

低空经济的先导产业，飞行汽车商业化渐近

eVTOL行业专题

行业研究 · 深度报告

汽车 · 汽车零部件

投资评级：超配（维持评级）

证券分析师：唐旭霞
0755-81981814
tangxx@guosen.com.cn
S0980519080002

证券分析师：杨钊
0755-81982771
yangshan@guosen.com.cn
S0980523110001

● 低空经济的概念及必要性

低空空域通常是指1000米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至3000米以内，其中电动垂直起降飞行器 (Electric Vertical Takeoff and Landing, eVTOL) 飞行高度一般在300米以下。相比于无人机，eVTOL在实现了载人载物的基础上，功能更加广泛；相比直升机，eVTOL则有低碳环保、噪声低、成本低、无需跑道、稳定性好等优势。从先导产业到战略性新兴产业，低空空域管制的开发、产业政策激励、基础设施完善、相关立法的出台与实施、证照审批加速等一揽子政策推动低空经济加速全面发展。

● 低空经济和eVTOL的市场空间

市场空间方面，参考工信部赛迪顾问数据，低空经济主要包括低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务和低空飞行保障四个环节，随着低空飞行活动的日益增多，预计到2026年低空经济规模有望突破万亿，达到106544.6亿元；根据中国民航局数据，到2030年，中国低空经济的市场规模预计将达2.5万亿元，2035年有望达3.5万亿元；我们测算，中期维度，国内eVTOL稳态市场规模有望超2000亿，其中观光场景、通勤场景、整机销量的市场规模分别为683/208/1260亿元。

● eVTOL的结构拆分、技术路线

结构拆分来看，eVTOL主要由电机、机体结构件、航电系统与飞行控制、电池等组成。根据Lilium数据，eVTOL组成当中，推进系统（电机）、机体结构与内部件、航电与飞控价值量占比最大，分别为40%、25%、20%，此外，能源系统（电池）、装配件分别占比10%和5%。技术路线来看，eVTOL的主要技术路线包括：多旋翼、复合翼、倾转旋翼、倾转涵道风扇+完全矢量控制和隐藏式推进系统+无翼设计。

● eVTOL的产业链拆解

eVTOL产业链方面，eVTOL核心子系统主要可以分为电池、动力系统、飞控系统、通讯系统、导航系统以及机体六大类。主机厂主要承担的是整机研发和集成的任务，以及承担部分后续商业运营的功能。eVTOL的核心技术环节供应商组成其产业链主要结构。核心部件供应商方面，eVTOL产业链与传统航空产业链、新能源汽车产业链存在大量交叉。

● 风险提示

政策开放不及预期，城市低空基础设施配套建设不及预期，eVTOL成本下降不及预期，eVTOL取证进展不及预期。

- [01] 低空经济和eVTOL的概念、必要性
- [02] 低空经济和eVTOL的市场空间
- [03] 低空经济和eVTOL的结构拆分、技术路线
- [04] eVTOL的产业链拆解
- [05] 风险提示

● 什么是低空经济？

低空空域通常是指1000米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至3000米以内，其中载人垂直起降飞行器飞行高度一般在300米以下。

低空经济是以多场景低空飞行活动为牵引，辐射带动低空制造、低空飞行、低空保障和综合服务等产业融合发展的综合性产业形态。

● 发展低空经济的主要考量

1、缓解城市交通问题：

- 以城市空中交通（urban air mobility, UAM）为核心，前瞻性地解决全球城市化进程所面临的日益严峻的交通和基础设施问题。

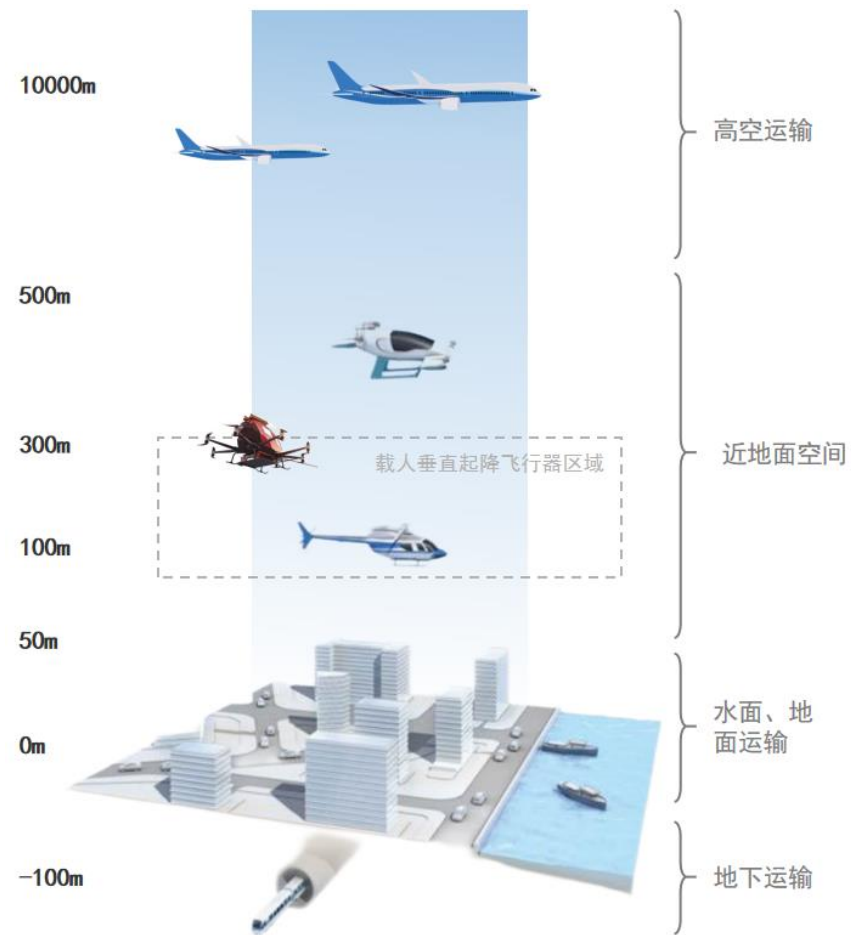
2、更好地平衡发展与安全：

- 低空空域事关航路安全、城市公共安全，尽早规范发展低空能够在基础设施、技术、产业发展方面提升城市管理能力，实现发展与安全的平衡。

3、拓展经济发展新空间：

- 将低空空域转变为可利用空间，推动更高维度的科技创新，以新质生产力引领产业链拓展和社会发展。

图1：国家空域基础分类示意图



资料来源：《国家空域基础分类方法》，国信证券经济研究所

低空经济三大飞行器：直升机、无人机、eVTOL

- 无人机、直升机和eVTOL (Electric Vertical Take-off and Landing, eVTOL) 是实现低空经济的三大物理载体。
- eVTOL因其安全、智能、经济、环保等特点，可使人 and 货物以无缝、经济的方式在城市低空快速流动与灵活作业，能高效开发城市低空空域资源，逐渐成为城市空中交通的主流方案。
- 相比于无人机，eVTOL在实现了载人载物的基础上，功能更加广泛；相比直升机，eVTOL则有低碳环保、噪声低、成本低、无需跑道、稳定性好等优势。

表1: eVTOL、无人机对比

特性	eVTOL	无人机
适航高度	100-300m	0-120m
功能性	可执行复杂任务（客运、救援、灭火）	功能有限（航拍照片、视频等）
安全性	集中式指挥调度，集群式管理（容易）	1对1控制或集中式控制，缺乏管理（困难）
操控性	能够全球远程遥控（某些厂商可提供）	大多数仅为100~3000m的短程控制
经济性	单次可运输多件货物	单次运输货物数量有限
载荷性	有效载荷重达200~600 kg	有效载荷少于50 kg

资料来源：《探索飞行汽车通勤新模式的城市空中交通发展分析》，国信证券经济研究所整理

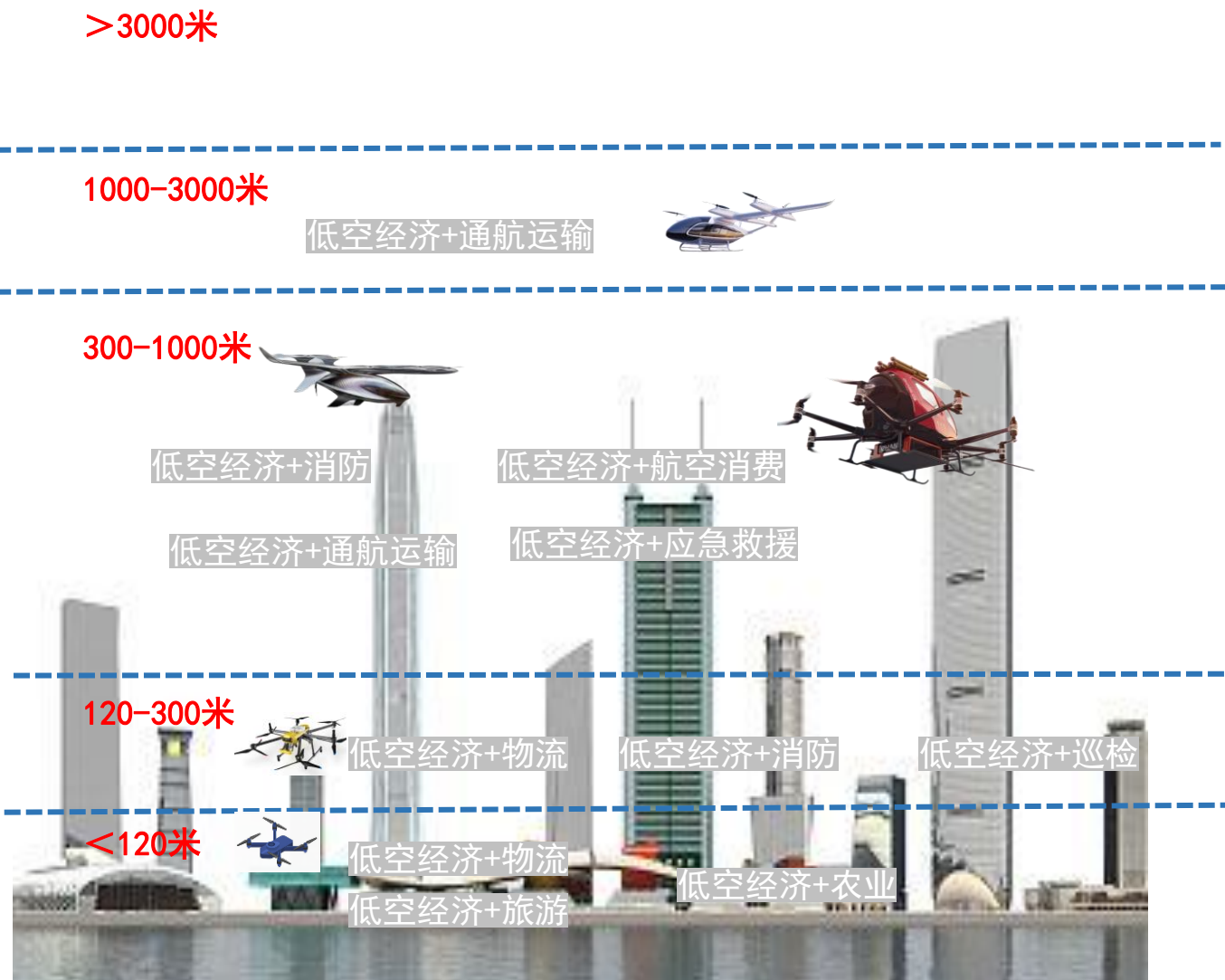
表2: eVTOL、直升机对比

特性	eVTOL	直升机
适航高度	100-300m	2000-4000m
安全性	搭载多个螺旋桨的分布式推进系统，安全性高	单个螺旋桨，故障风险高
功能性	全自动飞行，避免人为失误	飞行员驾驶，有人为失误导致的事故风险
经济性	价格合理、无驾驶员成本、低维修成本	价格高昂、高驾驶员成本、高维修成本
环保性	低噪音、零排放、绿色能源	高噪音、高排放、污染环境
便利性	体积小，方便起降	体积大，停机坪面积大

资料来源：《探索飞行汽车通勤新模式的城市空中交通发展分析》，国信证券经济研究所整理

低空经济应用场景

图2：低空经济+各类应用场景

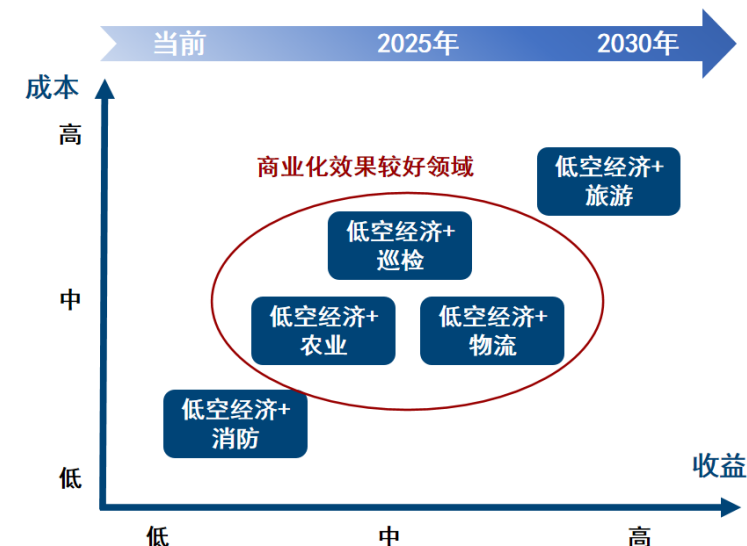


资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

- eVTOL的三种维度应用场景：
 - 2B商业运营：载人客运、载物货运、低空旅游
 - 2G政府服务类：城市管理、警务安防、应急救援
 - 2C私人飞行类：个人或家庭出行
- 未来几年，商业化效果较好的领域是低空经济+巡检、低空经济+农业以及低空经济+物流。

图3：低空经济收益成本周期模型



资料来源：前瞻研究院，国信证券经济研究所整理

eVTOL载人端比较优势

- 载人方面，eVTOL的典型商业模式包括短途定期载客飞行、企业和私人包机、空中游览飞行、医疗转运等。
- 受益于更短用时以及高端的搭乘体验，eVTOL将在50-400公里左右的中短途出行方式上对汽车、地铁等交通方式形成替代效应。
- 民航客机主要覆盖了800公里以上的长距离出行需求；高铁主要覆盖了400-1000公里左右的中长距离出行需求；汽车主要覆盖了5-200公里左右的短途出行需求；
- 50公里内，汽车因不需要前置准备时间而最便捷。50-400公里，民航飞机、火车等因较长前置时间，综合出行时间高于eVTOL。400公里以上，民航客机、火车具有长航程速度优势。

图4：现有交通工具与eVTOL出行耗时对比

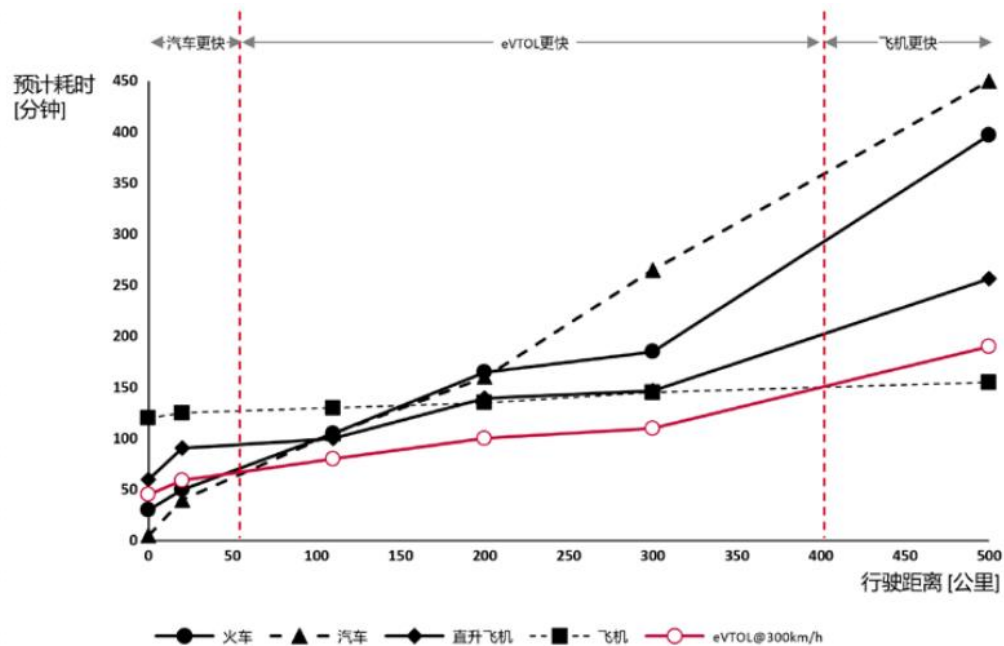
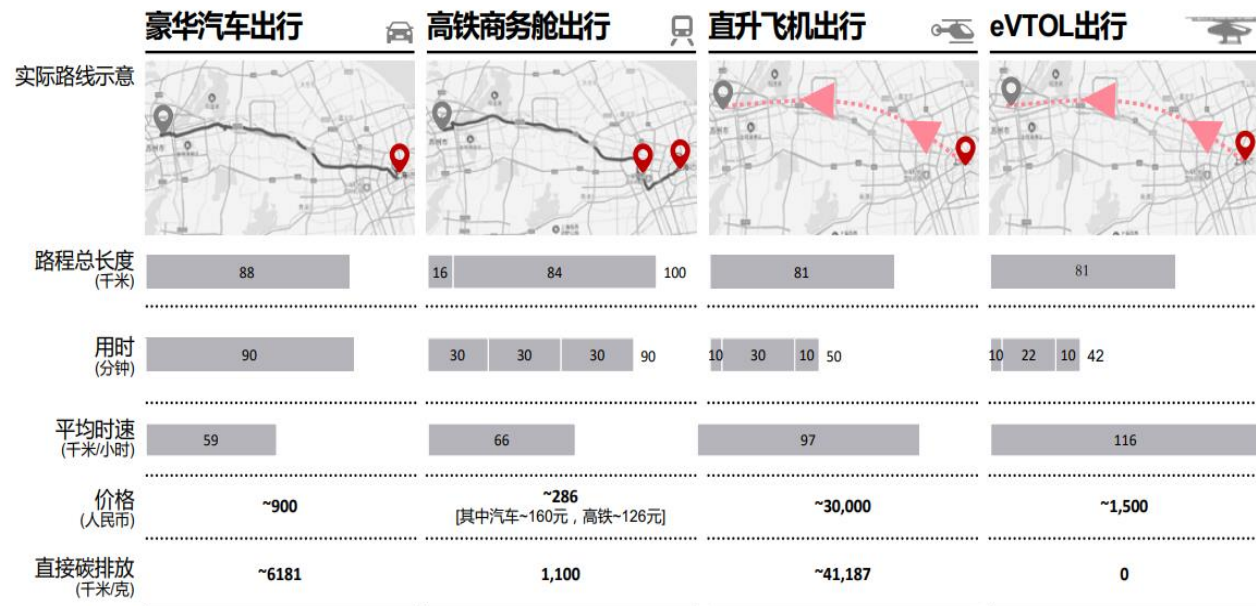


图5：以上海-苏州为例各类出行方式比较



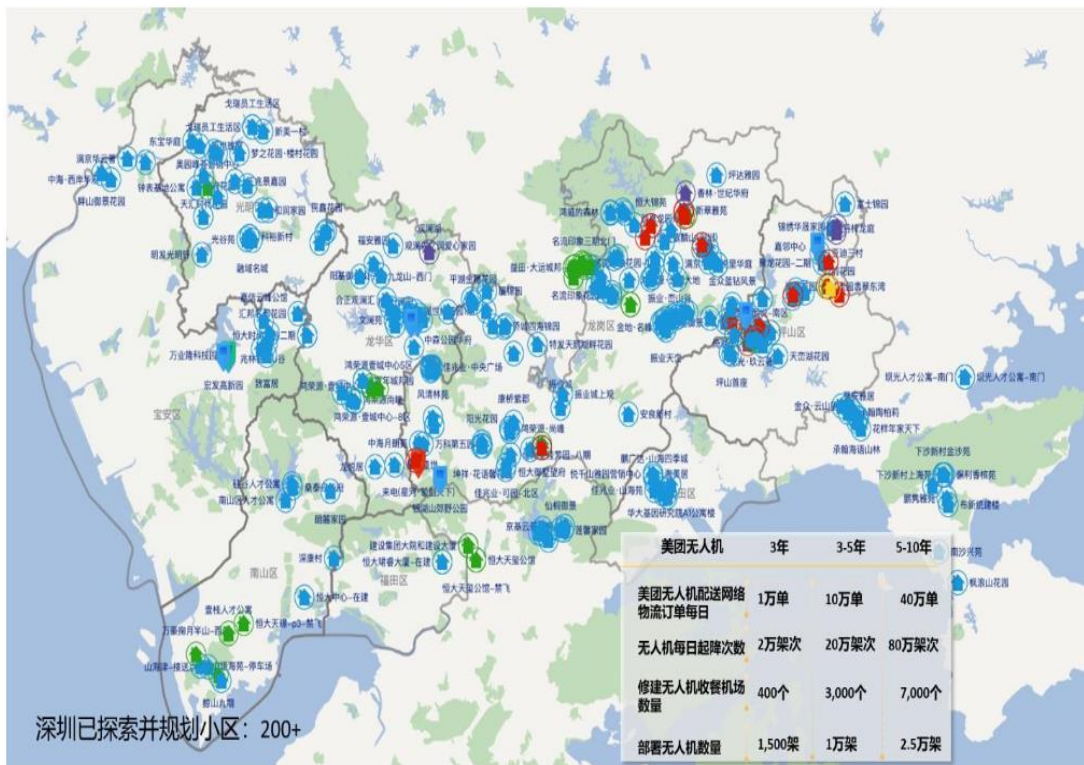
资料来源：保时捷管理咨询分析，国信证券经济研究所整理

资料来源：保时捷管理咨询分析，国信证券经济研究所整理

eVTOL载物端比较优势

- 在载物方面，eVTOL可以大大提高城市和城际间的低空物流运输效率，尤其是可以利用其“点对点”运输优势，搭建医疗等特殊用品的“空中绿色通道”，并缓解外卖、物流等城区内地面交通的拥堵。
- 美团无人机致力于城市低空无人配送网络的建设，为消费者提供安全、品质的无人机配送服务。根据i深圳数据显示，截至2023年11月，美团无人机已在深圳落地近20条航线，配送服务覆盖龙华区、龙岗区、南山区、盐田区等，累计配送订单约21万单。
- 2024年3月23日，丰翼正式推出无人机物流产品同城即时送、跨城急送，同城即时送是丰翼无人机推出的面向“同城范围2小时达”的需求，通过“即时响应+无人机运输+上门送达”的运输方式，提供同城高时效运输服务。现支持深圳宝安区、光明区、龙华区范围内互寄，推广期间一口价12元，服务范围还在不断拓展中；跨城急送是面向“跨城跨海服务范围4小时达”的需求，通过“即时响应+无人机运输+上门送达”的运输方式，提供高时效城市之间的配送服务。现已开通“深圳-珠海”、“海口-湛江”、“深圳-中山”、“深圳-东莞”跨城航线，推广期间一口价40元。

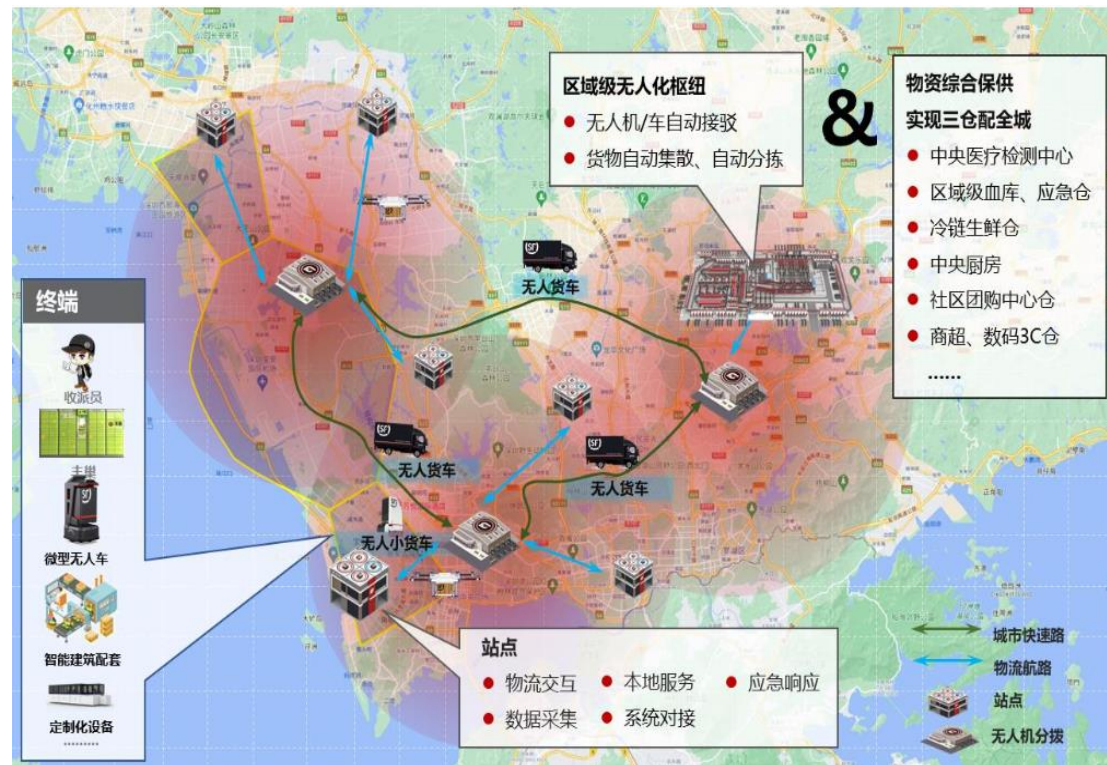
图6: 美团无人机未来在深圳区域规划



资料来源: 美团, IDEA研究院, 国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图7: 顺丰丰翼科技业务模式

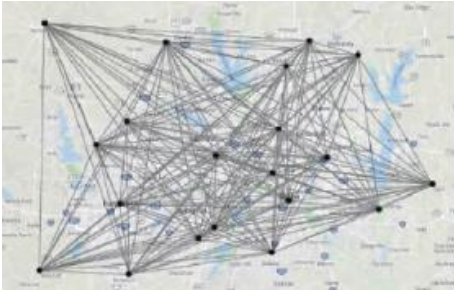
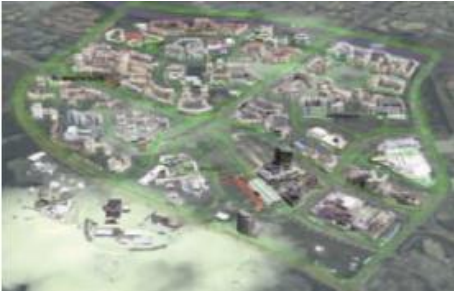
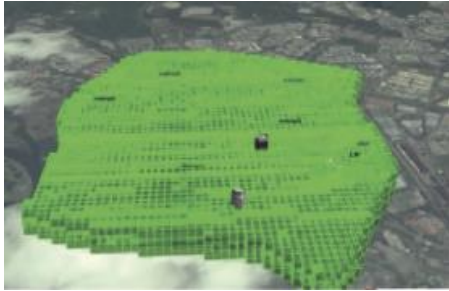


资料来源: 丰翼科技, IDEA研究院, 国信证券经济研究所整理

eVTOL在低空领域载人载物端有望从“点-线-面”逐步铺开

- eVTOL在载人载物方面，有望从“点-线-面”逐步铺开。1) 点：方式1，在空域条件允许且交通密度较小的情况下，可以选择机坪到机坪的直达航路划设方式，短直航路设置既节约能耗，也更具时间优势；2) 线：方式2，利用城市现有基础设施（如地面路网、屋顶上空）或已有的自然区域（河道、林地）进行空中航路设置规划，引入上述结构化的航路有助于将航空器数量增多，同时减少空中冲突概率、减少航空器事故坠落后造成对地面人员二次伤害的概率；3) 面：方式3，基于空域网格化的动态路径划设方式，该方式能够满足更大的空域容量和交通吞吐量需求，它要求对整个空域航路分配采用中央指挥控制平台。

表3：城市低空空域水平航路结构设置

设置方式	方式1	方式2	方式3
航路规划			
	交通枢纽为中心的放射式航路规划	结合现有城市基础设施的航路规划	基于可用空域网络（AirMatrix）的航路规划
适用场景	UAM试运行阶段城市中有高频次交通需要的两节点之间进行运输，如城市候机厅到机场、市区到卫星城的快速通勤	中等运行规模，高安全要求的应用场景，如已经进入试点运行阶段的空中出租车，微小型eVTOL的物流配送	已达到成熟运输阶段的UAM运行，按需生成路径起始节点与目的节点之间的路径并对所需空间栅格进行结构化占用，适合个人eVTOL推广普及阶段
优势	路径固定，容易设计运行规则，从路径结构上容易实现系统整体安全性	可配合中心式运输管理系统提高载运具运行速度和效率，减小冲突次数，减少飞过人员活动区域上空的概率	对空域使用更为灵活，提高了空域利用率，可以实现门到门式的空中路径规划
弊端	不能完全满足点到点运输需要，航线需占用多个高度层，对空域利用不够	空域容量有所提高，但仍处于相对较低水平，因为空中飞行的安全间隔远比地面道路上车辆间隔更大，基于该航路飞行的路径通常都不是最短路径	冲突概率随空域密度增大成指数式增长，对空中交通避撞技术提出了巨大挑战

资料来源：《面向eVTOL航空器的城市空中运输交通管理综述》，国信证券经济研究所整理

eVTOL海外监管态度：商业化势在必行，美国军事化走在前列



- 近年来，美欧日韩等国家和地区在原有的通航产业基础上，密集出台城市空中交通领域的政策文件，旨在引导该领域向体系化、市场化方向发展。
- 其中，欧洲正加快推广城市空中出租车理念，美国正推动eVTOL面向军事化应用，日韩也制定了eVTOL商业化运营的明确时间线。

表4：全球主要经济体eVTOL相关政策

区域	机构	时间	相关政策	政策方向
欧洲	欧洲航空安全局(EASA)	2019年	发布针对小型VTOL特殊适航认证条款 (Special Condition for small-category VTOL aircraft)	首次针对小型 (EASA定义里的small-category, 9座级 (含) 以下, 且最大起飞重量不超过3175千克) VTOL航空器的适航审定制订了相关专用条件(SC), 并试图通过颁布一部适用于不同类型VTOL航空器的审定规范来解释所有初始适航问题。
		2020年	发布eVTOL适航认证的拟议符合性评审方法 (Proposed means of compliance with the special condition VTOL)	
	欧洲航空安全局(EASA)	2022年	城市空中出租车 (air taxi) 运行规则提案	全球发布的首个此类规则的综合提案。该提案目标是在欧盟层面为这种新的客货运空中交通方式建立一套统一的法规和规则, 以促进城市空中交通 (UAM) 新生态系统的发展。
	欧洲航空安全局(EASA)	2023年	城市空中出租车运行草案修订意见稿	包含对多项现有法规的拟议修订, 包括适航性、环境认证以及飞机设计和生产工艺认证的新规则。它还包括针对航空运营商和机组人员的要求和程序, 以及针对无人驾驶航空系统 (UAS) 运营商的导航和空中交通管制服务, 以及网络安全风险的管理。
美国	美国空军	2020.02	“敏捷至上” (Agility Prime) 项目	探索eVTOL技术在特种作战、救援搜索、短距运输等军事任务应用的可能性, 推动商用技术向军事领域转化。
	交通部	2022.10	《Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act》	美国交通部成立一个跨部门团队, 在2024年之前制定飞行器汽车国家战略。
	白宫科技政策办公室	2023.03	美国《国家航空科技优先事项》	确定对美国未来航空科技领导地位具有至关重要影响的关键优先领域, 其中就包括eVTOL。
	美国联邦航空局(FAA)	2023.05	《城市空中交通运营概念2.0》《Urban Air Mobility Concept of Operations 2.0》	对城市空中交通的运行概念展开描述, 设计了城市空中交通管理体系架构, 并指出随着运营数量的增加, 预计空中出租车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。
	美国联邦航空局(FAA)	2023.06	正在为飞行出租车、电动垂直起降飞机 (eVTOL) 提出全面的飞行员培训和认证规则	FAA计划空中出租车的运营将利用现有的航线和基础设施, 预计首个eVTOL将于2024年底或2025年初开始商业运营。
	美国联邦航空局(FAA)	2023.07	《Advanced Air Mobility Implementation Plan》	提出在2028年实现飞行汽车规模化运营, 提出了飞行汽车驾驶员培训要求和操作规则, 计划为飞行员获取执照提供明确路径。2025年至2028年, 飞行汽车运营主要使用现有机场和直升机场, 政府不太可能提供专门为飞行汽车设计的垂直起落场。现有机场和直升机场需要建设充电站, 以适应飞行汽车运行。
日本	日本内阁	2020.07	《增长战略跟进计划》	将无人机和飞行汽车纳入国家战略规划, 预计到2022年在特定空域实现无人机物流运输服务, 倒2023年, 开始试行eVTOL业务。
韩国	韩国交通部	2020	《城市空中交通 (UAM) 规划方案》	明确了UAM发展路径与关键时间节点, 包括2022-2024年开展UAM示范飞行, 2025年设立“城市空中通道专用空域”开始商业化运营, 2030年实现全面商业化; 2030年扩展到10条航路, 2035扩展到100条航路; 2040年, 预计UAM产业总额达到731亿美元;

资料来源：EASA,FAA, 君合法律评论, 航空之家, 国信证券经济研究所整理

中国eVTOL政策：政策是推动低空经济发展的主要驱动力

低空空域管制的开放、产业政策激励、基础设施完善、相关立法的出台与实施、证照审批加速等一揽子政策是推动低空经济加速全面发展的最大动力。

图8：低空经济发展五大驱动力

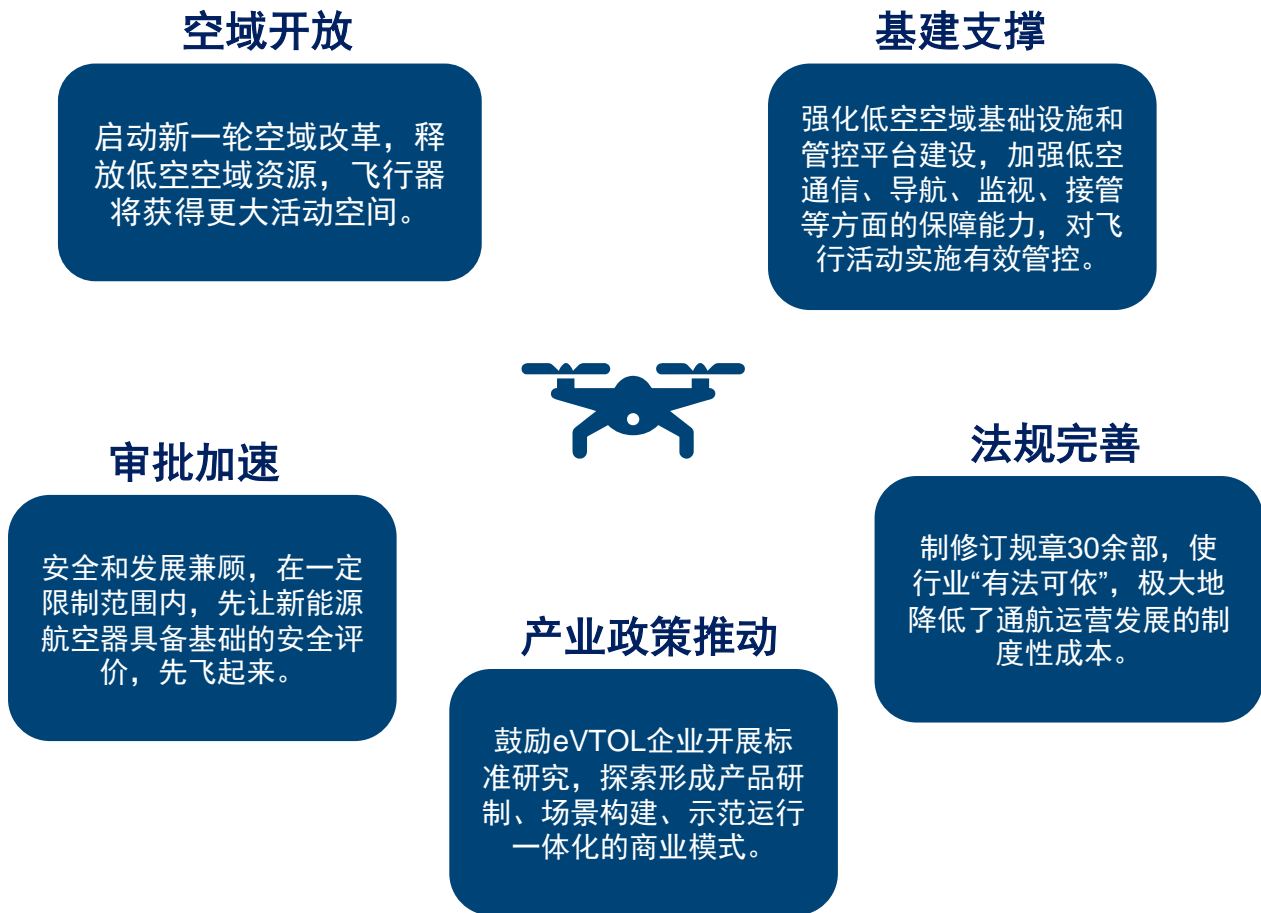


表5：标志性政策进展

促进因素	主要进展
空域开放	2023年11月，民航局发布了《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》，在真高300米以下划设了G类非管制空域。新的划分方法有利于低空飞行器在非管制空域灵活飞行。
基建支撑	截至2023年底，全国共建成飞行服务站32个，已有28个已经通过地区管理局的符合性检查，已有27个实现了与区域信息处理系统的互联互通。
法规完善	2023年5月，国务院、中央军委颁布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，并将于2024年1月1日起正式实施，标志着我国无人机产业将进入“有法可依”的规范化发展新阶段。
产业政策推动	2024年2月，深圳市政府正式实施《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，是全国首部低空经济产业促进专项法规。
审批加速	2024年4月，亿航智能获得全球首张eVTOL生产许可证，成为全球首家三证齐全的低空飞行器的生产商。

资料来源：民航局，中国政府网，亿航智能，国信证券经济研究所整理

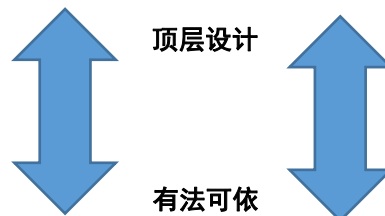
中国eVTOL政策：国家战略与立法保障

- 低空经济上升为国家战略：2023年12月中央经济工作会议定位为“战略性新兴产业”；2024年3月《政府工作报告》描述为“新增长引擎”。

表6：我国低空经济政策和法规梳理

时间	主管（政策出台）部门	政策	主要内容或意义
国家战略			
2021. 02	中共中央、国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	明确提出发展低空经济，低空经济概念首次写入国家规划
2023. 12	中央经济工作会议		打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业
2024. 03	《2024年政府工作报告》		积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎

2021年以来，低空经济不仅首次被写入国家级规划文件，更成为中央明确提出的战略性新兴产业和新质生产力的重要组成部分，低空产业有望成为未来中国新的经济增长点。



政策法规			
2023. 05	中央军委、国务院	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	<ul style="list-style-type: none">• 我国首部无人驾驶航空器的专门行政法规• 根据重量、飞行速度等性能指标，将无人机分为微型、轻型、小型、中型、大型五个类别。• 除管制空域以外的真高120米以下空域划为“适飞空域”，开放给运行安全风险相对较小的微、轻、小型、农业无人机用户使用，降低合法飞行的门槛。
2023. 12	交通运输部	《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》	对民用无人驾驶航空器的适航、操作员、运行等全链条进行管理
2024. 01	深圳市人大	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	<ul style="list-style-type: none">• 我国首部专项针对低空经济产业的地方性法规；• 与《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》及其配套规定相互衔接和协调，在低空飞行监管机制、飞行基础设施建设、飞行安全管理、低空经济产业应用和支持等方面进行了更为详细的规定。

完善法律保障是降低产业发展成本的基础，有法可依是低空经济主导产业规范化发展的必要前提。

资料来源：国务院，中国民航网，交通运输部，深圳市政府，国信证券经济研究所整理

中国eVTOL政策：从基础设施建设、技术进步、产业落地等方面鼓励通航产业发展

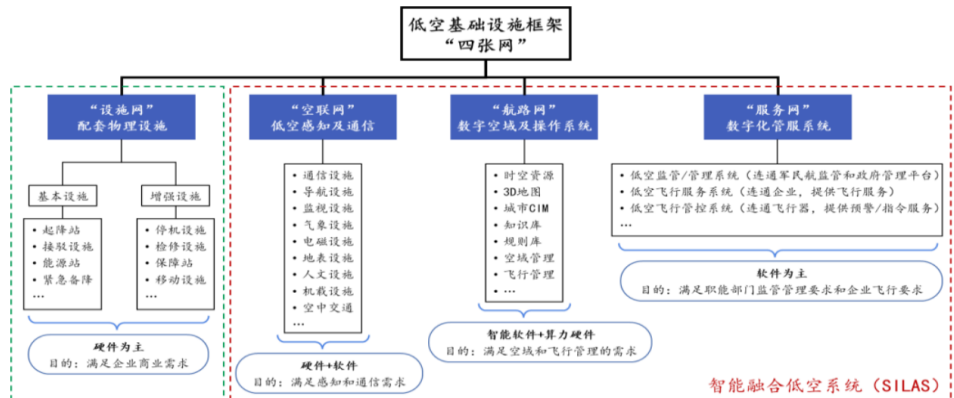
- 产业政策鼓励eVTOL应用场景释放和技术发展，并依托城市场景为重点开展城市空中交通试点示范。

表7：我国通航产业政策梳理

时间	主管（政策出台）部门	政策	主要内容
2016	国务院	《关于促进通用航空业发展的指导意见》	到2020年，建成500个以上通用机场，基本实现地级以上城市拥有通用机场或兼顾通用航空服务的运输机场，通用航空业经济规模超过1万亿元。
2018	中国民航局	《低空飞行服务保障体系建设总体方案》	明确了飞行服务体系由全国低空飞行服务国家信息管理系统、区域低空飞行服务区域信息处理系统和飞行服务站三部分构成。
2021	中国民航局、国家发改委、交通运输部	《“十四五”民用航空发展规划》	构建运输航空和通用航空一体两翼、覆盖广泛、多元高效的航空服务体系。到“十四五”末，通航服务体系更加健全，货运网络更加完善，通用航空服务丰富多元，无人机业务创新发展。
2022	中国民航局	《“十四五”通用航空发展专项规划》	设定了安全、规模、服务三个方面的16个具体指标，如通用航空器期末在册数达到3500架，开展通用航空应急救援服务的省份不少于25个等。
2023	工信部等四部委	《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》	加快发展高能量密度、高放电效率、高安全性的航空动力电池技术；其中对航空级电池产品参数提出目标要求：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。
2023	深圳市交通运输局、市工业和信息化局等7部门	《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》	鼓励各区以补投结合为原则，推进低空基础设施建设。支持有条件的区建设通用航空运行保障基地，建设无人驾驶航空器公共测试场和eVTOL及大中型无人驾驶航空器枢纽起降场。对社会投资的公共无人机测试场、起降场、通信、导航、监视等公共基础设施建成并实际运营的给予一次性资助。
2024	深圳市人大常委会	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	统筹推进低空飞行基础设施建设：1) 低空飞行起降、中转、货物装卸、乘客候乘、航空器充（换）电、电池存储、飞行测试等物理基础设施；2) 低空飞行通信、导航、监视、气象监测等信息基础设施；3) 低空飞行数字化管理服务系统；4) 其他低空飞行基础设施。

资料来源：国务院，中国民航局，工信部，中国民航网，深圳市政府，国信证券经济研究所整理

图9：低空智能融合基础设施的“四张网”



资料来源：《低空经济发展白皮书（2.0）》，IDEA研究院，国信证券经济研究所整理

图10：低空活动展示平台



资料来源：《低空经济发展白皮书（2.0）》，IDEA研究院，国信证券经济研究所整理

中国eVTOL政策：空域改革是产业发展先决条件



- 我国低空空域经历多轮改革至今，日常低空空域管理和实施层面的事权逐渐向地方政府倾斜，基本解决了低空空域管理的责权统一的问题。

表8：我国低空空域改革梳理

	时间	主管（政策出台）部门	政策	主要内容或意义
第一阶段	2000-2010年	国务院、国家空管委	低空空域管理改革筹划论证阶段	明确低空空域管理改革总体设想和主要任务，组织空军小范围改革试点，召开全国低空空域管理改革研讨会，统一思想认识。
	2010-2014	国务院、中央军委		突出空域分类化管理，拉开了低空空域管理改革的序幕。
第二阶段	2010.08	国务院、中央军委	《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	将低空空域划分为管制空域、监视空域、报告空域三类，管制级别各不相同。
	2014.07	中国民航局	《低空空域使用管理规定（试行）》	将低空空域定义为真高1000米（含）以下，并按照低空空域开放、动态管理、灵活使用思想，强化（超）低空空域资源的开发利用，其中涉及监视、报告空域的飞行计划，企业需向空军和民航局报备。
	阶段性成果：	<ul style="list-style-type: none"> • 试点在全国14个省自治区直辖市相关地区同时进行，占全国空域的33%，共划设管制、监视、报告3类空域254个、低空目视航线12条； • 在管制空域，通航飞行审批时间缩短为飞行前4小时，在监视空域和报告空域，飞行报备时间最短只需提前半小时，极大方便了通航飞行，改革试点成效明显。 		
第三阶段	2015-2018年	国家空管委、中央军委	多轮次低空空域管理改革试点	突出空域精细化管理，重点优化空域审批制度、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。 <ul style="list-style-type: none"> • 2015年国家空管委批准济南和重庆地区开展低空空域管理和通用航空发展综合配套改革试点； • 2016年国家空管委批准在珠三角和海南地区开展空域精细化管理改革试点； • 2017年民航局批准在西北地区组织通用航空低空空域监视与服务试点； • 2018年国家空管委批准由四川省政府牵头、军民航和当地公安部门共同参与的低空空域协同管理改革试点。
	尚未解决的问题：从试点情况来看，管制、监视和报告三类空域中，报告空域所占比例很小，且未连接成片，绝大多数飞行活动还需要按管制空域的要求报批，且审批周期较长。（时任中国民航局局长冯正霖）			
第四阶段	2018-2023年	国家空管委	多地低空空域协同化管理改革试点	开展低空空域协同管理改革，着力探索军地民协同配合
	阶段性成果：	<ul style="list-style-type: none"> • 四川省在全国率先成立了由省政府牵头、军民航空管系统和地方公安部门共同参加的“四川省低空空域协同管理委员会”。将原低空空域由军民航分块管理转变为军地民三方协同管理，由军地民三方共同组成的低空空域协同管理运行中心，将任务、空域、飞行计划3个申请环节简化为飞行计划报备1个环节，盘活了低空空域资源，简化了审批流程。 • 湖南、江西、安徽三省的low空空域管理改革试点拓展，参照四川模式，均成立了由省政府牵头组成的军地民三方低空空域协同管理机构和管理运行中心，实现了飞行计划“一站式”审批服务。 		
第五阶段	2023年至今	国家空管委、中国民航局	启动新一轮空域改革	充分释放并利用国家空域资源，规范空域划设和管理使用，责权利统一，鼓励通航产业高质量发展。
	2023.11	国家空管委、中国民航局	《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》	参考国际经验，划设七类空域，低空空域管制明显松动，大幅简化低空飞行活动审批，飞行器将获得更大活动空间。
	2023.12	中国民航局	《国家空域基础分类方法》	<ul style="list-style-type: none"> • 将空域划分为A、B、C、D、E、G、W七大类，其中A、B、C、D、E为管制空域，G、W为非管制空域。 • 在真高300米以下划设了G类非管制空域，G类空域按照高度分层划设，空间更为连续。新的划分方法有利于低空飞行器在非管制空域灵活飞行。

资料来源：中国民航局，中国民航网，国信证券经济研究所整理

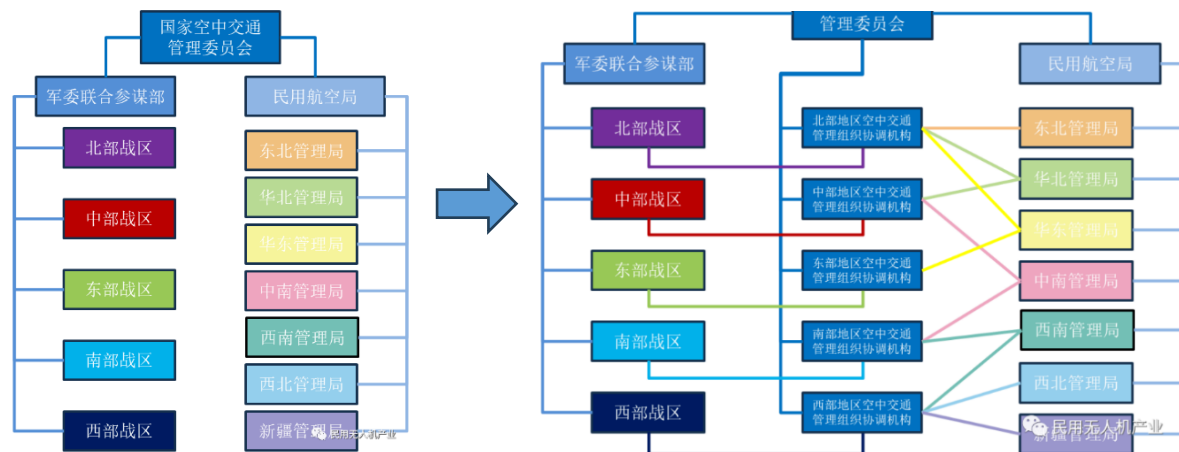
● 方向一：我国空域管理模式正逐步转变为由军民共同参与的统一协同管理体制

- 2016年，中共中央、国务院、中央军委《关于经济建设和国防建设融合发展的意见》提出，“优化空域结构，推进空域分类管理和低空空域管理改革”。应参照国际民航组织推荐的空域分类标准，结合我国军事航空、运输航空和通用航空使用需求，对全国空域进行统一分类划设，实现我国空域划分与国际接轨。
- 在此基础上，加强军民航在低空空域使用上的协调，进一步简化通航飞行审批环节，实现低空空域灵活转换使用机制，逐步建立军地民三方共同参与的低空空域管理协调机制，促进低空空域资源有效利用，最大限度实现低空空域资源共享。

● 方向二：深化由“管制”到“管理”的空管领导体制

- 1986年国务院、中央军委空中交通管制委员会成立，系国务院议事协调机构，由国务院副总理担任国家空中交通管制委员会主任，统一领导全国空中交通管制工作。
- 2021年3月，中央空中交通管理委员会成立，由时任中共中央政治局常委、国务院副总理韩正出任主任，机构规格调整为中央机构，机构名称由“管制委员会”调整为“管理委员会”。

图11：我国空域管理机构组织架构



资料来源：中国民航局，民用无人机产业网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

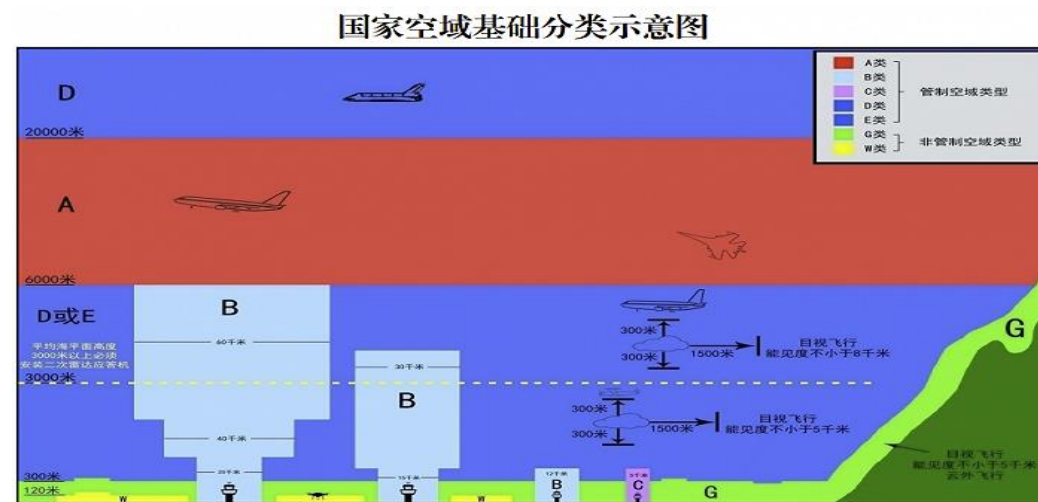
● 重点改革措施一：设立分区域的空中交通管理组织协调机构

- 2023年11月，《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》对现行空域管理体系进行了重大调整，设立了基于五个战区的地区空中交通管理组织协调机构，并且空中交通管理领导机构和组织协调机构均设置实体办事机构，负责日常事务工作。
- 同时将现有军民相对独立的管理运行机构，分级设立为空中交通管理联合运行机构，负责本责任区空域管理有关事项。《条例》增加对县级以上地方人民政府及有关单位授权作为空域管理机构组成，按照职责分工协助做好有关空域管理工作。

● 重点改革措施二：参考国际经验划设非管制空域

- 2023年12月，《国家空域基础分类方法》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。
- 其中，G类空域指B、C类空域以外真高300米以下的空域，以及平均海平面高度低于6000米、对民航公共运输飞行无影响的空域；W空域指G类空域内真高120米以下的空域。“真高”即以飞行器正下方地点为基准平面的高度。新的划分方法有利于低空飞行器在非管制空域灵活飞行。

图12：国家空域基础分类示意图

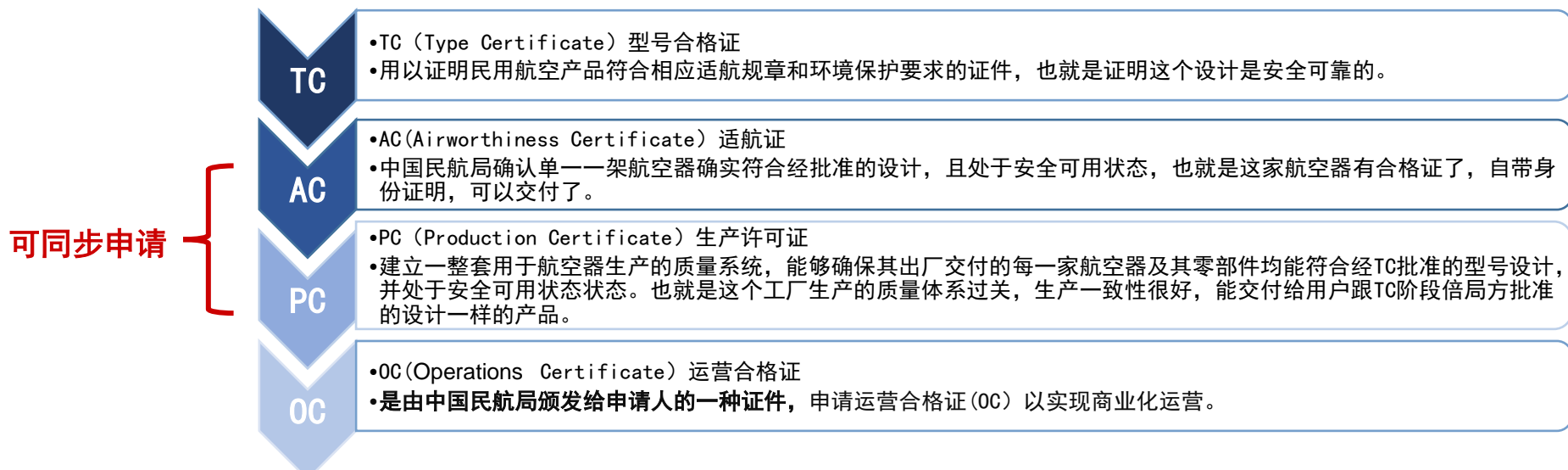


资料来源：中国民航局，央视网，国信证券经济研究所整理

中国eVTOL政策：审批加速eVTOL商业化落地

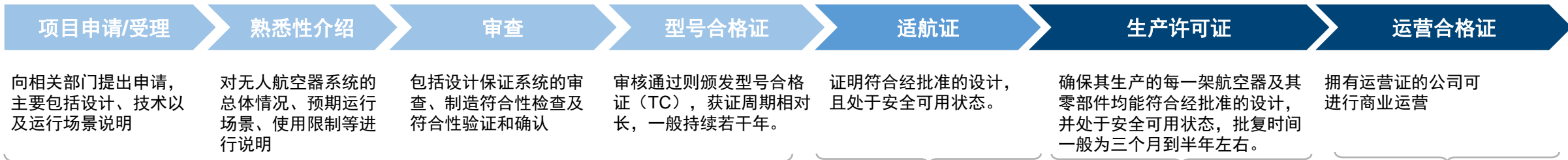
- 作为民用航空器，任何一架eVTOL从设计到商业落地需经历：
 - 申请并获得型号合格证（TC）——获得单机适航证（AC）——生产许可审定并获得生产许可证（PC）——申请运营合格证（OC）以实现商业化运营。
 - **型号合格证（TC）**，是中国民航局根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21）颁发的、用以证明民用航空产品符合相应适航规章和环境保护要求的证件。由中国民航局颁发给申请人（通常是飞机制造商）的一种证件。
 - **适航证（AC）**，是中国民航局颁发的一种证件，这个证件用于表明：中国民航局认为这架飞机（只是指这一架）符合经批准的设计，且处于安全可用状态。适航证类似于每一架飞机的出厂合格证。
 - **生产许可证（PC）**，是由中国民航局颁发给申请人的一种证件，用于表明：中国民航局认为申请人（OEM主机厂或者被委托方）已建立了一整套的用于航空器生产的质量系统，能够确保其生产的每一架航空器及其零部件均能符合经批准的设计，并处于安全可用状态。
- 国内现阶段每个eVTOL项目适航审定按“一事一议”处理，每个项目单独制定专用条件。
- TC取证是适航审定过程中最具挑战性的环节，涉及各类测试和考核，国内正常类小型航空器TC取证平均时间在6.5年左右。

图13：一架eVTOL从设计到商业落地需经历的审核过程



资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所整理

eVTOL适航证路线图与时间线



TC阶段

PC阶段

AC阶段

商业化运营

中国民航局

时的科技E20 0.5年
倾转旋翼有人飞行器
已提交 TC 申请

沃兰特VE25 X1 0.5年
复合翼型有人飞行器
已提交 TC 申请

御风Matrix1 2年
复合翼无人飞行器
正在适航审定中

沃飞长空AE200 1.5年
倾转旋翼有人飞行器
正在适航审定中

峰飞 V1500M 3年
复合翼无人飞行器
首飞成功，目标 2024年适航认证

亿航216-S 4年
多旋翼无人飞行器
获得中国民航局适航认证

EASA/CAA

VoloCity Volocopter 4年
多旋翼无人飞行器
获得EASA 设计保证体系认证

Lilium Jet 2年
涵道矢量型有人飞行器
正在适航审定中，目标2025 年下半年取证

Vertical VX4 2年
复合翼型有人飞行器
正在适航审定中，目标2026 年取证

FAA

Archer Midnight 2.5年
复合翼型有人飞行器
已获得特殊适航证书

joby s4
倾转旋翼有人飞行器
正在适航审定中，验证实施阶段

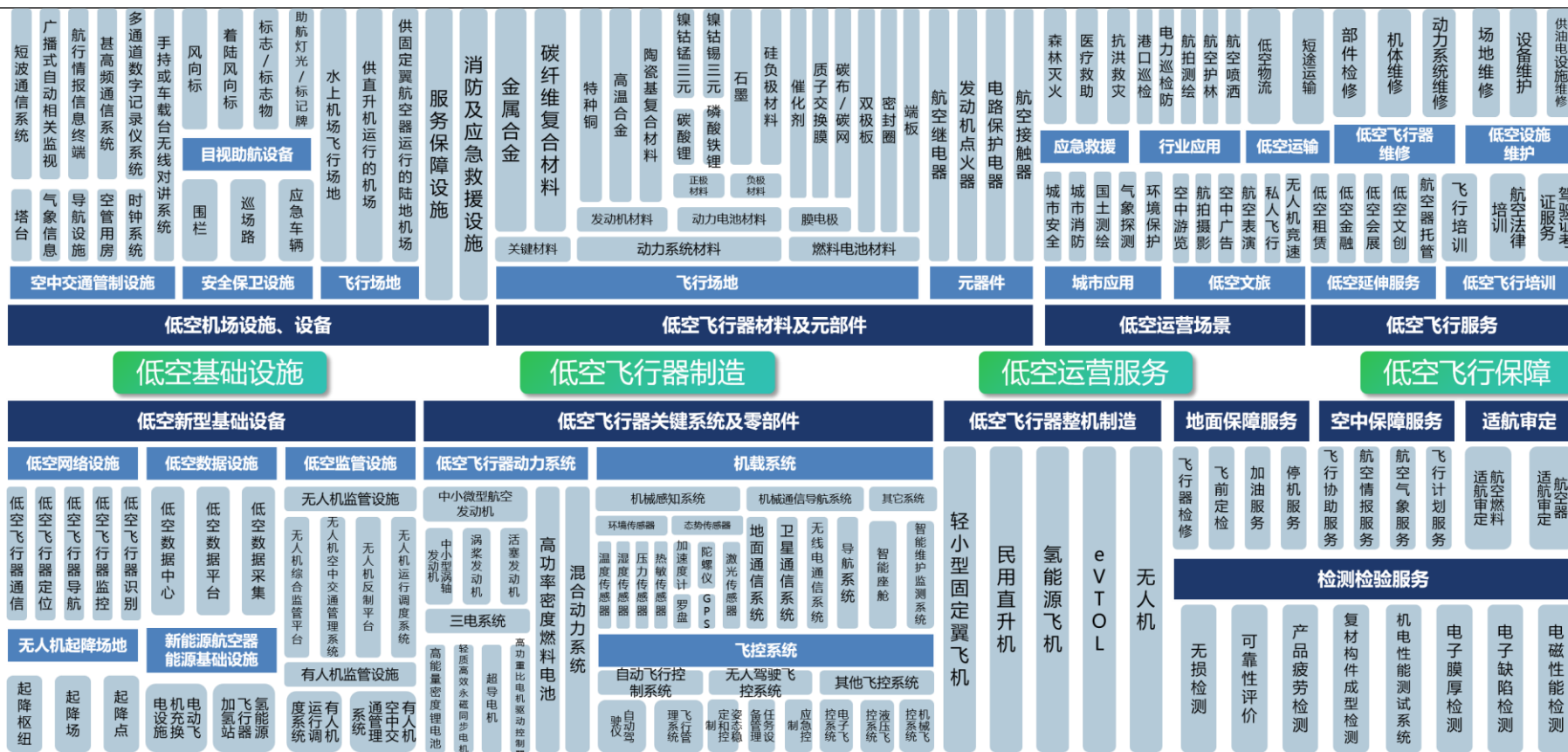
*时间为从申请开始到截止2024年4月期间时长

- [01] 低空经济和eVTOL的概念、必要性
- [02] 低空经济和eVTOL的市场空间
- [03] 低空经济和eVTOL的结构拆分、技术路线
- [04] eVTOL的产业链拆解
- [05] 风险提示

国内低空经济市场空间预测

- 国内低空经济市场规模超万亿：2024年4月1日，工信部赛迪顾问发布《中国低空经济发展研究报告（2024）》，报告指出，低空经济是以低空飞行活动为核心，以无人驾驶飞行、低空智能网联等技术组成的新质生产力与空域、市场等要素相互作用，带动低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务和低空飞行保障等领域发展的综合性经济形态。此处测算市场规模的低空经济主要包括低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务和低空飞行保障四个环节的合计值。

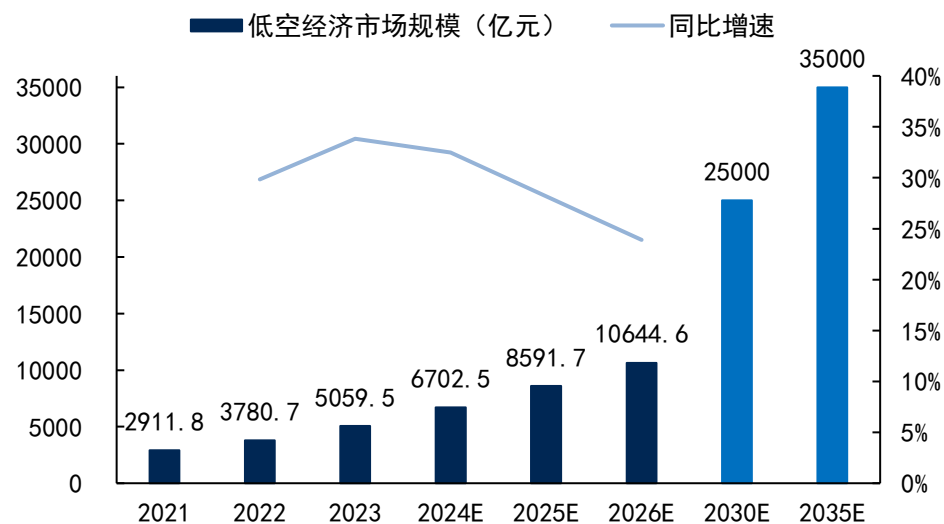
图14：低空经济的四大板块



资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

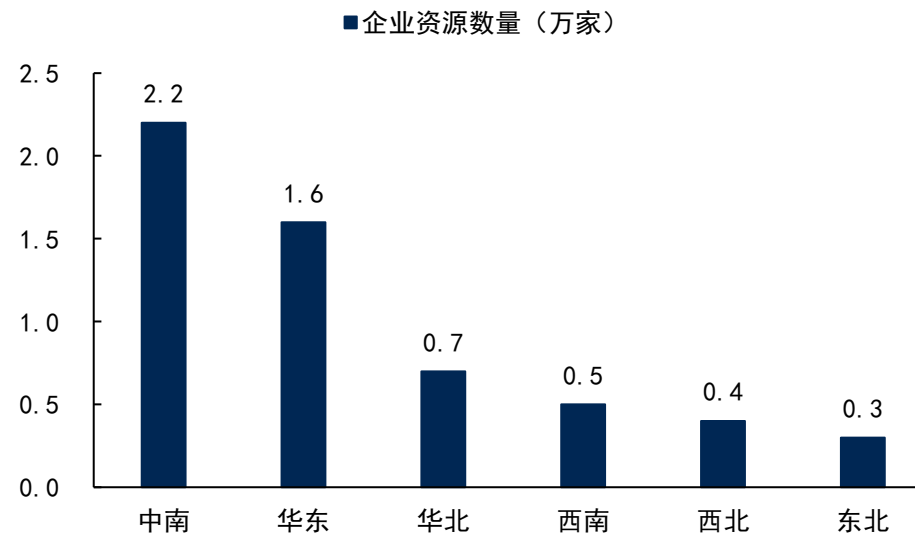
- **国内低空经济市场规模超万亿：**根据赛迪顾问数据，2023年，受到民用无人机产业高速发展、低空空域改革试点工作持续深化等影响，中国低空经济高速发展，相较2022年经济规模持续提升，2023年中国低空经济规模达到5059.5亿元，同比增速高达33.8%，2023年，低空经济规模贡献中低空飞行器制造和低空运营服务贡献最大，接近55%，间接、引质产生的围绕供应链、生产服务、消费、交通等经济活动贡献近40%，低空基础设施和飞行保障的发展潜力尚未充分体现。随着低空飞行活动的日益增多，预计到2026年低空经济规模有望突破万亿，达到10654.6亿元。根据中国民航局数据，到2030年，中国低空经济的市场规模预计将达2.5万亿元，2035年有望达3.5万亿元。
- **国内低空经济企业资源区域分布：**根据赛迪顾问统计数据，截至2024年2月，中国低空经济领域共有企业超5.7万家，超六成企业分布在中南和华东地区，主要集中在广东省、江苏省、湖南省、浙江省、山东省等地区，华北地区占比约12.6%，主要集中在北京市、河北省、天津市三地。

图15：中国低空经济市场规模及同比增速



资料来源：赛迪顾问，中国民航局，高工产业研究院（GGII），国信证券经济研究所整理

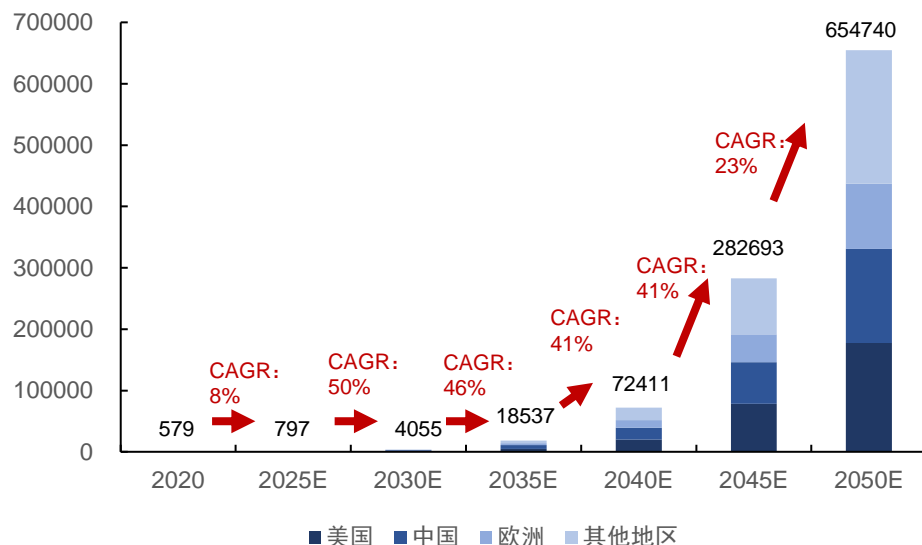
图16：截止至2024年2月各地区低空经济企业资源分布



资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

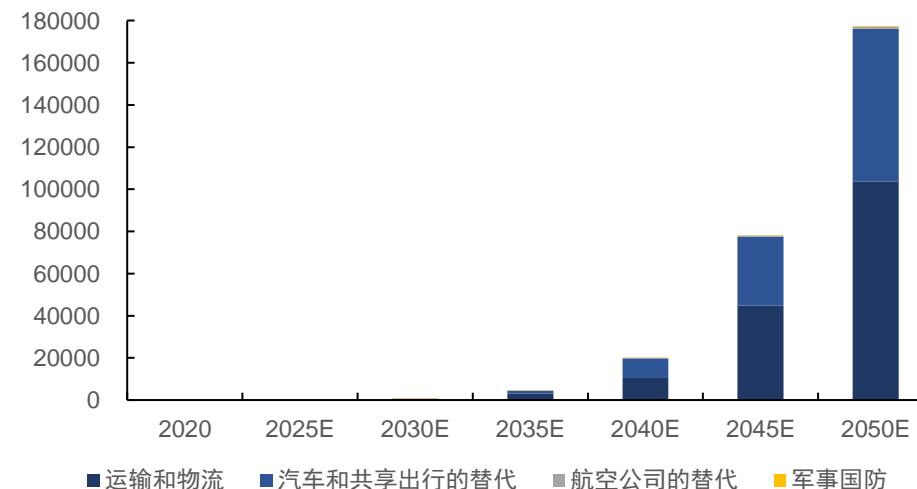
- **远期全球eVTOL市场规模超万亿：**参考Morgan Stanley预测数据，预计全球eVTOL市场规模将由2025年的797亿元提升至2030年的4055亿元，CAGR为50%，其中美国eVTOL市场规模预计将由2025年的145亿元提升至2030年的869亿元，CAGR为57%，中国eVTOL市场规模预计将由2025年的434亿元提升至2030年的1883亿元，CAGR为44%。2030年，预计全球eVTOL市场规模达1.85万亿元，其中美国、中国、欧洲、其他地区分别为4779/6445/2969/4345亿元。
- **汽车出行、运输物流为eVTOL最主要的应用领域：**参考Morgan Stanley预测数据，eVTOL应用场景包含1) 对汽车和共享出行市场替代；2) 运输物流，比如偏远地区的小型包裹快递运送；3) 对航空公司现有载客短程航线运输的替代；4) 军事用途市场的价值。以美国市场为例，到2050年，市场总规模预测为17万亿人民币，其中，对汽车共享出行、运输物流分别占比重为58%和41%，为eVTOL最主要的应用场景。

图17：全球分地区eVTOL市场规模预测（亿元人民币）



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，国信证券经济研究所整理

图18：美国分应用场景eVTOL市场规模预测（亿元人民币）



资料来源：Morgan Stanley 《eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》，国信证券经济研究所整理

国内eVTOL市场空间定量测算

- 中期维度，国内eVTOL稳态市场规模超2000亿，其中观光场景、通勤场景、整机销量的市场规模分别为683/208/1260亿元。
 - 1) 观光场景eVTOL市场规模：假设国内可应用eVTOL的旅游景区有6500架、每个景区配套5架eVTOL、每台eVTOL每天飞行8次、每台eVTOL有2个座位、每次乘坐收费300元，测算得到观光场景eVTOL中期维度贡献营收683亿元。
 - 2) 通勤场景eVTOL市场规模：以深圳-珠海路线为例，假设eVTOL单次出行时间20分钟、每年出行18250次、eVTOL每次乘坐收费300元，测算得到单条路线eVTOL中期维度贡献年收入547.5万元，假设全国开通3800条eVTOL通勤路线，则通勤场景eVTOL中期维度贡献营收208亿元。
 - 3) 整机销售市场规模：综合观光和通勤场景对eVTOL的需求量，按照每架eVTOL 250万元测算，得到eVTOL整机销售市场规模约1260亿元。

表12：中期国内eVTOL市场规模测算

	eVTOL每年营收贡献测算
中期运营-观光场景下的市场规模	683亿元
中期运营-通勤场景下的市场规模	208亿元
eVTOL整机销售市场规模	1260亿元
合计	2151亿元

资料来源：文旅部，亿航智能，21世纪经济报道，深圳前海，国信证券经济研究所整理

表9：中期运营-观光场景下eVTOL的市场规模

eVTOL每年营收贡献测算	
eVTOL一年需求量（架）	
全国A级景区	1.49万家
假设可应用eVTOL的旅游景区	6500家
每个景区配备的eVTOL数量	5架
所需eVTOL数量	39000架
单台eVTOL观光场景下年营收	
单台eVTOL每天飞行次数	8次
每台eVTOL座位数	2个
每次每座eVTOL收费	300元人民币
每台eVTOL一年可飞行次数	2920次
每台eVTOL每年营收	175万元
汇总	
eVTOL每年营收贡献	683亿元

资料来源：文旅部，亿航智能，国信证券经济研究所整理

表10：中期运营-通勤场景下eVTOL的市场规模

eVTOL每年营收贡献测算	
单条通勤路线eVTOL每年出行次数	
以深圳-珠海路线为例	
eVTOL单次出行时间	20分钟
日均出行次数	50次
每年出行次数	18250次
每次出行eVTOL收费	
eVTOL每次出行人均收费	300元
每条通勤路线eVTOL营收	
eVTOL每年营收贡献	547.5万元
假设中期维度通勤路线eVTOL开通条数	3800条
通勤场景下eVTOL的市场规模	208亿元

资料来源：21世纪经济报道，深圳前海，国信证券经济研究所整理

表11：国内中期eVTOL整机销售市场规模

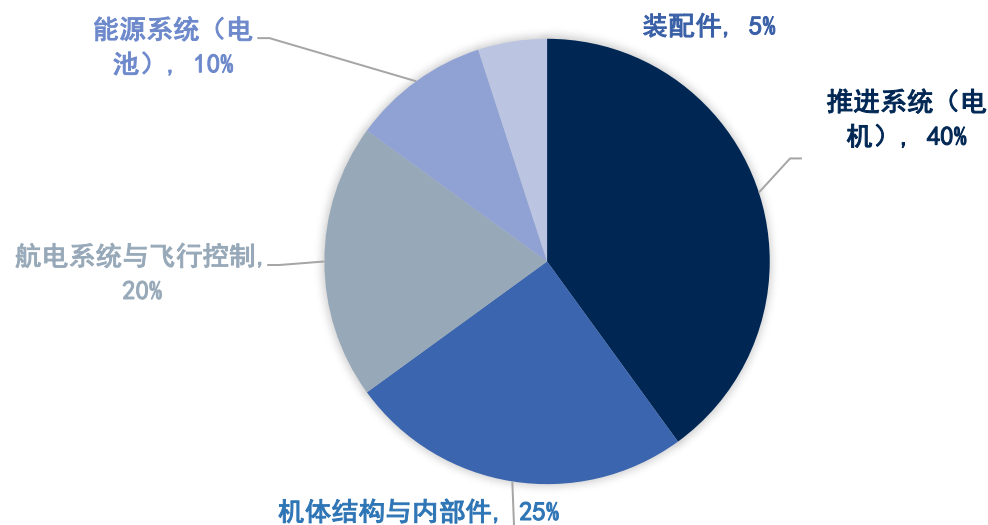
eVTOL整机销售市场规模测算	
观光场景的eVTOL需求量	39000架
假设每年通勤路线eVTOL开通条数	3800条
每条通勤路线配备的eVTOL架数	3架
通勤场景的eVTOL需求量	11400架
eVTOL总需求量	50400架
假设每架eVTOL售价	250万元
eVTOL整机销售市场规模	1260亿元

资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理

- [01] 低空经济和eVTOL的概念、必要性
- [02] 低空经济和eVTOL的市场空间
- [03] 低空经济和eVTOL的结构拆分、技术路线
- [04] eVTOL的产业链拆解
- [05] 投资建议
- [06] 风险提示

- **eVTOL结构拆分：**eVTOL主要由电机、机体结构件、航电系统与飞行控制、电池等组成。根据Lilium数据，eVTOL组成当中，推进系统（电机）、机体结构与内部件、航电与飞控价值量占比最大，分别为40%、25%、20%，此外，能源系统（电池）、装配件分别占比10%和5%。
- 电池是eVTOL单项成本最高的部件，以500次充电循环考虑，电池在飞行器总运营成本中占比超60%。电池成本降低1%，运营商的运营利润将增加3%；电池寿命延长1%，运营利润将增加2%。

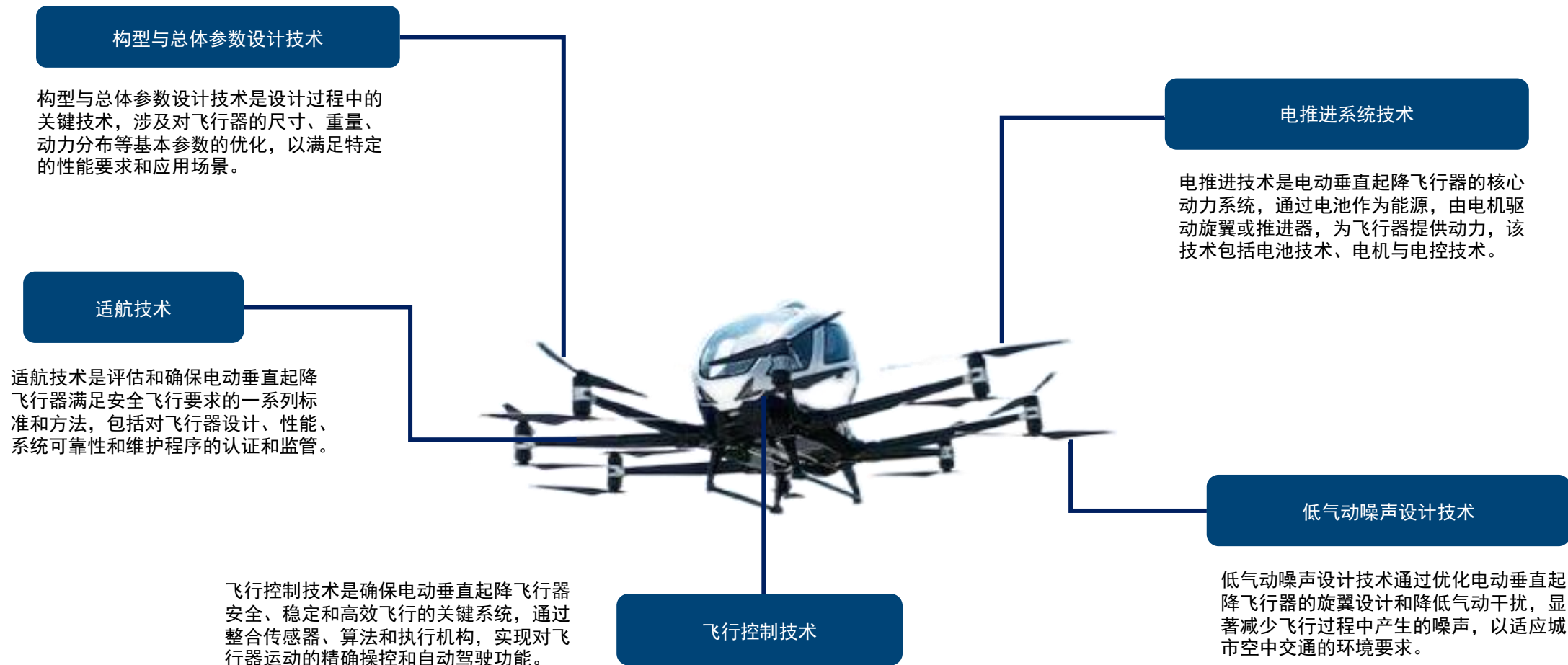
图19：eVTOL价值量占比情况



资料来源：Lilium，中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

- eVTOL主要核心技术体系包括构型与总体参数设计技术、低气动噪声设计技术、电推进技术（电池技术、电机与电控技术）、飞行控制技术和适航技术。

图20：eVTOL核心技术体系



资料来源：《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，CNKI，国信证券经济研究所整理

eVTOL构型与技术路线对比

● eVTOL的主要技术路线包括：多旋翼、复合翼、倾转旋翼、倾转涵道风扇+完全矢量控制和隐藏式推进系统+无翼设计。

表13: eVTOL的技术路线

技术路线	特点	优势	劣势	飞行速度	最大航程	代表机型	产品图例
多旋翼	分布式旋翼设计，多个旋翼同时工作，没有机翼或只有短机翼，巡航时依靠推进器提供全部或部分升力，起飞着陆操作通过旋翼提供升力完成。	结构简单，灵活性强，技术风险和研制难度较低，具有悬停状态的最佳效率	能效不高、航程有限、速度较慢、使用场景比较局限	80-150km/h	20-50km	亿航216-S、Volocopter 2X	
复合翼	设计直接简单，飞控系统简单，有机翼，有独立的螺旋桨分别提供升力和巡航推力	技术性能优良、研制速度较快，研制风险和成本较低，生产和维护简单，适航路径和符合性方法监管部门比较熟悉	垂直升力系统在平飞阶段是死重并且产生额外的阻力	150-200km/h	200-250km	峰飞V1500M盛世龙、Beta Alia-250, Wisk Cora	
倾转构型	有机翼，由任一矢量推进器既提供垂直升力也提供水平巡航推力，倾转构型包括但不限于倾转翼、倾转旋翼、倾转涵道	重量较轻、推力大，效率相对高，死重相对少，在速度和航程上均有优势	机械设计和飞控系统复杂，开发和试飞难度大，研制风险和成本较高，较长的研发周期和适航认证过程。	180-250km/h	200-250km	倾转旋翼：Joby 4S, Vertical VA-X4 倾转机翼：Dufour, Aerospace Aero3 倾转涵道：Lilium Jet	 
倾转涵道风扇+完全矢量控制	有机翼，无控制舵面，将涵道风扇与倾转机翼融为一体，通过调节电动涡扇的出力配合机翼整体倾转角度，形成不同的控制力矩，升力、推力、航向和姿态控制均由倾转涵道风扇提供。	较好的动力系统可靠性和噪声控制，消除了开放性螺旋桨在安全方面的隐患	存在研制风险，高速旋转部件耐久性差，不易维护、中低速时在重量、成本、效率等方面存在一定的差异	200-300km/h	175-300km	Lilium Jet、NASA-XV24A	
隐藏式推进系统+无翼设计	无翼设计，有一个隐藏的推进系统，配备数个涵道风扇，流线型车身	飞行速度和续航能力较好，外形科幻	制造成本高，推进器固定，无法实现推力平衡	220km/h	220-320km	Bellwether Volar	

资料来源：《eVTOL飞行器的发展态势与应用场景综述》，东方日报，国信证券经济研究所整理

- **技术原理：**多旋翼无人机通过电动机驱动旋翼快速旋转，通过产生的升力实现飞行。一般情况下，多旋翼无人机采用四枚或更多旋翼，每个旋翼都安装在无人机机身上，具有独立的电机和螺旋桨。通过调整各个旋翼的转速和角度，可以实现无人机的姿态控制和飞行稳定。
- **优势：**
 - **垂直起降能力：**多旋翼机型具备垂直起降能力，能够在狭小的空间内起降，不会受到跑到等环境限制。
 - **灵活性：**多旋翼构型具有较高的操纵性和机动性，可以在城市中灵活飞行。
 - **稳定性：**由于多旋翼具有多个旋翼，其自稳性相对较高，可以实现稳定的飞行。
 - **技术难度：**机械结构相对简单，飞行器安全冗余度较好，技术实现难度较低。
- **劣势：**
 - **能耗：**需要维持多个旋翼的运转，能耗相对较高，航程和续航能力较差。
 - **速度限制：**由于空气动力学特性的限制，多旋翼构型的速度相对较低，无法实现高速飞行。
 - **噪声控制与地面损伤控制：**因开放性的螺旋桨设计，飞行器在空中飞行时给地面带来的噪音较大，一旦出现事故，对地面人员造成的伤害较高。

图21：多旋翼eVTOL——亿航216-S



资料来源：亿航智能官网，国信证券经济研究所整理

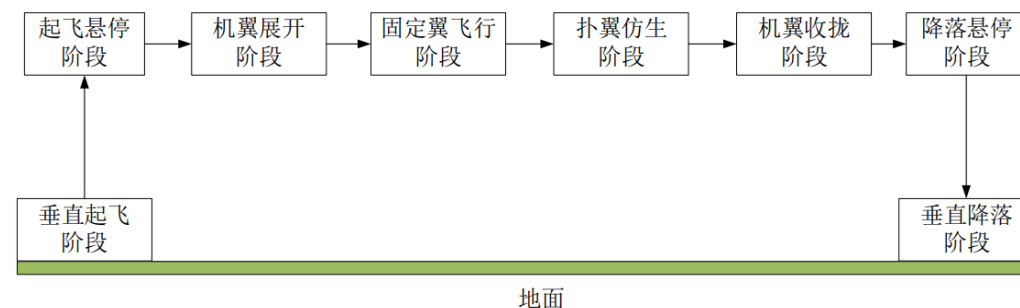
表14：多旋翼代表机型

厂商	Volocopter	亿航	Airbus
型号	Volocity	EH216-S	CityAirbus NextGen
载人数（驾驶员+乘客）	1+1	2	1+3
巡航速度（km/h）	90	130	120
航程（km）	65	35	80
有效载重（kg）	200	220	-
最大起飞重量（kg）	900	650	-
动力	电动	电动	电动
控制方式	有人驾驶	无人驾驶	有人驾驶
构型	多旋翼	多旋翼	多旋翼

资料来源：《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》，国信证券经济研究所整理

- **技术原理：**复合翼飞行器可以简单的理解为固定翼+多旋翼，形成合式气动布局。兼顾固定翼和多旋翼的优势。同时搭载了水平推力系统，可以提高航程能力和飞行速度。
- **优势：**
 - **长航程：**该构型具有高速和长航程的能力，可以实现更远距离的出行和高速巡航。
 - **技术难度：**飞行控制系统简单，产品研发技术门槛较低，研发速度更快，生产与维护成本和难度更低。
- **劣势：**
 - **有效载荷：**垂直升力系统和平飞巡航阶段是“死重”，且产生额外阻力，限制了整机有效载荷。
 - **飞行速度：**推进系统动力低（死重限制的前提下）导致巡航构型的爬升率和速度较低。

图21：复合翼飞行阶段



资料来源：《可变形复合翼无人飞行器的悬停控制》，国信证券经济研究所整理

图22：复合翼eVTOL——峰飞盛世龙



资料来源：峰飞航空，《可变形复合翼无人飞行器的悬停控制》，国信证券经济研究所整理

表15：复合翼代表机型

厂商	Beta	Elroy Air	Pipistrel	Eve	峰飞
型号	ALIA-250	Chaparral C1	Nuuva V300	Eve v3	Prosperity I
载人数（驾驶员+乘客）	1+4	货运	货运	1+4	1+4
巡航速度（km/h）	-	-	165	241	200
航程（km）	500	483	300	96	250
有效载重（kg）	-	227	300	-	350
最大起飞重量（kg）	3175	-	1700	-	2000
动力	电动	混动	混动	电动	电动
控制方式	有人驾驶	无人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	有人驾驶
构型	复合翼	复合翼	复合翼	复合翼	复合翼

资料来源：《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》，国信证券经济研究所整理

倾转旋翼技术路线

- **技术原理：**倾转旋翼飞行器（Tiltrotor）是一种典型的倾转构型飞行器，它通过旋转旋翼来实现垂直起降和悬停功能，同时通过倾转旋翼来获得固定翼飞机的高速飞行能力。倾转旋翼飞行器在固定翼飞机机翼两翼尖处各安装一套可在水平位置和垂直位置之间跟随发动机短舱转动的倾转旋翼（Proprotor）组件。该飞行器以直升机模式起飞并转入前飞，当速度达到一定后旋翼随发动机短舱开始向前倾转，进入倾转飞行模式，当发动机短舱转过90度后，旋翼作为螺旋桨，飞行器进入高速飞行的固定翼飞机模式。
- **优势：**
 - **气动效率：**倾转旋翼构型可以在垂直起降和水平飞行之间转换，具备较高的速度和航程。
 - **多功能性：**倾转旋翼构型既可在城市中垂直起降，又可在长距离飞行时以高速巡航，适应不同出行需求。
- **劣势：**
 - **技术复杂性和成本：**倾转机械设计和飞控系统复杂，开发风险和试飞难度大，研制风险和成本较高，需较长的开发周期和适航认证过程差。
 - **载荷限制：**倾转旋翼构型通常对载荷和乘员数量有一定限制，无法满足大规模运输需求。

图23：倾转旋翼机三种飞行模式

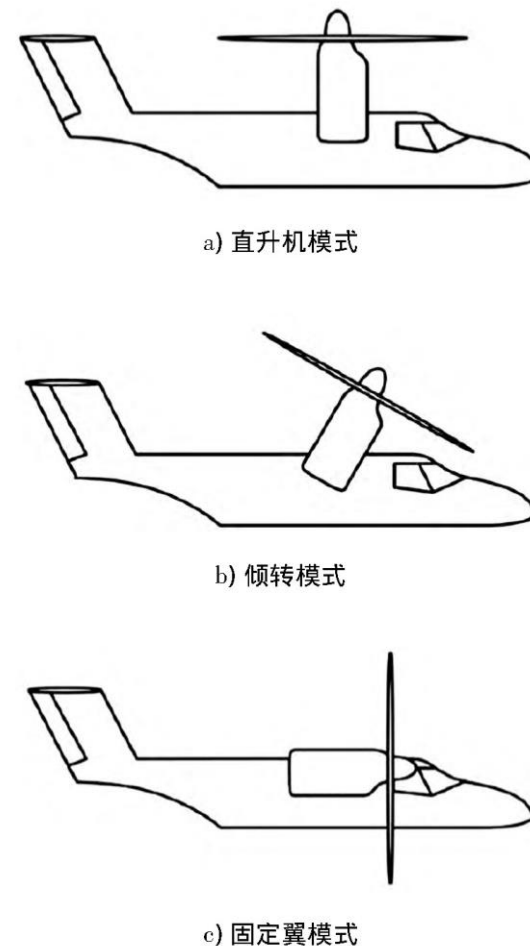


表16：倾转旋翼代表机型

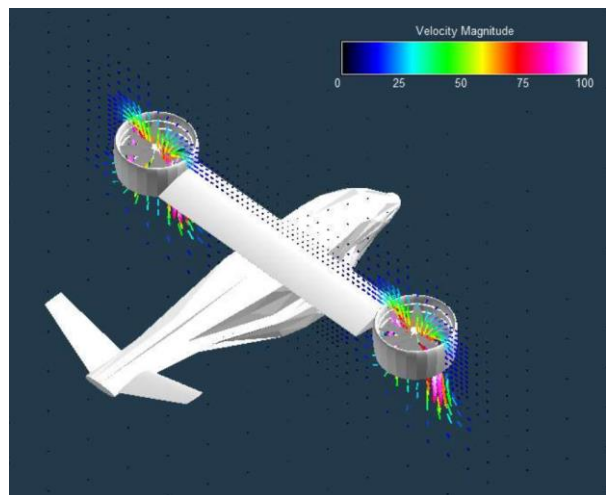
厂商	Joby	Archer	Wisk	Vertical	Lilium	Aerofugia	Supernal
型号	S4	Midnight	Generation 6	VX4	Jet (7 seats)	AE200	S-A1
载人数（驾驶员+乘客）	1+4	1+4	4	1+4	1+6	1+4	1+4
巡航速度（km/h）	322	241	222	241	250	250	290
航程（km）	241	80	144	161	250	200	97
有效载重（kg）	453	456	-	450	-	-	-
最大起飞重量（kg）	1815	3175	-	-	3175	-	-
动力	电动	电动	电动	电动	电动	电动	电动
控制方式	有人驾驶	有人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶
构型	推力矢量	推力矢量	推力矢量	推力矢量	推力矢量	推力矢量	推力矢量

资料来源：《eVTOL 航空器研制现状及发展趋势》，国信证券经济研究所整理

资料来源：《倾转旋翼机倾转模式控制和倾转策略分析》，国信证券经济研究所整理

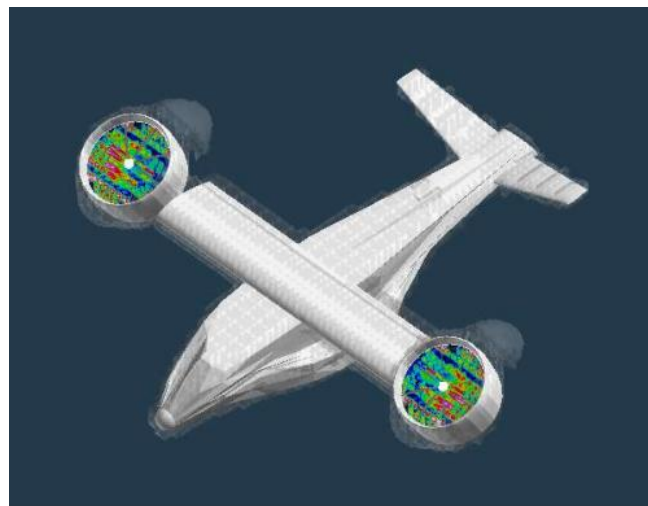
- **技术原理：**倾转涵道飞行器（Tilt ducted）相比于传统构型的倾转旋翼飞行器，在两侧旋翼外侧都各安装一个涵道，涵道可以看做是环形机翼，涵道的存在可以在抑制尾流收缩的同时增大滑流的出口面积，降低滑流的出口速度，减小产生拉力时的诱导功率。同时涵道可以有效的降低旋翼工作时产生的噪声，有涵道的保护可以增大飞行器的安全性，在给定相同大小的功率的情况下，由于涵道自身会产生附加升力，因此涵道旋翼系统产生的拉力相较于孤立旋翼系统较大，悬停性能较好。
- **优势：**
 - **高速和长航程：**具有高速和长航程的能力，可以实现更远距离的出行和高速。
 - **舒适性与安全性：**相较于其他构型，该构型具有噪音低、私密性高、地面损失控制好的优点。
 - **气动效率：**相较于螺旋桨驱动的构型，该构型气动效率更高，增程潜力更大。
 - **运行噪音低：**涵道构型使得噪音传播具有指向性，通过在涵道内壁布置声衬降低噪音。
- **劣势：**
 - **技术难度：**矢量推进的机械结构与飞行控制系统复杂度较高，产品开发与测试周期较长，投资较大。

图24：倾转涵道中保真 CFD 流场预测（悬停状态）



资料来源：NASA，国信证券经济研究所整理

图25：倾转涵道中保真 CFD 流场预测（过渡状态）



资料来源：NASA，国信证券经济研究所整理

图26：倾转涵道中保真 CFD 流场预测（巡航状态）

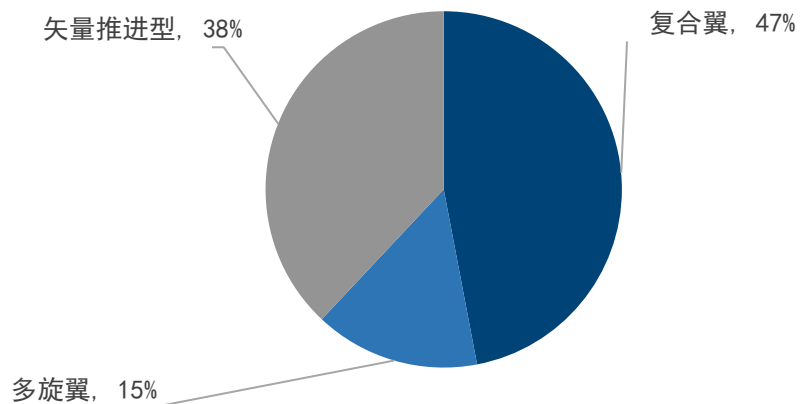


资料来源：NASA，国信证券经济研究所整理

技术路径现状及发展趋势——构型与总体参数设计技术

- 根据航空产业网，截止2023年7月，eVTOL中**复合翼占47%**，如亿航智能VT-30，零重力飞机工业ZG-VC2，峰飞航空盛世龙、大白鲨、信天翁等，沃兰特VE25，沃飞长空XB-12，御风未来 M1。**矢量推力占比 38%**，如时的科技E20，零重力ZG-T6、ZG-VC2，沃飞长空AE200，Acher的Midnight，Lilium Jet，VERTICAL AEROSPACE的VX4，Joby S4。**多旋翼占比 15%**，如亿航216，小鹏汇天的旅航者，吉利太力TF-1，VOLOCOPTER VoloDrone等。
- eVTOL创新企业大多采用多旋翼和倾转旋翼构型。因多旋翼构型是可迅速落地的方案，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。

图27：eVTOL整体布局方式



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

表17：不同eVTOL的构型差异

型号	构型	航程 (km)	巡航速度 (km/h)	载客量	最大起飞重量 (kg)
亿航EH216-S	多旋翼	30	-	2人	620
广汽 GOVE	多旋翼	-	200	1人	550
空客 CityAirbus NextGen	多旋翼	80	-	4人	-
Volocity	多旋翼	35	110	2人	-
山河智能 V. Mo Flying Tiger	复合翼	200	-	4人	-
御风未来 Matrix 1	复合翼	250	200	5人	2000
沃兰特 VE25 X1	复合翼	200	200	5人	2000
峰飞 盛世龙	复合翼	250+	200	5人	200
Beta Technologies ALIA-250	复合翼	500	-	5人	-
峰飞 V2000CG 凯瑞鸥	复合翼	250	200	-	2000
时的科技 E20	倾转旋翼	200	260	5人	2000
Joby S4	倾转旋翼	161	322	5人	2404
Archer Aviation Midnight	倾转旋翼	161	-	5人	-
Wisk Aero Generation 6	倾转旋翼	144	-	4人	-
Vertical Aerospace VX4	倾转旋翼	161	-	5人	600
Lilium Lilium Jet	矢量推力+涵道风扇	200	300	7人	640

资料来源：航空产业网，各公司官网，国信证券经济研究所整理

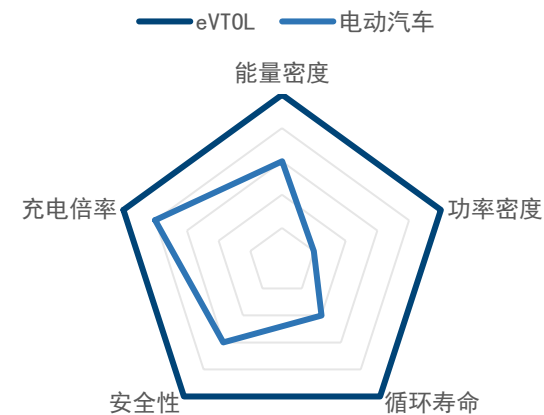
eVTOL与电动汽车：功能上互补、产业上延伸、关键性能要求更严苛

- 作为空中交通出行方式，eVTOL与传统汽车存在互补关系，可以有效提升出行效率。
- **航程**：当前各电动飞行汽车航程分布跨度大，而乘用车的里程分布则相对集中，且明显高于电动飞行汽车航程。
- **有效载重**：当飞行汽车满载且航程满时，其比能量消耗与地面车辆相当，特别是某些机型如倾转旋翼、倾转机翼、可停转旋翼和倾转涵道型飞行汽车，在特定用途下的能量效率与纯电动车辆相似，显示出城市空中交通在长距离通勤和货物运输方面的潜力。
- **巡航速度**：在市区通勤中，飞行汽车巡航速度远大于地面车辆行驶速度。
- 作为汽车产业链的延伸，eVTOL在核心架构上与新能源汽车相近，但在关键性能方面的要求比新能源汽车更为严苛。
- **电池系统**：eVTOL的各项关键性能指标均与动力电池的性能强相关，电池系统的能量密度、安全性、快充能力和循环寿命影响了飞行汽车的大多数关键性能，尤其是电池系统的能量密度，直接决定了电动飞行汽车的航程、有效载重、能量效率、经济性和环境影响等关键指标。锂电池技术目前能量密度比最高，具有良好的循环稳定性以及较低的自放电等优点，是目前eVTOL所采用的主要电池类型。
- **电推进系统**：永磁同步电机技术较成熟且功率密度、转矩密度高，因此目前电动飞行器使用电机主要为轴向和径向永磁同步电机。
- **飞控技术**：eVTOL的自动飞行系统功能划分与传统民用飞机大致相同，决策计算都是通过飞管系统和飞控系统协同实现的。然而，由于eVTOL在运营场景、运营成本 and 飞机本体等方面具有其特殊性，其自动飞行系统的设计面临不小的挑战。

图28：电动飞行汽车关键性能指标



图29：eVTOL和电动汽车电池性能对比

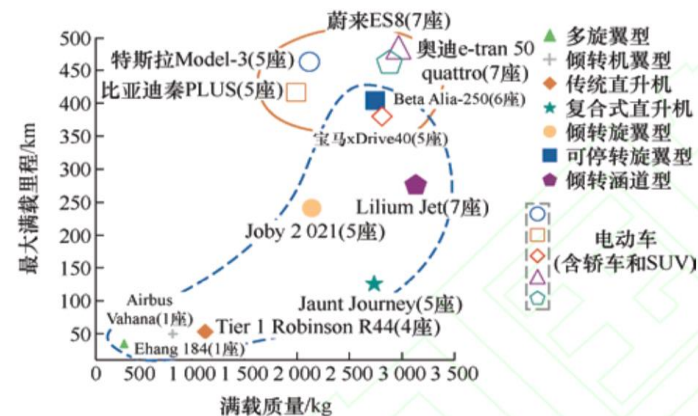


eVTOL与电动汽车的关键性能指标对比——里程（航程）和负载

- **航程：**当前各电动飞行汽车航程分布跨度大，而乘用车的里程分布则相对集中，且明显高于电动飞行汽车航程。主要原因为：电动飞行汽车在城市空中交通（UAM）场景下对电池的功率和能量需求比地面车辆大得多。同时不同类型的飞行汽车在能量消耗和搭载的电池系统上存在较大差异。Beta Alia-250（可停转旋翼型）、Lilium Jet（倾转涵道型）和Joby 2021（倾转旋翼型）这三种类型的电动飞行汽车具有更优的最大满载航程。Ehang 184（多旋翼型）的满载航程最短，这主要受飞行汽车的比功率消耗、能量效率以及储能系统的设计参数影响。

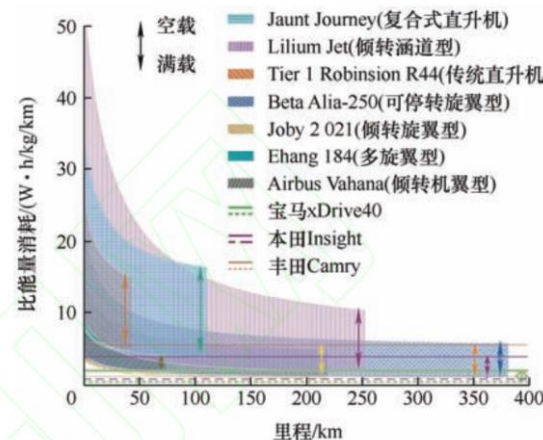
- **负载：**飞行汽车的有效载重越大，其能量效率越高，但空载时，如复合式、倾转涵道型和传统式直升机等机型的比能量消耗较高，这与它们的起飞质量和飞行各阶段的功率需求有关。地面车辆的能量消耗与里程无关，与有效载重有关，且整体能量效率明显高于飞行汽车，因为它们的比能量消耗普遍较低。当飞行汽车满载且航程满时，其比能量消耗与地面车辆相当，特别是某些机型如倾转旋翼、倾转机翼、可停转旋翼和倾转涵道型飞行汽车，在特定用途下的能量效率与纯电动车辆相似，显示出城市空中交通在长距离通勤和货物运输方面的潜力。

图30：电动飞行汽车和电动车的最大满载里程分布



资料来源：《面向城市空中交通的电动飞行汽车关键性能指标分析》，CNKI，国信证券经济研究所整理

图31：电动飞行汽车和乘用车能量效率随里程和载重的变化情况

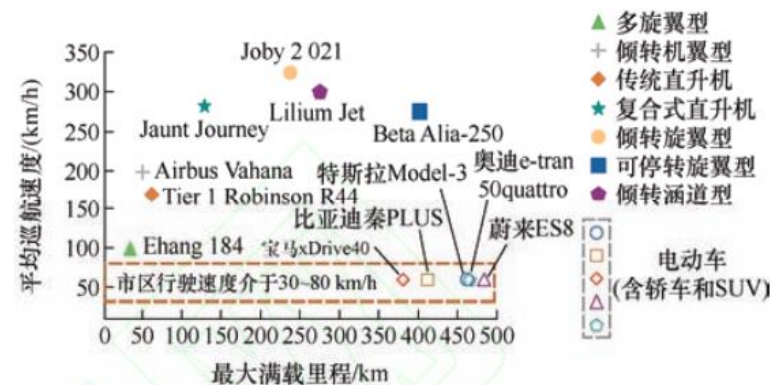


资料来源：《面向城市空中交通的电动飞行汽车关键性能指标分析》，CNKI，国信证券经济研究所整理

eVTOL与电动汽车的关键性能指标对比——巡航速度和功率保持率

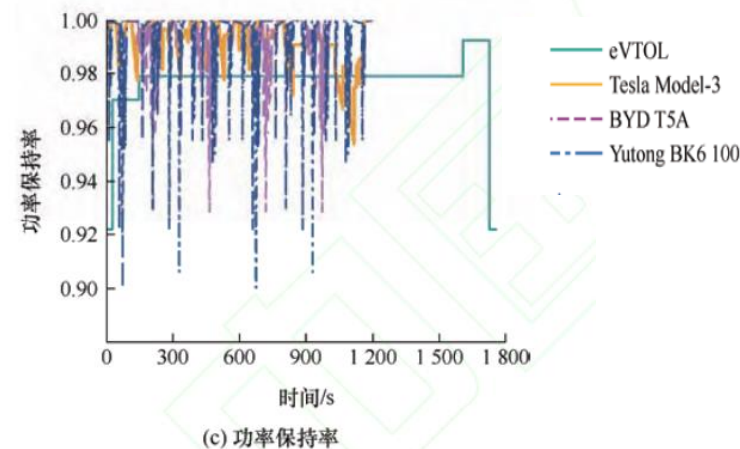
- **巡航速度**：目前，各类型飞行汽车的平飞速度位于 100~320km/h 区间且分布较为分散。作为对照，由于市区的道路限制和行车安全考虑，通常行车速度介于 30~80km/h。对比可知，在市区通勤中，飞行汽车巡航速度远大于地面车辆行驶速度。
- **功率保持**：电动飞行汽车的动力主要来源于锂离子电池系统，作为典型的电化学储能系统，其功率输出必然伴随着电能损耗，并以热能的形式耗散。
- 电动飞行汽车在起飞和着陆阶段的需求功率极高，电池系统的电流负载会高达 4~5 C，与地面车辆 1~2C 的峰值倍率相比，这将导致明显的功率损失和能量耗散。相应地，这会造成飞行汽车电池系统极大的发热功率，需要配备性能优异的热管理系统，进行实时的温度监控、高效散热和热均衡。
- 大型电动公交和电动飞行汽车在峰值功率阶段功率保持能力最差，仅为约 90%，仅在电池系统部分，就有约10%的功率损耗。对于电动公交，其功率损失较大的原因主要是车辆载重大和频繁加减速造成的高需求功率。对于 eVTOL，若构型选择为多旋翼型和直升机，相同条件下的需求功率将明显增加，对应电池系统部分的功率损耗也将更大。而对于电动乘用车，其功率保持率总体位于 96%以上，能够输出更多有用功率，用于增加车辆的续航和动力性能。

图32：电动飞行汽车和电动车的平均巡航速度分布



资料来源：《面向城市空中交通的电动飞行汽车关键性能指标分析》，CNKI，国信证券经济研究所整理

图33：电动飞行汽车和乘用车能量效率随里程和载重的变化情况

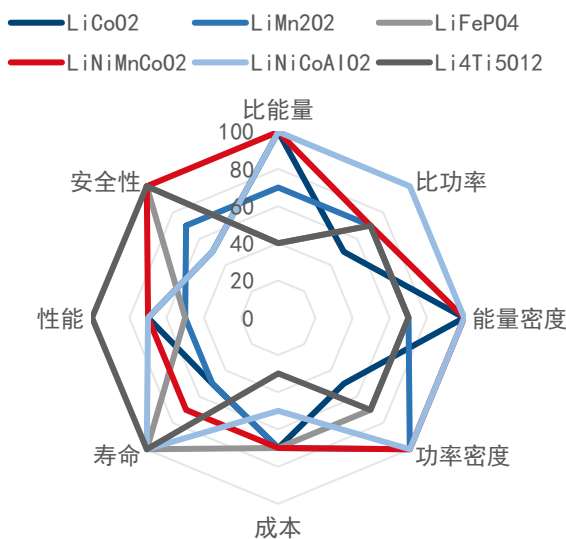


资料来源：《面向城市空中交通的电动飞行汽车关键性能指标分析》，CNKI，国信证券经济研究所整理

eVTOL核心结构与电动汽车对比之一——电池系统

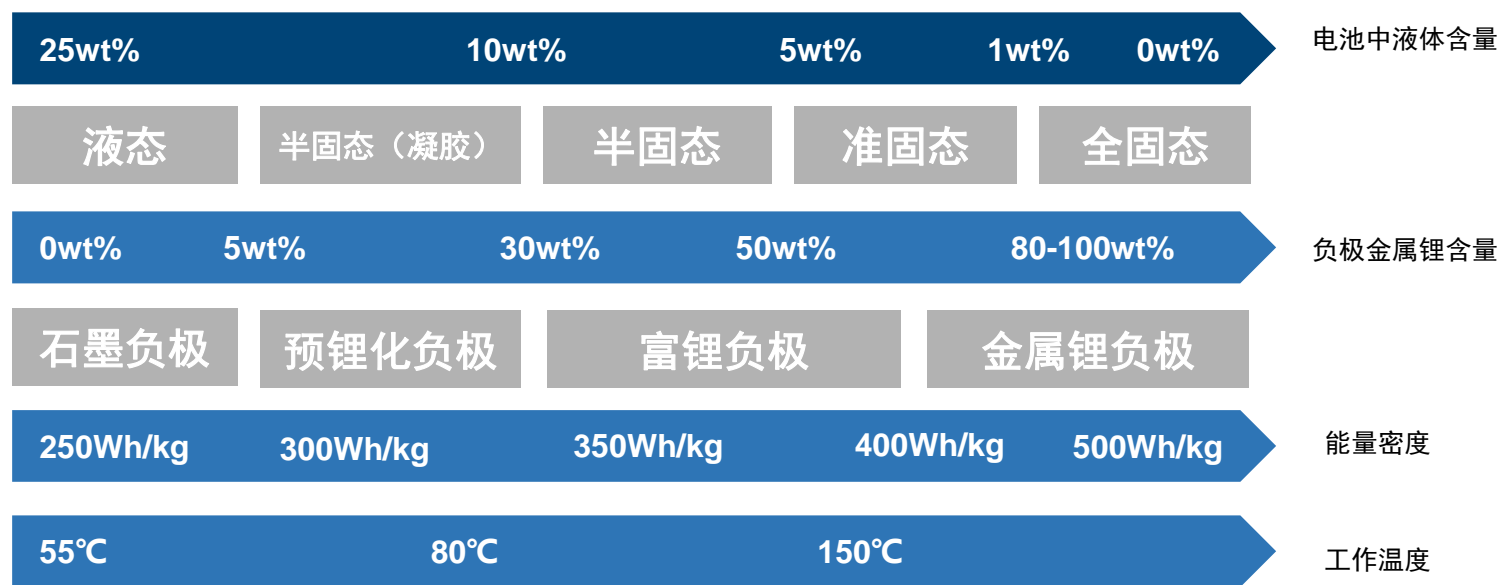
- eVTOL的各项关键性能指标均与动力电池的性能强相关，电池系统的能量密度、安全性、快充能力和循环寿命影响了飞行汽车的大多数关键性能，尤其是电池系统的能量密度，直接决定了电动飞行汽车的航程、有效载重、能量效率、经济性和环境影响等关键指标。
- 锂电池技术相对氢燃料电池技术更成熟稳定，目前能量密度比最高，具有良好的循环稳定性以及较低的自放电等优点，是目前eVTOL所采用的主要电池类型。
- 2023年10月，工信部等四部门印发的《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》明确提出对航空级电池产品参数提出目标要求：满足电动航空器使用需求和适航要求的400Wh/kg级航空锂电池产品投入量产，500Wh/kg级产品小规模验证。

图34：主流锂离子电池性能对比



资料来源：《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，国信证券经济研究所整理

图35：锂电池技术发展路径

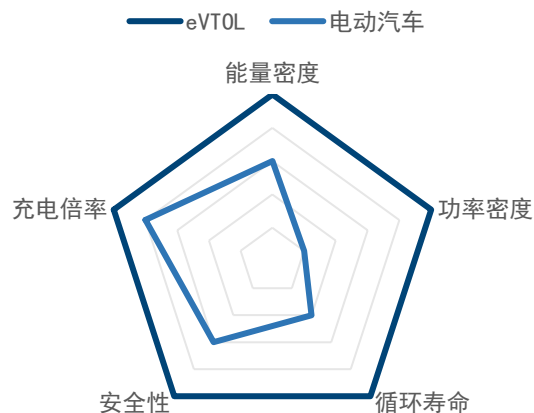


资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

eVTOL核心结构与电动汽车对比之一——电池系统

- **能量密度：**eVTOL对能量密度的需求远远超过汽车。目前eVTOL电池为285Wh/kg，比电动汽车主流三元电池(200Wh/kg)高出四成，是传统铁锂电池(140Wh/kg)的两倍。即便如此，285Wh/kg的性能指标还尚不能满足要求，远低于航空燃油比能量(约12166Wh/kg)，只能满足小型全电飞行器短程飞行需求。
- **热功率：**eVTOL电池系统的产热功率比电动乘用车高 1~2 个数量级，因此对于储能系统的安全要求相比地面车辆会高得多，需确保电池系统在高功率运行和快充过程中的高效散热，甚至高空飞行时的保温效果。
- **峰值电流功率损耗：**在飞行汽车起飞和着陆阶段，电芯会经历超过5C的峰值电流，在电池系统侧产生约10%的功率损耗，而电动乘用车仅损耗约4%，考虑电池老化后功率损耗将会加剧。
- **充电倍率与放电速率：**eVTOL电池的瞬间充放电倍率须在5C以上，而乘用车动力电池在倍率性方面仍处在从1.3C-1.7C向1.7C-2.5C的迈进阶段。eVTOL电池平均的放电速率是1C，而电动汽车在高速上行驶平均功率是0.3C。
- **安全性：**美国FAA第23部分认证要求飞行事故率在千万分之一以下，欧盟EASA要求事故率不得超过十亿分之一。

图36：eVTOL和电动汽车电池性能对比



资料来源：《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，CNKI，国信证券经济研究所整理

表18：eVTOL电池的参数要求

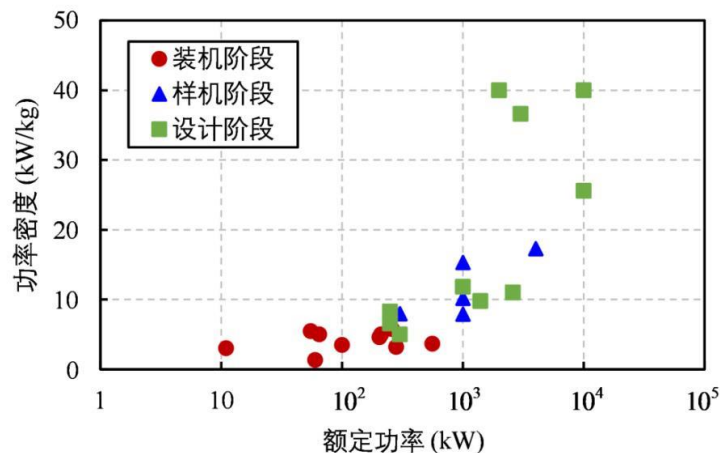
指标	参数
能量密度	目前已达285Wh/kg，2030年目标500Wh/kg，2040年目标1000 Wh/kg
功率密度	2030年目标1.25kW/kg，2040年目标2.5kW/kg
充电倍率	>5C
循环次数	≥10000次

资料来源：高工产研锂电研究所，国信证券经济研究所整理

eVTOL核心结构与电动汽车对比之一——电推进系统

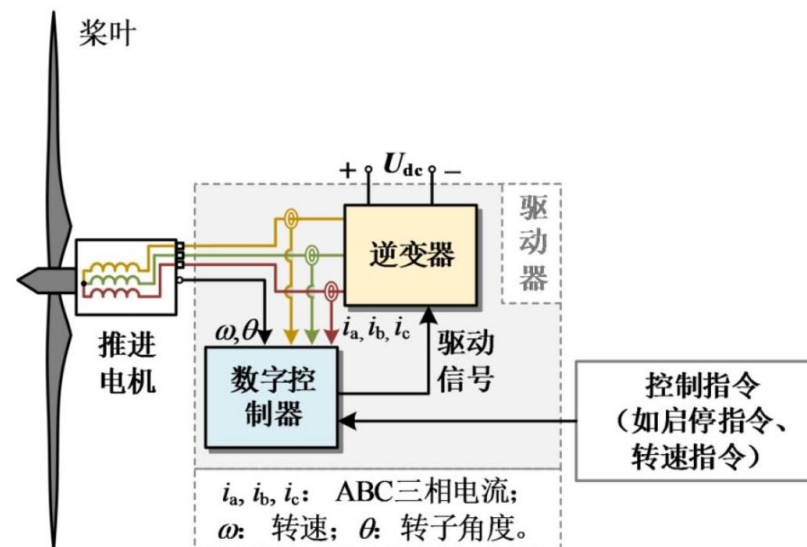
- eVTOL使用分布式电力推进系统（DEP），电机系统是核心动力单元，主要包括电机和电机驱动器。电机用于提供垂直起降和飞行期间的动力，电机控制器主要用于调节推进电机的转速和转矩，其控制相应精度直接影响飞行器推力控制精度。
- 与内燃机相比，电力推进具有更高的功率重量比。电力推进的功率重量比大约为5kW/kg，而内燃机大约1kW/kg。由于eVTOL对于电机效率和转矩密度要求高，永磁同步电机是目前电推进系统很具前景的方案。相比于直流电机和感应电机，永磁同步电机具有功率密度高、调速范围广、电磁转矩大等优势，并且其保持全扭矩的能力非常适合eVTOL在起飞和着陆阶段的动力要求。当前电动垂直起降飞行器，如JobyS4、ArcherMidnight等均采用了永磁同步电机。
- 永磁电机根据磁场方向分为径向磁通和轴向磁通两种类型，其中轴向磁通电机对于径向空间的利用率高，在长颈较小的场合功率密度和转矩密度具有优势。径向磁通电机在轴向长度的功率是均匀的，在相同气隙面积和相同最大转子线速度下径向磁通永磁电机功率更具优势。

图37：eVTOL电机发展趋势



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

图38：飞机电推进系统基本架构



资料来源：《飞机电推进系统高效能电机及其驱动控制技术》，CNKI，国信证券经济研究所整理

eVTOL核心结构与电动汽车对比之一——电推进系统

- 为了保障eVTOL的垂直起降和稳定飞行能力，目前eVTOL常采用6个、8个、12个或16个旋翼电机，并提供1.5-2倍的拉力冗余，以保证单桨/多桨失效后的安全运行。而新能源汽车通常为单电机或前后双电机。
- 当前，eVTOL电机在功率密度方面与高端汽车电驱接近，但扭矩密度远超前传统汽车，目前应用于电动飞机的电机罗罗、天津松正和EMARX的功率密度分别为34.2、17.5和13.3 N·m/kg，而应用于埃安汽车的夸克电机扭矩密度为14.8 N·m/kg。国内领先的电机企业卧龙电驱同中国商飞合作4座eVOLT电机（电机27kg左右），最大功率密度3.7kw/kg（额定密度2.6kw/kg）等其他核心参数达到国际领先水平。
- 永磁同步电机技术较成熟且功率密度、转矩密度高，因此目前电动飞行器使用电机主要为轴向和径向永磁同步电机。

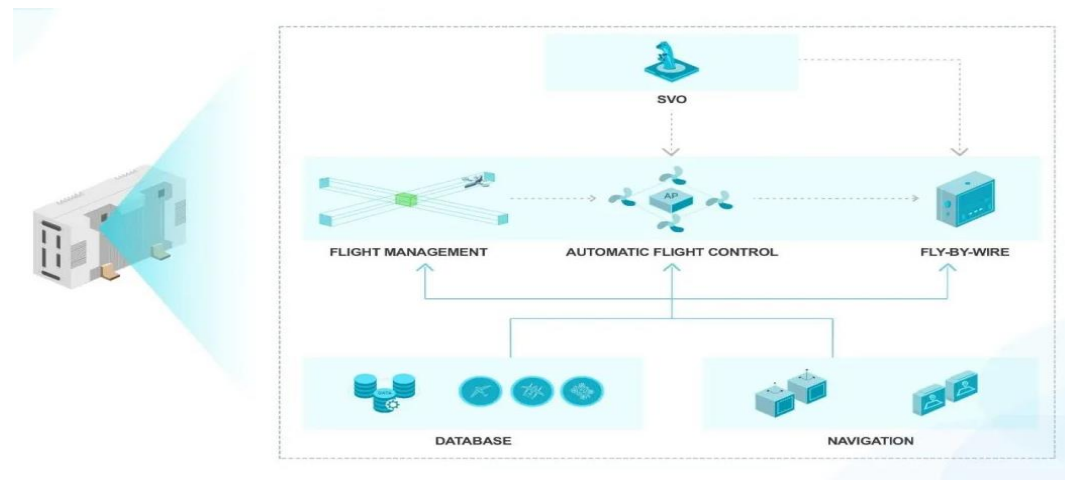
表19：eVTOL和电动汽车电机参数对比

类型	电机	转速 (rpm)	额定功率 (KW)	额定扭矩 (N·m)	质量 (kg)	效率
电动飞机	罗罗-EPU	1100	150	1300	38	95%
	天津松正-SZ30	5500	48	280	16	93%
	EMARX	8000	60	100	8	-
汽车	汇川PM32-1	14900	38	106	18	-
	汇川PM44-H	20000	103	162	14	-
	夸克电驱	22000	260	320	22	97%
	主流电驱	-	200	335	34	96%

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

- eVTOL的自动飞行系统功能划分与传统民用飞机大致相同，决策计算都是通过飞管系统和飞控系统协同实现的。然而，由于eVTOL在运营场景、运营成本和飞机本体等方面具有其特殊性，其自动飞行系统的设计面临不小的挑战，包括：
 1. 同等级的安全要求：对于用于载人低空出行用途的eVTOL，以EASA为代表的局方要求机载电子系统将参考25部适航条款进行适航取证，保证整机的灾难性事故概率小于 10^{-9} 。
 2. 低运营成本的追求：为了适应未来低空出行常态化的需求，运营成本问题至关重要。在实现无人驾驶之前，其运营成本主要体现在飞行员资质培训和航线使用相关业务上。大幅降低驾驶门槛、使用具备自动飞行功能的eVTOL是必然选择。
 3. 更小型的飞机：实现垂直起降和悬停的功能，使得eVTOL的重量和功耗受限于现有电池技术。因此，飞控和其他机载系统的轻量化、小型化和低功耗是设计上的一大挑战。
 4. 更复杂的构型和执行机构：eVTOL自动飞行系统设计需考虑不同构型下飞行控制的实现形式。在静不稳定的旋翼构型和过渡构型下，增稳控制包含速度、过载和姿态控制，不再与传统的自动飞行控制系统（AFCS）和主飞行控制系统（PFCS）保持一致。
 5. 无人驾驶的趋势：作为代表未来的革命性航空产品，eVTOL的设计还须考虑未来的无人驾驶需求，以满足更大规模的低空出行市场。

图39：eVTOL飞控-飞管系统综合化的实现形式



资料来源：边界智控官网，国信证券经济研究所整理

- [01] 低空经济和eVTOL的概念、必要性
- [02] 低空经济和eVTOL的市场空间
- [03] 低空经济和eVTOL的结构拆分、技术路线
- [04] eVTOL的产业链拆解
- [05] 风险提示

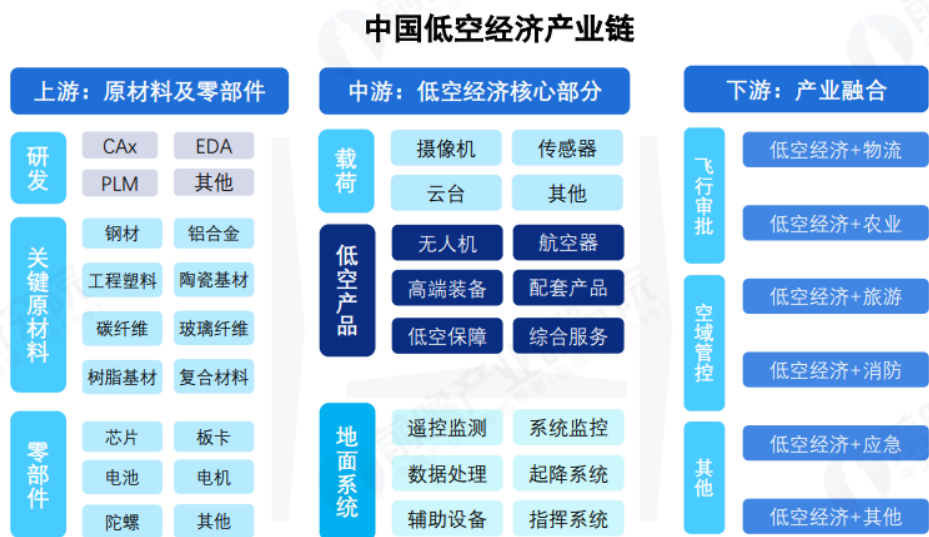
低空经济与eVTOL产业链

- 低空经济产业链：
 - 上游主要为构建中游各类低空产品的原材料（包括金属原材料、特种橡胶与高分子材料等）与核心零部件（包括电池、电机、飞控、机体等）；
 - 中游主要为低空产品制造、低空飞行、低空保障与综合服务等等；
 - 下游主要为运营和各种应用场景（包括旅游业、物流业、文旅业与巡检业等）。

图40：低空经济产业链构成

- eVTOL核心子系统主要可以分为电池、动力系统、飞控系统、通讯系统、导航系统以及机体六大类。
 - 主机厂主要承担的是整机研发和集成的任务，以及承担部分后续商业运营的功能。
 - eVTOL的核心技术环节供应商也组成了其产业链的主要结构。
 - 核心部件供应商方面，eVTOL产业链与传统航空产业链、新能源汽车产业链存在大量交叉。

图41：国内eVTOL产业链构成



资料来源：前瞻研究院，国信证券经济研究所整理



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

eVTOL下游-整机环节相关公司情况

表20：2024年4月SMG公司对eVTOL企业排名情况

制造商	上市情况及股票代码	排名变动情况	总评分	资金投入(百万美元)	使用场景	构型	动力	控制方式	型号	首飞时间	商业化预计投入市场时间	国家	证书管理机构
亿航智能	纳斯达克: EH	提升	8.5	\$185.00	旅游, 医疗救援, 消防, 空中出租车	多旋翼/复合翼	电动	无人驾驶	EH216-S/F / VT-30	2018 / 2021	2023 / -	中国	CAAC
Volocopter	-	提升	8.4	\$761.0*	空中出租车	多旋翼/复合翼	电动	有人驾驶	VoloCity / VoloRegion	2021 / 2022	2024 / 2026	德国	EASA
Beta Technologies	-	无变动	8	\$985.0*	载货, 地区通勤, 空中出租车	固定翼/复合翼	电动	有人驾驶	CX300 / Alia-250	2020 / 2022	2025 / 2026	美国	FAA
Joby Aviation	纽交所: JOBY	下滑	7.9	\$2,261.10	空中出租车	矢量推进	电动	有人驾驶	-	2018	2025	美国	FAA
Archer	纽交所: ACHR	下滑	7.8	\$1,096.30	空中出租车	矢量推进	电动	有人驾驶	Midnight	2023	2025	美国	FAA
Wisk	波音子公司	无变动	7.4	背靠波音公司	空中出租车	矢量推进	电动	无人驾驶	Generation 6	-	-	美国	FAA
Airbus	空客子公司	提升	7.2	背靠公司	医疗救援, 旅游, 空中出租车	复合翼	电动	有人驾驶	CityAirbus NextGen	2024	-	法国	EASA
Eve Air Mobility	纽交所: EVEX	无变动	7.2	\$377.40	空中出租车	复合翼	电动	有人驾驶	Eve	2024	2026	巴西	ANAC
吉利沃飞长空	-	无变动	7.1	\$52.00	空中出租车, 载货, 旅游	矢量推进	电动	有人驾驶	AE200	2023	2026	中国	CAAC
Vertical Aerospace	纽交所: EVTL	无变动	7.1	\$372.80	空中出租车, 载货, 医疗救援	矢量推进	电动	有人驾驶	VX4	2023	2027	英国	CAA
Lilium	纳斯达克: LILM	无变动	7	\$1,342.30	地区通勤, 货运	矢量推进	电动	有人驾驶	Jet	2024	2026	德国	EASA
峰飞航空	-	下滑	6.8	\$200.00	空中出租车, 载货	复合翼	电动	有人驾驶	Prosperity I	2022	2027	中国	CAAC
SkyDrive	-	无变动	6.7	249.8*	空中出租车, 旅游, 医疗救援	多旋翼	电动	有人驾驶	SKYDRIVE	2024	2026	日本	JCAB
Supernal	现代汽车下空中交通子公司	无变动	6.5	背靠公司	空中出租车, 载货	矢量推进	电动	有人驾驶	S-A2	2024	2028	韩国	FAA
Alaka'i Technologies	-	无变动	6.3	\$60.00	空中出租车, 载货, 医疗救援	多旋翼	氢燃料电池	有人驾驶	Skai	2022	2026	美国	FAA
Evation	-	无变动	6.2	\$200.00	地区通勤, 载货, Biz Av	固定翼	电动	有人驾驶	Alice	2022	2027	美国	FAA
Ascendance	-	无变动	6.2	\$71.30	地区通勤, 载货	复合翼	混动	有人驾驶	Atea	2025	2027	法国	EASA
Overair	-	无变动	6.2	\$170.00	空中出租车, 载货, 医疗救援, 旅游	矢量推进	电动	有人驾驶	Butterfly	2024	2028	美国	FAA
时的科技	-	新上榜	6.2	\$44.70	空中出租车, 旅游	矢量推进	电动	有人驾驶	E20	2023	2027	中国	CAAC
REGENT	-	无变动	6.1	\$90.0*	地区通勤	Augmented Lift	电动	有人驾驶	Viceroy	2024	2026	美国	US Coast Guard
eAviation	德事隆子公司	无变动	5.9	背靠公司	空中出租车, 载货, 医疗救援	矢量推进	电动	有人驾驶	Nexus	2025	2030	美国	FAA
Dufour Aerospace	-	无变动	5.7	\$11.0*	医疗救援, 地区通勤	矢量推进	混动	有人驾驶	Aero3	-	-	瑞士	EASA
Honda Motor Company	本田子公司	无变动	5.5	背靠公司	空中出租车	复合翼	混动	有人驾驶	-	2024	2030	日本	FAA
Electra	-	下滑	5.3	\$134.0*	地区通勤, 载货	Augmented Lift	混动	有人驾驶	EL-2 Goldfinch	2023	2028	美国	FAA
Heart Aerospace	-	无变动	5.1	\$149.70	地区通勤	固定翼	电动/混动	有人驾驶	ES-30	2026	2028	瑞典	EASA
Jaunt Air Mobility	-	无变动	4.4	\$3.10	空中出租车, 载货	复合翼	电动	有人驾驶	Journey	2025	2028	美国	Transport Canada
Volkswagen	大众汽车	无变动	3.7	背靠公司	空中出租车	复合翼	电动	无人驾驶	V. M0	2023	2027	德国/中国	CAAC

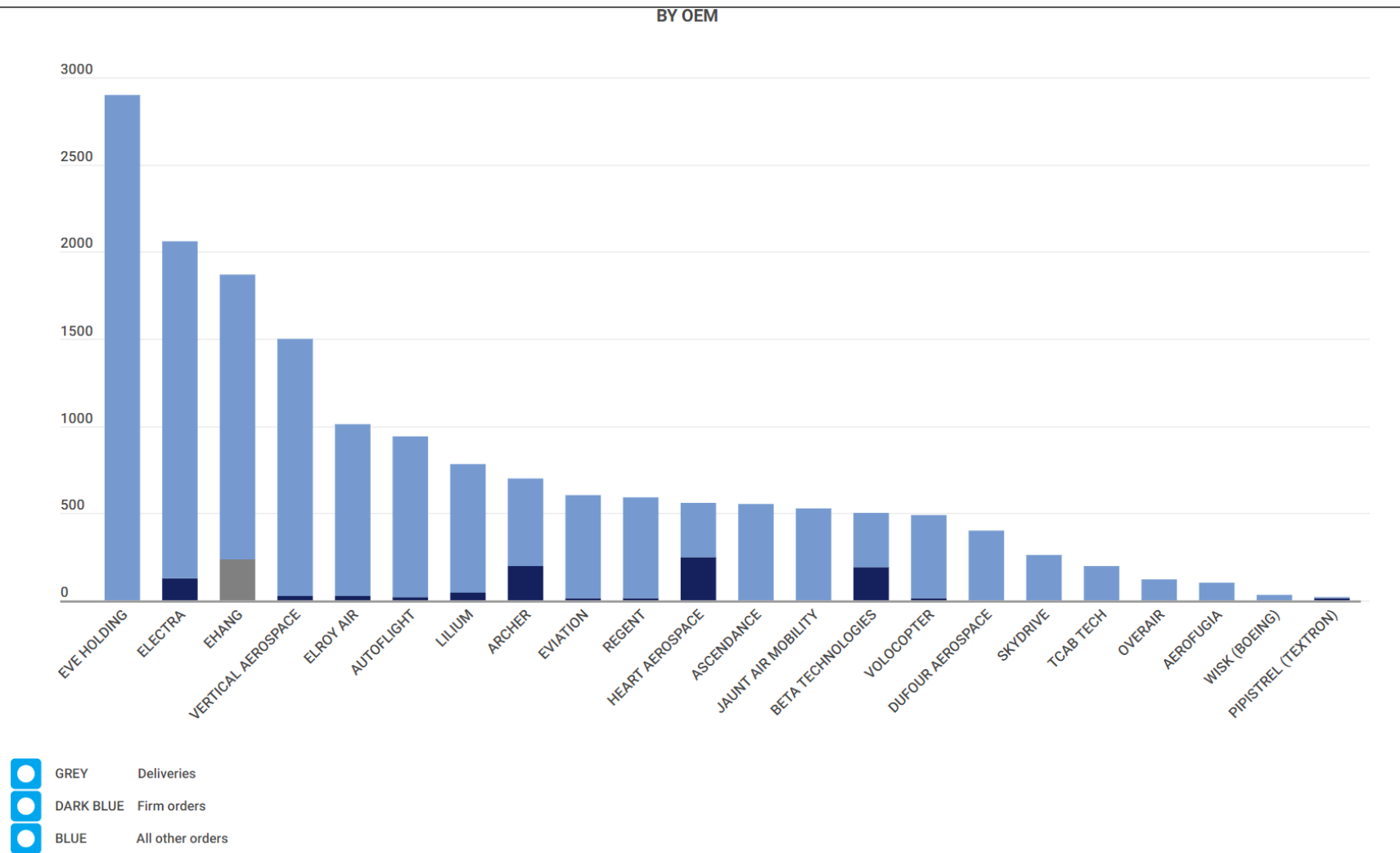
资料来源: SMG, 国信证券经济研究所整理

(注: CAAC指中国民用航空局, EASA指欧洲航空安全局, FAA指美国联邦航空管理局, ANAC指巴西航空局, JCAB指日本民航局, Transport Canada指加拿大交通部)

eVTOL下游-整机环节相关公司情况

- eVTOL整机公司订单情况：参考SMG数据，截至2024年4月，EVE航空器订单有2900架, ELECTRA航空器订单有2057架，亿航智能航空器订单有1868架。

图42：截至2024年4月，eVTOL公司订单情况（架）统计



资料来源：SMG，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

eVTOL下游-国内整机环节相关公司情况



- **国内eVTOL整机公司：**参考各公司官网，国内亿航智能已获得TC、AC、PC认证，吉利沃飞长空、峰飞航空、时的科技、小鹏汇天、御风未来、沃兰特等公司均已完成试飞、已提交TC申请。

表21：国内eVTOL公司基本情况

公司	股票代码	成立时间	产品类型	代表性产品	试飞情况	认证证书情况	商业化订单情况	备注
亿航智能	EH.O	2014年	多旋翼、复合翼	EH216-S	2023年12月28日，首批完成适航认证的EH216-S无人驾驶载人航空器分别在广州、合肥两座城市完成了商业首飞演示。	2024年4月7日，EH216-S无人驾驶载人航空器系统生产许可证（Production Certificate, PC），这是全球eVTOL行业内首张生产许可证，是自EH216-S成功取得型号合格证（Type Certificate, TC）、标准适航证（Standard Airworthiness Certificate, AC）之后的又一重要里程碑，标志着EH216-S率先迈入规模化生产阶段，也为下一步的商业化运营提供重要保障。	2023年7月13日，亿航智能与深圳市宝安区政府签署合作备忘录，双方将在城市空中交通（UAM）领域开展全面战略合作，落地EH216-S载人自动驾驶飞行器完成型号合格证认证后的商业运营。此外，Wings Logistics Hub计划购买高达100台亿航智能的EH216系列无人驾驶eVTOL，展示了其将先进的空中交通解决方案整合到该地区基础设施的坚定承诺。	总市值11亿美元；2023年，公司营收1.17亿元人民币，净利润-3.02亿元人民币
吉利沃飞长空	-	2020年9月	倾转旋翼	AE200	2023年1月17日，成功完成AE200 X01架的首次飞行试验。	2022年11月底，沃飞长空旗下的沃飞天驭正式获得型号合格证（TC）申请的受理。	2023年7月26日，沃飞长空与华龙航空签署战略合作协议：沃飞长空将作为华龙航空核心电动垂直起降飞行器（eVTOL）提供商，浙江吉利控股集团有限公司旗下品牌沃飞长空与华龙航空签署首批100架AE200采购协议。	浙江吉利控股集团有限公司旗下品牌
峰飞航空	-	2017年	复合翼	盛世龙	2024年2月27日，峰飞盛世龙完成全球首条跨海跨城eVTOL航线首次演示飞行，深圳-珠海仅需20分钟。	2024年4月26日，中国民航华东地区管理局正式受理了峰飞航空科技载人eVTOL电动垂直起降航空器——V2000EM（盛世龙）的型号合格证（TC）申请，盛世龙型号合格审定工作正式启动。	东部通航已经签署100架峰飞盛世龙航空器的采购订单，未来其将使用盛世龙进行更多的eVTOL航线运营，推动更多商业化场景落地。	峰飞科技于2017年成立，致力于为全球客户提供安全可靠的空中物流运营系统和空中立体出行解决方案。
时的科技	-	2021年5月	倾转旋翼	E20 EVTOL	2023年10月，E20 eVTOL完成首轮试飞。	2023年10月，时的科技E20 eVTOL型号合格证申请获受理，正式启动TC取证之路。	2023年6月，精工通用航空、南昌普莱恩航空、星空会私人飞行俱乐部，以及时的科技签约，经过此次签约，时的科技的意向订单已经超过200架。	2024年3月，时的科技完成A轮两千万美元独家战略融资，海外知名投资机构对的科技进行独家战略投资，计划在中东地区打造“空中出租车”应用场景。
小鹏汇天	-	2020年9月	多旋翼、倾转旋翼	旅航者X2、“陆地航母”飞行汽车	2024年3月8日，小鹏汇天旅航者X2完成城市CBD“天德广场-广州塔”区域的低空飞行，为未来城市空中交通、低空旅游观光等低空经济应用场景的全面推广提供经验。	2024年3月21日，小鹏汇天“陆地航母”飞行汽车的飞行体（代号X3-F）型号合格证（TC）申请正式获中国民用航空中南地区管理局受理，标志着该型号即将进入适航审定阶段。	2023年12月，浙江嘉兴南湖湖区路空协同立体交通产业研究院与小鹏汇天签署预定协议，计划预定100台“陆地航母”飞行汽车，用于公路、水路等交通领域综合管理以及飞行营地的体验落地接驳运输等。	小鹏汽车的生态企业。
广汽集团	601238.SH	2021年开始探索并逐步布局立体交通商业模式探索分析及关键产品研究	复合翼	GOVE	2024年3月8日，广汽飞行汽车GOVE在广州CBD上空进行飞行展示，首次完成在城市公众复杂低空环境进行飞行验证，为广汽城市空中交通示范运行探索迈出了重要一步。	-	2024年2月6日，广汽集团与广州空港委、广州开发区管委会、亿航智能达成战略合作。	-
零重力	-	2021年3月	多旋翼、倾转旋翼、复合翼	ZG-ONE	2023年11月，合肥高新区，零重力研制的三款eVTOL飞行器完成首次公开飞行演示，由多旋翼ZG-ONE、复合翼ZG-VC2缩比、倾转旋翼ZG-T6缩比协同完成。	-	2023年10月，零重力与南京常润交通科技有限公司等多家eVTOL运营单位就ZG-ONE型号签署订购协议，总计达成5年累计采购230余架ZG-ONE的销售订单，共同推动eVTOL多场景的试点运营。	零重力飞机工业是一家院士领军、技术领先的载人电动垂直起降（eVTOL）飞行器创新型企业。
御风未来	-	2021年4月	多旋翼、倾转旋翼	M1	2023年10月，御风未来自研发的2吨级eVTOL M1首架机在上海金山成功完成首飞。	2024年1月10日，中国民用航空华东地区管理局正式受理御风未来自研发的M1B型（即M1货运型）电动垂直起降无人驾驶航空器系统型号合格证（TC）申请。	2023年11月，龙浩航空产业投资有限公司向御风未来意向采购总价值2.3亿元的产品，其中包含15架全国产化的M1 eVTOL，5架未来与安飞合作研发的混合动力机型M1H，以及部分维修保养设备和培训服务。	御风未来成立之初即获得盛大网络、连尚网络创始人陈大年先生的个人天使投资，又接连获得云晖资本、容亿资本、天善资本等知名机构投资，累计融资额达1.5亿元。
沃兰特	-	2021年6月	复合翼	VE25	2023年1月18日，Volant沃兰特顺利完成全尺寸技术验证机VE25X1的首轮飞行试验。	2023年9月28日，中国民航华东地区管理局发出沃兰特“VE25-100型号合格证首次申请项目”受理申请通知书（TC）。	截至2023年10月，沃兰特VE25-100型eVTOL已累计获得近600架意向订单，囊括了空中游览、短途运输、货运、空中的士、应急救援等应用场景。	2024年4月，沃兰特航空宣布顺利完成近亿元A+轮融资，本轮融资由华强资本领投，晶凯资本共同投资，庚辛资本担任本轮融资独家财务顾问。

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

能源系统供应链

- 作为eVTOL技术的核心组件，电池的性能和安全性直接决定了eVTOL飞机的性能和市场接受度。
- eVTOL电池系统的供应链企业包括电池制造商、材料供应商、电池管理系统（BMS）开发商等。
- 我国在锂电池领域处于世界领先地位，但缺乏航空级的整包电池，主要由于BMS和电芯选择不足。当前市场上缺少针对航空应用的整包电池供应商。
- 目前，国内宁德时代、孚能科技、正力新能、国轩高科、中创新航、力神等锂电池企业已经开展了航空级电池的技术攻关，且部分企业已经推出了航空级电池产品，其中宁德时代凝聚态电池能量密度突破500Wh/kg。

表22：国内eVTOL能源系统相关公司基本情况

企业（是否上市）	供应链环节	产品性能	航空级进展
宁德时代（300750.SZ）	凝聚态电池	500wh/kg	4月19日，宁德时代在上海发布了最新的凝聚态电池，单体能量密度为500Wh/kg，可应用于载人航空电动化的全新场景。据介绍，目前宁德时代正在进行民用电动载人飞机项目的合作开发，该电池执行航空级的标准与测试，满足航空级的安全与质量要求。
孚能科技（688567.SH）	动力电池	300wh/kg以上	飞行领域是公司正在开拓的电池应用领域之一，使用的公司高能量密度软包产品。公司首款飞行领域电池会在镇江基地投放，目前海内外的项目都在推进中，国内项目已经获得客户的定点。eVTOL市场，公司已与海外头部企业深入合作并交付了产品，在国内获得上海时的科技有限公司定点。
正力新能	动力电池	320wh/kg	正力新能“三高一快”航空电池，目前已具备铝壳形态320Wh/kg高能量密度前提下，依然可以达到20%SOC低电量状态下的12C以上大倍率放电，15分钟80%SOC超级快充性能。同时结合软件定义电芯工厂的先进工艺制程，实现产品ppb级别的失效概率，满足航空安全标准。正力新能航空电池系列符合eVTOL电池所需要的极致性能，已和国内外多个头部eVTOL厂家合作并开展航空验证。
国轩高科（002074.SZ）	锂电池、动力电芯、电池包、储能系统和充电基础设施	-	公司非常重视eVTOL业务的拓展，开发了相应的锂电池产品在eVTOL上的应用，公司高能量密度、高功率和高安全优势的新一代电芯产品可在安全性、能量密度、循环寿命等方面匹配 eVTOL 的动力需求。在低空经济领域，公司与亿航智能已签署战略合作协议，共同开发 eVTOL 的动力电芯、电池包、储能系统和充电基础设施。
欣界能源	锂金属固态电池	450wh/kg	获得来自亿航智能的战略投资，固态电池制造的领军企业，致力于为eVTOL市场提供高效能、高安全性的电池方案，目前产能已达200MWh。通过与顶尖eVTOL生产商的合作，证实了其技术的价值和潜力。欣界固态电池的能量密度达到450Wh/kg，这使得eVTOL飞行器能在相同的重量或体积下携带更多能量，从而实现飞行距离和续航时间的显著增加，这对于实现城市间或城内的长距离快速通勤至关重要。
盟固利	三元电池	300wh/kg	公司与辽宁通用航空研究院研发出50Ah电池系统，电芯能量密度由240Wh/kg提升至300Wh/kg，搭载该电池的RX1E-A双座电动飞机成功试飞。
力神电池	半固态电池	325wh/kg	目前公司已实现能量密度325Wh/kg电池应用于eVTOL。2024年1月，力神电池完成全新一代能量密度达到402wh/kg半固态电池开发，该产品未来将瞄准超长续航电动车、eVTOL领域。
中创新航（03931.HK）	镍、硅体系电池	-	与小鹏汽车深度绑定，针对低空出行开发的新锐9系高镍 / 硅体系电池，在保证高功率、高快充能力的同时，实现了轻量化和安全性能的跨越式提升。
广电计量（002967.SH）	能源系统试验	-	在亿航智能的EH216-S型无人驾驶载人航空器适航取证试验中，承担了飞行控制、机载通信、动力装置、电池等多个系统的设备级产品的环境可靠性试验和电磁兼容试验，低空飞行器领域的主要业务有无人机适航取证方面的检测和咨询业务。
香山股份（002870.SH）	充配电	-	已向小鹏汇天飞行汽车供货，提供高效集成的一款多合一充配电产品，在陆行体和飞行器上均有搭载。
王子新材（002735.SH）	薄膜电容	-	薄膜电容业务与小鹏汇天建立了长期稳定合作关系。
四方光电（688665.SH）	电池监测传感器	-	电池热失控监测传感器可以监控飞行汽车的锂电池安全，保障空中安全。

资料来源：各公司官网，公司公告，深圳市新能源汽车协会，通航圈，起点锂电，固态电池SSB，高工锂电，国信证券经济研究所整理

动力系统供应链

- eVTOL的动力系统采用完全电气化的电推进技术，从能源系统的源头重塑了飞行器动力体系架构，通过电机驱动升力和推进装置来提供飞行器所需的部分或全部动力。
- 由于eVTOL电机、电控与新能源汽车结构相近，目前国内eVTOL厂商的动力系统国产化程度较高，目前已知峰飞航空、御风未来等产品核心模组实现100%国产自研。

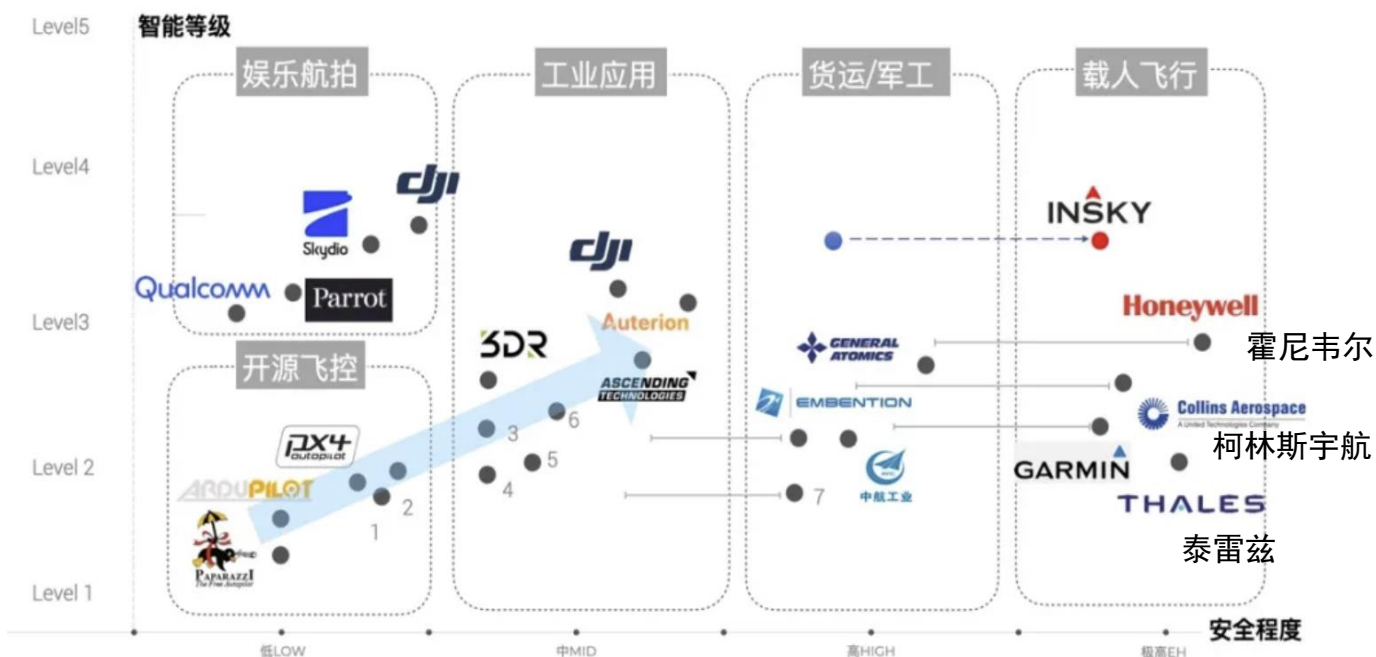
表23：国内eVTOL动力系统相关公司基本情况

企业（是否上市）	供应链环节	航空级进展
卧龙电驱(600580.SH)	电驱系统	电动飞机领域，公司与中国民航科学技术研究院共建了“联合实验室”，携手中国商飞北研中心共同建立航空电动力系统事业部，加速电动航空技术的商业化应用。公司的70kW高功率航空电动力系统已经顺利通过工信部专家验收，30kW涵道电动力系统也完成了地面测试实验，所有指标均达到预期要求。
蓝海华腾(300484.SZ)	电驱系统	在电动飞行器电机控制器方面有相关技术研究；并作为申请单位与高校专业科研团队、行业公司团队合作已拿到深圳市科技创新委员会科技重大专项项目-----《重202317N101电动飞行器用协同容错构架高精度电机驱动控制器设计与开发》的首笔政府资助资金。
英搏尔(300681.SZ)	电驱系统	电驱系统和电源系统供应商，公司积极与通航企业、Evtol 领域公司及拥有车企背景的整机厂商展开了技术研讨，在电机、电控产品集成方案的创新设计以及实验测试能力等方面已积累了一定的基础。
长源东谷(603950.SH)	动力系统零部件	公司于2024年1月6日收到国内某知名飞行汽车公司于2024年1月4日签发的《定点开发通知书》，配套产品为为其某车型飞行电驱壳体的定子主壳体、外转子壳体、三相接线盖板、控制器安装壳体和支撑架（上述项目样件开发后尚需通过客户验证通过，方可签订正式订单或销售合同，项目实施周期较长。预计该项目2024年量产存在不确定性，该项目对公司2024年度的收入及利润水平无重大影响。）
威迈斯(688612.SH)	电控系统	获飞行汽车中双DCDC的应用控制软件著作权。
宗申动力(001696.SZ)	航空发动机	公司控股子公司宗申航发是一家致力于中小型航空发动机设计研发、生产制造、销售与售后为一体的创新型企业，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。目前航空发动机产品主要以200HP以下航空活塞发动机为主，已构建了五大基础产品平台，共计20余款衍生产品以及螺旋桨产品。
金盾股份(300411.SZ)	电动涵道风扇	与清华大学合作研发飞行汽车电动涵道风扇产品，目前处于研发阶段尚未应用。

资料来源：各公司官网，公司官微，天眼查，国信证券经济研究所整理

- 对于民用载人飞行场景，全球范围内满足适航要求的飞控供应商呈现出高度垄断状态，核心技术掌握在 Honeywell, Collins, Garmin, Thales 和 BAE 等几家航电巨头手中。
- 国内目前飞控系统供应商以传统军工背景机构为主，包括中航618所、航天、北航、南航等。另有一批新兴民营企业也涉足此领域，包括狮尾智能、边界智控、创衡控制、翔仪飞控等。

图43：全球飞控系统OEM及Tier1企业



资料来源：狮尾智能，国信证券经济研究所整理

图44：国内飞控系统供应商



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

通讯、导航系统供应链

- eVTOL的通讯系统可通过5G网络实现更高的数据传输速率和更低的延迟，有助于提高飞行控制的实时性和可靠性。其次是为eVTOL飞行汽车提供卫星导航的供应商，提供更高精度的定位服务，确保飞行安全和优化飞行路径。这些相关企业不仅提供硬件设备，还开发相应的软件和服务，以支持eVTOL的商业化运营。

表24：国内eVTOL通讯、导航系统相关公司基本情况

企业（是否上市）	供应链环节	航空级进展
莱斯信息（688631.SH）	空管系统	在低空运行管理方面，产品主要为低空飞行管理部门提供面向多运营人、多类型无人机、多场景下，以情报数据、气象数据、城市数据等为底座，集成空域划设工具、飞行计划一站式审批报备、运行全过程管理、仿真试验为一体的系统平台。针对未来低空经济引发交通出行方式重大变革，提供低空城市交通运行场景下，大规模、高密度、灵活自主的低空智联保障体系。主要产品包括国家/省/市低空飞行服务管理平台、飞行服务中心/服务站、面型应用场景的无人机管控系统。
深城交（301091.SZ）	空管系统	公司作为深圳低空经济核心技术单位，发挥行业资源拉通和技术应用研究转化“两大支柱作用”，持续服务市区各级政府，涵盖低空经济规划、政策、产业、软硬件设计及集成交付等全过程咨询，开展了包括深圳市低空经济产业发展路径、深圳经济特区低空产业促进条例立法研究、深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025年）、深圳市关于支持低空经济高质量发展的若干措施、深圳市低空智能融合基础设施项目（SILAS）一期等市级低空经济相关研究咨询及建设交付，以及为罗湖、南山、宝安、龙华等各区低空经济产业发展、eVTOL起降点布局、航路航线规划、测试基地规划、起降点建设标准与指引、融合飞行规则与标准研究等，形成了新的较好的业务增长点。
四川九洲（000801.SZ）	空管系统	四川九洲是国内最大的军、民用空管系统及装备科研生产基地，是国内空管系统市场的重要供应商。公司的空管监视、通信、信息系统及管控系统技术和产品已在无人机平台实现运用，同时公司的空管技术及产品已在四川省低空试点开展应用。
四维图新（002405.SZ）	高清定位	公司MineData平台目前已支持主流无人机，实现实时感知回传、快速建模成图、航线规划控制等功能，广泛用于地理测绘、应急救援、巡逻巡检、农林植保等领域；同时，公司旗下六分科技，在无人机领域已在持续提供成熟的解决方案，其高精度定位产品可广泛应用于低空飞行领域。公司前期也披露了“北京四维图新科技股份有限公司关于公司中标无人机应用技术服务项目的自愿性信息披露公告”，无人机勘探对石油矿业等行业的作业效率和准确性提升具有重大价值。该项目中标也展示了公司在新型测绘领域及行业应用方面具备的优秀市场竞争力，可以推动无人机勘探技术在相关领域的进一步普及，结合无人机技术服务能力与相关领域的融合和创新，有助于进一步参与并推动低空经济的发展。
华力创通（300045.SZ）	卫星通讯	公司将紧盯低空经济和无人机发展的重大机遇，优化无人系统产品型号，以中小型垂直起降无人机、高速靶机为研制目标，开展方案设计和关键技术攻关，形成特色无人机产品系列，实现无人机业务快速发展。同时，公司已利用现有的卫星通信和卫星导航技术，为低空经济提供相应的解决方案和服务。
星网宇达（002829.SZ）	卫星通讯	公司主要从事信息感知、卫星通信和无人系统业务，产品包括惯性导航、光电吊舱、安防雷达以及卫星通信和无人靶机。公司的组合导航产品可动态确定自身位置变化，已广泛应用于飞机、船舶、车辆的定位与导航，并延伸至智能交通、精细农业、物流监控等领域。公司的IMU产品可应用于飞行汽车业务，随着飞行汽车市场的发展，公司产品将提供持续配套。
北斗星通（002151.SZ）	定位芯片、天线	目前国内主流无人机厂商均为公司客户，公司的芯片、天线、数据服务等产品、服务能够为低空飞行器提供位置数字底座保障。
中航机载（600372.SH）	导航、空管等	公司作为航空工业机载系统的旗舰上市平台，已在低空经济领域所涉及到的飞行器配套方面进行布局，其中包括eVTOL飞行器。在该领域公司重点布局了飞行控制、导航/航姿、电源管理、空管及有关传感器等产品，并与有关制造商开展联合研制工作。
四创电子（600990.SH）	通讯、导航、监视、管控	公司紧抓低空经济发展机遇，成立“低空经济产业推进工作专班”，深度参与安徽省低空经济产业谋篇布局。编制《安徽省低空智联基础设施建设工作方案》并通过评审，为安徽省低空空域管理领域顶层方案设计奠定基础；与北京航空航天大学共建“低空智联技术联合实验室”，推动产学研用一体化发展，致力于为低空管服提供有效解决方案。未来，实验室将面向低空领域通讯、导航、监视、管控、低空航空电子技术及空域信息安全新技术，开展多种技术领域的创新研究，依托现有研究基础，实现低空空域通信导航监视信息融合和信息安全建设。
川大智胜（002253.SZ）	雷达系统	公司拥有自主研发的针对低空安全管控需求研制的宽带融合低空监视雷达网络。
国睿科技（600562.SH）	雷达系统	公司有安装在多旋翼飞行器上的雷达产品，目前没有使用在复合翼飞行汽车（eVTOL）上的雷达产品。低空经济等战略性新兴产业的逐步发展与相关政策的出台，为公司雷达产品市场带来新的发展机遇。

资料来源：各公司官网，公司公告，国信证券经济研究所整理

材料、零部件及其他供应链

- eVTOL机体制造通常需要使用轻质且强度高的材料，如碳纤维复合材料、铝合金、钛合金等。这些材料能够提供良好的强度重量比，有助于提高飞行器的性能。

表24：国内eVTOL材料及其他零部件相关公司基本情况

企业（是否上市）	供应链环节	航空级进展
中复神鹰 (688295. SH)	碳纤维材料	国内知名碳纤维生产企业。公司高性能碳纤维材料目前正在与国内几家知名的飞行汽车的研制生产单位进行测试评价与试验，进展顺利，部分产品已经得到应用并通过了适航认证等相关验证工作。
光威复材 (300699. SZ)	碳纤维材料	公司已经持续在低空产业领域积极拓展公司业务，多年来一直从事着航空装备用碳纤维复合材料研发生产，并为多家无人机客户提供各类碳纤维或预浸料的材料配套，公司也在几年前与多方合作开展无人直升机及无人运输机等低空飞行器的研制，并将陆续转入量产进程。
吉林化纤 (000420. SZ)	碳纤维材料	国内粘胶长丝龙头厂商，打造了原丝、碳纤维、复材的碳纤维产业链。公司与国内知名的企业大疆无人机、腾盾无人机、青岛直升机航空、厦门汉飞鹰航空科技、四川垚磊科技都有合作。2024年4月公司与上海飞机制造有限公司就民用航空复合材料研制及应用签署合作协议。双方将在碳纤维工艺流程、供应链再造、大飞机产业链应用研发等方面扩大合作。
星源卓镁 (301398. SZ)	镁合金材料	公司致力于镁合金压铸件在车身结构件，内饰件等方面的轻量化应用和推广。目前公司研发团队与小鹏汇天的智能电动飞行汽车项目处于前期技术论证阶段。公司将继续以镁合金轻量化应用为战略发展方向，积极探索更多元化的产业相关应用场景。
安泰科技 (000969. SZ)	机身材料	公司产品涉及非晶/纳米晶带材及制品、难熔材料及制品、粉末材料及制品、磁性材料及制品、焊接材料及制品、过滤材料及环保工程、高速工具钢及人造金刚石工具等领域。公司为相关企业提供eVTOL复合材料机身结构制造和装配。公司的稀土永磁钕铁硼磁体可以用于低空经济领域的相关产品。
安达维尔 (300719. SZ)	航空复合材料	公司是集机载设备研制、航空维修、测控及保障设备研制、智能设备研制及工业软件研发等为一体的航空航天领域解决方案综合提供商。公司全资子公司天津耐思特瑞科技有限公司专注于碳纤维复合材料构件研发及制造，相关产品已应用于航空航天领域相关飞行器上，基于相关成熟工艺及技术生产的产品可以延伸应用于低空经济相关飞行器上。
中航高科 (600862. SH)	航空复合材料	公司是国内主要的复合材料原材料产品和技术提供商，低空经济相关飞行器因减重和效率的要求，会大量应用复合材料，对公司复合材料原材料（预浸料及蜂窝等产品）的市场拓展有积极的影响。公司也把低空经济领域业务拓展作为未来的重点工作之一，将积极响应政策牵引，加快公司复合材料原材料和结构制造技术在该领域的应用推广和业务布局
超捷股份 (301005. SZ)	航空零部件	公司主要从事高强度精密紧固件、异形连接件等产品的研发、生产与销售，广泛应用于汽车动力系统涡轮增压系统等汽车关键零部件的紧固与连接。目前公司产品应用于汽车、航空航天领域。航空航天领域产品包括无人机、商业航天火箭零部件。公司已有PEEK材料零部件应用在汽车上，从技术角度看是可以应用到低空飞行器或飞行汽车上。
天成自控 (603085. SH)	座椅技术	国内第一家内资民营乘用车座椅上市公司，产品已涉及汽车和航空座椅业务。天成自控的英国子公司Acro Aircraft Seating Limited是目前全球知名的航空座椅供应商之一，是全球两大飞机制造商波音和空客的合格供应商。公司产品已经获得欧洲航空安全局（EASA）和美国航空管理局（FAA）的适航证。公司结合英国研发、资质优势及中国制造优势，完成航空座椅碳纤维、铝合金等核心部件国产化，在座椅轻量化和舒适性方面具备了国际领先的竞争优势。
铂力特 (688333. SH)	卡钳和卡钳支架	国内金属3D打印龙头，产品在国内航空航天金属零部件领域市占率较高，参与前端设计并打印小鹏汇天eVTOL卡钳与卡钳支架部分。
森麒麟 (002984. SH)	轮胎	公司从事子午线轮胎和航空轮胎研发、生产、销售，具备研发制造通用飞机轮胎及飞行汽车轮胎的能力，其核心技术为自主研发。公司已顺利获得小鹏汇天飞行汽车轮胎项目的配套资格。
光洋股份 (002708. SH)	轴承	国内汽车变速器用滚针轴承、以及离合器分离轴承的主要供应商之一，已有飞行汽车客户项目。
天宜上佳 (688033. SH)	制动	公司全资子公司天启智和有“飞行汽车用高性能碳陶制动盘设计和开发”项目在研，目前相关产品已完成客户送样，正在试用验证中。
金博股份 (688598. SH)	制动	公司主要从事先进碳基复合材料及产品的研发、生产和销售，已与飞行汽车厂家开展碳/陶制动盘的研发和试制工作。
宝胜股份 (600973. SH)	航空电线电缆	宝胜股份及其旗下沈阳沈飞线缆科技作为航空电线电缆及电气线路互联系统（EWIS）领域集成解决方案厂商，大力布局低空经济产业。公司从2019年开始关注eVTOL这一细分赛道，积极对接国内eVTOL初创企业，承接了多型eVTOL整机级EWIS系统集成研制项目，并提供整机线束、线缆相关产品及安装、测试、改装服务。
宝武镁业 (002182. SZ)	仪表盘梁总成、中通道左右下支架总成	公司是集矿业开采、有色金属冶炼及加工为一体的高新技术企业，镁及镁合金产品的市场份额全球领先。公司与小鹏汇天签订合作协议，成为其仪表盘梁总成、中通道左右下支架总成等关键零部件的定点供应商。公司也是大疆的二级供应商。
双一科技 (300690. SZ)	模具	公司主要产品为风电机舱罩类产品、大型非金属材料、工程及农用机械设备覆盖件、车辆碳纤维复合材料制品。公司产品可应用于低空飞行器和飞行汽车等产品玻纤、碳纤维复合材料壳体的生产。其中，飞行汽车项目，公司已供货的产品为飞行汽车的飞行器外蒙皮和内置模具。
苏交科 (300284. SZ)	基础设施	公司是基础设施领域综合解决方案提供商，业务涉及公路、市政、水运、铁路、城市轨道、环境、航空和水利、建筑、电力等行业。公司在2024年1月与包括亿航在内的28家企业和科研院所成立了低空经济创新发展联盟，承接了江苏省交通运输厅的《江苏省低空目视航线网络布局规划及运行规则编制研究项目》、苏州市交通运输局的《苏州市低空经济高质量发展实施方案（2024~2026年）》等项目。2024年4月，公司与深圳联合飞机集团签署了低空经济合资项目，新设低空经济合资公司。
海特高新 (002023. SZ)	行业培训	国内最大的第三方飞行培训基地，成功研制并交付了国内首台eVTOL模拟机，辅助客户在eVTOL飞行器研制过程中进行人机工程验证、控制律验证及调教等工作。公司将在低空航空飞行器分系统、低空飞行器模拟机研制、飞行员培训等进行广泛的业务布局。
中信海直 (000099. SZ)	通航运营	公司在通用航空各细分领域已深耕40年，主要提供海上石油飞行、应急救援、通航维修、引航风电等领域直升机飞行服务，还提供应急救援、通航维修和陆上通航业务。公司正在以运营服务为核心，在舟山、深圳等地开展相关低空经济运营项目，并开发运行及运营相关系统程序，为未来eVTOL运行场景做前期验证，将在完成飞行器的安全性等多方面验证后，根据用户需求打造多样的应用场景。

资料来源：各公司官网，公司公告，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

- [**01**] 低空经济和eVTOL的概念、必要性
- [**02**] 低空经济和eVTOL的市场空间
- [**03**] 低空经济和eVTOL的结构拆分、技术路线
- [**04**] eVTOL的产业链拆解
- [**05**] 风险提示

- 一、政策开放不及预期。
- 二、城市低空基础设施配套建设不及预期。
- 三、eVTOL成本下降不及预期。
- 四、eVTOL取证进展不及预期。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6到12个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A股市场以沪深300指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.GSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普500指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	买入	股价表现优于市场代表性指数20%以上
		增持	股价表现优于市场代表性指数10%-20%之间
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		卖出	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
	行业投资评级	超配	行业指数表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		低配	行业指数表现弱于市场代表性指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。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，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我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。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构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，并向客户发布的行为。



国信证券

GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032