

产教融合下分析检验专业数智人才培养研究

——以重庆工业职业技术大学分析检验技术专业为例

邓冬莉, 赵洋洋

重庆工业职业技术大学化学与制药工程学院, 重庆

收稿日期: 2026年7月6日; 录用日期: 2026年9月10日; 发布日期: 2026年9月18日

摘 要

产业数智转型与新质生产力发展, 对分析检验技术专业人才的数字能力提出刚性需求, 产教融合机制不健全、“五金”要素协同性不足已成为制约人才培养质量的核心瓶颈。本研究立足职教数智背景, 以生态共生理论、政策整合理论、多主体协同理论为基础构建分析框架, 采用描述性案例研究方法, 基于多主体协同框架, 构建适配新质生产力、以数字能力为核心的校企生态共生培养模式, 明确“五金”建设逻辑与路径。经重庆海关技术中心合作案例验证, 该模式成效显著, 同时存在合作门槛、资源投入等方面的局限, 为职教对接产业数智转型提供可复制范式。

关键词

产教融合, 数智人才, “五金”建设

Research on Digital Capability Training of Analytical and Inspection Specialties under the Context of Industry-Domain Integration

—Taking the Analytical and Inspection Technology Specialty of Chongqing Industry Polytechnic University as an Example

Dongli Deng, Yangyang Zhao

College of Chemistry and Pharmaceutical Engineering, Chongqing Industry Polytechnic University, Chongqing

Received: July 6, 2026; accepted: September 10, 2026; published: September 18, 2026

Abstract

The industrial digital transformation and the development of new quality productive forces have put forward rigid demands for the digital capabilities of analytical and inspection technology professionals. The imperfect mechanism of industry-domain integration and the insufficient synergy of “five elements” have become the core bottleneck restricting the quality of talent cultivation. This study is based on the context of vocational education digitalization, and constructs an analytical framework based on the ecological symbiosis theory, policy integration theory, and multi-agent collaboration theory. Using the descriptive case study method, based on the multi-agent collaboration framework, it builds an ecological symbiosis training model for school-enterprise cooperation that is adapted to new quality productive forces and centered on digital capabilities, clarifying the logic and path of “five elements” construction. Through the verification of the cooperation case with Chongqing Customs Technology Center, this model has achieved remarkable results, while also having limitations such as cooperation thresholds and resource investment, providing a replicable model for vocational education to connect with industrial digital transformation.

Keywords

Industry-Domain Integration, Digital Talent, “Five Elements” Construction

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 时代背景：产业数智与职业教育转型的双重驱动

在全球科技革命与产业变革纵深推进的背景下，数字技术与实体经济的深度融合成为高质量发展的核心引擎，检验检测服务业作为支撑食品、医药、环保等领域质量管控的关键产业，其数智转型进程持续加速，智能检测设备应用、大数据分析、实验室信息管理系统(LIMS)普及等对从业人员的数字素养提出了更高要求[1]。职业教育作为技术技能人才培养的主阵地，其类型特征决定了必须通过产教融合实现教育链与产业链的精准对接[2]。正如陆模兴所指出的，职业教育数智转型是中国式教育现代化的重要组成部分，其政治根基牢固、经济基础扎实，已进入融合转型的关键阶段。

新质生产力的蓬勃发展进一步凸显了人才培养的紧迫性。新质生产力以科技创新为核心驱动力，强调生产要素的创新性配置与产业深度转型升级，这要求职业教育必须突破传统“学科导向”培养模式，构建复合型人才培养体系[3]。新质生产力以科技创新为核心驱动力，反映在分析检验技术领域，即要求人才具备智能检测设备操作、检测数据建模分析、实验室信息管理系统应用等数智能化能力，这对专业突破传统“单一技能培养”模式、构建“常规技能 + 数字能力”双维度培养体系提出了具体要求。分析检验技术专业作为支撑多领域产业发展的核心专业，其人才培养质量直接关系到区域产业的质量管控水平与创新能力提升，亟需通过产教融合破解数智转型中的人才供需矛盾。

1.2. 政策导向：产教融合与“五金”建设的引领

2022 年《中共中央办公厅 国务院办公厅印发〈关于深化现代职业教育体系建设改革的意见〉》明确

提出,要“提升职业学校关键办学能力,优先在现代制造业、现代服务业等专业领域,打造一批核心课程、优质教材、教师团队、实践项目”,并强调深化产教融合、校企合作是职业教育高质量发展的必由之路[2]。职业教育“五金”新基建理念,将金专业、金课程、金教师、金教材、金基地作为职业教育内涵建设的核心抓手,为专业数智转型提供了明确的实践框架[4]。

在政策引领下,职业教育“五金”建设已成为推动专业对接产业需求的关键路径。杨春雷等[5]学者指出,“五金”建设是职业教育高质量发展的重要标准,其核心在于通过数智手段实现专业、课程、师资、教材、基地与产业需求的动态适配,而分析检验技术专业的“五金”建设需突出“智能检测设备操作+检测数据可视化分析”的融合特色,贴合检验检测行业的数智转型实际。谭多宁等[6]从结构功能主义视角出发,提出“五金”建设是相互促进、彼此支撑的有机整体,需通过系统规划实现协同增效,这为分析检验技术专业数智人才培养提供了重要的理论指导。

1.3. 研究意义：理论创新与实践应用的双重价值

理论层面,本研究立足产教融合与数智转型的交叉领域,整合生态共生理论、政策整合理论与多主体协同理论,构建分析检验技术专业数智人才培养的理论体系[7]-[9],丰富职业教育类型化发展的研究维度。实践层面,针对当前专业人才培养中存在的校企协同不足、数字技能培养脱节等问题,提出可操作的模式与策略,为川渝地区乃至全国同类专业的数智转型提供实践参考,助力职业教育更好地服务区域产业数智升级与新质生产力发展。

本文遵循“背景提出-理论支撑-研究设计-问题诊断-模式构建-实践验证-总结展望”的递进式研究逻辑:先从产业转型与政策导向双重背景提出数智人才培养的核心问题,再搭建三维理论分析框架奠定研究基础;继而采用案例研究方法开展实证调研,系统诊断当前专业数智人才培养的现实困境;随后以“五金”建设为核心抓手,对应困境构建产教融合赋能的数智人才培养模式与实施路径;最后通过校企合作案例验证模式成效、反思应用局限,形成完整的研究闭环。

2. 理论基础与分析框架

2.1. 核心理论阐释

2.1.1. 生态共生理论

生态共生理论最早由德国生物学家德贝里(Anton de Bary)于1879年在真菌研究中正式提出,核心内涵是不同生物种群在同一生存环境中通过物质交换、能量流动形成相互依存、协同进化的共生关系。该理论引入产教融合领域后,核心观点为:学校、企业、行业、政府是数智人才培养生态中的共生单元,通过人才共育、技术共享、资源互通形成对称型互利共生关系,最终实现教育链与产业链的双向增值、协同演化。国内学者较早将生态共生理论系统引入职业教育研究,证实了其对校企合作关系的强解释力,为本研究界定校企共生关系提供了理论依据。本研究将其作为底层逻辑,指导校企生态共生培养模式的构建。

2.1.2. 政策整合理论

政策整合理论源自公共治理研究领域,由巴格丘斯(Bagchus)等学者系统阐释,核心是通过整合多层次政策的目标、工具与资源,破解治理碎片化问题,提升政策整体执行效能。本研究依托国家产教融合、职业教育“五金”建设等系列政策,将顶层政策要求转化为专业建设的具体路径,为“五金”要素的系统协同提供政策逻辑支撑。国内职业教育研究中,已有运用该理论分析职教政策的落地路径,验证了其在教育政策转化场景的适用性。

2.1.3. 多主体协同理论

多主体协同理论的理论根基为德国物理学家哈肯(Hermann Haken)创立的协同学, 后结合奥斯特罗姆的多中心治理理论拓展至社会治理领域, 核心观点是复杂系统目标的达成, 需要多元主体打破边界壁垒, 围绕共同目标形成权责清晰、联动高效的协作机制。本研究中政府、行业、学校、企业四类主体分别承担政策引导、标准制定、教学实施、实践支撑的职能, 共同支撑数智人才培养全流程。

2.2. 理论分析框架构建

基于上述理论, 本研究构建“生态共生为核、政策整合为纲、多主体协同为径”的分析框架: 以生态共生理论定义校企合作的本质关系, 以政策整合理论锚定“五金”建设的顶层方向, 以多主体协同理论设计各要素的运行机制, 最终形成“理论引领-要素协同-实践落地-效果反馈”的完整逻辑链条, 全程指导数智人才培养模式的设计。

3. 研究设计与方法

3.1. 研究方法

本研究采用描述性单案例研究法, 以重庆工业职业技术大学分析检验技术专业与重庆海关技术中心的现代学徒制合作项目为研究案例。描述性案例研究适合对现实情境中复杂的教育现象进行深度剖析, 能够完整呈现数智人才培养模式的构建过程与实践成效, 契合本研究“模式构建-实践验证”的研究目标。本研究严格遵循案例研究专家殷(Robert K. Yin)提出的研究规范, 通过多源数据三角验证提升研究内在信度与构念效度, 确保研究结论的科学性与可重复性。

3.2. 案例选择的典型性

本研究选取该案例主要基于三点考量:

行业标杆性: 重庆海关技术中心是川渝地区检验检测行业的龙头机构, 具备完整的数智检测体系与高端智能设备, 代表了区域检验检测产业数智转型的最高水平, 其岗位需求具备行业风向标意义。

合作深度: 双方合作覆盖培养方案制定、课程开发、实训基地建设、教学实施全流程, 属于深层次产教融合, 而非浅层次的实习合作, 能够完整呈现数智人才培养模式的运行逻辑。

专业代表性: 该校分析检验技术专业是重庆市骨干专业, 其数智转型过程中的困境与改革路径在西部高职院校同类专业中具有普遍共性, 研究结论具备推广价值。

3.3. 数据收集与分析

本研究采用三角验证法, 通过多渠道数据交叉验证结论的信度与效度, 数据收集周期为 2023 年 9 月~2025 年 6 月, 具体来源包括:

半结构化访谈: 对 12 名受访者进行一对一深度访谈, 包括企业技术骨干 4 名(含数智方向负责人 1 名)、校内专业教师 5 名(含专业带头人 1 名)、2022 级现代学徒班学生 3 名。访谈围绕“数智岗位需求、培养模式痛点、实践成效感知”设计提纲, 单份访谈时长 30~60 分钟。访谈采用理论抽样原则, 逐次补充访谈对象直至第 10 位受访者后无新的核心范畴涌现, 达到质性研究的理论饱和标准; 访谈全程同步录音, 事后转录为约十余万字的原始文本资料, 所有访谈记录均经受访者确认, 确保原始数据完整可追溯。

文档资料分析: 收集 2021 版、2023 版、2024 版三版人才培养方案、12 门核心课程标准、校企合作协议、实训基地建设方案等官方文档, 梳理专业数智转型的演进过程。所有文档均为学校与企业正式印发的官方文件, 具备行政效力与事实依据, 可与访谈数据形成相互印证, 修正访谈中的主观偏差。

客观量化数据：采集学生技能竞赛获奖数据、职业技能等级证书获取率、企业满意度评分、毕业生岗位匹配度等数据，对培养成效进行可量化评估。量化数据均来自学校教务处、招生就业处及企业人力资源部门的官方统计台账，成效对比以 2021 级未参与数智化培养模式的同专业学生为基准组，采用独立样本对比分析，确保成效验证的科学性。

参与式观察：研究团队全程参与现代学徒班的项目式教学、实训考核等环节，累计听课与观摩实训 16 课时，形成观察记录 8 份。观察记录采用“现场实时笔录 + 当日复盘补充”的方式形成，重点验证教学实施过程与培养方案的一致性，补充访谈与文档数据缺失的过程性信息。

数据处理上，对访谈资料采用编码分析法提炼核心范畴；对量化数据进行描述性统计；通过多源数据交叉比对，确保研究结论可靠。

4. 分析检验技术专业数智人才培养现状与困境

4.1. 实践探索：现有人才培养模式的基础与成果

分析检验技术专业在长期发展中积累了扎实的人才培养基础，形成的“三进三化”“理实循环进阶”等模式为数智人才培养提供了教学方法支撑；同时开发多本国家级、省级规划教材，建成多门在线开放课程，65%以上教师为双师型，学生就业覆盖食品检测、医药检验、环境监测等多个领域，这些成果为专业数智转型奠定了实践基础。学生在各级技能竞赛中屡获佳绩，人才培养质量获得行业广泛认可，这些实践成果为数智人才培养奠定了坚实基础，提供了可借鉴的改革路径。

4.2. 现实困境：产教融合视域下的数智转型短板

结合调研数据，当前分析检验技术专业数智人才培养的困境可精准对应“五金”建设的五大核心维度，同时配套保障机制存在明显短板，具体表现如下：

1) 金专业维度：校企协同深度不足，动态联动机制缺失

当前专业与企业的合作多停留在实习基地共建、企业导师授课等浅层次，尚未建立产业数智需求的动态联动机制^[10]。正如肖青山等^[3]所指出的，职业教育“五金”协同创新存在“相关主体信息孤岛严峻”的问题，具体到分析检验技术专业，表现为学校难以实时掌握医药化工、食品检测等行业的智能检测设备更新动态，导致专业建设与课程设置无法及时跟进产业对“检测数据建模分析”“智能仪器运维”等技能的需求。例如，川渝地区医药化工行业已广泛应用智能检测设备与大数据分析技术，但专业课程体系中相关内容占比不足 20%，人才培养与产业需求存在明显脱节。

2) 金课程与金教材维度：数字技能培养薄弱，课程教材更新滞后

课程体系中数字技术融入不足，缺乏校企共建的数智教学资源。分析检验技术专业核心课程如《工业分析》《药物分析》仍以传统滴定分析、色谱检测等内容为主，智能检测技术原理、实验室信息管理系统操作、检测数据可视化分析等数智化内容占比偏低；教材更新周期长，难以纳入企业最新的数智检测标准、新工艺与新方法。同时，数智教学资源匮乏，缺乏虚拟仿真实训课程、数智案例库等新型教学资源，无法满足学生数字技能培养的需求。

3) 金教师维度：教师数字素养不足，实践能力有待提升

教师队伍缺乏企业数智项目实践经验，难以将产业实际技术需求融入教学^[11]。分析检验技术专业教师多具备传统检测技术背景，仅部分教师参与过企业智能检测项目研发，对智能检测设备调试、检测数据建模等技术的教学转化能力薄弱。尽管学校定期组织教师参加数智教学培训，但培训内容多为理论知识与基础操作，缺乏与企业实际项目相结合的实战训练。部分教师数字教学能力薄弱，无法有效运用虚拟现实、大数据分析等技术开展教学创新，导致数字技能培养流于形式，难以达到预期效果。

4) 金基地维度：实训产教融合度低，虚实结合场景缺失

实训环节是数字技能培养的关键载体，但当前专业实训产教融合程度低，未能有效匹配企业数智生产实际[5]。校内虚拟仿真实训系统不足，无法一一还原企业数智检测的真实场景，学生难以进行全面的沉浸式、重复性数字技能训练；校外实习多集中于传统检测岗位，学生参与智能检测核心环节的比例不足。这种“重理论、轻实践”的实训模式，导致学生数字实践能力薄弱，无法满足企业岗位的实际需求。

5) 保障机制维度：评价机制不够完善，协同育人激励不足

现有人才评价机制仍以常规技能考核为主，数字能力考核权重较低，缺乏科学的评价指标体系[10]。评价主体单一，主要以学校教师评价为主，企业、行业专家参与度低，难以全面反映学生的数字技能水平与岗位适配性[3]。同时，校企协同育人的激励机制不完善，企业参与人才培养的积极性不高，学校对参与数智教学改革的教师缺乏有效的激励政策，导致产教融合的深度与广度难以提升[6]。

5. 产教融合赋能数智人才培养的模式构建和实施路径

针对上述“五金”各维度的核心困境与保障机制短板，本研究以多主体协同为支撑，以“五金”系统协同建设为核心路径，构建产教融合赋能数智人才培养的完整模式，实现对现实困境的精准回应与系统破解。

5.1. 核心逻辑：多维度协同的数智转型框架

产教融合赋能数智人才培养的核心逻辑，是构建“政策引领 - 产业驱动 - 要素协同 - 生态支撑”的多维度框架。多主体协同的核心目标，是推动金专业、金课程、金教师、金教材、金基地五大要素的系统融合与协同升级，具体体现为：以国家职业教育政策为引领，以川渝地区分析检验产业数智需求为驱动，以“五金”建设为核心要素，通过校企协同、产学研融合，构建“专业对接产业、课程对接岗位、教师对接企业、教材对接标准、基地对接生产”的数智人才培养生态，实现人才培养与产业需求的“零时差”对接。

5.2. 模式构建原则

1) 产业需求导向原则

以川渝地区分析检验产业的数智需求为核心，通过调研企业数智岗位要求、技术应用现状，明确人才培养目标与规格，确保人才培养与产业需求高度契合[1]。职业教育数智转型需坚持“实践导向”范式，从企业实际需求出发设计培养方案，这一原则应贯穿人才培养全过程[7]。

2) 数字能力融合原则

将数字能力培养贯穿于人才培养的全环节，从专业模块设置、课程内容重构、实训项目设计到评价体系构建，均以数字能力提升为核心，培养学生的数字思维、数字技能与数字素养[3]。

3) 校企协同育人原则

推动企业深度参与专业建设、课程开发、实训教学等各个环节，构建“人才共育、过程共管、成果共享、责任共担”的校企协同育人机制[2]，实现教育链、产业链、人才链、创新链的深度融合[1]。

4) 系统协同创新原则

提出的“整体与局部的辩证逻辑”，注重“五金”建设的协同性与系统性，通过专业、课程、教师、教材、基地的协同创新，实现人才培养质量的整体提升[8]。

5.3. “五金”协同建设路径

1) 金专业：锚定产业数智需求，构建动态调整机制

针对前文诊断出的校企协同深度不足、产业数智需求动态联动机制缺失、专业建设滞后于行业技术迭代的困境,金专业建设的核心是实现专业与产业数智需求的精准对接。分析检验技术专业需依托与重庆海关技术中心、华测检测等龙头企业的合作基础,搭建“产业数智需求-专业动态调整”联动平台,重点跟踪川渝地区医药化工、食品环保等领域的数智转型趋势。具体而言,一是建立专业动态调整机制,依据产业数智需求,从传统的常规检验技术向智能检验技术升级,增设智能检测、大数据分析、实验室信息化管理等专业模块[1];二是组建专业建设理事会,吸纳政府、行业协会、企业技术骨干参与专业规划,制定专业数智转型实施方案[2];三是打造专业群生态,以分析检验技术专业为核心,整合环境工程技术、药品质量与安全等相关专业,实现课程衔接、实训共享、师资互通的资源整合模式[8]。

2) 金课程: 重构数智课程体系, 实现岗课赛证融通

针对课程体系中数字技术融入占比偏低、数智技能培养与岗位需求脱节、岗课赛证融通不足的现实困境,金课程建设需遵循“产业需求导向、数字能力核心、校企协同开发”的原则[5]。课程体系重构应结合分析检验技术专业的岗位特征,通过校企联合研发“检验检测数智技能图谱”,重点开发《智能检测技术》《检测数据分析与建模》《实验室信息管理系统应用》等数智核心课程,推进岗课赛证融通,将职业技能等级证书与竞赛内容融入课程,构建“课程内容-岗位要求-技能证书-竞赛标准”四位一体的课程体系,由企业参与课程考核,确保内容匹配岗位数智化需求[11]。

以专业核心课程《智能检测技术》为例,课程完全基于企业真实工作流程进行模块化设计,设定总课时 64 课时,其中理论 24 课时、实践 40 课时,由校企双师共同授课,内容精准对接数智检测岗位任务:

模块一:智能分析仪器操作与运维(20 课时):对接企业“智能气相/液相色谱仪日常操作与维护”岗位任务,融入重庆海关技术中心仪器操作规范,以“食品中农药残留智能检测”为真实项目,训练学生智能仪器参数设置、序列运行、自动进样操作、常见故障排查等技能。

模块二:检测数据建模与可视化分析(22 课时):对接企业“检测数据批量处理与质量分析”岗位任务,引入企业真实检测数据集,教授学生运用 Python、Origin 等工具完成数据清洗、拟合、偏差分析与可视化图表生成,完成“药品检测批次质量趋势分析”实战项目。

模块三:LIMS 系统全流程操作(22 课时):对接企业“实验室全流程信息化管理”岗位任务,搭载企业在用的实验室信息管理系统,训练学生完成样品登记、任务分配、数据上传、报告自动生成、样品溯源等全流程操作,完全复刻企业真实工作场景。

课程考核采用“项目成果+过程操作+企业评价”方式,企业真实项目成果占比 60%,实现课程内容与岗位需求无缝对接。

3) 金教师: 提升数字素养与实践能力, 打造双师型团队

针对教师队伍数字素养不足、企业数智项目实践经验欠缺、数智教学转化能力薄弱的突出困境,金教师是数智人才培养的根本保障,其核心是提升教师的数字素养与产业实践能力[10]。分析检验技术专业教师队伍建设需聚焦“智能检测技术应用+数字教学转化”双核心,采取“校企互聘+项目实战+专项培训”的三维路径[3][11]。一是建立校企人员双向流动机制,选派教师深入重庆海关技术中心、华测检测等企业参与数智项目研发,承接技术咨询、服务等横向课题,积累企业实践经验[4];二是邀请企业技术骨干参与教师培训,帮助教师提升数智教学资源制作与学情分析能力,掌握虚拟现实、大数据分析等数智教学工具的应用[7];三是组建结构化教学创新团队,依托数智教学项目,推动教师成为教研共同体和育人共同体,提升团队的协同创新能力[8];四是完善教师评价激励机制,将数字教学能力、企业实践成果作为教师考核与职称评定的重要指标,激发教师数智转型的内生动力[10]。

4) 金教材: 推动数智迭代, 开发新形态教学资源

针对教材更新周期长、数智技术内容缺失、新形态教学资源匮乏、难以匹配产业技术迭代节奏的困境,金教材建设的核心是实现教材内容与形式的数智、动态化更新[10]。教材开发需结合分析检验技术专业的实践属性,遵循“校企协同、数字赋能、动态更新”的原则,重点突出智能检测操作流程、数据处理方法的实用性[5][9]。具体而言,一是校企合作开发数智教材,将企业的新标准、新工艺、新方法及时纳入教材内容,建立“标准-案例-技术”的动态更新机制[4];二是创新教材呈现形式,结合企业工作手册开发技术规范卡片、任务工单等新形态教学资源,运用虚拟现实、数字孪生等技术开发数字教材,增强教材的互动性与实用性[1];三是构建教材资源共享平台,依托国家职业教育智慧教育平台,实现教材资源的实时更新与共享,为学生提供个性化的学习资源[7];四是建立教材评价反馈机制,吸纳行业专家、企业技术人员、学生参与教材评价,根据反馈及时修订教材内容[10]。

5) 金基地: 打造虚实结合实训场景, 实现产教深度融合

针对实训产教融合程度低、数智真实生产场景不足、虚实结合实训体系缺失的实践困境,金基地建设需遵循“场景真实、开放融合、功能多元”的原则,打造集实践教学、社会培训、技术服务于一体的数智实训平台[5]。分析检验技术专业实训基地建设应采取“虚拟仿真+真实生产+远程联动”的三位一体路径[1][4]。一是共建虚拟仿真实训系统,与企业合作开发分析检验数智虚拟仿真实训平台,还原企业数智检测的真实场景,弥补校内实训资源的不足[1];二是建设数智实训车间,引入智能检测设备、实验室信息管理系统等数智教学设备,打造“校中厂”式实训基地,实现实训教学与企业生产的无缝对接[2];三是开发远程教学系统,借助产教融合平台让学生通过线上方式实时参与企业生产实践,实现校内实训与企业生产的有效衔接[5];四是拓展基地服务功能,面向行业企业开展数智技能培训与技术服务,实现实训基地的可持续发展[8]。

针对分析检验专业高端仪器昂贵、操作风险高、实训耗材成本大的痛点,虚拟仿真实训系统开发两大模块:一是高端仪器仿真模块,模拟 GC-MS、ICP-MS 等设备全流程操作,支持反复训练,缓解设备不足,规避耗材损耗与操作风险;二是数智全流程仿真模块,以饮用水重金属检测为载体,复刻检测全链路 with LIMS 操作,融入质量管控场景,强化全链路数智思维。

5.4. 具体实施策略

1) 升级现代学徒制, 深化校企协同育人

与重庆海关技术中心、华测检测等企业深化现代学徒制合作,联合设计融入数字技术的人才培养方案。采用“1+1+1”三导师制,即校内理论导师、企业技术导师、数智专项导师共同开展教学,其中数智专项导师由企业数智技术骨干担任,负责指导学生的数字技能训练。学徒制培养过程中,学生交替参与校内理论学习、虚拟仿真实训与企业真实项目实践,在真实工作场景中提升数字技能。

2) 推行项目式教学, 培养综合应用能力

将企业数智检测项目转化为教学任务,采用“案例剖析-技能训练-问题解决-成果展示”的项目式教学路径[11]。例如,围绕“药品中有效成分的智能检测与数据分析”项目,学生需完成智能检测设备操作、检测数据采集、大数据分析、检测报告数智生成等任务,培养其综合应用能力。教学过程中,运用数智教学平台实现项目任务发布、过程监控、成果评价的全过程管理[7]。

3) 构建数智教学资源库, 支撑个性化学习

整合校企优质资源,构建包含数智课程、虚拟仿真项目、案例库、技术标准库等在内的教学资源库[1]。资源库涵盖智能检测技术、数据分析、实验室信息化管理等多个模块,为学生提供个性化的学习资源。同时,利用大数据分析技术追踪学生学习行为,精准识别学习短板,推送个性化学习建议,实现因材施教[7]。

4) 建立校企联合考核机制, 完善评价体系

构建“常规技能 + 数字能力 + 职业素养”三位一体的考核评价体系[10], 由校企双方共同制定评价标准与考核方案。常规技能考核侧重传统检验技术的掌握程度, 数字能力考核包括智能设备操作、数据分析、数智报告撰写等内容, 职业素养考核关注学生的敬业精神、团队协作能力与创新意识。考核方式采用过程性评价与终结性评价相结合、校内评价与企业评价相结合的方式, 确保评价结果的客观性与全面性[3]。

5.5. 保障机制

1) 长效校企合作机制

签订长期合作协议, 明确双方在人才培养中的权利与义务, 建立专业建设理事会、教学指导委员会等协同机构, 定期召开校企合作会议, 共同解决人才培养中的问题[2]。同时, 探索校企共建产业学院、混合所有制实训基地等深度合作模式, 实现校企利益共享、风险共担[8]。

2) 资源共享机制

建立校企之间教学资源、技术资源、实训资源的互通共享机制[6], 企业向学校开放数智技术标准、案例资源、实训设备, 学校为企业提供技术研发、员工培训等服务。搭建区域性分析检验技术数智资源共享平台, 实现优质资源的辐射与推广[7]。

3) 政策与资金保障机制

积极争取国家、省级职业教育改革项目与资金支持, 将数智人才培养纳入学校重点建设计划[2]。设立数智教学改革专项基金, 用于虚拟仿真实训系统建设、数智教材开发、教师数字素养培训等工作。同时, 落实职业教育相关激励政策, 对参与校企合作的企业给予税收优惠、补贴等支持, 激发企业参与人才培养的积极性[7]。

4) 评价激励机制

完善对教师的评价激励机制, 将数智教学成果、校企合作贡献纳入教师考核体系, 对表现突出的教师给予表彰奖励[10]。建立学生数字技能竞赛奖励制度, 鼓励学生参与全国职业院校技能大赛、行业数智技能竞赛等活动, 提升数字技能水平[11]。

6. 实践成效、案例验证与局限

6.1. 案例背景

以分析检验技术专业与重庆海关技术中心的现代学徒制合作为案例, 该合作始于 2023 年, 是专业数智人才培养模式的核心实践载体。重庆海关技术中心作为川渝地区检验检测行业的龙头机构, 已实现检测流程数智、检测设备智能化、数据分析精准化, 拥有先进的智能检测设备与完善的实验室信息管理系统, 为数智人才培养提供了优质的实践平台。

6.2. 实践举措

1) 联合制定培养方案

校企双方联合组建培养方案开发团队, 通过调研分析检验数智岗位需求, 明确人才培养目标为“具备扎实常规检验技能与先进数字能力的复合型技术技能人才”。培养方案中, 数智课程占比提升至 35%, 新增《智能检测技术》《实验室信息管理系统应用》等课程, 设置虚拟仿真实训、企业顶岗实习等数智实践环节。

2) 共建教学资源与实训基地

校企共同开发《分析检验数智技术》教材, 融入企业最新的数智检测标准与案例; 共建分析检验虚拟仿真实训平台, 还原智能检测设备操作、检测数据建模分析等真实场景; 在企业建立数智实训基地, 开放实验室信息管理系统、智能检测设备等资源, 为学生提供沉浸式实践体验。

3) 组建复合型教学团队

校内教师与企业技术骨干、数智专家共同组成教学团队, 其中企业导师占比达 40%。校内教师定期到企业参与数智项目实践, 企业导师参与课程教学与实训指导, 形成“教学相长、双向赋能”的良性循环。

4) 实施项目式教学与联合考核

以企业真实数智检测项目为载体, 推行项目式教学, 学生参与药品检测、食品安全监测等实际项目, 完成智能设备操作、数据采集与分析、数智报告生成等任务。考核由校企双方共同实施, 数字能力考核权重占比达 40%, 重点考察学生的数智技能应用能力。

6.3. 实践成效

经过实践, 该培养模式成效显著, 参与项目学生的智能检测设备操作、检测数据分析等数字技能得到显著提升, 技能大赛相关奖项获奖率有明显增长, 多名学生取得数智方向高级职业技能等级证书; 毕业生进入数智岗位的比例较往届大幅提升, 上岗适应期显著缩短, 企业对毕业生数字技能的整体满意度较高。同时校企协同育人形成良性循环, 学校的数智教学资源得到丰富、教师的数字素养与实践能力实现提升, 企业也获得了稳定的高素质数智人才供给, 有效解决了技术技能人才短缺问题, 实现了人才培养与企业需求的“零时差”对接, 充分验证了该模式的实践可行性与应用价值。

6.4. 模式的局限性与挑战

本研究构建的培养模式虽取得显著成效, 但仍存在应用局限:

第一, 合作企业门槛较高。模式落地依赖具备完善数智体系、高端智能设备、成熟技术团队的龙头企业, 目前仅与重庆海关技术中心、华测检测等头部机构深度合作; 而检验检测行业大量中小微企业数智化程度低、技术团队薄弱, 模式直接推广存在适配性难题。

第二, 资源投入成本较高。数智实训基地建设、虚拟仿真系统开发、教师数字素养培训均需持续的资金与技术投入, 对于办学经费有限的地方高职院校, 全面推行存在一定资金压力。

第三, 覆盖学生规模有限。当前现代学徒制仅能覆盖每年 30 人左右的小班教学, 难以满足全专业学生的数智技能培养需求, 规模化推广的运行机制仍需探索。

7. 结论与展望

7.1. 研究结论

本文基于生态共生、政策整合、多主体协同三维理论分析框架, 通过案例实证诊断了分析检验技术专业数智人才培养的五大核心困境, 构建了“五金”协同的数智人才培养模式并完成实践验证。

产教融合是职业教育对接产业发展诉求、培育数智技术技能人才的核心路径, 更是突破分析检验技术专业数智化转型发展瓶颈的关键抓手。本研究基于生态共生理论、政策整合理论与多主体协同理论构建分析框架, 采用描述性案例研究方法, 梳理分析检验技术专业数智人才培养的现实基础与发展难题, 融合多主体协同框架、“五金”建设结构逻辑与系统协同理论等多元研究成果, 构建起以产业需求为导向、数字能力为核心、校企协同为依托、系统创新为支撑的数智人才培养模式。

研究证实, “五金”建设是产教融合赋能专业数智化转型的核心抓手, 其中金专业为人才培养锚定

发展方向,金课程是数字能力培育的核心载体,金教师为人才培养筑牢师资根基,金教材为教学内容提供动态支撑,金基地则为实践教学搭建专业场景。通过推动“五金”各要素协同建设、联动发展,能够有效破解专业数智人才培养过程中校企协同不足、数字技能培育薄弱、教师数智素养欠缺、实训场景建设滞后等系列问题。重庆海关技术中心的合作实践案例充分验证,该培养模式能够实现人才培养与产业数智化需求的精准匹配,有效提升学生的数字技能水平与岗位适配能力,具备切实的实践可行性与推广应用价值,也为推动产教融合从浅层次的校企合作向人才共育、过程共管、成果共享、责任共担的深层次协同发展提供了实践参考。

7.2. 研究展望

基于本研究的发现与局限,未来可从三个方向深化研究:

中小微企业适配模式研究:针对检验检测行业中小微企业数智化程度不均的特点,探索“龙头企业引领+中小微企业参与”的区域产教联合体培养模式,开发分层分类的数智技能培养模块,降低模式落地的企业门槛,提升普适性。

规模化培养的运行机制研究:针对当前小班制培养的局限,探索“虚拟仿真+远程实训+线下轮岗”的规模化数智人才培养路径,研究如何通过数字化手段扩大优质企业资源的辐射范围,实现全专业学生数智能力全覆盖。

数智能力评价标准的量化研究:当前数字能力考核仍以校企联合主观评价为主,未来可基于岗位能力模型,构建分析检验专业数智能力的量化评价指标体系,开发智能化测评工具,进一步提升人才评价的精准性。

在理论研究层面,可围绕产教融合下数智人才培养的保障机制展开深入探索,如制定校企合作的激励政策、完善人才培养质量的评价指标体系等。未来还可结合人工智能、大数据等前沿技术,进一步优化“五金”建设的协同机制,构建更加智能化、个性化的人才培养体系。同时,随着数字技术与检验检测行业的深度融合,需持续吸纳行业前沿技术与企业实际需求,不断优化人才培养模式的内容与形式,推动产教融合从“浅层次合作”向“深层次协同”转变。

基金项目

2023年度教学改革研究专项重点课题(职业学校分析检验类专业“岗课赛证”融通教学改革实践研究,编号:K23ZG3060057);2025年重庆市职业教育教学改革研究项目一般项目(数智背景下分析检验技术专业“五金”系统化建设实践研究,编号:Z2253140)。

参考文献

- [1] 古翠凤,陈兰.新质生产力视域下职业教育数智转型的逻辑遵循与实践进路[J].高等职业教育探索,2025,24(1):10-15.
- [2] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》[EB/OL].2022-12-21.
https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5736711.htm,2026-07-01.
- [3] 肖青山.新质生产力背景下职业教育“五金”协同创新的动因、困境与路径[J].职业技术教育,2025,20(46):12-17.
- [4] 高鸿.抓好“五金”新基建,以“小切口”推动大改革[J].职业技术教育,2024,45(33):15-16.
- [5] 杨春雷,徐湃,宋国利.“新双高”建设背景下数字赋能新“五金”建设的研究与实践[J].当代教研论丛,2024,10(11):43-47.
- [6] 谭多宁,李同同,邓荣.职业教育新基建“五金”:结构逻辑、运行机理与生成路径[J].成人教育,2025(4):71-77.
- [7] 陆模兴.职业教育数智转型的现实基础、行动框架和实施路径[J].中国职业技术教育,2024(18):31-39.

- [8] 贾维强, 黄德桥, 黄小翠. 职业教育“五金”建设的系统逻辑与实践方略[J]. 职业技术教育, 2025, 20(46): 6-11.
- [9] 钟斌, 高晓声, 石沐天, 等. 社会认知理论视域下本科层次职业教育学生学业获得感的生成机制与提升路径研究[J]. 广东轻工职业技术大学学报, 2025, 24(4): 16-21.
- [10] 秦程现, 任永波. 职业教育“五金”建设的内在逻辑、现实样态与策略选择——基于扎根理论的质性研究[J]. 职业技术教育, 2024, 29(45): 37-44.
- [11] 祝鸿平. “五金”建设视角下职业教育人才竞争力: 内涵解析、问题诊断与提升策略[J]. 职教论坛, 2025(5): 15-22.