

产教融合与数智化双轮驱动下“无人机桥梁巡检” 微专业建设路径研究

于雷, 申莹莹, 马玥

广西交通职业技术学院, 广西 南宁 530023

DOI: 10.61369/VDE.2025260047

摘要 : 在数智化转型与产教融合深化的时代背景下, 为应对传统桥梁检测行业的技术变革与“无人机+桥梁+AI”复合型人才匮乏的迫切需求, 本研究聚焦“无人机桥梁巡检”微专业的系统性建设路径。通过整合广西某学院的实践案例与相关理论文献, 创新性地提出了“双核驱动、四维协同”的建设框架。其中, “双核驱动”指产业需求精准牵引(产教融合)与前沿数智技术深度赋能的耦合共生; “四维协同”则围绕人才培养全流程, 系统构建包含目标体系、课程体系、教学实施与师资体系、治理与评价体系在内的协同策略。研究详细阐述了双核间的逻辑支撑关系与四维路径的具体设计方法, 并针对实践中可能遇到的挑战提出了对策建议, 旨在为应用型高校建设新兴交叉领域微专业提供一套可借鉴的理论与实践范式^[1]。

关键词 : 产教融合; 数智化; 微专业; 无人机桥梁巡检; 建设路径

Research on the Construction Path of the Micro-major "Drone-based Bridge Inspection" Under the Dual Drive of Industry-Education Integration and Digital-Intelligent Transformation

Yu Lei, Shen Yingying, Ma Yue

Guangxi Vocational and Technical College of Communications, Nanning, Guangxi 530023

Abstract : Against the backdrop of accelerating digital-intelligent transformation and further advancement of industry-education integration, the traditional bridge inspection industry is undergoing a profound technological revolution, coupled with an urgent shortage of interdisciplinary talents proficient in the integration of "drone, bridge engineering and AI". To address this dual challenge, this study focuses on the systematic construction pathway of the micro-major "Drone-based Bridge Inspection". By integrating practical experience from a college in Guangxi and relevant theoretical literature, it innovatively proposes a construction framework featuring dual-core synergy and four-dimensional coordination. Specifically, the "dual-core synergy" denotes the mutually reinforcing relationship between the precise guidance of industrial demands (anchored in industry-education integration) and the in-depth empowerment of cutting-edge digital-intelligent technologies. The "four-dimensional coordination" involves systematically designing collaborative strategies throughout the entire talent cultivation cycle, which encompasses four key pillars: the competency-oriented goal system, the modular curriculum system, the teaching & faculty development system, and the governance & assessment system. This research elaborates on the logical interaction mechanism between the two cores and the detailed design methodology for the four-dimensional pathways, and further offers targeted countermeasures for potential challenges in practical implementation. It is intended to provide a replicable theoretical and practical model for application-oriented higher education institutions to develop micro-majors in emerging interdisciplinary fields^[1].

Keywords : industry-education integration; digital-intelligent transformation; micro-major; drone-based bridge inspection; construction path

一、绪论

(一) 研究背景与意义

当前, 数智化浪潮正深刻重塑包括交通基础设施在内的传统产业格局。“交通强国”战略的推进与“低空经济”的兴起, 对桥

梁检测的“安全、高效、智能”提出了全新要求。然而, 传统依赖人工的检测方式存在风险高、效率低、盲区多等问题, 而市场亟需既懂土木工程、又会无人机操控、并能运用人工智能进行数据分析的复合型技能人才。这种产业转型的迫切需求与人才供给的结构性短缺之间的矛盾, 构成了微专业建设的现实基础。2025

年教育部启动的“双千”计划，更为微专业这一“精、短、用、跨”的人才培养新形态提供了政策驱动力^[1]。在此背景下，探索一条能够有效融合产业需求与前沿技术的微专业建设路径，具有重要的理论意义与实践价值。

（二）研究现状与述评

现有研究主要围绕三个方面展开：其一，在微专业内涵层面，普遍认同其具有聚焦产业、模块化、灵活性等特征^[5]。其二，在产教融合育人机制层面，研究已从浅层合作转向对协同逻辑、资源整合与治理架构的深度探讨^[6]。其三，在数智化赋能层面，关注 AI、大数据、数字孪生等技术如何重构教学内容与教学模式^[2]。然而，现有研究多分散进行，缺乏针对“无人机桥梁巡检”此类具体新兴交叉领域，将产教深度融合与数智化系统赋能“双核”逻辑进行耦合，并贯穿人才培养全过程的系统性建设框架研究。本研究旨在填补这一空白。

（三）研究内容与框架

本研究以广西某学院“无人机桥梁智能检测”微专业为典型案例，通过文献研究与案例分析，旨在构建并阐述“双核驱动、四维协同”的建设路径。“双核”指产业需求牵引与数智技术赋能，构成驱动微专业建设的根本动力；“四维”指目标体系、课程体系、实施与师资体系、治理与评价体系，构成建设的具体内容与协同维度。全文将围绕该框架展开论述。

二、建设逻辑：“双核”驱动的内涵与耦合

成功的微专业建设首先依赖于清晰且强劲的内在驱动力。本研究认为，产业需求的精准牵引与数智技术的深度赋能构成两大核心驱动力，二者相互支撑、缺一不可。

（一）核心一：产业需求精准牵引——确保建设方向的“精准性”

产教融合是微专业建设的根基。其核心逻辑在于，必须由真实的、紧迫的产业需求来定义人才培养的目标与内容^[4]。广西某学院微专业案例明确自身为“急需紧缺型”，其依据正是深入的社会需求分析：传统检测痛点、国家政策导向、以及预计未来五年广西区域年均增长超过30%、每年需新增至少1000名专业人才的具体缺口。这种需求牵引不是模糊的意向，而是通过“工作过程与课程映射表”这一工具得以精准转化。该表将“无人机桥梁检测”这一岗位，解构为“检测任务规划、数据采集、病害识别、安全评估、全周期管理”五个典型工作环节，并将每个环节所需的核心技能明确映射到对应的核心课程（如“病害识别”对应《桥梁病害 AI 识别与分析》），从而实现了“岗位→任务→技能→课程”的链条式精准对接^[4]。

（二）核心二：数智技术深度赋能——确保培养手段的“先进性”

数智化不仅是教学内容的一部分，更是提升教学效率、拓展教学边界、优化管理模式的核心赋能工具^[3]。其赋能体现在两个层面：

1) 显性赋能（课程内容）：将最前沿的数智技术作为课程核

心。例如，案例课程《桥梁病害 AI 识别与分析》明确将 YOLOv7 目标检测算法、裂缝亚毫米级测量 作为关键技术；《桥梁全生命周期健康监测》课程则聚焦 数字孪生建模与多源数据融合。

2) 隐性赋能（教学过程与治理）：利用 VR/ 数字孪生技术构建高风险桥梁检测的虚拟仿真实训环境；利用学习分析大数据实现个性化学习路径规划；通过数字化平台实现教学过程的全周期监控与数据驱动的质量改进。

（三）“双核”的耦合关系：相互依存，协同共生

两大核心并非孤立存在，而是形成深度耦合。

1) 需求决定赋能靶向：产业对“快速、精准、智能识别病害”的需求，决定了教学必须引入深度学习算法（如 YOLOv7）。产教融合之“核”为数智化之“核”指明了技术的应用场景与深度。

2) 赋能提升融合效能：数字孪生技术使得过去课堂上无法实现的“大型桥梁全景仿真检测”成为可能，极大地丰富了产教融合的教学与实践手段。数智化之“核”为产教融合之“核”提供了更高效、更安全的实现工具。

3) 案例佐证：教学以真实项目教学为例，产业需求（检测任务）牵引出项目目标；通过数字孪生技术对桥梁进行建模，让学生在虚拟环境中反复演练（数智赋能）；最后再到实地参与辅助实操（产教融合）。这种“需求牵引→技术赋能→实战结合”的流程，完美诠释了双核耦合的运行路径。

仅有需求牵引而无技术赋能，培养手段滞后，难以培养出适应智能化产业的人才；仅有技术赋能而无需求牵引，则易沦为脱离实际应用的“炫技”教学。双核驱动共同确保了微专业建设的精准性与先进性。

三、建设路径：“四维协同”的具体策略

在双核驱动下，微专业的建设需围绕人才培养全流程，系统推进“四维”的协同设计与实施。

（一）维度一：能力导向的目标体系构建

培养目标需根植于产业需求分析，遵循成果导向（OBE）理念，形成知识、能力、素养三维一体的目标体系^[2]。

1) 知识目标：涵盖桥梁工程基础、无人机原理与法规、数智化检测基本原理。

2) 能力目标（核心）：聚焦四大能力：桥梁结构认知与病害辨识能力；无人机规范操控与精准数据采集能力；运用 AI 工具进行病害智能分析与数据处理能力；基于数据完成初步技术评定与报告编制的的能力。

3) 素养目标：强调安全意识、法规意识、工匠精神和团队协作能力。

（二）维度二：“工作过程 + 数智赋能”的课程体系重构

课程体系是目标实现的载体。其设计应遵循三大原则：

1) 工作过程导向：严格遵循“认知→操控→采集→分析→维护”的实际工作逻辑设置课程链路。

2) 学科交叉融合：实质性地融合桥梁工程、无人机技术、计

计算机科学、测绘工程等学科知识。

3) 动态弹性调整: 采用“核心模块(稳定基础)+动态模块(前沿更新)+拓展模块(个性选修)”的弹性结构^[1]。基于广西案例的6门课程,可优化设计为更具逻辑性的四模块体系:(1)基础认知与法规模块(如《桥梁工程》《无人机法律法规》);(2)技术技能核心模块(如《无人机操控技术》《桥梁常规检测》);(3)智能应用深化模块(核心赋能模块,如《桥梁病害AI识别与分析》);(4)综合创新实践模块(通过真实项目集成所有技能)。同时,应大力开发活页式教材、真实项目案例库和数字教学资源。

(三) 维度三:“虚实结合、校企协同”的教学实施与师资保障

1) 教学实施模式: 构建“校内智慧仿真实训+企业真实生产现场”双场景模式。校内利用数字孪生、VR进行高危、高成本场景的仿真训练;校外依托合作企业提供真实项目实战。教学方法应广泛采用项目式、案例式教学,并推广“问-研-试-答”沉浸式教学法^[7],灵活利用周末、假期等时间开展线上线下混合教学。

2) 师资队伍建设: 打造“校内双师+企业导师+技术专家”多元协同的师资队伍。广西案例中的14人教学团队,企业高工/教高占6人(42.9%),体现了初步的师资融合。需建立长效机制,包括:实施“双导师制”与学生结对指导;推动校内教师定期企业实践与数智技术培训;建立企业兼职教师库并完善激励机制;组建跨学科的结构化课程教学团队^[8]。

(四) 维度四:“多元共治、动态闭环”的治理与评价体系

1) 治理机制: 应成立由政府、校、行、企多方代表组成的“微专业建设指导委员会”,负责顶层设计、资源协调与质量监督^[1]。同时,需制定系列管理制度,明确各方权责,探索基于区块链等技术手段的智能合约,保障协同的稳定与高效。

2) 评价与质量闭环: 构建“过程与结果并重、校企双元参与”的动态评价体系。特别强调企业评价(如实习表现、项目成果)的权重不低于40%^[4],以确保评价贴近岗位实际。引入数智化评价工具,实现学习过程数据化。建立“评价-反馈-优化”的PDCA质量闭环,定期根据产业反馈、技术发展和评价结果,动态调整课程内容与教学方案,形成持续改进机制。

四、实践挑战与优化展望

尽管上述路径提供了系统蓝图,但在实践中仍面临诸多挑战。

(一) 主要挑战与应对策略

1) 课程内容迭代与师资知识更新矛盾: 产业技术迭代快,师资知识易滞后。对策: 建立产业技术动态监测与预警机制;严格执行教师企业轮训与定期技术研修制度;探索区域“微专业师资共享联盟”。

2) 跨专业生源基础差异大: 学生来自不同主专业,基础不一。对策: 设置线上先修课程模块;实施分层分类教学;利用智慧平台推送个性化学习资源。

3) 校企合作长效机制不健全: 企业深度参与动力不足。对策: 推动合作从“人才输送”转向“人才共育、技术共研、成果共享”的生态型合作,共建技术创新中心,将企业难题转化为教学项目。

4) 微专业证书社会认可度有限: 证书“含金量”有待市场检验。对策: 推动与行业“1+X”职业技能证书、企业认证证书衔接互认;联合行业协会制定微专业教学标准,提升行业公信力^[9]。

(二) 未来展望

未来,微专业建设可在以下方向深化:其一,探索生成式人工智能(AIGC)在智能答疑、报告生成、个性化教案设计等教学环节的深度应用。其二,将当前路径拓展至“无人机+道路巡检”、“无人机+电网运维”等更广阔的智慧基础设施运维微专业群建设。其三,探索建立区域性“微专业学分银行”,实现跨校学分互认,服务于终身职业技能提升体系。

五、结论

本研究构建的“双核驱动、四维协同”路径,系统回应了数智化时代产教融合背景下,应用型高校如何高效培养“无人机桥梁巡检”等新兴交叉领域急需紧缺人才的核心问题。“双核驱动”阐明了产业需求牵引与技术赋能相辅相成的根本动力逻辑;“四维协同”则提供了从目标设定到课程重构,从教学实施到治理评价的全链条、可操作的解决方案。广西某学院的实践案例证明了该路径的可行性与有效性。未来,持续深化产教融合、拥抱前沿技术、完善保障机制,将是微专业实现高质量发展、持续赋能产业转型升级的关键所在。

参考文献

- [1] 彭鹏. 产教融合背景下高职院校微专业建设探索[J]. 职业技术教育, 2025, 46(11): 35-40.
- [2] 吴安杰. 数智化时代地方应用型高校微专业教学体系构建研究——以智能建造微专业为例[J]. 贵州农机化, 2025, (4): 50-55.
- [3] 纪亚丽. AI赋能下职业院校微专业产教融合模式研究[J]. 中国职业技术教育, 2025, (10): 72-78.
- [4] 徐兴民. 产教融合视角下应用型高校微专业课程体系构建研究[J]. 高等工程教育研究, 2025, (3): 145-150.
- [5] 张志东. 产教融合视角下的应用型高校微专业建设的探索与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(2): 62-65.
- [6] 罗亚飞, 张春雨. 微专业+产业学院: 数智化跨学科人才培养新模式探索[J]. 现代教育管理, 2025.
- [7] 翟富刚. 新工科背景下高校智能运载微专业建设与探索——以燕山大学为例[J]. 高等工程教育研究, 2025, (2): 112-117.
- [8] 陈铃培. 多学科交叉的微专业教学团队组建方法研究——以“智慧建造与管理”微专业为例[J]. 教育现代化, 2025, 12(30): 33-37.
- [9] 封杰. 微专业建设赋能大学生高质量就业的逻辑与推进策略[J]. 中国高等教育, 2025, (Z1): 102-105.