



上海证券
SHANGHAI SECURITIES

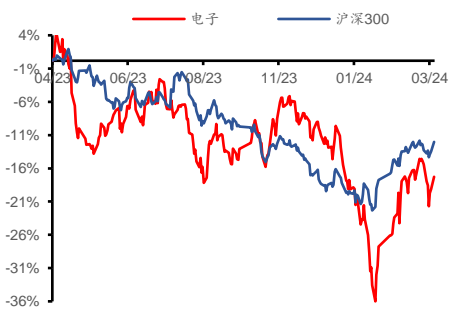
电动垂直起降航空器 (eVTOL) 专题报告 (一): 交通方式的重大变革正在发生

增持 (维持)

行业: 电子
日期: 2024年04月01日

分析师: 马永正
Tel: 021-53686147
E-mail: mayongzheng@shzq.com
SAC 编号: S0870523090001
联系人: 杨蕴帆
Tel: 021-53686417
E-mail: yangyunfan@shzq.com
SAC 编号: S0870123070033

最近一年行业指数与沪深 300 比较



相关报告:

《低空经济备受瞩目, 重视半导体零部件细分赛道国产替代机遇》

——2024 年 03 月 25 日

《存储涨价行情持续发酵, 持续看好先进封装板块》

——2024 年 03 月 17 日

《小晶振大市场, 关注细分领域国产替代机会》

——2024 年 03 月 15 日

主要观点

eVTOL 是最理想化的城市空中交通工具。我们认为, 2024 年低空经济在政策推动下有望迎来重大发展机遇, 而城市空中交通 (UAM) 有望成为典型的、潜力巨大的低空经济形态。在 UAM 载具中, eVTOL 因为低碳环保、噪声低、运行成本低、稳定性好等优势脱颖而出。

旅游/消防/急救/空中出租车等有望成为 eVTOL 潜在应用场景, 国内市场空间巨大。

(一) **旅游:** 我们认为, 由于低空旅游对 eVTOL 性能要求较低、eVTOL 具有成本优势且噪音小、旅游休闲用户价格敏感度相对较低等原因, eVTOL 或可作为直升机的“平替”, 优先渗透低空旅游领域。据测算, 我国潜在 eVTOL 低空旅游市场规模有望接近四百亿元。

(二) **消防:** 举高能力强的消防车难以进入小区、缺乏百米级主战灭火外攻装备为我国高层建筑消防亟待解决的问题。而 eVTOL 可以更快地到达高层建筑附近展开救援, 也可以到达 400 米以上高空, 有望成为高层建筑消防新的解决方案。目前, 亿航智能、峰飞航空等多家企业针对消防场景推出了专用机型。我们认为, eVTOL 性能及价格优势及我国 eVTOL 自研能力提升有望共同带动 eVTOL 替换举高消防车。

(三) **急救:** eVTOL 速度快于救护车同时成本低于直升机, 是对现有救援体系的补充。我们假设中国以“每一万农村人口配置 1 台 eVTOL”的比率向 4.77 亿农村人口提供空中救护车服务, 那么潜在需求将达 4.77 万架全自动飞行器。

(四) **空中出租车:** 我们认为对于 20-50 km 的市内交通运输需求, eVTOL 或一定程度上替代汽车、地铁等传统运输方式; 对于 50-400 公里左右的城际交通运输需求, eVTOL 或一定程度上替代城际大巴、汽车、高铁等运输方式。罗兰贝格预计 2040 年全球城市空中交通的产业规模将达到 1.5 万亿美元。

中央、地方政策频出, 适航审定路线逐步完善。近年来, 中央陆续颁布多个低空经济政策, 2024 年 3 月 5 日, 低空经济也首次写入政府工作报告。地方政府也在积极相应, 2024 年超过 20 个省 (区、市) 政府工作报告中提出发展低空经济, 其中我们认为广东省广州市、深圳市以及安徽省合肥市进展较快。从适航审定角度来看, 目前亿航智能 EH216-S 已获得 TC。我们认为 eVTOL 从递交 TC 申请书到颁发 TC 或需历时 3-5 年; 适航审定先入者有望在时间上构筑壁垒, 且辅助局方标准化适航审定; 而由于各家 eVTOL 设计存在差异, 适航审定的后来者或不能完全参考历史范例, 其所需的审定时间可能也不会大大缩短。

投资建议

维持电子行业“增持”评级, 我们认为 eVTOL 为新兴行业, 其行业动态值得持续跟踪。建议关注具有 eVTOL 业务的亿航智能、万丰奥威, 以及参股亿维特的商络电子, 同时建议关注 eVTOL 产业链上游公司宁德时代、孚能科技、卧龙电驱、中信海直等。

风险提示

eVTOL 技术发展不及预期、适航证取证进展不及预期、eVTOL 安全性不及预期。

目 录

1 初识：eVTOL 是最理想化的城市空中交通工具	4
1.1 eVTOL 具有多重优势，从而在城市空中交通飞行器产品中脱颖而出.....	4
1.2 eVTOL 技术路线：多旋翼构型、复合构型、混合构型、倾转旋翼构型技术路线并行.....	6
2 应用：旅游/消防/急救/空中出租车等均有有望成为国内潜在应用场景	8
2.1 旅游和娱乐观光有望成为 eVTOL 最先渗透的场景.....	8
2.2 eVTOL 有望解决高层建筑消防难题.....	9
2.3 eVTOL 的出现有望改善中国的农村急救系统.....	10
2.4 eVTOL 空中出租车，挑战与机会并存.....	11
3 政策：我国重视程度提升，适航审定规范初具雏形	14
3.1 中央政策与法规陆续落地，地方政府积极响应.....	14
3.2 民用航空器商业运营前的四道题：TC/PC/AC/批准《运行规范》.....	15
4 风险提示	18

图

图 1: 低空经济产业架构.....	4
图 2: VoloCity eVTOL 原型机.....	5
图 3: 倾转旋翼构型速度/航程具有优势, 多旋翼构型设计维护简单, 航程和巡航速度最小.....	7
图 4: 亿航 216 在印度尼西亚巴厘岛成功完成空中游览场景下的飞行演示.....	8
图 5: 消防车与乘用车尺寸对比.....	9
图 6: 亿航智能 EH216F (消防版).....	10
图 7: 峰飞航空“凯瑞鸥”.....	10
图 8: 亿航 216 进行医疗物资和人员转送.....	11
图 9: 澳洲某用于空运危重病人的 eVTOL 救护车.....	11
图 10: 空中出租车可能的运营模式.....	12
图 11: 不同交通工具在不同行驶距离下效率不同.....	12
图 12: 民用航空器商业运营前的四项关键资质证书.....	16

表

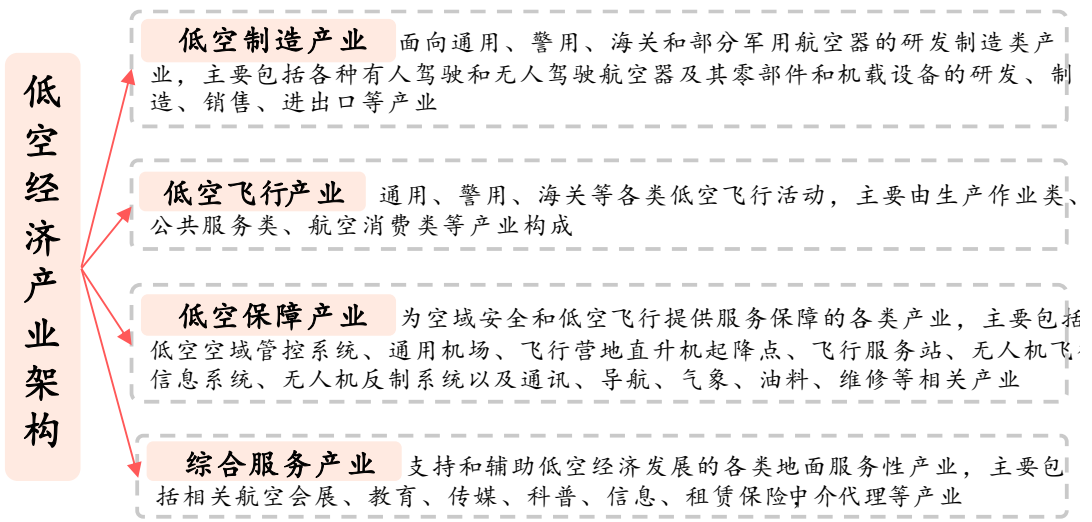
表 1: 典型低空飞行器类型及参数.....	5
表 2: eVTOL 与无人机的对比.....	5
表 3: eVTOL 与燃油直升机的对比.....	6
表 4: eVTOL 与 eSTOL 的对比.....	6
表 5: eVTOL 按实现垂直起降方式划分为多旋翼构型/复合构型/混合构型/倾转旋翼构型.....	6
表 6: 亿航 216 与罗宾逊 R22 的成本对比.....	8
表 7: eVTOL 低空旅游潜在市场规模测算.....	9
表 8: 广州、深圳、合肥低空经济相关举措与事件.....	14
表 9: 亿航智能 EH216-S 适航审定实践历史.....	16
表 10: 时的科技 E20 适航审定实践历史.....	17

1 初识：eVTOL 是最理想化的城市空中交通载具

1.1 eVTOL 具有多重优势，从而在城市空中交通飞行器产品中脱颖而出

我们认为，2024 年低空经济在政策推动下有望迎来重大发展机遇。低空经济是以各种有人驾驶和无人机驾驶航空器的各类低空飞行活动为牵引，辐射带动相关产业融合发展的综合性经济形态。2021 年，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，首次提出发展低空经济。2023 年，中央经济工作会议将低空经济列为战略性新兴产业。2024 年 3 月 5 日，国务院总理李强作政府工作报告时提出，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。

图 1：低空经济产业架构



资料来源：低空经济观察，上海证券研究所

城市空中交通 (Urban air mobility, UAM) 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，有望成为典型的、潜力巨大的低空经济形态；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。作为现有地面交通的补充选项，城市空中交通的目标是通过立体交通来解决地面交通衍生的交通拥堵、空气污染等问题。我们认为，在地面交通拥堵问题日益严重 (据百度地图报告显示，23Q3 百城中 73% 的城市通勤高峰交通拥堵指数同比上涨) 等因素的催化下，城市空中交通网络建设的迫切性有望提升。我们认为，无人机、eVTOL、直升机都有希望可以成为城市空中交通系统中的载具。

表 1：典型低空飞行器类型及参数

飞行器类型	常见飞行高度 (米)	续航 (km)	载重 (kg)	飞行速度 (m/s)
直升机	1000-6000	~600	~3000	~70
eVTOL	300-1000	~30	~200	30-40
行业级无人机 (快递物流)	120-300	~15	10-20	10-15
行业机无人机 (即时物流配送, 城市管理等)	<120	~10	<10	10-15
消费级无人机	<120	15-30	/	15-20

资料来源：智能交通技术，罗兰贝格，上海证券研究所；注：直升机理论上最高可飞行至 6000 米高空，实际中主要飞行于 1000-2000 米，直升机以贝尔 407 为例

eVTOL (electric Vertical Take-off and Landing) 为电动垂直起降飞行器，是以电能或油电混合动力系统为动力，无需专用飞行跑道即可实现垂直起降的飞行器。

图 2：VoloCity eVTOL 原型机


资料来源：《电动垂直起降飞行器的发展现状研究》(杜伟等)，上海证券研究所

eVTOL 具有低碳环保、噪声低、运行成本低、稳定性好、无需跑道等优势，在城市空中交通飞行器产品中脱颖而出。eVTOL 相比无人机功能更为广泛；相比油动直升机，eVTOL 具有低碳环保、噪声低、运营&维修成本低、稳定性好、自动化等级高等优势；相比 eSTOL (电动短距起降)，eVTOL 起飞和降落所需能量较高，但无需跑道。

表 2：eVTOL 与无人机的对比

	eVTOL	无人机
驾驶方式	有人/无人	无人
应用场景	可执行复杂任务 (客运、物流递送)	功能有限 (航拍照片、视频等)
体积&质量	大 长×宽×高=605cm×573cm×193cm 最大起飞重量 620kg (以 EH216-S 为例)	小 长×宽×高=34.75cm×28.3cm×10.77cm 最大起飞重量 895g (以 DJI Mavic 3 展开为例)
对电池的要求	续航里程为 200 英里的 eVTOL，所需要的单体能量密度要达到 400Wh/kg，整包模组要达到 300Wh/kg	电池能量密度约为 230wh/kg，可支持最大续航里程为 30km (以 DJI Mavic 3 为例)

资料来源：民航新型智库，亿航智能白皮书，央广网，亿航智能官网，大疆官网，《Ultrafast charging of energy-dense lithium-ion batteries for urban air mobility》(Teng Liu 等)，上海证券研究所整理

表 3: eVTOL 与燃油直升机的对比

	eVTOL	燃油直升机
环保性	强, 电机零污染	直升机使用燃油造成空气污染
噪声	一般为 65dB	一般为 82dB
运营成本	在高速巡航时, 电动垂直起降飞行器耗电量为 31 度/100 千米, 按照 0.6 元/度的电费价格计算, 电费约 18 元/100 千米	同级别油动直升机耗油量为 10-15 升/100 千米, 按照油价 9 元/升计算, 燃油使用成本为 90-135 元/100 千米
维修成本	低	高
稳定性	稳定性好, 电机结构简单, 输出功率不受空气中氧含量的影响, 维修简单	/

资料来源: 《电动垂直起降飞行器气动布局分析(一)》(符长青), 上海证券研究所

表 4: eVTOL 与 eSTOL 的对比

	eVTOL 电动垂直起降飞行器	eSTOL 电动短距起降飞行器
构型	多旋翼、复合、混合以及倾转旋翼构型	固定翼(类似传统客机)
是否需要起飞跑道	不需要跑道	需要 30-50 米跑道
起飞/降落所需能量	高	低
类似尺寸及重量下运货能力	低	高

资料来源: flyflapper, 《2022 电动垂直起降飞行器主要进展》(韩玉琪等), 上海证券研究所整理

1.2 eVTOL 技术路线: 多旋翼构型、复合构型、混合构型、倾转旋翼构型技术路线并行

飞机构型对 eVTOL 座级、航程、巡航速度等方面产生影响。当前 eVTOL 实现垂直起降能力的主要技术途径可以划分为四大类构型, 即多旋翼、复合、混合以及倾转旋翼构型。其中, 倾转旋翼构型航程和速度均表现较优, 但技术难度最大, 是目前获得意向订单最多的构型; 复合构型在航程、速度和技术难度方面都处于中等水平; 多旋翼构型航程短、速度低、技术难度最小; 混合构型飞行器通常有着更接近复合构型飞行器的航程(小于倾转旋翼)和更接近倾转旋翼飞行器的飞行速度(高于复合构型)。据美国垂直飞行协会统计, 截至 2024 年 3 月 11 日, 全球有近 1000 个 eVTOL 设计研发项目, 其中 349 个倾转旋翼构型(36%), 168 个复合构型布局(17%), 283 个多旋翼构型(29%), 109 个飞行摩托车和个人飞行器, 70 个单旋翼构型。

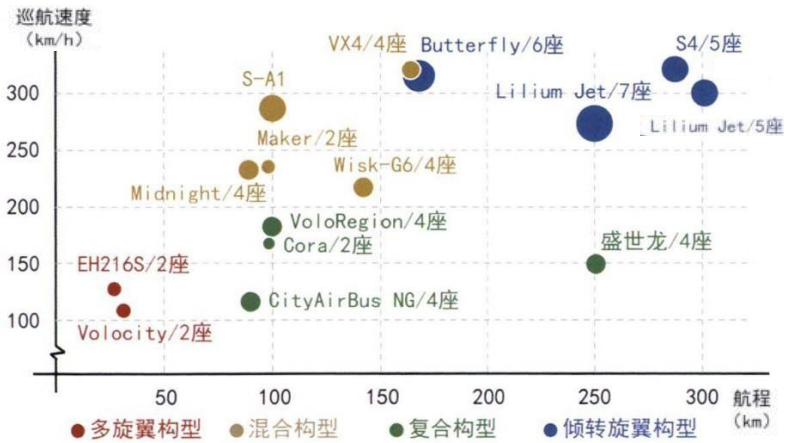
表 5: eVTOL 按实现垂直起降方式划分为多旋翼构型/复合构型/混合构型/倾转旋翼构型

垂直起降方式	构型名称	示意图	巡航速度	航程	技术难度	代表公司及飞行器型号
完全不采用倾转旋翼 (升/推力耦合)	多旋翼构型		★	★	★	沃珑空泰 (Volocopter) VoloCity 亿航 EH216

完全不采用倾转旋翼 (升/推力解耦)	复合构型 (升力+巡航构型)		★★	★★	★★	沃珑空泰 VoloRegion、 峰飞 Prosperity I 盛世 龙、亿航 VT30
部分采用倾转旋翼	混合构型		★★★★	★★	/	阿彻公司 Maker、吉利 汽车 (沃飞长空) TF-2
完全采用倾转旋翼	倾转旋翼构型 (矢量推力构型)		★★★★	★★ ★	★★★★	Joby S4, Archer Midnight、百合 Lilium Jet

资料来源:《2022年城市空中交通产业发展态势》(王翔宇),《2022电动垂直起降飞行器主要进展》(韩玉琪等),上海证券研究所

图3: 倾转旋翼构型速度/航程具有优势,多旋翼构型设计维护简单,航程和巡航速度最小



资料来源:《2022年城市空中交通产业发展态势》(王翔宇),上海证券研究所

2 应用：旅游/消防/急救/空中出租车等均有望成为国内潜在应用场景

2.1 旅游和娱乐观光有望成为 eVTOL 最先渗透的场景

图 4：亿航 216 在印度尼西亚巴厘岛成功完成空中游览场景下的飞行演示



资料来源：IT 之家，上海证券研究所

我们认为，eVTOL 或可作为直升机的“平替”，优先渗透低空旅游领域。理由如下：

- **低空旅游对 eVTOL 性能参数要求较低。**我国多数低空旅游项目一般时长在 10-15 分钟；而由于研制难度较低，我们认为多旋翼构型 eVTOL 或发展较快，但其座位数偏少、速度较低、里程偏短（以 EH216-S 为例，其座位数为 2 座、最快飞行速度达 130 km/h、设计里程为 30 km、续航时间为 25 min），我们认为其目前可适配的场景以低空旅游为主。
- **eVTOL 相较直升机具有成本优势，且噪音小。**我国低空旅游常用机型每座每 20 分钟成本平均为 1000 元左右，价格仍相对偏高。据亿航智能披露，eVTOL（EH216）相较低端直升机（罗宾逊 R22）的飞行器成本和运营成本都更低。我们认为，①成本优势有望推动 eVTOL 在低空旅游领域成为直升机“平替”；②低空旅游市场或仍受限于多数低空旅游项目难以达到盈亏平衡点，eVTOL 这种相对低成本方式的出现有望促使低空旅游航线增多。另外，eVTOL 噪声小，有望给予游客相较直升机而言更优质的旅游体验。

表 6：亿航 216 与罗宾逊 R22 的成本对比

	亿航 216	罗宾逊 R22
飞行器成本（人民币元）	2,390,000	2,450,000
机场建设（人民币万元）	1,000	8,000
司机/飞行员（人民币元/年）	/	525,000

请务必阅读尾页重要声明

维修费用	低	高
排量	/	5.24 升

资料来源：亿航智能白皮书，亿航智能官网，上海证券研究所

- 旅游休闲用户对价格敏感度相对较低。相比交通出行的场景，旅游休闲时乘客对价格的敏感度相对不高，因此从商业角度上，旅游业应用对 eVTOL 运营商而言或更有吸引力。

基于亿航智能白皮书，我们假设低空旅游在 5A 级及 4A 级景区中的渗透率为 50%、单位景区 eVTOL 需求数量为 10 架，则我国潜在 eVTOL 需求量有望达到 19925 架；假设 eVTOL 单架为 200 万元，则潜在 eVTOL 低空旅游市场规模有望接近四百亿元。

表 7：eVTOL 低空旅游潜在市场规模测算

	5A 景区	4A 景区
景区数目 (个)	340	3645
假设渗透率	50%	50%
单位景区 eVTOL 需求量 (架)	10	10
合计需求量 (架)	1700	18225
假设 eVTOL 单价 (万元)		200
合计市场规模 (亿元)	34.00	364.50

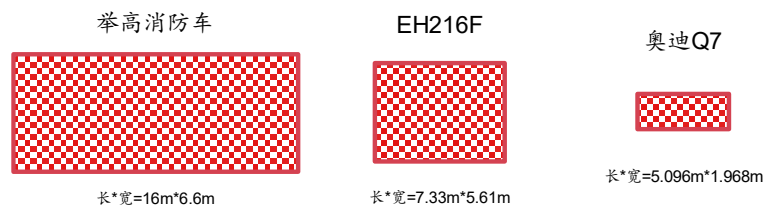
资料来源：中华人民共和国文化和旅游部，中国景区网，亿航智能，上海证券研究所；注：EH216-S 中国市场官网指导价万 239 万元/架；截至 2023 年 3 月 27 日，全国共有 340 家 5A 景区；截至 2024 年 3 月 21 日，全国共有 3645 家 4A 景区

2.2 eVTOL 有望解决高层建筑消防难题

我国高层建筑数量较多，高层建筑消防问题亟待解决。高层建筑火灾救援存在两个问题：①举高能力超过 50 米的消防车尺寸和重量过大，难以通过小区附近狭窄环境，救援缓慢；②消防队实际配备消防车举高能力在 50 米以下为主，对于高度超过 50 米的火灾无能为力。高层建筑火灾消防救援的核心痛点是缺乏百米级主战灭火外攻装备。

eVTOL 有望给高层建筑消防等场景带来新的解决方案。eVTOL 可以将消防队员运送到 400 米以上的高楼内，并解救被困人员；同时，据我们观察，多旋翼 eVTOL（以 EH216-S 为例）通常体积较举高消防车较小，有望更快速地运输至高层建筑附近从而展开救援。另外，森林灭火也是 eVTOL 的潜在场景之一。

图 5：消防车与乘用车尺寸对比



资料来源：亿航智能官网，玮航科技，中华网，上海证券研究所

请务必阅读尾页重要声明

亿航智能、峰飞航空等多家企业针对消防场景推出专用机型。亿航智能 EH216F（消防版）成功通过中国国家消防装备质量监督检验中心技术检验，且投入消防演练。峰飞航空发布 2 吨 eVTOL 智慧空中消防方案，该方案使用的峰飞“凯瑞鸥”消防版机型，“凯瑞鸥”在接到火情信息后，会垂直起飞后完成正向转换，以约 200 公里时速飞行，飞至坐标附近进行反向转换，以旋翼方式飞到起火点上方悬停，从空中投下灭火弹将火情扑灭，随后再次转换飞行飞离火场并返航。

图 6：亿航智能 EH216F（消防版）



资料来源：亿航智能官网，上海证券研究所

图 7：峰飞航空“凯瑞鸥”



资料来源：中国民航网，上海证券研究所

eVTOL 价格或低于云梯消防车（亿航智能 EH216-S 中国市场官网指导价万 239 万元/架，据中国政府采购网可知，南京消防救援支队 2021 年度采购 34 米以上登高平台消防车的预算价格为 370 万元）；我国 eVTOL 水平相较欧美企业相差并不多，而高端消防救援设备多依赖进口。我们认为，eVTOL 性能&价格优势及我国 eVTOL 自研能力提升有望共同带动 eVTOL 替换举高消防车。

2.3 eVTOL 的出现有望改善中国的农村急救系统

农村急救需求存在，但急救条件较差。基于德国 ADAC 的研究可知，从伤病患者拨打电话到将他们送到医院的时间是核心要素，同时医护人员首次抵达现场的所需的时间也是病人得救的关键。从急救车角度来看，我国农村分布地广、面大，市县 120 急救中心出车距离长，急救车到达农村偏远地区时间长，普遍在 30 分钟以上，往返一次往往达 1 小时以上，影响 120 急救效果与质量。另外，采用相对新兴的直升机医疗转运虽然可以大大缩减转运时间，但是我国直升机医疗转运的费用偏高且需要由个人承担，病患往往因经济实力有限难以负担。

eVTOL 速度快于救护车同时成本低于直升机，是对现有救援体系的补充。ADAC 报告显示采用的多旋翼 eVTOL（该多旋翼

eVTOL 应满足最佳飞行速度 100-150km/h、最小航程为 150km) 进行医疗救援，急诊医生达到农村地区情况现场的速度是传统救护车的两倍，且可以服务更大的区域（患者数量增多 2-3 倍）；且正如前文提及，eVTOL 购置价格或低于直升机，且 eVTOL 运行成本也相对较低，或推动航空救援的费用下探（ARK invest 预估无人驾驶 eVTOL 救护平均每次只需 150 美元）。

图 8：亿航 216 进行医疗物资和人员转送



资料来源：亿航智能官网，上海证券研究所

图 9：澳洲某用于空运危重病病人的 eVTOL 救护车



资料来源：普象网，上海证券研究所

eVTOL 在急救系统上的应用仍面临一些技术挑战。较小的、乘员只有两人的 eVTOL 飞行器可能无法满足紧急医疗救援应用的实际需求；ADAC 报告认为飞行器的速度要达到 150-180km/h，航程至少要达到 150km，而且要保证足够的载荷（飞行员+病人+医护人员+必要设备）和可用性，飞行器也必须能够在恶劣天气下 24 小时运行。我们认为上述技术参数的实现对电池、机身材料等核心部件的研发工作提出了挑战性。

假设中国以“每一万农村人口配置 1 台 eVTOL”的比率向 4.77 亿农村人口提供空中救护车服务，那么潜在需求将达 4.77 万架全自动飞行器。同时，南亚、非洲等人口众多但是经济不发达国家也有望引入该解决方案。

2.4 eVTOL 空中出租车，挑战与机会并存

城市空中出租车有望在特定场景替代汽车、地铁、高铁等运输方式，市场规模具有较大想象空间。城市空中出租车可能的运营模式是行程由多段组成——首先从出发点达到垂直起降站，随后行程中最长的一段乘坐空中出租车，最后从降落的垂直起降站前往最终目的地。在城镇地区，公共交通和汽车的理想通勤距离分别为 3-15km 以及 5km 以上。而根据 Wenqiu Qu 等人对成都地区的研究可知，考虑 eVTOL 登机下机共需要约 6 分钟，因此我们认为当通勤距离超过 15km 时，乘客或更愿意选择城市空中交通。

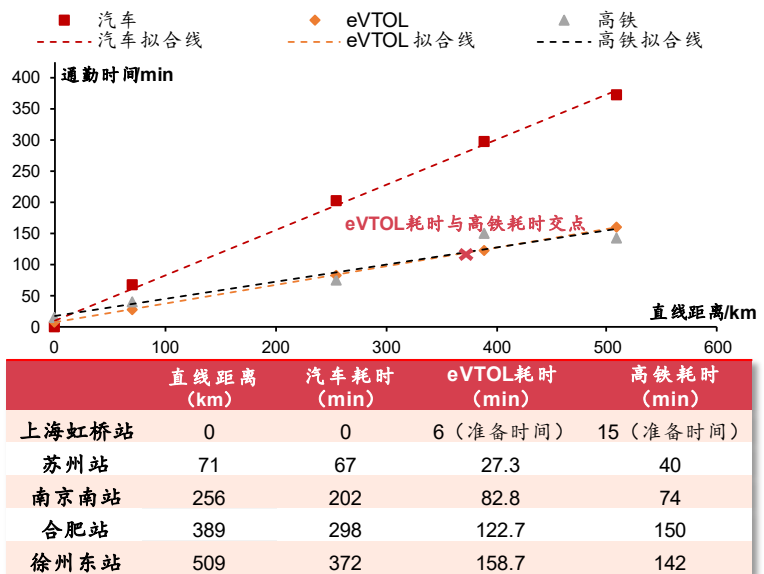
同时，考虑到 eVTOL 的投资成本或低于地铁（《探寻 UAM 发展的中国场景》（于一）论文中提到按照使用 100 架 19 座级 eVTOL 航空器计算，总投资仅为地铁的 1/15~1/20），因此，我们认为对于 20-50km 的市内交通运输需求，eVTOL 或一定程度上替代汽车、地铁等传统运输方式。另外，基于高德地图、12306 数据测算，我们认为对于 50-400 公里左右的城际交通运输需求，eVTOL 或一定程度上替代城际大巴、汽车、高铁等运输方式。罗兰贝格预计 2040 年全球城市空中交通的产业规模将达到 1.5 万亿美元。

图 10：空中出租车可能的运营模式



资料来源：《Air taxi service for urban mobility: A critical review of recent developments, future challenges, and opportunities》(Suchithra Rajendran 等)，上海证券研究所

图 11：不同交通工具在不同行驶距离下效率不同



资料来源：《A Demand Forecasting Model for Urban Air Mobility in Chengdu, China》(Wenqiu Qu 等)，高德地图，12306，上海证券研究所；备注：高铁耗时为 12306 提供的最短时间，假设 eVTOL 速度为 200km/h，汽车耗时为高德地图提供

然而，空中出租车场景的实际落地仍面临一些挑战。城市低空环境复杂，飞行约束要素众多且更新快，严重影响航空器的安全，同时，商业化运行背景下 eVTOL 航空器运行将呈现出流量大、密度高、飞行性能及操控方式多样的交通流特性，这要求城市空

中交通具备大规模集群飞行的高效管控能力。我们认为，在上述原因的影响下，空中出租车普及仍需要一段时间。另外，针对城际交通运输需求，《探寻 UAM 发展的中国场景》（于一）论文中提到，对于“使用 UAM 作为通勤工具从卫星城集散中心飞行至中心城区交通枢纽（直线距离 50km）”场景，eVTOL 的性能画像为采用倾转翼构型、19 座以上、有效航程 100 千米以上，巡航速度超过 200 km/h。据我们不完全统计，目前我国 TC 申请受理的倾转旋翼 eVTOL 有 AE200、E20，其航程&速度均满足要求，但是座椅数有较大差距。

3 政策：我国重视程度提升，适航审定规范初具雏形

3.1 中央政策与法规陆续落地，地方政府积极响应

从中央政策来看，中共中央、国务院于 2021 年 2 月印发《国家综合立体交通网规划纲要》，指出“发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济”；2023 年 10 月，工信部等四部门印发绿色航空制造业发展纲要（2023-2035 年），明确提出到 2025 年，电动垂直起降航空器实现试点运行；2023 年 12 月，中央经济工作会议提出，打造低空经济等若干战略性新兴产业；2024 年 3 月 5 日，低空经济首次写入政府工作报告，国务院总理李强作政府工作报告时提出，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。另外，近期也有多个管理条例陆续发布，以推动低空经济规范发展。2023 年 5 月，国务院、中央军委公布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，自 2024 年 1 月 1 日起施行；2023 年 12 月，中国民航局发布《国家空域基础分类方法》，以充分利用国家空域资源、规范空域划分和管理使用；2024 年 1 月，《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》开始施行，鼓励并有序推进典型的运行环境和情景下的试点和示范运行。

在地方层面，多省市均在大力发展低空经济。2024 年，超过 20 个省（区、市）政府工作报告中提出发展低空经济，其中我们认为广东省广州市、深圳市以及安徽省合肥市进展较快。

表 8：广州、深圳、合肥低空经济相关举措与事件

日期	具体举措或事件
广州	
2023 年 10 月 24 日	印发《广州开发区（黄埔区）促进低空经济高质量发展的若干措施》，该措施是目前粤港澳大湾区综合力度最大、低空经济产业链条覆盖范围最广的专项支持政策
2023 年 12 月 28 日	亿航 EH216-S 无人驾驶载人航空器在广州完成了全球商业载人首飞演示
2023 年 12 月 28 日	广汽集团、广州开发区、工信部电子五所签订三方战略合作框架协议，根据协议，广汽集团、广州开发区、工信部电子五所三方将共同推动飞行汽车产业与低空经济的发展，包括建设国家级飞行汽车示范区、筹建飞行汽车创新中心、成立飞行汽车产业联盟、建设低空经济产业公共服务平台等
2024 年 3 月 8 日	小鹏汇天飞行汽车“旅航者 X2”顺利完成城市 CBD“天德广场-广州塔”区域的低空飞行
2023 年 3 月 8 日	羊城晚报报道，广州空港委市管一级调研员贺同林表示，广州低空经济发展目标是到 2027 年把低空经济总规模做到 2100 亿元，到 2035 年实现 6500 亿元
深圳	
2022 年底	《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022-2025 年）》出台，为城市低空经济产业高质量发展指明了方向
2023 年 12 月 8 日	印发《深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施》，以引培低空经济链上企业、鼓励企业技术创新、扩大低空飞行应用场景、完善产业配套环境等
2023 年 12 月 26 日	全国首个标准化建设的城市空中交通运营示范中心在宝安区启用，运营中心正式启用后，宝安交通集团将与亿航智能、鹏城之翼公司等携手推动开通旅游观光商

请务必阅读尾页重要声明

	业化航线，提供空中旅游观光体验服务，将该项目打造成宝安低空产业和文旅新地标
2024年1月3日	出台全国首部低空经济法规《深圳经济特区低空经济产业促进条例》，《条例》自2024年2月1日起实施，从基础设施、飞行服务、产业应用、技术创新、安全管理等方面助力低空经济产业“高飞”
2024年2月27日	由峰飞航空科技自主研发的5座eVTOL航空器盛世龙完成全球首条eVTOL跨城跨湾航线（深圳-珠海）首次演示飞行，完全模拟一家人从深圳蛇口邮轮中心飞至珠海九洲港码头，将单程2.5到3小时的地面车程缩短至20分钟
合肥	
2020年	安徽、江西、湖南3个省份就获批低空空域管理改革全国首批试点省
2023年12月28日	亿航EH216-S无人驾驶载人航空器在合肥市骆岗中央公园实现了全球商业首飞演示
2023年12月28日	发布《合肥市低空经济发展行动计划（2023—2025年）》，聚焦“空间保障、产业集聚、场景示范、设施建设”四大领域，计划在2024年基本建成骆岗低空融合飞行试验片区，2025年基本建成具有国际影响力的“低空之城”
2023年12月31日	合肥至镇江低空航线正式首航

资料来源：广州市黄埔区人民政府，澎湃新闻，黄埔融媒，IT之家，羊城晚报，深圳特区报，深圳新闻网，宝安区，龙华政府在线，中国新闻网，安徽新闻网，中国商报网，大皖新闻，安徽省交通运输厅，上海证券研究所整理

3.2 民用航空器商业运营前的四道题：TC/PC/AC/批准《运行规范》

民用航空器在商业运营前需要经历适航审定，整个流程具有一定的复杂性。作为飞机的安全保障，适航审定是重中之重。任何厂家生产的任何型号飞机唯有取得适航当局颁发的适航证，并经过运行合格审定或补充审定才能投入运营。

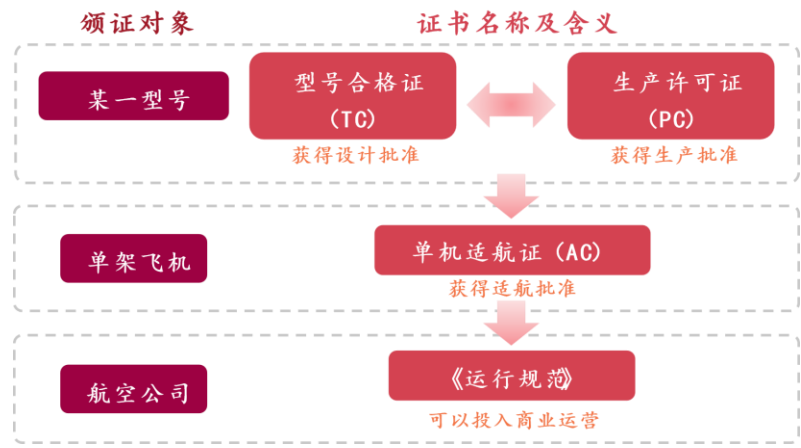
型号合格证（TC）、生产许可证（PC）、单机适航证（AC）及《运行规范》的含义如下：

- **型号合格证**，Type certificate，简称TC，型号合格证是民机的行业准入证。颁发型号合格证意味着民航局确认飞机的设计满足适航标准的要求，飞机是适航的、安全的。审定过程划分为概念设计阶段、要求确定阶段、符合性计划制定阶段、计划实施阶段和证后阶段共5个阶段。
- **生产许可证**，Production Certificate，简称PC，其主要是向适航当局证明取得TC的产品，在经过设计保证、工艺体系保证、质量体系保证、检验体系保证等一系列生产流程下，生产企业能够保证重复生产的能力。一旦获得了PC，生产企业就可以开始批量生产。TC申请人在取得TC前可以申请PC；且除非局方同意，在型号合格证颁发6个月之内应当取得该民用航空产品的PC。
- **单机适航证**，Aircraft Certificate，简称AC，是适航当局对每架飞机制造符合性的批准，作用在于确认每架飞机

都是按照批准的设计和经批准的质量体系制造的，表示这一架飞机可以安全运营。

- **运行规范**，飞机在投入商业运营前，民航局还需对航空公司进行运行合格审定或补充审定（例如审查航空公司有没有具有资质的飞行员、维修人员、签派员等），最后批准《运行规范》。

图 12：民用航空器商业运营前的四项关键资质证书



资料来源：观察者网，民用航空网，《民用航空产品和零部件合格审定规定》，民航资源网，上海证券研究所

亿航智能在适航审定方面走在了全球无人驾驶 eVTOL 行业的前列。亿航智能 EH216-S 于 2023 年 10 月获得全球首个无人驾驶电动垂直起降航空器型号合格认证，后在 2023 年 12 月获得标准适航证，自提交 TC 申请书到取得 AC 共计耗时 3 年左右。

表 9：亿航智能 EH216-S 适航审定实践历史

日期	亿航智能 EH216-S 适航审定实践过程
2013 年	项目正式立项，开始概念设计
2014 年	研发工程验证机进行验证，整机首次飞行成功
2016 年	首次载人飞行测试
2020 年 12 月	正式向中国民航中南地区管理局提交型号合格证申请书
2021 年 1 月	民航局正式受理了 EH216-S 型号合格证首次申请项目
2022 年 2 月	《亿航 EH216-S 型无人驾驶航空器系统专用条件》正式发布，为 EH216-S 的型号合格审定提供了审定基础依据
2023 年 10 月	亿航智能自主研发的 EH216-S 获得中国民用航空局正式颁发的型号证书
2023 年 12 月	EH216-S 正式获得由中国民用航空局颁发的标准适航证，首台获得适航证的 EH216-S 已交付亿通智航

资料来源：浙大嘉兴研究院数字安全创新中心，《电动垂直起降飞行器适航管理法律研究》（闫振峰等），澎湃新闻，中国民航网，上海证券研究所整理

时的科技有人驾驶载人 eVTOL E20 的适航审定申请已被民航局正式受理。时的科技的 E20 飞行器是自主研发的目前国内唯一

实现倾转旋翼六旋翼全尺寸飞行的飞行器，2023年10月27日，中国民用航空华东地区管理局正式受理了时的科技 E20 的型号适航审定申请。该飞行器与亿航智能 EH216-S 构型不同且驾驶方式不同，我们认为，随着时的科技 E20 适航审定流程的推进，我国针对不同类型 eVTOL 的适航审定标准有望逐渐完善，或为该产业的快速发展做好政策铺垫。

表 10：时的科技 E20 适航审定实践历史

日期	时的科技 E20 适航审定实践过程
2021 年 8 月	E20 项目设计发布
2021 年 12 月	E20 50%缩比验证机首飞成功
2023 年 6 月	E20 原型机正式发布
2023 年 8 月	E20 框架机完成试飞试验
2023 年 10 月 12 日	E20 完成航前试验，获取特许飞行证
2023 年 10 月 26 日	E20 完成首轮试飞
2023 年 10 月 27 日	E20 型号合格证获得受理

资料来源：36 氪，浙大嘉兴研究院数字安全创新中心，时的科技官网，上海证券研究所整理

eVTOL 审定较为复杂，适航取证时可能需要数年。eVTOL 的适航条款相比大飞机少了燃油、液压、机身增压等复杂系统的验证工作，因此业内公认 eVTOL 适航取证时间相较大飞机时间缩短（C919 从提交 TC 申请书到完成商业交付共计历时约 12 年 2 个月）；但据猎云网报道，EH216-S 在审定中进行了大量实验室试验、地面试验和飞行试验，因此，我们认为 eVTOL 适航取证也具有一定的复杂性。考虑到先例较少，我们预测从 eVTOL 递交 TC 申请书到颁发 TC 或仍需历时 3-5 年。

先入者有望辅助局方标准化适航审定。eVTOL 是民航领域的新生事物，民航局适航管理部门在关于发布高风险货运固定翼无人机系统适航标准（试行）的通知》、《关于发布中高风险无人直升机系统适航标准（试行）的通知》等文件中均明确“对于不属于上述类别的无人机，申请人可以提出适航标准建议，经局方研究并接受后，作为局方可接受的审定标准”。因此，eVTOL 制造商或将自身关于产品的适航标准上升成为局方关于同类产品的适航审定标准。

然而，eVTOL 的形式多样，很难采用单一的标准进行审定，可考虑针对其通用的设计部分制定统一标准，在此基础上再针对不同项目的特殊设计制定差异化的专用条件。因此，我们认为，eVTOL 适航申请的后来者在制定针对自身产品的适航标准建议时或可以部分参考历史范例，但制定差异化的专用条件是必不可少的，后来者的适航审定时间可能不会大大缩短。

4 风险提示

- 1) eVTOL 技术发展不及预期
- 2) 适航证取证进展不及预期
- 3) eVTOL 安全性不及预期

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询资格或相当的专业胜任能力，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告，并保证报告采用的信息均来自合规渠道，力求清晰、准确地反映作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。此外，作者薪酬的任何部分不与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

公司业务资格说明

本公司具备证券投资咨询业务资格。

投资评级体系与评级定义

股票投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据公司基本面及（或）估值预期以报告日起 6 个月内公司股价相对于同期市场基准指数表现的看法。
买入	股价表现将强于基准指数 20%以上
增持	股价表现将强于基准指数 5-20%
中性	股价表现将介于基准指数±5%之间
减持	股价表现将弱于基准指数 5%以上
无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级
行业投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据行业历史基本面及（或）估值对所研究行业以报告日起 12 个月内的基本面和行业指数相对于同期市场基准指数表现的看法。
增持	行业基本面看好，相对表现优于同期基准指数
中性	行业基本面稳定，相对表现与同期基准指数持平
减持	行业基本面看淡，相对表现弱于同期基准指数
相关证券市场基准指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；港股市场以恒生指数为基准；美股市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	

投资评级说明：

不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准，投资者应区分不同机构在相同评级名称下的定义差异。本评级体系采用的是相对评级体系。投资者买卖证券的决定取决于个人的实际情况。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，投资者不应以分析师的投资评级取代个人的分析与判断。

免责声明

本报告仅供上海证券有限责任公司(以下简称“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。

本报告版权归本公司所有，本公司对本报告保留一切权利。未经书面授权，任何机构和个人均不得对本报告进行任何形式的发布、复制、引用或转载。如经过本公司同意引用、刊发的，须注明出处为上海证券有限责任公司研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

在法律许可的情况下，本公司或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券或期权并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供多种金融服务。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见和推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值或投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见或推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司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。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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责，投资者据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，也不应当认为本报告可以取代自己的判断。