

# 智能技术驱动下的初中数学项目式学习——以“探索削菠萝的奥秘”项目为例

## Project-Based Learning in Junior High School Mathematics Driven by Intelligent Technology

### ——A Case Study of the "Exploring the Secrets of Pineapple Peeling" Project

李舒宇<sup>1</sup>, 杨雪<sup>2</sup>, 马帅<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> 北京中学

<sup>2</sup> 北京中学一分校

xueer090409@163.com

**【摘要】** 基于《义务教育数学课程标准（2022 年版）》的跨学科整合理念，结合人工智能技术，设计并实施“探索削菠萝的奥秘”项目式学习活动。在教师引导、学生协作与人工智能辅助的三元支持模式下，学生经历了“现象观察→问题抽象→模型构建→技术验证”的学习路径，利用“菠萝巧匠”智能体作为支持工具，实现了多种削皮策略的建模与优化分析。研究发现，学生在跨学科问题解决能力、系统性思维及协作意识均有显著提升，且学习动机与知识迁移能力等方面得到强化，未来将通过技术优化和长效追踪机制，进一步深化人工智能技术与跨学科实践的深度融合。

**【关键词】** 项目式学习；数学建模；人工智能；创新思维

**Abstract:** Based on the interdisciplinary integration concept of the "Compulsory Education Mathematics Curriculum Standards (2022)", an AI assisted project-based learning activity called "Exploring the Secrets of Pineapple Peeling" was implemented. Under a three-element support model (teacher guidance, student collaboration, and AI assistance) students followed a "observation → abstraction → modeling → verification" learning path, extracting mathematical problems from life phenomena and integrating interdisciplinary knowledge to construct models. Using the "Pineapple Craftsman" AI agent, students achieved modeling and optimization analysis of various peeling strategies. Findings show significant improvements in students' interdisciplinary problem-solving ability, systematic thinking, and collaboration, and their motivation and knowledge transfer ability are also enhanced. Future work will focus on optimizing AI tools and establishing long-term tracking for deeper integration.

**Keywords:** Project-Based Learning, Mathematical Modeling, Artificial Intelligence, Innovative Thinking

## 1. 项目设计思路

### 1.1. 项目背景

#### (1) 理论背景

《义务教育数学课程标准（2022 年版）》明确提出以问题解决为导向的跨学科整合教育理念，强调通过数学与生活实际、其他学科及数学内部知识的深度关联，培养学生应用意识、创新意识和实践能力。在此基础上，课程实施建议进一步指出，需借助人工智能、大数据等技术推动教学方式变革，促进学习从被动接受向主动探究转型。这一政策导向与教育理论深度融合：认知负荷理论揭示了人工智能通过动态调节任务复杂度优化学习路径的机制；建构主义与社会学习理论则依托 AI 工具实现协作探究与元认知发展，推动学生完成从具象操作到抽象建模的思维跃迁。《北京市教育领域人工智能应用工作方案》进一步细化实施路径，明

确初中阶段需培养学生运用 AI 工具解决复杂问题的能力，通过智能推送、个性化学习路径设计等技术手段，为其适应智慧社会需求奠定基础。

数学建模活动作为典型的跨学科实践，学科融合性：需综合数学、生物学、工程学等多领域知识，构建复合型问题解决方案；真实问题导向：以生活现象为起点，驱动“观察→抽象→建模→验证”的完整探究链条；高阶思维培养：在复杂变量交互中发展系统性决策与批判性反思能力。在此过程中，人工智能技术成为关键赋能工具：通过模型构建支持（数据转化与参数提取）、算法优化加速（代码调试与算力突破）、认知负荷调控（任务拆解与难度适配）、元认知发展（过程追踪与反思引导），实现从知识传递到能力生成的范式转变，最终达成“用数学语言描述世界、以智能工具改造世界”的育人目标。

(2) 实践背景

在生活中，学生观察到削菠萝时，学生观察到市场上削好的菠萝普遍呈现螺旋状凹槽，这引发了他们的好奇心“为什么这样削菠萝呢？是否存在更优的削皮方式？”学生们发现这一问题涵盖最优削皮方式，最优效率以及果肉留存率等多方面的内容，属于利用多学科知识解决实际问题。通过项目式学习，学生不仅能体验从观察现象、提出问题、构建模型假设、建立数学模型，到验证和优化的完整建模过程，同时在过程中借助人工智能技术辅助，运用数学、几何及生物学的跨学科知识，体验全新的学习方式。

1.2. 项目学习目标

在“探索削菠萝奥秘”的过程中，利用人工智能，在人机协同学习活动中经历聚焦重点因素、制定研究方案的过程，发展学生发现问题和提出问题、分析问题并解决问题的能力；

在“比较不同削菠萝方案”的学习活动中，借助人工智能，经历提出削菠萝方案，通过设计科学实验、系统分析与比较不同削法，提升学生的应用意识、创新意识；

在“提出削菠萝合理化建议”的过程中，综合应用数学学科、生物学科、信息科技学科、劳动学科等知识解决问题，感悟数学学科与其他学科的密切联系，借助人工智能多元评价方式，提升学生对复杂问题解决的信心和兴趣。

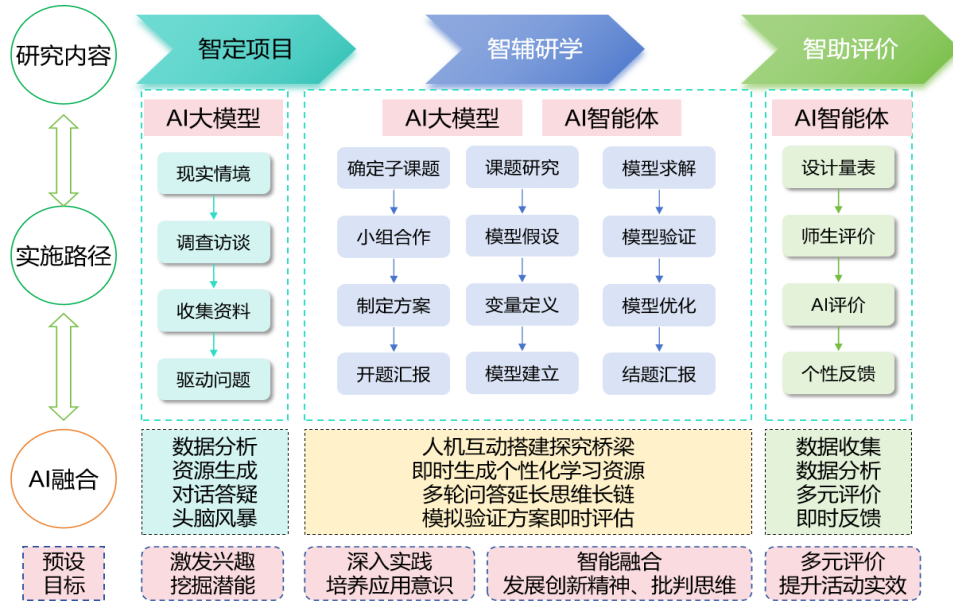


图 1. 人工智能赋能探索削菠萝的奥秘项目化学习实施框架

1.3. 项目学习思路框架

项目从学生观察到现实生活中削菠萝的现象为真实情境，以“探究如何削菠萝”的问题为导向，设计“探索削菠萝的奥秘”这一主题活动，符合学生心理发展特点。学生在借助 AI 智

能体的辅助下，对真实问题的持续研究中发展几何直观、模型观念、应用意识和创新意识、理性思维、科学探究、劳动意识与责任感、创新与问题解决能力等核心素养，体现多学科育人价值。

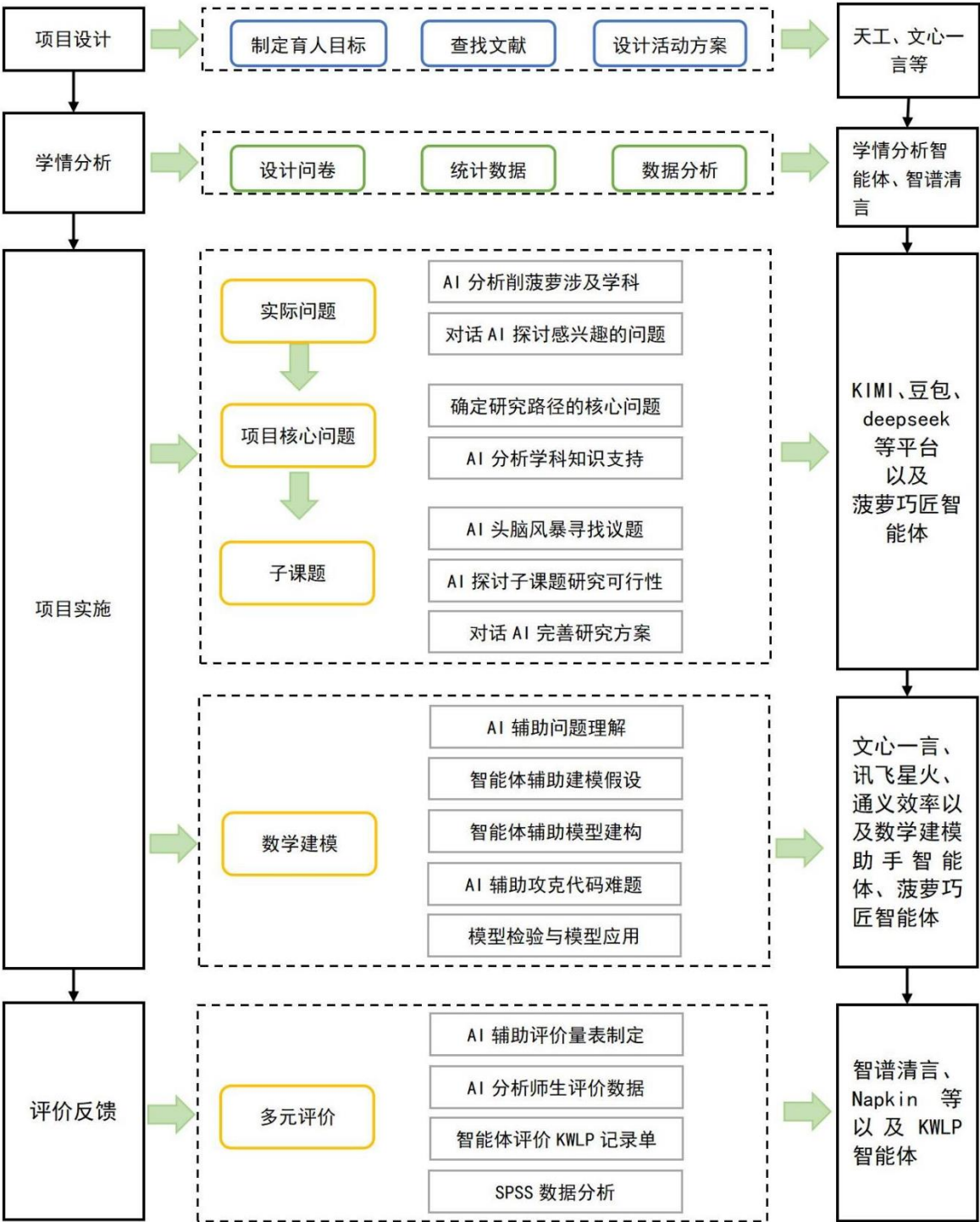


图 2. AI 赋能师生项目实施路径

1.4. 项目学习活动途径

本次项目探讨人工智能如何赋能师生的项目化活动实践，人机协同项目化实施，从教师项目设计到学生探索的过程中主要活动环节深度融合和应用（如图 2）。

本项目采用人工智能辅助的混合式学习模式，结合传统课堂教学与项目式学习。学生分组围绕削皮路径优化进行数据分析、模型构建与优化，教师充当引导者与协调者，提供项目框架和教学支持。人工智能工具如智能体“菠萝巧匠”提供实时反馈与建议，帮助学生优化模型。通过小组讨论和互动式学习，学生增强团队合作与沟通能力，激发深入思考。任务驱动模式将学习与现实问题结合，提升学生的创新思维、跨学科能力及解决复杂问题的效率。

项目学习过程呈现了一个全面且结构化的教育创新框架，系统地将人工智能技术融入教学全过程。从项目设计开始，经由学情分析、项目实施，最终到评价反馈，形成了一个完整的教学闭环系统。每个阶段都配备了专门的人工智能工具和平台支持，如豆包、文心一言、天工、KIMI 等主流大模型，以及针对特定教学场景定制的扣子的“菠萝巧匠智能体”等。特别值得注意的是项目实施阶段的深度设计，它细分为“驱动问题”和“数学建模”两大核心模块，前者侧重于人工智能引导下的问题探索和思维拓展，后者聚焦人工智能辅助下的模型构建、优化与应用，体现了人工智能在培养学生高阶思维能力和解决复杂问题中的重要价值。这一路径不仅展示了人工智能如何重塑传统教学流程，更勾勒出未来教育中人机协作的新范式，为教师提供了一个可操作、可落地的人工智能教育应用蓝图。

## 2.项目式学习活动过程

### 2.1. 选题——AI 驱动的问题发现与分析

为开展活动，教师利用扣子平台设计了“菠萝巧匠”AI 智能体作为学生学习助教，为学生提供实时的答疑服务，及时为学生解决探索中的问题，激发学生的问题意识和探究欲望。

“在购买菠萝时，有专人帮助削皮去籽，大多数削完的菠萝上留下的是一条条螺线的凹槽，削菠萝的现象的背后有着怎样的科学思考呢？”带着这样的疑问，学生开始动手与智能体对话：“这些重复的纹路是否隐藏着最优路径的规律？如果用数学眼光观察，怎样才能用最少刀数获取最大果肉？”在问答中学生将生活经验转化为可研究的数学命题，“不同削切方式是否影响果肉留存率”“怎样计算最短削皮路径”，还有的注意到“菠萝形状不规则怎么办”（如图3）。



图 3. AI 赋能获得研究议题

学生用他们“无止境的好奇心”，不断追问，越问思路越广，获得了感兴趣的议题包括：削刀的选择、菠萝的果肉留存率、削皮去籽方式、最短削皮路径等多个子课题的研究课题。

### 2.2. 做题——智能体辅助的模型构建

各小组聚焦于子课题，经历了假设的提出与变量的界定，在模型构建阶段，各课题小组依据问题的特性及假设，利用人工智能挑选适当的数学工具和方法，构建数学模型，显著提高了建模的效率。以三个小组的模型构建为例，展示了人工智能如何从不同视角支持模型构建过程。

### 子课题 1: 《刀数及剩余体积优化研究》

构建方法：定义削皮综合效率为菠萝果肉的剩余体积与削菠萝的刀数的比值，公式为  $\eta_P = \frac{V}{n}$

( $V$  为菠萝果肉的剩余体积,  $n$  为刀数,  $\eta_P$  为削皮综合效率)。分别考虑横向接触两端、横向不接触两端、竖向接触两端、竖向不接触两端、斜向接触两端、斜向不接触两端、单个挑去内刺七种削皮去籽方式, 通过设计 C++ 语言程序, 计算结果表明: 削皮综合效率  $\eta_P$  最高的为斜向不接触两端, 相对符合我们生活中对于削菠萝的常识, 在水果店里最常见。

AI 支持: 利用 Kimi 优化 C++ 计算程序代码, 实现迅速计算七种方式下使用的刀数、菠萝果肉的剩余体积和削皮综合效率。

### 子课题 2: 《关于削菠萝最短路径以及最佳切入角度的探究》

构建方法: 通过最短路径模型和体积优化模型解决削菠萝的最短路径与最佳切入角度问题。

将圆柱形菠萝展开为矩形平面 (长为周长, 高为菠萝高度), 将籽分布简化为矩形点阵, 通过定义  $L_{横} = 2k \cdot (n-1) \cdot d$ ,  $L_{纵} = 2n \cdot (k-1) \cdot d$ ,  $L_{斜} = n \cdot (2k-1) \cdot d \sqrt{1 + \tan^2 \theta}$  ( $L$  为路径长度,  $d$  为

两点间距离,  $n$  为每行点数,  $k$  为每列点数,  $\theta$  为斜向路径与水平方向的夹角), 以此探究横纵等距与横纵不等距时横向、纵向、斜向三种路径的总长, 并最终通过代数和几何方法得出斜向削菠萝总路径最短, 保留果肉最多。在此基础上, 根据弧长公式和体积损失公式, 不断优化模型, 进一步探究不同切入角度  $\theta$  ( $30^\circ$ 、 $37^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ ) 下果肉的体积损失。

AI 支持: 通过 ChatGPT 优化 Python 代码, 实现了对不同切入角度和对应距离的高效运算并输出计算结果。

### 子课题 3: 《削菠萝时保证剩余果肉且减少刀数的最优方法》

构建方法: 围绕削菠萝问题构建了一个基于几何优化与多目标决策的数学模型, 将菠萝简化为圆柱体, 展开图为长方形, 通过三角函数模拟三种削法 (三角形去籽法、迪拜环留果肉法、

斜向螺旋刀法) 的切割路径。构建目标函数采用加权综合评分法: 
$$F = \frac{\omega_1 \cdot \alpha}{100\%} + \frac{\omega_2 (K_{\max} - K)}{K_{\max}} \quad (\omega_1$$

和  $\omega_2$  是权重系数, 分别代表果肉利用率和刀数的重要性, 参数范围:  $\omega_1 \in [0, 1]$ ,  $\omega_2 \in [0, 1]$ ,  $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ,  $\alpha$  是菠萝剩余体积与总体积之比,  $K$  是削皮过程中使用的刀数,  $K_{\max}$  为削皮过程中最费刀数)。通 (即  $\omega_1$ 、 $\omega_2$  的组合), 进行数据计算, 找到使目标函数  $F$  最大化的最优权重分配, 假设  $K_{\max}$  最大值为 300 刀。最后通过实验测量得出三种方法的剩余体积与刀数, 代入目标函数评分。

AI 支持: 利用 AI 智能体推荐权重分配方案  $\omega_1 = 0.6$ ,  $\omega_2 = 0.4$  代入计算发现,  $F_{斜向} = 51.973$ ,  $F_{三角} = 55.31$ ,  $F_{迪拜} = 42.386$ , 对比发现三角形削法的综合得分最高, 因此被认定为最优选择。

### 2.3. 结论——AI 赋能多元评价量表设计

师生共同利用 AI 大模型设计生成评价量表, 从学生学习成果、学习过程投入程度以及信息技术应用情况等多维度进行评价, 评价方式包括学生自评、互评、教师 and AI 评。在反思和评价过程中, 提升批判性思维能力, 提升核心素养。

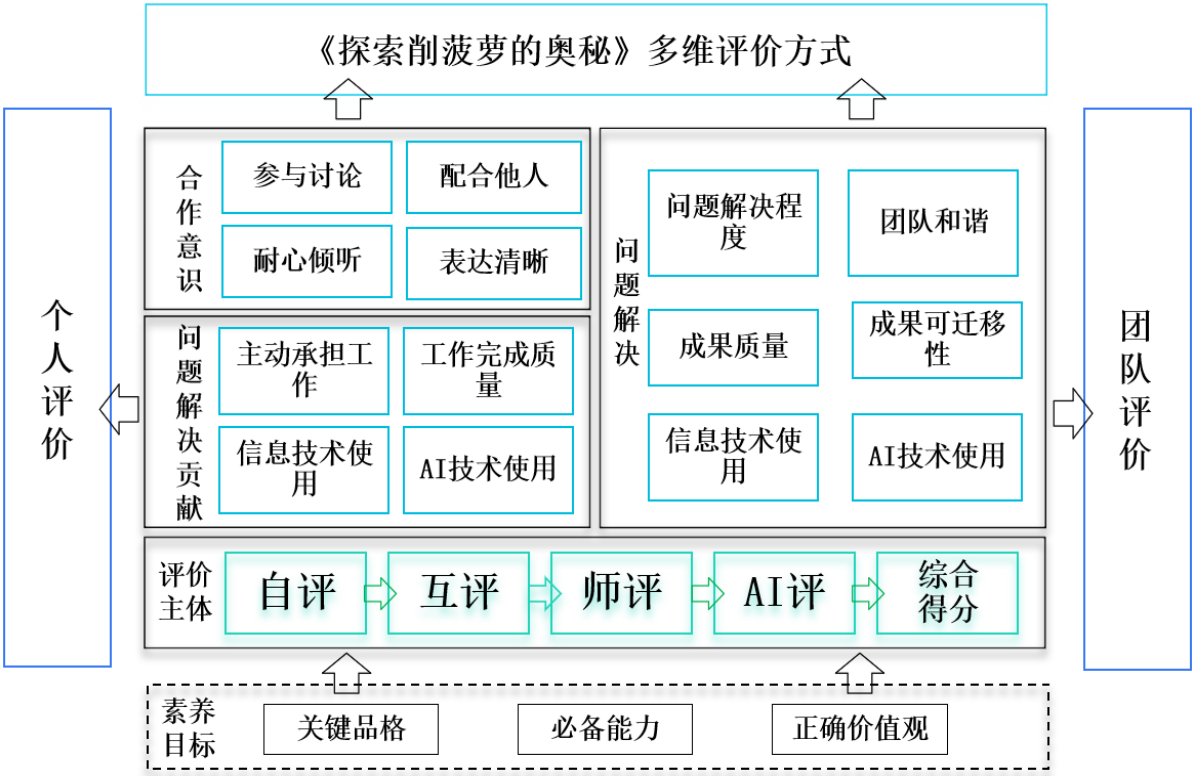


图 4. AI 助力多元评价设计

具体实施时，教师采用了多种评价形式。一是用小组合作评价表进行过程性评价。关注小组合作探究、团队协作、沟通分享等，采用自评、互评、师评结合的多元评价方式。自评让学生审视自身表现，培养反思能力；互评促进学生相互学习交流，发现优缺点；师评从专业角度客观评价指导，帮助学生明确改进方向。二是通过个人评价表评估学生项目学习的个人表现。个人评价表评价指标多维度，含发现重要因素、选择和运用研究工具、获取实验数据、验证方案方法、用数学手段处理数据、完成研究方案、阐释研究成果等，考查学生知识运用与实践能力。每个指标从自我评价、组内评价、教师评价三个角度衡量，设教师综合评价栏，方便教师综合评定。该评定结果帮助教师了解学生优势不足，调整教学策略，推动教学改进，助力学生成长发展。

### 3.项目式学习效果分析

本研究通过量化分析与质性反馈相结合的方式，系统评估了 AI 赋能的跨学科项目对学生核心素养的促进作用，在项目连续实施一轮（10 次课），对学生进行调查与访谈。

量化研究工具包括由五位具有十年以上教学经验的数学和科学教师联合编制的 30 道测试题，题型涵盖单项选择题、填空题与解答题，内容聚焦数学建模、实践验证及算法优化三大维度，满分 100 分。测试题经过预测试验证，Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.82，各题目区分度均大于 0.4，信效度良好。研究对象为初中八年级学生（ $N=69$ ），男女比例接近 1:1.2，平均年龄 13.5 岁，采用单组前后测准实验设计，最终有效样本量为 66 份。数据分析采用配对样本  $t$  检验。结果表 1 显示，学生解决跨学科问题的能力显著提升，测试总分均值从活动前的 76 分（ $SD=12.54$ ）提高至活动后的 88 分（ $SD=13.38$ ），增幅达 15.8%，统计差异极显著（ $t=9.95$ ,  $p<0.001$ ）。效应量偏  $\eta^2=0.538$ ，表明 53.8% 的成绩变异可由项目干预解释，远超常规教学效果。进一步分析子维度发现，数学建模得分提升 34.6%（24.3→32.7），实践验证能力增长 41.4%（18.1→25.6），算法优化能力提高 37.5%（15.2→20.9）。学习动机的深化与迁移能力的增强。

表 1. 活动前、后对学生解决跨学科问题成绩检测

|    | df | MS      | T 值         | P 值    | $\eta^2$ | MD               | SD                     |
|----|----|---------|-------------|--------|----------|------------------|------------------------|
| 组间 | 1  | 1987.56 | 9.95**<br>* | <0.001 | 0.538    | 活动前：76<br>活动后：88 | 活动前：12.54<br>活动后：13.38 |
| 组内 | 67 | 25.47   |             |        |          |                  |                        |
| 总计 | 68 |         |             |        |          |                  |                        |

质性数据通过半结构化访谈获取，访谈问题包含学习动机与态度转变、AI 工具的使用体验、批判性思维与反思能力等方面。87%的学生能够批判性反思初始模型的缺陷，例如指出“忽略刀具摩擦力对果肉损失率的影响”；AI 智能体的实时反馈使小组讨论中的有效问题解决语句占比从 41%提升至 67%，协作效率显著改善。此外，92%的学生认为“通过数学建模解决真实问题比传统解题更具成就感”，65%的学生主动拓展探究领域，如尝试优化芒果削皮路径，展现了学习动机的深化与迁移能力的增强。

4. 项目特色与反思

4.1. 特色

本项目以人工智能技术深度赋能跨学科实践，构建了“真实问题驱动—AI 协同建模—多维度评价”的创新教育模式。通过定制化 AI 工具（如“菠萝巧匠”智能体）实现人机协同学习，动态拆解复杂任务并优化建模流程，有效降低学生认知负荷，同时提升问题解决效率。以“削菠萝路径优化”为真实情境，整合数学、生物学与工程学知识，引导学生将果眼分布规律转化为几何模型，并通过实验验证不同削切方案的科学性，推动系统性思维与批判性反思能力的培养。AI 支持的个性化学习路径与多元评价体系覆盖探究全过程，既注重阶梯式任务设计以适配学生能力差异，又通过实时反馈与过程性评价强化元认知发展。项目还注重知识迁移与劳动实践的结合，学生通过建模成果的实地测试与二次优化，体验从理论到实践的技术转化过程，彰显跨学科教育的现实价值。在综合运用跨学科的知识方法解决问题的过程中，学生的实践和应用能力得到显著提高，自主学习能力和创新能力得到了锻炼和提升（如图 6）。

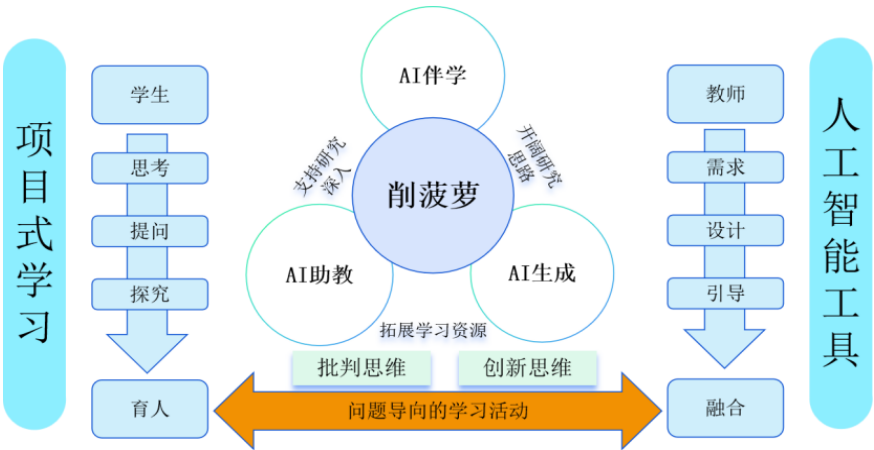


图 5. AI 赋能《探索削菠萝的奥秘》双线育人途径

4.2. 反思

项目实践中仍存在需进一步优化的问题：其一，部分学生对 AI 工具的过度依赖可能导致基础能力训练不足，需在任务设计中平衡技术辅助与手动验证；其二，跨学科融合深度有待加强，例如果肉结构与切削阻力的生物学机制尚未深入挖掘，未来可结合显微观测与材料力学实验深化科学探究；其三，教师面临 AI 技术快速迭代的适应压力，需建立可持续的“教师—开发者”协作机制以提升技术整合能力；其四，当前效果评估聚焦短期能力提升，缺乏对学生创新思维与工程素养的长期追踪，需构建跨校成长档案库开展纵向研究。未来迭代需在技术赋能与人文教育、学科深度与广度间寻求动态平衡，例如在 AI 工具中嵌入伦理讨论模块，同时拓展化学、艺术等学科的应用场景，以实现教育创新的可持续发展。

## 参考文献

- 曹晓明,罗九同,何涛,等.人工智能教育贯通式培养体系:价值、挑战与构建路径[J].电化教育研究,2025,46(03):21-27.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2025.03.003.
- 姜则善,曲莹.人工智能视角下中学统计教学研究路径探析[J].中国教育学刊,2024,(S1):174-176.
- 汪杨,徐文彬,潘禹辰.“义务教育数学课程标准”比较研究的回顾与展望[J].数学教育学报,2024,33(02):90-97.
- 董艳,陈辉.生成式人工智能赋能跨学科创新思维培养:内在机理与模式构建[J].现代教育技术,2024,34(04):5-15.
- 史宁中.试论数学教育中模式与模型构建的思维方式[J].中国教育科学(中英文),2024,7(01):3-11.DOI:10.13527/j.cnki.educ.sci.china.2024.01.003.