

低空经济产业链研究专题一

从产品到生态、从试点到常态，低空经济的发展潜力与机遇

优于大市

核心观点

低空经济的官方定义与行业划分：低空经济是依托低空航空活动带动相关产业创新和场景应用形成的综合性经济形态，按照国家发改委《低空经济及其核心产业统计分类（试行）》，低空经济产业链包含低空制造业、低空运营、低空基建与信息服务业、低空配套业等 4 大领域。

行业现状：低空经济的发展基础来源于通用航空产业的沉淀以及我国无人驾驶航空器的技术突破，随着政策支持力度加大和应用场景逐步拓宽，低空经济进入快速培育期。我国在册通用航空器总量、企业数量均创新高。截至 2024 年底，全国获得通航经营许可证的企业达 760 家，同比增加 10.1%，在册通用航空器总量为 5224 架，完成通航生产飞行 134.1 万小时，无人机累计飞行 2666.7 万小时，同比增长 15.4%。我国的无人机产业链整机国产化率可达 90%以上，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。

低空制造业投资机遇：低空制造业在全产业链中价值量占比近 60%。碳纤维是低空飞行器的核心材料，国内企业正加快高强度产品国产化进程有望获得更多份额。航空器的电推进系统对于电机的性能参数提出更高要求，卧龙电驱、英搏尔等厂商正加快研发高性能电机产品并配合企业进行适航认证。低空飞行器或呈现纯电为主、混动为辅的产业格局，固态电池依托其高能量密度、高安全等特点未来有望在低空飞行器领域实现应用，目前正处于产业化加速推进阶段。整机领域来看，国内无人机产业发展相对成熟、应用场景丰富，电动垂直起降飞行器正处于“试点示范向规模化过渡”的关键阶段。

低空运营投资机遇：低空运营核心催化应当关注电动垂直起降飞行器适航取证进展以及应用场景从试点转为常态化的节点。截至 2025 年第三季度，国内约 17 款产品进入适航受理或取证阶段，国内大部分载人电动垂直起降飞行器机型将在 2028 年前后获批适航并初步实现量产，届时载人商业化有望实现规模化落地。从应用场景来看，低空物流运营的商业化进度较快。目前，以峰飞航空和中信海直为代表的整机和通航运营企业在跨城、跨海岛等支线运输试点方面取得了良好的验证成效。未来，试点航线以及高价值小切口的如港口领航场景变成常态化模式将值得期待。

低空基建投资机遇：低空基础设施包含实体设施和技术系统与服务体系。从低空基建行业规模来看，预计 2025-2030 年低空经济基础设施（通用机场+起降场）建设费用合计 5996 亿元，假设规划和咨询费用率为 6%，测算得到 2025-2030 年低空经济基础设施规划和咨询费用 359.7 亿元。未来随着低空智能网联体系的进一步扩展和完善，低空运行将全面进入高密度、大规模、复杂异构的运行阶段。

低空配套业投资机遇：低空飞行器检测有望率先实现商业化兑现。检测需求直接绑定于飞行器研发验证、型号取证及商业化运行全生命周期，具备强合规属性、刚性需求与前置释放等特征。在此背景下，具备航空航天/高可靠性检测经验、完善资质体系与系统级测试能力的第三方检测机构有望率先受益。

风险提示：1、低空政策进展不及预期；2、低空经济设施建设进展不及预期；3、关键技术进展不及预期；4、相关数据和行业规模测算偏差风险。

行业研究 · 行业专题

国防军工

优于大市 · 维持

证券分析师：李聪

licong3@guosen.com.cn
S0980525080006

证券分析师：杨彬

0755-81982771
yangshan@guosen.com.cn
S0980523110001

证券分析师：曹翰民

0755-81981873
caohanmin@guosen.com.cn
S0980524100001

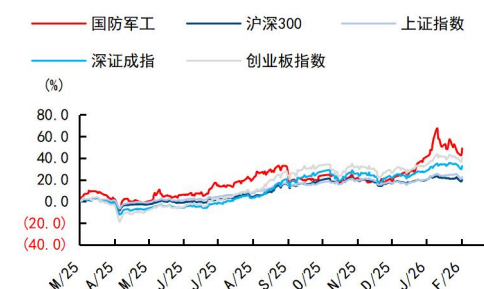
证券分析师：李全

021-60375434
liquan2@guosen.com.cn
S0980524070002

证券分析师：王鼎

0755-81981000
wangding1@guosen.com.cn
S0980520110003

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

- 《低空经济行业专题四-通用航空市场稳步发展，低空运营未来可期》——2026-01-08
- 《低空经济行业专题系列三：低空经济乘风而至，产业机遇前景广阔》——2026-01-08
- 《低空经济行业专题系列二-eVTOL 动力系统的市场空间、技术趋势和产业链机遇》——2025-08-19
- 《宗申动力（001696.SZ）-单三季度净利润同比增长 131%，积极布局低空经济》——2025-11-16
- 《万丰奥威（002085.SZ）-单三季度净利润同比增长 38%，通航飞机和 eVTOL 业务持续推进》——2025-11-16

内容目录

一、低空经济产业现状	7
1. 低空经济发展意义与背景	7
1.1 概念、分类与发展逻辑	7
1.2 低空经济的战略定位	7
2. 低空经济政策体系构建情况	8
2.1 低空经济上升成为国家战略	8
2.2 我国空域管理制度迎来重大变革	10
2.3 基础设施建设和运营生态布局加速	12
2.4 全球竞合下欧美低空经济政策路径	13
3. 适航认证体系构建情况	14
3.1 低空航空器适航认证程序	14
3.2 低空航空器适航审定和商业化进展	17
4. 全球通用航空和我国无人机产业格局	18
4.1 全球通用航空制造市场情况和发展趋势	18
4.2 全球通用航空市场竞争格局	20
4.3 无人机产业发展现状	21
二、低空经济核心产业发展趋势和机遇	24
1. 低空制造业	24
1.1 无人机和 eVTOL 技术与应用	24
1.2 低空制造主要原材料和核心零部件	29
2. 低空运营业	43
2.1 我国通航运营市场现状和差距	43
2.2 低空运营的行业门槛和市场格局	45
2.3 低空运营的发展趋势与机遇	46
3. 低空基建与信息服务业	49
3.1 低空“软基建”和“硬基建”	49
3.2 低空基建规划和咨询	50
3.2 低空智能网联系统发展趋势	56
4. 低空配套业	57
4.1 低空装备检验检测	57
5. 低空经济发展趋势	62
5.1 核心零部件国产替代加速，行业马太效应显著	62
5.2 低空基建将加速建设，促进跨区域融合	62
5.3 从产品输出到生态共建，低空产业出海势在必行	63
三、低空经济行业核心公司	63
宁德时代：全球动储电池领军者，积极布局低空电池等新产品	63
卧龙电驱：全球电机领先企业，前瞻布局航空电机领域	63

广电计量：国内领先的综合性第三方计量检测机构	64
万丰奥威：汽车轻量化为基，通航飞机+eVTOL 打开低空经济成长空间	65
英搏尔：深耕新能源汽车动力系统多年，eVTOL、关节模组等领域相关业务持续推进	66
宗申动力：国内中小型动力机械核心企业，积极布局低空经济	67
道通智能：低空工业无人机制造龙头，以核心技术壁垒构筑竞争优势	67
极飞科技：深耕农业无人机细分领域，智能化解决方案引领产业革新	67
纵横股份：业绩拐点已现，低空经济生态布局加速兑现	68
莱斯信息：国内民航空管龙头与低空信息化先行者	69
四创电子：低空探测雷达龙头	70
四川九洲：低空安防体系化服务商	70
纳睿雷达：民用相控阵雷达龙头，技术强劲，订单饱满	71
风险提示	71

图表目录

图 1: 低空经济发展五大政策驱动力	8
图 2: 国家空域基础分类示意图	11
图 3: 一架 eVTOL 从设计到商业落地需经历的审核过程	14
图 4: EH216-S 型号合格证申请流程	15
图 5: 三款机型的“专用条件”办法	15
图 6: 国内外 eVTOL 产品适航认证情况统计	17
图 7: 凯瑞欧获航空器适航认证的“三证” TC、PC 和 AC	18
图 8: 峰飞航空 V2000CG 凯瑞欧	18
图 9: 通用航空行业全景图	19
图 10: 2024 年全球主要固定翼通航飞机制造商销售量	20
图 11: 2024 年全球固定翼通航飞机厂商市占率	20
图 12: 2024 年全球主要直升机制造商销售量	21
图 13: 2024 年全球直升机厂商市占率	21
图 14: 无人机产业链全景	21
图 15: 2022 年-2025 年 11 月我国无人机出口量和出口额	22
图 16: 截至 2025 年 11 月我国无人机出口额占比	22
图 17: 2020-2025 民用无人机市场规模	22
图 18: 2025 年 7 月河南暴雨救灾现场无人机的使用	24
图 19: 宁德时代发布会	24
图 20: 低空制造产业链梳理	24
图 21: 农业无人机作业场景	26
图 22: 无人机参与特高压放线作业	26
图 23: 无人机参与广州天河应急火灾演练	26
图 24: 2020-2035 民用无人机市场规模	27
图 25: 多旋翼代表: 亿航智能 EH216-S	28
图 26: 复合翼代表: 峰飞“凯瑞欧”	28
图 27: 倾转旋翼代表: 时的科技 E20	28
图 28: 四川雅安完成国内文旅场景下首次 eVTOL 载人飞行	29
图 29: eVTOL 在消防救援领域的应用	29
图 30: eVTOL 成本拆解	30
图 31: 碳纤维复合材料在 eVTOL 中的应用	30
图 32: 飞机电推进系统基本架构	33
图 33: 飞行汽车电机功率密度发展趋势	34
图 34: 国内外电驱系统功率密度水平对比图	35
图 35: 英搏尔“集成芯”技术	36
图 36: Joby 电驱系统架构示意图	36
图 37: 全球新能源航空器在研项目类型	37

图 38: 一次典型的 eVTOL 飞行过程	38
图 39: 动力电池能量密度与飞行汽车有效载荷及航程	38
图 40: 飞行汽车城市空中交通典型工况动力电池电流输出及放电倍率	38
图 41: EV 与 eVTOL 用电池性能对比	38
图 42: 电动垂直起降航空器和电动固定翼航空器动力电池技术路线	39
图 43: 飞控系统构成	41
图 44: 飞控系统承担航迹、姿态控制等功能	41
图 45: eVTOL 场景下飞控系统的挑战	42
图 46: 全球飞控系统 OEM 及 Tier1 企业	43
图 47: 2019-2024 年我国通航飞机在册数量	44
图 48: 2020-2024 年我国通航飞行作业时间	44
图 49: 2024 年中国通航用途按小时数 (单位: 万小时)	44
图 50: 低空经济“硬基建”、“软基建”	50
图 51: 跑道型机场	52
图 52: 直升机场	52
图 53: 亿航智能合肥骆岗中央公园城市空中交通枢纽港实景	52
图 54: 亿航通航广州穗港码头运营点	52
图 55: 低空通信导航监视体系架构全景图	54
图 56: 低空智能网联体系架构图	56
图 57: 低空智能网联体系的发展规划图	57
图 58: 全球检验检测行业市场规模超 2700 亿欧元	58
图 59: 我国检测市场快速扩张, 近 10 年 CAGR 为 12.81%	58
图 60: 检验检测可分为化学类检测与物理类检测	59
图 61: 低空经济相关安全要求	60
图 62: 低空经济注重安全	61
表 1: 我国低空经济政策和法规梳理	9
表 2: 我国空域管理改革进程	11
表 3: 国内航空器适航审定最新相关政策	16
表 4: 2024 年度通用飞机交付量和交付额	19
表 5: 无人机和 eVTOL 对比	25
表 6: 无人机主要应用情况	25
表 7: 碳纤维材料分类	31
表 8: 海内外部分企业碳纤维复合材料应用情况	31
表 9: 国内碳纤维产能建设情况	31
表 10: 国内企业碳纤维材料在低空飞行器的布局	32
表 11: 部分航空电机与汽车电机性能对比	33
表 12: 常见电机性能对比	34
表 13: 国内外企业低空飞行器电机布局情况	35
表 14: 纯电&混动 eVTOL 对比	37

表 15: 低空领域动力电池企业布局情况	39
表 16: 部分企业固态电池量产规划	40
表 17: 不同补能模式对比	41
表 18: 部分飞控系统公司情况	43
表 19: 中美通用航空基础建设对比	45
表 20: 低空经济基础设施建设产业链	51
表 21: 低空经济通用机场市场空间测算	52
表 22: 低空信息基础设施	54
表 23: 低空装备检验检测项目	59

一、低空经济产业现状

1. 低空经济发展意义与背景

1.1 概念、分类与发展逻辑

低空经济是依托低空航空活动带动相关产业创新和场景应用形成的综合性经济形态，按照国家发改委《低空经济及其核心产业统计分类（试行）》，低空经济产业链包含低空制造业、低空运营业、低空基建与信息服务业、低空配套业等 4 大行业领域。

低空经济包含了低空空域和低空航空器两大基本要素。低空空域高度通常被定义为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。这是一片尚未被开发却蕴含着巨大经济价值的自然资源，与传统民航活动所处的 8000 米以上高空不同，低空经济社会化程度更高，与人类日常生活联系更加密切。低空航空器则是以无人机和 eVTOL（电动垂直起降飞行器）为代表，相较于传统的直升机和固定翼飞机，无人机和 eVTOL 以其较低的制造成本和较好的灵活性，成为未来低空经济中的主要生产工具和出行载体。

低空经济是多学科交叉融合的技术密集型产业，技术发展植根于人工智能、新能源、新材料、航天航空、汽车、工程机械等多领域多维度的科技创新和深度应用。产业发展逻辑本质上是利用我国全产业链带来的大规模制造成本优势，用新型航空器作为生产生活工具，在细分领域产生经济性和替代效应，融合各类应用场景，有效带动传统产业融合、提质、升级，同时促进城市基础设施和居民生活方式融合发展。

1.2 低空经济的战略定位

低空产业有望释放出较为可观的经济价值。低空经济通过创造新的消费场景、显著提高服务效率以及增加就业岗位等方式，直接或间接地促进消费增长。低空观光和娱乐飞行体验等新型产品和服务，为消费者提供了独特的体验模式，相关的飞行营地和空中主题活动也能创造多样的赛事和社群文化，未来的空中出租车场景也能创造巨大的出行经济。根据普华永道发布的《2023 年通用航空对美国经济的贡献》年度研究报告，2023 年通用航空产业为美国提供了 3392 亿美元的经济贡献和 130 万个就业机会。目前，我国低空经济仍有大量商业潜力可以挖掘。

低空经济是提升全要素生产率的重要途径。低空空域的拓展应用，大幅减轻了快速城市化带来的城市内地面交通压力，提高了生产作业与出行运输的工作效率。在载物方面，无人机在城市中物流运输的规模化，将使商品的流动和物质的配给更加高效。无人机和 eVTOL 可以利用其“点对点”运输优势，缓解外卖、物流等城区内地面交通的拥堵，同时可搭建医疗、应急救援等特殊用途的“空中绿色通道”。例如，2025 年 7 月峰飞航空物流 eVTOL 装载海鲜从广东珠海起飞，历时约 55 分钟跨越珠海、中山、广州三市，精准降落广州穗港码头，此次飞行巡航速度约 100 公里每小时，相比陆路运输效率提升 60%，节省 1 个小时。载人方面，以空中交通为载体的新型运输方式，有效提升交通效率和旅行速度，满足社会对便捷化、高效化和个性化服务的需求，eVTOL 未来将在 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。

低空经济为技术领域持续迭代升级和国产替代的广泛机遇。《中国共产党第二十

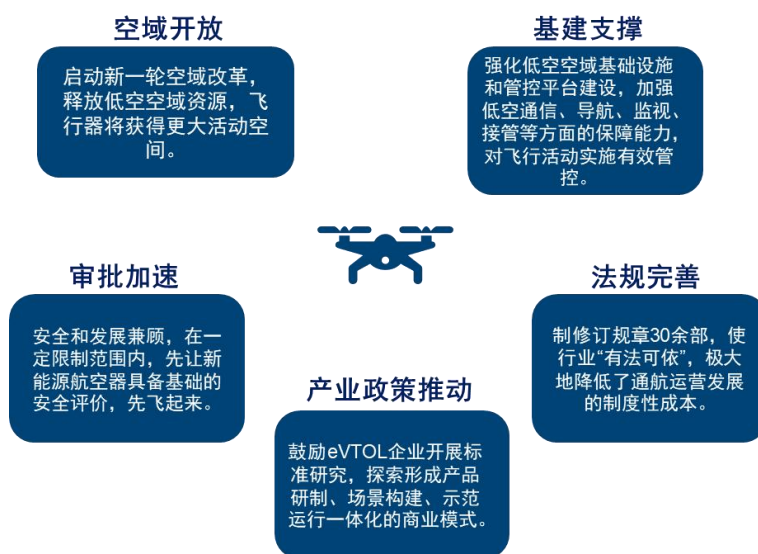
届中央委员会第四次全体会议公报》提出，加快高水平科技自立自强，引领发展新质生产力。eVTOL 有超 75%的零部件是汽车产业的延链展链，低空智能网联产品也多以智慧城市和民航空管体系为基准推动电动化、智能化和高端化，低空起降场也由城市规划设计和建设企业提供指引。目前现有锂离子技术仅可以满足 eVTOL 初步商业化飞行，而垂直起降和较长航程的荷载特点要求 eVTOL 电池必须在高能量密度和高稳定性方面有所突破，这将推动固态电池的全面发展。作为影响载人空中飞行安全的核心技术，民航大飞机和通航飞机的航电飞控系统此前长期由欧美企业垄断。如今，eVTOL 的出现为国内机载航电飞控企业创造了技术研发与市场验证的绝佳机会。近年来，以狮尾智能、边界智控、昂际航电为代表的一批国内飞控企业涌现，推出许多高性价比的 eVTOL 飞控产品，并成功得到了技术验证和良好的市场口碑，为我国打破欧美长期技术垄断带来了曙光，也为我国主导低空领域全球标准创造了先机。

2. 低空经济政策体系构建情况

2.1 低空经济上升成为国家战略

政策从空域开放、基建支撑、法规完善、产业政策推动、适航审定等多方面为低空经济发展提供了全方位保障，成为推动低空经济快速发展的核心动力。

图1：低空经济发展五大政策驱动力



资料来源：中国民航局，国家发改委，中央空管委，前瞻研究院，国信证券经济研究所整理

我国近年来对低空经济产业发展进行了针对性的部署，在中央层面形成了“国家战略引领+部委协同推进”的政策体系。国家战略层面，2021 年低空经济首次被写入《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首次定调低空经济为战略性新兴产业，并在 2024 年和 2025 年连续两年写进《政府工作报告》，第二十届三中全会和四中全会分别以“积极打造低空经济新增长引擎”和“加快低空经济集群发展”进行表述，表明低空经济已经进入国家经济发展的核心赛道。

有法可依是产业规范发展的必要前提，2023 年国务院、中央军委公布的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》和中国民航局发布的《国家空域基础分类方法》，填补了低空飞行器的法规政策盲区，便利了低空飞行器的空域使用。2025 年 2 月，

民用航空法修订草案提请审议，明确“划分空域应当兼顾低空经济发展需要”，从法律层面为空域资源分配提供了制度保障。2025 年 12 月第十四届全国人民代表大会常务委员会审议通过《中华人民共和国民用航空法》（于 2026 年 7 月 1 日起施行），明确鼓励发展低空经济和通用航空，优化低空空域资源配置，从法律层面为空域资源分配提供了制度保障，也为产业确立了发展框架与监管依据。

低空经济具有强监管属性，为了更好地统筹低空经济长期健康发展，国家发展改革委还于 2024 年 12 月专门成立了低空经济专管司局——低空经济发展司，中国民航局于 2025 年 7 月成立了通用航空和低空经济工作领导小组，政策和管理体制几乎覆盖了低空经济发展的全链条。2025 年 12 月，国家发改委发布《低空经济及其核心产业统计分类（试行）》，首次对低空经济范畴进行官方界定，为产业统计和后续政策精准发力奠定基础。

表1：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。
2025. 10	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》		加快新能源、新材料、航空航天、低空经济等战略性新兴产业集群发展。完善产业生态，实施新技术新产品新场景大规模应用示范行动，加快新兴产业规模化发展。

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》	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》	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。

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

2.2 我国空域管理制度迎来重大变革

低空空域是国家重要的战略资源，也是通用航空活动的主要区域，产业发展伴随着低空空域的逐步开放。深化低空空域管理改革，是在确保国家空防安全和飞行安全的前提下，探索和建立有利于促进通用航空发展的低空空域管理模式，盘活低空空域资源，促进低空经济发展。我国空域管理制度的演进呈现出从严格管控到分类开放、从局部试点到全域推进的清晰路径，其改革进程与低空经济的国家战略定位提升紧密关联。从2003年首次进行空域改革至今，共经历了4次改革。

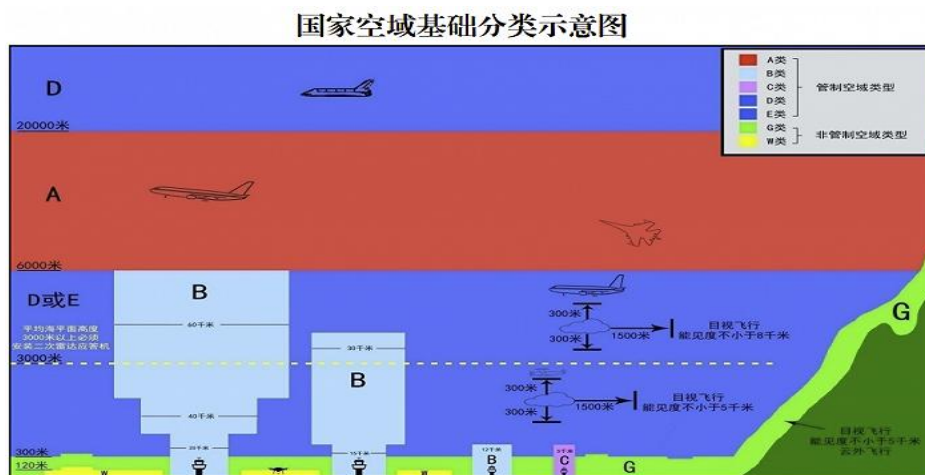
2003-2009年的奠基阶段以国务院、中央军委颁发《通用航空飞行管制条例》为代表，对从事通用航空飞行活动的空域划设和使用做出明确规定。在2007年通过实施民航空管系统一体化改革，形成了垂直管理、一体运行、统一指挥的民航空管运行系统。

2010-2014年的第二轮空域改革突出空域分类化管理。军航空管系统率先在试点地区将低空空域由原来的全部为管制空域，改为管制、监视、报告三类空域，按照审批和报备两种方式实行分类管理，以提高低空空域的使用效率。试点在全国14个省自治区直辖市相关地区同时进行，占全国空域的33%，共划设管制、监视、报告3类空域254个、低空目视航线12条；在管制空域，通航飞行审批时间缩短为飞行前4小时，在监视空域和报告空域，飞行报备时间最短只需提前半小时，极大方便了通航飞行，改革试点成效明显。

2014-2020年的第三轮空域改革在珠三角和海南地区展开空域精细化管理改革试点，重点是优化空域审批制度和建立低空空管服务保障，加强“低慢小”航空器安全管控等，着力解决空域管理粗放、使用效率不高的问题。2018年国家空管委批准四川开展低空空域协同管理改革试点，在全国率先成立了由省政府牵头、军民航空管系统和地方公安部门共同参加的“四川省低空空域协同管理委员会”，成为全国首个省级低空管理专职机构。通过整合军、民、企资源，四川在全国首创“申报-审批-监管”全链条数字化平台，将飞行审批时间从7天压缩至2小时。在此期间，2016年国务院印发《关于促进通用航空业发展的指导意见》将通用航空定位为“战略性新兴产业”。

2020 年至今的空域改革突出空域协同化管理。在四川的基础上，国家空管委办公室先后批准湖南、江西、安徽 3 省的低空空域协同管理改革试点拓展。试点中，将原低空空域由军民航分块管理转变为军地民三方协同管理，将低空飞行由管制指挥模式转变为目视自主飞行模式；由军地民三方共同组成的低空空域协同管理运行中心，将任务、空域、飞行计划 3 个申请环节简化为飞行计划报备 1 个环节。与此同时，国家战略层面不断强化低空经济地位：从 2021 年首次写入《国家综合立体交通网规划纲要》，到 2023 年底中央经济工作会议和 2024 年政府工作报告将其列为战略性新兴产业，至 2024 年 7 月中共中央政治局集体学习明确要求“促进低空经济健康发展”，显示出顶层设计的持续深化。政策法规体系也加速完善，2023 年出台《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》及《国家空域基础分类方法》，首次为无人机设立适飞空域和 G、W 类非管制空域，2024 年深圳更出台全国首部低空经济产业促进条例，为制度创新提供地方实践。尽管跨军区协同、基础设施覆盖与适航认证等瓶颈仍存，我国空域管理制度正朝着分类化、数字化、服务化方向系统演进，为低空经济的安全健康发展提供制度保障。

图2：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整理

2026 年 1 月，十四届全国人大常委会第十九次会议表决通过新修订的《民用航空法》，自 2026 年 7 月 1 日起施行，在 2018 年修正民用航空法专门授权国务院、中央军委对无人驾驶航空器的管理作出规定的基础上，本次修改通过确立统筹兼顾的空域划分原则，为低空经济发展预留了制度空间。针对低空飞行空域少审批难的问题，新法明确空域划分应统筹兼顾民航发展、国防安全、低空经济需求与公众利益，强调空域资源的合理、安全、充分、有效利用，意味着低空空域管理将更加科学化、弹性化。同时，针对机场周边等敏感区域，新民航法要求划设无人机管制空域，并配置相应的探测和反制系统。这将构建更完善的机场空防体系，减少无人机干扰航班起降的风险，提升民航运行安全。新法提出，要推动建设覆盖低空飞行应用的监管服务平台，健全与低空经济相适应的飞行管理制度和标准体系。这意味着未来低空经济的飞行计划报备、空中动态监测、违规行为预警等都有望一屏统管、一网办理，不仅有助于打破多头管理、数据割裂等问题，也将显著提升审批效率和动态监管能力，推动监管模式向智能化方向转型，对相关企业简化流程也是利好。

表2：我国空域管理改革进程

核心政策	具体内容	关键突破	存在的瓶颈	产业特征
奠基阶段（2003-2010）	2003 年《通用航空飞行管制条例》 2009 年空管委改革研讨会	1. 首次定义通用航空范围。 2. 规范空域申请流程：临时空域需提前 7 天申请，使用期小于等于 12 个月。	1. 奠定法律基础：确立空域使用审批权限，军用民航空域分级管理。 2. 顶层设计启动：首次设定低空开放时间表。	1. 空域完全审批制：所有飞行需逐案审批，流程复杂产业规模停滞：2009 年通航飞机<1000 架，年飞行小时仅 13 万（美国同场不足 100 个，无分类空域标准）。
	2010 年《关于深化低空空域改革的意见》 2010 年《通用航空机场收费标准》	1. 划分管制/监视/报告三类空域，真高 1000 米以下试点开放。 2. 简化非审批范围：除 9 类特殊任务外免审批。 3. 规范机场收费，明确政府与市场职责。	1. 空域分类破冰：试点区的监视/报告空域实现“报备即飞”。 2. 经济机制建立：明确机场收费体系，吸引社会资本。	1. 试点范围小，仅长春/广州等 7 个分区，报告空域覆盖率<5%。 2. 低空目视航图未发布，飞行缺乏导航依据。
启动阶段（2010-2014）	2016 年《促进通用航空业发展指导意见》	1. 试点扩至全国 10 区域，真高 1000 米以下全域试行。 2. 目标量化：2020 年建成 500 个通用机场，经济规模超 1 万亿。 3. 审批时效压缩：区内飞行计划 4 小时申报，2 小时批复。	1. 全域试点推进：海南实现省内低空“互联互通”，跨区协同突破。 2. 基建目标明确：“县县通机场”纳入规划，拉动地方投资。	1. 空域划设滞后，2016 年仅 20%空域开放，军方产业链分化：上游制造受益，下游运营因空域效益不足增长缓慢（2019 年飞行小时仅 15.7 万）。
	2020 年《湖南省全域低空试点方案》、 2026 年《民用航空法》	1. 构建“天地人和”模式：天网：北斗+ADS-B+5G 全域监视。地网：建设“1+13+N”通用机场网。人网：一站式飞行服务站。 2. 推行“当天申报当前起小时内飞”制度。	1. 首创省级全域开放：实现“默认开放、通告关闭”动态管理。 2. 极简审批：手机端一窗受理，计划申报缩短至 1 小时。	1. 跨军区协同困难。 2. 监视网络覆盖不全，基础设施投资回报周期长。
突破阶段（2020 年至今）				新兴业态爆发：eVTOL、低空物流获政策支持，但适航认证滞后于技术发展。

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

2.3 基础设施建设和运营生态布局加速

针对我国通用航空和低空基础设施薄弱、行业标准缺失以及商业闭环尚未形成的问题，政府陆续出台针对性更强、落地能力更佳的政策，加快补齐产业短板构建产业生态。基础设施建设层面，2024 年四部门联合发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030 年）》，首次提出“鼓励地方政府将通用机场、垂直起降点、eVTOL 起降平台纳入城市建设规划，并给予专项债、财政补贴等支持”；民航局同步简化通用机场审批流程，建立“国家—区域—飞行服务站”三级低空飞行服务保障体系，实现通航飞行计划“一站式”审批。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%。各地专项债和超长期国债纷纷投向低空基础设施、应用场景和技术平台建设。

低空监管信息化建设层面，2025 年 11 月，中央空管办制定出台《国家级和省、市级低空飞行综合监管服务平台功能要求（1.0 版）》和《国家级和省、市级低空飞行综合监管服务平台信息交互规范（1.0 版）》，按照“国家—地区（省）—市”三级设计全国统一的低空信息化一体化平台架构。未来，低空所有飞行申报、服务、活动将被纳入统一监管。

地方实践层面，全国 31 个省份已将低空经济写入 2025 年政府工作报告，北京、上海、广州等超过 20 个城市已将低空经济明确列入 2025 年政府工作报告或专项行动计划，并在低空运营、基础设施建设、低空企业引培等多个领域提供补贴。同时，各地因地制宜地探索制度性试点取得了一定成果。湖南省作为全国首个全域低空开放试点省份，已分类划设 179 个空域和 97 条常态化低空目视航线，3000 米以下空域监视覆盖率达 95%。广东省创新建立起“一专班、一公司（省低空经济产业发展公司）、一中心（省低空综合服务中心）”的工作体系，筑牢产业发

展四梁八柱。2024 年，中央空管委授权合肥、杭州、深圳、苏州、成都、重庆为首批全国 eVTOL 试点城市，希望为全国低空发展创造样板提供经验。深圳通过首部地方立法《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，在空域管理试点和跨境物流应用上先行先试；合肥建成全国首个城市空中交通枢纽港，运营首个城市级低空联合飞行服务中心，编制了《全国首部城市级低空基础设施建设导则》。海南提出 2026 年前建成 9 个通用机场、500 个以上起降场，形成岛域 20 分钟航空应急救援圈；浙江构建“市市通”通用机场网络，2024 年建成 12 个 A 类机场和 340 个直升机起降点；四川依托 19 个通用机场打造西南低空枢纽，衔接成渝双城经济圈物流通道；西藏拉萨贡嘎直升机场的建成更填补了高原地区通用机场空白。

政策激励下，我国通航实现跨越式发展，干-支-末网络雏形出具。截至 2024 年底，全国通用机场达 475 个，较 2021 年增长 28%，A 类机场占比超 40%，形成“东部密集、中西部加速”的布局特征。运营领域呈现多点突破：短途运输年旅客量从 2018 年的 2.59 万人次增至 2023 年的 5.3 万人次，商用无人机飞行时长突破 4100 万小时，航空应急救援实现“2 小时航空救援圈”覆盖。但当前仍处于“基建先行、运营跟进”阶段，通用机场平均利用率不足 30%，运营成本高企制约商业化进程，运营效率和盈利能力待提升，空域开放程度与欧美相比仍有差距，尚待释放更大市场潜力。

2.4 全球竞合下欧美低空经济政策路径

从全球视野看，各国不同的制度环境、产业基础和市场特点使得低空经济发展呈现出多元化路径竞争的格局。美国依托市场竞争与科技创新的“双轮驱动”，欧洲强调一体化协同与标准引领。未来，科技革命与大国博弈相互交织，全球低空经济将呈现竞争与融合并存的态势，各国在争夺技术标准话语权的同时，也将在空域管理规则、适航认证标准等方面加强协调，促进低空飞行器的跨国流通与应用。

美欧在低空经济政策框架和战略定位上偏向市场和技术驱动。美国于 2025 年 12 月发布首份国家层面的《先进空中交通国家战略 2026-2036》，聚焦制度协同与市场引导，强调技术领导权与标准制定，而是以现有航空业 1.8 万亿美元经济活动为参照，提出客运通勤、应急救援等应用方向，以及 6 大支柱 40 余项建议。这一框架性设计更多依赖市场自主发展，政府角色侧重于协调跨部门监管和政策制定，避免行政干预束缚技术创新，但缺乏关键节点的量化市场目标，导致战略落地缺乏刚性约束。欧洲战略以空域整合与碳中和为核心目标，欧盟委员会于 2022 年发布《欧洲无人机战略 2.0》，列出 19 项旗舰行动，包括采用通用适航规则、无人机军民融合发展、制定无人机技术路线图等，但也缺乏整体市场规模的量化指标。

基础设施建设方面，美国联邦政府不直接资助 eVTOL 垂直起降场建设，而是依托现有通用航空基础设施，通过公私合作和市场化运营模式逐步完善 eVTOL 垂直起降场等基础设施。欧洲基础设施建设也采用公私合作模式，政府资金占 SESAR（欧洲单一天空空中交通管理研究计划）计划预算的 1/3，剩余依赖企业自筹，整体建设进度较慢，依赖多国协调。

2025 年 6 月，美国总统特朗普先后发布了《释放美国无人机支配地位》（Unleashing American Drone Dominance, UADD）和《恢复美国空域主权》（Restoring American Airspace Sovereignty, RAAS）两项行政命令，彰显现任美国政府在低空经济领域既要加快产业发展、扩大国际竞争力，又要强化国家安全与空域管控的目标。UADD 允许出于商业和公共安全目的的无人机系统进行常规超视距（Beyond Visual Line of Sight, BVLOS）运营，允许无人机飞行时超越遥控飞行员的视线范围，

而无需逐个对超视距飞行申请豁免，从而使得无人机的运营范围大大扩展，有利于无人机配送、通信等商业活动的落地。UADD 还要求设立 eVTOL 融合试点项目（eVTOL Integration Pilot Program），公开遴选 eVTOL 项目进行持续三年的运营扶持计划。UADD 规定美国各联邦机构在法定范围内最大程度优先采购美国制造的无人机，并要求联邦采购安全委员会在 30 天内公布“受规制外资实体清单”（Covered Foreign Entity List），识别潜在供应链风险企业。美国最新的政策强调无人机和低空领域的“美国优先”战略，体现出低空经济成为全球科技创新和未来战略竞争的主要领域。

3. 适航认证体系构建情况

3.1 低空航空器适航认证程序

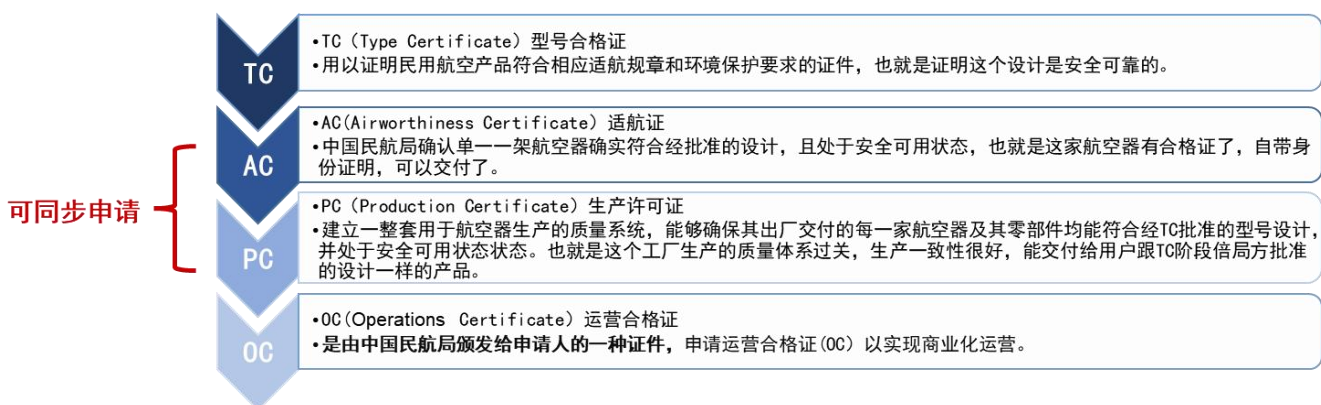
适航认证是对航空器进行的系统性安全审查和官方批准程序，核心目的是确保航空器从设计、制造到交付的全生命周期符合国家规定的安全标准。作为民用航空器，任何一架 eVTOL 从设计到商业落地需申请并获得型号合格证（TC）、单机适航证（AC）、生产许可证（PC）以及运营合格证（OC）以实现商业化运营。

1) 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。

2) 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。

3) 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。

图3：一架 eVTOL 从设计到商业落地需经历的审核过程

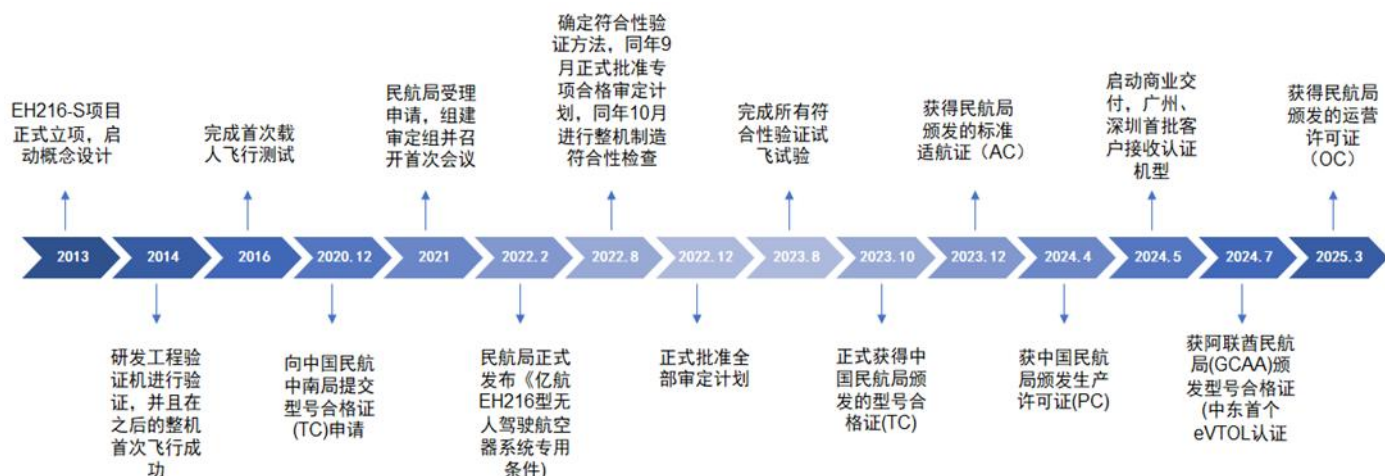


资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所整理

型号合格证（TC）是耗时最长、投入最大的适航程序，是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。

图4: EH216-S 型号合格证申请流程



资料来源：亿航智能，中国民航总局，国信证券经济研究所整理

此前，考虑到 eVTOL 的创新性特征，中国民航局 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。中国民航局根据 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5: 三款机型的“专用条件”办法



资料来源：中国民航总局，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 eVTOL 技术创新和低空经济商业化渐近，我国低空适航审定程序也迎来了重大变革，从早前的“一机一议”形式转向“系统性模块化”审定模式，全面明确审定标准，提升适航审定科学性和综合效率。2025 年 12 月，中国民航局先后发布《动力提升航空器适航标准（征求意见稿）》、《限用类无人驾驶航空器系统

适航标准（征求意见稿）》，明确提出“动力提升航空器”针对的是最大起飞重量 5.7 吨以下的有人驾驶 eVTOL，“限用类无人驾驶航空器”则包括了《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》规定的中型无人机和目前大部分大型无人机。文件规定，申请人可以使用此适航标准作为满足适用性的动力提升航空器的合格审定基础。对于仅使用本适航标准作为合格审定基础而没有添加或变更的设计，局方在型号合格审定时不要求申请人再单独制定专用条件，并获得批准。如果申请人采用了新颖独特设计，本适航标准不能完全覆盖或不适用于其研制的动力提升航空器，局方将根据《颁发专用条件、批准豁免和做出等效安全水平结论的程序》制定相应的专用条件。同月，交通运输部正式发布了新修订的 CCAR-27 部《正常类旋翼航空器适航规定》、CCAR-29 部《运输类旋翼航空器适航规定》和 CCAR-35 部《螺旋桨适航规定》三部规章，将自 2026 年 1 月 1 日起施行。

2025 年 12 月 27 日，《中华人民共和国民用航空法》正式修订通过，并将自 2026 年 7 月 1 日起施行。适航管理作为民航安全运行的基石，在本次修订中实现了从“审产品”向“审体系”的跨越式转变。政策内容上，新增无人驾驶航空器适航管理条款新民航法：“第三十四条 从事民用无人驾驶航空器的设计、生产、进口、维修和飞行活动，应当按照国家有关规定向国务院民用航空主管部门申请取得适航许可，按照规定无需取得适航许可的除外。从事民用无人驾驶航空器生产的机构应当按照国家有关规定为其生产的无人驾驶航空器设置唯一产品识别码。”明确了关于民用无人驾驶航空器适航管理原则及唯一产品识别码的规定；此外，确立“基于风险的分类分级管理”原则（第二百二十一条），这是本次修法在行政管理理念上的重大突破，法律明确要求“建立健全基于风险的分类分级适航管理方式”，这意味着适航管理将改变过去“一刀切”的审定模式，根据产品风险等级及管理需要动态配置审定资源，对高风险项目（如大型运输类飞机），将保持最严苛的介入式审查；而对低风险项目（如部分通用航空产品、限用类无人机等），则可依法实施备案制或简化审定，这既符合国际适航管理趋势，又能高效分配行政资源，在提升安全水平的同时降低行业合规成本。

表3: 国内航空器适航审定最新相关政策

发布时间	政策文件	相关部门	相关内容
2025 年 12 月 13 日	《动力提升航空器适航标准（征求意见稿）》	中国民航局	根据征求意见稿，《动力提升航空器适航标准》拟适用于以下动力提升航空器型号设计特征：（a）最大起飞重量不超过 5700 公斤；（b）分布式电推进系统，可垂直起飞和降落，固定翼巡航飞行；（c）有人驾驶；（d）乘客最大座位数为 9 座及以下；（e）非增压座舱；（f）VNO≤250 节校准空速（KCAS）（463 公里/小时）的航空器。其中：VNO 为最大结构巡航速度。征求意见稿指出，申请人可以使用此适航标准作为满足适用性的动力提升航空器的合格审定基础。对于仅使用本适航标准作为合格审定基础而没有添加或变更的设计，局方在型号合格审定时不要求申请人再单独制定专用条件，并获得批准。如果申请人采用了新颖独特设计，本适航标准不能完全覆盖或不适用于其研制的动力提升航空器，局方将根据《颁发专用条件、批准豁免和做出等效安全水平结论的程序》（AP-21-AA-2023-17）制定相应的专用条件。对于适用于此标准的动力提升航空器所安装的电动发动机和螺旋桨，可作为电动航空器的一部分按照 H 章和 I 章要求，随着动力提升航空器型号合格证获得批准；也可按局方可接受的适航标准单独进行型号合格审定。
	《限用类无人驾驶航空器系统适航标准（征求意见稿）》	中国民航局	《限用类无人驾驶航空器系统适航标准》征求意见稿适用于满足以下条件的限用类民用无人驾驶航空器系统型号设计及其更改：（1）《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》规定的中型无人驾驶航空器系统；（2）《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》规定的大型无人驾驶航空器系统中（i）最大起飞重量小于 5700 千克的固定翼，以及复合翼、倾转翼等复合构型；（ii）最大起飞重量小于 3180 千克的旋翼类（包括多旋翼构型）。该标准颁布后，此前颁布的《中型民用无人驾驶航空器系统适航标准 及符合性指导材料（试行）》（AC-92-AA-2024-02）将废止。
2025 年 12 月 15 日	《正常类旋翼航空器适航规定》	交通运输部	明确了型号合格审定中的飞行特性及构造要求、完善了对正常类旋翼航空器的设备要求、规范了对正常类旋翼航空器的使用限制要求。本规定规定了颁发和更改最大重量等于或者小于 3,180 公斤（7,000 磅）且其乘客座位数不大于 9 座的正常类旋翼航空器型号合格证的适航要求。
	《运输类旋翼航空器适航规定》	交通运输部	明确了型号合格审定中的飞行特性及构造要求、完善了对运输类旋翼航空器的设备要求、规范了对运输类旋翼航空器的使用限制要求。（a）本规定规定了颁发和更改运输类旋翼航空器型号合格证的适航要求。（b）运输类旋翼航空器必须按照本规定 A 类或者 B 类的要求进行合格审定。多发旋翼航空器可以同时按照 A 类和 B 类进行型号合格审定。但必须对每一类规定相应的和不同的使用限制。
	《螺旋桨适航规定》	交通运输部	完善螺旋桨适航审定的一般要求、完善对螺旋桨适航审定的设计和构造要求、完善对螺旋桨适航审定的试验和检查要求。
2025 年 12 月 27 日	新修订《中华人民共和国民用航空法》	全国人民代表大会常务委员会	新增无人驾驶航空器适航管理条款新民航法：“第三十四条 从事民用无人驾驶航空器的设计、生产、进口、维修和飞行活动，应当按照国家有关规定向国务院民用航空主管部门申请取得适航许可，按照规定无需取得适航许可的除外。从事民用无人驾驶航空器生产的机构应当按照国家有关规定为其生产的无人驾驶航空器设置唯一产品识别码。”明确了关于民用无人驾驶航空器适航管理原则及唯一产品识别码的规定。

确立“基于风险的分分类级管理”原则（第二百二十一条），这是本次修法在行政管理理念上的重大突破，法律明确要求“建立健全基于风险的分分类级适航管理方式”。

资料来源：各政府官网，通航圈，国信证券经济研究所整理

3.2 低空航空器适航审定和商业化进展

我国 eVTOL 商业化进展也处于全球领先地位，现阶段已开启载人试点飞行，预计 2027 年底之前 eVTOL 有望作为主力机型率先在旅游观光场景开展商业运营。根据亿航智能 2025 年三季度业绩交流会，2025 年亿航智能 EH216-S 在获得了适航三证（TC、PC、AC）基础上，两家联运运营公司亿航通航和合翼航空获得全国第一批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证（OC），并已安全完成了超过 1700 次内测飞行，计划逐步推出基于预约的 eVTOL 飞行服务。

图6：国内外 eVTOL 产品适航认证情况统计



资料来源：中国民航局，欧洲航空安全局，美国联邦航空局，国信证券经济研究所整理

除载人 eVTOL 外，货运 eVTOL 商业化持续推进。2025 年 7 月 22 日，峰飞航空科技向合利创兴智能交付全球首架获颁适航“三证”（TC、PC 和 AC）的吨级以上 eVTOL（电动垂直起降）航空器——V2000CG 凯瑞鸥，标志着吨级以上 eVTOL 在技术与适航认证上实现全球突破，大型 eVTOL 向低空运营商业化闭环迈出坚实的一步，助推低空经济应用加速落地。货运航空器凯瑞鸥成功完成适航认证，不仅完善了峰飞航空的团队和体系建设，同时，也为 eVTOL 这一创新产业加速落地应用，在实践中为低空基础设施建设、监管措施健全、上下游产业链协同发展提供了助力。

图7: 凯瑞鸥获航空器适航认证的“三证” TC、PC 和 AC



资料来源：峰飞航空官微，国信证券经济研究所整理

图8: 峰飞航空 V2000CG 凯瑞鸥



资料来源：峰飞航空官微，国信证券经济研究所整理

4. 全球通用航空和我国无人机产业格局

4.1 全球通用航空制造市场情况和发展趋势

通用航空上游主要包括航空器研发制造，中游主要为通用航空运营服务，下游则是市场应用与综合保障环节，产业主要集中在制造和运营两大环节。

图9：通用航空行业全景图



资料来源：中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

全球通用航空市场整体保持增长，年交付量连续两年超过 4000 架。根据美国通用航空制造商协会（GAMA）发布的《2024 年全球通用航空航空器交付和销售额报告》（《通航统计报告》），2019 年至 2024 年全球通航飞机年度交付量从 3535 架跃升至 4197 架，2024 年同比增加 118 架，连续第二年超过 4000 架。2025 年上半年，上半年全球通用航空飞机交付总量为 1432 架，同比增长 4.3%。

表4：2024 年度通用飞机交付量和交付额

飞机类型	2023 年	2024 年	增长率
活塞通用飞机/架	1701	1772	4.2%
涡桨通用飞机/架	638	626	-1.9%
喷气公务机/架	730	764	4.7%
固定翼通用飞机总数/架	3069	3162	3.0%
固定翼通用飞机总价值/亿美元	234	267	14.1%
活塞直升机/架	209	210	0.5%
涡轴直升机/架	801	825	3.0%
直升机总数/架	1010	1035	2.5%
直升机总价值/亿美元	46.7	51.7	10.7%

资料来源：王妙香. 全球通用航空市场发展态势良好[J]. 大飞机, 2025(3)., 美国通用航空制造商协会（GAMA），国信证券经济研究所整理

全球通用航空器交付额创十年内新高。《通航统计报告》显示，2024 年全球通用航空器交付额为 319 亿美元，增长 13.5%。这是近十年来中通用航空器年交付额首次超 300 亿美元。其中，固定翼通用飞机交付额从 2023 年的 234 亿美元增至 267 亿美元，增长 14.1%；直升机交付额从 2023 年的 47 亿美元增至 52 亿美元，增长 10.7%。根据 Global Market Insights 预测，2029 年全球通用航空器市场规模将达到 402 亿美元，复合年增长率为 4.72%。

从通用飞机交付地来看，北美继续占主导地位。2024 年北美占全球交付量的 70.4%，继续占据全球通航飞机交付量主导地位，占比份额略有降低；第二为欧洲，占全球交付量的 12.9%，相比 2023 年的 11.9%有所增加；第三是拉美地区，占全球交付量的 7.7%，相比 2023 年的 7.0%有所增加。亚太地区增速最快，2023-2027 年 CAGR 达 8.8%。

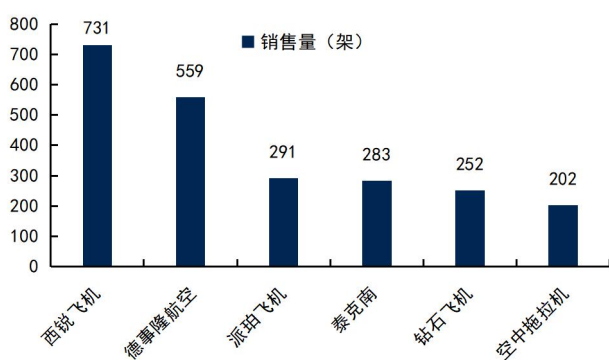
从产品结构看，固定翼飞机是通航市场主力。2024 年全球固定翼飞机交付 3162 架，占全球交付量的 75.3%，同比上升 3.3%。活塞式飞机是通航市场的主力机型，交付量占固定翼飞机的 56%，喷气公务机占 24.1%，涡桨式飞机占 19.8%。此外，2024 年全球直升机交付 1035 架，其中活塞直升机 210 架，涡轴直升机 825 架。

全球通航飞机市场向高价值机型倾斜。2025 年前三季度，公务喷气机交付量显著增长，交付量达到 554 架，同比上升 10.6%，带动整体交付价值大幅提升，成为增长最快的细分市场。活塞飞机共交付 1238 架，与去年基本持平。涡桨式飞机交付 409 架，同比下降 6.0%。尽管交付总量增长温和，但受益于产品结构向高价值机型倾斜，飞机交付总价值达到 194 亿美元，同比大幅增长 13.2%。同期，直升机总交付量为 612 架，同比减少 3.3%。然而，与飞机市场类似，直升机交付总价值不降反升，达到 31 亿美元，同比增长 16.0%，反映出高价值机型占比提升的市场趋势。

4.2 全球通用航空市场竞争格局

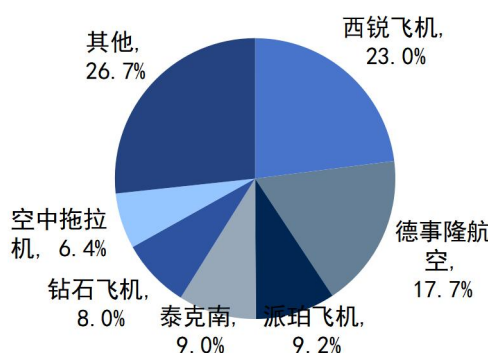
传统通航航空器制造目前由欧美企业主导，市场集中度高。从市占率来看，2024 年全球固定翼通用飞机交付量 3162 架，前六大厂商占比为 73.3%。其中总部位于美国的西锐公司（Cirrus）交付 731 架，占 23%；美国德事隆航空（Textron）交付 559 架，占 17.7%；美国派珀飞机公司（Piper Aircraft）交付 291 架，占 9.2%；意大利泰克南公司（Tecnam）交付 283 架，占 9.0%；由我国万丰奥威集团收购的总部位于奥地利的钻石飞机（Diamond）交付 252 架，占 8.0%；美国空中拖拉机公司（Air Tractor）交付 202 架，占 6.4%。

图10：2024 年全球主要固定翼通航飞机制造商销售量



资料来源：GAMA，国信证券经济研究所整理

图11：2024 年全球固定翼通航飞机厂商市占率

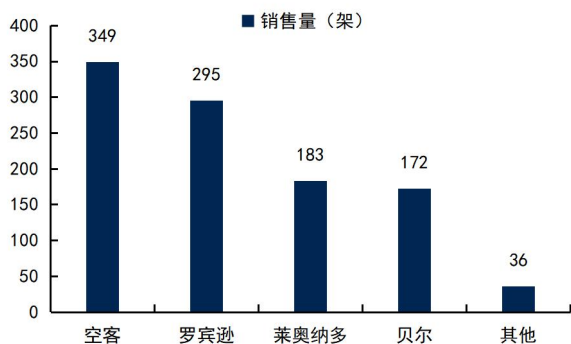


资料来源：GAMA，国信证券经济研究所整理

2024 年全球直升机共交付 1035 架，空客直升机（Air Bus）交付 349 架，占 33.72%，美国罗宾逊直升机（Robinson）交付 295 架、意大利莱奥纳多直升机（Leonardo）交付 183 架、美国贝尔（Bell）交付 172 架，前四大厂商市场集中度达 96.5%。从技术难度更高的喷气式公务机来看，2024 年全球喷气公务机交付 764 架，加拿

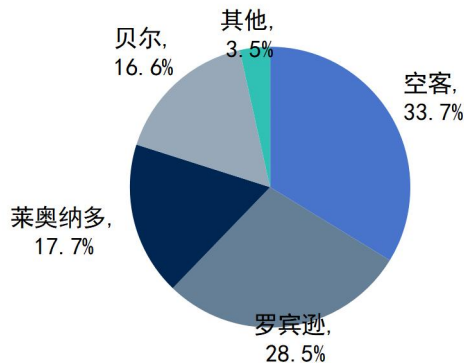
大庞巴迪公司、美国湾流宇航和巴西航空工业公司的交付量分别达到 146 架、136 架和 130 架，位居前三，CR3 为 53.9%。

图12：2024 年全球主要直升机制造商销售量



资料来源：GAMA，国信证券经济研究所整理

图13：2024 年全球直升机厂商市占率



资料来源：GAMA，国信证券经济研究所整理

4.3 无人机产业发展现状

从无人机产业链结构来看，上游聚焦原材料与核心部件制造，涵盖电池、结构材料、飞控系统、控制芯片等关键环节；中游以无人机总装与集成为核心，形成消费级、工业级、军工级等多元化产品矩阵；下游则延伸至应用场景与基础设施建设，包括农林植保、灾难救援、物流运输、低空基建及各类服务配套，全链条协同发力构筑起产业核心竞争力。

图14：无人机产业链全景



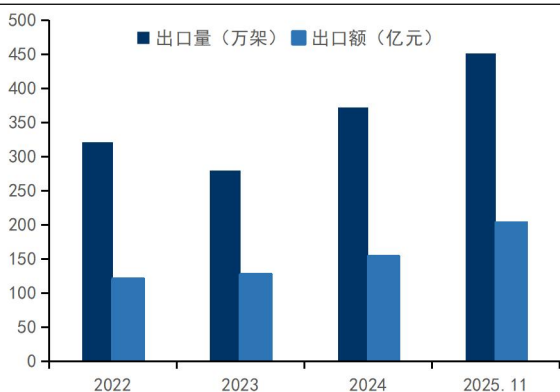
资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

无人机凭借其技术成熟度和应用场景的深入，成为低空经济中的关键“角色”。未来 5 年，全球无人机市场将迎来高速增长。据 Markets and Markets 发布的《2030 全球无人机市场规模和趋势预测报告》显示，2024 年全球无人机市场规模达 249.5 亿美元，2025 年预计为 261.2 亿美元，未来五年将以 9.2% 的复合增长率急速增长，到 2030 年预计达到 405.6 亿美元。

中国作为全球无人机市场的重要力量，是全球最大无人机出口国。IMARC Group 发布的《无人机市场规模、行业分析及趋势》报告指出，亚太地区是全球无人机

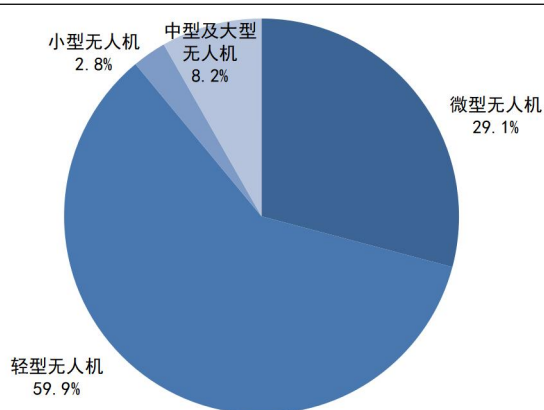
市场增长最快的区域之一，而中国作为核心动力，贡献了全球超 70% 的无人机出口量。据中国海关总署发布的数据，2024 年我国无人机出口额达 154 亿元人民币，出口量 372 万架；2025 年前 11 个月，出口额增至 203 亿元人民币，较 2024 年全年增长约 32%，出口量同步增长至 451 万架，增幅约 21%。根据海关总署发布的无人机出口商品类型数据分析，截至 2025 年 11 月，我国无人机出口以微型和轻型无人机为主，二者出口额合计占比约 89%；从用途来看，民用航拍无人机占据主要部分，出口额和出口量占比约 86% 和 97%。

图15: 2022 年-2025 年 11 月我国无人机出口量和出口额



资料来源：海关总署，国信证券经济研究所整理

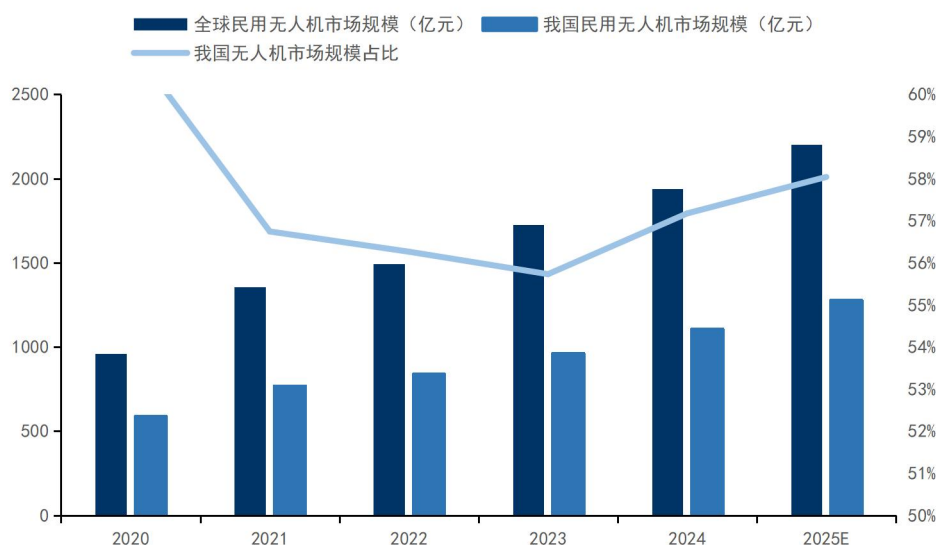
图16: 截至 2025 年 11 月我国无人机出口额占比



资料来源：海关总署，国信证券经济研究所整理

我国无人机产业的迅猛发展，其根源在于拥有完整的产业生态。从市场来看，我国无人机市场规模近年来呈高速增长态势。中商产业研究院发布的《2025-2030 年中国无人机行业市场调查及投资建议报告》显示，中国民用无人机市场规模从 2020 年的 587.90 亿元增长至 2024 年的 1108.49 亿元，年均复合增长率达 17.18%，2025 年全年市场规模预计达到 1277.86 亿元，预计同比增长 15.3%。市场规模的持续扩容一方面助力技术突破和产品迭代，另一方面市场需求将倒逼应用场景落地，形成“需求牵引供给、供给创造需求”的良性循环。

图17: 2020-2025 民用无人机市场规模



资料来源：中商情报网，国信证券经济研究所整理

从政策来看，我国无人机产业政策具备系统性和协同性优势。顶层设计方面，2025年《“十五五”规划建议》把低空经济定为战略性新兴产业集群，国务院办公厅连续印发《加快场景培育推动新场景大规模应用的实施意见》、《关于进一步促进民间投资发展的若干措施》，重点关注低空经济产业应用和引导民间资本有序进入。部委协同推进方面，中央空管办2025年底发布的《低空飞行综合监管服务平台功能要求1.0》纵向明确了“国家-省-市”级平台结构，横向连接了网信、发改、民航等多部门，旨在安全、高效地开发和使用低空空域。此外交通部、商务部也印发了多个文件，指导各自领域无人机的业务应用，构建了全面的政策体系，为产业实质性发展提供保障。地方细化落实方面，各地结合本地优势，陆续出台无人机、低空经济等相关产业建设补贴和应用推进政策，形成“无人机+低空基建”、“无人机+出口”等差异化发展路径。贵州省出台的《贵州省低空经济高质量发展三年行动方案（2025—2027年）》中明确提出着力加强无人机起降点、垂直起降设施等地面基础设施建设，并建立航空教育培训基地，开展无人机操控、飞行驾照等相关培训；云南省发布《支持低空经济健康发展的若干措施》，文中明确提出建设高原无人机试验基地，支持高原无人机免费测试，并对提供服务项目的运营成本省、市两级各提供70%和30%的资金支持；深圳成立3亿元低空经济投资基金，旨在投资低空领域关键企业，推动行业发展。反观美国，尽管特朗普于2025年签署多项与无人机相关的行政令，意图减少无人机产业对国外的依赖，加强供应链保护本土无人机企业利益。但其顶层政策的不确定性、零散性，监管政策的复杂性以及投资资本的逐利性，均使其难以在短期从政策面为无人机产业的发展提供稳定预期。

从产业集群来看，我国无人机产业链具备“集群化、完整性、自主可控”的优势。我国无人机产业已形成以“大湾区-长三角-首都圈”三大核心区域的集群格局，产业相关企业“抱团取暖”既降低生产运输成本，又加速了技术开发及政策推进效率。此外，从无人机研发、原材料生产到整机制造、无人机应用，我国已形成完整生态，可实现从核心零部件到整机组装“一站式”生产，形成“设计-生产-销售”的闭环。在此基础上，我国无人机产能规模化效应明显，据商务部国际贸易经济合作研究院预测，2025年我国消费级无人机产量预计突破2100万台，规模化与生产成本共振令我国无人机产业更具竞争力。此外，我国无人机国产化率已达到90%以上，核心部件国产化率超75%。高度的自主可控和产业规模进一步增加行业话语权，中国主导的ISO15964标准被127国采纳，标志着我国无人机行业由“从业者”到“规则制定者”的身份转变。

我国无人机产业正凭借飞控、设计、动力等领域的技术革新，实现从“功能满足”到“效能跃升”的关键跨越。飞行控制系统从“能飞”到“智能飞”，华为昇腾910B、寒武纪590等AI芯片大幅提高无人机机载算力，无人机自主决策能力提升至L4级；中国航空工业集团公司推出“灵筹”系列，高度集成显控、飞控、通信等40余项功能。无人机“模块化”设计扩容应用场景，2025年7月河南暴雨灾害中，无人机通过模块化货舱设计，可快速更换载荷，适配多种场景，配合无人机集群调度系统，大幅缩减灾区首批应急物资到位时间，为抢险救灾争取宝贵时间。动力系统新型电池打破续航瓶颈，宁德时代高动力仿生凝聚态电解质技术等的突破，令凝聚态电池能量密度达500Wh/kg，可使无人机续航提升60%。氢源智能全球首款固体氢动力无人机首飞，单次飞行可覆盖70公里线路。

图18: 2025 年 7 月河南暴雨救灾现场无人机的使用



资料来源: 大疆应急救援联盟, 国信证券经济研究所整理

图19: 宁德时代发布会



资料来源: 宁德时代, 国信证券经济研究所整理

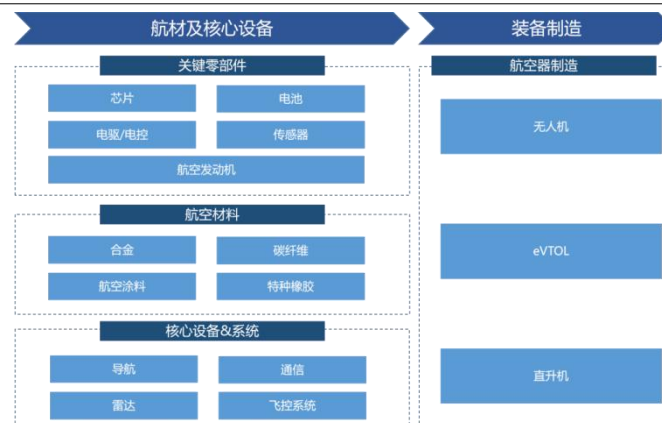
二、低空经济核心产业发展趋势和机遇

1. 低空制造业

1.1 无人机和 eVTOL 技术与应用

低空制造业是低空经济的产业基础，在全产业链中价值量占比近 60%。低空制造业主要涵盖低空航空器整机制造及相关材料、零部件等制造，是低空经济的产业基础与关键载体。根据上海财经大学《低空+发展研究报告（2025 年）》，2024 年国内低空产业市场中，低空飞行器制造与系统开发行业占总市场约 60%价值量。

图20: 低空制造产业链梳理



资料来源: 中国复合材料工业协会, 国信证券经济研究所整理

无人机 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 指无需驾驶员登机操作, 通过远程遥控或自主程序控制实现飞行的航空器。无人机的定位是以某场景任务为导向的无人飞行器, 强调功能实现和非载人用途, 对起降方式、燃料类型等无限制, 根据机型结构可分为固定翼无人机、旋翼无人机, 根据用途一般分为消费级无人机、工业级无人机和军工级无人机。电动垂直起降飞行器 (Electric Vertical Take-off and Landing, eVTOL) 指以电力为唯一动力源, 具备垂直起降能力, 可

实现载人或重载运输的新型航空器。eVTOL 强调“全电驱动”+“垂直起降”，用于载人或空中运输的新型航空器，聚焦运输属性。

表5: 无人机和 eVTOL 对比

区别	无人机	eVTOL
核心定位	执行特定任务	交通运输工具
动力系统	燃油、电动、太阳能等多种方式	全电驱动
起降方式	大部分水平起降，少数可垂直起降	垂直起降
适航要求	标准较低	涉及人员运输和城市飞行，要求严格
智能化要求	无人驾驶，对自主控制系统智能化要求高	可自动驾驶也可人工操作，智能化要求相对无人机较低
应用场景	场景丰富，涉及军民等多种场景，应用相对成熟	场景主要集中在城市交通、应急救援等

资料来源：亿航智能、百度百科，国信证券经济研究所整理

我国无人机在民用领域的应用“百花齐放”，在农林植保、交通能源基础设施巡检、应急救援处置等传统场景中，无人机应用已进入规模化运营阶段，行业应用较为成熟。此外，无人机集群编队表演、城市物流配送网络、公共安全动态监控等新兴领域正加速突破，预计未来 1-2 年内，将从试点示范阶段迈入规模化商用阶段。军用领域，无人机已经由辅助作战转变为“体系核心”，在战场态势感知、精确火力打击、有人/无人协同等领域发挥关键作用。

表6: 无人机主要应用情况

应用领域	领域细分	应用简介	无人机应用类别
民用	农林植保	农药喷洒、播种、灌溉、农作物生长监测、病虫害监测等	固定翼
	高速公路巡检	无人机可全自动完成定时定点巡检，对高速公路的重要路段进行高空监控，提供高清画面。	旋翼、固定翼
	应急救援	可用于灾难事故现场勘察、辅助救援、物资投放和通讯中继等	旋翼、固定翼
	货物运输	物流领域应用的主要模式。顺丰打通“南通-上海”生鲜无人机运输航线，进入实体化运营。	固定翼
	仓储监控	无人机能通过视觉识别、红外热成像等技术捕捉信息，对货物进行盘点、计数、测量、检视。	旋翼
	物流配送	可解决配送效率低、覆盖范围有限等问题。如美团聚焦城市即时配送，构建“3 公里、15 分钟”的配送网络。	旋翼、固定翼
军用	其它	无人机表演、生态监测、污染监测等	旋翼、固定翼
	态势感知	精准侦察、全域监控等，如美国“黑蜂”单兵无人机、“全球鹰”长航时大型侦察无人机	旋翼、固定翼
	精确打击	自杀式攻击、巡飞弹等，如美国“弹簧刀”巡飞弹在顿巴斯战场战绩显赫。	旋翼、固定翼
	体系协同	有人/无人协同作战是六代机的核心概念。	固定翼

资料来源：蒋文全等. 无人机在民用行业应用研究综述[J]. 机电工程技术, 2025, 54(09): 119-124., 国信证券经济研究所整理

我国农用无人机技术在载荷、续航、智能化等痛点有了新突破，农业无人机得以广泛应用，大幅提高农业生产效率。《农业无人机行业白皮书》显示，2024 年我国农业无人机作业亩次超 26 万亿亩，提供近 50 万行业相关岗位，市场规模约 130 亿元。技术方面，2025 国际低空经济博览会中大疆新一代农业无人机通过“AI+多光谱成像”技术实现对农作物病虫害的智能识别，准确率高达 99%；依托国家重点研发计划支持，在动力系统、轻量化材料等方面，实现“重载+长航时”双重突破，极飞科技 P200、P150 等最新型号，载重突破 80kg，最大起飞重量可达 149.9kg；河南全丰公司联合北京航空航天大学、中国农业大学等将无人机日作业产能提升至 1000 亩以上。

图21: 农业无人机作业场景



资料来源：大疆创新，国信证券经济研究所整理

我国工业无人机技术已实现从“替代人工”到“超越人工”的跨越，在智能自主作业、复杂环境适配等领域达到全球领先水平。因诺科技自主研发的一体化无人值守机库，集成了自动充电、气象监测、数据传输等功能，支持无人机 7×24 小时自主作业，覆盖半径达 15 公里，无需人工干预，即可完成油气管道、光伏电站的智能巡检；中航工业的“云影”-25V 无人机，通过尾座式设计兼备旋翼和固定翼无人机的优势，可以在山地等复杂地形和狭小空间完成应急救援、电力巡检等多种任务。

图22: 无人机参与特高压放线作业



资料来源：中国能源新闻网，国信证券经济研究所整理

图23: 无人机参与广州天河应急火灾演练



资料来源：搜狐新闻，国信证券经济研究所整理

低空运输和物流配送方面，我国已构建起 100 公斤至 10 吨级的全谱系大载重货运无人机矩阵，成功攻克高原、海上、跨海等极端场景运输难题，成为全球低空货运领域的“新质生产力”代表。小型运输无人机的代表“驼峰”无人机，通过跨海直达的方式完成琼州海峡跨海运输高附加值冷链产品的任务，将物流时间从传统的 5 小时降低至 20 分钟；中型重载无人机方面，时代飞鹏的 FP-985 “金牛座”固定翼无人机完成了我国高原大型无人机物流航线首次验证飞行，该无人机起飞重量 5.7 吨，有效载荷超 2 吨，通过活塞发动机改造、增加防雷击、高抗风等设计，保证无人机在海拔 4000 工况稳定以适配高原干线运输；大型无人机方面，白

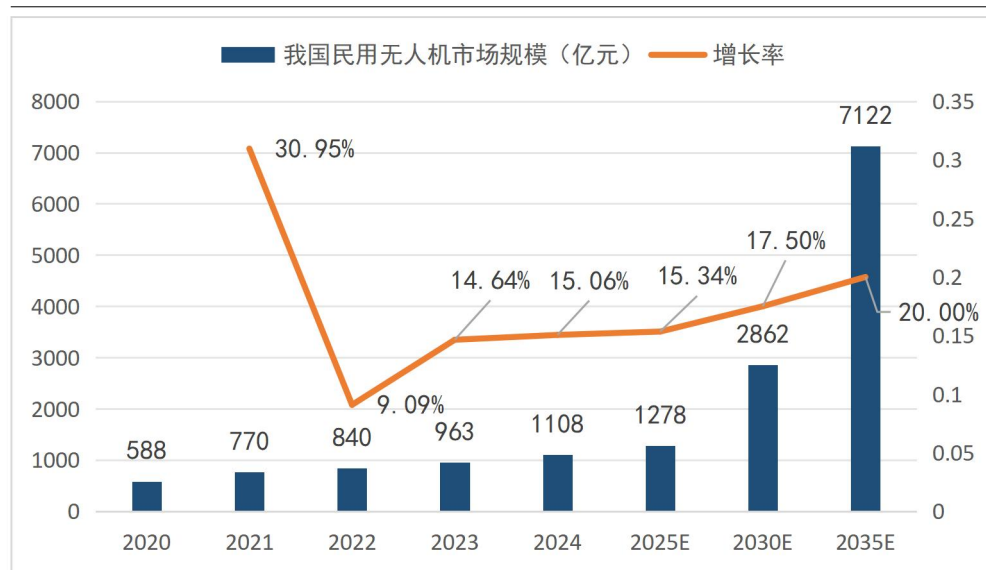
鲸航线研制的 W5000 涡桨无人机（起飞重量超 10 吨，载荷 5 吨）已总装下线，预计于 2026 年下半年实现商业交付。

军用无人机方面，我国军用无人机技术稳居第一梯队，在隐身突防、蜂群协同等先进领域实现“局部领跑”。2025 年 12 月 15 日，航天科技集团第十一研究院研发的彩虹-7 隐身无人机在试验场完成首飞，彩虹-7 采用了“飞翼式布局+无垂直尾翼”构型，能最大程度减少雷达反射面积（RCS），此次首飞成功标志着我国已经掌握了“大型飞翼隐身无人机”研发和生产技术，打破美国在该领域的垄断；据防务军事报道，2025 年 12 月，航空工业一飞院设计的“九天”大型无人机蜂群母舰完成实战化部署首飞，验证了其无人机集群实用化释放能力，标志着我国无人集群作战力量体系再添一名“悍将”。

民用无人机市场规模预测

根据中商产业研究院数据，我国 2020-2025 年民用无人机市场规模如下图所示，自 2023 年起，我国民用无人机产业平均增速约为 15%。我们合理假设，受低空经济政策的推动，我国无人机未来 5 年年平均增速增加至 17%，30-35 年低空应用全面铺开，增速再度增加至 20%。基于上述假设，可以预测 2025 年、2030 年和 2035 年，民用无人机市场规模预计为 1278 亿元、2862 亿元和 7122 亿元。

图24：2020-2035 民用无人机市场规模



资料来源：中商产业研究院，国信证券经济研究所整理和预测

与无人机在多领域的应用不同，eVTOL 的应用场景当前主要聚焦于城市空中交通、物流运输领域以及特种作业领域，正处于“试点示范向规模化过渡”的关键阶段。我国 eVTOL 的应用在构型创新、适航认证、场景落地等多个核心领域均有突破。

我国 eVTOL 构型型号全面，场景覆盖广泛。行业具备“多旋翼+复合翼+倾转旋翼”全构型技术，多构型可适用差异化场景，亿航智能 EH216-S 为代表的多旋翼 eVTOL 专注城市内“点对点”短途运输，可适配低空观光、通勤接驳等场景；复合翼构型采用“固定翼+倾转旋翼”复合架构，兼顾垂直起降和水平巡航能效，适用于城市交通、物流运输等场景，如：峰飞航空官网显示，其复合翼 eVTOL “盛世龙”，

最大起飞重量 2.4 吨，航程可达 200 公里；沃飞长空 AE200 通过 4 个可 90 度旋转的倾转旋翼，兼顾垂直起降与高速巡航，可用于城市低空出行、文旅服务等多个领域。

图25: 多旋翼代表: 亿航智能 EH216-S

图26: 复合翼代表: 峰飞“凯瑞欧”

图27: 倾转旋翼代表: 时的科技 E20



资料来源: 亿航智能, 国信证券经济研究所整理资料来源: 峰飞航空, 国信证券经济研究所整理资料来源: 时的科技, 国信证券经济研究所整理

我国 eVTOL 在适航领域创造多个“全球第一”。2025 年 3 月，中国民航局向亿航智能旗下的亿航通航颁发了全国第一批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证（OC），EH216-S 成为全球首个“四证齐全”的载人 eVTOL，也标志着 eVTOL 正式开启商业化运营，低空旅游时代即将开始；峰飞航空“凯瑞欧”是全球首个获得适航“三证”的吨级以上 eVTOL，随后公司宣布与阿联酋猎鹰航空签约 50 架订单，部分订单最快将于 2025 年底交付，该批 eVTOL 主要用于阿布扎比国家石油公司的紧急物资运输，成为全球首个实现吨级 eVTOL 商业化交付的机型。

场景应用方面，eVTOL 在城市空通勤、文旅观光、低空物流、应急救援等方向多点开花。时的科技的 E20 eVTOL 航速达 260km/h，并可载客 5 人，预计 2027 年实现城际交通应用落地；沃飞科技的 AE200 最大航程达 200 公里，以低噪音为核心优势着力短途交通应用；亿航智控的 EH216-S 作为全球首款获适航认证的载人 eVTOL，并与漳州、宁波象山文旅成立合资公司，布局低空观光、城市管理等场景；峰飞航空 2 吨级 eVTOL “凯瑞欧”用时 9 分钟完成“海南-广州”的跨琼州海峡运输场景验证，参与了武汉渡江节安全演练并于 1 分钟抵达目标地点 8 秒精准投放救生筏，此外凯瑞欧消防版在大兴安岭森林火灾救援专题演练行动中成功投放灭火弹和物资，成为 eVTOL 在应急消防领域的示范。

图28：四川雅安完成国内文旅场景下首次 eVTOL 载人飞行



资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理

图29：eVTOL 在消防救灾领域的应用



资料来源：峰飞航空，国信证券经济研究所整理

eVTOL 市场规模预测

根据《2025-2030 年 eVTOL 市场分析及投资前景研究预测报告》显示,2024 年 eVTOL 市场规模为 32 亿元,2025 和 2026 年预计分别为 57.5 亿元和 95 亿元,年增长率为 80%、65%。由于 eVTOL 行业是新兴行业,时间短且增长变化过快,市场规模历史数据可提供的参考价值不大。

我们从订单数量、交付计划的角度进行市场规模的预测。峰飞航空透露累计获得的 eVTOL 商业订单 2000 架,其中,截至 2025 年底的确认订单是 300 架,订单转化率 15%。亿航智能 2024 年交付 216 架,累计意向订单约 1100 架,2025 年公司销售额预计 5 亿元人民币,对应交付数量 240 架左右。沃兰特 2025 年底累计订单超 1920 架。小鹏汽车一次性与中东签订 600 台订单。

仅上述各家公司目前累计订单数量已达到 6000 余台,乐观估计全国其它未披露订单 4000 台,合计 1 万台。若订单两年内交付,每台售价 250 万元,则预计至 2027 我国 eVTOL 市场规模为 250 亿元。

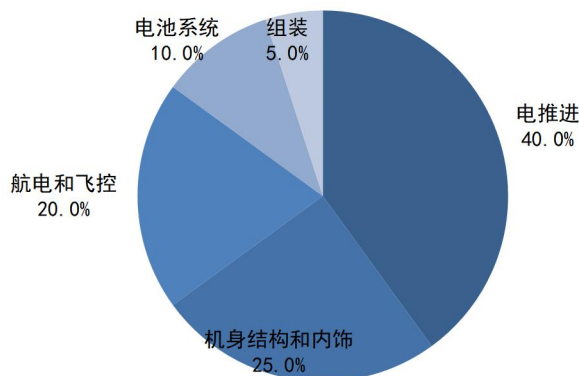
考虑 2026 年起是适航认证通过期,大量 eVTOL 通过适航认证进入量产,订单数量进一步加大,若新增订单数量为上述 2024-2025 年订单数量的 3 倍(参考市场规模年增长率),则截至 2027 年预计我国 eVTOL 订单数量达 3 万台,3 年内交付且单台平均售价降低至 200 万元,则预计预计 2030 年市场规模为 600 亿元。

1.2 低空制造主要原材料和核心零部件

电机、电控、电池等三电系统在 eVTOL 成本构成中占比较大。根据 2021 年《Lilium Analyst Presentation》,eVTOL 单机成本中推进系统(电机电控、螺旋桨等)+能源系统(电池等)占比 50%,其中能源系统占 10%,推进系统占 40%,三电系统在 eVTOL 成本构成中占比较大。

根据近期情况来看:1) eVTOL 单机配备电机超 8 个,航空电机单价在几千元到上万元不等,对应单机价值量约 10 万元至几十万不等。2) eVTOL 单机带电量根据续航要求和空间设计有关,以 600kg 级 5 座 eVTOL 为例,单机带电量预计在 60-70kwh,固液混合电池单价在近 1 元/Wh+,对应单机价值量在 5-6 万元。3) 结构材料上不同载重的 eVTOL 碳纤维用量差异显著,以自重 600kg 的 5 座 eVTOL 为例,碳纤维用量或为 100-300kg,假设高端 T800 碳纤维价格在 300-500 元/kg,对应单机价值量 3-10 万元。

图30: eVTOL 成本拆解



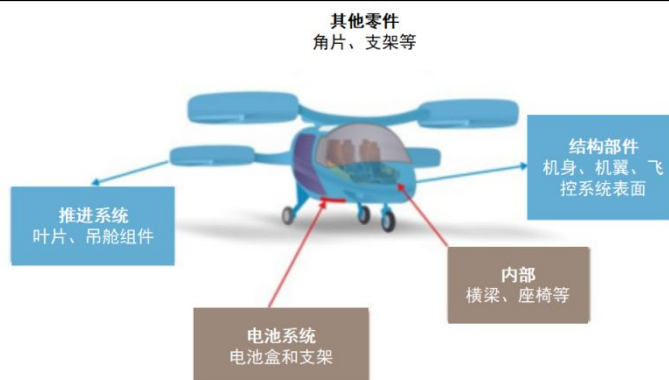
资料来源:Lilium, 国信证券经济研究所整理

碳纤维等复合材料：轻量化与高强度设计的关键材料

低空飞行器轻量化、安全性等要求高，对于碳纤维等复合材料需求显著提升。低空飞行器在保障高安全、高环境适应性的基础上，持续朝向更长续航里程、更多有效载荷等方向发展，以此来降低成本、拓展应用场景。轻量化、高安全的低空飞行器，对碳纤维复合材料、玻璃纤维复合材料、特种工程塑料等需求持续提升。

碳纤维等复合材料性能突出，是低空飞行器的核心材料。碳纤维复合材料具有高强度、耐腐蚀、抗疲劳、低密度、可设计性强等优势，可以显著优化低空飞行器的载荷能力和续航里程，并提升复杂环境适应度。玻璃纤维复合材料具有成本低、耐腐蚀、耐高低温等特点，常用于雷达罩、整流罩、窗户等结构中。机身、机翼、桨叶等结构中，碳纤维复合材料占比达 75-80%，较传统金属材料减重 40%以上。

图31: 碳纤维复合材料在 eVTOL 中的应用



资料来源:中国复合材料工业协会, 国信证券经济研究所整理

碳纤维根据强度不同可分为通用级与高性能级：1）通用级（如 T300）：抗拉强度约 3.5GPa，模量约 230GPa，主要用于体育用品、建筑加固等领域，技术门槛较低，国内产能充沛。2）高性能级：中强型（如 T700）：抗拉强度 4.8-5.5GPa，模量 270-290GPa，用于风电叶片、压力容器等，国内已实现规模化量产。高强型（如 T800）：强度 5.5-6.0GPa，模量 290-300GPa，主要用于航空航天、高端装备，国内华阳、东华能源等企业已实现量产，目前正处于产能扩阶段；超高强型（如 T1000、T1100）：强度 6.0GPa 以上，用于大飞机关键部件等；海外企业处

于量产领先地位。

表7: 碳纤维材料分类

型号	抗拉强度 /MPa	拉伸模量 /GPa	失效应变	密度 /g/cm³	单丝直径/ μm	丝束	优势	主要领域
T300	3530	230	1.50%	1.76	7	1K、3K、6K	性价比高、工艺成熟	民用工业、体育器材
T700	4900	230	2-2.1%	1.8	7	6K、12K、24K	强度与成本平衡	航空主结构、能源装备
T800	5490-5880	294	1.9-2%	1.8-1.81	5	6K、12K、24K	高模高强综合性能	航天军工、精密工业
T1100	7000	324	2.00%	1.79	5	12K、24K	极限强度与轻量化	尖端国防、未来科技

资料来源：日本东丽官网，国信证券经济研究所整理

低空飞行器主要使用 T700 及以上高性能碳纤维品种。为保证 eVTOL 的有效载重能力以及整体安全性,目前低空飞行器多使用 T700 及以上碳纤维,以峰飞航空“盛世龙”eVTOL 为例,其机身采用 T800 级碳纤维后,空机重量较铝合金设计降低 35%,有效增加载重能力。目前,亿航智能、小鹏汇天、万丰奥威、Joby 等国内外企业均在低空飞行器中加快碳纤维等复合材料的实际应用与落地。

表8: 海内外部分企业碳纤维复合材料应用情况

公司	产品	应用
亿航智能	EH216-S, AAV	机身结构采用碳纤维材料
广汽集团	GOVY AirJet	整机结构超过 90% 使用碳纤维复合材料
峰飞航空	盛世龙	使用碳纤维复材一体成型技术
时的科技	E20	使用碳纤维材料
小鹏汇天	旅航者 X2	全机身采用碳纤维,旋翼桨叶运用碳纤维环氧树脂基材料
空客	Zephyr	采用碳纤维复合材料机身
Joby	S4	使用碳纤维材料

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

海外企业碳纤维布局领先，国内企业加速突破。目前国内低性能 T300 碳纤维产能充沛,但是高性能碳纤维由日本与美国企业主导,2024 年国内碳纤维总产能中高性能品种(T800 及以上)占比不足 10%。近年来,国内碳纤维企业如吉林化纤、中复神鹰、光威复材等企业正加速产能和先进技术布局。技术上,2025 年 11 月华阳集团 T1000 级碳纤维项目投产、标志着国产高性能碳纤维规模化量产实现关键性突破。产能保障上,国内企业纷纷扩产高端产能,国产化率有望逐渐提高。

表9: 国内碳纤维产能建设情况

厂商	扩展项目详情	扩产产品及应用领域
中复神鹰	连云港 年产 3 万吨高性能碳纤维项目, 总投资 59.62 亿元	中小丝束(T700/T800 级), 高强/中模, 中高端, 可用于航空航天、风电叶片、压力容器
光威复材	威海拓展 2600 吨原丝+包头二期 6000 吨碳丝, 总投资 21 亿元	中小丝束(T700S/T800S), 高强/中模, 工业级/民用, 可用于风电、光伏、压力容器
吉林化纤	1.2 万吨碳纤维复材项目, 总投资 16 亿元	大丝束(25K/35K/50K), 低成本/工业级, 中低端, 主要用于风电叶片、体育休闲
中简科技	四期 2000 吨高性能碳纤维项目, 总投资 14.02 亿元	小丝束(ZT7/ZT9H 系列), 高强/高模, 高端, 用于航空航天(高端军用为主)

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

低空飞行器对碳纤维材料强度和综合性能具有较高要求，是企业持续突破的方形。低空飞行器的核心承力部件对于材料强度要求高,同时复杂的工况环境对于

极端环境适配性亦提出更高需求。加快高性能产品研发与国产化，并针对低空场景开拓出定制化的产品方案，将是企业努力的方向。

表10: 国内企业碳纤维材料在低空飞行器的布局

企业	低空飞行器领域相关布局
光威复材	光威复材积极布局低空领域，持续推进技术创新与应用发展，开发碳纤维多项产品。公司 GW300 碳纤维成为中国商飞直签的首个碳纤维 PCD，参与配套的 RX4E 锐翔四座电动飞机获中国民航局型号合格证。
中简科技	公司是我国航空航天用高端碳纤维核心供应商，具备高强度 ZT7 系列、ZT8 系列、ZT9 系列和高模型 ZM40J 石墨纤维工程产业化能力。其中，ZT7 系列碳纤维产品在航空、航天领域已实现多年稳定批量应用。
吉林化纤	吉林化纤是国内少数掌握碳纤维原丝规模化稳定生产的高新技术企业，与小鹏汇天、亿航智能、大疆等企业达成合作，构建“飞行汽车+无人机”双轮驱动格局。
中复神鹰	2025 年 5 月，公司在 UASE 展会上发布高性能碳纤维产品及无人机领域创新解决方案，产品可应用在无人机支架、桨叶等构件及转子、刹车盘、方向盘等汽车、飞行汽车相关部件中。
精工科技	公司提供碳纤维生产全套装备，投资亿维特，并与之合作。公司将充分链动在高端制造积累的深厚精密加工实力、高度集成的系统解决方案供应能力与碳纤维研发生产技术，与亿维特共同推进电动垂直起降飞行器的量产化进程。

资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

碳纤维市场空间展望：假设到 2027-2028 年左右，国内 eVTOL 适航取证顺利、单年交付量超 1 万台时；假设单台 eVTOL 平均碳纤维用量为 300kg，单价为 500 元/kg，对应需求量超 3000 吨、市场规模超 15 亿元。

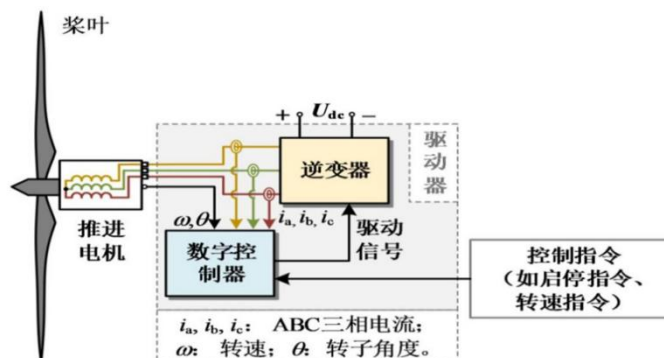
伴随国内企业 T1000 级别等碳纤维产能在 2026 年陆续批量供应，高端产品国产化将进一步优化 eVTOL 成本、加快产业化进展。

动力系统：电推进系统是低空飞行器的核心动力来源

传统民航客机、军用战机等多采用传统航空动力系统，即以燃油发动机为动力系统核心。该方案技术成熟，能提供高功率输出，适合长时间和大载重的飞行，但具有高能耗、高排放和高噪音等问题。2024 年工信部等多部委印发的《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》提出，航空飞行器的新能源化为未来的主要技术方向，重点任务要以电动化为主攻方向，兼顾混合动力、氢动力、可持续燃料动力等技术路线。故而低空飞行器目前多采用电推动系统作为动力来源。

低空飞行器多采用分布式电推进系统（DEP）。低空飞行器的电推进系统主要由电机、电机控制系统（电控）、桨叶等构成。电机用于提供垂直起降和飞行期间的动力。电控则根据飞行器的飞行指令和姿态信息，实时调整各电机的输出。目前低空飞行器多采用分布式电推进系统（DEP），即采用多台小型电动机分别驱动螺旋桨或涵道风扇，取代传统集中式发动机。该方案的优势在于采用分布式设计提高方案冗余度与各电机独立性，提升可靠性；优化空气动力学性能、提升飞行效率；增强操控性并提升设计灵活度。

图32: 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，国信证券经济研究所整理

电动航空电机具有显著的技术壁垒：

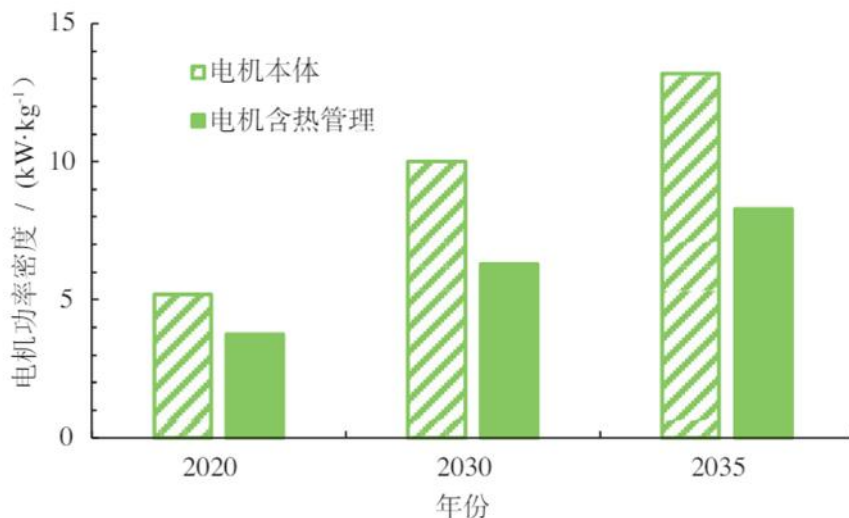
- 1) 高功率密度：**功率密度决定了飞行器的有效载荷能力，高功率密度电机能够大幅减小推进系统尺寸和噪声，提高推进效能并保证安全冗余度。
- 2) 高扭矩密度：**扭矩密度决定了飞行器在起飞、爬升、巡航过程中的顺利驱动。高扭矩密度能够使得电动机在较小空间内短时间提供强大的动力，满足飞机在各个飞行过程中的需要。
- 3) 高可靠性与环境适应性：**航空级电机应用的环境复杂，需要具备耐高温、抗电磁干扰、抗振动等能力。同时，航空级电机需要具备更高的安全系数，以便在紧急情况下要能够进行冗余输出保障安全。

表11: 部分航空电机与汽车电机性能对比

电机类型	REB 90	YASA-750	EMARX268	车用主流电驱
用途	电动飞机	电动飞机	电动飞机	汽车
转速 (r/min)	4000	3250	4000	
额定功率(kW)	80	200	400	200
额定扭矩(N·m)	300	780	1000	335
质量(kg)	23	37	43	34
功率密度(kW/kg)	3.47	5.4	9.3	5.9
扭矩密度(N·m/kg)	13.04	21.4	23.26	9.85
效率		95.00%	98.00%	95.50%

资料来源：Yang X-G, Liu T, Ge S, Rountree E, Wang C-Y. Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft. Joule. 2021，国信证券经济研究所整理

图33: 飞行汽车电机功率密度发展趋势



资料来源: 张扬军, 钱煜平, 诸葛伟林, 等. 飞行汽车的研究发展与关键技术 [J]. 汽车安全与节能学报, 2020, 国信证券经济研究所整理

永磁同步电机是具有前景的电推动解决方案。电机根据工作电源差别, 可以分为直流电机、交流电机。而根据结构和工作原理的差异, 交流电机可以分为同步电动机与异步电动机。永磁同步电机具有高功率密度、高控制精度、转矩大等特点, 是新能源车普遍使用的电机解决方案, 未来有望在 eVTOL 中实现广泛应用。

相比于直流电机和感应电机, 永磁同步电机具有更高的功率密度、广泛的调速范围和较大的电磁转矩。现有小型无人机多使用直流无刷电机, 其具有较低的重量和噪音, 而且维护成本较低, 适合无人机的飞行要求, 但是其功率以及效率方向难以满足 eVTOL、大型无人机载人运输的需求。

表12: 常见电机性能对比

	永磁电机	直流电机	交流异步电机	开关磁阻电机
功率密度	高	低	中	中
效率 (%)	90-93	/	82-85	60-65
负载效率 (%)	85-97	80-87	90-92	78-86
成本	高	低	中	低
体积重量	小	大	中	小
可靠性	较高	低	高	高
调速控制性能	好	好	好	中

资料来源: 盖世汽车新能源, 国信证券经济研究所整理

低空飞行器电机多需要与主机厂共同适航认证, 故而电机厂与主机厂多积极联合研发相关产品。近年来, 电机企业如卧龙电驱、英搏尔等积极与主机厂进行联合的产品开发。

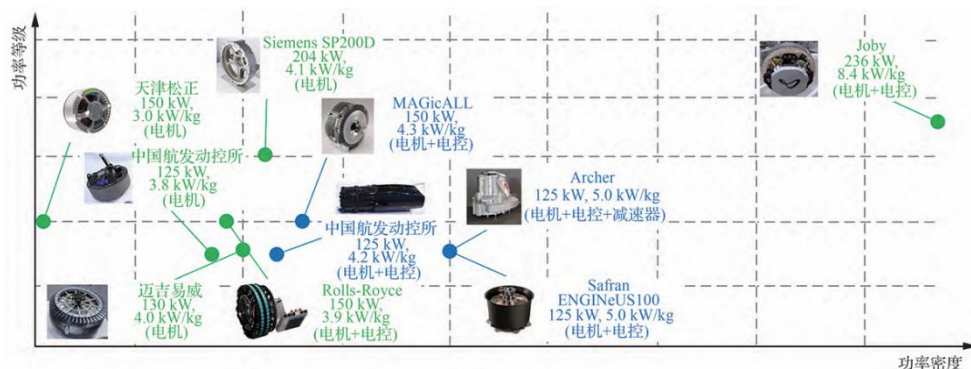
表13: 国内外企业低空飞行器电机布局情况

国家/厂商	主要参数	技术特点	配套厂家	成熟度
美国 Joby	功率: 236kW 功率密度: 8.4kW/kg	液冷, 外转子直驱式径向磁通 永磁电机, 全封闭, 电机电控 集成	美国 Joby-S4	已装机, 随整机适航取证中
美国 Archer	125kW 系统 功率密度: 5kW/kg	液冷, 内转子径向磁通永磁电 机, 全封闭, 电机电控集成	美国 ArcherMidnight	已装机, 随整机适航取证中
英国 YASA	功率: 200 kW 功率密度: 5.4kW/kg	液冷, 无轭铁心, 轴向磁通电 机	-	已装机, 随整机适航取证中
法国 Safran	功率: 125kW 功率密度: 5kW/kg	风冷, 电机电控集成	时的科技 E20	已装机, 随整机适航取证中
中国 卧龙电驱	功率: 80kW、175kW、250kW 前二者功率密度分别为 3.2kW/kg、3.7kW/kg	80kW: 风冷, 电机与电控分离 175kW: 液冷, 电机与电控分离	沃飞长空 AE2000	已装机, 随整机适航取证中, 预 计 2026 年底取得 TC 证、2027 年 量产。
中国 英搏尔	-	油冷, 双绕组、双电控, 扁线 绕组, 外转子结构, IP67 全天 候能力	亿航智能 EH216-S、VT35 亿维特 ET9 德国 VOLOCOPTER XPro	已小批量交付亿航智能 EH216-S, 进入可用于试航、试运 行供应阶段
中国 峰飞航空	功率: 约 75kW	风冷, 电机与电控分离	峰飞航空“盛世龙”	已进入适航认定阶段

资料来源: 各公司官网, 未来低空, 苗永泽, 范兴纲, 李大伟, 等. 电动垂直起降飞行器电驱系统研究进展综述[J]. 航空学报, 2025, 46(22):148-179., 国信证券经济研究所整理; 注: 最新情况以各公司公告为准

国内电机企业在功率密度等方面仍有优化空间。国外电机与电控集成的电驱产品峰值功率能够达到 200kW 以上, 功率密度达 5kW/kg, 其中 Joby 电驱系统功率密度 8.4kW/kg, Safran 的 eVTOL 电驱系统功率密度达 5kW/kg, 均处于行业领先水平。国内 eVTOL 电机峰值功率多在 150 kW 左右, 功率密度达 4 kW/kg 左右; 仍有进一步提升的空间。

图34: 国内外电驱系统功率密度水平对比图



资料来源: 苗永泽, 范兴纲, 李大伟, 等. 电动垂直起降飞行器电驱系统研究进展综述[J]. 航空学报, 2025, 46(22):148-179., 国信证券经济研究所整理

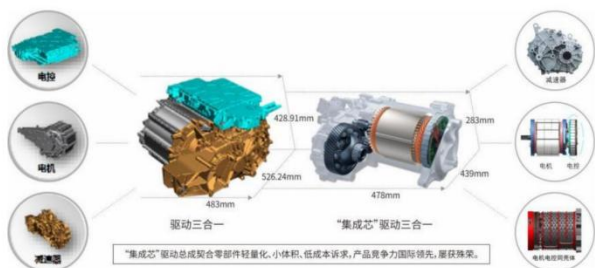
电机功率密度提升将成为未来技术演进核心方向, 非晶材料、集成化设计具有应用的潜力。

(1) 非晶材料: 电机的铁芯在物理空间分布上起到导体材料的定位作用, 并在电机运行中传递磁通。传统意义上的铁芯, 由不同性能特性的硅钢片叠压而成, 大部分定子铁芯要通过扣板固定, 形成一个相对稳固的整体。而非晶材料较硅钢片的损耗密度更低, 有利于提升电机功率密度。

(2) 集成化设计: 常规电驱系统采用电机与电控分离设计, 具有较长的线缆和冷

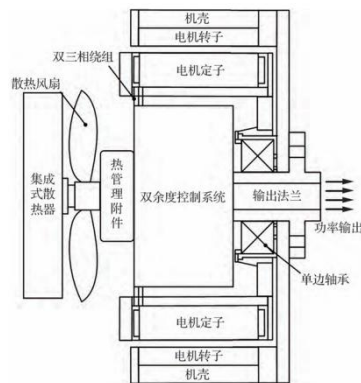
却管道，系统体积和重量均较大。目前多家企业提出电机、电控及其他部件集成设计，进而实现电驱系统的轻量化以及高功率密度。如英搏尔提出“集成芯”技术，将电机、电控、散热器进行集成，功率密度较行业平均水平提升约 20%—30%；Joby 提出一种将电机、电控、热管理系统以及变桨距机构、倾转架构与电驱系统深入集成合计，进而实现电驱系统轻量化目的。

图35：英搏尔“集成芯”技术



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

图36：Joby 电驱系统架构示意图



资料来源：苗永泽, 范兴纲, 李大伟, 等. 电动垂直起降飞行器电驱系统研究进展综述[J]. 航空学报, 2025, 46(22): 148–179., 国信证券经济研究所整理

电机市场空间展望：假设到 2027–2028 年左右，国内 eVTOL 适航取证顺利、单年交付量超 1 万台时；假设单机电机价值量超 50 万元，对应市场空间超 50 亿元。

能源系统：纯电为主、混动为辅的格局

低空飞行器的能源系统包括纯电系统、混动系统等多种。纯电系统利用先进的电池技术和高效电机，帮助飞行器实现低排放飞行，其动力主要来源于锂电池、氢燃料电池等。纯电系统的核心优势在于：1）分布式推进系统的设计使得纯电低空飞行器设计更加灵活、提升空间利用率。2）由电池进行动力供应，飞行器运行过程中噪音低且能够实现低排放。纯电方案的不足之处在于目前三元高镍锂电池能量密度在 280–320Wh/kg，在有限空间下难以支撑飞行器长航程、大运载需求。

混动系统则是通过传统的燃油发动机带动发电机发电，为分布在机翼或机体上的多个电动机提供电力，并由电动机驱动螺旋桨提供全部或大部分推力。一方面直接驱动电动机推进飞行器，另一方面为电池组充电以应对高功率需求场景。混动系统的核心优势在于：1）续航里程长，且燃油发动机可随时补充动力、极大程度缓解里程焦虑。2）双动力源架构提供了冗余保障，在某一动力源出现故障时，另一动力源可作为独立应急电源，提高飞行的安全性与可靠性。混动系统的不足之处在于噪音大、排放高、系统复杂度较高等。

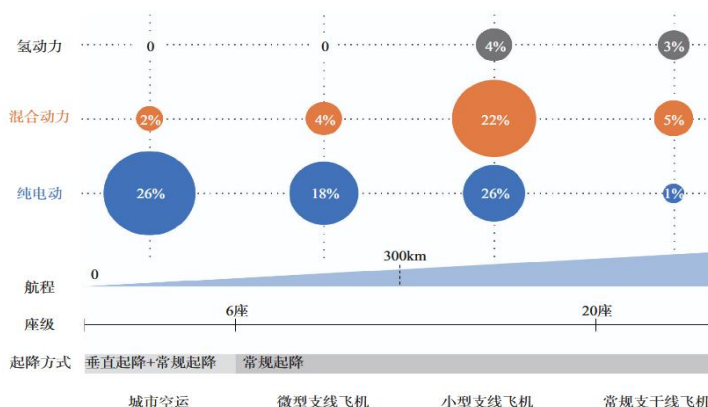
低空飞行器或将呈现纯电为主，混动为辅的格局。2024 年工信部等多部委印发的《通用航空装备创新应用实施方案（2024–2030 年）》提出，航空飞行器的新能源化为未来的主要技术方向，重点任务要以电动化为主攻方向，兼顾混合动力、氢动力、可持续燃料动力等技术路线。

能源方案因场景需求而异，纯电方案在旅游观光、物流末端配送等领域具有明显优势。纯电方案优势场景包括：1）续航里程要求较低、舒适性经济性要求高的旅游观光场景。2）安全性灵活性要求高、噪音需较低的物流末端配送场景。3）城市内客运场景等。如亿航智能开发的纯电无人驾驶载人飞行器 EH216-S，应用场

景瞄向空中出租车服务、空中观光、机场接驳等。时的科技开发的纯电飞行器 E20 已获得来自景区运营商、民营通航公司等多家客户意向订单，并有望在低空旅游和空中的士等场景实现应用。

混动方案优势场景包括：1）城市内客运及城际间客运场景。2）时效性要求高的长距离运输场景等。3）可靠性要求高、续航要求高的应急救援与特种作业等场景。如追梦空天开发的混动飞行器 DF600 应用场景瞄向通信中继、物资运输等场景。蓝霄航空开发的混动飞行器 LX-1 未来将主要用于城市物流、应急救援、远程运输等多场景。

图37：全球新能源航空器在研项目类型



资料来源：纪宇晗，吴佳茜，曾凡苍. 氢燃料电池支线飞机关键技术与发展展望[J]. 航空科学技术, 2024, 35 (01) : 15-24, 国信证券经济研究所整理

表 14: 纯电&混动 eVTOL 对比

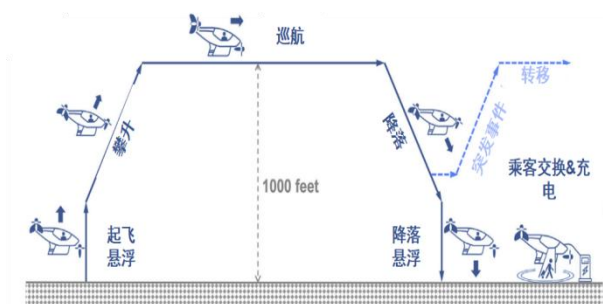
动力类型	公司（国家）	型号	最大航程（km）	应用场景
纯电	亿航（中国）	EH-216S	35	城市接驳、短途空中观光
	小鹏汇天（中国）	旅航者 X2	75	城市接驳
	沃兰特（中国）	VE25-100	200	城市接驳、物流运输、短途空中观光
	时的科技（中国）	E20	200	城市接驳
	吉利沃飞（中国）	AE200	200	城市接驳、物流运输、短途空中观光
	Volocopter（德国）	Volocity	35	城市接驳、物流运输
	Joby Aviation（美国）	Joby-S4	241	城市接驳、物流运输、短途空中观光
	Archer（美国）	Midnight	161	城市接驳、物流运输
	牧羽航空（中国）	MY-ABC	1500	城市物流、应急救援、远程运输
	天翎科（中国）	INFLYNC L600 Pioneer	600	空中物流、应急救援、远程运输
混动	追梦空天（中国）	DF600	1000	通信中继、物资运输
	蓝霄航空（中国）	LX-1	1000	空中物流、应急救援、远程运输
	Elroy Air（美国）	Chaparral C1	483	空中物流
	PAL-V（荷兰）	Liberty	1315	应急救援、远程运输

资料来源：李松. 飞行汽车发展研究和应用场景分析[J]. 汽车文摘, 2024. ；张卓然，于立，李进才，等. 飞机电气化背景下的先进航空电机系统[J]. 南京航空航天大学学报, 2017；中国航空工业发展研究中心《新能源飞行器发展白皮书(2024)》，国信证券经济研究所整理

锂电池是纯电飞行器的主流能源系统，对性能提出更高要求：1) 高能量密度：eVTOL 需要更高能量密度电池来降低自身负重，以此提升续航里程和载客空间。目前，高镍三元电芯能量密度在 280–320Wh/kg。而《通用航空装备创新应用实施方案(2024–2030 年)》提出要推动 400Wh/kg 级航空锂电池产品投入量产，实现 500Wh/kg 级航空锂电池应用验证。

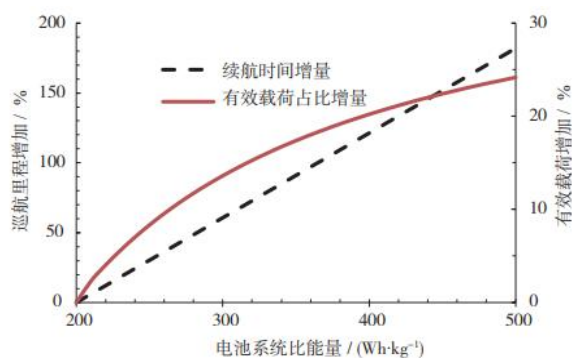
2) 高安全性：飞行器放电倍率提升，产热也会相应增加，为保障飞行安全性，对于电池及相应热管理系统提出更高要求。同时，锂电池还需要具有较强的防热扩散与控制能力，以保障在发生飞行事故情况下允许飞行器安全着陆。

图38：一次典型的 eVTOL 飞行过程



资料来源：Guang X Y, Teng L, Shanhai G, et al. Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft [J]. Joule, 2021, 国信证券经济研究所整理

图39：动力电池能量密度与飞行汽车有效载荷及航程

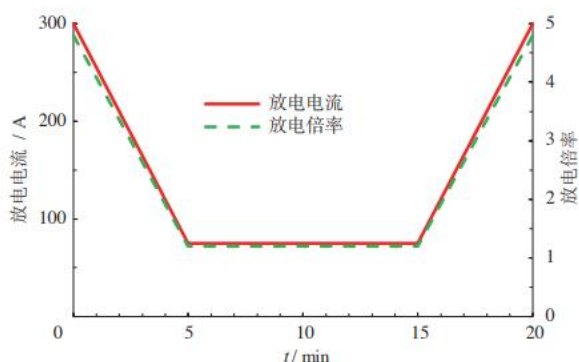


资料来源：张杨军, 钱煜平, 诸葛伟林, 等. 飞行汽车的研究发展与关键技术 [J]. 汽车安全与节能学报, 2020, 国信证券经济研究所整理

3) 高倍率：根据《低空航空器动力电池技术路线图(2025 版)》，eVTOL 为保障起飞、巡航、悬停等复杂飞行动作与系统失效时安全着陆的需求，电池系统需支持 4C 持续放电与 8C 峰值放电。此外，对于混动飞行器来说，飞行过程主要通过航空燃油来进行动力供应，电池则主要在起降及紧急情况下提供功率补充，电池功率要求较纯电飞行器进一步提升。

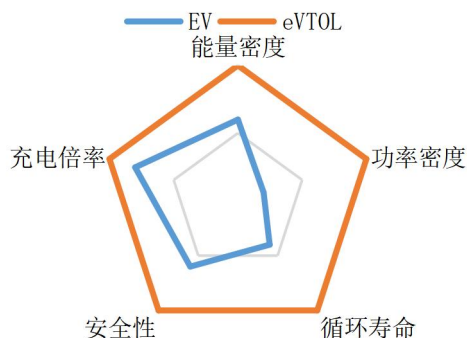
4) 可观的循环寿命：低空飞行器电池的寿命应超过 1200 次，以保障经济性与更换频率，降低全生命周期运营成本。

图40：飞行汽车城市空中交通典型工况动力电池电流输出及放电倍率



资料来源：张杨军, 钱煜平, 诸葛伟林, 等. 飞行汽车的研究发展与关键技术 [J]. 汽车安全与节能学报, 2020, 国信证券经济研究所整理

图41：EV 与 eVTOL 用电池性能对比



资料来源：邓景辉. 电动垂直起降飞行器的技术现状与发展 [J]. 航空学报, 2024, 国信证券经济研究所整理

锂电池目前在低空飞行器中应用的核心挑战在于：1）能量密度较低、续航能力有限：现有电池方案能够支撑 eVTOL 等飞行器的续航里程普遍在 50-200km，仍存在一定局限性。2）安全性与可靠性面临多维挑战：目前液态电池方案所采用的材料体系本征稳定性差、安全窗口窄，仍需提升在航空复杂环境的环境适应性和稳定性。3）补能方案仍需优化：航空动力电池 SOC 常用工作区间通常为 30% - 98%；在高 SOC 范围内电池的充电速度显著下降，影响补能效率，进而对于低空飞行器的运营效率产生影响。

图 42：电动垂直起降航空器和电动固定翼航空器动力电池技术路线

航空器类型	电池	2025年	2027年	2030年	2035年
电动垂直起降航空器	系统	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：220Wh/kg 放电倍率：5C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：280 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：280Wh/kg 放电倍率：5C 循环寿命：1500c ◆ 应用验证 能量密度：330 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：330Wh/kg 放电倍率：4C 循环寿命：1500c ◆ 应用验证 能量密度：400 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：400Wh/kg 放电倍率：4C 循环寿命：1000c ◆ 应用验证 能量密度：500 Wh/kg
	电芯	◆ 投入量产 能量密度：320Wh/kg 放电倍率：5C 循环寿命：1500c ◆ 应用验证 能量密度：370 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：370Wh/kg 放电倍率：5C 循环寿命：2000c ◆ 应用验证 能量密度：420 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：420Wh/kg 放电倍率：4C 循环寿命：2000c ◆ 应用验证 能量密度：500 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：500Wh/kg 放电倍率：4C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：700 Wh/kg
电动固定翼航空器	系统	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：250Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：300 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：300Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：400 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：400Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1600c ◆ 应用验证 能量密度：500 Wh/kg	◆ 投入量产 安全：热失控不蔓延 能量密度：500Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1000c ◆ 应用验证 能量密度：600 Wh/kg
	电芯	◆ 投入量产 能量密度：350Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1500c ◆ 应用验证 能量密度：400 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：400Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1500c ◆ 应用验证 能量密度：500 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：500Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：700 Wh/kg	◆ 投入量产 能量密度：700Wh/kg 放电倍率：2C 循环寿命：1200c ◆ 应用验证 能量密度：750 Wh/kg

资料来源：工信部装发中心《低空航空器动力电池技术路线图（2025 版）》，国信证券经济研究所整理

固态电池有望在低空飞行器领域实现应用，解决续航、可靠性等核心痛点。全固态电池的核心优势在于：1）目前全固态电池样品能量密度多集中在 400WH/kg 左右，将来有望突破 500WH/kg、较传统液态电池能够提升超 50%。更高的能量密度能够帮助飞行器实现更长的续航里程。2）全固态电池安全性能更高。

固液混合电池已经在新能源车、低空飞行器等领域实现小批量应用。2025 年，北汽福田推出固液混合电池重卡，上汽推出新一代搭载固液混合电池版本的 MG4，固液混合电池在车端逐渐实现应用。全固态电池目前正处于加速研发阶段，国内主流动力电池企业纷纷推出全固态电池样品，并规划搭建中试线，其凭借电化学性能优势有望在车端、机器人以及低空飞行器领域实现渗透。

中国电池企业技术全球领先，主导固态电池行业发展。国内主流动力电池企业依托在电动汽车市场积累的技术实力与成本优势，正快速切入 eVTOL 赛道。宁德时代、亿纬锂能、中创新航等企业已经推出 eVTOL 专用动力电池。目前电池企业多将固液电池方案应用于低空飞行器中。

表 15：低空领域动力电池企业布局情况

企业	eVTOL 用电池产品	能量密度	eVTOL 领域合作情况
宁德时代	凝聚态电池：2023 年 4 月正式发布，2025 年批量生产	凝聚态电池超 500Wh/kg	2024 年，宁德时代与亿航智能达成深度合作，联合开发适配 EH216-S eVTOL 的定制化电池包。2025 年初，宁德时代推出“低空动力解决方案”，目前已与小鹏汇天、峰飞航空等 10 余家 eVTOL 厂商达成合作。
亿纬锂能	“龙泉二号”全固态电池计划 2026Q2 量产	能量密度达 300Wh/kg，体积能量密度 700Wh/L。	2025 年 3 月，公司获小鹏汇天下一代原理样机低压锂电池定点开发通知书，同年 9 月发布“龙泉二号”全固态电池面向低空飞行器等领域，次年签约沈阳重明航空，重点攻克航空电源轻量化与可靠性瓶颈。
欣旺达	2025 年初推出“欣·云霄 1.0”航空动力电池，已量产并搭载百	1.0 版能量密度达 320Wh/kg， 2.0 版能量密度达 360Wh/kg	2025 年 4 月与航天飞鹏达成战略合作，为其 FP-981C “射手座” eVTOL 提供高性能电池；2025 年 11 月，欣

欣界能源	公斤级飞行器。年中，推出第二代“软”固态“欣·云霄 2.0”公司已推出“猎鹰”锂金属固态电池。2026 年 1 月其 2GWh 固态圆柱电池产能投产。	能量密度达 480Wh/kg, 系统能量密度超 300Wh/kg	旺达宣布与尚飞航空合作，双方聚焦 eVTOL 电源系统业务，助力尚飞航空核心机型的适航验证与商业化落地。
中创新航	公司已推出“顶流高能-超级飞行电池”，该固液混合电池计划于 2026 年正式应用，可为 8 吨级 eVTOL 提供动力	能量密度达 350Wh/kg	已为亿航 216 系列 eVTOL 供应固态锂金属电池，后者完成全国首例无人驾驶载人航空器跨海峡飞行。
			已为广汽旗下广东高域 Aircab 提供动力支持；与览翌航空达成战略合作，共同推动 eVTOL 电源系统标准化，致力于降低行业应用成本。

资料来源：各公司官网，高工锂电，维科锂电，山东省新型储能制造业促进会，国信证券经济研究所整理

全固态电池短期在性能、成本上仍存在不足，企业正加速研发攻关、2026-2027 年全固态电池有望实现小批量试产。目前全固态电池能量密度多在 400Wh/kg 左右，循环寿命在 1000 次以内，倍率性能表现一般，电池成本显著高于 3 元/Wh；距离商业化应用仍存在一定距离。企业正通过对固态电解质、正负极材料配方、形貌等进行修饰和优化，并搭配设备端的针对性研发调整，改善固固界面接触问题，持续提升产品性能。预计宁德时代、比亚迪等企业有望在 2026-2027 年完成固态电池产线的搭建以及产品的小批量生产。

表 16: 部分企业固态电池量产规划

动力电池企业	技术路线	量产节点
宁德时代	硫化物、凝聚态	预计 2027 年有望实现小批量生产。
卫蓝新能源	氧化物、聚合物	固液混合电池已量产，计划 2027 年左右实现全固态电池量产。
中创新航	硫化物	计划 2027 年小批量装车。
国轩高科	硫化物、氧化物+聚合物	计划 2026 年推进示范应用，2027 年小批量出货。
亿纬锂能	硫化物、氧化物、卤化物	公司 2025 年完成固态电池中试线建设。2026 年实现生产工艺突破，推出能量密度 350Wh/kg 和 800Wh/L 的全固态电池 1.0 产品；2028 年推出 1000Wh/L 以上的高比能全固态电池 2.0 产品。
蜂巢能源	聚合物；硫化物	目前蜂巢能源已建成全球最大的 2.3GWh 固液混合专用产线，2027 年完成爬坡并批量交付。
比亚迪	硫化物	2027 年左右，启动全固态电池批量示范装车应用。
瑞浦兰钧	氧化物	瑞浦兰钧计划 2026-2027 年实现全固态电池小批量生产，目标能量密度超过 400Wh/kg，应用于乘用车及低空飞行器等领域。

资料来源：各公司官网，高工锂电，鑫椤锂电，国信证券经济研究所整理

换电等补能手段的优化，亦将加快低空飞行器产业发展。锂电池单一体系的能量密度与补能速度往往不可兼顾，如固态电池在能量密度方面具有显著优势、但其在充放电能力方面则表现相对一般。而换电方式则能够显著缓解充电速度慢现状。如英武智能研发出全球首款可换电可折叠超轻型 eVTOL，该机型可实现 3 分钟换电，半固态电池续航 30 分钟。

表 17: 不同补能模式对比

	换电模式	快充模式	慢充模式
充电时间	3-10 min	15-30 min	6-10 h
电池寿命	可定期对充电电池进行维护保养, 提高电池的寿命	直流快充使电池寿命短	正常电流充电, 对电池寿命影响小
电网负担	充电功率低, 低谷充电, 电网影响小	强电流加大电网负荷, 电网冲击大	充电功率低, 低谷充电, 电网影响小
充电成本	成本较低 (低谷充电)	成本较高 (高峰充电)	成本较低 (低谷充电)
消费者体验	体验较好, 缓解充电焦虑	体验较好, 等待时间短	体验较差, 排队时间长
购车成本	租赁电池, 降低购车成本	购买电池, 提高购车成本	购买电池, 提高购车成本

资料来源: 聂规划, 刘畅, 郭萌. 电动汽车充换电服务模式研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2018, 31 (03): 68-73, 国信证券经济研究所整理

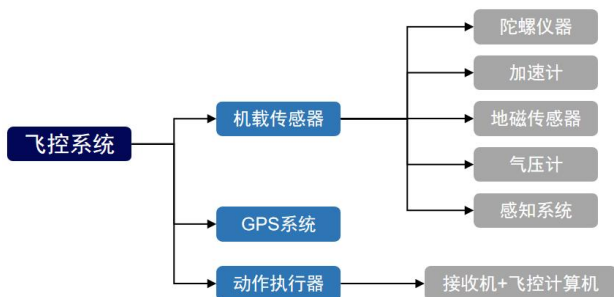
电池市场空间展望: 假设到 2027-2028 年左右, 国内 eVTOL 适航取证顺利、单年交付量超 1 万台时; 假设单机带电量 200kwh、固液混合电池单价为 1 元/Wh, 对应市场空间约为 20 亿元。

伴随全固态电池在 2026-2027 年产品的持续优化与开始进入商业化, eVTOL 续航能力后续将会显著提升、并加快其产业应用的进展。

飞控系统: 飞行器的“神经中枢”

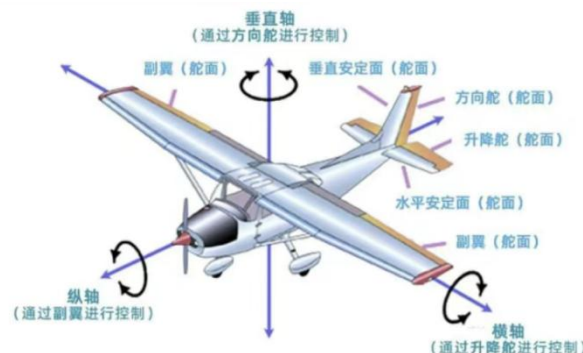
飞控系统主要承担航迹规划、姿态控制和飞行增稳等核心功能。飞行控制系统主要由电源模块、控制模块、传感器模块、执行器模块构成。飞控系统是用以全部或部分地代替飞行员控制和稳定飞机的运动, 并能改善飞行品质的反馈控制系统。飞控系统的核心功能在于: 1) 航迹规划: 支持自主起降、航点导航、返航及任务路径规划等。2) 姿态控制与飞行增稳等: 通过处理传感器数据, 实时计算并生成控制指令, 实现飞行器姿态稳定、悬停、巡航等。

图 43: 飞控系统构成



资料来源: Leaderobot, 国信证券经济研究所整理

图 44: 飞控系统承担航迹、姿态控制等功能



资料来源: 边界智控, 国信证券经济研究所整理

低空飞行环境、适航标准等与传统民航有所差异, 对其飞控系统智能化、安全性以及普适性提出要求:

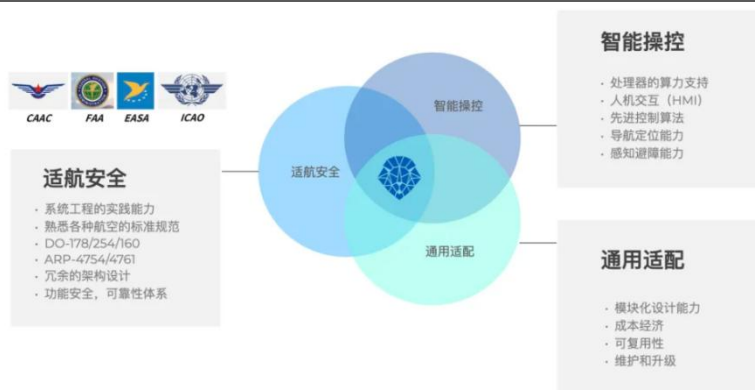
1) 适航安全: 新的适航标准需要飞控系统设计熟悉各种航空的标准规范; 功能设计要秉承安全性设计, 建立可靠性体系。同时, 飞控系统需要对低空飞行器飞行中可能存在的故障或突发因素进行模拟, 需要较多的数据进行支撑。

2) 智能操控: 低空飞行面临复杂的飞行环境, 需要更精确的导航定位、感知避障

能力，传统导航方法受限，需要配备更先进的传感器实现高精度导航和飞行，未来智能感知融合将是低空导航系统的核心技术。操控方面，自主飞行、智能化操控，人机交互更为匹配。

3) 通用适配：传统民航飞行项目的研发方式通常是一个项目对应一套飞控和航电系统，开发和适配周期长；低空飞行项目下对模块化通用化设计、成本与经济性提出了更多的要求。

图45: eVTOL 场景下飞控系统的挑战



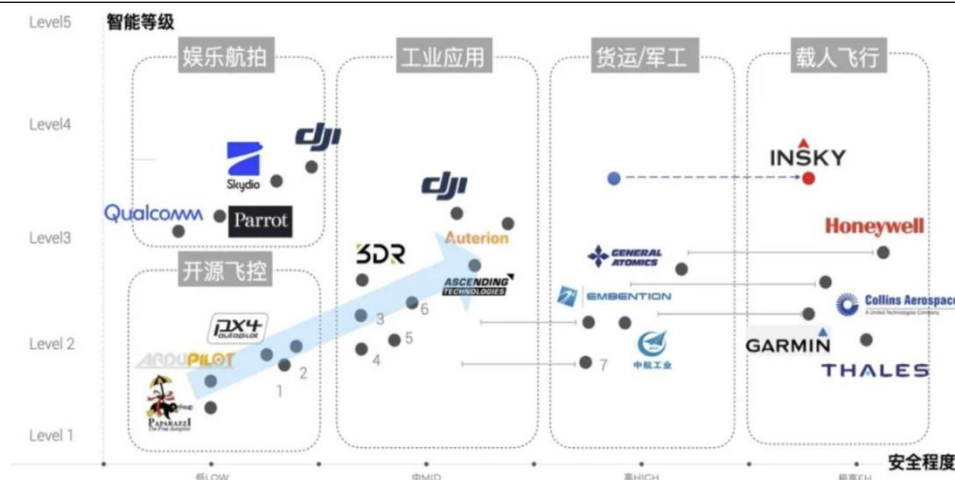
资料来源：狮尾智能，国信证券经济研究所整理

民用航空飞控系统海外企业份额较高，无人机领域飞控系统多采用自研方式。 无人机领域飞控系统多采用自研方式。消费级无人机飞控系统主要由高通、Skydio、Parrot、大疆等自主研发。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。同时，3DR、大疆、Ascending Technology等亦进行工业级飞控系统自研。在民用载人飞控场景下，Honeywell、Collins、Garmin、Thales等企业市场份额稳居全球前列。国内企业如中国航天618所、边界智控、致导科技等企业正加速相应产品布局。

飞控系统的国产化、智能化、集成化，是发展的必由之路。 海外国家此前针对无人驾驶航空飞行器及其相关技术已经制定了严格的防扩散制度。而飞控系统是飞行器的神经中枢，对于产业安全具有重要影响，国产化是其发展必然趋势。例如边界智控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。

此外，通过机器学习和人工智能技术，飞控系统将能够更好地适应不同的飞行环境，提供更加精确的控制，具有自主导航、避障、自动返航等高级功能。而模块化的设计，会让飞控系统升级和维护变得更加容易，集成化则能让飞控系统更加简单，执行效率更高。

图46: 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

飞控市场空间展望：假设到 2027-2028 年左右，国内 eVTOL 适航取证顺利、单年交付量超 1 万台时；假设单机价值量超 40 万元，对应市场空间超 40 亿元。

表18: 部分飞控系统公司情况

厂商	公司概况	客户
Honeywell	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 领域已经获得超过 100 亿美金的订单。	Vertical、Lilium、Supernal 等
边界智控	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冗余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。	广汽研究院、沃兰特以及亿维特等
狮尾智能	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。	峰飞航空等
昂际航电	由 GE 和中航工业集团平股合资组建，C919 飞控系统核心供应商，已启动面向 eVTOL 的高度集成化飞控系统研发	览翌航空、翎飞航空

资料来源：边界智控，势能资本，狮尾智能，昂际航电，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

2. 低空运营

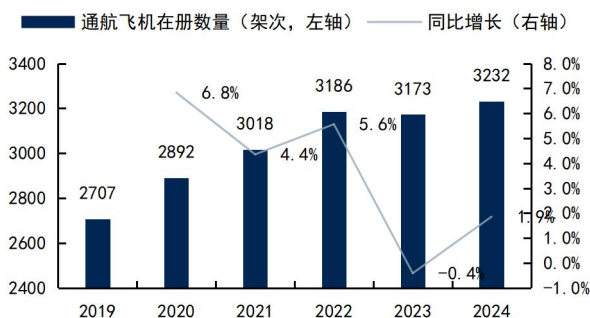
2.1 我国通航运营市场现状和差距

通用航空和低空经济的下游环节主要由运营和维保（销售、维修、租赁、检验检测、测试试飞、飞行培训）组成。在产业链价值逻辑中，下游服务环节凭借高附加值和长尾效应，决定了通用航空和未来低空经济的商业化深度与市场规模上限。

我国通航飞机数量和商业飞行用途结构具备提升优化空间。我国通航飞机数量仅为美国的 1.54%，当前飞行用途以传统作业场景和飞行培训场景为主，载人载客类等消费类应用发展潜力大。根据中国民航局《2024 年民航行业发展统计公报》，截至 2024 年底，中国通用航空领域在册通用航空飞机数量达 3232 架，规模为美国的 1.54%。根据 FAA《2024 年通用航空统计年报》和美国运输统计局（BTS）数据，美国 2024 年在通航飞机保有量达到 20.97 万架，根据 FAA《2024-2044 财年

航空航天预测》，美国现役通航飞机数量从 2022 年开始以平均每年 0.4% 的增速增长到 2044 年达 22.90 万。

图47：2019-2024 年我国通航飞机在册数量



资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所整理

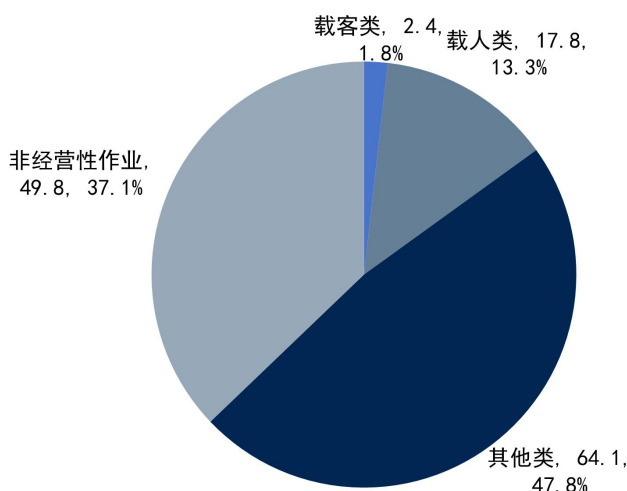
图48：2020-2024 年我国通航飞行作业时间



资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所整理

我国当前通航飞行用途以传统作业场景和飞行培训场景为主，载人载客类等消费类应用发展潜力大。2024 年中国通航飞行小时数为 134.1 万小时，同比下降 2.2%。按用途划分，其他类（传统作业）完成 64.1 万小时，同比降 8.0%，占总小时数 47.8%；非经营性作业（培训类）完成 49.8 万小时，同比降 0.6%，占总小时数 37.1%；飞行载客运输类（从事旅客运输的经营性飞行服务活动）飞行 2.4 万小时，同比降 12.5%，占总小时数 1.8%；载人类（空中游览、文旅观光等）完成 17.8 万小时，同比增 22.6%，占总小时数的 13.3%。

图49：2024 年中国通航用途按小时数（单位：万小时）



资料来源：中国民航局，国信证券经济研究所整理

在飞行总时长方面，2022 年美国通航飞行总时长为 2695.34 万小时，根据《2024-2044 财年航空航天预测》，美国通航飞行总时长从 2022 年开始以每年 0.7% 的增速增长，预计到 2044 年将达到 3160 万小时。个人消费市场是美国通用

航空产业最主要的领域，场景更偏向私人用途与短途运输。FAA 统计数据显示，私人用途和短途运输在美国通用航空飞行总时长中占据 70.56%，是美国通用航空产业最重要的构成，这与美国战后基建民用化带来的设施便利性、私人飞行文化普及及消费需求成熟直接相关。根据 FAA，2023 年按用途划分的总飞行小时数统计，美国通航个人用途占 29.3%，教学占 28.9%，空中通勤为 9%，空中农业作业为 4%，航空医疗为 3.2%。具体来看，私人用途涵盖个人休闲飞行、家庭出行等，而短途运输则依托其密集的机场网络，通过通勤航空连接偏远地区与枢纽机场。

表19：中美通用航空基础设施建设对比

对比维度	中国（2024）	美国（现有公开口径）
通航飞机数量（在册）	3,232 架	≈200,000 架
通航飞行员数量	65452 个	≈380,000 人
通航机场及各类着陆设施	475 个	≈19,000+个
年通航飞行小时	134.1 万小时	≈2,500 万小时
载人运输飞行小时	2.4 万小时	≈1,700 万小时
颁证通航航空承运人数量	760 家	54 家

资料来源：中国《2024 年民航行业发展统计公报》，美国《2024 年通用航空统计年报》，中商产业研究院《2024-2029 年中国通用航空行业市场发展前景研究报告》，国信证券经济研究所整理

从应用场景来看，中美通用航空呈现明显差异，这种差异与两国通航发展路径、市场需求及基础设施布局密切相关。中国通用航空当前以工商业勘探及生产性服务场景为主导。实际运营中集中于电力巡线、工商业勘探、地质测绘、农林植保、应急救援等领域。这类场景多服务于产业端需求，具有较强的公益性与生产属性，与中国通航发展初期“优先支撑实体经济与公共服务”的政策导向相契合。从通用航空产业特点及美国产业的发展情况来看，我国通航消费市场载人载客业务占比存在显著提升空间，通用航空短途运输、公务包机飞行等高附加值细分市场有望实现规模化增长。

我国通用航空多年的积累成果是发展低空经济的重要基石，新时代低空经济的发展标志着综合交通体系的革命性变革，必将带动和促进通用航空的协同发展，赋予通用航空新的生机和活力。近年来，低空经济作为新质生产力重点培育，产业发展迅速。一方面，政策支持力度加大。低空空域经过多年改革，形成了明确的空域基础分类，使得产业化有了确定性依据。连续两年的中央政府工作报告高规格定调引领产业加速发展。另一方面，以无人机、eVTOL 为代表的新型先进飞行器研发与应用取得实质性突破，以更环保、更安全、更高效的技术驱动产业发展，突破了传统通用航空的场地和场景限制，打开了低空经济的运营场景的无限空间。据赛迪顾问测算，2023 年我国低空经济市场规模达 5059.5 亿元，2025 年整体市场规模将达到 8591.7 亿元，其中，低空航空器制造和低空运营服务的市场规模占比接近 55%，展现出较为可观的经济价值和极大的发展潜力。作为低空经济的主体的产业，通用航空产业有望迎来前所未有的发展机遇。

2.2 低空运营的行业门槛和市场格局

通航运营企业牌照门槛极高，具有重资产属性。通航运营为通用航空核心产业链中游，机场的设施及位置将影响通航运营的服务范围、航线数量和服务种类，加油点、通讯设施、合格停机坪的位置及数量将影响通航运营企业的服务能力和服务安全性，进而影响下游需求。通用航空各类业务差异明显、作业环境复杂、作业量较大，对生产安全提出较高要求，存在较高的技术管理和运行资质壁垒。安全保障能力是通用航空企业的核心关注点，为有效保证飞行的安全性、可靠性，通用航空公司飞行员均需经过长时间培训和实操经验，并取得相应的专业技术资

格。此外，通用航空行业作业范围广、作业空域低、作业时效性强，对于通用航空公司航空器检修、运行监控、保障服务都提出了极高的要求。经营运行资质的取得需要企业在技术水平、机队规模、人员完整度、运营管理水平等多方面达到相应标准，通过民航局相关批准，方可取得。海上油气平台飞行服务、海上风电飞行服务、直升机代管及公共服务等通航业务具有较高资金、安全、技术门槛。通航企业承接该类业务，需在安全保障、基础设施、人员训练等方面有较大投入，满足甲方及监督方要求。例如，从事海上油气平台飞行业务，必须拥有先进的大中型直升机，以及配套的通航机场、机库等基础保障设施，该特点决定了该类业务的重资产属性。

国内多数通航运营企业规模小，主要业务集中于少数龙头企业。我国通航运营企业以培训业务和农林作业类业务为主，高附加值的个人消费服务（载客类）在 2024 年仅占比 1.78%。根据中国民航局数据，截至 2024 年底，我国获得通用航空经营许可证的传统通用航空企业 760 家，企业平均航空器持有量仅为 4.25 架，多数企业规模不大、飞行量较少。全国约有 80% 以上的通航企业规模小，处于起步阶段，盈利能力较弱，而少数规模较大的通航企业凭借技术资源、人才资源、航线资源等优势，市场占有率较高，盈利能力较强。目前市场主要参与者多为大型国有企业，如中信海直、南航通航、中国通航、北大荒通用航空等。呈现出区域性和细分赛道特性。

2.3 低空运营的发展趋势与机遇

针对大规模应用场景拓展，低空运营企业应具备五个能力。

（1）专业化运营能力。这包括安全保障体系和航线航路运营能力两方面。运营企业首先需建立安全保障和应急处置体系 and 专业的飞行器维修保障能力，预防和应对多发性、常见性安全风险。

（2）获得相关资质的能力。通用航空业务开展需具备相关资质，行业内多种运行合格证及许可证的资质认证和获取（91 部、92 部、135 部、136 部等民航局资质）审批严格，获批难度大，是行业核心壁垒。

（3）航线航路统筹协调能力。以中信海直 2025 年 8 月完成的海上石油平台飞行项目为例：公司承担核心协调与保障工作，包括协调确定距陆地最近的海油平台为降落点，协调集团内公司将金沙湾停车场改为临时起降点，协调在海上平台增设充电装置；同时协调军方、民航局、香港民航处等部门保障隔离运行，并沿用公司多年验证的直升机航线确保飞行安全。此外，公司与政府部门的通道渠道已打通且配合良好，在深圳空域协助珠海航管站进行非民航飞行器的协调管理，因自身飞行量较大，能掌握日常飞行计划，在空域协调中具备一定主导性。

（4）较高的资金门槛以购买和替换飞行器以及招募和培训专业飞行员的资金能力。例如，从事海上油气平台飞行业务，必须拥有先进的大中型直升机，以及配套的通航机场、机库等基础保障设施，该特点决定了该类业务的重资产属性。

（5）形成持续商业闭环的综合能力。低空经济是长周期大投入的行业，商业经济性是企业能否进入大规模商业化运营的核心考量。头部运营企业需要具备充足的 B 端市场支撑尚未到来的 C 端大规模市场应用，同时具备市场需求的持续激发与挖掘能力。

低空规模化运营重点关注海上运输、港口领航、物流配送三个场景。

以无人机和 eVTOL 为代表的新型航空器与直升机和固定翼飞机等传统通航航空器

是互补而非完全替代关系。随着新型航空器的技术逐渐成熟，未来购机成本、能源成本、人员成本、运维成本都可以预期更低，为低空运营带来更好的商业经济性。低空经济应用场景的拓展与航空器技术发展是密不可分的，低空应用在我国的发展路径已经很清晰：国家发改委已明确指出，低空经济应用场景应按照先载货后载人、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。结合低空经济的产业特点和航空器的使用特性，行业的专业化运营在短期内会聚焦在高价值、专业化和经济性三重考虑的应用领域，具体来说则是海上运输、港口领航、物流配送（支线+末端）三个场景。

（1）海上运输

海上油气平台飞行服务。我国海上油气开采主要集中于中海油及其下属公司，中国海油于 2025 年 12 月发布的《中国海洋能源发展报告 2025》显示，今年全球海洋油气勘探开发投资预计达 2175.5 亿美元，占全球油气勘探开发总投资的 35.7%，连续 5 年保持增长态势，复合年均增速达 11%。预计 2025 年中国海洋石油产量约为 6800 万吨，同比增长约 250 万吨，约占全国石油增产量的 8 成；海洋天然气产量约 300 亿立方米，同比增长约 40 亿立方米。未来五年将是我国海上油气开发从浅海向中深海跨越的关键期，高端油服市场需求将持续释放。由于海上气象条件与环境复杂，且存在恶劣天气下的抢险救援任务需求，直升机往返海上油气平台是运送油气平台作业人员、器材设备或执行其他后勤支援工作的主要手段。根据中海油服年度报告，中海油服年度钻井平台作业日数从 2019 年的 14737 天上升至 2024 年的 17502 天，增加了 2765 天，累计增长 18.7%，复合增速 3.5%。《“十四五”现代能源体系规划》中明确提出我国要增强能源供应链稳定性和安全性，增强油气供应能力，不断增强风险应对能力，保障产业供应链稳定和经济平稳发展。通用航空作为海上油气、海上风电、电力巡线的重要后勤保障方式，市场需求将迎来较大提升。

海上风电飞行服务。海上风电飞行服务主要是通过直升机的绞车作业方式将维保人员运送至风力发电机上或海上保障平台。相比传统的轮船运输，采用直升机运输具有快速高效、作业限制条件少等特点。维保人员遇到突发状况时，也可第一时间实施应急救援。2025 北京风能展上发布的《风能北京宣言 2.0》提出，“十五五”期间，我国海上风电年新增装机 1500 万千瓦。预计到“十五五”末，我国海上风电累计装机规模将超亿千瓦。《“十四五”现代能源体系规划》明确鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局，以京津冀及周边地区、长三角、粤港澳大湾区等为重点，统筹推动海上风电规模化开发。海上风电的规模化开发，赋予直升机、eVTOL 海上风电飞行服务更大的增长空间海上风电平台需要使用直升机运输往返运送施工人员、维修人员、值守人员、器材设备或执行其他后勤支援工作。

（2）港口领航

港口引航员的危险性仅次于矿工和试飞员，被评价为世界第三大危险职业。与传统的引航艇作业方式比较，航空器引航具有快捷、高效、抗风浪等级高、活动范围大等特点。作业效率方面，引航员海上单程交通时间由原来的 2-3 小时大幅缩短至 10-15 分钟，登轮效率提升 90%以上，极大加快了船舶周转速度，更直接为船东节省了可观的船期成本和燃油消耗。保障能源和原材料供应链方面，在寒潮大风等恶劣天气过后形成的海况“窗口盲区”，传统交通工具拖轮、引航艇因涌浪较大无法作业，直升机能够快速恢复引航服务，不仅提升了港口的作业弹性，更是直接服务于国家重要物资供应链的稳定畅通。登离轮安全方面，通过采用船舶甲板直降的接送方式，彻底避免了引航员在海上攀爬引航梯这一传统作业中的最高风险环节，消除了因梯断、滑倒、跌落等原因造成的人身伤害隐患。航空器

快速响应的特性，使得引航机构能够更灵活、精准地调配引航员资源，实现与船舶靠离泊计划的紧密衔接，提升港口通航效率和整个港口体系的运行效能。

据中国引航协会，2018 年我国直升机引航作业飞行时间为 3200 小时，2024 年为 4024 小时，近 6 年复合增长率为 3.9%，2024 同比增长 8.8%。直升机引航单次飞行时间一般为 0.5-1.5 小时，假设平均飞行时间约为 1 小时/次，则 2024 年全年飞行次数约为 4024 架次。费用上，根据船舶吨位，10 万吨以下每次约为 1 万，10 万以上每次约为 2 万，假设单次平均飞行费用约为 1.5 万元。2024 年直升机引航市场规模约为 6036 万元。据交通运输部，2024 年全国港口引航超过 40 万艘次，则当前直升机引航渗透率约为 1.0%。假设港口引航次数平均年增速为 5%，直升机引航渗透率每年提升 0.5%，单次平均飞行小时数和费用不变，则到 2030 年直升机引航市场规模可达约 32211 万元。

（3）物流运输

低空物流作为依托无人机、eVTOL 等新型飞行器在 1000 米以下空域开展货物运输的新兴业态，能够有效突破地理限制，重塑传统物流的空间边界。据交通运输部统计，2024 年我国无人机配送快递邮件约 270 万件。《2024 中国低空物流发展报告》显示，中国低空物流市场规模由 2020 年的 271.8 亿元增长到 2023 年的 581.8 亿元，增长率达 37.41%，预计将在 2025 年达到 1200 亿至 1500 亿元。按照运输距离，低空物流可划分为干线物流（500 公里以上）、支线物流（50—500 公里）、末端物流（20 公里以内）。按照地理特征低空物流也可分为城市（同城末端配送）和非城市（跨城、山区、海岛支线物流）。中国物流与采购联合会航空物流分会统计，2024 年我国新开低空物流航线超过 140 条。目前城市开通低空物流航线主要以末端航线为主，城市内航线占比达到新开航线总量的 90%，跨省、市航线仅占 10%。

城市场景主要执行同城商品运输的末端配送，具体应用于外卖餐饮、医疗物资、生鲜食品的即时配送以及快递包裹的运输。通常运输距离在 15km 之内，单架次载重 20kg 以内，货物以轻小件为主，快递 5-15 件/架次，外卖目前主要为 1 单/架次，每日可起降数十架次。目前顺丰丰翼、美团、迅蚁等企业已在试点城市实现常态化运营。

非城市场景聚焦跨城支线物流和特定场景（山区、景区、海岛）运输。跨城支线物流主要执行 100km 左右的中长距离物流运输，单架次载重数十公斤至百公斤，每天可往返 2-4 架次，适用于对时效要求高、价值高的货物的物流线路。2025 年 12 月，顺丰设立了全国首条跨海峡低空无人机物流运输实现常态化运营，从海南海口到广东徐闻航线，用具备 20 公斤的有效载荷和满载 70 公里的续航能力的丰舟 90 无人机成功实现了快速跨海的突破，仅用 19 分钟替代了传统“陆运+水运”，节省了近 5 小时。富临运业计划在成都青城山开展山区低空物流业务，预计成熟后单个项目年收入可达千万元级别。目前，顺丰、京东、亿航智能等企业已依托大湾区和川渝山区等合适地形试点无人机支线物流运输，并探索常态化运营，推动低空物流从单点试点走向网络布局。

无人机运载效率高，运输航线可固定，监管难度较小，可以提高物流效率、降低运输成本。相比传统运输方式，无人机运输速度快、不受地形影响，相同距离平均可以缩短 70% 的运输时间。美团无人机配送平均时长约 12 分钟，较传统配送模式缩短 150%。仅在大湾区，顺丰丰翼无人机日均配送量已达两万单，跨城物流平均 3 小时可送达。无人机运输单位成本取决于无人机成本与使用率、航线订单密度，即便早期单位成本偏高，但随着无人机成本下降、订单密度提升，单位成本将持续下降。根据中通研究院测算，“支线+末端”的无人航空物流模式，理想状

态下，可以为物流企业降低综合经营成本达 30%以上。

根据中通研究院《“末端+支线”无人机运营场景成本分析》，以中通在末端配送场景使用的电动六旋翼小型无人机“海燕”为例进行测算，一架物流无人机生命周期内运营的总成本为 8.6 万元，总共可运输的包裹数为 7.5 万个，其中无人机设备及供能设备成本占比超过 95%。假设理想状态下每次均满载飞行（单次运输 30 件快递包裹，每个包裹单件平均重量为 0.5 公斤），则单个包裹运输成本为 1.15 元。在无人机采购与运营成本相对刚性的情况下，日均飞行起降架次、单架次装载量（装载率）是影响单位货运成本的两个关键变量。在业务量饱满的航线，无人机货运更容易跨过盈亏平衡线、更接近实现商业化运营。

随着无人机制造成本和使用量的规模化提升，低空物流单位货运成本有望持续下降。中国民航局在《民用无人驾驶航空发展路线图 1.0（征求意见稿）》中提出，“2025 年城市短途低速轻小型物流配送无人机逐步成熟，支线短途中低空吨级大型无人机逐步应用；2030 年，城市中短距离快速中小型物流配送无人机逐步应用，支线中途中高空吨级大型无人机逐步应用；2035 年，城市中长距离快速中大型物流配送无人机逐步推广，支线长途高空吨级大型物流无人机实现航线飞行”。

低空运营核心催化应当关注 eVTOL 适航取证进展以及应用场景从试点转为常态化的节点。适航取证是商业化运营的先决条件，代表着航空器技术的成熟稳定可控。目前我国仅有亿航智能 EH216-S 一款载人多旋翼 eVTOL 以及峰飞航空 V2000CG 一款载货复合翼 eVTOL 获颁适航三证，从航空器构型以及具体的技术参数都不足以达到大规模载人或载物商业化的参考条件。截至 2025 年第三季度，国内约 100 家 eVTOL 整机企业，17 款产品进入适航受理或取证阶段，2025 年一年内取证/受理 7 款，国内大部分载人 eVTOL 机型将在 2028 年前后获批四证（TC/PC/AC/OC）并初步实现量产，届时载人商业化有望实现规模化落地。从应用场景来看，国家发改委已明确了“先载物、先隔离、先城郊”的发展路径，因此低空物流运营的商业化进度应是较快的。目前，以峰飞航空和中信海直为代表的整机和通航运营企业针对不同应用场景和飞况的载物进行了联合试验飞行，在跨城、跨海岛等支线运输试点方面取得了良好的验证成效。2025 年 10 月 31 日召开的国务院常务会议指出要面向产业发展优先布局一批新领域新赛道场景、高价值小切口场景和跨区域跨领域综合场景，促进形成从技术突破到产业应用的完整闭环。未来，中信海直等运营企业何时将试点航线以及高价值小切口的如港口领航场景变成常态化模式将值得期待。

3. 低空基建与信息服务业

3.1 低空“软基建”和“硬基建”

低空基础设施被视为支撑低空飞行领域公共工程体系的资源集合。这一集合不仅包含实体设施，如通用机场、无人机起降场、停机坪、停机库等，还涵盖技术系统与服务体系，共同构成低空飞行活动的物质基础与技术保障。

- （1）“硬基建”指的是提供物理支撑的设施网络，是低空经济活动的物理载体。
- 1) 起降设施网络，由通用机场、垂直起降场（Vertiport）、无人机航站（Droneport）、临时起降点等构成的多层次、广覆盖的起降网络，为飞行器提供起降、停放、充换电、货物装卸、乘客候乘等功能。
 - 2) 能源补给网络，由充电桩、换电站、加氢站等构成的“空中加油站”网络，解决飞行器的“里程焦虑”。
 - 3) 物理保障设施，包括固定运营基地（BO）、维修维护中心（MRO）、测试场、气象观测站等配套服务设施。

- （2）“软基建”指的是提供技术、服务和数据支撑的数字化、网络化、智能化系

统，是低空经济的“大脑”和“神经网络”。

1) 信息通信网络，以 5G/5G-A、北斗、卫星通信、物联网等技术为核心的低空智联网，实现通信、导航、监视 (CNS)、安全防控的无缝覆盖，确保看得见、呼得到、联得上、管得住。

2) 数字空域与航路网，基于实景三维中国、城市信息模型 (CIM)、高精度三维地图、数字孪生等技术构建的数字化空域和航路网络，实现空域的精细化管理和航路的智能规划。

3) 智能管控与服务平台，以传统飞行服务站 (FSS)、无人机交通管理 (UTM) 平台或智能融合低空系统为代表的“低空大脑”，利用人工智能、大数据、云计算等技术，实现飞行计划审批、冲突探测与解脱、动态空域管理、飞行监控等智能化管理功能。

综上所述，低空基础设施是一个集物理设施、信息网络数字底座和智能管控于一体的复杂巨系统，其本质是通过数字化、网络化、智能化手段，将传统的、静态的、模糊的低空空域，转变为可计算、可管理、可服务的动态数字空间，从而释放低空经济的巨大潜力。

图50: 低空经济“硬基建”、“软基建”



资料来源：中国信息信息协会低空经济分会，《低空基础设施发展研究报告》，国信证券经济研究所整理

3.2 低空基建规划和咨询

低空基础设施作为支撑低空经济高质量发展的物理基础和运行保障，其建设涵盖从顶层设计到施工落地的全链条环节，也就是“设计与咨询服务”、“材料与系统供应”、“工程施工与监理”、“质量监督与行业验收”四大核心环节。

1) **设计与咨询服务**主要负责为低空基础设施的建设提供顶层设计和智力支持，其核心业务包括宏观层面的低空经济发展规划、产业规划、空域规划、航路航线规划以及通用机场、起降场（点）、信息基础设施、信息系统平台的选址、勘察、设计，同时还涉及相关的政策研究、法规咨询、技术标准制定等服务。主要参与玩家包括传统设计院、科技企业、跨界企业。

2) **材料与系统供应**负责提供建设低空基础设施所需的各类硬件产品和核心系统，包括用于建造机场跑道、航站楼、机库等设施的特种建筑材料，还涵盖了用于地面保障系统的监视雷达、通信基站、充电设备等各类高科技核心系统和零部件的供应。材料与系统供应的技术水平和生产能力，直接决定了基础设施的性能、质量和成本。材料与系统供应市场呈现国产主导、中外协同的竞争格局，参与者涵盖传统基建企业、航空航天企业、跨界科技公司及细分领域专精特新企业。

3) **工程施工与监理**负责将设计蓝图和材料设备转化为实体工程，其核心业务是通用机场、起降场（点）及其配套设施的土建施工、设备安装、系统集成和调试运行。由于低空基础设施，特别是机场工程，涉及飞行安全，因此对施工企业的资质、技术和管理能力有极高的要求，通常需要具备民航专业工程施工资质。同

时，专业的工程监理单位负责对施工全过程进行质量、进度和投资的监督管理，确保工程符合设计要求和行业标准。工程施工与监理参与者主要由具备相应资质的传统大型建筑企业、专业化的民航工程施工公司以及由多家企业组成的联合体构成。

4) 质量监督与行业验收是贯穿产业链全过程的保障系统，确保低空基础设施的建设和运营符合国家安全标准和行业规范。主要包括建设过程中的质量监督，由第三方检测机构对原材料、施工工艺、工程质量进行检验；项目竣工后，需要经过严格的民航行业验收，涉及场道工程、目视助航设施、空管工程等多个专业领域。

表20：低空经济基础设施建设产业链

全链条环节	主要内容	主要市场参与者
设计与咨询服务	设计与咨询服务设计与咨询服务主要负责为低空基础设施的建设提供顶层设计和智力支持，其核心业务包括宏观层面的低空经济发展规划、产业规划、空域规划、航路航汽车、物流等不同行业，将自身在原有领域优势延伸到低空领域。中国移动、中国联通、中国电信等通信运营商是其中典型代表，凭借 5G/5G-A 网络建设、物联网、云计算等方面基础设施、信息系统平台的选址、勘察、设计的强大实力，积极布局低空通信网络和无人机综合管理平台，旨在成为低空经济的“基础设计”，同时还涉及相关的政策研究、法规咨询、网络提供商”和“平台服务商”。华为、腾讯、百度、高德等大型互联网公司则利用其在云计算、大数据、人工智能和地图服务方面的优势，开发低空交通的数字底座和智能调度系统。小鹏、吉利等新能源汽车和自动驾驶公司则将其在电池、电机、电控以及自动驾驶算法方面的技术积累，应用于 eVTOL 的研发和制造，参与起降场和充电网络的设计与规划。顺丰、京东、美团等物流巨头则从应用场景出发，反向推动低空物流基础设施建设，它们不仅是基础设施的最终用户，也深度参与到起降场选址、航线规划、运营模式设计。	1) 传统设计院 拥有民航设计资质、在机场、空管、油料等民航专业工程设计领域深耕多年的大型设计院，是设计与咨询环节的中坚力量。此类机构拥有深厚的行业背景、丰富的工程经验和庞大的人才储备，熟悉民航行业的法规标准、建设流程和审批程序，在通用机场的总体规划、飞行区设计、航站楼设计、目视助航、空管工程等传统领域具有优势。 2) 科技企业 新兴科技企业是近年来涌入低空市场的重要力量，通常以技术为驱动，专注于低空基础设施建设某个特定细分领域，其核心优势在于技术创新和灵活性。 3) 跨界企业 纷纷涌入，是低空经济发展的一个显著特征，该天企业来自通信、互联网、经济规划、产业规划、空域规划、航路航汽车、物流等不同行业，将自身在原有领域优势延伸到低空领域。中国移动、中国联通、中国电信等通信运营商是其中典型代表，凭借 5G/5G-A 网络建设、物联网、云计算等方面基础设施、信息系统平台的选址、勘察、设计的强大实力，积极布局低空通信网络和无人机综合管理平台，旨在成为低空经济的“基础设计”，同时还涉及相关的政策研究、法规咨询、网络提供商”和“平台服务商”。华为、腾讯、百度、高德等大型互联网公司则利用其在云计算、大数据、人工智能和地图服务方面的优势，开发低空交通的数字底座和智能调度系统。小鹏、吉利等新能源汽车和自动驾驶公司则将其在电池、电机、电控以及自动驾驶算法方面的技术积累，应用于 eVTOL 的研发和制造，参与起降场和充电网络的设计与规划。顺丰、京东、美团等物流巨头则从应用场景出发，反向推动低空物流基础设施建设，它们不仅是基础设施的最终用户，也深度参与到起降场选址、航线规划、运营模式设计。
材料与系统供应	材料与系统供应是产业链的物质基础，负责提供建设低空基础设施所需的各类硬件产品和核心系统，包括用于建造机场跑道、航站楼、机库等设施的特种建筑材料，还涵盖了用于地面保障系统的监视雷达、通信基站、充电设备等各类高科技核心系统和零部件的供应。材料与系统供应的技术水平和生产能力，直接决定了基础设施的性能、质量和成本。	材料与系统供应市场呈现国产主导、中外协同的竞争格局，参与者涵盖传统基建企业、航空航天企业、跨界科技公司及细分领域专精特新企业。 特种建筑材料领域，国内企业凭借技术突破和成本优势占据主导地位，国产石墨烯改性环氧涂层耐盐雾时间突破 8000 小时，成为多地无人机起降平台的指定防护材料，契合辅助设施耐候抗腐蚀需求；地面保障核心系统领域呈现系统集成+终端制造竞争，东进航科、海格通信、四川九洲等企业推出各自的低空飞行管理平台，在多地低空协同监视项目中得到应用；国内企业研发的 eVTOL 智能充电系统也开始应用；相关企业联合开发的“光储充+低空”一体化场站，集成液冷超充、储能系统与无人机充电桩，实现能源保障与低空支撑的协同运作。国际合作方面，Eve Air Mobility 与 Signature Aviation 携手研发 eVTOL 地面运营生态，其 Vector 软件系统为垂直起降机场提供调度解决方案；气象监测领域，国内企业依托微型气象站、风切变预警设备等产品，实现起降场周边气象数据实时采集；随着低空经济商业化加速，具备全产业链整合能力和场景适配能力的企业将持续领跑市场。
工程施工与监理	工程施工与监理是产业链的价值实现环节，负责将设计蓝图和材料设备转化为实体工程，其核心业务是通用机场、起降场（点）及其配套设施的土建施工、设备安装、系统集成和调试运行。由于低空基础设施，特别是机场工程，涉及飞行安全，因此对施工企业的资质、技术和管理能力有极高的要求，通常需要具备民航专业工程施工资质。同时，专业的工程监理单位负责对施工全过程进行质量、进度和投资的监督管理，确保工程符合设计要求和行业标准。	工程施工与监理参与者主要由具备相应资质的传统大型建筑企业、专业化的民航工程施工公司以及由多家企业组成的联合体构成。 中国建筑、中国交建、中国铁建等央企，凭借其雄厚的资本实力、强大的施工能力和丰富的项目管理经验，在通用机场建设中扮演着重要角色。市场上也存在一批专注于民航领域的专业化施工公司，它们在空管工程、助航灯光等特定专业领域拥有深厚的技术积累和丰富的施工经验，能够提供高质量的专业化服务。面对低空经济带来的新机遇和新挑战，不同类型的企业也在积极探索新的合作模式，由设计院、材料供应商、施工企业、运营商等产业链上下游企业组成的联合体，通过优势互补，共同承接大型低空经济基础设施项目，已成为一种常见的模式，这种联合体模式能够有效整合资源，降低项目风险，加速项目落地，是推动低空基础设施建设规模化发展的重要组织形式。
质量监督与行业验收	质量监督与行业验收是贯穿产业链全过程的保障系统，确保低空基础设施的建设和运营符合国家安全标准和行业规范。主要包括部门负责对项目建设过程进行监督检查，对关键节点进行验收，并对违法违规行为进行查处；建设过程中的质量监督，由第三方检测机构处；企业自控层面，建设单位、勘察设计单位、施工单位、监理单位等各方主体，根据法律法规和合同约定，建立健全自身的质量保证体系，对各自承担的工作质量负责。社会监理单位竣工后，需要经过严格的民航行业验收，由具备相应资质的工程监理单位，受建设单位委托，对施工质量、进度、投资等收，涉及场道工程、目视助航设施、空管工程进行全过程、全方位的监督管理来确保工程质量。专业的检测机构也扮演着重要角色，它们对工程所用材料、构配件、设备以及实体工程质量进行独立、公正的检测，为质量评定提供科学依据。	质量监督体系是低空基础设施建设产业链中不可或缺的支撑环节，它贯穿于项目建设的全过程，旨在确保工程质量满足设计要求和相关法规标准，保障未来低空飞行的安全。 主要的保障系统，确保低空基础设施的建设和运营由政府监管、企业自控、社会监理三个层面构成，政府监管层面，民航地区管理局等主管符合国家安全标准和行业规范。主要包括部门负责对项目建设过程进行监督检查，对关键节点进行验收，并对违法违规行为进行查处；建设过程中的质量监督，由第三方检测机构处；企业自控层面，建设单位、勘察设计单位、施工单位、监理单位等各方主体，根据法律法规和合同约定，建立健全自身的质量保证体系，对各自承担的工作质量负责。社会监理单位竣工后，需要经过严格的民航行业验收，由具备相应资质的工程监理单位，受建设单位委托，对施工质量、进度、投资等收，涉及场道工程、目视助航设施、空管工程进行全过程、全方位的监督管理来确保工程质量。专业的检测机构也扮演着重要角色，它们对工程所用材料、构配件、设备以及实体工程质量进行独立、公正的检测，为质量评定提供科学依据。

资料来源：中国信息信息协会低空经济分会，国信证券经济研究所整理

当前，我国已形成以通用机场、航空飞行营地、垂直起降场为骨干，以飞行服务站、固定运营基地为专业支撑的多元化、层级化硬基建网络。为适应无人机与垂直起降航空器的规模化、智能化应用，自动化无人机机巢、高效加油/充电/换电

设施等新型地面节点正加速布局，共同推动低空运行从“点状分散”向“网络化、智能化”演进。

图51: 跑道型机场



资料来源：搜狐新闻，国信证券经济研究所整理

图52: 直升机场



资料来源：搜狐新闻，国信证券经济研究所整理

图53: 亿航智能合肥骆岗中央公园城市空中交通枢纽港实景



资料来源：亿航智能官微，国信证券经济研究所整理

图54: 亿航通航广州穗港码头运营点



资料来源：亿航智能官微，国信证券经济研究所整理

从低空基建行业规模来看，截至 2024 年，全国通用机场达 475 个，根据《全国通用机场布局规划》，预计到 2030 年，我国通用机场将达到 2058 个，预计 2025-2030 年通用机场新增数量为 1583 个，假设跑道型机场、直升机场分别占比 52%、48%，假设跑道型机场、直升机场单个建设费用分别为 5 亿元、0.5 亿元，测算得到 2025-2030 年通用机场建设费用市场规模为 4496 亿元。此外，假设 2025-2030 年起降场新增数量为 5000 个，单个起降场建设费用 0.3 亿元，测算得到起降场建设费用合计 1500 亿元。因此，2025-2030 年低空经济基础设施（通用机场+起降场）建设费用合计 5996 亿元，年均费用 999 亿元。此外，低空基建还涉及到规划和咨询服务，假设规划和咨询费用率为 6%，测算得到 2025-2030 年低空经济基础设施规划和咨询费用 359.7 亿元，年均费用为 60 亿元。

表21: 低空经济通用机场市场空间测算

	数值	备注
2024 年通用机场数量（个）	475	
2030 年通用机场预期数量（个）	2058	根据《全国通用机场布局规划》
2025-2030 年通用机场新增数量（个）	1583	

2025-2030 年起降场新增数量（个）	5000	根据各地规划预测
跑道型机场占比	52.00%	参考通用机场信息管理系统数据
直升机场占比	48.00%	
跑道型机场建设费用（亿元/个）	5	
直升机场建设费用（亿元/个）	0.5	
起降场建设费用（亿元/个）	0.3	
2025-2030 年通用机场建设费用（亿元）	4495.7	
2025-2030 年起降场建设费用（亿元）	1500.0	
2025-2030 年基础设施建设费用（亿元）	5995.7	此处的基础设施为通用机场+起降场建设费用
规划和咨询费用率	6%	
2025-2030 年低空经济基础设施规划和咨询费用（亿元）	359.7	
低空经济基础设施建设年均费用（亿元）	999.3	
通用机场规划和咨询年均费用（亿元）	60.0	

资料来源：中国民航局，中国信息信息协会低空经济分会，国信证券经济研究所整理

低空信息基础设施的整体架构与实施路径，涵盖通信、导航、监视、气象、安防、数字底座及低空智能网联系统等核心内容，为实现低空飞行的数字化、网络化、智能化管理提供基础支撑。

1) 低空通信系统：低空通信系统负责构建稳定、高效、广覆盖的通信链路，确保飞行器与地面站、飞行器之间以及与其他信息系统之间的数据能够实时、可靠地传输。其核心技术包括地面公网(5G/5G-A)、卫星通信、专网通信等。

2) 低空导航系统：低空导航系统为各类飞行器提供全天候、全天时、高精度的定位、导航和授时(PNT)服务。该系统以北斗/GNSS为核心，结合地基增强(GBAS)和机载多传感器融合技术，将定位精度提升至厘米级，满足复杂场景下的精细化飞行需求。

3) 低空监视系统：低空监视系统通过多种技术手段对低空空域进行全域、无死角的实时监控，实现对合作目标和非合作目标的“看得见、管得住”。技术路径上融合了ADS-B、Remote-ID等合作式监视和雷达、光电等非合作式监视。

4) 低空气象系统：低空气象系统提供精细化的局地气象服务，通过部署激光测风雷达、气象梯度观测站等设备，并结合大数据模型，对影响低空飞行安全的风切变、低能见度、强对流等微尺度天气现象进行精准监测和预报。

5) 低空安防系统：低空安防系统主要用于应对非法入侵、恶意攻击等低空安全威胁。该系统通过探测、识别、跟踪、干扰、诱骗乃至物理拦截等手段，构建起多层次、立体化的防御体系，保障重点区域的低空安全。

6) 低空数字底座：低空数字底座是整个信息基础设施的底层支撑，它以城市信息模型(CIM)、实景数字三维中国等为基础，构建低空空域的数字孪生系统，将物理空域数字化、网格化，为飞行航路规划、空域动态管理、飞行仿真推演等提供统一的时空基准和数据服务。

图55: 低空通信导航监视体系架构全景图



资料来源：刘政鑫，《通导监一体化让低空经济安全飞》，智能论坛，2025，2025.3：62-66，国信证券经济研究所整理

表22: 低空信息基础设施

构成	定义	技术方案与路径	实施方案
低空通信系统	低空通信是低空信息基础设施的“神经网络”，其根本目标是构建一个覆盖广泛、性能卓越、安全可靠的立体化通信网络，以满足低空空域内各类飞行器在飞行过程中对数据传输的要求。涵盖了从飞行器遥控遥测、高清视频实时回传、飞行数据广播、到空中交通管理指令下达等全流程、全场景、全业务的通信需求。低空通信的外延则体现在其技术体系的融合性与演进性上，它不仅需要整合地面蜂窝网络、卫星通信系统、专用航空频段（VHF）等多种通信手段，实现空、天、地一体化的无缝覆盖，还需要不断引入通感一体化、网络切片、边缘计算等新技术，以适应未来低空经济规模化、智能化发展带来的新挑战。	1) 空域分层通信方案 ：为了应对不同高度层飞行器的差异化通信需求，并有效利用现有通信资源，低空通信普遍采用“空域分层、技术互补”的立体化覆盖方案。这种方案根据低空空域的垂直分布，将通信任务分配给最适合的技术手段，形成一个层次分明、功能互补的通信体系。 2) 5G-A 通感一体化技术 ：低空通信领域最具革命性的技术突破之一。传统上通信和感知是两个独立的系统，通信基站负责传输数据，雷达等设备负责探测目标，而通感一体化技术则创新性地利用通信信号同时实现通信和感知两种功能，使得 5G-A 基站都成为“通信基站+雷达”的融合体。 3) 卫星通信（天通、北斗短报文、低轨卫星）融合应用 ：在低空通信体系中，卫星通信在地面网络无法覆盖的偏远地区、海洋以及应急场景下，其重要性尤为突出。目前，我国主要依托“天通”卫星移动通信系统和“北斗”卫星导航系统的短报文功能，构建空天地一体化的通信保障能力。	1) 5G 网络优化与基站建设 ：为了将地面 5G 网络有效延伸至低空，需要对现有网络进行一 5G-系列针对性的优化和改造。首先，网络规划与站址优化是关键。其次，天线技术升级是核心手段。再次，网络参数优化也至关重要。最后，建设低空专用网络，利用 5G 网络切片技术，为低空业务划分出专用的逻辑网络，保障其带宽、时延和可靠性，避免与地面公众业务产生资源竞争。 2) 5G-A 通感一体基站部署 ：5G-A 通感一体基站的部署是构建下一代低空通信与监视网络的核心环节。其部署策略应遵循“重点先行、逐步推广”的原则。
低空导航系统	低空导航是低空信息基础设施的“路标系统”，其核心使命是为在低空空域内运行的无人机、通用航空飞机、电动垂直起降飞行器 VTOL 等各类飞行器提供全天候、全天时、高精度、高可靠性的定位、导航和授时服务。其深度融入了飞行器的飞行控制、任务执行、空域管理和安全保障的全过程。精准可靠的导航系统是确保飞行器能够按照预定航线安全飞行、在复杂环境中精准起降、在紧急情况下快速响应的的基础。此外还体现在技术体系的多元化和融合化上，它不仅依赖于北斗/GNSS 为。代表的全球卫星导航系统，还必须与地面地基增强系统（GBAS）、惯性导航系统（INS）、视觉导航、激光雷达等多种技术进行深度融合，形成一套多源互补、容错能力强的综合导航解决方案，以应对城市峡谷、电磁干扰、信号遮挡等复杂挑战。	1) 北斗/GNSS 卫星导航系统 ：北斗卫星导航系统（BDS）及其与 GPS、GLONASS、Galileo 等其他全球导航卫星系统（GNSS）的融合应用，构成了低空导航的基石，卫星导航能够提供全球范围内的绝对位置坐标，是实现飞行器自主导航的基础。 2) RTK 与地基增强系统（GBAS） ：实时动态差分技术（RTK）和地基增强系统（GBAS）是实现厘米级高精度定位的关键，基本原理是在一个已知精确坐标的地点架设一台 GNSS 接收机，实时观测卫星信号，并计算出观测值与真实值之间的误差。基准站通过数据通信链路将这些误差信息广播给附近的流动站；流动站利用接收到的差分改正数来修正自身的观测值，从而消除或大幅削弱公共误差，获得高精度的定位结果。 3) 组合导航与多传感器融合技术 ：尽管 RTK 技术能够提供极高的定位精度，但它也存在脆弱性。例如当飞行器进入城市峡谷、隧道或受到严重电磁干扰时，卫星信号可能会被遮挡或失锁，导致 RTK 定位中断或降级，须采用组合导航与多传感器融合技术，其核心思想是利用惯性导航系统（IS）作为补充和备份。INS 由陀螺仪和加速度计组成，能够自主测量飞行器的角速度和加速度，并通过积分运算推算出飞行器的姿态、速度和位置。	1) 北斗地基增强系统建设 ：建设覆盖全域的北斗地基增强系统（GBAS）是实现高精度低空导航的基石，实施方案应遵循“统一规划、分步建设、重点覆盖”的原则。 2) 高精度定位终端应用 ：高精度定位终端是导航服务的最终载体，其性能直接影响到导航效果，在低空经济中，高精度定位终端主要集成在各类飞行器上。
低空监视系统	低空监视是低空信息基础设施的“天眼网络”，其核心目标是实现对低空空域内所	1) 合作式监视技术 ：合作式监视技术依赖于飞行器主动向外广播自身的身份信息、位置、速度、高度等飞行状态数据，	1) ADS-B 地面站与接收系统建设 ：建设 ADS-B 地面站是实现合作式监

	有飞行活动的全面、实时、精准的“看得见、管得住、可追溯”。其内涵不仅包括对已申报的“合作目标”进行常规的飞行轨迹跟踪，更涵盖了对未申报的“非合作目标”的有效探测、识别和定位，这是保障低空公共安全、维护空域秩序的关键。低空监视的外延则体现在其技术手段的多样性和融合性上，是一个集成了 ADS-B、Remote-ID 等合作式监视和一次/二次雷达、光电/红外探测、无线频谱侦测非合作式监视以及 5G-A 通感一体化新兴技术的综合监视体系，通过多源数据的深度融合与智能分析，这个“天眼网络”能够构建起一幅完整、动态、立体的低空空域态势图，为空中交通管理、安全预警和应急处置提供决策依据。	地面接收站通过接收这些广播信息来实现对目标的监视。这种技术的优点是精度高、信息丰富、成本相对较低。 2) 非合作式监视技术：不依赖于飞行器的主动配合，而是通过主动探测或被动感知的方式来发现目标，主要用于发现和定位未安装合作式设备的“非合作目标”。 3) 5G-A 通感一体与多源数据融合：5G-A 通感一体化技术为非合作式监视提供了全新的、革命性的解决方案。它是利用 5G-A 基站本身作为“雷达”通过分析通信信号的反射来探测目标，具有覆盖广、成本低、精度高的优点，被认为是未来低空监视网络的重要组成部分。为了构建真正全域覆盖、无死角的“天眼网络”，必须采用多源数据融合的技术路径，核心思想是将来自 ADS-B、雷达、光电、5G-A 通感不同监视手段数据，在统一时空基准下进行关联、去重、互补和融合。同时，5G-A 通感系统可以提供该目标的精确三维轨迹，通过数据融合算法，可以将这些来自不同传感器的信息整合成统一、完整、精确的目标航迹，提升监视的可靠性和准确性。	视的基础。实施方案应遵循“按需部署，形成网络”的原则。 2) 低空监视雷达组网：为了有效应对“低慢小”无，人机带来的安全威胁、建设低空监视雷达网络至关重要。
低空气象系统	低空气象是低空信息基础设施的“气象参谋”，其核心任务是为低空飞行活动提供精细化、高时空分辨率、高预报准确率的气象服务，是保障飞行安全、提升运行效率的关键环节。其内涵远超传统气象预报，它聚焦于低空空域特殊环境深入研究并预测对低空飞行影响巨大、但传统气象模型难以准确捕捉的中小尺度天气现象。其外延则体现在其服务对象的广泛性和服务内容的针对性上，服务对象不仅包括飞行员和无人机操作员，还包括空中交通管理者、航线规划系统以及飞行任务决策支持系统；服务内容则高度聚焦于风切变、湍流、雷暴、强降水、低云、浓雾、冻雨等直接影响飞行安全的危险天气，旨在通过精准的监测和预报，为飞行计划的制定、航路的动态调整、起降时机的选择提供科学依据，从而最大限度地规避气象风险。	1) 局地精细化气象监测技术：要实现精细化的气象服务，首先必须建立起低空天气变化立体监测网络，采用多种先进气象探测设备，弥补传统气象观测站在低空空域探测能力上的不足。 2) 多源气象数据融合与预报模型：单一的监测设备只能提供局部的、单一的气象要素信息，要构建完整的低空气象态势图，需将激光雷达、梯度塔、微波辐射计、传统气象站、气象卫星、天气雷达等不同设备的多源数据进行融合。 3) 针对低空飞行的危险天气预警：低空气象服务最终目标是提供及时、有效的危险天气预警，需建立一套智能化的预警系统，该系统能够实时分析监测和预报数据，一旦识别出可能对低空飞行构成威胁的天气现象会自动触发预警机制。预警信息可通过短信、APP 推送、系统告警以多种形式快速推送给相关飞行员、操作员和管理人员。	1) 激光测风雷达与垂直遥感雷达布设：为了有效监测低空风场，应在通用机场、大型无人机起降场、主要低空航线沿线、城市高楼密集区等关键区域，优先布设激光测风雷达，提供高时空分辨率的风廓线数据。同时，结合垂直遥感雷达对更大范围的降水、雷暴等天气系统进行监测，为航线规划和飞行决策提供宏观气象背景。 2) 气象梯度观测站与泛感知地面站建设：在城市区域利用现有的高楼、通信铁塔等资源建设气象梯度观测站，形成对城市边界层气象特征的垂直剖面观测。此外，可以整合现有交通气象站、校园气象站等泛在气象感知设备，通过众包模式获取更密集的气象数据，作为专业观测网络的有效补充。
低空安防系统	低空安防是低空信息基础设施的“安全盾牌”，其核心任务是构建多层次、立体化、智能化的防御体系，以应对“黑飞”、“乱飞”等非法飞行活动带来的安全威胁，保障国家重要设施、大型活动、城市核心区等重点区域的低空安全。其内涵包括对已发现的非法目标进行有效处置，更强调“预防为主、打防结合”的主动防御理念。涵盖了从早期预警、探测识别、跟踪定位，到干扰压制、诱骗控制、物理拦截乃至激光摧毁等一系列完整的反制流程。其外延则体现在反制手段的多样性和技术的综合性上，它融合了无线电技术、光电技术、导航技术、人工智能以及新材料技术，形成了软硬结合、攻防兼备综合性安全体系。	1) 无人机探测与识别技术：安防的前提是看得见，无人机探测与识别技术是整个安防体系的“眼睛”和“大脑”，负责在复杂环境中快速、准确地发现目标并判断其威胁等级。 2) 无线电干扰与导航诱骗：目前应用最广泛、技术最成熟的反制手段，通过电子手段使无人机失控或迫使其返航，避免造成物理破坏。 3) 物理拦截与定向能技术：当“软杀伤”手段失效，或面临恶意攻击等高风险威胁时，需要采用“硬杀伤”手段进行物理拦截和摧毁。	1) 构建多层次、立体化防护网络：融合雷达、光电、无线电等多种探测手段，形成互补的探测网络，确保对不同类型、不同高度的无人机都能有效发现。在反制层面，应根据威胁等级和场景需求，灵活选用干扰、诱骗、拦截等不同手段。 2) 部署固定式、车载式、手持式反制设备：反制设备应根据应用场景进行灵活部署。《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》规定任何单位或者个人不得非法拥有、使用无人驾驶航空器反制设备。
低空数字底座	低空数字底座是低空信息基础设施的“数字大脑”和核心中枢，其根本任务是构建与物理低空空域实时映射、虚实结合的数字孪生系统。以城市信息模型(CIM)为基础，通过融合三维高精地图、数字空域、数字航路、实时飞行数据、空间电磁环境数据、气象数据、安全数据等多源信息形成统一、标准、动态的低空空域数据平台。其内涵在于实现物理世界的数字化和智能化，将不可见的空域资源、飞行活动、环境态势转化为可计算、可分析、可调控的数字对象。其外延则体现在其作为底层支撑平台，为上层的低空智能网联系统(低空智联网)提供统一的数据服务、时空计算、仿真推演和可视化能力，是实现低空管理智能化、服务体化、决策科学化的基础。	1) 基于 CIM 的城市信息模型构建：城市信息模型(CIM)是构建低空数字底座的骨架。CIM 不仅包含传统的地理信息系统(GIS)数据，如地形地貌、道路、水系等，还深度融合了建筑信息模型(BIM)数据，能够精确表达城市中建筑物、桥梁、道路等的三维几何信息和属性信息，通过构建高精度的 CIM 模型，可以为低空飞行提供一个真实、精细的虚拟地理环境，为航路规划、障碍物规避、起降场选址等提供基础数据支撑； 2) 低空空域数字孪生系统：在 CIM 的基础上，通过融合实时动态数据，构建低空空域的数字孪生系统，通过数字孪生系统，管理者可以在虚拟空间中实时掌握整个低空的运行态势。 3) 三维高精地图与动态地理围栏：三维高精地图是低空数字底座的核心数据产品，包含静态的地理信息，融合了动态的交通信息、气象信息、空域限制信息等。动态地理围栏技术是在高精地图上划定虚拟的边界，当飞行器接近或进入这些边界时，系统会自动触发告警或采取预设的控制措施。地理围栏可以根据需要动态生成和调整，例如，可以为临时禁飞区、危险天气区域等快速设置电子围栏，实现对空域的精细化、动态化管理。	1) 数字底座平台开发与集成：实施方案的核心是开发功能强大、性能稳定、开放可扩展的数字底座平台，该平台具备多源数据的接入与融合能力、海量时空数据的存储与管理能力、基于 AI 的数据分析与挖掘能力以及高逼真度的三维可视化与仿真能力。 2) 数据标准与安全管理：为了确保不同来源、不同系统的数据能够有效融合和共享，必须建立统一的数据标准和接口规范，包括空间数据标准，时间同步标准、数据交换协议等，同时，低空数据涉及国家安全和个人隐私，必须建立完善的数据安全管理体系，涵盖数据采集、传输、存储、处理、使用的全生命周期。

资料来源：中国信息信息协会低空经济分会，国信证券经济研究所整理

3.2 低空智能网联系统发展趋势

低空智能网联系统，简称“低空智联网”，是整个低空信息基础设施的“大脑”和“神经中枢”，是集成通信、导航、监视、气象、安防和数字底座六大子系统能力的复杂巨系统，构成了支撑低空运行的管理服务系统。其核心目标是通过深度融合 5G-A、人工智能、大数据、云计算和数字孪生等新一代信息技术构建一个全城覆盖、智能感知、高效传输、精准计算和协同控制的低空运行环境。该系统旨在打破传统空城管理中存在的信息孤岛，实现低空资源的数字化、网络化和智能化管理，从而支撑低空经济中各类飞行器“飞得起来、飞得安会、飞得高效、飞得守序”的核心诉求。

低空智能网联体系参考架构由三个核心层次和两个关键体系构成：

(1) **机载终端与基础设施层**：由低空载具和航电系统、信息物理基础设施组成。低空载具和航电系统包括机载通信设备、多源导航设备、机载感知与识别设备以及智能航行设备。信息物理基础设施包括低空的通信、导航、监视基础设施以及低空情报、气象、起降、无人机反制等其他保障基础设施。

(2) **数据与服务支撑层**：由接入网、交换网和服务网组成。接入网通过统一的通信、导航、监视以及其他信息的数据接口标准和接入方式，实现低空智能网联的基础数据接入。交换网构建各类基础数据的信息交换模型，完成各类数据的订阅/分发服务，以满足上层应用系统的服务需求。

(3) **应用系统层**：包括运营管理系统、低空交通管理与服务系统以及基础设施保障系统等。随着低空应用场景的不断发展，该层将引入更多的应用系统，提供更完善的服务和能力支撑。

此外，该体系还包括标准体系和安全体系两个关键组成部分，以提升整个系统的标准化协同和安全性保障。通过这一架构的实施，低空智能网联体系将为低空经济的发展提供坚实的物质技术基础，助力低空领域的创新和进步。

图56：低空智能网联体系架构图



资料来源：低空产业联盟，国信证券经济研究所整理

低空智能网联体系的发展是一个逐步推进、持续完善的过程。当前运行场景和运行模式尚未明确，空域密度和运行风险相对较低。现阶段飞行器的设计制造以满足单机独立运行为目标，智能化水平较低；机载设备以满足基础通导监能力的设备为主；空域以隔离运行为主，通过廊道式的运行模式确保业务的正常开展；服务能力和监管自动化水平、实时性和全面性较低。

随着相关技术的成熟和应用场景、应用边界的逐渐明确，低空运行将逐步向中等密度、可控风险的方向发展。飞行器将向网联化和业务驱动的智能化方向发展；机载设备将集成更多高精度、智能化的设备，以支持多机协同和复杂任务执行；基础设施建设将为飞行器提供动态感知能力，确保安全高效地运行；空域管理由静态隔离运行模式向动态网格化运行模式转变。依托智能航电系统和实时数据传输实现飞行器之间的协同感知和动态避障；基于低空智能网联体系的服务支撑平台和应用系统逐步投入使用，服务和监管的自动化水平得到较大提升，逐步实现人在回路上的空域容流管理、飞行计划调整、冲突风险告警解脱等能力。

未来，随着低空智能网联体系的进一步扩展和完善，低空运行将全面进入高密度、大规模、复杂异构的运行阶段。飞行器将以高速可靠的网络协同为核心，运行模式将由单机智能向体系智能转变；空域管理将从动态网格化运行进一步演进至灵活的低空自由运行，飞行器能够在无固定航线约束的情况下自主完成复杂任务；低空监管和服务向高度智能化和无人化的方向发展，基于人工智能的监管服务平台能够实时监控飞行器运行状态并进行智能化安全管理和调度，实现人在回路外的低空运行的精准管理与高效调控。

图57：低空智能网联体系的发展规划图

	近期	中期	远期
场景	- 低密度、低风险、单机控制 - 物流配送、低空摄影场景	- 中等密度、可控风险、集中控制 - 城市交通、公共安全、应急救援	- 高密度、大流量、分布控制 - 智慧城市、大规模物流、载人交通
空域	- 分段隔离运行 - 廊道式管理	- 动态网格化空域管理 - 多用户共享空域	- 自由空域 - 空域自适应共享
低空飞行器	飞行器及机载设备-单机智能	飞行器及机载设备-多机智能	飞行器及机载设备-体系智能
信息物理基础设施	- 基本通信网络和地面监控站 - 低密度数据支持	- 集成智能地面传感器网络 - 实时数据传输与远程监控	- 智能通导监算基础设施 - 大规模实时数据处理与分布式协同
管理服务	- 手动飞行计划 - 自动化监视与报告	- 自动化飞行计划生成与管理 - 实时监控与多方协同 - 辅助管理平台	- 飞行器自动认证 - AI自动化决策 - 大数据分析调度 - 智能管理平台

资料来源：低空智能网联技术委员会，国信证券经济研究所整理

4. 低空配套业

4.1 低空装备检验检测

TIC 行业介绍：TIC 是检测 (Testing)、检验 (Inspection) 和认证 (Certification) 三大类的统称。检测是按照程序确定合格评定对象一个或多个特性的活动；检验是审查产品设计、产品、过程或安装并确定其与特定要求的符合性，或根据专业

判断确定其与通用要求的符合性的活动；认证则是正式表明合格评定机构具备实施特定合格评定工作的能力的第三方证明。

市场规模：根据中机认检招股说明书数据，全球检测市场规模从 2013 年的 1162 亿欧元提升至 2023 年的 2785 亿欧元，约合人民币 2.2 万亿元，10 年复合增速约 9.13%。根据市场监管总局数据，截至 2024 年底，我国共有检验检测机构 53057 家，同比下降 1.44%；全年实现营业收入共 4875.97 亿元，同比增长 4.41%。其中新兴领域检验检测业务实现收入 984.80 亿元，同比增长 4.24%，占行业总收入的 20.20%，传统领域实现营收 1830.18 亿元，同比增长 2.27%，占比从 2016 年的 47.09% 逐年下滑至 2024 年的 37.53%。行业已经从量的扩张切换至效率与结构驱动，收入增长速度超过报告数量增长速度，价格与服务附加值提升成为主要驱动。

图58：全球检验检测行业市场规模超 2700 亿欧元



资料来源：中机认检招股说明书，国信证券经济研究所整理

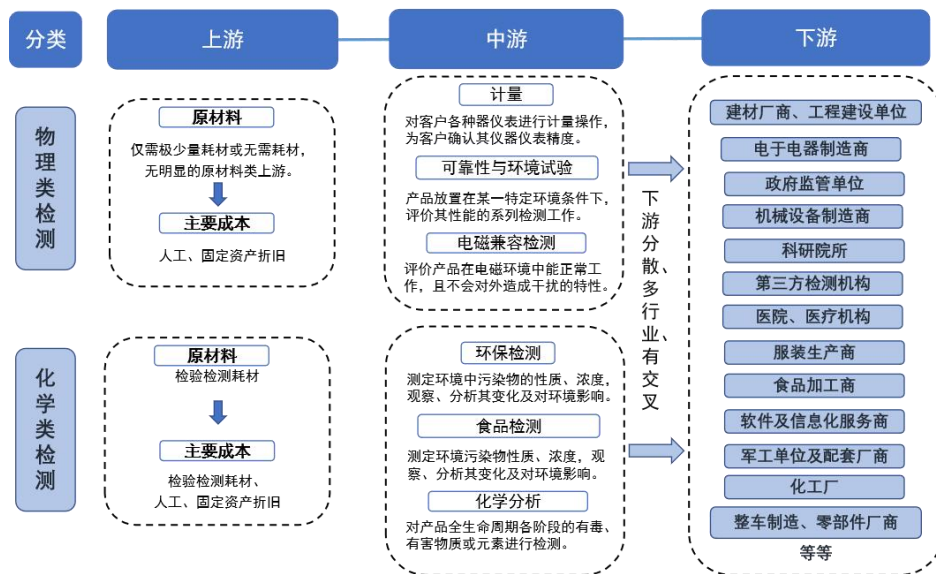
图59：我国检测市场快速扩张，近 10 年 CAGR 为 12.81%



资料来源：认监委，国信证券经济研究所整理

业务模式：检测公司通过研究国内外标准，研究开发检测方法，辅以配备设备和人员，经过实验室检测，出具数据并提供检测报告。客户主要包括政府监管部门、消费者、产品的生产商及贸易商，检测市场参与者主要分为政府检测机构、企业内部检测实验室及独立第三方检测机构。其中，政府检验检测主要以保护人民生命财产安全为目的，业务涉及市场准入、监督检验检测、3C 认证、生产许可证、评优、免检等方面；企业内部检测实验室则服务于企业自身的产品质量管控需求，在来料进厂和成品出厂环节进行把关，并辅助研发工作；独立第三方检测机构包括外资和民营两大类，由于独立、公正、客观的特点，已被市场各方所广泛接受。

图 60: 检验检测可分为化学类检测与物理类检测



资料来源：安全内参，国信证券经济研究所整理

低空装备检验检测属于刚性配套环节：低空飞行器作为高度集成化、强安全约束的复杂装备，其检验检测贯穿研发验证、型式认证与商业化运行全生命周期。第三方检测机构参与的检测内容通常包括实验室试验、地面试验与飞行试验等。在检测对象上，低空飞行器涉及整机及机载系统的多维度测试需求，主要包括 1) 物理类测试：如环境可靠性试验（高低温、湿热、振动、冲击）、电磁兼容、结构强度与疲劳寿命等；2) 电子与信息化测试：包括电子元器件可靠性、航电系统、飞控系统、通信与导航系统，以及软件功能安全、信息安全与系统稳定性测试；3) 化学与材料类测试：涵盖材料性能与失效分析、复合材料检测、环保与有毒有害物质检测，以及与适航相关的材料一致性与耐久性验证。

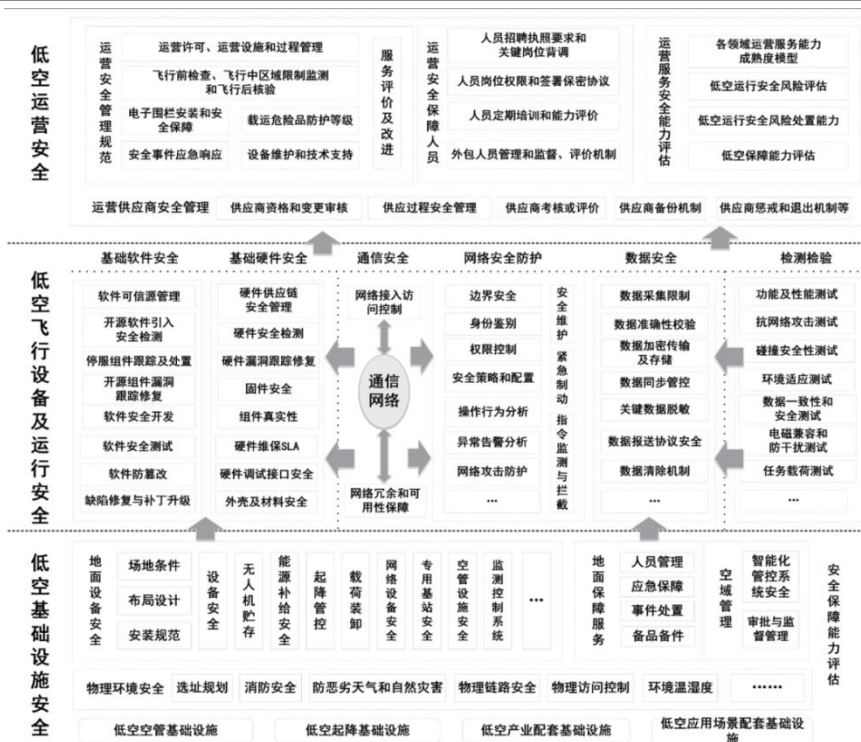
表 23: 低空装备检验检测项目

项目	类型
环境可靠性	模拟真实的温度、湿度、压力、噪声等环境下产品性能的稳定性
电磁兼容	机载电子电器系统测试、无线通信测试、机场无线电台电磁环境测试等
失效分析	针对电子元器件的原材料和产品性能失效诊断
软件与信息技术	机载软件测试
化学分析	针对航空产品环保检测、客舱空气质量检测、材料分析
零部件强度试验、部件级标定试验	
整机可靠性试验等	

资料来源：智研咨询，国信证券经济研究所整理

从检测技术路径看，低空装备检验检测在方法体系上与军工装备、汽车检测具有较强共通性，均以可靠性、安全性和系统稳定性为核心评价目标，但本质差异在于检测标准和合规要求的严格程度。低空飞行器需同时满足航空安全、人员安全及公共空域运行要求，其检测标准通常对标或部分参考适航体系，在测试深度、覆盖场景及合规审查流程上明显趋严。随着低空飞行活动逐步纳入更严格的空域与适航监管体系，无人机及 eVTOL 在设计、制造和运营阶段正逐步对标通用航空器管理要求，检测与验证成为监管落地的重要抓手。

图61：低空经济相关安全要求



资料来源：安全内参，国信证券经济研究所整理

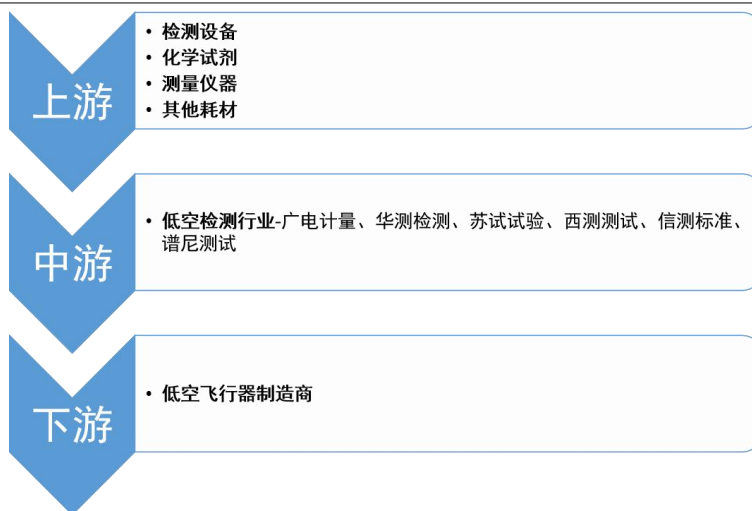
低空装备检验检测上游：检测设备与耗材供应商，技术迭代驱动能力提升。低空飞行器检测产业链上游主要包括检测设备、测量仪器、化学试剂、标准件、智能控制系统及各类耗材的生产制造商。相关产品广泛应用于环境可靠性、电磁兼容、材料性能、电子元器件及软件信息化等检测场景，为低空飞行器检测活动提供基础硬件与试剂支持。从产业特征看，上游企业数量众多，产品标准化程度相对较高，市场竞争较为充分，整体呈现“多参与者、分散供给”的格局，技术迭代快、议价能力相对有限，但在高端仪器与关键部件领域仍具备结构性机会。

中游：第三方检验检测机构，产业链核心价值环节。低空飞行器检测产业链中游为检验检测机构，其中第三方检验检测机构负责核心环节，为下游客户提供覆盖研发验证、型式试验、适航相关测试及运行阶段支持的专业检测服务。这类机构通常具备跨学科检测能力，为系统级测试平台，能够整合物理、电子、软件、材料及环境等多维度测试需求，为客户提供标准化、可复现、具备合规价值的检测结果。同时，中游机构往往还延伸提供技术咨询、标准解读、人员培训、检测方案设计等增值服务，服务边界逐步从“单点测试”向“系统级验证”拓展。从商业模式看，中游检测机构具备资质壁垒、客户粘性、与规模效应，在产业链中议价能力相对较强，是低空飞行器检测领域中最具长期价值沉淀与集中度提升潜力的环节。

下游：低空飞行器制造商，需求随产业化加速释放。下游主要包括无人机、电动垂直起降飞行器（eVTOL）、飞艇等低空飞行器制造商，涵盖从初创企业到具备产业化能力的整机厂及系统集成商。下游客户对检测服务的需求，主要源于对产品质量、安全性、可靠性、性能稳定性及环保合规等方面的严格要求，检测需求贯穿产品研发、试制、定型及后续商业化运营全过程。随着我国低空经济相关政策

逐步落地、应用场景不断拓展，低空飞行器产品数量与型号持续增加，下游客户对检测服务的频次、深度与合规要求同步提升，推动检测需求呈现长期增长趋势。

图62：低空经济注重安全



资料来源：智研咨询，国信证券经济研究所整理

兑现路径清晰，市场规模相对有限，2026 年约 34.7 亿元：预计 2026 年前后产业有望迈入商业化运营初期，叠加低空经济应用场景持续拓展，低空飞行器检测需求有望进入集中释放阶段。根据智研咨询测算，预计 2026 年中国低空飞行器检测市场规模有望达到约 34.7 亿元，中期成长空间明确。

低空飞行器主要包括无人机、电动垂直起降飞行器（eVTOL）、轻型飞机、直升机、自转旋翼机等多种类型。不同类型低空飞行器在结构复杂度、适航要求和应用场景上差异显著，其单机检测价值量与是否载人载物、载重量等级及系统复杂程度高度相关，不同机型之间存在较大分化。整体来看，无人机检测费用相对较低，而 eVTOL、轻型飞机、直升机等载人或准载人飞行器，由于涉及更严格的安全与适航要求，其检测内容更为系统、周期更长、单机检测价值量显著更高。

其中 1) 无人机及其检测市场已逐步进入成熟期。截至 2023 年底，我国民用无人机研制企业已超过 2300 家，行业已形成较为完整的产品迭代与检测配套体系。考虑到无人机产品型号更新频率较高，保守估计单家无人机厂商每年推出 2 - 3 款新型号，由此带来的型式试验、性能验证及合规检测需求，构成了规模可观、需求相对稳定的无人机检测市场。

2) eVTOL 及其他新型低空飞行器检测市场仍处于快速放量的成长期。自 2021 年以来，亿航智能、峰飞航空、沃极步耀、沃兰特、时的科技、御风未来、小鹏汇天、航天时代飞鹏等多家主机厂相继推进 eVTOL 项目，并陆续提交 TC（型号合格证）取证申请，推动检测需求从早期研发验证向系统级适航检测加速演进。随着取证流程持续推进，单机检测深度和检测价值量同步提升，成为低空飞行器检测市场中最具弹性的增量来源。

展望未来，预计 2026 年前后 eVTOL 产业有望迈入商业化运营初期，叠加低空经济应用场景持续拓展，低空飞行器检测需求有望进入集中释放阶段。此外未来随着检测对象由单一零部件向系统级、场景化验证升级，单次检测所涵盖的技术复

杂度和服务深度提升，有望部分对冲价格下行压力，使行业整体呈现量稳、价稳的特征，尤其是在适航相关与系统级检测环节，客户对检测机构的资质、流程稳定性和历史项目经验依赖度较高，使得核心检测服务具备一定的议价基础。

5. 低空经济发展趋势

我国低空经济正处在技术突破与市场培育并行、政策引导与需求牵引共振的关键发展阶段。凭借超大规模市场、完整产业体系、强大政策执行力等独特优势，已在全球低空经济竞争中形成自身特色。根据赛迪顾问，2023年至2030年，中国低空经济规模预计将从5059.5亿元增长至2.5万亿元，年均复合增速达25.6%，展现出强劲的发展势头。在全球竞合背景下，我国低空产业将会呈现以下三大发展趋势。

5.1 核心零部件国产替代加速，行业马太效应显著

从无人机和eVTOL产业链的价值分布看，我国原材料、零部件和整机制造等中上游环节产值占比达70%，设计测试和运营服务各占15%，消费需求端的产值为15%左右。凭借产业链的垂直整合能力优势，我国在低空航空器的电池、电机等绝大部分关键系统已实现本土配套，在高端传感器、芯片等领域国产替代加速。从国产化的角度来看，机体材料、电池国内技术相对成熟，国产化水平较高，而航电飞控系统无人机的无人机主控芯片、飞行传感器主要被高通、博世等国外企业垄断，无人机专业CPU也存在一定的供应链安全风险，关键系统技术集成创新能力仍有广泛的技术突破空间和国内供应链建设机遇。

低空产业的长周期和大投入是行业的门槛。eVTOL从设计、生产下线再到投入运营，必须经过严格的适航审定程序，通常需要至少4年的周期。从行业动态来看，亿航智能已实现从0到1的突破，其余国内多数主机厂也都已进入适航取证程序，并计划在2026至2027年完成取证。在接下来两年左右，国内主机厂将会形成激烈的市场竞争，市场资金和订单逐步向具有核心技术竞争力和适航取证能力的企业集中，经历洗牌期后，行业马太效应凸显，具有核心技术指标和关键技术国产替代的企业会成为下一阶段大规模商业化的主力军。

5.2 低空基建将加速建设，促进跨区域融合

从产业发展方向来看，低空经济将从区域内独立到跨区域融合，从商业模式来看，将遵循政府端—企业端—个人消费端的渐进式演变。现阶段，大部分低空经济应用场景通过特定空域、特定时段、特定机型、特定用途的方式严格控制风险，同时通过政府补贴培育市场和企业发展，探索形成商业闭环。在隔离场景形成足够的经验后，低空经济将从点到面高速发展，低空交通融入国家综合立体交通网络，低空载人载物等商业模式安全、有序、高效运行。

低空经济未来大规模商业化要以完善的基础设施为支撑。目前，全国各地已建成的低空相关基础设施建产品接入端口不一致，功能体系差异较大，难以支撑物流、空中交通等规模化应用。未来，低空基础设施，尤其是低空数字化和智能网联平台，在国家层面将会建立全国统一的低空飞行运行规则和标准，通过统一数据标准、接口规范、交互机制（如国家级平台统筹）实现跨区域或跨供应商平台对接，确保每一架次飞行任务无缝衔接。低空基建的投资规模巨大，根据现有情况估算，我国一线城市低空基础设施建设投入规模约为5亿-10亿元。未来，专项债会成为支持并推动低空基础设施快速建设的核心动力。从实施路径上来看，预计低空基建的建设模式会由国资平台先期主导，打造高效优质的低空地面基础设施，实现国有资源的高效利用。

5.3 从产品输出到生态共建，低空产业出海势在必行

尽管行业处于发展早期，我国低空经济正同步向海外市场拓展，并通过无人机和 eVTOL 等旗舰产品，在东南亚和中东市场取得了显著突破，展现出强大的国际竞争力和市场潜力。我国已多年位居世界最大的民用无人机出口国，无人机专利申请量占全球的 70%，如今国内 eVTOL 企业也接连在海外签署巨额订单。沃兰特航空与泰国泛太平洋公司签署 500 架 eVTOL 采购协议，订单金额达 17.5 亿美元；时的科技与阿联酋 Autocraft 达成 350 架订单，金额 10 亿美元。低空经济的出现，为我国航空业从跟随者到引领者转变提供了机会。“航空器出口+本地化运营+标准输出”的复合模式将成为主流。企业将深化海外产能布局，通过技术授权降低贸易壁垒，针对东南亚跨境物流的重载机型与面向中东观光的高端客运机型将成为出海主力，沃兰特、亿航智能等企业有望形成规模化交付能力。在“一带一路”沿线，推动“低空基建+运营服务+人才培养”的整体解决方案输出，参与东南亚“空中走廊”建设与非洲医疗物资配送网络搭建，复制国内“场景验证-规模推广”的成功路径。东南亚、中东、拉美等新兴市场仍是短期增长核心，在欧美市场则可采取“技术合作+合规适配”策略，通过与当地企业联合研发获取欧美认证等方式，切入高端商用与城市空中交通市场，逐步打破市场壁垒，并同步推进低空标准输出，积极参与国际民航组织低空管理标准制定，在无人机作业规范、eVTOL 安全认证等领域提出中国方案。

三、低空经济行业核心公司

宁德时代：全球动储电池领军者，积极布局低空电池等新产品

公司主营产品为锂离子电池等，是全球最大的动力与储能电池生产企业。公司成立于 2011 年，前身是全球消费电池领先企业 ATL 的动力电池事业部。2012 年公司与宝马达成合作，后续又相继开拓宇通、上汽、吉利等客户。2018 年公司在深交所 IPO，并进入戴姆勒、大众供应链。2023 年公司发布凝聚态电池、神行超充电池等新产品。根据 SNE Research 数据，2025 年 1-11 月宁德时代在全球动力电池市场份额为 38.2%，同比+0.5pct；连续多年稳居榜首。根据 infolink 数据，2025 年前三季度宁德时代在全球储能电池市场出货量稳居第一。

公司通过战略投资、合作研发等方式在低空领域积极布局。产品方面，公司 2023 年推出凝聚态电池产品，单体能量密度超 500Wh/kg，可满足航空电池需求。2024 年 6 月，公司宣布已完成 4 吨级民用电动飞机成功试飞。2025 年 5 月，公司成功通过 AS9100 航空航天质量管理体系认证，标志着其质量管理体系、产品可靠性及持续改进能力已达到航空工业标准。

产业协同方面，2023 年 7 月宁德时代与中国商飞、上交企业发展集团联合成立商飞时代，合资公司主要从事民用航空器及零部件生产与销售。2024 年 8 月宁德时代与峰飞航空签署战略投资与合作协议；宁德时代独家投资数亿美元，成为峰飞航空的战略投资者。

卧龙电驱：全球电机领先企业，前瞻布局航空电机领域

公司深耕电机领域多年，在国内电机市场份额排名第一。公司前身上虞县多速微型电机厂成立于 1984 年，成立之初主营微分电机及控制器等。公司 2002 年正式上市，后续通过多轮兼并，形成了涵盖日用微特电机、工业电机、新能源车用电机等全方位布局。根据中项网数据，公司 2023 年在国内电机整体市场份额排名第一、市占率为 6.2%。根据弗若斯特沙利文数据，公司 2024 年在全球防爆电机市

场排名第一、份额为 4.5%；在全球工业电池与暖通电机市占率分列第四、第五名。

公司先发布局电动航空电机产品，提出“3+1”战略规划。公司 2019 年开始布局电动航空领域产品，目前已成功构建涵盖不同功率等级的产品矩阵：1) 小功率产品：功率覆盖 3-30kW，产品主要应用于小型无人机及配送领域。2) 中等功率产品：功率覆盖 30-200kW，产品主要应用于飞行汽车等领域，预计在 2027-2029 年实现快速发展。3) 大功率产品，功率达到 MW 级，主要应用于支线飞机等场景。

公司携手主机厂客户推进产品开发，并积极参与行业技术规范及团体标准编制。2023 年 8 月公司与中国民航科学技术研究院签订战略合作协议，共建新能源航空器电力驱动系统适航验证实验室。公司承办了《多旋翼无人驾驶航空器适航标准》的研讨会，积极参与并推动《电动航空器电推进系统通用要求》等多项团体标准的制定。

客户方面，2023 年 10 月公司携手中国商飞北研中心共同建立航空电力驱动系统事业部，加速电动航空技术的商业化应用。2025 年 6 月，公司与沃飞长空成立合资公司浙江龙飞电驱，专注于为市场提供最大起飞重量 750 公斤至 5700 公斤适航航空器的电推进动力系统及相关产品。此外，公司还积极携手山河星航等主机厂客户，共同推动电动航空器更好更快发展。

广电计量：国内领先的综合性第三方计量检测机构

广电计量主要从事计量检测、可靠性与环境试验、电磁兼容检测、化学分析、计量校准等综合技术服务，是国内领先的第三方综合检测与计量技术服务机构，服务领域覆盖航空航天、电子信息与半导体、轨道交通、新能源汽车、军工装备、低空装备等高端制造行业，具备“研发验证—工程交付—运行维护”全生命周期技术服务能力。2024 年实现营业总收入 32.07 亿元，同比增长 11.01%；核心检测服务实现收入 16.40 亿元，增长 11.00%；计量业务实现收入 7.45 亿元，同比增长 3.79%；集成电路测试与分析实现收入 2.56 亿元，同比增长 26.28%。2025 年前三季度收入 15.32 亿元，同比增长 8.95%，归母净利润 1.57 亿元，同比增长 7.14%，其中单三季度收入增速回升至 15%，扣非业绩同比增长 36%，加速聚焦国家战略产业，发展态势持续向好。

客户包括南方电网/中车/中航工业/广汽等大型装备企业、整车制造商，大客户占比高（年交易 100 万元以上客户营收占比超 35%），全国建有 23 个计量检测基地和 50 多家分子公司，总计超 70 个实验室，其计量、可靠性与环境试验、电磁兼容检测、车规半导体检测等业务国内领先，化学分析、环保及食品检测业务稳健。

公司是国内领先的综合性第三方检验检测与计量技术服务龙头，卡位国家质量基础设施核心环节，依托计量校准、可靠性与环境试验、电磁兼容等传统优势领域，持续向航空装备、商业航天、AI 芯片、卫星互联网、数据智能质量安全等高技术壁垒的新兴产业检测环节横向拓展，打开中长期成长空间。

此外公司近期发布定增计划，募集资金总额不超过 13.00 亿元，拟用于航空装备（含低空）测试平台项目、新一代人工智能芯片测试平台项目、卫星互联网质量保障平台项目、数据智能质量安全检验检测平台项目、西安计量检测实验室升级建设项目及补充流动资金。本次募投项目的实施将系统性提升广电计量在航空装备（含低空）、商业航天、人工智能芯片、卫星互联网、数据智能与信息安全等战略性新兴产业方向的检测与验证能力，强化公司在研发验证、系统级测试及质量保障环节的技术供给能力。

亿航智能：低空经济龙头企业，发布长航程航空器 VT35，EH216-S 商业运营可期

亿航智能是领先 eVTOL（电动垂直起降飞行器）制造商。亿航智能 2019 年在纳斯达克挂牌上市，是全球首家上市的空中交通科技企业，业务涵盖空中交通、智慧城市管理和空中媒体三大板块。025 年前三季度，亿航智能总收入为 2.66 亿元，同比-9.0%；归母净利润为-2.41 亿元，去年同期为-1.83 亿元；非美国通用会计准则下调整后归母净利润（即加回股权激励费用后的净利润）为人民币-4153.0 万元，去年同期为 694.7 万元。

VT35 发布，为 EH216-S 商业运营做准备，携手上下游共建生态链。1) 从新机型看，10 月，公司发布新一代长航程无人驾驶载人航空器 VT35，其满载设计航程约 200 公里，将产品组合覆盖范围从城市空中交通拓展至一小时城际空中交通领域。2) 从商业运营看，自获得运营许可证（OC）以来，亿航通航和合翼航空作为首批两家拥有运营许可证的运营商，已安全完成超过 1700 次飞行。公司已准备好开展商业运营，并计划在近期逐步推出基于预约的 eVTOL 飞行服务。同时，已获认证的运营商正在为 A 至 B 路线的试飞做准备。截至目前，公司已累计完成超过 8 万次无人驾驶 eVTOL 安全飞行。3) 从生态伙伴来看，7 月，公司与敏实集团达成战略合作，双方将围绕 eVTOL 航空器的高安全性机身系统研发制造及文旅示范运营场景打造等领域开展深度合作。4) 产能方面，通过云浮英航与亿航成立的合资企业，云浮生产基地二期项目已于 9 月开始试生产。近期完工后，云浮工厂将扩建至 48000 平方米，目标是每年生产 1000 架 eVTOL 飞行器及飞机零部件。同时，合肥、威海和北京的其他生产设施也在按计划建设中。5) 全球布局方面，2025 年至今，公司 eVTOL 全球飞行版图已扩展至 21 个国家。亿航智能与泰国民航局（AAT）及当地合作伙伴合作，于 10 月在泰国启动了先进空中交通（AAM）沙盒计划，计划到 2026 年底，将在泰国的 20 多个沙盒区域实现 EH216-S 无人驾驶 eVTOL 大规模商业化运营，数量将达 100 架。

亿航智能为领先 eVTOL 制造商，将持续受益于低空经济政策扶持，在手订单饱满。亿航智能是低空经济 eVTOL 行业唯一一家三证齐全的公司，首张运营合格证（OC）已落地，率先进入运营阶段。作为民用航空器，eVTOL 从设计到商业落地需取得型号合格证（TC）、单机适航证（AC）、生产许可证（PC）、运营合格证（OC）。型号许可证审查环节复杂，涉及各类测试和考核，取证周期可达 3-5 年。目前，亿航智能是全球首家“三证齐全”（TC、PC、AC）eVTOL 企业，进度快于同行企业 2-3 年。

万丰奥威：汽车轻量化为基，通航飞机+eVTOL 打开低空经济成长空间

万丰奥威主营汽车轻量化零部件和通航飞机制造业务。万丰奥威业务包括汽车轻量化和通航飞机制造两部分，其中汽车轻量化业务包括汽车铝合金轮毂、摩托车铝合金轮毂、镁合金压铸业务；通航飞机制造业务包括通航飞机的研发、生产、销售。公司 2025 年前三季度实现营收 114.16 亿元，同比+0.40%，归母净利润 7.29 亿元，同比+29.38%。分产品看，2025 年前三季度，公司汽车金属轻量化零部件收入 93.85 亿元，同比+0.02%，通航飞机制造收入 20.31 亿元，同比+2.20%。

汽车轻量化为基，通航飞机+eVTOL 打开低空经济成长空间。1) 汽车金属部件轻量化业务方面，公司持续优化客户结构，加大以铝合金、镁合金为主导的轻量化金属应用技术研发力度。同时，公司将进一步加强同核心新能源客户的合作，优化产品结构，增加大尺寸轮毂的配套，持续普及镁合金仪表盘支架等镁合金大型压

铸件在国内中高端车和新能源车的应用，推进镁合金大型压铸件国产化应用。2) **通航飞机创新制造业务方面**，公司持续以飞机创新制造为核心，不断强化“研发-授权/技术转让-整机制造和销售-售后服务”经营模式。报告期内，通航飞机订单充足，高附加值机型生产工艺持续改进，并持续开拓全球私人飞机市场。公司持续推进 eVTOL、eDA40、无人机、DART 系列新机型研发工作。2025 年 3 月，公司收购 Volocopter 核心资产，构建以业态+生态为依托的商业闭环模式，针对城市内空中交通解决方案、城际空中交通解决方案、城市空中生命救援通道、商务出行、消遣娱乐、特定环境接驳等场景进行拓展。未来随着低空经济发展，钻石飞机将在航校培训等应用市场基础上不断开拓新的应用场景，推进新机型的引进和国内新基地及交付中心的建设与资源整合，通过丰富的机型系列进一步匹配和开发国内私人飞行、短途运输、特种用途等场景，同时加大电动飞机、eVTOL、无人机等新机型的研发和型号合格证（TC）取证，构建“以飞行器制造为业态+以智能系统与起降设施为依托的生态”相融合的城市空中交通系统。

英搏尔：深耕新能源汽车动力系统多年，eVTOL、关节模组等领域相关业务持续推进

公司是国内少数同时具备新能源领域电驱系统和电源系统自主研发、生产能力的领军企业。英搏尔主营产品为新能源汽车动力总成、电源总成以及驱动电机、电机控制器、车载充电机、DC-DC 转换器等新能源汽车动力域核心零部件。1) **新能源乘用车领域**，公司已达成与广汽本田，东风日产，吉利、上汽通用五菱、广汽、长安、长城、奇瑞、小鹏等长期合作。2) **新能源商用车领域**，公司与吉利远程、北汽福田、上汽大通、赛力斯、奇瑞商用车等车企合作。3) **非道路车辆领域**，公司与杭叉、徐工、中联、三一、柳工、临工、韩国现代、韩国斗山、德国凯傲等客户合作。2025H1，公司已成功获得上海易咖、尚元智行等客户项目定点，并且和新石器、九识、福田领航等头部客户均有项目推进，客户拓展成效显著。公司 2025 年前三季度实现营业收入 23.6 亿元，同比增长 46.7%，归母净利润 1.5 亿元，同比增长 191.2%。2025 年前三季度，公司营业收入与利润双提升的主要原因如下：公司始终聚焦大客户战略，组建以研发、销售、交付为主体的“铁三角团队”，通过精准对接客户需求与高效推进项目落地，推动前五大客户收入占比持续提升，并进一步增强重点客户合作粘性。受益于主力车企定点车型销量攀升，公司总成产品市场渗透率显著提高，带动收入端加速扩张；与此同时，公司在海外市场加速突破，其业务规模扩大有效拉动综合毛利率水平提升；营业收入的快速增长进一步摊薄固定成本，降低单位制造成本，推动毛利率水平持续改善；此外，公司通过持续优化内部流程降低运营损耗，为盈利空间释放提供有力支撑。

公司与亿航智能、亿维特、高域等合作，低空经济打开成长空间。2025 年 9 月，公司与亿航智能成立的合资子公司云浮英航厂房基建基本完成，已进入试产阶段；EH216-S 机型已完成电机、电调的小批量交付。10 月亿航智能发布新机型 VT35，目前 VT35 电推进系统样机已经交付。同时，公司和亿维特以及高域的样机开发进展顺利。

公司与丰立智能在新能源汽车、传动模块、工程机械、eVTOL、智能制造等多领域深度合作。对于传动模块产业，丰立智能的谐波减速器、行星减速器及齿轮产品与传动模块的关节传动需求高度契合，英搏尔的电机及控制技术则能为转动模块提供稳定、高效的动力支持。双方将携手打造先进的传动模块，推动传动模块在智能服务、工业制造等领域的广泛应用。在工程机械和 eVTOL 领域，双方将针对复杂工况和特殊应用场景，联合开发定制化产品，满足工程机械的高负载、高可靠性要求以及 eVTOL 对轻量化、高效率动力系统的严苛标准。

宗申动力：国内中小型动力机械核心企业，积极布局低空经济

宗申动力是国内专业化中小型动力机械产品制造基地之一，主要从事中小型动力机械产品及部分终端产品的研发、制造、销售等业务，在通用机械、摩托车动力、航空活塞动力等中小型动力领域处于行业领先地位。2025 年前三季度，公司实现营收 96.39 亿元，同比+30.17%，实现归母净利润 7.58 亿元，同比+93.70%。2025 年前三季度公司收入同比增长 30%，主要系公司大力拓展市场，通用机械及摩托车发动机业务增长所致。

国内中小型动力机械核心企业，积极布局低空经济。1) 传统主业方面，公司坚持以核心主业为根基，在“通用机械”和“摩托车发动机”两大传统优势领域，夯实细分市场龙头地位。2) 新兴领域方面，公司重点布局“航空动力”“新能源”“高端零部件”三大战略性新兴领域，加大研发投入和市场开拓力度。3) 公司积极布局低空经济，目前，宗申航发公司已形成以中小型航空活塞发动机为主的产品线，构建了五大航空动力平台，推出 20 余款衍生产品以及螺旋桨产品，涵盖无人机及轻型通航飞机市场。宗申航发公司紧抓政策红利与市场机遇，宗申航发公司自主研发的 CA500 型航空活塞发动机，在山河星航 Aurora SA60L 轻型运动飞机上随机认证末次审查会成功召开，标志宗申航发 CA500 即将成为国内首款严格遵循中国民航局适用的适航要求和 ASTM F2339 国际标准、通过“随机审定”模式，获得适航批准的国产航空动力产品。公司近年来加速推进适航认证进程以及混合动力航空发动机产品的研发，为产品在低空经济领域的广泛应用奠定坚实基础。

道通智能：低空工业无人机制造龙头，以核心技术壁垒构筑竞争优势

公司聚焦工业级智能无人机、行业数字化解决方案及数智维修、智能充电等新兴业务，是少数同时具备“低空飞行平台 + AI 算法 + 场景化解决方案”全链条自主研发能力的企业。

公司主营产品工业级和消费级无人机，形成“航拍测绘 + 行业巡检”两大产品矩阵。：1) 工业级无人机：道通龙鱼系列倾转旋翼无人机主打长航时航程、高载荷，配备高清图传技术和四光相机等多种载荷，适配公共安全、能源巡检等场景。2) 消费级无人机：消费级工业跨界产品 EVO 系列无人机，主打高清航拍与专业测绘功能，搭载全画幅相机与激光雷达模块，适配航拍、建筑测绘、地形勘探等场景。

公司深耕低空经济，公司打造三大行业领先技术体系：一是“卫星拒止环境导航”技术，保证无人机在无 GPS、强电磁干扰等复杂环境下的稳定作业能力；二是首创“双目视觉 + 毫米波雷达”融合感知技术，实现 720 度全向避障，搭配 Autel Autonomy 自主飞行技术，可完成复杂环境下的全局路径规划与自主绕障；三是自主研发 A-Mesh 技术，支持异构设备弹性组网，大幅提升组网节点通信效率与应用场景覆盖范围，其多旋翼机巢与龙鱼机巢可依托该技术实现无人值守与大规模协同作业。

极飞科技：深耕农业无人机细分领域，智能化解决方案引领产业革新

公司是全球领先的农业无人机龙头企业，2024 年全球农业无人机市场占有率达 17.1%，位居世界第二，具备全栈式智慧农业解决方案自主研发、生产与服务能

力。极飞科技主营产品覆盖农业无人飞机、农业无人车、农机自驾仪、智能水肥管理系统等核心装备，以及极飞地理测绘无人机、农田监测站等配套产品，构建起覆盖耕、种、管、收全链条的智慧农业生态体系。1) **国内农业市场**，公司与广东省农业技术推广中心等政府机构，以及江苏大中农场、江苏方强农场等大型国营农场均建立长期合作关系。2) **海外农业市场**，产品已进入近 60 个国家和地区，2024 年海外销售额达 3.7 亿，同比增长 34.8%。

公司 2025 年上半年营业收入 7.45 亿元，同比增长 2%，净利润 1.34 亿元，同比增长 51%。公司净利润大幅增加主要原因如下：公司持续优化生产与运营流程，通过规模化生产摊薄固定成本；海外业务规模扩大与高端产品占比提升，有效拉动综合毛利率水平改善；搭建高效服务体系降低运营损耗，为盈利空间释放提供有力支撑；此外，非经营性支出大幅降低进一步增加了利润空间。

公司与产业链上下游深度协同，强化多领域核心优势。在传动与控制领域，通过核心部件自研与供应链优化，实现农业机器人动力系统与控制系统的稳定适配，保障产品在复杂工况下的高可靠性；在智能生态领域，联合蚂蚁金服推出“植保无人机信用租”模式，降低用户使用门槛，同时通过极飞学园与保障体系搭建，完善“产品+服务”闭环；在技术研发领域，与农业农村部南京农业机械化研究所、华南农业大学等机构合作，攻克行业共性技术难题，推动精准农业技术创新突破。

国际合作方面，公司“借力打力”合作共赢积极开拓海外市场。2025 年 5 月，公司与凯斯纽荷兰在巴西联合推出首款智能农业无人机，依托凯斯纽荷兰拉美地区渠道优势快速实现市场落地，未来计划覆盖整个拉美区域；同期与泰国正大集团、日本洋马达成三方合作，整合无人机、智能农机与农业全产业链资源，构建“科技+农机+本地化服务”模式，预计三年内覆盖东南亚主要农业产区。

纵横股份：业绩拐点已现，低空经济生态布局加速兑现

公司是国内领先的工业级运输无人机整机制造商，专注于长航时、大载重垂直起降固定翼无人机研发与应用。主营产品覆盖垂直起降固定翼、大载重固定翼等全系列工业无人机，以及飞控系统、任务载荷、纵横云平台等核心软硬件，拥有“无人机+数据服务+场景解决方案”的完整业态。1) **行业应用方面**，公司产品广泛应用于应急救援、地理测绘、智慧政务、能源巡检等场景。2) **区域落地方面**，公司在四川、浙江、山东、河北、重庆等地打造多个应用示范项目，其中巴中 1.06 亿元智慧低空项目成为行业标杆级项目。3) **海外拓展领域**，推进大载重无人机系统的国际资质申报，重点布局“一带一路”沿线市场。

公司 2025 年前三季度营收 3.22 亿元，同比增长 57%，归母净利润亏损收窄幅度超 100%。业绩改善的核心原因为低空经济政策驱动下的市场需求释放，纵横股份作为工业无人机龙头，优先受益政策红利；公司内部推行了精细化的费用管控，提升运营效率，销售费用率和管理费用率实现了同比下降。

公司与中国电信、中国移动、超图软件、四川港投、陕直通航等合作伙伴深度协同，共建低空经济生态体系。一方面公司整合运营商网络资源，强化无人机远程操控与数据传输能力；另一方面，积极联合各地方国有资本运营平台，共同开展低空数字经济业务，旨在形成可快速复制的商业模式，加速拓展业务范围。此外，公司还参股四川低空经济产业发展有限公司，提前卡位低空物流新业态，布局未来新增长极。

大疆创新：消费级无人机市场领导者，低空经济与智能影像双轮驱动

大疆是全球领先的无人飞行器控制系统及解决方案提供者，占据全球消费级民用无人机市场约 70% 份额。业务涵盖消费级无人机、专业级无人机、手持影像设备及行业应用解决方案，客户覆盖全球 100 多个国家和地区。大疆创新构建了以**无人机整机**为核心，**手持影像设备与行业解决方案**协同发展的产品体系。

1) 产品生态：“消费+工业”双轮驱动，覆盖从微型到大型的全谱系无人机。其核心产品是以 Mavic 系列为主的消费级无人机，工业级无人机方面覆盖植保作业（T 系列）、安检巡防（Matrice 系列）以及运载（FC 系列）等领域；此外，生态延伸产品，如云台、图传系统等也是公司的主要营收来源之一，形成“整机+配件+软件”的闭环生态。

2) 技术壁垒：大疆创新将飞控、云台与图传三大系统视为核心竞争力，实现了 100% 自研自产，构建了坚实的技术壁垒。飞控系统凭借全自研的底层算法，实现了厘米级悬停精度；云台系统采用无刷电机、高精度 IMU 与先进增稳算法等技术，实现电影级增稳效果；图传系统则通过自研通信协议及定制化 ASIC 芯片，保证传输距离、稳定性和画面质量，其自研影像处理芯片（ISP）支持 4K/120fps 等高规格视频录制，技术指标全面领先。此外，基于全链路自主研发与规模化生产，大疆成功将消费级无人机价格从早期数万元拉至千元级别，形成了“技术+成本”的双重护城河，稳固了其全球市场领导地位。

供应链方面，大疆通过与各领域龙头企业“强强联合”保证产品竞争能力。硬件方面与欧朋达、联创电子、宇通光学、银禧科技等公司深度合作；电池方面宁德时代、德赛电池、格瑞普等均为长期合作伙伴；芯片方面则主要采购高通、英特尔等。

除供应链外，大疆还积极开展跨界合作，不断探索无人机技术外溢新方向。与比亚迪联合推出“灵鸢”车载无人机系统，探索“无人机+”新应用；与科大讯飞开展智能化升级项目，将 AI 的语音交互、数据处理赋能无人机；借助汉莎航空在航空业的资源优势，探索无人机创新应用场景。

莱斯信息：国内民航空管龙头与低空信息化先行者

公司作为中电科 28 所面向民品市场的主要窗口，聚焦低空经济“运行管理”核心环节，以空中交通管理指挥控制技术为核心，进行军工技术向低空经济的产业化转化。公司继承中国电科“国家队”技术积累，构建了覆盖空域规划、飞行审批、运行监控的全链条低空运行保障体系。公司主营低空飞行服务管理平台及配套系统开发，核心产品“天牧”系列覆盖多场景低空运行保障需求。1) **空管领域**，先后中标华东地区、太原、济南、厦门等项目，总金额近 4 亿元，积极推进国产化替代。2) **低空领域**，落实湖北省、南京市、扬州市、文成县等多个低空项目，进展显著。

业绩方面，2025 年前三季度，公司营业收入 7.21 亿元，同比下降 21.4%，归母净利润-0.50 亿元，同比由盈转亏。公司常务副总经理程先峰解释了业绩下滑的三个主要原因：一是城市道路交通管理领域销售收入减少，导致的利润下降；二是主营业务收入季节效应明显，项目前期投入较大，但多数项目下半年验收，营收能力未能及时体现；三是部分客户回款催收难度较大。

公司已与江苏省、广东省、浙江省等 20 多个省市达成战略合作，为各地方政府提供低空发展方案，探寻低空经济运营模式。2025 年公司承建的江苏省低空飞行服务中心项目落地，该项目为全国首个低空有人无人航空器一体化管理平台，对低空管理模式进行了创新。此外，公司作为中国电科低空经济联合创新中心核心单

位，积极参与低空飞行管理、空域规划等多项行业标准制定，联合发布《先进低空航行系统白皮书》、《低空经济发展白皮书》。

四创电子：低空探测雷达龙头

四创电子是中电科 38 所旗下唯一上市平台，专注于雷达监测及低空运行管理技术的产业化转化。公司背靠“国家队”技术资源，聚焦低空探测监视领域，为低空经济发展提供技术底座。公司主营业务为以雷达为核心的低空感知装备，印制电路板、电源、微波器件等感知基础元器件，以及安防、人防信息系统的低空感知应用。1) **低空产品方面**：建立了“天行、天卫、天工”三大产品线，分别聚焦“低空保障”，“低空安全”和“低空制造”，并推出“网眼”系列、“幽卫”系列、“萤火虫”系列雷达用于低空监视领域。2) **低空解决方案方面**，推出“低空雪亮”方案，通过将低空雷达融入现有地面监视体系，实现空地协同的三维立体防控能力，可用于城市安全、城市治理等场景。3) **低空应用落地方面**：公司联合中国移动、中科星图、中电信数智科技有限公司等，开展合肥市低空经济建设相关项目，项目总金额 1.45 亿元。

业绩方面，2025 年前三季度，总营收 10.41 亿元，较 2024 年同期的 10.92 亿元下降 4.7%，净利润约为-0.9 亿元，较 2024 年同期下降近 5000 万元。由公司 2025 年前三季度财报可以看出，公司营收变化不大的情况下净利润大幅降低的主要原因是公司布局低空经济，开展多项产品的研发和升级并大幅提高了研发投入（前三季度研发费用同比增长 188.43%），进而增加了公司运营成本。

公司目前积极布局低空经济，深度参与政策层、产业层和应用层低空领域多层次建设。政策层面，公司为国资委、科技部、发改委提供低空经济规划参考及相关方案；产业层面，牵头开展全国首个省级低空智联基础设施论证及技术攻关，联合北京航空航天大学、国先中心等多家单位，建设低空实验室，助力低空技术研究；应用层面，聚焦“低空+安全”，结合自身技术和平台优势，联合合肥市开展低空雪亮示范项目建设。

四川九洲：低空安防体系化服务商

四川九洲作为九洲集团在低空经济领域的核心上市平台，聚焦低空飞行管理与安全防控核心环节。主营业务主营低空飞行服务管理系统、智能终端、反无人机系统及射频组件等产品，并提供低空安防解决方案等。公司与蜀道交通服务集团、中国移动四川绵阳分公司、丰翼科技等多家企业开展战略合作，深度参与深圳、东台、建德、绵阳等地的低空管理、防控、监视等相关建设。

业绩方面稳健发展，2025 年前三季度，总营收 28.3 亿元，较 2024 年同期基本持平，增幅约 4%，归母净利润 0.98 亿元，较 2024 年同期下滑 18.3%。公司称利润短期承压主要因本期交付产品的毛利率波动，但经营性现金流同比增强 112%，主业回款能力显著增强，业绩爆发或即将兑现。

公司当前全面布局低空经济产业，公司以技术为核心切入点，通过投资合作、拓展服务和产业链延伸，增加低空产业实力。1) **投资合作实现能力补强**，公司参股绵阳科技城低空产业发展有限公司，直接参与地方低空经济基础设施建设。2) **强强联合打造合作标杆**，与物流龙头顺丰速运建立合作关系，共同探索低空物流等产业应用新方式。3) **收购新设实现产业延伸**，公司积极推进收购九州电器射频业务，提升低空安防、雷达探测等领域竞争力；切入低空飞行检测赛道，打造西南唯一的低空测试试验中心，开展低空试验测试和相关增值服务；成立九州芯辰微波科技有限公司，切入卫星下游终端制造领域，实现“低空经济”与“商业航天”

两大赛道的协同布局。4) “产学研”联动发展，公司牵头成立中国低空经济研究院，联合北航等机构发布《无人机试飞基地空域管理》等多项行业标准。

纳睿雷达：民用相控阵雷达龙头，技术强劲，订单饱满

公司是国内领先的 X 波段双极化有源相控阵雷达制造商，其产品在气象探测领域具有高分辨率、高精度的技术优势。公司掌握了全极化有源相控阵雷达这一核心技术，并创新性地采用微带贴片天线技术路线，在保证产品高性能的同时，有效控制了生产成本，实现了相控阵雷达在民用市场的商业化。这使得公司在与传统雷达厂商及其他相控阵雷达厂商的竞争中，能凭借更高的技术性能和性价比获取超额收益，维持了 70% 左右的高毛利率水平。

水利测雨雷达市场爆发，公司先发优势显著。受益于国家加强水旱灾害防御体系建设，特别是雨水情监测预报“三道防线”的政策推动，测雨雷达作为核心装备需求爆发。2025 年上半年公司水利测雨雷达新签合同额已超过去年全年。公司是国内最早参与水利部相控阵测雨雷达试点的企业之一，产品经过 3 年测试并获得认可，技术和市场先发优势明显。全国水利测雨雷达市场空间达 95 亿元，公司作为市占率约 60% 的龙头企业将核心受益。

低空经济打开全新增量空间。低空经济被国家列为战略性新兴产业，雷达是低空监视的核心基础设施，公司已推出针对“低小慢”目标和微气象探测的 Ku 波段雷达，并已作为主要低空探测设备参与深圳首个低空管理系统建设，有望在 2025 年实现批量销售。公司已入围中国铁塔低空经济应用合作伙伴一级库，有望借助铁塔资源加速市场拓展。

技术领先与成本优势构筑核心壁垒：公司核心技术为双极化有源相控阵雷达，并采用微带贴片天线技术路线，该路线可借助成熟的 PCB 工艺，实现低成本、小型化、轻量化的量产优势。与科研院所等竞争对手相比，公司在民用市场具备更高的性价比。同时，公司积极向上游布局，拟收购芯片设计公司天津希格玛，未来将雷达系统开发从“部件级集成”提升至“芯片级协同”，进一步巩固技术和成本护城河。

风险提示

低空政策进展不及预期

当前低空经济产业处于发展早期培育阶段，政策催化属性较强，政策体系需逐步完善。部分关键环节的政策仍需填补和明确，例如空域精细化管理模式，低空基础设施建设投入模式、低空运营安全配套保障体系、航空器适航认证体系等。政策出台和执行落地的力度对产业化节奏产生极大的影响。

低空经济基础设施建设进展不及预期

低空基础设施是未来产业“能飞起来”的必要前提。低空基础设施种类多、项目多、前期投入大，建设进展受宏观政策和地方财政支持节奏影响大。若宏观政策支持力度减弱或地方财政支出收紧，可能会影响基建投入进而延缓整体产业化进程。

关键技术进展不及预期

传感飞控技术、电池能量密度和续航时间、旋翼倾转等技术是当前 eVTOL 亟需克服和提升的关键领域，也是制约 eVTOL 适航取证的核心卡点。若出现核心零部件被“卡脖子”或关键技术突破不及预期或技术路线分歧等超研发和适航周期的事件，整体产业进程可能被延阻。

相关数据和行业规模测算偏差风险

低空经济产业化进度存在不确定性，许多面向未来的应用场景发展刚刚起步，发展节奏难以预测。因此，对低空整体行业和具体细分领域的应用场景渗透率、收入和盈利水平以及整体市场规模等商业化测算可能与未来实际发展情况存在偏差，测算机制无法涵盖市场所有潜在因素带来的影响。

免责声明

分析师声明

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。

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 $\pm 10\%$ 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 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

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

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中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 层

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