

2024

行业研究系列报告

低空经济系列研究报告

低空经济 临空经济 通用航空 无人机产业
低空应用场景 城市低空经济发展策略 低空旅游



目 录

一、低空经济行业研究报告

二、临空经济区行业研究报告

三、通用航空行业研究报告

四、无人机行业研究报告

五、低空应用场景现状趋势

六、城市低空经济发展策略——以临空经济区为例

七、低空旅游行业研究报告

2024

行业研究系列报告

低空经济行业研究报告

低空经济深度研究：新质生产力代表，
万亿市场天际翱翔



目 录

一、低空经济概述	1
二、低空经济应用场景	3
三、产业规划及政策	5
(一) 国家层面规划及政策	5
(二) 地方产业规划及政策	8
四、低空经济总体规模	10
五、重点领域市场格局	13
(一) 民用无人机	13
(二) 通航飞机	15
(三) eVTOL	18
六、eVTOL 产业概览	19
(一) 产品概况	19
(二) 发展历程	22
(三) 国内商业化进程	23
(四) 技术路线	23
(五) 适航取证制度	25
(六) 行业重点企业	25
(七) 产业链格局	30
七、国内重点地区产业现状	41
(一) 深圳市	41

(二) 上海市	42
(三) 北京市	43
(四) 广州市	44
(五) 苏州市	45
(六) 成都市	47
(七) 长沙市	48
(八) 西安市	48
(九) 珠海市	49
(十) 合肥市	50
(十一) 无锡市	50
(十二) 南京市	51
(十三) 武汉市	52

图、表目录

图 1	国家空域基础分类示意图	2
图 2	空域分级应用场景示意图	3
图 3	全球 UAM 市场规模预测（亿美元）	11
图 4	我国低空经济规模（亿元）	12
图 5	2018-2023 年全球通航飞机交付量及增速	15
图 6	2018-2023 年全球通航飞机交付金额及增速	16
图 7	2021-2026 年我国 eVTOL 市场规模（亿元）	19
图 8	eVTOL 产业链	31
图 9	Lilium 的 eVTOL 各系统价值量占比	32
图 10	复合材料在 eVTOL 部件中的应用	39
图 11	空管系统组成及功能架构	40
表 1	我国低空经济相关规划政策	6
表 2	国内主要地市低空经济规划政策	9
表 3	低空经济范围	10
表 4	我国工业级无人机主要企业	14
表 5	全球及我国通航飞机主要企业	17
表 6	eVTOL 的潜在应用场景	21
表 7	国际主要飞行汽车企业产业化情况	27
表 8	中国主要飞行汽车企业产业化情况	28

低空经济产业链条长、应用场景丰富，对国民经济的综合贡献显著，是新质生产力的重要代表。空域管理改革释放我国低空经济活力，我国无人机、新能源电池产业全球领先，5G 通信网络设施建设位居全球前列，新型低空航空器研发活跃，智能、电动、网联趋势下，我国低空经济弯道超车已具备条件，万亿产业蓄势待发。

一、低空经济概述

低空经济是指在低空空域范围内，以民用有人驾驶和无人驾驶航空器为载体，以载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动为牵引，带动相关领域融合发展的综合性经济业态。低空空域通常是指距正下方地平面垂直距离在 1000 米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米。低空飞行航空器包括各种直升机、固定翼飞行器、电动垂直起降飞行器 eVTOL、工业无人机、消费无人机、城市治理无人机等，未来将以 eVTOL 和无人机为主流。

我国低空空域过去主要为管制空域。根据国家测绘局国土司的界定，我国空域按高度可划分为深空、中空和低空。深空是万米以上的空域，通常面向火箭发射、商业航天等市场；中空是 3000 米至 10000 米的空域，主要为军用航空、传统民用运输航空和部分通用航空的飞行区域（部分时候也可以飞至 10000 米以上）；低空则是 3000 米以下的区域。低空空域开放是低空经济发展的前提，我国过去低空空域多为军方管制空域，大部分通用航空活动需要履行临时空域申请、飞行

计划审批等，飞行服务过程中也采取严格的流量管控。

空域管理改革释放低空经济活力。美国早在 20 世纪 60 年代就开放了 3000 米以下的低空空域，低空空域管理基本趋向民用化管理，直升机和 eVTOL 可以在无限制空域自由飞行。自 2000 年起，我国低空空域管理经历多次改革，逐步由粗放型向精细化转变，由军方主导向军民融合发展，并与国际接轨。2023 年 12 月国家空管委发布《国家空域基础分类方法》，将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 七类，其中 A-E 五类为管制空域、需空管部门进入许可，开放 G、W 类（大致对应 300 米以下非 A-E 类）空域作为低空活动区，豁免飞行申请，进入前报备即可。低空空域开放避免统一的流量管制造成的低效率，为 eVTOL、无人机、通航飞机等航空器的飞行活动释放出充足的低空资源，为低空经济快速发展创造了条件。

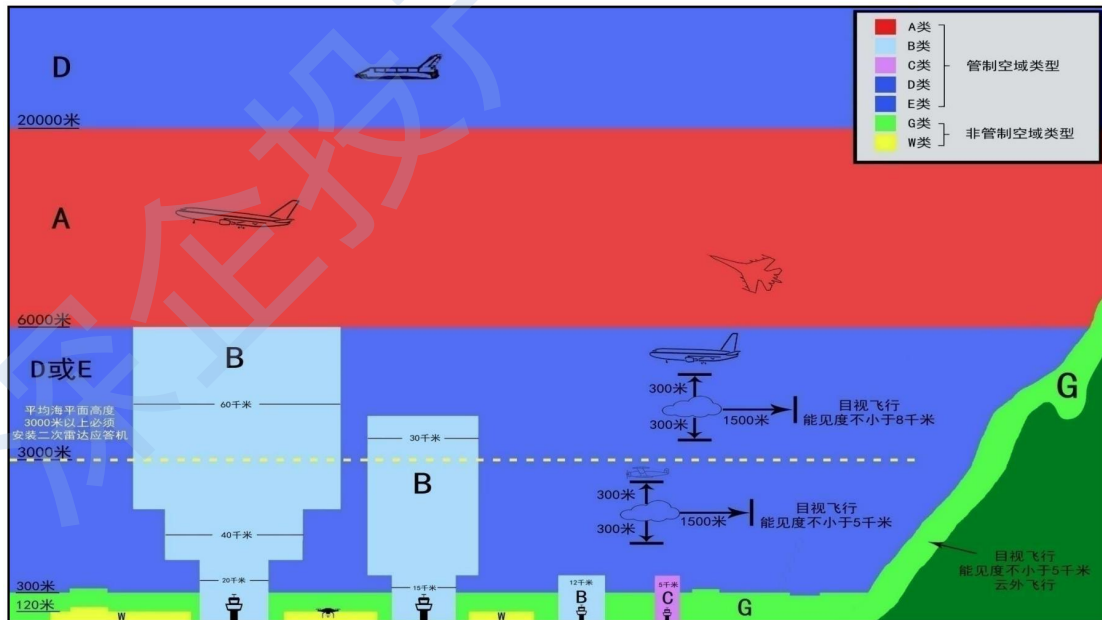


图 1 国家空域基础分类示意图

资料来源：民航局《国家空域基础分类方法》。



图2 空域分级应用场景区示意图

资料来源：华西证券。

二、低空经济应用场景

低空经济以通用航空产业为主体。低空经济涉及军用、政用、商用、民用全方位场景，以通用航空产业为主导，应用于生产生活的多个领域。通用航空是指除军事飞行和民用航空飞行中公共运输航空飞行以外的航空活动。与公共运输飞行主要在8000米以上高空不同，通用航空飞行主要在3000米以下的低空领域。国际民用航空组织（ICAO）将通用航空定义为“除定期航空服务和不定期航空运输业务以外的以报酬或出租为目的的所有民用航空业务”。低空经济及通用航空应用场景大致可分为生产作业类、通航运输类、公共服务类和航空消费类。

——**生产作业类**。为农林牧渔和工业提供飞行作业活动，是传统通用航空的重点应用场景，包括农林植保（农林喷洒施药灭虫、飞播造林种草、施肥等）、探矿采油（海洋巡检、设备巡检、海域运输等）、电力巡检、地理测绘、航空摄影等领域，当前使用的航空器以直升机和工业/行业级无人机为主。生产作业类通用航空市场成熟度较高，市场规模呈现稳定增长态势，比如 2022 年我国通航农业作业面积预计 18.8 亿亩，预计 2025 年提升至 25.1 亿亩，2022 年预估电力巡航里程为 85 万公里，预计 2025 年提升至 100 万公里。

——**通航运输类**。通用航空的重要作用之一就是交通运输，涵盖客运和货运，主要包括支线客运、短途运输、城市空中交通、城际通航、无人机配送与物流等领域。私人飞机、公务专机也是通用航空发展最快的领域，在世界通用航空三大类飞行中，航空作业飞行约占飞行总量的 20%，教学训练约占 22%，公务飞行占 50% 以上。随着 eVTOL 逐渐商用，依托 eVTOL 发展城市空中交通（UAM），在人口稠密的城区建立安全高效便捷的空中运输系统，成为全球航空界和交通界共同关注的焦点。将无人机应用于快递物流、末端配送、即时配送已成为物流行业重要发展趋势。

——**公共服务类**。主要是面向政府部门、公共单位乃至整个社会提供公共服务相关的航空飞行活动，包括应急救援、警用安防、海关飞行、政务飞行、路政巡查、信息通信、气象探测、海洋监测等领域，其中警用安防和应急救援的市场规模较大。应急救援应用场景众多，包括森林草原消防、常规救灾（防汛抗旱、地震和地质灾害、堰塞湖

等抢险救灾)、水上搜救、城市消防救援、医疗救援等领域,具体任务则涉及空中侦察勘测、指挥调度、紧急输送、人员转运、特殊吊载、通信照明保障、交通疏导等多个方面。当前直升机为航空应急救援的主流,eVTOL将成为有力补充。警用安防无人机应用已较为广泛。

——**航空消费类**。面向消费群体提供消费性航空活动,包括飞行培训、空中游览、航空运动(高空跳伞、翼装飞行)、私人飞行、娱乐飞行、空中婚礼、娱乐拍摄等。轻小型无人机将航空消费场景扩展到航拍、表演、竞速、科普教育等领域。直升机、热气球和滑翔伞等传统低空工具已经广泛应用于景区体验,eVTOL有望开创低空旅游新业态,成为低空游览主力航空器。

三、产业规划及政策

(一) 国家层面规划及政策

2010年8月,国务院、中央军委下发《关于深化我国低空空域管理改革的意见》,此后我国低空空域管理改革提上日程,通用航空业发展得到重视,低空经济进入初步发展阶段。“十四五”期间低空经济相关规划政策出台大幅提速,国家规划政策保障持续完善,低空经济进入快速发展阶段。2021年《国家综合立体交通网规划纲要》首次将低空经济写入国家规划,2023年无人驾驶航空器立法出台,空域管理条例等不断细化,2024年低空经济发展首次写入政府工作报告。2024年3月27日,工信部等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030年)》,加快通用航空技术和装备迭代

升级，建设现代化通用航空先进制造业集群，打造中国特色通用航空产业发展新模式，为培育低空经济新增长极提供有力支撑。

表 1 我国低空经济相关规划政策

日期	政策文件/会议	主要内容和意义
2024. 03	工信部、科技部、财政部、民航局《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》	到 2027 年航空，航空应急救援、物流配送实现规模化应用，城市空中交通实现商业运行，形成 20 个以上可复制、可推广的典型应用示范，打造一批低空经济应用示范基地，形成一批品牌产品。到 2030 年，以高端化、智能化、绿色化为特征的通用航空产业发展新模式基本建立，支撑和保障“短途运输+电动垂直起降”客运网络、“干-支-末”无人机配送网络。满足工农作业需求的低空生产作业网络安全高效运行。
2024. 03	第十四届全国人民代表大会第二次会议	政府工作报告提出“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”。
2024. 02	中央财经委员会第四次会议	强调鼓励发展与平台经济、低空经济、无人驾驶等结合的物流新模式。
2024. 01	交通部《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》	首次明确基于场景和风险的监管体制；进一步细化了无人驾驶航空器运行的安全管理要求，包括飞行活动的申请、人员资质、设计保证系统的监督以及证后管理等，保证运行安全。
2023. 12	民航局《国家空域基础分类方法》	将我国空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 等 7 类，其中 A-E 类为管制空域，G、W 类为非管制空域。详细阐述了国家空域的分类原则和各类空域的划设、服务内容、飞行要求，为空域管理和无人驾驶航空器飞行活动提供了空域使用的法律依据。
2023. 12	2023 年中央经济工作会议	将低空经济纳入战略新兴产业范畴，提出“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业”。
2023. 12	工信部《民用无人驾驶航空器生产管理若干规定》	从唯一产品识别码、无线电发射设备型号核准、电信设备进网许可、网络与数据安全、产品信息备案等方面提出了相关要求。
2023. 11	国家空管委《中华人民共和国空域管理条例（征求	明确提出空域用户定义并提出空域用户的权利、义务规范，标志着我国空域放开有了实质性的突破。

日期	政策文件/会议	主要内容和意义
	意见稿)》	
2023. 10	民航局《无人驾驶航空器系统物流运行通用要求第1部分：海岛场景》	规定了应用于海岛场景从事物流的民用无人驾驶航空器系统运行的通用要求。
2023. 10	工信部等四部门《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》	提出发展目标，到2025年，使用可持续航空燃料的国产民用飞机实现示范应用，电动通航飞机投入商业应用，电动垂直起降航空器（eVTOL）实现试点运行，到2035年，建成具有完整性、先进性、安全性的绿色航空制造体系，新能源航空器成为发展主流，以无人化、电动化、智能化为技术特征的新型通用航空装备实现商业化、规模化应用。
2023. 06	国务院、中央军委《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	2024年1月1日起正式施行，无人机产业进入有法可依的规范化发展阶段。
2023. 02	民航局《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》	详细列出了无人驾驶航空器的适航审定流程、设计保证系统的建立与管理、飞行手册编制要求等，确保无人驾驶航空器在投入运行前达到适航标准。
2022. 02	民航局《“十四五”通用航空发展专项规划》	提出“十四五”期间，发展规模实现新跃升，通用航空（含无人机）企业、飞行总量、航空器、执照等数量显著增加，保障能力取得新突破，力争低空空域改革取得实质性进展，推动低空空域分类划设，航路航线大幅拓展，在册通用机场布局合理。
2022. 01	国务院《“十四五”旅游业发展规划》	提出完善邮轮游艇旅游、低空旅游等发展政策，选择一批符合条件的旅游景区、城镇开展多种形式的低空旅游，强化安全监管，推动通用航空旅游示范工程和航空飞行营地建设。
2022. 01	民航局、发改委、交通运输部《“十四五”民用航空发展规划》	提出构建运输航空和通用航空一体两翼、覆盖广泛、多元高效的航空服务体系。
2022. 01	国务院《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	提出持续推进空管体制改革，完善军民航空管联合运行机制，实施空域资源分类精细化管理，优化全国航路航线网，深化低空空域管理改革，有序推进通用机场规划建设，构建区域短途运输网络，探索通用航空与低空旅游、应急救援、医疗救护、警务航空等融合发展。

日期	政策文件/会议	主要内容和意义
2021.02	中共中央、国务院《国家综合立体交通网规划纲要》	提出发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济，首次将“低空经济”写入国家规划。
2019.05	民航局空管办《关于促进民用无人驾驶航空发展的指导意见》（征求意见稿）	提出民用无人驾驶航空的发展目标和主要任务，重点开展低空无人机公共航线划设和运行研究，组织开展垂直起降载人（VTOL）及物流无人机试运行，为制定适航、飞标、空管运行规则、标准提供依据。
2018.09	民航局《低空飞行服务保障体系建设总体方案》	明确了全国低空飞行服务保障体系由1个国家信息管理系统、7个区域信息处理系统以及一批飞行服务站组成
2016.05	国务院办公厅《关于促进通用航空业发展的指导意见》	提出通用航空发展目标，到2020年建成500个以上通用机场，通用航空业经济规模超过1万亿元。
2014.07	低空空域使用管理规定（试行）（征求意见稿）	定义低空空域，提出低空空域按管制空域、监视空域和报告空域以及目视飞行航线进行分类，其中涉及监视、报告空域的飞行计划，通航用户需向空军和民航局报备。
2010.08	国务院、中央军委《关于深化我国低空空域管理改革的意见》	确定总体目标，通过5至10年的全面建设和深化改革，在低空空域管理领域建立起科学的理论体系、法规标准体系、运行管理体系和服务保障体系。

资料来源：深企投产业研究院整理。

（二）地方产业规划及政策

自2010年以来，四川、海南、湖南、江西和安徽等省作为全国首批低空空域管理改革试点省份，在空域管理改革、通用航空产业发展方面持续探索。2021年起，跟随中央号召，全国多个省市部署发展低空经济，推出了有关低空经济、通用航空、无人机方面的规划、政策及细则。截止2024年3月底，全国近20个省份政府工作报告提到了发展低空经济、通用航空。

在地市层面，深圳、苏州、珠海、合肥、芜湖、成都、福州、武

汉等市纷纷出台低空经济发展条例、实施方案、行动计划以及产业具体支持措施，预计 2024 年内国内主要地市针对低空经济的具体行动方案和措施将广泛出台。从各地具体的政策支持细则来看，普遍涉及基础设施建设（如通航机场、起降平台）、下游应用场景拓展（开设物流、载人航线）、产业链培育和产业化、企业投资项目落地方面的支持和补助。

表 2 国内主要地市低空经济规划政策

城市	出台时间及政策
深圳	2022. 12 《低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025 年）》 2023. 12 《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》 2024. 01 《深圳经济特区低空经济产业促进条例》 区级：《深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展的若干措施》《深圳市龙华区促进低空经济产业高质量发展若干措施》《龙华区低空经济试验区 2024 年度建设方案》《福田区低空经济高质量发展行动方案（2023-2025 年）》《盐田区关于促进低空经济产业创新发展的若干措施》《盐田区低空经济产业创新发展实施方案（2023-2025 年）》《南山区促进低空经济发展专项扶持措施》《龙岗区关于促进低空经济产业发展的若干措施（征求意见稿）》等
苏州市	2024. 02 《苏州市低空经济发展体系与愿景》《苏州市低空经济高质量发展实施方案（2024-2026 年）》《苏州市支持低空经济高质量发展的若干措施（试行）》
合肥市	2023. 12 《合肥市低空经济发展行动计划（2023-2025）》
芜湖市	2023. 10 《芜湖市低空经济高质量发展行动方案（2023-2025）》
成都市	2024. 04 《成都市促进工业无人机产业高质量发展的专项政策》《实施细则》《成都市产业建圈强链 2024 年工作要点》 区级：2023. 03 《成都高新区发展工业无人机产业三年行动计划（2023-2025）》
沈阳市	2024. 04 《沈阳市低空经济高质量发展行动计划（2024-2026 年）》
珠海市	2024. 03 《珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》
福州市	2023. 01 《福州市人民政府关于推进民用无人驾驶航空器产业高质量

城市	出台时间及政策
	发展的若干意见》
武汉市	2023.06《推进武汉市无人机产业发展实施方案》 2024.03《武汉市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》
广州市	2023.12《广州开发区（黄埔区）促进低空经济高质量发展的若干措施实施细则（征求意见稿）》 正推动出台《广州低空经济发展规划》《广州低空经济发展实施方案》《广州市低空经济发展条例》（2024年广州市人大常委会立法工作计划） 《广州市汽车产业中长期发展规划（2023-2035年）》（提出构建陆空一体的三维立体智慧交通场景）
无锡市	2024.04《无锡市低空经济高质量发展三年行动方案（2024—2026年）》，正在修订完善《无锡市民用无人驾驶航空器管理办法》

资料来源：政府公开文件，深企投产业研究院整理。

四、低空经济总体规模

低空经济包含低空基础设施、低空航空器制造、低空运营服务、低空飞行保障四部分，如下表所示。

表3 低空经济范围

重点领域	细分领域
低空基础设施	<ul style="list-style-type: none"> 通航机场：飞行场地、消防及应急救援设施、空中交通管制设施、目视助航设施、安全保卫设施、服务保障设施 新型设施：垂直起降场地、低空网络设施、低空数据设施、低空监管设施、新能源基础设施等
低空航空器制造	<ul style="list-style-type: none"> 整机制造：固定翼飞机、民用直升机、无人机、eVTOL、氢能航空器 系统及零部件：动力系统、电池系统、航电及飞控系统、座舱系统、任务载荷、机体结构件等
低空运营服务	<ul style="list-style-type: none"> 低空行业应用：低空生产作业（农林植保、探矿采油、电力巡检、地理测绘、航空摄影等）、低空通航运输（支

重点领域	细分领域
	线客运、短途运输、城市空中交通、城际通航、无人机物流)、低空公共服务(应急救援、警用安防、海关飞行、政务飞行、路政巡查、信息通信、气象探测、海洋监测)、航空消费(低空文旅、私人飞行、娱乐飞行)
低空飞行保障	<ul style="list-style-type: none"> 低空飞行服务：低空航空器维修、低空设施维护、低空飞行培训、低空延伸服务 空中保障服务、地面保障服务、检验检测服务、适航审定

资料来源：赛迪研究院等，深企投产业研究院整理。

全球城市空中交通市场规模将爆发式增长。2021年5月摩根士丹利发布 eVTOL 行业报告,预计 2030 年以 eVTOL 为核心的载人(UAM)、货运(RAM)等综合市场规模将达到 550 亿美元;2040 年突破 1 万亿美元,其中货运物流、城市载人两大场景占比大致分别为 52%、46%,长途航空占比 2%,军队政府占比 1%;2050 年达到 9 万亿美元。

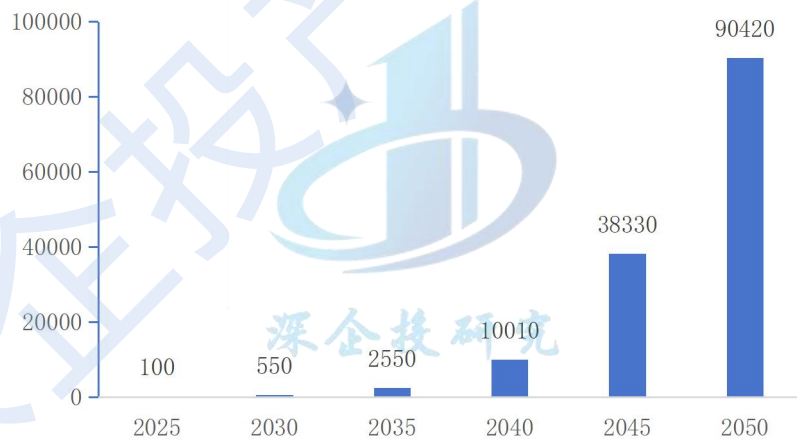


图 3 全球 UAM 市场规模预测 (亿美元)

资料来源：Morgan Stanley Research。

我国低空经济规模迅速增长。根据赛迪顾问《中国低空经济发展研究报告(2024)》数据,2023 年我国低空经济规模突破 5000 亿元,

预计到 2026 年突破 1 万亿元；截止至 2024 年 2 月，中国低空经济领域共有企业超 5.7 万家，其中近五年新成立的企业数近 2.1 万家，近十年成立的企业数占比接近 80%。IDEA 研究院数据显示，到 2025 年低空经济对我国国民经济的综合贡献值将达 3-5 万亿元人民币。

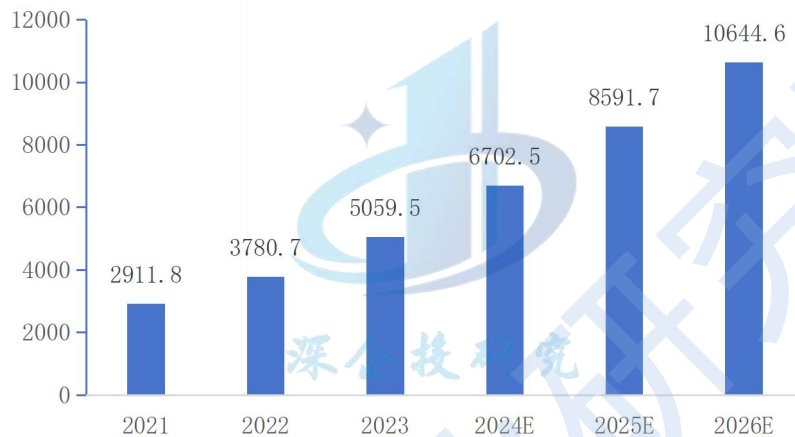


图 4 我国低空经济规模（亿元）

资料来源：赛迪顾问《中国低空经济发展研究报告（2024）》。

低空航空器制造市场将持续增长，拉动放大整体低空经济规模。

根据工信部 2024 年 4 月国新办发布会上数据，2023 年我国通用航空制造业产值超过 510 亿元（其中预计民用无人机制造产值 200-300 亿元），同比增长近 60%。我国通航制造业虽然规模不大，但支撑作用显著。根据中国民航网发布的《把握规律，促进通用航空产业聚集化发展》，2017 年美国通航整机制造仅占通航制造产值的 16%、占通航总产值的 5%，即通航整机制造与通航制造、通用航空行业总产值之比分别为 1：6 和 1：20。依托技术进步、低空应用场景拓展、服务延伸渗透，我国无人机、eVTOL、通航飞机（民用直升机以及固定翼飞机）总体市场规模将持续快速增长，同时也将反向拉动以通用机场、

直升机起降点、低空新型基础设施等相关产业链上下游投资，以及低空经济各类应用和消费场景繁荣发展。

五、重点领域市场格局

（一）民用无人机

无人机产业是我国低空经济的主力军。我国无人机产业位居世界一流水平，多个领域领先全球，民用无人机占据全球 70% 的市场份额。根据民航局数据，截止 2023 年底，我国无人机设计制造单位约 2000 家，运营企业接近 2 万家，国内注册无人机 126.7 万架，同比增长了 32.2%，飞行 2311 万小时，同比增长 11.8%。根据工信部统计，到 2023 年底我国量产的无人机产品超过 1000 款，2023 年，我国交付民用无人机超过 317 万架。根据赛迪顾问数据，2023 年我国民用无人机产业规模达 1174.3 亿元（含制造、运营及服务收入），稳居全球首位，预计 2025 年将超过 2000 亿元，复合增速达 30.5%。无人机在工业级应用场景的需求释放将成为民用无人机产业规模增长主要驱动力。

《国家综合立体交通网络规划纲要》中明确，到 2035 年国家支撑经济发展的商用和工业级无人机预期达到 2600 万架，无人机驾驶员增长到 63 万名。

国产品牌在占据全球商用机消费无人机主导地位。根据 Drone Analyst 数据，2021 年全球商用无人机市场国产品牌总份额达 64%，其中大疆创新全球份额达 54%。消费无人机领域，大疆创新位居全球第一、占据 70% 的全球市场份额，营收规模过百亿元。美国奥本海默

金融服务公司 2021 年发布的《全球无人机行业报告》显示，美国民用无人机运营商使用的无人机产品来自的厂家中排在前五的是深圳大疆创新、美国 3DR、瑞士 Sensefly、Yuneec 香港昊翔科技（苏州昊翔电能运动）、美国 Trimble 导航，其中大疆创新约占 85%左右的份额。国内其他消费无人机重点企业还有北京零度智控、昊翔科技、北京臻迪科技等。我国无人机系统集成及服务提供商目前多达 400 家以上。工业无人机各领域重点企业如下表所示。

表 4 我国工业级无人机主要企业

产品分类		代表企业
气动布局	多旋翼无人机	深圳大疆创新、深圳科比特航空（迁至浙江嘉兴嘉善）、深圳飞马机器人、广州极飞科技（IPO 申请中）、广州中海达（A 股）、深圳科卫泰、武汉易瓦特、山河智能等
	固定翼/垂直起降固定翼无人机	成都纵横股份（A 股）、北京观典防务（IPO 申请中）、深圳科比特航空、广州中海达（A 股）、上海华测导航（A 股）、北京远度科技、四川腾盾科创股份、山河智能等
应用领域	测绘与地理信息领域	深圳大疆创新、成都纵横股份、深圳飞马机器人、广州南方测绘、西安大地测绘等
	巡检	深圳大疆创新、深圳科比特航空、武汉易瓦特、成都纵横股份、深圳飞马机器人、广州华科尔、北京云圣智能、上海复亚智能等
	安防监控	深圳大疆创新、北京观典防务、成都纵横股份、深圳科比特航空、武汉易瓦特、苏州星逻智能等
	农林植保	深圳大疆创新、广州极飞科技、上海极翼机器人、深圳翔农创新、深圳高科新农、北京臻迪科技、深圳赛为智能（A 股）、无锡汉和航空等
	应急救援	威海广泰等
	城市空中交通(载人交通和物流运输)	深圳大疆创新、深圳智航无人机、杭州迅蚁网络、武汉易瓦特、北京零度智控、广州亿航智能、深圳丰翼

	科技（顺丰旗下末端配送无人机公司）、重庆丰鸟无人机科技（顺丰旗下无人机技术公司）、京东 X 事业部、美团无人机、上海峰飞航空科技、小鹏汇天（电动飞行汽车）等
--	--

资料来源：深企投产业研究院整理。

（二）通航飞机

全球通航飞机市场较为成熟。根据美国通用航空制造商协会 GAMA 数据，2018-2023 年期间，全球通用飞机交付量在 3400-4000 架之间，交付总金额在 240-280 亿美元之间，因疫情影响呈现波动。2023 年，全球通航飞机交付量 10 年来首次突破 4000 架，达到 4012 架（其中固定翼飞机 3050 架、直升机 962 架），同比增长 9.2%，交付总金额 278 亿美元，同比增长 3.6%。

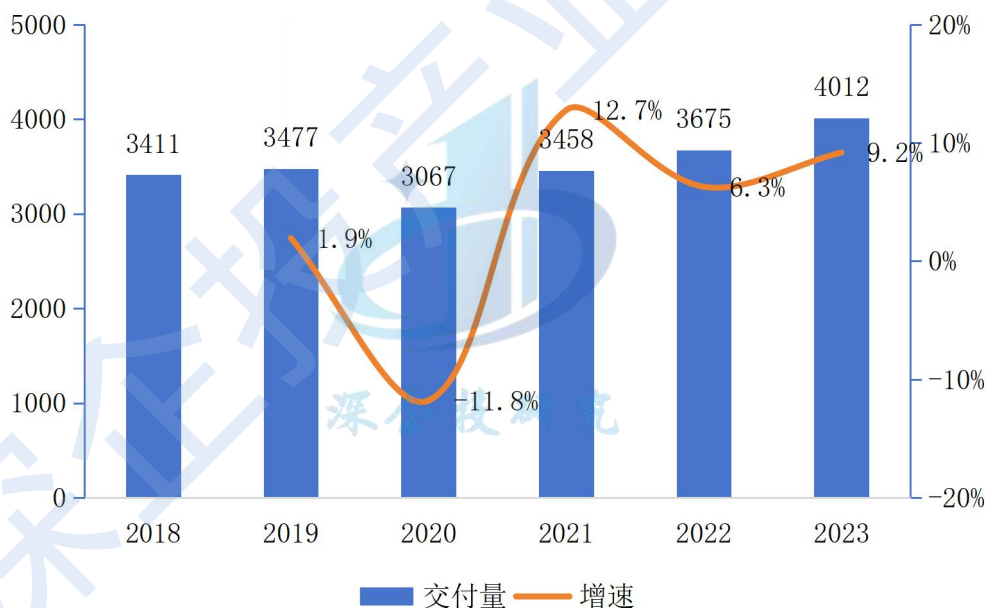


图 5 2018-2023 年全球通航飞机交付量及增速

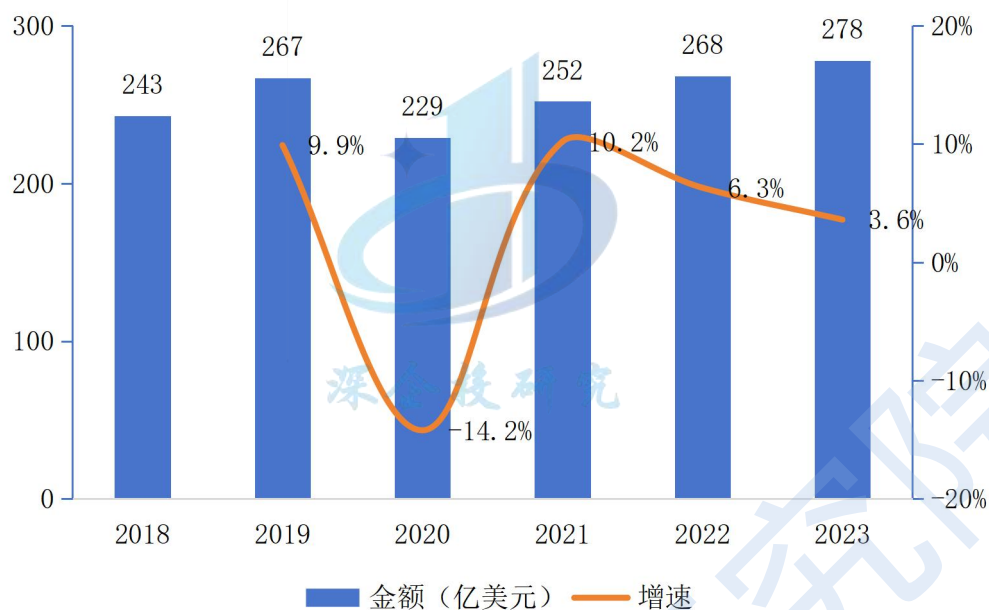


图6 2018-2023年全球通航飞机交付金额及增速

资料来源：美国通用航空制造商协会 GAMA 历年通用飞机交付报告，深企投产业研究院整理。通航飞机含固定翼飞机、直升机和公务机等。历年数据有所调整。

美国占据全球通航飞机主导地位。2023年，北美市场占全球固定翼通航飞机交付量的71.1%，继续占据全球通航飞机交付量主导地位，其次为欧洲市场，占全球交付量的11.9%，第三是拉美地区，占全球交付量的7.0%。从总量来看，2019年，全世界共约有44.6万架通用飞机，主要航空发达国家如美国、加拿大、法国、巴西、德国、英国、澳大利亚，其通用飞机存量合计约为35万架，占全球约80%，其中美国占比近半。

我国通航飞机总量有所增长，但相比美国差距巨大。根据民航局数据，截至2023年底，我国通航企业（不含无人机）达到689家，在册通用航空器3173架，通用机场451个，全年作业飞行135.7万小时，近三年年均增速超过12%。根据FAA数据，2023年美国通航飞

机（包括按 FAR-135 部使用飞机）总量为 21.29 万架，我国通航飞机数量仅相当于美国的 1.5%。从直升机数量来看，根据《World Air Forces 2023》，我国民用直升机 1269 架，仅相当于美国的 1/10。

伴随我国低空空域开放，传统通航飞机仍存在增长机会。根据航空工业一飞院公众号 2023 年 9 月推送文章，在低空空域开放的利好预期下，预计 2023-2032 年我国民用直升机需求总量超 1500 架。但由于基础设施建设（通用机场）以及飞行员总量方面的差距，我国通用航空器领域要实现弯道超车，需寄望于 eVTOL 等新兴航空器的发展。

根据国际通用航空制造商协会（GAMA）数据，2023 年全球固定翼通航飞机交付量排名靠前的为西锐飞机（708 架）、德事隆航空（618 架）、钻石飞机（273 架）、派珀飞机（245 架）、泰克南飞机（244 架）、空中拖拉机（196 架）、皮拉图斯（149 架），前五企业交付量合计占全球通航飞机交付总量的 52%。2023 年通航旋翼机（直升机）交付量靠前的为空客直升机（327 架），罗宾逊直升机（296 架）、贝尔（171 架）。从销售额看，公务机企业庞巴迪、巴西航空工业、德事隆航空、湾流和达索航空排名前列。值得注意的是，交付量前五名的通用航空制造企业中，西锐飞机被中航工业旗下的航空工业通飞收购，钻石飞机被中国万丰航空收购，其他多家公司在中国设有总装基地或合资生产。全球及我国通航飞机主要企业如下表所示。

表 5 全球及我国通航飞机主要企业

产品类型	企业类型	重点企业
固定翼飞机	国际	美国德事隆航空 Textron Aviation、美国西锐飞机 Cirrus Aircraft、美国派珀飞机 Piper

		Aircraft、奥地利钻石飞机 Diamond Aircraft、意大利泰克南 TECNAM Aircraft、美国湾流 Gulfstream、加拿大庞巴迪 Bombardier、法国达索航空 Dassault Aviation、巴西航空工业 Embraer、瑞士皮拉图斯 Pilatus、法国空中客车 Airbus、美国空中拖拉机 air tractor、美国 CubCrafters、法国大合 Daher、德国 Flight Design GmbH、日本本田飞机、斯洛文尼亚蝙蝠飞机 Pipistrel、美国 icon aircraft、德国 extra aircraft、格鲁吉亚画眉鸟 Thrush Aircraft、美国冠军飞机 American Champion aircraft 等
	国内	航空工业通飞(收购西锐飞机)、中国万丰航空(收购钻石飞机)、湖南山河科技等
民用直升机	国际	欧洲空客直升机、美国罗宾逊直升机 Robinson、美国贝尔直升机、意大利阿古斯塔·韦斯特兰、俄罗斯直升机、美国西科斯基 Sikorsky、美国麦道(波音)、美国恩斯特龙 Enstrom、德国自转旋翼 Auto-Gyro GmbH 等
	国内	中航工业(中航工业直升机公司、昌飞公司)等

资料来源：深企投产业研究院整理。

(三) eVTOL

城市空中交通 UAM 带动 eVTOL 市场规模增长。据 Markets and Markets 预测,2023 年全球 eVTOL 市场规模大约 12 亿美元,而到 2030 年将达到 234 亿美元, CAGR 达 52.0%。全球 eVTOL 头部企业 Lilium 预测,2035 年全球需要 42000 架 eVTOL,其中 35%来自北美地区,30%来自欧洲和中东地区,25%来自中国地区。德国咨询机构 Horvath & Partners 的研究预测,2025 到 2049 年,全球将有 240 个城市大规模应用飞行出租车,2035 年时,全球飞行出租车的数量可能超过 23000 架。

2024年起中国 eVTOL 产业有望进入商业化爆发期。根据赛迪研究院数据，2023 年我国 eVTOL 产业规模为 9.8 亿元，同比增长 77%，预计 2024 年将达到 32 亿元，2026 年将达到 95 亿元。2021-2026 年复合增长率约为 97%。根据浙商证券预测，2030 年我国 eVTOL 私人出行（替代豪车）市场规模可达 102.75 亿元，2024-2030 年 CAGR 约为 122%，公共出行市场规模将达到 107.03 亿元，2024-2030 年 CAGR 约为 318%。eVTOL 在低空旅游方面应用前景广阔，根据民航局《空中游览和体验飞行》规定，目前国内申请取证的 eVTOL 均符合空中游览要求。根据银河证券报告，低空旅游运营场景未来 5 年对 eVTOL 的总需求量可超万架，市场总规模可达 320 亿元。

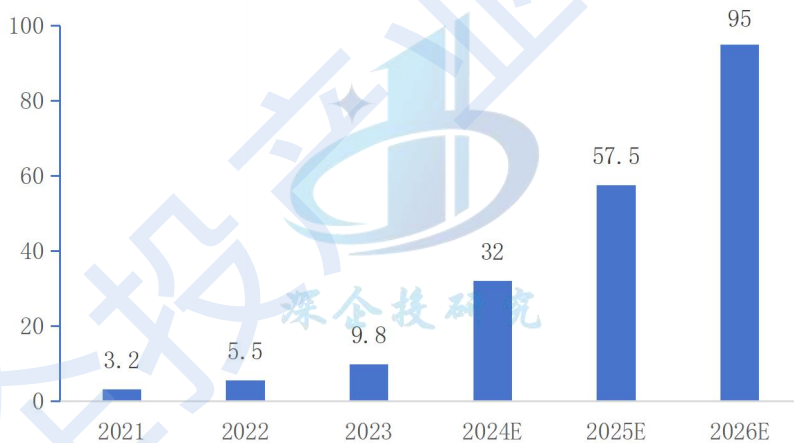


图7 2021-2026年我国 eVTOL 市场规模（亿元）

资料来源：赛迪研究院。

六、eVTOL 产业概览

（一）产品概况

飞行汽车的产品路径大致分为两类：一种是采用陆空一体设计，

“能跑也能飞”；另一种则是电动垂直起降飞行器（electric Vertical Takeoff and Landing，简称 eVTOL），通常指载人或物流用自动驾驶飞行器，不包括消费级多旋翼航拍无人机。目前多数企业将 eVTOL 作为研发方向，通常所说的飞行汽车也指的是 eVTOL。无人驾驶的 eVTOL 可以理解作为一种大型的无人机，但是一些 eVTOL 也可以有人驾驶。

eVTOL 优点之一是可以垂直起降和空中悬停，不需超长跑道，可直接使用直升机场或任何垂直起降场，灵活性高，且可远程驾驶或自动驾驶，操作轻松。与传统无人机相比，eVTOL 或载人自动驾驶飞行器（AAV）可实现大载重、远程异地控制和自动驾驶，应用场景更为广阔。与大飞机或直升机相比，eVTOL 的优势在于整体结构相对简单、造价成本较低，由此运维成本和时间更低，采用充电装置而非燃油，燃料成本大大降低（相当于同等载重燃油飞机的 20% 以下），低噪音（电机驱动噪音低于燃油发动机，降噪 65%）、少污染（燃油发动机在低空域会产生空气污染）、更为环保（节能 60%、减排 90%），起落的场地需求相对于直升机较小，也不需要专业的飞行员。

发展 eVTOL 是继地面交通新能源化后，燃油航空的电动化革命，短期内 eVTOL 产品集中于短距离、小型化载客运输场景，长期来看有望取代长距离、载客数十人的中大型航空交通工具，大幅降低航空燃料成本及碳排放。另一方面，交通拥堵目前已成为大城市发展面临的瓶颈之一，飞行汽车作为一种新的多元化出行方式，有助于有效解决城市拥堵难题，能够与地面交通工具相互补充。目前，国际航空公司

已经在布局这类“电动空中出租车”业务。从商业模式来说，目前主要是围绕空中通勤服务、景区低空旅游观光的 TO B 模式（包括租赁模式），而非直接向消费者零售的模式。

eVTOL 产业发展助力我国民用航空产业弯道超车。eVTOL 在科学原理和市场原理上已经没有障碍，目前国内航空航天、无人机、电动汽车行业的供应链日益强大且逐渐完备，电动、智能、网联方面的研发活跃，在制造成本和生产方面具有优势。我国在通用飞机方面距离欧美差距较大，但依托 eVTOL 商业化以及无人机产业基础，更可能在低空航空器制造领域实现弯道超车，加速国内低空经济产业的发展。

eVTOL 适合通用航空的多数应用场景。eVTOL 潜在应用场景大致可分为载人客运、载物货运、公共服务、警务安防、国防军事及私人飞行六大类，可以替代当前通航飞机（直升机），覆盖通用航空的多数场景，如下表所示。

表 6 eVTOL 的潜在应用场景

应用领域	应用场景
载人客运	城市空中交通、城际通航、区域客运、机场摆渡、都市圈交通、旅游观光、商务飞行等
载物货运	城市末端配送、城际空中快递、乡村物流、紧急医疗服务等
公共服务	城市管理、消防灭火、应急救援、环保监测、疫情防控、自然保护、社区治理、农林植保、航勘航测、科学探测、地理测绘、航空护林等
警务安防	空中巡逻、反恐维稳、应急处突、交通执法、缉毒缉私、空中监控、警力机动等
国防军事	三栖登陆、后勤保障、军需运输、兵员调度、特种作战、救援搜索、炮兵校射、空中通讯、战场航拍、边防巡查等
私人飞行	飞行俱乐部、家庭出游、个人自由出行等

资料来源：张洪《eVTOL 飞行器的发展态势与应用场景综述》，平安证券，深企投产业研究院整理。

（二）发展历程

- 20 世纪 40 年代，随着汽车和航空技术飞速发展，福特汽车创始人亨利·福特预言“飞行汽车早晚会出现”。
- 1970 年，莫尔·泰勒设计出历史上较为著名的飞行汽车 Aerocar，该车飞行时速可达 193 公里/小时。
- 2003 年，穆勒国际公司制造出 Sky car M400，是世界上第一辆可垂直起落的飞行汽车。
- 2009 年 3 月，飞行汽车公司 Terrafugia 的 Transition 全球首次试飞成功。该汽车拥有可折叠机翼，被称为“世界上第一部飞天汽车”。
- 2016 年，全球只有 6-7 种飞行汽车在被研发。Uber 提出了“Uber Elevate”城市空中出租车计划，引发了全球 eVTOL 浪潮。
- 2018 年，飞行汽车公司数量暴增至 70 多家，全球首款量产飞行汽车 PAL-V 开始接受预定。
- 2019 年，亿航智能登录纳斯达克，成为全球 eVTOL 第一股。欧洲 EASA、美国 FAA 修改相关的监管体系。
- 2021 年，美国 Joby Aviation、Archer Aviation 等上市，估值达到数十亿美元，飞行汽车企业当年度融资额达到 69 亿美元。2021 年 10 月，小鹏汇天获得 5 亿美元融资，激发了国内飞行汽车创业热潮。

- 2023年7月，美国阿勒夫公司（Alef Automotive）获批美国第一个飞行汽车特殊适航证。2023年10月、12月、2024年4月，亿航智能相继获颁全球首张载人无人驾驶航空器型号合格证（TC）、标准适航证（AC）、生产许可证（PC），进入规模化量产和商业化推广阶段。

（三）国内商业化进程

近年来国产 eVTOL 商业试飞不断，商业化进程加快。2023年12月，亿航智能向广州亿通智航交付全球首台获颁适航证的载人 eVTOL，2024年起将在广州、深圳、珠海、合肥等地率先推出空中出租车业务，开展空中游览等商业化运营。2024年2月，峰飞航空 eVTOL 盛世龙从深圳飞至珠海，全球首条5座 eVTOL 跨城跨湾航线首次演示飞行取得成功，将2.5-3小时的地面车程缩短至20分钟。2024年巴黎奥运会和残奥会期间，峰飞航空 eVTOL 盛世龙还将进行试运营飞行。2024年3月，小鹏汇天旅航者 X2 顺利完成城市 CBD “天德广场-广州塔”区域的低空飞行，其“陆地航母”飞行汽车型号合格证（TC）申请正式获民航局受理，即将进入适航审定阶段。根据德勤预测，2025-2030年间，适航规章、基础设施以及空管系统将完成建立，技术进步将推动有人驾驶 eVTOL 进入商用阶段。

（四）技术路线

目前 eVTOL 的技术路线，包括多旋翼构型、复合翼构型、倾转旋翼构型、倾转涵道风扇+完全矢量控制，以及隐藏式推进系统+无翼设计等多种路径。国内外主流载人 eVTOL 公司采用最多的构型是多旋翼、

复合翼和倾转旋翼并且以后两者居多，复合翼型和倾转旋翼型被认为是比较成熟的选择。当下还难以评判哪种技术路线绝对完美，最终都将会是综合考虑性能、成本、安全三方面评判的结果。只有最后通过适航，确定了技术路线、兼顾成本制造性等方面，才能明确哪种路线更为合适。

——**多旋翼**。基于无人机旋翼技术，起降简便，技术难度低，生产更简单，已率先获得适航认证。缺点是巡航阶段性能不够理想，飞行距离较短，速度慢（70-90 公里/小时），载荷和工作半径较小，比较适合短途运输、景区观光等场景。代表产品包括亿航智能的 EH-216S、小鹏汇天的旅航者 X2、零重力的 ZG-ONE、美国 Wisk 的 AERO-POC、德国 Volocopter 的 Volocity 等。其中亿航智能采取多旋翼构型同时面向载人、载货、救灾等多种应用场景。

——**复合翼**。搭载两套动力系统，融合了传统固定翼及旋翼飞行器特征，旋翼主导垂直起降及低速飞行，固定翼提升航程及巡航效率。缺点是每套动力系统适用于不同飞行阶段，动力系统分离造成不必要负重及效率损失。适合的应用场景包括客运、物流、城市管理等。代表产品包括峰飞航空的盛世龙及 V2000CG、沃兰特航空的 VE25、亿航智能的 VT30、美国 Wisk 的 Cora、巴西 Eve 的 EVTOL、BETA 技术公司的 ALIA-250r 等。

——**倾转旋翼**。配备可倾转旋翼驱动组件，在起降和巡航阶段都能展现出较好的性能，被视为理想的 eVTOL 构型。其优点包括航程长、航速快、载客量大，适合城市空中交通（客运及货运）以及长途运输。

但是和复合翼相比，在起降时则可能需要更多的操作技巧和空间，技术难度较大。代表产品包括沃飞长空的 AE200、Joby 的 JASA-1 及 JobyS4、Archer 的 Midnight、Wisk 的 Generation6、Vertical 的 VX4 等。

（五）适航取证制度

为确保民用航空产品和零部件在投入使用前具备适航状态，需要开展适航审定活动。美国联邦航空管理局 FAA、欧洲航空安全局 EASA、中国民航局 CAAC 均有各自的适航要求。中国适航要求取得型号合格证 TC、生产许可证 PC、单机适航证 AC，TC 包括型号设计、使用限制、有关适航要求和环保要求等，PC 是对已获得 TC 的航空器进行重复生产的许可，AC 则是用于确认每架航空器是按照批准的设计和经批准的质量体系制造的，TC/PC/AC 申请主体分别为型号设计人、制造人、运营人。从国内亿航智能的适航审定过程来看，企业部门取得三证通常需要 2-5 年时间，其中 TC 证最耗时且最关键。2024 年 1 月 1 日，适航审定规章 92 部文件《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》出台，2024 年 3 月《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030 年)》提出推进 eVTOL 等一批新型消费通用航空装备适航取证，国内适航取证标准逐渐成熟、审定准则趋于完善，针对无人航空器的适航审定有望提速。

（六）行业重点企业

eVTOL 已成为相关科技企业、初创企业和资本竞相争夺的新赛道。据不完全统计，截止 2021 年，全球范围内已有超过 200 家企业或机

构在研发 eVTOL 产品。目前全球已研发或正在研发适航阶段产品、取得实质性进展的企业共约 50 家。根据美国垂直飞行协会 2023 年 7 月的统计，全球 eVTOL 航空器型号已达 853 个。截止目前，全球已经有 6 家 eVTOL 企业登陆股票市场，有 4 家成为了独角兽企业。

目前布局飞行汽车赛道的主要有四类企业，包括飞机制造商、汽车制造商、科技公司、飞行汽车制造商。

飞机制造商。全球巨头波音、空客，以及通航飞机公司贝尔德事隆（Textron）等均在进行研发布局。波音成立子公司极光飞行科学 Aurora Flight Sciences，另外收购创业公司 Wisk Aero 并投资 4.5 亿美元。德事隆（Textron）集团收购蝙蝠（Pipistrel）飞机公司并推进其货运 eVTOL 飞机项目，并设立电航（eAviation）子公司推出客运 eVTOL 飞机。在欧美大型航空公司如美联航、达美航空、维珍航空等也通过投资初创企业、预定订单、合作设立空中出行公司等方式进行布局。

汽车巨头。传统跨国车企如大众、丰田、本田、现代（Supernal）、通用、戴姆勒、奥迪、Stellantis、阿斯顿·马丁、铃木等均在布局，部分企业设立飞行汽车子公司或事业部，部分则使用投资参股初创公司以及合作生产方式，如丰田向美国 Joby Aviation 投资 3.94 亿美元，投资了日本 SkyDrive，铃木与 SkyDrive 合作生产。国内车企方面，吉利汽车 2017 收购了 Terrafugia 公司，与戴姆勒集团共同投资德国 Volocopter，在国内设立沃飞长空公司。小鹏汽车（小鹏汇天）、广汽集团等均在布局。

科技公司。腾讯、谷歌、英特尔、优步等科技巨头主要对初创公司进行投资布局,而不是亲自下场造车。如腾讯曾投资德国的Lilium,谷歌创始人拉里·佩奇创办了Zee Aero、Kitty Hawk,但已关停。优步后来将其出租车项目Uber Elevate出售给Joby Aviation。

专业的飞行汽车制造商及创业公司:全球主要企业有美国的Joby (已上市)、Archer (已上市)、Wisk (波音收购)、Alef、Overair (2022年被韩国韩华以1.45亿美元收购)、Electra (由被波音收购的极光公司创始人设立,洛克希德·马丁等投资),德国Lilium (已上市)、Volocopter,英国的Vertical,巴西的Eve,荷兰的Pal-V,法国的Ascendance,等等。国内方面,亿航智能2019年在美国上市、成为全球首家上市飞行汽车企业,国内其他获得融资的创业企业还有上海峰飞、上海时的、上海沃兰特、合肥零重力、御风未来、齐飞航空、亿维特、边界智控、必昂擎空、瓦特科技、金蝶科技等。

国内外主要飞行汽车企业产业化情况如下表所示。

表7 国际主要飞行汽车企业产业化情况

序号	企业	基地分布
1	美国 Joby Aviation	2021年上市,目前市值约60亿美元。获得达美航空、丰田、韩国SK等投资。2020年接管优步旗下空中出租车部门。计划2025年商业飞行
2	美国 Archer Aviation	2021年上市,目前市值约12亿美元。2024年工厂投产。美联航已预定200辆,总价10亿美元
3	美国阿勒夫 Alef Automotive	2023年7月获批美国第一个飞行汽车特殊适航证,“Model A”已获得400多份预售订单,计划2025年底首批汽车交付用户,每辆售价30万美元
4	美国 Aska 集团	2023年1月发布Aska A5飞行汽车,开启预售,预计

		2026 年量产
4	美国 Electra	计划 2026 年完成审定获得适航证。至 2022 年已公布了近 200 架订单，订单总额超过 5 亿美元
5	美国 Overair	推出 Butterfly 型 6 座级倾转旋翼构型客运 eVTOL 飞机，2022 年 6 月获得韩国韩华集团 1.45 亿美元投资
6	德国 Lilium Aviation	2021 年美国上市。开发了没有车轮的原型机，2019 年就实现了 5 座原型机 Lilium Jet 的首飞，首款将量产 7 座机型，计划 2024 年在美国推出区域空中交通网络
7	英国 Vertical Aerospace Group	2021 年美国上市，美国航空、霍尼韦尔等投资。已获得 1300 余份的 eVTOL 产品订单，预计 2025 年实现交付。与维珍航空合作，计划最快于 2024 年在英国推出一支由 50 至 150 架 eVTOL 组成的机队
8	巴西航空工业下属公司 Eve UAM	2022 年美国上市。美联航参股并预定 200 辆空中出租车。计划在 2026 年上市首批飞行汽车
9	德国 Volocopter	在德国斯图加特和法兰克福之间建设首座生产基地，计划在巴黎夏季奥运会期间提供初步的 UAM 示范服务之前，每年组装 50 多辆 VoloCity 双座空中出租车
10	瑞典 Heart Aerospace	与美联航合作，ES-19 飞机计划于 2026 年投入使用

资料来源：深企投产业研究院整理。

表 8 中国主要飞行汽车企业产业化情况

序号	企业	产业化进程	基地分布
1	亿航智能	2016 年率先发布自动驾驶载人飞行器，已经在全球 12 个国家完成了超过 3 万架次的安全试飞，已销售和交付上百架，中国民航局适航审查项目进度完成 90%，行业内领先；东南亚（印尼等）在手预订单超 200 架	广州、云浮（生产基地）
2	小鹏汇天	2022 年 10 月在迪拜完成海外公开首飞，规划第六代飞行汽车小鹏 X3 于 2024 年量产，预计售价在百万元以内。2022 年 10 月完成 A 轮 5 亿美元融资	广州番禺（试制工厂）
3	吉利沃飞长空	2022 年 11 月，获得民航局中国首张有人驾驶载人电动垂直起降航空器 TC 受理申请通知书；	成都

		2023年1月首飞	
4	广汽集团	2023年6月陆空两栖飞行汽车GOVE全球首发亮相并实现首飞，搭载氢电混合系统的E9、全球首款乘用车氢发动机	广州
5	上海峰飞航空科技有限公司	2021年9月宣布获得1亿美元融资，2021年发布V1500M	上海
6	上海沃兰特航空技术有限责任公司	发布VE25型eVTOL，与亚捷航空战略合作，亚捷航空预定118架，订单总金额超30亿元。2021年的种子轮由顺位资本领投	上海、无锡宜兴
7	上海时的科技有限公司	2021年融资上千万美元，2023年2月融资1亿元，2023年2月与亚捷航空集团签署50架意向采购订单	上海
8	零重力飞机工业(合肥)有限公司	完成近亿元天使轮融资。一代机ZG-ONE的产线规划完成，正在建设中	合肥、南京、深圳、芜湖(试飞)
9	御风未来飞行科技(珠海)有限公司	2022年12月获得A+轮融资，累计融资1.5亿元。2023年推出2吨级eVTOL	珠海
10	齐飞航空科技(苏州)有限责任公司	2022年宣布获得数千万美元融资。	苏州
11	必昂擎空(北京)科技有限公司	2022年获得天使轮投资。	北京
12	亿维特(南京)航空科技有限公司	商络电子参股。已经完成了缩比验证机，正在进行原型机研制，计划2023年底前首飞，并开始进行适航取证，争取2026年底前获得中国民航适航证	南京
13	瓦特空间(北京)科技有限公司	2021年获得种子轮融资	北京
14	深圳市金碟科技有限责	2022年获得战略投资	深圳

	任公司		
15	深圳市边界智控科技有限公司	不做本体，做不同机型的飞行驾驶系统。获得红杉中国种子基金和东方富海的天使轮投资	深圳
16	陕西化羽先翔智能科技有限公司	正在开展 0.7 原型机的工作。西工大背景	西安、深圳
17	倍飞智航（浙江）科技有限公司	2023 年获得数千万元天使轮融资。开展 5 座级载人 eVTOL 各项技术和缩比样机的研发、试验、验证等	
18	广州君腾航空科技有限公司	eVTOL 飞行器“QJ-50”在江西景德镇首飞。可能走军品路线	广州
19	牧羽航空科技（江苏）有限公司	制定 1.2 吨、8 吨级和 8 座路线，先载货再载人。研发垂直起降载重无人机 AT8000	无锡
20	天津斑斓航空科技有限公司	2019 年获得种子轮融资。研发四款机型	天津
21	景德镇添翼航空科技有限公司	样机研发为主	景德镇
22	广东海鸥飞行汽车	2023 年推出 EAGLE-212 飞行汽车样车	珠海、深圳/ 潍坊（制造工厂）
23	酷黑科技（北京）有限公司	2018 年获得 Pre-A 轮数千万元融资。样车由中国工程院院士项昌乐团队研发，北京理工大学、北京理工大学重庆创新中心、酷黑科技与重庆市联合发布	北京

资料来源：深企投产业研究院整理。

（七）产业链格局

——产业链及成本结构

eVTOL 产业链如下图所示。



图 8 eVTOL 产业链

资料来源：深企投产业研究院整理。

eVTOL 尚未实现规模化生产，供应链来源多元。eVTOL 分系统主要由推进系统、航电及飞控系统、能源系统与结构系统构成，电池、动力系统以新能源汽车产业链为主，飞控、导航、通讯和机体系统以航空产业链为主，并与无人机产业链较为类似。以 Lilium 的 eVTOL 产品为例，75% 零部件来自航空 tier1 供应商，其中机翼、机身和结构来自 Aciturri，航电和飞行控制系统来自霍尼韦尔，复合材料来自东丽。随着获得适航证的 eVTOL 产品逐渐增加并进入商业化、规模量产阶段，各国监管机构出台适合 eVTOL 的零部件适航标准，预计未来将出现大量具有适航标准的货架级零部件。

动力推进系统、航电系统和结构材料价值量占比较高。eVTOL 根据品类的不同，单机价值量在百万至千万不等。亿航 EH-216S（多旋翼 eVTOL）官方价格为 239 万元，参考其年报毛利率，单机价值量近 100 万元。根据 Lilium 公司的公开数据，其矢量推力 eVTOL 单机价

价值量为 250 万美元，单机寿命 8 年，其中推进系统、内部结构件、航空电子设备与飞行控制器、装配件、能源系统分别占比为 40%、25%、20%、5%和 10%，如下图所示。从亿航智能 EH216 的制造成本结构看，动力及电池系统、机身结构件（碳纤维复合材料/铝金属），以及电子元器件及其他，这三类各占总制造成本的约三分之一。

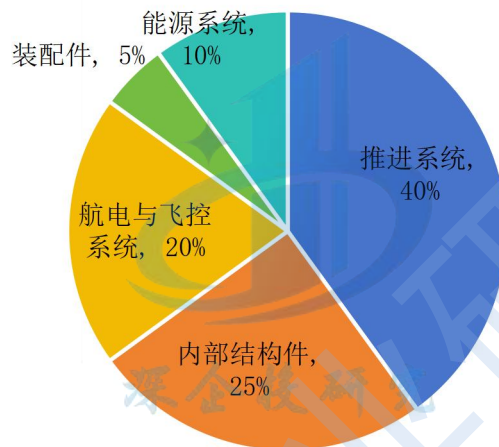


图 9 Lilium 的 eVTOL 各系统价值量占比

资料来源：《Lilium Analyst Presentation》，深企投产业研究院整理。

——动力系统（电推进系统）

eVTOL 主要采用电推进系统。动力系统是飞行器将能量转化成动力的系统，传统飞行器采用燃油推进系统，通过发动机将燃料的化学能转化为动能，对燃料的利用效率对比电动技术有所不足，比如涡轮风扇发动机对燃料的利用效率仅约 40%。电推进技术采用电能作为动力系统的部分或全部能源，包括油电混合动力、电池、燃料电池等，具备更高能源利用效率、对电能的利用率能够超过 70%，同时具备噪音低，排放环保等优势。随着新能源汽车三电系统技术的迅速发展，飞行器电推进技术已经具备技术基础。eVTOL 的动力系统采用完全电

气化的电推进技术，重塑了飞行器动力体系架构，代表航空电气化发展的新方向。目前电推进系统功率密度可达到 10kW/kg 左右，未来商业化航空要求达到 20kW/kg。

分布式电推进技术更具优势。分布式电推进系统采用多个相对较小功率电动机驱动较小直径风扇的方式取代超大直径风扇推进飞行器，整个系统的功率密度和效率基本不变，但能量控制更为灵活、容错性能更好，能够有效提高动力装置性能，改善燃油消耗率。通过多个电动机驱动轴直接连接到每个旋翼叶片上，无需传动装置，从而降低噪音、减少零部件、降低成本，并做到安全冗余，即使个别电动旋翼故障，也不至于像直升机那样直接坠落。同时推进系统可根据飞机的用途灵活安置，设计空间变得更为自由。

高功率密度电机是 eVTOL 分布式电推进系统的核心。电推进系统包括动力产生装置（螺旋桨或涵道式风扇）和驱动电机系统（电机和电机驱动器）两部分。其中电机系统是 eVTOL 电推进系统的核心动力单元，直接决定了电推进系统的能源利用率和推进效能，使用重量轻和效率高的高功率密度电机是关键。常用的电机系统可以分为有刷直流电机、步进电机、感应电机和永磁同步电机，无人机主要使用无刷直流电机，永磁同步电机具有更高的效率、功率密度及电池转矩，当前成为 eVTOL 电机的首选。目前，国内外应用于 eVTOL 电机的研究处于起步阶段，未来电机将持续向高效率/高功率密度升级，处于实验室阶段的超导电机在效率和理论功率密度方面更具优势，未来在 eVTOL 大功率电推进系统上更具潜力。

当前航空电推进系统处在发展初期。电推进是未来航空业实现净零排放目标的主要动力解决方案之一，航空电推进领域还处在发展的初期阶段，尚未形成像传统发动机领域那种居于垄断地位的航空发动机制造商，美国、欧洲、俄罗斯、日本等国家和地区的研究机构和企业均在加强研发。目前各国研究的重点主要集中在 100 座级以下飞机的动力系统，尤其是中小型支线飞机、通用飞机和 eVTOL，同时也在为电推进大型商用飞机做技术储备。布局企业主要包括国际航空发动机主要企业，通航飞机、eVTOL、无人机厂商，以及一些初创企业。传统航空发动机布局的企业包括美国 GE、美国普惠 P&W、法国赛峰 Safran、英国罗罗 Rolls-Royce（2023 年出售电推进部门）、俄罗斯联合发动机制造集团 UEC 等，国内主要有航天科技集团等央企院所。低功率商用电推进系统（比如应用在商业卫星）的研发初创民营企业相对领先，国外有 Busek、Accion System、Apollo Fusion、Enpulsion 等公司，国内以遨天科技为代表。海外其他航空器电推进系统研发初创企业还有澳大利亚 MagniX、西班牙 UAVHE、澳大利亚 Kite、英国格林喷气公司、瑞士 Suter 工业公司、美国安派尔 Ampaire 等。

eVTOL 电推进系统主要分为整机厂商自研和方案公司合作两类。国内外 eVTOL 代表企业如 Joby Aviation、Archer、亿航智能、峰飞航空等均选择自主研发电机电控装置，根据公司机型特征进行设计，满足轻量化和功率密度提升的要求。国外可为 eVTOL 提供电推进系统的公司包括赛峰、罗罗、斯洛文尼亚 Pipistrel、美国 MagniX 等，如 Volocopter、沃兰特、时的科技均选择与赛峰集团合作，罗罗公

司为 Vertical Aerospace、空客 City Airbus、英国 VA-X4 等提供电推进装置，Lilium 则选择与日本电装及美国霍尼韦尔航空航天公司合作。国内研发 eVTOL 电推进系统以及电机电控的企业除了整机厂商外，主要包括无人机动力系统供应商、新能源汽车电机企业以及航空电推进初创企业，如卧龙电驱、天津松正电动、南昌三瑞智能、北京电擎科技、江苏迈吉易威、山东精创磁电、安徽智鸥驱动、宁波诺云驱动等，此外如蓝海华腾等新能源汽车电控企业也正在布局。

——电池系统

航空电池以锂电池为主，eVTOL 要求更高。电池能量密度是限制 eVTOL 应用的一大瓶颈。当前航空动力锂电池以高镍三元+硅基负极体系为主流，市面量产的航空锂电池单体电芯能量密度最高水平在 300Wh/kg 左右，电池包的能量密度约为 220Wh/kg，远低于航空燃油的比能量，勉强能满足小型全电飞行器短程飞行需要，比如峰飞航空的盛世龙可载 5 人航行近 2 小时，单次充电航程 250km，对现阶段 eVTOL 的商业运营来说已经足够。美国国家航天局（NASA）认为，支撑小型飞机市场扩张的电池能量密度需达到 500Wh/kg。《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》对航空用锂电池的能量密度做出了具体要求，2030 年满足电动航空器使用需求和适航要求的 400Wh/kg 级航空锂电池产品投入量产，500Wh/kg 级产品小规模验证。

国内动力电池及固态电池重点企业已布局航空电池领域。我国动力电池领先企业已有相应技术突破，凝聚态、半固态和固态电池多种路线同步发展。目前国内布局航空电池领域的电池企业包括宁德时代、

正力新能、孚能科技、国轩高科、蔚蓝锂芯、中创新航、亿纬锂能、麻省固能、欣视界等。宁德时代 2023 年 4 月发布的凝聚态电池单体能量密度达到 500wh/kg，并与中国商飞和上海交大成立合资公司从事民用航空器相关业务。正力新能、孚能科技等也发布航空电池产品或者已实现 eVTOL 客户交付。

新型电池技术有望进一步提升能量密度。随着能量密度达到 400Wh/kg 的凝聚态、半固态电池逐步投入量产，500Wh/kg 完成应用验证，有望成为短期至中期内航空锂电池的解决方案。从长期来说，全固态电池解决生产成本低、规模化生产困难、电流密度较低等技术挑战之后，有机会成为 eTVOL 领域的最终解决方案。此外，超级电容器在功率密度、快速充放电能力、宽温域工作范围、循环性能等方面具有突出优势，有望与电池系统配合使用，实现航空器的轻量化以及提供起降过程所需的瞬变功率。

——航电及飞控系统

航电及飞行控制系统相当于 eVTOL 的大脑，承担导航定位、飞机运行控制等方面的功能。eVTOL 综合航电系统一般包含显示控制系统、导航系统、通信系统、空中防撞系统、黑匣子（飞行数据记录器）等子系统和组件。飞行控制系统除具有自动驾驶仪的功能外，还可改善飞机的操控性和稳定性，实现航迹控制、自动领航、自动着陆、地形跟踪、飞行中自动调整机翼载荷分布、精准定位及编队飞行等功能等功能，为此安装具有各种功能的分系统，如控制增稳系统、自动飞行仪、高度与速度控制系统、侧向航迹控制系统、自动着陆系统、地形

跟随系统、机动载荷控制系统、瞄准控制系统、编队控制系统等。对于 eVTOL，全球诸如 CAAC、FAA、EASA 和 ICAO 等官方机构已经就航电飞控系统在适航安全、智能操控、通用适配等方面提出了一系列要求。

——**综合航电系统**。全球民用载人飞行器的综合航电仪表系统主要由美国霍尼韦尔 Honeywell（多用于中、大型飞机）、美国柯林斯 Collins（由 UTC 科技收购 Rockwell 后成立，多用于轻、中型飞机）、美国佳明 Garmin（轻型通航飞机为主）、法国泰雷兹 Thales、英国 BAE 系统、法国赛峰集团 Safran 等航电巨头主导。在 eVTOL 航电设备方面，目前主要是霍尼韦尔和佳明两家提供一体集成方案，并为国内外众多 eVTOL 主机厂采用。国内大飞机综合航电系统也以进口为主，国产化企业包括华明航电、边界智控、昂际航电、磐拓航空等，在郊区载人运营综合航电系统方面实现国产化。

——**飞控系统**。飞控产品种类繁多，根据安全标准和智能化水平可用于不同应用场景，载人飞行器适航标准和安全要求更高，全球范围内满足适航要求的飞控供应商相对有限。通用航空飞机、eVTOL 及无人机飞控系统国际厂商主要包括美国霍尼韦尔、德国利勃海尔 Liebherr、瑞士 Daedadean（获得霍尼韦尔投资）、德国 Amazilla Aerospace 等，国外初创企业还有美国 Near Earth Autonomy、美国 Xwing、美国 Merlin Labs 等公司。国外 eVTOL 主机厂个别选择飞控系统自研，比如美国 JOBY 公司，其他国外 eVTOL 厂商多采用霍尼韦尔航天的集成解决方案。国内飞控系统供应商主要分成两类：1）传

统航空飞控系统供应商，以军工单位、高校科研院所为主，技术积累扎实，但产品价格较高，如中航工业 618 所、中国航天、北京航空航天大学大学和南京航空航天大学等；2) 新兴民营企业，主要从无人机飞控系统起家，向 eVTOL 飞控延伸，包括深圳边界智控、上海狮尾智能、北京创衡控制、北京翔仪恒昌、致导科技、拓攻机器人等，已推出多种高性价比的 eVTOL 飞控产品。此外如纵横股份等主要无人机整机厂商也有所布局。

——结构材料

eVTOL 大规模使用碳纤维复合材料。传统无人机外壳一般采用工程塑料，但抗冲击强度和抗腐蚀性能不足，逐渐被轻量化高强度且能够一体化成型的碳纤维复合材料替代。传统民用飞机比如波音 787 的结构中有约 50%是由复合材料制成，在新能源汽车领域，复合材料通常占整车重量的 8-12%。在 eVTOL 飞行器结构中，复合材料占比可达 70%，其中 90%以上的复合材料为碳纤维复合材料，约 10%采用玻璃纤维复合材料。

复合材料几乎应用于 eVTOL 的所有部件。根据研究机构 Stratview Research 数据，eVTOL 使用的复合材料中，约有 75-80%将用于结构部件和推进系统，约有 12-14%用于内部结构，如横梁、座椅等，剩余的 8%-12%用在电池系统、航空电子设备和其他小型零部件。Stratview Research 预测，eVTOL 行业对复合材料的需求将从 2024 年的约 499 吨增长至 2030 年的 11748 吨，增长幅度近 20 倍。



图 10 复合材料在 eVTOL 部件中的应用

资料来源：中国复合材料工业协会官网、浙商证券。

——空管系统

空管系统全称是通信、导航、监视与空中交通管理系统，简称 CNS/ATM 系统，作用于飞行器起飞至降落全过程，是实施空域管理、保障飞行安全、实现航空运输高效有序运行的战略基础设施。其中通信、导航、监视（CNS）部分属于外围设施范畴，空中交通管理系统（ATM）则是空管人员实际用于管理空中交通运输的信息处理系统。监视系统实时监控空域中的所有航班动态，为空管提供精确的飞行数据。通信系统是空管系统的神经中枢，确保了空中交通管理人员与飞行员之间的实时、清晰通信以及各类信息。导航系统则为飞行员提供准确的位置信息，确保航空器能够按计划路线飞行。空管系统架构如下图所示。

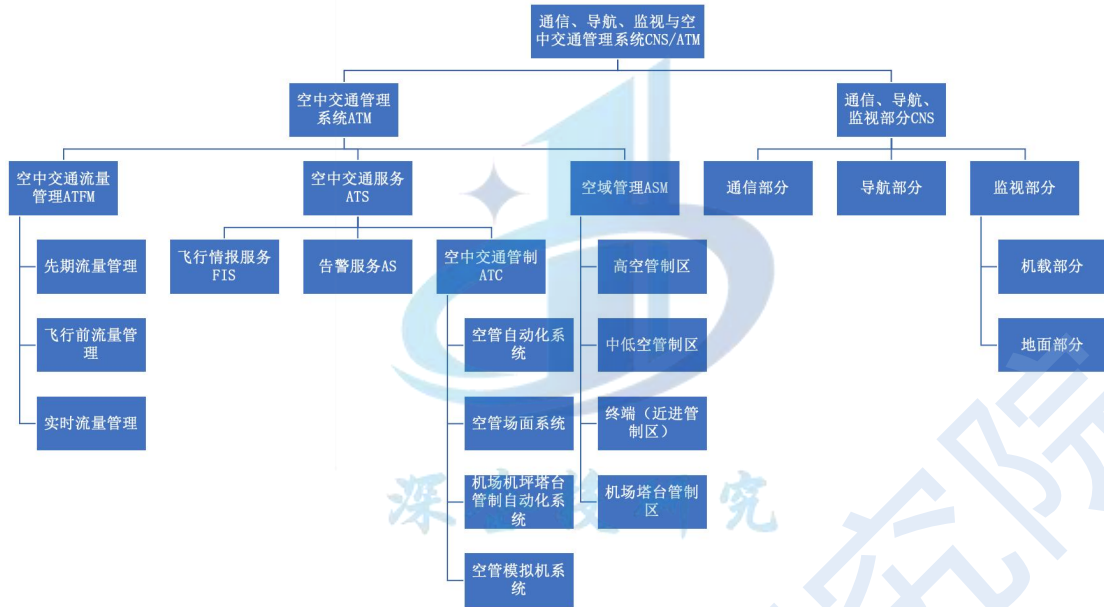


图 11 空管系统组成及功能架构

资料来源：莱斯信息招股说明书等，深企投产业研究院整理。

空管雷达是空管监视系统的重要组成部分。空中交通管制是空管系统的核心部分，由导航设备、雷达系统、二次雷达、通信设备、地面控制中心组成。雷达系统中的一次雷达（可以分成机场监视雷达、航路监视雷达、机场地面探测设备三类）、二次雷达（由询问雷达和应答雷达组成）、广播式自动相关监控（ADS-B）和相控阵雷达为空管系统提供核心的监控技术，通过环境感知与避障、空中交通监控、天气监测，以及精确导航和着陆辅助等功能，大幅提升了 eVTOL 的安全性和操作效率。

在民航空中交通管理领域，国外市场参与者主要是欧美的大型电子系统制造商，包括法国泰雷兹（Thales）、西班牙英德拉（Indra）等；国内市场参与者主要包括莱斯信息（中国电子科技集团公司第二十八研究所旗下上市公司）、成都空管公司（中国民航局第二研究所下属企业）、北京华泰英翔（由中国民航空管技术装备发展有限公司

与泰雷兹合资)、川大智胜、四创电子(中国电科第 38 所旗下上市公司)等,其中二十八所是中国 ATM 系统的主要设计单位和总承包单位。空管雷达方面,目前军航空管雷达已实现国产为主,民航领域长期以来进口,近年来国产替代大幅推进。涉及民航空管雷达的企业包括国睿科技(中国电科第十四研究所旗下上市公司)、四创电子、纳睿雷达等。

七、国内重点地区产业现状

(一) 深圳市

深圳市无人机产业规模庞大,发展低空经济基础雄厚。深圳是世界无人机产业之都,拥有完整的无人机产业链条,覆盖生产制造、技术研发、软件开发、商业应用、人才培育等诸多环节,聚集大疆、丰翼科技、道通智能、科卫泰、路飞智能、深圳大漠大智控、天鹰装备等一批行业头部企业。根据深圳无人机行业协会数据,2023 年深圳无人机及产业链企业达 1730 家,年产值 960 亿元,同比增长 28%,消费级无人机占全球 70%的市场份额,工业级无人机占全球 50%的市场份额。2023 年新开通无人机航线 77 条,新建无人机起降点 73 个,完成载货无人机飞行量 60 万架次,飞行规模全国第一。同时,深圳还是国家通用航空产业综合示范区、全国通用航空分类管理改革试点城市、民航局无人驾驶航空试验区,具备发展低空经济的政策环境。

低空经济已成为深圳重点打造的未来产业之一。2023 年初,深圳首次将“低空经济”写入政府工作报告,提出打造低空经济中心。

2023年5月，深圳市低空经济专家委员会成立，为全市低空经济发展提供决策支持。规划政策方面，2022年以来，深圳先后出台《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025年）》、《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》、《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，覆盖基础设施、飞行服务、产业应用、技术创新、安全管理、产业链配套、标准体系建设等各方面的扶持政策，政策支持力度国内领先。各区也纷纷出台政策推动低空经济的发展。

基础设施建设领先，应用场景探索深化，eVTOL重点项目纷纷落地。深圳在基础配套建设方面采用“边建边使用”策略，目前已开工建设100多个eVTOL起降点，并规划到2025年底全市建设完成600个起降点。深圳在低空经济各个细分领域上已进行诸多探索，跨境直升机、空中救援、无人机物流等低空飞行业态和应用场景持续落地。2023年，全球重点eVTOL厂商德国Lilium宣布中国总部落地深圳，广州亿航、上海峰飞等国内eVTOL龙头也纷纷宣布进驻深圳，美团在龙华落地首个无人机智能制造中心并正式投产。

（二）上海市

上海市eVTOL研发较具优势。上海聚集了四家头部eVTOL主机厂，包括峰飞航空、时的科技、沃兰特航空和御风未来。御风未来研发出我国首架自主研发、全国产化的2吨级电动垂直起降飞行器，时的科技完成中国首个倾转旋翼载人电动飞机的首轮试飞，沃兰特航空VE25是目前世界上已知载重能力最强、空间最大、研制等级最高的载人eVTOL。

金山、松江、杨浦等区积极布局培育低空经济产业。2022年9月，上海市发布《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》，将在浦东、杨浦、闵行、金山、松江、青浦、崇明等区域，打造未来空间产业集群。金山区华东无人机基地作为全国首批民用无人驾驶航空试验区，占地面积5.5万平方米，已累计引进涵盖制造、应用、材料等各类无人机产业链企业近40家。目前已获批8条无人机物流航线，海岛物流运输已累计飞行近1.5万架次，城市物流已累计飞行超2万架次。2023年6月，金山区出台《金山区关于推动无人机产业高质量发展暨深化建设华东无人机基地的行动方案（2023—2025年）》，将协同打造长三角世界级无人机产业集群，规划到2025年，金山区无人机产业项目计划总投资达到100亿元、企业市场估值达到100亿元。青浦区长三角低空经济虹桥产业园于2024年1月揭牌，聚焦电动飞行器制造、新材料研发生产，测绘无人机、旋翼及固定翼无人机研发制造，无人机芯片研发，以及飞机发动机维修与养护等低空经济细分领域开展建设。

（三）北京市

北京市低空经济科研优势显著，延庆、丰台等区重点发展。北京市在无人机领域科技创新资源丰富，聚集了航天科技、中航工业、中国航发、中国电科等央企研究院及清华、北航、北理工、中科院等相关科研院所科研力量，智能蜂群、交叉双旋翼、大载重系留等多项先进技术成果在京转化落地。延庆区2020年获批全国首批“民用无人驾驶航空试验区”，中关村延庆园作为北京无人机产业重点承载区，

已集聚了航天时代飞鸿、远度互联、清航装备、航天宏图等等 90 余家产业链上下游，以八达岭机场为中心的真高 1098 米、374 平方公里空域免费向企业开放，构成延庆发展低空经济的核心要素。2024 年 3 月，北京市发布《关于促进中关村延庆园无人机产业创新发展行动方案（2024-2026 年）》《北京市无人驾驶航空示范区建设方案》，提出着力打造北京市无人驾驶航空示范区，形成超百亿元规模的无人机产业集群，做强北京低空经济新兴产业。丰台区拥有 50 多家在低空保障、低空飞行与综合服务领域的企业，涵盖中船海丰、应龙无人机、蜂巢航宇、信德智图等无人机产业链重点企业，中关村丰台园集聚了 120 余家航天航空重点企业。丰台区正在启动低空经济产业园规划建设，未来将用 200 万平方米产业空间打造低空经济产业园，建设低空经济发展先导区。

（四）广州市

广州无人机和通航产业已有一定规模。广州无人机产业目前已形成了涵盖了研发制造、检测认证、飞行运营和服务保障全产业链，拥有电子五所、极飞科技、亿航智能、华科尔、优飞科技、成至智能、中海达、南方测绘等多家致力于检测、农业、工业、物流、消防、表演和外挂系统的知名制造和运营企业，在全国无人机领域占有重要地位。广州使用无人机进行物流、巡线、巡查、测绘和政务管理等运用越来越广泛，包括顺丰、美团、亿航、迅蚁多家无人机企业正在开拓广州应用市场。通用航空方面，广州穗联通航、知行通航等公司在全国各地开展农林喷洒、电力巡检等工农业作业，广州还引入东部通航

开展城市空中交通常态化运营。三江国家授牌知名航空运动营也在广州开展高空跳伞、低空旅游、培训、运动体验、航空研学等多项活动。

eVTOL 研发制造已有基础，广州开发区集聚发展。广州拥有亿航智能、小鹏汇天、广汽集团等 eVTOL 和飞行汽车重点企业，亿航智能的 EH-216s 于 2023 年 10 月取得全球首张民航适航证，广汽集团研发的 GOVE 飞行汽车将于 2025 年启动飞行汽车示范运行工作，小鹏汇天是国内融资规模最大的 eVTOL 企业，计划在 2024 年四季度开启分体式飞行汽车的预订。广州开发区已集聚低空经济领域企业 50 家，其中专精特新“小巨人”13 家，单项冠军 3 家，上市企业 9 家。企业涵盖产业链上中下游，包括研发设计与原材料、零部件制造和集成、应用与服务等环节。

飞行运营和基础设施保障提速。2023 年 12 月，广州开发区交投集团与广州产投资本共同组建设立规模 100 亿元的广州开发区低空产业创投基金，并与低空经济头部企业亿航智能正式签署了无人驾驶载人 eVTOL EH216-S 运营服务协议。合利智能正在申报电动垂直起降航空器运营许可，将打造成全国首批 eVTOL 运营企业。2024 年 3 月，多家 eVTOL 公司首次在广州 CBD 实现示范飞行。当前广州正推动出台《广州低空经济发展规划》《广州低空经济发展实施方案》《广州市低空经济发展条例》，规划到 2027 年，低空经济总规模达到 2100 亿元，到 2035 年达到 6500 亿元。

（五）苏州市

苏州低空经济产业已有一定规模。苏州在空天产业链上集聚近

350 家企业，涵盖碳纤维等新材料、锂电池等新能源、航空发动机、零部件及精密加工、飞控系统、智能装备、无人机整机等领域，其中无人机整机企业 21 家。全市已开通阳澄湖、太湖等低空航线 21 条，2023 年通航飞行量约 9500 小时，位居江苏省第一。全市拥有 7 家低空经济先导产业园、26 家领航企业和 6 家创新示范机构。整机方面，峰飞航空创造了全球 2 吨级 eVTOL 的航程纪录，航天时代飞鹏研制了目前全球最大的无人运输机系统，

吴江、太仓、昆山、常熟等地为重点发展区域。吴江区编制了低空经济发展规划、三年行动计划，设立了首期总规模 10 亿元的低空经济产业投资基金，引入东部通航等头部企业，打造低空经济产业示范园区，加强低空基础设施规划建设，2024 年内力争建成 10 个以上低空飞行器起降点。太仓市发布了《太仓市低空经济三年行动计划》《太仓市促进低空经济产业高质量发展若干政策》，108 家企业入选苏州航空航天产业优选培育库，已落户航空器及其零部件和机载设备研发制造、低空飞行产业、低空保障产业等低空经济产业领域企业 85 家，航空航天产业年产值达 120 亿元。昆山无人机与 eVTOL 产业已有一定基础，拥有峰飞航空、航天时代飞鹏、昊翔电能、鲲鹏易飞等整机制造企业 6 家，上游聚集了泽志流体、苏州游鹰、湍流数字等零部件研发设计企业近 20 家，国重圣尧、若宇检具、鼎镁新材料等材料及配套企业近 30 家，下游聚集了亿飞航空和智云无人机、裕兴发运输、蒲公英智能等运营服务企业，初步呈现出无人机产业“研发+制造+运营+服务”的集聚态势，产业规模近 30 亿元。

苏州市低空经济发展提速。根据有关报道，2024年以来，苏州已签约低空经济项目251个，计划总投资超730亿元。其中，低空制造项目超150个，计划总投资超500亿元。苏州还新签约低空经济产业基金16个，总规模超200亿元。根据《苏州市低空经济高质量发展实施方案（2024-2026年）》，苏州计划到2026年，打造以低空科创智造产业为核心，以低空保障产业为支撑，以低空创新服务业为特色的产业体系。力争聚集产业链相关企业500家，产业规模达600亿元。

（六）成都市

成都市工业无人机产业基础雄厚。成都市依托航天军工产业基础，成为国内无人机产业集聚度最高的地区之一，2021年起就将工业无人机作为重点发展的产业链。近年来，成都工业无人机产业规模保持年均20%以上的增速，大型（军用）无人机位居全国第一，工业无人机产业综合竞争力排名全国前三。据不完全统计，截至2022年，成都已聚集工业无人机产业链上下游企业100余户，以中航无人机（翼龙系列军用无人机已出口12个国家）、纵横股份（工业无人机龙头）、腾盾科技、傲势科技四家链主领衔的9家整机制造企业实现营收41亿元，带动浩孚科技、航维智芯等众多上游载荷制造及民航二所、携恩科技、时代星光等下游配套服务企业协同发展。成都高新区在2023年初发布了《成都高新区发展工业无人机产业三年行动计划（2023-2025）》，力争2025年工业无人机产业规模达100亿元。在电动垂直起降飞行器eVTOL方面，成都市拥有沃飞长空等未来独角兽企

业。

成都空域开放取得重要突破。在空域开放方面，成都拥有民用无人驾驶航空试验基地（试验区）、国家通用航空产业综合示范区等功能区，低空空域开放取得重要突破，成都淮州机场和彭州基地成为国内通航/无人机产品验证试飞重要基地。成都淮州机场向外飞行通道已达 6 条、低空空域面积已达 1652 平方公里，并构建了 17 个无人机专用空域，实现了有人机与无人机同场飞行。

（七）长沙市

长沙县（长沙自贸临空区）为湖南省临空经济的核心承载地。长沙在通用航空器关键零部件技术方面已形成一定的规模，拥有山河智能、航空工业起落架、博云新材等骨干企业。长沙县拥有湖南省首个 A2 通用机场-开慧机场，建有中部地区首个覆盖全省的 A 类飞行服务站。2022 年以来，长沙自贸临空区依托湖南全域低空空域管理改革试点的政策机遇，围绕通用航空主导产业，在国内率先提出打造“中国民用无人机产业第一城”概念，引进临空偏好型项目 80 余个，总投资 550 亿元，引入湖南省通航公司、亿航智能、智航飞购、亿航天驰、蔚蓝航校、湖南鸿翼等通航企业，当前已规划约 3000 亩通航及无人机产业园。2024 年 4 月，《长沙县长沙经开区低空经济发展三年行动计划（2024-2026 年）》发布，长沙县规划到 2026 年底低空经济相关企业数量突破 500 家，其中龙头企业超过 20 家，低空经济相关产值达到 500 亿元

（八）西安市

西安航空航天、商业航天产业较为发达，无人机产业也有一定规模。西安集聚了国内航天三分之一、航空四分之一的科研生产力量，无人机产业链企业 300 余家，产业规模超过 300 亿元，拥有爱生技术、羚控电子、因诺航空、德鑫智能、君晖航空、科为等一批无人机产业链骨干及链主企业。企查查数据显示，截至 2024 年 2 月底，全国通用航空、无人机相关现存企业达 6.67 万家，其中西安以 2915 家位居全国城市榜单第三名。近两年，西安通用航空、无人机相关企业注册量增势明显，2022 年共注册 553 家，同比增长 338.89%；2023 年注册 1082 家，同比增长 95.66%。

（九）珠海市

珠海市通航产业发展较早，已有一定规模。珠海是中国国际航空航天博览会永久举办地，也是我国低空空域管理改革试点城市。在通航运营服务方面，珠海已有 6 个可供通航使用的机场和多个通航临时起降点。近年来，珠海吸引了一批优质通用航空企业落户，形成了贯穿飞行器生产、销售、运营的完整产业链。截至 2023 年 6 月底，珠海市共有通用航空许可经营企业 12 家，占广东省的 21%。依托亚洲通用航空展和中国航展的双航展优势，珠海高新区已集聚了航宇微、纳睿雷达、海鸥飞行汽车、紫燕无人机、飞拍科技、华迈航空科技等 40 余家低空经济产业上下游企业，涉及无人机飞行器、雷达系统、飞控及导航系统、芯片、电池部件等领域，其中规模以上企业 22 家，2023 年相关产值规模达 42.45 亿元。2024 年 3 月，珠海市发布《珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》，围绕培育

低空经济产业生态、扩大低空飞行应用场景、强化产业要素供给等拟提出 13 项具体举措。

（十）合肥市

安徽重视低空产业发展，合肥市规划打造“低空之城”。2024 年 4 月，安徽省发改委正式印发了《安徽省加快培育发展低空经济实施方案（2024—2027 年）及若干措施》，提出打造合肥、芜湖两个低空经济核心城市。合肥市较早布局 eVTOL 产业，本土企业零重力科技正在进行 eVTOL 试飞工作，2023 年 10 月，合肥市政府与亿航智能签署战略合作协议，为亿航智能提供总价值为 1 亿美元的各项支持。2023 年 12 月，合肥市发布《合肥市低空经济发展行动计划（2023-2025）》，聚焦“空间保障、产业集聚、场景示范、设施建设”四大领域，计划在 2024 年基本建成骆岗低空融合飞行试验片区，2025 年基本建成具有国际影响力的“低空之城”。从区域来看，合肥市低空经济主要分布在合肥高新区，合肥高新区已集聚了空天信息企业近 90 家，集聚了零重力、北斗伏羲、德智航创、羲禾航空、蜂鸟通航等低空企业 20 余家，积极谋划打造城市空中立体交通体系。

（十一）无锡市

无锡市航空产业布局较早，低空经济已有一定规模。2023 年无锡市列统航空航天规上企业有 54 家，实现营收 162.79 亿元，同比增长 16.5%，在关键零部件、关键材料、加工配套等领域形成较强的竞争优势。全市和低空直接关系的企业 40 家，2023 年产值逾 50 亿元。此外，无锡市物联网产业形成覆盖信息感知、传输组网、计算存储、

应用处理的完整链条，建成 5G 泛低空覆盖网络，能为低空设备的使用提供基础技术支持。

无锡市通航产业和低空经济加快发展。宜兴市以无锡丁蜀机场为支点，已集聚了通航智能制造类企业 33 家，产业链涵盖飞机整机研发制造、航空复合材料、关键零部件等产业链重点领域。2024 年 3 月，依托机场基础设施支撑以及道尼尔海翼公司研发制造基础，空客直升机、匈牙利专业特技飞行培训学校等总投资额超 50 亿元的重大项目在无锡丁蜀低空经济产业园开工。无锡市 2024 年 3 月与亿航智能签订协议，共同打造亿航智能 eVTOL 低空经济产业基地及运营总部项目，将布局江苏首条自动驾驶飞行器载人低空航线。此外，总投资 70 亿元的联合飞机航空发动机生产研发总部及其无人直升机产业化基地落户无锡高新区。根据《无锡市低空经济高质量发展三年行动方案（2024—2026 年）》，到 2026 年，全市形成以丁蜀低空经济产业园、梁溪科技城等试点片区为支撑，以传统通用航空、无人驾驶航空为重点的产业空间布局，低空经济产业产值规模突破 300 亿元。

（十二）南京市

南京拥有全国首批民用无人驾驶航空试验区。南京市民用无人驾驶航空试验区建设以浦口区为核心区，2020 年获评全国首批、全省唯一的民用无人驾驶航空试验区。试验区构建了“一中心两平台四空域多场地”运管体系，建成了全国首个 5G 组网、经民航认证授牌省内唯一民用无人机试飞基地，连续两年中国民用航空局组织全国试验区建设成果考核验收，均给予南京试验区高度评价和一致好评。

南京市航空航天产业基础较好，带动低空经济产业发展。南京市航空航天领域创新资源储备丰富，拥有南航、南理工、南信大以及中电 14 所、28 所等多所涉航高校和高水平科研院所，建成了一批国家重点实验室、国防科技重点实验室和无人机领域科创平台。2022 年全市航空航天产业收入达 466 亿元，初步构建了以动力系统制造、机载系统制造、无人机研发、空管系统开发等为重点的产业体系。全市低空经济产业主要分布在浦口、白下、麒麟、临空经济示范区等板块，已集聚百家航空航天企业，其中规上工业企业占八成，涵盖融通 60 所、中航金城无人系统、亿维特等无人机及 eVTOL 整机制造企业，莱斯信息、智慧航空研究院等飞行指挥调度、测绘导航服务企业，2023 年低空经济关联产业营收近 30 亿元。《南京市推进产业强市行动计划（2023—2025 年）》提出，“加快推进低空物联网和无人机基地建设，构建全国航空机电系统样板区，不断扩大低空经济产业规模。”2024 年初南京市政府工作报告也提出，要抢占低空经济发展先机。

（十三）武汉市

武汉市通航产业发展较早，无人机产业稍具规模。武汉市现有无人机企业 200 多家，覆盖上游零部件及系统、中游整机研发制造、下游应用服务各个环节，其中整机生产制造企业 10 多家，包括普宙科技、电鹰科技、飞流智能等整机骨干企业。2023 年 6 月武汉出台《推进武汉市无人机产业发展实施方案》，提出到 2025 年，打造武汉经开区、东湖高新区 2 大产业集聚区，培育 10 个以上特色企业。依托汉南机场这一国内规模最大的通用航空机场，武汉经开区重点建设通航

产业园，签约落地海直通航、宝利航空等中游服务运营企业，力争到2030年园区低空经济相关企业突破120家。2023年3月武汉市发布《武汉市支持低空经济高质量发展的若干措施（征求意见稿）》，目前正在制定“武汉低空经济12条”，通过政策支持低空经济产业集聚。

深企投产业研究院

2024

行业研究系列报告

临空经济区产业研究报告

临空经济原理及临空经济区产业布局
特征的深度解析



目 录

一、我国临空产业发展面临的问题	1
二、临空经济的原理	3
三、临空经济区的产业发展	5
四、临空产业布局特征	10
(一) 航空核心产业	10
(二) 临空制造产业	17

图、表、专栏目录

图 1	我国经空运进出口主要商品（2017 年）	18
表 1	航空维修产业类型	11
专栏 1	我国航空维修主要产业基地情况	13
专栏 2	我国航空制造市场格局	16
专栏 3	我国临空经济区发展电子信息制造的部分案例	20
专栏 4	我国临空经济区发展生物医药的部分案例	23
专栏 5	郑州食品制造产业发展现状	28

一、我国临空产业发展面临的问题

临空产业认识不足，导致规划和招商同质化较为严重。根据 2021 年 9 月国家发改委综合运输研究所、航空经济发展河南省协同创新中心、中国城市临空经济研究中心联合发布的《中国临空经济发展指数 2021》报告，截止 2020 年底，全国共有 240 个民航机场，已经布局 147 个临空经济区，60%的机场都配置了临空经济区。除了 17 个国家级临空经济示范区，国内还有 20 个年旅客吞吐量超过八百万人次的机场所在地建设临空经济区（准示范区）。基于对临空产业布局的普遍认识，国内的临空经济区产业体系大同小异，产业定位同质化或产业结构同构的问题突出。比如，航空核心产业一般包含航空运输服务、航空物流和航空维修制造，其中航空运输服务、航空物流属于机场的基本功能，主要的临空经济区均具备相应的发展条件，重点在于结合腹地经济规模和需求，拓展运输服务和航空物流的发展空间。航空维修制造的环节众多，传统机务维修产能过剩，而高端维修（发动机大修等）、大型整机总装、航空器系统集成、核心零部件制造等门槛高，但国内以航空维修制造为主导产业之一的临空经济区比比皆是，产业招商竞争日趋激烈。

临空产业布局需要因地制宜。临空产业布局应基于当地的资源禀赋、产业基础、比较优势，现有承载能力与对应产业承载要求的匹配程度。比如，从临空属性、作用机制出发，需要确认，哪些产业是由航空客流直接带动的，哪些产业是由航空货流直接带动的，哪些产业

与航空核心产业并不直接相关、属于城市功能板块，哪些产业临空属性较弱、属于原有区域优势产业的升级？不同驱动因素的行业，其发展诉求和布局特征自然不同。

特别需要指出的是，临空经济研究起源于发达国家和地区，其经济发展阶段和产业结构与我国国情有较大差异，对应临空产业的布局特征、承载要求也有所不同。一些国际机场的临空经济区建设典型经验，比如爱尔兰香农机场、荷兰史基辅机场、韩国仁川机场、德国法兰克福机场、美国孟菲斯机场、新加坡樟宜机场等空港城的产业体系，很难直接适配或者移植到我国临空经济区建设实践中。我国国内各区域发展不平衡、不充分，各临空经济区的腹地经济总量、人均发展水平、城市化水平参差不齐，对应临空经济的发展水平、所处阶段差异较大，适用于北上广深临空经济区的产业体系和路径，特别是某些资本、技术和知识密集型的高技术制造业与现代服务业，不见得就适用于贵阳、昆明、南宁等发展中地区。正是由于不同临空经济区的承载条件不同，即使是布局发展同样的产业环节，适合落地企业的经营规模、技术水平和发展阶段也可能不同。比如，同样发展电子信息制造业，发达地区的临空经济区逐步聚焦高端研发、营销和企业职能总部以及创新型产品研发制造，而如郑州、贵阳、南宁等地的临空经济区仍将聚焦劳动密集型、生产标准化程度高、创新活跃度相对较低的外向型大规模制造环节。

临空产业布局需要注意产业分工协同。根据相关实证研究，大型航空枢纽具有显著的外溢效应，对所在省市的经济增长拉动作用较为

明显，但其所在地或临空经济区并不一定能成为经济增长极，其长期发展绩效也不一定能够超过所在城市的中心城区，甚至有可能达不到所在城市的平均发展水平。这种情况主要发生在发展中地区，由于中心城区、腹地经济区仍处于工业化和城市化快速发展的阶段，依托其已有的经济规模、产业和人口集聚优势，对外围相对不发达地区（比如机场所在地）产生虹吸效应，通过机场这一交通枢纽流入的各种要素（人流、物流等）主要向中心城区聚集。在发达地区，中心城区更多产生扩散效应，对周边不发达地区的辐射带动作用显著增强，原来处于外围的临空经济区“港-产-城”融合发展更容易取得成效。要避免临空经济区与其他产业功能区进行招商同质化竞争，更要明确经济区相对于其他区的禀赋优势，明确相关产业发展主次。

二、临空经济的原理

临空经济的经济原理和作用机制，可以概括为市场吸引、交易成本和集聚效应。

——**市场吸引**。航空客货的流动和运量增长，是由生产和消费的需求带动的，所以航空运输服务、航空物流的规模，与腹地经济的规模，以及腹地特有的资源禀赋（比如旅游资源）对外部企业和人口的吸引力相关。机场区域的相关活动，包括为机场及其配套设施服务的各类后勤产业（如航油航材、航餐配送等），为满足机场区域活动人群消费需求的机场零售、住宿餐饮业和生活服务业，都是由市场需求直接牵引的。随着机场运营规模的不断扩大，航空客货运流量的大幅

增长,航空维修的市场需求同步攀升,在一般机务维修的基础上,枢纽机场、干线机场配套MRO(航空维护、修理和大修)服务,建设维修基地就变得经济可行。

——**交易成本**。从企业降低交易费用的角度出发,选择布局在临空经济区,原因包括:1)降低直接物流成本。充分利用航空运输的快捷性和便利性,保证产品、原料、人员以及信息传送和运输的及时性,降低物流成本,减少商品流通费用,提高竞争力。大型枢纽机场往往同步完善多式联运体系建设,甚至成为综合交通枢纽,对于依赖航空客货运程度较高的企业和产业(即临空指向性产业),具有很大的吸引力。2)充分利用各类配套设施。政府将资源投入到临空经济区,加强基础设施建设、完善公共服务配套,也让企业预期到可以降低生产经营成本。3)降低政策成本。国家级临空经济区与国家级新区、综合保税区、海关监管区等特殊政策区域的重叠或者联动,释放出来的相关优惠政策,能够让相关企业降低政策成本、增加经济收益。

——**集聚效应**。人口等要素的集聚会带来生产率的提升,这是(外部)规模经济、分工水平不断完善(产业集群)、知识溢出等共同作用的结果,这也是中心城区的人口密度、人均生产率和收入水平都比较高的原因,多数中心城市的中心城区也进入了以现代服务业为驱动的经济增长阶段。所谓经济增长极,就是在集聚效应推动下,形成正向的累积循环效应,持续不断的带动劳动力、资本、技术、信息等要素流入,在经济规模不断扩大、要素密度不断提高的过程中,到达一定的临界点之后,进而带动周边地区共同发展。临空经济区的集聚效

应，需要产业发展与城市化同步，遵循港-产-城融合发展路径，形成一个功能完善的城市综合体，逐步带动相关知识与技术密集的城市产业（先进制造业和现代服务业）在此发展。当临空经济区进入到城市综合体阶段，相关的产业与航空运输不一定紧密相关。从这个意义上说，临空经济区的产业是动态升级的，临空产业的属性与临空经济区的发展阶段息息相关。

三、临空经济区的产业发展

临空经济区内各产业与航空运输业的联系以及各产业之间的相互联系使其形成一个有机的综合体。随着临空经济的发展，其辐射范围和深度不断加大，临空经济区内的产业结构也在不断变化，其产业发展大体可以经历三个阶段。

1、起步阶段：以运输经济为中心，以航空核心产业为主导

临空经济的起步阶段，各类经济活动主要围绕机场运营以及航空客货运输业本身展开，包括航空运输企业、航空机务维修和运输综合保障企业（包括航空油料、航食配餐、航材保障，以及最基础的飞机起降、旅客候机楼服务和机场安保等），航空物流相关的货代、仓储、配送企业，空中管制和边防、海关、检验检疫等政府驻机场机构，机场内以及周边的批零住餐、基本生活服务业企业。

这个阶段的临空经济完全依赖于航空运输，基于运输的实际需要而产生，其规模取决于机场的建设规模和客货吞吐量。相关产业一般

位于空港运营区（通常在机场周边 1 公里范围内）及紧邻空港区（通常在机场周边 1-5 公里范围内），以方便随时为航空运输和机场运营提供服务。航空吞吐量的增长和航线网络的建设是推动运输经济发展的主要动力，而吞吐量的增加也将带动机场周边地面交通网络的完善和临空经济区内服务业的发展，从而吸引临空产业的入住，临空经济开始进入产业集聚经济阶段。

需要注意的是，航空制造虽然也属于航空核心产业，但在临空经济起步阶段，通常难以落地。飞机整机组装制造业是资本和技术密集、处于垄断竞争甚至是寡头垄断的行业，大型民用机整装要依托航空物流网络，利用航空器零部件和系统的全球分包体系，因此民用机主机厂一般布局在国际航空枢纽所在地，或者在大型飞机装配产业集群带动下成长为航空枢纽。航材设备制造业的资本和技术密集度因产品而异，并与当地原有的装备制造业、航空工业以及军工产业基础关系密切，并非所有的临空经济区都适合发展。

2、成长阶段：航空关联产业和航空引致产业快速发展

除了个别以航空制造业为主导产业的临空经济区¹，一般的临空经济区随着航空网络覆盖面扩大，机场集成空运能力增强，吸引航空关联产业²和航空引致产业³在临空经济区附近集中，逐渐形成临空产

¹ 如美国西雅图、法国图卢兹和加拿大蒙特利尔，分别是波音公司重要的制造装配基地、空客公司的总部和庞巴迪航空制造的总承包商，以飞机装配基地为龙头，构建了完整的航空制造产业链和产业集群。

² 航空关联产业，指对航空运输服务具有较高依赖度的产业，主要包括产品具有高附加值、高时效性的制造业，以及现代会展等航空运输流动频繁、知识和信息传播密集的临空现代服务业。

³ 航空引致产业，指为满足人员生活和产业发展需求所衍生的各类辅助、配套和支持性产业，主要包

业综合体。我国目前的国家级临空经济示范区基本处于这个发展阶段。由于机场的定位和功能不同，以航空客运为主的机场、以航空货运为主的机场，以及客运和货运同步发展的综合型枢纽机场，所吸引的航空关联产业和航空引致产业也有所不同。

——**航空货运驱动模式**。航空运输的货物一般具有重量轻、体积小、产品价值高、时效性高等特点，比如航空快件、精密电子、冷链食品、花卉、药品、精密医疗仪器、高端模具、检测样本以及救援性航空运输服务等。临空经济区内以航空物流业为核心，将公路、铁路、海洋、集装箱运输等运输方式结合，形成集运输、仓储、包装、流通加工、航空货运大通关信息处理等的现代化空港物流。同时，临空经济区建有大型的物流集散中心和商品交易市场，通过与自由贸易区、综合保税区重叠或联动，利用机场口岸的功能和机场周边物流基地的保税功能，满足园区企业对物流的需求，实现港区联动推动临空经济的发展。航空货运驱动模式代表有美国孟菲斯和路易斯维尔，分别是 FedEx 全球转运中心和 UPS 美国本土的首要核心枢纽机场。在我国，湖北鄂州花湖机场作为顺丰航空物流枢纽，是顺丰构建全球供应链中心、全国仓配中心、高端加工流通中心的核心承载，也将是我国航空货运驱动模式的代表。**航空关联产业形态**。货流量的增加扩大了物流代理、快递、金融业、跨境电商以及加工园区等的集聚规模。在航空货运驱动模式下，临空经济区在空港相邻地区与空港交通走廊沿线地

括满足旅客和从业人员的居住、餐饮、购物、娱乐、教育等需求的生活性服务业，以及航空核心产业和关联产业发展所必需的研发、培训、咨询、金融、广告等生产性服务业。

带（通常在机场周边的 5—10 公里范围内）的工业园区、出口加工区，通常能够聚集外向型的临空制造产业，比如智能终端、通信设备、光学仪器、药品制品等企业。**发展条件。**通常来说，航空物流型临空经济区的形成要有以下条件：一是具有足以支撑空港经济区发展的腹地，比如空港能够辐射的都市圈和城市群有足够大的经济体量。二是腹地具有与航空物流适宜的产业结构和消费结构，比如出口加工型、外向型的产业结构，以及由较高的人均收入水平支撑的消费能力。三是没有其他高速运输的正面竞争。高铁和航空，从技术和经济角度来看，具有极大的业务竞争空间。高铁货运当前快速发展，可能对航空物流造成巨大冲击。除了少数大型枢纽机场所在腹地物流量巨大、高铁和航空可能共存外，其他处于高铁节点、依托于非大型枢纽机场的临空经济区，可能难以获得足够的业务来源而难以发展甚至萎缩。

——**航空客运驱动模式。**客运导向型的临空经济区依赖于航空客运枢纽，并且与发达国家和地区后工业化的经济结构相匹配。客流量直接带动广告、商业会展和零售等服务产业的发展和集聚。**航空关联产业形态。**在机场层面，重点以零售业、餐饮、休闲和文化等消费型服务业为主，满足大量航空客流的需求。在临空港区层面，酒店娱乐和商务商业成为机场功能拓展的主要方向。在大都市区层面，围绕空港和临空港区最终形成的城市核心功能，成为生产性服务业、以研发和管理为主的总部经济、会展博览业、旅游休闲业集聚的场所。**发展条件。**以总部经济、生产性服务、高端商务服务和城市生活服务业为主导的产业结构，与发达国家和地区进入后工业化阶段、以服务经济

为主导、区域经济收敛（地区间发展差距不大）、城市化水平高、要素市场化和重新配置效率高、交通枢纽能够快速实现产业集聚等特征相匹配。国内比较典型的案例是上海虹桥临空经济示范区，当前产业主要以数字经济、高端商贸、会展服务、总部经济、科技研发、现代金融、健康医疗、文体休闲等现代服务业为主体。

——**客货兼备型发展模式**。客货兼备型兼具客运驱动型和货运驱动型临空经济。在空港运营区和紧邻空港区，混合了货运型的物流功能和客运型的商务以及旅游功能；在空港相邻地区和外围辐射地带，则是兼具先进制造业和高端商务服务业。在东亚国家和地区的发展进程中，在保留制造业的情况下同时发展服务业，要深入推进工业化并持续嵌入全球产业链、供应链、创新链，需要同时结合航空客运和货运枢纽功能，依托综合型枢纽机场发展相关产业，并发挥对腹地经济的辐射带动作用。这也是我国目前主要的临空经济区尤其是国家级临空经济示范区目前的发展模式。

3、成熟阶段：以城市经济为中心，以知识和创新型产业为主导

在临空经济的成熟阶段，航空运输与区域经济和环境的进一步融合，港-产-城融为一体，临空经济区内人文环境、生活环境、交通环境和生态环境得到改善和提高，形成新的都市区。良好的居住环境和自然环境对于高端科研人员具有强大的吸引力，成为吸引高新技术企业、知识和技术密集型产业的重要因素。因而，城市经济的形成是临空经济进入可持续发展阶段的表现。这一阶段的临空经济与区域经济

协调发展，临空经济区成为城市新的增长极。目前我国基本没有进入成熟阶段的临空经济区。

四、临空产业布局特征

在不同的发展阶段，临空经济区适宜承载的临空指向性产业不同。本报告主要针对起步阶段和成长阶段的临空指向型产业进行分析。临空产业主要包括：1) 航空核心产业，包括航空运输业（航空物流、航空总部、航空金融、航空培训、航油航材、公务机业务等）、航空维修、航空制造等。这里主要对航空维修和航空制造的布局特征进行分析。2) 临空制造业，包括电子信息、生物医药、智能装备等高附加值产业，以及对航空运输依赖度高的部分出口加工业。3) 临空现代服务业，包括商贸会展、跨境电商、总部经济、现代金融、科技研发、健康医疗、航空文旅等服务产业。

（一）航空核心产业

1、航空维修

产业类型。航空维修指对飞机及其上的技术装备进行的维护和修理，安全飞行是我国航空业发展的第一要务，航空维修是飞机运作的重要保障。除了在机场开展的机务维修（航线维护）外，航空维修产业主要涵盖机体维修、发动机及关键部附件修理、加改装、飞机拆解等领域。根据军鹰资讯数据，飞机维修业务规模中，发动机维修占比40%，机体大修加改装、航线维护、部附件维修各占20%。

表 1 航空维修产业类型

产业类型	内容及定义
航线维护	也称为外场维修，飞机一般不进入车间，航线上对运行的飞机进行维护、保养和修理，包括航行前、过站短停时和航行后对飞机总体情况进行的总体检查和维护。
机体维修	对机身、机翼、尾翼、起落架等机体部件的维修。
发动机维修	对飞机发动机的维修（也称为动力装置维修）。
部附件修理	主要是对机载电子和机载设备等部附件的维修。
飞机加改装	在飞机交付后，对飞机原有外观、布局、内饰等进行升级改造或翻新，加装相关设备及附件，以及客机改货机等。
飞机拆解	对废旧飞机进行拆解并回收二手航材、循环再利用。

资料来源：深企投产业研究院整理。

市场规模。根据 Oliver Wyman 数据，2019 年全球民航飞机维修市场规模达到 819 亿美元，2020 年全球新冠肺炎疫情的爆发导致民航运输乃至下游维修市场受到巨大冲击，市场规模减少 53%，下降至 385 亿美元。2021 年，根据《航空周刊》资料，随着全球民航市场逐渐恢复，预测民航飞机维修市场规模将增长到 700 亿美元左右。根据《航空周刊》预测，2021 年中国民航飞机维修市场规模约为 91 亿美元，占全球比重为 13%，占亚太地区的比重为 40.6%。

产业布局关键因素。1) **市场需求规模。**机场是否为国际航空枢纽，是否拥有国际航空货物转运中心，航班量和起降架次，直接关系到民航飞机的维修量大小。随着枢纽机场区域业务量、跑道资源逐步饱和，MRO⁴企业为了加强业务布局、拓宽业务来源，未来也将在一线

⁴ MRO 在航空圈一般是指第三方独立航材维修机构。MRO 是 Maintenance, Repair & Overhaul 的首字母缩写，航空领域的 MRO 企业是指飞机从制造厂交付后，向客户提供飞机维修、修理和大修服务的企业。

城市或枢纽机场以外的地区择地建设机库、转移产能。2) **航空货运保障能力**。航空维修企业和航空器部件生产企业对于航空器部件的运输条件有很高的时效性和安全保障要求，而客机的腹舱运输能力是无法保障的。例如航空发动机和一些大型部件，需要通过全货件才能够运输，而一些航空维修和制造需要的特种油和化学品，是客机禁止承运的，也只能依赖全货机的运输。因此航空维修企业和航空器零部件的生产企业更愿意在机场周围开设基地，特别是拥有大型航空货物转运中心的机场。3) **维修人才保障能力**。地理位置和产业结构非常重要，人的因素更为重要，经过良好培训的高级技术人员是维修机构不可多得的人才，但目前国际市场上也面临着 MRO 市场需求与人员短缺的矛盾之中。4) **航材进口的关税税率和通关手续便利水平**。航空维修具有高专业、高成本、高时效的特点，航材税率和监管流程直接关系到维修企业的时间和成本，优化维修监管制度，建立符合国际航空维修业通行规则的税制，也将有利于吸引维修企业布局。

国内布局现状。航空维修的产业布局与所在地机场规模能级、区域市场需求容量、检修服务类型、航司主基地布局等方面息息相关，但目前以传统机务维修为主导产业之一的临空经济区比比皆是，造成过度建设和产能过剩。高端维修（发动机大修等）以及对应的维修基地门槛高，具备相应资质和能力的企业较少，目前国内民航发动机维修（大修）企业仅有珠海保税区摩天宇、北京 Ameco、厦门太古（TEXL）、上海普惠、厦门新科宇航、四川国际、海口空港（在建）、华夏云天（芜湖在建）等企业。国内四大世界级机场群所在核心城市（北京、

上海、广州、成都)以及厦门等地经过多年发展已形成产业集聚和规模效应,但仍有众多地区尤其是旅客吞吐量超过千万人次的临空经济区规划重点发展维修基地,产业招商竞争日趋激烈。军机机载设备维修及制造业务仍集中在总装单位及各军机修理厂。

专栏 1 我国航空维修主要产业基地情况

北京。我国主要的航空维修产业基地之一。首都机场临空经济示范区的内的北京飞机维修工程有限公司(Ameco)具备完善的飞机大修能力,可提供发动机大修、附件修理、起落架大修、工程技术、地面设备校验,以及全面的客舱改装和特殊改装服务。

上海。我国主要的航空维修产业基地之一。上海拥有国航、东航等航司的维修基地,拥有上海普惠等发动机大修企业,上海波音航空改装维修工程有限公司是波音 737 客改货亚太改装中心。

厦门。厦门航空工业区建立起具有相当规模的航空维修工业园区,拥有太古飞机、太古发动机、新科宇航等 20 家航空维修产业,形成了以厦门太古飞机工程有限公司为龙头,其他航空维修企业为产业链条关键环节的航空维修产业集群,以飞机结构件大修为龙头,以发动机、起落架、航空电气及零部件维修、制造等为配套的航空维修产业链,建成国内重要的一站式航空维修基地。航空维修业产值约占国内市场的四分之一,超过 80%为境外维修业务,业务量居全国前列,其中太古发动机 100%从事境外转包维修业务。

成都。《“十四五”民用航空发展规划》中,成都被列为包括北京、上海、广州在内的国内四大世界级机场群的城市。成都临空经济区已建有 1.8 平方公里的航空维修产业区,聚集四川国际、川航维修等航空维修企业 18 家,并与海特集团等在航空技术维修服务方面进行深入合作。2021 年产值超过 60 亿元,占全国 12%、排名全国第四。航空制造方面,成都临空经济示范区落地加德纳航空全球器件工厂项目,生产空客系列飞机的零部件,支持朗星无人机及中科院中小引擎生产。

广州。广州临空经济示范区引进广州飞机维修工程有限公司(GAMECO)和广州新科宇航科技有限公司(STAG)等飞机维修龙头企业扩容发展空客和波音

客改货项目，成为全国重要的飞机维修和客改货基地，2020年飞机维修基地实现营收30.23亿元。GAMECO的附件维修中心是国内功能最完备的飞机附件维修基地之一。另外，2020年瑞士AMAC宇航集团与广州市签约，计划将其中国总部及华南飞机生产维修基地落户，计划总投资10.5亿美元，预计年产值80亿元。

天津。原天津航空城规划地区作为航空产业的承接地，引进了空中客车、中航直升机等龙头项目，带动庞巴迪、西飞机翼、古德里奇、PPG等多个项目落地，初步形成以飞机总装、研发制造、部附件组装、机载设备与零部件生产、飞机内饰改装以及航空维修为主的航空制造产业链。天津临空产业区（航空城）聚集天津庞巴迪公务机维修中心、宜捷海洋公务机维修中心、海航发动机维修中心，以及天津海特飞机工程有限公司、透博梅卡发动机维修等航空维修企业，并进行了海特集团与以色列航空工业合作共同开发的客改货项目。

沈阳。沈阳是我国航空工业的摇篮，航空维修方面拥有南航沈阳维修基地，并可进行飞机拆解。当前由沈阳航空产业集团投资建设沈阳航空产业园，已吸引飞机零部件制造与集成、发动机零部件制造与集成、民用飞机大部件制造、燃气轮机研发及制造、航空新材料、航空科技研发、航空维修、航空教育培训等50余家企业签约、入驻。

重庆。重庆临空经济示范区打造华夏航空的飞机维修基地，并与重庆航空、南方航空在飞机维修、飞机训练、航空食品等方面展开全方位深度合作。

南京。落户全球首家波音777客改货以及改装项目，成为全球第一家专做777大型宽体客机的改装基地。

哈尔滨。打造我国首个飞机拆解基地，已入驻中龙欧飞飞机维修工程有限公司、中龙飞机拆解公司等企业。

海口。海口美兰临空经济区建设航空发动机维修基地，将是中国大陆唯一的宽体飞机发动机维修平台，已入驻的大新华飞机维修服务有限公司可开展飞机拆解业务。

芜湖。2022年1月，华夏航空与芜湖签订协议，将开展航线合作、航空发动机维修基地投资建设。双方将合作共建国际航空器维修保障中心，以飞机发动机维修为市场切入点，逐步建立、打通商用发动机维修上下游产业链体系，

打造全国一流的航空发动机维修基地，并逐步拓展航线维修、机体大修、部附件维修、货运航司维修保障等业务，打造航空器维修全产业链。

2、航空制造

产品结构。飞机是最复杂、技术难度最高的工业产品之一，一架大型飞机通常由 300-500 万个零部件构成，一个机型有 500 多个一级配套企业，有 3000-5000 个二级配套厂商。19 座以下小型飞机至少需要 10 万个的零部件。飞机结构包括机体结构、发动机、机载设备和标准件四类，其中机体由机头、机身、尾翼等结构部件构成，占整机总价值量的比重约为 30%。通常飞机制造仅指飞机机体零构件制造、部件装配和整机总装等，飞机的其他部分，如航空发动机、仪表、机载设备、液压系统和附件等由专门工厂制造，不列入飞机制造范围。

市场规模。根据《爱乐达招股说明书》披露的关于我国军用飞机的需求预测，自 2015 年起的未来 20 年，中国包括战斗机和运输机在内的军用飞机采购需求约为 2900 架，军用航空器市场规模将达到 2290 亿美元。根据东北证券预测，预计 2019-2038 年中国 50 座以上客机采购规模约 1.4 万亿美元，按照贸易补偿标准和转包价值链分布测算，未来国际航空零部件转包市场规模约 1000 亿元。以 ARJ-21、C919 为代表的国产民航客机逐步批产，有望带动规模约 1600 亿元的航空零部件国内分包市场。

产业布局关键因素。1) **整机总装。**大型飞机制造需要规模庞大的全球产业配套，为了提高其生产效率并降低生产成本，可以通过产业链分工将生产的不同环节分拆、外包到全球不同区域（比如空客公

司将机身组装配置在天津滨海临空经济区，波音公司将其机身组装配置在舟山临空经济区)。比如波音 787 大约有 400 万个零部件，其中 90%的零部件生产分包给了 40 多个国家的合作伙伴，自己仅生产尾翼以及进行最后的组装，因此主机厂要依托航空物流网络、利用航空器零部件和系统的全球分包体系，一般布局在国际航空枢纽所在地，并且主机厂对城市的能级、研发制造人才的供给能力和研发创新能力要求较高。而军机主机厂依赖于原有的军工装备产业基础和研发能力。

2) **航空零部件**。我国航空零部件的国际转包业务中，除西子航空等极个别公司直接承接了空客等整机厂的少量订单外，均由航空工业及其下属公司总揽承包并分包，民营企业中仅有个别企业获得波音、空客的一级供应商认证，主要分布在航空枢纽所在地。

专栏 2 我国航空制造市场格局

1、**全球市场情况**。全球干线飞机的制造由波音和空客垄断，支线飞机制造主要有庞巴迪、巴西航空工业等，通航飞机制造商主要有湾流、庞巴迪、德事隆航空、达索航空、巴西航空工业等。

2、**国产飞机情况**。我国已将航空工业作为战略性新兴产业之一重点扶持，通过多年的探索形成了以国有军工企业为核心、非公有制企业协同参与的较为完备的航空工业体系。国内飞机总装任务主要由国有企业尤其是国有军工企业承担，民营企业大多参与其中的零部件加工、工艺装备生产、部件装配等环节。我国民航客机主要是中国商飞研制的 C919 大型客机（“大飞机”）和 ARJ21 支线飞机，总装制造中心位于上海浦东基地。国内的通航飞机制造企业主要有航空工业通飞和万丰航空。国内主要航空主机厂以军用机企业为主。中国航空工业集团有限公司（“航空工业”）是我国最大的航空工业集团，也是央企军

工企业，业务以飞机、直升机为龙头，航空发动机、机载系统和航空武器配套齐全，旗下包括航空工业成飞、航空工业通飞、航空工业西飞、航空工业陕飞、航空工业哈飞、航空工业昌飞、航空工业洪都、航空工业贵飞、航空工业沈飞等主机厂。其中航空工业贵飞位于贵安新区。

3、国内零部件情况。我国航空零部件企业主要以承接转包业务为主。围绕航空工业的产业布局，我国航零部件制造行业形成了主机厂内部配套企业为主，具备配套生产能力的航空航天科研机构、国际航空零部件制造企业在华合资企业和民营航空零部件企业有效补充的市场竞争格局。重点上市企业包括中航重机、三角防务、爱乐达、铂力特、通达股份、利君股份、华伍股份、豪能股份、新研股份、成飞集成、西菱动力、光韵达、立航科技等。重点地区包括广州、成都、西安、天津、南京等地。

（二）临空制造产业

英国剑桥研究团队（1994）系统的对欧美和日本等地机场区域发展临空经济的产业进行研究,结果表明航空设备制造、精密电子、电子制造业以及生物医药等技术密集度、时间敏感度高、运输时效性强的行业,这类行业在发展过程中普遍对航空运输方式依赖程度较高,在机场周边具备配套能力的情况下,这类企业会在机场周边地区集聚化发展。这类企业的产品,往往更具有产品体积小重量轻、产品价值高、生命周期短、承担运费能力强、市场竞争激烈、对时间较为敏感等特点,而且被复制、仿造的速度较快,所以,时间成为影响这类企业获取技术创新效益的重要因素,产品投放时间延后可能带来巨大的经济损失。这类企业对于区位选择的重要考虑因素之一,就是获得快捷和便利的运输服务(包括航空运输服务),从而达到减少运输时间

和降低运营成本的目的。

从我国经空运的进出口主要商品种类看，电子机电产品占据了最大比重。根据海关统计数据，2017 年通过民航运输的国际货物货值约为 8206 亿美元，占我国进出口额的 20%左右，其中电子机电产品、精密仪器及贵金属对国际空运的依赖程度较大。机电产品经空运进出口的贸易额约为 4036.5 亿美元，占机电产品总贸易额的 33.7%。

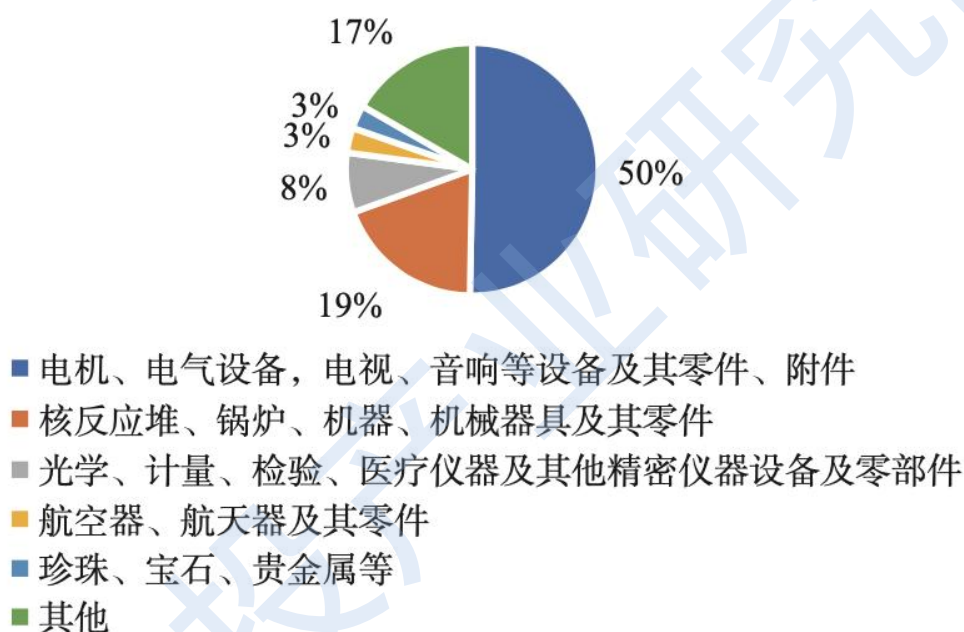


图1 我国经空运进出口主要商品（2017年）

资料来源：海关总署统计数据。

根据国家发改委和中国民航局编写的《中国临空经济发展报告 2020》，我国 17 个国家级临空经济示范区主要布局的临空高新技术产业（高技术制造业），除了航空科技（航空制造）外，主要有新一代信息技术（电子信息）、生物医药、高端智能装备、新能源（或新能源汽车）等，因此以下主要对电子信息、生物医药、高端装备、新能

源汽车及零部件产业分别进行分析说明。

1、电子信息制造

行业的临空指向性总体较强。大型品牌企业的智能终端、消费电子产品，对时间高度敏感，因而也是全球航空货运中占比最高的品类。电子元器件无法受潮，因而也必须依托航空货运。普通消费电子产品出口，则是空运和海运同时并存。比如，苹果的手机新机型投放市场，要求富士康等代工厂在短时间内要完成数以千万计的手机装配，通过航空货运将产品及时运输到世界各地，快速进行全球分销。所以电子终端产品的国际型代工厂商，尤其是代工的是面向国际市场的智能终端产品，其终端组装制造环节就必须布局在拥有发达的航线运输网络（包括国际货运网络）的枢纽机场所在地。这也是富士康的苹果手机组装基地，主要分布在深圳和郑州的原因。而富士康在郑州航空港落地，也极大带动了当地航空货运量的增长。再如，重庆临空经济的发展吸引了包括惠普、宏基等著名品牌电脑商和富士康等全球大代工厂的入驻，每天通过约6架747-400全货机将产品及时运输到世界各地，以达到将产品迅速投放市场的目的。

我国是全球电子制造的主要基地，智能终端产品出口比重高、规模庞大。电子信息制造业是我国最大的工业门类，每年规上企业营收13-14万亿元，约占全国规上工业的七分之一；同时也是最大的外向型产业，多数终端产品用于出口，满足全球市场需求。根据2021年海关统计数据，我国出口电子产品规模较大的包括手机、笔记本电脑、

家电、平板电脑、液晶显示器与电子元件等。2021 年我国出口手机 9.54 亿台，出口金额 0.94 万亿元；出口笔记本电脑 2.22 亿台，出口金额 0.7 万亿元；出口家电 38.73 亿台，出口金额 0.64 万亿元；出口平板电脑 1.43 亿台，出口金额 0.2 万亿元；出口液晶监视器 1.09 亿台，出口金额 0.09 万亿元；电子元件出口金额 1.75 万亿元，其中包括印制电路板、二极管及类似半导体、太阳能电池、集成电路等。

全球电子产品的生产是复杂价值链活动，同样对航空运输的依赖度较高。电子产品的元器件种类成千上万，从元件、器件组装为模块，再从模块、相关配件组装为整机，其中涉及到反复的跨国流动和航空运输过程。比如，来自日本、韩国的电子材料，用于中国大陆的 PCB、存储芯片等元器件生产，元器件再被运到韩国、台湾地区进行显示面板的生产过程，显示面板再被运到中国大陆进行显示触控模组偏贴，再加上来自其他国家和地区的元器件进行终端组装，最后成品由富士康等大型代工厂或品牌商通过航空网络运送到全球。伴随全球地缘政治冲突以及中美贸易战，东南亚、南亚国家的终端组装制造规模崛起，而大量的模组、元器件由于中国大陆庞大完善的产业集群，生产上仍然具有显著的规模经济和成本优势，因此总体保留在中国大陆进行生产，并被运输到越南、印度尼西亚、马来西亚以及印度等国家。

专栏 3 我国临空经济区发展电子信息制造的部分案例

1、郑州航空港区

富士康对郑州航空港产业的拉动作用。2010 年，富士康落户郑州航空港区，建立以生产智能手机为主的工厂，至 2020 年富士康郑州厂区员工超过 25

万人，高峰期接近 30 万人。由于富士康的进驻，郑州航空港区陆续吸引了 300 余家产业链上下游企业，形成以智能终端为代表的世界级电子信息产业集群。2020 年，富士康当地年产值完成 3106 亿元，占航空港区电子信息产业产值的 97%，全区累计生产手机超过 15 亿部。2021 年，郑州航空港区电子信息业产值完成 4110.5 亿元，同比增长 31.9%，占全市、全省电子信息行业的比重分别达到 95%、79%。根据该区“十四五”规划纲要，2025 年将力争电子信息产业产值突破 7000 亿元。

空港运输网络对富士康的支撑作用。富士康郑州园区坐落于航空港区内，通过机场为关口进行全球的零部件采购，同时制造手机机身的铝合金则通过郑州高度发达的铁路系统运输，郑州腹地与港区的高速路网也使得材料的运输极为方便，最后在汇聚生产车间进行生产，再通过航空货运进行全球配送。

富士康对郑州航空货运的带动作用。富士康创造郑州最高达 80% 左右的进出口额。自富士康落户以来，新郑机场的货运量开始迅速增长，从 2010 年的 8.58 万吨增长至 2017 年的 50.27 万吨，平均年增速高达 34%，迅速成为中国第七大货运机场；到 2020 年航空货运量进一步突破 60 万吨，货运量累计增速在全国主要机场中居首位。

2、成都临空经济示范区

成都临空经济示范区依托中电熊猫，先后引入美国康宁、世平科技、江苏奥斯汀、南京冠石科技等产业链上下游配套企业，构建中电熊猫液晶面板产业链，形成以仁宝、纬创为引领的计算机整机制造集群。2020 年，成都芯谷加速器、屏芯智能制造基地等 12 个项目加快建设，成都临空经济示范区聚焦集成电路、新型显示、智能终端、核心元器件、网络信息安全 5 大领域精准发力，全区电子信息产值 704.4 亿元。

3、重庆临空经济示范区

重庆临空经济示范区位于渝北区。该区瞄准智能终端、智能装备、核心汽

车零部件等产业，打造的千亿级智能终端产业集群中，已落户以 OPPO、传音为代表的整机企业和以中光电、捷荣等为代表的核心配套企业 50 余家，2021 年电子信息产业的产值已达到 1400 亿元，外向型工业企业出口基地雏形初现。2020 年重庆临空经济示范区智能终端产业产值达到 398.55 亿元，手机出货量 9041 万部。

4、南宁临空经济示范区

南宁临空经济示范区重点发展电子信息等临空指向性强的产业。截止 2020 年，南宁临空经济示范区引进瑞声科技、龙旗信息等电子信息龙头企业，并借助龙头企业落户形成的带动引领作用，大力引进芯片、屏幕、发动机、摄像头、模组、手机、穿戴设备、数据线、模组组装等 21 家电子信息配套企业，项目全部建成后预计实现工业产值 400 亿元。

2、生物医药

行业的临空指向性总体较强。生物医药产业，包括医药制造（生物药、化学药和中药）、医疗器械等领域，多数是对时间高度敏感的行业领域。从发达国家的实践看，医药冷链物流主要依赖航空货运。比如，用于移植的器官要以最快的速度运送到手术地点。此外，生物医药产业作为知识密集型产业，对高端人才需求量大，专业学术交流和研究需要便捷的交通网络支持。在临空优势支持下，美国的孟菲斯依托其世界级的专业货运枢纽机场，如今已成为世界上最大的眼角膜银行，全美最大的医疗器械制造中心。目前，我国 17 个国家级临空经济示范区中，已有 13 个布局发展生物医药产业，包括南宁等地。

产业布局关键因素。1) **区域市场规模。**特别是省市医疗机构的医药采购总体规模，以投资换市场的招商模式有一定的可行性。2)

研发创新环境和公共服务体系支持。初创型企业项目更加注重创业便利性，需要有覆盖生物医药企业研发创新活动全流程的公共服务平台体系（比如注册咨询服务机构、分析检测机构等，集成果展示、技术研发、企业孵化、新品申报等功能为一体的公共服务平台），专业化的创新孵化服务，市场化的产业资本支持，以及高校和科研机构的研究支持，大型医疗机构的临床试验支持等。

3) 专业载体支撑。在生物医药产业园等载体平台建设过程中，需要根据行业特性和企业个性需求定制开发 GMP 厂房等载体，形成孵化器、定制厂房、中试园区、产业园、产业基地构成的复合载体体系，并要完善供气、冷链物流等相关设施。

4) 政策配套。研发、租金、人才、建设、经营方面的政策支持，特别是人才政策。

5) 医药原料资源。特别是西南地区丰富的中草药资源、生物资源，对于中药种植加工、生物提取物相关产业和企业的布局具有重要意义。

专栏 4 我国临空经济区发展生物医药的部分案例

1、郑州航空港区

2016 年起，郑州航空港区开始规划建设占地 2000 亩的郑州临空生物医药园，打造专业化载体平台，一方面建设专业生产厂房、完善生活配套设施，另一方面搭建全流程公共技术服务平台，通过把国际化的硬件体系与国际化的运营团队相结合，市场化运营，建设中原地区首个同时符合中、美、欧标准的生物医药全流程研发生产公共服务体系。同时，依托兴港投资集团，利用 50 亿航港母基金，与一线专业基金合作，构建覆盖天使、创投、私募股权、上市前基金的完整市场化投资体系，引导优质企业落户郑州航空港区。截止 2020 年，郑州航空港区已汇聚了鸿运华宁、赛默飞世尔、创源生物等 70 多家行业龙头

和优质企业，并通过郑州国际生物医药发展高峰论坛打响了“生物药之都”名片。根据《郑州航空港经济综合实验区生物医药产业三年行动计划（2020-2022年）》，2022年郑州航空港区的生物医药产业规模要达到100亿元。

2、成都临空经济示范区

成都临空经济示范区所在的双流区与高新区合作共建成都天府国际生物城，推动纽瑞特、恩威制药、先导药物和苑东生物等区内企业健康发展，形成“1个成熟的高品质科创空间+9平方公里城市框架”，协议引进项目150个，总投资超1200亿元。2020年全区生物医药实现产值60亿元，其中21家规模以上企业实现产值40.6亿元。

3、南宁临空经济示范区

南宁临空经济示范区依托广西中草药良好的产业基础，打造生物医药产业集群。截止2020年底，已落户的生物医药企业476家，其中医药及医疗器械设备制造业企业48家，规模以上企业共15家，主要包括海南葫芦娃药业、百会药业、仙荣中药、一力制药、巴迪泰生物科技、道纪医疗和腾科宝迪等一批重点企业；医疗卫生及检验检测机构18家；医药及医疗器械设备批发零售业企业410家。同时，为了更好服务园区企业，广西壮族自治区药品监管局在示范区专门设立了自治区级食品药品一站式审批受理窗口，为园区企业办事开设“绿色通道”。此外，南宁临空经济示范区海域自治区药品监管局合作共建了广西医疗器械检测中心，全方位服务和支撑示范区的生物医药、医疗器械企业。

4、昆明空港经济区

至2020年，昆明空港经济区已落户中国中药配方颗粒、国药生物制品生产、道地药业、国药云南国际医疗器械产业园等多个项目，吸引了20多家企业意向性进驻，主要生产医用高值耗材、诊断与检测试剂、3D打印齿科及骨科材料、远程互联网医疗设备及系统等高端医疗器械。

3、高端装备

行业的临空指向性因类别而异，总体较弱。个别出口导向型产品，比如面向国际市场客户的精密模具，精密仪器（如电子检测仪器设备）等，利用航空运输的可能性相对更高。如果是生产制造流程使用的产线设备（包括工业机器人），一般来说设备体积和重量较大、航空运输不便，而且供货周期不会太紧张，时间敏感度相对较低，与航空运输业的关系不大。一些临空经济区发展高端装备产业，主要原因有：

- 1) 本地原有优势产业的发展壮大，比如现有装备制造产业基础较好。
- 2) 当前重点发展的产业集群的配套延伸，比如为电子信息制造产业集群配套的电子专用装备，为现有食品产业配套的食品加工设备等。
- 3) 对产业的范围和边界认识不够清晰，高端装备覆盖装备制造的各个门类，实际落地的产业和产品形态与制造装备不一定相关。

产业布局关键因素。1) **区域市场规模。**生产装备具有比较明显的“本地市场效应”，也就是在全国具有明显优势的专业化集群，容易发展出具有优势的上游装备企业。反过来如果本地下游产业对该类装备产品的市场需求规模不够大，生产装备企业在本地选址配套生产就不具有规模经济。因此，一般是在本地下游产业集群已发展到一定规模，或者有大型客户的需求直接拉动，上游的生产装备企业再到周边进行配套生产。2) **本地装备制造的产业链配套水平。**包括锻件、铸件、机加工、传动部件、液压元件、智能控制系统、配套动力系统等零部件的配套完善程度，直接影响企业的生产经营成本。

4、新能源汽车及零部件

行业的临空指向性总体较弱。汽车制造业尤其是整车厂对航空运输的依赖度并不明显，汽车整车以及零部件的运输主要依赖水路、铁路和公路，出口主要依托海运。但由于大型整车基地一般位于一二线城市，所在地拥有国际航空枢纽、干线机场或区域航空枢纽，对于部分体积小、质量轻的零部件，可以利用航空运输网络进行采购。特别是在 JIT 准时生产模式下，部分汽车零部件要求有较高的时效性，因此也是依托航空货运的重要产品。总体上，随着整车厂的零部件本地化（本国）配套率不断提升，采购的零部件使用航空货运的比例不高。在新冠疫情期间，比如 2020 年初武汉疫情爆发时期，为了避免汽车供应链断裂，国内不少零部件企业改用空运为国外的整车厂紧急供货，这可视为航空货运网络可以为汽车制造企业增加供应链韧性的案例。

产业布局关键因素。1) **新能源整车基地，对地方财力和产业基金配套要求较高。**目前排名前 20 的乘用车整车企业包括造车新势力均待价而沽，由于整车制造规模效应显著，需要量产数十万辆后才能实现盈利，前期投资数以百亿级，车企尤其是造车新势力企业普遍有“资金饥渴症”，整车基地投资一般要求地方配套产业基金或融资数十亿元起步，配套比例 50%以上，资金支持模式包括政府产业基金参与股权融资、厂房代建、固定资产购置、协调大规模低息贷款等，其他支持包括政策补贴、税收优惠、政府采购公务用车等。地方政府要引入新能源整车项目，需要系统评估整体财政实力和整车制造基础，争取上一级政府财政及产业基金支持（比如哪吒汽车落地南宁得到广

西省支持)。2) 新能源汽车零部件项目，因供应商的层级不同，与主机厂的配套关系和距离远近对应发生变化。零部件以市场需求主导，其次考虑要素成本、交通物流成本、上游配套以及地方产业政策。一般来说，一级供应商（系统集成厂商）在整车基地或 3-5 公里范围内，二级供应商（分总成供应商）在一级供应商或整车基地 50-70 公里距离布局，三级供应商（零件供应商）一般在整车基地 500 公里范围内，大规模批量生产的通用零件、元器件可在全国范围内布局。汽车电子、车载终端也属于电子信息制造业，其布局则与电子信息制造业相同。

5、生鲜食品与食品制造

行业的临空指向性因类别而异。1) 生鲜食品。生鲜食品具有时效性，例如一些蔬菜、菌类等对于时间敏感的生鲜食品，长途运输需要采取空运方式。生鲜食品空运主要有肉类食品、茶叶、食用菌、奶制品、农产品、水果、蔬菜、水产品、冷饮冰淇淋等，这些食品必须低温运输，温度是在 -20°C 以下；但如果产品价值不高、时间敏感度稍低，则更多采用冷藏车运输。另外，节假日消费对于鲜活产品、年货的需求，也会使生鲜食品的空运市场呈现季节性波动。2) 航空食品。航空食品、航空配餐的生产环节要求严格，原材料根据配餐需要提前 8-24 小时下单进货；航空食品生产、配餐需要在机场附近建设中央厨房或生产基地，并通过航空运输网络进行分发，临空指向性明显。3) 食品制造。以农林牧渔产品为原料的食品制造企业，生产的包装食品保质期较长、适宜储存，一般不需要利用航空运输；如果

是保质期较短的食品，一般会围绕区域消费市场进行生产布局，在生产基地的辐射半径范围内，可以依托高铁、公路等运输方式进行分销配送。总体上，食品制造业对于航空运输的依赖度低。一些临空经济区发展食品制造产业，更多是当地原有食品产业的发展，以及外地食品企业进行区域市场布局的结果。

产业布局关键因素。1) **区域市场需求。**食品饮料是典型的消费品工业，大型企业一般在全国多个地区进行生产布局，在都市圈中心城市周边建设基地，以辐射区域市场。2) **稀缺原料产地供应。**比如西北、西南一些地方特色农林产品的深加工，由于原料长途运输容易腐烂变质且成本较高，主要在原料产地进行生产布局。3) **物流交通便利。**比如一些临空经济区同时是综合交通枢纽，拥有高铁货运中心、汽车货运物流中心以及多式联运体系，也有利于吸引食品制造企业的区域市场布局。

专栏 5 郑州食品制造产业发展现状

郑州食品制造产业规模。现代食品与加工是郑州六大千亿产业之一，根据郑州统计年鉴，2020年郑州速冻米面食品产量达到129.2万吨、占全省59%，方便面产量25.1万吨，啤酒53.7万千升，饮料198.2万吨；食品工业规上企业125家，营收达到852.6亿元，占全省比重为13.7%，略微超过其人口占河南省的比重。

优势产业和重点企业。郑州速冻食品行业在全国最具有竞争优势，市场份额占全国的三分之一以上，三全食品、思念食品是我国速冻米面食品的龙头企业，另有千味央厨等重点企业。面制品、肉制品、精油脂制品、乳制品、果蔬制品等领域均有一定规模，拥有好想你大枣等重点品牌，以及蜜雪冰城、巴奴

等重点连锁餐饮品牌企业。同时吸引可口可乐、蒙牛、达利食品等国内外知名食品巨头布局郑州。

郑州食品制造产业发展的有利因素。1) 河南是全国人口大省，1 亿人口带来巨量的餐饮、商超、生鲜等消费需求。2) 河南作为全国农业大省，原材料具备一定优势。肉类加工占全国份额的 70%，速冻食品产量占全国 60%；生鲜农产品产量超过 1 亿吨，位居全国第 2 位；奶类产量位居全国第 5 位，乳制品加工全国第 3 位。3) 郑州作为国家综合交通枢纽，中国重要的公路铁路客货运中心枢纽，对于食品制造企业来说，通过交通网络能够快速辐射全省乃至中原地区市场，在 500 公里范围内覆盖到 4 亿人口。

6、其他出口加工业

其他利用航空运输比例较高的出口加工产品，主要有：

1) 黄金珠宝首饰。临空属性总体较强。包括黄金、钻石、铂金、白银、玉石、彩宝等贵金属制品。我国各种珠宝品类原材料以进口为主，对外出口各类首饰制品。海关总署数据显示，2021 年，珠宝行业进口总额为 774.17 亿美元，同比增长 143.9%；出口总额为 293.34 亿美元，同比增长 59.1%。镶嵌首饰是中国珠宝行业出口最多的珠宝品类，2021 年出口额达 144.86 亿美元，同比增长 81.39%，占出口总额的 49.4%。我国黄金珠宝首饰的出口加工基地主要位于珠三角。

2) 外贸鞋服。临空属性总体一般。外贸服装出口以海运为主。我国是品牌服装代工的主要基地，那些对新产品投放时间敏感的快时尚服装企业，如 Zara、H&M、优衣库、UR、GAP 等，出口产品空运的比例会高一些。这些快时尚服装品牌的大型代工厂主要分布在长三角，部分位于珠三角，同时也有不少代工企业基于成本考虑已在东南亚如

越南、泰国、马来西亚、柬埔寨、缅甸等国家进行生产布局。

深企投产业研究院

2024

行业研究系列报告

通用航空行业研究报告

全球及中国通用航空飞机市场研究



目 录

一、通用航空飞机分类及总体市场容量	1
(一) 通用航空飞机分类	1
(二) 总体市场容量	1
二、固定翼通航飞机市场竞争格局	3
(一) 市场容量	3
(二) 竞争格局	4
三、民用直升机市场竞争格局	9
(一) 市场规模及趋势	9
(二) 竞争格局	14

图、表目录

图 1	我国通用航空器类型分布（2021 年 6 月）	2
图 2	2014-2021 年 6 月我国实际运营的通用航空器增长情况 ...	2
图 3	我国在营的固定翼通航飞机类型占比（2021 年 6 月）	3
图 4	我国涡桨和活塞固定翼飞机市场份额占比（2021 年 6 月）	4
图 5	我国涡桨和活塞固定翼飞机制造商市场份额（2021 年 6 月）	5
图 6	我国每百万人拥有的直升机数量比较（2020 年）	10
图 7	我国历年民用直升机保有量情况	10
图 8	2019 年民用直升机下游应用分布	11
图 9	2020 年我国民用在册直升机制造商分布	14
图 10	中直股份民用直升机整机、直升机零部件基地分布	19
表 1	通用航空器主要类别	1
表 2	全球及中国通用航空飞机制造主要企业	6
表 3	十三五以来我国通用航空主要产业政策	12
表 4	2020 年我国民用在册直升机品牌及型号分布	14
表 5	全球及中国民用直升机主要企业情况	16

一、通用航空飞机分类及总体市场容量

（一）通用航空飞机分类

民用航空包含通用航空和运输航空，通用航空是指使用民用航空器从事公共航空运输以外的民用航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行以及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育等方面的飞行活动。通用航空器包括涡桨和活塞固定翼飞机、直升机、公务机和其他类别四种类别，各个类别用途如下表所示。

表 1 通用航空器主要类别

类别	用途
涡桨和活塞固定翼飞机	活塞固定翼飞机主要应用于飞行培训，涡桨（涡轮螺旋桨）固定翼飞机凭借更强的性能而广泛应用于农林作业、通勤运输、航拍航摄等领域
直升机	主要应用于海上石油服务、空中巡查、农林植保、空中游览、电力巡线等领域
公务机	主要用于高端公务出行
其他类别	包括热气球、旋翼机和电动飞机

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2020》。

本项目相关的意大利 SF600 是双发涡轮螺旋桨固定翼飞机，属于第一种。

（二）总体市场容量

根据亚翔航空《中国通航报告 2021》，截至 2021 年 6 月中国内地实际运营中的通用航空器总量达 3066 架，相比 2020 年底增长 4%，其中包括涡桨和活塞固定翼飞机 1583 架，占 52%；直升机 1049 架，占 34%；公务机 360 架，占 12%；其他各类占剩余的 2%，如下图所示。

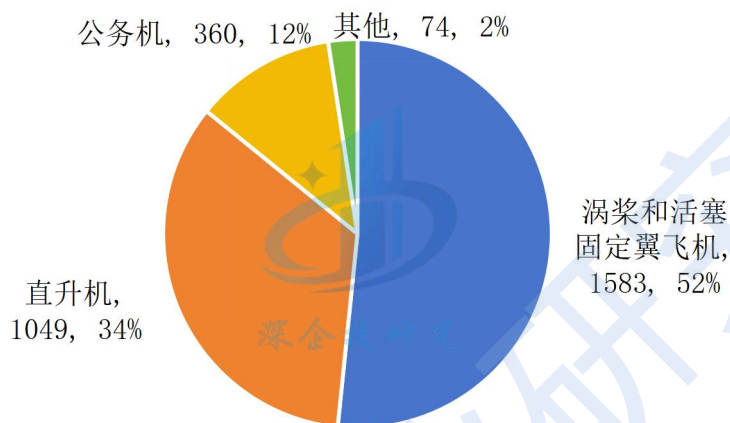


图 1 我国通用航空器类型分布（2021 年 6 月）

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2021》。

2014 年至 2021 年 6 月，我国实际运营的通用航空器的数量增长情况如下图所示，自 2017 年以来增长速度趋缓。



图 2 2014-2021 年 6 月我国实际运营的通用航空器增长情况

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2021》，通用航空器数量统计所有在中国内地运营的通用航空器，包括非中国国籍（主要为公务机）和事业单位（民航飞院、救捞局、飞校中心、警航等）运营的航空器。

二、固定翼通航飞机市场竞争格局

（一）市场容量

从细分种类看，2021 年 6 月我国实际运营的固定翼通航飞机合计 1951 架，相比 2020 年 8 月的 1806 架增加了 145 架，增长率为 8%，各类型占比如下图所示。

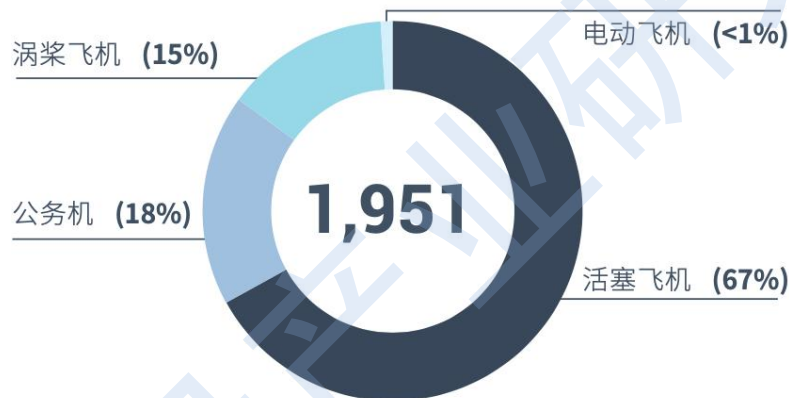


图 3 我国在营的固定翼通航飞机类型占比（2021 年 6 月）

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2021》。

截至 2021 年 6 月，我国涡桨和活塞固定翼机队总数达 1583 架，占整个通用航空器机队的 52%，超过一半的市场份额，从数量上来看是构成通用航空器机队的最主要力量。从结构看，主要应用于飞行培训的单发活塞飞机占了涡桨和活塞飞机机队总数的约四分之三左右，而同样主要用于飞行培训的多发活塞则占了 7% 的市场份额；此外，主要用途为农林作业、通勤运输和航空摄影等的单发和多发涡桨飞机则各占市场份额的 11% 和 7%，如下图所示。

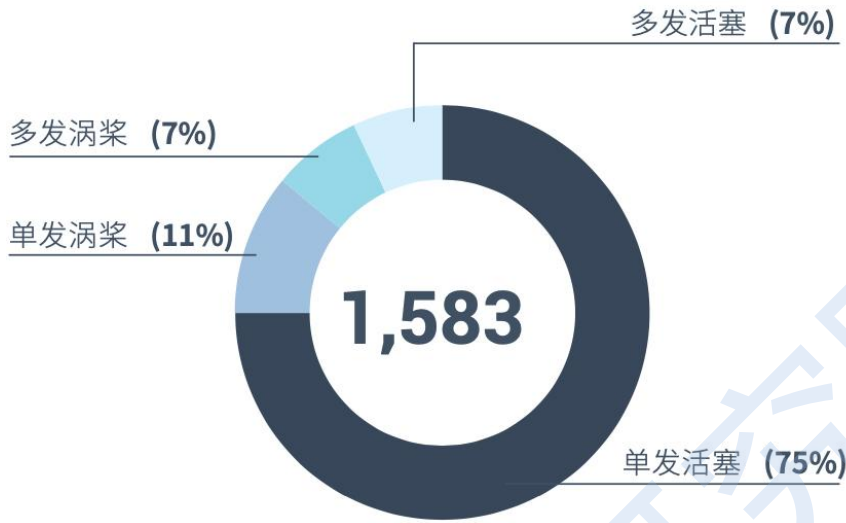


图 4 我国涡桨和活塞固定翼飞机市场份额占比（2021 年 6 月）

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2021》。

（二）竞争格局

从我国涡桨和活塞固定翼飞机的制造商市场份额看，美国德事隆航空占据 30%，其旗下的赛斯纳 172 和赛斯纳 208 分别为活塞和涡桨飞机最受欢迎的机型。赛斯纳 172 也是世界上最为长寿且成功的机型，是固定翼飞行学校经常使用的飞行培训飞机。排名第二的制造商是钻石，占市场份额达 25%，其名下的单发活塞飞机 DA40 和多发活塞飞机 DA42 亦是极其受欢迎的机型，主要用于飞行培训方面。中航工业作为中国最大的航空工业集团，以 16% 的市场份额稳居第三，其仿制安-2 的运 5 和自主研发的运 12 也是活塞飞机和涡桨飞机里飞机数量排名前三的飞机。我国涡桨和活塞固定翼飞机的制造商市场份额如下图所示。

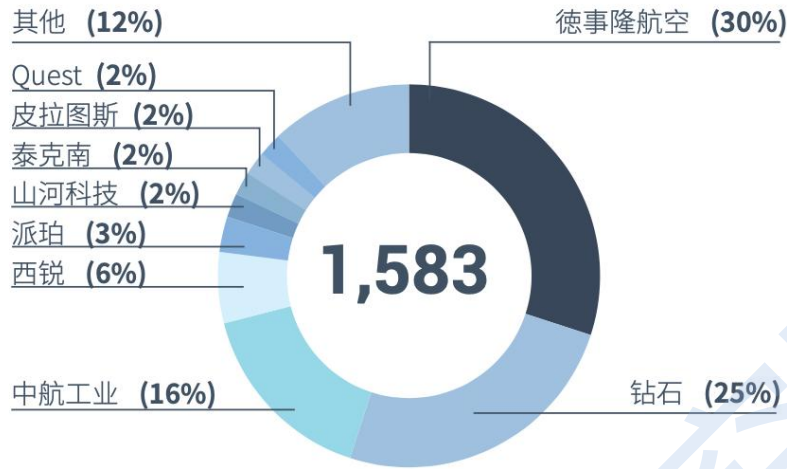


图 5 我国涡桨和活塞固定翼飞机制造商市场份额（2021 年 6 月）

资料来源：亚翔航空《中国通航报告 2021》。

根据国际通用航空制造商协会（GAMA）数据，2020 年全球通航飞机交付量前五名为德事隆航空 Textron Aviation、西锐飞机 Cirrus Aircraft、派珀飞机 Piper Aircraft、钻石飞机 Diamond Aircraft、泰克南 TECNAM Aircraft，2020 年这五家企业通航飞机交付量分别达到 154、239、244、420、559 架，合计交付量占全球市场份额 62.8%；按销售额前五名为湾流 Gulfstream、庞巴迪 Bombardier、德事隆航空 Textron Aviation、达索航空 Dassault Aviation、巴西航空工业 Embraer，销售额分别为 67.32 亿美元、53.1 亿美元、25.62 亿美元、16 亿美元、11.05 亿美元，合计占市场份额的 86.3%。其他重点品牌还有皮拉图斯 Pilatus、空中客车 Airbus、空中拖拉机 air tractor、CubCrafters、大合 Daher、Flight Design GmbH、本田飞机公司、蝙蝠飞机 Pipistrel、icon aircraft、extra aircraft、画眉鸟 Thrush Aircraft 等。值得注意的是，交付量前五名的通用航空制造企业中，

西锐飞机被中航工业旗下的航空工业通飞收购，钻石飞机被中国万丰航空收购，其他多家公司在中国设有总装基地或合资生产。全球及我国市场涡桨和活塞固定翼飞机主要制造企业如下表所示。

表 2 全球及中国通用航空飞机制造主要企业

主要企业	所在地	发展概况
德事隆航空 Textron	美国	德事隆是世界最知名的多元化产业集团公司之一，旗下强大的品牌如贝尔直升机、赛斯纳、比奇、E-Z-GO、Jacobsen 等。年营业额 134 亿美元。2020 年通航飞机交付量 559 架、销售额为 25.62 亿美元。网址： https://www.textron.com.cn/
西锐飞机 Cirrus Aircraft	美国	1984 年成立，全球最大的活塞类通用飞机制造企业，2011 年被中航工业下属的航空工业通飞收购。2020 年通航飞机交付量 420 架、销售额为 4.92 亿美元。网址： https://cirrusaircraft.com/cn/
派珀飞机 Piper Aircraft	美国	1927 年成立，通航飞机制造全球前三。从 1927 年成立到 2009 年底，派珀公司共生产了 160 种认证型号的飞机 14.4 万架。2020 年通航飞机交付量 244 架、销售额 2.35 亿美元。
钻石飞机工业 公司	奥地利 (中国)	奥地利钻石飞机公司有着悠久的历史，是一家集设计、制造、研发、销售等专业平台于一体的专业飞机制造商，是世界上通用活塞式飞机制造的领导者。主要产品有 DV20、DA42、DA50、DA62 等型号飞机产品，同时拥有 E4 与 AE50R 两个系列发动机。2016 年、2017 年 12 月，中国万丰奥特控股集团旗下的万丰航空工业有限公司相继收购加拿大钻石飞机和奥地利钻石飞机公司，进入全球通用航空飞机领导者行列。2020 年通航飞机交付量 239 架、销售额 1.46 亿美元。万丰航空网址： http://www.wfhkgy.com/
泰克南 TECNAM Aircraft	意大利	1986 年成立，为其他制造商生产飞机零件，并制造自己的轻型飞机系列，生产多种 LSA 设计以及认证飞机。截至 2018 年，它已在全球交付了 5000 架飞机。2015 年 10 月，泰克南与沈阳飞机公司旗下的辽宁联合航空公司合作，在中国法克机场生产中国认证的 Tecnam P2006T。2020 年通航飞机交付量 154 架、销售额 0.8 亿美元。
湾流宇航 Gulfstream	美国	1958 年成立，世界上生产豪华、大型公务机的著名厂商。1999 年由通用动力公司完全收购，其主要产品为“湾流”系列的飞

主要企业	所在地	发展概况
		机。2020年通航飞机交付量127架、销售额67.32亿美元。
皮拉图斯飞机有限公司 Pilatus	瑞士	成立于1939年，是世界上领先的单引擎涡轮螺旋桨飞机制造商。2012年12月，中国总部暨生产基地、维修基地、总装交付中心入驻重庆两江新区航空产业城。2020年通航飞机交付量123架、销售额8.65亿美元。
空中客车 Airbus corporate jets	法国	1970年于法国成立，由德国、法国、西班牙与英国共同创立。2014年欧洲宇航防务集团EADS正式更名为空中客车集团，并将旗下各板块业务重组为空中客车公司、空中客车防务及航天公司、空中客车直升机公司三大子公司。2020年通航飞机销售额2.85亿美元。
空中拖拉机 air tractor	美国	1978年成立，总部位于德克萨斯州奥尔尼，以民用轻型飞机为主。2020年通航飞机交付量123架、销售额0.72亿美元。
庞巴迪 Bombardier	加拿大	成立于1942年，是全球唯一同时生产飞机和机车的设备制造商，是全球第三大民用飞机制造商，业务覆盖60余国家，员工超过7万人。2020年通航飞机交付量114架、销售额53.1亿美元。
巴西航空工业 Embraer	巴西	成立于1969年，业务范围主要包括商用飞机、公务飞机和军用飞机的设计制造，以及航空服务。现为全球最大的120座级以下商用喷气飞机制造商，占世界支线飞机市场约45%市场份额。该公司现已跻身于世界四大民用飞机制造商之列，成为世界支线喷气客机的最大生产商。2020年通航飞机交付量86架、销售额11亿美元。
CubCrafters	美国	轻型运动飞机制造企业，主要生产小熊越野飞机，产量超过4万架。2020年通航飞机交付量64架、销售额0.17亿美元。
大合 Daher	法国	TBM系列飞机的生产商，TBM是同类产品中速度最快的涡轮螺旋桨飞机。业务包括飞机制造，航空航天设备和系统，物流和供应链服务，2018年营收12亿欧元。2019年收购美国爱达荷州桑德波因特的Quest飞机公司（Kodiak 100飞机的制造商）。2020年通航飞机交付量53架、销售额2.16亿美元。
Flight Design GmbH	德国	德国轻型飞机制造商。2020年通航飞机交付量38架、销售额560万美元。
达索航空 Dassault Aviation	法国	达索集团旗下的军用和商用航空飞机制造商，旗下军机有幻影、阵风系列等，以其第四代Rafale阵风多用途战斗机和Falcon商务喷气式飞机（猎鹰2000，中大型喷气式商务客机）

主要企业	所在地	发展概况
		闻名于世，Dassault Aviation 的子公司 Dassault Systemes 是著名的 CAD/CAM 系统 CATIA 的开发商。2020 年通航飞机交付量 34 架、销售额 16 亿美元。
本田飞机公司 Honda Aircraft	日本	本田的飞机事业子公司，Honda Jet 是其研发的小型商务喷气飞机。2020 年通航飞机交付量 31 架、销售额 1.64 亿美元。
蝙蝠飞机 Pipistrel	斯洛文尼亚	轻型飞机制造商，成立于 1987 年，截止到 2018 年 1 月，蝙蝠公司已经生产了超过 1800 架飞机行销 78 个国家和地区，2020 年通航飞机交付量 30 架。网址： https://pipistrel-china.com/
icon aircraft	美国	美国载人两栖飞机制造商，2020 年通航飞机交付量 22 架。
extra aircraft	德国	所制造的高端特技飞行运动型飞机在美国久负盛名。2020 年通航飞机交付量 22 架、销售额 790 万美元。
画眉鸟 Thrush Aircraft	格鲁吉亚	主要制造各种消防飞机。2020 年通航飞机交付量 20 架、销售额 0.25 亿美元。 https://www.thrushaircraft.com/
美国冠军飞机 american champion aircraft	美国	全球主要的特技飞行飞机制造商。2020 年通航飞机交付量 14 架、销售额 340 万美元。网址： https://www.americanchampionaircraft.com/
Epic Aircraft	美国	主要产品为 E1000 型号全碳纤维飞机，2019 年获得 FAA（美国航空局）型号认证。2020 年通航飞机交付量 7 架、销售额 0.23 亿美元。网址 https://epicaircraft.com/
韦科飞机 WACO aircraft	美国	复古的双翼飞机制造商，主要应用于航空旅游领域。2020 年通航飞机交付量 5 架、销售额 220 万美元。网址： https://www.wacoaircraft.com/
太平洋航空 pacific aerospace	美国	1949 年成立，生产飞机（包括空中教练机、跳伞飞机等）以及飞机部件和备件。2016 年曾中标中国国家体育总局航空体育中心的跳伞飞机。2020 年通航飞机交付量 3 架、销售额 430 万美元。
Sonaca Aircraft	比利时	飞机及零部件制造商，2020 年通航飞机交付量 19 架、销售额 460 万美元。
中航通用飞机 有限责任公司	中国	是中国航空工业集团有限公司旗下按照国务院批复组建的大型国有企业集团，由航空工业、广东粤财、广东恒健和珠海格力航投投资设立；控股中航重机、中航电测两家国内 A 股上市

主要企业	所在地	发展概况
		公司，是国内最大的以通用飞机研发制造、运营服务为主业的多元化公司，截至目前，注册资本金 118.57 亿元，总资产超过 500 亿元，已在国内建设以珠海总部为中心，覆盖广东、湖北、贵州、河北、江西、陕西等地区的产业基地，100%控股美国西锐飞机工业公司。2020 年通航飞机交付量 14 架、销售额 900 万美元。
湖南山河科技股份有限公司	中国	山河智能装备集团子公司，专业从事通用航空器的研发、制造。在全复合材料载人轻型飞机领域，开发了国内首款自主品牌山河 SA60L（阿若拉）系列轻型运动飞机。

三、民用直升机市场竞争格局

（一）市场规模及趋势

从中国民用直升机数量及与国外对比来看，根据 RotorSpot 统计数据，截至 2021 年 3 月 1 日，美国民用直升机数量达 13257 架，稳居世界第一。俄罗斯、加拿大和澳大利亚的民用直升机数量均超过 2000 架。我国国土面积与美国相当，但是目前民用直升机注册数量仅为 1241 架。根据中国航空运输协会通用航空分会《2020 中国民用直升机运营发展情况》报告，2020 年我国民用在册的旋翼类通用航空器共 1347 架，约为美国的 1/10。民用直升机人均保有量差距更为悬殊，经测算每百万人拥有量，美国为 40.7 架，我国仅 0.8 架，我国人均保有量仅为美国的 2%，如下图所示。

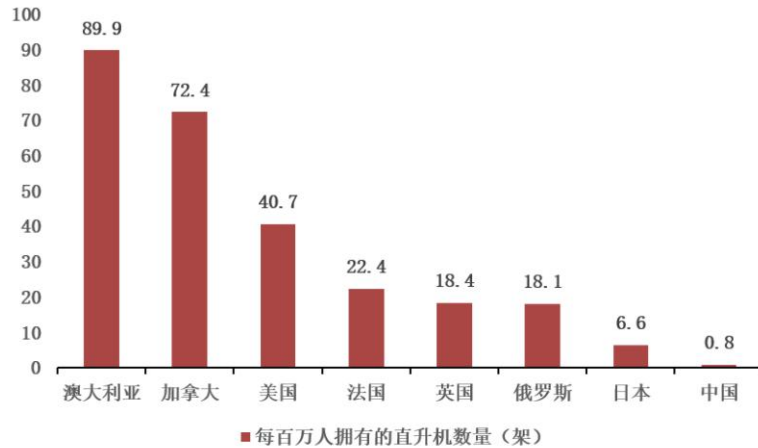


图6 我国每百万人拥有的直升机数量比较（2020年）

资料来源：浙商证券《中直股份（600038）深度报告：中国直升机龙头；军民市场广阔，新机列装景气-210725》。



图7 我国历年民用直升机保有量情况

资料来源：RotorSpot，华泰证券《中直股份（600038）国内直升机龙头，军民两翼齐护航-210330》。

我国通用航空器保有量持续增长，2010-2019年复合增速达12%。根据央视新闻，2020年我国通用航空器数量达到4164架，首次超过运输航空器，为民航通用航空和运输航空两翼齐飞发展奠定了坚实的基础。民用直升机为通用航空器重要的构成之一，2010-2019年旋翼类通用航空器保有量复合增速达24%。旋翼类航空器包括涡轴直升机、

活塞直升机以及旋翼机三种，其中绝大部分为直升机。根据中国航空工业发展研究中心，2019年我国通用航空器总数达3640架，其中旋翼类达1216架，占比从2010年的18%提升至33%。

我国民用直升机产业起步于20世纪90年代，其凭借垂直起降、空中悬停、贴地飞行和机动灵活等独特优势，广泛服务于工业、农业、能源、交通、旅游、安保等众多民用领域，提高相关产业运行效率和经济效益。根据亚翔航空《2019年中国通航报告》，当前我国民用直升机的应用领域中，飞行培训以27%占比排名第一，其次是空中游览（14%）、执法（8%）、紧急医疗服务（7%）、农林喷洒（6%）等，如下图所示。



图8 2019年民用直升机下游应用分布

资料来源：《2019年中国通航报告》，华泰证券。

我国航空应急救援体系尚处于初建阶段，直升机作为应急救援的主力装备，在该领域大有可为。直升机应用于应急救援，能快速到达水、陆路不可通达的作业现场，实施搜索救援、物资运送、空中指挥等工作，是航空应急救援的核心装备。2020年的全球新冠疫情中，

直升机在医疗产品和保障物资投送、医护人员运输、非传染性病人转运等方面均发挥了巨大作用，多次重大突发公共事件无不表明发展航空应急救援产业的必要性和紧迫性。内地的航空医疗救援飞行小时从2017年的1700小时增长到2019年的2300小时，但与欧美国家相比微乎其微。根据《2019年中国通航报告》，我国民用直升机用于紧急医疗服务的比例为7%，用于搜索救援仅3%，航空应急救援体系建设对直升机的需求十分迫切。

通用航空产业政策陆续推出，民用直升机长期需求空间有望打开。

“十三五”期间，政府出台了大量的通航政策来支持相关产业的发展，进一步加大“放管服”力度，低空开放进程逐步推进，将此前一系列的指导性意见与政策逐步上升到法律层面，促进与规划产业发展。相关政策如下表所示。

表3 十三五以来我国通用航空主要产业政策

颁布日期	政策名称	主要内容
2017年2月	《通用航空“十三五”发展规划》	到2020年建成500个通用机场、5000架通用飞机，飞行员7000人，年飞行200万小时
2018年1月	《关于进一步提高通用航空行政审批事项办理效率的通知》	国内通用航空公司为其拥有或代管的航空器进行的设计小改，采用备案制管理，无需向局方申请设计批准
2018年1月	《国内投资民用航空业规定》	放开通用机场和行业主体之间相互投资，基本取消投资通用航空、通用机场等准入限制
2018年8月	《关于促进通用机场有序发展的意见》	科学有序推进通用机场规划建设，促进通用航空业持续健康发展，推动通用航空“热起来、飞起来”
2018年9月	《关于印发〈低空飞行服务保障体系建设总体方案〉的通知》	到2022年，初步建成全国低空飞行服务国家信息管理系统、区域低空飞行服务区域信息处理系统和飞行服务站组成的低空飞行服务保障体系。
2019年5月	《关于启用通航飞行	申请人可通过通航飞行计划管理系统查询程序、等

颁布日期	政策名称	主要内容
	计划管理系统的通知》	级、审批结果等信息，大大提高了效率
2019年9月	国务院印发《交通强国建设纲要》	对通用航空有重要表述，如：推进通用机场建设，推动低空飞行旅游发展，培育充满活力的通用航空市场等
2019年11月	中央政治局第十九次集体学习	习近平总书记指出，要加强航空应急救援能力建设，完善应急救援空域保障机制
2020年2月	《关于发挥好通用航空在疫情防控中作用的通知》	提高政治站位，重视发展通用航空作用；加强统筹协调，开辟通用航空抗击疫情的“绿色通道”
2020年8月	《通用航空经营许可证管理规定CCAR-290-R3》发布	进一步降低准入要求，简化通航经营许可证载明事项数量，由10项减少为6项，取消通航经营许可证3年有效期限制，改为长期有效，优化通航企业经营活动备案方式，实行网上备案

资料来源：《2020年中国通航报告》，浙商证券。

我国通用机场高速增长，预计目前已达到500座。在一系列刺激外国投资、放松过往限制的通航政策下，以通用机场为主的基础设施建设快速推进。2020年底，中国已获颁证的机场总数达339个。截至2021年6月，已有获颁证的通用机场共346个，未获颁证的起降场地195个。各类通用机场的数量已达到500座，完成“十三五”规划的设定目标。据不完全统计，我国目前累计规划各类通航机场近一千座，将为通用航空发展提供了硬件基础。

市场容量方面，参照2010-2020年的增长情况，按照2021年-2025年保持20%的年复合增速，预计2021年我国新增250架民用直升机需求，按照均价1000万元估算，市场规模约为25亿元；2025年将新增超过500架直升机，市场规模超500亿元。

（二）竞争格局

根据中国航空运输协会通用航空分会的数据，2020年我国民用在册的旋翼类通用航空器共1347架，以国外进口为主，国产及合资占比约为8%，如下图所示。

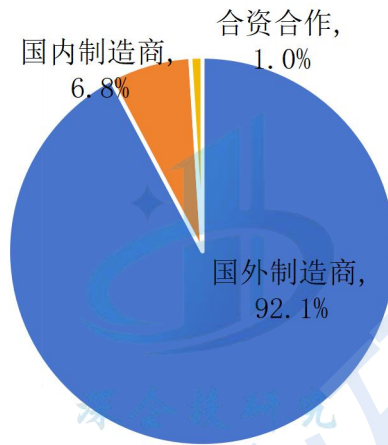


图9 2020年我国民用在册直升机制造商分布

资料来源：中国航空运输协会通用航空分会。

从品牌分布情况看，美国罗宾逊、欧洲直升机（空中客车）、美国贝尔直升机位列前三，占比近60%，其他外资品牌主要有美国西科斯基、意大利阿古斯塔·维斯特兰、俄罗斯米里莫斯科、美国恩斯特龙、西科斯基等。在具体机型方面，主要以中小型直升机为主，主要机型的分布如下表所示。

表4 2020年我国民用在册直升机品牌及型号分布

公司	型号	在册数量	合计	占比
罗宾逊 Robinson	R44	321	443	33%
	R22 Beta	97		
	R66	25		
欧洲直升机 Eurocopter (空中客车)	AS350B3	126	172	13%
	EC 135	24		

公司	型号	在册数量	合计	占比
贝尔直升机 Bell	EC 225LP	22	161	12%
	贝尔 407	112		
	贝尔 206B	26		
	贝尔 505	23		
西科斯基 Sikorsky (施瓦泽 Schweizer)	S-76C	23	85	6%
	施瓦泽 269C	31		
	施瓦泽 269C-1	31		
自转旋翼机 Auto-Gyro	MT0sport	47	47	3%
阿古斯塔·维斯特兰	Aw119MKII		38	3%
Hélicoptères Guimbal	Cabri G2	28	28	2%
米里莫斯科直升机	米-171	26	26	2%
恩斯特龙 Enstrom	480B	23	23	2%
其他型号			324	24%
合计			1347	100%

资料来源：中国航空运输协会通用航空分会。

从全球市场看，大多数的直升机制造商主要集中在美国和欧洲，主要有欧洲直升机（空中客车）、美国罗宾逊、俄罗斯直升机、意大利阿古斯塔·维斯特兰（莱昂纳多）、美国西科斯基（洛克希德·马丁）、美国贝尔直升机和波音等。主要企业如下表所示。

表 5 全球及中国民用直升机主要企业情况

主要企业	所在地	发展概况
欧洲直升机公司 (Eurocopter)	欧洲	由德国戴姆勒-克莱斯勒宇航和法国宇航两家公司的直升机事业部合并而成，是欧洲宇航防务集团（EADS）下属的全球最大的直升机制造公司。2014 年欧洲宇航防务（EADS）集团宣布更名为空中客车集团，欧洲直升机公司也正式更名为空中客车直升机公司。
罗宾逊直升机公司 (Robinson)	美国 洛杉矶	1973 年由贝尔直升机公司和休斯直升机公司前雇员弗兰克·罗宾逊成立，连续近二十年保持了全世界民用直升机的产量第一名，主要型号为两座 R22、四座 R44 和五座 R66。网址： https://robinsonheli.com/
贝尔直升机德事隆公司	美国 德克萨斯	成立于 1935 年，其前身为贝尔飞机制造集团，是全球第一家获得商用直升机许可的公司，是世界主要直升机和倾转翼飞行器制造商之一，著名民用产品包括 Bell 2xx 系列，Bell 4xx 系列，著名军用产品系列包括 UH-1 系列，AH-1 系列，A139（同阿古斯塔合作），ARH 和 V-22 鱼鹰（同波音合作）。2018 年营收 30 多亿美元。网址： https://www.bellflight.com/
阿古斯塔·韦斯特兰公司 (AgustaWestland)	意大利	原阿古斯塔公司，2001 年 2 月阿古斯塔公司与英国 GKN 韦斯特兰直升机公司正式合并为阿古斯塔·韦斯特兰，是意大利骨干航空企业之一，主要生产直升机，是世界直升机行业的主要制造商之一，隶属意大利芬梅卡尼卡股份有限公司（Finmeccanica S.p.A）。现母公司改名为莱昂纳多股份有限公司（Leonardo-Finmeccanica S.p.A），是意大利国有控股的欧洲国防军工巨头，2020 年营收 75.3 亿欧元。2005 年，阿古斯塔·韦斯特兰已经与中航工业昌飞公司建立了合资企业，合作生产 CA-109 型直升机。网址： https://www.leonardocompany.com/en/global/china
俄罗斯直升机股份有限公司	俄罗斯	包含米里莫斯科直升机厂股份公司等一系列公司，是全球军工百强企业。主要研制载重能力从 160kg 到 20t 的各型直升机，同时改进或改型现有的直升机。米系列直升机总生产量在世界上名列前茅，其重型和超重型直升机一直居世界首位。
西科斯基飞行器公司	美国	1923 年成立，2015 年被洛克希德马丁公司以 90 亿美元

主要企业	所在地	发展概况
Sikorsky		收购。是美国的主要直升机制造商之一，其最著名产品为UH-60 黑鹰
麦克唐纳·道格拉斯 (波音)	美国	麦克唐纳·道格拉斯(麦道公司)并入波音公司，直升机产品方面主要生产5座轻型通用无尾桨直升机
恩斯特龙直升机公司 Enstrom	美国 密歇根州	1959年成立，到2000年销售了1000多家直升机。2013年被重庆通用航空产业集团有限公司(原重庆直升机产业投资有限公司)全资收购。2017年重庆通航获得中国民航局颁发的生产许可证，成为第一家拥有美国设计认证、中国生产认证的直升机生产企业(可以对国际进行销售)，开始启动恩斯特龙的直升机量产工作，生产基地为重庆通用飞机工业有限公司。
自转旋翼机公司 Auto-Gyro GmbH	德国	1998年成立，是全球范围内自转旋翼机行业的领导者，生产的串列式MT0 敞开式座舱自转旋翼机是欧洲诸多国家的主流旋翼机，2016年进入中国，国内经销商为山东齐翔通用航空有限公司、北京蓝宇丰航空科技有限公司等。
Hélicoptères Guimbal	法国	2000年成立，小型直升机制造商，主要型号为Cabri G2 (迅羊)，中国代理商为北京通航江西直升机有限公司。 https://www.guimbal.com/

资料来源：各公司网站等公开资料整理。

国内企业主要为中航工业(包括中航工业直升机公司、昌飞公司)，中航工业在我国自主品牌的直升机市场具有主导地位并受国家政策的支持，此外美国恩斯特龙2013年被重庆国有企业重庆通航产业集团收购，并已在重庆启动量产。总体上看，我国民用直升机市场竞争激烈，国产企业中中航工业占据绝对优势。

中航工业是由中央管理的国有特大型企业，是国家授权投资的机构，于2008年11月6日由原中国航空工业第一、第二集团公司重组整合而成立。中航工业设有航空武器装备、军用运输类飞机、直升机、

机载系统与汽车零部件、通用航空、航空研究、飞行试验、航空供应链与军贸、资产管理、金融、工程建设、汽车等产业，下辖 100 余家成员单位、近 27 家上市公司。中航工业业务以飞机、直升机为龙头，航空发动机、机载系统和航空武器配套齐全。中航直升机有限责任公司是中航工业的全资子公司，控股哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、昌河飞机工业（集团）有限责任公司、惠阳航空螺旋桨有限责任公司、中航直升机股份有限公司（A 股中直股份），下设中航工业直升机设计研究所，直升机所是我国直升机型号研制总设计师单位和直升机技术发展抓总单位，占地面积 3000 余亩，在职员工 3000 人，具备研制第三代、第四代先进直升机的能力，在我国直升机技术领域居于核心主导地位。中直股份作为中航工业直升机板块的唯一上市平台，是我国直升机研发制造的龙头企业，依托直升机所的研发，主要产品包括直 8 系列、直 9 系列、直 11 系列、直 10、直 19、直 20 等直升机，AC310、AC311、AC312、AC352、AC313 等新一代民用直升机，AV500、AV200 等无人直升机，以及在研的 3 吨级民用直升机、重型直升机等，合计 10 多个系列 50 多种型号的军民用直升机以及无人直升机，至 2019 年已累计交付国内外用户千余架直升机。其中，与欧洲直升机公司合作研制了 EC120 和直 15/EC175 型直升机；与意大利阿古斯塔公司组建合资公司组装生产了 CA109 型直升机；与美国西科斯基公司合作生产 S-92、S300、S-76 等直升机零部件。2020 年，中直股份实现营业收入 197 亿元，同比增长 24%；实现归母净利润 7.6 亿元，同比增长 29%。中直股份的制造基地分布如下图所示。

子公司	持股比例	业务范围
哈飞航空	100%	直升机及航空零部件制造、销售
哈飞通用	40%	固定翼通用飞机的设计制造、国内外销售和客户服务
昌河航空	100%	通用飞机、直升机和航空零部件制造、销售
景航高新	100%	航空附件产品、测试设备、航空高新技术产品的研制
惠阳航空螺旋桨	100%	航空螺旋桨、复合材料叶片专业化科研制造、直升机核心部件生产
天津直升机	100%	直升机及其它航空器、航空零部件的研制

图 10 中直股份民用直升机整机、直升机零部件基地分布

资料来源：中直股份公告，浙商证券研究所。

2024

行业研究系列报告

无人机行业研究报告

行业市场规模与竞争格局深度分析



目 录

一、产品类别和产业链	1
二、产业规模	5
三、竞争格局	10

图、表目录

图 1 民用无人机分类	2
图 2 无人机系统组成	3
图 3 无人机系统构成图示	4
图 4 无人机产业链	5
图 5 2015-2024 年全球无人机市场规模（亿元）	6
图 6 2015-2024 年全球民用无人机市场规模（亿元）	7
图 7 2015-2024 年中国民用无人机市场规模（亿元）	8
图 8 中国工业无人机市场规模（按下游应用划分，亿元）	9
图 9 中国工业无人机整机市场规模（按布局形式，亿元）	10
表 1 我国军用无人机重点企业	12
表 2 我国工业级无人机主要企业	13
表 3 我国工业级无人机零部件主要企业	14

军用无人机已成为现代战争常态化应用的主力装备，在俄乌冲突中广泛应用，改变了战场态势和作战方式，俄乌战场也成为世界军用无人机产业的“展示窗口”。美国兰德智库在干预台海的模拟冲突中，也提出采用蜂群无人机战术，依托双方投入和损失的巨大不对称性，来阻止渡海登陆。我国无人机研究起步晚，但已达到世界先进水平，是全球军用无人机出口第三大国，商用无人机、消费无人机生产则在全球处于主导地位。

一、产品类别和产业链

“无人机”是无人驾驶飞行器的缩写，也可以认为是“空中机器人”。无人机品类多样，应用场景丰富。无人机按照平台构型可分为固定翼无人机、旋翼无人机、无人直升机等；按大小可以分为微型、小型、中型、大型无人机；按用途可分为军用无人机和民用无人机，军用无人机包括侦察无人机、诱饵无人机、电子对抗无人机、通信中继无人机、无人战斗机、加油无人机、反辐射无人机、靶机等，在我国主要由中航工业、中航科工、中航科技、兵器工业集团等国有军工集团的下属公司（如航天彩虹、中无人机、中航沈飞、洪都航空、星网宇达等）主导，其产品也向民用领域延伸。从全球市场看，当前军用无人机占据无人机市场的主体。

民用无人机主要应用在工业、农业、商业、公共事业和个人消费五个领域，按照功能应用分类，可分为消费级无人机和工业级无人机，

如下图所示。消费级无人机搭载着相机、摄像头等拍摄设备，具有较强的娱乐属性，是一种新型消费电子产品和智能硬件。相比于消费级无人机，工业级无人机具有较强的功能性，能够辅助政府、企业工作人员进行巡检、监控、测绘勘测等多种类型的日常作业，主要应用领域包括农林植保、巡检、警用安防等。2020年我国消费无人机占比为54.39%。

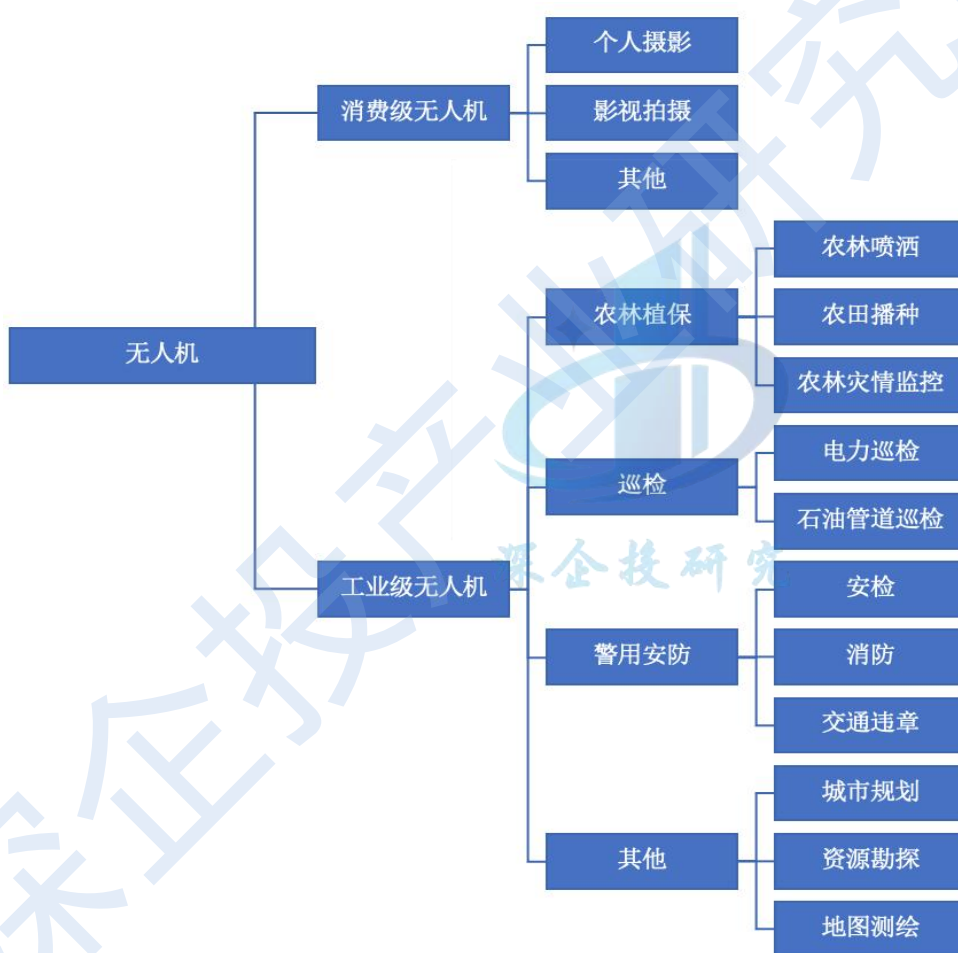


图1 民用无人机分类

资料来源：深企投产业研究院整理。

飞控和载核是无人机系统核心。无人机为了高效完成任务，除了飞行平台和任务设备外，还需要地面控制设备、数据通信设备以及起

降回收装置等进行辅助，典型的无人机系统由飞行平台、动力装置、航电系统、任务载荷系统、地面系统、综合保障系统等子系统组成，如下图所示。

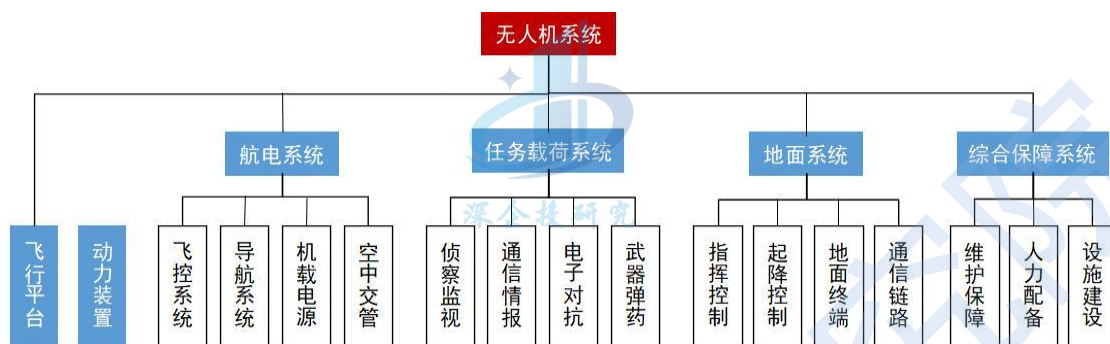


图 2 无人机系统组成

资料来源：《无人机系统概论》，山西证券研究所。

飞控与导航分系统相当于无人机系统的“心脏”部分，对无人机的稳定性、数据传输的可靠性、精确度、实时性等都有重要影响，对其飞行性能起决定性的作用。任务载荷系统是无人机执行特定的飞行任务时需要装载特定任务的仪器、设备和系统，任务载荷种类繁多、常见的光电类任务载荷设备有可见光载荷、红外热像仪、紫外热像仪、合成孔径雷达、激光雷达以及多光谱相机等，价值量跨度大、从几千到几十万不等。



图3 无人机系统构成图示

资料来源：成都纵横股份招股说明书。

根据军用无人机整机企业中无人机招股说明书数据，2021年机载成品（发动机、合成孔径雷达、挂架、飞机管理计算机、卫通天线组合、光电监视/瞄准装置等）采购金额占到采购总额的60.40%，地面站（指挥控制站、视距链路地面站、卫通链路地面站及相关产品等）采购金额占到采购总额的12.59%。

无人机产业链如下图所示。



图 4 无人机产业链

资料来源：成都纵横股份招股说明书。

二、产业规模

全球消费级无人机市场及大型军用无人机市场发展日趋成熟，无人机在工业级应用场景需求的快速增长和小型军用监控无人机市场的增长将驱动无人机产业规模持续扩大。根据 Frost & Sullivan 数据，2015 年至 2019 年，全球无人机市场规模年均复合增长率为 19.40%，2019 年全球军用无人机和民用无人机市场规模分别为 703.30 亿元、657.38 亿元，分别占比 51.69%、48.31%。预计到 2024 年，全球无人机市场规模将突破 5000 亿元，如下图所示。

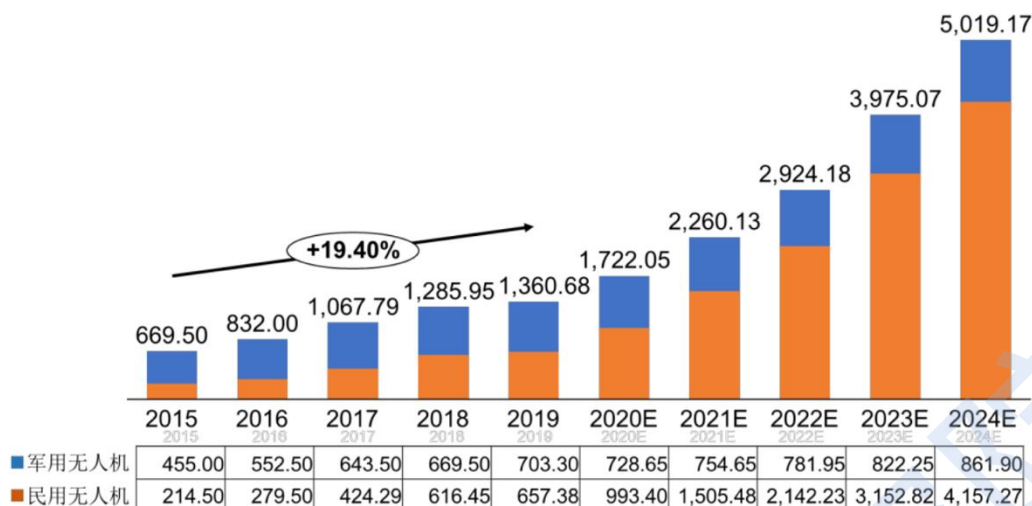


图 5 2015-2024 年全球无人机市场规模（亿元）

资料来源：Frost & Sullivan，成都纵横股份招股说明书。

根据赛迪智库，2017 年之前消费是无人机的主要场景，但自 2018 年开始，产业应用日趋丰富，2021 年产业无人机市场规模达 400 亿元，市场占比超过 60%。根据 Trend Force 预测，2025 年全球军用无人机市场规模将增长至 343 亿美元，2022-2025 年复合增长率达 27.6%。Markets and Markets 预测，2025 年我国军用无人机市场规模将达到 98.66 亿美元，2018-2025 年复合增长率约为 29.7%。

经过数十年的发展，全球无人机产业从军事应用领域逐步拓展到民用无人机领域，并呈现加速发展态势。根据 Frost & Sullivan 数据，2015 年至 2019 年，全球民用无人机市场规模年均复合增长率为 32.31%，高于全球无人机市场规模的增速；预计到 2024 年，全球民用无人机市场规模将达到 4157.27 亿元。近年来，消费级无人机占据了民用无人机较大的市场空间，未来，工业无人机将随着应用场景的拓展实现快速发展，预计 2020 年全球工业无人机市场规模将超过消费级无人机。

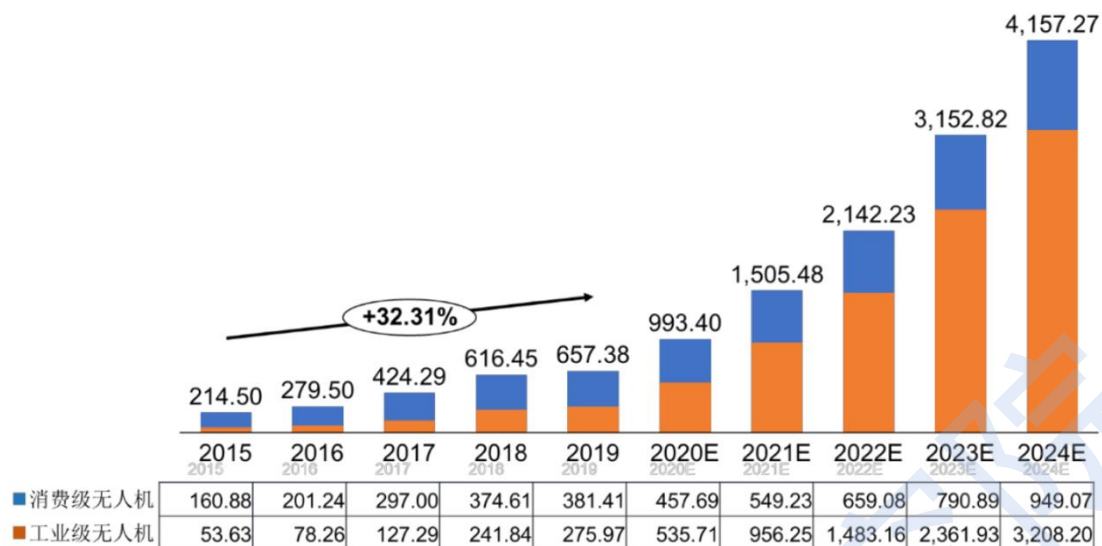


图 6 2015-2024 年全球民用无人机市场规模（亿元）

资料来源：Frost & Sullivan，成都纵横股份招股说明书。

2015 年至 2019 年，我国民用无人机市场规模占全球无人机市场规模的比例保持在 65%以上；2019 年，我国消费级无人机、工业无人机的市场规模分别为 283.33 亿元、151.79 亿元(包含无人机整机及无人机服务)，占全球相应市场规模的比例分别为 74.29%和 55.00%。中国已成为全球无人机行业版图中最重要的一块。我国民用无人机市场发展潜力巨大，以大疆创新为代表的无人机企业引领着全球消费级无人机的发展，而工业无人机在农林植保、巡检、测绘与地理信息、安防监控、物流运输等领域的应用不断深入，通过代替人工作业实现降本增效。根据中金公司测算，2021 年国内农业领域植保无人机渗透率仅在 7.6%，测绘、巡检领域无人机渗透率在 30%左右，安防等领域在 10%左右，未来增长空间较大。预计未来我国民用无人机市场仍将保持快速增长，到 2024 年市场规模将达到 2075.59 亿元。

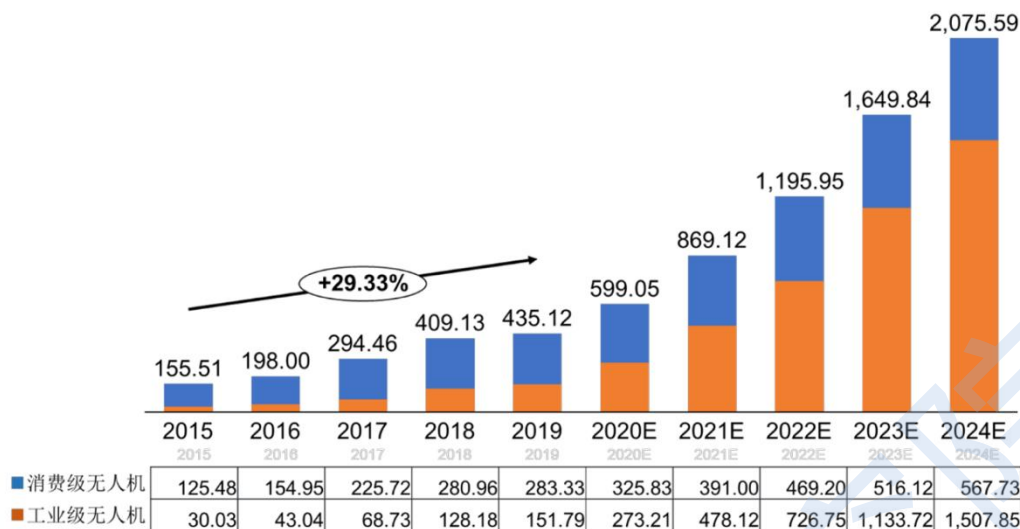


图 7 2015-2024 年中国民用无人机市场规模（亿元）

资料来源：Frost & Sullivan，成都纵横股份招股说明书。

随着无人机技术的持续发展和商业应用的不断成熟，工业无人机的应用领域持续拓展，无人机在工业领域的应用将具有更大的商业价值，我国工业无人机市场规模正处于快速增长阶段。2015 年至 2019 年，我国工业无人机市场规模（含整机及服务）从 30.03 亿元增长至 151.79 亿元，年均复合增长率为 49.94%。预计到 2024 年，我国工业无人机市场规模将突破 1500 亿元，各应用领域市场规模如下图所示。

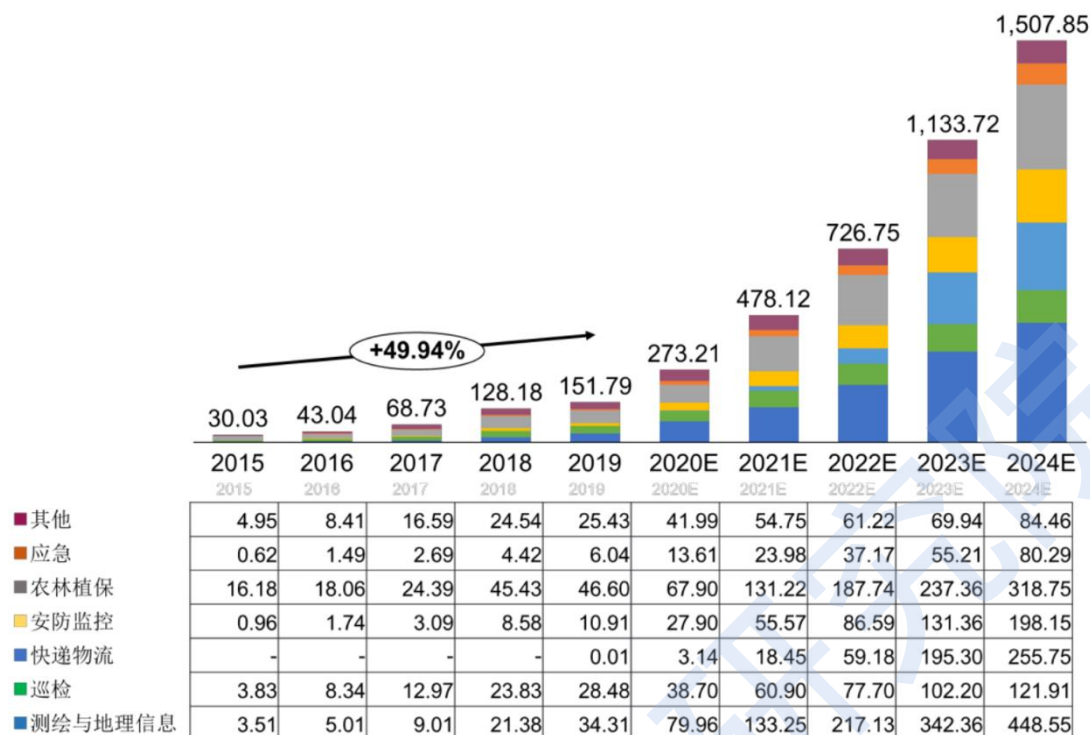


图 8 中国工业无人机市场规模（按下游应用划分，亿元）

资料来源：Frost & Sullivan，成都纵横股份招股说明书。

根据 Frost & Sullivan 的报告，2019 年，我国工业无人机整机市场规模（按订单统计）为 50.62 亿元（不包含无人机服务市场规模），其中多旋翼无人机、垂直起降固定翼无人机是占比较高的工业无人机类型，整机市场规模分别为 40.77 亿元、5.12 亿元，占工业无人机整机市场规模的比例分别为 80.54%、10.12%。预计到 2024 年工业无人机整机市场规模为 405.99 亿元，其中垂直起降固定翼工业无人机整机市场规模为 124.26 亿元，垂直起降固定翼工业无人机整机占工业无人机整机市场规模的比例将从 2019 年的 10.12% 提高到 30.61%。

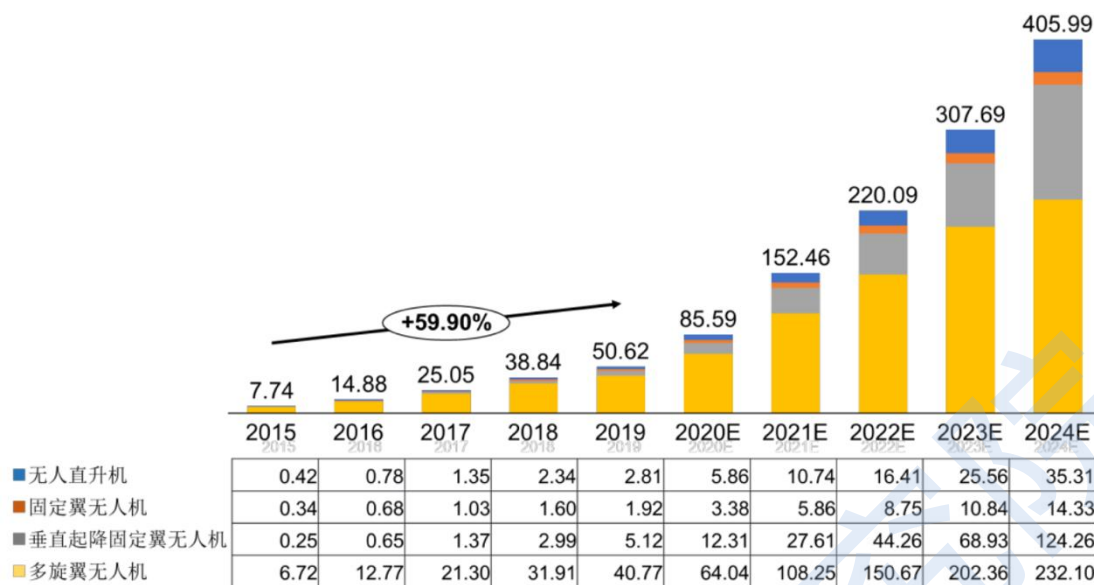


图 9 中国工业无人机整机市场规模（按布局形式，亿元）

资料来源：Frost & Sullivan，成都纵横股份招股说明书。

三、竞争格局

军用市场方面，美国无人机技术全球领先。美国是全世界拥有无人飞机数量最多、研制技术水平最高、在实战中无人飞机使用频率最高的国家，稳居无人飞机领域绝对领先地位。据统计，目前全球研发的各类军用无人飞机大约有 150 种，美国占据了其中 60 余种。目前，以色列、英国、法国、意大利、德国、日本等国家在无人飞机研究与开发领域各有所长，但在总体技术水平上与美国相比仍存在较大差距。

各国无人飞机系统方面的预算将持续增长，中东地区国家是主要买家，而中国是中东地区无人飞机市场的第一大供应商。随着越来越多的国家从伊拉克、阿富汗、叙利亚、利比亚和乌克兰等国家身上吸取无人飞机参与作战的经验教训，无人飞机在全球范围内开始大规模扩散，根据《The Drone Data book》数据，全世界拥有军用无人飞机的国家从 2010

年的 60 个激增至 2020 年的 102 个，尤其是作为全球“安全洼地”的中东和北非的阿拉伯国家，由于饱受恐怖主义和分离主义影响，内战和代理人战争此起彼伏，国家间敌对和地缘政治竞争愈演愈烈，近年来已成为国际军用无人机市场上的主要买家，同属中东地区的以色列、土耳其和伊朗等国也在积极自行研发和装备军用无人机。全球无人机系统军贸领域的主要出口国家是以色列、美国及中国，澳大利亚、土耳其、瑞典、意大利、伊朗等国也有部分无人机出口，韩国无人机技术也处于快速发展阶段，但是在中东地区中国是第一大供应商。根据斯德哥尔摩国际和平研究所（SIPRI）统计，2010 年至 2020 年无人机军贸市场，以色列占比最大达到 30%，美国占比 28%，中国占比 17%，但是在中东地区 2011 年至 2021 年期间中国占比达到 51%，坐稳中东地区无人机第一大供应商。中国出口军用无人机主要以高端中大型察打一体无人机为主，面对同样具备价格优势的土耳其和伊朗的竞争，中国无人机具有性能更高和供应链自主可控的优势，而土耳其和伊朗无人机在发动机、侦察载荷等关键部件上仍需要从加拿大、德国、乌克兰等国进口。

我国军用无人机中，整机企业包括以航空工业集团、航天科技集团以及航天科工集团为代表的军工集团、以北航和西工大为代表的军工院校和民参军企业，其中军工集团主要生产大中型长航时无人机，体量最大，占据下游整机的第一梯队，民参军企业主要生产靶机及小型无人机。主要企业如下表所示。

表 1 我国军用无人机重点企业

企业分类	代表企业
主机厂	航天彩虹、中无人机、中航沈飞、洪都航空、航天电子、星网宇达、贵航股份、长鹰信质（天宇长鹰）、海鹰航空等
配套企业	航天电子（飞控系统、导航系统等）、赛微电子（传感器、导航定位等）、北方导航（导航系统、通信系统）、海格通信（侦测预警系统）、中航机电（飞控、荷载系统等）、中海达（导航系统）、晨曦航空（导航、飞控等）、大立科技（光电吊舱）、晶品特装（光电吊舱）、睿创微纳（光电吊舱）、高德红外（光电吊舱）、山东矿机（发动机部件）、山河智能、华为创通、新雷能（模块电源）、航天电器（连接器）、中航高科（航空复合材料）、中简科技（碳纤维材料）、光威复材（碳纤维材料）、光启技术（隐身材料）、华秦科技（隐身材料）等 发动机：宗申动力、航瑞动力、中国航发、航天科工院所、中发天信等

资料来源：深企投产业研究院整理。

民用领域，我国生产了全球约 94% 的无人机产品，无人机企业主要聚集在深圳、成都等城市，并以珠三角为主。近几年来我国无人机产量迅速增长，到 2020 年，仅民用无人机产业年产值已经突破 600 亿元，出货量超过 500 万台。深圳无人机企业数量居全国首位，被誉为“无人机之都”，向海外出口的民用级无人机数量占到全国总量的 90%。

消费无人机领域，深圳大疆创新位居全球第一、占据 70% 的全球市场份额，营收规模过百亿元。美国奥本海默金融服务公司 2021 年发布的《全球无人机行业报告》显示，美国民用无人机运营商使用的无人机产品来自的厂家中排在前五的是深圳大疆创新、美国 3DR、瑞士 Sensefly、Yuneec 香港昊翔科技（苏州昊翔电能运动）、美国 Trimble

导航，其中深圳大疆创新约占 85%左右的份额。国内其他消费无人机重点企业还有北京零度智控、昊翔科技、北京臻迪科技等。我国无人机系统集成及服务提供商目前多达 400 家以上，随着其他科技巨头如小米、腾讯及海康威视等纷纷进入，无人机行业竞争加剧。根据 Drone Analyst 数据，2021 年全球商用无人机市场国产品牌总份额达 64%，其中大疆创新全球份额达 54%。

我国民用无人机各领域重点企业如下表所示。

表 2 我国工业级无人机主要企业

产品分类		代表企业
气动布局	多旋翼无人机	深圳大疆创新、深圳科比特航空（迁至浙江嘉兴嘉善）、深圳飞马机器人、广州极飞科技（IPO 申请中）、广州中海达（A 股）、深圳科卫泰、武汉易瓦特、山河智能等
	固定翼/垂直起降固定翼无人机	成都纵横股份（A 股）、北京观典防务（IPO 申请中）、深圳科比特航空、广州中海达（A 股）、上海华测导航（A 股）、北京远度科技、四川腾盾科创股份、山河智能等
应用领域	测绘与地理信息领域	深圳大疆创新、成都纵横股份、深圳飞马机器人、广州南方测绘、西安大地测绘等
	巡检	深圳大疆创新、深圳科比特航空、武汉易瓦特、成都纵横股份、深圳飞马机器人、广州华科尔、北京云圣智能、上海复亚智能等
	安防监控	深圳大疆创新、北京观典防务、成都纵横股份、深圳科比特航空、武汉易瓦特、苏州星逻智能等
	农林植保	广州极飞科技、上海极翼机器人、深圳翔农创新、深圳高科新农、北京臻迪科技、深圳赛为智能（A 股）、无锡汉和航空等
	应急救援	威海广泰等
	城市空中交通(载人交通和物流运输)	深圳大疆创新、深圳智航无人机、杭州迅蚁网络、武汉易瓦特、北京零度智控、广州亿航智能、深圳丰翼科技（顺丰旗下末端配送无人机公司）、重庆丰鸟无人机科技（顺丰旗下无人机技术公司）、京东 X 事业部、美团无人机、上海峰飞航空科技、小鹏汇天（电动飞行汽车）等

资料来源：深企投产业研究院整理。

我国无人机上游零部件主要企业如下表所示。

表 3 我国工业级无人机零部件主要企业

	产品分类	代表企业
分系统	飞行控制系统	深圳大疆创新、南京傲翼飞控、天津一飞智控、北京卓翼智能、深圳智航无人机、上海拓攻机器人等
	导航系统	上海极翼机器人、北京零度智控等
	图传系统	深圳优鹰智能科技等
	遥感网络	中科云图、千寻位置等
零部件	电池	ATL 东莞新能源、亿纬锂能、光宇电池、格瑞普等
	机体结构件(碳纤维材料、航空铝材、先进复合材料等)	深圳赛朗格、东莞协创复合材料、淄博朗达精工、无锡威盛新材、东莞新秀新材等
	陀螺仪	ALIGN 台湾亚拓电器、香港固朗模型等
	云台	温州塔罗航空 TAROT、桂林飞宇科技、深圳星图智控、广州华科尔等

资料来源：深企投产业研究院整理。

2024

行业研究系列报告

低空经济应用场景现状趋势

低空经济发展应用场景最新进展研究



目 录

一、低空应用场景市场发展进程	1
(一) 低空物流正站在大规模商业化的门槛上	3
(二) 城市管理类场景迎来智能化升级	4
(三) 城市空中交通将实现商业化运营	4
(四) 低空旅游成为多个地区着力培育的场景	5
二、低空基础设施的建设方向	6
(一) 低空基础设施的类别	6
(二) 国家有关低空基础设施建设的方向	7
(三) 基础设施的建设标准和要求	8

图、表目录

图 1 低空智能融合基础设施四张网	7
图 2 FAA 发布的垂直起降场设计标准	11
图 3 eVTOL 起降场 FATO、TLFO 和安全区场地物理特性示意图 .	12
图 4 低空智联网架构	13
图 5 数字孪生技术在低空空域的应用	15
表 1 我国通用机场建设有关法律法规	9

全国各地掀起低空经济发展热潮。2024年以来，全国已有近30个省份将发展低空经济写入政府工作报告或出台相关政策，抢先布局上下游产业。初步统计，目前国内已有超过100个省、市、县（区）级政府发布了低空经济规划政策。北京、上海、杭州、合肥等15个城市与企业携手共建低空经济生态圈，计划打造涵盖低空飞行路线、低空应用示范区等上百个示范项目。产业投资方面，全国已有20个省市成立低空经济产业基金，总规模已超千亿元。上海、深圳、苏州、郑州、杭州等国内城市纷纷加速布局“天空之城”，争创国家低空经济产业综合示范区。2024年11月18日新华财经报道，中央空管委即将在六个城市开展eVTOL（电动垂直起降航空器）试点，初步确定为合肥、杭州、深圳、苏州、成都、重庆；试点文件对航线和区域都有相关规划，对600米以下空域授权部分地方政府，这各地而言意味着相关地方政府要承担更多管理责任，也是巨大的发展机遇。

一、低空应用场景市场发展进程

低空经济及通用航空应用场景大致可分为生产作业类、通航运输类、公共服务类和航空消费类。

——**生产作业类**。为农林牧渔和工业提供飞行作业活动，是传统通用航空的重点应用场景，包括农林植保（农林喷洒施药灭虫、飞播造林种草、施肥等）、探矿采油（海洋巡检、设备巡检、海域运输等）、电力巡检、地理测绘、航空摄影等领域，当前使用的航空器以直升机和工业/行业级无人机为主。生产作业类通用航空市场成熟度较高，

市场规模呈现稳定增长态势，比如 2022 年我国通航农业作业面积预计 18.8 亿亩，预计 2025 年提升至 25.1 亿亩，2022 年预估电力巡航里程为 85 万公里，预计 2025 年提升至 100 万公里。从市场进程来看，2025-2030 年生产作业类的低空应用将进入大规模商业化阶段。

——**通航运输类**。通用航空的重要作用之一就是交通运输，涵盖客运和货运，主要包括支线客运、短途运输、城市空中交通、城际通航、无人机配送与物流等领域。私人飞机、公务专机也是通用航空发展最快的领域，在世界通用航空三大类飞行中，航空作业飞行约占飞行总量的 20%，教学训练约占 22%，公务飞行占 50% 以上。随着 eVTOL 逐渐商用，依托 eVTOL 发展城市空中交通（UAM），在人口稠密的城区建立安全高效便捷的空中运输系统，成为全球航空界和交通界共同关注的焦点。将无人机应用于快递物流、末端配送、即时配送已成为物流行业重要发展趋势。

——**公共服务类**。主要是面向政府部门、公共单位乃至整个社会提供公共服务相关的航空飞行活动，包括应急救援、警用安防、海关飞行、政务飞行、路政巡查、信息通信、气象探测、海洋监测等领域，其中警用安防和应急救援的市场规模较大。应急救援应用场景众多，包括森林草原消防、常规救灾（防汛抗旱、地震和地质灾害、堰塞湖等抢险救灾）、水上搜救、城市消防救援、医疗救援等领域，具体任务则涉及空中侦察勘测、指挥调度、紧急输送、人员转运、特殊吊载、通信照明保障、交通疏导等多个方面。当前直升机为航空应急救援的主流，eVTOL 将成为有力补充。警用安防无人机应用已较为广泛。

——**航空消费类**。面向消费群体提供消费性航空活动，包括飞行培训、空中游览、航空运动（高空跳伞、翼装飞行）、私人飞行、娱乐飞行、空中婚礼、娱乐拍摄等。轻小型无人机将航空消费场景扩展到航拍、表演、竞速、科普教育等领域。直升机、热气球和滑翔伞等传统低空工具已经广泛应用于景区体验，eVTOL 有望开创低空旅游新业态，成为低空游览主力航空器。

从主要应用领域市场发展进程来看：

（一）低空物流正站在大规模商业化的门槛上

低空物流主要依托无人机技术，通过低空飞行实现物流配送，显著提升效率并降低成本。当前无人机物流适用范围已经从快递末端配送环节延伸至中远距离的支线运输等一些特定场景。目前低空物流适合落地的场景主要包括：**一是特殊物流场景**，无人机在山区、海岛、景区、偏远地区等特殊环境下展现出独特优势，实现灵活高效的物流运输。**二是城市及城乡场景配送**，包括在城市间、城乡间的商业化末端配送、即时配送。目前，已经实现外卖食品、血浆、药品、农副产品、快递快件、生活物资、应急物资等适运商品的商业化运营，如顺丰、美团、京东等企业的实践已经走在前列。

在飞行器应用方面，民用微轻小型及中型无人机的货运物流实践已较为充分，特别是小型无人机在末端物流领域的广泛应用，凭借其灵活性，推动了我国企业在全球范围内率先实现无人配送的常态化，并在最后一公里配送中展现出显著的潜力。近年来大型货运无人机也取得显著进展，航空工业 TP500、腾盾双尾蝎 D、HY100、镞影 R6000 、

HH-100、天晴 SUNNY-T6000、白鲸航线 W5000 等多款大型货机陆续推出，最高有效载荷（载重）已可达到 6 吨，商载能力逐步接近有人驾驶支线飞机，在军事物流方面的前景也较为广阔。随着电动垂直起降飞行器（eVTOL）逐步成熟，大型飞行器在城市物流中的应用将得到推广。大型无人机预计将在国内干线与支线之间打通新的航空物流通道，有效解决偏远地区物流运输不便和运输效能低下的问题。

（二）城市管理类场景迎来智能化升级

无人机、电动垂直起降飞行器（eVTOL）和空中交通管理平台等低空经济的关键要素，正在城市安防监控、城市规划与建设、环境检测、河道巡查、公园智慧管理、绿地植被养护、警务巡检以及城市综合巡检等多个场景中得到广泛应用，极大地增强了城市管理的智能化水平。人工智能算法的应用进一步提升了低空技术的智慧化程度，通过机器学习和深度学习技术，能够自动分析无人机收集的数据，实现智能监控和预测分析，从而提高城市管理的效率。根据中国航空学会的预测，到 2028 年，无人机在智慧城市管理中的创新应用将增长超过 50%。

（三）城市空中交通将实现商业化运营

城市空中交通，即 Urban Air Mobility（UAM），涉及在城市低空空域使用垂直起降（VTOL）或短距起降航空器及其支持系统进行人员和货物的空中运输。作为客运的重要组成部分，城市空中交通涵盖多种场景，包括机场摆渡、城市空中出租车、城际航空服务、区域客运、都市圈交通和商务飞行等，部分场景之间的界限可能较为模糊。

城市空中交通以其立体性、便捷性、及时性和高效率等优势，有望显著缓解城市交通拥堵，与地面交通和地下轨道交通相互补充，联动发展，逐步构建起一个空、地、地下三位一体的新型城市综合交通网络。

城市空中交通的载运工具主要包括短距起降航空器（STOL）、垂直起降航空器（VTOL）以及电动垂直起降航空器（eVTOL）等，这些航空器的优势包括起降所需场地小，节省城市空间，且不容易受城市复杂环境和建筑的影响，飞行冲突解脱自由度高，对自动驾驶技术更为友好，能够轻松实现点对点的按需运行。从技术条件的可行性来看，通用飞机（如直升机）在短期内仍将是载人客运的主流。从 eVTOL 的商业化进程来看，短期内适用于空中游览、空中物流、空中消防、医疗运输等场景，长期来看，潜在应用包括城市客运、区域客运。随着 eVTOL 商业化成熟，预计 2030 年以后，以 eVTOL 为主体的城市空中出租车等城市交通方式将成为常态。

（四）低空旅游成为多个地区着力培育的场景

低空旅游主要是低空空域内使用航空器搭载游客开展观赏、游览、娱乐、运动等内容的飞行活动，也包含在地面开展的航空观光体验、文化交流、会展服务等活动，广泛涉及地面上的低空文化园区、低空消费小镇、低空飞行营地等设施和服务内容的培育建设。低空旅游具体产品和服务包括旅游空中交通（比如景区之间的空中通航、私人飞行）、空中游览观光（包括城市低空观光、景区低空游览以及空中主题活动）、娱乐飞行体验（如跳伞、滑翔等小众的冒险型航空运动）、空中婚礼、娱乐摄影、地面观光体验（在地面观赏无人机、热气球等

航空器飞行表演，航空节庆赛事，通航主题的展览、主题乐园，研学活动等）。

新形势下低空旅游发展迎来重要契机。一是低空空域改革背景下，从国家到多个省市都出台规划支持低空文旅发展，各地文旅系统和空中交通管理机构、民用航空管理部门沟通协调更加顺畅，空域管理不再构成严重挑战。二是各地低空基础设施、通航机场建设有望提速。三是新型低空载人飞行航空器进入市场，特别是电动垂直起降飞行器 eVTOL（包括飞行汽车）逐渐成熟，相比于直升机，具有造价低、起降场地要求低、时效性高、运营成本低、低碳环保等高性价比优势，且不需要专业的飞行员，长期有望推动低空旅游从小众市场向大众市场普及。

二、低空基础设施的建设方向

（一）低空基础设施的类别

完善基础设施建设是发展低空经济的基础性和先导性工作。

飞行器执行飞行任务时需要依赖各种基础设施，如起降点、能源站等。同时，需要备降点、迫降点等来处理异常情况，以及维修站、接驳站、装卸站等增强设施来支持日常运维和业务需求。基本设施包括起降站、接驳设施、能源站、紧急备降点；增强设施包括停机设施、检修设施、保障站、移动设施等。按照粤港澳大湾区数字经济研究院（IDEA 研究院）的分类，涵盖软硬件系统在内，低空智能融合基础设施（SILAS 智能融合低空系统）涵盖“设施网”（配套物理设施，

以基础设施为主）、“空联网”（低空感知及通信设施，软硬件设施结合）、“航路网”（数字空域及操作系统，属于软件算力结合）、“服务网”（数字化管理服务系统，以软件为主）四张网络，这一分类目前得到较多的认可。

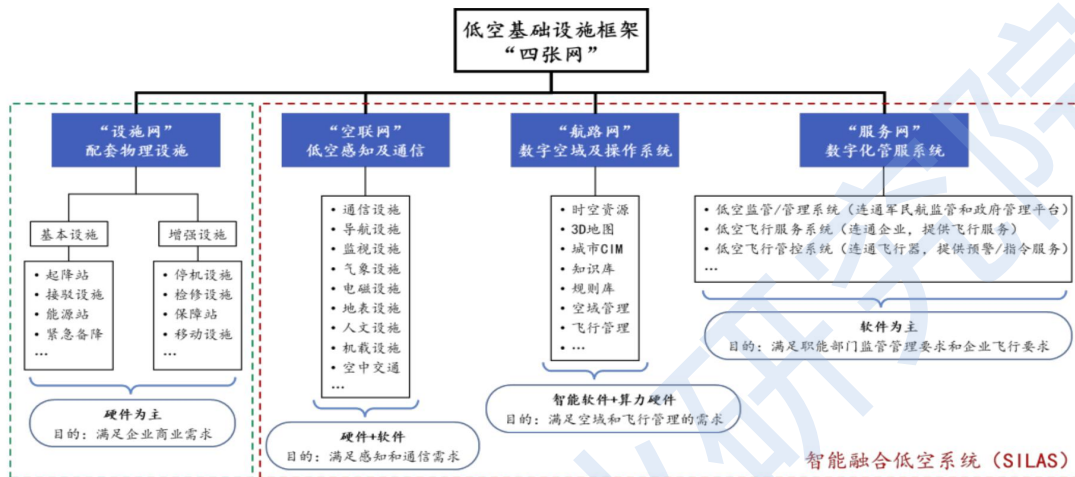


图 1 低空智能融合基础设施四张网

资料来源：粤港澳大湾区数字经济研究院（IDEA 研究院）。

（二）国家有关低空基础设施建设的方向

工信部、科技部、财政部、民航局等四部委联合发布的《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030）》，对低空基础设施建设、运行服务体系建设指明了总体方向。

在新型基础配套设施建设方面，《实施方案》明确提出，鼓励地方政府将低空基础设施纳入城市建设规划，加强与城市运输系统连接。支持探索推进楼顶、地面、水上等场景起降点建设试点，完善导航定位、通信、气象、充电等功能服务，形成多场景、多主体、多层次的起降点网络。充分利用好现有航空基础设施，推动建设一批智能化、集成型、多用途的通用航空基础设施。鼓励新建住宅与商业楼宇预留

低空基础设施。充分结合通用航空业发展特性，研究设定适用于通用航空业发展的机场建设标准。

在新型运行服务体系建设方面，《实施方案》明确提出，加快5G、卫星互联网等融合应用，支持空天地设施互联、信息互通的低空物联网技术和标准探索；推进通用航空器北斗标配应用。推动试点地区政府与企业低空监管服务基础设施、网络规划建设等方面协同，促进三维高精地图、气象数据、通信导航等公共信息开放。推动构建目视航线网络，支持完善运行规则，健全航空信息资料保障机制，提升飞行服务保障能力。

（三）基础设施的建设标准和要求

低空飞行器地面起降设施主要包括通用机场，以及无人机、电动垂直起降飞行器 eVTOL 的起降场地、起降点（包括临时起降点）等。起降场和通航机场设施的建设运营单位，大多数为国有单位，例如机场集团、大型直升机场的运营管理单位以及政府平台公司。典型的例子包括上海华东无人机基地和安徽通航控股集团。在 eVTOL 领域的科技创新公司也在积极拓展至 eVTOL 配套设施建设领域，将 eVTOL 起降场视为公司发展的重要机遇。这些公司愿意与整机制造商和民航局积极对接，以掌握客户需求和法规政策要求，并全面参与 eVTOL 起降设施的选址、规划、设计、建设及运营工作。

1、通用机场

通用机场按开放类型和保障航空器的能力，可分为 A 类通用机场（可对公众开放，根据商业载客的航空器可容纳乘客座位数分为

A1、A2、A3 三小类）、B 类通用机场（不对公众开放，单位内部使用）；按照飞行场地的物理特性，可分为跑道型机场（可供固定翼飞机起降）、直升机场、水上机场。通用机场建设一般要经历选址、可研/核准、初步设计、施工图设计、建设实施、行业验收和竣工决算等。主要工作流程包括：军民航同步场址审查→省级发改项目审批或核准→机场设计→建设施工→军、民、地验收颁证的流程。新建通用机场项目、扩建军民合用机场（增建跑道除外）项目由省政府投资主管部门核准。

通用机场建设运营需要满足的法律法规如下表所示。

表 1 我国通用机场建设有关法律法规

法规条例	发布时间	主要内容
《民用机场管理条例》	2009 年 4 月，国务院令 第 553 号	从总体上规范了民用机场的规划、建设、使用、管理及相关活动。其中，对通用机场的建设和管理也提出了相应的要求。
《民用机场建设管理规定》（CCAR-158-R2）	中国民航局 2012 年 12 月发布（经修订）	阐述了民用机场建设的审批程序和要求，包括新建机场选址、预可行性研究、可行性研究、总体规划、初步设计、施工图设计、建设实施、验收及竣工财务决算等环节。虽然主要针对运输机场，但附则中提及通用机场工程的规划与建设应参照规定执行。
《通用机场建设规范》（MH/T 5026—2012）	中国民航局 2012 年 5 月发布	明确了通用机场的定义与分类，对场址确定、飞行场地、空中交通管制及导航设施、服务及保障设施、抗震设防以及环境保护等方面做出了原则性的指导。
《通用机场分类管理办法》（民航发〔2017〕46 号）	中国民航局 2017 年发布	按照是否对公众开放重新对通用机场分为 A、B 两类，并进一步明确了民航在通用机场建设、颁证过程中的审批事项。
《B 类通用机场备案办法（试行）》（民航规〔2019〕	中国民航局 2019 年 12 月发布	规范 B 类通用机场的备案要求和流程。

74号)		
《通用机场场址行业审查实施细则》	中国民航局 2023年发布	适用于民航行政机关对新建、改扩建通用机场场址进行行业审查，并向地方政府出具行业意见。
《民用机场飞行区技术标准》 (MH5001-2021)	中国民航局 2024年11月 修订	规定了民用机场飞行区的各项技术参数和指标，包括跑道、滑行道、停机坪等的尺寸、材料、标志和灯光等要求。通用机场的飞行区建设也应遵循此标准。
《民用直升机机场飞行场地技术标准》 (MH5013-2023)	中国民航局 2023年2月发布	针对民用直升机机场的飞行场地提出了具体的技术要求，包括场地尺寸、材料、标志、灯光、净空条件等。对于通用机场中涉及直升机起降的部分，应参照此标准执行。
《关于新建通用机场场址核准问题》	空军司令部 2014年发布	规定了不同类型的通用机场及临时起降点的审批流程，涉及军方对通用机场建设的审批和管理。规定通用机场审批要求省级人民政府行文至所在战区空军，由战区空军受理审核并与省级人民政府签订协议后，上报空军司令部，再由空司上报联参需求局，联参批复后由空司转发战区空军，军区空军负责函复省级人民政府。
(文件名未知)	2018年3月， 中央军委办公厅发布	适应军方新的管理体系，重设了机场建设审批的程序和流程。
《重申通用机场使用管理有关规定》	东部战区2018 年出台	规定东部战区通用机场使用管理审批的程序和流程。

资料来源：深企投产业研究院整理。

2、大型无人驾驶航空器垂直起降场地

《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》提出，无人驾驶航空器飞行活动申请应当包括起飞、降落和备降机场（场地），但起降场地的具体建设要求和流程尚不清晰。中国民航局机场司于2024年6月14日发布《民用垂直起降场地技术要求（征求意见稿）》，该标准适用

于载人和货运的垂直起降场地（不适用于水上垂直起降场地和直升机场），最大起飞全重在 150kg（不含）以上，对应于《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（国令第 761 号）中的“大型无人驾驶航空器”。最大起飞全重在 150kg 以下的垂直起降航空器主要为末端物流配送、农业植保等使用，此类航空器对于场地要求较为宽松，可以根据实际需要参照本标准执行。

3、电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场

2022 年 3 月，欧洲航空安全局（EASA）发布了针对城市空中交通（UAM）场景的垂直起降场技术规范；2022 年 9 月美国联邦航空管理局（FAA）发布垂直起降场设计标准相应的工程指南，是将 eVTOL 有可能使用屋顶起降场的情况考虑进去的第一份垂直起降场设计标准。

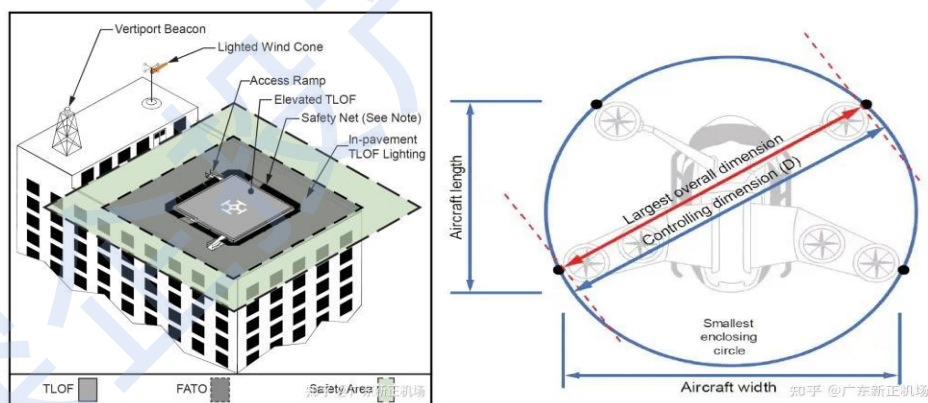


图 2 FAA 发布的垂直起降场设计标准

资料来源：FAA 官网，广东新正机场官网。

2023 年 11 月由广东省无人机行业协会、武汉海翼科技有限公司、亿航智能设备（广州）有限公司、中信海洋直升机股份有限公司、南航通用航空股份有限公司共同编写发起，并正式向中国民用机场协会

提出《电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场建设技术标准》全国性团体标准的立项申请。2024年5月22日，中国民用机场协会在第五届中国机场发展大会上发布《电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场技术要求》团体标准（T/CCAATB 0062—2024），是我国首部针对电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场的技术规范。该标准共分为11章节，对电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场的物理特性、障碍物限制、场址选择、结构设计、专用设施设备等诸多技术参数进行了明确阐释。

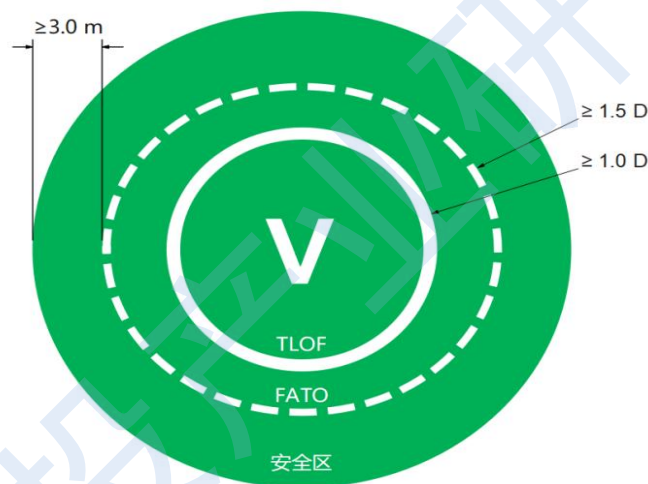


图 3 eVTOL 起降场 FATO、TLFO 和安全区场地物理特性示意图

资料来源：《电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场技术要求》团体标准（T/CCAATB 0062—2024）。FATO：最终进近和起飞区；TLFO：接地和离地区。

4、低空飞行服务站

低空飞行服务站与监管系统，能够为低空飞行活动提供飞行计划申请、飞行动态通报、低空气象服务、航空情报服务、告警与协助搜救服务、无人机服务，以及根据实际需要开展的其他服务。按照国家低空空域管理改革统一政策部署，省一级设置综合飞行服务总站，接

受强监管，总站再下设多个 A/B 类分站提供空管服务。目前来看，申请 B 类低空飞行服务站的城市和地区正在快速增加。

5、低空智能网联系统（空联网）

低空智能网联系统（Low-Altitude Aerial Intelligent Network, LAIN）是在低空空域内运营的实体网络，包括由地面移动用户和基础设施组成的地面网络、空中平台组成的近地空间以及低轨卫星网络。低空基础设施建设要强化标准化建设和数字化网联能力，包括服务低空的通导监（CNS）能力、辅助飞行的微气象和电磁环境服务、提供低空起降和充电的各类地面设施、管控非合作目标的手段等。低空基础设施建设应该具备数字化网联能力，为低空经济的全链条运行和运营提供全自动化、全智慧化的数字化基础。

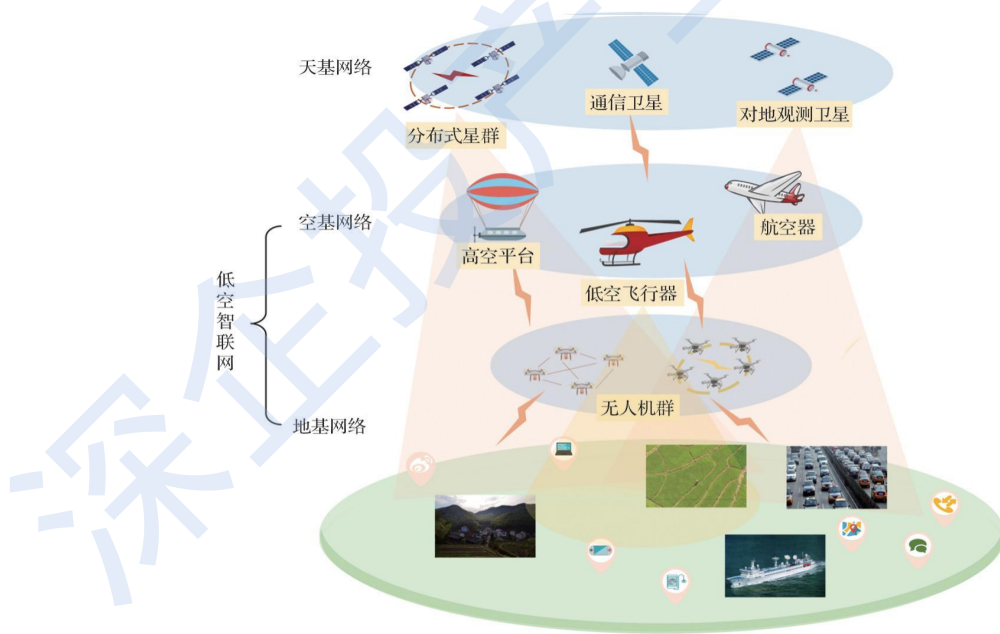


图 4 低空智能网联架构

资料来源：吴启辉《低空智能网联组网与控制理论方法》。

低空物联网是一套集成了通信、导航、监视、情报和气象（CNSiM）能力的空天地一体化网络，它通过多种技术手段实现低空域内的智能管理和服 务。这些技术手段包括但不限于：**1) 通信手段：**地面 5G 移动公网（5G-A）、宽带通信网、数据链以及低轨卫星互联网等，它们共同构成了低空通信的基础。**2) 导航手段：**包括地基增强系统（GBAS）、星基增强系统（SBAS）、惯性导航、视觉导航、超宽带（UWB）、激光雷达、4D 雷达、全球导航卫星系统（GNSS）导航以及融合导航技术，为低空飞行提供精确的定位和导航服务。**3) 监视手段：**涉及一/二次雷达、ADS-B、无线信标、RemoteID、光电探测以及通感遥一体技术，用于实时监控和管理低空飞行活动。**4) 气象服务：**包括气象激光雷达和四维高分辨率数值气象预报系统，为低空飞行提供必要的气象信息。**5) 地面支持设施：**包括满足民航运行和交通管理要求的自动化机场、一体化机巢、自动化充电站和自动化应急降落点等，这些设施为低空飞行提供必要的地面支持。

与传统民航智慧空管相比，低空空管面临着更为复杂的感知环境和更大量的数据处理需求，对感知及传感设备的精度和数据冗余度提出了更高的要求。未来，ADS-BOUT、通导一体、北斗导航等技术将成为低空空管发展的重要方向。

6、空域数字化管控服务系统

数字化空域是低空经济有效管控的关键措施。通过数字化手段对空域进行精准划分、监管、网格化管理，以及评估空域容量和航路规划，进而实现航班排序、导航规划、飞行监控、冲突检测与解决、运

行模拟、场站布局、风险预防、紧急响应和对非合作目标的监管等，为低空业务提供了坚实的数字化基础。利用数字孪生技术、城市信息模型（CIM）和三维地理信息系统（例如北斗网格码空域图），可以构建一个实时更新的数字孪生系统，涵盖空域、城市、基础设施和无人机等要素，从而支持构建一个“安全、协同、高效”的数字空域。这一进程推动了低空空域管理从简单的可达性向计算、管控和运营的全面数字化转型。

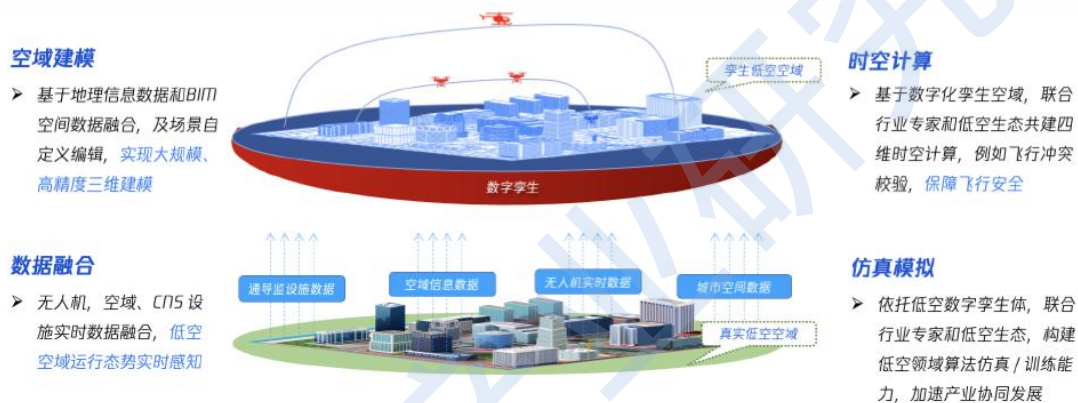


图5 数字孪生技术在低空空域的应用

资料来源：腾讯研究院。

2024

行业研究系列报告

城市低空经济发展策略

——以临空经济区为例



目 录

一、国内临空经济区低空经济发展现状	1
（一）上海虹桥临空经济区（虹桥商务区）	1
（二）广州临空经济示范区	2
（三）郑州航空港经济综合实验区	2
二、临空经济区高低空融合发展实践	3
三、临空经济区低空应用场景	6
（一）城市快递配送	6
（二）城市外卖配送	7
（三）医疗紧急物资配送	7
（四）商务包机飞行	8
（五）空港综保区跨境电商配送	9
（六）依托 eVTOL 的城市空中出租车	9
（七）城市安保巡查	10
（八）机场片区无人机安全巡检	10
（九）高层建筑巡检	11
（十）低空旅游-无人机编队灯光秀表演	11
四、临空经济区低空经济总体发展策略	12

一、国内临空经济区低空经济发展现状

近期，一些国家临空经济区加快谋划发展低空经济，出台低空经济相关规划政策，谋划高低空融合发展。

（一）上海虹桥临空经济区（虹桥商务区）

上海虹桥临空经济区是长三角最重要的交通节点，与长三角主要城市有着天然的链接优势，在虹桥国际开放枢纽等国家战略的牵引下，其枢纽功能、开放水平、核心承载功能持续提升，是上海发展低空经济的核心承载区。根据相关报道，《加强虹桥国际开放枢纽区域联动发展打造低空经济核心承载区的行动方案》将于近期发布。

以机场接驳为牵引推进低空航线建设。2024年10月，苏州吴江至上海虹桥机场的直升机低空接驳航线正式开通。11月，上海虹桥国际中央商务区管委会与苏州、嘉兴、芜湖等市就虹桥国际开放枢纽的低空经济协同共建签约，并发布虹桥国际开放枢纽城际低空试验航线。航线布局大虹桥、苏州、嘉兴、芜湖四地，涵盖虹桥蟠龙天地、太仓航站楼、松江直升机基地、昆山航站楼、芜湖芜宣机场等，聚焦商务出行、文旅体验、医疗救援、消防应急、社会治理等丰富多元的应用场景，以全域应用牵引低空经济产业链形成闭环。

低空研发制造、总部经济集聚。南虹桥片区正利用其进出口贸易平台的优势，吸引eVTOL整机研发制造、无人机研发配套、航拍及航拍建模等众多企业在此集聚。东虹桥片区则实施“大飞机+直升机”双轮驱动战略，已吸引多家航空总部入驻，并连续举办亚洲公务机展，

虹桥机场旁的警用航空基地还配备了直升机航线等资源。西虹桥片区则以无人机产业为发展重点，北斗导航西虹桥产业基地和快递企业总部的场景应用，为该区域的发展提供了独特条件。在第七届进博会上，虹桥国际低空经济产业园（包括长宁园和青浦园）正式揭牌，该产业园坐落于虹桥国际中央商务区，致力于促进低空企业的集群发展。

（二）广州临空经济示范区

广州临空经济示范区（广州空港经济区广州空港经济区、广州白云机场综合保税区三区合一）是广州市低空经济发展的先行区，2024年以来推动广州市政府出台《广州低空经济发展实施方案》《广州市低空经济发展规划》《广州市推动低空经济高质量发展的若干措施》。在产业项目上，当前已引进顺丰无人机物流和东部通航直升机运营项目落户空港，航空产业园项目公司注册落户。当前广州空港经济区正在推进广州A类飞行服务站建设和广州市低空空域分类和首期低空航线规划工作，探索跑道型通航机场和垂直起降机场建设。

（三）郑州航空港经济综合实验区

郑州航空港已经出台《郑州航空港区低空经济发展实施方案（2024年—2027年）》，将通过基础建设、加快产业集聚、加强科技创新、强化金融支持、完善政策保障、加强人才培养等手段推动低空经济发展。**基础设施建设方面**，郑州航空港区正在加快建设各类低空飞行基础设施，包括低空航空器起降场点、eVTOL起降运营中心、能源站、航材保障平台、5G网络和卫星互联网等，以满足低空航空器的起降、飞行和停放需求。**产业集聚方面**，郑州航空港发展低空经济

的主要载体，重点聚焦于“低空经济产业园”。依托区属平台公司，鼓励科研机构、行业协会、龙头企业等积极参与，共同打造集创新研发、生产制造、测试维修、研学培训、监管监测、配套服务为一体的低空经济产业园。**科技创新方面**，郑州航空港区依托省科学院航空港区分院，联合顶尖科研机构 and 高校，打造低空经济技术创新中心，推动低空飞行器关键技术研发和创新项目孵化。**金融支持方面**，设立低空经济专项发展基金，联合社会资本，提供多样化的金融产品，支持低空飞行器关键技术研发、创新项目孵化、市场开拓和人才引进与培养。**拓展应用场景方面**，郑州航空港区以“无人机+特色应用、无人机+特色文化、无人机+工业旅游”等创新场景应用为先导，探索民航运输与低空产业融合发展新路径，加快构建低空产业体系。**人才培养方面**，郑州航空港区积极构建航空产业人才培训体系，与高等院校建立人才培养与引进的合作机制，确保每年至少有 100 名低空经济相关专业人才得到培养或引进。

二、临空经济区高低空融合发展实践

机场接驳和城市摆渡、急件有人机无人机协同货运、综合保税区跨境电商配送等，可作为运输机场所在临空经济区发展低空经济，实现高低空融合发展的重点方向。其中，将民航和低空相结合的机场接驳应用场景，是目前运输机场所在临空经济区发展城市空中交通最具商业前景的典型应用场景之一。国内多数运输机场到城市的距离在 30 公里至 40 公里左右，车程 1 小时，飞行 10 分钟，这个距离是以

电动垂直起降飞行器 eVTOL 为代表的新型低空航空器最佳的应用场景。

国内案例：

——**上海浦东**。2024 年 8 月，上海浦东—昆山双向低空载客航线十点开通，作为我国首条跨省定点低空客运航线，上海浦东—昆山双向低空载客航线起讫点分别是昆山城市航站楼和上海浦东国际机场旁的浦东星野飞行基地，长约 85 公里，每天两次往返。

——**上海虹桥**。2024 年 10 月，苏州吴江至上海虹桥机场的直升机低空接驳航线正式开通。2024 年 12 月 2 日，上海新虹直升机场顺利取得《通用机场备案确认书》，正式成为 A1 类表面直升机场，也是华东地区首个在繁忙机场控制区内的直升机场。此次与上海新虹直升机场同时获批的还有位于东太湖度假区横扇街道的苏州横扇直升机场。上述两个机场与此前备案通过的苏州松陵直升机场均属于 A1 类通用机场。这三个 A1 类通用机场将为吴江至上海虹桥机场直升机联程接驳航线开通提供重要支撑，充分发挥上海新虹直升机场与虹桥机场“零距离”优势，为旅客提供直升机与民航客机出行“一站式”服务。

——**新疆石河子机场**。中国民航信息网络股份有限公司（中国航信）在新疆石河子市试点运输航空与通航短途运输服务融合，在新疆石河子花园机场进行民航、通航以及无人机的常态化运行。鉴于石河子地区作为北疆区域的物流枢纽，负责多个场站之间的中转任务，药

品等医疗物资每年的运输需求较为稳定，中国航信与国药集团合作，将医疗物资作为试点货物进行运送，探索高低空协同物流应用场景。

——**粤港澳大湾区**。中国航信与东部通航合作，尝试将民航与城市摆渡服务结合起来，打通从机场到城市中央商务区 CBD 的空中走廊。民航航班和城市摆渡的联程销售模式可助力实现城际“空中走廊”。当大型飞机在国际机场降落，乘客可换乘直升机，直接到达城市 CBD，以及附近区域的各个城市。但由于直升机运营成本较高，一架飞机上至少需要有 4 人乘坐，才能覆盖它的成本，然而通常一个航班很难凑齐 4 人乘坐直升机，所以还需要 eVTOL 规模化商用、成本显著下降之后才能实现常态化运营。

——**宁夏固原机场**。该机场制订了《运输航班与通航作业混合飞行管理方案》，明确各类混合运行下的运营模式、特情处置方法和空域使用权限；对通航飞行进行精细化管理，确保资源均匀、合理分配；每月组织各单位召开安全会议，并定期对通航企业进行安全检查；积极协调军方，配合各通航单位争取更多的空域资源。

临空经济区发展方向。国内有条件的临空经济区可以探索在距离机场内场一定距离（比如 100-200 米，参考上海虹桥机场）设立直升机场（兼容 eVTOL 起降场），几分钟即可进站，打通联程接驳航线；与直升机通航服务公司合作，研究探索在国际机场城市航站楼以及流量较大的异地城市航站楼设立联通国际机场的直升机低空接驳航线。与都市圈范围内的其他通用机场、直升机场形成航线网络，探索打造

“低空快线”。参考上海虹桥等地经验，与区域空管局深入沟通协调，结合机场繁忙的运行特点，制定专门针对通航直升机的管制指挥方案。

三、临空经济区低空应用场景

根据中国航空学会的总结，低空经济应用场景可达 100 种。依托临空经济的禀赋优势，主要可以培育发展机场接驳、城市快递配送、城市外卖配送、医疗紧急物资配送、商务包机飞行、空港综保区跨境电商配送、eVTOL 城市空中出租车试点、城市安保巡查、机场片区无人机安全巡检、高层建筑巡检、无人机编队灯光秀表演等一批低空应用场景。

（一）城市快递配送

国内案例：2024 年 11 月，顺丰集团旗下丰翼科技运营的杭州无人机跨江物流航线开通，航线两端分别位于上城区三堡互联网大厦顺丰速运分拣点和萧山钱江世纪城公共起降场（济仁路智慧城市公共停车场），主要运送顺丰速运的同城跨江急件与快件。这条无人机跨江物流航线长约 7.5 公里，据顺丰速运测算，如采取原有的地面交通方式运输，在不堵车的情况下需要 40 至 50 分钟，使用无人机配送后缩短至 11 分钟。该物流航线目前已在常态化运营，共配有一主一副两架无人机，最多时一天可运输 15-20 架次，每次可运载不超过 10 公斤货物。和传统配送模式相比，无人机跨江运输快递包裹，一方面不受地面交通影响，能减少一半的陆运时间，让市民收货更快捷；另一

方面，快递员只需在一定配送范围内与无人机配送做好接驳，避免了运送同城急件时长距离电瓶车在车流密集区通行引发的安全风险。

临空经济区发展方向。可以探索在临空经济区与城市主城区之间，拓展城市快递配送场景，在临空经济区内规划建设无人机枢纽公共起降场，与无人机物流公司合作，在航空快递的分拣点与临空经济区内开设无人机物流航线。可进一步探索急件有人机无人机协同货运模式，实现急件货物集散和分拨，与多式联运形成协同。

（二）城市外卖配送

国内案例：杭州余杭区在 2024 年双十一期间新开通 4 条无人机外卖航线，分别是美塘广场至海创园、美塘广场至人工智能小镇、万达广场（杭州余杭店）至海创园、万达广场（杭州余杭店）至人工智能小镇的即时配送航线。用户打开饿了么 APP，找到无人机外卖入口，选择美塘广场或万达广场的店铺，下单后等待配送即可。

临空经济区发展方向。与美团或饿了么等外卖平台公司合作，参照深圳、杭州等地已有外卖航线模式，选择临空经济区内外卖需求集中的园区和楼宇，开设无人机外卖即时配送航线。

（三）医疗紧急物资配送

医疗紧急物资配送包括医疗急救药品配送、大型医院跨院区的检验标本紧急送检（满足急救手术要求）、供体器官移植转运等。

国内案例：

——**无人机低空配送急救药品。**2024 年 7 月 19 日，苏州工业园区高贸区联合国药物流、港航集团等，共同探索完成了一次“低空物

流+医药急送”场景。一架专业无人机从苏州工业园综合保税区贸易功能区内的国药物流苏州物流中心仓库起飞，携带10盒心脏骤停急救药品，飞往7.8公里外的苏州大学附属儿童医院（总院），并在11分钟后平稳降落于医院门诊楼顶楼。通过精准规划空中航线，无人机配送相比传统地面交通，配送距离缩短了44%，配送效率提升了50%至70%，显著为急救病人争取了宝贵的救治时间。

——**无人机配送血液样品**。德阳市人民医院妇女儿童医院园区、旌南园区每天各安排2个常态化无人机飞行趟次，用无人机运送检验标本，可24小时全天候“随叫随到”，满足平时各院区对检验标本进行跨院区送检的需求，并能为手术中的冰冻样本提供快速送检服务，为患者争取救治黄金时间。

——**供体器官移植转运**。2024年7月，深圳市人民医院航空转运供体，通过直升机从广州运输肺源，并成功开展两例肺移植手术，两名患者年龄分别为73岁和64岁。

临空经济区发展方向。临空经济区可以与辖区内主要医院沟通协调，根据医院医疗物资运送需求，探索医院楼顶开展无人机配送紧急药品、检验标本，规划设计空中航线。

（四）商务包机飞行

国内案例：私人飞机、公务专机是通用航空发展最快的领域，虽然飞行高度不完全属于低空飞行，但一般还是将商务飞行归到低空经济范畴。商务包机出行主要是依托公务机提供定制化航班服务，为客户提供按需飞行服务，同时可支持紧急出行与特殊任务，适用于紧急

医疗转运、商务救援、快速货运等特殊任务。比如，目前广州白云国际机场设有商务航空服务基地。

临空经济区发展方向。国内临空经济区可以参考广州白云机场，依托已有的商务航空公司，进一步拓展商务飞行业务。

（五）空港综保区跨境电商配送

国内案例：跨境电商的低空配送，可以加快国际电商物流速度，降低物流成本，提高物流透明度，支持全球化的无缝物流网络。广州开发区低空产业发展有限公司在黄埔区成功试点了跨境电商无人机物流配送，从仓库到客户手中的配送时间比地面交通快 50%，比传统快递提前 1-2 天。无人机配送减少了一个司机和两辆车的需求，降低了配送失误率，每架无人机每天可完成超过 15 次运输，成本也低于传统陆运，有效减轻了企业负担。

临空经济区发展方向。在空港综合保税区、临空综合保税园内，与主要跨境电商仓储企业进行合作，试点跨境电商低空无人机物流航线。依托跨境物流管技术、高精度全球导航定位技术、无人机智能避障系统、智能货物追踪与溯源技术、低空空域管理系统，实现无人机跨境配送全程可跟踪、可管理，确保电商商品快速通过海关。

（六）依托 eVTOL 的城市空中出租车

国内案例：2024 年 2 月 27 日，深圳蛇口邮轮母港起飞的电动垂直起降飞行器 eVTOL 峰飞航空“盛世龙”5 座载人飞行器，经历 20 分钟飞行后降落在珠海九州港码头，这是首次公开演示跨海跨城电动

垂直起降航线，意味着深圳至珠海原来需要 2.5 小时至 3 小时的地面车程可以缩减至仅需要 20 分钟。

临空经济区发展方向。目前 eVTOL 适航取证领先的企业（比如亿航智能、峰飞航空、小鹏汇天、沃飞长空、沃兰特、时的科技等）纷纷在国内主要城市开展飞行演示。国内临空经济区可以与相关企业合作，首先开展飞行演示，待适航取证完成，进一步探索商用小规模试点。

（七）城市安保巡查

国内案例：在五一、国庆、春节等节假日期间，依托全域无人机值守巡检系统，持续关注重点区域、热点景区、交通要道、密集商圈等部位，巡查区域级周边地面人车流动态势、拥挤情况，实时监控排查各类安全隐患，助力公安、城管及其他监管单位更好的开展路面勤务工作。例如，2023 年，在前期开展无人机警务应用探索的基础上，深圳市公安局成立了无人机工作领导小组，在特警支队设立无人机办公室，并抽出专业力量搭建无人机侦测反制与警务应用专班。

临空经济区发展方向。依托公安、交警、城管部门，建设无人机值守巡检系统，在城市的重点区域和密集商圈，节假日的交通节点、重点高速公路路段，设置日常空中巡查路段，开展空中执法。

（八）机场片区无人机安全巡检

国内案例：低空飞行器在传统巡检中的应用能够显著提高安全性和效率，通过克服地理限制和环境因素的影响，实现快速、精准的巡检。通过高质量的数据收集和分析，支持设备的状态监测和预测性维

护，同时减少了对人工巡检人员的安全风险和长期成本，带来革命性的改进。2024年10月，合肥新桥机场S1线3标安装启用了无人机自动巡检系统，该系统融合了GIS和智能起降飞行技术，通过预设飞行路线和自动执行任务，实现了无人机的“定时”“定点”巡检。无人机具备强大的环境适应性、自动返航与障碍物感知功能，作业半径达7km，能够在6级大风和中雨天气下完美执行巡逻或巡检任务。无人机可在-35℃至50℃环境下进行24小时无人值守作业，并每日形成巡检视频任务文件上传云端，实现巡检工作的高度一体化，解放繁重劳动。

（九）高层建筑巡检

国内案例：2024年7月6日，在深圳第一高楼-平安金融中心，由狮尾智能执飞的无人机搭载飞行系统，对准有弧度的外墙，根据预设的巡检航线，自动横移飞行捕捉数据，为建筑进行“健康体检”，排查高层建筑隐患。

临空经济区发展方向。临空经济区可以选择域内标志性高层建筑，与相关方案公司合作，开展高层建筑巡检。

（十）低空旅游-无人机编队灯光秀表演

国内案例：2023年12月17日晚，杭州临空经济示范区举办了一场主题灯光秀，点亮了钱塘江夜空。这场灯光秀跨越了钱江新城沿江2.6公里长的40余幢楼宇，通过四个篇章展现了临空示范区的产业地标、城市界面、发展规划等。同时，千架无人机从杭州大剧院广

场起飞，与灯光秀交相辉映，展示了杭州萧山国际机场、浙江自贸试验区杭州片区、杭州大会展中心等形象。

临空经济区发展方向。国内无人机飞行表演市场已经成熟，逐步形成寡头垄断格局，深圳大漠大、深圳高巨创新两家公司占据主要份额，同时在大力拓展海外市场。国内临空经济区可以依托片区内主要的旅游景区，开展无人机灯光表演秀，为节假日旅游增添亮色，完善过夜游路线。

四、临空经济区低空经济总体发展策略

适度超前建设低空基础设施。依托军民空管部门，结合临空经济区基础条件和发展实际需求，科学编制低空飞行基础设施建设总体规划，明确低空空域、低空飞行器的起降点、航线布局、导航设施、通信保障等关键要素。规划布局无人机机巢、公共无人机起降场、末端无人机起降点、试飞测试场、各类直升机起降点，逐步形成多层次、多场景起降设施体系。引入智能调度监管平台和融合空域管理中心，接入省市低空交通管理服务平台，实现与国家民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）的数据联通。研究部署 5G-A、北斗差分定位系统、自动相关监视（ADS-B）系统、广播式自动相关监视（ADS-B In）等低空通信、导航、监视系统（CNS）关键设施，配合地市分阶段推进北斗地面增强站、专用 4G/5G 通信基站、ADS—B 基站、小型气象观测站等低空智能网联信息基础设施建设。

加强低空飞行服务保障。需与区域空中交通管理局、省级机场集团及省级低空飞行服务中心（飞行服务站）进行对接，在选定的临空经济区域内建设 B 级飞行服务站。该服务站将全面提供低空飞行所需的各项服务，包括飞行计划的申请处理、飞行动态的实时通报、低空气象信息的服务、航空情报的更新、紧急告警与搜救协助，以及无人机专项服务。同时，还将根据实际运营需求，灵活增设其他必要的飞行支持服务，以确保低空飞行活动的安全顺畅进行。

构建低空空域管理机制。加快开展全区低空空域环境普查，协同推进地市的低空空域分类划设、低空航线规划工作。划定专门的低空空域作为低空飞行示范区，探索低空空管、服务、测试。与军方、地方民航空管部门等军民航相关部门深入沟通，研究探讨运行机制建立、空域和航线划设、低空飞行服务保障体系及通航机场建设等有关事宜。争取地方军民航相关部门的支持，推动建立军地民协同发展机制，探索军地民协同管理新模式，促进机场、起降点、人员、装备、技术、低空信息等资源的互联共同、共享共用。

培育壮大低空经济产业规模。临空经济区应充分依托自身的产业基础和禀赋优势，在原有国际航空服务、临空产业基础上进行延伸。比如，智能制造产业同时关注低空制造环节，电子信息产业基础较好的区域可以重点关注如综合航电系统、飞控系统、传感器、结构材料等关键系统和部件。航空服务产业部分，延伸发展低空飞行服务、低空保障服务，包括公务机维修服务及配套培训服务、低空航空器托管与金融租赁、低空飞行培训、低空会议会展和总部经济。建设低空经

济主题园区，聚焦细分领域加强招商引资，完善产业扶持生态，提高金融、资本支持力度。

提升低空经济科技创新水平。依托临空经济区基础优势，引入低空制造关键环节、核心系统部件科创研发企业，与当地高等院校、科研院所等高能级科创平台联动，共同打造低空经济技术创新中心和公共服务平台。

加快航路航线网络布局。参考郑州航空港规划，支持中大型无人货运飞机企业依托机场资源，开展航路航线划设、空中管制、作业流程制定等方面研究，探索“有人机—无人机”“干—支—末”航空物流网络发展新模式。

推进跨区协同，共同推进低空应用场景。比如，上海金山区作为首批无人驾驶航空示范区，2024年11月杨浦区、金山区联合发布10个低空经济应用场景，并签署《共同促进上海低空经济发展合作框架协议》。国内临空经济区可以参考上海模式，推动临空经济区与周边行政区联合，打造更多应用示范场景。

2024

行业研究系列报告

低空旅游行业研究报告

低空旅游发展前景与发展路径：文旅
消费增长点，蓝天翱翔新篇章



近年来我国加快空域管理改革，低空空域开放释放低空经济活力，发展低空经济也被提到国家新质生产力的战略高度。文旅产业是低空经济重要的应用场景，随着政策放开、新型航空器推广、消费者教育普及以及低空基础设施不断完善，低空旅游将成为低空经济和文旅经济产业链的重要组成部分，可在推动文旅产业转型升级和消费升级方面发挥重要作用。对于文旅资源丰富的地区，加快低空文旅发展布局，构建多元化、多层次的低空文旅活动产品和服务体系，有利于推广城市文旅品牌，带动文旅产业整体发展。

一、低空旅游发展前景

低空旅游主要是低空空域（距离地面 1000 米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米）内使用航空器搭载游客开展观赏、游览、娱乐、运动等内容的飞行活动，也包含在地面开展的航空观光体验、文化交流、会展服务等活动，广泛涉及地面上的低空文化园区、低空消费小镇、低空飞行营地等设施和服务内容的培育建设。低空旅游具体产品和服务包括旅游空中交通（比如景区之间的空中通航、私人飞行）、空中游览观光（包括城市低空观光、景区低空游览以及空中主题活动）、娱乐飞行体验（如跳伞、滑翔等小众的冒险型航空运动）、空中婚礼、娱乐摄影、地面观光体验（在地面观赏无人机、热气球等航空器飞行表演，航空节庆赛事，通航主题的展览、主题乐园，研学活动等）。低空旅游使用的航空器，主要包括直

升机、固定翼飞机、动力伞、动力三角翼、滑翔伞（滑翔机）、热气球、飞艇、无人机、电动垂直起降飞行器（eVTOL）等。

低空旅游过去属于小众市场，发展规模受到制约。据不完全统计，我国已有 100 多个城市探索开展空中游览项目。在重点景区发展低空旅游也为时已久，福建省内重点山岳型景区比如武夷山景区也设有空中游览业务。但低空旅游总体处于前期市场培育阶段，尚未形成规模化消费市场，仅仅以时尚体验性客群为主，载客型的低空旅游总体规模小，多数项目未能常态化运营，比如 2023 年全国空中游览载客量 60 万人左右，约为全国出游人次的万分之一，而且 60% 分布在海南及三亚。同时，低空旅游产品体系单一、以低空旅游观光为主。客单价高的问题也比较突出，比如海南低空旅游各种项目的人均体验价格在 800 元至 6800 元之间。

大体来说，过去低空旅游发展受到四重制约。一是在原有空域管理体制下，飞行审批时间长，而低空旅游飞行随机性较强，受到严重制约。二是基础设施和服务薄弱。我国通用机场仅有 450 多个，相当于美国（含通用机场及私人机场在内）的 2.6%，通航飞机数量仅相当于美国的 1.5%，民用直升机仅相当于美国的 1/10。且国内多数通用机场基本以通航作业等社会服务为主，专业化的低空旅游服务机场很少。国内航空飞行营地历经多年发展，总体数量也较为有限，比如福建省内经过中国航空运动协会评审的航空飞行营地仅有五六家。三是技术人才匮乏。国内大部分通航飞行员主要从事飞行作业领域，低空旅游领域的专业飞行员培训尚未有专业的规范，低空旅游俱乐部等

组织尚缺乏成熟的商业模式。**四是**多数低空旅游航空器受使用环境限制，传统通用型航空器则存在成本过高的问题。动力伞、动力三角翼、滑翔伞主要面对高端小众群体（滑翔运动），单价高、门槛高，存在一定的安全风险。载人的热气球、飞艇等受风力、气候等条件限制，航速慢、飞行距离有限。固定翼飞机需要起降的长跑道，且价格较贵。直升机通用性最强，但购买和维护成本最高（直升机购买单价从几百万元到几千万元不等）、飞行员培训难度大、噪音大。由于直升机等通用航空器的成本以及飞行员总量上的限制，导致低空旅游的普及面临很大的困难。

新形势下低空旅游发展迎来重要契机。一是低空空域改革背景下，从国家到多个省市都出台规划支持低空文旅发展，各地文旅系统和空中交通管理机构、民用航空管理部门沟通协调更加顺畅，空域管理不再构成严重挑战。**二是**各地低空基础设施、通航机场建设有望提速。**三是**新型低空载人飞行航空器进入市场，特别是电动垂直起降飞行器 eVTOL（包括飞行汽车）逐渐成熟，相比于直升机，具有造价低、起降场地要求低、时效性高、运营成本低、低碳环保等高性价比优势，且不需要专业的飞行员，长期有望推动低空旅游从小众市场向大众市场普及。

2024年起我国低空旅游将加快发展。随着低空飞行设备的不断研发和更新换代、无人驾驶航空器适航证首次颁发，2024年起我国 eVTOL 有望进入商业化爆发期，以广州亿航智能为代表，一批头部企业完成适航取证或者技术验证与首飞测试，景区以及低空旅游体验将

成为首先应用的场景。低空经济与国内景区的运营场景也有较强的契合度，景区内部交通项目是景区重要的收入来源，过往主要依靠索道、交通接驳车、游船等，而在符合要求的情况下，低空飞行等业态预计将有效提升景区交通效率、提升空间利用率。同时，空中游览观光本身作为重要的娱乐体验项目也将产生收益，并且随着航空器等业态的小型化和低成本化，景区主体的投建成本和运营成本也有望进一步节省，从而获得更好的运营效率回报预期。

国内多个省市加快发展低空旅游。目前全国大多数省份均在布局发展低空经济，其中提出“低空+”应用示范的省市，大多将“低空+文旅”作为重要的应用场景。多个省市都将低空旅游作为文旅产业转型升级的重要抓手，江西、福建等省份在“十四五”文化旅游规划中均明确提出发展低空旅游。部分主要旅游城市结合低空经济的规划，已规划或落地“低空经济+旅游”的业态，比如海南三亚、甘肃张掖、江西吉安、新疆天山南北景区、广西桂林、北京密云、吉林长白山景区等地均在加快推动低空旅游发展，三亚等地市还出台了促进低空旅游发展的专项办法。

eVTOL 整机及运营、无人机演艺企业成为国内低空文旅发展的重要推手。eVTOL 整机适航取证领先企业、运营企业加快全国市场布局，头部企业加速“跑马圈地”。亿航智能相继获颁全球首张载人无人驾驶航空器型号合格证（TC）、标准适航证（AC）、生产许可证（PC），进入规模化量产和商业化推广阶段，正在与国内多个城市及景区洽谈合作。广州合利智能正在申报电动垂直起降航空器运营许可，将打造

成全国首批 eVTOL 运营企业。深圳大漠大等无人机演艺龙头企业，在低空经济政策推动下，加快全国演艺市场渗透。

二、国内文旅城市低空旅游发展路径

一是推动出台低空经济规划及配套政策。低空文旅发展属于低空经济的重要组成部分，需要地市级层面的低空经济总体规划支撑。尚未出台通用航空、低空经济发展规划的城市，可以盘点全市低空空域资源情况（真高分别为 300 米、1000 米、3000 米以下各自的空域资源总量）、空域资源开发利用情况，并与民航部门进行沟通协调，形成低空基础设施、低空经济载体、低空应用场景等总体规划布局。进一步出台全市低空经济产业发展工作方案或行动计划，制定涵盖低空文旅支持措施在内的专项政策。

二是加快基础设施建设，布局“低空经济+文旅”网络。要在整体规划的基础上，分布推进建设通用航空机场、飞行服务站、起降设施（地面起降平台、垂直起降场、临时起降点），逐步构建完善的起降场网络，着力推进基础设施网、空中航路网、通信导航网、空域管理网、低空服务网等“五网”融合的低空智联网建设。要综合考虑商业因素、地面交通便利程度、游客聚集度、空域繁忙程度、噪声污染情况等，合理规划景区航线，方便低空旅游线路的规划和实施，促进旅游资源的整合和共享。要根据各地区和景区现有基础和优势，谋划并推动低空旅游特色小镇、低空旅游飞行营地、航空科技馆、航空博物馆、训练营地、科普教育基地等载体园区建设。

三是推动重点景区多方合作，开展低空旅游运营。低空旅游是通用航空和旅游产业融合发展的产业，需要项目所在地政府、通航企业、旅游企业与景区景点共同推进。可以引导重点景区选择优质通航运营企业和旅游服务企业（特别是当前在 eVTOL 运营方面进展较快的重点企业），建立利润分担机制或成立合资公司等方式联合运作。

四是系统谋划低空旅游产品，满足旅客多元诉求。引导重点景区结合旅游地资源禀赋和景观特色，打造差异化的低空旅游产品。比如利用直升机、eVTOL 等低空飞行器，谋划交通场站（如冠豸山机场）到重点景区的空中通勤摆渡路线，设计重点景区直通、空中游览等体验项目，可俯瞰文化遗产、自然景观、城市风光、民俗风情等。着重谋划景区内原地起降的低空旅游产品，实现立体化深度观光，比如可以设计体验飞、精华飞、全景飞等产品，满足不同旅客的需求；结合节假日、客户群体特点等因素，开展节庆游、情侣游、亲子游等多种形式的组团特色游；融合航空运动、飞行体验、空中婚礼、研学科普、航空摄影等业务，引进无人机表演、空中游览。

五是加强宣传推广，创新品牌营销体系。可以探索举办大型低空旅游活动或高规格赛事，形成低空旅游的引爆点。借助航空俱乐部、融媒体中心等平台对低空旅游线路、低空旅游体验进行推广，吸引游客感受和参与低空旅游。依托低空旅游与高端酒店、精品民宿、公司会展及特色节庆赛事等业态均面向高端客户的属性，推动市场共拓、客源共享、服务共创、品牌共塑，进行联合营销、整合营销、网络营销、数字营销等。

六是设立行业规范，推动低空旅游安全运营。低空旅游项目必须安全可控、确保万无一失，需加强对低空旅游市场的规范和监管。要按照国家及相关部门要求，提高低空旅游从业人员的资质能力，完善低空旅游地面服务设施，并对低空旅游消费者进行安全教育培训，加强低空旅游飞行器、相关设备设施及运维常态化监督检查，确保低空飞行合法、安全、有序。

深企投产业研究院

企业简介

深企投产业研究院

深企投产业研究院是深企投集团旗下的高端智库，聚焦产业发展，服务区域经济，致力于为各地政府和园区提供产业发展落地方案。主营业务包括产业研究、产业规划、产业链招商策略、项目策划包装、项目评估等。产业研究院拥有来自北大、人大、南开、中大等经济学背景的产业研究专家，拥有长期跟踪研究区域经济和战略性新兴产业的产业研究团队，已为珠三角、长三角、海西、西南、西北等多个地区完成了数百个规划咨询和产业研究项目。

深企投产发集团

深企投产业发展（深圳）
股份有限公司

深企投产业研究院

深投促产业发展（深圳）
股份有限公司

厦门美知经济咨询
有限公司

业务

招商服务

- > 委托招商 > 招商培训
- > 招商办会 > 园区运营

产业智库

- > 产业规划 > 项目策划
- > 招商策略 > 项目评估


30 个+
委托招商区域


2000 家+
优质企业资源


1000 份+
行业研究报告


100 家+
咨询服务客户

产业咨询业务

产业规划

产业规划 专项规划 课题研究 园区规划

- > 佛山国家高新区顺德园“十四五”产业发展规划
- > 宁波镇海区重点片区产业发展规划
- > 龙岩国家高新区“十四五”产业发展规划
- > 漳州台商区龙池工业综合体产业发展规划
- > 惠州潼湖生态智慧区三大片区产业发展定位研究
- > 龙岩市新罗区能源互联网产业发展规划
- > 龙岩市南部新城文旅康养产业规划
- > 贵阳双龙航空港经济区临空产业发展定位研究
- > 龙岩市乡村旅游发展规划
- > 贵州黔南州大数据“十四五”发展规划
- > 南凤湾工业区产业发展规划
- > 宁夏泾源重点产业发展策略
- > 宁夏吴忠市“十四五”现代服务业发展规划
- > 惠州新能源汽车产业发展策略
- > 广东省商务厅世界500强企业对外投资专题研究
- > 贵阳市产业引导基金招商专题研究
- > 碧桂园潼湖科技小镇工业地块产业发展规划
- > 大亚湾太东科技园产业发展规划
- > 蓬江区数字经济科创中心产业发展规划
- > 粤科-金茂智能装备产业园产业发展规划
- >

研究领域

新一代信息技术 高端装备 新能源 新能源汽车

新材料 生物医药 节能环保 航空航天

现代家居 现代食品 文旅康养 现代物流

商务服务 低空经济 机器人 医疗器械

.....



产业链招商策略

- 智能传感器
- 新型消费电子
- 智能硬件
- 新型显示
- 5G通信
- 新型元器件
- 新材料
- 新能源
- 储能
- 生物医药
- 医疗器械
- 智能制造装备
- 智能专用装备
- 工业激光设备
- 冶金机械
- 轻工装备
- 工业机器人
- 新能源汽车零部件
- 现代家居
- 食品饮料
- 文旅康养
- 现代物流
- 总部经济
- 会展
- 互联网
- 商贸服务业
-

方法论



联系我们



商务合作：王女士 13168781866

座机：0755-82790019

邮箱：sqtcf@sqtcf.cn

网址：http://www.sqtcf.cn/

地址：深圳市福田区深南大道本元大厦 7B1

深企投集团

深企投产业研究院