

证券研究报告 | 行业深度报告

电力设备与新能源

行业评级 强于大市（维持评级）

2024年3月27日



eVTOL：下一个出行风口

——低空经济深度报告系列（1）

证券分析师：

邓伟 执业证书编号：S0210522050005

游宝来 执业证书编号：S0210523030002

研究助理：

柴泽阳

请务必阅读报告末页的重要声明

- **eVTOL性能优势明显，有效利用低空空域，发展前景广阔：**电动垂直起降航空器eVTOL通过能源系统和动力系统、操控系统全面电气化，比传统直升机和通航固定翼飞机，更能通过电控系统进行精准化姿态和速度控制，垂直起降可降低地面基建配套难度，具备噪音小、低碳排、安全、经济、舒适、智能化等天然优势。低空空域（3000米以下）极具开发价值，立体交通结构将有效缓解城市道路拥堵、提高中短途城际交通效率，在客运、货运、医疗救援、景区游览等场景有广阔应用前景。
- **顶层设计定调低空经济为新增长引擎，多省市出台配套政策：**2024年3月5日政府工作报告提出积极打造商业航天、低空经济等新增长引擎；已有多省市推出配套规划支持推进低空经济发展、eVTOL研发制造和产业链生态建设。2023年10月工信部等四部门发布的《绿色航空制造业发展纲要》明确eVTOL到2025年实现试点运行；到2035年新能源航空器成为发展主流。我国无人机/电动汽车产业链技术和成本基础领先，顶层设计拔高战略定位，产业化有政策+经济+配套三重基础，落地可期。
- **适航认证进展超预期，成本下降后规模性商业化有望实现：**亿航EH-216S（多旋翼构型，最大起飞重量650kg）于2023年10月12日获得中国民用航空局（CAAC）颁发的型号合格证（TC）、12月21日获得标准适航证（AC）（无人驾驶载人），2023年共交付52台；峰飞V2000CG（复合翼构型，最大起飞重量2t）于2024年3月22日获得TC。根据垂直飞行协会（VFS）统计，全球已经有400多家企业和创新者提供近千种eVTOL设计概念；全球有数十家公司在积极推进eVTOL的研发、认证和商业化。EH216-S海外指导价41万美元（国内239万元），未来随规模效应提升摊销费用、以及产业链迭代降本，有望看到和电动车类似的陡峭生产曲线，大规模商用化有经济基础。
- **产业链配套成熟，适航认证提高进入门槛：**eVTOL主要由动力系统、能源系统、通讯系统、飞控系统、导航系统、航空复材等构成，产业基础较为成熟，但动力系统、能源系统主要是迁移电动汽车等产业，企业不具备航空级开发、认证和生产制造经验，航空对安全可靠和轻量化等性能要求较高，进入壁垒较高，早期已经投入研发和配套的企业具备先发优势。
- **投资建议：**建议关注布局较早的【整机】：亿航智能、万丰奥威、小鹏汽车-W、商络电子、山河智能；价值量相比汽车成倍增长的【三动力系统】：卧龙电驱、蓝海华腾、英搏尔、长源东谷、光洋股份、瑞可达、威迈斯；降本/运营瓶颈【电池】：宁德时代、国轩高科、孚能科技、蔚蓝锂芯等；【材料】吉林化纤、中航高科、安泰科技、光威复材、中复神鹰、双一科技等；【空管】莱斯信息、深成交等；【其他环节】：广电计量、谱尼测试。
- **风险提示：**eVTOL技术进展和成本下降不及预期、低空管制配套政策和能力不及预期、适航认证进展不及预期。

目 录

- **概述：电动化加持垂直起降，打开低空空域广阔空间**
- **政策：顶层设计定调，地方响应积极**
- **进展：全球主机厂加快开发，进展超预期**
- **空间：应用场景丰富前景广阔，产业链降本可期**
- **投资建议：核心标的梳理**
- **风险提示**

- **概述：电动化加持垂直起降，打开低空空域广阔空间**
- eVTOL概念：电动垂直起降飞行器
- 低空空域范围：垂直高度 $<1000\text{m}$ ，延伸至 $<3000\text{m}$
- eVTOL发展历程
- eVTOL构型技术分类

- eVTOL (electric Vertical Take-off and Landing)**，即**电动垂直起降飞行器**，是指采用电能驱动方式并且具备垂直起降能力的飞行器。AAM (Advanced Air Mobility) 先进空中交通是一个广义的利用新型航空器在各种区域提供客货运输的愿景。相较于传统直升机、无人机等，eVTOL 具有**起飞无需跑道、高安全性、低噪音、零排放、易维护、规模运营化后低成本**等优势。有望打破传统交通工具的市场边界，成为高铁、地铁、长途巴士、出租车、私家车的重要补充和替代，甚至有机会成为未来的交通出行和运输的主流方式之一。可运用于城市短距离空中旅客与货物运输、医疗救援、军事等领域。
- UAM (Urban Air Mobility)**，即**城市空中交通**。根据美国NASA定义，是指“在城市中用于客运或货运的、安全高效的有人驾驶/无人驾驶(空中)交通工具系统”。就目前正在研制和演示验证的飞行器来看,UAM专注于城市区域内或城际中短途运输(3~100千米),在高度100米以下的超低空或100~1000米低空空域飞行,有人驾驶飞行器的驾乘人员在1~2人或5人以下(以目前的技术水平),城市内飞行基本采用电池(锂电或氢燃料电池)供电的纯电推进,城际飞行则可能选取混合电推进。

图：eVTOL主要优势

优势	类比	具体说明
高安全性	与民航客机相同	采用多电池、多电机驱动多旋翼，安全系数达 10^{-9} ， 比传统直升机提升了1000倍
低成本	与出租车接近	规模化运营后可达到 每公里价格2-3元
低噪音	低于街道噪音	无发动机，噪音可达到65分贝及以下， 比传统直升机低了100倍
智能电动化		使用门槛和操纵难度更低

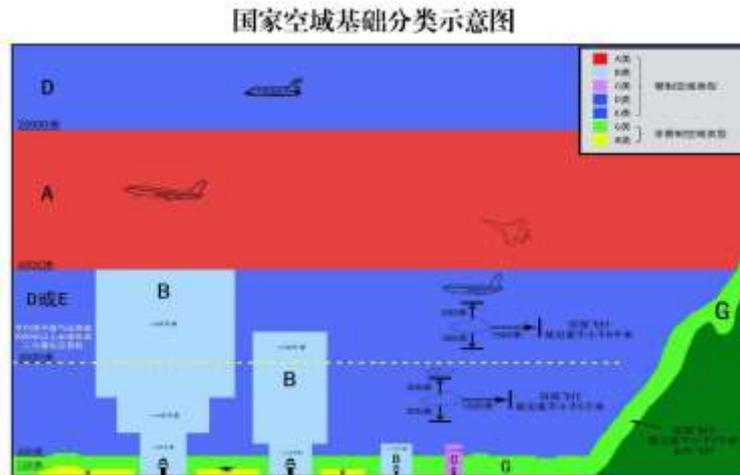
图：eVTOL与传统无人机、直升机概念比较

概念	定义	燃料种类	技术	功能	起飞条件/限制
eVTOL	electric Vertical Take-Off and Landing, 电动垂直起降飞行器	纯电动	倾转旋翼等创新技术	城市短距离空中旅客与货物运输, 可载人、载物	无需跑道
传统直升机	能够垂直起降并悬停在空中的飞行器	主要使用煤油		运输、救援等, 可载人、载物	需跑道
无人机	Unmanned Aerial Vehicle, 通过无线电遥控设备或自身程序控制装置操纵的非载人飞行器	主要为电池	多旋翼技术为主	航拍、物流、农业、航空测绘等, 不载人	无需跑道

低空空域：垂直高度在1000m以下，延伸至<3000m

- **低空空域指在垂直高度1000米以下、根据实际需要延伸至不超过3000米的低空空域范围内。**根据2010年国务院、中央军委发布的《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，“低空”是指“垂直范围原则为真高1000米以下，可根据不同地区特点和实际需要，具体划设高度范围”的空域。2016年中国民用航天局《关于促进通用航空业发展的指导意见》将低空空域范围由真高1000米提高到3000米。
- **低空经济是指在垂直高度1000米以下、根据实际需要延伸至不超过3000米的低空空域范围内，以垂直起降型飞机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。**2021年2月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，首次将“低空经济”概念写入国家规划。

图：2023年12月中国民航局国家空域基础分类



eVTOL发展历程：2009年概念首次提出，2021年后商业化加速

- eVTOL的发展经历了从“科幻”概念到逐渐实现商业化的过程。eVTOL概念最早于2009年出现于NASA的一则动画视频中。2009年eVTOL先驱企业Joby成立。2011年世界直升机巨头August Westland正式提出eVTOL概念。2014年，美国直升机国际协会和航空宇航协会正式引入eVTOL概念。随着2016年Uber提出Uber Elevate城市空中出租车计划，全球范围内开始掀起eVTOL的热潮，eVTOL也逐渐从概念开始转变为实际的商业化产品。2017年，美国垂直飞行协会VFS发布业内第一份eVTOL目录。2019年，欧洲航空安全局EASA针对小型eVTOL的适航认证做出规定。2019年，中国亿航登陆纳斯达克，成为“全球eVTOL第一股”。2021年之后，美国Joby、德国Lilium、美国Archer等eVTOL研发企业也陆续上市。目前，国内峰飞、小鹏汇天、沃飞长空、亿维特等企业也在积极推进试飞及适航认证进程，产业进展加速。

图：eVTOL发展历程及主要时间节点



技术分类：复合翼和倾转旋翼未来成为主流，寻求新构型技术突破

➢ eVTOL的技术路线可分为多旋翼、升力和巡航复合（复合翼）、矢量推力（倾转旋翼）和倾转涵道4种。

➢ 目前eVTOL尚处于研发阶段，并不存在占全面优势的技术构型。具体技术方案选择应考虑应用场景。具体技术方案选择应考虑应用场景。**从性能上看**：多旋翼型不适用于长航程、航时的任务，飞行速度较慢、阻力较大，通常载重也较小（一般在600kg左右，仅有1-2座）。而大载重、长航程任务，复合翼及倾转旋翼在速度、航程等方面具有明显优势（一般可以做到2000kg，容纳4-5座）。

➢ **从设计难度上看**：倾转涵道>倾转旋翼>复合翼>多旋翼。目前推出申请适航的案例较多使用倾转旋翼构型和复合翼构型，较容易实现商业化。

图：不同技术构型及其特点

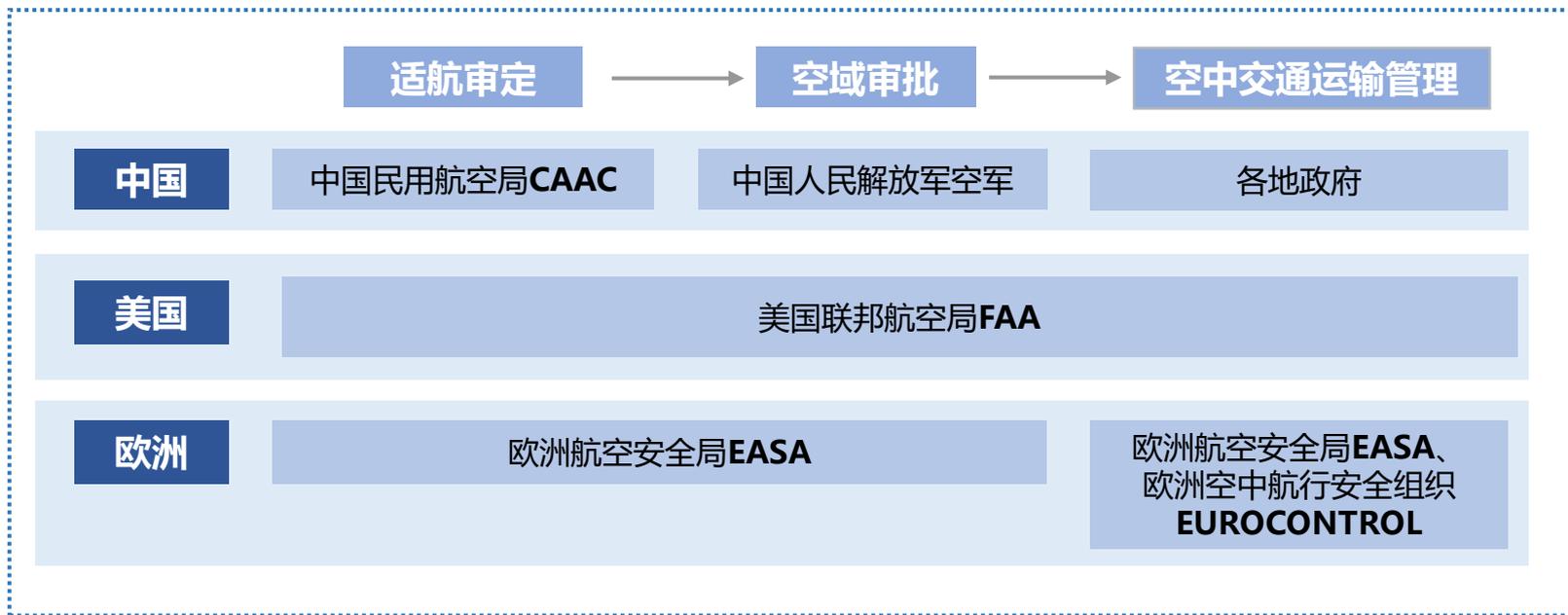


技术类型	多旋翼型 (Multi-copters)	升力+巡航型 (Lift+Cruise) (复合翼)	矢量推力型 (Tilt-X) (倾转旋翼)	倾转涵道
市场准入	最早 (设计较为简单)	较晚	最晚 (设计相对复杂)	尚未验证成功
飞行速度/ (km/h)	70~120	150~200	150~300	
载重限制	载重有限，最多只能2座 (600kg左右)	较高，一般可以4-5座 (2t左右)	较高，一般可以4-5座 (2t左右)	载重最高
特点	控制多个不可倾转旋翼的升力大小/调节转速	旋翼提供升力，固定翼用于巡航	灵活倾转，调整旋翼方向	有机翼，无控制舵面，倾转涵道风扇控制升力、推力、航向和姿态
优势	悬停飞行性能较好；过程不采用气动升力，设计较为简单	融合固定翼和旋翼飞行器特征，机翼设计可提升航程，旋翼便于垂直起降	重量较轻，推力较大，提升飞行速度和航程	外观时尚科幻，消除了开放性螺旋桨在安全方面的隐患
劣势	飞行阻力大、速度慢、载荷小、航程短，仅适用于市内短距离空运；旋翼过多会提升制造复杂度	升力和推力来源于不同的螺旋桨，存在效率浪费，无法达到最快速度	飞行阶段不同的推进方式产生过渡过程，增加总体设计复杂性和控制难度	无控制舵面的完全矢量控制技术在传统飞机上验证较少
代表机型	Ehang-216、Volocity	峰飞盛世龙、沃兰特VE25 X1	Joby-S4, 时的科技E20	

- **政策梳理：顶层设计定调，地方响应积极**
- 全球空中交通监管体系及适航取证体系
- 中国顶层设计定调发展低空经济，地方政策积极响应

- 各个国家的空中交通监管环境略有不同。
- **中国**：民航局、人民解放军空军、当地政府分别负责城市空中交通航空飞行器的适航审定、空域审批和交通运输管理。
- **美国**：联邦航空局则全权负责这3个环节。
- **欧洲**：欧洲航空管理局是负责适航认证的监管机构，空中交通管理则由各国的空中航行服务提供商、EASA、欧洲空中航行安全组织网络管理机构（EUROCONTROL）共同负责。

图：欧洲、美国、中国空中交通管理体系



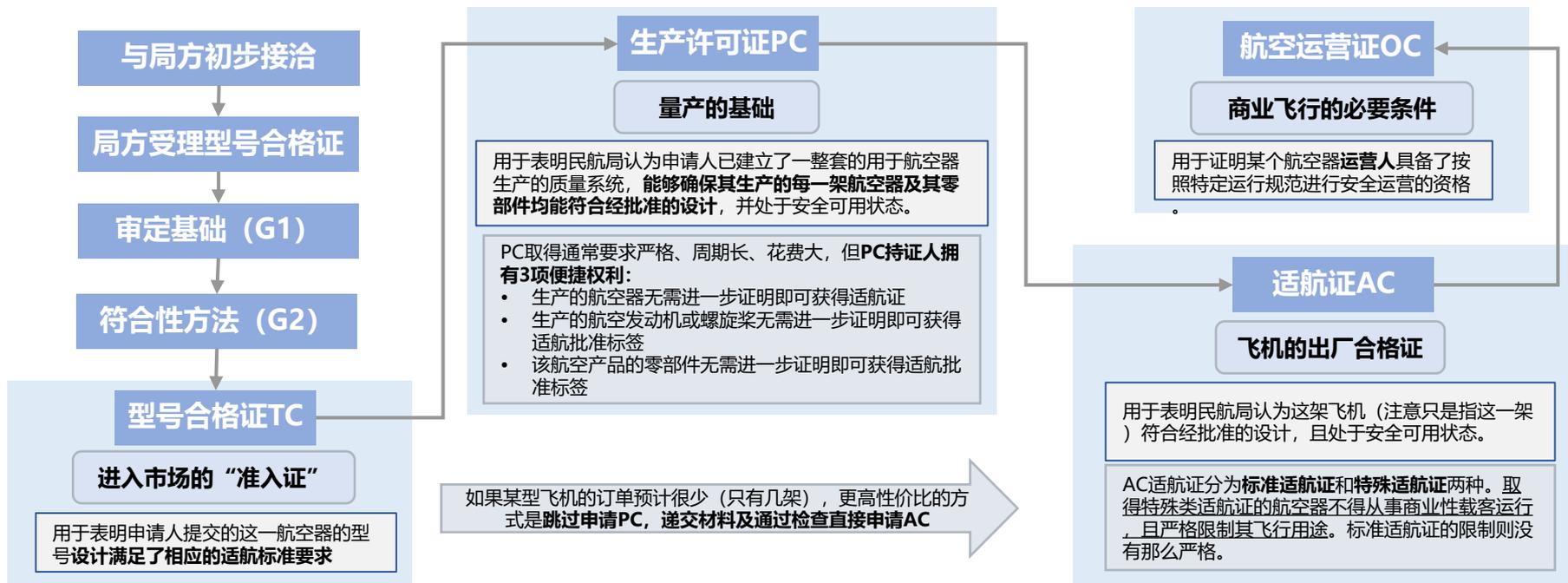
适航规定：专用于eVTOL的适航审核规则尚待完善

- 目前中美欧尚未形成专用于eVTOL适航审定的系统性规定。欧洲航空安全局（EASA）针对eVTOL飞机制定了新的适航规章，并在2019年至2021年间陆续发布了专用条件和适航符合性方法（MOC）。美国联邦航空局（FAA）正在建立eVTOL飞机的适航认证框架，结合现有的航空规章，并已于某些eVTOL飞行器发布了专用条件。中国民用航空局（CAAC）对eVTOL的适航审定采取一事一议的方式，参考国内外相关条例和条件，并已于亿航智能、峰飞颁发了型号合格证。

图：欧洲、美国、中国的eVTOL适航相关规定

国家/机构	时间	适航监管的相关立法规定	
欧洲航空安全局 (EASA)	2019.7	发布了针对小型 VTOL 特殊适航认证条款 (Special Condition for small-category VTOL aircraft)	
	2020.3.13	全球第一个城市空中交通规则草案 (High-level regulatory framework for the U-space)	
	2020.5.26	eVTOL适航认证的拟议符合性评审方法 (Proposed means of compliance with the special condition VTOL)	
美国联邦航空局 (FAA)		在现有的适航法规基础上，结合相应的专用条件来解决适航问题，即按现有的第23部适航标准的第64号修正案对国内的 eVTOL项目进行审定	
我国目前尚无针对eVTOL监管专项立法，近年来涉无人机监管的相关法律依据主要为民航局颁发的规范性文件，主要包括：			
	时间	文件名称	要点
中国民航局 (CAAC) 适航司	2019.1.25	《基于运行风险的无人机适航审定指导意见》	区别于传统无人机适航管理，民航局适航审定司提出基于运行风险的无人机适航审定，从实名登记、适航管理、指导原则、实施路线图等阐述适航审定。
	2019.5.14	《关于促进民用无人驾驶航空发展的指导意见 (征求意见稿)》	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。在安全运行的基础上，拓展无人驾驶航空商业运营模式，扩展无人驾驶航空经营许可范围。
	2020.5.26	《民用无人机产品适航审定管理程序 (试行)》	该管理程序适用于按照国家规定纳入适航管理的民用无人机及其相关产品的设计/生产批准函和适航证明的申请、受理、审查和颁发，以及对证件持有人的管理和监督。
	2020.5.26	《民用无人机系统适航审定项目风险评估指南 (试行)》	按照基于风险的适航管理理念，开展民用无人机系统的适航审定首先要进行风险评估。为了指导和规范有关的风险评估活动，以及为申请人编写项目风险评估报告提供指南，制定本咨询通告。
	2021.10.29	《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序 (征求意见稿)》	基于在前《民用无人机产品适航审定管理程序 (试行)》和《民用无人机系统适航审定项目风险评估指南 (试行)》，结合无人机项目适航审定实践情况以及实名登记工作开展情况，组织修订完成《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序 (征求意见稿)》、《民用无人驾驶航空器系统安全性分析指南 (征求意见稿)》和《民用无人驾驶航空器登记管理程序 (征求意见稿)》三份行政规范性文件。
	2021.10.29	《民用无人驾驶航空器系统安全性分析指南 (征求意见稿)》	

- 以中国为例，CAAC对于eVTOL的审定采取每个项目一事一议，根据其具体设计和预期用途来单独制定专用条件的原则。一般来说，eVTOL型号首先要取得型号合格证TC，然后申请生产许可证PC，才可进行批量生产。由于eVTOL的审定需要不同的专用条件，所以目前TC的申请周期较长、耗费较大。PC可以在TC申请过程中提交，也可以有TC后提交。航空器投入运营则需要申请适航证AC，如果在持有PC的情况下申请AC，则只需要递交一些材料。如果航空器在仅有TC的情况下申请AC，则不仅需要递交文件，还需要进行必要的适航检查甚至试飞。



- **eVTOL行业内目前产业配套仍不成熟。**其面临的主要挑战包括：城市低空空交通管理的复杂性，需要建立统一的数字管理系统；地面基础设施如垂直起降机场的规划与布局尚不成熟，缺乏系统化解决方案；以及适航认证和监管法规标准的空缺，需要国际合作建立全新的监管体系。

图：eVTOL行业配套挑战

行业配套缺陷

城市低空空交通管理欠缺

由于城市区域空域资源的边界模糊性及城市建筑物、地形地貌、电磁环境等空间差异性大，支撑eVTOL运行的低空空交通管理相当复杂。必须建立**高效、安全、统一的数字低空运行管理系统（包括空域分配、航线管理、空中交通管制、飞行监测、安全管控等）**。

服务应用场景的地面基础设施不完善

主要涉及**垂直起降机场的搭建**，包括起飞降落区、停车场和航站楼，设置机场信标台、通信导航等设施以及机场气象站等设施，为eVTOL运行提供起降场地、充电及维修、管理控制终端、空地交通接驳等功能。

国内外就垂直起降机场的规划与布局已开展了初步探讨，提出了不同思路，如Uber的空港（Skyport）概念方案、Volocopter与Skyports的volo-port设计方案，以及新加坡建设了第1个Volo-Port，亿航在广西贺州建设了专用航站楼E-port等。虽然EASA发布了世界首份《垂直起降飞行器机场技术设计规范》，FAA发布了Vertiports垂直起降机场设计的初始标准，但**尚未有能成熟落地的系统化整体解决方案**。

初始适航与持续适航管理必须贯穿eVTOL从设计、制造、试验、试飞、使用、维修和报废的全生命周期。**目前相关产品、人员、运行、责任、权利、登记、环境、安保、保险等方面的法律规范及民航规章还是欠缺。**

相关适航认证及监管的法规标准空缺

适航管理方面，EASA对eVTOL的要求最为严格，FAA采取比EASA更为具体的认证方案。中国民航局近年来相继发布无人驾驶航空指导性、规范性文件及技术标准，建立了无人机适航管理系统，并开展试验区先试先行，颁布了亿航EH216-S合格审定专用条件，已受理峰飞科技V2000CG的TC申请，推进制订CCAR-92安全管理规章。各国航空监管部门及国际组织为确保安全性，对无人驾驶自动飞行载客eVTOL的适航审定都十分谨慎，应加强国际交流合作，建立全球通用的针对eVTOL的全新监管体系。

中国政策：顶层设计强调低空经济成为新增长引擎

- **中国在eVTOL相关领域，从中央、试点地区都给出了政策支持和管理方案。**例如，民航局、工业和信息化部等联合印发的《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》中提出到2025年电动通航飞机投入商业应用，eVTOL实现试点运行。**政府会议、工作报告中多次强调低空经济等战略性新兴产业的重要增长引擎作用，强调eVTOL作为发展低空经济的重要载体的地位。**

图：中国eVTOL/低空经济相关政策规定

日期	部门	法规或相关政策	具体相关内容
2021.2	国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	首次将“低空经济”概念写入国家规划。提出发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济等。
2021.12.4	中国民用航空局、国家发改委、交通运输部	《“十四五”民用航空发展规划》	构建运输航空和通用航空一体两翼、覆盖广泛、多元高效的航空服务体系。到“十四五”末，服务体系更加健全，货运网络更加完善，通用航空服务丰富多元，无人机业务创新发展。
2022.1.19	国务院	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	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。
2022.2.16	中国民用航空局	《“十四五”航空物流发展专项规划》	是 中国民航首次编制航空物流发展专项规划 ，将为构建优质高效、自主可控的航空物流体系提供精准指引。探索构建通用航空物流网络，充分发挥无人机物流成本、效率优势，扩大 交通不便地区 无人机干-支-通配送网络，提升区域快捷配送、即时服务，推进通用航空物流网络省际互通、市县互达、城乡兼顾。
2023.10.1	工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局	《绿色航空制造业发展纲要（2023-2035年）》	提出 到2025年电动通航飞机投入商业应用，eVTOL实现试点运行 ，到2035年建成具有完整性的 绿色航空制造体系 ，新能源航空器成为发展主流。开辟电动航空新领域面向城市空运、应急救援、物流运输等应用场景。
2023.11.2	国家空中交通管理委员会办公室相关部门	《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》	明确规定 空域权属、空域管理机构、空域管理原则、空域用户、环境保护、奖励制度 等问题；对空域管理机构职责和空域分级分类、划设与调整、使用、评估、保障、战时和平时特殊情况下的空域管理和监督检查等作出规定。
2023.12.11	中央经济工作会议	“打造低空经济等若干战略性新兴产业”	强调以科技创新引领现代化产业体系建设。提升产业链供应链韧性和安全水平。大力推进新型工业化，发展数字经济，加快推动人工智能发展。 打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业 ，开辟量子、生命科学等未来产业新赛道。
2024.1.1	国务院	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	标志着 我国无人机行业进入“有法可依”的规范性发展新阶段。
2024.2.23	中央财经委员会	中央财经委员会第四次会议	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 。统筹规划物流枢纽，优化交通基础设施建设，大力发展临空经济、临港经济。
2024.3.5	政府工作报告	第十四届全国人民代表大会第二次会议	巩固扩大智能网联新能源汽车等产业领先优势，加快前沿新兴氢能、新材料、创新药等产业发展，积极打造生物制造、商业航天、 低空经济等新增长引擎。

地方政策：多省市助推低空经济加速发展

- **多省市将低空经济写入政府工作报告，多地区出台具体政策。** 主要代表有广东省、深圳市、安徽省、湖南省等。在2021年前后，安徽、湖南、江西等省份已计划、获批、试点了对低空飞行的规划和监管，包括通用机场建设、低空空域管理改革试点建设、临时航线规划等。多地以资金、政策形式围绕技术创新鼓励、企业落户奖励、基础设施扶持、产业配套完善、应用场景发展扶持等方面展开支持。

图：中国各省市eVTOL/低空经济重点政策规定

省	市/区	日期	部门	法规或相关政策	具体相关内容
上海市		2022.9.24	上海市人民政府	《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》	方案中提到加强空天利用，打造未来空间产业集群，其中提到eVTOL：突破倾转旋翼、复合翼、智能飞行等技术，研制载人电动垂直起降飞行器，探索空中交通新模式。
江苏省		2023.4.17	江苏省人民政府	《江苏省航空航天产业发展三年行动计划（2023-2025年）》	聚焦通航整机及无人机。重点发展水陆两栖飞机、固定翼多用途飞机、10座以上中大机型通航飞机、中轻型直升机、旋翼机、新一代垂直起降电飞行器，推动通航飞机在市政管理、应急救援、低空旅游、商务出行、飞行驾驶培训等方面的应用。
	南京市	2023.9.25		《南京民用无人驾驶航空试验区核心区无人机产业高质量发展实施方案（2023—2025）》	是江苏省全省首个无人机产业发展方案。南京市低空服务管理平台正式上线运行。通过强链补链延链，力争到2025年，相关产业产值规模超过15亿元，开发50个创新场景和50条市内无人机航线，并开展商业化试运行。
	苏州市	2024.2.6	江苏省苏州市人民政府	《苏州市低空经济高质量发展实施方案（2024~2026年）》	提出四个重点任务：打造低空产业生态，完善飞行保障体系，培育低空应用场景，争创低空领域示范。
安徽省		2022.2.13	安徽省人民政府	《安徽省支持通用航空产业发展的若干政策》	由省级财政对全省低空飞行服务保障体系工程建设项目，按照不超过审定合同额的20%进行补助。对运营亏损部分按照每年最高600万元进行补助，连续补贴4年，所需资金通过省民航发展专项资金予以解决。
	芜湖市	2023.10.7	安徽省芜湖市人民政府	《芜湖市低空经济高质量发展行动方案（2023—2025年）》	到2025年，芜湖低空经济相关企业数量力争突破300家，低空产业产值预计达500亿元，在航空整机、航材、主控芯片等方面实现关键核心技术突破，国产核心零部件本地化率超过90%。
重庆市		2021.10.9	重庆市交通运输委员会	《重庆市综合交通运输“十四五”规划（2021—2025年）》	以构建空中交通通道为重点，构建了5条航线。
四川省	成都市	2024.2.1	成都市十八届人大二次会议	2024年成都市政府工作报告	用好低空空域协同管理改革试点成果，激活通用航空、工业无人机等产业优势，打造西部低空经济中心。
四川省、重庆市		2023.10.1	国务院	《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》	优化空域结构，提升空域资源配置使用效率。深化低空空域管理改革，加快通用航空发展。构建一体化综合交通运输体系。

资料来源：上海市人民政府，安徽省人民政府，芜湖市改革和发展委员会，重庆市交通运输委员会，江苏省人民政府，苏州市人民政府，中国经济网，华福证券研究所

相关政策：多省市政策助推低空经济加速发展

图：中国各省市eVTOL/低空经济重点政策规定

市	区	日期	部门	法规或相关政策	具体相关内容
		2022.7.14	深圳市人民政府	《深圳市低空经济产业创新发展实施方案(2022-2025年)》	计划在坪山区打造低空经济企业研发制造及测试基地，在中心区、田心田头等区域开展多场景低空飞行业务。
		2023.12.8	深圳市交通运输局、深圳市工业和信息化局等7部门	《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》	围绕引培低空经济链上企业、鼓励技术创新、扩大低空飞行应用场景、完善产业配套环境四个方面提出二十项具体支持措施。
		2024.2.1起执行	深圳市人民代表大会常务委员会	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	是全国首部专门针对低空经济产业的地方性法规，为深圳低空经济产业的发展提供法治保障。对低空飞行基础设施建设、低空空域管理、低空飞行服务平台、产业支持与技术创新、安全管理、eVTOL产业化鼓励等方面做出了详细规定和政策支持。
	宝安区	2023.8.4	深圳市宝安区发展和改革委员会	《深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展若干措施》	聚焦低空经济产业集聚和创新发展，加快建设全国领先的低空经济发展标杆城区。包括十条支持措施，主要有鼓励引进低空经济重要机构、支持建设无人机飞行试验场、鼓励开展低空经济相关基础设施建设、支持开设载人应用场景航线（eVTOL航线网络）、支持企业申请适航审定、突破核心零部件及关键材料等。
深圳市	龙岗区	2023.9.5	深圳市龙岗区工业和信息化局	《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）》	拟以24条措施支持eVTOL、无人机、直升机、旋翼机等低空经济产业发展，其中多项奖补达千万元。
	龙岗区	2023.10.27	深圳市龙岗区工业和信息化局	《深圳市龙岗区工业和信息化产业发展专项资金关于支持低空经济产业发展实施细则（征求意见稿）》	扶持范围主要包括了符合条件的实验室、创新载体、低空经济企业等，对于新迁入的整机研制企业按照上一年度产值或营收规模，拟最高一次性落户奖励达2000万元。
	龙华区	2023.9.7	深圳市龙华区工业和信息化局	《深圳市龙华区促进低空经济产业高质量发展若干措施》	推出13条具体举措，最高可奖励3000万元。预计3年内拿出共计约2亿元的“真金白银”，助力区内低空经济产业的创新发展。
	南山区	2023.9.28	深圳市南山区促进产业高质量发展专项资金领导小组办公室	《南山区促进产业高质量发展专项资金管理办法（征求意见稿）》	针对整机企业、低空核心部件、关键材料及运营服务企业等予以多项千万级支持，最高单项补贴达6000万元。
	盐田区	1905.7.15	深圳市交通运输局盐田管理局	《盐田区低空经济产业创新发展实施方案(2023—2025年)》	到2025年，全面建成低空经济产业创新发展先行区，崛起为辐射力、影响力卓越的粤港澳大湾区低空经济核心引擎。重点围绕低空经济基础设施、应用场景、综合服务保障、发展要素集聚等四个方面提出了17条措施。
	福田区	2023.10.1	深圳市福田区发展和改革委员会	《福田区低空经济高质量发展行动方案(2023-2025年)》	提出打造低空经济发展典范城区目标，实施关键技术研发及科技创新能力提升、低空基础设施及保障能力提升、低空产业能级及商业规模提升、低空应用场景多元化培育及拓展等4大行动17项重点任务，发动低空经济新引擎。

资料来源：深圳市人民政府，深圳市宝安区人民政府，深圳市龙岗区人民政府，深圳市南山区人民政府，深圳市盐田区人民政府，深圳市福田区人民政府，南方都市报，华福证券研究所

相关政策：多省市政策助推低空经济加速发展

图：中国各省市eVTOL/低空经济重点政策规定

省	市/区	日期	部门	法规或相关政策	具体相关内容
广东省		2021.9.29	广东省人民政府	《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》	积极发展通用航空，加快推进民用运输机场和通用机场建设，携手港澳打造具有国际竞争力的世界级机场群。充分利用低空空域改革契机，适时研究启动广东省低空空域规划编制工作。支持新业态新模式发展，支持广州、深圳等地探索开展“空中的士”等城市通勤新模式；拓展无人机、无人车的城市配送应用场景。
		2024.1.23	广东省第十四届人大二次会议	省政府工作报告	发展集成电路、新型储能、超高清视频显示、生物制造、商业航天等新兴产业，支持深圳、广州、珠海建设通用航空产业综合示范区，要打造大湾区低空经济产业高地。并提出要解决以下四个重点问题：一是法律法规方面，空域管理的协同性不够；二是传感器、主控芯片等领域对外依赖程度高；三是应用场景方面，尚未形成大规模效应；四是飞行服务站、调度管理平台等基础设施建设不足。
	广州市黄埔区	2023.12.27	广州市黄埔区发展和改革委员会、广州开发区发展和改革委员会	《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》	对低空经济相关产业提供政策支持，包括重大项目落户奖励、基础设施扶持、低空飞行服务保障、适航航空器奖励、标准制定奖励、核心技术产业化扶持、示范应用场景扶持、重点项目扶持等，优质项目最高可获3000万元补贴。
湖南省		2021.7.1	湖南省人民政府	《关于支持通用航空产业发展的若干政策》	12个重点方向：建设通用机场，鼓励开新航线，提供通航创新平台，深化通航产业合作，提升制造水平，鼓励企业落户，扩大公共服务和生产应用，鼓励发展通航消费新市场，开展通航科普教育，打造高品质通航小镇，培训人才。
		2022.1.5	湖南省发展和改革委员会	《湖南省通用机场布局规划（2021—2035年）》	打造通用航空“干、支、通”无障碍串飞为目标，加快完善运输机场的通用航空功能，全面建成“1+13”中心通用机场，建设“1+13+N”通用机场网。
		2022.3.1		《湖南省低空空域划设方案》	是全国第一部省级空域划设方案。规划了171个空域和97条常态化低空目视航线，实现湖南省痊愈1000米以下空域划设无缝衔接，总规划面积达到24.1万平方公里。实现了省域低空空域的分类划设、全域覆盖、动态释放、灵活使用。
		2022.8.18	湖南省人民代表大会常务委员会	《湖南省通用航空条例》	是全国第一部地方性通航法规。对低空空域划设、管理做出明确规定，引领和推动湖南全域低空空域管理改革、有效利用低空空域资源、加强通用航空安全监管。
		2022.12.30	湖南省人民政府	《湖南省无人驾驶航空器公共安全管理暂行办法》	为民用无人驾驶航空器的管理提供了法规依据。
福建省		2021.3.5	福建省文化和旅游厅	《福建省低空旅游产业发展规划纲要（2021-2035年）》	以“五年培育龙头，十年形成规模，十五年输出体系”为总体发展目标（近期目标2021-2025年，中远期目标2026-2035年），完善低空旅游产业发展布局。
	福州市	2023.3.30	福州市人民政府	《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发展的若干意见》	对无人驾驶航空器产业提出了布局建设产业园和飞行营地、增强科研创新能力、加大金融支持力度、支持企业开拓市场、强化项目招商、引导和发挥行业协会作用5各方面的指导意见。

资料来源：广东省人民政府，广州市黄埔区人民政府，中国证券报，湖南省人民政府，福建省人民政府，福建省文化和旅游厅，华福证券研究所

- **进展：全球主机厂加快开发，进展超预期**
- 美国：Joby、Archer等进入适航审定及商业化规划阶段
- 中国：亿航取得TC、AC，峰飞取得TC，多企业布局商业化
- 欧洲：德国、英国布局早，构型设计多样
- 其他国家：巴西航空、韩国现代成立专属部门

- **eVTOL研发市场在近几年增速可观。**垂直飞行协会（VFS）于2017年4月推出世界权威的eVTOL目录，当时只有十几个eVTOL项目正在研发中。而仅2023年就增加了近200种新设计。截至目前，该目录已对来自世界各地400多家公司和创新者的979种不同的eVTOL概念进行了分类。
- **目前技术较为成熟的eVTOL设计主要集中在美国、中国、英国和德国。**中国亿航（EHang）、峰飞、小鹏汇天、美国Joby、德国Lilium、英国Vertical Aerospace、美国Volocopter、美国Archer Aviation等企业的进展较快。其中技术较为成熟的机型以Joby-S4、亿航EH216-S、Vertical Aerospace-VX4、Volocopter-VoloCity等为代表。各公司都还在进一步进行技术研发，提高产品成熟度，并对已有机型推进适航审定申请进程。



中国：亿航取得TC、AC，峰飞取得TC，多企业布局商业化

- 中国eVTOL领域不仅有拥有汽车制造背景的小鹏汇天、大众中国，还有具有航空背景的初创企业御风未来、时的科技、沃兰特等，以及无人机背景的峰飞航空等。构型主要以多旋翼及复合翼为主，时的科技、小鹏汇天等关注倾转旋翼技术。
- 亿航**：“全球eVTOL第一股”，于2023年10月取得全球第一张TC。
- 小鹏汇天**：小鹏汽车旗下。旅航者X2已于2023年10月13日取得TC，于2023年12月21日取得AC，预计于2024年量产。
- AutoFlight峰飞航空**：产品有载人航空器盛世龙、载物航空器V2000CG 凯瑞鸥和信天翁。于2024年2月完成全球首条跨海跨城电动垂直起降航空器航线的公开首次演示飞行（深圳-珠海）。

图：中国主要公司eVTOL机型参数及适航审定进展

公司	亿航智能 (EHang)			小鹏汇天 (Xpeng Huitian)			AutoFlight峰飞航空	
型号	EHang 116	EH216-S	VT30	旅航者T1	旅航者X1	旅航者X2	盛世龙	V2000CG 凯瑞鸥
首发时间	2018	2018	2021	2019	2020	2021	2023	
构型		多旋翼					复合翼构型	复合翼构型
最大航程/km	31	30	300	30	30-40		250+	250
最大航时/min	19	25	100		35-45	35		
巡航速度/km*h-1	100						200+	200
载客量	1人	2人	2人	2人	1人	2人	4乘客, 1飞行员	
最大起飞重量/kg		620		800		560	200	2000
适航认证进度		已获得 TC						
展示图								

中国：多家eVTOL企业布局商业化

- **山河科技**：与大众汽车集团（中国）合作推出eVTOL载人飞行器原型机V.MO。
- **御风未来**：Matrix 1 (M1) 机型2023年10月首飞成功，2024年1月M1b(货运型)正式提交TC申请。在电动系统、飞控系统、复合材料3个核心环节全部实现国产化。
- **时的科技**：代表机型E20（有望成为国内首例获得TC认证的倾转旋翼载人方案）。2023年2月17日与亚捷航空集团签署了50架意向采购订单。
- **沃兰特**：VE25 X1 技术验证机于2023年1月18日成功进行了首次飞行，量产型将用于先进的空中机动性、医疗后送任务和航空货运。
- **亿维特**：商络电子参股，原型机正在进行吊飞测试，测试后将进行首飞。亿维特与领航复材达成战略合作，成为国内第一家也是唯一一家和中国航空工业下属子公司签订战略协议的eVTOL企业。
- **沃飞长空**：2021年，与德国 Volocopter 成立合资企业沃珑空泰，并计划引进VoloCity。
- **广汽集团**：GOVE机型2023年实现全球首飞，将在2025年启动飞行汽车示范运行工作，2027年在粤港澳大湾区两到三座城市实现实现“多元站点-地面交通-空中交通”全链条立体智慧出行服务。

图：中国主要公司eVTOL机型参数

公司	大众中国&山河智能	御风未来 (Vertaxi)	时的科技	沃兰特 (Volant)	亿维特 (商络电子参股)	沃飞长空 (Aerofugia)	广汽
国家	中国	中国	中国	中国	中国	中国	中国
型号	V.MO Flying Tiger	Matrix 1	E20	VE25 X1	ET9	ET3	GOVE (eVTOL+可上路)
首发时间	2022	2023	2023	2022	2023	2023	2023
构型		复合翼构型	倾转旋翼	复合翼构型			
最大航程/km	200	250	200	200	240	500+	200
巡航速度/km*h-1		200	260	200			
载客量	4乘客	5乘客	4乘客, 1飞行员	4乘客, 1飞行员	5人4座		4乘客, 1飞行员
最大起飞重量/kg		2000		2000	2200		550
展示图							

美国：Joby、Archer等进入适航审定及商业化规划阶段

- 美国eVTOL企业代表有行业先驱Joby、Wisk，也有近几年颇具规模的初创公司Archer Aviation、Beta Technologies、Alef Aeronautics，空客、通用等公司也开设分部门/子公司，布局eVTOL及低空经济领域。
- **Joby**：预计2025年商用，计划于2025年在洛杉矶和纽约等城市开展空中出租车服务。
- **Archer Aviation**：预计2024年取得FAA型号许可证，计划2025-2028年投入商用。
- **Wisk Aero**：2023年成为波音的全资子公司，Generation 6专为空中出租车服务而制造，目标价格为每位乘客每英里3美元。
- **Beta Technologies**：正在通过FAA认证，还将制造和销售采用与ALIA-250相同的机身的电动常规起降（eCTOL）飞机CX300。
- **空客**：计划于2023年制造原型机，2024年首飞。
- **通用GM**：开设汽车部门Cadillac，推出Cadillac VTOL个人宽敞豪华飞机，暂未披露生产原型机及量产的时间线。
- **Alef Aeronautics**：拥有Space X的投资支持，目前全电动飞行汽车Model A已收到大量预订单，预计2025年开始交付。

图：美国主要公司eVTOL机型参数

公司	Joby	Archer Aviation	Wisk Aero (波音子公司)	Beta Technologies	空客	通用GM	Alef Aeronautics (Space X投资支持)
型号	S4	Midnight	Generation 6	ALIA-250	CityAirbus NextGen	Cadillac VTOL	Model A
首发时间	2023	2022	2022	2020	2021	2021	2022
构型	倾转旋翼	倾转旋翼	倾转旋翼	复合翼	多旋翼		
最大航程/km	161	161	144	500	80		
最大飞行速度/km*h-1	322						177
载客量	4乘客，1飞行员	4乘客，1飞行员	4人	4乘客，1飞行员	3乘客，1飞行员	1乘客	1乘客，1飞行员
最大起飞重量/kg	2404						91
展示图							

- 欧洲eVTOL制造商主要集中在德国和英国。德国企业Lilium、Volocopter都是eVTOL行业的先驱。
- **Lilium**: Lilium Jet性能较为成熟，公司计划在2025年前实现商业化运营，目标是推出空中出租车服务。
- **Volocopter**: 产品线包括VoloCity和VoloConnect等载人飞行器，以及VoloDrone等重型货物无人机。
- **Vertical Aerospace**: 致力于开发和制造全电动飞行出租车，计划于2026年将VX4投入商用。
- **Aston Martin Lagonda**: 英国豪华汽车制造商，推出用于城市空中机动（UAM）的豪华个人飞行器Volante Vision，计划于2030年投入商用。

图：德国、英国主要公司eVTOL机型参数

公司	Lilium	Volocopter			Vertical Aerospace	Aston Martin
国家	德国	德国			英国	英国
型号	Lilium Jet	VoloDrone	VoloRegion	VoloCity	VX4	Volante Vision
首发时间	2015	2019		2019	2022	2018
构型	矢量推力+涵道风扇	复合翼构			倾转旋翼	
最大航程/km	200	40	100	35	161	805
巡航速度/km*h-1	300		250	110		
载客量	6乘客，1飞行员		4人	2人	4乘客，1飞行员	3人
最大起飞重量/kg	640	1200	200		600	
展示图						

- 巴西航空、韩国现代等也成立子公司/事业部研发eVTOL，并于美国设立总部并上市。
- **Eve Air Mobility**：巴西航空工业公司Embraer的子公司，于2022年在纽约上市。
- **Supernal**：韩国公司Hyundai的城市空中交通事业部，其S-A2机型预计2026年申请认证，2028年投入使用，到2030年实现规模化生产，2035年实现全球规模化。

图：其他国家主要公司eVTOL机型参数

公司	Eve Air Mobility (巴西航空工业公司Embraer的子公司)	Supernal (Hyundai的城市空中交通事业部)	
国家	巴西	韩国	
型号	Eve	S-A1	S-A2
首发时间	2017	2020	2020
构型	复合翼	倾转旋翼	
最大航程/km	100	97	39-64
载客量	4乘客, 1飞行员	4乘客, 1飞行员	4人
展示图			

- **空间：应用场景丰富前景广阔，产业链降本可期**
- 多应用场景展望，典型行程测算
- 全球空间中长期预测
- 生态链分析及成本拆分

➤ eVTOL在航空医疗应急救援、低空旅游、城市空中交通和物流等领域均有可观的应用前景。eVTOL在这些领域的应用具有避免拥堵、跨越障碍、节约时间、减少排放等优势，能够更高效地开发城市低空空域资源，顺应了未来城市交通系统发展绿色化、智能化的趋势。但面临技术成熟度、适航管理、运营管理和硬件设施等挑战。其市场推广依赖于技术进步、法规完善、商业模式创新以及公众认可度的提升。

图：eVTOL可能应用场景分析及其优势、挑战

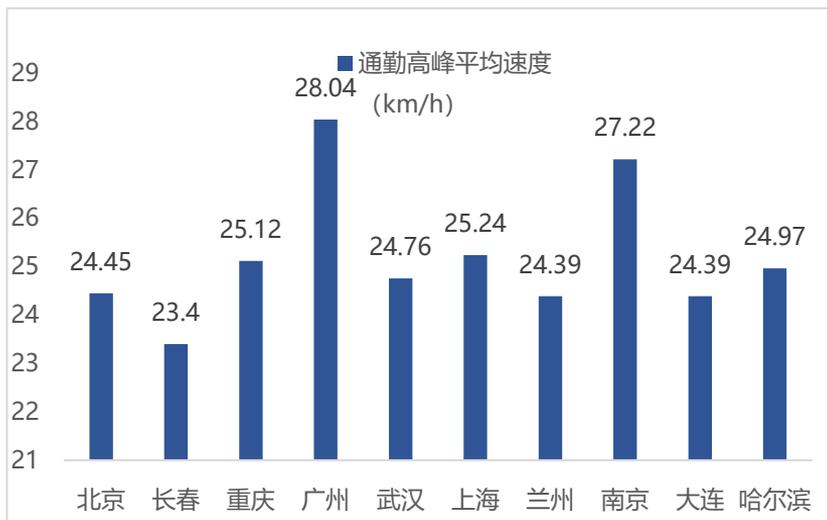
应用场景	优势	挑战
航空医疗救援	<ol style="list-style-type: none"> 1.面对地震、泥石流等灾害时可以跨越障碍物，深入灾区 2.避免路面交通拥堵 3.成本较直升机低 	<ol style="list-style-type: none"> 1.技术成熟度：在能量及其管理、自主飞行控制、态势感知与避障等技术领域还需进一步提升 2.适航管理：技术标准、适航管理、型号合格审定等方面各国仍缺少相关专用条款及完善规章，且目前仍无全球性标准体系 3.运营管理：缺乏空域划分、空中行驶规则、事故责任划分、空中执法手段等相关配套运行管理措施 4.硬件设施：城市设计初期，基本没有考虑空中交通网络的概念，故相关硬件设施（如起降场地、充电及维修设施等）的设计较为不足 5.软件设施：需建立通信导航监视网络，并进行测试、应急措施准备等 6.市场成熟度：商用运行初期对资金需求度高，且目前商业模式不确定、市场成熟度不高 7.公众认可：eVTOL的经济性、安全性还有待时间验证；公众意识和认可度的提升也对eVTOL的市场接受度和推广起着重要作用
低空旅游	<ol style="list-style-type: none"> 1.相比于其他飞行器，在环保、便利性、经济性等方面具有优势 2.低空旅游市场空间较大，目前低空旅游规模还较小，但整体旅游市场规模较大 	
城市空中交通	<ol style="list-style-type: none"> 1.相比于其他飞行器，噪音更小 2.更灵活的空域使用方式 3.城市空中交通网络可以分高度运行，因此可以采取更直接的路线规划，并减少交通拥堵，确保送达时间 	
物流	<ol style="list-style-type: none"> 1.减少陆地交通拥堵 2.减少排放 3.减少地面基础设施需求 4.速度快、灵活性高 5.适应性强，物流运输范围扩大 	

资料来源：王锋,杨金洋,佟刚等.无人电动垂直起降飞行器在未来城市空中交通中的发展[J].河南科技,2021,40(11):82-85.,李诚龙,屈文秋,李彦冬等.面向eVTOL航空器的城市空中运输交通管理综述[J].交通运输工程学报,2020,20(04):35-54.DOI:10.19818/j.cnki.1671-1637.2020.04.003.,李凯,丁晓宇,吴沂宁.eVTOL航空器研制现状及发展趋势[J].民航管理,2023(12):40-44.,杜伟,孙娜.电动垂直起降飞行器的发展现状研究[J].航空科学技术,2021,32(11):1-7.DOI:10.19452/j.issn1007-5453.2021.11.001.,华福证券研究所

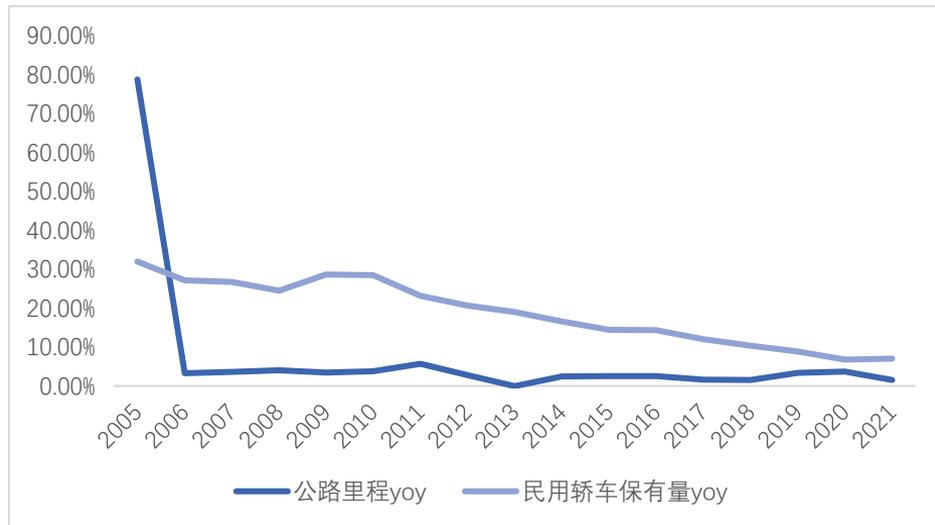
必要性：低空立体交通解决公路拥堵痛点

- **城市拥堵和长时通勤造成生产力浪费和经济损失：**随城镇化发展和汽车保有量提升，城市通勤高峰拥堵现象严重影响通勤效率和生活质量，也给城市管理带来较大压力。根据交通分析机构INRIX估算，2017年交通拥堵给美国司机带来的经济成本高达3050亿美元。根据百度地图统计，2023Q3最拥堵的10座城市，通勤高峰平均速度在23.4km/h~28.04km/h之间，通勤时耗前十的城市中，平均时耗达到34.33~43.87分钟，浪费大量时间（生产力）。
- **公路造价高、建设期长，对环境的影响大：**根据中国交通运输部统计，我国汽车保有量增速超过公路里程增速，高速公路整体造价1-2.2亿元/km，公路建设周期长、对环境的影响较大，城市立交建设有上限，亟需发展低空立体交通进行补充。

图：2023Q3中国10大最拥堵城市



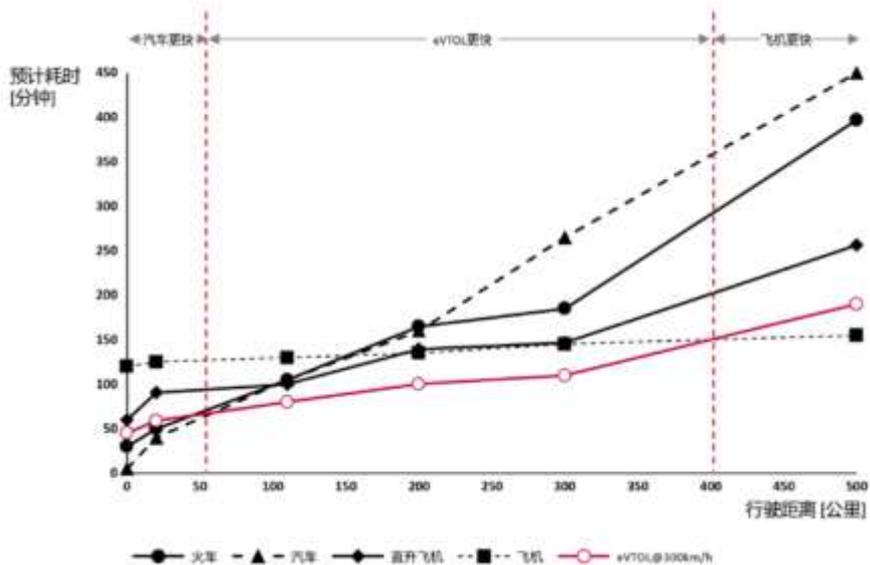
图：汽车保有量增速超过公路里程增速



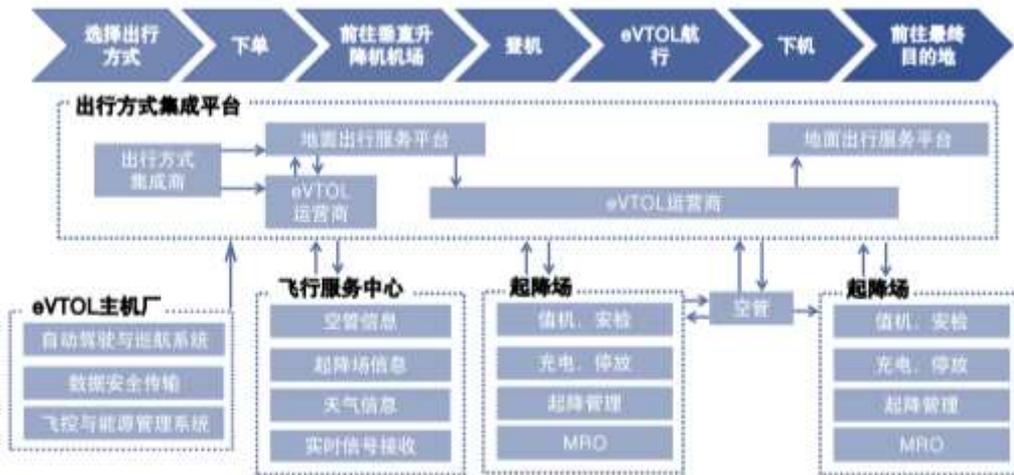
便捷性：在20-50km市内交通、中远城际交通领域优势显著

- 针对不同场景、行驶距离，各种交通工具耗时不同。不考虑特别拥堵情，<50km时汽车由于不需要前置准备时间、启停灵活，用时最短，而在50-400km范围，空中交通优势逐渐明显，相比于飞机需要安检、候机等前置准备时间，eVTOL综合用时最短。考虑到人口密集城市市内拥堵、路线设计复杂，eVTOL有将对汽车、地铁等交通方式在市内20-50km场景形成替代，对50-400km左右，特别是100-300km范围内的城际交通场景，对大巴、汽车、高铁、飞机等形成替代。

图：不同交通工具耗时对比



图：eVTOL出行模式设想



消费经济性：市内、城际多场景体现消费需求和经济可行性

- 客运eVTOL对比公路交通的优势是可以进行直线运输，无需绕路或受限于道路网络，节省时间；对比传统航空器的优势是不需要跑道和专用机场，运营成本极低。因此，eVTOL有望打破传统交通工具的市场边界，成为高铁、地铁、长途巴士、出租车、私家车的重要补充和替代。以下对3个典型的客运运营场景进行重点分析，反映客运eVTOL应用的消费经济性。

场景A：短途定期载客飞行

典型航线：上海临港 - 虹桥交通枢纽



交通工具种类	时间	价格	相对时间效率	单人出行成本效率	可行性指标
eVTOL	20	1188			
豪华专车	105	890	5.25	0.33	15.73
出租车	105	280	5.25	1.06	4.95
地铁	150	11	7.5	27	0.28

两点间地面距离86km，空中航线距离约75km。市内枢纽间场景，考虑地铁换乘/地面拥堵等因素后，eVTOL有非常明显的时间效率优势。

场景B：企业和私人包机

典型航线：上海 - 普陀山往返



交通工具种类	时间	价格	相对时间效率	单人出行成本效率	可行性指标
eVTOL	47	6596			
豪华专车	240	6000	5.11	0.27	18.58
出租车	320	1040	6.81	1.59	4.29
大巴	310	228	6.60	7.23	0.91
直升机	47	94000	1	0.02	57

上海至普陀山驾驶路线约315km，空中航线距离约175km。该行驶路线易出现交通拥堵，且陆地形态导致需要绕路，eVTOL可以避免道路网的限制。

场景C：医疗转运

典型航线：南通启东人民医院 - 上海瑞金医院



交通工具种类	时间	价格	相对时间效率	单人出行成本效率	可行性指标
eVTOL	25	6273			
救护车	100	907	4	1.73	2.31
直升机	25	60000	1	0.03	38.26

两地间采用救护车地面运输距离102km，道路拥堵风险较高；空中航线距离约90km，且eVTOL飞行高度较低，运行平稳，将极大降低病患在转运途中健康安全的风险。

运营经济性：在合理定价、需求饱满基础上，eVTOL运营收益率较高

- **从运营商角度**，以600kg级（景区游览场景）和2t级（中远距离）为例，假设购机成本分别维240、1000万元，整机寿命10年，每日执飞8、12次，单次飞行20、30分钟，一年执飞300天。假设电池寿命为3000次完整充放循环，电机寿命为3000小时飞行，则600kg级需要更换7次电池、2次电机，2t级需要更换5次电机和电机。
- 我们假设单次收费分别为400元（每座200元）、1000元（每座200元），计算IRR分别为26%、27%，处于较高水平（在我们的假设条件中，市场需求较为饱和，每日运营较为稳定），再此基础上，单次票价仍有下降空间。

图：eVTOL运营收益测算

600kg级运营收益率测算

年份	初始投资额	年净利润+折旧	更换电机	更换电池	净现金流	电池充放次数累计	电机使用小时累计	电机单价	电池单价
N	-240				(240.0)			1.5	5
N+1		79.2			79.2	2400	800	1.4	4.6
N+2		79.2		-8.3	70.9	4800	1600	1.4	4.2
N+3		79.2		-7.6	71.6	7200	2400	1.3	3.8
N+4		79.2	-20.4	-6.9	51.9	9600	3200	1.3	3.5
N+5		79.2			79.2	12000	4000	1.2	3.2
N+6		79.2		-5.8	73.4	14400	4800	1.2	2.9
N+7		79.2		-5.3	73.9	16800	5600	1.1	2.6
N+8		79.2	-17.4	-4.8	57.0	19200	6400	1.1	2.4
N+9		79.2		-4.4	74.8	21600	7200	1.0	2.2
N+10		79.2			79.2	24000	8000	1	2
合计		792.0	-37.8	-43.1	471.2				
IRR					27%			-4%	-9%

2t级运营收益率测算

年份	初始投资额	年净利润+折旧	更换电机	更换电池	净现金流	电池充放次数累计	电机使用小时累计	电机单价	电池单价
N	-800				(800.0)			8	5
N+1		288			288.0	1800	1800	7.5	4.6
N+2		288	-55.7	-83.3	149.0	3600	3600	7.0	4.2
N+3		288			288.0	5400	5400	6.5	3.8
N+4		288	-48.5	-69.3	170.2	7200	7200	6.1	3.5
N+5		288			288.0	9000	9000	5.7	3.2
N+6		288	-42.2	-57.7	188.1	10800	10800	5.3	2.9
N+7		288	-39.4	-52.7	195.9	12600	12600	4.9	2.6
N+8		288			288.0	14400	14400	4.6	2.4
N+9		288	-34.3	-43.8	209.9	16200	16200	4.3	2.2
N+10		288			288.0	18000	18000	4	2
合计		2880.0	-220.1	-306.8	1553.1				
IRR					26%			-7%	-9%

	景区游览	虹桥-临港	备注
	600kg级	2t级	
eVTOL初始购置成本 (万元)	240	800	
整机寿命 (年)	10	10	
电池容量 (kWh)	20	200	
电池寿命 (次)	3000	3000	
电机寿命 (h)	3000	3000	
单次飞行 (min)	20	30	考虑绕行，实际时间有可能更短
充电时间 (min)	20	10	3C充电，2t级每次充满电可以飞2圈
等待时间 (min)	20	20	
每日执飞次数	8	12	景区一般在特定时段运行，枢纽间白天运行
每日飞行时间 (h)	3	6	
一年执飞天数	300	300	
一年执飞次数	2400	3600	
一年执飞时间	800	1800	
电池更换次数	7	5	
电机更换次数	2	5	
电池累计更换成本 (万元)	43	307	假设价格从5元/Wh下降到2元/Wh
电机累计更换成本 (万元)	38	220	小电机价格从1.5下降到1万元/个，大电机从8下降到4万元/个
全生命周期设备成本 (万元)	321	1327	初始购置成本+电池电机累计更换成本
单次折旧 (元/次)	134	369	按全生命周期算
座位	2	5	假设无驾驶员
电费 (元/kWh)	1	1	
单次充电成本 (元)	20	100	
单次飞行成本 (元)	154	469	
单次收费	400	1000	
单人收费	200	200	
基建、空管等费用摊销	50	100	
单次飞行净利润	196	431	
一年净利润 (万元)	47	155	
全生命周期净利润 (万元)	471	1553	
年收入 (万元)	96	360	
年折旧 (万元)	32	133	

通用航空发展现状：全球年交付量破4000架，中国尚在起步阶段

- **通用航空General Aviation**，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。
- **中国通航市场存量规模**：根据中国民用航空局披露的《2022年民航行业发展统计公报》，截至2022年末，我国通用航空在册航空器总数达到3186架（其中1157架为教学训练用），通用机场在册管理数量达到399个，获得通用航空经营许可证的传统通用航空企业661家。注册无人机共95.8万架，获得通用航空经营许可证的无人机通用航空企业15130家。
- **美国**：通用航空业较为发达，拥有2万多个机场，其中绝大部分是通用航空机场，分布在几乎每个县区，配备了较为完善的空管设施和相对成熟的通用航空运行配套体系。截止2020年，美国通用航空注册通航飞机达到2.7万架。
- **全球**：根据通用航空器制造商协会（GAMA）发布的2023年飞机出货量报告，2023年飞机交付量达到4012架（10年来首次突破4000架），其中固定翼飞机3050架，直升机962架，价值278亿美元。

图：通用航空应用案例



图：中国通用航空发展现状

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
获得通用航空经营许可证的传统通用航空企业/家	365	422	478	523	599	661
通用航空在册航空器/架	2297	2495	2707	2892	3018	3186
在册管理的通用机场/个	76	202	246	339	370	399
通用航空飞行小时/万小时	83.75	93.71	106.5	98.4	117.8	121.9

全球需求预测：2025年前进入小规模商用，2030年实现多场景替代

结合前述对主机厂进展和政策支持力度的分析，我们认为eVTOL前景广阔，在2025年前将实现在货运和景区游览的小规模试点，在2030年有望实现对市内交通、城际交通、私人包机、医疗转运等领域的传统交通方式替代，在2035年有望实现大规模进入私人市场。

图：全球机构对eVTOL发展前景预测

预测指标	预测机构	2020	2025	2030	2035	2040	2050
交付量 (万辆)	《航空周刊网络》			0.1		1	3
交付量 (万辆)	巴西航空公司					10	
交付量 (万辆)	罗兰贝格			0.5		4.5	16
中国交付量 (万辆)	沃兰特&南方通用航空 《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》			1.6			
新增量 (万辆) -中国	保时捷管理咨询			0.05-0.1			
市场规模 (亿美元)	德勤		10			138	
中国市场规模 (亿元) -增量	保时捷管理咨询			500			
中国市场规模 (亿元)	沃兰特&南方通用航空 《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》			1000			
市场规模 (亿美元)	全球市场调研机构 Markets and markets			234			
发展阶段	德勤	进入阶段1: 实施客运型 eVTOL 的原型机测试与验证, 实现货运型 eVTOL 商业化运行	进入阶段2: 通过货运型商用铺路, 实现有人驾驶客运型 eVTOL 商业化	进入阶段3: 依托有人驾驶客运型 eVTOL 的商业化成功, 伴随民众认可度的显著提升, 开展产品升级, 实现 eVTOL 无人驾驶飞行。			
发展阶段	沃兰特&南方通用航空 《客运 eVTOL 应用与市场白皮书》		进入阶段1: 以短途定期载客飞行、企业和私人包机、航空医疗转运, 以及空中游览飞行等应用为主	阶段2: 空管系统、地面基础设施、民众接受程度等关键因素进步, 城市“空中出租车”批量应用变成现实。	阶段3: eVTOL 开始大规模进入私人市场, 出行方式向空中化、立体化彻底转型。		

整机现有订单：总订单量超过3600架，部分已开始交付

✎ **在手订单统计：**目前拥有较成熟机型的亿航、峰飞、Joby、Lilium等公司已陆续收到城市管理公司、航空公司、旅游公司、物流公司、救援组织等客户的预订单，有些订单已开始交付，后续将运用于城市交通、空中旅游、物流运输、紧急救援等多种场景。根据下表公司披露数据，**不完全统计总计订单量达到3608架。**

图表：部分整机企业订单统计

公司	国家	现有订单量汇总	时间	客户	订单数量	订单进度及后续
亿航	中国	500+架EH216系列，10架VT-30	2022.1.20	日本空中交通数字平台公司AirX株式会社	50架EH216系列	应用于日本的城市空中交通项目，有望为2025年大阪-关西世界博览会提供空中的士服务
			2022.3.10	马来西亚AerotreeFlightServices	50架EH216系列以及10架VT-30	
			2022.4.11	印度尼西亚PrestigeAviation	100架EH216	
			2022.6.27	湖南省吉首市天行健文化旅游公司	5架EH216	在吉首市矮寨奇观旅游区开发低空游览项目
			2023.9.29	深圳市博领智能科技有限公司	100架EH216	已交付5架EH216-S，并就余下95台交付进度达成协议
			2023.12.18	阿联酋物流科技公司WingsLogisticsHub	多达100架EH216系列	第一批将于2024年第一季度开始交付
			2023.10.01	合肥市政府	100架EH216	提供1亿美元支持，包括协调不少于100架EH216系列的采购订单
小鹏汇天	中国	100台“陆地航母”	2023.12	嘉兴南湖交科院	100台在研全新产品“陆地航母”分体式飞行汽车预订单	“陆地航母”预计于2024年Q4开始预定，于2025年Q4量产并交付
AutoFlight峰飞航空	中国	200+架V2000CG，100架盛世龙	2023.9.4	东部通航	100架盛世龙	2024年3月22日，V2000CG获得TC（全球首个获TC的吨级以上eVTOL），透露目前V2000CG已获得国内外订单超过200架。
			2024.3.22	中通快递	30架V2000CG	
Joby	美国	1.31亿美元		美国空军	签订Agility Prime合同，价值高达1.31亿美元	已于2023年9月交付首架eVTOL（第一架进驻美国军事基地的eVTOL），预计2024年初交付第二架
Vertical Aerospace	美国	1400+架订单，总预购价值超过50亿美元			1400+架订单，总预购价值超过50亿美元	
Archer Aviation	美国	106架Midnight	2023.7.31	美国空军	签订1.42亿美元合同，包括向空军交付6架Archer的Midnight飞机	签订谅解备忘录
			2023.11.16	迪拜航空运营商Air Chateau International	计划交付100架Midnight飞机	
Lilium	德国	220架Jet	2021.8	巴西蔚蓝航空（Azul）	达成价值10亿美元的商业合作，计划订购220架电动飞机	预计2025年投入运营
Volocopter	德国	2架VoloCity 150架	2023.9.22	德国空中救援组织ADAC Luftrettung	2架VoloCity	Volocopter与沃飞长空合作，计划开拓中国市场
				沃珑空泰（沃飞长空与Volocopter合资）	150架Volocopter旗下飞机	
沃飞长空	中国	100架	2023.7		100架AE 200订单	
沃兰特	中国	700架，金额175亿元左右		南航通航、中航材救援、华夏飞滴科技、亚捷航空集团、若尔航空工业等七家知名企业	截至2024年3月22日，拥有意向订单700架，意向金额175亿元左右	
御风未来	中国	15架M，5架M1H	2023.11	龙浩航空	预售2.3亿元，包含15架M1和5架与Ampaire安飞合作研发的混动M1H	

资料来源：亿航官网，峰飞官网，财联社，南方日报，wind终端新闻，Joby公告，Vertical Aerospace官网，Archer Aviation公告，Volocopter官网，沃飞长空官网，新浪财经，御风未来官网，沃珑空泰公众号，华福证券研究所

- eVTOL生态链涉及制造、运营、基建、B端与C端客户、监管机构等。eVTOL的设计研发技术壁垒较高，涉及到多个专业体系的综合应用，但相关产业链基础较好。eVTOL的研发设计和测试涉及空气动力学、机构力学、材料学、计算机等多学科的综合应用，囊括理论计算、仿真实验、台架实验、静力实验等复杂实验过程。eVTOL技术系统包括：飞控系统、导航系统、通讯系统、动力系统、电池、机体。这些系统本身均有较为完善的产业基础，eVTOL可以直接借助这些丰富的基础。

图：eVTOL生态链主要参与方



eVTOL成本拆分：动力能源系统占BOM接近一半

- 参考亿航智能2023年报预告，以及官网公布的定价，我们预计600kg级eVTOL初期售价在240万元/台左右，BOM成本估计约为74万元/架，其中电驱动系统占32%、电池能源系统占14%，壳体成本占12%，航电及飞控系统占27%，其他占15%，人工和制造成本假设初期为10万元/架。而针对2000kg级eVTOL，对电机功率、带电量和其他零部件都有更高的要求，我们预计初期售价在800万元/架，BOM成本约为290万元/架，其中电驱动占28%、电池占34%、壳体占10%、航电飞空占21%、其他占7%。若中期量产规模达到10万台/年，我们预计600kg方案售价有望下降到95万元/架，2t方案售价有望下降到285万元/架。**考虑到电机（类比发动机）、电池（高性能）的更换检修周期在3-5年左右，售后维保市场对应空间更大。**

	600kg方案					2t方案					合计
	1万台	占比	10万台	占比	市场空间 (亿元)	1万台	占比	10万台	占比	市场空间 (亿元)	市场空间 (亿元)
电驱动单价 (万元/个)	1.5		1.0			10		4			
电驱数量 (个)	16		16			8		8			
电驱动系统合计 (万元/架)	24	32%	16	31%	160	80	28%	32	21%	320	480
带电量 (kWh)	20		20			200		200			
电池单价 (元/kWh)	5000		2000			5000		2000			
电池ASP合计 (万元/架)	10	14%	4	8%	40	100	34%	40	26%	400	440
壳体重量 (起飞重量15%)	90		90			300		300			
壳体单价 (元/kg)	1000		800			1000		800			
壳体成本合计 (万元/架)	9	12%	7	14%	72	30	10%	24	15%	240	312
航电+飞控 (万元/架)	20	27%	15	29%	150	60	21%	45	29%	450	600
其他 (万元/架)	11	15%	10	19%	100	20	7%	15	10%	150	250
售价 (万元/架)	240		95		953	800		285		2850	3803
毛利率	65%		40%			60%		40%			
营业成本 (万元/架)	84		57			320		171			
BOM成本 (万元/架)	74		52			290		156			
人工+制造成本 (万元/架)	10		5			30		15			

- eVTOL目前面临的主要技术挑战包括避障、智能驾驶、航路划设、新能源电池技术、电驱动技术等。需要更高敏度的态势感知与避障技术、高精度的低空智能驾驶技术、高韧性的低空航路规划设计、开发更高能量密度的新能源电池技术、开发可靠性和轻量化性能更好的电驱动系统
- 近几年相关产业的发展也为eVTOL技术难点的进一步突破奠定了基础，eVTOL造价、运维成本等有望降低，安全性、性能等有望提高。例如，近年来高能量密度电池、智能驾驶技术等行业的发展，传感器、电机等产品性能的提高和价格的下降，都可使eVTOL的研发和制造从中受益。eVTOL也可以和这些行业的研发相互促进，共同提高技术成熟度。

图：eVTOL各环节主要技术难点

涉及环节	技术难点	具体问题
飞控	高敏度的态势感知与空中避障技术	现有eVTOL制造商一般通过加装ADS-B、TCAS等空中防撞设备来自动保持安全间隔。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、电磁环境恶劣等情况，根据几何空间相对运动矢量/碰撞路径规划等进行避障决策、建立城市低空环境仿真模型等技术路线等还需攻克，且eVTOL避障技术还不成熟。
智能驾驶	高精度的低空智能驾驶技术	eVTOL自动飞行（包括自动导航、自动位置报告、自动应急等）性能，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。
空管	高韧性的低空航路规划设计	需要创造多层次叠加的空中高速公路，既要能在飞行中再依据风险环境的变化动态调整飞行路线，又要能够及时响应需求、数量、技术、商业模式和应用的变化，使获得适航认证的eVTOL与无人机、民用客机在同一空域融合运行。eVTOL低空航路规划设计目前仍在技术开发完善阶段。
电池	高能量密度的新能源电池技术	现有电池的密度与安全性都需要进一步突破，否则eVTOL将面临有效载荷低、航程短、续航时间短的发展局限。目前，锂电池技术相对氢燃料电池技术更成熟稳定，绝大多数制造商采用锂电池，但是锂电池能量密度的提升需要持续技术攻关。氢燃料电池能量密度要高于锂电池，但是其功率密度较低、转换效率低、瞬间放电能力较差。
电驱动	轻量化、安全性、可靠性提升技术	航空场景对电驱动系统，尤其是电机部件有更高的可靠性、安全性要求，同时为了提升机体运动灵活性、运行效率，对轻量化设计也有迫切需求，早期需要定制开发，并且持续迭代性能。

- 核心标的梳理及投资建议

- **整机环节**：技术不确定性较高，关注布局、试飞、认证、商务进展较快的eVTOL企业：亿航智能、万丰奥威、小鹏汽车-W、商络电子、山河智能等。

环节	相关上市公司	代码	主要产品	进展总结	2023E收入	2024E收入	2022A归母净利润	2023E归母净利润	2024E归母净利润	总市值	PE-2023	PE-2024
整机	亿航智能	EH.O	EH216-S	已于2023年10月取得TC，23Q4销售23台。	1.2	-	-3.3	-3.0	-	10.5	-3.5	
	小鹏汽车-W	9868.HK	旅航者X2	2024年3月旅航者X2顺利完成城市CBD“天德广场-广州塔”低空飞行	306.8	585.0	-91.4	-103.8	-65.5	606.3	-5.8	-9.3
	万丰奥威	002085.SZ	eDA40	子公司万丰飞机与全球某知名主机厂中国总公司成立eVTOL合资公司	167.2	178.0	8.1	7.1	9.8	303.8	42.8	31.0
	商络电子	300975.SZ	原型机	参股亿维特（14.62%），2024年3月其原机已进行首飞前的吊飞测试	-	-	1.3	-	-	80.5		
	Joby Aviation	JOBY.N	S4	计划2025年在洛杉矶和纽约等开始空中出租车服务。	0.0	-	-2.6	-5.1	-	37.7	-7.4	
	Lilium N.V.	LILM.O	Lilium Jet	正在寻求欧盟和美国的适航审定。	-	-	-2.5	-	-	4.9		
	VERTICAL AEROSPACE	EVTL.N	VX4	VX4机型于2022年首发。	-	-	-0.9	-	-	2.4		
	Volocopter		Volocity	已满足DOA (Design Organisation Approval)，于2019年申请美国和欧洲的同步型号合格审定 (TC)。	-	-	-	-	-	-		
	Archer Aviation	ACHR.N	Midnight	预计2024年取得FAA型号号许可证	0.2	-	-3.2	-4.6	-	14.9	-3.2	
	Alef Aeronautics (Space X投资)		Model A	2022年取得FAA特殊适航证书，首批交付时间预计为2025年底。	-	-	-	-	-	-		
	山河智能	002097.SZ	原型机	参股山河星航（13.0769%），合作大众，2022年年中推出原型机并于年底完成首飞。续航200km。	-	-	-11.4	-	-	81.0		
	峰飞航空		盛世龙	2024年2月完成跨海首飞，预计2026年投入商用	-	-	-	-	-	-		
	航宇微	300053.SZ	EAGLE-212-KY	董事长持有广东海鹰飞行汽车49.98%股权，2023年11月亮相EAGLE-212-KY基础版，预计2024年下半年面市。	-	-	-5.7	-	-	78.5		
	纵横股份	688070.SH	无人机	无人机商业化资深厂商，为后续进入eVTOL积累技术	3.0	6.0	-0.3	-0.6	0.9	39.6	-66.6	42.6
观典防务	688287.SH	工业无人机	与中航智光签署战略合作协议，大力发展空航，无人机领域等领域	2.7	4.1	0.9	0.8	1.2	33.0	40.5	27.0	
海特高新	002023.SZ	模拟机	2023年12月研制并交付了国内首台eVTOL模拟机	10.0	11.0	0.1	0.6	0.8	64.8	107.9	84.1	

- **动力系统**：航空电驱动对功率密度、可靠性要求较高，开发认证周期长，提前布局的企业有先发优势，建议关注：卧龙电驱；以及有车载电驱动系统经验的：蓝海华腾、英搏尔等。其他动力系统零部件关注：长源东谷、光洋股份、瑞可达、威迈斯等。
- **电池**：电池是提升续航和降低成本的关键环节，建议关注提前布局且技术实力强的宁德时代、国轩高科、孚能科技、蔚蓝锂芯等。

环节	相关上市公司	代码	主要产品	进展总结	2023E收入	2024E收入	2022A归母净利润	2023E归母净利润	2024E归母净利润	总市值	PE-2023	PE-2024
动力系统	卧龙电驱	600580.SH	电驱动	与商飞等主流主机厂携手研发，与中国民航科学技术研究院共建“联合实验室”	169.6	196.6	8.0	11.3	14.2	207.8	18.3	14.6
	蓝海华腾	300484.SZ	电驱动	重点发展电动飞行器电机控制器项目，已获首笔政府资金支持								
	英搏尔	300681.SZ	电控	电动车动力总成核心供应商	19.6	29.6	0.2	0.8	1.4	40.3	48.9	28.5
	方正电机	002196.SZ	电机	小鹏汽车电机供应商	-	-	-2.3	-	-	28.7		
	长源东谷	603950.SH	动力系统壳体等零部件	2024年1月收到国内某知名汽车飞行公司的定点开发通知书（电驱壳体、三相接线盖板、控制器安装壳体和支撑架）	14.7	21.3	1.0	2.8	4.3	57.2	20.6	13.4
	威迈斯	688612.SH	电源电控	2022年12月获得飞行汽车中双DCDC的应用控制软件V1.0的软件著作权。	55.2	69.8	2.9	5.0	6.8	147.9	29.6	21.6
	光洋股份	002708.SZ	轴承	已取得小鹏飞行汽车X3项目定点，完成A样交样。	-	-	-2.3	-	-	56.2		
	香山股份	002870.SZ	充电系统	是国内头部飞行汽车公司的供应商（充电系统等）	57.8	70.7	0.9	1.9	2.6	41.9	22.5	15.9
瑞可达	688800.SH	高压连接器	目前公司飞行汽车相关高压连接器项目正在有序推进中。	15.6	23.1	2.5	1.4	2.6	45.0	31.7	17.0	
电池	宁德时代	300750.SZ	凝聚态电池	2023年4月发布凝聚态电池（用于民用电动载人飞机项目的合作开发），7月成立商飞时代。	4,009.2	4,337.8	307.3	441.2	478.3	8,270.2	18.7	17.3
	孚能科技	688567.SH	电池	已与国际知名的eVTOL制造商达成合作并开始交付产品	164.7	196.8	-9.3	-17.7	1.2	141.5	-8.0	121.0
	国轩高科	002074.SZ	电池、充电基础设施	与亿航智能签订战略合作协议	310.6	413.8	3.1	6.6	11.6	349.4	53.3	30.1
	蔚蓝锂芯	002245.SZ		在高倍率电池领域有优势，在积极挖掘eVTOL相关市场	53.7	66.6	3.8	1.8	4.7	90.3	49.2	19.3

- 机体材料：**对轻量化要求高，一般采用碳纤维复合材料，航空级壁垒较高，需求弹性大，建议关注：吉林化纤、中航高科、安泰科技、光威复材、中复神鹰、双一科技

环节	相关上市公司	代码	主要产品	进展总结	2023E收入	2024E收入	2022A归母净利润	2023E归母净利润	2024E归母净利润	总市值	PE-2023	PE-2024
机体材料	吉林化纤	000420.SZ	碳纤维	公司的碳纤维产品亿航智能已有试用，双方未来将更深层次的进行合作	37.5	43.9	-0.9	0.7	1.6	84.6	126.9	52.6
	双一科技	300690.SZ	碳纤维	公司已为部分客户供货飞行汽车项目模具产品	-	-	0.8	-	-	32.9		
	佳力奇	A22116.SZ	航空复材	于2022年与小鹏汇天签署《技术开发合同》，并实现收入97.30万元。	-	-	1.5	-	-	-		
	安泰科技	000969.SZ	复合材料	参股公司安泰复材为相关企业提供eVTOL复合材料机身结构制造和装配。	86.7	102.3	2.1	3.0	3.9	87.1	29.0	22.4
	中研股份	688716.SH	FC/PEEK复合材料	公司正在研发的FC/PEEK复合材料可以应用于飞行汽车领域。	2.9	3.1	0.6	0.5	0.8	34.2	62.8	40.4
	光威复材	300699.SZ	碳纤维	主营产品为eVTOL机体主要材料	25.2	32.2	9.3	8.7	10.8	234.3	27.0	21.6
	中复神鹰	688295.SH	碳纤维	主营产品为eVTOL机体主要材料，正匹配车企研发飞行汽车	22.6	29.8	6.1	3.2	4.7	249.0	78.5	52.8
	广联航空	300900.SZ		已承接部分低空载人运输机、无人运输机、飞行汽车等飞行器结构类产品的研制业务。	8.2	10.7	1.5	1.9	2.5	54.0	29.0	22.0

相关标的和公司进展一览

- **空管、飞控及通讯环节**：是大规模商业化的关键基础和保障，建议关注莱斯信息、深成交等；
- **其他环节**：建议关注广电计量、谱尼测试。

环节	相关上市公司	代码	主要产品	进展总结	2023E收入	2024E收入	2022A归母净利润	2023E归母净利润	2024E归母净利润	总市值	PE-2023	PE-2024
空管、飞控、通讯	金盾股份	300411.SZ	电动涵道风扇	与清华大学合作研发，样机已通过各项性能测试	-	-	0.1	-	-	55.4		
	中直股份	600038.SH		23年9月联合中国航空研究院、中航科工研发高速eVTOL签约	233.3	276.2	3.9	4.4	6.0	282.0	63.7	47.1
	四创电子	600990.SH	平台	计划打造低空飞行管理服务平台	25.5	30.4	0.7	0.7	0.9	45.3	65.7	51.5
	华力创通	300045.SZ	卫星通信技术	自研的卫星通信技术可在电动垂直起降航空器（eVTOL）上进行应用	5.8	10.1	-1.1	0.3	1.1	141.2	455.5	131.4
	莱斯信息	688631.SH	空管系统	民用空管软件领先企业	16.8	21.6	0.9	1.3	1.6	92.0	70.0	58.9
	深城交	301091.SZ	空管系统	深圳交通数据与解决方案供应商	-	-	1.6	-	-	93.3		
	设计总院	603357.SH	机场建设	2022年成立省内首家民航设计院，取得10余个项目,新签合同约2,319万元	32.4	37.1	4.4	5.0	5.8	50.5	10.0	8.8
	四川九洲	000801.SZ	空管	空管业务的技术、产品已在四川省低空试点开展应用	41.4	47.0	2.0	2.3	3.0	123.5	53.5	41.7
其他零部件	森麒麟	002984.SZ	轮胎	顺利获得小鹏飞行汽车轮胎项目的配套资格	78.4	97.5	8.0	13.7	18.9	224.1	16.4	11.8
	万安科技	002590.SZ	车架	被国内某知名飞行汽车公司选定为某车型前副车架总成产品的供应商	-	-	0.7	-	-	59.9		
	天宜上佳	688033.SH	碳陶制动盘	前正在进行飞行汽车用高性能碳陶制动盘的设计和开发	22.2	45.0	1.8	1.5	8.7	55.4	38.1	6.4
	华曙高科	688433.SH	3D打印设备	已为飞行汽车制造商客户H及其子公司提供3D打印设备	6.1	9.4	1.0	1.3	2.1	98.9	74.1	47.1
	星源卓镁	301398.SZ	镁合金压铸件	研发团队与小鹏汇天的智能电动飞行汽车项目处于前期技术论证阶段	3.7	5.2	0.6	0.8	1.1	41.6	51.5	37.0
	凯众股份	603037.SH	减震制动		7.1	8.2	0.8	0.9	1.1	34.1	38.7	31.9
	金博股份	688598.SH	制动	已与飞行汽车厂家开展碳/陶制动盘的研发和试制工作。	10.7	32.0	5.5	2.0	8.0	64.7	31.8	8.1
	安达维尔	300719.SZ	导航、座椅、客舱设备等	正广泛与eVTOL行业客户进行前期业务接洽及技术对接，与部分客户就具体产品已进入后期商务洽谈阶段。	8.5	9.3	-0.5	1.1	1.4	30.8	27.0	22.7
其他	广电计量	002967.SZ	汽车检测	与小鹏汽车的业务合作有涉及eVTOL领域	30.8	37.1	1.8	2.7	3.7	77.7	29.1	20.9
	中信海直	000099.SZ	运营网络	已与多家eVTOL公司合作，负责eVTOL运营网络搭建	19.7	21.6	1.9	2.4	2.8	100.8	42.1	36.3

资料来源：各公司公告，投资者互动平台，公众号，Wind一致预期（截至2024.3.27），华福证券研究所

亿航智能 (EH.O) : 取得全球首张TC, 同步扩展海内外市场

- **EH216-S取得TC并实现批量交付。**亿航智能2016年发布了全球首款载人级自动驾驶飞行器；2019年12月12日登陆纳斯达克，成为全球首家上市的城市空中交通企业。2023年10月EH216-S无人驾驶载人航空器系统成功取得中国民航局颁布的TC。2023年12月21日宣布取得标准适航证（全球首个获得适航证的无人驾驶载人电动垂直起降航空器），并交付给广州客户，在广州、合肥两座城市完成了商业首飞演示。
- **EH216-S机型在中国市场指导价239万元人民币（海外41万美元）。**2023年交付52台，整体毛利率64.13%，根据财务报表估算单台收入226万元（不含税），单台成本81万元，考虑到机型技术迭代，大部分零部件都在定制，销售成本下降暂时不明显。但随着规模提升单台的营业费用继续下降。
- **现有订单方面，亿航同步布局海内外市场。**亿航在国内市场和深圳博领、湖南天行健等签订订单，计划逐步交付EH216系自动驾驶飞行器。亿航还在日本、马来西亚、阿联酋等地完成飞行演示，并成功取得当地包括物流公司、交通数字管理公司、航空公司等企业在内的订单，将被运用于当地的城市空中交通或物流运输等方面。
- EH-216系列包括专用于消防客运的EH216-F、重型航空货运机EH216-L、2座载人EH216-S。除了EH-216系列之外，亿航目前还拥有单人 eVTOL 机型EHang 116（2018年推出），自动驾驶2座的VT-30。

图：亿航智能现有订单汇总

时间	客户	订单数量	订单进度及后续
2022.1.20	日本空中交通数字平台公司AirX株式会社	50架EH216系列	应用于日本的城市空中交通项目，有望为2025年大阪·关西世界博览会提供空中的士服务
2022.3.10	马来西亚航空集团AEROTREE的子公司Aerotree Flight Services	50架EH216系列以及10架VT-30	
2022.4.11	印度尼西亚航空企业Prestige Corp.子公司Prestige Aviation	100架EH216	
2022.6.27	湖南省吉首市政府下属天行健文化旅游投资开发有限公司	5架EH216	在吉首市矮寨奇观旅游区开发低空游览项目
2023.9.29	深圳市博领智慧科技有限公司	100架EH216	已交付5架EH216-S，并就余下95台交付进度达成协议
2023.12.18	阿联酋物流科技公司Wings Logistics Hub	多达100架EH216系列	第一批将于2024年第一季度开始交付
2023.10.01	合肥市政府		提供1亿美元支持，包括协调或促进不少于100架EH216系列无人驾驶航空器的采购订单，以及资金支持

图：亿航 EH-216S



构型：多旋翼
最大航程：30km
最大起飞重量：620kg
最大设计速度：130km/h

图：亿航智能财务数据

单位：万元	2017	2018	2019	2020	2022	2023
营业收入	3171	6648	12181	18009	5881	4432
销售量 (2018-2019年销售美国地区AAV, 2020-2022年销售EH216系列, 自1)		8	61	70	80	21
销售成本	2751	3274	5060	7391	2078	1510
毛利	418	3375	7122	10618	3803	2922
毛利率	13.23%	50.76%	58.66%	58.99%	64.65%	65.25%
研发费用	6574	5611	6360	9880	20562	20418
研发费用率	6667	6028	5717	10425	13713	13508
利息净支出	-17	-40	-5	-146	180	382
利息支出	-	56	84	254	180	382
利息收入	17	106	89	380	-	-
其他营业费用	-431	-620	-341	-656	-1120	-608
营业利润合计	12593	10760	11752	13602	35837	33699
营业毛利						
单位毛利 (万元/台)		2256	200	257	189	211
单位成本 (万元/台)		1091	83	106	69	81
单位毛利 (万元/台)		3587	119	299	1199	1609

乘客级AAV包括EH184, EH116, EH216系列

峰飞航空：载货2吨级“盛世龙”获TC认证

- **上海峰飞航空科技公司**：于2019年在上海成立，是中国最早投入大型eVTOL自动驾驶飞行器赛道的科技企业之一，峰飞航空在德国成立了欧洲适航中心，在美国建有北美商业中心，研发制造中心位于中国，具备强大的垂直集成能力，飞控航电、三电及核心零部件均具有完全自主知识产权，掌握超高功重比电机电控和大型机身轻量化高强度碳纤维复材核心技术。
- **峰飞航空目前主推两款eVTOL——盛世龙和凯瑞鸥**：
 - ⑩ **盛世龙**：大型eVTOL载人航空器，采用**复合翼构型**。最大起飞重量2t，纯电动，5座设计，巡航速度200km/h，最大航程250km。可进行自主飞行，但在未来投入使用初期，将根据适航法规要求采用安全员驾驶。2022年1月完成首次 eVTOL 完全转换飞行；2022年6月开始进入常态化飞行测试；2023年2月创造吨级eVTOL单次充电飞行 250.3km的世界纪录；2023年7月完成全球首次三架全尺寸吨级eVTOL航空器编队飞行。2024年2月，盛世龙完成全球首条跨海跨城 eVTOL航线首次演示飞行，将深圳至珠海的2.5小时车程缩短至20分钟。
 - ⑩ **凯瑞鸥**：更多用于低空物流、紧急物资运输、消防应急解决方案等。2023年10月峰飞航空公布了凯瑞鸥消防版机型的各项数据和独特优势。
- **认证进展**：2022年9月中国民航局受理了V2000CG凯瑞鸥的TC申请，2024年2月型号符合性验证试验全部完成，**2024年3月获得TC认证。载人版eVTOL盛世龙的TC申请也被EASA受理。**
- **商业化进程**：2023年9月4日，峰飞航空与**深圳市东部通用航空公司**（民航局认定的低空改革试点单位）签署战略合作协议与框架采购合同，东部通航将向峰飞采购**100架盛世龙**航空器。2024年3月22日，**中通快递**与峰飞签订**30架V2000CG**大型eVTOL航空器订单。**目前V2000CG大型eVTOL航空器订单超过200架。**

图：盛世龙



最大航程：250km
 最大起飞重量：2000kg
 巡航速度：200km/h

图：凯瑞鸥



最大航程：250km
 最大起飞重量：2000kg
 最大载荷：400kg

图：凯瑞鸥消防版



灭火弹数量：4枚
 灭火弹重量：100kg/枚
 单次灭火面积：800平方米

小鹏汇天：“陆地航母”分体式飞行汽车TC申请获受理

- **小鹏汇天的前身东莞市汇天科技有限公司成立于2013年，于2020年获得小鹏汽车投资并正式成立小鹏汇天。**2019年，旅航者T1研制并试飞成功，2020年11月，旅航者X1研制并试飞成功。2021年，旅航者X2载人首飞成功，2022年，X2获迪拜特许飞行许可，2022年10月10日在迪拜完成首次海外公开飞行演示。2022年10月，X3首飞成功。2022年10月24日，小鹏汇天公布全球首个电动垂起飞行汽车方案。2023年1月，X2获国内特许飞行许可证。
- **海外市场方面，小鹏汇天局部欧洲市场，将从瑞典首发，开启全球化之路。**旅航者X2于2022年在瑞典首次海外公开展出，计划尽快在欧洲首飞，并预计于2024年量产。
- **2023年10月24日，小鹏汇天公布在研的全新产品——“陆地航母”分体式飞行汽车。**其飞行体为纯电动有人驾驶飞行器，可实现垂直起降，采用6轴6桨构型，增加了2个可反转的涵道，在6副旋翼失效2副之后仍可飞行，安全性较高。路行体可完全收纳飞行体并进行地面驾驶。**“陆地航母”预计于2024年Q4开始预定，于2025年Q4量产并交付。**2023年12月，“陆地航母”已收到来自嘉兴南湖交科院的100台预订单。**3月25日，TC申请获局方受理。**
- 小鹏汇天关注**倾转旋翼技术**的研发和验证。于2021年期动倾转类技术的验证，2023年12月20日，小鹏汇天倾转旋翼技术验证机获特许飞行证，并完成垂起、悬停试飞，未来将继续验证倾转飞行能力。

图：小鹏汇天旅航者X2



最大航时：35km
 最大起飞重量：560kg
 最大飞行速度：130km/h

图：小鹏汇天“陆地航母”分体式飞行汽车



- **卧龙集团创建于1984年，是全球主要的电机及驱动解决方案制造商，拥有众多的知名品牌：**卧龙(Wolong)、ATB、Brook Crompton、南阳防爆(CNE)、Laurence Scott、Morley、欧力(Oli)、Schorch、希尔(SIR)等。生产基地遍布全球：已在中国、越南、英国、德国、奥地利、意大利、波兰、塞尔维亚、墨西哥、印度拥有39个制造工厂和4个技术中心。拥有健全的产品体系：健全的产品体系：各类电机、发电机、控制驱动及工业自动化等产品，在油气、石化、电力、采矿、轨道交通、建筑楼宇、环保及水处理、设备自动化、新能源汽车等领域为客户提供解决方案和服务。根据HIS Markit市场数据，2020年，卧龙电驱在全球高压/低压电机市占率分别为11%/6.5%，位列第二/第四。
- **依托动力电驱成熟基础，开发高性能航空电驱。**公司在新能源汽车电驱系统的基础上，针对飞行汽车安全性可靠性的更高的要求，以及更加严苛的轻量化要求，在电驱的设计、算法、以及新材料的研发上有所突破。经过多年技术沉淀，卧龙全球中央研究院在航空电驱动及控制领域已处于国际一流水平，形成“3+1”的产品布局（即小、中、大三个功率等级产品及一个适航）。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。

- **前瞻布局航空动力电驱系统，合作商飞等行业龙头：**公司在电动航空赛道布局多年，牵头编写了“CCAR-23-R4电动飞机补充要求”H1801条电推进系统标准、民航电动力技术规范，涉及电动飞机用电机和控制器性能指标要求、环境适应性要求、安全可靠要求。与**中国商飞、万丰奥威、沃飞长空**等头部企业建立战略合作关系并开展深度合作。与中国商飞北京民用飞机技术研究中心共同打造“**航空电动力系统事业部**”；与中国民航科学技术研究院共建“**联合实验室**”，参与相关标准制定。

图表：卧龙电驱30kW涵道电动力系统



2023年6月18日，卧龙开发的小功率典型规格（30KW涵道电动力系统），完成地面测试实验，所有指标均达到预期要求

图表：卧龙电驱70kW航空电动力系统



5月22日，卧龙承担的中功率典型规格（70kW大功率航空电动力系统），顺利通过工信部组织的专家验收。

万丰奥威：领先战略布局，宣布合作进行eVTOL研发，兼顾绿色发展

- **万丰奥威 (002085.SZ) 是全球最大铝合金轮毂供应商之一，全球最大镁合金零部件供应商之一，全球前三大通航飞机制造商，全国最大环保涂覆加工基地之一。**作为通航领域的领先者，实施“双引擎”战略，“镁合金-铝合金-轻质高强度钢”金属材料轻量化应用为主线的新发展格局。旨在成为“全球汽车金属部件轻量化推动者”和“通用飞机创新制造企业的全球领跑者”并计划建设国家级通航产业示范区。
- **收购钻石飞机进军通用航空：**2017年万丰集团收购奥地利钻石飞机工业公司（始于1932年，为世界通用飞机制造商前三强）100%股权注入万丰飞机工业有限公司，成功引入知识产权和整机设计生产能力。2020年，上市公司万丰奥威收购其55%股权。目前万丰飞机拥有奥地利、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，为全球通用飞机的领导者，客户遍布欧洲、北美、亚太和中东等区域，客户面向飞行学校、航空公司、航空俱乐部以及私人消费者等。**2022年飞机制造业务实现收入20亿元，同比增长11%，毛利率达到28.79%。**
- **新产品研发进展：**万丰钻石飞机储备了大量的通用航空研发设计人才，拥有大量以飞机整机、航空发动机、复合材料为特色的通用飞机研发与制造能力，并积极推进纯电动、垂直起降、无人驾驶飞机的设计研发。2023年上半年，钻石飞机推出的eDA40电动飞机成功首飞；首架由国内制造的DA50飞机也成功试飞并取得国内PC生产许可证，11月13日正式交付卡塔尔航空之家。
- **与全球知名汽车主机厂合作，研发范围覆盖eVTOL全程。**2024年2月6日，万丰奥威宣布其子公司万丰飞机将与**某知名汽车主机厂**合作，共同研发电动垂直起降飞行器（eVTOL），包括原型机开发，电池系统，工业设计，共同进行适航认证、以及下游销售渠道、拓展国际市场。

时间	创新项目
2008	带有氢燃料电池动力装置的滑翔机飞行
2010	首次有飞机使用纯藻类生物燃料飞行
2011	DA36 E-Star, 世界售价串联混合电动飞机
2012	DA36搭载“电子降落伞”，为通用航空引入了线控飞行系统
2013	DA36 E-Star 2验证了串联混合电动驱动的商业可行性。
2015	与空中客车直升机合作开发，使用奥斯特罗AE 440引擎的H120直升机。
2018	与西门子公司共同开发的多引擎混合动力电动飞机首飞。
2021	宣布开发全电动训练飞机eDA40。
2023	启动了双能源氢燃料引擎和可持续航空燃料（SAF）开发项目。

图：万丰奥威现有通航飞机产品

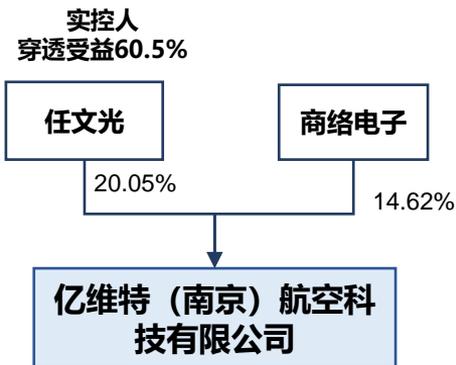


亿维特（商络电子参股）：电动ET9即将试飞，布局氢锂混动ET3方案

- **亿维特（南京）航空科技有限公司**（EVT Aerotechnics）成立于2022年1月，专注于载人eVTOL（电动垂直起降飞行器）研发、制造，致力于UAM（Urban Air Mobility）未来空中出行解决方案。公司创始人团队及技术人员历经十数年的合作，完成了运8系列、ARJ21、C919、多款中大型无人机等型号设计研发制造，积累了丰富的航空项目管理、飞机系统集成、适航取证经验，掌握行业资源和核心技术。
- **商络电子（300975.SZ）前瞻布局，持续增资加码**：2022年5月16日，商络电子与亿维特签订增资协议，增资2000万元（持股10%）。公司表示该投资为长远布局，期待eVTOL带来新的市场需求并将支持承接其电子元器件的需求。并于2023年7月5日再次增资2000万元，持股比例提升到14.62%，同时公司董事会秘书蔡立君担任亿维特董事，加强绑定。
- **eVTOL原型机进展**：**亿维特ET9最大起飞重量为2.2t，可载5人4座，飞机翼展近15米，最大航程240km，最大巡航速度250km/h。**2023年11月2日，ET9机型001号机实现总装下线，并与中国航空工业下属子公司领航复材签订战略合作协议。2024年3月11日前，已按照计划进行吊飞测试，测试后将进行首飞。**ET3氢锂混动垂直起降飞机翼展近3米，航程500km以上**，滞空时间长、速度快，可以做到在超过3米宽的道路上随时起降，执行任务效率更高。
- **依托区域优势，积极响应南京市低空经济战略**。2024年3月14日，南京市举办低空经济主题活动，重点参观了亿维特（南京）航空科技有限公司。亿维特展示了其在电动垂直起降飞行器（eVTOL）领域的创新成果，为与会的政府及行业代表提供了深入了解其技术实力和市场潜力的机会。

图：亿维特垂直起降飞行器展示

图：亿维特股权结构



沃兰特：合作安徽/四川地方政府，意向订单达700架、175亿元

- 沃兰特 (Volant) 于2021年6月在上海由一群资深航空人联合创立，旨在为世界研制安全、绿色、客运级eVTOL，实现人类在城市上空自由高效飞行的梦想。
- 认证及试飞进展：**沃兰特eVTOL机型VE25-100已正式进入型号合格审定程序，全尺寸技术验证机VE25 X1已经过多轮迭代并完成试飞，为下一步试飞和型号研制提供了坚实基础。
- 地方政府合作：**公司与多地政府达成战略合作，为打造地区低空产业集群奠定坚实基础。沃兰特与安徽省芜湖市湾沚区、四川省自贡市都建立了战略合作关系，政企合作共同促进低空经济领域快速发展。
- 商业化进展：**截至2024年3月22日，公司已与南航通航、中航材救援、华夏飞滴科技、亚捷航空集团、若尔航空工业等七家知名企业签订战略合作及意向订单700架，意向金额175亿元左右，意向订单完整覆盖低空观光、培训、短途运输、货运、应急救援、城市出行等eVTOL应用全场景。

图：沃兰特 VE25 X1



构型：复合翼
 设计航程：200km
 巡航速度：235km/h
 经济巡航速度：200km/h
 搭载人数：1名飞行员+4名乘客
 起降时舱内噪声：<65分贝

图：沃兰特 VE25-100



构型：复合翼
 设计航程：200-400km
 巡航速度：235km/h
 设计翼展：16m
 起飞重量：2.5t
 座位数：6座

图：沃兰特各项进程情况

时间	认证进展
2022年1月	与中国民航局签署了国内首份商业载客电动垂直起降航空器《安全保障合作计划 (PSP) 》
2023年9月	中国民航华东地区管理局受理VE25-100型号合格证首次申请项目
时间	试飞进展
2021年9月	代号“TINY小胖子”的1:3缩比验证机成功首飞
2022年9月	完成全尺寸验证机VE25X1总装下线
2023年9月	全尺寸技术验证机VE25 X1完成新一轮试飞
时间	商业化进展
2023年7月	与亚捷航空集团签署战略合作暨VE25航空器采购协议，协议约定亚捷航空集团采购沃兰特VE25型eVTOL航空器118架，订单总金额超30亿元
2023年9月	在2023低空经济发展大会上，与芜湖市湾沚区签订战略合作协议签约，实现集eVTOL设计研发、组装生产、试飞交付、维护保养及应用场景运营于一体的综合落地
2023年11月	在2023无人机装备大会上，与自贡市人民政府缔结战略合作关系，并签署系列协议以共建eVTOL智能制造基地
	在亚洲通航展上，与中航材航空救援、赛峰电气与电源等公司缔结战略合作伙伴关系，意向订单金额约2.8亿美金

- **御风未来 (Vertaxi)** 成立于2021年4月，**拥有深厚的技术基础**。CEO谢陵、CTO刘十一都曾供职**中国商飞**，对飞控技术的关键性有着清晰的认识；团队技术核心成员均来自于国产大飞机C919、运20等国家重点型号项目，有丰富的飞机研发、适航和安全性设计经验。
- **从无人机开始入手商业化**。公司成立之初即获得盛大网络、连尚网络创始人陈大年个人数千万元天使轮融资；于2022年初完成A轮融资，由云晖资本领投，容亿资本跟投；2022年年末获得天善资本领投的加轮融资。全资子公司福昆航空旗下拥有成熟中小型eVTOL工业无人机品牌“福昆”，目前无人机市场份额稳步增长，为载人eVTOL研发注入持续的现金流。
- **代表产品及进展**：**Matrix 1**是公司研发的全国产纯电动**复合翼构型**eVTOL飞行器，拥有**4个前拉旋翼和16个垂起旋翼**。2023年3月2吨级M1首架机机体结构组装完成下线，10月在上海金山成功完成首飞。**认证进展**：2024年1月10日，**中国民用航空华东地区管理局正式受理**御风未来自主研发的**M1B型（即M1货运型）**电动垂直起降无人驾驶航空器系统型号合格证申请。
- **商业化进展&订单**：2022年3月，福昆航空巡检类无人机E6参加首次沙特利雅得防务展，与沙特合作伙伴签署战略合作协议。2023年9月，公司在浦江创新论坛现场收获**1.8亿意向订单**。2023年11月，在第六届中国国际进口博览会期间，公司与**龙浩航空签约**，**预售总价值2.3亿元的产品**，其中包含**15架M1 eVTOL和5架未来与Ampaire安飞合作研发的混合动力机型M1H**。
- **合作美国安飞**：Ampaire安飞是美国加州洛杉矶航空器电动动力系统服务商，专注研发电动动力总成系统取代传统燃油发动机系统的改装策略。与御风未来合作，为其提供研发新型绿色能源高性能eVTOL飞行器动力系统方面的技术支持，进一步提升行业经济效益和生态效益。

图：御风未来 Matrix 1



构型：复合翼
设计航程：250km
巡航速度：200km/h
座位数：5座
最大载重：500kg



山河星航：携手大众，推出eVTOL载人飞行器原型机

- ▶ **山河星航**是由中南大学教授何清华于1999年创办的**山河智能**旗下子公司。2002年开始涉足通用航空领域，专业从事载人轻型飞机和无人机的研发、制造、销售以及通航运营。
- ▶ **不同领域的产品类型**：**在全复合材料载人轻型飞机领域**，开发了我国第一款取得民航适航认证的轻型运动飞机，具备高高原起降能力、自动驾驶能力，并成功取得美国FAA适航认证。该机型已累计交付200余架，成为我国通用航空领域的明星机型。**在无人机领域**，开发了山河“飞玥”、“云翼”、“雷霆”及无人阿若拉等系列产品，已批量应用于物资输送、应急救援，遥感遥测等领域。
- ▶ **山河星航同时推进多个航空飞行器项目**。山河星航还在同时推进载重超3吨的多用途轻型运输飞机、作业高度达200米的系留式高层建筑消防无人机、纯电动垂直起降航空器等多个重点项目。
- ▶ **与大众集团（中国）合作发行载人飞行器原型机V.MO Flying Tiger**。原型机设计为翼长11.2米、翼展10.6米的**豪华X翼构型**，八个用于垂直起降的**旋翼**以及**两个**用于航向水平推进的**螺旋桨**。大众集团将于今年下半年通过数轮飞行试验进一步优化方案，改进后的原型机将于2023年夏季末进行更高标准的试飞。这款纯电动、全自主飞行的eVTOL载人飞行器最终将实现运载四名乘客及行李物品飞行长达200公里。

图：山河星航与大众汽车集团（中国）合作事件时间表

时间	事件进展及未来安排
2022年2月27日	大众集团（中国）首款电动垂直起降(eVTOL)载人飞行器原型机在山河星航实业股份有限公司发布
2023年3月20日	大众集团（中国）CEO-Ralf Brandstaetter先生莅临山河星航，现场观看V.MO飞行汽车试飞
2023年下半年	通过数轮飞行试验进一步优化方案，改进后的原型机将于2023年夏季末进行更高标准的试飞

图：载人飞行器原型机V.MO Flying Tiger



构型：X翼构型
翼长：11.2m
翼展：10.6m
设计航程：200km
载客量：4人
最大航时：60min

沃飞长空：新通航战略的实践者，致力于低空智慧交通商业化运营

- 沃飞长空 (AEROFUGIA) 是吉利控股集团旗下子公司，于2020年9月正式成立，是一家以低空出行为核心的科技公司，致力于全球低空智慧交通飞行器研发与商业化运营。
- 沃飞长空依托全资收购与合资共建，获得国际飞行汽车与UAM领域适航领先资源，助力沃飞走向国际。沃飞长空和德国volocopter在中国成立了合资公司——沃珑空泰，致力打造世界上第一个可持续、可扩展的城市空中交通业务，为全球特大城市提供价格合理的空中出行服务。
- 沃飞AE200是一型坚持正向研发与严格适航的5-6座级倾转动力纯电动垂直起降飞行器 (eVTOL) /飞行汽车。AE200是全国首个获得民航局适航审定受理批复的有人驾驶载人eVTOL，它以安全、环保、经济、舒适为设计目标，更大载重和航程可满足城市群内/市域间零排放、低噪音、高频次商业运营的使用需求。2023年12月1日，中国民用航空局发布《沃飞AE200-100型电动垂直起降航空器专用条件征求意见稿》。

图：AE200型号eVTOL



基本设计参数
构型：倾转固定翼
机长：9m
机高：4.6m
翼展：14.5m
航程：200km-300km
时速：250km/h
座位数：5-6座

图：沃飞长空公司及产品发展历程表

时间	公司发展及产品商业化历程
2021.01	TF-1太力飞行汽车获全球首张飞行汽车FAA适航证
2022.08	沃飞长空在AAMIC未来空中交通国际论坛上公布全自研飞行汽车全尺寸技术验证机及研制进展
2022.11	沃飞天斩获中国首张有人驾驶载人eVTOL型号合格审定受理申请通知书
2022.12	国际电动航空论坛 沃飞长空与中国民航飞行学院开展战略签约仪式
2023.04	沃飞长空AE200型号合格审定委员会(TCB) 首次会议顺利召开
2023.06	沃飞长空完成超亿元A轮融资
2023.07	沃飞长空获得100架AE200订单
2023.09	沃飞长空与中国民航飞行学院联合成立四川全电通航飞行器技术研究中心
2023.11	沃飞长空与海南瀚辰签署全国首笔eVTOL教练机型采购订单
	沃飞长空发布AE200适航构型，并完成A+轮融资

- **时的科技(TCab Tech) 是国内率先研发载人倾转旋翼eVTOL的科技公司。**2024年3月完成A轮融资，获海外知名投资机构的独家战略投资（2000万美元），计划在中东地区打造“空中出租车”应用场景。
- 公司倾转旋翼方案**E20原型机**于2023年10月完成了首轮试飞，并在同月被中国民用航空华东地区管理局受理适航审定申请。E20 从原型机下线到首飞仅用时4月，是国内第一批完成首飞的eVTOL企业，且有望成为国内首架获得标准适航认证的**倾转旋翼载人方案**。
- **公司已获得国内多家运营商数百架意向订单，并与中东、东南亚等“一带一路”地区建立深度的联系，稳步开拓海外市场。**2023年11月马来西亚总理调研时的科技，同年12月马来西亚旅游、艺术与文化部部长到访时的科技。2023年11月，东部通航与时的科技进行首发客户签约。

图：E20机型进展

时间	认证进展
2023.10.27	中国民用航空华东地区管理局正式受理了上海时的科技有限公司自主研发的倾转旋翼E20 eVTOL型号适航审定申请，标志着项目工作迎来了新的里程碑。
时间	试飞进展
2023.10.26	时的科技E20 eVTOL完成首轮试飞。有望成为国内首架获得标准适航认证的倾转旋翼载人电动垂直起降飞行器
时间	商业化进展
2023.12.18	马来西亚旅游、艺术和文化部部长张庆信到访时的科技，时的科技创始人兼CEO黄雍威陪同考察并进行座谈交流。
2023.11.16	11月16日下午，东部通航与时的科技在盐田区行政中心举行战略合作暨粤港澳大湾区首发客户签约仪式，东部通航董事长赵麒与时的科技创始人兼CEO黄雍威进行签约。
2023.11.15	马来西亚总理兼种植与原产业部长法迪拉·尤索夫调研时的科技上海研发中心，马来西亚外交部副部长穆罕默德·本·阿拉明、马来西亚驻沪总领事赛义德·法瑞泽·艾米尼等领导陪同调研，时的科技创始人兼CEO黄雍威、联合创始人兼COO汤晓明等陪同介绍。

图：E20机型示意图



能源类型：纯电动
 构型：倾转旋翼
 座位数：5座
 有效载荷：450kg
 巡航速度：260km/h
 最大巡航速度：320km/h
 最大航程：200km

Joby (JOBY.N) : S4已交付美国空军, 2025年开始空中出租车业务

- **美国Joby Aviation公司成立于2009年**, 于2021年通过SPAC方式在纽交所上市, 是继亿航智能后的第二家上市飞行汽车公司。Joby布局早, 是eVTOL行业的先行者。公司定位不仅是飞行器制造商, 还打算独立经营自己的**空中出租车服务**。
- **Joby于2017年正式推出S4机型**。2017年, Joby正式推出S4机型并对其全尺寸生产原型进行测试, 同时开始对S4进行型号认证过程。2017-2023年期间, Joby称其使用S4 eVTOL飞机的全尺寸样机进行了3万多英里的飞行试验。2024年2月21日, **Joby成为第一家通过FAA型号认证第三阶段的eVTOL制造商**。S4机型采用**倾转旋翼构型**, 可承载4名乘客及1名飞行员, 最大航程为241km, 最高飞行速度为**322km/h**, 最大起飞重量为2404kg, 有效荷载最大为453kg, 采用4个能量密度为**300Wh/kg**的液冷锂离子电池组。
- **Joby预计在完成型号认证后, 将于2024年开始S4的商业运营**。目前已与美国空军签订 Agility Prime 合同, 价值高达 1.31 亿美元。目前已于2023年9月交付首架eVTOL飞机 (第一架进驻美国军事基地的 eVTOL), 预计于2024年初交付第二架。与Delta Airlines合作, 提供从曼哈顿到约翰-肯尼迪国际机场和拉瓜迪亚国际机场的空中出租车服务; 计划S4取得商用许可后, 于 2025 年在洛杉矶和纽约等美国城市开始空中出租车服务。

图: Joby Aviation S4 2.0



最大航程: 241km
最大起飞重量: 2404kg
最大飞行速度: 322 km/h

图: Joby Aviation财务数据

单位 (万美元)	2020	2021	2022	2023
营业收入	-	-	-	103
销售成本	-	-	-	20
毛利	-	-	-	83
毛利率	-	-	-	1
市场、销售和管理费用	110	6152	9592	10588
研发费用	-	19757	29628	36705
营业费用合计	110	26152	39232	47293

图: Joby Aviation 型号认证历程

时间	事件
2022年2月10日	开始FAA测试, 进入型号认证阶段
2022年3月18日	通过FAA初始认证审查
2022年5月26日	获得FAA第135部分认证
2022年7月17日	申请CAA (英国) 认证, 成为世界首家申请国外认证的eVTOL公司
2022年10月18日	申请JCAB (日本) 认证
2023年2月9日	完成FAA第二阶段认证
2023年6月28日	收到第一架飞机的特殊适航证书
2024年2月21日	世界首家通过FAA型号认证第三阶段的eVTOL公司

Lilium (LILM.O) : 预计整机销售1000万欧元, 将于深圳开设分部

- Lilium是一家成立于2015年的德国航空公司, 于2021年9月通过SPAC方式在纳斯达克上市。Lilium Jet采用涵道式电动矢量推进方案, 最多可载7人(包括1名飞行员和6名乘客), 或用于物流服务, 于2019年5月进行首次试飞。Lilium是全球第一家同时具有EASA和FAA认证的eVTOL制造商, 目前预计2025年取得TC, 目标是总部工厂实现400架Lilium Jet的年产能。
- 投资硅阳极电池, 可满足飞机的高功率和高能量需求, 且充电速度快、可循环次数多。2021年, Lilium开始投资加州电池研究公司 IonBlox, IonBlox 已将该技术授权给德国的 CustomCells 和斯洛伐克的 InoBat 进行电池生产, 再交付给Lilium。
- Lilium披露单架Lilium Jet成本为250万美元, 其中推进系统占比40%, 航空电子设备与飞控20%, 内部结构件25%, 能源系统10%, 装配件5%。预计第一批Lilium Jet私人销售标价为1000万欧元, 机队销售价格为700万欧元。
- 2021年8月, Lilium宣布与巴西蔚蓝航空(Azul)达成价值10亿美元的商业合作, 计划订购220架电动飞机, 预计2025年投入运营。Lilium于2020年拿到中国企业腾讯的投资, 并于2023年与深圳宝安区政府签订合作备忘录, 计划在宝安区开设Lilium区域总部, 并与深圳市东部通用航空有限公司签署100架Lilium飞机意向订单。

图: Lilium Jet



最大航程: 200km
最大起飞重量: 640kg
最大飞行速度: 300km/h

图: Lilium主要供应商汇总

供应产品	供应商
复合材料	东丽工业公司 (Toray Industries)
复合材料	西班牙航空航天集团 (Aciturri)
座椅 (比普通铝制飞机座椅轻 35%)	Expliseat
拦截侧杆控制装置	柯林斯宇航公司 (Collins Aerospace)
电池	CustomCells
配电系统	Astronics
充电系统	ABB E-mobility
航空电子设备、飞行控制计算机和电动马达	美国霍尼韦尔(Honeywell)
电动马达	日本电装公司 (Denso Corporation)

图: Lilium Jet单机成本拆分



Volocopter: 合作沃飞长空, 全球范围内多场景商业落地进程加快

- **德国Volocopter公司成立于2011年, 是城市空中交通 (UAM) 先驱企业。**在产品矩阵方面, Volocopter以VoloIQ (云平台) 为数字骨干, 辐射三个系列产品: VoloCity (空中出租车)、VoloRegion (长途客机) 和VoloDrone (重型货运无人机), 构建全面的eVTOL生态系统。
- **Volocopter具有多样化的投资者基础。**公司于2023年完成E轮融资, 获得了沙特新未来城 (NEOM)、中国吉利汽车集团、德铁信可、BlackRock和Tokyo Century等全球范围内各领域公司的资金支持, 加速公司现有技术的商业化进程, 激发增长潜力, 进一步巩固Volocopter在市场上的领先地位。
- **Volocopter在eVTOL飞行器领域有技术领先、监管认可、合作伙伴关系广泛的优势。**Volocopter已进入全尺寸验证机测试阶段, 完成了2000多次试飞。并且在世界范围内与多个国家和地区、多个集团和机构建立合作关系, 提供紧急医疗和货物运输等服务, 显示产品广泛的应用潜力及在不同应用场景中的优越性能, 积极构建企业自己的城市空中交通系统网络, 推动eVTOL技术在全球市场推广和接受度。
- Volocopter将中国视为UAM行业最大的单一市场, **与沃飞长空共同打造合资公司——沃珑空泰**, 订购150架Volocopter旗下飞机, 积极开拓中国市场, 建立智慧立体出行生态。

图: Volocopter VoloCity



构型: 多旋翼
最大航程: 35km
最大起飞重量: 900kg
最大飞行速度: 110km/h

图: Volocopter各项进程情况

时间	认证进展
2016年	德国超轻型飞行协会授予第一个载人飞行许可证
2019年	VoloPort原型机获得EASA设计机构批准
2021年	获得EASA生产组织批准
2023年	日本民航局认证VoloCity在日本商业飞行 获得美国联邦航空管理局(FAA)特殊类别旋翼机的G1认证
2024年	德国联邦航空局认可成为培训组织
时间	试飞进展
2017年	在迪拜试飞世界上第一个自动空中出租车
2019年	在新加坡完成首次载人试飞
2021年	VoloDrone重型货运无人机首次公开飞行成功
2022年	4座空中出租车试飞成功 在巴黎进行垂直起降机场的试点工作
2023年	在沙特阿拉伯、美国纽约、日本大阪和尼崎进行试飞活动
时间	商业化进展
2020年	提供空中出租车飞行体验的预定 在未来2-3年内推出商业VoloCity航班
2021年起	预计未来3-5年内将在中国实现商业落地应用
2023年	向ADAC Luftrettung出售两架VoloCity和150架eVTOL 飞行器, 供紧急医疗服务使用
2024年	为巴黎奥运会和残奥会提供空中出租车服务

Alef Aeronautics: 电动车基因, 构型设计特殊

- Alef Aeronautics是一家由Space X投资支持的公司, 最初于2015年开始研发概念车, 并于2019年生产了第一辆Model A原型车。
- **Model A主要设计亮点:** 区别于Lilium和Joby Aviation等公司产品类似大型无人机的设计, 它可以飞向天空, 也可以在道路上行驶。为了在路上行驶, Model A的每个轮子上都装有四个小型发动机, 其行驶方式与普通电动汽车类似。此外, 为了提升空中飞行性能, 它的前部和后部各有八个螺旋桨, 可以以不同的速度独立旋转, 使它能够向任何方向飞行。
- **2023年7月, 美国联邦航空管理局 (FAA) 向Alef Aeronautics颁发了特别适航证书, 允许其在有限的地点驾驶Model A进行展览、研发。**
- 在得到FAA的认证后, Alef Aeronautics开始接受来自公众的预定, 并计划于2025年年底首次交付。目前, Model A已获得2850份预订单。该车上市后预计售价**约为30万美元**, 对应订单规模逾8.5亿美元, **堪称有史以来最畅销的eVTOL飞行器**, 订单量规模超过了波音、空客、Joby Aviation和大多数电动垂直起降飞行器的总和。
- 现阶段, Alef Aeronautics还在开发一款名为Model Z的四座轿车。预计到2035年, 这款轿车将以3.5万美元的低价上市。

构型: 陆空两栖汽车
空中巡航速度: 约177km/h
路面巡航速度: 约40-56km/h
载客数量: 最多2人
预计续航里程: 约321km

图: Alef Aeronautics Model A



图: Alef Aeronautics在MWC上展示的Model A



Pivotal: HeliX公开发售, 拉低eVTOL飞行器使用门槛

- **团队背景:** 美国Pivotal公司的前称是Opener, 于2014年由Marcus Leng创立, 2023年10月更名为Pivotal。初创公司Opener由**谷歌创始人Larry Page**投资并提供充足的资金支持。创始人Marcus Leng在航空技术领域有着极强的创造力, 制造了初代原型且成功完成了试飞工作; 技术顾问Ed Lu是一位经验丰富的太空飞行员, 曾进行过多次太空飞行, 并在国际空间站工作; Alan Eustace曾在谷歌任职, 他为Pivotal提供能源管理、互联网性能提升方面的支撑。
- **Pivotal目前共有两款eVTOL飞行器——BlackFly和HeliX:**
 - ⑩ **BlackFly:** 一款采用倾斜飞行器结构的个人单座飞机, 机身前后各有一组直翼, 直翼上配有4对共8个电动螺旋桨, 由8个直流电机单元为其提供动力。内部采用环氧树脂粘合碳纤维组成, 净重仅有155.6公斤, 符合美国超轻型飞机规格, 因此驾驶它不需要考取任何飞行执照。已于2023年6月交付给第一位客户。
 - ⑩ **HeliX:** 继承了BlackFly的许多技术, 并在此基础上进行了多项改进。HeliX可折叠的特性使得其便于携带, 能在半小时内组装完毕并完成起飞。**售价19万美元起**, 目前市场反应良好, 预计2024年6月10日起交付。

图: Pivotal BlackFly



图: Pivotal HeliX



最大航程: 约32km
巡航速度: 约100km/h
电池总储存容量: 8kWh
巡航模式的声音: 约72分贝
最大爬升速率: 约150m/分钟
最大下降速率: 约150m/分钟

图: Pivotal公司及产品发展历程

时间	公司及产品发展历程
2011年	Marcus Leng对其概念验证飞行器进行首次飞行
2014年 2016年 2017年	BlackFly1代、2代、3代分别进行试飞
2018年	BlackFly在EAA AirVenture进行首次公开载人飞行
2023年	BlackFly首次客户交付
2024年	HeliX发售

- **英国Vertical Aerospace公司成立于2016年**，在2021年12月16日完成与 Broadstone Acquisition Corp. 公司的合并，并在纽约证券交易所上市了合并后公司的股票。
- **Vertical Aerospace于2020年推出四款乘用VX4，并于2022年进行飞行测试。**2018年9月，Vertical Aerospace的第一架原型机VX1进行首次试飞，次年，公司推出第二架原型机VX2进行飞行测试。VX4作为前两架原型机改进后的产物，具有8个**倾斜变速螺旋桨**，可承载4名乘客及1名飞行员，最大航程为161km，巡航速度为241km/h，采用**Molicel提供的小尺寸高功率圆柱电池**。在2022年飞行测试中，VX4可达到**70 km/h的目标速度**，在悬停和低速飞行测试过程中可超额完成**10%-30%的目标**。
- **Vertical Aerospace目前处于eVTOL的研发阶段**，截止至2023年12月31日，公司从未从eVTOL业务中取得收入，**但与许多商业伙伴签订了合作协议**，Vertical Aerospace已与美国航空、维珍航空、丸红、Iberojet、Avolon、Bristow、Babcock International、FLYINGROUP和Kakao Mobility达成战略和商业安排，推动未来商业化发展。

图：Vertical Aerospace VX4



构型：倾斜旋翼
最大航程：161km
巡航速度：241km/h
飞行时声音：<50 dBA

图：Vertical Aerospace供应商

产品	供应商
动力系统	Rolls-Royce
航空电子设备和飞行控制装置	Honeywell
数字系统	Microsoft
复合材料和粘合剂	Syensqo
复合材料（机身）	Leonardo
电池	Molicel
飞行模拟训练设备	CAE
电气布线互连系统和机翼	GKN Aerospace

Archer Aviation (ACHR.N) : 致力于开展空中出租车业务

- **Archer Aviation**是一家注册于2020年的美国航空公司，于2021年9月通过SPAC方式在纽约证券交易所上市。Archer Aviation致力于空中出租车服务，是全球首批向美国联邦航空局（FAA）建立eVTOL飞机核证基础的两家企业之一，其研制的Midnight飞行汽车被评为2023年最佳运输设计。2023年6月，前FAA局长Billy Nolen加入Archer任职首席安全官，将进一步增强 Archer 成功实现城市空中交通大规模商业化的能力。
- Archer Aviation于2022年11月推出量产型飞机Midnight，在此之前，Archer Aviation已采用次级模型进行了500余次的飞行测试。Archer Aviation称**高安全性，快速充电，低噪音**是Midnight三个最核心的属性。Midnight具有12个螺旋桨，预定巡航高度为609.6米，传至地面噪音约为45A级加权分贝，采用锂离子电池，共六个电池组，每个电池组有 1000 多个圆柱形电池。2023年8月，美国联邦航空局为第一架Midnight颁发特别适航证书，并于2023年10月开始其飞行测试计划。2024年1月31日，Archer 的 Midnight 飞机成功完成了飞行测试计划的第一阶段。
- 2023年7月31日，**Archer Aviation与美国空军签订了1.42亿美元的合同**，内容包括向空军交付**6架Archer的Midnight飞机**，共享相关数据和报告，飞行员培训以及维护和维修业务的发展。2024年11月16日，Archer Aviation与迪拜航空运营商Air Chateau International签订谅解备忘录，**计划交付100架Midnight飞机**。

图：Archer Aviation Midnight



最大航程：161km
巡航速度：241km/h
螺旋桨：12个
巡航高度：609.6米
电池：1000多个圆柱*6组

表：Archer Aviation供应商

供应产品	供应商
碳纤维材料	Hexcel
机身和机翼元件	FACC
飞行控制驱动和热管理技术	Honeywell
航空电子系统	Garmin
尖端航空电子技术	Safran

■ 风险提示

➤ eVTOL技术进展和成本下降不及预期

- eVTOL作为新兴技术，目前构型设计还有较多方案，仍在探索过程中，动力、能源、航电、飞控等技术发展进展有可能不及预期，成本下降和规模放量之间的负反馈效应可能循环叠加，最终导致产业化进展不及预期。

➤ 低空管制配套政策和能力不及预期

- 低空立体交通在全球范围内都处于发展早期，还没有成熟的案例可供参考，航空管制规划能力和相关政策出台可能不及预期，从而限制eVTOL实现大规模商业化。

➤ 适航认证进展不及预期

- 适航认证过程较长、程序较多，且相关机构储备的人力有限，若eVTOL行业发展加速，适航认证需求激增，面对复杂的技术构型，适航认证进展可能会放缓，从而导致产业化落地放缓。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。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客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT幢20层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

