

垂直起降固定翼无人机，充满活力的细分赛道



核心观点

- 伴随人工智能、半导体、传感器等快速发展，无人机系统通过技术快速迭代，不断拓展能力和应用领域。根据《无人机系统发展白皮书》预测，2019-2029 年全球无人机系统将保持 CAGR 20%以上，10 年内产值累计超过 4000 亿美元，而带动的产业配套拓展和创新服务市场则更加庞大。1) 无人机自问世以来，就拥有传统飞行器和大武器系统所不具备的快速迭代能力，进化出的适用场景不断拓展，逐步从军事专用拓展到民用领域。随着无人机产业链趋于成熟，飞控与导航技术的快速发展，无人机具备了小型化、智能化、低成本的条件。2014 年消费级爆发式增长，形成了无人机军民两用格局。2) 无人机的使用需要无人机系统的支持。技术方面，无人机系统正向多样化、智能化、通用化趋势发展。军用方面，无人机系统将成为先进空中作战力量的主战装备和体系化、智能化作战的关键组成部分。民用方面：广泛的应用为无人机系统发展提供了产业化基础和市场化活力。
- 垂直起降固定翼飞行器凭借独特的构型，是近年来无人机乃至有人机领域最具活力的细分赛道之一。
- 2020 年垂直起降 (VTOL) 无人机加速军事化应用。因不受起降场地限制，能适应航海、山地等复杂地形环境，美将垂直起降飞行器列为美军十大未来关键装备之首。2020 年，美空军发布“敏捷至上”项目，极力推进电动垂直起降 eVTOL 无人机军事化应用。多家新兴 eVTOL 商企参与，目前 Joby 和 Beta 两家已经进入试飞阶段。项目预计于 2023 年完成飞行器适航审定，2025 年初具备规模化应用的水平，实现大规模采购。
- 2020 年垂直起降 (VTOL) 无人机在工业级应用领域不断拓展，同时继续加速城市交通商业化发展。1) 工业级成为全球民用无人机增长新引擎，市场逐步由 to C 转向 to B。随着应用场景的不断拓展，预计 2020 年工业无人机市场规模将首次超过消费级无人机，成为全球民用无人机的主要市场。根据 Frost & Sullivan 预测，2020-2024 年全球工业无人机市场 CAGR 高达 56.43%，成为全球民用市场增长新引擎，2024 年全球民用市场规模将达 4157.27 亿元，而垂直起降 (VTOL) 无人机也是发展亮点之一。2) VTOL 加速城市交通 (UAM) 商业化。2020 年，日韩率先从国家层面顶层设计 UAM 产业规划，明确了 UAM 发展的关键时间点。同时，eVTOL 企业受到全球资本包括产业资本的高度重视 (丰田、优步、腾讯等)，纷纷加紧布局，助力 UAM 商业化进程。

投资建议与投资标的

- 我们看好垂直起降 (VTOL) 无人机产业链机会

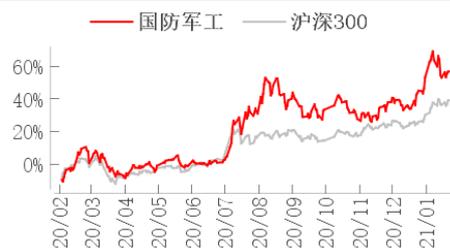
风险提示

- 新的无人机构型，商用市场发展不达预期

行业评级 看好 中性 看淡 (维持)

国家/地区 中国
 行业 国防军工行业
 报告发布日期 2021 年 01 月 24 日

行业表现



资料来源: WIND、东方证券研究所

证券分析师 王天一
 021-63325888*6126
 wangtianyi@orientsec.com.cn
 执业证书编号: S0860510120021

证券分析师 罗楠
 021-63325888*4036
 luonan@orientsec.com.cn
 执业证书编号: S0860518100001

证券分析师 冯函
 021-63325888*2900
 fenghan@orientsec.com.cn
 执业证书编号: S0860520070002

相关报告

紧扣景气主线，拥抱产业格局变迁红利：— 2020-12-21
 —2021 年军工投资策略

主动基金大幅加仓军工，但依然处于低配状态：2020Q3 军工行业基金持仓分析 2020-11-02

聚焦国防建设，五中全会首次提出“2027 年实现建军百年奋斗目标” 2020-11-01

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

目 录

1.无人机系统：2019-2029 全球累计产值超 4000 亿美元	5
1.1 无人机与无人机系统.....	5
1.2 无人机系统产业发展趋势.....	8
2.军用无人机：2020 垂直起降加速军事化运用	9
2.1 无人机：“全新物种”，深刻改变战争面貌.....	9
2.2 现状：我国军用无人机技术深厚，名扬国际市场.....	12
2.3 未来：垂直起降（VTOL）是无人机的发展趋势之一	15
2.3.1 垂直起降——美军十大未来关键装备之首	15
2.3.2“敏捷至上”项目——2020 美军极力推进 eVTOL 军事化	16
3.民用无人机：工业级成为新引擎，垂直起降加速城市交通商业化	18
3.1 2020 年，全球民用无人机市场逐步由 to C 转向 to B	18
3.2 垂直起降：新构型拓展行业全新应用场景.....	19
3.2.1 垂直起降：加速城市空中交通（UAM）商业化	19
3.2.2UAM 现状：我国政策不足但技术深厚，全球首发载人无人机	21
3.2.3UAM 未来：多方位优化产品，加快商业化节奏	26
风险提示.....	28

图表目录

图 1: 无人机行业发展历程.....	6
图 2: 无人机系统组成.....	6
图 3: 无人机系统产业发展趋势.....	8
图 4: 2020 年 7 月, 习近平总书记明确指出“无人作战正在深刻改变战争面貌”.....	9
图 5: 军用智能无人系统的三个发展方向.....	11
图 6: 中国电科展示无人机蜂群发射车.....	12
图 7: 彩虹无人机“脉动生产线”: 不到一周就可生产一架.....	13
图 8: 2000-2019 年全球无人机出口数量 (架).....	14
图 9: 2010-2019 年全球无人机出口数量占比 (按国家分).....	14
图 10: 2010-2019 年中国无人机出口数量占比 (按机型分).....	14
图 11: 彩虹-10 倾转旋翼无人机.....	16
图 12: 纵横股份 CW-30 大鹏垂直起降固定翼无人机.....	16
图 13: 2020 年 2 月, 美空军启动“敏捷至上” (Agility Prime) 项目.....	16
图 14: 全球民用无人机市场规模 (亿元).....	18
图 15: 2020 年工业无人机成为全球民用无人机新引擎.....	18
图 16: 中国民用无人机市场规模 (亿元).....	19
图 17: 2021 年工业无人机成为我国民用无人机新引擎.....	19
图 18: 垂直起降 (VTOL) 蕴含巨大市场需求.....	20
图 19: 乔比 (Joby Aviation): S4 电动垂直起降飞行器.....	27
图 20: 贝塔技术公司: 阿丽亚垂直起降固定翼飞行器.....	27
图 21: 按机型划分, 中国工业无人机整机市场规模 (亿元).....	28
图 22: 中国工业无人机整机市场各机型占比 (%).....	28
表 1: 无人机分类 (按气动布局分).....	5
表 2: 无人机系统分类表.....	6
表 3: RQ-4“全球鹰”无人机项目采购费投入情况.....	7
表 4: 我国军用无人机升级迭代速度快, 逐步向察打一体型发展.....	10
表 5: 需要重点加强的无人机系统技术.....	11
表 6: 无人机发动机应用情况.....	12
表 7: 2010-2019 年中国无人机出口数量 (按机型、出口国分).....	14
表 8: 美空军“敏捷至上”项目的三大应用场景和相应技术指标需求.....	16
表 9: 诸多商业电动垂直起降企业参与美空军“敏捷至上”项目.....	17
表 10: 美空军“敏捷至上”项目具体计划和进展情况.....	18

表 11: 电动垂直起降 (eVTOL) 受到资本市场青睐	20
表 12: eVTOL 加速城市空中交通 (UAM) 商业化	21
表 13: 传统车企积极布局 eVTOL	21
表 14: 无人机行业发展已上升至我国国家战略	22
表 15: 2020 年, 日韩在国家层面制定城市空中交通 (UAM) 产业政策规划	23
表 16: 民用无人机的共性技术需求	24
表 17: 民用无人机的发展趋势	25
表 18: 垂直起降固定翼和其他构型的技术差异点情况	26

1. 无人机系统：2019-2029 全球累计产值超 4000 亿美元

1.1 无人机与无人机系统

无人机是不搭载操作人员、由动力驱动、可重复使用、利用空气动力承载飞行、可携带有效载荷、在远程控制或自主规划的情况下完成指定任务的航空器。按照气动布局分类，无人机主要分为固定翼无人机、多旋翼无人机、无人直升机、垂直起降固定翼无人机。其中，垂直起降固定翼无人机兼具固定翼和多旋翼的特点，对起降场地要求低、可空中悬停，适用于大面积、长航时作业，可携带载荷作远距离探测，具有应用优势。

表 1：无人机分类（按气动布局分）

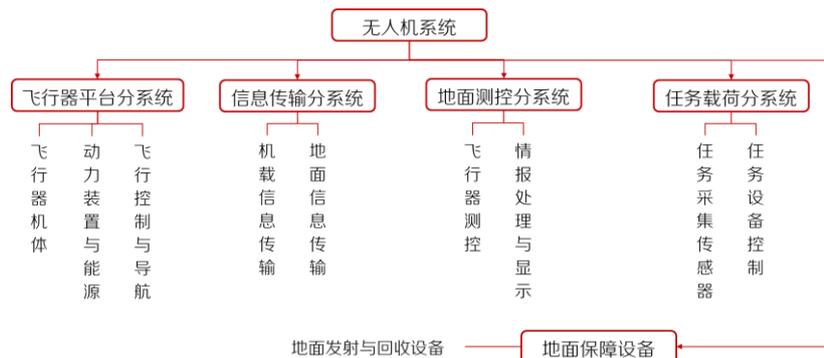
种类	优点	缺点	实物图
固定翼无人机	载重大、航时长、航程远、飞行速度快	便携性差、起降要求高、无法空中悬停	
多旋翼无人机	可垂直起降、可空中悬停、操作简单、性价比高	存在航时短、作业面积小、速度慢、载荷小	
无人直升机	速度快、载重大、可垂直起降、可空中悬停	技术复杂度高、使用和维护成本高	
垂直起降固定翼无人机	兼具固定翼无人机航时长、速度快、航程远的特点和多旋翼无人机垂直起降的功能	结构较复杂、便携性较差、制造成本及销售价格较高	

数据来源：纵横股份招股说明书，东方证券研究所

无人机逐步从军事专用拓展到民用领域，形成了军民两用格局。早期主要应用于军事领域，先后被用于靶机、侦查、情报探测、携弹打击等。20 世纪 80 年代以来，美国、日本、中国纷纷探索无人机在民用领域的应用。2008 至 2014 年，受益于信息化、任务载荷、卫星导航等技术的发展，无人机在军事领域及工业领域应用日益广泛。2014 年至今，随着无人机产业链趋于成熟，飞控与导航技术的快速发展，无人机具备了小型化、智能化、低成本的条件，消费级无人机快速发展，工业无人机在巡检、安防监控、农林植保、测绘与地理信息等领域同时得以快速发展。

图 1：无人机行业发展历程


数据来源：纵横股份招股说明书，东方证券研究所

图 2：无人机系统组成


数据来源：无人机系统概念和关键技术，东方证券研究所

无人机的使用需要无人机系统的支持。无人机系统是指指挥控制站、一架或多架无人机、机载任务载荷、数据链以及相关保障设施共同组成的功能系统。动力系统、任务载荷设备能力、感知与自主控制导航系统以及起降技术是无人机系统的四大关键核心技术。**无人机系统按大小、用途、性能特点可分为大型、中型、微小型无人机系统：**

- 1) **大型无人机系统**主要应用于军事高端需求领域，是整个产业体系的“塔尖”。制空作战、高空高速、长航时等任务功能的大型无人机系统，其开发复杂程度和技术挑战甚至超过了大部分有人作战飞机。世界上只有美国、英国、法国、以色列、中国等少数国家具有大型无人机系统独立发展能力，全球仅有十余家领先防务企业具备大型无人机系统研制生产能力。
- 2) **中型无人机系统**的性能可满足大多数常规战术场景和行业应用领域，一些科技工业基础不高的国家通过技术合作、引进生产线等方式也进入这一领域，全球约 40 个国家和地区、数百家制造商拥有中型无人机系统研制生产能力，其中既包括传统防务及航空制造企业，也包括不少新兴高科技企业参与。
- 3) **微小型无人机系统**借助成熟的软硬件技术和产品配套体系，正在特种作战场景和大众及消费领域不断开发应用，涉及技术、专业、资金门槛相对较低，从业企业数以千计，中国的大疆创新等企业已占有较大市场份额，形成产业规模效应。

表 2：无人机系统分类表

类别	性能特点	主要应用	典型产品
----	------	------	------

大型	最大起飞重量一般大于600千克,飞行高度、速度、航程、航时、隐身性、机动性、自主性等性能可超过有人机	临近空间飞行	X-51A 飞行高度达 20 千米,速度超过 5 马赫
		对地打击或制空作战	X-47B、“神经元”、“雷神”均是采用先进高隐身飞翼布局的无人作战技术验证机
		情报侦察及时敏目标打击	“捕食者”、“全球鹰”、“翼龙”、“彩虹”4/5, 巡航时间达 20-40 小时
		物资运输	K-MAX 无人直升运输机, 最大吊挂载荷达 2700 千克, AT200 货运无人机的有效载荷 1500 千克
中型	最大起飞重量 25-600 千克, 任务半径 50-1000 千米	战术侦查、目标指示、毁伤评估、诱饵欺骗、监测搜救	“影子”、ASN-209、AV500W、“黑杰克”等
		地质测绘、油气巡线、海事监测、缉私与边控、农林植保、通讯中继	S-100、FazerR、“鸮鹰”等
微小型	最大起飞重量一般小于 25 千克, 任务半径一般不超过 50 千米	超近程侦察、蜂群作战、特种作战	“大乌鸦”、“扫描鹰”、“丛林狼”等
		航拍娱乐、警用、电力巡检、农林植保、快递投送	“精灵”系列、3DR SOLO 等

数据来源:《无人机系统发展白皮书》, 东方证券研究所

从价值量看, 无人机配套系统约是无人机平台的 38.5%。无人机平台包括机体、发动机、系统成品和任务设备; 而无人机配套系统是指综合保障系统和地面通用站。根据美国空军《Aircraft Procurement, Air Force 2018》披露, 截至 2017 年美国空军已经完成了 55 套“全球鹰”无人机系统的采购工作, 采购费总投入为 43.54 亿美元。其中, 飞机平台 45 架, 采购费为 31.43 亿美元; 通用地面站 10 套, 采购费为 2.18 亿美元; 综合保障系统采购费为 9.93 亿美元。

表 3: RQ-4 “全球鹰”无人机项目采购费投入情况

类别	数量	费用/百万美元	单价/百万美元
1. 飞机平台: 包括机体、发动机、系统成品和任务设备			
Block 10	7	324.974	46.43
Block 20	6	326.777	54.46
Block 30	21	1655.795	78.85
Block 40	11	835.614	75.97
小计	45	3143.160	
类别			费用/百万美元
2. 综合保障系统			
Site Activation			4.186
Depot Standup			155.808
Spare			557.972
Integrated Contractor Support			67.108
Support Equipment			120.639
INMARSAT			7.863
DMS			5.630
Other Procurement/Production Support			48.736
PMA Contractor Services			2.048

PMA Other Government Costs			0.676
小计			992.898
类别	数量	费用/百万美元	单价/百万美元
3.地面通用站	10	218.212	21.82
合计		4354.27	

数据来源：中国航空新闻网，东方证券研究所

1.2 无人机系统产业发展趋势

从技术发展趋势看，无人机系统正向多样化、智能化、通用化发展。

- 1) 多样化：**随着产品谱系和应用场景不断丰富，技术进步不断推动无人机系统向高空化、远程化、高速化、长航时方向发展，并不断创新运用范围和使用方式；
- 2) 智能化：**自主性水平是无人机系统发展程度的重要标准，智能化将成为未来战争和社会发展的最突出趋势之一。无人机系统与其他无人系统、有人系统实现集群、编组等方式协同，可完成更为复杂的任务；
- 3) 通用化：**采用通用化的无人机系统“站”和“链”等软硬件，同一个“站”能够指挥控制多型、多架次无人机系统，并实现数据互联互通。此外，开放式系统架构和通用传感器/武器接口，将使得不同任务载荷在不同平台间“即插即用”。

图 3：无人机系统产业发展趋势



通用化
智能化
多样化



先进空中作战力量的主战装备
体系化、智能化作战的关键组成部分



民用领域的广泛应用为无人机系统发展提供了产业化基础和市场化活力

数据来源：《无人机系统发展白皮书》，东方证券研究所

军用方面，无人机系统将成为先进空中作战力量的主战装备和体系化、智能化作战的关键组成部分。高空、高速、隐身、长航时等先进无人机系统将在未来高危险区域、高强度对抗作战环境中显示出突出的战略突防能力和持久作战能力；有人无人协同、分布式空中作战、集群作战等将成为未来空中作战的重要形态，高性能无人机系统将成为未来智慧化空中力量建设的重中之重。信息化、网络化背景下装备体系对抗是未来高技术战争的主要作战样式，武器装备发展将由“以平台为中心”向“以任务能力为中心”的体系化、网络化转变，无人机系统通过对现有作战方式和装备体系的跨域“赋能”，有效推动信息组网和联合作战水平，充分发挥装备体系在信息化战争条件下全维、精确、敏捷的作战效能。

民用领域的广泛应用为无人机系统发展提供了产业化基础和市场化活力。无人机系统在航拍娱乐、农林植保、安防监测、地质测绘、电力巡检、物流运输等领域已获得广泛应用，并不断探索新概念新场景，如未来城市智能空中交通系统、无人空中物流等。在未来社会高度信息化、自动化、智能化趋势背景下，无人机系统将会加快对社会生活各行业领域的渗透、冲击、乃至颠覆，持续拓展产业发展空间。

根据《无人机系统发展白皮书》，2018 年全球无人机系统产业投资规模比 20 年前增长了 30 倍，预计 2019-2029 年全球无人机系统领域年均增速将保持 20% 以上，产值累计超过 4000 亿美元，并带动万亿美元级的产业配套拓展和创新服务市场。

2. 军用无人机：2020 垂直起降加速军事化运用

2.1 无人机：“全新物种”，深刻改变战争面貌

2020 年 7 月 23 日，在视察空军航空大学时，习近平总书记明确指出：“现在各类无人机系统大量出现，无人作战正在深刻改变战争面貌。要加强无人作战研究，加强无人机专业建设，加强实战化教育训练，加快培养无人机运用和指挥人才。”

图 4：2020 年 7 月，习近平总书记明确指出“无人作战正在深刻改变战争面貌”



数据来源：中国军网，东方证券研究所

在战争运用方面，无人机能大幅提升作战费效比。无人机代替有人机作战，能大幅降低单机、作战装备体系和实战成本，同时也能减少人这一宝贵作战资源的损失。

- 1) 单架无人机的采购成本远低于同功能、同级别的有人机。美军“黑鸟”战略侦察机采购成本约为 15~20 亿美元/架，而“全球鹰”战略侦察无人机只需 1 亿美元/架，仅占有人机单价采购成本的 1/15。改造退役有人机成无人机，也能带来巨大的成本优势。2017 年，波音公司接受军方一份合同，将 18 架 F-16s 战斗机通过加装人工智能系统改造为 QF-16 无人机，作为有人机的“忠诚僚机”使用。每架无人机成本仅 138 万美元，与动辄上亿美元的隐形战斗机相比，其成本几乎可以忽略不计。

- 2) **无人机可使美航母编队总成本大幅下降 81%**。根据《无人机与未来作战争议》，从出动率、燃油消耗、维修成本等多个方面综合分析，未来航母编队可采购 144 架无人机取代原来的 361 架有人机，将成本由约 900 亿美元降至 170 亿美元。**采用无人机后，在每艘航母作战能力不变的情况下，3 艘航母的总成本只相当于当前 2 艘航母的总成本。**
- 3) **大幅降低飞行员训练成本，延长作战时间**。有人机飞行员培养时间长、费用大，以美军 F-15 战斗机飞行员为例，培训时间长达 2.5 年，整个费用超 1000 万美元。相比之下，无人机操作员的培训时间通常只需要 120 小时，训练费用要低得多。从作战时间上看，无人机仅需少量时间保养和训练，大部分时间都可用于执行作战任务。而有人机通常只有 1/3 时间处于实战部署状态，2/3 时间用于训练和维护保养。

除此之外，无人机是军用装备的“全新物种”：升级迭代速度快，逐步向察打一体发展；且战损比例高，具备消耗品属性。我国军用无人机逐步从纯侦察升级至察打一体。目前军用无人机有长空一号、长虹一号、ASN 系列、WZ-2000、BZK-005、翼龙系列、翔龙、利剑、彩虹系列以及云影等型号。其中，翼龙系列、彩虹系列、利剑和云影等都是察打一体型无人机，均为 2000 年以后新亮相；而纯侦察无人机则主要包括翔龙和 BZK-005 侦察无人机。据统计，美国捕食者 A 自 2001 年投入实战以来，已累计生产 550 架，到目前已损失 300 架以上，战损比高达 54.4%。反观美国 F15 系列战机，已累计生产 894 架，到目前已损失 109 架以上，战损比仅 12.2%。因此与有人机相比，无人机属于消耗性武器。

表 4：我国军用无人机升级迭代速度快，逐步向察打一体型发展

机型	型号	首次公开	公开时间	承制单位	对标型号	对标单价/万美元
侦查	长虹一号	装备部队	1980	北京航天航空	BQM-147H	/
靶机	长空一号	第 37 届巴黎航展	1987/6	南京航天航空	拉-17	/
侦察	ASN-105	产品推出	1990	西安爱生	/	/
侦察	ASN-206	第 1 届珠海航展	1996	西安爱生	/	/
侦查	WZ-2000	第 4 届珠海航展	2002/11/4	贵飞	RQ-4 全球鹰	4800-7000
察打一体	翔龙	第 6 届珠海航展	2006/10/31	成飞	RQ-4 全球鹰	4800-7000
侦查	BZK-005	第 6 届珠海航展	2006/10/31	天宇长鹰、哈飞	RQ-4 全球鹰	4800-7000
察打一体	彩虹-3	国庆 60 周年阅兵	2009/10/1	航天彩虹	MQ-1 捕食者	450
察打一体	彩虹-4	第 9 届珠海航展	2012/11/14	航天彩虹	MQ-9 死神	1000
察打一体	翼龙 1	第 9 届珠海航展	2012/11/14	成飞	MQ-1 捕食者	450
察打一体	鹞鹰 II	第 5 届中国无人机展览	2014/9	贵飞	MQ-9 死神	1000
察打一体	WJ-600A/D	第 10 届珠海航展	2014/11	航天三院	Avenger 复仇者	/
察打一体	彩虹-5	第 11 届珠海航展	2016/11	航天彩虹	MQ-1 捕食者	450
察打一体	云影	第 11 届珠海航展	2016/11	成飞	MQ-9 死神	1000
察打一体	翼龙-2	第 52 届巴黎航展	2017/6	成飞	MQ-9 死神	1000
察打一体	飞鸿-95	第 3 届无人机产业博览	2018/5	航天九院	MQ-9B 守护者	10000
察打一体	BZK-005L	改进测试成功	2018/7	天宇长鹰	RQ-4 全球鹰	4800-7000
察打一体	彩虹-7	第 12 届珠海航展	2018/11	航天彩虹	RQ-180、X-47B	/
察打一体	彩虹-10	第 12 届珠海航展	2018/11	航天彩虹	/	/

察打一体	翼龙 1-D	第 12 届珠海航展	2018/11	成飞	MQ-1C 灰鹰	700
察打一体	BZK-005C	实弹打靶演习	2018/11	天宇长鹰	RQ-4 全球鹰	4800-7000
侦查	BZK-005E	第 12 届珠海航展	2018/11	天宇长鹰	RQ-4 全球鹰	4800-7000
察打一体	WJ-700	第 12 届珠海航展	2018/11	航天三院	/	/
察打一体	攻击 11	国庆 70 周年阅兵	2019/10/1	洪都、沈飞	X-47B	100000

数据来源：中国军网，全球无人机网，百度百科，搜狐，网易，东方证券研究所

无人机深刻改变了战争面貌，同时军用也促进无人机系统的强烈需求，引领前沿技术发展。军用无人机系统更强调在复杂的作战场景和极端的使用环境下，满足先进的技战术性能、高可靠性、保密安全性等要求，因此，军用无人机系统发展要求更先进更复杂的专业化科技工业体系支撑，同时不断创新应用高性能材料、新能源动力、人工智能、电子信息等领域的前沿科技，并牵引技术发展的新方向。

表 5：需要重点加强的无人机系统技术

领域	重点加强的技术能力
体系技术	<ul style="list-style-type: none"> ● 无人机系统作战概念支撑技术，发展集群作战、跨域协同概念技术能力 ● 赛博空间的网络及空域安全技术，发展复杂网络环境下的运行控制、信息网络架构、有人无人协同、有效空域监测及拒止等技术能力 ● 通用化、模块化和标准化技术，发展开放体系构架及公共控制与接口标准、异构平台协同控制、模块化任务系统开发等技术能力
产品技术	无人机系统综合集成及主要子系统技术，发展先进平台设计、一体化地面指挥控制、安全性高和抗干扰能力强的数据链、先进传感器载荷、小型精确制导武器等技术能力
关键技术	无人机系统自主控制与智能作战技术，发展综合智能感知、自主决策、机器学习、人机交互等技术能力

数据来源：《无人机系统发展白皮书》，东方证券研究所

无人机集群化作战是未来空中作战的重要形态，中国电科展示无人机蜂群发射车。有人无人协同、分布式空中作战、集群作战等被列为未来空中作战的重要形态，高性能无人机系统是未来智慧化空中力量建设的重中之重。无人机蜂群技术具体是指无人机大规模自组网和自编队技术。2019 年 1 月 17 日，习主席在参观天津中关村协同创新展示中心时，观看了无人机集群智能控制系统的产品展示，体现了蜂群技术在未来无人机自主创新过程中的重要性。中国电科作为从事国家重要军民大型电子信息系统的工程建设单位，在 2020 年 10 月 14 日展示了最新的无人机蜂群发射车。该系统可采取地面发射和空中发射两种方式，用于地面发射的发射车可以一次储存和发射 48 架无人机。空中发射则是借助直升机投掷，无人机到空中后自主展开。

图 5：军用智能无人系统的三个发展方向



数据来源：智能化战争与无人系统技术的发展，有人机/无人机协同作战研究现状及关键技术浅析，智能无人系统改变未来，东方证券研究所

图 6：中国电科展示无人机蜂群发射车


数据来源：腾讯网，东方证券研究所

2.2 现状：我国军用无人机技术深厚，名扬国际市场

我国军用无人机关键部件已基本实现国产化。首先是机体材料，近些年随着我国材料行业迅速发展，国内优质碳纤维制造商不断涌现，彩虹机体材料已可实现全国产化；第二，电子核心器件，无人机没有大型运算和高精度图像处理，不使用高端芯片所以不受西方制裁和封锁；第三，发动机方面，例如彩虹使用的很多发动机现都已实现国产化，并完成相关国产化试验工作，可实现国产发动机替代方案。

表 6：无人机发动机应用情况

类型	特点	适用无人机	典型动力装置
活塞发动机	油耗低、技术成熟、早期无人机多采用活塞式发动机作动力。至今，大多数无人机的动力装置也还是采用活塞式发动机为动力	低速、中低空的侦察以及长航时无人机、无人机直升机	奥地利的 Rotax 582/586/912/914
涡轴发动机	涡轴发动机和涡桨发动机差别不大：涡桨发动机输出轴功率带动螺旋桨，涡轴发动机输出功率带动直升机、垂直起降或倾转旋翼机的旋翼	无人直升机、垂直起降无人机	Rolls-Royce Allison AE 3007H、Williams 的 FJ44-1A/2A
涡桨发动机	同样用螺旋桨作为推进器，涡桨发动机比活塞式发动机功率更大、性能更好、使无人机满足高速飞行的要求	中、高空长航时无人机	Honeywell、TPE331-10T
涡喷发动机	对于要求高亚音速飞行的无人机，宜采用涡喷发动机，但油耗较大	飞行时间较短的中高空、高速侦察机及靶机、无人攻击机，飞机起飞质量可达 2500kg	MicroturboTRS18-076 、 TRS18-1TRI60-2/3/4/5 、 Williams WR2-6WR24-6/7 WJ24-8
涡扇发动机	高空高速性能优于涡桨发动机，经济性优于涡喷发动机，适合高空长航时无人机	高空长航时无人机、无人机战斗机	Rolls-Royce Allison AE 3007H、Williams 的 FJ44-1A/2A
电池组及电动机	结构简单、重量轻、使用方便，可使无人机的噪音和红外特征很小，同时又能提供与内燃机不	便携式轻型无人机、监视型微型飞行器、可空中发射展开的	大疆无人机、全华时代警用无人机

	相上下的比功率。适合作低空、低速、小型（微型）无人机的动力	小型无人机、可回收式或消耗性小型无人机	
--	-------------------------------	---------------------	--

数据来源：前瞻网，东方证券研究所

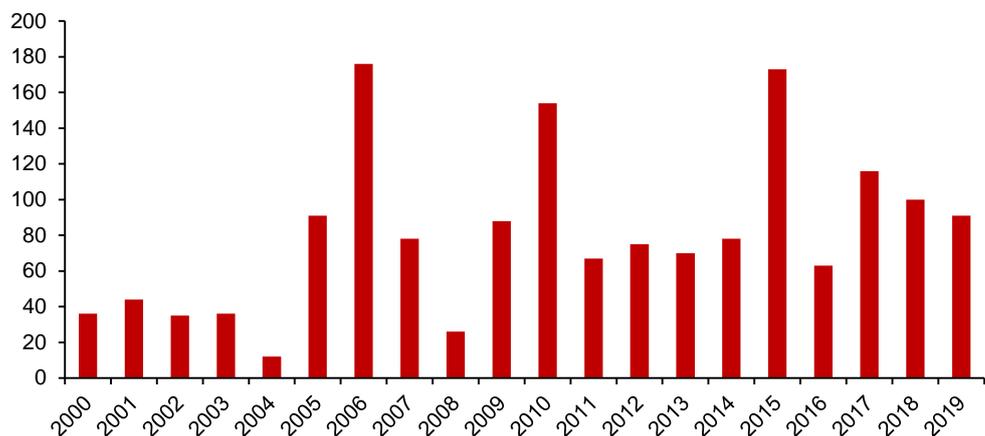
目前，中国军用无人机发动机主要以航空活塞发动机为主，但是未来中国发展察打一体无人机，小型涡扇/涡喷发动机不可或缺。相对比活塞发动机，涡扇/涡喷发动机拥有更大的推重比、更快的速度、更高的飞行高度。2018年11月，中国航发在珠海航展上展示了 AEF50E 涡扇发动机、AEP50E 涡桨发动机、AEF20E 涡喷发动机等 3 款可用于无人机的发动机，填补了我国急需的无人机动力空白。

图 7：彩虹无人机“脉动生产线”：不到一周就可生产一架



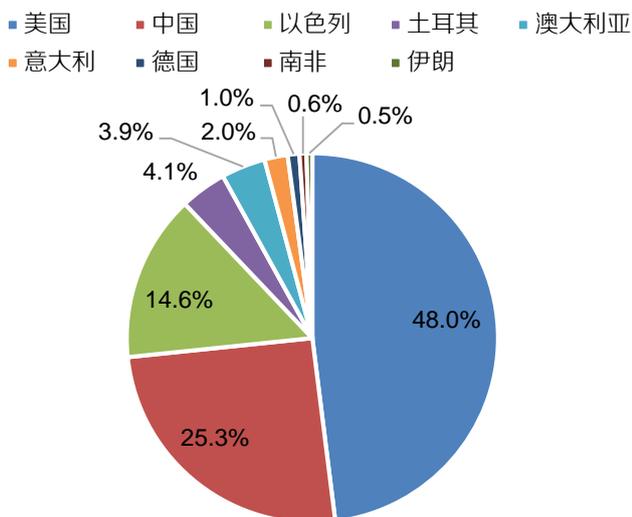
数据来源：搜狐网，东方证券研究所

除了关键部件已实现国产化之外，产能方面也有大幅提升，脉动生产线可年产 200 架彩虹无人机。不同于固定站位的传统生产线，脉动生产线是一种不间断快速流动的自动化生产线，是目前航空制造中效率最高的总装生产线，能保障现代战机的批量生产交付。2020 年 1 月，由中国彩虹无人机科技公司新建设的彩虹无人机脉动生产线首次亮相。该条彩虹无人机生产线总体设置了 6 个站位，每个站位都对应着细致精准的工序内容。6 个站位之间的联系是通过一条导轨，如此脉动生产线不仅有着传统站位的装配特征，也可以实现装备生产的快速流动性。彩虹无人机科技除了这条位于浙江台州的脉动生产线，在河北固安同样建有多条脉动生产线，所有脉动生产线一年彩虹-4、彩虹-5 的合计产量可以保持在 200 架左右。

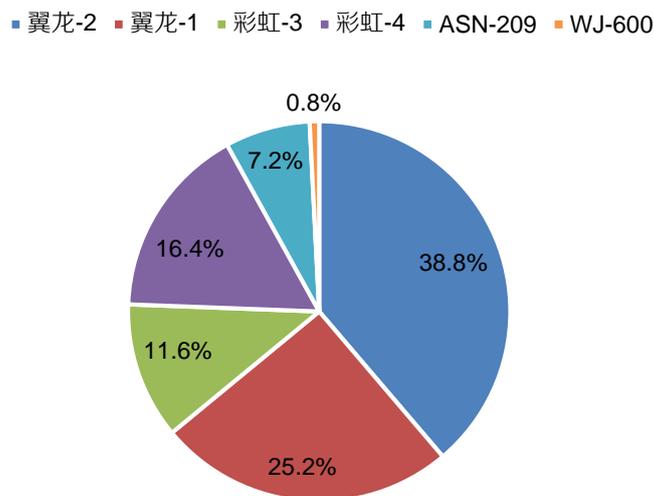
图 8：2000-2019 年全球无人机出口数量（架）


数据来源：SIPRI，东方证券研究所

同时，我国军用无人机也备受国际市场青睐，市场份额仅次于美国，翼龙系列为出口主力机型。2000-2019 年，全球无人机共出口 1609 架。2000-2004 年，全球无人机出口年均仅 33 架；而 2005-2019 年，全球无人机出口数量显著提升，年均高达 97 架。按出口国家分，2010-2019 年美国共出口 474 架无人机，占据全球无人机 48.0% 的出口市场。我国紧随其后，以 25.3% 的市场份额居于全球第二。从机型看，翼龙系列无人机为我国出口主力机型，占比高达 64%；彩虹系列无人机占比 28%，仅次于翼龙系列。

图 9：2010-2019 年全球无人机出口数量占比（按国家分）


数据来源：SIPRI，东方证券研究所

图 10：2010-2019 年中国无人机出口数量占比（按机型分）


数据来源：SIPRI，东方证券研究所

无人机生产线跨出国门，占据中东无人机的主要市场。2017 年 3 月，沙特阿拉伯引进彩虹无人机生产线，引进的“彩虹-4”配备了卫星通信天线，挂载的武器主要是 AR-1 激光制导近程空对地导弹以及 FT-9 制导炸弹。在此前，“彩虹”无人机生产线已经出口到了巴基斯坦和缅甸。目前，中国以翼龙与彩虹为代表的企业已经占据了中东无人机的主要市场。按照出口国分，2010-2019 年沙特阿拉伯、埃及、阿拉伯联合酋长国合计购买了我国 68% 的出口无人机。

表 7：2010-2019 年中国无人机出口数量（按机型、出口国分）

机型	出口国	架数	机型	出口国	架数
翼龙-2	沙特阿拉伯	50	彩虹-3	缅甸	12
	埃及	32		阿尔及利亚	5
	阿拉伯联合酋长国	15		尼日利亚	5
翼龙-1	阿拉伯联合酋长国	25		苏丹	5
	沙特阿拉伯	15		土库曼斯坦	2
	埃及	10		彩虹-4	伊拉克
	巴基斯坦	5	印度尼西亚		8
	乌兹别克斯坦	5	约旦		6
哈萨克斯坦	3	阿尔及利亚	5		
ASN-209	埃及	18	沙特阿拉伯		5
WJ-600	土库曼斯坦	2	苏丹	5	

数据来源：SIPRI，东方证券研究所

2.3 未来：垂直起降（VTOL）是无人机的发展趋势之一

2.3.1 垂直起降——美军十大未来关键装备之首

因不受起降场地限制，能适应航海、山地等复杂地形环境，美国将垂直起降飞行器列为美军十大未来关键装备之首。垂直起降固定翼无人机主要有两条技术路线。1) 倾转旋翼无人机：通过旋转发动机方向分别提供垂直起降和前飞两个阶段所需的升力和推力，代表型号有美国 V-22 鱼鹰的舰载无人机版“鹰眼”和我国的彩虹-10 等。2) 旋翼固定翼复合式：采取两套动力系统，旋翼提供垂直升力，固定翼模式下由推进发动机提供动力，代表型号有纵横股份“CW 大鹏”系列，彩虹 CH-804D 等。

电推进系统可替代复杂机械传动组件，优化倾转旋翼构型。倾转旋翼构型能够在确保良好垂直起降性能的前提下提高平飞效率，从而兼顾垂直起降能力与巡航经济性，相较于旋翼构型能够大幅提升航程。倾转旋翼技术的研发与应用已有数十年历史，V-22 等型号已经在特种作战等场景下获得了广泛应用，但采用传统动力系统的倾转旋翼机，其发动机功率输出机构与旋翼之间需要极为复杂的机械传动组件，显著增加了平台复杂性和重量，对可靠性带来了一定影响。电推进系统的应用有效规避了上述风险，电机可直接安置于倾转翼组件处，通过线缆传输电能驱动电机，无需动力传动组件，大幅降低了机械结构的复杂度，其维护特性能够得到保证。

相较于倾转旋翼构型，旋翼固定翼混合构型简化了结构，避免了倾转部件的影响。旋翼固定翼复合无人机在两侧机翼中部的前后方各设置一个定距螺旋桨，提供垂直起降所需升力，机身尾部设置一个推进螺旋桨，提供平飞巡航阶段的推力。在平飞巡航阶段，机翼位置的 4 个螺旋桨将停转并固定在最小阻力位置，从而降低平飞阶段的阻力。混合构型在兼顾了多旋翼飞行器的垂直起降性能与固定翼飞行器的平飞高效特性，相较于倾转旋翼构型，混合构型结构简单、无倾转部件。其次，固定翼与旋翼结构并存实际是一种妥协，两者会互相影响，一方面结构质量大，另一方面效率受限，在垂直起降阶段，大面积的机翼会增大起降阻力；在平飞阶段，旋翼会增大阻力。为了平衡这种影响，可以在平飞阶段停转螺旋桨并固定位置。

图 11: 彩虹-10 倾转旋翼无人机



数据来源: 观察者网, 东方证券研究所

图 12: 纵横股份 CW-30 大鹏垂直起降固定翼无人机

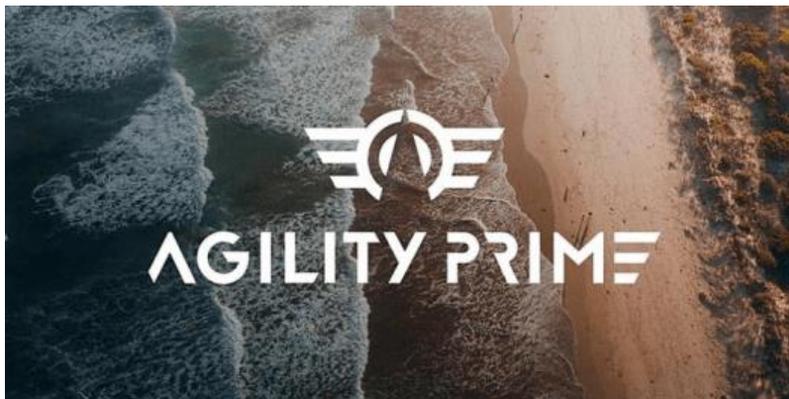


数据来源: 纵横股份, 东方证券研究所

2.3.2 “敏捷至上”项目——2020 美军极力推进 eVTOL 军事化

美军“敏捷至上”项目推动商业电动垂直起降技术向军事领域转化。2020 年 2 月, 美空军启动了名为“敏捷至上”(Agility Prime)项目, 探索航空业新兴的电动垂直起降(eVTOL)技术在特种作战、救援搜索、短距运输等军事任务应用的可行性, 推动商用技术向军事领域转化。预计于 2023 年完成飞行器适航审定, 2025 年初具备规模化应用的水平, 实现大规模采购。

图 13: 2020 年 2 月, 美空军启动“敏捷至上”(Agility Prime)项目



数据来源: 中国航空报, 东方证券研究所

“敏捷至上”项目将军用电动垂直起降飞行器命名为适应性保障飞行器(ORB), 应满足的技术要求主要包括以下 5 个方面: 1) 机械结构较传统垂直起降飞行器简化, 从而降低维护成本和周期; 2) 应用自主飞行技术, 提高安全性、降低人员操作需求; 3) 经济性, 可批量生产应用; 4) 采用分布式电推进技术实现低噪声; 5) 灵活、敏捷, 减少对基础设施的依赖。相应的, 飞行器应具备的技术要素包含: 1) 采用分布式推进系统; 2) 采用电推进系统; 3) 有人驾驶, 或遥控驾驶, 或自主飞行; 4) 垂直起降; 5) 具备悬停能力; 6) 可具备升力表面; 7) 模块化设计。

表 8: 美空军“敏捷至上”项目的三大应用场景和相应技术指标需求

	第一类(大型载人)	第二类(小型载人)	第三类(载货)
--	-----------	-----------	---------

有效商用载荷	3-8 人	1-2 人, 或同等重量的货物	大于 230kg; 最大起飞重量大于 600kg
推进方式	全电或混合电推进	全电或混合电推进	全电或混合电推进
航程/km	>161	>16	>322
飞行速度/km/h	>161	>72	>161
航时/min	>60	>15	>100

数据来源：中国航空报，东方证券研究所

相较于商用领域的电动垂直起降飞行器，“敏捷至上”提出的技术要求有一定差异性。对于上述第一类应用场景，敏捷至上提出的技术指标要高于现有的典型商用技术指标，例如贝尔公司于 2020 年 1 月提出的 Nexus 4EX 商用飞行器方案航程为 95km，同期现代公司 S-A1 方案航程同样约 100km，这一航程能够满足典型的商用城市空运需求，但不能满足军事任务需求；第二类 and 第三类飞行器在商用领域的应用场景尚未凸显，因而未得到广泛关注。此外，军事任务的环境条件与城市存在显著差异，需要考虑结冰防护等多种环境控制问题。美空军表示，采购的飞行器型号不会是军用定制的，而是与商用市场版本相同的型号。

表 9：诸多商业电动垂直起降企业参与美空军“敏捷至上”项目

应用场景	参与公司与型号	示例
第一类（大型载人）	乔比飞机公司（Joby Aviation）：S4 电动垂直起降飞行器	
	贝塔技术公司（BETA Technology）：阿丽亚飞行器	
	提升飞机公司（LIFT）	已完成原型机试飞
	皮亚塞茨基飞机公司（Piasecki）	在敏捷至上线上活动中展示概念方案
第二类（小型载人）	飞特公司（Flyt）：红色蜂鸟（Red Hummingbird）轻型电动垂直起降飞行器	
第三类（载货）	军刀飞机公司：雷戈-A 飞行器	
	艾罗伊公司（Elroy Air）与巴航 X 公司（Embraer X）合作：礼拜堂（Chaparral）飞行器	

数据来源：中国航空报，东方证券研究所

“敏捷至上”项目第一阶段投资总额远远超出预算，多家新兴 eVTOL 商企参与，Joby 和 Beta 两家已经进入试飞阶段。美空军对“敏捷至上”项目的风投集中在自主飞控、先进材料和制造工艺、

声学技术、避撞系统等，敏捷至上项目已开始与参与方签署合同，美国初创公司军刀飞机公司（Sabrewing）获得了金额 325 万美元的小型企业创新研究合同。第一阶段计划投资总额为 1000 万美元，目前的投资额已经大大超过原计划。截至目前，Joby 和 Beta 两家中标入选试飞阶段。

表 10: 美空军“敏捷至上”项目具体计划和进展情况

	具体计划	进展情况
第一阶段： 提交解决方案概要	计划投资总额为 1000 万美元，单个项目的投资额不超过 15 万美元，单个项目的执行期不超过 6 个月	第一阶段中标项目投入超过 3800 万美元，大大超过原计划的 1000 万美元的第一阶段投资总额
第二阶段： 原型机技术验证	对单个项目的投资额不超过 75 万美元，单个项目的执行期不超过 15 个月	/
第三阶段： 试飞阶段	选出最有前景的项目进行战略投资，最高可达 3000 万美元，投资期为 4 年	截至 2020 年 10 月 28 日，Joby 和 Beta 两家中标入选该阶段

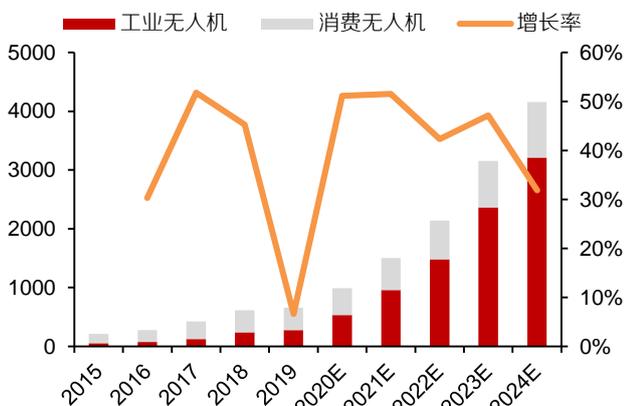
数据来源：中国航空报，电动航空报道，东方证券研究所

3. 民用无人机：工业级成为新引擎，垂直起降加速城市交通商业化

3.1 2020 年，全球民用无人机市场逐步由 to C 转向 to B

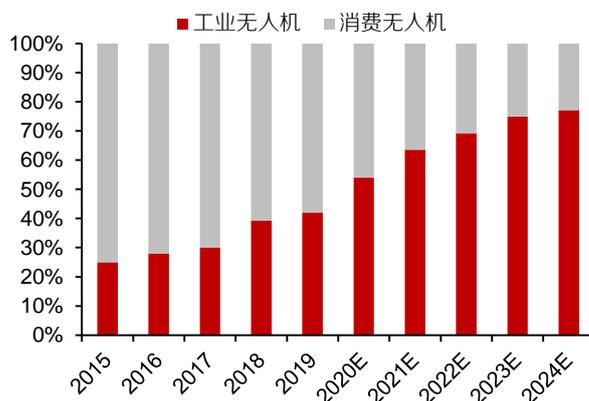
民用无人机分为消费级无人机和工业无人机。1) 消费级无人机主要用于航拍和娱乐，着重拍摄功能和可操作性。2) 工业无人机注重经济效益，追求巡航速度、续航时间等性能的平衡，对无人机的专业化应用要求高。通过搭载不同的任务载荷，如热红外相机、高光谱相机、激光雷达、光电吊舱等，实现不同专业功能，从而满足对应的行业需求。其主要应用于测绘与地理信息、巡检、安防监控、应急等领域。

图 14: 全球民用无人机市场规模（亿元）



数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

图 15: 2020 年工业无人机成为全球民用无人机新引擎



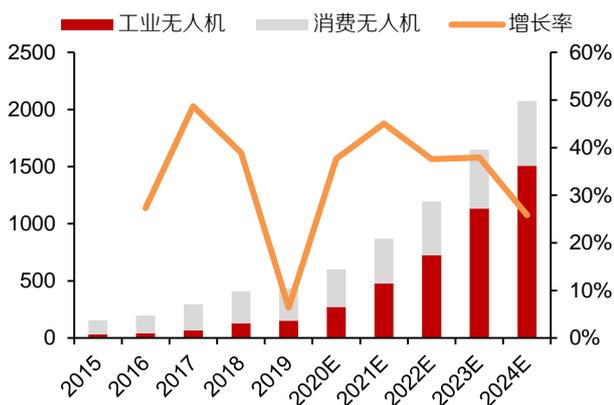
数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

2020-2024 年消费无人机增速疲软，工业无人机成为全球民用无人机新引擎，市场逐步由 to C 转向 to B。根据 Frost & Sullivan 预测，2020-2024 年全球民用无人机市场的 CAGR 高达 43.03%，预计 2024 年市场规模将达 4157.27 亿元。随着应用场景的不断拓展，全球工业无人机实现快速发展，预计 2020 年工业无人机市场规模将首次超过消费级无人机，成为全球民用无人机的主要市场。

2020-2024 年全球消费无人机的 CAGR 将有所下滑，从 2015-2019 年的 24.09% 下降至 20.00%；而同期工业无人机将保持高增速，从 2015-2019 年的 50.62% 增长至 56.43%。

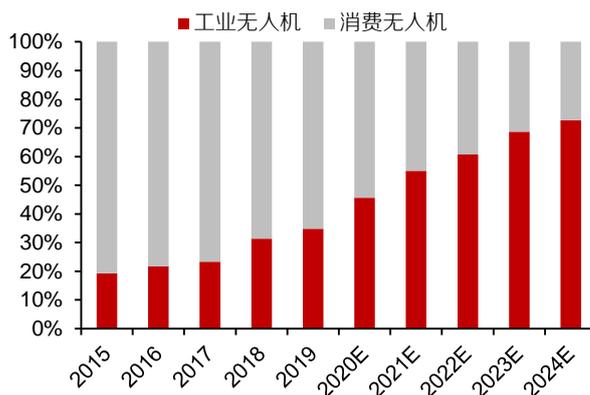
中国是全球民用无人机的主要市场，中国工业无人机市场规模将在 2021 年首次超过消费级无人机。2020 年中国民用无人机市场规模为 599.05 亿元，占全球民用无人机市场的 60.30%，属于全球领先地位。从市场结构上看，2020 年我国消费级无人机市场规模为 325.83 亿元，占比 54.39%；工业无人机市场规模 273.21 亿元，占比 45.61%。2021-2024 年，工业无人机将占据我国民用无人机主要市场，市场占比从 55.01% 快速增长至 72.65%。同期，我国工业无人机 CAGR 维持 53.27% 的高增速，成为我国民用无人机发展的新引擎。

图 16：中国民用无人机市场规模（亿元）



数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

图 17：2021 年工业无人机成为我国民用无人机新引擎

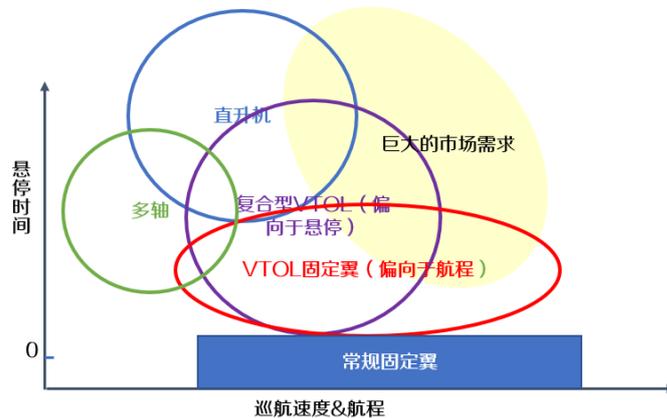


数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

3.2 垂直起降：新构型拓展行业全新应用场景

3.2.1 垂直起降：加速城市空中交通（UAM）商业化

兼具优秀悬停能力、长巡航速度与航程的垂直起降（VTOL）无人机蕴含巨大市场需求。现今，无人机在悬停时间、巡航速度、航程与起降场地方面都提出了更高的要求，而多旋翼、直升机和固定翼无人机都无法同时满足这种多方位的需求。多旋翼无人机受制于续航时间和航程短；无人直升机则造价较贵，飞控难度也较高；而固定翼无人机则是对起降场地的要求较高，一般需要跑道。垂直起降无人机因兼具优秀悬停能力和较长的巡航速度与航程受到市场关注。其中，复合型垂直起降无人机（VTOL）和垂直起降固定翼无人机各有侧重：复合型 VTOL 偏重于悬停时间，垂直起降固定翼在航程上更有优势。

图 18：垂直起降（VTOL）蕴含巨大市场需求


数据来源：搜狐网，东方证券研究所

eVTOL 打开新应用场景城市空中交通（UAM），资本助力新兴 eVTOL 企业加速 UAM 商业化。根据美国国家航空航天局发布的《城市空中交通空域整合概念和考虑因素》中的定义，“城市空中交通（UAM）”是“城市内适用于载人飞行器和无人飞行器系统的安全高效交通运作方式”。目前，具有优秀悬停能力、长巡航速度与航程、低噪音的电动垂直起降（eVTOL）飞行器获得腾讯等资本的追捧。另外，空中客车、波音等大公司以及 Lillium、Volocopter、Kitty Hawk 等新兴企业都正在打造自己的电动垂直起降飞行器以用于城市空中交通。eVTOL 的商业化要经历七个阶段：设计、公告、验证测试、全尺寸测试、载人测试、生产、商业化推广。我国亿航公司是全球为数不多实现量产销售的 eVTOL 公司。

表 11：电动垂直起降（eVTOL）受到资本市场青睐

公司信息	阶段	投资单位	金额/美元	时间
亿航智能 (中国) 2014 年成立	天使轮	乐搏资本杨宁，真格基金，青云创投，伽利略资本	150 万	2014/4
	A 轮	GGV 纪源资本领投，乐搏资本，伽利略资本，真格基金	1000 万	2014/12
	B 轮	金浦投资领投，伽利略资本，东方富海，乐搏资本，真格基金，GGV 纪源资本	4200 万	2015/8
	IPO	/	4000 万	2019/12
Lilium Aviation (德国) 2015 年成立	A 轮	Skype 联合创始人尼古拉斯曾斯特拉姆的风投公司阿托米克领投	1070 万	2016/12
	B 轮	腾讯领投，LGT、阿托米克、Obvious Ventures 跟投	9000 万	2017/9
	C 轮	腾讯领投，阿托米克、Freigeist、LGT 跟投	2.4 亿	2020/3
	C 轮	Baillie Gifford	3500 万	2020/6
Joby Aviation (美国) 2009 年成立	A 轮	摩羯座投资集团	3000 万	2016/12/1
	B 轮	丰田 AI 风投，Sky Dayton, Ron Conwey, Paul Sciarra, 捷蓝科技风投, 8VC, AME 云创投, 艾伦公司, 摩羯座投资集团, EDB 投资, 英特尔资本	1 亿	2018/2/2
	B+轮	Trucks Venture Capital	未披露	2019/1/15
	C 轮	丰田汽车（领投），丰田 AI 风投，Baillie Gifford, AME 云创投，捷蓝科技风投，摩羯座投资集团，英特尔投资，Global Oryx, Sparx	5.9 亿	2020/1/16

	战略融资	优步	7500 万	2020/12/14
SkyDrive (日本) 2018 年成立	A 轮	Z Corporation Japan, VeriServe, 三井住友金融集团, Strive, 大林公司, 日本电气, 伊藤忠商事株式会社, 能源与环境投资有限公司, ENEOS Innovation Partners	1400 万	2019/10/01
	B 轮	Z Corporation, Strive, 伊藤忠商事株式会社, 能源与环境投资有限公司	3700 万	2020/9/2
现代与 Uber 联合计划 (韩国)	/	现代汽车、UBER	15 亿	2020/1/7

数据来源: 36 氪, IT 桔子, 天眼查, 盖世汽车, 东方证券研究所

表 12: eVTOL 加速城市空中交通 (UAM) 商业化

公司	产品	进展阶段	开发时间	商业化推广时间
亿航	Ehang 216、116、184	商业化	2013	2019
Volocopter	Volocopter 2x、VC2000	载人测试	2012	/
Lilium	Lilium Jet	全尺寸测试	2014	2025
Airbus	Vahana City Airbus Pop Up	全尺寸测试	2016	2020
Boeing	Aurora eVTOL	全尺寸测试	1989	/
Bell Helicopter	Nexus	验证测试	2018	/
Kitty Hawk	Cora Flyer	载人测试	2010	2021
Joby Aviation	S4/S2	载人测试	2009	/

数据来源: 《亿航智能城市空中交通系统白皮书》, 东方证券研究所

除新兴企业外, 传统车企也加紧布局 eVTOL。近年来吉利、丰田、小鹏、现代、克莱斯勒等一众车企纷纷并购布局, 也陆续推出了自己的原型机, 其中吉利汽车最早于 2020 年 6 月发布的吉利 TF-2A 即可实现 180km/h 的飞行速度以及 100 公里的最大飞行里程。在 2020 年 CES 展上, 现代、克莱斯勒等汽车巨头也纷纷展示垂直升降汽车概念产品。

表 13: 传统车企积极布局 eVTOL

时间	收购方和收购对象	金额	产品发布时间
2017.11.14	吉利汽车收购 Terrafugia	/	2020.6.22
2019.10	吉利和戴姆勒汽车投资 Volocopter	各 500 万欧元	/
2018.2	丰田汽车领投 Joby Aviations	1 亿美元	/
2020.1	丰田汽车注资 Joby Aviations	3.94 亿美元	/
2020.9.23	小鹏汽车成立广州汇天航空航天科技	800 万元人民币	2020.9.26
2020.1	现代与 Uber 共同开发电动空中出租车	/	2021.1.14
2021.1	克莱斯勒汽车与 Archer Aviation 合作研发	/	2021.1.14

数据来源: 凤凰网, 36 氪, 腾讯新闻, 东方证券研究所

3.2.2 UAM 现状: 我国政策不足但技术深厚, 全球首发载人无人机

民用无人机产业受政策和技术驱动，我国 UAM 产业政策相对不足但技术深厚。政策方面，我国早已确定无人机行业为国家战略。但是对于新兴的城市空中交通 UAM 产业，我国尚未在国家层面制定 UAM 产业规划。技术方面，我国工信部对民用各领域的技术共性需求早已作出判断。经过多年发展，在广东珠三角构建了强大的无人机产业供应链，以深圳为主形成了中国乃至全球民用无人机产业发展的领头羊，为我国无人机相关技术打下深厚基础。

政策：日韩率先顶层设计 UAM 产业，我国略有落后

我国无人机行业已上升至国家战略，行业高增长格局早已确立。《国家战略性新兴产业发展“十二五”规划》、《国家战略性新兴产业发展“十三五”规划》中，明确将无人机产业纳入到国家战略性新兴产业高科技产业定位和国民经济战略地位，给予长期的、稳定的支持。《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》是国家出台的首个关于无人机行业的重要支持政策，意味着该行业发展已上升至国家战略，行业高增长格局已经确立。

表 14：无人机行业发展已上升至我国国家战略

政策	发布单位	具体内容
《国家战略性新兴产业发展“十二五”规划》	国务院	明确将无人机产业纳入到国家战略性新兴产业定位和国民经济战略地位，从发展战略、行业立法、产业政策、财政投入等方面，给予长期的、稳定的支持
《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、中央网信办	<ul style="list-style-type: none"> ● 将推动人工智能技术在无人系统领域的融合应用，发展无人飞行器、无人船等多种形态的无人设备 ● 加快消费级和行业级无人系统的商用化进程，完善无人飞行器等无人系统的适航管理、安全管理和运营机制 ● 支持微型和轻小型智能无人系统的研发与应用，突破高性能无人系统的结构设计、智能材料、自动巡航、远程遥控、图像回传等技术 ● 以需求为导向推进智能无人系统的应用示范，提升无人系统的智能化水平，推动在物流、农业、测绘、电力巡线、安全巡逻、应急救援等重要行业领域的创新应用
《国家战略性新兴产业发展“十三五”规划》	国务院	<ul style="list-style-type: none"> ● 加快航空科研试验重大基础设施建设，加大结构强度、飞行控制、电磁兼容、环境试验等计量测试和验证条件投入，加强试飞条件建设 ● 大力开发市场需求大的民用直升机、多用途飞机、特种飞机和工业级无人机 ● 完善产业配套体系建设。提高航空材料和基础元器件自主制造水平，掌握铝锂合金、复合材料等加工制造核心技术 ● 大力发展高可靠性、长寿命、环境适应性强、标准化、低成本的航空设备和系统，实现适航取证 ● 促进通用航空制造与运营服务协调发展。大力发展航空租赁。利用互联网技术建立先进航空运营体系，促进服务模式创新 ● 开发综合化、通用化、智能化的通信、导航和控制系统，发展面向全面风险管控和多类空域融合运用的技术体系和装备，形成安全运营支撑体系

数据来源：《民用无人机系统发展路线图》，前瞻网，东方证券研究所

对于城市空中交通 UAM 产业，2020 年日韩将其上升至国家层面，明确了关键时间节点。相比之下，我国尚未顶层制定发展规划。在日本内阁第四十次“未来投资会议”上通过了日本《增长战略跟进计划》，这个重要计划相当于日本国民经济的“十年规划”，将指导日本政府未来十年的产业

政策制定和政府投资方向，为 2021 至 2030 年的日本国民经济各个领域制定了总体发展目标。其中，首次在国家层面制定了无人机及“飞行汽车”的战略规划。无独有偶，2020 年 6 月韩国土地、基础设施与交通部（MOLIT）发布了城市空中交通（UAM）规划方案，成为第二个在国家层面制定 UAM 产业政策规划的国家。

表 15：2020 年，日韩在国家层面制定城市空中交通（UAM）产业政策规划

国家	相关政策	关键节点
日本 《增长战略 跟进计划》 2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 到 2022 年，在特定空域实现无人机视距外物流运输服务 ● 2023 年开始试行“飞行汽车”业务（该报告中提及的“飞行汽车”主要是指 eVTOL 机型） 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2019 年底前，在偏远的岛屿和山区建立无人机物流运营业务模型，并在城市地区进行无人机物流的示范运行 2) 2021 年，将扩大无人机物流服务的规模并发展可持续的业务形式 3) 2022 年之后，在包括城市在内的地区实现并发展无人机物流服务，并计划从人口密度低的地区开始，逐步扩展到人口密度高的地区 4) 计划在实现无人机物流后，到 2023 年实现农村地区的载人飞行，并逐步将载人飞行业务扩展到城市
韩国 《城市空中 交通(UAM) 规划方案》 2020.6	<ul style="list-style-type: none"> ● 2022 年至 2024 年，开展 UAM 示范飞行，2025 年开始商业化运营，2030 全面商业化运营 ● 2030 扩展到 10 条航路，2035 扩展到 100 条航路 ● 预计到 2040 年，UAM 产业总额将达到 731 亿美元（690 亿欧元） ● 当 2040 年代韩国 UAM 产业规模达到 13 万亿韩元时，预计将为 16 万人创造就业机会，产生 23 万亿韩元的产值和 11 万亿韩元的附加值 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 准备期（2020-2024 年）：发现问题，明确任务，完善法律，体系建设，飞行测试 2) 初期（2025-2029 年）：开通初期航路，在市中心内外建设起降基地，建立互联交通系统 3) 发展期（2030-2035 年）：扩大航线，在市中心建设交通枢纽，商业模式盈利 4) 成熟期（2035 年以后）：扩展城市间的空中交通，形成成熟可扩展的通用模式，实现自主飞行

数据来源：日本《增长战略跟进计划》，韩国《城市空中交通（UAM）规划方案》，电动航空报道，东方证券研究所

虽然我国 UAM 产业顶层设计不足，但也正加快推进相关立法工作。2019 年 1 月 21 日，习近平总书记在省部级主要领导干部坚持底线思维着力防范化解重大风险专题研讨班开班式上发表重要讲话，要加快科技安全预警监测体系建设，围绕无人机、服务机器人、自动驾驶、人工智能等领域，加快推进相关立法工作。1 月 23 日，民航局印发《基于运行风险的无人机适航审定的指导意见》，明确将在 2019 年底初步建成基于运行风险的无人机适航管理体系，公布已在国内 5 家无人机企业设立适航审定试点，重点探索货运无人机、巡线无人机、载人无人机的适航标准和审定办法。2020 年 10 月 28 日，中国民用航空局公布首批 13 个民用无人驾驶航空试验基地（试验区）名单，以加快推进中国民用无人驾驶航空事业发展和保持国际领先地位。

技术：我国无人机技术国际领先，率先发布载人无人机

在无人机技术方面，我国早已对各民用领域作出共性技术需求判断，这为我国 UAM 产业打下坚实**技术基础**。在工信部的《民用无人机系统发展路线图》中，对于共性技术做出了详细的阐述：

- 1) **机体：轻质化机体结构，优化气动性能设计。**材料技术的发展令新型轻质材料、智能材料逐渐应用于航空器结构设计，使结构轻质化、变体结构等具备应用前景，为提高航时性能和载荷能力提供基础。同时，抗坠毁能力、在恶劣环境下的生存能力以及结构的开敞性和外场可

维护性对于民用无人机十分重要。此外，抵抗恶劣天气条件、应对复杂应用场景和地势起降条件的适用性和生存能力也是民用无人机普遍共性需求之一。

- 2) **动力系统：无人机系统的核心，需要高效率、高可靠、控制简单的装置设计。**由于无人机任务载荷较重，所需航程较远，所以对功率提取有较大需求。为满足对续航能力的要求，在保持机上设备动力供给的情况下，动力装置可以通过增加功率和减少发动机重量；或者采用低油耗率的设计。同时，依靠关键系统的备份设计和多裕度设计可以提高动力装置的可靠性，以保障飞行安全和任务的顺利进行。为调试方便，使用维护简单，动力装置设计及无人机的电气、通信接口也需要尽可能的简单。
- 3) **控制导航：智能自主化是无人机技术的发展和趋势之一。**面向未来信息化需求的智能无人机系统，其智能自主化的特征体现在环境的自动感知与理解、威胁规避、自主规划与决策、自主运动控制以及任务的自主执行等方面。其中，环境感知和理解是实现自主控制的基础，自主行为决策与规划技术是实现自主行为能力的核心。
- 4) **数据传输系统：为实现人机紧密结合，需要依靠数据链技术和地面控制站建立实时高效的图像及数据传输系统。**数据链需要具有抗截获、抗干扰能力，实时传回监控目标影像，使指挥中心能够及时监控现场；同时，数据链也要记录飞行数据，在遥控控制信号丢失时可完成自动返航。地面控制站作为人机接口，主要实现对飞行器的控制、任务控制、载荷数据分析和系统维护等，关乎着无人机的飞行安全。因此，我们需要稳定可靠、实时高效的数据传输机制以满足海量数据实时通信需求，同时也要确保飞行数据具有直观性和易操作性。

表 16：民用无人机的共性技术需求

技术领域	共性需求
机体	<ul style="list-style-type: none"> ● 新型轻质材料、智能材料优化机体结构设计和气动化设计 ● 提高结构的抗坠毁能力 ● 提高结构开敞性和外场可维护性 ● 应对恶劣天气条件、复杂应用场景和地势起降条件的适用性和生存能力
动力系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 高可靠设计 ● 控制与接口设计简单 ● 大功率、高功重比、低油耗率
控制导航	智能自主化，体现为对环境的自动感知与理解、威胁规避、自主规划与决策、自主运动控制以及任务的自主执行等
数据链	<ul style="list-style-type: none"> ● 实时显示和修改飞行数据 ● 处理数据信息的能力 ● 目标定位和引导能力 ● 数据链具有抗截获、抗干扰功能 ● 与上级指挥机关、情报处理中心和指挥系统向通联
地面控制站	<ul style="list-style-type: none"> ● 完成基本的飞行与任务控制功能 ● 灵活地克服各种未知的自然与人为因素的不利影响 ● 稳定可靠、实施高效的数据传输机制 ● 飞行数据的直观性、控制的易操作性

数据来源：《民用无人机系统发展路线图》，东方证券研究所

降低成本、注重实用是我国民用无人机产业发展的重要特征。民用无人机产业将以“政府引导，社会主营”为主要模式，形成以生产企业和通用航空企业为主体的多种经营方式，逐步建成国内无人机应用产业链。根据《民用无人机系统发展路线图》，产业体系协同化、消费产品个性化、行业应用专业化、研发升级智能化、运营服务精准化是民用无人机的主要发展趋势。

表 17：民用无人机的发展趋势

发展趋势	具体内容
产业体系协同化	<ul style="list-style-type: none"> ● 形成一条从技术到管理、服务、保障，进而触及社会生产、生活的新产业链条 ● 建立完善的生产制造能力及供应链管理和质量控制能力，上下游的企业互相促进，实现民用无人机产业体系的协同化发展 ● 军民融全发展，工业级消费级跨界融合发展
消费产品个性化	<ul style="list-style-type: none"> ● 消费市场的无人机资本将更多地向视频、相机领域拓展，形成沉浸式航拍体验 ● 消费级无人机企业要抓住市场需求与用户痛点，赋予无人机更多的社交、媒体属性，开发出新的应用场景，推出迷你型、个性化、便携式的消费级电子消费品，从而使得行业规模获得更大的拓展 ● 无人机研发将以贴近生活、开放开源为立足之本，深层次地满足消费者的需求，未来大量用户和设备的聚集将形成空中飞行圈、空中竞技圈等社区，实现无人机实用性和文化性的双重跃进
行业应用专业化	<ul style="list-style-type: none"> ● 工业级无人机只有实现用途多领域、性能多样化发展，才能把潜在的需求变为现实的市场 ● 无人机技术的不断创新必将颠覆众多行业的传统作业方式。基于工业级无人机高效的作业与强大的功能，将进一步推进传统行业变革，以实现产业更新升级 ● 无人机呈现出全领域发展的趋势，通过实施“无人机+”计划，与传统职业跨界融合，细分出无人机应急救援、无人机公共安全、无人机环境保护、无人机石油巡线等垂直应用领域，开拓全新的无人机产业民用发展新局面
研发升级智能化	<ul style="list-style-type: none"> ● 智能化趋势下，消费者对无人机功能性需求提升，复杂的工业应用场景对无人机也提出了更多技术要求与更高的安全要求，需要深入系统的技术研发，在硬件、软件、算法、系统等构建起飞行安全体系 ● 推动人工智能技术在无人系统领域的融合应用，无人机将集成先进的机器人技术和算法技术，丰富的传感器和任务设备，可以自动、智能化地完成各项复杂的任务 ● 智能无人机与 VR 技术，大数据、云计算、互联网、物联网相结合，未来成为具备智能视觉、深度学习的“空中智能机器人”，能够自适应、自诊断、自决策、重规划，完全脱离人机一体的实体操作，可以实现飞行轨迹、操作控制的全过程数字化与自动化以及未来的交通管理过程的数字化，这将在普通消费用户市场获得巨大的应用空间
运营服务精准化	<ul style="list-style-type: none"> ● 无人机行业要围绕行业应用市场的实际需求和用户的具体要求，积极探索商业模式来实施精准化的运营服务 ● 民用无人机市场衍生出的服务主要包括飞行服务、租赁服务、维修保养服务、培训服务、金融保险服务和大数据服务等。工业级无人机售价高，若任务使用不频繁，可以通过租赁高质量、大规模、全系列的专业级无人机产品来解决。无人机作为空中的数据端口，针对不同行业进行数据采集、传输和存储、提取、分析和展现，为用户提供更精确、更强大的数据流服务

数据来源：《民用无人机系统发展路线图》，东方证券研究所

在广东珠三角地区，已经形成了以深圳为主的中国乃至全球民用无人机产业发展领头羊，为我国率先发布载人无人机打下深厚技术基础。摩根士丹利在 2018 年发布的蓝皮书中表示，由于考虑到技术和政府法规的重大不确定性，保守地估计城市空中交通行业将到 2030 年才会开始发展。但是，2016 年在美国拉斯维加斯发布的全球首款载人级全自动无人驾驶飞行器——亿航 184，为城市空

中交通行业开启了新篇章。亿航全自动飞行器已经成功进行了 2000 多次载人及不载人飞行测试，为商业运营做好了准备。同时，亿航也是全球为数不多实现量产销售的 eVTOL 公司。2019 年亿航累计销售载人级自动驾驶飞行器 (AAVautonomous UAV) 61 架，相比之下，2018 年仅为 3 架。

3.2.3 UAM 未来：多方位优化产品，加快商业化节奏

城市空中交通产业的供应商不仅需要制造智能飞行器的能力，还需要具备构建集中式平台支持商业运营的能力，以及全面精通航空、通信、计算机、材料科学等跨学科的技能。目前来看，**电池高成本、机体材料轻量化、优化机体构型是 UAM 行业商业化的亟需解决的难题。**

电池：单项成本最高，对利润影响大

电池是单项成本最高的部件，以亿航 216 自动驾驶飞行器为例，500 次充电循环考虑，电池在总运营成本中占比超过 60%。电池成本降低 1%，运营商的运营利润将增加 3%；而电池寿命延长 1%，运营利润将增加 2%。其次，由于电池重量在自动驾驶飞行器的空机重量中占大约 1/3，电池继续减重将大幅增加自动驾驶飞行器的航程。最后，从商业角度而言，缩短电池充电时间，将提升资产利用率，提高运营成效。

机体材料：轻量化、低成本之路

轻量化、低成本的机体材料是 eVTOL 实现量产必须克服的困难。其一，自动飞行器对重量非常敏感。复合材料质量轻盈，结构坚固，是理想的航空材料，例如电动机等关键零部件采用金属制成。进一步减轻飞行器的新材料或新设计将帮助延长航程，提升总体性能。其二，复合材料技术主要是解决结构生产和结构维护的复杂性问题，这是所有飞行器在降低成本的道路上必须要克服的困难。

2020 年 4 月，日本 TORAY 提出连续纤维增强热塑性复合材料助推 eVTOL 规模生产。扩大碳纤维复合材料生产规模的关键因素在于三个方面：自动化的快速生产、焊接/模块化的结构和可重构、室温储存；热塑性复合材料可以很好地解决这些问题，TORAY 认为利用热塑性复合材料制造零件可以比热固性复合材料成本降低 30%到 50%。在生产制造的效率方面，热塑性复合材料的成型过程仅仅发生加热变软和冷却变硬的物理变化，只需升温、加压成型、冷却即可完成制备过程，可采用热压成型工艺，故成型周期短、生产效率高和成本低。同年 7 月，Toray 公司宣布将向 Lillium 提供高性能碳纤维复合材料，用于 eVTOL Lillium Jet 飞机。

机体构型：垂直起降固定翼是未来趋势之一

垂直起降固定翼能效更高、航程更远。电动垂直起降飞行器尽管存在诸多优点，但缺乏固定翼的固有升力，意味着能效不高，航程有限。改进设计，结合电动垂直起降飞行器和固定翼飞行器的优势，采用多旋翼和固定翼复合的垂直起降固定翼构型能提高无人机气动效率、航程和安全性。

表 18：垂直起降固定翼和其他构型的技术差异点情况

技术差异点	多旋翼	垂直起降固定翼	无人直升机	固定翼
-------	-----	---------	-------	-----

飞行原理	旋翼同时产生升力和控制力，平飞动力由升力的分量转换得到	垂直起降过程由旋翼产生升力和大部分控制力，固定翼舵面辅助控制姿态；平飞过程由机翼产生升力，平飞动力产生推力/拉力，由气动舵面产生控制力	旋翼同时产生升力和控制力，平飞动力由升力的分量转换得到	平飞过程由机翼产生升力，平飞动力产生推力/拉力，由气动舵面产生控制力
能量转换效率	旋翼尺寸较小， 气动效率较低	固定翼升阻比高， 气动效率高 ，但垂直起降用的旋翼会产生一部分废阻	旋翼尺寸较大， 比多旋翼的气动效率高 ，但不及固定翼	固定翼升阻比高， 气动效率高 。如果有外露的起落架，也会产出一部分废阻
控制难度	通过旋翼转速控制实现控制力分配，实现难度低；平衡状态受环境影响较大， 不具备自稳定能力	旋翼和固定翼结合的控制方式，兼具两种方式优点；固定翼飞行状态不需要控制就 具备自稳定能力	通过复杂的变距机构实现控制力调整，有陀螺滞后效应；单一主旋翼的直升机，还需要尾桨实现航向控制； 有一定的姿态恢复能力 ，但远不及固定翼	通过气动舵面产生直接力对姿态进行控制，简单高效；飞行状态不需要控制就 具备自稳定能力
安全性	动力失效后（单个或多个）， 几乎没有挽救可能性	平飞动力失效后，可采用固定翼实现滑翔飞行和降落， 处置时间较充裕 ；固定翼状态姿态超限后，可采用旋翼纠正姿态或应急原地迫降	动力失效后，可采用自旋方式应急迫降，但控制难度较高， 处置时间很短	平飞动力失效后，可采用固定翼实现滑翔飞行和降落， 处置时间较充裕
任务特点	小面积、短时作业 ，携带载荷主要适用于 近距离 工作探测，起降场地 要求低	大面积、长时间作业 ，携带载荷适用于 远距离 探测，起降场地 要求低	中等面积、中等时长作业 ，起降场地 要求低	大面积、长时间作业 ，携带载荷适用于 远距离 探测，起降场地 要求高

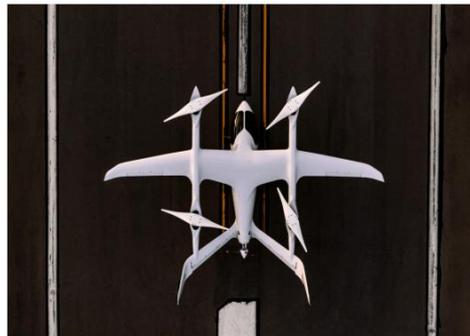
数据来源：纵横股份招股说明书，东方证券研究所

图 19: 乔比 (Joby Aviation) : S4 电动垂直起降飞行器



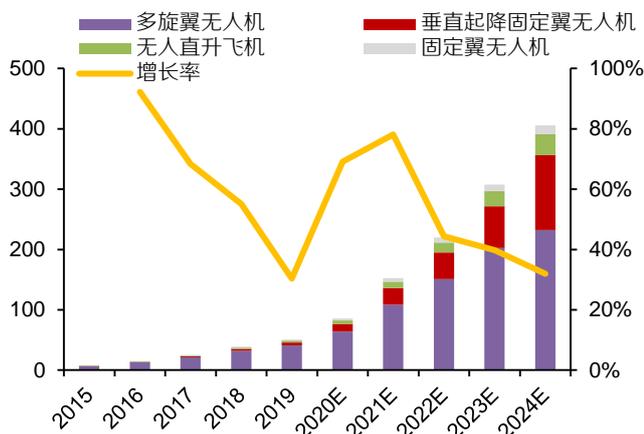
数据来源：中国航空报，东方证券研究所

图 20: 贝塔技术公司: 阿丽亚垂直起降固定翼飞行器

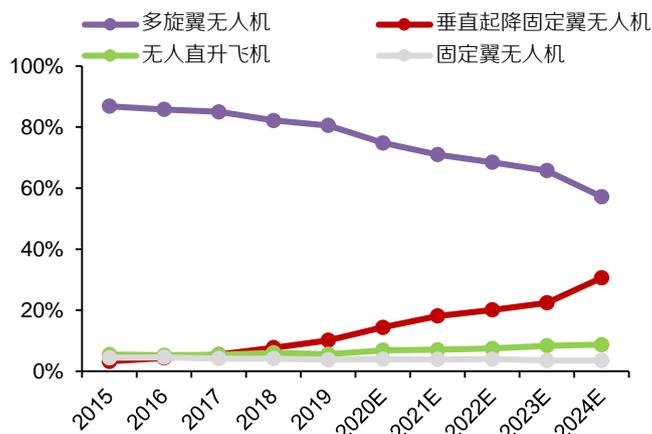


数据来源：中国航空报，东方证券研究所

垂直起降固定翼市场高速增长，或借助 UAM 产业发展，细分赛道走出行业新龙头。按照机型划分，垂直起降固定翼机型增长潜力最大。根据 Frost & Sullivan 预测，垂直起降固定翼市场份额五年增长 3 倍，2019 年 10.11% 增长至 2024 年 30.61%。垂直起降固定翼市场规模五年增长 10 倍，2019 年 12.31 亿元增长至 2024 年 124.26 亿元。同期，多旋翼市场规模仅增长 3.6 倍，2019 年 64.06 亿元增长至 2024 年 232.10 亿元，市场份额相应减少 17.65%。

图 21：按机型划分，中国工业无人机整机市场规模（亿元）


数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

图 22：中国工业无人机整机市场各机型占比（%）


数据来源：Frost & Sullivan，东方证券研究所

风险提示

新的无人机构型，商用市场发展不达预期：垂直起降固定翼属于全新无人机构型，商用化进程刚刚起步，市场发展可能不达预期

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn