人机协同视域下跨学科项目式学习教学实践

——以“古蜀治水工程”课程为例

文 _ 刘　强[1]　陈琪贞[2]
（1. 四川省成都市树德中学；2. 华南师范大学教育信息技术学院）

摘要：生成式人工智能正在深刻重塑知识生产与问题解决的方式，如何引导学生理性使用智能工具并发展高阶思维，已成为高中人工智能教育的核心议题。本研究以新一代人工智能教育的 5 条逻辑主线为理论框架，选取古蜀治水工程为跨学科探究情境，设计并实施了基于人机协同的高中项目式学习课例。课程遵循“情境导入—自主建模—人机对话—工程创新—成果展示”教学主线，围绕“会提问、会追问、会质疑、会取舍、会汇报”5 项能力目标，引导学生在真实工程约束下经历完整的探究。实践表明，该教学设计通过制造建模冲突与人机认知冲突，能够有效推动学生从被动接受向主动探究与理性决策转变，显著提升学生的建模思维、工程思维、批判意识与人机协同素养，为高中人工智能教育提供了可复制、可操作的实践路径。

关键词：生成式人工智能　人机协同　跨学科项目式学习　核心素养　古蜀治水工程

生成式人工智能的快速发展正在重塑知识获取与问题解决的方式。如何将这一技术有效融入中小学课堂教学，系统培养学生的人工智能素养与跨学科问题解决能力，已成为当前教育技术研究领域的重要议题。《中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）》指出，高中阶段应引导学生“基于智能体工具开发跨学科融合的综合性人工智能解决方案”，在“创新项目实践中培养跨学科系统思维”[1]。这一政策导向为高中人工智能教育的课程开发与教学实践指明了方向。

为激发学生对人工智能技术的兴趣和探索欲望，培养学生的创新思维和人工智能素养，本课程以新一代人工智能教育的 5 条逻辑主线为理论基础，以跨学科融合与项目式学习为设计理念，以古蜀治水工程为情境，遵循“情境导入—自主建模—人机对话—工程创新—成果展示”5 环节教学路径，开展基于人机协同的跨学科项目式学习实践。

◉ 理论框架：新一代人工智能教育的 5 条逻辑主线

钟柏昌提出，新一代人工智能教育应包含 5 条逻辑主线：工具智能化、问题模型化、模型优化、思维可视化、道德情感内化[2]。工具智能化是指使用智能工具解决真实情境问题，激发学生学习兴趣；问题模型化培养的是将实际问题转化为具体模型的能力；模型优化聚焦于模型性能的提升，也强调引导学生理解数据、算法与算力的相互依存关系；思维可视化指将内隐、抽象、复杂的思维过程外化为显性的实践过程，包括工程思维、设计思维、计算思维与系统思维的培养；道德情感内化强调深刻理解人工智能伦理标准与道德规则，并内化为自身的情感和价值观体系。5 条逻辑主线既呈现了由表及里的人机关系，又相互关联、层层递进。其中，道德情感内化需要渗透在工具智能化、

问题模型化和模型优化的过程中，这三者同时也是实现思维可视化的载体[3]。

◉ 教学设计

➲ 教学目标

信息意识　能够主动辨识古蜀治水工程中的关键信息与多重约束条件；能够说出生成式人工智能在复杂问题求解中的功能边界与适用场景，形成根据实际需求理性选择信息工具、不盲从单一信息源的意识。

计算思维　能够将真实工程问题抽象为数学模型，通过设置参数、列式、求解与验证，经历从问题界定、模型建构到冲突发现、方案迭代的完整思维过程。

数字化学习与创新　能够借助生成式人工智能工具进行问题探究与方案优化，完成兼具数学可行性与工程可行性的创新方案设计。

信息社会责任　能够辩证审视人工智能的输出结果；能够识别人工智能幻觉，坚持人类在关键决策中的主导地位；树立以科技创新更好地承担社会责任的意识。

➲ 教材与学情分析

教材分析　“古蜀治水工程”是成都市树德中学人工智能校本学本《星堆智韵》的第 3 课时。该课时围绕多重约束条件下的复杂工程问题展开探究，涉及历史学、地理学、数学、工程学等多个学科领域，具备跨学科探究的教育价值。选择这一兼具历史文化底蕴与工程思维内涵的真实情境，既能够激发学生对人工智能技术的学习兴趣，又能引导学生在解决真实问题的过程中实现多学科知识的整合与迁移，体现了项目式学习“做中学”的实践特征。

学情分析　本课程授课对象为高中阶段学生，其知识与能力基础呈现以下特征：其一，具备一定的数学基础与地理学科常识，能够理解基本的量化关系与空间概念；其二，具备初步的信息素养，可以在教师引导下从真实情境问题中提取关键变量，构建简化的问题模型，并借助数字化工具完成方案的可视化表达与初步呈现。与此同时，在人工智能应用层面，学生群体普遍存在以下突出问题：思维浅层化，倾向于直接索取现成结论，缺乏对问题本身的拆解与深度思考；批判性思维不足，对人工智能生成的内容多采取被动接受态度，较少主动质疑其合理性与适用条件；验证意识与能力缺失，习惯于忽视真实问题中的约束条件，难以结合实际情境对模型输出结果进行校验、修正与反思，易形成对技术的路径依赖。针对上述学情特点，本课程以真实工程问题中的矛盾冲突为驱动力，通过设置建模冲突与人机认知冲突 2 类思维情境，引导学生从被动接收走向主动探究、理性判断，让学生在真实项目实践过程中把握人工智能作为工具的价值定位及其应用边界。

➲ 教学重点与难点

教学重点　引导学生从古蜀治水情境中提取关键约束，自主建立分水模型；通过与人工智能互动发现固定比例分水模型的内在矛盾；探究“平时能分水、洪水能限流”的智慧支流工程方案。

教学难点　将“分水比例”这一抽象概念转化为数学不等式（设置参数、列式、求解）；理解“数学可行”与“工程可行”之间的区别；在人工智能给出看似合理的建议时，能够结合真实约束进行批判性判断与取舍。

◉ 教学实施

本课程以古蜀治水工程为跨学科探究情境，将新一代人工智能教育 5 条逻辑主线贯穿于教学全过程，即通过自主建模落实“问题模型化”、人机对话落实“工具智能化”、工程创新落实“模型优化”和“思维可视化”、成果展示落实“道德情感内化”和“思维可视化”。本课程教学流程如图 1 所示。

➲ 情境导入：沉浸式情景剧创设与驱动性任务发布

沉浸式情景剧：古蜀治水困境的情境再现　课堂以学生自主编排的沉浸式情景剧作为开场，构建古蜀国岷江水患的历史情境。

古蜀国连年遭受岷江洪水侵袭，百姓流离失所、生计困顿。朝堂之上，祭司主张以祭祀仪式祈求上苍庇佑；而君王杜宇则陷入沉思，发出振聋发聩的追问：“我不能只向天请愿，我要向大地寻找答案，向百姓寻找力量，向智慧寻找出路。”正当治水之策悬而未决之际，“树德少年”以穿越者的身份登场，携生成式人工智能技术进入古蜀朝堂，为古老的治水难题引

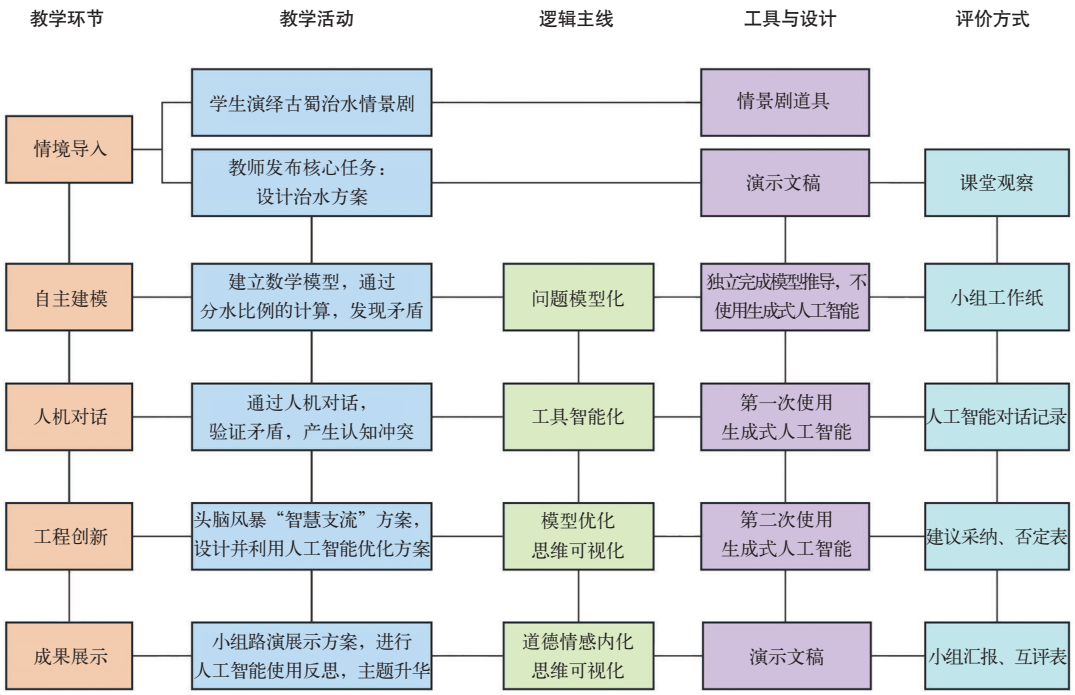

图 1　“古蜀治水工程”课程教学流程图

入现代科技视角与全新解题路径。

教学以情景剧的形式导入，迅速营造课堂悬念，为后续探究活动作好认知铺垫。

驱动性任务发布：设计治水方案　情境引入后，教师发布驱动性任务：“今天，你们是树德治水智囊团，要帮助君王为岷江设计一套既能保障灌溉、又能防止洪水失控的治水方案。”该任务设计通过角色扮演赋予学生决策者身份，增强学生的情境代入感与任务使命感，有效激发内在学习动机。

➲　自主建模：固定分水方案的矛盾发现与认知冲突建构

环节定位与设计原则　本环节对应教学设计主线中的“问题模型化”阶段，旨在将真实情境中的治水问题抽象为可量化分析的流量分配数学模型。环节设计遵循“先人工、后智能”的原则，该阶段暂不引入人工智能工具，强调由学生独立完成数学建模，确保学生充分经历问题抽象、条件符号化与逻辑推演的完整思维过程。

约束条件发布与问题数学化　教师向学生发布古蜀治水的 3 项关键约束条件（见图 2），包括枯水期约束是岷江总流量为 30 单位，成都平原灌溉用水需求量至少为 20 单位；汛期约束是岷江洪峰流量为 90 单位，主河道最大安全承载量为 80 单位；工程能力约束是受古蜀国工程技术水平限制，最多开辟 1 条最大承载量为 30 单位的支流。在教师引导下，学生将其转化为数学语言。假设支流分水比例为 r（即支流分水量占岷江总流量的固定比例），汛期时，为保证主河道流量不超过其最大安全承载量 80 单位，应满足 $90(1-r) \leqslant 80$，得 $r \geqslant 1/9$；同时，支流最大承载量为 30 单位，应满足 $90r \leqslant 30$，得 $r \leqslant 1/3$。因此，汛期条件要求 $1/9 \leqslant r \leqslant 1/3$。枯水期时，为满足成都平原至少 20 单位的灌溉需求，应满足 $30r \geqslant 20$，得 $r \geqslant 2/3$。由于 $r \geqslant 2/3$ 与汛期条件 $1/9 \leqslant r \leqslant 1/3$ 无法同时成立，固定分水比例方案不能兼顾枯水期灌溉与汛期防洪需求。

矛盾推导与认知冲突生成　学生通过自主推导发现，$r \geqslant 2/3$ 与 $1/9 \leqslant r \leqslant 1/3$ 两个不等式在实数范围内无交集，固定分水比例的简单支流方案在数学上不具备可行性，无法同时满足枯水期灌溉与汛期防洪的双重目标。这一



图 2　教师发布古蜀治水工程约束条件

矛盾结论并非由教师直接告知，而是由学生自主建模、逻辑推演后的发现，促使其形成继续寻找更优解决方案的探究动机。

➲　人机对话：思维定势的突破与人工智能工具观重塑

环节定位与能力培养目标　本环节对应教学设计主线中的“工具智能化”阶段，旨在引导学生将自主建模所得的数学矛盾结论输入生成式人工智能中进行验证。环节聚焦培养学生对话能力，一是“会提问”，即能够精准、完整地描述问题约束条件，确保人工智能获取充分的输入信息；二是“会追问”，即能够从数学可行性与工程实现双维度要求人工智能展开分析，推动探究向纵深发展。

人机验证：矛盾结论的交叉确认　学生将自主推导得出的“固定分水比例不可行”结论输入生成式人工智能，要求其在相同约束条件下进行验证。人工智能经数学推演后，同样得出“该方案不具备可行性”的判断。这一交叉验证结果并未如学生预期般提供标准答案，反而呈现出与人工推导一致的困境。

认知转向：从“索取答案”到“颠覆思路”　人机结论的一致性促使学生认识到人工智能并非无所不能的答案提供者，它同样受制于问题的逻辑结构。当人工智能也无法解决这一矛盾时，学生由此开始跳出“向人工智能要答案”的依赖倾向，转而反思矛盾的根源是否在于“固定比例分水”这一模型假设本身。该认知发展为后续工程创新环节提供了关键的思维转折，完成了从“解题”向“重构问题”的提升。

➲　工程创新：人机共创的智慧支流设计

环节定位与核心挑战　本环节同时对应“模型优化”与“思维可视化”2 条教学设计主线。在明确“固定分水不可行”后，教师提出本课的主要工程挑战：如何设计一条“低水位时多分水、高水位时自动限流”的智慧支流？该挑战直指都江堰“鱼嘴分水堤”因势利导的工程智慧，为学生的创造性探究指明了方向。

小组头脑风暴与初步构想　探究以小组合作形式展开，学生首先围绕工程挑战进行头脑风暴并形成初步的工程构想。此阶段强调学生的创意输出，暂不引入人工智能干预，确保学生独立思考的空间与深度。

人机协同的任务深化：从结论验证到方案评估　小组形成初步方案后，进入第二次人机协同阶段。第一次人机协同侧重借助人工智能验证固定分水比例模型下的矛盾结论，本次则进一步借助人工智能，结合数学约束与工程条件评估学生自主提出的工程方案，为方案改进提供参考。学生围绕方案与人工智能展开多轮对话，重点锻炼其“会质疑”（即运用工程标准检验人工智能提出的建议，并进行批判性评估）、“会取舍”（即明确记录采纳或否定人工智能输出内容的理由）、“会汇报”（即将人机协同过程中的关键决策与方案要点进行整理，为最终路演作好准备）的能力。教师强调人工智能的建议仅作为参考，方案的最终决策权归属于人，从而强化“人类主导、人工智能辅助”的技术伦理底色。

➲　成果展示与价值升华

小组路演与多元成果展示　各小组依次上台进行方案路演（见图 3），展示内容包括问题推导过程中的关键数学矛盾、小组最终形成的工程设计方案、方案原理示意图、生成式人工智能的使用过程与交互记录、对人工智能建议的采纳与否定清单及决策理由。路演环节将学生的思维过程完整外显，实现了“思维可视化”的教学目标。

历史呼应与文化传承升华　展示结束后，教师进行主题升华，将学生所探究的“因势利导”治水智慧与历史上李冰父子修建都江堰的伟大工程进行时空呼应。这一设计将课堂探究从技术层面提升至文化层面，帮助学生建立历史纵深视野与文化认同感。

价值内化：人机协同的伦理建构　教学最终落脚于“道德情感内化”的育人目标。教师引导学生反思整节课的人机交互历程，让学生自主发现人工智能的价值在于辅助人类更高效地发现问题、更深入地分析问题、更富有创造性地解决问题。学生在沉浸式体验中逐步认同“人类主导、人工智能辅助”的技术伦理观念，将其内化为自身数字素养与价值观体系的有机组成部分，实现知识习得、能力发展与价值塑造的三维统一。

◉ 教学成效

➲ 人机协同素养阶梯式提升

从“无人工智能”的自主建模，到“初用人工智能”的人机对话，再到“善用人工智能”的工程创新，教学环节层层递进，推动学生人工智能应用行为发生了实质性转变。学生从初期习惯性直接索要答案的被动状态，逐步发展为“会提问、会追问、会质疑、会取舍、会汇报”的主动学习者。在真实问题情境中，学生能够辩证审视人工智能技术的价值与局限，形成合理应用人工智能的意识与能力，最终实现人机协同能力与跨学科系统思维的同步发展。

➲ 建模与工程思维深度发展

基于对学生学习过程与学习成果的观察分析，发现绝大多数小组能够独立完成分水比例的不等式推导，区分“数学可行”与“工程可行”的边界，初步建立起约束条件下求解的工程思维，而非停留在抽象的数学推导或人工智能生成的“理想化方案”层面。

➲ 批判性思维意识形成

在成果展示环节，多个小组主动展示其否定人工智能建议的具体内容与判断依据，反映出学生对人工智能的态度已从盲目认同转向辩证审视。学生能够初步识别人工智能的幻觉现象，并坚持以人类决策为最终判断依据，体现了技术理性与主体意识的同步成长。

➲ 跨学科整合程度持续深化

教学中的历史情境、地理背景、数学建模、工程思维与人工智能工具并非拼盘式的简单叠加，而是围绕“设计一条智慧支流”这一任务实现有机交织与深度融合。各学科知识在解决真实问题的过程中自然关联、相互支撑，形成具有内在逻辑的跨学科知识网络。



图 3　学生汇报工程方案

◉ 教学问题与改进策略

➲ 提示词工程能力差异显著，需提供结构化支架

首次人机对话环节中，部分小组的提问过于笼统，导致人工智能回复缺乏针对性，影响探究效率。后续教学可提供由情境描述、约束条件与具体要求组成的结构化提示词模板，或增设向人工智能有效提问的专项指导环节，通过支架式教学缩小能力差异，提升人机协作质量。

➲ 工程想象力受限，需前置历史技术背景

部分小组在头脑风暴工程方案时思路受限，这可能是因为学生对古蜀时期技术条件了解不足，制约了工程创新思维的发展。后续教学可将古蜀水利技术资料作为前置学习内容，帮助学生建立相应的历史技术认知基础，拓展设计思路的广度与深度。

➲ 课堂时间分配偏紧，需优化任务前置设计

由于本课任务密度较高，部分小组在工程创新环节的思考深度不足、探究不够充分。后续可将数学建模部分调整为课前预习任务，通过前置基础性推导环节，为课堂上的深度探究与工程创新留出充裕的时间，保障高阶思维活动的开展。

参考文献

[1] 中国教育学会．中小学人工智能通识教育指南（2025 年版）[EB/OL]．（2025-05-12）[2026-06-11]．https://www.cse.edu.cn/index/detail.html?category=31&id=4240.

[2] 钟柏昌．新一代人工智能教育的五条逻辑主线 [J]．人民教育，2024（24）：12-16.

[3] 钟柏昌，李绮华，吴良辉．中小学人工智能教育的时代价值、实践逻辑与现实挑战 [J]．中小学数字化教学，2025（6）：25-30.