

# eVTOL 是低空经济的最佳载体

低空经济政策密集出台，支持节奏与 2017-2018 年智能网联汽车类似。

**1) 顶层政策：**低空经济于 2021 年 2 月在中共中央、国务院《国家综合立体交通网规划纲要》中首次被写入国家规划，2023 年 12 月首次被纳入国家战略性新兴产业，低空经济的战略地位被提到前所未有的高度。**2) 地方政策：**自“低空经济”被写入国家规划以来，多地快速跟进中央政策推动低空经济发展。目前已有深圳、珠海等多地出台明确的产业扶持政策，包括落户奖励、整机研发销售补贴、运营补贴等。**3) 空域政策：**国家层面以空域改革为核心解决低空经济产业发展涉及的空域管理、飞行管制等问题。地方层面深圳经济特区率先推出低空经济专项法规，为低空经济产业发展提供法治保障。

**eVTOL 是低空经济的最佳载体。**得益于电动化+多个旋翼的设计，eVTOL 的安全性是直升机的 10 倍以上；同时噪音更低、巡航噪音仅为直升机的一半；并且综合运营成本低于直升机 20%，随着规模化量产，成本优势将会更加明显。目前 eVTOL 具备多旋翼构型、复合翼构型、矢量推进构型三种技术路线，其中矢量推进型载荷高、航程长，是目前国内外主机厂研发的重点。eVTOL 核心部件电池、车身结构件及内饰等与新能源车产业链高度重合，但相较于电动车，eVTOL 对快充频率、峰值功率持续时间、平均放电倍率、能量密度都提出了更高的要求。

**旅游观光为 eVTOL 中短期内落地场景，城市空中交通打开长期发展空间。**

1) 低空旅游由于对基础设施建设密度要求低、远离市区、用户对价格敏感度低等特点，有望成为 eVTOL 最早落地场景。我们测算，叠加政府补贴，乘坐 eVTOL 进行 20 分钟左右的空中观光单人票价有望低至 525 元/人，约为当前直升机观光旅游价格的二分之一。在中性假设下，低空旅游场景对 eVTOL 的需求量约 2450 架。2) 相较于高铁、乘用车等出行方式，eVTOL 在针对 50-100 公里的出行需求上更具备效率优势。我们基于目标客户群体和城市起降点数量两种方式对市场规模进行测算，在中性假设之下，城市空中交通对 eVTOL 的需求量约为 1.4 万架。

**完成适航取证是 eVTOL 投入商业化运营的前提条件。**航空器合法投入使用需要适航当局进行适航审定，获得由民航局颁发的型号合格证 (TC)、生产许可证 (PC) 和适航证 (AC)。目前我国对于 eVTOL 航空器的审定项目按一事一议型进行处理，适航审定过程具备周期长、难度大的特点。其中：

1) 型号合格证用以证明航空器设计安全可靠，在三证中难度最大、取证周期长且认证成本高，是后续 PC 证和 AC 证的基础；2) 生产许可证侧重于对重复生产能力的审核；3) 适航证针对每一架航空器，证明其安全可用。目前我国头部厂商亿航智能历时三年已获颁三证，满足商业化运营的适航要求。

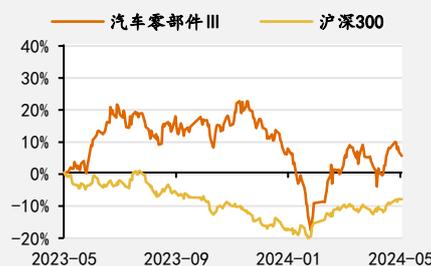
**相关关注标的：**亿航智能；万丰奥威；莱斯信息；纳睿雷达等。

**风险提示：**低空经济政策落地进度不及预期；技术发展不及预期等。

投资评级 **领先大市-A**  
维持评级

首选股票 目标价 (元) 评级

## 行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	-2.3	7.4	13.7
绝对收益	3.1	16.3	6.8

徐慧雄 分析师

SAC 执业证书编号：S1450520040002

xuhx@essence.com.cn

李泽 分析师

SAC 执业证书编号：S1450523040001

lize@essence.com.cn

者斯琪 联系人

SAC 执业证书编号：S1450123070037

zhesq@essence.com.cn

## 相关报告

智能网联汽车建设正加速，特定场景商业模式已完成闭环	2023-03-15
智能汽车 2023 年度策略 (I)：座舱迈入 2.0 时代，车机域控格局或将再重塑	2022-12-12
线控底盘：实现高阶自动驾驶的必要条件，各环节将迎加速量产期	2022-10-29

## 目 录

1. 低空经济发展有何政策支持? .....	4
1.1. 低空经济政策:支持节奏与 17/18 年智能网联类似,开启产业化元年.....	4
1.2. 空域政策:空域开放是我国低空经济发展的前提条件 .....	7
2. eVTOL 为什么是低空经济的最佳载体? .....	10
2.1. 原因:eVTOL 具备成本低、噪音小、安全性高三大核心优势 .....	10
2.2. 新能源车产业链赋能 eVTOL,续航能力快速突破 .....	13
3. eVTOL 未来的商业化运营场景? .....	17
3.1. 中短期内落地旅游观光场景,城市空中交通打开长期发展空间.....	17
3.1.1. 低空旅游场景有望最先落地,对 eVTOL 的需求量约为 2450 架 .....	17
3.1.2. 城市空中交通场景打开长期成长空间,对 eVTOL 需求量约为 1.4 万架 ...	18
3.2. 适航取证是 eVTOL 商业化运营的前提条件 .....	20
3.2.1. eVTOL 适航取证具有周期长、难度大的特点.....	20
3.2.2. 头部 eVTOL 厂商已满足商业化运营的适航要求 .....	22
4. 相关关注标的.....	23
4.1. 亿航智能 .....	23
4.2. 万丰奥威 .....	24
4.3. 莱斯信息 .....	24
4.4. 纳睿雷达 .....	24
4.5. 宗申动力 .....	25
5. 风险因素.....	25

## 目 录

图 1. 中央发布低空经济、智能网联汽车相关政策 .....	4
图 2. 《绿色航空制造业发展纲要(2023-2035 年)》发展目标 .....	5
图 3. 地方出台针对低空经济、智能网联汽车的产业扶持政策 .....	6
图 4. 地方快速跟进中央政策抓住机遇推动低空经济发展 .....	7
图 5. 美国占据全球通用航空飞行器市场一半市场份额 .....	8
图 6. 我国逐步开放低空空域,简化飞行审批流程 .....	8
图 7. 我国空域划分 .....	9
图 8. 1957 年美国《大众机械》杂志对飞行汽车的畅想 .....	10
图 9. eVTOL 技术路线对比 .....	12
图 10. 不同构型 eVTOL 航程与座位数 .....	13
图 11. 矢量推进构型 eVTOL 概念数量较多 .....	13
图 12. eVTOL BOM 结构拆分 .....	14
图 13. eVTOL 对电池的性能要求远高于电动车 .....	14
图 14. eVTOL 起降阶段需要的电池放电功率远高于巡航阶段 .....	15
图 15. Joby S4 实际续航能力测算 .....	16
图 16. 低空旅游有望成为 eVTOL 最早落地运营的场景 .....	17
图 17. 乘坐 eVTOL 从深圳至珠海只需 20 分钟 .....	19
图 18. 适航取证主要包括型号合格证、生产许可证、适航证的获取 .....	21
图 19. 型号合格审定流程 .....	21
图 20. eVTOL 型号合格审定类别 .....	22
图 21. 国内外厂商适航取证进展 .....	23



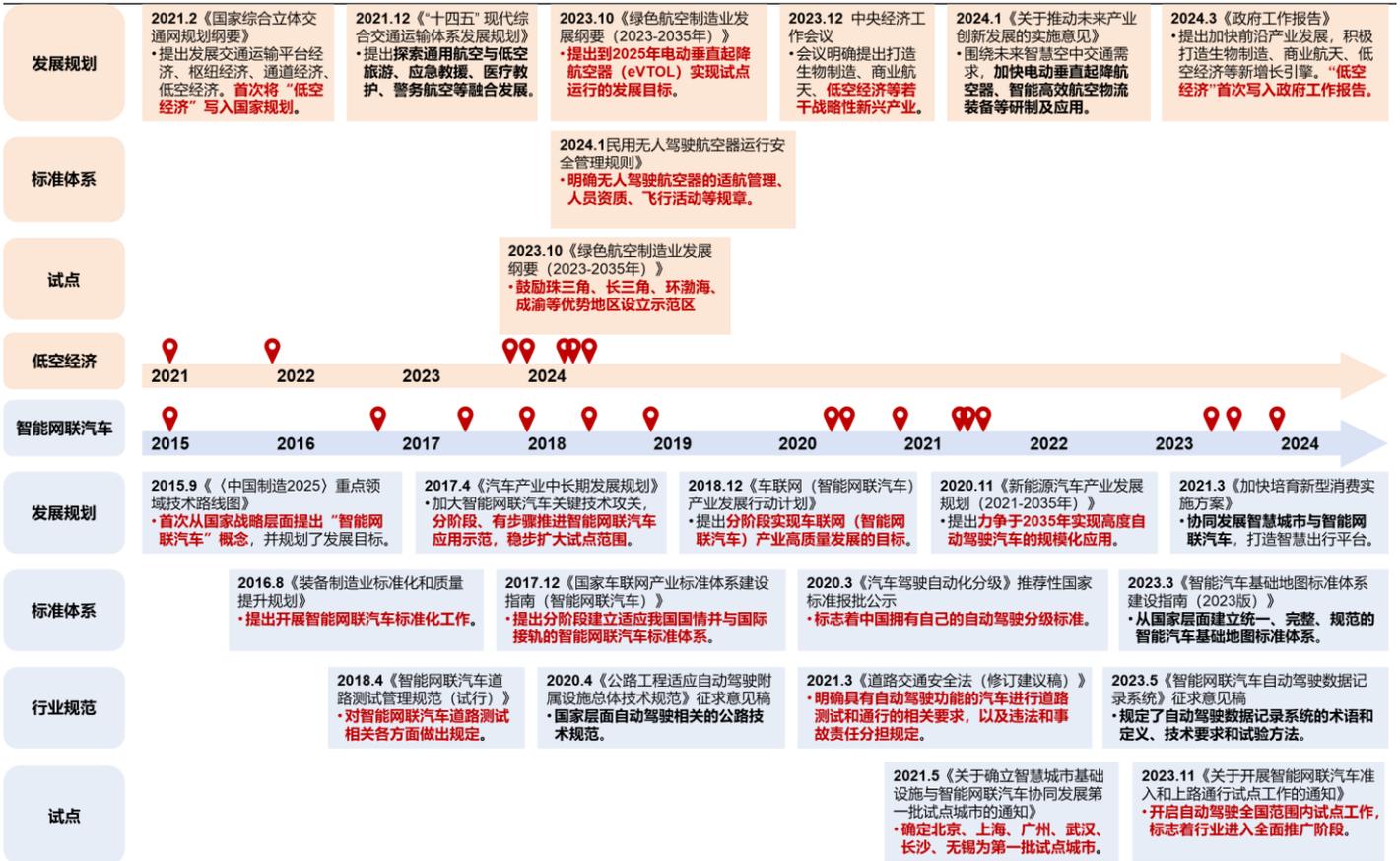
表 1: 《深圳经济特区低空经济产业促进条例》核心内容 .....	9
表 2: eVTOL vs. 直升机 .....	11
表 3: eVTOL 与直升机运营成本测算假设条件 .....	11
表 4: eVTOL 相较于直升机运营成本更低 .....	12
表 5: 国内外主要厂商航空电池进展 .....	16
表 6: eVTOL 空中观光项目售价测算 .....	17
表 7: 基于目标客户群体测算城市空中交通对 eVTOL 的需求量 .....	19
表 8: 基于起降点数量测算城市空中交通场景 eVTOL 需求量 .....	19
表 9: 部分省市通用航空机场建设规划 .....	20
表 10: 亿航智能在手订单 .....	23

## 1. 低空经济发展有何政策支持？

### 1.1. 低空经济政策：支持节奏与 17/18 年智能网联类似，开启产业化元年

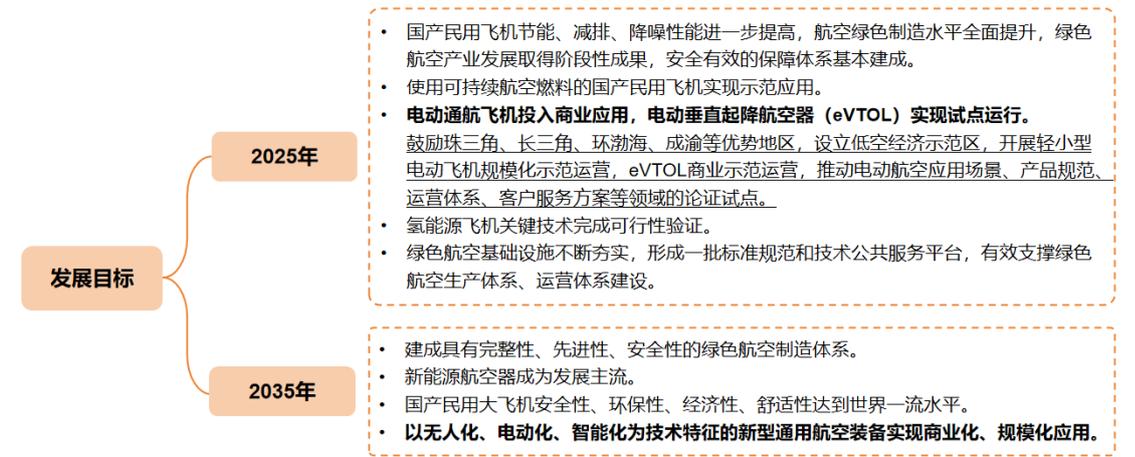
国家顶层政策支持产业发展，低空经济首次被纳入战略新兴产业，类似于 2017-2018 年的智能网联汽车。低空经济是以低空飞行活动为核心，包括所衍生的相应基础设施建设、低空旅游、城市空中交通等在内的综合性经济形态，于 2021 年 2 月在中共中央、国务院《国家综合立体交通网规划纲要》中首次被写入国家规划。2023 年下半年以来，国家政策层面明显提速，2023 年 12 月中央经济工作会议明确将低空经济列为战略性新兴产业，2024 年政府工作报告中首次提到打造低空经济等新增长引擎，低空经济的战略地位进一步提升。从政策支持节奏来看，当前低空经济的发展阶段类似于 2017-2018 年的智能网联汽车。2015 年 9 月，《中国制造 2025 重点领域技术路线图》首次从国家战略层面提出“智能网联汽车”概念，2017-2018 陆续出台政策提出智能网联汽车产业的发展目标，产业发展开始提速。与此相类似的，2023 年 10 月工业和信息化部等四部门联合印发《绿色航空制造业发展纲要（2023—2035 年）》明确提出产业发展目标：2025 年电动垂直起降航空器（eVTOL）实现试点运行，鼓励珠三角、长三角、环渤海、成渝等地区设立低空经济示范区，开展 eVTOL 商业示范运营；2035 年以无人化、电动化、智能化为技术特征的新兴通用航空装备实现商业化、规模化应用。

图1. 中央发布低空经济、智能网联汽车相关政策



资料来源：政府官网，国投证券研究中心

图2. 《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》发展目标



资料来源：《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》，国投证券研究中心

地方政府积极响应，制定低空经济发展规划并出台产业扶持政策，低空经济有望迎来产业化元年。自“低空经济”被写入国家规划以来，多地快速跟进中央政策推动低空经济发展。目前已有多个省市发布低空经济产业发展规划，并有 18 个省份在 2024 年政府工作报告中提及发展低空经济。特别需要强调的是，目前已有深圳、珠海、九江共青城市等先后出台财政补贴、金融扶持等具体的低空经济产业扶持政策，扶持方式与 2018-2022 年间各地出台的对智能网联汽车产业扶持政策相近。具体而言，财政补贴政策可以分为以下几个方面：1) **落户奖励**：深圳市对新落户的低空经济企业给予不超过 2000 万的落户奖励；珠海及九江共青城市也明确指出对新落户企业给予综合支持。2) **整机研发销售补贴**：比如深圳、珠海、九江共青城市均对主机厂适航取证进行奖励。此外，深圳市直接对研制载人 eVTOL、飞行汽车的企业给予一定比例的销售奖励；珠海对试飞服务费进行 30% 的补贴。3) **关键技术的研发资助**。4) **运营补贴**：对低空载人、载物航线运营进行支持，通常以每架次或者每小时运营为单位进行补贴。5) **基础设施补贴**：对投资建设基础设施进行一次性补贴、对开展驾驶培训的企业进行补贴等。金融政策方面则通过设立低空经济产业发展基金、开发面向低空经济的贷款产品等方式支持产业发展。

**图3. 地方出台针对低空经济、智能网联汽车的产业扶持政策**

		低空经济
财政补贴	落户奖励	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 对新落户的低空经济企业给予不超过2000万元的落户奖励, 在空间保障、场地建设、设备购置、人才引进等方面予以综合支持。</li> <li>珠海市: 对新引进的低空经济制造业优质项目给予落户支持。</li> <li>九江市共青城市: 对新落户企业在空间保障、场地建设、设备购置、人才引进等方面予以综合支持, 享受有关优惠政策。</li> <li>绵阳市北川县: 推动低空空器整机研制企业落户, 给予100-1000万元的一次性落户奖励。</li> </ul>
	整机研发销售补贴	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 1) 对获得eVTOL航空器和无人驾驶航空器型号合格证和生产许可证并在本市经营的低空经济企业给予300-1500万元奖励。2) 对研制载人eVTOL、飞行汽车并实现销售的低空经济企业给予一定比例销售奖励。</li> <li>珠海市: 1) 对获得型号合格证、生产许可证的低空经济企业奖励300-1500万元。2) 对开展试飞的企业给予实际试飞服务费用30%的补贴。</li> <li>九江市共青城市: 对获得型号合格证和生产许可证并在共青城市经营的低空经济企业给予奖励。</li> <li>绵阳市北川县: 支持低空空器适航审定, eVTOL取得TC、PC将分别给予100万元奖励。</li> </ul>
	关键技术的研发资助	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 对关键技术研发获得立项的给予不超过3000万元资助。</li> <li>九江市共青城市: 1) 对关键核心技术攻关获得立项的给予奖励。2) 对升规入统的低空类企业每年补贴其上年度实际研发投入经费的10%。</li> </ul>
	运营补贴	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 对在深圳开通低空物流配送新航线、通航短途运输航线、eVTOL商业运行航线给予奖励。</li> <li>珠海市: 对新开设并常态化运营的eVTOL载人航线给予150-300元/架次的补贴, 对新开设低空无人机货运航线并常态化运营的企业给予30-90元/架次的补贴。</li> <li>九江市共青城市: 对新开通的短途通用航空载客运输固定航线, 按照单小时1.3-1.5万进行补贴。</li> <li>绵阳市北川县: 鼓励企业开通并运营低空航线, 支持企业开展低空物流运输和低空旅游项目, 并给予相应奖励。</li> </ul>
	基础设施补贴	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 对社会投资的公共基础设施建设并实际运营的给予一次性资助。</li> <li>珠海市: 对投资建设基础设施并实际运营1年以上的企业给予50%的一次性补贴。</li> <li>九江市共青城市: 对开展驾驶培训且累计取得驾驶证达一定人数的企业, 一次性奖励10万元。</li> </ul>
金融扶持	设立基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 设立面向低空经济产业集群的专项资金。</li> <li>九江市共青城市: 组建50亿元的低空经济产业发展基金。</li> <li>绵阳市北川县: 成立总规模为10亿元的产业引导基金。</li> </ul>
	金融工具	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 1) 加大对技术改造项目银行贷款、融资租赁等贴息力度。2) 综合运用信贷、债券、融资担保、产业基金等多种工具, 加强金融供需方的精准匹配。</li> <li>珠海市: 鼓励开发面向低空经济的贷款产品及低空商业应用险种, 建立低空经济保险服务体系。</li> <li>九江市共青城市: 鼓励开发面向低空经济的贷款产品及低空商业应用险种。</li> <li>绵阳市北川县: 1) 在降低企业融资成本、股权融资、发债融资、上市融资、出口企业融资等方面给予相应支持。2) 支持保险机构推出适用于航空器低空飞行的专门险种, 建立低空保险快速理赔服务绿色通道。</li> </ul>
		智能网联汽车
财政补贴	落户奖励	<ul style="list-style-type: none"> <li>北京经济技术开发区: 鼓励国内外新能源汽车整车厂商落户开发区, 对带动形成千亿级产业集群的龙头企业给予最高1亿元创新资金支持。</li> <li>上海市嘉定区: 对设立总部及总部型机构的企业给予最高不超过200万元的一次性奖励。</li> <li>陕西省西咸新区: 对拥有核心技术的智能网联汽车企业落户新区1年以上且经营状况良好的, 给予最高1000万元的一次性奖励。</li> <li>武汉市东湖高新区: 对新引进并设立总部的新能源汽车智能网联汽车企业给予最高2亿元的奖励。</li> </ul>
	关键技术的研发资助	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 对围绕智能网联汽车产业链核心领域和重要环节的技术突破予以资助。</li> <li>北京经济技术开发区: 对于进行多项技术研发及完成成果转化的企业给予资金支持。</li> <li>上海市嘉定区: 对研发汽车芯片、核心算法、电子电气架构等关键技术突破企业, 按参与主体项目研发投入的30%予以资助。</li> <li>安徽省: 对共性关键技术研发及产业化项目给予承担单位投入最高20%的补助。</li> <li>四川省: 对取得重大技术突破的项目给予不超过30%的一次性奖补。</li> <li>陕西省西咸新区: 1) 对开展智能网联技术改造的企业给予最高100万元的奖励。2) 对研发生产的L4级及以上自动驾驶首台(套)产品, 年销售收入首次达到一定标准的, 给予5-20万元的一次性奖励。</li> <li>郑州市: 1) 对已完成产业化的重点研发项目给予不超过300万元的补贴。2) 新能源及智能网联汽车新品上市一年内销量超过1000台, 按照销售收入的5%给予研发补贴。</li> <li>武汉市东湖高新区: 对企业牵头承担的国家级关键核心技术攻关项目, 给予最高1000万元的支持。</li> </ul>
	运营补贴	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 1) 支持自动驾驶应用推广, 根据运营成果给予实施主体最高500万元支持。2) 对获得深圳智能网联汽车道路测试通知书的主体减收至少20%的测试费用。</li> <li>上海市嘉定区: 对开展自动驾驶出行服务等规模化试运行和商业运营服务的企业, 提供专项或配套资金支持。</li> <li>吉林省: 对吉林省智能网联及新能源汽车供应链产业园内的企业给予工业用地奖补、固定资产投资补助、租金补贴支持等。</li> <li>陕西省西咸新区: 1) 对开展L4级及以上自动驾驶测试的企业, 给予10万元/辆的一次性试验费用补贴; 测试合格在新区运营的, 连续3年按照2.5元/公里的标准给予每年最高500万元的补贴。2) 对开展智能网联道路运营的企业, 给予最高40万/公里的运维补贴。</li> <li>郑州市: 对使用我市智能网联封闭测试区开展测试的企业, 给予每款测试车型测试费用50%的支持。</li> <li>武汉市东湖高新区: 对开展测试与应用示范的企业, 根据示范效果, 按5元/公里的标准给予企业补贴。</li> </ul>
	基础设施补贴	<ul style="list-style-type: none"> <li>四川省: 对智能汽车测试场项目中的基础设施建设等, 根据建设规模和应用效应, 给予最高不超过3000万元一次性奖补。</li> <li>陕西省西咸新区: 对开展智能网联公共道路基础设施改造的企业, 减免综合管廊及灯杆租赁费, 按固定资产投资额的40%给予补贴。</li> <li>郑州市: 对建设国内领先的智能网联汽车测试基地和设施的企业, 给予相应测试设备和测试场地建设投入金额30%的补助。</li> <li>武汉市东湖高新区: 对开展智能网联基础设施建设的, 按项目固定资产投资额的50%给予补助。</li> </ul>
金融扶持	设立基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市: 增强金融资本支持, 积极吸引龙头企业、产业投资基金和投资机构, 建立覆盖全链条的资本支持体系。</li> <li>安徽省: 设立智能网联汽车产业主题基金, 对符合基金投资条件的企业和项目, 省新兴产业引导基金按照市场化方式支持。</li> <li>四川省: 设立新能源与智能网联汽车产业投资基金。</li> <li>陕西省西咸新区: 设立20亿元智能网联汽车产业发展基金。</li> </ul>
	金融工具	<ul style="list-style-type: none"> <li>上海市嘉定区: 加大企业金融扶持, 支持股权投资企业发展、提供贷款贴息、支持企业上市挂牌、支持企业收购并购。</li> <li>四川省: 鼓励银行、融资租赁、保险等金融机构, 开发新能源汽车专属金融产品和服务。</li> <li>吉林省: 鼓励金融机构加大对新引进吉林省智能网联及新能源汽车供应链产业园的企业的支持力度。</li> <li>陕西省西咸新区: 对投资道路智能基础设施的企业给予贷款贴息。</li> </ul>

资料来源: 各地方政府官网, 国投证券研究中心

**图4. 地方快速跟进中央政策抓住机遇推动低空经济发展**

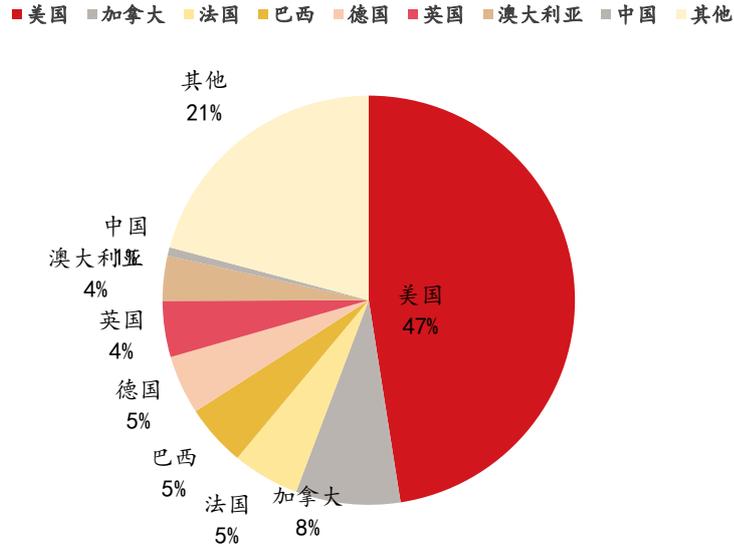
发展规划				2024年政府工作报告	
地区	政策名称	颁布日期	政策要点	地区	相关内容
浙江省	《浙江省航空航天产业发展“十四五”规划》	2021/7/28	提出推动低空空域管理改革的战略目标，加快推动低空空域管理改革，加快推进低空飞行服务保障体系试点省建设，推动简化低空目视航线飞行计划申报审批环节，深化民用无人驾驶航空试验区建设。	北京	促进新能源、新材料、商业航天、低空经济等战略性新兴产业发展，开辟量子、生命科学、6G等未来产业新赛道。
上海市	《上海市促进人工智能新高地发展壮大未来产业高质量发展行动方案》	2022/9/22	提出鼓励无人机产业发展的战略目标，本市鼓励无人机产业发展，支持建设民用无人驾驶航空实验基地（试验区）、无人机起降点及通用机场、无人机运行管理服务平台，支持拓展无人机应用场景。	重庆	加快开辟低空经济、生物制造等新领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势。
上海市	《上海打造未来产业创新发展行动方案》	2022/10/11	提出打造未来空间产业集群。推动空天利用，突破倾斜旋翼、复合翼、智能飞行等技术，研制载人电动垂直起降飞行器，探索空天交通新模式。	海南	聚焦种业、深海、航天、绿色低碳、生物制造、低空经济等新领域新赛道，加强政策引导。
深圳市	《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025年）》	2022年底	明确了总体要求、重点任务、保障措施等重点内容，为城市低空经济产业高质量发展指明方向。	广东	发展低空经济，加快建设低空无人感知产业体系，推进低空飞行服务保障体系建设，支持深圳、广州、珠海建设通用航空产业综合示范区，打造大湾区低空经济产业高地。
深圳市	《深圳市宝安区低空经济产业创新发展实施方案（2023-2025年）》	2023/8/4	提出以深圳市民用无人驾驶航空试验区获批和构建海陆空空间无人体系为契机，加快建设全国领先的低空经济创新发展标杆城区。	山西	积极发展低空经济，建设通航机场，组建发展通航机队，拓展应用场景，推动通航全产业链发展，加快通航示范省建设。
广东省	《广东省培育未来智能装备产业集群行动计划》	2024/2/8	支持广州南沙、黄埔等地规划建设航天航空产业园区，打造电动垂直起降无人机驾驶飞行器产业高地和应用场景示范区。	内蒙古	把握新材料、现代装备制造、生物医药、商业航天、低空经济等新兴产业发展趋势，瞄准市场需求，加快关键核心技术、核心零部件研发制造攻关，深入推进融合集群发展。
芜湖市	《芜湖市低空经济高质量发展行动方案（2023-2025年）》	2023/10/13	提出到2025年，实现全市低空经济“内涵式发展、高质量提升”，加快发展成为全国低空经济发展先行区、集聚区和示范区。加大研发创新和核心技术攻关，积极完善基础设施体系，培育特色场景应用。	吉林	全产业链发展卫星制造及数据处理、无人机制造及低空服务业。
合肥市	《合肥市低空经济发展行动计划（2023-2025年）》	2024/1/22	计划在2024年基本建成融合低空融合飞行试验片区，实现载人eVTOL、货运物流、公共治理等场景全覆盖，初步形成完备的低空经济产业链；2025年基本建成具有国际影响力的“低空之城”。	辽宁	着力推进新材料、航空航天、低空经济、机器人、生物医药和医疗装备、新能源汽车、集成电路装备等战略性新兴产业融合集群发展。
安徽省	《加快培育发展低空经济实施方案（2024-2027年）及若干措施（征求意见稿）》	2024/3/13	提出到2025年，建成一批低空经济应用示范场景；到2027年，低空经济规模和创新力达到全国领先水平，打造合肥、芜湖两个低空经济核心城市，基本形成双核联动、多点支撑、成片发展的低空经济发展格局。	江苏	持续打造“51010”战略性新兴产业集群，积极开展省级融合集群试点，大力发展生物制造、智能电网、新能源、低空经济等新兴产业。
成都市	《关于前瞻培育未来产业构筑高质量发展新动能的实施意见》	2024/1/8	提出积极探索低空经济新形态。近期重点培育飞行汽车、新一代无人机、空天动力、商业航天等细分领域，推动城市空管装备、载人垂直起降飞行器等相关产品研制。	福建	培育壮大新一代信息技术、新能源、新材料、生物医药、低空经济等战略性新兴产业。
苏州市	《苏州市低空经济高质量发展行动方案（2024-2026年）》	2024/2/6	提出力争到2026年，将我市打造成为全国低空经济示范区，产业能级大幅提升，基础设施基本完善，低空场景丰富多元，监管服务安全有效。	安徽	加快合肥、芜湖低空经济产业高地建设，拓展低空产品和服务应用场景。
				江西	实施未来产业培育发展三年行动计划，努力在元宇宙、人工智能、新型显示、新型储能低空经济等领域抢占先机。
				山东	围绕新一代信息技术、高端装备、新能源新材料、商业航天、低空经济等领域，新培育10个左右省级新兴产业集群。
				河南	拓展商业航天、低空经济、氢能储能、量子科技、生命科学等领域，积极开辟新赛道，建设国家未来产业先导区。
				湖南	用好全域低空空域管理改革成果，发展壮大低空经济。
				四川	加快发展低空经济，支持有人机无人机、军用民用、国企民企一起上，支持成都、自贡等做大无人机产业集群，布局发展电动垂直起降飞行器。
				陕西	培育壮大战略性新兴产业，打造氢能、光子、低空经济、机器人等新增长点，前瞻布局人工智能、量子信息、生命科学等未来产业。
				云南	布局发展人工智能、生物制造、卫星应用、低空经济、氢能及储能等未来产业。

资料来源：各地方政府官网，国投证券研究中心

## 1.2. 空域政策:空域开放是我国低空经济发展的前提条件

空域开放是低空经济发展的前提条件。复盘美国通用航空产业的发展历程，二战之后，美国政府将85%的空域划为民用空域，到1978年，对私人飞机开放3000米以下的空域。1993年美国正式采用国际上通用的空域体系，将空域划分为A、B、C、D、E、G六类空域，在目视飞行规则下，E类和G类为非管制空域，飞行员不需要向管制部门提交申请，只需要起飞前用无线电告知飞行计划和航线即可。在宽松的空域管理规则下，美国通用航空产业快速发展。截至2022年底，全球通用航空飞行器保有量约45万架，其中美国市场占据约50%的份额。对比来看，在2010年以前我国空域为全域管制，所有飞行必须预先提出申请，经批准后方可实施。截至2022年底，我国通用航空飞行器保有量仅占据全球1%的份额。

图5. 美国占据全球通用航空飞行器市场一半市场份额



资料来源：前瞻产业研究院，国投证券研究中心

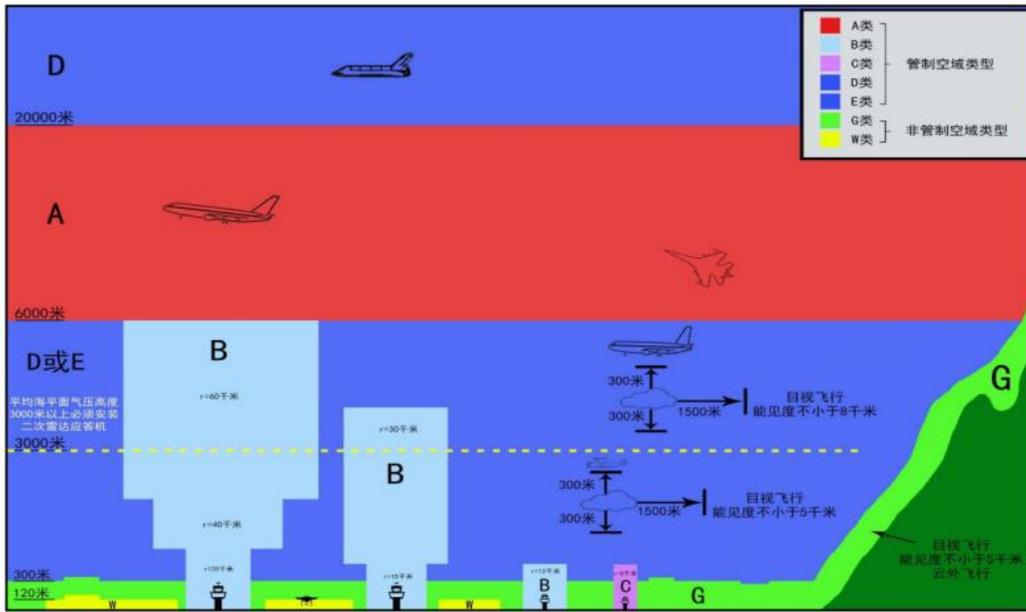
我国逐步开放低空空域，简化飞行审批流程，为低空经济的发展奠定基础。自2010年国务院、中央军委颁发《关于深化我国低空空域管理改革的意见》以来，我国低空空域逐步开放，低空空域范围逐步扩大、空中交通管制逐步放开、飞行审批流程逐步简化。2023年11月出台的《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》和2023年12月出台的《国家空域基础分类方法》是我国空域改革过程中的里程碑，标志着我国空域分类方法正式与国际并轨。《国家空域基础分类方法》将我国空域划分为两级七类，A、B、C、D、E类空域为管制空域，G、W类为非管制空域，其中低空飞行活动主要发生在E、G、W类空域中。根据现行管理办法，G、W类非管制空域，以及E类空域中目视飞行规则下不需要进行交通管制。同时，在飞行审批流程方面，使用A、B、C类空域需要申请飞行计划，使用D、E、G、W类空域只需要向空管单位报备。

图6. 我国逐步开放低空空域，简化飞行审批流程

	2010年以前	2010-2015年	2016-2022年	2023年至今
政策	2004年5月《民用航空使用空域办法》	2010年11月《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	2016年5月《关于促进通用航空业发展的指导意见》	2023年11月《中华人民共和国空域管理条例》（征求意见稿） 2023年12月《国家空域基础分类方法》
低空空域范围		各类低空空域垂直范围原则为真高1000米以下	扩大低空空域开放，垂直范围提升到真高3000米以下	
空中交通管制	我国空域划分为A、B、C、D类管制空域，分别为高空管制区、中低空管制区、终端（进近）管制区、机场塔台管制区，低空空域全域管制	低空空域分为管制空域、监视空域和报告空域三类，空管部门仅需要在管制空域实施管制指挥，在监视空域和报告空域只需提供飞行情报和告警服务	实现真高3000米以下监视空域和报告空域无缝衔接，划设低空目视飞行航线。	建立空域分级分类管理制度，新增G、W类非管制空域，在非管制空域内无需提供空中交通管制服务，且在目视飞行规则下，亦无需对E类空域提供管制服务。
飞行审批流程	所有飞行必须预先提出申请，经批准后方可实施	使用管制空域需要申请飞行计划，使用监视空域和报告空域只需报备飞行计划	使用管制空域根据情况需提前4小时至1天15时申请飞行计划，使用监视空域和报告空域在起飞前1至2小时报备	使用A、B、C类空域需要申请飞行计划，使用D、E、G、W类空域只需向空管单位报备飞行计划

资料来源：政府官网，国投证券研究中心

图7. 我国空域划分



资料来源：政府官网，国投证券研究中心

深圳经济特区率先推出低空经济专项法规，为低空经济产业发展提供法治保障。如前所述，国家层面以空域改革为核心解决低空经济产业发展涉及的空域管理、飞行管制等问题，但除此之外，低空经济产业发展仍然缺少高层次的统筹协调领导机制以及高效便捷的管理服务机制。为了解决上述问题，2023年底深圳市人大常委会会议表决通过《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，并于2024年2月起施行，这是我国出台的首部低空经济专项法规。《条例》最核心的制度创新在于对促进低空经济产业发展的机制作出规定：1) 要求市政府建立低空经济产业发展协调机制，明确低空经济产业发展工作的职责分工；2) 要求市政府与空中交通管理部门、民用航空管理部门建立低空飞行协同管理机制，协调解决低空飞行领域的空域划设、飞行活动监管等重大问题。此外，《条例》还对与低空飞行活动相关的基础设施建设、飞行服务平台、产业应用领域、安全监督管理等方面予以规范，为深圳市高质量发展低空经济产业提供法治保障。

表1：《深圳经济特区低空经济产业促进条例》核心内容

低空经济产业发展	主要内容
发展原则	安全第一、创新驱动、分类管理、协同运行、包容审慎。
低空空域协同管理	市工业和信息化部门会同市交通运输部门承担低空经济产业发展协调机制运行的日常工作。 市人民政府与空中交通管理部门、民用航空管理部门建立低空飞行协同管理机制，协调解决本市低空飞行领域的空域划设、飞行活动监管等重大问题。
基础设施建设	统筹推进低空飞行基础设施建设，含物理基础设施、信息基础设施、数字化管理服务系统等。 组织编制本市低空数字空域图，并推动低空数字空域图按照规定开放共享。 组织建设低空飞行服务平台，提供飞行申报、飞行情报等低空飞行服务和协同运行服务。 加强低空飞行在城市管理领域的应用，提升城市管理服务能力。 加快推进低空飞行快速应急救援体系建设，加强低空飞行在应急处置、医疗救护、消防救援等领域的应用。
低空飞行的应用	推动低空飞行在国土资源勘查、工程测绘、农林植保、环境监测、警务活动、交通疏导、气象监测等方面的应用。 发展公务飞行、商务飞行等低空飞行服务，发展空中通勤、城际飞行等城市空中交通新业态。 探索在机场、铁路枢纽、港口枢纽、核心商务区、旅游景点等开展低空飞行联程接驳应用。 统筹低空物流发展，加强无人驾驶航空器在快递、即时配送等物流配送服务领域的应用。 推动低空文化园区、低空消费小镇、低空飞行营地等建设，鼓励开展低空赛事、低空运动、低空旅游等活动。 在符合条件的区域设立低空融合飞行试验区，组织开展低空融合飞行活动，建立城市场景下的融合飞行标准。
产业支持与技术创新	根据本市低空经济产业发展特点和需要，提供财政、金融、人才、知识产权、土地供应等方面的支持和服务。结合各区产业发展特点、资源禀赋条件等，推动建设低空经济特色产业集聚区，提升产业规模效益。

	发挥财政性资金的引导作用，带动社会资本参与低空经济产业投资。完善投融资服务体系，提供多样化的金融产品，优化金融服务，降低企业融资成本。
	设立无人驾驶航空器综合应用测试基地、适航审定类研究机构，为低空飞行提供相关服务。
	加大低空经济产业领域技术创新支持和知识产权保护力度，围绕核心零部件和核心技术领域开展技术攻关，促进关键共性技术研发、系统集成和工程化应用。
	深化低空经济领域国际合作，支持低空经济领域相关标准体系和试验验证平台的建设和发展。
安全管理	从事低空飞行活动，应当遵守国家相关法律、行政法规和有关部门的相关规定，取得经营许可、依法进行登记、向民用航空管理部门备案。
	从事低空飞行活动的单位或者个人应当对飞行安全承担主体责任，依法采取措施防止数据泄露、丢失、损毁或者被窃取、篡改，不得非法收集、处理、利用个人隐私数据，不得采集涉及国家安全的数据。
	建立低空飞行联合监管制度，制定飞行安全管理应急预案，协同查处低空飞行违法行为，对低空飞行事故开展联合处置。
	开展低空飞行活动，应当依照有关法律、行政法规的规定投保责任保险。
	任何单位或者个人不得非法拥有、使用航空器反制设备。

资料来源：《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，国投证券研究中心

## 2. eVTOL 为什么是低空经济的最佳载体？

### 2.1. 原因：eVTOL 具备成本低、噪音小、安全性高三大核心优势

eVTOL (electric vertical take-off and landing) 中文译为“电动垂直起降飞行器”，集合了垂直起降 (VTOL) 和电动动力飞行器的理念，主要用于满足城市空中交通 (UAM) 的需求。关于在城市内低空飞行的理念最早可以追溯到 20 世纪 50 年代，随着直升机技术的发展，人们开始设想可以从家里的停车场或者屋顶起飞直接飞到目的地。比如 1957 年美国的《大众机械》杂志曾经描述过这一畅想。但是由于：1) 直升机制造成本高、维护成本高、运营成本高，只有在紧急医疗等对价格敏感度低的场景下得到了应用；2) 直升机噪音大，航线受到了很强的限制，无法在城市内的超低空域内 (300 米) 以内航行。因此，依靠直升机来满足城市空中交通的设想并未实现。直到近年来电池技术、电动机快速发展，eVTOL 应运而生，才使得城市空中交通的畅想变得可能实现。

图8. 1957 年美国《大众机械》杂志对飞行汽车的畅想



资料来源：《亿航智能城市空中交通系统白皮书》，国投证券研究中心

从技术原理上看，eVTOL 和直升机的核心区别是动力来源，并由此带来了动力系统和气动布局上的差异。首先，从动力来源上看，eVTOL 是电力，而直升机依靠航空煤油、汽油。与此相对应的，在动力系统方面，eVTOL 采用分布式电推进动力系统，而直升机采用涡轮轴发动机或活塞式发动机。同时，分布式电推进动力系统使得 eVTOL 的气动布局更加灵活，直升机大多采用单旋翼构型，eVTOL 则可以采用多个旋翼的布局方式。需要注意的是，由于多个旋翼的悬停和姿态控制需要精确控制每个螺旋桨的转速或者角度才能实现，对动力系统来说是很大的挑战。直升机上的涡轴发动机想要精确控制涡轮输出的转速很困难，而 eVTOL 采用分布式电推进动力系统来控制电机则容易很多。

**表2: eVTOL vs. 直升机**

对比项	直升机	eVTOL	
技术	动力来源	航空煤油、汽油	电力、油电混合动力等
	气动布局	单个旋翼	多旋翼、复合翼、倾转旋翼等（均具有多个旋翼）
	动力系统	涡轮轴发动机、活塞式发动机	分布式电推进动力系统
性能	安全性	事故率约 $10^{-5}$	事故率小于 $10^{-6}$
	巡航噪音	90dB	45dB
成本	100km 航线单次单座运营成本	107 美元	85 美元

资料来源: EASA, 《不同构型电动垂直起降飞行器动力系统的安全性评估》, 国投证券研究中心测算

得益于电动化+多个旋翼的设计, eVTOL 具有安全性高、噪音小、运营成本低的优势, 是低空经济的最佳载体。

1) **安全性更高:** 如前所述, eVTOL 具有多个旋翼, 每个旋翼上都有独立的电动机, 如果一个旋翼发生故障, 也依然可以维持飞行所需的动力和姿态。根据 EASA 的统计及论文《不同构型电动垂直起降飞行器动力系统的安全性评估》的测算, eVTOL 的安全性是直升机的 10 倍以上。

2) **噪音更小:** 传统直升机的噪音主要来自于旋翼和燃油发动机。当旋翼高速旋转时, 会切割空气产生气流扰动并发出噪音, 噪音的大小与旋翼的转速成正比。eVTOL 多个旋翼的设计使得每个旋翼较小且分布均匀, 可以减小单个旋翼的旋转速度。而直升机必须依靠单个旋翼提供足够的升力, 因此旋翼的转速更快、噪音更大。此外, eVTOL 电推进系统产生的噪音也要远低于燃油发动机。根据 Joby 的公开演讲, eVTOL 的巡航噪音约 45dB, 而根据 EASA 的统计, 直升机的平均巡航噪音约为 90dB。

3) **运营成本更低:** 首先, eVTOL 的电池更换成本低于直升机发动机的维护成本, 同时用电成本远低于燃油成本。此外, eVTOL 的停机坪相较于直升机更简单, 所以 eVTOL 的降落费也要更低。因此, 即便当前 eVTOL 尚未大规模量产, 整机购买价格较高, 但目前综合运营成本仍然低于直升机。以美国迈阿密到西棕榈滩的航线为例 (该航线约 106km, 耗时约 30 分钟), 我们测算 eVTOL 单座成本约为 91 美元, 低于直升机 24%。我们认为, 未来随着 eVTOL 整机价格的下降, 其运营成本优势会更加明显。

**表3: eVTOL 与直升机运营成本测算假设条件**

项目	单位	eVTOL	直升机	假设说明
年飞行次数	次	2000	2000	假设年飞行次数 2000 次, 对应每日飞行次数小于 6 次 (3 次往返)
单次飞行时间	h	0.5	0.5	参考 Lilium 官网材料, 该段航线耗时约为 30 分钟
对应年运营时间	h	1000	1000	年运营时间=年飞行次数*单次飞行时间
对应每年电池充放电次数	次	2000	-	假设电池容量为 150kWh, 对应的续航约为 120km 左右 (关于 eVTOL 续航能力的分析详见下文), 即该段航线每次飞行对应一次电池充放电
可搭载乘客数	个	4	4	eVTOL 座位数以 Joby S4 机型为例, 直升机座位数以 Robinson R66 (2021 款) 为例
飞行员年薪	万美元	10	10	假设美国垂直起降飞行器飞行员平均薪酬为 10 万美元/年
飞行器购置成本	万美元	130	96	eVTOL 购置成本参考 Joby S4, 直升机购置成本参考 Robinson R66 (2021 款)
年保费	万美元/年	3.9	2.88	假设飞行器成本 3% 的保费率
飞行器折旧年限	年	10	10	假设飞行器折旧年限为 10 年
电池成本	万美元	13	-	根据 Lilium 官方路演材料, 电池成本约占飞行器成本 10%
电池循环次数	次	5000	-	
动力引擎外的维修费用	万美元/2000 小时	20	20	依据 Robinson 官方资料
发动机维修成本	万美元/2000 小时	-	17	依据 Robinson 官方资料
能源费用	美元/kwh; 美元/加仑	0.2	6.5	
油耗	加仑/小时	-	23	

资料来源: 国投证券研究中心测算

**表4: eVTOL 相较于直升机运营成本更低**

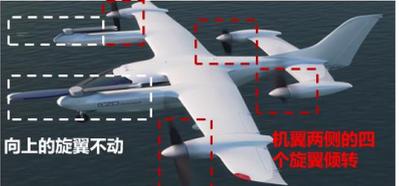
项目	单位	eVTOL	直升机
飞行员薪酬	美元/次	50	50
飞行器单趟飞行折旧额	美元/次	65	48
单次均摊的保费	美元/次	20	14
电池更换成本	美元/次	26	
发动机维修费用	美元/单次		43
动力引擎外的维修费用	美元/次	50	50
能源费用	美元/次	30	75
降落费	美元/次	100	150
单次合计运营成本	美元/次	<b>341</b>	<b>430</b>
单个座位成本	美元/次/座位	<b>85</b>	<b>107</b>

资料来源：国投证券研究中心测算

**目前 eVTOL 有多旋翼构型、复合翼构型和矢量推进构型三种技术路线：**

- 1) **多旋翼构型**：形态上与大疆的无人机类似，具有多个垂直旋翼，没有机翼。推力和升力均仅由旋翼提供，通过调控不同旋翼的转速实现姿态控制和运动。如前进时后方旋翼转速增加，升力增大导致飞行器前倾从而产生向前的推力。
- 2) **复合翼构型**：同时具有多个垂直旋翼，水平旋翼和机翼，通过两套独立的旋翼控制姿态和运动。起降时由垂直旋翼提供升力，水平旋翼提供推力进行运动，巡航时由机翼提供升力。
- 3) **矢量推进构型（倾转旋翼型）**：具有多个可变旋翼和机翼，起降时旋翼垂直向下提供升力，巡航时旋翼发生倾转提供向前的推力并同时由机翼提供升力。

**图9. eVTOL 技术路线对比**

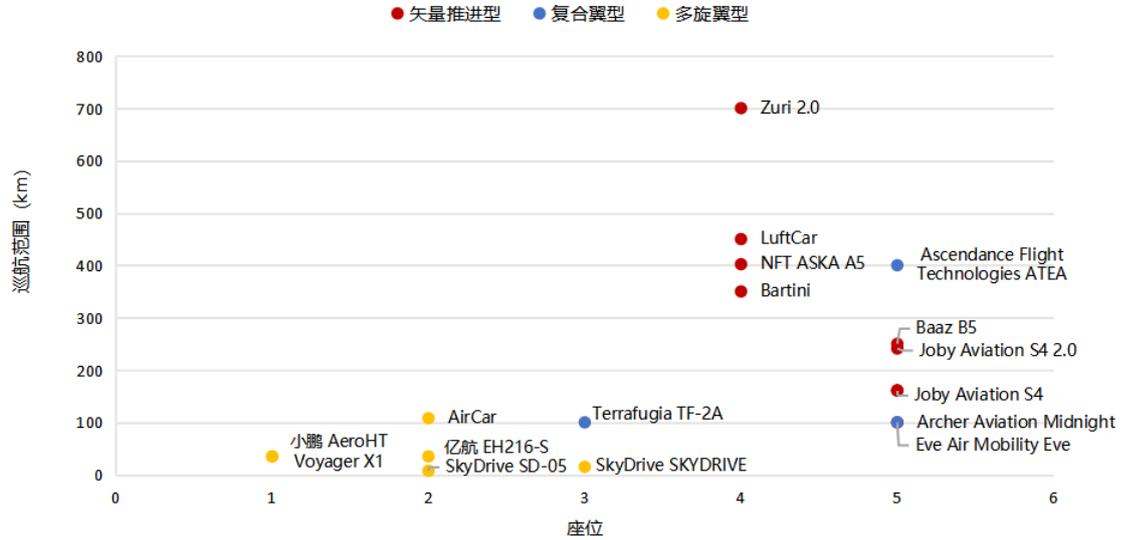
	多旋翼型	复合翼型	矢量推进型（倾转旋翼型）
<b>形态总结</b>	形态类似大号无人机，没有机翼	具有机翼，通常旋翼数量较多	具有机翼，旋翼角度可调整
<b>起降阶段</b>	 多旋翼构型的eVTOL起降阶段由多个旋翼提供升力	 复合翼构型的eVTOL起降阶段由向上的多个旋翼提供升力	 倾转旋翼的eVTOL起降阶段所有旋翼均向上，提供提升
<b>巡航阶段</b>	 巡航阶段同样由旋翼提供升力，通过调整不同旋翼的转速来调整飞行姿态	 巡航阶段向上的旋翼不动，右向后的旋翼和机翼提供升力	 位于机翼两侧四个旋翼发生倾转，同时加上机翼共同提供升力，向上的两个旋翼不动

资料来源：亿航智能官网，峰飞科技官网，时的科技官网，国投证券研究中心

矢量推进型具备航程长、载荷高的优势，是近年来国内外厂商的研发重点。由于多旋翼构型没有机翼，在巡航飞行阶段也需要依靠桨叶对空气的推力提供升力，意味着飞行全程都需要持续产生推力以抵抗重力，因此多旋翼构型在三种技术路线中航程最短，同时载荷低，一般仅1-2个座位。对比矢量推进型和复合翼型，由于复合翼具备两套独立的动力系统，向上的

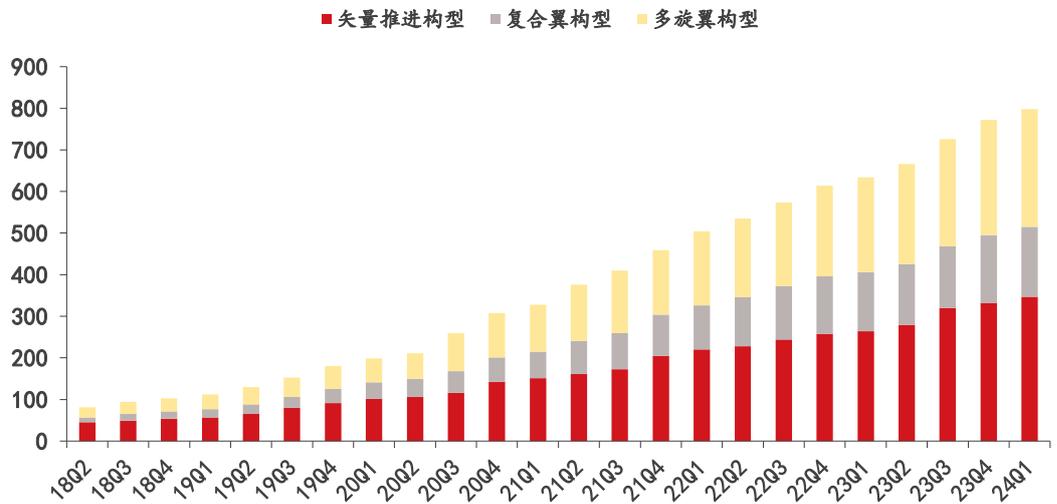
旋翼在巡航阶段事实上是不动的，即“死重”，而矢量推进型是一套动力系统的状态切换，因此“死重”更低。由于矢量推进构型的 eVTOL 效率高、航程长，是近年来国内外厂商的研发重点，根据美国垂直飞行协会的统计，截至 2024 年 3 月底，全球共有 798 个 eVTOL 概念型号，其中矢量推进型占比达到 43%。

图10. 不同构型 eVTOL 航程与座位数



资料来源：VFS，国投证券研究中心

图11. 矢量推进构型 eVTOL 概念数量较多

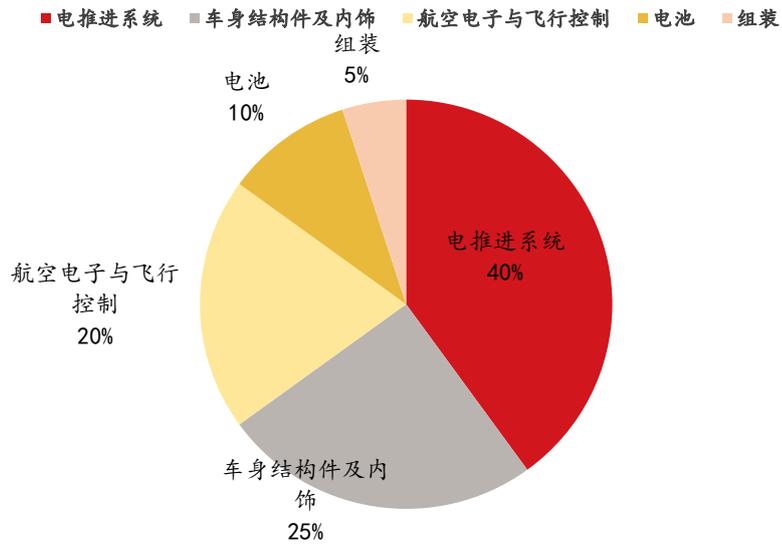


资料来源：VFS，国投证券研究中心

## 2.2. 新能源车产业链赋能 eVTOL，续航能力快速突破

电池是 eVTOL 的核心部件之一，与新能源车产业链重合度高。根据 Lilium 官网，对 eVTOL 的 BOM 成本进行拆分：1) 电推进系统将控制信号转换为车身动力，包括电机、电机控制器以及动力产生装置旋翼（或者涵道式风扇），在整机中价值量占比最高约 40%，其中电机环节与新能源车产业链具有一定的重合度。2) 车身结构件及内饰：价值量占比约 25%，其中内饰环节（如座椅）与新能源车产业链有一定重合。3) 飞控系统：可分为感知、控制两个环节，主要负责根据飞行员指令对电推进系统进行控制，在整机中价值量占比约 20%，主要参与者以航空产业供应商为主。4) 电池：价值量占比 10%，与新能源车产业链高度重合。

图12. eVTOL BOM 结构拆分

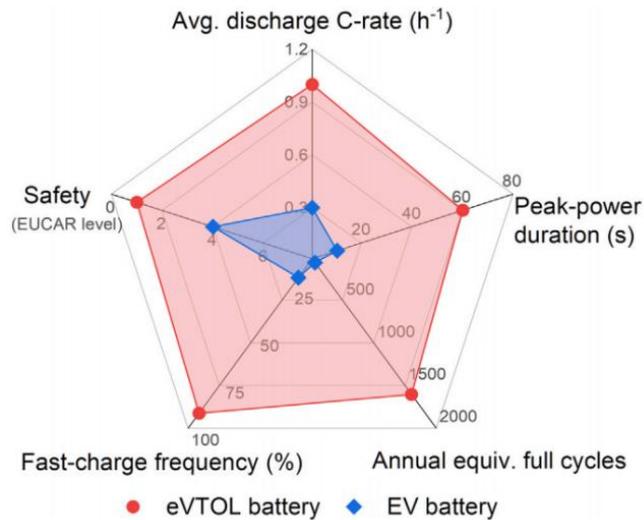


资料来源: Lillium 官网, 国投证券研究中心

电池性能是制约 eVTOL 发展的核心因素。相比于新能源汽车, eVTOL 对电池的安全性、快充频率、峰值功率持续时间、平均放电倍率等都提出了更高的要求。同时, 在电池能量密度相同的情况下, eVTOL 的续航远低于电动车, 我们对影响 eVTOL 续航能力的因素拆分如下:

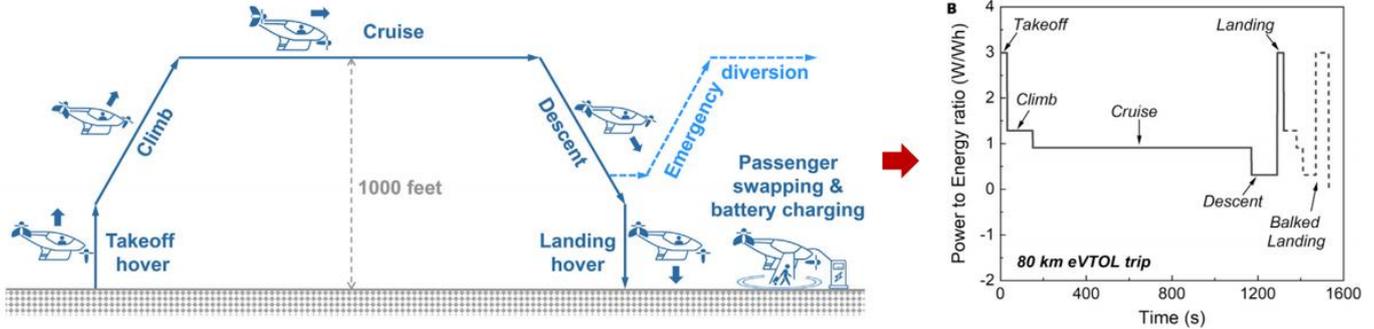
- 1) 根据电池特性, 随着电量的降低, 电池可达到的放电功率随之降低。然而, 在 eVTOL 的垂直起降阶段需要的电池放电功率是巡航阶段的 3 倍左右 (不同构型的 eVTOL 有所差异)。因此电池的最后一部分电量无法用于 eVTOL 的降落。
- 2) 根据法规要求, 飞行器需要预留储备一定的巡航时间以应对突发情况, 比如停机坪被占用等。
- 3) eVTOL 构型亦会对续航能力有明显的影响。如上文分析, 在其他相同的条件下, 矢量推进型续航最长、复合翼次之, 而多旋翼型最低。

图13. eVTOL 对电池的性能要求远高于电动车



资料来源: Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft, 国投证券研究中心

图14. eVTOL 起降阶段需要的电池放电功率远高于巡航阶段



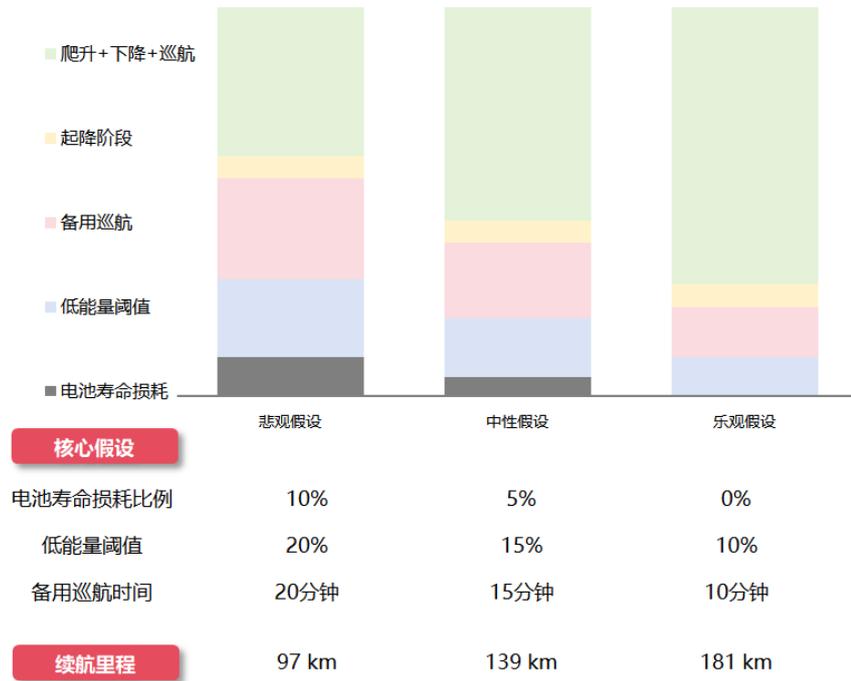
资料来源: Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft, 国投证券研究中心

根据以上影响因素，我们对搭载电池能量密度为 235Wh/kg 的 Joby S4 机型实际续航能力进行测算。在中性假设下，Joby S4 的实际续航约为 139km，略低于官方标准（160km）。测算过程如下：

- 1) 电池容量测算: 根据 Joby 官网, Joby S4 最大起飞质量为 2404kg, 根据论文《Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft》假设电池重量分数为 0.3, 则 Joby S4 电池容量约为 170kWh。
- 2) 升阻比: Joby S4 为矢量推进构型, 单位能量可驱动的飞行距离较长。根据论文《Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft》, 假设 Joby S4 巡航升阻比为 13, 起降升阻比为 11。
- 3) 其他基本假设: 假设起飞和降落时间均为 30s, 巡航速度为 200km/h。
- 4) 电池损耗程度: 悲观/中性/乐观假设下电池损耗程度分别为 10%/5%/0%。
- 5) 低能量阈值 (不可用于 eVTOL 起降的部分): 悲观/中性/乐观假设下电池低能量阈值分别为 20%/15%/10%。
- 6) 备用巡航时间: 悲观/中性/乐观假设下备用巡航时间分别为 20/15/10 分钟。

根据上述过程，在悲观/中性/乐观假设下，我们测算搭载电池能量密度为 235Wh/kg 的 Joby S4 实际续航能力约为 97/139/181km。对比电动车，极氪 009 电池容量 140kwh，续航里程达到 822km。

图15. Joby S4 实际续航能力测算



资料来源：国投证券研究中心测算

**高能量密度的航空电池高速发展，eVTOL 的续航难题有望突破。** 1) 政府行业发展规划：2023年10月，我国工业和信息化部等四部门印发《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》指出：满足电动航空器使用需求和适航要求的400Wh/kg级航空锂电池产品投入量产，500Wh/kg级产品小规模验证。2) 电池厂商积极布局：宁德时代2023年4月发布凝聚态电池，单体能量密度高达500Wh/kg，并表示正在进行民用电动载人飞机项目的合作开发。3) eVTOL主机厂规划：例如Lilium规划2025年电池的能量密度将达到330Wh/kg，续航达到175km；到2030年，电池能量密度达到500Wh/kg，续航达到275km。

表5：国内外主要厂商航空电池进展

地区	厂商	时间	进展或规划
国内	宁德时代	2023年4月	发布凝聚态电池（半固态），单体能量密度达到500Wh/kg；正在进行民用电动载人飞机项目的合作开发。
		2023年7月	宁德时代、中国商飞、上海交大企业发展集团共同持股的商飞时代（上海）航空有限公司成立。
	孚能科技	2023年	第一代三元软包动力电池量产交付给终端客户。电池单体能量密度达285Wh/kg，电芯可实现10000次以上循环。支持飞机最高时速320km/h，单次最长巡航250km，已完成了载人电动飞行器的飞行测试。
		2023年	320Wh/kg电芯即将量产，350Wh/kg电芯已有A样原型，预计2026年实现量产。
	国轩高科	2023年12月	与亿航智能签订战略合作协议，共同开发基于亿航智能eVTOL产品的动力电芯、电池包、储能系统和充电基础设施。
	中创新航	2022年	为小鹏汇天X3研发提供9系高镍/硅体系动力电池，X3样车已在2022年10月成功首飞。
	正力新能	2023年5月	技术发布会发布正力·航空电池，单体能量密度达到320Wh/kg，满足20%SOC下12C的大倍率放电性能，15分钟可充电至80%，具备ppb级航空安全标准。
		2024年3月	公司官网已有5款适用于航空航天领域的电池产品：NCM 30Ah、NCM 8Ah、NCM 68Ah、NCM 24Ah、4695 35Ah。
	力神电池	2023年11月	基础研发部部长马洪运博士称已实现超高比能量固态电池应用于eVTOL。
		2024年1月	完成全新一代单体能量密度达402Wh/kg半固态电池开发，产品主要面向超长续航中高端电动汽车、eVTOL等领域。
海外	麻省固能 (SES)	2023年	装有SES100Ah锂金属Pack的eVTOL试飞成功，电芯能量密度400Wh/kg，eVTOL上装载适配空中飞行的无线智能BMS，可实时连接到AI电池安全监测软件Avatar
	Ampricus	2023年8月	推出超高功率高能锂离子电池，能量密度400Wh/kg，放电速率10C，能在6分钟内充电达到80%，预计能助推eVTOL发展。
		2023年10月	获得某eVTOL制造商的定制硅阳极电池采购订单，选用Ampricus 8月推出的锂离子电池。
		2024年1月	位于加利福尼亚州弗里蒙特的工厂通过专门针对航空航天领域的国际标准AS9100:2016。
	NASA	2021年	Solid-state Architecture Batteries for Enhanced Rechargeability and Safety (SABERS) 部门开始为电动飞机研发固态电池。

2022年 航空用全固态电池（硫碲电池）能量密度达到 500Wh/kg。

2024年1月 与飞行汽车企业 Archer 展开合作，共同研究高性能电池并进行相关安全测试。

资料来源：各公司官方，国投证券研究中心

### 3. eVTOL 未来的商业化运营场景？

#### 3.1. 中短期内落地旅游观光场景，城市空中交通打开长期发展空间

##### 3.1.1. 低空旅游场景有望最先落地，对 eVTOL 的需求量约为 2450 架

低空旅游有望成为 eVTOL 最早落地运营的场景。相比于医疗转运、城市空中交通等点对点飞行场景，低空旅游由于：1) 对基础设施建设密度要求低，一条航线只需要一个起降点即可；2) 远离市区，民众对于噪音问题和安全性问题的担忧相对较低；3) 低空旅游作为低频场景，用户对于价格的敏感度相对较低；4) 从技术成熟度角度考虑，目前多旋翼构型的 eVTOL 技术成熟度最高，但是航程较短，而低空旅游场景对续航能力要求相对较低。考虑到上述因素，我们认为低空旅游有望成为 eVTOL 最早落地运营的场景。

图16. 低空旅游有望成为 eVTOL 最早落地运营的场景



资料来源：国投证券研究中心绘制

我们测算叠加政府补贴，乘坐 eVTOL 进行 20 分钟左右的空中观光单人票价有望低至 525 元/人，约为当前直升机观光旅游价格的二分之一。我们对乘坐 eVTOL 进行空中观光的单座票价进行测算，假设条件如下：1) 根据亿航智能官网，亿航 EH216-S 无人驾驶载人航空器定价 239 万元，航程约 30km（按 100km/h 的速度计算，飞行时间约 20 分钟），可搭载两名乘客。2) 我们保守假设电池的循环次数为 1000 次，同时根据《亿航智能城市空中交通系统白皮书》，亿航 216 所需要的机场建设成本为 1000 万人民币，我们假设机场的折旧年限为 20 年，每个景区一个机场可容纳 10 架飞行器。3) 最后我们假设景区运营空中观光项目的毛利率为 40%。4) 此外，其他参数及测算方法均与前文保持一致。根据上述条件我们测算，eVTOL 空中观光单个座位的理论售价约 600 元，同时考虑政府补贴因素，参考《珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》，对 eVTOL 载人空中观光游览项目补贴 150 元/架次。因此，eVTOL 空中观光单个座位的实际售价有望低至 525 元。根据大众点评，以三亚直升机旅游项目为例，20 公里航线售价为 1080 元，而 eVTOL 空中观光项目售价仅为其二分之一，大幅降低低空旅游门槛。

表6：eVTOL 空中观光项目售价测算

项目	单位	eVTOL
核心假设		
年飞行次数	次	2000
单次飞行时间	h	0.3
对应年运营时间	h	600
对应每年电池充放电次数	次	2000
可搭载乘客数	个	2
飞行员年薪酬	万元	0
飞行器购置成本	万元	239
年保费	万元	7.17
飞行器寿命	年	10

电池成本	万元	23.9
电池循环次数	次	1000
动力引擎外的维修费用	万元/2000 小时	140
能源费用	元/kwh	0.6
<b>运营成本测算</b>		
飞行员薪酬	元/次	0
飞行器单趟飞行折旧额	元/次	120
单次均摊的保费	元/次	36
电池更换成本	元/次	239
发动机维修费用	元/单次	
动力引擎外的维修费用	元/次	210
能源费用	元/次	90
机场单趟飞行折旧额	元/次	25
<b>单趟合计成本</b>	<b>元/次</b>	<b>719</b>
<b>单个座位成本</b>	<b>元/次/座位</b>	<b>360</b>
<b>毛利率</b>	<b>%</b>	<b>40.0%</b>
<b>单个座位理论售价</b>	<b>元/次/座位</b>	<b>599.5</b>
<b>政府补贴</b>	<b>元/架次</b>	<b>150.0</b>
<b>单个座位实际售价</b>	<b>元/次/座位</b>	<b>524.5</b>

资料来源：国投证券研究中心测算

保守估计，低空旅游场景对 eVTOL 的需求量约 2450 架。目前我国低空旅游市场规模较小，根据三亚市旅游和文化广电体育局数据，三亚市低空旅游行业 2020 年全年载客 17.61 万人次，占全国的 51.5%，按人均单次 1000 元计算，2020 年我国低空旅游运营市场规模仅约 3 亿元。如前文所述，eVTOL 可以降低用户低空旅游的成本至原来的二分之一，有望打开低空旅游市场空间。根据中国景区网，目前我国共有 245 个风景名胜区（考虑到低空旅游更适合于广袤的自然景观，而 5A 级景区中所包含的如恭王府、苏州园林等不适合发展低空旅游，因此这里采用风景名胜区数量作为基数），保守估计每个景区 eVTOL 数量为 10 个，则国内仅低空旅游场景对 eVTOL 的需求量为 2450 架。假设单个 eVTOL 的年起降次数为 2000 次，每个飞行器乘客为 2 人，单人单次票价为 525 元，则我国低空旅游运营市场规模有望提升至约 50 亿元。

### 3.1.2. 城市空中交通场景打开长期成长空间，对 eVTOL 需求量约为 1.4 万架

eVTOL 在针对 50-100 公里的出行需求上更具备效率优势。2 月 27 日，峰飞航空科技完成从深圳蛇口邮轮母港飞至珠海九洲港码头的试飞，该段航线约 50 公里，单趟飞行用时约 20 分钟，仅为地面交通耗时的 1/8。再以上海虹桥交通枢纽到浦东国际机场为例，根据高德地图数据，不管是采用驾车还是地铁的方案，耗时均在 1 小时左右。若采用 eVTOL 方案，耗时仅为原来的 1/3。

图17. 乘坐 eVTOL 从深圳至珠海只需 20 分钟



资料来源：国投证券研究中心绘制

我们采取以下两种方法测算城市空中交通对 eVTOL 的需求量：

1) 基于目标客户群体进行测算：我们预计 eVTOL 规模化运营后，乘坐 eVTOL 的出行成本将与豪华专车接近（50 公里约 300-400 元），但相比于地面交通，eVTOL 节省时间（尤其是地面交通拥堵的情况下）的优势显著，因此我们认为，eVTOL 有望替代部分乘坐豪华专车出行的需求。根据交通运输部网约车监管信息交互系统数据，2023 年全年网约车订单数量为 91.14 亿；同时根据艾媒咨询，中国网约车消费者呼叫的网约车类型中豪华专车占比约 7.7%。我们假设：① 在全部网约车订单中有 4% 的订单出行距离超过 50 公里；② 其中 eVTOL 长期替代比例为 50%；③ 单个 eVTOL 一年的起降次数为 2000 次。基于以上条件，我们测算远期城市空中交通场景对 eVTOL 的需求量约为 1.4 万架。

表7：基于目标客户群体测算城市空中交通对 eVTOL 的需求量

项目	单位	悲观假设	中性假设	乐观假设
网约车出行人次	亿人次	90	90	90
50 公里以上的占比	%	2%	4%	6%
豪华车占比	%	7.7%	7.7%	7.7%
长距离豪华车出行人次	亿人次	0.7	1.4	2.1
eVTOL 的替代比例	%	30%	50%	70%
单个 eVTOL 一年起降次数	次	2000	2000	2000
<b>eVTOL 需求量</b>	<b>万架</b>	<b>0.69</b>	<b>1.39</b>	<b>2.08</b>

资料来源：国投证券研究中心测算

2) 基于起降点数量测算：23 年以来，多个省市陆续发布通用航空机场/起降点建设规划，参考深圳、芜湖等地的规划，我们假设：① 千万级人口的城市具有 5 个固定运营基地，100 个临时起降场；500-1000 万常住人口的城市具有 3 个固定运营基地，50 个临时起降点；300-500 万常住人口的城市具有 1 个固定运营基地，30 个临时起降场。根据各省市统计局官方数据，我国具有千万级以上/500-1000 万/300-500 万常住人口的城市分别为 17/64/71 个。② 假设单个固定运营基地可容纳 20 架 eVTOL，临时起降点可容纳 1 架 eVTOL。基于以上条件，我们测算全国共有 348 个固定运营基地，7030 个临时起降场，合计可容纳 1.4 万架 eVTOL。

表8：基于起降点数量测算城市空中交通场景 eVTOL 需求量

项目	单位	悲观假设	中性假设	乐观假设
千万级人口城市数量	个	17	17	17
固定运营基地	个	3	5	10
临时起降点	个	50	100	150

500-1000 万人口城市数量	个	64	64	64
固定运营基地	个	1	3	5
临时起降点	个	30	50	70
300-500 万人口城市数量	个	71	71	71
固定运营基地	个	0.5	1	2
临时起降点	个	15	30	50
单个固定运营基地可容纳的 eVTOL 数量	架	20	20	20
单个临时起降点可容纳的 eVTOL 数量	架	1	1	1
<b>全国合计可容纳的 eVTOL 数量</b>	<b>万架</b>	<b>0.7</b>	<b>1.4</b>	<b>2.3</b>

资料来源：国投证券研究中心测算

表9：部分省市通用航空机场建设规划

颁布日期	地区	政策名称	政策要点
2024/1/7	西藏	《西藏自治区政府工作报告》	新开工建设 10 个通用机场和 47 个临时起降点。
2023/10/13	安徽芜湖	《芜湖市低空经济高质量发展行动方案（2023—2025 年）》	到 2025 年，规划布局建设 30 个以上临时起降场地、起降点，1 至 2 个固定运营基地（FBO），建成 5 个以上航空飞行营地。
2023/2/10	湖南	《湖南省培育通用航空产业工作方案》	推进“1+13+N”通用机场网络建设，布局建设 5000 个临时起降点。
2020/9/7	广东珠海	《珠海市通用机场及起降点（含水上）布局规划》再次申请批前公示	到 2030 年，珠海全市根据综合交通连接、应急救援、旅游观光等需求共规划通用机场（起降点）42 处，其中，固定翼机场 2 处，直升机场（起降点）40 处。
2017/12/25	江西	《江西省直升机起降点布局规划（2017-2030 年）》	到 2030 年，江西省直升机起降点将达 193 个，其中固定起降点 13 个、临时起降点 180 个。

资料来源：政府官网，国投证券研究中心

### 3.2. 适航取证是 eVTOL 商业化运营的前提条件

#### 3.2.1. eVTOL 适航取证具有周期长、难度大的特点

**完成适航取证是 eVTOL 投入商业化运营的前提条件。**在全球范围内航空行业均属于强监管行业，航空器合法投入使用需要适航当局进行适航审定，确保航空器满足安全标准。中国民用航空局（CAAC）是我国的适航当局，美国和欧盟的适航当局分别为美国联邦航空管理局（FAA）和欧盟成立的欧洲航空安全局（EASA）。目前我国针对传统飞机和无人机均有明确的适航审定规章，但针对 eVTOL 尚没有通用的适航标准。因此，我国现有对于 eVTOL 航空器的审定项目按一事一议型处理，每个 eVTOL 项目单独制定专用条件，主要参考 CCAR-23、CCAR-27，以及欧洲民航局 SC-VTOL 等要求进行审定。中国、美国以及欧盟的适航取证过程较为类似，航空器要想具备“合法上天”的资格，均需要获得由民航局颁发的型号合格证（TC）、生产许可证（PC）和适航证（AC）。

- 1) **型号合格证（Type Certificate, TC）**：型号合格证是适航取证过程中难度最大的证件，也是后续获得 PC 证和 AC 证的基础，用以证明该航空产品的设计符合相关适航规章和要求。
- 2) **生产许可证（Production Certificate, PC）**：完成生产许可取证意味着申请人（OEM 或者委托方）已经建立了满足适航规章要求的批量生产质量管理体系，能确保交付的每一架航空器均能符合经 TC 证批准的型号设计并处于安全可用状态。相较于 TC 证，生产许可证更加侧重于对重复生产能力的审核。需要注意的是，在企业已获得 TC 而尚未取得 PC 时，厂商可以依据型号合格证进行生产，但适航当局会对整个生产过程进行更全面的介入。从申请流程上看，生产许可证可以在 TC 取证之后或者 TC 取证过程中进行申请，但需要完成 TC 取证之后，PC 证才可获颁。
- 3) **适航证（Airworthiness Certificate, AC）**：适航证表明该航空器符合经批准的设计并且处于安全可用的状态，需要注意的是，适航证是针对每一架航空器，而型号合格证和生产许可证均针对的是具体型号。从申请流程上看，对于依照 PC 证制造的新航空器，

提交相关文件后即可获得适航证；而对于依照 TC 证制造的新航空器，在提交文件后需要经过适航当局的适航检查，确认安全可用后才可颁发适航证。在我国适航证分为标准适航证和特殊适航证，所有载人 eVTOL 均需要申请标准适航证。特别地，若 eVTOL 厂商仅进行试飞活动需要申请特许飞行证，取证难度更低。但特许飞行证在我国并不属于适航证，取得特许飞行器的航空器不能用于以盈利为目的飞行。

图18. 适航取证主要包括型号合格证、生产许可证、适航证的获取

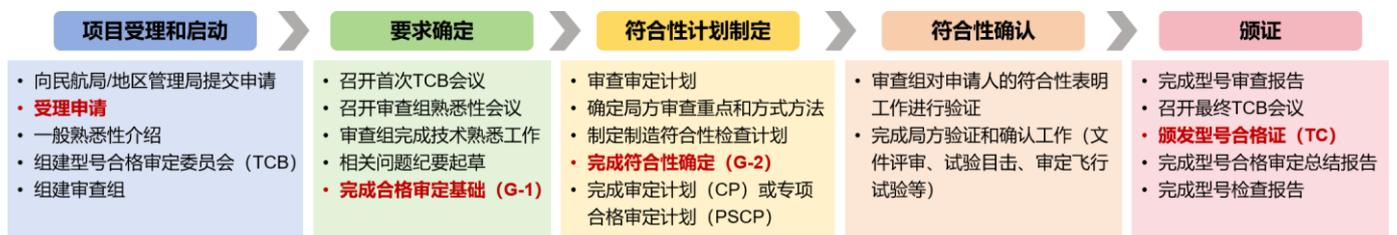
<p><b>型号合格证 (TC)</b></p>	<p>中国民用航空局 (CAAC) 根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21) 颁发的、用以证明民用航空产品符合相应适航规章和环境保护要求的证件。 型号合格证包括以下内容：型号设计、使用限制、数据单、有关适航要求和环境保护要求，以及对民用航空产品规定的其他条件或限制。</p>
<p><b>生产许可证 (PC)</b></p>	<p>中国民航局和民航地区管理局对已获得民用航空产品型号设计批准并欲重复生产该民用航空产品的制造人颁发的、用以表明允许按照经批准的设计和经批准的质量系统生产民用航空产品或者零部件的证件。</p>
<p><b>适航证 (AC)</b></p>	<p>中国民航局和民航地区管理局为某一航空器、航空发动机、螺旋桨或者零部件颁发的证件，表明该航空器、航空发动机、螺旋桨或者零部件符合经批准的设计并且处于安全可用状态。</p>

资料来源：中国民航局，国投证券研究中心

型号合格证在三证中获取难度最大，取证周期长并且认证成本高。根据民航局《型号合格审定程序》，型号合格审定过程从申请到颁证包括项目受理和启动、要求确定、符合性计划制定、符合性确认、颁证五个阶段。要求确定阶段完成审定基础 G-1 (FAA 同为 G-1, EASA 为 CRI-A01) 是审定过程的重要时间节点，意味着该型号的系统架构、技术路线、安全性目标等设计特征已确定，并决定了后续适航审定的难度和费用水平。如前所述，目前我国 eVTOL 按照一事一议进行适航审定，取证周期相对较长。亿航智能于 2020 年 12 月提交 EH216-S 型号合格证申请，历时三年于 2023 年 10 月才获颁 TC 证。此外型号合格证认证费用较高。根据民航局官网，航空器型号合格审查费 = (基本费率 + 每公斤费率 \* 最大起飞全重) \* 人数 \* 天数，我们测算亿航 EH216-S 型号合格审查费约为 840 万。

不同构型的 eVTOL 获取 TC 证的难度不同，矢量推进构型取证难度最高。1) 多旋翼构型：技术与无人机相似且配置简单，适航取证难度最低。2) 复合翼构型：垂直起降转为平飞时可能存在机身抖动等技术问题，为适航认证的难点，且由于结合多旋翼与固定翼系统，需面对 23 部、27 部两套适航标准。3) 矢量推进构型：适航取证难度最大，由于倾转过渡期间的气动状态复杂、安全风险高，因此对过渡转换过程中的飞行安全进行评估审定是重点，需要针对倾转过渡期制定与倾转旋翼、倾转机构、电传飞控系统等相关的专用条件。

图19. 型号合格审定流程



资料来源：中国民航局，国投证券研究中心

图20. eVTOL 型号合格审定类别

<b>eVTOL</b>	<b>有人驾驶</b>	<b>型号合格审定类别:</b> 特殊类别航空器 <b>适用的型号合格审定程序:</b> AP-21-AA-2023-11R1 <b>对应适航证类别:</b> 标准适航证 • 沃飞长空AE200、沃兰特VE25、时的科技E20
	<b>无人驾驶</b>	<b>载物</b> <b>型号合格审定类别:</b> 限用类无人驾驶航空器系统 <b>适用的型号合格审定程序:</b> AP-21-AA-2022-71 <b>对应适航证类别:</b> 特殊适航证 • 峰飞航空科技V2000CG、御风未来M1B
	<b>载人</b>	<b>型号合格审定类别:</b> 正常类/运输类无人驾驶航空器系统 <b>适用的型号合格审定程序:</b> AP-21-AA-2022-71 <b>对应适航证类别:</b> 标准适航证 • 亿航智能EH216-S

资料来源: 中国民航局, 国投证券研究中心

### 3.2.2. 头部 eVTOL 厂商已满足商业化运营的适航要求

亿航智能率先获颁型号合格证、适航证、生产许可证三证, 多家国内 eVTOL 主机厂 TC 申请获受理。2020 年底亿航智能向民航局提交 EH216-S (多旋翼构型) 型号合格证申请, 开启适航认证流程。历时三年, 于 2023 年 10 月获得全球首张无人驾驶载人 eVTOL 型号合格证, 并于同年 12 月获颁标准适航证, 开始向客户交付完成认证的 EH216-S。2024 年 4 月, 亿航 EH216-S 获得生产许可证, 成为全球首个获得适航所需三证的 eVTOL。同时, 目前国内多家厂商相继提交有人驾驶 eVTOL 型号合格证申请并获得民航局受理, 如沃飞长空 (复合翼)、沃兰特 (复合翼)、时的科技 (倾转旋翼)、小鹏汇天 (多旋翼) 等。此外, 民航地区管理局已向小鹏、时的、沃飞颁发特许飞行证, 允许 eVTOL 主机厂通过进行载人驾驶测试积累研发、飞行测试等数据和经验。

海外 eVTOL 主机厂稳步推进型号合格证取证流程, Joby 倾转旋翼构型 eVTOL 进度领先。Joby 为海外 TC 取证进展最快的 eVTOL 主机厂, 于 2020 年取得 FAA 适航审定基础文件。2024 年 2 月, FAA 批准其适航审定计划, 并于同年 3 月正式颁布 Joby JAS4-1 (倾转旋翼构型 eVTOL) 的适航准则。部分海外 eVTOL 厂商同时推进欧洲及美国的 TC 取证流程, 德国 Lilium (倾转涵道风扇)、Volocopter (多旋翼) 先后取得 EASA 和 FAA 的适航审定基础文件, 为主机厂在全球多国运营打下基础。2023 年 FAA 为 Model A、Joby S4 等多架 eVTOL 颁发特殊适航证, 其中飞行汽车 Model A 由 Alef Aeronautics 推出, 该公司获得由马斯克创立的 SpaceX 投资。Model A 于 2023 年 6 月取得特殊适航证, 限用于展览、研究和开发等飞行目的, 预计将于 2025 年量产交付。

图21. 国内外厂商适航取证进展

多旋翼	2020	2021	2022	2023	2024
亿航智能 EH216-S	12月 提交TC申请	1月 申请获受理 4月 召开型号合格审定 首次会议	2月 民航局正式发布专用条件 8月 确定符合性验证方法 9月 批准专项合格审定计划	8月 完成所有符合性试验试飞 10月 获颁TC 12月 获颁AC	4月 获颁PC
VoloCopter VoloCity		EASA签发CRI-A01认证基础		8月 FAA签发G-1审定基础	
小鹏汇天 X2				1月 获颁特许飞行证	
小鹏汇天 X3-F					3月 提交TC申请并获得受理
复合翼	2020	2021	2022	2023	2024
沃飞长空 AE200			11月 提交TC申请并获得受理	4月 召开型号合格审定委员会首次会议 12月 验证机获颁特许飞行证	
沃兰特 VE25				9月 TC申请获受理	
矢量推进	2020	2021	2022	2023	2024
Joby S4	FAA签发G-1审定基础			2月 完成FAA符合性方法 (G-2) 7月 获颁FAA特殊适航证	2月 FAA批准认证计划 3月 FAA正式发布适航准则
Lilium Jet	EASA签发CRI-A01认证基础			6月 FAA签发G-1审定基础	
Archer Midnight		9月 FAA签发G-1审定基础	完成FAA符合性方法 (G-2)	8月 获颁FAA特殊适航证	
时的科技 E20				10月 获颁特许飞行证; TC申请获受理	
Alef Aeronautics Model A				6月 获颁FAA特殊适航证	

资料来源：各公司官网及公众号，国投证券研究中心

## 4. 相关关注标的

### 4.1. 亿航智能

亿航智能已完成适航取证，在手订单充沛，并与多地政府达成合作，商业化落地在即。如前所述，亿航智能目前已获得适航所需的TC、AC、PC三证，成为全球第一家完成适航取证的主机厂。公司商业化进展顺利，根据公司公告我们测算目前公司在手订单超过700架。目前公司已与多地政府达成合作。1) 深圳市：2023年7月，与深圳市宝安区政府签署合作备忘录，将在城市空中交通领域开展全面战略合作。同年12月，在深圳宝安区欢乐港湾启动城市空中交通运营示范中心。2024年1月，与深圳市罗湖区文化广电旅游体育局达成战略合作，共同探索无人驾驶eVTOL赋能文商旅的低空经济高质量发展新业态。2) 合肥市：2023年10月，与合肥市政府签署战略合作协议，合肥市政府计划为亿航智能提供1亿美元的各项支持，促进当地文旅、应急、物流、消防等“低空+”场景的应用与合作。3) 广州市：2024年2月，与广州空港委、广州开发区管委会、广汽集团达成战略合作协议，合力打造低空产业链生态。4) 无锡市：2024年3月，与无锡市交通局、梁溪区、梁溪科技城签署协议，共同打造亿航eVTOL低空经济产业基地及运营总部项目。

表10：亿航智能在手订单

国家	日期	客户	订单情况
中国	2022年6月	天行健文化旅游投资开发有限责任公司（湖南省吉首市政府下属）	采购5架EH216-S（已交付），计划在吉首市矮寨奇观旅游区开发低空游览项目，并随项目推进额外采购25架。
	2023年3月	西域旅游开发股份有限公司	双方签订《合作框架协议》，计划成立合资公司，在未来5年内运营数量不低于120架EH216-S或同类载人级自动驾驶飞行器。
	2023年3月	西安航投科创发展控股集团（西安市政府下属西安航空航天投资股份有限公司的全资子公司）	20架EH216-S的意向采购订单，预计于2025年前完成交付。
	2023年第一季度	凤山县旅游投资发展有限公司	采购6架EH216-S。
	2023年9月	深圳博领控股集团有限公司	成立合资企业深圳鹏城之翼通用航空有限公司，已采购5架EH216-S，并计划在未来再购买95架。
	2023年10月	合肥市政府	计划协调或促进不少于100架EH216系列无人驾驶航空器的采购订单。
	2024年3月	无锡市政府	100架EH216-S意向采购订单。

日本	2022年1月	空中交通数字平台公司 AirX 株式会社	订购 50 架 EH216 系列自动驾驶飞行器。
马来西亚	2022年3月	Aerotree Flight Services 有限公司 (AEROTREE 的子公司)	预订包括 EH216-S、EH216-L、EH216-F 在内的 50 架 EH216 系列自动驾驶飞行器。
印度尼西亚	2022年4月	Prestige Aviation (Prestige Corp. 子公司)	100 架 EH216 自动驾驶飞行器的预订单。
阿拉伯联合酋长国	2023年12月	Wings Logistics Hub	计划采购多达 100 架 EH216 系列 eVTOL。第一批将于 2024 年第一季度开始交付。

资料来源：公司公告，国投证券研究中心

## 4.2. 万丰奥威

**收购钻石飞机成为通航龙头，布局 eVTOL 赛道已与知名主机厂取得合作。**2016 年，万丰集团并购奥地利钻石飞机有限公司（下称“奥地利钻石”）子公司加拿大钻石飞机有限公司；2017 年，万丰集团完成对奥地利钻石的全资收购，旗下万丰钻石飞机成为全球前三的固定翼通用飞机制造商；2020 年，万丰奥威收购万丰钻石飞机 55% 股权，确立汽车金属部件轻量化产业和通航飞机创新制造产业“双引擎”驱动发展格局；至 2023，公司飞机制造收入 27.7 亿元，占主营收入 17.09%。**公司切入 eVTOL 赛道已与知名主机厂取得合作。**2024 年 2 月 5 日，公司发布《关于子公司万丰飞机签署成立合资公司战略合作的公告》，拟与全球某知名汽车主机厂的中国总公司成立合资公司，加快推进双方在 eVTOL 原型机开发、电池系统、工业设计、航空工程、模具及工装制造、供应链及大规模量产、航空适航认证、品牌力和 B2C/B2B 销售和售后网络资源等领域的排他性合作。

**深耕通用航空领域多年，万丰钻石飞机已成为全球飞行培训和特殊用途龙头，公司布局 eVTOL 在技术、开发成本、适航认证等方面具备显著优势。**1) 技术：万丰飞机在机型开发、航空工程、空气动力学、模具及工装制造、复合材料应用等方面具备丰富技术积累，产品品类已覆盖燃油、纯电动、混动动力固定翼飞机，在清洁能源领域经验丰富，旗下 eDA40 是世界首架申请 EASA/FAA Art23 认证的具有直流快充能的电动飞机。2) 开发成本：公司具备独有的仿真开发平台和空气动力实验室，设计、实验和交付的产品差距小，生产过程中产品改进少，节约大量开发成本。3) 适航认证：公司取证经验丰富，旗下拥有 18 款飞机产权，在 EASA、CAAC、FAA 具备丰富的取证经验。

## 4.3. 莱斯信息

**莱斯信息是民航空中交通管理龙头，前瞻布局低空通航领域。**莱斯信息成立于 1877 年，背靠中国电科 28 所，以空中交通管理指挥控制技术为核心，面向民航局、空管局、机场等提供空管自动化系统、空管场面管理系统、机场机坪塔台管制自动化系统、空管模拟机系统以及空管流量管理系统。根据公司招股说明书，截至 2022 年 12 月，莱斯信息在全国空管体系系统覆盖率达 80%、空管用户空管自动化运行系统市场占有率 42%（主用系统占比 63.64%）。公司作为民航空中交通管理龙头，前瞻布局低空通航领域，公司协同二十八所空中交通管理系统全国重点实验室，结合项目建设，已开展低空飞行服务解决方案、低空通航服务系统等通航产品研制。根据安徽省招标投标信息网公示，2024 年 1 月，莱斯信息中标安徽省新技术融合应用低空飞行服务平台项目。

## 4.4. 纳睿雷达

**纳睿雷达是国内领先的相控阵雷达供应商，产品可应用于低空安全领域，有望充分受益于低空经济的快速发展。**公司主要产品为 X 波段双偏振有源相控阵雷达及配套的软硬件，目前主要应用于气象探测领域。相比于传统雷达，X 波段双偏振有源相控阵雷达具备反应速度更快、数据更新速率高、多目标追踪能力强、空间分辨率大、功能性多、抗干扰能力强的优势，有望应用于低空安全领域。根据珠海市《关于加快构建“云上智城”和低空立体交通网络体系以新质生产力引领现代产业体系建设》的报告，珠海将在 24 年 6 月底前基本完成 1000 米以下全域低空交通网络体系的构建，依托 5G 通信、北斗系统及低空相控阵雷达等多维技术的综合应用，实现对珠海全域低空飞行器的实时精准定位，构建“可计算”“可运营”城市空域。目前公司在雷达硬件通用平台上开发低空飞行目标探测、跟踪算法和应用软件，研发针对低空空

域的各类飞行器监视和预警的全极化相控阵低空监视雷达系统，有望充分受益于低空经济的快速发展。

#### 4.5. 宗申动力

**控股子公司活塞航空发动机为行业龙头，政策支持推进公司业绩增长。**公司早在 2016 年即与中国航空气动力技术研究院达成战略合作成立宗申航发，致力于中小型航空发动机设计研发、生产制造、销售与售后，主要为通航飞机和无人航空飞行器提供动力系统解决方案，2023 年 6 月 30 日宗申航发获得重庆证监局上市辅导备案的受理。产品方面，宗申航发目前已经形成以 200HP 以下航空活塞发动机为主的产品线、构建五大基础产品平台、推出 20 余款衍生产品以及螺旋桨产品。市场拓展方面，宗申航发积极开拓国内轻型航空动力（通航领域）、工业级及其以上的无人机动力市场，同时公司已初步建立并覆盖以欧洲为主的销售网络，实现在法国、德国、意大利等欧洲发达国家的产品销售。政策方面，《通用航空设备创新应用实施方案（2024-2030 年）》，中明确提到“持续推动 100-200 马力活塞发动机批量交付”，公司航发产品主要分布在一区间；2024 年 3 月，巴南区提出要以宗申航发为龙头打造优势产业集群，加快形成低空经济产业集聚效应和创新生态，公司或成为低空经济政策直接受益企业之一。

### 5. 风险因素

**低空经济政策落地进度不及预期：**eVTOL 行业尚处于早期阶段，产业发展依赖于政策支持，若后续低空经济政策落地进度不及预期，可能会影响 eVTOL 商业化进程。

**技术发展不及预期：**eVTOL 构型多样，技术路线具有一定的不确定性。同时，eVTOL 的续航、成本与航空电池能量密度、循环次数高度相关，若航空电池技术进展不及预期，可能会影响 eVTOL 商业化落地的节奏。

**假设不及预期：**eVTOL 行业发展处于早期阶段，本文关于 eVTOL 商业化落地市场空间等测算结果一定程度上基于分析师的假设，如若未来实际情况不及假设预期，相关测算可能与 eVTOL 实际商业落地进展产生差异。

## 目 行业评级体系

收益评级:

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上;

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上;

风险评级:

A —— 正常风险, 未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B —— 较高风险, 未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

## 目 分析师声明

本报告署名分析师声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

## 目 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

国投证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

## 目 免责声明

本报告仅供国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国投证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

国投证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

### 国投证券研究中心

深圳市

地 址： 深圳市福田区福田街道福华一路 119 号安信金融大厦 33 楼

邮 编： 518046

上海市

地 址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮 编： 200080

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮 编： 100034