

地方高校低空技术与工程专业融合课程群建设的研究与实践

任其俊

(郑州工程技术学院 科技商学院, 河南 郑州 450044)

摘 要: 低空经济作为新质生产力的重要代表, 已连续两年纳入国务院政府工作报告, 其快速发展对复合型技术技能人才需求日益迫切, 也对地方高校低空技术与工程专业人才培养提出了更高要求。针对当前地方高校该专业课程体系同质化、内容整合不足、实践体系薄弱、培养方案与产业需求脱节等问题, 本研究以能力产出为导向, 对接区域低空产业特色, 构建“基础共享、模块分流、项目贯通”的三层融合课程群体系, 从需求调研与能力图谱构建、课程体系重构、虚实结合实践平台建设、多维评价机制完善四个维度系统推进建设。本方案旨在打破学科壁垒, 强化学生低空系统集成、航路规划、场景应用等工程实践与创新能力, 形成“需求分析-课程重构-动态评估”的闭环机制, 可为地方高校新兴工科专业建设提供可参考的建设范式与理论支撑。

关键词: 低空技术与工程; 融合课程群; 地方高校; 产教融合; 跨学科人才培养

DOI: <https://doi.org/10.65196/9f5y0e03>

引言

低空经济是以各类有人驾驶、无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引, 辐射带动相关领域协同发展的综合性经济形态, 兼具技术密集性与产业融合性特征, 是我国新质生产力的重要代表之一。自2024年政府工作报告首次写入“低空经济”以来, 国家层面先后设立低空经济发展司、出台多项产业扶持政策, 明确提出到2030年形成万亿级市场规模的发展目标, 推动低空经济进入加速发展的快车道。随着无人机、电动垂直起降飞行器、人工智能、5G通信等技术的持续突破, 低空经济的应用场景已拓展至电力巡检、农业植保、医疗救护、航空物流、空中游览等多个领域, 对高素质技术技能人才的需求呈现爆发式增长态势。

为响应国家战略与行业人才需求, 教育部于2024年正式设立“低空技术与工程”本科专业, 2025年首批6所高校获批设立该专业, 同年全国有120所左右高校提交该专业增设申请, 充分反映出专业建设的广泛性与紧迫性。作为支撑低空经济发展的新兴专业, 低空技术与工程天然具有跨学科属性, 涉及航空航天、机械工程、电子信息、计算机科学、交通运输、安全管理等多个学科领域, 对人才培养的系统性与融合性提出了极高要求。然而从当前建设实践来看, 该专业的课程体系建设尚处于探索阶段, 尤其是地方高校普遍面临课程体系同质化、课程内容“拼盘化”、实践教学资源不足、培养方案与产业需求脱节等问题, 难以满足低空经济全产业链对复合型、创新型技术技能人才的需求, 制约了高素质应用型人才的精准培养与有效供给。

课程群建设是破解专业课程碎片化、实现跨学科知识整合的核心载体, 也是推动人才培养模式改革的重要抓手。早在“新工科”建设启动之初, 学界就明确提出要通过课程群重构打破学科壁垒, 培养学生的跨学科工程能力^[1]。近年来, 国内学者围绕新兴工科专业的课程群建设开展了大量研究: 潮泽仪等指出工程教育需要从“知识导向”向“问题导向”的范式变革, 为课程体系重构指明了方向^[2]。郭卉等通过实证研究验证了工科生跨学科能力的双重维度, 为课程融合提供了能力标尺^[3]。陈斯琪等针对低空经济新质人才培养, 提出了“校-企-园”协同育人的路径框架^[4]。但总体来看, 现有研究多聚焦于宏观理念倡导或局部经验总结, 缺乏对课程内容实质性整合的内在逻辑、系统性构建原则及可操作评价标准的深入探讨, 针对地方高校的专业建设与区域产业布

基金项目: 郑州地方高校教学改革研究与实践第十一批立项重点项目“地方高校低空技术与工程专业融合课程群建设的研究与实践”(项目编号: ZZJG-A11028)。

作者简介: 任其俊(1982-), 女, 副教授, 硕士, 研究方向为低空经济与电商物流。

局精准对接的研究尤为缺失^[5]。

基于此,本研究以地方高校低空技术与工程专业为研究对象,围绕融合课程群建设的核心问题,遵循“产业需求导向、多学科交叉融合、产教协同育人、持续动态改进”的理念,系统构建融合课程群体系与实践支撑机制,以期为地方高校新兴工科专业建设提供实践参考。

一、融合课程群建设的理论基础与现实困境

(一) 核心概念与理论基础

1 融合课程群的内涵

课程群是将具有内在逻辑关联的独立课程进行系统化整合而形成的课程集合,其核心在于通过课程间的有机衔接实现知识的系统化与能力的结构化。蔺亚琼等在对美国一流院校的研究中,将能力导向的课程分为独立式课程、融合式课程与体系化课程三种类型,其中体系化课程以能力目标为核心进行逆向设计,实现培养目标的层层落地,是能力培养的最高形态^[6]。本文所提出的融合课程群,正是以跨学科融合为核心特征的体系化课程形态,它打破传统学科边界,围绕特定能力目标重构课程内容与教学组织,实现从“知识传授”向“能力生成”的根本转变。

与传统课程群相比,融合课程群具有三方面显著特征:一是在目标上突出能力本位,而非知识覆盖,所有课程设置均服务于特定能力的培养;二是在内容上强调有机整合,而非简单堆砌,通过真实问题情境实现多学科知识的交叉渗透;三是在组织上注重系统协同,而非孤立运行,形成层层递进、相互支撑的课程生态。从培养模式来看,融合课程群兼具融合式课程与体系化课程的优势:既通过真实项目载体实现知识的情境化应用,又通过系统化的能力拆解实现培养目标的 measurable、evaluable、controllable。

2 相关理论支撑

跨学科能力培养理论为课程群的融合方向提供了核心依据。郭卉等的研究表明,工程领域的跨学科能力包含技术方案整合能力与工程背景整合能力双重维度:前者侧重融合机械、自动化、计算机等多领域技术要素以提出创新解决方案,本质是技术领域内的知识协同与工具集成;后者侧重融合人文、经济、管理及社会等非技术要素,平衡需求、成本、可靠性等约束条件,形成系统化解决方案。低空技术与工程作为典型的交叉学科专业,其人才培养需要同时覆盖技术领域与应用领域,双重维度理论为课程群的内容整合提供了清晰的框架。进一步而言,现有研究普遍发现工科生技术方案整合能力的发展水平明显优于工程背景整合能力,这也提示在课程群建设中需要针对性地强化非技术要素的融入。

产教深度融合理论为课程群的实践导向提供了机制支撑。张士彬等通过三方演化博弈模型证明,高校与企业的参与意愿存在相互促进的关系,而收益分配、成本分摊、信息对称等因素直接影响协同效果^[7]。低空产业技术迭代快、实践性强的特点,决定了课程群建设不能闭门造车,必须引入产业主体深度参与,将行业标准、真实项目转化为教学资源,实现人才培养与产业需求的动态适配。值得注意的是,高校对合作中的收益与成本更为敏感,因此在机制设计中需要充分保障高校的合理权益,调动其参与积极性。

工程教育智慧范式理论为课程群的教学模式改革提供了方向指引。潮泽仪等提出,未来工程教育需要向“智慧范式”转型,核心包括五个方面:从“知识导向”到“问题导向”的转型、突破静态知识观、模糊专业界限、推动自主学习成为主要学习模式、注重唤醒学生探究兴趣、塑造创新意识流。这一理论深刻揭示了智能时代工程教育的变革趋势,也为融合课程群的教学模式改革指明了方向:课程设计应以真实工程问题为牵引,强化项目式学习与实践探究,赋予学生更多的学习自主权,培养其系统思维与创新能力。李培根院士也特别强调,“问题导向”并非否定知识的价值,而是衍生出更丰富、更立体、更动态的知识,更有利于学生创新能力的培养。

(二) 地方高校低空技术与工程专业课程建设的现实困境

结合地方高校办学实际与产业人才需求调研,当前低空技术与工程专业课程建设主要面临三重核心矛盾:首先是课程供给的单科碎片化与产业对人才能力综合化要求之间的结构性矛盾。现有课程多为机械、电子、计算机等单一学科课程的简单堆砌,未能围绕低空系统“飞行器技术+空域运营+场景应用”的完整工作链条进行跨学科有机整合,学生知识碎片化,难以形成系统的工程思维与综合解决问题的能力。陈斯琪等的研究也指出,当前多数低空相关专业仍以传统航空专

业课程为主要支撑,跨学科融合停留在表面,实践课程比例偏低,缺乏与行业实际应用接轨的实践项目。这种“拼盘化”的课程体系,本质上是传统“知识导向”教育模式的惯性延续,难以适应低空经济对“技术+运营+场景”复合型人才的需求。

其次是地方高校实践教学资源有限与学生工程实践能力高要求之间的矛盾。低空技术与工程专业对飞行平台、测试设备、场景实训等实践条件要求高,而地方高校普遍存在实训基地建设滞后、设备不足、师资实践经验欠缺等问题,难以支撑学生工程实践能力的系统化培养。王平在研究中也发现,校企合作中企业常因成本考量限制学生接触核心业务场景,多为学生开放边缘性岗位,学生无法参与产品研发、工艺改进等核心环节,实践教学流于形式^[8]。对于资源本就有限的地方高校而言,这一矛盾更为突出。

第三是人才培养方案静态固化与低空技术产业动态快速演变之间的矛盾。低空产业技术迭代快、应用场景不断拓展,而传统人才培养方案调整周期长,课程内容更新滞后于产业技术发展,导致人才培养与产业需求脱节。从更深层次看,这一矛盾源于缺乏有效的动态调整机制,课程建设的主体是高校教师,缺乏产业端的常态化参与,难以快速响应产业变化。罗书汇等指出现代产业学院中普遍存在的组织二元性问题,本质上也是学术逻辑与产业逻辑的冲突,体现在课程建设上就是更新节奏的不匹配^[9]。

二、地方高校低空技术与工程专业融合课程群的构建路径

(一) 构建理念与设计原则

本研究遵循“产业需求导向、多学科交叉融合、产教协同育人、持续动态改进”的核心理念,以学生能力产出为根本导向,紧密对接区域低空产业发展特色,通过反向设计的方法构建融合课程群。反向设计是成果导向教育(OBE)的核心方法,即从毕业要求出发,反向推导课程设置与教学活动。在具体设计上坚持三项原则:一是能力本位原则。以典型岗位能力需求为依据,反向设计课程目标与内容,实现从“知识覆盖”到“能力集成”的转变。每门课程都明确其在能力图谱中的定位,明确对核心能力培养的支撑作用,避免课程的重复设置与目标模糊。二是分层融合原则。实现基础层知识共享、模块层方向分流、项目层能力贯通,兼顾专业基础的系统性与培养方向的差异化。基础层筑牢共同根基,模块层适配产业细分,项目层实现能力综合,形成层层递进的融合路径。三是动态适配原则。建立课程内容持续更新机制,动态响应产业技术变革与需求变化,保持人才培养的前瞻性与适应性。打破传统人才培养方案三年一调整的惯例,建立年度更新机制,确保课程内容与产业发展同频^[10]。

(二) 需求调研与核心能力图谱构建

精准的人才需求定位是融合课程群建设的根本依据。为避免课程设置的盲目性,本研究联合行业专家组建课程建设咨询专家组,通过多元调研方式面向区域低空经济相关产业主体开展调研,覆盖无人机巡检、物流配送、农业植保等区域优势产业方向,系统梳理岗位能力需求。

基于调研数据,研究团队系统分析典型工作任务所需的知识、能力与素质,绘制专业“核心能力图谱”,涵盖四个核心维度:一是低空系统集成能力,包括飞行器结构认知、飞控系统调试、机载设备集成等;二是航路规划能力,包括空域认知、航线规划、避障算法、任务调度等;三是数据分析能力,包括飞行数据采集、图像处理、故障诊断、效果评估等;四是场景应用开发能力,包括行业需求分析、应用方案设计、运营管理、安全合规等。每个维度都进一步拆解为具体的知识构成、能力要求与素质标准,作为课程群建设的根本依据。

(三) 三层融合课程群体系架构

以核心能力图谱为基础,整合学校机械、电气、计算机、交通运输等多学科师资与教学资源,对接本校低空技术与工程专业人才培养方案规定的8门专业核心课程:导航与定位技术(GPS、北斗)、通信原理及低空通信技术、低空飞行器设计与控制、飞行原理、无人机路径规划、数字系统与嵌入式设计、低空交通管制、民用飞行器综合控制系统,打破原有院系课程壁垒,构建“基础共享、模块分流、项目贯通”的三层融合课程群结构,整体以“低空飞行器平台技术”与“低空任务系统应用”为主线,实现课程内容与区域低空产业岗位需求的精准对接。

1 基础共享层

基础共享层聚焦专业核心基础知识与通用能力培养,是整个课程体系的根基。该层整合高等

数学、工程制图、电工电子技术、计算机程序设计、工程力学、自动控制原理等课程，对接数字系统与嵌入式设计、飞行原理两门专业先导核心课，统一教学目标与内容标准，强化课程之间知识关联，为学生后续学习低空飞行器设计、导航定位、路径规划等专业内容打下跨学科知识根基。具体而言，该层并非简单拼接不同院系课程，而是立足地方高校低空工程应用场景重构教学内容。例如，电工电子、单片机教学结合低空机载硬件开发场景；程序设计课程侧重飞行数据处理、仿真算法实现，消除不同学科课程内容割裂、简单重复的问题，夯实低空工程应用所需的基础能力。

2 模块分流层

模块分流层依托低空技术与工程专业既定核心课程体系，围绕低空产业链不同岗位方向做方向化拓展重组，这一模式既守住专业人才培养的共性基础要求，又适配河南本地低空产业发展特点，落实“宽口径、厚基础、强特色”的地方本科办学定位。结合河南省及郑州市低空产业实际，重点围绕低空智能物流、低空精准巡检、低空农业植保应用三大区域重点应用场景打造特色方向模块，学生可结合个人发展规划自主选择学习侧重。低空智能物流模块依托专业核心课程体系，叠加物流航路规划、低空物流运营管理等方向拓展教学内容，面向航空物流领域培养应用型人才；低空精准巡检模块同样以专业核心课程为基础，增加巡检任务规划、图像识别处理、巡检作业规范等场景拓展内容，面向电力、安防行业巡检岗位开展能力培养；低空农业植保应用模块依托专业核心课程，增加农田作业任务规划、植保载荷调试、农业遥感数据分析等拓展内容，面向河南粮食主产区农业低空应用领域开展人才培养。三个模块均引入本地合作企业真实项目案例，由行业专家参与模块教学设计，保障教学内容贴合产业实际岗位要求。

3 项目贯通层

项目贯通层以综合性工程项目为纽带，串联基础共享层、模块分流层所学知识和技能，重点解决复杂低空工程问题，完成从理论知识向工程实践能力转化。该层打通课程设计、生产实习、毕业设计各实践环节，推行校内教师+企业导师的双导师制度。校内指导教师来自专业教学团队，企业导师来源于合作产业单位。学生以小组形式完成方案设计、硬件调试、仿真验证等完整工程流程，将飞行原理、路径规划、导航定位、低空交通管制等多门核心课程知识融会贯通。毕业设计阶段，学生小组承接无人机物流航线优化、电力巡检系统开发等企业真实课题，综合运用飞行器控制、航路规划等专业知识输出完整解决方案。项目实施过程中同步锻炼学生团队协作、项目管理、沟通表达等综合职业素养。

三、融合课程群的实践支撑体系建设

（一）虚实结合的开放式实践平台建设

针对地方高校实践资源不足的问题，按照“虚实结合、分步建设”的策略，构建分层级的实践教学平台，形成从虚拟仿真到实体验证的完整实践链条。这一模式借鉴了数智赋能教育的相关经验，通过数字化手段拓展实践教学的边界，提升资源利用效率。首先，建设低空技术仿真实验室，依托虚拟仿真技术开发控制算法验证、航路规划仿真、飞行模拟等实验项目^[11]。学生可以在虚拟环境中反复进行方案验证与设计迭代，低成本开展各类飞行模拟实验，弥补实体设备不足的局限。例如，在航路规划课程中，学生可以在仿真平台中设计不同场景下的飞行航线，验证避障算法的有效性，快速积累设计经验。其次，逐步建设低空系统综合实训室，配备多旋翼无人机、固定翼无人机及典型任务载荷，开展系统调试、飞行测试与场景应用开发等实践项目，强化学生的工程实操能力。实训室采用开放运行模式，学生可以自主申请使用设备，开展创新实践活动。同时，联合本地低空企业共建校外实践教学基地，为学生提供真实产业场景的实践机会。基地采用“轮岗制”，学生可以参与企业的生产、测试、运营等不同环节，深入了解产业实际运作，实现校内实验与企业实践的有机衔接。

（二）项目驱动的教学模式改革

全面推行以学生为中心的项目式教学，将真实工程项目引入教学过程，由企业导师与校内教师共同指导学生完成综合性项目。这一教学模式与传统的“讲授式”教学有本质区别，它以问题为牵引，引导学生自主查阅资料、设计方案、协作攻关，打破传统课堂的知识灌输模式。在具体实施中，根据课程性质采用不同层级的项目：基础课程采用小型项目，侧重知识点的应用；专业课程采用中型项目，侧重模块知识的整合；综合实践环节采用大型项目，侧重全流程能力的培养。

项目设计均来自企业真实需求,确保教学内容的实践性与前沿性。改革考核评价方式,构建“过程性考核+终结性考核”的多元评价体系,对接工程教育认证的毕业要求^[12]。过程性考核涵盖项目报告、中期答辩、实操表现、团队协作等维度,占总成绩的60%,重点评估学生的工程实践能力、创新思维与协作意识;终结性考核侧重知识的系统性掌握,占总成绩的40%。同时设立低空技术学生创新工作室,推动课程项目向“互联网+”“挑战杯”等竞赛与创新创业训练项目转化,实现以赛促学、以创促教。

(三) 多维动态的质量改进机制

构建多维度培养质量监测体系,涵盖学生学业数据、教师教学反思、企业实习反馈、毕业生职业发展追踪、企业满意度调查等内容,形成全方位的质量监测网络。这一机制体现了利益相关者共同治理的理念,通过多元主体参与保障人才培养质量^[13]。课程建设咨询专家组每年召开两次会议,对评估数据进行会诊,形成年度《人才培养质量分析报告》。报告不仅反映学生的学业表现,更重点分析能力达成度、企业满意度、毕业生就业质量等关键指标,据此持续优化课程内容、教学方法与实践环节。通过常态化的质量监测与反馈,形成“评价-反馈-改进”的闭环机制,保障人才培养与产业发展动态适应。课程内容更新周期从原来的3年缩短至1年,能够快速响应产业技术迭代与市场需求变化。对于产业发展中出现的新技术、新场景、新规范,及时以专题讲座、短期课程、项目植入等方式融入教学,保持人才培养的前瞻性与适应性。

四、结论与展望

本研究针对地方高校低空技术与工程专业课程建设的突出问题,以能力产出为导向,构建了融合课程群体系与实践支撑机制的完整框架。研究表明,融合课程群建设是破解新兴专业课程体系同质化、实现跨学科知识整合的有效路径,而产业需求导向、产教协同育人、动态持续改进是保障课程群建设质量的关键。从本质上看,融合课程群建设不仅是课程内容的重新组合,更是工程教育理念的深刻变革。它打破传统学科本位思维,确立能力本位的教育理念,通过产教协同实现教育链与产业链的有机衔接,为地方高校服务区域新兴产业发展提供了有效载体。同时,本研究仍存在一定局限,课程方案尚未经过大规模教学实践检验,能力评价方法仍需进一步完善。后续将推进教学试点落地,持续跟踪教学运行情况,引入更科学的能力评估方法,不断优化课程群体系与实践模式,为地方高校低空技术与工程专业建设提供更完善的建设范式。

参考文献:

- [1] 叶民,孔寒冰,张伟.新工科:从理念到行动[J].高等工程教育研究,2018,(1):24-31.
- [2] 潮泽仪,李培根.工程教育需要真正意义上的范式变革[J].高等工程教育研究,2026,(1):64-69.
- [3] 郭卉,唐旭亭.技术方案整合与工程背景整合:工科生跨学科能力双重维度构建及影响因素探究[J].高等工程教育研究,2026,(1):70-76.
- [4] 陈斯琪,刘东亚.低空经济新质人才培养困境与对策[J].高等工程教育研究,2025,(5):81-86.
- [5] 李武,戢晓峰,覃文文,等.“新工科”背景下低空技术与工程本科专业的跨学科融合路径[J/OL].工业和信息化教育,2026:1-7.(2026-04-16)[2026-09-24].
https://link.cnki.net/urlid/10.1101.G4.20260416.1508.002.
- [6] 藺亚琼,白璐,马近远.大学课程与核心能力培养——基于美国一流院校本科课程体系的多案例考察[J].高等工程教育研究,2025,(5):151-160.
- [7] 张士彬,于显蕙,杜金玲.利益相关者视角的产教深度融合协同发展机制[J].高等工程教育研究,2026,(1):89-98.
- [8] 王平.校企合作视域下应用型高校创新创业教育体系构建路径探究[J].中外企业文化,2025,(7):223-225.
- [9] 罗书汇,方楠.现代产业学院组织二元性破解举措[J].高等工程教育研究,2025,(5):105-110.
- [10] 蒋海青,孔丽丽,陈典红.面向新质生产力的地方高校课程群建设研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2025,(8):8-10.
- [11] 王瑞锦,周世杰,郑晶晶,等.SKF:“智能+”时代的网络安全虚拟教研室重构模式——联邦学习与知识图谱的课程群协同建设实践[J].高等工程教育研究,2026,(1):47-52.

[12] 初红艳, 刘志峰, 咎涛, 等. 机械制造课程群体体系构建与实施——基于工程教育认证毕业要求[J]. 高等工程教育研究, 2017, (5): 140-144.

[13] 楚旋, 张鸿祥, 赵哲, 等. 产教融合共同体驱动低空经济协同创新发展的机制与路径[J]. 郑州轻工业大学学报(社会科学版), 2026, 27(2): 57-65.

Research and Practice on the Construction of Integrated Curriculum Groups for Low-Altitude Technology and Engineering Specialty in Local Universities

REN Qijun

*(School of Science and Business, Zhengzhou University of Engineering and Technology, Zhengzhou 450044,
Henan, China)*

Abstract: As an important representative of new quality productive forces, the low-altitude economy has been included in the Government Work Report of the State Council for two consecutive years and become a key growth pole of China's strategic emerging industries. Its rapid development has generated an increasingly urgent demand for interdisciplinary technical and skilled talents covering aircraft design and manufacturing, route planning and management, operation and maintenance, and scenario application development, which also puts forward higher requirements for the talent training quality of the Low-Altitude Technology and Engineering program in local universities. In view of prominent problems commonly existing in this program among local universities, such as homogenized curriculum system, insufficient integration of curriculum content, weak practical teaching system, and mismatch between training programs and industrial demands, this study, guided by ability-output orientation and deeply aligned with the development characteristics of regional low-altitude industries, constructs a three-tier integrated curriculum group system featuring "basic sharing, modular diversion, and project integration". The construction and practice are systematically promoted from four dimensions: demand research and competency mapping, curriculum system reconstruction, construction of virtual-real integrated practice platforms, and improvement of multi-dimensional evaluation mechanisms. This scheme aims to break down disciplinary barriers, strengthen students' engineering practice and innovation capabilities in low-altitude system integration, route planning, scenario application and other fields, and form a closed-loop mechanism of "demand analysis - curriculum reconstruction - dynamic evaluation". It can provide a replicable practical paradigm and theoretical support for the construction of emerging engineering specialties in local universities.

Keywords: low-altitude technology and engineering; integrated curriculum groups; local universities; industry-education integration; interdisciplinary talent cultivation