

DOI: 10.16799/j.cnki.csdqfh.241060

# 基于泛在智联基础设施的低空经济探索与展望 ——以河北雄安新区为例

黄哲<sup>1</sup>, 李善伟<sup>2</sup>, 王爱华<sup>3</sup>

[1. 河北雄安新区管理委员会建设和交通管理局, 河北 雄安新区 071799; 2. 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司天津分公司, 天津市 300202; 3. 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

**摘要:** 低空经济作为新质生产力的代表, 高度契合雄安新区高质量发展的总体要求。通过以智联基础设施为切入点, 梳理国内外低空经济的发展现状, 提出了涵盖物理基础设施、信息基础设施、公共航路设施的雄安新区低空智联基础设施体系, 探究了低空经济的发展路径, 基于对雄安新区发展低空经济的基础和优势剖析, 提出了后续发展思路, 以基础设施的小切口促进低空经济的大提升。

**关键词:** 低空经济; 雄安新区; 新质生产力; 基础设施体系; 实施路径

中图分类号: U8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0001-06

## Exploration and Reflection on the Low-altitude Economy Based on Ubiquitous Smart Connectivity Infrastructure——Taking Xiong'an New Area in Hebei Province as an Example

HUANG Zhe<sup>1</sup>, LI Shanwei<sup>2</sup>, WANG Aihua<sup>3</sup>

[1. Hebei Xiong'an New Area Management Committee Construction and Transportation Management Bureau, Xiong'an New Area 071799, China; 2. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd. Tianjin Branch, 200092, Shanghai, China; 3. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

**Abstract:** As a representative of new productive forces, the low-altitude economy highly aligns with the overall requirements of high-quality development in the Xiong'an New Area. The intelligent infrastructure is taken as the starting point by reviewing the current development status of the low-altitude economy at home and abroad so as to propose a low-altitude intelligent infrastructure system for the Xiong'an New Area, covering physical infrastructure, information infrastructure, and public air route infrastructure. It explores the development path of the low-altitude economy, and based on the analysis of the foundation and advantages of developing the low-altitude economy in the Xiong'an New Area, puts forward the subsequent development ideas, promoting the great improvement of the low-altitude economy through the small incision of infrastructure.

**Keywords:** low-altitude economy; Xiong'an New Area; new quality productivity; infrastructure system; implementation path

## 0 引言

2021年2月,《国家综合立体交通网规划纲要》<sup>[1]</sup>正式发布,首次将“低空经济”概念纳入国家规划之中。低空经济是指以有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为核心,推动相关领域协同发展的经济模式。纲要中明确提出了发展交通运

输平台经济、枢纽经济、通道经济以及低空经济的目标。2023年12月,中央经济工作会议强调了发展生物制造、商业航天、低空经济等战略性新兴产业的重要性。2024年7月,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》中再次重申了发展通用航空和低空经济的重要性。低空经济的发展对于推动经济结构升级、提升国家综合交通体系的现代化水平具有重要意义。

2024年5月10日,习近平总书记视察雄安新区时指出,要在建设立体化综合交通网络上下功夫。雄安新区围绕“汇创新、谋赛道、聚产业”,正系统推

收稿日期: 2024-10-31

作者简介: 黄哲(1993—),男,工学硕士,从事交通管理工作。

通信作者: 李善伟(1988—),男,硕士,高级工程师,从事市政工程设计工作。电子信箱: lishanwei@smedi.com

进产业创新发展,加快形成新质生产力。低空经济产业链条长、应用场景丰富,具有高科技、高效能、高质量等特征,符合新发展理念,是新质生产力的代表。

### 1 低空经济发展现状

当前,国内低空经济应用场景持续拓展,众多知名企业加快业务创新探索,全国无人机试验区增至20家,顺丰探索无人机航空运营(试点)业务创新、京东持续推进全国范围内无人机物流配送业务升级、美团加快无人机配送航线试点、东部通航打造低空“的士”等,将不断催生更多新场景、新应用和新业态。各地方也在积极推动相关政策发展,30余省市出台相关产业政策,海南、安徽、四川等地区颁布通用航空专项政策。深圳出台《深圳经济特区低空经济产业促进条例》,从体制机制、技术创新、基础设施、应用场景、产业要素等多方面推动产业发展;合肥出台《合肥市低空经济发展行动计划(2023—2025年)》,聚焦“空间保障、产业集聚、场景示范、设施建设”四大领域打造“低空之城”。近年来,我国无人机民用化进程加快,无人机市场规模增长迅速,近几年来中国无人机市场规模变化如图1所示。“十五五”时期,我国尚未出台政策文件的各地方将加快低空经济产业布局,进一步落实操作层面的政策文件,推动低空经济市场持续发展<sup>[2]</sup>。

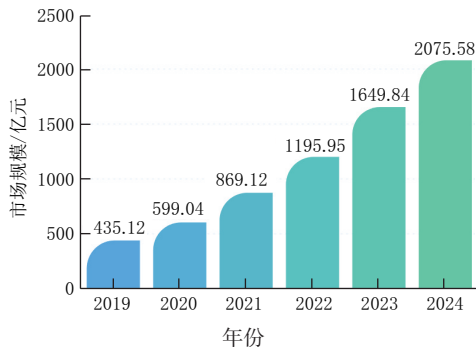


图1 中国无人机市场规模变化图

由图2对比可知,目前国内对低空经济相关理论研究仍处于起步阶段。沈映春等人<sup>[3]</sup>提出了“政产学研用金”的低空经济开放式创新生态模式,并从完善低空产业政策环境、推进和筑牢低空基础设施建设、坚持科技创新引领发展、提升低空产业生态数字化水平、拓展低空产品应用与消费、推动各方主体开放合作、优化低空产业金融服务体系等方面提出了相应的对策建议。韩玮等人<sup>[4]</sup>探讨了低空经济的概念、发展现状以及面临的挑战,并提出了相应的建议,即从健全政策法规体系、坚持创新驱动发展、加大市场开拓力度、完善安全监管机制等方面入手,推

动低空经济高质量发展。战昭磊等人<sup>[5]</sup>分析了我国低空经济发展的现状和制约因素,并提出了构建现代化产业体系、集成化政策体系、协同化动力体系和系统化支撑体系的路径选择。张奇等人<sup>[6]</sup>结合深圳实际情况,提出了直升机起降点布局规划的技术路径和实施保障措施,并展望了未来直升机起降点设施规划的发展方向。张公一等人<sup>[7]</sup>提出了数字技术驱动低空经济发展的实践路径,包括加快新型基础设施建设、推进产业融合发展、完善低空产业生态体系、抓好政策措施落地见效和加强科技创新人才培养等。综上所述,国内相关学者对低空经济的理论逻辑、产业体系以及实现路径等均有较为深入的研究,但对于支撑低空经济的最基本保障——基础设施体系的相关论述仍然较少,难以支撑低空经济高质量运行发展。

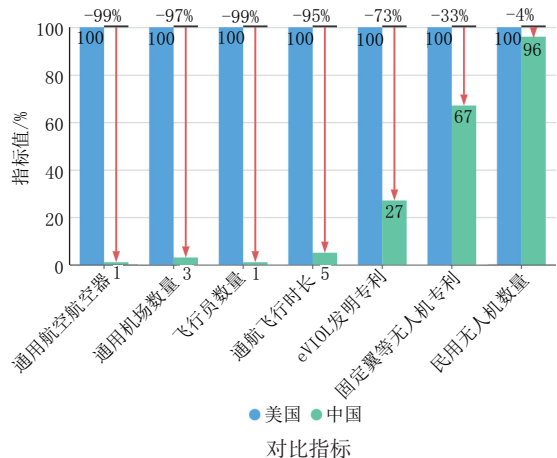


图2 中美在低空经济各领域中的指标对比

### 2 低空基础设施发展路径

随着低空经济的快速发展,建设智能化、绿色化、人文化、协调化的低空交通基础设施已成为满足社会需求的关键。低空基础设施的发展路径包括:首先,推动智能化、绿色化建设,利用数字化和网联化技术提升低空交通的安全性和效率;其次,整合城市信息模型(City Information Modeling, CIM),为交通规划和管理提供数据支持;接着,强化绿色低碳发展与无障碍设施建设,满足多样化出行需求;然后,促进区域协调发展,实现低空交通的一体化;最后,构建立体交通体系,有效融合低空与地面交通,提高物流效率与公共服务水平。

#### 2.1 推进低空交通智慧发展

##### 2.1.1 推进低空交通基础设施数字化、网联化

推动卫星通信技术、新一代通信技术、高分辨率

遥感卫星和人工智能等行业的应用,建立一个全面、可替代且确保安全的北斗高精度基础服务网络,以促进北斗终端在产业中的规模化应用。

### 2.1.2 推动城市CIM模型技术创新应用

城市信息模型(City Information Modeling, CIM)技术作为低空数字底座的核心组成部分,扮演着至关重要的角色。CIM模型不仅包括建筑物的三维表现,还整合了城市地理、交通、环境、公共设施及其他重要信息,为低空交通系统的规划、运营和管理提供了一个全面的、高度集成的数据平台。

### 2.1.3 全方位布局低空感知系统

部署多种感知技术的低空感知系统是确保低空交通安全的关键。系统需与交通基础设施同步规划,建设关键区域的主动预警设施,提升监测与管控能力。这种全方位的布局能为低空飞行器提供实时、精确的环境信息,保障其安全高效运行。

## 2.2 推进低空交通绿色发展和人文建设

### 2.2.1 推进低空交通绿色低碳发展

推动交通基础设施与生态环境的和谐发展,强化可再生能源、新能源、清洁能源设备的更新和废旧建材的循环利用,推进低空交通能源动力系统的清洁、低碳和高效发展,改善和调整运输结构,促进多种方式联运型物流园区和低空专用线的建设。

### 2.2.2 加强低空交通人文建设

优化低空交通基础设施、装备功能及服务标准规范,以适应不同人群出行的多样化和个性化需求。增强无障碍设施和设备的建设,提升特殊人群出行的便利性和服务质量。完善老年人低空交通服务体系,以应对老龄化社会对低空交通的需求。

## 2.3 推进低空交通协调发展

### 2.3.1 推进京津冀低空交通统筹发展

在京津冀地区,雄安新区是低空发展战略的关键,对于促进该区域低空交通的整体发展极为关键。为了加速京津冀交通的一体化进程,构建世界顶级的交通网络,雄安新区的低空交通系统建设必须达到高标准、高质量。

### 2.3.2 推进雄安内部低空交通一体化发展

在雄安新区,应探索建立低空起降站点,推动城市低空交通服务的发展,打造一个高效的都市群内部空中交通网络。加强低空交通与地面交通的连接,形成高效的“门到门”通勤方式,从而改善居民的出行体验。

### 2.3.3 推进雄安城乡低空交通运输一体化发展

推动城乡低空交通基础设施的一体化规划与建设,改善乡村交通条件,提升城乡公共服务的均等化水平,促进雄安经济的平衡发展。

## 2.4 建设与低空交通相融合的立体交通体系

### 2.4.1 完善低空交通综合立体的对外交通系统

雄安新区对外交通枢纽可作为天然的垂直起降设施,对外枢纽与城市起降点间布局低空接驳航线,实现新区内部交通与对外交通系统的快速衔接。新区的规划中,构建了一个“三主两辅”的综合交通枢纽体系。在这个体系中,“三主”包括雄安高铁站,其将利用国家高速铁路网络,实现与全国各主要城市的便捷连接。另一个“主”是雄安城际站,位于启动区,旨在实现与京津冀地区核心城市的直接连通。在两个主要交通枢纽的规划中,引入低空交通系统,这将大大提升新区与京津冀地区及其他全国各地之间交通的时效性和便捷性。

### 2.4.2 建立低空交通丰富便捷高效的雄安交通体系

正如高楼大厦能够更高效地使用城市有限的土地资源,城市空中交通同样能通过利用三维空间来减轻地面交通的压力。首先在城市内部尝试开展针对特定人群流动模式的定期低空公共交通服务,然后逐步探索由一个统一平台管理的按需“空中出租车”和“共享航班”服务模式。创新丰富新区内部出行的交通方式,通过起降设施的合理规划布局,与地面公交、轨道交通、小汽车等交通方式的高效融合,提高交通系统运行的整体效率。

### 2.4.3 低空交通助力构建集约共享的物流体系

将高速公路服务区转变为陆空联合的物流仓储配送中心,使得货运车辆无需离开高速公路即可完成卸货和配货工作。同时,利用无人机及其他运输方式,对周边地区,尤其是偏远乡村进行货物配送。进一步地,将高速公路服务区的功能拓展至交通战备、医疗救援、紧急救援、货运物流、农业林业作业、旅游观光、公务出行等领域,实现空中与公路交通资源的最优配置和最大化利用。京雄高速和荣乌高速已经具备智慧化设施,适宜作为服务区无人机物流配送的试点项目。

## 3 雄安发展低空经济的基础和优势

### 3.1 新区物理城市建设初显成效,为试点工作提供有力支撑

容东片区全域153 km数字道路上建成的超过



7 000根通电通网的多功能信息杆柱可为100 kg内无人机巢提供安装部署环境,降低业务开展成本。启动区规划了15个直升机起降点,建成后可作为城市空中交通工具停泊中转站,满足各类无人载具起降。新建片区陆续投用配送中心和快递服务站,吸引各类物流快递企业加入“雄安共配”物流体系,物流基础为空中交通试点提供场景支撑。新区全域5G地面宏基站数量丰富,实现低空300 m以下空域覆盖,可以为大部分中小型无人机提供高速网络服务。图3所示为雄安新区共同配送体系,这一体系不仅优化了配送效率,也支持了区域内的物流发展,促进资源的集约共享。



图3 雄安新区共同配送体系

### 3.2 新区适度超前布局数字设施,为试点工作提供智算保障

国内领先的城市计算中心为空中交通管理试点提供算力支持,功能强大的综合数据平台则为其提供数据平台支撑。视频一张网根据城市空中交通管理试点需求,提供高性能视频分析能力支持,而新区物联网统一开放平台则为空中交通管理试点提供物联网能力支撑。此外,数字雄安CIM平台为试点提供地面地形数据的支撑。图4所示为雄安新区的智能城市计算与交通管理架构,左侧部分显示了雄安新区的块数据平台、视频一张网平台、物联网平台,以及交通网、通信网和能源网的基础设施,右侧则展示了“雄安城市大脑”的具体构成,包括交通子脑和政务子脑,通过超级计算和边缘计算为空中交通管理试点提供强大的算力和数据支撑,形成完整的城市智能管理体系。

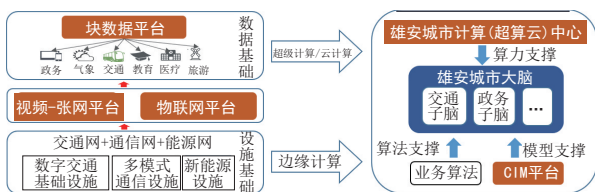


图4 雄安新区“一中心四平台”智慧城市体系

### 3.3 新区积极探索空中交通应用,为试点工作开展创造条件

基于5G-A技术,在悦容公园搭建通感一体化实

验网络,在保障低空飞行器通信同时,实现对低空飞行器位置感知,降低监管业务开展成本。通过无人机对东西轴线开展全线巡检工作,在白洋淀建立了数字综合管理平台,实现了无人机对水域坑塘的初步视频巡查。而在新区“千年秀林”中,无人机应用得到了广泛使用,采用搭载5G高清云台的无人机,实现林区的监控和异常情况的跟踪,这已经成为空中交通管理的现实应用场景。

图5所示为雄安新区白洋淀的无人机巡检场景。结合5G技术及数字化管理平台,无人机能够实时监控和采集数据,为新区的空中交通管理及生态环境保护提供了重要支持。



图5 雄安新区白洋淀巡检场景

## 4 雄安新区低空智联基础设施体系

低空经济配套基础设施对低空经济的运行起到至关重要的支撑作用,满足保障低空经济在“异构、高密度、高频次、高复杂度”的情况下正常运转的基本要求<sup>[8]</sup>。

综合考虑雄安新区的区位条件、空域资源、应用需求等多方面因素,坚持绿色发展、节约集约的原则,适度超前布局了低空经济配套基础设施,包含物理基础设施、信息基础设施、公共航路设施等。物理基础设施主要包括起降站、能源站等,用于提供飞行器安全起降、紧急处置、能源补给;信息基础设施为飞行器的平稳、安全、有效运行提供可靠保障,主要包括通信、导航、监视、气象检测等;公共航路设施是低空无人机运行关键新型基础设施,合理的航路构型与网络布局对保障飞行器平稳、高效运行至关重要<sup>[9]</sup>。低空智联基础设施体系组成如图6所示。

在雄安新区的具体建设过程中,充分利用新区的前瞻性规划优势,结合新区智能城市建设方案,全面推进低空经济基础设施与地面城市基础设施的协

调联动发展,形成低空与地面联通互补的新型城市空间。例如新区积极构建“智慧城市大脑”,集成低空飞行器管理与城市管理功能,通过大数据、云计算等手段实现低空飞行与地面运行的协同优化。

利用新区规划的前端优势,面向重要建筑、公用设施、公共空间、交通枢纽等领域,在新建片区统筹集约部署满足多样需求的基础设施体系,注重基础设施之间的协同性和互联互通,打造便捷、高效、安全的低空配套基础设施网络。

新区的低空基础设施建设可以与绿色智慧城市建设相结合,例如在智慧交通系统中嵌入低空交通管理模块,实现低空飞行器与地面车辆的协同调度;在新区的能源规划中,建立低空飞行器专用能源补给网络,提升低空经济的能源利用效率。

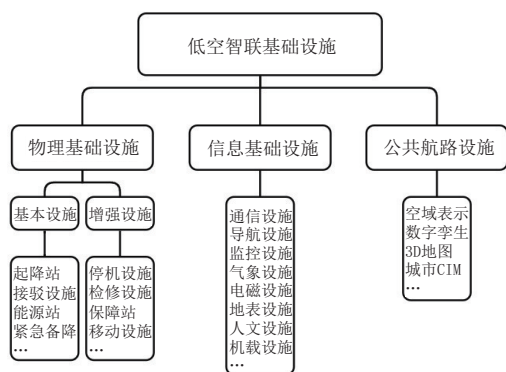


图6 低空智联基础设施体系框架

#### 4.1 规划物理基础设施,实现资源合理配置

物理基础设施的规划布局和建设将影响低空飞行网络的经济效益与规模化运行效果。从土地利用、设施布局选址、分级分类、低空飞行需求、设计和工程建设以及相关配套设施等方面研究编制相关规划,充分考虑各方参与者的诉求,同时以运行高效和安全为中心,满足未来一定时间内的低空飞行发展需要。

飞行器执行飞行任务,离不开基础的物理基础设施,包括起降点、能源站等,出现异常状况时所需的备降点、迫降点等,以及日常运维的维修站、业务场景需要的接驳站、装卸站等。为了充分提高低空经济的业务效率和设施使用效率,这些物理基础设施的服务能力必须是数字化的,并且需要实时更新其状态,解决有限的地面、空域和频谱资源共享共用的问题,避免重复建设,减轻企业负担,以标准规范降低产业门槛,促进产业发展。

在新区范围内,通过设置集中起降区和分布式能源补给站,实现低空飞行器的高效调度和能源补

给。例如在新区核心区域设置大型起降站,配套能源充电设施和紧急迫降区域;在周边各功能区布设小型起降点,方便低空物流和应急服务。

#### 4.2 规划信息基础设施,用先进技术促进空域进一步开放

规划建设覆盖全域的多方位多模态的通信、导航和监测等信息基础设施,将低空空域和飞行器信息数字化,对低空所有飞行器的精细化监测、识别、定位和报送,保障对飞行器“看得见、呼得到、管得住”。

通信基础设施设计应遵循国家及行业的通信标准,设计规范需要考虑通信设备的类型、频率、功率、覆盖范围等方面,确保数据传输的稳定性、可靠性和安全性。

导航系统应提供高精度的定位和导航服务,确保飞行器能够准确、安全地飞行。导航系统包括导航信标、导航雷达、全球卫星导航系统等。设计规范需要考虑导航设备的安装位置、覆盖范围、精度要求等方面,确保飞行器能够准确导航。

雄安新区的信息基础设施将充分依托新区的智能城市网络,通过与地面物联网平台的互联互通,构建低空飞行器与地面设备的实时通信和数据共享平台,实现低空空域与地面智能系统的无缝对接。

监视设施需要实时监视低空飞行器的位置、高度、速度等信息,以确保飞行器的安全运行。设计规范需要考虑监视设备的类型、覆盖范围、监视频率等方面,确保监视设施能够有效监测低空飞行器。

新区在部署监视设施时,将在交通枢纽、大型建筑物以及高密度人群区域优先设置高精度监视设备,确保这些区域的低空飞行器活动安全可控。

#### 4.3 规划公共航路设施,实现大规模高密度飞行

根据信息基础设施提供的数据和其他环境信息数据,明确地形地貌、人口分布、环境保护、噪音、隐私等方面约束要素,按照直线化、简洁化、高效化的原则规划适航空域,设计安全合理的航路航线,协调地面物理基础设施的有效利用,按照“航路构型—航路布局—网络设计—运行评估”四步走策略,确保航路的可行性和可操作性。

同时协调整个低空空域飞行器的飞行计划和时间表,监测合作和非合作飞行器状态,监测空域变化和环



在雄安新区的具体实践中,通过建立全域低空航路监控系统和飞行动态管理系统,进一步提升航路的运行效率和飞行器的调度能力。新区的航路设施将与地面交通系统同步优化,使得低空飞行器能够与地面物流体系高效对接,满足高频次、快速响应的物流需求。

公共航路设施是数字化系统的主要组成部分。在保证安全的前提下,主要解决如何允许“异构、高密度、高频次和高复杂度”的低空飞行,提升空域容量、提高空域使用效率。

## 5 结 语

低空经济作为战略性新兴产业,经过多年的沉淀与孕育,如今即将广泛开展,应用场景不断更新增加、规模化发展逐渐形成、产业链不断延长完善,雄安新区作为贯彻落实新发展理念的创新发展示范区,要努力把握低空经济产业高速发展、密集创新的黄金窗口期,成为低空经济发展的高地。同时,发展低空经济遇到的挑战很多,体现在政策、技术、市场、公众接受度等多个方面;其中,最大的挑战是如何确保健康有序和可持续地发展。

(1)从规划入手,优化新区低空基础设施空间布局。按照雄安新区总体规划要求,结合各片区控详规中布局的直升机起降点布局,进一步深化细化低空飞行服务点位及廊道,结合医疗、应急避难、旅游、商业办公等建筑设施,开展低空空域、网络、航路、起降点等空间布局专项规划研究,提前介入地块方案设计,

预留未来低空经济发展空间,确保一张蓝图干到底。

(2)坚持场景驱动,以场景引领产业转化。依托新区基础设施条件,利用旅游资源,发挥创新高地优势,以“小切口”促“大提升”,使城市管理(“白洋淀”巡查、“千年秀林”监控、“智慧工地”巡检、“共同配送”物流等)、应急救援(高层火情、医疗救护、应急物品配送等)、低空旅游(大地景观、航空观光、低空运动等)等应用场景落地,深挖市场需求,形成应用场景典型示范并予以推广。

### 参考文献:

- [1] 新华社. 中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》[EB/OL]. (2021-02-24)[2021-07-18]. [http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/24/content\\_5588654.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/24/content_5588654.htm).
- [2] 周钰哲, 窦婉茹, 彭璐, 等. “十五五”时期我国低空经济产业发展形势研判及思路建议[R]. 成都: 赛迪智库未来产业研究中心, 2024.
- [3] 沈映春. 低空经济的内涵、特征和运行模式[J]. 航空科学技术, 2022, 32(3): 67-79.
- [4] 韩玮. 打造低空经济等若干战略性新兴产业及建议[J]. 中国经济, 2023, 35(2): 45-58.
- [5] 战焱磊. 低空经济高质量发展的理论逻辑与实践路径[J]. 中国软科学, 2022, 37(12): 48-61.
- [6] 张奇. 高密度城市直升机起降点设施规划探索与思考——以深圳为例[J]. 城市规划学刊, 2023, 39(2): 50-64.
- [7] 张公一. 高质量发展视域下数字技术驱动低空经济发展的机制与路径[J]. 电子政务, 2022, 17(7): 34-47.
- [8] 中国移动(成都)产业研究院, 中国移动通信研究院. 低空网络信息服务能力白皮书[R]. 成都: 中国移动(成都)产业研究院, 中国移动通信研究院, 2023.
- [9] 前瞻产业研究院. 2024年中国低空经济报告: 蓄势待飞, 展翅万亿新赛道[R]. 深圳: 前瞻产业研究院, 2024.

### 《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:[roadfloodbridge@163.com](mailto:roadfloodbridge@163.com)

