

DOI:10.16104/j.issn.1673-1883.2026.01.006

低空经济与新质生产力：三维契合、 赋能效应与实践路径

王林佳

摘要：基于技术、效率和质量三维框架分析，低空经济的核心特征与新质生产力内涵高度契合，能有效推动发展动力变革、效率变革和质量变革。从生产力三要素视角考察，低空经济发展显著赋能劳动者素质跃升、劳动资料深度转型升级及劳动对象全域拓展。目前面临不平衡不充分问题，存在就业挤出、收入极化、核心技术依赖与技术鸿沟、资源配置失衡、环境扰动及安全风险等挑战。需着力构建“技术—设施—场景”三位一体的创新生态，完善就业保障、产业协同与安全保障联动的制度体系，在生产力和生产关系动态调适过程中，促进低空经济高质量赋能新质生产力发展。

关键词：低空经济；新质生产力；生产力三要素；全要素生产率

中图分类号：F426.5;F562 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-1883(2026)01-0055-13

收稿日期：2025-06-20

基金项目：中共福州市委党校（行政学院）2025年度校院项目“低空经济高质量发展的实践进路——基于产业生态系统的研究”（项目编号：FZDX2025015）。

作者简介：王林佳（1985—），女，新疆沙湾人，中共福州市委党校经济教研部讲师，硕士，研究方向：习近平经济思想、马克思主义政治经济学，E-mail：383695749@qq.com。

一、引言

低空经济是以低空空域为依托，以低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态^[1]。马克思在《资本论》第三卷中指出，“空间是一切生产和一切人类活动所需要的要素”^{[2]875}。社会物质财富积累和人的自由全面发展均高度依赖空间生产。低空空域通常指真高1 000米以下空间，根据实际需要可延伸至3 000米以下^[3]，其开发潜力巨大。2023年9月，习近平总书记在黑龙江考察时强调：“整合科技创新资源，引领发展战略性新兴产业和未来产业，加快形成新质生产力。”^[4]低空经济作为一种战略性新兴产业，对新质生产力形成具有重要的推动作用^[5]。在全球科技加速演变、产业加速变革的新形势

下,党中央、国务院深刻把握时代规律和趋势,对低空经济这一战略性新兴产业不断作出重大部署,发展低空经济相继被写入2024年政府工作报告和党的二十届三中全会通过的《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》,各部委、各地方政府积极出台关于促进低空经济发展的具体政策举措。

低空经济与新质生产力内在契合的逻辑机理为何?其发展对培育新质生产力产生何种影响?如何充分释放其赋能效应?这构成了理论与实践层面亟待解析的核心命题。立足马克思主义政治经济学视域,建构“技术—效率—质量”三维分析框架,系统阐释低空经济与新质生产力的深层耦合关系。文章基于生产力三要素理论剖析低空经济发展对新质生产力的赋能效应,辩证指出发展低空经济的现实挑战,并深入探讨低空经济高质量赋能新质生产力发展的实践进路。

二、三维契合:低空经济符合新质生产力本质特征

“新质生产力是创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,符合新发展理念的先进生产力质态”^[6],这一科学论断深刻揭示了新时代生产力变革的本质规律。基于技术、效率与质量维度审视,低空经济展现出与新质生产力的显著内在契合。

(一) 技术维度:高科技驱动与路径革新

技术革命是生产力范式跃迁的核心引擎。低空经济的发展源于低空技术的突破,低空技术发展是低空经济的基本驱动力^[7]。新兴技术通过对生产领域的系统性重构,催生技术与经济范式革新,孕育新兴产业形态、商业模式与增长动能,最终驱动产业体系的结构转型与生产力整体跃升。

数据显示,中国低空经济发明专利申请公开量由2014年852件增长至2023年14134件,增长近16倍,且近三年持续保持超万件发明专利申请公开^[8]。这些技术创新推动了能源动力创新、航空装备创新和低空运行范式革新,进而引发低空发展路径、应用场景和运行范式革新。高能量密度电池与氢能系统等清洁能源领域的重大进展加速了电动航空器的商业化进程,使低空飞行活动摆脱了高度依赖化石燃料的传统路径,大幅减少了环境负荷,为构建低空可持续发展方案创造了条件。新技术的运用不断拓展低空应用场景,如中国商飞基于C919适航经验研发的eVTOL实现了垂直起降与巡航模式的无缝切换,为城市空中交通商业化奠定了基础。共轴反桨无人直升机通过小型化与悬停性能优化,载重可达200kg,突破了传统直升机在高原救援、高楼灭火等复杂场景的应用局限。传统航空业以人工管理为主,而低空智联网平台通过集成新一代移动通信技术、智能数据分析系统和高速互联技术,能够为航空器的远距离控制、高清影像回传和信息交互提供可靠支持,即时追踪和处理飞行状态参数,有效保障航空器运行安全并改进航线规划,实现多台无人飞行设备集群作业,大幅提升空域资源利用效率,管理方式实现从“人控”向“智控”的范式转变。

低空经济领域展现出鲜明的科技驱动性,其发展绝非仅是先进技术的简单叠加,而是深刻体现了新质生产力“创新起主导作用”的本质要求。

(二) 效率维度:高效能与全要素生产率跃升

摆脱依靠要素大规模投入的传统增长路径,实现全要素生产率的显著跃升是新质生产力的要求之一。低空经济展现出的高效能特征正是这一要求在效率维度的深刻体现。

一方面,发展低空经济有利于优化生产要素配置,提高生产效率。低空经济通过运用低空空域这一新型生产要素与传统地面空间形成协同联动,突破了传统产业受限于二维平面的要素配置瓶颈。通过无人机、导航通信技术与制造、农业、文旅等领域的跨界融合创新,催生“低空经济+”模式,显著提升资本与劳动效率。在农业领域,无人机精准作业深度融合遥感技术,实现了对土地、水肥、农药等传统要素的精细化管理与减量投入^[9],在同等甚至更少要素投入下显著提升单位面积产出。在物流领域,无人机“最后一公里”配送创新性地突破了地面交通的时空约束与资源错配难题。特别是在高山、海岛等应用场景下,相较于依赖车辆、人力的传统模式,无人机配送大幅降低了单位配送的资本如车辆、燃油和劳动时间的投入,提高了物流网络的覆盖广度与响应速度,带来资本周转率与劳动生产率提升。尤其在医疗急救、生鲜配送等时效敏感场景,其价值创造效率尤为凸显,并促使企业在运输、仓储、供应链管理等环节进行结构性效率优化。

另一方面,发展低空经济促进公共服务效能提升。在基础设施运维领域,无人机电力巡检系统采用非接触式作业模式,有效规避了作业人员与高压设备的直接接触,能大幅降低极端条件下的作业风险,减少停电损失。据统计,无人机巡检的综合效能较传统人工方式提升十倍以上^[10],显著提升了资本利用效率。在应急管理领域,无人机能够在灾害场景快速提供三维建模、实时侦察、应急通信与精准物资投放,在极短时间内整合并高效利用有限的救援资源,极大提升了应急响应的整体效能与生命财产挽救效率。在城市管理领域,无人机能够在交通事故中实现快速全景扫描、AI自动生成报告、生物识别监测伤情,大幅缩短响应时间,减少因交通瘫痪导致的经济损失,并为生命救援赢得关键时间。

由此可见,低空技术与多场景的深度融合有助于重构生产函数、优化要素配置结构、激发组织与管理范式创新,从而在资本、劳动、技术、数据等关键要素上实现更高边际效率,驱动全要素生产率提升,为新质生产力所追求的“高效能”提供了典范路径。

(三) 质量维度:高质量与新发展理念践行

高质量发展,就是能够很好满足人民日益增长的美好生活需要的发展,是体现新发展理念的发展,是创新成为第一动力、协调成为内生特点、绿色成为普遍形态、开放成为必由之路、共享成为根本目的的发展^[11]。在质量维度上,低空经济以创新、协调、绿色、开放、共享的发展模式,完美诠释了高质量发展的内涵要求。

一是创新发展。创新能力是低空经济产业生态系统的核心竞争力,也是低空经济产业价值链附加值最高的环节^[12]。低空经济创新发展的核心在于构建协同创新体系,这正是高质量发展在创新维度上的内在要求。以深圳为例,在制度创新层面,通过数字化治理平台的应用,电子飞行许可证审批办理时长压缩至17分钟;在产品创新方面,宝安区集中了全国80%的航空传感器研发企业和60%的轻量化材料生产商,构建了从基础材料加工到核心部件制造的完整技术链和创新链,得益于这种产业集聚效应,在深圳开展无人机研发可降低25%的零部件采购成本,同时缩短40%的产品开发周期;在应用场景层面,美团无人机配送系统、东部通航空中观光及“空铁联运”等多元化场景带来商业模式的不断创新和整体经济效率提升。概言之,低空经济通过供给侧的制度创新、技术创新、产品创新与需求侧的场景创新相互作用形成创新合力,实现技术创新与产业升级的协同演进,推动总供给与总需求在更高水平上动态平衡,成为驱动高质量发展的引擎。

二是协调发展。从区域协调层面看,低空经济通过借助直升机、固定翼飞机和无人机等低空交通工具构建“低空走廊”,突破传统二维交通网络的限制,形成立体化的区域联结体系,实现生产要素的跨区域快速流通,有利于发挥城市群辐射带动作用,促进区域一体化发展^[13];从产业协调层面看,低空经济通过产业链纵向延伸和横向拓展,对上游原材料、中游零部件和下游服务业的带动作用突出,形成了显著的乘数效应,基于国际通用航空业的发展实践,低空经济的投入产出比达到1:10,就业拉动比为1:12^[14]。这两个维度的协同作用使低空经济成为区域发展均衡器和产业协调加速器。

三是绿色发展。低空经济的实践符合绿色发展理念,为实现高质量发展注入低碳新动能。从能源利用效率看,eVTOL、无人机等新型航空器大多依赖电力推进系统,能量转化率可达90%以上,较内燃机系统20%~40%的能量转化率实现大幅提升,在截污减排方面具有显著优势。从生态保护方面看,空中物流对地面交通的替代效应减少了扩建道路需求,相应减少土地占用和植被破坏,有利于野生动植物栖息地保护。在环境治理领域,集成了多模态传感设备的无人机监测系统能够智能识别环境违法行为、实时回传违法坐标并发出语音警示。无人机采集的相关数据还可用于建立区域环境质量动态评估模型,为污染治理决策提供量化依据,进一步降低监测成本,提高环境执法响应时效。在农业生产领域,无人机所采集的多维数据可用于指导变量施肥作业、诊断病虫害并精准施药,有效降低面源污染风险。从绿色价值观普及方面看,低空经济的发展可以形成绿色消费示范效应。通过技术具象化路径,使抽象的环保理念转化为可感知的绿色低空飞行器产品,同时通过低碳出行等具体场景重塑公众的环境行为模式。

四是开放发展。在空域开放维度,2010年以来,通过颁布实施《低空空域管理改革意见》《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》等系列政策法规逐步做出低空经济发展的基础性制度安排,为低空经济技术验证和商业模式创新提供空间载体,释放了巨大市场潜力。在资本开放维度,我国低空经济通过资本“走出去”实现全球资源整合。例如,2025年万丰集团收购德国eVTOL开发商Volocopter,通过跨境知识产权转移显著提升技术成熟度。在贸易开放维度,中国多年位居消费级无人机第一出口大国^[15],彰显全球供应链核心地位。在标准开放维度,2025年中日联合牵头制定并发布无人机感知与避障系统国际标准,成功将技术优势转化为标准优势。在产业生态维度,依托低空产业链,各市场主体通过数据、资源、技术协作,构建开放的产业生态系统。低空经济的多维度开放为构建开放型经济体系提供了坚实保障。

五是共享发展。低空经济的发展有助于实现经济发展成果的普惠性分配。一方面,低空基础设施共享促进市场主体公平参与。低空基础设施是各类航空器顺利升降、实现运营的前提,也是推动低空经济应用场景落地并实现产业化的重要切口,我国各地政府加快推进低空起降点、5G-A基站、通感基站等低空基础设施建设,着力构建空天地一体化的低空全覆盖安全网络,保障各类市场主体公平参与低空经济;另一方面,低空飞行普及提升公共服务均等化水平。低空交通工具能够轻松到达传统地面交通不便地区,打破信息壁垒,克服资源离散,从而扩大公共服务的覆盖面^[16],促进发展成果共享。

三、赋能效应:低空经济促进生产力三要素新质提升

习近平总书记深刻阐释了新质生产力的核心要义,精辟指出其“以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵”^[6]。审视生产力三要素的嬗变轨迹,低空经济展现出蓬勃生机,是对劳动力素质、劳动资料形态、劳动对象范畴以及要素组合方式的全方位革新与系统性重构,为厚植新质生产

力提供了坚实沃土,其赋能效应显著而深远。

(一) 加速劳动者素质新质提升

劳动者是劳动过程的能动主体,新质生产力涉及包括复杂劳动和简单劳动在内的各种劳动者质态跃升^[17]。发展低空经济通过效率提升、替代效应和促进城乡要素流动,实现劳动力质的飞跃,从而进一步推动新质生产力发展。

其一,效率提升激发劳动者创新潜能。低空航空器的运用极大降低了劳动者体力负担。使得劳动者从大量重复、高危、高难度和有损健康的作业中解放出来,自由闲暇时间增多,提升综合素质成为可能。例如,运用无人机进行电力巡检等高空作业,极大降低了劳动者从高空坠落的风险,使其有机会转向技术管理岗位;农用无人机植保作业效率是传统手动喷雾器的80~100倍^[18],农民有更多的时间接受技术宣传与培训,更新知识体系,提高劳动技能,向精细化、专业化方向发展。“人机协作”模式还极大地提升了劳动者工作的自由度,劳动者可以自由选择工作时间、工作地点乃至工作方式。低空经济领域颠覆性科技创新推动的生产力进步,让劳动力从生产中解放的同时,也有助于提升劳动力质量。

其二,替代效应倒逼劳动者技能升级。低空经济发展催生了覆盖制造、运营、服务等多个领域的新产业链,岗位结构逐渐从体力劳动向技术密集型转变,需要各种相关专业的人才^[19]。新兴岗位的出现倒逼劳动者提升知识水平与创新能力,从单一技能型人才向复合型人才转型。例如,无人机研发、航空零部件生产等环节,需要大量高技能工程师和技术工人;从事无人机操作与维护工作,劳动者需要学习飞行控制、航拍测绘、设备维修等技能,考取无人机驾驶员执照。新兴服务业如空中物流配送、应急救援、旅游观光等岗位,要求劳动者既掌握专业知识,又具备跨领域协作能力。此外,低空飞行器产生的海量数据,需要借助AI和大数据分析处理,这就要求劳动者具备数据挖掘、算法优化等能力。在“低空+”应用场景不断拓展的趋势下,劳动者只有持续学习掌握“航空技术+行业知识+数字工具”的复合能力才能保持竞争力,这成为加速人力资本积累的重要动力。

其三,要素流动缩小劳动者能力差距。低空旅游和航空文化的普及能够促进技术、资本等要素加速向农村流动,促进城乡技术交流,推动农村劳动者接触新兴技术。无人机物流和医疗配送突破地理限制,使偏远地区劳动者获得与城市同等的教育、医疗等资源成为可能,间接提升劳动者发展潜力。

(二) 促进劳动资料深度转型升级

劳动资料是社会生产力发展的重要“指示器”,其科技属性是辨别生产力水平的重要标志。马克思指出,“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产”^{[20][21]}。发展新质生产力,需要发展新型劳动资料并逐步替代旧的劳动资料。

低空经济驱动劳动资料功能跃迁。低空经济的发展离不开航空器与5G、人工智能、云计算等数字技术的深度融合,这种数实融合的发展方式不断推动劳动工具的功能从机械化执行向智能决策转变。如无人机在植保作业中的运用使劳动资料从依赖经验判断的粗放农机升级为能自主感知环境、精准施药和实时反馈的智能终端,大幅提升作业精度。无人机在电力巡检领域的运用使劳动资料从功能单一的人工工具跃迁为具备红外、激光等多维感知和远程操控能力的智能平台,突破空间限制,提升安全性与信息获取能力。

低空经济实现劳动资料数据化延伸。低空经济催生出以飞行数据为核心的新型劳动资料,实现对传

统物理实体工具的超越与补充。低空飞行器持续生成的地理空间信息、环境监测数据、物流轨迹等海量数据成为驱动生产决策的关键要素。高精度地理信息数据直接作为城市规划和土地管理的核心生产资料；实时物流数据通过算法优化成为调配资源的“无形工具”；结合地面传感器构建的数字孪生模型使劳动资料具备在虚拟空间进行预演、模拟和优化的能力；农业领域的土壤、作物等数据价值已超越传统农具，成为优化生产流程的决定性资料。简言之，数据本身完成了从信息记录到核心生产资料的质变。

低空经济带来劳动资料的系统化重组与协同升级。低空经济深刻改变了劳动资料孤立、分散的使用模式，驱动其向网络化、协同化系统演进。空域既是作业空间也是数字孪生模型的载体与数据流动的通道，无人机等载体既是物理工具也是数据发生器与网络节点。边缘计算与空域资源的结合催生了“空域-算力”融合的新型生产资料组合范式，分布式起降场、5G和卫星通信保障网络、空域交通管理系统(UTM)及航空数据平台等新型基础设施构成支撑低空作业不可或缺的系统性劳动资料，形成了低空运行的“骨骼”与“神经”。

综上所述，低空经济实现了对传统劳动资料的深度重构与升级。劳动资料从单一、静态的物理实体拓展为“天地数”复合体系，这不仅极大地提升了资源利用率，更重新定义了劳动资料的形态与边界，标志着劳动资料向新质形态的关键跃迁。

(三) 引发劳动对象全面系统重塑

更广范围的劳动对象是推动新质生产力发展的重要力量。“在劳动过程中，人的活动借助劳动资料使劳动对象发生预定的变化”^{[20][21]}。作为生产力中不可或缺的要素，劳动对象的质量和种类对生产力的发展有着重要影响。

首先，低空经济带来劳动对象空间维度突破。低空经济最直观的变革是将低空空域本身转化为可运营、可创造价值的劳动对象。传统上被视为非生产性的低空空域资源被系统地划分为物流通道、观光走廊、应急航道等新型劳动对象，商业化运营的城市无人机航线标志着低空空域资源实现了高效的对象化利用。同时，低空航空器的运用使得建筑立面、桥梁缆索等垂直空间被大规模纳入生产性加工范畴，从难以触及的“背景”转变为可直接作用的劳动对象。这种从地表平面向三维立体的根本性拓展，极大地释放了空间资源的潜在价值。

其次，低空经济推动劳动对象数据维度进化。低空经济催生了数据作为核心劳动对象的崛起，并驱动物理对象与其数字映射体实现深度融合与功能互补。低空飞行技术能够高效构建物理世界的高精度数字孪生模型。这些数字孪生体已成为独立且至关重要的劳动对象，在生产流程中发挥独特作用。在虚拟空间中对产品设计、生产流程进行预演、测试和优化能够大幅减少物理试错成本，极大缩短技术转化周期，如在电子科技大学与成都市青羊区共建的航空软件实验室里，通过数字孪生工厂系统模拟飞机部件的全生命周期管理能够帮助企业减少30%的试错成本。此外，发展低空经济还促进了数据流的对象化运营。2024年，全国首个低空经济数据交易专区正式落户重庆江津，开启了低空经济数据流通与交易的新篇章。

在低空经济背景下，劳动对象呈现三大特征：一是超时空性，同一对象可同时在物理空间和数字空间被加工；二是自适应性，智能对象能动态响应劳动需求；三是生态耦合，空域资源、数据流、能源网络形成共生对象体系。低空经济全面系统重塑劳动对象显著拓展了生产活动的可能性边界，为新质生产力的发展提供了前所未有的基础。

四、现实挑战：低空经济赋能新质生产力面临瓶颈

作为一种崭新内涵与范式的生产力样态，低空经济的茁壮成长必然要挣脱原有生产力及其所固化的生产方式的桎梏。

（一）技术替代挤压就业，劳资重构加剧极化

发展低空经济在促使劳动力从传统的体力和经验型劳动向智能化、创造型劳动转变的同时，也带来就业挤出效应、收入极化效应等问题。这些负面影响的本质是技术变革重塑资本有机构成与劳资关系的辩证过程。

首先，技术驱动的资本有机构成提高直接引发就业挤出效应。正如马克思所揭示，“机器体系的这种道路是分解——通过分工来实现，这种分工把工人的操作逐渐变成机械的操作，而达到一定地步，机器就会代替工人”^[21]¹⁹⁵。无人机作为不变资本投入大规模应用压缩了对相应岗位劳动力的需求，这种就业挤出效应在农业植保、线路巡检等程序化作业领域尤为显著，直接导致中等技能岗位的萎缩。例如，农业无人机普及使传统人工喷洒需求下降60%~70%。同时，无人机因配送效率、安全等优势，将会大规模替代外卖员、快递员等高即时配送需求的岗位，目前这些岗位数量超千万^[22]。尽管低空经济发展也催生出大量新兴岗位，然而这类岗位呈现明显的技能集聚特征，技能培训体系滞后使得人力资本积累显著落后于技术扩散速率，劳动力转型和再配置面临现实障碍，当前全国仅6所本科院校设立低空经济交叉学科^[23]，截至2024年8月底，我国无人机实名登记数达198.7万架，颁发无人机驾驶员执照仅22万本^[24]，持证无人机飞手存在大量缺口。新兴产业岗位增长率难以抵消传统岗位衰减率，从而形成就业总量压力。

其次，就业挤出效应通过重构劳资关系，进一步传导并强化了收入极化效应。基于马克思社会再生产理论，资本技术构成的提升会压缩劳动收入份额，低空经济引发的就业结构变迁深刻作用于分配领域。从劳动者内部看，任务偏向型技术进步理论表明，技术进步对技能结构产生技能折旧加速和技能溢价分化的双重冲击^[25]。“低空经济+”使得相关行业中等技能劳动者技能加速折旧，而无人机系统工程师等新兴职业获得超线性技能回报，这种技能溢价的结构分化，导致劳动者基尼系数较传统行业大幅提升。更关键的是从劳资关系视角看，在新技术变革推动下，以平台用工、灵活用工为代表的新就业形态正在替代传统的标准雇佣模式^[26]。低空经济领域平台资本的兴起重构了劳资博弈力量对比，加剧收入极化。一方面，平台通过“无人机+众包”模式将标准劳动关系转化为技术从属关系，这种非正式用工形式通过降低保障、转移风险，系统性压低了劳动收入份额；另一方面，定位与飞行数据监控系统赋予资方对劳动过程“全景敞视”的规训能力，强化了劳动对资本的技术从属，巩固了有利于资本的分配格局，加剧收入两极分化。

在发展新质生产力大潮中，我国必须重视其就业挤出效应和劳动者个体需求，防范技能升级滞后于技术升级、劳动力供需严重错位，避免生产力发展背离人的自由全面发展目标，避免劳动者过多承担创造性破坏的代价。

（二）技术依赖制约发展，资源错配侵蚀创新

低空经济在重塑劳动资料体系过程中亦呈现出显著的辩证特征，一方面促进劳动资料新质跃迁，另一方面也引发技术依赖与技术鸿沟、资源配置失衡等产业升级进程中深层次的结构矛盾，成为制约产业健康、协调、可持续发展的枷锁。

一是技术依赖与技术鸿沟。在技术演进层面,我国高性能轻量化材料和复杂结构制造工艺的研发和应用尚不足,航电系统、航空发动机、大型无人机的芯片和电池等仍较高程度依赖进口^[27],面临核心技术受制于人的结构性困境,导致劳动资料自主创新陷入“引进—模仿”的路径锁定,削弱产业链价值创造能力。更为严峻的是,我国不同区域间低空经济发展存在差距,基础设施建设的区域失衡叠加人力资本储备差异,共同加剧技术鸿沟的扩大趋势。根据赛迪顾问统计,截至2024年2月,中国低空经济企业资源集聚TOP50城市拥有的企业占比全国企业资源比例高达93.3%^[8]。已有研究表明,我国高梯度地区创新资源的集聚效应远远大于扩散效应,加之低梯度地区创新要素持续性外逃,导致我国经济发达地区形成了显著的“创新极化”现象,欠发达地区形成了显著的“创新资源空心化”现象^[28]。这种技术扩散的梯度衰减效应可能引发区域发展动能的结构性断裂。

二是资源配置失衡。低空经济的要素配置效率正面临双重结构性矛盾:一方面,新型基础设施供给不均衡严重制约技术扩散效率;另一方面,资本过度积累引发非理性投资,形成资源浪费的自我强化机制。从空间配置维度观察,低空经济产业资源分布不均,中国低空经济近八成的产业资源聚集于东部和西部地区,其中东部地区聚集了全国53.2%的产业资源,且仅广东一省聚集了全国20.6%的产业资源,以四川和陕西为代表的西部地区聚集了24.8%的产业资源^[29]。从资本配置维度观察,暴露出短期资本主导技术路线选择倾向,可能导致企业在技术领域盲目跟风,致使其他关键领域技术研发因投入不足而停滞。数据显示,2023年中国eVTOL领域投资事件中eVTOL整机制造领域的投融资事件数量最多,占总投融资事件的85.8%,这些投融资事件主要集中在倾转旋翼构型领域^[8]。此外,地方政府在政策驱动下,跟风推进低空产业园建设,规划产能远超实际需求,部分新建园区空置,规划无人机航线实际开通率偏低。这种超前投资与有效需求脱节的状况,造成土地、资金等要素的刚性沉淀,形成“建设即闲置”的现象。更值得警惕的是,资本过度积累可能产生潮涌现象,形成“非理性投资—产能过剩—价格战—创新投入缩减”的负向传导链,最终陷入低端锁定困境,形成资源错配对创新生态的侵蚀效应。

(三) 扰动环境挤占资源, 诱发风险威胁安全

低空经济的快速发展在全面系统重塑劳动对象的同时,亦对其带来潜在挑战,主要表现为生态扰动风险、资源竞争压力和信息安全挑战。若缺乏系统性规制,或将导致生态影响积累、资源分配失衡与安全风险升级的连锁反应,最终对新质生产力发展形成潜在制约。

首先,低空经济规模化发展可能引发环境资源压力与生态扰动等风险。一方面,低空飞行会带来噪声与视觉污染^[30]。尽管当前电动低空航空器已基本消除大气污染,但其旋翼气动特性引发的噪声仍显著影响居民生活。NASA心理声学实验表明,被试者对无人机声辐射比地面交通噪声表现出更高敏感性与不适感,且该效应与飞行高度及水平距离呈强关联^[31]。在视觉层面,航空器数量激增导致密集飞行器在人群上空活动,引发空间压迫感与景观干扰问题。空客公司调研显示,近半数受访者关注飞行高度与时段,忧虑其对天际景观的侵占及情绪影响^[32]。另一方面,高频次低空飞行器运行可能对生物多样性产生影响。研究表明,多旋翼飞行器产生的噪声会使动物感到紧张,影响其正常行为^[33]。低空噪声会惊扰和驱赶鸟类的低空起飞,可能对鸟类栖息地造成空间挤压效应,改变候鸟迁徙路径。再者,动力电池全生命周期管理缺陷将加剧环境风险,电解液泄漏、重金属污染等问题若未建立闭环治理机制,可能引发生态环境次生灾害。

其次,低空经济发展导致传统产业资源竞争加剧。低空经济基础设施布局面临多维资源约束,与传统产业形成空间竞争态势。在土地资源配置方面,通用航空机场、垂直起降场等设施建设需求与农业耕地保护、生态红线区域存在土地利用冲突,引发国土空间资源配置的结构性矛盾。研究指出,能够停泊10架eVTOL的垂直升降机场需要4160平方米的空间,这对高密度的城市建成区是个巨大的挑战^[34]。在空域资源管理方面,目视飞行走廊划设与景区低空观光航线存在时空重叠,产生旅游资源开发与飞行安全保障的矛盾冲突。

第三,低空经济发展存在信息安全风险。首先是协同创新中的信息泄露风险。数字化协同创新模式在提升低空产品研发效率的同时,形成了脆弱性显著的信息交互网络。开放式创新生态系统导致核心知识产权呈离散分布,特别是飞行控制系统源代码、导航算法等关键数据,在供应链协同过程中存在非授权访问风险。其次是运行过程的数据安全威胁。低空经济活动产生的多维数据具有显著战略价值,涵盖飞行器航迹数据、低空地理空间信息、地面关键基础设施数据等敏感维度,涉及国防安全^[35]。当前,我国数据安全防护体系尚存在隐私保护技术应用率不足、跨境数据流动监管盲区、量子计算等新型攻击手段防御能力薄弱等隐患,若关键信息遭地缘政治对手获取,可能诱发复合型国家安全风险。

五、应对挑战:低空经济高质量赋能新质生产力的实践路径

低空经济通过重构劳动资料、拓展劳动对象和升级劳动者技能,正深刻重塑生产力发展范式。然而,低空经济技术依赖性强、基础设施门槛高、安全风险交织等特性也致使其对生产力的赋能效应无法充分发挥。在强化赋能效应的同时积极应对现实挑战,是实现新质生产力高质量发展的关键所在。

(一) 赋能效应强化:构建“技术—设施—场景”三位一体的创新生态

技术创新突破产业瓶颈是释放赋能效应的基石。一是强化国家战略引领与技术体系融合,将低空技术创新纳入国家科技创新顶层设计,重点突破通用航空器整机集成、动力系统等关键子系统技术瓶颈,着力降低核心装备对外依存度,构建自主可控的产业技术体系。二是巩固技术优势并推进智能化升级,持续深化在无人机及电动垂直起降航空器(eVTOL)领域的技术领先地位,加速航空器平台、导航定位、通信中继与空管系统的智能化转型。重点提升高密度空域运行安全冗余度,优化运营经济性,实现安全效能与成本控制的协同发展。三是构建结构合理的技术创新人才梯队。推动高等教育机构设立低空经济交叉学科,强化产教融合的实践型人才培养。同步完善职业资格认证与技能培训体系,提升从业人员专业素养。实施专项人才引进计划,通过政策激励吸引国际高端人才,筑牢低空经济创新的人才基础。

基础设施智能化升级是赋能落地的物理载体。一是推动物理与数字基础设施协同构建。政府在主导布局垂直起降场、能源补给站及维护设施等物理基础设施的同时,积极同步建设数字化空域管理系统、低空智能融合平台、低空物联网架构等数字基础设施体系,集成飞行管控、数据中台及智能决策模块于一体,支撑多源异构系统互联互通,实现空域资源动态调配。二是推动智能融合系统关键技术突破。通过数字航路规划与空管模式转型,构建三维空域地理信息系统,实现厘米级空间建模,建立天地一体通信导航监视(CNS)网络,整合5G-A通信、低轨卫星星座及地面感知节点,开发频谱—空域—网络资源协同管控算法,解决空域开放衍生的核心问题。三是发展星地协同组网架构,强化偏远区域覆盖能力,构建民航、军航、低空物联网三域融合的全域空天信息网络,奠定一网统管的基础。

应用场景与市场扩容是赋能价值的实现通道。当前我国通用航空领域的主要应用场景是农林作业与飞行培训,消费级航空服务存在显著提升空间,需求侧潜力亟待激活。可沿两条主线突破。一是企业端场景深化,着力延伸市场应用产业链,通过跨产业领域融合与多场景应用创新实现突破。应将该产业纳入扩大内需战略框架,在巩固现有物流运输、观光游览、私人航空及应急救援等业态的同时,强化前瞻性布局能力,积极拓展新兴特色服务领域;二是消费端消费市场培育,聚焦模式突破,构建可持续的盈利机制,降低私人飞行审批门槛,发展低空旅游,试点“空中出租车”城际航线,通过消费补贴提升公众接受度。

(二) 现实挑战应对:完善“就业—产业—安全”三维联动的制度体系

聚焦技能再造,健全新就业形态保障。在我国社会主义制度框架下,生产力发展的根本价值目标在于回应人民对美好生活的动态需求。低空经济对就业市场的实际影响取决于就业创造与挤出效应间的动态关系,需恪守创新驱动与民生保障相协同的原则,践行发展成果共享理念,系统评估技术迭代与产业升级的就业传导机制,构建具有就业兼容性的发展范式,优化劳动关系治理体系,完善社会保障制度架构,推动生产力进步与人的全面发展形成互动性促进机制。应开展低空经济对行业、区域、不同就业群体的多维度差异化影响评估,通过优化创业政策生态与就业支持体系,在规范新就业形态发展的同时提升新兴经济部门的就业吸纳效能。一是建立职业技能再造体系。开发“低空经济技能转型图谱”,对受影响劳动者提供转岗补贴,实行链主企业责任制,要求产业链龙头企业带头加强对中等技能劳动者培训,通过设计精准化、分众化的职业培训体系及重点群体就业帮扶机制,破除对职业教育认知局限,强化劳动者技术适应能力以促进产业转型期的人力资本重置。二是健全新就业形态保障网。针对数智化生产引发的用工模式多元化、劳动关系复杂化及流动性增强等特征,依法规制平台用工行为,完善多层次劳动关系协商框架,加强新型灵活就业者社会保障制度创新,构筑系统化民生保障网络,从而在包容性发展范式下实现新质生产力的稳健跃升,如将无人机操作员等工种纳入工伤保险范畴、建立平台企业信用评价系统、通过地方性立法明确灵活就业者权益等。

优化资源配置,稳健推动产业代际协同演进。作为新质生产力的代表,低空经济与传统生产力在技术谱系、要素配置及产业生态层面存在动态传承关系,兼具结构替代与技术赋能双重属性。鉴于我国传统产业规模基数庞大、覆盖领域广泛、经济贡献显著,而低空经济尚未形成主导性增长动能,多代际技术体系与产业形态将在中长期内并存发展。作为保障基础需求的核心载体,传统产业的转型升级既攸关国家发展安全全局,又是孕育新质生产力的关键场域,同时为新兴战略产业提供市场支撑与要素补给。应坚持“先立后破”原则,统筹低空经济发展动力的“内生培育”与传统产业的“韧性维系”,既要加速构建新兴赛道制度环境,实施创新友好型监管范式,又要运用市场化与法治化工具有序引导产业代际衔接与制度平稳转轨,实现生产力体系的渐进式迭代与协同互促。确保低空经济在活力与秩序平衡中发展,规避创新系统性失灵风险。同时,要引导区域基于比较优势对接国家战略,针对欠发达地区发放定制化技能培训补贴,建立国家低空经济区域协调发展基金、东西部技术转移和人才交流专项基金等,不断优化产业空间布局与梯度转移机制,强化技术扩散与集群效应,支持后发地区因地制宜特色化发展低空经济以缩小区域差距。

重构激励约束机制,抑制资本无序扩张。资本作为资源配置的核心媒介与生产要素协同的枢纽,在

培育新质生产力过程中发挥着关键驱动效能。低空经济领域因其高投入强度、长回报周期及显著的不确定性特征，亟需具备跨周期投资视野与风险耐受能力的耐心资本支持。相较于追求短期套利的投机性资本，耐心资本具备创新催化、风险缓释和发展稳定性保障的三重功能，能够支撑前沿技术研发与颠覆性创新，驱动传统产业升级与新兴产业集群化发展，并依托高容错特性为技术转化提供持续性金融支持，这样的长效资本供给是促进低空经济健康持续发展的重要纽带。为激活耐心资本的正向效能，需建立动态投入机制，设计适配产业特性的资本增量通道，发挥我国制度优势，合理运用低空产业专项贷款、长期债券等政策性金融工具，吸引社保、保险等长线资金布局低空产业；完善监管制衡体系，通过设定行为边界规范资本流动，构筑产业资本与金融资本的隔离屏障；健全分配调节制度，优化要素收益分配结构，以包容性增长为导向完善福利共享机制，防范资本无序扩张引发的泡沫化风险、产业空心化及内卷式竞争。

完善低空治理，筑牢安全底线。应加速构建完备的监管法制框架，建立飞行器动态监测网络，抑制低空运行风险，系统性应对低空经济发展带来的多维安全治理挑战。一方面，加强技术柔性治理。在产品研发维度，企业与科研机构应着力提升航空器子系统可靠性，向纵深拓展无人机安全研究，重点关注传感器可靠性、通信链路完整性等模块化安全要素，开发标准化飞行预检程序及规范化操控流程，最大限度规避空中运行故障。针对非法飞行现象，可部署智能电子围栏系统阻断关键空域侵入行为，依托云端监管平台实施全周期飞行数据追踪，同时牵头制定更多国际标准。另一方面，加强法规刚性约束。政府部门应优化空域使用申报机制，构建多主体分级审批通道，推动区域性试点政策向制度化规范转化，明晰适航认证体系与违规惩戒规则。针对隐私侵犯及数据窃取风险，须协同推进技术防护与行政监管双路径：通过立法完善个人信息保障制度，同时运用信号屏蔽等工程手段阻断恶意信息采集，实现法律规制与技术防控的有机融合。

六、结语

低空经济具有高科技、高效能、高质量特征，是新质生产力的典型代表。发展低空经济能够加速劳动者素质新质提升、促进劳动资料深度转型升级、引发劳动对象全面系统重塑，有力赋能新质生产力跃升。发展低空经济也会带来技术失业、资本无序扩张、安全风险等挑战。推动低空经济高质量赋能新质生产力发展需坚持创新驱动与风险治理并重、产业升级与民生保障协同、市场活力与制度规范统一的原则。一方面，要持续提升技术自主可控能力，优化空域资源配置，拓展多元化应用场景，充分释放低空经济的增长动能；另一方面，需完善就业适配机制，引导耐心资本长期投入，筑牢安全监管底线，防范结构性风险。唯有在充分发挥赋能效应与积极应对风险挑战方面双重着力，才能推动低空经济真正成为新质生产力发展的新引擎。

参考文献：

- [1] YAO F,AN X,HE M,et al.Overview and suggestions on the construction of China's low altitude flight service guarantee system[J].Academic Journal of Science and Technology,2022(3):185-190.
- [2] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局.马克思恩格斯文集:第7卷[M].北京:人民出版社,1995.

- [3] 李世杰. 新质生产力赋能海南自由贸易港低空经济发展的实践路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2024(15):76-83.
- [4] 牢牢把握在国家发展大局中的战略定位 奋力开创黑龙江高质量发展新局面[N]. 人民日报, 2023-09-09(01).
- [5] 王珏, 李子成. 低空经济对新质生产力的作用机制与因素分析——基于金融发展与企业集聚的调节效应[J]. 湖北经济学院学报, 2024, 22(3):86-100.
- [6] 习近平. 发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点[J]. 求是, 2024(11):4-8.
- [7] 王宝义. 我国低空经济的技术经济范式分析与发展对策[J]. 中国流通经济, 2024, 38(9):14-26.
- [8] 中国低空经济发展研究报告 2024[EB/OL]. (2024-04-01)[2025-06-12]. <https://xdyanbao.com/doc/x2tr9sb1sb>.
- [9] 王丹, 罗章松. 低空经济赋能农业新质生产力发展: 角色扮演、现实壁垒与破解之道[J]. 农林经济管理学报, 2025, 24(2): 165-173.
- [10] 洪群联. 低空服务业的概念特征、发展条件与推进对策[J]. 经济纵横, 2024(8):45-52.
- [11] 习近平. 开创我国高质量发展新局面[J]. 求是, 2024(12):4-15.
- [12] 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, 46(1):108-117.
- [13] 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.
- [14] 冯超. 中国通用航空发展空间与产业链[J]. 中国流通经济, 2014, 28(5):117-121.
- [15] 贾平凡. 中国民用无人机走俏国际市场[N]. 人民日报海外版, 2025-01-07(010).
- [16] 沈映春. 低空经济:“飞”出新赛道[J]. 人民论坛, 2024(8):74-79.
- [17] 洪银兴, 卞元超. 人才质态跃升与新质生产力[J]. 现代经济探讨, 2025(4):1-7.
- [18] 韩明睿. 无人机在乡村振兴精准农业中的应用研究——基于汉语语言多维视角选择[J]. 农机化研究, 2024, 46(8):211-215.
- [19] 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.
- [20] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯文集:第5卷[M]. 北京:人民出版社, 2009.
- [21] 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. 马克思恩格斯文集:第8卷[M]. 北京:人民出版社, 2009.
- [22] 刘祖兵. 我国低空经济发展的“冷思考”与“因应策”——基于产业风险治理的研究[J]. 经济问题, 2025(6):10-21.
- [23] 李昭玥, 谭吉华, 黄显龙. 低空经济赋能乡村振兴的内在逻辑与实践进路[J]. 西昌学院学报(社会科学版), 2025, 37(4): 32-40.
- [24] 赛迪智库低空经济形势分析课题组. 2025年我国低空经济发展形势展望[N]. 通信产业报, 2025-01-13(012).
- [25] ACEMOGLU D, AUTOR D H. Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings[M]. Handbook of Labor Economics, Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 2021:1043-1171.
- [26] 谢达, 邴丕敬. 新技术变革对我国劳动力市场雇佣关系结构的影响:基于常规任务偏向型技术进步视角的研究[J]. 中国人力资源开发, 2025, 42(2):79-93.
- [27] 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.
- [28] 黄蕊, 金晓彤. 我国区域经济非平衡非充分发展的解决路径:创新资源配置方式的优化与重构——基于后发优势理论视角[J]. 经济问题, 2018(10):1-7, 46.
- [29] 以低空场景应用, 加速亿万级蓝海——“十五五”低空经济发展趋势及落地策略[EB/OL]. (2024-12-05)[2025-05-20]. https://business.sohu.com/a/833462455_378413.
- [30] 王俊潼, 包丹文, 周佳怡, 等. 低空空域规划研究现状与展望[J]. 航空学报, 2025, 46(11):82-107.
- [31] CHRISTIAN A W, CABELL R. Initial Investigation into the Psychoacoustic Properties of Small Unmanned Aerial System Noise [M]. American: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2017:1-21.
- [32] An assessment of public perception of urban air mobility (UAM)[EB/OL]. (2023-06-26)[2025-03-08]. <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlbta136/files/2022-07/Airbus-UTM-public-perception-study%20-urban-air-mobility.pdf>.
- [33] DITMER M A, VINCENT J B, WERDEN L K, et al. Bears show a physiological but limited behavioral response to unmanned aerial vehicles[J]. Current Biology, 2015(17):2278-2283.

- [34] PUKHOVA A, LLORCA C, MORENO A, et al. Flying taxis revived: can urban air mobility reduce road congestion? [J]. *Journal of Urban Mobility*, 2021.
- [35] 钟成林, 胡雪萍. 低空经济高质量发展的新质生产力逻辑与提升路径 [J]. *深圳大学学报(人文社会科学版)*, 2024, 41(5): 84-93.

Low-Altitude Economy and New-Quality Productive Forces: Three-Dimensional Alignment, Empowering Effects, and Practical Paths

WANG Linjia

Abstract: Based on three-dimensional analysis framework of technology, efficiency and quality, the basic characteristics of low-altitude economy are highly aligned with the concepts of New-Quality Productive Forces, and thus can effectively revolutionize the drivers, the efficiency, and the quality of development. From the perspective of the three elements of productive forces, the development of low-altitude economy significantly improve laborers' quality, profoundly transform and upgrade the means of labor, and extensively expand the targets of labor. However, its current development faces problems of imbalance and inadequacy, giving rise to challenges such as employment crowding-out effects, income polarization, core technology dependence and technological divides, imbalanced resource allocation, environmental disturbances, and safety risks. To address these problems, it is essential to build a three-in-one innovation ecosystem featuring technology, infrastructure, and application scenarios, to improve an institutional system of co-working job security, industrial synergy, and safety safeguards, so that, in the process of dynamic adaptation between productive forces and production relations, we can boost the low-altitude economy to empower the quality development of New-Quality Productive Forces.

Keywords: Low-Altitude Economy; New-Quality Productive Forces; three elements of productive forces; total factor productivity

责任编辑:胡金频