

面向低空经济的无人机应用技术专业人才行业适配性研究

高军

上海民航职业技术学院，上海，200232；

摘要：随着低空经济被纳入国家战略性新兴产业，无人机技术作为其核心驱动力，对专业人才的需求呈现爆发式增长。然而，当前无人机应用技术人才培养体系与行业需求之间存在显著适配性缺口，表现为技术复合能力不足、场景化实践缺失及职业认证体系分散等问题。本文结合国内外典型案例与政策实践，提出“多维协同”培养框架，旨在通过重构课程体系、深化产教融合、整合认证标准，提升人才供给与低空经济需求的匹配度，为行业高质量发展提供理论支持和实践路径。

关键词：低空经济；无人机；人才；行业适配性

Research on the industry adaptability of unmanned aerial vehicle application technology professionals for low altitude economy

Jun Gao

Shanghai Civil Aviation College, Shanghai, 200232;

Abstract: With the low altitude economy being included in the national strategic emerging industry, unmanned aerial vehicle technology, as its core driving force, has shown explosive growth in demand for professional talents. However, there is a significant gap in adaptability between the current talent training system for drone application technology and industry demands, manifested in insufficient technical composite capabilities, lack of scenario based practice, and scattered professional certification systems. This article proposes a "multidimensional collaborative" training framework based on typical cases and policy practices at home and abroad, aiming to improve the matching degree between talent supply and low altitude economic demand by reconstructing the curriculum system, deepening the integration of industry and education, integrating certification standards, and providing theoretical support and practical paths for the high-quality development of the industry.

Key words: Low altitude economy; UAV; Talents; Industry adaptability

DOI: 10. 69979/3029-2735. 25. 11. 049

引言

低空经济作为国家战略性新兴产业，正以“无人机+”为核心载体，加速重构物流配送、城市交通、农业植保、应急测绘等领域的产业形态。据预测，2025 年我国低空经济市场规模将突破 1.5 万亿元，2035 年有望达到 3.5 万亿元，其发展高度依赖无人机技术的创新与应用场景的拓展^[1-2]。然而，行业快速扩张与专业人才供给之间的结构性矛盾日益凸显^[3-4]。一方面，截至 2025 年，中国无人机驾驶员持证人数仅占实际需求的 30%，高端研发类（如飞控系统工程师）和复合应用型人才（如低空物流运维工程师、电力巡检飞手）缺口尤为显著。另一方面，现有教育体系与产业需求适配性不足，且实践课程占比不足 50%，难以模拟城市复杂空域飞行或多机协同作业的真实场景。与此同时，《绿色航空制造业发展纲要》等政策推动行业规范化发展，但 5G 通信、数字孪生等技术迭代对人才技能提出更高要求^[5-6]。

在此背景下，研究无人机应用技术专业人才的行业适配性，既是破解低空经济“人才荒”的关键路径，也是推动教育链、人才链与产业链深度融合的必然要求。本文通过对人才需求分析，指出无人机应用技术人才行业适配性困境，并提出行业适配性提升路径，为低空经济高质量发展提供核心动能。

1 低空经济业态与无人机人才需求特征

1.1 低空经济的战略定位与产业布局

低空经济作为国家战略性新兴产业，已被纳入“十四五”规划重点领域，其核心价值在于重构空间资源利用模式，推动交通、物流、城市治理等领域的范式变革。低空经济涵盖物流配送、城市空中交通、农业植保、应急测绘等多元场景，预计 2025 年市场规模突破 1.5 万亿元，2035 年可达 3.5 万亿元。其发展依赖于技术跨界融合，例如 eVTOL（电动垂直起降飞行器）与 5G 通信、

AI 算法的集成应用,推动产业向智能化、无人化方向演进。低空经济已形成“技术研发-装备制造-场景运营-衍生服务”的全链条生态,包括核心层(装备制造)、应用层(场景运营)、支撑层(基础设施)和衍生层(配套服务)。

1.2 无人机人才需求的三大核心维度

(1) 技术复合性:从单一技能到多学科交叉能力。低空经济场景的复杂化要求人才突破传统机械电子边界,形成“飞行控制+智能算法+数据融合”的跨领域技术矩阵。需具有飞行控制与嵌入式开发能力、智能算法与场景适配能力、数据处理与通信协议整合能力,掌握飞行控制、传感器技术、AI 算法(如避障与路径优化)及数据处理等方面知识。

(2) 场景化实践能力:从通用培训到垂直领域深度耦。无人机应用已渗透至农业植保、低空物流、影视航拍等多个国民经济行业,要求人才具备“技术工具+行业知识”的双重素养。例如农业植保需农学知识与无人机操控结合,物流配送需路径规划与供应链管理知识,野生动物监测要求飞手具备声纹识别与动物行为学基础。

(3) 法规与安全管理素养:从合规操作到风险防控体系构建。随着《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》等政策落地,人才需构建“法规认知-应急处置-伦理责任”三位一体的安全能力体系。熟悉《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》等政策,具备空域协调、应急响应能力、安全风险评估与应急处置能力。

1.3 人才缺口现状与结构矛盾

我国无人机行业面临严峻的结构性人才失衡。截至 2025 年,全国持证驾驶员数量仅 20 几万人,而行业实际需求已突破 200 万,人才缺口率高达 80%多,供需总量严重失衡。人才结构也存在断层,其中高端研发类、复合应用类缺口最为显著。高端研发类如飞控系统工程、航空动力系统设计等岗位需求激增,全国具备研发能力的技术人员严重不足。复合应用类如河道巡检、光伏运维等新兴领域要求“无人机操控+行业知识”双重能力。此外,持证人员技能与实际岗位脱节,例如 20 万执照持有者中仅少数具备电力巡检或救灾实战经验。企业调研显示,应届生平均需 6-12 个月岗前培训才能胜任基础工作,而农业植保、电力巡检等领域的复合型人才培养周期长达 2-3 年。

2 无人机应用技术人才行业适配性困境

2.1 教育供给与产业需求的结构性错配

(1) 课程体系滞后:多数院校课程体系仍以机械组装、基础调试为核心,与低空经济产业前沿需求形成显著鸿沟。例如低空物流调度算法、数字孪生空域管理、三维地理建模等前沿关键技术模块尚未纳入常规教学。同时,跨学科整合不足,无人机+行业应用场景课程覆盖率不足 30%,例如农业植保领域未融合 NDVI 多光谱分析技术,电力巡检缺乏电磁干扰应急处置模块,导致学生难以复合型岗位。同时,目前使用的无人机教材迭代周期滞后,未更新 eVTOL 动力系统、5G 通信协议等新兴内容。

(2) 实践平台不足:院校实训体系普遍存在场景的问题,部分院校实训设备停留在基础飞行模拟,难以支撑城市复杂空域(如超高层建筑信号干扰)、多机协同作业(如美团无人机集群配送)等高阶能力培养。虚拟仿真平台多局限于单机操作,缺乏数字孪生空域管理系统等的集成训练。学生未掌握空域动态申报、飞行冲突概率建模等核心技能。此外,校企资源衔接也存在不畅问题。部分院校和企业共建实训基地,但部分企业级设备因安全协议限制无法向学生开放,导致教学设备与产业实际存在差异。

2.2 产教协同机制浅层化

当前我国产教协同机制仍存在显著的浅层化困境,校企合作形式单一,超 80%的校企合作仍停留在实习基地建设、就业岗位提供等基础层面,缺乏课程开发、技术研发等高阶协同。例如,多数职业院校未将企业技术标准融入教学标准,导致学生难以掌握低空物流调度算法、三维地理建模等产业前沿技能。院校教师实践能力不足,仅部分教师具备企业实践经验,且多集中于传统机械电子领域,难以胜任低空物流调度、空域数字孪生管理等新兴岗位需求。企业技术骨干参与教学的比例不足,且多局限于讲座分享等浅层形式。

2.3 职业认证体系分散化

当前无人机行业面临“多轨制”认证体系困境,民航局(CAAC)、行业协会(如 AOPA)及企业内训(如 UTC)的认证标准存在显著差异,导致人才能力评价与岗位需求错配。例如 CAAC 执照侧重基础飞行规范与法规考核,其超视距驾驶员考试虽包含地面站操作,但缺乏行业场景化技能评估。而 AOPA 认证体系自 2018 年与 CAAC 并轨后,已退化为辅助性资质,无法覆盖当前低空物流、应急救援等新兴领域需求。企业内训认证(如大疆 UTC)

聚焦特定机型操作,虽能快速匹配岗位技能(如农业植保的变量施药算法),但缺乏跨平台通用性,学员跳槽至其他企业需重新认证。

3 行业适配性提升路径

3.1 课程体系重构,分层模块化设计

(1) 基础层:进行学科交叉与合规能力筑基,以航空动力学、传感器融合技术、无人机法规体系为核心,构建“理论+实践+合规”三位一体的知识基底。也可引入碳纤维复合材料应用、eVTOL 适航标准等政策解读内容。

(2) 应用层:采用“行业痛点→技术模块→项目实战”的逆向开发逻辑,按场景分设“农业植保数据分析”“物流路径优化算法”等模块,引入企业真实项目案例。比如农业植保模块,集成 NDVI 多光谱分析、变量施药算法等关键技术,嵌入农业无人机真实作业数据。

(3) 拓展层:构建“无人机+X”跨学科课程群,强化技术跨界应用能力,开设“低空经济与智慧城市”“无人机+新能源技术”等跨学科课程,强化技术融合能力。例如低空经济与智慧城市学科中,开设倾斜摄影测量、LiDAR 点云数据处理课程,结合数字孪生城市建设案例,培养空间信息建模能力。

3.2 产教深度融合,校企双主体模式

(1) 产业学院共建:是从场景化实训到生态化育人,产业学院作为产教融合的重要载体,其建设需围绕产业链需求,整合校企资源,构建“教育链、产业链、人才链、创新链”四链融合的生态体系。建设中可采用多元主体协同共建机制,通过“校政企协”联动模式、校企双主体治理架构实现产业学院建设落地。

(2) 师资双向流动:推行教师企业挂职、轮岗制度(如每年6个月实践期),教师赴企业参与研发,并将适当内容转化为教学模块。企业派遣工程师进入学校课堂,承担30%核心课程教学。

(3) 产学研协同创新与社会服务:校企联合申报专利与行业标准,推动技术成果转化。社会培训与赛事承办,建设民用无人机执照培训基地,开展无人机培训及参加无人机相关赛事,以赛促学提升就业竞争力。

3.3 职业认证体系整合

(1) 1+X”证书衔接,通过学历教育与职业认证互认,构建覆盖全产业链的资质认证生态。将无人机执照理论课程纳入高职院校学分体系,实现民航局考试科目

与专业课程的学时转换。以民航局执照为基础,叠加行业专项认证。企业内训证书(如大疆UTC慧飞认证)通过技能模块考核后,可抵免相关课程的实践学分。开发“认证学分银行”系统,支持学员通过企业项目实践累积学分。

(2) 技能分级认证:建立“基础操作-场景应用-战略规划”三级职业发展通道,包括初级飞手、高级规划师、专家级工程师三个等级。如高级规划师设置“低空经济系统架构师”资质,要求掌握集群算法、5G-A通信协议及三维建模工具等。开设“无人机+智慧城市”专项认证,考核内容包括倾斜摄影建模、LiDAR 点云数据处理及应急预案设计,企业项目成果可作为认证加分项。

4 结语

低空经济的爆发式增长对无人机应用技术人员提出了更高维度的能力要求。通过构建以行业需求为导向的多维协同培养框架,深化产教融合与认证体系改革,可有效弥合人才供给与产业需求之间的鸿沟。未来需持续跟踪技术演进与政策动态,动态优化培养策略,以实现教育与产业的共生共荣。

参考文献

- [1] 商轩. 低空经济催生无人机操控员100万人才缺口[J]. 商业文化, 2024, (21): 32-33.
- [2] 王厚芹. 低空经济:开启我国经济增长新“空”间[J]. 中国工业和信息化, 2025, (04): 50-55.
- [3] 姚铎, 王勇军, 孙山林, 等. 低空经济背景下无人机应用人才培养模式探索与实践[J]. 桂林航天工业学院学报, 2025, 30(02): 186-194.
- [4] 于成. 低空经济对无人机应用技术专业发展的影响分析[J]. 上海商业, 2025, (03): 16-18.
- [5] 王晶, 赵云杰, 周萌, 等. 面向低空经济发展的无人机方向创新型研究生培养[J]. 北方工业大学学报, 2025, 37(01): 63-68.
- [6] 付梓轩, 吕昊, 余洪伟, 等. 产教融合背景下无人机应用技术专业教学模式探讨[J]. 中国设备工程, 2025, (03): 16-19.

作者简介:高军(1984,12—),男,汉族,陕西神木人,博士,副教授,研究方向为无人机应用技术。

项目支持:中国航空运输协会民航教育科学研究课题(课题批准号:2025CATA-JY318)