

STEM 理念下核心素养导向的数学综合实践作业设计研究

Research on the Design of Comprehensive Practical Math Homework Oriented by Core

Literacy under the STEM Concept

王艺霖*, 魏雪峰, 代倩, 柯月

鲁东大学教育学院

*2577620009@qq.com

【摘要】 本研究基于 STEM 教育理念, 探讨核心素养导向下数学综合实践作业的设计与实施。针对传统数学作业在实践能力与创新素养培养方面的不足, 论证了 STEM 教育设计理念融入数学作业的必要性, 并构建数学综合实践作业设计模型, 促进学生素养、认知与能力协同发展。研究还基于作业模型开发“作业设计助手”专用智能体, 并以“校园种植园改造”案例验证模型的可操作性与前景, 旨在为 STEM 理念下的数学综合实践作业设计提供理论及实践参考。

【关键词】 STEM 理念; 核心素养; 综合实践; 作业设计

Abstract: This study, grounded in STEM education principles, explores the design and implementation of core literacy-oriented mathematics comprehensive practice homework. Addressing limitations in traditional mathematics homework for fostering practical and innovative skills, it argues for integrating STEM concepts into homework design and develops a design model. This model promotes the coordinated development of students' literacy, cognition, and abilities. An "Homework Design Assistant" agent was created, and the model's practicality was validated through a campus garden renovation case study, offering theoretical and practical guidance for STEM-based mathematics comprehensive practice homework design.

Keywords: STEM Education, Core Literacy, Comprehensive Practice, Homework Design

1. 引言

2025 年 1 月, 中共中央、国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)》, 要求提升学生的实践能力和解决问题能力。作业作为教育教学的关键组成部分, 被认为是培养学生能力的一种有效手段。数学综合实践作业以其真实性、探究性, 被认为是培养学生综合能力的重要载体。但我国长期受到凯洛夫教育思想的影响, 部分作业研究者仍坚持文字性的书面练习(杨伊等, 2020), 从而忽略学生综合能力的培养。因此, 教育者的作业设计理念应亟需变革, 从传统的知识传授型向素养培育型转变。2019 年, 中共中央、国务院就已指出要注重实践性和跨学科作业。在此背景下, 融合科学、技术、工程与数学的 STEM 教育理念, 为设计指向核心素养的数学综合实践作业提供了新的视角。

然而,设计此类作业对教师而言难度较大。当下,基于大语言模型的智能体,在自然语言处理与生成、逻辑推理、多模态交互等方面有显著优势(刘明等,2024),能够为教师提供作业设计支持。本研究旨在通过构建和应用数学综合实践作业设计模型,探索STEM理念下数学综合实践作业设计的有效路径及智能体赋能的可行性。研究问题如下:1.融合STEM理念与核心素养的数学综合实践作业,其系统化设计模型包含哪些关键要素与操作步骤?2.基于该模型开发的“作业设计助手”智能体,其可用性如何?

2.相关研究

2.1. STEM 教育理念

STEM教育起源于美国,是科学、技术、工程和数学四门学科的简称,也被称作“元学科”(meta-discipline)。Kelley等(2016)对整合式STEM教育的概念进行了界定,认为STEM教育应超越孤立学科的传授,通过工程设计将科学、技术、工程和数学有机结合起来。基于此,数学综合实践作业设计并非各学科知识的简单并列,而是围绕工程设计这一核心问题实现深度融合。任务的解决需要学生同时调用和整合多个学科的概念与方法,共同构建最终的解决方案。

2.2. 作业设计研究

随着“双减”政策的推行以及信息技术的快速发展,作业设计已然成为诸多学者关注与研究的焦点。据调查,目前作业设计缺乏系统性和多元化,内容较为统一,多以书面习题和记忆背诵为主,少有实践操作类作业。Cooper(2006)认为,作业的意义在于解决现实问题,强调“如何做”。尽管已有研究指出综合实践类作业对学生知识运用能力和综合素养培养具有重要作用,并有学者尝试在作业设计中融入STEM理念,但多数仍停留在理论倡导层面,缺乏可操作的、系统化的设计模型,更缺乏对智能体能赋能作业设计的实证探索。

3.模型构建: STEM 理念下数学综合实践作业设计框架

3.1. 理论基础与核心概念

本模型以建构主义理论为基石,强调知识在真实情境中通过协作与对话主动建构。学生在建构过程中是信息加工的主体,教师虽为指导者与协助者,但在活动设计与布置中亦发挥着重要作用。《义务教育数学课程标准(2022年版)》(以下简称新课标)指出,数学学习是通过主动思考、积极探索和动手实践等多种方式解决问题的过程(中华人民共和国教育部,2022),这表明,数学核心素养的形成,本质上依赖于情境化数学活动中的实践经验积累与认知体悟。

关于数学核心素养,本研究依据新课标,将其操作化为可观察、评价的维度:数学眼光:能否从真实情境中抽象出数学问题,识别关键的数量关系和空间形式;数学思维:能否运用逻辑推理、数学建模、统计计算等方法分析和解决问题;数学语言:能否运用数据、图表、符号等准确、规范地表达解决问题的过程和结果。

3.2. 数学综合实践作业设计模型构建

Honey等(2014)认为在设计STEM教育时不能假定学生会自然发生整合,而需要为学生提供明确的整合支持,并夯实其在单一学科的知识基础,并进行适当的整合。因此,在构建数学综合实践作业设计模型时(以下简称模型),将创设真实的工程情境中激发学生思维,并提供学科支架,助力其解决问题,如图1所示,具体操作环节如下:

环节一(创设工程情境):情境选取不仅真实,更要蕴含可被数学化的工程问题。环节二(确定作业目标):教师应明确目标,具体化为何种数学眼光、数学思维、数学语言得到发展。环

节三(设计任务链):这是作业设计的核心环节。任务链设计需依据布鲁姆认知目标由浅入深,将问题解决分解为多个逻辑串联的子任务,每个子任务应是运用多学科知识解决工程问题的具体行动。环节四(提供学科支架):按照STEM教育的设计原则,向学生提供每个学科中涉及的知识、方法、资源等支架,促进整合学科解决问题的进程。环节五(作业展示与评价):采用过程性评价与总结性评价相结合的方式。教师制定评价标准时应紧扣数学核心素养和STEM要素。环节六(感悟价值):引导学生反思在工程问题解决过程中,数学工具和方法发挥了何种关键作用,从而内化数学的价值。

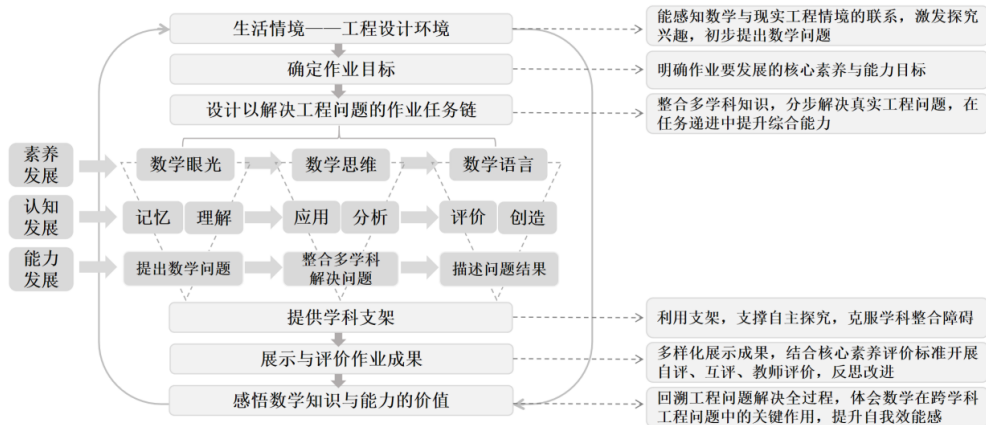


图1 数学综合实践作业设计模型及预期学习过程

3.3. “作业设计助手”智能体开发与应用框架

基于大模型搭建“作业设计助手”智能体,首先,搭建情境库与知识库,通过检索增强生成技术自动搜索,提供真实工程情境;其次,基于思维链、ReAct方法等,智能体能够进行逻辑推理。依据教师设定的作业目标与要求,自主分解并生成结构化的作业任务链;在此基础上,智能体可检索知识库提供学科支架,并在作业完成后让智能体依据教师制定的评价标准进行评价;最后,智能体通过记忆模块或外部工具调用功能存储评价数据,例如飞书的多维表格只有教师授权才能访问和使用,保障学生隐私安全。基于上述内容,本研究依托扣子智能体开发平台,结合教育提示语CORE框架,为智能体设定角色任务等,如图2所示。

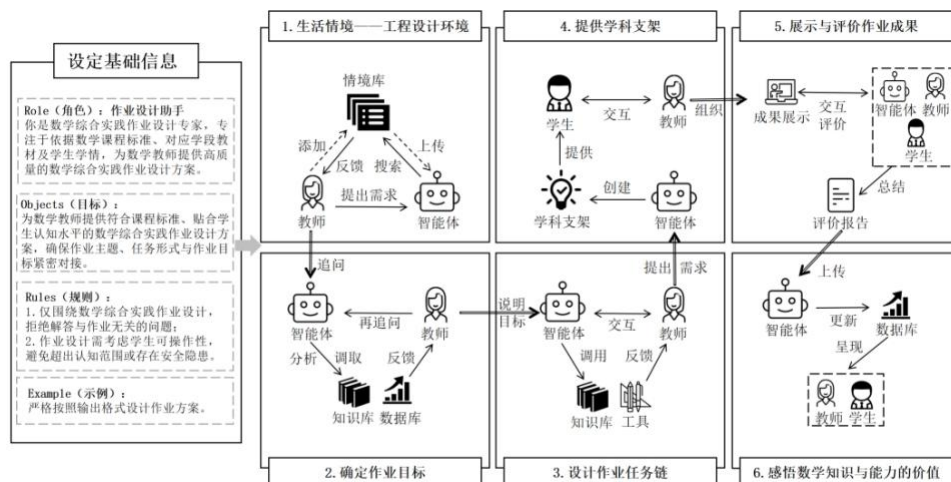


图2 “作业设计助手”智能体信息设定与应用框架

4.应用实例

本文围绕“图形面积”数学知识点,让智能体遵循作业设计模型的六个阶段进行系统化设计,主题为“校园种植园改造”,具体设计内容如下:

在工程情境创设阶段,项目以学校劳动教育实践基地建设为背景,提出了“如何在有限校园空地中设计出满足植物生长需求、美观且成本合理的种植园”这一实际工程问题,将数学知识自然融入校园环境建设的真实场景中。作业目标的确立充分体现了三维发展要求,在素养维度着力培养学生从种植园场地中识别几何形状的数学眼光、通过计算优化种植园设计方案的数学思维,以及运用数据、图表语言表达设计成果的数学表述能力;在认知维度引导学生完成从理解图形公式到创造性设计复合种植方案的认知跃迁;在能力维度系统培养学生的实地测量、跨学科综合应用、数据分析及团队协作等多方面能力。

跨学科作业任务链的设计是本项目的核心环节,四个递进式任务实现数学与多学科的有机融合。第一,在环境勘测与数据分析任务中,学生不仅需要运用测量技术、图形面积计算等数学知识完成场地测绘,还要结合科学课程中的气候特征等知识分析种植环境情况。第二,在种植规划与几何计算任务中,要求学生将长方形、三角形等图形的周长、面积计算与生物学中的植物生长空间需求相结合,设计出符合生态原则的种植布局。第三,工程预算与优化设计方案任务则引导学生运用数学中的成本计算与最优化方法,在预算约束下制定出经济合理的种植园改造方案,实现数学知识与工程实践的综合应用。最后的成果展示与实践种植任务,更是将数学的数据可视化与美术的设计美学、劳动教育的实践技能有机结合。

为支持学生顺利完成这一复杂的跨学科项目,“作业设计助手”提供了多方面的的学科支架,为教师提供设计参考。在成果展示与评价阶段,教师组织种植园规划方案答辩会,采用涵盖数学计算准确性、科学合理性、经济可行性、设计美观性及团队协作表现的多维评价体系,通过多元评价主体的参与实现全面评估。

通过完整的作业实施,学生最终在感悟数学知识与能力价值阶段达成学习目标。作业总结引导学生认识到几何知识如何为科学种植规划提供支撑,数学计算如何在工程成本控制中发挥关键作用,跨学科思维如何显著提升复杂问题的解决效率,从而深刻理解数学在真实生活中的重要性。该项目通过系统化实施作业设计模型的六个阶段,完整展现了数学核心知识与多学科知识在真实问题解决中的深度融合与协同应用,为基于 STEM 理念的数学综合实践作业设计提供了可操作的实施范例。

5.结语

本研究通过建构系统化的作业设计模型,并搭建相应智能体,为突破传统作业设计提供路径。融合 STEM 理念的数学综合实践作业能使学生在解决实际问题的过程中促进其知识迁移、协作创新与素养提升。智能体技术的引入,更为教师提供了高效、精准的设计支持,有助于化解综合实践作业设计中面临的跨学科整合难、实施负担重等现实困境。未来,随着教育数字化进程的深入推进,智能体与作业设计的融合将更加深化,以更全面、科学地反映学生的成长轨迹。

参考文献

- 刘明,杨闽,吴忠明 & 廖剑.(2024).教育大模型智能体的开发、应用现状与未来展望.现代教育技术,34(11),5-14.
- 杨伊,夏惠贤 & 王晶莹.(2020).我国学生作业设计研究 70 年:回顾与展望.教育科学研究,(01),25-30+54.
- 中华人民共和国教育部.(2022).义务教育数学课程标准(2022 年版).北京师范大学出版社.

- Cooper, H., Robinson, J. C., & Patall, E.A.(2006). Does Homework Improve Academic Achievement? A Synthesis of Research,1987-2003. *Review of Educational Research*, 76(1), 1-62.
- Honey, M. , Pearson, G. , & Schweingruber, H. . (2014). *Stem integration in k-12 education: status, prospects, and an agenda for research*.National Academies Press.
- Kelley, T. R. , & Knowles, J. G. . (2016). A conceptual framework for integrated stem education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.