

# 低空飞行管制资源效率与安全协同式配置体系研究

王锡柱\*

**内容提要：**在低空经济发展中，低空飞行效率与安全存在一定张力，但两者的张力可通过科学配置管制资源予以缓解。低空飞行风险变动频繁，可利用管制资源亦不断迭代，这对管制资源配置路径提出了新要求。敏捷治理可为低空飞行管制资源配置提供理论支持，构建以效率为导向、以安全保障能力为评判标准、区分资源限定与持续供给状态的双梯度资源配置体系。在资源限定梯度下，动态调整现有管制资源利用结构，既能避免飞行风险失控，又能避免安全保障资源被闲置。若安全保障资源存在富余，则可以进一步提升飞行效率；若飞行风险超出安全保障资源的风险应对能力，则应暂停放松管制，但仍需完善安全保障能力以提升飞行效率。在资源持续供给状态下，需丰富管制资源供给类型，根据不同管制资源功能定位、供给成本、供给时间等因素优化资源配置结构，统筹好效率与安全。

**关键词：**低空经济 低空飞行管制 效率与安全 敏捷治理 资源配置

## 一、引言

2025年10月，《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》将低空经济定位为着力打造的“新兴支柱产业”之一。2025年11月，《国务院办公厅关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》提出稳妥有序拓展低空经济领域的应用场景。2025年新修订的《民用航空法》增加“发展促进”一章，提出鼓励低空经济领域技术创新和应用拓展，促进低空经济发展。2026年的《政府工作报告》进一步强调了低空经济的“新兴支柱产业”地位。同时，各地通过出台政策、制定地方性法规和规章等方式支持低空经济发展，保障飞行安

\* 王锡柱，中国民航大学法学院副教授。

本文为2024年国家社会科学青年基金项目“低空空域使用的公私法协同保障路径研究”（24CFX021）的阶段性成果。

全，提升飞行效率。在各方合力推动下，低空飞行活动有望深度嵌入日常生产生活场景中。

在低空经济发展中，各地因低空经济的巨大价值而出台政策予以支持，但在具体实践层面又因其可能具有的风险而小心翼翼。低空经济发展以低空飞行活动为牵引，〔1〕低空飞行是低空经济开展的核心。〔2〕低空飞行效率的提升是低空经济发展的重要前提，但低空飞行也是低空经济开展过程中风险最为集中的阶段，飞行效率的提升可能进一步威胁飞行安全。因低空飞行风险的高度不确定性，低空经济的发展面临着政策层面的高承诺与现实层面的低兑现之间的冲突。合理配置规制资源是缓解这一问题的关键，规制资源包含规制主体、工具、方法，是广义上可投入到效率提升与安全保障的主体、工具和方法的统称。通过合理配置规制资源，赋予适当主体权限，使其借助科学工具，通过合理方式参与低空飞行规制有利于协同推进效率与安全。新修订的《民用航空法》提出“统筹发展和安全”“采取措施提高资源配置效率”“采取措施优化低空空域资源配置”等要求，为合理配置规制资源提供了一定的法律支撑。但是，现有研究更侧重从冲突视角探讨效率与安全的优先问题，无法为效率与安全的协同推进提供充分支持。在《民用航空法》专章规定“发展促进”的背景下，需进一步研究低空飞行规制资源配置的法律路径，并从规制资源供给与利用角度研究如何协同推进低空飞行效率与安全，推动低空经济健康发展。

## 二、协同低空飞行效率与安全需科学配置规制资源

低空空域兼具主权性、战略性、资源性和经济性等属性，在低空经济快速发展的背景下，其经济属性进一步凸显。低空经济以各类飞行活动为核心，带动相关领域融合发展，为全球经济发展注入了新的活力。〔3〕提升低空飞行效率是促进低空经济发展的关键，但低空飞行同样是低空经济活动中的风险聚集环节。低空经济在展现出巨大发展潜力的同时，形成了“风险共生”的复杂格局。〔4〕无人驾驶航空器是低空经济开展的基本工具。人工智能时代对自动驾驶的监管既不应过度夸大风险，也不能无视安全隐患。〔5〕在低空经济发展中，提升低空飞行规制资源的供给和利用质量是协同推进低空飞行效率与安全的关键。

### （一）低空飞行效率与安全的双重互动结构

低空经济作为新质生产力的战略引擎，正驱动科技创新与产业变革。〔6〕低空经济的发展需通过提升低空飞行效率实现，但低空飞行安全隐患突出，立法必须统筹好效率与安全的关系。低空经济的经济属性要求将效率置于更加突出的地位，在低空经济不断发展的背景下，需思考如何理解、应对飞行效率与安全的互动结构，从而为协同推进低空飞行效率和安全奠定基础。

首先，低空飞行效率与安全呈现出双重互动结构，这种双重互动结构是基于低空飞行效率与

〔1〕 参见董念清：《低空经济法治保障的体系构建与制度再造——以低空空域管理改革为中心的分析》，载《现代经济探讨》2025年第12期，第113页。

〔2〕 参见周苏湘：《地方低空经济促进法的立法路径与制度表达》，载《新疆社会科学》2025年第4期，第99页。

〔3〕 参见黄路楠、宋玉婷：《低空经济视角下城市空中交通法律规制探析》，载《湖南社会科学》2025年第5期，第115页。

〔4〕 参见陈秭锶：《低空经济激励式监管的法治困境与实践路径》，载《北京社会科学》2025年第11期，第95页。

〔5〕 参见刘权：《自动驾驶风险及其包容审慎监管》，载《河北学刊》2025年第4期，第33页。

〔6〕 参见陈兵：《促进低空经济健康可信发展的法治逻辑及进路》，载《法学论坛》2025年第6期，第78页。

安全的复杂关系形成的。低空经济发展中，经济发展与风险处于动态交互模式之中。<sup>〔7〕</sup> 低空飞行效率与安全一般情形下会相互影响，两者之间既有张力，也有合力。两者之间的互动结构部分体现为资源限定下形成的内部张力结构，部分体现为资源充分供给时形成的合力推进结构。其中，内部张力结构是指低空飞行规制资源约束下导致的效率诉求和安全期待中的一者严重冲击另一者的可接受预期。一方面，不切实际的高效率诉求可能超出现有安全保障资源对飞行风险的应对能力而导致严重事故，例如，20世纪50到70年代，美国通用航空的安全性不足以为私人飞行的大众化提供保障，但在此期间，美国广泛开展直升机空中摆渡服务，高峰时期企业每年为50万名旅客提供服务，最终导致在20世纪70年代末发生数起重大事故，使城市空中摆渡业务退出历史舞台。<sup>〔8〕</sup> 另一方面，过高的安全期待可能不合理地限制低空飞行效率，例如，在中央明确提出发展低空经济前，即使现有安全保障资源能在一定程度上应对飞行风险，但安全导向仍在规制中占据绝对主导地位。有关政策法规设置了严格的空域使用审批程序，空域使用审批涉及单位、层级过多，使通用航空的便捷优势丧失殆尽，限制了通用航空的发展，束缚了通用航空腾飞的翅膀。<sup>〔9〕</sup> 即使2019年中国通用航空作业飞行时间达到了106.5万小时这一21世纪前20年的历史峰值，也仅为美国同期通用航空飞行作业时间的4.4%。<sup>〔10〕</sup> 在中央经济工作会议提出发展低空经济后，原有资源的安全保障能力得以释放。根据《2024年民航行业发展统计公报》，通用航空飞行总小时数在2024年达到了134.1万小时，无人机飞行小时数更是达到了2666.7万小时这一新的历史峰值。合力推进结构是指低空飞行效率与安全对规制资源的配置具有一致需求，通过资源供给消除效率与安全冲突中的资源制约，实现效率与安全的同步提升。例如，《民用航空法》提出加快构建通用航空基础设施网络，从而可在保障安全的基础上极大提升低空飞行效率。

其次，低空飞行效率与安全的互动结构呈现出动态特征。效率与安全在总体情形下对外部资源的需求具有高度一致性。当规制资源能够提供充分支持时，低空飞行效率与安全的原有张力结构得到缓解，并在此基础上对规制资源配置提出新需求。例如，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（以下简称《飞行管理暂行条例》）规定，统筹建设无人驾驶航空器一体化综合监管服务平台，对全国无人驾驶航空器实施动态监管与服务，综合监管服务平台在提升飞行效率的同时进一步完善了对飞行安全的保障能力。但是，技术风险具有高度不确定性，若新的风险超出了安全保障资源的应对能力，效率与安全的张力结构将进一步凸显。同时，客观环境的变化和社会公众的主观态度也会对低空飞行效率与安全的互动结构产生影响，例如，当低空飞行在解决社会现实问题上更具优势时，低空飞行效率可能被置于更加优先的地位；若特定风险引发社会公众的普遍担忧，则可能强化公众对低空飞行活动的排斥态度，从而使公众的安全期待占据主导地位。所以，统筹发展和安全是一个动态演进的过程，治理效能的发展和安全的动态互动中得以释放。<sup>〔11〕</sup>

〔7〕 参见王庆：《低空经济发展：新兴安全风险与敏捷治理》，载《科学学研究》2025年第8期，第1570页。

〔8〕 参见吕人力：《低空经济的背景、内涵与全球格局》，载《人民论坛·学术前沿》2024年第15期，第54页。

〔9〕 参见董念清：《中国通用航空发展现状、困境及对策探析》，载《北京理工大学学报（社会科学版）》2014年第1期，第112页。

〔10〕 参见贾圣真：《通用航空法教程》，法律出版社2024年版，第23页。

〔11〕 参见丁忠毅、韩昊冉：《以政策组合促进发展和安全统筹治理：机理、限度与路径》，载《社会科学战线》2024年第12期，第232页。

再次，在低空经济持续发展背景下，低空飞行效率在互动中处于牵引性地位。基于“战略性新兴产业”的定位，低空经济法律制度应将促进低空经济发展作为重要目标。<sup>〔12〕</sup>与以往的制度逻辑不同，在中央提出发展低空经济前，规制逻辑是因担心安全问题而限制飞行，但在低空经济发展导向下，规制逻辑正演变为通过完善规制资源供给与利用体系提升低空飞行效率。正是基于效率导向，《民用航空法》专章规定了发展促进事宜。中央空管办出台《国家级和省、市级低空飞行综合监管服务平台功能要求（1.0版）》《国家级和省、市级低空飞行综合监管服务平台信息交互规范（1.0版）》，国家发改委、金融监管总局、中国民航局三部门联合发布《关于推动低空保险高质量发展的实施意见》，通过从系统化角度提供制度保障，为低空飞行“放得开”提供“管得住”和“兜得住”的基础。技术发展提升了低空飞行器飞行的安全性。<sup>〔13〕</sup>空中交通管理系统、电子围栏技术、识别—防撞系统的完善极大缓解了公众对飞行安全的担忧。<sup>〔14〕</sup>日益充分的安全保障资源完善了对低空飞行风险的防御能力，优化了低空经济发展环境。低空经济活动与公共航空运输、传统通用航空活动的区别日益明显，低空飞行规制逐渐摆脱传统飞行规制模式束缚，转而在效率导向下建构规制体系。

## （二）规制质量影响飞行效率与安全协同效果

在低空飞行规制中，效率与安全是规制立法需予以保障的目标。低空经济的经济属性要求强化效率导向，通过法律为低空经济新技术和新业务模式提供发展空间。<sup>〔15〕</sup>同时，若不能有效抑制风险会影响低空经济发展的社会基础，降低公众对低空飞行的接纳程度，因此低空飞行规制立法需能应对飞行活动主要风险。在规制立法中，单一目标易于实现，但存在双重或多重目标且相互需求不一致时，就会对规制立法提出挑战。多重目标存在于同一时空且无法兼顾时，就需进行权衡取舍。<sup>〔16〕</sup>不同的规制框架对行业的安全保障和创新能力影响不同。<sup>〔17〕</sup>对学者、立法者和监管者而言，在多目标导向下，确定哪种制度更能优化空域使用效率、安全水平和获利能力都是一项艰巨的任务。<sup>〔18〕</sup>低空飞行规制立法质量将影响效率与安全的实现程度。

低空飞行效率与安全的互动结构具有复杂性和动态性，规制立法必须充分基于两者互动结构进行规范构建。规制立法质量是影响低空飞行效率与安全协同效果的关键因素。低质量规制在规制中错误配置立法资源和规制手段，进而使低空飞行风险急剧增加或安全保障资源冗余，在规制中顾此失彼，无法充分实现规制目标。若放任不管可能导致规制失效，造成严重后果，若采取预防性监管策略进行资源配置，低空经济的社会经济价值将无从实现。<sup>〔19〕</sup>高质量的规制立法能够

〔12〕 参见贾圣真：《低空经济法律制度的体系建构》，载《当代法学》2025年第6期，第79页。

〔13〕 参见刘力：《低空经济中的安全监管和风险控制策略研究》，载《民航管理》2024年第6期，第86页。

〔14〕 See Daniel Thompson, *Rethinking the Highway: Integrating Delivery Drones into Airspace above Highways*, 95 Indiana Law Journal Supplement 8, 12–13 (2020).

〔15〕 参见王鹏：《以创新驱动策略推进低空经济高质量发展的探讨》，载《民航管理》2024年第10期，第9页。

〔16〕 参见廖丹子：《中国式现代化何以可持续：统筹发展和安全》，载《社会科学战线》2024年第12期，第245页。

〔17〕 See Aurelien Portuese, *Navigating the Skies of Regulation and Innovation: The Case of Civil Drones*, 2024 Journal of Law, Market & Innovation 120, 140 (2024).

〔18〕 See Brent Skorup, *Auctioning Airspace*, 21 North Carolina Journal of Law & Technology 79, 82 (2019).

〔19〕 See Timothy M. Ravich, *On-Demand Aviation: Governance Challenges of Urban Air Mobility (“UAM”)*, 124 Penn State Law Review 657, 687 (2020).

保障低空飞行效率与安全得到有效统筹，充分回应两者的张力，也能充分关注两者对资源保障的需求。高质量的低空飞行管制一方面能充分调整低空经济发展中的冲突以避免低空飞行效率诉求超出安全资源的保障能力，还可强化资源利用能力以提升飞行效率与安全水平，协同推进低空飞行效率与安全。管制立法质量直接影响效率与安全的协同效果。统筹发展和安全的实质是根据实际情况处理两者关系，并进行资源配置。<sup>[20]</sup> 高质量的管制立法能够基于低空飞行效率与安全的互动结构设置科学的管制目标，合理配置管制资源，协同推进低空飞行效率与安全。

### （三）科学配置资源是提升管制立法质量的关键

在低空经济发展中，飞行效率与安全的互动结构类似于树木之根系与枝叶的互动结构，根系保障树木对水分和营养的吸收以促进枝繁叶茂，枝叶则借助光合作用反哺树木根系的生长。管制制度类似于树干，是连接效率与安全的路径，为效率与安全的互动提供保障。为促进当下低空经济高质量发展，应加速低空法律制度创新和相关保障体系建设。<sup>[21]</sup> 其中，提升管制质量的重点一方面在于扩展管制资源类型，如同通过施肥增加养分总量，另一方面在于对已有管制资源进行最大化利用，如同树干发挥最大传输效率，避免已有资源闲置或浪费。

低空飞行效率与安全的双重互动结构皆聚焦于管制资源配置问题，优化管制资源配置是提升管制立法质量的关键。在低空飞行效率与安全的张力中，效率与安全的互动关系体现为一方与另一方如何通过协调与退让来进行制度衔接，并通过利益平衡将效率与安全保持在可接受程度，使低空飞行效率与安全在张力结构下达到相对平衡状态。管制资源的选取需着力化解安全和效率之间的张力。<sup>[22]</sup> 其重点在于对已有管制资源及其结构进行妥当安排，既避免资源闲置，又避免低空飞行效率诉求超出安全资源的保障能力。此种情形类似树木对养料的传输，树干在根系和枝叶之间发挥传输功能，管制质量即体现在是否能够保持传输的效率，避免有养分无法有效传输或养分不足但生长期望过高的不匹配状况。

低空飞行效率与安全的合力推进结构是效率与安全对资源供给的增量形成的一致需求。在资源总量被限定状态下，效率与安全会逐渐达到平衡状态，但在低空飞行管制中，管制资源并非一直处于受限状态。低空经济在基础设施、核心技术支持等关键问题上仍有进步空间。<sup>[23]</sup> 在国家支持政策、社会偏好、技术发展等因素推动下，管制资源仍会不断扩充，从而增加低空飞行管制资源的供给总量。高质量的管制立法能够在管制资源的扩展中发挥重要的导向作用，为获取多元化的管制资源提供制度保障，并优化管制资源供给类型、结构，协同推进低空飞行效率与安全。

低空经济政策及立法已注意到科学配置资源的价值，优化资源配置的原则在立法政策中得到明确。《山东省低空经济高质量发展三年行动方案（2025—2027年）》提出要汇聚并整合资源，引导各地结合资源禀赋发展低空经济场景。《广东省支持低空经济高质量发展若干措施》提到在低空经济发展中要优化资源配置，《民用航空法》提出要提高资源配置效率。政策制定者和立法

[20] 参见钟开斌：《统筹发展和安全：概念演化与理论转化》，载《政治学研究》2022年第3期，第75页。

[21] 参见龙卫球、王锡柱：《低空经济发展特殊法律制度创新研究》，载《华东政法大学学报》2025年第2期，第76页。

[22] 参见丁忠毅、韩昊冉：《以政策组合促进发展和安全统筹治理：机理、限度与路径》，载《社会科学战线》2024年第12期，第229页。

[23] 参见黄彦钦：《制度转译与权力配置：低空经济特许经营权的法律建构》，载《东方法学》2025年第5期，第185页。

者注意到了资源配置的价值，但规定仍较为原则，无法为规制资源的合理配置提供操作指导。在科学配置规制资源方面，仍面临三个待解决问题：一是在宏观层面缺乏指导配置规制资源的理论，二是在中观层面缺乏指导科学配置规制资源的相应路径，三是在微观层面缺乏科学配置规制资源的具体规则。为促进低空经济健康可持续发展，亟须进一步寻求理论指引，并通过合理规制路径科学配置资源，实现规制目标。

### 三、敏捷治理引导构建规制资源优化的双梯度配置体系

优化低空飞行规制资源配置方式能够回应效率提升与安全保障期待，使两者得到有效统筹。敏捷治理能够充分回应规制资源的优化配置诉求，在低空飞行规制立法中，可引入敏捷治理理念，并对其进行转化适用，用于指导优化低空飞行规制资源配置体系，协同推进低空飞行效率和安全。

#### （一）敏捷治理对低空飞行规制诉求的回应

低空经济发展呈现一日千里之势，低空飞行风险变化和测量困难重重。低空经济处于快速发展变化中，立法应进行定期评估与动态调整。<sup>[24]</sup>为实现低空飞行效率与安全有效协同，需高度重视低空飞行风险变化与规制资源种类和结构的变化。低空飞行规制立法需提升规制灵活性，持续调试低空飞行规制资源利用结构，从而对飞行风险及其规制资源的变化进行回应。

低空飞行规制中的风险和规制资源类型不断变化。在低空飞行中，任一因素的变化都可能引发系统性风险。以无人驾驶航空器这一新型航空器为例，其安全飞行依托于系统性支撑。《飞行管理暂行条例》将无人驾驶航空器系统定义为“无人驾驶航空器以及与其有关的遥控台（站）、任务荷载和控制链路等组成的系统”。在其飞行中，天（空中飞行的航空器）、地（地面基础设施）、通（通讯链路）、载（任务荷载）中任一要素变化或受到干扰都可能引入新风险或消解原有风险，使风险概率或程度发生变化。例如，无人机是低空经济的重要工具，无人驾驶航空可能在传统风险外引发数据保护、网络安全、网络窃密等新型风险。<sup>[25]</sup>低空经济时代的航空业必须从系统论角度回应安全问题，并保障网络安全。<sup>[26]</sup>规制资源的丰富程度同样会随着时间的推进发生变化，规制手段更加丰富，原有规制资源利用结构也可能发生改变。例如，随着科技手段的完善，检测、识别、监测和跟踪无人机的能力增强，美国国会制定法案，明确可通过电子手段警告无人机操作员。<sup>[27]</sup>随着技术持续提升，低空飞行的规制资源更加丰富，以技术手段为代表的新型规制工具层出不穷，低空飞行中的规制资源结构也会产生变化。

低空飞行规制制度的完善要求强化飞行规制体系的灵活性和敏捷性，以快速应对低空飞行风险变化，及时调整低空飞行规制资源结构。在对低空飞行进行规制时，可从敏捷治理中获得启示，优化低空飞行规制资源利用结构。敏捷治理理念的提出为低空飞行规制资源的利用提供了理

[24] 参见张友好：《打造低空经济法治引擎助推低空经济快速起飞》，载《人民之声》2024年第12期，第62页。

[25] See Floriana Granieri, *Navigating the Skies: A Cross-Country Exploration of Drone Policies in Europe, USA and China, Unveiling Privacy and Cybersecurity Challenges*, 2024 *Journal of Law, Market & Innovation* 156, 159 (2024).

[26] See Paul Alp, *Aviation Must Respond to Cybersecurity Threats*, 31 *Air & Space Lawyer* 9 (2018).

[27] See Aurelien Portuese, *Navigating the Skies of Regulation and Innovation: The Case of Civil Drones*, 2024 *Journal of Law, Market & Innovation* 120, 121-122 (2024).

论导向。世界经济论坛在 2018 年提出了敏捷治理 (agile governance) 概念, 其将无人机领域作为开展敏捷治理的重点领域之一。<sup>[28]</sup> 无人机作为低空飞行活动的主要支撑工具, 敏捷治理方法与低空飞行规制需求高度契合, 可为低空飞行规制资源配置提供有益启示。

“敏捷治理”实质上是敏捷范式和治理范式的结合, 包含了业务驱动、以人为本、速赢、采取系统和适应性方法、持续的细化等原则。<sup>[29]</sup> 敏捷治理对低空飞行规制资源的优化配置具有极大参考价值。其一, 规制资源是提升低空飞行规制敏捷性的基础。敏捷治理强调引入创新性规制工具, 扩充规制资源类型, 提升规制敏捷度。其二, 敏捷治理强调系统思维和过程思维, 从体系化层面推动规制资源的优化配置。其三, 敏捷治理认识到政策需求会随时间推进发生变化, 并建议通过利用试验型规制方法对现有规制资源结构进行变通, 通过建立持续监控机制, 以试验方法升级治理新兴技术的政策, 确保政策的持续适用。

风险的生成与转化具有明显的动态化特征。<sup>[30]</sup> 风险治理模式必须具有敏捷调整规制资源利用结构的能力, 快速应对风险变化。敏捷治理以规制资源的供给和利用为核心, 以动态反馈为路径, 以创新性规制为方法, 强调治理的敏捷性, 为低空飞行规制资源优化利用提供了路径, 有利于提升规制制度的科学性。

## (二) 敏捷治理引导低空飞行规制资源配置逻辑

面对低空经济发展, 敏捷治理可为此提供新型治理范式。<sup>[31]</sup> 但敏捷治理作为一种指导理念, 需要在低空飞行规制中转化适用, 以敏捷治理为导向, 进一步明确低空飞行规制资源的配置逻辑和原则, 从而将敏捷治理从抽象理念转化为具体可操作的指引, 为低空飞行规制资源科学配置提供导向。

首先, 以人为本是保持规制敏捷性的原因, 这为动态调整低空飞行效率与安全的关系提供了根本标准, 进而为科学配置规制资源提供了导向。敏捷治理强调政策制定需“以人为本”, 关注终端用户体验, 重视制度的社会效果。敏捷治理优先考量公共利益与公民福祉, 突出“以人民为中心”的发展逻辑。<sup>[32]</sup> 这为低空飞行规制资源的配置提供了导向。在低空经济发展中, 低空飞行场景开展的关键是了解公众对该技术风险认知的复杂变化。<sup>[33]</sup> 在制度构建中, 应将公众的风险感知作为统筹低空飞行效率与安全的关键判定因素之一, 从而实现以人为本。在将以人为本作为动因的敏捷治理中, 需在结合风险收益的客观衡量和公众主观期待的前提下对效率与安全的关系进行动态调整, 做出对公众更有利且更易于接受的规制策略。

[28] See World Economic Forum, *Agile Governance Reimagining Policy-making in the Fourth Industrial Revolution*, White Paper, 2018, p. 13.

[29] 参见孙妍、张成福:《敏捷致智:敏捷治理引领政务服务智能化转型的内在机理研究——以济南市智慧审批实践为例》,载《甘肃行政学院学报》2023年第5期,第72页。

[30] 参见李猛:《深度合成技术的社会安全风险:样态表征、生成机理与敏捷治理》,载《中国科技论坛》2024年第5期,第153页。

[31] 参见王庆:《低空经济发展:新兴安全风险与敏捷治理》,载《科学学研究》2025年第8期,第1571页。

[32] 参见李雪峰、王深:《人工智能赋能城市基层敏捷治理的现实困境及路径优化》,载《行政管理改革》2025年第11期,第40页。

[33] See Zhu Xun, *Segmenting the Public's Risk Beliefs about Drone Delivery: A Belief System Approach*, 40 *Telematics and Informatics* 27, 39 (2019).

其次，规制资源是敏捷治理充分实现的基础，敏捷治理中提出的规制资源供给与应用方式为优化低空飞行规制资源配置提供了指引。敏捷治理强调规制效果实现需依靠丰富的规制资源，鼓励在规制中引入创新性规制工具，提升规制敏捷度。低空飞行风险具有明显的系统性、复杂性、变动性。规制者需通过对规制资源的灵活配置回应环境的复杂性，从而成功应对变化。<sup>〔34〕</sup>低空飞行规制应扩充低空飞行规制参与主体和保障资源，通过增加规制主体、创新规制手段、丰富规制工具、优化规制资源结构，对不同主体可利用的资源进行整合，提升规制资源种类和数量，更敏捷地实现低空飞行规制目标，促进低空经济发展。

再次，过程优化是敏捷治理实现的程序保障，提升低空飞行规制科学性需重视敏捷治理的实现过程，以动态过程优化资源配置结构。敏捷治理认识到政策随时间推移不可避免地失去相关性，因此敏捷治理强调系统思维和过程思维，在制度制定中强调过程参与和结果的透明度。<sup>〔35〕</sup>低空经济的发展及其广泛应用会深刻影响现有社会活动，给生存权性社会公共利益带来新的挑战。<sup>〔36〕</sup>规制资源的应用需要充分借鉴试验型规制的优势，考虑社会公众的偏好，对新技术的监管模式及资源应用进行动态试验。<sup>〔37〕</sup>通过特定程序了解利益相关者的关切和需求变化，并根据反馈改进资源利用结构，有助于回应公众关切，提升社会接纳度。

最后，方法创新是敏捷治理实现的关键路径，低空飞行规制需要充分借助新的规制方法促进飞行规制资源调整的敏捷性。敏捷治理希望通过推广政策试验室、监管沙盒等工具对现有治理结构和制度进行变通，为创新提供安全空间，同时避免为了速度而牺牲规制的严谨性、有效性和代表性。通过创建机制持续监控和升级治理新兴技术的政策，确保政策的长期可持续性。<sup>〔38〕</sup>低空经济是一种耐心经济，通过创新规制方法，将试验主义作为一种缓冲路径，可保障发展的安全基础，维护发展空间，在发展中检验并完善风险应对措施。通过在规制空间中审视规制实践，使其对资源分配现状有更为敏感的体察，并通过精妙、适度调整，来更好地实现规制体系所追求的公共目标。<sup>〔39〕</sup>在低空飞行规制中，可通过试验方法，持续对低空飞行规制资源进行更新，动态调整监管强度，科学实现规制目标，保障低空飞行效率与安全得到协同推进。

### （三）敏捷治理下的双梯度资源配置体系及法律保障

敏捷治理从理念转化为具体指引后，仍需通过合理的制度框架落实。敏捷治理反映了一种“渐进式”的变革理念。<sup>〔40〕</sup>在低空飞行规制中，可构建以敏捷治理为指导，以效率为导向，以安全保障资源的风险承受力为标准，区分资源限定与资源供给状态的双梯度规制资源配置体系，发

〔34〕 关于相关问题的研究，参见彭峰：《敏捷治理时代生态环境行政许可的改革及其限度》，载《行政法学研究》2022年第6期。

〔35〕 参见任宗哲、赵一诺：《敏捷治理赋能地方政府公共服务供给机制创新：理论机理与实践进路》，载《人文杂志》2024年第11期，第102页。

〔36〕 参见李龙贤：《低空经济发展的行政法治保障》，载《行政法学研究》2025年第3期，第74页。

〔37〕 See Julie Bateman, *Decentralizing Drone Regulations in Low-Altitude Airspace*, Boston College Intellectual Property & Technology Forum (17 September 2020), <http://bciptf.org/2020/09/decentralizing-drone-regulations/>, visited on 20 October 2025.

〔38〕 See World Economic Forum, *Agile Governance Reimagining Policy-making in the Fourth Industrial Revolution*, White Paper, 2018, p. 6.

〔39〕 参见〔英〕科林·斯科特：《规制、治理与法律：前沿问题研究》，安永康译，清华大学出版社2018年版，第57-58页。

〔40〕 参见刘晓峰、王诗淇：《新质生产力驱动的敏捷治理变革及其实践进路》，载《学海》2024年第4期，第60页。

挥飞行管制资源效能。

敏捷治理理念强调随着时间的流动，管制策略应有所变化，同时将管制资源作为实现管制目标的基础。在敏捷治理导向下，可建立双梯度的低空飞行管制资源配置体系。第一梯度关注重点在于对现有资源的充分利用，即研究在管制资源总量限定状态下如何对已有管制资源进行合理安置，以对资源进行充分利用，实现效率与安全的协同。第二梯度关注重点在于外部资源的供给，这一阶段研究如何对资源供给类型和结构进行优化，提升资源供给效能，促进低空飞行效率与安全共同提升。外部管制资源供给不足属于资源限定状态，从而只能在有限资源中进行选择与利用，这是管制资源利用的第一梯度，一段时期后，资源供给中的量变可引起质变，从而形成对新型管制资源的持续投入，这是管制资源利用的第二梯度。

第一梯度的低空飞行管制资源总量被限定，在此梯度下，重点是对已有资源的利用类型和利用结构进行调整。监管放松，产业安全隐患会增加，监管收紧，产业发展和创新效率会受限，如何在产业发展的不同阶段，适当调整监管的节奏和力度，就成为监管部门面临的难题。<sup>〔41〕</sup>第一梯度中对管制资源的利用方式体现为从资源类型和组合方面调控管制强度，实现低空飞行效率与安全的协同。第二梯度突破了资源约束的限制，进入管制资源持续供给的阶段。近年来，我国低空利用技术的发展为低空经济发展奠定了基础。<sup>〔42〕</sup>在政策支持和技术推动下，管制资源一定时期内持续供给。在第二梯度中，重点是研究如何更充分、高效地供给资源。其关键不仅在于资源种类的增加，还在于调整资源的供给类型、方式与结构，从而以更低成本的资源消耗获得更明显的提升效果。例如，在防止无人机黑飞方面，电子围栏性价比要远高于传统管制资源。<sup>〔43〕</sup>在资源供给中，资源供给的类型、方法、结构会影响管制资源配置科学性，进而影响低空飞行管制目标实现程度。

双梯度管制资源配置体系需要有效的法律制度予以保障，从而为管制资源的配置提供制度支持。低空飞行风险的系统化特征及其频繁变动和法律规则要求的稳定性之间的冲突需要在整体法秩序视角下予以协调。应通过在法秩序和法体系内合理配置管制资源来协同推进低空飞行效率与安全。其一，通过完善法律体系优化管制资源配置的制度框架，一是将法律、行政法规、规章、其他规范性文件、标准整体纳入法体系和法秩序视野下进行统筹，充分整合管制制度。二是在公法和私法层面扩展管制主体及管制工具、方法，扩充可利用管制资源总量。其二，通过在法体系中进行分工实现对管制资源的科学配置。一是借助高位阶规范的统筹性和引导性功能，在法律、行政法规中明确协同原则，并将立法目标从管制导向转变为管制与服务并重，既为保障安全设定空域准入许可等干预程度高的管制手段，又为效率提升确定相关主体的基础设施建设与服务职责。二是充分利用低位阶规范的灵活性特点，在规章、其他规范性文件及标准层面规定更具体的管制要求，为动态调整管制工具、方法提供制度路径，通过及时更新服务要求、飞行标准等内

〔41〕 参见薛澜、赵静：《走向敏捷治理：新兴产业发展与监管模式探究》，载《中国行政管理》2019年第8期，第30页。

〔42〕 参见龙卫球：《我国低空经济发展引入技术规制的语境和内涵——以创新技术经济认识论为出发》，载《中国法律评论》2025年第3期，第188页。

〔43〕 See John Ricci, *No Drone Zones: Assessing the FAA's Role in Implementing Geofencing and the Future of Drone Regulations in the United States*, 2022 University of Illinois Journal of Law, Technology & Policy 161, 181 (2022).

容，快速回应规制需求的变化。其三，重视规制资源的整合利用。一是在法律中保留资源调整空间，综合运用结果控制和过程控制方式，对必须应用的规制资源采取过程控制方式，通过强制性规定进行明确。对其他可选择的规制资源采取结果控制方式，仅规定安全目标，从而为市场主体自主选择资源提供空间。二是注重法律责任的合理设置，倒逼市场主体对规制资源优化配置，例如，低空经济技术与规范存在相互交融的趋势，企业主体可通过其产品符合标准减轻责任。当运营商应用的技术达到相应的安全保障水平时，可认为其并无过错。<sup>[44]</sup>

#### 四、资源总量限定状态下第一梯度的规制资源配置路径

双梯度规制资源利用体系中第一梯度的重点是在资源总量限定状态下对现有资源进行优化利用，根据低空飞行效率和安全需求，不断对现有规制资源进行调试，优化资源利用结构，提升资源与规制需求的适配度，在低空飞行规制中对资源进行充分、科学利用，使资源配置达到帕累托最优状态，避免资源闲置。

##### （一）规制资源总量限定状态下的资源配置目标

无论何时，资源皆会有所变动，但变动程度有所不同。资源限定指规制资源总量相对限定而非绝对无变化。在资源限定状态下，低空飞行规制资源配置逻辑是对现有资源利用结构进行优化，在保障安全的同时最大化提升飞行效率。

在资源总量限定状态下，低空飞行效率与安全之间的张力占主导地位。规制制度设计和规制资源利用需结合安全保障资源的客观保障能力和社会公众的主观接受程度确定可接受的风险水平。低空飞行规制目标并非将风险控制为零，而是在对风险进行有效控制的前提下为低空飞行活动提供充分制度空间。处于既定资源约束条件下，规制制度可在一定程度上达到相应的规制效果，却无法摆脱资源约束达到最佳规制效果。<sup>[45]</sup> 规制资源利用逻辑是根据安全保障资源的总体情况，探索资源对低空飞行效率的保障能力，即现有安全资源可在何种程度上保障低空飞行效率。在低空飞行效率提升过程中，随着飞行频次的增加，风险将逐渐达到安全保障资源风险应对能力的临界值。在规制中，需科学分析现有资源所能应对的风险，避免在缺乏安全保障的情况下，片面追求低空飞行效率，损害低空飞行安全。与此同时，也需避免在低空飞行安全保障资源充分的情形下不当压缩飞行空间、限制飞行效率，造成资源的浪费与闲置，阻碍低空经济发展。

随时间变动，低空飞行风险的客观情形可能发生变化。同时，可接受风险还受社会公众主观心理状态影响。<sup>[46]</sup> 公众对风险的敏感性影响可接受风险的程度，进而影响安全目标的界定。虽然低空飞行规制资源在特定时间内不发生质变，但其组合方式和利用结构可能发生变化。在资源限定状态下，规制资源的利用仍存在选择空间，规制者可对有限的规制资源进行组合运用或结构化调整，使规制强度与风险规制目标相适应。在风险的客观情况或公众的安全期待发生变化时，

[44] See Prue Vines et al., *Predicting Bearing Fault in the Drone Freight Industry: Legal Liability in Australia*, 87 *Journal of Air Law and Commerce* 299, 305 (2022).

[45] 参见刘辉：《行政法上发展促进型条款的规范效力及其实现路径》，载《行政法学研究》2025年第4期，第183页。

[46] 参见尹德贵：《安全与正义——风险分配的法理论纲》，商务印书馆2024年版，第211页。

可优化管制资源利用结构，以在维持安全的基础上提升低空飞行效率，或通过应用高强度管制资源强化对飞行安全的保障，实现低空飞行效率与安全的良性互动。

因此，在资源总量限定状态下，需对低空飞行管制资源的安全保障能力进行预估，明确资源可在何种程度上提升低空飞行效率，既避免资源闲置，又避免片面追求效率而击穿安全底线。在资源限定状态下，随着对低空飞行活动风险的科学认识，公众对风险的接受程度可能发生变化，从而需要重新对管制资源进行结构化调整，进一步强化或放松管制，使低空飞行效率与安全达到新的平衡。

## （二）管制资源总量限定时的资源优化配置方法

敏捷治理导向下建构的是以渐进调整为方法，以关键风险节点控制为主要手段的动态化管制体系。<sup>〔47〕</sup>在低空飞行管制中，管制资源总量限定时的资源优化配置可采取渐进式放松管制方式，以管制资源安全保障能力为标准，逐步放松管制，在接近保障能力临界点时，停止放松管制。此种管制是一种试验型管制，意在管制资源进行最大化利用，充分拓展发展空间。

在中央提出发展低空经济之后，监管模式从原本秉持的严格限制转化为对低空飞行活动进行大力支持，放松低空飞行管制的力度呈现出明显加强趋势。我国低空经济已经从严格管控阶段转向了刺激发展阶段。<sup>〔48〕</sup>管制资源的应用以效率提升为导向，加大放松管制力度，释放较为广泛的飞行空间。根据民航局公布的对应年份的《民航行业发展统计公报》中的统计数据，无人机的年度飞行小时数从2021年的143.6万小时增长到2024年的2666.7万小时。在统计口径变化和技术提升等原因之外，管制制度的优化也是重要原因。在中央经济工作会议提出发展低空经济之前，原有管制制度未处理好低空飞行效率与安全的内部关系，在低空飞行安全保障资源已经得到较为充分的积累时，因受制于政策和社会接纳度低，低空飞行管制资源利用结构不合理，从而未能充分发挥已有管制资源的价值。因而，在前期强化效率导向、加快放松飞行管制的力度并非是因低空飞行安全保障资源迅速增加，而是因为低空飞行安全的保障资源在前期已经得到广泛积累，但对保障资源的利用不够充分，导致安全保障资源被闲置或浪费，加快放松管制是对原有资源保障能力的延迟释放。因此，在第一梯度管制资源利用中，加快放松管制是为低空飞行释放合理空间，避免安全保障资源被闲置。

安全是低空经济发展的必要因素与重要保障。<sup>〔49〕</sup>如果发展期待过高，效率提升过快，现有安全保障资源无法跟进，将导致低空飞行风险无法得到应对，公众接受度降低。美国通用航空业在20世纪70年代达到了顶峰之后，出现明显下滑趋势，航空事故增加或是影响因素之一。<sup>〔50〕</sup>因此，如果放松管制已将前期积累的安全资源保障界限探索清楚，新的安全保障资源尚未形成有效供给，此时不宜继续加大放松管制力度。低空放松管制程度的长期目标可定位为实现对飞行自

〔47〕 参见李晓方：《理念、激励与共享经济的敏捷治理：基于地方政府网约车监管实践的实证分析》，载《中国行政管理》2019年第6期，第47页。

〔48〕 参见张晓兰、黄伟榕：《低空经济发展的全球态势、我国现状及促进策略》，载《经济纵横》2024年第8期，第55页。

〔49〕 参见张世昌、许芳菲：《低空经济生成与发展的伦理考量——基于马克思空间思想的视角》，载《北京航空航天大学学报（社会科学版）》2025年第1期，第59页。

〔50〕 参见周学峰：《美国通用航空产品责任限制制度及其启示》，载《北京理工大学学报（社会科学版）》2013年第6期，第97页。

由的保障，但在短期内这一目标暂时难以实现。在短期内，需要对安全资源的保障能力进行校验：若安全资源保障能力仍有较大盈余，则可持包容态度，加快放松规制力度，释放发展空间；若低空飞行效率与安全的张力仍处于主导地位，则需在坚持包容趋向的同时提升监管强度，降低放松规制的力度，缓慢或暂停释放发展空间，避免飞行风险超出控制，对社会造成重大损失。

### （三）规制资源总量限定下资源配置的结构变动

在规制资源总量限定状态下，短期内资源总量不会发生根本变化，但风险程度和公众对飞行风险的接受程度会发生变化。在充满不确定性的世界里，规制制度只能在反复试验和不断摸索中更好地成就自身。<sup>[51]</sup> 低空飞行风险和规制需求会持续变化，飞行风险和公众风险接受度的变化会重置低空飞行规制中飞行效率与飞行安全的优先地位，从而也会进一步对规制资源利用结构提出调整要求。

在资源利用的结构变动中，主要存在两种方式。一种是从放松规制转向严格规制，主要对应低空飞行风险增加或公众接受程度降低，从而要求提升规制强度。此时，规制资源利用类型和利用结构会发生变化。在资源类型方面，由宽松型规制资源转化为较高强度规制资源，在规制资源结构方面，由宽松型规制资源结构组合转变为强干预型规制资源结构组合，例如在“事前—事中—事后”规制资源利用结构中，从事中、事后规制转化为侧重事前规制资源的应用。另一种则体现为从严格规制向放松规制进行转变。此种情形发生的可能原因是发现原有假定危险为臆想风险，或者是社会公众对于低空飞行活动的需求更为迫切，从而提升了对风险的接受程度。此时，为匹配规制需求，需要进一步开放飞行空间，提升飞行效率，使社会公众更加便利地享受低空飞行带来的社会效益，并根据发展需求调整规制资源利用类型和结构。

## 五、资源持续供给状态下第二梯度的规制资源配置路径

为更好回应低空经济发展需求，增强市场活力，需要持续放宽原有低空空管体制。<sup>[52]</sup> 但放松管制需要以安全保障资源的风险应对能力为基础。在低空飞行基础设施层面，政府和市场为低空经济的发展提供了重要的支撑。技术的发展提升了对飞行安全的保障能力。技术创新作为低空经济的核心驱动力，赋予了低空经济多样化的解决方案。<sup>[53]</sup> 政策支持和技术发展为持续供给资源、优化资源利用结构、通过放松规制实现低空飞行效率与安全同步发展提供了基础。

### （一）规制资源持续供给下的资源供给逻辑

规制资源的持续供给实际上是以对外部资源的消耗为代价的，将外部资源转化为可保障低空飞行效率或安全的资源。因此，低空飞行规制资源的持续供给需要付出成本，实现资源持续供给的路径在于尽量降低规制成本，实现资源的最大化利用。在低空飞行规制资源供给中，新型规制资源的引入是以占用资源的其他机会成本为代价，因此，在资源供给中需提升资源转化效率。

首先，规制资源持续供给状态下的供给逻辑是通过消耗外部成本，使之转化为可对低空飞行

[51] 参见靳文辉：《试验型规制制度的理论解释与规范适用》，载《现代法学》2021年第3期，第138页。

[52] 参见李龙贤：《低空经济发展的行政法治保障》，载《行政法学研究》2025年第3期，第65页。

[53] 参见王鹏：《以创新驱动策略推进低空经济高质量发展的探讨》，载《民航管理》2024年第10期，第9页。

效率与安全予以保障的资源。无论是现有低空飞行效率已经达到相应水平但安全保障水平不足，抑或是安全保障能力充分但低空飞行效率需通过其他资源供给才能实现，资源供给最终是为提升飞行效率，若非为提升飞行效率，则无须供给资源。例如，若单独以保障安全为目标，可直接限制低空飞行活动，无须投入更多成本。管制资源的引入和供给是以提升低空飞行效率为目标，通过资源供给实现低空飞行效率与安全的提升，而非通过安全目标限制产业发展。

其次，在资源供给中，供给类型、结构和方式具有不同的选择。管制资源不是凭空产生，其通过对其他资源的转化而形成，从而使资源无法发挥其他用途。因此，需考虑如何将消耗的外部资源转化为更有效的管制资源，更好服务于低空飞行效率提升和安全保障目标。不同管制资源具有不同作用，有的管制资源类型仅提升飞行效率，有的管制资源类型仅提升安全保障水平，有的管制资源类型能同步提升安全与效率，有的管制资源类型则会降低效率与安全。此情形下，需要根据管制的实际需求选择资源供给类型，实现低空飞行效率与安全的良性互动。

再次，管制资源之间具有不同的互动结构，在管制资源供给中，不仅需从资源消耗角度考虑新型管制资源的供给，还需进一步从结构化角度考虑持续供给的管制资源与现有资源的结合程度和组合效果，促使管制资源发挥最大合力。管制资源数量的增加无法直接实现有效管制的预期。<sup>〔54〕</sup>管制并非是通过单纯增加管制资源类型解决管制难题，而是通过在结构化视角下对管制资源进行有效组合来解决问题。<sup>〔55〕</sup>例如，现有政府性管制资源已较为充分，需重点供给社会管制和私人管制资源，从而形成不同强度的管制资源频谱，为管制提供更为多样化的资源组合选择。因此，在低空经济发展中，需考虑管制资源的供给结构。

## （二）管制资源持续供给下的资源供给类型

低空飞行管制中，不同管制资源供给所需时间、所消耗资源、所产生的效果存在差异。在资源供给中，需结合管制资源供给要求及各类资源特点，妥当安排管制资源供给类型及结构，保障低空飞行效率与安全得到同步推进。

根据低空飞行管制资源的效果可以将管制资源分为四种。一是单纯提升低空飞行安全保障能力的资源，例如《飞行管理暂行条例》中规定的无人驾驶航空器反制设备，可对无人驾驶航空器进行干扰、截控、捕获、摧毁，专门用于防控无人驾驶航空器违规飞行。此类资源主要是查处违法飞行活动，控制飞行风险，以保障低空飞行安全。二是单纯提升低空飞行效率的资源，例如市场开发技术优化航空器系统设计以提升飞行性能，此种情形主要是对低空飞行效率的提升。三是能够同时提升低空飞行效率与安全的资源，例如《民用航空法》规定的鼓励和支持民用航空科学技术研究、加快建设基础设施网络、构建优质高效的民用航空服务体系等措施，可同步提升效率与安全，其中最典型的是数字空域建设。四是对提升低空飞行效率与安全边际效用都较低或具有相反效果的资源，例如传统地面执法队伍的建设。第四种资源可视为低效资源，前三种资源中，第三种资源同时发挥两种作用，价值更高，原则上应将此类资源作为管制资源供给重点。

〔54〕 参见王锡柱：《民用无人驾驶航空器飞行监管法律制度研究：以灵活监管为视角》，中国民航出版社2023年版，第123页。

〔55〕 See Neil Gunningham, Peter Grabosky, Darren Sinclair. *Smart Regulation: Designing Environmental Policy*, Clarendon Press, 1998, pp. 395 - 413.

在低空飞行规制资源的供给中，同步提升效率与安全是最为理想的状态，但低空飞行效率与安全保障需求除效果面向之外，还有时间面向和结构面向。以数字空域建设为例，其可同步提升效率与安全，从长期来看有助于低空飞行规制制度的完善，但数字空域的建设耗时较长，资源投入量大，短期内难以完成。在进行数字空域建设的同时，需要投入其他资源。若飞行效率已经达到某一程度，但安全保障资源未及时跟进，此时可重点供给安全保障资源。若低空飞行安全保障资源仍有闲置，但飞行能力无法达到提升效率的要求，可重点通过优化飞行技术提升飞行效率，以免安全保障能力过剩造成资源闲置和浪费。

### （三）规制资源持续供给下的资源供给结构

低空飞行规制资源供给过程中需充分考虑供给结构，从而使供给的主体、工具、方法更加科学，为低空飞行效率提升和安全提供更充分的保障。在供给结构方面，需充分整合公私法主体的可利用资源，合理统筹管制型资源与服务型资源，优化资源供给结构，形成资源供给合力，提升规制资源利用效果。

在管制资源和服务资源供给结构方面，需从管制资源的供给转向管制资源与服务资源并重的资源供给结构，尤其是要强化效率导向，从“目标+过程”层面加大对服务型资源的供给。2024年，中国航空学会征集的典型低空经济应用场景已达70多个。<sup>[56]</sup>在经济层面，2026年低空经济规模有望突破万亿元。<sup>[57]</sup>低空飞行规制需通过管制型资源保障安全，有效控制低空飞行中的风险。但是，低空飞行规制也需突出效率导向，并在服务导向下提供更为丰富的低空飞行规制资源。在低空经济规制中，需警惕以秩序为由的危险规制模式的泛滥，积极探讨更有利于低空经济高质量发展的风险规制模式。<sup>[58]</sup>现有管制型资源已较为充分，但服务型资源尚显不足。在低空飞行规制资源结构中，服务型资源具有非常广阔的应用空间。低空经济发展的重点是通过相关服务为“飞起来”提供基础保障。<sup>[59]</sup>低空飞行器应用遇到的关键障碍在于缺乏飞行服务基础设施。<sup>[60]</sup>在低空经济发展中，可通过合理的空间规划和基础设施建设，使更多的物理飞行空间转化为具有技术支持并受法律保障的合法飞行空间，扩大飞行空域范围。通过增强低空空域资源利用率，激发低空经济活力。<sup>[61]</sup>在飞行程序保障方面，通过优化空域使用申请和审批程序提升飞行效率。在飞行中，通过分配稳定性强的无线电波段为飞行提供稳定信号传输服务，通过优质服务降低外因导致的飞行事故。

在资源供给主体方面，推动资源供给主体之间开展有效合作，发挥政府对市场主体的带动效应，合力提升飞行效率和安全保障水平。在低空飞行规制资源供给方面，通过政府外部推力激发市场主体内部动力，推动规制资源形成供给合力。低空飞行活动频率呈现指数级增长趋势，仅依

[56] 参见于紫月：《〈2024低空经济场景白皮书〉出炉》，载《科技日报》2024年10月30日，第6版。

[57] 参见沈映春、赵雨涵：《低空经济：中国经济发展新引擎》，中信出版集团2024年版，第109页。

[58] 参见李龙贤：《低空经济发展的行政法治保障》，载《行政法学研究》2025年第3期，第77页。

[59] 参见刘强强：《低空经济视角下的城市治理：空间叙事、技术适配和实践限度》，载《宁夏社会科学》2025年第3期，第78页。

[60] See Elaine D. Solomon, *Flying Cars: Are We Ready for Them?*, 3 RAIL: The Journal of Robotics, Artificial Intelligence & Law 9, 12 (2020).

[61] 参见高志宏：《低空经济空域管理法治建设》，载《中国法律评论》2025年第4期，第195页。

靠政府无法充分调动资源，需促进政府和市场形成联动效应。政府供给需约束盲目动用公共资源的冲动，防止对市场竞争造成不必要干扰，使政府与市场形成相得益彰的良好配合。<sup>〔62〕</sup> 通过政府和市场的资源供给提升规制资源的丰富程度，实现效率与安全的协同推进。政府作为低空经济发展中保障安全和提供基础设施、基础服务的主体，在低空飞行安全保障中发挥基础性作用。但低空经济发展中必须有充分的市场主体参与。通过促进政府与市场联动，为提升低空飞行效率提供内生力，促进低空经济健康发展。在政府承担基础管理和服务职能的同时，又充分发挥市场价值。需求是供给之母。<sup>〔63〕</sup> 面对低空飞行规制需求，市场同样需要供给规制资源，以强化规制资源供给能力，优化资源利用结构。<sup>〔64〕</sup> 市场对规制资源的供给可体现在以下方面：一是将部分风险程度较低的航空器的适航审定工作交由市场专门机构完成；二是将部分空中交通服务职能向市场主体开放；三是对于数字空域的建设、地面基础设施建设等领域，在政府主导的同时吸引市场投资；四是具体低空场景的培育和开展主要由市场主体完成。

在资源的供给中，还需从规制资源的组合角度对资源进行充分利用。单独观察某一类主体或者工具、方法时，其可能属于低效规制资源类型，但若从规制资源组合视角观察，可能出现整体大于部分的效果。例如，单独增加传统执法队伍属于低效的规制资源供给，但建设配备无人驾驶航空器反制设备等新型技术工具的专业执法队伍属于高效的资源供给。2025年新修订的《民用航空法》规定国务院公安部门负责民用航空保卫管理有关工作，2026年1月公布的《人民警察法（征求意见稿）》将维持特定空域的安全秩序、指导民用航空治安保卫工作、负责无人驾驶航空器的安全防控有关工作、处置无人驾驶航空器违法违规飞行行为等内容作为公安机关需要履行的职责。建设专门执法队伍，并为之配备专业设备属于将规制主体与工具整合成为高效的资源组合。《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》将民用无人驾驶航空器的运行按照面向运行场景、基于运行风险、分级分类管理的原则，分为开放类、特定类和审定类三类运行活动，对开放类无人驾驶航空器运行活动，以放松管制为原则，在降低飞行准入条件、弱事先规制工具运用的同时，需强化对生产者的生产设计要求，明确飞行组织者和个人承担的侵权责任，配套提供责任保险制度，从而形成对规制资源的综合供给。特定类无人驾驶航空器运行规制的资源组合同样丰富，在对其规制中，制度关注的是安全目标的实现而非聚焦对具体过程进行控制，侧重检验应对飞行风险的缓解措施是否可以保障安全，而具体缓解措施由运营主体自主选择。对审定类无人驾驶航空器运行活动，以政府主体严格监管为主，实施严格的过程控制。在优化规制措施时，可继续探索规制资源组合方式，综合运用规制主体、工具、方法，实现对资源结构的科学配置，为协同推进低空飞行效率与安全提供更丰富的选择。

#### （四）资源供给与资源限定梯度的相互衔接

在规制资源配置体系中，资源供给与资源限定阶段会相互转化。在一定时期内，资源具有相对

〔62〕 参见苏宇：《人工智能要素的政府供给：法理基础与制度因应》，载《财经法学》2025年第2期，第93页。

〔63〕 See Daniel Thompson, *Rethinking the Highway: Integrating Delivery Drones into Airspace above Highways*, 95 Indiana Law Journal Supplement 8, 8 (2019-2020).

〔64〕 See Kevin Collareno, *The Flight Path to Transportation Equity: How Legislators Can Ensure That Urban Air Mobility Delivers Inclusive Transportation Services*, 2023 University of Illinois Law Review 639, 672 (2023).

恒定性，从而处于资源限定状态，在一段时间之后，因政策支持或者技术突破，规制资源可能发生质的变化，从而在一段时期内处于资源持续供给状态，但在资源供给重新稳定时，又将进入新的资源限定阶段。因此，资源供给与资源限定并非绝对分离的两个阶段，而是会相互转化，形成互动。

在资源供给梯度衔接资源限定梯度方面，重点以资源限定状态下的现有资源为参照，补充或更新资源类型，从而提供更丰富的资源类型及其组合。例如，在现有资源中，管制型资源较充分，需对其他类型资源进行补充，从而为多类型资源的选择提供基础，为更灵活的资源配置提供支撑。资源限定状态下的资源现状决定了需供给的规制资源类型。若安全资源过剩，则补充效率提升资源；若安全保障能力不足，则补充安全保障资源；若效率提升与安全保障资源处于均衡状态，则补充可发挥两种功能的资源。例如，面临低空飞行器效率提升和安全保障双重需求，基础交通设施需要升级和更新。<sup>〔65〕</sup>所以，资源供给是以现有资源配置为基础，在现有资源基础上对资源类型进行补充，从而实现资源结构的优化，或对不合理规制资源进行更新，从体系化层面完善规制资源供给体系。

在资源限定梯度衔接资源供给梯度方面，在资源持续充分供给一段时间后，会因政策或者技术、成本投入进入瓶颈期等原因而重新进入资源限定阶段。例如，在对低空分散的无人机进行监管时，美国联邦航空局承认其可用资源不足。<sup>〔66〕</sup>但与原有资源限定梯度相比，已有更多资源积累，属于新一阶段的资源限定梯度，原有的低空飞行效率与安全之间的优先关系可能因为新资源供给而产生了相应变化。在低空飞行中，不仅效率与安全的关系需要根据资源情况重新调整，各类规制资源及其组合、运用结构也需要进一步调整，从而形成新阶段的协同模式。在政策或社会偏好支持、技术取得突破时，新资源形成持续供给状态，则进入新的资源持续供给梯度，效率与安全也会伴随着资源的运用呈现出螺旋上升趋势。因此，资源限定与资源供给梯度之间是一种互为基础且可相互转换的关系。

## 六、结 语

低空经济的“经济”属性要求在产业发展中提升飞行效率，但低空飞行阶段是低空经济发展中风险最为集中的阶段，低空经济的发展既需要为提升低空飞行效率提供助力，又需为低空飞行安全提供保障，这为思考如何在规制中协同低空飞行效率与安全提供了契机。低空飞行效率与安全保障之间的关系不只是冲突关系，也具有对外在资源保障的一致需求。在低空飞行规制中，科学划分政府与市场边界、合理配置管制型与服务型工具、恰当运用不同干预强度的规制方法是低空飞行效率与安全协同推进的关键。敏捷治理所确立的治理框架为低空飞行规制资源的灵活利用提供了理念导向，在其引导下，可将以人为本作为规制资源是否需要调整的衡量标准，将扩充规

〔65〕 See Elaine D. Solomon, *Flying Cars: Are We Ready for Them?*, 3 RAIL: The Journal of Robotics, Artificial Intelligence & Law 9, 14 (2020).

〔66〕 See Julie Bateman, *Decentralizing Drone Regulations in Low-Altitude Airspace*, Boston College Intellectual Property & Technology Forum (17 September, 2020), <http://bciprf.org/2020/09/decentralizing-drone-regulations/>, visited on 20 October 2025.

制资源类型作为提升管制效能的前提，将动态调整作为优化管制资源利用的路径，将试验主义作为资源利用结构优化的方法。在低空飞行管制中，以敏捷治理为导向，构建以资源总量限定状态和资源持续供给状态为双翼的飞行管制资源双梯度配置体系，通过提升管制资源配置的灵活性充分增强管制资源对管制需求的回应性。在管制资源总量限定的第一梯度，充分调动已有资源，在保障安全的同时最大化提升飞行效率，在管制资源持续供给的第二梯度，充分根据管制需求优化管制资源配置结构，降低管制成本，提升管制资源供给的有效性。资源在持续供给一段时间后会进入供给瓶颈期，从而使管制重新进入第一梯度的资源限定阶段，而在政策支持、社会偏好或技术取得新突破时，再次进入第二梯度的资源供给阶段。优化两个梯度的资源配置类型和配置结构，有利于持续回应低空飞行效率提升与安全保障诉求，促进两者良性互动。随着低空经济被定位为新兴支柱产业，低空飞行风险和安全保障对管制资源的需求日益旺盛，通过从管制资源配置角度优化资源供给和利用方式，提升管制资源利用效能，有利于节省管制成本，提升管制质量，保障低空经济健康稳定发展。

---

---

**Abstract:** In the development of low altitude economy, there is a certain tension between low altitude flight efficiency and safety, but the tension between the two can be alleviated through scientific allocation of regulatory resources. The frequent changes in low altitude flight risks and the constant iteration of available regulatory resources have put forward new requirements for the allocation path of regulatory resources. Agile governance can provide theoretical support for the allocation of regulatory resources for low altitude flight, and build a dual gradient resource allocation system guided by efficiency and evaluated by safety assurance capabilities, distinguishing between resource constraints and sustained supply states. Under the gradient of resource constraints, dynamically adjusting the existing regulatory resource utilization structure not only avoids flight risks from getting out of control, but also avoids idle security resources. If there is surplus security resources, further improve flight efficiency. If the flight risk exceeds the risk response capability of the safety guarantee resources, the relaxation of regulations will be suspended, but the safety guarantee capability still needs to be improved to enhance flight efficiency. In the state of continuous resource supply, it is necessary to enrich the types of regulatory resource supply, optimize the resource allocation structure based on different regulatory resource function positioning, supply cost, supply time and other factors, and coordinate efficiency and safety.

**Key Words:** low altitude economy, low altitude flight regulations, efficiency and safety, agile governance, resource allocation

---

---

(责任编辑：张泽宇)