



# 电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

新能源与电力设备组

分析师：姚遥（执业 S1130512080001）

yaoy@gjzq.com.cn

联系人：陆文杰

luwenjie3@gjzq.com.cn

## eVTOL 深度：千亿市场蓄势待发，零部件赛道扩容

### 投资逻辑

**空间：应急、文旅场景先行，空中交通支撑千亿规模。**与汽车、高铁等传统出行方式相比，eVTOL 在特定路程范围内，具有高效便捷、低噪音、低碳排放、舒适私密等优点，有望成为新型交通方式，前期应用场景预计为应急、文旅，后续逐步发展空中出租车和物流，其中空中出租车为占比预计超 70%，为主力场景。根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》预计，2030 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架，主要包含短途定期载客飞行、企业与私人包机、空中游览飞行、医疗转运四类，假设产品均价分别为 400/600/800 万/架，对应 2030 年 eVTOL 累计市场空间（仅制造）约 623/979/1305 亿元。

**竞争：由概念向订单过渡，预计竞争逐步分化，适航进展、订单体量决定中期盈利，长期关注电动化、智能化水平。**

1) 构型：决定竞争的细分市场。多旋翼机型的航程多为 30 公里，最主要满足空中游览等文旅活动，其次可满足部分城市内交通需求；复合翼、倾转翼的航程在 200-400 公里范围，在覆盖城市内交通的同时，也可覆盖城际间交通出行和载货物流的需求。生产难度&落地节奏上，先后顺序预计为多旋翼、复合翼、倾转翼。

2) 中期：未来 2-3 年行业洗牌，适航进展、订单体量决定中期盈利。行业多数企业尚处在研发、适航阶段，全球仅亿航智能实现亿元以上规模收入，多数企业还尚未形成收入。1) 适航：国内外主机厂预计 2026 年起 TC 证密集落地，亿航智能截至 24 年 4 月已获得 TC、PC、AC、OC 四证；2) 订单：销售规模上，我们测算年售几百台或为各家最保守的盈亏平衡点门槛，国内企业中小鹏汇天、亿航意向订单量居前；3) 现金流：部分企业破产或者现金流紧张，未来行业收并购预计持续发生，以德国 Volocopter 为例，其破产后以 1000 万欧元的价格被万丰奥威收购。

3) 长期：电动化、智能化水平的提升为长期趋势。头部 eVTOL 主机厂在分布式电驱、安全冗余、轻量化等方面均走在前列，长期竞争重心主要围绕在电动化与智能化水平的提升，前者体现在高功率密度电机&高能量密度电池，后者体现在感知与避障、路径规划、智能驾驶等，软硬一体的垂直整合供应链模式有利于打造更强的产品竞争力。

**产业链：零部件赛道扩容，关注国产替代。**

1) 电机：百亿级前装+后装市场，格局较汽车更优。我们预计到 30 年累计形成前装累计 131 亿元及衍生后装市场累计 392 亿元。相较于车用，高适航标准大幅提升 eVTOL 电机市场准入门槛，率先与头部客户合作的企业如卧龙电驱、英搏尔等具备卡位优势。

2) 电池：千亿级后装市场，新技术有望加速应用。我们预计到 30 年形成前装市场累计 98 亿元及衍生后装市场累计 1028 亿元。相较于车用场景，eVTOL 对电池能量密度（400Wh/kg 以上）、放电倍率（瞬时 5C 以上且维持时间较长）及热管理提出更高要求，在更高的性能追求和成本宽容度下，凝聚态电池、全固态电池等新技术有望加速应用。

3) 航电+飞控：向自主化、智能化演进，国产化率有望逐步提升。我们预计到 30 年累计形成市场 131 亿元。相比直升机，eVTOL 的多飞行模式切换致飞控难度更高，SVO 技术（通过飞行自动化降低飞行员的必需技能）为重要趋势。全球飞控系统市场集中度高，国产供应商稀缺，狮尾智能、边界智能等民营飞控公司的涌现有望带动国产化率提升。

### 投资建议与估值

低空经济蓬勃发展，eVTOL 作为重要牵引，迈向千亿市场，建议关注整机、电机、电池、航电飞控领域的领先企业。

### 风险提示

适航取证不及预期；eVTOL 订单不及预期；eVTOL 消费者接受度不及预期；eVTOL 产品安全风险。



## 内容目录

一、市场：应急、文旅先行，空中交通支撑千亿规模.....	4
二、竞争：预计逐步分化，中期关注适航与订单，长期关注电动化、智能化水平.....	6
2.1 构型：多旋翼主导文旅，复合翼、倾转旋翼主导空中交通.....	7
2.2 中期：行业由概念向订单过渡，适航进展、订单体量决定中期盈利.....	8
2.3 长期：电动化、智能化水平提升为长期趋势，垂直整合打造强产品力.....	13
三、产业链：零部件赛道扩容，关注国产替代.....	15
3.1 电机：百亿级前装+后装市场，格局较汽车更优.....	16
3.2 电池：千亿级后装市场，新技术有望加速应用.....	17
3.3 航电+飞控：向自主化、智能化演进，国产化率有望逐步提升.....	20
四、投资建议.....	23
4.1 亿航智能：全球无人驾驶 eVTOL 领先企业，已获适航三证.....	23
4.2 万丰奥威：国内通航飞机龙头，拓展 eVTOL .....	23
4.3 卧龙电驱：国内电机龙头，积极推进 eVTOL 产品研发.....	24
五、风险提示.....	26

## 图表目录

图表 1： eVTOL 在综合用时、碳排放、私密性、舒适性等方面具有较为明显的优势.....	4
图表 2： 受益于更短用时，eVTOL 或可替代部分传统交通方式.....	4
图表 3： 第一阶段主要场景为应急救援、旅游观光、物流配送、商务出行等，第二阶段为市内交通、城际出行.....	5
图表 4： 不同应用场景下中国 eVTOL 机队规模预测（2030 年）.....	6
图表 5： eVTOL 企业竞争要素分析.....	7
图表 6： eVTOL 主要构型与应用场景.....	7
图表 7： 全球 eVTOL 项目进展分布（2022 年）.....	8
图表 8： 全球超 700 个 eVTOL 设计研发项目按构型分类（2022 年）.....	8
图表 9： eVTOL 适航审定过程.....	9
图表 10： 主机厂 eVTOL 适航进展（截止 24 年底）.....	9
图表 11： 全球 eVTOL 上市企业中仅亿航智能实现规模收入（亿美元）.....	10
图表 12： 主要 eVTOL 上市企业近年净利润均持续亏损（亿美元）.....	10
图表 13： 亿航智能单季度亏损逐步收窄.....	10
图表 14： 主流 eVTOL 研发费用高企（亿美元）.....	11
图表 15： 主流 eVTOL 企业研发费用/净亏损比值较大.....	11
图表 16： eVTOL 企业的融资情况.....	11



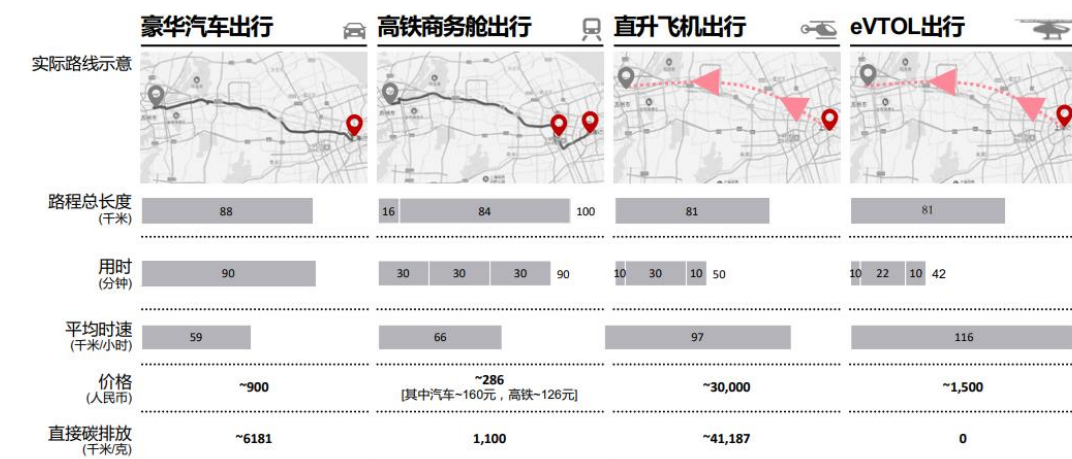
图表 17: 亿航盈亏平衡点测算 .....	12
图表 18: 部分 eVTOL 企业订单数量排名 (截至 24 年 11 月中下旬) .....	12
图表 19: eVTOL 交付情况 .....	13
图表 20: 无人机避障技术 .....	14
图表 21: 供应链战略: 垂直整合 vs 传统模式 .....	15
图表 22: eVTOL 核心零部件包括推进系统、内部结构件、能源系统、航电与飞控系统、装配件等 .....	16
图表 23: 国内 eVTOL 给电机带来前装/后装市场预测 (至 2030 年累计值, 亿元) .....	16
图表 24: 在 eVTOL 生命周期内电池更换次数测算模型 .....	17
图表 25: 国内 eVTOL 给电池带来前装/后装市场预测 (至 2030 年累计值, 亿元) .....	18
图表 26: eVTOL 对放电倍率性能、热管理提出更高要求 .....	19
图表 27: 电池企业航空电池产品布局 .....	19
图表 28: eVTOL 飞控需满足适航安全、智能操控、通用适配等条件 .....	20
图表 29: eVTOL 的难点、设计要求、未来趋势 .....	21
图表 30: UAM 场景发展推动 SVO 技术标准的发展 .....	21
图表 31: SVO 按阶段逐步实现完全自主飞行 .....	22
图表 32: 飞控系统 OEM&Tier1 企业 .....	22
图表 33: 市面 SVO 技术布局企业 .....	23
图表 34: 亿航智能营业收入 (亿元) .....	23
图表 35: 亿航智能归母净利润 (亿元) .....	23
图表 36: 万丰奥威营业收入 (亿元) .....	24
图表 37: 万丰奥威归母净利润 (亿元) .....	24
图表 38: 卧龙电驱营业收入 (亿元) .....	25
图表 39: 卧龙电驱归母净利润 (亿元) .....	25
图表 40: 卧龙电驱航空电驱动力系统“3+1”产品布局 .....	25
图表 41: 卧龙电驱电机类型 .....	25



## 一、市场：应急、文旅先行，空中交通支撑千亿规模

eVTOL 指以电力作为飞行动力来源且具备垂直起降功能的飞行器，具有垂直起降、智能操作、快捷机动等特点。与汽车、高铁等传统出行方式相比，eVTOL 在特定路程范围内，具有高效便捷、低噪音、低碳排放、舒适私密等优点；与直升机等传统飞行器相比，具有成本和环保优势。

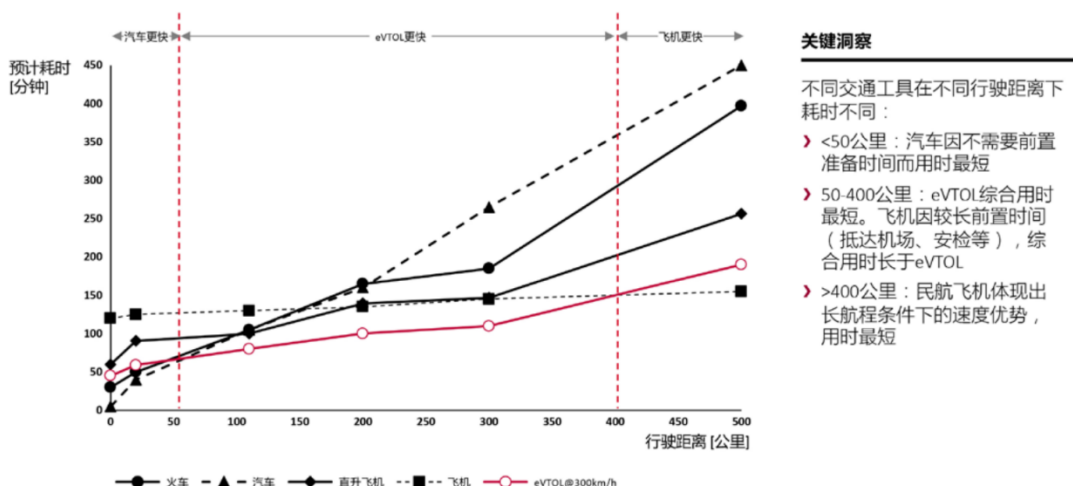
图表1：eVTOL 在综合用时、碳排放、私密性、舒适性等方面具有较为明显的优势



来源：《2023 中国垂直出行市场展望报告》，国金证券研究所

作为新型出行方式，eVTOL 或可替代部分传统交通方式。民航客机主要覆盖了 800 公里以上的长距离出行需求，高铁主要覆盖了 400-1,000 公里左右的中长距离出行需求，汽车主要覆盖了 5-200 公里左右的短途出行需求，而 eVTOL 主要覆盖了 50-400 公里左右的中短途出行需求。对于 20-50 公里范围内的市内交通需求，因受益于更短用时，eVTOL 预计替代部分汽车、地铁等传统交通方式，而对于 100-300 公里左右的城际交通运输需求，eVTOL 预计部分替代城际大巴、汽车、高铁等交通方式。

图表2：受益于更短用时，eVTOL 或可替代部分传统交通方式



来源：《2023 中国垂直出行市场展望报告》，国金证券研究所

前期应用场景预计为应急、文旅，后续逐步发展空中出租车和物流。应急抢险、医疗救护等预计为 eVTOL 率先落地的场景，文旅活动预计最先落地载人飞行，而空中出租车、空中货运或是未来 eVTOL 的常态化用途，eVTOL 预计将沿循从载物到载人、从特需到日常、从公共服务到商业化运营的发展方向。

(1) 公共服务：低空飞行能够为应急抢险、医疗救护等活动提供重要支持。

eVTOL 可以快速抵达受灾现场、获取和传递信息，缩短抢险反应时间；替代人员靠近火灾、



地震、化学品泄漏等危险环境;能够在高层消防救援等特殊场景上发挥关键作用;在医疗救护方面,eVTOL能够便捷、高效、及时、精准运送和投放医疗用品,能够大幅缩短运送和抢救病患的时间,同时更快速到达水路、陆路难以前往的作业现场,提供医疗救援、空中指挥等支持。由于应急抢险下eVTOL可以非载人执行任务,降低人员风险,预计该场景最快落地应用。

(2) 文旅活动: eVTOL有望助推空中游览、飞行体验等低空文旅活动。

主要指在低空空域内使用飞行器搭载游客开展观赏、游览、娱乐、运动等内容的飞行活动。从全产业链视角看,既包括飞行培训、低空赛事、低空运动、低空旅游、低空会展、低空飞行表演与宣传、低空文化交流等活动,还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。由于景区游览为小范围飞行,且航线固定,对基础设施的要求较低,预计在载人场景中较快落地。

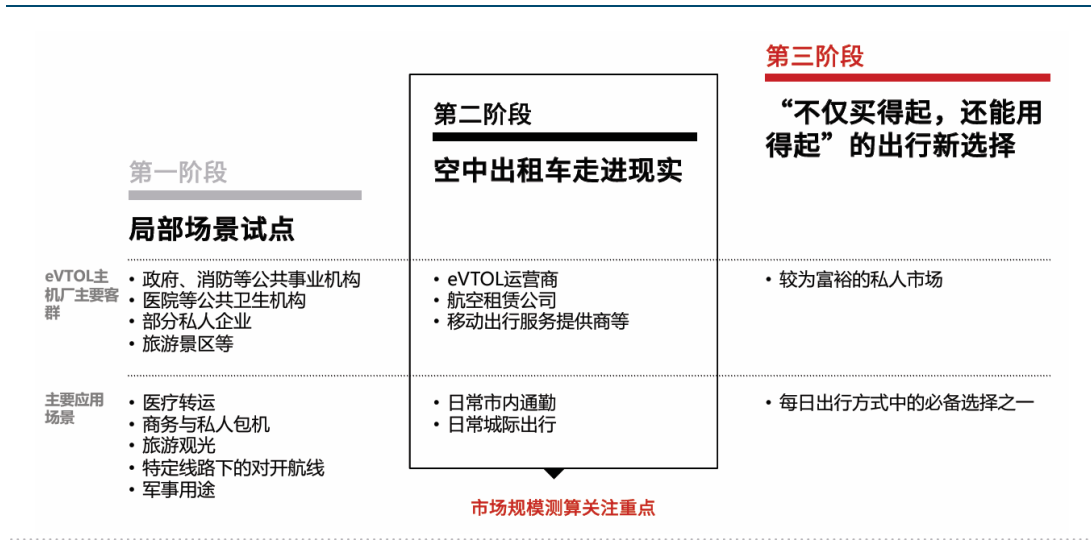
(3) 货运物流: 无人机是重要载体,eVTOL作补充。

低空物流在可达性、灵活性、经济性、时效性等方面具有优势,是目前商业应用较为广泛的低空经济活动场景。无人机不受地形限制,运行速度快,提升配送效率,机动性较强,可用于偏远地区和紧急件派送,相较汽车成本优势明显。货运无人机在技术上已经具备较高水平,能够支持大规模推广应用。eVTOL相较小型无人机能实现更高载重,但由于采购成本显著较高,预计eVTOL在物流领域为小型无人机的补充选择。

(4) 载人出行: eVTOL有望引领城市空中交通新模式。

低空载人出行既包括通用航空已有的“小机型、小航线、小航程”城际或偏远地区交通服务,更包括未来借助eVTOL飞行器等新型交通工具,在复杂的城市空间内进行垂直起降,利用不同水平高度的低空空域,移动路径更加灵活的载人飞行。通过实现点对点运输,使得飞行路线更短直,能够极大地提高交通出行效率,有效分担地面交通压力,扩大城市交通容量。虽然该场景发展空间较大、市场普遍看好,但受技术、成本、安全及城市复杂环境等因素影响,eVTOL等飞行器应用初期将主要服务对时间敏感、愿意支付更高费用的小范围群体,距离全社会规模化推广普及相对更远。

图表3: 第一阶段主要场景为应急救援、旅游观光、物流配送、商务出行等,第二阶段为市内交通、城际出行



来源:《2023 中国垂直出行市场展望报告》,国金证券研究所

根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》预计,2030 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架,主要包含短途定期载客飞行、企业与私人包机、空中游览飞行、医疗转运四类,假设产品均价分别为 400/600/800 万/架,对应 2030 年 eVTOL 累计市场空间(仅制造)约 623/979/1305 亿元。

1) 短途定期载客飞行: 为 eVTOL 运营的重要模式之一,运营商按照预先批准的航线在两个或多个地点之间进行旅客运输服务。在现有的空域管理及运行管理基础上,该业务模式将最大程度保证飞机使用率,降低运行成本,实现可持续发展。截止 2022 年全国具有 4000 辆以上出租车的城市共计 34 个,共约 40 万辆,全国网约车运输证 203 万本,至 2030 年,全国 eVTOL 定班载客飞行运输量若达到出租车/网约车量的 0.5%,则需要 eVTOL 12150 架。

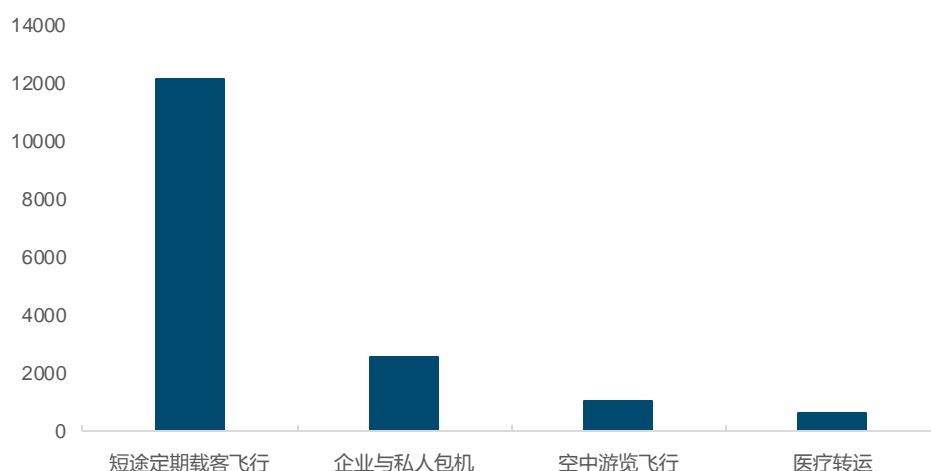


2) 企业与私人包机：由于直升机高昂的运行成本，直升机包机市场发展缓慢，eVTOL 的兴起有望改变局面。根据 2021 年《胡润财富报告》，中国家庭总财富达到 600 万以上的家庭约 500 万个，假设其中 20% 的家庭每两个月使用 1 次航行距离在 150 公里左右的出行服务，年度出行量为 600 万次。假设到 2030 年，eVTOL 能够获取其中 15% 的市场，即 90 万次，以每架 eVTOL 每年可提供 350 次包机服务计算，需要 eVTOL 2571 架。

3) 空中游览飞行：空中游览是近年发展起的新业务，通常采用小型固定翼飞机或直升机执飞。假设全国 100 条低空游览路线，每条航线需要 10 架，所需 eVTOL 数量为 1000 架。

4) 医疗转运：直升机在急救和运送病患方面速度比救护车快 3-5 倍，可以有效减低事故死亡率，遇到地面交通拥堵时，直升机救援优势更明显。直升机医疗急救在美、欧、日等国家使用广泛，我国直升机运行成本高昂，发展较慢。随着 eVTOL 加入航空救援体系，这一情况有望改善。根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》，若中国航空医疗救援能力在 2030 年达到日本 2020 年水平，按人均比例推算，将需要 595 架 eVTOL 医疗救援飞机。

图表4：不同应用场景下中国 eVTOL 机队规模预测（2030 年）



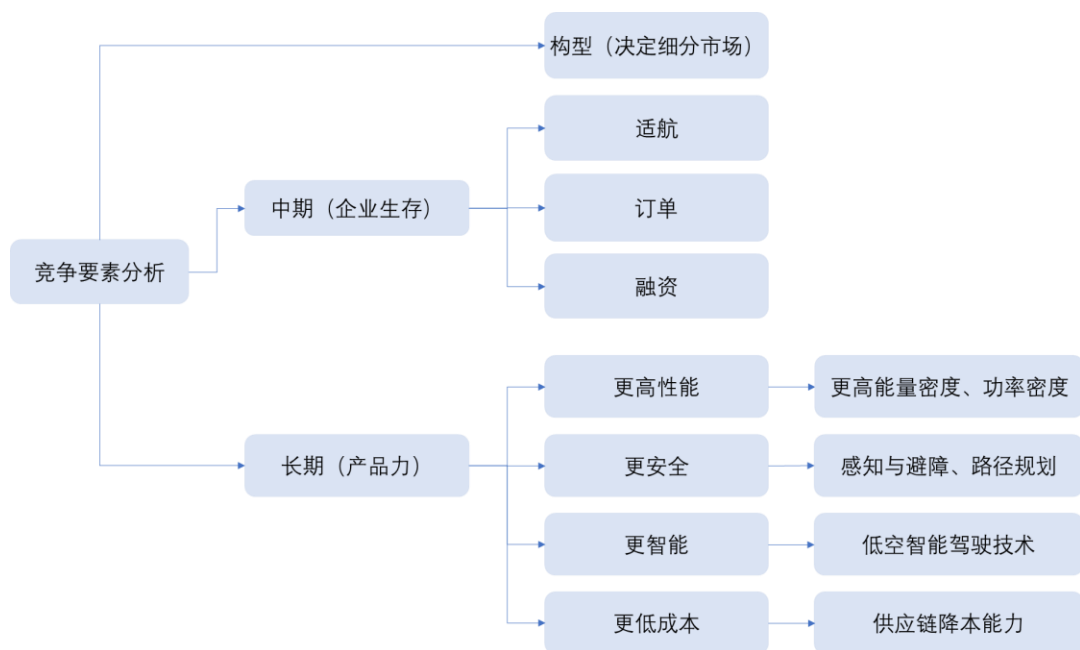
来源：南航通航、沃兰特《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》，国金证券研究所

## 二、竞争：预计逐步分化，中期关注适航与订单，长期关注电动化、智能化水平

eVTOL 企业绝大多数处于亏损，我们判断行业竞争中期重视生存，长期重视产品力。构型决定了细分市场，而企业生存的核心要素包括适航、订单、现金流，而产品力主要围绕更高性能（更高能量密度、功率密度）、更安全（感知与避障能力、路径规划能力）、更智能（智能驾驶技术）及更低成本（供应链降本能力）展开。



图表5: eVTOL 企业竞争要素分析



来源：国金证券研究所绘制

## 2.1 构型：多旋翼主导文旅，复合翼、倾转旋翼主导空中交通

根据《2023 中国垂直出行市场展望报告》，基于推进动力方式，目前在研的 eVTOL 项目可分为多旋翼型、升力与巡航复合型、倾转旋翼/机翼型和倾转涵道型四大类。其中后两类因飞行器可通过改变螺旋桨/机翼/涵道方向实现飞行器的起降和巡航，又称为矢量推进型。

1) 多旋翼型：适航难度低，航程较短。多旋翼型 eVTOL 适航认证难度相对较低，但有效载荷和航程都相对有限，主要满足低空旅游观光、市内空中出租、机场接驳等中短途交通运输场景需求为主。初创公司大多采用该构型作为第一代产品，在此基础上，逐步积累技术研发实力和供应链垂直整合能力。

2) 复合翼型（升力与巡航复合构型）：航程较远，但存在死重。由于配置了专用的水平推进螺旋桨，有效地提升了巡航阶段的气动效率、航程和安全性。但该构型“死重”（对当前飞行没有帮助，但因种种因素又不得不携带的部件重量）较大，限制了有效载荷的进一步提升。

3) 倾转旋翼/机翼构型：相较复合翼减少死重，但适航难度更大。与前两种构型相比，倾转旋翼/机翼构型在垂直阶段和水平阶段共用一套螺旋桨，降低了“死重”，在航程、巡航速度和载重比方面优势明显，具有较好的有效载荷、最大起飞重量和运营经济性。但矢量推进的倾转机械结构对技术可靠性和飞行姿态控制带来了额外的挑战，预计适航认证难度也会有所增加。

4) 倾转涵道构型：相较于倾转旋翼性能进一步增强。倾转涵道风扇构型与倾转旋翼/机翼构型类似，区别在于该构型将裸露在外的风扇结构装入涵道中，在动力可靠性、地面伤害烈度、噪声控制、气动效率等方面实现了更好的平衡。涵道风扇的设计使飞行器在悬停模式下的气动效率更高，同等工况条件下的耗电量更少，更适于中长距离的运输场景。

图表6: eVTOL 主要构型与应用场景

	多旋翼型	复合翼型（升力与巡航复合型）	倾转旋翼/机翼型	倾转涵道型
架构示意	通过多个（通常多于 4 个）固定螺旋桨实现起降和巡航动作	升力与巡航用的螺旋桨是独立的，分别实现垂直起降和巡航	通过倾转不同螺旋桨或机翼方向实现飞行姿态控制与起降	通过改变涵道推力方向，实现不同场景下的垂直起降于巡航
主要玩家	VOLOPTERTER、AIRBUS、亿航等	VOLOCOPTER、VERTICAL、AUTOFLIGHT、亿航等	AIRBUS 等	LILIJUM、PANTUO 等



	多旋翼型	复合翼型（升力与巡航复合型）	倾转旋翼/机翼型	倾转涵道型
载重	1-3 位乘客	2-5 位乘客	2-5 位乘客	4-7 位乘客
最大时速	80-150km/h	150-200km/h	180-250km/h	200-300km/h
最大航程	20-50km	150-250km/h	200-250km/h	175-300km/h
主要应用 场景	✓ 空中出租车	✓ 空中出租车	✓ 空中出租车	✓ 城际中长距离航班
	✓ 机场接驳	✓ 机场接驳	✓ 机场接驳	✓ 紧急救援
	✓ 低空旅游	✓ 城际短途航班	✓ 城际短途航班	✓ 观光旅游等
	✓ 短途紧急救援	✓ 物流运输等	✓ 物流运输等	

来源：《2023 中国垂直出行市场展望报告》，国金证券研究所

国内主流构型为复合翼，海外主流构型为倾转翼。据民航新型智库及 2022 年 8 月美国垂直飞行协会（VFS）发布的统计，全球目前有超过 700 个 eVTOL 设计研发项目，从构型分布上看，升力与巡航复合型有 124 款，多旋翼型有 195 款，倾转旋翼和倾转涵道等矢量推进型共有 235 款。

场景上，预计多旋翼覆盖短途，复合翼、倾转翼覆盖中长途。多旋翼机型的航程多为 30 公里，最主要满足空中游览等文旅活动，其次可满足部分城市内交通需求；复合翼、倾转翼的航程在 200-400 公里范围，在覆盖城市内交通的同时，也可覆盖中短途城际间交通出行和载货物流的需求。

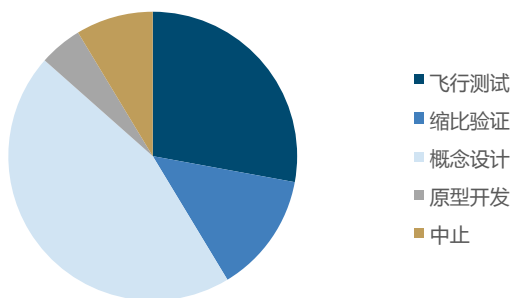
生产难度&落地节奏上，先后顺序预计为多旋翼、复合翼、倾转翼，工作状态的数量逐级提升。

1) 多旋翼：通过螺旋桨的转速控制运动方向。当前国内小型无人机主要为多旋翼构型，在农林植保、巡检等场景下发挥重要作用，技术拓展至更为大型的载人 eVTOL 上更为顺利，适航进展也最快，适用的文旅、应急场景对基础设施要求不高，将最快落地实际运营。

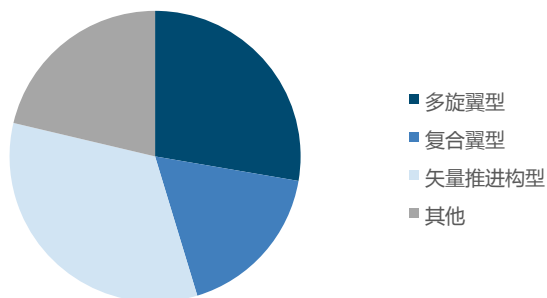
2) 复合翼：从起飞到降落经历两种工作状态。将多旋翼与固定翼相结合，在多旋翼的基础上配备了机翼和水平推进螺旋桨，在垂直升降与巡航期间采用不同的推进方式，整体设计制造难度相对更高，中长途的空中交通及物流也需要搭配有范围更大的、更完善的基础设施，预计落地更慢。

3) 倾转旋翼：从起飞到降落需要经历三种工作状态（垂直起降和悬停时的直升机状态、巡航高速前飞时的固定翼飞机状态、直升机模式向固定翼飞机模式转换的倾转过渡状态）。在倾转过渡状态下存在“喷泉效应”，气动干扰情况复杂，成为倾转旋翼飞行器的难点，服役多年的 V-22 倾转旋翼机发生过多次事故。

图表7：全球 eVTOL 项目进展分布（2022 年）



图表8：全球超 700 个 eVTOL 设计研发项目按构型分类（2022 年）



来源：VFS, 国金证券研究所

来源：VFS, 国金证券研究所

## 2.2 中期：行业由概念向订单过渡，适航进展、订单体量决定中期盈利

eVTOL 制造商开发并生产一款具体的产品通常需要经历可行性验证、概念与技术发展、产品发展和运营服务四个主要阶段。

1) 可行性验证阶段：评估市场前景。在这个阶段的市场拓展条线中，产品开发与市场拓展团队会围绕产品在未来的主要商业应用场景、客群结构、关注要素等方面进行需求调研，



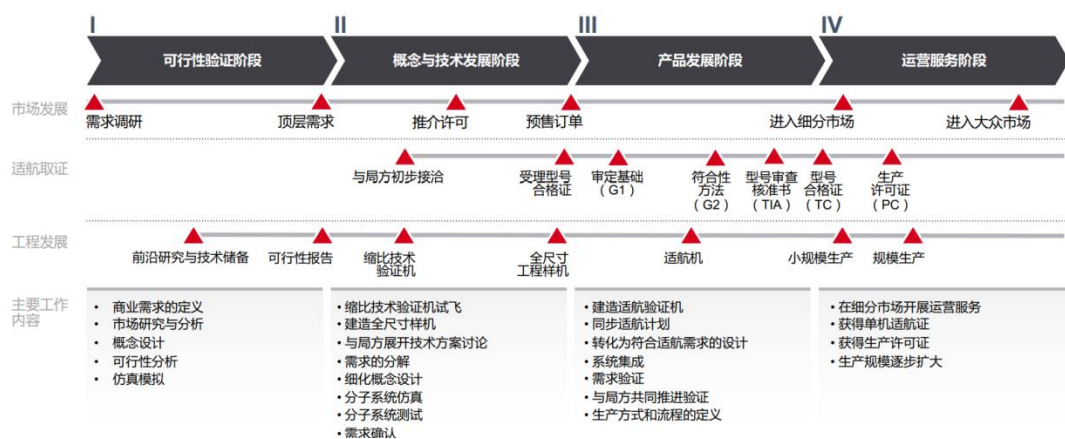
并在此阶段结束时明确产品所需满足的关键特性定义要求和顶层需求总结,对市场前景和商业可行性开展初步评估。在工程开发条线中,工程团队会针对产品各类所需技术开展前沿研究和技术储备,探索比较不同产品路径和关键技术对产品综合特性的影响,开展初期的技术仿真模拟。

2) 概念与技术发展阶段:落地产品方案。在这个阶段的工程开发条线中,工程团队基于前期市场调研和需求总结成果,对市场需求进行需求确认与分解、概念设计细化、分子系统设计、仿真与测试等工作,建造缩比技术验证机并开展试飞工作,在此过程中不断完善技术方案,并在此阶段接近结束时完成全尺寸样机的制作和测试工作。在市场拓展条线中,随着产品设计的逐步成熟,市场拓展团队开始与各类 eVTOL 运营商等买方开展产品推荐和商业洽谈,就制造商未来投资、产品规划等开展前期交流,测试并收集市场反馈,并在此阶段结束前获取预售订单。在适航确证条线中,制造商就技术路线概念与局方开展初步沟通,收集局方反馈并与工程开发团队进行内部沟通和产品方案调整。

3) 产品发展阶段:进行适航审定。在这个阶段的适航取证条线中,制造商需将航空器及其机体结构、机载设备等所有相关图纸、技术规范、材料、工艺和适航性限制等技术资料提交局方进行型号合格证申请。之后,制造商需与局方明确型号合格证的审定基础,包括适用的适航规章、环境保护要求、豁免、专用条件和等效安全结论。在明确审定基础之后,工程开发团队将开始制作首架适航验证机,并在此过程中开展各项测试与需求验证工作。在此过程中,开发团队会与局方共同推进飞行器性能、飞行特性、安全性能等目标的达成。同时,生产团队会逐步介入,与开发团队就飞行器生产工艺、流程、质量标准等展开合作,为产品小批量试制奠定基础。产品发展阶段以制造商获得型号合格证为标志,意味着飞行器设计符合适航标准和环保要求,是航空器投入商业化运作前最重要的里程碑之一。除飞行器 OEM 外,相关设备/系统供应商也需获得适航证后才有装机资格。

4) 运营服务阶段:批量交付运营。在此阶段,制造商还需进一步获得单机适航证和生产许可证,建立一整套完善的生产流程与质量管理体系,才能开始批量生产并交付飞行器。三证的获得意味着飞行器制造商可以正式进入民用航空市场,在各细分市场开展销售、运营等商业化运作。

图表9: eVTOL 适航审定过程



来源:《2023 中国垂直出行市场展望报告》,国金证券研究所

主机厂积极申请取证,预计 2026 年起 TC 证密集落地。随着各家 eVTOL 主机厂产品成熟度提升,主力产品取证已提上日程表。我们预计无人驾驶+客运审查要求最高,适航取证时间最长,假设为 4 年,而有人驾驶/货运/LSA 的适航要求相对低,取证时间相对少,且预计国内适航审查周期较海外短。当前峰飞、小鹏汇天、沃飞长空、沃兰特、时的科技、御风未来的 TC 申请均已获受理,我们预计 2026 年起 TC 证密集落地。

图表10: 主机厂 eVTOL 适航进展 (截止 24 年底)

公司	型号	构型特征	受理时间	审定阶段	审定标准
亿航	EH216-S	多旋翼、电动、载人、正常类无人驾驶航空器	2021.1.19	2023.10.12 民航局颁证(TC、PC、AC、OC 审定)	专用条件
峰飞科技	V2000G	动力提升、电动、货运、限用类无人机驾驶航空器	2022.9.29	2024.3.21 华东局颁证	专用条件
沃飞	AE200	动力提升、电动、有人驾驶、特殊类别航空器	2022.11.23	西南局受理	专用条件
沃兰特	VE25-100	动力提升、电动、有人驾驶、特殊类别航空器	2023.9.28	华东局受理	专用条件



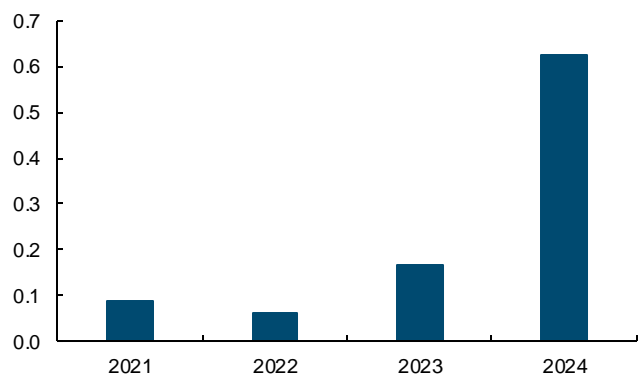
公司	型号	构型特征	受理时间	审定阶段	审定标准
时的科技	E20	动力提升、电动、有人驾驶、特殊类别航空器	2023. 10. 27	华东局受理	专用条件
小鹏汇天	X3-F	多旋翼、电动、有人驾驶、轻型运动类航空器	2024. 3. 21	中南局受理	专用条件
时代飞鹏	FP-981C-BE	动力提升、电动、货运、限用类无人机驾驶航空器	2024. 4. 2	华东局受理	专用条件
御风未来	M1B	动力提升、电动、货运、限用类无人机驾驶航空器	2024. 4. 8	华东局受理	专用条件
峰飞科技	V2000EM	动力提升、电动、有人驾驶、特殊类别航空器	2024. 4. 28	华东局受理	专用条件
零重力	ZG-ONE	多旋翼、电动、载人、正常类无人机驾驶航空器	2024. 10. 10	民航局受理	专用条件
尚飞航空	JX1022L	多旋翼、电动、货运、限用类无人机驾驶航空器	2024. 11. 12	华北局受理	专用条件

来源：尚飞航空，国金证券研究所

目前全球 eVTOL 企业仅亿航实现规模销售收入。当前全球主要 eVTOL 上市企业包括中国企业亿航智能，美国企业 Joby、Archer、英国企业 Vertical 等，目前仅亿航实现规模销售收入，FY24 收入达 0.6 亿美元，多数企业尚未形成收入。

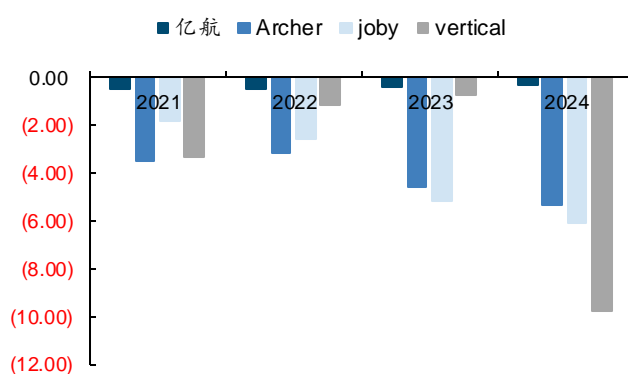
伴随收入放量，24 年亿航智能的净亏损持续收窄。FY22-24 公司的净亏损分别为-0.48、-0.43、-0.32 亿美元，分季度来看，公司出货、收入稳定增长，亏损逐季度收窄。

图表11：全球 eVTOL 上市企业中仅亿航智能实现规模收入（亿美元）



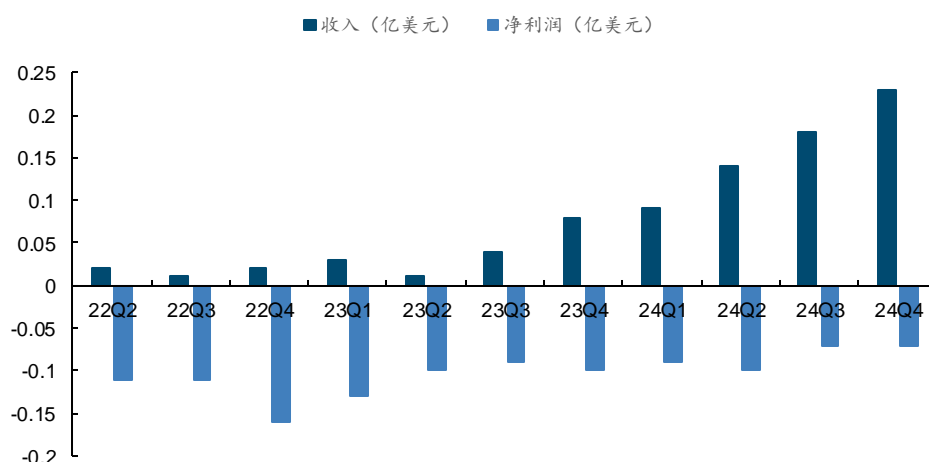
来源：亿航智能公司财报，国金证券研究所

图表12：主要 eVTOL 上市企业近年净利润均持续亏损（亿美元）



来源：各公司财报，国金证券研究所

图表13：亿航智能单季度亏损逐步收窄



来源：亿航智能公司财报，国金证券研究所

eVTOL 主机企业主要分为创业企业及汽车业、航空业的跨界玩家。亿航、峰飞、沃兰特、Joby、Archer 等企业均为创业企业，创业团队多为原先在航空工业具备丰富设计经验的专家；沃飞长空由吉利科技集团控股，小鹏汇天由何小鹏控股，大众下场推出 V.MO，均为



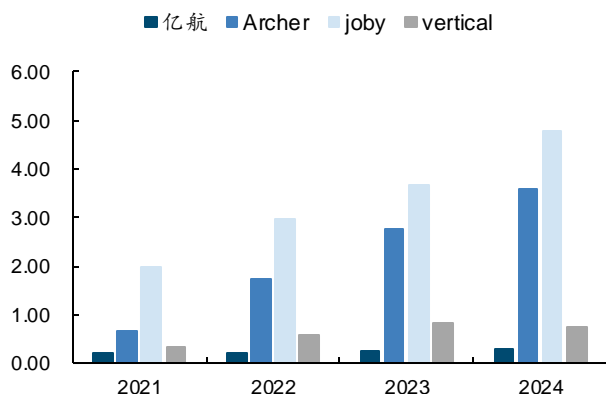
汽车行业的跨界玩家；波音收购 Wisk Aero 进军 eVTOL，空客下场 CityAirbus NextGen 四座 eVTOL 全尺寸原型机，为航空业的跨界玩家。

海外主机厂的背后投资人包括大量产业方。21 年 Joby Aviation 通过与特殊目的收购公司（SPAC）以反向并购的方式在纽交所成功上市，募资超过 10 亿美元，算上 IPO 前的融资，截至目前，估算 Joby 的融资规模已超 53 亿美元，Uber、达美航空、丰田等产业方为重要投资人，其中公司已与 Uber 开展空中出租车业务，形成强绑定。除此之外，Archer 的背后投资方包括 Stellantis、波音、联合航空等；航空业巨头波音、空客也亲自下场布局 eVTOL；Volocopter 投资人包括工业巨头霍尼韦尔、物流巨头 DB Schenker 等；Vertical 投资人包括劳斯莱斯、霍尼韦尔等。

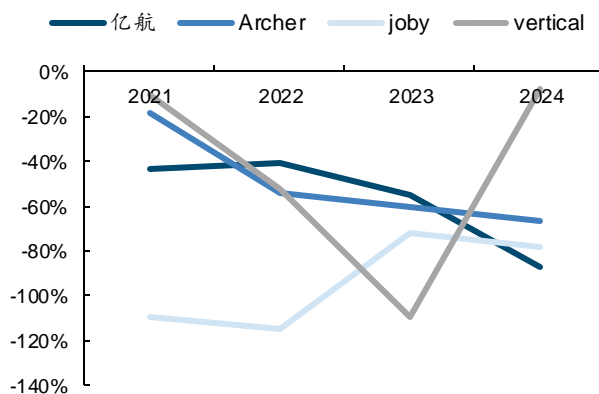
国内企业背后投资人则以投资机构居多，小鹏汇天、峰飞等融资规模领先。截至目前，小鹏汇天融资超 6.5 亿美元，背后投资方包括 IDG 资本、云峰基金、红杉中国等国际知名投资机构；峰飞航空获得数亿美元投资，投资人为国际航空资本和宁德时代，和产业方形成战略合作；沃飞长空受到成都市项目投资基金支持，融资数亿元人民币。

主机厂整体仍在大规模研发投入阶段，考验各家现金流，行业预计在未来 2-3 年进入洗牌。FY24 多数 eVTOL 上市企业的研发费用占净亏损额均在 60%以上。部分企业形成规模收入的时点尚不明确，持续的研发收入依赖持续的融资保障。当前部分企业的现金流已紧张。

图表14：主流 eVTOL 研发费用高企（亿美元）



图表15：主流 eVTOL 企业研发费用/净亏损比值较大



来源：公司财报，国金证券研究所

来源：公司财报，国金证券研究所

图表16：eVTOL 企业的融资情况

公司	最近融资轮次	已经历融资轮次	已融资规模	投资方
亿航智能	已 IPO	6 轮+IPO	超 1.3 亿美元	高瓴创投、凯敏雅克、PreAngel、乐博资本、真格基金等
峰飞航空	B 轮	2	数亿美元	国际航空资本、宁德时代
沃飞长空	B 轮	5	数亿元人民币	成都市重大产业化项目投资基金、华控基金、云航资本等
沃兰特	Pre-B 轮	8	超 5 亿元人民币	君联资本、南山站新投、微光创投、明势资本、顺位资本等
时的科技	B+轮	6	超 2 亿元人民币	蓝驰创投、德迅投资、远翼投资等
小鹏汇天	B 轮	3	超 6.5 亿美元	IDG 资本、小鹏汽车、云峰基金、红杉中国等
御风未来	Pre-B 轮	8	超 2 亿元人民币	云晖资本、容亿投资、中山金控等
零重力	A+轮	5	数亿元人民币	南京交通工程有限公司、合肥创投、联想创投、蓝驰创投等
Joby	已 IPO	5 轮+IPO+增发	超 53 亿美元	DELTA AIR LINES、Uber、Toyota Motor Corporation 等
Archer	已 IPO	2	5.15 亿美元	贝莱德、Stellantis、The Boeing Company、United Airlines、ARK Investment
Lilium	IPO 后退市	5 轮+IPO+2 次增发	超 17 亿美元	Applied Ventures、Atomico、腾讯投资、LGT 等
Beta Technologies	C 轮	3	7.43 亿美元	TPG、富达、亚马逊



公司	最近融资轮次	已经历融资轮次	已融资规模	投资方
Volocopter	E+轮	7	超 11 亿美元	Gly Capital Management、Honeywell Ventures、DB Schenker、btov Partners、吉利控股、戴姆勒等
Vertical	已 IPO	-	超 2 亿美元	Avolon、Mudrick Capital Management、Rolls-Royce、Honeywell 等

来源：企查查，通航圈，国金证券研究所

销售规模上，年售几百台或为各家最保守的盈亏平衡点门槛。以亿航为例，亿航 24 年各项费用（毛利-净利润）为 0.71 亿美元，23 年单架毛利 17.9 万美元，对应盈亏平衡点测算为年销售 397 台；

图表17：亿航盈亏平衡点测算

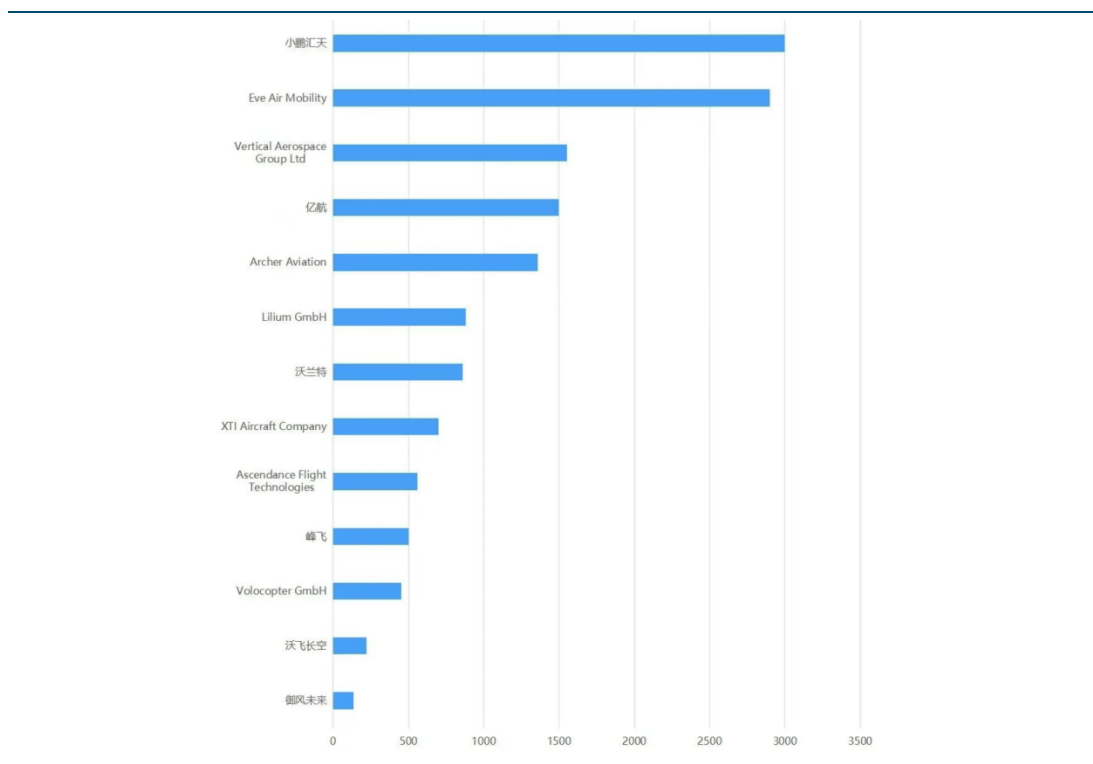
亿航盈亏平衡点测算		单位
亿航 24 年各项费用（毛利-净利润）=①	0.71	亿元
亿航 24 年单价	29.17	万元
亿航 24 年毛利率	61.37%	
亿航单位毛利测算=②	17.90	万元
亿航盈亏平衡点=①/②*10000	396.61	台

来源：公司财报，国金证券研究所

eVTOL 订单方面，经航空产业网最新调研统计，截至 2024 年 11 月中下旬，小鹏汇天和 Eve Air Mobility 公司的 eVTOL 分别以 3000 余架和近 3000 架订单居于前列，因 eVTOL 统计数据包含有公开信息的谅解备忘录、合作协议中提及的采购订单与预订单以及意向订单，海外企业数据水分较大（比如 Lilium 已经虽然订单量排第六，但当前在申请破产）。

国内企业中，小鹏汇天以 3000 余架的订单数量位居第一位，其“陆地航母”在珠海航展期间完成首飞，并与来自全国各地不同行业的 12 家客户签署了批量预订协议，总订单量达到 2008 台。亿航以 1500 架左右的订单数量位居第四位，其主要客户有太原西山文旅、温州文成交通发展集团、安徽合肥客户、深圳博领、江苏无锡客户、冠忠智慧出行、祥源文旅等。

图表18：部分 eVTOL 企业订单数量排名（截至 24 年 11 月中下旬）



来源：航空产业网，国金证券研究所



注：统计订单包含意向订单，有无法落地的可能

**图表19：eVTOL 交付情况**

国内主要 eVTOL 企业	日期	订购方	交付详情
亿航	2023 年 9 月	深圳博领	亿航智能向深圳博领交付 5 架 EH216-S 自动驾驶飞行器。
	2024 年一季 度	阿联酋物流科技公司	在 24Q1 交付 5 架, 包括 EH216-S/L/F。
	2024 年 5 月	无锡市交通运输局、无锡市梁溪区人民政府、无锡梁溪科技城管理局	5 月 16 日, 首批 10 架 EH216-S 航空器验收交付。
	2024 年 6 月	广州合利智能公司	6 月 6 日, 亿航智能在广州市天德广场正式向广州合利智能公司交付了全球首台淘宝直播间在线全额付款成交的"空中的士"EH216-S 无人驾驶载人航空器。
	2024 年 6 月	云浮向万山发展集团	6 月 21 日, 亿航智能在云浮向万山发展集团交付 5 架 EH216-S 无人驾驶载人航空器以及 1 架 VT20 系列物流无人驾驶航空器, 用于万山群岛低空经济项目一期。
	2024 年 6 月	浙江省温州市文成县	6 月, 文成县首批亿航智能 EH216-S 航空器交付接机仪式在天顶湖国际旅游度假区举行。截至 6 月 22 日已交付 27 架, 且 EH216-S 电动垂直起降航空器在文成完成首次载人飞行。
	2024 年 7 月	太原西山生态文旅投资建设有限公司	7 月 29 日, 亿航智能宣布 2024 年第二季度已向太原西山生态文旅投资建设有限公司交付的首批 10 架 EH216-S 无人驾驶载人航空器, 于 7 月 28 日在山西太原完成载人首飞。
	2024 年 8 月	南安市交通集团有限责任公司	8 月 14 日, 亿航智能在福建省南安市石井镇郑成功文化旅游区举行的活动上, 向南安市能源工贸投资发展集团有限公司旗下的南安市交通集团有限责任公司交付了 5 架 EH216-S 无人驾驶载人航空器。
峰飞	2024 年 4 月	日本 AAM 先锋运营商	交付 1 架"盛世龙"eVTOL 货机。

来源：航空产业网，国金证券研究所

### 2.3 长期：电动化、智能化水平提升为长期趋势，垂直整合打造强产品力

纵观全球 eVTOL 产品开发主要技术路线，头部 eVTOL 主机厂在分布式电驱架构、安全冗余技术、轻量化技术等方面均走在前列，但仍需要重点攻克高能量密度的新能源电池技术、态势感知与避障技术、低空路径规划技术、低空智能驾驶技术等技术难点。

(1) 高能量密度电池技术。与新能源汽车在发展初期类似，eVTOL 由于采取动力电池作为能量来源，在电池性能没有实现重大突破的前提下，将是制约 eVTOL 产业发展的关键因素。同时，电池在产品全生命周期内的能量衰减速度、能速度、能量密度和功率密度将直接影响 eVTOL 整机的产品生命周期、运营经济性与安全性、旅程舒适性等关键要素。目前，从技术路线上看，锂电池技术相对氢燃料电池技术而言更加成熟稳定，能量密度和功率密度也更高，因此绝大多数 eVTOL 决方案将锂电池作为产品能源系统的解决方案。

(2) 感知与避障技术。具有实时机动避障决策功能，主要包括空间复杂环境下的多障碍物探测和分类、障碍物定位及路径预测与碰撞风险分析、避障策略选择和航线重新规划等技术，涉及感知传感器构型设计、多源信息融合、智能目标识别、障碍物危险评估与避障决策等诸多领域。现有 eVTOL 制造商一般通过加装 ADS-B、TCAS 等空中防撞设备来解决自动安全间隔保持能力、规避周围危险能力。当前，针对城市地形地貌复杂、建筑物及附属设施众多、局部气象条件多变、电磁环境恶劣、鸟群飞行等情况，根据几何空间相对运动矢量进行避障决策、利用无碰撞路径规划代替避障决策、人工智能算法进行避障决策、建立城市低空环境仿真模型等技术路线还需攻克，通过快速监控检测潜在障碍物、及时提前改变航向避开障碍物等 eVTOL 避障技术还不成熟。

无人机避障主要分几个技术：

1) 基于雷达：



①超视距雷达。超视距雷达探测范围较远，多用于军事预警。根据超视距雷达传播方式的不同可以分为天波雷达和地波雷达。天波雷达与地波雷达控制无线电波分别通过电离层反射、折射或地表绕射实现长距离传播、探测。

②微波雷达。微波雷达利用微波的优良方向性，以及传播速度近似恒等于光速，通过测量和往返时间，从而算出障碍物距离。这项技术多利用于汽车的防撞系统。

③毫米波雷达。毫米波雷达通过发射无线电波并接受回波来探测目标，根据回波信号计算物体的速度、方向、距离和角度等信息。毫米波雷达抗干扰能力强，但是价格昂贵且无法感知障碍物目标的大小信息。

④激光雷达。激光雷达采用高重频激光器发射激光脉冲进行激光测距，结合大范围扫描系统进行扫描探测，从而获取目标区域障碍物的位置与几何信息，激光雷达具有精度高，直线性好等优点但由于体积质量较大且成本高，因此并不太适用于民用无人机。

## 2) 基于计算机视觉：

(1) 3D 结构光深度像机。3D 结构光深度像机：结构光三维视觉基于光学三角测量原理。光学投射器将一定模式的结构光透射于物体表面，在表面上调制后的三维图像。由处于另一位置的摄像机探测该三维图像，获得光条二维畸变图像，通过计算可以得出物体三维图像。该像机可以利用于复杂环境，抗干扰能力强，精度高，但受反光影响，检测距离较短。

(2) 单目像机。单目像机使用单个视点的图像数据通过利用相似三角形法求得实际距离。在实际运用中，单目像机具有系统简单、技术成熟等优势，但在复杂环境下容易出现计算量增大导致的实时处理性差。

(3) 双目像机。双目像机通过模拟人类视觉感知物体的原理，从两个点同时观察一个物体，根据在不同视角下的图像以及图像之间的匹配关系，测量计算得出物体的三维信息。其优势在于对于硬件要求低，在室内也可使用，但对于光照要求较高且需要被测物具有明显纹理特征。

## 3) 红外线传感器：

红外测距传感器是红外线传感器的一种，其根据获取红外线反射强度的不同数据，经处理器处理判断周围环境变化。由于红外线测距传感器的优良抗干扰性、实时性、便捷性导致其应用范围较广。

现已有的利用雷达在无人机上进行探测的也主要用于科研探测，不适合大众消费使用。所以如今雷达设备在往轻量化方向发展。计算机视觉或红外线测距传感器虽然受环境影响等较大，但成本较低，运算速度以及探测精准度可以从算法入手进行优化。

图表20：无人机避障技术

避障探测技术	优点	缺点
超视距雷达	探测距离不受地球曲率限制；性能稳定	设备庞大复杂；受电离层变化的影响
微波雷达	易于反射；不易受到其他电磁波干扰	绕射能力差；受环境影响
毫米波雷达	抗干扰能力强	价格高；无法感知障碍物目标的大小信息
激光雷达	精度高；直线性好	体积大；质量大；价格高
3D 结构光深度像机	不受光照和纹理变化影响；抗干扰能力强，精度高；实时性强，可用于复杂环境	检测精度受反光影响；探测距离较短
单目像机	结构简单；技术成熟	复杂环境中计算量大
双目像机	对于硬件要求低；在室内也可使用	对于光照要求较高；被测物具有明显纹理特征
红外测距传感器	测量范围广；响应快；操作便捷	受太阳光照影响

来源：《货运无人机的路径规划及避障技术应用》，国金证券研究所

(3) 低空路径规划技术。随着 300 米以下低空空域在政策层面逐步放开的预期逐渐加强，结合城市与城际低空运行环境的特点，eVTOL 必须在产品层面解决低空航路规划的技术难题，以满足大机队规模、常态化起降的城市空运场景需求。eVTOL 主机厂需要与相关服务提供商一道，围绕四维航迹、高精地图、实时空中与地面流量监控、城区风险区域划分等技术难点开展攻关，创造多层叠加的空中高速公路网络，既保留足够的安全冗余，又可以在飞行过程中动态调整飞行路线，在保证及时规避航路风险的同时，满足乘客对舒适性、安全性和运输时效性的要求。



(4) 高精度的低空智能驾驶技术。eVTOL 智能驾驶技术应能借助视觉、红外、激光雷达和毫米波雷达等新型传感器，采取极简操控方式 (SVO)，通过融合多种传感器增强飞机的环境感知能力，综合运用 AI、大数据等新兴技术对已感知的环境进行智能决策分析，并利用电传操纵系统建立的良好控制基础，最终让整套飞行操控系统具备无人驾驶的自主飞行能力，是一个从辅助驾驶、半自动飞行再到最终的全自主飞行的递进过程。eVTOL 自动飞行（包括自动导航、自动位置报告、自动应急等）性能，可在空中不确定的复杂气象环境条件下实现自动驾驶、安全操作的智能驾驶技术还需逐渐演变进阶。

垂直整合模式有利于达到更高的电动化水平和智能化技术。Joby、Archer 分别代表了垂直整合、传统模式两种供应链策略。在垂直整合模式下，Joby 选择“全栈自研”，内部开发零部件和系统，类似汽车企业中的比亚迪，模式优势在于零部件均为特定化设计，便于集成，达到更优性能，缺点在于新颖的材料、设计容易延缓适航进度，而在传统模式下，Archer 更为依赖一级传统航空供应商，从现有大规模供应的零部件厂商采购，优势在于能以最少资本投入、认证风险将产品推向市场，缺点在于牺牲性能。传统模式更有利于主机厂更快渡过最开始的亏损期，更快实现自我造血；而垂直模式有利于企业打造产品力，实现更高的电动化水平，软硬一体也带来更高的智能化驾驶水平。

**图表21：供应链战略：垂直整合 vs 传统模式**

供应链战略	垂直整合	传统模式
代表企业	Joby	Archer
供应商选择	内部开发零部件和系统	依赖一级传统航空供应商，采购拥有 FAA 认证记录、供应大部分现有航空零部件的供应商
优点	特定优化的零部件，更高效的集成，更优的性能	以最少的资本投入和认证风险尽快将产品推向市场
缺点	影响适航进展	推出的前代机型并非性能最优
电池选择	更新颖且更难认证的软包电池	更常见的圆柱形电池
材料选择	复材、增材	传统的航空航天材料（方便更快审核批准）
飞控选择	内部开发集成，方便达到理想性能	传统的飞控系统由来自不同供应商的零件拼凑而成，软件堆栈、硬件堆栈均不同，无法提供理想的性能和集成度

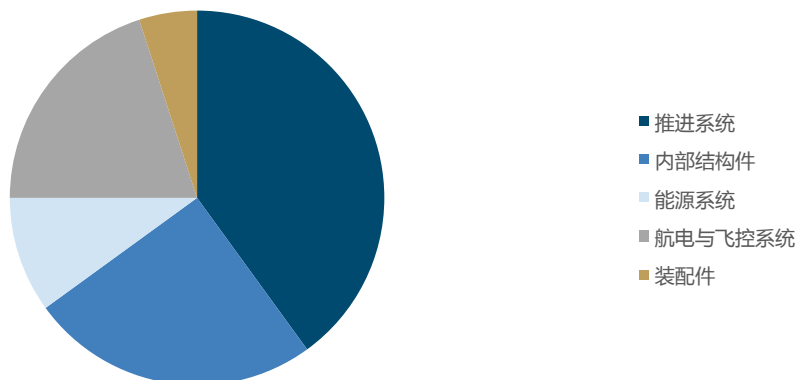
来源：aviation week，国金证券研究所

### 三、产业链：零部件赛道扩容，关注国产替代

根据 2021 年《LILiUm Analyst Presentation》，其 eVTOL 单机成本约 250 万美元，其中推进系统（电机电控、螺旋桨等）+能源系统（电池等）占比 50%，其中能源系统占 10%，推进系统占 40%。



图表22: eVTOL 核心零部件包括推进系统、内部结构件、能源系统、航电与飞控系统、装配件等



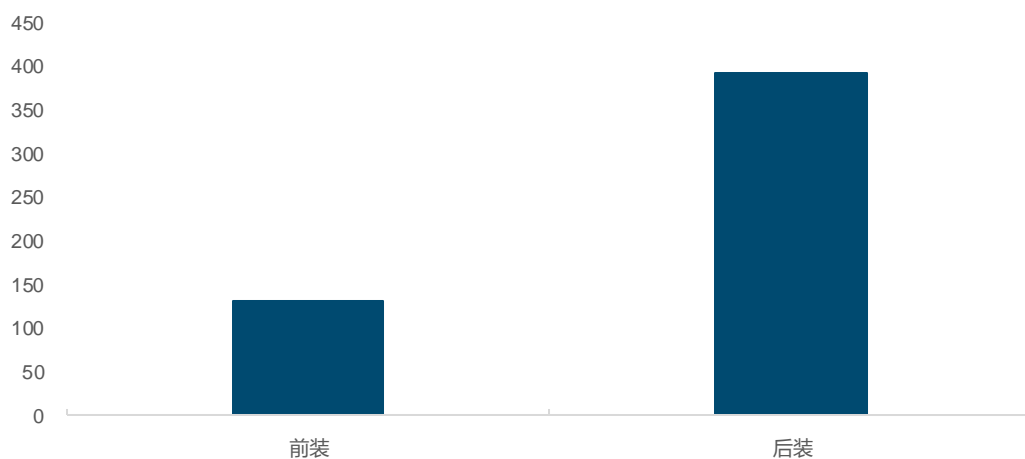
来源:《Lilium Analyst Presentation》2021, 国金证券研究所

### 3.1 电机: 百亿级前装+后装市场, 格局较汽车更优

eVTOL 带来国内电机前装市场达百亿级。国内电机主要用于国内市场, 根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》预计, 30 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架, 假设单机用机电控 80 万元, 对应国内 eVTOL 电机前装市场规模累计约 131 亿元。

eVTOL 的使用寿命约 15-20 年, 电机需更换 3-4 次。相较汽车, eVTOL 对于可靠性的要求性极高, 载人场景下出错率要控制得更低, 而且电机价格相较传统航空发动机相对便宜, 因此为保障 eVTOL 的使用寿命, 电机更换相较汽车会更加频繁。因此, 假设 eVTOL 使用寿命 20 年, 电机 4 年一换, 单机后装更换价格平均 60 万元, 则对应一架 eVTOL 生命周期内更换电机 4 次, 更换成本为 240 万元, 30 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架, 对应电机后装市场规模累计约 392 亿元。

图表23: 国内 eVTOL 给电机带来前装/后装市场预测 (至 2030 年累计值, 亿元)



来源: 南航通航、沃兰特《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》, 国金证券研究所测算

在航空级电机中, 对于安全性、环境适应性、功率密度均有较高的要求。

- 1) 安全性方面, 考虑到航空应用场景中, 首要考虑指标是飞机在紧急情况下可以冗余 50% 功率输出, 并配置紧急降额设计;
- 2) 环境适应性方面, 航空级电机对于高低温、湿热、低温低气压、盐雾、臭氧、电磁兼容、振动等方面的要求较高, 需要适应各类极端环境;
- 3) 数量方面, 电动汽车通常配备 1-2 个电机, 而 eVTOL 当前至少需要 8 个电机驱动。由于飞行汽车在安全性和可靠性方面的要求较高, 因此, 在任何情况下, 即使最多有一个电机出现故障, 飞行汽车仍能保持稳定悬浮;



4) 航空更为注重功率密度。根据《飞行汽车的研究发展与关键技术》，车用电机的额定干质量功率密度最高约为 2kW/kg，航空推进电机通过使用具备更高耐温极限的绝缘材料、更高磁能密度的永磁材料和更轻的结构材料，已经可使电机本体的额定功率密度超过 5kW/kg。通过改善电机的电磁结构设计，例如采用 Halbach 磁阵列、无铁芯结构、Litz 导线绕组等技术，以及改善电机的散热设计，预计 2030 年电机本体的额定功率密度可达 10kW/kg，2035 年额定功率密度将超过 13kW/kg。通过提升电磁设计技术、热管理技术和轻量化技术降低电机结构重量和散热系统辅助重量，不断提高电机的功率密度和宽范围变工况动力输出能力，是 eVTOL 动力系统的主要发展趋势。

目前，电机多与主机厂随机适配，构筑高客户粘性。当前电机产品多配套主机厂，随主机厂配套适配，由于主机厂适配要求高且复杂，预计电机厂和主机厂在适配通过后会形成稳固的合作、供应关系，切换供应商带来的产品可靠性风险较大。

国内 eVTOL 电机电控供应商主要有卧龙电驱、英搏尔、天津松正、迈吉易威等。其中：

1) 卧龙电驱：在航空电驱动及控制领域处于国际一流水平。公司形成了“3+1”的产品布局，即小、中、大三个功率等级的驱动产品及一个适配标准。小功率指 2kW~30kW 产品，主要应用于工业无人机及 1~2 座 eVTOL，已开始向国内主流物流无人机企业小批量供货；中功率产品以 50kW~175kW 为主，4 座载人 eVTOL 为主要应用，与国内主流 eVTOL 制造企业均有技术沟通，相关研发项目正在进行中；大功率是 200kW 至 1MW 以上，应用于十几座到几十座的支线飞机，以预研为主。公司当前已合作客户包括商飞、万丰奥威、沃飞长空等。

2) 天津松正：航空电机电控行业进展领先。在载人级电动航空领域，公司专注于高效功重比的电推进系统的开发，推出针对飞行任务动力需求的定制化航空电机及控制器的开发服务，在纯电驱多旋翼垂直起降、涵道风扇等不同构型的飞行器均有深入的研究及产品应用；同时在混动驱动电机大功率增程电机及驱动器均具备开发和制造能力。

3) 江苏迈吉易威：军用高功率密度轮毂电机系统核心供应商。公司已有多个型号产品在部队投放应用。公司的电机产品经过多次迭代，目前最大输出功率已达到 250kW，效率高 95% 以上，并且具备风冷液冷两种冷却方式电机类型，并由传统柴油发电机逐步扩展至航空用永磁电动发电机。目前公司已推出了面向 eVTOL 的电机系统配套产品。

4) 英搏尔：与亿航达成合作。公司与亿航达成长期战略及技术开发合作，共同开发适用于亿航产品的高性能电机和电机控制器产品；公司与南京亿维特联合开发适用于其 ET9 电动垂直起降（eVTOL）航空器系列产品的高性能一体化电机电控产品。

### 3.2 电池：千亿级后装市场，新技术有望加速应用

eVTOL 带来电池百亿级前装市场。根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》预计，30 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架，假设单 eVTOL 带电量 200kWh，价格 3 元/Wh（航空级电池较车用电池价格高 1 个数量级），对应单机电池价值量 60 万元，则对应前装市场累计约 98 亿元。

eVTOL 带来电池后装市场有望弹性更大。循环次数、单日飞行次数将很大程度上影响电池的更换频率，我们测算在单天飞行 8 次，电池循环寿命 1000 圈的假设下，电池的更换次数 14 次，在 eVTOL 20 年生命周期内，30 年累计国内 eVTOL 需求量预计为 16316 架，假设更换均价单机 45 万元，提供电池后装市场累计约 1028 亿元。

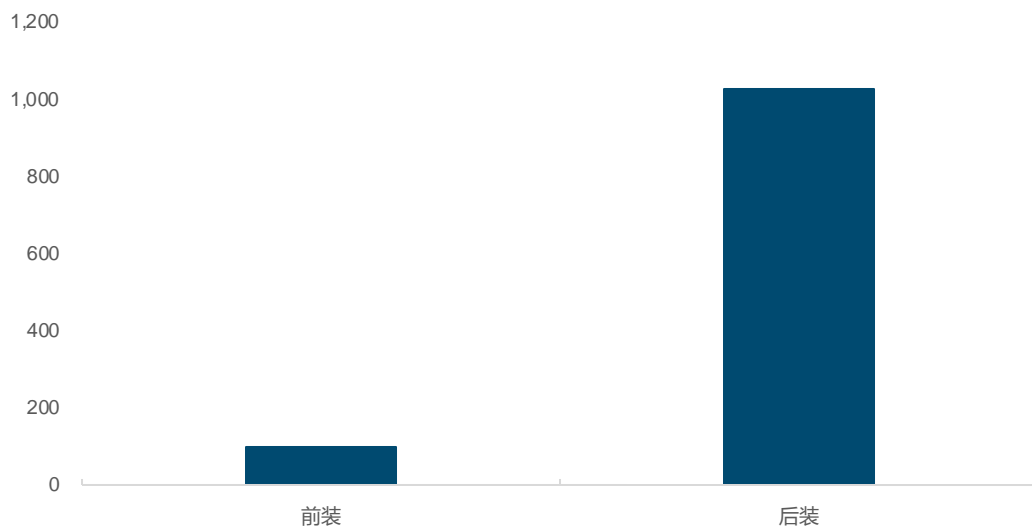
图表24：在 eVTOL 生命周期内电池更换次数测算模型

假设：单次飞行航程（公里）①	50
假设：电池最大可供续航航程（公里）②	300
可供飞行次数③=②/①*0.8（假设剩余 20%电量即需充电）	4.8
假设：单日飞行次数④	8
1 天充电次数⑤=④/③（向上取整，如 1.5 次以 2 次计）	2
假设：电池循环次数⑥	1000
电池寿命（年）⑦=⑥/⑤/365	1.4
更换次数=20/⑦（假设 eVTOL 生命周期 20 年，向下取整）	14

来源：国金证券研究所测算



图表25：国内 eVTOL 给电池带来前装/后装市场预测（至 2030 年累计值，亿元）



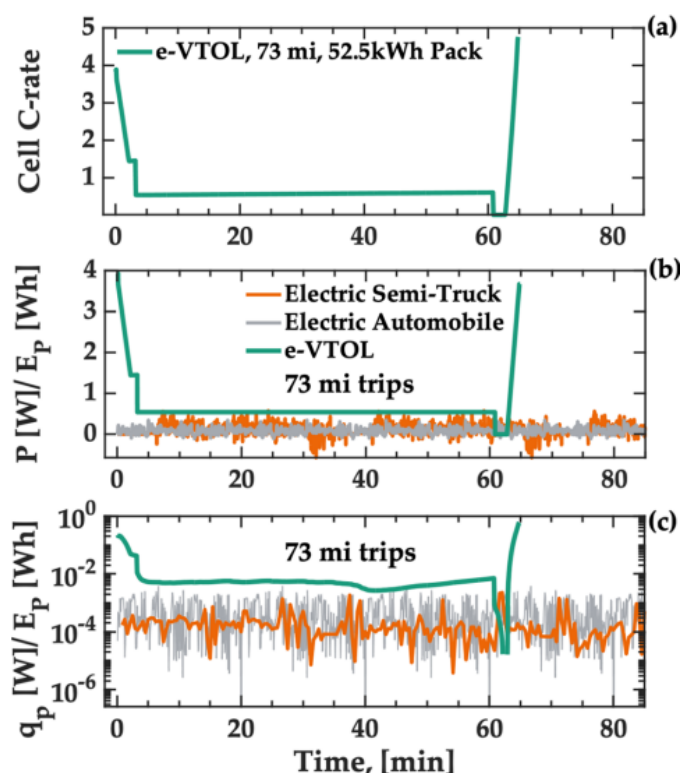
来源：南航通航、沃兰特《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》，国金证券研究所测算

eVTOL 对电池能量密度、瞬时放电倍率及热管理等方面提出更高要求。

- 1) 能量密度：决定了飞行汽车的续航能力和有效载荷。若动力电池系统的比能量由 200Wh/kg 提高到 500Wh/kg，可使飞行汽车增加近 1/4 的有效载荷，可使飞行汽车的续航里程增加近 2 倍。
- 2) 瞬时放电倍率：飞行汽车巡航飞行时电池放电倍率在 1.2C，而起飞和降落过程中动力电池的瞬时放电倍率可高达 4.8 C，远高于电动汽车对电池放电倍率的要求。动力电池放电倍率高，严重影响动力电池的性能，还将产生电池热安全性等问题。
- 3) 热管理：通过平板热管等先进热管理技术保证高放电倍率动力电池性能和热安全性，同时考虑低空飞行低气压的影响，为飞行汽车高能量密度动力电池研发的前沿方向。
- 4) 安全：高空巡航使 eVTOL 电池要求严苛。以美国联邦航空管理局 (FAA) 的规则为例，电池系统能够控制任何故障，在损坏飞机的基础上允许飞机安全着陆。而乘用车关于电池热失控的要求则为进入热失控状态后为车内人员留有足够的逃生时间。



图表26: eVTOL 对放电倍率性能、热管理提出更高要求



来源:《Performance Metrics Required of NextGeneration Batteries to Electrify Vertical Takeoff and Landing (VTOL) Aircraft》, 国金证券研究所

注: (a) 在 73 英里的任务中, 起飞时电池的放电速率约为 4C, 着陆时的放电率约为 4.8C。如果预备段包括在任务中, 着陆时放电倍率可能会增加。(b) 比较 e-VTOL、电动汽车和电动半卡车的功率需求 (P) 与电池组能量 (EP) 之比, eVTOL 最高。(c) 比较 e-VTOL 和电动汽车等效行程的发热率 (qP) 与电池组尺寸 (EP) 之比, e-VTOL 电池发热大, 对热管理要求高。

多家企业当前主攻高镍三元+硅基负极体系方案, 中期有望向固态电池过渡。目前来看, 当前高镍三元+硅负极的软包电池能量密度、放电倍率及可靠性能满足当下需求, 但上限或在 400Wh/kg 左右; 长期看, 固态电池的能量密度在 400Wh/kg 以上 (欣视界当前固态电池 450Wh/kg 以上, 麻省固能当前锂金属电池 417Wh/kg 以上), 且放电倍率性能优异 (固态电池最新实验室产品已可达 5C 倍率 6000 次循环, 固态锂金属电池最新实验室产品充放电循环至少 6000 次, 而且可以在几分钟内完成充电), 有望胜出。

图表27: 电池企业航空电池产品布局

企业	产品类型	进展情况
宁德时代	凝聚态电池	已经成功试飞 4 吨级民用电动飞机, 正在“积极投入”并加速 8 吨级研发
中创新航	9 系高镍 / 硅体系电池 (推测为圆柱)	发布了第二代“顶流高能-超级飞行电池”, 能量密度 350Wh/kg, 支持 10C+持续性放电, 可为 8 吨的 eVTOL 提供充足的动力, 混动模式下支持 3000 公里里程, 计划于 2026 年上市
亿纬锂能	软包电池	在 eVTOL 电池领域, 已配合国外某企业进行了三年研究工作, 并向海外航空合作伙伴交付了 A 样产品。
正力新能	圆柱电池	开发“三高一快”航空电池, 已与国内外多家头部电动飞机企业展开深入合作并开展航空适航认证
孚能科技	软包电池	第二代 eVTOL 半固态电芯即将进入小批量量产阶段, 电芯能量密度提升至 320Wh/kg, 快充时间缩短至 15 分钟, 长脉冲功率高达 10C, 搭载相应电池的 eVTOL 最大起飞重量大于 2.4 吨, 有效载荷近半吨, 可搭载 5 人飞行
国轩高科	46 大圆柱电池	与亿航智能签订战略合作协议, 推出高能量密度、高功率和高安全优势的 46 大圆柱电池
蔚蓝锂芯	圆柱电池	用于无人机的 21700 电芯持续最大放电倍率可达到 15C, 海外 eVTOL 领先企业 Archer 和 VerticalAerospace 均采用了高功率圆柱形电芯, 目前用于 eVTOL 的电池处于研发阶段
欣界能源	固态电池	2024 年 12 月发布的“猎鹰”高能锂金属固态电池, 单体能量密度达到了半固态电池 480Wh/kg, 搭载”



企业	产品类型	进展情况
荣盛盟固利	-	猎鹰"高能金属锂金属固态电池的亿航智能载人级 eVTOL-EH216S 在试飞中创造了 48 分 10 秒的续航纪录。
荣盛盟固利	-	电芯能量密度为 300Wh/kg 的 50Ah 电池系统型号获得中国民用航空东北地区管理局适航审定
麻省固能	锂金属电池	2021 年发布了 Apollo 大型锂金属电芯, 电芯容量为 107Ah, 能量密度为 417Wh/kg。研发的 40—60Ah 的锂金属负极电池使用国内 eVTOL 主机厂峰飞航空的产品进行测试

来源: 澎湃新闻, 界面新闻, 各公司官网, 电池中国网, 第一财经等, 国金证券研究所

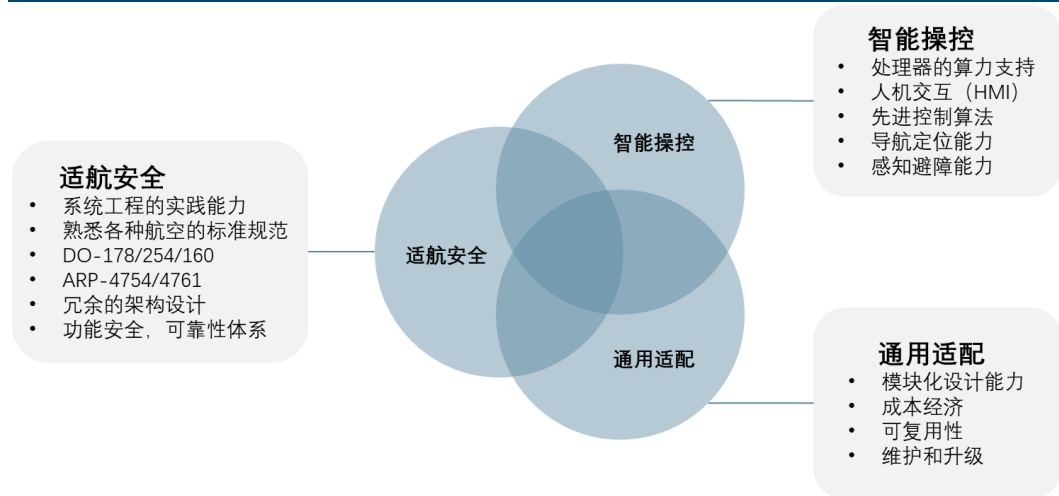
### 3.3 航电+飞控: 向自主化、智能化演进, 国产化率有望逐步提升

航电飞控系统可大致分为电源、模块、控制、驱动四模块。为 eVTOL 提供动力的各个旋翼或螺旋桨均安装在电机转子上, 通过驱动模块控制每个电机的转速来提供不同升力以实现各种飞行姿态。驱动模块的速度控制信号来自于控制模块的中央控制单元, 速度控制信号的形成依据则是检测模块中 IMU 惯性测量单元提供的姿势数据、电子罗盘提供的位置数据以及气压计等提供的气象数据。电源模块为检测模块、控制模块和驱动模块提供电力。

航电飞控系统是 eVTOL 的神经中枢“大脑”, 解决“在哪儿, 去哪儿, 怎么飞”三个问题。航电飞控系统承担着替代飞行员全面或部分控制飞机稳定运行的重要角色, 除具有自动驾驶仪的功能外, 还能增强飞机的操控性和稳定性, 实现航迹管理、自动导航、自动降落、地形跟踪、飞行中自动调整机翼负荷分布、精准定位及编队飞行等功能。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。

预计 30 年 eVTOL 航电飞控市场规模约 131 亿元。根据《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》预计, 30 年累计国内 eVTOL 需求量为 16316 架, 假设单机用航电飞控系统 80 万元, 对应 30 年国内 eVTOL 航电飞控累计市场规模累计约 131 亿元。

图表28: eVTOL 飞控需满足适航安全、智能操控、通用适配等条件



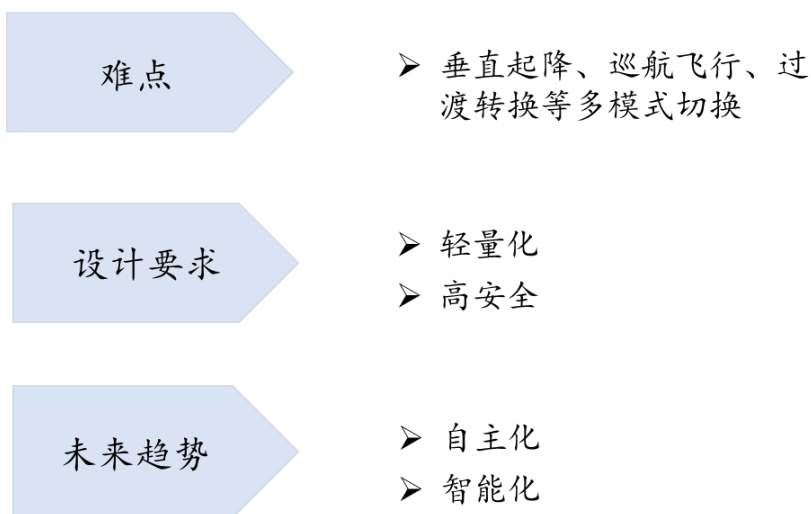
来源: 狮尾智能, 国金证券研究所

轻量化和高安全性是重要设计要求。eVTOL 飞行控制电动化主要体现在其飞控指令通过高可靠大功率电作动器执行, 取消了传统液压作动方式, 并通过总线信号传输、一体化伺服作动器设计等小型化、集成化手段, 实现轻量化设计。高安全性主要通过飞控系统部件的余度设计来实现, 但更高的余度配置意味着更复杂的系统和更大的重量体积。电动垂直起降飞行器自身冗余操纵舵面配置在一定程度上可以提高飞行安全。因此, 可以结合电动垂直起降飞行器自身高安全性的特点, 从整机出发开展安全性设计更有利于实现飞控系统轻量化和全机性能优化。

相较传统单旋翼直升机, eVTOL 飞控技术更难, 未来朝着智能化发展。eVTOL 垂直起降、巡航飞行、过渡转换等多模式切换对飞行控制带来很大挑战, 相比传统直升机更需要实现全包线飞行鲁棒控制; 未来, eVTOL 飞控技术向着自主化、智能化发展, 通过高级自动控制功能设计、深度学习、强化学习等方法, 实现一键自主起降、智能避障、自主航线运行、智能边界保护与故障重构等功能, 提高电动垂直起降飞行器自动驾驶和智能化水平。



图表29: eVTOL 的难点、设计要求、未来趋势



来源：无人机生态圈、eVTOL 产业通，国金证券研究所

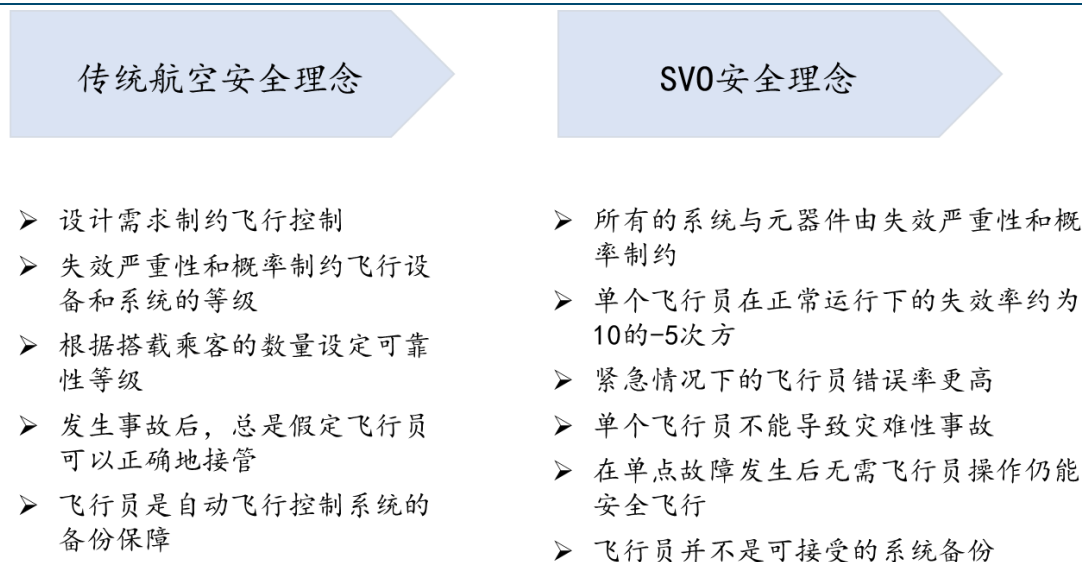
SV0 技术（极简操控）为重要发展趋势，目的在于通过飞行自动化技术降低飞行员的必需技能。在传统航空体系中飞行员是大多数系统和未知情况的失效安全（Failsafe）备份；在 UAM 场景下出于安全、易用、无人驾驶等需求驱动，SV0 应运而生。SV0 是航空业内“Simplified Vehicle Operations”的缩写，主要目的是基于飞行自动化技术来减少飞行员必须具备安全操控飞机的技能。

SV0 按阶段逐步实现完全自主飞行。SV01 主要面向当前固定翼的飞行员，大幅降低学习 VTOL 和旋翼飞机运营的负担；SV02 为没有飞行经验的人设计，自动化完成大多数飞行前计划，执行航线飞行指令；SV03 则实现指定目的地后完全自主运行。

从人机交互界面看，SV0 相比传统飞行器操控更加直观、简单。但从算法层面或是飞行控制角度看，SV0 对于 eVTOL 飞行包线提出了更高的要求，特别是在飞行包线保护和过渡态自动飞行方面，需要功能更加强大的飞行控制系统。从起飞前的自动化飞行计划，到空管员远程接入改变航线，将逐步形成一个全自动化飞行的方式。

SV0 可帮助降低飞行员培训成本及难度。传统的飞行员培训成本非常高昂，已经成为制约传统通航发展和普及的主要因素。若 eVTOL 飞行器使用触屏和全新的简易操控模式，飞行员只需专注于执行层上的决策，体验更加简单方便。未来 SV0 可以快速提高 eVTOL 在大众的普及程度。

图表30: UAM 场景发展推动 SV0 技术标准的发展





来源：狮尾智能，国金证券研究所

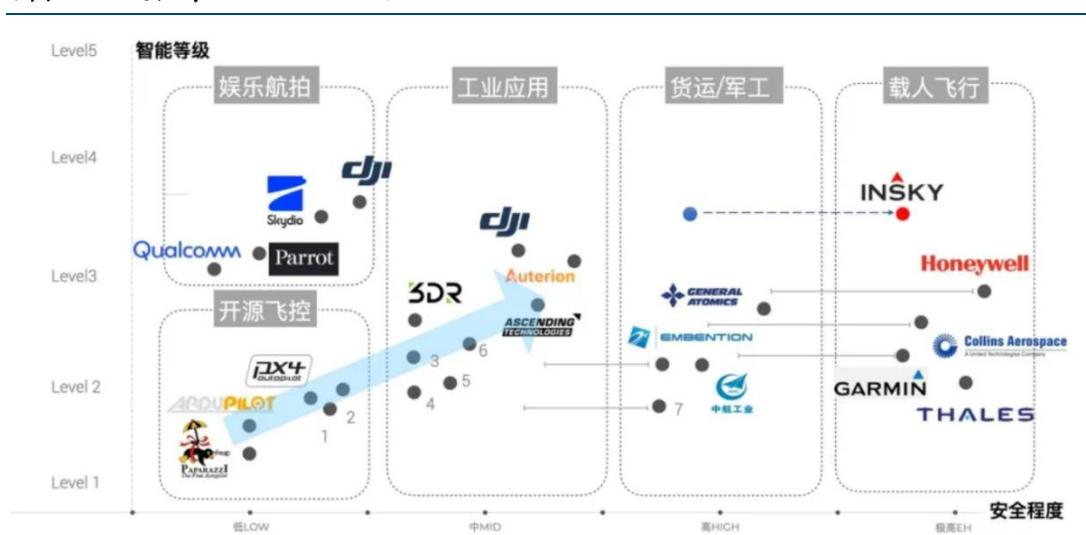
图表31：SVO 按阶段逐步实现完全自主飞行

SVO 阶段	面向场景	优势
SV01	主要面向当前固定翼的飞行员	大幅降低学习 VTOL 和旋翼飞机运营的负担
		改进现有自动化的可靠性来去除人工备份保障
		使用已有的自动化运营数据来支持飞机取证
		新的 SV01 评分：现有飞行员更易操控，减少新手飞行员的训练
SV02	为没有飞行经验的人设计	航线飞行指令
		专注在导航而非飞机机动
		自动化完成大多数飞行前计划
		新的 SV02 评分：现有飞行员更易操控，最低限度的新手飞行员的训练（目前 1-2 周时间完成）
SV03	指点控制 - 指定目的地后完全自主运行	全自动化的飞行前计划
		空管或操控员可以改变目的地或航路
		无需飞行员驾照

来源：狮尾智能，国金证券研究所

全球飞控系统市场集中度较高，国产供应商稀缺。市场上各类飞行控制产品众多，按照安全程度和智能等级不同可以分为不同的应用领域。很多工业飞控产品最早源自 PX4 或 Ardupilot 等开源框架，根据不同场景和需求进行产品化。这类飞控在面向适航以及更高安全等级的场景时不再适用，在货运军工、载人飞行场景下，国内非常缺乏飞控系统供应商。特别在民用载人飞控场景下，全球范围内满足适航要求的飞控供应商呈现出高度垄断态势，核心技术掌握在 Honeywell, Collins, Garmin, Thales 和 BAE 这几家航电巨头手中。

图表32：飞控系统 OEM&Tier1 企业



来源：狮尾智能，国金证券研究所

国内 eVTOL 飞控系统新兴厂商涌现。根据 36 氪和势能资本，国内飞控系统供应商主要包括传统老牌飞控系统供应商和一批新兴的飞控系统企业。传统老牌飞控供应商技术积累扎实，但产品价格较高，主要为中航工业 618 所等军工单位，以及北航、南航等高校科研院所。近年来，一批新兴民营飞控公司涌现，推出许多高性价比的 eVTOL 飞控产品，包括狮尾智能、边界智控、创衡控制、翔仪飞控等。

霍尼韦尔领先布局 SVO 技术。Honeywell 作为全球最大的航电供应商，全力拓展 UAM 相关业务，2020 年 9 月发布了面向无人机系统（UAS）和城市空中交通（UAM）下一代航电系统，国外 eVTOL 主机厂很多都选择了 Honeywell 作为航电飞控供应商，包括：Lilium、Vertical Aerospace、Pipistrel、Faradair、Eviation、Airflow 等。



图表33：市面 SVO 技术布局企业

市面 SVO 技术布局企业	具体布局
霍尼韦尔	Honeywell 作为全球最大的航电供应商，全力拓展 UAM 相关业务，2020 年 9 月发布了面向无人机系统（UAS）和城市空中交通（UAM）下一代航电系统，国外 eVTOL 主机厂很多都选择了 Honeywell 作为航电飞控供应商，包括：Lilium、Vertical Aerospace、Pipistrel、Faradair、Faradair、Eviation、Airflow 等
Flight Level Engineering	FAA 资助项目验证 SVO 飞行场景
Skyryse	由 Skyryse 开发的 FlightOS，是一个飞行自动化技术堆栈，飞行员可以通过触摸屏平板电脑和操纵杆实现飞行控制操作。

来源：狮尾智能，国金证券研究所

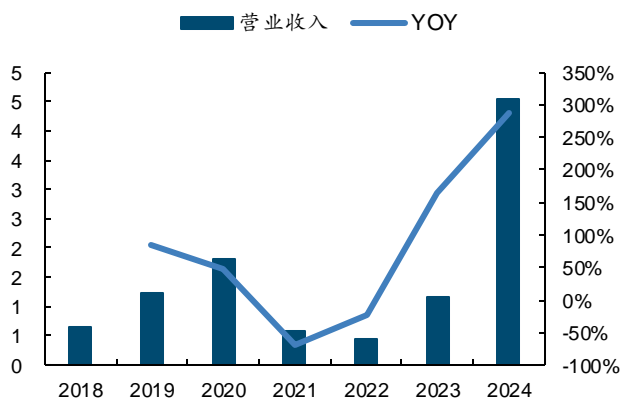
## 四、投资建议

低空经济蓬勃发展，eVTOL 作为重要牵引，迈向千亿市场，建议关注整机领域亿航智能、万丰奥威，电机领域卧龙电驱、英搏尔，电池领域宁德时代，航电飞控领域纵横通信（收购狮尾智能）。

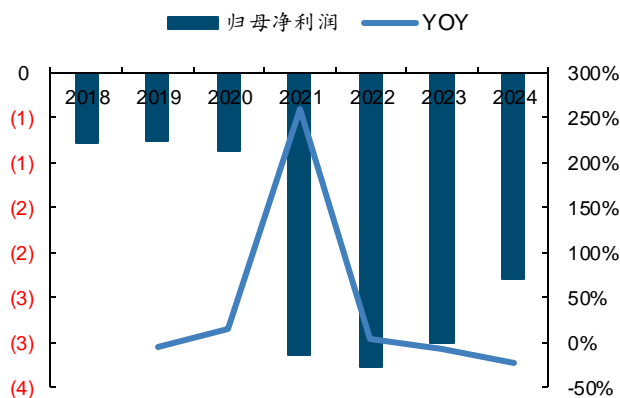
### 4.1 亿航智能：全球无人驾驶 eVTOL 领先企业，已获适航三证

亿航智能（Nasdaq: EH）是一家全球领先的城市空中交通科技企业，致力于让每个人都享受到安全、自动、环保的空中交通。亿航智能为全球多个行业领域客户提供各种无人驾驶航空器产品和解决方案，覆盖空中交通（包括载人交通和物流运输），智慧城市管理和空中媒体等应用领域。亿航智能的旗舰产品 EH216-S 已获得中国民用航空局（CAAC）颁发的全球首张无人驾驶载人电动垂直起降（eVTOL）航空器型号合格证（TC）、生产许可证（PC）和标准适航证（AC）。2025 年，EH216-S eVTOL 运营航司获得由 CAAC 颁发的全国第一批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证（OC）。

图表34：亿航智能营业收入（亿元）



图表35：亿航智能归母净利润（亿元）



来源：公司财报，国金证券研究所

来源：公司财报，国金证券研究所

### 4.2 万丰奥威：国内通航飞机龙头，拓展 eVTOL

公司形成了汽车金属部件轻量化产业和通航飞机创新制造产业“双引擎”驱动发展格局。报告期内，公司从事的主要业务为两大板块，分别为以“铝合金-镁合金”为主线的汽车金属部件轻量化业务；集自主研发、设计、制造、销售服务等于一体的通用飞机创新制造业务。

公司是轻量化镁合金新材料深加工业务全球领导者。年产能 1,800 多万套，在产品仿真设计、模具设计以及产品压铸等方面具备较强的竞争优势，同时公司产品储备丰富，并完成大型一体化镁合金压铸件的设计与制造，主要产品涉及动力总成、前端载体、仪表盘支架、后掀背门内板、侧门内板等汽车部件。镁合金新材料依托于海外先进的技术，逐步引入国内实现商业化落地，并力争从客户与产品两个维度实现国内新能源主机厂的开拓。

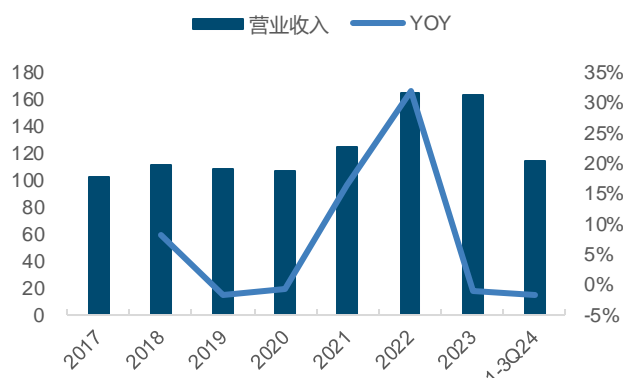


轻量化铝合金产品年产能 4,200 多万套,致力于汽车、摩托车高端铝合金车轮研发、制造、销售及售后服务,实现细分行业全球领跑。比亚迪、奇瑞、赛力斯、大众等主机厂是公司重要的合作伙伴。

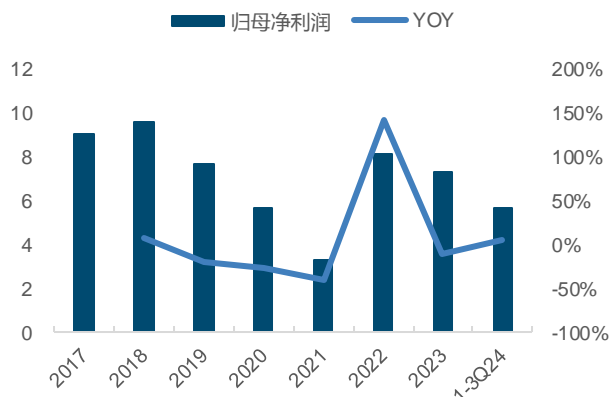
公司作为深耕“低空领域”多年的全球通用飞机的领跑者,在整机设计研发、发动机制造技术、新材料技术和先进制造领域具备同行领先的技术研发优势,是欧洲为数不多的 EASA (欧洲民航局) 批准的 DOA (飞机设计组织),储备了大量的通用航空研发设计人才,在全球拥有大量通用飞机研发与设计技术储备。通航飞机创新制造业务采用“研发-授权/技术转让-整机制造和销售-售后服务”循环进阶的商业模式。目前拥有奥地利、加拿大、捷克三大飞机设计研发中心及国内一个省级工程研究中心,以及奥地利、加拿大、中国(青岛、新昌)四大飞机制造基地,客户遍布欧洲、北美、亚太和中东等区域,在全球范围内具备良好的品牌影响力。

积极拓展 eVTOL。24 年,万丰飞机与大众(德国)签署了《电动垂直起降航空器(eVTOL)领域技术合作谅解备忘录》,双方同意在电动垂直起降航空器(eVTOL)领域开展相关合作,主要包括:工业设计、航空领域内外饰部件设计、人机交互和信息软硬件开发等;同时,万丰飞机拟向大众(德国)购买相关知识产权和资产。在大众(德国)支持下,万丰飞机拟自主实现以航空器为载体的大规模产业化垂直移动解决方案的开发和未来的商业化。25 年 3 月,万丰奥威公告称,其德国子公司 heptus591. GmbH 将收购 Volocopter GmbH 名下相关有形资产、知识产权及承接特定合同权利义务,已于北京时间 3 月 6 日签署了《资产收购协议》,Volocopter GmbH 为德国电动垂直起降(eVTOL)飞行器明星公司,专注于 eVTOL 开发,主要业务为开发、测试、制造、维护和销售电动多旋翼飞机,以及空中出租车运营解决方案。

图表36: 万丰奥威营业收入(亿元)



图表37: 万丰奥威归母净利润(亿元)



来源: 公司财报, 国金证券研究所

来源: 公司财报, 国金证券研究所

#### 4.3 卧龙电驱: 国内电机龙头, 积极推进 eVTOL 产品研发

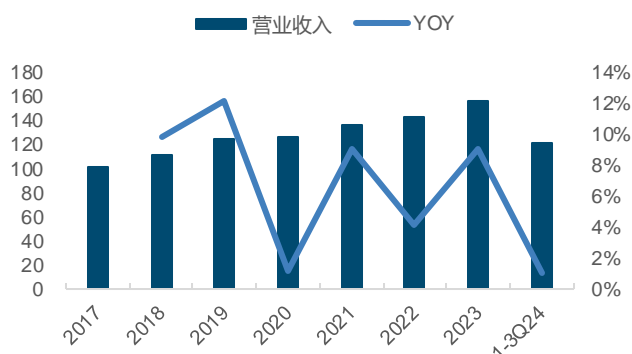
电机及控制业务是公司的关键核心业务。近年来公司并购了数家海外知名电机及控制类产品制造企业和国内大型电机龙头企业南阳防爆, 在全球化制造布局和营销服务网络、销售规模、产品覆盖面、技术创新能力以及品牌影响力等方面均具有明显的行业竞争优势。通过对国外公司的品牌和技术优势与国内公司的制造成本优势的融合, 公司的市场号召力得到了大幅提升, 形成了对竞争对手的持续压迫。作为全球领先的电机及驱动类产品制造商, 公司在高压驱动整体解决方案、新能源汽车驱动电机、高端和超高端家用电机、振动电机等领域已经逐步取得了行业的全球领导权。

公司拥有卧龙、南阳防爆等国内领先品牌, 及国际百年知名品牌, 如 BrookCrompton (伯顿)、Morley (莫利)、LaurenceScott (劳伦斯)、Schorch (啸驰)、ATB (奥特彼) 等, 并获得 GE (通用电气) 10 年的品牌使用权, 在油气、石化、采矿、电力、核电、军工、水利及污水处理、家用电器、新能源汽车等细分领域的中高端市场中有较高的品牌美誉度。

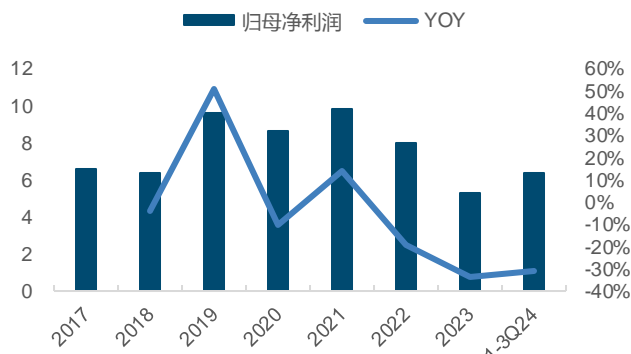
公司推动并实施“一二三发展战略”。电机产业作为公司的第一条成长曲线要稳定发展, 加快产品的迭代升级, 大力发展高效电机、永磁电机、电机+变频等新电机产品; 新能源产业作为公司的第二条成长曲线要快速发展, 包括光伏、风电、储能、氢能、电动交通等业务; 系统解决方案业务作为公司的第三条成长曲线要全力发展, 即“电机+变频+上位机+传感器+N”的系统解决方案业务。



图表38: 卧龙电驱营业收入 (亿元)



图表39: 卧龙电驱归母净利润 (亿元)

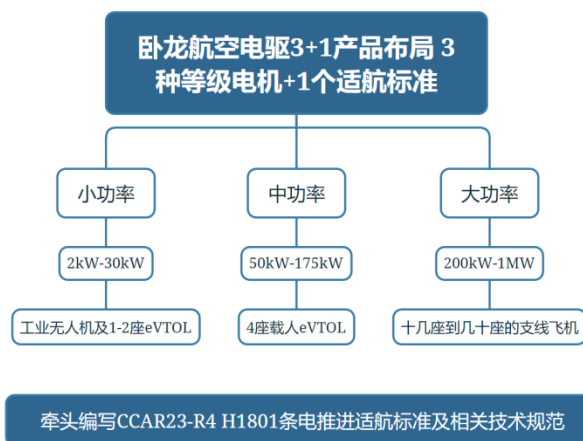


来源: iFinD, 国金证券研究所

来源: iFinD, 国金证券研究所

在航空电驱动及控制领域处于国际一流水平。公司形成了“3+1”的产品布局,即小、中、大三个功率等级的驱动产品及一个适航标准。小功率指 2kW~30kW 产品,主要应用于工业无人机及 1~2 座 eVTOL,已开始向国内主流物流无人机企业小批量供样;中功率产品以 50kW~175kW 为主,4 座载人 eVTOL 为主要应用,与国内主流 eVTOL 制造企业均有技术沟通,相关研发项目正在进行中;大功率是 200kW 至 1MW 以上,应用于十几座到几十座的支线飞机,以预研为主。公司当前已合作客户包括商飞、万丰奥威、沃飞长空等。

图表40: 卧龙电驱航空电驱动力系统“3+1”产品布局






来源: 卧龙电驱官网, 国金证券研究所

图表41: 卧龙电驱电机类型

低压高速电机		低压 TBTE4 变频调速永磁同步电机		高压中型普通型三相异步电动机	
特点	高速驱动, 功率密度高、转动惯量小、动态响应快、体积小、重量轻	特点	效率高, 调速范围宽, 体积小, 重量轻, 功率密度高, 经济性好、振动小、噪声低	特点	体积小、重量轻、噪声低、振动小, 运行可靠、维护方便
电压范围	400-690V	电压范围	380V, 660V, 1140V	电压范围	3KV~15KV
功率范围	90-1010kw	功率范围	0.55kw-315kw	功率范围	160~6300KW
频率	50, 60HZ	频率	0~200HZ	频率	50, 60HZ



低压高速电机		低压 TBTE4 变频调速永磁同步电机		高压中型普通型三相异步电动机	
特点	高速驱动，功率密度高、转动惯量小、动态响应快、体积小、重量轻	特点	效率高，调速范围宽，体积小，重量轻，功率密度高，经济性好、振动小、噪声低	特点	体积小、重量轻、噪声低、振动小，运行可靠、维护方便
电压范围	400-690V	电压范围	380V，660V，1140V	电压范围	3KV~15KV
图片		图片		图片	

来源：卧龙电驱公司官网，国金证券研究所

五、风险提示

- eVTOL 企业适航取证不及预期：若 eVTOL 企业适航取证不及预期，则无法完成订单交付。
- eVTOL 订单不及预期：若下游应用场景文旅活动、应急救援、货运物流、载人出行等对 eVTOL 的订单需求不急预期，则 eVTOL 产业链规模将不及预期。
- eVTOL 消费者接受度不及预期：载人出行是最重要的 eVTOL 下游场景，若消费者对于 eVTOL 的飞行体验、飞行价格接受度较低，则 eVTOL 需求将不及预期。
- eVTOL 产品安全风险：eVTOL 空中飞行存在安全事故隐患，若发生事故对行业发展将造成严重影响。



**行业投资评级的说明：**

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



## 特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国门内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806



【小程序】  
国金证券研究服务



【公众号】  
国金证券研究