

AI 赋能小学科学项目式学习的案例研究

——人教/鄂教版 五年级下册《设计机械臂》

张琴琴 孙宏 祝龙依梦

生成式人工智能在小学科学教学场景中具有一定的优势和应用价值。本案例以人教鄂教版《科学》教材五年级下册《设计机械臂》一课为例,阐释在小学科学项目式学习的教学实践中,AI 在设计阶段如何有效助力学生开展工程设计,清晰呈现学生头脑中的思维模型,从而促进学生工程思维的发展。同时,为后续 AI 赋能小学科学课堂提供一定的思考与借鉴。

一、案例背景

《科学课程标准(2022年版)》中强调“倡导以探究和实践为主的多样化的学习方式^[1]”,并指出“要加强对探究和实践活动的研究和指导,整合启发式、探究式、互动式、体验式和项目式等各种教育学方式的基本要求,让学生经历有效探究和实践过程^[1]”。因此,围绕学科核心概念及跨学科概念开展项目式学习活动在小学科学教学中具备一定的积极作用。而在项目式学习的过程中,要让学生更加积极主动的参与到教学活动中来,经历有效的研究实践,真实的教学情境和教师的个性化互动、辅导都是尤为重要的。但在实际教学中,教师受到课堂时间、师资力量等方面的限制,无法在有限的时间内真正为每个项目式学习小组均提供有效的支持,这就让我们看到了生成式人工智能在项目式学习中的应用价值。

因此,本研究团队对《技术与发明》单元进行了项目式的教学设计,以《设计机械臂》一课为例,说明在实际教学中如何结合人工智能技术手段,辅助学生在真实情境中解决真实问题,经历有效的探究和实践过程,进而清晰认知学科核心概念、跨学科概念,并发展学生的科学思维。

(一)教材分析

《技术与发明》单元是人教版与鄂教版联合出版教材五年级下册科学课程的最后一个单元,该单元涵盖“技术、工程与社会”以及“工程设计与物化”核心概念。整个单元中学生通过参与活字印刷、设计机械臂、改进自行车等活动,了解常用的发明方法,并感受技术与

社会之间的紧密联系。帮助学生理解“结构与功能”和“系统与模型”这两个跨学科概念。

单元共包含三课。第 17 课《印刷技术》，让学生亲身体验印刷过程，了解印刷技术的发展历程与特点，认识到技术是如何在需求的推动下不断发展的。第 18 课《仿生技术》，通过分析发明案例，探讨技术与仿生学的关联，引导学生从生物形态中获取发明灵感，并设计机械臂。第 19 课《科技小发明》，通过观察日常物品，分析发明需求和科学原理，思考自行车的改进办法，并总结发明方法。

(二) 单元整体设计

基于教材内容，本研究组对其进行了项目式学习设计，通过发布项目总项目任务：开发一款能够抓取并运输货物的机械臂，展开学习。整体项目划分为多个子项目，分别为：项目启动、发明调研报告、设计机械臂、制作机械臂、测试与改进、产品发布。在经历完整的工程任务过程中，帮助学生体会印刷技术、仿生技术，并利用多种发明方法对机械臂展开发明创造，最终形成能够满足需求的机械臂，并在每一阶段的的任务重，均进行 AI 技术的辅助，促进学生在项目式学习独立、自主的完成学习任务。项目整体设计如下图(图 1)，引导学生在真实的情境中解决现实问题，进而发展学生的学科核心素养。

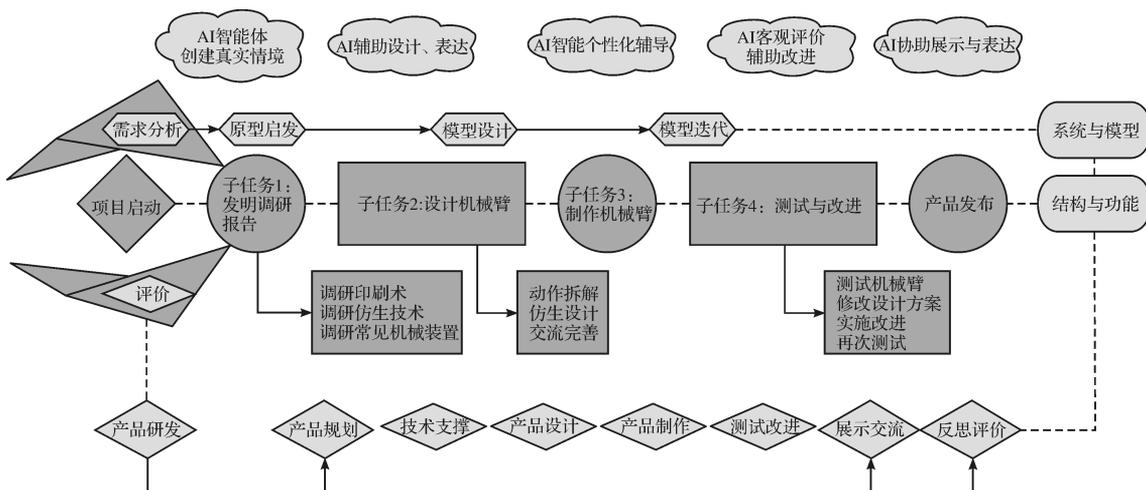


图 1 “技术与发明”单元整体项目设计

二、案例目标

本课位于整个项目式学习中的“设计”部分，要完成的任务为“设计一款能够将货物运输到指定地点的机械臂”，在这一过程中体验常用的发明方法、初步完成设计方案并判断其可行性，涉及到的学科核心概念为“技术、工程与社会”“工程设计与物化”，涉及到的跨学科核心概念为“结构与功能”“系统与模型”。本课的教学目标如下：

(一) 科学观念

1. 知道发明会应用一些科学原理，很多发明可以在自然界找到原型。

2.认识机械臂的结构与功能间存在一定联系,特定结构实现特定功能。

3.了解机械臂作为一个工程项目,由多个子系统组成。

(二)科学思维

1.能根据项目需求,运用合适的发明思路和方法开展机械臂的设计,初步具有一定的创新意识。

2.能有依据地评价机械臂的设计方案,初步分析、判断其可行性与合理性。

3.能基于证据和逻辑,有选择的接纳改进建议,发展学生的申辩思维。

(三)探究实践

1.能借助一定的技术手段,用示意图、影像、文字或实物等多种方式表达设计意图,初步展现机械臂结构与功能间的联系。

2.能基于证据,初步判断方案的可行性和合理性。

(四)态度责任

能与人合作,尊重他人的合理意见,认真倾听,勇于表达。

三、案例设计

(一)教学策略及方法

为切实推进小学科学教学中项目式学习的有效实施,激发学生主动学习的积极性,让学生切实经有效的探究实践过程,在本课教学中,教师引导学生认识仿生学的运用方式,将复杂任务进行拆解后加以完成。设计过程中,教师借助 AI 技术手段,助力学生进行高效的设计与表达。同时,通过 AI 以及多种评价方式,推动学生实现有效学习,培养学生的工程思维,助力学生掌握学科核心概念。

(二)教学过程设计

教学阶段	师生互动	AI 运用	意图
环节一:AI 创真实情境、解实际问题	<p>谈话:各位工程师,我们在前两次课程中参与了一项工程任务,任务是为甲方研发一款机械臂,目标是能将货物从生产区运输到码放区。今天,甲方(智能体)在向我们询问工程进度了。哪位工程师可以向甲方来汇报一下工程进度和成果?</p> <p>预设:研发机械臂、进行了项目规划和技术调研,在调研中,我们了解了仿生技术、发明方法等内容,并分析了相关机械技术。</p>	利用“甲方”智能体创设真实情境,让学生真的与“甲方”对话,将学生带入真实任务中。	创设真实情境、回顾整体项目流程及设计目标,为后续在真实情境中解决真实问题打下基础。

教学阶段	师生互动	AI 运用	意图
环节二：原型启发、拆解设计仿生机械臂	<p>活动一：分析原型</p> <ol style="list-style-type: none"> 展示较为复杂、先进的机械臂视频。 教师与学生共同分析，这一复杂机械臂的设计应用了仿生学知识，但并不是完全的仿制手臂，而是进行功能放生。 引导学生通过手臂的动作分析要完成一个复杂的结构仿生可以将其拆分成多个简单动作来完成。 引导学生回归本项目目标，通过手臂的实际运输动作，将机械臂的运输任务再次拆解为多个简单动作，并分析哪些结构可以实现对应的功能。 <p>活动二：仿生设计机械臂</p> <ol style="list-style-type: none"> 教师为学生提供机械装置和材料工具帮助来辅助学生运用合适的结构来实现相应的目标动作。 组织学生分组进行设计。 <ol style="list-style-type: none"> 参考材料清单，允许学生自行补充清单里没有的材料； 学生可以组为单位到教室里的材料区，观察要抓取的物品及备选材料，允许学生进行拼摆； 对于进入设计状态的组，教师投屏展示，并设置立牌。（评价激励） 提示学生若设计存在困难，可向 AI 求助进行方案设计，周边设置技术部门为学生的 AI 应用提供相应支持。 	<p>设计阶段通过 AI 辅助学生绘制设计图：当学生收到技术限制，无法通过绘图等手段清晰表达自己的想法时，借助豆包生图的功能，通过简易图纸或描述，生成相对清晰的图纸，再在图纸的基础上进一步完善，促使学生有效进行设计活动及清晰表达自己的观点。同时，在学生与 AI 进行交流的过程中，也进一步促使学生更加明确自己的设计思路，发展学生工程思维，也是 AI 智能性辅导的实际运用。</p>	<p>通过对复杂机械臂的分析，认识到机械臂的设计过程中可以应用仿生学进行设计，这实际也是发明创造中常用的联想发明法。在原型分析的基础上，通过多种方式进行组内探讨和设计活动，借助 AI 的辅助使学生更加高效的交流和完成、完善设计。</p>

续表

教学阶段	师生互动	AI 运用	意图
环节三:多重评价、促方案迭代	<p>活动一:学生互评</p> <p>1.在投屏下,组织小组展示交流本组运用了怎样的发明思路,怎样设计的。 学生发言(含互评)。</p> <p>2.教师总结点评。</p> <p>活动二:AI 评价</p> <p>1.除了同学间的互评,我们还可以让 AI 这个小伙伴来给你一些建议,看看是不是能对你有所帮助。</p> <p>2.组织各小组尝试借助 AI 改进设计方案,对方案作出改进完善。</p> <p>(1)用不同颜色的笔记录改进的内容;</p> <p>(2)结合本组的设计来判断 AI 的建议是否合理。</p> <p>3.你的设计真的能达成预期吗?我们还可以提前看看它变成实物的样子,跟你想的一不一样。</p>	<p>学生互评过程中,可利用 AI 生成的图示进行表达,辅助学生清晰表达观点,进而进行有效评价。课堂时间有限,不足以让每一组学生都进行细致的点评,因为可以借助 AI 给出相对客观的评价建议,学生再有选择的接纳时,也发展了学生的申辩思维。</p>	<p>学生互评过程通过不同角度分析、思考问题,提出创造性的解决方案,发展学生工程思维。学生在交流和改进的过程中,有选择性的接纳改进建议,这是学生在头脑中进一步完善模型的过程,真正促进学生进行有效的工程设计活动。</p>
环节四:课堂回顾、深化目标	<p>1.学生进行项目复盘,自评。</p> <p>2.进行课堂回顾,铺垫下节课的任务。</p>	<p>通过 AI 智能体再次与学生交流互动,再次进行情境创设,在真实情境中解决真实问题。</p>	<p>为整体项目的后续实施做铺垫,同时学生的自我评价过程也是学生自我完善的过程。</p>

(三)教学评价设计

为明确课堂评价标准,落实教师课堂评价内容,本研究组聚焦于素养导向的综合评价体系,结合课标要求、教学目标、学习目标,依据金晓婉等研究者关于学习性评价的研究成果^[2],制定本项目的评价导引图,用于教师在课堂观察^[3]、学生记录等方面跟踪学生的学习表现,并进一步划分学生的表现水平,以便随时掌握学生的当下发展情况,进一步调整教学策略促进学生有效的学。同时,本研究组在课堂评价当中应用了多元化的嵌入式课堂评价,通过教师评价语、手势评价、项目自检表、AI 介入等多种方式促进学生进行有效的自评、互评,激励学生积极主动参与学习活动,并进一步反馈教师的教当中,提升学生的学习效果,促进“教—学—评”一体化,发展学生的学科核心素养。

四、案例成果

本研究组在教学中进行课堂观察,结合学生的课堂表现,依据项目评价导引图,对学生的表现进行了评价。通过数据分析,得出了与传统教学模式相比,引入 AI 辅助课堂教学并结合多种评价手段的运用后,学生的发展水平有明显提升,数据对比如下:

发展水平	表现特征	发展比例	
		传统教学模式(%)	引入 AI 辅助课堂(%)
初发展	能合作记录仿生机械臂设计方案,但不完整。	50%	15%
发展中	能绘制完整的机械臂设计方案,初步展现其结构与功能。	30%	40%
提升期	说明机械臂的结构与功能间的联系及发明思路,有依据地判断设计的合理性。	20%	45%

通过数据对比以及学生设计方案的呈现,可以明显看出,在引入 AI 辅助课堂教学并结合多种评价手段后,学生的发展水平得到了显著提高。具体表现为,学生对机械臂的结构和功能有了更清晰的认识,设计图的绘制更加清晰、完整(如下图 5—8 所示),各部分要实现的功能更加明确,且更具可行性。

同时,对比学生的设计方案可知,试讲阶段学生的机械臂设计还停留在外形仿制层面(如图 5,6),而在应用 AI 辅助及多重课堂评价策略后,学生对仿生学的运用有了更清晰的认识,外观不再局限于手臂形态(如图 7,8),而是能够实现手臂所需的功能,进而完成仿生设计。

此外,从学生的表达中可以发现,在这一过程中,学生对联想发明法等发明方式的运用也有了更清晰的认识,了解了发明过程中可应用的一般发明思路。



图 5 试讲阶段设计图①



图 6 试讲阶段设计图②

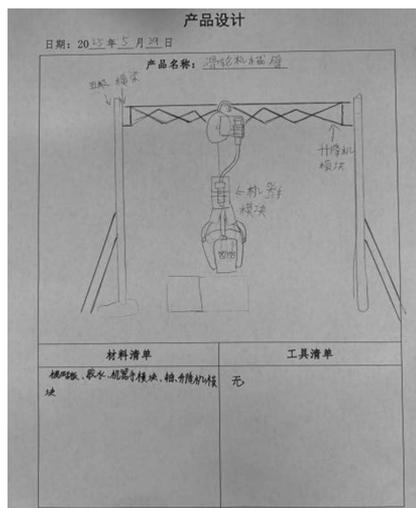
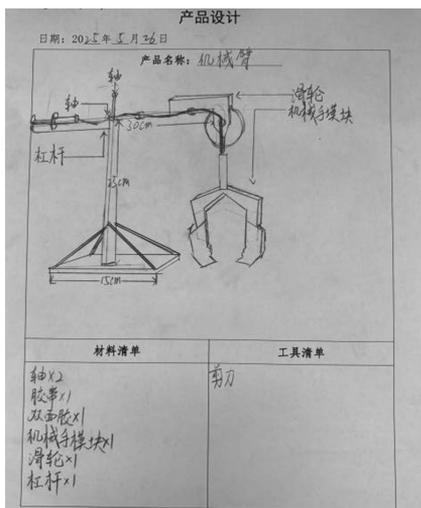


图7 应用 AI 辅助及多种评价后设计图① 图8 应用 AI 辅助及多种评价后设计图②

五、案例反思

本教学案例以小学科学课程中的《设计机械臂》这一具体课例为研究对象,重点探讨了如何通过人工智能技术的辅助功能,有效促进学生进行高效的设计活动,清晰将头脑中的思维模型加以展现,同时,激发小学生在项目式学习活动中的参与热情。案例详细阐述了 AI 技术在促进学生科学探究能力、工程思维等学科核心素养发展方面的具体应用策略,并着重分析了这种教学方式对学生实际问题解决能力的培养效果。

从实际教学效果来看, AI 辅助工具在本课教学中的运用确实为学生提供了个性化的学习支持,拓展了学生的设计思维空间,显著提升了学习成效。但值得注意的是,在推进 AI 与教学深度融合的过程中,教师需要特别关注技术应用中涉及的学生隐私保护、数据安全等伦理问题。同时,作为教学实施者,教师自身也需要持续加强信息技术应用能力的专业发展,通过系统培训提升 AI 教学工具的应用水平,这样才能为学生提供更专业的技术指导,最终实现人工智能与科学教学更深层次的融合,充分释放 AI 在教育领域的创新潜力。

参考文献

- [1] 教育部制定.(2022).义务教育科学课程标准:2022年版 / 中华人民共和国.北京:北京师范大学出版社.ISBN 978—7—303—27591—5
- [2] 金晓婉,金娜,洪晔.小学科学学习性评价的设计与应用研究——基于人教·鄂教版小学科学教材[J].中小学教材教学,2020,(03):10—14.
- [3] 丁邦平.以学习性评价促进探究式教学[J].科学课,2007,(05):4—6.