



建筑材料

中性（维持）

证券分析师

闫广

资格编号: S0120521060002

邮箱: yanguang@tebon.com.cn

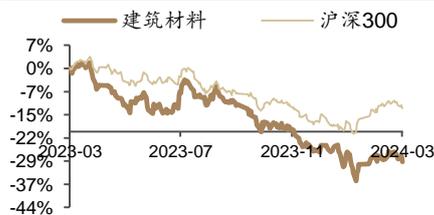
王逸枫

资格编号: S0120524010004

邮箱: wangyf6@tebon.com.cn

研究助理

市场表现



相关研究

- 《周观点: 弱现实需更多政策呵护, 关注一季报的绩优股》, 2024.3.24
- 《中材科技 (002080.SZ): 玻纤价格承压, 叶片盈利改善, 锂膜维持成长》, 2024.3.22
- 《中国巨石 (600176.SH): 周期底部渐行渐近, 龙头优势穿越周期》, 2024.3.21
- 《北新建材 (000786.SZ): 23 年业绩符合预期, 期待“一体两翼”蓄势长期成长》, 2024.3.20
- 《1-2 月行业数据点评: 高基数下地产销售降幅扩大, 基本面修复仍待政策持续呵护》, 2024.3.18

碳纤维新领域, 低空经济蓄势腾飞

投资要点:

- **低空经济政策东风已至, 万亿级市场蓄势待发。**低空经济定义指以距正下方地面垂直距离在 1000 米以内的空域 (实际需要可延伸至 3000 米) 为依托的经济活动, 包括民用有人驾驶、无人驾驶航空器, 以及载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动, 和辐射带动的相关领域。**1) 中央政策东风已至:** 23 年 12 月中央经济工作会议首提低空经济, 低空经济被列为战略性新兴产业, 24 年 3 月政府工作报告提及打造低空经济等新增长引擎, 低空经济战略高度上升; 23 年 12 月中国民航局发布《国家空域基础分类方法》, 新增 G、W 类非管制空域, 释放空域资源, 助力低空经济走向规范发展。**2) 各地方政府积极响应加码政策:** 24 年全国 26 个省份政府工作报告提及发展低空经济, 深圳、珠海、合肥、芜湖、苏州等城市明确制定了低空经济高质量发展实施方案, 有望加快低空经济在政策端、产业链、基础设施和应用领域的发展速度。**据新华社, 2023 年我国低空经济规模超 5000 亿元; 而根据中国民用航空局, 2025 年中国低空经济的市场规模预计将达到 1.5 万亿元, 2035 年有望达到 3.5 万亿元。**当前国内低空经济发展仍面临顶层设计存在不足、机制较为僵硬、市场应用开发不足以及技术方面的痛点。我们认为, 23 年中央经济工作会议以来低空经济站上战略新高度, 产业发展趋势较为明显, 在政策推动下各类痛点有望得到逐步解决。
- **eVTOL 产业验证加速, 上游碳纤维受益。**eVTOL 是低空经济的重要载体之一, 在飞行安全性、环保性、体验舒适性等方面较传统飞行器具有显著优势。碳纤维是 eVTOL 主要机身结构材料, 满足轻量化和高强度要求。**当前主流 eVTOL 设计方案均采用碳纤维作为主要机身结构材料, 其复合材料使用量上超过 90% 的复合材料为碳纤维。**从复材应用场景来看, 约有 75-80% 用于结构部件和推进系统, 其次为横梁、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占 8-12%。国内当前头部 eVTOL 制造商亿航智能、小鹏汇天、峰飞航空等公司公布的设计方案来看, 机身结构均采用碳纤维复材, 小鹏汇天旅航者 X2 的旋翼桨叶和起落架也采用碳纤维复材。我们测算, 单台 eVTOL 对碳纤维需求在 100-400kg 之间, 根据 Cirium 睿思誉数据, 截止 23 年 5 月全球 eVTOL 订单约为 6300 架, 假设在 2030 年前全部释放, 有望拉动千吨级需求。
- **产业链利好事件频出, eVTOL 产业验证不断提速。**近期亿航智能、小鹏汇天、峰飞航空等头部 eVTOL 制造商在试飞、新签订单、适航认证等方面利好消息不断, 我们认为标志着产业链发展正式提速, 大规模商用后将是对上游材料及整个低空经济产业链形成积极带动作用。适航认证是民用飞行器商业化的前提和基础, 我们认为, 在当前低空经济战略高度上升、中央及地方支持政策陆续出台背景下, 后续 eVTOL 取证流程有望加速。
- **投资建议:**当前低空经济载体之一的无人机已在物流、农业等领域实现小范围应用, 我们认为随着当前政策支持下低空经济加速推广, 有望打开更多潜在应用场景, 如观光旅游、巡检、应急救援以及市内交通领域。我们认为, 前期碳纤维下游领域纵深拓展受限主要受价格较高影响, 而 23 年碳纤维大小丝束价格多次阶梯式下调, 下游产业验证有望打开, 为上游碳纤维带来增量贡献。建议关注: **吉林化纤** (公司产品已被亿航智能试用); **吉林碳谷** (国内最大的原丝供应商); **中复神鹰** (民用高性能碳纤维龙头, 产能扩张进行时, 成长确定性强); **光威复材** (军用碳纤维龙头, 产品已应用于无人机结构件, 可用于 eVTOL 相关场景)。
- **风险提示:**低空经济政策不及预期、原材料价格大幅上涨、新产品开发不及预期。

内容目录

1. 低空经济政策东风已至，万亿级市场蓄势待发.....	4
2. eVTOL 产业验证加速，上游碳纤维受益.....	11
3. 投资建议.....	19
4. 风险提示.....	21

图表目录

图 1：低空经济下的城市空中交通系统生态.....	4
图 2：低空经济与通用航空的关系.....	4
图 3：低空经济产业链.....	5
图 4：中国空域基础分类.....	7
图 5：深圳无人机产业发展情况.....	9
图 6：23 年深圳低空经济产业生态成果.....	9
图 7：中国无人机累计飞行时间（万小时）.....	9
图 8：中国低空经济的市场规模（万亿元）.....	9
图 9：复合材料在空中汽车中的主要应用.....	11
图 10：亿航智能亿航 AAV 示意图.....	12
图 11：小鹏汇天旅航者 X2 示意图.....	12
图 12：全球首条跨海跨城 eVTOL 航线的公开首次演示飞行.....	14
图 13：23 年 8 月小鹏汇天旅航者 X2 飞越湘江.....	14
图 14：无人驾驶 eVTOL 型号合格审定流程.....	17
图 15：有人驾驶航空器型号合格审定流程.....	17
图 16：无人驾驶 eVTOL 亿航智能 EH216-S 型号合格证取证历程.....	18
图 17：有人驾驶 eVTOL 时的科技 E20 适航审定流程（未完成），截至 23 年 12 月.....	18
图 18：碳纤维行业产能.....	19
图 19：碳纤维产能开工率.....	19
图 20：碳纤维行业周度库存.....	19
图 21：2020 年以来国内碳纤维均价及大小丝束均价走势.....	19
图 22：国内丙烯酸腈价格走势.....	20

表 1: 国内低空经济发展阶段.....	5
表 2: 中央部委层面对低空经济的相关政策及表述.....	6
表 3: 各城市关于低空经济相关政策.....	7
表 4: 我国低空经济发展痛点.....	10
表 5: eVTOL 实现大规模商用前需满足的七大性能特征.....	11
表 6: 部分 eVTOL 设计方案碳纤维应用.....	12
表 7: eVTOL 对碳纤维需求测算.....	13
表 8: 部分 eVTOL 制造企业近期重要动态.....	13
表 9: 根据中国民航局颁布《民用航空产品和零部件合格审定规定》，民用飞行器认证流程.....	15
表 10: 根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21-R4)，中国民用航空局(CAAC)管理体系下的型号合格证 (TC) 分类.....	16
表 11: 有人驾驶和无人驾驶 eVTOL 适航认定审核差异.....	17
表 12: 可比公司估值（收盘价截至 2024 年 3 月 26 日）.....	20

1. 低空经济政策东风已至，万亿级市场蓄势待发

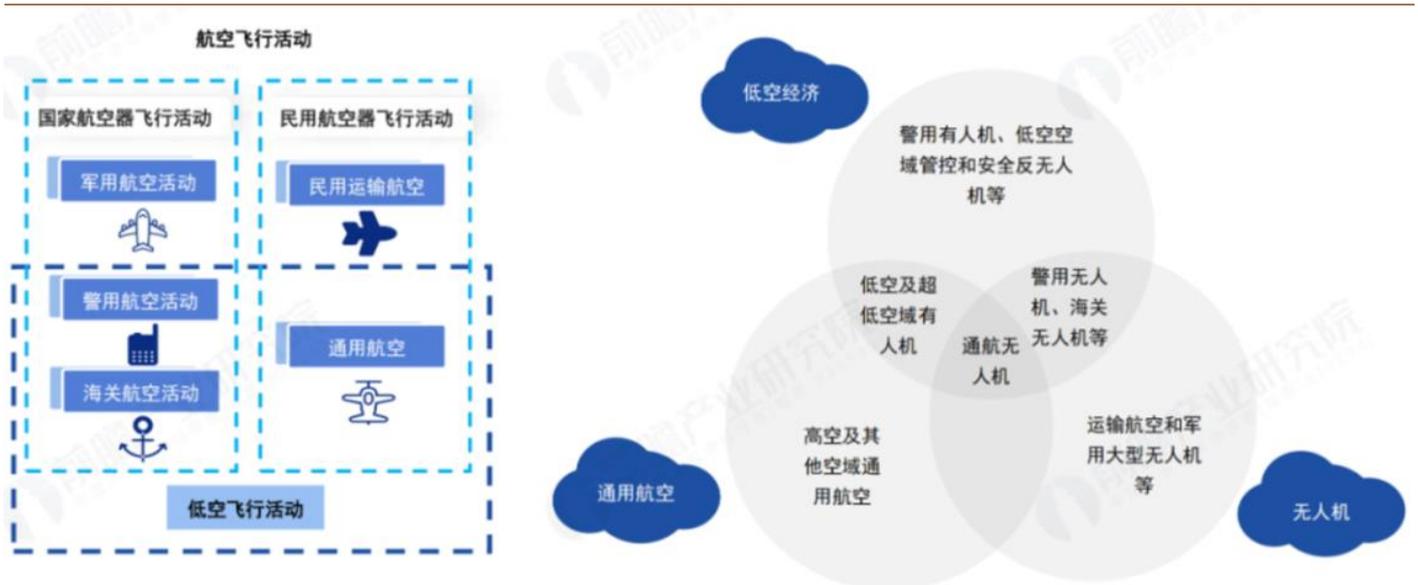
根据国家发改委直属中国发展改革报社，“低空”定义指距正下方地平面垂直距离在 1000 米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米。而低空经济，就是以这部分空域为依托的经济活动，包括民用有人驾驶、无人驾驶航空器，以及载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动，和辐射带动的相关领域。

图 1：低空经济下的城市空中交通系统生态



资料来源：《亿航智能城市空中交通系统白皮书》、弗若斯特沙利文，德邦研究所

图 2：低空经济与通用航空的关系



资料来源：国家低空经济融合创新研究中心、前瞻产业研究院，德邦研究所

低空经济产业链条长，应用场景丰富。产业链上游为原材料与核心零部件领域，包括碳纤维等航空级材料，以及芯片、锂电池、飞行控制系统等核心零部件和系统；产业链中游主要包含装备制造和配套运维服务；产业链下游为各种应用场景，涵盖通航制造、物流、旅游、农业、应急救援、商贸、教育等多个行业领域。

图 3：低空经济产业链



资料来源：前瞻产业研究院，德邦研究所

23 年低空经济中央战略高度提升，定位为经济新增长引擎。从 09 年低空经济概念首次在国内提出以来，21 年低空经济正式上升至国家层面，23 年 12 月首次被中央经济工作会议提及，并于 24 年 3 月首次写入政府工作报告，作为新质生产力的代表之一，低空经济战略高度上升至新台阶。

表 1：国内低空经济政策发展阶段

阶段	时间	年份	重要事件
概念提出期	2009-2010	2009	“中国通用航空发展研究”课题一次研讨会上，中国民航大学李卫民副教授首次提出“低空经济”这一概念术语。
		2010	《关于深化我国低空空域管理改革的意见》的发布，拉开了低空空域管理改革的序幕。
初步发展期	2011-2020	2014	《低空空域使用管理规定（试行）》将低空空域分为管制空域、监视空域和报告空域，其中涉及监视、报告空域的飞行计划，企业需向空军和民航局报备。
		2016	《关于促进通用航空业发展的指导意见》提出到 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，初步形成安全、有序、协调的发展格局。
		2018	《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。
		2019	《促进民用无人驾驶航空发展的指导意见（征求意见稿）》提出促进无人驾驶航空健康发展，提升民用无人驾驶航空管理与服务质量。以低空、隔离运行行为起点，逐步积累实践经验和运行数据，不断提高面向国家、行业、社会及大众的航空服务能力。
快速发展期	2021 年至今	2021	中共中央、国务院印发《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。“低空经济”概念首次被写入国家规划。

2021	《“十四五”民用航空发展规划》提出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，通航国家数量 70 个。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。
2021	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》提出有序推进通用机场规划建设，构建区域短途运输网络，探索通用航空与低空旅游、应急救援、医疗救护、警务航空等融合发展。
2021	《“十四五”旅游业发展规划》提到完善公路沿线、服务区、客运枢纽、邮轮游艇码头等旅游服务设施功能、推进通用航空与旅游融合发展。
2022	《“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，如通用航空死亡事故万时率五年滚动值低于 0.08，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。
2022	《扩大内需战略规划纲要（2022-2035 年）》提出，加快培育海岛、邮轮、低空、沙漠等旅游业态，释放通用航空消费潜力。
2023	《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》明确提出空域用户定义并提出空域用户的权利、义务规范，标志着我国空域放开有了实质性的突破。
2023	《民用无人驾驶航空器系统物流运行通用要求第 1 部分：海岛场景》规定了应用于海岛场景从事物流的民用无人驾驶航空器系统运行的通用要求。
2024	2024 年 1 月 1 日起，《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》将正式施行，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。

资料来源：通航委、前瞻产业研究院，德邦研究所

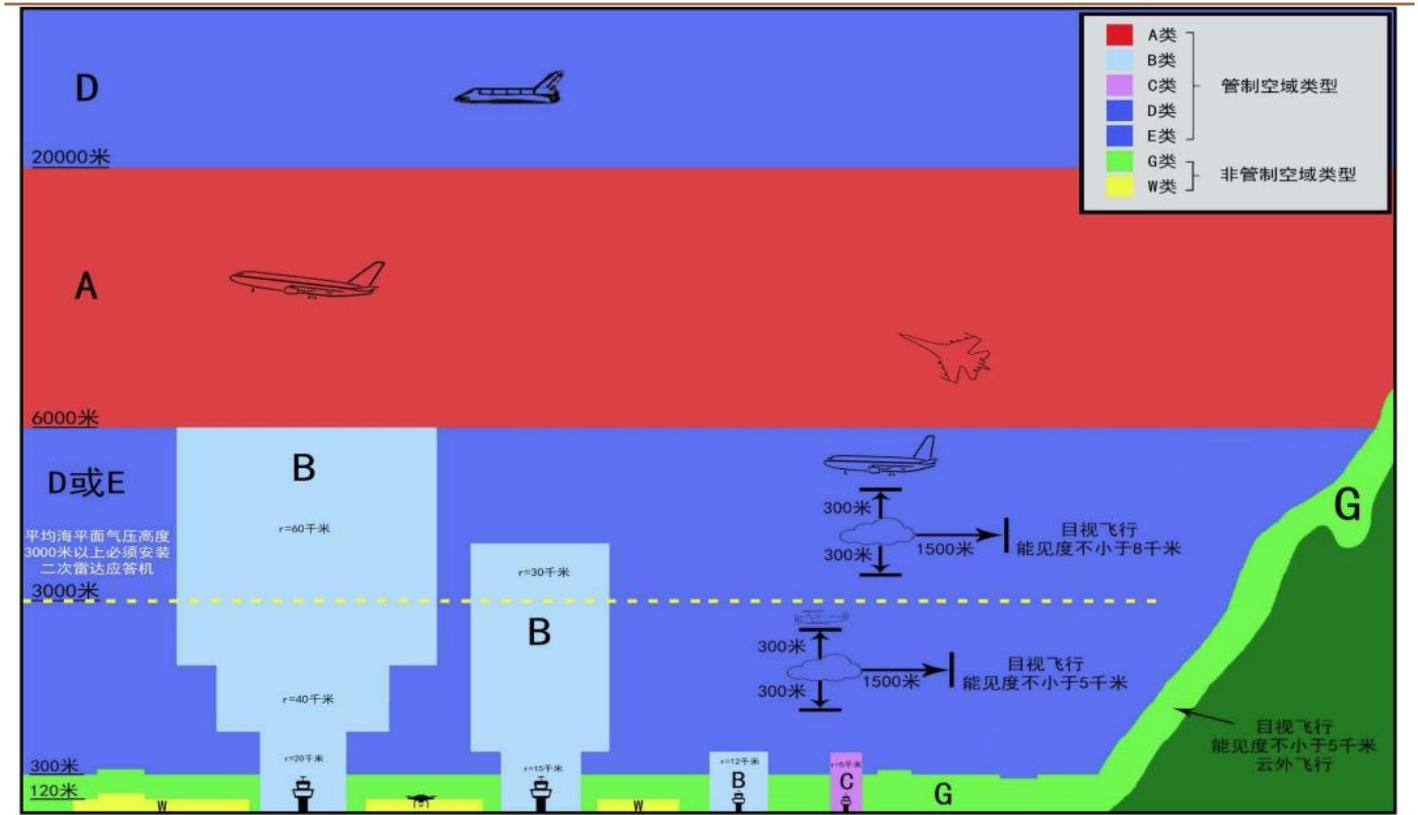
表 2：中央部委层面对低空经济的相关政策及表述

时间	中央部委	政策/会议	政策内容
2021 年 2 月	中共中央、国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	发展低空经济首次纳入国家级规划 ：加强交通运输与现代农业、生产制造、商贸金融等跨行业合作，发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、 低空经济 。
2021 年 12 月	国务院	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	提出：持续推进空管体制改革，完善军民航空管联合运行机制，实施空域资源分类精细化管理，优化全国航路航线网， 深化低空空域管理改革 。
2023 年 5 月	国务院、中央军委	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	以完善无人驾驶航空器监管规则为重点，对无人驾驶航空器从设计生产到运行使用进行全链条管理，着力构建科学、规范、高效的无人驾驶航空器飞行及相关活动管理制度体系，为防范化解无人驾驶航空器安全风险、助推相关产业持续健康发展提供有力法治保障。
2023 年 10 月	工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局	《绿色航空制造业发展纲要（2023—2035 年）》	纲要提出了 2025 年和 2035 年“两步走”目标，其中，到 2025 年目标提到 电动垂直起降航空器（eVTOL）实现试点运行 。
2023 年 12 月	中共中央	23 年中央经济工作会议	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 。
2024 年 2 月	国务院新闻办	国务院新闻办就交通运输高质量发展服务中国式现代化举行发布会	提出： 加快推动低空空域改革落地见效，进一步盘活低空空域资源 ；推动通用机场和临时起降点建设，进一步完善低空飞行服务保障体系；优化直升机和无人驾驶航空器的适航标准、审定模式与技术，进一步提升适航审定能力；重构低空飞行的安全监管体系，进一步提升安全监管效能；落实好《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，完善民用无人驾驶航空器综合管理平台，以民用无人驾驶航空器试验区或者试验基地为基础，推动打造若干低空经济发展的示范区，助力低空经济蓬勃发展。
2024 年 3 月	第十四届全国人民代表大会	24 年政府工作报告	提出：积极打造生物制造、商业航天、 低空经济等新增长引擎 。

资料来源：中国政府网，德邦研究所

空域资源利用率提升，助力低空经济走向规范发展。23 年 12 月中国民航局发布《国家空域基础分类方法》，依据航空器飞行规则和性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 等 7 类，其中，A、B、C、D、E 类为管制空域，G、W 类为非管制空域。新增非管制空域释放空域资源，打开低空飞行管制，并让地方政府可深度参与空域规划，为低空经济的发展腾飞提供了政策基础。

图 4：中国空域基础分类



资料来源：中国民航局，德邦研究所

中央号召下，各地方政府积极响应加码政策。据重庆市纪委监委，2024 年全国 26 个省份的政府工作报告中提到要发展低空经济，深圳、珠海、合肥、芜湖、苏州等城市明确制定了低空经济高质量发展实施方案，有望加快低空经济在政策端、产业链、基础设施和应用领域的发展速度。

表 3：各城市关于低空经济相关政策

城市	时间	政策/会议	政策内容
上海	2022 年 9 月	《上海打造未来产业创新高地，发展壮大未来产业集群行动方案》	突破倾转旋翼、复合翼、智能飞行等技术，研制 载人电动垂直起降飞行器 ，探索空中交通新模式。
	2024 年 3 月	《上海市经济信息化委关于组织开展 2024 年度上海市未来产业试验场“揭榜挂帅”工作的通知》	开展新型低空航空器分布式电推进、自主飞控、智能航电等关键技术攻关，加快新型通航飞机在中长途飞行场景试点应用，加快 垂直起降航空器在中短途飞行场景试点应用 ，加快绿色智能无人机在低空物流场景示范应用。
深圳	2023 年 8 月	《深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展的若干措施》	鼓励引进 低空经济 重要机构；支持建设无人机飞行试验场与低空经济相关基础设施建设；支持开设货运应用场景航线，大力发展城市无人机配送场景；支持开设载人应用场景航线； 支持企业申请适航审定 ；推动整机研发、制造和运营项目落地；突破核心零部件及关键材料，大力培育引进低空核心零部件及关键材料研制企业。
	2023 年 9 月	《深圳市龙华区促进低空经济产业高质量发展若干措施》	从引培低空经济产业项目、支持低空经济产业创新发展、支持企业拓展应用范围、支持低空基础设施建设、营造低空经济产业生态等五个方面进行重点扶持。
	2023 年 12 月	《龙岗区关于促进低空经济产业发展的若干措施》	提升自主创新能力，支持建设低空先进技术应用平台，支持产业链关键技术研发，对研发成果产业化贡献予以一定奖励；集聚优质产业资源，推动整机研制项目落户，鼓励存量企业扩大投资，鼓励产业链招商引资；积极拓宽市场应用场景，发展低空经济服务业态；强化低空经济发展保障， 打造低空飞行试验区、低空经济集聚区 。
	2023 年 12 月	《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》	促进深圳低空经济产业补链强链，支持企业增资扩产，巩固低空经济制造领先优势；突出企业科技创新主体地位，增强企业自主创新能力；扩大场景应用及低空商业飞行规模，培育新业态；优化营商环境，完善基础设施、人才政策、标准规范、财政金融、行业交流等配套政策。
	2024 年 1 月	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	优化低空经济产业发展环境，促进低空经济产业高质量发展；低空经济产业发展应遵循安全第一、创新驱动、分类管理、协同运行、包容审慎的原则；将低空经济产业发展纳入本市国民经济和社会发展规划，建立低空经济产业发展协调机制，统筹低空经济产业发展。
	2024 年 1 月	《深圳市罗湖区促进商旅文低空应用的若干措施》	聚焦商旅文低空应用，支持开通低空观光航线；对开通 eVTOL 空中交通航线（起点或终点至少一个在罗湖）以及开展常态化无人机配送业务的企业予以补贴 ；对在罗湖区设立的低空展销中心

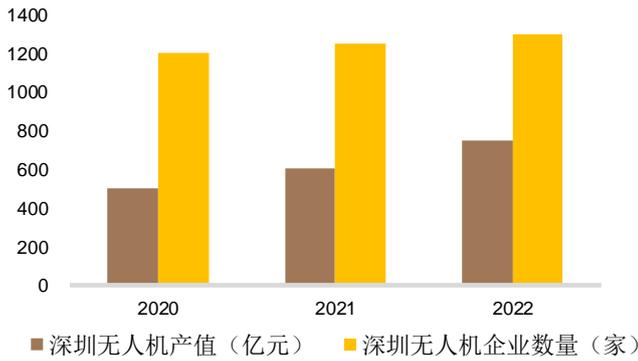
			和低空装备销售公司提供支持。
安徽	2023年10月	《芜湖市低空经济高质量发展行动方案》	提出：到2025年，低空经济相关企业数量突破300家，其中龙头企业超过10家，“专精特新”企业、高新技术企业数翻一番，低空产业产值达到500亿元；国产核心零部件本地化率持续达90%以上；新建5家以上低空经济领域国家级、省级创新平台；规划布局建设30个以上临时起降场地、起降点，1至2个固定运营基地，建成5个以上航空飞行营地；促进低空飞行与市场消费有机融合，每年新增应用场景不少于3个。
	2024年1月	《2024年安徽省政府工作报告》	提出：加快合肥、芜湖低空经济产业高地建设，拓展低空产品和服务应用场景。
	2024年3月	《加快培育发展低空经济实施方案（2024-2027年）及若干措施（征求意见稿）》	提出：到2025年，全省建设10个左右通用机场和150个左右临时起降场地、起降点。到2027年，建设20个左右通用机场和500个左右临时起降场地、起降点，全省低空智联基础设施网基本完备，低空飞行服务保障体系构建形成。到2025年，全省通用飞机飞行力争达到1万小时，无人机飞行力争达到160万小时。到2027年，通用飞机飞行力争达到1.5万小时，无人机飞行力争达到200万小时。到2025年，低空经济规模力争达到600亿元，规模以上企业达到180家左右。到2027年，低空经济规模力争达到800亿元，规模以上企业力争达到240家左右。
广东	2023年12月	《广州开发区（黄埔区）促进低空经济高质量发展的若干措施实施细则》	鼓励积极参与标准制修订，提升黄埔标准影响力。鼓励本区企业或机构围绕低空航空器相关核心领域开展技术攻关，并实现产业化。扶持范围包括低空航空器相关的电池系统、飞行控制系统、动力系统、航空级碳纤维机体等核心领域产业化产品。
	2024年3月	关于公开征求《珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》意见的通知	提出：支持适航取证，对在本地生产并获得中国民用航空局颁发的型号合格证、生产许可证的低空经济企业给予奖励。支持开设低空货运航线与低空载人航线，对经审批在本地新开设低空无人机货运航线和公开渠道售票的eVTOL载人航线给予补贴。鼓励市区有关单位通过政府购买服务、补偿补助及保险保障等方式开展低空应急救援、医疗救护等公共服务。
湖南	2024年1月	《2024年湖南省政府工作报告》	培育户外旅居露营、低空飞行、康养、演艺等体验式文旅新业态。搭建智慧文旅平台，加强旅游基础设施建设，升级旅游配套体验服务。强化路省合作，推动铁路运输体制机制改革创新。用好全域低空空域管理改革成果，发展壮大低空经济。
江苏	2024年2月	《苏州市低空经济高质量发展实施方案》	产业能级大幅提升：到2026年，打造以低空科创智造产业为核心，以低空保障产业为支撑，以低空创新服务业为特色的产业体系。力争聚集产业链相关企业500家，形成产业链头部企业超过15家，产业规模达600亿元。基础设施基本完善：到2026年，构建形成低空地面基础设施骨干网络，建成1~2个通用机场和200个以上垂直起降点。低空场景丰富多元：到2026年，围绕物流配送、载人飞行、旅游消费、应急救援、城市管理等领域打造一批示范应用场景，开通至周边机场3~5条通用航空短途运输航线、100条以上无人机航线。

资料来源：各城市地方政府官网，德邦研究所

低空经济或走试点+推广路径，上海与深圳发展靠前。中国民航局副局长韩钧在24年2月28日国新办举行的新闻发布会上表示将推动打造若干低空经济发展的示范区。目前来看，上海和深圳在顶层设计、产业集群、基础设施等方面发展较为领先。以深圳为例，

- 1) **产业集群**：粤港澳已形成以深圳为核心的无人机产业集群，有大疆创新、美团、哈瓦国际和中信海直等标杆企业。22年深圳市无人机产值已达750亿，仅南山区一区便贡献超550亿元，占全国50%以上。
- 2) **基础设施**：福田区启动共建全国首个“低空经济生态融合产业园”，盐田区建有全国首个UAM城市空中交通融合运行综合保障基地，培育产业发展的基础完备。
- 3) **政策**：深圳多数区级政府均提出促进低空经济产业高质量发展相关政策，23年12月深圳发布《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》，在引培低空经济链上企业（补贴为主）、鼓励企业技术创新（补贴为主）、扩大低空飞行应用场景（低空物流+通航短途运输+城市空中交通）、完善产业配套环境（基础设施、人才引进等）做详细规划，并压实各方主体责任。
- 4) **应用**：峰飞科技已完成全球首条跨海跨城eVTOL航线首飞，从深圳至珠海仅需20分钟。此条航线从eVTOL技术、基础设施搭建、航线规划、空域协调、空中交通数字化监管等全方位进行了实践和验证，预将起到示范作用，成为中国低空经济的重要里程碑，吸引更多招商引资与政策扶持。

图 5：深圳无人机产业发展情况



资料来源：前瞻产业研究院，德邦研究所

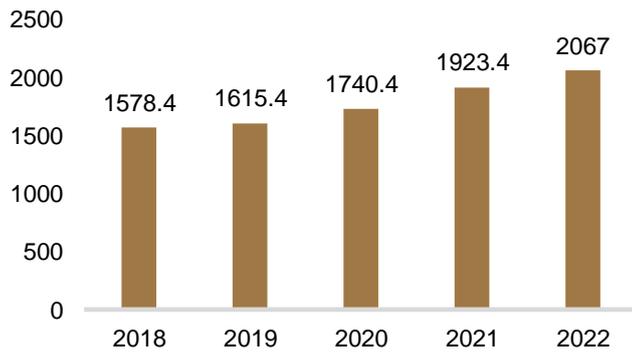
图 6：23 年 1-10 月深圳低空经济产业生态成果



资料来源：深圳市政府、前瞻产业研究院，德邦研究所

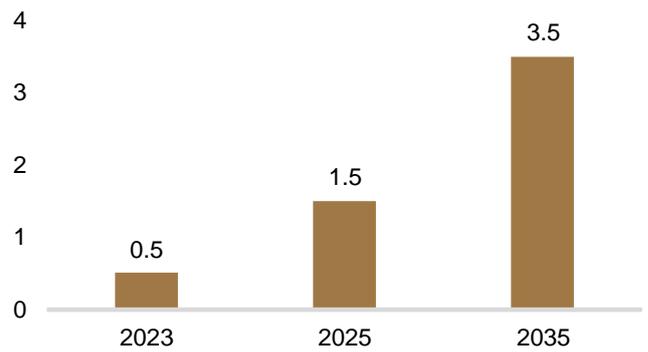
低空经济万亿级市场待启动。据新华社，2023 年我国低空经济规模超 5000 亿元；而根据中国民用航空局，2025 年中国低空经济的市场规模预计将达到 1.5 万亿元，2035 年有望达到 3.5 万亿元。

图 7：中国无人机累计飞行时间（万小时）



资料来源：国家低空经济融合创新中心、前瞻产业研究院，德邦研究所

图 8：中国低空经济的市场规模（万亿元）



资料来源：中国民航局、广州工信微信公众号、新华社，德邦研究所

战略高度提升后，有望推动顶层设计等痛点逐步解决。当前国内低空经济发展仍面临顶层设计存在不足、机制较为僵硬、市场应用开发不足以及技术方面的痛点。我们认为，23 年中央经济工作会议以来低空经济站上战略新高度，产业发展趋势较为明显，在政策推动下各类痛点有望得到逐步解决。

表 4：我国低空经济发展痛点

分类	内容
制度	低空经济新兴业态的法律法规尚未健全，部分规章标准的内容为适应当前形势
	通用航空机场建设、管理长期沿用航空运输机场标准，审批层次过高，周期过长
	低空经济统计标准体系缺失，缺乏对低空经济主要指标的统计
技术	主控芯片、精密元件等相关核心零部件国产化能力仍需提升
	无人机安全、续航、载重、避障、降噪等短板仍然存在
	飞行控制、智能避障、故障诊断等关键核心技术需要突破
	低空网络服务仍需优化，现有的大量无人机仍依赖于与地面站的单点通信方式，限制了无人机空中作业的灵活性和自主性
应用	大多通航运营企业缺少成熟的商业模式和稳定的盈利模式，市场需求开发不足
	低空经济已进入领域的相关生产服务活动层次较浅，产业链条较短，许多领域尚处于空白状态，发达国家低空消费型服务占比达 60%，中国仅为 3%
空域管理	完善的低空空域飞行安全、效率与经济性、公平性的全面评估机制尚需建立
	缺乏精细化的空域管理技术和手段
	部分飞行服务站由于得不到军民航充分支持而未能有效开展服务

资料来源：《中国低空经济发展（2022-2023）》、前瞻产业研究院，德邦研究所

2. eVTOL 产业验证加速，上游碳纤维受益

电动垂直起降飞行器（Electric Vertical Take-off and Landing，简称 eVTOL）是低空经济的重要载体之一，在飞行安全性、环保性、体验舒适性等方面较传统飞行器具有显著优势。

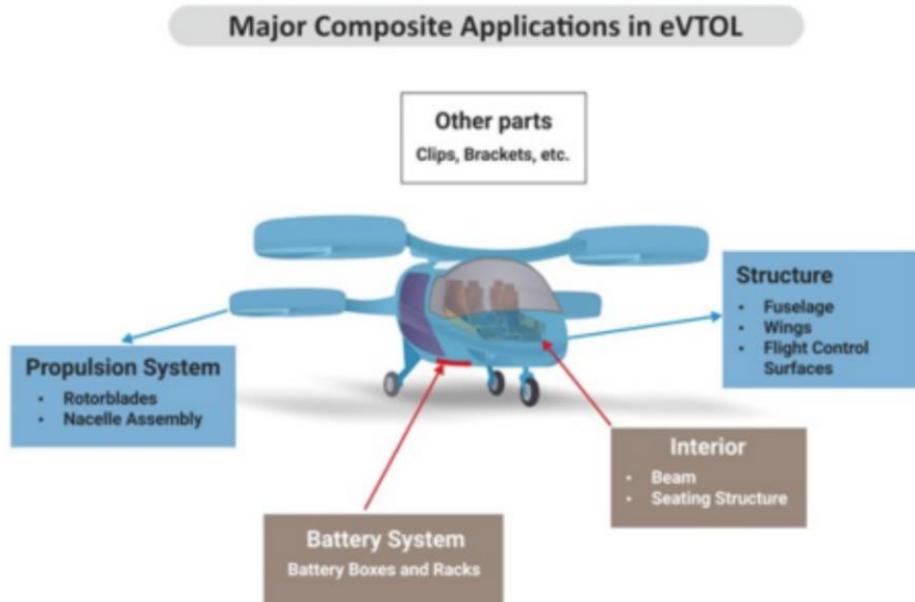
表 5：eVTOL 实现大规模商用前需满足的七大性能特征

性能	性能描述
飞行安全性	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。关于 eVTOL 安全参数，美国 FAA 第 23 部分认证要求是使发生事故的率在千万分之一，而欧盟 EASA 要求的是十亿分之一事故率。
运行可靠性	eVTOL 主要采取纯电推进和混电推进两大类型新能源动力系统，应用分布式电力推进（DEP）技术耦合、碳纤维复合和钛合金材料制造等，通过创新设计推进机身集成，优化机体设计与布局，以提高推进效率、减少飞行器阻力、提高升力或控制能力，同时减轻整机重量，提高载客人数或载货重量。
绿色环保性	eVTOL 可以减少城市内的交通拥堵以及对化石燃料的依赖，符合碳中和、碳达峰的航空交通未来趋势。eVTOL 绿色环保性能主要体现在采用新能源应用的 DEP 系统与降噪技术。随着电动航空技术的发展，电机噪声相对于燃油发动机已经显著降低。
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，无论是设计、生产、维护、运营都降低了成本。目前，eVTOL 生产成本主要是电池成本与复合材料制造等，运行成本主要包括拥有成本分摊、飞行成本和维护成本三项。
智能自主性	eVTOL 智能驾驶技术主要包括感知、决策和控制三部分，可实现对低空气象环境的感知、决策与控制，以及在遇到不确定情况或错误时，能够快速实现应急恢复与安全降落。
适航符合性	eVTOL 取得各国航空管理认证是实现商业化最难的重要关口，也是现在最不可预测的重要因素。各个国家对于新型商用航空器认证的流程可能不同，但无一例外的严格。不同 eVTOL 主机制造商的设计思路、技术路线均有不同，但都需要在有效载荷、噪音、动力分配、安全性等多方面因素中取得平衡。
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。

资料来源：《空运商务》《eVTOL 的性能特征、关键技术与发展瓶颈探究》张洪，德邦研究所

碳纤维是 eVTOL 主要机身结构材料，满足轻量化和高强度要求。碳纤维在航空航天领域应用较为成熟，凭借其质轻、高强度、高模量、耐腐蚀等优良性能，在保证材料强度的情况下能够有效减小机身重量，提升飞行器的性能和经济效益，实现对传统金属材料的替代。据张洪《eVTOL 的性能特征、关键技术与发展瓶颈探究》，eVTOL 生产成本主要是电池成本与复合材料制造等，运行成本主要包括拥有成本分摊、飞行成本和维护成本三项。

图 9：复合材料在空中汽车中的主要应用



资料来源：中国复合材料工业协会《复合材料在空中交通—飞行汽车中的机遇》，德邦研究所

主流 eVTOL 设计方案均采用碳纤维作为主要机身结构材料。根据中国复合材料工业协会引用 Stratview 数据，空中汽车其复合材料使用量上，超过 90% 的复合材料为碳纤维，剩下约 10% 为玻纤。从复材应用场景来看，约有 75-80% 用于结构部件和推进系统，其次为横梁、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占 8-12%。而国内当前头部 eVTOL 制造商亿航智能、小鹏汇天、峰飞航空等公司公布的设计方案来看，机身结构均采用碳纤维复材，小鹏汇天旅航者 X2 的旋翼桨叶和起落架也采用碳纤维复材。

表 6：部分 eVTOL 设计方案碳纤维应用

企业	型号	主要参数	碳纤维应用
亿航智能	亿航 AAV	机身高度：1.93m 机身宽度：5.73m 最大起飞重量：620kg 最大航程：30km 最大设计速度：130km/h	机身结构采用 环氧基碳纤维复合材料 优化整体结构强度和刚度，实现轻量化与机身刚性实现完美统一，搭配航空 铝合金 ，有效降低机身重量，保证各部位的支撑强度。
小鹏汇天	旅航者 X2	双人乘坐 最高续航达：25 分钟 最大时速：130km 最高飞行高度 1000m	全机身碳纤维材质；旋翼桨叶采用先进碳纤维环氧树脂基复合材料 ，是现阶段航空业最先进的桨叶用材。 起落架的材料主要为碳纤维和玻璃纤维 ，碳纤维保证起降所需要的强度，玻璃纤维保证减震缓冲所需要的韧性
峰飞航空	盛世龙	最大起飞重量：2000kg 最大载荷：350kg 最大航程：250km 最大巡航速度：200km/h 载客能力：4 座+1 飞行员	整机身使用高强度碳纤维复合材料一体成型技术

资料来源：亿航智能官网、证券时报、小鹏汇天官网、小鹏汇天微信公众号、峰飞航空官网、中国民航网，德邦研究所

图 10：亿航智能亿航 AAV 示意图



资料来源：亿航智能官网，德邦研究所

图 11：小鹏汇天旅航者 X2 示意图



资料来源：小鹏汇天官网，德邦研究所

单台 eVTOL 对碳纤维需求在 100-400kg 之间，有望拉动千吨级需求。目前设计参数较为公开的 eVTOL 有亿航 AAV 和盛世龙，其主要设计区别在于搭载人数的不同，导致其最大起飞重量差异较大。为了测算单台设备对于碳纤维的需求，我们做如下核心假设：

- 1) 锂电池方面，根据财联社引用高工锂电发布的《中国 eVTOL 电池市场前景调研分析报告》，eVTOL 对电池高比能、高功率、安全性、快充及长寿命等的要求较电动汽车更高。目前 eVTOL 电池能量密度已达 285Wh/kg，显著高于乘用车三元电池和乘用车铁锂电池。23 年 10 月《绿色航空制造业发展纲要(2023-2035 年)》中提出要加快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的进度，以及 500Wh/kg 级产品小规模验证进度。我们以超长续航问界 Ultra 锂电池作为参考，假

设在电池能量 100kWh、能量密度 400Wh/kg 情况下，2 人座 eVTOL 电池自重约 250kg（假设 5 人座电池能量随最大起飞重量同比例提升）。

- 根据中国复材工业协会，eVTOL 使用复合材料占其自重可达 70%以上，且其中超 90%复合材料是碳纤维。我们合理假设单台 eVTOL 复材重量占其机身结构重量比例为 70%，碳纤维复材占全部复材比例为 90%，且碳纤维:树脂比例为 7:3，则单台 eVTOL 碳纤维需求量约在 97-363kg 之间。
- 根据全球航空数据咨询机构 Cirium 睿思誉数据，截止 23 年 5 月全球未来空中交通领域订单约为 8000 架，其中商务电动飞机 1700 架，其余为 eVTOL 订单约为 6300 架，假设订单在 2030 年前全部释放，则预计为碳纤维带来 600-2300 吨增量需求。

表 7: eVTOL 对碳纤维需求示意性测算

	亿航 AAV (2 座)	盛世龙 (5 座)
1. 相关参数		
最大起飞重量 (kg)	620	2000
实际业务载重量 (kg): (全座人数+行李)	150	370
eVTOL 自重 (kg)	470	1630
锂电池重量 (kg)	250	806
eVTOL 机身结构重量 (kg)	220	824
2. 材料需求测算		
复合材料重量 (kg) 占比 70%	154	576
单台 eVTOL 碳纤维需求量 (kg) 占比 90%，碳丝树脂比 7:3	97	363
eVTOL 订单量 (架)-截至 23 年 5 月	6300	6300
碳纤维增量需求 (吨)	611	2288

资料来源：亿航智能官网、峰飞航空官网、财联社、汽车之家、中国复合材料工业协会、睿思誉微信公众号，德邦研究所
 注：以上仅为示意性测算

产业链利好事件频出，eVTOL 产业验证不断提速。近期亿航智能、小鹏汇天、峰飞航空等头部 eVTOL 制造商在试飞、新签订单、适航认证等方面利好消息不断，我们认为标志着产业链发展正式提速，大规模商用后将对上游材料及整个低空经济产业链形成积极带动作用。

表 8: 部分 eVTOL 制造企业近期重要动态

公司	类型	时间	事件
亿航智能	试飞	2023 年 2 月 17 日	亿航智能载人级自动驾驶飞行器 EH216 完成其在 日本的首次载人自动驾驶飞行演示 ，标志着 eVTOL 飞行器在日本首次实现载人飞行
	订单	2023 年 9 月 29 日	亿航智能向新客户深圳博领交付 5 架 EH216-S 自动驾驶飞行器，这是博领 计划向亿航采购 100 架 EH216-S 的一部分。博领对余下 95 架的采购基于 EH216-S 获得中国民用航空局型号合格认证等细节达成进一步协议
	适航认证	2023 年 10 月 13 日	由亿航智能自主研发的 EH216-S 获得中国民用航空局正式颁发的型号合格证 (Type Certificate) ，是世界首个 eVTOL 航空器型号合格认证，标志着 EH216-S 的型号设计充分符合中国民航局的安全标准与适航要求， 具备了无人驾驶航空器载人商业运营资格
	订单	2023 年 10 月 18 日	亿航智能宣布与合肥市人民政府签署战略合作协议，在安徽省合肥市共同打造低空经济产业生态。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
	订单	2023 年 12 月 18 日	宣布将业务拓展至阿联酋，加入阿布扎比“智能和自动化交通产业(SAVI)集群”，并且与 EIH Ethmar International Holding 旗下科技企业、Technology Holding Company 的载人纯电垂直起降飞行器（智慧交通）与物流科技子公司 Wings Logistics Hub 达成长期战略合作伙伴关系。Wings Logistics Hub 计划 向亿航智能采购多达 100 架 EH216 系列 eVTOL。第一批将于 2024 年第一季度开始交付
	适航认证	2023 年 12 月 21 日	宣布其 EH216-S 无人驾驶载人航空器 获得由中国民用航空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 eVTOL 航空器
	配套	2023 年 12 月 26 日	宣布在深圳宝安区欢乐港湾 启动城市空中交通运营示范中心 ，并完成演示飞行。中心占地约 4600 平方米，配

			备了全套设施,包括亿航智能 EH216-S 无人驾驶载人电动垂直起降航空器的专用垂直起降机场、机库、指挥调度中心、乘客候机区、服务中心以及其他必备设施
	试飞	2023 年 12 月 28 日	宣布首批完成适航认证的 EH216-S 无人驾驶载人航空器分别在 广州、合肥 两座城市完成了商业首飞演示,标志着 EH216-S 在 当地景区将开展常态化空中商业飞行 。
	发售	2024 年 2 月 1 日	宣布旗下 EH216-S 无人驾驶载人航空器系统在中国 市场官方指导价 为 239 万元人民币/架,并将于 2024 年 4 月 1 日起正式生效执行。(2 月 7 日宣布 EH216-S 无人驾驶载人 eVTOL 航空器在中国以外市场官方指导价 41 万美元)
	试飞	2024 年 3 月 18 日	宣布 EH216-S 无人驾驶 eVTOL 航空器在 拉丁美洲成功完成首次飞行
	配套	2024 年 3 月 22 日	宣布 日本首个 UAM 中心在茨城县筑波市落成 。这一中心将为以 EH216-S 为首的亿航智能旗下多款无人驾驶 eVTOL 航空器产品提供当地的演示飞行场地、地面基础设施与维护基地
小鹏汇天	适航认证	2023 年 1 月 30 日	小鹏汇天全栈自研的旅航者 X2 正式 获得由中国民用航空中南地区管理局颁发的特许飞行证 ,旅航者 X2 成为国内首款提出申请并成功获批的有人驾驶 eVTOL 产品
	试飞	2023 年 8 月 27 日	小鹏汇天承办的全国首个飞行汽车跨江运行场景首飞暨应用场景探索签约仪式在长沙举办,旅航者 X2 完成从河西的湘江基金小镇到河东的三馆一厅的首次跨江飞行演示
	新品	2023 年 10 月 24 日	小鹏汇天公开在研的全新产品——“ 陆地航母 ”分体式飞行汽车。该飞行汽车采用两分体构型设计。飞行体可实现垂直起降,满足低空飞行需求;陆行体可将飞行体完全收纳至车内并进行地面行驶
	适航认证	2023 年 12 月 26 日	小鹏汇天倾转翼技术验证机已于 12 月 20 日 获得中国民用航空中南地区管理局颁发的特许飞行证
	新品	2024 年 1 月 11 日	小鹏汇天分体式飞行汽车“ 陆地航母 ”将于 24Q4 开启预订,并于 25Q4 开始量产交付
	适航认证	2024 年 3 月 21 日	小鹏汇天“ 陆地航母 ”飞行汽车的飞行体(代号 X3-F)型号合格证(TC)申请正式获中国民航局中南地区管理局受理,标志着该型号即将进入适航审定阶段,表明中国民用航空局将代表公众利益,深度介入小鹏汇天的型号研制工作,对产品及其零部件的设计符合性以及安全性水平开展审查
峰飞航空	订单	2023 年 9 月 4 日	峰飞航空科技与东部通航签署战略合作协议,致力于构建深度战略合作关系并共同打造 eVTOL 生态链,在 eVTOL 航空器销售、大湾区示范航线开拓、人才培养、品牌活动等多方面进行深度合作。同时,双方签署框架采购合同, 东部通航将向峰飞采购 100 架盛世龙航空器
	新品	2023 年 10 月 24 日	峰飞航空科技发布 全球首创 2 吨级 eVTOL 智慧空中消防方案 。峰飞凯瑞鸥消防版机型兼具大载荷、长航程、高效率、垂直起降、无人驾驶等特点
	适航认证	2024 年 2 月 7 日	峰飞航空科技 V2000CG 型号符合性验证试验全部完成,进入符合性总结及正式 TC 颁证前的准备工作
	试飞	2024 年 2 月 27 日	峰飞盛世龙完成 全球首条跨海跨城 eVTOL 航线首次演示飞行 ,深圳-珠海仅需 20 分钟
时的科技	订单	2023 年 2 月 17 日	时的科技与亚捷航空集团举行了战略合作签约仪式, 亚捷航空集团与时的科技签署了 50 架的意向采购订单
	试飞	2023 年 10 月 26 日	时的科技自主研发的 E20 eVTOL 进行首轮飞行测试 ,首飞成功标志着 E20 eVTOL 的设计、研发、制造、飞行的全面贯通。E20 eVTOL 从总装下线到完成首轮试飞,仅用四个月时间。E20 eVTOL 有望成为国内首架获得标准适航认证的倾转旋翼载人电动垂直起降飞行器
御风未来	试飞	2023 年 4 月 4 日	御风未来 2 吨级 eVTOL 首架机下线 ,已经达到可进行地面测试的状态,为下一步首飞奠定了坚实基础。
	试飞	2023 年 10 月 30 日	御风未来自主研发的 2 吨级 eVTOL(电动垂直起降飞行器)M1 首架机在 上海金山成功完成首飞 ,适航相关工作也在有序推进
沃兰特	订单	2023 年 7 月 14 日	在上海研发中心与亚捷航空发展集团有限公司、招商银行上海分行签订战略合作协议。协议约定,亚捷航空集团、招商银行上海分行分别与沃兰特建立战略合作关系, 其中亚捷航空集团将采购 118 架 VE25 型 eVTOL 航空器,招商银行上海分行将为沃兰特提供 10 亿元人民币的综合授信额度以支持公司发展
	试飞	2023 年 9 月 8 日	沃兰特 全尺寸技术验证机 VE25 X1 完成新一轮试飞 。在补充操稳、性能、全机振动、系统功能等常规试飞科目之上,进一步完成了单/多桨失效、链路失效等故障试飞科目
	配套	2023 年 11 月 17 日	沃兰特航空与自贡市人民政府在 2023 无人机装备大会上缔结战略合作关系,并签署系列协议以共建 eVTOL 智能制造基地

资料来源:各公司官网、时的科技微信公众号,德邦研究所

图 12: 全球首条跨海跨城 eVTOL 航线的公开首次演示飞行



资料来源:中国日报网,德邦研究所

图 13: 23 年 8 月小鹏汇天旅航者 X2 飞越湘江



资料来源:小鹏汇天官网,德邦研究所

适航认证是民用飞行器商业化的前提和基础。适航审查是中国民航局代表公众利益，面向工业部门对航空器最低安全标准进行审查，取得适航证是民用航空安全的重要保障，是民用航空产品进入市场的法定前提。根据中国民航局颁布的《民用航空产品和零部件合格审定规定》，认证流程主要包括型号合格审定、生产许可审定和适航合格审定：

- 1) **型号合格证 (TC, Type Certification):** 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；
- 2) **生产许可证 (PC, production certificate):** 持有或者已经申请型号合格证后可申请生产许可证，用以证明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；
- 3) **适航证 (AC, Airworthiness Certificate):** 符合经批准的设计，且处于安全可用状态，获取后可交付给运营商进行商业运营。

从获取难度和时间上来看，我们认为 **TC>PC>AC**，TC 取证难度最大。23 年 10 月亿航智能 EH216-S 型载人无人驾驶航空器获得了全球首张无人驾驶航空器型号合格证，历时 30 多个月：2020 年 12 月公司正式向中国民航局提交了 EH216-S 型无人驾驶航空器系统型号合格证申请书，直到 23 年 10 月获取 TC 证期间，EH216-S 在中国多地的专业航空实验室和试验场地进行了大量实验室试验、地面试验和飞行试验，对 EH216-S 的安全性、适航性、性能、功能、可靠性等进行了全面且严格的验证，包括超过 500 科目的摸底试验、40000 余飞行架次的调整试飞以及 65 大项、450+科目的正式符合性验证试验。

表 9：根据中国民航局颁布《民用航空产品和零部件合格审定规定》，民用飞行器认证流程

	型号合格证 (TC, Type Certification)	生产许可证 (PC, production certificate)	适航证 (AC, Airworthiness Certificate)
颁发分类	1) 正常类、实用类、特技类、通勤类和运输类航空器； 2) 载人自由气球； 3) 特殊类别航空器； 4) 航空发动机； 5) 螺旋	/	1) 标准适航证 2) 特殊适航证
颁发条件	中国民航局确认其 型号设计和民用航空产品符合适航规章和专用条件及环境保护的要求 ，或者任何未符合这些要求的部分具有局方认可的等效安全水平；对于航空器，相对其申请的型号合格审定类别没有不安全特征或者特性	中国民航局认为申请人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	中国民航局认为这架飞机 符合经批准的设计，且处于安全可用状态
审核内容	型号设计、使用限制、数据单、有关适航要求和环境保护要求，以及对民用航空产品规定的其他条件或限制	质量系统应当包括： 1) 设计资料控制程序； 2) 制造过程控制程序（用于确保每一民用航空产品及其零部件符合经批准的设计）； 3) 检验和试验程序； 4) 搬运和存储程序； 5) 供应商控制程序； 6) 人员能力和资格管理程序等	1) 对于根据 PC 证制造的新航空器，提交相关材料后无需进一步证明，即可获得适航证 2) 对于依据 TC 证生产的新航空器，交相关材料后并接受局方进行适航检查。局方确认其符合经批准的型号设计并处于安全可用状态，即可颁发适航证
时间及难度	周期相对长，亿航科技 EH216-S 从 2020 年 12 月提交 TC 申请到 23 年 10 月取证历时近三年，若算上前期的立项设计和准备时间共花费近 10 年	PC 申请难度一般低于 TC 证。 PC 可以在 TC 申请过程中提交，也可以有 TC 后提交	获得 AC 的飞机，可正式交付给运营商

资料来源：中国民航局《民用航空产品和零部件合格审定规定》、中国航空报微信公众号、成都市无人机产业协会微信公众号等，德邦研究所

eVTOL 取证会根据是否载人以及使用场景等因素决定不同的取证流程。

- 1) **民用有人驾驶航空器**的型号合格审定参考《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21-R4)和《型号合格审定程序》(AP-21-AA-2022-11);
目前有人驾驶 eVTOL 航空器且打算进行商业载客的,目前暂无适用的规章,通常按照“无规章的特殊类别航空器”进行型号合格证(TC)取证。
根据中国民航局《型号合格审定程序》,特殊类别航空器指局方指定的尚未颁布适航规章的某些种类航空器,如滑翔机、飞艇、甚轻型飞机和其他非常规航空器,其型号设计符合 ICAO 规定的最低标准、满足开展国际航行的条件,其适航证是标准适航证。
- 2) **民用无人驾驶航空器**的型号合格审定参考《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》。无人驾驶 eVTOL 航空器,需要按是否载人、是否融合飞行、是否在人员密集区域飞行和危害严重性等级等因素综合判断,可分为运输类、正常类或限用类,如亿航科技的 EH216-S,据浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号,其申请时无人机新政尚未发布故按照“特殊类别航空器”进行 TC 审定,但颁证时转成“正常类民用无人驾驶航空器系统”。

表 10: 根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21-R4), 中国民用航空局(CAAC)管理体系下的型号合格证(TC)分类

	参考法规	审定单位	航空器型号合格审定类别	适航证分类	适用范围
有人驾驶航空器	《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21-R4)	民航局	正常类飞机	标准适航证	通过符合本国相应的适航要求(规章形式的适航标准,或能够达到等效安全的适航要求),从而符合国际民用航空组织 ICAO 规定的最低标准、满足开展国际航行的条件 适用于有规章的: 1) 航空器类别(即局方以规章形式颁布了适航标准的航空器类别,包括:23部正常类飞机、25部运输类飞机、27部正常类旋翼航空器、29部运输类旋翼航空器、31部载人自由气球) 2) 特殊类别航空器(局方未以规章形式颁布适航标准,但制定 TC 审定基础时要求达到跟有规章的类别等效的安全水平)
			运输类飞机		
			正常类旋翼航空器		
			运输类旋翼航空器		
	《型号合格审定程序》(AP-21-AA-2022-11)	申请人所在地区管理局	载人自由气球		
			特殊类别航空器		
《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》	民航局	初级类航空器	特殊适航证	对应航空器未满足国际民用航空组织 ICAO 规定的最低标准、不具有自动被其他缔约国承认的效力,除非飞越国特别同意、不能开展国际航行	
		限用类航空器底			
		轻型运动类航空器			
无人驾驶航空器	《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》	民航局	运输类	标准适航证	同上
			正常类		
		申请人所在地区管理局	限用类	特殊适航证	同上

资料来源:成都市无人机产业协会微信公众号、浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号、中国民航局《型号合格审定程序》、中国民航局《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》,德邦研究所

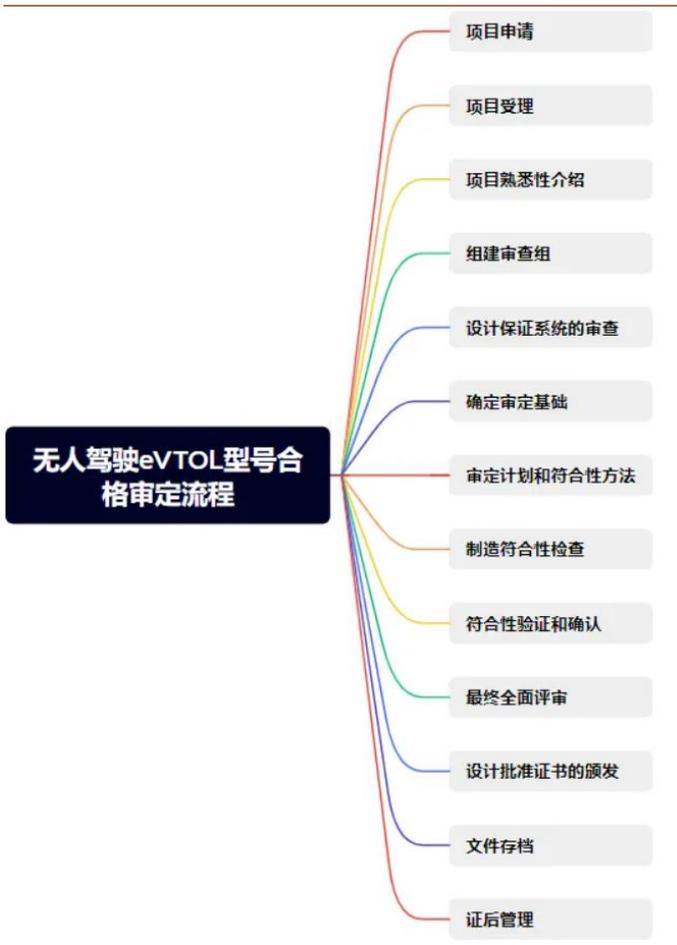
无人驾驶 eVTOL 适航审定的流程简化,但所取得型号合格证的限制增加。
有人驾驶 eVTOL 航空器和无人驾驶 eVTOL 航空器的适航审定在参考法规、审定单位以及流程等方面存在不同,无人驾驶 eVTOL 适航审定流程简化了有人驾驶 eVTOL 适航审定流程,但所取得型号合格证的限制增加,亿航 EH216-S 的型号合格证在时间和空间有一定的运行限制,包括禁止在极端天气运行,仅在白昼飞行,仅在隔离空域和人口稀少区上空飞行等限制。

表 11：有人驾驶和无人驾驶 eVTOL 适航认定审核差异

	参考法规	审定单位	飞行模式	适航审定流程
有人驾驶 eVTOL	《民用航空产品和零部件合格审定规定》(CCAR-21-R4) + 《型号合格审定程序》(AP-21-AA-2022-11)	申请人所在地区管理局	依靠驾驶员操控 eVTOL 进行飞行	1) 民用无人驾驶 eVTOL 适航审定不要求组建型号合格审定委员会 (TCB)，仅要求组建审查组 (TCT)；由于没有组建型号合格审定委员会，所以也简化了审定流程中的首次和最终 TCB 会议，改为直接向批准成立审查组的单位提交报告进行最终全面评审。
无人驾驶 eVTOL	《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》	民航局	依靠遥控台(站)、控制链路以及地面远程操控人员操控 eVTOL 进行飞行。其中遥控台(站)和控制链路是民用无人驾驶航空器系统特有，在无人驾驶 eVTOL 适航审定时会增加对遥控台(站)和控制链路的要求	2) 审定计划 (CP) 内容不同，在民用无人驾驶 eVTOL 的审定计划内容要求中需包括建议的局方审查范围、深度，及对申请人设计保证系统的授权范围和限制，并给出建议的说明； 3) 审定计划分类不同，在民用有人驾驶航空器适航审定中可选择审定计划 (CP) 和专项合格审定计划 (PSCP)，而在民用无人驾驶航空器适航审定中只有审定计划 (CP) 一种选择。 4) 在符合性验证和确认过程中简化了多个小步骤，如审定飞行试验风险管理、签发型号检查核准书 (TIA)、审定飞行试验的制造符合性检查等。

资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号，德邦研究所

图 14：无人驾驶 eVTOL 型号合格审定流程



资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号，德邦研究所

图 15：有人驾驶航空器型号合格审定流程

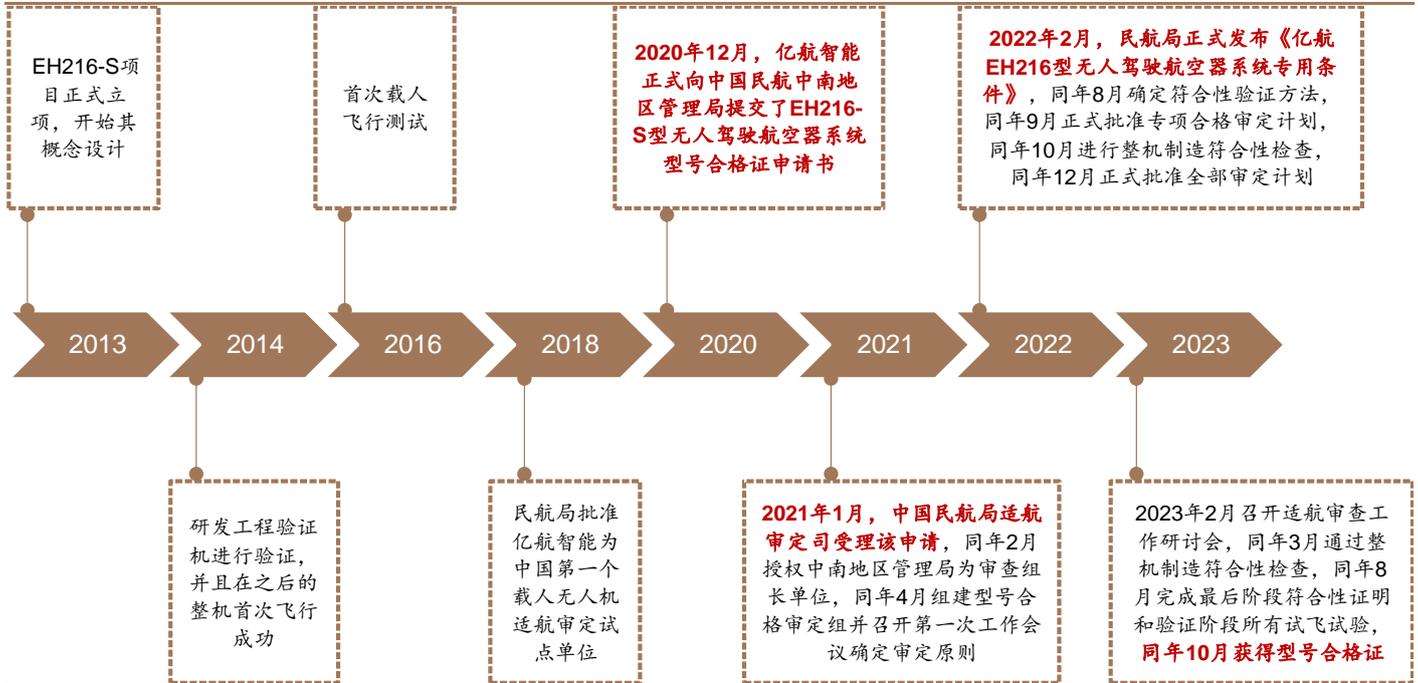


资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号，德邦研究所

政策支持下，适航认证取证有望加速。在 23 年底空经济战略高度提升前，取证流程历时较长，上文提到的亿航科技 EH216-S 从 2020 年 12 月提交 TC 申请到 23 年 10 月取证历时近三年，但若算上前期的立项设计和准备时间共花费近十年。截止 23 年 12 月，根据中国民用航空华东地区管理局针对有人驾驶 eVTOL

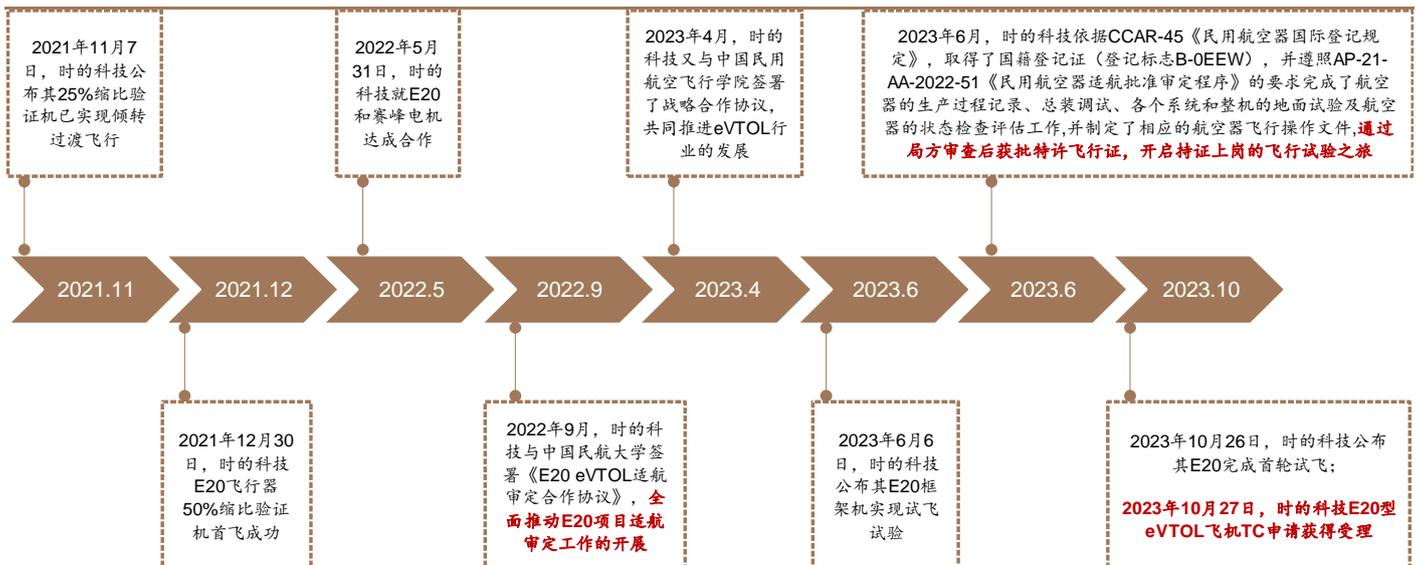
航空器审定政策的说明，每个项目按一事一议型处理，每个 eVTOL 项目单独制定专用条件。时的科技 E20 适航审定流程从 23 年 6 月提交申请到 23 年 10 月得到受理历时月 4 个月时间。我们认为，在当前低空经济战略高度上升、中央及地方支持政策持续出台背景下，后续 eVTOL 取证流程有望加速。

图 16：无人驾驶 eVTOL 亿航智能 EH216-S 型号合格证取证历程



资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号，德邦研究所

图 17：有人驾驶 eVTOL 时的科技 E20 适航审定流程（未完成），截至 23 年 12 月



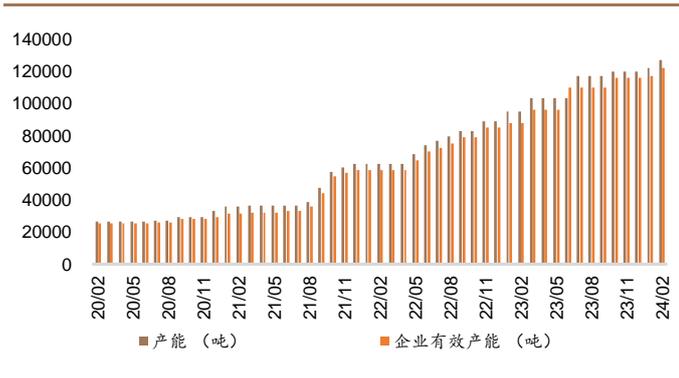
资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心微信公众号，德邦研究所

3. 投资建议

23 年碳纤维行业景气度加速下行，24 年短期供需格局仍待优化。

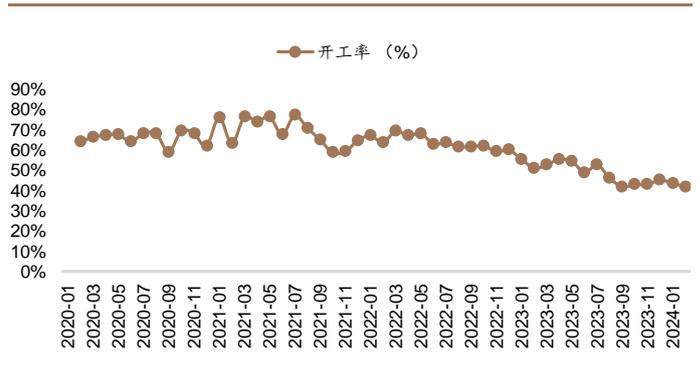
供应端：截止 24 年 2 月行业产能达 12.7 万吨再创新高，21/22/23 年行业新增产能分别为 2.96 万吨/2.65 万吨/3.10 万吨，24 年 1 月新增长盛科技 800 吨以及中简科技 1000 吨合计 1800 吨新建产能，24 年 2 月新增晓星江苏 5000 吨新产能。供应压力下生产企业通过降低装置负荷、按订单生产来减小库存累积，24 年 2 月行业开工率降低至 42.06%。

图 18：碳纤维行业产能



资料来源：百川盈孚，德邦研究所

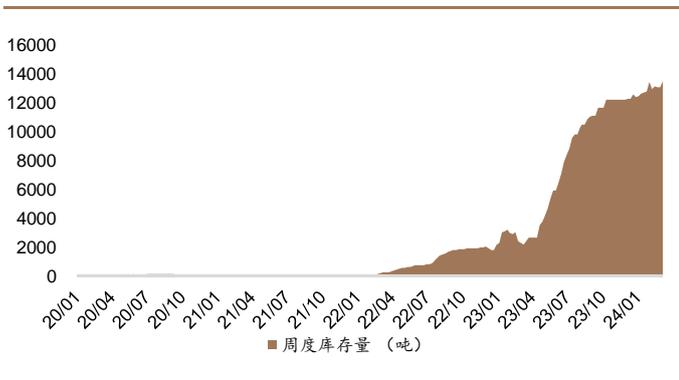
图 19：碳纤维产能开工率



资料来源：百川盈孚，德邦研究所

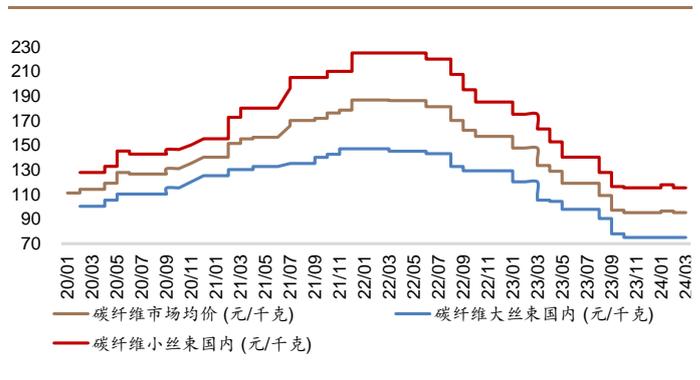
价格端：22H2 行业库存激增，库存压力贯穿 23 年全年，24Q1 行业淡季下库存压力进一步上升。复盘 20 年以来碳纤维价格走势，20-22H1 价格持续走高，2022 年 5 月一度涨至 186 元/千克（大丝束 145 元/千克，小丝束 225 元/千克），较 20 年年初价格上涨 68.2%。22H2 以来价格持续下降，截至 24 年 3 月 22 日，碳纤维均价 94.75 元/千克，其中大丝束 74.50 元/千克，小丝束 115.00 元/千克，已突破本轮涨价前 20 年末的价格水平。

图 20：碳纤维行业周度库存



资料来源：百川盈孚，德邦研究所

图 21：2020 年以来国内碳纤维均价及大小丝束均价走势

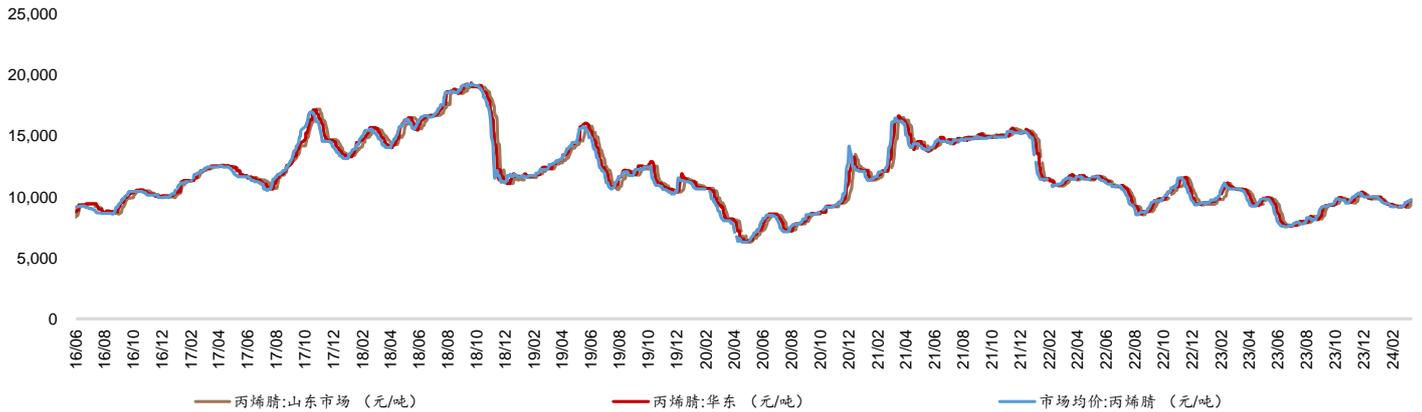


资料来源：百川盈孚，德邦研究所

提价并未引起连锁反应，有望扭转客户预期促进提货进度。23 年 11 月 21 日吉林系报价有所上调，或主要系原材料丙烯腈价格上涨所致，根据百川盈孚，11 月 21 日吉林系 T30012K/25K/35K/50K 报价分别为 92/82/77/71 元/千克，分别

上涨 7/2/2/1 元/千克，涨价幅度较小，其余企业在下游需求持续疲软下暂未跟进上涨。24 年 1 月吉林系再度调涨价格，根据百川盈孚，吉林化纤各牌号 12K 碳纤维 24 年 1 月每吨上调价格 3000 元，但依然未能引起连锁反应，我们认为市场需求较弱是核心。23H2 碳纤维原材料丙烯腈震荡上涨，当前丙烯腈均价约为 9650-9750 元/吨，重新回到高位。我们认为，当前原材料成本上升，中小企业生产空间受限，供给侧有望出现新建产能投产放缓、存量产能陆续检修或降速，供给边际好转，后续供给收缩、成本支撑下，价格大幅下探空间预计有限。24 年初价格大厂价格提涨更多为成本支撑下的试探性涨价，有利于扭转客户观望预期，促进客户正常补库提货。

图 22：国内丙烯腈价格走势



资料来源：Wind、隆重化工、金联创，德邦研究所

当前低空经济载体之一的无人机已在物流、农业等领域实现小范围应用，我们认为随着当前政策支持下低空经济加速推广，有望打开更多潜在应用场景，如观光旅游、巡检、应急救援以及市内交通领域。我们认为，前期碳纤维下游领域纵深拓展受限主要受价格较高影响，而价格下降是其渗透率提升的必经之路，23 年碳纤维大小丝束价格多次阶梯式下调，下游产业验证有望打开，为上游碳纤维带来增量贡献。建议关注：吉林化纤（公司产品已被亿航智能试用）；吉林碳谷（国内最大的原丝供应商）；中复神鹰（民用高性能碳纤维龙头，产能扩张进行时，成长确定性强）；光威复材（军用碳纤维龙头，产品已应用于无人机结构件，可用于 eVTOL 相关场景）。

表 12：可比公司估值（收盘价截至 2024 年 3 月 26 日）

代码	简称	收盘价	总市值	EPS (元)				PE (倍)				PEG
		(元)	(亿元)	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	2024E
688295.SH	中复神鹰	29.40	265	0.69	0.45	0.63	0.89	42.61	64.98	47.00	33.17	1.18
300699.SZ	光威复材	29.87	248	1.80	1.04	1.31	1.61	16.59	28.59	22.82	18.54	0.94
836077.BJ	吉林碳谷	13.53	80	1.98	0.77	1.01	1.24	6.85	17.60	13.38	10.89	0.49
000420.SZ	吉林化纤	3.61	89	-0.04	0.03	0.07	0.11	/	133.21	55.28	33.80	0.56
	平均							22.02	61.09	34.62	24.10	0.79

资料来源：Wind，德邦研究所；注：除中复神鹰、光威复材、吉林碳谷为德邦建材组预测外，其余公司盈利预测来自 Wind 一致预期

4. 风险提示

1) 低空经济政策不及预期:若政策力度或落地时间不及预期,或影响低空经济相关产业推广及发展,进而影响上游原材料需求情况;

2) 原材料价格大幅上涨:原材料丙烯腈在碳纤维成本中占比较高,若丙烯腈价格出现超预期上涨,或影响碳纤维企业盈利情况,若支撑碳纤维价格上涨,则或影响碳纤维渗透率提升;

3) 新产品开发不及预期:碳纤维应用于新兴领域或需匹配新工艺下的新产品,若新品开发不及预期或影响碳纤维在新兴领域的验证及最终应用。

信息披露

分析师与研究助理简介

闫广 建筑建材首席分析师，香港中文大学理学硕士，先后任职于中投证券、国金证券、太平洋证券，负责建材研究，2021年加入德邦证券，用扎实靠谱的研究服务产业及资本；曾获2019年金牛奖建筑材料第二名；2019年金麒麟新材料新锐分析师第一名；2019年Wind金牌分析师建筑材料第一名；2020年Wind金牌分析师建筑材料第一名。

王逸枫 建筑建材行业分析师，剑桥大学经济学硕士，2022年加入德邦证券，主要负责水泥、玻璃、玻纤和新材料。曾任职于浙商证券以及平安集团旗下不动产投资平台，拥有产业和卖方研究复合背景。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	类别	评级	说明
2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	股票投资评级	买入	相对强于市场表现20%以上；
		增持	相对强于市场表现5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现5%以下。
	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告所载的资料、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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。