

基于C-POTE模型的初中数学项目式学习研究

聂于清¹, 付依柔¹, 黄宝红², 陈惠汝^{1*}

¹黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

²黄州中学(初中部), 湖北 黄冈

收稿日期: 2025年10月11日; 录用日期: 2025年11月18日; 发布日期: 2025年11月26日

摘要

随着新课改的深入, 项目式学习已逐渐成为培养学生核心素养的重要途径。但在实际教学过程中项目式学习面临着学科整合程度低、目标游离化、评价单一化等问题。而C-POTE模型以大概概念为基础, 融合学习进阶和教学评一体化的思想, 与项目式学习结合可以有效应对项目式学习的不足。因此文章将C-POTE模型与初中数学项目式学习结合, 以期为初中数学开展高质量的项目式学习提供教学思路。

关键词

项目式学习, C-POTE模型, 初中数学

Research on Project-Based Learning of Mathematics in Junior High School Based on the C-POTE Model

Yuqing Nie¹, Yirou Fu¹, Baohong Huang², Huiru Chen^{1*}

¹School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

²Huangzhou Middle School (Junior Middle School), Huanggang Hubei

Received: October 11, 2025; accepted: November 18, 2025; published: November 26, 2025

Abstract

With the deepening of the new curriculum reform, project-based learning has gradually become an important way to cultivate students' core elements. However, in the actual teaching process, project-based learning faces some problems, such as low degree of discipline integration, free goal, and single evaluation. The C-POTE model is based on big concepts, integrates the idea of integration of

*通讯作者。

文章引用: 聂于清, 付依柔, 黄宝红, 陈惠汝. 基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(11): 615-622. DOI: 10.12677/ces.2025.1311911

advanced learning and teaching evaluation, and combines it with project-based learning to effectively solve the shortcomings of project-based learning. Therefore, this paper combines the C-POTE model with junior middle school mathematics project-based learning, in order to provide teaching ideas for high-quality project-based learning of junior middle school mathematics.

Keywords

Project-Based Learning, C-POTE Model, Junior High School Mathematics

Copyright © 2025 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

项目式学习以项目任务驱动的方式组织教学活动,让学生在真实情境中发现和提出问题、分析和解决问题,在我国中小学教育中得到广泛应用。新一轮教育改革强调采用项目式学习综合运用学科及跨学科知识与方法解决真实问题,旨在培养学生的创新意识、实践能力以及社会担当。2022年颁布的《义务教育课程方案》在深化教学改革部分,强调“探索大单元教学,积极开展主题化、项目式学习等综合性教学活动,促进学生举一反三、融会贯通,加强知识间的内在关联,促进知识结构化”[1]。《义务教育数学课程标准(2022年版)》(以下简称《课程标准》)也提出:“初中阶段综合与实践领域,可采用项目式学习的方式”[2]。

在当前教育改革深化与核心素养导向的背景下,项目式学习作为培养学生问题解决能力和跨学科思维的有效途径,在初中数学教学中展现出独特价值,但其在知识系统性、目标层次性以及评价方式上的不足亟待解决。詹泽慧团队提出的C-POTE模型以大概念为基础,大概念具有高度概括性,能够起到统领学科核心知识的作用,因此适用于初中数学项目式学习。且该模型通过结构化知识网络、递进式问题驱动和多元评价机制,恰好弥补了传统项目式学习的碎片化倾向。除此之外,该模型与初中数学项目式学习的结合具有天然可行性:数学学科严密的逻辑体系与“概念群”高度契合,真实情境的“问题链”能激活学生数学建模思维,而“目标层”与“任务簇”的分级设计则适配初中生认知差异,最终通过“证据集”实现数学素养的可视化评价。将二者结合既保留了项目式学习的实践性优势,又通过C-POTE模型强化了数学知识的系统建构,为发展学生数学核心素养提供了新思路。

2. C-POTE 模型赋能初中数学项目式学习的内在需求

在当前基础教育课程改革不断深化的背景下,初中数学教学逐步从知识本位转向素养导向,项目式学习因其强调真实情境、问题解决与学生主体参与的特征,成为推动教学方式变革的重要路径。然而,在教学实践过程中,项目式学习常常面临目标模糊、逻辑松散、任务碎片化以及评价脱离过程等问题,导致学习活动流于形式,难以达到预期的学习效果。因此,项目式学习亟需一种系统化、结构化的教学设计模型来引导和支撑项目式学习的科学实施。C-POTE模型正是在这一背景下应运而生,它融合大概念教学、学习进阶与教学评一体化理念,为初中数学项目式学习提供了强有力的理论支撑与实践框架。

初中数学项目式学习与传统数学课堂活动有一个显著区别在于:项目式学习引进了真实、具有现实意义的情境与问题,提倡学生展开具有现实意义的探究,因此,项目式学习的内容并非局限于数学教材[3]。广阔的生活视域往往会涉及到多门学科的内容,仅靠单一的数学学科知识很难完整地对其进行解释。

而 C-POTE 模型首先以“概念群”作为项目设计的逻辑起点,以数学学科为支点,融合其他领域的学科知识,培养学生综合运用各学科知识解决实际问题的能力。这不仅有助于学生构建结构化的知识体系,也使项目主题更具数学本质的深度与广度,避免陷入“为情境而情境”的浅层化设计。

项目驱动性问题是数学项目式学习的核心,能够为学生指明方向,推动项目活动的顺利进行[4]。C-POTE 模型通过“问题链”的设计驱动学生的持续探究。问题链并非简单的问题集合,而是围绕概念群层层递进、逻辑严密的系列问题,体现学习进阶的思想。从基础性问题到挑战性任务,从单一应用到综合建模,问题链引导学生在真实项目情境中不断深化理解,实现思维的螺旋上升。这种以问题为导向的学习路径,不仅能够激发学生的探究兴趣,也能够确保项目活动始终服务于核心概念的建构与迁移。

相较于传统数学教学,在项目式学习的导向下,初中数学教学的目标将有所丰富和优化。而 C-POTE 模型构建了“目标层”,将核心素养要求具体化、阶段化。目标层不仅涵盖知识与技能目标,更注重数学抽象、逻辑推理、模型观念、运算能力、数据分析等核心素养的发展,如合作学习能力、跨学科学习能力、问题解决能力、知识迁移与应用能力等培养目标,这种分层设计使得教学目标清晰可测,为后续任务设计与评价实施提供了明确依据,有效避免了项目实施中的随意性与盲目性,以此充分发挥项目式学习的育人优势,丰富数学教学的育人功能。

项目式学习鼓励学生在真实或模拟真实的情境中,围绕复杂问题展开探究,完成一系列学习活动。然而,在实际教学中,若缺乏科学设计,项目任务往往呈现碎片化、随意性或“活动堆砌”的倾向,即多个任务之间缺乏逻辑关联,未能形成合力指向对核心概念的理解与核心素养的发展。这不仅削弱了项目的学习深度,也容易导致学生陷入“做中学”却“学不深”的困境。正是在这一背景下,C-POTE 模型中的“任务簇”理念展现出其独特价值。“任务簇”并非孤立的任务集合,而是围绕“目标层”中设定的学习目标,基于“问题链”所衍生出的一组结构化、层次化、协同化的学习任务群。每一个任务都服务于整体项目目标,任务之间具有明确的逻辑递进关系,这种设计确保了项目活动不是简单的“动手做”,而是有目的、有路径、有进阶的深度学习过程。

项目式学习的一个显著优点在于其强调学习过程的开放性与学生表现的多样性,而这一优点恰恰凸显了其在实践中面临的一个关键挑战——评价的复杂性与困难性。而 C-POTE 模型通过“证据集”实现教学评一体化,这是其赋能项目式学习的关键所在。“证据集”强调在项目全过程系统收集多维度、多来源的学习证据,包括探究日志、小组讨论记录、草图与模型、阶段性报告、反思笔记、同伴互评表、教师观察记录等。这些证据共同构成一个立体化、过程性的评价数据库,使项目式学习过程“可见”,思维发展“可溯”,素养表现“可评”。

综上所述,C-POTE 模型通过“概念群-问题链-目标层-任务簇-证据集”的系统架构,为初中数学项目式学习提供了从设计到实施再到评价的完整闭环。它不仅回应了当前项目式学习在结构化、进阶性和评价融合方面的现实挑战,更从机制上保障了教学的科学性与育人功能的深度实现。因此,将 C-POTE 模型融入初中数学项目式学习,是提升教学品质、促进学生核心素养发展的内在需求,也是推动数学教学走向专业化与高质量发展的必然选择。

3. 基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习教学策略

根据前文对融合 C-POTE 模型的初中数学项目式学习的必要性探析,结合项目式学习的基本流程,构建“明确项目主题,遴选大概念群-依据大概念,生成问题链-以素养为纲,确定学习目标-聚焦目标层,设计项目任务-实施项目活动,展示项目成果-贯穿实践过程,收集证据集”的六步教学策略体系。该策略将 C-POTE 模型的五大要素有机融入项目式学习的四个阶段:项目启动、项目计划、项目实施、项目评价,实现教学设计的系统化与可操作性,具体步骤如图 1 所示。

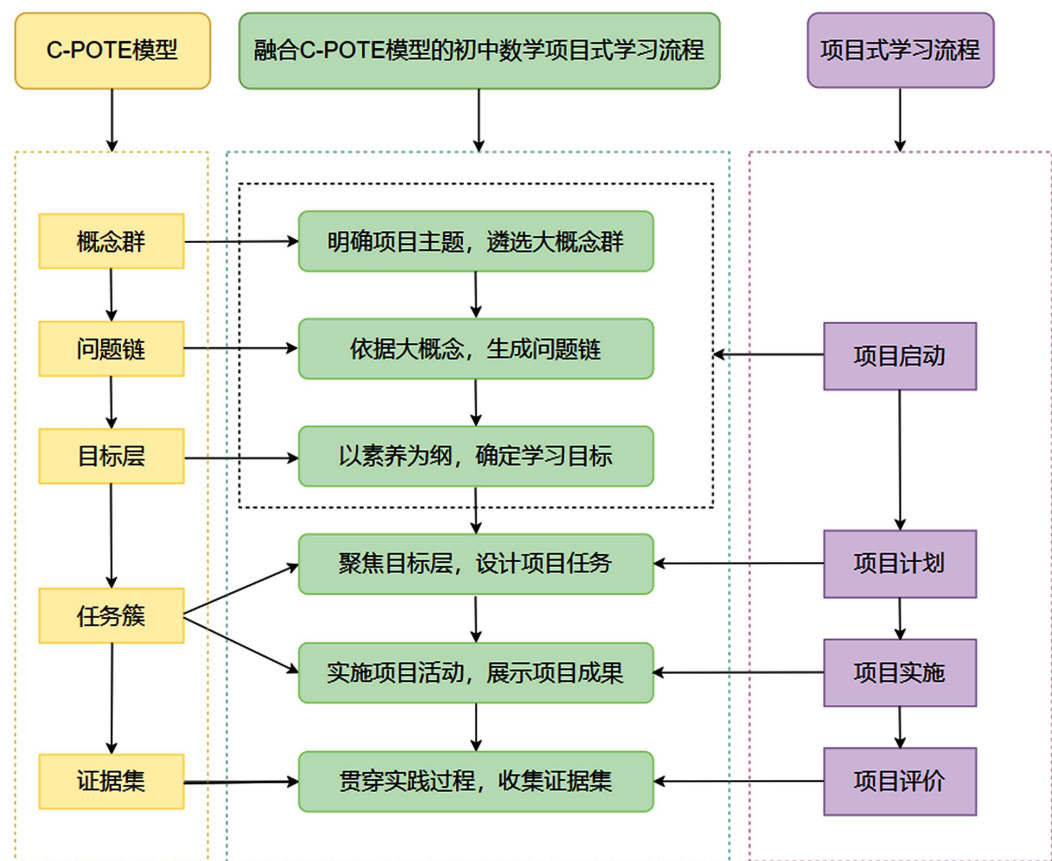


Figure 1. Operation steps of project-based learning of junior high school mathematics integrated with C-POTE model

图 1. 融合 C-POTE 模型的初中数学项目式学习操作步骤

3.1. 明确项目主题，遴选大概念群

在项目式学习的启动阶段，首先需要明确项目的主题。这一过程涉及对数学课标、数学教材、学生兴趣和社会热点的综合考量，以确定一个既具有教育价值又能激发学生探究欲望的主题。随后，基于选定的主题，在数学学科核心素养的引领下，梳理该主题所涉及的各学科核心知识，立足学科整体视角，提炼各学科的关键大概念，构建相应的学科大概念。在此基础上，围绕数学项目式学习的最终育人目标，探寻学科间的融合点，对相关知识内容进行整合与提炼，进而生成交叉学科大概念。最终，学科大概念与跨学科大概念共同构成大概念群。

以人教版八年级下册“一次函数”单元为例，教师可确立项目主题为“校园里的‘行走路线’——用一次函数优化出行路径”。围绕该主题，聚焦“变量关系”、“函数模型”、“图像特征”等一级数学概念，整合“距离-时间-速度”之间的数量关系，提炼出“现实问题可转化为函数关系”、“函数图像能直观反映变化趋势”等跨情境的大概念。通过系统整合，形成以“一次函数的实际建模与应用”为核心的数学概念群，为后续项目推进提供认知锚点。

3.2. 依据大概念，生成问题链

在明确了项目主题和大概念群之后，接下来的步骤是依据这些大概念生成一系列层层递进的问题链。问题链向上沟通大概念和核心素养，向下承接任务群[5]。

高质量的驱动问题能够激发学生的学习兴趣 and 探究实践的欲望,有助于数学项目式学习的顺利开展。教师在设计问题链时,应遵循学习进阶的原则,明确核心问题,通过追问的形式将核心问题进一步分解形成一系列驱动性子问题。引导学生在探究过程中不断深化理解。

在“校园行走路线优化”项目中,教师可创设真实情境:学生每日在校园内往返于教室、食堂、图书馆等地,是否存在更高效的出行路径?基于此,设计如下问题链:“不同路线的步行时间受哪些因素影响?”“如何用数学方式描述路程与时间的关系?”“如果我们将每条路线的步行过程看作一个函数,它的表达式和图像是什么样子?”“怎样比较两条路线的优劣?”“能否根据个人需求,如赶时间、省体力等推荐最优路径?”这一系列问题由浅入深,既关联一次函数的核心知识,又引导学生从生活经验出发进行数学抽象,逐步完成从“感知问题”到“建模求解”的思维跃迁。

3.3. 以素养为纲,确定学习目标

基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习以核心素养为导向,引导学生在真实的问题情境中,用数学的眼光观察现实世界、用数学的思维思考现实世界、用数学的语言表达现实世界。核心素养是一个上位概念,本质上是一种跨学科的综合能力,只能在一定的情境下通过被观察者的表现进行推断而无法直接测量[6]。

教师可以根据大概念群的内涵以及生成问题链的基础上,将抽象的核心素养分解为具体、可测的多个学习目标,学生在明确学习目标后即可有目的有计划地开展项目学习任务。

本项目的学习目标可分为三个层次:首先,在“基础知识与技能”层面,学生能测量校园路线距离,记录步行时间,计算平均速度,并写出对应的一次函数表达式;其次,在“数学思维与方法”层面,学生能绘制函数图像,分析斜率与截距的实际意义,比较不同函数值以判断路径优劣;最后,在“高阶素养与实践能力”层面,学生能综合数据与模型,撰写《校园最优出行建议书》,并进行公开汇报与答辩。这样的目标体系既保障了基础知识的落实,又促进了学生建模能力与批判性思维的发展。

3.4. 聚焦目标层,设计项目任务

在明确了学习目标和待解决问题之后,接下来需要聚焦于目标层,设计一系列具体的项目任务。这些任务应围绕目标展开,体现项目的综合性与实践性,并且学生在教师提供的学习支架的引领下,通过分工协作促进学生多元能力的发展。教师在进行任务设计时既要考虑学生的认知水平和兴趣特点,又要确保每一项活动都服务于核心素养的生成,从而提升项目学习的实效性。

在“校园行走路线优化”项目中,教师可设计以下任务序列:第一,学生以小组为单位,实地测量教室至食堂、图书馆、操场等地点的多条路线长度,并多次测试步行时间,记录原始数据;第二,基于采集的数据建立时间与距离的一次函数模型 $s = kt + b$,并在坐标系中绘制图像,标注关键点与变化趋势;第三,对比不同路线的函数图像,分析斜率大小与截距含义,讨论影响效率的因素(如坡度、人流);第四,结合个人需求提出个性化出行建议;第五,制作海报或 PPT,撰写《校园最优出行建议书》,准备成果展示。这一系列任务由易到难、由个体到合作、由模仿到创造,既锻炼了学生的动手能力与合作意识,也促进了数学知识的深度理解与灵活运用。

3.5. 实施项目活动,展示项目成果

在完成项目设计后,进入项目实施阶段。这一阶段有两个重要环节,一是需要教师组织学生开展项目活动,通过探究、合作、设计、反思等多种方式推进学习进程;二是安排项目成果的展示环节,让学生有机会分享自己的学习收获和创意成果。成果展示不仅是对学生努力的认可,也是检验学生数学项目式

学习成效的最直接依据。

在“校园行走路线优化”项目中，学生在教师指导下分组完成数据采集、建模分析、方案优化等任务。各小组利用图表、公式、图像等多种形式呈现研究成果，并在班级内进行成果汇报。汇报形式包括口头讲解、多媒体演示、现场问答等。教师可邀请其他班级师生参与听评，营造开放互动的学习氛围。通过成果展示，学生不仅深化了对一次函数的理解，也在真实任务中锻炼了团队协作、问题解决与表达能力。同时，教师可通过观察学生的表现及时反馈，帮助其在反思中改进与提升。

3.6. 贯穿实践过程，收集证据集

在整个项目式学习的过程中，持续收集多维度、多来源的学习证据，形成系统的证据集。证据集包括项目计划书、探究日志、小组讨论记录、草图与模型、阶段性报告、反思笔记、同伴互评表、教师观察记录、答辩表现视频等。通过证据集的系统收集与分析，教师需要对学生的问题解决情况、项目产品的优化效果、核心概念的理解程度等进行合理测评，并根据学生的具体表现提供及时的反馈，通过评价促进学生对其概念的进一步理解。

在本项目中，教师应在项目启动之初即建立“学习档案袋”，系统收集贯穿全过程的多维证据：其一，过程性证据，如小组调研日志、数据记录表、草图与初稿、会议纪要等，反映学生的探究轨迹与合作状态；其二，成果性证据，如函数建模报告、优化建议书、展示 PPT 等，体现学生的数学表达与创新思维；其三，表现性证据，如课堂发言记录、答辩视频、同伴互评表等，展现学生的沟通能力与反思水平。教师可通过定期反馈、阶段性点评等方式，将评价融入教学全过程，帮助学生在不断调整与改进中提升项目质量。这种贯穿始终的证据收集机制，不仅全面反映了学生的学习成效，也有效支持了核心素养的持续发展。

4. 基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习行动研究初步探索

为检验基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习教学策略的实际效果，本研究在黄州中学(初中部)八年级的两个班开展了为期一个教学周期(6周)的行动研究。研究聚焦“一次函数的实际建模与应用”单元，实施“校园里的‘行走路线’——用一次函数优化出行路径”项目，具体设计如下。

4.1. 研究设计

本研究采用单组前后测行动研究设计，以实验班($n = 48$)为对象，在实施 C-POTE 模型指导下的项目式学习前后，收集学生认知发展、核心素养表现及情感态度等多维度数据。研究周期涵盖项目启动、计划、实施与评价全过程，教师作为研究者全程参与教学设计、实施与反思。

4.2. 数据收集工具与方法

为全面评估模型效能，研究采用三角互证法(Triangulation)，收集以下四类数据：第一是学业成就数据：前测与后测数学测验卷，重点考查一次函数的概念理解、图像分析与实际应用能力，题型包括选择题、填空题与开放性问题。测验信度(Cronbach's α)为 0.87，效度经三位数学教研员审核确认；第二个是过程性学习证据：学生“学习档案袋”中的探究日志、数据记录表、函数草图、小组会议纪要、阶段性报告等。教师课堂观察记录表，重点关注学生的问题提出、合作交流、建模尝试与反思行为。第三个是成果性表现数据：小组最终成果《校园最优出行建议书》及 PPT 展示材料。成果评价采用自编《数学项目成果评价量规》，涵盖“数学建模”、“数据分析”、“表达交流”、“创新思维”四个维度，每维度设 4 级评分标准；第四是质性访谈资料：项目结束后，随机抽取 12 名学生进行半结构化访谈，了解其对项目学习的兴趣、挑战感知与收获，并对 2 位协同授课教师进行深度访谈，探讨 C-POTE 模型在教学设计

中的可行性与实施难点。

4.3. 初步发现

初步数据分析显示：学生后测成绩显著高于前测($p < 0.01$)，尤其在开放性应用题得分率提升达 32%；学习档案袋中 85% 的学生能完整记录数据采集与建模过程，体现较强的探究意识；访谈中 90% 的学生表示“更理解了一次函数的实际意义”，78% 认为“小组合作让学习更有意思”；教师反馈：“目标层与任务簇的设计让项目推进更有逻辑性，但时间管理仍是挑战。”

5. 研究局限与未来展望

尽管本研究构建了基于 C-POTE 模型的初中数学项目式学习策略体系，并开展了初步实证探索，但仍存在局限，首先样本代表性有限，当前行动研究仅在一所学校的一个年级开展，样本量较小，研究结论的普适性有待在更多区域、学段与学校类型中验证；其次教师专业要求高，C-POTE 模型对教师的大概念提炼、问题链设计与多元评价能力提出较高要求，普通教师需经过系统培训方可有效实施；并且时间成本较大，项目式学习本身耗时较长，而 C-POTE 模型的精细化设计进一步增加了备课负担，如何在有限课时内平衡项目深度与教学进度，是实践中的一大挑战；最后，量化证据待加强，目前数据以质性为主，未来需扩大样本，采用准实验设计(如对照班)进行更严谨的因果推断。未来研究可进一步拓展 C-POTE 模型的应用边界，推动其在代数、几何、统计等不同数学内容中形成差异化、学科化的教学模式；在此基础上，开发配套的教师支持工具包，如学科大概念库、项目任务模板与可复用的评价量规，降低教师实施门槛；同时，可探索将人工智能技术融入模型实践，实现对学生学习过程证据的自动采集与智能分析，提升教学评价的效率与精准性；最终，推动 C-POTE 模型向跨学科领域延伸，特别是在 STEAM 教育项目中发挥其系统化、结构化的设计优势，为深化核心素养导向的教学改革提供可推广的实践范式。

6. 结语

项目式学习作为落实核心素养的重要路径，强调学生在真实情境中综合运用知识解决问题，发展批判性思维、合作能力与创新能力。本研究基于 C-POTE 模型，构建了“明确项目主题，遴选大概念群 - 依据大概念，生成问题链 - 以素养为纲，确定学习目标 - 聚焦目标层，设计项目任务 - 实施项目活动，展示项目成果 - 贯穿实践过程，收集证据集”的六步教学策略体系，实现了 C-POTE 模型与初中数学项目式学习的有效融合。该模型不仅为教师提供了系统化、结构化的教学设计框架，帮助其厘清“教什么”、“怎么教”、“如何评”的关键问题，也促进了学生从知识掌握向能力发展、从被动接受向主动探究的转变。未来研究可进一步拓展该模型在不同学段、不同数学内容中的应用，推动项目式学习在基础教育数学课堂中的常态化实施。

基金项目

2024 年度黄冈市教育科学规划课题(2024JB48)；2025 年教学研究重点项目(2025CE31)；2025 年黄冈师范学院研究生工作站课题(5032025022)。

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: 2, 14.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022 年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 77.
- [3] 张小雪. 基于项目式学习的初中数学教学优化策略探究[J]. 数学学习与研究, 2025(1): 70-73.
- [4] 桑国元, 叶碧欣, 黄嘉莉, 等. 构建指向中国学生发展核心素养的项目式学习标准模型[J]. 中国远程教育, 2023,

43(6): 49-55.

- [5] 詹泽慧, 季瑜, 赖雨彤. 新课标导向下跨学科主题学习如何开展: 基本思路与操作模型[J]. 现代远程教育研究, 2023, 35(1): 49-58.
- [6] 王俊民, 丁晨晨. 核心素养的概念与本质探析——兼析核心素养与基础素养、高阶素养和学科素养的关系[J]. 教育科学, 2018, 34(1): 33-40.