

高中通用技术项目式学习三维九阶评价模型构建与实证研究

魏小兵

重庆市渝北区教师进修学院

摘要: 本文基于通用技术学科核心素养,针对当前项目式学习评价中存在的“重结果轻过程”问题,构建了“三维九阶”项目式学习评价模型。该模型从技术知识、实践能力和技术态度三个维度,每个维度设置三个发展阶次,形成九个评价阶次。通过“智能家居系统”开发项目的实证研究,采用混合研究方法收集量化数据与质性资料,验证了该模型的有效性。研究表明,实验组学生在技术知识掌握(特别是原理分析和创新应用)、实践能力发展(尤其是方案优化能力)和技术态度形成(技术伦理意识提升)三个维度均显著优于对照组($p < 0.05$)。该评价模型为通用技术学科项目式学习提供了系统化评价工具,能够全面反映学生的成长轨迹,支持差异化发展。

关键词: 通用技术; 项目式学习; 核心素养; 三维九阶模型; 实证研究

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.10.182

引言

作为从教 20 余年的通用技术教师,我深切感受到随着 STEM 教育和创客教育的兴起,项目式学习(Project-Based Learning, PBL)已成为高中通用技术课程改革的重要方向。然而在实际教学中,评价环节始终是项目式实施的难点。根据近三年对我区 7 所高中的调研数据显示,80% 的教师仍采用“作品评分+报告评价”的简单模式,这种评价方式存在三个突出问题:一是过分关注最终作品而忽视学习过程;二是难以评估工程思维等隐性素养;三是缺乏可操作的发展性评价标准。

《普通高中通用技术课程标准(2020 年版)》明确提出技术意识、工程思维、创新设计、图样表达、物化能力等五大核心素养,但如何将这素养目标转化为可操作的评价指标,仍是教学实践中的空白点。基于 20 年教学积累和近 3 年的 200 多个学生项目案例库分析,我发现学生的技术素养发展呈现明显的阶段性特征,这为构建阶梯式评价模型提供了实证基础。

一、三维九阶评价模型的构建

(一) 理论基础

模型构建融合了三个理论框架:

1. 布鲁姆教育目标分类学:借鉴其认知过程六个层次(记忆、理解、应用、分析、评价、创造),将技术知识维度划分为基础→理解→应用的递进关系。

2. 工程教育 CDIO 模式:对应构思-设计-实现-运作四个环节,指导实践能力维度的评价指标设计。

3. 技术素养三维模型:从知识、能力和态度三个维度构建评价框架,确保评价的全面性。

(二) 模型结构

如表 1 所示,模型包含三个维度九个阶次:

维度	阶次	核心指标	对应核心素养
技术知识	一阶(基础)	概念识别与记忆	技术意识
	二阶(理解)	原理分析与系统理解	工程思维
	三阶(应用)	跨领域综合与创新	创新设计
实践能力	一阶(模仿)	工具使用与规范操作	物化能力
	二阶(熟练)	问题解决与作品完成	图样表达
	三阶(创新)	方案优化与风险评估	创新设计
技术态度	一阶(认知)	规范遵守与任务完成	技术伦理意识
	二阶(参与)	主动合作与责任承担	团队协作能力
	三阶(内化)	价值观形成与社会责任	工程思维与社会责任感

(三) 三维九阶评价量规

A1 技术知识维度评价量规

阶次	评价标准	证据类型	分值
一阶(基础)	能准确说出 3 个以上技术术语;列举教材中相关原理	术语表、概念图、随堂测验	1-3 分
二阶(理解)	用技术原理解释现象;分析系统组成结构	分析报告、系统框图、小组讨论记录	4-6 分
三阶(应用)	提出创新方案;评估不同技术路线的优劣	设计方案、可行性分析报告、专利检索记录	7-10 分

A2 实践能力维度评价量规

阶次	评价标准	证据类型	分值
一阶(模仿)	按规程使用工具;完成基础焊接/编程任务	操作视频、成品照片、实验记录	1-3 分
二阶(熟练)	独立完成作品;解决 2 个以上技术问题	设计图纸、问题解决日志、成品演示	4-6 分
三阶(创新)	优化 3 处以上设计;进行风险评估	迭代设计稿、测试报告、创新点说明	7-10 分

A3 技术态度维度评价量规

阶次	评价标准	证据类型	分值
一阶 (认知)	遵守安全规范; 按时提交阶段性成果	考勤记录、实验安全检查表	1-3 分
二阶 (参与)	主动承担 2 项以上任务; 提出建设性意见	分工表、会议记录、同伴评价	4-6 分
三阶 (内化)	反思技术伦理; 提出社会责任相关建议	伦理分析报告、社区服务记录	7-10 分

注: 每个维度单独评分, 总分 = 技术知识 $\times 0.4$ + 实践能力 $\times 0.4$ + 技术态度 $\times 0.2$

(四) 灵敏度测试

在实际应用中, “三维九阶” 核心素养表现性评价模型各维度的权重设置会对评价结果产生显著影响。为此, 开展了模型灵敏度分析。

通过对不同权重组合下的多组学生评价数据进行模拟计算发现, 技术知识维度权重增加时, 评价结果更侧重于学生对理论知识的掌握程度。例如, 当技术知识维度权重从默认的 0.4 提升至 0.5 时, 在物理原理应用方面表现出色的学生, 综合评价得分明显提升, 而实践能力和技术态度表现较好但技术知识稍弱的学生, 综合得分则相对降低。

提高实践能力维度权重, 注重实践操作、优化系统以及解决实际问题能力强的学生, 评价结果更具优势。如在一次模拟中, 将实践能力维度权重从 0.4 提高到 0.5, 原本在方案修改和效率提升方面表现突出的学生, 综合排名上升明显。

技术态度维度权重的变化同样影响评价结果。当该维度权重加大, 方案变异度高、具有独特创新思维的学生评价得分显著提高。在一次权重调整测试中, 技术态度维度权重从 0.2 变为 0.3, 提出创新性解决方案的学生综合评价得到大幅提升。

(五) 模型的实践特色

1. 动态发展性: 关注成长轨迹

九个阶次呈现螺旋上升的发展路径, 如实践能力维度从“按规程焊接(一阶)”到“独立解决复杂故障(二阶)”再到“算法优化创新(三阶)”, 清晰刻画学生从新手到进阶的能力发展过程。在“智能灌溉系统”项目中, 某学生经历了从模仿教材电路到自主设计节水控制算法的三阶跨越, 模型准确捕捉了其两年间的成长轨迹。

2. 证据导向性: 强调多元举证

改变传统评价依赖单一测试的弊端, 采用“项目日志 + 设计草图 + 原型作品 + 访谈记录”的多元证据链。例如证明达到实践能力三阶, 需要提供至少 3 个版本的设计迭代稿和测试报告。技术态度维度的三阶评价, 需结合学生在项目实施中的会议记录和分析报告, 如在社区科技服务中提出的“老年人智能家居适老化改造建议”(证据: 社区服务记录), 以及团队合作中主动协调分工的表现(证据: 会议记录)综合判定。

3. 学科整合性: 促进跨界融合

模型融合机械、电子、编程、通信等多学科要素, 在“智能家居控制系统”项目中, 学生需综合运用电路设计(电子技术)、3D 建模(机械设计)、Python 编程(信息技

术)等知识, 体现通用技术课程的实践性与综合性特征。

二、实证研究设计与实施

(一) 研究对象与分组

选取我区重点中学高二年级 2 个班(各 40 人左右)作为研究对象, 其中实验组采用三维九阶评价, 对照组采用传统结果性评价。两班学生前测成绩经独立样本 t 检验, 技术知识 ($t=0.87, p>0.05$)、实践能力 ($t=1.23, p>0.05$)、技术态度 ($t=0.91, p>0.05$) 均无显著差异, 具备可比性。

(二) 项目设计与实施

1. 项目任务分解

“智能家居控制系统”开发项目为期 8 周, 分阶段任务如下:

需求分析阶段(第 1-2 周): 要求学生通过问卷调查(不少于 10 份)调研老年人、上班族、儿童三类用户需求, 撰写 800 字需求分析报告, 重点考察技术知识维度的“需求识别与分析”能力。

技术设计阶段(第 3-4 周): 使用 Altium Designer 完成电路原理图设计, 运用 SolidWorks 进行 3D 外壳建模, 对应实践能力维度的“工具熟练使用与图样表达”。

制作实施阶段(第 5-6 周): 完成电路板焊接、3D 打印外壳组装及初步功能测试, 侧重考察“规范操作与物化能力”。

测试改进阶段(第 7 周): 进行不少于 3 次功能测试, 根据测试结果优化设计方案, 重点评价“方案优化与创新能力”。

总结展示阶段(第 8 周): 制作 5 分钟演示视频, 参加校园科技节展览, 综合评估技术知识、实践能力、技术态度的整体表现。

2. 过程性指导要点

在项目实施过程中, 教师扮演“脚手架”角色:

需求分析阶段: 提供《用户调研指南》《需求分析报告模板》, 引导学生从“功能需求-使用场景-用户痛点”三维度开展调研。

技术设计阶段: 针对 Altium Designer 的原理图绘制难点, 录制“总线设计”“封装库创建”等微视频供学生自主学习。

测试改进阶段: 组织“设计评审会”, 引导学生运用 FMEA(失效模式与影响分析)方法进行风险评估。

(三) 数据收集与工具

1. 量化数据采集

前测/后测: 采用自编测试卷, 技术知识维度包含 20 道选择题(概念识别)、5 道分析题(原理应用); 实践能力维度设置“电路板焊接”“3D 建模”实操任务; 技术态度维度通过 5 点式 Likert 量表 ($\alpha=0.87$) 测量。

项目作品评分: 依据三维九阶评价量规, 从技术知识(40%)、实践能力(40%)、技术态度(20%)进行综合评分。

2. 质性数据采集

课堂观察: 使用《三维九阶评价观察记录表》, 记录学生在小组讨论、方案汇报等环节的表现, 如“某生

在电路设计中提出分压式偏置电路改进方案（实践能力三阶）”。

深度访谈：设计学生访谈提纲与教师访谈提纲，访谈对象覆盖高、中、低不同能力水平学生，共收集有效访谈记录 32 份。

过程性材料：收集项目日志、设计草图、原型作品等共计 640 份（每组 16 份），作为能力进阶的关键证据。

三、研究结果与分析

（一）技术知识维度：从“知识记忆”到“创新应用”的跨越

实验组学生在“原理分析（二阶）”和“创新应用（三阶）”指标上进步显著（ $p < 0.01$ ）。如图 1 所示，后测中达到三阶水平的学生比例从 12% 提升至 38%，而对照组仅从 10% 提升至 15%。典型案例显示，某小组在需求分析阶段发现“老年人夜间起夜跌倒风险”，通过跨学科整合（传感器技术+物联网技术）提出红外感应夜灯联动方案，体现了从知识理解到创新应用的高阶思维发展。

（二）实践能力维度：从“机械模仿”到“系统创新”的进阶

实验组在“方案优化（三阶）”指标上显著优于对照组（ $t = 3.42, p < 0.05$ ）。以温控模块开发为例，实验组某小组经历三次设计迭代：首次采用基础 PID 控制算法（一阶模仿），因温度波动大进入二阶改进，通过查阅文献引入模糊 PID 算法（二阶熟练），最终结合传感器误差补偿提出自适应控制方案（三阶创新），并形成《温控算法优化测试报告》作为实证证据。

（三）技术态度维度：从“被动遵守”到“责任内化”的提升

实验组技术伦理意识（三阶）得分提升 27%，访谈中 S12 提到：“在测试阶段发现 WiFi 模块存在数据泄露风险，我们主动增加了加密芯片，开始思考技术开发对用户隐私的影响。”教师访谈显示，90% 的教师认为三维九阶评价“有效引导学生关注技术的社会价值”，如某小组在项目总结中提出“智能家居废弃物回收方案”，体现了技术态度的高阶发展。

四、模型优势与实施建议

（一）模型的实践价值

1. 问卷调查显示，78% 的学生表示“评价标准帮助明确改进方向”。在“智能垃圾分类系统”项目中，学生依据量规明确“二阶需完成系统原理分析，三阶需提出创新分类算法”，主动查阅《模式识别》教材，实现从“完成任务”到“深度学习”的转变。

2. 支持个性发展

模型允许学生在不同维度以不同速度进步。例如，学生 A 在技术知识维度达三阶水平，但实践能力停留在二阶，教师据此为其制定“专项技能提升计划”，安排每周 2 次实验室实操指导，体现“因材施教”理念。

3. 强化过程育人

通过“档案袋评价”收集的过程性材料，有效捕捉学

生的“顿悟时刻”。某生在第三周电路调试中突然理解反馈原理，其项目日志中记录的“灵感闪现”成为能力进阶的关键证据，改变了传统评价“只看结果不过程”的弊端。

（二）教学实施建议

1. 项目设计：融入技术复杂度与伦理冲突

建议选择具有真实情境的复杂项目，如“老旧小区电梯改造”“智能医疗设备设计”，包含机械结构、电子控制、网络通信等多学科要素，并设置伦理冲突情境（如“隐私保护与功能便捷性的权衡”），引导学生在解决实际问题中发展高阶思维。

2. 评价工具：推进数字化与可视化

采用“纸质档案袋+在线平台”双轨评价模式，利用 Moodle 平台搭建“三维九阶成长档案”，学生可实时上传设计草图、测试视频等证据材料，教师通过可视化仪表盘动态跟踪能力发展曲线，提高评价效率。

3. 教师培训：加强过程性评价能力建设

建议开展“三维九阶评价量规解读”“课堂观察技术”“质性数据分析”等专题培训。例如，通过工作坊形式模拟“学生作品评分会议”，教师分组对某小组的电路设计图、测试报告、访谈记录进行跨维度评价，提升评价的专业性与一致性。

结语

本研究构建的三维九阶评价模型，为高中通用技术项目式学习提供了“目标明确、证据充分、过程可溯”的系统化评价工具。实证研究表明，该模型能有效促进学生在技术知识、实践能力、技术态度维度的进阶发展，尤其在高阶思维培养与技术伦理养成方面效果显著。

未来研究可从三方面深化：一是探索模型在“开源硬件开发”“机器人竞赛”等不同类型项目中的适应性；二是尝试将人工智能技术（如机器学习）应用于过程性数据的自动分析，提升评价的精准性；三是推动模型与新课标学业质量标准的深度对接，构建“教学-评价-学业质量”一体化体系，为通用技术课程改革提供更坚实的评价支撑。

参考文献

[1] 黎清万, 钟丽霞. 指向深度学习的高中人工智能项目式学习表现性评价模型 [J]. 中国信息技术教育, 2025 (01): 91-94.

[2] 王晓桐. 基于 ECD 模型的表现性评价在信息技术项目式教学中的应用 [D]. 云南师范大学, 2024.

[3] 郭晶晶. 项目式学习中的表现性评价设计案例研究 [D]. 华东师范大学, 2022.

作者简介：魏小兵，1975 年 01 月，男，汉族，重庆渝北，大学本科，中学高级教师，研究方向：教育教学。

基金项目：重庆市教育评估研究会 2023 年度课题项目，课题项目名称：核心素养视域下的高中通用技术学科项目式学习成效的评价研究（课题项目批准号为 PJY2023100）。