“数字+”赋能低空经济高质量发展路径研究

——以河南省为例

冯志波[1]，张 莉[1]，王永军[2]

（1. 安阳工学院商学院，安阳 455000；2. 河南城建学院法学院，平顶山 467036）

摘要：“数字+”赋能低空经济的机理表现在要素驱动、产业升级、模式创新等多个方面。河南发展低空经济具备良好的空域资源、产业基础和数字化应用实践，但还存在数字要素流通不畅、数字基建适配度不高、低空智慧场景不够丰富、低空产业链协同创新不足等问题。通过畅通数据要素—夯实数字强基—突破数智技术瓶颈—拓展低空智慧应用场景—协同产业创新—完善保障机制的路径，形成完整的低空产业生态，推动河南低空经济高质量发展。

关键词：数字+；低空经济；高质量发展；河南省

中图分类号：F424 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)11－0048－05

“数字+”是“互联网+”思维的延伸，不仅包括互联网技术，还涵盖了5G、大数据、物联网、云计算、人工智能等前沿数字技术，并强调数据资源为核心生产要素。“数字+”既是对国家“推动数字经济与实体经济深度融合”战略的响应，更是赋能手段与实现路径。

数字经济作为数字技术与数据要素驱动的经济活动，具有泛在性，几乎渗透到所有的经济活动中，成为赋能千行百业的“通用引擎”。低空经济是指“依托3 000 m以下空域开展的有人/无人航空活动，所带动的相关制造、运营、服务及配套产业形成的综合性经济形态”[1]。2021年低空经济首次被写入国家规划，2025年党的二十届四中全会审议通过的《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》明确提出“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”。相比传统经济，低空经济作为高科技战略产业对数字经济的依赖性更高，与“数字+低空”的深度融合是推动其高质量发展的关键。

1 “数字+”赋能低空经济高质量发展的机理剖析

现有研究普遍认为，数字技术通过渗透赋能、流程再造、生态构建和协同创新等机制，从技术基础、应用场景、产业生态和治理模式等多个维度全面赋能低空经济，是其实现规模化、商业化、智能化发展的关键引擎。数字技术通过“资源激活-产业变革-生态赋能”3大机制推动低空经济发展。数字技术不仅是工具，更是重构创新组织方式、优化协同关系的关键变量。

“数字+”通过激发要素驱动机理、产业升级机理、模式创新机理，促进低空经济的高质量发展[2]。低空经济是典型的数据密集型产业，从空域管理、飞行安全到运营服务，无不依赖多源数据的融合应用。数据是低空经济的“新石油”，能够提升全要素生产率。光启技术作为国内超材料领域的领军企业暨低空龙头企业，2025年上半年，将208.33万元外购数据资源确认为无形资产。同时，低空物流、城市管理等应用场景的飞行记录又形成了低空大数据和数据产品，进入数据交易市场。工业级无人机龙头企业普宙科技，通过无人机值守自动作业，累计沉淀140 TB低空数据，搭建地理信息、空域资源等8个基础库以及公安、消防等10个应用专题库[3]。目前，中国已形成以上海、深圳、广州等地数据交易所为核心的低空数据交易网络，反哺低空产业发展。

数字经济对低空经济发挥放大、叠加、倍增作用，全面提升了低空经济生产效率和价值增值空

收稿日期：2026-03-25

基金项目：河南省软科学研究计划项目(262400411324)

作者简介：冯志波(1975—)，女，河南安阳人，硕士，副教授，研究方向为数字经济、低空经济；张莉(1981—)，女，河南开封人，博士，讲师，研究方向为运营管理；王永军(1973—)，男，河南禹州人，硕士，讲师，研究方向为法学。

间[4]。数字技术通过空域数字化测绘实现空域资源精准分配,通过装备智能化升级提升飞行器作业效率,通过人力数字化培训降低运营成本,通过基于大数据的用户画像和行为分析,提供精准营销策略和个性化服务,提升客户满意度和市场竞争力。

数字技术还是优化协同关系、创新商业模式的关键变量。关键技术的突破正不断解锁场景的规模化潜能。感知避障、智能调度、高精度定位、长航时动力及超低延迟通信等技术的每一次进步,都在突破低空应用的瓶颈,拓展低空应用场景和新模式的可行域。利用数字技术打造“低空旅游观光”等智慧应用场景,继而催生低空经济新模式。

2 “数字+”赋能低空经济高质量发展的应用实践

美国宇航局推出的无人机交通管理系统(UTM),为亚马逊 PrimeAir、Wing 等企业的无人机配送业务提供了技术支撑;Joby Aviation 开发的城市空中交通系统(UAM),能够集成智能调度系统和实时监控平台,保障空中出行的安全和高效;欧盟 U-space 无人机交通管理框架部署欧洲空域数字孪生平台,整合了多个成员国空域数据;德国汉堡港利用无人机通过视觉成像分析技术自动检测集装箱状态,提升巡检效率。

中国无人机、电动垂直起降飞行器技术也在加速迭代,人工智能技术广泛应用于空域管理,固态电池、氢能源、混合动力等技术加快发展,5G 通信、导航、气象、反制等基础设施加快布局[5]。深圳在深港科技创新合作区打造全国首张 1.4 GHz 低空经济通信专网,建成全国首套全空域、全要素管理服务平台。南京浦口区开展低空空域智能化管理,利用北斗高精定位实时监测无人机航迹,有效遏制“黑飞”。安徽省利用无人机开展多光谱遥感监测,通过数据分析实现精准施肥施药。内蒙古阿拉善盟实施无人机公路工程勘测项目。2025 年 11 月,交通运输部办公厅印发了《低空交通运输应用场景典型案例名单》,包括 23 个通过无人机、5G 网络、AI 等技术手段实现低空作业提效降本的典型案例。

3 河南低空经济发展现状分析

河南空域资源得天独厚。河南安阳拥有 3 000 m 以下、4 420 km^2 开放空域,建成全球最大 1 272 km^2 5G 低空专网。安阳无人机产业园、郑州通航示范区等,汇聚全丰航空、亚柏智能等骨干企业,形成从核心部件到整机制造、维修服务的完整产业链。安阳无人机产业园集聚 160 家企业,90%以上零部件可本地供应。作为农业大省、文旅名省、交通强省,河南在低空植保、低空旅游、低空物流方面应用场景广阔。2024 年 7 月,河南省出台《促进全省低空经济高质量发展实施方案(2024—2027 年)》,明确 2027 年规模突破 500 亿元的目标。

河南低空制造已初步形成“郑州-安阳”双核牵引,周口、洛阳、新乡等多点支撑的分布格局[6],呈现“整机制造能力初显、零部件配套加速、特色园区集聚”的特点。河南低空经济企业形成了包括整机研发、制造、飞控、电池等近 10 个环节在内的产业链条。河南蓝天实验室作为省级低空经济研发创新平台,高质量推动多项重点科研课题,开展 7 个警务无人机应用融合项目研发工作[7],主导制定了 14 项全国行业标准。其孵化的无人机检验检测中心已为全国 300 余家企业提供认证服务[8]。河南依托 1.2 万座通信基站构建覆盖广泛的低空通信网络,支持 4K 高清画面实时回传,结合高光谱成像、AI 图像识别技术,开发智能植保系统,无人机 10 min 即可完成 60 亩(1 亩≈667 m^2)农药喷洒作业[9]。以全丰航空为代表的企业,从单一植保无人机研发向农业综合服务商转型,能够提供从播种到施肥的全流程数字化服务。由河南联通、中兴通讯等主导的安阳 5G-A 低空专用网络,支撑“无人机送血”航线,将运输时间从原来的 40 min 缩短至 15 min。此项目获得了 2025 年全球移动大奖(GLOMO)“最佳移动智慧城市创新奖”,技术实力获得了国际认可。

虽然河南已在无人机制造、低空农业等领域形成数字化实践雏形,但仍面临多重挑战。①数据要素流通不畅,不能充分发挥低空经济数据资源的作用和价值;②当前河南低空应用集中在农业植保、电力巡检等传统领域,而低空物流、低空旅游、应急救援等新兴场景普及不够;③河南低空产业缺乏跨企业、跨领域的创新平台,企业间难以开展远程协同设计、虚拟仿真测试;④河南在低空飞行器自动驾驶、电池续航等关键领域,技术对外依存度较高,低空数字化改造专项资金投入不够,低空领域专业人才匮乏。

4 “数字+”赋能河南低空经济高质量发展的路径设计

通过“畅通数据要素-夯实数字基建-突破数智技术瓶颈-拓展低空智慧应用场景-协同产业创新-完善保障机制”的路径(图 1),形成完整的低空产业生态。其中,畅通数据要素是完善软件资源,夯实数字基建是搭建硬件设施,突破技术瓶颈,致力于

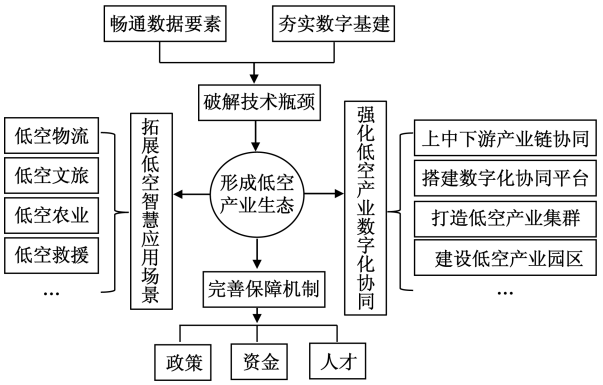


图1　数字＋”赋能河南低空经济高质量发展路径

攻克核心技术难题，丰富应用场景是低空产业横向的拓展，强化产业链的协同创新是低空产业纵向的集成，完善保障机制则是全方位的支撑，共同推动河南低空经济高质量发展。

4.1　畅通数据要素

发展低空经济需要搭建“信息天路”，亟须海量数据的支撑。郑州数据交易中心作为省级数据要素流通核心枢纽，有望成为低空经济的“数据引擎”。作为河南省唯一持有权益类交易牌照的数据交易场所，郑州数据交易中心具备数据合规流通的权威性，且已聚集政府部门、电信运营商、金融机构等数据供给方，可快速拓展低空领域数据生态。参照广州数据交易所经验，在郑州数据交易中心建设省级低空经济数据空间，与郑州、洛阳等低空经济示范区共建数据要素协同创新实验室，联合开发定制化数据产品。在畅通数据要素的同时，需筑牢数据安全防线。出台《河南省数据安全管理条例》，制定低空数据分类分级标准，实施分类管理；对涉及国家安全、商业秘密的低空交易数据开展合规审核；采用区块链技术实现低空数据交易全程溯源，保障数据供需双方的合法权益。

4.2　夯实数字基建

数字基建包括低空通信网络、低空感知网的构建和算力基础设施的搭建，是低空产业的“智慧大脑”。强化通信导航支撑，部署“5G＋北斗＋低轨卫星”融合通信网络，在嵩山、太行山等复杂地形区域增设差分基站，提升无人机导航精度。依托铁塔公司现有基站资源，建设低空雷达监测网，实现全省空域无死角覆盖。构建涵盖“天地空”三位一体的数字底座，建设全省共享的低空数据中心，搭建低空经济专属云平台，提升数字基建的适配度。以郑州上街、安阳永和通用机场为核心，在洛阳、南阳等地新建智能起降场，有序高效推进起降点、充电设施、维修保障、气象服务等基础设施的布局和建设。

充分利用传统基建，通过数字化改造适用于低空产业。高速公路服务区是天然的优质起降场资源。河南省政府出台《促进全省低空经济高质量发展实施方案（2024—2027年）》明确提出“推动高速公路服务区等交通枢纽建设低空起降设施”。服务区停机坪可同时服务应急救援、低空物流、商务出行等多场景。可以考虑在京港澳、连霍、大广等国家高速的服务区，优先建设eVTOL停机坪，作为试点运行。参考深圳等地建设楼顶停机坪，优先在医疗、商务、物流等刚需场景试点，在确保飞行安全的前提下，通过功能复合与共享模式提升经济效益。例如，在郑州大学第一附属医院、河南省人民医院等三甲医院，建设急救专用楼顶停机坪；在郑州CBD等超高层建筑，试点商务和应急双功能停机坪；在郑州航空港区、顺丰物流园建设无人机“空中驿站”。

4.3　破解技术瓶颈

建设基于北斗的低空监视系统，融合ADS-B（广播式自动相关监视）、雷达、视觉识别技术，实现“全域可管、全程可控”。完善数字监管机制，搭建省级统一低空飞行数字监管平台，整合民航、交通、应急、公安等部门数据，实现“空域申请-空域分配-安全调度-飞行监控-违规处置”的全流程数字化协同。缩小河南在动力、智能控制、核心部件上与国内外领先水平的差距，聚焦动力电池、智能飞行控制系统、核心零部件培育整机及核心零部件龙头企业，完善生产配套，突破eVTOL等新兴装备关键技术，对数字孪生、智能调度等开展前瞻性探索。依托郑州大学、安阳工学院等高校，联合设立低空经济产业研究院，聚焦轻量化设计等技术瓶颈。推动蓝天实验室升级为国家级创新平台，建立“技术中试-场景验证-商业化”转化链条。

4.4　拓展低空智慧应用场景

以“数字＋”激活场景潜力，将低空经济深度融入河南“两高四着力”的战略发展框架，在农业生产、公共服务、物流配送、交通出行、文旅体育、教育培训和智慧治理等多个领域创新应用场景，既强化粮食安全、民生服务等根基领域，又培育文旅、物流等新增长点。打造具有河南地域特色的数字化低空应用场景集群。结合河南“农业大省、交通枢纽、数字中原”的省情，考虑将深圳“数字监管”经验与河南“智慧交通”建设相结合，将安徽“数字＋低空农业”经验与河南“高标准农田建设”融合，形成针

对性的借鉴方案。在周口、驻马店等粮食主产区推广“无人机+卫星遥感”智慧农业模式,实现病虫害检测、变量施肥等精准作业。开发“低空+文旅”场景,在龙门石窟推出“无人机 AR 导览”服务,在云台山、老君山等景区开通观光航线。充分利用安阳自有飞行空域,与长三角地区空域情况形成互补,合作开发低空旅游线路和产品,在红旗渠景区开通“低空红色研学”航线,在殷墟博物苑开展安防巡查与人流监测。

4.5 强化低空产业数字化协同创新

低空经济具有空间立体性、产业链条长、产业融合性强、成长性与带动性突出等特征[10]。构建“龙头引领+中小协同”的产业链数字化协同机制,联动上下游企业,优化产业链资源,推动低空产业可持续发展。以安阳全丰航空、郑州三和航空为龙头,搭建低空产业协同数字平台,开放核心技术、共享市场订单。推动郑州航空港区低空产业园区与安阳通航产业示范区联动,实现“郑州研发+安阳制造+全省应用”的区域协同格局。凭借河南农业大省优势,聚焦植保无人机等“场景红利”产品,锁定机身、电池、喷洒系统订单。依托物流大省优势,大力发展“低空+高铁”城际即时物流,推进本地零部件企业进入产业供应链。聚焦农业无人机、工业巡检等优势领域,打造“专精特新”企业集群。依托郑州航空港区,引进 eVTOL 整机制造企业,建设涵盖复合材料、飞控系统的产业园区。

4.6 完善保障机制

河南低空经济高质量发展的实施路径需要政策、资金、人才等多维机制的协同保障,充分发挥各相关部门的主观能动性,助力形成“多方联动、各司其职”的产业生态。

4.6.1 政策支持

河南已出台《促进全省低空经济高质量发展实施方案(2024—2027 年)》,为河南以数字技术激活低空资源提供了政策支持,为河南“数字+”赋能低空产业发展明确了具体方向。针对当前河南低空经济发展中的短板,政府部门还需谋划出台有关“河南数字基建”的行动纲领;制定《河南低空数据分类分级标准》,推动低空标准化数据产品的开发;编制《河南省“数字+低空”应用场景清单》,完善数字应用场景开发与培育政策;出台《河南省低空数字安全管理办法》,强化低空安全与监管政策。

4.6.2 资金保障

低空经济作为资本密集型产业,需要构建多元可持续投融资体系。可设立省级低空经济专项资金,聚焦核心技术攻关、基建和场景试点,将低空公益性基础设施纳入地方政府专项债发行范围。组建省级低空经济引导母基金,以杠杆联动社会资本。建立重点项目清单,推动基金与项目精准对接,给予投资企业税收优惠与试点优先权。创新金融产品,推出“低空贷”、数据资产质押贷等专属产品,推广知识产权、股权质押融资,创新研发险等专属险种,发展低空装备融资租赁服务,降低企业采购成本。

4.6.3 人才培养

在郑州大学、河南理工大学等省内高校增设低空专业,开设低空装备工程、空域管理等相关课程,精准对接产业需求;与低空企业共建“产业学院”,联合开设订单班,实现人才定向培养;健全职业认证体系。由省人社厅牵头,联合民航河南监管局、头部企业制定飞手、运维、空域调度等岗位认证标准;与河南交通职业技术学院等合作,培养实操型人才。

5 结语

针对河南低空产业的发展痛点,通过完善低空数据资产的流通、加强数字底座建设、突破低空经济的技术瓶颈、丰富应用场景、创新低空产业链,并结合政策、资金、人才多元保障机制,充分释放“数字+”的价值,赋能河南低空经济高质量发展。党的二十届三中全会提出“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”。从“数实融合”到“实数融合”表述的转变,反映了政策重点从数字技术单方面驱动,转向更强调实体经济应发挥主观能动性。因此,低空经济应主动拥抱和适应数字化变革,变“数字+”对低空经济的单向赋能为二者的双向融合,实现“数字+低空”的协调联动与产业双赢。

参考文献

[1] 洪银兴. 发展新质生产力建设现代化产业体系[J]. 当代经济研究, 2024(2): 7-9.

[2] 李一翔, 王璇, 党晓莉. 数字技术驱动低空经济高质量发展的机理及路径研究[C]//低空经济发展与审计研究学术会议论文集. 西安: 西京学院会计学院, 2024: 86-97.

[3] 长江日报. 普宙“低空数据赋能城市治理”入选全国典型案例, 成唯一上榜无人机企业[EB/OL]. (2025-09-26)[2026-03-08]. https://m.toutiao.com/group/7554207299154248242/.

[4] 沈映春. 低空经济:“飞”出新赛道[J]. 人民论坛, 2024(8): 74-79.

[5] 尚思宁. 河南竞逐低空经济新赛道的对策建议[J]. 洛阳

理工学院学报(社会科学版)，2025，40(1)：15-19.
[6] 蒋雯，李冰. 数字经济与低空经济协同发展的内在机制与实现路径[J]. 数字经济，2025(S1)：30-35.
[7] 李林，杨之甜，陈浩. 蓝天实验室为低空经济插上翅膀[N]. 河南日报，2025-01-15(002).
[8] 郝爱民，尚娜可. 数字经济赋能低空制造业高质量发展的理论逻辑与实践路径[J]. 郑州航空工业管理学院学报(社会科学版)，2026，45(1)：80-88.
[9] 陈诗昂. 河南低空产业调研[EB/OL]. (2025-03-07)[2026-02-26]. https://www.360kuai.com/pc/947d008b490d853d7?cota=3&kuai_so=1&sign=360_57c3bbd1&refer_scene=so_1.
[10] 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.

Research on Path of High-quality Development of Low-altitude Economy Empowered by "Digital Plus": Henan Province

FENG Zhibo[1], ZHANG Li[1], WANG Yongjun[2]
(1. Business School, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China;
2. Law School, Henan University of Urban Construction, Pingdingshan 467036, China)

Abstract: The empowerment mechanism of the "digital plus" model for the low-altitude economy manifests in multiple dimensions, including factor-driven development, industrial upgrading, and model innovation. Henan boasts favorable airspace resources, a solid industrial foundation, and extensive practical experience in digital application for the development of its low-altitude economy. Nevertheless, it still faces prominent challenges: inefficient circulation of digital factors, inadequate adaptability of digital infrastructure, insufficient diversified intelligent low-altitude application scenarios, and a lack of collaborative innovation within the low-altitude industrial chain. A targeted development path was adopted to address these challenges. The path facilitated the smooth flow of data factors, strengthened digital infrastructure, broke through bottlenecks in digital and intelligent technologies, expanded intelligent low-altitude application scenarios, promoted collaborative industrial innovation, and improved supporting guarantee mechanisms. A comprehensive low-altitude industrial ecosystem is established to advance the high-quality development of Henan's low-altitude economy.

Keywords: digital plus; low-altitude economy; high-quality development; Henan Province