

低空产业高质量发展 路径与策略研究报告

(2025 年)

中国信息通信研究院

2026年3月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



前 言

随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，低空经济作为一种新兴经济形态，通过重大技术突破和创新应用开拓新产业、新模式、新业态，逐步成为加快建设现代化经济体系、增强我国国际竞争力的关键引擎，为全面建成社会主义现代化强国、实现中国式现代化提供重要力量。低空产业是低空经济重要物质载体，是推动低空经济高质量发展的关键，本报告将重点聚焦低空产业，提出低空产业的体系架构，探讨低空产业发展现状、路径及挑战，提出低空产业下一步发展思考和建议。

低空经济以新型应用场景为牵引，以低空基础设施和低空装备等共性产业为支撑，协同保障新型经济形态的安全健康发展，带动产业深度融合与协同发展。低空产业“四域”是低空经济发展的物理载体，包括航空装备域、新型基础设施域、平台域和应用域。航空装备域涵盖以无人机、eVTOL（electric Vertical Take-off and Landing，电动垂直起降飞行器）为代表的新型低空装备和以直升机、固定翼飞机为代表的通用航空装备。新型基础设施域由低空物联网和低空物理起降场等构成。平台域以低空平台为核心架构，从功能来划分，包括共性能力、空域管理能力、低空安全能力和应用赋能能力。应用域聚焦于农林植保、物流运输、城市治理、空中交通等各类应用场景。

低空产业发展趋势看，整体呈现“由单机视距到规模网联、由单一载物到载人载物混飞”的态势，将按照“局部试点-区域商用-规模

发展”逐步递进。依据中国信息通信研究院预测，低空产业发展分为三大阶段，到2027年为局部试点阶段，预计市场规模达到5000亿元。到2030年是区域商用阶段，预计市场规模攀升至1万亿元。到2035年为规模发展阶段，预计市场规模有望达到5万亿元。

低空产业发展重点看，整体呈现低空装备新旧并蓄、低空互联网加速孕育、低空平台格局雏形初现、低空应用广泛探索的发展趋势。未来，低空航空器发展驶入快车道，eVTOL和无人机等新式自主航空装备引领未来趋势；低空互联网技术路径逐步清晰，利用5G/5G-A等信息通信优势产业有序规划部署低空互联网；低空平台各方按需独立部署，以系统协同和数据互通驱动构建低空平台体系；各类应用场景广泛探索，规模化、常态化高密度载人载物混合飞行催生新兴低空应用。

当前，我国低空产业在顶层设计、管理模式、技术标准、产业生态等方面仍存在多重挑战。为此，本报告提出低空产业的发展应以支撑低空规模化应用为主线，以空域数字化管控和低空安全防护为前提，以低空装备制造及低空信息通信为主要抓手，以**顶层规划、试点示范、管控建设、技术创新、生态构建**为重点方向，实现我国低空产业的高质量创新发展。

目 录

一、低空经济定义内涵及国内外发展情况.....	1
（一）低空经济已成为我国战略性新兴产业重点领域.....	1
（二）低空经济构建“四域”的产业体系.....	2
（三）国内外低空产业发展各有侧重.....	3
二、我国低空产业发展现状和路径.....	7
（一）低空产业加速探索，发展路径逐步清晰.....	7
（二）低空产业遵循“局域-区域-规模”发展态势.....	33
三、低空产业面临的挑战与下一步发展建议.....	36
（一）低空产业仍面临多重挑战.....	36
（二）低空产业下一步发展思考与建议.....	38

图 目 录

图 1 低空经济“四域”产业体系架构.....	3
图 2 第八届“绽放杯”5G+低空经济专题赛行业分布统计.....	7
图 3 低空装备产业视图.....	8
图 4 低空物联网产业视图.....	12
图 5 低空平台总体视图.....	21
图 6 低空场景发展梯队图.....	30
图 7 低空应用成熟度发展阶段图.....	31
图 8 低空产业发展整体视图.....	34

一、低空产业体系及国内外发展情况

（一）低空经济已成为我国战略性新兴产业领域

党中央、国务院高度重视低空经济战略地位，将其纳入“十五五”战略性新兴产业发展重点。2025 年 3 月，《2025 年政府工作报告》提出“推动低空经济安全健康发展”。国家发展改革委提出按照**先载货后载人、先隔离后融合、先远郊后城区**的原则，在**严控风险、确保安全**的前提下，**分类有序拓展低空经济应用场景**，稳妥推进低空旅游、航空运动、消费级无人机等低空消费发展。从地方实践来看，各地积极响应国家战略，形成应用多元拓展、安全管理多维探索的发展格局。广东深圳、江苏南京等地开展低空物流配送、城市治理等应用试点工作。美团无人机已在深圳完成超 60 万单配送，覆盖 5000 个社区，创新城市低空物流配送新业态。南京市立足江河船运特色，发展长江低空物流业态，日均物流飞行 200 架次，服务近 50 万名船员及超 3200 家航运企业。安徽合肥、浙江杭州等地纷纷开展低空空域及安防管理试点工作。合肥市打造低空安防示范区，整合雷达、5G-A 通感、光电、反制等技术手段，实现低空飞行器监管、空域安全保障与应急响应的全链条闭环管理。

低空经济是以低空空域资源为核心生产要素，以低空装备、基础设施为发展根基，以多领域多元化应用场景为核心价值牵引，以智能化空域管理体系、全流程安全保障机制为关键支撑的新型经济形态，是数字经济与实体经济深度融合的重要体现。低空经济的高质量发展

需要以产业作为核心载体和关键抓手，完成从分散业态到系统生态的跃升。低空产业发展需要统筹考虑低空各类主体需求，采用“统筹建设、集约发展”的思路，构建低空经济端到端产业体系。

（二）低空经济构建“四域”的产业体系

低空经济“四域”产业体系架构如图 1 所示。具体看，“四域”分为航空装备域、新型基础设施域、平台域和应用域，共同构筑低空产业的坚实基础。航空装备域是低空产业发展的核心载体，涵盖以无人机、eVTOL 为代表的新型低空装备和以直升机、固定翼飞机为代表的通用航空装备，汇聚低空装备制造的众多企业，是技术革新与产业升级的前沿阵地。新型基础设施域是实现低空产业发展的关键支撑，由低空物联网和低空物理场构成。低空物联网包括低空通信、感知、导航、算力等信息通信设施，涉及信息通信设备商、运营商等产业主体，是低空产业规模化发展的数字底座；低空物理起降场包括通用机场、低空 eVTOL 起降场、无人机起降平台等，为各类低空飞行活动提供实体支撑，涉及起降设施的建设者与运营方，共同编织起低空交通的物理网络。平台域是发展低空产业的先决条件，主要指各类低空平台，通过实现各类共性数据汇聚与处理，构建共性能力系统，支撑空域管理、低空安全、应用赋能三类业务系统，涉及低空空域管理、飞行服务、安全保障等规划、监管和服务产业主体，为低空产业的安全有序发展保驾护航。应用域是低空产业发展的牵引，聚焦于各类应用的广泛拓展，涵盖低空农林植保、行业巡检、物流运输、城市智慧治理、

载人飞行等多个领域的应用系统，吸引了大量依托低空空间开展创新应用的经营主体，不断拓宽低空产业的边界，激发市场活力与潜力。



来源：中国信息通信研究院

图 1 低空经济“四域”产业体系架构

（三）国内外低空产业发展各有侧重

从装备看，国外依托传统通用航空产业优势，已加速布局 eVTOL 等新兴赛道，我国关注新兴领域，聚焦无人机和 eVTOL 等重点领域开展技术攻关。国外方面，直升机制造市场由欧美主导，空客直升机、莱奥纳多等欧美头部企业在全全球通航市场占据主导地位。同时，达美航空、丰田汽车、波音和特斯拉等国际巨头纷纷布局 eVTOL 领域，美国国家航空航天局（NASA）加大 eVTOL 领域投入，开展诸多 eVTOL 关键技术深入研究，并资助多所高等学府及科研机构，加速技术成果转化应用。国内方面，我国将无人机、eVTOL 等新兴赛道作为发展重点。无人机领域，我国占据优势地位。据中国民用航空局

数据，截至 2025 年底，实名登记无人机总数突破 328 万架，累计飞行 4530 万小时，同比增长近 70%；反观美国，其无人机注册数量到 2025 年 4 月刚刚突破百万大关，表明我国在市场体量与发展速度上的优势较为突出。eVTOL 领域，国内外处于同步探索阶段。据不完全统计，我国 eVTOL 企业有 80 余家，在研的 eVTOL 近 100 款。其中，亿航智能 EH216-S 是全球首个获得生产许可证、型号合格证和标准适航证的 eVTOL 机型，峰飞航空 V2000CG 凯瑞鸥是国内首个吨级以上获“适航三证”的货运 eVTOL。

从低空信息通信看，国外探索使用专用频率和地面蜂窝网实现低空通信，我国注重于 5G/5G-A、北斗等优势产业的赋能作用。2024 年 8 月 29 日，美国联邦通信委员会（FCC）通过了报告与命令，允许无人机在 5030-5091 MHz 频段运营，用于非联网运营。欧盟电子通信委员会（ECC）决定为 703-733 MHz、832-862 MHz、1710-1785 MHz 等 5G 和基于 LTE 的协调频段进行无人机通信提供了协调的技术条件。我国在 5G 组网方案、5G-A 通感等重点领域展开探索，利用 5G 网络提供低空通信及感知服务。如中国移动在全国 22 个省份 55 个城市建设 228 套 5G-A 通感基站，全面开展低空通感技术验证工作；中国联通在广东、河南、江苏等 9 个省份，部署超 200 个 5G/5G-A 低空试验基站，围绕低空网络覆盖、低空组网、通感导等多个维度，展开深入的技术验证与探索。中国电信在江苏、广东、浙江、安徽、江西、北京、上海等省市累计建设约 500 个 5G/5G-A 低空通信基站，

建设约 300 个 5G/5G-A 低空通感一体基站，助力构建更加完善、高效的低空通信网络体系。

从低空平台来看，国外积极布局低空交通管理平台，我国则在低空管理平台和应用赋能平台同时发力，分别建设国家级和区域级低空交通管理平台，各低空运营服务公司也逐步开展低空应用平台建设。

国外看，美国联邦航空局（FAA）统一负责管理空域，设计并开发了无人机交通管理（UTM）平台和低空授权和通知系统（LAANC），保障无人机高密度同时飞行的安全性与高效性。欧盟重视对各成员国空域的统一管理与协调，针对低空航空器建立 U-space 平台系统，旨在统一欧洲各国低空航空器交通，以确保同一空间无人机与有人机之间的安全互动。

国内看，在中央空中交通管理委员会统一领导下，国家级民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）已于 2024 年建成并投入使用，统筹负责全国民用无人驾驶航空器的登记、空域飞行活动的申请和管理等；随着空域改革的不断深化，未来低空逐步向地方政府统一管理和运营的方向迈进，各地也相应建立负责低空空域实际运营的低空管理服务平台，如深圳、苏州市、南京、合肥等地建设了全域统一的低空管理服务综合平台，统筹推动域内低空空域运营管理。

同时，我国各企业正积极探索建设各类低空服务平台，如美团、顺丰打造低空物流应用平台，大疆、亿航积极探索低空航空装备管理平台，中国电信、中国移动、中国联通积极打造涵盖低空空域管理、网络管理、装备管理、应用服务的综合性管理服务平台。

从应用探索看，国外聚焦低空物流、载人等交通类特定领域，我国呈现更为多元和全面的应用图景，涵盖新型信息消费、交通运输、社会民生等多个领域。美国注重健全低空交通管理架构体系，明确提出城市空中交通管理框架；欧洲航空安全局发布下一代空中城市交通（UAM）飞机（如空中出租车）的拟议法规，确定城市运营初步规则；日本制定先进空中交通（AAM）发展路线图，明确 2025 年和 2030 年两个关键节点的发展目标与里程碑，展现其对未来空中交通领域的前瞻布局。其中，美国联邦航空管理局（FAA）实施无人机系统集成试点计划，积极推动无人机在医疗物资配送、快递服务革新等领域的实验性应用；美国和欧洲的多个重要城市，如洛杉矶、纽约、巴黎和赫尔辛基等，均已开展城市空中交通项目的试点工作，未来城市交通体系面临重大变革。与之相比，我国在无人机应用领域的探索更加丰富多元，已经在城市公共服务、农林植保、物流运输、行业巡检、低空旅游、载人飞行等领域开展多维探索。根据第八届“绽放杯”5G+低空经济专题赛的 1700 余个项目统计，行业巡检与城市公共服务的应用规模最大，占比分别达到 39%和 30%，农林植保、载物货运、观光文旅、勘探测绘、个人消费等应用逐步推进，而载人飞行仍处于探索阶段，具体行业分布如图 2 所示。在城市公共服务领域，济南交警利用无人机进行高架路的日常巡检，实现对交通违法行为的“空中精准打击”，累计飞行达 1200 架次，总航时超过 300 小时，有效提升交通管理效率与威慑力；南京海事局创新性引入基于 5G 低空物联网

的智慧立体巡航体系，完成传统人工巡查的替代，实现定时定点智能化监控，显著增强海事部门对突发事件的发现与处理能力。在载人飞行领域，不仅有前沿技术的不断突破，更有峰飞航空所展示的跨海跨城电动垂直起降航线，为未来的城市间快速出行描绘了蓝图。在低空旅游领域，截至 2025 年 5 月，四川已培育低空应用场景 14 个、开通航线 71 条，覆盖了成都、南充、遂宁等多地的多个热门景区。



来源：中国信息通信研究院

图 2 第八届“绽放杯”5G+低空经济专题赛行业分布统计

总体看，我国与美欧等国家在低空产业领域的发展策略与实践各具特色，共同构成推动全球低空多元化探索与快速发展的重要力量。我国在低空领域具有广阔的成长潜力和市场空间，在无人机等产业具有较完备的产业链，有望形成“中国特色”的新兴产业业态。

二、我国低空产业发展现状和路径

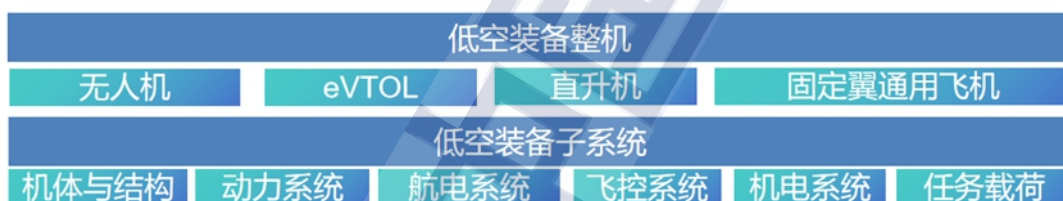
（一）低空产业加速探索，发展路径逐步清晰

当前，低空装备创新发展、低空互联网加速孕育、低空平台格局雏形初现、低空应用广泛试点。未来，低空航空装备呈现“绿色智能、

构型多元、生态协同”的发展特点，低空信息基础设施呈现“多网协同、融合智能、按需部署”的发展特征，低空平台域呈现“集中规划、分级部署、按责使用”的发展态势，低空应用逐步向低空适飞空域拓展、常态化高密度飞行转变、载人载物混飞跃迁，低空产业“四域”的关键着力点逐步清晰。

1.低空装备发展驶入快车道，新式自主航空器引领未来趋势

低空装备制造业是低空产业的发展基础和动力源泉，包括无人机、eVTOL、直升机、固定翼通用飞机的整机制造产业，以及能源、动力、航电、机体等上游子系统的制造产业，产业视图如图 3 所示。



来源：中国信息通信研究院

图 3 低空装备产业视图

（1）发展现状

以无人机和 eVTOL 为代表的新型低空装备成为布局重点，与传统的直升机、轻小型固定翼飞机共同构筑新旧交融格局。第一，我国无人机市场蓬勃发展，航拍领域创新活力凸显。据中国航空运输协会统计，截至 2025 年 7 月，在国家无人驾驶航空器一体化综合管理平台（UOM）上登记的无人机产品型号超 4100 款，其中用于航拍的无人机产品型号超 2000 款，充分展现了行业在消费市场的创新潜力与

活力。**第二**，eVTOL 赛道市场热度较高，我国企业订单收获丰富。根据美国垂直飞行协会（VFS）发布的世界 eVTOL 飞机目录，截至 2025 年 9 月，全球 eVTOL 产品型号设计已超过 1140 款，丰富的产品布局表明了该赛道的巨大发展潜力与市场热度。从商业化进程来看，全球范围内 eVTOL 仍处于适航认证阶段。2025 年 3 月，我国亿航通航和合翼航空获得全球首个民用无人驾驶航空器运营合格证，标志着 eVTOL 商业化探索迈出关键一步。**第三**，轻小型固定翼飞机和直升机产业仍由美欧占据主导地位，我国与发达国家仍存在较大差距。据国际通用航空制造商协会（GAMA）统计数据，2024 年，北美通用飞机交付量占全球交付量的 71%，欧洲交付量占据 12.6%，亚太地区交付量仅占 5.3%。此外，我国在通用航空装备的核心技术、产业链成熟度和售后服务体系方面仍落后于国外，追赶之路仍任重道远。

（2）发展趋势

航空装备呈现“绿色智能、构型多元、生态协同”的发展特点，以无人机和 eVTOL 为代表的新型低空装备整机和关键零部件成为布局重点。在技术层面，低空装备积极拥抱“新科技”，“高性能、智能化、绿色化”成为产业发展重点。本体技术方面，得益于航电电池能量密度和电机效率的显著提升，低空装备的续航能力将迎来质的飞跃，能够持续执行复杂任务，满足更广泛的作业需求。此外，混合动力、氢动力和可持续燃料动力等新能源解决方案将有力推动低空装备实现节能、减排和降噪的绿色发展目标。运行技术方面，在复杂多变的

飞行环境中，自主避障技术凭借高精度传感器与先进的飞控，实现了对障碍物的即时感知和智能规避，为低空飞行安全提供坚实保障。在产品层面，低空装备不断探索“新构型”设计，“深融合、高异构、多用途”驱动产品加速创新。无人机和 eVTOL 等新型低空装备的研发与生产加速推进，与通用飞行器在物理形态、功能配置和性能上呈现显著差异，共同构成了低空装备产品线中的多样化矩阵，精准对接城市空中运输、物流配送、应急救援等多元化应用场景。我国已经发布《民用无人驾驶航空器唯一产品识别码》强制性国家标准，为无人驾驶航空器全生命周期管理奠定坚实基础。在产业层面，低空装备产业正逐步构建起“新链条”生态体系，“全局性、战略性、外溢性”作用日益显著。无人机、eVTOL 等新型低空装备制造企业在能源、动力、航电、机体结构等核心子系统领域加大自主研发力度，实现产业链的上游延伸。此外，通过积极探索产品研发、应用场景构建、示范运行一体化的创新商业模式，将业务拓展至产业链下游，有效拉动市场价值的持续增长。

（3）发展路径

无人机——通过集成先进传感器和芯片，提高自主飞行能力。无人机能够通过自身的传感器来感知周围环境，并基于这些信息做出决策，执行复杂的任务，使之从简单的遥控飞行工具转变为智能化的系统。无人机可分为三个层级：第一层级是无人机的机身部分，包括材料、结构、元器件等硬件；第二层级是无人机航电飞控系统，实现自

主飞行的定位、感知、路径规划和安全分析；第三层级通过集成先进传感器和人工智能算法，实现自主任务理解和场景理解。目前，无人机的操作方式已从传统的遥控器操控发展到基本实现点对点自主飞行。未来无人机将需要具备任务理解和场景理解能力，如在交通巡查中能够理解和执行任务，识别交通拥堵区域并自主进行监测取证，这种更高级的智能能力将带动无人机应用爆发式增长。

eVTOL——聚焦于提高整体效率与安全性，向更加实用化、商业化的方向发展。当前，由于电池、电机技术的限制，eVTOL 的飞行时间和航程相对较短，影响了其在城市空中交通等应用场景中的实用性。因此 eVTOL 相关厂商将研发工作更多集中在优化电力推进系统、减轻结构重量以及提升电池技术上。相关厂商通过研发高效电机与先进电池，提供足够的动力实现长时间飞行，并减少充电频率，从而扩大 eVTOL 的应用范围。此外，通过采用先进碳纤维复合材料来减轻重量，通过改进结构设计、优化气动布局以减少飞行阻力，进一步提高能效比。eVTOL 能否安全运行是影响商业化的关键因素，通过多种主动安全增强技术能够提升 eVTOL 安全运行水平，电池热失效、飞控失效容错、主动防护等装备安全技术是当前重点关注方向。

通用飞行器——通过优化设计、引入绿色技术，提高经济适用性和环境友好性。发展绿色航空制造业是应对气候变化、实现可持续发展的必然要求。一方面，未来将在通用飞行器制造过程中推动生产工艺的绿色化和智能化升级，实现绿色航空技术/路径全生命周期管理，

推动全产业链碳排放足迹评估，降低能源资源消耗及二氧化碳等温室气体排放。另一方面，积极探索氢能等其他新能源的应用，加强氢燃料电池、氢内燃机和氢涡轮混合动力系统的研究与验证，以及氢能源飞机的可行性研究和关键技术攻关，以实现更加高效、环保的低空飞行解决方案。

2.低空物联网技术路径逐步清晰，利用优势产业有序开展部署



来源：中国信息通信研究院

图 4 低空物联网产业视图

低空物联网依托通信、感知、导航、算力等功能，构建低空新型信息化基础设施。低空物联网主要负责低空数据传输和处理、低空装备感知和定位等功能，包括通信、感知、导航、算力等信息基础设施，如图 4 所示。其中，**低空通信**为低空装备与地面用户、操控装置、管理平台之间的信息交互提供传输通道；**低空感知**实现对低空装备的探

测、识别和轨迹追踪，构建对低空飞行物的精细化管理与识别基础；**低空导航**为低空装备提供三维高精度导航定位服务，支撑飞行器准确无误飞行到目的地；**低空算力**为低空装备的飞行任务提供所需获取的算力支撑和实时的决策支持，提高飞行器智能化作业水平。

（1）发展现状

低空智联网正在经历从单点通信向广域规模网联的转变期，整体网络体系及细分环节的技术路线尚在探索期，还未形成体系化部署。

第一，低空通信现阶段仍以实现飞行器和控制器之间的单点通信为主。面对农林植保、行业巡检、航拍勘探等较为成熟应用场景，我国通常使用 433MHz 频段的小无线、Wi-Fi（无线移动热点）等技术，但存在传输距离有限（通常为 1~5km）且通信速率在远距离下显著下降（5km 时不足 5Mbps）等问题。面对低空物流配送、水域巡检、警务安防等多个场景，我国正积极探索低空 5G 技术试验和应用试点，旨在验证并提升通信质量、覆盖高度及业务连续性。例如，河南联通成功构建了覆盖高度 200 至 1000m、面积达 1200 平方公里的 5G 对空网络，为大规模 5G 低空智联网技术试验提供有力支撑。同时，5G 网络支持无人机通信的标准化工作加速推进，国际标准化组织 3GPP 在 R17 版本中引入了 5G 对无人机的支持，中国通信标准化协会（CCSA）立项 5G 支持无人机通信标准 6 项，涉及接入网与核心网的相关技术要求。**第二**，低空感知当前主要沿用传统民航感知体系，针对低空领域的专门技术方案及大规模部署尚待完善。传统民航感知

以雷达、ADS-B（Automatic Dependent Surveillance Broadcast，广播式自动相关监视）等技术为主，主要聚焦于重要区域的部署及飞行感知与监测。而 5G-A 作为 5G 技术的演进升级，其引入的通感一体能力正受到信息通信行业 and 低空行业的广泛关注，国际标准化组织 3GPP 已开展 5G-A 通感融合信道建模的标准制定工作，但 5G-A 通感一体技术方案等关键标准尚未启动。华为、中兴等通信设备商基于自研技术方案，形成相关 5G-A 通感一体设备，并在多地开展试验验证。例如，中国移动通过新增对空专有覆盖的 4.9GHz 频段 5G-A 基站，成功验证了 5G-A 在无人机探测和感知方面的潜力。

第三，低空导航当前主要依赖于 GPS、北斗等卫星导航系统，其中，北斗在无人机领域的应用逐步深化。作为我国自主建设运行的全球卫星导航系统，北斗能够为无人机提供全天候、全天时、高精度的定位和导航服务。随着北斗三号系统全球卫星组网的完成，其将进一步提升低空导航网的自主化能力。例如，株洲市公安局基于“北斗+5G”技术实践，通过实时规划无人机巡检路线并采集湘江流域的实时数据，实现了动态遥感与智能监测的有机结合。

第四，低空算力当前主要由低空装备自身携带的计算模块承担飞行过程中的计算任务，正加速探索云边协同计算模式。随着飞行场景日益复杂化，未来大规模、高密度、跨区域的低空飞行将成为常态，对算力的需求也将呈指数级增长。考虑到低空装备在算力与电力供应方面的局限性，飞行计算任务将逐渐向边缘与中心算力端转移。例如，徐州低空产业发展公司试点边云协同能力，为

无人机提供就近算力；中兴通讯推出基站内置算力引擎方案，实现算力与网络的深度融合。

（2）发展趋势

信息基础设施呈现“多网协同、融合智能、按需部署”的发展特征，将 5G/6G 等新一代移动通信、北斗、算网等自主产业优势拓展至低空领域成为发展主线。在技术层面，以“5G/6G 等新一代移动通信+北斗+算网”为核心，融合 Wi-Fi、卫星通信等多种技术手段，逐步构建低空互联网的“新空间”。过去，农林植保、行业巡检、个人消费等低空应用以少量、单机飞行为主，对新型基础设施需求不高，现有通信、感知、计算、导航等技术基本能够满足需求。未来，随着物流配送、城市治理、载人客运等低空应用的规模化、常态化、协同化发展，低空互联网将需要具备支持多机并发接入、高频次大容量业务回传、大数据智能决策等能力，5G 网络、北斗高精度定位、大范围算网基础设施将成为低空互联网不可或缺的组成部分，为其泛在化、高精化、智能化提供坚实技术支撑。在设施层面，低空互联网的建设将遵循“航线-区域-全局”的部署态势，逐步构建起“新基建”体系。过去，空域管理较为严格，低空应用大都在非管制的开放空域开展，如农林植保、行业巡检、测绘勘探等，对低空互联网的要求相对较低。未来，随着空域管理的逐步放宽与低空应用向城市管制空域的拓展，低空互联网的服务能力与质量也将得到显著提升。低空通信与感知网络将从航线级覆盖逐步向区域级、全城域覆盖拓展，并配套构建服务

于低空飞行活动的算力资源体系，成为低空智联网的新型信息基础设施。在产业层面，依托 5G、北斗、算网协同的自主优势技术，低空智联网加速创新，将孕育出“新产业”。过去以小无线、Wi-Fi、雷达等零散产业为主的低空通信与感知领域将迎来变革，北斗与算力等关键产业的自主优势将得到进一步发挥。未来，5G、北斗、算力等关键产业已形成的自主优势，通过进一步突破 5G-A 通感一体设备、北斗高精度导航设施、北斗+无人机融合终端、算网协同能力等关键产业，我国将构建具备自主能力的低空智联网新型产业。

（3）发展路径

低空通信——以 5G 公网为主，探索与低空专网协同，构建多技术融合、多层分级、立体覆盖的低空通信能力。从覆盖区域看，在局域低密度低空应用场景中，仍主要使用非授权频段通信、Wi-Fi 等通信技术。在物流运输、城市治理、载人飞行等广域高密度飞行业务场景中，可充分利用 5G 网络广覆盖、大连接、低时延的优势，满足低空规模化场景的应用需求；同时，通过探索通过低空专用网络等进一步提升网络覆盖水平和业务保障能力。从覆盖高度看，对于 300 米以下的无人机飞行空域，可直接与现有 5G 基站通信，部分网络覆盖盲区需要通过软件调整基站天线配置或补建少量对空覆盖基站；对于 300 米至 1000 米的 eVTOL、固定翼飞机等飞行空域，现有 5G 网络覆盖范围不足，需要新建对空覆盖的专用网络；对于 1000 米以上的通航飞机飞行空域，则需要通过结合卫星互联网提供通信服务。在多

层分级组网方面，目前技术路径仍在探索中，存在多种实现方案。可通过 2.6GHz+4.9GHz 双频组网方案方面，即 300 米以上空域新建 4.9GHz 专用基站，300 米以下主要复用已建 2.6GHz 公网基站；同时，可通过 3.5GHz+毫米波双频组网方案实现，即 300 米以上空域新建毫米波专用基站，300 米以下主要复用已建 3.5GHz 公网基站。

低空感知——以多源能力融合为手段，形成泛在监管、重点保障的低空感知能力。当前低空感知尚处于起步阶段，雷达、光电、5G-A 通感多种感知方式并存，表现出差异化的感知能力和适用场景。雷达感知范围广，有效感知距离可达 5000 米，但受制于电磁辐射、建筑物遮挡等因素，难以在城市区域部署。光电感知精确度高，可实现快速成像和识别，但感知距离通常只有数十米，且容易受光照和能见度影响，无法在云层遮蔽、烟雾沙尘等恶劣天气进行监视。5G-A 通感能够实现低空空域连续覆盖及多站协同，单个 5G-A 基站具备 1000 米范围内 10 米级的感知精度，但 5G-A 技术产业尚不成熟，大规模 5G-A 组网感知有效性尚需进一步验证。因此，面向机场、政府大楼、军队驻地等要地场景，主要布局雷达融合光电感知技术体系，构建由远至近的高精度融合感知能力体系；面向航线、区域等一般场景，结合 5G-A 泛在连续组网能力和雷达的远距离感知能力，打造广域覆盖的融合感知体系。面向重点设施、区域、航线等的差异化感知需求，探索多源感知能力融合的感知体系，成为满足差异化低空感知需求的布局重点。

低空导航——以高精度北斗为基础，构建空地一体、高精服务的低空导航能力。无人机在有人控制及无人规划飞行等各类场景下，提供准确位置信息已成为必备条件，从而实现精准导航、路径规划、悬停、电子围栏等功能，定位精度要求达到亚米级甚至更高。同时，在城市密集区域等卫星受遮蔽的区域，以及无人机起降阶段，对辅助定位手段提出了需求。随着北斗三号系统全球卫星组网的完成，北斗定位将结合惯性导航、视觉导航等辅助定位手段，构建低空高精度定位导航体系，满足无人机在各应用场景的高精度定位需求，实现低空空域的防碰撞和空中交通管理，提高飞行效率，确保低空空域安全性。

低空算力——以算网协同为重点，构建实时泛在、互联互通、无感接入的低空算力能力。低空算力能够统一纳管泛在的云端及边缘侧低空算力集群，打破算力资源间的地理隔离，构建跨节点、跨区域互联互通的算力资源池，支撑飞行器无感知访问就近算力节点，大幅降低传输时延，提升低空服务实时响应速度。在实时泛在方面，需要持续扩大算力设施的覆盖范围，积极完善试点区域、重点省市，甚至全国范围的算力基础设施；在互联互通方面，需要加快推进各算力节点之间的互联互通，连点成线、连线成面，构建全国低空算力一张网；在无感接入方面，需要强化调度水平，根据低空算力任务类型，无感接入并筛选合适的算力节点执行计算任务。依托低空算力能够充分实践以算赋智，形成一批面向特定场景的小模型以及行业大模型，支撑未来多元复杂的低空场景。

3.低空新型物理起降场成为初期规划建设重点，协同化管理成为未来发展方向

（1）发展现状

我国低空新型物理起降场仍处于起步阶段，政策牵引力度逐步增强。一是低空通用机场建设数量较少，新型起降点建设进入探索初期。在通用机场方面，截至 2024 年底，我国在册管理的通用机场数量达到 475 个，与之对比，美国通用航空机场数量已超过 1.9 万个。在无人机等起降点方面，地方基于低空应用需求积极探索建设，如截至 2024 年 6 月，深圳已建成低空起降点 249 个、开通无人机航线 207 条。二是各地积极通过发布政策支持低空新型物理起降场的建设，通用机场、无人机起降场等预计进入建设爆发阶段。其中，《浙江省人民政府关于高水平建设民航强省 打造低空经济发展高地的若干意见》中提出，“到 2027 年，全省建成 A 类通用机场 20 个，实现‘市市通’；建成 150 个以上公共无人机起降场，覆盖四大都市区核心区”。《山东省低空经济高质量发展三年行动方案（2024-2026 年）》中提出，“打造 4 个飞行服务站，建成 40 个通用机场、400 个数字化低空航空器起降平台”。

（2）发展趋势

低空新型物理起降场将从单体管理模式向协同管理架构转变，运维保障系统将向远程化、智能化发展，实现细粒度监控和快速响应。在设施层面，为了支撑高密度、高频次、多形态无人机的低空飞行，

低空通用机场及垂直起降场需实现密集化、网络化布局，协同构建覆盖广泛的起降网络，突破现有民航机场及通用航空机场自建自管的模式，形成核心起降场、中转起降场、末梢起降场等的相互配合，进一步考虑与低空交通方式的深度融合，共同构建空地一体化的综合交通体系。在技术层面，低空地面调度需综合利用数字孪生、大数据、云计算以及人工智能等技术，逐级构建全方位、多层次、多维覆盖的全链平台，实现从规划、管理到运维的能力输出，实现对航空器的智能调度、导航和监控，提高调度效率和安全性。运维保障系统通过引入各类传感器和监测设备，实时获取运维环境各项数据，结合机器视觉、人工智能等技术，提升运维分析的智能化水平，实现对飞行器及其配套设施的物理实体的实时监控和预警。

4.低空平台部署模式加速变革，系统协同和数据互通驱动构建低空平台体系

低空平台以 1 个共性能力系统为底座，支撑空域管理、低空安全、应用赋能 3 类业务系统，按需实现各类能力的分布式部署。共性能力系统以信息通信企业为主支撑开展建设，主要将无人机状态数据、低空物联网网络数据、空域管理数据等进行汇聚，结合基础低空服务基础组件和智能化分析技术，构建统一的低空“大脑”底座，实现数智融合、产业监测等能力，并为各类平台提供调用能力，促进低空各类平台数据的互联互通。**空域管理系统**由地方政府、中央空中交通管理委员会及中国民航局联合建设，主要实现空域资源的全面监控和管理，

并与环境、气象等参数进行实时连接和交互，为空域管理提供更为精准、智能的决策支持。**应用赋能系统**由各类低空应用行业企业等建设，主要实现低空基础设施运行状态的实时监控、故障预测、低空航线规划等能力，支撑各行业低空应用落地部署。**低空安全系统**由部委联合行业企业、基础设施运营单位等共同建设，以多系统共建共享的方式涵盖低空装备安全、网络和数据安全、电磁频谱安全、低空环境安全、低空产业链供应链安全等多个方面，旨在建立国家级低空安全防护能力，形成多领域安全共存的综合立体安全防护网。低空平台总体视图如图 5 所示。



来源：中国信息通信研究院

图 5 低空平台总体视图

（1）发展现状

低空平台呈现国家平台统一建设、地市平台单独设计、开发、部署的发展态势，互连互通困境逐步展现。空域管理系统中国家级民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）已由国家统一规划建设，但

是地方性低空管理平台，主要由地方出资规划建设、由于缺乏相关标准指引，呈现按照各地探索，独自规划设计、单独部署的模式建设，导致跨区域“数据孤岛”严重，未来跨域飞行所需的互连互通存在较大困难。例如，广州、杭州、成都、沈阳等城市已先后构建低空管理服务平台，实现飞行活动监管的自动化，但平台架构及功能都有所差异，尚未考虑跨地市的互连互通。**应用赋能系统**主要聚焦于低空设备运行状态监控、故障预测、低空航线规划、申请、低空业务数据处理等功能，目前三大运营商及互联网企业都在各自建立应用赋能平台，各具自身特色，如中移凌云平台等。**低空安全系统**将以飞行安全为核心目标，涵盖装备安全、网络和数据安全、电磁频谱安全、环境安全等方面，目前处于协调规划与逐步整合阶段，部分安全功能暂分散在空域管理平台和应用赋能平台中，尚未形成独立且完善的部署平台。**共性能力**通过汇聚无人机状态、网络、空域管理等多维度数据，构建统一的低空“大脑”底座，促进低空各类平台数据的互联互通，目前共性平台还处于探索期，尚未出现部署。

（2）发展趋势

低空平台呈现“集中规划、分级部署、按责使用”的发展态势，共性平台成为互连互通破局关键。在技术层面，随着低空应用向多行业共存、跨地域飞行和多系统协同等方向发展，低空应用的数据流动要求逐渐变高，构建低空共性平台并推行标准化数据格式，实现多源业务数据的汇聚分析等，将成为低空平台升级迭代的重要方向。同时

空域管理从分钟级、百架次的人工管理模式向秒级、万架次数字化管理模式转变，需要在空域信息采集技术、管控技术、调度技术等方面进行创新。在设施层面，发挥统筹引领作用，推动向“国家-省-市”三级协同部署模式演进。随着低空应用行业类型的不断拓展和业务类型的不断丰富，飞行活动将跨越单点、区域限制，向多线、跨地域发展。因此，亟需通过地市级低空平台开展低空应用、管理、安全等实际活动，同时依托省级汇聚节点实现跨地域业务的无缝切换，构建常态化、协同化运营策略，通过国家平台来实现空域活动的统一管理，保障低空应用安全、稳定运行。在安全方面，低空安全呈现由点及面、从全到专发展态势。低空安全呈现主体多、安全牵头部门不清晰、统筹难度大等问题，且低空平台较难形成统一整合形态，亟需构建以各项安全能力为核心的多维度安全要素集聚体系，强化提升低空装备统一检测认证能力、低空网络与数据安全综合保障能力、低空飞行监控与反制能力以及低空环境安全风险监测预警能力等，共同构建低空安全领域的完整能力图谱，为低空产业的安全健康发展保驾护航。

（3）发展路径

平台共性能力将打造低空数据互动、智能处理的数字空间。低空平台是一个涉及空域、飞行器、行业应用、基础设施等多方面的复杂系统，各系统之间相互关联并相互影响。针对未来低空行业物流、应急处置、医疗物资配送等信息交互密度大、时效性强以及精确程度极高的应用场景，基于云化部署的共性能力平台依托数据采集、高精度

建模与仿真、数字孪生等关键技术高效反映设施的运行状态并预测未来变化趋势。同时，云计算、人工智能、大模型等技术将实现数字化模型自动构建，结合模块化开发环境形成的微服务组件，支撑低空平台智能应用的高效、便捷开发，提升空域管理的精细程度和低空应用的智能水平。

平台空域管理能力将形成对飞行器的精细化、动态化管理。传统空域管理仅以平面位置进行空间划分使用，而实际低空空域内的空中交通都是分层并在立体空间内进行的，传统空域划分和编码方式面对高密度、多形态的飞行器时，往往难以实现有效的动态管理，容易引发空域使用冲突和安全隐患。为此，考虑到低空飞行业务的复杂性和多变性，需引入时间变量构建一种全新的空中交通管理四维时空框架，不仅包括了空域的三维空间信息，还加入了时间维度，使得空域管理能够更加贴近实际飞行情况，实现对飞行器的精细化、动态化管理。

平台应用赋能能力趋于智能化动态调度与预测性管理。应用赋能平台用于管理和协调低空应用飞行活动和业务的综合性系统，集成了多种战略性管理策略和战术型管理规则，以实现低空装备的全面监控、管理、优化和决策支持。在战略性管理策略方面，应用赋能平台具备空域航路级交通规划与调度管理能力，形成空域实时适飞度监测及飞行器实时动态调度能力，并能够利用感知探测结果建立空域内多维空间的最短路径规划算法模型、空间飞行流量动态调节算法模型等，实现针对航路级的准入/准出飞行规划和飞行器流量综合管理。在战

术型管理规则方面，应用赋能平台能够充分利用低空空域数字环境、飞行计划信息、任务场景数据、飞行器性能、低空通信数据等信息，结合人工智能和大数据分析技术，构建多源异构的低空飞行数据融合处理机制，形成多任务场景下低空装备运行轨迹图谱及运动模式。同时，基于运行轨迹图谱指导面向单任务的低空装备单机/编队运动轨迹规划、多任务联合场景下低空异质飞行器协同运动轨迹规划，以及通信失效条件下低空装备应急管控，支撑实现低空装备运动路径的无冲突最优规划。

平台安全能力的发展将由点及面、从全到专。我国低空领域涉及的硬件、软件、接口、协议等基本沿用常规计算机技术体系设计，除飞行感知、决策、反制等相关专有安全技术外，安全风险与防护逻辑与智能网联汽车、摄像头、联网机器人等智能设备系统大体相同，但目前尚缺乏深入研究与实践应用验证。未来低空安全平台的发展将从装备安全、网络和数据安全、电磁频谱安全等不同子领域渐次发力，由低空安全通信数据链、低空数据加密等脱胎于传统安全体系的技术要点向外延伸，与低空通信网、低空感知网等专有网络和技术构型对接融合，并从海量低空数据中提炼出多维度安全要素，按需建设具备低空环境安全风险监测预警能力、低空装备统一检测认证能力、低空网络和数据安全综合保障能力、低空飞行监控与反制能力等多个不同安全子领域的分系统或分平台，最终汇聚呈现为低空安全平台的完整能力图谱。

5.低空场景广泛探索，规模化、常态化、高密度载人载物混合飞行催生新兴低空应用

低空应用整体可以分为行业融合应用、社会民生应用、新型消费应用三大类型。行业融合应用（ToB）侧重于将低空装备深度融入各行各业，以显著提升行业运作效率与管理效能，农林植保、行业巡检等均是其典型应用。社会民生应用（ToG）致力于利用低空装备提升社会治理效能，改善民众生活质量，城市治理、物流运输等便是其重要实践。新型消费应用（ToC）聚焦于通过低空飞行创造前所未有的消费体验，如旅游观光、载人空中交通等新兴业态。

（1）发展现状

低空农林植保和行业巡检较为成熟，城市治理、物流运输、观光旅游成为探索重点，载人飞行尚处于起步和论证阶段。据 2025 年第八届“绽放杯”5G+低空经济专题赛 1700 余个项目统计结果显示，低空农林植保已在行业中得到广泛应用，产业成熟度位居前列；城市治理与行业巡检占比最高，成为低空应用的重点探索领域；物流运输仍处于初步探索阶段，尚未形成稳定盈利模式，但潜力巨大；而载人空中交通因技术成熟度低、适航管理严、飞行器成本高、安全保障难等多重因素影响，目前仍处于概念和论证阶段，尚待进一步突破。

低空农林植保利用低空装备进行农林作物的保护作业，通过精准化、智能化的方式提升农林生产的效率和质量。低空农林植保主要包括低空农药化肥喷洒、农林作物生产状态监测等细分业务。我国积极

发展以无人驾驶航空器为载体的低空农业经济，涵盖农田巡查、病虫害监测、农药喷洒、肥料播撒、播种等多个农业环节。2025 年中央一号文件中指出，“支持发展智慧农业，拓展人工智能、数据、低空等技术应用场景”。2025 年全国两会期间，农业农村部部长表示，“我国农业无人机保有量超 20 万架，无人机的作业面积超 4 亿亩，相应无人机能够实现打药、施肥、播种、运输、监测灾情等多种用途”。

低空行业巡检通过低空装备搭载高清摄像头和红外传感器等先进设备的低空装备，如监控行业重要基础设施、生产环境等要素，为安全生产管理提供独特低空视角，满足行业对于无法及时人工触及的安全监控需求，及时排查安全隐患。行业巡检包括电力巡检、管道巡检、园区巡检等细分业务。2024 年，国家发展改革委、国家能源局印发《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》，明确提出“合理配置监测终端、无人巡检终端、带电作业机器人等设施设备”，我国加快布局能源电力等行业无人机巡检应用。截至 2024 年底，南方电网公司输电线路自主巡视超 200 万千米，无人机巡检业务占比达 77%。

低空城市治理通过无人机搭载的高清相机、红外传感器、气体监测仪等多种设备，对城市环境、交通状况、公共安全等方面进行全面、实时、高效的监管，从而提升城市治理的智能化、精细化水平。低空城市治理包括警务执法、市政监管、应急救援、大型活动管理等细分业务。低空城市治理加速构建，部分应用处于示范阶段。例如，无锡打造警务政务一体化巡管平台，整合 18 个部门 525 架无人机，实现

“一次飞行、多成果输出”，精准响应民生需求与各类紧急事件，截至 2025 年 11 月，累计自动识别问题并闭环处置工单 1.2 万余件，联动处置火情监测、森林防火等 6 类紧急事件共 20 起。

低空物流运输利用无人机等低空装备在低空空域内进行货物运输，突破传统地面物流的局限，以更快的速度、更灵活的方式，实现货物从供应地向接收地的流通，具有快速高效、调度灵活、节约成本等优势。低空物流主要包括同城快递、园区物流、港口联运、城郊物流、城际物流等细分业务。2025 年，商务部等 8 部门联合发布《关于大力发展数字消费共创数字时代美好生活的指导意见》，提出“鼓励有条件的地区有序发展无人机支线运输和末端配送业务”。例如，丰翼开展低空物流配送试点，截至 2025 年 10 月，累计在全国开通 1237 条航线，飞行超 133 万架次，运输重量 4000 余吨，飞行总里程超 720 万公里。

低空观光旅游利用直升机、eVTOL、无人机等低空装备，在相对低的高度飞行，让乘客从空中俯瞰并欣赏自然景观、城市风光等旅游资源的旅游活动。低空观光旅游包括虚拟观景和载人观光等细分业务。各地纷纷探索低空旅游新模式，表现出较高成长性。2025 年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《提振消费专项行动方案》，提出“有序发展低空旅游、航空运动、消费级无人机等低空消费”。例如，三亚市打造“低空+旅游”深度融合新模式，据三亚市交通运输局的数据显示，2024 年三亚低空空游览项目的起降量达 9.79 万架次、飞

行总时长为 9426.97 小时、载客量达 24.78 万人次。

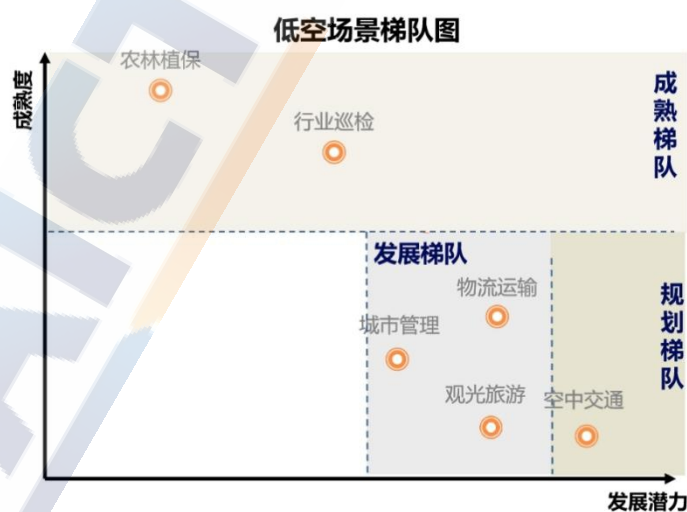
低空载人空中交通利用 eVTOL 等低空装备，在低空空域内进行载人飞行，以实现城市间或城市内部的空中通勤、紧急救援等交通需求的空中交通方式，能够缓解地面交通拥堵，提升出行效率，并为乘客带来独特的空中体验。低空载人空中交通包括城市接驳、城际交通等细分业务。低空载人空中交通有望打造新一轮交通革命，但现阶段技术产业还不成熟。例如，2024 年，峰飞航空公开演示跨海跨城电动垂直起降航线，eVTOL 从深圳蛇口邮轮母港起飞，20 分钟后降落在珠海九洲港码头，意味着深圳至珠海原需 2.5 至 3 小时的地面车程可缩短至仅需 20 分钟；2025 年，江苏太仓至上海浦东低空交通航线正式开通，提供从太仓玫瑰庄园至上海浦东星野飞行基地 20 分钟“空中直达”服务，满足商务、旅游等跨城需求。

（2）发展趋势

低空应用逐步向低空城市适飞空域拓展、常态化高密度飞行转变、载人载物混飞跃迁，低空应用商业闭环成为探索重点。一是低空应用从开放非管制局部空域环境正逐步向城市广域适飞空域环境拓展。传统低空应用集中在农业等 120 米以下的开放非管制空域，中国民航局数据显示，当前无人机运行高度不超过此限的占比高达 99.89%。然而，新型经济发展需求和数字化城市治理诉求正驱动低空应用向城市空域拓展，城市治理、物流运输、空中交通成为各地竞相探索的关键领域。**二是**低空应用从少量单机、低密度随机飞行向规模化、常态化、

协同化高密度飞行转变。当前低空典型应用场景多以单体飞行器随机飞行为主，飞行密度低、作业覆盖面有限、效率相对不高。以农林植保、行业巡检场景为例，多数低空飞行任务由单体无人机独立完成。未来，低空应用将逐步从少量单机飞行向规模化、常态化、协同化飞行发展，融合多类型、功能、性能的飞行器，实现飞行密度与起降频次的百倍提升。三是低空应用活动从载物飞行向载人载物混飞跃迁。当前低空应用主要通过无人机搭载摄像机、农药化肥等载荷，为各类作业任务提供独特的低空视角与解决方案。未来，低空应用将从单一的载物飞行拓展至载人飞行领域，与地面交通形成有效互补，有望开辟三维立体交通服务新空间。2024 年 2 月，全球首条跨海域 eVTOL 首次演示飞行，标志着低空载人飞行商业化进程迈向崭新阶段，各大 eVTOL 制造商也纷纷启动城市人口密集场景的飞行演示，市场前景广阔。

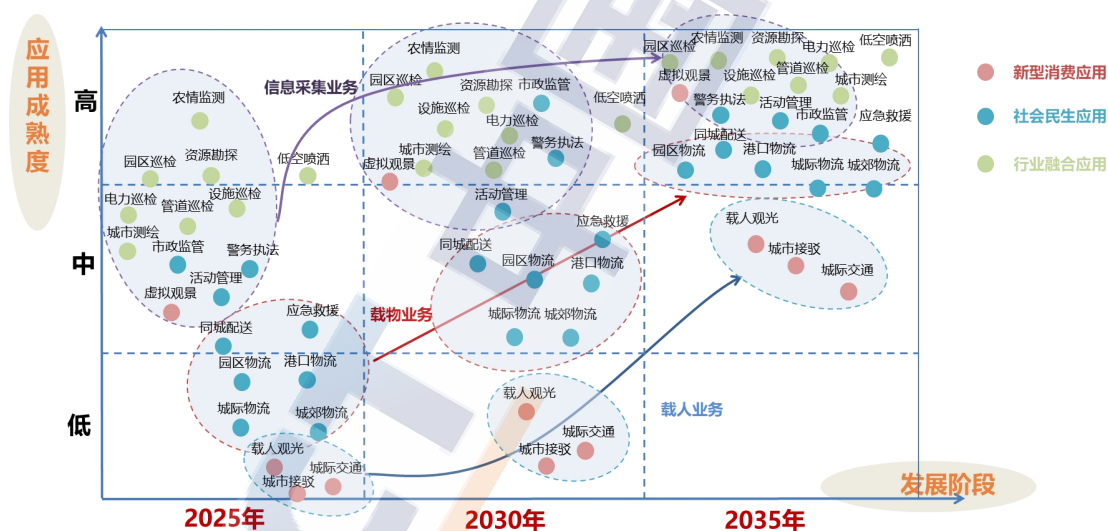
（3）发展路径



来源：中国信息通信研究院

图 6 低空场景发展梯队图

根据应用限制因素影响，从应用成熟度与发展潜力两大维度进行分析，形成低空场景发展梯度图和应用成熟度发展阶段图（如图 6 和图 7 所示）。农林植保和行业巡检应用是第一发展梯队，应用水平较为成熟，处于从单机向网联规模化发展的阶段；城市管理、物流运输、旅游观光等应用是第二发展梯队，已涌现部分成功应用案例，但尚处于探索期，具有较强的发展基础和潜力，是低空应用下一阶段的发展方向；载人空中交通是第三梯队，该类场景目前产业与政策仍在规划和起步阶段，装备还处于研发期、安全等问题尚未解决，但未来具有较大发展潜力，成为低空未来布局发展的重点。



来源：中国信息通信研究院

图 7 低空应用成熟度发展阶段图

应用成熟度发展阶段图从应用的本质形成低空细分场景的发展路径，形成信息采集业务发展线、载物业务发展线、载人业务发展线。信息采集业务主要通过低空装备+摄像头/照相机等方式进行信息采集、观景等，主要包含农情监测、园区巡检、资源勘查、城市测绘、

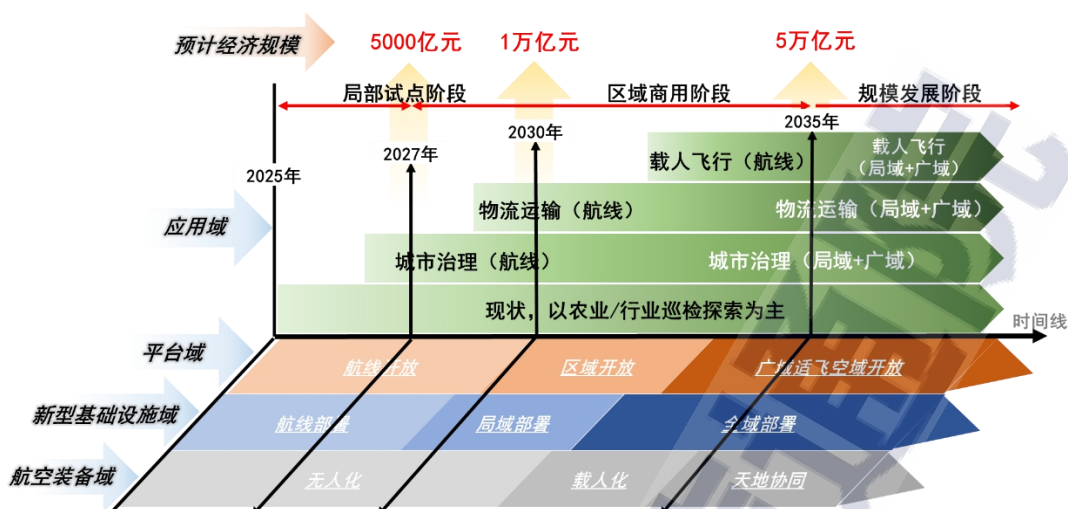
警务巡查、园区管理等业务。此类业务的发展路径将由非视距单机巡查向联网多机巡查方向发展，从人工识别到机器视觉智能识别发展，初期主要以区域范围内的巡检巡查为主，主要为农田监测、园区巡检等，后期逐步拓展到非视距跨域协作巡检，拓展巡检距离，提升巡检效率，如电力线网联化巡检。**载物业务**主要通过低空装备+载荷装置等进行物流运输，主要包括同城配送、港口物流、城际物流、应急救援等运输业务。此类业务将由航线单机飞行向区域网联规模飞行运输方向发展，初期主要集中在局部封闭区及部分航线进行运输，如园区、海岛、河道物流等；后期扩展到开放全区域的运输，如港口物流、城际物流、全域外卖配送等。**载人业务**主要通过低空装备实现载人运输，包括直升机和 eVTOL 观光、空中交通业务等。此业务发展将从直升机载人向 eVTOL 载人、从局部向跨域方向发展，初期受 eVTOL 等航空器不成熟和航线审批限制，主要开展直升机固定航线的载人观光及交通服务，后期扩展到利用 eVTOL 实现航线及跨域的载人飞行，如跨城交通、交通枢纽-商业区交通接驳等。

此外，全国各地在既有产业基础、地形地貌限制、经济创新能力等方面各有不同，应充分结合地域优势，构建区域应用发展集群，形成特色发展格局。面向农林植保应用场景，以东北、山东、新疆等地区为代表，具备大农田/林田或小农经济等产业基础，能够优先利用低空应用场景，助力传统产业转型升级与提质增效。面向城市治理应用场景，以东南沿海、中部等经济发达地区为代表，依托城市治理需

求，以政府投资为主体，优先探索低空城市治理创新模式，助力城市公共服务的智能化与精细化。面向载物物流应用场景，以新疆、渤海、华南、华东等地区为代表，区域具有山区/海岛等特殊地形，能够有效利用低空物流配送解决当前痛点；此外，以广东为代表的地区也在积极探索城市物流运送体系。面向低空文旅应用场景，以西南、西北及沿海等地区为代表，地域普遍拥有丰富的自然景观资源，如山岳型/河海型景观等，有利于发展低空文化旅游。面向载人运输应用场景，以珠三角、长三角等区域为代表地，地域多为经济发达地区和交通枢纽，城际交通一定程度上受地形限制，具有利用低空载人运输提升高端商务出行的需求，具备低空载人运输探索的优势。

（二）低空产业遵循“局域-区域-规模”发展态势

在“四域”迭代升级和相互促进作用下，低空产业发展整体呈现“由单机视距到规模网联、由单一载物到载人载物混飞”的态势，将按照“局部试点-区域商用-规模发展”逐步递进，根据中国信息通信研究院分析预测，低空产业发展将呈现三阶段发展态势，最终形成矩阵式的产业发展视图（如图 8 所示）。



来源：中国信息通信研究院

图 8 低空产业发展整体视图

(1) 到 2027 年-局部试点，以航线级低空应用为主要突破口，基础设施沿航线开展部署，起降场和低空智联网沿线规模化建设，预计建成超过 7 万个低空起降场及相应的气象、导航和监视等基础设施，以及 3 万个以上的低空 5G/5G-A 基站。在低空装备方面，航空电推进技术和装备安全技术进一步升级，产品谱系更加完善，载人装备处于产品验证关键阶段。低空应用集中在两大板块，非管制空域内，农林植保等领域将实现规模化应用；管制空域的城市环境中，低空警务执法、市政监管、应急救援、应急通信等城市治理场景将初步实现小规模运营。

在经济规模上，依据中国信息通信研究院测算，低空产业市场规模达到 5000 亿元。低空装备成为首要拉动力，装备整机和零部件市场规模接近 2800 亿元；低空应用产业市场规模增长迅速，约 600 亿元；基础设施在需求密集区域将初步形成规模，市场规模约 1300 亿

元；低空管理平台设施初步建立，市场规模接近 300 亿元。

（2）到 2030 年-区域商用，低空应用从航线向局部区域发展，基础设施由线状布局向面状扩展，预计建设约 16 万个低空起降场及相应的气象、导航和监视等基础设施，以及超过 12 万个低空 5G/5G-A 基站。低空装备实现网联化，支撑网络化协同飞行，低空载人航空器进入预商用阶段。低空应用实现局部区域的规模化应用，同城配送、城区物流等物流运输应用场景进入区域规模化发展的新阶段。

在经济规模上，依据中国信息通信研究院测算，**低空产业市场规模攀升至 1 万亿元**。低空基础设施建设逐步推进，市场规模将达到 2000 亿元；低空装备和应用创新加速，无人机整机依然是主力，eVTOL 成为市场新兴焦点，装备整机和零部件市场规模超过 3000 亿元；低空多种应用逐渐成熟，市场规模将首次接近 5000 亿元；低空管理平台市场规模将达到 400 亿元。

（3）到 2035 年-规模发展，低空应用进入全面发展时期，基础设施建设日益完备，形成覆盖全域飞行的基础设施。低空装备实现载人商用，低空载物航空器装备和飞行成本进一步降低，有效支撑商业闭环应用。低空应用由载物向载人进行拓展，观光旅游、空中交通等载人低空应用开始规模化发展。

在经济规模上，依据中国信息通信研究院测算，**低空产业市场规模有望达到 5 万亿元**。eVTOL 为主的新型低空装备和丰富多样的低空应用成为经济增长的主力，低空应用市场规模有望达 3.8 万亿元，

占整体规模的近七成；低空装备市场规模仅次于低空应用，超过 1 万亿元；低空基础设施建设放缓，市场规模约为 2000 亿元；低空管理平台市场规模约为 600 亿元，整体占比较低。

三、低空产业面临的挑战与下一步发展建议

（一）低空产业仍面临多重挑战

当前，我国低空产业在顶层设计、管理模式、技术标准、产业生态等层面仍面临多重挑战。具体来看：

顶层设计方面，各领域统筹规划尚待加强。一是协同模式尚需探索。中央及地方陆续发布了一系列低空政策，国家发改委成立低空司，开展低空的整体规划统筹工作，但由于低空产业尚处于发展初期，部省联动机制尚在探索中，低空产业协作模式、重点部署领域、产业发展重点等关键问题还需逐步解决。二是应用推进路径不清晰。目前全国各地低空应用多采用全量发展的策略，但各地在低空领域的产业优势及地域特色各不相同，应用场景成熟度及发展阶段也存在差异。如何依据各地地理禀赋与产业基础，构建全国体系化的应用实施路径，仍是当前尚待破解的难题。

管理模式方面，空管与安全体系尚在探索中。一是空域灵活管理模式尚待探索。低空管理涉及多部门及多主体，低空空域资源分配原则和使用规则等仍在试点过程中，低空空域管理及运营模式有待进一步探索，尚需总结形成体系。二是安全协同管理机制尚未形成。各类型无人机、eVTOL 等新型低空装备对现行的质量安全监管体系提出

挑战，工业标准、适航要求等管理体系建设需适时完善。同时，低空经济发展对安全防护体系提出新的要求，但目前低空安全防护体系尚未形成，各方针对低空安防管理模式和反制机制仍在试点过程中，安全防护方案也尚需探索。

技术标准方面，融合创新体系尚需建立。一是关键技术及产品有待突破。我国 eVTOL 处于发展初期，机身材料、智能化技术、电动化技术、装备安全技术等方面有待进一步提升；低空信息基础设施处于建设初期，5G-A 通感、低空组网等关键技术亟待突破，产业供给能力有待提升。二是标准体系及协作机制尚未形成。我国在无人机领域初步构建了标准体系，但在低空物联网、空域管理平台等低空信息化领域的标准体系尚未建立，同时标准涉及多行业标准组织，标准协作体系还在摸索中。三是研发公共服务能力欠缺。现阶段应用市场尚未形成规模，技术与产品的创新研发成本较高，亟需共享研发、测试、供需对接等各项资源，降低创新试错成本。

产业生态方面，多方协同机制尚需探索。一是各产业环节协调发展不足。低空产业链条长、主体多，各环节技术产业发展水平不一致，有限资源未能有效聚合，高效协同、互促共进的发展机制尚未形成。二是技术产业创新活力激发不够。低空产业发展受到技术、政策、市场等多重因素的限制，低空市场发展预期不清晰，低空相关企业面临投资周期长、回报率低的困境，导致企业的创新活力不足，产业发展滞后。三是产业交流平台尚未建立。低空产业涉及装备、信息通信、

空管等领域，目前产业生态合作多以本领域龙头企业牵头、产业各环节小范围联合为主，难以形成国家级产业生态资源的汇聚和对接，导致需求散、对接成本高、创新慢等问题。

（二）低空产业下一步发展思考与建议

低空产业的发展应以支撑低空规模化应用为主线，以空域数字化管控和低空安全防护为前提，以低空装备制造及低空信息通信为主要抓手，以**顶层规划、试点示范、管控建设、技术创新、生态构建**为重点方向，实现我国低空产业的高质量创新发展。具体包括：

一是强化顶层设计，形成跨领域合作。加强前瞻布局，加快低空经济的顶层架构设计，制定全面的低空经济发展规划，明确发展目标和路线图；组织开展关键领域的战略、规划、路径等系统性研究，构建体系化政策，实现在空域管理、信息通信基础设施、装备、应用等领域的政策协同。深入了解各地空域开放及低空应用发展情况，加强对低空经济发展态势和重点应用场景的跟踪分析和研判，统筹考虑低空应用、低空空域管理、低空物联网、低空装备等产业推进，以低空新型应用场景为牵引，培育具备国际竞争力的低空新型产业体系。同时通过专项扶持等政策，以国家和地方专项资金为牵引，吸引社会资金，加快低空基础设施建设，完善低空基础设施体系，支撑未来大规模低空应用部署需求。

二是树立示范标杆，建立应用牵引的推广体系。以低空特色应用为牵引，以地方为探索主体，鼓励各地结合本地优势，分区域规划探

索载物货运、公共服务、低空文旅、警务安防、载人客运等应用示范基地，同步按需构建低空基础设施和管理系统，实现低空装备、信息基础设施、空域管理、安防监管、应用服务的五方联动，开展应用模式和商业模式创新，打造具有行业特色的低空应用示范，形成可规模复制的低空应用解决方案，探索形成可规模化推广的典型样板。同时，通过“绽放杯”大赛、案例征集等方式，形成一批低空应用典型案例，发布典型案例集，树立示范标杆。

三是健全空域管控体系，构建安全防护能力。以各地空域管理试点为依托，总结归纳面向不同城区、郊区等场景下的低空空域管理要求、流量管理方式及规则等，适度超前构建低空空域管理的基础设施，实现低空空域有效释放和使用。开展低空安全防护顶层规划设计，通过安全对抗演练等多种方式，加速形成低空安全防护架构、联动处置机制等，构建完整、可信、可落实的低空飞行安全防护体系和监管模式；加强低空设备、网络、数据、平台、应用、产业链等安全研究，研发一批低空安全防护设备及系统，强化低空领域化解重大安全风险水平。

四是以试验区为基，打造技术创新体系。面向新型低空装备、低空 5G/5G-A 网络、空域管理平台、应用等关键环节，以专项为牵引，开展跨界技术攻关和产品研发，实现重点技术及产业突破，打造具有创新性和实用性的低空产品和解决方案。建立跨行业标准协作机制，系统推进新型低空装备、低空物联网、低空平台等标准体系建设，研

制一批关键标准，并推进标准国际化进程。打造一批“低空信息基础设施试验区”，支持各地因地制宜，建立信息基础设施与应用、空域管理、安防管理的有效迭代适配体系，重点围绕关键技术、组网方案、业务适配、系统互联互通等方面开展试验验证，建立“技术研发-标准验证-产业孵化”的端到端产业培育体系，输出面向不同低空应用场景的端到端解决方案和产品。

五是加强供需对接，完善产业生态环境。建立跨行业、跨领域的低空融合应用及产品的公共服务平台，组织开展低空产业品牌大会及主题论坛，鼓励政产学研用围绕技术、标准、网络、应用等各方面开展交流合作，加强供需对接，凝聚发展共识；同时，建立低空产品研发环境共享机制，降低企业产品研发成本，加速低空应用产品的商用落地。强化对产业链、供应链和创新链的引领和组织协同，组织开展低空产业设备供应商、解决方案供应商申报与遴选，建立供应商名录及优先推介体系，培育一批融合产业主体。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62300169

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

