

# 面向“十五五”：高水平科技赋能低空经济发展的逻辑阐释、现实挑战与优化路径

史梦园 曾明明

(湖南师范大学 马克思主义学院,湖南长沙 410081)

**摘要:**高水平科技赋能低空经济,已成为推动新兴产业演进与提升国家竞争力的重要途径,不仅改变航空器运行模式和空域管理方式,也重塑产业链与价值创造路径。“十五五”时期,低空经济以场景多样、密度高、终端智联为特征,对精准感知、自主决策、协同调度、智能监管等高端技术依赖度持续增强。高水平科技自立自强通过多源感知与边缘计算提升环境感知能力,以强化学习与优化算法重构路径规划与自主飞行范式,以分布式协同与数字孪生技术实现群体协作与虚拟仿真试验,从而在效率、安全与可持续性上带来系统性跃升。同时,制度创新与政策协调为技术成果规模化应用提供制度保障,包括空域分级管理、分级适航认证、跨部门协同监管与试点沙盒机制等。尽管高水平科技具有显著赋能效应,但现实层面仍存在技术可信性梗阻、制度适应性梗阻、产业协同性梗阻、安全与主权梗阻等现实挑战,制约了赋能效应的充分释放。为此,“十五五”时期需以科技自立自强为核心,统筹推进关键技术突破与产业升级、完善法律法规与治理框架、加快低空智能交通与配套设施建设、强化国际合作与标准话语权并培养复合型人才队伍。通过技术、制度、产业与人才多维协同,推动低空经济由量的扩张向质的提升转型,形成高质量、可持续的发展新格局,为国家新质生产力建设提供坚实支撑。

**关键词:**高水平科技;低空经济;新兴产业;发展新格局;“十五五”时期

**中图分类号:**F562

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0429(2026)01-0112-10

**DOI:**10.19742/j.cnki.50-1164/C.260110

## 一、研究缘起与问题提出

低空经济作为依托低空空域资源、以多样化飞行活动带动产业融合的新兴经济形态,近年来受到政策界和产业界的高度关注<sup>[1]</sup>。为推动我国经济社会高质量发展,党中央以系统性思维对“十五五”期间的经济社会发展进行全面规划布局,在此过程中持续释放出大力推动低空经济实现高质量发展、加快高水平科技自立自强的政策导向。2024年《政府工作报告》首次提出,要“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”<sup>[2]</sup>,低空经济首次被写入政府工作报告。党的二十届三中全会明确提出“发展通用航空和低空经济”“推进高水平科技自立自强”<sup>[3]</sup><sup>12</sup>，“构建国家创新体系、布局前沿技术”<sup>[4]</sup>。高水平科技的快速发展为低空经济提供了关键动能,其在飞行自主性提升、空域管理优化、产业应用拓展等方面展现出巨大潜力。2024年,全国约有27个省、自治区和直辖市将低空经济写入了《政府工作报告》<sup>[5]</sup>。2025年10月,党的二十届四中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个

**收稿日期:**2025-12-05

**作者简介:**史梦园,女,湖南师范大学马克思主义学院博士研究生,主要研究方向:党的建设、马克思主义政治经济学。

**基金项目:**国家社会科学基金一般项目“人工智能时代加强和创新社会治理研究”(2021BKS143)。

五年规划的建议》,提出“着力打造新兴支柱产业,实施产业创新工程,一体推进创新设施建设、技术研究开发、产品迭代升级,加快新能源、新材料、航空航天、低空经济等战略性新兴产业集群发展”,“加快高水平科技自立自强,引领发展新质生产力”<sup>[6]</sup>,“将低空经济列为八大战略产业之一”<sup>[7]</sup>,强调数据、高水平科技对低空经济的支撑作用。这为高水平科技赋能低空经济发展提供了政策依据和方向指引,支撑关键核心技术攻关、科技成果转化<sup>[8]</sup>,明确了二者协同发展的战略地位。

一方面,梳理学界对高水平科技的现有研究可知,高水平科技自立自强是马克思主义科技思想同中国具体实际相结合、同中华优秀传统文化相结合的产物<sup>[9]</sup>,“代表高水平科技自立和高水平科技自强的有机统一”<sup>[10]</sup>。从本体上看,“高水平科技”指在学术前沿或工程实现上处于较高成熟度和较大增值潜力的技术集合,既包含基础理论的突破,也包含工程化、可推广的应用能力。从制度逻辑出发,高水平科技自立自强是“国家战略层面主动塑造科技发展的新动能和与之相匹配的国家创新系统”<sup>[11]</sup>;政策文本通常将“高水平科技”与“关键核心技术自立自强”相联系,强调对国民经济安全、产业竞争力与战略自主性的支撑作用。“从价值逻辑出发,高水平科技自立自强是国家认真审视国际产业分工价值链,主动应对外部科技脱钩的重要抓手。”<sup>[12]</sup>另一方面,梳理学界对低空经济的研究成果,相关成果主要集中在低空经济产业量质齐升<sup>[13]</sup>、低空经济助推绿色低碳发展<sup>[14]</sup>、新质生产力赋能低空经济高质量发展<sup>[15]</sup>等领域。高水平科技指具有显著原创性、复杂系统性、跨领域融合能力和战略价值上达到高门槛的前沿科学与技术体系。与通用航空技术注重安全、高效、经济地实现空中运输、作业与服务的核心目标相比,高水平科技的核心目标是打破物理、工程或认知边界,实现跃迁式创新。在演进关系上,通用航空的智能化、无人化、绿色动力化过程正在向高水平科技演进,如AI航电系统、复合材料机体、智能飞行网络,而高水平科技提供了航空领域的应用场景,成为高水平科技成果的验证与产业化平台。与侧重于数据采集、传输、处理标准体系及算力与通信的传统信息技术相比,高水平科技致力于信息处理的物理极限、智能演化与自主认知体系研究。在演进方向上,传统信息技术向智能化、类脑化、物理信息融合方向演变,高水平科技成为未来信息科技的一体化“范式核心”。高水平科技赋能低空经济,指以具有战略性、工程化和可控性特征的先进技术体系为核心,通过“技术—制度—标准—平台”的协同构建,提升低空空域的供给能力、安全治理能力与规模化运行能力,从而推动低空产业由试点示范走向可复制、可治理的商业化与社会化应用。

目前学术界对高水平科技与低空经济之间的直接关系尚未形成深入系统的探讨,已有研究多聚焦两者各自的内涵释义、基本特征、价值意蕴、实践路径等方面。但鲜有文献将高水平科技与低空经济联系起来,未关注高水平科技在破解低空经济发展困境中的独特价值。此外,针对低空经济发展可能带来的社会、环境、生态、健康和安全的风险缺乏足够的关注和应对措施,围绕我国低空经济发展相关的政策、制度和监管体系也亟待进一步健全和完善<sup>[16]</sup>。因此,深入探讨高水平科技赋能低空经济发展的逻辑、挑战与优化方略,具有重要的理论和实践意义。高水平科技赋能低空经济的创新内涵主要体现在四个层面:一是技术创新,通过多源感知、边缘计算、强化学习和数字孪生重塑飞行器自主决策与协同调度,实现高密度空域的智能运行;二是制度创新,构建分级空域管理、分级适航认证与沙盒监管,为技术应用提供合规空间;三是产业创新,以高性能飞控芯片、智能感知系统和高能量电池突破驱动上下游协同,推动低空服务场景多元化;四是治理与合作创新,建立智慧监管平台与国际标准话语权,整合数据、安全与人才要素,形成“技术—制度—产业—人才”多维融合的新质生产力体系。“十五五”时期作为夯实发展根基、实现全面突破的关键时期,需深度挖掘并有效运用高水平科技自立自强所带来的技术优势,探寻该时期低空经济实现高质量发展的可行路径,这已然成为保障“十四五”与“十五五”平稳过渡、为“十五五”构建良好开局的时代命题。

## 二、高水平科技赋能低空经济的逻辑阐释

习近平总书记指出:“实现高水平科技自立自强,是中国式现代化建设的关键。”<sup>[17]</sup>高水平科技赋能低空经济的发展逻辑是一个系统性、多层次的过程。它既包含技术进步对运行方式的革新,也涉及制度

创新对产业发展的保障,还包括高水平科技自立自强在产业链条中的中枢作用与价值导向。全面剖析高水平科技赋能低空经济的内在逻辑关系,应从技术逻辑、政策逻辑、产业逻辑和价值逻辑四个维度进行系统阐释。

### (一) 技术逻辑:智能化推动运行范式重构

技术逻辑是高水平科技赋能低空经济的首要逻辑。低空经济的运行特点决定了其必须依赖高度的安全性、精确性与效率性。传统的低空飞行活动主要依靠人工驾驶与地面调度,而在复杂的空域环境中,此类模式常常会遭遇信息匮乏、反应迟缓以及资源浪费等问题。高水平科技的引入,正是通过技术手段来重构低空经济的运行范式。

首先,在环境感知方面,高水平科技借助多源传感器、深度学习与计算机视觉等技术,实现对飞行环境的实时监测。飞行器能够自主识别空中障碍物、地面环境特征以及天气变化,并将这些信息输入智能决策系统。实时感知与分析能力显著提升了飞行器在动态环境中的安全性与适应性。其次,在路径规划与自主决策方面,高水平科技通过强化学习与进化算法,可以在复杂约束条件下寻找最优飞行路径<sup>[18]</sup>。例如,当城市低空空域出现临时管制或突发天气变化时,高水平科技系统能够在极短时间内重新计算航线,并自动调整飞行计划,以保证运行的连续性与安全性。再次,在群体协同与调度方面,高水平科技为低空经济中的“多机协作”提供了解决方案。通过分布式算法与集群智能,数百架无人机可以在有限空域中实现有序运行,避免冲突与拥堵<sup>[19]</sup>。智能调度能力不仅提升了空域资源利用率,还为物流配送、应急救援和群体表演等新型应用提供了技术支撑。此外,高水平科技还通过数字孪生与虚拟仿真,为低空经济发展构筑了科学的决策支撑体系。在数字孪生平台上,研究人员与管理者可以模拟飞行场景、测试运行参数,并对可能的风险进行预判。“虚拟先行、现实跟进”的模式,大大降低了试错成本,为低空经济的安全发展创造了条件,有效驱动“十五五”时期低空经济提质增效。

### (二) 政策逻辑:制度创新为技术赋能提供支撑

若将技术逻辑视作推动低空经济不断前行的“发动机”,那么政策逻辑则是其“方向盘”。进入“十五五”,监管逻辑将以“鼓励探索”为主,转向“鼓励创新+硬性合规”并重,即用制度创新为科技赋能提供可预期的规则空间,同时用科技能力降低监管成本、提升监管效能。高水平科技自立自强与低空经济的结合不仅是技术问题,更是制度安排与政策引导的问题。政策逻辑的核心在于通过制度创新为高水平科技赋能低空经济提供合法性、合规性与可持续性。

一方面,空域管理的制度创新为高水平科技的应用提供了空间保障。传统的空域管理模式以严格管制为主,限制了低空飞行的灵活性。近年来,随着政策的逐步放宽,空域分类持续优化与精细化管理不断推进,为高水平科技在低空经济中的应用开辟了更广阔的舞台。2020年9月,中央空中交通管理委员会办公室批复《湖南省低空空域管理改革试点拓展实施方案》,湖南省成为全国第一个全域低空空域管理改革试点拓展省份<sup>[20]</sup>。另一方面,适航认证与安全监管的制度创新,为高水平科技驱动的低空飞行器提供了发展空间。在传统模式下,飞行器认证过程冗长而复杂,难以适应高水平科技快速迭代的特点。政策的调整逐渐向灵活、分级、分类的认证机制发展,为高水平科技算法的应用与验证提供了制度支持。截至2023年10月,江西低空空域管理改革试点拓展工作取得重大进展,10个空域、28条航线获得东部战区批复,形成通航全域的低空飞行航线网络,高起点、高标准建成具有江西特色的通航飞行协调与服务系统<sup>[21]</sup>。此外,数据治理制度的建立,为高水平科技处理和利用低空经济中的大规模数据提供了法律与政策框架。在隐私保护、数据安全和跨部门共享等方面,政策创新正在不断完善,为高水平科技赋能低空经济提供了清晰的边界与规则,为“十五五”时期低空经济高质量发展提供了良好契机。

### (三) 产业逻辑:高水平科技驱动的产业链协同

低空经济产业链条长、环节多,涵盖制造、运营、应用和服务等多个方面。产业链要从“各点开花”走向“协同放大”,必须依靠高水平科技把接口、标准、数据、认证打通。在这一复杂体系中,高水平科技的嵌入不仅是提升局部效率的技术手段,更是推动全链条协同与价值创造的中枢力量<sup>[22]</sup>。它通过大数

据、算法优化和智能协同,使得上下游环节之间形成紧密联系,从而突破传统产业链的分割状态,推动整体效率与韧性显著提升。

在制造环节,高水平科技被广泛应用于飞行器的设计、材料选择和性能测试。通过算法驱动的智能设计,研发人员能够在虚拟环境中快速生成和比对多种方案,大幅缩短研发周期。与此同时,智能化测试与仿真平台能够在虚拟场景中模拟极端天气、复杂地形和多机协作等情况,为产品改进提供可靠依据。在应用环节,高水平科技的作用更为显著。低空经济的应用领域具有多元化与广泛性的特征,从物流配送到旅游观光,从农业植保到城市治理,都在因高水平科技的加入而不断扩展。以物流配送为例,高水平科技不仅能根据订单数量与地理位置动态规划航线,还能通过预测算法实现运力的合理调度。在农业领域,智能植保无人机结合图像识别与环境监测技术,实现对病虫害的精准识别与喷洒,既提升了农作效率,也降低了农药使用量。在城市治理方面,高水平科技无人机能够承担环境监测、交通巡查和应急救援等任务,为城市运行提供实时数据和决策支持。

#### (四) 价值逻辑:赋能产业高质量发展

高水平科技赋能低空经济的价值逻辑,最终体现在推动产业实现高质量发展。这里所说的“高质量”,并非仅仅指经济产值的增加,而是产业在效率、安全、绿色、普惠等多个维度的全面提升。高水平科技使低空经济不仅能够在传统意义上的效率与安全方面取得突破,更能在可持续发展与社会责任方面发挥深远影响。在效率层面,高水平科技通过智能调度与优化决策,使飞行器能够在算法的支持下实现最优路径规划与任务分配。由此,运营效率显著提升,产业整体运行也趋向智能化和规模化。在安全层面,高水平科技通过实时监控与风险预警,显著提高了飞行活动的安全性。低空经济涉及的空域环境复杂,潜在风险较高。借助高水平科技的预测性分析和自动化响应机制,飞行器能够在遇到突发状况时快速作出反应<sup>[23]</sup>。这不仅提升了产业自身的安全保障水平,也增强了社会对低空经济的信任。在绿色发展层面,高水平科技通过能效管理与路径优化,为绿色低碳转型和可持续发展提供了重要支撑。飞行器在运行过程中往往消耗大量能源,而高水平科技能够通过优化航线、减少空中等待时间、改进能量管理方式,降低不必要的能源消耗和碳排放。在普惠应用层面,高水平科技推动低空经济从小范围的试点应用走向社会化的广泛实践。在医疗领域,无人机能够在高水平科技调度下快速运送急需药品或血液样本;在教育领域,偏远地区的学校可以通过无人机配送获得教学物资和数字化资源;在公共安全领域,高水平科技无人机可以用于火灾监测、交通巡查和治安防控。这些应用不仅拓展了低空经济的服务边界,也推动其更高效、更精准地满足社会民生领域的多元需求。

### 三、高水平科技赋能低空经济发展的现实挑战

高水平科技赋能低空经济的发展虽显示出巨大潜力,但作为一个新兴产业体系,低空经济本身就处于快速成长与制度探索的阶段,而高水平科技的嵌入进一步增加了复杂性。这种复杂性体现在数据安全、政策法律、基础设施建设以及国际竞争和人才储备等多个方面。在依托高水平科技自立自强赋能低空经济发展的过程中,挑战与机遇并存。

#### (一) 技术可信性梗阻

隐私保护与数据安全风险是高水平科技赋能低空经济发展过程中必须直面的核心挑战。低空经济高度依赖高水平科技进行数据驱动的决策。无人机、eVTOL(电动垂直起降飞行器)、低空物流平台等在运行中会实时采集大量信息,涵盖地理空间信息、道路交通流量、气候要素、用户移动轨迹以及个体的日常生活场景。数据构成了高水平科技算法学习与优化的基础,但也极易引发隐私泄露与安全风险。

首先,高水平科技算法的黑箱特性在一定程度上放大了潜在风险。算法在处理数据时往往难以解释其决策逻辑,一旦发生事故或纠纷,责任归属难以界定。比如,若因算法判断失误导致无人机坠毁,究竟应由制造商、运营方还是算法开发者承担责任,目前缺乏明确规范。这不仅增加了法律争议,也制约

了公众对低空经济的信任度。其次,数据采集本身具有敏感性。低空飞行器在执行任务时可能拍摄到居民区、工业区甚至军事敏感区域的影像数据。随着低空经济相关技术如无人机、遥感等设备的不断发展,其性能不断提升,能够更清晰地拍摄和收集地面或空中的图像、视频等信息,“偷拍”“乱拍”行为侵犯公民隐私权问题是其中的典型<sup>[24]</sup>。在这些典型的隐私侵权案例中,主要包括无人机夜间红外穿透窗帘拍摄、航拍数据非法转卖等。再次,数据在传输与存储过程中存在被攻击的可能。低空经济运行高度依赖无线通信,而通信链路往往是攻击者的重点目标。黑客可以通过中间人攻击、信号干扰等手段窃取或篡改数据,导致高水平科技算法得出错误结论,进而影响飞行安全。例如,深圳某物流无人机集群遭遇 C2 链路劫持,30 架次无人机偏航,导致半径 5 公里空域短时瘫痪,调度数据与路径信息在传输中被截获<sup>[25]</sup>。最后,数据跨域流动带来新的挑战。随着低空经济逐步与智慧城市、智慧交通、公共安全系统深度融合,跨部门、跨平台的数据流通愈发频繁。然而,目前缺乏统一的数据治理标准,导致不同系统之间存在兼容性问题与安全漏洞。这种割裂状态既影响数据价值的释放,也增加了被滥用的可能。比如,深圳—东莞—广州无人机物流集群跨城调度,需同步飞行器状态、气象、空域容量三类数据,因跨市监管规则差异,数据核验周期达 72 小时,日均 3 000 架次调度受阻<sup>[26]</sup>。

## (二) 制度适应性梗阻

政策与技术之间的协同不足是制约高水平科技赋能低空经济的关键障碍。高水平科技自立自强与低空经济的结合不仅是技术问题,更是制度问题。然而,在现阶段,政策与技术之间的协同不足已成为产业发展的重要瓶颈。

首先,法规体系尚不健全。低空经济涉及空域管理、适航认证、责任界定、数据治理等多个方面,但相关法律法规多处于试点和探索阶段,缺乏系统性与前瞻性。“《低空空域使用管理规定(试行)》《轻小型民用无人机飞行动态数据管理规定》等条例涉及了民用无人机侵犯公民隐私权的问题,但是没有明确的隐私侵权定义和侵权后相关处罚规定等,只有‘承担相应的民事赔偿责任’。”<sup>[27]</sup>例如,无人机配送、空中出行等新兴模式,往往因为政策模糊而无法实现规模化运营。其次,政策更新的速度落后于技术演进,二者之间的冲突尤为明显。高水平科技的更新速度远超传统法律政策的调整节奏。许多创新型应用在技术上已经可行,但因缺乏明确的政策支持与监管框架,常常陷入“技术先进、政策落后”的困境。这种错位导致创新动力难以完全释放。例如,亿航智能 EH216-S 于 2021—2025 年先后获 TC、AC、PC 及 OC 证,技术上可在广州等城市商业化运营,成本低、架次高。但全国性运营法规、航线审批、空域管理细则长期缺位,仅少数试点城市受限运行,直至 2024—2025 年国家才推进相关规范,难以支撑技术成果快速转化与规模化推广<sup>[28]</sup>。第三,标准体系缺失。高水平科技在低空经济中的应用,需要统一的技术标准与行业规范作为支撑。目前,国内外在无人机通信协议、数据接口、算法评估等方面尚未形成一致标准,导致产业发展缺乏统一基准。这不仅影响国内企业之间的协同,也限制了与国际市场的对接。第四,跨部门协同不足。低空经济的运行涉及民航、交通、公安、应急、科技等多个部门。虽然有法律法规对我国民用无人机管理的领导机构、工作机制,以及不同机关、部门间的管理职责进行了规制<sup>[29]</sup>。然而,各部门之间缺乏统一的管理机制与协调机制,容易出现职责交叉、标准不一的问题。例如,重庆作为 eVTOL 试点城市,2025 年上半年飞行 19 万小时、115.7 万架次,但多部门数据割裂、协同调度效率低。公安、空管、应急等部门数据未互通,航线审批与冲突预警依赖人工,复杂地形下精准管控难,日均处理计划不足 30 条,远低于需求<sup>[30]</sup>。

## (三) 产业协同性梗阻

产业链短板与基础设施薄弱严重制约了高水平科技赋能低空经济的深度与广度。低空经济的发展离不开强大的基础设施与完善的产业链。然而,现实情况表明,这两个领域均存在不足。

一方面,在产业链上游,关键零部件仍依赖进口。例如,涉及精密传感设备、飞行控制芯片与能量管理相关技术领域,国内产业尚未完全实现自主可控,存在被“卡脖子”的风险。一旦国际环境发生变化,供应链安全可能受到威胁。在产业链中游,飞行器制造水平有待提升。尽管国内无人机产业已取得长足进步,但在大型 eVTOL、电动推进系统等高端领域,与国际领先水平仍有差距。同时,全国尚未建立统一的低空智联网络技术标准。以无人机身份识别为例,存在北斗短报文、ADS-B、5G-A 三种主流方案

并行的情况,导致不同厂商设备间互联互通率不足 60%。在电磁兼容性、数据接口协议等基础标准方面,现行国家标准滞后于产业实践 6~12 个月,进一步制约了低空经济的规模化应用与推广<sup>[31]</sup>。此外,当前国内制造企业普遍规模较小,缺乏具有国际影响力的龙头企业。在产业链下游,应用场景开发不足。低空物流、空中旅游、农业植保等应用虽已开展试点,但尚未实现大规模商业化。市场需求不足、配套服务不完善,使得高水平科技赋能的潜力未能充分释放。另一方面,在基础设施层面,通信、导航、监测等系统仍难以满足低空经济的高标准需求。5G、北斗等新一代信息基础设施虽然已在快速建设中,但在低空飞行器高密度运行场景下仍存在盲区与延迟问题。低空监视体系尚不完善,导致监管能力不足。在高水平科技的深度介入下,现有低空智联飞行器与传统航空器在形态设计、性能指标以及操控方式等方面出现显著不同。其应用场景更加多元,飞行频次明显增加,起降点分布广泛,并在终端连接上具备智能互联特征。当前我国虽然已针对民用无人机出台《民用无人驾驶航空器产品安全要求》等相关规范与国家标准,对技术与安全提出了强制性要求,但对于无人机自主飞行、超视距作业以及 eVTOL 城市空中交通等新兴应用场景的监管规则尚未健全,这在一定程度上制约了低空飞行安全保障体系的完善<sup>[32]</sup>。

#### (四) 安全与主权梗阻

国际竞争压力构成了高水平科技赋能低空经济发展的长期挑战。在全球范围内,低空经济正成为各国竞相布局的新兴产业<sup>[33]</sup>。高水平科技的快速发展与深度应用,使得低空经济在全球新兴产业格局中的战略意义进一步凸显。低空经济作为科技革新的关键承接领域,不仅承载着技术突破的重要使命,也是未来国家综合竞争力的重要组成部分。然而,在国际竞争中,我国仍然面临一系列严峻挑战,这些挑战既体现在制度与规则层面,也表现在技术、人才和国际合作等方面。

首先,在国际标准制定方面缺乏足够的话语权。低空经济涵盖空域规划与管理、适航性认证、数据治理机制以及通信协议等若干关键领域,而相关国际标准往往由欧美等发达国家主导。由于我国企业与研究机构参与国际标准制定的程度有限,在一些关键环节缺乏主导权和主动权。这种局面使得国内技术成果在“走出去”过程中容易受到国际规则的约束,增加了产品进入海外市场的壁垒。长远来看,如果不能提升在国际标准制定中的影响力,我国低空经济将在全球竞争中处于被动地位。其次,核心技术仍存在“受制于人”的局面。高水平科技芯片、关键算法框架、核心飞控系统等技术差距,使得我国在国际竞争中处于不利地位<sup>[34]</sup>。虽然近年来我国在部分领域取得了突破,但整体水平仍未形成全面优势。尤其是在高性能飞控芯片、复杂空域自主避障算法以及高能量密度电池等领域,仍存在技术瓶颈。一旦外部环境发生变化,核心技术缺失的短板可能成为制约产业发展的关键因素。此外,复合型人才短缺的问题日益凸显。高水平科技赋能低空经济需要复合型人才,既要具备航空工程、飞行器设计与运行管理的知识,又要熟悉高水平科技算法、数据处理和系统集成。然而,目前国内高校和科研机构在交叉学科建设方面明显滞后,培养体系未能与产业发展需求充分对接。人才供给不足与产业需求旺盛之间的矛盾,使企业难以获得足够的高层次复合型人才。同时,企业在人才培养方面投入不足,短期内依赖“挖人”的现象普遍存在,这不仅推高了用人成本,也不利于人才生态的健康发展。最后,国际人才流动壁垒进一步增加了问题的复杂性。低空经济的发展需要全球范围内的知识与技术交流,但由于各国在职业资格标准、适航认证以及数据治理等方面尚未实现互认,跨国人才流动存在较大障碍。这一方面限制了国内对海外高端人才的吸引力,另一方面也削弱了我国在国际科研合作和产业协同中的深度参与。随着国际竞争的加剧,可能进一步放大国内人才供给不足的短板,从而对高水平科技赋能低空经济的可持续发展造成制约。

## 四、高水平科技赋能低空经济发展的优化路径

高水平科技赋能低空经济的进程中,挑战与机遇并存。为了推动低空经济实现安全、高效、可持续发展,需要通过多维度、多层次的系统性方略加以破解与优化。具体而言,关键技术突破与产业升级、制度创新与政策优化、基础设施建设与智慧治理、国际化合作与人才培养,构成了实现高水平科技与低

空经济深度融合的核心路径。

### (一) 关键技术突破与产业升级

高水平科技赋能低空经济的核心在于技术突破,而技术的进步又是产业升级的前提。只有实现关键技术的自主可控,低空经济才能具备长期竞争力。

根据“十五五”时期的发展要求,首先,在核心技术方面,应集中资源突破飞控芯片、智能感知系统与高能量密度电池等瓶颈环节。这些关键部件决定了飞行器的自主性与可靠性,也是制约产业规模化发展的关键所在。在群体协同控制与路径规划领域,高水平科技算法的创新能够显著提升飞行器集群运行的效率与安全性。在应用层面,应推动高水平科技在物流、农业、交通与旅游等多个领域的深度融合。物流领域中,高水平科技驱动的无人机集群可以实现高效的末端配送;农业领域中,基于图像识别与环境监测的智能无人机能够实现精准植保;交通领域中,低空出行需要高水平科技进行实时调度与空域管理;旅游与公共服务领域,高水平科技则推动低空观光、应急救援与环境监测等多元化应用落地。其次,上下游的协同发展对于产业升级至关重要。上游应加大对核心零部件企业的扶持力度,减少进口依赖;中游应推动制造企业的规模化与智能化改造,提升整体生产能力;下游应通过拓展应用场景与创新商业模式,进一步激活市场需求,形成“技术—市场”的良性循环,推动“十五五”时期低空经济高质量发展。此外,应加快龙头企业培育与产业集群建设。龙头企业不仅能够带动上下游协同发展,更能在国际竞争中代表国家形象与产业水平。通过产业集群的形成,低空经济能够实现规模效应与协同效应。

### (二) 制度创新与政策优化

制度创新是高水平科技赋能低空经济的首要保障。低空经济的发展涉及空域使用、适航认证、数据治理与公共安全等多个环节,缺乏完善的制度支撑,技术成果难以有效转化为现实生产力。制度建设不仅决定了产业发展的速度与方向,更关系到安全性、合规性与公众信任。“立足‘十五五’时期,有关部门应以高水平科技自立自强为原则,健全新型举国体制,统筹推进国家科技战略力量与国家战略任务布局,从制度创新与政策优化等维度为高水平科技的创新突破筑牢坚实保障。”<sup>[35]</sup>

在“十五五”时期,一方面,应当建立“技术—场景—法规”三位一体的政策框架,明确低空经济的概念内涵,确立平衡“放松”与“管制”的法律规制逻辑<sup>[36]</sup>。技术的进步需要结合具体应用场景,而场景的拓展与合规运行又必须依赖法规支持。通过制度创新,可以确保高水平科技自立自强的嵌入既有技术可行性,又有制度合法性与社会可接受性。在空域管理方面,应逐步完善分类分级制度,在保障国家安全的前提下释放更多低空资源。按照不同风险等级实行分层管理,有助于在安全与效率之间取得平衡。在适航认证方面,应探索分级、分类的认证机制,使低风险的无人机与新型飞行器能够快速获得市场准入,同时通过更严格的流程保障高风险飞行器的安全运行。另一方面,跨部门协同治理是制度优化的重要环节。低空经济涉及多个部门,若各部门标准不一、政策碎片化,必然增加企业合规成本与产业运行风险。通过建立跨部门协同机制与统一监管平台,可以有效提升制度执行效率,推动“十五五”时期低空经济高质量发展。此外,可以探索负面清单与沙盒监管模式。负面清单明确不可触碰的边界,沙盒监管为创新应用提供试验空间。这种灵活的监管方式既能降低企业成本,又能避免僵化制度抑制技术创新,在保障安全的同时为产业发展预留空间。

### (三) 基础设施建设与智慧治理

低空经济的健康运行离不开完善的基础设施与智慧化的治理体系。高水平科技的嵌入,需要强有力的硬件支撑与制度化管理平台作为保障,应重点建立健全低空空域开放共享制度、低空经济管理监督制度和低空飞行器监管制度<sup>[37]</sup>。

在“十五五”时期,首先,应构建低空智能交通体系,实现通信、导航与监测的一体化。通过整合5G、北斗与地面监视系统,为飞行器提供低延迟、高可靠性的运行环境。尤其在高密度城市环境中,这种智能交通体系能够保障不同类型飞行器的安全有序运行。完善的配套设施建设同样重要。无人机起降

场、充电与换电设施的缺失,是制约低空经济规模化应用的重要障碍。应统筹规划、加快布局,在城市与农村地区分别建立符合需求的配套设施网络,筑牢“十五五”时期低空经济高质量发展的坚实基础。其次,智慧监管平台的建设,是提升治理能力的关键。通过高水平科技驱动的统一监管平台,可以实现对低空飞行器的实时监控、风险预警与数据共享。这种治理模式不仅提升了效率,也增强了透明度与公众信任感。此外,空地一体化治理是未来的重要方向。低空经济的发展与地面交通、城市治理紧密相关,只有实现空地协同,才能最大限度提升整体运行效率。高水平科技通过跨系统数据融合与智能决策,为空地一体化治理提供了可能。

#### (四) 国际化合作与人才培养

低空经济是全球竞争的新高地,高水平科技的广泛应用使得这一竞争更为激烈。在国际化进程中,合作与人才是不可或缺的两个方面。

“一体推进教育科技人才发展是实现中国式现代化的必然路径,高技术领域成为国际竞争最前沿和主战场”<sup>[38]</sup><sup>205</sup>。根据“十五五”时期发展要求,首先,在标准制定方面,应积极参与国际组织与规则谈判。着力提升在空域管理、适航认证、通信协议与数据治理等方面的话语权,从而在国际竞争中避免受制于人。在技术研发方面,应推动开放合作与联合研发,主动与国际先进企业和机构开展深度合作,不仅能够吸收最新成果,还能在全球范围内建立技术联盟,共享研发成果。其次,在人才培养方面,应构建产学研用一体化机制。习近平总书记强调,“我国要实现高水平科技自立自强,归根结底要靠高水平创新人才”<sup>[39]</sup>。高校需要加强高水平科技与航空航天、交通运输等交叉学科建设;科研机构与企业应共同参与人才培养,推动实践导向型教育。这种机制能够缩短人才培养周期,提升人才适应性。最后,国际化人才流动平台的建设也至关重要。通过职业资格互认、简化认证流程、建立人才交流项目,可以吸引全球高端人才参与国内低空经济产业。这不仅能够缓解人才紧缺,还将促进国际知识与技术交流。

## 五、结语

在“十五五”规划框架下,高水平科技将深度赋能低空经济,推动其从“规模扩张”向“质量跃升”转型。高水平科技自立自强赋能低空经济的发展,需要制度创新、技术突破、基础设施建设与国际合作多方协同。制度创新与政策优化提供合规性与制度保障,关键技术突破与产业升级提供内生动力,基础设施与智慧治理提供运行条件与安全支撑,国际化合作与人才培养提供全球资源与人力保障。通过空域管理改革、技术突破、场景拓展与生态构建,低空经济有望成为新质生产力的重要载体,形成具有全球竞争力的产业集群。多维度协同优化的推进,将为高水平科技与低空经济的深度融合奠定坚实基础,推动其走向高质量与可持续的发展道路。

### [参 考 文 献]

- [1] 周钰哲. 低空经济发展的理论逻辑、要素分析与实现路径[J]. 东南学术, 2024(4): 87-97.
- [2] 汪文正. 首次写入政府工作报告——“低空经济”加速起飞[N]. 人民日报海外版, 2024-04-02(1).
- [3] 中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定[M]. 北京: 人民出版社, 2024.
- [4] 中共中央 国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》[EB/OL]. (2016-05-19)[2026-03-04]. [https://www.gov.cn/zhengce/2016-05/19/content\\_5074812.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2016-05/19/content_5074812.htm).
- [5] 薛领, 孙欣彤, 潘苏. 我国低空经济的基础支撑、关键领域与发展重点[J]. 社会科学辑刊, 2025(2): 120-129.
- [6] 新华社. 中国共产党第二十届中央委员会第四次全体会议公报[EB/OL]. (2025-10-20)[2025-10-23]. [https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202510/content\\_7045444.htm](https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202510/content_7045444.htm).
- [7] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国航空法(2025修订)[EB/OL]. (2025-12-27)[2026-03-04].

[http://www.npc.gov.cn/npc/c1773/c1848/c21114/myhkfxd/myhkfxd002/202512/t20251229\\_450825.html](http://www.npc.gov.cn/npc/c1773/c1848/c21114/myhkfxd/myhkfxd002/202512/t20251229_450825.html).

- [8] 国家知识产权局. 关于新形势下加快建设知识产权信息公共服务体系的若干意见[EB/OL]. (2019-10-01)[2026-03-04]. [https://www.cnipa.gov.cn/art/2019/9/3/art\\_75\\_131095.html](https://www.cnipa.gov.cn/art/2019/9/3/art_75_131095.html).
- [9] 张新宁,裴哲. 把科技自立自强作为国家发展的战略支撑[J]. 上海经济研究,2022(5):5-14.
- [10] 盛朝迅. 高水平科技自立自强的内涵特征、评价指标与实现路径[J]. 改革,2024(1):40-50.
- [11] 武圣博,刘芳含,曹聪,等. 面向高水平科技自立自强的国家战略人才力量建设:内在逻辑与实现路径[J]. 中国科技论坛,2025(11):22-31.
- [12] 张新宁,卢钊华. 高水平科技自立自强支撑经济高质量发展:作用机理与实践路径[J]. 上海经济研究,2025(10):17-27.
- [13] 许冰,来逢波. 低空经济产业量质齐升:内涵解析、理论逻辑与靶向路径[J]. 东岳论丛,2025(7):121-129.
- [14] 赵力佳,王颖斌. 低空经济助推绿色低碳发展:价值逻辑、现实梗阻与疏解策略[J]. 技术经济与管理研究,2025(7):64-69.
- [15] 傅路军,李传江. 新质生产力赋能低空经济高质量发展的动力机制、现实困境与实现路径[J/OL]. 学术探索,1-9[2025-12-09]. <https://link.cnki.net/urlid/53.1148.C.20251119.1500.006>.
- [16] 李牧南,谢天琪. 中国低空经济发展的实践进路:依托科技自立自强助力新质生产力形成[J]. 科技管理研究,2024(17):1-9.
- [17] 习近平在广东考察时强调 坚定不移全面深化改革扩大高水平对外开放 在推进中国式现代化建设中走在前列[N]. 人民日报,2023-04-14(1).
- [18] 朱永文,陈志杰,蒲钊,等. 空中交通智能化管理的科学与技术问题研究[J]. 中国工程科学,2023(5):174-184.
- [19] 吕宛青,余正勇. 金融科技创新赋能低空经济发展的内在逻辑、现实困境与实践路径[J]. 当代经济管理,2025(7):89-96.
- [20] 黄巧龙,蔡雪雄. 低空经济产业:发展现状、问题与政策建议[J]. 发展研究,2024(5):58-64.
- [21] 通航圈. 实现“四个率先”重大突破 国家(江西)低空空域管理改革试点拓展工作综述[EB/OL]. (2022-01-21)[2025-09-25]. <https://www.163.com/dy/article/GTVMPEJI0530G3Q7.html>.
- [22] 沈映春. 低空经济的内涵、特征和运行模式[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2025(1):108-117.
- [23] 朱正余. 低空经济与城市治理:噪声污染、隐私侵犯与公共空间占用的冲突与调适[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版),2025(3):177-184.
- [24] 王秀芹,顾童,曹浩. 民用无人机隐私侵权的法律规制研究[J]. 西部学刊,2025(8):91-94.
- [25] 浅析低空经济发展中的网络安全攻击[EB/OL]. (2025-12-04)[2026-02-07]. <http://cn-sec.com/archives/4751971.html>.
- [26] 云通量化. 2025 低空经济数据安全新纪元:AI 与区块链驱动的智能空域与可信生态[EB/OL]. 2026-02-01[2026-02-07]. <https://blog.csdn.net/yuntongliangda/article/details/150021245>.
- [27] 黄煦淇,洪晟. 民用无人机领域数据与飞行安全法律规制研究[J]. 信息技术与网络安全,2022(6):31-35.
- [28] 姜帆. OC 证落地 低空经济“起飞”仍需跨越三重关卡[EB/OL]. (2025-04-08)[2026-02-06]. [http://www.ce.cn/cysc/newmain/yc/jsxw/202504/08/t20250408\\_39339791.shtml](http://www.ce.cn/cysc/newmain/yc/jsxw/202504/08/t20250408_39339791.shtml).
- [29] 宋丁博. 民用无人机侵犯公民隐私权的法律规制[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2022(4):194-202.
- [30] 胡俊. 低空智联飞行器风险谱系解构与监管革新——基于“技术—规制”失衡的靶向纠偏[J]. 江西社会科学,2025(5):63-74.
- [31] 张伶,何艺佳. 加紧突破低空智联建设难题,保障低空运行安全[J]. 中国信息安全,2025(10):19-22.
- [32] 兰旭东. 低空经济高质量发展的难点、焦点与对策[J/OL]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2025(6):1-9[2025-09-25]. <https://doi.org/10.14100/j.cnki.65-1039/g4.20250624.001>.
- [33] 张晓兰,黄伟熔. 低空经济发展的全球态势、我国现状及促进策略[J]. 经济纵横,2024(8):53-62.
- [34] 郭辰阳,敖万忠,吕宜宏. 充分把握发展机遇,加快推进低空经济高质量发展[J]. 财经界,2022(25):36-38.
- [35] 范玉仙,孟煜杰,范小慧. 面向“十五五”:人工智能赋能民营经济高质量发展的理论逻辑、现实挑战与实践指向[J]. 经济问题,2025(11):1-12.
- [36] 张彧. 中国低空经济发展促进法的理据与图景[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版),2025(1):71-84.
- [37] 高志宏. 低空经济高质量发展的法治保障研究[J]. 人民论坛·学术前沿,2024(15):25-37.

[38] 本书编写组.《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》辅导读本[M].北京:人民出版社,2025.

[39] 梁婧.科技自立自强引擎持续轰鸣[N].经济日报,2026-01-17(6).

## **Facing the “15th Five-Year Plan”: Logical Explanation, Practical Challenges, and Optimization Pathways for High-Level Technology Empowering Low-Altitude Economic Development**

Shi Mengyuan Zeng Mingming

(College of Marxism, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstract:** High-level technology empowering the low-altitude economy has become an important way to drive the evolution of emerging industries and enhance national competitiveness. It not only changes aircraft operations and airspace management but also reshapes the industrial chain and value creation. During the “15th Five-Year Plan” period, the low-altitude economy, characterized by diverse scenarios, high density, and intelligent connectivity of terminals, is increasingly dependent on advanced technologies such as precise perception, autonomous decision-making, collaborative scheduling, and intelligent supervision. High-level technological self-reliance enhances environmental perception through multi-source sensing and edge computing, reconstructs path planning and autonomous flight paradigms through reinforcement learning and optimization algorithms, and achieves group collaboration and virtual simulation testing through distributed coordination and digital twin technology, thereby bringing systemic improvements in efficiency, safety, and sustainability. At the same time, institutional innovation and policy coordination provide institutional safeguards for the large-scale application of technological achievements, including graded airspace management, tiered airworthiness certification, cross-department collaborative supervision, and pilot sandbox mechanisms. Although high-level technology has significant empowering effects, there are still practical challenges such as technical credibility barriers, institutional adaptability barriers, industrial synergy barriers, and security and sovereignty barriers, which constrain the full release of empowering effects. Therefore, during the “15th Five-Year Plan” period, it is necessary to focus on technological self-reliance, coordinate key technology breakthroughs and industrial upgrades, improve laws, regulations, and governance frameworks, accelerate the construction of low-altitude intelligent transportation and supporting infrastructure, strengthen international cooperation and standard-setting influence, and cultivate a multidisciplinary talent team. Through multidimensional coordination among technology, institutions, industry, and talent, the low-altitude economy can transform from quantitative expansion to qualitative improvement, forming a new pattern of high-quality and sustainable development, providing solid support for the construction of the country’s new productive forces.

**Keywords:** high-level technology; low-altitude economy; emerging industries; development of a new pattern; the “15th Five-Year Plan” period

[责任编辑:邹柳馨]