

Doi:10.20063/j.cnki.CN37-1452/C.2025.06.004

# 山东省低空经济高质量发展的现实基础与对策

钟绵生

烟台市规划设计院(烟台市城市规划编研中心),山东 烟台 264000

**摘要:**低空经济作为国家战略性新兴产业,具有产业链长、科技含量高、应用场景丰富等特点,对培育新质生产力、促进区域协调发展具有重要意义。山东省的低空经济经历了萌芽与探索、奠基与起步、提速与布局、全面发力与高质量发展四个时期,在资源、产业、设施、政策保障和创新五个方面具有现实基础,但同时面临产业协同不足、基础设施有待优化、人才供需不平衡、制度法规不健全等挑战。为此,在推动产业升级方面要加强产业协同创新、拓展低空应用场景、培育壮大市场主体;在完善基础设施方面,要优化通用机场布局与建设、构建低空飞行服务保障体系、提升低空通信与导航能力;在制定科学合理的空间规划方面,要明确区域发展定位、促进产业融合发展;在强化人才培养与引进方面,要完善人才培养体系、加大人才引进力度;在健全制度与法规体系方面,要优化低空空域管理、完善飞行安全监管制度、健全航空器适航认证制度。通过多措并举,山东省低空经济将迈向高质量、规模化发展的新阶段。

**关键词:**低空经济;高质量发展;现实基础;对策;山东

中图分类号:F127 文献标志码:A 文章编号:1673-8039(2025)06-0033-09

## 一、问题的提出

低空经济指以各类民用低空飞行器的制造及其飞行活动为牵引<sup>[1]</sup>,通过信息化、数字化管理技术赋能,与其他经济社会活动互相衔接融合,形成的一种容纳并推动多领域协调发展的极具活力和创造力的综合经济形态。低空经济科技含量高、创新要素集中,是国家战略性新兴产业和新质生产力的典型代表,高质量发展低空经济是党中央在加快实现国民经济新旧动能转换、释放经济增长新潜力的新阶段下所作出的全新战略部署<sup>[2]</sup>。

由于低空经济具有产业链条长、参与主体多元、涉及多个部门和领域、应用场景丰富且复杂等特点和高科技、高效能、高质量等特征<sup>[3]</sup>,因此低空经济高质量发展能够激发新兴产业创新升级,实现筑牢国防建设、促进区域经济协调发展、培育新质生产力茁壮成长的目的<sup>[4]</sup>,目前全国已有超30个省份将低空经济纳入其发展规划。

我国低空经济发展面临诸多挑战:一是制度体系方面,目前我国在无人机飞行监管、飞行器标准、低空安全评估等方面存在法律空白;各地出台的低空经济政策规划存在前期统筹规划与跨区域协同不足的问题<sup>[5]</sup>;由于现行的空域管理体系采用的是高度集中的审批制度,导致空域资源管理的相对低效与现行政策不能完全适配,这种制度下的程序烦琐和标准的不透明极大地提高了行业运营过程中的成本,同时严重拖慢了市场化进程<sup>[6]</sup>。二是低空基础设施建设方面,基础设施建设制约了低空经济发展,在低空经济硬件设施的覆盖深度和软件基础设施的技术成熟度方面均存在显著不足<sup>[6]</sup>。硬件方面,低空基础设施建设相对滞后,使用功能相对单一,且区域发展不均衡,存在东部经济发达地区通用机场和低空起降设施集中,而中西部地区明显落后的问题<sup>[5]</sup>,软件方面,则面临着低空飞行通信网络信号盲区和干扰问题<sup>[6]</sup>。三是关键核心技术方面,核心器件依赖进口、受制于人的问题较为突出,已成为制约产业

收稿日期:2025-09-28

基金项目:2025年山东省人文社会科学课题入库在研一般项目“人工智能驱动的山东教育创新赋能区域经济高质量发展协同机制研究”

作者简介:钟绵生(1976—),男,山东青州人,理学硕士,烟台市规划设计院(烟台市城市规划编研中心)正高级工程师。

自主发展的战略性障碍<sup>[7]</sup>。四是商业推广和应用方面,现阶段我国低空经济的消费场景依赖于传统产业的延伸,主要集中在飞行训练、非商业、客运和生产运营等社会公共服务场景,私人飞行、空中旅游等消费应用场景需要进一步拓展<sup>[8]</sup>。五是专业人才方面,当前低空经济领域的人才储备和供给都存在严重不足,在高端技术人才、专业技能人才和管理人才方面都存在较大缺口,且师资力量薄弱、人才培养模式单一<sup>[9]</sup>。

针对以上问题,学者们提出了诸多建议,如秉持积极、稳妥、有序的原则推进低空空域开放,引入航线共享和协商机制<sup>[7]</sup>;加快空中基建与地面基建融合发展,建设低空设施网、空联网、航路网、服务网等四张网,科学规划布局通用机场、飞行服务站、专业维修站、无人机起降点、低空通信基站等基础设施<sup>[5]</sup>;联合政府相关部门、低空飞行器制造商、运营企业、科研机构等成立低空产业联盟,联盟集中力量攻克低空经济领域的关键难题,

促进产业上下游企业之间的协同发展<sup>[7]</sup>;加强拓展和创新无人机新模式新业态<sup>[10]</sup>,鼓励商业模式的多样化与系统化发展,培育新型消费场景与新兴市场,构建能够动态更新的消费生态体系<sup>[6]</sup>;强化对高技术高技能人才培养培训,围绕产业链部署创新链,围绕创新链发展人才链,建立健全覆盖低空经济全产业链的人才支持体系,加快推进产教融合人才培养模式改革<sup>[9]</sup>。

山东拥有雄厚的产业基础、丰富的资源和广阔的市场,在发展低空经济方面具备得天独厚的条件。在国家大力推进低空经济发展的大背景下,深入研究山东低空经济的现实基础,剖析其面临的挑战,探索切实可行的对策,对于推动山东省高质量发展低空经济有重要的现实意义。

## 二、山东省低空经济的发展历程

山东省低空经济的发展历程可以分为四个阶段,如图1所示。

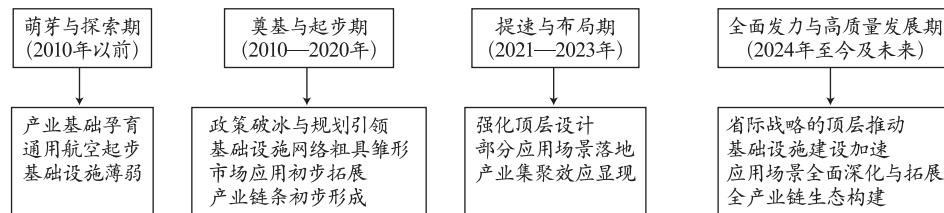


图1 山东省低空经济发展历程

### (一) 萌芽与探索期(2010年以前)

2010年以前,我国尚未明确低空经济的相关概念,国家和省际层面也未出台针对“低空经济”的顶层设计,山东省的低空经济处于自发和零散的状态。山东省航空航天产业基础较好,济南、烟台、潍坊、滨州等地都有与航空相关的重要企业和研究机构,如中国航空工业集团公司济南特种结构研究所、中国航天科技集团公司五院第五一三研究所、潍坊天翔航空工业有限公司等。这一时期,山东省的通用航空主要服务于农药喷洒、航拍航测、飞行培训的传统领域,市场规模小、公众认知度低。同时,山东省低空经济的基础设施薄弱,通用机场数量稀少,起降点不足,空域管理严格,极大地限制了低空飞行活动的开展。

### (二) 奠基与起步期(2010年—2020年)

2010年,国务院、中央军委印发《关于深化我国低空空域管理改革的意见》,至此,我国低空领域改革拉开序幕,山东也进入了积极奠基阶段,将通用航空作为战略性新兴产业进行培育,各地市也开始规划建设通用机场。2014年12月,山东

省政府发布《关于进一步加快民航业发展的意见》,提出加快通用航空发展、大力发展战略性新兴产业、积极壮大临空经济<sup>[11]</sup>。山东省开始构建覆盖全省的通用机场网络骨架,临沂费县通用机场、莱芜雪野通用机场、济南商河通用机场、青岛慈航机场等一批通用机场项目启动或建成。

无人机产业在此阶段迅猛发展。凭借农业大省的优势,山东省植保无人机得到快速推广,并开始在电力巡查、交通巡查和环境监测等工业级无人机应用领域进行试点。无人机产业链条初步形成,吸引了一批无人机研发制造企业落户,如山东中宇航空科技发展有限公司、山东大疆航空科技有限公司、山东启航航空产业发展有限公司等,航空材料、零部件等配套产业开始发展。

### (三) 提速与布局期(2021年—2023年)

2021年,“低空经济”被首次纳入国家“十四五”发展规划。山东省在《山东省“十四五”综合交通运输发展规划》中明确提出着力加快通用机场规划建设,打造全省覆盖、协同高效、服务优质的通用机场群,力争实现通用机场建设发展走在

全国前列<sup>[12]</sup>。省内各地市争先布局,济南、青岛、烟台、临沂等城市成为发展低空经济的核心区域。

在此期间,一些低空经济应用场景规模化落地。根据中国民用航空局数据,2023年,山东省全年有人通用航空飞行时长达9.2万小时,位居全国第一,其中新兴消费类飞行量为423.4小时,空中游览时长达335.8小时,业务量同比增长162%;农业作业飞行量达到1.2万小时,排名全国第二,其中,航空护林累计面积达到2.7亿公顷,植保作业量排名全国第五<sup>[13]</sup>。

低空经济产业聚集效应凸显。如济南市聚集了山东祥辰科技集团有限公司、济南赛尔无人机科技有限公司、北极鸥航空科技(山东)集团有限公司、山东大鹏航空科技有限公司等一批专注无人机应用的企业;青岛着力打造通用航空产业综合示范区,汇聚了山东瑞智飞控科技有限公司、亿航智能设备(青岛)有限公司、青岛北辰数智科技有限公司、青岛远度智能科技有限公司等诸多聚焦无人机研发制造的企业。

#### (四)全面发力与高质量发展期(2024年至今及未来)

以2023年底中央经济工作会议明确提出“打造生物制造、商业航空、低空经济等若干战略性新兴产业”<sup>[14]</sup>为标志,低空经济迎来了爆发式增长的风口。山东省也进入了全面发力、追求高质量发展的新阶段。2024年山东省政府发布了《山东省通用航空装备创新应用实施方案(2024—2030年)》《山东省航空航天产业发展规划》《山东省无人机产业高质量发展实施方案》等多个重要文件,设定了低空经济高质量发展的清晰路线。基础设施建设方面,坚持适度超前的原则,加快推进通用机场建设;应用场景方面,拓展应用场景牵引,助力产品迭代升级<sup>[15]</sup>。

### 三、山东发展低空经济的现实基础

#### (一)资源基础

山东省在空域资源与地理环境两大核心要素方面拥有显著的系统性、战略性和可持续性优势。

##### 1.空域资源方面

山东省地处华东地区,空域资源广阔。山东半岛三面环海,拥有大面积的报告空域和监视空域,特别是沿海、海上、农林区域,空域矛盾相对较小,非常适合开展各类低空飞行活动,且净空条件良好,为低空飞行提供了较为充足的空间资源。

2024年,山东省划设120米以下无人机适飞空域2.82万平方公里,空域资源利用水平居华东地区首位<sup>[16]</sup>。同时,山东省海岸线长达3505公里,拥有青岛港、日照港、烟台港等众多优良的港口资源,广阔的海域为低空经济发展提供了充足空间,如2024年,日照市共获批低空空域21块,总面积达到2.3万平方公里,是日照市陆域面积的4.3倍<sup>[17]</sup>。

#### 2.地理环境方面

一是地形地貌多样,适配多种飞行场景。山东省地形多样,兼具平原、丘陵、山地、黄河三角洲等地貌,适合测试无人机、通航飞机在不同地形下的性能,应用场景覆盖农业植保、电力巡检、生态监测、旅游观光等全方位需求,漫长的海岸线和广阔的管辖海域,更可以为海上巡逻、救援、运输、海洋环境监测、渔业养殖监测等提供独一无二的应用场景。二是区位交通优越,连接京津冀与长三角。山东地处中国东部沿海,是连接京津冀城市群与长三角城市群的重要枢纽,具有显著的区位优势,山东空域是华北、华东、东北三大区域的交汇点,航线密集,便于低空飞行器跨区域运行。三是气候条件稳定,全年可飞天数多。山东属温带季风气候,四季分明、气候适中,全年优良飞行日数超过300天,可为低空飞行活动提供稳定保障。

#### (二)产业基础

山东是制造业大省,工业门类齐全,在与航空产业密切相关的机械制造、电子信息、材料科学等领域具有深厚的产业积淀,产业链正在不断完善。一是通用航空制造业方面,山东已经形成了一定规模的产业集群,为发展低空经济打下了较为坚实的产业基础。山东低空经济最核心的优势来自雄厚的航空制造和零部件配套产业基础,其拥有从整机制造到关键零部件配套的完整产业链。二是直升机产业方面,我国规模最大的通用航空制造企业——中航工业直升机有限责任公司,其下属的航空工业哈飞通用已在青岛布局。三是无人机产业方面,山东聚集了众多的无人机整机企业,如无人机综合管控平台在国内有重要影响力的青岛云世纪信息科技有限公司、涉足工业无人机的烟台蓝天钛金科技有限公司等。同时,山东还拥有一批专注于农业植保、物流配送、巡检等领域的无人机整机制造商,如山东宇帆航空科技有限公司、山东奥蓝无人机科技有限公司等。四是轻型运动飞机方面,泊鹭(山东)飞机有限公司、时代

低空(山东)通用航空有限公司等企业有轻型运动飞机的组装和制造能力。五是关键零部件与材料方面,我国碳纤维行业的龙头企业——威海光威集团,其生产的碳纤维材料广泛应用于航空航天领域,为无人机、轻量化飞行器提供了关键的复合材料支撑。六是航空航天结构件与系统方面,烟台艾迪精密机械股份有限公司、济南萨博特种汽车有限公司等部分企业在高精度零部件、机载设备、地面保障装备等方面有深厚积累。七是发动机配套方面,中科航星科技股份有限公司、龙口南山航空零部件有限公司等部分企业为小型航空发动机提供零部件。

### (三)设施基础

山东省通用航空基础体系完备,设施数量和通用航空飞行规模连续多年稳居全国第一,具有发展低空经济的良好设施基础,截至2023年底,全省通用机场达到22个,居全国第6位,低空飞行起降平台达到239个,经营性通航企业达到42家,居全国第4位,拥有各类通用飞机232架,居全国第3位,经营性无人机企业达到1409家,居全国第3位<sup>[18]</sup>。2025年济南试航的首条低空物流线路实现10分钟配送,该线路运行至今成本仅为传统物流的23%<sup>[19]</sup>。青岛开通的“低空快线联航”项目,通过直升机实现市区至机场的快速接驳,提升了城市交通效率。

山东省在发展低空经济过程中,已经构建起覆盖“天、地、空、数、服”五大维度的现代化低空基础设施体系。

#### 1.通用机场数量领先、布局合理、功能多元

山东省已建成并投入使用的通用机场数量在华东地区仅次于江苏、浙江。这些机场分布于济南、青岛、烟台、潍坊、威海、日照、滨州、东营、临沂等地,形成“东西贯通、南北呼应”的通用机场网络,基本实现省内1小时飞行圈全覆盖。山东通用机场体系按照“运输+通航+无人机”融合发展思路,对机场进行了不同的功能定位,分为区域枢纽型、产业支撑型、文旅消费型、海上服务型等,形成了多层次机场功能布局、各机场功能定位清晰、差异化发展的格局。

#### 2.起降平台体系密度高、场景广、智能化

截至2024年底,山东省已建成无人机起降平台524个、低空飞行营地9个,覆盖城市核心区、交通枢纽、旅游景区、工业园区、海岛、农业基地等多元场景。这些平台具备无人机物流、载人

eVTOL起降、应急物资投送、飞行培训等功能,形成“点一线一面”协同的起降网络。山东新建起降平台普遍具备数字化、智能化、绿色化特征,如青岛铁塔依托市南区银川路基站塔身,试点搭建1处无人机自动机巢,探索无人机起降、充电设施建设新模式<sup>[20]</sup>。

### 3.飞行服务保障系统全国领先、层级清晰、功能或集成化

2024年7月,山东省正式成立省低空飞行服务公司,并建成省级综合飞行服务平台,实现“一窗口申请、一站式审批、一张网通管”功能。该平台集成飞行计划申报、空域审批、航行情报、气象服务、飞行动态监控、告警救援等功能,为全省低空飞行活动提供统一服务保障。同时,济南、青岛、日照、滨州等市建成了市级飞行管理服务平台,并实现了与省级平台数据互通、业务协同。

### (四)政策保障基础

近年来,山东省政府高度重视低空经济发展,出台了一系列政策措施,从省级层面统筹通用航空发展改革工作,成立省级民航发展协调机制,为低空经济发展提供了有力的政策支持。

政策方面,山东省印发了《山东省“十四五”综合交通运输发展规划》,编制了《山东省民用机场布局规划》《山东省航空航天产业发展规划》,发布了《山东省无人机产业高质量发展实施方案(2023—2025年)》。2024年11月,山东省率先出台《山东省低空经济高质量发展三年行动方案(2025—2027年)》,提出到2027年山东省低空经济规模达到1000亿元,基本形成济南、青岛市两核引领,东营、烟台、潍坊、日照、临沂、滨州等市多点支撑的低空经济发展新格局<sup>[21]</sup>。2024年12月,山东省科学技术厅等14部门发布《山东省低空经济产业科技创新行动计划(2025—2027年)》,目标到2027年,高质量科技供给更富成效、企业创新主体地位更加突出、创新示范应用效应更加显著<sup>[22]</sup>。

保障方面,山东省已建成省级综合飞行服务平台和济南、青岛、日照、滨州等市级平台,实现飞行计划申报、空域审批、飞行监控、风险评估等全流程数字化管理,如青岛云世纪系统可为超过20万架无人机提供飞行服务,居全国首位;日照实行“随申随飞”机制,飞行审批时间缩短至分钟级,极大提升了空域使用效率;滨州市设立低空飞行服务中心,具备空域管理、飞行服务、风险评估、技

术咨询等全链条服务能力。

此外,山东在低空空域管理方面积极争取国家政策支持,多个城市获批国家级试点,日照市被民航局确定为“运通融合”示范机场,推动运输航空与通用航空空域共享,滨州市大高通用机场被确定为ADS-B系统应用试点,提升低空空域监控能力,济南市获批筹建全国首个以“空天信息”命名的高等院校——空天信息大学,为空域管理提供智力支持和人才保障。

### (五)创新基础

近年来,山东省聚焦低空经济领域难点堵点开展关键技术攻关,在精准定位、飞行控制、智能集群作业及航空材料等方向布局10余项省重大科技攻关任务,将科技创新平台与人才培养作为核心支撑,通过高能级平台布局、关键技术攻关、多层次人才引育、产教融合机制等,构建了全国领先的“平台—人才—产业”一体化发展格局,推动产出一批原创性、引领性创新成果。

#### 1.打造高能级、全链条、多层次科技创新平台体系

山东积极争取并落地“仲华”热物理试验装置、空天动力结构服役安全大科学装置、空天信息国家实验室济南基地等国家重大科技基础设施,为低空经济提供基础性、战略性支撑,这些“国之重器”不仅提升了山东在全国空天科技版图中的地位,也为低空经济提供了原始创新源泉。同时,山东还加强新型研发机构与协同创新平台的建设,鼓励政府、高校、企业、科研机构共建新型研发机构,推动技术快速转化,如由中国科学院空天信息创新研究院与山东省共建齐鲁空天信息研究院,发布低空智能终端产品、数字地球低空管理服务平台等四项创新成果,浪潮智慧科技与济南低空经济发展集团共建“产学研用”一体化平台,主导制定行业标准,这些平台的打造,打破了传统科研体制边界,实现了“科研—产业—市场”的高效联动。

#### 2.建设多层次、复合型、生态化人才培养体系

山东省拥有一批在航空领域具有较强科研实力的专业院校和科研机构,涵盖飞行技术、航空工程、空域管理、适航技术、航空电子、航空材料等多个方向,山东航空学院、山东交通学院、空天信息大学等18所航空专业优势高等院校为低空经济发展提供了坚实的人才和技术支撑。这些院校在航空航天工程、飞行器设计与制造、交通运输工程

等相关专业领域具有丰富的教学和科研经验,能够培养出发展低空经济所需的高素质人才。同时,院校还积极开展科研项目,在低空飞行器设计、航空材料研发、航空电子技术、飞行控制技术等方面取得了一系列科研成果。例如,山东航空学院建设了山东省航空材料与器件工程技术研究中心等20余个航空类科研创新平台,围绕低空经济领域开展了大量基础和应用研究工作,形成了系列原创性科技创新成果。此外,齐鲁空天信息研究院等科研机构也在积极开展低空经济相关的科研项目,推动低空经济技术创新和成果转化,为山东省低空经济发展提供了有力的科技保障。

## 四、山东省发展低空经济面临的挑战

### (一)产业协同不足

尽管山东省在低空经济的各个领域都有一定的发展,但目前产业协同效应尚未得到充分发挥。航空制造企业、运营企业、科研机构和服务企业之间的合作不够紧密,缺乏有效的产业协同机制。在航空制造方面,虽然拥有一定数量的企业,但多以低端附件加工为主,航空发动机、航电、飞控机载系统等高附加值、高技术含量的业务不足,且企业之间缺乏高效协作,尚未形成完整的产业链条。在运营服务领域,已进入的商业服务多是较为初级的低空培训、低空旅游、空中广告等,跨境直升机、城市空中交通、无人物流配送、空中“飞的”等新业态发展较为缓慢,且不同运营企业之间的业务合作和资源共享不足。科研机构的研发成果与产业实际需求的对接不够顺畅,导致科研成果转化率不高,无法及时有效地推动产业升级。各地发展低空产业的方向、路径未能实现有效对接,项目和业务同质化严重,没有形成显著协同效应,限制了低空经济整体竞争力的提升。

### (二)基础设施有待完善

虽然山东省通用机场数量位于全国前列,但从低空经济高质量发展的需求来看,基础设施仍存在不足。一方面,通用机场的布局需进一步优化,通用机场主要集中在胶东半岛和鲁中部分地区,而鲁西北、鲁西南等地区的通用机场数量稀少,影响了通用航空运营的便捷性和服务范围。另一方面,通用机场的配套设施不够完善,如跑道长度、宽度不足,无法满足一些大型通用航空器的起降需求。停机坪面积狭小,机位数量有限,限制了机场的航空器停放能力。导航、通信等空管设

施设备陈旧落后,精度和可靠性难以保证,给飞行安全带来隐患。在低空飞行服务保障体系方面,虽然正在建设省级综合飞行服务站和市级低空飞行管理服务平台,但目前覆盖范围和服务能力仍有限,无法为全省范围内的低空飞行提供全面、高效的飞行计划审批、飞行情报服务、气象服务、通信导航服务、应急救援服务等一站式服务。此外,低空通信与导航能力也有待进一步提升,在复杂地形和电磁环境下,低空飞行器的通信稳定性和导航精准性面临挑战,影响了低空飞行的安全性和效率。

### (三)人才供需不平衡

尽管山东省在航空专业人才培养方面取得了一定成绩,但随着低空经济的快速发展,人才供需不平衡的问题逐渐显现。在高端人才方面,航空发动机设计、航空材料研发、飞行控制技术等关键领域的高端领军人才和创新型人才短缺,难以满足产业创新发展的需求。在应用型人才方面,虽然院校培养了大量相关专业学生,但部分学生的实践能力与企业实际需求存在差距,需要企业进行二次培训,增加了企业的用人成本。同时,随着低空经济新业态的不断涌现,如城市空中交通、无人机物流配送等领域,它们对复合型人才的需求日益增长,这类人才既需要具备航空专业知识,又要熟悉物流、交通管理、信息技术等相关领域知识,目前这类复合型人才的供给严重不足。此外,与其他发达地区相比,山东省在吸引和留住人才方面的竞争力有待提高,在一定程度上存在人才流失现象,影响了低空经济人才队伍的稳定性和发展。

### (四)制度法规不够健全

目前,山东省在低空经济领域的制度法规尚不完善,存在一些制约产业发展的因素。在空域管理方面,虽然已经划设了一定的通用航空飞行空域,但空域的开放程度和使用效率仍有待提高,空域审批流程繁琐,审批时间长,影响了低空飞行活动的开展。在航空器管理方面,对于无人机等新型航空器的注册登记、飞行许可、飞行安全监管等方面的制度法规还不够细化,导致无人机“黑飞”等违规现象时有发生,威胁公共安全。在产业促进政策方面,虽然出台了一系列政策文件,但部分政策的可操作性和落地效果有待加强,政策之间的协同性也需要进一步优化。在低空经济相关的标准制定方面,如航空制造产品标准、服务质

量标准等,存在标准不统一、更新不及时等问题,影响了产业的规范化发展和市场的公平竞争。

## 五、山东省实现低空经济高质量发展的对策

### (一)推动产业升级

#### 1. 加强产业协同创新

构建低空经济产业协同创新机制,加强航空相关制造企业、运营企业、科研机构和服务企业之间的合作与交流。鼓励企业与高校、科研机构共建联合研发中心、产业技术创新联盟等创新平台,围绕低空经济领域的关键核心技术,如新型飞行器设计、航空发动机研发、飞行控制技术、航空材料等,开展协同攻关。例如,在新型飞行器设计方面,突破低空飞行器气动设计、振动抑制、多模态自适应飞行、飞行安全控制等关键技术,推动飞行汽车、仿生飞行器、电动垂直起降飞行器等创新设计的发展。通过产学研深度融合,加速科研成果向现实生产力转化,提高山东省低空经济产业的技术水平和创新能力。同时,加强产业链上下游企业之间的协作,形成完整的产业链条,提高产业附加值。例如,航空制造企业与零部件供应商加强合作,提高产品的国产化配套率和质量稳定性;运营企业与服务企业合作,拓展低空经济的应用场景和服务范围,提升运营效率和服务质量。

#### 2. 拓展低空应用场景

积极培育和拓展低空经济的应用场景,推动低空经济与其他产业的深度融合。在物流领域,支持济南、青岛、东营、烟台、临沂、滨州等市依托龙头物流企业,开通无人机B2B、B2C物流配送航线。在城市交通方面,以济南为主体区,以济南都市圈和省会经济圈为联动区,试点推进eVTOL等智慧空中出行装备,加快市场应用。在旅游领域,依托济南、青岛等重点旅游城市,成立跨行业联盟,培育低空旅游、航空运动消费市场。支持黄河沿线、仙境海岸、红色沂蒙等重点旅游区,开发多样化低空旅游产品,如直升机观光、热气球体验、低空跳伞等项目,丰富旅游体验,提升旅游产业的吸引力和竞争力。此外,还可以拓展低空经济在应急救援、农林作业、电力巡检、安防监控等领域的应用,提高社会公共服务水平和运行效率。

#### 3. 培育壮大市场主体

实施企业培育计划,以建设和完善低空经济产业链为目标,加大对低空经济领域企业的扶持

力度。通过政策引导、资金支持、项目对接等方式,加强对具有生态主导力的产业链龙头企业的培养,发挥龙头企业的引领带动作用,吸引上下游企业集聚,加强产业链建设。同时,积极扶持创新型中小企业、专精特新企业,鼓励中小企业专注于细分领域,开展技术创新和产品研发,提升企业的创新能力和市场竞争力。积极引进国内外知名的低空经济企业,如广州亿航智能、上海峰飞航空等知名研发制造企业,顺丰、京东等已开展无人机配送业务的物流龙头企业,鼓励企业在山东省开发应用场景,落地研发平台和制造车间,带动整个产业链的发展壮大。加强对企业的服务和指导,及时处理和解决企业发展过程中遇到的问题,营造良好的企业发展环境,例如,建立企业服务绿色通道,简化行政审批流程,为企业提供一站式服务;组织开展企业培训、交流活动,提高企业管理水平和市场开拓能力。

## (二)完善基础设施

### 1.优化通用机场布局与建设

根据山东省的地理格局、经济发展需求和低空经济发展规划,进一步优化通用机场布局。在加强现有通用机场升级改造的基础上,合理规划新建通用机场的选址和建设规模,提高通用机场的覆盖范围和服务能力。加快实施《山东省低空经济高质量发展三年行动方案(2025—2027年)》,到2027年,全省通用机场数量达到35个,实现通用机场在重点区域的有效覆盖<sup>[21]</sup>。在机场建设过程中,注重与周边地区的产业发展和城市规划相协调,在通用机场周边布局航空产业园、物流园区、旅游景区等,实现航空运输与产业发展的无缝对接,促进通用机场与区域经济的协同发展。完善现有通用机场的配套设施建设,包括跑道、停机坪、导航设施、通信设施、气象设施、供油设施等,确保能够满足不同类型通用飞机和无人机的起降需求。提高机场设施的智能化水平,应用物联网、大数据、人工智能等技术,实现对机场运行的实时监测和智能管理,提升机场的运营效率和服务质量。

### 2.构建低空飞行服务保障体系

加快建设省级综合飞行服务站和市级低空飞行管理服务平台,构建协同高效的低空飞行服务网,为低空飞行提供飞行计划审批、飞行情报服务、气象服务、通信导航服务、应急救援服务等一站式服务。做好低空飞行航线规划,打造开放融

合的低空飞行航线网,精细设计飞行公共航路航线,到2027年,开通50条以上市内无人机航线和20条以上城际无人机物流航线,实现载货无人机规模化运行和载人无人机体验式飞行。建设全域覆盖的低空智联网,利用物联网、大数据、人工智能等技术,实现对低空飞行器的实时监测、跟踪和管理,提高低空飞行的安全性和效率。

### 3.提升低空通信与导航能力

加强低空通信基础设施建设,开展地面通信、卫星互联网、天通卫星、北斗短报文、ADS-B等空地一体化通信研究,突破复杂电磁环境低空通信组网、抗干扰与安全认证、通感算一体等关键技术,研制低空通感一体基站、多模通信。

## (三)制定科学合理的空间规划

### 1.明确区域发展定位

根据不同地区的资源禀赋和产业基础,明确各地区在低空经济发展中的定位。济南、青岛等经济发达城市,可重点发展航空研发制造、高端运营服务等产业,打造低空经济核心区;东营、烟台、潍坊等具有一定产业基础的城市,可发展特色产业,如东营的航空航天新材料产业、烟台的高端航空航天制造产业等;形成多点支撑的发展格局,例如,济南可依托空天信息产业优势,打造低空信息产业高地;青岛可发挥海洋经济优势,发展海洋低空应用产业。

### 2.促进产业融合发展

加强低空经济与其他产业之间的融合发展,制定相关规划引导政策。推动低空经济与旅游、物流、农业、应急救援等产业深度融合,拓展低空经济应用场景,实现产业协同发展。例如,在旅游产业中,将低空旅游与传统旅游项目相结合,打造综合性旅游产品;在物流产业中,利用无人机配送与传统物流运输相结合,提高物流配送效率。同时,加强不同产业园区之间的协同合作,实现资源共享和优势互补。

## (四)强化人才培养与引进

### 1.完善人才培养体系

加强高校低空经济相关专业建设,优化课程设置,提高人才培养质量。鼓励高校与企业合作,建立实习实训基地,开展订单式培养,为企业输送急需的专业人才。相关高校可根据市场需求,增设无人机技术、低空飞行管理等专业课程,与企业联合开展实践教学,培养应用型人才。加强职业教育和培训,针对在职人员开展技能提升培训,提

高从业人员的专业素质。

## 2. 加大人才引进力度

制定人才引进优惠政策,吸引国内外优秀人才投身山东省低空经济发展。设立人才引进专项资金,为高端人才提供住房补贴、科研启动资金等支持。搭建人才交流平台,组织开展学术交流活动和行业研讨会,为人才提供良好的发展环境和交流机会。对于引进的航空领域高层次人才,给予一定金额的安家费,并在科研项目申报、子女教育等方面提供便利条件,吸引人才扎根山东。

## (五)健全制度与法规体系

### 1. 优化低空空域管理

推动低空空域管理体制改革,简化审批流程,提高空域使用效率。建立低空空域动态管理机制,根据不同地区、不同时段的飞行需求,合理分配空域资源。在旅游旺季或特定活动期间,对热门旅游景区周边空域进行灵活调整,保障低空旅游飞行活动的顺利开展。加强与军方、民航等部门的沟通协调,建立健全空域协同管理机制,实现空域资源的共享与高效利用。

### 2. 完善飞行安全监管制度

制定严格的飞行安全监管标准,加强对低空飞行活动的安全监管。建立健全飞行安全监测体系,利用先进的技术手段,对低空飞行进行实时监控,及时发现和处理安全隐患。加强对航空器适航认证、驾驶员资质审查等方面的管理,确保飞行安全。运用大数据、人工智能等技术,建设低空飞行安全监测平台,对航空器的飞行轨迹、飞行状态等进行实时监测和预警,提高安全监管的精准性和有效性。

### 3. 健全航空器适航认证制度

完善航空器适航认证制度,加强对新产品的适航认证管理。建立适航认证服务平台,为企业提供技术咨询和认证指导,缩短认证周期,降低认证成本。针对无人机等新兴航空器产品,制定专门的适航认证标准和流程,加快新产品的上市速度,促进产业发展。

## 参考文献:

- [1] 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(3).
- [2] 豆书龙,张世伟,丁大增.低空经济文献综述:研究流派与学术反思[J].重庆社会科学,2025(6).
- [3] 欧阳日辉.低空经济助推新质生产力的运行机理

与路径选择[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2025(1).

[4] 宋丹,徐政.低空经济赋能高质量发展的内在逻辑与实践路径[J].湖南社会科学,2024(5).

[5] 沈映春,李昂.低空经济赋能高质量发展的内在机理与现实路径[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),网络首发,2025-08-12.

[6] 赵景龙.低空经济高质量发展:内涵特征、约束条件与突破路径[J].当代经济研究,2025(4).

[7] 兰旭东.低空经济高质量发展的难点、焦点与对策[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2025(11).

[8] 夏诗园.低空经济高质量发展:积极效应、现实挑战和完善建议[J].学术探索,网络首发,2025-09-19.

[9] 金伟,田野,马琪.低空经济高质量发展的人才需求分析与培养建议[J].中国职业技术教育,2025(9).

[10] 刘先江,宋丹,徐政.以低空经济打造新质生产力发展新引擎[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2024(9).

[11] 山东省人民政府办公厅关于进一步加快民航业发展的意见 [EB/OL].(2014-12-03)[2025-05-24].  
[http://gb.shandong.gov.cn/art/2014/12/3/art\\_2267\\_17579.html](http://gb.shandong.gov.cn/art/2014/12/3/art_2267_17579.html).

[12] 山东省“十四五”综合交通运输发展规划 [EB/OL].(2021-07-16)[2025-06-11].  
[http://www.shandong.gov.cn/art/2021/7/16/art\\_307622\\_10331336.html](http://www.shandong.gov.cn/art/2021/7/16/art_307622_10331336.html).

[13] 山东:低空经济产业加速腾飞 [EB/OL].(2024-10-31)[2025-05-31].  
<https://www.Xinhuanet.com/20241031/f37fc0975b6f42a3b1e53069e51bc8e9/c.html>.

[14] 中央经济工作会议在北京举行习近平发表重要讲话 [EB/OL].(2023-12-12)[2025-05-31].  
[https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202312/content\\_6919834.htm](https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202312/content_6919834.htm).

[15] 山东省通用航空装备创新应用实施方案(2024—2030年) [EB/OL].(2024-07-12)[2025-06-01].  
[http://gxt.shandong.gov.cn/art/2024/7/12/art\\_103885\\_10344451.html](http://gxt.shandong.gov.cn/art/2024/7/12/art_103885_10344451.html).

[16] 山东实施四大行动加快发展“低空经济+”形成济青两核引领、多点支撑新格局 [EB/OL].(2024-11-09)[2025-05-19].  
[http://www.jinan.gov.cn/art/2024/11/9/art\\_1861\\_4990654.html](http://www.jinan.gov.cn/art/2024/11/9/art_1861_4990654.html).

[17] 山东日照:依托2.3万平方公里空域,打造全国领先低空经济新兴产业集群 [EB/OL].(2024-12-24)[2025-05-19].  
<https://www.toutiao.com/article/7451904300889965107/?wid=1760758972081>.

[18] 三年行动方案出炉! 山东到2027年低空经济规模将达千亿 [EB/OL].(2024-11-09)[2025-06-01].  
[https://jt.shandong.gov.cn/art/2024/11/9/art\\_15690\\_10321970.html](https://jt.shandong.gov.cn/art/2024/11/9/art_15690_10321970.html).

[19] 济南都市圈低空经济振翅高飞 [EB/OL].(2025-

- 09-24) [2025-09-26]. <http://www.sd.xinhuanet.com/20250924/5f5742fadd154a3089f9029b7a6a0510/c.html>.
- [20] 青岛加速布局低空经济“新基建” [EB/OL]. (2025-06-26) [2025-06-26]. [http://www.shandong.gov.cn/art/2025/6/26/art\\_116200\\_677416.html](http://www.shandong.gov.cn/art/2025/6/26/art_116200_677416.html).
- [21] 山东省人民政府办公厅关于印发《山东省低空经济高质量发展三年行动方案(2025—2027年)》的通知 (鲁政办发〔2024〕9号) [EB/OL]. (2024-11-11) [2025-06-02]. [http://fgw.shandong.gov.cn/art/2024/11/11/art\\_91485\\_10451042.html](http://fgw.shandong.gov.cn/art/2024/11/11/art_91485_10451042.html).
- [22] 山东省科学技术厅等14部门关于印发《山东省低空经济产业科技创新行动计划(2025—2027年)》的通知 [EB/OL]. (2024-12-19) [2025-06-06]. [http://kjt.shandong.gov.cn/art/2024/12/19/art\\_10358510317445.html](http://kjt.shandong.gov.cn/art/2024/12/19/art_10358510317445.html).

## Practical Foundations and Countermeasures for High-quality Development of Low-altitude Economy in Shandong Province

ZHONG Miansheng

Yantai Urban Planning and Design Institute (Yantai Urban Planning, Research and Development Center), Yantai 264000, China

**Abstract:** As a national strategic emerging industry, low-altitude economy is characterized by a long industrial chain, high technological content, and rich application scenarios, etc. It is of great significance for fostering new-quality productive forces and promoting coordinated regional development. Shandong Province's low-altitude economy has gone through four stages: germination and exploration, foundation-laying and initial development, acceleration and layout, and all-round advancement and high-quality development. It has practical foundations in five aspects, namely resources, industry, infrastructure, policy support, and innovation. However, it also faces challenges such as insufficient industrial synergy, room for optimization in infrastructure, an imbalance between supply and demand of talents, and incomplete institutions, laws and regulations. The following countermeasures are then proposed. In the aspect of promoting industrial upgrading, it is essential to strengthen collaborative innovation within the industry, expand low-altitude application scenarios, and foster the growth of market entities. In terms of improving infrastructure, efforts should focus on optimizing the layout and construction of general aviation airports, establishing a low-altitude flight service support system, and improving low-altitude communication and navigation capabilities. Regarding the scientific and rational spatial planning, clear regional development positioning should be defined, and integrated industrial development should be encouraged. For talent development and introduction, a talent training system must be perfected, and greater efforts should be made to introduce talents. In perfecting the system of institutions, laws and regulations, measures should include optimizing low-altitude airspace management, refining the flight safety supervision system, and improving the aircraft airworthiness certification system. Through multiple measures, the low-altitude economy in Shandong Province is poised to enter a new phase of high-quality and large-scale development.

**Key words:** low-altitude economy; high-quality development; practical foundation; countermeasure; Shandong

(责任编辑 昭 薛)