中国航空学会

CHINESE SOCIETY OF AERONAUTICS
AND ASTRONAUTICS



中国航空学会系列出版物 · 2026

2026 低空经济场景白皮书（3.0）

中国航空学会

中国航空学会系列出版物

2026年度

低空经济场景

白皮书（3.0）

中国航空学会 主编







2026

低空经济场景白皮书（3.0）

中国航空学会

2026 年 9 月

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

低空经济场景白皮书（3.0）

编辑委员会

主　任：陈　暘

副主任：余　策

委　员：丁水汀　符文星　吴桐水　吴希明　王战超　杨世春　张曙光

（按拼音排序）

编　辑　部

主　编：吴桐水

副主编：林伯阳　刘　鹏

成　员：刘　南　于　翔　马　莉　韩　鹏　郑秀梅　邓文武　秦　岩

序

自 2024 年首次提出“低空经济场景”概念以来，中国航空学会已连续两年发布《低空经济场景白皮书》。1.0 版本从无到有，系统梳理了低空经济场景的实践经验，创造性提出了低空经济场景“543”理论体系；2.0 版本从“广泛列举”迈向“精准研判”，构建了低空经济场景价值矩阵，为各方主体提供了可评估、可决策的战略工具。

两本白皮书发布以来，获得了行业内外的高度关注和广泛认可。场景是低空经济发展“牛鼻子”这一判断，已在产业界形成广泛共识。然而，一个新的问题随之浮现：场景究竟如何牵引低空经济发展？从“场景应用”到“产业腾飞”，中间的传导机制是什么？

问题的答案蕴藏于过去几年全国各地成千上万个场景项目的真实运行数据与经验反馈之中。场景不再仅仅是技术落地的“最后一公里”，而是牵引技术迭代、市场验证与制度完善的全链条引擎，这一认识的深化，构成了 3.0 版本的方法论起点。

面对这一新形势，3.0 版本的核心使命是：从“看见价值”转向“创造价值”，从“战略筛选”迈向“行动落地”，将场景从“被动载体”升级为“主动引擎”。为此，我们在 1.0 版本“场景三阶段作用”的基础上，将其与当前国家战

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

略方向深度融合，创造性提出“场景牵引力模型”。该模型将场景定位为牵引低空经济发展的引擎，以双轮驱动为内部动力机制，以安全底座为贯穿引擎内外的底层保障，以产业牵引力为对外输出，拉动低空经济四大产业协同发展。

作为一项阶段性理论探索，本白皮书难免存在疏漏与不足之处。编委会和编辑部将持续追踪行业前沿、深化理论探索，也诚挚期盼各界同仁提出宝贵意见和建议，共同为低空经济的高质量发展注入智慧与力量。

郭博智

2026 年 9 月

前　言

自《2024低空经济场景白皮书（1.0）》和《2025低空经济场景白皮书（2.0）》发布以来，低空经济场景已成为全社会关注的热点领域。过去两年，有关部门、地方政府与企事业单位紧密结合发展实际，在农林、巡检、物流、应急救援、测绘勘察、城市治理、文旅体育等多个细分领域取得突破性进展。低空经济正从“政策热”走向“产业实”，从“试点探索”迈向“规模化应用”。

低空经济是前景广阔的新兴支柱产业。根据国家发展改革委等部门联合印发的《低空经济及其核心产业统计分类（试行）》（发改低空〔2025〕1676号），低空经济涵盖低空制造业、低空运营业、低空基建与信息服务业、低空配套业等4个大类、23个中类、65个小类。产业链条长、技术资金密集度高、服务领域广、带动作用强——这些特征决定了低空经济的发展不能单点突破，而必须系统推进。

场景，正是串联起这一切的“主线”。正如我们在1.0版本中所强调的——场景是激发低空经济产业活力的核心引擎。两年来的实践进一步证明：场景不仅是低空经济的“应用表现”，更是其发展的主动力源。没有场景，再先进的航空器也只是“展品”；有了场景，低空经济才能真正“活起来”“用起来”“强起来”。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

基于上述认识，本白皮书在1.0版本的“场景三阶段作用”和2.0版本的“价值矩阵”基础上，进一步构建“场景牵引力模型”，系统阐述场景如何牵引低空经济全产业发展。在模型框架下，结合2.0版本遴选出的八大高价值场景，3.0版本进一步遴选了9大典型场景21个实践案例进行深度剖析，涵盖无人机农业植保、无人机吊运、巡查巡检、低空物流、新型低空航空器载人运输、无人机集群编队表演、航空体育运动、城市治理“一网统飞”、应急救援等，每个案例力求为行业提供可借鉴、可复制的实践样板。

从1.0到3.0，低空经济场景白皮书完成了三次理论跃升：1.0版本（2024）——场景定义：首次定义低空经济场景的概念和内涵，提出“543”理论体系，揭示了场景在产业演进三阶段的作用；2.0版本（2025）——场景评估：构建低空经济场景价值矩阵，从供给侧成熟度和需求侧成长度两个维度对场景进行量化评估；3.0版本（2026）——场景牵引：建立“场景牵引力模型”，系统阐述了场景如何通过“双轮驱动→产业牵引”的机制，牵引低空经济全产业发展。三个版本一脉相承，形成了从“看见场景”到“评价场景”再到“用好场景”的完整闭环。

《低空经济场景白皮书》中的相关数据来自公开信息源，相关统计资料及调研得到了中国航空学会会员单位及相关单位的大力支持。在此，对所有支持本白皮书编制的单位和朋友表示衷心感谢。如需转载白皮书内容，请注明出处。

低空经济正处于快速发展时期，通过与各类产业形态的融合，其所涉及的领域及行业愈发广阔，我们对低空经济及其场景的认知仍在不断深化，白皮书中如有不足之处，诚挚欢迎业内专家和广大读者批评指正，提出宝贵意见和建议。

联系方式：linby@csaa.org.cn

《低空经济场景白皮书》编委会

2026 年 9 月

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

目　录

第一章　低空经济场景牵引力模型 1

1.1 模型的提出背景与核心逻辑 1

1.2 模型构建的理论基础 3

1.3 模型的基本架构 4

1.4 双轮驱动 5

1.5 产业牵引 12

1.6 安全底座 15

1.7 模型的理论价值与实践启示 17

第二章　低空经济典型场景分析 19

2.1 低空农林作业——无人机农业植保 19

2.2 低空农林作业——无人机吊运 28

2.3 低空巡查巡检 35

2.4 低空运输——低空货运 51

2.5 低空运输——新型低空航空器载人运输 65

2.6 低空消费——无人机集群编队表演 74

2.7 低空消费——航空体育运动 83

2.8 低空公共治理——城市治理“一网统飞” 93

2.9 低空公共治理——应急救援 104

第三章　展望与发展建议 114

3.1 低空经济场景的前景展望 114

3.2 低空经济场景的发展建议 117

典型案例

一、江苏省盐城市：稻麦全周期无人机智能监测.....26
二、安徽省亳州市：中药材白术无人机全流程应用解决方案.....27
三、海南省三亚市：芒果吊运无人机应用解决方案.....36
四、四川省乐山市沐川县：无人机破解竹材下山难题.....37
五、藏粤直流工程西藏段：国内首次 4000 米以上高原电力物资无人机规模化吊运.....38
六、江苏航空产业集团有限责任公司：高速公路无人机巡检.....47
七、济南低空经济发展集团有限公司：城市生命线智慧巡检.....48
八、云南电网有限责任公司：低空巡检筑牢高原电网安全屏障.....49
九、江苏省南京市：汇闪送无人机智慧物流配送.....60
十、海南省三亚市：科技赋能海岛民生——西岛低空物流项目打造“空中走廊”.....62
十一、山东省青岛市：跨渤海大型无人机物流航线.....63
十二、安徽省黄山市：黄山风景区“飞货上山”无人机运输场景.....64
十三、合肥合翼航空有限公司：全球首批载人 eVTOL 运营合格证的商业化实践.....73
十四、重庆市：无人机灯光秀新场景塑造文旅消费新范式.....80
十五、天津市：万余名青少年同场竞技 积蓄航空科技发展后劲....90
十六、黑龙江省伊春市南岔县：无人机竞速赛事激活林区新动能..91
十七、云南省：创新构建全省“一网统飞”低空城市治理新模式.....98
十八、山东省济南市：实现无人机全域自动巡检.....100
十九、江苏省扬州市：政务无人机综合治理.....102
二十、交通运输部北海救助局：两架直升机救出 9 名遇险船员....111
二十一、中国通用航空有限责任公司：从南海到高原的“空中生命线”.....112

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第一章　低空经济场景牵引力模型

1.1 模型的提出背景与核心逻辑

2026 年，低空经济已连续三年写入《政府工作报告》。2024 年《政府工作报告》首次提出“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”；2025 年《政府工作报告》提出“开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展”；2026 年《政府工作报告》则将低空经济与集成电路、生物医药等并列，正式确立为国家“新兴支柱产业”。从“新增长引擎”到“新兴产业”再到“新兴支柱产业”，低空经济的战略定位三年三级跳，已从概念验证阶段全面进入规模化应用的关键时期。值得注意的是，2025 年 11 月国务院办公厅印发的《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》中，明确使用了“场景牵引”的表述，文件指出“场景对促进新技术新产品规模化商业化应用具有重要牵引作用”。从政策表述看，以场景牵引产业发展已上升为国家战略层面的方法论。然而，实践一线仍存在普遍困惑：低空经济场景究竟以何种机制牵引产业发展？为何有的场景昙花一现，有的却能带动整条产业链跃升？回答这一问题，需要在低空经济场景“5+4”要素体系与场景价值矩阵奠定的静态分析基础上，进一步揭示场景牵引产业演进的动态机理。

如《低空经济场景白皮书（1.0）》所述，低空经济场景具有显著的演进性。依据产业演进理论，新兴产业的成长通常经历工程化、商业化、产业化三个阶段：工程化阶段以技术研发为主线，场景是新技术新产品的验证平台；商业化阶段以市场应用为主线，场景是创造商业价值的最佳载体；产业化阶段以生态构建为主线，场景是推动构建产业生态的源动力。三个阶段并非平滑衔接，其间横亘着“死亡之谷”——大量技术成果与企业正是在阶段转换的断层中折戟沉沙。场景之所以能够牵引产业演进，恰恰在于它以不同的角色介入每一个阶段，为两次跨越提供了支点与阶梯。

《低空经济场景白皮书（2.0）》进一步提出了场景“5+4”要素体系——五大基本要素（载运装备、作业装备、关键技术、行业分类、实现功能）回答了场景“用什么、靠什么、为谁服务、做什么、有何用”的问题，四大环境要素（低空空域、基础设施、政策法规、安全风险）回答了场景“在哪飞、靠什么支撑、遵循什么规则、如何保障安全”的问题。两者共同构成对场景的完整刻画。在此基础上，2.0版本构建了场景价值矩阵，从供给侧成熟度和需求侧成长度两个维度，对场景所处的发展阶段与价值潜力进行量化评估。这一框架使场景从“可描述”走向“可评估”，为各方主体识别场景优先级、配置资源提供了决策工具。然而，价值矩阵回答的是“场景当前处于什么位置”的问题，尚未揭示“场景如何牵引产业发展”的动态机理，即场景如何拉动低空经济

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

全产业协同发展的内在逻辑。

基于上述认识，本白皮书提出“场景牵引力模型”，如图 1 所示。模型的核心逻辑是：场景即引擎——引擎内部，技术验证轮与价值创造轮同向旋转、相互咬合，共同产生驱动场景演进的核心动能；引擎输出的最终成果，是对外的产业牵引力——双轮旋转产生的动能外溢，拉动低空经济四大产业协同发展；安全底座处于模型最底层，贯穿引擎内外——在引擎内部，安全是“制动系统”，为双轮的高速旋转划定边界；在引擎外部，对于整个低空经济发展而言，安全是“轨道”，为四大产业的协同发展提供统一的制度框架与运行准则。

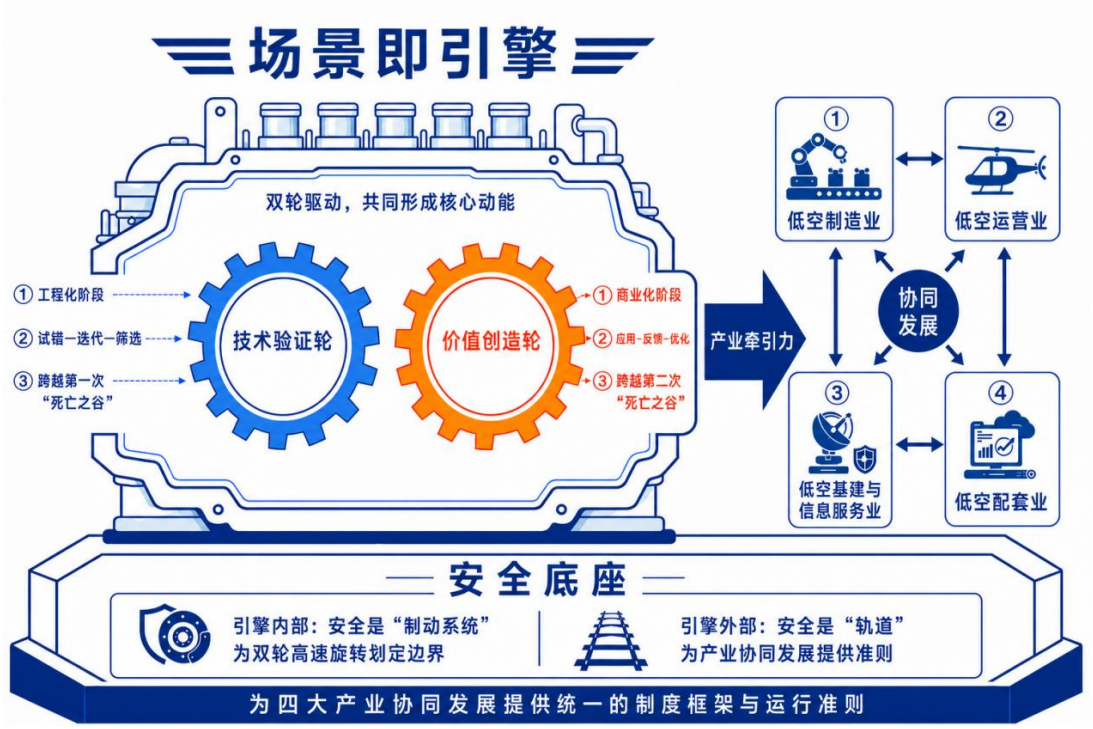


图 1 场景牵引力模型示意图

1.2 模型构建的理论基础

场景牵引创新并非凭空创造。近年来，学术界围绕场景驱动创新的理论研究日益丰富，为 3.0 版本的模型构建提供了学理支撑。其中，场景驱动创新理论揭示了场景通过需求牵引、技术融合、生态共创的机制，将科技创新与产业升级连接为良性循环——场景已从产业发展的“配套要素”上升为“战略抓手”。TOC（技术—组织—场景）框架进一步指出，场景是连接技术推动与需求拉动的关键“中介”。经典产业演化理论同样确认，技术在真实运行环境中获得可部署、可复制的可用性过程，必须纳入创新分析框架。

这些理论研究为构建低空经济场景牵引力模型提供了三重启示：第一，场景是连接技术与市场的桥梁，能够以场景需求拉动技术攻关方向；第二，场景牵引是一个多阶段、动态演进的过程；第三，场景的价值不仅在于验证技术与创造价值，更在于牵引整个产业生态的构建。本白皮书在此基础上，将“驱动”升维为“牵引”——强调场景不仅是动力源，更是引导产业发展方向的前置力量：它以明确的需求图景引导技术攻关，以前置的应用场景定义产品参数，从而将“驱动”的推力转化为“牵引”的拉力。

1.3 模型的基本架构

“场景牵引力模型”由“引擎—双轮—牵引力—安全底座”四层结构构成。

第一层：引擎——场景本身。场景是低空经济发展的动力引擎，是技术、资本、政策、安全、数据等要素的汇聚点

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

与转化器。

第二层：双轮——引擎内部的动力机构。引擎内部由技术验证轮与价值创造轮两个轮子构成。技术验证轮主导工程化阶段，以“试错—迭代—筛选”机制跨越第一次“死亡之谷”；价值创造轮主导商业化阶段，以“应用—反馈—优化”机制跨越第二次“死亡之谷”。

第三层：牵引力——引擎对外的输出。双轮旋转产生的动能，转化为产业牵引力，拉动低空制造业、低空飞行运营业、低空基建与信息服务业、低空配套业四大产业协同发展。

第四层：安全底座处于模型的最底层，承载引擎运转的全部输出。在引擎内部，安全是“制动系统”，为双轮的高速旋转划定边界；在引擎外部，安全是“轨道”，为四大产业的协同发展提供统一的制度框架与运行准则。

1.4 双轮驱动

图 2 刻画了双轮协同驱动下，场景牵引产业演进的发展路径。图中，纵轴表征场景成熟度，自下而上设定“概念验证—小规模试点—规模化应用”三个递进台阶；横轴对应产业演进的工程化、商业化、产业化三阶段，并在阶段转换的断层处标注了两次“死亡之谷”的位置。技术验证轮与价值创造轮分别主导工程化阶段与商业化阶段的演进。场景成熟度沿纵轴拾级而上，与横轴三阶段形成清晰映射。整体上，两条轴线交织展现了场景从“验证可行”到“创造价值”再到“系统牵引”的跃迁逻辑。

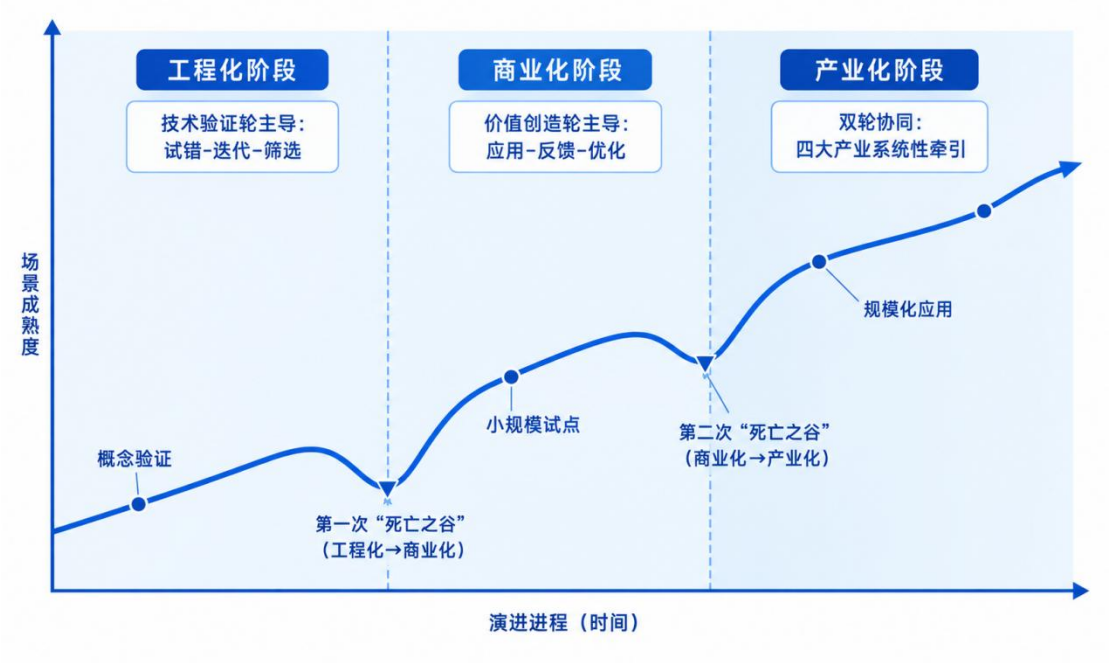


图 2 场景牵引产业演进发展路径

1.4.1 技术验证轮

技术验证轮是引擎的第一个轮子，在工程化阶段起主导作用，其核心命题是：**场景是新技术新产品的验证平台**。任何新技术从实验室走向市场，都必须回答“能不能用、好不好用、安不安全、值不值得用”的追问，答案只能在真实或高度仿真的应用场景中获得。技术验证轮通过“试错—迭代—筛选”的运转机理，推动新技术新产品完成制造工艺重组与反复试错，淘汰不具商业可行性的技术路线，帮助幸存的技术跨越横亘于工程化与商业化之间的第一次“死亡之谷”，实现第一次跃迁。

技术验证轮通过两条路径发挥作用。**路径一：以用促研。**对已有可用低空装备的场景，通过真实环境的规模化应用，验证性能、发现问题、积累数据，倒逼低空装备在可靠性、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

安全性和经济性方面持续迭代。以无人机吊运场景为例，无人机需要在山高坡陡、地形复杂等环境中作业。这一真实场景对无人机的载重能力、抗风性能、精准悬停、路径规划等提出了极高要求。正是在这种“硬骨头”场景的倒逼下，企业不断改进产品——从最初的“能飞”到后来的“能吊”，再到现在的“能精准吊运并自动消摆”——每一次迭代都是由具体场景中的具体问题牵引的。**路径二：以研待用。**对尚无合适低空装备的场景，场景本身成为需求的“定义平台”。如城市空中交通，城市拥堵痛点定义了“空中出租车”的场景需求——垂直起降（无需跑道）、电动（低噪音低排放）、自动驾驶（降低运营成本）、高安全性（载人标准），这些由场景定义的参数直接牵引了 eVTOL（电动垂直起降航空器）整机的研发热潮。此时，场景虽然尚未大规模应用，但已通过需求定义的方式牵引着产业发展。

就运转机理而言，“试错”是起点，由虚拟场景到真实场景，从实验室走向市场，逐步验证技术与场景需求的适配度，在实际应用中验证产品的性能。“迭代”是传动。试错产出的飞行数据、故障数据、安全事件数据与作业反馈回流至研制端，驱动制造工艺重组与设计改进。“筛选”是裁决。场景是最严苛也最公正的裁判，以适航安全、作业效能、故障率、单位成本等硬性指标对技术路线进行“证伪”式筛选。安全在这里扮演的是“一票否决”的硬门槛——任何在真实场景中暴露出不可接受安全风险的技术路线，无论其他指标

多么优异，都会被场景直接淘汰。

第一次“死亡之谷”之所以凶险，正在于许多实验室指标优异的技术，一旦进入真实场景便暴露出可靠性或经济性的致命短板。eVTOL 的研制竞争，是技术验证轮运转的典型样本：多旋翼、复合翼、倾转旋翼、倾转涵道等构型的优劣，必须置于城市通勤、海上运输、应急救援等真实场景的天平上称量——真实场景是技术路线唯一的“试金石”，构型之争的最终判决不在实验室，不在风洞，更不在纸面论证中，而在真实运营场景的实际表现里。从航空产业发展史来看，构型收敛的本质是场景在“证伪”——那些无法在真实场景中经受住可靠性、安全性与经济性检验的技术路线，将被淘汰。今天的 eVTOL 多构型竞争，尚未真正经历大规模场景运营的检验，谁能最终跨越第一次“死亡之谷”，仍有待真实场景的裁决。场景牵引力的价值之一，正在于它提供了这种不可替代的“证伪”机制——不是靠计算或讨论，而是靠真实场景下的飞行测试验证，以最小的社会成本和最大的社会效益完成技术路线的自然选择，使有限的资本、人才与适航资源向最具商业可行性的方向收敛。

1.4.2 价值创造轮

跨越第一次“死亡之谷”，仅仅证明了“安全可用”，距离“好用、赚钱、持续安全地赚钱”仍相去甚远。进入商业化阶段，场景的角色从验证平台转变为价值载体——**场景是依靠新技术新产品创造商业价值的最佳载体**，而安全记录

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

则是商业价值可持续的前提。价值创造轮通过“应用—反馈—优化”的运转机理，以大规模推广之前的小规模应用为支点，验证市场真实需求、收集用户反馈、积累安全运行记录、持续改进产品性能与商业模式，推动企业跨越横亘于商业化与产业化之间的第二次“死亡之谷”。技术验证轮解决的是“能不能”的问题，价值创造轮解决的是“值不值”的问题，只有两者都得到回答，技术才能真正转化为产业动能。

价值创造轮通过两条路径发挥作用。**路径一：技术赋能场景。**将 AI、5G-A/6G、大数据、新能源等前沿技术与低空飞行深度融合，在具体场景中创造新业态、新模式，实现从“工具替代”到“价值重构”的跨越。以城市综合治理“一网统飞”场景为例，合肥市通过低空政务“一网统飞”平台，实现了跨部门无人机资源的统一调度和共享使用，将 AI 图像识别、5G 通信、大数据分析等前沿技术与低空飞行深度融合，创造了一种全新的公共服务模式——从“各买各的、各飞各的”到“一机多飞、一飞多用”，实现“一次飞行、多方受益”，平台自 2025 年 8 月上线试运行到 2026 年 6 月，日均政务飞行提升至 137 架次，政务处置响应效率提升 40%以上，累计节约财政建设与运维资金超 3000 万元，释放基层巡查人力超 5000 个工作日。

路径二：场景反哺技术。在满足数据安全与隐私保护合规要求的前提下，商业化场景沉淀的资金、市场数据与安全运行数据，为技术的再迭代提供资源保障与方向指引。以电

力巡检场景为例，国网安徽电力部署的“玄视”视觉大模型，依托无人机巡检产生的海量真实照片数据进行多轮迭代训练，已涵盖 18 类电杆铁塔信息、14 类电力设备及 26 类缺陷隐患识别场景。正是真实巡检场景中海量数据的持续“喂养”，推动 AI 模型从“能用”走向“好用”——缺陷识别准确率从初期的不足 80%提升至 94%以上。无人机物流在医疗配送场景中同样印证了这一规律：杭州迅蚁网络科技有限公司已在 65 个城市开展常态化运行，截至 2026 年 7 月，累计为 300 多家医疗机构配送超 2600 万毫升血液和 680 多万管标本。在规模化运营中积累的航线调度、温控管理、应急响应等实战经验，支撑了《民用无人驾驶航空器货物运输包装要求 人类生物样本（征求意见稿）》等行业标准的编制。场景产生价值，价值反哺技术——正反馈循环一旦启动，场景与技术便互为加速器。

就运转机理而言，“应用”是起点。企业以可控的小规模场景切入，将产品置于真实付费环境中检验需求真伪，以有限投入换取真实市场信号与安全运行数据，避免需求未经验证便大规模投入。在此阶段积累的安全运行小时数和事故率为零的记录，构成场景商业化的“社会许可”。“反馈”是传动。运营中沉淀的用户行为数据、服务评价、安全事件与成本结构，构成商业模式的“体检报告”与安全管理的“预警雷达”，揭示定价、作业流程、风险防控与保障体系中的薄弱环节。“优化”是再出发。企业依据反馈持续改进产品

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

性能、调整定价策略、再造服务流程、完善安全管理体系，逐步打磨出可持续的单位经济模型与可接受的安全绩效。

第二次“死亡之谷”的凶险之处在于，它往往不以技术失败为标志，而以“叫好不叫座”为特征：技术可行但盈利模型不成立，补贴退坡后需求萎缩，规模化复制时成本失控。唯有在场景中反复打磨出经得起市场检验的商业模式，企业方能渡过此谷。直升机载客运输的商业化印证了这一规律。直升机可用作观光旅游、通勤摆渡等场景，但其容量小、成本高，很难赚到钱。从行业整体来看，直升机项目一直面临“高成本”和“低复购率”双重压力，消费者往往将其视为“打卡”项目，只体验一次便足以满足好奇心，复购率低。技术能飞、市场想坐，但经济账算不过来，商业模式跑不通，这正是直升机载客运输长期未能大规模商业化的原因。

1.4.3 双轮协同机理

技术验证轮与价值创造轮并非前后相继、各自为政的独立环节，而是同一引擎内相互协同的两个轮子。一方面，技术验证轮的输出是价值创造轮的输入：未经场景充分验证的技术无法支撑可靠的商业价值创造，带病上岗的产品只会在市场中透支信任。另一方面，价值创造轮持续反哺技术验证轮：商业化场景沉淀的资金、市场数据与安全运行记录，为技术的再迭代提供资源保障、方向指引与可靠性改进依据。两个轮子以“技术验证→价值验证→资金与市场数据反哺→技术再迭代”的正反馈回路联动、循环加速。任何一个轮子

停转或空转，都可能会导致引擎动力衰竭——只验证技术不创造价值，企业将失血而亡；只追逐市场不迭代技术，企业将因产品落后而出局。

双轮协同的关键，还在于主导权的动态切换与节奏的精准匹配。工程化阶段以技术验证轮为主导、价值创造轮为辅助，此阶段若过度强调商业回报，便会扼杀尚处稚嫩但潜力巨大的技术路线；商业化阶段以价值创造轮为主导、技术验证轮为辅助，此阶段若沉溺于技术参数的无限优化而忽视商业闭环，便会错失宝贵的市场窗口。

1.5 产业牵引

场景形成规模化应用，双轮产生的动能便发展为对整个低空经济产业的系统性牵引，这种牵引力主要通过四种效应实现。

一是规模效应。规模化场景释放出对低空装备与服务的批量需求，摊薄研发与制造成本，使产业链进入“规模扩大—成本下降—需求进一步释放”的良性循环。例如，消费级无人机从数万元降至数千元，正是航拍、农业植保、巡查巡检等场景规模化应用不断摊薄成本的结果。场景越是多样化，成本摊薄的渠道就越丰富，产业化的速度就越快。

二是集聚效应。场景牵引研制、运营、保障、服务等主体在地理与网络上集聚，形成分工细密、协作高效的产业集群。自贡航空产业园是“以试飞场景牵引产业集聚”的典型样本。自贡拥有“双机场、双跑道”配置——1200 米跑道适

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

配中小型航空器，2500 米跑道专为大型无人机起降修建；获批 1606 平方公里协同空域及 1.1 万平方公里试飞空域；上线全国首例有人机无人机融合运行程序，突破性实现有人机无人机常态化融合飞行，本场空域使用效率提升 40%[1]。这些条件使自贡成为国内少有的全谱系航空器试飞验证平台。试飞场景的成熟直接牵引了产业集聚。中航无人机、腾盾科创、沃兰特等链主企业相继入驻，带动上下游加速集聚——上游复合材料、航空标准件企业纷纷布局，中游“翼龙”“双尾蝎”等大中型无人机实现本地化生产，下游飞行教育、维修培训等业态同步完善，园区已聚集 60 余家重点企业，形成全流程产业闭环。

三是溢出效应。场景中沉淀的技术、数据、人才与标准向其他场景、其他行业外溢。无人机足球是运动场景向产业生态溢出的鲜活样本。江苏镇江通过举办 2025 年中国无人机足球联赛，将竞技场景转化为产业培育平台——展品涵盖航空运动、无人机生产制造、低空巡检应用、低空通讯技术等多个领域。一个运动场景的兴起，带动了从赛事运营、飞手培训到装备制造的整条产业链。场景每拓展一个行业，可溢出的技术能力和运营经验就丰富一个层次。

四是制度倒逼效应。规模化场景的运行压力，倒逼空域管理、飞行许可、安全管理标准、隐私保护等法律法规完善，推动制度供给从“被动响应”转向“主动适配”，为整个产

[1] 信息来源：自贡市发展和改革委员会关于市人大十八届五次会议第 192 号建议的答复函（自发改函[2025]48 号）。

业释放制度红利。在相对简单的场景中，制度倒逼主要表现为飞行规则简化与作业标准完善；在涉及面广、复杂度高的场景中，压力已扩展至通信导航频轨资源分配、大数据互联互通、信息安全保障等多维度挑战，通信频段如何规划、多源感知数据如何融合、海量数据如何保密，解决这些问题有赖于跨行业的协同推进。《深圳经济特区低空经济产业促进条例》是全国首部低空经济产业促进专项法规。面对低空经济“空域划设和使用审批程序复杂、政府部门协同机制不健全”等痛点，深圳创新设置“低空飞行协同管理机制”和“低空经济产业发展协调机制”双协同管理模式，在法律层面搭建了地方政府与空中交通管理机构、民用航空管理部门三方常态化沟通、协商、决策的制度化平台。场景越规模化、越复杂化，对制度供给的速度、精度与跨行业协同深度的要求就越高，制度倒逼的效应就越显著。

上述四种效应并非各自独立发挥作用，而是相互叠加、协同发力，共同构成产业牵引力的传导机制。这一机制最终作用于低空制造业、低空飞行运营业、低空保障业、低空综合服务业四大产业，拉动其协同发展。对低空制造业而言，规模化场景以真实需求反向定义产品形态与技术规格，牵引整机与零部件制造的批量放量与持续升级，同时以真实运行场景积累的安全数据反哺设计准则与适航标准。对低空飞行运营业而言，成熟场景孕育专业化运营主体，推动运营模式从项目制、演示制走向规模化、常态化，而持续的安全运行

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

记录是运营企业获得市场准入与客户信任的核心资产。对低空保障业而言，场景的规模运行催生对起降设施、无人机机巢、通信导航监视气象、维修、检验检测、飞行服务、安全监控与应急处置等保障能力的系统需求，带动新型基础设施建设。对低空综合服务业而言，海量场景运行沉淀的数据与流程，孕育数据服务、培训认证、保险金融、平台运营等新兴服务业态。四大产业在场景牵引下互为条件、彼此成就，新场景、新技术、新产品、新模式之间不断正向反馈，最终形成共生共荣的产业生态。

另外，需要指出的是，产业牵引力并非仅在产业化阶段才“突然出现”。牵引作用在场景演进的不同阶段以不同强度持续发挥作用：工程化阶段，技术验证轮通过“以用促研”与“以研待用”两条路径并行运转，牵引力表现为技术可行性验证与迭代方向牵引，但此阶段双轮尚未协同，牵引效应呈碎片化；商业化阶段，价值创造轮通过“技术赋能场景”与“场景反哺技术”的循环加速运转，牵引力表现为商业模式验证与局部产业带动，但尚未形成系统性外溢；产业化阶段，牵引力从量变跃升为质变，系统性拉动低空经济全产业链协同发展，推动政策环境持续优化与安全底座不断夯实。

1.6 安全底座

安全底座处于模型的最底层，贯穿场景牵引产业演进的全过程。其作用在两个层面展开。

在引擎内部，安全是“制动系统”。制动系统确保引擎

在安全范围内持续输出动能。在技术验证轮中，安全表现为“一票否决”的底线门槛，安全是发展的前提，要保证产品满足最低安全标准，需要跨越适航认证这道制度化准入门槛，任何不可接受的安全风险都面临淘汰。德国 eVTOL 企业 Volocopter 成立于 2011 年，累计融资超 6 亿美元，却在适航认证的漫长道路中耗尽资金，于 2024 年底申请破产，其技术虽领先，却始终未能在真实场景中完成安全验证的闭环，最终被适航审定这一制度化的安全门槛挡在商业化大门之外。在价值创造轮中，安全表现为“社会许可”的核心前提，持续地安全运行是场景能够规模复制的前提。没有安全记录支撑的商业场景，无论经济模型多漂亮，都无法获得监管放行与公众接纳。2025 年 5 月，苏州某景区一架直升机坠地，造成地面 1 名游客死亡、机上 4 人重伤，一次事故不仅终结了这个空中游览项目，更让整个行业付出信任代价。

在引擎外部，安全是“轨道”。轨道为四大产业的协同发展提供统一的制度框架与运行准则，确保所有参与者以相同的安全基准开展活动，使产业规模化扩张始终沿着健康发展方向前行。安全底座输出安全标准与最佳实践，为整个产业铺设可扩展的安全轨道。从航空器适航审定到运行安全管理，从空域安全制度到数据安全保护，安全标准的完善程度本身就是产业成熟度的标志——标准越清晰、越可执行，产业规模化发展的空间就越大。

安全底座的两层功能相辅相成：制动系统确保“当前如

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

何不失控”——让每一次飞行都在安全边界内运行；轨道确保“长期如何不跑偏”——让整个产业在统一的制度框架内持续发展。得益于制动机制与轨道的双重保障，产业才能在快速发展的同时坚守安全底线。

1.7 模型的理论价值与实践启示

从理论层面看，模型的价值主要体现在两个方面。其一，实现了从“静态构成”到“动态机理”的升维。1.0 版本的“5+4”要素体系回答了“场景由什么构成”，2.0 版本的场景价值矩阵回答了“场景价值几何”，3.0 版本的牵引力模型进一步回答了“场景如何牵引产业高质量发展”，三者组成“构成—价值—动力”的完整分析链条。其二，确立了场景在创新系统中的枢纽地位。模型表明，场景不是创新链条末端的应用环节，而是贯穿创新全过程的动力系统，为“场景创新”作为独立创新范式提供了理论支撑，也为各地以场景培育新质生产力提供了学理依据。

从实践层面看，模型对各类参与主体具有直接的行动指引价值。**对整机研制企业而言**：第一，坚持以场景为锚反向定义产品，从真实场景的作业剖面、成本约束与适航要求出发设计低空航空器，避免“为技术而技术”的自我循环；第二，主动开放与共建验证场景，把每一次试飞、演示都沉淀为数据资产，让技术验证轮高速运转；第三，敬畏场景的筛选机制，对被“证伪”的技术路线及时止损，把有限资源集中于有望跨越第一次“死亡之谷”的构型与方案。**对运营企**

业而言：第一，以小规模试点为支点验证真实需求与单位经济模型，切忌在商业模式未经验证时盲目扩张；第二，建立用户反馈驱动的持续优化机制，让“应用—反馈—优化”成为组织的日常节律；第三，卡位高价值场景并沉淀运营标准与服务品牌，把先发优势转化为难以复制的生态位优势。**对投资机构而言**：第一，将场景预期成熟度而非单纯的技术先进性作为估值锚，按标的技术或产品所处场景成熟度匹配风险定价；第二，重点考察价值创造轮的市场正反馈信号，复购率、设备利用率、单机盈利模型等运营指标往往比技术参数更具说服力；第三，清醒认识两次“死亡之谷”的时点风险，采取分阶段、里程碑式投资，在企业跨越关口的关键节点提供支持而非拔苗助长。**对地方政府而言**：第一，以开放场景资源作为产业培育的核心抓手，定期征集发布场景“机会清单”与“能力清单”，为技术提供验证场、为资本提供投资标的；第二，坚持基础设施建设与空域管理创新的适度超前，为场景从试点走向规模化预留物理空间与制度空间；第三，建立包容审慎的试错容错机制，以监管沙盒等制度创新平衡创新激励与安全底线。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第二章　低空经济典型场景分析

2.1 低空生产作业——无人机农业植保

2.1.1 场景概述

农业是低空经济各类场景中应用最早、最成熟的领域之一。2014 年中央一号文件首次提出“加快农业航空建设”，经过十余年发展，2025 年全国农用无人机保有量超过 30 万架、年作业面积突破 4.6 亿亩。2026 年 6 月国务院印发《加快农业农村现代化“十五五”规划》（国发〔2026〕14 号），明确提出“有序推进农业农村领域低空经济发展”，设定“推动农用无人机国内市场保有量超过 35 万架、年作业面积超过 35 亿亩次”的发展目标。与此同时，中国农用低空技术产品已覆盖全球 100 多个国家和地区。无人机农业植保已从“新奇玩意”成长为“田间标配”。

值得关注的是，无人机农业植保的内涵正在被重新定义。传统植保的核心是“打药”——发现病虫害后开展防治，强调“治”的效率。如今，无人机农业植保正从单一防治向全周期精准管理演进，形成“监测—预警—决策—防治”的完整闭环。在江苏省盐城市，植保被嵌入一套“无人机+AI 算法+云端平台”的稻麦全生命周期智能监测体系——无人机巡田采集多光谱数据，AI 自动研判作物长势、施肥需求与病虫害风险，指挥大屏联动植保无人机开展精准作业，实现从

“发现问题”到“解决问题”的闭环。盐城市万亩示范区农资成本下降 5%，稻麦亩产提升 8%—12%，管护效率提升 70%以上。低空技术正把农业从“经验驱动”推向“数据驱动”，把植保从“应急防治”推向“预防管理”。

这种“即监测即治理”的模式也在果树场景中落地。福建省漳州市打造琯溪蜜柚无人机植保作业基地，对蜜柚开展无人机洒水、农药喷洒等全程植保无人机统防统治，与传统人工相比，无人机统防统治效率较人工作业提升 15 倍，提升产量 20%以上，实现农业生产效率和产量双提升。

表 1　无人机农业植保“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	农用无人机（大疆 T100、T70 系列、极飞 P 系列等主流机型），配套智能飞行电池与专业遥控器。
	作业装备	定量变量喷洒系统、离心雾化喷头、多光谱遥感传感器、播撒系统、作业轨迹记录仪、农药包装回收装置等。
	关键技术	全自主飞行控制（北斗+RTK 厘米级定位）、仿地飞行[2]与全向避障、精准变量施药、多光谱巡田与“处方图”生成、AI 作物长势与病虫害识别、GIS 地理信息系统、智能调度与大数据分析平台等。
	行业分类	A01 农业、A05 农、林、牧、渔专业及辅助性活动等。
	实现功能	解决传统人工植保效率低、作业窗口期不足、喷洒不均、人力投入大的行业难题，同步实现作业效率提升、农户生产成本下降、作业安全升级三大价值。
四大环境要素	低空空域	真高 120 米以下，空域开阔，审批流程较为顺畅。
	基础设施	RTK 差分定位基站网络、飞防作业调度平台、移动充电车与作业保障站、废弃包装回收站等。
	政策法规	2025 年中央一号文件《中共中央 国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见》提出，支持发展智慧农业，拓

[2] 仿地飞行是一种无人机飞行技术，通过实时感知或预加载地形数据动态调整飞行高度，以保持与地面的恒定相对高度。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

		展人工智能、数据、低空等技术应用场景。根据农业农村部、财政部印发的《2024—2026 年农机购置与应用补贴实施意见》（农办机〔2024〕3 号），植保无人机被纳入全国性的常规农机补贴范围，地方政府通过农机购置补贴推动装备普及；“一喷多促”有国家补贴；《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》简化轻型植保无人机作业报备；《农用无人驾驶航空器操控员培训管理规定（试行）》明确了理论知识、基础操作和田间、水面作业等培训考核要求；《植保无人驾驶航空器质量评价技术规范》（NY/T 3213-2023）等标准。
	安全风险	通过电子围栏、自动避障、飞手持证上岗、作业数据实时上传监管平台、药剂包装废弃物 100%回收等措施，实现零安全事故与面源污染双管控。

2.1.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“农田里飞出来的技术标准”。如前所述，农业植保是无人机最早大规模应用的场景之一，也是技术验证最为充分的场景之一，集中体现了低空装备“试错—迭代—筛选”的典型机理。早期无人机喷洒面临“漂移”“重喷漏喷”“效率低”等质疑，而答案只能在农田这一真实场景中获得——作物冠层高度不一，倒逼出仿地飞行技术；田间电线杆、斜拉线，倒逼出全向避障与雷达感知；农时窗口短，倒逼出全自主航线规划与夜间作业能力；除草剂漂移风险，倒逼出变量施药与风场控制算法。从手动遥控到全自主飞行、从均匀喷洒到按“处方图”变量施药、从单一植保到多光谱巡田与精准管护的全流程闭环，每一次迭代都由具体场景中的具体问题牵引。

大疆 T100 等机型作业效率已达 18 亩/分钟、农药减量 30%以上，单机日作业面积 800—1200 亩，是人工背负式喷雾的 80—150 倍。安全验证贯穿全过程：电子围栏、自动避障、

飞手持证上岗、作业数据实时上传等安全措施，正是在真实作业中不断完善，最终实现零安全事故——安全这一“一票否决”的硬门槛，被场景本身内化为技术标准与作业规范。

值得注意的是，农业场景还以“证伪”方式完成了技术路线的自然选择。有人驾驶飞机施药——这一在欧美大片农田成熟应用的路线——在中国南方小地块场景中被证明不具经济可行性：起降场地稀缺、地形复杂、地块细碎，有人机难以适应。产业资源由此向无人机路线收敛。这正是场景作为“验证平台”的不可替代之处——并非依靠理论推演，而是基于真实作业数据完成技术路线的比较与选择。

价值创造轮——从“打药”到“管地”，从“省钱”到“赚钱”。农业植保场景的商业价值已走出了一条清晰的路径：从“替代人工”（省钱）到“增产增效”（赚钱），再到“数据驱动”（值钱）。从成本端看，有案例表明，无人机植保较人工施药效率提升 30 倍以上，单亩作业成本降低约 30%，操作人员全程无需接触农药，职业中毒风险降低 90%以上。从效益端看，有案例表明，精准变量施药使农药利用率大幅提升，综合防治效果稳定在 85%—90%，“一喷多促”使玉米亩均增产 150—200 斤。

“应用—反馈—优化”的飞轮清晰可见：植保作业积累的海量飞行数据与防治效果数据回流至系统，优化 AI 识别算法与作业参数；优化后的系统再用于下一轮巡田与防治，精度与效率持续提升。零安全事故记录使政府和农户对该模

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

式建立了充分信任——安全记录在此转化为市场信任，构成场景规模化的“社会许可”。

当然，该场景也面临季节性作业的典型挑战：植保作业集中于农忙季，淡季设备与人员存在一定闲置。破解之道正在场景自身——以多作物、多区域、多品类作业均衡全年工作量，以集监测、决策、防治等于一体的全流程服务延展业务周期，这正是价值创造轮“优化”环节的具体体现。安徽省亳州市白术种植的实践提供了一个典型样本。亳州中药材种植面积超过120万亩，白术是其中大宗常用中药材之一，传统种植主要依赖人工施肥打药，不仅劳动强度大、效率低，还容易出现施药不均匀、错过最佳防治窗口期等问题，直接影响产量和品质。农业无人机在亳州白术种植中覆盖了从移栽定植到采收清园的全生育期：移栽定植期全田喷施封闭除草剂；返青苗期低空喷施杀虫剂与叶面壮苗肥；旺长期开展铁叶病预防与蚜虫防治；现蕾控蕾期防治白绢病与根腐病；根茎膨大期高频飞防防治根结线虫与炭疽病；采收清园期全田消杀。从移栽定植到采收清园，白术全生育期管护覆盖近10个月作业窗口，单种作物的全周期管理本身就能将农业无人机的作业周期从“农忙季几个月”拉长为“大半年甚至全年”。

2.1.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。无人机农业植保释放的规模化需求直接带动农用无人机制造的持续迭代与成本优化。大疆、极飞

等企业产品远销 100 多个国家和地区，全球市场占有率超过 90%，仅大疆农业无人机全球销量即突破 70 万台[3]。整机制造规模扩张带动电池、喷洒系统、播撒器等上下游产业链进入“规模扩大—成本下降—需求进一步释放”的良性循环。

牵引低空运营业。飞防服务培育出专业化运营主体集群，带动国内近百万人从事飞防服务作业，形成超百亿元的飞防市场规模。运营主体的服务内容从单一喷洒向“监测—决策—防治”一体化延伸，作业模式从季节性集中作业向全年均衡排产转型，推动低空运营服务业从劳动密集型向知识密集型转变，正在重塑低空运营业的业态边界与价值链格局。

牵引低空基建与信息服务业。规模化作业倒逼基础设施与信息服务加速完善，RTK 差分定位基站、飞防智慧监管平台、作业保障站等低空保障设施随场景规模扩张加速组网，安全底座在田间地头的实践中被夯实为可执行的轨道。例如在浙江，浙江省农业农村厅于 2025 年 2 月印发《浙江省农业农村领域低空经济发展行动方案》，明确提出“主动协同电力等部门布设农用无人机快速补能充电装置，推动建设一批服务乡村的无人机机巢和起降平台”。

牵引低空配套业。无人机农业植保场景沉淀的飞手队伍、作业数据、监管平台与组织模式持续向外溢出。飞手培训认证、飞防数据平台运营、农药集中采购、第三方面积审计、农药废弃物回收等新兴服务业态不断涌现；多光谱巡田数据

[3] 信息来源：《农业无人机行业白皮书 2025/2026》，农民日报社、大疆农业。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

正孕育农田碳汇计量、农业保险定损、产量预估等数据增值服务；装备与人才直接溢出至山地吊运、林业防治等衍生场景。在金融保险领域，规模化、组织化的植保作业为无人机机身险、飞防作业责任险等定制化产品创新创造了市场条件。

“走出去”，全球贡献。中国农业植保场景的产业牵引力已跨越国界，为全球农业现代化贡献中国方案。在泰国，无人机为水稻开展播种与撒肥；在印度尼西亚，助力油棕种植、提升肥效利用；在巴西，为咖啡种植园开展病虫害防治；在罗马尼亚，为葡萄园实施精细化农药喷洒。针对东南亚水田、美洲农场、欧洲园艺，中国农用低空技术产品以定制化方案提升当地农业生产效率。通过技术培训、设备共享、运维服务，低空科技正从国内应用走向国际市场——这不仅涉及设备出口，更包含一整套以场景为牵引、以数据为支撑、以服务为延伸的农业低空经济模式。

2.1.4 挑战与建议

主要挑战：作业标准尚未完全统一；飞手专业人才供给不足；业务季节性波动显著，淡季设备与人员闲置率高，影响整体运营效率；部分偏远农田和林区通信信号覆盖不足，影响无人机数据回传和远程监控；野外快速补给和充电设施仍不完善，制约规模化作业的连续性。

发展建议：推动省—市—县三级联动，建立跨区域飞防资源调度机制；进一步完善农用无人机购置补贴政策和作业补贴标准；完善农业区域 RTK 差分定位基站网络和精细化气

象服务；推动“低空+农业”深度融合，支持低空运营企业与农业合作社、家庭农场建立长期合作关系；支持企业与职业院校共建低空农业人才培养基地，培养兼具无人机操作和农业技术的复合型人才，将植保无人机操作人员纳入新型职业农民培育范围。

无人机农业植保场景案例

一、江苏省盐城市：稻麦全周期无人机智能监测

（一）基本情况

盐城是江苏省粮食主产区，传统稻麦种植面临人工巡田效率偏低、农事决策依靠经验、化肥农药粗放施撒、规模化种植用工紧张等问题，不仅造成农资浪费，还加剧农业面源污染。为破解上述痛点，盐城市盐都区依托现有智慧农业服务基础，搭建“无人机+AI 算法+云端平台”稻麦全生命周期智能监测体系，以低空技术赋能现代农业，打造江苏平原地区“低空+农业”融合发展示范样板。

（二）主要做法

1、搭建智能体系，实现闭环管控

项目搭建数据、模型、应用三层技术体系，整合无人机航拍、地面传感、气象、卫星遥感等多类数据，运用五项自研 AI 算法，自动研判作物出苗、长势、施肥需求、倒伏风险、预估产量等关键信息。通过指挥大屏与移动终端下发农事指导指令，联动植保无人机开展精准作业，实现稻麦从播种到收获全流程数字化管控。

2、强化技术赋能，打造可复制模式

围绕多源数据融合、本地化 AI 算法研发、一体化管理平台建设、标准化落地模式四项重点开展技术攻关，破除各类数据壁垒，贴合本地稻麦生长特性优化系统功能，形成轻量化、易推广的低空智慧农业解决方案，并通过跨区域试点完成实践验证。

3、健全运维体系，保障长效运行

由农业农村主管部门统筹项目推进，成立专项工作小组细化管理要求，建立定期会商、应急处置、农技实操培训等配套制度，组建专

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

业运维队伍，持续保障系统稳定运行、功能优化和技术迭代升级，筑牢项目长效运营根基。

（三）取得成效

1、提质降本，提升种植效益

通过AI精准水肥药变量管控，万亩示范区农资成本下降5%，年均节约肥药开支25万元。无人机智能巡检替代传统人工，田间管护效率提升70%以上。稻麦亩产提升8%—12%，农产品优品率提升10%，有效实现农业生产降本、提效、增产、增收。

2、绿色赋能，凸显社会价值

探索形成成熟的稻麦低空智能监测标准化方案，为全省智慧农业发展提供可复制经验。依托数字化平台下沉精准农技服务，农户满意度达95%以上，推动传统经验种植向数据化科学种养转型。同时实现肥药精准减量施用，有效降低农业面源污染，助力农业绿色低碳发展。

3、示范引领，拓展产业空间

目前项目技术已在盐城、淮安多地落地应用并稳定运行。下一步将通过标准化SaaS服务模式向外输出，重点向苏皖豫等黄淮海平原粮食主产区拓展布局。同步拓展无人机农险定损、粮食品质研判、农田碳汇计量等特色新业态，构建全链条发展模式。

信息来源：江苏省发展和改革委员会

二、安徽省亳州市：中药材白术无人机全流程应用解决方案

（一）产业背景

亳州作为“中华药都”，是我国最大的中药材集散地和标准化种植示范区，中药材种植面积超过120万亩。白术作为大宗常用中药材之一，具有健脾益气、燥湿利水等功效，市场需求量大，种植面积持续增长。然而，白术种植过程中面临病虫害多发、人工管理成本高、标准化程度不足等突出问题。传统白术种植主要依赖人工进行施肥、打药等田间管理，不仅劳动强度大、效率低，而且容易出现施药不均匀、错过最佳防治窗口期等问题，直接影响白术产量和品质。随着农村劳动力短缺问题日益突出，引入无人机等智能化装备已成为产业发

展迫切需求。

（二）无人机全程应用方案

大疆农业针对亳州中药材白术种植特点，推出以 T50/T70 为核心的无人机全流程解决方案，涵盖整地播种、施肥管理、病虫害防治和采收运输等各环节。无人机搭载高精度 RTK 定位系统，可按照预设航线实现厘米级精度自动化作业。白术常见病害包括根腐病、白绢病、叶斑病等，虫害主要有蚜虫、红蜘蛛、地老虎等。无人机采用离心喷头技术，雾滴粒径 50-300 微米可调，确保药液均匀覆盖叶片正反面。作业参数：飞行高度 2-3 米，速度 3-5 米/秒，亩用量 10-20 升/亩，有效喷幅 5-7 米。与传统人工背负喷雾相比，无人机植保效率提升 20 倍以上，省药 20%-30%。

无人机搭载播撒系统，可精准定量播撒有机肥、复合肥等。白术生长周期中需肥量大，传统人工撒施不均匀，易造成局部肥害或缺肥。无人机播撒采用绞龙式振动下料，播撒均匀度达 95%以上，日作业面积 300-500 亩。

（三）应用效果

通过无人机全流程解决方案实施，亳州白术种植实现了显著经济效益。一是作业效率大幅提升，单机日作业面积相当于 20-30 个人工能完成的面积；二是用药用肥更加精准，农药使用量减少 25%，肥料利用率提升 30%；三是白术产量和品质明显改善，亩均增产约 15%，优质品率提升 20 个百分点；四是综合种植成本降低约 40%，亩均增收超过 800 元。无人机应用不仅解决中药材种植“用工难、用工贵”问题，更推动亳州中药材产业向标准化、智能化方向转型升级。

信息来源：《农业无人机行业白皮书 2025/2026》，农民日报社、大疆农业。

2.2 低空生产作业——无人机吊运

2.2.1 场景概述

我国山区面积约占国土面积的 2/3，丘陵山区耕地约占

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

全国耕地总面积的1/3。这意味着，占国土大半的山区丘陵地带，其农产品、竹木、农资的流通，长期受制于山高坡陡的天然阻隔，受困于日益紧缺的农村劳动力。传统运输方式成本居高不下，供需之间隔着一条难以逾越的“山路”。无人机吊运，以空中直线替代盘山绕行，不依赖道路、不占用土地、不破坏生态，精准切入这一结构性缺口。在农业植保场景完成装备验证与飞手储备之后，吊运是低空经济向丘陵山区自然延展出的第二条规模化赛道，也是当前低空经济发展初期最具商业化可行性的场景之一。在农林领域之外，无人机吊运正在向电力建设、交通基建、水利工程、应急抢险等工业作业领域加速渗透。电力线路架设与检修、桥梁施工物资运输、水利工程材料吊运、应急救灾物资投送等场景，同样面临“地形阻隔、人力难及”的共性痛点，无人机吊运正在成为破解这些工业作业难题的“空中利器”。

在农林作业领域，以福建省漳州市平和县吊运蜜柚为例，传统运输每斤运费约0.12元，而无人机吊运使每斤运费降至0.08元，单机日作业量15—20吨、相当于30名挑工，全县目前已有4000亩柚园采用无人机作业，实现了大规模商业化应用。再例如，湖北省宜昌市秭归县是著名的中国脐橙产区，柑橘种植面积40万亩，是当地最大的农业支柱产业。秭归地形以陡峭丘陵为主，传统采摘运输主要依靠人工肩挑背扛，单趟往返需20至30分钟，日均运力不足2吨。引入无人机吊运后，效率提升15至20倍，单台日运输量达25—

30 吨，综合运输成本降低 50%—70%，果品损耗率从 15%—25%降至 5%以下。目前秭归县农用无人机保有量超 1000 台，脐橙吊运普及率超 70%，年吊运脐橙超 60 万吨，每年为全县节约运输成本近亿元。

在工业作业领域，无人机吊运应用同样硕果累累。例如在电力建设方面，云南电网有限责任公司在 500 千伏禾甸输变电工程中完成 6 架重载无人机协同吊运，单次吊装 780 公斤杆塔主材，创下南网六机联吊实战应用新纪录[4]。在交通基建领域，广东狮子洋大桥创新使用重载无人机牵引先导索，7 分钟跨越 2.2 公里江面，将传统数小时的作业时间压缩至分钟级[5]。

表 2　无人机吊运“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	大载重无人机，例如，大疆 FC30、FC100 等运载专用机型，大疆 T70/T100 等农业无人机加装吊运套件等。
	作业装备	专用吊运套件（吊绳、脱钩器、称重模块）、货运货箱、智能装卸点、消摆控制系统等。
	关键技术	自主航线飞行与轨迹复演、RTK 厘米级定位、毫米波雷达与 AI 视觉识别协同、自动消摆、4G/5G 通信补盲、智能装卸点联动与自动返航等。
	行业分类	G56 航空运输业、A05 农、林、牧、渔专业及辅助性活动、E48 土木工程建筑业等。
	实现功能	解决山区、丘陵地区传统人工搬运和畜力运输效率低、成本高、劳动力短缺等长期痛点，实现物资从采伐/采摘点到集散点的空中直达运输；支撑电力建设、交通基建、水利工程等工业作业场景的物资运输与施工等。
四大环境	低空空域	一般为真高 120 米以下，审批流程较为顺畅。

[4] 信息来源：六机联吊 780 公斤！低空无人机刷新电网施工多项纪录，科技日报，2026 年 8 月 11 日。
[5] 信息来源：长空引线连双塔——狮子洋大桥创新使用无人机牵引先导索，跨越 2.2 公里江面作业仅耗时 7 分钟，金羊网，2026 年 7 月 1 日。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

要素	基础设施	山下起降场（硬化地面、仓储仓库、设备间、充电间，依托公路便于车辆转运）、山上起降点、激光雷达风速仪等微气象设施、智能装卸点等。
	政策法规	《农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作技术规范 第1部分：总则》（T/GXAS 788—2025）、《农用无人驾驶航空器山地吊运安全操作技术规范 第2部分：果蔬类吊运》（T/GXAS 789—2025）等标准。
	安全风险	主要风险为无人机坠落与吊物脱落。措施包括：动力冗余设计、飞行区域避让人员活动区与建筑物、严禁超载吊运和恶劣天气强行作业、严禁飞跃人群村庄、自动消摆降低吊物晃动、操作人员持证并熟练掌握应急处置等。

2.2.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“能飞”到“能吊”再到“精准吊运”。无人机吊运是“以用促研”路径的典型代表。山区丘陵场景对装备提出的考题极为苛刻：山高坡陡要求仿地飞行与抗风性能，吊挂作业要求重心控制与自动消摆，高频往返要求电池快换与机体结构可靠性，林间穿梭要求避障与精准悬停。如前所述，福建平和蜜柚多种植于45°以上的斜坡果园，传统车辆难以企及的山地占70%；湖北秭归地处鄂西山区，40万亩脐橙产业曾因山高坡陡面临运输难题。正是在这些“硬骨头”场景的倒逼下，无人机完成了从“能飞”到“能吊”、再到“能精准吊运并自动消摆”的迭代跃迁。在福建平和，无人机单趟运输时间从人工挑运的30分钟减至3分钟；在湖北秭归，无人机将85公斤脐橙从收货点吊运至300米外再返回，用时不到50秒。安全筛选同样严苛：吊物坠落风险高于一般飞行，场景以“严禁超载、严禁飞跃人群、恶劣天气停飞”的作业要求，对技术方案进行“证伪”式筛选，安全不达标的改装方案被直接淘汰出局。

价值创造轮——从“替代挑工”到“重构供应链”。吊运场景的商业价值验证路径极具启发性：其付费意愿并非来自政府补贴或概念热度，而直接源于农户一笔笔算得过来的经济账——平和柚农经测算发现无人机吊运每斤运费从0.12元降至0.08元，主动接受了无人机替代挑工；雅安竹农同样算清了这笔账：无人机运竹每吨成本较传统方式节省近40元。在工业领域，经济账同样清晰——惠州龙门供电局无人机吊装电杆，减少了对大型机械和开发临时道路的需求，直接降低运输道路成本40%以上[6]。这种“用户算得过账”的需求是价值创造轮最坚实的起点。在“应用—反馈—优化”的循环中，运营主体不断打磨单位经济模型：例如，雅安、沐川等产区培育专业飞手服务团队，提供第三方吊运服务；海南芒果产区以“采收季果品下山+淡季农资上山”的互补业务结构，实现全年约240天无绝对空档运营。更深层的价值跃升在于，无人机吊运正在重构供应链的组织方式——沐川构建起“资源开发—低空运输—精深加工”的全产业链条；雅安形成“科技种竹—高效运竹—增值卖竹”的良性循环；在工业作业领域，重载无人机的应用推动了施工组织方式的变革，多机联吊、智能空中调度等技术正在改变山区电网、水利工程等建设的施工流程。

2.2.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。场景直接催生运载无人机这一新品类。

[6] 信息来源：打开配网基建新方法：惠州供电首次实现无人机吊运组立电杆，新华网客户端，2025年12月22日。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

大疆 FC30、FC100 运载机型已取得适航证并实现批量交付，吊运套件、脱钩器、智能装卸点等配套装备同步形成细分市场。2026 年，大疆进一步发布旗舰级运载无人机 FC200，单机最大载重跃升至 200 千克，最大航程可达 36 千米，四机联吊时最大载重拓展至 600 千克。重载化成为明确的技术演进方向——在蜜柚吊运场景的规模化需求牵引下，漳州市依托清华大学团队研制载重 300 公斤的重载无人机，该机型已在喜马拉雅高海拔地区验证了载重与续航能力，目前产品已在西藏水利工程承接重载业务[7]。驼航科技“驼峰”1500H 重载无人机成功首飞，最大起飞重量 1.5 吨、有效载荷 700 公斤。从数十公斤级到数百公斤级乃至吨级吊运能力，从农林物资到工业建材，无人机吊运场景持续拓展，不断拉伸无人机的载重能力与适航审定边界，推动低空制造业在产品谱系与安全标准两个维度同步跃升。

牵引低空运营业。吊运与植保共用飞手与装备，场景叠加显著抬升了飞手的年收入与装备的年周转率。从湖北黄冈的竹子千万级订单落地，到海南三亚的芒果坡地吊运，无人机吊运正在不同地域、不同品类中快速复制，从试点验证迈入规模化应用阶段。与此同时，吊运场景积累的重载平台、自动消摆、精准投送等能力，正持续向电力架线、工程吊装、建材上山、应急物资投送等场景溢出，推动低空运营服务从单一农产品运输向多场景综合服务延伸。

[7] 信息来源：《福建省发展和改革委员会关于印发福建省低空经济九大场景典型案例的通知》（闽发改交通[2025]496 号）。

落下去，绿意新生。无人机吊运的产业价值不止于装备与服务的延伸，其更深层的意义在于对山区生产方式的系统性重塑——乡村中，它重构劳动力结构与资源利用方式；工业中，它变革施工模式与生态保护路径。从就业带动看，吊运场景催生了“飞手+砍伐+装卸+运输”的完整作业链条，将低空技术岗位下沉至村镇。一批批外出务工青年看到低空经济的发展机遇后选择回归，飞手这一新兴职业正在成为山区年轻人“家门口就业”的新选择。在福建平和，蜜柚吊运催生了一支890多名持证飞手的运营队伍；在四川沐川，以竹材吊运为主业的乐山空投科技发展有限公司于2025年6月落户沐川，一年时间已培育本地持证飞手28名，带动砍伐、装卸、运维等岗位近2000人就业。从经济效益看，仍以竹林为例，无人机吊运让曾经“砍得出、运不出”的沉睡竹林变成“绿色银行”。四川兴文，55万亩竹林中，大片竹林因运输困难数十年无人问津，竹工队成立后，当年净增竹材10万吨、经济效益增加5000万元以上；四川沐川，新增竹林利用面积15万亩，直接产值超2亿元，助农增收近9000万元。竹子从“运不出”到“运得值”，无人机吊运正在将丘陵山区的生态资源转化为可量化、可分配的经济收益，为乡村产业振兴注入可复制的低空动力。同样的逻辑也在工业领域延伸，云南电网有限责任公司秉持“不修路、少砍树”的建设思路，依靠低空智能装备走出绿色机械化施工新路，山林地表扰动减少超9成；四川雅江电网输电建设中，无人机吊运

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

建材彻底免去了砍伐树木、开山修路以及后续生态复绿的繁复环节。“以空代地”的作业模式，正在将科技力量与绿色发展理念深度融合，在广袤的国土上书写“绿水青山就是金山银山”的低空答卷。

2.2.4 挑战与建议

主要挑战：起降场地多为临时简易布设，充电换电设施覆盖率不足；偏远林区通信信号与气象感知存在盲区；大载重、长航时无人机续航能力与电池循环寿命仍是技术瓶颈，单次作业时长受限；专业吊运飞手供给不足，兼具山区作业经验和应急处置能力的复合型人才稀缺；山区地形复杂、气象多变，吊物坠落安全风险高于一般飞行，行业安全管理规范尚不完善；工业作业场景对载重能力、定位精度、多机协同等技术要求更高，相关作业标准和适航审定体系尚处建设初期。

发展建议：推动基础设施建设，将起降场、充换电设施纳入乡村基础设施统一规划，补齐偏远山区通信导航与微气象监测短板；持续提升大载重无人机续航能力和环境适应性，完善吊运套件的标准化设计；建立“理论+模拟+实操+山区特训”的分级培训体系，将吊运飞手纳入农机职业技能培训范围；完善吊运作业安全规范与应急处置标准，建立行业安全信用档案，以标准化作业降低事故风险；加快制定重载无人机多机协同、高空精准投送等专项作业标准，推动适航审定体系与工业、应急救援等场景需求对接。

三、海南省三亚市：芒果吊运无人机应用解决方案

（一）产业背景

海南是我国重要热带水果产区，芒果种植面积约 103 万亩，年产量约 90 万吨，居全国第三。三亚、乐东、东方、昌江等六市县是芒果核心产区，其中三亚芒果面积占全省 37.46%，产量超 50%。主要品种包括台农 1 号（小台芒）、金煌芒、贵妃芒等，产品远销全国及海外市场。

海南芒果种植区以丘陵坡地为主，全省 103 万亩芒果种植地块中，约 65%的果园位于坡度大于 15°的坡地。传统采收运输方式主要依靠人工肩挑背扛，面临成本高昂、效率低下、安全风险大等突出问题。传统人工成本约 200-220 元/人/天，人工单趟往返需 20-30 分钟，日均运力不足 2 吨。陡坡区域人工作业极度危险，甚至无法开展。

（二）无人机吊运方案

大疆 T70 农业无人机在芒果吊运中展现出卓越性能。芒果采收期集中在 11 月至次年 6 月，占全年作业量 80%以上。旺季期间，无人机可实现单机日均吊运 8-12 吨，效率是人工数十倍。

全年吊运时序：海南芒果全年作业约 240 天，呈现明显双高峰特征。11 月至次年 6 月为采收高峰期，占全年 80%以上作业量，单日吊运需求高峰可达 15-20 吨/团队。7-10 月为低峰期，主要进行农资、肥料、基建物料上山运输。全年无绝对空档期，业务节奏清晰互补。

（三）经济效益对比

无人机吊运方案在海南芒果产区的应用，彻底改变传统采收运输方式。在 15°-25°中坡地区，无人机大幅提升作业效率，降低人力成本；在≥25°陡坡地区，无人机更是完成作业的唯一可行方案。据测算，采用无人机吊运后，芒果采收运输综合成本降低 50%-70%，损耗率从 15%-25%降至 5%以下，有效保障果农经济收益。

信息来源：《农业无人机行业白皮书 2025/2026》（农民日报社、大疆农业联合编写）

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

四、四川省乐山市沐川县：无人机破解竹材下山难题

（一）基本情况

四川省乐山市沐川县竹林资源丰富，然而，由于地处偏僻、道路崎岖，大量成材竹子长期面临“下山难、变现慢”的窘境。传统的山沟滑运或纯人工搬运方式，不仅效率低、耗时费力，在复杂山地中还存在诸多安全风险。如今，这一难题迎来了创新的解决方案。在竹材采伐现场，飞手们稳健操控，无人机平稳升起，将三四米长重达百余斤的成捆竹子从山坡竹林直接吊运至公路旁的转运点，整个过程仅需两分钟。

（二）主要做法

乐山空投科技发展有限公司是沐川竹材吊运的主要运营主体，立足沐川“中国竹子之乡”的生态禀赋与山区地形特征，公司围绕竹林资源，已与全县 10 余个乡镇签订合作协议，构建起稳定的合作网络，累计签约运输业务 8 万吨。

在竹材采伐与集运环节，公司引入大疆 T100、T100S 等大载重无人机，单次可承载 80 公斤以上竹材，单机日吊运量超 10 吨，借助无人机垂直起降、灵活穿梭的优势，成功破解陡坡、深山、道路不通等地形限制，作业效率较传统人工提升约 30 倍。

在智慧管护方面，无人机搭载高清镜头、多光谱相机与激光雷达，可开展竹林长势调查、病虫害预警、森林防火巡查、非法采伐识别等全覆盖巡护与监测。

在运营模式上，公司探索“低空经济+国有企业+强村公司”的协同机制，让林农、村集体、企业共享发展红利。对林农：一方面，通过无人机降低采伐、管护的劳动强度，减少人工成本投入，实现降本增收；另一方面，无人机作业快速高效，可使县域内竹材原料供应增加、收购效率提升，带动林农直接增收。对村集体：企业与村集体合作成立运营主体，既盘活了当地闲置竹林资源，又激活了农村闲散劳动力，实现生态效益与经济效益双赢。此外，村集体还通过货物入股、项目分红等方式增加经济收入，为乡村基础设施建设提供资金支持。对企业：依托产业协同需求，拓展无人机吊运、技术服务、设备租赁

等多元业务，形成稳定的市场需求，同时借助政策支持扩大规模，实现可持续发展。

（三）取得成效

效率与安全双提升经济账清晰可见。无人机运输的优势首先体现在效率的显著飞跃。以一片直线距离 300 米、实际山路蜿蜒约 1.5 公里的竹林为例：倘若采用人工搬运，一名工人一次肩扛一捆近百斤的竹子下山需三四十分钟；若组织十名工人完成 200 吨运输量，预计耗时近三个月。而改用无人机吊运，单次可承载上百斤的竹材，按每日作业 8 小时，预计一个月内即可完成同样任务。综合测算，无人机运输每吨竹材的成本还可节约二三十元，经济效益明显。

从往日的“肩扛手抬”到如今的“云端运输”，无人机技术正在深刻重塑山区林产品的物流体系。这条翻越山涧、联通内外的“低空走廊”，不仅高效运出了曾经“沉睡”的山林资源，更运来了产业发展的新思路与农民增收的新希望。

信息来源：沐川新闻网、乐山空投科技发展有限公司

五、藏粤直流工程西藏段：国内首次 4000 米以上高原电力物资无人机规模化吊运

（一）基本情况

藏东南至粤港澳大湾区 ±800 千伏特高压直流输电工程（简称“藏粤直流工程”）西藏段包 1 项目位于西藏昌都，平均海拔约 4500 米，由国网湖南送变电公司负责主体施工，南方电网通用航空服务有限公司承担空中运输保障任务。昌都地处怒江、澜沧江、金沙江三江交汇核心区，生态敏感度高，电力建设面临极为严格的环保水保监管要求。高原空气含氧量低、地形陡峭，传统索道架设需依靠人力将横梁、钢管等材料搬运至桩位，劳动强度极大、作业效率偏低。施工区域岩体坚硬，空压机等重型施工设备难以进场，严重制约工程开工建设。

2026 年，该项目完成国内首次海拔 4000 米以上区域电力物资无人机规模化吊运作业，是南方电网与国家电网首次在超高海拔电力工程低空领域开展深度协同攻坚。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

无人机吊运场景案例
（二）主要做法 项目团队创新构建“单机运量+多机重载”无人机协同吊运体系。南网通航公司与国网湖南送变电公司高效协同、双线作业，在地面索道架设的同时，依托重载无人机转运各类电力物资与施工机具，大幅提升施工效率、减少人工投入。 多项高原实测作业数据成效显著：单机吊运在海拔4400米工况下单日最大物资吊运量达9吨；双机联吊于海拔4963米区域顺利完成120公斤索道横梁吊运作业；四机联吊在海拔4751米、1.3公里运距条件下成功实现215公斤施工设备精准吊运。 （三）取得成效 截至目前（发稿时间2026年7月2日），项目无人机累计吊运物资376吨，施工进度稳步推进。此次两大电网跨体制、跨区域协同施工，是央企联动攻坚重大能源工程的生动实践。项目依托低空智能装备替代传统人工作业，在高海拔、高敏感生态区域打造出绿色智能施工新模式，标志着电力低空技术正式从试验阶段迈入规模化工程应用阶段。此次高原施工创新实践，有效攻克超高海拔电网建设难题，形成可借鉴的智能建造标杆，为国家绿色能源通道建设赋能助力。 信息来源：南网通航官方公众号

2.3 低空巡查巡检

2.3.1 场景概述

巡查巡检场景，是指利用搭载可见光、红外热成像、激光雷达、气体检测等载荷的无人机，对轨道交通、高速公路、电网电力、油气管网、供热管网、航道等基础设施开展常态化空中巡查，替代人工完成隐患排查、病害识别与事件处置的低空经济场景。这些基础设施的共同特征是“点多、线长、面广”，人工巡查存在覆盖有限、盲区众多、风险突出、发

现滞后等固有短板。无人机以其空中视角、快速机动与多维感知的天然优势，正在重构基础设施运维的技术范式。目前，该场景已在多个领域实现规模化落地。

轨道交通领域。例如，在广东省深圳市，深圳地铁 60 台“空中安全员”上岗，16 号线每天 5 台无人机每隔 3 小时从 5 座无人机机场起飞，半小时覆盖 29 公里安保区，巡查效率是传统人工的 6 倍，可替代 95%的人工检查。在山东省青岛市，青岛地铁在 4 号线布设 4 处无人值守机场覆盖 20 公里线路，原人工 4 小时的巡查任务无人机 0.5 小时即可完成。

高速公路领域。例如，在江苏省，江苏航空产业集团有限责任公司针对市面装备无法满足高速特定场景要求的现实，自主研发 7 款无人机装备、3 个系统平台、30 多种算法，覆盖养护巡查、营运保畅、建设巡查、应急响应全场景。目前，该体系已推广至京沪高速、东部高速、泰州大桥全线、宿淮盐高速等多个路段，实现常态化、规模化巡检与养护，2026 年以来覆盖高速里程 705 公里。在福建省，省道 503 东山县段是高盐高湿、台风侵蚀频发区域，沿线高陡边坡众多，传统人工巡检难度大、风险高。东山县部署多套无人机固定机场，构建公路智能巡查网络，结合 AI 智能分析技术，实时监测边坡裂缝、岩体松动及塌方滑坡风险，实现自动预警与多机协同响应。项目实施后，巡查效率较人工提升 3 至 5 倍，隐患发现率提高 90%，救援响应时间缩短 50%。

电网电力领域。国家电网有限公司（简称“国家电网”）

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2013 年起开展低空航空器和人工协同巡检试点工作，截至 2025 年底，国家电网已配置多旋翼无人机 3 万余架、中大型无人机 500 余架、固定翼无人机 190 余架、直升机 35 架，220 千伏及以上适航区线路无人机自主巡检覆盖率已达 100%，110 千伏及以上适航区线路自主巡检覆盖率超 80%。

油气管网领域。中国石油化工集团有限公司（简称“中国石化”）2018 年开始采用无人机巡检，包括酸气集输管道、集输干线、电力线路等巡检，2024 年巡检里程 87.7 万公里、飞行时间超过 26 万小时；2025 年中国石化胜利油田建设自动化无人机平台 103 座，巡检范围覆盖 6800 平方公里，异常响应时间从小时级压缩至分钟级，巡检效率整体提升 3 倍以上。

供热管网领域。以山东省济南市为例，济南低空经济发展集团有限公司由济南能源集团牵头组建，该公司使用搭载可见光、红外热成像、甲烷检测载荷的无人机对全市热力、燃气市政管道及长输管线开展常态化空中巡检，截至 2026 年 7 月，累计巡检里程约 59600 公里、飞行约 1965 小时；在实际效能上，无人机巡检效率较传统人工提升 5—8 倍，现场巡检人力需求减少 60%—70%，供热管网故障导致的供热中断时长降低 70%—80%，管线整体维护成本降低超 80%。

航道领域。长江航道局将无人机应用作为航道治理现代化核心抓手，统筹装备、飞手、机巢一体化布局，完成从局部试点向长江干线全域规模化应用跨越。目前，全局 14 家航

道单位配齐各类无人机 170 余台，建成投用标准化无人机巢 34 座，培育持证专业飞手 50 余人，其中超视距驾驶员 36 名，专业飞行队伍全面覆盖长江上中下游重点航段；2026 年上半年，全线无人机累计巡检时长突破 1582 小时，单架无人机月均飞行 2.2 小时、执行 6 架次巡检任务，整体巡检效率较传统船舶巡航提升 50%以上[8]，航道数据采集覆盖面、应急响应速度实现跨越式提升。

表 3　低空巡查巡检“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	以工业级多旋翼无人机为主力，长距离场景配置垂直起降复合翼；高速公路场景使用自动换电机库无人机；智慧路灯（路灯顶部加装无人机机巢）等。
	作业装备	高清光电吊舱、红外热成像设备、激光甲烷气体检测设备、激光雷达、机载 LED 显示屏等模块化载荷。
	关键技术	全自主飞行控制与智能航线规划、北斗高精度定位与避障、AI 图像识别（病害、隐患、违规施工、车流事件）、SLAM 技术（如 GNSS 拒止环境下的桥涵隧道巡检）、三维数字孪生、低空微气象服务、集群控制、空地协同调度等。
	行业分类	G54 道路运输业、G57 管道运输业、D44 电力热力生产和供应业、D45 燃气生产和供应业等。
	实现功能	替代人工完成高速公路、轨道交通、油气管网、供热管网、电力线路等基础设施的户外高风险巡检作业，实现从“人工徒步巡查、肉眼识别、手写记录”向“空中自动巡航、AI 智能识别、数据实时回传、问题闭环处置”的数字化转型。同时，依托三维数字孪生底座对病害发展趋势进行超前预警，推动基础设施运维模式从“故障修”向“状态修”转变。
四大环境要素	低空空域	一般真高 300 米以下。高速公路主航线距公路水平投影边缘 80 米、垂直高度 120 米。部分场景跨区域无统一连片常态化空域，分段申报流程较繁琐。
	基础设施	无人机机库、充换电设施、4G/5G 通信网络、沿线微型气象站、低空调度平台等。

[8] 信息来源：“空中尖兵”尽览航道——长江航道局推动无人机巡检规模化应用，中国交通报，2026 年 8 月 19 日。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	政策法规	部分领域可申请专项债资金用于场景建设。2026 年 2 月交通运输部印发《低空无人机应用公路桥梁巡检技术指南（试行）》，适用于各类型公路桥梁的低空无人机巡检；行业层面，国网福建电力牵头 IEEE 国际标准《用于架空电力线路架设的无人机展放导引绳装置验证标准》等。
	安全风险	涉密数据泄露、碰撞建筑树木、地面人员闯入等。管控措施包括巡检数据加密存储与分级权限管控、分片区划定临时空域与航线、避开人员密集区、三级安全责任体系、飞手持证上岗、应急预案定期演练等。

2.3.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“人巡”到“机巡”再到“智巡”。巡查巡检场景的技术验证呈现鲜明的“以用促研”特征，且验证强度远超一般场景：高速公路车流量大、电磁环境复杂，桥梁箱梁、隧道涵洞内部卫星信号完全屏蔽，长输管线穿越荒郊野外通信薄弱——这些极端工况构成了技术路线的“试金石”。在电网巡检场景中，偏远山区、荒漠地带长期存在通信网络覆盖盲区，无人机超视距飞行面临“飞得出去、数据回不来”的困局。为破解这一难题，云南电网有限责任公司积极探索，先后研发“AI 识别自主飞行”和“星基移动站+信号中继”两项核心技术。无人机不再依赖地面通信链路，而是通过机载智能决策系统完成自主航线飞行与数据本地存储；同时，中继技术使无人机在数千米外的无信号区域仍可实现数据和图像实时回传，有效破解了信号盲区覆盖问题。场景的刚性需求倒逼技术路线升级，正是场景“以用促研”逻辑的典型体现。

价值创造轮——从“替代人眼”到“数据资产”。巡查巡检场景与前沿技术的深度融合，催生了全新的基础设施运

维模式，实现了从“替代人眼”到“数据资产”的价值跃升。在高速公路领域，江苏航产集团将 AI 图像识别算法嵌入巡检作业流，无人机实时采集的路面病害、交通事件数据经云端 AI 分析后自动生成结构化巡检报告，推动养护决策从“经验判断”走向“数据驱动”。在此基础上，依托三维数字孪生底座对病害发展趋势进行超前预警，运维模式从“故障修”转向“状态修”。在城市管网领域，济南低空集团融合可见光、红外热成像、激光甲烷检测等多源数据，实现对热力、燃气管道泄漏隐患的早期预警与精确定位，将城市生命线安全监测从被动响应提升为主动预防。燃气“到访不遇”这一长期困扰行业的难题被空中巡检创造性破解，单季度完成 15000 余户室内燃气巡检，开辟了新的收费场景。三维实景模型、巡查巡检数据库等数据资产在积累中不断增值，已开始具备向保险、设计、施工等第三方输出的潜力。场景反哺技术、技术升级场景的正反馈循环在巡查巡检中已初步形成。

2.3.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。催生出 SLAM 无人机[9]、飞行锥桶等特种装备谱系，拉动红外热像仪、激光甲烷检测仪、光电吊舱等任务载荷制造；高能量密度低温电芯、机载智能云盒等核心部件在场景需求牵引下实现定向突破。

牵引低空运营业。培育出覆盖高速、地铁、管网、电网的专业化巡检运营主体，形成“按公里计费”“按年度框架

[9] SLAM 无人机，搭载了 SLAM（Simultaneous Localization and Mapping，即时定位与地图构建）技术的无人机。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

协议采购”等模式的成熟服务市场。

牵引低空基建与信息服务业。机库、自动机场、沿线微气象站、低空通信补盲、数字孪生底座等新型基础设施随场景规模化而加速建设。值得注意的是，路灯杆作为城市中分布最广的基础设施节点，其顶部空间具备供电、通信、高度等天然优势，将其改造为无人机起降“机巢”，为低空基础设施“共建共享”提供了低成本、可复制的建设范式。在山东省青岛市，无人机就是从路灯顶部的“机巢”起飞，沿既定路线执行路灯巡检任务，并通过与城市照明智慧运营平台无缝对接，实时推送报警信息，形成“智能识别”与“快速响应”的自动化处置闭环。

牵引低空配套业。催生飞手专项培训、保险理赔等服务业态，带动 AI 算法训练与数据标注产业发展，以国网安徽电力“玄视”视觉大模型为例，该模型年处理巡检图片 1503 万张，协助完成线路巡视与数字化验收。

“走出去”，海外输出。中国巡查巡检场景的产业牵引力已跨越国界。中国南方电网有限责任公司通过“空天地”一体化巡检体系输出，帮助老挝主网运维质量升级，2025 年线路跳闸率同比下降 33.3%，大面积停电次数归零[10]。国网福建省电力有限公司参与无人机电力巡检国际标准制定，牵头 IEEE 国际标准《用于架空电力线路架设的无人机展放导引绳装置验证标准》。中国巡检场景的经验与装备正沿着“一带

[10] 信息来源：首届老中电力技术论坛在老挝纳塞通变电站举办，中国新闻网，2025 年 9 月 18 日。

一路”延伸，成为低空经济全球输出的先行军。

巡查巡检场景的深层启示在于：基础设施运维是一个规模庞大、支出刚性的存量市场，无人机具有“成本更低、覆盖更全、发现更早”的比较优势，客户无需重新评估“是否需要这项服务”，只需选择“用无人机替代”即可形成付费闭环——这正是其率先跨越第二次“死亡之谷”的原因，也为其他低空场景选择商业化切入点提供了参照系。

同时需特别关注的是，在巡查巡检这类场景中，安全底座已不再仅仅是企业层面的数据加密与权限管理，而是上升为国家安全的战略防线。电网铁塔的精确坐标、油气管线的巡检周期等数据都关乎国家安全。安全从来不是发展的成本，而是发展本身得以持续的底线，这是低空巡查巡检场景必须坚守的根本原则。

2.3.4 挑战与建议

主要挑战：空域审批流程较复杂，主要因为跨区县长输管线、跨市域高速公路等缺少统一连片的常态化作业空域，分段申报流程较繁琐；工业级巡检无人机及检测载荷前期投入金额高，叠加人力等持续运营成本，资金回收周期偏长；夜间飞行航线获批困难，无法满足全天候巡检需求；全国层面尚无统一的低空巡查巡检服务收费标准，行业标准体系尚不完善；通信导航监视设施在偏远管线、跨江大桥等区域仍存在覆盖盲区。

发展建议：针对跨区县长输管线、高速公路等划定专属

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

常态化作业空域，探索实行一次性集中报备，简化跨区域联合巡检的审批流程；将巡查巡检起降、通信、充电设施纳入城市基建统一规划，补齐郊外等管线沿线配套短板；完善低空巡查巡检制度保障，逐步实现统一作业、定价、数据保密、保险理赔等标准；推动巡检数据资产的确权与流通，探索向保险、设计、施工等第三方输出数据增值服务的商业模式。

无人机巡查巡检场景案例

六、江苏航空产业集团有限责任公司：高速公路无人机巡检

（一）基本情况

江苏航空产业集团有限责任公司为江苏交通控股有限公司全资子公司，针对市面通用机型无法满足高速公路长距离、连续化、无人化巡检等要求，转向自主研发多谱系无人机装备，覆盖养护巡查、营运保畅、建设巡查、应急响应全场景。

（二）主要做法

研发自动换电机库无人机（载荷作业续航 70 分钟、最高速度 100 公里/小时、机库 3 分钟快速换电）、氢动力巡检无人机（-30℃低温稳定输出）、SLAM 无人机（GNSS 拒止环境定位误差≤50 厘米）、飞行锥桶等特种装备。

建立“飞行安全监管+空域协同+高速公路业务”三大平台，搭建“端—边—云”一体化体系，，实现设备接入到业务交付全链路集成。建立一网统调、一路统飞的管理体系，目前已与扬州、淮安、宿迁、徐州、南通五个设区市交警支队签订三方协议。

养护巡查类场景。覆盖全线路基边坡、桥梁、互通、涵洞、配套设施等，开展日常巡查、经常巡查、夜间巡查、专项巡查，重点排查路基边坡病害、桥梁结构隐患、交安设施损坏等问题。

营运保畅类场景。覆盖高速路段及重点节点（如互通枢纽、服务区、收费站），实时监测交通流量、通行状况，及时发现交通事故、道路拥堵等异常情况，辅助开展事故快处快撤、交通疏导。

应急响应类场景。贯穿应急侦测、应急决策、应急指挥、应急抢通、应急保障全过程无人机应用，融入卫星 INSAR、无人机、地面监测设备，建立“空天地”一体化监测体系，形成“全局观测—快速响应—效果评估”的应急处置综合方案。

建设巡查类场景。覆盖设施安全、消防安全、安全防护、工程进度、进度资料存档、现场环境巡查，提高建设质量和安全。

（三）取得成效

2026 年至今，累计飞行 4177 架次、里程 46070 公里、时长 1740.4 小时，覆盖高速里程 705 公里。边坡巡查效率提升 20 倍，互通枢纽巡查效率提升 10 倍，无人机较地面力量平均早到达 8 分钟，事件主动发现率从 60%提升至 90%，事故快处快撤时间平均保持在 5 分钟内，事件处置时间平均缩短 60%。江苏高速模式已向新疆、甘肃、山东、山西、辽宁等省份输出，海外企业已就铁路养护巡查前来调研对接。

信息来源：江苏航空产业集团有限责任公司

七、济南低空经济发展集团有限公司：城市生命线智慧巡检

（一）基本情况

济南低空经济发展集团成立于 2024 年 9 月 26 日，注册资本 5 亿元，由济南能源集团牵头组建，为市属国有全资企业，核心职责是统筹济南市低空经济产业发展。集团使用搭载可见光、红外热成像、激光甲烷检测等载荷的无人机，对全市热力、燃气市政管道及跨区县长输管线开展常态化空中巡检。

（二）主要做法

规划 81 条燃气市政管线、130 余条热力管线巡检航线，覆盖 162 个小区燃气入户巡检，同步完成 200 余公里长输管线常态化巡检。配备大疆 M4T、M4E、M4TD、M400 多旋翼无人机及纵横 CW-15V 垂直起降无人机共 135 台，建成 130 余处固定起降点，依托济南低空政务飞行管理系统统筹空域。巡检作业分燃气到访不遇、燃气市政管道、热力市政管网、长输管线四类场景，分别划定临时空域及航线，明确飞行高度与范围，避开人员密集区与敏感设施。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

在技术应用层面，无人机搭载高清可见光、红外热成像、激光甲烷气体检测设备，依托济南低空政务飞行管理系统、标准化空域规划技术、高清影像 AI 识别技术及热力燃气泄漏检测技术，实现管线腐蚀、泄漏、破损隐患的快速识别。在安全管控层面，集团设立安全管理部门，配备专职安全员，建立“公司—部门—班组”三级安全责任体系；全部飞手持证上岗，航空器定期维保检测；制定“两方案一清单”及《飞行事故应急预案》并定期演练；巡检数据实施加密存储、分级权限管控。

在商业模式层面，集团以年度运维框架协议和单次项目合同相结合的方式承接热力、燃气年度巡检业务，按单次巡检作业时长、燃气入户巡检户数、热力长输管线里程三类标准计费。

（三）取得成效

截至目前，累计巡检里程约 59600 公里、飞行约 1965 小时。燃气到访不遇飞行累计 7560 公里，覆盖全市 162 个小区，单季度完成 15000 余户室内燃气巡检；燃气市政管网巡检累计 1849 公里，热力巡检累计 21000 公里。

每日可完成 300 多公里巡检任务，全域排查周期缩短至 2—3 天，巡检效率较传统人工提升 5—8 倍，现场巡检人力需求减少 60%—70%，年节省人力成本 40—50 万元，管线整体维护成本降低超 80%，供热中断时长降低 70%—80%。

该场景已形成完整的运营实践，可作为市政低空巡检场地建设、飞行安全、影像数据保密地方标准的实操案例，模式通用性强，可复制至各地市热力、燃气管网等运维行业。

信息来源：济南低空经济发展集团有限公司

八、云南电网有限责任公司：低空巡检筑牢高原电网安全屏障

（一）基本情况

云南电网有限责任公司（简称“云南电网公司”）从 2014 年以 1 架巡检无人机探索起步，历经十余年实践验证，逐步构建起覆盖电网巡检、设备检修、应急救灾等全场景的低空作业体系，目前拥有 4900

余架无人机、4600 余名持证飞手、452 套智能机巢，年巡检里程超 45 万公里，累计完成 21.5 万公里配网线路及 9.7 万公里输电线路的 3D 建模工作。一组组数据背后，是一场从“人巡铁塔”到“数智飞行”的技术深刻变革，是高原电力生产方式与安全管理模式的系统性重塑，为复杂地理环境下新型电力系统运维提供了可复制、可推广的成熟经验。

（二）主要做法

1、日常巡检：变“徒步巡检”为“自动飞行”

传统电网运维和应急抢修主要靠人工，不仅工作量大、作业风险高，效率也极低。利用无人机搭载高清摄像头和激光建模规划自动飞行航线，实现从人工徒步查线到自动飞行巡检的转变。攻克“双无信号区域”自动飞行技术难题，形成全自动巡检能力。在全省部署 452 套智能机巢，实现无人机飞行任务远程调度。

2、电力检修：变“人工作业”为“智能操作”

聚焦电力设备检修长期面临高空作业风险高、停电检修影响大等问题，无人机还实现了从“天眼”升级为“巧手”。云南电网公司在 500 千伏输电线路上成功试点应用“无人机+导地线修补机器人”，远程操控机器人处置导地线断股、散股问题。针对电力设备线夹内部结构无法肉眼检测难题，在曲靖、玉溪等地创新应用“无人机+X 光探伤”技术，通过给设备“做 CT”精准发现潜在隐患。在大理、红河等地电力线路成熟应用“无人机+水冲洗”装置，可替代人工登塔完成污秽绝缘子清扫等作业。在大理 500 千伏新坪甲线运用喷火无人机技术，实现带电导地线可燃异物不停电清除作业。

3、应急勘灾：变“人抢腿跑”为“空中突进”

云南山区自然灾害频发，道路和通信中断后传统抢修力量无法快速抵达现场，严重影响复电救援效率，无人机又化身“空中突击队”，快速抵达现场提供照明、投送物资、勘察灾情。将无人机搭载照明装置快速部署至抢险救灾、灾民安置等现场定点悬停，单机可提供 1 个足球场大小的照明覆盖面，为政府救援和灾民安置提供应急照明保障。在地震、山洪、泥石流灾害中，使用无人机开展空中勘灾，排查

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

电网设备损毁及受灾区域、路基塌方等情况，实时回传勘灾音视频，为救灾指挥和救援抢修提供决策信息支撑。

（三）取得成效

1、巡检质效全面提升

相较于传统人工电力巡检，无人机单机每日可巡检约15—20基铁塔，效率为人工的2—3倍；通道巡检使用垂直起降固定翼无人机，单架次可覆盖超80公里，巡检效率提高近5倍。在网格化联合巡检示范区内，巡检耗时缩短49%，缺陷发现率提升7%，隐患发现率增长46%。成本方面，500千伏线路人巡综合成本约1.2万—1.6万元/公里/年，采用无人机协同巡检后综合运维成本下降约20%。

2、作业风险大幅降低

传统人工巡检需运维人员徒步翻山涉水、攀爬杆塔开展作业，不仅作业强度极大，高海拔、偏远地段巡检人身安全管控难度大、风险高，且面临坠落摔伤、蛇虫侵扰、极端天气等多重安全隐患。无人机自主化、标准化、精细化、智能化实施电力巡检运维，全年可减少人员高山徒步巡检里程超32万公里、减少登塔高空作业6万余人次，偏远山区、高海拔区域人工作业量降幅达75%以上，从根本上降低作业安全风险。

3、应急保障显著增强

依托低空电力巡检灵活机动、快速响应、全域覆盖的优势，自然灾害发生后，无人机能够快速抵达现场排查输电线路、杆塔设备、供电通道受损情况。智能机巢应急出动响应时间由1小时压缩至5分钟，全域灾情勘查时间由4—6小时缩短至1小时以内，摸排效率提升70%以上，为电网应急指挥、抢修方案制定、物资人员调配提供数据支撑，加快电网恢复供电速度。常态化开展低空巡查，可提前排查整治线路通道隐患，有效提升电网防灾减灾、应急处置和可靠供电保障能力，为全省电力安全平稳保供筑牢坚实屏障。

信息来源：云南省发展和改革委员会

2.4 低空运输——低空货运

2.4.1 场景概述

低空货运是指以低空航空器为载运工具，将货物从始发站运输并交付至目的站的过程。在可以预见的未来，该场景有望成为低空经济中市场规模最大、商业化进程最快的领域。大湾区日均近 3 万件快递经由无人机配送，低空物流产业集群初具规模。放眼全国，据国家邮政局数据，2025 年邮政行业应用无人机已超 450 架，年运输业务量近 400 万件。低空货运正从区域试点走向全国规模化应用。

在展开关于低空货运的讨论之前，有必要先厘清低空货运与前一节“低空生产作业——无人机吊运”之间的区别与联系。两者虽同属物资运输范畴，但存在显著差异。**其一，作业逻辑不同。**无人机吊运以“点对点”短途垂直运输为主，服务于山区、林区等特定地形下的农林物资运输以及工业作业现场物资供给，作业半径通常在数公里以内；而低空货运则聚焦于构建系统性的物流配送网络，涵盖从干线运输到末端配送的完整物流链条，作业半径从城市内部的数公里延伸至跨省、跨海峡的数百乃至上千公里。**其二，服务对象不同。**无人机吊运的主要客户为农户、林场、合作社、施工企业等生产性主体；低空货运则面向物流企业、电商平台、生产企业及终端消费者，服务范围更为多元。**其三，价值定位不同。**无人机吊运旨在解决“地形阻隔”带来的可达性问题，以突破地理障碍为核心；低空货运则聚焦于“时效与成本”优化，以提升流通效率为根本目标。二者相辅相成，共同支撑起从

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

“最后一公里”到“干线通道”的多层次物资流通网络。**其四，载具范围不同。**无人机吊运的载具限定为无人机；低空货运则不仅涵盖无人机，还包括直升机、固定翼等有人驾驶航空器。

参照交通运输行业标准《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022），低空货运可分为三个层级:

干线低空货运，是指使用低空航空器在干线航线开展的物流活动。这一层级连接区域枢纽与核心城市，承担长距离、大批量的货物运输任务，作业半径通常达数百至上千公里。例如，2025 年 2 月，满载新鲜榆林羊肉的大型固定翼无人机 FP-98“狮子座”从榆阳马合通用机场起飞，2 小时 47 分后抵达西安蓝田通用机场；2025 年 10 月，京东物流股份有限公司在四川完成干支线低空物流验证测试飞行，一架大型四发民用无人机从成都淮州机场起飞，载运阳澄湖大闸蟹飞抵达州河市机场，全程约 1.5 小时，较陆路运输节省一半以上时间；2026 年 4 月，天域航通科技有限公司研发的“鸿雁”（HY100）大型固定翼无人机从大连起飞，2 小时 15 分钟后飞抵青岛，全程近 400 公里，将原本需绕行 1300 公里、耗时 5 至 10 小时的跨渤海运输直接压缩至约 2 小时。

支线低空物流，是指使用低空航空器在支线航线开展的物流活动。这一层级连接区域枢纽与中小城市，承担中距离、中等批量的货物运输任务，作业半径通常在数百公里以内，是打通“干线到末端”的关键中间环节。例如，2025 年 1 月，

中国航空工业集团有限公司自主研制的 HH-100 航空商用无人运输系统在陕西榆林地区启动支线物流示范运行，执飞靖边至神木的物流航线，运送货邮物资，探索无人航空支线物流运输商业模式和货物接驳流程；2026 年，成都交投航空投资集团有限公司开通成都—重庆、成都—南充等首批低空支线物流航线，淮州机场至重庆、南充的低空支线物流航线已累计执飞 24 个航班，打通城际低空物流通道，目前该航线使用 KODIAK 100（大棕熊）[11]飞机执飞。

低空末端物流，使用低空航空器（无人机为主）在配送站到配送站、配送站到接驳点之间开展的短距离的物流活动。相较干线低空货运、支线低空物流，低空末端物流已实现城市即时配送、水上即时配送、海岛物资配送、山区物资配送、景区物资运输等多个细分场景的规模化落地。

——**城市即时配送**是目前市场规模最大、频次最高的场景。城市即时配送赛道，北京三快在线科技有限公司（美团无人机）率先跑通。截至 2025 年底，美团无人机已在深圳、上海、北京、广州、香港、迪拜等城市开通 70 条航线，累计完成商业订单超 78 万笔。

——**水上即时配送**是末端物流中独具特色的场景。例如在长江流域，2024 年，江苏长江汇科技有限公司开发的“汇闪送”平台开始利用无人机常态化给停靠在长江锚地的船舶送货，打通长江物流配送“最后一公里”；2025 年 8 月，

[11] KODIAK 100（大棕熊）是一款单发涡桨、10 座级多用途通用飞机，以超短距起降、高可靠性和适应恶劣场地著称，广泛用于货运、救援、跳伞、通勤及水陆两栖作业。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

“汇闪送 2.0”上线，实现对航行中船舶的“不停航配送”；2025 年全年，“汇闪送”累计飞行超 5.5 万架次，飞行里程约 23 万公里，配送载重约 390 吨，服务船舶超 1.5 万艘次，飞行架次、里程、载重等较 2024 年均实现 50%以上增长。

——海岛物资配送是末端物流中需求最刚性、替代效应最明显的场景之一。例如在海南省三亚市，西岛[12]长期依赖客货船运输，受船班时刻、海况变化制约，一次完整运输耗时近 6 小时，夜间配送基本停滞。2025 年 10 月，中国通用航空有限公司旗下海南低空文旅科技有限公司与三亚市天涯区乡村投资开发建设有限公司联合运营西岛跨海峡无人机低空物流项目，运用多旋翼运载无人机搭建“海岛—陆岸”低空物流通道。如今，无人机单程仅需 14 分钟，将传统近 6 小时的运输周期压缩至分钟级，物流综合成本下降约 40%。2026 年 5 月，该项目进入常态化夜间运营阶段，解决了海岛夜间物资断供的难题。

——山区物资配送是末端物流中连接城乡、服务三农的关键场景。我国山区面积约占国土面积的三分之二，大量偏远村庄长期面临快递进村难、农产品出山难的“两难”困境。无人机以空中直线替代盘山绕行，为山区物流提供了突破性解决方案。以河南省林州市为例，石板岩镇散布于太行山峡谷深处，多个村庄交通闭塞，物流配送长期依赖翻山越岭的陆路运输。2025 年 6 月，中国邮政集团有限公司安阳市分公

[12] 西岛又名玳瑁岛、西瑁岛，位于海南省三亚市三亚湾海域，距市区 8 海里，面积 2.8 平方公里，截至 2025 年 1 月，总人口为 4667 人。

司在石板岩镇正式启动无人机邮路常态化运营，同步开展高考录取通知书投递工作。原本需翻山越岭的陆路配送，无人机单程仅需 5 分钟。石板岩镇现已开通 12 条全覆盖航线，运营至今，累计运送包裹 3.1 万件、党报党刊 5.45 万份，同步承担急救药品配送、汛期应急物资投送等任务。

——**景区物资运输**是低空末端物流中融合“物流+文旅”的典型场景。以华山景区为例，华山景区开通两条低空物流航线，开展景区高山区域商店、酒店所需食品、日用品等生活物资和急救药品、救援设备等物资配送。每条航线上行可运输 30 千克物资，下行运输 30 千克垃圾，每架无人机每天可往返飞行 25 趟，每天可运输 3 吨物资，大幅节省人力成本。同时，无人机运输将原本 6 至 7 个小时的人工挑运时间减少至 15 分钟，大幅提高运输效率，有效提升鲜活货品的运输质量。

表 4　低空货运“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	干线/支线：通用飞机、大载重固定翼无人机等；末端：多旋翼无人机等。
	作业装备	干线/支线：标准化货舱、快速装卸系统等；末端：智能货舱、恒温箱、吊具、货物密封储运箱、机载实时视频监控终端等。
	关键技术	干线/支线：长航时自主飞行、超视距控制、卫星通信链路、复杂气象适应等；末端：智能调度系统、5G 通信、动态跟随配送、北斗高精度双模定位、空地协同调度等。
	行业分类	G56 航空运输业、G59 装卸搬运和仓储业、G60 邮政业等。
	实现功能	干线：跨省跨区域大批量运输，时效向“小时级”压缩；支线：连接区域枢纽与中小城市；末端：城市内 30 分钟送达，已运营部分海岛物资配送时效提升 70%以上，末端人力成本降低 50%。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

四大环境要素	低空空域	干线/支线：真高1000米及以上空域；末端：真高120米左右空域。
	基础设施	干线/支线：通用机场、运输机场等；末端：无人机起降场、接驳柜、充电设施、货物接驳设施、海岛起降点；“空地协同”智慧物流运营中心等。
	政策法规	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》确立分类管理框架；民航局颁发运营合格证（OC）构成商业化准入；国家标准《物流无人机货物吊挂控制通用要求》（GB/T 43668-2024）等及行业标准《无人机物流配送运行要求》（JT/T 1440-2022）《民用无人驾驶航空器系统物流运行通用要求 第1部分:海岛场景》(MH/T 2014-2023）等。
	安全风险	干线/支线：长距离飞行气象风险、空域协调等；末端：城市复杂环境下飞行安全、高楼电磁干扰、楼宇密集区碰撞、起降点人员闯入、货物丢失破损、噪声扰民等。通过技术冗余、双链路通信、电子围栏、设备全项检测、恶劣天气强制停飞等措施防范。

2.4.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“能送到”到“送得稳”。低空货运的技术验证是一场持续近十年的长跑:美团无人机自2017年启动无人机配送研发，历经四代机型迭代，从实验室走向真实城市天空。城市环境的复杂性构成了最严苛的验证场——高楼电磁干扰、瞬发阵风、突发降雨、鸽群气球等动态障碍，倒逼出全域自动避障、三级安全系统、百毫秒级异常响应等核心技术；江苏长江汇科技有限公司面对航行中的移动船舶这一难题，攻克动态跟踪与精准投送技术，实现无人机对航行船舶的识别与稳定伴飞，任务成功率稳定在98%以上，并成功应对多次突发阵风、瞬时降雨，系统自动触发返航或避让策略，2025年全年未发生任何等级安全事故。筛选机制在货运场景尤为冷酷：载重、航程、可靠性、单架次成本四项指标构成“证伪”天平，无法同时达标的构型与机型被真实

订单迅速淘汰，市场资源向头部机型收敛。

价值创造轮——从“补贴试点”到“市场驱动”。低空货运早期依赖政府补贴，如广东省珠海等地对轻、小型无人机按照 30 元/架次给予补贴，政策补贴为行业提供了关键的“第一推动力”，但真正的商业闭环只能来自市场自身。运营者沿三条路线打磨模型：一是扩网络——以航线组网摊薄调度和运维固定成本；二是调结构——高价值医疗、紧急商务件与大众餐饮订单组合排布，提升单机日利用率；三是降成本——机型迭代、机巢自动化、换电提速持续压低边际成本。美国无人机配送公司 Zipline 已完成超过 200 万次商业交付，估值达 76 亿美元，其经验表明，当医疗急救、血液配送等刚需场景的配送成本被压至可持续水平时，无人机物流完全可以脱离补贴独立运转。Zipline 的盈利模式验证了“以高频刚需场景为起点、以规模化运营摊薄成本、以数据驱动的效率提升实现盈利”的商业路径。

2.4.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。直接推动物流无人机整机与机巢、接驳柜、冷链货舱等配套装备的规模化生产。天域航通“鸿雁”（HY100）、航天时代飞鹏 FP-98“狮子座”、峰飞航空 V2000CG 凯瑞鸥等机型，正是在场景需求的持续驱动下加速迭代，成为低空装备创新发展的标志性成果。跨海、海岛及山区等复杂场景对无人机的长航时、抗风性与复杂地形适应性不断提出更高要求，倒逼产业从末端配送到干线运输全谱系布局，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

逐步构建起覆盖多场景、多层级的低空物流装备体系。

牵引低空运营业。培育出覆盖城市即时配送、水上配送、医疗配送等细分领域的专业化运营主体。大湾区日均近 3 万件快递经由无人机配送，低空物流产业集群初具规模。运营模式持续创新——面向内河航行船舶的“动态跟随配送”、“无人机+无人车+楼宇机器人”空地协同配送、美团“低空航网”常态化运营并向全国输出授权服务商模式，正在重塑末端物流的服务形态。

牵引低空基建与信息服务业。催生了新型物流基础设施的建设需求。2025 年 2 月，全国首个“空地协同”智慧物流运营中心——丰翼宝安低空智慧物流运营中心在深圳宝安正式启用。该中心由宝安区政府与丰翼科技（深圳）有限公司合作打造，占地 900 平方米，集无人机起降平台、物流交互设施、通信网络等自动化智能化设备于一体，实现无人机、无人车与快递员的高效协同。目前，该中心日均可处理 2000 多件快递。该中心是“低空新基建”从概念走向现实的典型样本——它不仅是无人机起降场与物流交互设施的物理集合，更是一套融合通信网络、指挥调度、数据监控的智能化信息系统，为全国低空物流枢纽建设提供了可复制、可推广的实践经验。

连起来，全球脉动。低空货运的价值不止于“送货”，更在于重塑物流体系的效率边界，将“不可达”变为“可达”，将“不可能”变为“常态”。从长江船舶的 15 分钟配

送，到海岛物资的分钟级直达，再到干线航班的跨省、跨海峡物流——无人机正在构建一张覆盖水域、城市、海岛、山区的立体化空中物流网络。这张网络，正跨越国界。丰翼科技（深圳）有限公司已为全球 18 个国家提供无人机物流服务；美团无人机不仅获得迪拜民航局颁发的 BVLOS 无人机配送商业运营资质证书，更与中国航空综合技术研究所联合主导国际标准 ISO15964《无人机感知与避障系统》的编写，填补了全球低空物流安全领域的标准空白；鸿雁（HY100）则成功获得印度尼西亚、哈萨克斯坦等国的国际订单。从技术输出到标准输出，再到整机系统出海——中国低空货运正从“飞起来”走向“走出去”，在全球脉动中书写新的篇章。

2.4.4 挑战与建议

主要挑战：低空货运运营资质准入、行业运营规范、服务标准、保险理赔细则尚不完善；干线/支线层面，大型无人机适航审定体系尚不完善，跨区域常态化空域审批较为繁琐，长距离飞行（尤其是海上飞行）气象与通信保障存在盲区；末端层面，水上配送场景受航道复杂气象和水文条件制约等。

发展建议：完善低空货运运营、安全监管、保险理赔等配套管理制度；加快完善大型无人机适航审定体系与跨区域空域审批机制；推动低空海洋场景测试；打造大载重无人机货运示范航线，鼓励探索“干线+支线+末端”一体化物流模式，推动干线/支线从试点走向规模化运营。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

九、江苏省南京市：汇闪送无人机智慧物流配送

（一）基本情况

长江是连接沿海城市之间的黄金带，长江江苏段被称为“长江黄金水道”的“钻石段”，水运经济繁荣。来往船员日常生活物资补给长期依赖效率低下、成本高昂的交通艇，严重制约了航运效率与船员生活质量。江苏长江汇科技有限公司（简称“长江汇”）依托自有“长江汇”小程序收集江上船舶购物订单，通过自主研发运营的“汇闪送”无人机物流平台提供分钟级配送服务，首创了面向内河航行船舶的“动态跟随配送”方案，依托长江南京段低空基础设施，探索形成“低空即时物流服务+水上移动电商平台”的长江无人机智慧物流配送模式。长江汇2025年累计飞行超5.5万架次，飞行里程约23万公里，配送载重约390吨，服务船舶超1.5万艘次，飞行架次、里程、载重等较2024年均实现50%以上增长。

（二）主要做法

1、加强技术产业深度融合

攻克航行船舶动态跟踪与精准投送技术，实现无人机对航行船舶的识别与稳定伴飞，投送识别精度达到1米，任务成功率稳定在98%以上。自主研发“汇闪送”AI调度平台，对多站点、多架次无人机进行实时集群调度、动态任务分配与全局最优路径规划，实现从“技术工具”到“智能系统”的跃升。

2、重新定义场景崭新范式

在南京区域部署了5个低空飞行基地，系统性完善了通信、导航、气象等一体化基础设施网络，高效夯实了本地低空运营的物理底座，形成从技术、装备到运营的完整闭环，模式已成功复制到镇江、常州、南通等多个沿江城市水域，验证了其标准化、可推广性，为全国内河航道推广应用提供了成熟模板。

3、着力构建产业生态闭环

通过将低空物流服务深度嵌入“长江汇”一站式水上电商平台，上线时令果蔬、鲜鸡活鱼、热餐熟食、奶茶汉堡及药品、船舶零部件等物资，船员可以通过微信小程序在电商平台上提前下单，之后等航

行到无人机配送区域时，无需停船即可由无人机动态补给，构建了“低空+电商”融合的产业生态闭环，高效连接了供应链、低空配送、终端船舶，实现了订单、飞行、交付的全程智能化调度。

（三）取得成效

1、经济与社会效益显著

将传统交通艇平均 2-4 小时的配送周期，缩短至 15 分钟以内，效率提升 80%以上。为船东单次配送节约直接成本 50%以上，累计已节省社会物流成本超 500 万元。完全替代燃油交通艇，年均节约柴油约 120 吨，减少二氧化碳排放约 90 吨，等效植树近万棵，是“绿色航运”的生动实践。

2、产业赋能带动能力强

极大地改善了船员工作生活条件，提升了航运职业吸引力。有效拉动了工业无人机研发制造、智能机场、低空通信、运营服务等产业链环节的发展。创造了新消费场景，开启了“水上即时零售”新业态，促进了水上消费升级。

3、应对安全风险更可靠

成功应对多次突发阵风、瞬时降雨等复杂天气，系统自动触发返航或避让策略，确保了运行安全。2025 年未发生任何等级的安全事故，任务成功率稳定在 98%以上。

信息来源：江苏省发展和改革委员会

十、海南省三亚市：科技赋能海岛民生——西岛低空物流项目打造“空中走廊”

（一）背景情况

西岛位于三亚湾海域，总面积 2.8 平方公里，现有 1200 余户居民，常住人口 4100 余人，是集国家 4A 级景区与 400 年历史渔村于一体的特色海岛。岛上旅游资源丰富，拥有西岛女民兵红色文化、百年渔村文化、珊瑚礁生态区等特色资源，旅游旺季单日登岛游客峰值可达万人次。长期以来，西岛物资运输高度依赖客货船，运输效率受船班时刻、海况及天气条件制约显著，夜间及恶劣天气下配送尤为困难，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

单次完整运输周期约 6 小时。

（二）主要做法

“分钟级”送达，破解海岛物流困局。中国通用航空有限公司旗下海南低空文旅科技有限公司联合三亚市天涯区乡村投资开发建设有限公司，依托多旋翼运载无人机搭建“海岛—陆岸”低空物流通道，2026 年 5 月更是连续夜间高频次飞行验证了全天候运营能力。

全天候响应，筑牢应急保障防线。作为海南省首条跨海峡无人机民生运输航线，该项目可稳定供应米面粮油、生鲜蔬果等日常必需品。项目同步设立公益运输通道，为高龄老人、困难家庭提供免配送费服务，保障每日生鲜物资准时送达，让科技成果切实惠及全体居民。在台风等极端天气导致海路中断期间，无人机物流持续承担应急物资投送任务，成为守护海岛民生的“空中走廊”，筑牢海岛应急保障防线。

（三）取得成效

西岛低空物流航线单程飞行仅需约 14 分钟，物流综合成本降低约 40%，高效破解了海岛物资配送“最后一公里”的时效瓶颈与成本难题。截至 2026 年 7 月，累计完成物流飞行 1202 架次，载货量超 2 吨。

信息来源：中国通用航空有限公司

十一、山东省青岛市：跨渤海大型无人机物流航线

（一）背景情况

渤海海峡横亘于辽东半岛与山东半岛之间，大连与青岛直线距离虽仅 160 余公里，但受海峡阻隔，传统陆路运输需绕行渤海湾约 1300 公里，耗时普遍超过 8 小时，海运也需 5 至 10 小时。渤海地区作为连接东北与华北、中原经济区的重要通道，长期以来缺乏高效便捷的跨海物流通道。

（二）主要做法

2026 年 4 月 29 日，国内首条跨渤海大型无人机商业物流航线正式通航。航线往返大连长海机场与青岛莱西店埠通用机场，单程 340 公里，飞行时间约 2 小时。

该航线由天域航通科技有限公司研发的“鸿雁”（HY100）大型固定翼无人机执飞。该机型最大起飞重量 5.25 吨，最大商载 1.9 吨，货舱容积 11 立方米，最大航程 1800 公里，起降距离小于 150 米，具备抗 7 级强侧风、全天候自主飞行能力，可适应复杂海洋环境。

针对跨海航线特殊气象和空域挑战，运营方经过近 4 个月系统性试飞验证，不断完善飞行流程和应急预案，同步建立专业维保体系。航线主要用于中国邮政等物流企业的货品运输，涵盖日用百货、商务文件、高值药品及应急物资等多品类。

（三）取得成效

航线开通后，渤海地区传统陆运 8 小时以上、海运 5 至 10 小时的跨海运输周期被压缩至 2 小时，相比传统陆运，运输效率提升 6 倍以上，填补了跨渤海低空物流空白，完善了环渤海综合立体交通体系。

信息来源：工信微报、兵团日报

十二、安徽省黄山市：黄山风景区“飞货上山”无人机运输场景

（一）基本情况

黄山风景区山岳地形复杂、游览跨度大，景区长期依靠“索道+人力”传统模式运输物资。近年来，随着景区游客量持续攀升，餐饮补给、生活物资、应急保障等运输需求不断增长，而挑山工队伍老龄化趋势加快、劳动力供给萎缩，供需矛盾日渐突出。为破解运输瓶颈，黄山旅游发展股份有限公司牵头组建无人机物资运输推进团队，东进航空科技股份有限公司（黄山）具体建设运营“飞货上山”无人机运输应用场景。截至目前（2026 年 7 月），无人机累计飞行近 13 万架次，日均运输量稳定在 6000 斤左右，累计运送物资总量近 600 万斤，有效保障景区日常运营与应急供给。

（二）主要做法

1、标准先行，创新突破

由黄山风景区管理委员会牵头，黄山旅游发展股份有限公司园林开发分公司联合高校、无人机企业研究编制《山岳型景区物流无人机运行技术要求》，围绕运输人员、设备配置、航线规划、站点建设、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

低空货运场景案例

运行管理等提出明确要求，填补了国内山岳型景区物流无人机技术规范行业空白。

2、多点布局，夯实基础

配备大疆 FC30、FC100 等多机型载重运输无人机共 12 台，采用货箱运输与吊挂运输相结合的作业方式，适配景区不同重量、不同场景的物资运输需求。景区内已布设慈光阁、云谷寺（南大门），松谷庵（北大门）、钓桥庵（西大门）等 3 个山下起降站点，天海（核心枢纽）、玉屏、老道口（南），北海、狮林（北）等 5 个山上起降点，配套运行控制、物资管理、网络通讯、电力供应等设施，构建分布均衡、功能完备的基础保障体系。

3、阶段推进，织线成网

按照“先试点、后成网、提效能”思路，分阶段开辟景区低空物流航线，目前已建成运营 5 条运输通道。初期开通钓桥庵—天海、慈光阁—天海航线，中期新增云谷寺—玉屏航线，搭建南线、西线运输主干道，重点承担“物资上山、垃圾下山”运输任务。提升期拓展松谷庵—北海、东海航线，有力支撑北海宾馆环境整治、云谷索道建设等重大项目设施设备运输。

（三）取得成效

一方面，依托多机型作业、多航线组网低空物流体系，单次往返运输时长由平均 3 小时缩短至 10 余分钟，景区物资运输实现智慧转型、效能提升；另一方面，航线布局科学规范，严格避让游览步道及生态敏感区域，兼顾运行效率、游客安全与生态保护三重目标，实现无人机作业与生态环境和谐共生。低空物流运输与景区运营深度融合，有效突破了旅游景区单一经营模式局限，为山岳型景区低空经济场景落地推广、业态迭代升级、绿色持续发展提供了可借鉴、可复制的“黄山样板”。

信息来源：安徽省发展和改革委员会、黄山东进航空科技有限公司

2.5 低空运输——新型低空航空器载人运输

2.5.1 场景概述

新型低空航空器载人运输，是指以 eVTOL 为代表的新型航空器，开展空中游览载客、城际摆渡、城市空中通勤等载人运输服务的低空经济场景。与前一节“低空货运”相比，两者同属低空运输范畴，但价值逻辑截然不同：货运解决的是“物的时效”，载人运输解决的是“人的移动”——它对安全等级的要求呈数量级提升，对公众信任的依赖更为深刻，也因此成为低空经济中技术门槛最高、社会关注度最高、产业想象空间最大的场景，可谓低空经济“皇冠上的明珠”，也是全球竞争最为激烈、资本关注度最高的领域。

载人运输场景的商业化进程遵循“先货后人”的基本逻辑：技术成熟度和安全要求相对较低的货运场景率先跑通，为载人场景积累运行数据、安全记录与监管经验；当技术可靠性、安全标准与公众接受度达到临界点后，载人场景逐步从试点走向规模化。这一路径已在全球范围内形成共识——从无人机货运到 eVTOL 载人，低空运输正在进行从“载货”到“载人”的跨越。

中国产品率先迈入了商业化实践，走在了全球前列。亿航智能控股有限公司研发的 EH216-S 型无人驾驶航空器系统，已先后获得中国民航局颁发的型号合格证（TC）、生产许可证（PC）。运营 EH216-S 的合肥合翼航空有限公司获颁全国首批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证（OC），EH216-S 在合肥骆岗公园等地开展商业化试运行。但也应看到，首批 OC 的运行种类为“留空飞行”，即飞行器需从 A 点起飞，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

在规定范围内飞行后返回 A 点降落。这意味着当前的商业化运营仍以低空观光和飞行体验为主，与跨区域、A 点到 B 点的“航线飞行”尚有距离。

这也是新型低空航空器载人运输场景仍处工程化向商业化过渡的真实写照。全球尚无 eVTOL 载人运输常态化规模化商业运营案例。从技术突破到适航取证，从商业试点到规模化运营，完成二次跨越还有漫长的道路要走。场景当下的直接市场收入极为有限，但其对产业方向前置牵引的战略价值重大——凭借明确的应用需求，有力牵引了 eVTOL 整机的研发方向、关键技术的攻关路径，以及适航标准体系的完善。

表 5　新型低空航空器载人运输“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	eVTOL 整机为主。多旋翼构型（例如 EH216-S，两座无人驾驶）、复合翼构型、倾转旋翼、倾转涵道等。
	作业装备	座舱安全系统、整机降落伞、多余度飞控与动力电池系统、自动消防与应急定位装置、乘客服务设施等。
	关键技术	纯电推进与高能量密度电池、多余度自主飞控与自动驾驶、整机冗余设计、适航符合性验证技术、低空智联网调度、城市空中交通（UAM）运行管理系统等。
	行业分类	G56 航空运输业、C37 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业等。
	实现功能	以空中直线突破城市地面拥堵，实现城市内、城际、跨海载人运输时效压缩，远期目标是构建城市空中交通（UAM）网络，提供大众化空中通勤服务。
四大环境要素	低空空域	真高 300 米以上城市与城际空域为远期目标；当前商业化初期限定于人口稀少区、视线范围内、120 米以下昼间留空飞行等隔离运行条件。
	基础设施	垂直起降场（Vertiport）、城市空中交通枢纽港（如合肥骆岗枢纽港）、充换电设施、低空通信导航监视与飞行服务站等。
	政策法规	2026 年 2 月 12 日，民航局发布咨询通告《限用类无人驾驶航空器系统适航标准》和《动力提升航空器适航标准》，2026 年 3

		月 1 日起民航局实施《新型航空器型号审定职责优化方案》，有望提升取证效率。
	安全风险	城市低空飞行安全标准尚不健全，适航认证要求高，公众接受度有待验证。措施包括：以多余度设计、整机降落伞为技术冗余，以分阶段运营验证（载荷模拟—训练演练—载客体验）为渐进路径等。

2.5.2 双轮驱动分析

技术验证轮——适航审定与构型之争的“场景裁决”。eVTOL 是当前技术验证轮运转最激烈的战场，其验证机制呈现双层结构。第一层是制度化验证：适航审定体系将安全从场景验证的自然产出上升为制度化的准入门槛，一款 eVTOL 新机型从提交申请到取得型号合格证，取证周期通常以几年计，取证前的样机研制、测试验证与反复迭代耗资巨大。这道门槛极其严苛——德国 eVTOL 明星企业 Volocopter 累计融资超 6 亿美元，却在取证途中耗尽资金，于 2024 年底申请破产，成为“未能跨越第一次死亡之谷”的全球警示。第二层是场景化筛选：多旋翼、复合翼、倾转旋翼、倾转涵道等构型的优劣，必须置于空中游览、城际摆渡、城市空中通勤等真实场景的天平上称量。多旋翼构型以结构简单、悬停精准的优势，在景区空中游览场景中率先实现商业落地；然而，其无法利用气动升力补偿功耗的固有局限，导致续航能力不足，成为制约规模化商业运营的突出短板。真实场景正在以最直接的方式检验各构型的商业可行性——构型收敛的本质，正是场景对技术路线的“证伪”与“择优”。

价值创造轮——从“概念验证”到“商业试水”。如前

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

所述，新型低空航空器载人运输场景整体上仍处于工程化向商业化过渡的关键期，尚未完全跨越第一次“死亡之谷”，因而价值创造轮尚未进入完全运转阶段。可以预见，相对于低空货运，新型航空器载人运输的商业化将面临双重门槛考验。**一是经济门槛：**载人 eVTOL 的商业化，仅靠技术可行远远不够，还必须算得过来经济账。与低空货运相比，载人运输的单位成本结构更为复杂：航空器采购成本以百万元甚至千万元计，垂直起降场等基础设施前期投入高昂，飞行员或远程操控员的人力成本、保险费用、定期维护与适航持续符合性支出，均显著高于货运场景。在市场规模尚未形成的起步阶段，单座成本居高不下与客流量不足之间的矛盾，构成了载人 eVTOL 商业化的基本困局。**二是信任门槛：**低空载人运输的商业化，不仅需要航空器本身的安全，更需要公众“觉得安全”。跨过信任门槛远非易事：一次安全事故的冲击力，可能足以抵消上万架次安全飞行积累的信任。对于 eVTOL 这一全新航空器类别而言，信任门槛的挑战更为严峻——公众对“电动垂直起降”“无人驾驶”等新概念缺乏直观认知，任何负面事件都可能被放大为对整个行业的不信任。跨越双重门槛的过程，也正是价值创造轮逐步启动、由慢到快的过程。在此之前，场景的价值不在于创造收入，而在于定义方向——这是载人运输场景区别于其他场景的核心特征，也是其作为低空经济“皇冠明珠”的战略意义所在。

2.5.3 产业牵引效应

牵引低空制造业。场景需求直接定义了 eVTOL 这一全新品类的技术规格。据不完全统计，全球已有超 300 家企业入局 eVTOL 研制，中国涌现出亿航智能控股有限公司、上海沃兰特航空科技股份有限公司、上海峰飞航空科技有限公司、四川沃飞长空科技股份有限公司等代表性企业。有研究机构预测，到 2040 年，中国 eVTOL 市场规模将达 410 亿美元，年销量约 16 万台。这一量级的市场前景，吸引了各路资本蜂拥入局，持续为 eVTOL 从研发到量产跨越“死亡之谷”注入资金活水。与此同时，高能量密度电池、高功率密度电机、飞控系统、复合材料机体等部件，也在场景需求的持续牵引下加速迭代升级，推动整机性能与产业链成熟度同步跃升。

牵引低空运营业。首批载人类运营合格证（OC）的颁发，标志着“载人类无人驾驶航空器运营商”这一细分市场主体类型正式从法规走向现实——在已有物流、巡检等无人驾驶航空器运营商的基础上，开辟了“载人”这一安全门槛最高、监管要求最严的全新子类。当前，传统通航企业、地方平台公司、文旅集团等各类主体正加速卡位布局运营资质。

牵引低空基建与信息服务业。随着全球 eVTOL 产业从技术验证迈向商业化运营，Vertiport（垂直起降场）作为 eVTOL 规模化运行的物理底座，已成为各国竞相布局的新型基础设施。全球主要航空监管机构均已启动 Vertiport 标准体系建设，为这一新型基础设施的规模化部署提供制度框架。在中国，中国民用航空局（CAAC）已将“Vertiport”纳入术语定

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

义，于 2024 年 6 月发布《民用垂直起降场地技术要求（征求意见稿）》。在阿拉伯联合酋长国，阿联酋民航总局（GCAA）和 Skyports Infrastructure(Skyports)宣布，全球首个专用商业垂直起降机场 VDX[13]已获得 eVTOL 运营的监管认证。

牵引低空配套业。科学研究和试验、保险、融资租赁、维修培训等配套业态随商业化进程渐次展开；适航审定服务、试飞验证基地成为区域争相布局的产业配套资源。例如在福建省平潭综合实验区，围绕中大型 eVTOL 等新型无人驾驶航空器适航认证需求，打造“全空间无人体系验证测试中试基地”，形成极端气象条件下抗风验证测试的典型应用场景，已吸引国内头部 eVTOL 企业进场测试。与此同时，第三方检测验证服务体系加速成型，中国中检 2025 年为百余家无人机、eVTOL 企业提供检测服务，覆盖 40 余个型号。

向未来，破晓启航。新型低空航空器载人运输深刻诠释了“以研待用”的牵引逻辑：在装备尚未完全就绪的阶段，场景需求定义已率先牵引出大规模的研发投入与全球性的产业竞赛。全球首张载人 eVTOL 型号合格证、首批运营合格证等“从 0 到 1”的制度创新，均由中国完成。然而，制度先行与规模商用之间，仍存在时间差。在 eVTOL 尚处商业化的“空窗期”，直升机凭借技术成熟、适航完备的优势，承

[13] 该设施已根据阿联酋民航总局（GCAA）的认证流程正式注册为 VDX，是世界上第一个获得监管认证的专用商业垂直起降机场，为未来在迪拜开展商业空中出租车服务铺平了道路。VDX 将成为迪拜规划中的空中出租车网络的首个也是主要枢纽，VDX 机场包括两个专用的起降区、电动飞机快速充电基础设施和高吞吐量的旅客服务设施。这座四层建筑占地约 3100 平方米，商业运营后每年可接待多达 17 万名旅客。信息来源：驻阿拉伯联合酋长国经济商务处。

担起“场景暖场”与“市场预热”的功能。这一过渡形态的价值已在实践中得到验证。全国首个“低空+轨道”空铁联运项目——深圳北站枢纽空铁联运，由深圳市地铁集团有限公司与深圳市东部通用航空有限公司联合打造，于 2024 年 6 月正式开航，目前已持续运营超过两年，主要采用莱奥纳多 AW139 型直升机[14]执飞。该项目坐落于深圳北站东广场，旅客走出高铁站通过“空中的士”小程序扫码下单，城际航线 25 分钟可达中山，1 小时内可抵达大湾区 90%以上地区。该项目以即刻可用的直升机方案，率先验证了“高铁+低空”联程接驳的商业模式与真实需求，培育了地面保障、空域协调、票务组织、应急处置等配套能力——这些能力不会因 eVTOL 时代的到来而失效，相反，它们将被直接继承并成为载人空中出行的运营经验。直升机是今天的答案，eVTOL 是明天的答案，两者之间的接力，正是场景牵引产业演进的生动写照。

2.5.4 挑战与建议

主要挑战：eVTOL 等新型低空航空器适航审定周期长、投入大，中小企业资金承压；城市低空飞行安全标准与运行规则尚处建设期，大量细分场景运营规范、载人 eVTOL 运行规章仍处于制定或征求意见阶段；垂直起降场等基础设施不足；公众对新型低空航空器的飞行安全、噪声影响接受度有待验证；单位经济模型尚未闭环。

发展建议：加快建立 eVTOL 等新型低空航空器适航审定

[14] 莱奥纳多 AW139 型直升机是一款 7 吨级中型双发直升机，以其宽敞的客舱（可搭载 15 名乘客或 4 副担架）和卓越的动力冗余著称。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

和运营管理标准体系，完善从 TC 到 OC 的全链条制度供给；探索开放 eVTOL 载人飞行试点，以真实场景积累运行数据与安全记录；将垂直起降场纳入城市交通基础设施统一规划，鼓励社会资本参与建设；加强公众科普与体验式推广，逐步提升社会接受度；探索多元化商业模式，在载人通勤、空中游览、医疗转运等场景中寻找率先盈利的突破口。

新型低空航空器载人运输场景案例

十三、合肥合翼航空有限公司：全球首批载人 eVTOL 运营合格证的商业化实践

（一）基本情况

合肥合翼航空有限公司（简称“合翼航空”）成立于 2024 年，由合肥市国资平台与亿航智能控股有限公司合资组建，专注于城市空中交通商业化运营。该公司运营的 EH216-S 无人驾驶载人航空器，是目前全球首个且唯一获得中国民航局颁发的型号合格证（TC）、生产许可证（PC）和标准适航证（AC）的载人 eVTOL 航空器。2025 年 3 月 28 日，合翼航空获颁中国民航局全国首批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证（OC），低空经济“载人时代”正式开启。

（二）主要做法

合翼航空依托合肥骆岗公园内的骆岗空中交通运营中心与合肥城市空中交通枢纽港两大基础设施开展运营。合肥城市空中交通枢纽港集机库、调度中心于一体，是 EH216-S 日常运营的物理底座。

在运营策略上，合翼航空现处于商业化试运行阶段，在合肥骆岗公园开展固定“A 到 A”点对点常态化飞行。当前，主要针对目标用户开始内部乘坐体验与测试运营，核心目的是持续验证飞行安全性、优化运营流程、打磨服务体系。公司未来计划在空域和航线运营等条件持续完善后，逐步开通“A 到 B”固定航线，真正实现城市空中通勤。

（三）取得成效

新型低空航空器载人运输场景案例
自 2023 年 12 月至 2026 年 7 月底，已完成 5061 次飞行，其中 434 次为真实载人飞行，月均 158 架次起降。5061 次飞行带来的安全航行时长持续积累，完整展现了合翼航空低空载人飞行的技术成熟度、运营机制水平和商业价值。根据规划，未来合翼航空将为城市公众提供文旅观光、科普研学、空中交通等多样化场景定制服务，在反复验证中夯实安全与运营基础 信息来源：中国网、工人日报、大皖新闻

2.6 低空消费——无人机集群编队表演

2.6.1 场景概述

无人机集群编队表演，是指利用规模化无人机编队，通过预设的飞行轨迹与灯光变换，在夜空中呈现动态图案、文字与光影效果的低空消费场景。该场景技术端涉及大规模集群控制、通信同步、路径规划等复杂系统工程，消费端却以最简单直观的“视觉震撼”直接触达大众，从而在极短时间内完成了从专业领域向大众消费的跨越。

与农业植保、巡查巡检等“工具替代型”场景不同，无人机集群编队表演的核心价值不在于“替代什么”，而在于“创造什么”——它以夜空为画布、以无人机为像素，创造了此前不存在的视觉消费形态。这种“无中生有”的场景特质，使其成为低空经济中传播力最强、公众感知最直接、城市 IP 塑造最有效的场景之一。

无人机集群编队表演的演进路径呈现清晰的“三级跳”特征：从“活动型”的节庆点缀，到“常态化”的城市名片，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

再到“产业化”的商业闭环。场景从“被动载体”升级为“主动引擎”，牵引低空消费从偶发走向常态、从展示走向产业，形成了可观的产业规模。有研究机构预测，2026 年，全球无人机编队表演市场规模预计约 19.2 亿美元，复合年增长率达 25.7%。

表 6　无人机集群编队表演“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	表演专用无人机（如大漠大 V4、高巨创新 EMO 系列等），具备高亮度 LED 灯组、精准定位模块、长续航电池等。
	作业装备	集群控制系统、编队飞行管理平台、实时通信链路、地面起降阵列、智能车载表演系统等。
	关键技术	大规模无人机集群控制算法、RTK/北斗高精度定位、5G/星链实时通信、编队路径规划、3D 建模与图案生成、抗干扰与容错控制、自动化机巢快充技术等。
	行业分类	R90 文化体育娱乐业（文艺创作与表演）、L72 商务服务业（广告业）等。
	实现功能	以夜空为画布创造沉浸式视觉体验，塑造城市 IP、激活夜间经济、赋能文旅消费。
四大环境要素	低空空域	一般为真高 120—300 米，需协调空域管制与公共安全。
	基础设施	起降场地、通信基站、观众观演区、交通疏导与安全保障设施、智能车载表演系统等。
	政策法规	大型群众性活动安全管理规定、低空空域使用审批等；表演图案与文字需符合《广告法》及相关文化宣传管理规定；《微轻小型民用无人驾驶航空器集群表演飞行安全运行指南（试行）》；团体标准《无人机编队表演安全运营通用要求》（T/SHUAV 1—2021）等。
	安全风险	大规模无人机集群的空中碰撞风险、通信干扰、公众聚集区安全疏散、恶劣天气应对等；集群飞行所展现的图文内容严禁违反国家核心价值观、违背社会道德及公众良知等。措施包括：飞行活动无人机必须购买第三方责任险；制定覆盖无人机失控、通信中断、恶劣天气等场景的应急处置预案；活动方案须经公安、文旅等部门内容审核并获得通过等。

2.6.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“百架齐飞”到“万架共舞”。表演场景对无人机集群技术需求不断提升，无人机规模从数百架到上万架的增长，使集群控制算法面临指数级复杂度挑战；城市核心区复杂的电磁环境与建筑遮挡，对通信链路的稳定性构成严峻考验；公众聚集区的安全要求，倒逼出多重冗余与容错机制。中国无人机集群企业以一次次吉尼斯世界纪录挑战，不断刷新技术边界。2024 年 9 月 26 日，深圳大漠大智控技术有限公司（简称“大漠大”）在深圳湾以 10197 架无人机同时升空，一举打破“单台电脑控制最多无人机同时升空”和“最多无人机组成的空中图案”两项吉尼斯世界纪录，成为全球首个获得吉尼斯认证的万架级无人机表演。2025 年 10 月 17 日，深圳市高巨创新科技开发有限公司（简称“高巨创新”）在湖南浏阳以 15947 架无人机刷新“单台电脑控制最多无人机同时升空”世界纪录。2026 年 5 月 20 日，驭风者科技（苏州）有限公司在四川省成都市都江堰以 33615 架无人机同步升空，一举刷新“群控最多无人机同时飞行”“最多无人机组成的空中图案”“最大面积 LED 网状飞天屏”三项吉尼斯世界纪录，全球首次完成三万架级别无人机集群飞行。从 10197 架到 15947 架，再到 33615 架——每一次数字跃升，都是对集群控制算法、通信同步精度与编队飞行稳定性的系统性验证。

重庆市“新韵重庆”无人机灯光秀展演项目则展示了技术验证的另一维度——常态化运营下的可靠性验证。该项目

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

自 2025 年 4 月 17 日首秀以来，截至 2026 年 7 月，已成功展演 90 余场，现场观演超 1100 万人次、全网传播量约 110 亿次，创造 1 项吉尼斯世界纪录；2026 年元旦跨年夜，项目首创“城市亮灯+江面光影水幕+空中软幕+无人机集群”四维联动模式，动用万架无人机打造 50 分钟视觉盛宴。在安全保障方面，重庆针对“两江四岸”水陆空交织的复杂环境，联动 26 个市级部门、属地政府组建常态化协同治理指挥部，建立平急结合运行机制，实现零安全事故、零负面舆情。安全不是表演的“附加项”，而是被场景本身内化为制度化的运行准则。2025 年 8 月，深圳市交通运输局、公安局分别就《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》地方标准公开征求意见；2026 年 1 月，武汉市公安局印发《无人机集群飞行表演活动安全监管工作规范》。地方制度的先行探索，正与行业标准形成合力，共同推动无人机集群编队表演安全管理的制度化、规范化。

价值创造轮——从“爆款活动”到“产业闭环”。前文所述“三级跳”的演进框架，在价值创造轮的驱动下具体展开为三个递进的商业层次。**第一层是“活动经济”**——以单次表演为核心，通过政府采购或商业赞助实现收入。这一阶段验证了市场对无人机表演的真实需求与付费意愿。**第二层是“IP 经济”**——将表演从“一次性活动”升级为“常态化城市名片”。“新韵重庆”项目每周六及重大节假日展演。从爆款活动到常态演出，从单点突破到周周更新，项目实现

了“周周有新意、场场有爆款”的内容供给能力。类似的常态化探索也在全国多个景区展开，例如珠海长隆海洋王国早已实现常态化演出。**第三层是“生态经济”**——以表演为流量入口，拉动文旅、餐饮、住宿等关联消费，形成可持续的商业闭环。据统计，“新韵重庆”项目近一年带动南岸区文旅消费 419.55 亿元、同比增长 9.63%，拉动“两江四岸”核心区夜间消费增长近 30%[15]。大漠大在深圳经济特区建立 45 周年 1.2 万架无人机表演中，单场带动当日文旅消费规模突破 12 亿元，商圈客流量同比增长 30%。

无人机集群编队表演从技术突破到商业闭环的全过程，正是第一章所阐述的场景牵引力模型的生动实践——技术验证轮以一次次纪录挑战完成“试错—迭代—筛选”，价值创造轮以常态化展演与消费拉动开启“应用—反馈—优化”。“应用—反馈—优化”的价值创造机制清晰可见：每场表演积累的观众数据与消费数据回流至运营端，优化表演内容、观演动线与消费引导策略；优化后的方案再用于下一场展演，流量转化效率持续提升。零安全事故记录使政府和公众对表演模式建立了充分信任——安全记录在此转化为“社会许可”，构成场景商业化的通行证。双轮协同也在这一场景中呈现出独特的“技术跟随市场”节奏：技术验证轮不断挑战数量上限与复杂度极限，价值创造轮同步探索流量转化与商业闭环。两轮同向发力、相互强化——技术越震撼，流量越

[15] 信息来源：无人机灯光秀新场景塑造文旅消费新范式，重庆市文化和旅游发展委员会，2026 年 7 月 16 日。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

大；流量越大，商业回报越高；商业回报越高，对技术迭代的投入越充足。

2.6.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。无人机集群表演的规模化需求大大促进了表演无人机的专业化制造。据行业研究数据，2026 年全球无人机表演设备市场中，中国企业占据绝对主导地位——高巨创新以 50.12%的市场占有率位列首位，其拥有 4 万平方米的研发、生产、测试和科普展示基地，无人机年产量可达百万台。

牵引低空运营业。表演场景培育出专业的无人机表演运营主体，形成了从创意设计、编队编程、现场执行到内容更新的全链条服务能力。例如，高巨创新编队表演已点亮全球 500 余座城市的夜空，完成超 5 万场演出；大漠大累计执飞架次已超 5000 万，业务覆盖全球 50 余个国家和地区。

牵引低空配套业。无人机集群表演场景促进创意内容设计、表演直播与传播、文旅融合策划等新兴服务业态。大漠大在 2026 年国际消费电子展上以 1200 架无人机呈现中国企业标识，展示了“低空新媒介”作为全球传播新载体的新型表达路径。

耀夜空，点亮世界。中国无人机集群编队表演的技术能力与运营模式已具备全球竞争力，正在从“国内爆款”走向“世界语言”。大漠大是出海最早的开拓者之一——2019 年首次走出国门，在印度恒河上空为宝莱坞电影发布完成无人

机表演。高巨创新先后亮相巴黎奥运会、北京冬奥会、大阪世博会等国际舞台；2026 年 8 月，作为“2026 丝绸之路万里行·多彩非洲”活动指定飞行表演合作伙伴，高巨创新 500 架无人机点亮肯尼亚内罗毕夜空。从设备出海到技术出海，从单场活动到常态化运营，从商业演出到文化外交——中国无人机集群表演正在以“科技+文化”的双重力量融入全球叙事，成为低空经济全球输出的先行军。

2.6.4 挑战与建议

主要挑战：大规模无人机集群表演对空域资源和城市管理提出较高要求，空域审批与安全保障机制尚需完善；表演内容同质化，创意创新能力面临考验；季节性、节假日集中导致运营周期不均衡；极端天气条件下表演取消带来的运营风险与观众体验问题；行业服务标准和定价体系尚不健全。

发展建议：建立无人机集群表演的常态化空域使用机制与安全标准体系；推动表演内容从“技术展示”向“文化叙事”升级，深挖在地文化资源形成差异化 IP；探索“表演+文旅+消费”的深度融合模式，延长消费链条、提升单客价值；鼓励表演技术向更多元场景（如体育赛事、品牌发布等）拓展，平滑运营周期；建立行业服务标准与质量评价体系，推动产业从“规模扩张”向“品质提升”转型。

无人机集群编队表演场景案例
十四、重庆市：无人机灯光秀新场景塑造文旅消费新范式 （一）背景情况

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

无人机集群编队表演场景案例

党的二十届四中全会提出，大力发展文化旅游业，以文化赋能经济社会发展。重庆立足世界级江景夜景和网红城市超大规模流量优势，锚定塑造城市IP、助力文旅消费、做实低空经济目标，创新打造“新韵重庆”无人机灯光秀展演项目，推动项目从爆款活动向常态演出、特色产业迭代进阶。

2025年春晚无人机表演带来了良好社会传播效应，市委宣传部乘势而上，牵头创新打造“新韵重庆”无人机灯光秀常态化展演项目，聚焦四个维度改革创新，推动展演按“爆款活动—常态项目—特色产业”演进。

（二）主要做法

1、聚焦场景创新，打造光影展演品牌

一是依托山水基底构建立体观演空间。立足两江交汇、山水相拥的独特地理格局，将朝天门、南滨路作为展演主阵地，系统优化观演动线，完善停车休憩、应急保障等配套设施。二是厚植文化内核丰富展演内容供给。联合高校和本土艺术机构组建专家委员会，深挖巴渝文化、三峡文化等本土资源，建立涵盖山城地貌、川剧变脸、大足石刻等元素的特色文化符号数据库。2026年元旦跨年夜首创“城市亮灯+江面光影水幕+空中软幕+无人机集群”四维联动模式，动用万架无人机打造50分钟视觉盛宴。三是创新治理机制构筑安全运行屏障。联动26个市级部门、属地政府组建常态化协同治理指挥部，建立平急结合运行机制，实现零安全事故、零负面舆情，高峰客流疏散效率提升50%。

2、聚焦业态融合，激活区域消费动能

一是“无人机+餐饮”点燃夜间消费。联动滨江餐饮商户推出“观演美食套餐”，构建“晚餐+观演”消费链条，跨年夜、春节等节点核心区餐饮商户上座率超100%，滨江餐饮夜间销售额增长26.6%。二是“无人机+商圈”推动流量转化。联动长嘉汇、解放碑等重点商圈开展“光影商圈”主题促销，将观演客流转化为商圈消费客群，春节期间重点商圈销售额同比增长11.26%。三是“无人机+文创”延伸消费链条。开发光影主题文创产品、非遗衍生品，推出AR文创互动体验，

拓展文旅融合消费新赛道。

3、聚焦品牌传播，提升城市形象能级

一是构建全域传播格局。整合央媒、市级主流媒体、新媒体平台搭建立体传播矩阵，春节展演期间 42 个话题登上全网热搜，相关内容传播量突破 6.5 亿次。二是拓展国际传播渠道。策划 NBA 球星库里、美国网红“甲亢哥”等国际名人现场观演，推动春节展演核心画面登陆纽约时代广场，海外平台自发传播量超 3 亿次。三是强化节点传播联动。结合春节、跨年夜等重大节庆节点和网络热梗，打造“马年第一份光影祝福”“重庆除夕夜万架无人机展演”等特色话题，构建“中心城区万架带动+区县千架特色联动”格局，各区县同步推出特色无人机展演。

4、聚焦长效运营，完善协同保障机制

一是创新市场运营模式。坚持“政府引导+市场主导+企业运营”原则，通过专场冠名、定制展演、空中广告等方式，引入长安汽车、腾讯等企业作为战略合作伙伴，实现市级财政零补贴、运营投入自平衡。二是建立全民共创机制。首创“全民创意天空计划”，面向全球公开征集展演创意，累计吸纳公众创意超 1000 条。三是搭建智慧管控体系。推进展演场景接入低空飞行综合管理服务平台，实现展演全流程“一屏统览、一键调度”，全面提升项目运营质效，筑牢长效健康发展根基。

（三）取得成效

自 2025 年 4 月 17 日首秀以来，已成功展演 90 余场，现场观演超 1100 万人次、全网传播量约 110 亿次，创造 1 项吉尼斯世界纪录，先后荣获福布斯中国低空经济产业创新场景奖、重庆市改革创新奖银奖、国家首批低空经济应用场景典型案例。

近一年带动南岸区文旅消费 419.55 亿元、同比增长 9.63%，拉动“两江四岸”核心区夜间消费增长近 30%，成功打造为彰显城市气质、激活文旅经济的标志性名片。

信息来源：重庆市文化和旅游发展委员会

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2.7 低空消费——航空体育运动

2.7.1 场景概述

航空体育运动，是指使用民用航空器和航空体育运动器材，在空间范围内进行体育活动的总称，主要包括开展航空体育运动的赛事活动及其有关训练、普及和教育等内容。根据《航空体育运动管理办法》（2024 年 8 月 23 日国家体育总局令第 34 号发布），航空体育运动包括飞机、超轻型飞机、气球、跳伞、滑翔伞、动力伞、牵引伞、悬挂滑翔翼、航空模型、模拟飞行等项目。围绕这些项目开展的竞赛、表演、培训、体验等活动，共同构成了航空体育运动在低空消费领域的完整版图。

航空体育运动与前一节“无人机集群编队表演”同属低空消费大类，但两者的消费逻辑存在本质差异：编队表演是观赏型消费，以视觉体验为核心，观众是内容的被动接受者；而航空体育运动是参与型/竞技型消费，以技能比拼、团队对抗和沉浸体验为核心，参与者既是观众也是选手，消费形态从“看”延伸至“玩”“学”“赛”多个维度。

从赛事形态和参与主体来看，航空体育运动可分为以下三大类别。

一是以有人驾驶航空器为载体的传统航空体育运动。这类项目以飞行员驾驶真实低空航空器进行竞技为主要特征，是航空体育运动的历史根基。代表性项目包括：飞机运动（轻型飞机竞速、领航飞行、精确着陆等）、滑翔伞（定点着陆、

越野飞行等）、跳伞（造型跳伞、定点跳伞、特技跳伞等）、室内跳伞（风洞内完成自由落体动作模拟）、动力伞（竞速、精准飞行、领航等）、热气球（定点投掷、竞速等）。2026年已举办或计划举办的全国性赛事包括第四届全国轻型飞机锦标赛（广东清远）、2026年全国室内跳伞冠军赛（深圳龙华）、2026年全国滑翔伞定点锦标赛、2026年全国动力伞锦标赛等。这类赛事技术门槛高、专业性强，是航空体育运动金字塔的顶端。

二是以航空航天模型和模拟飞行为载体的青少年科技体育运动。这类项目以模型飞机和飞行模拟器为竞技平台，代表性项目包括：航空航天模型（遥控特技、遥控滑翔机等）；模拟飞行（在仿真环境中完成飞行操作与竞技等）。“飞向北京·飞向太空”全国青少年航空航天模型教育竞赛创办于1992年，是国内规模大、影响力广的青少年科技体育品牌活动之一。全国青少年模拟飞行锦标赛、全国青少年航空航天模型锦标赛等赛事同样具有广泛影响力。这类赛事以航空航天模型为载体，融合科技教育、体育竞技与航天科普，通过模型制作、飞行操控等环节，激发青少年对航空航天科技的探索兴趣。

三是专门以无人驾驶航空器（无人机）为载体的新兴航空体育运动。这类项目是近年来发展最为迅猛的航空运动新业态。代表性项目包括：无人机竞速（F9U）——选手佩戴第一视角（FPV）眼镜，操控无人机以超过200公里/小时的速

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

度穿越三维障碍赛道，被誉为“空中 F1”；无人机足球（F9A）——选手操控带防护外壳的无人机完成拦截、突进、射门等团队对抗动作；无人机篮球等新兴项目也在快速涌现。无人机竞速自 2016 年起即获得国际航空运动联合会（FAI）官方认证，设立无人机竞速世界杯；中国已成立无人机国家队，旨在备战世界无人机竞速锦标赛及世界运动会等国际大赛。无人机足球也于 2019 年被国际航空运动联合会（FAI）纳入正式航空体育项目，2025 年上海成功举办首届世界无人机足球锦标赛，中国队包揽 F9A-A、F9A-B 两个组别的冠、亚军。全国青少年无人机大赛、中国无人机竞速联赛等赛事活动均具有广泛影响力。

上述三大类别共同构成了航空体育运动的完整谱系——从有人驾驶到无人驾驶，从真实飞行到模拟飞行，从专业竞技到青少年科普，覆盖了不同年龄、不同技能层级的参与者群体，形成了“专业赛事—职业联赛—青少年普及”的金字塔型航空体育运动体系。

表 7　航空体育运动“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	有人驾驶：轻型飞机、滑翔伞、动力伞、热气球等；无人驾驶：竞速无人机（穿越机）、无人机足球（带防护外壳）等；模型：各类航空模型。
	作业装备	三维障碍赛道、计时计分系统、FPV 图传设备、赛道安全防护网、室内笼式赛场、风洞设备、仿真模拟器等。
	关键技术	传统航空：精确领航、精准着陆、低空飞行技术；无人机类：高速竞速控制、AI 避障算法、5G 低延迟图传、第一视角沉浸式操控、模型飞行控制等。
	行业	R89 体育、R90 文化体育娱乐业、P83 教育等。

	分类	
	实现功能	提供低空竞技与沉浸体验，带动赛事运营、飞行培训、装备制造、文旅消费等多元业态。
四大环境要素	低空空域	有人驾驶：依项目类型申请相应空域；无人机类：一般为真高120米以下指定空域；室内项目无需空域审批。
	基础设施	通用机场、飞行营地、标准化竞速赛道、室内笼式赛场、风洞设施、选手训练基地、观众观赛区、赛事直播系统等。
	政策法规	《体育强国建设“十五五”规划》明确大力发展低空户外运动；《航空体育运动管理办法》（2024年国家体育总局令第34号）；赛事纳入国家体育总局年度竞赛计划；《中国轻型飞机运动赛事熔断机制》；教育部《2025-2028学年面向中小学生的全国性竞赛活动名单》赛事（“白名单”赛事）制度等。
	安全风险	高速飞行碰撞风险、设备失控、观众区安全、载人项目人身安全等。措施包括：防护网/笼式赛场物理隔离、设备强制检测、参赛者保险全覆盖、空域审批、应急预案等。

2.7.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“极客游戏”到“技术试验场”。航空体育运动的项目类别多元，其技术验证的强度因项目类别不同而各有侧重。在无人机竞速等新兴项目中，赛事对图传延迟、避障精度、飞控响应速度的要求达到毫秒级——这些指标远超普通工业级无人机的性能边界，使赛事成为技术迭代的“试验场”。参赛竞速无人机搭载的5G图传技术将延迟压缩至50毫秒以内，AI避障算法准确率达99.8%[16]。这些在竞技场景中打磨出的技术创新，正加速向物流配送、电力巡检、应急救援等低空经济核心应用领域渗透。在有人驾驶航空运动项目中，赛事同样发挥着技术验证功能。滑翔伞定点锦标赛对伞具的操控精度和气象适应能力提出严苛要求；轻型飞机竞速推动着通用航空器在动力效率、气动外形等方面

[16] 信息来源：无人机竞速运动生态正在成型，中国体育报，2026年2月3日。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

的持续优化。这些在竞技场上积累的飞行数据和操作经验，反哺着通用航空装备的迭代升级。

“试错—迭代—筛选”的运转机理在赛事场景中尤为鲜明。试错：赛事为飞控算法、图传模块、动力系统、伞具材料等提供了极限工况下的真实测试环境——高速过弯时的姿态控制、复杂电磁环境下的信号稳定性、激烈对抗中的结构可靠性，这些在实验室中难以复现的极端条件，在赛场上被反复验证。迭代：赛事反馈的数据驱动制造商持续优化产品——从飞控响应速度到图传抗干扰能力，每一次技术突破都源于赛场上的真实痛点。筛选：赛场是最严苛的裁判——无法在毫秒级响应中保持稳定的图传方案、未能在高速过门中通过考验的飞控算法，在赛场上被直接淘汰。

价值创造轮——从“专业竞技”到“消费引擎”。航空体育运动以“竞技”为入口，以“乐趣”为纽带，将低空技术从“专业工具”转化为“大众消费品”，为低空经济开辟了一条以消费驱动技术迭代、以赛事牵引产业集聚的独特路径。**赛事引流，消费转化。**航空体育赛事对地方消费的拉动效应已形成可量化的经济账。湖北省荆门市东宝区 2023 至 2025 年连续三年承办滑翔伞定点世界杯总决赛，全区旅游综合收入从 2022 年的 38 亿元增至 2025 年的 100 亿元，走出了一条“以伞为媒、以赛兴产”的文体旅融合发展之路；2025 年“飞向北京·飞向太空”全国青少年航空航天模型教育竞赛活动（无人机项目）总决赛在山东省青岛市举行，赛事期

间带动城市文旅消费超亿元。**赛事辐射，培训扩容。**赛事的热度向下游辐射，孵化出规模可观的培训与体验市场。以无人机足球为例，据行业数据，国内已构建起超 4000 支常态化训练战队的庞大生态，赛事与培训之间的正向循环正在加速形成。

2.7.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。航空体育运动直接拉动了多品类航空运动装备的制造需求。在无人机领域，从竞速无人机整机、飞控系统、图传设备到 FPV 眼镜、遥控器，赛事需求推动相关技术快速迭代和成本下降。在有人驾驶航空运动领域，轻型飞机、滑翔伞、动力伞等装备的需求，同样牵引着通用航空制造业的持续发展。赛事对装备的极限要求，正在倒逼上游核心部件向更高性能、更低成本的方向持续进化。

牵引低空运营业。赛事培育出专业的赛事运营主体和俱乐部体系。中国无人机竞速联赛采用“分站赛积分制+总决赛淘汰制”赛制，已形成覆盖全国多地的办赛网络，据中国无人机竞速联赛后台相关数据，联赛注册俱乐部从 2024 年 91 家增至 2025 年 248 家、注册飞手超 1800 人，单场媒体播放量达 5000 万，2026 年预计无人机竞速俱乐部将超 400 家。

牵引低空基建与信息服务业。赛事规模扩大拉动标准化飞行场地和专业赛道加速建设。据国家体育总局发布的《中国户外运动产业发展报告（2024-2025）》，截至 2024 年底，全国符合标准且向大众提供航空运动产品和服务的航空飞

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

行营地超200家。赛事直播带动了低空赛事转播、数字内容制作等新兴信息服务业态的发展。

牵引低空配套业。赛事催生了飞行培训认证、青少年科普教育、赛事IP运营、文旅融合策划等配套服务业态。赛事配套的低空产业展与航空科普集市，实现了竞技、科普、产业交流的价值叠加。例如，2025年中国无人机足球联赛（镇江站）共吸引全国各地近1200人来镇参赛观赛，以办赛为契机，同期举办了科技体育·低空经济（无人机）交流活动，共吸引41家产业链企业参展，展品涵盖航空运动、无人机生产制造、低空巡检应用、低空通讯技术、低空物流、无人机培训、本土文旅产品等多个领域。

聚云端，竞逐未来。赛场之内是竞技，赛场之外是传承。航空体育运动这一场景的更深远价值，在于为航空航天事业锻造人才基石，为科技强国积蓄创新火种。今日赛场上的少年飞手，正是明日蓝天疆域的开拓者——他们手中操控的不仅是穿越障碍的无人机，更是未来空中交通、智能物流、应急救援的技术逻辑与想象边界。“飞向北京·飞向太空”全国青少年航空航天模型教育竞赛活动、全国青少年无人机大赛等教育部“白名单”赛事，正是这一人才培养链条的关键枢纽。竞速飞行锤炼手眼协调与临场决断，任务飞行培养路径规划与系统思维，编程飞行启蒙人工智能与算法逻辑——每一项赛事的背后，都是一次对未来航空工程师、无人机指挥官、低空经济创业者的提前预演，更是一次对民族航空航

天梦想的薪火相传。这群在赛场上看过天空的孩子，正托举起一个民族竞逐蓝天的未来。

2.7.4 挑战与建议

主要挑战：航空体育运动的标准化体系尚不完善，不同项目间的器材标准、教学标准、裁判标准有待统一；专业飞手和飞行员供给不足，人才培养体系有待完善；赛事商业化程度虽有提升但整体规模仍然有限，多数赛事尚未实现盈亏平衡；赛事安全管理制度需进一步健全，高速飞行等风险管控仍待加强；飞行营地、训练基地、标准化赛道等航空运动基础设施供给不足。

发展建议：推动赛事标准化建设，完善器材、教学等标准；完善人才培养体系，打通从青少年爱好者到职业飞手/飞行员再到行业专项人才的成长通道；加强基础设施规划，支持飞行营地、竞速赛道等基础设施建设发展；加强国际交流与合作，积极申办国际顶级赛事，提升中国航空体育运动的国际影响力。

航空体育运动场景案例

十五、天津市：万余名青少年同场竞技 积蓄航空科技发展后劲

（一）基本情况

2026 年 7 月 30 日至 8 月 2 日，2026 中国航空科普大会暨第十届全国青少年无人机大赛总决赛在国家会展中心（天津）盛大举行。本届活动以“十年砺翼·津彩未来”为主题，由中国航空学会主办，天津城市基础设施建设投资集团有限公司承办。作为教育部白名单顶级科创赛事，这是大赛总决赛首次落地天津。

（二）主要做法

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

一是首次落地天津，依托会展经济打造赛事高地。作为赛事创办十周年的重要节点，第十届全国青少年无人机大赛总决赛落地国家会展中心（天津）。天津市政府高度重视，天津市体育局、天津市商务局等多个部门给予大力支持。赛事依托国家会展中心超大规模展馆优势，搭建近 5 万平方米的专业赛事场地，通过标准化封闭管理模式保障赛事公平、规范、有序开展。

二是赛展结合，同步举办航空科普大会与产业展览。除核心赛事外，2026 中国航空科普大会、低空经济应用生态展同步举办。大赛设置飞行操控、编程挑战、空中对抗、蜂群舞蹈等十大赛项，参赛选手围绕飞行操控、编程开发、创意设计、团队协作等维度展开竞技。赛事与科普大会、产业展览形成联动，构建了“赛、会、展”三位一体的综合内容体系。

三是赛事规模空前，汇聚全国青少年科创精英。本届大赛创下赛事创办以来的多项纪录——参赛人数最多、覆盖范围最广、赛场面积最大。全国近 20 万名选手报名参赛，经过层层选拔，来自 8000 多所学校的 18000 余名优秀选手晋级全国总决赛。超过 4 万名家长及领队、7000 余名科技教师、1000 余名志愿者、近千名裁判员及工作人员服务赛事，总参赛规模超 8 万人。

（三）取得成效

作为全国青少年无人机大赛创办十周年的里程碑赛事，第十届总决赛以空前的规模和影响力，充分展现了我国青少年航空科技教育的丰硕成果。大赛通过十大竞赛项目的设置，综合检验了参赛选手的航空知识运用与工程实践能力，实现了以赛促学、以赛促创。

信息来源：新华网、天津市政府官网、临沂市体育局

十六、黑龙江省伊春市南岔县：无人机竞速赛事激活林区新动能

（一）基本情况

2026 年 8 月 15 日至 18 日，“伊”起超 2026 年中国无人机竞速联赛城市精英赛北部赛区（南岔站）在黑龙江省伊春市南岔县梧桐镇梧桐村红砖文化广场举行。本站赛事作为中国无人机竞速联赛城市精

英赛首站落地东北的国家级赛事，填补了全国无人机竞速赛事北部赛区办赛空白。赛事由国家体育总局航空无线电模型运动管理中心、中国航空运动协会主办，南岔县人民政府、南岔县文体广电和旅游局、南岔县梧桐镇人民政府等承办。

（二）主要做法

一是立足生态底色，探索“体育+文旅+低空”融合路径。南岔县立足小兴安岭南麓生态底色，锚定“避暑康养旅居目的地”发展定位，坚持生态优先、绿色发展，持续深耕全域全季文旅产业，积极布局低空经济新业态。先后落地森林音乐季、户外休闲体验等系列文体活动，为航空体育赛事落地夯实基础。

二是赛事面向北部赛区开放报名，汇聚区域飞手资源。赛事面向北京、天津、河北、山西、黑龙江、吉林、辽宁七省市开放报名，来自北部赛区近 300 名飞手齐聚“林都”伊春南岔。竞赛项目为多轴无人机竞速（F9U），参赛飞手通过排位赛、淘汰赛和总决赛三个阶段比拼，争夺公开组、少年组和女子组三个组别的冠军荣耀。

三是赛道融合本土文化，打造沉浸式观赛体验。赛事主题为“飞越南岔，相聚梧桐”，赛道深度融合南岔红砖工业文化、森林生态资源等本土特色。呼啸驰骋的穿越机驰骋于林海赛场之上，将南岔县森林生态风光、梧桐红砖工业遗迹元素融入赛场布景，实现森林风情与现代科技的精彩碰撞。赛事将森林游览、工业文旅打卡有机结合，充分释放南岔“旅游+体育”融合效能。

（三）取得成效

本次赛事是低空科技体育赋能森林文旅的全新实践。依托联赛品牌影响力，赛事充分展示小兴安岭林都生态风貌，以赛事聚人气、引客流，有效推动县域文旅提档升级，也为东北地区开展无人机竞速赛事积累了宝贵办赛经验。南岔县通过引入国家级无人机竞速赛事，成功将林区生态资源与低空经济新业态对接，探索出一条“体育+文旅+低空”融合发展的县域实践路径。

信息来源：国家体育总局官网、央广网、黑龙江省体育局

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2.8 低空公共治理——城市治理“一网统飞”

2.8.1 场景概述

城市治理“一网统飞”，是指依托统一服务平台，将原本分散于城管、环保、水务、应急、交通等不同部门的政务无人机资源进行集约整合，实现统一调度、统一标准、统一数据管理的低空公共治理模式。其核心特征是“一网统飞、一机多飞、一飞多用”——即通过“一张网”统筹全域无人机飞行任务，让一次飞行同时满足多个部门的治理需求。

这一场景与前面的“低空巡查巡检”既有联系又有区别。巡查巡检侧重于对特定基础设施（高速公路、电网、油气管网等）的常态化巡检，服务对象是垂直行业；而“一网统飞”聚焦于城市公共治理的跨部门协同，服务对象是城市治理体系本身。两者的区别主要在于：巡查巡检是“专业化巡检”，一网统飞是“平台化治理”。

“一网统飞”并非凭空而来。随着政务无人机应用不断拓展，传统“各自为政”的运行模式暴露出资源配置重复、数据标准不统一、管理成本偏高、数据价值挖掘不足等突出问题。“一网统飞”正是为解决这些痛点而生——通过整合资源、统一调度、数据共享，将分散的“单机作战”升级为协同的“城市级智能体”。

从全国布局来看，“一网统飞”正在成为低空城市治理的标准化路径。云南省创新采用“省级统建、州市统筹、分级运营、全域协同”模式建成省级“一网统飞”服务平台，

已率先在禄丰市、泸水市、弥勒市等地投用；江苏省扬州市逐步构建起“1+2+82+294”的政务无人机集群体系（1架环保专用长航时固定翼、2架应急单兵直升无人机、82套方舱式无人机、294架便携式无人机）；山东省济南市已完成190套标准化无人机机库、192处低空通导监感知设备布设，130余项城市治理AI算法通过实战验证。“一网统飞”正从个别地区的先行探索，走向全国范围的规模化推广。

表8　低空城市治理“一网统飞”“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	政务无人机（多旋翼为主，部分固定翼/复合翼）、智慧灯杆一体化机库等。
	作业装备	高清光电吊舱、红外热成像、喊话器、气体检测仪、多光谱相机等。
	关键技术	“一网统飞”服务平台、AI算法矩阵（违章识别、水体污染识别、火情识别等）、5G-A/北斗高精度定位、低空感知设备、数据标准化与共享机制等。
	行业分类	G56航空运输业、N77生态保护和环境治理业、S公共管理、社会保障和社会组织等。
	实现功能	实现政务无人机资源集约化、服务标准化、效能最大化，推动城市治理从“人防”向“技防”升级。
四大环境要素	低空空域	真高120米以下城市低空。
	基础设施	无人机自动化机巢、5G通信网络、低空感知基站、服务平台数据中心等。
	政策法规	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》；各地政务无人机管理办法;《政务领域无人机采集数据质量要求》(T/DGAS 059-2025)等标准。
	安全风险	数据安全（巡检影像、飞行日志涉及城市敏感信息）、飞行安全（城市复杂环境）、隐私保护等。需通过链路加密、权限管控、数据标准化等手段防控。

2.8.2 双轮驱动分析

技术验证轮——从“单机作战”到“城市级智能体”。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

“一网统飞”场景的技术验证，验证的不是某一种无人机或某一个载荷的性能，而是一整套城市低空治理体系的可行性。其核心命题是：能否用一套平台、一张网络，让分散于数十个部门的政务无人机实现统一调度、数据共享、协同作业。平台层面，真实城市环境验证了多机库组网调度、军民地一站式空域并联审批、数字孪生态势感知等系统工程能力——济南 190 套无人机机库与 192 处感知设备的组网运行，是国内城市级低空智能基础设施的大规模实测。算法层面，政务场景为 AI 识别提供了最丰富的训练场：烟火检测、蓝藻监测、违停识别等上百种算法在真实巡查中反复迭代，无锡城运中心对 2712G 飞行数据进行标准化治理，通过“人工+政务大模型”标注打造 10 个高质量低空数据集，联合研发出垃圾识别、水面蓝藻监测等 13 种实用算法。这些正是“试错—迭代—筛选”机理的呈现——误报率降不下来的算法被实战直接淘汰，留下的算法构成可复用的城市治理模型资产。

价值创造轮——从“财政减负”到“数据增值”。“一网统飞”最直接的价值是避免重复建设和资源浪费。安徽省合肥市低空政务“一网统飞”平台上线以来累计节约财政建设与运维资金超 3000 万元，释放基层巡查人力超 5000 个工作日；江苏省扬州市通过“统建+整合”模式，节约建设与运维费用 5700 余万元，释放人力资源 4000 余个工作日[17]。然而，“一网统飞”的价值创造并未止步于“省钱”。“一网

[17] 信息来源：江苏低空经济应用场景（七）——扬州政务无人机综合治理，江苏省发展和改革委员会官方公众号，2026 年 6 月 4 日。

统飞”平台在整合飞行资源的同时，也在持续汇聚海量飞行数据。当数据有了标准、有了质量，便具备了资产化的基础。2026 年 4 月，全国首单基于公共数据授权运营机制的低空数据产品在深圳龙岗完成交易。该交易依托龙岗区“一网统飞”无人机管理服务平台与城市信息模型平台的公共数据资源，推出“低空航线安全评估服务（API）”与“龙岗大运片区时空流量透视”两款数据产品，由无人机物流及巡检类企业、AI 驱动型企业购买使用。这一交易标志着低空数据从“公共资源”走向“可交易资产”，验证了“原始数据不出域、数据可用不可见”原则下数据价值释放的可行路径。

2.8.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。“一网统飞”场景释放了对自动化机巢、5G 网联方舱、多载荷无人机等装备的规模化需求。政务场景对载荷清晰度、续航、防护等级的确定性要求，定义了政务级无人机的产品规格，引导制造端形成专用产品线，拉动了无人机整机、机巢设备、感知设备等制造业的批量订单。

牵引低空运营业。“一网统飞”催生了“政府开放场景、企业投资运营”的新型合作模式。例如中国电信在贵阳、淄博、株洲等地打造全域覆盖、集约高效的“一网统飞”低空政务飞行服务体系，为政府有关部门提供低空政务“一站式”服务，覆盖违建核查、街景巡查等场景；中国移动打造江苏常州低空政务巡检，一体满足消防、交通、城管、水利等城市治理需求，减少人工巡检 18 万次/年，问题发现率提升 55%。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

牵引低空基建与信息服务业。“一网统飞”平台本身就是一种新型低空信息基础设施，它将原本分散于各部门的飞行调度、数据存储、算法运算能力集成为一个统一的数字化底座。与此同时，智慧灯杆一体化机库、通导监感知基站等配套基础设施也随场景规模化加速部署，与平台形成“空中—地面—数据”协同联动的完整闭环，其不仅支撑“一网统飞”的高效运行，也为整个低空经济的规模化发展提供了可复用、可扩展的数字底座。

牵引低空配套业。“一网统飞”场景催生了数据标注与算法训练、飞手培训与认证等配套服务业态，正在催生出一个围绕数据、算法、平台、人才的完整配套生态。

慧治理，低空赋能。城市治理“一网统飞”的深层价值，不在于无人机飞了多少架次，而在于它正在重新定义城市治理的范式——从“各自为战”到“一网统管”，从“人海战术”到“智能巡检”，从“被动处置”到“主动发现”。当无人机从各部门的“专用工具”变成全城的“共享基础设施”，城市治理便真正拥有了“空中视角”。这是低空经济赋能社会治理最直接、最普惠的体现——它不挑场景、不挑城市，任何一座城市都可以通过“一网统飞”让治理更聪明、更高效、更节约。同时，政务场景也是低空制度创新的“孵化器”：数据权属、隐私保护、飞行责任界定等上位规则在政务飞行的规模化压力倒逼下加快完善，这些制度成果将普惠所有低空场景。可以说，公共治理场景每成熟一分，低空

经济整体的制度轨道就延展一分，这是其超越自身经济价值的深层产业贡献。

2.8.4 挑战与建议

主要挑战：跨部门数据共享仍面临制度和安全层面的障碍，数据格式、接口标准尚未完全统一；城市低空飞行空域审批流程仍需简化，常态化作业空域保障仍不足；AI 算法的准确率和泛化能力仍需提升，部分场景识别误差影响闭环效率；自动化机巢等基础设施建设投资大、回报周期长，商业模式仍在探索中；专业政务飞手和平台运营人才供给不足；数据安全与隐私保护面临挑战，巡检影像涉及城市敏感信息。进入高强度、复杂化阶段后，通信、数据、安防等多环节之间的系统耦合要求显著提升，相关行业在标准衔接与协同联动机制上仍存在缺口。

发展建议：加快制定政务无人机数据采集、传输、存储的国家标准和行业规范；推动建立跨部门、跨区域的空域协调机制，为常态化政务飞行提供空域保障；持续优化 AI 算法模型，提升复杂场景下的识别准确率；探索“政府开放场景、企业投资运营”的可持续商业模式；建立政务飞手培训认证体系，加强平台运营人才培养；构建数据安全分级管控体系，确保政务飞行数据的安全可控。推动相关部门协同制定跨行业标准与联动机制，为高强度、复杂场景下的低空政务飞行提供系统性保障。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

十七、云南省：创新构建全省“一网统飞”低空城市治理新模式

（一）基本情况

云南省域面积 39.4 万平方公里，山区面积占比 94%，海拔区间从 76 米至 6740 米，囊括了从平原、丘陵、高山、高原到高高原的完整地貌类型，毗邻缅甸、老挝、越南，国境线长达 4060 千米。全省各州（市）都不同程度面临辖区综合治理难和复杂程度高，传统人工巡查效率低、盲区多、成本高。近年来，全省各州（市）、各部门创新推动无人机在城市管理、环境监测、交通巡查、河湖巡检、违建排查取证等飞行应用，虽然解决了传统人工模式物理和技术难题，但平台重复开发、算法投入成本高及政务数据不融合等新问题日益凸显。

（二）主要做法

1、全省“一张网”实现平台共用

云南按照全省“一张网”总体思路，创新采用“省级统建、州市统筹、分级运营、全域协同”模式和“1 个智慧服务中台+N 个业务平台”架构，建成省级“一网统飞”服务平台，形成全省统一、协同高效的城市治理服务体系。依托软件服务云端部署，各州（市）、县（市、区）开通账号使用“一网统飞”服务平台全部功能，有效解决平台分散建设、重复投入及数据孤岛等问题。

2、九大功能模块支撑“一机多飞”

依托智慧服务中台的建模、智算、大模型、飞控、飞行管理、终端管理、飞手管理 9 大功能模块，可实现航点飞行、倾斜摄影、正射影像、网格巡检、环绕飞行、全景航线、自由放飞 7 大低空飞行模式，已形成了政务巡检、高速巡查、生态环保、林草监测、应急救援等多个业务平台。一架无人机可同时搭载住建、环保、公安等多部门作业载荷，高效满足多样化、差异化城市治理需求。

3、190 余种 AI 算法实现集约共享

聚焦应用场景加快拓展 AI 算法库，构建“算法超市”，实现全省共享、按需调用，各州（市）、县（市、区）无需自建算力中心、开发 AI 算法，避免重复投入。截至目前，“算法超市”已上线算法 190 余种，初步具备态势感知、智能航线规划、卷帘对比、方量分析

等能力，全流程覆盖需求提报、飞行作业、成果交付、隐患处置、复飞核查，形成低空城市治理标准化闭环。

（三）取得成效

1、降低基层治理成本

“一网统飞”服务平台软件服务云端部署模式，已率先在禄丰市、泸水市、弥勒市等地投用。禄丰市部署 7 套固定机库加车载机库、单兵设备，服务 20 余个部门，一套设备“管天管地”。泸水市部署 19 套自动机库，集约 13 个部门任务，山区治理不再“望山跑死马”。以县域单元模式初步估算，软件底座、算力服务器、存储等一次性投资需 1800 余万元，通过“一网统飞”服务平台，各州（市）无需硬件投资，可节约开支超 1000 万元。

2、提升治理服务效能

省级“一网统飞”服务平台的建成投用，通过全域化、立体化、精准化巡查，有效覆盖了传统“人海战术”难以触及的盲区（如山林、河道等），实现从“被动应对”向“主动预防”转型，形成“发现—派单—处置—复核”闭环。以弥勒市为例，自“一网统飞”平台上线试运行以来，城市巡检累计飞行 509.1 小时、起降 2703 架次，覆盖景区、商圈、交通要道、森林区域、河道等关键点位 64 处，实时回传巡检数据 59466 条，发现推送并处置问题 289 个。问题发现率、巡检质量效率、问题响应与处置能力均得到大幅提升。

3、牵引技术迭代升级

云南省海拔 1000 米以上高原面积占比超 87%，省级“一网统飞”服务平台将逐步覆盖全省 16 个州（市），成为全省低空经济超级应用场景。规模化低空城市治理应用及其他各类应用场景为无人机装备提供了高原环境“练兵场”。目前，云南本土企业已经研发制造 6 款高原无人机，其中 5 款高原无人机已下线试飞，从气动外形等 12 个方面优化设计提升，主力机型升阻比提升 31%、最大起飞海拔提升 17%、最大实用升限提升 20%、续航能力提升 33%。

信息来源：云南省发展和改革委员会

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

十八、山东省济南市：实现无人机全域自动巡检

（一）基本情况

济南市低空政务“一网统飞”项目由济南低空经济发展集团牵头实施，搭建市级统一数字化低空政务共享平台，统筹全域无人机、智能机库、空域资源，面向公安、应急、生态、城管等十余市直部门提供一站式空中巡查、应急处置、AI 智能识别共享服务，覆盖河道管护、市容管理、工地监管等细分城市治理政务场景，当前处于区域商业化阶段。

（二）主要做法

一是构建全域覆盖的低空基础设施网络。项目规划全域布局 310 套配套自动化智能机库，包含 291 套适配多旋翼、19 套适配复合翼的标准化机库，同步配套 48 套智慧灯杆一体化集成机库，构建核心城区 15 分钟、县域 30 分钟全域应急响应网络。项目已完成 192 处低空通导监感知设备部署、190 套标准化机库布设（其中 47 套智慧灯杆一体化机库布设）。

二是打造 130 余种 AI 算法与 70 余类应用场景。平台已适配应急救援、公共安全、交通巡检、城市管理、地理测绘等 70 余类城市高频低空应用场景，搭建 130 余种核心 AI 算法模型，识别准确率超 95%。平台重点打造“低空+政务、低空+物流、低空+巡检、低空+文旅、通航应急作业”五大赛道，服务公安、应急、交通、园林、环保、消防、水利等多部门巡查执法。

三是建立全流程安全风险管控体系。对应管控措施搭建飞行前设备自检、气象评估、电子航线校验，飞行中全域态势实时监控、自动冲突预警、越界强制返航，飞行后区块链日志存证全闭环管控体系，配套全域高精度电子围栏、低空反制联动设备、分级数据加密隐私计算防护机制，建立突发事件应急预案与持证上岗人员管理制度。

（三）取得成效

截至目前，累计飞行 7934.8 小时，飞行 34066 架次，飞行里程 116367.7 千米。效率层面，跨部门任务响应时长压缩至 20 分钟内，问题处置周期缩短 50%，污染、违建隐患发现率提升 80%，应急处置

速度提升 40%。成本层面，相较分散自建模式节约财政资金 60%以上，规模化运营后单次飞行成本降至传统模式 30%—50%。安全层面，全域电子围栏联动低空监测设备，违规飞行处置响应小于 1 分钟，政务低空飞行安全事故发生率降低 90%，全面替代高空危险人工地面巡查作业。

信息来源：大众网、济南低空经济发展集团

十九、江苏省扬州市：政务无人机综合治理

（一）基本情况

随着综合治理复杂度持续提升，传统人工巡查存在成本高、效率低、盲区多等短板，同时各部门无人机分散使用难以形成协同合力，无法满足精细化、立体化治理需求。为破解这一痛点，扬州以“全域覆盖、全时响应、全面赋能”为目标，由市社会治安综合治理中心牵头，统筹推进政务无人机“建、管、用、研”全链条体系建设，创新构建“织密一张感知网、打造一个智能平台、深化一套协同机制”的低空治理模式。2025 年以来累计发现问题线索 2497 条，办结 2411 条，闭环处置率达 96.6%。

（二）主要做法

1、织密全域感知网格，夯实立体治理底座

按照“整合存量、补齐增量、按需调优”思路，统筹推进无人机方舱和便携式设备布设，基本实现扬州城区低空感知全覆盖，达成平时“综合飞一次”、应急“3 分钟全域达”核心目标。通过存量整合和新增补盲，逐步构建起“1+2+82+294”的政务无人机集群体系（1 架环保专用长航时固定翼、2 架应急单兵直升无人机、82 套方舱式无人机、294 架便携式无人机），为多部门协同治理提供坚实支撑。

2、打造统一智能平台，驱动治理数字升级

2025 年，建成政务无人机综合管理平台，集成飞行控制、统一纳管、智能算法仓三大核心模块，构建“指挥大屏+管理员端+飞手端+扬城云哨小程序”四位一体操作体系，实现“一屏统览、一网调度”。打通“需求发起→任务调度→飞行执行→监管复盘”全链路，平均任

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

务响应时间从 24 小时缩短至 1 小时。融合多模态大模型与无人机感知数据，联合扬州大数据集团综合治理“低空智能体”，实现智能任务规划、智能问题识别、智能辅助决策。

3、深化“156”协同机制，凝聚全域治理合力

创新提出“查处一体、五维联防、六级响应”协同体系，横向联动公安、消防、农业农村、城管、生态环境、水利、边检、铁路公安等 13 个部门，建立“巡查发现-调度指挥-综合决策-执行反馈-评估预防”五维联防，纵向强化“市-县-乡-村-网格-微网格”六级响应，确保指令直达一线，实现跨部门、跨领域、跨层级同频共振，打通基层治理“最后一公里”。

（三）取得成效

1、治理效能全面跃升

公安警航依托政务无人机，成功侦破非法赌博、非法捕捞、非法种植罂粟等多类案件；救助仪征九旬老人案例获央视宣传报道。消防救援建立“每警必飞”机制，将无人机广泛运用于灾情侦察、全域巡防等场景，已完成百余家重点化工企业等高风险场所的三维实景建模。在农村人居环境巡查方面，累计推送问题线索 591 条，有力助推宜居宜业和美乡村建设。

2、创新模式打造样板

推动江都、广陵等地开展耕地保护、长江采砂管控、景区综合执法等特色应用；在邗江街道试点开展闲置地块、沿街商铺空中巡查。研发并建成 3 个“智慧灯杆+无人机”立体巡查示范点。创新构建“156”协同体系，荣获 2025 数字中国创新大赛·低空经济赛道全国三等奖，相关经验被南京铁路公安处推广，为低空政务治理提供了可复制的“扬州样本”。

3、资源利用集约高效

截至 2026 年 5 月，累计安全执飞近 3.2 万架次，巡查里程 11.6 万公里。通过“统建+整合”模式，节约建设与运维费用 5700 余万元，释放人力资源 4000 余个工作日，实现“一次飞行、数据共享、多部门复用”。推出四种差异化服务模式，精准适配部门需求，显著降低

基层负担与财政支出。

信息来源：江苏省发展和改革委员会

2.9 低空公共治理——应急救援

2.9.1 场景概述

低空应急救援指利用低空航空器为各类突发紧急事件提供的救援支持服务，包括消防救援、现场侦察、指挥通讯、物资投送、搜索救援、海上救助等，是低空经济中社会价值最为突出、刚需属性最为强烈的应用场景之一。在传统救援力量难以快速抵达的环境中，低空航空器凭借其快速响应、高空俯瞰、全天候作业的天然优势，正在成为应急救援体系中不可或缺的“空中力量”。

低空经济带给应急救援的独特价值，集中体现在三个维度。**其一，救援装备谱系的极大丰富。**低空经济推动应急救援装备从“单一有人直升机”向多元谱系拓展。例如系留无人机通过地面供电可持续悬停数小时，作业高度突破 200 米，一定程度上破解高层建筑灭火这一世界性难题。**其二，响应速度与覆盖能力的突破。**传统直升机数量有限，难以实现普遍覆盖。低空经济催生了无人机机巢等设施设备的规模化部署，使救援力量可以分布式前置、就近响应。例如浙江海宁已实现无人机 3 分钟响应，AED 设备可随无人机第一时间送达现场。**其三，智能化水平的显著跃升。**低空经济所牵引的 AI、大数据、5G 通信等技术进步，正在推动应急救援从“被

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

动搜救”走向“主动感知”。

这些由低空经济催生的新能力、新装备与新模式，并非散点式的局部探索，而是在国家应急救援体系的整体框架中有序推进、逐步融入。国家层面，航空应急救援装备体系化建设已初步成型。2010 年 1 月，国家减灾中心牵头建立“雨燕应急·重大灾害无人机应急合作机制”（简称“雨燕应急”），经过十余年发展，“雨燕应急”日臻完善，目前已集聚近 300 家合作机构、2000 余名专业飞手、5000 余架各型应急无人机，构建起规模化、专业化的社会化应急救援队伍。在海上救援领域，交通运输部救捞系统在我国全部沿海水域部署了了 5 支救助飞行队，现拥有 32 架救助直升机、1 架固定翼航空器、11 个救助飞行基地，最大搜救半径可达 200 海里，初步实现我国沿海重点海域应急处置全覆盖。在森林防灭火领域，应急管理部依托南方航空护林总站和北方航空护林总站，在我国主要林区系统部署了航空护林力量。2026 年 6 月 8 日，国务院印发《现代化应急体系建设“十五五”规划》，明确提出围绕构建 1 小时到达灾害事故易发多发区域的航空救援网络，加快完善航空救援基地、场站等基础设施，健全航空救援空域保障机制。这一规划为低空应急救援的体系化发展提供了明确的政策指引。

地方层面，各地加速布局低空应急救援体系。例如，湖北省自 2020 年纳入国家应急救援航空体系试点建设以来，已建成 111 个直升机保障点，完成航空应急救援低空监视网

Ⅰ期工程建设，实现 30 分钟内起飞响应，常年保持 5 架救援直升机备勤；浙江省在杭州建德建立航空救援主运行基地，在湖州、舟山、金华、温州设置 4 个区域性备勤基地，全省建成 340 个直升机和无人机临时起降点，部署 6 架大型应急救援直升机开展常态化备勤，培育 60 支地面航空应急救援队伍，并动员 16 家通航企业共 39 架各型直升机编入航空救援力量体系，初步形成 1 小时覆盖全省的航空救援网络；内蒙古自治区各级累计配备各类无人机 185 架，开展无人机操作培训 230 余人次。

表 9　低空应急救援“5+4”要素体系

要素类别	要素名称	具体内容
五大基本要素	载运装备	应急救援无人机（多旋翼、复合翼、固定翼）、应急通信无人机、消防无人机（系留式、投弹式）、救援直升机等。
	作业装备	光电吊舱、红外热成像、救援绞车与吊运设备、物资挂载与抛投装置、灭火吊桶、灭火弹/水枪、应急通信基站、生命探测仪等。
	关键技术	应急通信中继、集群控制与协同作业、AI 图像识别与灾情研判、高精度定位与自主飞行、复杂气象适应、系留供电、直升机吊桶灭火与绞车救援等等。
	行业分类	G56 航空运输业、S 公共管理、社会保障和社会组织等。
	实现功能	灾情侦察与态势感知、应急通信保障、物资精准投送、人员搜救定位与转运、海上人命救助、空中灭火、防疫消杀等。
四大环境要素	低空空域	突发事件应急空域，需快速审批与优先保障。
	基础设施	通用机场、航空救援基地、前置部署的起降点、应急通信网络、无人机指挥调度平台等。
	政策法规	《现代化应急体系建设“十五五”规划》；《安全应急装备产业发展“十五五”规划》；各地通过自然灾害应急能力提升工程专项采购牵引场景落地；《森林草原防火 无人机巡查技术规范》（GB/T 47054-2026）《通用航空应急救援运营指南》（MH/T 1085-2025）《通用航空消防作业设备配备要求》（MH/T 1084-2025）等标准。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	安全风险	复杂气象条件下飞行安全、海上作业风险、空中碰撞、数据安全等。措施包括：通过冗余设计、双机协同、应急预案、空域管理等手段防控。

2.9.2 双轮驱动分析

技术验证轮——在极端环境中完成的极限验证。应急救援场景的技术验证逻辑独一无二：它的“试错”窗口是真实灾害，验证标准是“万无一失”。地震废墟的断壁残垣、洪水孤岛的通信中断、森林火场的高温浓烟、海上风暴的惊涛骇浪，这些极端环境既是救援的战场，也是技术装备最严苛的试金石。

在应急通信领域，翼龙无人机的实战表现堪称技术验证轮的典型样本。2026 年 8 月 26 日，西藏日喀则市吉隆县因尼泊尔一侧泥石流灾害造成重大人员伤亡，通信中断。在应急管理部调派下，常驻四川自贡与西藏日喀则的 2 架翼龙无人机当日紧急起飞，前后接力驰援灾区，执行灾情侦察和应急通信保障任务。两架无人机在灾区连续作业超 22 小时，对灾情区域进行全方位侦察，同步开展应急通信保障，累计接入用户约 6069 次，保障通话 661 余次。“试错—迭代—筛选”的运转机理在此次任务中得到完整验证：翼龙历经多次实战考验，从最初的“能飞过去、能传回画面”，到“能在三断场景下搭建通信枢纽”，再到“跨区域快速响应、多机接力保障”——每一次迭代都由真实灾害场景中的具体问题牵引，可靠的技术路线在反复实战中得以收敛和固化。

在城市消防领域，系留无人机的演进同样印证了这一规

律。高层建筑火灾扑救是世界性难题——传统消防云梯高度有限、地面水枪射程不足，150 米以上建筑火灾扑救长期依赖建筑内部消防系统，一旦遭遇电力中断、通道堵塞等极端情况，外部救援力量便难以介入。系留无人机通过地面供电线缆实现不间断续航，可升空至 200 米高度挂载水枪或灭火弹实施空中灭火，为超高层建筑外立面火灾扑救提供了全新路径。2025 年 6 月，由国家防灾减灾救灾委员会、国务院安全生产委员会联合主办的“应急使命 · 2025”城市高层建筑火灾扑救专题演习中，山河星航系留无人机消防车仅用 3 分钟完成部署，无人机从车顶平台一键起飞，覆盖 100 米至 151 米火点，持续精准压制火势。2025 年 10 月，重庆市举办高层建筑灭火救援无人机功能测试活动，20 余家企业参与，系留无人机消防车通过将无人机与消防车融合，进一步提升了展开速度和持续作业时间。由真实火场定义的严苛参数——大载荷、高升限、持续喷射、快速部署——正在驱动无人机在抗风性、防水性、系留稳定性等维度持续突破。

价值创造轮——从“应急响应”到“常态能力”。应急救援场景的商业逻辑不同于任何一个低空场景，它不依赖用户付费，不追求利润回报，其价值创造无法用常规的“投入产出比”衡量，因为它创造的是“生命价值”与“社会价值”。翼龙无人机在“三断”环境下保障通话联络，每一通电话背后都是一个家庭与失联亲人的重新连接；交通运输部北海救助局直升机在黄海 10—11 级风力的极端海况下星夜驰援，9

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

次甲板吊运救回 9 名遇险船员。这些价值无法量化，但全社会都认——正是这种“社会共识”，构成了应急救援获得财政投入和公共资源倾斜的合法性基础。一次次实战积累的救援成功案例和技术验证数据，也都在持续强化政府、企业与公众对低空救援体系的信任。

双轮协同在此呈现出独特的“使命驱动”特征：技术验证轮在极端环境中检验装备极限——更远的航程、更强的载荷、更稳定的通信、更智能的识别；价值创造轮以“生命价值+社会价值”为牵引，推动装备从“偶尔启用”走向“常态配置”——更广的覆盖、更快的响应、更完善的网络。两轮同向发力：技术越可靠，应急管理部门越敢于配置使用；越频繁使用，积累的实战数据越多，技术迭代越快。应急救援正在走出一条独特的价值创造之路——这条路所筑就的，不仅是常态化的安全底座，也是低空经济最厚重的社会基石。

2.9.3 产业牵引分析

牵引低空制造业。应急救援场景直接拉动了应急通信无人机、消防无人机、系留无人机、救助直升机等专用装备的研发与制造。翼龙系列应急通信无人机已形成常态化跨区域调度能力；系留无人机在高层建筑消防中实现从概念到实战的跨越；AG600 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机、“新舟”60 灭火型等填补国产航空灭火装备空白；陕西直升机股份有限公司合西北工业大学自研的全国产化消防灭火吊桶，已形成 1 吨、1.6 吨、3 吨级全规格产品体系。应急救援场景对装

备“高可靠、长航时、大载重、全天候”的刚性需求，正在牵引低空制造业向更高性能、更高标准的方向持续进化。

牵引低空运营业。应急救援场景培育出专业化的低空应急运营服务体系以及“平时运营+急时应急”的复合运营主体。交通运输部救捞系统在沿海部署了常态化救助飞行力量；应急管理部已建成覆盖全国的社会无人机应急联动机制，这类模式将企业技术能力与政府应急需求对接，以市场化方式构建低空应急服务网络，为低空运营业开辟了新增长空间。

冲上去，低空担当。在地面交通瘫痪的灾区，低空飞行是宝贵的生命通道；在通信孤岛的绝境中，无人机空中基站是失联者最后的希望；在狂风巨浪的海面上，直升机悬停的绞车是遇险者最坚实的依靠。每一次起飞，都是与时间的赛跑；每一次抵达，都是对生命的承诺。低空应急救援正在用科技的力量重新定义“救援速度”和“生命保障”。这是低空经济最厚重的社会价值，也是其最不可替代的产业意义。

2.9.4 挑战与建议

主要挑战：应急通信、物资投送、海上救援、空中灭火等不同场景缺乏统一的技术标准和作业规范，装备选型、数据格式、通信协议等尚未完全统一；部分偏远地区航空救援基地、应急起降场点、直升机保障点等基础设施不足，制约快速响应能力；无人机与有人机在应急救援中的协同机制尚不完善；专业应急飞手、直升机机组成员和无人机应急指挥人才供给不足。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

发展建议：加快制定低空应急救援装备与作业的国家标准和行业规范，推动装备选型、数据接口、作业流程的标准化；将航空救援基地、应急起降场点、直升机保障点纳入低空基础设施统一规划，补齐偏远地区和沿海岛屿设施短板；持续提升航空器在复杂气象条件下的环境适应能力，推动系留、防雨、抗风、夜航等关键技术攻关；完善有人机与无人机协同救援的机制与空域管理规则；建立“理论+模拟+实战”的分级应急飞手和直升机救援人员培训体系，加强应急指挥人才培养。

低空应急救援案例

二十、交通运输部北海救助局：两架直升机救出 9 名遇险船员

（一）背景情况

2026 年 1 月 10 日凌晨，黄海北部海域。交通运输部北海救助局接到辽宁省海上搜救中心险情通报，施工船“海威工 8810”在作业过程中被渔网缠绕，失去动力，在大风浪中随时可能倾覆，9 名船员身陷险境。

1 时 28 分，两架救助直升机依次从山东烟台蓬莱沙河口机场起飞，全速飞往事发海域。现场海况复杂，风力 10—11 级，浪高 3—5 米。遇险船在大风中上下起伏、左右晃动，救援难度极大。

（二）主要做法

双机编队，分工协同。接报后，交通运输部北海救助局指派北海第一救助飞行队立即启动应急响应程序，综合考虑恶劣气象、夜间能见度低、船员人数较多等因素，派遣大型救助直升机“B-7125”和中型救助直升机“B-7313”组成双机编队，协同执行此次高难度救助任务。两架直升机分工明确、高效配合：大型救助直升机“B-7125”负责空中吊运遇险船员和转移工作；中型救助直升机“B-7313”作为保障和备份力量，在周边实时监控救助行动和船舶动态，随时准备接替

作业或应对突发状况。

极端海况下的精准悬停与吊运。飞行员在暗夜环境中仅凭仪表、夜视仪和搜索灯，在强风中操纵直升机稳定悬停于遇险船舶上空；绞车手紧盯救生员作业状态，精准操纵机载绞车设备；救生员克服强风扰动、吊运空间狭小和船舶大幅摇摆等困难，快速降落于甲板上。救生员一边耐心安慰遇险人员，一边为他们穿上救生吊带。经过 9 次甲板吊运作业，顺利将 9 名船员全部转移至机舱。两架直升机随即返航，降落在蓬莱沙河口机场。

（三）取得成效

此次任务中，9 名遇险船员全部安全救回，状态良好。此次任务是北部海域首次开展直升机夜航救助，叠加寒潮大风和航路降雪，救援难度陡增，是北海第一救助飞行队应对极端恶劣气象条件下海上突发险情的一次实战检验。此次救援标志着海上应急救助能力的进一步提升，为海上作业提供了良好的安全保障。

信息来源：人民日报一撇一捺微信公号

二十一、中国通用航空有限责任公司：从南海到高原的“空中生命线”

（一）基本情况

中国通用航空有限责任公司（简称“中国通航”）是海南省属国有企业，作为国家应急救援体系的空中骨干力量，已具备高原、高高原、林区、极寒、沿海等复杂地理环境的全域作业资质，可有效应对地震、森林火灾、洪涝、台风、海上遇险等各类灾害场景。公司依托多年实战积累，构建起快速响应、多灾种应对、有人无人协同的核心能力。

（二）主要做法

高原救援：架起生命天路。2025 年 1 月 7 日，西藏日喀则市定日县发生 6.8 级地震，导致大量房屋倒塌，造成重大人员伤亡。中国通航 B-722W 机组驾驶 MI-171 直升机火速驰援，将一名重伤的 5 岁藏族女童从日喀则市区紧急转运至拉萨贡嘎国际机场。机组配合西藏自

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

治区航空应急救援中心，累计飞行 9 小时 40 分钟，为灾区救援赢得黄金时间。应急管理部于 2025 年 4 月发布表彰决定，中国通航 B-722W 机组荣膺集体三等功。

森林防灭火：筑牢空中防线。2026 年 4 月 19 日，西藏林芝市工布江达县工布江达镇宾格村因雷击突发森林火灾，火情态势复杂严峻。险情发生后，B-722W 机组迎难而上，直面火场高海拔、大风频发、山高谷深、地形险峻、火点隐蔽、腐殖层易复燃等诸多不利因素，全体人员沉着应对、密切配合、规范操作，驾驶 MI-171 直升机实施吊桶精准洒水作业，抢抓灭火战机、科学高效处置，迅速遏制火情蔓延，切实守护了当地人民群众生命财产安全和高原生态安全。此次行动得到地方政府部门的高度赞誉。林芝市应急管理局向中国通航发来表扬信，对 B-722W 机组全体人员在此次火情处置中冲锋在前、履职尽责的突出表现致以诚挚谢意。工布江达县应急管理局、工布江达镇人民政府向 B-722W 机组赠送锦旗。

海上救援：守护蓝色国土。2025 年 9 月，海南省海上搜救中心举办海南岛西部地区首次“直升机转移海上伤员直飞进医院”实战化演练，中国通航派出直升机参与伤员转运。演练模拟某船舶船员摔伤脑部需要紧急送医，中国通航直升机将伤员从海上安全转运至降落点，医护人员迅速将伤员送至医院救治。目前，中国通航已在海南构建起直升机应急救援能力以及无人机应急保障能力，直升机配备先进的救援绞车和吊装设备，可执行海上应急搜救任务。在 2024 年海南省琼海洪涝灾害救援、台风“摩羯”灾后救援中发挥了重要作用。

（三）取得成效

中国通航依托多年实战积累，已形成覆盖全地域、适配多灾种、融合新技术的立体化救援体系。从碧波万顷的南海到雪峰耸立的青藏高原，中国通航始终以“人民至上、生命至上”为信念，架起“空中生命线”。

信息来源：海南省人民政府网、中国通用航空有限责任公司

第三章　展望与发展建议

3.1 低空经济场景的前景展望

3.1.1 总体趋势研判

自 2024 年低空经济首次写入《政府工作报告》以来，短短三年间，其战略定位完成了从“新增长引擎”到“新兴产业”再到“新兴支柱产业”的三级跃升。与定位跃升相伴的，是低空经济场景从概念验证走向规模化应用的深刻转变，全国无人机农林植保作业耕地面积突破 4.6 亿亩、约占全国总耕地面积的 24%；国家电网 220 千伏及以上适航区线路无人机自主巡检覆盖率达 100%；大湾区日均近 3 万件快递经由无人机配送；EH216-S 载人无人驾驶航空器集齐型号合格证、生产许可证、标准适航证并获颁首批运营合格证。这些标志性进展共同表明，低空经济场景的整体成熟度正在沿“概念验证→小规模试点→规模化应用”的路径加速演进，产业发展的重心已从“能不能飞”转向“如何飞得好、飞得值、飞得可持续”。

从更深层次看，社会对场景的认知也在同步深化。两年前，场景更多被视为低空经济的“应用表现”，是技术落地之后自然产生的用途清单；今天，越来越多的实践者认识到，场景是低空经济发展的“主动力源”，没有场景，再先进的航空器也只是“展品”；有了场景，低空经济才能真正“活

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

起来、用起来、强起来”。认知的深化正在转化为行动的转变：地方政府从“给补贴”转向“给场景”，整机企业从“造出来再找市场”转向“盯着场景定义产品”，投资机构从“看参数”转向“看运营”。认知与行动的同频共振，构成了展望低空经济场景前景的逻辑起点。

展望未来五到十年，低空经济场景发展将呈现三个总体特征。

一是场景牵引由单点拉动转向系统拉动。按照《低空经济及其核心产业统计分类（试行）》（发改低空〔2025〕1676号）确立的4大类、23中类、65小类产业框架，场景的牵引作用将不再局限于某一装备品类或某一服务环节，而是通过规模效应、集聚效应、溢出效应、制度倒逼效应四种机制，同时作用于低空制造业、低空运营业、低空基建与信息服务业、低空配套业，推动四大产业互为条件、协同发展。场景越丰富，成本摊薄的渠道就越多，产业化的速度就越快，消费级无人机从数万元降至数千元，正是多场景规模化应用共同摊薄成本的结果，这一逻辑未来将在工业级装备和载人航空器领域重演。

二是场景分化与优胜劣汰同步加剧。场景牵引力模型揭示了一个基本规律是唯有技术验证轮与价值创造轮协同旋转，产品才能跨越两次“死亡之谷”。未来一段时期，能够跑通双轮协同、建立真实付费闭环的场景，将成为牵引产业跃升的主引擎；而依赖补贴输血、缺乏真实需求支撑的场景，

将在市场筛选机制下加速出清。这种大浪淘沙不是产业的挫折，而是走向成熟的必经过程，它将以最小的社会成本和最大的社会效益完成技术路线与商业模式的自然选择，引导资本、人才与适航资源向最具商业可行性的方向收敛。

三是场景优势加速转化为国家产业竞争优势。低空经济是全球竞逐的新赛道，而超大规模市场与丰富应用场景正是中国最独特的竞争禀赋。全球 90%以上的农用无人机市场份额、从 10197 架到 33615 架不断刷新的集群表演世界纪录、全球首张载人 eVTOL 型号合格证与首批运营合格证，均诞生于中国场景的率先验证。面向未来，谁能持续孕育并运营好世界级场景，谁就能掌握低空经济技术标准、运行规则与产业形态的定义权。中国低空经济的全球化路径，也将从“设备出海”升级为“标准出海、模式出海、场景方法论出海”。

3.1.2 发展趋势展望

一是技术融合化。AI 大模型、5G-A/6G、北斗高精度定位、高能量密度电池、数字孪生等前沿技术与低空飞行深度耦合，将推动场景从“工具替代”走向“价值重构”。

二是数据资产化。海量飞行数据、作业数据、安全运行数据正从运营副产品演变为独立的生产要素。数据确权、定价、流通制度的完善，将催生低空数据服务这一新兴业态，并为保险精算、信用评价、城市规划等领域提供全新数据源。数据资产化程度将成为衡量场景价值的新标尺。

三是制度供给主动化。场景规模化运行的压力将持续倒

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

逼空域管理、适航审定、安全标准、隐私保护等制度供给从“被动响应”转向“主动适配”。在这一进程中，率先开展低空经济政策试点的城市，在空域管理、飞行规则、数据治理、安全保障等领域先行先试，或会探索形成各具特色的运行管理模式，并逐步将试点经验固化为制度成果，为更大范围的推广提供可复制的制度样本。

四是安全信用化。持续的安全运行小时数与零事故记录，将演变为运营主体最核心的无形资产和市场准入的社会许可。安全记录即商业信用，安全信用评价体系的建立，将使“安全”从合规成本转化为可定价、可交易、可积累的竞争力要素。

五是发展全球化。中国场景验证的装备、标准与运营模式正加速走向世界，从设备出口到标准输出，再到以场景为牵引、以数据为支撑、以服务为延伸的整体模式输出，中国低空经济的全球化正在进入系统出海新阶段。

五大趋势并非彼此孤立，而是相互交织、彼此强化，技术融合为数据资产化提供源泉，数据资产化为制度供给提供依据，制度供给为安全信用化铺设轨道，安全信用化为全球化输出赢得信任。

3.2 低空经济场景的发展建议

低空经济场景的高质量发展，需要政府、企业、资本、行业组织等多元主体在场景牵引力模型的框架下各归其位、协同发力。

3.2.1 以场景开放为核心抓手，以制度供给护航规模化

（一）把开放场景资源作为产业培育的第一抓手

建议各地定期征集发布场景“机会清单”与“能力清单”，系统梳理本地在农林、巡检、物流、文旅、应急、城市治理等领域的真实需求，向全社会开放验证场景与应用订单，为技术提供验证场、为企业提供练兵场、为资本提供投资标的。

（二）深化空域分类管理改革

当前跨区长输管线、跨市域高速公路、跨海跨山航线普遍面临“分段申报、流程繁琐”的审批困境。建议针对巡查巡检、低空物流等常态化作业需求，划定专属作业空域与固定航线，探索一次性集中报备、年度框架审批等机制；在确保安全的前提下，逐步放宽夜间飞行限制，满足全天候巡检与配送需求；加快低空空域数字化管理基础设施建设，实现空域资源的精细化、动态化配置。

（三）坚持基础设施适度超前，为场景规模化预留空间

当前，低空经济各类场景的规模化发展均面临起降、通信、导航、监视、气象等基础设施供给不足的问题。建议将起降设施、无人机机巢、充换电设施、通信导航监视与气象等设施纳入城乡基础设施和乡村振兴统一规划，实现同步规划、同步建设、同步投用，重点补齐偏远农田、林区、管线沿线等薄弱区域的通信覆盖与气象感知短板。

（四）建立包容审慎的试错容错机制

以监管沙盒、创新试点等制度安排平衡创新激励与安全

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

底线，允许新技术新产品在限定空域、限定规模下先行先试，尤其对尚处工程化阶段的前沿场景给予成长耐心。同时，对各地出现的航空器未获完整适航证便大规模采购、运营资质未落地便高调宣传等双轮失配现象，应加强风险提示与规范引导，防止低水平重复建设与概念炒作透支行业信誉。

（五）统筹发展与安全

把安全标准体系建设作为产业规模化的前置条件，加快完善适航审定、运行安全管理、数据安全保护等标准规范；建立安全事故与征候的强制报告、调查与共享机制，让一次事故的教训转化为全行业安全标准的升级；推动安全责任保险产品创新，构建“技术冗余+制度约束+保险托底”的多层次安全保障网。

（六）立足资源禀赋实施梯度布局

各地应依据自身的产业基础、空域条件、地形特征与市场需求，选择主攻场景方向。农业大省深耕“低空+现代农业”，能源与基础设施大省做强巡查巡检，山区丘陵地区放大吊运与特色物流，文旅资源富集地区培育低空消费，超大城市率先探索“一网统飞”与载人运输试点。切忌不顾禀赋差异一哄而上地追逐载人 eVTOL 等热点场景。

3.2.2 以场景为锚反向定义产品，以双轮协同把握发展节律

（一）整机研制企业应坚持以场景为锚

从真实场景的作业剖面、成本约束与适航要求出发设计

低空航空器，避免为技术而技术的自我循环；主动开放与共建验证场景，把每一次试飞、演示都沉淀为数据资产，让技术验证轮高速运转；对被场景证伪的技术路线应及时止损，将有限资源集中于有望跨越第一次“死亡之谷”的构型与方案。

（二）运营企业应把商业模式验证置于规模扩张之前

以小规模试点为支点检验真实需求与单位经济模型，切忌在商业模式未经验证时盲目扩张，直升机载客运输“叫好不叫座”的长期困境警示，技术能飞、市场想做，不等于经济账算得过来。建立“应用—反馈—优化”的组织日常节律，持续打磨定价策略、作业流程与成本结构；卡位高价值场景并沉淀运营标准与服务品牌，把先发优势转化为难以复制的生态位优势。

（三）各类企业都应把握双轮主导权的动态切换

工程化阶段以技术验证轮为主导，容忍试错成本，避免因过度强调短期回报而扼杀潜力技术；商业化阶段以价值创造轮为主导，聚焦商业闭环，避免因沉溺于技术参数优化而错失市场窗口。实践中实现场景规模化落地的项目，都是两个轮子反复主导、协同配合的，双轮驱动才能行稳致远。

（四）链主企业应主动担当场景生态的组织者

低空经济场景的多样化，决定了单一企业难以独立完成全链条交付。整机、运营、保障、平台企业应以场景为纽带组建创新联合体，围绕真实需求开展协同攻关，如“无人机

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

+AI 算法+云端平台”的农业解决方案、“低空即时物流+水上电商平台”的长江配送模式，都是多主体协作的产物。链主企业开放接口、共享数据、共建标准，看似让渡了部分利益，实则通过做大生态放大了整个价值链的回报。

3.2.3 以场景成熟度为估值锚，以投资匹配关口跨越

（一）从看技术参数转向看运营指标

以场景成熟度而非单纯技术先进性作为估值锚，按标的企业所处发展阶段匹配风险定价；重点考察双轮协同的正反馈信号，真实付费比例、复购率、设备利用率、单机盈利模型、安全运行记录等运营指标，往往比续航、载重等技术参数更能预示企业跨越“死亡之谷”的概率。

（二）清醒认识两次“死亡之谷”的时点风险

工程化向商业化跨越的风险以技术与适航的不确定性为主，商业化向产业化跨越的风险则以“叫好不叫座”的盈利模型不确定性为主。建议采取分阶段、里程碑式投资，将资金投放与适航取证、运营资质、单位经济模型转正等关键节点绑定，在企业跨越关口时提供支持而非拔苗助长。

3.2.4 强化公共品供给，夯实产业人才与标准底座

（一）加快行业共性制度建设

针对当前作业标准不统一、收费标准缺失、保险理赔细则不完善等共性痛点，组织龙头企业、运营主体与监管部门协同攻关，加快制定覆盖作业、定价、数据保密、保险理赔等环节的标准体系；积极推动中国标准走向国际。

（二）构建多层次人才培养体系

支持企业与职业院校共建低空人才培养基地，推广“理论+模拟+实操+特训”的分级培训模式，将植保、吊运等飞手纳入新型职业农民与职业技能培训范围；面向场景融合化趋势，着力培养兼具无人机操作与行业知识的复合型人才，既懂飞行又懂农业、既懂飞行又懂电力、既懂飞行又懂应急的人才，将成为场景深化最稀缺的要素。人才培育与场景发展互为因果，场景为人才提供岗位，人才为场景提供韧性。

（三）持续开展场景追踪研究

发挥学会、协会等组织的平台优势，对全国场景项目开展长期追踪，及时总结双轮协同的成功经验与失配教训，让实践中涌现的智慧快速转化为全行业的共同财富。

（四）引导市场预期，讲好低空场景故事

针对公众对 eVTOL、无人驾驶等新概念缺乏直观认知的现实，行业组织应联合企业开展科普教育与体验式推广，让公众在“看得见、摸得着”的体验中逐步建立信任；同时客观传递低空经济发展的阶段性与渐进性，防止概念炒作抬高不切实际的市场预期，避免预期落空反噬行业信誉。

3.2.5 构建“静态价值+动态牵引”的评估体系

（一）建立“价值矩阵+牵引力指数”双层评估框架

在保留供给侧、需求侧静态评估维度的基础上，增设场景牵引力动态评估维度。技术验证度：适航取证进度、技术迭代次数、故障率、极端工况适应性；价值创造度：真实付

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

费比例、单位经济模型、复购率、成本下降曲线；产业牵引度：对四大产业的订单拉动规模、集聚企业数量、标准与数据溢出情况；安全信用度：安全飞行小时数、事故率、保险覆盖率、应急体系完备度。由此形成可量化、可比较、可追踪的场景牵引力指数，回答哪个场景正在成为产业引擎这一前瞻性问题，为政府配置场景资源、资本选择投资标的提供决策工具。

（二）实施场景分级分类与全生命周期评估

按工程化、商业化、产业化三阶段对场景分级建档，不同阶段匹配不同评估标尺。工程化阶段重点评估“证伪”效率与技术收敛速度，商业化阶段重点评估商业闭环与单位经济模型，产业化阶段重点评估四种牵引效应的释放强度，避免用同一把尺子衡量处于不同生命周期的场景，也避免以成熟场景的标尺苛求前沿场景。建立“准入评估—运行评估—退出评估”全周期机制：准入环节评估需求真实性与安全可行性，防止“伪场景”上马；运行环节动态监测双轮协同信号，对长期依赖补贴、缺乏真实付费的场景及时预警；对确无商业可行性或安全不达标的场景实施有序退出，引导资源高效再配置。

（三）建设数据驱动的场景评估基础设施

依托各地低空飞行综合管理服务平台，统一归集飞行架次、作业量、安全事件、成本收益等场景运行数据，逐步形成全国性的场景运行数据底座；在保障数据安全的前提下，

探索数据确权与分级授权机制，向评估机构、科研机构开放脱敏数据；培育独立第三方场景评估机构，定期发布场景牵引力榜单与场景风险预警清单，提升评估结果的公信力与公共参考价值。

（四）将安全评估置于“一票否决”的前置地位

安全底座贯穿场景演进全过程，评估体系应将安全指标设为前置门槛而非普通权重项，任何在安全维度不达标的场景，无论经济测算多么诱人，均不得进入规模化推广序列。这既是对安全是低空经济生命线这一共识的制度化落实，也是守护公众信任这一行业最宝贵资产的根本保障。

（五）推动评估结果的全链条应用

评估的价值在于应用。建议将场景评估结果嵌入决策闭环，政府部门以评估结果作为场景开放清单编制、财政资金投向、试点示范遴选的重要依据，让优质场景优先获得空域、基建与政策资源；金融机构以场景牵引力指数作为信贷定价、保险精算与投资评审的参考变量，降低信息不对称；行业组织定期发布评估报告与典型案例集，放大优秀场景的示范效应。同时建立评估指标体系的动态修订机制，随产业演进持续校准指标权重，防止评估本身僵化为一刀切的新门槛。

场景兴，则低空经济兴。回望来路，场景已从技术落地的“最后一公里”，成长为牵引技术迭代、市场验证与制度完善的全链条引擎；展望前途，场景的竞合与演进将决定低空经济这片新蓝海的深度与广度。站在“新兴支柱产业”的

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

新起点上，唯有坚持以场景为引擎、以双轮为动力、以安全为底座、以评估为罗盘，让千万个真实场景汇聚成牵引产业腾飞的磅礴动能，中国低空经济才能真正“飞起来、飞得稳、飞得远、飞向世界”，为全球低空经济发展贡献中国场景、中国标准与中国方案。