

职业教育赋能低空物流人才培养的改革路径研究

夷珈，张芳

南京铁道职业技术学院 运输经济管理学院，江苏 南京 210031

DOI: 10.61369/VDE.2025220026

摘要：当前我国低空经济已进入快速发展阶段，政策利好与技术突破推动低空物流逐步从试点示范走向规模化商用，带动飞行运营、设备维护、智能调度等复合型技术技能人才的需求持续扩大。现阶段，职业教育在课程内容、实践训练、师资结构与产教协同上仍存在短板，难以有效支撑行业升级。本文从对低空物流发展态势和人才结构的系统分析出发，提出五项改革路径，旨为职业院校的教育改革提供实践参照。

关键词：职业教育；低空物流；人才培养

Research on the Reform Path of Empowering Low-altitude Logistics Talent Cultivation through Vocational Education

Yi Jia, Zhang Fang

School of Transportation Economics and Management, Nanjing Institute of Railway Technology, Nanjing, Jiangsu 210031

Abstract : Currently, China's low-altitude economy has entered a stage of rapid development. Favorable policies and technological breakthroughs have driven low-altitude logistics to gradually move from pilot demonstrations to large-scale commercialization, continuously expanding the demand for compound technical and skilled talents such as flight operation, equipment maintenance, and intelligent dispatching. At present, vocational education still has shortcomings in terms of course content, practical training, teacher structure and industry-education collaboration, making it difficult to effectively support industry upgrading. Starting from a systematic analysis of the development trend and talent structure of low-altitude logistics, this article proposes five reform paths, aiming to provide practical references for the educational reform of vocational colleges.

Keywords : vocational education; low-altitude logistics; talent cultivation

引言

低空物流是指以无人机、eVTOL、直升机等有人或无人驾驶航空器为载体，在低空空域实施货物运输配送的新型物流模式^[1]，通过构建空中运输通道，突破传统地面交通时空限制，具备高效快捷、灵活机动、绿色环保等显著优势。尤其针对山区生活配送、海岛产品外运、救援物资投放等场景，为传统物流模式受限于地形障碍、通行效率、响应速度等难题，提供了创新解决方案。

低空物流源于技术驱动与企业实践，海外企业在概念提出和技术验证上略占先机，国内企业凭借强大的市场需求，在商业化试点和规模化运营方面进展迅速，为低空物流的蓬勃发展奠定了基础。2013年亚马逊发布无人机配送项目“Prime Air”，同年顺丰速运提出无人机物流构想并积极开展内部测试。谷歌、Zipline、京东、美团等国内外领军企业，陆续在行业发展初期开展布局，成为开拓者与先行者。2021年中共中央、国务院发布《国家综合立体交通网规划纲要》，首次将“低空经济”纳入国家顶层设计，为低空物流长期发展指明了方向。2024年1月《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式施行，为低空物流规范化发展构筑了坚实的制度基石。中国民用航空局在空域分类管理、适航审定标准等方面推出一系列配套措施，破解“上天难”瓶颈，为低空物流产品研发认证与商业应用铺平道路。时至今日，我国低空物流已逐步从“示范验证”迈向“规模应用”。截至2025年6月，美团无人机服务网络已覆盖深圳、上海等数座城市，航线总数达64条，订单完成量突破60万；京东在陕西省推出了结合县域中转仓与村镇起降点的解决方案，成功将农资配送时间从数小时压缩至约40分钟；顺丰丰翼科技已在大湾区实现常态化运营，日均运输单量达1.2万票，构建了先进的空地一体物流系统。

然而，低空物流产业的爆发式增长对新型物流人才的培养提出了全新而紧迫的课题。现阶段职业教育物流人才培养体系在课程内容、师资力量、实训设备等方面相对滞后，与产业前沿存在一定脱节，能够掌握飞行运营、智能调度、空域管理的复合型人才短缺，或

将成为制约产业规模化发展的瓶颈问题^[2]。本文面向低空物流产业发展与人才供给难题的现实矛盾，在系统分析低空物流发展现状与人才需求分析的基础上，梳理了当前职业教育在低空物流领域的机遇与挑战，重点围绕人才培养提出改革路径，旨在为职业院校专业建设与教学改革提供参考，助力缓解行业人才短缺压力，服务国家低空经济战略的稳步推进^[4]。

一、低空物流发展现状与人才需求分析

(一) 发展历程

1. 技术探索期（2013—2019）。该阶段无人机物流概念萌芽，核心技术研发成为关键，亚马逊“Prime Air”项目引发全球关注，国内顺丰、京东、美团等企业迅速开展载荷测试、航迹规划、避障识别、通信链路等基础研究，并在偏远山区、海岛、园区等开展小范围试验性配送。但受制于空域管理、法规体系和安全标准的缺失，该阶段以技术可行性验证为主，商业化程度较低，飞控系统、电池性能和智能感知能力的持续进步，为低空物流从概念走向应用奠定了关键基础。

2. 应用示范期（2019—2023）。该时期相关技术逐渐成熟，疫情推动无接触配送需求增加，低空物流开始从封闭场景走向区域应用。各地陆续启动示范试点，无人机在医疗物资运输、应急配送、城市即配、生鲜冷链以及农村物流等场景展现出明显效率优势^[3]。行业逐步形成“无人机+前置仓+调度系统”的运营模式，积累了大量真实飞行数据。在空域试点、航路审批等政策支持下，无人机配送从单点试验迈向多场景、多区域的示范应用，商业模式开始具备可复制性^[5]。

3. 规模化发展期（2023—至今）。随着《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》实施及空域分类管理、适航标准等制度体系的完善，低空物流进入全面加速的规模化阶段。美团、顺丰、京东等企业已在多地构建城市级低空物流网络，实现常态化运营与高频航线调度，服务范围覆盖居民区、商圈、产业园及县域物流等多元场景。机型从多旋翼向复合翼、eVTOL 拓展，运力结构进一步升级，低空物流加速转变为现代物流体系的重要基础设施力量。

(二) 产业现状

我国低空物流产业正处于规模化发展的关键时期，产业链逐步完善，呈现出技术驱动、政策引领与市场需求共同推动的特征。

在产业结构方面，上游涵盖无人机整机、通信模块、避障传感器等核心部件，中游由飞行运营、地面站建设、适航审定等环节构成，下游则面向即时配送、医疗物流、电商快递等多元应用场景。在基础设施方面，空域分类管理、低空航路规划、无人机注册与实时监管等制度框架正在完善，各地积极推动低空经济示范区、无人机产业园、低空智管平台建设，逐步形成可复制、可扩展的低空物流运行环境。在市场应用方面，政策利好与地方试点双向发力下，城市级低空物流网络加速构建，深圳、上海、广州等城市已初步形成常态化运营体系。美团、顺丰、京东等企业已具备每日数千至万级的配送规模，业务场景从外卖配送扩展至

快递运输、生活物资、医疗样本等，产业应用边界持续拓宽。

(三) 人才结构

现阶段低空物流人才需求呈现复合化、跨领域和重实践的显著特点，主要可分为飞行运营类、设备技术类和运营管理类三类结构^[6]。

飞行运营类人才是低空物流体系的直接支撑力量，包括无人机驾驶员、飞行调度员、空域协调员等岗位。该类人才需掌握飞行原理、航空气象、空域规则、航线规划等知识，并具备处理突发状况与执行任务调度的能力。随着城市级低空物流网络不断扩展，对具备多机调度、智能调度系统操作能力的高技能人才需求愈发旺盛。

设备技术类人才是保障低空物流稳定运行的关键，包括无人机维护工程师、航电系统工程师、通信链路工程师与适航工程师等。随着机型向复合翼、eVTOL 等拓展，行业对于结构设计、系统调试、设备检修等能力的要求显著提高，而职业教育体系中此类复合型工程技能人才普遍短缺。

运营管理类人才是支撑低空物流规模化发展的核心力量。该类岗位包含低空物流运营管理、风险管理、仓配协同、数据运营等方向。由于低空物流融合了航空运营与现代物流管理，岗位要求具备跨领域知识储备，包括运营流程设计、服务管理、合规管理与数字化运营能力。

二、职业教育在低空物流领域的机遇与挑战

(一) 行业机遇

低空经济已上升为国家战略，低空物流成为带动产业链上下游融合发展的重要领域，也为职业教育带来了前所未有的机遇。一方面，国家持续推进空域管理改革、适航体系建设和低空经济综合试点，政策环境日趋完善，职业院校设立相关专业、建设实训基地、深化校企合作。另一方面，低空物流商业化进程加速，城市级固定航线、县域低空配送网络逐步成型，行业对飞行运营、设备维护、智能调度、仓配协同等技术技能人才的需求快速增长，人才缺口显著扩大，职业教育在人才供给端具备天然优势^[7]。

(二) 现实挑战

尽管存在显著机遇，职业教育在承担低空物流人才培养工作时，依旧面临着多重挑战，现阶段物流类专业课程体系偏向传统的仓储与运输，对航空法规、飞行安全、无人系统维护等核心内容的覆盖存在不足，较难满足行业针对复合型人才知识结构的要求。师资力量相对欠佳，具备空域管理背景、飞行运营经验以及无人机系统研发能力的“双师型”教师数量有限，课程质量与实

践深度较弱。同时，职业院校普遍缺乏低空飞行实训场地、调度平台等基础硬件，受空域管制、设备成本等相关要素的影响，难以开展真实环境训练。校企合作深度也需进一步提高，课程更新与培养模式应契合企业需求，避免院校所培养的技能与企业实际需求脱节，职业教育在低空物流领域的人才供应能力依旧需要系统性提升。

三、职业教育低空物流人才培养的改革路径

(一) 构建跨领域融合的课程体系。

低空物流跨越航空工程、物流管理、智能技术多个领域，传统物流类课程已难以覆盖岗位需求。课程体系应在保持物流基础知识的前提下，进一步融入航空法规、空域管理、飞行原理、航空气象等基础内容，使学生对航空安全和空域运行规则形成系统认知。同时，需要将航线规划、无人机载荷管理、低空物流运营、智能调度平台应用等作为核心课程，帮助学生掌握低空物流的任务组织与技术逻辑。此外，随着行业智能化程度提升，数字孪生空域、数据分析、智能避障算法、传感器应用等内容也应在课程中得到体现，使学生具备处理新技术和新装备的能力^[8]。

(二) 健全虚实结合的实践教学体系

受空域管制与设备成本影响，职业院校在实训方面常面临难以大规模开展真实飞行训练的困境。为增强实践训练的可行性，需要充分利用数字孪生空域、无人机飞行模拟器、虚拟调度系统等技术构建低风险、高仿真的训练环境，使学生能够在可控条件下完成航线规划、风险识别、调度管理等训练。同时，应逐步推进校内基础设施建设，如无人机试飞场地、起降场点、低空物流演练区域，并在条件允许时引入企业常用机型，组织维护、飞控调试、设备检修等实践教学，使学生在真实任务环境中理解运营流程与安全规范。

(三) 完善产教融通的人才培养机制

低空物流产业迭代速度快，院校难以完整覆盖企业最新技术与运营模式，校企合作应更加深入。企业可参与课程设计、教学内容更新和职业能力标准制定，使培养目标更加贴近岗位需求；

院校可与企业共建实训基地、产业学院或联合研发平台，在人才培养、技术攻关和运营验证等方面形成协同机制；企业工程师、运营人员等可定期参与教学活动，使教学过程与行业实践保持一致性。通过多层次合作，学生可以在学习阶段接触真实运营场景，并在实习、实践和项目训练中建立对行业体系的全面理解^[9]。

(四) 强化“双师型”师资队伍专业能力

师资队伍建设是人才培养质量的关键环节。面对航空与物流交叉的专业特点，教师不仅需要具备扎实的专业理论，还必须理解行业运行逻辑与设备技术。院校可通过教师赴企业挂职，参与飞行运营或适航项目，参加企业培训等方式增强实践能力；也可以引入行业工程师、飞手、适航工程师等担任兼职教师，使教学内容保持与行业技术同步，推动物流、机电、航空、人工智能等教师跨学科交流，形成能够支撑复合型课程体系的多专业协同团队^[10]。

四、总结展望

低空物流作为低空经济的重要组成部分，正在推动我国现代物流体系迈入以智能化、立体化、即时化为特征的新阶段，产业的快速拓展，也暴露出具备飞行运营、设备维护、调度组织以及空域管理等方面技能的复合型人才数量不足，职业教育拥有培养技术技能人才的制度优势，但在课程体系、实践条件、师资力量与校企协同等方面与产业实际需求存在差距。本文在对低空物流产业发展态势及人才需求特点分析的基础上，提出课程融合、实践创新、产教合作、师资发展与评价改进等路径，以期为职业院校开展相关专业建设与教学改革提供可行思路。

展望未来，伴随着空域管理改革持续推进、智能技术稳步提升和示范应用加速拓展，低空物流将在更多场景形成规模化趋势，产业对高素质技能人才需求会进一步上升，职业教育须继续深化与行业的系统联合，不间断更新课程内容，优化实践模式，积极推动企业深度参与到人才培育流程，创建面向实际场景的低空物流教育体系，凭借持续的改革与制度革新，职业教育将在低空经济高质量发展中发挥更加关键的作用。

参考文献

- [1] 傅惠,崔煜,赵佳虹,等.低空无人机物流配送研究与应用综述[J].工业工程,2025,28(01):9-21.
- [2] 莫桂芳,黄丽霞.低空经济背景下广西高职物流“五金协同”双创人才培养路径探索——以广西物流职业技术学院为例[J].中国航海周刊,2025,(41):74-76.
- [3] 郑祥升.新质生产力赋能山区低空物流优化研究[J].商业观察,2025,11(30):69-72.
- [4] 庞婧.低空物流人才培养模式探究——以烟台职业学院为例[J].中国航海周刊,2025,(42):87-89.
- [5] 陈柳钦.低空经济与智慧物流融合:路径、挑战与对策[J].新疆财经,2025,(05):50-58.
- [6] 卜伟娜.低空经济背景下物流人才培养路径研究[J].商场现代化,2025,(19):74-76.
- [7] 陈佩菊.低空经济背景下物流管理专业教学创新与实践[J].物流时代周刊,2024(19):117-120.
- [8] 付涛,杨逸佳,杨凯洪.产学研深度融合下高技能物流人才培养的探索与实践——以成航大低空物流无人机配送项目为例[J].中国高校科技,2025,(07):7-12.
- [9] 寇振国.物流职业本科教育与低空经济发展的融合路径研究[J].现代职业教育,2025(23):153-156.
- [10] 陈明涛.低空物流配送在物流管理专业教学中的创新实践研究[J].物流时代周刊,2024(25):126-128.