难以根据课堂现场灵活调整。而估算、数数、讨论、归纳等需要学生自主完成的认知活动, 始终由学生亲身实践, AI 不替代这些核心过程。四条对策在此案例中分别有所着落, 也说明了生成式 AI 作为认知工具“扩展而非替代”的基本定位。

基金项目

本研究系 2023 年湖北省高等学校省级教学改革研究项目: 新工科背景下基于云计算和 AIGC 的混合式教学模式研究(2023296)研究成果。

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] 滕发祥. 数感及其教育价值[J]. 课程·教材·教法, 2004(12): 47-50.
- [3] 张惠彬, 许蕾. 生成式人工智能在教育领域的伦理风险与治理路径——基于罗素大学集团的实践考察[J]. 现代教育技术, 2024, 34(6): 25-34.
- [4] 于济凡, 刘惠琴. 基于生成式人工智能新特征的研究生教育融合创新探析[J]. 学位与研究生教育, 2025(9): 28-34.
- [5] 孙晓燕. 数感的认识及其培养策略[J]. 教育探索, 2017(4): 20-22.
- [6] 郭永山. 认知工具支持的小学数学探究式教学研究[J]. 甘肃教育, 2024(17): 41-44.

-
- [7] 陈向明. 扎根理论的思路和方法[J]. 教育研究与实验, 1999(4): 58-63+73.
 - [8] 丁高奎, 李支其. 小学语文教师教研激情影响因素研究——基于扎根理论方法分析[J]. 语文建设, 2025(2): 75-80.
 - [9] 李晴. 运用生成式人工智能促进小学数学个性化学习的路径探究[N]. 科学导报, 2025-10-22(B02).
 - [10] 朱诗韵. 生成式人工智能在小学数学变式题设计中的应用[J]. 浦东教育, 2025(7): 15-19.
 - [11] 张永瑞. 生成式 AI 赋能小学数学教学的创新路径[J]. 家长, 2025(29): 56-58.
 - [12] 周亚建, 陆晓红. 人工智能时代的中小学智能教育[J]. 中国教育学刊, 2023(S1): 6-8.
 - [13] 张钦钦. 生成式人工智能技术赋能小学数学教育的研究[J]. 智力, 2025(10): 34-37.
 - [14] 崔向平, 赵龙, 卢彩晨, 等. 人工智能整合教学研究的热点、主题与趋势分析——基于图谱分析和技术整合的视角[J]. 现代教育技术, 2022, 32(8): 83-91.
 - [15] 于浩, 张文兰, 杨雪琼. 生成式人工智能在教育领域的应用、问题与展望[J]. 中国成人教育, 2023(7): 30-36.