

# 低空经济行业报告： 向天际要发展，大象起舞前的投资机遇探析

评级：推荐(首次覆盖)

李航(证券分析师)  
S0350521120006  
lih11@ghzq.com.cn

邱迪(证券分析师)  
S0350522010002  
qiud@ghzq.com.cn

李铭全(证券分析师)  
S0350523030001  
limq@ghzq.com.cn

## 最近一年走势



## 相关报告

《电力设备行业专题研究：电力设备专题2：海外变压器需求高景气，国内出口多国快速增长（推荐）\*电力设备\*李航，王刚》——2024-06-04

《风电设备行业深度研究：海风观察系列报告之四：海上风电深远海政策调整落地，海缆产品需求升级启动（推荐）\*风电设备\*邱迪，李航》——2024-05-22

《光伏设备行业动态研究：0BB跟踪1：降本压力下酝酿的产业趋势，HJT突围标配与TOPCon价格战的胜负手（推荐）\*光伏设备\*李航，邱迪》——2024-03-20

## 沪深300表现

表现	1M	3M	12M
电力设备	0.9%	2.4%	-24.8%
沪深300	0.3%	2.1%	-6.4%

# 重点关注公司及盈利预测

重点公司代码	股票名称	2024/06/04			EPS			PE			投资评级
		股价	2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E			
EH.O	亿航智能	16.48	-2.48	-1.57	-0.25	—	—	—	未评级		
002085.SZ	万丰奥威	15.34	0.34	0.49	0.59	14.55	31.59	25.96	未评级		
002097.SZ	山河智能	6.59	0.03	—	—	187.30	—	—	未评级		
600580.SH	卧龙电驱	13.88	0.40	0.89	1.04	29.03	15.57	13.40	未评级		
300484.SZ	蓝海华腾	15.76	0.12	—	—	109.49	—	—	未评级		
300681.SZ	英搏尔	13.97	0.33	0.33	0.68	59.04	42.60	20.65	未评级		
001696.SZ	宗申动力	12.82	0.32	0.56	0.63	20.97	22.94	20.20	未评级		
300690.SZ	双一科技	20.75	0.53	—	—	35.27	—	—	未评级		
600458.SH	时代新材	10.95	0.47	0.81	1.08	19.67	13.55	10.16	未评级		
688157.SH	松井股份	31.40	0.73	1.15	1.51	74.31	27.29	20.74	买入		
600210.SH	紫江企业	5.69	0.37	0.45	0.51	12.74	12.77	11.26	未评级		
300263.SZ	隆华科技	5.91	0.14	0.29	0.37	50.22	20.61	16.11	未评级		

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所

注：未评级公司的盈利预测为 wind 一致预期。亿航智能股价和EPS单位为美元，其余以人民币计价

- ◆ **何为低空经济？内涵万亿体量、代表交通变革，全球积极探索商业化路径**
  - ✓ **低空经济是新质生产力催生的综合经济形态，未来eVTOL有望成为发展主要载体。**低空经济泛指3km高空以下的飞行经济活动，可应用于各类产业生态。低空经济具有产业链条长、辐射面广、成长性和带动性强等特点，作为战略性新兴产业正在迎来发展新机遇。未来面向万亿市场空间，eVTOL电动垂直起降飞行器因其相对显著的优势，或将成为未来低空经济的主要载体。
  - ✓ **面向出行变革，全球积极探索和推进低空经济商业化落地。**低空经济发展历经三阶段，新一轮数字、电气化革命正在航空业徐徐展开。分区域看，现阶段美国在通用航空发展上具备优势，中国在无人机领域发展较好。面向未来UAM城市空中交通，全球积极探索商业化，以eVTOL发展为例，海外以欧美为代表，相关企业正在积极推进适航认证和商业化运营；中国eVTOL发展如火如荼，或成为全球商业化推进最迅速的市场之一。
  
- ◆ **低空经济发展如何演绎？顶层设计定调，三阶段渗透迎接万亿成长空间**
  - ✓ **顶层设计定调，多元发展契机下产业迎接广阔成长空间。**2024年低空经济首次写入我国政府工作报告，根据四部门发布《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》，2030年将形成万亿级市场规模。政策利好频出，叠加中国市场在新能源汽车、无人机等领域积累的先进工业基础，以及低空经济发展具备的多重现实意义，中国或将成为低空经济发展的主要市场。我们认为，以中国新能源汽车发展为鉴，低空经济或站在类比新能源汽车2010年前后的启动阶段，由点及面的铺开速度或加快。量化来看，据民航局，2030年中国低空经济规模有望达2万亿元；据《客运eVTOL应用与市场白皮书电子版》，至2030年，中国eVTOL市场规模有望达千亿级别。
  - ✓ **把握以eVTOL为主体的低空经济增长路径，有望演绎三阶段渗透。**低空经济作为新兴应用业态，发展痛点在于安全、效率、成本和管理四大方面。围绕关键问题，政策端强化顶层设计，完善管理机制，激活市场主体动能，产品端推进综合性能提升，切实满足商业化应用要求，同时构建全面完善的配套体系建设是低空经济规模化重要路径。综合考量技术、市场、政策等多方面影响因素，eVTOL为主导的UAM发展或分三阶段开展渗透。

## ◆ 扎实的投资机遇落在何处？解构低空经济产业链，我们聚焦eVTOL高价值量环节

- ✓ **低空经济将带来出行方式的变革，包括交通工具和配套的转变。**在交通工具层面向电动化转型，整机成本构成上三电占据主要份额，此外还包括机载系统、飞控系统、抗干扰系统、其他硬件和壳体等；在低空经济配套方面主要包括基础设施和运营服务。我们解构eVTOL整机成本，三电系统、机载和飞控系统、关键材料占据高价值量，其中细分领域如推进系统、飞控及碳纤维等亟待进一步突破，将是产业发展的重点受益方向。剖析eVTOL各环节壁垒与格局，我们认为将催生新需求，国产机遇大于挑战，看好国产自主复刻电车全面突围。

## ◆ 投资建议及风险提示

- ✓ **行业评级：**新一轮数字、电气化革命正在航空业徐徐展开，中国市场顶层设计定调+先进工业基础的发展背景下，或推动全球低空经济迈入新发展阶段，带来出行方式变革，长期拥抱万亿市场空间，首次覆盖低空经济行业，给予“推荐”评级。
- ✓ **重点关注：**具备低空飞行器相关产品和技术积淀、积极推进商业化的企业，建议关注亿航智能、万丰奥威、山河智能、卧龙电驱、蓝海华腾、英搏尔、宗申动力、双一科技、时代新材、松井股份、紫江企业、隆华科技等上市公司。
- ✓ **风险提示：**低空经济政策出台及落地不及预期，eVTOL等低空飞行器产品商业化不及预期，低空飞行器适航审定不及预期，低空运营服务及基础设施推进不及预期，商业化推进过程中出现重大飞行事故。

- 一、低空经济：仰望苍穹谋发展，eVTOL为新载体绘就蓝图
- 二、全球低空经济发展行至何处？探索中成长，年轻模样再出发
- 三、低空竞逐将花落谁家？中国顶层设计定调，完备基础抢占先机
- 四、把握以eVTOL为主体的产业增长路径，有望演绎三阶段渗透
- 五、解构低空经济产业链，聚焦eVTOL高价值量环节的投资机遇
- 六、投资建议及风险提示

## 一、低空经济：仰望苍穹谋发展，eVTOL为新载体绘就蓝图

1.1 新质生产力代表之一，低空经济辐射面广、带动性强

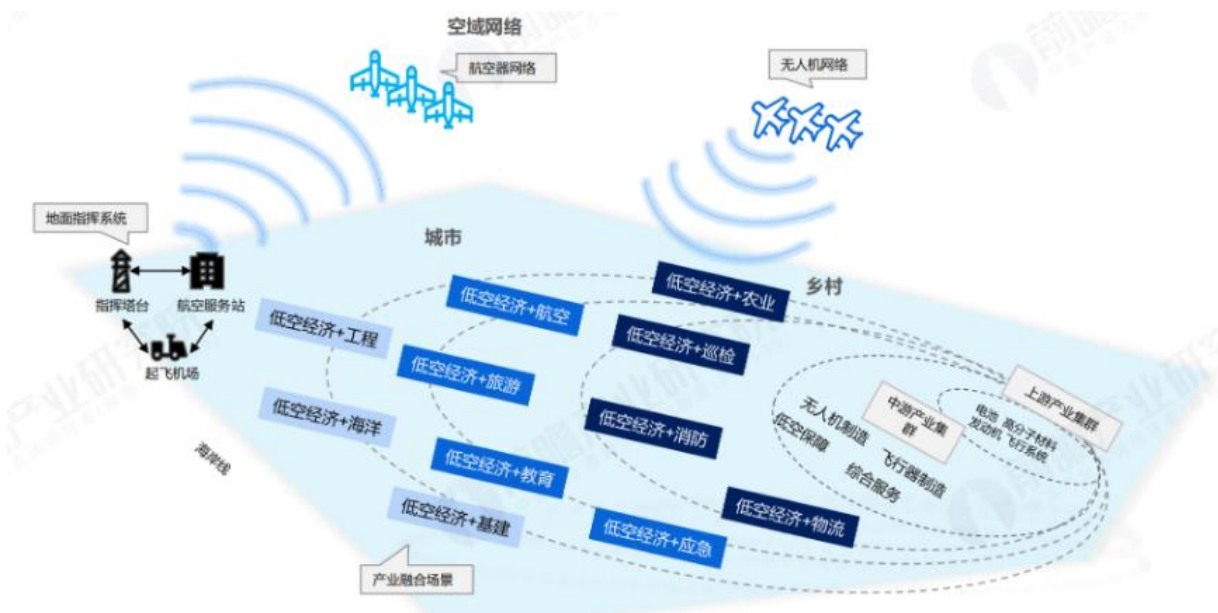
1.2 eVTOL兴起，多维比较优势下有望成为未来低空出行主要载体



# 1.1 新质生产力代表之一，低空经济辐射面广、带动性强

- 低空经济泛指3km高空以下的飞行经济活动，可应用于各类产业生态。当前行业普遍将高度为3km以下的空域认定为低空区域，低空经济以民用客运飞行器和无人驾驶航空器为主，可应用于载人、载货、城市管理等各类产业生态。
- 低空经济是新质生产力催生的综合经济形态。低空经济作为战略性新兴产业正在迎来发展新机遇，是以无人驾驶飞行、低空物联网等技术组成的新质生产力与空域、市场等要素相互作用，带动低空基础设施、低空飞行器制造、低空运营服务和低空飞行保障等领域发展的综合性经济形态，具有产业链条长、辐射面广、成长性和带动性强等特点。

图：低空经济是新质生产力催生的综合经济形态



图：低空经济泛指3000米高空以下的飞行经济活动

飞行器类型	飞行器参数		
	续航	载重	飞行速度
1000-6000米 <sup>1)</sup> • 载人飞行器 <sup>2)</sup> (直升机/eVTOL)	~600km	~3000kg	~70m/s
300-1000米 • 行业级无人机: 快递物流	~30km	~200kg	30-40m/s
120-300米 • 行业级无人机: 即时物流配送, 城市管理等	~15km	10-20kg	10-15m/s
120米以下 • 消费级无人机为主	15-30km	n/a	15-20m/s

1) 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; 2) 直升机以贝尔407为例



# 1.1 新质生产力代表之一，低空经济辐射面广、带动性强

- 低空经济前景广阔，或存在三层万亿发展空间。根据赛迪顾问，低空要素化、要素场景化、场景经济化是发展低空经济的本质，将低空经济塑造为可持续的经济增长引擎，形成低空飞行活动牵引、低空空域管理与开发利用带动、跨界融合新生态三层万亿发展空间。
- 发展高质量低空经济的三大驱动因素：技术进步、基础设施支撑和政策推动。先进的工业基础和政策支持是发展低空经济的重要条件，当前中国在技术、基建和政策层面已为低空经济发展提供良好发展环境，有望助推产业高质量发展。

图：产业或存在三层万亿发展空间

### 低空经济发展本质

低空要素化

要素场景化

场景经济化



### 三层万亿发展空间



低空飞行活动牵引

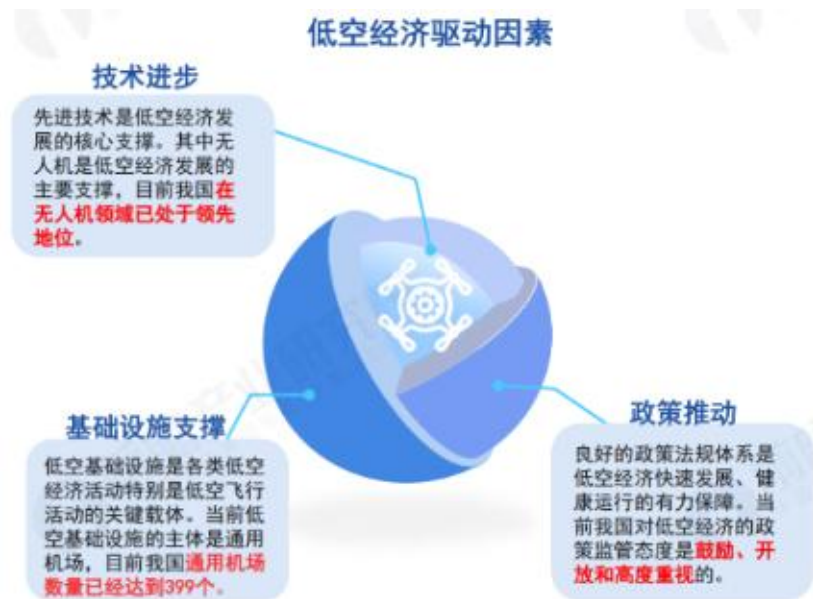


跨界融合新生态



低空空域管理与开发利用带动

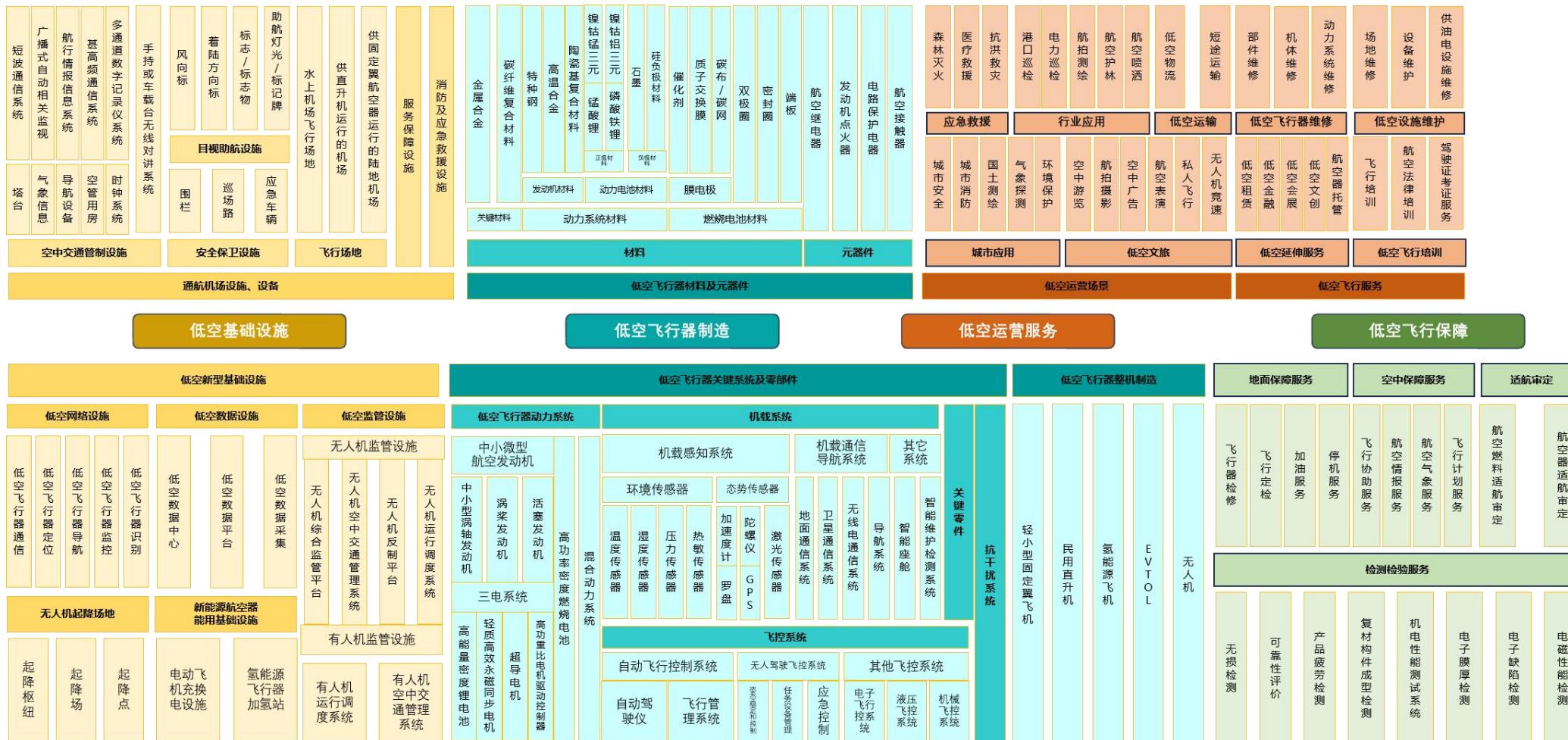
图：先进的工业基础与政策支持是发展低空经济的重要条件



# 1.1 新质生产力代表之一，低空经济辐射面广、带动性强

低空经济产业链包含四大板块，辐射面极广、带动性极强。低空经济产业链条长，包括低空飞行器制造、低空基础设施、低空运营服务和低空飞行保障四大板块，板块中又包含各类细分子板块。从产业链全景图看，低空经济的辐射面广、带动性强，是未来万亿规模的支撑。

图：低空经济产业链全景图





# 1.2 eVTOL兴起，多维比较优势下有望成为未来低空出行主要载体

- 电动垂直起降飞行器eVTOL或将成为未来低空经济的主要载体。eVTOL的最早概念机型出现在2010年前后，近年来随产品从概念设计到原型逐步落地，因其起降方便、电气化、低噪音、巡航效率高、保障要求低等优势，正成为产业与风投追逐的新兴赛道。
- eVTOL主要构型多样，各有其优劣势和应用场景。基于推进动力方式，eVTOL主要分为多旋翼型、升力与巡航复合型、倾转旋翼/机翼型、倾转涵道型，其中多旋翼型主要满足中短途场景，复合型则具备长航程能力，倾转旋翼/机翼型在航程、巡航速度和载重比等方面优势明显但技术复杂性提升。

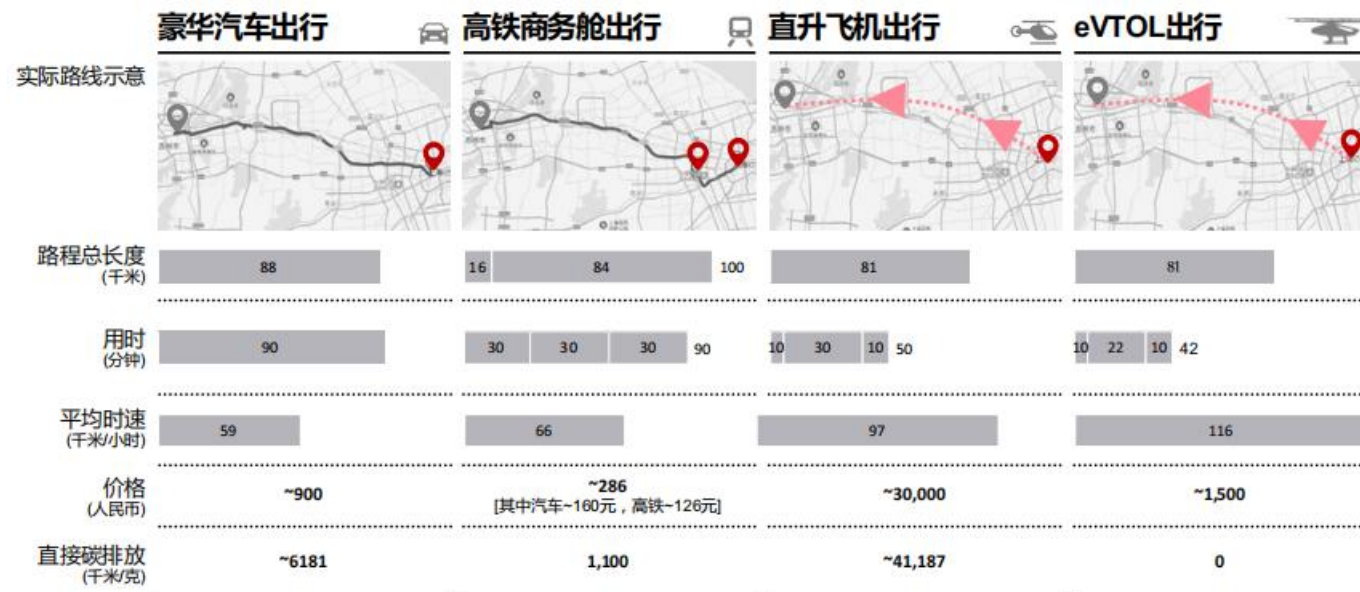
图：基于推进动力方式，eVTOL的主要构型

架构示意	多旋翼型	升力与巡航复合型	倾转旋翼/机翼型 (矢量推力)	倾转涵道型 (矢量推力)
	<p>通过多个（通常多于4个）固定螺旋桨实现起降和巡航动作</p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>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</p>
主要玩家 (举例)				
载重	<p>★★★★☆</p> <p>1-3位乘客</p>	<p>★★★★☆</p> <p>2-5位乘客</p>	<p>★★★★☆</p> <p>2-5位乘客</p>	<p>★★★★★</p> <p>4-7位乘客</p>
最大时速	<p>★★★☆☆</p> <p>80-150 km/h</p>	<p>★★★★☆</p> <p>150-200 km/h</p>	<p>★★★★☆</p> <p>180-250 km/h</p>	<p>★★★★★</p> <p>200-300 km/h</p>
最大航程	<p>★★★★☆</p> <p>20-50 km</p>	<p>★★★★☆</p> <p>150-250 km</p>	<p>★★★★☆</p> <p>200-250 km</p>	<p>★★★★★</p> <p>175-300 km</p>
主要应用场景	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中出租车（市内点对点交通）</li> <li>机场接驳（市郊至市中心往返交通）</li> <li>低空旅游</li> <li>短途紧急救援等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中出租车</li> <li>机场接驳</li> <li>城际短途航班</li> <li>物流运输等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中出租车</li> <li>机场接驳</li> <li>城际短途航班</li> <li>物流运输等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>城际中长距离航班</li> <li>紧急救援</li> <li>观光旅游等</li> </ul>

# 1.2 eVTOL兴起，多维比较优势下有望成为未来低空出行主要载体

□ 各类出行方式中，在特定路程范围内，eVTOL的比较优势显著。根据保时捷管理咨询，以上海-苏州路线为例，比较豪华汽车、高铁、直升飞机和eVTOL出行的优劣，综合而言，eVTOL在用时、私密性、舒适性和碳排放等方面具备明显的比较优势。与地面出行相比，一定路程范围内，eVTOL具有高效便捷、低噪音等优点，且未来大规模量产单程票价有望继续下探并与豪华汽车趋同；与直升机等传统飞行器相比，成本和环保优势明显。此外据研究显示，eVTOL与常规直升机相比，噪声水平降低15dB，且最大声压级同样较小。

图：以上海-苏州为例，各类出行方式优劣势比较



表：eVTOL与燃油飞行器对比

参数	Joby S2-eVTOL	罗宾逊R22-燃油直升机	Van's RV-7固定翼飞机
座位数	2	2	2
起飞重量/lb	2000	1370	1800
最大商载/lb	390	389	460
机翼面积/ft <sup>2</sup>	53.8	—	121
翼展/ft	29.5	25 (旋翼直径)	25
纵横比	16.2	—	5.2
翼面载荷 (lb•ft <sup>-2</sup> )	37.2	—	14.9
桨盘载荷 (lb•ft <sup>-2</sup> )	16.3	2.61	—
巡航速度 /mph	200	110	199
航程/mile	200	165	775
巡航升力系数	0.52	—	0.19
价格/\$	200000	291700	110000
每英里能源成本/\$	0.05	0.53	0.27
每英里运营成本/\$	0.20	1.30	0.44

## 二、全球低空经济发展行至何处？探索中成长，年轻模样再出发

### 2.1 全球低空产业保持相对稳健向上，积极变化正在酝酿

2.1.1 航空业新变革大幕拉开，低空经济发展迈入新阶段

2.1.2 现阶段中美在发展低空经济产业上具备细分领先基础

2.1.3 全球主要经济体低空发展环境差异较大，中国正积极创造有利条件

### 2.2 全球eVTOL发展一览：欧美布局先行，中国市场提速推进商业化落地

2.2.1 欧美eVTOL开发先行，积极推进商业化运营

2.2.2 中国eVTOL市场提速，推进产品适航取证做全商业化准备



## 2.1.1 航空业新变革大幕拉开，低空经济发展迈入新阶段

□ 低空经济发展历经三个阶段，新一轮数字、电气化革命正在航空业徐徐展开。早期因低空技术不成熟，主要以低空旅游和在农业、工业的探索应用为主；第二阶段发展始于21世纪初无人驾驶航空技术的民用化和普及化，并延续至2020年，随低空飞行技术成熟与应用多元化，规范化监管成为该阶段各国的主要任务；面向未来绿色化、数字化、智能化变革，当前以城市空中交通UAM探索和eVTOL实践为开端，有望以技术驱动的新型航空器和数字运行环境，将人类的生产生活从地面二维空间拓展到立体三维空间，从而使航空产品和服务进入各行各业，产业规模达万亿级别。

表：低空经济各个发展阶段的特点

	低空经济1.0阶段	低空经济2.0阶段	低空经济3.0阶段
时间周期	1950s-2000s	2000s-2020s	2020s-
本质特征	工业化	信息化	数字化
技术背景	空气动力学、材料技术、电子技术、精密加工等	控制论，计算机、自动控制、通信、导航、电动技术等	信息科学，云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等及电气工程
产品主体	有人驾驶通用航空器	无人驾驶航空器	eVTOL新型航空器
价值创造	多样化通用航空服务带动产业链价值链	传统通用航空器替代与拓展	三维立体空间生产生活的整体解决方案
代表国家	美国	美国、中国	中国
中国规模	百万飞行小时、百亿经济规模	千万飞行小时、千亿经济规模	亿级飞行小时、万亿级经济规模

图：全球低空经济发展大致分为三个阶段

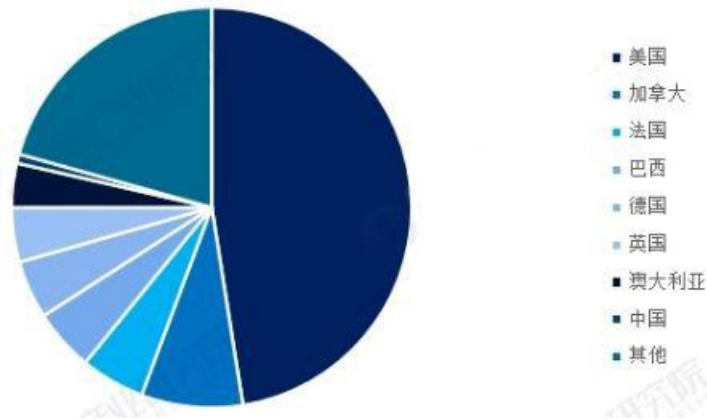




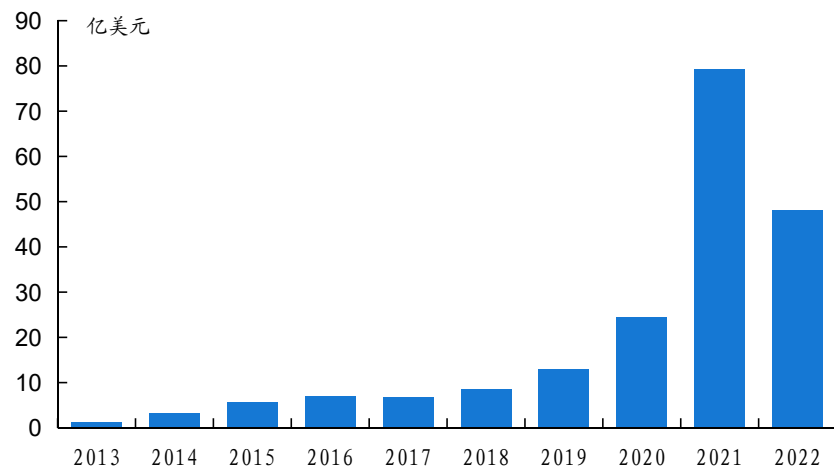
## 2.1.2 现阶段中美在发展低空经济产业上具备细分领先基础

- 全球无人机市场快速增长，通用飞机销售相对稳定。据前瞻经济学人，全球无人机投资规模持续提升，已由2013年的1.2亿美元增长至2022年的48.1亿美元；通用飞机方面，2013-2022年交付量整体呈现波动上升趋势，2022年全球通用航空飞机销售额229亿美元，同比增长6%。
- 现阶段美国在通用航空发展上具备优势，中国在无人机领域发展较好。据前瞻产业研究院，从全球低空经济区域发展格局看，美国因通用航空发展的领先奠定先发优势，2022年全球通用航空器保有量约45.4万架，其中美国占比接近一半，中国占比不到1%；而中国则在无人机领域具备相对竞争力，无人机在册数量全球领先。

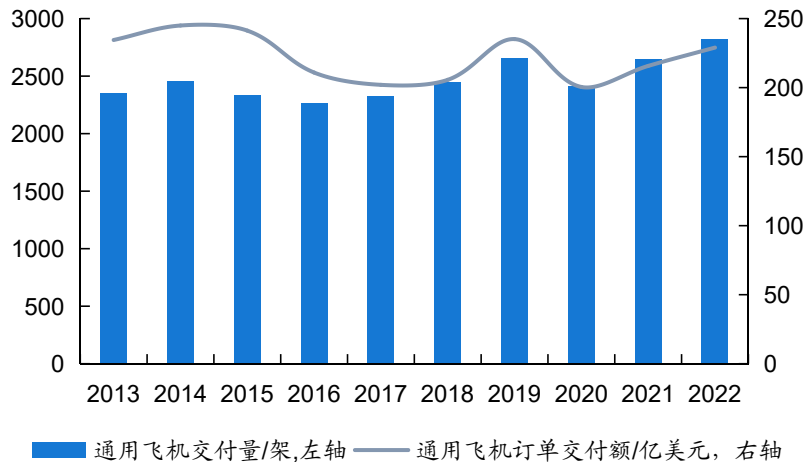
图：2022年全球通用航空器保有量区域分布



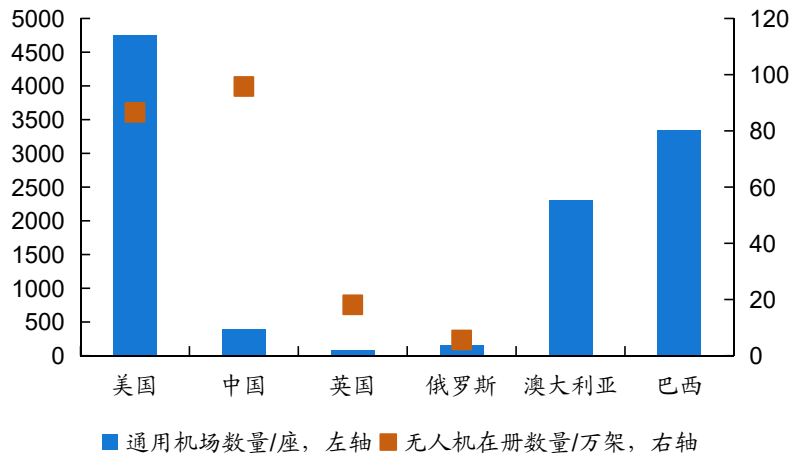
图：全球无人机行业投资规模



图：全球通用飞机交付量及订单交付额



图：主要国家通用机场与无人机在册数量



## 2.1.3 全球主要经济体低空发展环境差异较大，中国正积极创造有利条件

- 区域间低空经济发展环境存在较大差异，相关立法尚待完善，中国市场释放积极信号。从全球主要市场的低空交通管理情况看，美国空域管理政策相对宽松，中国则相对严格，但2023年12月中国民航局《国家空域基础分类方法》将空域划分为管制空域和非管制空域两大类，正向国际靠拢；此外2023年5月中国公布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，我们认为中国市场正在积极创造低空经济发展的有利基础条件。

表：全球主要市场的低空交通管理情况

	美国	欧洲	中国
空中交通监管部门	美国联邦航空局FAA	欧盟航空安全局EASA负责适航认证；欧洲空中航行安全组织Eurocontrol负责处理欧洲航空交通管制	空域审批：中国人民解放军空军；适航审定：中国民用航空局；交通运输管理：当地政府
空域分类与管理	FAA将空域划分为A、B、C、D、E、G六个等级，A-E级为管制空域、G级为非管制空域和临时性限制空域	Eurocontrol推进统一欧洲各国空域分类标准，在国际民航组织空域分类的基础提出U、K、N三类空域	2023年12月，民航局发布《国家空域基础分类方法》，依据航空器飞行规则和性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为A、B、C、D、E、G、W等7类，其中，A、B、C、D、E类为管制空域，G、W类为非管制空域
低空飞行规则与许可制度	低空空域内飞行需要遵守一定的飞行规则，包括飞行高度、速度、航向等方面的要求。飞行员需要获得相应的飞行许可或证书，以证明其具备从事飞行活动的资格和能力	低空空域内飞行需要遵守一定的飞行规则，包括飞行高度、速度、航向等方面的要求。同时，飞行员需要获得相应的飞行许可或证书。为了简化飞行审批程序，ECAC推动电子飞行计划等信息化手段的应用	通用航空和民用无人机飞行活动政策和管理的法律依据是1996年3月发布的《中华人民共和国民用航空法》以及后续的若干修正版，其设定了通用航空的定义以及从事通用航空活动的条件，明确提出保障飞行安全，保护用户、地面第三人以及从事通用航空活动的单位和个人的合法权益
无人机管理与监管	无人机在低空空域内的飞行活动需要遵守一系列严格的规定和要求，包括注册登记、飞行许可、操作规范等方面的内容。同时，政府还设立了专门的机构负责无人机的监管工作	ECAC制定无人机管理的基本框架和指导原则，包括注册登记、飞行许可、操作规范等方面的内容。同时，欧洲各国根据本国实际情况制定具体的无人机管理规则和标准	2023年5月31日，国务院、中央军委公布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》

图：全球主要市场的eVTOL适航监管的立法情况

欧洲	2019年7月，EASA发布针对小型VTOL特殊适航认证条款； 2020年3月，EASA率先公布全球第一个城市空中交通规则草案； 2020年5月，EASA公布eVTOL适航认证的拟议符合性评审方法
美国	对电动垂直起降飞行器的政策则趋于保守，倾向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
中国	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： 2019年1月：《基于运行风险的无人机适航审定指导意见》； 2019年5月：《关于促进民用无人驾驶航空发展的指导意见（征求意见稿）》 2020年1月：《高风险货运固定翼无人机系统适航标准（试行）》； 2020年5月：《中高风险无人直升机系统适航标准（试行）》、《民用无人机产品适航审定管理程序（试行）》、《民用无人机系统适航审定项目风险评估指南（试行）》 2021年10月：《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）》

## 2.2.1 欧美eVTOL开发先行，积极推进商业化运营

□ 海外eVTOL发展以欧美为代表，类型多样，积极推进商业化。eVTOL将是未来低空经济的重要载体之一，从目前海外的发展来看，美国、德国、英国等布局较为领先，包括美国的Joby、Archer、Wisk和德国的Lilium等企业，正在积极推进适航认证和商业化运营。

表：海外典型的eVTOL参数

公司	Joby	Archer	Wisk	Beta	Elroy Air	Pipistrel	Lilium	Volocopter	Airbus	Vertical	Eve	Supernal
国家	美国					德国			法国	英国	巴西	韩国
代表机型	S4	Midnight	Generation 6	ALIA-250	Chaparral C1	Nuuva V300	Jet(7 seats)	Volocity	CityAirbus NextGen	VX4	Eve V3	S-A1
载人数 (驾驶员+乘客)	1+4	1+4	4	1+4	货运	货运	1+6	1+1	1+3	1+4	1+4	1+4
巡航速度 (km/h)	322	241	222	—	—	165	250	90	120	241	241	290
航程 (km)	241	80	144	500	483	300	250	65	80	161	96	97
有效载重 (kg)	453	456	—	—	227	300	—	200	—	450	—	—
最大起飞重量 (kg)	1815	3175	—	3175	—	1700	3175	900	—	—	—	—
动力	电动	电动	电动	电动	混动	混动	电动	电动	电动	电动	电动	电动
控制方式	有人驾驶	有人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	无人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶
构型	矢量推力	矢量推力	矢量推力	复合翼	复合翼	复合翼	矢量推力	多旋翼	多旋翼	矢量推力	复合翼	矢量推力

## 2.2.2 中国eVTOL市场提速，推进产品适航取证做全商业化准备

中国eVTOL发展如火如荼，或成为全球商业化推进最迅速的市场之一。中国eVTOL产品丰富，入局者既包括飞机制造商、车企，亦有在eVTOL积淀多年的企业。从商业化推进来看，中国市场正在提速，以航空器的“证照管理”为例，航空器制造商合法售卖相关产品的前提条件是获取型号合格证TC、生产许可证PC和适航证AC，2024年4月亿航智能的EH216-S获得全球eVTOL行业内首张PC，成为eVTOL行业唯一获得TC、PC、AC三证的产品，我们认为未来中短期或将有更多国产eVTOL产品获得相应认可，快速推进商业化。

表：中国典型的eVTOL参数

公司	亿航智能	峰飞航空	时的科技	御风未来	沃兰特	小鹏汇天	吉利沃飞长空	中国商飞	广汽集团	零重力飞机工业
代表机型	EH216-S	盛世龙	E20	Matrix 1	VE25 X1	旅航者X2	AE200	ET480	GOVE	ZG-T6
载人数 (驾驶员+乘客)	2	1+4	5	5	5	2	5-6	4	2	6
巡航速度 (km/h)	100	200	260	200	235	130	—	—	—	300
航程 (km)	30	250	200	250	200	25min续航	200-300	—	200	300
有效载重 (kg)	220	350	450	—	—	160	—	—	—	—
最大起飞重量 (kg)	620	2000	—	—	—	840	—	—	500	2500
动力	电动	电动	电动	电动	电动	电动	电动	燃料电池+锂电	电动	电动
控制方式	无人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	有人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	无人驾驶	有人驾驶	有人驾驶
构型	多旋翼	复合翼	矢量推力	复合翼	复合翼	多旋翼	复合翼	复合翼	多旋翼 陆空两栖	矢量推力

图：中国民航局的全方位“证照管理”

### 型号合格证TC

中国民航局颁发给申请人（通常是飞机制造商）。对于要投入商业运营的新设计的航空器型号，TC是必须取得的证件

### 生产许可证PC

中国民航局认为申请人已建立一整套的用于航空器生产的质量系统，能够确保其生产的每一架航空器及其零部件均能符合经批准的设计，并处于安全可用状态

### 适航证AC

中国民航局认为此架飞机符合经批准的设计，且处于安全可用状态

亿航智能EH216-S：eVTOL行业唯一获得TC、PC、AC三证

## 三、低空竞逐将花落谁家？中国顶层设计定调，完备基础抢占先机

3.1 首要契机：中国低空经济政策密集出台，有望助推产业提速发展

3.2 契机之二：中国发展低空经济具备先进的工业基础条件

3.2.1 中国新能源汽车产业全球领先，为低空发展提供积淀与借鉴

3.2.2 中国无人机产业稳健向上，形成有力协同

3.3 契机之三：低空经济发展的现实意义重大，应用场景多元具备高增长潜力

3.3.1 地面出行的交通拥堵影响生活质量，阻碍经济增长

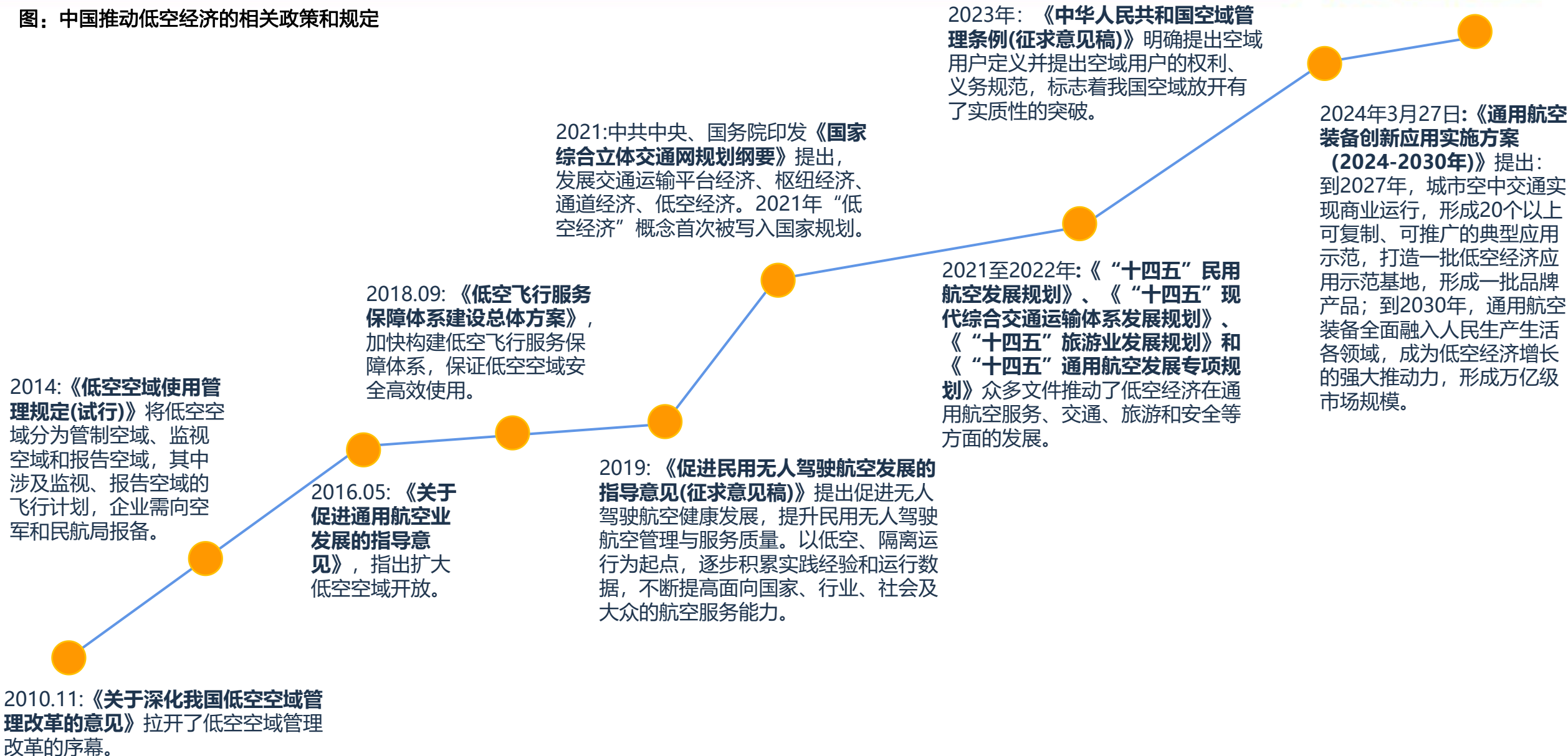
3.3.2 以eVTOL为出行工具，经济型测算下已具备运营优势

3.4 量化成长空间：中国低空万亿市场规模，2030年eVTOL有望突破万架



# 3.1 中国低空经济政策密集出台，有望助推产业提速发展

图：中国推动低空经济的相关政策和规定





# 3.1 中国低空经济政策密集出台，有望助推产业提速发展

图：地方省及直辖市层面相关低空经济政策

**新疆**  
**2023年10月31日发布：**拓展通用航空商业化市场，大力发展航空器制造维护、通航飞行、教育培训、应急救援等通用航空全产业链，打造通用航空产业集群。

**2021年02月10日发布：**建成一批通用机场，探索通用机场建设运营管理和省内通航短途运输模式。

**2021年10月26日发布：**因地制宜布局建设通用机场，形成“一干两支多点现代机场体系。支持红寺堡同心、泾源等通用机场建设。

**2022年3月28日发布：**西北民航十四五发展规划提到，支持陕西省依托航空制造优势，发展通用航空全产业链。

**2017年07月24日成文：**投资约210亿元加快全省通用航空规划建设，力争到2030年实现全省“通用航空县县通”。

**2024年05月22日：**省政府常务会议审议通过《关于促进低空经济发展的指导意见》。

**2023年03月20日：**推动区域低空空域管理改革，充分发挥通用航空在应急救援、防灾减灾、生态文旅等方面的作用。

**2022年02月06日发布：**充分利用通航优势，打造“干线运输+通航短途货运”的航空货运模式，打造立体多式联运物流体系。

**2021年12月23日发布：**至“十四五”期末，力争全区共建成21个通用机场，重点构建低空经济圈和沿海沿边通道。

**北京**

**2024年05月15日发布：**《北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案（2024—2027年（征求意见稿））》。

**2021年02月08日发布：**新建中国通航天津滨海机场、蓟州通用机场。

**天津**

**2024年05月17日发布：**《山西省加快低空经济发展和通航示范省建设的若干措施》。

**2022年09月02日发布：**到2025年，力争全省通用机场及具有通用航空服务功能的机场达到20个以上，基本建成省内航空应急救援体系，打造精品低空旅游项目6个以上。

**2023年02月08日发布：**以“开放低空空域、提供飞行服务、建设通用机场”为支撑，加速壮大通用航空产业集群规模。

**2021年08月31日成文：**到2025年，全区通用航空基础设施全面提升，通用机场连点成网，到2035年，全区建设通用机场100个左右。

**山西**

**河南**

**湖南**

**内蒙古**

**黑龙江**

**2022年01月05日发布：**到2025年，实现通用航空50公里服务覆盖所有5A景区、5S滑雪场及主要农林产区。具备通用航空短途运输功能的机场达到40个。

**吉林**

**2021年02月09日发布：**加快建设布局合理、干支协调的“一主多辅”机场群体体系。

**2019年06月12日发布：**到2025年，全省通用机场总数达到41个。初步形成集短途运输、公共服务、航空消费、飞行培训等功能为一体的通用机场网络。

**2024年01月29日发布：**支持低空应用基础设施建设，对公共类无人机起降、停放、气象监测等服务设施，鼓励地方政府给予支持。

**2021年09月07日发布：**有序推进通用机场及相关设施建设。建成溧阳天目湖、淮安金湖、无锡丁蜀等通用机场。适时推动镇江大路、新沂棋盘等通用机场改扩建。

**辽宁**

**山东**

**江苏**

**安徽**

**2024年4月7日发布：**到2025年，低空经济规模力争达到600亿元，规模以上企业达到180家左右，其中，培育生态主导型企业1—2家。到2027年，低空经济规模力争达到800亿元，规模以上企业力争达到240家左右。

**2021年05月07日发布：**加快低空管理改革，探索军地航空联席会议制度，加强与东部战区交流。推进低空服务保障体系试点，支持有条件地区先行先试改革，并简化飞行计划审批流程，提高时效性。

**浙江**

**上海**

**2023年06月28日：**《金山区打造华东无人机基地暨加快无人机产业高质量发展的实施意见》。

**江西**

**2022年09月23日：**加大低空旅游的宣传推广力度，鼓励和支持条件成熟的景区开展低空旅游，推进江西省低空经济发展。

**福建**

**2019年09月09日发布：**建立开发潜水帆船、邮轮游艇、低空旅游、滨海旅游、登山露营等体育旅游新业态。

**广东**

**2024年05月22日发布：**《广东省推动低空经济高质量发展行动方案（2024—2026年）》

**海南**

**广西**

**2023年01月18日发布：**加快发展先进制造业，推动通航飞机等重大项目投资。加快建设一批通用机场。

**图例**  
北京 首都  
天津 直辖市行政中心  
山西 省行政中心  
河南 省行政中心  
湖南 省行政中心  
内蒙古 自治区行政中心  
比例尺 1:7 400 000  
审图号：GS(2023)0148号  
自然资源部

**宁夏**

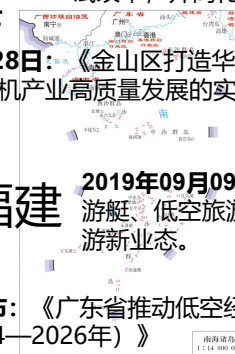
**青海**

**陕西**

**贵州**

**四川**

**重庆**



### 3.1 中国低空经济政策密集出台，有望助推产业提速发展

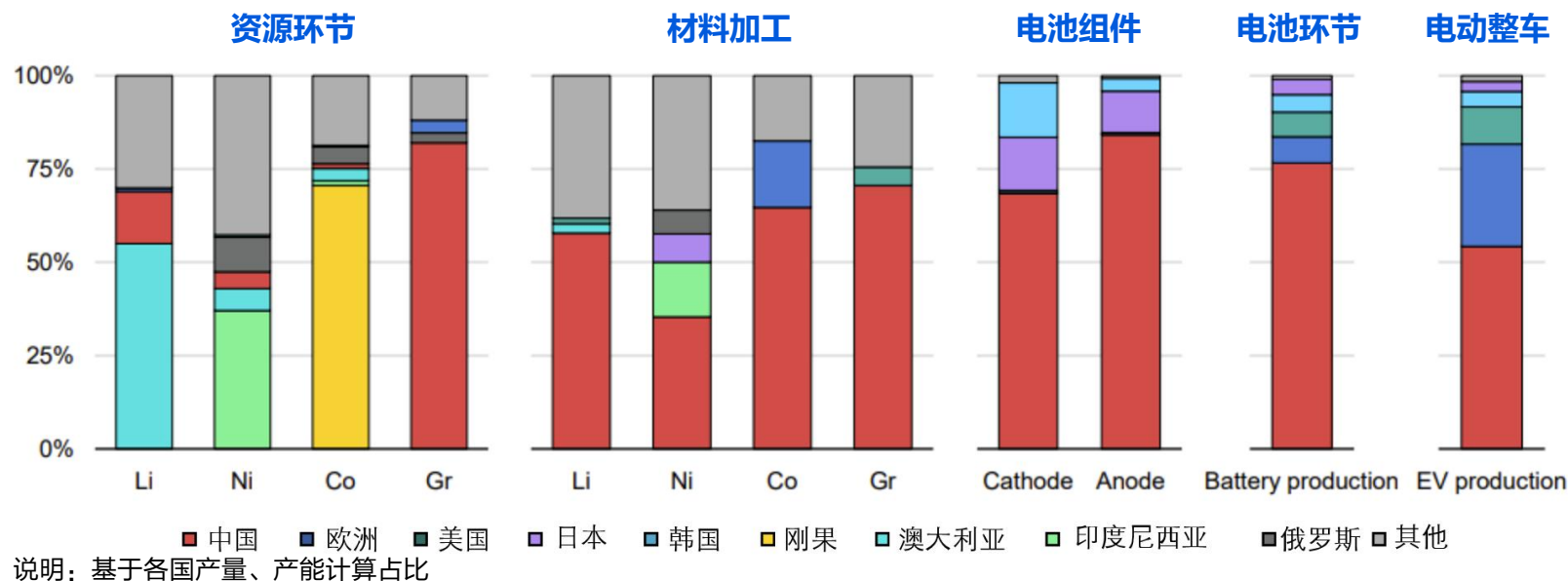
表：地方市级层面相关低空经济政策

省/直辖市	市	文件	时间	主要内容
安徽省	合肥市	合肥市低空经济发展行动计划 (2023—2025年)	2023年12月29日发布	聚焦“空间保障、产业集聚、场景示范、设施建设”四大领域，提出在2024年基本建成骆岗低空融合飞行式验片区，2025年基本建成具有国际影响力的“低空之城”，在科技研发、产业集聚应用场景、标准规则、飞行保障等方面走在全球前列。
	芜湖市	芜湖市低空经济高质量发展行动方案 (2023—2025年)	2023年10月07日成文	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%。
广东省		深圳经济特区低空经济产业促进条例	2024年01月03日发布	优化低空经济产业发展环境，促进低空经济产业高质量发展。
		深圳市支持低空经济高质量发展的若干措施	2023年12月28日发布	提出包括低空经济企业落户奖励、固定资产投资补助、技术研发资助、适航取证奖励、物流航线补助等。
	深圳市	龙岗区关于促进低空经济产业发展的若干措施	2023年12月22日发布	提出20条促进措施，包括建设低空先进技术应用平台补贴、建设研发平台载体补贴、整机研制项目落户补贴、关键零部件企业落户补贴、投资补助等。
		深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展的若干措施	2023年08月04日发布	提出11条促进措施，包括给予建设投入相关支持、支持建设无人机飞行试验场、给予低空经济基建类企业补贴、给予开设无人机航线的货运运营企业补贴、支持开设载人应用场景航线、支持企业申请适航审定、加大空间保障力度等。
		2023年深圳市人民政府工作报告	2023年03月15日发布	2023年政府工作报告提出，建设低空经济中心，打造通用航空产业综合示范区、民用无人驾驶航空试验区，推广无人机末端配送业务，培育发展低空制造、低空飞行等新增长点。
	珠海市	珠海市支持低空经济高质量发展的若干措施 (征求意见稿)	2024年03月07日发布	提出包括适航取证奖励、试飞补贴、货运、载人航线补贴等。
	广州市	广州市低空经济发展实施方案	2024年05月30日印发	到2027年，广州低空经济整体规模达到1500亿元左右。通航基础设施和飞行环境明显改善，以高端智能制造业为主导的产业体系初步形成，低空空域管理改革取得成效，低空飞行服务保障能力明显提升，低空领域技术创新水平全国领先。
江苏省	苏州市	苏州市低空经济高质量发展实施方案 (2024~2026年)	2024年02月06日发布	到2026年，力争聚集产业链相关企业500家，产业规模达600亿元。其中，到2026年，构建形成低空地面基础设施骨干网络，建成1~2个通用机场和200个以上垂直起降点。
	南京市	南京市促进低空经济高质量发展实施方案 (2024—2026年)	2024年05月13日生成	到2026年，力争南京市低空经济发展水平稳居全国第一方阵，全市低空经济产业规模发展超500亿元，低空经济领域高新技术企业达120家以上。
福建省	福州市	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	2023年01月12日发布	支持福州民用无人驾驶航空器产业发展，通过建立产业园、加强科研创新、拓宽金融支持，促进企业开拓市场。同时强化项目招商、引导行业协会作用，以推动民用无人驾驶航空器产业全面发展。
四川省	绵阳市	北川羌族自治县促进低空经济发展十条政策 (试行)	2024年03月30日发布	促进低空航空器产业发展，包括支持企业落户、建设服务平台、审定适航、完善飞行保障，以及推动赛事活动、科教研学、航线开通和物流旅游运输。

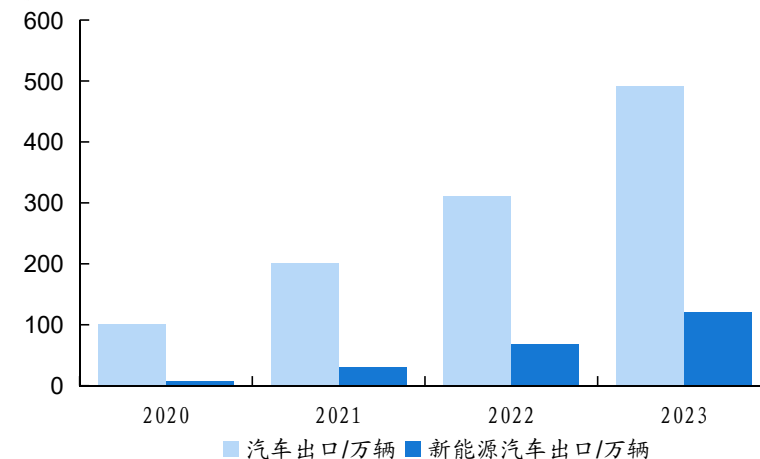
### 3.2.1 中国新能源汽车产业全球领先，为低空发展提供积淀与借鉴

- 中国新能源汽车快速发展，在产业链主要环节占据主导地位。据IEA报告，中国在锂电产业链的金属冶炼、材料加工、电池及整车制造环节在全球市场中占据主导地位，产业竞争力相当明显。从近年来的汽车出口数据看，中国汽车出口数量快速攀升，2023年达到491万辆，首次超越日本，成为全球第一大汽车出口国；其中新能源汽车的贡献持续增加，2023年新能源汽车出口120.3万辆，同比增长77.6%，2024第一季度继续保持稳健增长，出口30.7万辆，同比增长23.8%。
- 新能源汽车积累的产业积淀将有效助推低空经济产业发展。以电动化为核心，新能源汽车在电池、电机、电控等领域积累的技术优势能够在eVTOL等电动航空器上，相关基础配套、补贴措施、制度建设亦有较好的经验能够借鉴，在先进产业基础上低空经济有望更好更快落地。

图：据IEA报告，中国在锂电产业链的金属冶炼、材料加工、电池及整车制造环节占据主导地位



图：中国汽车出口数量快速攀升，新能源汽车贡献增加

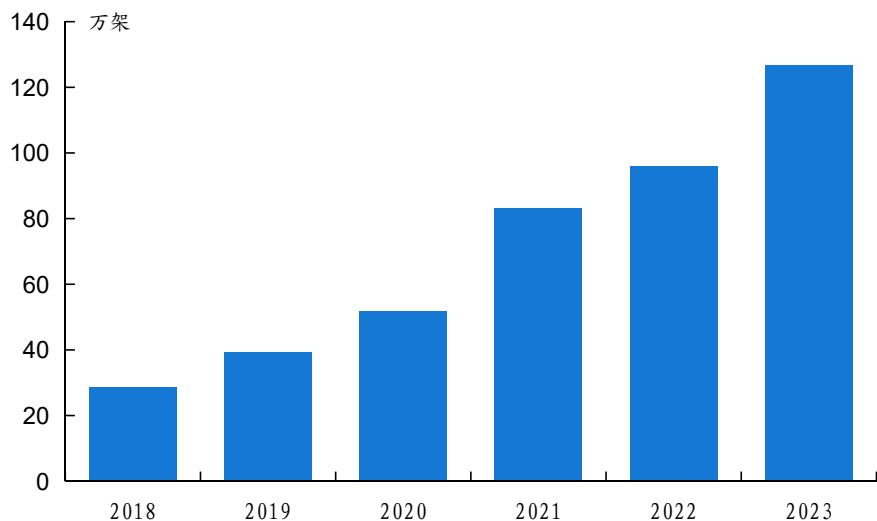




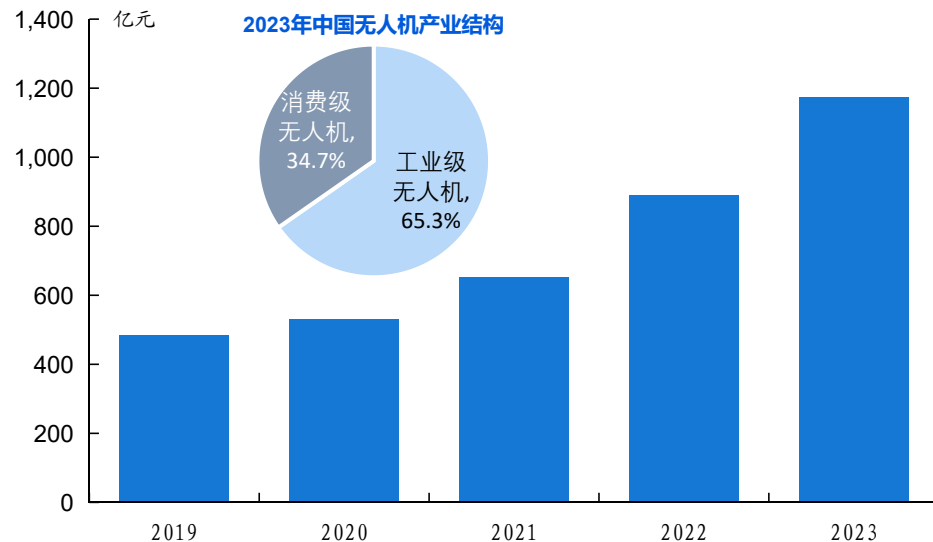
## 3.2.2 中国无人机产业稳健向上，形成有力协同

□ 中国无人机产业发展持续向好，既是低空经济的重要组成部分，又能够形成产业协同。据赛迪顾问，2023年，中国民用无人机产业规模达到1174.3亿元，同比增长32%。从产业结构分布看，工业级无人机处于市场主导地位，未来将不断深化在农林植保、物流运输、电力巡检、能源安防等领域的应用。从产业发展条件看，截至2023年底，中国现有实名登记的无人驾驶航空器126.7万架，同比增长32%，持无人机操控员执照19.4万人。整体而言，无人机产业发展呈现良好态势，后续随相关部门进一步加强规划、资源和业务统筹，产业规模将继续增加、协同提升低空航行服务能力。

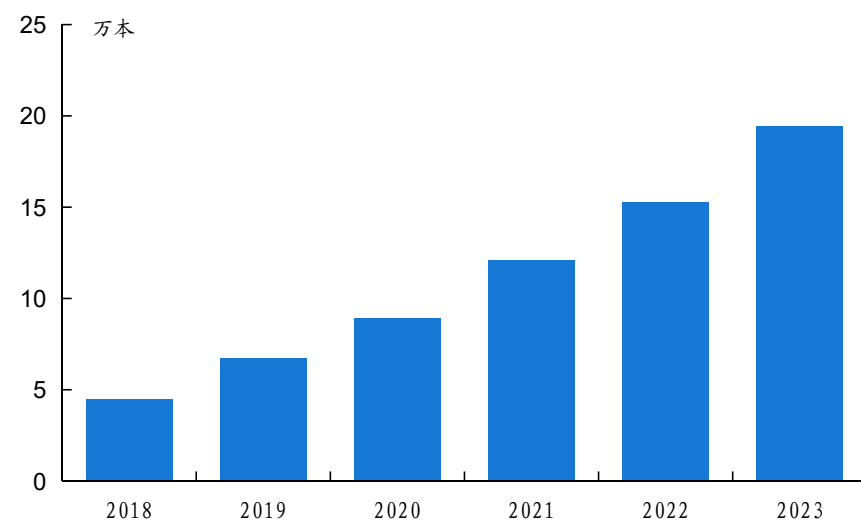
图：2023年底中国注册无人机126.7万架，同比增长32%



图：2023年，中国民用无人机产业规模达到1174.3亿元



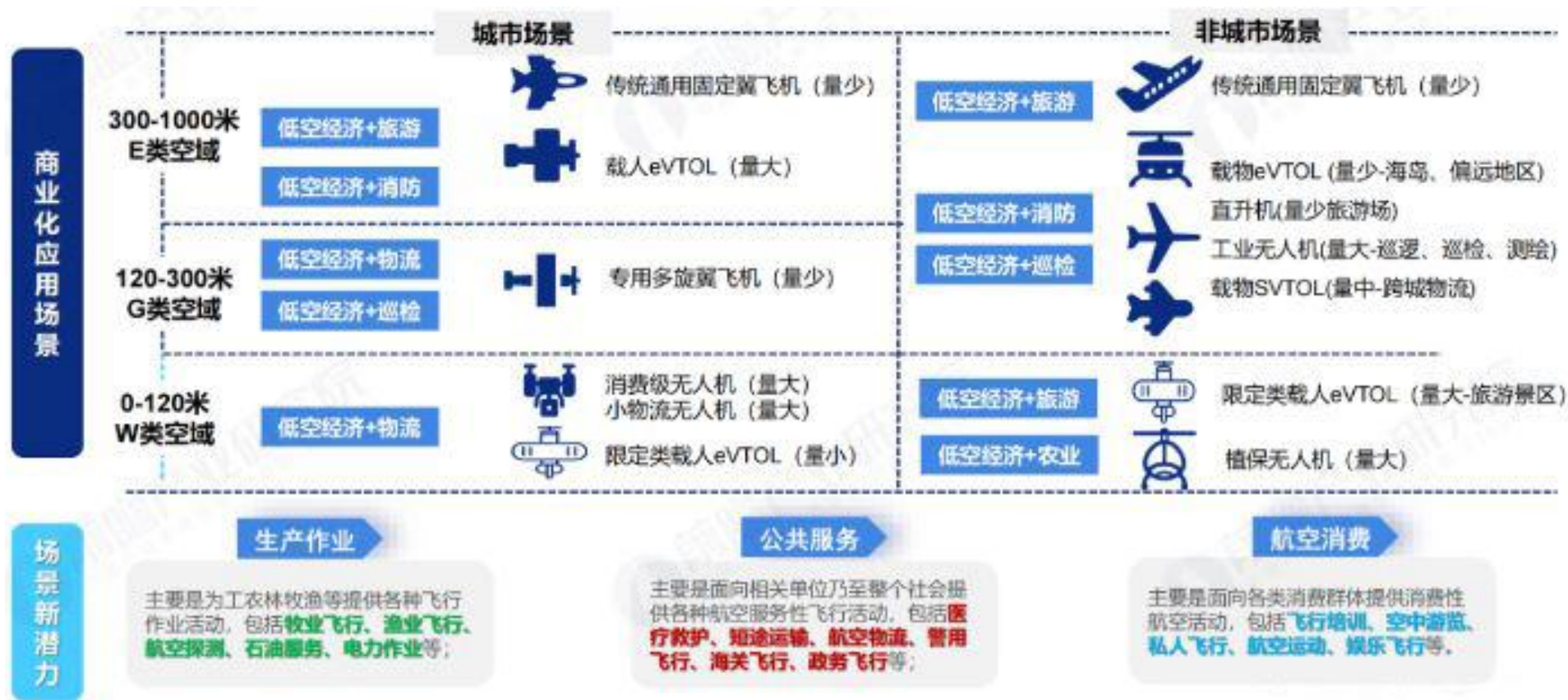
图：2023年底中国持无人机操控员执照达19.4万人



### 3.3 低空经济发展的现实意义重大，应用场景多元具备高增长潜力

- 低空经济发展潜力大，能够满足多种应用场景需求。现阶段低空经济的商业化探索主要围绕物流、农业、旅游等场景展开，随技术成熟、政策推进、配套铺开，或将有更多场景开展应用，满足消费需求，打开成长空间，包括生产作业、公共服务、航空消费三大板块等。

图：低空空域能够满足多种应用场景需求



### 3.3.1 地面出行的交通拥堵影响生活质量，阻碍经济增长

□ 交通拥堵已切实影响生活质量，阻碍经济增长。根据交通分析机构INRIX估算，交通拥堵导致高昂的经济损失，2017年美国达到3050亿美元，即平摊到每名司机的拥堵成本为1445美元。中国市场方面，根据《2023年第3季度中国城市交通报告》，2023年第3季度，全国百城中大部分城市的通勤拥堵指数呈上升趋势。通勤高峰交通拥堵榜TOP10城市中，北京、长春、重庆排名前三。同时，乌鲁木齐、兰州、拉萨的通勤高峰拥堵指数同比增幅最高。在通勤成本上，北京人均通勤耗时超43分钟位居榜首。城市交通拥堵已严重影响出行体验、阻碍总体经济增长。

表：2023Q3中国通勤高峰交通拥堵榜TOP10城市

2023Q3排名	城市	通勤高峰拥堵指数	拥堵指数同比	拥堵指数环比	通勤高峰平均速度(km/h)	通勤高峰信控路口通行延误(s)
1	北京	2.088	+0.26%	-0.66%	24.45	41.73
2	长春	2.050	+5.20%	+1.19%	23.40	47.06
3	重庆	1.966	+7.02%	-1.22%	25.12	41.13
4	广州	1.965	+5.58%	+2.47%	28.04	44.99
5	武汉	1.945	+15.62%	-3.02%	24.76	38.32
6	上海	1.930	-6.64%	+1.00%	25.24	43.44
7	兰州	1.830	+30.51%	+4.72%	24.39	45.17
8	南京	1.818	+3.86%	+2.14%	27.22	36.26
9	大连	1.818	+11.68%	+6.54%	24.39	34.06
10	哈尔滨	1.802	+8.61%	+7.54%	24.97	45.29

表：交通拥堵导致高昂的经济损失—2017年

国家/城市	经济损失 (单位: 亿美元)
美国	3050
-纽约	337
-洛杉矶	192
-旧金山	106
-亚特兰大	71
英国	520
马尼拉	186
孟加拉国	114
雅加达	50
达卡	45



### 3.3.2 以eVTOL为出行工具，经济型测算下已具备运营优势

□ 基于效率、成本等维度的商业化分析，eVTOL可能在几种典型客运运营场景率先突破。根据《客运eVTOL应用与市场白皮书电子版》，对短途定期载客飞行、企业和私人包机、空中游览飞行和医疗转运四种典型运营场景开展分析，比较eVTOL、专车、出租车、地铁、直升机、客轮等不同出行方式的时间与价格，整体而言，eVTOL的出行用时更短、出行体验更佳，价格显著优于直升机，且有望随市场规模扩大、营运效率提升，进一步降低出行成本。



	eVTOL	救护车	双发直升机
时间/min	25	100	25
价格/元	6273	934	60000



	eVTOL	客轮
时间/min	20	45
价格/元	1440	120

图：eVTOL未来的典型应用场景，是可兼顾时间效率与成本的交通工具



	eVTOL	豪华专车	专车	出租车	地铁
时间/min	20		90-120		150
价格/元	1188	890	511	280	11

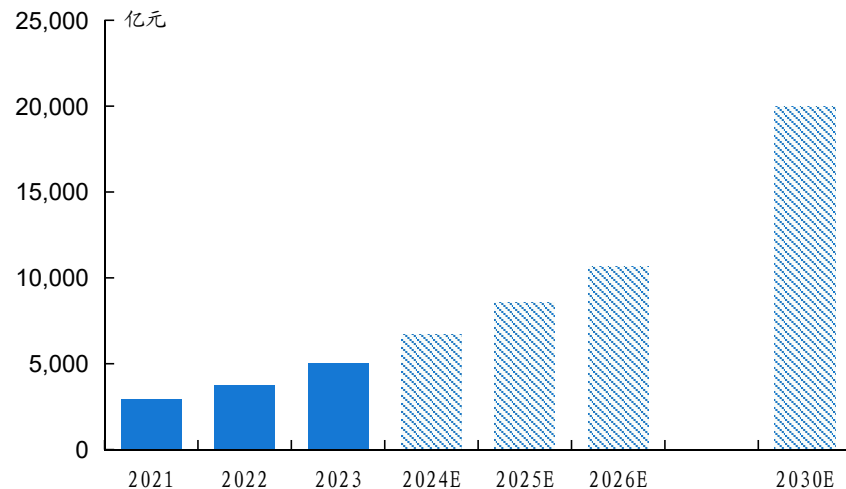


	eVTOL	豪华专车	专车	双发直升机
时间/min	47		240	47
价格/元	6596	6000	3000	94000

### 3.4 量化成长空间：中国低空万亿市场规模，2030年eVTOL有望突破万架

- 全球低空经济市场广阔，2050年UAM市场规模有望至900亿美元。据罗兰贝格预测，2030年全球城市空中交通UAM市场规模约10亿美元，2040年有望至160亿美元，至2050年有望达到900亿美元。
- 中国或将是低空经济发展的主要市场，未来保持快速增长态势。据赛迪顾问，2023年中国低空经济规模超5000亿元，同比增长33.8%，乐观预计2026年突破万亿元，据民航局预测，2030年有望达到2万亿元。根据《客运eVTOL应用与市场白皮书电子版》，至2030年，中国eVTOL市场规模有望达到千亿级别。

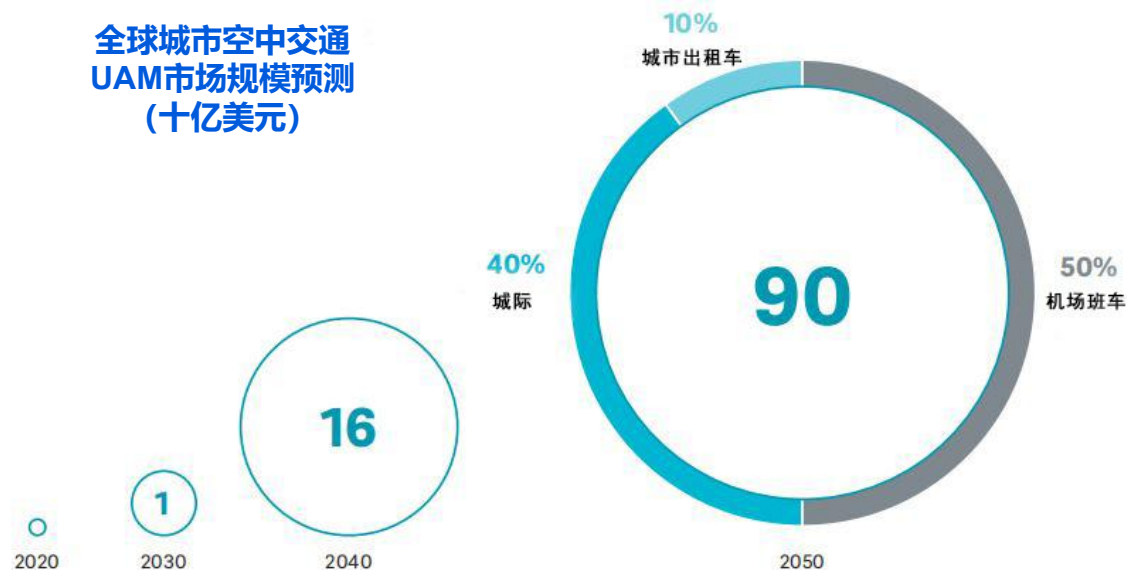
图：2023年中国低空经济规模超5000亿元，2030年有望达到2万亿元



说明：2024-2026年预测数据来自赛迪顾问，2030年预测数据来自民航局

图：至2030年，中国eVTOL市场规模有望达到千亿级别

图：据罗兰贝格预测，2050年全球UAM市场规模有望达到900亿美元



### 3.4 量化成长空间：中国低空万亿市场规模，2030年eVTOL有望突破万架

- 中性情形下，2030年中国eVTOL数量或将达到1.6万架，将与日常生活有较强关联。对eVTOL四种典型场景到2030年的保有量分别进行测算，分为谨慎、中性、乐观三种情形，在中性情形下，短途定期载客飞行场景或需要1.2万架eVTOL，企业和私人包机场景或需要2571架eVTOL，空中游览出行场景或需要1000架eVTOL，医疗转运场景或需要588架，预计至2030年eVTOL保有量有望达到1.6万架，深入主要的日常出行场景。

表：至2030年，中国eVTOL典型场景的市场容量，中性情形下可达1.6万架

	短途定期载客飞行		企业和私人包机		空中游览出行		医疗转运	
	出租车与网约车总量/万辆		年度出行量/万次		A级景区数量/万家		总人口数/亿	
基础条件	出租车与网约车总量/万辆	243	年度出行量/万次	600	A级景区数量/万家	1.49	总人口数/亿	14
谨慎	eVTOL渗透率	0.2%	eVTOL份额	10%	低空游览航线/条	70	每百万人口拥有eVTOL数量/架	0.3
	eVTOL总量/架	4860	eVTOL总量/架	1714	eVTOL总量/架	700	eVTOL总量/架	420
	合计/架	7694						
中性	eVTOL渗透率	0.5%	eVTOL份额	15%	低空游览航线/条	100	每百万人口拥有eVTOL数量/架	0.42
	eVTOL总量/架	12150	eVTOL总量/架	2571	eVTOL总量/架	1000	eVTOL总量/架	588
	合计/架	16309						
乐观	eVTOL渗透率	1%	eVTOL份额	20%	低空游览航线/条	150	每百万人口拥有eVTOL数量/架	0.6
	eVTOL总量/架	24300	eVTOL总量/架	3429	eVTOL总量/架	1500	eVTOL总量/架	840
	合计/架	30069						

说明：企业和私人包机，每架eVTOL每年提供350次包机；空中游览出行，每条航线10架eVTOL。出租车与网约车数据基于2022年，人口数据基于2023年

## 四、把握以eVTOL为主体的产业增长路径，有望演绎三阶段渗透

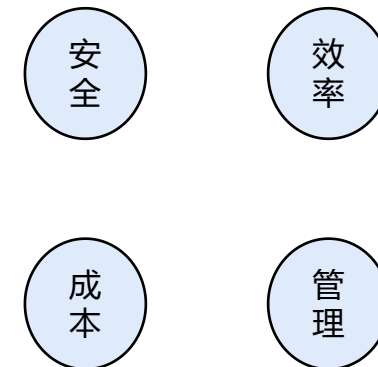
- 4.1 新兴业态面临四大难点，亟待多方主体全方位完善
- 4.2 路径之一：国家及地方层面推进政策落实，有效激活市场主体动能
- 4.3 路径之二：开展整机产品迭代，充分满足商业化应用的高要求
  - 4.3.1 把握整机核心技术，突破关键瓶颈问题
  - 4.3.2 同步推进eVTOL生产成本降低，强化运营成本优势
- 4.4 路径之三：建设全面完善的配套体系，助推低空经济规模化
- 4.5 以中国新能源汽车发展为鉴，低空经济有望演绎三阶段渗透
  - 4.5.1 中国新能源汽车的成功范例，或有望在低空经济上复现
  - 4.5.2 eVTOL发展或分三阶段渗透，长周期维度下实现出行方式变革



# 4.1 新兴业态面临四大难点，亟待多方主体全方位完善

□ 低空经济作为新兴应用业态，发展痛点在于四大方面。中国积极推进低空经济发展，作为新兴应用业态，低空经济的繁荣发展仍然遭遇几个方面的痛点，包括安全、效率、成本和管理四个难题。细化来看，中国在低空经济领域重视长期规划、制造业基础良好、市场需求庞大等优势，但产业发展仍需多方主体在技术、基建、制度、生态、投资等方面持续升级、完善。

图：发展低空经济需要解决的四大方面



图：当前中国市场发展低空经济遭遇的主要痛点

顶层设计仍需规范	体制机制亟需理顺	基础设施供给不足	市场开发缺乏动力	技术支撑水平有待提升
<p>1、面对新兴业态，相关法律法规建设较为滞后；</p> <p>2、低空飞行器技术标准和规范尚未统一完善；</p> <p>3、低空相关监管存在空白；</p> <p>4、缺乏对低空经济主要指标的全面有效的统计体系</p>	<p>低空经济系统的运行和管理将非常复杂，涉及气象、通信、地面管理等多个方面。当前低空空域管理体制机制仍沿用传统航空思路和方法，管理审批流程繁琐、无人机运行缺乏有效服务主体，与低空经济发展形势要求不适应，在飞行审批、管控指挥、空域类别划分等管理有待进一步完善</p>	<p>当前我国低空空域运行场景中存在异构高密度大容量运行管理难、复杂环境可靠精准CNS（即通信、导航、监管）服务保障难、复杂场景非法目标及时合理处置难、多形态异构飞行器支撑设施统一难等问题。当前我国缺乏统一标准规范的共享基础设施，在包括通用机场、直升机起降点、飞行营地、飞行服务站、维修基地、通讯导航气象油库等基础设施建设和运营，以及低空空域管控系统、无人机飞行信息系统、无人机反制系统等的建设与运行方面无法满足快速增长的需求</p>	<p>低空消费市场发展方面还缺乏持续动力，市场主体参与机制不够完善，企业依赖财政补贴情况较普遍。低空消费服务类市场占比过低。据不完全统计，全国90%的传统通航运营企业业绩亏损，主要原因是缺少稳定的市场需求、成熟的商业模式和盈利模式</p>	<p>在“硬件”方面，我国通用航空器整机和发动机严重依赖进口，“卡脖子”现象突出，通航飞机、直升机国产化率低；在“软件”方面，当前缺乏智能化、自动化的运营平台与管控技术，特别是对近年来迅猛发展的无人机等“低慢小”缺乏有效的管控手段</p>

## 4.2 国家及地方层面推进政策落实，有效激活市场主体动能

- 注重顶层设计，完善管理机制，激活市场主体动能等是低空经济发展的重要路径。围绕如何推动低空经济发展，深圳市金融稳定发展研究院提出五大政策建议，包括：1) 注重中央与地方的关系，强化低空经济顶层设计；2) 注重发展与安全的关系，推进低空空域管理改革；3) 注重硬件和软件的关系，加快低空基础设施建设；4) 注重政府和市场的关系，激活低空市场主体动能；5) 注重科研与技术发展的关系，提升自主创新能力。我们认为，在政府层面通过完善低空经济的技术、基建、制度、生态、投资等各方面的体系建设，夯实发展基石是发展重要路径。

图：助推低空经济发展的关键政策建议

### 强化顶层设计， 推动政策落实

- 1、由中央负责统筹规划和政策设计，制订法律法规和总体规划，并由地方推进政策落实；
- 2、推动建立健全低空经济相关的监管机制和标准体系；
- 3、加强对低空经济主要指标的统计与研究，打造低空经济产业联盟，鼓励行业通用认证标准建设，建立全面有效的统计体系，为政策制定提供依据

### 注重发展与安全， 推进低空空域管理改革

- 1、以安全为底线，改革低空空域管理体制，加强低空领域央地协同联动机制；
- 2、出台低空经济发展支持政策，探索商业无人机和消费无人机融合运行模式与管理机制，制定无人机空域划设管理办法，明确无人机运行规则；
- 3、构建统一的低空航行审批、管控指挥、空域划分等管理机制

### 注重硬件和软件的关系， 加快低空基础设施建设

- 1、建设低空智能融合基础设施系统；
- 2、加大对低空基础设施建设的投资力度，提高空域资源的供给能力；
- 3、围绕搭建实验性传感、定位/导航、通信和监控基站设施，鼓励和支持私人和企业投资低空基础设施建设，打造区域物流配送中心、运营中心、结算中心和快件处理中心，促进公私合作，实现共赢发展

### 注重政府和市场的关系， 激活低空市场主体动能

- 1、推动有为政府与有效市场结合；
- 2、推动多元化的低空消费服务类市场发展；
- 3、打造低空经济产业示范园区以及总部研发与制造基地；
- 4、扩大低空公共服务领域应用

### 注重科研与技术发展的关系， 提升自主创新能力

- 1、在国防安全方面，应加大通用航空器核心零部件的国产化研发投入；
- 2、在软联通的服务支持方面加大对智能化、自动化运营平台和管控技术的研发投入；
- 3、要加强科研机构、企业和高等院校之间的合作，解决科研人员激励问题、知识产权保护问题和科技成果转化难的问题



## 4.3 开展整机产品迭代，充分满足商业化应用的高要求

- **低空经济的整机端：推进综合性能提升，切实满足商业化应用要求。**我们认为，eVTOL将是未来低空经济发展的重要载体，围绕eVTOL目标用户高效、舒适、实用、环保等核心需求及应用场景，基本性能体现为巡航速度、巡航高度、续航时间、最大航程、最大起飞重量、有效载荷等指标，整体来看需要具备飞行安全性、运行可靠性、运营经济性、适航符合性等七大特征才能真正投入商业化应用。

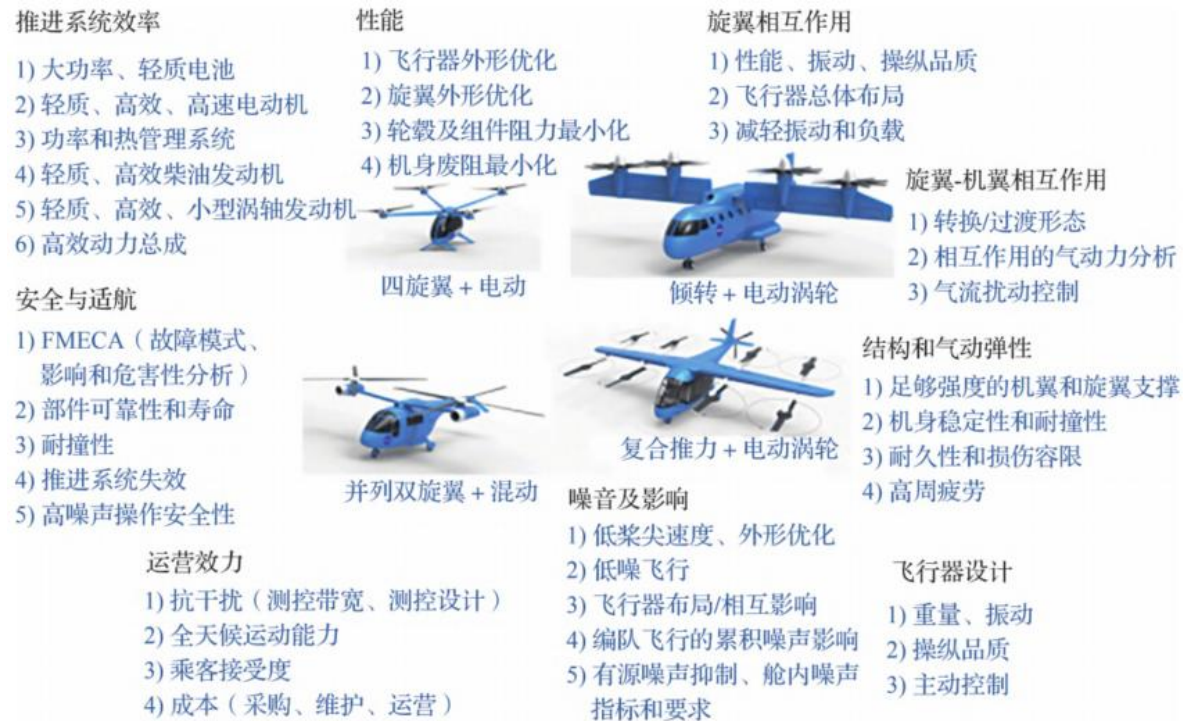
图：eVTOL的七大总体性能特征

	重要性	提升路径
<b>飞行安全性</b>	eVTOL运行场景是在人口稠密的大城市或城市群内部，由于运行场景的复杂性、空中运行的风险性、运营环境的不确定性，具备足够高的安全性是前提条件	eVTOL用电池代替燃油箱、用电机代替发动机、用旋翼取代螺旋桨，采用分布式动力系统、自动避障、自动驾驶、敏捷机动以及冗余配置、应急恢复等技术，或配备整机降落伞，大幅提升飞行安全性
<b>运行可靠性</b>	由于运营环境复杂多变及现有技术限制，eVTOL实施机动性载人载物或特种作业，面临着低空空域、智能飞行器、运行场景等安全风险	eVTOL主要采取纯电推进和混电推进两大类型新能源动力系统，应用分布式电力推进（DEP）技术耦合、碳纤维复合和钛合金材料制造等，通过创新设计推进机身集成，优化机体设计与布局，以提高推进效率、减少飞行器阻力、提高升力或控制能力，同时减轻整机重量
<b>绿色环保性</b>	eVTOL可以减少城市内的交通拥堵以及对化石燃料的依赖，符合碳中和、碳达峰的航空交通未来趋势	eVTOL绿色环保性能主要体现为采用新能源应用的DEP系统与降噪技术
<b>运营经济性</b>	只有依靠大规模商业化应用，eVTOL才能降低生产成本和运营成本，才能带来长期的市场优势和竞争力	相对于直升机，eVTOL拥有更少部件，更易于维护、飞行更安全且操作成本更低，无论是设计、生产、维护、运营都降低了成本。目前，eVTOL生产成本主要是电池成本与复合材料制造等，运行成本主要包括拥有成本分摊、飞行成本和维护成本三项
<b>智能自主性</b>	eVTOL智能驾驶技术主要包括感知、决策和控制三部分，可实现对低空气象环境的感知、决策与控制，以及在遇到不确定情况或错误时，能够快速实现应急恢复与安全降落	为了实现全自动运行，飞行控制系统必须具有更高的复杂度和极高的容错性能，这需要海量的容错逻辑链条来支持eVTOL高度自动化运行，目前重点着眼于人机混合决策技术，同时深入探索各类先进智能化控制理论的应用
<b>适航符合性</b>	eVTOL取得各国航空管理认证是实现商业化最难的重要关口，也是现在最不可预测的重要因素。各个国家对于新型商用航空器认证的流程可能不同，但无一例外的严格	需要在有效载荷、噪音、动力分配、安全性等多方面因素中取得平衡，要求设计研发时在功能、安全性、性能、研制和运行成本、研制风险等方面权衡，并建立以适航认证为目标的适航管理系统、质量管理体系、生产管理系统和安全管理系统，通过航空主管部门的审定流程与符合性认证
<b>体验舒适性</b>	载人eVTOL除了航程、巡航速度、安全冗余等要求外，还应让乘客感受到高效、便捷、舒适的飞行体验	eVTOL乘客的飞行体验，主要与安全信赖感、乘坐质量、飞行稳定性、舱内噪音、座椅设置、乘客视野、隐私保护等密切相关

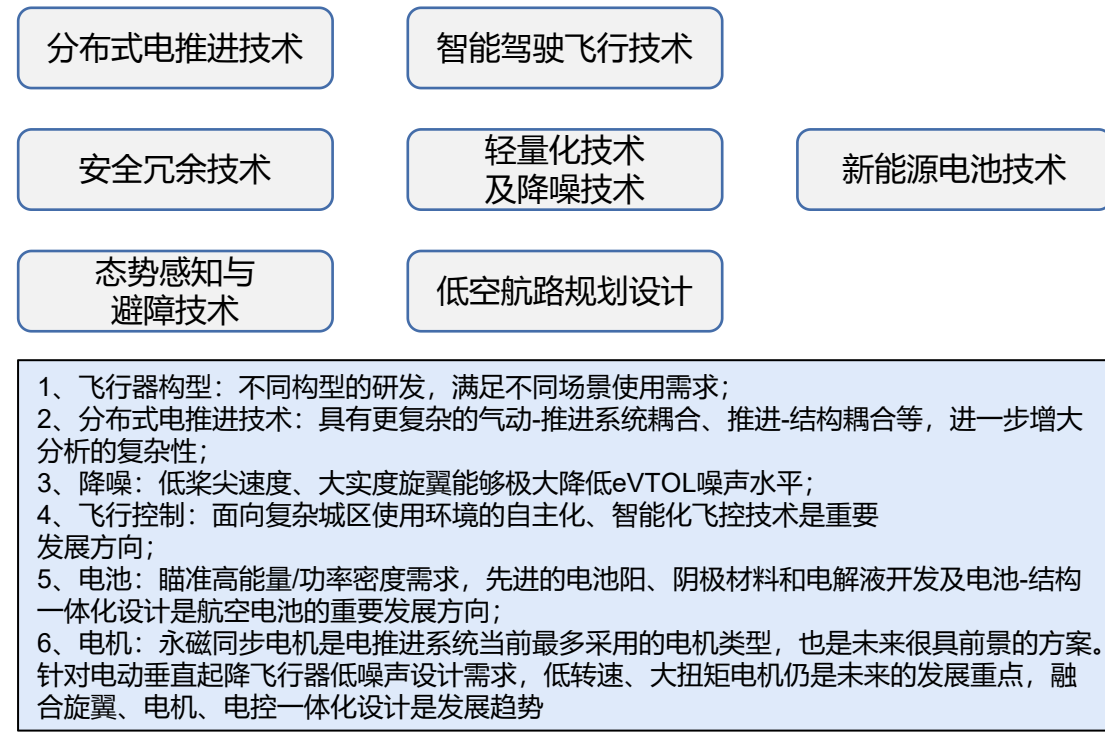
## 4.3.1 把握整机核心技术，突破关键瓶颈问题

- 由于能量来源转变及电推进系统等的应用，eVTOL的总体构型和参数设计发生变化。相较于燃料动力系统驱动的传统飞行器，eVTOL由于能量来源的转变、新型推进系统的应用，总体设计发生变化，且会导致布局选型的差异，需要对各种参数设计重新推导和评估。NASA以几种主要的eVTOL构型为基础，总结出关键的整机开发研究领域、以及未来的重点发展方向，包括推进系统效率、安全与适航等多方面性能要求。
- 进一步突破整机核心技术，是eVTOL规模商业化的重要前提。eVTOL采用分布式电推进技术、智能驾驶飞行技术、安全冗余技术、轻量化技术及降噪技术等，还需重点解决态势感知与避障技术、智能驾驶技术、低空航线网络、电池技术等核心技术难题，以实现长航时、大航程、零排放、低碳化、低成本、大载荷等开发目标。

图：NASA提出的eVTOL研究领域



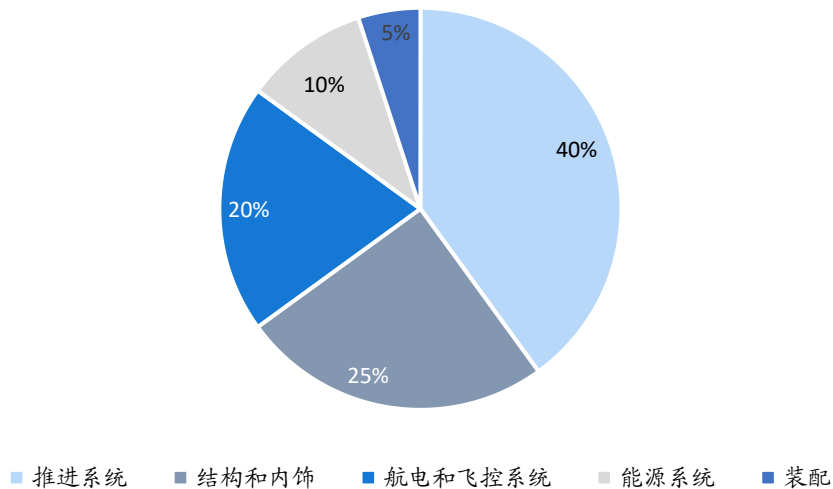
图：eVTOL发展需要进一步突破的关键核心技术



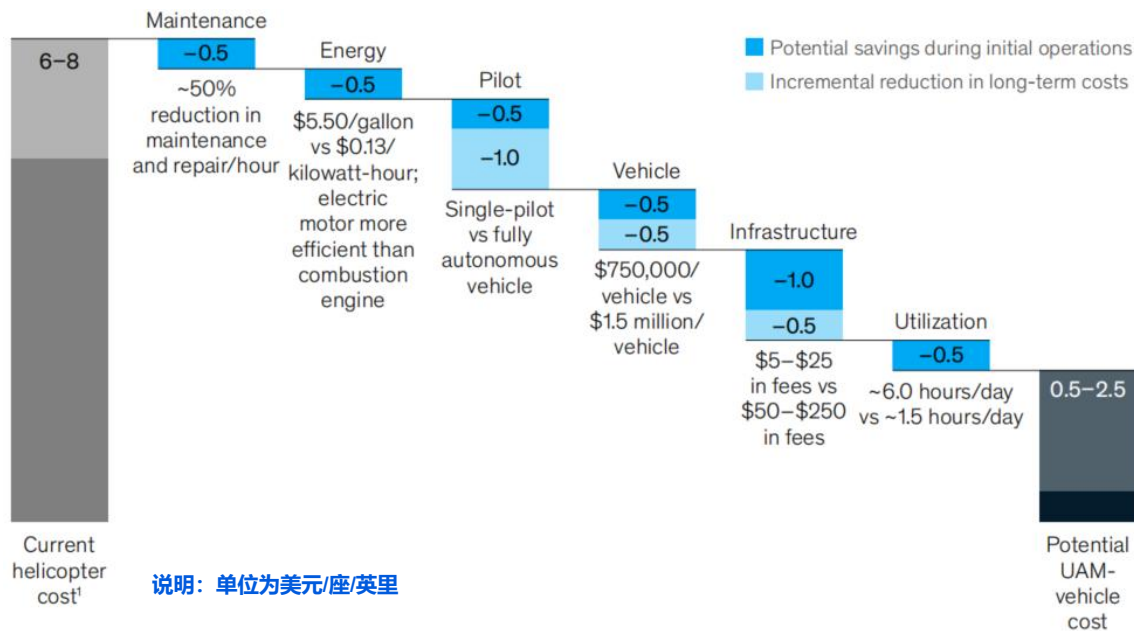
## 4.3.2 同步推进eVTOL生产成本降低，强化运营成本优势

- **eVTOL成本拆分：三电系统占主要份额，性能升级的同时降低整机成本是主要课题。**根据eVTOL制造商Lilium发布的报告，矢量推力型产品造价250万美元，从价值量拆分来看，推进系统占比达到40%、能源系统10%，因此电池、电机、电控构成的三电系统占据主要份额，其次是结构和内饰占比25%，航电和飞控系统占比20%。整体看eVTOL造价相比传统直升机已有优势，未来在降本提质方面依然有较大改善空间。
- **规模应用阶段，eVTOL的运营成本或显著低于传统直升机。**根据麦肯锡发布报告，eVTOL作为未来城市空中交通UAM的主要载体，规模化运营成本有望控制在0.5-2.5美元/座/英里，相比目前直升机6-8美元/座/英里的运营成本将有显著下降。

图：Lilium的eVTOL成本拆分，推进系统占比达到40%



图：UAM规模化运营成本有望在0.5-2.5美元/座/英里





## 4.3.2 同步推进eVTOL生产成本降低，强化运营成本优势

□ eVTOL在典型场景开展规模运营，全生命周期利润已相当丰厚。选取空中游览、城际出行两种适合eVTOL规模导入的场景，从运营商角度看，在成熟的商业化体系下，每年分别可实现利润约11.9、59.3万元，全生命周期利润分别约143.1、711.5万元，盈利较为丰厚。

表：两种出行场景下，eVTOL全生命周期利润测算

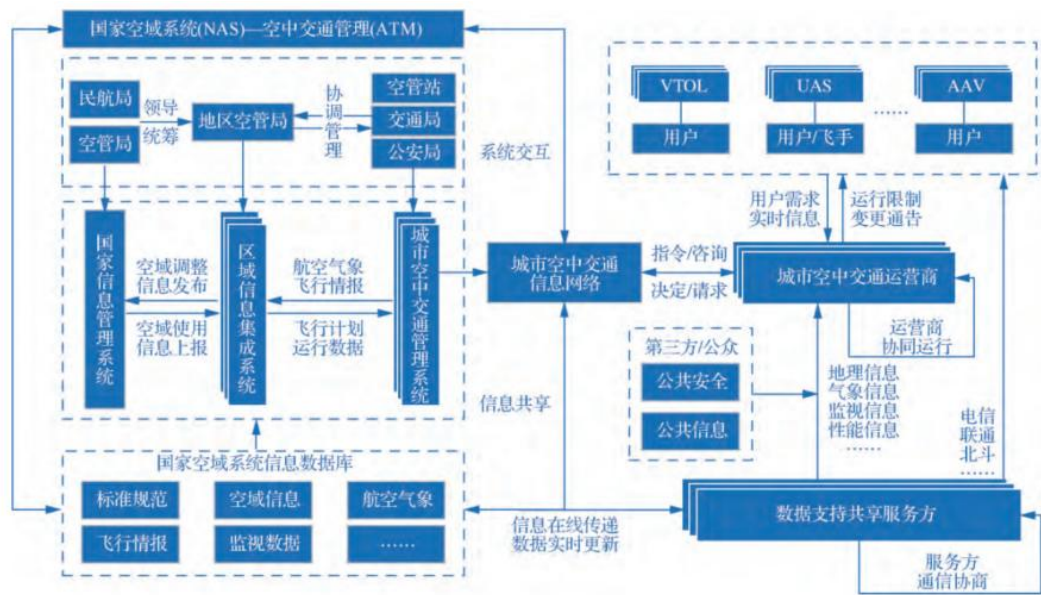
参数	空中游览	城际出行	备注
	亿航智能EH216-S同构型	峰飞航空盛世龙同构型	
初始购置成本/万元	239	1000	
电池电量/kWh	21	110	
整机寿命/年	12	12	
每年执飞次数	2500	3800	
每年执飞时间/h	1000	2000	每次执飞时间分别约为0.4h、0.5h
电池更换总成本/万元	88.2	363	电池价格假设3元/Wh，分别更换14、11次
电机更换总成本/万元	32	320	全生命周期分别更换2、4次
<b>总设备成本/万元</b>	<b>359.2</b>	<b>1683</b>	
单次充电/元	21	55	电费假设1元/kWh
单次折旧/元	119.7	369.1	
单次基建/元	50	100	
单次驾驶费/元	0	100	空中游览-无人驾驶；城际出行-有人驾驶
单次运营费用/元	190.7	624.1	
单次运营利润率%	20%	20%	
单次总收入/元	238.4	780.1	乘客数量分别为2、4人
每年利润/万元	11.9	59.3	
<b>全生命周期利润/万元</b>	<b>143.1</b>	<b>711.5</b>	



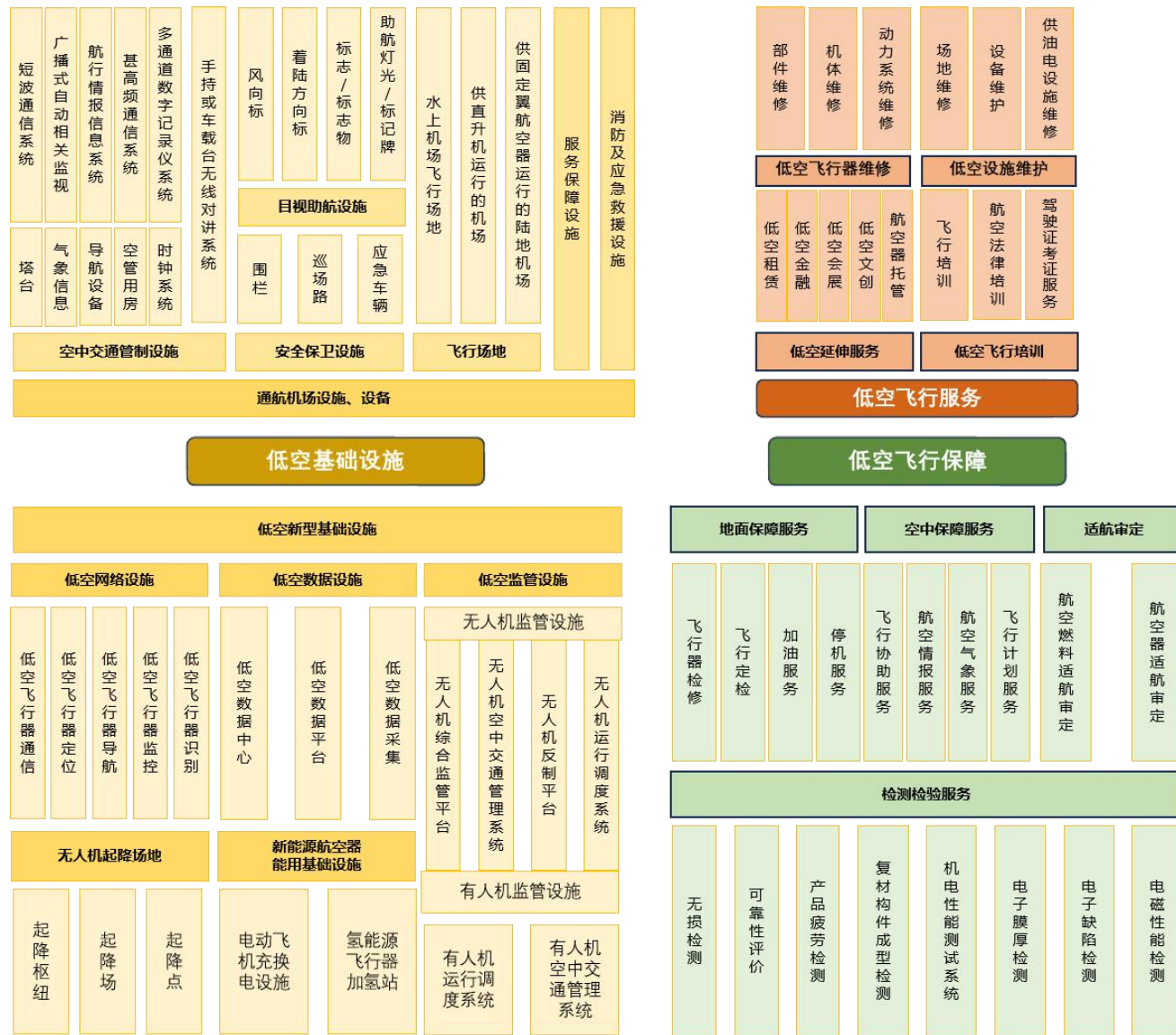
# 4.4 建设全面完善的配套体系，助推低空经济规模化

低空经济的规模化铺开需要完整的UAM管理体系、完善的基础配套支持。中国UAM发展处于起步阶段，未来大规模应用的前提之一在于构建完整的UAM管理体系框架，主要包含UAM管理平台、UAM信息网络、UAM运营商及数据支持共享服务方等。同时，全面完善的配套体系建设是低空经济能否规模商业化的核心，包括各类低空基础设施、低空飞行保障和低空飞行服务，持续铺开推进产业发展良性循环。

图：中国未来城市空中交通管理体系框架



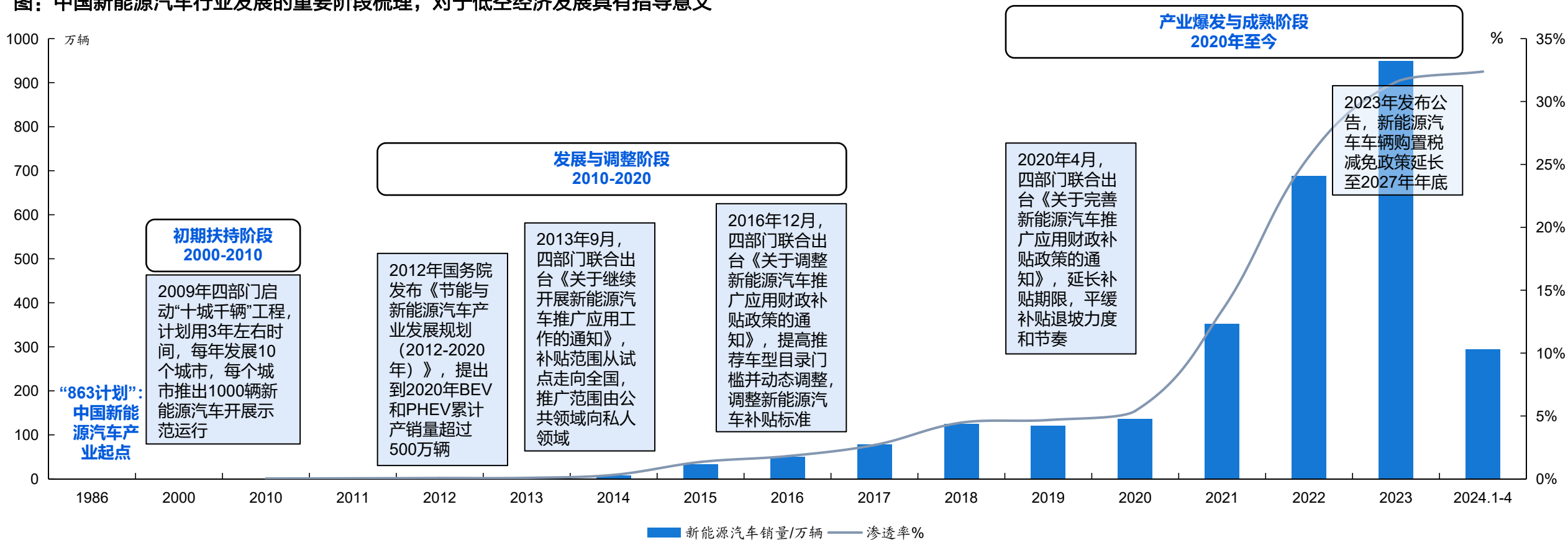
图：全面完善的配套体系建设是低空经济能否规模商业化的核心



## 4.5.1 中国新能源汽车的成功范例，或有望在低空经济上复现

□ 以中国新能源汽车发展为鉴，低空经济发展或站在类比新能源汽车2010年前后的启动阶段。回顾中国新能源汽车市场，“863”计划是起点，随后21世纪初起，基本以十年为一个发展阶段，经历政策扶持的培育阶段、逐步发展和调整阶段、产业爆发和迈入成熟阶段，我们认为新能源汽车发展经验对低空经济有重要的指导意义，类比新能源汽车，当前中国低空经济或处在2010年前后的新能源汽车启动阶段，扶持政策密集释放，展望未来，我们认为依托先进的工业基础，在安全稳步推进的前提下，低空经济的各个发展阶段或将有所缩短，更快迈入细分场景。

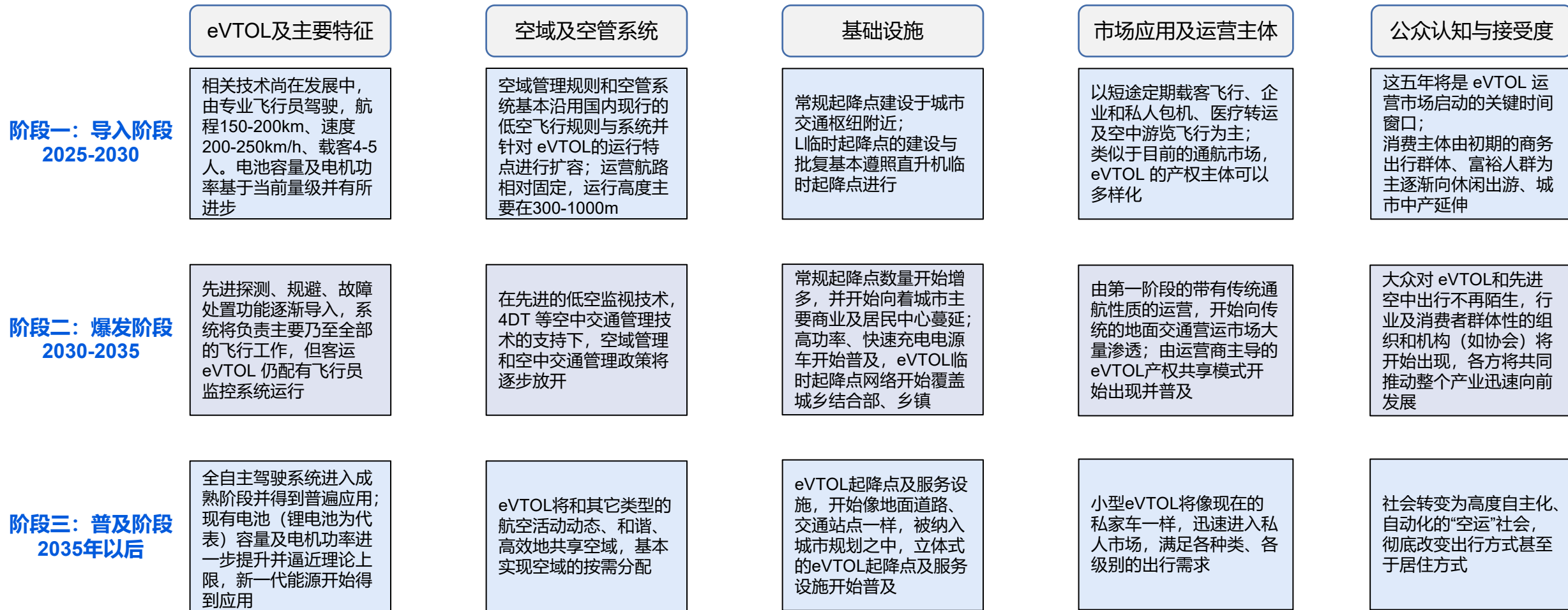
图：中国新能源汽车行业发展的关键阶段梳理，对于低空经济发展具有指导意义



## 4.5.2 eVTOL发展或分三阶段渗透，长周期维度下实现出行方式变革

□ 综合考量技术、市场、政策等多方面影响因素，eVTOL为主导的UAM发展或分三阶段渗透。以“技术先行、应用跟进”的发展规律为指引，eVTOL为主导的UAM发展或历经导入阶段（2025-2030）、爆发阶段（2030-2035）和普及阶段（2035年以后），最终实现出行方式的变革。

图：eVTOL为主导的城市空中交通的发展三阶段演绎





## 五、解构低空经济产业链，聚焦eVTOL高价值量环节的投资机遇

5.1 低空经济产业链图谱：从整机到配套酝酿全新的产业机遇

5.2 聚焦eVTOL整机供应链，多维度评析优选国产化潜力环节

5.3 剖析eVTOL各环节壁垒与格局，看好国产自主复刻电车全面突围

5.3.1 整机：技术未定持续升级，全球探索商业化，中国提速推进适航取证

5.3.2 能源系统：推动高水平动力电池开发，国产厂商布局领先

5.3.3 推进系统：电机电控主要随整机适航取证，国产加速开发与配套

5.3.4 航电系统：高壁垒下eVTOL发展或催生新需求，国产机遇大于挑战

5.3.5 关键材料：碳纤维等迎来新增长空间，推动国产迈向高端化

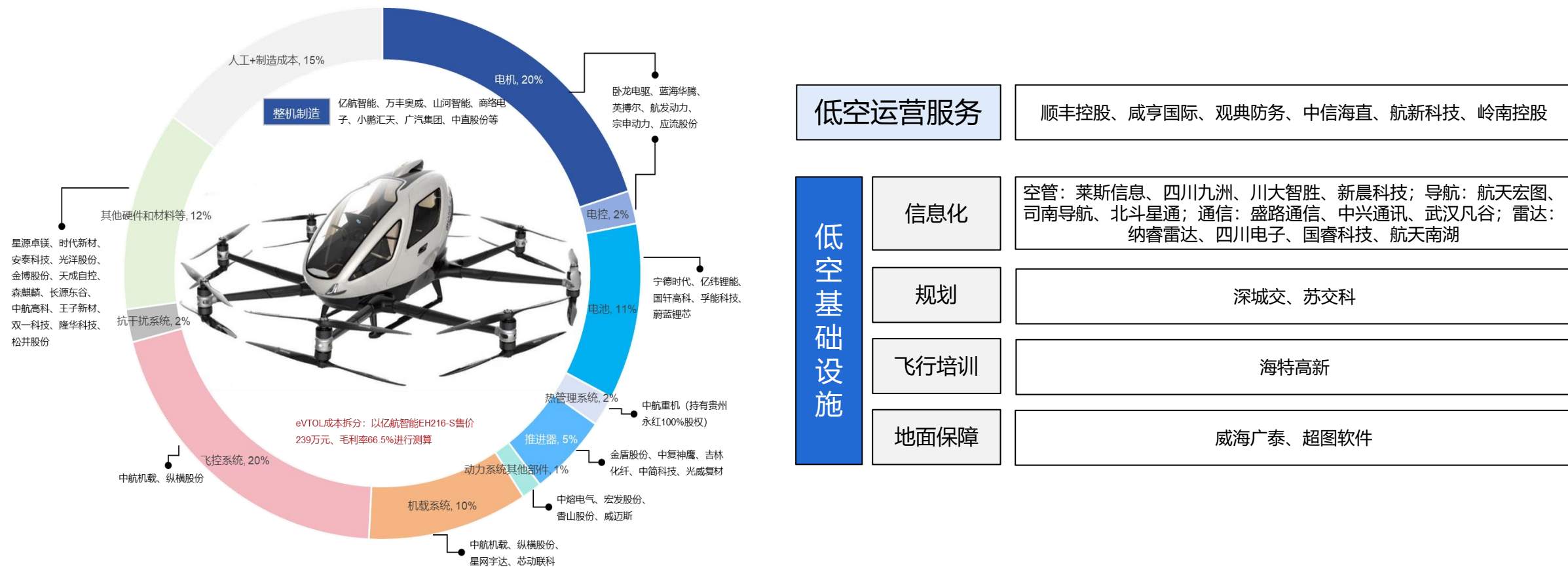
5.4 整机产业链重点公司梳理：低空风起，各环节厂商蓄势待发



# 5.1 低空经济产业链图谱：从整机到配套酝酿全新的产业机遇

低空经济将带来出行方式的变革，包括交通工具和配套的转变。未来有望以搭载eVTOL为主要的低空出行方式，在交通工具层面向电动化转型，整机成本构成上三电占据主要份额，此外还包括机载系统、飞控系统、抗干扰系统、其他硬件和壳体等；在低空经济配套方面主要包括基础设施和运营服务。交通工具和配套的成熟与完善是推动低空经济发展的重要前提，各模块对应的相关企业正在积极布局低空业务。

图：以搭载eVTOL为主要的低空出行方式下的低空经济产业链图谱



资料来源：亿航智能公司公告、《亿航智能城市空中交通系统白皮书》、亿航智能官网、Lilium、爱采购、深圳市电池行业协会微信公众号、国海证券研究所部分细节数据来自国海证券研究所估算/推测

## 5.2 聚焦eVTOL整机供应链，多维度评析优选国产化潜力环节

- 适航认证构筑eVTOL整机开发高壁垒。**航空部件认证遵循的三部重要适航标准包括DO-160、DO-178和DO-254，其中DO-160适用对象是航空电气电子设备和环境适应性，DO-178则适用于软件开发的认证，DO-254则是航空电子硬件设计保障指南。航空级标准高于车规级，因此需要开展产品迭代，产品开发难度提升的同时亦增强产品壁垒。在开发保证等级DAL方面，按照从低到高的等级要求分为E级、D级、C级、B级和A级，等级越高质量提升、但投入也增加，因此需要根据应用场景选择不同的开发保证等级。
- 多角度分析eVTOL整机供应链，多环节可顺利推进国产化，但仍然存在部分瓶颈环节，有待持续提升。**我们分析eVTOL供应链各环节的壁垒、格局、适航认证要求和国产化率，我们认为在能源系统、部分机载系统、机身结构和内饰等环节可快速推进国产化，电驱动、飞控系统、关键材料等环节亟待国产厂商继续升级。我们认为在政策大力支持和先进工业基础条件下，瓶颈环节或有望更快突破，推动多元场景逐步渗透。

图：航空部件认证遵循的三部重要适航标准以及开发保证等级

适航标准	适用对象
DO-160	涵盖所有航空电气电子设备（航空电子学）的标准步骤和环境测试标准
DO-178	机载系统和设备合格审定中的软件考虑
DO-254	航空电子硬件设计保障指南

开发保证等级 DAL	A级 ≤1E-09 灾难性	B级 ≤1E-07 危险	C级 ≤1E-05 重要	D级 >1E-05 轻微	E级 NA 无影响
		需要独立性		需要独立性	

表：eVTOL整机供应链各环节的壁垒、格局、适航认证要求和国产化率

类型	技术壁垒	当下产业格局	适航认证	国产化率
电池	高	车用动力格局集中	需要	高
电机	高	海外航空级较优		当下海外较优，国产积极布局
电控	较高	—		国产积极布局
机载系统	高			海外发达，国产持续发展
飞控系统	高			海外发达
机身结构	较高			可国产化
内饰	一般			可国产化
关键材料	高			高DAL要求下依赖进口

## 5.3.1 整机：技术未定持续升级，全球探索商业化，中国提速推进适航取证

□ eVTOL整机端技术未定，展望未来倾转构型与复合翼构型具备较好增长潜力。eVTOL有不同技术路线，从技术难度和结构复杂性上看，多旋翼技术难度低，倾转构型和复合翼构型相对复杂，其中倾转涵道技术难度最高。各类构型的应用场景存在差异，长远来看，复合翼方向兼顾实现可行性及先进性，倾旋构型更为先进，随技术端不断成熟，或成为未来UAM的主流出行选择。

□ 整机设计重点关注几大性能指标，仍有待持续升级。eVTOL整件设计过程中，重点考虑航程、有效载重、巡航速度、能量效率、功率保持率、经济性、环境影响和安全性等关键指标，需要不断迭代升级。

图：电动飞行汽车关键性能指标



表：不同技术路线的eVTOL对比

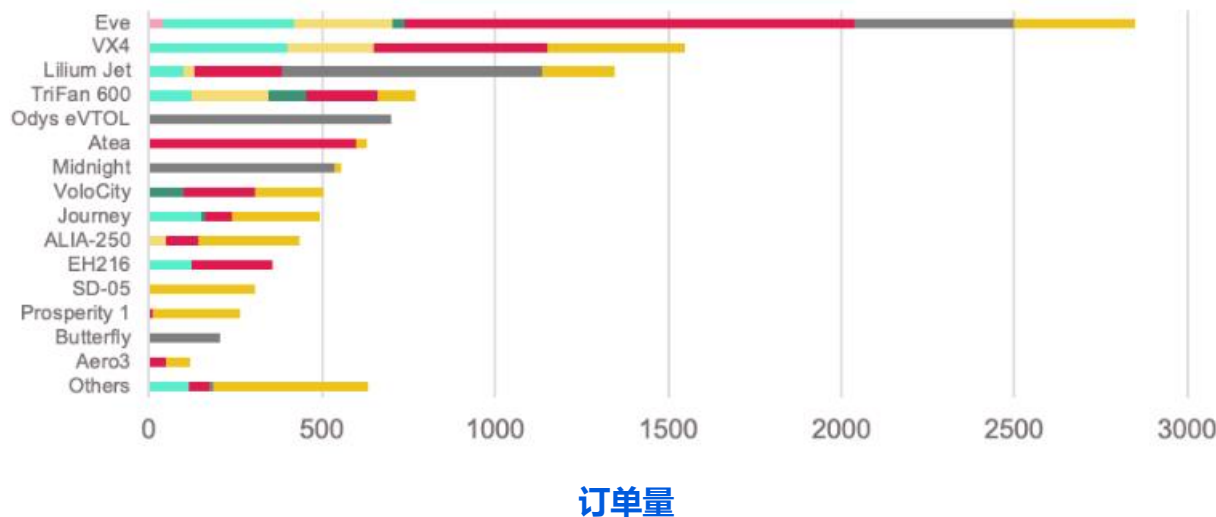
技术路线	特点	优势	劣势	代表机型
多旋翼	分布式旋翼设计，多旋翼同时工作，没有机翼或有短机翼，飞行器巡航时也依靠推进器提供全部或部分升力，起飞和着陆是通过旋翼提供升力来完成	技术风险和研制难度较低，具有悬停状态的最佳效率	能效不高、航程有限、速度较慢、使用场景局限	Volocopter 2X、亿航EH216-S
复合翼	设计直接简单，飞行控制系统简单，有机翼，有独立的螺旋桨分别提供升力和巡航推力	优良的技术性能，较快的研制速度，较低的研制风险和成本，生产和维护简单，监管部门熟悉的适航路径和符合性方法	垂直升力系统在平飞阶段是死重并且产生额外阻力	Beta Alia-250、Wisk Cora、峰飞V1500M盛世龙
倾转构型	有机翼，由任一矢量推进器既提供垂直升力也提供水平巡航推力、倾转构型包括但不限于倾转翼、倾转旋翼、倾转涵道	重量较轻、推力大，效率相对高，死重相对少，在速度和航程上均有优势	机械设计和飞控系统复杂，开发和试飞难度大，研制风险和成本较高，较长的研制周期和适航认证过程	倾转旋翼：Joby 4S、Vertical VX4 倾转机翼：Dufour Aerospace Aero3 倾转涵道：Lilium Jet
倾转涵道风扇+完全矢量控制	有机翼，无控制舵面，将涵道风扇与倾转机翼融为一体，通过调节电动涡扇的输出，配合机翼整体倾转角度，形成不同的控制力矩，升力、推力、航线和姿态控制均由倾转涵道风扇提供	较好的动力系统可靠性和噪声控制，消除开放性螺旋桨在安全方面的隐患	存在研制风险，高速旋转部件耐久性差，不易维护，中低速时在重量、成本、效率等方面存在劣势	Lilium Jet、NASA-XV24A
隐藏式推进系统+无翼设计	无翼设计，有一个隐藏的推进系统，配备数个涵道风扇，流线型车身	飞行速度和续航能力较好，外形科幻	制造成本高，推进器固定，无法实现推力的平衡	Bellwether Volar



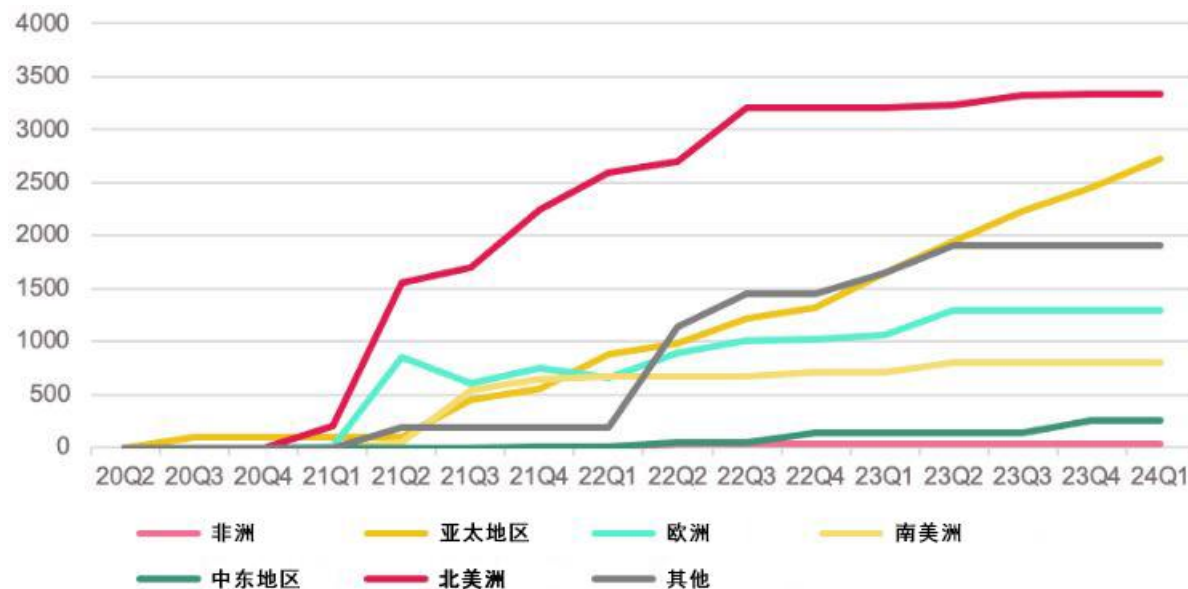
## 5.3.1 整机：技术未定持续升级，全球探索商业化，中国提速推进适航取证

- 全球eVTOL订单已破万台，北美洲和亚太地区份额领先。据Cirium统计，截至2024年4月3日，全球eVTOL行业的订单量已超过万台，其中EVE Air Mobility和Vertical Aerospace依然是订单榜的前二名生产商。从全球eVTOL订单的分布区域及各区域逐季增长情况看，目前北美洲和亚太地区份额领先，但北美洲增长率已有所下降，过去6个月订单量的80%来自亚太地区。行业持续有新进入者加入，参与热情依然饱满。

图：全球eVTOL订单量排行，截至2024年4月3日总订单数超过万台



图：全球eVTOL订单变化趋势





## 5.3.1 整机：技术未定持续升级，全球探索商业化，中国提速推进适航取证

- 全球eVTOL行业积极探索商业化落地，中国市场提速推进产品取证。**海外UAM市场正在逐渐接近最初的运营目标日期，德国Volocopter计划在2024年巴黎奥运会和残奥会执行空中出租车服务，北美及欧洲等区域的eVTOL生产商也有望在2025年开始陆续开展商业化。中国有望成为全球商业化推进最迅速的市场之一，2024年4月亿航智能的EH216-S获得全球eVTOL行业内首张PC，成为eVTOL行业唯一获得TC、PC、AC三证的产品，未来中短期或将有更多国产eVTOL产品获得相应认可，铺平商业化道路。

表：国内外主要eVTOL认证进展与目标

国别	厂商	机型	认证进展	计划目标
美国	Joby	S4	已获美国空军军用飞行许可，已获批FAA23部的G-1文件，已进入TC认证流程的实施阶段，FAA发布针对Joby eVTOL机型的适航审定专用条件，已向英国民航局申请适航审定	因FAA认证标准变化，推迟至2025年开始空中出租车业务
	Archer	Maker	已获FAA的特殊适航认证，已获批FAA23部G-1适航审定基础性文件	计划在2024年底获得FAA认证，并开始商业空中出租车服务
德国	Volocopter	VoloCity	第1家获得EASA设计保证体系认证，已获批EASA对其设计和生产的批准，已获得载人或无人飞行许可	2024年巴黎奥运会和残奥会执行空中出租车服务
英国	Vertical Aerospace	VX4	2022年9月，获得英国民航局的飞行许可	计划2025年底获得适航认证、2026年投入运营
巴西	Eve UAM	Eve	已进入巴西民航局飞机型号认证阶段，已确定型号合格证认证流程，已申请巴西民航局的23部正常类飞机适航审定	计划2025年底获得适航认证、2026年投入运营
中国	亿航智能	EH216-S	已获得FAA、CAAC、挪威民航局、加拿大交通部4国特许飞行运行许可证。eVTOL行业唯一获得TC、PC、AC三证	持续推进商业运营
	峰飞航空	盛世龙（载人）	向欧盟局方EASA提交的TC申请已于2023年2月获得受理；2024年4月中国民航华东地区管理局正式受理TC申请	持续推进商业运营
		V2000CG（载物）	2024年3月，获颁型号合格证TC	

## 5.3.2 能源系统：推动高水平动力电池开发，国产厂商布局领先

- 动力电池质量水平与eVTOL性能紧密相关，且eVTOL发展对电池性能要求相比电动汽车全面提升。动力电池的能量密度、安全性、快充能力和循环寿命影响eVTOL的主要关键性能，尤其是动力电池的能量密度，直接决定eVTOL的航程、有效载重、能量效率、经济性和环境影响等关键指标。同时，eVTOL独特的运行剖面 and 任务循环以及苛刻的运行环境对动力电池提出更高的要求，包括航空级别的安全性、高可靠性、高能量密度，以及频繁快速的充放电能力、复杂环境下的功率性能等。
- 未来面向UAM仍需继续推进高安全高比能高功率长寿命电池的开发。固态电池是热门开发方向，围绕电池材料、结构和体系等有待进一步升级。

图：航空级电池的研究热点方向及改进方向

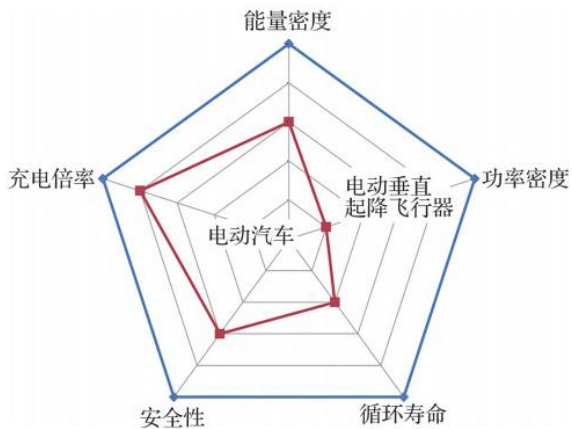
### 先进技术

固态电池：比能量高、安全性好，是研究热点。但仍存在电解质导电能力低、电极界面离子传输能力低、固体电解质裂纹导致的锂枝晶短路、金属锂负极的安全性等问题

### 改进方向

- 改进电池关键材料和结构，提高锂离子电池本身的稳定性；
- 电池与机身一体化集成，进一步提升电池结构效率和成组效率；
- 设计电池管理系统使锂离子电池在合适、稳定的工作窗口内运行，及早对热失控风险进行预警和干预；
- 设计电池热管理系统，使锂离子电池能够在理想温度范围内运行，同时针对锂离子电池热失控导致起火和燃烧的特点，研发高效的阻燃或灭火剂，进行消防系统设计

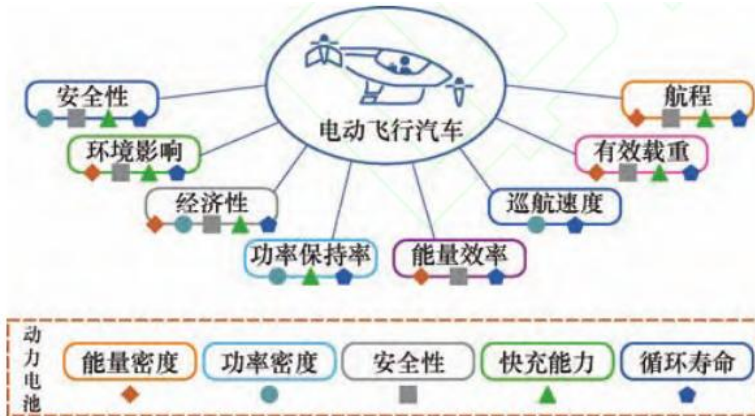
图：相比电动汽车，eVTOL对电池综合性能要求更高



图：eVTOL电池与车用动力电池的技术指标对比

应用领域	化学体系	形状	关键指标					
			能量密度 (Wh/kg)	正极	负极	快充 (80%电量)	倍率	续航 km
EV汽车	三元体系 (NCM)	圆柱	300	高镍	石墨/低硅 (5%)	30min ~1H	1C~2C	500+
		软包	290~300	高镍	石墨			
		方形	250	中镍	石墨			
	磷酸铁锂 (LFP)	软包	200	磷酸铁锂	石墨			
方形		180	磷酸铁锂	石墨				
eVTOL	三元体系 (NCM)	圆柱	320	高镍	石墨高硅 (30%)	15min	12C	300+

图：eVTOL的各项指标均与动力电池性能有关



## 5.3.2 能源系统：推动高水平动力电池开发，国产厂商布局领先

- 全球主流电池企业加快推进航空级电池量产，锂电体系将继续在低空飞行器中作为主流动力系统不断发展。《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030年）》提到，加快布局新能源通用航空动力技术和装备，推动400Wh/kg级航空锂电池产品投入量产，实现500Wh/kg级航空锂电池产品应用验证。全球主流电池企业积极布局航空级电池产品，2023年宁德时代发布单体能量密度最高可达500Wh/kg的凝聚态电池，能够满足航空级质量要求。我们认为，锂电作为电动车主流动力技术，将继续在低空领域扮演重要角色，技术迭代加快、推动eVTOL商业化。

表：电池企业积极推进航空级电池产品布局与应用

全球电池企业航空级电池产品研究进展情况

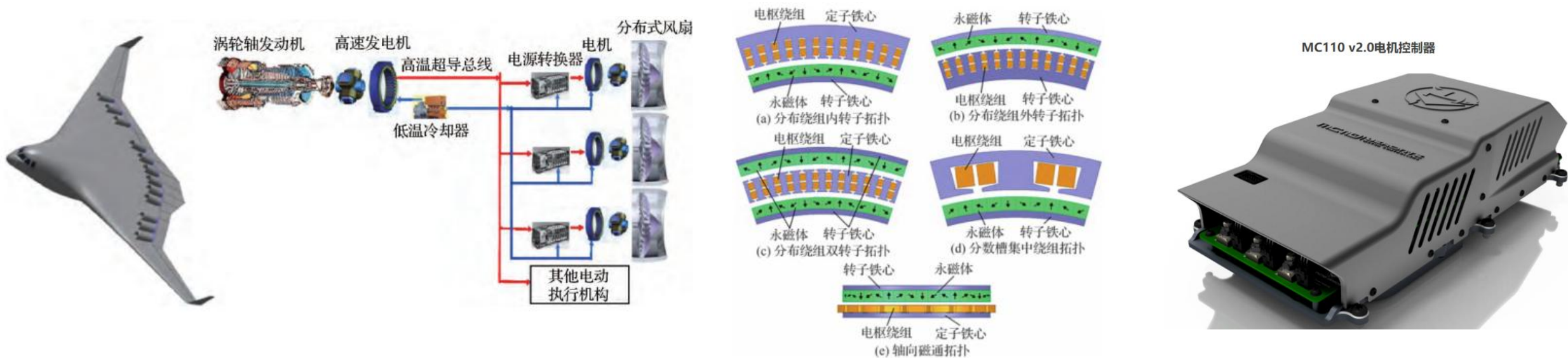
全球电池企业航空级电池产品研究进展情况	
宁德时代	2023年4月，公司发布凝聚态电池，其单体能量密度最高500Wh/kg，且满足航空级质量要求
孚能科技	2023年，与国际某头部 eVTOL 制造商达成合作并已交付产品
正力新能	公司正式对外发布赋能三维交通领域的航空级战略产品—正力·航空电池。该电池能量密度高达320Wh/kg，在兼顾高能量密度的同时,依然可以满足20%SOC下，12C的大倍率放电性能
国轩高科	与亿航智能达成战略合作，共同研发专为无人驾驶飞行器设计的电芯、电池组、储能系统和充电基础设施
亿纬锂能	公司在飞行汽车、无人机等低空领域已有相关电池产品的布局和应用
中创新航	与小鹏汽车深度绑定，针对低空出行开发的新锐9系高镍 / 硅体系电池，在保证高功率、高快充能力的同时，实现轻量化和安全性能的跨越式提升
力神	2024年1月，力神电池完成全新一代能量密度达402Wh/Kg半固态电池开发，该产品未来将主要瞄准超长续航中高端电动汽车，以及eVTOL(电动垂直起降航空器)等领域
欣视界	亿航智能宣布与欣视界合作开展适用于亿航智能自动驾驶飞行器(AAV)产品的固态锂电池研发与生产。欣视界第一代能量密度 450Wh/kg的6Ah-50Ah 产品已经取得了相应测试和认证报告并且具备量产能力
Molicel	能元科技(Molicel)已经成为eVTOL初创企业Vertical Aerospace研制的VX4五座倾转旋翼eVTOL的电池供应商，与美国航空公司ArcherAviation共同宣布，将为Archer旗下eVTOL Midnight提供21700锂三元高镍电池
CustomCells	德国电动航空公司Lilium的电池供应商，其应用在空中交通领域的电池为高性能的软包和圆柱形电池
SES	2023年12月，锂金属电池企业SES AICorporation(SES)宣布，已与一家车企正式签署锂金属电池B样品协议，这是全球锂金属电池领域首次进入B样阶段，预计将于2025年实现量产。SES对锂金属电池在城市空中交通领域的应用较为关注



### 5.3.3 推进系统：电机电控主要随整机适航取证，国产加速开发与配套

- 电机与电控技术是电推进系统的重要构成，为满足eVTOL电推进系统的严苛性能要求，依然需要持续开展技术创新和突破。电机系统作为电推进系统中的核心动力单元，主要包括电机和电机驱动器，直接决定电推进系统的能源利用率和推进效能，永磁同步电机是较具前景的方案之一；电机控制器主要用于调节推进电机的转速和转矩，其控制响应精度直接影响飞行器推力控制精度。在技术创新层面，新型电机材料、先进制造工艺和新型电机拓扑结构是提高推进电机功率密度、转矩密度、效率和可靠性的关键；大功率耐高温功率模块和智能化、高鲁棒性电机控制技术则是电机控制器的重要发展方向。
- 推进系统应用分布式布局技术，结合油电混合或是eVTOL推进商业化的优选路径之一。分布式推进主要是为了获得更高效率的推力系统，同时降低飞机的噪声，使飞机具备短距离起降甚至垂直起降的能力。同时在现有技术条件下，油电混合推进能量密度优势明显，可以提升飞行器单种动力在宽工况下的效率，能够满足长航时需要，因此是eVTOL加快商业化的重要路径之一。

图：基于进气道 / 喷管 / 机翼结构一体化设计的分布式混合电推进系统      图：径向磁通和轴向磁通永磁同步电机的拓扑结构      图：专为eVTOL飞行器开发设计的电机控制器





### 5.3.3 推进系统：机电电控主要随整机适航取证，国产加速开发与配套

- eVTOL电机的航空等级构建其高壁垒的产品特性。整体而言，eVTOL电机需要达到航空级，等级高于车规级，需要具备高安全性、高环境适应性、高功率密度和长寿命等特征，因此产品的开发难度高于车用电机。根据不同的功率等级，所涵盖的机型从工业无人机、eVTOL到支线飞机，通常大功率级别壁垒更高。
- 主要的航空级电机参与厂商包括三类阵营，一般而言电机与主机厂绑定进行适航认证。从目前的电机格局看，包括自研电机的主机厂、海外发动机厂商、国内机电电控厂商等。目前，电机厂商的打法基本是和主机厂进行绑定，配套主机厂开展适航认证。

表：不同功率电机的主要应用机型

类型	功率	适用机型
小功率	2-30kW	工业无人机及1~2座eVTOL
中功率	50-175kW	4座载人eVTOL
大功率	200-1000kW	十几座到几十座的支线飞机

图：eVTOL电机需要达到航空级，应具备四大特征

高安全性	至少需要留出50%的性能余量作为冗余设计
高环境适应性	无论是高低温、湿热、低温低气压等严苛环境，电机都能够稳定工作
高功率/高扭矩	电机性能强以增强使用体验，高功率密度下实现轻量化
长寿命	长寿命可显著降低eVTOL运营成本

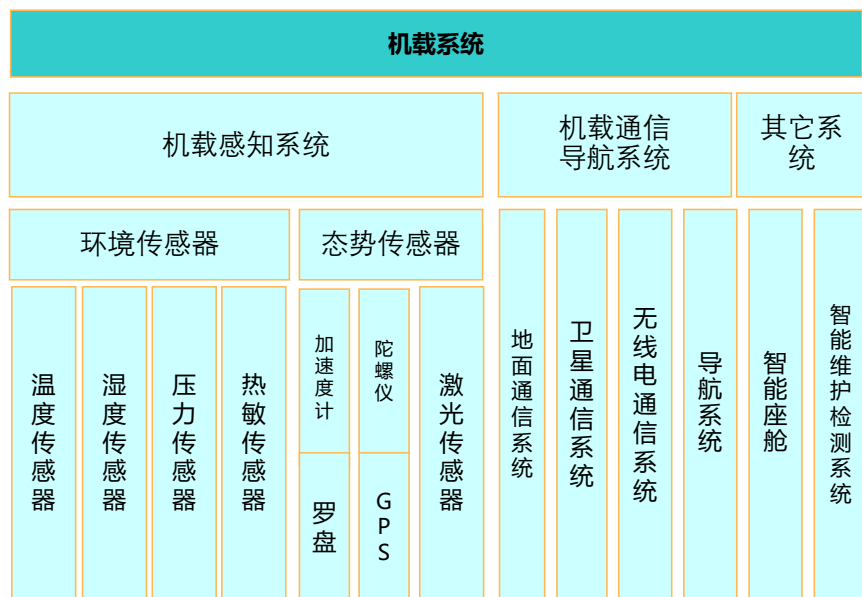
图：eVTOL电机的主要参与厂商

电机：基本和主机厂绑定开展适航		
主机厂自研	传统发动机厂商	国内机电电控厂商
Joby、Archer、亿航智能、峰飞航空等	赛峰、罗罗、霍尼韦尔等海外厂商	卧龙电驱、天津松正、迈吉易威等

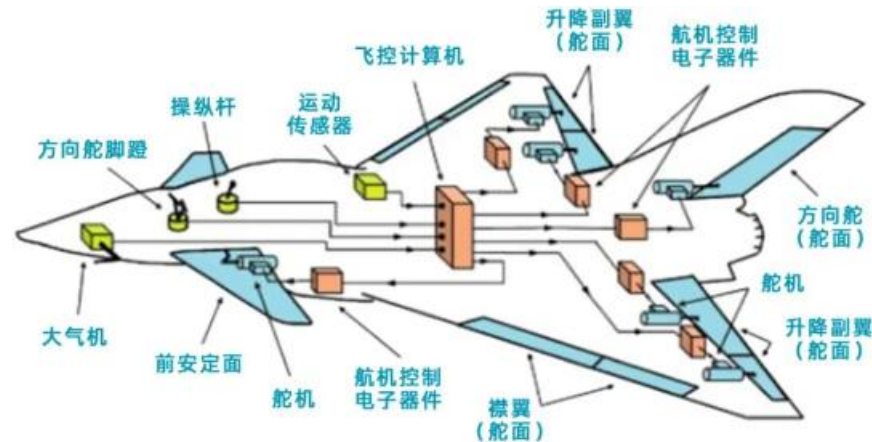
## 5.3.4 航电系统：高壁垒下eVTOL发展或催生新需求，国产机遇大于挑战

- 整机的各类系统应满足适航要求，保障飞行器的平稳安全运行。除三电系统外，eVTOL的其他重要系统还包括机载系统、飞控系统和抗干扰系统等，即航空电子系统，在满足适航安全、智能操控和通用适配要求的基础上，保障机体平稳运行。
- 各类系统构成复杂具备壁垒，持续开展迭代升级。机载系统包括机载感知系统、机载通信导航系统和其他系统等，飞控系统根据不同分类方法包括自动飞行控制系统、无人驾驶飞控系统等。相关系统在过去随航空业发展亦不断升级，如飞控系统从机械手动到电传操纵系统、再到智能化的自主飞行系统，面向未来eVTOL产业发展，对相关系统的轻量化、经济性和适航等方面提出现实需求，亟待产品持续迭代升级。

图：低空飞行器机载系统构成



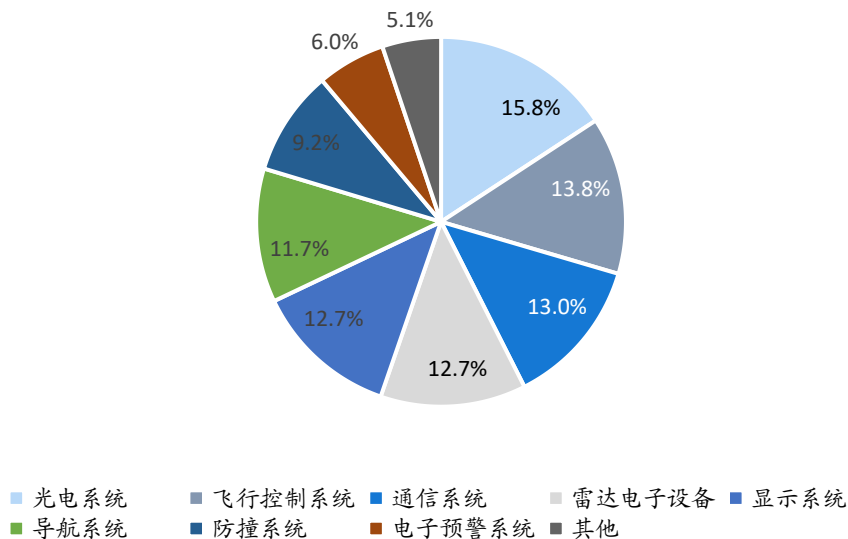
图：低空飞行器飞控系统构成



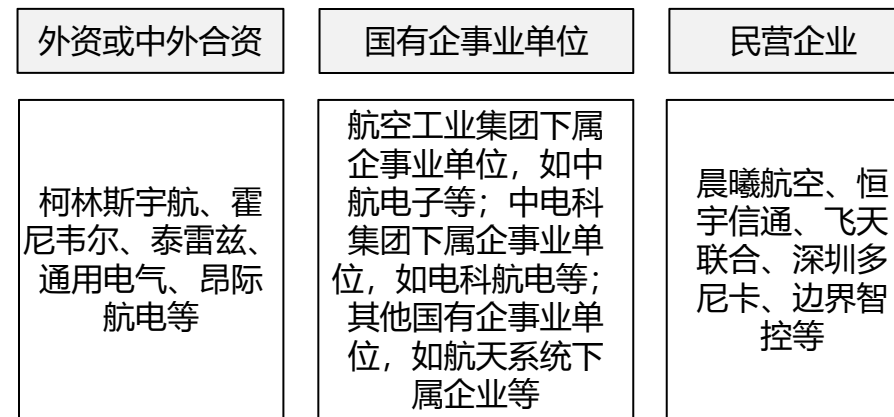
## 5.3.4 航电系统：高壁垒下eVTOL发展或催生新需求，国产机遇大于挑战

- 伴随航空工业发展，航空电子行业市场规模不断扩大。据智研产业研究院，中国航空电子行业市场规模从2017年的82.28亿元增长到2022年的167.76亿元，年均增长率达15.3%。细分占比上，2022年光电系统占航空电子行业规模的15.77%，飞行控制系统占13.77%，通信系统占13.01%。
- 航空电子壁垒较高，当下格局相对有序。航空电子产品制造涉及多种学科的高端技术，市场壁垒高，竞争相对有序。中国市场主要分为几类参与厂商，包括外资企业与中外合资企业、国有企事业单位、民营企业等。针对eVTOL对航电发展提出的新要求，或将涌现一批优质自主厂商。

图：2022年中国航空电子市场细分占比



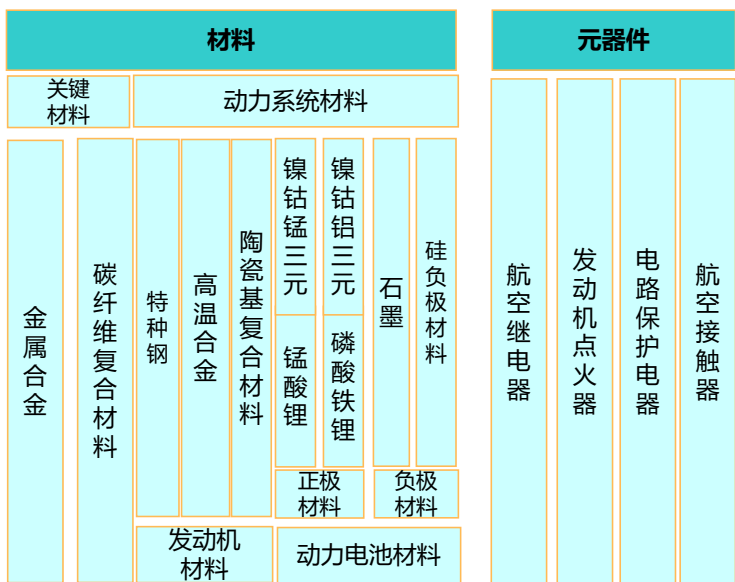
图：中国航空电子市场竞争格局



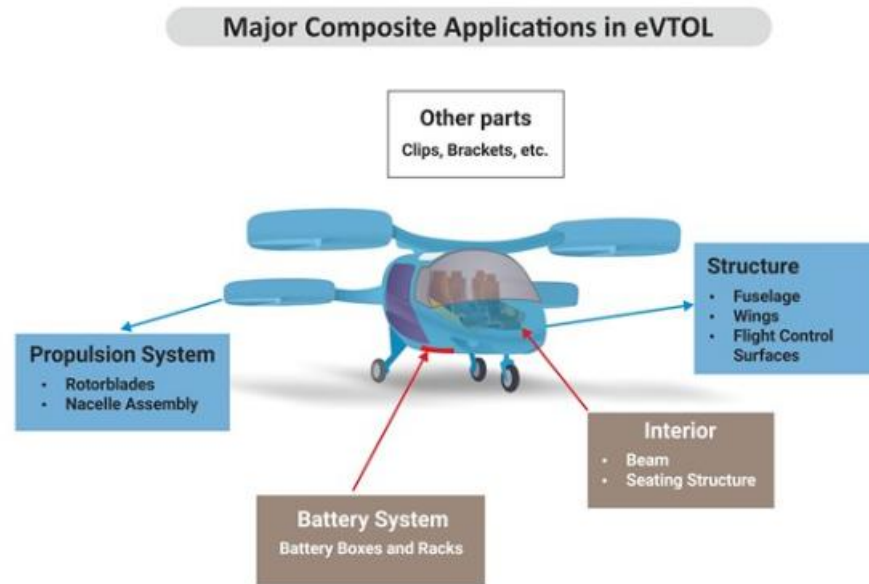
## 5.3.5 关键材料：碳纤维等迎来新增长空间，推动国产迈向高端化

- 低空飞行器制造环节涉及各类材料及细分元器件品类。材料端包括碳纤维复合材料、金属合金等关键材料，以及动力系统材料，例如电动化飞行器中的动力电池材料；元器件环节包括航空继电器、航空接触器、电路保护电器、发动机点火器等。
- 碳纤维等复合材料或在eVTOL中迎来发展机遇。首先是复合材料在eVTOL中的渗透率将提升，据艾邦复合材料网，复合材料在轻型车辆中占重量比例8%-12%，在波音787中份额来到50%，对于eVTOL而言该比例平均高达70%；其次是eVTOL复合材料中碳纤维占主导，根据Stratview Research，eVTOL的复合材料中90%以上将是碳纤维。根据Stratview Research报告，eVTOL行业对复合材料需求预计将在6年内增长约20倍，2030年超过万吨水平。

图：低空飞行器涉及的材料及元器件



图：eVTOL中复合材料的平均使用量高达70%左右

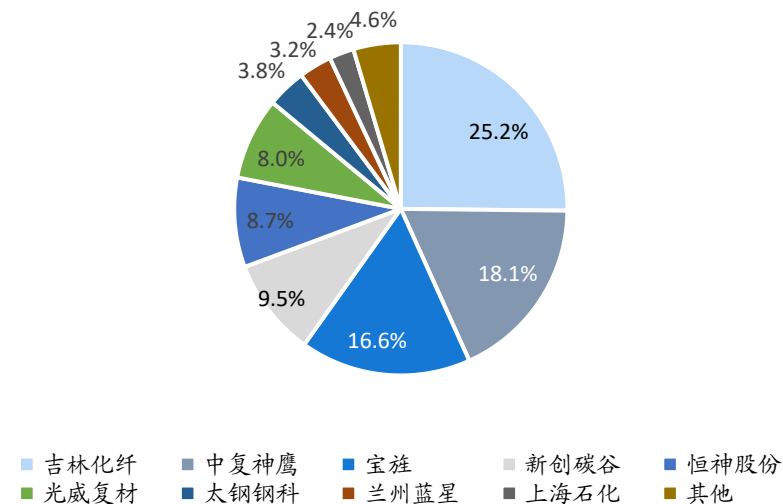




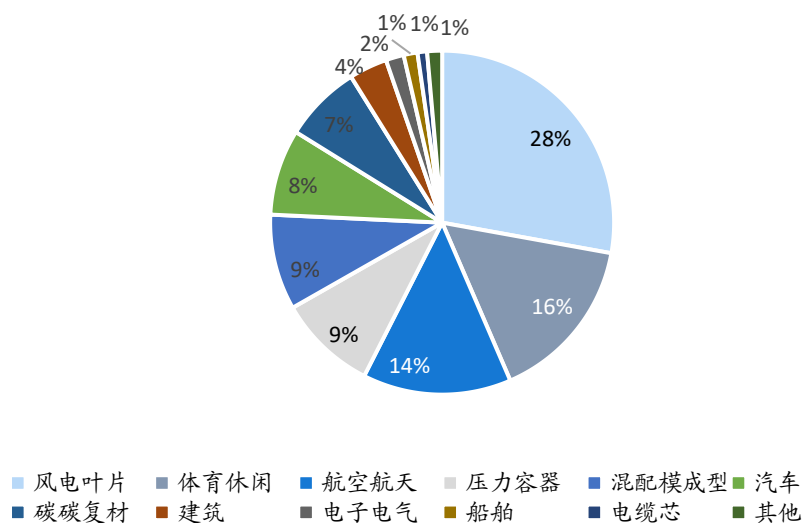
## 5.3.5 关键材料：碳纤维等迎来新增长空间，推动国产迈向高端化

- 当前受益于宽应用领域，碳纤维需求多点开花。全球范围内，2021年碳纤维下游需求占比前三为风电叶片、体育休闲、航空航天；中国碳纤维应用分布相比全球有所差异，其中航空航天领域碳纤维需求仅为3.2%，远低于全球14.0%。其主要原因是国内碳纤维生产技术有限，无法批量供应T800强度以上的小丝束碳纤维。我们认为随未来中国低空经济规模扩大，碳纤维需求结构有望向高端化迈进。
- 中国碳纤维行业集中度较高。以产能口径计算，2021年中国碳纤维产能集中度高，CR5约78.1%，主要在于资金壁垒与技术壁垒使大量企业难以进入。

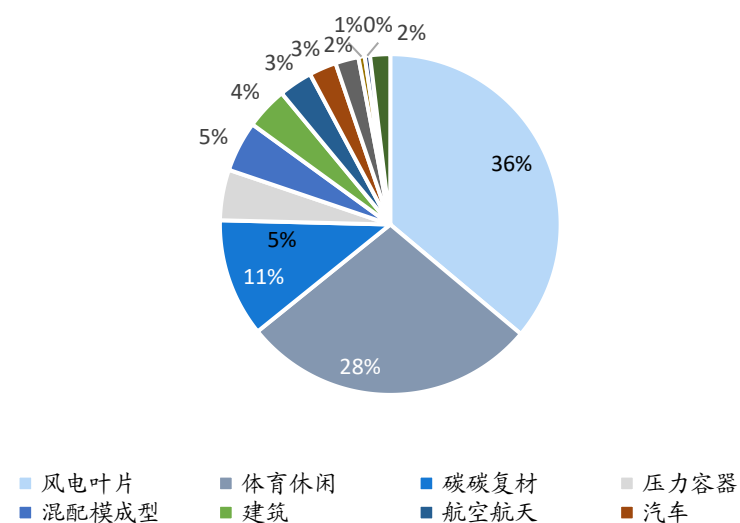
图：2021年中国碳纤维行业竞争格局



图：2021年全球碳纤维下游需求结构



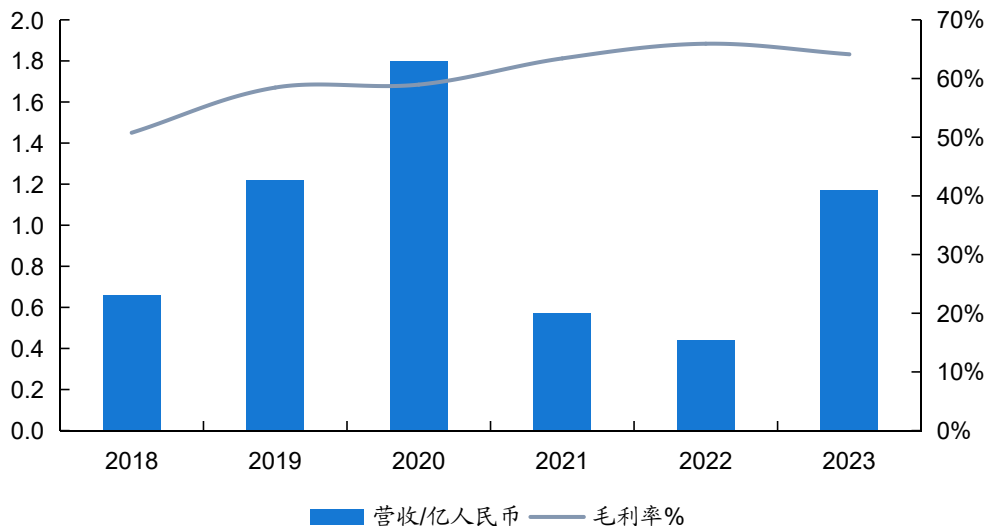
图：2021年中国碳纤维下游需求结构



## 5.4.1 亿航智能：全球领先的UAM科技企业，产品率先获得三证

- 亿航智能是全球领先的UAM科技企业，提供各种无人驾驶航空器产品和解决方案。公司航空器产品覆盖空中交通（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。2023年公司收入1.17亿元同比高增，全年EH216系列自动驾驶航空器销售与交付数量为52架，较2022年的21架大幅增长，2023年整体毛利率高达64.1%。
- 拥有全球首款获得三证的eVTOL产品，公司在全球持续收获订单。公司的旗舰产品EH216-S已获得中国民航局颁发的全球首张eVTOL TC、PC和AC。公司持续在全球范围内拓展客户，获得来自日本、阿联酋、马来西亚、印度尼西亚等各国企业的飞行器订单。

图：亿航智能历年营收及毛利率水平



表：亿航智能持续收获飞行器订单

时间	客户	订单详情
2021.12.23	日本客户	获得其长航程载人级自动驾驶飞行器VT-30的首个订单
2022.1.20	日本AirX株式会社	50架EH216系列自动驾驶飞行器
2022.3.10	马来西亚航空集团AEROTREE的子公司Aerotree Flight Services	包括EH216-S、EH216-L、EH216-F在内的50架EH216系列自动驾驶飞行器，以及10架VT-30长航程电动垂直起降飞行器
2022.4.11	印度尼西亚航空企业Prestige Aviation	100架EH216自动驾驶飞行器的预订单
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责任公司	首批5架EH216自动驾驶飞行器的采购订单
2023.9.29	深圳博领控股集团有限公司	交付5架EH216-S自动驾驶飞行器，这是博领计划向亿航采购100架EH216-S的一部分
2023.10.18	合肥市人民政府	计划为亿航智能提供总价值为1亿美元的各项支持，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
2023.12.18	阿联酋Wings Logistics Hub	计划向亿航智能采购多达100架EH216系列eVTOL

图：亿航智能EH216载人版参数



## 5.4.2 万丰奥威：“双引擎”驱动发展，加快推进通航飞机业务

- 以大交通领域先进制造业为核心，形成“双引擎”驱动发展格局。万丰奥威历经20余年发展，形成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。2023年公司实现营收162.1亿，其中通航飞机制造营收27.7亿，同比增长37.9%。
- 积极推进通航飞机业务，加快布局eVTOL领域。2017年，万丰集团完成对奥地利钻石飞机公司的全资收购，目前排名世界前三强的通用飞机制造商——钻石飞机工业公司整体成为万丰航空工业大家庭的一员。万丰钻石飞机目前拥有奥地利、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，是全球通用飞机的领导者。此外在2024年2月，万丰奥威公告，子公司万丰飞机将与全球知名汽车主机厂在eVTOL领域开展深度合作。

图：公司发展“低空经济”领域具备优势

旗下钻石飞机在整机设计研发、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

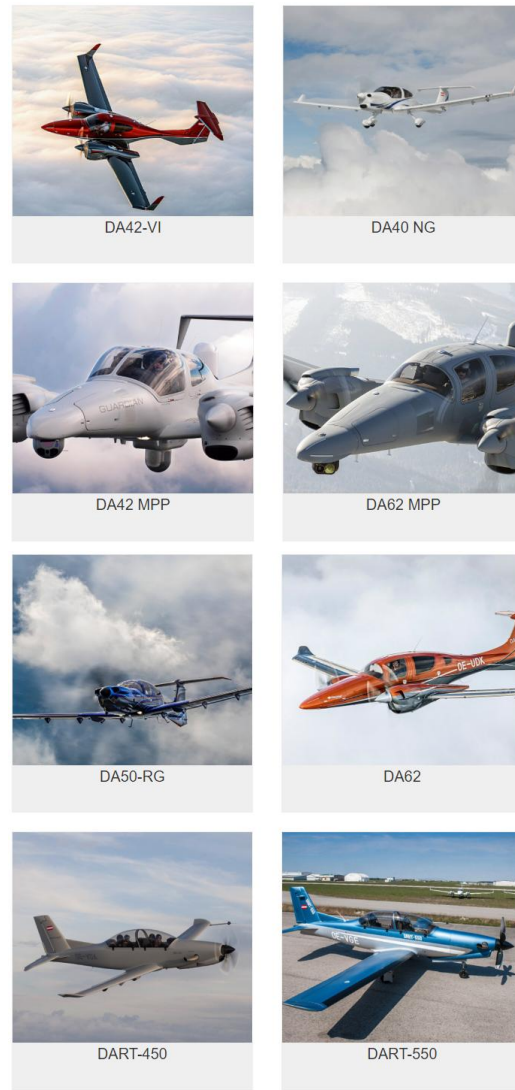
### 核心零部件

在发动机技术方面，公司是行业内唯一具有自主知识产权的通用活塞发动机。复合材料技术方面，钻石所有系列飞机全球率先整机采用碳纤维与玻璃纤维复合材料结构，在自有的生产线中进行生产成型装配

### 适航取证

具备满足各专业设计验证试验和 CAAC\EASA\TCCA 对于通用飞机的所有适航论证标准和要求的的能力，已获得中国民航局颁发的 DA40NG、DA50RG 飞机生产许可证 PC 以及 DA62/DA42/DA40/DA20/DA50 等多款飞机型号认可证 VTC

图：公司的通航飞机产品





## 5.4.3 山河智能：聚焦装备制造业，航空装备与服务全产业链布局

- 山河智能聚焦装备制造业，发展工程装备、特种装备、航空装备三大领域。山河智能是中南大学何清华教授领衔于1999年创办，公司战略业务定位于“一点三线”（“一点”即聚焦装备制造，“三线”即工程装备、特种装备、航空装备）。
- 航空装备与服务业务初步形成全产业链布局，旗下山河星航与大众汽车联合布局eVTOL。山河智能航空装备与服务业务涵盖公共运输航空与通用航空两大市场，可细分为航空制造、航空运营和航空运营服务三大版块，初步形成全产业链布局的发展格局。旗下山河星航（原山河科技）从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。2022年7月，大众汽车集团（中国）首款eVTOL原型机在山河星航顺利发布，基于山河星航的技术积淀和体系优势，项目团队仅在8个月内就完成原理样机设计与制造。

图：山河智能的航空航天板块，旗下五家全资、控股或参股子公司

AVMAX GROUP LNC	成立于1976年，总部位于加拿大，公司提供以下服务：飞机租赁、飞机操作、航空电子设备、零件维修、发动机维修、工程服务、维修修理服务、喷涂和备件
山河星航实业股份有限公司	山河智能参股公司，专业从事通用航空领域载人轻型飞机和无人驾驶飞机的研发、制造、销售以及通航运营。在载人轻型飞机和无人机领域开发多款填补国内空白的产品
湖南山河华翔通航有限公司	山河智能旗下通用航空运营公司，正式组建于2015年3月，2015年9月获颁中国民航《经营许可证》，2016年1月获颁中国民航91部《运行合格证》和《运行规范》。主要业务范围是：航空器进出口、航空器托管、一般商业飞行、个人娱乐飞行、航空器驾驶员培训
山河航空动力机械股份有限公司	由山河智能控股的一家中外合资股份公司，成立于2010年9月，主要业务范围为：通用航空发动机的研发、设计、制造、销售、售后服务和修理
山河机场设备股份有限公司	2017年成立，山河智能控股子公司，集研发、生产、销售、服务于一体的航空地勤设备公司

图：山河星航的业务与产品





## 5.4.4 卧龙电驱：领先的电机与驱动专业制造商，积极开发航空电驱系统

- 卧龙电驱是领先的电机与驱动专业制造商，拥有众多知名品牌、生产基地遍布全球。公司创建于1984年，已成长为全球主要的电机及驱动解决方案制造商。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（如伯顿、莫利、劳伦斯、啸驰、奥特彼等）；公司已在中国、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。
- 积极布局电动航空产业，专注航空电驱系统开发。公司于2019年开始布局电动航空产业，专注于航空电驱系统开发，按照“3+1”战略指引，现已形成“小、中、大”3大功率等级的系列产品及1个民航适航标准。已与中国商飞，万丰奥威，吉利沃飞等头部主机企业签订战略合作协议。此外，公司于2023年8月与中国民航科学技术研究院签订战略合作协议，共建“新能源航空器电动力系统适航验证实验室”，共同开展新能源航空器电动力系统适航技术相关方向，将联合实验室打造成民用无人机适航审定的重要技术支撑力量。

图：卧龙电驱作为唯一一家电机企业入榜《2023中国低空经济领军企业TOP20》



图：卧龙电驱官网展示的EV电机产品和驱动控制产品



驱动控制：变频器、软启动、SVG

## 5.4.5 蓝海华腾：专注新能源和工业自动化，切入电动飞行器电控

- 蓝海华腾专注于新能源和工业自动化领域，拥有多元产品。公司创立于2006年，专业致力于中低压变频器、伺服驱动器、电动汽车电机控制器、DCDC电源、电梯一体化产品及电梯控制系统、逆变器等电力电子产品的研发、制造、销售和服务。公司的新能源汽车驱动产品主要为电动汽车电机控制器及驱动系统等，可广泛应用于新能源商用车、新能源乘用车、混合动力汽车、氢能源汽车等。
- 在电动飞行器电机控制器方面拥有相关技术研究，投资的固态电池企业预计将于2024年底实现产品量产。公司于2024年4月荣任深圳市无人机行业协会副会长单位。公司拥有十余年的电控平台技术积累和丰富的电控技术应用经验，在电动飞行器电机控制器方面有相关技术研究。此外，公司投资的全固态电池企业-高能时代，其硫化物全固态锂电池研发进展顺利，目前已经完成20Ah级全固态电芯A样开发，同时正在搭建中试线，预计2024年底可以实现5Ah以内小电芯量产。

图：公司电动汽车电机控制器产品丰富，拥有多款集成式产品



表：公司在飞行器领域的研发项目

主要研发项目名称	项目目的	项目进展	拟达到的目标	预计对公司未来发展的影响
飞行器电动力系统应用调研	抓住低空经济发展机遇，对接市场需求及规划公司产品方向	调研或预研阶段	熟悉飞行器行业发展情况及方向，定位公司产品路线	拓展公司电控系统在低空的应用领域
基于SIC器件的飞行器电机驱动器	开发针对飞行器方面的电机驱动器	开发阶段	满足飞行器场景应用需求	拓展公司产品线

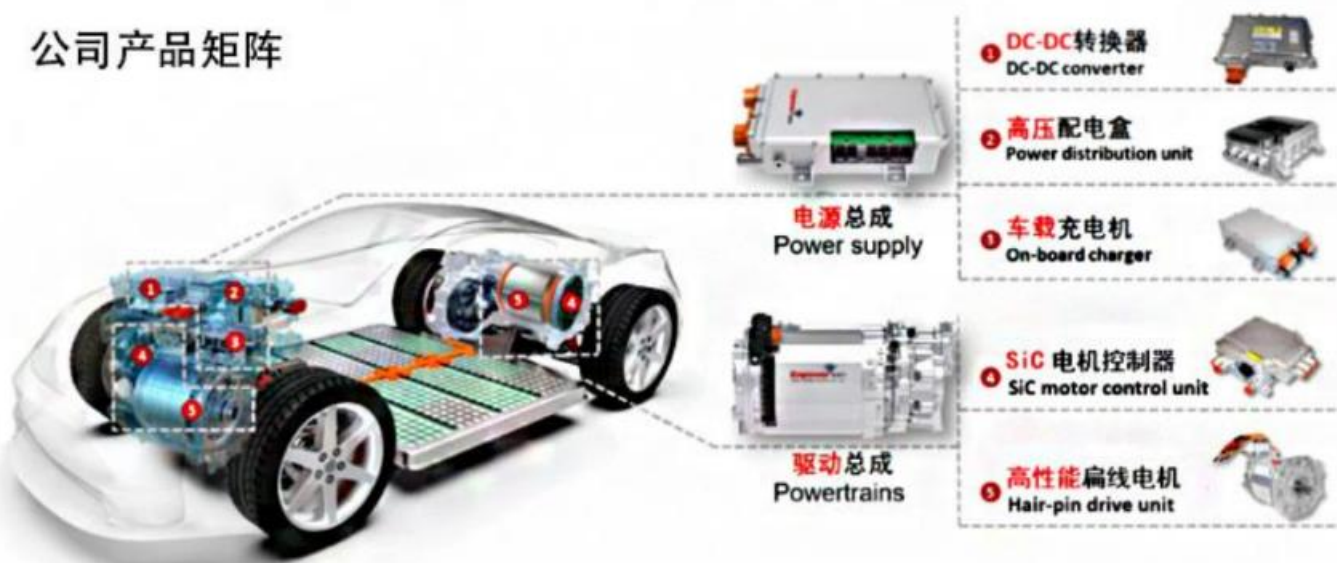


## 5.4.6 英搏尔：新能源汽车动力系统领军企业，拥有全球知名客户

- 公司是专注于新能源汽车动力系统研发、生产的领军企业。英搏尔成立于2005年，公司聚焦新能源汽车动力系统，凭借多年的技术积累，推动产品集成化发展，目前已成为国内新能源汽车领域少数同时具备驱动系统和电源系统两大产品矩阵的领先企业。
- 基于长期技术积淀，形成行业领先地位，与国内外知名客户长期合作。公司拥有电源系统、驱动系统、电机、电控等动力系统产品，具有功率密度高、体积小、重量轻、成本优势明显等特征。公司在新能源汽车电源产品、驱动总成、多合一驱动总成、电机控制器总销量方面均位居国内第三方供应商前列。产品在乘用车、商用车和非道路车辆领域均有成熟产品应用，达成与吉利汽车，上汽通用五菱、长城、奇瑞、上汽大通、长安汽车、一汽大众、合众、杭叉、北汽、江淮、威马、小鹏以及采埃孚、大陆集团等众多国内外知名车企和大型零部件集团的长期合作。

图：英搏尔深耕新能源汽车动力系统近二十年，拥有成熟的动力系统解决方案以及丰富的产品类型

### 公司产品矩阵



图：公司电机控制器的三大底层核心专利技术

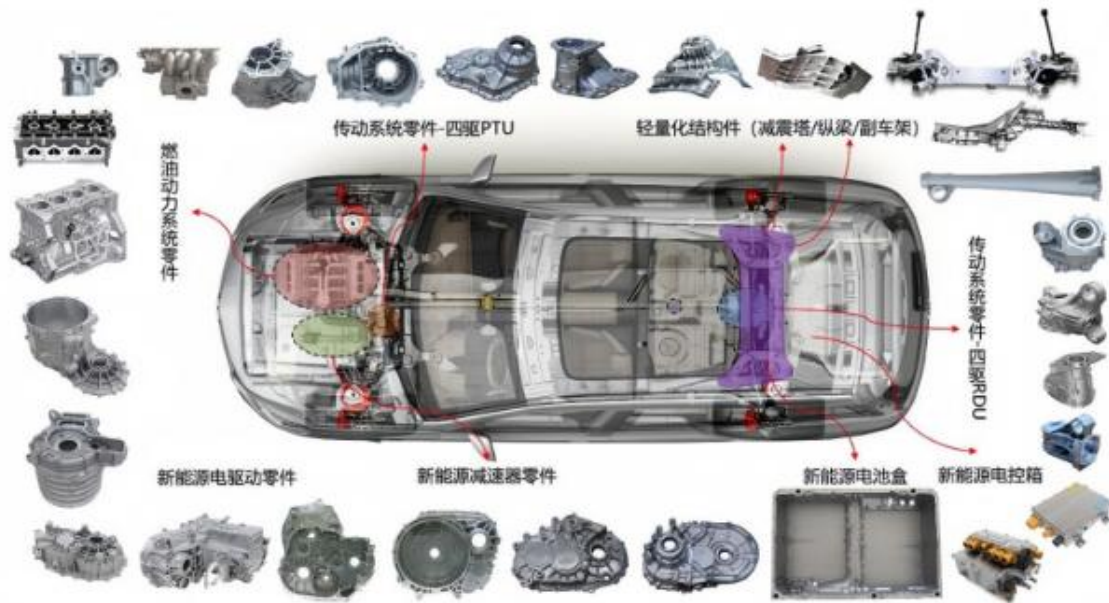
技术名称及图示	技术简介及难点	技术优势及应用
IGBT/SiC 单管并联均流技术 	传统控制器是基于功率模块由工业变频器延伸设计而来，而公司的电机控制器是按照新能源汽车的特点正向设计。 该技术是由多个单封装小功率的功率管并联使用，灵活满足不同功率需求，实现产品平台化。 技术难点： 1、研发：动静态均流设计、电压电流应力设计、结构工艺设计均较为复杂； 2、制造：需高度自动化装备，来满足生产一致性需求。	1、形状可塑：可根据方案需求，对控制器实现多形状设计； 2、体积：可充分利用Z向空间，提升系统功率密度、减少体积； 3、功率拓展：可灵活选择并联数量来精准满足系统的功率需要； 3、成本：封装简单、成品率高、成本低，相较于模块有显著的成本优势； 碳化硅：单管并联技术更能够发挥碳化硅快速开关的性能优势，且与单管IGBT封装相同，可实现平台互通。
叠层母排技术 	该技术是将正负极母排、UVW输出母排及驱动电路进行了一体化集成，并且通过该层叠母排，把所有单管和分布式电容进行了集成焊接，形成一个完整的电机控制器功率模组。 技术难点： 1、研发：需解决多层母排间绝缘、低引线电感、电磁兼容、大电流、部件散热、焊接工艺一致性及全尺寸保障； 2、制造：需高精度自动化一体压装、选择性波峰焊精准焊接。	1、叠层母排具有低电感优势，效率高； 2、容性母排，实现功率管低尖峰电压，非常适合碳化硅SiC的快速开关特性； 3、层叠设计，回路电感小，具备更好的电磁兼容性； 4、一体化焊接，结构紧凑、性能稳定、功率密度高。
分布式电容阵列 	该技术是将电容器根据电控的结构特点及功率管的分布位置，进行电容的分布式排列，使电容器更接近每组功率管的电流回路。 技术难点： 1、研发：散热设计、工艺布局设计、母排设计、引脚设计需要综合的专业知识； 2、制造：需要开发专用设备、工装夹具、测试设备等。	1、分布式电容设计，是电容器更接近每组功率管的电流回路，实现功率管低尖峰电压，非常适合碳化硅SiC的快速开关特性； 2、分布式电容器，回路电感小，具备更好的电磁兼容性； 3、分布的管脚，使得电容容量的利用率更高，发热小、成本低。

## 5.4.7 宗申动力：子公司宗申航发深耕中小型航空发动机

- 公司是国内专业化中小型动力机械产品制造基地之一。宗申动力是宗申产业集团的核心子公司，2003年公司通过资产重组，成为深圳证券交易所上市公司，是国内拥有大规模及品种齐全的专业化热动力机械产品制造基地。公司主要从事中小型动力机械产品及部分终端产品的研发、制造、销售等业务，在摩托车动力、通用动力机械、航空活塞动力等中小型动力领域处于行业领先地位。公司目前已形成以“摩托车发动机和通用机械”为核心，覆盖“航空动力、新能源、高端零部件”等新兴业务领域的产业布局。
- 控股子公司宗申航发深耕中小型航空发动机，已获上市辅导备案受理。公司控股子公司宗申航发始建于2014年，主要为旋翼、固定翼的通航飞机和无人机等航空飞行器提供动力装备，是国内首批以民营为主体成功自主研发航空发动机的创新型企业之一。目前，宗申航发已经形成以200HP以下航空活塞发动机为主的产品线，已构建五大基础产品平台，推出20余款衍生产品以及螺旋桨产品，涵盖无人机及轻型通航飞机市场。此外公司不断优化提升动力系统集成技术，实现发动机+螺旋桨+热管理系统+发电系统等集成式设计。

图：宗申动力高端零部件业务主要产品展示

图：公司控股子公司宗申航发公司形成以200HP以下航空活塞发动机为主的产品线



发动机



螺旋桨



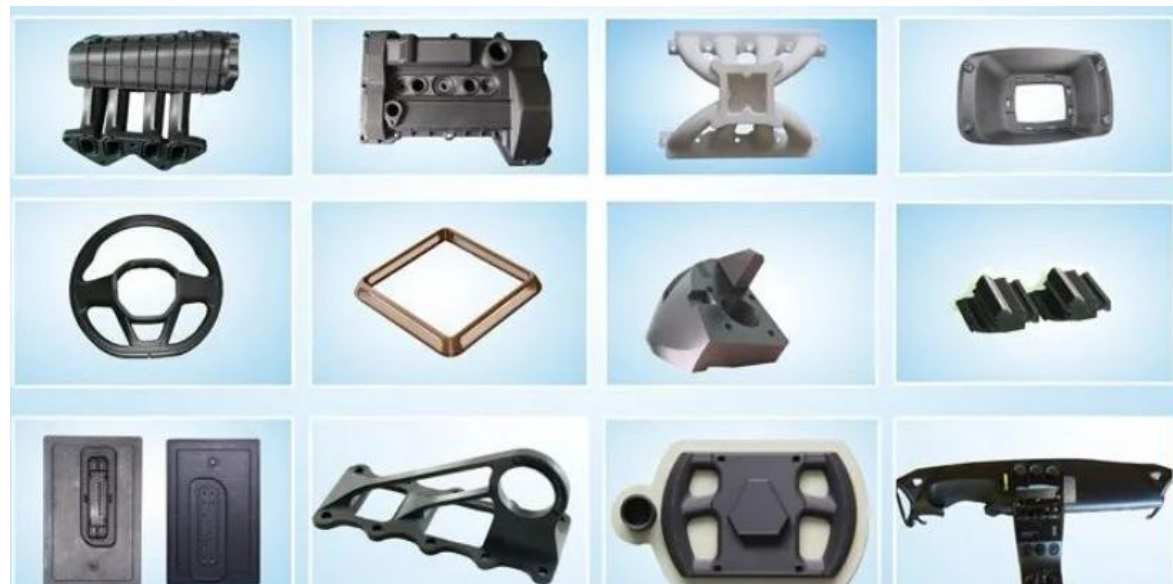
## 5.4.8 双一科技：专注先进复合材料开发，客户覆盖多元应用领域

□ 双一科技专注先进复合材料开发，致力于打造“全球复合材料成型工艺一体化解决方案供应商”。公司成立于2000年，一直专注于复合材料的研发、生产、销售和服务，主要产品为新能源风电复合材料部件（产品规格涵盖 750KW-16MW 级别）、非金属模具（含叶片模具及其他高精度模具）、车辆轻量化部件、先进复合材料制品、精品游钓艇和先进复合材料制品、复合材料3D 打印件等。公司客户覆盖风电新能源领域、工程与农用机械领域、游艇与船舶领域、轨道交通与公共交通领域、电动新能源汽车领域、低空飞行器领域以及航空航天领域。经过多年的专业化经营，公司已与 Vestas（丹麦维斯塔斯）、金风科技、明阳智能、SiemensGamesa（西门子歌美飒）、中车株洲时代、三一重能、Caterpillar（美国卡特彼勒）、比亚迪、宇通汽车、山河智能等全球知名企业建立长期稳定的业务合作关系。

表：公司的碳纤维部件、复合材料3D打印部件可应用于低空飞行器领域

产品名称	产品用途	产品图例
碳纤维部件	用于无人机、飞艇骨架等结构件	
复合材料3D打印部件	一种利用3D打印技术设计制造的复合材料制品（可使用PEEK-CF材料、PA-CF材料、PPS-CF材料等），产品可应用于飞行器发动机系统、乘用车及商用车的内装及外装等。在小批量生产中，具有开发周期短、成本低、满足复杂结构产品生产制造等优势	

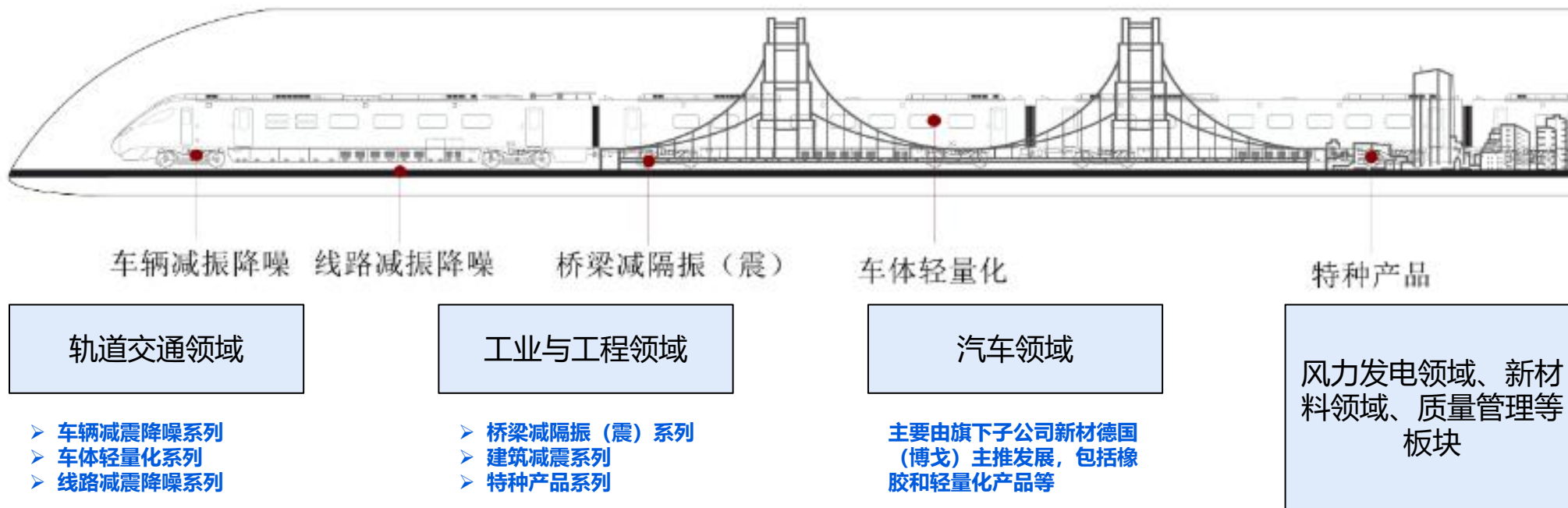
图：公司复合材料3D打印的相关产品



## 5.4.9 时代新材：高分子材料为核，减震降噪领域的领先企业

- 公司以高分子材料的研究及工程化应用为核心，多个业务领域处于国内外领先地位。时代新材始建于1984年，致力于轨道交通、风力发电、汽车、先进高分子材料等产业领域系列产品的研制、生产与销售。产品品种千余种，并已实现大批量出口和海外经营。根据公司2023年年报，公司在所涉及的多个业务领域处国内外领先地位：1) 轨交领域，目前在全球轨道交通弹性元件产品领域规模第一；2) 风力发电领域，风电叶片规模位居国内第二，风电减振市场持续保持国内第一；3) 汽车领域，在全球汽车减振细分领域规模排名第三；4) 高分子新材料产业领域，近几年先后突破一系列如高性能聚氨酯材料、长玻纤增强热塑性复合材料、芳纶材料、聚酰亚胺材料、有机硅材料、电容隔膜材料等高性能高分子材料的工程化应用。

图：公司以高分子材料的研究及工程化应用为核心，是减震降噪领域的领先企业



## 5.4.10 松井股份：全球新型功能涂层材料制造商，航空涂料已进入适航认证

- 松井股份是以先进新型功能涂层材料为主业的优质上市公司。公司成立于2009年，专注于高端消费类电子和乘用车领域的新型功能涂层材料研究。公司以技术而致领先，通过“交互式”自主研发、“定制化柔性制造”一站式为客户提供涂料、油墨、胶黏剂等多类别系统化解决方案。公司在高端消费电子领域基本实现对下游目标市场业务的全覆盖，在乘用车领域通过差异化的竞争策略，实现技术与市场的双重突破。
- 围绕特种装备领域，积极开展技术攻关和应用研究。公司正围绕轨道交通、航空航天、海洋装备等特种装备领域，以表面处理、功能涂层、胶黏剂等相关的前沿技术为研发方向，积极开展技术攻关和应用研究。在低空经济领域，公司此前已有无人机应用的成功案例，积累相关产品基础。公司前瞻性储备的航空飞行器相关涂料项目已经进入适航认证阶段，同时在2023年获得了TUV德国莱茵颁发的EN9100航天航空质量管理体系认证，将为进军航空航天、低空经济等战略性新兴产业提前做好铺垫。

图：公司的新型功能涂层材料包括涂料、油墨、胶黏剂三大类



表：公司可应用于飞机领域的在研项目进展

项目名称	预计总投资规模	进展或阶段性成果	拟达到目标	技术水平	具体应用前景
电致变色项目	793万元	研究阶段	电致变色材料的开发和器件的组装	行业先进	适用于建筑、汽车、飞机等领域
飞机内饰涂料	500万元	研究阶段	针对民用航空涂料的国产化替代	行业先进	适用于飞机领域
水性无树脂通用色浆	500万元	研究阶段	针对汽车、飞机、3C领域、油墨、胶黏剂、及其他工业涂料领域，建立水性颜色体系	行业先进	适用于汽车、飞机、消费电子等领域

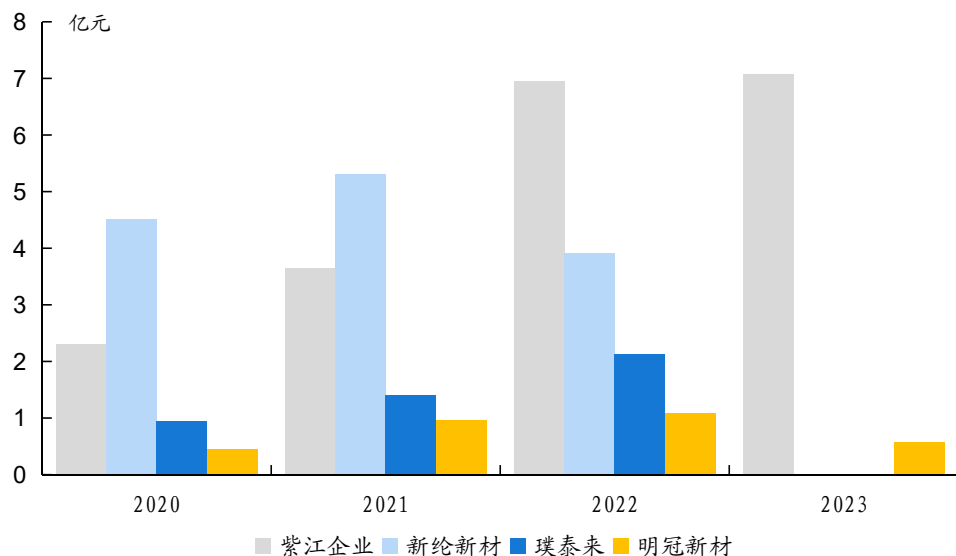
说明：数据来自公司2023年年报



## 5.4.11 紫江企业：铝塑膜领军企业，参股昂际航电

- 公司以包装业务为核心，是铝塑膜行业领军企业。包装业务是紫江企业的核心业务，其中铝塑膜收入持续提升，2023年达7.1亿元。控股子公司紫江新材是软包锂电池用铝塑膜行业知名企业，持续推进产品升级，积极布局半固态、固态，已经成功与清陶能源等多家固态领域头部客户签署正式合作协议。
- 参股企业组建的合资公司昂际航电在民用航电领域领先。紫江企业参股企业与GE组建的平股合资公司昂际航电专注民用航电集成解决方案，是C919核心航电系统供应商和集成商。

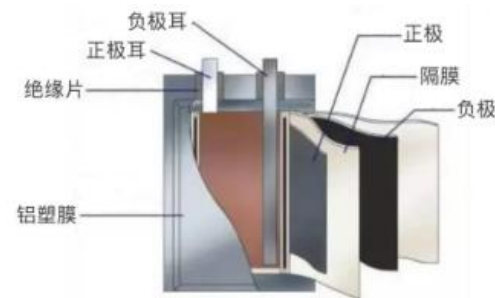
图：中国主要铝塑膜生产商的历年铝塑膜收入



表：紫江企业参股企业与GE组建的平股合资公司昂际航电专注民用航电集成解决方案

公司	时间	事件
昂际航电	2024.2.20	昂际航电与四川沃飞长空科技发展有限公司签署《低空经济航电套件战略合作备忘录》。双方拟发挥各自优势，在沃飞长空AE200电动垂直起降航空器项目上开展航电套件联合设计、系统集成、适航取证等领域的协同合作，携手推进AE200项目研发及AAM（先进空中交通）的商业落地
	2023.11.16	昂际航电正式获得中国民航局对C919飞机GPM（通用处理模块）维修能力的批准，意味着昂际航电正式启动C919飞机航电设备的维修服务
	2023.3.23	昂际航电与边界智控在深圳市签署《AAM航电套件和飞行控制系统方案联合开发合作备忘录》。双方有意针对AAM市场联合开发面向适航、高安全性、高性价比航电套件和飞控系统解决方案

图：铝塑膜作为软包电芯封装材料，相比传统硬壳具备一定优势



安全性能好	铝塑膜是由多层塑料薄膜复合而成，有别于传统液态电芯的金属外壳，材料延展性较好，降低了电池发生爆炸、起火的几率。
能量密度高	铝塑膜作为密度远低于金属的聚合物材料，重量更轻，软包锂电池将其作为电芯封装材料使得自身能够获得更高的能量密度；软包锂电池内部基本为真空状态，正极、隔膜和负极之间的接触更为紧密，能够提供更大的放电电流和更高的放电平台。
可塑性强	铝塑膜作为电芯封装材料，可以根据电池使用设备的形状量身定制，更适合生产异型电池。
储存期限长	软包锂电池采用全密封结构，故电池储存期长，自放电率小。



## 5.4.12 隆华科技：高分子复合材料处于细分领先水平，已在航空航天应用

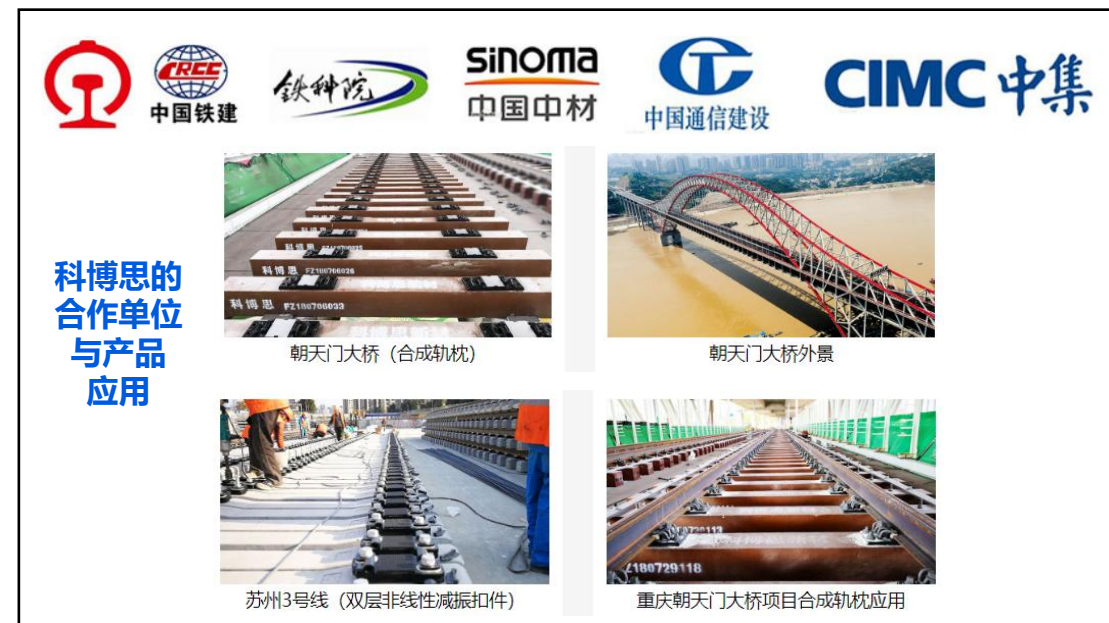
- 历经多年发展，公司形成三大板块协同的产业格局。隆华科技成立于1995年，通过内部孵化和产业投资相结合的模式，逐步构建由电子新材料、高分子复合材料和节能环保三大产业板块构成的多元协同产业格局。
- 公司的高分子复合材料产品处于细分行业领先水平。子公司科博思的PVC结构泡沫已达到与国外龙头企业同类产品水平，且具有明显成本优势；子公司兆恒科技解决高性能PMI泡沫材料的国产化难题，在军用直升机、无人机、雷达等多项军工重点型号装备中承担配套研制支撑任务。

表：子公司科博思和兆恒科技是公司开展高分子复合材料业务的主体

公司	股权比例	产品	主要用途和功能
科博思	100%	结构泡沫/叶片芯材	PVC 泡沫：适用于接触成型（手糊/喷射）、模压、树脂注入（RTM）、真空导流、预浸处理、热成型等工艺，与环氧树脂、不饱和聚酯树脂和乙烯基酯树脂等结合良好，广泛应用于风能、航空、船舶等领域
		复合材料制品	电缆支架、新型一体成型合成轨枕、不燃级树脂基复合材料疏散平台、户外复合材料围栏及步道板等，可广泛应用于城市轨道交通、普通铁路、重载铁路道岔、桥梁等轨道建筑领域和其他领域
		有轨电车制品	有轨电车钢轨柔性包裹系统、有轨电车钢轨扣件系统，适用于各类有轨电车轨道系统
兆恒科技	79.59%	PMI系列产品	PMI 系列结构泡沫材料（功能材料）是各型民用飞机、军用飞机、无人机等各种飞行器（机身、机翼、桨叶等）用碳纤维复合材料制成时必须的配套材料，同时广泛应用于磁悬浮列车、航天、舰船、车辆、雷达通信、音响设备、医疗设备、运动休闲器械等各个领域

说明：股权比例数据截至2024/5/31

图：高分子复合材料板块的合作单位与产品应用



## 六、投资建议及风险提示

## 6.1 投资建议

- **行业评级：**新一轮数字、电气化革命正在航空业徐徐展开，中国市场顶层设计定调+先进工业基础的发展背景下，或推动全球低空经济迈入新发展阶段，带来出行方式变革，长期拥抱万亿市场空间，首次覆盖低空经济行业，给予“推荐”评级。
- **重点关注：**具备低空飞行器相关产品和技术积淀、积极推进商业化的企业，建议关注亿航智能、万丰奥威、山河智能、卧龙电驱、蓝海华腾、英搏尔、宗申动力、双一科技、时代新材、松井股份、紫江企业、隆华科技等上市公司。

重点公司代码	股票名称	2024/06/04			EPS			PE			投资评级
		股价	2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E			
EH.O	亿航智能	16.48	-2.48	-1.57	-0.25	—	—	—	未评级		
002085.SZ	万丰奥威	15.34	0.34	0.49	0.59	14.55	31.59	25.96	未评级		
002097.SZ	山河智能	6.59	0.03	—	—	187.30	—	—	未评级		
600580.SH	卧龙电驱	13.88	0.40	0.89	1.04	29.03	15.57	13.40	未评级		
300484.SZ	蓝海华腾	15.76	0.12	—	—	109.49	—	—	未评级		
300681.SZ	英搏尔	13.97	0.33	0.33	0.68	59.04	42.60	20.65	未评级		
001696.SZ	宗申动力	12.82	0.32	0.56	0.63	20.97	22.94	20.20	未评级		
300690.SZ	双一科技	20.75	0.53	—	—	35.27	—	—	未评级		
600458.SH	时代新材	10.95	0.47	0.81	1.08	19.67	13.55	10.16	未评级		
688157.SH	松井股份	31.40	0.73	1.15	1.51	74.31	27.29	20.74	买入		
600210.SH	紫江企业	5.69	0.37	0.45	0.51	12.74	12.77	11.26	未评级		
300263.SZ	隆华科技	5.91	0.14	0.29	0.37	50.22	20.61	16.11	未评级		

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所

注：未评级公司的盈利预测为 wind 一致预期。亿航智能股价和EPS单位为美元，其余以人民币计价



- 低空经济政策出台及落地不及预期：若相关政策出台及落地不到位，将延缓产业推进速度
- eVTOL等低空飞行器产品商业化不及预期：若整机产品短期难以实现商业化，产业发展速度将受到影响
- 低空飞行器适航审定不及预期：若整机产品适航审定低预期，将延缓商业化进展
- 低空运营服务及基础设施推进不及预期：若相关配套不完善，将阻碍低空经济规模化铺开
- 商业化推进过程中出现重大飞行事故：若出现重大飞行事故，可能造成产业发展停滞

## 电新小组介绍

李航，首席分析师，曾先后就职于广发证券、西部证券等，新财富最佳分析师新能源和电力设备领域团队第五，卖方分析师水晶球新能源行业前五，新浪财经金麒麟电力设备及新能源最佳分析师团队第四，上证报最佳新能源电力设备分析师第三等团队核心成员。

邱迪，联席首席分析师，中国矿业大学（北京）硕士，电力电子与电气传动专业，4年证券从业经验，曾任职于明阳智能资本市场部、华创证券等，主要覆盖新能源发电、储能等方向。

王刚，电新分析师，华中科技大学博士，电气工程专业，4年电网企业实业经历，主要覆盖电气设备及储能等方向。

李铭全，电新分析师，浙江大学硕士，能源环境工程专业，2年证券从业经验，主要覆盖新能源汽车、机器人等方向。

洪瑶，研究助理，南开大学学士，北京大学硕士。2022年加入国海证券，覆盖锂电新材料等板块。

## 分析师承诺

李航, 邱迪, 李铭全, 本报告中的分析师均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，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，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取到任何形式的补偿。

## 国海证券投资评级标准

### 行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

### 股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

## 免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，也不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及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、价值及投资收入可能会波动。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。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

## 风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

## 郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。



国海证券 · 研究所 · 电新研究团队

# 心怀家国，洞悉四海



## 国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋  
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

## 国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银  
行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

## 国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168  
号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597