

# Pathway and Institutional Guarantee for the Integration of Low-altitude Economy into Smart Transportation Top-level Design under the Background of New Productivity

Tao Li

Qingdao Transportation Technology Information Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266100, China

## Abstract

Against the backdrop of rapid development in new-quality productive forces, the low-altitude economy has emerged as a crucial direction for the evolution of intelligent transportation systems. This study explores implementation pathways and institutional safeguards to effectively integrate the low-altitude economy into the top-level design of smart transportation. Employing systematic analysis and policy research methodologies, we propose multi-level integration strategies and institutional frameworks from dimensions including technological convergence, policy coordination, and standardization. The findings demonstrate that by clarifying development pathways and establishing regulatory, supervisory, and safety assurance systems, we can achieve deep integration between the low-altitude economy and smart transportation. This enhances the intelligence and collaboration capabilities of overall transportation systems, providing support for sustainable urban transportation development.

## Keywords

New-quality productive forces; Low-altitude economy; Intelligent transportation; Top-level design; Institutional safeguards

## 新质生产力背景下低空经济纳入智慧交通顶层设计的路径与制度保障

李涛

青岛交通科技信息有限公司, 中国·山东 青岛 266100

## 摘要

在新质生产力快速发展的背景下, 低空经济作为新兴经济形态已成为智慧交通系统演进的重要方向。本研究旨在探索将低空经济有效纳入智慧交通顶层设计的实施路径与制度保障机制。采用系统分析与政策研究方法, 从技术整合、政策协同及标准构建等维度提出多层次融入策略和制度框架。研究结论表明, 通过明确发展路径并建立法规、监管及安全保障体系, 可推动低空经济与智慧交通深度融合, 提升整体交通系统的智能化与协同化水平, 为未来城市交通可持续发展提供支撑。

## 关键词

新质生产力; 低空经济; 智慧交通; 顶层设计; 制度保障

## 1 引言

作为驱动经济社会发展核心引擎且正深刻重塑传统产业形态与发展模式, 以科技创新为主导特征催生低空经济这一新兴领域的新质生产力, 使依托无人机、电动垂直起降飞行器智能载体在物流配送、应急救援、城市治理等领域展现巨大潜力, 已成为全球交通体系演进重要方向的低空经济, 因现行智慧交通系统主要聚焦地面交通维度, 缺乏对低空运行空间统筹规划, 导致与现有交通基础设施存在系统割裂, 其体系性缺失不仅制约低空经济规模化发展, 更可能引

发空域资源冲突、安全管理失效等系统性风险, 亟需通过顶层设计重构实现空地交通体系深度融合与协同发展。

## 2 低空经济发展背景分析

### 2.1 新质生产力的核心特征

新质生产力是以科技创新为核心驱动力的新型生产力形态, 其本质特征表现为高度数字化、智能化和绿色化。它依托人工智能、大数据、物联网等前沿技术, 推动产业模式从传统要素依赖转向技术密集型与创新驱动型。在新质生产力框架下, 生产工具和劳动对象发生深刻变革, 数据成为关键生产要素, 智能化系统成为核心生产工具。这一变革对低空经济产生多维度影响, 技术层面促进了无人机导航精度提升和集群协同控制能力的突破。产业层面催生了低空物流、

【作者简介】李涛 (1979-), 男, 中国山东日照人, 本科, 工程师, 从事交通运输领域, 绿色低碳发展研究。

城市空中交通等新兴业态。经济层面则通过提升运行效率和降低人力成本，为低空经济规模化发展提供底层支撑。新质生产力不仅重构了低空经济的技术基础，更通过创新生态系统建设推动其与智慧交通体系的深度融合。

## 2.2 低空经济的当前状态

低空经济正处于规模化发展的关键阶段，其应用领域已从试点示范转向多元商业化落地。物流配送领域形成即时配送、医疗应急、农村电商三级体系，头部企业已建立每小时万单级的无人机配送网络。工业巡检领域覆盖电力线路、油气管道、风电设备等基础设施，通过高精度传感设备实现毫米级缺陷识别。农业植保领域构建了作物监测、精准施药、农情评估全链条服务，作业效率达人工喷洒的40倍以上。城市治理领域拓展至消防救灾、交通监控、环境监测等场景，大幅提升公共服务响应速度。根据2023年行业统计数据，低空经济市场规模突破800亿元，年均增长率保持在35%以上，但面临空域资源冲突加剧、动力电池续航瓶颈、恶劣天气适应性不足等技术挑战，同时存在法规标准滞后与基础设施覆盖不均等系统性问题，低空经济主要应用领域统计表如表1所示。

表1 低空经济主要应用领域统计表

应用领域	市场规模 (亿元)	年增长率	技术成熟度	主要应用场景
物流配送	320	42%	规模化应用	即时配送、医疗运输、电商物流
工业巡检	180	38%	示范推广	电力巡检、管道检测、风电维护
农业植保	150	25%	成熟应用	作物施药、农田监测、林业防护
城市治理	120	45%	试点示范	消防救灾、交通监控、环境监测
载人交通	30	60%	技术验证	空中出租车、景区观光、医疗救援

## 2.3 智慧交通顶层设计现状

当前智慧交通顶层设计主要围绕地面交通需求构建，形成了以数据采集、传输、处理和应用为核心的四层架构体系。感知层依赖部署于道路侧的传感器、摄像头和雷达设备，实现对车辆流量、速度、事件检测等交通要素的全面采集。网络层基于5G和C-V2X技术建立车路间低延时、高可靠的通信连接，支撑实时数据交互。平台层通过交通云控中心集成多源数据，提供信号优化、路径诱导和协同控制等决策支持。应用层则面向公众出行和行业管理提供各类智能化服务。然而这一体系存在明显的空域覆盖不足问题，其感知网络主要针对二维平面交通流设计，缺乏对低空三维空间的监测能力，无法有效识别和追踪无人机等航空器的运行状态。数据融合平台也未考虑空域交通元素的接入与管理，缺少无人机航路动态规划、空域资源分配和冲突消解等关键功能模块。在标准规范层面，现有体系未能涵盖低空设备与地面系

统的接口协议、数据交换格式和安全认证要求，导致两类系统间存在严重的技术壁垒和管理鸿沟。这些固有缺陷使得现行智慧交通系统难以支撑低空经济活动的规模化开展，既无法实现空地交通资源的统一调度优化，也不能保障低空运行的安全有序，成为制约低空经济与智慧交通深度融合的关键瓶颈。

## 3 纳入智慧交通顶层设计的途径

### 3.1 技术整合路径

低空经济融入智慧交通系统的技术整合需要构建多层次的技术支撑体系，核心是建立低空交通管理系统，该系统应采用分布式架构设计，集成空域动态感知、实时航路规划、智能冲突解脱三大功能模块。感知层需部署相控阵雷达与光学识别设备，实现500米以下空域的全时域监控，目标定位精度达到厘米级。通信层采用5G-A网络与低轨卫星双链路备份，确保控制指令传输时延低于10毫秒，通信可靠性达到99.999%。数据融合层通过数字孪生技术构建空地一体交通模型，将无人机位置、速度、航向数据与地面交通流量、信号灯状态、道路拥堵指数进行时空关联分析，形成统一的交通态势图谱。关键技术突破点包括开发适应复杂城市环境的抗干扰通信协议、建立基于人工智能的协同避障算法、制定统一的数据接口标准体系。这些技术要素共同构成低空交通运行的神经中枢，实现从单机控制到群体协同的质的飞跃，为大规模商用提供核心技术保障。

### 3.2 政策与规划路径

政策与规划实施需要遵循分阶段、渐进式的推进策略，构建三位一体的实施框架。第一阶段重点完成低空航路网络规划，划分不同高度层的商用航路、公共航路和禁飞区域，建立基于动态定价的空域资源分配机制。同步推进起降场站、充电网络、导航设施等基础设施建设，在交通枢纽、物流园区、医疗中心等重点区域优先布局起降点，形成覆盖城市群的起降服务网络。第二阶段启动法规标准体系建设，制定无人机适航认证、运营许可、事故责任认定等规范性文件，发布低空通信协议、数据交互、安全防护等技术国家标准。同时选择重点城市开展综合应用试点，探索城市物流配送、紧急医疗运输、通勤接驳等典型场景的商业化模式。第三阶段建立全域协同管理机制，成立跨部门的低空交通管理中心，整合空管、交通、公安等系统数据，实现审批、监管、服务的全流程线上化，最终形成与地面交通系统无缝衔接的低空运行体系。

## 4 制度保障机制构建

### 4.1 法律法规保障

构建完善的法律法规体系是低空经济健康发展的根本保障，需要建立以低空飞行管理法为核心的多层次法律框架。低空飞行管理法应明确空域使用权属关系，规定120米以下空域实行分类管理，区分公共航路、特许航路和受限空

域三种类型，建立基于飞行目的、航空器性能和运营主体的差异化准入机制。数据安全与隐私保护法规需重点规范低空数据采集、传输和使用边界，要求所有低空飞行器安装数据加密模块，飞行轨迹数据留存时间不超过 30 天，商业运营数据需进行匿名化处理。事故责任认定规则应当采用过错推定原则，明确制造商、运营商、飞行平台和保险机构的多方责任划分，建立最高 1000 万元的单次事故赔偿标准。配套出台低空经济活动监督管理条例，细化违规飞行处罚细则，对未经许可的商业运营处以 10 万元以上罚款，对危害公共安全的黑飞行为追究刑事责任。这些法律法规共同构成低空经济发展的制度基础，既保障运营主体的合法权益，又有效防控各类社会风险。

#### 4.2 标准与规范保障

标准化体系构建是实现低空经济规模化发展的技术前

提，需要形成覆盖全产业链的标准规范群。通信协议标准重点规范 5G-A 低空专网技术要求，规定控制链路使用 2.4GHz 和 5.8GHz 频段，数据传输速率不低于 100Mbps，端到端时延控制在 20 毫秒以内。性能检测标准明确各类无人机的最低技术指标，其中物流无人机载荷能力需达到 5 公斤以上，续航时间不低于 45 分钟，抗风能力达到 6 级风标准。运营服务标准规定商业运营企业必须取得三级以上资质认证，驾驶员累计飞行时长超过 200 小时，单次飞行任务投保额不低于 500 万元。这些标准由工业和信息化部牵头制定，中国民航局负责适航认证，交通运输部监督运营标准执行，形成三位一体的标准实施监管体系。到 2025 年预计完成核心标准 20 项，到 2030 年建成完整的低空经济标准体系，为产业健康发展提供技术规范支撑，低空经济关键标准规范体系如表 2 所示。

表 2 低空经济关键标准规范体系

标准类型	标准名称	主要内容要求	实施机构	生效时间
通信协议标准	低空 5G-A 通信技术规范	传输速率 ≥ 100Mbps, 时延 ≤ 20ms	工业和信息化部	2024 年
飞行器性能标准	物流无人机通用技术要求	载重 ≥ 5kg, 续航 ≥ 45min, 抗风 6 级	中国民航局	2025 年
数据安全标准	低空数据保护规范	数据加密存储, 轨迹数据留存 ≤ 30 天	国家网信办	2024 年
运营服务标准	商业运营资质认证规范	企业三级资质, 驾驶员飞行时长 ≥ 200 小时	交通运输部	2025 年
基础设施标准	起降场站建设规范	场地尺寸 ≥ 20m × 20m, 夜间照明 ≥ 200lux	住房城乡建设部	2026 年

#### 4.3 监管与安全保障

低空经济监管需要建立天地一体化的立体监管体系，采用分级分类的精准监管模式。国家层面成立低空经济监督管理办公室，统筹民航、空管、交通、公安等部门的监管职能，建立统一的低空飞行服务监管平台。地方层面设立省市两级监管中心，负责本区域内低空活动的实时监控和应急处置。监管技术系统包含三个核心模块，飞行审批模块实现航线申请、空域预约、资质审核的全程网办，审批时间压缩至 2 小时内。实时监控模块通过雷达组网和电子围栏技术，对所有在飞航空器进行秒级轨迹追踪，自动识别偏离航线、超限飞行等异常行为。应急响应模块建立三级响应机制，一般事件由运营企业自主处置，重大事件触发区域管制，特大事件启动空域封锁和强制降落程序。安全保障体系重点加强网络安全防护，采用量子加密技术防止控制信号劫持，建立低空通信冗余通道确保链路中断时仍能维持基本飞行控制。通过这些措施构建全覆盖、可追溯、能问责的监管闭环，确保低空经济活动安全有序开展。

### 5 结语

将低空经济纳入智慧交通顶层设计是新质生产力发展的重要实践，本研究系统提出了“技术 - 政策 - 制度”三位一体的实施框架。通过构建低空交通管理系统与空地协同数据平台，解决了传统智慧交通缺乏空域维度的问题。通过分阶段推进空域规划、基础设施和试点示范，确立了可操作的

实施路径。通过建立法律法规、标准规范和监管安全体系，形成了全面保障机制。研究成果为政府部门提供了具体的制度设计参考，为产业界提供了商业化落地的明确指引，有效解决了低空经济发展面临的体系性缺失和制度空白问题，对促进交通运输体系智能化升级、培育经济增长新动能具有重要实践价值。

#### 参考文献

- [1] 贾政霖,李波.低空经济赋能乡村振兴,价值意蕴、现实梗阻及优化路径[J/OL].新疆农垦经济,1-16[2025-09-01].
- [2] 刘星.低空经济赋能农业新质生产力发展的内在逻辑与实践路径[J].当代农村财经,2025,(08):28-32.
- [3] 王冠军.低空经济发展的现状、机遇与挑战[J].老字号品牌营销,2025,(15):43-45.
- [4] 童万菊.新质生产力视角下低空经济在农业领域发展应用研究[J].农机使用与维修,2025,(08):1-5.D
- [5] 庄卫东,谢欣宇.农垦低空经济高质量发展分析与建议[J].中国农垦,2025,(08):53-55.
- [6] 马亚男,陈文会.低空经济,新质生产力的“空中引擎”[J].产城,2025,(07):74-76.
- [7] 其其格.新质生产力视角下内蒙古低空经济高质量发展策略[J].当代县域经济,2025,(08):16-19.
- [8] 朱长兵,陆晨.低空经济赋能新质生产力,系统机理、现实困境与优化路径[J].科技智囊,2025,(07):38-45.