

低空经济乘风而至，产业机遇前景广阔

低空经济行业专题系列三

行业研究 · 深度报告

汽车 · 汽车零部件

投资评级：优于大市

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

证券分析师：曹翰民
0755-81981873
caohanmin@guosen.com.cn
S0980524100001

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

● 低空经济的概念

- 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。

● 发展低空经济的必要性和市场空间

- 我国无人机产业链全球领先，在无人机领域相关专利申请量约占全球70%，是世界第一大民用无人机出口国。低空经济商业化场景也很丰富，市场空间巨大。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10644.6亿元；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。

● 行业发展制约因素和发展

- 管理精细化不足、技术成熟度不高和基础设施不够完善是目前制约低空经济高质量发展的三重因素。针对瓶颈，行业内外正积极探索力求实现突破。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。从技术角度，行业标准正在逐步建立，电池续航、能量密度等性能方面具备很大升级迭代空间。从基础设施方面，各城市积极探索先行先试，后期再互相融合。

● 低空经济大规模商业化落地趋势

- 安全是低空经济发展的首要前提。行业后续将按照先载货后载人、先隔离后融合、先远郊后城区的原则，在严控风险、确保安全的前提下，分类有序拓展低空经济应用场景，稳妥推进低空旅游、航空运动、消费级无人机等低空消费发展。目前低空经济仍处于产业培育早期，低空经济产业发展历程有望类比新能源汽车产业，但成长期整体节奏更快。

● 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] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

● 什么是低空经济？

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。通用航空作为低空经济的核心组成部分，涵盖了公务飞行、私人飞行、农林作业、应急救援等多种应用场景。

● 发展低空经济的主要考量

1、推动城市交通与航空业的大变革：

- 以城市空中交通为核心，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。
- eVTOL具有起飞无需跑道、低噪音、零排放、易维护、规模运营化后低成本等优势，重塑了航空业的载人与载物的运维格局。

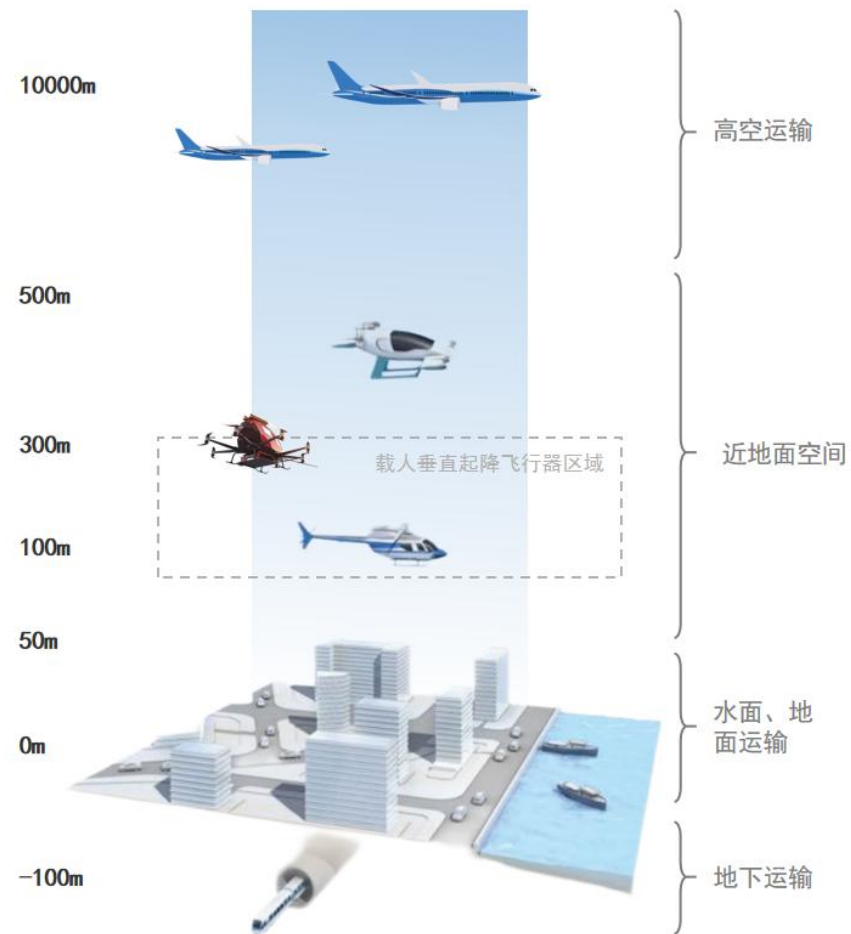
2、新标准引领新经济发展：

- 引领无人机、eVTOL等新型工具的技术标准建设，创建应用场景模范，打破美欧在传统民航和通用航空的垄断地位，实现“弯道超车”。

3、更好地平衡发展与安全：

- 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；
- 低空空域事关国防安全、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。

图1：国家空域基础分类示意图



资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所

低空经济内涵

• 低空经济主要包括低空飞行制造、低空飞行服务、低空飞行保障和基础设施综合服务四大板块。

✓ 低空飞行制造产业:面向通用、警用、海关和部分军用航空器的研发制造类产业

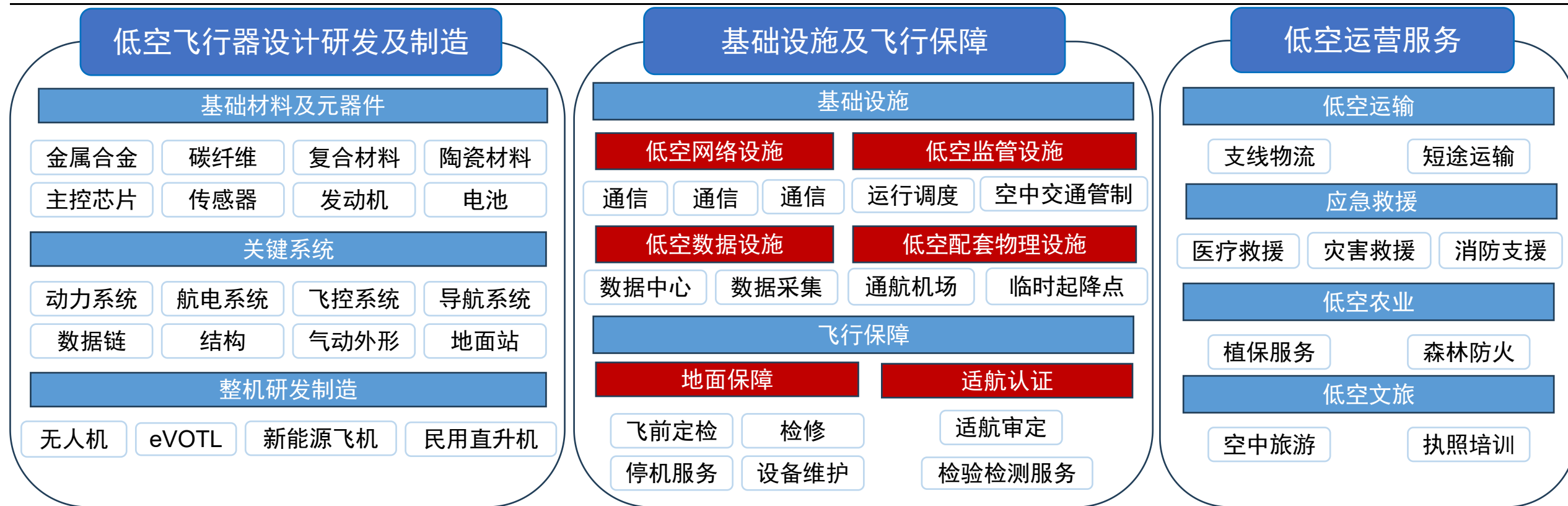
✓ 低空飞行:是低空经济的核心产业,对整个低空经济的发展起着牵引和推动作用

✓ 低空飞行保障:为低空飞行和空域安全保障提供相关服务的产业

✓ 综合服务:支持和辅助低空经济发展的各种服务型产业

低空经济也是耐心经济

图2: 低空经济产业链全景图



资料来源: 前瞻研究院, 国信证券经济研究所整理

低空经济的两大产业要素：低空空域和低空航空器

- 低空空域：低空空域通常是指距正下方地平面垂直距离在1000米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸到3000米以内。
- 低空航空器：包括直升机、无人机、eVTOL。根据运行高度划分：120m以下主要包括消费级无人机，120m—300m主要包括行业应用无人机，300m—1000m主要包括直升机/eVTOL。

图3：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，中国民航局，国信证券经济研究所

由于成本相对较低和灵活性，eVTOL和无人机或是未来低空经济主要载体

- 在整机制造环节，以无人机和eVTOL为代表的新兴飞行器蓬勃发展，与传统的直升机和固定翼飞机共同形成了新旧共存的格局。四种主流低空飞行器各具特点，如图所示。
- 根据中国民航局发布的《民用无人机驾驶员管理规定》，无人机是指由控制站管理(远程操纵或自主飞行)的航空器，主要特征含无人驾驶、远程控、超视距飞行等。eVTOL是指以电力作为飞行动力来源且具备垂直起降功能的飞行器。直升机是使用旋翼提供升力的航空器类型。固定翼飞机简称定翼机，常被再简称为飞机，是指由动力装置产生前进的推力或拉力，由机身的固定机翼产生升力，在大气层内飞行的重于空气的航空器。它是固定翼航空器的一种，也是最常见的一种，另一种固定翼航空器是滑翔机。飞机按照其使用的发动机类型又可被分为喷气飞机和螺旋桨飞机。
- 现阶段，是以无人机为主要载体，传统通用航空器为补充;而未来，将会以“eVTOL”为主要载体，各类通航设备在不同应用领域协同发展。

图4：四大主流飞行器比较

	无人机	eVTOL	直升机	固定翼飞机
				
优势	灵活性高、成本低、易于部署	垂直起降、自动化、高效出行	垂直起降、速度快、载重能力强	速度快、机动性能高、安全舒适
劣势	续航能力、载重能力有限	技术挑战、法规限制	高成本、噪音大、高污染	价格昂贵、起降场地有限制
应用场景	航拍、农林植保、环境监测保护等	城市空中交通、应急救援等	长途运输、应急救援等	跨区域客运、货运、军事侦察等
产业现状	技术不断成熟、法规逐步完善	多家企业布局、试点项目推进	技术成熟稳定、市场竞争加剧	技术创新与突破、应用领域拓展
发展趋势	技术持续创新，成本降低，应用广泛；未来与其他低空飞行器协同，提升整体效率	将成为未来城市出行的重要方式；垂直起降、电磁场环保，是低空经济的新热点	在特定领域和任务中仍具独特优势；向智能化、环保化发展	技术升级聚焦智能化和绿色化；飞行控制系统及人工智能和大数据技术

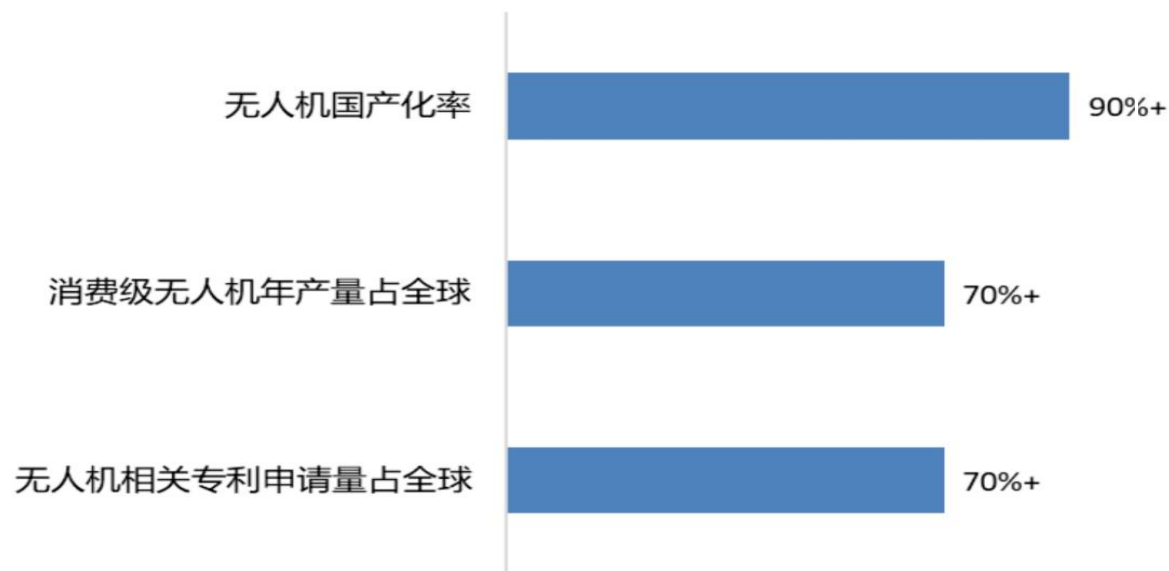
资料来源：中国信道院，中国信息通信研究院、中国互联网协会，《低空经济政策与产业生态研究报告（2024年）》，中国信息通信研究院，2024：1-33，中国信息通信研究院知识产权与创新发展中心、中国互联网协会，2024，民用航空局，国信证券经济研究所

- [01] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

我国发展低空经济的基础——无人机产业链全球领先

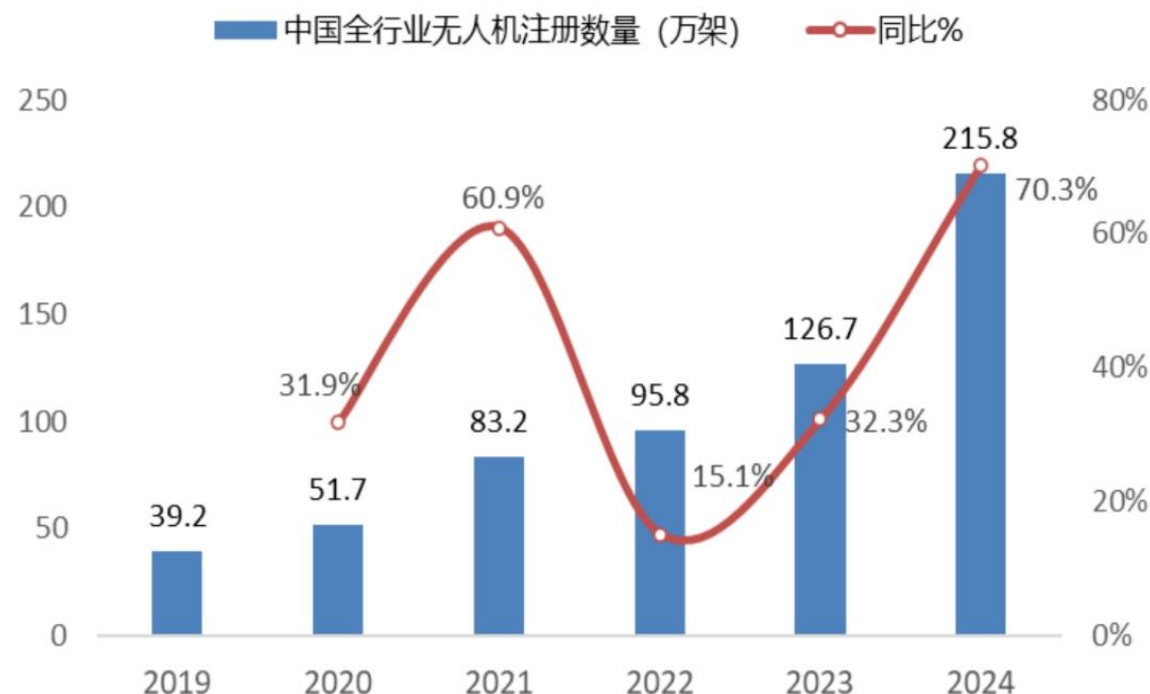
- 无人机根据用途可划分为军用和民用无人机。民用无人机已经成为中国低空经济发展的主力机型，2023年产业规模达到1,174.3亿元，同比增长32%。我国消费级无人机行业企业已在全球市场占据领先地位，龙头企业竞争优势日益凸显，大疆常年占据全球消费级无人机市场份额的7到8成。
- 根据中国民用航空局数据，2024年全国全行业注册无人机数量达到215.8万架，较上年增长70.3%，新增注册无人机数量呈加速增长态势。
- 我国建立起完整的无人机产业链，整机国产化率可以做到90%以上，从研发、生产（整机、动力系统、载荷设备、材料与通信导航等）到终端应用领先全球，在无人机领域相关专利申请量约占全球70%，是世界第一大民用无人机出口国。

图5：我国无人机产业链竞争力在全球领先



资料来源：中国民用航空局，中国民航出版社，招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

图6：我国注册无人机数量呈加速增长态势



资料来源：中国民航局，SIPRI，招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

我国发展低空经济的基础——工业无人机降本增效优势显著

- 根据2023年国务院、中央军委发布的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，无人机按照空机重量、起飞重量、飞行速度等性能指标梯度划分为：微型、轻型、小型、中型和大型。

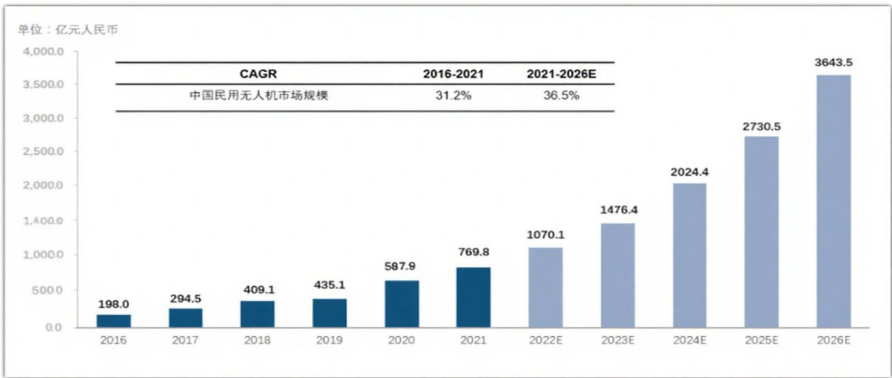
图7：无人机按照空机重量、起飞重量、飞行速度等性能指标梯度划分

	微型	轻型	小型	中型	大型
应用场景	消费级无人机	工业级、专业级无人机			
		短途物流、巡检、测绘、勘查		中长途物流、农业、应急救援、军事等	
标准	<ul style="list-style-type: none">空机重量小于0.2kg真实飞行高度50m左右最大飞速不超过40km/h	<ul style="list-style-type: none">空机重量不超过4kg且最大起飞重量不超过7kg,最大飞速不超过100km/h	<ul style="list-style-type: none">空机重量不超过5kg或最大起飞重量不超过25kg	<ul style="list-style-type: none">最大起飞重量不超过150kg	<ul style="list-style-type: none">最大起飞重量超过150kg
管理要求	<ul style="list-style-type: none">无需实名登记无需驾驶员执照无需申请飞行空域	<ul style="list-style-type: none">需实名登记驾驶员需掌握相关理论知识无需申请飞行空域（视距内运行）	<ul style="list-style-type: none">需实名登记驾驶员需取得相应执照需申请飞行空域	<ul style="list-style-type: none">需实名登记驾驶员需取得相应执照需申请飞行空域需进行运载审定	<ul style="list-style-type: none">需实名登记驾驶员需取得相应执照需申请飞行空域需取得型号合格证
产品	大疆DJI Mini 4 Pro	大疆DJI Matrice 4系列	美国第四代无人机、丰翼方舟40	丰翼方舟E35/方舟150	壹通TP500、白鲸航线W5000
飞行半径	<1km	<5km	5-10km	20-200km	>200km
售价	0.4万-1万	1万-6万	约10-30万	30万-百万级	数千万元不等

资料来源：中国民航总局，国信证券经济研究所

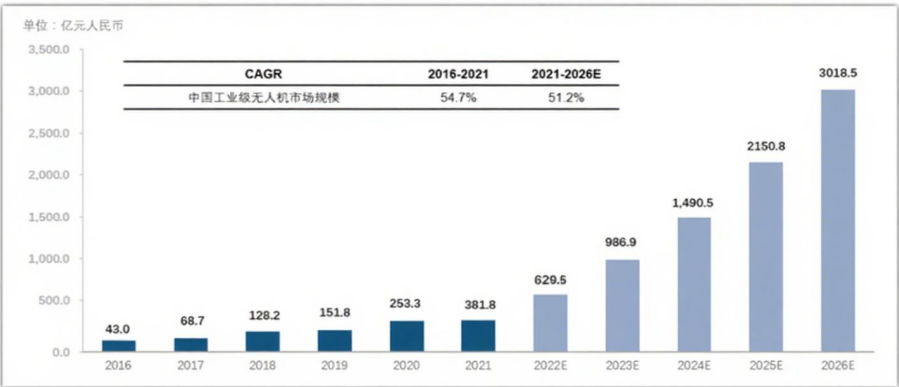
- 截至2023年底，中国民用无人机研制企业超2300家，量产产品超1000款。
- 工业级无人机在民用无人机中占比接近70%。无人机在工业领域应用降本增效表现突出，年均增长率超50%。

图8：中国民用无人机行业市场规模，2016-2026预测



资料来源：沙利文分析，国信证券经济研究所

图9：中国工业无人机行业市场规模，2016-2026预测



资料来源：沙利文分析，国信证券经济研究所

我国发展低空经济的基础——eVTOL发展迅猛

eVTOL是指以电力作为飞行动力来源且具备垂直起降功能的飞行器，具有垂直起降、智能操作、快捷机动、低成本、低噪音、零排放、易维护、高安全等特点，顺应了电气化、绿色化、智能化的发展趋势，是一种面向未来城市空中交通（UAM）场景、更符合未来城市综合立体交通系统的飞行器形态，将对未来社会、经济、安全和环境等方面产生重大影响，潜在价值空间较高。最早的eVTOL概念机型出现于2010年前后。

图10：亿航智能EH216-S无人驾驶载人eVTOL

EH216-S无人驾驶载人eVTOL——城市内低空中短途空中交通



6.05m	5.73m	1.93m	620kg	90km/h	130km/h	30km	25min
机身长度	机身宽度	机身高度	最大起飞重量	最大正常平飞速度	最大设计速度	航程	航时

资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理

图11：峰飞航空凯瑞鸥货运版eVTOL



资料来源：峰飞航空，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12：现有交通工具与eVTOL出行耗时对比

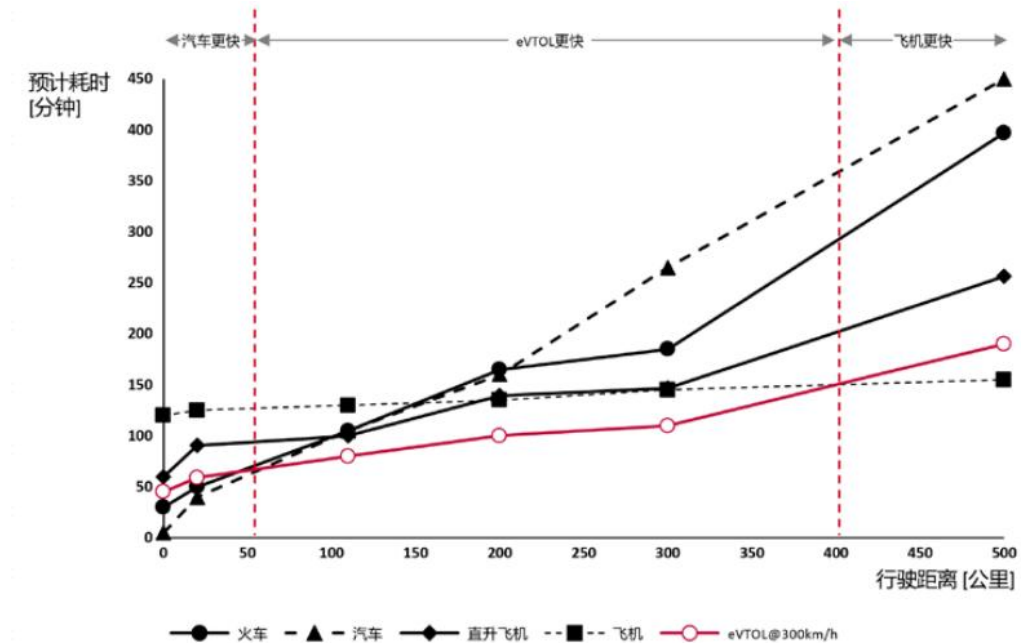
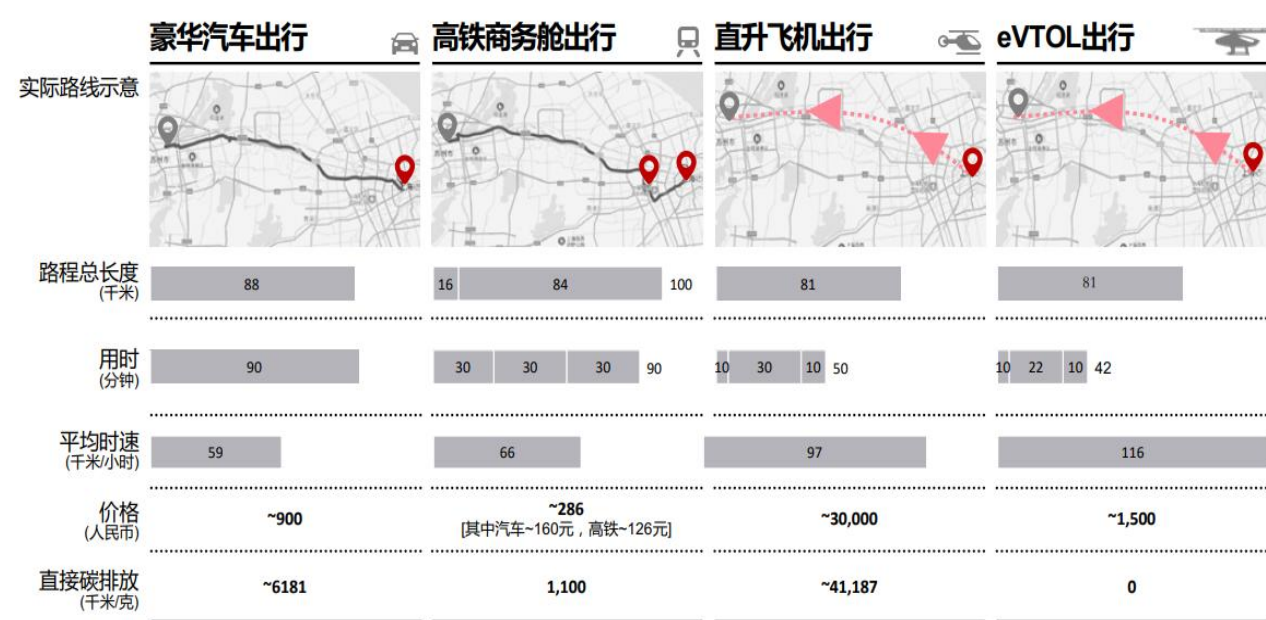


图13：以上海-苏州为例各类出行方式比较



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。

城际：

- 2020年5月峰飞航空凯瑞鸥2吨级eVTOL，成功实现全球首次海上石油平台物资运输飞行，从深圳陆地起降点起飞，经过58分钟的跨海域飞行，降落在距离深圳海岸线150公里的惠州19-3平台，成功完成了运输任务，是船运的十分之一时间。
- 2025年7月物流无人机装载海鲜从广东珠海唐家港起飞，历时约55分钟跨越珠海、中山、广州三市82.9公里后，精准降落广州穗港码头。此次飞行是物流复合翼航空器在大湾区的首次长航程城际飞行，成功验证了城际长航程物流链路的真实运营可行性，标志着大湾区首条超长无人机物流航线开通，此次飞行的物流无人机巡航速度约100公里每小时，相比陆路运输效率提升60%，节省1个小时。

图14：峰飞航空凯瑞鸥海上石油平台飞行



资料来源：峰飞航空，中信海直，国信证券经济研究所整理

图15：美团无人机



资料来源：美团，国信证券经济研究所整理

低空经济应用场景丰富，商业化进展迅速

按用途可将低空经济应用场景分为生产作业、交通运输、文旅活动、安防安保等四大类。

特点：

1. 生产作业类：以提升效率为核心，减少人力成本，用于复杂环境场景；应用频次高，需求明确，已形成专业服务市场。
2. 交通运输类：重构三维立体交通网络，缓解城市交通拥堵问题。解决“最后一公里”和偏远地区配送问题。需配套新型基建。
3. 文旅活动类：创造沉浸式消费新场景，增强消费体验。用户付费意愿强，商业模式灵活。高度依赖空域开放和安全保障能力。
4. 安防安保类：重构对抗防御体系，反应速度快，成本效益比高，最终实现无人化智能巡防。

图16：低空经济应用场景

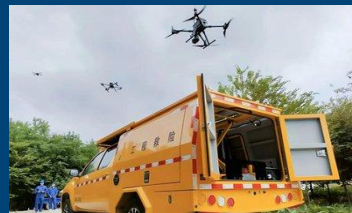
生产作业

公共服务：违建巡查、河道巡检、交通管理、环保监测

应急保障：灾害救援、紧急医疗救助、消防救援、公共安全事件响应

科学探测：地质与海洋勘探、环保监测、地理测绘、生态监测

商业生产：农林植保、海洋渔业、工业巡检、建筑施工



安防安保

安防巡逻：城市安全巡逻、电子围栏监控、低空通信保障、活动保障

要地防护：低空监测识别体系、低空反制体系、编组护航、后勤支援

交通运输

载物运输：特种物资运输、景区外卖、生鲜运输、跨海直运

载人交通：城市空中交通(UAM)、商务专线、城际通、勤短途客运



文体活动

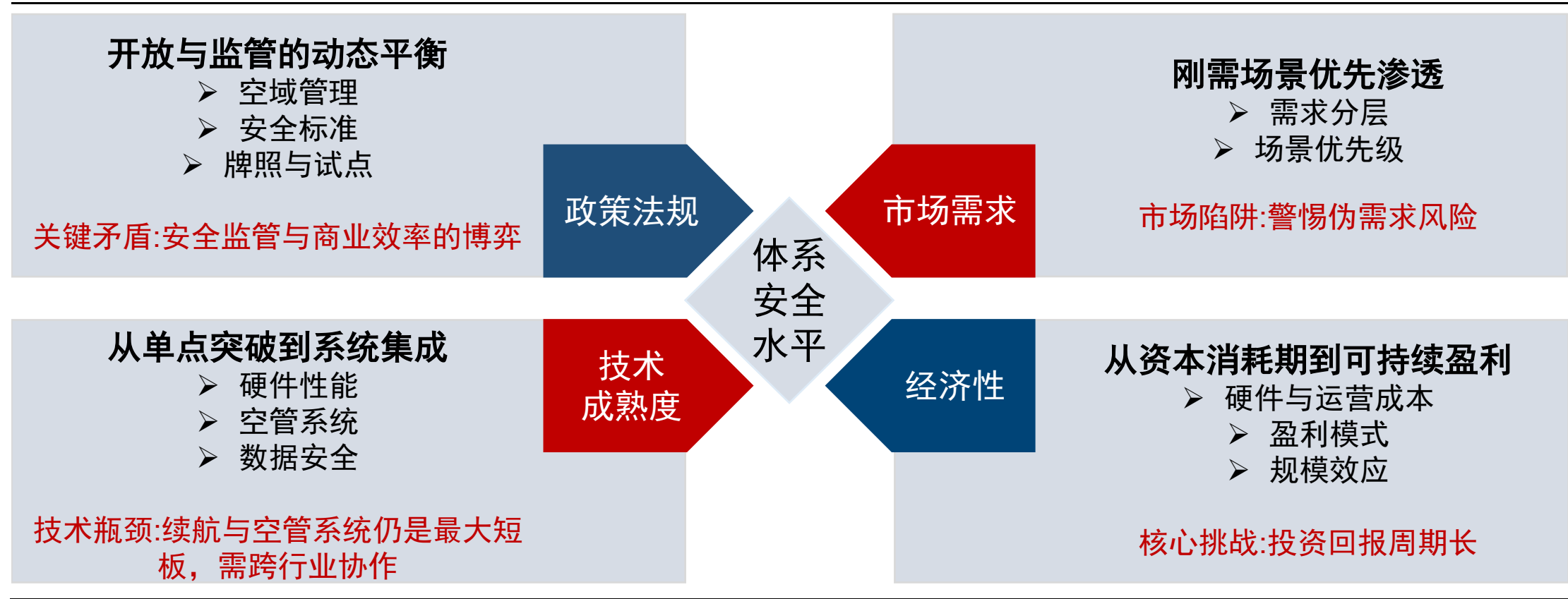
文旅应用：无人机表演、商业航拍、低空观光、景观飞行

体育应用：航空运动、竞技赛事、极限运动、赛事直播

教育培训：科普体验、职业教育、低空研学、飞行执照考级

- 政策先行、技术验证、市场需求激活、成本优化等四方面协同发力推动低空经济应用场景商业化。

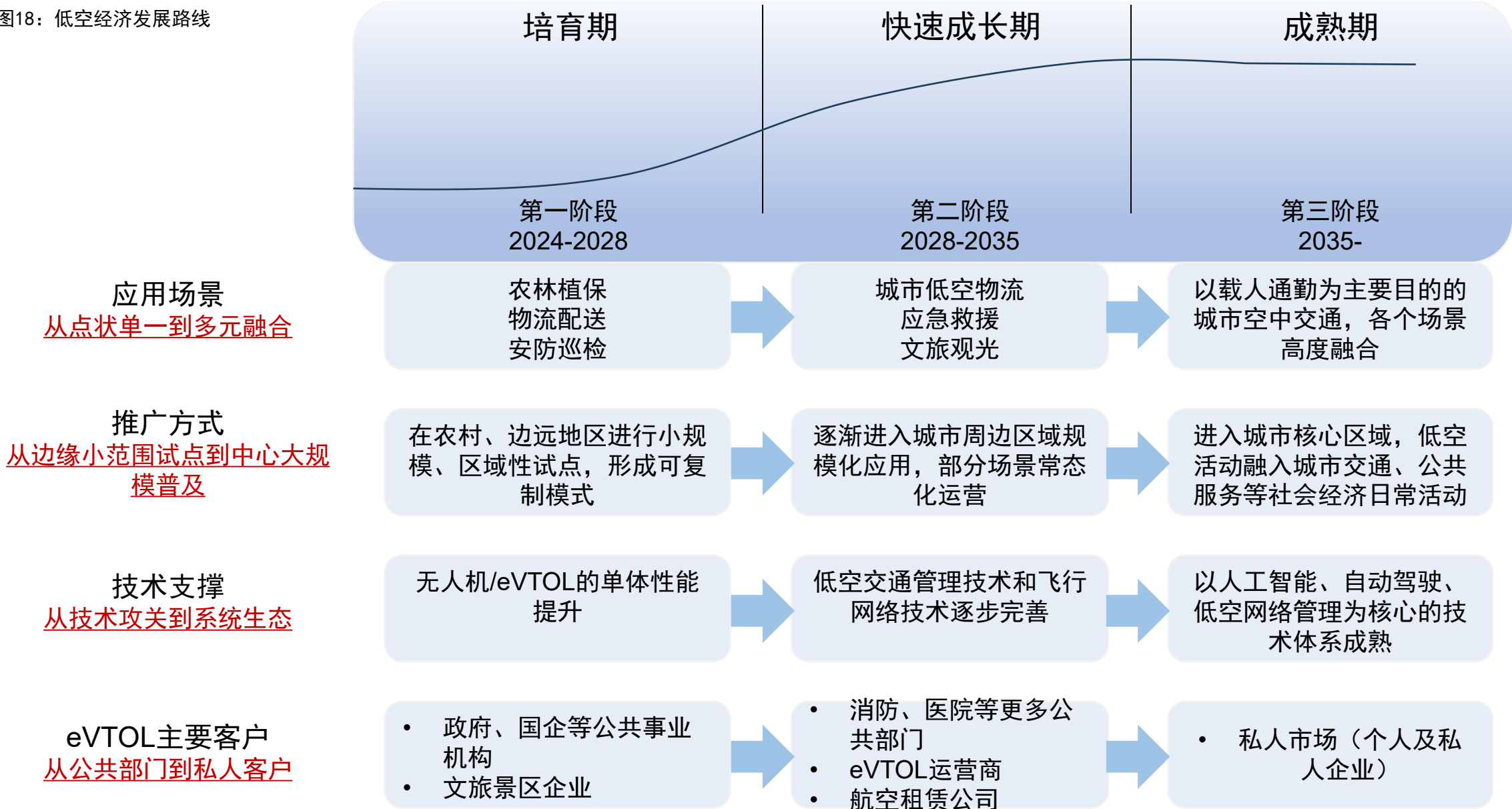
图17：低空经济应用场景商业化影响因素



资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

低空经济发展路线图

图18：低空经济发展路线

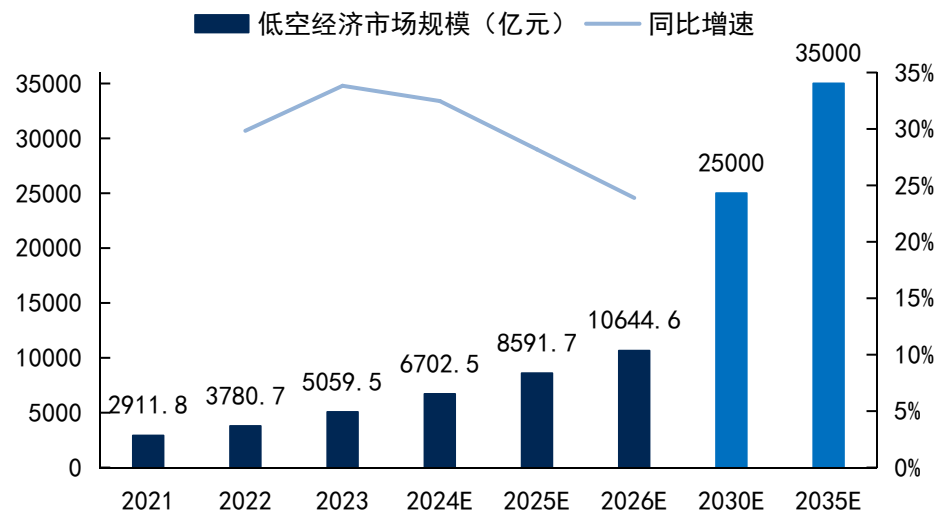


资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

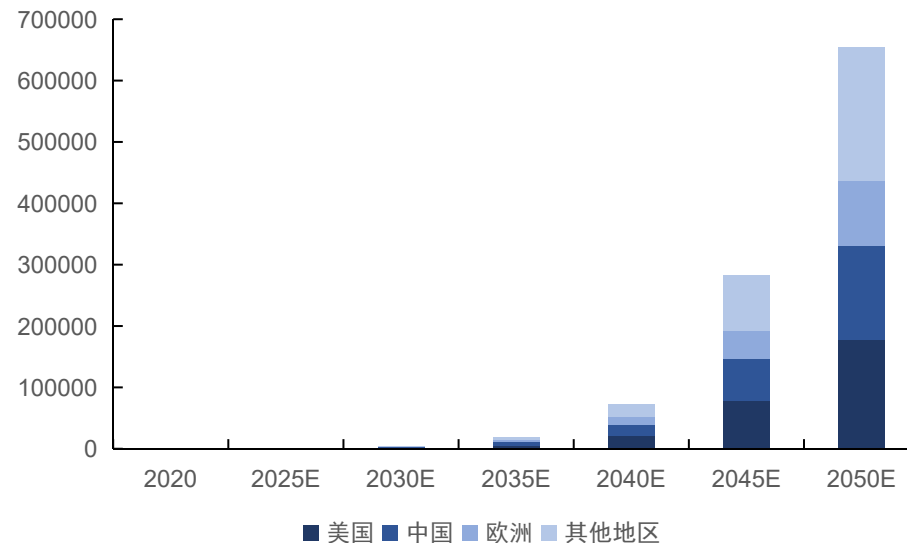
- 国内低空经济市场规模超万亿：根据赛迪顾问数据，2023年，受到民用无人机产业高速发展、低空空域改革试点工作持续深化等影响，中国低空经济高速发展，相较2022年经济规模持续提升，**2023年中国低空经济规模达到5059.5亿元，同比增速高达33.8%**。
- 2023年，低空经济规模贡献中低空飞行器制造和低空运营服务贡献最大，接近55%，间接、引质产生的围绕供应链、生产服务、消费、交通等经济活动贡献近40%，低空基础设施和飞行保障的发展潜力尚未充分体现。随着低空飞行活动的日益增多，预计到2026年低空经济规模有望突破万亿，达到10644.6亿元。根据中国民航局数据，**到2030年，中国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。**
- 远期全球eVTOL市场规模空间广阔：参考Morgan Stanley预测数据，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。

图19：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20：全球分地区eVTOL市场规模预测（亿元人民币）

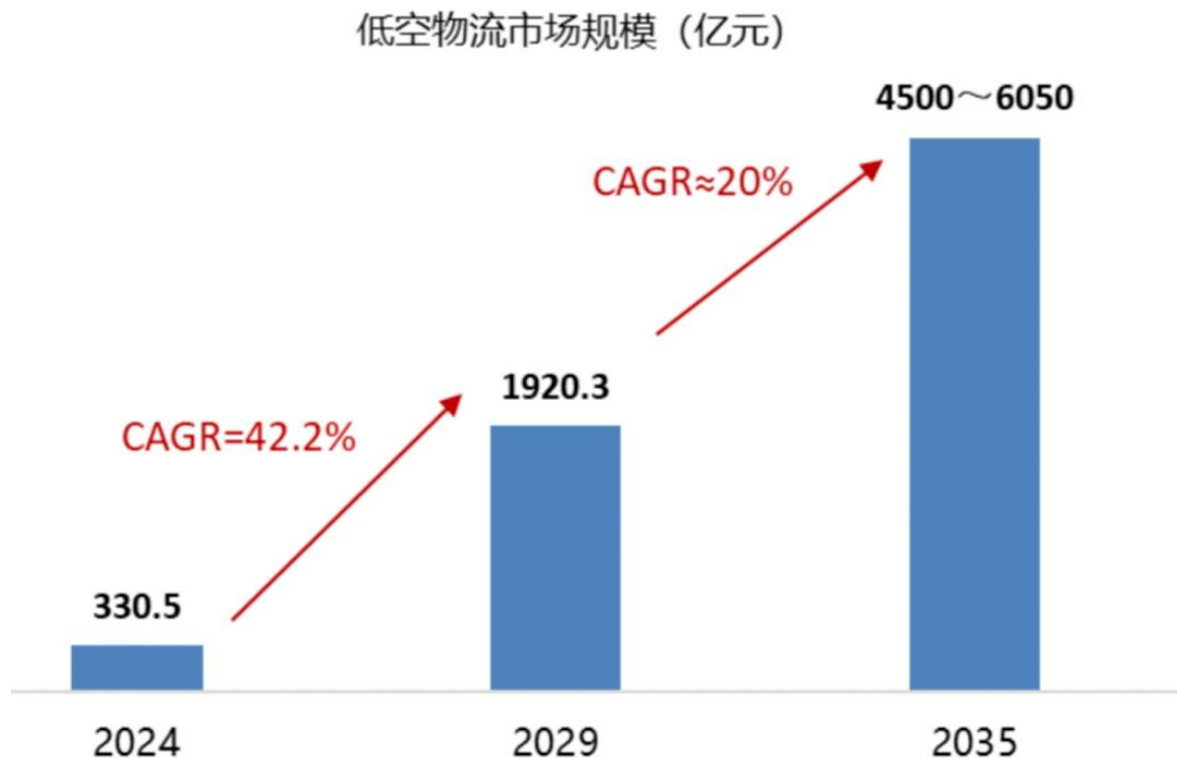


资料来源：资料来源：Morgan Stanley，国信证券经济研究所整理

低空物流场景潜力巨大，无人机货运具备商业化条件

- 低空物流处于早期发展阶段，货运量虽少但增速快，拥有巨大的商业开发潜力。根据共研产业研究院数据，2024年中国低空物流市场规模约330.5亿元，预计到2029年增长至1920.3亿元，期间年复合增长率达42.2%。《2024中国低空物流发展报告》数据显示，到2035年低空物流市场规模有望达到4500-6050亿元。

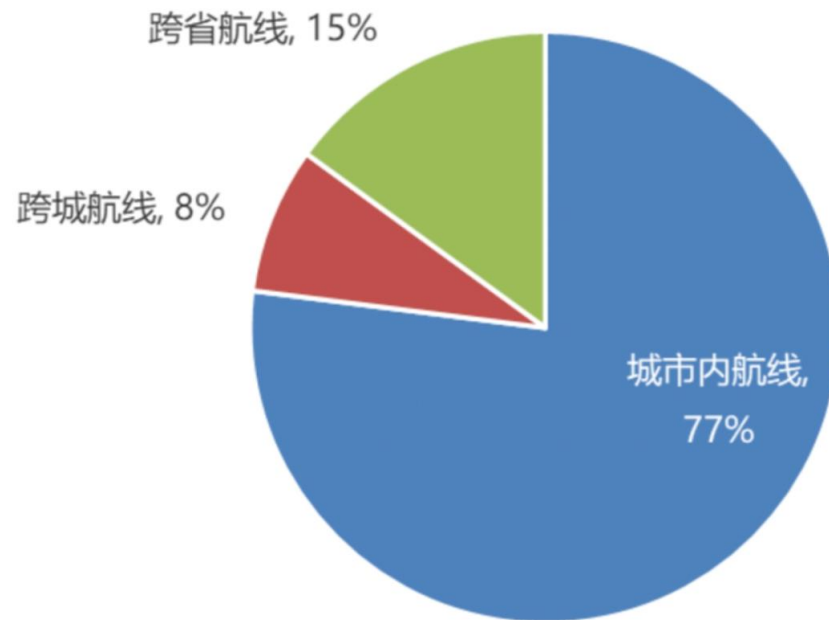
图21：未来5年低空物流市场规模预测



资料来源：中国民用航空局,共研产业研究院,国信证券经济研究所整理

- 低空物流场景主要包括城市（同城末端配送）、非城市（跨城干、支线物流）两大细分场景。根据翼威视界数据，截至2024年底，全国范围内已开通的超150条低空物流航线中，77%是城市内航线，跨省、跨城航线分别占比15%、8%。

图22：现阶段低空物流同城航线占比近八成



资料来源：翼威视界,国信证券经济研究所整理

图23：国内空中游览市场空间测算

国内空游eVTOL需求空间测算

中国A级及以上旅游景区数量	14,900	
	×	×
eVTOL渗透率	15%	20%
	×	×
每个景区配备的eVTOL数量	10	10
	=	=
国内空游eVTOL需求数量（预估）	22,350	29,800

资料来源：文化和旅游部，亿航智能，国信证券经济研究所整理

图24：国内空中的士市场空间测算

中国空中的士市场空间

出租车数量（万辆）	139	网约车数量（万辆）	716
	×		×
出租车活跃率	100%	网约车活跃率	40%
两者汇总（万辆）	425+		
	×	×	
eVTOL渗透率	2%	3%	
	=	=	
中国空中的士eVTOL需求数量	8万+	12万+	

* 到2027年

资料来源：交通运输部，亿航智能，国信证券经济研究所整理

- [01] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

制约低空经济发展的三大因素

三大制约因素：

- **政策支持力度**——（1）**空域管理模式**：低空空域主要由军方管控，地方政府协调。开通固定航线审批较难，飞行活动受限制较多。（2）**协同监管体系尚未形成**：军、地、民统一的低空安全监管体系还未形成，各部门监管边界尚未明晰，互联互通的空域管理系统尚未搭建，精细度管理还不够。（3）**应用场景有待创新**：在通勤航空、医疗救援等领域的市场化应用还处于起步阶段，大部分应用场景尚未形成成熟模式和商业闭环。
- **飞行器成熟度（标准化与性能）**——行业标准化滞后，电池续航、能量密度等性能方面依然具备很大升级迭代空间；载人条件尚不成熟（通常要求 $10^{\sim}9$ ），且飞行累积时长、应对事故经验不足。
- **基础设施完善度**——包括起降场、飞控网络、监测雷达、通讯系统等，全国尚未建立统一标准，各城市先行先试，后期能否互相兼容存疑。

图25：eVTOL发展路线



资料来源：CCID赛迪微信公众号，国信证券经济研究所整理

低空经济海外监管态度：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1：全球主要经济体eVTOL相关政策

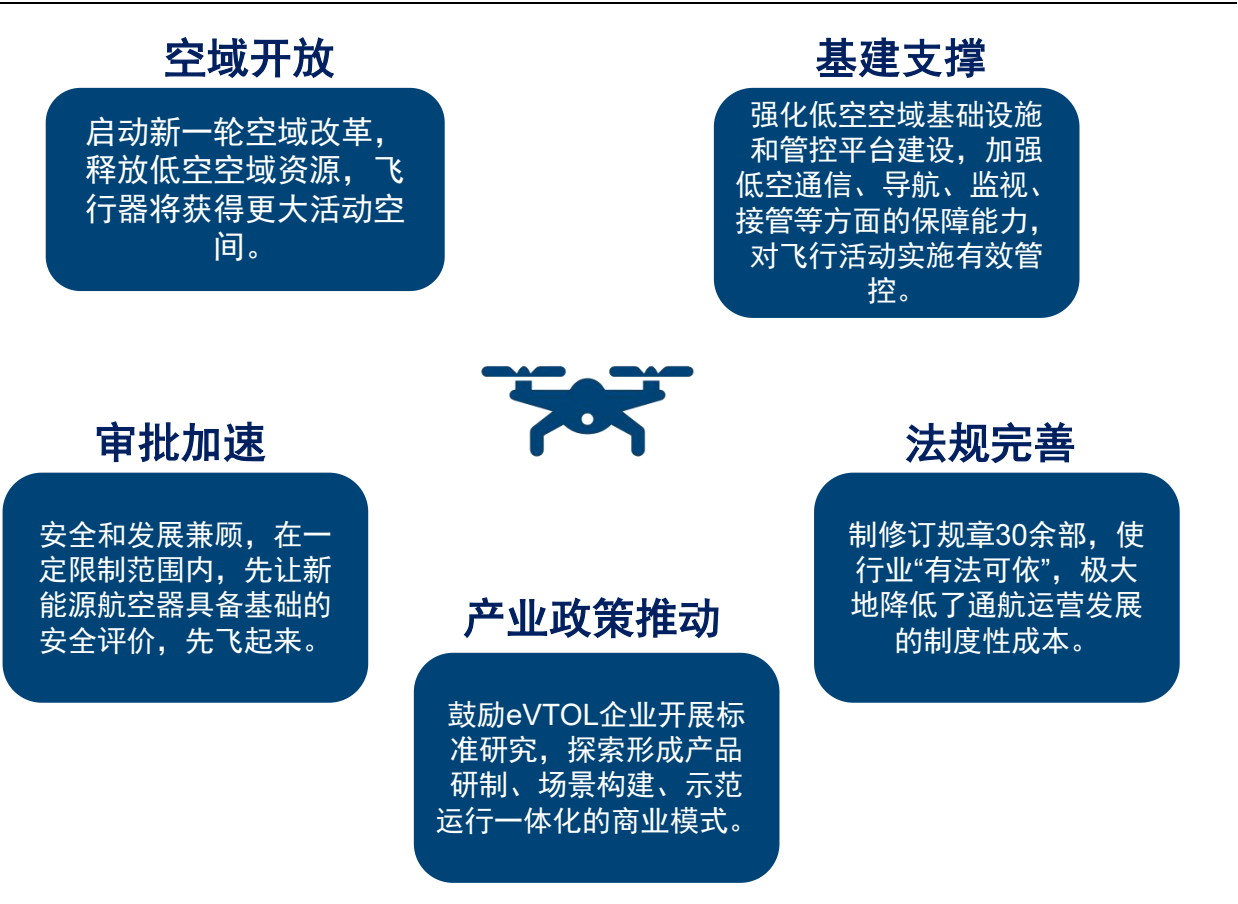
区域	机构	时间	相关政策	政策方向
欧洲	欧洲航空安全局 (EASA)	2019年	发布针对小型VTOL特殊适航认证条款 (Special Condition for small-category VTOL aircraft)	首次针对小型 (EASA定义里的small-category, 9座级 (含) 以下, 且最大起飞重量不超过3175千克) VTOL航空器的适航审定制订了相关专用条件 (SC), 并试图通过颁布一部适用于不同类型VTOL航空器的审定规范来解释所有初始适航问题。
		2020年	发布eVTOL适航认证的拟议符合性评审方法 (Proposed means of compliance with the special condition VTOL)	
		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。
		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。
		2024. 07	AAM Certification Guidelines for eVTOL	发布新版eVTOL适航指南 (Part 21特定条件更新), 加快机型审查流程, 提升电动垂直起降飞行器市场准入效率。
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。
		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。
		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。
		2024	Urban Air Mobility Implementation Plan (Innovate28)	加速推进eVTOL商业化, 目标2028年洛杉矶奥运会应用; 推进适航认证、空域集成、城市起降场 (Vertiport) 布局、
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	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;
	交通部	2025	UAM商业化路线图	初期在首尔-仁川机场间建空中走廊, UAM飞机450米飞行 (150米余量), 初期共享直升机航线; 分三阶段商业化: 2025-2029年载人, 2030-2034年远程驾驶, 2035年自动驾驶。
香港	数字政策办公室/民航处	2025. 03	低空经济监管沙盒	促进低空飞行活动创新测试, 首批38个项目涵盖应急、物流、巡检、监控、基础设施; 收集无人机技术规格、通信网络、GNSS信号、低空监视系统数据, 为政策制定提供依据。

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

中国低空经济：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26：低空经济发展五大驱动力



资料来源：前瞻研究院，国信证券经济研究所

表2：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2024年底，全国在册通用机场已达475个，其中取得通用机场使用许可证的111个，通过通用机场信息管理系统完成备案的（B类通用机场和仅供直升机起降的A类通用机场）364个。全国通用机场数量较2023年、2022年同比增长26个、79个。
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	2025年3月，亿航智能获得全球首张eVTOL运营许可证，成为全球首家四证齐全的低空飞行器的生产商。

资料来源：中国民航局，深圳市政府，中国政府网，亿航智能，国信证券经济研究所整理

中国低空经济政策：国家战略与立法保障



- 低空经济上升为国家战略：2021年“低空经济”首次写入国家级规划《国家综合立体交通网规划纲要》；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3：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。
2024. 07	第二十届三中全会	《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》		深化综合交通运输体系改革，发展通用航空和低空经济。
2024. 07	中共中央政治局第十六次集体学习		会议主题：推进现代边海空防建设	要做好国家空中交通管理工作，促进低空经济健康发展。
2025. 03	《2025年政府工作报告》			开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展。
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. 11	国家空管委		《国家空域基础分类方法（征求意见稿）》	按照【空域等级】方式将中国空域分为两级七类。管制空域（A、B、C、D、E类）和非管制空域（G、W类）。新增设的G、W类空域主要为无人驾驶航空器飞行提供法规上的支持，与将于2024年施行的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》相辅相成
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

中国低空经济政策：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

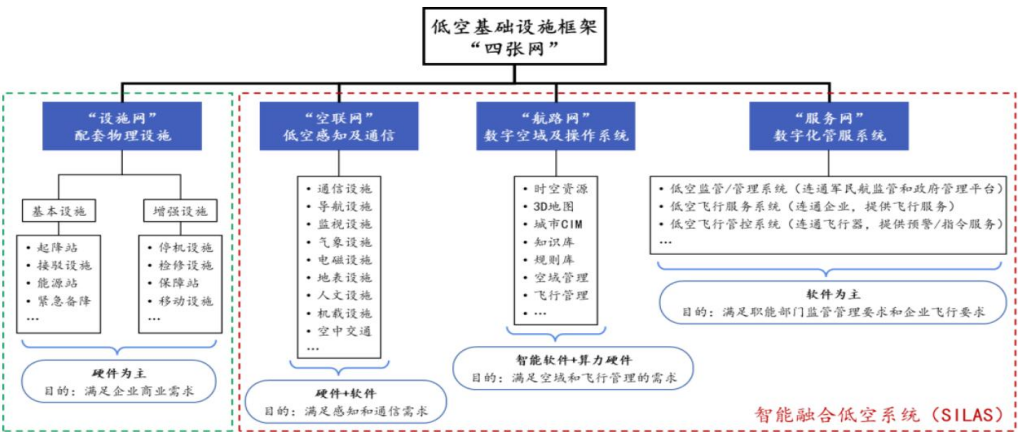
- 产业政策鼓励eVTOL应用场景释放和技术发展，并依托城市场景为重点开展城市空中交通试点示范。

表4：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	工信部等4部委	《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》	到 2027 年，我国通用航空装备供给能力、产业创新能力显著提升，现代化通用航空基础支撑体系基本建立。推进电动垂直起降航空器（eVTOL）等一批新型消费通用航空装备适航取证。鼓励飞行汽车技术研发、产品验证及商业化应用场景探索。针对农林作业、工业生产等应用需求，不断提升产品竞争力和市场适应性。

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27：低空智能融合基础设施的“四张网”



资料来源：低空经济创新平台、中国航空运输协会通用航空分会，《低空经济发展白皮书（2.0）》，中译出版社，2024，1-71，IDEA研究院，国信证券经济研究所整理

图28：低空活动展示平台



资料来源：低空经济创新平台、中国航空运输协会通用航空分会，《低空经济发展白皮书（2.0）》，中译出版社，2024，1-71，IDEA研究院，国信证券经济研究所整理

中国低空经济政策：各地抢先布局，因地制宜打造样板

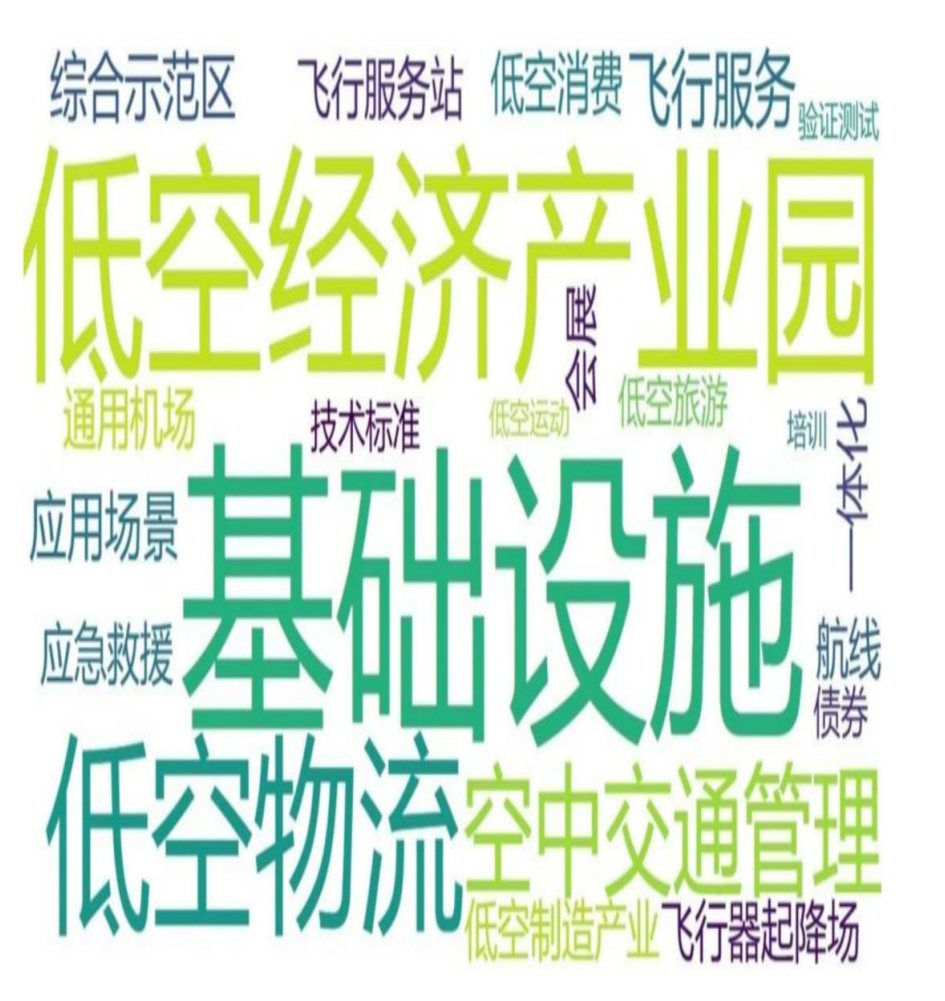
地方政府层面，各地加快布局、先行先试，对低空经济发展给予财政补助，因地制宜打造低空多场景应用示范体系。有了国家层面对低空经济的战略定位和目标规划，以及在看到低空经济巨大的发展潜力和产业带动效应后，各省市地方政府积极响应、抢先布局。

图29：全国各地争相发展低空经济，以及地方政府补助低空经济的主要方向和内容

全国民用无人驾驶航空试验基地(试验区)		低空经济写入2025年政府工作报告或发布低空经济行动方案的重点城市	补贴主要方向	牵头单位	具体内容
目标定位	试验区/试验基地				
全国六大低空试点城市（开放600米以下空域授权）	深圳、杭州、成都、苏州、重庆、合肥	北京、上海、广州、深圳、珠海、成都、重庆、苏州、合肥、南京、武汉、郑州、济南、青岛、福州、沈阳、大连、呼和浩特、无锡等	支持低空经济企业落户	市交通运输局、工信局	对于新引进的上一年度营收规模达到5000万、1亿元、5亿元、10亿元以上的低空经济企业，分别给予200万元、300万元、1000万元、2000万元的一次性落户奖励
海岛场景	上海金山、青岛				
城市场景	深圳、杭州、安阳		支持低空基础设施建设	市交通运输局、财政局	投入使用一年后，按照项目实际新增固定资产投资额的50%给予一次性补助；每个小型起降点、智能起降柜不超过10万元；每个中型起降场、大型起降枢纽、eVTOL起降场、直升机起降平台不超过200万元；每家企业每年度该项补助金额最高不超过500万元
支线物流	自贡、榆林、吴忠				
综合应用拓展	深圳、南京、沈阳、太原、石家庄、赣州、东营、安庆、北京延庆、天津滨海新区、重庆两江新区、贺州		支持低空智慧物流	市交通运输局	新开设低空无人机货运航线并常态化运营的低空经济物流企业给予补助；首年，起飞重量不超过25kg的轻小型无人机按照30元/架次；起飞重量超过25kg的中大型无人机按照90元/架次给予补助
试飞验证	成都				
2025年，全国31个省级行政单位中，已有30个在其政府工作报告直接提及低空经济相关内容			支持低空载人飞行	市交通运输局、文旅局	分类别按空中观光游览类每位游客150元/架次；市内交通类每位乘客200元/架次；城际交通类每位乘客300元/架次；每家企业补助金额不超过上年度实际运营费用的50%，最高不超过1000万元

资料来源：各省市政府工作报告，招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

图30：2025年政府工作报告低空经济相关词频分析



资料来源：各省市政府工作报告，清华同衡规划设计所，招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

中国低空经济政策：各省市针对低空经济纷纷出台专项政策



- 据不完全统计，全国已有30个以上省（区、市）将低空经济有关内容写入政府工作报告，并在低空物流、低空交通、基础设施建设、低空企业引培、低空经济链企业引培、低空经济标准规范制定、低空经济交流推广活动、低空经济人才保障、低空技术创新、资质取证补贴等多个领域给予政府补贴。

表5：2024年国内重点城市低空经济行业相关政策

城市	发展目标	规划起降点数量	规划航线数量	运营补贴政策	生产奖补政策
广东广州	2027: 产业规模1500亿元	>5个枢纽型垂直起降场；100+常态化使用起降点；数百个社区网格起降点；低空基础设施投资规模100亿元	/	载人无人驾驶应用场景航线，单条航线年度最高补助100万元。	固定资产投资额5亿—100亿元的项目，市财政按固定资产投资额的2%予以扶持
广东深圳	2025: 产值规模1000亿元	1200+低空起降设施；109个直升机场eVTOL兼容改造；新增131个直升机场（部分兼容eVTOL）	1000+	宝安区/龙华区：eVTOL运营空中观光游览100元/架次/人，市内交通200元/架次/人，城际交通300元/架次/人 龙岗区：低空载人航线补贴50%的飞行成本 南山区：每条境内航线一次性奖励15万元，每条深港跨境航线一次性奖励50万元	宝安区：载人eVTOL制造项目投资金额达1亿元，按项目投资金额的20%给予一次性补贴
广东珠海	/	2个大型起降枢纽；44个中型起降场站；数百个小型起降点	/	eVTOL载人运营空中观光游览100元/架次，市内交通200元/架次，城际交通300元/架次	新引进的低空经济制造业优质项目：给予不超过设备购置额20%的补助
安徽省	2027: 产业规模800亿元	500个	/	合肥市：载人eVTOL航线观光旅游航线100元/架次/人，市内交通200元/架次/人	/
上海	/	/	400+	杨浦区：新开设航线企业，每条航线首年度完成5000架次飞行给予一次性补贴20万元，每家企业补贴最高100万元/年	杨浦区：对新引进的具有总部功能的低空经济企业或特别优质企业，经认定给予最高1000万元重大功能性总部项目补贴
江苏无锡	2026: 产业规模300亿元，低空飞行规模30万架次/年	200	/	/	/
江苏南京	2026: 产业规模500亿元	240+	120+	鼓励开通低空交通航线，对符合新开航线和架次标准的运营企业予以奖励	/
江苏苏州	2026: 产业规模600亿元	11个大型、150个中型、350+小型、若干微型起降场	100	中大型无人驾驶航空器常态化新开航线给予一次性奖励40万元	对重大项目落户及增资扩产，最高给予3000万元奖励
浙江杭州	2027: 低空飞行量180万架次/年；产业规模600亿元	40个公共无人机起降点；220+末端无人机起降点；3+试飞测试场	500	/	/
湖北省	2027: 产业规模1000亿元	600+起降场	/	武汉市：大、中型无人驾驶航空器常态化运营航线，每条新开航线给予一次性奖励 40 万元	eVTOL研发制造企业按实缴注册资本的5%给予不超过1000万元的落户奖励

资料来源：各省、市政府官网，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

应用场景不断增多，已有政府订单落地

- 各地政府纷纷就低空经济战略规划进行项目招标，加速低空经济落地，如苏州吴中太湖新城发布低空经济服务项目招标，预算1410万元，致力于将太湖新城打造成为全国低空经济示范区。

表6：政府就低空经济相关规划进行招标

项目名称	预算金额（万元）	内容
苏州吴中太湖新城低空经济服务项目	1410	为全面贯彻落实中央、苏州市政府重要指示精神和区委、区政府“一号战略”精神，着眼发展新质生产力，抢抓低空经济产业密集创新和高速增长的战略机遇，推动高质量发展、实现高效能治理，打造太湖新城成为全国低空经济示范区。
山西省襄垣县发展和改革委员会低空经济项目	2200	本项目根据襄垣县“五好两宜”实施方案，为针对农作物植保、防火治理、物流配送等领域，以智能化、无人化为切入点，依托先进低空管控和运营体系，融合高效消防巡逻、快捷物流配送、智慧作物保护和水污染监测等多元应用场景，辅以专业化技能培训，打造和美乡村低空经济融合示范工程，实施襄垣县“五好两宜”和美乡村低空经济项目。
重庆市低空空域规划编制项目	650	研究形成重庆市低空空域规划方案，实现“军地民”分高度层、分时间段灵活使用空域资源，推动军航、民航、通航对空域资源的共享共用，空域资源最大化利用。
重庆市低空目视航图编制项目	350	本项目工作内容包括地形图缩编、专题要素编绘更新等，开展高空障碍物等空域环境普查，编制低空目视航图。低空目视航图包含山川河流、人工建筑物等地理信息要素和机场、低空空域、目视航线等飞行信息要素。
广东省低空经济和商业航天产业项目谋划招标公告	400	由广东省发改委发布招标
绍兴市低空经济相关规划编制服务项目	300	进行低空经济发展规划、低空航线规划等
深圳交通运输局城市低空航空器运行安全管理体系建设	298	编制安全管理体系
海南自由贸易港低空经济发展项目谋划	280	/
深圳市规划和自然资源局低空航空器起降设施布局规划	243	/
温州市低空基础设施布局和空域航路航线规划编制	230	温州市低空基础设施布局和空域航路航线规划编制
昆山高新区低空经济发展服务	200	通过开展低空经济发展规划及实施方案研究，制定出一套科学、全面、具有前瞻性的低空经济发展总体规划，明确低空经济发展规划建设的具体路径及实施措施，推动昆山国家高新技术产业开发区在低空经济领域实现高质量发展。
中山市低空航线及起降点规划项目(二次)	180	/
《广州市黄埔区、广州开发区低空经济产业发展规划》课题研究	150	/
台州市低空空域与航路航线专项规划编制项目	100	台州市低空空域与航路航线专项规划编制服务

资料来源：中国政府采购网，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

应用场景不断增多，政府订单持续落地

- 随着规划的成熟和场景的完善，政府针对eVTOL和无人机的订单量持续增加，目前最大型的政府采购计划为山东高速城乡发展集团发布的“低空天网”招标计划，预计采购共约22000架eVTOL，按亿航智能披露的EH216-S国内指导价239万元来计算，该项目采购额高达525.8亿元。除此之外，温州、合肥、太原、杭州等市也纷纷进行整机采购，并投放到交通、文旅、安全等领域。

表7：政府整机订单采购情况

项目名称	预算金额（万元）	采购内容
山东高速城乡发展集团“低空天网”计划	5258000	在干线飞行器方面，以沿山东省内高速公路路网为干线，以高速公路管理处、收费站及服务区等既有设施为起降点、站和中转枢纽，联接省域内各城际间的低空航线所需的续航时间较长、载重量较大的无人驾驶飞行器。机型为电动垂直起降飞行器（eVTOL）、多旋翼飞行器（混动或氢动），预估需求不低于 2000 架；在支线飞行器方面，为满足城区间、公共场所、社区间低空航线及其他作业所需的载重量较小的无人驾驶飞行器。机型为电动垂直起降飞行器、多旋翼飞行器（混动或氢动），预估需求不低于 20000 架。
温州市文成县与亿航智能的合作项目	71700	文成县交通发展集团有限公司已与亿航智能签署首批 30 架 EH216-S 的采购协议，并已支付总货款的50%作为预付款，剩余款项将在交付前支付；此外，计划 2026 年年底额外采购 270 架 EH216-S。
合肥市政府与亿航智能的合作项目	70000	合肥市政府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，以及资金支持。
太原西山文旅与亿航智能的合作项目	11300	订购了 50 架 EH216-S 无人驾驶电动垂直起降航空器。
杭州滨江低空经济安全保障服务项目	1479	主要服务内容：1）软件部分服务：无人机实战管控系统平台的本地化部署、警用无人机自动机场管理模块、提供滨江辖区奥体周边或其他指定区域内的 5 平方公里三维实景模型；2）硬件部分服务：提供各型号共 30 套警用无人机自动机场及飞行器。2、提供 7 辆 PTU 车载无人机。
岱山县海洋低空经济建设项目（一期）	680	提供覆盖全县主要范围的 8 套无人机巢服务与飞控平台，提供不少于 3 中无人机智能算法服务，并需配备相应的飞手服务、航拍建模服务、设备运维服务以及无人机应用平台。

资料来源：财联社，亿航智能官网，中国政府采购网，国信证券经济研究所整理（注：部分预算金额为估算数据）

应用场景不断增多，多条低空航线投入运营



- 目前，各地低空飞行线路正逐渐启动。珠三角率先发力，2024年2月，全球首条eVTOL跨海跨城空中航线（深圳-珠海）完成首飞，深珠两地的出行时间由2个小时缩短为20多分钟。长三角地区，苏州也已经开通了吴江区到上海虹桥的常态化低空接驳航线。
- 除载人之外，零部件运输、血液运输、文旅资源运输等载物航线也已有落地成果。

表8：多条低空航线投入运营

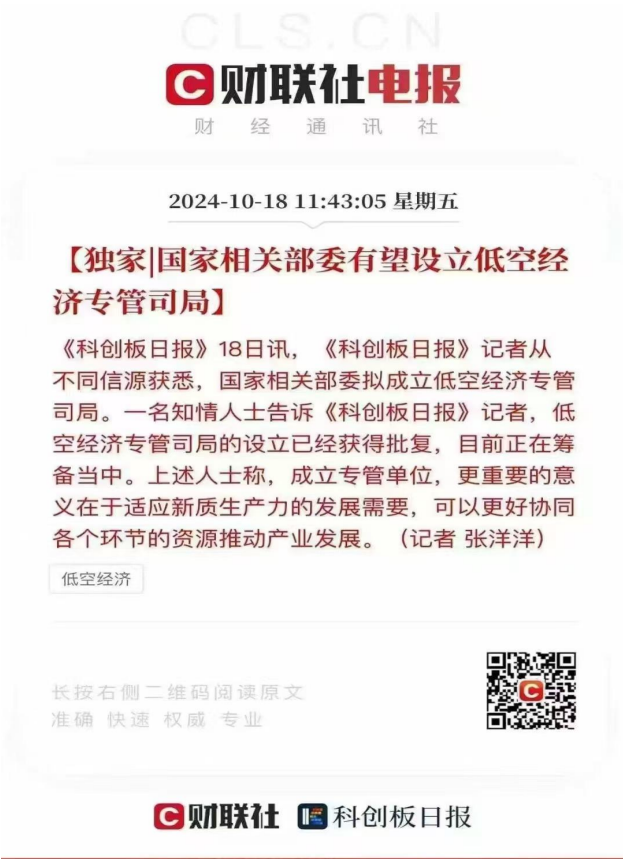
地区	航线内容
深圳	2025年8月，中国海油、中信海直及峰飞航空联合宣布，2吨级电动垂直起降航空器（eVTOL）——峰飞航空凯瑞鸥，成功实现全球首次海上石油平台物资运输飞行，装载新鲜水果和紧急药品等物资，从深圳陆地起降点起飞，经过58分钟的跨海域飞行，降落在距离深圳海岸线150公里的惠州19-3平台，成功完成了运输任务。这一突破不仅创新了远海物资补给模式，更标志着我国在海陆低空物流场景应用中迈出关键一步。
	丰翼科技数据显示，2024年，其无人机共飞行23万架次，运输货物427万件，运输重量1401吨，飞行总里程132万公里，其中在深圳飞行21万多架次，开通了400多条航线。2025年6月，丰翼科技开通往返深圳市龙华区顺丰速运和记中转场及东莞塘厦顺丰网点的跨城航线，两地路面距离有十多公里，传统运输模式需时3小时以上，通过无人机配送，单程需时仅14分钟，运输时间缩短逾90%。
	截至2024年底，美团无人机累计开通53条航线，配送订单量超45万单；
珠海	2024年2月，全球首条eVTOL跨海跨城空中航线（深圳-珠海）完成首飞，深珠两地的出行时间由2个小时缩短为20多分钟。
	2024年3月起，珠海九洲机场—东澳岛往返直升机航线宣布展开常态化运营，该直升机可载12人，单程仅需10分钟。
	2024年7月，亿航 VT24L 无人驾驶物流航空器将邮政快递从唐家港送达桂山岛，37公里的路程仅用25分钟便完成了运输任务，标志着全国首条海岛公共物流无人机配送航线首飞成功。
广州	2024年10月，广州增城区低空血液运输项目开通运营，标志着广州市首个常态化运营的无人机血液制品配送项目正式启动，是广州市首次成功建立了“空地一体”的智慧供血服务模式。
苏州	2024年10月18日，苏州吴江到上海虹桥机场的直升机低空接驳航线正式开通，单程票价980元，标志着华东地区首条在繁忙机场控制区内常态化运行的航线的到来。与此同时，苏州工业园区往返上海浦东机场的低空航线也完成了首飞。
十堰	2024年10月，十堰市开通“低空+零部件”航线，起点位于十堰工业新区，终点位于东风商用车公司后市场部，整个航线长达15公里，航线可向东风商用车公司后市场部运输客户急需的“零库存”汽车零部件。
	2024年10月，十堰市开通“低空+文旅”航线，起点位于西城经济开发区低空经济产业园，终点分别位于西沟乡绿野仙踪童话小镇、柏林镇知雨轩庄园，直线距离分别为8公里、2公里左右，主要服务于物流运输。

资料来源：中海油，中信海直，峰飞航空，丰翼科技，亿航智能，苏州市人民政府，十堰市人民政府，国信证券经济研究所整理

中国低空经济政策：以更大力度推进低空发展

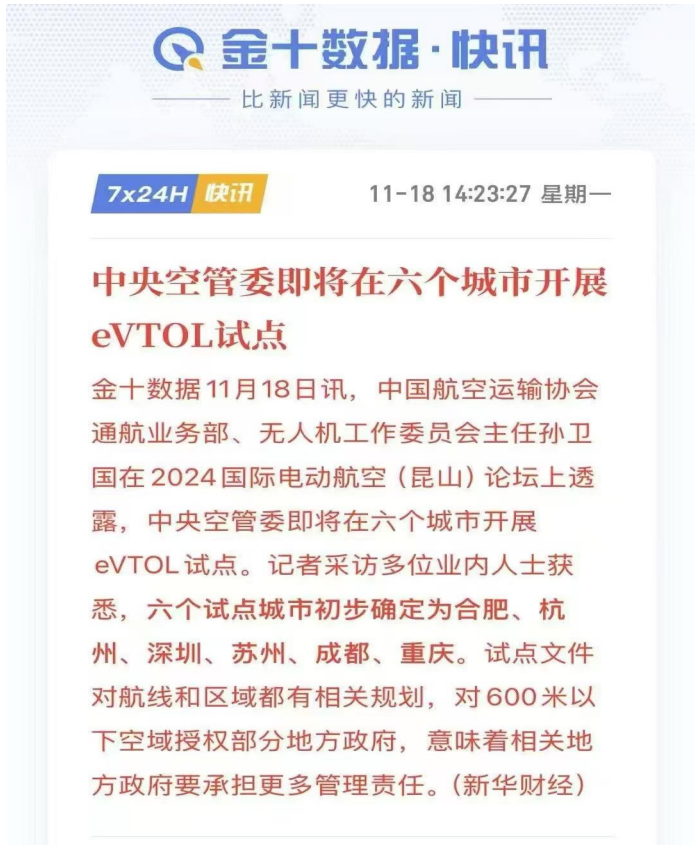
- 在11月18日举行的大湾区科学论坛上，中国工程院院士、空中交通管理系统全国重点实验室主陈志杰透露，国家发改委专门成立低空经济司，统筹低空经济发展，中央层面将很快下发具体的低空经济发展指导意见。
- 同日，在2024国际电动航空（昆山）论坛上，中国航空运输协会无人机工作委员会主任孙卫国透露，中央空管委在深圳等六个城市开展eVTOL运营试点。

图31：低空经济相关新闻报道



资料来源：财联社，国信证券经济研究所整理

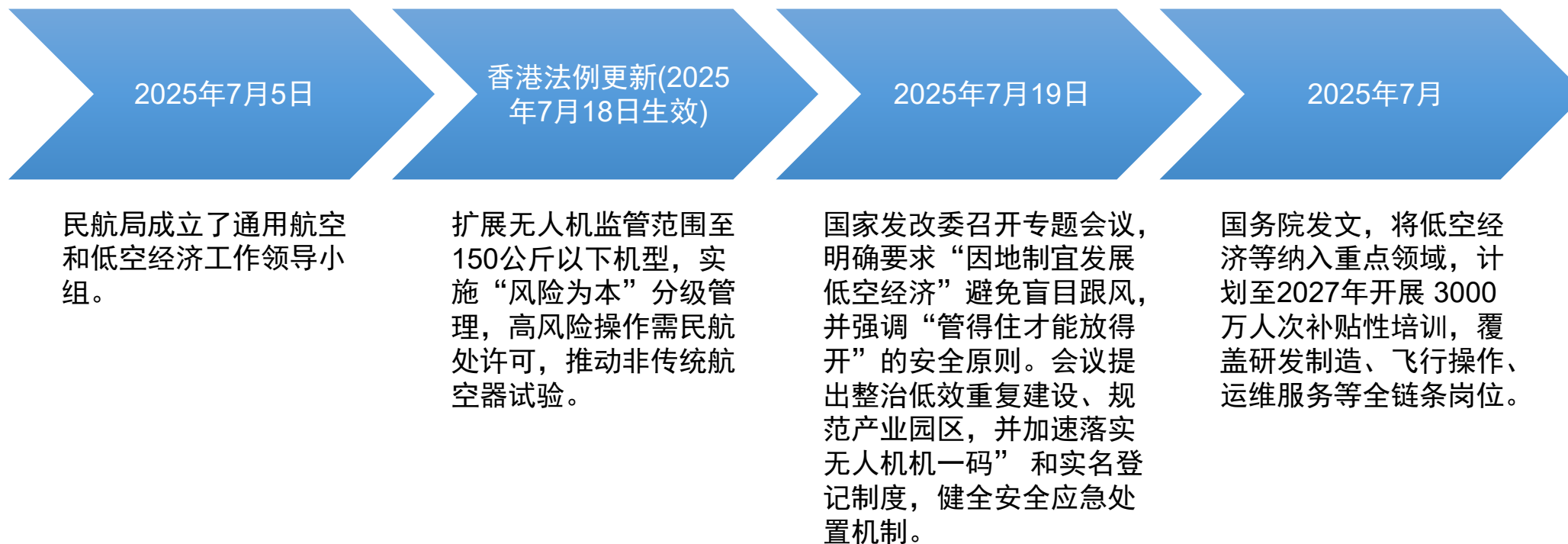
图32：低空经济相关新闻报道



资料来源：新华财经，国信证券经济研究所整理

- 2025年政府工作报告将低空经济定位为“新兴产业”，明确提出培育壮大新兴产业、未来产业。开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，推动商业航天、低空经济、深海科技等新兴产业安全健康发展。

图33：2025低空经济最新政策



资料来源：中国民航总局，香港特区政府，国家发改委，国务院，国信证券经济研究所整理

中国低空经济政策：空域合理开放是产业发展先决条件



国内通用机场审批空域航线申请存在诸多不便：

- 法规多
- B类机场备案
- 多方协调
- 时间不可控

表9：我国空域管理政策

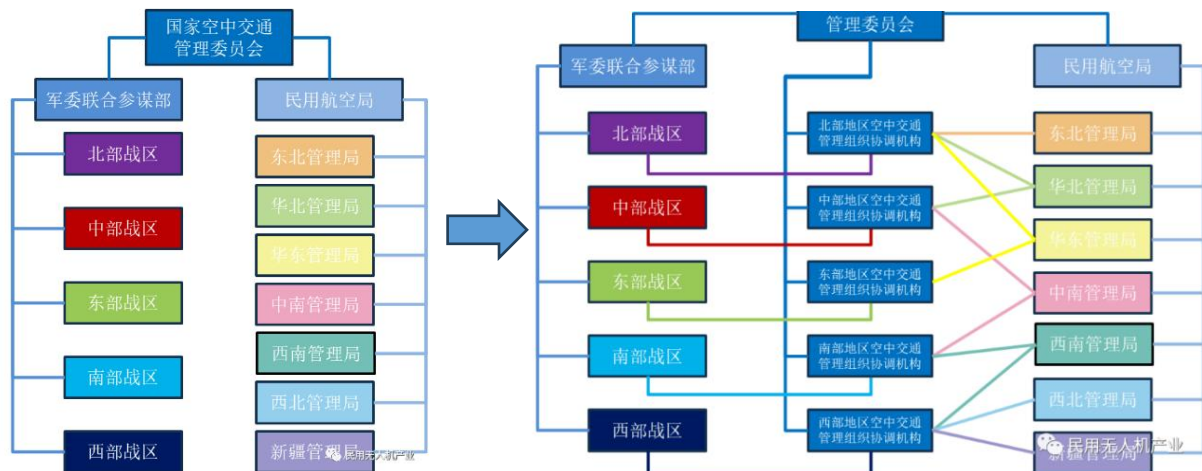
国家层面	民用机场管理条例（国务院JSG令）
	无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（国令第761号）
民航局	民用机场使用许可规定（CCAR-139）
	民用机场建设管理规定（CCAR-158）
	通用机场建设规范（MH/T 5026-2012）
	通用机场管理规范（CCAR-138）
	通用机场选址规范
	通用机场选址技术指南（MH/T 5065-2023）
	通用机场选址行业审查实施细则（民航发〔2023〕41号）
	A类通用机场运行安全管理实施细则（民航规〔2024〕21号）
	民用无人驾驶航空系统运营安全评定指南（民航运函〔2024〕5号）
	中型无人驾驶航空系统运营标准及符合性指导材料（民航运函〔2024〕52号）
	民用无人驾驶航空系统运营标准及符合性指导材料（民航运函〔2024〕52号）
民航地区管理局	通用机场建设管理办法（地区版）（七个地区管理局出台）
军方	关于新建通用机场选址核准问题（司作〔2014〕132号）
	临时起降点设立及使用管理暂行办法（司作〔2009〕424号）

资料来源：中国民航总局，国家空管委，国信证券经济研究所整理

我国空域管理和改革

- **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”。

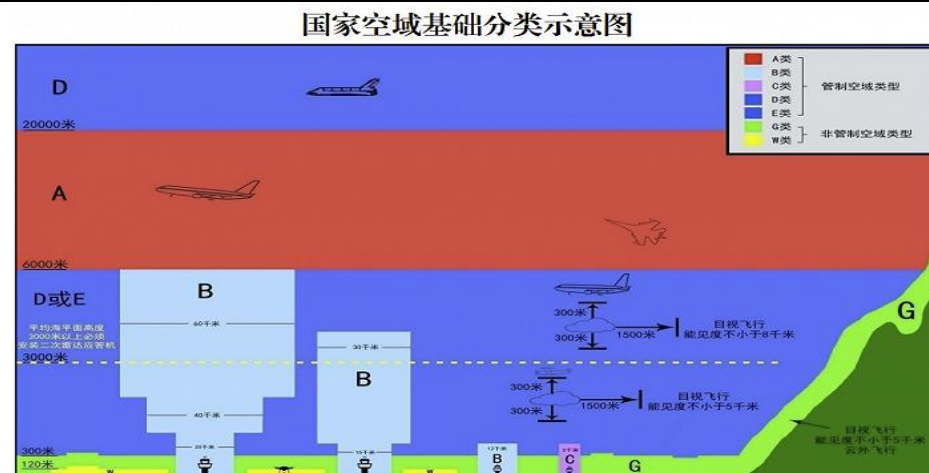
图34：我国空域管理机构组织架构



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

- **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类空域适用于eVTOL，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，适用于无人机。“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35：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

中国低空经济政策：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。**
 - 运营合格证（OC），是民航局向运营商颁发的资质证明，标志着企业具备安全、合规开展商业飞行的能力。持有OC的企业可以在获得批准的区域内进行商业运营，提供付费载人运营服务。
- 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36：一架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

主流eVTOL产品适航证路线图与时间线

图37：国内外eVTOL产品适航认证情况



*时间为从申请开始到截止2025年7月底期间时长

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容或获得FAA型号合格证

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

型号合格证（TC）是耗时最长、投入最大的适航程序

图38：EH216-S型号合格证申请流程



资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理（注：数据统计时间为2023年10月13日）

图39：EH216-S型号合格证申请流程



资料来源：亿航智能，中国民航局，国信证券经济研究所整理

● 型号合格证是适航当局对飞机设计符合性的批准。它是适航审定的第一步，也是后续生产和运营的基础。型号许可证的取得具有先决性和基础性地位，其审查环节复杂，涉及各类测试和考核，取证周期可达3-5年。

● 2023年10月，EH216-S正式获得中国民航局颁发的型号合格证。不包括前期设计、准备时间，自2020年12月提交TC申请至取证共耗时34个月。

- 由于民航局尚未针对可用于载人的无人驾驶航空器系统颁发适航规章，适航司根据EH216-S具体设计和预期用途，以基于风险和审定目标的原则，于2022年2月正式发布了《亿航EH216-S型无人驾驶航空器系统专用条件》，具体涵盖飞行性能、结构、设计与构造、动力装置、系统和设备、数据链路以及地面控制站等方面。目前有3款其他机型沿用“专用条件”办法：

图40：三款机型的“专用条件”办法

峰飞航空

民航局形成了项目专用条件《峰飞V2000CG型无人驾驶航空器系统专用条件征求意见稿》，该型号是首个用于载货的无人驾驶航空器系统。



沃飞长空

民航局推出全国首个面向5-6座乘客有人驾驶的eVTOL项目专用条件，明确沃飞长空AE200航空器的适航安全要求。



小鹏汇天

基于X3-F型电动多旋翼航空器设计特征及运用场景，针对该型航空器颁发专用条件，作为开展型号合格审定工作的审定基础。



资料来源：中国民航局，峰飞航空，沃飞航空，小鹏汇天，国信证券经济研究所整理

- 随着民航局对于eVTOL适航审定经验逐渐丰富，有望在适航审定专用条件基础上形成标准条件，促进eVTOL适航审定提速。

- [01] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

eVTOL构型与技术路线对比

● eVTOL的主流技术路线包括：多旋翼、复合翼、倾转旋翼三种。

图41：三款不同旋翼

1

多旋翼eVTOL——Volocopter velocity



复合翼eVTOL——Beta Alia-250



倾转旋翼eVTOL——时的科技E20



倾转旋翼eVTOL——Joby S4



资料来源：Volocopter velocity, Beta Alia, Joby, 时的科技, 国信证券经济研究所整理

表10：eVTOL不同技术路线对比

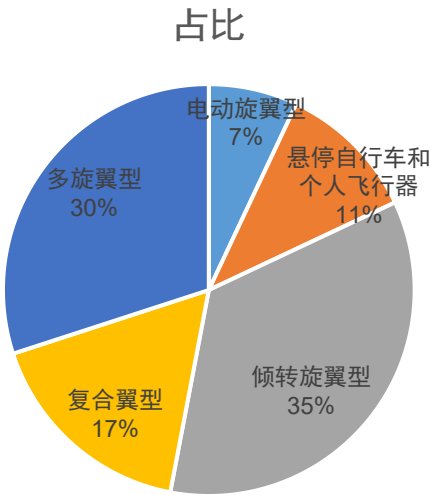
构型	多旋翼	复合翼	倾转旋翼
旋翼系统功能	垂起时提供全部升力；巡航时提供全部拉力和升力	垂起时一部分旋翼提供升力，巡航时另一部分旋翼提供拉力	垂起时所有旋翼提供升力，巡航时部分旋翼或所有旋翼提供拉力
特点	分布式旋翼设计，旋翼同时工作，无机翼等翼面，完全通过旋翼实现垂直起降和巡航	设计直接简单，有机翼，通过独立的垂直旋翼动力系统和推进动力系统提供升力和巡航推力	有机翼，通过失量推进装置，既可以为飞行器提供升力也可以提供巡航推力
巡航速度	60-100km/h	150-200km/h	250-320km/h
优点	研发难度低	研发难度中等 研制风险和成本较低	气动效率高 飞行速度高 航程和有效载荷有明显优势
缺点	有效载荷和航程都相对有限 飞行速度慢	制造成本高 两套动力系统 载重效率低	技术难度稍大
应用场景	小景区低空旅游	物流运输 应急救援 大景区低空旅游 城际及城市空中出行	物流运输 应急救援 大景区低空旅游 城际及城市空中出行
国内外代表厂商	亿航 Volocopter	峰飞航空 EVE	时的科技 Joby
代表机型	亿航216-S、Volocopter 2X	峰飞V1500M盛世龙、Beta Alia-250, Wisk Cora	倾转旋翼：Joby 4S, Vertical VA-X4
产品图例			

资料来源：张宇、黄琨、李哲，《eVTOL飞行器的发展态势与应用场景综述》，航空工程进展，2024，亿航智能，峰飞航空，Joby，国信证券经济研究所整理

eVTOL技术路径及发展趋势——“百家争鸣、百花齐放”

- 根据美国垂直飞行协会（VFS），截至2024年5月，全球eVTOL概念产品数已超1000个，其中倾转旋翼产品数量为360个，多旋翼构型产品数量为302个，占比分别为35%和30%，复合翼构型占比为17%。
- 根据SMG Consulting发布的《全球eVTOL厂商先进空中交通现实指数》，截至2025年6月在全球31家主流eVTOL整机厂商中，选择复合翼构型的占比近42%，为所有eVTOL构型中占比最高，倾转旋翼构型以35%占比紧随其后。
- 各家不同技术路径选择的背后是不同主机厂对eVTOL性能、经济性、适航审定与商业化落地的多重考量。

图42：全球eVTOL构型占比



资料来源：美国垂直飞行协会（VFS），国信证券经济研究所整理

表11：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与新能源汽车功能上互补、产业上延伸、关键性能要求更严苛

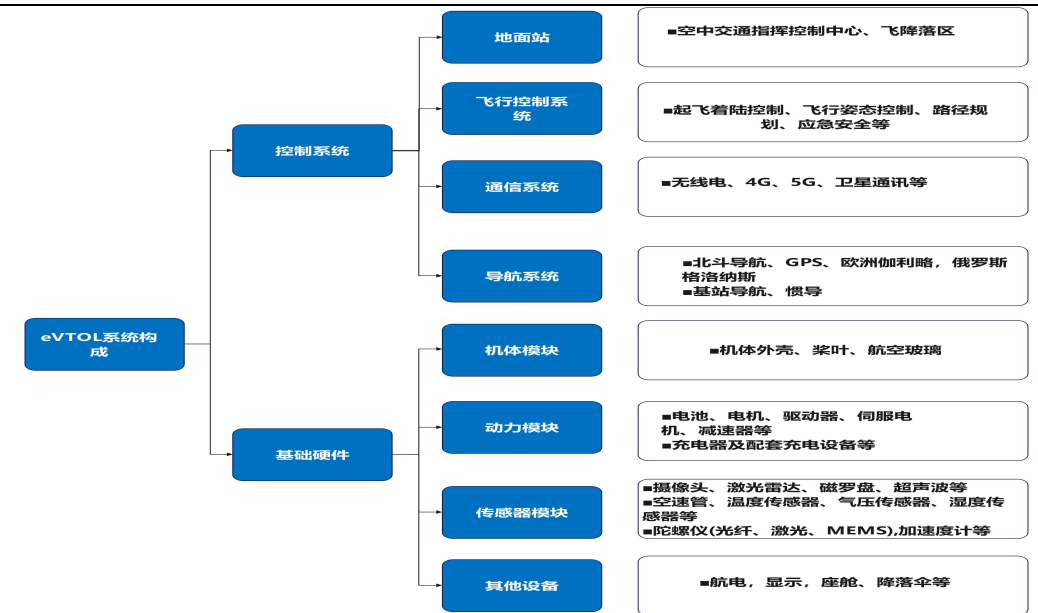


eVTOL核心子系统主要可以分为电池、动力系统、飞控系统、通讯系统、导航系统以及机体材料六大类。主机厂主要承担的是整机研发和集成的任务，以及承担部分后续商业运营的功能。核心部件供应商方面，eVTOL产业链与传统航空产业链、新能源汽车产业链存在大量交叉，eVTOL和新能源车产业链重叠度达到75%。作为汽车产业链的延伸，eVTOL在核心架构（三电）上与新能源汽车相近，但在关键性能方面的要求比新能源汽车更为严苛。

- **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43：eVTOL系统构成

图44：国内eVTOL产业链构成



资料来源：势能资本，北深资本，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结构拆分

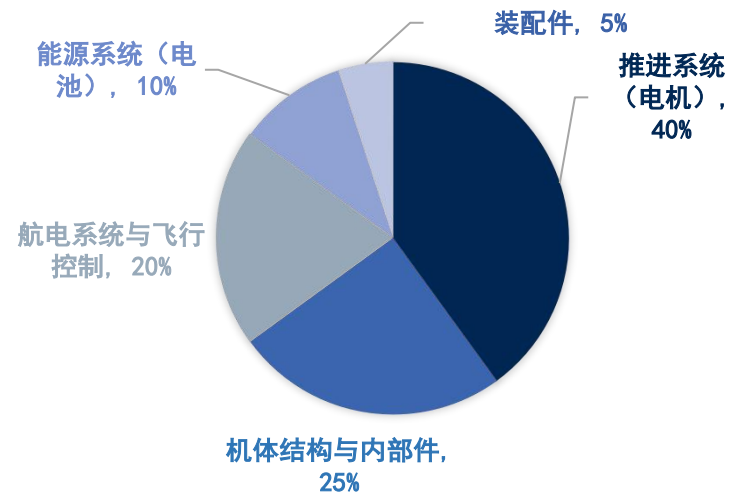
- 根据Lilium数据，eVTOL组成当中，推进系统、机体结构与内部件、航电与飞控价值量占比最大，分别为40%、25%、20%，此外，能源系统（电池）、装配件分别占比10%和5%。
- 电池是eVTOL单项成本最高的部件，电推进系统是eVTOL成本最高的集成性零部件。
- 在新能源汽车的成本占比中，电池成本占整车成本比重约42%，是纯电动汽车的核心部件，电机和电控成本分别占整车成本的10%和11%，电驱动零部件成本约占整车成本的7%，其他部件约占整车成本的30%。在大飞机的价值构成中，机体结构占比30%–35%，动力系统发动机占比20%–25%，航电和机电系统占比25%–30%。

图45: Lilium eVTOL



资料来源: Lilium, 国信证券经济研究所整理

图46: eVTOL价值量占比情况



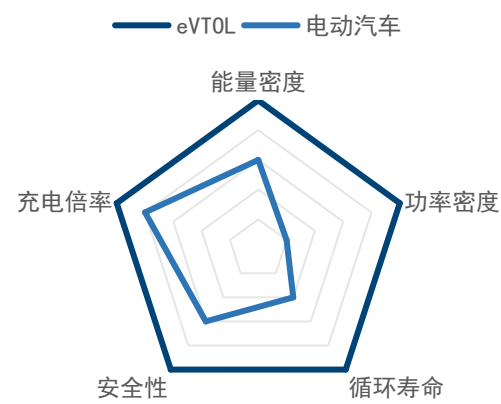
资料来源: Lilium, 中商产业研究院, 国信证券经济研究所整理

eVTOL电池系统——需要性能与安全兼顾的核心部件

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，直接决定了航程、有效载重、能量效率、经济性和环境影响等关键指标。

- **能量密度**：目前eVTOL电池为285Wh/kg，比新能源汽车三元电池(200Wh/kg)高出四成，是铁锂电池(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。
- **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。
- **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。

图47：eVTOL和电动汽车电池性能对比



资料来源：邓景辉，《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，航空学报，2024，45(05):55-77，国信证券经济研究所整理

表12：eVTOL电池的参数要求

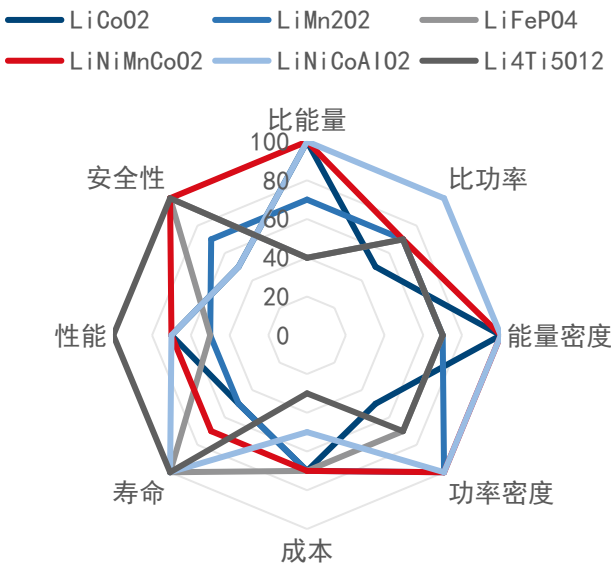
指标	参数
能量密度	目前已达285Wh/kg，2030年目标500Wh/kg，2040年目标1000 Wh/kg
功率密度	2030年目标1.25kW/kg，2040年目标2.5kW/kg
充电倍率	≥5C
循环次数	≥10000次

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电池系统——固态航空级电池是发展方向

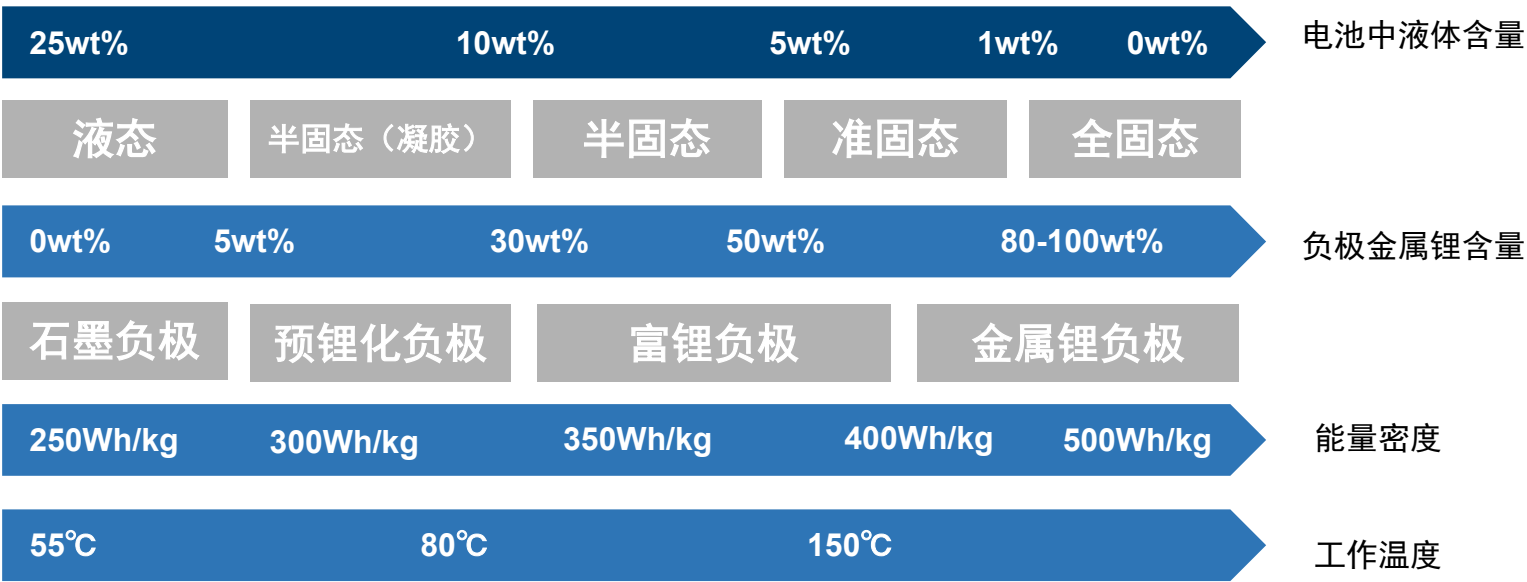
- 根据亿航智能，**电池是eVTOL中单项成本最高的部件**。以500次充电循环考虑，电池在亿航216总运营成本中占比超过60%。据估算，电池成本降低1%，运营商的运营利润将增加3%；而电池寿命延长1%，运营利润将增加2%。此外，电池重量在eVTOL的空机重量中占大约1/3，因此电池轻量化也将增加 eVTOL 航程从而实现降本。
- **三元锂电池为当前主机厂主流选择**。综合来看，三元NCA (LiNiCoAlO2) 电芯具有较好的能量和功率性能, 成本较高, 安全性最低；LFP (LiFePO4) 电芯具有较好的安全性，但能量密度只有三元NCA和NCM (LiNiMnCoO2) 电芯一半；相比之下三元NCM (LiNiMnCoO2) 电芯的综合性能较好。
- **eVTOL动力源将呈现液态电池—半固态电池—全固态电池的路线演进**，目前锂离子电池能量密度可以满足eVTOL初步商业化运行，固态电池体系可以显著提高航空级电池的能量密度，并且在安全性和循环寿命方面均有所提升，行业实现规模化商用必定伴随着动力源的技术突破。

图48：主流锂离子电池性能对比



资料来源：邓景辉，《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，航空学报，2024，45(05):55-77，国信证券经济研究所整理

图49：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

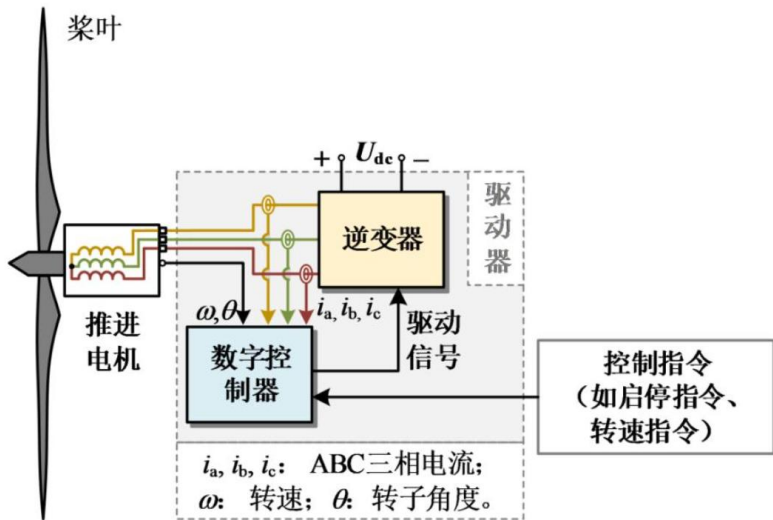
- eVTOL使用分布式电力推进系统（DEP），电机系统是核心动力单元，主要包括电机和电机驱动器。电机用于提供垂直起降和飞行期间的动力，电机控制器主要用于调节推进电机的转速和转矩，其控制相应精度直接影响飞行器推力控制精度。分布式电推进技术利用电力驱动多个推进器作为飞机的动力装置，在提升飞机气动效率、载运能力、环保性（降低噪音）和鲁棒性等方面的改进方面潜力巨大，被广泛认为是航空领域的颠覆性技术。
- 高功率密度电机是eVTOL分布式电推进系统的核心，直接决定了电推进系统的能源利用率和推进效能。与内燃机相比，电力推进具有更高的功率重量比。电力推进的功率重量比大约为5kW/kg，而内燃机大约1kW/kg。
- 目前无人机主要使用无刷直流电机，由于eVTOL对于电机效率和转矩密度要求高，永磁同步电机具有更高的效率、功率密度及电池转矩，当前成为eVTOL电机的首选。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。如JobyS4、ArcherMidnight等均采用了永磁同步电机。

图50：DEP推进系统优势



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

图51：飞机电推进系统基本架构



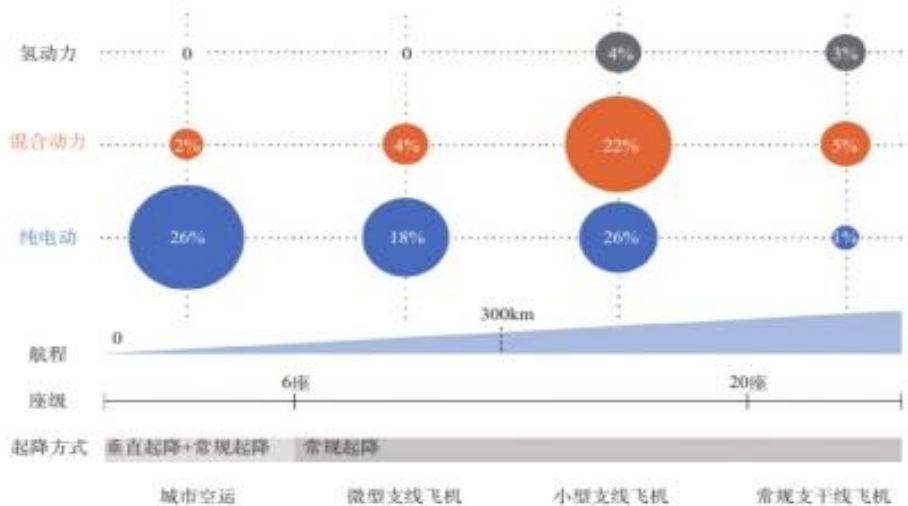
资料来源：王志强、徐梓桁、张卓然，《飞机电推进系统高效能电机及其驱动控制技术》，航空动力学报，2024，39(3): 511-524，CNKI，国信证券经济研究所整理

eVTOL电推进系统——DEP技术革新飞行动力架构

电推进系统以分布式电驱动技术为基础，包括燃油、纯电动、混合动力和氢能等多种技术路线。

- 传统燃油动力能量转化效率较低，且背离现代低碳可持续发展要求，正逐渐被淘汰。
- 纯电推进环保性好，能量效率高，且采用的分布式推进系统 (DEP) 飞行安全性高，因而成为低空经济厂商的主流选择。
- 混合电推进系统通过发动机驱动发电机产生电能并与电池相混合，兼具提升能量转换效率和降低污染排放的优势。增程式混动 eVTOL 在垂直起降阶段采用电池驱动电机，在巡航阶段使用增程器发电驱动电机。
- 氢能兼具高能量密度和环保性，但受制于氢燃料的生产存储运输技术的限制，现阶段较难实现大规模商用，个别主机厂力争实现技术突破，有望在大机型上率先应用。

图52：全球新能源航空器在研项目类型

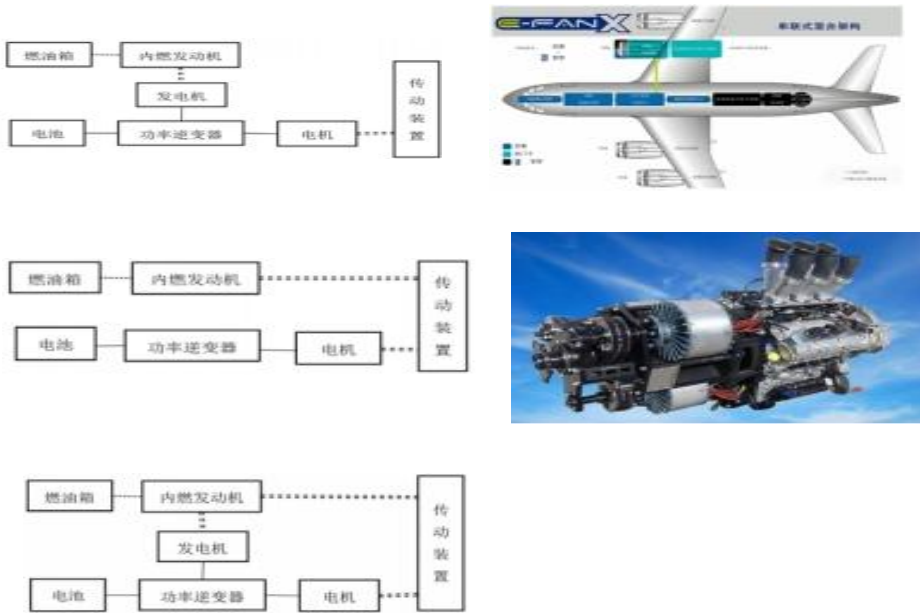


资料来源：李景奎、陈浩、徐吉峰，《氢燃料电池支线飞机关键技术与发展展望》，航空工程进展，2024，15(1)：1-11，国信证券经济研究所整理

动力系统路线对比：混动 VS 纯电，不同应用场景有倾向性选择

- 在旅游观光场景中，对续航里程的要求不高，而更加注重安全性和经济性，纯电更合适。
- 在城市客运方面，在to B运营中，经济性问题尤为重要，纯电eVTOL是主要选择；在to C市场，纯电和混动动力类型可能长期共存，混动动力能够满足消费者的跨城际需求，但前期仍受到基础设施建设的制约。
- 对于城际客运场景，油电或氢电混动支线飞机是理想选择，但中短期内的市场推广仍需时间。
- 对于物流末端配送场景，噪音小、安全性高且更具灵活性的纯电无人机是最适配的。
- 对于长距离支线物流场景，油电或氢电混动方案更为适配，此类场景的推广依赖于货运产品的低成本敏感性和高时效性要求。

图53：航空混合电推进系统



资料来源：张驰、王妙香、王海涛，《航空混合电推进系统技术发展趋势研究》，航空学报，2024，45(3)：1-15，中国民航科学技术研究院，《航空混合电推进系统发展研究》，中国民航出版社，2023，国信证券经济研究所整理

- 航空级电机设计要求：
 - 安全可靠：航空适航最高安全性要求失效率为 10^{-9} (1FIT) 航空安全要求更高；
 - 环境适应性：海拔，极冷极热工作环境8000-12000m， -90°C - 70°C 对绝缘耐压设计、热设计、芯片选取等有更高要求；
 - 高效轻量化：持续功率密度要求可达到 $\sim 16\text{kW/kg}$ ，输出频率最高要求可达 $\sim 1500\text{Hz}$ ；
- 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。
- 电机控制器主要用于调节推进电机的转速和转矩，其控制响应精度直接影响飞行器推力控制精度。近年来，为了实现电动飞行器电机系统高压大功率下逆变器的高频化，新一代宽禁带功率器件逐步替代传统的功率器件。如配套小鹏旅航者X2的北极鸥电机设计采用了IGBT和SiC模块，GE、波音公司的电推进系统逆变器均采用了SiC功率器件，阿肯色大学设计的逆变器则采用了Si IGBT/SiCMOSFET混合模块。

表13：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%

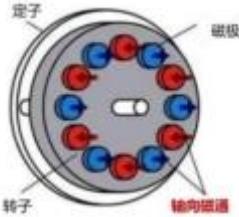
资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

eVTOL电推进系统——永磁同步电机成为eVTOL首选

永磁同步电机（Permanent Magnet Synchronous Motor，PMSM）因更高的功率密度和高扭矩密度使其在轻量化设计中具有显著优势，成为eVTOL电机的首选。

- 永磁同步电机采用高磁能密度的永磁材料，强大的磁场能够使电机在较小的体积和重量下输出更大的功率，转子磁场与定子磁场的同步运行机制也使得电机能够在不同工况下保持高效运行。使用高性能的永磁材料（如钕铁硼）可以进一步提高电机的扭矩密度，这对于eVTOL等对重量敏感的应用尤为重要。
- PMSM分支之一的轴向磁通电机被认为是未来理想的eVTOL动力系统单元。第一，其磁场方向与电机轴平行，磁通路径较短，磁场利用率高，显著提升了功率密度和扭矩密度，满足eVTOL在垂直起降和悬停阶段所需的高扭矩输出，同时确保了飞行器在频繁起降、低空低速盘旋、变速飞行等各种工况下的高效稳定运行。第二，轴向磁通电机的结构紧凑，径向长度更短，安装自由度高。其体积和重量相比传统径向磁通电机大幅减少，也极大地匹配了eVTOL的轻量化设计要求，有效增加载荷能力和续航里程。

表14：轴向磁通和径向磁通永磁同步电机示意图

电机类型	电机结构	电机示例	应用
轴向磁通永磁同步电机			
		ENGINEUS	时的科技E20
径向磁通永磁同步电机			
		DeepDrive双转子集中驱动电机	空客CityAirbus飞行汽车

资料来源：明阳电路，各公司官网，国信证券经济研究所整理

表15：永磁同步电机应用实例

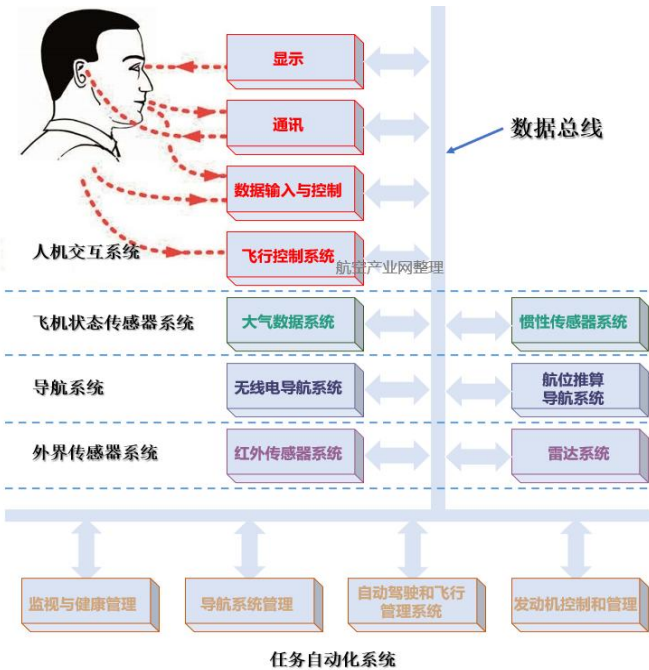
电机企业	国家	型号	转速 /(r/min)	转矩 /(N·m)	重量 /kg	扭矩密度 /(N·m/kg)	功率密度 /(kW/kg)	冷却介质	应用机型
卧龙电驱	中国	300V平台	2500-4000	/	27	/	2.6	风冷+液冷	中国商飞4座eVTOL
YASA	英国	YASA750R	3250	400	37	11	5.4	油冷	罗罗“创新精神”号、铁鸟ionBird
EMRAX	斯洛文尼亚	EMRAX228	5500	102	12.4	18.5	8.8	液冷	Skai飞机：Apis EA2电动滑翔机、Joby、VoltAero Cassio混动飞机
MagniX	美国	Magni350	2300	1600	128	12.5	2.73	液冷	R44直升机、ATL-100H飞机
Joby	美国	/	745	1800	28	64	8.4	风冷+液冷	Joby S4
Archer	美国	/	/	/	25	/	5	/	Archer Midnight
赛峰集团	法国	ENGINEUS	2500	172	/	15	2.5	/	时的科技E20
西门子	德国	Simens SP200D	1300	1500	49	30.6	2	液冷	CityAirbus
Magnax	比利时	Magnax AXF 225	/	250	16	15.6	12.5	油冷	/
H3X	美国	HPDM-250	20000	95	13	7.3	15.4	液冷	/

资料来源：各公司官网，航空产业网，张天宏、陈杰、刘渊，《小型全电与混动飞机动力系统技术路线综述》，航空动力学报，2024，39(2)：227-240，卧龙电气驱动集团股份有限公司技术研究院，《电动航空用高性能动力系统的研发及应用》，卧龙电驱内部技术报告，2024，国信证券经济研究所整理

eVTOL航电飞控系统——飞行器的大脑和神经

- 航电系统：航空电子系统常被称为飞行器的大脑和神经，指飞机上所有电子系统的总和，用于实现飞机的信息管理和控制，分为人机交互系统、飞机状态传感器系统、导航系统、外界传感器系统、任务自动化系统及其他系统等六大类。
- 以电动垂直起降飞行器eVTOL为例，它的航电系统要求高度集成，在满足极高的安全性能同时，要达到极低的SWaP（尺寸、重量和能耗）要求，同时大量的采用高带传感器、大数据及云技术，未来的航电无论在使用或运维上都将更智能。Joby飞机的综合航电系统和电传飞控系统采用自研方式，新一代Joby航电飞控计算机产品，分布式，小巧轻便，包括网络路由器，飞控计算机，导航计算机，传感器计算机，大气数据模块，显示计算机。

图54：航电系统图解



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

表16：通用飞机航电系统基本功能需求

需求分类	功能描述
座舱飞行参数显示	大气、姿态、飞行计划、导航、发动机及机身传感器参数等信息
备份仪表显示	空速表、气压高度表、地平仪、磁罗盘等独立备份仪表显示
飞参采集	发动机、机电和传感器数据采集
通信	语音通信、机内通话、广播等功能
导航	地基无线电导航或卫星导航功能
监视	为管制台提供监视本机的航管应答功能
告警	飞机系统故障告警，包括灯光、显示、声音告警

资料来源：《通用飞机航空电子系统架构研究综述》，国信证券经济研究所整理

图55：上一代Joby航电飞控计算机产品，集中式，块头很大



资料来源：向哥谈无人机与低空产业微信公众号，Joby，国信证券经济研究所整理

图56：新一代Joby航电飞控计算机产品，分布式，小巧轻便



资料来源：向哥谈无人机与低空产业微信公众号，Joby,国信证券经济研究所整理

eVTOL航电飞控系统——影响空中飞行安全的核心技术

- 飞控系统承担航迹规划、姿态控制和飞行增稳等核心功能。飞行控制系统（Flight control System）简称飞控系统，是用以全部或部分地代替飞行员控制和稳定飞机的运动，并能改善飞行品质的反馈控制系统。除具有自动驾驶仪的功能外，飞控系统还可改善飞机的操纵性和安定性，实现航迹控制、自动领航、自动着陆、地形跟随、自动控制机动飞行中机翼载荷分布、自动瞄准和编队飞行等功能。
- 飞控系统组成一般可以分为四个子系统，包括计算机子系统、作动子系统、传感器子系统和控制显示子系统（无人机该功能由地面站完成）。飞控系统工作时，1）驾驶员的操纵指令通过数据总线发送到飞控计算机，同时飞控计算机也接收来自惯导和大气数据传感器等传感器的姿态、角速度、加速度和大气数据等信号（图中黄色部分）；2）飞控计算机对接收的信号进行循环冗余校验、完整性校验和信号表决后，用于控制律的计算，并将作动指令发送到航机控制电子器件（图中橙色部分）；3）航机控制电子器件控制对应的舵机/舵面运动，实现飞行控制（图中蓝色部分）。
- 冗余度技术提高飞控系统可靠性和安全性。根据交通运输部颁布的《运输类飞机适航标准》第 25.1309条，运输类飞机上的设备、系统及安装（包括飞控系统），其灾难性事故概率需低于 10^{-9} /飞行小时。而单系统的飞控可靠性有限，最多可以做到灾难性事故率小于 10^{-5} /飞行小时，为了进一步提高系统的可靠性，就需要通过增加冗余，即构建多余度的飞控系统，并在不同飞控计算机之间建立内部数据交互和投票机制。此外，建立异构的多余度飞控计算机可以进一步降低整套系统的故障率。

图57：基于电传操纵的飞控系统在飞机中分布示意图

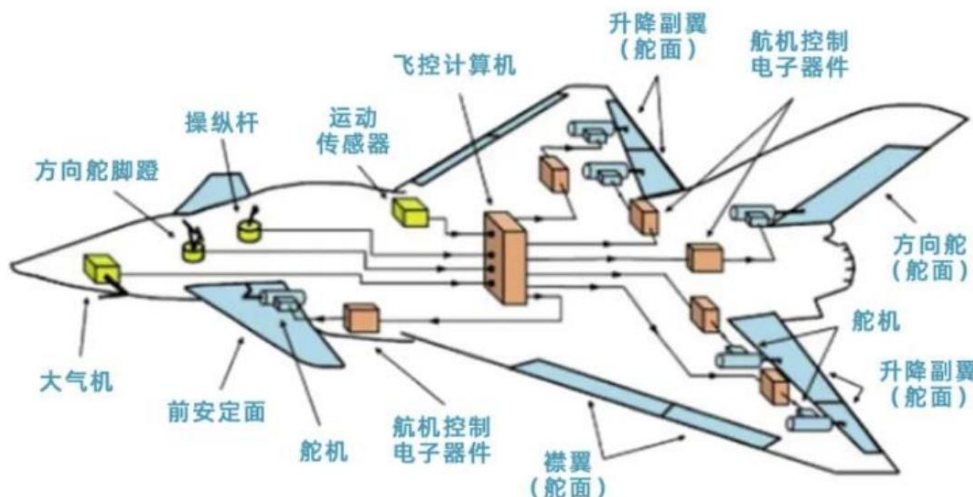
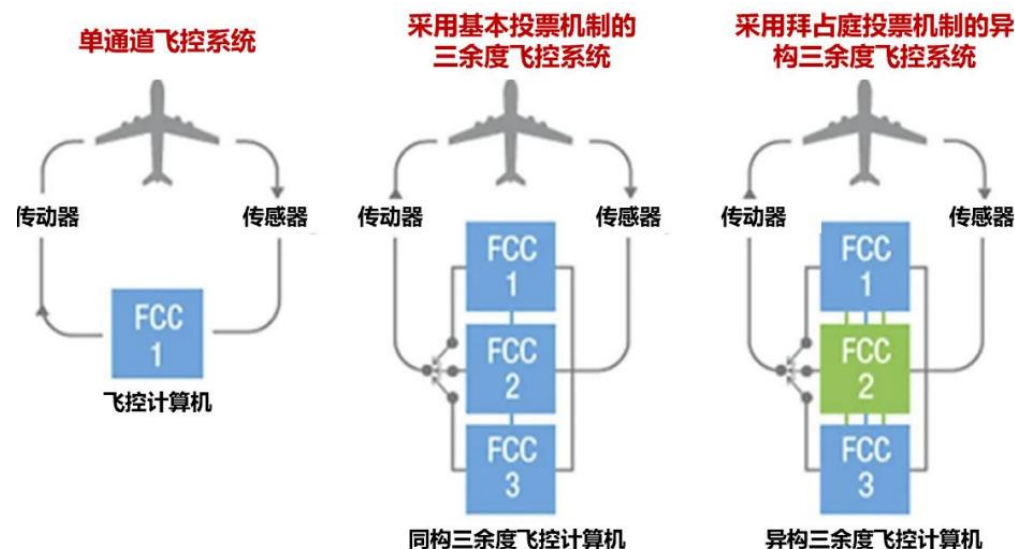


图58：多余度飞控系统提高飞行可靠性

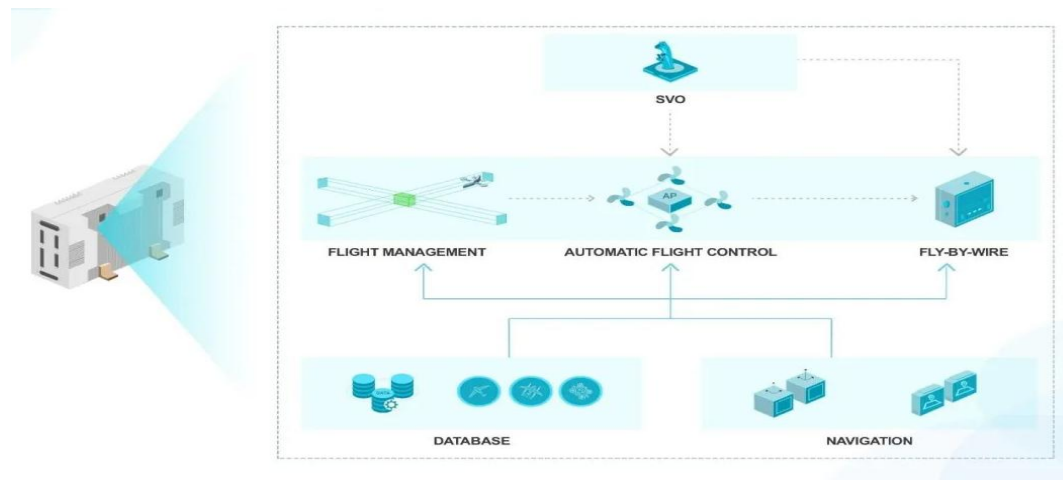


eVTOL航电飞控系统——影响空中飞行安全的核心技术

- 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59：eVTOL飞控-飞管系统综合化的实现形式

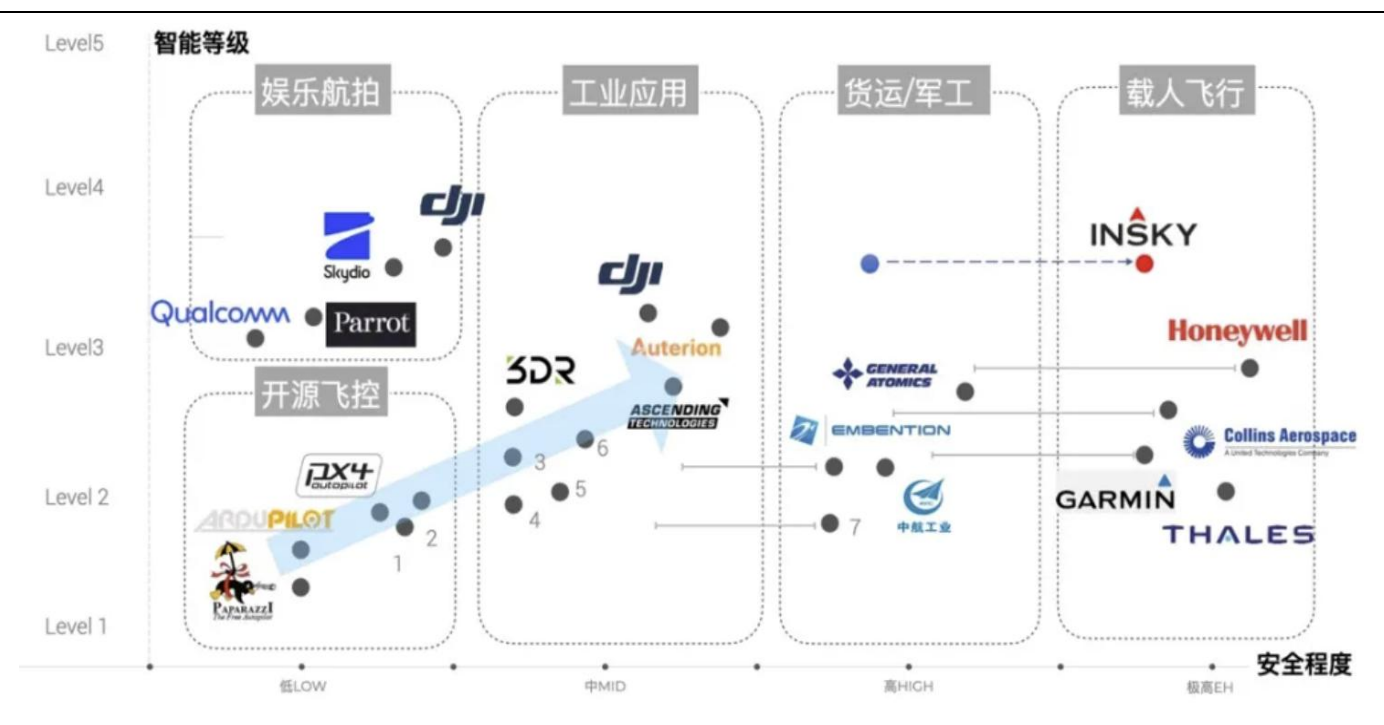


资料来源：边界智控官网，国信证券经济研究所整理

eVTOL航电飞控系统——无人和载人飞控的要求不同

- **微、小、轻型无人机飞控系统无需适航认证。**与eVTOL飞控系统功能类似，无人机（特指微、小、轻型无人机）的飞控系统是无人机完成起飞、空中飞行、执行任务、返场回收等整个飞行过程的核心系统。与eVTOL飞控系统差别在于，根据2024年1月1日正式施行的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，从事微型、轻型、小型民用无人驾驶航空器系统的设计、生产、进口、飞行、维修以及组装、拼装活动，无需取得适航许可。因此，无人机飞控系统在安全性要求和技术复杂性上相较 eVTOL 飞控均大幅放松。
- **无人机主机厂多进行飞控自研。**目前市场上飞控产品种类繁多，根据安全标准和智能化水平可用于不同应用场景。消费级飞控系统主要来自于高通（Qualcomm）、以及Skydio、Parrot、大疆等无人机主机厂自主研发。许多工业级飞控产品起源于PX4或ArduPilot等开源平台，并针对特定需求和场景进行产品化。工业级飞控产品供应商主要包括3DR、Auterion等，大疆、Ascending Technology等主机厂进行飞控自研。

图60：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

eVTOL航电飞控系统——全球飞控系统市场集中度高

- 海外eVTOL飞控以第三方供应商为主。有别于国内产品策略上的百花齐放，目前海外的eVTOL市场上绝大多数主机厂都坚定地选择了城市内或城市间高安全等级客运级飞机的产品路线，这也使得这些主机厂大多选择与第三方飞控系统供应商合作。
- 霍尼韦尔（Honeywell）是行业龙头。当前市场占有率最高的飞控厂商是霍尼韦尔，其飞行控制系统采用SV0设计理念，将飞行控制功能和飞控架构与显示器、飞行管理、故障警告整合到一台计算机中，迈出综合式航电系统的第一步，飞控系统广泛应用于波音787、商飞ARJ21、商飞C919、巴航工业E170/190等机型。2023年霍尼韦尔宣布在新一代电动飞行器的AAM领域已经获超过100亿美金的订单，公开的客户有Vertical、Lilium、Supernal等。
- 海外飞控行业玩家背景强劲。除此之外，空客的飞控系统供应商泰雷兹也活跃在eVTOL市场，为巴航工业旗下的 EVE、日本SkyDrive等主机厂提供飞控系统。赛峰集团24年6月收购了柯林斯航空的飞控部门，并成为Archer的飞控系统供应商。美国航空巨头德事隆（塞斯纳和贝尔直升机的母公司）收购了德国初创公司Amazilia Aerospace，将分别为德事隆旗下的蝙蝠飞机Pipistrel和贝尔直升机的eVTOL机型提供飞控系统。

图61：霍尼韦尔航电飞控系统



资料来源：霍尼韦尔官网，国信证券经济研究所整理

表17：飞控系统海外公司基本情况

飞控厂商	客户	国家	公司概况
霍尼韦尔	Vertical、Lilium、Supernal等	美国	全球最大的航空航天系统供应商之一，其产品应用于波音、空客、商飞等主流飞机制造商的机型，目前在 AAM 领域已经获超过 100 亿 美金的订单。
泰雷兹	EVE、SkyDrive	法国	空客的飞控系统供应商
赛峰集团	Archer	美国	柯林斯航空的飞控部门，被赛峰集团收购
Amazilia Aerospace	Pipistrel、贝尔直升机	德国	顺丰于 2018 年在德国慕尼黑设立的子公司，专注于飞控系统的研 发，核心团队来自慕尼黑工业大学，后被美国航空巨头德事隆收购
Near Earth Autonomy	Volocopter	美国	美国自主飞行控制系统研发商，已实现军用直升机无人化改造

资料来源：边界智控公众号，势能资本，36 氪 Pro，狮尾智能公众号，昂际航电公众号，西安电子科技大学官网，吉林大学官网，国信证券经济研究所整理

eVTOL航电飞控系统——飞控国产替代势在必行



- 国内飞控系统供应商主要包括传统老牌飞控系统供应商和一批新兴的飞控系统企业。传统老牌飞控供应商技术积累扎实，但产品价格较高，主要为中航工业 618 所等军工单位，以及北航、南航等高校科研院所。近年来，一批新兴民营飞控公司涌现，推出许多高性价比的 eVTOL 飞控产品，包括狮尾智能、边界智控、创衡控制、翔仪飞控等。

表18：飞控系统国内公司基本情况

飞控厂商	客户	国家	公司概况
边界智控	广汽研究院、沃兰特以及亿维特等	中国	团队核心成员参与过商飞C919飞控和航电系统研制，并负责过国内和海外多款eVTOL飞控系统开发，拥有丰富的民航飞机飞控和机载系统的研发和适航审定经验。目前已完成新一代符合民用航空高安全等级标准的三余度双通道飞控计算机的技术攻关和产品定型，成为国内首家进入适航审定阶段的高安全等级客运eVTOL型号的飞控系统供应商。
狮尾智能	多零等	中国	研发团队由航空领域内具有多年研发经验的专家组成，核心人员来自于国际航电供应商以及 北大、北航、交大等高校，拥有精湛的专业知识和深厚的航空电子、人工智能、自动驾驶等 行业从业背景，是国内经历完整民机飞控适航开发项目的顶级科研队伍。
昂际航电	览翌航空、沃飞长空等	中国	公司由中航工业和GE为C919航电系统而组件，基于10多年的民机航电系统的产品开发 及适航经验，昂际航电致力于为AAM市场提供更紧凑的、模块化的、可适航的、基于开放 式架构的航电和飞控解决方案，使飞行更安全、更简单。
中航 618 所	C919、军用等	中国	中国航空研究院618所（西安飞行自动控制研究所，FACRI），是我国航空飞行控制、惯性导航、综合制导三大航空核心技术的研发中心，集自动控制、计算机应用、微电子技术、仿 真技术、检测技术研究和精密机械制造、电子装配、光学加工为一体。

资料来源：边界智控公众号，势能资本，36 氪 Pro，狮尾智能公众号，昂际航电公众号，西安电子科技大学官网，吉林大学官网，国信证券经济研究所整理

eVTOL机身材料——大规模使用碳纤维复合材料

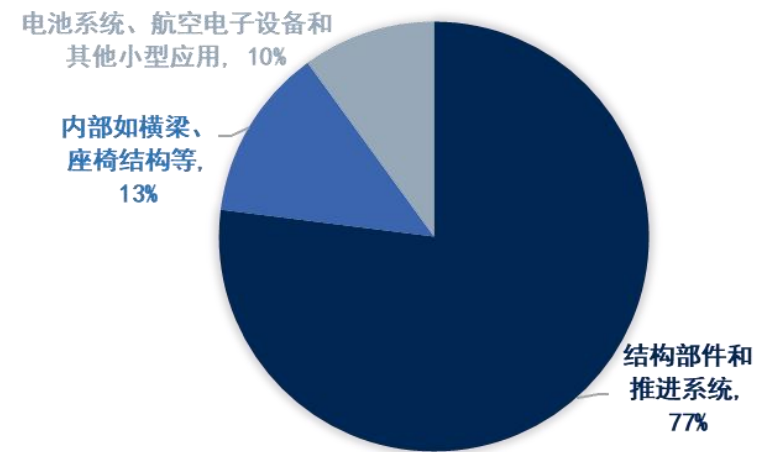
- 由于eVTOL、小无人机、部分轻型飞机是由电机驱动，因此对轻量化的要求更高。碳纤维复合材料在eVTOL的结构、部件中占比远超传统航空器。民机领域，波音787的结构中有约50%是由复合材料制成。根据 Stratview Research 的数据，eVTOL使用的复合材料中，约有75-80%将用于结构部件和推进系统，其次是座椅结构等内部应用，占12-14%。电池系统、航空电子设备和其他小型应用组合起来将占剩余的8-12%。eVTOL中90%以上的复合材料将是碳纤维，其余10%的复合材料以保护膜的形式使用玻璃纤维增强材料。

图62：复合材料几乎用于eVTOL的所有部件



资料来源：中国复合材料工业协会官网，浙商证券研究所整理，国信证券经济研究所整理

图63：复合材料在eVTOL不同部位应用占比



资料来源：新材料公众号，Stratview Research，国信证券经济研究所整理

eVTOL主机厂相关公司情况

表19：2024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	GAA
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
Eviation	-	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

● eVTOL下游-整机环节相关公司：

- 1) 初创公司：以亿航智能、峰飞航空、沃飞长空、时的科技、JOBY 等为代表；
- 2) 飞机企业：波音子公司Wisk、空客子公司Airbus；
- 3) 整车企业：小鹏汇天、广汽集团、本田Honda Motor Company、现代Supernal等。

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)

- [01] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

我国低空基础设施建设不够完善

低空基础设施主要分成物理基础设施（硬基建）和信息基础设施（软基建）两类。“硬基建”主要包括通用机场、起降场（点）等起降设施；“软基建”主要包括低空空域管理平台、低空飞行服务平台、通信、导航、监视、气象、地图等。

- 从“硬基建”来看，目前我国通航机场、飞行起降平台以及飞行服务站数量具备一定基础，但规模仍较小。相比美国来看，我国在通航航空器、通用机场以及全年飞行时间方面相比美国均有较大发展空间。

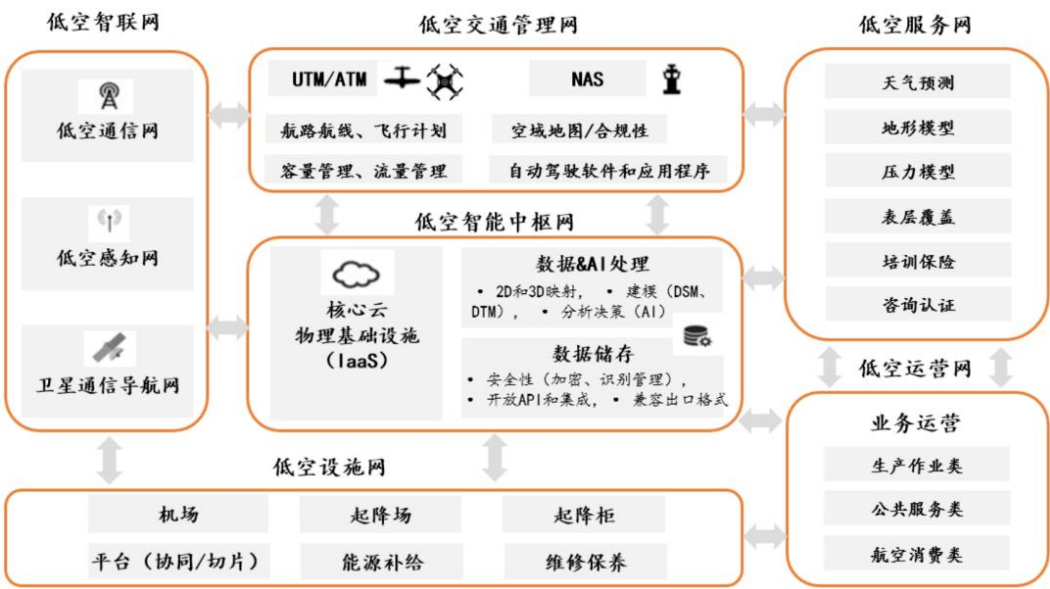
表20：中美通航发展对比（截至2022年）

	中国	美国	相当于美国的
通用航空器	3186架	20.95万架	1.5%
通航机场	399个	4000多个	不到10%
全年飞行作业时间	121.9万小时	2695万小时	4.5%

资料来源：中国民用航空局，《2022年民航行业发展统计公报》，中国民航出版社，2023：1-37，FAA，民航新型智库，国信证券经济研究所整理

- 目前的信息基础设施建设还不足以满足未来大规模的低空场景使用，通、导、监信息基础设施建设尚未全面铺开，且国家没有统一的标准体系，低空监测、应急处置及统筹调度能力还相对薄弱。

图64：低空经济基础设施“六张网”系统化建设



资料来源：无人系统创新，招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

专项债/超长期国债支撑，地方政府化债压力减轻加速低空产业发展

国务院将低空经济纳入专项债正面清单

- 2024年9月26日，政治局会议提出要加大财政政策逆周期调节力度；10月陆续推出一揽子有针对性增量政策举措，包括加力支持地方化解政府债务风险，较大规模增加债务额度，支持地方化解隐性债务，地方可以腾出更多精力和财力空间来促发展。
- 2024年底，国务院办公厅发布《关于优化完善地方政府专项债券管理机制的意见》，将低空经济列入专项债支持领域，明确各省份专项债用作项目资本金的比例上限由25%提升至30%。开展专项债券项目“自审自发”试点省份【北京市、上海市、江苏省、浙江省（含宁波市）、安徽省、福建省（含厦门市）、山东省（含青岛市）、湖南省、广东省（含深圳市）、四川省】，其省级政府可直接审批并发行专项债，大幅缩短项目周期。

各地明确专项债/超长期国债支持低空经济发展

- 2024年6月，四川省人民政府发布关于促进低空经济发展的指导意见提出，省级财政安排2亿元资金专项支持低空经济发展，优先支持符合条件的项目申报地方政府专项债券；2024年8月，浙江省人民政府发布《关于高水平建设民航强省打造低空经济发展高地的若干意见》，提出符合条件的低空新基建项目，通过中央预算内投资、地方政府专项债券、超长期特别国债等政策资金予以支持。

2024年低空经济地方专项债发行情况。据不完全统计，截至2024年末，涉及低空经济建设内容的专项债项目已发行26个，项目总投资193.28亿元，发行专项债券金额合计53.95亿元，占总投资约28%。

从建设领域看：主要集中在低空产业园及基础设施建设领域，占比超过了90%。其他类涉及到教育培训、文旅等，占比10%。

从地域分布看：四川省（5个项目）：集中在自贡航空产业园，涉及无人机生产、创新中心等配套设施建设，总投资38.42亿元，占全国19.9%。

广东省（4个项目）：形成恩平、韶关等工业园低空经济片区，总投资16.15亿元，专项债融资4.03亿元。

江西省/河南省（各3个项目）：江西聚焦无人机厂房与分宜产业园；

河南布局安阳试飞场和5G技术基地，两省专项债融资分别达5.45亿、3.85亿。

其他重点省份：湖北省（竹山冷链物流+华中飞行器基地）、湖南省（最大单体项目47.13亿）、浙江省（职业教育+起降工程）形成差异化布局。

图65：推动经济高质量发展国新办新闻发布会



资料来源：国新网，国信证券经济研究所整理

- 中央层面，“战新产业基础设施建设纳入专项债券用作项目资本金范围”政策落地，低空经济基础设施建设获得专项债的规模支持。2024年12月25日，国办印发《关于优化完善地方政府专项债券管理机制的意见》，提出将低空经济等新兴产业基础设施纳入专项债券用作项目资本金范围，为低空基础设施项目提供成本更低且期限更长的资金来源。2025年以来，广东共发行涉及低空经济的专项债项目17个，总投资661亿元，发行金额22亿元。截至目前，广东建有跑道型通用机场8个，直升机场56个，建成各类低空起降点1400多个，5G-A基站1.1万个。
- 地方层面，多地相关政策中提出基础设施建设的具体目标，仅深圳市预期投资规模即超100亿元。深圳、广州、珠海、安徽、浙江等多地提出低空基础设施建设的具体目标，《深圳市低空起降设施高质量建设方案（2024-2025）》中提出，在2025年前建成1000个以上低空飞行器起降平台，预期低空基础设施建设投资规模超100亿元。截至2024年11月，深圳市已建成各类低空起降设施249个，还有75%的建设空间。安徽省规划到2027年，新建20个通用机场，500个起降场地或垂直起降点。浙江省规划到2027年，建设A类通用机场达20个、公共无人机起降场达150个。

表21：已发布低空3年规划省市的通航机场数量和起降点建设规划(单位:个)

省份	23年底通航机场数量 (个)	低空起降点规划 (个)
安徽省	5	到25年：10个通用机场+150个临时起降场地；
江苏省-苏州市	5	到27年：20个通用机场+500个临时起降场地。
江苏省-南京市	2	到26年：1-2个通用机场+200个以上垂直起降点。
江苏省-无锡市	5	到26年：1-2个通用机场+240个以上低空航空器起降场（点）及配套的信息化基础设施。
广东省	54	到26年：构建“2（预放机场、丁蜀机场）+N（直升机场、起降点）+X（无人驾驶航空器起降场、智能机翼）”起降设施体系，到2026年建成200处各类起降设施。
山东省	22	建设一批通用机场和起降场、起降点，基本建成安全高效、互联互通的地面基础设施网络，核心区域低空智慧基础设施建设完成。建成40个通用机场、400个数字化低空航空器起降平台。

资料来源：各政府公告，GAAS，国信证券经济研究所整理

- “软基建”的目标是：
- (1) 解决低空空域中对各种低空飞行器的“看不见、呼不到、管不住”的基本安全问题；
 - (2) 解决规模化低空飞行中“异构、高密度、高频次和高复杂度”的安全、效率和成本问题；
 - (3) 解决低空经济“管理、资源、业务、运营”等多主体、多业务、全方位协同问题。

图66：深圳智能融合低空系统（SILAS）



资料来源：IDEA研究院，深城交，国信证券经济研究所整理

表22：“软基建”部分政策与发展方向

关键平台/系统	主要政策要点	2024-2026发展方向与实施路径
低空空域管理平台	《国家空域基础分类方法》新增300m以下G类、120m以下W类空域，授权地方管理600m以下空域	省级-市级平台年内全部上线，实现空域数字化、网格化、一张图管理
低空飞行服务平台 (FSS)	《通用航空装备创新应用实施方案 (2024-2030)》要求构建分级分类的非管制空域服务模式；南京、南昌、安徽等出台三年行动计划或建设指引	2024-2025：市级FSS全覆盖，具备飞行计划、情报、气象、告警、救援“五统一”功能
通信 (空联网)	四部委方案明确“5G+卫星互联网”融合，打造低空智联网；地方专项债/产业基金支持通信基站、专用网络建设	2024年完成重点城市5G-A通感一体网络示范，2025年商用频段 (3.5GHz+毫米波) 规模部署
导航	《民用无人驾驶航空发展路线图V1.0》要求2025年达到厘米级北斗定位；四部委强制通用航空器北斗标配	2024-2025：高密度布设北斗地基/星基增强站，导航精度由1m提升至5cm
监视	《低空飞行服务保障体系建设三年行动计划》提出全域监视覆盖，非法飞行器识别与处置；多地规划低空监视雷达、ADS-B、光电复合网络	2024年重点城市完成60%空域监视补盲，2025年全面实现120m以下主航路监视无盲区
气象	《广东省低空经济行动方案》将气象站纳入地面保障设施清单；南昌、南京行动计划同步提出高密度微型气象观测网	2024-2025：起降点每3km设置微型气象站，实时回传风切变、低能见度数据
地图 (空图/数字孪生)	福建、深圳、苏州等地统一绘制低空空域图、3D航路网图；国家自然基金、产业基金支持高精度三维地信平台建设	2024年完成主要城市1:500高精度三维地图，2025年更新周期缩短至3个月

资料来源：中航通信息研究所，赛迪顾问智能装备产业研究中心，《中国低空经济城市发展指数》，赛迪顾问官网，2024: 1-52，国信证券经济研究所整理

- [01] 低空经济概览：定义、产业链、空域+载具两大产业要素
- [02] 行业发展的必要性：现有优势+应用场景和市场空间
- [03] 行业发展制约因素一：管理精细度有待提高
- [04] 行业发展制约因素二：技术成熟度有待加强
- [05] 行业发展制约因素三：基础设施有待完善
- [06] 行业发展趋势

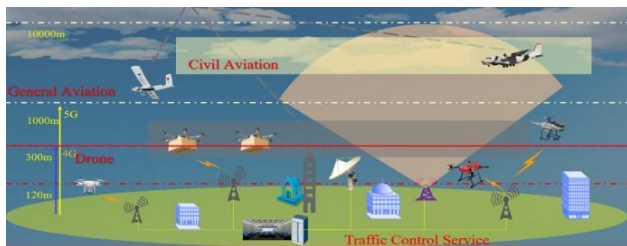
低空经济产业发展路径——三大“先后”

定调： 2025年5月，国家发改委表示，安全是低空经济发展的首要前提，按照先载货后载人、先隔离后融合、先远郊后城区的原则，在严控风险、确保安全的前提下，分类有序拓展低空经济应用场景，稳妥推进低空旅游、航空运动、消费级无人机等低空消费发展。

目的： 放管服——以放促活、以管促安、以服促效。走出“一管就死，一放就乱”的怪圈。

低空经济的核心矛盾在于“技术成熟度与安全风险”的博弈。载人飞行涉及生命安全，试错成本极高，而载货场景天然具备风险可控、成本更低、政策更易落地三大优势。

图67：“放管服”具体政策



放—降低空域使用门槛

- 统一管理
推动审批流程标准化
- 审批制转向报备制
通用航空航线申请简化为备案制，提升应急响应
- 空域分类开放
划分监视/报告空域，划定特殊区域，“自由飞”优先开放农林作业等低风险区域



管——构建安全监管体系

- 解决“三好”难题
“看得见、呼得到、控得好”部署监控网络实现全时追踪，建立实时通信链路，智能避障防撞
- 分级分类监管
对各类无人机实施风险分级许可管理



服—完善基础设施与生态

- 基建短板补强
将通用机场纳入公共设施，建设空天地一体化平台
- 产业服务配套
发展飞行培训、维修保养等服务体系

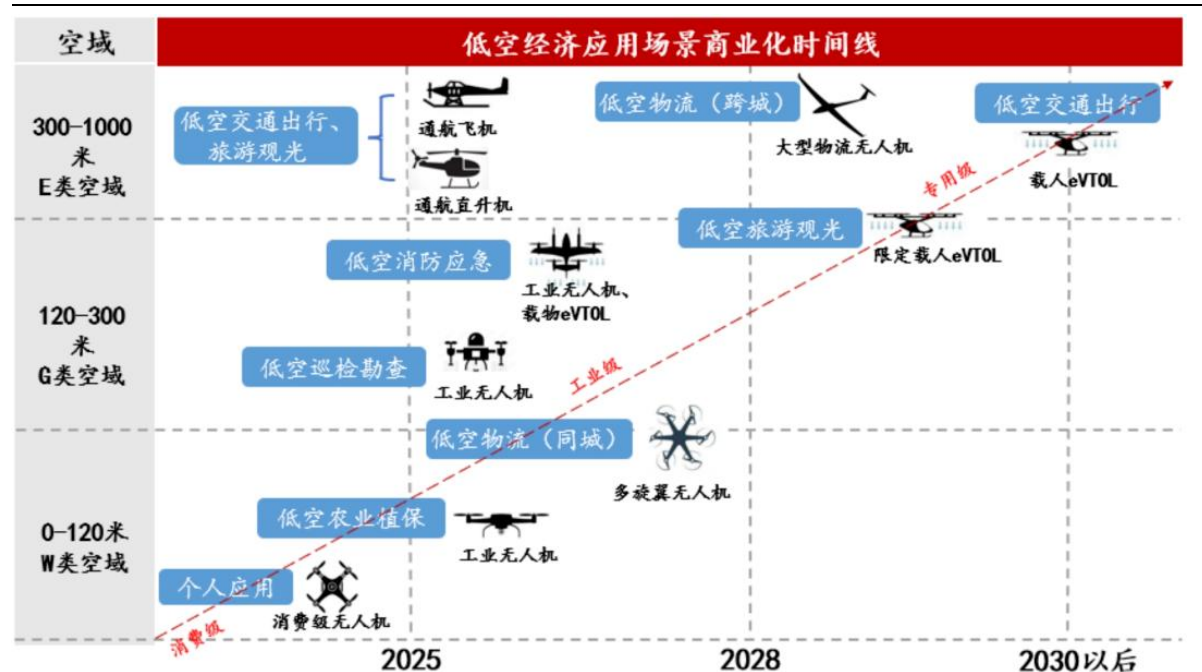
资料来源：中国民用航空局，国信证券经济研究所整理

低空应用场景发展节奏——先载货后载人、先隔离后融合、先远郊后城区

现阶段在无人机主导下，实行“城市场景先行试点，非城市场景以刚需优先，后期全域融合”：

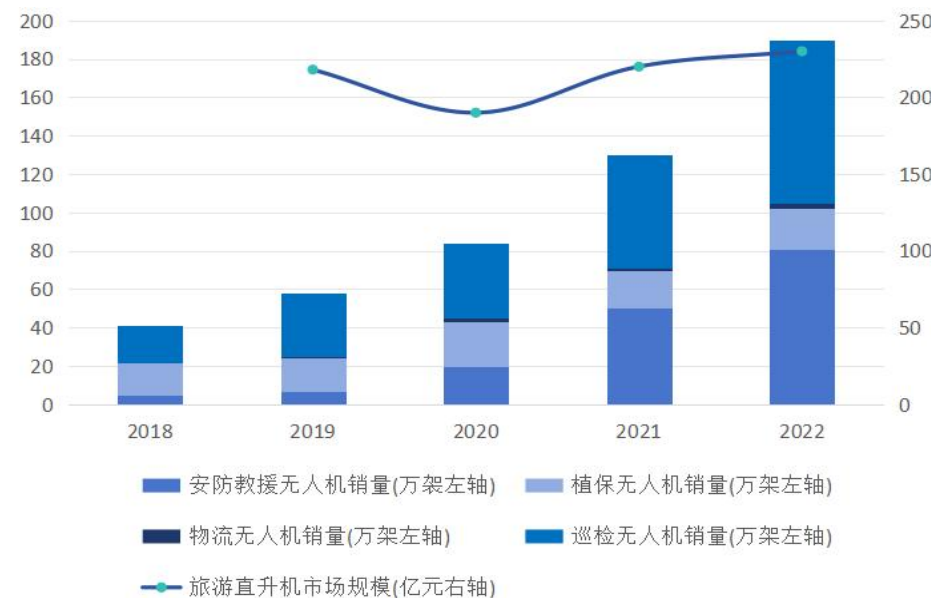
- 2025年，①非城市场景的无人机农业植保、巡检勘察均已步入商业化运营；②消防应急属于特殊需求，虽不以商业化为目的，但已开始越来越多使用各类飞行器执行任务；③部分特殊场景（海岛、山区）以及城区试点的无人机物流，已经初步具备商业化条件；④旅游观光、交通出行等场景，现阶段依赖直升机、固定翼飞机，飞行成本高昂、适用客户范围小。
- 到2028年，①无人机物流有望实现规模化商业运营，且根据飞行器研发制造难度、起降条件、航线审批要求、运营成本等要素综合判断，同城物流商业化进程将早于跨城物流；②国内大部分载人eVTOL产品将在2028年前后获批“四证（TC/PC/AC/OC）”并初步实现量产，eVTOL有望作为主力机型率先在旅游观光场景开展商业运营。预计2030年后，eVTOL将作为短途城市低空交通出行工具开启商业化运营。

图68：低空经济应用场景商业化时间线



资料来源：招商银行研究院，国信证券经济研究所整理

图69：各应用场景发展现状



资料来源：前瞻产业研究院，深圳市无人机协会，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23：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：张洪海、王岩韬、周彬，《面向eVTOL航空器的城市空中运输交通管理综述》，交通运输工程学报，2024，24(1)：1-17，国信证券经济研究所整理

低空经济产业发展历程有望类比新能源汽车产业，但成长期整体节奏更快



当前eVTOL所处阶段或类似于新能源汽车2010-2012年，这一阶段国家战略层面提出汽车业电动化技术转型战略，明确新能源汽车为战略新兴产业，处第一轮推广应用实施阶段。eVTOL有望通过复用新能源汽车的关键零部件加速降本过程，凭借成本优势引领我国eVTOL产业在国际赛道上弯道超车。

表24：新能源汽车发展阶段

时间	阶段	发展内容	技术和产业化进展	发展特点
1992-2006年	探索阶段	<ul style="list-style-type: none">“八五”期间，国家计委在国家重点科技攻关计划中安排了“电动汽车关键技术研究”项目，投资1500万元，首开电动汽车研制项目先河。2001年国家实施了“电动汽车重大科技专项”（863计划），形成我国新能源总体技术路线。“十一五”期间，通过“863计划节能与新能源汽车项目”，开展了一大批以整车集成为载体、动力系统为核心，突破节能与新能源汽车关键零部件瓶颈技术的研究项目，初步构建了电动汽车产学研联合技术创新体系。	<ul style="list-style-type: none">建成15个国家重点试验室和工程技术研究中心，形成电动汽车研发平台48个，目录公告了各类新能源汽车350余款。在2008北京奥运会等大型活动期间，新能源汽车成功开展了集中化、高强度、大规模的电动汽车示范运行。	形成产业发展共识，开展了一大批以整车集成为载体、动力系统为核心，突破节能与新能源汽车关键零部件瓶颈技术的研究项目，初步构建了电动汽车产学研联合技术创新体系。
2007-2017年	导入阶段	<ul style="list-style-type: none">2007年11月实施《新能源汽车生产准入管理规则》，对新能源汽车进行了定义，并对企业生产资格、产品管理等做出规范。2009年3月国务院发布《汽车产业调整与振兴规划》，首次提出形成50万辆新能源汽车产能，新能源汽车销量占乘用车销售总量5%左右的发展目标。2009年1月“十城千辆”示范项目启动，计划用三年每年发展10个城市，每个城市推出1000辆新能源汽车。（截至2012年底，最终只有7个城市实现了1000辆的目标。）2010年底，新能源汽车产业被确定为中国“七大战略重点新兴产业”之一。2012年国务院发布《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020年）》，确立了以纯电驱动为主的技术路线，提出到2020年，新能源汽车累计产销量超过500万辆。2013年9月，第二轮新能源汽车推广应用工作开始，国补2.0出台。第一次提出了补贴逐年退坡的概念。提出了纯电动专用车的概念（主要是邮政、物流车、环卫等）。要求示范城市或区域地方政府对新能源汽车车辆购置、配套设施建设等方面出台相关政策。2015年在多年高补贴诱发下产生了严重的“骗补”。2016年，第三阶段推广应用阶段，我国新能源汽车产业开始全面调整升级，方向开始向扶优扶强转换。	<ul style="list-style-type: none">新能源乘用车产品增至58款，技术迭代速度明显加快，例如产品续航里程达400公里的北汽EU400，电池成本下降到1900元/千瓦时。比亚迪汽车2006年研制成功首款纯电动轿车F3e，2008年首款插电混动轿车F3DM面世，此后开启了纯电和插电混动双技术路线2009-2012年，开展了以对公领域为主的小规模示范推广应用。截至2012年年底，累计推广2.7万辆新能源汽车，其中对公领域推广2.3万辆。2013-2017年进入大规模示范推广应用时期，2015年示范城市增加到88个，新能源汽车销量突破33万辆，占全球新能源汽车销量近60%的份额。2013至2015年，在38个城市群，共88个城市示范推广了新能源汽车，470900辆新能源汽车进入示范城市运营。截止到2017年，新能源汽车保有量为159.7万台，渗透率为0.74%。从2017年之后，政策补贴逐步有针对性地退出。	<ul style="list-style-type: none">产业扶持政策有力推动新能源汽车快速发展。该阶段新能源汽车的研发完全由国家资助项目支持，公共服务部门是第一阶段新能源汽车的主要应用领域。市场分散、各种技术路线都有，产品质量不稳定，成本高。
2017-2020年	快速成长阶段	<ul style="list-style-type: none">《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》《外商投资准入特别管理措施（负面清单）（2018年版）》《合资政策和《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》等政策陆续出台，新能源汽车产业加速向市场驱动转型，产业对外开放力度加大，产业竞争格局逐步形成。2020年年底，我国新能源汽车市场逐渐形成传统自主、造车新的集群、合资及豪华品牌四大阵营为主的竞争格局。	<ul style="list-style-type: none">2018年，我国新能源汽车销量首次突破100万辆，2020年年底，我国新能源汽车保有量超过492万辆，接近当初500万辆规划目标。2020年年底，私人消费占比提升至71%，市场逐步向非限购区域渗透，2020年非限购城市销量占比提升至62%，市场化驱动特征更加明显。2019年后特斯拉国产化超预期，带动国内新能源汽车产业链快速发展，爆款产品model系列出现，后续新产品不断出新供给驱动下，新能源汽车渗透率快速提升。	<ul style="list-style-type: none">市场化发展和对外开放阶段，产业进入快速成长期。进入壁垒低，渗透率稳步提升但主要靠补贴政策驱动，基础设施不完善。
2021年至今	爆发普及阶段	<ul style="list-style-type: none">在“双碳战略”引领下，我国新能源乘用车实现了爆发性增长。对公领域示范运营政策也牵引商用车新能源化跨越式发展。	<ul style="list-style-type: none">2022年销量达到688.7万辆，渗透率达到25.6%。自主品牌新能源乘用车销售占比达到79.9%，其中比亚迪超越特斯拉成为全球新能源汽车销量冠军，新型自主品牌蔚来、理想、小鹏当年交付均突破10万辆大关，自主品牌竞争力大幅提升。电动商用车2022年达到30.7万辆，实现同比增长65%，渗透率达到9.4%，同比提升5.5%。2025年上半年，新能源汽车市场渗透率达到44.3%。	玩家开始大规模进入，市场集中度增加；市场竞争加剧；产品多样性增加，产品质量大幅提升；价格和成本下降。

资料来源：国务院，工业和信息化部，中国汽车工业协会，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场景发展节奏预测，或将依次经历导入→爆发→普及三大阶段

● eVTOL发展预计可分为三个阶段：

- 1) 培育阶段 (2025-2030) : 市场应用在某些特殊场景落地，以空中游览飞行、医疗转运为主，UAM逐步开始试点；
- 2) 爆发阶段 (2030-2035) : UAM快速发展“空中出租车”、“空中小巴”等模式出现并普及；
- 3) 普及阶段 (2035-) : eVTOL开始步入个人及家庭消费，私人飞行器逐步兴起。

表25： eVTOL的三个发展阶段

	主要特征	空域及空管系统	基础设施	市场应用	运营主体	公众认知与接受度
阶段一 导入阶段 2025-2030	自主飞行技术正在发展中。目前主要还是由飞行员进行驾驶。 <ul style="list-style-type: none">● 航程：150-200km● 速度：200-250km/h● 载客：4-5人	现行规则将被沿用，并根据eVTOL的特点进行扩展。这些飞行器的运行高度将在300至1000米之间。此外，还将来同自动化的方式来进行飞行任务的批复	eVTOL起降点分为常规和临时两类。常规起降点设在城市文通枢纽附近，数量有限，并参照现行直升机的标准来建设。	<ul style="list-style-type: none">● 空中游览飞行● 医疗转运	<ul style="list-style-type: none">● 制造商、运营商、租赁公司、企业等多样化的产权● 传统通航运营商等专业运营商运营	安全性是eVTOL运营中的核心要素。随着技术进步，运营价格预计将下降至与豪华网约车相当的水平。这种服务主要面向寻求休闲出游、注重出行效率和舒适性的城市中产阶层。
阶段二 爆发阶段 2030-2035	eVTOL正逐步实现自主飞行能力，但仍需要驾驶员进行监控。产品通过家族化迭代不断优化性能，并且专用技术也在持续升级换代。	政策环境逐步开放，允许就落和运行范围灵活调整。第三方航务机构的重要性得到提升。同时运行申报和批复的时间大幅缩短。	起降点布局在城市的商业和居民中心区域。常规起降点的设计更为灵活，在尺寸和现模上都有所调整。此外，临时起降点还扩展到了城乡结合部以及乡镇地区。	从通航性质出发，逐渐渗透到传统的地面交通市场，空中出租车和空中小巴等形式将变得越来越普及。	产权共享模式日益普及，同时出现了智能化和网络化的新型运管方式。	随着大众接受度的提高，人们对于AAM《先进空中移动》的风险和事故接受程度也会随着使用规模的增加而提升。AAM正逐渐成为社会交通方式的重要组成部分。
阶段二 普及阶段 2036	自动驾驶系统成熟高效新能源出现，高速、远航程产品出现，传统航空器eVTOL化产品个性化。出现“性能”“豪华”等卖点	空管系统实现了更高的计算分配能力，使得空域共享度提升并基本实现了按需分配空域。旅客个人申请和自动批复的流程得以实现。	<ul style="list-style-type: none">● 空中立体出行成为刚需● 起降点类似地面交通站点● 立体式起降点普及	<ul style="list-style-type: none">● 与私家车类似，进入私人市场● 销售、保险等相关业务模式改变	更先进的产权共享模式将进一步提高资产利用率，私人拥有的eVTOL也将实现自主运行。	出行乃至居住方式将发生根本性的变革，人们将进入一种以“空运”为基础的社会模式。

资料来源：罗兰贝格国际管理咨询公司，《客适eVTOL应用场景与市场潜力》，罗兰贝格行业报告，2024：1-32，国信证券经济研究所整理

动力系统供应链

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，新能源汽车电池厂商切入eVTOL赛道，但当前市场上仍缺少针对航空应用的整包电池供应商。
- 2023年10月，工信部等四部委联合印发《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》，提出2025年将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。
- 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26：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。 2024年8月3日，宁德时代独家投资数亿美元，成为峰飞航空的战略投资者，双方将共同开展eVTOL航空电池的研发工作，提升eVTOL电池的能量密度和性能表现，支持eVTOL更长的飞行距离和更高的载重量，同时提升其安全性和稳定性
孚能科技（688567.SH）	动力电池	300wh/kg以上	2020年已向电动飞机领域的客户首次供应样品，随后完成样件认证；2023年将第一代三元产品交付给终端客户。能量密285Wh/kg，最高时速320km/h，单次最长巡航250km；工况测试，电芯可实现10000次以上循环。 公司已与海外头部企业深度合作并交付了产品，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。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

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

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厂商的电推进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。国内航空级电机性能仍需通过适航经验完善、提升功率密度、转矩密度等性能。
- 目前多数eVTOL主机厂的电推进系统采用自主研发、委外加工的方式。对于供应商而言，航空电机盈利能力也有望明显高于传统电机。

表27：国内eVTOL动力系统相关公司基本情况

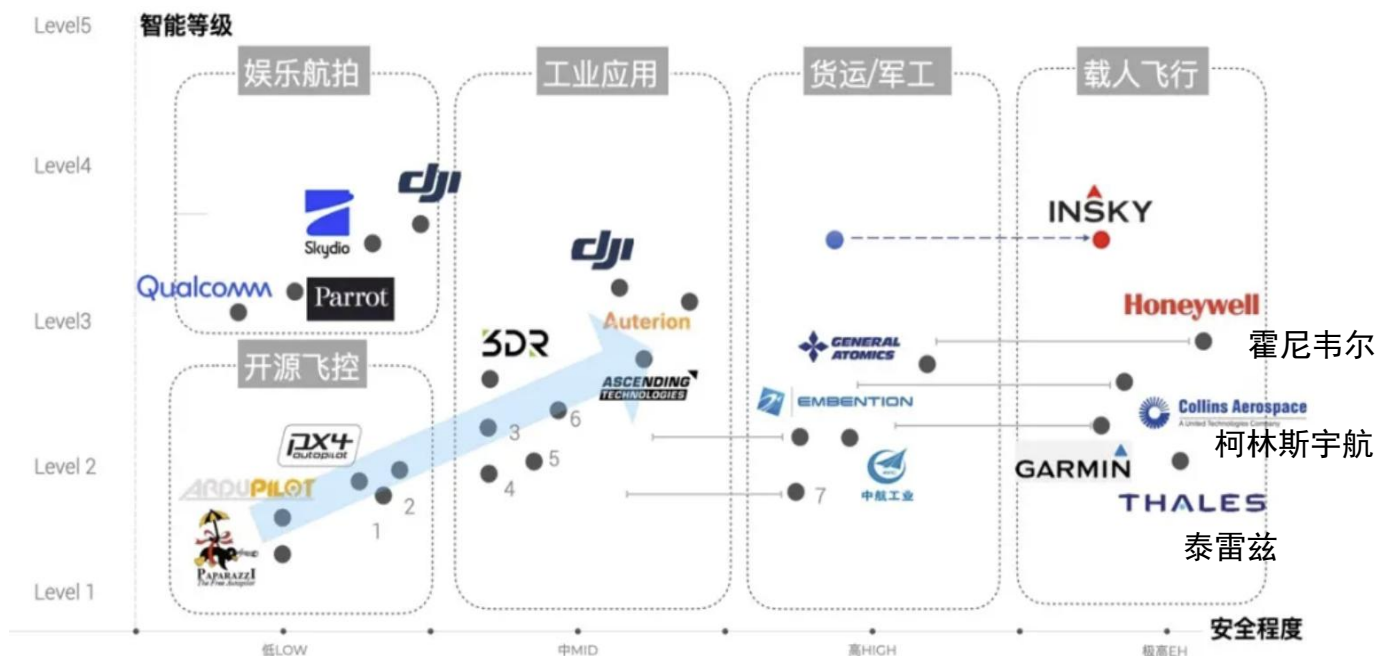
企业（是否上市）	供应链环节	航空级进展
卧龙电驱 (600580. SH)	电驱系统	全国最大的电机生产企业之一，与商飞成立了航空电动力系统创新中心，目标是开发10kw-2000KW的电动力系统。已就4座/19座电动飞机动力系统开展研发。 公司的70kW高功率航空电动力系统已经顺利通过工信部专家验收，30kW涵道电动力系统也完成了地面测试实验，所有指标均达到预期要求。
蓝海华腾 (300484. SZ)	电驱系统	在电动飞行器电机控制器方面有相关技术研究；并作为申请单位与高校专业科研团队、行业公司团队合作已拿到深圳市科技创新委员会科技重大专项项目-----《重202317N101电动飞行器用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	新能源商用车与乘用车电驱系统和电源系统供应商。2024年11月，宣布和亿航智能战略合作，共同开发适用于亿航智能电动垂直起降（eVTOL）航空器系列产品的高性能电机和电机控制器产品。
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	公司的车载电源产品可以应用于飞行汽车中，目前公司产品已获得小鹏汇天的定点。
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

飞控系统供应链

- 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70：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71：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

- 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28：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

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

材料、零部件及其他供应链



- eVTOL机体主要采用碳纤维复材，低成本高效率的热塑性复材或为趋势。eVTOL的复材使用占比70%以上，主要用于结构件和推进系统，其中，超过90%的复材为碳纤维复材，约10%的复材以保护膜的形式使用玻璃纤维增强。

表29：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已经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、四川珪磊科技都有合作。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	公司致力于镁合金铸件在车身结构件，内饰件等方面的轻量化的应用和推广。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AcroAircraftSeatingLimited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束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）	仪表板管梁总成、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。公司与小鹏飞行汽车签订合作协议，成为其仪表板管梁总成、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、大型非金属模具、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。
苏文科（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月与与包括亿航在内的28家企业和科研院校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

- 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.CSI）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	优于大市	股价表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业投资评级	优于大市	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
		弱于大市	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门、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