

低空之境，无限未来

——新质生产力之低空经济专题报告之二

核心观点：

- **何为“低空经济”，何为“低空”？**低空经济是以有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。通用航空是低空经济的主体产业，无人机是低空经济也是通用航空的主导产业。所谓“低空”，通常指真高 1000 米以下的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米。低空经济作为新质生产力的代表，正迎来产业政策端共振，未来有望发展成国民经济增长新引擎。
- **政策红利密集释放，低空经济有望乘风而起。**顶层设计方面，低空经济作为战略新兴产业首次出现在中央经济工作会议和两会政府工作报告中。从地方支持来看，已有 27 个省（区、市）将低空经济写入 2024 年政府工作报告，呈现百舸争流新局面。根据中国民航局数据，2023 年我国低空经济规模约 5000 亿元，预计 2025 年低空经济市场规模 1.5 万亿元，2035 年有望达到 3.5 万亿元，十年复合增速约为 8.8%。
- **复制新能源汽车发展路径，低空产业新载体 eVTOL 将迎蓬勃发展。**我国在新能源领域崭露头角，并实现在汽车产业弯道超车。《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035 年）》指出到 2035 年，我国要建成绿色航空制造体系，新能源航空器成为发展主流。我们认为，未来通用航空制造业有望复制新能源车领域的成功发展路径，实现在通航/低空产业的弯道超车。eVTOL 作为新的载体，有望承载该使命，迎接城市空中新蓝海。根据赛迪顾问，2023 年中国 eVTOL 产业规模 9.8 亿元，随着多机型适航认证的加速推进，预计到 2026 年产业规模将达 95.0 亿元，3 年复合增速 113%。
- **数字低空将成为数字经济增长新引擎。**随着人工智能、云计算、大数据、5G、数字孪生等信息通信技术的飞速发展，数字低空将助力数字经济从平面空间向立体空间拓展，国民经济渗透率进一步提升。智能融合低空系统可将低空空域转变为数字孪生空域，实现空域建模、时空计算、数据融合等功能，进而实现城市低空的“重新开发”，完成数字化产业增收，创造出新的 GDP 增长点。依托低空经济庞大的体量，叠加强有力的政策加持，数字低空有望成为数字经济增长新引擎。
- **低空经济作为新质生产力，“低空+”有望催生万亿市场。**无人航空器为主要载体，“低空+UAM”市场空间广阔。根据 Morgan Stanley 预测，2025-2035 年，UAM 载货场景将率先迎来快速增长，载人场景将于 2035 年逐步进入爆发期，军事应用场景则贯穿始终。中性预测场景下，2040 年全球 UAM 市场规模将达 1 万亿美元，2050 年达 9 万亿美元，其中美国/中国市场分别为 2.5/2 万亿美元。此外，“低空+物流”、“低空+应急”、“低空+旅游”等应用场景也处于爆发前夜。
- **投资建议：未来已来，抢滩低空经济万亿级蓝海市场。**低空经济产业链包括上游飞行基础设施及保障服务端，中游的航空器制造端以及下游的运营应用端。展望未来，低空经济万亿级市场渐行渐近，基建先行，制造与运营齐头并进，建议“七维度”配置。整机端，关注中直股份、航天电子、万丰奥威等；动力系统端，关注卧龙电驱、宗申动力等；机身结构端，关注中航高科、广联航空、光威复材等；空域管理端，关注中科星图、莱斯信息等；适航认证端，关注广电计量；低空感知端，关注纳睿雷达、四川九洲、四创电子等；低空运营端，关注深城交、中信海直等。

分析师

首席军工分析师：李良

分析师登记编码：S0130515090001

风险提示

- 1、相关监管法规发生变化的风险
- 2、意外事故造成低空发展停滞的风险
- 3、相关政策落地不及预期的风险

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目录

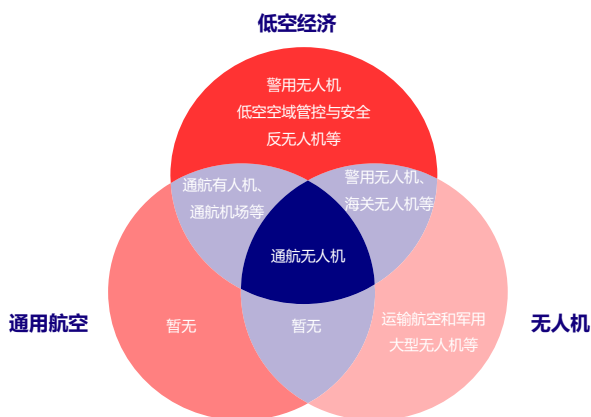
一、何为“低空经济”？何为“低空”？	3
二、政策红利密集释放，空域管理是当前改革重点	3
（一）政策端：中央/部委政策高屋建瓴，空域管理改革如何落地是下一步关键	3
（二）政策端：地方政府百舸争流，低空经济发展及应用场景落地加速	6
（三）监管端：多家公司进入 TC 审定，适航审批有望提速	8
三、复制新能源汽车发展路径，低空产业新载体 eVTOL 有望迎蓬勃发展	11
（一）美国通航产业发展成熟，我国差距巨大	11
（二）eVTOL 解决传统通航三大痛点，赋能城市空中交通（UAM）	13
（三）eVTOL 构型分三类，适用场景有所不同	15
（四）eVTOL 公司百花齐放，处于产业培育初期	18
（五）新能源汽车和航空产业链赋能低空产业，适航级供应链亟需建设	20
四、低空经济作为新质生产力，“低空+”有望催生万亿市场	22
（一）无人航空器为主要载体，工业无人机和 UAM 市场空间广阔	22
（二）“低空+物流”，支线末端物流迎蓬勃发展期	23
（三）“低空+应急救援”需求迫切，有望先行先试	25
（四）“低空+旅游”作为 toC 端落地较快的应用场景，处于爆发前夜	28
（五）美军先行先试，eVTOL 军事应用前景广阔	30
五、数字低空有望成为数字经济发展新引擎	30
（一）低空智能融合基础设施是低空数字化的关键一环	31
（二）无人驾驶航空器及其管理体系将成为数字低空的主要载体	34
（三）北斗提供万物空间和时间信息，是数字经济发展的基座	35
（四）卫星互联网赋能，助力远期低空智能网联破局	37
六、投资建议：未来已来，抢滩低空经济万亿级蓝海市场	38
七、风险提示：	39

一、何为“低空经济”？何为“低空”？

根据《低空经济与通用航空、无人机、UAM 的关系分析》国家发改委郭辰阳、敖万忠、中国航空运输协会吕移宏，低空经济是以有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。低空经济、通用航空与无人机产业三者关系的本质与核心可概括为：通用航空是低空经济的主体产业，无人机是低空经济的主导产业，同时也是通用航空的主导产业。低空经济涉及军用、警用、民用，涵盖农业、工业、服务业，贯通制造、飞行、保障、服务，具有“多领域、跨行业、全链条”的特点。

低空经济中所谓的“低空”，通常指真高 1000 米以下的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米。低空经济作为新质生产力的代表，正迎来产业政策端共振，未来有望发展成国民经济增长的新引擎。

图1：低空经济与通用航空的关系



资料来源：《低空经济与通用航空、无人机、UAM 的关系分析》郭辰阳、敖万忠、吕移宏，中国银河证券研究院

二、政策红利密集释放，空域管理是当前改革重点

（一）政策端：中央/部委政策高屋建瓴，空域管理改革如何落地是下一步关键

1、国家级规划不断，指引发展路径

低空经济写入国家规划。2021 年 2 月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，提出要发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。这是低空经济首次被写入国家规划。2023 年 12 月，中央经济工作会议强调打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业，加快传统产业转型升级。2024 年 3 月，低空经济首次出现在政府工作报告中，要求积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。

各类飞行器监管政策逐步完善。2023 年 6 月，国务院、中央军委公布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，自 2024 年 1 月 1 日起施行。《条例》按照分类管理思路，加强对无人驾驶航空器设计、生产、维修、组装等的适航管理和质量管控，建立产品识别码和所有者实名登记制度，明确资质要求；严格飞行活动管理，划设无人驾驶航空器飞行管制空域和适飞空域，将除管制空域以外的真高 120 米以下空域划为“适飞空域”，建立申请制度；强化监督管理和应急处置，健全一体化综合监管服务平台。此外，2024 年 1 月，交通运输部公布《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》，确定了无人航空器分类、民航局管理范围、如何管理等监管内容。

eVTOL 产业发展规划出台，提出 2025 试点、2035 商用的时间规划。2023 年 10 月，工信部等四部门印发《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035 年）》，到 2025 年使用可持续

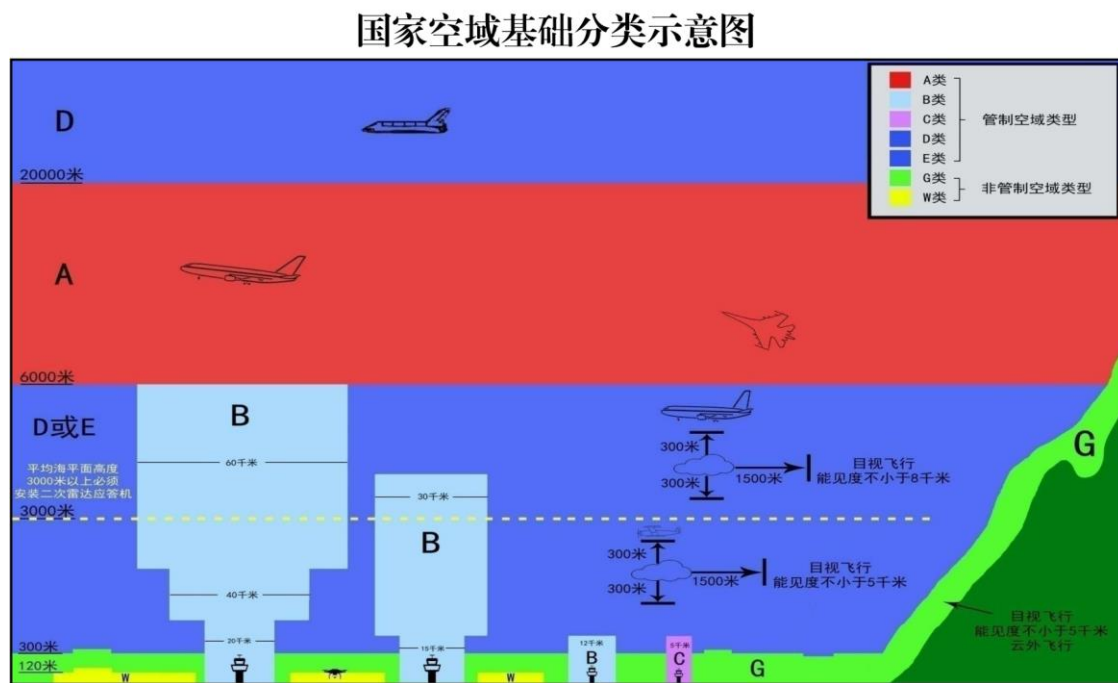
航空燃料的国产民用飞机实现示范应用，电动通航飞机投入商业应用，电动垂直起降航空器（eVTOL）实现试点运行。到 2035 年，建成具有完整性、先进性、安全性的绿色航空制造体系，新能源航空器成为发展主流，以无人化、电动化、智能化为技术特征的新型通用航空装备实现商业化、规模化应用。2024 年 3 月，工信部等四部门印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030 年）》，对 eVTOL 的电机电、电池等产业链及支线末线物流、应急救援等应用场景作出进一步规划。

总体来看，2010-2019 年是低空空域改革和基础设施初步进行建设的时期，2020-2023 年是改革关键期，试点地区先行。2024 年后或将是低空经济快速发展期。根据中国民航局数据，2023 年我国低空经济规模已达 5000 亿元，预计我国 2025 年低空经济市场规模达 1.5 万亿元，2035 年有望达到 3.5 万亿元。

2、空域改革进入第四轮，空域分类管理落地是关键

空域基础分类方法推出，如何落地是关键。中国民航局于 2023 年 12 月 21 日发布《国家空域基础分类方法》，依据航空器飞行规则和性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 等 7 类，其中，A、B、C、D、E 类为管制空域，G、W 类为非管制空域。G 类空域为 B、C 类空域以外真高 300 米以下空域，平均海平面高度低于 6000 米，航空器必须安装或携带可被监视的设备。W 类空域为 G 类空域内真高 120 米以下的部分空域，允许微型、轻型、小型无人驾驶飞行器飞行，飞行过程中应当广播式自动发送识别信息。

图2：国家空域基础分类示意图



资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院

当前空域改革为第四轮空域改革，重点是空域协同化、统一化管理。2000 年，军航将全国航路航线移交民航指挥后，先后经历过三轮低空空域改革。**第一轮空域改革为 2010-2014 年**，重点为改革试点，首次实行空域分类化管理。航空管理系统率先在试点地区将低空空域由原来的全部为管制空域，改为管制、监视、报告三类空域，按照审批和报备两种方式实行分类管理，以提高低空空域的使用效率。**第二轮改革为 2015-2018 年**，重点为空域精细化管理。优化空域审批制度、动态灵活使用、建立低空空管服务保障示范、加强“低慢小”航空器安全管控等，着力解决空域管理粗放、使用效率不高的问题。**第三轮改革为 2018-2023 年**，重点是突出空域协同化管理。

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

表1: 空域管理改革及内容

空域管理改革	时间	内容
第一轮	2010-2014	改革试点，首次实行空域分类化管理。 在试点地区将低空空域由原来的全部为管制空域，改为管制、监视、报告三类空域，按照审批和报备两种方式实行分类管理
第二轮	2015-2018	空域精细化管理。 优化空域审批制度、动态灵活使用、建立低空空管服务保障示范、加强“低慢小”航空器安全管控等，着力解决空域管理粗放、使用效率不高的问题
第三轮	2018-2023	空域协同化管理 将原低空空域由军民航分块管理转变为军民三方协同管理，由军民三方组成低空空域协同管理运行中心； 低空飞行由管制指挥模式转变为目视自主飞行模式，只需飞行计划报备即可飞行
第四轮	2024-	从试点地区到拓展到全国空域 完善空域管理立法，制定全国统一技术标准； 进一步拓展空域内航路资源，建立面向 eVTOL 和 UAM 的空域管理基础设施，推动低空智联网建设

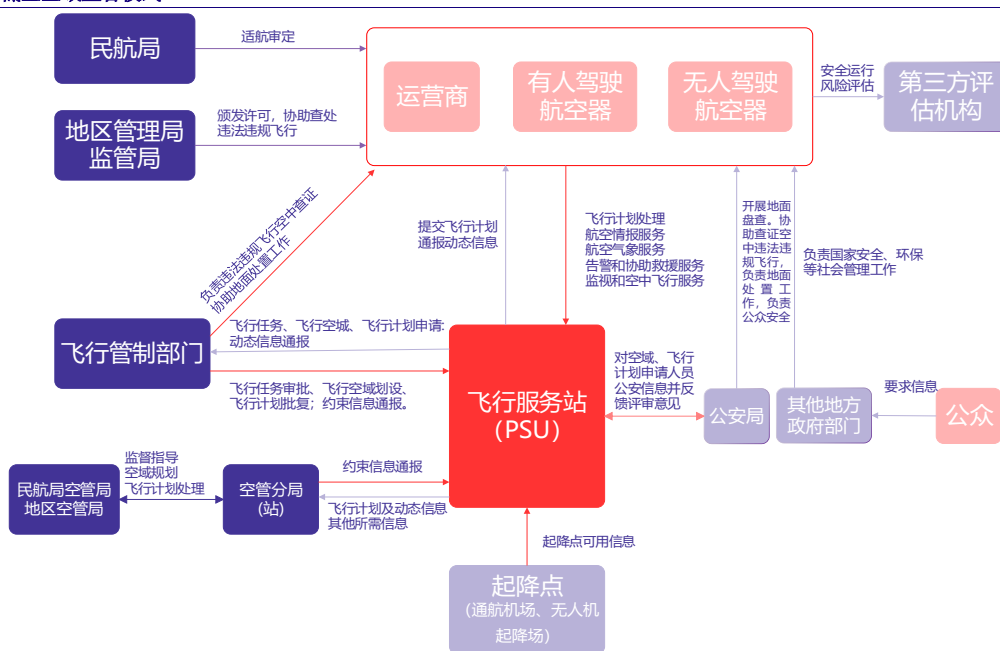
资料来源:《低空空域管理改革进展及展望》孙卫国, 中国银河证券研究院

2018 年至 2023 年 2 月，国家空管委办公室先后批准四川开展低空空域协同管理改革试点，以及湖南、江西、安徽 3 省的低空空域协同管理改革试点拓展。从目前情况看，试点取得了较好的效果，但也还存在一些不足：一是试点范围仅局限于军航管理的低空空域，尚未涉及民航航路内低空空域；二是试点中偏离现行国家空域管理规章的作法，尚未得到立法确认；三是各试点省分别建设的飞行服务保障系统，缺乏全国统一的技术规范和标准。

2024 年 1 月，全国民航工作会议表示将大力服务低空经济发展，民航局未来的定位是“服务”。目前低空空域管理模式为民航局和地区监管部门共同管理。民航局负责航空器制造商和运营商的适航审定，由地区管理局、飞行管制部门颁发许可并协助飞行执法工作。日常运营中，连接飞行管制部门和航空器的核心是飞行服务站，也是通用航空基础设施建设重点。飞行器运营部门通过飞行服务站向飞行管制部门提交飞行计划、飞行器动态信息等，飞行服务站再向空管分局通报这些信息。截至 2023 年底，全国已建成飞行服务站 32 个。此外，公安等其他地方政府部门亦会对飞行活动进行相应的监管。

2024 年 3 月 29 日，民航局表示将继续配合做好国家低空改革相关工作，加快推进空域分类管理落地实施；协调相关方面共同加强低空飞行活动服务保障体系建设，持续改善低空飞行活动的计划审批、空管、气象、通信、监视等服务保障。

图3: 低空空域监管模式



资料来源: , 中国银河证券研究院

（二）政策端：地方政府百舸争流，低空经济发展及应用场景落地加速

中央经济工作会议后，多地出台政策布局低空经济制造端新质生产力，已有 27 个省（区、市）将低空经济相关内容写入 2024 年政府工作报告。其中珠三角、长三角较为领先，明确 2025 年的短期量化发展目标。从各地政策来看，布局 eVTOL 和无人机的省份有较强的航空或电动汽车产业链基础，如广东、上海、四川等，多以补贴形式给予财政支持。其余大部分省市聚焦飞行基础设施和航线建设、应用场景拓展三方面，低空+旅游、低空+农业、低空+城市治理、低空+应急成为各省应用场景端的热点。

图4：各地低空经济促进政策（截至 2024.3）



资料来源：各地地方政府官网，中国银河证券研究院

1、珠三角依托消费级无人机和电动汽车产业链，应用场景落地领先

深圳、珠海等地起步较早，依托无人机和电动汽车产业链，发展复合翼和旋翼 eVTOL。两地发挥大湾区城际交通优势，在物流、外卖、城际交通等应用场景落地领先。

其中，深圳于 2022 年 8 月成为国家通用航空产业综合示范区，进行全国通用航空改革试点。2022 年底出台《低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025 年）》，另据深圳市交通运输局统计，2023 年深圳新开通无人机航线 77 条，累计开通航线 156 条；开通逾 20 条无人机外卖线路；完成载货无人机飞行量超 60 万架次。2023 年 12 月，深圳市通过《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，涵盖基础设施、飞行服务、产业应用、产业支持等方面内容，提出到 2025 年全市载货无人机商业飞行突破 300 万架次/年，链上企业突破 1700 家，产值规模突破 1000 亿元。据经济日报报道，2023 年我国低空经济规模已超 5000 亿元，其中深圳低空经济年产值超 900 亿元，同比增长 20%，全国占比达 18%。

图5：无人机和具有传送装置外卖柜配合在深圳投递外卖



资料来源：美团无人机，中国银河证券研究院

图6：顺丰无人机在深圳进行常态化医疗配送



资料来源：顺丰丰翼无人机，中国银河证券研究院

珠海于 2024 年 3 月发布《珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》，文件中提出 13 项具体举措支持低空经济高质量发展，包括对企业研发和制造进行现金补贴、按航线单次进行补贴、对基础设施建设进行补贴等。**除一般招商引资的落户和制造补贴外，珠海还对 eVTOL 研发和取证、航线运营给予补贴，各地方政府或将出台更多形式类似的政策。**首先，从制造端来看，对在珠海生产的航空器产品，获得中国民用航空局颁发的型号合格证（TC）、生产许可证（PC）的低空经济企业给予奖励，其中对生产 eVTOL（电动垂直起降航空器）、飞行汽车企业奖励 1500 万元；对生产大型无人驾驶航空器企业奖励 500 万元；对生产中型无人驾驶航空器企业奖励 300 万元；并对在珠海的飞行测试场地开展试飞、测试、验证等活动的低空经济制造企业，按照实际试飞服务费用的 30% 予以补贴。其次，从运营端来看，对在珠海新开设并常态化运营的无人机货运航线，给予轻小型无人机 30 元/架次、中大型无人机 90 元/架次的补贴；对 eVTOL 载人航线，给予空中观光游览类 150 元/架次、市内交通类 200 元/架次、城际交通类补贴 300 元/架次的补贴，对常态化运营的无人机或直升机跨境客运航线，给予 400 元/架次的补贴。再次，从要素供给端来看，对在珠海投资建设的起降坪、垂直起降点、无人机自动值守机库等基础设施，按照其实际建设投入资金（不包含航空器及软件系统采购）的 50% 给予一次性补贴，补贴限额为 500 万元。

广州于 2023 年 12 月由广州开发区交投集团与广州产投资本共同组建设立规模 100 亿元的广州开发区低空产业创投基金，并与低空经济头部企业亿航智能正式签署了无人驾驶载人 eVTOL EH216-S 运营服务协议。2024 年 3 月开展了多家 eVTOL 公司市区飞行展示，广汽集团研发的 GOVE 飞行汽车将于 2025 年启动飞行汽车示范运行工作，2027 年在粤港澳大湾区两到三座城市实现“多元站点—地面交通—空中交通”全链条立体智慧出行服务。

2、长三角发挥商飞产业链优势，打造产业集群

上海依托中国商飞，拥有四家头部 eVTOL 主机厂——峰飞航空、时的科技、御风未来、沃兰特。2024 年 1 月提出要打造未来空间产业集群，青浦区的长三角低空经济产业园揭牌，聚焦电动飞行器制造、飞行器运营、培训及数据服务。

无锡于 2024 年 3 月与亿航智能签订协议，共同打造亿航智能 eVTOL 低空经济产业基地及运营总部项目，将布局江苏首条自动驾驶飞行器载人低空航线。

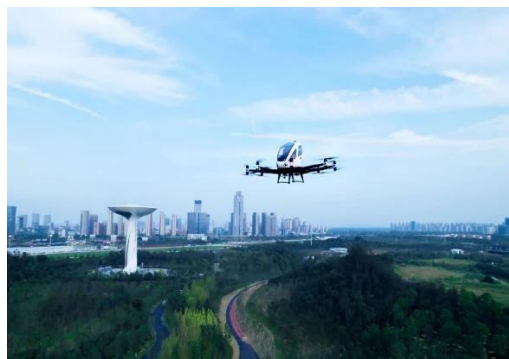
合肥布局 eVTOL 产业相对较早，正组建由市区两级国资平台以及头部企业参与的低空发展公司、低空运营公司，探索统一标准体系的建设空中数字信息设施。2023 年 10 月，合肥市政府与亿航智能签署战略合作协议，计划为亿航智能提供总价值为 1 亿美元的各项支持，包括协调或促进不少于 100 架 EH216 系列无人驾驶航空器的采购订单等。亿航智能将积极布局合肥布局骆岗中央公园、天鹅湖两个枢纽节点。此外，合肥本土企业零重力科技正在进行 eVTOL 试飞工作。

3、场景端滞后于制造端，城际交通等场景试点增多

适飞空域的划设是低空经济蓬勃发展的先决条件。海南于 2023 年 11 月发布全国首个《无人驾驶航空器适飞空域图》，其中适飞空域占全岛陆地面积的 83%，预计其他省份将陆续推出低空适飞空域图，为各类无人机提供明确飞行指导。此外，北斗伏羲基于“北斗网格码”核心技术，构建全空间三维立体网格空域图，建成低空交通指挥与服务系统，实现空域利用有效监管,打造全国首创的低空智联网应用示范。

目前旅游观光场景开展较多，城际交通等场景试点地区增多。广州、深圳、合肥等城市与亿航智能开展合作，在当地地标附近或景点推进运营试点。2024 年 2 月，峰飞航空的“盛世龙”eVTOL（5 座）首次完成深圳至珠海跨城/海演示飞行，巡航速度可达 200 公里/时。该航线初始定价 297 元/人（座），珠海市补贴后预计降至 237 元/人，而同始末地的轮渡/客车大巴价格约为 140 元起。结合行程时间和价格两个维度的比较，我们认为峰飞 eVTOL 的定价具备较强商业化运行的竞争力，有望实现商业闭环。

图7：亿航 EH216S 在合肥骆岗公园游览飞行



资料来源：合肥市政府，中国银河证券研究院

图8：不同交通工具载人运营的竞争力对比



资料来源：高德地图，中国银河证券研究院

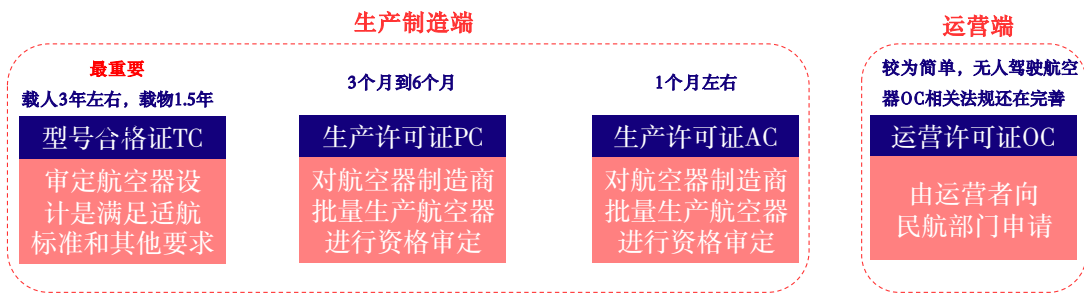
（三）监管端：多家公司进入 TC 审定，适航审批有望提速

1、企业部门取得三证通常需 4 年，TC 证最耗时且最关键

根据我国民航局规定，为确保民用航空产品和零部件在投入使用前具备适航状态，需要开展适航审定活动，包括型号合格审定（TC，Type Certificate）、生产许可审定（PC，Production Certificate）和适航合格审定（AC，Airworthiness Certificate），其中 TC 包括型号设计、使用限制、有关适航要求和环保要求等，PC 是对已获得 TC 的航空器进行重复生产的许可，AC 则是用于确认每架航空器是按照批准的设计和经批准的质量体系制造的。TC/PC/AC 申请主体分别为型号设计人、制造人、运营人。此外，除了微型民用无人航空器外，其他民用无人航空器从事飞行活动，还需要向民航管理机构申请运营许可证 OC。

TC 认证通常需要 3 年左右，传统固定翼飞机取证费用约为 1 亿/吨。eVTOL 作为新型飞行器，在取证探索阶段，取证费用或将比传统固定翼飞机略高。PC 认证通常需要三个月到半年左右，在未取得 PC 的情况下，企业可以通过 TC-ONLY 方式做小批量生产，亿航 EH216-S 现阶段即采用该方式。每架飞机都需要取得适航许可证 AC，根据民航局规章制度，AC 应自受理申请之日起 20 日内作出行政许可决定，不能作出的经批准可延长 10 日。总体来看，企业部门取得三证的时间总计需要 4 年左右。

图9：民用航空器的适航审定流程



资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院

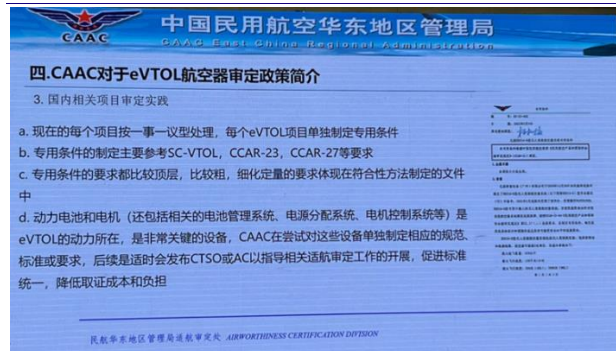
自 2021 年 1 月，中国民航局正式受理 EH216-S 无人驾驶载人航空器系统的 TC 申请，到 2023 年 10 月 13 日，EH216-S 历时近 34 个月（3 年），终获中国民航局颁发的型号合格证 TC，成为 eVTOL 的世界首证。23 年 12 月 21 日和 24 年 4 月 7 日，该航空器分别获得标准适航证 AC 和生产许可证 PC，与 TC 取证分别间隔约 2 个月和 6 个月。峰飞航空 VG2000CG 货运 eVTOL 于 2024 年 3 月 28 日取得 TC，与民航局受理其 TC 相隔约 18 个月。除亿航外，国内沃飞长空、峰飞、沃兰特、时的科技、御风未来、航天时代飞鹏等主机厂的 eVTOL 项目已经提交 TC 取证申请，均进入适航审定阶段，预计或将在 2026 年-2027 年取得 TC，我国 eVTOL 发展呈现百花齐放的格局。

2、eVTOL 主要按有人/无人驾驶、载人/载物分类取得不同适航证

民航规章体系从上位到下位分为规章性文件、规范性文件和标准规范。目前尚未形成 eVTOL 专用审定标准，现在民航局按照有人/无人驾驶、应用场景、结构等进行分类，以一事一议标准审批。从无人/有人驾驶的角度分类，有人驾驶 eVTOL 的型号合格审定（TC）参考《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21-R5）和《型号合格审定程序》（AP-21-AA-2022-11），标准参考有人驾驶航空器，相对较为成熟。

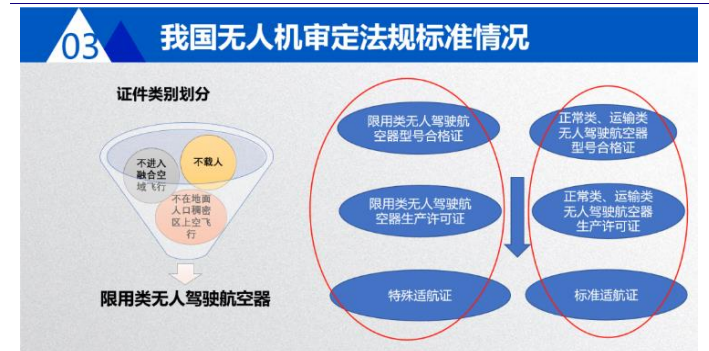
无人驾驶航空器规范性文件《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》（AP-21-AA-2022-71）于 2022 年 12 月发布，明确了民用无人机适航审定技术标准，大多数 eVTOL 公司无人 eVTOL 均根据 AP-21 审定。2024 年 1 月 1 日，适航审定规章 92 部文件《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》，即 CCAR92 部出台，标志着无人航空器适航审定管理拥有最高层级的规章性文件，无人驾驶航空器可取得标准适航证，针对无人航空器的适航审定有望提速。

图10：中国民航管理局对于 eVTOL 的审定政策



资料来源：空中的士 eVTOL 公众号，中国银河证券研究院

图11：无人 eVTOL 审定法规标准情况



资料来源：空中的士 eVTOL 公众号，中国银河证券研究院

从取得的适航证分类看，依据航空器型号审定类别划分为标准适航证和特殊适航证。标准适航证适用于有规章的航空器类别（民航局以规章形式颁布了适航标准的航空器类别，包括：23 部正常类飞机、25 部运输类飞机、27 部正常类旋翼航空器、29 部运输类旋翼航空器、31 部载人自由气球）和特殊类别航空器（局方未以规章形式颁布适航标准，但制定

TC 审定基础时要求达到跟有规章的类别等效的安全水平)。特殊适航证表示该航空器未满足国际民航局标准，主要是在国内运行的期望风险水平较高的航空器。

无人驾驶载人 eVTOL 可取得标准适航证，无人驾驶载物 eVTOL 可取得特殊适航证，有人驾驶的 eVTOL 通常以特殊类或限用类进行审批，取得标准适航证。

表2: 航空器 TC 审定类别和适航证分类情况

驾驶分类	TC 审定类别	适航证分类
有人驾驶航空器	正常类飞机	标准适航证
	运输类飞机	
	正常类旋翼航空器	
	运输类旋翼航空器	
	载人自由气球	
	特殊类别航空器	特殊适航证
	初级类航空器	
无人驾驶航空器	轻型运动类航空器	标准适航证
	运输类(载人)	
	正常类(载人)	特殊适航证
	限用类(载物)	

资料来源: 中国民航局, 中国银河证券研究院

具体到我国 eVTOL 企业, 有人驾驶 eVTOL 方面, 时的科技 E20 申请的是旋翼航空器的标准适航证。无人驾驶 eVTOL 方面, 亿航 EH216-S 无人驾驶载人 eVTOL 取证类别为 AP-21 无人“正常类”, 沃飞长空 AE200、沃兰特 VE25 申请的也是该类别。峰飞 V2000CG 无人驾驶载物 eVTOL 取得的适航证是限用类的特殊适航证, 御风未来 M1 无人驾驶载物 eVTOL 申请的适航证为限用类的特殊适航证。

目前多旋翼、复合翼、倾转旋翼三类构型中, 我国先后颁发了亿航 EH216-S(多旋翼)和峰飞 V2000CG(复合翼)两种适航证, 表明上述构型国内适航审定标准正逐步成熟。2024 年 3 月, 美国 FAA 发布倾转旋翼 eVTOL 的正式适航审定准则, 我们认为未来我国民航局或将部分参考该准则的基础上改进升级, 并对国内倾转旋翼类 eVTOL 进行审定。届时, 国内适航审定准则将趋于完善。

图12: 无人驾驶航空器适航审定分类



资料来源: 中国民航局, 中国银河证券研究院

此外, 2024 年 3 月 29 日, 民航局强调本着“急用先行”的原则, 针对型号数量较多的中型无人机, 民航局编制了《限用类中型无人驾驶航空器系统型号合格审定指南(征求意见稿)》, 或将于近期正式发布。

三、复制新能源汽车发展路径，低空产业新载体 eVTOL 有望迎蓬勃发展

（一）美国通航产业发展成熟，我国差距较大，空间广阔

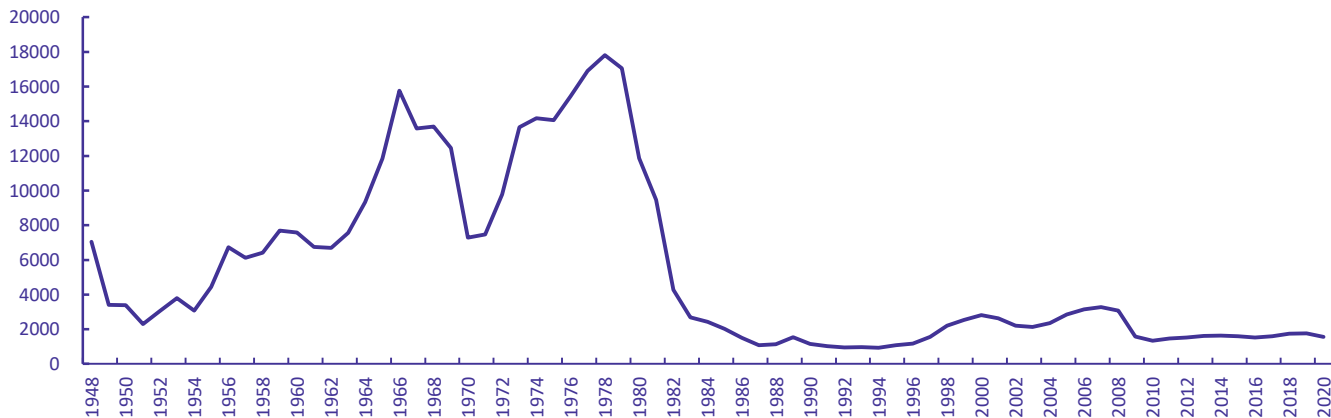
1、美国通航始于二战后，历经两次起落

根据国际民航组织定义，传统意义上的通用航空（General Aviation）是指相关人员使用民用航空飞行器从事除公共航空运输的客、货运输活动以外的所有使用民用航空飞行器的活动，其中包括从事工业、农业、林业以及建筑业等相关工作的作业飞行。

二战后，美国逐渐完善通航基础设施，减少空域限制，推动了通航产业快速发展。1944 年起美国民航局开始建设可容纳 50 万架飞机的空管系统，为通航做好基础设施准备。1970 年起美国政府逐步将 85% 空域划为民用，并将 3000 米以下空域划为非管制区，私人飞机无需预交飞行计划即可飞行。此外，美国各地政府及私人机构修建了 4000 个左右小机场，为通用航空成为主流交通方式奠定了基础。1970-1979 年美国通用航空产业出现井喷式增长。1979-1990 年，美国通航产业陷入低谷。1979 年，美国商务部出台《统一产品责任法案》，要求通航飞机制造商对产品负有终身责任（约 40 年），导致制造商面临大量安全诉讼和高额赔偿。根据美国国会 1994 年《通用航空振兴法案》的审议记录，1980 年美国 29 家通航飞机制造商到 1992 年只剩下 9 家，而国外制造商从 15 家发展到 29 家。通航飞机产量从 1979 年的 1.7 万架骤减到 1993 年不足千架。《通用航空振兴法案》将通用飞机的产品责任减少到 18 年，才使美国通航产业发展重新回到正轨。

由此可见，风险水平及风险水平的可接受程度是影响低空经济发展的关键。未来 eVTOL 会按照民航的安全水平进行审定还是根据汽车的安全标准进行审定，出现事故后是否会出现监管端重大变化，是影响 eVTOL 和 UAM 产业发展曲线的极为关键因素。

图13：美国通用飞机历年出货量



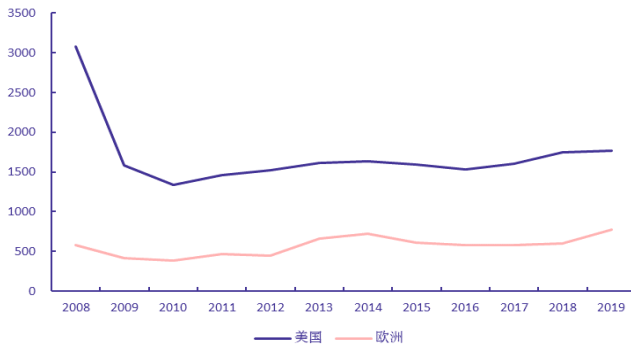
资料来源：，中国银河证券研究院

2、在通航制造、基础设施和飞行员数量上，中美差距较大

美国仍占据全球通航飞机市场大部分份额。2022 年，美国通用飞机保有量约为 21.3 万架，约占全球通用飞机保有量的 48%。2010-2020 年，美国通用飞机出货量维持在 1500 架左右，占全球总出货量的比例维持在 65% 左右。

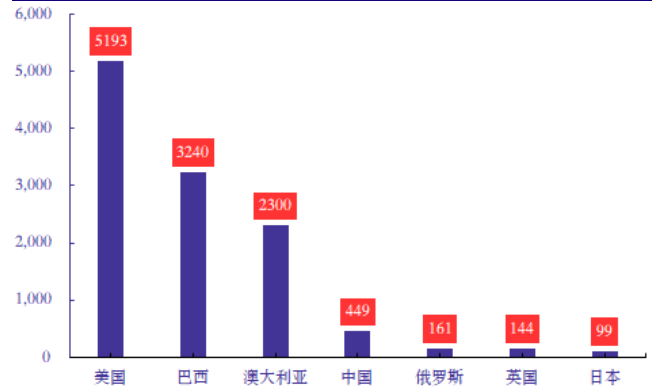
美国通用航空机场数量领先全球。截至 2023 年，美国共有 5100 余座公共通用航空机场，各类私人机场数量达 1.5 万个，均位居全球第一。此外，美国还拥有 3300 多个地面飞行固定设施运营商、4100 多个维修站和 2200 多个租赁公司。根据中国航空运输协会通用航空分会的数据，截至 2022 年，我国通用航空运营企业数量约 655 家，通航机场 399 个，2023 年仅增加至 690 家和 449 个，基础设施建设方面仍然差距较大，发展空间广阔。

图14: 美国/欧洲通用飞机出货量



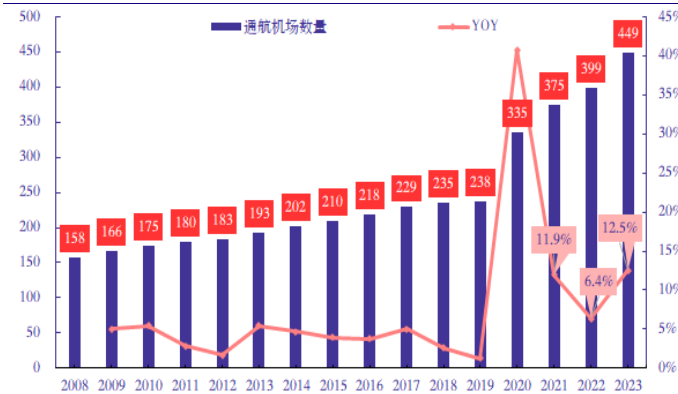
资料来源: , 中国银河证券研究院

图15: 2023 年各国公共通用航空机场数量



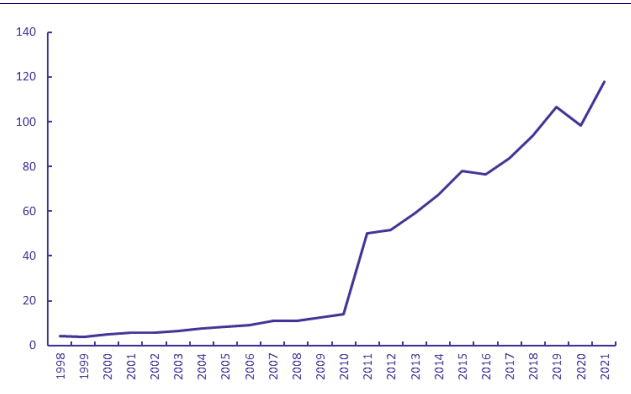
资料来源: , 中国银河证券研究院

图16: 2008–2023 年中国在册管理通用机场数量及增速



资料来源: , 中国银河证券研究院

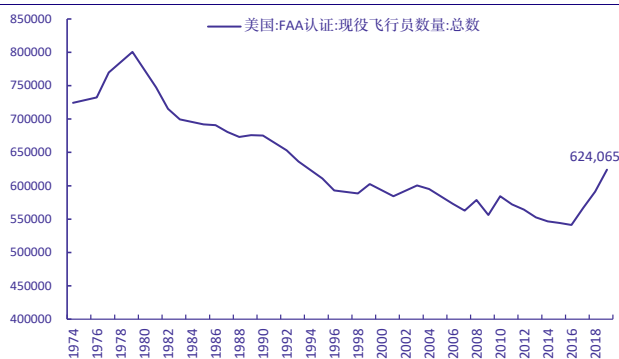
图17: 中国通用航空历年飞行小时数 (万小时)



资料来源: 中国民航局, 中国银河证券研究院

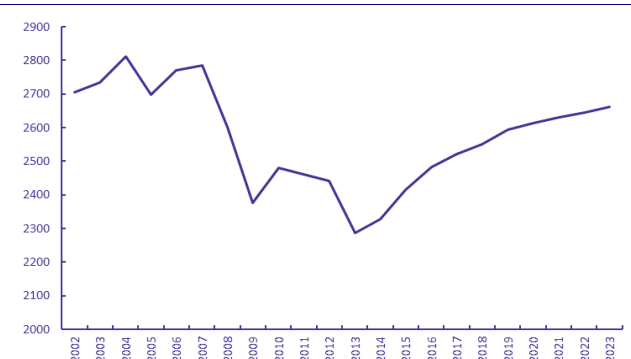
60 多万认证飞行员是构成美国通航产业持续发展的基础。1970 年代以来，美国 FAA 认证飞行员数量一直维持在 60 万左右。近年来，美国通航飞行总时长迅速增加，2023 年通用飞机飞行总时长约为 2661.3 万小时。相比美国，截至 2022 年底我国民航驾驶员有效执照总数共 8.1 万本，数量上约为美国的 1/8。

图18: 历年来美国 FAA 认证飞行员数量



资料来源: 美国通用航空制造业协会, , 中国银河证券研究院

图19: 美国通用航空历年飞行总小时数 (单位: 万小时)



资料来源: 美国通用航空制造业协会, , 中国银河证券研究院

通用航空产业为美国创造大量 GDP 与就业岗位。从 GDP 维度看，根据普华永道和美国通用航空制造业协会数据，美国 2018 年通用航空包括运营、制造和旅客支出规模 416 亿美元，占 GDP 比重为 0.2%，直接和间接创造的总 GDP 约为 1283 亿美元，占 GDP 比重为 0.62%。从创造就业的维度看，2018 年美国通用航空直接创造了约 27 万个就业岗位，直接和间接创造约 118 万个就业岗位，占总就业数的 0.59%。

图20：美国通用航空产业创造大量就业岗位

Table E-1. – Total Economic Impact of General Aviation on the US Economy, 2018
[Dollar Amounts in Billions]

Item	Direct	Indirect and Induced	Enabled	Total	Percent of US Economy
Employment (Jobs) ⁽¹⁾	273,500	791,300	114,400	1,179,200	0.59%
Labor Income ⁽²⁾	\$25.5	\$46.3	\$4.9	\$76.7	0.61%
Output	\$90.1	\$142.1	\$14.6	\$246.8	0.73%
Contribution to GDP	\$41.6	\$78.2	\$8.5	\$128.3	0.62%

资料来源：美国通用航空制造业协会，普华永道，中国银河证券研究院

综合通航制造、基础设施和飞行员数量，我国在传统通航领域与美国差距较大。随着新能源技术的发展，我国在新能源领域的技术与产业布局开始崭露头角，并实现了在汽车产业的弯道超车。回到通用航空领域，《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035 年）》出台，指出到 2035 年，我国要建成具有完整性、先进性、安全性的绿色航空制造体系，新能源航空器成为发展主流，以无人化、电动化、智能化为技术特征的新型通用航空装备实现商业化、规模化应用。我们认为，未来通用航空制造业有望复制新能源车领域的成功发展路径，实现在通航/低空产业的弯道超车。eVTOL（垂直起降电动飞行器）作为新的载体有望承载这一重要使命，迎接城市空中新蓝海。

（二）eVTOL 解决传统通航三大痛点，赋能城市空中交通（UAM）

1、eVTOL 解决噪音和成本问题是 UAM 的先决条件

eVTOL 指垂直起降电动飞行器，相较于传统通用航空飞机，eVTOL 具备垂直起降、噪音小、安全可靠、绿色环保四大优势，其中，安全性、低噪音和经济性也是 eVTOL 厂商努力的方向和进一步提高行业渗透率的关键。

相较于传统通航固定翼飞机，eVTOL 无需修建跑道，在公路、大楼等地设置临时起降点即可飞行。根据相关政府招标文件，一般路面的临时起降点投资在 50 万元左右。相较于燃油直升机，eVTOL 具有噪音小、安全可靠的优势。eVTOL 的运行噪音约为 65dB，而直升机的运行噪音超过 120dB。根据摩根士丹利报告，由于直升机的噪音污染问题，洛杉矶的 40 个直升机起降点中，只有 1 个实现常态化运营。eVTOL 低噪音的特点不仅提高了乘客的舒适性和心理接受度，而且解决了城市空中交通的噪音问题，是城市空中交通（UAM）大规模发展的前提。

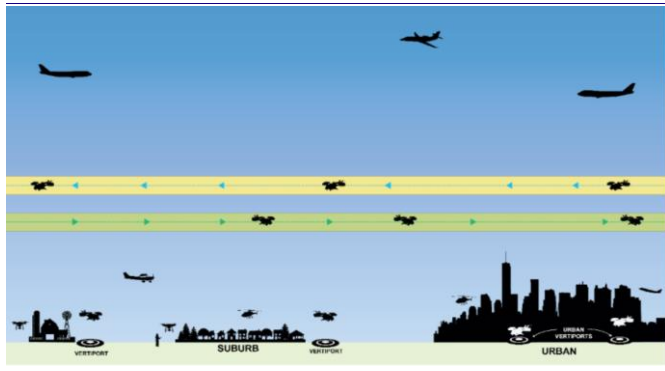
eVTOL 使用分布式电力推进系统（DEP），通常采用 6-12 个电机，停用 1-2 个电机的情况下仍具有飞行能力，冗余备份较传统直升机提升较大。传统直升机的事故大多出现在动力系统，eVTOL 采用简单的电气化系统，具备较高的可靠性。在双碳目标下，航空燃油的碳足迹较高，eVTOL 相对传统通航飞机更加绿色环保。eVTOL 使用远低于燃油价格的电力为主要驱动力且不受起降场所限制，运营成本大幅降低。据麦肯锡预计，若 eVTOL 大规模采用，每座每英里的运营成本可降低至 0.5-2.5 美金，远低于目前直升机每座英里 6-8 美元的运营成本。

2、世界主要国家均提出 UAM 路线图，远期市场规模达万亿美元

城市空中交通（UAM）是先进空中交通（AAM）的一部分，2021 年，欧盟航空安全局（EASA）发布了关于城市空中交通（UAM）的十大关键性研究结论。**EASA 将城市空中交通（UAM）定义为一种在城市环境中使用载人/无人驾驶的 eVTOL 进行空中客货运输的新模式。**2023 年 8 月，EASA 发布了城市空中出租车运行草案修订意见稿，表示将建立一个统一的监管框架，以确保安全、可持续和可靠地引入 eVTOL 运营。2024 年，EASA 将制定 UAM 路线设计指南，以促进 eVTOL 路线设计规则的共同原则。

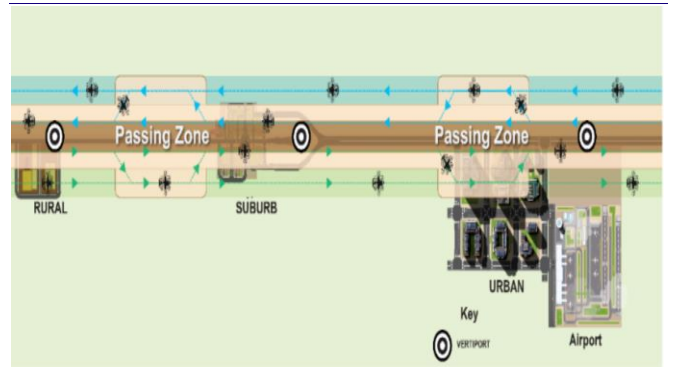
2023 年，美国联邦航空局（FAA）发布了针对未来空中出租车和其他先进空中交通（AAM）运行的空域和程序变更的新版蓝图——UAM 运行概念 2.0。根据该蓝图，UAM 等先进交通（AAM）运行最开始将限制在较低的速度进行，eVTOL 等航空器将使用现有的路线和基础设施，如直升机停机坪、早期的垂直起降机场，飞行员将在需要时与空中交通管制员进行通信。而**随着运营数量的增加，预计 eVTOL 将在主要机场和市中心垂直起降机场之间的空中廊道上飞行，并从双向点对点航线逐步发展成网状航线。**同时，FAA 认为 UAM 的飞机技术也将不断发展，飞行自动化和 UAM 航空器之间的实时数据共享可能会在这些航路飞行中发挥越来越大的作用。

图21：早期 UAM 采用互不干扰的点对点航线和专用垂直起降基础



资料来源：美国联邦航空局 FAA，中国银河证券研究院

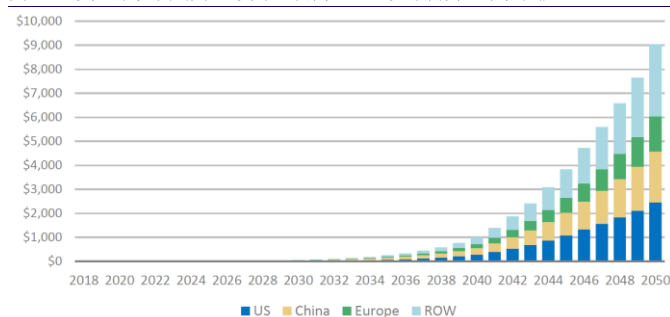
图22：UAM 发展中后期 eVTOL 的主要起降点



资料来源：美国联邦航空局 FAA，中国银河证券研究院

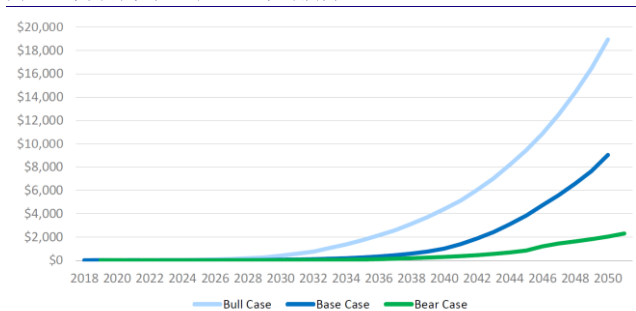
根据 Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》预测，2025-2035 年，UAM 市场中载货场景将率先增长，而载人场景将于 2035 年逐步进入爆发期，军事应用则贯穿于 2025-2045 年，并获得持续快速增长。根据其预测，在中性场景下，2040 年全球市场规模将达到 1 万亿美元，2050 年达 9 万亿美元，其中美国市场 2.5 万亿美元，中国市场 2 万亿美元。而在乐观场景下，2050 年全球 UAM 市场可达 19 万亿美元，市场空间非常广阔。

图23：中性场景下美国、中国、欧洲 UAM 市场预测（十亿美元）



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，中国银河证券研究院

图24：不同场景下全球 UAM 市场预测



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，中国银河证券研究院

（三）eVTOL 构型分三类，适用场景有所不同

1、倾转旋翼构型具有明显优势，或成为未来 eVTOL 发展方向

按照运行模式，eVTOL 通常可分为有人驾驶和无人驾驶 eVTOL。美国 FAA 不予受理无人驾驶 eVTOL 的适航申请，因此美国企业开发的全部为有人驾驶 eVTOL。按照运载形式，eVTOL 可分为载人和载货 eVTOL。动力形式分类中，纯电已成目前主流，氢能在航空器上的发展尚处于早期探索阶段。随着固态电池等技术突破，电池密度进一步提高，纯电 eVTOL 将能满足更多使用场景需求，仍是未来 eVTOL 确定发展方向之一。

表3：eVTOL 分类

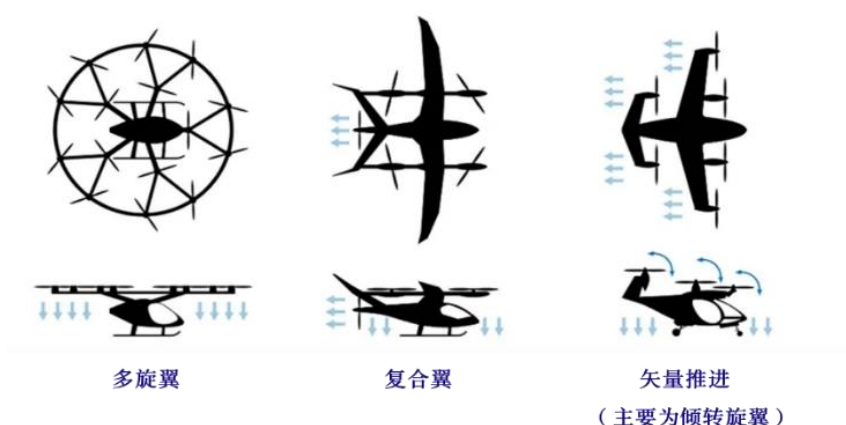
类别	具体形态	类别	具体形态
整机构型	单旋翼	运行模式	有人驾驶
	多旋翼		无人驾驶
	复合翼	运载形式	载人
	矢量推进（倾转旋翼、倾转机翼、倾转涵道）		载货
动力形式	轻型（载荷<200kg）	动力形式	全电动
	中型（载荷 300-1000kg）		混合动力
	大型（载荷>1000kg）		（锂电+氢燃料、锂电+航空燃油）

资料来源：《eVTOL 飞行器的发展态势与应用场景综述》张洪，中国银河证券研究院

eVTOL 分类中最重要的是整机构型，整机构型影响到速度、航程与载荷，决定未来的应用场景，是 eVTOL 发展路线的关键因素。构型中，单旋翼需要的电机功率大，噪音相对其他构型较大，安全冗余较低，没有解决传统单旋翼直升机的痛点，目前已被主流厂商放弃。目前主流厂商采用较多的构型为多旋翼、复合翼和倾转旋翼构型。

飞行速度、航程和有效载荷是评价 eVTOL 性能的最重要指标，多旋翼由于采用矩阵式结构吊杆设计，增加了重量和阻力，且无升力面，因此在这些指标上表现最差，但其结构简单、技术相对成熟；复合翼构型性能中等，但其重量效率较低；倾转旋翼是气动效率最高的构型，在性能指标上领先，但其技术难度较大。综合速度、航程与载荷来看，倾转旋翼构型具有明显优势，欧美企业多采用该构型设计。

图25：目前主流 eVTOL 构型



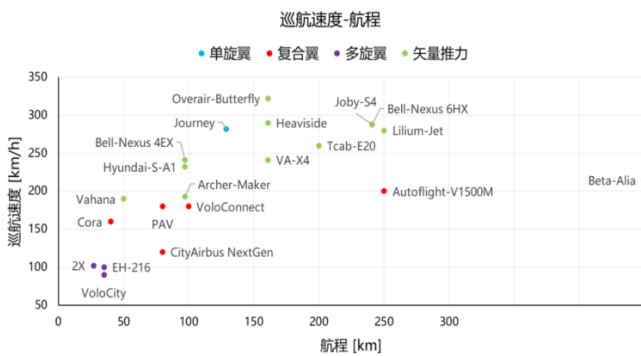
资料来源：《An Assessment of Current and On-The-Horizon eVTOL Technologies for a Flying Car》Burhan Saeed，中国银河证券研究院

表4: eVTOL 不同构型的特点

构型	多旋翼	复合翼	倾转旋翼
旋翼功能	垂直起降时提供全部升力 巡航时提供全部推力和升力	垂直起降时提供全部升力 模式切换时提供部分升力	垂直起降时提供全部升力 倾转过度时提供部分升力和拉力 巡航时提供全部拉力
飞行速度	0-120km/h	0-250km/h	0-300km/h
航程	50km 以下	50-250km	50-250km
有效载荷	200kg 左右	200-350kg	100-500kg
优点	结构简单 技术相对成熟 易于操控	易制造 固定翼飞机制造商经验可迁移 性能中等	气动效率高 飞行速度、航程和有效载荷大
缺点	有效载荷、速度和航程受限	重量效率较低、结构复杂	技术难度大、飞控系统复杂
应用场景	旅游、应急救援和城市运输	城际交通、物流运输等	城际交通、大件货运等

资料来源:《An Assessment of Current and On-The-Horizon eVTOL Technologies for a Flying Car》Burhan Saeed, 飞车城, 中国银河证券研究院

图26: 不同构型的 eVTOL 巡航速度与航程



资料来源:《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》李凯、丁晓宇、吴沂宁, 中国银河证券研究院

图27: 不同构型的 eVTOL 有效载荷与航程



资料来源:《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》李凯、丁晓宇、吴沂宁, 中国银河证券研究院

2、应用场景不同, 对 eVTOL 构型的选择也不同

目前各企业选择 eVTOL 构型主要取决于对未来应用场景的判断。不同构型的应用场景及商业化落地前景给企业带来的持续造血能力, 将比各构型的研发难度和技术分歧更加重要。根据经验数据, 开发一款 eVTOL, 直至取得三证并实现商业化需要 6-7 年时间, 各家企业几乎只有一次试错机会, 如何根据应用场景选择 eVTOL 构型变得至关重要。

表5: 主流 eVTOL 厂商主要型号参数

厂商	型号	载客数	巡航速度 (km/h)	航程 (km)	有效载重 (kg)	最大起飞重量 (kg)	驱动形式	控制方式	构型
JOBY	S4	1+4	322	241	453	1815	电动	有人驾驶	矢量推力
Archer	Midnight	1+4	241	80	456	3175	电动	有人驾驶	矢量推力
Wisk	Gen6	4	222	144			电动	无人驾驶	矢量推力
Vertical	VX4	1+4	241	161	450		电动	有人驾驶	矢量推力
Lilium	Jet (7seats)	1+6	250	250		3175	电动	有人驾驶	矢量推力
Aerofugia	AE200	1+4	250	200			电动	有人驾驶	矢量推力
Supernal	S-A1	1+4	290	97			电动	有人驾驶	矢量推力
Volocopter	Volocity	1+1	90	65	200	900	电动	有人驾驶	多旋翼
亿航	EH216-S	2	130	35	220	650	电动	无人驾驶	多旋翼
Airbus	CityAirbus NextGen	1+3	120	80			电动	有人驾驶	多旋翼
Pipistrel	NuuvuV300	货运					混动	无人驾驶	复合翼
Eve	Eve v3	1+4	241	96			电动	有人驾驶	复合翼
峰飞	Prosperity	1+4	200	250	350		电动	有人驾驶	复合翼
Beta	ALIA-250	1+4		500		3175		有人驾驶	复合翼

资料来源:《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》李凯、丁晓宇、吴沂宁, 中国银河证券研究院

目前传统航空企业较多采用复合翼构型，因其在固定翼飞机上的设计经验可迁移，且复合翼构型在速度、航程、载荷上属于折中选择。空客的 CityAirbus NextGen、波音与 Kitty Hawk 合资公司 Wisk 的 Cora 均采用复合翼构型。我国峰飞 V2000CG 也采用此构型。

图28：空客 CityAirbus Nextgen 采用复合翼构型



资料来源：空客，中国银河证券研究院

图29：波音 Cora 采用复合翼构型



资料来源：波音，中国银河证券研究院

eVTOL 创新企业大多采用多旋翼和倾转旋翼构型。从行业共识来看，多旋翼构型是近期可迅速落地的方案，倾转旋翼构型在落地时能覆盖更多应用场景，具有较强市场竞争力。亿航智能 EH216 系列采用多旋翼构型，时的科技 E20、JOBY S4 采用倾转旋翼构型。目前多旋翼/倾转旋翼构型分别在中国民航局和美国 FAA 取得可载人适航审定标准。

图30：亿航 EH216-S 采用多旋翼构型



资料来源：亿航智能，中国银河证券研究院

图31：时的科技 E20 采用倾转旋翼构型



资料来源：时的科技，中国银河证券研究院

飞行汽车也是 eVTOL 构型中重要的发展方向，目前我国研发进度较为领先。2022 年 3 月，交通部、科技部印发《交通领域科技创新中长期发展规划纲要（2021-2035 年）》，提出“要部署飞行汽车研发，突破飞行器与汽车融合、飞行与地面行驶自由切换等技术。飞行汽车形态有一体式飞行汽车和分体式飞行汽车两种。一体式飞行汽车指同时具有陆空两用的形态，兼顾短距离空中飞行和长距离地面驾驶。该形态飞行汽车目前在法规、安全性方面面临诸多挑战，需要同时通过汽车和飞行器法规认证，飞行器要求轻量化，而使用轻量化材料难以通过汽车碰撞测试，此外，一体式飞行器的重量大约是分体式飞行器的三倍左右。分体式形态指具有地面电动汽车和可分离 eVTOL 的形态。该形态的开发难度相对较低，目前广汽、小鹏均采用分体式形态作为落地方案，一体式形态作为远期愿景。以小鹏的陆空分体式飞行汽车为例，其飞行系统可收纳至车内，可进行自动分离/结合，座舱可在陆地/飞行模式使用，汽车可为 eVTOL 快速补电。

图32：小鹏“陆地航母”分体式飞行汽车



资料来源：小鹏汇天，中国银河证券研究院

图33：小鹏一体式概念飞行汽车



资料来源：小鹏汇天，中国银河证券研究院

(四) eVTOL 公司百花齐放，处于产业培育初期

当前，eVTOL 企业大体可分为三类：汽车企业、飞机企业和初创公司。根据 VFS 统计，截至 2023 年 12 月，全球发布 eVTOL 产品概念共 914 款。汽车企业方面，丰田、现代、Stellantis 等企业采用投资形式参与，小鹏、广汽、本田等企业则自己研发飞行汽车。飞机企业方面，空客公司自己研发 Airbus Nextgen；波音则通过参股 Wisk 形式研发。初创企业有美国 JOBY、Archer，中国亿航智能、峰飞航空；德国 Lilium 等，这些公司在飞行器制造和取证方面较为领先。此外，国内小鹏汇天、沃飞长空、时的科技、御风未来、沃兰特、航天时代飞鹏等公司均已完成首架试飞并提交 TC 申请。

图34：全球产品较成熟的主要 eVTOL 厂商产品及进度一览

国别	公司及产品	测试进度	认证进度	商业化进度	市值 (亿美元)	国别	公司及产品	测试进度	认证进度	商业化进度	市值 (亿美元)
美国	Joby S4	原型机飞行测试 NASA移动声学测试 进入美国空军“敏捷”项目测试阶段	美国空军运行许可(MFR)已提交TC认证流程的下一阶段：已向FAA递交第三阶段认证计划	23年10月交付美空军首台；FAA认证标准变化，推迟至2025年开始空中出租车业务	36	德国	Lilium Jet	高速翼载飞行测试阶段	预期25年获得EASA/FAA适航证	获得220架订单	5.0
	Archer Maker	验证飞行测试：第二阶段试飞：原型机首次过渡飞行	1.FAA的特殊适航认证；2.FAA 238G-1适航审定基础性文件，认证中	计划在2024年底获得FAA认证，并开始商业空中出租车业务	14		Velocopter Velocity	完成1000多次试飞和载人测试	已获批EASA的设计生产批准，获得载人及无人飞行许可	2024年巴黎奥运会执行空中出租车任务	
	Beta Alia250	330公里载人试飞：1100公里转场试飞	3.美国空军载人飞行许可(MFR)；4.FAA的实验类适航证	预计2024年开始交付投入运营		巴西	EVE HOLDING	尚未有全尺寸测试机	无	在沙特，北欧取得80架订单	14
	Blade air	完成飞行测试	预计24-25年取得认证	在纽约和洛杉矶试运营，2024年交付20架	2.4						
中国	亿航智能 EH-216	获适航认证的机型在广州、合肥完成商业首飞演示，总共试飞45000余次	1.中国民航型号合格证(TC)；2.中国民航标准适航证(AC)；3.FAA飞行许可；4.挪威民航局运行许可；5.加拿大交通部特准许可证。	已完成认证，开始初次商业化运营，后续将发展低空示范运营航线，打造全球首个城市空中交通运营示范中心	12						
	峰飞航空 V2000CG/V1500M	载物V2000CG完成飞行测试；载人V1500M正在飞行测试	V2000CG于24年3月获得CAAC颁发的型号合格证(TC)；V1500M争取26年取证	V2000CG已获订单逾200架；V1500M力推大阪世博会演示飞行							
	小鹏旅航者X2	试飞15000余次	TC申请中	23年8月开始跨江飞行试飞；24年3月广州首飞；24Q4开启量产，25年量产							
	吉利沃飞长空 AE200	2023年1月首飞	2022年11月民航局受理TC申请，2023年4月开始适航审定进程	获得100架订单							
	时的科技 E20	完成首轮试飞	TC申请23年10月获得受理，预计2026下半年实现适航取证	在手订单超200架							
	御风未来 MI	23年10月2吨级首飞	24年1月，TC申请获得受理	获得20架订单，总额2.3亿							
	沃兰特 VT25	23年8月全尺寸验证机试飞	23年9月，TC申请获得受理，争取2026取证	意向订单700架							
	航天时代飞鹏“射手座”	载物版eVTOL正在测试	24年4月，TC申请获得受理	已有意向订单							

资料来源：各公司官网，中国银河证券研究院

1、eVTOL 发展两阶段展望：“争先”和“控本”

从全球范围来看，eVTOL 呈现两种不同的生产制造路径，其中 JOBY 具有自研大部分分系统组件并垂直整合的能力，拥有完全可控的最佳组件，该路径厂商较少；Archer 则仅保留关键的差异化电动组件（电机、控制器和电池集成），以保持更高的专注度，进而获得更容易的适航审定途径。

后者是当前 eVTOL 制造商选择的主流，从而更好的承接航空产业与新能源汽车产业的赋能。展望未来，我们认为，eVTOL 发展的第一阶段以“争先发优势”为主要特征，这一阶段的制造商主要以自研核心组件+集成为主；未来随着 eVTOL 大规模的量产，eVTOL 生产将进入第二阶段，主要特征是“成本控制”，届时供应链垂直整合能力和自研能力较强的企业将占优。

2、eVTOL 未来三年市场规模近百亿，3 年复合增速 113%

根据德勤《Advanced Air Mobility》报告，2020-2025 年是 eVTOL 制造商大规模原型机测试时期，2025 年载货 eVTOL 将率先实现商业化；2025-2030 年，载人 eVTOL 将大规模取得适航审批，并实现点对点无人驾驶；2030 年先进电池技术将极大提高 eVTOL 续航里程，eVTOL 有望被广泛采用，市场空间逐步打开，并进入指数增长阶段。

根据赛迪顾问，2023 年，中国 eVTOL 产业规模 9.8 亿元，预计 2024 年 eVTOL 产业将迎来第一轮商业化爆发周期，随着多机型适航认证的加速推进，仍将保持较高增长态势，预计到 2026 年 eVTOL 产业规模将达 95.0 亿元，三年复合增速 113%。

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

3、eVTOL 市场呈现百花齐放的格局，国内制造商竞争力居前

SMG 咨询公司于 2024 年 3 月对全球范围内的 eVTOL 制造商进行了排名，重点参考公司产品取证、商业化进展和公司可用资金等方面，中国的亿航智能、沃飞长空、峰飞航空分别排名全球 2/8/12 名。

表6: SMG 咨询公司对 eVTOL 企业排名

制造商	总评分	可用资金 (百万美元)	使用场景	构型	动力形式	驾驶方式	型号	首飞 时间	商业化 时间	国家
Volocopter	8	\$761.0*	空中出租车	多旋翼 / 复合翼	电动	有人	VoloCity / VoloRegion	2021 / 2022	2024 / 2026	德国
亿航智能 (NASDAQ: EH)	8	\$185.00	旅游, 医疗救援, 消防, 空中出租车	多旋翼/复合翼	电动	无人	EH216-S / VT-30	2018 / 2021	2023 / -	中国
Joby Aviation (NYSE:JOBY)	8	\$2,261.10	空中出租车	矢量推进	电动	有人	S4	2018	2025	美国
Beta Technologies	8	\$985.0*	载货, 地区通勤, 空中出租车	固定翼 / 复合翼	电动	有人	CX300 / Alia-250	2020 / 2022	2025 / 2026	美国
Archer (NYSE: ACHR)	7.9	\$1,096.30	空中出租车	矢量推进	电动	有人	Midnight	2023	2025	美国
Wisk (Boeing)	7.4	背靠公司	空中出租车	矢量推进	电动	无人	Generation 6	-	-	美国
Eve Air Mobility (NYSE: EVEX)	7.2	\$377.40	空中出租车	复合翼	电动	有人	Eve	2024	2026	巴西
吉利沃飞长空	7.1	\$52.00	空中出租车, 载货, 旅游	矢量推进	电动	有人	AE200	2023	2026	中国
Vertical Aerospace (NYSE: EVTL)	7.1	\$347.80	空中出租车, 载货, 医疗救援	矢量推进	电动	有人	VX4	2023	2027	英国
Lilium (NASDAQ: LILM)	7	\$1,342.30	地区通勤, 载货, =	矢量推进	电动	有人	Jet	2024	2026	德国
Pipistrel (Textron)	7	Corporate backed	载货	复合翼	混动	无人	Nuuva V300	2024	2025	美国
峰飞航空	6.9	\$200.00	载货, 空中出租车	复合翼	电动	无人 / 有人	CarryAll / Prosperity I	2023 / 2022	2024 / 2027	中国
Elroy Air	6.8	\$90.00	载货	复合翼	混动	无人	Chaparral C1	2023	2024	美国
SkyDrive	6.7	249.8*	空中出租车, 旅游, 医疗救援	多旋翼	电动	有人	SKYDRIVE	2024	2026	日本
Airbus Helicopters	6.5	背靠公司	医疗救援, 旅游, 空中出租车	复合翼	电动	有人	CityAirbus NextGen	2024	-	法国
Supernal	6.5	背靠公司	空中出租车, 载货	矢量推进	电动	有人	S-A1	2024	2028	韩国
Alaka'i Technologies	6.3	\$60.00	空中出租车, 载货, 医疗救援	多旋翼	氢燃料电池	有人	Skai	2022	-	美国
Evation	6.2	\$200.00	地区通勤, 载货, Biz Av	固定翼	电动	有人	Alice	2022	2027	美国
Ascendence	6.2	\$71.30	地区通勤, 载货	复合翼	混动	有人	Atea	2025	2027	法国
Overair	6.2	\$170.00	空中出租车, 载货, 医疗救援, 旅游	矢量推进	电动	有人	Butterfly	2024	2028	美国
REGENT	6.1	\$90.0*	地区通勤	Augmented Lift	电动	有人	Viceroy	2024	2025	美国
eAviation (Textron)	5.9	背靠公司	医疗救援, 空中出租车, 载货	矢量推进	电动	有人	Nexus	2024	2030	美国
Dufour Aerospace	5.7	\$11.0*	医疗救援, 地区通勤	矢量推进	混动	有人	Aero3	-	-	瑞士
Honda Motor Company	5.5	Corporate backed	空中出租车	复合翼	混动	有人	-	2024	2030	日本
Electra	5.4	\$134.0*	地区通勤, 载货	矢量推进	混动	有人	EL-2 Goldfinch	2023	2028	美国
Heart Aerospace	5.1	\$148.00	地区通勤	固定翼	电动/混动	有人	ES-30	2026	2028	瑞典
Jaunt Air Mobility	4.4	\$3.10	空中出租车, 载货	复合翼	电动	有人	Journey	2025	2028	美国
Volkswagen	3.7	背靠公司	空中出租车	复合翼	电动	无人	V.MO	2023	-	德国

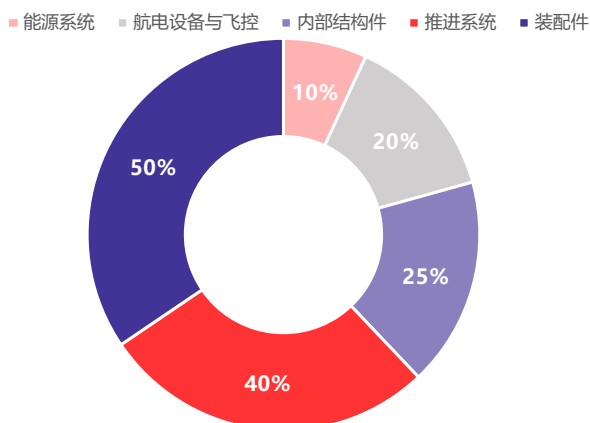
资料来源: SMG 咨询, 中国银河证券研究院

（五）新能源汽车和航空产业链赋能低空产业，适航级供应链亟需建设

eVTOL 分系统主要由推进系统、航电系统（包括飞控）、能源系统与结构系统构成，其中关键技术包括电池、大功率电机、3D 打印、复合材料、通信设备。目前 eVTOL 产业链尚未实现专用和规模化生产，电池、动力系统以新能源汽车产业链为主，飞控、导航、通讯和机体系统以航空产业链为主。

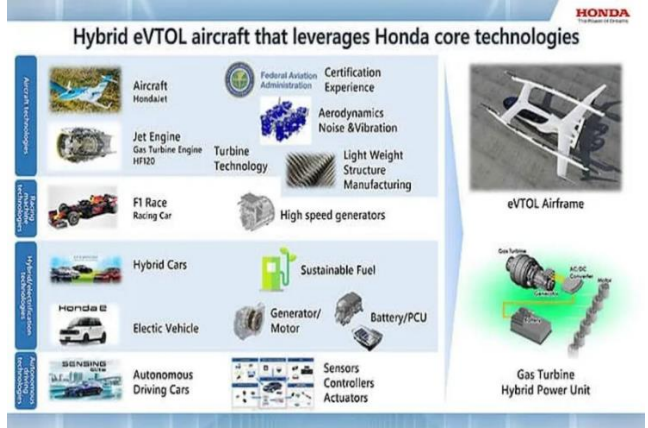
根据 Lilium 公司官网披露的报告，其生产的 eVTOL 单机价值量约为 250 万美元，价值量最高的是推进系统，占比约 40%；内部结构件占比 25%，航空电子设备与飞控占比 20%，能源系统占比 10%，装配件占比 5%。Lilium 的 eVTOL 产品 75% 零部件来自航空 tier1 供应商。随着各国监管机构出台适合 eVTOL 的零部件适航标准，预计未来将出现大量具有适航标准的货架级零部件。

图35: Lilium JET eVTOL 各部分价值量占比



资料来源: Lilium JET, 中国银河证券研究院

图36: 汽车产业链赋能 eVTOL

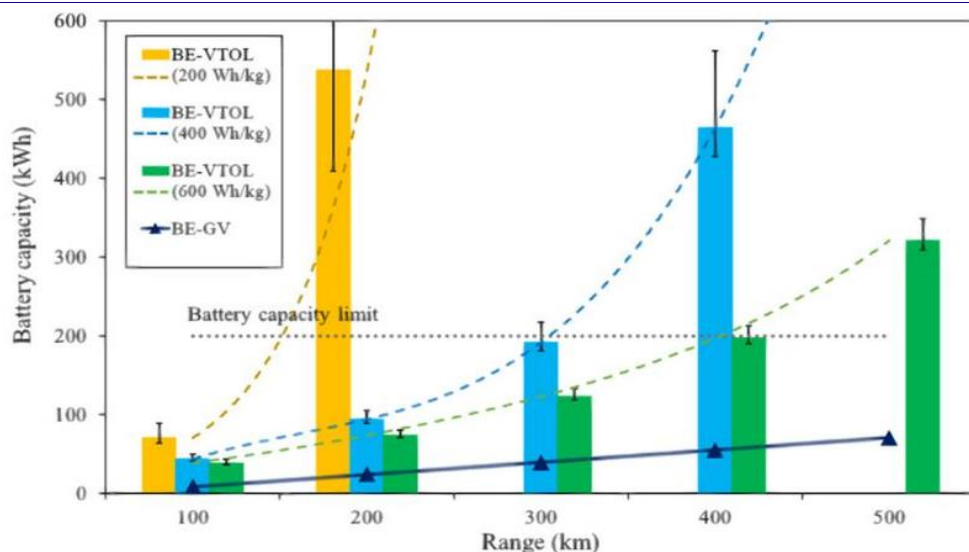


资料来源: 本田, 中国银河证券研究院

能源系统的电池技术是当前亟待突破的短板

当前 eVTOL 企业普遍应用的锂电池能量密度约为 250Wh/kg，标准体积下对应最大航程约为 200km+；宁德时代等主流厂商凝聚态电池密度预计可达 500-600Wh/kg，对应续航里程可达 400-500km。目前国内 eVTOL 企业多采用国轩高科、孚能科技的锂电池产品，宁德时代正积极布局航空级锂电池。值得关注的是，正力新能为美国 Joby 公司锂电池供应商。

图37: 电池能量密度与 eVTOL 续航里程的关系



资料来源: 飞行汽车, 中国银河证券研究院

推进系统成本占比约 30%-40%，重要性凸显

分布式电推系统 DEP 在 eVTOL 成本构成中占比约 30%-40%，因其布局和动力冗余设计，相较于传统直升机安全性更高。电推系统核心组件大功率电机的发展较为成熟，全球优质供应商包括国内企业——卧龙电驱、T-Motor，国外企业——pipistrel、塞峰、罗罗、magnix、magical1 等。其中，magical1 为波音和空客的电机供应商，卧龙电驱 2022 年 9 月与中国商飞合作，联合开展电动航空技术研究与产业化应用，并与国内 eVTOL 主机厂合作进行适航级产品研发。T-motor 则在航模级、轻小型无人机电机产品上处于全球领先地位。需要指出的是，国内 eVTOL 螺旋桨设计制造领域与国外相比仍有较大提升空间。

航电（含飞控）系统呈现“软件定义飞行器”的趋势

航电设备方面，为满足适航要求，目前各家企业基本采用佳明（Garmin）和霍尼韦尔的方案。佳明和霍尼韦尔正在为 eVTOL 开发满足适航标准的货架级专用驾驶舱。我国一体集成方案供应商较少，直升机航电或为目前解决方案，未来随着汽车座舱厂商完成适航认证，将重塑座舱航电系统供应业态。

图38: JOBY 座舱航电系统是集成的 Garmin G3000 驾驶舱



资料来源: Garmin, 中国银河证券研究院

图39: Lilium 和 Vertical 使用霍尼韦尔航电驾驶舱



资料来源: 霍尼韦尔, 中国银河证券研究院

飞控系统方面，从国外发展情况来看，美国 JOBY 公司依靠内部大量来自于军工巨头和特斯拉、苹果等 IT 产业巨头的研发人员自研飞控。根据 JOBY 公布的信息，其第一代自研飞控为集中式，新一代自研飞控为分布式，空中数据模块、互联单元、飞控模块、显示计算模块和传感模块互相独立，与汽车域控概念相似，呈现出“软件定义飞行器”的趋势。其他国外 eVTOL 厂商多采用霍尼韦尔航天的集成解决方案，如美国 Archer、德国 Lilium、英国 Vertical 等。

图40: JOBY 第一代集中式航电飞控



资料来源: JOBY, 中国银河证券研究院

图41: JOBY 新一代分布式航电飞控



资料来源: JOBY, 中国银河证券研究院

国内 eVTOL 厂商则倾向使用传统航空供应商的产品，新兴飞控系统供应商也开始崭露头角。国内飞控供应商以中航 618 所、北航、南航等科研院所和昂际为主，也有一批新兴的民营企业，包括边界智控、创衡、翔仪、致导等。

导航系统方面，卫星导航 GNSS+惯性导航 IMU 组合导航方案基本是标配。其中，卫导多采用 GPS+北斗双模；惯导目前两条技术路线并行：一是使用高精度的军用惯导，主要供应商为中航工业 618 所、航天 13 所、16 所、33 所、星网宇达等，二是使用车规级 MEMS

传感器，供应商繁多且产业链成熟，价格远低于军用惯导产品。我们认为，中高端 MEMS 惯导将成为未来低空航空器主流配置。

机身结构助力碳纤维材料民用化

当前 eVTOL 基本采用碳纤维机身机构，而我国碳纤维产业发展较为成熟，产业支撑有力。随 eVTOL 的规模化量产，碳纤维的民用化进程将迎来快速发展。

图42：中国 eVTOL 供应链情况



资料来源：航空之家，中国银河证券研究院

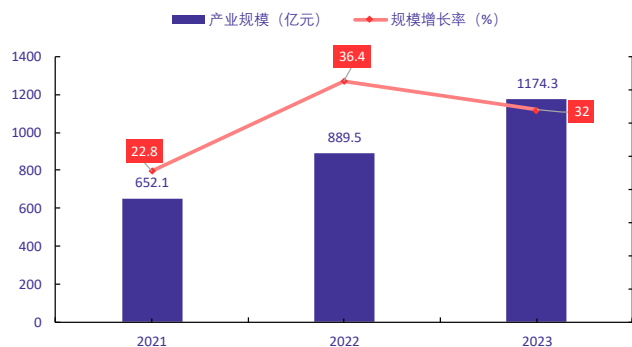
四、低空经济作为新质生产力，“低空+”有望催生万亿市场

（一）无人航空器为主要载体，工业无人机和 UAM 市场空间广阔

作为低空经济发展的主要牵引，无人驾驶航空飞行活动近年来呈现良好发展态势。根据民航局数据，截至 2023 年底，国内有实名登记的无人驾驶航空器 126.7 万架，同比 2022 年增加 32.2%，持无人机操控员执照 19.4 万人。2023 年民用无人驾驶航空器累计飞行 2311 万小时，同比增幅 11.8%。

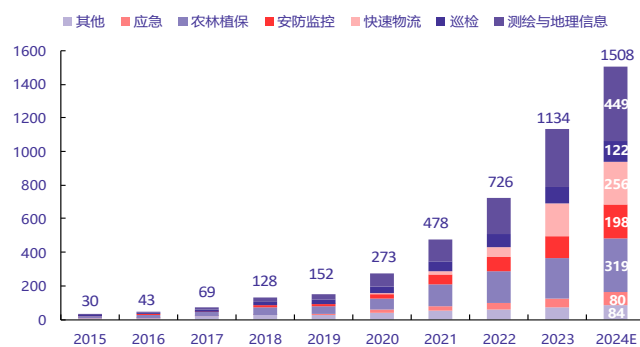
据赛迪顾问数据，2023 年我国民用无人机产业规模达 1174.3 亿元，稳居全球首位，预计 2025 年将超过 2000 亿元，复合增速达 30.5%。无人机在工业级应用场景的需求释放将成为民用无人机产业规模增长主要驱动力。目前，我国工业无人机主要应用于测绘与地理信息、巡检、安防监控、快递物流、农林植保等领域。根据 Frost & Sullivan 数据，2015 年至 2020 年我国工业无人机市场规模从 30.03 亿元增长至 273.2 亿元（包含无人机整机及无人机服务），预计到 2024 年，工业级无人机市场规模约 1500 亿元，四年复合增速约为 53%，其中农林植保约 318 亿元，安防监控约为 200 亿元，巡检约为 122 亿元，快递物流约 255 亿元，地理测绘约 448 亿元，四年复合增速分别为 47.2%/63.3%/33.2%/200.4%/53.9%。无人机快递物流场景将迎来爆发式增长。

图43：中国民用无人机产业规模



资料来源：赛迪顾问，中国银河证券研究院

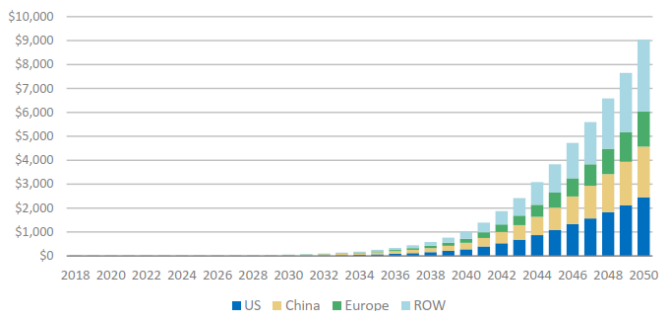
图44：中国工业无人机市场规模：按下游应用领域划分（亿元）



资料来源：Frost & Sullivan，中国银河证券研究院

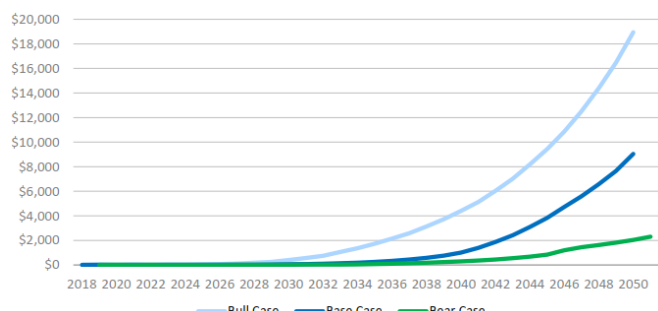
城市空中交通（UAM）包括城市中使用 eVTOL 运营的低空物流、低空载人等场景。根据 Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》预测，2025-2035 年，UAM 载货场景将率先迎来快速增长，而载人场景将于 2035 年逐步进入爆发期，军事应用则贯穿于 2025-2045 年，并获得持续快速增长。根据其预测，在中性场景下，2040 年全球市场规模将达到 1 万亿美元，2050 年达 9 万亿美元，其中美国市场 2.5 万亿美元，中国市场 2 万亿美元。而在乐观场景下，2050 年全球 UAM 市场可达 19 万亿美元，市场空间非常广阔。

图45：中性场景下美国、中国、欧洲 UAM 市场预测（十亿美元）



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，中国银河证券研究院

图46：不同场景下全球 UAM 市场预测（十亿美元）



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，中国银河证券研究院

（二）“低空+物流”，支线末线物流迎蓬勃发展期

1、支线末线物流将是“低空+物流”主要应用场景，补足物流需求短板

20 世纪以来，物流运输从一维的水路交通、铁路交通运输发展为纵横交错的二维交通运输，干线物流发展为公路+铁路+空中的三维交通运输，但支线和末线物流仍以二维交通运输为主，我们认为，随着 eVTOL、无人机等航空器的发展，支线和末线物流正逐步实现三维运输布局。

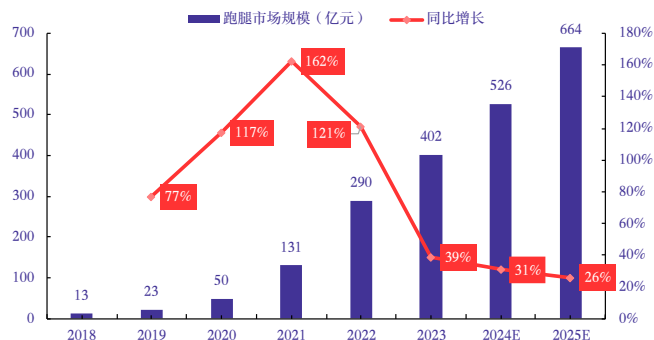
政策端，低空+物流顶层设计陆续出台。2024 年 2 月 23 日，中央财经委员会第四次会议强调，物流是实体经济的“筋络”，联接生产和消费、内贸和外贸，必须有效降低全社会物流成本，**鼓励发展与平台经济、低空经济、无人驾驶等结合的物流新模式**。2024 年 3 月 26 日，工信部等四部门发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》，提出**大力发展低空支线末线物流**，推动大型无人机支线物流连线组网，在长三角、粤港澳、川渝等地区开展无人机城际支线运输及末端配送示范，各场景无人机配送大规模应用落地。

根据交通运输部数据，2022 年我国快递业务量已达 1105.8 亿件，同比增长 2.1%。近年来，无人机的应用在一定程度上缓解快递企业末端配送压力。深圳无人机行业协会预计，

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

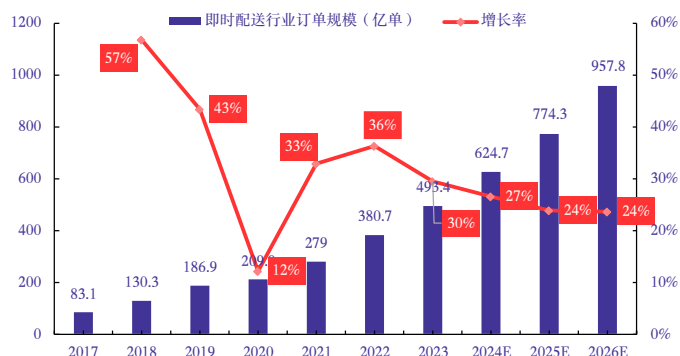
到 2024 年，无人机在国内的市场规模将达 1600 亿元，其中快递物流方面的无人机市场规模约 300 亿元，无人航空器物流将占物流配送总量的 30%。另据艾媒咨询数据，我国同城跑腿市场从 2018 年的 13 亿元增长到 2023 年的 402 亿元，年复合增长率达 98.6%，预计 2025 年将达 664 亿元规模；根据艾瑞咨询数据，我国即配行业订单量从 2017 年的 83.1 亿单增长到 2023 年的 493 亿单，2026 年将达 957 亿单。同城跑腿/即配业务属于末端物流的范畴，低空物流是该场景的较优解，具有短期可盈利的商业潜力，发展前景明朗。

图47：我国同城跑腿市场近年来快速发展



资料来源：艾媒咨询，中国银河证券研究院

图48：我国即配行业订单量近年来快速提升



资料来源：艾瑞咨询，中国银河证券研究院

在支线物流场景中，无人航空器除满足节能减排的要求，也摒弃了传统陆运线路迂回冗长、高耗低效的方式，时效性大幅提高；在末端物流场景中，无人航空器或可破解乡村快递不畅的困境，真正实现“快递进村/山”。我们认为，“支线+末端”无人机物流有望成为未来物流需求的有效补充，在粤港澳、长三角等城市群及川渝等山区，拥有良好的发展前景，或可快速实现商业闭环。

除支线和末端物流外，无人机外卖试点正蓬勃开展。2021 年初，美团无人机外卖完成首次订单配送，2022 年 12 月于上海市金山区开通了常态化航线。2023 年，美团无人机配送服务获得中国民航局颁发的城市人口密集区《特定类无人机试运行批准函》和《通用航空企业经营许可证》。截至 2023 年 8 月底，美团无人机已在深圳、上海等城市总计落地 7 个商圈，17 条航线，可为 14 个社区写字楼、4 个 5A 级景区提供无人机配送服务，并已累计完成用户订单超 18.4 万单。未来，无人机外卖服务有望由点及面迅速铺开，并向全国推广，“空中外卖”真正进入千家万户。

2、医疗物资配送作为典型场景，部分地区已实现常态化运行

医疗物资运输具有重量轻和高时效性要求，是无人飞行器配送的典型应用场景。丰翼科技于 2020 年推出无人机医疗运输解决方案。截至 2024 年 3 月，丰翼无人机已服务全国三十多家医疗机构，累计飞行 2.6 万余架次，飞行距离 30 万余公里，运输医疗样本 380 万多个，运输血液制品超 7000 千克。2023 年 3 月宝安区中心血站与丰翼科技共同推进无人机送血项目落地，开通深圳市首批无人机急救运血航线。除顺丰外，美团无人机与深圳市龙华区合作，将街道社康中心的医疗检验标本运送至龙华区人民医院，单程运输过程从 40 分钟以上缩短到 10 分钟以内。我们认为，国内医疗物资配送场景商业模式清晰、可行，在部分城市已实现常态化运行，未来有望向更多地区推广。

3、“制造+运营”一体将成为低空物流行业的主要发展模式

《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》提出在无人物流、城市空中交通等新兴应用领域，鼓励龙头企业探索形成产品研制、场景构建、示范运行一体化的商业模式，我们认为，美团、京东、顺丰等企业将继续引领低空物流发展，制造+运营一体有望成为低空物流行业的主要发展模式。

顺丰集制造和运营于一身，先发优势明显。2024 年 3 月，顺丰旗下丰翼科技正式推出两款无人机物流产品，一款是深圳同城即时送，满足“同城范围 2 小时达”需求，目前推广期间一口价 12 元；另一款是大湾区跨城即时送，满足“跨城跨海服务范围 4 小时达”需求，推广期间一口价 40 元。试运营期间，丰翼科技日均运输单量超过 1 万单，商业模式正逐步打开。作为物流配送承载主体，丰翼科技推出“魔鬼鱼”复合翼无人机（起飞重量 42kg，载重 8kg，最大航程 100km）和“方舟”多旋翼无人机（起飞重量 46kg，载重 10kg，最大航程 18km），可分别用于支线/末端物流配送，行业先发优势愈发明显。

图49：顺丰丰翼科技“魔鬼鱼”（Menta Ray）无人机



资料来源：顺丰丰翼无人机，中国银河证券研究院

图50：顺丰丰翼科技“方舟”（Ark UAV）无人机



资料来源：顺丰丰翼无人机，中国银河证券研究院

（三）“低空+应急救援”需求迫切，有望先行先试

“低空+应急救援”场景包括空中侦察勘测、指挥调度、消防灭火、紧急输送、搜寻救助、特殊吊载、应急通信、国际救援等，场景丰富，需求较为迫切，有望先行先试。

表7：航空应急救援应用场景

常规救灾	通讯类：侦察、拍照、图传、喊话
	遥感类：应急测绘、灾后损失与毁伤评估、生命探测
	运输类：救灾人员和伤员转运、物资运输
	保障类：照明、通讯覆盖、
水上搜救	侦察、抛投、物资补给、溢油探测、船上起降
消防救援	城市高层消防：侦察测绘、破窗打弹、喷水灭火、人员疏散、物资投送
	森林及草原消防：火线测绘、灭火指挥调度、集群投弹、装备投送
医疗救援	病人转运、人体器官转运
	无人机消杀、药品及设备投送
巡查巡线	电网巡检、边境巡检等
其他	抗旱人工降雨、应急交通疏导等

资料来源：应急管理部，中国银河证券研究院

1、发达国家航空应急救援体系已建立多年，我国仍处于补短板阶段

世界主要发达国家在上世纪就已经建立了符合国情的应急救援体系。其中，美国可用于执行救援任务直升机超过 1 万架；加拿大拥有可参与救援飞机 1000 余架，全部由政府拨款；德国建立了覆盖全国的航空紧急救援体系，救援用直升机数量超过 800 架，境内 15 分钟内便可得到国家免费航空救援服务；法国、瑞士均设立有国家航空救援中心，救援范围覆盖全国境。

迫切提升应急救援能力是我国低空空域开放的重要原因之一。2008 年汶川“5.12”特大地震中，我国暴露出低空救援能力不足的短板，中央成立专项研究小组研究低空救援及低空开放方案。2008-2022 年，我国空中应急救援体系的建设领先于其他低空应用场景，但受限于通航机场和配套机型，发展落地缓慢。2019 年起，航空救援政策逐渐加码，近年来应急救援各场景试点常态化运行大幅增多。

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

表8: 通用航空应急救援体系建设发展情况

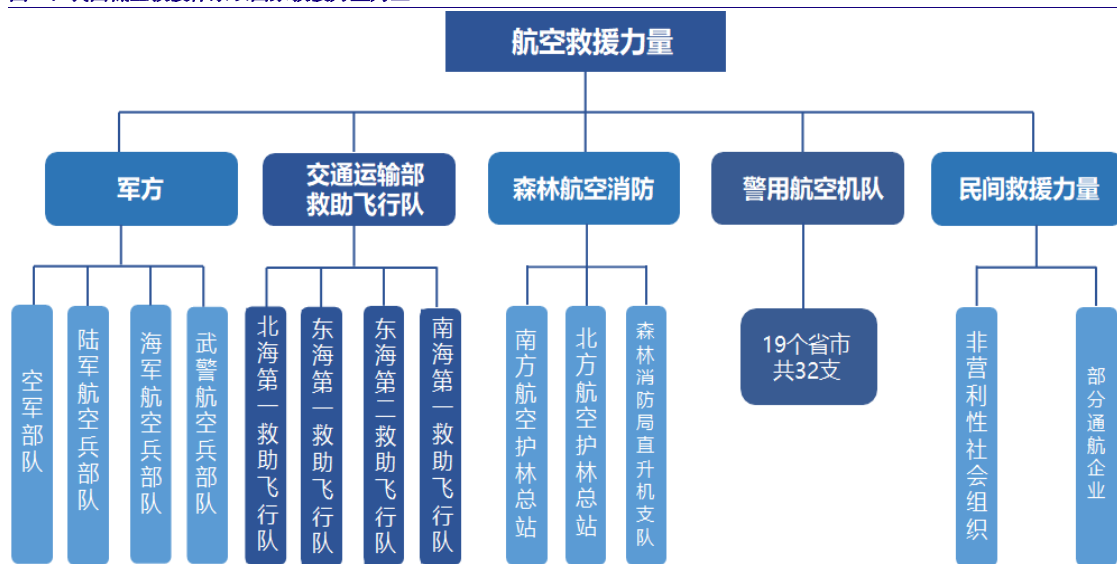
时间	政策进程
2008-2009 年	针对汶川地震中的问题, 27 位院士向党中央提出《关于建设国家航空应急救援体系》的建议, 提出制定应急救援体系十年规划、逐步开放低空空域、做好 1000 米以下空域开放试点、组建高水平国家专业航空应急救援队伍。
2014 年 12 月	国务院办公厅《加快应急产业发展的意见》
2016 年 4 月	交通运输部《中国民用航空应急管理规定》
2016 年 12 月	国家林业局 国家发展改革委 财政部《全国森林防火规划(2016-2025 年)》
2018 年 8 月	国家发展改革委 民用航空局《关于促进通用机场有序发展的意见》
2019 年 3 月	中国民用航空局 国家卫生健康委员会《航空医疗救护联合试点工作实施方案》
2019 年	应急管理部将江西、浙江确立为全国应急救援航空体系建设试点省份
2019 年	《航空医疗救护联合试点工作方案》12 个省份成为航空医疗救护联合试点地区, 全国 600 多家医疗机构与 30 余家通航企业达成航空医疗救护工作意向。
2020 年 9 月	国家卫生健康委等九部门《进一步完善院前医疗急救服务的指导意见》
2022 年 2 月	中国民用航空局 国家卫生健康委员会《深化航空医疗救护联合试点工作的通知》
2022 年 6 月	国家减灾委员会《“十四五”国家综合防灾减灾规划》
2022 年 6 月	应急管理部《“十四五”应急救援力量建设规划》
2022 年 6 月	民用航空局《“十四五”通用航空发展专项规划》
2022 年 9 月	交通运输部等二十三部门《关于进一步加强海上搜救应急能力建设的意见》
2023 年 4 月	中共中央办公厅 国务院办公厅《全面加强新形势下森林草原防灭火工作的意见》

资料来源: 中国政府网, 通航圈, 中国银河证券研究院

2、eVTOL 将成为航空应急救援领域的有力补充, 增量空间巨大

截至 2022 年底, 我国可用于应急救援的军民航直升机 1000 余架, 与德国、日本基本相当, 但与美国差距较大。由于我国幅员辽阔叠加可用飞机数量有限, 导致我国应急救援平均响应时间达 60 分钟, 远高于美欧日的 20/15/10 分钟。随着无人航空器以及 eVTOL 产业的发展, 未来将成为航空救援的有效补充, 发展空间广阔。

图51: 我国低空救援体系以国家救援力量为主



资料来源: 中国民航局, 中国银河证券研究院

无人航空器正逐步渗透各类应急救援场景, 包括常规救灾、水上搜救、消防救援、医疗救援、防汛抗旱和通信保障等。其中, 海上搜救对航程和抗风能力要求较高, 短时间内 eVTOL 难以执行海上搜救任务, 但在消防救援和医疗救援等航空救援领域, eVTOL 有望快

速渗透。据航空工业报道，预计到 2025 年，我国航空应急救援领域整机市场规模有望达到 300 亿元，无人航空器以及 eVTOL 将大有可为。

目前国内外多家 eVTOL 公司布局发展航空救援应用领域。Volocopter 与欧洲最大救援组织 ADAC 合作开展空中救援合作研究，空客提出 LifeSaver 项目将 eVTOL 整合到更广泛的陆空一体化航空医疗综合服务体系内。沃兰特与中航材航空救援合作，提出基于 VE25 型 eVTOL 的航空救援版方案。短期内，紧急医疗服务（EMS）将是优先落地的应用场景之一。

图52：澳大利亚已开始使用 eVTOL 进行航空医疗救援



资料来源：ASML HERO，中国银河证券研究院

图53：沃兰特 VE25 航空救援型概念机



资料来源：沃兰特，中国银河证券研究院

3、消防救援将成为 eVTOL 未来确定性应用场景

国家规划发展航空消防力量，主要聚焦森林草原及重点城市。根据国务院安全生产委员会《“十四五”国家消防工作规划》，“十四五”期间我国率先在重点城市、森林草原等自然灾害高发地区及有条件的地区（包含北京、天津、上海、广州、深圳、重庆等 6 个城市）建设航空救援专业力量。航空消防主要分为超高层灭火和森林灭火，其中，森林灭火所需灭火剂剂量较大、航程较远，现阶段 eVTOL 尚不胜任，因此主要聚焦超高层灭火。较普通无人机，eVTOL 具有载重量大、可悬停的优势，可作为超高层灭火装备部署在重点地区消防站。消防救援将成为 eVTOL 未来确定性应用场景之一。

消防版 eVTOL 通常作为消防用品进行审批，预计 eVTOL 在消防领域的进展更快。亿航智能已推出 EH216-F 消防版，其可携带 6 发灭火弹，配备 100L 机载灭火溶剂，并于 2021 年 7 月在中国国家消防装备质量监督检验中心完成技术检验，可为消防站 3km 内的高层建筑灭火救援。

图54：亿航 EH216-F 消防版



资料来源：亿航智能，中国银河证券研究院

图55：亿航 EH216-F 进行灭火演练

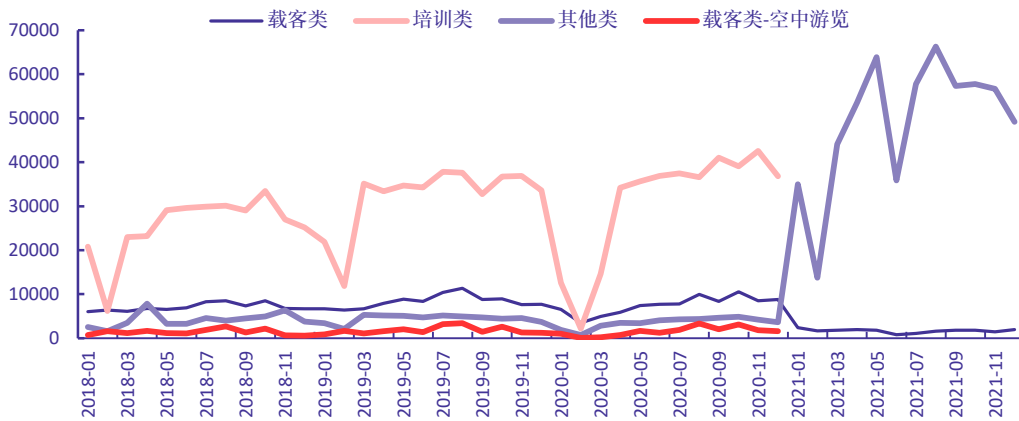


资料来源：亿航智能，中国银河证券研究院

(四) “低空+旅游”作为 toC 端落地较快的应用场景，处于爆发前夜

toC 端的应用场景主要包括空中游览、机场接驳、城市内空中出租车等。根据中国民航局数据，截至 2021 年 11 月，通用航空运营性场景中，培训仍为绝对主流，载客场景时长大约为培训场景的 25%左右，其中空中游览飞行时长大约占载客类飞行的 20%左右，占总运营飞行总时长的比例仅为 2%左右。

图56：低空经济运营性场景中各场景飞行时长（小时）



资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院

1、低空旅游顶层设计不断发力

2021 年 12 月，民航局发布实施《“十四五”民用航空发展规划》，指出要着力开展大众消费服务，提供多样化、特色化低空旅游服务产品。2022 年 1 月，国务院印发《“十四五”旅游业发展规划》，要求推进通用航空与旅游融合发展，完善低空旅游等发展政策，选择一批符合条件的旅游景区、城镇开展多种形式的低空旅游，推动通用航空旅游示范工程、航空飞行营地建设以及低空旅游装备等自主创新及高端制造。2022 年 2 月民航局印发了《“十四五”通用航空发展专项规划》，明确提出要推动低空旅游发展，支持文旅主管部门扩大空中游览、高空跳伞等对景区的覆盖，支持地方政府发展“通用航空+旅游”。

表9：2021 年以来低空旅游顶层促进政策

时间	政策	主要内容
2021 年 12 月	民航局《“十四五”民用航空发展规划》	开展大众消费服务，鼓励通用航空发展与旅游资源开发、引导娱乐消费相结合，提供多样化、特色化低空旅游服务产品
2021 年 12 月	民航局《空中游览和体验飞行》规定	拥有标准适航证、限用类特殊适航证、轻型运动类特殊适航证的飞行器均可实施空中游览与体验飞行，不得在人口稠密区上空实施运行
2022 年 1 月	国务院《“十四五”旅游业发展规划》	推进通用航空与旅游融合发展，完善低空旅游等发展政策，选择一批符合条件的旅游景区、城镇开展多种形式的低空旅游，强化安全监管，推动通用航空旅游示范工程、航空飞行营地建设以及低空旅游装备等自主创新及高端制造
2022 年 2 月	民航局《“十四五”通用航空发展专项规划》	推动低空旅游发展，支持文旅主管部门扩大空中游览、高空跳伞等对景区的覆盖，支持地方政府发展“通用航空+旅游”，鼓励依托观光游、主题游、体验游等形态丰富低空旅游内涵，支持脱贫地区发展通用航空特色休闲农业和精品旅游。
2024 年 4 月	《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030 年）》	拓展新型通用航空消费示范应用，鼓励有条件的地区开发多样化低空旅游产品，推进“通用航空+旅游”应用示范。

资料来源：各政府官网，中国银河证券研究院

各地方政府密集推出低空旅游鼓励政策，产业界活跃度提升。2023 年 7 月三亚出台促进低空旅游发展暂行办法，将低空旅游纳入旅游产业发展专项资金支持范围，用于低空旅游的基础设施建设、公共服务体系建设。合肥市发布《合肥市低空经济发展行动计划(2023-2025 年)》，明确将开通商业化空中游览航线，在骆岗公园开通全球首条 eVTOL 商业化空中游览航线，并拓展至天鹅湖、大蜀山、环巢湖等区域。此外，产业界活跃度逐步提升。2023 年 3 月，新疆西域旅游公司与亿航智能签订协议，成立合资公司并拟购买不少于 120 架亿航 EH216-S 或同类 eVTOL，开创低空旅游新业态，进而辐射全新疆。随着 eVTOL 这类低空新产品的推出，依托 eVTOL 低成本运营的优势，低空旅游市场有望进一步打开。

2、“低空+旅游”场景未来5年对 Evtol 的市场总需求约为 320 亿元

根据文化和旅游部网站，2023 年国内出游人次 48.91 亿，同比增长 93.3%，国内游客出游总花费 4.91 万亿元，同比增长 140.3%，eVTOL 低空旅游市场有望分得一杯羹。根据民航局《空中游览和体验飞行》规定，目前国内申请取证的 eVTOL 均符合空中游览要求。未来 eVTOL 有望替代直升机、滑翔机和热气球等航空器，成为低空游览主力。

从市场需求来看，国内 3A 级以上公园均为潜在需求方。根据文旅部数据，2022 年国内共有 315 家 5A 级旅游景区、4179 家 4A 级旅游景区和 6931 家 3A 级景区。假设未来 5 年，50% 的 5A 级景区，30% 的 4A 级景区和 15% 的 3A 级景区均有引入低空观光游览/空中运动服务的需求，考虑到 eVTOL 的经济性，假设每家景区按照分类由高至低分别采购 10 架/6 架/4 架 eVTOL，那么低空旅游运营场景未来 5 年对 Evtol 的总需求量高达 13256 架。参考亿航 EH216-S 官方指导价 239 万，则市场总规模约为 320 亿元。我们认为，“低空+旅游”作为载人 toC 端较快落地的应用场景，正处于爆发前夜，产业链相关企业有望受益。

表10: 未来五年，低空旅游市场规模测算

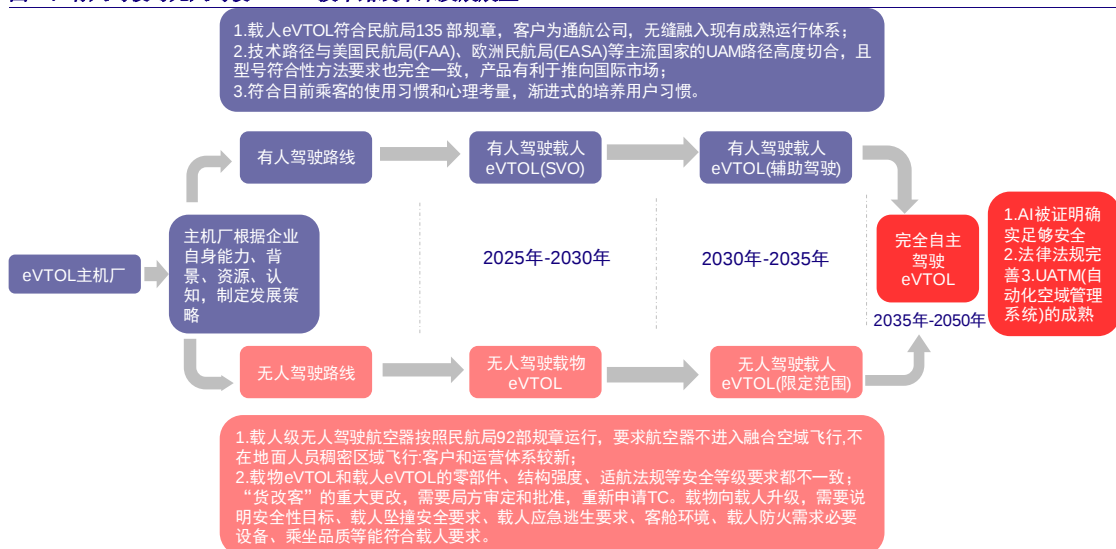
公园分类	公园数量	潜在需求公园占比	单家公园需求架数	需求总架数	总价值量（亿元） （参考 EH216-S 售价 239 万）
5A	315	50%	10	1575	37.6
4A	4179	30%	6	7522	179.8
3A	6931	15%	4	4159	99.4
合计	11425		20	13256	316.8

资料来源：中国银河证券研究院

3、载人“空中巴士”服务有望于未来 10 年取得快速发展

展望未来，随着适航审批节奏加快，载人 eVTOL 产品企业有望在 2026 年和 2027 年密集取证，叠加载人试点逐渐趋于成熟，“空中巴士”、“空中出租车”甚至“空中智能驾驶”等 toC 场景有望逐步落地，并在未来 10 年先后取得快速发展。

图57: 有人驾驶与无人驾驶 eVTOL 技术路线未来发展展望



资料来源：时的科技，中国银河证券研究院

（五）美军先行先试，eVTOL 军事应用前景广阔

美国国防部和国家航空航天局的长期支持对美国电动航空和 eVTOL 飞机的快速发展至关重要。2016 年美国国防创新部门为 JOBY 提供了早期资金和飞机开发计划指导。2020 年，美国国防部开展“敏捷至上”项目，聚焦小型电驱动飞行器，同期美国空军研究实验室也提出了大型飞机的混合电推进固定翼概念方案，体现了美国空军全方位推动航空装备电气化发展的路线。

美国多家 eVTOL 企业获得军方订单。2023 年 4 月和 7 月，美国国防部“敏捷至上”项目与 JOBY、Archer 公司分别签订了总价值 1.63 亿美元和 1.42 亿美元的合同，包括 9 架“S-4”型和 6 架“midnight”eVTOL。截至 2023 年底，该项目已向 15 家整机制造商授予 23 份研发合同，订单总额超过 4 亿美元。2023 年 9 月，JOBY 向美军交付了首架 eVTOL。

图58: JOBY S-4 eVTOL 交付美国空军



资料来源: JOBY, 中国银河证券研究院

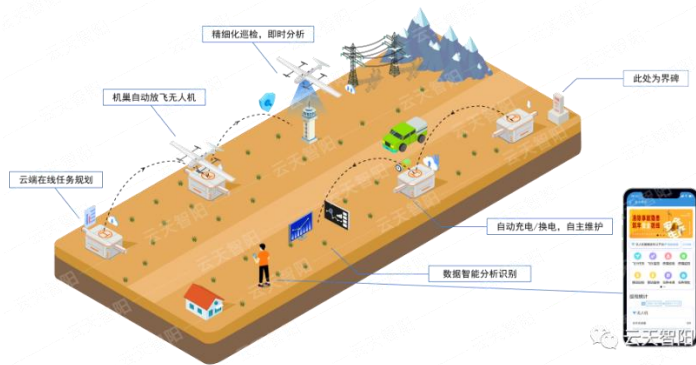
图59: Archer Midnight eVTOL



资料来源: Archer, 中国银河证券研究院

随着无人作战力量在现代战争中的大量运用，无人系统的地位和作用迅速跃升，无人力量正重塑未来战争形态。我国非常重视无人机作战力量，2023 年 11 月 11 日，人民空军成立 74 周年之际，空军提出“无人元年，奔向更高起点”。借鉴美国发展经验，我们预计 eVTOL 未来将作为新的航空器，在我军后勤、应急救援和边境巡检等领域发挥重要作用。

图60: 无人机按照设定线路进行边境巡检



资料来源: 云天智阳, 中国银河证券研究院

五、 数字低空有望成为数字经济发展新引擎

低空空域通常是指真高 1000 米以下的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米。数字低空是指通过数字化技术来提升低空空域的管控效率和安全性，并实现实时监测、管理和控制，从而提高航空器在低空空域的飞行效率和安全性。**数字低空包括航空器数字化、起降设施数字化和空管数字化**，其中航空器数字化包括航空器搭载的数字化传感器、处理器、传输系统等，并最终实现无人驾驶飞行；起降设施数字化包括安检数字化、监视数字化、机场机器人等；空管系统数字化包括空中交通、空域管理、气象服务、指挥控制等系统的数字化。

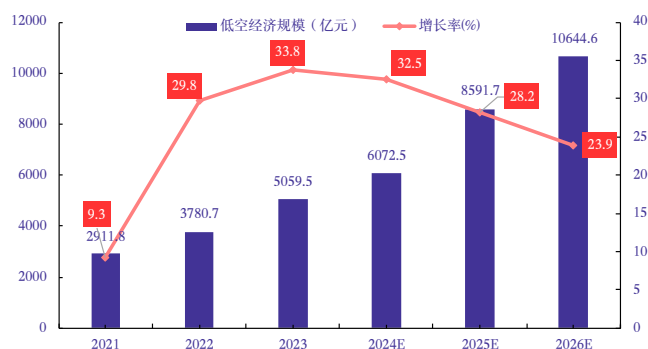
请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

30

2024 年 4 月 4 日，根据新华社消息，国家数据局正研究起草《深化智慧城市发展推进城市全域数字化转型的指导意见》，提出深入实施城市云网强基行动，探索发展数字低空基础设施等系列行动，加强大数据、人工智能、区块链、先进计算、未来网络、卫星遥感、三维建模等关键数字技术在城市场景中集成应用。《意见》明确城市数字化转型双目标：2027 年全国城市全域数字化转型取得明显成效，2030 年数字化转型全面突破。**数字低空基础设施被纳入城市算力网**，这也是“数字低空”概念在国家级政策文件首次出现。

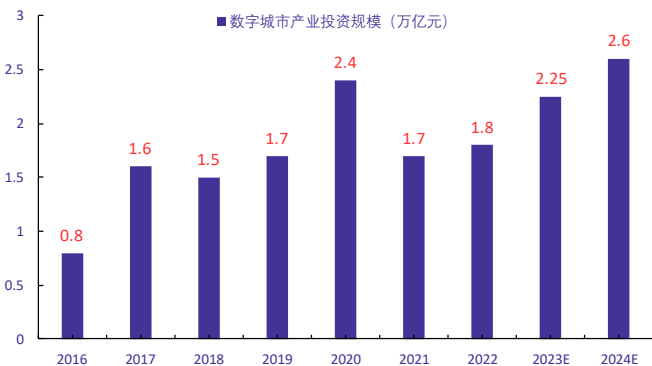
根据中国信息通信研究院数据，2022 年我国数字城市产业投资规模达 1.8 万亿元，预计 2024 年将超过 2.5 万亿元，复合增速 17.8%。另据赛迪顾问《中国低空经济发展研究报告（2024）》数据显示，2023 年中国低空经济规模达 5059.5 亿元，同比增速 33.8%，预计 2026 年低空经济规模将达 1.06 万亿元，2023-2026 年年复合增长率达 28%。我们认为，数字低空基础设施被纳入城市算力网统一规划后，将融入智慧城市治理体系，建设进程或将提速。受益于低空经济庞大的经济体量，叠加强有力的政策加持，数字低空有望成为数字经济发展的新引擎。

图61：中国低空经济规模及增长率



资料来源：赛迪顾问，中国银河证券研究院

图62：中国数字城市产业投资规模



资料来源：中国信息通信研究院，中国银河证券研究院

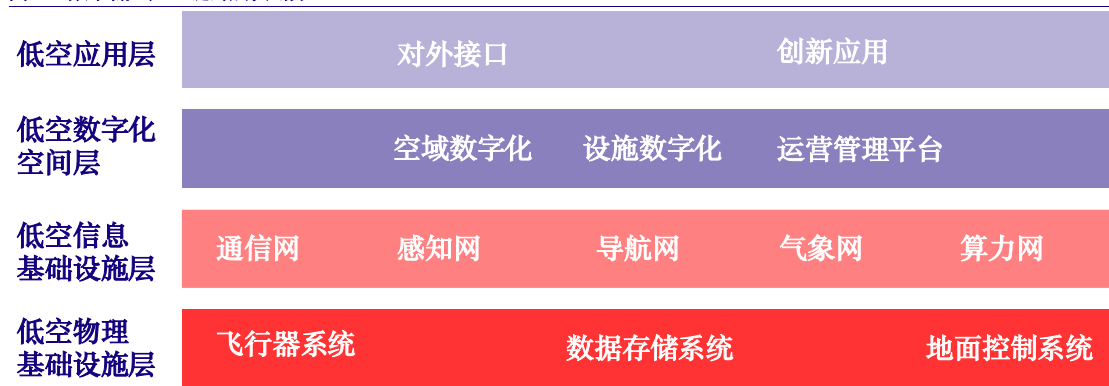
（一）低空智能融合基础设施是低空数字化的关键一环

1、数字经济可实现城市资产重塑，数字低空待开发

随着人工智能、云计算、大数据、5G、数字孪生等信息通信技术的飞速发展，数字低空将助力数字经济从平面空间向立体空间拓展，成为数字经济发展的新引擎。根据北京大学时空大数据协同创新中心观点，数字经济可实现后土地财政时代的城市资产重塑：城市低空通过数字化方式实现“重新开发”，城市资产通过数字场景搭建、运维、服务等实现“重新出售”，城市设施通过数字化方式“重新建设”，最终实现城市资产的新一轮运营，完成数字化产业增收，创造出新的 GDP 增长点。

数字低空是涵盖低空装备制造、信息基础设施建设、低空综合服务等环节的综合产业链，总体分为三层：物理和信息基础设施层、数字化空间层和低空应用层。基础设施层包括飞行器系统、数据存储系统和地面控制系统等物理基础设施和通信网、感知网、导航网、算力网等信息基础设施，数字化空间层主要为数字化的运营管理平台，低空应用层主要包括低空经济+物流、低空经济+农业、低空经济+救援等应用，各层之间数据要素互相渗透。

图63：数字低空产业链的层次划分



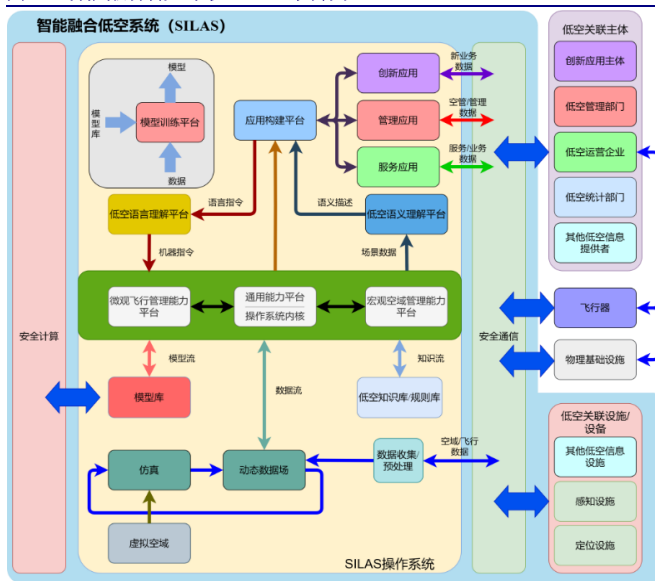
资料来源：广东省通信学会等《数字低空发展建设研究报告》，中国银河证券研究院

2、SILAS 可将低空空域转变为可计算的数字化空域，“四张网”建设是关键

智能融合低空系统 SILAS（Smart Integrated Lower Airspace System）的两个特点是智能和融合，包括飞行、管理、服务等方面的智能化，以及基础设施、管理方/运营方、飞行器等多层次的融合。SILAS 将协助监管部门精准管控，赋能运营企业创新应用。

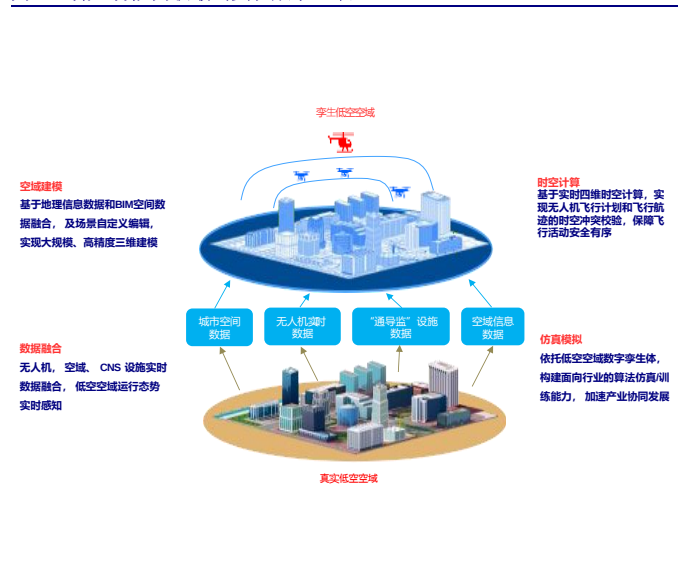
云计算、大数据、人工智能等技术助力 SILAS 将低空空域转变为可计算的数字化空域。后者未来形态为数字孪生空域，实现空域建模、时空计算、数据融合、仿真模拟等功能。

图64：智能融合低空系统 SILAS 架构图



资料来源：粤港澳大湾区数字经济研究院，中国银河证券研究院

图65：低空智能网联最终实现数字空域



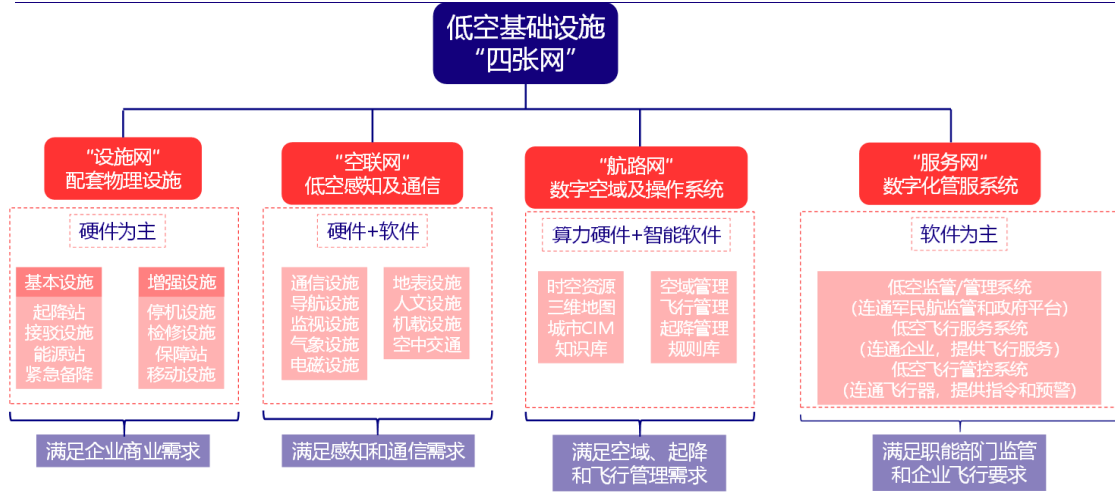
资料来源：腾讯研究院，中国银河证券研究院

根据粤港澳大湾区数字经济研究院发布的《低空经济发展白皮书（2.0）——全数字化方案》，当前低空经济发展面临四大问题：有限的地面、空域和频谱资源共享共用的问题，管理者对低空飞行器“看不见、呼不到、管不住”的基本安全问题，大规模低空飞行的安全、效率和成本问题以及低空经济中不同主体和业务之间的协同问题。目前解决上述问题的方案是由政府牵头，建立统一标准化的低空智能融合基础设施，即构建低空经济设施网、空联网、航路网、服务网“四张网”。

具体而言，设施网是低空经济的基础设施，包括分布式起降点、起降站等配套物理设施，这些设施为低空飞行提供了必要的场地和设备，确保了低空飞行的安全和效率。空联网满足低空感知及通信的需求，可以实现无人机和地面设备之间的实时通信和数据交换，

实现远程监控和实时预警等功能。航路网是低空经济的航行保障，包含空域航路、3D 数字地图等，提供实时导航和飞行控制等功能，确保了无人机在低空飞行中的安全和稳定。服务网是低空经济的数字化管服系统，它以客户为导向，满足监管安全要求和企业飞行要求，确保低空经济的安全和规范发展。

图66：低空智能融合基础设施的“四张网”



资料来源：粤港澳大湾区数字经济研究院，深圳市政府，中国银河证券研究院

3、多地试点建立低空空域全数字化融合管理系统，深圳一马当先

各地出台政策加快构建低空智能融合基础设施（SILAS），2024 年有望从地区试点发展到全面铺开。据《经济日报》报道，深圳低空智能融合基础设施项目一期正加快建设，将初步构建起支撑低空经济的设施网、空联网、航路网、服务网“四张网”。SILAS 系统可实现低空空域多种类飞行器融合飞行管理，并为低空飞行器提供必要的通信保障与配套服务。

此外，深圳市在数字化空域划设和管理基础工具初步建设完成的基础上，建设了数据共享平台，聚集了各方提供的飞行器信息、空域使用情况、飞行动态、异常事件告警和飞行计划辅助信息等数据，并接入卫星地形影像、行政区划、建筑数据、交通路网、三维模型、车流和气象情况数据以及深圳市的管制空域和适飞空域数据，让各关联方共享低空信息数据，并据此调整其业务流程和飞行任务。

图67：深圳市数字低空统一数据共享平台



资料来源：粤港澳大湾区数字经济研究院，深圳市政府，中国银河证券研究院

2023 年 10 月，上海市政府印发《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026 年）》，明确开展城市低空智能融合飞行基础设施布局研究，加快推进建设无人系统多体协同重大科技基础设施一期项目，促进自动化、无人化、智慧化物流技术装备和自动感知、自动控制、智慧决策等智慧管理技术的集成应用。我们认为，2024 年 SILAS 系统建设有望由点及面扩展到全国，低空经济基础设施大幕开启。

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

(二) 无人驾驶航空器及其管理服务体系将成为数字低空的主要载体

2022 年 8 月，中国民航局发布《民用无人驾驶航空发展路线图 V1.0》征求意见稿，提出 2025 年之前，实现统一的时空基准，提升航空器安全自主飞行能力和航行保障能力，大幅增加垂直起降功能的起降场；2030 年之前，实现空域信息数字化，建立健全空域共享、数据互联、运行高效、管服一体的平台和机制；2035 年之前，建立载人无人驾驶航空交通运输系统，实现广域的运输范围和灵活高效的网络化布局。2024 年 1 月 1 日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式实施。作为我国首部针对无人驾驶航空器飞行及相关活动进行全链条管理的法规，标志着我国对无人机的管理进入了一个新阶段。

欧洲航空安全局 EASA 已经发布 eVTOL 的智能驾驶路线图，将 eVTOL 的智能驾驶程度分为三级：一级为辅助人类飞行员，二级为飞行员和智驾系统联合驾驶，三级为无人自动驾驶，人类仅在设计过程中和超视距外参与。EASA 将在 2025 年开始审定一级自动驾驶，2030 年开始审定二级自动驾驶，2035 年开始审定三级自动驾驶。

1、无人驾驶航空器管理服务体系建设提上日程，各国 UTM 系统仍处于初期

无人驾驶航空器服务体系对低空经济发展至关重要，美国航空航天局(NASA)于 2013 年提出无人机交通管理(UAS Traffic Management, UTM)的概念，旨在对低空空域内的无人机大规模安全运行进行管理和提供服务。根据国际民航组织，UTM 应具备 12 项功能，见表 11。其中，实名注册、追踪定位、电子围栏是基本服务功能，而飞行信息交互以及规划、冲突管理等涉及交互、调度的功能将是 UTM 系统实现智能低空空域交通管理的关键。

表11: UTM 设施服务列表

序号	服务列表	序号	服务列表
1	周期性活动报送通知服务	7	限制令发布
2	其他无人机的飞行信息交互报送服务	8	飞行规划服务
3	空域审批	9	冲突管理和隔离
4	空域环境监测服务	10	远程识别
5	地图服务（地形和障碍物信息）	11	追踪定位服务
6	注册服务	12	气象信息服务

资料来源：中国民航局，中国银河证券研究院

美国 NASA 将 UTM 的开发验证分为 4 个阶段，已分别于 2015、2016、2018 和 2019 年完成相关的试飞验证。一级技术能力水平主要测试视距内无人机在低风险地区的运行；二级技术能力水平主要试验无人机在低风险地区的视距内和视距外混合运行；三级技术能力水平在于测试常态超视距运行、空中机对机防撞和避让静态障碍物等能力；四级技术能力水平的测试则是对超视距运行、跟踪和定位、避让动态障碍物，以及处理大规模突发事件等能力。每个技术水平阶段的提升，都可以让无人机拥有更多应用场景，增加空域中无人机飞行容量。

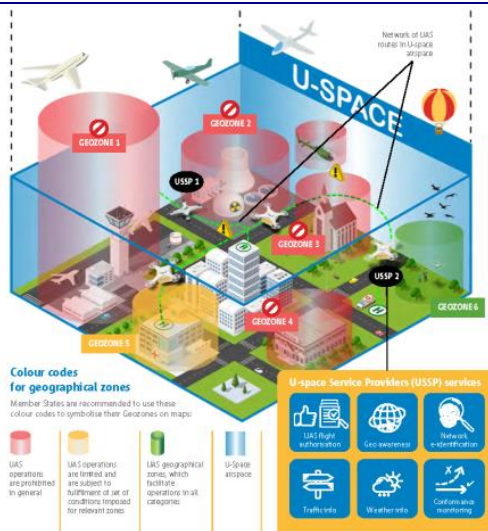
表12: NASA 对 UTM 技术水平阶段的分类

一级技术水平	二级技术水平
· 通告所使用的空域 · 无人机在陆地无人区或水城上空视距内运行 · 运行区域内几乎没有其他交通 · 无人机飞行员可处理突发事件 · 应用于农业、救火以及基础设施监控	· 无人机超视距运行 · 无人机跟踪运行以及低密度运行 · 无人机在人口稀少区域运行 · 初步制订运行程序和运行规则 · 扩大无人机运行半径
三级技术水平	四级技术水平
· 无人机超视距运行 · 无人机在中等人口密集度陆地上空运行 · 与有人驾驶飞机交互 · 跟踪、机对机防撞，运行信息接入互联网 · 应用于公共安全以及有限的货物运输服务	· 无人机超视距运行 · 无人机在城市等更高人群密度上空运行 · 自动机对机规避，运行信息接入互联网 · 更大规模的应急预案 · 应用于新闻采集、物流配送和个人用途

资料来源：《NASA 无人机交通管理系统飞行验证试验概述》王茂霖、吕人力、管祥民，中国银河证券研究院

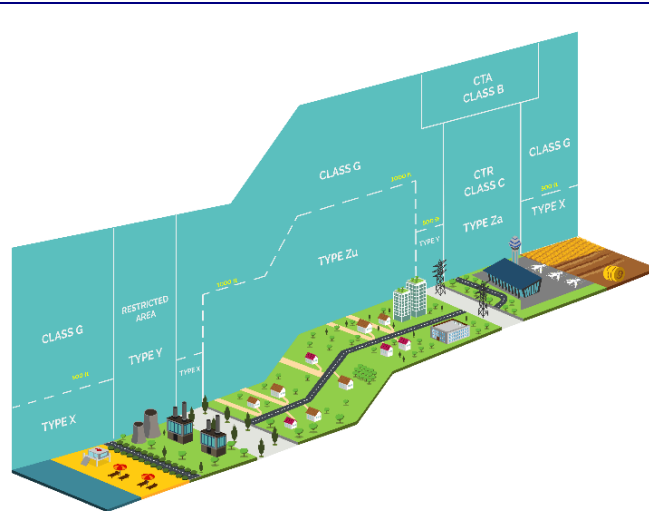
欧洲的 UTM 发展由欧盟信息与通信技术（ICT）组织统一管理，旨在开发一套标准化的 U-Space 系统，支持大量无人机安全、高效的运行。U-Space 系统主要组成部分包括飞行器的识别、空域管理、空中交通信息广播和飞行授权。该系统将把民用和军用无人机无缝集成到现有的环境和空域类别中，支持与传统航空进行交互，确保无人机在所有运行环境尤其是低空空域下运行。

图68：欧洲 U-SPACE 系统进行空域规划



资料来源：EASA，中国银河证券研究院

图69：欧洲 U-SPACE 系统的空域划分



资料来源：EASA，中国银河证券研究院

2、我国 UTM 系统建设初见成效，深圳和杭州发展较为领先

我国 UTM 系统仍处于试点发展阶段。2018 年 11 月 19 日，民航局在深圳地区无人机飞行管理试点工作启动，并上线无人机空管信息服务系统（UTMISS），主要将轻、小型无人机纳入实时管理范围。2020 年 5 月 1 日，该系统在海南省投入使用。UTMISS 系统可实现限飞空域划设、空域信息提供、计划申请、飞行数据实时报送等功能，同时，通过与民航 UOM 无人机实名登记系统等的数据互联，可随时获取每台无人机的生产序列号和注册码，实现远程识别，为相关部门及时处理违规违法飞行提供技术支撑。此外，杭州在智能 UTM 系统发展上也取得成效。杭州成立无人机运行管理服务中心，可以实现与 UTMISS 类似的限制空域划设、飞行数据实时报送功能，但无法强制接入所有低空空域运行的无人机，需要无人机运营单位自愿将数据系统进行打通。

我们认为，中国 UTM 系统建设已初有成效，呈现基于风险管理的权力下放态势，同时也保持较强监管的特点。根据民航局《“十四五”民用航空发展规划》，空管系统新增主要设备国产化率将从 2020 年 60% 提升至 2025 年 80%。随着 UTM 系统建设逐渐铺开，相关国内空管设备企业有望受益。

（三）北斗提供万物空间和时间信息，是数字经济发展的基座

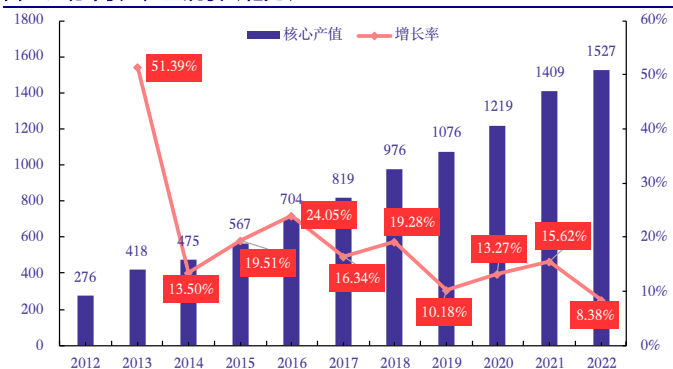
北斗系统作为我国自主建设、独立运行和持续发展的重大时空基础设施，结合北斗地基增强系统“全国一张网”，可为国民经济、国防工业各领域提供必不可少的高精度时空信息服务，是新基建的基础赋能者和重要驱动者。打造全面天地融合、泛在高精定位授时的北斗智能时空体系对加速低空经济数字化进程、落实数字中国发展战略有重大深远影响。

北斗提供的万物空间和时间信息，是万物互联不可或缺的要素。在感知层，北斗可提供物体的时间和空间位置信息；在传输层，北斗是万物互联的基础设施，短报文通讯功能

可频繁切换，避免通信堵塞，在空中和偏远地区与传统通信手段优势互补；在应用层，北斗提供时空基准和位置基准服务，可提升物联网的精确性、有效性、安全性。

根据中国卫星导航定位协会发布的《2023 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，2022 年我国卫星导航与位置服务产业总产值达 5007 亿元，同比增长 6.76%，其中北斗核心产业规模超过 1400 亿元，由卫星导航应用和服务所衍生带动形成的关联产值达 3480 亿元，同比增长 7.54%，占总产值的 69.5%。《发展白皮书》预计，2025 年 GNSS 市场规模有望达万亿元。

图70：北斗核心产业规模（亿元）



资料来源：中国卫星导航定位协会，中国银河证券研究院

图71：北斗关联产业规模（亿元）



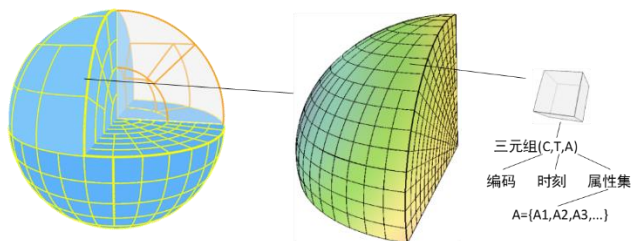
资料来源：中国卫星导航定位协会，中国银河证券研究院

北斗终端在通用航空器上的渗透率在提升。截至 2023 年底，应用北斗系统的通用航空器超 2128 架，机队占比超过七成，装载北斗系统的航空器数量是 2020 年的 7 倍多。我们认为，随着监管的规范和航空器适航安全性要求提升，未来低空经济中各类航空器搭载北斗系统的比例将进一步增加。

北斗网格码赋能数字低空。北斗网格码是在 GeoSOT 地球空间剖分理论的基础上发展出的一种离散化、多尺度区域位置标识体系，它可以为地心至地上 6 万公里地球空间中各种大小不等、最高精度达 1.5 厘米的任意网格赋予全球唯一的一维整形数编码，并可以在同一区域范围内与任意一个实体对象和各种不同数据建立起关联。目前它已成为国家北斗系统推出的全球位置代码国家标准，每个网格码代表三维地球上一个特定的网格空间。

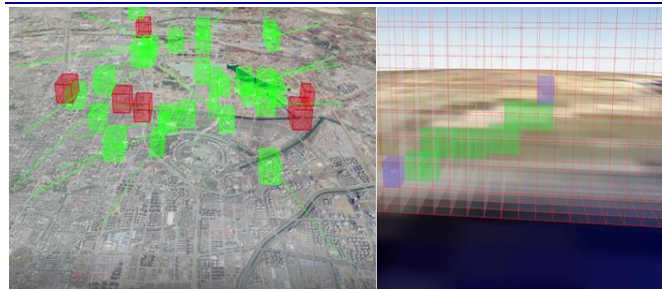
在低空飞行器的管理中，北斗网格码以时间维度作为变量，将空间内有无无人机的网格标记为 1，没有的标记为 0，反向转换成无人机在三维立体空间的运动状态，即可规划出任意动态的无人机飞行路径，并能将飞行空域的利用率最大化。

图72：北斗网格码将地球及近地太空划分为高精三维网格



资料来源：北斗伏羲，中国银河证券研究院

图73：北斗网格码承载时空三维信息

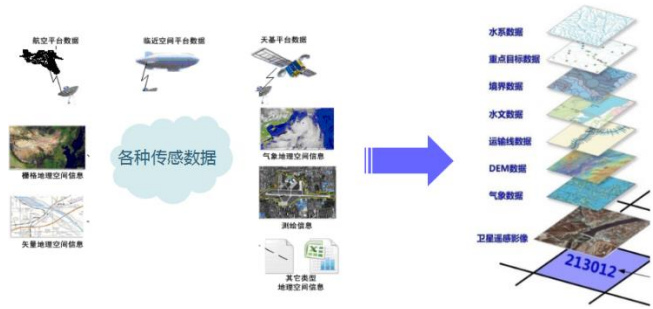


资料来源：北斗伏羲，中国银河证券研究院

北斗网格码技术为低空经济提供精确的空间定位，有助于实现低空经济的数字化管理。通过北斗网格码+北斗万物签技术，空中城市建筑、机器设备等都将被赋予具有空间属性的唯一北斗数字三维标识，实现一位一码、一物一码、一事一码。低空经济中的各类设备和活动均可实现数字化，进而实现可计算化，便于进行数据分析和决策优化。此外，大数据信息查询、室外无路网导航与数据规划、飞行器三维路径规划等都需要北斗网格码服务。

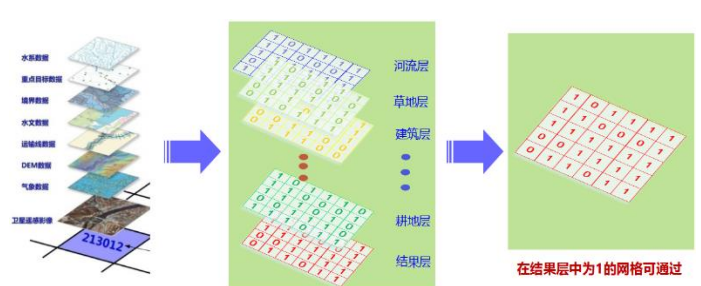
在低空经济发展中期，飞行器的航线呈现出交叉化特征，空中无人飞行器逐渐增多，规划飞行器路径是实现飞行器无人驾驶的重要环节。北斗网格码可获取道路、地形、高程、坡度、植被、河流、草地、耕地、DEM、三维 DTM、气象水文等数据，形成目标区域的多图层地理信息库。在各图层地理信息库生成的同时，按 GeoSOT 规则将数据信息剖分成合适尺度的网格，根据多图层数据，量化每一个空间网格的可通过性，快速得出目标区域可通过的网格，进而规划出合理的路线。

图74：北斗网格码使用时空信息管理飞行器



资料来源：北斗伏羲，中国银河证券研究院

图75：计算网格可通过性并规划飞行路径



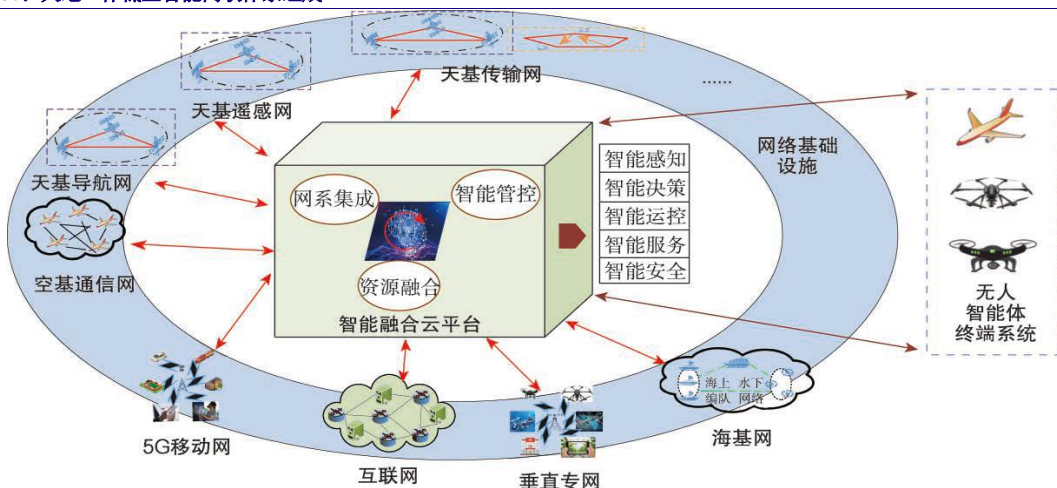
资料来源：北斗伏羲，中国银河证券研究院

我们认为，利用 5G、北斗、电子标签、人脸识别等人工智能技术，北斗网格码能够实现沉浸式互联互通，助力低空经济与其他产业的快速融合发展。

（四）卫星互联网赋能，助力远期低空智能网联破局

低空智联网是以现有空天地网络为基础，以多网互联融合（低轨卫星、ADS-B、蜂窝网络和地面网络等）、网络化感知、计算服务为核心，解决高密度、大流量、多用户等场景下的稳定通信、全面监视和统一服务的实现问题，是低空经济解决监管问题、突破发展瓶颈所必需的技术手段。以 5G 为代表的新一代通信技术和以“云大物智链安”（云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链以及安全技术等）为代表的算网数智技术，为低空经济监管、产业链串联、应用智能化等带来全新手段，推动信息通信产业与低空产业有机融合，进而催生低空智能网联。根据卫星和蜂窝网络的融合程度，低空智联网演进可分为天地互联、天地融合、天地一体三个阶段，与 5G、5G-A 到 6G 的网络演进相适应。

图76：天地一体低空智能网联体系组成



资料来源：《浅析低空智联网与无人机产业应用》樊邦奎、李云、张瑞雨，中国银河证券研究院

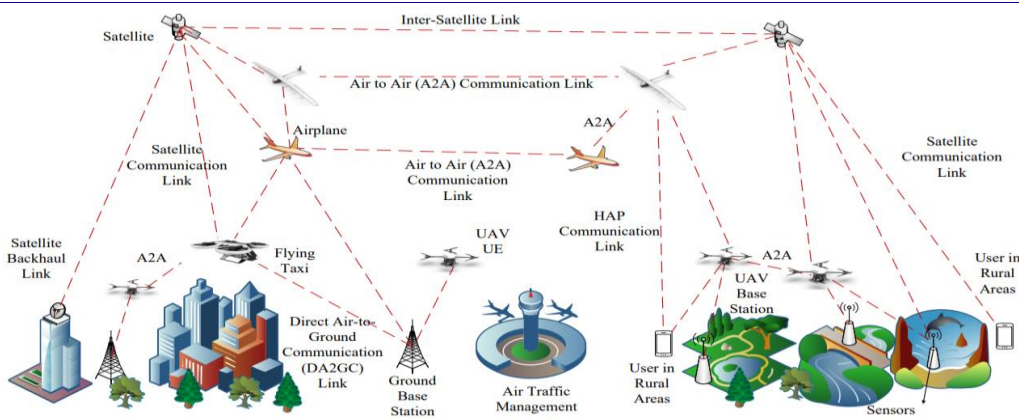
根据 IMT-2030(6G)推进组发布的《6G 总体愿景与潜在关键技术白皮书》，6G 相比 5G 可提供更多的频谱资源，通过地面网络与不同轨道高度卫星以及不同空域飞行器等融合成

全新移动信息网络，实现城市热点、偏远地区、海上和空中按需覆盖，具有组网灵活、韧性抗毁等突出优势。

6G 框架下的低轨卫星通信将成为远期低空智能网联的关键基础设施。由于现有 5G 基站对空有效覆盖范围只有约 150 米，W 类空域和部分 G 类空域运行的低空飞行器可通过搭载 5G 智能网联技术来实现智能化监管。在 150-1000 米空域运行的低空飞行器则需要融合 **4G/5G 网络与对空专用通信链路/网络、通感一体化网络或者低轨卫星互联网**，来实现各飞行器的互联互通。低轨卫星互联网有望成为未来高密度低空智能网联解决方案之一。

根据美国卫星工业协会数据，2022 年全球航天产业规模达到 3840 亿美元，其中，全球卫星产业规模占航天产业的 73%，达 2811 亿美元。2022 年，我国星网计划获得 ITU 批准，计划发射 12292 颗卫星。2023 年 8 月，G60 卫星星座获发改委核准批复，两期共计划发射 13000 余颗卫星实现组网。随着 2024 年我国商业火箭发射能力大幅提升，低轨卫星互联网建设进程将提速。低轨卫星通信赋能低空经济，助力远期低空智能网联建设破局。

图77: 6G 网络可实现太空天地一体化连接



资料来源: 6G for Connected Sky: A Vision for Integrating Terrestrial and Non-Terrestrial Networks, 中国银河证券研究院

六、 投资建议：未来已来，抢滩低空经济万亿级蓝海市场

低空经济产业链包括上游飞行基础设施及保障服务端，中游的航空器制造端以及下游的运营应用端，展望未来，我们认为**低空经济万亿级市场爆发在即，基建先行，制造与运营齐头并进，建议“七维度”配置。**

整机端，建议关注中直股份（600038.SH）、航天电子（600879.SH）、万丰奥威（002085.SZ）、纵横股份（688070.SH）、亿航智能（EH.O）等；**动力系统端**，建议关注航发动力（600893.SH）、卧龙电驱（600580.SH）宗申动力（001696.SZ）等；**机身结构端**，建议关注中航高科（600862.SH）、光威复材（300699.SZ）、广联航空（300900.SZ）、时代新材（600458.SH）等；**空域管理端**，建议关注中科星图（688568.SH）、莱斯信息（688631.SH）；**适航认证端**，建议关注广电计量（002967.SZ）；**低空感知端**，建议关注纳睿雷达（688522.SH）、四川九洲（000801.SZ）、北斗星通（002151.SZ）等；**低空运营端**，建议关注深城交（301091.SZ）、中信海直（000099.SZ）等。

图78：低空经济产业链

上游 飞行基础设施及保障服务端		中游 航空器制造端				下游 运营应用端	
基础设施	起降设施 威海广泰 充电设施 香山股份	整机 研发 + 制造	eVTOL (新业态) 亿航智能、广汽集团 商络电子、峰飞航空、沃飞长空、小鹏汇天、沃兰特时的科技 通航飞机 (固定翼+旋翼) 中直股份、航天电子 中无人机、纵横股份 万丰奥威、山河智能	前端 认证	适航认证 广电计量、中机认检 华测检测、强度所	载人	载物
	空管系统 莱斯信息、川大智胜 新晨科技等 监视设备 国睿科技、四创电子 四川九洲		动力系统 (含螺旋桨) 卧龙电驱、宗申动力 迈吉易威、航发动力 蓝海华腾、中直股份 金盾股份、时代新材 电池 宁德时代、国轩高科 孚能科技、正力新能 航电系统 (含飞控) 恒宇信通、星网宇达 中航618所、昂际航电 座舱及综合系统 安达维尔、天成自控		机身复材 光威复材、中复神鹰 中航高科、楚江新材 双一科技、安泰科技 吉林化纤 锻造 中航重机、三角防务 派克新材、航宇科技 航亚科技 铸造 钢研高纳、国南股份 应流股份、星源卓镁 机加工 爱乐达、利君股份 西菱动力、广联航空 3D打印 铂力特、光韵达	低空+旅游	低空+物流
	气象服务 纳睿雷达 导航服务 中科星图、北斗星通 通感一体 信科移动、华体科技		连接器 航天电子、中航光电 航天电器 轴承 光洋股份 轮胎 森麒麟、光洋股份		机体结构 + 机加	低空+应急	低空+农业
空管服务		分系统				低空+UAM	低空+巡检
保障服务		元件 + 器件				军事用途	低空+测绘与地理信息

资料来源：中国银河证券研究院，备注：绿色标注为非上市公司

七、 风险提示：

- 航空法规等监管要素变化的风险；
- 意外事故导致发展停滞的风险；
- 相关政策落地不及预期的风险。

图目录

图 1: 低空经济与通用航空的关系	3
图 2: 国家空域基础分类示意图	4
图 3: 低空空域监管模式	5
图 4: 各地低空经济促进政策（截至 2024.3）	6
图 5: 无人机和具有传送装置外卖柜配合在深圳投送外卖	7
图 6: 顺丰无人机在深圳进行常态化医疗配送	7
图 7: 亿航 EH216S 在合肥骆岗公园游览飞行	8
图 8: 不同交通工具载人运营的竞争力对比	8
图 9: 民用航空器的适航审定流程	9
图 10: 中国民航管理局对于 eVTOL 的审定政策	9
图 11: 无人 eVTOL 审定法规标准情况	9
图 12: 无人驾驶航空器适航审定分类	10
图 13: 美国通用飞机历年出货量	11
图 14: 美国/欧洲通用飞机出货量	12
图 15: 2023 年各国公共通用航空机场数量	12
图 16: 2008-2023 年中国在册管理通用机场数量及增速	12
图 17: 中国通用航空历年飞行小时数（万小时）	12
图 18: 历年来美国 FAA 认证飞行员数量	12
图 19: 美国通用航空历年飞行总小时数（单位：万小时）	12
图 20: 美国通用航空产业创造大量就业岗位	13
图 21: 早期 UAM 采用互不干扰的点对点航线和专用垂直起降基础	14
图 22: UAM 发展中后期 eVTOL 的主要起降点	14
图 23: 中性场景下美国、中国、欧洲 UAM 市场预测（十亿美元）	14
图 24: 不同场景下全球 UAM 市场预测	14
图 25: 目前主流 eVTOL 构型	15
图 26: 不同构型的 eVTOL 巡航速度与航程	16
图 27: 不同构型的 eVTOL 有效载荷与航程	16
图 28: 空客 CityAirbus Nextgen 采用复合翼构型	17
图 29: 波音 Cora 采用复合翼构型	17
图 30: 亿航 EH216-S 采用多旋翼构型	17
图 31: 时的科技 E20 采用倾转旋翼构型	17
图 32: 小鹏“陆地航母”分体式飞行汽车	17
图 33: 小鹏一体式概念飞行汽车	17
图 34: 全球产品较成熟的主要 eVTOL 厂商产品及进度一览	18
图 35: Lilium JET eVTOL 各部分价值量占比	20
图 36: 汽车产业链赋能 eVTOL	20
图 37: 电池能量密度与 eVTOL 续航里程的关系	20
图 38: JOBY 座舱航电系统是集成的 Garmin G3000 驾驶舱	21
图 39: Lilium 和 Vertical 使用霍尼韦尔航电驾驶舱	21
图 40: JOBY 第一代集中式航电飞控	21
图 41: JOBY 新一代分布式航电飞控	21
图 42: 中国 eVTOL 供应链情况	22
图 43: 中国民用无人机产业规模	23
图 44: 中国工业无人机市场规模：按下游应用领域划分（亿元）	23
图 45: 中性场景下美国、中国、欧洲 UAM 市场预测（十亿美元）	23

图 46: 不同场景下全球 UAM 市场预测 (十亿美元)	23
图 47: 我国同城跑腿市场近年来快速发展	24
图 48: 我国即配行业订单量近年来快速提升	24
图 49: 顺丰丰翼科技“魔鬼鱼”(Menta Ray)无人机	25
图 50: 顺丰丰翼科技“方舟”(Ark UAV)无人机	25
图 51: 我国低空救援体系以国家救援力量为主	26
图 52: 澳大利亚已开始使用 eVTOL 进行航空医疗救援	27
图 53: 沃兰特 VE25 航空救援型概念机	27
图 54: 亿航 EH216-F 消防版	27
图 55: 亿航 EH216-F 进行灭火演练	27
图 56: 低空经济运营性场景中各场景飞行时长 (小时)	28
图 57: 有人驾驶与无人驾驶 eVTOL 技术路线未来发展展望	29
图 58: JOBY S-4 eVTOL 交付美国空军	30
图 59: Archer Midnight eVTOL	30
图 60: 无人机按照设定线路进行边境巡检	30
图 61: 中国低空经济规模及增长率	31
图 62: 中国数字城市产业投资规模	31
图 63: 数字低空产业链的层次划分	32
图 64: 智能融合低空系统 SILAS 架构图	32
图 65: 低空智能网联最终实现数字空域	32
图 66: 低空智能融合基础设施的“四张网”	33
图 67: 深圳市数字低空统一数据共享平台	33
图 68: 欧洲 U-SPACE 系统进行空域规划	35
图 69: 欧洲 U-SPACE 系统的空域划分	35
图 70: 北斗核心产业规模 (亿元, %)	36
图 71: 北斗关联产业规模 (亿元, %)	36
图 72: 北斗网格码将地球及近地太空划分为高精三维网格	36
图 73: 北斗网格码承载时空三维信息	36
图 74: 北斗网格码使用时空信息管理飞行器	37
图 75: 计算网格可通过性并规划飞行路径	37
图 76: 天地一体低空智能网联体系组成	37
图 77: 6G 网络可实现太空天地一体化连接	38
图 78: 低空经济产业链	39

表目录

表 1: 空域管理改革及内容	5
表 2: 航空器 TC 审定类别和适航证分类情况	10
表 3: eVTOL 分类	15
表 4: eVTOL 不同构型的特点	16
表 5: 主流 eVTOL 厂商主要型号参数	16
表 6: SMG 咨询公司对 eVTOL 企业排名	19
表 7: 航空应急救援应用场景	25
表 8: 通用航空应急救援体系建设发展情况	26
表 9: 2021 年以来低空旅游顶层促进政策	28
表 10: 未来五年, 低空旅游市场规模测算	29
表 11: UTM 设施服务列表	34
表 12: NASA 对 UTM 技术水平阶段的分类	34

分析师承诺及简介

本人承诺以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

李良 军工行业首席分析师

证券从业 10 年，清华大学工商管理硕士，曾供职于中航证券，2015 年加入银河证券。曾获 2021EMIS&CEIC 卓越影响力分析师，2019 年新浪财经金麒麟军工行业新锐分析师第二名，2019 年金融界《慧眼》国防军工行业第一名，2015 年新财富军工团队第四名等荣誉。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

评级标准

评级标准	评级	说明
评级标准为报告发布日后的 6 到 12 个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准，北交所市场以北证 50 指数为基准，香港市场以摩根士丹利中国指数为基准。	行业评级	推荐：相对基准指数涨幅 10% 以上
		中性：相对基准指数涨幅在 -5% ~ 10% 之间
		回避：相对基准指数跌幅 5% 以上
	公司评级	推荐：相对基准指数涨幅 20% 以上
		谨慎推荐：相对基准指数涨幅在 5% ~ 20% 之间
		中性：相对基准指数涨幅在 -5% ~ 5% 之间
		回避：相对基准指数跌幅 5% 以上

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683 chengxi_yj@chinastock.com.cn
 苏一耘 0755-83479312 suyiyun_yj@chinastock.com.cn
 上海地区：陆韵如 021-60387901 luyunru_yj@chinastock.com.cn
 李洋洋 021-20252671 liyangyang_yj@chinastock.com.cn
 北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn
 唐嫚玲 010-80927722 tangmanling_bj@chinastock.com.cn