

# 低空空域管理的经济学逻辑分析

倪红福 王晓星

**摘要:**随着低空经济的迅速兴起,低空空域作为重要的公共资源,其管理愈发关键。在确保国家安全的前提下,探索如何最大化空域的利用率和经济效益契合低空空域管理的经济学逻辑。低空经济的快速发展对传统空域管理体制提出了新的挑战,亟须进行制度改革。借鉴美国、欧盟及日韩等发达经济体的低空空域管理经验,结合自身国情,我国可从完善产权制度、安全监管、差异化精细化管理、军民协同治理、技术赋能等方面推进低空空域管理制度改革。这些措施旨在推动中国低空经济高质量发展,并为政策制定提供理论依据。

**关键词:**低空经济;低空空域管理;制度改革;军民协同治理

DOI:10.13658/j.cnki.sar.2025.04.013

**作者简介:**倪红福,经济学博士,中国社会科学院大学应用经济学院、低空经济研究中心教授,中国社会科学院经济研究所研究员、博士生导师;

王晓星(通讯作者),经济学博士,首都经济贸易大学经济学院讲师。

中图分类号:F562

文献标识码:A

文章编号:1008-1569(2025)04-0175-13

## 一、问题的提出与文献综述

近年来,中国低空经济作为战略性新兴产业,逐渐成为推动经济转型升级的重要引擎。《中国低空经济发展研究报告(2024)》显示,2023年中国低空经济市场规模达到5059.5亿元,同比增长33.8%。<sup>①</sup>这一快速增长的趋势不仅展现了低空经济的巨大潜力,也带来了空域管理、安全保障、运营合规、数据与隐私保护等一系列挑战,其中低空空域作为开展一切低空飞行活动的基本场所和基础性公共资源,其配置与管理是发展低空经济的出发点。如何在保证国家信息安全与低空飞行安全的基础上,最大限度提高空域利用率,是低空空域管理的核心目的,也是各国政府亟待解决的重要课题。

以美国和欧盟为代表的发达经济体,通过立法明确产权规则、完善政策法规和实施数字

<sup>①</sup> 工信部赛迪研究院:《中国低空经济发展研究报告(2024)》。

化转型战略,在低空空域管理方面取得了显著成效。作为全球通用航空最发达的国家之一,美国在低空空域管理领域一直走在世界前列。美国联邦航空管理局(FAA)以“分类管理、军民融合、数字赋能”为基本思路,建立了高效运行的国家空域系统(NAS)。欧盟通过不断深化顶层设计,出台了低空空域管理专项法律法规,建立了数字化低空空域管理生态,构筑了系统性的精细化低空空域管理体系。<sup>①</sup> 这些国际经验表明,清晰的产权界定、有力的法治保障和技术创新赋能是推动低空经济发展的关键。然而,与国际先进水平相比,中国低空空域管理面临诸多深层次的制度性障碍。比如,目前中国低空空域资源的管理主要集中于军方,地方政府和市场的参与程度不足,空域资源供需矛盾突出。针对这些问题,中央高度重视低空空域管理的战略意义,并将其视为促进经济结构调整和推动高质量发展的重要突破口。早在2016年,国务院办公厅就印发《关于促进通用航空业发展的指导意见》,明确提出要“扩大低空空域开放,科学规划空域、优化飞行服务、提高审批效率”。2023年底,中央经济工作会议将低空经济列为国家战略性新兴产业。这些政策不仅明确了低空经济的重要战略定位,也为深化低空空域管理提供了方向。

此外,随着低空经济的快速发展,低空空域管理日益成为学界关注的重要议题。目前学界对此问题的研究主要围绕空域分类与政策监管、技术支撑和驱动产业发展等内容展开。从空域分类与政策监管角度,国内外学者普遍认为低空空域管理的改革必须突破传统的军民分隔模式,完善政策法规,形成更加灵活的空域使用机制。研究表明,美国和欧洲在低空空域改革中都注重空域的多元化使用,通过对空域的精准分类管理推动低空经济的迅速发展。<sup>②</sup> 比如,美国将空域分为A、B、C、D、E和G六大类,其中G类是低空空域的主要组成部分,欧洲将空域分为A、B和C三大类,其中C类是低空飞行的主要区域。美国和欧洲针对不同类的空域出台了相应的政策法规和管理规定,大幅促进了低空飞行活动的开展。<sup>③</sup> 在中国,低空空域的管理改革已逐步展开,学者们普遍关注如何在确保国家安全的前提下推动市场化和民用领域的参与。例如,张克勤指出,我国目前在低空空域政策法规建设、空域分类划设方法和军地民协同合作等方面进行了有益的探索和实践,突破了传统的航空管理体制。<sup>④</sup> 在技术支撑的研究方面,学界普遍认为,无人机、eVTOL等新兴飞行器的快速发展使得低空空域具备更高效的管控和监控能力。例如,廖小罕等提出,引入无人机交通管理(UTM)系统和智能化监控平台,可以实时监控和动态调配低空空域的资源,从而大幅提升空域使用效率和飞行安全性。<sup>⑤</sup> 此外,技术创新在促进低空空域的市场化应用、简化审批程序等方面也起到了重要作用。在低空经济驱动产业发展方面,研究表明低空空域的改革对新兴技术产业(如无人机配送、电动空中出行等)具有显著的赋能作用。优化空域管理,能够有效促进低空空域的开发、利用和流转,将会产生丰富的社会价值和经济价值,有利于现代产

① 参见美国联邦航空管理局官网 [https://www.faa.gov/uas/getting\\_started/laanc](https://www.faa.gov/uas/getting_started/laanc) 和欧盟 U-space 官网 <https://www.sesar-ju.eu/U-space>。

② 参见美国联邦航空局(FAA)和欧控(Eurocontrol)共同发布的研究报告《美国/欧洲空中交通管理相关的运行绩效比较》, <https://www.eurocontrol.int/publication/comparison-air-traffic-management-related-operational-and-economic-performance>。

③ 钟振东:《国外低空空域经验对我国低空经济发展的启示》,《国际民航研究报告》2024年第9期。

④ 张克勤:《低空管理中政府机构职能问题研究》,《北京航空航天大学学报》(社会科学版)2024年第5期。

⑤ 廖小罕、屈文秋、徐晨晨等:《城市空中交通及其新型基础设施低空公共航路研究综述》,《航空学报》2023年第24期。

业体系的优化,为新质生产力发展注入新活力。<sup>①</sup> 提升低空空域的管理效率,不仅能够促进无人物流产业的发展,还能促进城市空中交通(UAM)的商业化应用。<sup>②</sup>

综上所述,已有文献对低空空域管理的研究为本文研究提供了学理基础。然而,现有研究也存在一定的不足之处,主要体现为对低空空域改革的探讨多侧重于单一领域,如政策分析或技术应用,缺乏系统性理论框架支撑,同时对国际经验的借鉴也较为零散,提出的政策建议往往局限于管理流程优化或技术升级。本文结合产权经济学与制度经济学理论,揭示了低空空域管理的理论基础,弥补了传统研究理论深度不足的问题,同时系统梳理了美国、欧盟、日韩等发达经济体有关低空空域管理的制度创新与机制设计,为中国低空空域管理提供经验启示,且基于中国的低空空域管理实践,提出更具操作性的本土化方案,为破解低空经济制度性障碍提供了新思路。

## 二、低空空域管理的理论基础

研究低空空域管理,首先需要明确低空空域的空间界定。目前学界对低空空域的具体范围尚无统一定义,主要是由于其界定不仅受地理因素影响,还受到经济需求和社会应用的制约,因此其具体范围需根据地区实际情况而定。<sup>③</sup> 尽管低空空域的物理边界尚不明确,但其经济和社会属性使其成为一种具有潜力的生产要素。类似土地、劳动力和资本等传统生产要素,低空空域资源可以要素化,为不同领域提供资源,如无人物流、低空旅游和城市空中交通(UAM)等。为了充分发挥低空空域作为生产要素的潜力,必须考虑低空空域的产权界定问题。明确的产权界定有助于降低资源配置的不确定性,减少交易成本,激励市场高效利用低空空域资源,进而有效促进其融入经济体系。

因此,低空空域的产权清晰化和市场化交易是深化低空空域管理的核心。产权经济学为低空空域资源管理提供了理论框架,确保其明确界定与分配流转;制度经济学通过优化制度设计,降低交易成本,完善激励机制,提升低空空域资源配置效率。产权与制度为低空空域作为生产要素更好地融入市场提供了双重保障,产生丰富的社会价值和经济价值。

### (一) 产权经济学视角

产权是一个相对宽泛的概念,可以定义为一组权利束或关系束。马克思虽然没有明确定义产权,但却从所有制的角度出发认为所有制就是围绕物的所有而形成的社会关系。国内学者根据马克思的观点将产权界定为围绕物而形成的权利关系与利益关系。<sup>④</sup> 本文沿用产权这一定义,同时权利与利益关系的不同配置将形成不同的产权结构,并具体表现为所有权、占有权、使用权等权利的归属状态。在现代产权理论中,产权安排和由此形成的产权结构对资源配置效率有显著影响。<sup>⑤</sup> 低空空域作为公共资源和潜在生产要素,其产权改革较为

① 王世泰、谭冲:《低空经济驱动新质生产力发展的理论机理、核心要义及行动要领》,《企业科技与发展》2025年第1期。

② 刘先江、宋丹、徐政:《以低空经济打造新质生产力发展新引擎》,《北京航空航天大学学报》(社会科学版)2024年第5期。

③ 廖小罕、张捷、黄耀欢:《浅析低空地理学的特征及其对地理学的拓展》,《地理学报》2024年第3期。

④ 邓大才:《产权单位与治理单位的关联性研究——基于中国农村治理的逻辑》,《中国社会科学》2015年第7期。

⑤ R. Coase, "The problem of social cost", *Journal of Law and Economics*, 1960(3), pp. 1-44.

复杂。一方面,在低空空域属于国家所有的基础上,需要对低空空域的管理和使用进行清晰界定,将空域从自然公域转化为可分配的经济资源;另一方面,当低空空域要素化后,还需要探索低空空域要素的定价和结算规则,这需要构建一个有效的市场机制。

### 1. 空域使用权界定与低空空域要素化

要实现低空空域资源的要素化,首先需要在法律上确认空域使用权这一新型产权。在低空空域管理中,如果空域使用权不明确,将导致资源过度使用或浪费,造成“公地悲剧”现象。例如,若低空空域的使用权不清晰,市场主体可能因审批程序烦琐、流程不透明而降低参与意愿,导致资源使用效率低下。为此,必须通过立法和制度创新来明确空域使用权和收益权的归属,确保空域产权清晰化。在实际操作中,低空空域应当明确划定使用权和收益权,并为市场主体提供清晰的操作规则。这一过程不仅需要借助法律手段来划定权属,还需要结合新兴技术来确保低空空域资源的可测量、可管理和可交易。例如,通过数字孪生技术、卫星定位技术等工具,可以对低空空域进行精细化管理,将低空空域从自然资源转化为经济资源。<sup>①</sup>

### 2. 产权交易与低空空域要素定价

产权交易是产权经济学的核心命题之一,明晰的产权交易规则能够推动低空空域资源的市场化配置。例如,通过空域租赁市场或空域使用权交易平台,企业可以根据需求获取特定空域的使用权,同时支付一定的费用。空域交易的实施,可以显著提升资源配置效率,减少空域资源闲置,并为政府提供新的财政收入。然而,低空空域的产权交易也面临挑战,例如,如何制定合理的空域定价机制及结算规则、如何设计合理的交易规则、如何保障交易过程中的公平性和透明度等。在实际操作中,应当通过完善的法律框架来确保产权交易的透明性和合法性,避免资源的不合理分配。例如,2024年重庆市发布《推动低空空域管理改革促进低空经济高质量发展行动方案(2024—2027年)》,明确提出“要探索空域要素定价及结算规则”。这种探索无疑具有重要意义,空域资源要素的合理定价不仅可以为空域提供者和空域用户之间建立公平和合理的交易机制,还可以发挥价格的调节作用,引导市场开发和利用空域资源。

### 3. 收益分配机制与产权配置权力

低空空域使用权得到清晰界定,市场化的空域定价规则得以制定,并非意味着低空空域管理可以完全放任自流。低空空域资源的市场化配置可能导致产权收益分配不均等问题。对于该问题,山东平阴县叫停全国首例县级低空经济特许经营权转让即是一个典型的案例。<sup>②</sup> 此前,山东平阴县以9.24亿元将低空经济30年特许经营权转出。该案例被叫停可能有以下几点原因:一是平阴县的做法缺乏法律和政策依据,空域资源归中央统一管理,地方是否有权转让空域使用权存疑;二是该项目是否可以采用特许经营模式转让存在疑问,国家发展和改革委员会在该事件发生后曾发出紧急通知,明确说明“要严格落实防范化解地方政府隐性债务风险的要求,不得以盘活存量资产为名,将特许经营模式异化为地方政府、地方

<sup>①</sup> 欧阳桃花、郑舒文:《基于共同演化的低空经济产业生态策略研究——以“低空航空器+”为例》,《北京航空航天大学学报》(社会科学版)2024年第5期。

<sup>②</sup> 《平阴县发展和改革委员会平阴县低空经济特许经营权出让项目中标更正公告》,2024年12月13日, <https://jnggzj.jinan.gov.cn/jnggzjztb/front/showChangeNotice.do? iid=9022F370DC797141CA4DE19147FC74CA&isnew=1>。

国有企业或平台公司变卖资产、变相融资的手段”。<sup>①</sup>除了这两点原因之外,该项目被叫停还有一个很重要的原因在于中央政府与地方政府在空域收益的分配上可能存在冲突。更具体地说,我国空域资源所有权归属国家,但实际管理权分散于军民航部门,使用权配置权则下沉至地方政府。这种产权结构导致中央和地方收益分配存在矛盾:地方政府通过特许经营权出让获取收益,但缺乏法定分成机制。因此,在低空空域产权改革中,还需要关注和设计合理的收益分配机制。

进一步言之,收益分配的背后体现的是权力的配置,而产权在权力配置中发挥着基础性作用。<sup>②</sup>科斯等学者认为,产权是“一系列用来确定每个人相对于稀缺资源使用地位的经济和社会关系”,决定着资源的分配与使用。<sup>③</sup>马克思和恩格斯也给出“产权—阶级—权力”的研究进路,马克思和恩格斯的权力观建立在阶级论的基础上,认为权力的本质是“阶级压迫的暴力”,而产权结构则是阶级产生与变革的关键要素。<sup>④</sup>对于低空空域这一公共资源来说,拥有所有权越大的政府部门在管理过程中行使的权力越大,获得的利益分配也更多。因此,在未来低空空域管理过程中,除了关注低空空域的市场化配置之外,还应关注其权力如何配置,使产权在其中发挥基础性作用。

## (二)制度经济学视角

制度经济学主要关注制度对资源配置效率、市场主体行为和经济绩效的影响。<sup>⑤</sup>在低空空域管理的改革过程中,制度设计与创新具有至关重要的作用。低空空域作为一种特殊的公共资源,其管理不仅仅依赖于产权界定,还涉及如何设计和调整制度框架,以便在确保安全、效率和公平的前提下,推动低空经济的可持续发展。

### 1. 制度对交易成本的影响

制度经济学认为,交易成本是影响资源配置效率的重要因素。高效的制度安排能够通过减少信息不对称、提高透明度、降低不确定性等方式显著降低交易成本。在低空空域管理中,如果审批流程过于复杂、不透明,会增加市场主体的时间成本和经济成本,阻碍资源的有效配置。目前,中国低空空域管理的集中化审批模式导致了较高的交易成本。未来,可通过制度创新,采用分层管理和区域分权的方式,减少审批流程的复杂性。例如,针对低空空域的低风险使用场景(如无人机配送),可以采用备案制,避免不必要的审批环节,从而降低交易成本。

### 2. 制度创新与资源配置效率

诺思指出,制度变迁能够为经济活动提供新的规则和激励机制。在低空空域改革中,制度创新的重点在于建立动态的资源管理机制。例如,数字化管理和智能调度系统,可以实现空域资源的实时分配,优化空域资源的使用效率。此外,低空空域管理还需要根据资源的稀缺性与使用风险进行分级分类管理。建立灵活的分层管理制度,既能够保障资源使用的安

① 《国家发展改革委办公厅关于进一步做好政府和社会资本合作新机制项目规范实施工作的通知》,2024年12月12日,中华人民共和国国家发展和改革委员会网站,<https://zfxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=20462>。

② 魏晨、刘义强:《产权配置权力:公共池塘资源的治理规则及其逻辑——基于湖南省临澧县回龙村的深度调查》,《广西大学学报》(哲学社会科学版)2019年第3期。

③ R. 科斯、A. 阿尔钦、C. 诺斯等:《财产权利与制度变迁》,刘守英译,上海人民出版社2002年版。

④ 俞可平:《权力与权威:新的解释》,《中国人民大学学报》2016年第3期。

⑤ 道格拉斯·诺思:《制度、制度变迁与经济绩效》,杭行译,格致出版社2014年版。

全性,又能够提高资源的使用效率。

### 3. 制度设计的激励功能

制度设计不仅会影响资源配置效率,还会对市场主体的行为产生激励作用。有效的制度设计应通过规则明确、流程优化等方式为市场主体提供明确的行为指引。在低空空域改革中,引入全国统一的动态管理平台和标准化规则,可以增强企业参与的积极性,减少操作中的不确定性。制度设计还应注重公平与效率的平衡。在低空空域的分配中,既要保障市场主体享有公平竞争的权利,又要避免过度的资源集中或垄断现象。例如,可以通过公开透明的竞争机制分配空域资源,并在制度设计中加入对小微企业的政策倾斜,促进市场主体的多元化参与。

总之,在低空空域管理改革中,首先需要通过产权界定解决资源分配的基础性问题,明确空域使用权的归属、定价规则与权力收益配置。其次,通过制度创新降低资源配置过程中的交易成本,提高资源配置效率。最后,通过产权与制度的双重优化,构建灵活、动态、高效的低空空域管理体系,从而为低空经济的高质量发展奠定坚实基础。产权经济学与制度经济学在理论逻辑上是相辅相成的。产权经济学为低空空域管理改革提供了产权界定和要素化的理论基础,而制度经济学则关注通过规则设计优化资源配置效率。两者的结合,为中国低空空域管理改革提供了系统的理论框架。

## 三、低空空域管理的国际经验比较

低空空域管理体系的构建需要兼顾安全与效率双重目标,各国基于其空域资源禀赋和技术发展阶段形成了差异化路径。本部分系统梳理美国、欧盟、日韩等发达经济体有关低空空域管理的制度创新与机制设计,以期为中国低空空域管理改革提供经验支撑。

### (一) 美国经验:分级管理与技术协同

自20世纪以来,美国在通用航空<sup>①</sup>领域持续占据领先地位。根据美国联邦航空管理局(Federal Aviation Administration, FAA)发布的统计数据,截至2023年,美国通航飞机总量在20万架左右,从业人员超过百万人,<sup>②</sup>美国的通用航空业已成为交通运输体系的重要组成部分,承担了一定的载人运输飞行需求。在低空空域管理方面,美国通过精细的空域划分和技术协同应用,建立了高效的管理体系。

一是空域分类与动态管理。美国联邦航空管理局(FAA)将空域划分为A至G类,其中G类空域允许无人机在无豁免(waiver)情况下自由飞行[从地面至400英尺(约120米)]。这一划分使得不同类型的飞行活动能够根据空域的管控等级进行灵活操作,促进了低空经济的快速发展。FAA特别关注低空飞行的安全性,尤其是在B、C、D和E类管制空域内,对飞行计划的审批和管理进行了细化设计。

二是LAANC(Low Altitude Authorization and Notification Capability,低空授权和通知功

<sup>①</sup> 根据国际民用航空组织(ICAO)的定义,通用航空为“除定期航空服务和不定期航空运输业务以外的以报酬或出租为目的的所有民用航空业务”。通用航空飞行主要在3000米以下的低空领域。

<sup>②</sup> 数据来源:美国联邦航空管理局发布的美国2023年通用航空运营活动调查,[https://www.faa.gov/data\\_research/aviation\\_data\\_statistics/general\\_aviation/cy2023](https://www.faa.gov/data_research/aviation_data_statistics/general_aviation/cy2023)。

能)系统的应用与优势。2021年,FAA推出了LAANC系统,这是美国低空空域管理的关键技术之一。该系统集成了UAS(无人机系统)设施地图,并为无人机操作员提供实时飞行授权,操作员可以通过第三方应用程序(如AirMap、KittyHawk等)提交飞行计划,快速获得FAA的审批。这种实时授权极大提高了行政效率,为无人机的安全飞行提供了保障。目前,LAANC已覆盖美国近500个机场和300多个空中交通设施,为低空空域管理提供了极大支持。<sup>①</sup>

三是空域状态实时公示与军民空域协调。FAA通过专用网站(sua.faa.gov)实时发布禁飞区、军事活动区等临时空域限制信息,确保低空飞行用户及时获得空域管制动态,目前美国空域85%为民用开放,部分限制区由军方管控。这种空域的划分和军民空域的协调机制,有效避免了空域资源的浪费,为低空经济提供了稳定的制度基础。

### (二) 欧盟经验:系统化整合与分步推进

与美国相比,欧盟通用航空市场相对有限,因此欧盟在低空空域管理方面面临的挑战主要源于如何高效利用有限的空域资源,以及传统飞行器与新型飞行器(如无人机)的共同使用。为了解决这些问题,欧盟通过U-space系统,实施了一套多阶段、系统化的低空空域管理框架,确保无人机与传统飞行器的共存,同时为低空飞行提供了完善的制度保障。

一是欧盟U-space系统四阶段演进路径。欧盟的U-space系统分阶段推进,每个阶段逐步引入更复杂的服务和技术支持,不断完善低空空域的管理。<sup>②</sup>在第一阶段(U1),U-space系统主要提供基础服务,包括无人机的注册、电子识别和地理围栏等功能,以确保飞行器的基本安全与合规性。随着系统的推进,在第二阶段(U2),U-space系统开始引入飞行计划和动态空域管理以及冲突检测等功能,确保飞行器之间的协调与空域的高效利用。在第三阶段(U3),U-space系统进一步支持高密度空域的运行,通过战术冲突解决机制与空中交通管理系统(ATM)的协同,增强空域管理的精度和效率。在第四阶段(U4),U-space系统实现了全自动化运行,能够支持大规模的无人机编队飞行,以适应未来低空经济的复杂需求。

二是空域标准化与统一管理。欧盟通过单一欧洲天空空中交通管理研究(SESAR)项目推动27个成员国的空域标准化,减少了不同国家间管理标准的差异。欧盟试图统一欧洲各国的空域分类标准,提出U类、N类和K类空域分类标准,其中U类空域是无人机的主要活动区域,相当于国际民用航空组织(ICAO)标准中的G类空域。通过标准化设计,欧盟有效降低了跨国运行的制度性交易成本。

三是隐私与安全平衡。欧盟不仅注重空域资源的高效管理,还在低空空域管理中注重隐私保护。《欧盟航空安全法规》明确规定,低空飞行器必须遵守《通用数据保护条例》(GDPR),确保飞行过程中的数据收集和处理符合隐私保护要求。这一举措不仅促进了低空飞行技术的合法合规发展,也为无人机和相关技术的广泛应用奠定了法律基础。

### (三) 日韩经验:精细化分层与制度创新

日本和韩国在低空空域管理方面,通过精细化的空域分层设计和技术创新,实施了差异

<sup>①</sup> 参见《美国联邦航空管理局FAA官网关于LAANC系统的说明》, [https://www.faa.gov/uas/getting\\_started/laanc](https://www.faa.gov/uas/getting_started/laanc)。

<sup>②</sup> 参见《欧洲单一天空空中交通管理研究计划(SESAR)官网关于欧盟U-space系统的详细说明》, <https://www.sesarju.eu/U-space>。

化的管理模式。

### 1. 日韩空域分层设计

依据国际民航组织(ICAO)的标准,日本和韩国将空域划分为A、B、C、D、E和G类,这与美国的分类标准大致相同。<sup>①</sup>在此基础上,日本2022年修订了《民用航空法》,推进无人机“载人区目视外飞行”的验证。飞行员须通过DIPS系统(Drone/UAS Information Platform System)申报飞行计划,系统整合气象、空域等数据,支持快速审批。<sup>②</sup>韩国则将150米以下的低空空域划分为禁止区、限制区和开放区,并通过K-UAM系统进行管理。该系统区分了高速航路(适用于直升机)与低速航路(适用于无人机),确保不同类型飞行器能够安全运行。<sup>③</sup>

### 2. 基础设施布局与试点应用

除空域分层设计外,日本和韩国还注重基础设施的布局 and 试点应用。2021年日本国土交通省(MLTI)制定了城市空中交通(UAM)发展路线图,明确了2025年和2030年的发展目标,包括实现电动垂直起降飞行器(eVTOL)空中出租车和重型货运无人机业务的全面商业化,为低空经济的发展奠定了基础。例如,东京初创公司SkyDrive已成功测试其SD-03 eVTOL,并在2025年大阪世博会期间推出空中出租车服务。<sup>④</sup>韩国国土交通部(MOLIT)则在2023年发布了UAM路线图,包括基础设施建设、空中交通管理和安全标准等方面的具体措施,为韩国低空经济注入了强大动力。

### 3. 适航审慎监管

日本和韩国在适航审慎监管方面也有创新。日本对eVTOL采用“一事一议”的适航审定模式,确保每款飞行器都符合安全标准。例如,2025年2月10日,日本eVTOL初创公司SkyDrive宣布与日本民航局就SD-05三座eVTOL确定了G-1适航审定基础。韩国则引导企业优先满足美国的适航标准,借此加速低空飞行器的产业化。

## (四) 国际经验总结

通过总结美国、欧盟、日本和韩国的低空空域管理经验,可以得到以下几点启示。

### 1. 明确产权界定与精细化管理,提升资源配置效率

美国、欧盟、日本和韩国的经验表明,明确的空域产权界定与精细化管理是推动低空空域高效利用的关键。美国通过对空域的明确划分和动态管理,确保了低空飞行活动的高效运行;欧盟则通过U-space系统实现了空域的标准化和分级管理,有效避免了资源浪费。日本和韩国通过空域分层设计,灵活调整空域使用,确保不同飞行器能够在安全的环境下运行。清晰的产权结构可以减少资源配置的不确定性,灵活的管理制度有助于降低交易成本,

① 参见《韩国空中交通服务空域分类与描述文件》, <https://aim.koca.go.kr/eaipPub/Package/2019-10-24/html/eAIP/KR-ENR-1.4-en-GB.html>。

② 参见《日本国土交通省航空局公布的日本无人机与先进空中机动政策说明》, [https://www.icao.int/APAC/Meetings/2023%20Unmanned%20Aircraft%20Systems%20Remote%20Piloted%20Air/\(Japan\)%20UAS%20Drone%20and%20AAM%20Policy%20in%20Japan.pdf](https://www.icao.int/APAC/Meetings/2023%20Unmanned%20Aircraft%20Systems%20Remote%20Piloted%20Air/(Japan)%20UAS%20Drone%20and%20AAM%20Policy%20in%20Japan.pdf)。

③ 参见《韩国航空安全技术研究院(KIAST)关于韩国无人机交通管理的具体要求》, [https://www.kiast.or.kr/en/sub06\\_02.do](https://www.kiast.or.kr/en/sub06_02.do)。

④ 参见《电动垂直起降新闻™》(The Electric VTOL News™)杂志关于SD-03 eVTOL的介绍, <https://evtol.news/hyundai-s-a1/>。

提高资源使用效率。

#### 2. 创新制度安排与市场化机制,降低交易成本

创新制度安排,降低交易成本是实现低空空域高效配置的关键。美国通过 LAANC 系统简化了低空飞行审批流程,提升了行政效率;欧盟通过与空中交通管理系统(ATM)协同,实现了动态空域管理,减少了信息不对称和审批延误。这些实践与制度经济学理论相契合,即通过减少不必要的审批环节和提高透明度,降低经济成本,促进低空经济快速发展。

#### 3. 适航审慎监管与激励机制,促进技术创新

在低空空域管理中,适当的监管和市场主体的激励机制是推动技术创新和产业化的重要因素。日本的“一事一议”适航审定模式和韩国的适航标准引导机制,确保了低空飞行器的安全性和技术合规性,同时激励了企业的创新与参与。合理的监管和适时的市场引导,使得激励机制得到了有效体现,既保障了空域资源的安全使用,又促进了技术的快速发展。

#### 4. 跨部门协作与利益协调,确保资源高效利用

低空空域的管理不仅需要明确的产权和市场化机制,还需要跨部门的协作和利益协调。美国的军民空域协调机制、欧盟 U-space 系统的数据交互、日本和韩国的跨部门数据共享,都确保了低空空域资源的高效配置。这些做法体现了跨部门协作减少交易成本和优化资源配置的理念,确保了空域资源在多方利益之间的平衡与共享。

## 四、我国低空空域管理的演变历程和存在的问题

### (一)低空空域管理演变历程

我国低空空域管理经历了从理论研究到逐步实施的过程,改革呈现出渐进性、探索性和逐步深化的特点。每个阶段的改革进展都反映了低空空域管理体制的不断创新与完善。

#### 1. 探索阶段(1949—2010年)

新中国成立初期,空域管理完全由军方主导,包括低空空域。中国民航在 20 世纪 50—70 年代由空军代管,国家空中交通的管控职能由空军承担。1980 年,民航开始独立管理民用航空事务,但空域管理依旧由空军负责。随着改革开放的推进,民航与军航飞行需求日益增长,空域管理问题逐渐显现。为解决民航与军航空域重叠问题,1993 年国务院、中央军委确立了“三步走”战略:首先将京广深航路移交民航管制指挥,接着将全国航路由民航管控,最后实现全国空域统一管制,确保民航与军航之间的协调。2000 年,低空空域改革首次被列入政府工作计划。<sup>①</sup> 2009 年,国家空管委召开全国低空空域管理改革研讨会,提出了“适时有序开放低空飞行空域”的总体思路。这一阶段的改革主要集中在理论研究和政策框架的设计上,如借鉴美国空域分类和欧洲空域共享的经验,为后续改革奠定了基础。<sup>②</sup>

#### 2. 深化改革阶段(2010—2014年)

2010 年,国务院、中央军委正式启动低空空域管理改革,《国务院、中央军委关于深化我国低空空域管理改革的意见》发布,明确了改革的总体方向、步骤和任务。这标志着我国低

<sup>①</sup> 《低空空域管理改革回顾与展望》,2018 年 4 月 16 日,中国民航网,http://www.caacnews.com.cn/zk/zj/qunyantang/201804/t20180416\_1245470.html。

<sup>②</sup> 许世琳:《国外低空经济产业发展的经验与启示》,《中国发展观察》2024 年第 9 期。

空空域改革从理论探讨进入实践试点阶段。该文件指出,低空空域的垂直高度原则为真高1000米以下;实际操作中,随着低空经济的快速发展,部分领域的低空高度上升至3000米。国家空管委在多个城市开展低空空域改革试点,涵盖全国33%的低空空域。低空空域被划分为管制、监视和报告空域三类,并推进低空目视航线建设。在试点过程中,飞行计划的审批效率显著提升。例如,报告空域的飞行计划只需提前30分钟备案即可,监视空域的审批时限缩短至1小时。这些改革措施降低了低空经济门槛,促进了通用航空和无人机企业的快速发展。<sup>①</sup>然而,试点过程中也暴露出问题,如军民航空域资源协调机制不完善、空域划设和管理的灵活性不足、改革的成果未能在全国范围内推广等。

### 3. 全面推进阶段(2015年至今)

2015年以后,低空空域管理改革进入全面推进阶段,改革的重点在于深化空域资源的精细化管理。在此阶段,多个省份设立低空空域协同管理改革试点,如海南省成为首个完成低空空管服务保障体系建设的地区,并在2020年实施“当天申报当天起飞”管理制度。四川省通过低空空域协同管理改革,推动军民航协同管理,成立低空空域管理中心,大大提高了资源使用效率。<sup>②</sup>在政策支持方面,《通用航空“十三五”发展规划》《“十四五”通用航空发展专项规划》以及《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》相继发布,为低空空域改革提供了政策保障。特别是2024年12月,国家发展和改革委员会正式挂牌成立了低空经济发展司(以下简称“低空司”),这是中国在低空经济领域的重要举措。低空司的主要职责包括拟订并组织实施低空经济发展战略、中长期发展规划,提出有关政策建议,协调有关重大问题等。这一机构的成立,标志着国家对低空经济这一新经济形态的高度重视,为低空经济的快速发展提供了重要支持。

### (二) 存在的问题

尽管我国低空空域管理改革取得了显著进展,但仍存在一些亟待解决的问题,特别是在空域资源配置、管理体制、飞行管控等方面。这些问题直接影响了低空空域资源的高效利用,并可能对低空经济的可持续发展带来制约。

#### 1. 空域资源配置不合理,利用效率亟待提高

我国低空空域资源的配置尚显不足,尤其在空域的实际利用方面与发达国家相比存在较大差距。全国通航使用低空空域不足,且分布不均,未能成网连片,特别是重点区域覆盖率不足,难以满足多元化的服务需求。此外,军民航空域重叠的问题较为突出,西部和一些偏远地区的空域资源尚未得到充分开发和利用。以四川省为例,截至2023年底,全省48.6万 $\text{km}^2$ 空域中仅7800 $\text{km}^2$ 被纳入军地民协同管理范围。空域划分仍然过于静态,亟须优化空域管理政策,释放更多空域资源,特别是军民航空域重叠区的闲置空域,以提高空域资源的使用效率。

#### 2. 低空空域分类管理不够精细化

当前,我国低空空域未能根据不同地区的飞行需求、流量特点以及飞行任务的差异制定精准的管理方案。特别是珠三角、长三角等高密度流量区域与内蒙古、新疆等地的空域需求存在较大差异,而管理模式却趋同,未能充分考虑地区特点进行分类管理。此外,一些地区

<sup>①</sup> 孔得建、袁泽:《低空经济政策法律体系的现状、经验与展望》,《北京航空航天大学学报》(社会科学版)2024年第5期。

<sup>②</sup> 郝旭东、罗军:《四川省低空空域协同管理改革试点综述》,《科技和产业》2020年第8期。

的审批管理权限交叉,导致审批流程重复冗余,如军航、民航、地方的“三审”现象较为普遍,影响了空域资源的高效利用,阻碍了低空经济的集约化发展。

### 3. 军民空管协同机制不完善

当前我国的军民空管协同机制尚不完善,军航与民航、地方之间的协调配合存在不足。随着无人机等新型飞行器数量的激增,传统的人工飞行管理方式已无法满足需求,无人机管理体系存在“数据孤岛”问题,军航已批准飞行的无人机,地方公安部门可能因系统信息共享不畅而禁止飞行,导致空域资源无法得到有效利用。同时各方在空域划设、航线规划等方面各自为政的现象较为普遍,资源无法实现共享,制约了低空空域管理效率的提升。

### 4. 行业法规标准不健全,权责划分不清晰

当前我国低空空域的法律法规体系不够完善,尤其是在无人机、电动垂直起降飞行器(eVTOL)等新型飞行器的管理方面存在较大空白。现行的《民用航空法》等法律未能涵盖低空飞行器的特殊需求,各部门的政策执行存在理解偏差,导致空域管理标准不统一。例如,民航局2021年发布的《特定类无人机试运行管理规程(暂行)》与公安部门、地方机构的管理要求存在不一致,权责划分不明确,导致空域管理存在困难。

### 5. 行业监管能力不足,空域安全面临风险

低空空域管理不仅关乎资源的配置效率,更涉及国家空域安全和公共安全。随着低空飞行器尤其是无人机迅猛发展,现有的监管体系已难以应对日益增长的监管需求。目前,我国的监管手段较为单一,安全监管能力较为滞后,缺乏依托人工智能、大数据等先进技术的自动化和智能化监管手段,导致对低空飞行器的实时监控和应急处置能力不足,无法有效应对复杂的飞行活动和突发事件。此外,随着技术的不断进步,对精通大数据分析、人工智能等技术的高端人才需求日益增加,而当前监管人才的短缺使得我国低空空域的安全保障面临挑战。因此,空域安全问题不仅威胁飞行安全,也可能对公共安全造成严重隐患,亟须通过技术创新、法规完善和监管机制的优化提升低空空域的安全管控能力。

## 五、改革思路与政策建议

### (一) 改革思路与原则

结合国际经验与中国的实际情况,本文提出以下改革思路与原则,旨在提升中国低空空域管理质效,并为低空经济的健康可持续发展提供理论支撑。

#### 1. 坚持国家所有权下的产权要素化配置

根据马克思主义产权理论,社会主义市场经济的生产资料所有制必须坚持以公有制为主体,因此在产权方面也必须坚持以公有产权为主体。<sup>①</sup>低空空域作为国家所有的战略性资源,其改革应在保障国家安全的前提下,推动空域资源要素化转型。产权的明确和市场化流转能够有效降低交易成本,提升资源配置效率。因此,我国应建立“国家所有一分级授权—市场流转”的产权配置框架与原则,将军民共用空域转化为可分割、可交易的生产要素,最终实现“所有权归国家、使用权归市场”的准市场化格局。在此框架下,空域资源管理可以通过

<sup>①</sup> 吴易风:《产权理论:马克思和科斯的比较》,《中国社会科学》2007年第2期。

市场机制的有效引导来提高资源的配置效率,并且能够最大程度激发市场主体的活力。

## 2. 构建分级分类的制度创新体系

低空空域的管理体制须从“统一管理”向“差异化管理”转型。当前我国低空空域管理制度存在较为统一的管理方式,导致资源配置效率不高。在此背景下,可考虑借鉴美国空域分类、欧盟 U-space 和日韩精细化分层经验,建立一个基于风险等级的空域管理体系。例如,将空域划分为开放空域、监视空域和管制空域。其中,开放空域适用于低风险飞行活动,可采用备案制,简化审批流程;监视空域适用于中低风险活动,可采取动态授权的方式,结合实时监控确保飞行安全;而管制空域仍保留严格的审批制,确保高风险飞行活动的安全。这种分级分类的管理模式不仅能够确保空域使用的安全性,还能大幅提升管理效率,降低市场主体在审批过程中的制度性交易成本,从而推动低空经济快速发展。

## 3. 深化军民协同的治理机制改革

在现有的“军管民用”体制下,低空空域的资源管理缺乏灵活性,且军民资源的协调性不足。为此,我国低空空域管理改革应该坚持军民协同治理的原则,以便在确保国家安全的前提下推动低空经济的发展。借鉴美国联邦航空管理局(FAA)军民协调机制的经验,我国可以在中央统筹下,建立“中央统筹—战区协同—地方参与”的三级管理体系。通过这一新的管理架构,加强军民之间的协调与合作,实现军民空域资源的优化配置,从而在确保国防安全的同时推动低空经济可持续发展。这一改革思路和原则可以为低空经济的多元化发展提供良好的制度保障。

## 4. 强化技术赋能的治理能力建设

当前,我国低空空域管理较为依赖传统的管理模式,缺乏先进的技术手段。因此,必须加强技术赋能,提高低空空域治理能力。可以考虑构建“数字孪生+智能合约”的技术治理体系,借助北斗网格码、区块链存证等新兴技术,实现低空空域资源的数字化确权,从而确保空域资源的透明、可追溯和合法流转。人工智能算法等新技术能够优化空域资源的动态定价模型,进而实现资源配置的精准化与智能化。这一技术驱动的治理思路和范式能够大幅提高低空空域资源的管理效率,为低空经济的长远发展提供坚实的技术支撑。

## (二)具体政策建议

根据中国低空经济发展的现状与国际经验,本文提出以下政策建议:

一是完善产权制度与安全监管体系。可参考土地资源管理中的“三权分置”模式,建立空域所有权与使用权相分离的制度框架,为市场化流转奠定法理基础。此外,需制定专项收益分配办法,合理确定中央与地方的分成比例,明确军方、民航部门和地方政府在空域开发中的权益边界,避免权责交叉导致利益纠纷。同时要加强无人机的登记和实名制管理,推行电子围栏和远程识别技术,确保飞行器“可识别、可监控、可追溯”。组建专业的低空空管和应急救援队伍,在重点城市部署低空应急响应中心,配备无人机干预拦截设备和救援直升机,以提升对异常情况的处置能力,并建立低空飞行事故责任认定和保险理赔机制,为产业发展提供风险兜底保障。

二是创新分级管理制度与技术赋能。现行“一刀切”的审批模式难以适应低空经济多样化需求。建议依据风险等级建立三级管理制度,将低空空域划分为开放、监视、管制三类,分别实施差异化监管。开放空域适用于农业植保、环境监测等低风险活动,实行备案制管理;

监视空域用于载人轻型航空器、物流无人机等中等风险场景,采用动态授权机制;管制空域保留传统审批制,但需优化审批流程,建立跨部门联审机制。在此基础上,加快建设全国统一的低空智联平台,整合空域申报、动态监控、冲突预警等功能模块,并确保与民航空管系统、军方指挥系统的数据互通。通过技术赋能,实现低空资源的实时调配、动态监管及安全保障,以更好地应对低空经济的复杂需求。

三是优化军民协同机制与多方数据共享。应破解军民空域管理分割困境,构建多层次协同体系。在中央层面,建议设立跨军地的低空经济协调办公室,统筹空域规划与安全标准制定,建立常态化会商机制。在战区层面,建议在空域矛盾突出区域试点建设联合指挥中心,实行军民航联合值班制度,实时共享空域状态,确保军民空域的协调与高效利用。此外,应推动雷达、导航等基础设施的共建共享,开发军民两用监控系统,避免重复建设,提升低空监控网络的覆盖密度,增强对空域资源的实时调度与响应能力;建立“时间窗”释放机制,部分军事空域可在非战备时段开放,支持民用航空和低空经济活动的灵活进行。

四是促进技术创新与应急保障机制。建议构建全国统一的低空数字孪生系统,推动空域资源的高精度三维建模和可视化管控,为智能决策提供数据支撑。同时,应加快研发自主可控的无人机交通管理系统(UTM),确保系统设计兼容5G通信、量子加密等先进技术,保障海量飞行器数据的实时安全传输。与此同时,还应建立完善的应急保障机制,确保低空经济的稳定运行。可通过在重点城市部署低空应急响应中心,配备干预设备及救援直升机,增强对突发事件的应急响应能力;通过强化技术支撑与应急响应能力的结合,提升低空经济整体的安全保障水平。

总之,进一步深化低空空域管理必须统筹好发展与安全,在确保国家领空安全的前提下,根据低空经济发展的不同时期、不同阶段的需求,推动低空空域管理模式改革,以更加高效地利用空域资源,推动市场化、智能化的发展,释放出低空经济的巨大潜力,推动我国低空经济高质量发展。

[责任编辑:徐淑云]