

## 低空经济专题研究

# 低空经济的内涵、特征和运行模式

沈映春

（北京航空航天大学公共管理学院，北京 100083）

**摘要：**低空经济作为低空飞行活动与产业融合的新型综合性经济形态，具有空间立体性、区域依赖性、数字生态性、产业融合性以及辐射带动性等特征。党和政府高度重视发展低空经济，将其确定为国家战略性新兴产业，各地加紧布局，发展势头良好。但具体实践中仍存在发展低空经济的体制机制不畅、技术创新支持不足、新型基础设施不全、产业领域需不断拓展等问题。针对上述问题，文本依据螺旋理论，提出“政产学研金服用”的低空经济开放式创新生态模式。

**关键词：**低空经济；新质生产力；战略性新兴产业；开放式创新生态；运行模式

**中图分类号：**F124 **文献标识码：**A **文章编号：**1005-9245（2025）01-0108-10

2024年4月17日，中华人民共和国国务院新闻办公室举行新闻发布会解读当前经济形势和有关政策，指出当前我国发展低空经济已经具备较好基础<sup>①</sup>。国家发展和改革委员会政策研究室相关负责人表示，我国新型低空飞行器呈现蓬勃发展态势，特别是信息通信、北斗导航、高精导航等新技术广泛应用，部分企业的自动驾驶技术不断进步，都将为低空经济发展提供技术支撑<sup>②</sup>。低空经济作为低空飞行活动与产业融合的新型经济形态，是以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的各类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。

## 一、低空经济的内涵与特征

低空经济作为前景广阔的战略新兴产业，主要由低空制造产业、低空飞行产业、低空保障产业以及综合服务产业构成。低空制造产业指面向通

用、警用、海关和部分军用航空器的研发制造类产业；低空飞行产业是低空经济的核心产业，牵引整个低空经济产业，包括民用、警用、军用、海关和通用航空等航空活动，横跨一二三产业。其中，通用航空是低空经济的重要组成部分，无人机产业是低空经济的主导产业。低空经济既承继传统通用航空业态，又融合以无人机为支撑的新型低空生产服务方式，产业链较长，涵盖低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务、低空飞行保障四大领域，具有高度可扩展性。具体而言，产业链上游为原材料制造与核心零部件研发领域，研发包括各类工业软件，原材料包括钢材、铝合金、高分子材料等，零部件包括芯片、电池、电机，等等；产业链中游是低空经济的核心部分，包括无人机、航空器、高端装备、配套产品、低空保障与综合服务；衔接产业链下游需要飞行审批、空域备案等，通过审批备案的下游应用为低空经济与各种产业的深度融合，例如，与农业、巡检、旅游、消防等行业的

收稿日期：2024-07-04

基金项目：本文系国家社科基金教育学重大项目“科技自立自强背景下高校有组织科研研究”（VIA2300025）、国家社科基金一般项目“战略性新兴产业跨界融合网络的演化机理及引导策略研究”（23BGL022）的阶段性成果。

作者简介：沈映春，北京航空航天大学公共管理学院教授。

①② 《我国发展低空经济具备较好基础》，《科技日报》，2024年4月18日。

结合，不仅丰富了涵盖航拍、交通巡逻、勘探测绘、植物保护、物流等领域的下游应用场景，而且正在探索新的应用场景。

信息化、数字化管理技术赋能的低空经济具有空间立体性、区域依赖性、数字生态性、产业融合性以及辐射带动性等特征。第一，低空经济作为依托三维空间发展的经济形态，空地衔接较为紧密，具有较强的空间立体性。低空制造、低空保障与综合服务主要在地面完成，为低空飞行提供产品、服务、基础设施、宣传等支撑与辅助。第二，低空经济发展依托高度聚集的地区产业集群，具有较强的区域依赖性。先进技术是低空经济发展的核心支撑，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。低空基础设施是确保各类低空飞行活动正常开展的关键载体，完备高效的政策法规体系为发展低空经济提供重要保障。第三，低空经济是由低空飞行器制造、低空飞行运营和市场应用等核心企业、基础设施、配套服务等多主体构成的开放式数字生态系统。依托低空经济产业链，各主体通过数据、信息的交流与共享，建立相互依赖的合作机制，实现产业生态系统内数据、资源、技术的共享与协作。第四，作为综合经济形态，低空经济在航空器与多种产业形态融合的基础上，为其涉及的民用、军用、军用等领域提供高新技术支持，为工业、农业和社会服务业发展注入新动能。

## 二、低空经济产业的发展现状与趋势

### （一）低空经济产业的发展现状

#### 1. 国际发展现状

当前，世界各国纷纷采取多种举措加快低空领域布局，以抓住低空经济发展机遇。据罗兰·贝格研究预测，到2050年，全球低空经济市场规模将超过60万亿人民币<sup>①</sup>。美国、德国、英国、日本、巴西等国高度重视低空经济的交通属性，通过国家引导协调、适航创新跟进、军民结合相促、开展试点运行等方式推动城市空中交通（Urban Air Mobility, UAM）或先进空中交通（AAM）的发展。同时，波音、空客、Joby、Lilium等航空巨头、初创企业积极布局电动垂直起降飞行器

（Electric Vertical Take-off and Landing, eVTOL）的研发制造。各国普遍认为，2025年将是eVTOL、UAM商业化应用的关键一年，日本计划在2025年大阪世界博览会期间试运营eVTOL<sup>②</sup>。

#### 2. 国内发展现状

经过21世纪前10年的技术积累和政策体系建设，我国出台《关于深化我国低空空域管理改革的意见》等一系列支持政策，为低空经济产业的发展提供政策支持。2010年以来，我国低空经济产业迎来快速发展的黄金期。随着国家政策的密集出台和各地政府的大力支持，我国的无人机和通用航空产业迅速崛起，成为低空经济产业的重要支柱。2021年2月，低空经济概念首次被写入国家规划。2022年12月，国务院印发《扩大内需战略规划纲要（2022-2035年）》，强调释放通用航空的消费潜力。2023年12月，中央经济工作会议明确将低空经济确定为国家战略性新兴产业。2024年1月，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式施行，对无人驾驶航空器从设计生产到运行使用进行全链条管理。2024年3月，低空经济作为新质生产力的代表，首次被写入政府工作报告。通过对低空经济相关政策的梳理可知，我国发展低空经济的政策主要包括低空空域开放和细化无人机标准两大主线。

2024年，北京、南京、安徽、深圳、苏州、沈阳、武汉、天津、山东、长沙、漳州等地围绕低空经济发布相关行动方案和征求意见稿，并在行动方案 and 高质量发展举措中强调，要壮大低空经济产业链，加强低空基础设施建设，包括空域网络、起降场地、各类平台，等等。有方案指出，要完善飞行保障/监管体系、加强创新能力建设、培育低空经济应用场景，等等。北京、安徽、苏州等地鼓励发展城市空中交通新业态。重庆、安徽、共青城、苏州、广州、武汉、贵州等地陆续推出低空经济产业基金，激励产业发展，其中，最大的低空经济产业基金总规模达200亿元人民币。各地纷纷出台包括财政支持、税收优惠、土地供应等在内的具体政策措施，为发展低空经济产业提供全方位支持。在此期间，我国通用航空机场数量和民用无人机市场规模增长超10倍，eVTOL行业涌现并迅速发展。大疆创新、航发动力、中直股份等公司凭借国家政

<sup>①</sup> 《从“四缺”到“四有”，竞逐低空经济发展新赛道》，[https://m.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_27480477](https://m.thepaper.cn/newsDetail_forward_27480477)。

<sup>②</sup> 《动力电池“上天” 氢能科技“落地”》，[https://k.sina.com.cn/article\\_1741543435\\_67cdd80b02701a586.html](https://k.sina.com.cn/article_1741543435_67cdd80b02701a586.html)。

策支持和技术优势日益壮大, 占据主要市场份额。在消费级无人机市场中, 大疆创新占全球市场份额的 73%, 头部效应显著。

深圳市作为全球低空产业集聚度最高的城市, 是我国低空经济发展的领头羊。2022 年 6 月, 深圳市发布“20+8”产业政策, 包括无人机在内的“智能机器人产业集群”被列为 20 个战略性新兴产业集群之一, 先后成为国家通用航空产业综合示范区、全国通用航空分类管理改革试点区、民用无人驾驶航空试验区。2022 年底, 深圳市出台《低空经济产业创新发展实施方案(2022-2025 年)》后, 宝安、龙华、龙岗、南山、福田、罗湖等区积极出台落实政策。2023 年 12 月, 深圳市交通运输局、工业和信息化局等七部门联合印发《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》, 政策支持力度空前。2023 年 12 月 29 日, 深圳市第七届人民代表大会常务委员会第二十三次会议通过《深圳经济特区低空经济产业促进条例》, 明确了基础设施、飞行服务、产业应用、产业支持、技术创新和安全管理等内容。2024 年初, 深圳市出台全国首部低空经济产业发展地方法规——《深圳经济特区低空经济产业促进条例》。《中国低空经济行业市场前景及投资机会研究报告》显示, 2023 年, 深圳市低空经济年产值超过 900 亿元人民币, 同比增长 20%; 同年, 深圳市新开通无人机航线 77 条, 新建无人机起降点 73 个, 完成载货无人机飞行量 60 万架次, 飞行规模全国第一, 消费级无人机占全球 70% 的市场份额, 工业级无人机占全球 50% 的市场份额; 直升机飞行量超 2 万架次, 飞行规模全国领先<sup>①</sup>。深圳市低空经济产业链条完备, 拥有成熟的无人机产业链条, 覆盖生产制造、技术研发、软件开发、商业应用、人才培养等环节, 聚集大疆创新、丰翼科技等一批行业头部企业。在实践中, 深圳市招商引强, 聚力低空产业, 不断深化应用场景, 包括旅游业、物流业、巡检业等, 形成长链条、广辐射的低空产业生态圈。例如, 全球知名 eVTOL 研发制造商德国 Lilium、国内 eVTOL 龙头企业亿航智能、峰飞航空等纷纷落地深圳。

北京市作为低空经济链接力最强的城市, 具有科创资源优势突出等特点。《北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案(2024-2027 年)(征求意见稿)》指出, 要将低空经济培育为引领京津冀协同发展的先导示范产业, 将北京市打造成低空经济产业创新之都、全国低空经济示范区<sup>②</sup>。上海市的 eVTOL 研发优势明显, 聚集了峰飞航空、时的科技、沃兰特航空和御风未来四家头部 eVTOL 主机厂。金山、松江、杨浦等区积极布局培育低空经济产业。成都市作为西部低空经济中心, 聚集了中航无人机、纵横股份、沃飞长空等一批低空经济的领军企业。成都市的工业无人机产业综合竞争力位居全国前三, 始终坚持需求导向, 梳理形成 65 个具体应用场景。此外, 成都市正在全力创建全国城市空中交通管理试点, 争取 600 米以下低空空域自主管理授权。

对比全球低空经济发展现状可知, 我国低空经济产业虽具备一定发展条件和基础资源支持, 但与发达国家低空经济的建设情况相比, 整体仍处于起步阶段。具体而言, 我国要加快发展通用航空, 保持无人机产业全球领先地位, 不断增加下游应用场景, 加快发展警用航空等领域。

## (二) 低空经济产业的发展趋势

作为战略性新兴产业, 低空经济潜在市场规模巨大。赛迪顾问发布的《中国低空经济发展研究报告(2024)》指出, 2023 年, 中国低空经济规模同比提高 33.8%。其中, 低空飞行器制造和低空运营服务贡献最大, 接近 55%, 间接、引质产生的围绕供应链、生产服务、消费、交通等经济活动贡献接近 40%, 低空基础设施和飞行保障的发展潜力尚未充分显现。根据测算, 到 2035 年, 中央对国家低空经济的产业规模预期达 6 万多亿元人民币<sup>③</sup>。目前, 我国低空经济相关企业注册量整体呈增长态势, 通用航空市场持续扩大, 在册通用航空器数量整体处于上升态势。截至 2024 年 3 月底, 我国实际运营中的通用航空器共有 3173 架, 并继续保持上升趋势。从产业类型看, 无人机产业具有领先优势, 警用航空发展加速。常态化航空医疗救护与航

① 《深圳：“无人机”牵引低空经济展翅高飞》，[https://www.360kuai.com/pc/908c40fe46e95f2c4?cota=3&kuai\\_so=1&sign=360\\_57c3bbd1&refer\\_scene=so\\_1](https://www.360kuai.com/pc/908c40fe46e95f2c4?cota=3&kuai_so=1&sign=360_57c3bbd1&refer_scene=so_1)。

② 《关于征求〈北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案(2024-2027 年)(征求意见稿)〉意见建议的通知》，<https://www.beijing.gov.cn/hudong/gfxwjzj/zjxx/202405/P020240516387795706644.pdf>。

③ 《〈中国低空经济发展研究报告(2024)〉：深圳、广州、北京位列企业数量前三 2026 年产业规模有望突破万亿元》，<https://m.21jingji.com/article/20240402/herald/633f6b5b86597819303b64583e47b65e.html>。

空应急救援等通航应用场景深入发展。随着低空空域管理改革持续推进、低空空域资源进一步释放，以 eVTOL、无人机、UAM 等为代表的新通航赛道将实现破局发展。

### 1. 通用航空市场

我国通用航空市场呈稳定增长态势。2018—2023 年，我国通用航空在册航空器数量由 2945 架波动增长至 3303 架。我国颁证通用航空机场数量迅猛增长，由 2017 年的 55 个增加至 2023 年的 449 个。同期，通用航空飞行时长由 838 千小时波动增长至 1220 千小时<sup>①</sup>。从横向看，我国通用航空市场子领域发展空间巨大。2017 年，中国民航局发布《通用机场分类管理办法》，在通用航空机场类型上，B 类机场占比超过 60%，但允许公众进入以获取飞行服务或自行开展飞行活动的公共通用机场占比不高。机场飞行场地主要集中于传统的跑道式。随着直升机的发展，直升型飞行场地占比有所提升。此外，水上跑道、混合跑道等新式飞行场地逐渐涌现。在通用航空器类型方面，仍以传统的涡桨和活塞固定翼航空器为主，直升机、公务机等特定类型航空器占一定比重。

### 2. 民用无人机市场

我国无人机产业在全球具有领先优势，在无人机应用技术、无人机导航与控制技术、无人机电动能源技术、无人机光学技术等方面具有核心竞争力，无人驾驶技术处于全球领先水平。我国无人机销售额在全球占比达 70% 以上，成为全球无人机市场的主要生产国和出口国。在消费级无人机市场中，大疆创新占全球市场份额的 73%，头部效应显著。我国民用无人机市场整体呈高速增长态势，消费级无人机和工业级无人机交错发展。2015—2023 年，我国民用无人机总市场规模由 155 亿元波动增长至 1649.8 亿元，预计将于 2024 年实现突破并达到 2070.6 亿元的总市场规模。从横向看，我国无人机行业需求多样，集中在地理测绘、农业种植和城市管理等领域，为打造“低空经济+”商业业态提供了良好市场环境。

### 3. eVTOL 市场

eVTOL 可分为传统的 eVTOL 通航飞机、eVTOL 民航客机以及面向低空智能交通的 eVTOL，后者

又被称为飞行汽车。飞行汽车的飞行高度低于飞机、速度快于汽车，无需借助传统机场和跑道，可以像直升机一样垂直起飞，不仅能够用于娱乐观光、空中通勤等日常消费或工作场景，而且有望凭借运行速度和负载能力在救援服务等应急领域发挥积极作用。eVTOL 行业市场空间广阔。2021 年，eVTOL 全球市场规模为 69.4 亿美元；Morgan Stanley 数据预测，2026 年全球 eVTOL 市场规模将达 619 亿美元，2040 年市场规模将高达 1.5 万亿美元<sup>②</sup>。UAM 是未来 eVTOL 重要落地场景之一，中国有望成为全球最大的城市空中交通市场，预计到 2040 年，中国市场将占全球 eVTOL 市场规模的 20%—25%<sup>③</sup>。

## 三、发展低空经济对我国经济社会的影响

低空经济的发展将推动相关基础设施建设，促进航空飞行器与各种产业形态融合，对我国经济社会产生较大影响。一方面，低空经济将催生经济新业态，促进产业升级，拓展消费空间，带动人们收入增加和国民经济发展；另一方面，低空经济搭建的先进低空交通网络，将提升交通效率，扩展人们的生活空间。此外，借助无人飞行器和数字技术，可进一步提升政府管理部门的社会公共服务能力。

### （一）催生数字经济新业态

发展低空经济产业需要相应的基础设施与之配套，尤其是数字基础设施。依靠数字化技术构建的低空物联网是低空飞行器畅通运营的条件和基础。近年来，由新能源航空动力技术、无人驾驶航空技术、先进航空制造技术和新一代信息技术等先进技术融合催生的新一代航空装备与作业技术创新持续加快。以 5G 为代表的新一代通信技术和以“云大物智链安”（云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链以及安全技术等）为代表的算网数智技术，为低空经济监管、产业链串联、应用智能化等带来全新的技术手段，推动信息通信产业与低空产业有机融合，催生低空智能网联。在飞速发展的低空经济背景下，前沿技术将赋能天地一体化网络基础设施建设与无人机自组网技术研发。随着技术的突破和数字化低空基础设施的完善，低空经济产业将延

① 《2023 年民航行业发展统计公报》，[http://app.caac.gov.cn/PHONE/XWZX/MHYW/202405/t20240531\\_224334.html](http://app.caac.gov.cn/PHONE/XWZX/MHYW/202405/t20240531_224334.html)。

②③ 《第八届世界无人机大会暨国际低空经济与无人机展五月深圳举行》，[https://www.sohu.com/a/766336535\\_408159](https://www.sohu.com/a/766336535_408159)。

伸应用至国民经济其他领域。

### （二）助力新质生产力培育

从技术创新角度看，作为智能化、绿色化、融合化的代表性产业，低空经济通过研发和应用前沿技术，为新质生产力的发展提供源创新动力。低空经济不仅涵盖航空器研发制造以及相应的作业与通信技术，而且包括低空飞行交通网络、低空飞行服务保障等基础设施服务建设。第一，基础设施建设能够促进区域间互联互通，提高物流效率，为新质生产力的形成提供物质基础。第二，低空经济可以使航空产业与其他产业产生协同效应，促进产业间融合与协作。第三，低空经济促进现代服务业的发展，例如，加快航空物流、低空旅游、航空医疗救援等新兴服务领域的发展，提升产业链整体附加值与经济效益，为相关产业的转型升级带来新的发展机遇，符合新质生产力对全要素生产率提升的核心要求。

### （三）推进智慧农业发展

我国“低空经济+农业”发展较早，其重要载体是植保无人机。植保无人机能够在W类空域（低于120米）范围内助力农业生产，在G类空域（高于120-300米）范围内支持林业管理。植保无人机不仅能够完成播种、施肥、灭虫、植被保护、火情监控以及促雨扑火等农业生产工作，提高农林业种植效率，而且有利于提升精细化生产和管理，推进智慧农业发展，助力乡村振兴。

### （四）降低出行时间成本

进入21世纪，城市或城际低空交通网络（UAM、AAM、eVTOL）等兴起并蓬勃发展。2023年，亿航智能获得全球首个eVTOL适航证，并在广州举行商业载人首飞演示，城市空中交通逐步走向落地。Morgan Stanley数据预测，到2040年，全球城市空中交通产业将达到1.5万亿美元（约合人民币9.7万亿元）规模<sup>①</sup>。城际空中交通网络的构建与空中交通网络管理的发展将进一步丰富人们的交通方式，降低出行时间成本。

### （五）丰富和提升居民消费体验

低空经济的发展将改变传统的消费环境与消费方式。“低空经济+物流”是现阶段低空经济商业

化应用最广泛的场景。近年来，顺丰、阿里巴巴、京东、美团、菜鸟、饿了么等企业纷纷布局低空物流。罗兰·贝格管理咨询公司的研究报告预测，到2025年，全球将有3000架飞行汽车投入使用，随后将呈指数级增长，到2050年，这一数量将达到10万架左右，用作空中出租车、机场班车和城际航空。Morgan Stanley研究报告预测，至2050年，飞行汽车全球市场规模将达9万亿美元，中国潜在市场规模将达2.1万亿美元<sup>②</sup>。无人机物流派送更加便捷高效。低空旅游能够根据消费者的不同需求，提供多元化旅游产品，例如，城市低空观光、景区低空游览、娱乐飞行体验以及私人飞行和商务飞行，等等。值得注意的是，亿航智能已与西域旅游、岭南控股、深圳市宝安区和罗湖区签订合作协议，开展低空旅游和飞行体验服务。

### （六）提高公共服务能力

无人飞行器在应急救援、城市安防、电力巡检、国土测绘、消防等领域展现出广阔的应用前景。无人飞行器与区块链技术、AI技术、GPS技术相结合，通过无人机航拍、遥感监测、图像识别等技术手段，形成水陆空全覆盖的城市管理系统，能够促进巡查巡检、消防灭火、城市治安等社会公共服务发展，进而实现城市精细化治理，提升城市治理水平和公共服务能力。

## 四、低空经济产业面临的挑战

### （一）发展低空经济的体制机制不畅

低空经济产业发展需要与之配套的法律法规和政策支持，但当前低空经济产业发展的政策制度仍需完善。一是低空空域管理体制与低空经济发展不相适应。《国务院办公厅关于促进通用航空业发展的指导意见》指出，我国低空空域管理改革进展缓慢。政府部门和民航部门对低空空域管理缺乏相应的政策支持，空域高效使用及规划设计协调机制尚未完善，空域经济效益难以提高。低空经济发展涉及的诸如飞行任务、飞行航线审批涉及军航、民航等多个部门，程序复杂<sup>③</sup>。《低空飞行服务保障体系建设总体方案》指出，我国低

① 《近10万亿的大市场!“城市空中交通”来了!有多快?多少钱?你的出行,将有大变化》, [https://m.gmw.cn/2021-10/01/content\\_1302622139.htm?source=sohu?source%3Dsohu](https://m.gmw.cn/2021-10/01/content_1302622139.htm?source=sohu?source%3Dsohu)。

② 尹福臣:《低空经济的产业机遇与发展模式》,《东滩智库》,2024年2月26日。

③ 《两会聚焦|全国政协委员李健:通航飞行审批繁琐,大部分通航活动应备案即飞》, [https://www.sohu.com/a/454241872\\_504189](https://www.sohu.com/a/454241872_504189)。

空飞行服务保障体系建设相对滞后，无法满足低空空域有效开发利用的需要，难以为通航发展提供有效支撑，亟须加快体系建设和能力建设。二是与低空经济相关的法律法规不健全，无法适应无人机、飞行汽车、低空飞行等新业态新模式的快速发展。例如，飞行运营企业要解决通用航空飞机取得适航证周期长的问题；民营中小企业是通用航空飞机和零部件制造的市场主力，要解决飞机及零部件审定周期长、资金需求量大等问题。三是低空飞行管理缺乏先进的技术手段支持，一方面，需要政府部门平衡低空飞行安全和空域利用效率间的矛盾；另一方面，需要制定新的法律法规，提供数据支持。四是对低空经济管理缺乏统一的统计口径，难以全面把握低空经济产业的业态范围、发展规模、设施建设、资源流动等，制约了低空经济的快速发展。

### （二）技术创新支持不足

低空经济是新能源、人工智能、数字化、互联网等产业与技术融合发展的产物，涉及技术领域广泛，例如，航空器构型、航空动力电池、航空氢能源、自主飞行、感知与避障、电机与推进、定位与导航、网络安全技术、机群路径规划与管理，等等。近年来，低空飞行器发展迎来一系列技术拐点，飞行器构型、电池和动力系统性能的显著提升为低空经济的快速发展奠定了坚实基础。但通用航空飞机的技术水平相对较低，包括发动机，控制、传动系统，航电和机电系统等在内的“卡脖子”问题较为突出；低空产品核心零部件仍主要依赖进口，主控芯片、精密元器件等相关核心零部件国产化能力较弱。低空产业数字化、信息化、智能化水平需进一步提升。此外，无人机自身安全、续航、避障、降噪等能力短板对现有技术提出更高要求，具体应用场景要求低空飞行器具有智能识障、避障等能力，现阶段低空产品相关设计亟须改进，进一步提高对传感器安全、通信链路安全、软件安全、自组网络安全等细节问题的处理能力。地面系统及技术人员对低空飞行产品的控制程度、故障诊断能力、修复能力有待进一步加强。

### （三）基础设施不全

发展低空经济产业要有相应的配套基础设施，低空基础设施主要包括物理基础设施与通信基础设施两大类。物理基础设施主要包括低空飞行所需的起降、中转、货物装卸、乘客候乘、航空器

充（换）电、电池存储、飞行测试等平台；通信基础设施主要包括低空飞行所需的通信、导航、监视、气象监测等系统以及低空飞行数字化管理服务系统。目前，物理基础设施面临各类通用航空机场和停机坪建设缓慢等问题，新型基础设施建设面临建设缓慢且不全面等难题。低空新基建的目的在于解决空域放开后新的飞行特点带来的飞行难题。低空空域限制逐步放开后，低空飞行器飞行密度增加、多种异构飞行器的飞行耦合将带来频谱资源管理难、网络资源配置难、空域资源监管难等问题。新型基础设施建设缓慢制约低空经济产业发展，现有的低空通信、探测网络基础设施效果差、进度慢、规模小，是制约低空经济高质量发展的关键。由于数字经济关键前沿技术领域存在突出的“缺芯少核”问题，不仅制约工业互联网建设，而且导致互联网、大数据、云计算、人工智能等数字技术在制造业领域的融合应用进程缓慢，制约低空经济新业态、新模式的发展。

### （四）产业领域仍需不断拓展

低空经济具有融合性。当前，我国发展低空经济面临低空经济产业融合程度不深、延伸产业链较短、缺乏具备生态整合能力的龙头企业、产业整合能力不强等难题，即新产业领域的深入拓展面临企业技术创新、人才培养等多方面挑战。由于通用航空飞机主要依赖进口，无人机的传感器、主控芯片等重要零部件严重依赖全球产业链，eVTOL 整机制造处于起步阶段，致使低空经济产业缺乏自主产业链保障，在安全性方面存在较大隐忧。在应用场景方面，以顺丰、美团为代表的低空飞行运营企业虽研发出覆盖旅游、物流、巡检、救援等多个领域的低空应用场景，但尚未形成规模效应。现阶段的低空消费市场需加强规范与有效监管，商业运营基础设施建设有待完善。例如，低空旅游面临高消费、高风险等问题，亟须提质降价。在传统产业领域，低空基础设施建设与数字资产积累不足，企业无力承担高端化转型成本，难以通过个性化的第三方服务支持完成战略设计、数据运营等自身无法完成的关键任务。作为新兴产业领域，低空经济专业的低空飞行人员和服务人员需求量大，特别是随着低空经济逐步发展，通航维修、培训服务的市场需求量将大幅增加，但相关培训机构较少、人才培养能力不足等问题将制约低空经济产业的发展。

## 五、低空经济的运行模式

低空经济是多主体参与、多产业融合的综合性和经济形态。依据螺旋理论，低空经济作为“政产学研金服用”的创新模式，即政府、产业、高校、研究机构和用户之间，国有一民营之间，军一民之间，大中小企业之间，形成多元主体的开放式创新生态，有机融合知识、信息、资金等多种要素，以价值共创为导向，共享资源、共担风险，实现创新链与产业链融合发展。低空经济的创新生态系统具有要素多元性、创新共生性与生态系统性三大特征。政府、产业、高校、研究机构、市场化服务组织和用户等构成创新生态系统的主体，各主体创新共生。政府作为制度创新的主体，一方面，能够在宏观方面有效发挥宏观调控、政策引导、财政支持、服务保障等功能，提供优良的政策环境、资源环境、法律环境；另一方面，可以对创新生态系统中的创新活动进行扶持与推动，促进新技术的产生、转化，刺激企业进行创新方向的投资。企业是创新活动的主体，分为主导企业、跟随企业与新创企业，能够及时获取社会消费的最新动向，把握技术开发的热点方向，将知识创新资源转化为产品与服务，满足社会市场需求，创造经济价值、社会价

值与用户价值，并在此过程中积累核心竞争力。科研组织包括研究型大学及科研院所，是原始创新的主体，也是前沿技术、基础研究的主力。科研组织以技术研发为主导，为创新生态系统提供创新来源，是知识、技术、人才的主要供给者<sup>①</sup>。金融机构作为创新投入主体，是创新生态系统中创新资金的提供主体，也是创新生态系统保持高效运转的基础与保障。中介机构作为创新服务主体，能够为创新主体提供大量社会化、专业化的技术咨询服务，推动创新知识传播、技术扩散及科技成果转化。其中，基于最终用户形成的需求通常表现为驱动企业创新的直接动力。上述创新主体借助资金流、物资流、信息流、知识流、人才流、政策流的集聚与转化，实现全方位、多层次深度协作与融合，进而形成有效的创新合力，共同促进创新生态系统的良好运转（见图1、图2）。

### （一）完善低空产业政策环境

在低空产业发展初期，政府要通过“有形之手”推动建立产业生态系统。目前，地方低空经济政策频出，从低空经济产业一体化发展角度看，要加强政策协同和对接。地方政府应因地制宜构建区域特色低空经济政策体系，明确财政、金融、土地、市场准入等政策优惠。

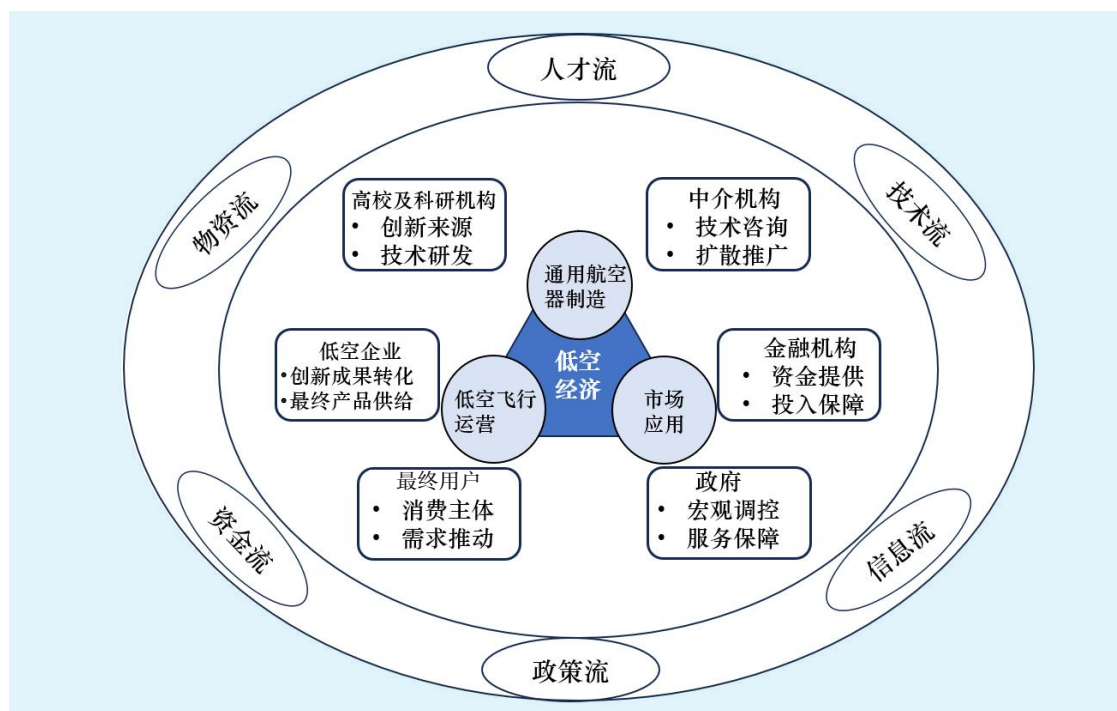


图1 低空经济主体结构和功能图

<sup>①</sup> 范洁：《创新生态系统的理论逻辑与治理机制——基于生命周期演化的视角》，《技术经济与管理研究》，2017年第9期。

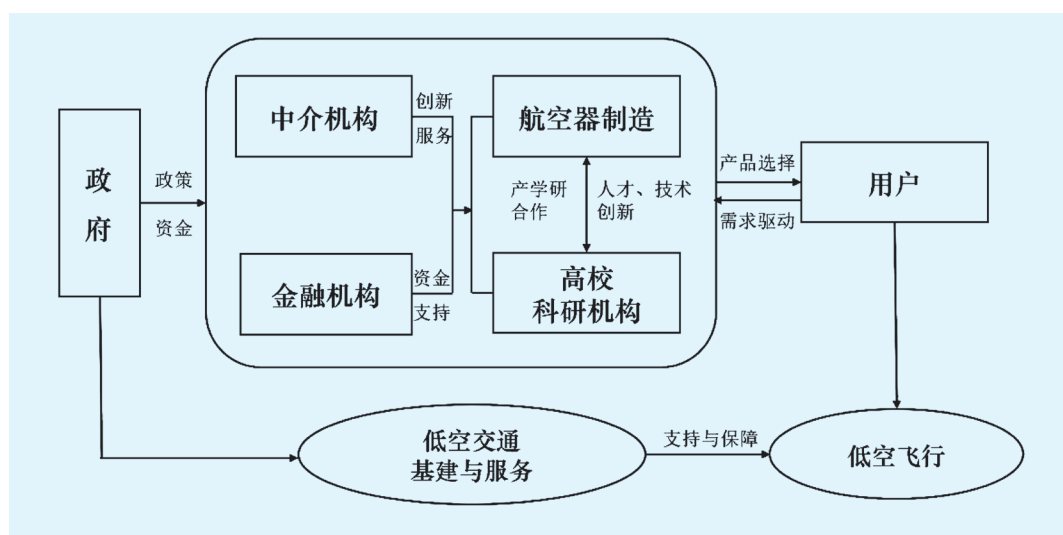


图2 低空经济创新模式图

一是推动低空空域制度改革，促进空域资源高效利用。2023年，国家空中交通管理委员会（以下简称空管委）发布《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》，明确了空域管理机构职责、空域分级分类、空域划设与调整、空域使用、空域评估和空域保障等内容。空管委组织制定《国家空域基础分类方法》，将空域划分为A、B、C、D、E、G、W等7类，A至E类为管制空域，飞行活动需审批并接受管制服务；G类和W类为非管制空域，是低空经济的主要活动空域，其中，G类为真高300米以下空域（W类空域除外），飞行活动需报备，W类为G类空域内真高120米以下的部分空域，为轻微小型航空器飞行空域。《中华人民共和国空域管理条例》（以下简称《条例》）除对空域的分级、分类进行改动外，还对现行空域管理体系进行调整。现行空域管理是军民分管体系，设立地区空中交通管理组织协调机构，分级设立空中交通管理联合运行机构，负责本责任区空域管理有关事项。《条例》增加对县级以上地方人民政府及有关单位授权作为空域管理机构组成，按照职责分工协助做好有关空域管理工作。在新的空域管理政策下，各级政府严格遵循国家政策出台相关规划，湖南、江西、广东和深圳、苏州等省市积极争取低空空域管理改革试点示范，将低空空域按照不同产业类型划分为不同立体空间，明确了飞行计划的申报流程、审批主体和飞行监管主体。此外，由地方政府牵头形成联席审批机制，将飞行计划进行并联审批或将部分审批权限委托地级市政府。构建军地协作模式，搭建低空空域数字化管理平台，由军方和

地方政府共同管理。在此基础上，要及时总结推广低空空域管理改革的试点经验，分步分层推进低空空域管理改革，制定高效合理的通航飞行审批制度，完善优化低空空域运营服务体系。

二是加快出台各项政策法规。围绕低空经济发展，我国可从财税金融支持、土地、市场准入、安全等方面出台配套政策，培育低空经济市场。此外，要严守低空应用安全底线，加快完善安全监管法律法规体系，例如，对事故责任认定、空中客运物流管理、个人隐私保护等进行规范。目前，深圳、安徽、四川、湖南、新疆等地已推出低空经济发展相关政策规划。要根据各地资源，聚焦发展重点，加快形成低空产业链和产业集群，完善产业服务配套，优化低空产业发展环境，保障低空经济产业健康发展。

## （二）推进低空基础设施建设

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。一方面，政府要主导推进和完善垂直起降场、充电、维修维护等低空飞行硬基建；另一方面，还需加强软件服务与数据平台搭建等低空软基建建设，加快低空物联网建设部署，建成全国性的数字化空域系统、低空智能融合基础设施。低空新基建通过低空航路设计和低空空管转型，重点解决空域放开后带来的诸如频谱资源管理难、网络资源配置难、空域资源监管难等飞行问题。数字航路建设是低空空域数字化管理的第一步，数字化空域管理办法为大规模对象的协同控制提供可能；低空空管发展趋势为低空物联网网，



5.5G (5G-A) 网络的推进能够实现通信网与感知网的融合发展, 进而为低空经济等应用场景提供强大的技术支撑。低轨卫星通信将成为低空经济融合基础设施的重要组成部分。未来, 基于“地区”的低空物联网将与民航、军航共同组网, 有望形成“一网通”模式。2024年3月27日, 工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局(以下简称民航局)联合印发《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030年)》, 提出将从智能高效新型运行服务体系、新型基础配套设施体系、法规标准体系、安全验证体系等方面推动低空经济基础支撑体系建设。目前, 我国尚未形成完整的低空飞行安全保障体系, 低空飞行作业主要依靠民航部门、军航部门以及用户自行开展的气象活动。2024年3月29日, 民航局在低空经济发展专题新闻发布会上表示, 将加快低空飞行服务保障体系建设, 研究建立低空三维数字化空域地理信息系统, 构建天地一体的低空通信导航监视网络, 全面提升低空飞行服务能力。

### (三) 坚持科技创新引领发展

科技创新是低空经济发展的核心驱动力, 贯穿低空经济全链条。要加快构建开放协同的低空产业科技创新体系, 在重点前沿领域探索布局。以科技创新推动低空经济生态位从低端迈向高端, 以产学研协同持续推进关键核心技术攻关, 确保我国低空经济产业具有航空器整机及核心零部件自主研发制造能力; 依托无人机产业的研发和制造优势, 攻克无人机短板, 集中力量攻克一批制约无人机产业发展的“卡脖子”难题, 以创新链带动产业链, 推动无人机整机和核心零部件的技术研发和生产制造。增强地面系统对无人机的实时监测能力和控制能力, 完善无人机故障处理程序, 提升其与城乡应用场景的融合度。要进一步优化现有的地面服务系统, 提高数据传输速率、操作人员控制能力以及低空飞行器的作业灵活程度, 等等。

### (四) 提升低空产业生态数字化水平

低空活动是以异构、高密度、高频次、高复杂性为特征的大容量融合飞行。一是要求飞行管理服务系统必须在可计算空域框架下, 构建良好的数字化管理服务系统, 对包括数字孪生、城市三维地图、气象信息、空中飞行器信息、地面信息、物理设施信息等在内的庞杂的数据和信息进行快速处理与分析, 为飞行决策提供依据。二是提升低空产业生态数字化水平, 即构建统一的数字化平台, 实现

生产制造、飞行运营和市场应用等环节的平台协同与对接。三是从飞行器的研发设计、生产制造、运营管理、场景应用等深度融合新一代信息技术, 以新产品、新技术引领和创造新需求, 满足市场需求。

### (五) 拓展低空产品应用与消费

低空经济发展应大力推动市场应用产业链延伸, 以多产业领域拓展与多元化场景应用为方向。要把低空经济和扩大内需相结合, 在不断强化现有低空物流、低空游览、私人飞行、应急救援等业态的基础上, 加强前瞻性研判, 深入拓展新兴服务、特色服务, 布局新业态, 破除需求侧限制低空消费的因素, 促进低空经济走向大众消费市场。目前, 我国拥有约5000架通用飞机, 但多数用于工农业作业飞行及飞行培训, 通用航空消费提升空间较大。对于从事低空经济的企业而言, 要坚持创新突破, 加快形成成熟的商业模式, 提升稳定盈利能力, 实现供给侧可持续发展。要针对新的应用场景构建商业模式, 例如, UAM。可通过探索“先货后人”模式逐步获取商业机会。除运营业务外, UAM垂直起降场及低空飞行管理与服务平台的投资建设和运营也具有较高的商业价值。针对低空消费市场规范与监管问题, 要加快制定相关法律法规, 保障低空消费市场运营有法可依。低空商业基础设施建设是推动低空经济发展的重要基础, 应持续推进数字化、智能化的低空新基建。在拓展低空消费的同时, 要关注消费者权益保障问题, 降低消费者维权成本, 减少低空消费可能存在的风险。

### (六) 推动各方主体开放合作

低空经济作为开放型创新生态, 要求政府、公共部门、学术界、产业部门、金融部门、用户等主体形成多边紧密协作, 促使创新活动转化为社会经济价值。一方面, 政府要积极推动国内市场与国际市场衔接, 进一步提高对外开放合作水平, 借助国内国际双循环市场发展低空经济, 提高“引进来”成效; 要完善低空经济管理制度, 搭建低空经济资源对接平台, 打造优质的营商环境。另一方面, 企业作为低空经济的创新主体和生力军, 应深度融合“政产学研金服用”, 广泛与学术界、产业部门、用户等进行战略合作。在全球化背景下, 要加强低空领域的技术交流、人才培养等合作, 鼓励和协助企业开拓海外市场。

### (七) 优化低空产业金融服务体系

战略性新兴产业发展需要有效的金融供给, 处

于发展阶段的低空经济更需“金融活水”助力其基础研究和应用研究。一是发挥政策金融引导作用。通过长期债券、财政专项、税收优惠、贴息贷款等措施，加快低空经济基础设施建设，鼓励低空经济企业增加研发投入，降低融资成本和风险。二是引导风险投资支持低空产业发展。低空产业科技创新融资金额较大，且存在技术适用性、较高的失败风险

及市场应用不确定性等，需要多元风险投资机制。目前，安徽、江西、深圳、重庆、广州等省市已发起设立低空经济产业发展专项基金，引导社会资本积极参与，为低空产业项目进行资本赋能。三是鼓励金融机构为低空经济企业提供定制化金融服务。根据低空产业科技创新需求，提供定制化贷款、专项科技金融产品和服务等资金支持。

## Low-altitude Economy: Definition, Characteristics and Operation Modes

SHEN Ying-chun

( School of Public Administration, Beihang University, Beijing 100083 )

**Abstract:** Low-altitude economy, as a new comprehensive economic form of low-altitude flight activity and industry integration, has the characteristics of spatial stereoscopic, regional dependence, digital ecology, industrial integration and radiation belt. The Chinese government attaches great importance to it and has identified low-altitude economy as a national strategic emerging industry. However, there are still problems, such as poor system and mechanism for developing low-altitude economy, insufficient support for technological innovation, inadequate new infrastructure, and continuous expansion of industrial fields. To solve these problems, this paper proposes, according to the spiral theory, the “government-industry-university-research” model to boost low-altitude economic innovation.

**Key words:** Low-altitude Economy ; New Quality Productive Forces ; Strategic Emerging Industries ; Open Innovation Ecology ; Operation Mode

[ 责任编辑: 王文秋 ]

[ 责任校对: 曹晶晶 ]