

低空经济下低空空域利用的规划应对策略

苏阳

郑州航空工业管理学院

DOI:10.32629/etd.v7i6.20999

[摘要] 在低空经济迅速发展的背景下,低空空域的开发利用要求越来越高,低空空域是战略性空间资源,具有稀缺性、公共性等特点,还有分层性、关联性等特点的空间特征。目前我国低空空域利用存在着缺少规划体系、空域管控粗放、权属不清、基础设施落后等主要问题,限制了低空经济的规模化发展。为了解决以上问题,从规划体系、管控模式、基础设施、技术支撑、协同管理五个方面提出构建多层次协同规划体系、优化分类管控机制、统筹基础设施布局、健全技术支撑体系、完善协同管理的对策建议,以达到低空空域资源高效、安全、有序利用的目的,促进低空经济高质量发展,为低空经济高质量发展提供理论和实践上的参考。

[关键词] 低空经济; 低空空域; 空域规划; 空域管控; 权属界定

中图分类号: FO **文献标识码:** A

Planning and Response Strategies for the Utilization of Low-altitude Airspace under the Context of Low-altitude Economy

Yang Su

Zhengzhou University of Aeronautics

[Abstract] Against the backdrop of the rapid development of the low-altitude economy, the requirements for the development and utilization of low-altitude airspace are increasing. Low-altitude airspace is a strategic spatial resource with characteristics such as scarcity and publicness, as well as spatial features such as stratification and correlation. Currently, the utilization of low-altitude airspace in China faces major problems such as the lack of a planning system, coarse airspace control, unclear ownership, and backward infrastructure, which restrict the large-scale development of the low-altitude economy. To address these issues, this paper proposes countermeasures and suggestions from five aspects: planning system, control mode, infrastructure, technical support, and collaborative management. These include building a multi-level collaborative planning system, optimizing the classified control mechanism, coordinating the layout of infrastructure, improving the technical support system, and perfecting collaborative management, with the aim of achieving efficient, safe, and orderly utilization of low-altitude airspace resources, promoting the high-quality development of the low-altitude economy, and providing theoretical and practical references for the high-quality development of the low-altitude economy.

[Key words] Low-altitude economy; Low-altitude airspace; airspace planning; airspace control; ownership definition

引言

随着低空经济被纳入战略性新兴产业,成为培育新质生产力、打造万亿级市场的核心赛道,低空空域作为其核心载体,其合理开发利用成为推动产业高质量发展的关键抓手。低空空域是兼具自然与社会属性的战略性空间资源,承载着低空运输、应急保障、产业服务等多元功能,但其利用目前仍面临规划缺失、管控粗放、权属模糊等诸多瓶颈。当前我国低空经济正从路径

探索向规模化发展跨越,亟须通过科学规划破解空域利用难题,统筹安全与发展、效率与公平,推动低空空域资源高效配置,释放产业发展潜力,为低空经济规模化、规范化发展提供空间支撑,助力构建空天地一体化的低空经济发展新格局。

1 低空空域的资源属性与空间特征

1.1 资源属性

低空空域是具有自然属性和社会属性的战略性空间资源,

它具有稀缺性、公共性、多功能性和可经营性这四个主要属性。稀缺性是指低空空域的空间范围有限,受到地形地貌、气象条件、地面建筑、军事设施等诸多因素的限制,可利用的空域资源总量也是有限的。公共性是空域资源具有国家所有的属性所决定的,公共性开发要兼顾公共安全、公共服务和产业发展需要,保证公共利益优先。多功能性指的是低空空域可以同时承载交通运输、产业服务、应急保障、生态保护等多种功能,要达到功能的协调兼容。可经营性是低空经济发展之本,依靠空域资源的合理分配和市场化运作,可以孕育出低空制造、低空服务、低空运营等一系列产业,从而产生经济价值。

1.2 空间特征

低空空域是三维立体的,特征为分层性、相关性、动态性、复合性。分层性就是低空空域可以按照高度分成不同的层次,适应不同类型的飞行器飞行的需求,从而形成垂直方向的空间分工。关联性指的是低空空域和地面空间、地下空间存在着紧密的联系,空域利用要同地面土地利用、交通网络、基础设施布局相协调,实现空地一体化的发展。动态性是气象条件、飞行需求、安全控制等各方面的实时变化所引起的,空域资源的分配要有动态调整的能力,适应飞行活动的灵活多变。复合性指的是低空空域的空间功能是多样的、权属关系是复杂的、管控的要求也是多样的,要协调各种主体、各种需求、各种限制,实现空间资源的综合利用。

2 低空经济下低空空域利用的核心问题

2.1 规划体系缺失

当前我国空间规划体系以国土空间规划为核心,重点聚焦地表与地下空间,低空空域尚未作为独立空间层级纳入规划体系,缺乏系统性、整体性的空域规划指引。国家层面缺乏低空空域开发利用专项规划,空域发展目标、功能布局、管控要求等顶层设计不足,未能形成自上而下统筹引领的发展格局。省级国土空间规划未设置低空开发利用专章,空域规划与土地利用规划、交通规划、生态保护规划等衔接不畅,多规融合落地存在明显堵点。市县层面缺乏针对性的低空专项规划,空域划设、航线布局、起降点选址等缺乏科学指引,导致空域利用碎片化、无序化,空间资源浪费严重,难以适配低空经济规模化发展需求。

2.2 空域管控粗放

低空空域分类管控体系还不健全,现有的管制空域、监视空域、报告空域的划分标准和管控模式比较粗放,不能满足各个区域、各种业态、各种飞行器不同的飞行运营需求。管制空域过宽、审批手续繁杂,飞行计划审批时间长,灵活性较差,使日常低空飞行作业变得十分不方便。监视空域和报告空域划分不适当,在有些地区管制比较严格,影响低空飞行活动的正常化和商业化。空域划设没有动态调整机制,不能根据飞行需求的变化、城市发展的扩张、生态保护的要求等及时对空域布局进行调整,造成空域资源供需错配,利用率低,影响低空产业整体提质增效。

2.3 基础设施滞后

低空基础设施是低空空域利用的支撑,目前我国低空基础设施布局滞后、总量不足、标准不统一,不能支撑低空经济规模化发展。起降点布置不合理,在城市区域形成规模化、网络化的垂直起降点在农村和偏远地区缺乏应急救援起降点和农林植保起降点的布点。通信、导航、监视、气象等运行保障设施没有形成健全的体系,低空通信网络覆盖范围小,导航定位精度低,实时监视系统能力弱,气象服务准确性差。

2.4 技术体系薄弱

低空空域使用所依靠的技术平台存在缺陷,在该区域内的大范围、高密度运行情况下不能适应使用需求。三维时空信息技术平台不完善,没有建立一套统一的空间数据基础,数据更新速度快、信息共享程度不高的情况会使得空间数据的管理和调度存在困难。空域规划技术方法落后,没有科学的空域容量测算、航线网络规划、冲突规避算法,不能达到空域资源的最佳分配。智能监管技术使用到位了,无人机等飞行器的实时跟踪、违规报警、应急处置等功能没有被提及,不能保证低空飞行的安全有序。人工智能、大数据等新技术同空域管理相融合的程度不高,空域管控的智能化程度还有待提高。

2.5 协同机制不畅

低空空域管理涉及民航、应急、自然资源等多个部门,当前跨部门、跨层级、跨区域的协同管理机制不健全,存在职责交叉、权责不清、沟通不畅、效率低下等突出问题。现有统筹调度体系不完善,缺乏统一的低空空域协同管理机构,难以统筹协调各方资源与需求,形成管理合力;飞行计划审批流程烦琐,未实现“一站式”审批服务,审批效率低下。

3 低空经济下低空空域利用的规划和应对策略

3.1 构建多层次规划体系

国家明确低空空域发展的战略目标、总体布局、功能分区、管控要求与实施路径,确立低空空域在国家空间资源体系中的战略地位。统筹衔接国土空间规划、综合交通运输体系规划、通用航空发展规划、生态环境保护规划等,建立“低空规划、国土空间规划”协同编制机制,将低空空域开发利用要求纳入国土空间总体规划,实现地上、地表、地下空间与低空空域的一体化统筹。省级国土空间规划增设低空开发利用专章,结合区域资源禀赋、产业基础、生态约束与发展需求,明确省级低空空域功能定位、空域划分、航线网络布局、基础设施规划与管控。市县层面编制低空空域利用专项规划,细化空域划设方案、起降点布局、航线走向、管控分区与实施措施,重点衔接城市总体规划、交通专项规划、生态保护红线,保障空域规划落地实施。

3.2 优化空域分类管控

按照区域功能划分出核心管控区、重点管控区、适度开放区、自由飞行区四个层次的水平分区,确定各个层次、各个分区的飞行权、管控要求和准入标准。核心管控区为军事禁区、机场净空区、政府机关、重要交通枢纽等,实行严格的审批管理。重点监控区是城市建成区、生态敏感区、人口密集区。适度开放区是城市郊区、产业园区、农林区,实行简化报备管理。自由

飞行区是远离市区的空旷地区,实行自主飞行、事后报告的管控方式。根据不同的空域类型、不同的业态需求来制定相应的管控措施,平衡安全和效率、管控和发展之间的关系。管制空域实行飞行计划申请制,对飞行计划的审批程序、审批时间、准入条件作出规定,保证主要空域飞行安全。

3.3 统筹基础设施布局

按照“统筹规划、分级布局、因地制宜、覆盖城乡”的原则,构建“通用机场—区域起降中心—社区起降点”三级网络化起降点体系。通用机场重点布局在城市郊区、产业园区、交通枢纽附近,承担干线低空运输、大型飞行器起降、综合服务保障等功能。区域起降中心布局在区县城区、重点乡镇、旅游景区,承担支线低空运输、低空旅游、农林植保、应急救援等功能。社区起降点布局在城市社区、商业中心、工业园区,承担短途低空通勤、低空物流配送等功能。严格起降点选址标准,避开生态敏感区、军事禁区、机场净空区与人口密集核心区,保障起降安全。加强低空通信、导航、监视、气象、反制等运行保障设施建设,构建空地一体化的低空运行保障网络。依托5G/5G-A、北斗卫星导航、低轨卫星等技术,实现低空空域通信网络全覆盖、导航定位高精度、飞行轨迹实时化监视。建设高精度低空气象服务系统,提供精细化气象预报、实时气象监测与预警服务。

3.4 健全技术支撑体系

按照统一设计、分级建设、协同实施的原则,建立国家、省、市三级联动的低空空域三维时空信息平台。整合地形地貌、土地利用、建筑分布、交通网络、生态保护、气象水文、空域划设、航线布局等各种各样的空间数据,形成统一的低空空域数字底座。为了使空间数据的更新速度满足使用要求,可以按照一定的周期、动态的方式将原始的数据转化为更新后的数据。赋予平台感知可视化的功能,赋予平台分析计算的计算处理功能,赋予平台规划设计的功能,赋予平台管控的功能,赋予平台应急处置的功能,为低空空域规划、调控、服务赋予数字化支撑。加快低空空域规划技术研究,形成科学的、高效能的空域规划技术体系。研发空域容量测量模型,综合考虑地形、天气、飞行器性能、安全距离等各个方面的因素来计算空域最大的容纳量。创建起一条从干到支再到末的低空航线网,在航线上合理地布置好航线,对已有的航线进行有效的对接与避让,实现安全飞行。创建三维空间规划软件可以对空域进行规划、选址、路径规划等进行可视化的表示,从而提高规划的科学性与准确性。

3.5 完善协同管理机制,

成立低空空域协同管理委员会,作为全国低空空域管理的统筹协调机构,明确其职责权限,统筹制定低空空域发展、规划计划、管控标准,协调解决空域管理中的重大问题。创建全国统一的低空飞行服务和监管平台,对飞行计划申报、审批、备案、监管、应急处置等全过程实行“一网通办”。简化审批报备程序,实行一次申请、并联审批、限时办结的审批方式,缩短审批时间,在监视空域和报告空域全面实行线上报备、即时生效的审批方式,不再需要人工审核,提高飞行的灵活性。创建低空用户飞行服务一站式服务窗口,对低空用户的咨询、业务办理、信息服务一网打尽的服务窗口来提高服务质量与用户体验。

4 结语

低空经济的兴起给低空空域利用带来了前所未有的发展良机,同时也带来了更加严峻的挑战。低空空域利用的科学规划,就是协调空域资源的公共性与经济性、安全性和灵活性之间的关系,破解目前规划、管控、权属、设施等各方面的突出问题。本文所提出的一系列应对措施,即多层次规划、差异化管控、明晰化权属等,都是根据低空经济发展的趋势以及技术创新的方向而制定的,是全方位的空域利用规划。未来要不断改善空域管理,推进规划落实,加强技术创新和基础设施建设,统筹产业和民生、安全和发展相协调,使低空经济成为高质量发展的新动力,实现产业发展的良性循环。

[项目名称]

濒危传统建筑技艺的数智化传承体系创新研究(2026JYQS 742),河南省教育强省专项研究项目,2025.10。

[参考文献]

- [1]刘芳,吴涛.低空空域数智化管控技术应用研究[J].航空学报,2025,46(7):120-128.
- [2]赵阳,陈明,刘敏.低空空域分类管控模式优化与实践路径[J].交通运输研究,2025,11(3):78-86.
- [3]徐晨晨.城市化区域无人机低空航线网络规划研究[J].地理科学学报,2025,80(2):312-320.
- [4]陈浩,李娜,张宇.低空基础设施网络化布局优化研究——基于空地一体化视角[J].城市发展研究,2026,33(2):56-63.
- [5]张明,李丽.军地民协同视角下低空空域管理机制创新研究[J].中国行政管理,2026,(3):72-78.

作者简介:

苏阳(1979—),女,河南南阳市人,研究生,职称:副教授,研究方向:低空空域及基础设施规划。