

小学数学教师跨学科教学素养研究的演进： 从思辨走向循证

刘晓歌，习悦

北华大学教育科学学院，吉林 吉林

收稿日期：2026年9月10日；录用日期：2026年10月12日；发布日期：2026年10月19日

摘 要

2022版数学新课标要求落实跨学科主题学习，对小学数学教师专业能力提出新要求。通过系统梳理相关文献发现，该领域研究正由经验思辨转向循证实证，实证调研普遍反映教师存在跨学科教学“理念认同高、实践落地弱”的现实困境。现有研究已在素养结构、测评工具、培育路径上取得一定成果，但仍缺少教师素养作用于学生数学核心素养发展的因果证据，学科专属测评工具不足，实证研究生态效度有限。据此，后续研究应强化纵向追踪的循证设计，构建小学数学本土化跨学科教学理论体系。

关键词

跨学科教学素养，研究范式，循证研究，文献综述

Research on Primary-School Mathematics Teachers' Interdisciplinary Teaching Literacy: Evolution from Speculation to Evidence-Based Research

Xiaoge Liu, Yue Xi

School of Education Science, Beihua University, Jilin Jilin

Received: September 10, 2026; accepted: October 12, 2026; published: October 19, 2026

Abstract

The 2022 edition of the new mathematics curriculum standard requires the implementation of

interdisciplinary thematic learning, which puts forward new demands for the professional competence of primary-school mathematics teachers. A systematic review of relevant literature shows that research in this field is shifting from experiential speculation to evidence-based empirical studies. Empirical investigations generally reveal the practical dilemma of “high recognition of ideas yet weak practical implementation” among teachers in interdisciplinary teaching. Existing studies have yielded certain achievements in competency structure, assessment tools and cultivation paths. Nevertheless, causal evidence regarding how teachers’ literacy contributes to the development of students’ core mathematical competencies remains scarce, discipline-specific assessment tools are insufficient, and empirical studies are constrained by limited ecological validity. Accordingly, future research should strengthen evidence-based designs with longitudinal tracking and construct a localized theoretical system for interdisciplinary teaching in primary-school mathematics.

Keywords

Interdisciplinary Teaching Literacy, Research Paradigm, Evidence-Based Research, Literature Review

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

1.1. 政策驱动

2022 年《义务教育课程方案》明确规定,各学科需拿出不少于 10%课时开展跨学科主题学习[1],《义务教育数学课程标准(2022 年版)》进一步倡导依托主题式、项目式活动开展数学综合性教学[2],跨学科教学由教育理念倡导转化为硬性课程实施要求,小学数学教师跨学科教学素养直接关系新课标综合育人目标能否真正落地。

1.2. 现实问题

政策层面对跨学科教学提出明确落地要求,但一线课堂却暴露出突出的现实矛盾。教师群体大多认可跨学科教学对发展学生综合思维的育人价值,却很难转化为稳定的课堂教学行为,实践中时常出现脱离数学核心知识点、简单拼接多学科素材,或是教学设计完全依赖个体经验、缺少可复制实操范式等问题,叠加教师知识储备不足、教研与配套保障缺位等现实条件约束,最终形成“理念高认同、实践低成效”的普遍实践悖论。

1.3. 研究缘起

实践层面暴露的知行割裂问题,亟待学术研究作出回应,但反观该领域已有成果,大量研究仍停留在经验思辨层面,主要依靠理论演绎、零散课例总结提出理想框架与宏观对策,缺少实证数据支撑,难以揭示教师知行脱节背后的内在机制,也难以为教师培训、课程实施提供可靠的循证参考。实践困境与研究短板并存,意味着有必要对该领域既有研究开展系统梳理,厘清研究从思辨走向循证的完整演进脉络。据此,本文采用系统性文献综述法,对国内小学数学教师跨学科教学素养相关研究进行整理评述,明晰现有研究成果与局限,为该领域后续循证研究推进以及教师专业发展提供参照。

2. 文献检索策略

2.1. 文献检索范围与策略

中文文献检索选取中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台、维普中文期刊数据库三大综合检索平台,以全面覆盖国内该领域期刊论文、学位论文等学术成果。外文文献检索选用 Web of Science 核心合集,以获取国际学术界相关研究成果,拓宽理论视野。

检索时间跨度设定为 2015 年 1 月至 2025 年 12 月。该范围既完整覆盖《义务教育数学课程标准(2022 年版)》颁布前后的研究周期——可考察新课标对该领域研究的推动效应,又可追溯该领域研究的学术源流与发展脉络,确保时间维度的完备性。

中文检索关键词围绕研究核心议题设定为“小学数学”“教师跨学科教学素养”“数学跨学科教学”“学科融合教学”“循证教学”;英文检索词对应为“Primary Mathematics Teacher”“Interdisciplinary Teaching Literacy”“Mathematics Integrated Teaching”“Evidence-based Teaching”。采用布尔逻辑运算符进行组合检索,确保检索的查全率与查准率。

在具体组合逻辑上,中文检索采用“主题词 + 限定词”的分层策略:第一层以“小学数学”与“跨学科教学”“跨学科教学素养”“学科融合教学”分别组合,用于锁定数学学科情境下的跨学科教学研究;第二层以“教师素养”“教学素养”“专业素养”与“跨学科”组合,用于识别教师素养维度的研究;第三层以“循证”“实证”“调查”“测评”等词与上述主题组合,用于筛选具有经验数据支撑的研究。英文检索采用“Primary Mathematics Teacher”与“Interdisciplinary Teaching Literacy”“Mathematics Integrated Teaching”“Evidence-based Teaching”的组合,并辅以“interdisciplinary”“integrated curriculum”“teacher competence”等近义词扩展。对于“跨学科教学”等宽泛检索词,研究通过限定“小学数学”“数学教师”等学科情境词进行过滤,避免泛化基础教育研究混入。

2.2. 文献筛选流程与纳入标准

文献筛选按照系统化流程分阶段实施,纳入标准限定为:(1)研究对象聚焦小学数学在岗教师;(2)研究主题围绕跨学科教学素养展开理论思辨或实证调研;(3)文献类型为期刊论文或硕士学位论文。排除标准包括:(1)纯政策解读类文献或泛化基础教育研究;(2)重复刊发文献;(3)会议摘要及短篇通讯等文本。

筛选流程分为三个步骤:首先进行数据库间去重处理,剔除重复文献;继而通过阅读标题与摘要进行初筛,排除明显不符合纳入标准的文献;最后通过全文精读复核、文献追踪,确认最终纳入文献样本。文献检索与筛选流程如下(见图 1)。

2.3. 文献质量评价

为控制纳入文献的方法学质量,本研究在主题编码前增设质量评价环节。评价框架参照系统综述常用标准,结合本领域研究类型,确定四项指标:来源可靠性、研究设计适切性、数据与分析透明度、结论与证据匹配度,均按“高-中-低”三级评定。

来源可靠性方面,纳入文献均为正式期刊论文或硕士学位论文,整体较高。研究设计适切性分化明显:大样本量化调查与量表开发类研究质量较高,抽样、信效度与统计分析较规范;部分学位论文和区域调查次之;思辨类文献普遍评为“低”,因其以理论演绎和零散课例为主,无系统数据收集。数据透明度上,量化研究较好,质性研究参差不齐,干预研究多缺乏长期追踪。结论与证据匹配度总体尚可,但部分思辨文献对策空泛,部分量化研究存在将相关关系作因果表述的倾向。

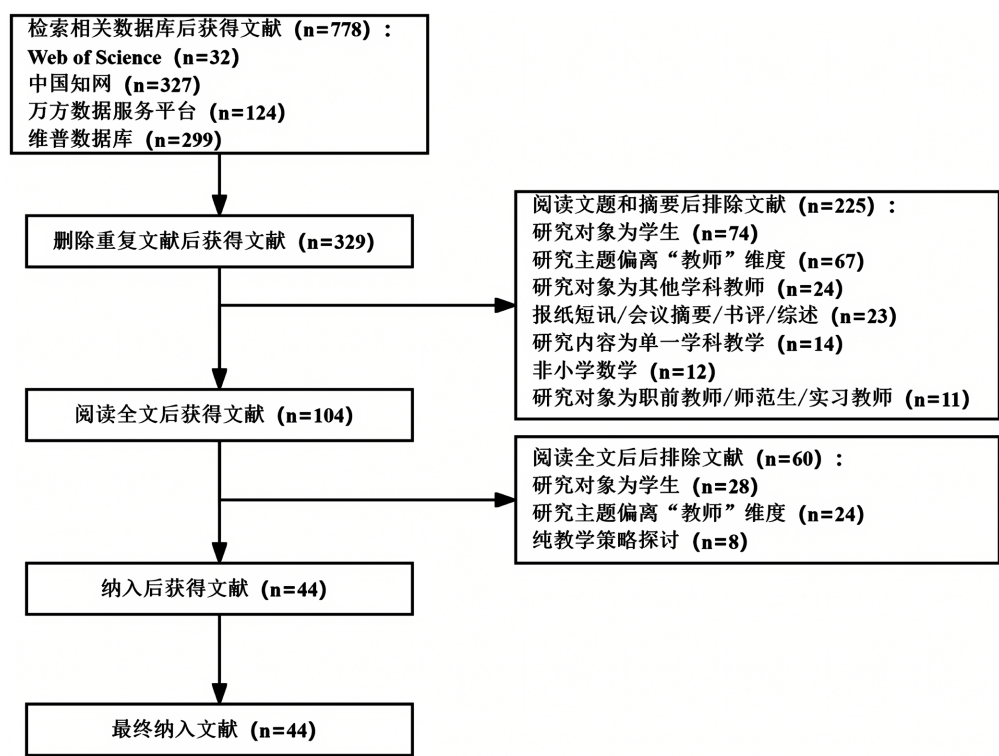


Figure 1. Flow diagram of literature search and screening
图 1. 文献检索与筛选流程图

评价由研究者独立完成，对存疑文献经讨论后复核确认，确保评定结果的可靠性。后续分析中，高质量实证研究在素养结构、测评工具和干预路径等结论上优先采信；低质量思辨文献仅作概念演进与问题意识的参考，不作为效果判断的直接证据。

2.4. 分析框架与编码方案

为保障综述分析的系统性与可重复性，本研究构建“概念界定－研究范式演进－核心研究内容－研究局限与未来展望”四维分析框架，对纳入文献进行主题编码、归类对比与评述总结。各维度的编码类别、操作定义及编码示例如表 1 所示。

Table 1. Document-coding framework and operational scheme
表 1. 文献编码框架与操作方案

分析维度	编码类别	操作定义
概念界定	操作性定义	提取文献对“跨学科教学素养”核心概念的界定方式
	维度结构	记录素养的构成维度(知识、能力、态度等)及层次划分
	概念边界	识别与邻近概念(跨学科能力、STEM 素养、综合素养)的区分与关联
研究范式演进	思辨研究	理论阐释、概念辨析、经验总结类，无系统数据收集与分析
	实证研究－量化	问卷调查、量表开发、统计分析等定量方法
	实证研究－质性	个案研究、访谈、课堂观察等定性方法
	实证研究－混合	量化与质性方法结合的研究设计
	理论视角	研究所依托的理论框架或模型

续表

核心研究内容	素养结构/模型构建	研究指向跨学科教学素养的构成要素、维度关系或模型建构
	现状调查与测评	对教师跨学科教学素养进行测量、评价或现状描述
	影响因素分析	探讨影响教师跨学科教学素养的个人或环境因素
	培养/提升策略	提出教师跨学科教学素养的发展路径、培养模式或改进建议
研究局限与展望	样本局限性	样本来源单一、样本量不足、地域覆盖有限等
	研究方法局限	横截面设计、工具局限、数据单一等
	理论建构局限	概念边界模糊、理论框架单薄等
	前瞻性议题	对未来的研究建议与发展方向

各维度编码由研究者独立完成,对编码不一致的文献经讨论后复核确认,确保编码结果的可靠性与综述方法的可重复性。编码结果将作为后续各维度分析的经验依据,支撑“概念界定-研究范式演进-核心研究内容-研究局限与未来展望”四维框架的系统论述。

2.5. 文献年度分布与范式转型

从纳入文献的年度分布来看(见表 2),2015~2021 年间,相关研究稀少,仅有 1 篇文献符合纳入标准,占纳入文献总量的 2%。需要说明的是,[1] [2]为政策文件,属于本研究的分析依据,不计入文献计量统计;研究文献为[3]-[46],共 44 篇。2022 年《义务教育数学课程标准(2022 年版)》正式颁布后,文献数量呈现爆发式增长态势:2022 年纳入 1 篇,2023 年纳入 7 篇,2024 年纳入 14 篇,2025 年纳入 21 篇。2022~2025 年累计纳入文献达 43 篇,约占纳入文献总量的 98%。这一分布特征清晰表明,新课标的颁布是推动该领域研究迅速升温的关键性政策节点。

Table 2. Annual distribution of included literature from 2015 to 2025

表 2. 2015~2025 年纳入文献年度分布

年份	2015~2021	2022	2023	2024	2025
数量	1	1	7	14	21

将 2022 年新课标颁布作为时间节点进行前后对比(见表 3),可以清晰地观察到研究范式的显著转型。新课标前(2015~2021 年)的 1 篇文献为理论建构类研究,属于思辨研究范式。新课标后(2022~2025 年)的 43 篇文献中,实证研究(含问卷调查、个案研究、行动研究)与理论建构类(含模型构建、指标开发)文献合计 33 篇,占比达 77%;思辨类文献下降至 10 篇,占比 23%。上述数据表明,该领域研究正经历从思辨走向实证、从理论探索走向循证研究的方法论转型。

Table 3. Comparison of literature characteristics before and after the new curriculum standard

表 3. 新课标前后文献特征对比

对比维度	新课标前(2015~2021)	新课标后(2022~2025)
文献数量(保留文献)	1 篇	43 篇
全部检索文献(去重后)	约 18 篇	约 307 篇
思辨类占比	100% (1 篇)	约 23% (10 篇)
实证类/理论建构类占比	0%	约 77% (33 篇)

3. 概念演进与理论基点

3.1. 概念的解构与演进：从“跨学科意识”到“跨学科 PCK”

该领域概念演进的核心争议在于：跨学科教学素养究竟是通用跨界能力，还是数学学科专属能力？围绕这一争议，已有研究呈现从“泛化”到“收敛”的演进轨迹。

早期研究倾向通用取向，将跨学科教学素养等同于 STEAM 通识综合教学能力，侧重宏观育人理念阐释，未区分通用跨界能力与数学专属教学能力，导致概念泛化，难以指导数学差异化课堂设计[3] [4]。钟启泉基于对美国 STEAM 与日本“综合学习”的国际比较，将“跨学科素养”界定为“将两门或两门以上的学科整合起来，旨在把新的知识同既有的知识、信息与体验链接起来，促进学习者超越单一学科范畴的深度理解”[5]。这一界定提供了重要概念起点，但仍停留于宏观育人层面。

随后研究转向学科立场。朱德全、彭洪莉提出标准化定义，强调教师立足自身学科本位，融合关联学科开展综合教学，确立“学科立场”核心准则[6]；朱立明将跨学科素养视作小学数学教师九大核心素养组成部分，强调其须锚定学生数学核心素养发展目标[7]。伴随 TPACK、MPCK 理论普及，学界进一步提出数学跨学科教学 PCK 概念，突出数学本体知识在多学科融合中的锚定地位——数学不仅是工具性学科，更是价值性学科，通过数学建模将现实问题转化为数学问题，再回归现实情境解释与验证[8] [9]。这一概念区别于文理科通用跨界能力，专门适配小学数学建模、数据分析、综合实践等课堂场景[10] [11]。Manchester 等关于学科素养实践在小学数学与计算机科学整合中的应用，也为“语言实践”与“学科思维”融合提供了理论参照[12]。

概念演进呈现出一条从通用框架向学科立场收敛的路径，但通用与专属之间并非截然对立。通用取向便于跨学科比较和大规模测评，学科取向则更贴合数学课堂的实际需求。就当前研究来看，跨学科教学素养的界定仍需以数学学科立场为根基，同时保留必要的通用维度，以便在学科适配与跨学科比较之间取得平衡，形成“通用 + 专属”的复合结构。

3.2. 关于素养核心维度的不同观点及其理论根源

已有研究在素养核心维度上的分歧，集中在两个问题上：跨学科教学素养应划分为几个维度，以及数学学科主体性在维度框架中处于什么位置。分歧的深层根源，在于研究者对“教师信念与情意是否构成独立维度”这一问题的不同判断。

在维度划分之前，思辨研究首先回应的是跨学科融合中的“边界失衡”问题。苏玲较早指出，小学数学跨学科教学必须以数学本体知识为根基开展多学科知识交融渗透，警惕流于表面的形式化融合[13]。程明喜讨论数字技术背景下教师跨学科教学的新要求[14]，李雯君、田莉聚焦教师对跨学科主题学习的“认识误区”[15]，二者共同指向一个教学误区：多学科素材堆砌容易冲淡数学核心重难点。这一组前后接续的思辨研究共同确立了素养维度划分的前置原则：跨学科教学不能以牺牲数学学科内在逻辑为代价，所有跨学科素养的要素设计，都必须守住数学学科本位这一底线。

在此前提下，已有研究形成两类取向。一类倾向通用框架，将素养划分为跨学科教学知识、能力和情意三个维度。朱德全、彭洪莉运用德尔菲法和层次分析法构建了三维测评模型[16]，其依据是教师素养研究中的通用能力框架，便于跨学科、跨学段比较与大样本施测。该框架同时划定了上述底线：跨界活动须服务于学生数学核心素养培育。

另一类主张进一步细化，将教师意愿与信念纳入素养结构。段志贵、韩怡洋将素养解构为跨学科教学意愿、知识、能力、信念四个维度，讨论各维度对教师教学观念转变、教学理解加深与教学能力提高的作用[17]；王丽美、宋乃庆运用扎根理论，构建了意识、知识、能力、情意四维框架，下设 14 个二级指标[18]。这类框架的理论依据来自学科教学知识(PCK)与教师信念研究，关注的是三维框架对教师主体

性关注不足的问题。

与维度划分相呼应,部分研究从现实困境与提升路径切入,讨论数学学科主体性如何落实。董雨嘉将“师资短缺”视为跨学科教学的核心困境之一,主张通过提升教师跨学科教学能力加以应对[9];孙兴华则从教师专业能力提升的实践路径切入[19]。这些研究虽未直接参与维度之争,但共同指向一个前提:素养维度划分不能脱离数学学科主体性与跨学科融通性之间的平衡。

3.3. 循证视角下的概念重构

概念界定之后,如何将抽象素养转化为可观测指标,成为另一争议点:思辨界定与循证测量孰先孰后、如何衔接?

循证研究通过问卷调查、课堂观测等一手数据完成概念操作化。王丽美、宋乃庆运用扎根理论,通过质性数据系统编码,将抽象“跨学科教学素养”分解为可观测可测量的具体指标,实现从思辨概念到操作化工具的范式跨越[18]。姜文、严虹基于1845名中小学数学教师的调查数据,发现民族地区数学教师跨学科教学素养整体水平良好但跨学科教学知识和能力偏低,且呈现男教师显著高于女教师、小学教师显著高于初中教师等群体差异[20]。袁影通过问卷调查与教师访谈结合,发现小学数学跨学科教学面临多学科知识结构无序引发认知过载、学科知识关联点零散阻碍知识统整、教师跨学科教学能力结构性缺失等现实问题[21]。Fan和Li基于中国小学数学教师调查数据,发现技术教学准备度与教师跨学科教学能力呈显著正相关[22]。

上述研究采用因子分析、三角验证等方法,将素养转化为可操作测量指标,修正了原有线性结构假设,发现信念维度对教学行为的预测作用优于知识维度,证实维度间存在交互关系,弥补了理论演绎缺乏实证检验的不足。

4. 研究范式的转向

4.1. 经验思辨范式阶段:特征与固有局限

4.1.1. 核心研究特征

2015~2021年为思辨研究主导期,研究素材以政策文本解读、单校零散教学课例、理论逻辑推演为主,产出形式多为定性评述、宏观经验建议,遵循“政策解读-理论推演-理想框架-宽泛对策”研究路径,大规模一线实证数据支撑。思辨研究的核心价值在于搭建该领域基础话语体系,厘清跨学科教学的内涵、价值、实施原则,为后续循证研究提供理论假设与概念工具。叶志强、崔佩佩聚焦“小学全科教师”跨学科教学问题,从理论层面分析了全科教师面临的制度困境与身份认同问题[5];另有学者虽采用调查开展研究,但样本局限于单一城市,研究设计仍带有思辨向实证过渡的特征[4]。该阶段研究在概念界定、实施原则梳理方面具备重要的奠基价值。

4.1.2. 范式内生局限

思辨研究案例样本单一,多局限于个别学校、少数教师,缺少变量控制与统计检验,研究结论普适性不足;仅能描述表层教学现象,无法挖掘教师知行割裂的深层机制;提出的提升策略多为“加强培训、完善制度”空泛倡议,未区分城乡、教龄、学历教师差异化需求;理论模型未经数据校验,部分指标脱离小学数学教学实际,落地适配性较差。当政策落地暴露出大量现实教学矛盾后,纯思辨范式解释力不足的缺陷全面显现,倒逼学界转向循证实证研究。

4.2. 不同研究方法揭示的教师困境之异同

2022年新课标颁布后,循证实证研究数量逐年攀升,逐步取代思辨研究成为主流范式,形成量化、

质性、混合研究、干预实验多元并行格局。围绕“教师困境究竟应由何种方法论揭示”这一争议，量化、质性与干预研究给出了不同答案，也形成了互补。

量化研究揭示“分布性困境”。研究者广泛使用标准化量表、问卷、结构方程模型开展区域大规模教师普查。姜文、严虹开展调研，证实学校常态化跨学科教研是最强正向影响因素，短期专题培训提升效果微弱[20]。舒洋、金书瑶、陶园分别从教学能力现状、胜任力水平和教学现状等维度切入[23]-[25]；王冬晖以区域样本为依托聚焦困境识别与策略分析[26]。在此基础上，诸多学者将研究视角拓展至模型构建、城乡差异比较和区域现状调查[10][27]，使量化研究从单一现状描述逐步走向多维度、多层次的结构化分析。燕学敏进一步从发展现状、存在问题与提升路径三个层面系统呈现了小学教师跨学科教学素养的实证图景[28]。

质性研究揭示“机制性困境”。量化研究虽便于把握群体整体趋势，但难以还原教师素养发展的内在过程。研究者依托半结构化访谈、课堂编码观察、教学叙事采集微观情境资料，弥补问卷脱离真实课堂的局限。其中鲁思维、范春婷从认知层面展开，兼顾教师跨学科教学的静态概念理解与课堂现场动态认知加工过程[29][30]；李杨静茹、苟丽阳、王月则转向实践、制度与干预维度，探究教师专业学习、教学知识演进、教研共同体运行以及干预下的素养发展轨迹[31]-[33]。不同研究切面彼此互补，推动质性循证由碎片化经验描述走向系统化的理论建构。

干预研究揭示“转化性困境”。现有干预研究证实，持续一学期的跨学科课例共同体研修可显著提升教师课程整合设计能力，单纯理论讲座仅能提升理念认同，无法转化为课堂实操行为[31]。Zhao 等聚焦人工智能融入小学数学教学的教师技术教学准备度，发现技术教学准备度与教师跨学科教学设计能力呈显著正相关[34]。这类研究能够验证研修模式的实际成效，但多依托专项资源开展，与乡村学校常态化教学环境存在差距，长期效应追踪不足。

三类研究共同指向一个核心判断：教师跨学科教学困境并非单纯的“知识不足”或“态度不端”，而是理念、知识、能力、情意、制度环境等多重因素交织的结果。量化研究提供了群体分布证据，质性研究提供了机制解释，干预研究提供了改进路径，但三者之间尚未形成有效的证据链整合。覃万安等对小学数学跨学科教学的问题审视也表明，路径优化若缺乏对课堂实施条件的系统关照，难以真正推动教学改进[35]。更关键的是，现有研究多割裂教师、课堂、学生三大主体，缺少同一群体的连续追踪数据，难以建立“教师素养改善→课堂转型→学生素养提升”的完整因果链条[36]。这正是循证研究下一步需要突破的核心瓶颈。

4.3. 研究范式演进对比

为直观呈现两类范式在研究哲学、方法工具、样本规模、结论性质和实践应用上的本质区别，本研究从六个维度对“经验思辨范式”与“数据循证范式”进行系统对比(见表 4)。

Table 4. Comparison of the evolution of research paradigms for primary-school mathematics teachers' interdisciplinary teaching literacy

表 4. 小学数学教师跨学科教学素养研究范式演进对比

对比维度	经验思辨范式(2015~2021 年)	数据循证范式(2022~2025 年)
研究哲学	理性主义——基于理论演绎与逻辑推演，从政策文本和已有理论出发推导研究结论	经验主义——基于系统收集的经验数据，以观察、调查、实验获取的证据作为推论基础
主要方法	政策文本分析、概念辨析、理论推演、零星课例评析	问卷调查、半结构化访谈、课堂编码观察、行动研究、混合方法
数据来源	政策文本解读、个别学校课例、研究者个人经验与判断(缺乏大规模实证数据支撑)	区域大规模问卷(如 1845 名教师)、深度访谈、课堂录像编码、前后测干预数据

续表

核心关注点	“应然”问题：跨学科教学应该是什么？应该怎么做？教师应该具备哪些素养？	“实然”问题：教师实际素养水平如何？不同群体差异何在？影响因素怎样发挥作用？干预是否有效？
成果形式	定性评述、理论框架、理想化模型、一般性对策建议	量化的素养水平数据、有统计检验的群体差异报告、基于数据的解释性模型、有前后测对比的干预方案
局限性	样本单一、无统计检验、结论外部效度存疑；策略空泛、未区分群体差异；模型未经数据校验、落地适配性差	横截面数据难以揭示素养发展轨迹；部分量表跨文化/跨区域适用性待检验；干预研究的长期效应追踪不足

表 4 清晰显示，该领域研究范式的演进并非简单的线性替代，而是在政策驱动、方法自觉和方法论迭代的共同作用下，实现了从理论演绎到数据归纳、从应然判断到实然描述、从单薄课例到大样本调查的系统性转变。经验思辨范式为该领域奠定了概念基础和问题意识，但受限于方法论先天不足，难以回答政策落地后涌现的现实教学矛盾；数据循证范式以大样本量化调查、深度质性分析和混合研究设计回应了上述局限，为教师跨学科教学素养的精准诊断、差异比较和有效干预提供了可靠的知识基础。值得注意的是，两种范式并非截然对立——思辨研究提供的理论假设和概念工具是循证研究的设计前提，而循证研究的发现又反过来修正和丰富了理论框架，二者共同推动了该领域知识生产的螺旋式上升。

5. 国际比较视野下的跨学科教师素养研究

将中国研究置于国际参照系中，可以发现中外在跨学科数学教师素养研究上既有共性，也存在研究重点与培养模式的显著差异。

研究重点的异同。国际研究更关注教师跨学科教学行为中可观察的引导策略与认知调适过程。Tytler 等学者对小学一年级跨学科数学与科学教学序列的课堂分析表明，教师在引导学生进行表征建构时，其教学行为可归纳为定向、表征挑战、达成共识以及应用与拓展四个递进阶段[37]。这一发现将研究焦点从静态的素养维度转向教师在真实课堂中如何支持学生跨表征的意义转换。相比之下，国内研究在素养维度划分与测评指标构建上投入了较多理论精力，形成了“知识 - 能力 - 情意”等结构化框架，但对课堂中教师引导行为的具体阶段与认知调适机制的微观考察仍显不足。这一差异提示，国际研究对“教学行为如何发生”的追问，恰好可以补充国内研究在“素养结构如何构成”之外所缺失的实践维度。

培养模式的差异。这一差异可从两个层面理解。在时间跨度与组织形式上，Tytler 等的三年纵向设计研究项目表明，教师配对在“共同规划 - 共同教学 - 共同反思”的循环中逐步发展跨学科教学能力，形成长周期、配对协作的培养路径的研究[37] [38]；国内则以“校本教研共同体”“单元整体备课”等学期内短周期研修为主，较少形成跨年度的教师配对追踪机制。在内容焦点上，他们强调跨学科教学需在学科内容与教学法之间建立协同交织，而非简单并置两个学科的活动；Yim 等学者也指出，教师培训应同时包含理论框架与教学策略，并建议建立平台供教师交流课程计划与教学资源[39]。Broza 等对音乐 - 数学跨学科教学的研究则发现，职前教师对跨学科教学表达出好奇心，但普遍反映需要更好的培训与资源支持，这提示培养内容还需关注教师的情感态度与资源保障[40]。反观国内，培养路径研究对“两个学科内容如何协同设计”着墨不多，多停留在教研活动形式与制度保障层面。两个层面叠加，指向同一短板：国内研究对教师配对协作过程与学科间内容协同设计方法的系统关注仍显不足，职前教师培养的系统性设计也较少进入研究视野。

面临挑战的共通性。中外研究在教师困境上存在明显交集，但归因方式不同。Yim 等人指出，小学 STEAM 实施的主要障碍包括教师对 STEAM 学习目的缺乏清晰理解、理论 - 实践矛盾以及教学方法薄弱，且职前教师对 STEAM 教育的知识储备有限，尽管他们认可 STEAM 在小学实施的重要性[39]。这与

国内实证研究揭示的“多学科知识结构无序”“学科知识关联点零散”等问题具有内在一致性。差异在于归因逻辑：国内研究多将困境归因于教师个体知识储备不足或教研制度缺位，倾向于通过在职培训补救；国际研究则更强调从教师教育阶段开始系统培养跨学科教学能力，并将教师配对协作与学校层面的资源支持视为维持跨学科教学长期实施的关键条件[38]。这一归因差异意味着，若仅在职后阶段进行短期培训，而不在职前阶段建立跨学科教学的认知基础与协作经验，教师跨学科素养的形成可能始终面临“补而不固”的困境。国内研究在这一点上，尚有较大的借鉴空间。

这一比较提示，中国本土研究在保持数学学科主体性这一核心立场的同时，可借鉴国际研究对课堂中教师引导行为的微观机制、跨学科内容的协同设计方法以及职前－在职一体化培养体系的关注，弥补当前研究多聚焦在职教师、较少追踪教师协作过程与职前培养的不足。

6. 核心研究主题的循证图景

6.1. 小学数学教师跨学科教学素养的结构模型与测评

早期思辨研究仅依靠理论推演搭建素养框架，循证研究则通过大样本问卷与因子分析完成理论模型的实证校验。已有研究普遍证实，教师跨学科教学素养包含知识、能力、情意三大基础维度，部分研究结合数学学科特征拓展出学科信念、课程整合反思等衍生指标，形成多层次测评结构。

循证研究的核心贡献在于完成了从思辨概念到操作化工具的范式跨越。朱德全、彭洪莉编制通用教师跨学科教学素养量表，经多轮检验具备良好信效度，被后续研究广泛引用[16]，解决了测量工具“从无到有”的问题。在此基础上，王丽美、宋乃庆运用扎根理论，构建了包含跨学科意识、知识、能力、情意四个维度的测评指标体系[18]，实现了通用框架向数学学科化的转型。刘金媛则进一步聚焦“素养测评指标”构建，完善了工具开发的方法论路径[41]。

对比通用型量表与数学学科专用量表的异同，两类工具在开发方法、维度结构与学科适配性上存在显著差异(见表 5)。

Table 5. Comparison between general-purpose scales and mathematics-specific scales
表 5. 通用型量表与数学学科专用量表的对比

对比维度	通用型量表	数学学科专用量表
代表工具	朱德全、彭洪莉编制的教师跨学科教学素养量表	王丽美、宋乃庆构建的小学数学教师跨学科素养测评指标体系
开发方法	德尔菲法、层次分析法	扎根理论方法
维度结构	三维框架(知识、能力、情意)	四维框架(意识、知识、能力、情意)， 下设 14 个二级指标
适用范围	全国中小学全学科教师	小学数学教师
学科特异性	侧重通用跨界能力测评	补充数学建模、数据分析、 综合实践项目设计等专属观测指标
方法论贡献	解决测量工具“从无到有”问题， 便于大样本施测与跨学科比较	实现从思辨概念到操作化工具的范式跨越， 提供学科化量表开发的方法论参照

表 5 显示，通用量表与专用量表之间并非取代关系，而是形成互补：通用量表保障了该领域测量工具的标准化与可比较性，为大规模现状调查和跨学科比较提供了基础条件；专用量表则将通用框架转化为适配数学课堂的操作化指标，回应了数学学科的特殊性诉求。两类工具共同构成了从通用到学科的完整测评链条。

6.2. 影响素养发展的实证分析

量化研究借助回归、结构方程模型划分个体、环境两类影响因素：个体层面包含数学本位信念、跨学科教研参与经历、学历与教龄；环境层面涵盖学校协同备课制度、课程资源供给、区域教研支持政策。个体维度实证结论显示，坚守数学本位信念的教师跨学科课堂质量更高，盲目堆砌多学科素材反而弱化数学教学；拥有综合实践授课、集体跨界备课经历的教师素养得分显著更高。

群体差异实证结果表明，城市教师综合素养优于乡村教师，5~15 年成熟教师综合能力最强；其中常态化跨学科备课、固定教研课时是核心正向环境变量，仅依靠教师自主学习难以实现素养长效提升[4]。

6.3. 素养提升的干预路径与有效性验证

区别于思辨阶段的宏观倡议，循证研究通过准实验、行动研究检验不同研修模式的实际成效，可总结出三类典型干预模式：一是课例研究模式，通过“设计 - 实施 - 反思 - 再设计”的循环迭代，推动教师理念向行为转化；二是跨学科教研共同体模式，依托多学科教师协同备课打破学科壁垒；三是单元整体教学设计模式，以大单元整合多学科内容进行一体化设计。实证研究表明，单元整体课例研修和多学科协同备课对教师课程整合能力的提升作用最为显著，而短期理论培训仅能改变认知，无法有效转化为课堂实操行为[31]。上述三类模式分别从课例深挖、跨科协作、单元统整三个层面切入，共同构成教师素养提升的循证路径体系。

值得关注的是，人工智能技术的快速发展为干预研究提供了新的方法论工具。Zhao 等聚焦人工智能融入小学数学教学的教师技术教学准备度，其实证框架表明，技术教学准备度与教师跨学科教学设计能力呈显著正相关，且数字化工具的嵌入能够有效降低教师跨学科教学的实施门槛[34]。这一发现提示，未来干预研究可将 AI 辅助备课系统、智能课堂分析工具等纳入研修设计，以技术赋能替代部分传统培训环节，拓展干预路径的多元化可能。

近两年以“核心素养导向下小学数学跨学科教学策略”为主题的成果大量涌现，这些研究在主题选择、活动设计与评价改革等环节积累了丰富的经验素材，但其方法论以理论演绎和一线经验总结为主，缺乏严格的前后测控制、样本对照或长期追踪数据支撑，本质上仍属思辨研究范式的延伸[42]-[44]。这一现象恰恰印证了前文的判断：该领域研究虽已呈现向循证转型的趋势，但大量成果仍停留在应然层面的策略倡导阶段，从经验思辨走向循证研究仍有较长的路要走。

7. 现有研究的瓶颈与反思

结合纳入文献的系统评述，当前小学数学教师跨学科教学素养循证研究存在三大核心瓶颈，制约领域研究科学化发展。

7.1. 因果逻辑链条脱节

当前实证研究多采用横截面问卷设计，仅能描述教师素养现状与相关影响因素，缺少纵向追踪数据，难以建立“教师素养改善→课堂转型→学生素养提升”的完整因果链条。现有研究多割裂教师、课堂、学生三大主体，缺少同一群体的连续追踪数据，无法排除混淆变量，仅能得出相关关系。政策层面亟需教师素养影响学生发展的纵向证据，但现有文献尚无法提供有力支撑[36]。

7.2. 测评工具数学学科特异性不足

多数成熟量表为中小学通用版本，侧重通用跨界能力测评，缺少数学建模、量感培育、数理逻辑融合等标志性学科观测维度。各学科教师共用一套指标体系，数学学科特质未得到充分体现。测评方式亦

相对单一, 过度依赖主观自评, 缺少课堂视频观测等客观编码体系, 制约了素养诊断的精准性。

7.3. 循证证据生态效度欠缺

量化调研多为课余集中填答, 教师易理想化作答, 与真实课堂行为存在偏差; 干预实验多依托专项资源开展, 与乡村学校常态化教学环境差距较大。李洪修、崔亚雪指出, 跨学科教学的有效实施需以认识论、情境、知识、方法四重要素的结构化整合为前提[45], 而当前多数研究在测量工具与干预设计上恰恰缺乏对此类要素的系统考量, 导致结论难以在常态课堂中推广。张廷艳等进一步指出, 当前部分中小学教师对数学课程中实施跨学科主题学习仍持怀疑甚至抵触态度, 在课程设置与管理、跨学科课程资源开发、教师观念和专业素养提升等多方面面临较大挑战[46]。这一现实困境表明, 若教师缺乏相应的专业准备, 再完善的制度设计也难以在一线落地——而现有循证研究恰恰缺少对教师真实观念与常态教学环境的充分关照, 削弱了研究结论的实践解释力。

8. 未来研究的前瞻与建议

结合纳入文献的系统评述, 当前小学数学教师跨学科教学素养循证研究存在三大核心瓶颈, 制约领域研究科学化发展。针对现有三大研究瓶颈, 本文从测量体系、研究技术、研究设计三个维度提出未来循证研究发展路径, 构建完整的领域优化方案。

8.1. 构建数学本位的跨学科教学素养循证测量体系

立足小学数学学科内核, 融合课堂实录、教学视频案例开发复合型评估工具, 兼顾教师自评量表与课堂行为观测编码, 补充数学建模、数据探究、量感培育等学科专属指标, 强化测评工具的学科适配性与实践落地性。未来可开发“量表自评 + 课堂视频编码 + 学生学习反馈”三位一体测评工具, 整合量化问卷与质性课堂观测数据, 区分通用跨学科能力与数学专属跨界教学素养; 针对新手、成熟、骨干教师设计分层指标体系, 实现差异化精准测评。

8.2. 开展大数据支撑的深度循证机制研究

引入 AI 课堂行为分析技术, 全过程采集跨学科课堂师生互动频次、学生数学思维深度、教师数学核心知识锚定行为等数据, 聚类挖掘高效跨学科教学行为模式, 量化厘清各维度素养作用于课堂教学的内在机制。依托智慧校园课堂录播系统, 实现大规模常态化课堂数据自动采集, 弥补传统人工课堂观察样本量小、耗时久的短板; 通过大数据聚类分析识别高效与低效跨学科教学行为特征, 精准定位教师素养短板, 为干预研修提供依据[25] [30]。

8.3. 推进“教 - 学 - 评 - 研”一体化纵向追踪研究

开展连续多年的纵向追踪调研, 同步观测教师跨学科素养成长轨迹、课堂教学实施变化、学生数学核心素养发展水平, 补齐因果关系实证依据, 打通教师发展、课堂教学、学生成长的完整证据闭环, 提升研究结论的解释力与推广价值。纵向追踪研究统一选取城乡、不同学段样本, 设置对照组与干预组, 连续 2~3 年采集教师问卷、课堂实录、学生学业评价数据, 厘清教师素养、课堂教学、学生发展三者的因果传导路径[20] [21]; 同时结合混合研究方法, 以年度量化数据反映整体变化, 辅以季度深度访谈挖掘内在变化机制, 兼顾证据广度与深度。

梳理国内小学数学教师跨学科教学素养完整研究脉络, 能够清晰识别由纯思辨理论建构向标准化循证实证探究的范式转型轨迹, 该转型是学界直面“理论无法落地课堂”现实矛盾的自觉方法论升级。思辨研究的核心价值在于完成领域概念奠基, 厘清跨学科教学内涵、维度与育人价值, 为后续实证研究供

给理论假设与分析框架,但天然局限于“应然”理想论述,难以解释一线真实教学困境。循证研究以大规模问卷、课堂质性观测、干预实验为工具,转向“实然”现状剖析,回应思辨无法解答的实践难题;两类范式并非对立替代关系,而是递进互补——循证研究以思辨理论为起点,依托实证数据检验、修正、丰富原有理论框架。当前领域仍存在因果证据链断裂、数学专属测评工具稀缺、循证研究生态效度不足三大短板。后续研究需要树立清晰方法论自觉,综合运用纵向追踪、课堂大数据等多元循证手段,立足本土小学数学课堂现实建构中层教育理论,避免研究仅停留在数据统计与浅层政策建议层面。从思辨走向循证,本质是该领域追求研究客观可靠性、实践解释力的学术自觉。唯有研究者持续依托规范方法论积累课堂实证证据,厘清教师教学行为、学生跨学科学习规律、高效培育干预路径,才能推动跨学科教学研究从抽象学术话语转化为可落地一线教学智慧,为2022版新课标下小学数学综合教学改革提供扎实学术支撑。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 23-25.
- [2] 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.
- [3] 周依诺. 小学教师跨学科教学素养现状调查研究: 以长沙市为例[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2023.
- [4] 叶志强, 崔佩佩. 小学全科教师跨学科教学问题研究[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版), 2023, 43(4): 23-35.
- [5] 钟启泉. 基于“跨学科素养”的教学设计——以STEAM与“综合学习”为例[J]. 全球教育展望, 2022, 51(1): 3-22.
- [6] 朱德全, 彭洪莉. 新时代跨学科教学的价值旨归、思维转向与实践理路[J]. 课程·教材·教法, 2024, 44(6): 52-59.
- [7] 朱立明. 新课标背景下小学数学教师核心素养架构研究[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2024, 25(5): 62-66.
- [8] 卓毅, 岳静. 小学数学跨学科教学的价值定位、挑战及路径生成[J]. 贵州师范学院学报, 2024, 40(12): 60-67.
- [9] 董雨嘉. 核心素养背景下跨学科教学: 价值、现实困境与优化路径——以北师大版小学数学为例[J]. 文教资料, 2023(23): 138-141.
- [10] 林立彬. 小学教师跨学科教学素养模型构建研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2024.
- [11] 杜佳. 行动者网络理论下小学数学教师跨学科教学共同体建构研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川师范大学, 2025.
- [12] Manchester, E.J., Miller, B.H., Hutchison, A. and Kaya, E. (2025) Effects of Using Disciplinary Literacy Practices for Computer Science Integration into Elementary Instruction. *Technology, Pedagogy and Education*. <https://doi.org/10.1080/1475939x.2025.2601729>
- [13] 苏玲. 小学数学跨学科教学的特征、价值及路径[J]. 华夏教师, 2024(20): 108-110.
- [14] 程明喜. 数字技术融入小学数学跨学科主题学习的价值阐释与实践策略[J]. 福建教育, 2025(11): 65-68.
- [15] 李雯君, 田莉. 小学数学跨学科主题学习实践的认识误区与教学转向[J]. 现代教育科学, 2025(3): 123-129.
- [16] 朱德全, 彭洪莉. 教师跨学科教学素养测评模型实证研究[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2023, 41(2): 1-13.
- [17] 段志贵, 韩伯洋. 数学教师跨学科教学素养: 基本内涵、价值审视及提升路径[J]. 中小学教师培训, 2024(2): 11-16.
- [18] 王丽美, 宋乃庆. 小学数学教师跨学科素养的结构维度探索与测评指标构建[J]. 课程·教材·教法, 2024, 44(3): 91-98.
- [19] 孙兴华. 深耕课程实践: 小学数学教师精进专业能力举隅[J]. 小学数学教育, 2023(21): 4-7.
- [20] 姜文, 严虹. 民族地区中小学数学教师跨学科教学素养的调查研究——基于中国G和X两省(自治区)的数据分析[J]. 数学教育学报, 2025, 34(5): 52-59, 102.
- [21] 袁影. 核心素养培育视角下小学数学跨学科教学现状及优化策略研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆师范大学, 2025.
- [22] Fan, H. and Li, M. (2024) Gender and Regional Differences in Technological Pedagogical Readiness among Primary Mathematics Teachers in Post-Pandemic China. *Education and Information Technologies*, 30, 10281-10310.

<https://doi.org/10.1007/s10639-024-13255-0>

- [23] 舒洋. 小学数学教师跨学科教学能力现状调查研究[D]: [硕士学位论文]. 宁波: 宁波大学, 2024.
- [24] 金书瑶. 小学数学教师跨学科教学胜任力水平的现状研究——以延吉市三所小学为例[D]: [硕士学位论文]. 延吉: 延边大学, 2025.
- [25] 陶园. 小学数学教师跨学科教学现状调查及改进策略研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2024.
- [26] 王冬晖. 小学数学教师跨学科教学能力的困境及提升策略——以厦门市同安区为样本[J]. 福建教育学院学报, 2025, 26(5): 126-128.
- [27] 钟小利. 城乡小学教师跨学科教学素养差异研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2024.
- [28] 燕学敏. 小学教师跨学科教学素养的发展现状、存在问题与提升路径[J]. 教育科学研究, 2025(7): 60-67.
- [29] 鲁思维. 小学数学教师跨学科主题学习概念理解影响因素: 模型建构与应用[D]: [硕士学位论文]. 绍兴: 绍兴大学, 2025.
- [30] 范春婷. 小学数学跨学科主题学习课堂中的教师关注力研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2025.
- [31] 李杨静茹. 小学数学教师跨学科教学专业学习的个案研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2025.
- [32] 苟丽阳. 小学教师跨学科主题教学知识发展研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2025.
- [33] 王月. 小学数学“综合与实践”跨学科主题教学行动研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆师范大学, 2025.
- [34] Zhao, G., Li, M., Long, Z. and Fan, H. (2025) Unlocking AI Potential in Primary Mathematics: Teachers' Technological Pedagogical Readiness in China. *Acta Psychologica*, **260**, Article ID: 105558.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105558>
- [35] 覃万安, 王梅, 苟先碧. 小学数学跨学科教学的问题审视与路径优化[J]. 现代中小学教育, 2025, 41(9): 18-22.
- [36] 彭思远, 张靖靖, 张伟. 小学数学跨学科主题学习的研究[J]. 基础教育研究, 2024(21): 36-39, 44.
- [37] Tytler, R., Prain, V., Kirk, M., Mulligan, J., Nielsen, C., Speldewinde, C., *et al.* (2022) Characterising a Representation Construction Pedagogy for Integrating Science and Mathematics in the Primary School. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **21**, 1153-1175. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10284-4>
- [38] Tytler, R., Mulligan, J., Prain, V., White, P., Xu, L., Kirk, M., *et al.* (2021) An Interdisciplinary Approach to Primary School Mathematics and Science Learning. *International Journal of Science Education*, **43**, 1926-1949.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946727>
- [39] Yim, I.H.Y., Su, J. and Wegerif, R. (2024) STEAM in Practice and Research in Primary Schools: A Systematic Literature Review. *Research in Science & Technological Education*, **43**, 1065-1089.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424>
- [40] Broza, O., Azaryahu, L. and Hershkovitz, S. (2024) In-Service Teachers' and Pre-Service Teachers' Perceptions of Interdisciplinary Instruction Combining Music and Mathematics. *Teacher Development*, **29**, 668-691.
<https://doi.org/10.1080/13664530.2024.2420757>
- [41] 刘金媛. 小学数学教师跨学科教学素养测评指标体系构建研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2025.
- [42] 张震. 核心素养导向下小学数学跨学科教学策略研究[J]. 教育界, 2025(24): 86-88.
- [43] 洪淑青. 核心素养导向下小学数学跨学科教学策略研究[J]. 名师在线, 2024(36): 20-22.
- [44] 陈婷婷. 核心素养背景下小学数学跨学科教学策略[J]. 亚太教育, 2024(21): 43-45.
- [45] 李洪修, 崔亚雪. 跨学科教学的要素分析、问题审视与优化路径[J]. 课程·教材·教法, 2023, 43(1): 74-81.
- [46] 张廷艳, 孙晓天, 胡娜. 中小小学数学跨学科主题学习: 变迁、内涵与实施[J]. 教师教育学报, 2024, 11(3): 95-103.