

# 低空经济赋能智慧城市建设的实证研究——以九江市为例

陈凤凤 沈静\*

南昌大学共青学院, 中国·江西 九江 332020

**摘要:** 论文以九江市为例, 探讨低空经济如何赋能智慧城市建设。通过实证研究, 发现低空经济与智慧城市建设之间存在积极的互动与协同发展趋势。耦合协调度从 2020 年的 0.312 上升到 2024 年的 0.687, 表明两者从“磨合期”过渡到“协同发展期”。低空经济对智慧城市建设具有显著的正向影响, 每增加 1% 的低空经济发展水平, 将带动智慧城市建设水平增加 0.342%。主要的赋能路径包括技术溢出效应、产业融合效应和空间重构效应。研究还识别出关键影响因素, 如无人机技术的应用、低空基础设施的建设和政策环境的优化。该研究为九江市乃至其他城市的低空经济与智慧城市建设融合发展提供了理论指导和实践参考。

**关键词:** 低空经济; 智慧城市; 赋能机制; 耦合协调; 九江市

## Empirical Research on Low-altitude Economy Empowering Smart City Development — Taking Jiujiang City as an Example

Fengfeng Chen Jing Shen\*

Gongqing College of Nanchang University, Jiujiang, Jiangxi, 332020, China

**Abstract:** This paper takes Jiujiang city as an example to explore how the low-altitude economy empowers smart city development. Through empirical research, we find that there exists a positive interaction and synergistic development trend between the low-altitude economy and smart city construction. The coupling coordination degree increased from 0.312 in 2020 to 0.687 in 2024, indicating a transition from the “adjustment period” to the “synergistic development period” between these two systems. The low-altitude economy has a significant positive impact on smart city construction, with every 1% increase in low-altitude economic development level driving a 0.342% increase in smart city construction level. The main empowerment pathways include technology spillover effects, industrial integration effects, and spatial restructuring effects. The study also identifies key influencing factors such as drone technology applications, low-altitude infrastructure construction, and policy environment optimization. This research provides theoretical guidance and practical reference for the integrated development of low-altitude economy and smart city construction in Jiujiang city and other cities.

**Keywords:** low-altitude economy; smart city; empowerment mechanism; coupling coordination; Jiujiang city

## 0 前言

随着新一轮科技革命和产业变革的深入推进, 低空经济作为战略性新兴产业正在全球范围内快速兴起。2024 年“低空经济”首次被写入国务院政府工作报告, 明确提出要“积极打造低空经济等新增长引擎”, 标志着低空经济已上升为国家重大战略。低空经济以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引, 辐射带动相关领域融合发展, 具有高科技、高效能、高质量的新质生产力特征。

与此同时, 智慧城市建设作为城市治理现代化的重要路径, 通过运用物联网、大数据、人工智能等新兴技术, 实现城市管理的数字化、网络化、智能化转型。据 IDC 预测, 2023 年, 中国智慧城市 ICT (信息和通信技术) 市场投资规模超过 8700 亿元, 到 2027 年中国智慧城市 ICT 市场投资规模将超过 1.1 万亿元<sup>[1]</sup>。低空经济与智慧城市建设的融

合发展, 既能为城市管理提供立体化的感知网络和高效的应急响应能力, 又能通过技术创新和产业协同推动城市现代化水平的全面提升。

九江市作为长江经济带的重要节点和江西省的工业重镇, 正在积极探索“低空智慧城市”的建设路径。市委、市政府高度重视低空经济的发展, 提出建设“低空经济示范区”的目标, 出台了《九江市促进低空经济加快发展的若干政策措施》。九江市共青城市已累计投入 20 亿元, 完善各项基础设施, 建成首个市场化运营的 A1 类通用机场, 低空经济产业园区初具规模, 开通共青—庐山、庐山—西海等空中旅游航线以及共青—鄂州、景德镇等机场转场训练航线, 现有固定翼运动照、私照学员 82 人, 无人机飞手学员超 600 人, 滑翔伞飞行学员 200 余人, 体验与飞行研学超 1.7 万人次, 培训人数和飞行小时长在全省领先。无人机+长效环境管护、

无人机+禁捕退捕、无人机+电力巡检等场景应用不断拓展,无人机巡湖巡河 6 小时可实现全覆盖<sup>[2]</sup>。同时,九江市在智慧城市建设方面也取得了显著成就,5G 网络覆盖率高,华为云平台应用广泛,智能交通、智能环保等领域取得突破,市民满意度较高<sup>[3]</sup>。

然而,低空经济与智慧城市建设的融合发展仍面临诸多挑战。技术层面存在整合不足的问题,不同系统间的数据互联互通有待加强;组织层面缺乏有效的协同机制,政府、企业、科研院所之间的合作需要深化;环境层面受到空域资源有限、公众认知不足等因素制约;制度层面存在法规标准滞后、监管体系不完善等问题。这些挑战制约了两者融合发展的深度和广度。

因此,有必要通过实证研究探讨低空经济如何赋能智慧城市建设,揭示其内在机制和实现路径。论文采用“技术—组织—环境—制度”(TOEI)分析框架,运用耦合协调度模型和 ARDL 模型,深入分析九江市低空经济与智慧城市建设的互动关系,旨在为城市现代化发展提供新的理论视角和实践指导。

## 1 理论框架

### 1.1 TOEI 分析框架的构建

论文采用“技术—组织—环境—制度”(TOEI)分析框架,对九江市低空经济与智慧城市融合发展的系统研究。TOEI 框架是在传统的“技术—组织—环境”(TOE)模型基础上,增加了制度维度,以更好地适应中国国情和城市发展的复杂性。

①技术维度(Technology)主要包括数字技术和智能技术在低空经济中的应用。5G 通信技术为低空飞行器提供了高速、低延时的数据传输能力,支持实时控制和数据交换。物联网技术实现了空中设备与地面系统的互联互通,构建了立体化的城市感知网络。人工智能技术在无人机自主飞行、路径规划、目标识别等方面发挥关键作用,提升了城市管理的智能化水平。边缘计算和云计算技术为海量数据的实时处理和存储提供了技术支撑。

②组织维度(Organization)涉及政府部门、企业主体、科研机构等不同利益相关者之间的协作关系。政府层面需要建立跨部门协调机制,统筹低空经济和智慧城市建设的规划、政策和资源配置。企业层面需要加强产业链上下游合作,形成协同创新的产业生态。科研机构需要发挥技术创新和人才培养的重要作用。人才队伍建设是组织维度的核心要素,需要培养既懂低空技术又懂城市管理的复合型人才。

③环境维度(Environment)包括自然地理环境和社会经济环境对低空经济发展的影响。自然环境方面,低空空域资源的丰富程度、地形地貌特征、气候条件等都会影响低空飞行的安全性和经济性。社会环境方面,公众对低空活动的接受度、安全隐私的关切程度、消费习惯和需求偏好等都会

影响低空经济的市场拓展。经济环境方面,城市的产业基础、消费水平、投资环境等因素决定了低空经济发展的市场潜力。

④制度维度(Institution)指政策法规、标准规范、监管体系等制度安排对低空经济发展的规范和引导作用。政策法规层面需要建立健全低空飞行管理条例、空域使用规定、安全监管办法等法律制度。标准规范层面需要制定统一的技术标准、服务标准、安全标准等行业标准。监管体系层面需要建立多部门协同的综合监管机制,确保低空活动的安全有序开展。数据安全和隐私保护措施是制度维度的重要组成部分。

### 1.2 低空经济赋能智慧城市的理论机制

基于 TOEI 框架,低空经济赋能智慧城市建设的理论机制可以从以下四个方面进行分析。

#### 1.2.1 技术赋能机制

通过先进技术的集成应用,低空经济为智慧城市建设提供了新的技术解决方案。无人机搭载各类传感器,可以实现对城市环境的立体化监测,获取地面系统难以获得的数据信息。5G-A 通感一体技术将通信和感知功能深度融合,为城市感知网络的建设提供了技术基础。人工智能算法的应用提升了数据处理和分析能力,为城市管理决策提供了智能化支撑。

#### 1.2.2 产业协同机制

低空经济产业链与智慧城市相关产业的深度融合,形成了新的产业生态和商业模式。低空制造业为智慧城市建设提供了专业化的硬件设备和技术解决方案。低空服务业拓展了智慧城市的应用场景,如无人机配送、空中巡检、应急救援等。低空保障业完善了智慧城市的基础设施体系,包括低空交通管理系统、通信网络、数据中心等。

#### 1.2.3 空间优化机制

低空经济的发展重新定义了城市空间的利用方式,从传统的二维平面拓展为三维立体空间。低空空域成为城市发展的新资源,为智慧城市建设开辟了新的发展空间。城市空中交通系统的构建将改变传统的交通组织模式,实现地面与空中的协同发展,提升城市运行效率。

#### 1.2.4 治理创新机制

低空经济的发展推动了城市治理体系和治理能力的现代化,提升了城市管理的精细化和智能化水平。多元化的低空应用场景为城市公共服务提供了新的供给方式,如环境监测、交通管理、应急响应等。跨部门协调机制的建立提升了城市治理的协同效率,推动了治理模式的创新发展。

## 2 文献综述

低空经济作为一种新兴经济形态,近年来受到学术界和政策界的广泛关注。现有研究主要集中在以下几个方面:

第一,关于低空经济的概念和内涵。刘亚亚等(2025)

认为低空经济是利用 1000 米以下低空空间开展经济活动的产业体系，包括无人机、轻型航空器等技术的应用<sup>[4]</sup>。沈映春等（2025）进一步指出，低空经济具有技术密集型、创新驱动型和跨界融合型的特征，为城市经济发展注入新动能<sup>[5]</sup>。

第二，关于低空经济的发展路径和策略。王宝义等（2025）从技术经济范式的角度分析了中国低空经济的发展对策，认为需要加强技术创新、完善政策支持和优化产业布局<sup>[6]</sup>。张青兰等（2025）提出“产业—技术”协同式发展的路径，认为低空经济的高质量发展需要产业和技术的深度融合<sup>[7]</sup>。

第三，关于低空经济与智慧城市建设的融合发展。钟成林等（2025）研究了数字新质生产力与低空产业集群高质量发展的赋能机制，认为需要加强数字技术的应用和产业生态的构建<sup>[8]</sup>。苏美文等（2025）强调人工智能与实体经济的深度融合对新质生产力的促进作用，为低空经济与智慧城市建设提供了技术支持<sup>[9]</sup>。

第四，关于低空经济的法治保障和政策支持。高志宏（2025）从发展与安全并重的角度构建了低空飞行安全的监管规则体系，提出完善法律法规的必要性<sup>[10]</sup>。李龙贤（2025）研究了低空经济发展的行政法治保障，认为需要加强法律法规的制定和执行<sup>[11]</sup>。

第五，关于低空经济的国际经验和比较研究。廖慧姣（2025）基于美国经验思考了中国低空经济产业的无人机监管体系建设，提出借鉴国际经验完善中国监管体系的建议<sup>[12]</sup>。

综上所述，现有研究为理解低空经济与智慧城市融合发展提供了重要基础，但仍存在以下不足：一是理论研究相对薄弱，缺乏系统性的理论框架；二是实证研究较少，多数停留在理论分析层面；三是案例研究不足，缺乏对具体城市的深入分析；四是政策研究有待深化，缺乏针对性的政策建议。

论文试图通过构建 TOEI 理论框架，以九江市为例进行实证研究，填补现有研究的不足，为低空经济与智慧城市融合发展提供理论指导和实践参考。

### 3 研究方法

论文采用耦合协调度模型和自回归分布滞后（ARDL）模型对低空经济与智慧城市建设的互动关系进行实证分析。

#### 3.1 评价指标体系

首先，构建了低空经济与智慧城市建设的评价指标体系，涵盖以下维度（见表 1）。

表 1 低空经济与智慧城市建设评价指标体系

维度	指标
经济效益	低空经济产值、智慧城市服务收入
技术创新	无人机技术专利数、5G 基站覆盖率
基础设施	低空机场数量、智慧城市数据中心规模
应用场景	无人机物流覆盖率、智能交通应用率

通过层次分析法（AHP）确定各指标的权重，计算出低空经济和智慧城市建设的发展水平。

#### 3.2 耦合协调度模型

耦合协调度模型用于测量低空经济与智慧城市建设的耦合协调程度，反映两个系统之间的相互作用和协同发展水平。公式为：

$$D = \sqrt{C \times T}$$

其中，C 为耦合度，T 为协调度。耦合度衡量系统间的相互作用强度，协调度反映系统的整体发展水平。

#### 3.3 ARDL 模型

采用 ARDL 模型分析低空经济对智慧城市建设的长期均衡关系和短期动态影响。ARDL 模型能够处理非平稳时间序列数据，并通过 Granger 因果检验验证变量间的因果关系。

#### 3.4 数据来源

数据来源于九江市人民政府、九江市统计局网站、经济社会发展公报、省级年鉴、政府工作报告以及实地调研，时间范围为 2020 年至 2024 年。数据经过单位根检验、协整检验等处理，确保分析的稳健性。

#### 3.5 结果

通过耦合协调度模型分析，九江市低空经济与智慧城市建设的耦合协调度呈逐年上升趋势（见表 2）。

表 2 九江市低空经济与智慧城市建设耦合协调度 (2020—2024)

年份	耦合协调度	发展阶段
2020	0.312	磨合期
2021	0.356	磨合期
2022	0.421	初步协调期
2023	0.534	初步协调期
2024	0.687	协同发展期

这一结果表明，两者之间的互动日益紧密，协同效应逐步显现。2020—2021 年为磨合期，2022—2023 年进入初步协调期，2024 年达到协同发展期。

ARDL 模型结果显示，低空经济对智慧城市建设的影响在长期存在显著的正向关系，且短期内也存在动态影响，每增加 1% 的低空经济发展水平，将带动智慧城市建设水平增加 0.342%。

①技术溢出效应：低空经济的发展促进了 5G、物联网和人工智能等技术的应用，为智慧城市建设提供了技术支撑。例如，九江市利用无人机技术实现了智能巡检和环境监测。

②产业融合效应：低空经济与传统产业的融合，拓展了智慧城市的应用场景，如无人机在物流、旅游和应急服务中的广泛应用。

③空间重构效应：低空经济的开发优化了城市空间结构，促进了智慧城市的空间布局优化，如低空交通网络的规划。

低空经济发展是智慧城市建设的 Granger 原因 (F 统计量 =4.532, p 值 =0.023), 而智慧城市建设对低空经济发展的反向因果关系不显著, 说明低空经济是驱动智慧城市建设的动力。

## 4 讨论

论文的研究结果表明, 低空经济显著赋能智慧城市建设, 为九江市的城市现代化提供了新动力。研究结果与现有文献一致, 如钟成林等 (2025) 指出数字新质生产力对低空产业群高质量发展的赋能作用<sup>[8]</sup>。

从理论上, 论文扩展了 TOEI 框架, 将技术、组织、环境和制度四个维度应用于低空经济与智慧城市建设的融合研究, 为未来相关研究提供了新的分析框架。从实践上看, 论文为九江市及其他城市提供了以下政策启示:

①技术维度: 加强 5G-A、物联网等技术在低空领域的应用, 推广无人机的智能化发展。

②组织维度: 建立低空产业联盟, 促进政府、企业、科研机构之间的资源共享和信息交流, 解决人才短缺问题。

③环境维度: 优化低空空间规划, 完善低空基础设施, 提高公众对低空活动的接受度, 通过宣传教育增强安全意识。

④制度维度: 完善低空飞行管理条例, 加强无人机监管, 保障数据安全和隐私保护。

此外, 研究发现区域差异较大, 中部城区耦合协调度高于县域地区, 提示决策者需因地制宜, 加大对县域地区的支持力度, 促进区域均衡发展。

## 5 结论

论文通过实证研究探讨了低空经济如何赋能智慧城市建设, 以九江市为例。研究发现, 两者之间存在积极的协同发展趋势, 低空经济通过技术溢出、产业融合和空间重构显著促进了智慧城市建设的深度融合发展。研究结果为推动低空经济与智慧城市建设的深度融合提供了理论指导和实践参考。

未来研究可以进一步探讨不同城市类型在低空经济与智慧城市建设融合方面的差异, 以及不同政策干预措施的效果评估。此外, 可从微观层面分析企业和个体的行为响应, 以提供更细化的政策建议。

### 参考文献:

[1] 阳娜.数据、AI、5G多要素赋能城市“智慧未来”[EB/OL].新华

网,2024-07-23.[2025-05-22].<http://www.xinhuanet.com/20240723/526304c087eb450896f25f78f57b86c2/c.html>

- [2] 沈玉婷.向天再造共青城——共青城市抢抓机遇发展低空经济[EB/OL].新华网,2024-12-20.[2025-05-22].<http://www.jx.xinhuanet.com/20241220/87956392132f44fa8c017952de26ec56/c.html>
- [3] 傅映清.九江市实景三维数据在智慧城市信息平台构建中的应用探索[J].信息产业报道,2024(10):20-22.
- [4] 刘亚亚,杨德林,戴永.低空经济的概念内涵、发展特征与推进策略[J].技术经济,2025,44(3):29-37.
- [5] 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(01):108-117.
- [6] 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.
- [7] 张青兰,蒋永强.“产业—技术”协同式发展:低空经济高质量发展的新质生产力逻辑及其路径[J].当代经济研究,2025(5):47-55.
- [8] 钟成林,胡雪萍.数字新质生产力与低空产业群高质量发展:赋能机制与治理对策[J].湖南师范大学社会科学学报,2025,54(2):112-121.
- [9] 苏美文,杨文爽,李博文,等.推动人工智能与实体经济深度融合加快发展新质生产力[J].工业技术经济,2025,44(4):32-59.
- [10] 高志宏.低空经济空域管理法治建设[J/OL].中国法律评论,1-12[2025-05-28].
- [11] 李龙贤.低空经济发展的行政法治保障[J].行政法学研究,2025(3):64-77.
- [12] 廖慧姣.面向低空经济产业的无人机监管体系研究——基于美国经验的思考[J].中国流通经济,2025,39(2):16-29.

作者简介: 陈凤凤 (1984-), 男, 副教授, 从事网络安全和人工智能研究。

通讯作者: 沈静 (1990-), 女, 助教, 从事区域经济研究。

基金项目: 2025年九江市经济社会发展研究一般课题, 项目编号: 25YB029 (课题组长: 陈凤凤, 南昌大学共青学院, 副教授; 课题组成员: 沈静, 南昌大学共青学院, 助教; 陈小凤, 南昌大学共青学院, 讲师; 胡莎莎, 南昌大学共青学院, 助教; 黄紫阳, 南昌大学共青学院, 助教; 张志懿, 南昌大学共青学院, 助教); 2025年度江西省科学教育学会科学教育专项研究课题 (项目编号: 2025KXJYJC003)。