

STEAM 视域下工程类高职生学习成效评价模型的建构研究

黄元臻

(泉州海洋职业学院通识教育学院,福建泉州 362700)

[摘要]新一轮科技革命与产业变革对高职工程类人才的跨学科整合、创新实践与可持续发展能力提出了更高要求。本研究立足职业教育类型特征,采用政策导向、理论内涵与产业需求三维融合路径构建初步指标池,通过三轮 Delphi 法完成指标筛选与修正,运用 AHP 法科学确定各指标权重。最终构建了包含工程实践与技术创新(38.725%)、创新思维与问题解决(28.593%)、跨学科整合与应用(22.468%)、职业态度与社会责任(10.214%)四大维度 12 项二级指标的综合评价模型。该模型将内隐素养转化为可观测的量化指标,为高职院校教学诊断、培养方案优化提供了可操作的参考依据,为推动 STEAM 教育在职业教育领域的落地实践提供了路径参考。

[关键词]STEAM 素养;高职工程教育;学习成效评价;Delphi 法;AHP 法

[作者简介]黄元臻(1993—),男,福建泉州人,泉州海洋职业学院通识教育学院副教授,理学博士,研究方向:职业技术教育、考试与评价。

[基金项目]本文系福建省教育科学“十四五”规划 2021 年度课题的研究成果“STEAM 视域下提升工程类高职生学习成效水平的培育研究”(项目编号:FJJKGZ21-033)。

[DOI]https://doi.org/10.62662/kjxk0203005

[中图分类号]G712

[本刊网址]www.oacj.net

[投稿邮箱]kjxk999@163.com

当前,全球新一轮科技革命与产业变革正加速推进,对技术技能人才的跨领域知识整合、能力迁移应用与创新实践素养提出了更为严苛的要求。职业教育作为与产业发展耦合度最高的教育类型,其人才培养质量直接决定着国家产业核心竞争力与转型升级的实际成效。近年来,国家先后出台《职业教育改革实施方案》、修订《中华人民共和国职业教育法》,从政策与法律双重维度明确了职业教育的类型教育定位,全面推进职业教育人才培养质量的系统性提升。

然而传统职业教育评价体系仍未摆脱“知识本位”“技能本位”的桎梏,考核内容多聚焦于碎片化理论知识与单一操作技能,未能充分关注学生解决真实复杂工程问题的综合素养,与产业界迫切需要的具备跨学科整合能力、创新思维与可持续发展潜力的现场工程师人才需求之间,存在着明显的结构

性错位。

STEAM 教育通过整合多学科内容,以项目式探究与工程实践为核心载体,着力培养学生的创新精神、批判性思维与问题解决能力,与职业教育“德技并修、手脑并用”的培养目标高度契合,成为破解工程类高职人才供需矛盾的关键抓手。但当前核心瓶颈在于学习成效评价体系的缺失:现有评价仍以学业成绩、技能证书为主要依据,难以全面表征学生的综合素养,导致教学改革成效无法科学验证。

基于此,本研究立足职业教育高质量发展要求,构建以 STEAM 素养为核心的工程类高职生学习成效评价模型,在兼容传统评价合理内核的基础上,将内隐素养转化为可观测的外显指标,为院校教学诊断与培养方案优化提供支撑。

一、概念框架

STEAM 教育作为培养复合型创新人才的核心

教育范式,其理论根基源于建构主义学习理论与社会文化理论。建构主义强调知识并非通过被动灌输获得,而是学习者在真实问题情境中主动建构的产物;社会文化理论则指出,社会互动与文化工具的运用是推动个体认知发展的核心动力。STEAM教育采用真实项目驱动、小组协作探究的核心学习方式,通过还原工程实践与产业前沿的复杂场景,引导学生以工程师逻辑分析问题、以艺术视角优化方案,在跨学科问题解决中实现知识深度融合与高阶思维进阶。

将STEAM理念引入职业教育具有天然适配性,二者均以情境化、实践化学习为核心逻辑,但职业教育的“职业性”属性决定了不能简单移植通用STEAM模式,必须完成“职业化转译”,使其核心要素与行业职业标准、岗位工作流程、技术技能形成规律深度融合。

科学的学习成效评价是STEAM教育职业化转译的关键支撑。当前学习成效评价已从单一的“目标达成度”结果导向,转向关注“能力发展度”的过程导向。传统职教评价以知识考核和技能鉴定为主,虽易于实施,却无法全面反映学生应对复杂技术问题的工程思维与创新素养。现有研究多集中于普通教育STEAM课程效果评估,或局限于高职单一技能测评,尚未形成能系统刻画工程类高职生跨学科知识整合、技术应用与创新思维的综合性评价框架。

本研究首先明确核心概念边界:工程类高职场景下的STEAM素养并非五门学科的简单叠加,而是学生解决产业真实工程问题时融合多学科方法形成创新方案的综合能力,兼具跨学科性、实践性与创新性;学习成效则超越分数与证书,指向STEAM教学干预下学生可观测、可测量的素养发展与行为表现,聚焦能力的内化、迁移与创造潜能。本章的理论梳理与概念界定,为后续构建贴合本土职教实际的评价模型奠定了基础。

二、模型建构

(一)基于文献与政策融合的初步指标池构建

构建适配工程类高职教育的STEAM学习成效评价模型,首要环节是搭建内容完备、逻辑清晰的初步评价指标体系。本研究摒弃单一的理论推演或主观经验判断,采用政策导向、理论内涵与产业

需求三维融合的建构路径,确保指标既具备理论前瞻性,又契合职业教育的实践属性。这一过程系统整合了国家政策解读、国内外成熟框架借鉴与高职工程教育实践需求的质性捕捉。

政策文本为指标构建提供了权威价值导向与内容边界。通过系统解读《职业教育提质培优行动计划》《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》等核心文件,明确国家对技术技能人才在工匠精神、创新素质、实践能力等方面的核心要求;同时跨层次梳理《中国学生发展核心素养》及义务教育阶段STEAM教育指导文件,提炼出跨学科融合、创新思维、问题解决等普适性素养要素。将这些政策要求与高职工程教育专业特性结合,确立了指标构建的宏观逻辑起点。

理论层面,本研究综合借鉴PISA全球胜任力框架、美国《下一代科学标准》中的科学与工程实践维度及国内相关研究成果,这些框架均突破孤立知识点考核局限,强调复杂情境下的整合性实践能力。例如将“界定问题”“开发与使用模型”等要求进行“职业化转译”,转化为“识别工程约束条件”等高职特色指标,实现与国际前沿评价理念的对接。

为弥补文献分析不足,研究同步开展半结构化专家访谈,对象涵盖一线骨干教师、企业技术主管及职教研究学者,提炼出成本控制意识、技术美学感知等源于产业实践的关键要素。经多轮融合迭代,最终形成四大维度12项二级指标的初步指标池,为后续Delphi法的指标筛选与修正奠定了基础。

(二)基于Delphi法的指标筛选与修正

初步搭建评价指标池后,为确保模型指标的科学性、合理性与专业性,本研究采用Delphi法开展多轮匿名专家咨询,对指标进行系统筛选、修订与优化。Delphi法通过背对背的匿名通信方式,能够有效凝聚领域专家的集体智慧,逐步收敛分歧意见,弥补单一文献分析或个别访谈带来的主观性与片面性缺陷。

为保障咨询结果的专业性与权威性,本研究严格制定专家遴选标准,组建覆盖职业教育研究、工程专业教学、企业实践三大领域的多元化专家团队。最终确定的16名专家中,包括5名长期从事课程与教学论、教育评价改革研究的职教研究机构学

者,8名拥有5年以上工程类专业教学经验且主持过省级以上教改项目的国家示范性高职院校骨干教师,以及3名来自高端装备制造、新一代信息技术领域,深度参与校企协同育人的企业技术总监与资深工程师。这种多元结构确保了咨询意见既能体现教育理论前瞻性,又能紧密贴合教学实践与产业实际需求。

研究严格遵循 Delphi 法实施流程,共开展三轮专家咨询。首轮采用开放式问卷展示初步指标池,广泛收集指标增删改并的意见;第二轮基于首轮修订结果,采用 Likert 五点量表请专家评判指标重要性;第三轮反馈前两轮统计结果,供专家做出最终判断。本研究参照经典范式,从研判依据与熟悉程度两个维度计算专家权威系数 Cr ,一般认为 $Cr > 0.7$ 即具有较高权威性。三轮咨询的专家平均权威系数分别为 0.906、0.879、0.852,均高于阈值,且各轮变异系数均小于 0.5,表明专家意见协调度高,结果稳定可靠。

采用 SPSS 26.0 对最终轮次数据进行信效度分析,结果显示整体问卷 Cronbach's α 系数为 0.816,内部一致性信度良好。其中一级指标 Cronbach's α 系数为 0.810,KMO 值 0.829;二级指标 Cronbach's α 系数为 0.887,KMO 值 0.736。一级指标 Bartlett 球形检验 $p < 0.001$,KMO 值 0.791,说明数据适合因子分析,结构效度达标。

通过上述流程,研究不仅筛选确定了核心评价指标,还吸纳了专家的建设性意见,如企业专家提出提升“技术伦理与规范意识”的指标层级,职教研究者优化了“跨学科知识迁移”的表述。最终形成包含 4 个一级指标、12 个二级指标的评价体系,为后续运用层次分析法确定指标权重奠定了坚实基础。

(三)基于 AHP 法的权重确定

在通过 Delphi 法确立评价指标体系后,为精准量化各指标在评价模型中的相对重要性,本研究采用 AHP 法开展指标权重计算。层次分析法能够将复杂的多维度决策问题系统化、数量化,通过两两比较构建判断矩阵确定要素权重,尤其适用于多维度、多层次非定量指标的量化分析,与本研究的评价需求高度契合。

本研究专门编制《STEAM 素养学习成效评价指标权重专家咨询问卷》,邀请参与前一轮 Delphi 法

咨询的 10 位专家,对已确定的 4 个一级指标和 12 个二级指标进行两两重要性比较。问卷采用 Saaty 1-9 标度法,要求专家结合工程类高职生 STEAM 学习成效的核心评价维度进行打分,最终回收有效问卷 10 份,有效回收率达 100%。

首先对每位专家的判断矩阵进行一致性检验,以确保判断逻辑的合理性。计算结果显示,10 位专家的一致性指标 CI 介于 0.027 至 0.077 之间,对应的一致性比率 CR 均小于 0.1 的可接受临界值,全部通过一致性检验,表明专家判断逻辑严谨,咨询结果具有较高可靠性。

随后采用几何平均法对 10 位专家的判断矩阵进行综合处理,构建专家群决策判断矩阵。以一级指标为例,工程实践与技术创新能力的相对重要性最高,其次为创新思维与解决问题能力、跨学科整合与应用能力,职业态度与社会责任的相对重要性最低,该矩阵集中反映了专家群体对四大核心维度重要性的共识性判断。

基于群决策矩阵计算各层级指标权重并进行归一化处理,权重值保留五位小数,最终形成完整的评价模型权重体系:工程实践与技术创新能力权重 38.725%,下设技术工具操作与熟练度(28.165%)、工艺流程理解与执行(35.428%)、技术优化与方案迭代(36.407%),分别对应专业工具运用、流程规范执行与技术改进能力;跨学科整合与应用能力权重 22.468%,包含科学原理迁移能力(31.256%)、技术-艺术融合表达(25.894%)、系统思维与全局把握(42.850%),侧重多学科知识的综合运用与系统思考;创新思维与解决问题能力权重 28.593%,涵盖批判性思维与问题识别(30.722%)、发散思维与方案构思(33.145%)、决策评估与策略选择(36.133%),聚焦复杂工程问题的分析与解决能力;职业态度与社会责任感权重 10.214%,包括团队协作与沟通(38.557%)、工程伦理与可持续意识(35.216%)、终身学习与职业发展(26.227%),体现职业素养与可持续发展潜力。

该权重体系清晰呈现了各指标在整体评价中的贡献度,为科学客观衡量工程类高职生 STEAM 学习成效提供了精准的量化尺度。为直观展示评价框架的系统化结构与内部动态关联,本研究进一步构建了 STEAM 素养学习成效评价模型图,如图 1

所示。

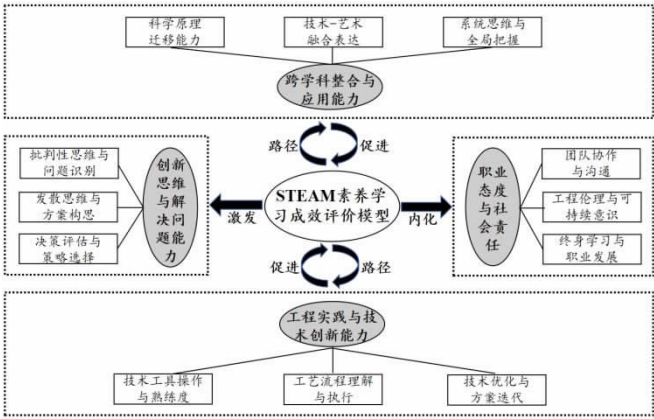


图 1 STEAM 素养学习成效评价模型

本研究构建的 STEAM 素养学习成效评价模型,在内在逻辑上呈现为以价值、知识、思维、实践为核心线索的动态演进系统。该模型并非各项指标的简单叠加,而是依托促进、激发、路径、内化四类核心作用机制,将四大素养维度整合为结构完整、相互支撑、循环联动的有机整体。从内在结构来看,职业态度与社会责任是整个评价体系的价值基石,以内化方式融入学生发展全过程,使团队协作、工程伦理、终身学习等素养真正转化为稳定的职业品格,为整体素养发展确立价值导向与伦理准则。跨学科整合与应用能力承担着知识整合与系统联结的功能,依托科学原理迁移、技术艺术融合、整体系统思维,为复杂工程问题提供多学科支撑,以促进机制与核心评价目标形成双向强化关系,既是学习成效的重要构成,也是成效提升的重要途径。创新思维与问题解决能力扮演着认知驱动的角色,通过批判性分析、发散性构思、科学性决策推动认知水平持续升级,以激发机制为实践创新提供持续动力。工程实践与技术创新能力则是所有素养落地的载体与检验平台,从工具操作、流程规范到方案优化,为价值理念、知识运用、思维创新提供实践路径,使综合素养在真实任务中得以显现、检验与提升。四大维度在机制联动下形成价值引领、知识整合、思维驱动、实践生成的螺旋式上升结构。学生的学习成效正是在真实工程问题解决过程中,实现价值观念、跨学科知识、高阶思维与实践能力相互促进、协同发展的结果。这一模型不仅为学习成效评价提供了可操作的结构化框架,更清晰阐释了 STEAM 素养在职业教育场景中动态形成、综合

发展的内在机理。

三、结论与建议

本研究立足新时代职业教育高质量发展的现实需求,聚焦 STEAM 教育融入工程类高职人才培养过程中学习成效评价缺乏体系化、可量化工具的突出问题,在系统开展理论阐释与政策分析的基础上,综合运用 Delphi 法与 AHP 法,完成 STEAM 视域下工程类高职生学习成效评价模型的建构工作。研究通过多轮专家咨询与科学赋权,确定包含四个一级维度、十二项二级观测指标的评价体系,并完成各层级指标权重的计算与确定,形成理论支撑充实、实践应用可行的综合评价方案。该成果有效推动 STEAM 教育理念与高职工程教育办学特色深度融合,为职业教育评价模式由知识技能本位向综合素养本位转型提供可操作的实施路径,同时也为完善职业教育评价研究体系、改进工程类专业人才培养方案提供有益参考。

为使本研究构建的评价模型更好地服务于教学实践,切实发挥评价对人才培养的支撑作用,结合本研究结论提出相应建议。在后续研究与实践中,应将评价模型投入真实教学场景开展大范围实证应用,通过多院校、多专业的样本数据收集,运用科学统计方法对模型的信度、效度进行全面检验,结合实践应用中的具体反馈对指标内容与权重设置进行调整优化,提升模型的适用性与精准度。同时可针对不同专业领域、不同学习阶段开展差异化应用探索,分析模型在各类工程类专业及不同年级学生中的应用差异,把握 STEAM 素养发展的阶段性特点,为高职院校开展分层教学、分类培养提供

参考依据。还应推动评价模型与教学全过程深度融合,将评价指标转化为可直接使用的教学评价工具,融入课程与教学的全流程环节,形成以评促教、以评促学的长效机制,推动 STEAM 教育在高职工程类专业持续落地,不断提升人才培养质量,为产业发展培育更多高素质复合型技术技能人才。

参考文献:

- [1]何永强. OBE 理念下制造类高职生工匠精神培育模式探索[J]. 高等工程教育研究,2024(1):170-175.
- [2]崔允灏,杨澄宇,周文叶,等. 教育强国背景下 STEM 教育创新发展的“中国方案”[J]. 全球教育展望,2025,54(11):3-11.
- [3]杜文彬. STEM 教育的发展路径、本质内涵与价值追求[J]. 全球教育展望,2025,54(11):12-24.
- [4]孟佳,吴静怡,付宇卓,等. 工科大类培养模式下学生学习成效的分析[J]. 黑龙江高教研究,2020,38(5):148-154.
- [5]赵志群,黄慧婷. 职业教育数字学习资源的一种新形式:学习性工作任务平台[J]. 中国电化教育,2025(4):83-89.
- [6]李哲. 面向未来重构职业教育体系——经合组织(OECD)报告的解读与启示[J]. 教育经济评论,2024,9(1):3-20.
- [7]管弦. 学生学习成效导向下的高职院校教学质量提升研究[J]. 职教论坛,2020,36(11):58-63.
- [8]李思玲,向琼. 高职学生学习力的价值意蕴、现实挑战与突破路径[J]. 中国职业技术教育,2023(22):81-88.
- [9]李玉静,刘雨寒,盛煜. 推进教育强国建设中的职普融通:实施现状与发展建议——基于对全国 2600 名学习者及办学者认知、意愿、成效、困境等的调研[J]. 职业技术教育,2024,45(36):19-26.
- [10]池春阳,徐颖春,刘海明. 工作场学习:面向数字化智能化职业场景的现场工程师培养[J]. 高等工程教育研究,2024(4):129-133.

Research on the Construction of an Evaluation Model for Learning Outcomes of Engineering Students in Higher Vocational Education under the STEAM Framework

HUANG Yuan-zhen

(College of General Education, Quanzhou Ocean Institute, Quanzhou Fujian 362700, China)

Abstract: The latest wave of technological revolution and industrial transformation has elevated the requirements for interdisciplinary integration, innovative practice, and sustainable development capabilities among engineering professionals in higher vocational education. Grounded in the distinctive characteristics of vocational education, this study developed an initial indicator pool through a three-dimensional integration approach combining policy orientation, theoretical frameworks, and industry needs. The indicator selection and refinement were conducted via three rounds of Delphi methodology, with weights scientifically determined using the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. The final comprehensive evaluation model comprises 12 secondary indicators across four dimensions: Engineering Practice and Technological Innovation (38.725%), Innovative Thinking and Problem-solving (28.593%), Interdisciplinary Integration and Application (22.468%), and Professional Attitude and Social Responsibility (10.214%). By transforming implicit competencies into measurable quantitative indicators, this model provides actionable references for teaching diagnostics and curriculum optimization in higher vocational institutions, while offering practical guidance for implementing STEAM education in vocational education settings.

Key words: STEAM literacy; higher vocational engineering education; learning outcome assessment; Delphi method; AHP method