

汽车行业报告

关于低空经济的十问十答

评级：推荐(维持)

戴畅(证券分析师)

S0350523120004

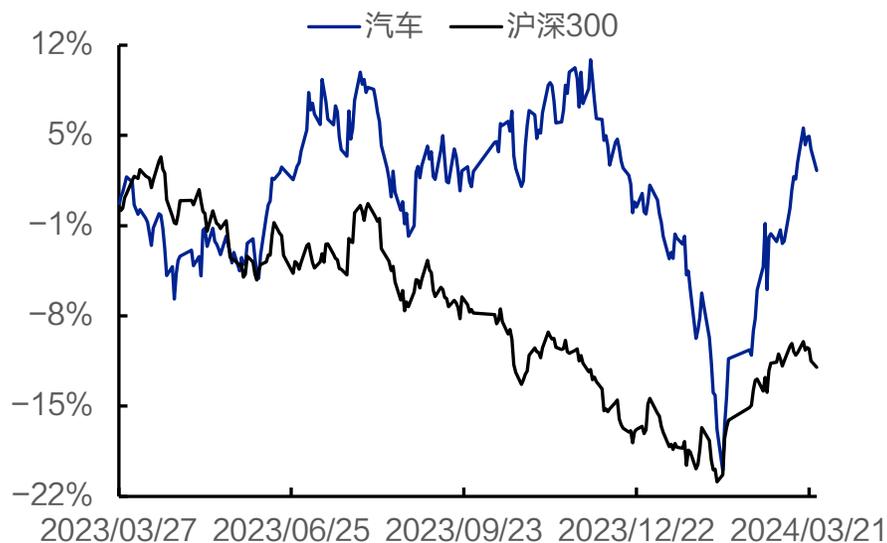
daic@ghzq.com.cn

王琿(证券分析师)

S0350523120006

wangl15@ghzq.com.cn

最近一年走势



相关报告

《汽车行业周报：政策支持+事件催化，当前仍是汽车布局窗口期（推荐）*汽车*戴畅，王璟》——2024-03-17

《汽车行业周报：政策预期+事件催化，继续布局汽车（推荐）*汽车*戴畅，王璟》——2024-03-10

《汽车行业周报：汽车进入事件催化密集期，继续布局行业相关机会（推荐）*汽车*戴畅，王璟》——2024-03-03

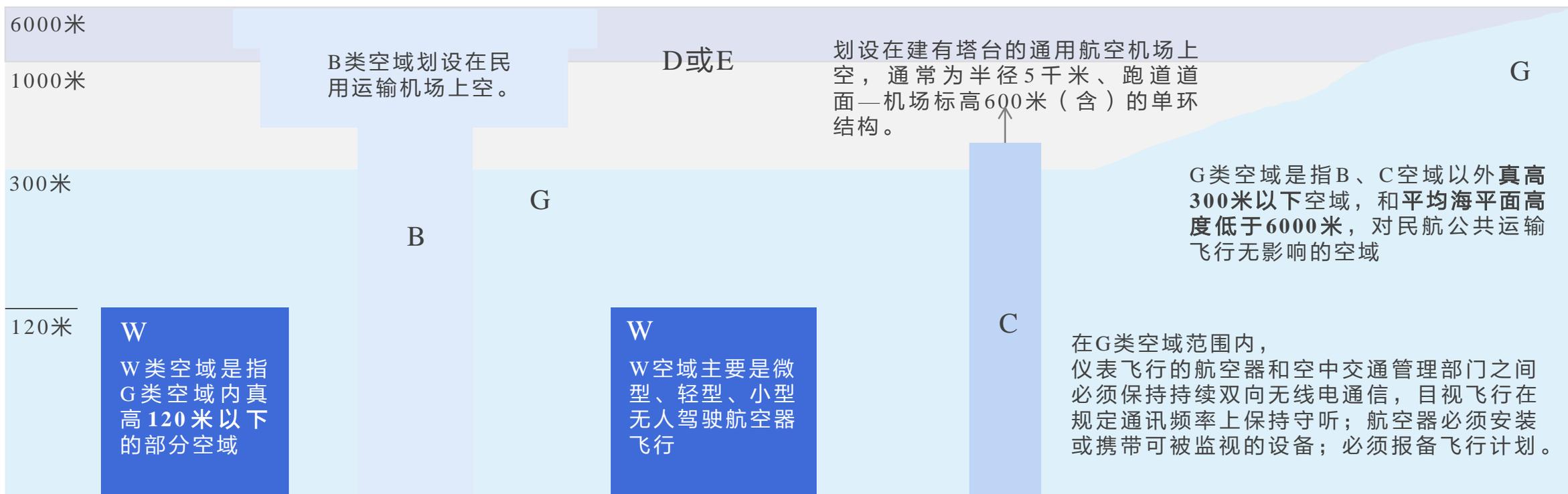
- ◆ **什么是低空经济，为什么突然关注度这么高？** 2024年3月27日，工信部等四部门发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》，对2027年和2030年我国通用航空发展提出具体目标。低空经济是以低空空域为依托，以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。通过消费级无人机、工业级无人机、eVTOL、通用直升机等各类飞行器进行的飞行活动构成了低空经济的核心。这一轮低空经济的关注度提升主要受益于政策端的支持和低空飞行器技术的日趋成熟。
- ◆ **国家和地方目前的政策支持力度有多大？** 2024年1月1日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式实施，标志着作为低空经济主导的无人机产业迈入“有法可依”的规范化发展新阶段。2024年3月，第十四届全国人大二次会议政府工作报告提出，2024年要积极培育新兴产业和未来产业，加快发展新质生产力，积极打造低空经济等新增长引擎。各省市也在政府报告中提出有关低空经济的政策及措施。
- ◆ **eVTOL是什么？和低空经济是什么关系？** 低空经济交通工具主要包括直升机、无人机和飞行汽车三大类，其中广义上的飞行汽车包括eVTOL（电动垂直起降飞行器）和陆空两栖类。eVTOL与无人机的区别在于其主要以载人为主，具备安全/可靠/环保/经济/智能/舒适六大性能优势，发展前景广阔。
- ◆ **eVTOL有哪几种技术路线？** eVTOL主要分为四种技术路线：多旋翼型、升力与巡航复合型、倾转旋翼/机翼型、倾转涵道型。其中，倾转旋翼因其飞行速度快、载重比高、整机性价比高、适航条款比较清晰，具有较好的运营经济性，在商业场景中应用更有优势。
- ◆ **低空经济的应用场景有哪些？** 在低空经济的产业布局中，低空应用是核心。低空经济的下游应用主要是与各种产业的融合，目前常见的低空经济城市应用场景包括和物流、娱乐、出行、消防等行业融合的快递物流、消防救援、基建巡检、农林植保、娱乐拍摄等场景。未来，低空经济可以向生产作业、公共服务、航空消费三大领域持续拓宽应用场景，提供牧业飞行、电力作业、医疗救护、警用飞行、娱乐飞行等服务。
- ◆ **国内外eVTOL的落地进展如何？** 据航空产业网，全球已研发或正在研发适航阶段产品、取得实质性进展的企业约50家，目前仅有亿航智能一家企业获得由中国民航局颁发的标准适航证，小鹏汇天、沃飞长空等少数企业获得特飞许可证。我国eVTOL商业化计划可以分为三个阶段：2020-2025年，实施客运型eVTOL的原型机测试与验证，实现货运型eVTOL商业化运行；2025-2030年，通过货运型商用铺路，实现有人驾驶客运型eVTOL商业化；2030年后，依托有人驾驶客运型eVTOL的商业化成功，伴随民众认可度的显著提升，开展产品升级，实现eVTOL的无人驾驶飞行。
- ◆ **eVTOL的价格要多少钱？有哪些降本路径？** 据麦肯锡数据，以Lilium为例，能源系统、动力系统、航空电子设备&飞控系统、机体分别占整机BOM成本比例10%、40%、20%、25%。整机降本在于随技术成熟和商业化应用，购买成本预期2040年降低至100万元。
- ◆ **低空经济市场规模有多大？** 中国民航局副局长韩钧在2024年2月28日国新办新闻发布会上表示，2030年我国低空经济规模有望达到2万亿元；MarketsandMarkets预测，全球eVTOL市场规模将从2023年12亿美元拓展到2030年234亿美元，CAGR达52%；保时捷管理咨询预测，在中性预期下，2024/2027/2030年中国eVTOL市场规模将达到10/100/500亿元，其中2030年我国eVTOL占据全球市场份额或为25%。
- ◆ **eVTOL规模商业化仍存哪些难点？** 当前阶段的难点主要为：①适航与法规认证；②动力电池技术；③飞行控制系统；④电机与电控技术。
- ◆ **低空经济产业链涉及哪些领域？** 我国低空经济产业链的结构大致如下：上游为原材料与核心零部件领域，中游包括低空制造、低空飞行、低空保障与综合服务，下游为各种应用场景，包括旅游业、物流业、文旅业与巡检业等。我们认为，低空经济当前仍处于非常早期的发展阶段，产业链上游及中游的装备制造环节将率先受益。
- ◆ **风险提示：** 低空经济相关政策支持力度不及预期；低空经济相关适航认定标准建设不及预期；低空经济相关基础建设不及预期；低空经济相关法律法规的建设不及预期；低空经济应用场景拓展不及预期；低空经济应用端运行成本优化不及预期；eVTOL等无人驾驶航空器技术突破不及预期；eVTOL关键零部件技术突破不及预期；eVTOL供应链配套能力不及预期；eVTOL整机成本优化进度不及预期。

- 01 什么是低空经济，为什么突然关注度这么高？
- 02 国家和地方目前的政策支持力度有多大？
- 03 eVTOL是什么？和低空经济是什么关系？
- 04 eVTOL有哪几种技术路线？
- 05 低空经济的应用场景有哪些？
- 06 国内外eVTOL的落地进展如何？
- 07 eVTOL的价格要多少钱？有哪些降本路径？
- 08 低空经济市场规模有多大？
- 09 eVTOL规模商业化仍存哪些难点？
- 10 低空经济产业链涉及哪些领域？

1、什么是低空经济，为什么关注度这么高？

- 低空经济是以低空空域为依托，以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。低空空域通常是指距离地面垂直高度1000米以内，视地区特性和实际需求扩展至3000米以内的空域。通过消费级无人机、工业级无人机、eVTOL（Electric Vertical Takeoff and Landing，电动垂直起降航空器）、通用直升机等各类飞行器进行的飞行活动构成了低空经济的核心。

图：我国部分空域划分图



1、什么是低空经济，为什么关注度这么高？

- 相关政策集中出台+eVTOL商业化进程推进，低空经济迎发展机遇期。近期，“低空经济”概念加快进入大众视野，主要受益于政策端的支持和低空飞行器技术的日趋成熟。2024年3月27日，工信部等四部门发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》，对2027年和2030年我国通用航空发展提出具体目标。2024年1月1日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》正式实施，标志着作为低空经济主导的无人机产业迈入“有法可依”的规范化发展新阶段。此外，亿航智能于近期取得适航证，峰飞航空、小鹏汇天分别完成了跨海跨城航线和城市CBD区域的低空演示飞行，标志着eVTOL商业化进程进一步推进。

表：我国近期低空经济相关政策及事件梳理

	时间	部门/地区/企业	事件
政策端	2024年3月	工信部等四部门	发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》，对2027年和2030年我国通用航空提出具体目标
	2024年3月	民航局	民航局召开通用航空工作领导小组低空经济专题会议：切实提高推动低空经济发展的能力和水平
	2024年3月	安徽省	《2024年度安徽省低空空域航线划设方案》顺利获批，低空航线较去年新增3条
	2024年3月	国务院	低空经济首次写入政府工作报告，提出“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”
	2024年1月	国务院	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》于2024年1月1日起正式实施，低空经济发展将更规范有序
	2023年12月	国务院	在中央经济工作会议明确提出，打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业。
	2023年12月	合肥市	发布《合肥市低空经济发展行动计划（2023-2025年）》，计划在2024年基本建成骆岗低空融合飞行试验片区，并于2025年基本建成具有国际影响力的“低空之城”
	2023年12月	深圳市	发布《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》
	2023年11月	海南省	发布全国首张省域无人驾驶航空器适飞空域图
企业端	2024年3月	小鹏汇天	小鹏汇天飞行汽车旅航者X2顺利完成城市CBD“天德广场—广州塔”区域的低空飞行
	2024年2月	峰飞航空	成功完成全球首条eVTOL跨海跨城空中航线（深圳—珠海）首飞，20分钟从深圳落地珠海市，成为全球首条跨海跨城航线演示飞行
	2023年12月	亿航智能	EH216-S无人驾驶载人航空器获得由中国民航局颁发的标准适航证，成为全球首个获得适航证的无人驾驶载人电动垂直起降（eVTOL）航空器

2、国家和地方目前的政策支持力度有多大？

- 国家政策频出，利好低空经济。2021年以来，中央积极推动低空经济发展，先后颁布了一系列政策法规。2021年2月国务院印发的《国家综合立体交通网规划纲要》提出，发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。这是“低空经济”概念首次被写入国家规划。2023年12月，中央经济工作会议提出，打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业，产业定位大幅提升。2024年3月，“低空经济”首次被写入政府工作报告。

表：国家关于低空经济政策梳理

时间	相关文件	主要内容
2010年	《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	明确提出了2010-2020年的工作目标。明确要求分类划设低空空域。按照管制空域、监视空域和报告空域划设低空空域，区分不同模式实行分类管理试点。
2015年	《关于积极发挥新消费引领作用加快培育形成新供给新动力的指导意见》	加快推进低空空域的开放。
2016年	《关于促进通用航空业发展的指导意见》	扩大低空空域的开放。
2019年	《粤港澳大湾区发展规划纲要》	加强空域协调与空管写协作，优化调整空域结构，提高空域资源使用效率，提升空管保证能力，深化低空空域管理改革，加快通用航空发展，建设深圳、珠海通用航空产业综合示范区，推进广州、深圳临空经济区发展。
2019年	《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	统筹空域资源利用，促进民航、通用航空融合发展，深化低空空域管理改革，加快通用航空发展。
2019年	《交通强国建设纲要》	明确从2021年到本世纪中叶，我国将分两个阶段推进交通强国建设。到2035年，基本建成交通强国，形成三张交通网、两个交通圈，基本形成“全国123出行交通圈”。
2021年	《国家综合立体交通网规划纲要》	“低空经济”概念首次被写入国家规划 ，纲要提出发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。
2022年	《扩大内需战略规划纲要（2022—2035年）》	提出要加快培育海岛、邮轮、低空、沙漠等旅游业态。
2023年	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	管理无人驾驶航空器飞行的规范条例。结合我国空域和飞行活动的特点，详细阐述了无人机飞行的监管要求，并将除管制空域以外的真高120米以下空域划为“适飞空域”，2024年1月1日起正式生效
2023年	《民用无人驾驶航空器系统安全要求》	我国民用无人机领域的首项强制性国家标准，适用于除航模之外的微型、轻型、小型民用无人机。
2023年	《国家空域基础分类方法》	对我国空域划设和管理使用进行规范。
2024年	《政府工作报告》	低空经济首次写入政府工作报告，提出“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”
2024年	《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》	对2027年和2030年我国通用航空提出具体目标，到2030年形成万亿级市场规模

2、国家和地方目前的政策支持力度有多大？

表：中国各省市政府工作报告中关于低空经济产业发展的政策汇总（2024年）

省份	政策内容
北京	促进新能源、新材料、商业航天、 低空经济 等战略性新兴产业发展。
广东	发展低空经济，创新城市空运 、应急救援、物流运输等应用场景，加快建设低空无人感知产业体系，推进低空飞行服务保障体系建设，支持深圳、广州、珠海建设通用航空产业综合示范区，办好第十五届中国国际航空航天博览会，打造大湾区低空经济产业高地。
四川	加快发展低空经济，支持有人机无人机、军用民用、国企民企一起上 ，支持成都、自贡等做大无人机产业集群，布局发展电动垂直起降飞行器。
天津	做优做强12条重点产业链，统筹推进支柱产业、战略性新兴产业、未来产业发展。（信创、高端装备、集成电路、车联网、新能源、航空航天、新材料、汽车及新能源汽车、生物医药、中医药、绿色石化、轻纺）
河北	支持引导雄安新区、石家庄市、廊坊市、保定市等以空天基础设施建设为依托，聚焦空天信息技术、卫星通信、先进遥感、卫星导航、空天装备制造等领域。推动战略性新兴产业融合集群发展，开展“机器人+”应用行动，壮大新能源和智能网联汽车产业集群，推动北斗规模应用和产业发展，培育电子信息产业新优势，高新技术产业增加值增长6%左右。
山西	积极发展低空经济，建设通航机场，组建发展通航机队，拓展应用场景，推动通航全产业链发展，加快通航示范省建设。
内蒙古	建成呼和浩特新机场航站区、飞行区；商业航天、低空经济等新兴产业，要把握发展趋势、瞄准市场需求，以科技创新为引领，加快关键核心技术、核心零部件研发制造攻关，深入推进融合集群发展，尽快把规模做起来、比重提上来。
辽宁	加快形成新质生产力。着力推进新材料、航空航天、低空经济、机器人、生物医药和医疗装备、新能源汽车、集成电路装备等战略性新兴产业融合集群发展。
吉林	全产业链发展卫星制造及数据处理、无人机制造及低空服务产业，支持长光卫星等企业开展低成本批量化卫星研发制造，支持“吉林一号”卫星加快发展。
黑龙江	聚焦新能源、航空航天、高端装备、新材料、生物医药等重点领域，推动产业链、创新链、资金链、人才链深度融合，持续扩大战略性新兴产业规模。构建公路铁路航空等立体化综合交通运输体系，推进“快旅慢游零换乘”。
上海	培育提升新能源汽车、高端装备、先进材料、民用航空、空间信息等高端产业集群，加快打造未来产业先导区。推动工业互联网赋能制造业高质量发展，实施“智能机器人+”行动，率先开展国家智能网联汽车准入和上路通行试点。
江苏	加快发展新质生产力。持续打造“51010”战略性新兴产业集群，积极开展省级融合集群试点，大力发展生物制造、智能电网、新能源、低空经济等新兴产业。
安徽	抢占空天信息产业制高点，支持北斗规模化应用和商业卫星研发制造，加强深空互联网、深空遥感等技术研发，吸引更多商业航天公司落户。加快合肥、芜湖低空经济产业高地建设，拓展低空产品和服务应用场景。
福建	加快发展新质生产力，培育壮大新一代信息技术、新能源、新材料、生物医药、低空经济等战略性新兴产业，支持宁德建设新能源新材料产业核心区。
江西	实施未来产业培育发展三年行动，创建一批未来产业先导试验区和未来技术产业研究院，努力在元宇宙、人工智能、新型显示、新型储能、低空经济等领域抢占先机。
山东	围绕新一代信息技术、高端装备、新能源新材料、现代医药、绿色环保、新能源汽车、安全应急装备、商业航天、低空经济等领域，新培育10个左右省级新兴产业集群。
河南	拓展商业航天、低空经济、氢能储能、量子科技、生命科学等领域，积极开辟新赛道，建设国家未来产业先导区。
湖南	用好全域低空空域管理改革成果，发展壮大低空经济；培塑户外旅居露营、低空飞行、康养、演艺等体验式文旅新业态。
海南	培育新质生产力。聚焦种业、深海、航天、绿色低碳、生物制造、低空经济等新领域新赛道，加强政策引导，协同推进技术创新和产业化。
重庆	实施未来产业和高成长性产业发展行动，加快开辟低空经济、生物制造

2、国家和地方目前的政策支持力度有多大？

启用第三批低空协同管理空域，支持川中丘陵地区四市创新发展无人机及通用航空、机器人等新兴产业；

成都市发布发展工业无人机产业三年行动计划，打造全国无人机产业高地；加快打造国际消费中心城市，加快低空物流网络建设，发展无人机配送；出台工业无人机产业高质量发展的专项政策

德阳市打造西部无人机基地及西南无人机适航审定联合研究中心

工信部印发促进5G与无人机产业融合应用的工作方案

济南市就民用无人机概念进行界定；**青岛市**明确统筹“智慧低空”基础设施及一体化共享平台，规划建设建立民用无人驾驶航空试验基地

印发航空航天发展三年行动计划，发展新一代垂直起降电动飞行器；**南京市**提出打造亚太地区领先的综合性无人机装备产业合作发展基地

提出研发推广无人机、无人车等智能物流装备专项；**芜湖市**印发通用航空产业发展行动方案

开展城市低空智能融合飞行基础设施布局研究，加快推进建设无人系统多体协同重大科技基础设施项目

吉安市支持开展UAM演示验证，构建低空物流示范网络；**赣州市**设立以无人机为主的低空空域管理运行试点区域

推动再造国家民用无人驾驶航空试验区；与四川省共建共用民用无人驾驶航空试验基地等

湖州市德清县发布通用航空产业新八条政策，为eVTOL发展提供有力的补贴和支持

发布无人机产业三年行动计划，打造七位一体的无人机产业体系，构建辐射南亚东南亚地区低空经济产业发展新格局

发布首个省级无人机应用服务通用规范

推进建设省林长制管理暨无人机应用管理公共平台

深圳市2023年明确布局低空网络基础设施建设；将重点培育发展低空经济新增长点；重点对低空经济立法；加快推进低空智能融合基础设施项目建设；龙岗、南山、宝安、盐田、福田分别出台区级扶持政策

发布无人驾驶航空器适飞空域图；**三亚市**提出完善低空旅游项目管理工作机制，进一步促进低空旅游发展

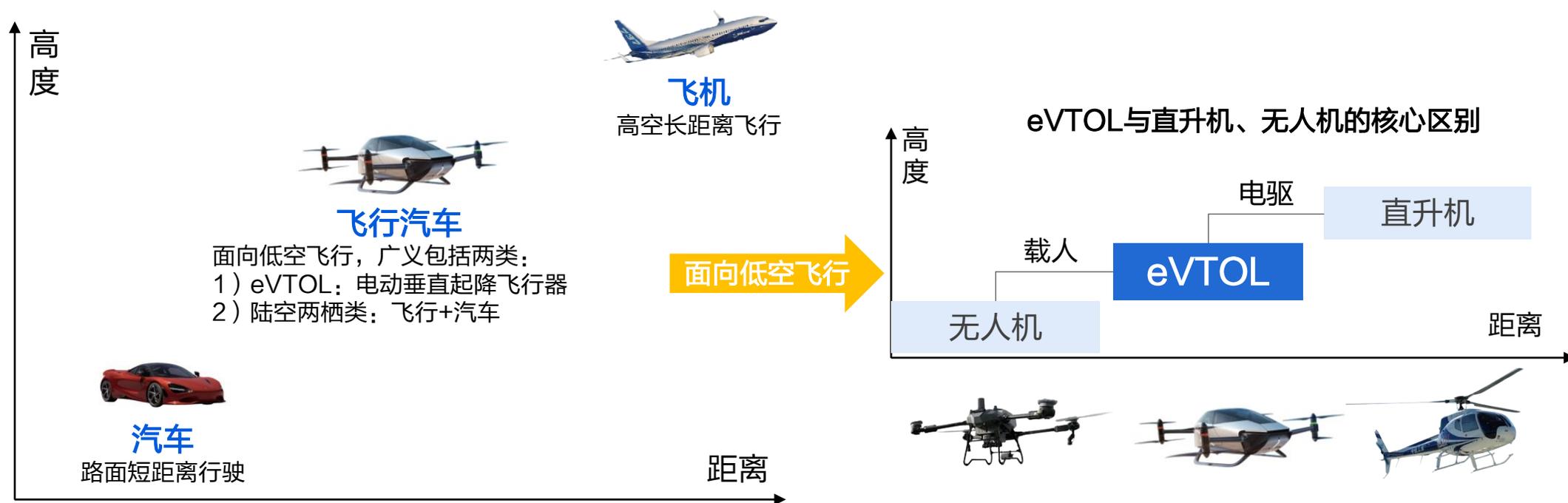
惠州市提出推动无人机在应急救援、社会治安等行业领域的创新应用；**广州市**空港经济区推动低空物流项目落地；打造无接触、无人驾驶、无人配送体验场景；推进飞行汽车量产及商业化应用；多项低空经济产业列入《横琴粤澳深度合作区鼓励类产业目录》

3、eVTOL是什么?和低空经济是什么关系?

■ 低空经济交通工具主要包括直升机、无人机和飞行汽车三大类，其中广义上的飞行汽车包括eVTOL（电动垂直起降飞行器）和陆空两栖类：

- ✓ eVTOL：仅具备飞行功能，与直升机的主要区别在于其为纯电驱动，与无人机的区别在于其主要以载人为主。
- ✓ 陆空两栖类：兼顾空中飞行和陆地行驶，从车身结构上可分为一体式和分体式两种类型。目前，投身于这类飞行汽车研发的企业数量有限。一体式结构技术难度大，预计中短期内难以落地；对于分体式飞行汽车，小鹏汽车和广汽已经发布相应的产品。

图：低空及其他交通工具划分



3、eVTOL是什么?和低空经济是什么关系?

- eVTOL具备安全/可靠/环保/经济/智能/舒适六大性能优势，发展前景广阔。eVTOL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，是电动航空技术、无人驾驶、人工智能、信息通讯等相关领域的跨界技术融合，其相较于汽车、直升机、铁路等传统交通工具具有飞行安全性、运行可靠性、绿色环保性、运营经济性、智能自主性、体验舒适性六大性能优势，未来发展前景广阔，有望成为低空经济的重要载体。

图：eVTOL六大性能优势

飞行安全性

由于eVTOL用电池代替燃油箱、用电机代替发动机、用旋翼取代螺旋桨，采用分布式动力系统、自动避障、自动驾驶、敏捷机动以及冗余配置、应急恢复等技术，或配备整机降落伞，大幅提升了飞行安全性。

运行可靠性

电气化的eVTOL简化了传统动力及传动复杂的机械结构，突破了传统构型的限制，其运行可靠性功能包括信息安全、危险缓冲（坠撞防护、降落伞救生功能、探测防撞功能）、环境监测功能（动力失效、热失效、漏电、功能分配、架构减缓）等。

绿色环保性

eVTOL可以减少对化石燃料的依赖，符合碳中和趋势，此外降噪效果好，对环境污染小。

运营经济性

相对于直升机，eVTOL拥有更少部件，更易于维护、飞行更安全且操作成本更低，未来规模化生产后有望大幅降本。

智能自主性

随着计算机视觉、机器学习、物联网、云计算等新型智能化技术的变革进步，eVTOL智能驾驶将持续迭代。

体验舒适性

相比传统飞机，乘坐eVTOL改变了“机场到机场”的传统航空运输方式，可以实现数字化出行、城内及城际空中交通“门到门”，无缝中转，行程时间更短，通勤效率更高，干扰噪音小，沉浸式空中观光更佳，以及环保可持续的零碳飞行。



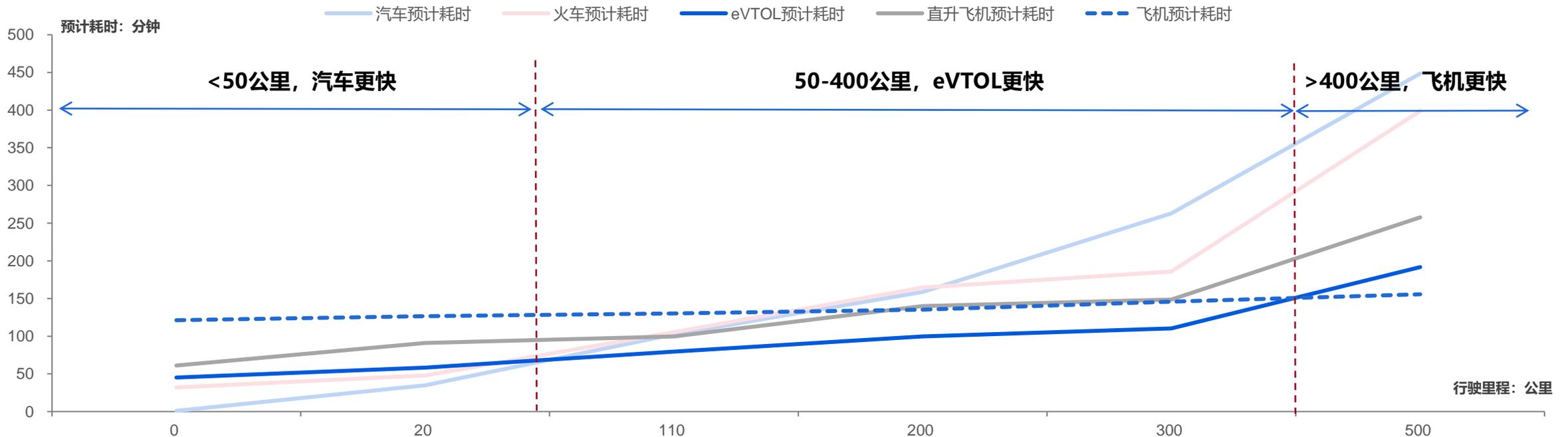
3、eVTOL是什么?和低空经济是什么关系?

■ eVTOL在综合用时方面具有较为明显的优势。我们对比不同交通工具在不同行驶距离下的耗时:

- ✓ <50公里: 汽车因不需要前置准备时间而用时最短, eVTOL用时大于汽车, 直升机和飞机则因为启动期间长导致总用时较长;
- ✓ 50-400公里: eVTOL用时最短, 飞机因较长前置时间(抵达机场、安检等), 总用时长于eVTOL;
- ✓ >400公里: 民航飞机体现出长航程条件下的速度优势, 用时最短, eVTOL用时仅次于民航飞机, 汽车由于行驶速度限制导致用时最长。

■ 综上, eVTOL在中途行程用时最短, 在短途和长途行程中也有较大优势, 不同距离行程的综合效率最优。

图: eVTOL和其他交通工具效率对比



4、eVTOL有哪几种技术路线？

■ eVTOL主要分为四种技术路线：多旋翼型、升力与巡航复合型、倾转旋翼/机翼型、倾转涵道型。

- ✓ **多旋翼型**。可垂直起降，机动性强，稳定性高，技术难度低。能耗高速度低，有效载荷和航程都相对有限。
- ✓ **升力与巡航复合型**。由于配置了专用的水平推进螺旋桨，有效地提升了巡航阶段的气动效率、航程和安全性。有效载荷低。
- ✓ **倾转旋翼/机翼型**。在垂直阶段和水平阶段共用一套螺旋桨，航程、巡航速度和载重比方面优势明显。技术复杂性和成本提升。
- ✓ **倾转涵道型**。涵道风扇的设计使飞行器在悬停模式下的气动效率更高，同等工况条件下的耗电量更少，更适于中长距离的运输场景。技术难度高，资本投入大。

表：eVTOL不同技术路线对比

类型	多旋翼型	升力与巡航复合型	倾转旋翼/机翼型	倾转涵道型
架构图				
工作原理	通过多个（通常多于4个）固定螺旋桨实现起降和巡航动作	升力与巡航用的螺旋桨是独立的，分别实现垂直起降和巡航	通过倾转不同螺旋桨或机翼方向实现飞行姿态控制与起降	通过改变涵道推力方向，实现不同场景下的垂直起降与巡航
载重	1-3位乘客	2-5位乘客	2-5位乘客	4-7位乘客
最大时速	80-150km/h	150-200km/h	180-250km/h	200-300km/h
最大航程	20-50km	150-250km	200-250km	175-300km
主要应用场景	<ol style="list-style-type: none"> 1) 空中出租车(市内点对点交通) 2) 机场接驳（市郊至市中心往返交通) 3) 低空旅游 4) 短途紧急救援等 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 空中出租车 2) 机场接驳 3) 城际短途航班 4) 物流运输等 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 空中出租车 2) 机场接驳 3) 城际短途航班 4) 物流运输等 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 城际中长距离航班 2) 紧急救援 3) 观光旅游等

4、eVTOL有哪几种技术路线？

- 多家先进eVTOL公司实现倾转旋翼突破。虽然倾转旋翼难度较高，但它结合了多旋翼和复合翼的功能,旋翼既提供升力也提供巡航推力,动力单元可复用,飞行速度快、载重比高、整机性价比高、适航条款比较清晰,具有较好的运营经济性,在商业场景中应用更有优势。2023年,时的科技、沃飞长空、小鹏汇天、零重力等多家企业的倾转旋翼构型机型有了标志性进展。但由于倾转构型机械设计和飞控系统复杂,开发风险和试飞难度大,目前复合翼在技术路线中占据重要地位,被部分领先eVTOL企业选择。

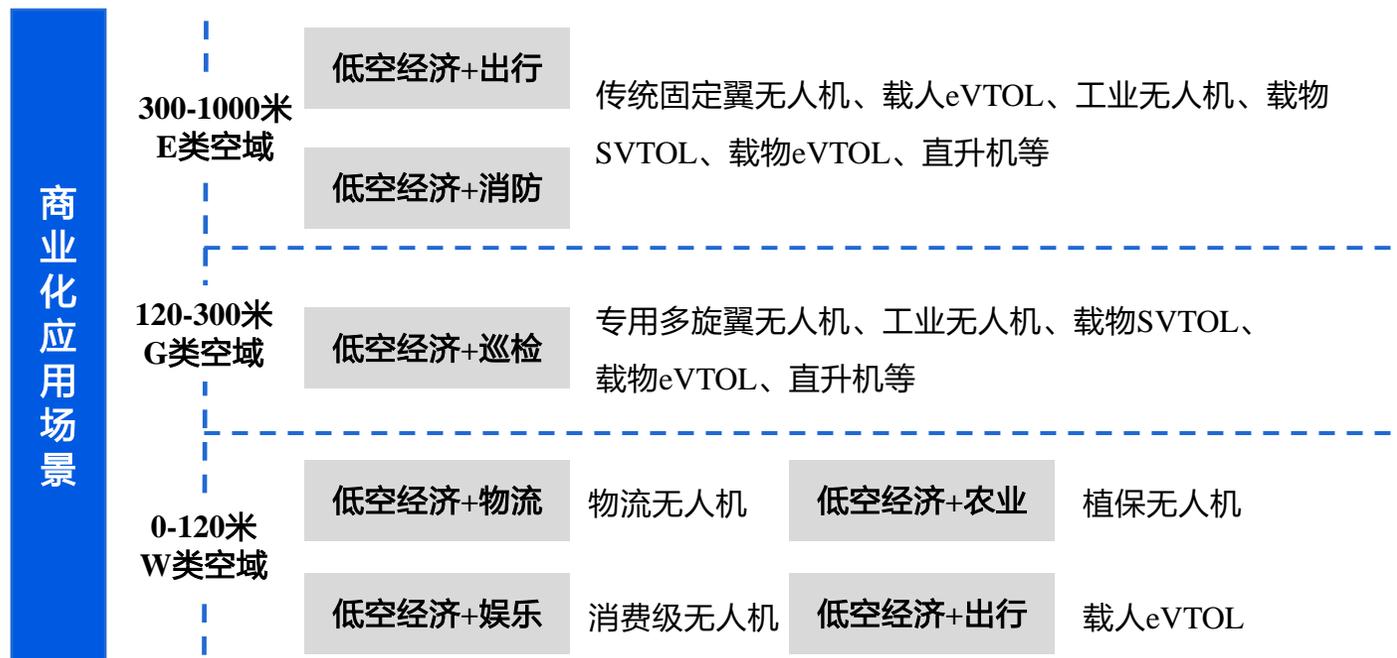
表：eVTOL企业主要产品和技術路线

公司	机型	构型	载人数	航程 (KM)	最快飞行速度 (KM/h)
时的科技	E20eVTOL	倾转旋翼	5	200	320
峰飞航空	V2000CG	复合翼		250	250
	盛世龙	复合翼	5	250	200
沃飞长空	AE200-100	倾转旋翼	6	200	320
小鹏汇天	倾转翼技术验证机	倾转旋翼			
	旅航者X2	多旋翼	2	35	130
零重力	ZG-T6	倾转旋翼	6	300	300
	ZG-ONE	多旋翼	2	30	125
亿航智能	EH216-S	多旋翼	2	30	130
沃兰特	VE25	多旋翼	5	200	235
Joby	JAS4-1	倾转旋翼	5		
Archer	Midnight	倾转旋翼			
VerticalAerospace	VX4	倾转旋翼	5	160	322
Wisk		倾转旋翼			
Bell		倾转旋翼			

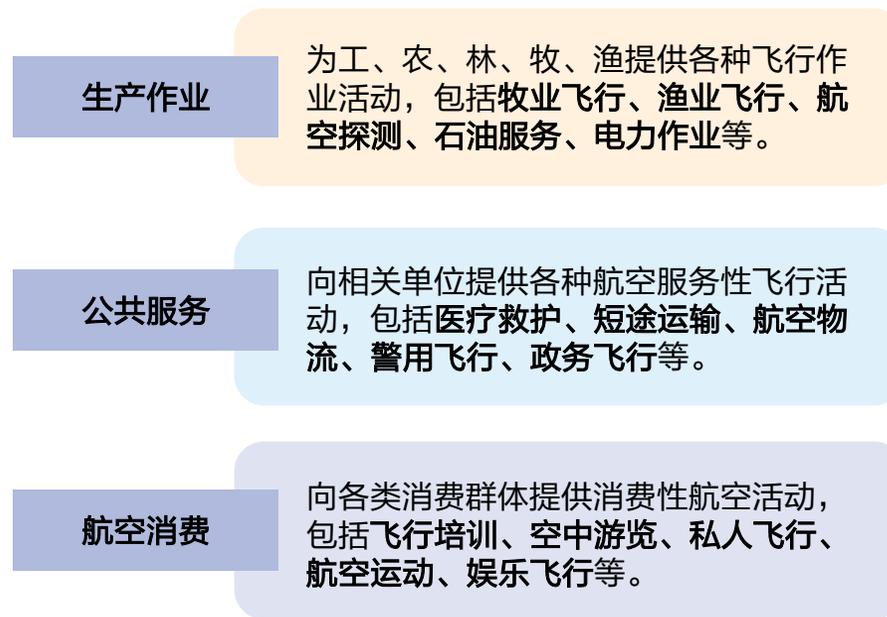
5、低空经济的应用场景有哪些？

■ 在低空经济的产业布局中，低空应用是低空经济的核心。低空经济的下游应用主要是与各种产业的融合，目前常见的低空经济城市应用场景包括和物流、娱乐、出行、消防等行业融合的快递物流、消防救援、基建巡检、农林植保、娱乐拍摄等场景。未来，低空经济可以向生产作业、公共服务、航空消费三大领域持续拓宽应用场景，提供牧业飞行、电力作业、医疗救护、警用飞行、娱乐飞行等服务。

图：低空经济应用场景



图：具有潜力的低空经济应用场景



5、低空经济的应用场景有哪些？

- 飞行汽车的应用场景主要分短途（UAM）、城际（MAM）和城市群（RAM）三类，三者有各自定位和特点。
 - UAM是城市内部的短途旅行，航程一般在10-15公里左右，平均飞行速度为70-80公里/小时，主要解决高峰时段的城市内部交通，以减少对地面交通系统的依赖，提高效率。竞争交通主要是地铁和出租车。
 - MAM提供的是稍远距离的城际旅行，比如从城市中心到机场或市内机场到另一个机场，距离一般在15-30公里之间，飞行速度可以达到80-100公里/小时。
 - RAM则关注更长距离的城市群交通，比如从一个城市到周边的小镇，做城际之间的连接，它的飞行范围可以从30公里扩展到250公里，速度也相应提高到100-200公里/小时。竞争主要是高铁。

表：分短途（UAM）、城际（MAM）和城市群（RAM）三类飞行特点

	UrbanAirMobility（UAM）短途	MetropolitanAirMobility（MAM）城际	RegionalAirMobility（RAM）城市群
路线	城市内部	大城市内部（城市中心到机场或教区、机场到机场）	城市到周边城市、城镇、乡村或岛和岛之间
范围	10-15km	15-30km	30-250km
平均时速	70-80km/h	80-100km/h	100-200km/h
频率	高峰期时较高	全天都高	中等
主要竞争交通	地铁、出租车	通勤铁路	高铁
网络类型	中心辐射	中心辐射	点对点
载客人数	4-5座	4-5座以及额外的手提行李空间	5-6座以及额外的手提行李空间

5、低空经济的应用场景有哪些？

- 飞行汽车短期或更加聚焦小型高端市场，降低充电成本将推动应用拓展。据麦肯锡测算，飞行汽车的基础设施使用费用约为150美元/次，收费较为昂贵，但可以与直升飞机、专车等较为昂贵的出行方式持平，因此飞行汽车商业化的可行性暂时局限于小型高端市场。此外，由于飞行汽车前期需要创建快速充电基础设施，其成本可能占初始资本支出的65%至75%，而电力成本可能占预计年度运营费用的30%至35%，因此飞行汽车实现经济可行性主要的障碍还包括高额的充电成本。为了降低乘客的出行成本，飞行汽车运营时需要减少基础设施网络的周转时间，并降低充电成本和时间。

图：飞行汽车应用端盈亏平衡分析

较大规模，人口稠密的大城市

在此类城市的基础设施网络中，每天大约需要2200次出行，平均24小时内每60分钟一次。在高峰出行时间，基础设施使用时间增加到每20分钟一次。



基础设施使用费用约为150美元/次，按照此价格水平，每位乘客的费用将在50美元至75美元之间，具体取决于每次旅行的乘客人数，主要对标豪华出行方式。



中等规模，人口密度较低的城市

在此类城市的基础设施网络中，每天大约需要750次出行，平均24小时内每100分钟一次。在高峰出行时间，基础设施使用时间增加到每30分钟一次。



6、国内外eVTOL的落地进展如何？

- 据航空产业网，全球取得实质性进展的eVTOL企业已达近50家，仅有亿航智能获标准适航证明。近年来全球eVTOL企业数量显著增加，全球已研发或正在研发适航阶段产品、取得实质性进展的企业约50家，目前仅有亿航智能一家企业获得由中国民航局颁发的标准适航证，小鹏汇天、沃飞长空等少数企业获得特飞许可证。

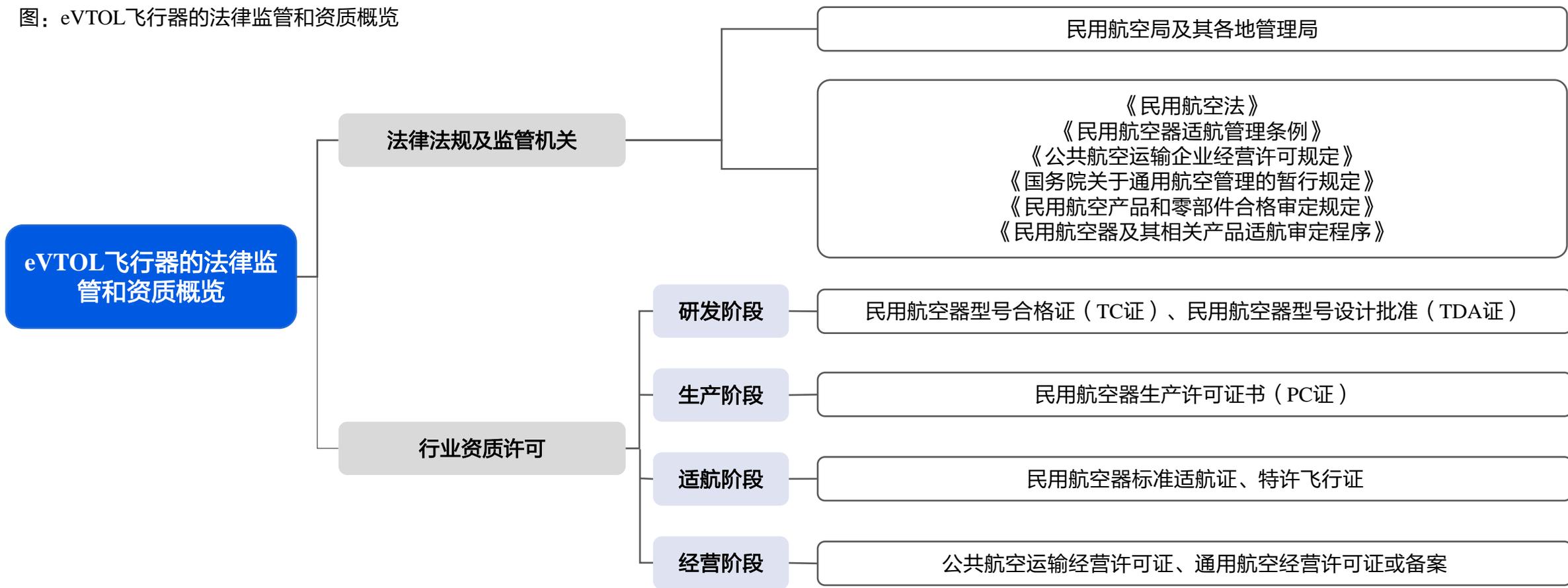
表：国内外布局eVTOL的重点企业及拿证进展

国内企业		国外企业	
拿证进展		拿证进展	
小鹏汇天	旅航者X2已获得由中国民航局颁发的 特许飞行证	Joby	Joby首架量产eVTOL原型机获FAA颁发特殊适航证
亿航智能	EH216-S无人驾驶载人航空器获得由中国民航局颁发的 标准适航证	Archer	获得了美国联邦航空管理局颁发的限用类特殊适航证
沃飞长空	沃飞AE200eVTOL验证机获得民航西南地区管理局颁发的 特许飞行证	Vertical	未拿证
峰飞航空	峰飞V2000CG无人驾驶航空器系统获颁 中国民航型号合格证	Lilium	收到了欧盟航空安全局（EASA）颁发的“设计机构批准”
时的科技	E20eVTOL已正式获得由中国民用航空华东地区管理局颁发的 特许飞行证	EveAirMobility	未拿证
沃兰特	未拿证	Volocopter	获得德国联邦航空办公室（LBA）的批量生产许可和飞行员培训批准
边界智控	未拿证	BetaTechnologies	未拿证
零重力	未拿证	WiskAero	未拿证
御风未来	未拿证	Overair	未拿证
亿维特	未拿证	PAL-V	未拿证
酷黑科技	未拿证		
必昂擎空	未拿证		

6、国内外eVTOL的落地进展如何？

- 目前国内eVTOL飞行器的行业资质许可主要分为研发、生产、适航、经营四个阶段。而根据德勤分析，eVTOL商业化计划可以分为三个阶段：2020-2025年，实施客运型eVTOL的原型机测试与验证，实现货运型eVTOL商业化运行；2025-2030年，通过货运型商用铺路，实现有人驾驶客运型eVTOL商业化；2030年后，依托有人驾驶客运型eVTOL的商业化成功，伴随民众认可度的显著提升，开展产品升级，实现eVTOL的无人驾驶飞行。

图：eVTOL飞行器的法律监管和资质概览



7、eVTOL的价格要多少钱？有哪些降本路径？

- eVTOL整机由能源系统、动力系统、飞控系统、航电及机体等构成。据麦肯锡数据显示，以Lilium整机制造企业为例，能源系统、动力系统、航空电子设备&飞控系统、机体所占整机成本比例分别为10%、40%、20%、25%。
- 根据现有产品亿航智能EH216成本总价200万元预估，eVTOL当前BOM成本拆分：能源系统约20万元、动力系统约80万元、航空电子设备&飞控系统约40万元、机体约50万元。

图：eVTOL拆解



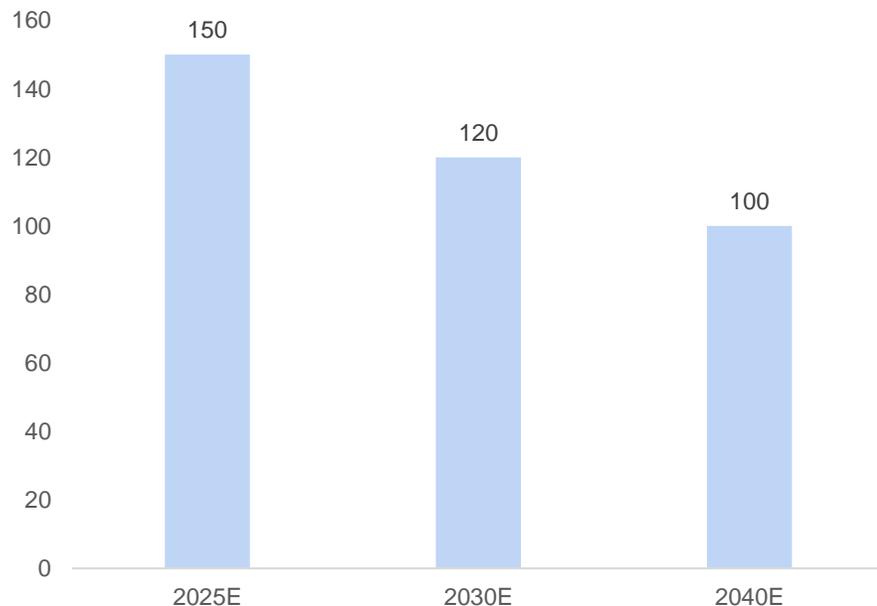
图：现有机型售价



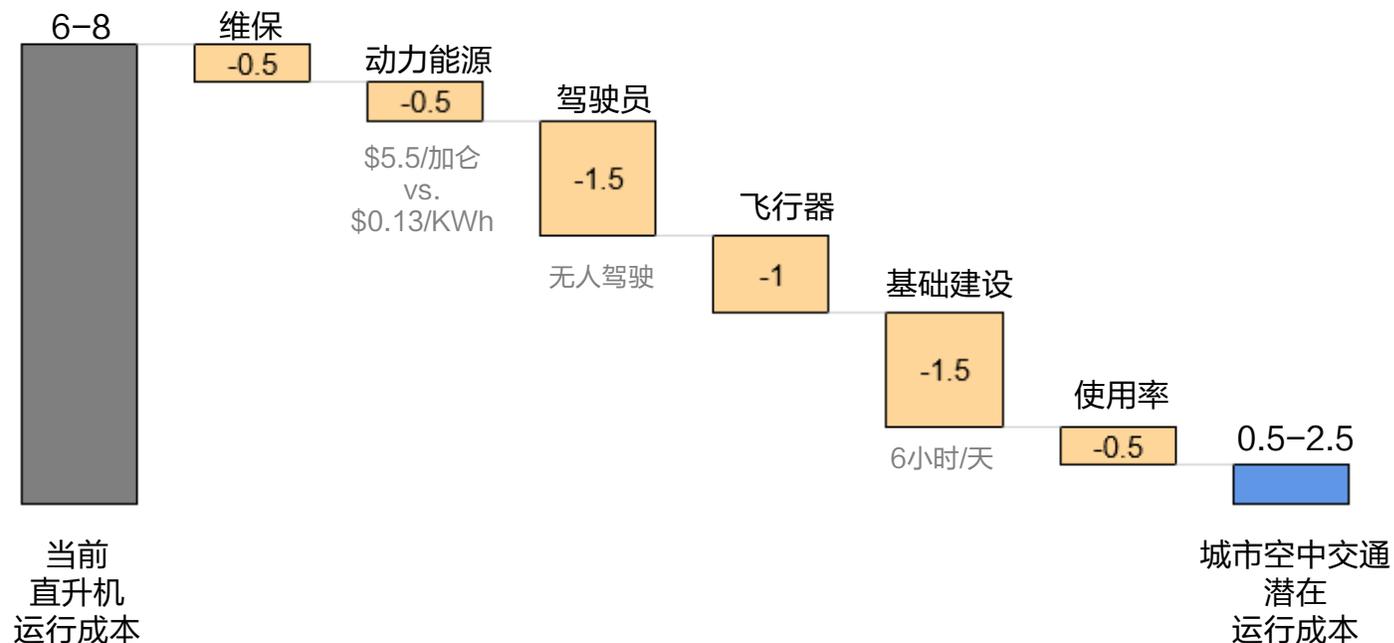
7、eVTOL的价格要多少钱？有哪些降本路径？

- eVTOL整机的降本依赖于技术成熟和规模商业化应用。据盖斯特汽车管理咨询公众号，伴随eVTOL商业化发展路径，预计eVTOL的购买成本有望在2040年降低至100万元。
- 此外，规模商业化落地还要考虑运行成本是否满足终端应用的经济性。据麦肯锡评估，城市空中交通运行成本相比于现有直升机运行成本下降约80%才可与地面旅行竞争。远期降低后的运行成本有望降低至每英里0.5-2.5美元/人座，即每公里2.25-11.23元。

图：飞行汽车成本下降趋势预测（万元）



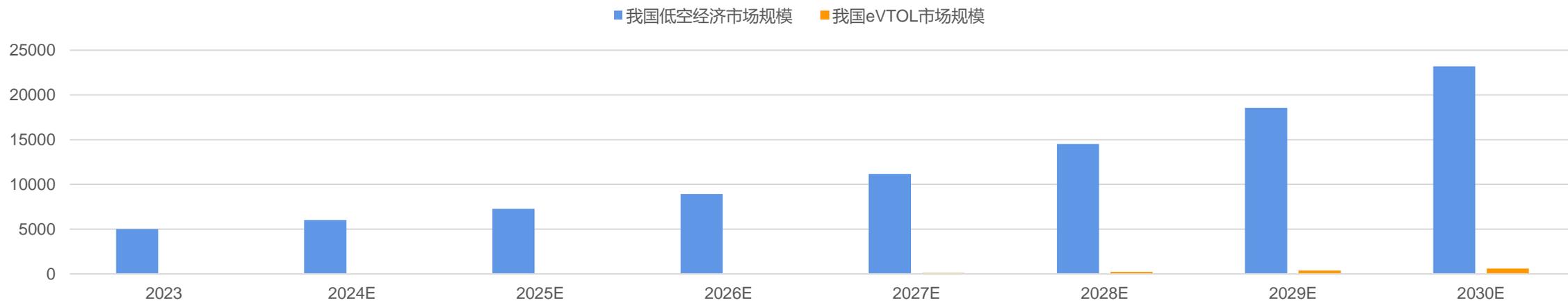
图：城市空中交通运行成本发展预测（美元/人座每英里）



8、低空经济市场规模有多大？

- **关于我国低空经济的市场规模预测：**中国民航局副局长韩钧在2024年2月28日国新办新闻发布会上表示“根据一些研究单位的测算，2023年我国低空经济规模超5000亿元，2030年有望达到2万亿元”、“截至2023年底，我国通航企业达689家，在册通用航空器3173架，通用机场451个，全年作业飞行135.7万小时”。**仅考虑eVTOL终端市场规模：**1) MarketsandMarkets预测，全球eVTOL市场规模将从2023年12亿美元拓展到2030年234亿美元，CAGR达52%。2) 保时捷管理咨询预测，在中性预期下，2024/2027/2030年中国eVTOL市场规模将达到10/100/500亿元，其中2030年我国eVTOL占据全球市场份额或为25%。
- 以韩钧副局长和保时捷管理咨询的预测数据作为基础参考，根据当前低空经济及eVTOL尚处初级发展阶段的现状，我们假设2028年左右eVTOL规模量产，给予低空经济2024-2030年增速20%、21%、23%、25%、30%、28%、25%，eVTOL增速-、80%、100%、120%、150%、80%、60%的假设预期，对应2030年我国低空经济、eVTOL市场规模为2.3万亿元、570亿元。

图：我们针对我国低空经济和eVTOL市场规模预测（亿元）



9、eVTOL规模商业化仍存哪些难点？①适航与法规认证

- 所有民用航空器均需获得适航性认证，对于电动垂直起降飞行器，取得民航管理机构颁发的型号合格证是其用于城市空中交通的必备环节。eVTOL作为一种新型航空器，既不能作为一种适航审定类别，也不能归入传统直升机或固定翼的适航审定类别。目前各国局方对电动垂直起降飞行器的适航审定并没有统一的标准。
- 目前，只有欧洲发布了针对小型VTOL的统一标准和符合性方法，中国和美国根据每个具体eVTOL机型的特点进行有针对性的适航要求。凭借无人驾驶航空器审定法规体系架构较完备的优势，中国民航局将无人驾驶eVTOL的适航审定纳入基于运行风险等级进行分类管理的无人驾驶航空器审查体系。中国这种适航体系架构设计为不同设计特征、预期用途及运行场景的无人驾驶电动垂直起降飞行器以合适的安全性水平进行适航取证创造了有利条件。

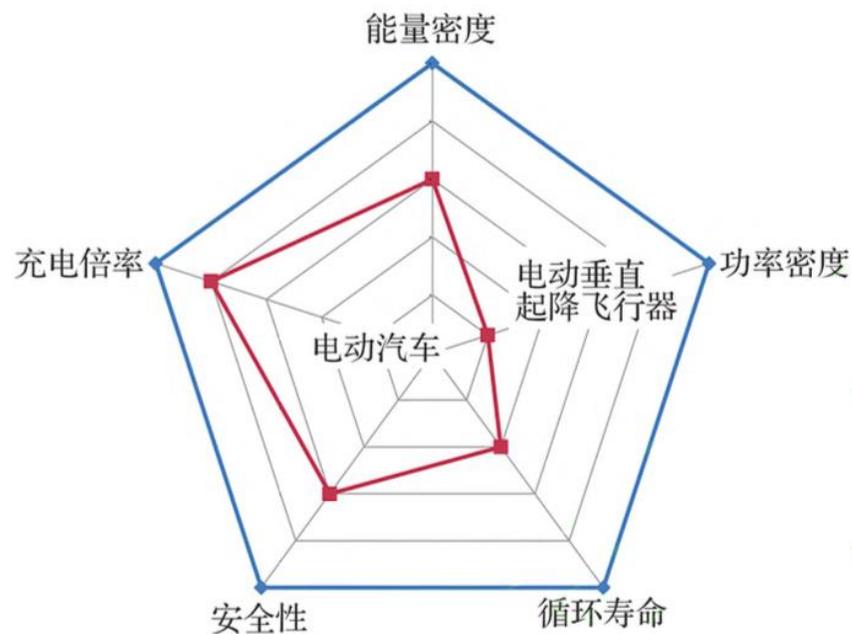
表：国内外电动垂直起降飞行器适航法规标准情况

局方	审定类别	适航法规标准颁布情况
EASA 欧洲航空安全局	新建VTOL类别，按运行场景分为基本类和增强类	2019年7月针对小型（不大于9座，最大起飞重量不超过3175kg）的垂直起降航空器发布了专用条件（SC-VTOL） 2021—2022年，颁发了多份MOCSC-VTOL文件对VTOL航空器的适航符合性方法给出了指导 2021年4月发布了电动/混合推进系统专用条件 2023年5月发布电动垂直起降飞行器噪音技术规范
FAA 美国联邦航空局	根据21.17（b）、按特殊类别审定	2022年发布JobyJAS4-1和ArcherM001审定基础适航标准的征求意见稿，参考了原23部固定翼、33部发动机、35部螺旋桨的适航要求
CAAC 中国民用航空局	按“有人驾驶”和“无人驾驶”分别审定，单独制定每个项目的专用条件	2022年2月发布《亿航EH216-S型无人驾驶航空器系统专用条件》 2022年12月发布《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》 2023年11月发布峰飞《V2000CG型无人驾驶航空器系统专用条件》

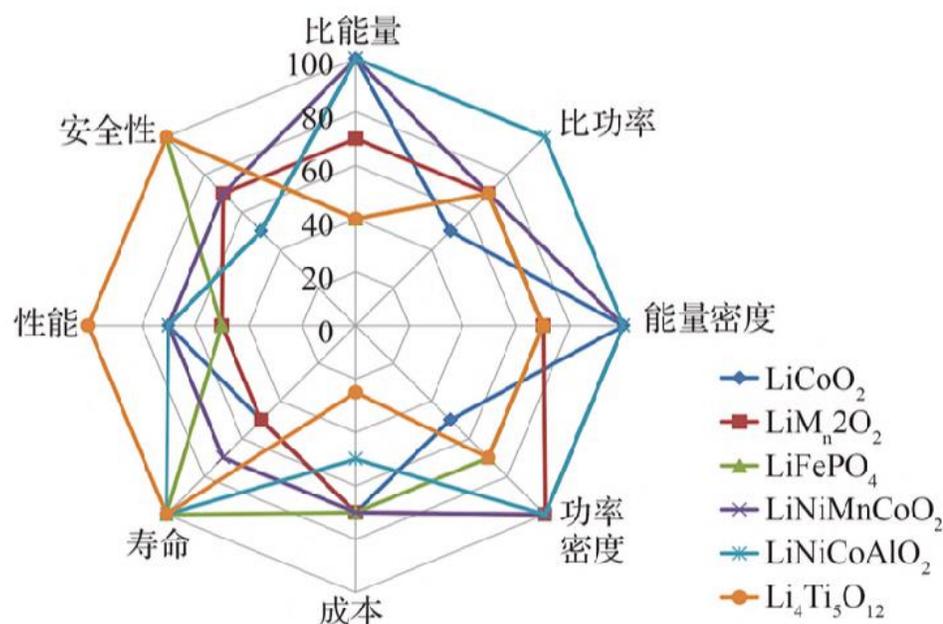
9、eVTOL规模商业化仍存哪些难点？②动力电池技术

- 现有汽车动力电池无法直接应用于eVTOL。据《电动垂直起降飞行器的技术现状与发展》，由于航空应用的特性，电动垂直起降飞行器对锂离子电池性能要求更高，当前电池单体电芯的能量密度最高水平在300Wh/kg左右，电池包的能量密度约为220Wh/kg，远低于航空燃油的比能量，仅能勉强满足小型全电飞行器短程飞行需要。
- 为了满足电动垂直起降飞行器的性能指标，需要全面提升电池系统的能量密度、功率密度、安全性、循环寿命等指标。现有主流化学体系锂离子电池中，三元NCM电芯的综合性能要好于三元NCA（安全性考虑）和LFP（能量密度考虑）。固态电池由于比能量高、安全性好等优点，具有eVTOL应用潜力，但尚不成熟。

图：eVTOL和电动汽车对锂离子电池的性能要求



图：主流化学体系锂离子电池性能对比



9、eVTOL规模商业化仍存哪些难点？③飞行控制系统

- 相比传统直升机，eVTOL采用分布式旋翼，构型更加多样，操纵数量和响应差异性大，飞行控制技术难度更大。eVTOL垂直起降、巡航飞行、过渡转换等多模式切换对飞行控制也带来很大挑战，需要实现全包线飞行鲁棒控制。
- 轻量化和高安全性是eVTOL重要设计要求。eVTOL飞控系统取消了传统液压作动方式，并通过总线信号传输、一体化伺服作动器设计等小型化、集成化手段，实现轻量化设计。高安全性主要通过飞控系统部件的余度设计来实现，但更高的余度配置意味着更复杂的系统和更大的重量体积。
- eVTOL飞行控制技术未来向着自主化、智能化发展。通过高级自动控制功能设计、深度学习、强化学习等方法，实现一键自主起降、智能避障、自主航线运行、智能边界保护与故障重构等功能，提高自动驾驶和智能化水平。

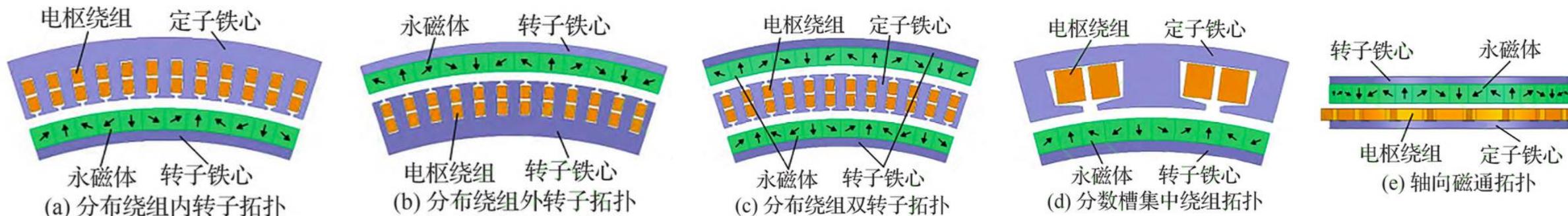
表：国内外电动垂直起降飞行器适航法规标准情况



9、eVTOL规模商业化仍存哪些难点？④电机与电控技术

- 电机系统是电推进系统中的核心动力单元，主要包括电机和电机驱动器，直接决定了电推进系统的能源利用率和推进效能。目前，国内外应用于eVTOL的电机系统的研究均处于起步阶段，为了满足飞行器电推进系统严苛的综合性能要求，亟需进行技术创新与突破。
- eVTOL对电机效率和转矩密度的要求较高，永磁同步电机在电推进动力系统很具有应用前景。
 - ✓ 轴向磁通永磁电机对径向空间的利用率高，在长径比较小的场合，功率密度和转矩密度具有优势；
 - ✓ 径向磁通永磁电机在相同气隙面积和相同最大转子线速度下功率更具优势。

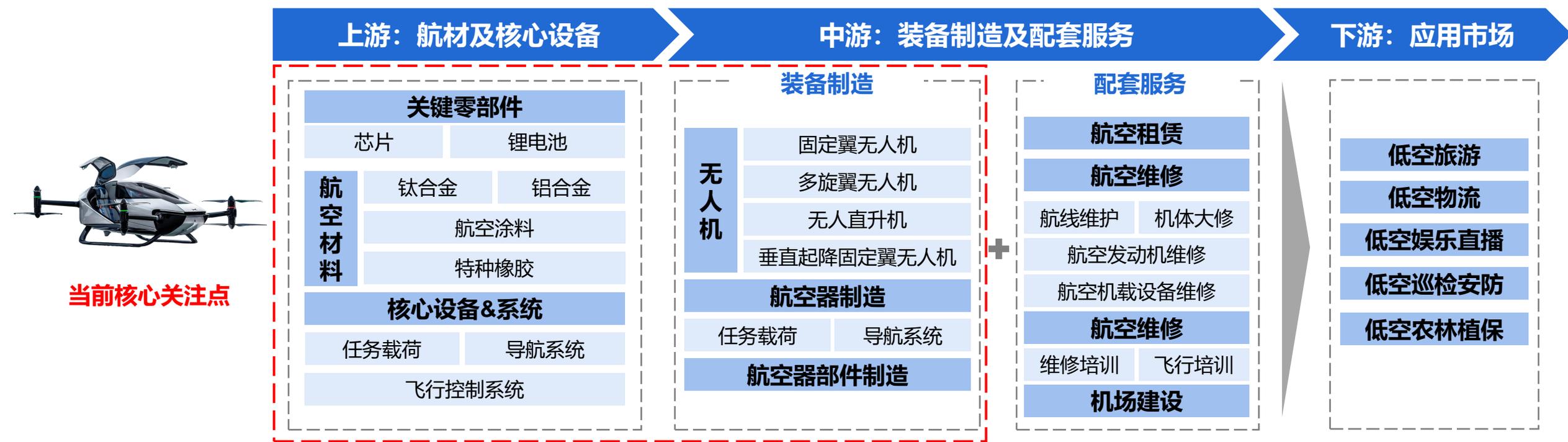
图：永磁同步电机拓扑结构



10、低空经济产业链涉及哪些领域？

- 我国低空经济产业链的结构大致如下：上游为原材料与核心零部件领域，中游包括低空制造、低空飞行、低空保障与综合服务等，下游为各种应用场景，包括旅游业、物流业、文旅业与巡检业等。
- 我们认为，低空经济当前仍处于非常早期的发展阶段，产业链上游及中游的装备制造环节将率先受益，是当前需要重点关注的核心领域。

图：低空经济产业链示意图



10、低空经济产业链涉及哪些领域？

表：eVTOL产业链相关公司梳理

产业链环节	航空产业供应商	交叉领域	汽车产业供应商
整机制造	亿航智能、中直股份、中航科工、山河智能、商络电子、峰飞航空、吉利沃飞长空、时的科技		小鹏汽车、万丰奥威、广汽集团等
动力系统	Rolls-Royce、霍尼韦尔、赛峰集团、通用航空、卓尔航空、T-motor	电装、卧龙电驱	英博尔
零部件 (结构件、减震、座椅、轮胎等)	中航西飞、中航沈飞、洪都航空	东丽	光洋股份、森麒麟、凯众股份、天成自控、长源东谷、星源卓镁、铂力特、KDX
飞控系统	边界智控、鸿翔飞控、中国航天、中航机载		
航空材料	航材股份、航玻新材、	中国铝业、云铝股份、光威复材、安泰科技	立中集团
通讯系统	中国航天、星展测控	华为、中兴通讯、中国电科	
导航系统	泰雷兹、赛峰集团、霍尼韦尔、佳明、AVIDYNE、北斗星通、星网宇达、精准测控、航空工业		
能源系统	Zenlabs、CUSTOMCELLS、ELECTRICPOWER	MOLICEL、孚能科技	LG化学、宁德时代、亿纬锂能、欣旺达、中创新航

- **低空经济相关政策支持力度不及预期：**新技术型产业的前期发展需要国家政策的引导和支持，如果政策支持力度减弱，将不利于该产业的前期快速发展。
- **低空经济相关适航认定标准建设不及预期：**飞行器的适航认定标准是飞行器合法合规生产运行的基础，如果标准建设进度较慢，将使得相关飞行器量产落地的进度延后。
- **低空经济相关基础建设不及预期：**低空经济涉及一套综合的产业布局，除了飞行器外，还需要有完备的通航机场、起降点、补能设施、空管系统等基础设施的支撑，如果建设进度不及预期，将拖累产业的发展速度。
- **低空经济相关法律法规的建设不及预期：**作为新产业，低空经济的正常发展需要相关法律法规的建设，如果建设进度不及预期，或将引起较多的法律纠纷，拖累产业发展。
- **低空经济应用场景拓展不及预期：**产业的发展最终到落脚到应用，当然国内外对低空经济的未来应用场景仍在探索阶段，如果场景拓展不够丰富，将限制产业的发展规模。
- **低空经济应用端运行成本优化不及预期：**价格是影响在终端应用规模的关键因素，如果运行成本太高，将大幅限制用户规模的放量。
- **eVTOL等无人驾驶航空器技术突破不及预期：**eVTOL作为新型飞行器，无人驾驶技术尚不成熟，仍需持续突破，如果技术突破不及预期，将影响商业化落地的进度。
- **eVTOL关键零部件技术突破不及预期：**成熟的关键零部件技术是产业良好发展的前提，如果在电池、费控系统等领域技术突破不及预期，将限制产业的整体发展。
- **eVTOL供应链配套能力不及预期：**在技术稳定的前提下，供应链还需具备稳定的供应能力，如果供应链的建设不够健全，将影响产业的良好发展。
- **eVTOL整机成本优化进度不及预期：**飞行器合理的价格是全产业链规模放量的前提，当前eVTOL等新型飞行器价格还较高昂，如果整机成本优化进度不及预期，将影响整体产业链的发展进度。

汽车小组介绍

戴畅，首席分析师，上海交通大学本硕，9年汽车卖方工作经验，全行业覆盖，深耕一线，主攻汽车智能化和电动化，善于把握行业周期拐点，技术突破节奏，以及个股经营变化。

王球，汽车行业分析师，中国人民大学管理学硕士、新加坡管理大学财务分析专业硕士、吉林大学汽车设计专业学士。3年主机厂汽车设计经验，2年汽车市场研究经验。曾任职于一汽汽研负责自主品牌造型设计工作，目前主要覆盖整车及重点主机厂产业链。

分析师承诺

戴畅,王球,本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；
中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；
回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300指数涨幅20%以上；
增持：相对沪深300指数涨幅介于10%~20%之间；
中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；
卖出：相对沪深300指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 汽车研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银
行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168
号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597