

项目编号

基础教育教材综合研究基地科研基金项目

申报书

项目名称	小学数学教科书问题情境设置与应用意识的关联性研究
申报组别	<input type="checkbox"/> 本科、硕士生组 <input checked="" type="checkbox"/> 博士生组
申请人姓名	宋美慧
所在院系所	教育学部课程与教学研究院
申请人电话及手机	19800356965
申请人电子信箱	202531010010@mail.bnu.edu.cn
导师姓名	张春莉
导师职称	教授
导师所在单位	教育学部课程与教学研究院
导师电话及手机	13552735876
导师电子信箱	97070@mail.bnu.edu.cn
填表日期	2025年10月13日

基础教育教材综合研究基地

2025年制表

填表说明

- 1、申报书各项内容，务必实事求是，表达明确严谨，字迹清晰，格式正确，否则不予受理。
- 2、申报书请用 A4 纸双面印制，左侧装订。格式、内容应与电子版相同。

项目研究方案（可另附纸）

（一）立论依据（项目的背景，理论与实践意义，拟研究问题的国内外现状分析，预见其成果应用后的影响与作用，本项目的新意和独到之处）

1 项目背景

1.1 时代呼唤：应用意识是基础教育数学改革的重要导向之一

随着互联网信息技术和人工智能的快速发展，21世纪对人才的应用能力和创新思维提出了更高要求。学校教育不再局限于知识传递，更强调培养学生将知识转化为实践的能力，而数学应用意识作为数学核心素养的重要组成部分，正是这种“实践型”能力的关键体现。应用意识能够引导学生主动用数学的眼光观察现实世界、用数学的方法解决实际问题，是现代公民必备的基本素养，更是国家创新力与竞争力的重要支撑。

从国际趋势来看，美国“21世纪学习框架”将问题解决能力作为核心技能，荷兰现实数学教育强调数学与真实生活的联结，芬兰现象数学教学通过跨学科情境培养学生的应用能力，这些国际实践均凸显了应用意识培养的重要性。在我国，随着基础教育课程改革的深化，应用意识逐步成为数学教育的核心目标，尤其在科技飞速发展的当下，无论是科研创新、经济建设还是日常生活，都迫切需要具备扎实数学应用能力的人才，这为小学数学教育中强化应用意识培养提供了鲜明的时代背景。

1.2 政策导向：情境化创设是应用意识培养的重要路径

《义务教育数学课程标准（2022年版）》（下称《课标》）将应用意识列为数学核心素养的一种表现，将其内涵界定为“要使学生有意识地运用数学概念、原理和方法解释现实世界中的现象，解决现实世界中的问题”。据统计，《课标》中“情境”一词共出现184次，侧面凸显了情境创设在数学教学中的基础性地位。应用意识的培养离不开具体情境的支撑，抽象的数学知识只有在真实、生动的情境中才能转化为学生的应用能力。依托于情境载体，学生能够直观感知数学知识的产生背景与应用价值，逐步形成“从现实中发现数学问题、用数学方法解决现实问题”的思维习惯。

在数学教育领域中，教科书作为课程标准落地的核心载体，其情境创设质量直接影响应用意识培养的效果。《课标》在教材编写建议部分提出“素材选取贴近学生现实、真实可信”“有利于引发学生思考”等要求，本质上就是希望通过优质情境设计，搭建知识与应用之间的桥梁。因此，深入研究教科书中的问题情境与应用意识的关联性，是落实政策导向、提升数学教育质量的必然要求。

1.3 国际反思：我国学生应用意识在国际测评中的短板凸显

PISA测试作为国际权威的素养测评体系，其结果反映出我国学生在数学应用方面的显著不足。尽管我国学生在PISA数学素养测试中成绩名列前茅，但在解决真实情境问题时存在明显短板：对动态现实情境的理解耗时较长，对问题结果的解释与评价能力薄弱，将数学知识迁移到新情境的能

力不足。这些问题本质上是学生应用意识欠缺的具体表现，说明我国数学教育在知识传授与实践应用的衔接上存在断层。

PISA 测试结果同时揭示，学生接触的现实情境学习机会与其应用能力呈正相关。小学阶段作为应用意识培养的关键启蒙期，其教科书情境设置对学生后续能力发展具有深远影响。因此，针对国际测评暴露的问题，聚焦小学阶段教科书情境与应用意识的关联研究，具有重要的现实针对性。

1.4 现实诉求：当前数学教科书情境创设对应用意识培养的支撑不足

当前我国小学数学教科书在情境创设方面仍面临诸多挑战，难以充分满足应用意识培养的需求。其一，部分教科书情境存在“形式化”问题，虽包含生活元素，但与数学知识的应用关联不紧密，无法有效引导学生形成应用思维；其二，情境内容脱离学生实际生活经验，尤其是部分农村地区学生对城市化情境的陌生感，导致应用意识培养缺乏适配的土壤；其三，情境类型单一，多集中于简单的生活计算，缺乏跨学科、探究性的复杂情境，难以锻炼学生综合应用数学知识的能力；其四，随着 2024 年秋季新版教科书的全面启用，基于《课标》的情境创设是否能有效支撑应用意识培养，仍缺乏系统性的文本分析与验证。这些现实问题迫切需要通过专项研究予以破解。

2 核心概念界定

2.1 问题情境

“情境”在英文中一般表述为“situation”或“context”，前者常被译为“状况、位置、形势”，强调特定的环境、条件或局面；后者常被译为“上下文、背景、语境”，突出信息或事件所处的环境或背景。PISA 测试中使用“context”并将其划分为个人、职业、社会和科学四类问题情境。易克萨维耶·罗日叶认为在学校教育中，基于不同的使用方式，问题情境可划分为“教学论”问题情境和“靶向”（整合）问题情境两种类型。基于研究视角的差异，不同研究者对问题情境的理解也不尽相同。如许玉梅从激发学生学习兴趣的角度，将问题情境理解为“学生进行数学学习活动时所处的环境”^[1]；汪秉彝认为数学问题情境是通过向学生呈现刺激性的材料信息，为学生提供激发好奇心和发现欲，引发认知冲突，诱发质疑猜想的环境^[2]。任旭和夏小刚指出，问题情境可分为情境指向和问题指向两种视角，前者侧重于学生的学习环境、课堂情境和心理困境，而后者将问题情境视作明确的数学问题或任务^[3]，两种视角虽然都强调了情境的重要地位，但却未加以整合。

在数学领域，绝大多数问题都基于情境产生，极少存在无关问题的情境和单一的数学问题，尤其对于小学数学而言。本文聚焦于数学教科书中的文本内容，故整合情境和问题两种视角，将其定义为蕴含问题属性，与学生生活世界紧密相关、客观存在且有待学生处理或解决的背景信息和材料，呈现方式包括文字、图片、表格等形式。

^[1] 许玉梅. 浅谈数学教学问题情境创设的重要性及原则[J]. 教育教学论坛, 2015(04): 239-240.

^[2] 夏小刚, 汪秉彝. 数学情境的创设与数学问题的提出[J]. 数学教育学报, 2003, (01): 29-32.

^[3] 任旭, 夏小刚. 问题情境的创设: 基于思维发展的理解[J]. 数学教育学报, 2017, 26(04): 15-18.

2.2 作为数学核心素养的应用意识

《课标》明确应用意识的核心内涵体现在两个层面：一是“有意识利用数学的概念、原理和方法解释现实世界中的现象，解决现实世界中的问题”，强调主动将数学知识转化为实践工具的意识，即“数学知识现实化”；二是“认识到现实生活中蕴含着大量与数量和图形有关的问题，这些问题可以抽象成数学问题，用数学的方法予以解决”，突出对现实问题进行数学抽象的能力，即“现实问题数学化”。

在本研究中，“应用意识”的定义需要符合数学教科书文本分析的研究语境，将其界定为小学数学教科书例习题中所蕴含的对“数学知识现实化”“现实问题数学化”的能力要求，期待学生通过对问题的解决和解题学习来实现这种培养效果。

3 文献综述

3.1 数学教科书中问题情境的分析框架

对教科书内容进行文本分析，需要确定具体的分析指标与内容，建立分析框架能够实现对内容的整合，做到层次分明、结构清晰。不同学者在比较不同版本数学教科书中问题情境时，建立了不同的分析框架。通过相关成果，现对学者们重点的分析指标进行整理。

3.1.1 问题情境的类型

当前，关于数学问题情境的类型，国内外使用最广泛的分析框架之一是 PISA 测试对情境的分类^[4]。此前，PISA 将问题情境分为数学内部情境和数学外部情境两种类型，内部情境与现实世界完全无关，而外部情境则包含现实世界，因此也称为真实世界情境。PISA 2003 根据情境与学生关系的紧密程度，由近及远划分为个人情境、教育情境、职业情境、公共情境和科学情境。PISA 2012 将其调整为境设置^[5]。通过查阅相关文献，发现不少学者的研究都立足于 PISA 提出的四种个人情境、职业情境、社会情境和科学情境四种类型。PISA 2022 沿袭 PISA 2012 的四种情境类型，或结合实际需要对其进行改良。例如，王光明、张楠在确立数学素养的操作定义时，以 PISA 提出的四种情境作为现实情境的子维度^[6]。张羨橙、李楸婷等在比较新旧人教版初中数学教材中问题情境的演变历程时，则根据 PISA 2021 情境类型的划分将其扩充为生活情境、职业情境、社会情境、科学情境和数学情境五类^[7]。严晶晶结合我国高中数学教科书中数学问题的实际情况，将问题情境分为个人情境、职业情境、社会情境、科学情境及纯数学情境，其中，纯数学情境指仅包含数值或符号运算的情境类型^[8]。

进入我国数学教科书的研究领域，鲍建生对情境的划分方式较具有代表性，在对中英两国的初

^[4] 王一粟,范良火. 从情境视角分析我国最新高中数学教科书的数学应用特征[J]. 课程.教材.教法,2023,43(05):109-116.

^[5] OECD.PISA 2022 Assessment and Analytical Framework.

^[6] 王光明,张楠,周九诗. 高中生数学素养的操作定义[J]. 课程.教材.教法,2016,36(07):50-55.

^[7] 张羨橙,李楸婷,夏小刚. 新旧人教版初中数学教材中问题情境的演变及教学思考 [J/OL]. 教学与管理,1-5.

^[8] 严晶晶. 高中数学教材中问题情境的比较研究[J]. 黄冈师范学院学报,2018,38(06):63-66.

中数学期望课程进行的比较研究中，鲍建生建立综合难度的多因素模型，而问题背景是其中一项指标，包括无实际背景、个人生活背景、公共常识背景、科学背景四个水平^[9]。目前，该模型在学界也广受认可。如张维忠采用鲍建生对情境的分类方式，开展了3个版本初中数学教材复习题难度的定量分析比较^[10]。

从政策导向层面来看，《课标》虽未通过独立章节集中界定问题情境的具体类型，但其核心内容为情境类型划分提供了权威依据与方向指引。在课程理念部分，《课标》明确提出需引导学生在真实情境中掌握“四基”、提升“四能”并发展核心素养，确立了真实情境在教学中的核心地位；教学建议进一步细化，指出真实情境创设可围绕教学任务，从社会生活、科学领域及学生已有数学经验三类素材切入，且需契合学生年龄与认知特点；教材编写意见则从素材选取角度，将“学生现实”明确划分为生活现实、数学现实与其他学科现实，间接构建了情境类型的潜在分类维度。上述表述不仅共同印证了问题情境可按素材来源与学生认知关联划分为不同类型，更凸显了不同类型情境对数学教学实践与学生素养发展的差异化价值。此外，《课标》课程内容板块提供的多个课程实例，如基于生活场景的“购物计价”情境、基于数学逻辑的“图形推导”情境等，进一步以具象形式呈现了多元情境类型，为后续学界对情境类型的细化研究与实践应用提供了政策层面的实践参照。

3.1.2 问题情境的真实性

在问题情境真实性水平的划分研究中，朱彦（Zhu Y）和范良火（Fan L）根据问题是否源于日常生活或实际情况，即情境是否发生于真实世界将问题划分为应用型和非应用型，其中应用型问题包括虚构应用问题（FAP）和真实应用问题（AAP），具体说明见表2-1^[11]，格拉辛（Gracin DG）基于上述两位学者的分类，将问题情境划分为构造情境和真实情境，同时提供示例，具体说明如表2-2^[12]。

表2-1 应用型问题类型说明

应用型问题类型	说明
虚构应用问题 (fictitious application problems)	问题的条件和数据由教科书编写者虚构而成。
真实应用问题 (authentic application problems)	问题的条件和数据来源于现实生活或由学生自己从生活中收集。

[9] 鲍建生. 中英两国初中数学期望课程综合难度的比较[J]. 全球教育展望, 2002, 31(09): 48-52.

[10] 张维忠, 黄丽虹. 新教材“三角形”课程难度的对比分析[J]. 数学教育学报, 2009, 18(4):4.

[11] Zhu, Y., & Fan, L. (2006). Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from China's Mainland and the United States. International Journal of Science and Mathematics Education, 4(4), 609-624.

[12] Gracin, D. G. (2018). Requirements in mathematics textbooks: A five-dimensional analysis of textbook exercises and examples. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 49(7-8), 1003-1024.

表 2-2 现实（构造）情境类型示例说明

情境类型	示例
现实（构造）情境 (Realistic (fictitious) Context)	一位学生统计发现，周一下午三点到四点，共计 12 辆小汽车、3 辆货车、4 辆摩托车和 1 辆公交车从学校门口路过，请使用表格来表示这些数据。
真实情境 (Authentic Context)	数一数学校门口的车辆，并以表格的形式表示摩托车、小汽车、公交车以及货车的数量情况。

2013 年，梅利扎尔 (Mailizar M) 与范良火 (Fan L) 以印度尼西亚教科书为研究对象，提出了教科书数学任务真实性水平的分析框架，该框架将任务分为真实和非真实两类，而真实任务又可以划分为全真实和半真实两个水平，具体说明如表 2-3 所示^[13]。

表 2-3 教科书数学任务真实性水平分析框架

真实任务 (authentic tasks)		非真实任务 (non-authentic tasks)
学生在现实生活中经历过或可能经历的各类任务		
全真实任务 (real authentic)	半真实任务 (semi-authentic)	
原始数据； 学生在现实生活中收集的数据或进行的活动。	教科书编写者创造的以现实生活环境为背景的数学问题任务。	与现实生活无关的任务

目前，国内关于情境真实性的研究较有限。董玲依据情境素材内容来源，将小学数学教科书中的情境题材分为“虚拟”情境与真实情境题材^[14]。张维忠和林琪瑜在分析中澳两国三套初中数学教材时，将情境分为纯数学情境、虚设情境和真实情境三种类型^[15]。李健基于已有研究，根据问题情境的真实程度，将问题情境的真实性划分为构造式情境、准真实情境和真实情境^[16]，具体说明见表 2-4。

^[13] Mailizar, M. (2014). Assessing a new Indonesian secondary mathematics textbook: How does it promote authentic learning? In Proceedings of the International Conference on Mathematics Textbook Research & Development.

^[14] 董玲.小学低年级数学教科书中的情境题材研究[D]. 东北师范大学,2010.

^[15] 张维忠, 林琪瑜.中澳教材中的数学探究比较——以初中“相似”内容为例[J]. 教育学术月刊, 2017(07): 104-111.

^[16] 李健.初中数学教科书中现实问题情境设置的实证研究——基于中外九版初中数学教科书的纵向与横向比较[D]. 天津师范大学, 2019.

表 2-4 情境真实性水平划分框架

情境真实性	说明
构造式情境	情境中并未出现真实世界中的人物、事物等，主要以假设、比喻的语言描述问题。
准真实情境	情境中涉及真实世界的个人、机构、地点或者事物的名称，但情境中也存在构造、假设性的事物信息。
真实情境	情境提供的信息完全来自真实世界，不存在人为构造的信息。 情境是基于学生的现实生活提出的，如问题中的数据需要学生亲自收集。

3.1.3 问题情境的表征形式

针对问题情境表征形式的研究，朱彦（Zhu Y）和范良火（Fan L）根据问题题干将数学问题划分为纯数学形式问题（problems in pure mathematical form）、文字型问题（problems in verbal form）、视觉型问题（problems in visual form）和结合型问题（problems in a combined form）^[17]。李业平（Yeping Li）在比较中美数学教科书过程中，构建了数学特征、情境特征、表现要求三维框架，在情境特征中，将其划分为以数字或单词呈现的纯数学情境（purely mathematical context）和以图画形式描绘的说明性情境（illustrative context）^[18]。陈志辉综合李业平（Yeping Li）、鲍建生等人的研究，建立了描述数学问题情境水平的“六情境三维特征”分析模型^[19]。谢升梅在其构建的“问题提出”任务设计的理论框架中，将问题情境呈现方式分为图片、文字、图表三种类型^[20]。

3.1.4 问题情境的作用水平

关于问题情境作用水平的研究，德·朗格（De LANGE）按照情境在测试题中作用的大小，将问题情境划分为无作用情境（no function）、“装饰”类情境（dressed up）、必要且相关类情境（essential and relevant）^[21]。PISA 2003 根据情境与数学的关联性，将情境划分为三个层级，具体见表 2-5。Almuna Salgado F 在 PISA 2003 情境的数学关联性层级的基础上，以数学问题的表达和数学问题的解释为分类依据，构建了数学问题中情境使用的分类水平理论框架，每个维度包含三级水平^[22]。李健根据已有研究成果，构建了现实问题解决中情境作用的二维分析框架^[23]。

^[17] Fan, L., & Zhu, Y. (2000). Problem solving in Singaporean secondary mathematics textbooks. *The Mathematics Educator*, 5(1/2), 117-141.

^[18] Yeping, L. (2000). A comparison of problems that follow selected content presentations in American and Chinese mathematics textbooks. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 234-241.

^[19] 陈志辉.中美两国初中数学课程问题情境水平比较研究[D]. 上海师范大学,2014.

^[20] 谢升梅.深度学习视域下小学数学教科书“问题提出”任务设计研究[D]. 西南大学,2022.

^[21] De Lange, J. (1995). Assessment: No change without problems. In A. R. Thomas (Ed.), *Reform in school mathematics and authentic assessment* (pp. 87-172). State University of New York Press.

^[22] Almuna Salgado, F. (2016). Developing a theoretical framework for classifying levels of context use for mathematical problems. In B. White, M. Chinnappan, & S. Trenholm (Eds.), *Opening up mathematics education research: Proceedings of the 39th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 110-117).

^[23] 李健.初中数学教科书中现实问题情境设置的实证研究——基于中外九版初中数学教科书的纵向与横向比较[D]. 天津师范大学, 2019.

表 2-5 PISA 2003 情境的作用水平层级

层级	说明
层级 0	问题解决不需要情境的帮助
层级 1	情境对于问题解答与判断答案是相关和必要的
层级 2	为了解决问题或思考答案在情境中的正误, 需要反复在情境中思考数学问题

3.1.5 问题情境的开放性

美国学者乔纳森将问题分为良构和劣构两种类型, 所谓良构问题, 即有明确解决方案的问题, 劣构问题则反之, 往往提供少量确定性条件, 解决过程中需要整合不同领域的知能, 且方法不唯一, 是实践中最为常见的问题类型。韩国学者 HYEJOO 和 YOUNSOONCHO 通过提供学生结构不良和结构适度的问题情境, 探究科学知识、人格特质、发散思维、内在动机、家庭环境等变量对学生发现问题的影响程度^[24]。美国学者 Silver 将条件开放型题目划分为条件不全、条件多余、条件隐含三种类型^[25], 具体内容见表 2-6。谢升梅依据情境结构的完整性, 将数学教科书问题情境划分为良构和劣构两种类型, 劣构型包括缺失型、否定型、改编型、模型型四种类型^[26]。尤建鸿对“结构不良”情境下的数列问题进行类型研究, 将其分为条件不确定、条件和结论均不确定两种情况^[27]。李同吉和吴庆麟指出和具体情境相联系是结构不良问题的特点之一^[28]。

表 2-6 条件开放题类型

条件开放	说明
条件不全型	问题条件不足, 需学生对条件予以补充。
条件多余型	存在无关条件, 需学生在解决时进行辨别选择。
条件隐含型	部分条件隐含在题目中, 需学生进行挖掘。

关于教科书问题情境分析框架的建立, 已有研究除了从情境类型、真实性水平、表征形式、作用水平、开放性等维度进行探讨外, 一些学者也基于特定的理论或特定的研究内容, 尝试构建更全面、综合的分析框架, 从而深化对教科书中问题情境的认识。例如, 全玉婷基于对情境学习理论的解读, 从情境素材、表征形式、认知类型、解决路径以及思维呈现五个维度搭建了数学情境设计分析框架^[29]。李健、李海东、宋莉莉聚焦于具有现实意义的情境学习, 为全面系统地评价数学教科书问题情境质量, 构建了包含六个维度的问题情境质量评价的“金字塔”模型^[30]。燕琪则针对中国、新加坡、美国初中教科书中“数与代数”的内容, 确立问题情境类型、表征方式、真实性、关联性

^[24] Lee, H., & Cho, Y. (2007). Factors affecting problem finding depending on degree of structure of problem situation. The Journal of Educational Research, 101(2), 113-123.

^[25] Silver, E. (1995). The nature and use of open problems in mathematics education: Mathematical and pedagogical perspectives. ZDM-International Reviews on Mathematical Education, 27(2), 67-72.

^[26] 谢升梅.深度学习视域下小学数学教科书“问题提出”任务设计研究[D]. 西南大学,2022.

^[27] 尤建鸿. “结构不良”情境下的数列问题[J]. 中学生理科应试,2023,(Z1):11-13.

^[28] 李同吉,吴庆麟.论解决结构不良问题的能力及其培养[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2006,(01):63-68+75.

^[29] 全玉婷,郑太年.美国 EM 教材数学情境设计及其对我国的启示——以 EM 教材中的“分数”内容为例[J]. 现代教育技术,2021,31(10):32-39.

^[30] 李健,李海东,宋莉莉.数学教科书问题情境质量评价的“金字塔”模型——基于初中数学教师的教科书使用调查[J]. 数学通报,2020,59(12):20-25+44.

四个维度的分析框架^[31]。宋运明、李明振、宋乃庆开展有关数学教科书内容的城市倾向化研究，把例题的情境倾向划分为农村情境倾向、城市情境倾向和中性情境三种^[32]。

3.2 关于应用意识的文献综述

3.2.1 应用意识的内涵

应用意识的内涵以《课标》为核心依据，结合小学数学教学实践中“知识应用”与“问题转化”的双重逻辑形成多维度解读体系，核心内容可分为两大方向：

从双向应用的核心逻辑来看，应用意识包含“数学知识的现实化”与“现实问题的数学化”两个关键维度。其中，“数学知识的现实化”强调主动运用数学概念、原理和方法解释现实世界的现
象、解决实际问题——例如学习“平均数”后，通过分析“班级测试成绩中异常值对平均分的影响”“歌手比赛去掉最高分与最低分的合理性”等案例，理解数学知识在现实场景中的应用价值，本
质是“由数学指向现实”的应用过程；“现实问题的数学化”则聚焦于发现现实生活中与数量、图形
相关的问题，将其抽象为数学问题并通过数学方法求解——比如面对“旅行团人员绕 18 罗汉转圈测
运势”的现实场景，能将其转化为“年龄除以 18 的余数”的数学问题，通过数学抽象简化现实操作，
体现“由现实指向数学”的转化思维。

从应用范围的实践延伸来看，结合课标最新表述与教学实践的研究进一步拓展了内涵边界，提
出应用意识不仅要求学生“解释现实现象、解决实际问题”，还需理解数学作为“通用科学语言”的属性，以及数学与生活、跨学科领域的关联。此类研究还将小学数学应用划分为“内部应用”与
“外部应用”：内部应用侧重运用数学知识解决学科内问题，如通过已学乘法口诀推导新口诀、利
用运算规律简化计算过程；外部应用则强调将数学知识迁移到生活实践与跨学科学习中，例如用“条
形统计图”整理科学实验数据，体现应用意识从“学科内”到“学科外”的拓展延伸。

3.2.2 应用意识的层次结构

在小学阶段，应用意识的表现具有层次性特征：基础层次是“感知识别”，即能发现生活中蕴
含的数学元素，认识到数学的应用价值；中间层次是“转化应用”，即能将具体生活问题转化为数
学问题，运用已学知识求解；高阶层次是“迁移创新”，即能在新情境中灵活运用数学知识解决复
杂问题，并尝试探索数学知识的新应用场景。这三个层次逐步递进，构成了小学生应用意识的完整
发展路径。

（1）基础层次：感知识别——发现生活中的数学元素

“感知识别”是应用意识的初始阶段，核心是引导学生用数学眼光观察生活，感知数学与现实
的关联，其培养多依赖生活化情境创设与直观体验。可通过“构建生活教学情境”“挖掘生活教学
原型”等策略帮助学生完成这一层次的发展：例如在“混合运算”教学中，设置“班级购物”情境，
让学生在“识别商品标价、计算购物金额”的过程中，感知混合运算在日常购物场景中的应用价值；

^[31] 燕琪.中、新、美初中数学教科书数与代数内容问题情境的比较研究[D]. 天津师范大学,2023.

^[32] 宋运明,李明振,李鹏,等.小学数学教材例题编写特点研究[J].课程.教材.教法,2014,34(02):47-51.

在“数据搜集与整理”教学中，以“班级班牌颜色选择”为现实原型，引导学生观察“同学对不同颜色的喜好分布”，认识到数据在生活中的广泛存在。^[33]“认识周围事物的数量关系（如钟表时间、日历日期）”“识别周围事物的形体特征（如从实物中抽象出几何图形）”等行为，均属于“感知识别”层次的典型表现，是后续应用意识进一步发展的基础前提。

（2）中间层次：转化应用——实现生活问题与数学问题的互转

“转化应用”是应用意识的核心阶段，重点在于引导学生在感知数学元素的基础上，完成“生活问题→数学问题”的抽象转化，以及“数学知识→生活应用”的实践落地，其培养需依托教材资源开发与问题建模训练。针对教材分析的研究指出，“用字母表示数”“百分数”等小学数学典型课题是培养“转化应用”能力的关键载体：例如某版本教材五年级上册“用字母表示数”的教学中，通过“摆三角形探究小棒根数与三角形个数的关系”情境，让学生经历“用具体数表示不便→产生用字母表示的需求”的转化过程，实现“现实数量关系→数学符号表达”的抽象；在“百分数”教学中，整合不同版本教材素材——先借助“比较三场投篮命中率”的生活问题，引导学生将其转化为“异分母分数通分”的数学问题，再结合“羊毛衫羊毛含量 65.5%”的现实案例，用百分数解释生活中的数量意义，完成“现实问题数学化→数学知识现实化”的双向转化。^[34]此外，关注家校协同的研究提到，在“可能性”教学中，可通过“天阴是否会下雨”“买菜能否买到想吃的蔬菜”等生活问题，引导学生将“生活中的不确定性”转化为“数学中的可能性”概念，进一步强化“生活→数学”的转化思维。

（3）高阶层次：迁移创新——新情境中的灵活应用与探索

“迁移创新”是应用意识的高阶阶段，要求学生突破熟悉场景限制，在新情境、复杂问题中灵活运用数学知识，甚至探索数学知识的新应用场景，其培养需借助跨学科活动设计与开放性实践任务。相关研究提出“设计跨学科学习活动”“布置生活主题作业”等策略，推动应用意识向高阶发展：例如将“条形统计图”与科学实验结合，让学生通过“每隔 1 分钟测量水温→记录数据→绘制条形统计图→分析水温变化规律”的过程，将统计图知识迁移到科学数据整理场景，不仅掌握工具应用方法，还探索了数学在科学中的价值；在“数学广角——优化”教学后，布置“烹饪流程优化”的生活主题作业，要求学生自主规划“洗菜、切菜、煮饭、炒菜”的步骤，在新的家务情境中灵活运用优化知识，甚至通过“调整步骤压缩时间”探索优化策略的新应用形式。针对教材内容拓展的研究还提到，在“7 的乘法口诀”教学中，可引导学生基于 1-6 乘法口诀的编制经验，自主推导 7 的乘法口诀，并尝试将其用于“计算摆小船所需小棒数量”的新问题，体现从“模仿应用”到“自主探索应用”的进阶，符合“迁移创新”层次的发展要求。

3.3 问题情境与应用意识关联性的研究综述

3.3.1 国外研究现状

^[33] 王红.数学应用意识的培养策略[J].当代教育科学, 2012(18):60-61.

^[34] 韩龙淑.数学教材分析中发展应用意识素养的双向路径[J].教学与管理, 2018(6):89-91.

国外对数学情境与应用能力（应用意识的核心表现）的研究起步较早，形成了较为系统的理论与实践体系。荷兰数学家弗赖登塔尔提出的“现实数学教育”理论是核心代表，该理论强调数学教学应从学生的现实生活出发，通过创设真实情境引导学生经历“数学化”过程，即从现实问题中抽象出数学知识，再将数学知识应用于现实，这一过程与应用意识的培养路径高度契合。

美国的“问题解决教学”模式也聚焦情境与应用的关联，主张通过创设生活化、探究性的问题情境，激发学生运用数学知识解决问题的主动性。如 NCTM（美国全国数学教师协会）颁布的课程标准中，明确要求教学情境应与学生的生活经验和未来发展需求相结合，培养学生的应用意识。英国的数学教育改革则强调“数学应用的大众化”，通过设计贴近生活的情境任务（如购物预算、工程测量等），让学生在实践中提升应用能力。

此外，国际上对情境类型与应用能力的相关性研究也取得一定成果。如 PISA 测评框架将情境分为个人情境、社会情境、科学情境等，研究发现不同类型的情境对学生应用意识的激发效果存在差异，与学生生活关联紧密的个人情境更能有效提升低年级学生的应用能力。

3.3.2 国内研究现状

国内关于问题情境与应用意识的研究主要集中在教学策略、教材分析与实证研究三个方面。在教学策略研究方面，众多学者提出创设生活化情境、探究性情境是培养应用意识的有效路径。如王介锁主张通过创设生活化数学教学情境、设置生活化问题，降低学生学习难度，激发应用兴趣^[35]；吴晓提出构建跨学科情境，丰富学生的真实体验，强化应用意识^[36]；褚水林提出情境教学法，通过设计与学生日常生活相关的数学情境，让学生在真实或模拟的环境中应用数学知识解决问题^[37]。

在教材分析研究方面，部分学者聚焦教科书情境对应用意识的支撑作用。如韩龙淑提出应从教材角度挖掘情境素材，构建数学知识与应用场景的双向路径^[38]；鲍建生在对中英两国初中数学期望课程的比较研究中，建立综合难度的多因素模型，将问题背景作为重要指标，为教材情境分析提供了经典框架。但现有教材研究多集中于初中阶段，针对小学阶段的系统研究较少，且对情境与应用意识关联性的量化分析不足。

在实证研究方面，部分学者通过教学实验证明了情境创设对应用意识的促进作用，如胡倩倩通过构建测评模型发现，教科书情境的复杂性、真实性与学生应用意识的发展水平密切相关。但现有实证研究存在样本较小、研究周期较短等问题，且对不同版本教科书的对比研究不足。

3.3.3 现有研究的不足之处

综合国内外研究现状，当前关于问题情境与应用意识关联性的研究仍存在明显局限：其一，研究视角偏向宏观，多聚焦“情境教学对应用意识的培养作用”，缺乏对教科书这一核心载体的微观

^[35] 王介锁.小学数学学科教学中应用意识的培养策略[J].数学学习与研究, 2021(12):112-113.

^[36] 吴晓.跨学科情境在数学教学中的应用研究[J].数学通报, 2020(7):34-37.

^[37] 褚水林.培养初中生数学应用意识的教学策略[J].教学月刊(中学版),2008(5):31-33.

^[38] 韩龙淑.数学教材分析中发展应用意识素养的双向路径[J].教学与管理, 2018(6):89-91.

文本分析，尤其缺少对2024年新版教科书的针对性研究^[39]；其二，研究对象覆盖不全，对小学阶段的关注不足，且忽视“一标多本”背景下国内不同版本教科书的差异；其三，分析框架不够系统，现有研究多从情境类型、真实性等基础维度展开，未构建专门的分析框架以精准揭示问题情境与应用意识的关联机制；其四，研究方法较为单一，定性研究较多，定量研究与混合研究方法的应用不足，导致研究结论的科学性与推广性受限。

4 本项目的新意和独到之处

基于上述分析，本文以根据《课标》编写的三个版本小学数学教科书问题情境为载体，结合《课标》中“应用意识”的培养要求，选取问题情境的类型、真实性、开放性、关联性、复杂性及呈现方式六个核心维度，初步构建起小学数学教科书问题情境分析框架，开展问题情境与应用意识的关联性研究。概括而言，本项目共有两项创新之处：

（1）研究视角创新：聚焦教科书载体，建立问题情境与应用意识的直接关联。本项目以教科书为核心研究载体，不再泛化探讨教学策略，而是深入剖析教科书情境的设计特征与应用意识培养的内在关联，填补了“载体视角缺失”的研究空白，使研究更具针对性与实操性。

（2）研究对象创新：覆盖“跨版本”“跨年级”的双重维度。选取人教版、北师大版、苏教版三个版本国内主流小学数学教科书，对一、三、五年级教科书进行对比研究。既及时分析新版教科书的情境创设质量，填补了新版教科书研究的空白，又使所探讨的问题情境与应用意识关系具备发展性。

（二）研究目标、内容、拟解决的关键问题

1 研究目标

本研究聚焦小学数学教科书问题情境与应用意识的关联，以核心素养培养为导向，旨在达成三项核心成果，为数学教育实践与教科书编写提供支撑。

（1）构建兼具理论依据与实践适配性的分析框架，整合已有研究维度与《课标》要求，明确小学数学教科书问题情境的核心分析维度及操作性定义。

（2）揭示多版本小学数学教科书问题情境与应用意识的关联特征，通过实证分析明确二者关联强度及显著性，厘清不同情境维度对“应用意识”核心素养培养的影响。

（3）基于关联逻辑与实证结论，形成兼具针对性与学理性的教科书编写建议，为新一轮小学数学教科书问题情境的编写与修订提供具体路径，助力“应用意识”核心素养落地。

2 研究问题

本研究围绕“小学数学教科书问题情境与应用意识的关联性”，聚焦理论适配、实证关联与学理逻辑，提出以下三个研究问题：

^[39] 李健.初中数学教科书中现实问题情境设置的实证研究——基于中外九版初中数学教科书的纵向与横向比较[D].天津：天津师范大学，2019.

(1)准确评估小学数学教科书问题情境设置的维度有哪些？这些维度与作为核心素养的应用意识之间有怎样的潜在联系？

(2)多版本小学数学教科书问题情境的特征分布情况如何？哪些维度与应用意识培养之间存在显著的关联，起强度呈现出怎样的规律？

(3)侧重深度阐释与实践转化，情境为何能影响应用意识？其内在作用逻辑是什么？基于此可形成哪些指向教科书编写的核心启示？

3 研究内容

为解答上述研究问题，本研究从框架构建、实证分析、逻辑阐释三个层面开展具体工作，确保上述问题有明确的解决路径：

3.1 小学数学教科书问题情境分析框架的构建

针对“核心分析维度是什么”的问题，通过三步完成框架搭建：

首先，系统梳理近年来国内外数学教科书问题情境相关研究，归纳已有分析维度（如类型、真实性、复杂性、呈现方式等），提取适配于本项目的关键维度。其次，结合《义务教育数学课程标准（2022年版）》中“应用意识”的培养要求（如“发现生活中的数学问题”“运用数学知识解决实际问题”），对初始维度进行筛选、合并与补充。在此基础上，邀请数学教育理论专家、一线小学数学教师等，对维度定义、判断标准进行论证。最后，选取单版本教科书某一单元开展预编码，根据编码结果调整框架细节，最终确定核心维度及操作标准。

3.2 小学数学教科书问题情境与应用意识的关联分析

针对“问题情境哪些维度与应用意识间存在关联”的问题，分三步推进实证研究：

第一，确定研究样本与编码方案。根据《2024年义务教育国家课程教学用书目录》，六三学制中通过教育部审定的小学数学教科书共有七个版本，本研究从中选取人教版、北师大版、苏教版三版一、三、五年级《义务教育教科书·数学》，对教科书例、习题的问题情境及其所蕴含的作为核心素养的应用意识设计双维度编码表，其一对应问题情境核心维度（如“真实性”分为“构造式情境”“准真实情境”“完全真实情境”），其二对应应用意识水平（包括“感知级”“应用级”“迁移级”）。第二，实施编码与信度检验。由2名经过培训的研究人员独立编码，采用Cohen's Kappa系数检验编码一致性（目标Kappa值 ≥ 0.8 ），对不一致编码进行讨论修正，形成包含“情境维度得分、应用意识得分”的量化数据集。第三，开展统计分析与结果呈现。采用描述性统计呈现问题情境在各年级、各版本的分布特征情况；运用SPSS软件，通过独立样本t检验等统计方法分析不同情境设置下应用意识得分的差异；明确情境设置与应用意识培养机会的匹配度。

3.3 问题情境影响应用意识的内在逻辑拆解

针对“问题情境与应用意识之间的内在作用逻辑是什么”的问题，通过两项分析深化研究深度：

一方面，基于理论解析作用路径。以数学教育中的“情境认知理论”（强调知识在真实情境中

建构)、儿童心理学中的“认知发展阶段理论”(如皮亚杰的具体运算阶段特征)为支撑,结合实证数据(如“真实情境与应用意识得分正相关”的结果),拆解“情境设置→激发认知行为(如主动关联生活经验)→提升应用意识”的具体路径。另一方面,结合实证特征补充差异化分析。对比不同年级的情境设置差异(如低年级与高年级情境复杂性的差异),分析其对应用意识培养的影响,明确“情境维度的学段适配性”“情境类型的均衡性”等关键影响因素。

基于框架构建结论,结合实证关联特征,围绕应用意识培养目标,面向新一轮小学数学教科书问题情境编写与修订提出优化建议(维度适配建议,如低年级侧重“真实性、具象化呈现方式”;内容设计建议,如增加真实生活情境占比;评价导向建议,如“是否为应用意识培养提供梯度任务”)。

4 拟解决的关键问题

为保障研究方法科学、结论可靠且具有实践价值,本研究需在推进过程中优先突破以下两个关键障碍:

(1) 如何从文献梳理的多维度中,筛选出符合小学认知水平的问题情境核心维度,并明确各维度的可操作判断标准?

解决方案:研究将通过“文献筛选—课标对标—专家论证—预编码验证”四步流程,通过学理分析选取关键维度,再通过专家论证、教科书预编码等方法明确核心维度的操作性定义及分级标准(如“真实性”包括“构造式情境”“准真实情境”“完全真实情境”),确保分析框架贴合学情。

(2) 如何实现“实证数据”与“学理逻辑”的深度融合,避免关联结论仅停留在数据层面,确保实践建议有理论支撑?

若仅呈现“真实情境与应用意识呈正相关”等数据结论,缺乏理论解释会削弱研究深度。研究将采用“数据驱动—理论解释—实践反哺”的闭环思路,先通过统计分析得出关联结果,再用情境认知理论等解释结果背后的学理原因,最后结合一线教学需求,将理论逻辑转化为“增加低年级真实情境占比”等具体建议,解决“理论—数据—实践”脱节问题。

(三) 研究的进度安排

项目阶段	时间区间	核心任务
前期准备与框架构建阶段	2025年11月-2025年12月	文献梳理、分析框架设计与论证
样本收集与编码实施阶段	2026年1月-2026年3月	教科书获取、双维度编码与信度检验
数据分析与逻辑拆解阶段	2026年4月-2026年6月	统计分析与作用机制解析

结论凝练与成果撰写阶段	2026 年 7 月 - 2026 年 10 月	报告撰写、论文投稿与结项准备
-------------	--------------------------	----------------

（四）研究工作的条件保障（实验室、研究基地等）

1 文献与教材资源保障

文献获取：项目依托北京师范大学教育学部图书馆资源，可免费访问中国知网（CNKI）、Web of Science、ERIC 等教育类核心数据库，满足国内外文献检索需求；同时，导师张春莉教授团队长期积累的数学课程与教材研究文献（如《数学教育学报》《课程·教材·教法》过刊、国际数学教育会议论文集），可为本研究提供理论支撑。

教材获取：通过北京师范大学图书馆，确认可获取小学数学教科书全套，此外，可通过出版社样书申请或学校实习基地小学借阅补充，确保研究对象全覆盖。

2 分析工具与技术保障

数据处理软件：学校为研究生提供正版 SPSS 26.0（统计分析）、Endnote 20（文献管理）等软件授权，可满足编码数据统计需求；Excel 365（数据录入与初步整理）为团队成员常用工具，操作熟练，无需额外学习成本。

编码辅助工具：设计“教科书问题情境编码记录表”，通过纸质表格与电子文档同步记录，确保编码过程规范、数据可追溯；同时，利用腾讯文档在线协作功能，实现项目组实时共享编码数据，避免重复劳动。

3 研究团队与指导保障

核心团队能力：项目申请人宋美慧为北京师范大学课程与教学论（数学教育方向）博士生，曾参与“全国教育科学规划教育部重点项目”（DCZ230520），具备文献梳理、课程方案设计及报告撰写经验；成员李家铖同样为该专业博士生，参与过“内蒙古自治区教学研究室专项课题”（NMKY14520764），熟悉教育课题研究流程与数据编码方法，两人专业基础扎实，分工明确。

导师专业指导：导师张春莉教授为北京师范大学教育学部教授，长期从事数学课程与教材研究，对核心素养导向的教材设计、教科书文本分析方法有深入研究，可在分析框架构建、数据解读、成果凝练等关键环节提供针对性指导，确保研究方向正确、方法科学。

4 实践调研与基地保障

教师访谈基地：依托教育学部课程与教学研究院“基础教育教材综合研究基地”的合作小学，这些学校长期使用人教版、北师大版教科书，可协助联系有经验的一线教师参与访谈，确保访谈对象具有代表性，获取的实践反馈真实可靠。

调研便利性：实践基地均位于北京市内，交通便捷，访谈可结合学校教研活动时间开展，无需额外承担高额差旅费用，符合 3000 元经费预算约束；同时，基地学校可提供课堂观察机会（如情境

教学实际应用场景），为研究结论提供实践验证参考。

5 经费保障

项目总经费 3000 元，经费使用严格遵循财务制度，主要用于：①教材复印与文献打印，约 800 元；②教师访谈和专家咨询费，分别 1000 元、1200 元。

（五）成果提供形式

- （1）公开发表学术论文 1 篇
- （2）结项报告