

低空经济行业专题系列二

eVTOL 动力系统的市场空间、技术趋势和产业链机遇

优于大市

核心观点

低空经济产业链格局初显，国内市场规模潜力巨大。我国低空经济供应链已形成“上游自主突破、中游协同攻关、下游标准引领”的全链条发展格局，以 eVTOL、无人机整机制造为核心，产业链呈现技术快速迭代与订单落地的产能扩张态势。从未来大规模商业化的潜力来看，测算中期存量国内旅游观光场景、通勤场景可分别带来 2.4 万架和 8.5 万架的 eVTOL 需求，整机存量销售市场规模超 2500 亿。

动力系统是低空经济产业链的核心环节。从 eVTOL 零部件价值量来看，以电机和电控为主要组成部分的动力系统在 eVTOL 核心结构中的集成成本占比最大。根据 Lilium 公司的数据，eVTOL 的动力系统占比约为 40%。eVTOL 动力系统市场规模主要以 eVTOL 整机需求规模为基准。以 2500 亿整机存量销售市场规模以及 eVTOL 成本结构测算，中期存量 eVTOL 动力系统市场空间可达 1000 亿元的水平。

航空动力系统主要分为传统航空动力系统和电推进系统，传统民航客机、军用战机等多采用传统航空动力系统。传统航空动力系统以燃油发动机为核心，技术成熟，能够提供高功率输出，适合长时间和大载重的飞行，如支线通航、农林作业和中远距货物运输，但具有高能耗、高排放和高噪音问题。传统航空动力系统主要包括活塞发动机、涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机等

低空飞行器动力系统包括动力电机、电调（电控）及螺旋桨。电机是动力系统核心零部件，主要作用是将电能转换为机械能，从而产生升力和推力。无刷直流电机广泛应用于小型和中型无人机，永磁同步电机因更高的功率密度和高扭矩密度成为 eVTOL 电机的首选。低空飞行器的混合动力系统因其更好的商业应用效果逐渐兴起，而纯电推进系统未来有望成为 eVTOL 和无人机动力系统长期主流选择。

eVTOL 电机适航认证是市场准入的关键门槛，新能源汽车电机公司率先受益。eVTOL 电机适航技术壁垒高，认证时间长。国内一些主流新能源汽车电机已经满足 eVTOL 所需的部分技术标准，这使得原本专注于电动汽车电机生产的企业具备了进入 eVTOL 电机市场的技术基础，开始积极布局电动航空领域。国内多家 eVTOL 电机企业产品处于早期研发和合作阶段，与主机厂共同推进适航认证。

风险提示：1、估值风险；2、盈利预测风险；3、低空经济发展不及预期的风险。

投资建议：低空经济行业快速发展，关注国产动力系统核心企业。低空经济行业快速发展，看好和亿航智能深度合作的电驱动国产核心企业英搏尔，以及质地优质，有望持续斩获订单的航空发动机优质自主标的宗申动力。

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘（元）	总市值（亿元）	EPS		PE	
					2024E	2025E	2024E	2025E
300681.SZ	英搏尔	优于大市	29.1	74.5	0.33	0.47	89.02	61.54
001696.SZ	宗申动力	优于大市	19.2	220.1	0.40	0.60	47.70	31.89

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

行业研究 · 行业专题

汽车 · 汽车零部件

优于大市 · 维持

证券分析师：唐旭霞

0755-81981814

tangxx@guosen.com.cn

S0980519080002

证券分析师：杨杉

0755-81982771

yangshan@guosen.com.cn

S0980523110001

证券分析师：曹翰民

0755-81981873

caohanmin@guosen.com.cn

S0980524100001

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

低空经济点评-亿航智能运营合格证落地，低空经济从试点迈向商业化运营阶段 ——2025-03-31
 万丰奥威(002085.SZ)-单三季度营收环比增长4%，通航飞机打开低空经济成长空间 ——2024-11-12
 万丰奥威(002085.SZ)-汽车轻量化为基，通航飞机打开低空经济成长空间 ——2024-09-28
 亿航智能(EH.O)-低空经济领先企业，集齐适航三证，商业化落地有望加速 ——2024-08-11
 eVTOL 行业专题：低空经济的先导产业，飞行汽车商业化渐近 ——2024-05-16

内容目录

低空经济产业整体概况	7
政策推动产业链格局初显，国内市场规模潜力巨大	7
eVTOL 技术路线百花齐放，整机存量市场规模可达 2500 亿	11
航空动力系统可分为传统航空动力系统和电推进系统	16
航空动力系统	18
航空部件制造可分为机体、发动机及机载设备三大部分	18
航空发动机主要分为活塞式发动机和空气喷气式发动机	20
民航发动机市场格局以及市场规模测算	25
低空动力系统（电推进系统）	27
四种电机对比：直流电机、交流异步电机、永磁同步电机和高温超导电机	28
航空电机和新能源汽车电机对比	33
动力系统路线对比：混动 VS 纯电	35
eVTOL 电机的适航认证	43
投资建议	46
英搏尔：深耕新能源汽车动力系统多年，与亿航智能深度合作，低空经济打开成长空间	47
宗申动力：国内中小型动力机械核心企业，积极布局低空经济	63
风险提示	84
估值的风险	84
盈利预测的风险	84
经营风险	84

图表目录

图 1: 国家空域基础分类立体图	7
图 2: 国家空域基础分类示意图	7
图 3: 低空经济产业链构成	10
图 4: 全球低空经济市场规模	10
图 5: 中国低空经济市场规模	10
图 6: 中国注册无人机总量	11
图 7: 中国民用无人机市场规模	11
图 8: 低空经济+各类应用场景	11
图 9: 全球 eVTOL 构型占比	13
图 10: 不同 eVTOL 应用场景	13
图 11: 国内 eVTOL 产业链构成	14
图 12: eVTOL 成本结构	15
图 13: 分布式推进无人机外形及电动动力系统架构	17
图 14: N3-X 飞机概念设计方案	18
图 15: 中国航空装备产业链结构	19
图 16: 中国航空装备产业链生态图谱	19
图 17: 军用飞机成本结构	19
图 18: 民用飞机成本结构	19
图 19: 航空发动机工作过程图	20
图 20: 航空发动机分类	21
图 21: 莱特兄弟“飞行者”1 号所用的活塞发动机	21
图 22: 对置双杠活塞式发动机示意图	21
图 23: 新型航空发动机全寿命周期按时间、分阶段的研究和发展过程	25
图 24: 产品单位重量创造的相对价值	25
图 25: 2021 年全球商用航空发动机竞争格局	26
图 26: 2024-2033 年全球商用航空发动机竞争格局预测	26
图 27: 中国航空发动机竞争格局	27
图 28: 直流电机中国市场需求结构	28
图 29: 永磁同步电机示意图	31
图 30: MagniX Magni Alpha 超导电机	33
图 31: 俄罗斯超导混合动力电驱项目 Yak-40 电机测试实验	33
图 32: 2024 年三季度新能源驱动电机使用类型占比	33
图 33: 新能源汽车驱动电机成本构成	35
图 34: 全球新能源航空器在研项目类型	36
图 35: 混合动力涡轮电动 DEP 飞机的布局	37
图 36: CIRRUS SR22T DEP 飞机	37
图 37: 本田及不同动力类型 eVTOL 续航数据	40

图 38: 锂电池技术发展预测	42
图 39: A00 级新能源汽车总持有成本平价测算 (万元)	43
图 40: A 级新能源汽车总持有成本平价测算 (万元)	43
图 41: eVTOL 电机的主要厂商	43
图 42: 英搏尔历史大事沿革	48
图 43: 英搏尔主要产品矩阵	49
图 44: 英搏尔电源总成产品及配套客户	51
图 45: 英搏尔多合一驱动总成产品及配套客户	51
图 46: 英搏尔电机控制器产品及配套客户	52
图 47: 英搏尔叉车电驱及液压总成及配套客户	53
图 48: 英搏尔股权结构	53
图 49: 英搏尔营业收入及同比增速	54
图 50: 英搏尔净利润及同比增速	54
图 51: 英搏尔营收结构及变化	55
图 52: 英搏尔毛利率、净利率	55
图 53: 英搏尔四费率	55
图 54: 英搏尔“集成芯”技术	57
图 55: 英搏尔合作客户	59
图 56: 英搏尔与亿航智能签约合作	60
图 57: 亿维特 ET9 电动垂直起降 (eVTOL) 航空器系列产品	60
图 58: 宗申动力历史大事沿革	64
图 59: 宗申动力 2024 年主营产品构成	65
图 60: 宗申动力发展策略	65
图 61: 宗申航发公司发动机产品 C145HT-I	69
图 62: 宗申航发螺旋桨产品 ZP1900	69
图 63: 宗申动力新能源业务	69
图 64: 宗申动力高端零部件业务产品	72
图 65: 宗申动力股权结构	72
图 66: 宗申动力营业收入及同比增速 (亿元、%)	74
图 67: 宗申动力净利润及同比增速 (亿元、%)	74
图 68: 宗申动力营收结构及变化	74
图 69: 宗申动力毛利率及净利率	75
图 70: 宗申动力四费率	75
图 71: 宗申动力所获荣誉	76
图 72: 宗申动力技术工程师和技术专利构成	76
图 73: 宗申动力质量检测设备	77
图 74: 宗申动力数字化车间	77

表1：我国部分低空经济政策和法规梳理	8
表2：2024 年国内部分重点城市低空经济行业相关政策	8
表3：eVTOL、无人机对比	11
表4：eVTOL、直升机对比	11
表5：eVTOL 不同技术路线对比	13
表6：国内中期 eVTOL 细分场景及整机销售存量市场规模	15
表7：国内客户的国产 eVTOL 订单	16
表8：航空发动机核心部件	20
表9：空气喷气式发动机分类及其工作原理、特点、适用性	22
表10：2024-2043 年民航发动机市场规模测算	26
表11：有刷直流电机和无刷直流电机特点对比	29
表12：直流电机示意图及应用实例	29
表13：交流异步电机示意图	30
表14：轴向磁通和径向磁通永磁同步电机示意图	30
表15：不同类型电机性能对比	31
表16：永磁同步电机应用实例	32
表17：高温超导电机应用实例	33
表18：eVTOL 电机和新能源汽车电机的功率密度对比	34
表19：eVTOL 电机和新能源汽车电机的扭矩密度对比	34
表20：eVTOL 电机和新能源汽车电机的电机配置方式对比	35
表21：混合动力系统三种架构	38
表22：五种发动机应用场景	39
表23：混合动力飞行器测试/商业落地情况	40
表24：纯电&混动 eVTOL 对比	41
表25：亿航智能 EH216-S 适航认证历程	44
表26：eVTOL 电机适航认证参考的技术标准规定	45
表27：ENGINEUS 系列电机图示与应用	45
表：国内外航空级发动机代表性供应商	46
表28：国内 eVTOL 动力系统相关公司基本情况	47
表29：英搏尔发展历程	48
表30：英搏尔主营产品结构及功能	50
表31：英搏尔管理层履历	54
表32：公司核心产品发展历程	56
表33：公司电机控制器三大底层核心专利技术	56
表34：英搏尔“集成芯”产品	57
表35：英搏尔多合一驱动总成	58
表36：英搏尔低空经济领域相关进展	59
表37：公司营业收入、毛利预测（百万元）/中性假设	60
表38：未来 3 年盈利预测表（单位：百万元）	61
表39：资本成本假设	62
表40：FCFF 估值表	62

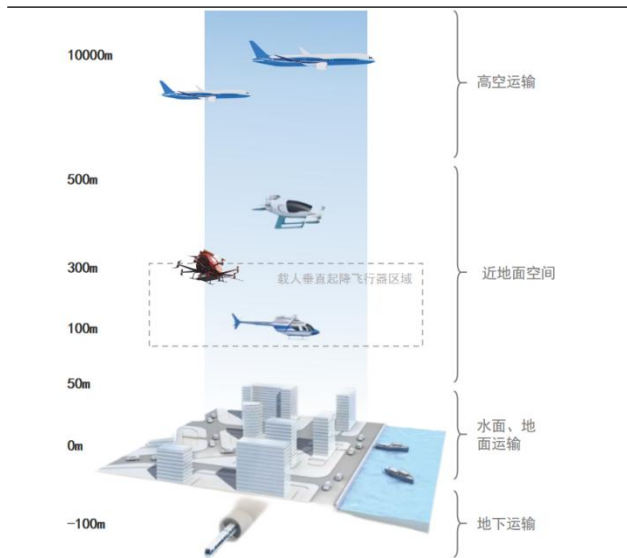
表 41: 绝对估值相对折现率和永续增长率的敏感性分析 (元)	62
表 42: 同类公司估值比较	63
表 43: 宗申动力发展历程	64
表 44: 宗申通机公司产品介绍	66
表 45: 大江动力公司产品介绍	67
表 46: 宗申摩托车发动机产品介绍	68
表 47: 宗申新能源业务产品介绍	70
表 48: 宗申动力管理层履历	73
表 49: 宗申航发航空发动机产品	78
表 50: 宗申航发螺旋桨产品	79
表 51: 公司营业收入、毛利预测 (百万元) / 中性假设	81
表 52: 未来 3 年盈利预测表 (单位: 百万元)	82
表 53: 资本成本假设	82
表 54: FCFF 估值表	82
表 55: 绝对估值相对折现率和永续增长率的敏感性分析 (元)	83
表 56: 同类公司估值比较	83

低空经济产业整体概况

低空空域通常是指 1000 米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米以内，其中载人垂直起降飞行器飞行高度一般在 300 米以下。低空经济是以低空空域为依托，以有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引，辐射带动低空制造、低空飞行、低空保障和综合服务等产业融合发展的综合性产业形态。

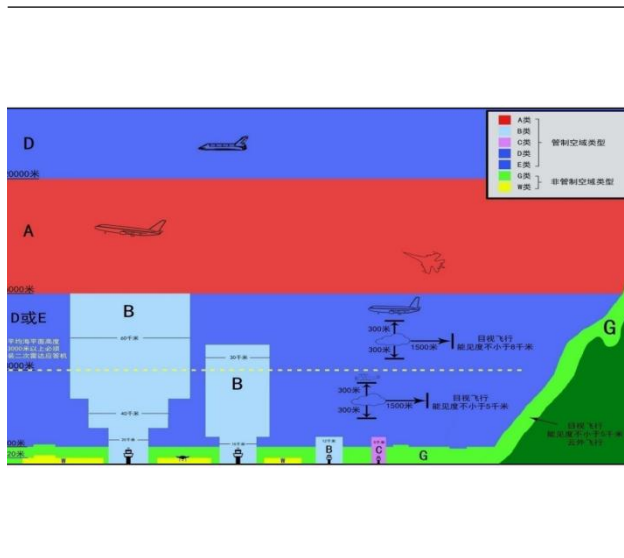
发展低空经济的必要前提是空域合理分类，以便飞行器依法依规进行低空商业化活动。2023 年 12 月，民航局发布《国家空域基础分类方法》，依据航空器飞行规则 and 性能要求、空域环境、空管服务内容等要素，将空域划分为 A、B、C、D、E 类 5 类管制空域和 G、W 类 2 类非管制空域。G 类和 W 类空域通常用于低空经济活动，如物流运输、载人运输、农业植保、航拍等。

图1：国家空域基础分类立体图



资料来源：《国家空域基础分类方法》，国信证券经济研究所整理

图2：国家空域基础分类示意图



资料来源：《国家空域基础分类方法》，国信证券经济研究所整理

政策推动产业链格局初显，国内市场规模潜力巨大

政策从空域开放、基建支撑、法规完善、产业政策推动、适航审定等多方面为低空经济发展提供了全方位保障，成为推动低空经济快速发展的核心动力。

低空经济已上升为国家战略。2023 年 12 月中央经济工作会议将低空经济定位为“战略性新兴产业”；2024 年 3 月《政府工作报告》描述其为“新增长引擎”。党的二十届三中全会对发展低空经济提出了明确要求；工业和信息化部等四部门印发《通用航空装备创新应用实施方案（2024—2030 年）》，建设现代化通用航空先进制造业集群；中国民航局、国家发展改革委等多个部门分别在机场建设、城市数字化等领域推出相关举措。2024 年 12 月，国家发改委专设低空经济发展司，统筹协调各方资源，推动低空空域规划、航空器适航、行业监管及基础设施建设等多领域可持续发展。

表1：我国部分低空经济政策和法规梳理

时间	主管（政策出台）部门	政策或主题	主要内容或意义
国家战略			
2021. 02	中共中央、国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	明确提出发展低空经济，低空经济概念首次写入国家规划。
2023. 12	中央经济工作会议	/	打造商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业。
2024. 03	《2024 年政府工作报告》	/	积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。
2024. 07	二十届三中全会	《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》	明确指出要建立未来产业投入增长机制，要发展通用航空和低空经济。
2024. 07	中共中央政治局第十六次集体学习	会议主题：推进现代边海空防建设	做好国家空中交通管理工作，促进低空经济健康发展。
2024. 12	国家发改委低空经济发展司	/	拟订并组织实施低空经济发展战略、中长期发展规划，提出有关政策建议，协调有关重大问题等。
政策法规			
2023. 05	中央军委、国务院	《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	是我国首部无人驾驶航空器的专门行政法规，根据重量、飞行速度等性能指标，将无人机分为微型、轻型、小型、中型、大型五个类别。除管制空域以外的真高 120 米以下空域划为“适飞空域”，开放给运行安全风险相对较小的微、轻、小型、农业无人机用户使用，降低合法飞行的门槛。
2023. 12	交通运输部	《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》	对民用无人驾驶航空器的适航、操作员、运行等全链条进行管理
2024. 01	深圳市人大	《深圳经济特区低空经济产业促进条例》	我国首部专项针对低空经济产业的地方性法规；与《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》及其配套规定相互衔接和协调，在低空飞行监管机制、飞行基础设施建设、飞行安全管理、低空经济产业应用和支持等方面进行了更为详细的规定。
完善法律保障是降低产业发展成本的基础，有法可依是低空经济主导产业规范化发展的必要前提。			

资料来源：国务院，民航总局，国家发改委，交通运输部，深圳市政府，国信证券经济研究所整理

全国多地已将低空经济纳入政策支持体系，推动低空产业落地。2025 年，全国已有 30 个以上省、市、区将低空经济写入政府工作报告，并在低空基础设施建设、低空经济链企业引培、低空经济标准规范制定、低空经济人才保障、低空技术创新等多个领域给予政府补贴。当前，北京、上海、深圳、杭州等 15 个城市已宣布共建低空经济生态圈，打造低空物流、空中览景、医疗急救、低空出行、应急救援等十大典型场景，计划到 2025 年打造 100 个行业标杆示范项目。

表2：2024 年国内部分重点城市低空经济行业相关政策

城市	发展目标	规划起降点数量	规划航线数量	运营补贴政策	生产奖补政策
广东广州	2027：产业规模 1500 亿元	>5 个枢纽型垂直起降场；100+ 常态化使用起降点；数百个社区网格起降点；低空基础设施投资规模 100 亿元	/	载人无人驾驶应用场景航线，单条航线年度最高补助 100 万元	固定资产投资额 5 亿—100 亿元的项目，市财政按固定资产投资额的 2%予以扶持
广东深圳	2025：产值规模 1000 亿元	1200+ 低空起降设施；109 个直升机场 eVTOL 兼容改造；新增 131 个直升机场（部分兼容 eVTOL）	1000+	宝安区/龙华区：eVTOL 运营空中观光游览 100 元/架次/人，市内交通 200 元/架次/人，城际交通 300 元/架次/人 龙岗区：低空载人航线补贴 50% 的飞行成本 南山区：每条境内航线一次性奖励 15 万元，每条深港跨境航线一次性奖励 50 万元	宝安区：载人 eVTOL 制造项目投资金额达 1 亿元，按项目投资金额的 20% 给予一次性补贴
广东珠海	/	2 个大型起降枢纽；44 个中型起降场站；数百个小型起降点	/	eVTOL 载人运营空中观光游览 100 元/架次，市内交通 200 元/架次，城际交通 300 元/架次	新引进的低空经济制造业优质项目：给予不超过设备购置额 20% 的补助
安徽省	2027：产业规模 800 亿元	500	/	合肥市：载人 eVTOL 航线观光旅游航线 100 元/架次/人，市内交通 200 元/架次/人	/

上海	/	/	400+	杨浦区：新开设航线企业，每条航线首年度完成 5000 架次飞行给予一次性补贴 20 万元 ，每家企业补贴最高 100 万元/年	杨浦区：对新引进的具有总部功能的低空经济企业或特别优质企业，经认定给予最高 1000 万元重大功能性总部项目补贴
江苏无锡	2026: 产业规模 300 亿元，飞行规模 30 万架次/年	200	/	/	/
江苏南京	2026: 产业规模 500 亿元	240+	120+	鼓励开通低空交通航线，对符合新开航线和架次标准的运营企业予以奖励	/
江苏苏州	2026: 产业规模 600 亿元	11 个大型、150 个中型、350+ 小型、若干微型起降场	100	中大型无人驾驶航空器常态化新开航线给予一次性奖励 40 万元	对重大项目落户及增资扩产，最高给予 3000 万元奖励
浙江杭州	2027: 飞行量 180 万架次/年，产业规模 600 亿元	40 个公共无人机起降点；220+ 末端无人机起降点；3+ 试飞测试场	500	/	/
湖北省	2027: 产业规模 1000 亿元	600+起降场	/	武汉市：大、中型无人驾驶航空器常态化运营航线，每条新开航线给予一次性奖励 40 万元	eVTOL 研发制造企业按实缴注册资本的 5% 给予不超过 1000 万元的落户奖励

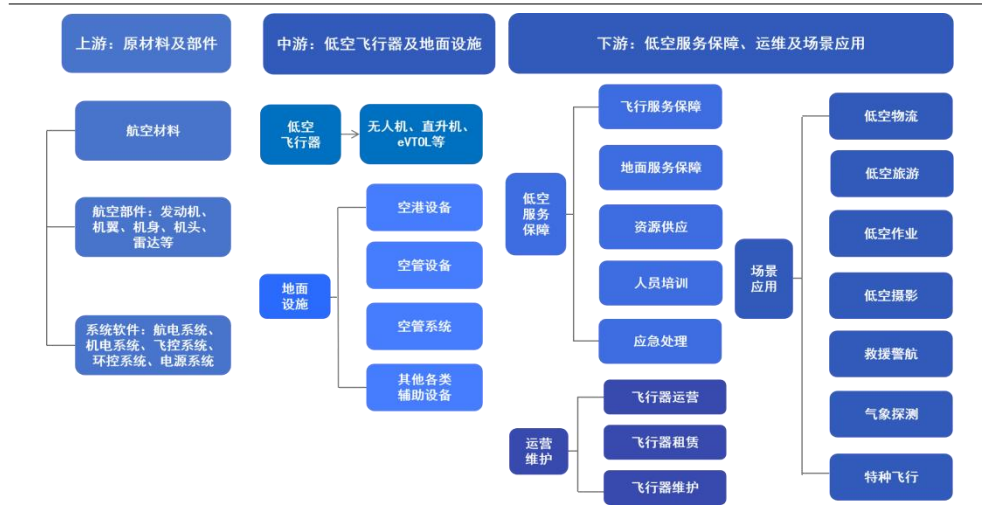
资料来源：各省、市政府官网，国信证券经济研究所整理

我国低空经济供应链已形成“上游自主突破、中游协同攻关、下游标准引领”的全链条发展格局，国产替代进程加速，核心技术攻关与国际化标准建设成为关键驱动力。供应链特点呈现三大趋势：一是跨产业协同显著，与传统航天航空、新能源汽车、新材料产业链存在大量交叉，是传统产业端的延链展链。二是政策驱动技术标准“双输出”，适航认证和部分基建、产品技术标准引领全球。三是核心零部件国产化率持续提升，飞控系统、导航系统等核心子系统有望基于 AI 算法和 5G-A 通信网络的普及加速攻关实现自主可控，但高端传感器、精密元器件仍依赖进口，需持续强化“强链补链”。

以 eVTOL、无人机整机制造为核心，产业链呈现技术快速迭代与订单落地的产能扩张态势。目前 eVTOL 整机制造企业主要有三类：1) 波音、空客等传统航空巨头企业凭借其在航空航天领域的深厚技术积累和资源优势布局 eVTOL 领域；2) 吉利、小鹏等汽车制造商凭借其汽车制造工业和供应链管理方面的经验，跨界进入 eVTOL 领域；3) 亿航智能、峰飞航空等初创企业专注于 eVTOL 技术的创新和突破，具有灵活的研发模式 and 创新能力。亿航智能 EH216-S 成为全球首款获标准适航证的无人驾驶载人飞行器，峰飞航空成功实现深圳-珠海跨海飞行演示，小鹏汇天的“陆地航母”即将开启销售。此类整机企业在手订单充沛，依托整机厂的集成优势带动上下游协同制造。

产业链下游主要为低空服务保障、运营维护和广泛的场景应用。目前，低空经济的应用场景商业化程度正逐步推进，但整体仍处于早期探索阶段。1) 低空旅游作为新兴体验项目，已在国内多个城市开展试点，如亿航智能在广州、深圳等地实现低空旅游试运行，在全球累计完成超过 56000 架次的安全运行试飞。2) 物流配送是目前商业化应用逐渐拓展的场景，美团、顺丰等企业已实现无人机在城市物流中的常态化运营，显著提升了配送效率。3) 城市管理方面，无人机在应急救援、安防巡检、电力巡检等场景的商业模式已基本跑通。

图3：低空经济产业链构成

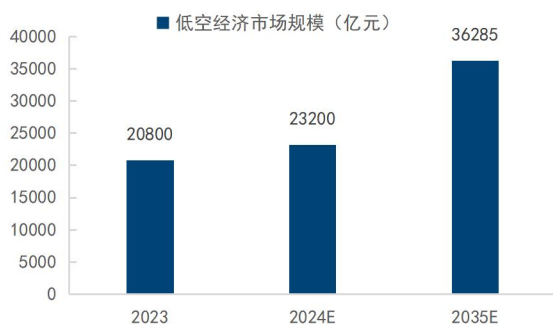


资料来源：前瞻研究院，国信证券经济研究所整理

各国政府和企业低空经济领域持续投入，推动技术进步和基础设施完善，商业应用场景不断拓展，促进低空经济市场壮大。根据前瞻研究院，全球低空经济市场规模在 2023 年达到约 2.08 万亿元，并在 2024 年预计增长至 2.32 万亿元，显示出低空经济作为新兴经济模式的巨大潜力。麦肯锡预测 2035 年全球低空经济规模预计突破 5000 亿美元。

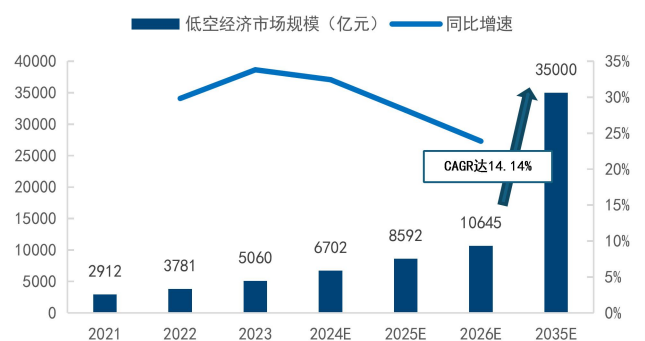
在技术发展、政策引领下，国内低空经济市场规模有望迎来指数级增长。根据赛迪顾问数据，2023 年中国低空经济市场规模达 5059 亿元，同比增速达 33.8%。其中，低空飞行器制造和低空运营服务占比接近 55%，贡献最大。2025 年我国低空经济整体市场规模将达到 8592 亿元。随着低空飞行活动的日益增多，预计到 2026 年低空经济规模有望突破万亿。根据中国民航局数据，到 2035 年，中国低空经济的市场规模有望达 3.5 万亿元。

图4：全球低空经济市场规模



资料来源：前瞻研究院，赛迪顾问，麦肯锡，国信证券经济研究所整理

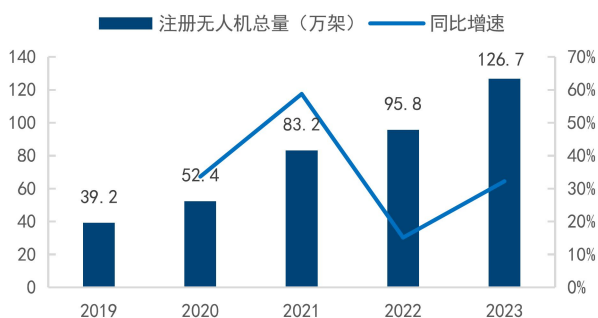
图5：中国低空经济市场规模



资料来源：赛迪顾问，头豹研究院，国信证券经济研究所整理

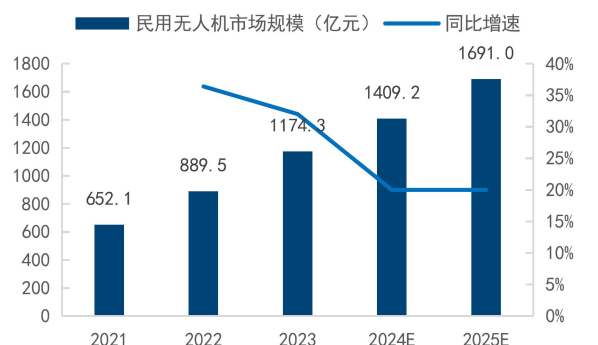
作为低空经济的重要物理载体，无人机在册数量逐年增加，未来市场规模会有可预见的增长。《2023 年民航行业发展统计公报》显示，截至 2023 年底，国内在册无人机共 126.7 万架，比 2022 年底增长 32.2%。2023 年中国民用无人机市场规模为 1174.3 亿元，其中工业级无人机主导增长。根据中商产业研究院预测，2025 年民用无人机市场规模将达 1691 亿元，整体市场突破 2000 亿元。

图6：中国注册无人机总量



资料来源：中国航空运输协会《2023-2024 中国民用无人驾驶航空发展报告》，国信证券经济研究所整理

图7：中国民用无人机市场规模



资料来源：中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

eVTOL 技术路线百花齐放，整机存量市场规模可达 2500 亿

无人机、直升机和电动垂直起降飞行器（eVTOL, Electric Vertical Take-off and Landing）是低空经济三大物理应用载体。无人机广泛应用于航拍、测绘、物流、农业植保等场景，其小型化和多样化设计使其能够在复杂环境中快速部署，完成任务后可迅速回收，使用效率高。直升机依靠传统的燃油发动机驱动螺旋桨产生升力和推力，实现垂直起降和悬停。凭借良好的机动性和载重能力，直升机在应急救援、医疗运输、海上作业等领域发挥着重要作用，但是噪音大、运营成本高。

eVTOL 是以电力为主要动力源的新型飞行器。因其经济、环保、轻量化的特点，符合未来城市空中交通和物流运输的发展需求。相比于无人机，eVTOL 在实现了载人载物的基础上，功能更加广泛；相比直升机，eVTOL 则有低碳环保、噪声低、成本低、无需跑道、稳定性好等优势。

表3：eVTOL、无人机对比

特性	eVTOL	无人机
适航高度	100-300m	0-120m
功能性	可执行复杂任务（客运、救援、灭火）	功能有限（航拍照片、视频等）
安全性	集中式指挥调度，集群式管理（容易）	1 对 1 控制或集中式控制，缺乏管理（困难）
操控性	能够全球远程遥控（某些厂商可提供）	大多数仅为 100~3000m 的短程控制
经济性	单次可运输多件货物	单次运输货物数量有限
载荷性	有效载荷重达 200~600 kg	有效载荷少于 50 kg

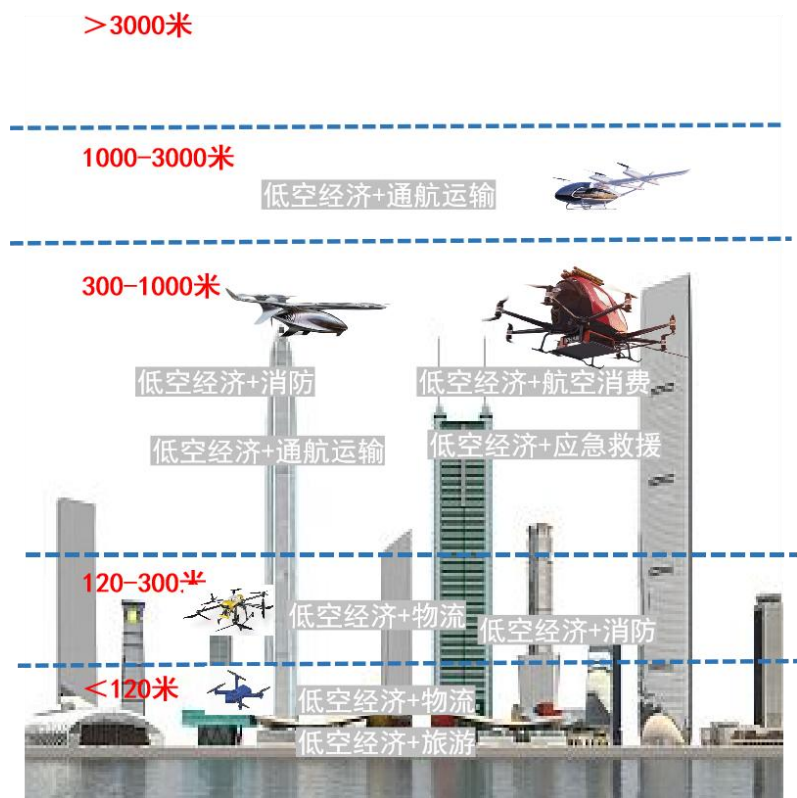
资料来源：《探索飞行汽车通勤新模式的城市空中交通发展分析》，国信证券经济研究所整理

表4：eVTOL、直升机对比

特性	eVTOL	直升机
适航高度	100-300m	2000-4000m
安全性	搭载多个螺旋桨的分布式推进系统，安全性高	单个螺旋桨，故障风险高
功能性	全自动飞行，避免人为失误	飞行员驾驶，有人为失误导致的风险
经济性	价格合理、无驾驶员成本、低维修成本	价格高昂、高驾驶员成本、高维修成本
环保性	低噪音、零排放、绿色能源	高噪音、高排放、污染环境
便利性	体积小，方便起降	体积大，停机坪面积大

资料来源：《探索飞行汽车通勤新模式的城市空中交通发展分析》，国信证券经济研究所整理

图8：低空经济+各类应用场景



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

eVTOL 根据构型有三种主流的技术路线，分别为多旋翼、复合翼、倾转旋翼，在此基础上衍生出倾转涵道风扇+完全矢量控制和隐藏式推进系统+无翼设计等其他技术路线。

多旋翼构型通过电机驱动并调控旋翼产生升力和推力以实现飞行，其构造相对简单、成本较低、可靠性高的特点适合短距离飞行场景。然而，其较低的有效载荷和较短的航程也限制了它的商业化应用。

复合翼构型结合了固定翼和多旋翼的优势，形成复合式气动布局，搭载了水平推力系统，有效提高航程能力和飞行速度。体积更大，载人载物的能力也更强。待续航技术和能力突破后，应用场景更加宽泛，长期的商业化前景更广。

倾转旋翼构型通过旋翼的倾转来实现飞行器在垂直起降、悬停和平飞之间的切换，并具备较高的速度和航程，既可在城市中垂直起降，又可在长距离飞行时以高速巡航，适应不同出行需求。但技术复杂性和较长的研发周期对于许多初创企业而言是阻力。

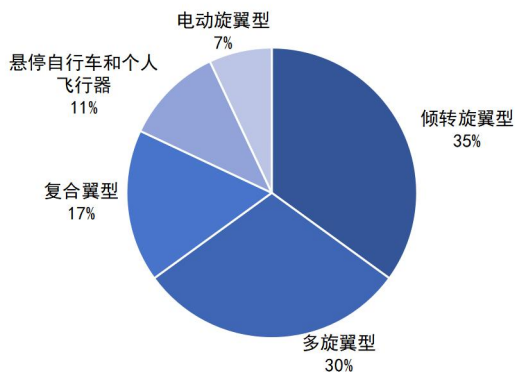
复合翼和倾转旋翼构型凭借更好的经济性和覆盖更多应用场景的能力逐渐成为 eVTOL 主流构型。根据美国垂直飞行协会（VFS），截至 2024 年 5 月，全球 eVTOL 概念产品数已超过 1000 个，来自全球 430 多家设计机构。其中倾转旋翼产品如时的科技 E20，零重力 ZG-T6、沃飞长空 AE200，数量为 360 个，多旋翼构型产品如亿航 EH-216S、小鹏汇天的旅航者，数量为 302 个，占比分别为 36%和 30%，复合翼构型如峰飞航空盛世龙，占比为 17%。倾转涵道风扇+完全矢量控制型和隐藏式推进系统+无翼设计构型具有独特的气动布局和低阻力设计，但制造成本高，并非当前主流的构型选择。

表5: eVTOL 不同技术路线对比

构型	多旋翼	复合翼	倾转旋翼
旋翼系统功能	垂起时提供全部升力；巡航时提供全部拉力和升力	垂起时一部分旋翼提供升力，巡航时另一部分旋翼提供拉力	垂起时所有旋翼提供升力，巡航时部分旋翼或所有旋翼提供拉力
特点	分布式旋翼设计，旋翼同时工作，无机翼等翼面，完全通过旋翼实现垂直起降和巡航	设计直接简单，有机翼，通过独立的垂直旋翼动力系统和推进动力系统提供升力和巡航推力	有机翼，通过矢量推进装置，既可以为飞行器提供升力也可以提供巡航推力
巡航速度	60-100km/h	150-200km/h	250-320km/h
优点	研发难度低	研发难度中等 研制风险和成本较低	气动效率高 飞行速度高 航程和有效载荷有明显优势
缺点	有效载荷和航程都相对有限 飞行速度慢 噪声大	制造成本高 两套动力系统 载重效率低	技术难度稍大
应用场景	文旅观光 低空表演	物流运输 应急救援 大景区低空旅游 城际及城市空中出行	物流运输 应急救援 大景区低空旅游 城际及城市空中出行
国内外代表厂商	亿航 Volocopter	峰飞航空 EVE	时的科技 Joby
代表机型	亿航 EH216-S、Volocopter 2X	峰飞 V1500M 盛世龙、Beta Alia-250, Wisk Cora	Joby 4S, Vertical VA-X4
产品图例			

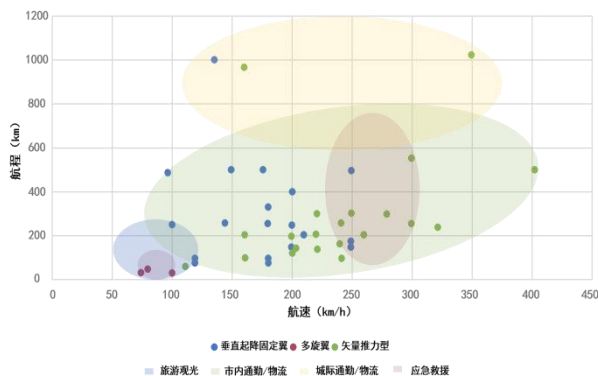
资料来源：《eVTOL 飞行器的发展态势与应用场景综述》，东方日报，国信证券经济研究所整理

图9: 全球 eVTOL 构型占比



资料来源：美国垂直飞行协会（VFS），国信证券经济研究所整理

图10: 不同 eVTOL 应用场景



资料来源：《2024 上海低空经济发展白皮书》，航空产业网，国信证券经济研究所整理

eVTOL 产业链的核心子系统主要可以分为通导监系统、机体复合材料、飞行器制造和运营、能源系统、动力系统五大类，eVTOL 的核心子系统供应商组成了产业链的主要结构。

1) 通导监系统等基础设施是 eVTOL 实现大规模商业化的必要条件，目前由政府主导，投入大量资金和资源进行建设。通讯系统用于实现 eVTOL 与地面控制站、其他飞行器或空中交通管理系统的交互，通常采用 Wi-Fi、4G/5G 等无线通信技术。导航系统用于确定 eVTOL 的飞行路径和位置，确保飞行安全，包括 GPS 接收器等部件，能够实时获取飞行器的位置、速度和姿态信息。监视功能通过低空监视雷

达、ADS-B、光电探测等手段，对飞行器进行实时监控，保障空域安全。这些技术手段共同构建智能化、高效化的低空飞行保障体系，实现空域的合理利用。

2) 机体是 eVTOL 的主要承载结构, 使用复合材料占比可达 70%以上, 具备轻量化和高强度特点。据中国复合材料工业协会引用 Stratview 的数据, 空中汽车中超过 90%的复合材料为碳纤维, 剩余约 10%为玻璃纤维。

3) 飞行器制造环节涉及机体结构、航电系统、飞控系统等多领域的集成,需要协调上百套设备和多个子系统,并完成高标准、高要求的适航认证。飞行器运营商业化进程正逐步加速,目前的运营场景主要集中在景区观光、城市空中交通、应急救援和物流运输等领域,运营也需要符合严格的法规标准。

4) 能源系统需要满足高能量密度、高倍率放电以及轻量化的要求,当前以锂电池为主,向固态电池和氢燃料电池等高能量密度方向发展,以突破航程限制并满足不同应用场景的需求。

5) 动力系统是 eVTOL 的核心部分, 从动力源可分为全电动、混合动力两大类, 全电动类别包括锂电池、氢燃料电池、太阳能电池三种, 混合动力类别包括串联式混动、并联式混动和混联式混动, 混合电推进系统是以航空燃气涡轮发动机和电池共同提供能源的推进系统。

图11: 国内 eVTOL 产业链构成



资料来源：航空产业网，国信证券经济研究所整理

随着应用场景的逐步扩大，国内存量 eVTOL 市场空间潜力巨大。Morgan Stanley 预计，全球 eVTOL 行业市场规模在 2025 年可达到 350 亿美元，2030 年增至 3000 亿美元。中国低空经济联盟发布的《低空经济发展趋势报告》预计，到 2030 年我国 eVTOL 市场保有量有望突破 10 万架。

从 5-10 年维度的中期存量市场空间来看，我们测算国内旅游观光场景、通勤场景可分别带来 2.4 万架和 8.5 万架的 eVTOL 需求，整机存量销售市场规模超 2500 亿。

1) 文旅观光是 eVTOL 早期商业化的重要方向。目前亿航通航及合翼航空收到了由中国民航局颁发的全国第一批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证，这意味着载人收费飞行体验商业模式的成功落地。目前国内共有 A 级景区 1.57 万家，假设渗透率为 15%，则有 2355 家，每个景区配套 10 架 eVTOL，测算得到观光场景需要

2. 35 万架 eVTOL。

2) 通勤场景（如空中出租车）是 eVTOL 长期核心增长点。从价格上看，预计对网约车和出租车的专车以及豪华车形成部分替代效应。国内网约车和出租车活跃运营数量是 425 万辆，假设 eVTOL 渗透率为 2%，则 eVTOL 通勤场景运营量为 8.5 万架。

综合旅游观光和通勤场景对 eVTOL 的需求量，参照每架亿航 EH216-S 每架 eVTOL 239 万元测算，测算 eVTOL 整机存量销售市场规模约为 2594 亿元。

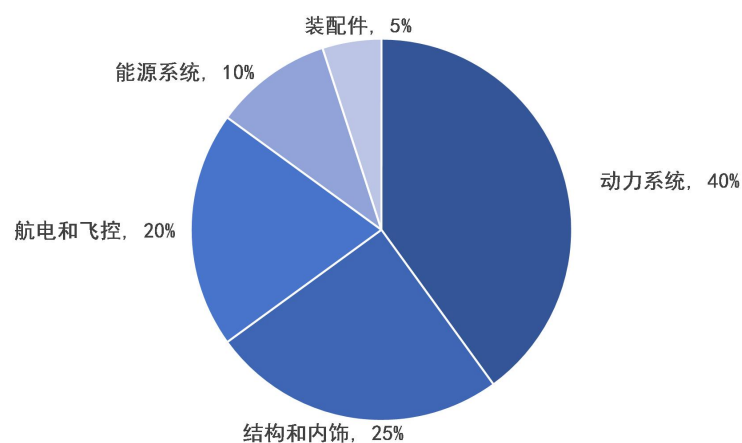
表6: 国内中期 eVTOL 细分场景及整机销售存量市场规模

eVTOL 市场规模测算	
旅游观光场景	
全国 A 级景区	1.57 万家
假设 eVTOL 渗透率	15%
应用 eVTOL 的旅游景区	2355 家
假设每个景区配备的 eVTOL 数量	10 架
所需 eVTOL 数量	23550 架
通勤场景	
出租车数量	139 万辆
出租车活跃率	100%
网约车数量	716 万辆
网约车活跃率	40%
出租车和网约车活跃数量	425 万辆
假设 eVTOL 渗透率	2%
所需 eVTOL 数量	85000 架
整机销售	
观光、通勤场景所需 eVTOL 数量	108550 架
假设每架 eVTOL 售价	239 万元
eVTOL 整机销售市场规模	2594 亿元

资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理

从 eVTOL 零部件价值量来看，以电机和电控为主要组成部分的动力系统在 eVTOL 核心结构中的集成成本占比最大。根据 Lilium 公司的数据，其 eVTOL 成本结构中，eVTOL 的动力系统占比最高，约为 40%，结构和内饰占比约 25%，航电和飞控占比约 20%，能源系统占比约 10%，装配件占比约 5%。

图12: eVTOL 成本结构



资料来源：Lilium，中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

eVTOL 动力系统市场空间巨大，潜力有待开发。eVTOL 动力系统市场规模主要以 eVTOL 整机需求规模为基准。随着亿航智能成为国内首个“四证集齐”的 eVTOL 主机厂，中国无人驾驶载人航空器将从试点迈向商业化，eVTOL 电机将随着 eVTOL 的商业化拓展也得到市场空间的提升。

表7: 国内客户的国产 eVTOL 订单

eVTOL 企业	型号	电机合作企业	时间	数量（架）	订购方
亿航	EH216-S	英搏尔	2023 年 9 月	100	深圳市博领智能科技有限公司
			2023 年 10 月	100	合肥市政府
			2024 年 3 月	100	无锡市交通运输局
			2024 年 5 月	50	西山文旅
			2024 年 6 月	30	温州市文成县政府
			2024 年 7 月	30	冠忠智慧出行有限公司
			2024 年 11 月	50	浙江祥源文旅
小鹏汇天	“陆地航母”飞行汽车	云驱科技	2023 年 12 月	100	嘉兴南湖交科院
			2024 年 6 月	100	协昌行文旅有限公司
			2024 年 11 月	2008	全国各地 12 家客户
			2024 年 11 月	100	海南羽嘉通用航空服务有限公司
沃兰特	VE25-100	华明航电	截至 2024 年 3 月	700	南航通航、华夏飞滴科技等 7 家企业
			2024 年 11 月	165	南航通航、金鹿公务等 4 家企业
峰飞	V2000CG	自研	2023 年 3 月	30	中通快递
	盛世龙		2023 年 9 月	100	东部通航
沃飞长空	AE200	自研	2023 年 7 月	100	华龙航空
			2024 年 11 月	120	工银金融租赁有限公司
御风未来	M1, M1H	/	2023 年 11 月	20	龙浩航空
	M1		2024 年 11 月	100	浦银金租

资料来源：各公司官网，各公司公众号，国信证券研究所整理

从未来大规模商业化的潜力来看，测算中期存量国内旅游观光场景、通勤场景可分别带来 2.4 万架和 8.5 万架的 eVTOL 需求，整机存量销售市场规模超 2500 亿。根据 Lilium 的 eVTOL 成本结构测算，eVTOL 的动力系统占比约为 40%，则中期存量 eVTOL 动力系统市场空间可达 1000 亿元的水平。

航空动力系统可分为传统航空动力系统和电推进系统

传统民航客机、军用战机等多采用传统航空动力系统，低空飞行器多采用电推进系统，这两种动力系统在短中长距离载人载物等场景中形成互补，发挥各自优势。传统航空动力系统以燃油发动机为核心，技术成熟，能够提供高功率输出，适合长时间和大载重的飞行，如支线通航、农林作业和中远距货物运输，但具有高能耗、高排放和高噪音问题。传统航空动力系统主要包括活塞发动机、涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机等。

2024 年 3 月 27 日，工业和信息化部、科学技术部、财政部、中国民用航空局印发的《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》提出，航空飞行器的新能源化为未来的主要技术方向，重点任务要以电动化为主攻方向，兼顾混合动力、氢动力、可持续燃料动力等技术路线，加快航空电推进技术突破和升级，开

展高效储能、能量控制与管理、减排降噪等关键技术攻关。加快布局新能源通用航空动力技术和装备，开展 400kW 以下混合推进系统研制，推进 250kW 及以下航空电机及驱动系统规模化量产，以及 500kW 级产品应用验证。

电推进系统以分布式电驱动技术为基础，包括燃油、纯电动、混合动力和氢能等多种技术路线。

1) 传统燃油动力能量转化效率较低，且背离现代低碳可持续发展要求，正逐渐被淘汰。传统燃气涡轮航空发动机受材料限制，涡轮入口温度提升困难，导致发动机性能提高受到限制，此外，压气机和涡轮的功率、转速的宽范围匹配也是航空发动机发展的一大难题，需要新的解决途径。

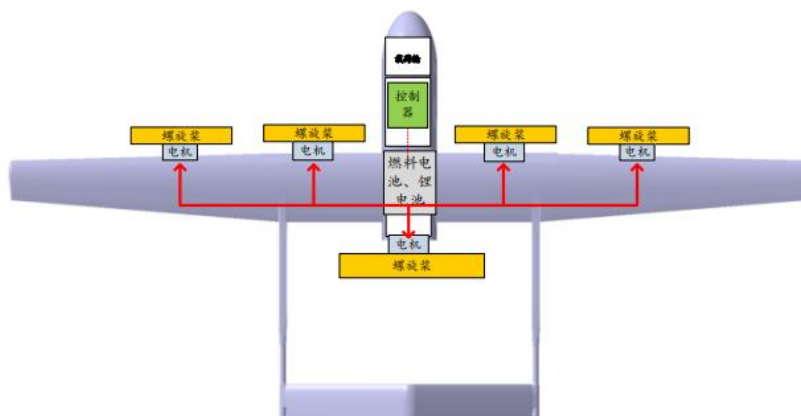
2) 纯电推进环保性好，能量效率高，且采用的分布式推进系统 (DEP) 飞行安全性高，因而成为低空经济厂商的主流选择。驱动电机是纯电飞行器的关键部件，要使电动飞行器有良好的安全性、加速性以及使用性能，驱动电机应具有调速范围宽、转速高、效率高且有动态制动强和能量回馈等特点。

3) 混合电推进系统通过发动机驱动发电机产生电能并与电池相混合，共同带动电动机驱动涵道风扇产生推力，兼具提升能量转换效率和降低污染排放的优势。增程式混动 eVTOL 在垂直起降阶段采用电池驱动电机，在巡航阶段使用增程器发电驱动电机。增程式混动 eVTOL 可以大幅降低飞行对电池的损耗和依赖，在拓宽续航能力、降低运营成本、减少对基础设施的依赖性方面更具优势。

4) 氢能兼具高能量密度和环保性，但受制于氢燃料的生产存储运输技术的限制，现阶段较难实现大规模商用，个别主机厂力争实现技术突破，有望在大机型上率先应用。

低空飞行器的动力系统多采用分布式电推进系统 (DEP)。DEP 采用多台小型电动机分别驱动螺旋桨或涵道风扇，取代传统集中式发动机，多个小功率电机的总效率与大功率电机相当。其技术优势在于，分布式布局推进系统与气动外形深度融合，在 eVTOL 中采用倾转旋翼或复合构型，通过吹翼效应、边界层抽吸等技术降低阻力，提升飞机低速状态下的升力以实现短距起降，进而可以减小机翼面积从而降低飞机结构重量和巡航阻力以满足长航时飞行需求。同时，相较于传统燃油发动机 40% 的能量利用效率，电能利用效率超过 70%，同时减少噪声和碳排放。此外，分布式推进系统还能够在某些推进器发生故障时，通过调整其他推进器的输出来维持飞行，从而显著提高了飞行器的可靠性和生存能力。通过提高飞行器单种动力在宽工况（例如不同飞行速度、高度等）下的效率，可以降低其能量消耗，并大大提高续航时间，满足长航时的需求。

图13: 分布式推进无人机外形及电动动力系统架构



资料来源：《分布式推进无人机飞行系统和动力系统综合控制研究》，董鑫，国信证券经济研究所整理

NASA 提出的 N3-X 涡轮发电分布式电推进飞机，机身上表面后缘有 16 个由电机驱动的小型分布式推力风扇，电能由位于翼尖的两台涡轮发电机产生，通过分布式推力风扇加速机身边界层附近的气流，减少飞机阻力和燃油消耗并最大限度地降低噪音水平，该飞机相比于同类运输机能耗可以降低 60%。

图14： N3-X 飞机概念设计方案



资料来源：《分布式电推进飞机气动布局快速设计方法研究》，国信证券经济研究所整理

航空动力系统

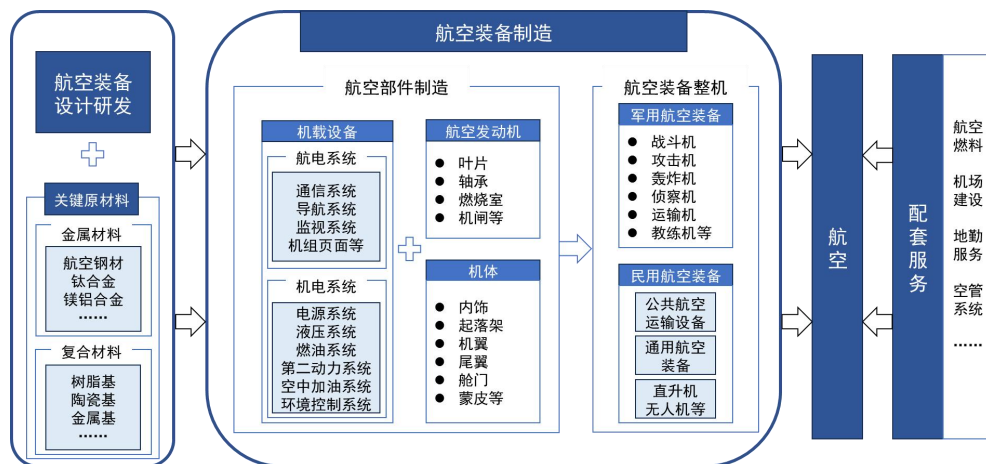
航空装备指的是各类型航空器及其重大装备的总成，包括飞机、航空发动机及航空设备与系统三大部分。其中航空发动机指的是用来产生拉力或者推力使飞机前进的发动机设备。

航空部件制造可分为机体、发动机及机载设备三大部分

航空装备制造是航空装备产业链的关键环节，主要为航空部件制造和航空装备整机，其中航空部件制造可分为机体、发动机及机载设备三大部分。机体是航空装备结构的主要构成，发动机是航空装备的动力来源，机载设备是指对航空装备飞

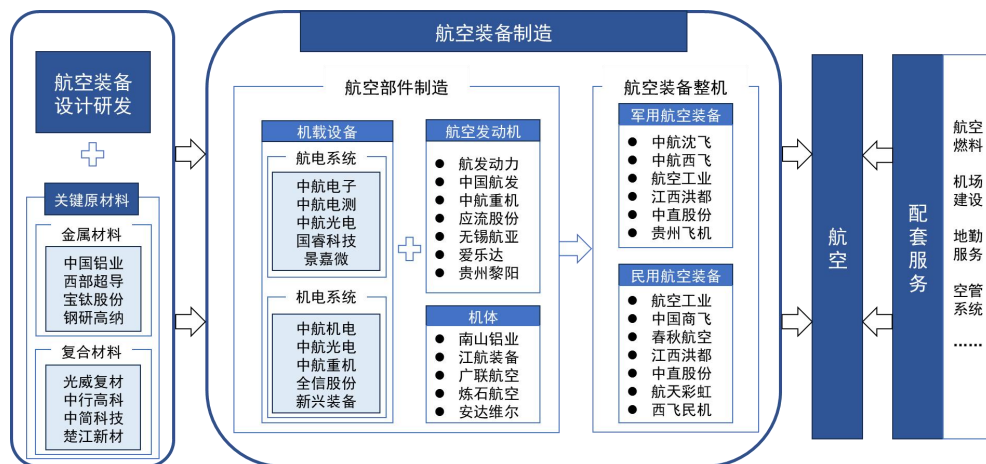
行中的各种信息、指令和操纵进行测量、处理、传递、显示和控制的设备。航空装备的细分市场大致为军用航空装备以及民用航空装备两大类。

图15: 中国航空装备产业链结构



资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

图16: 中国航空装备产业链生态图谱

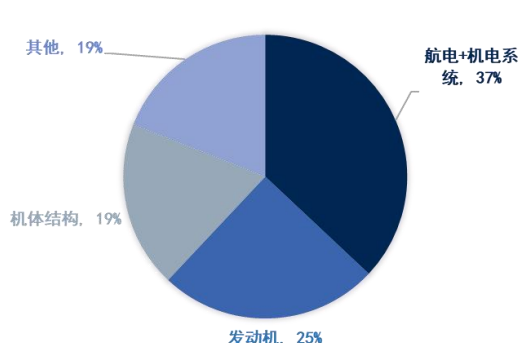


资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

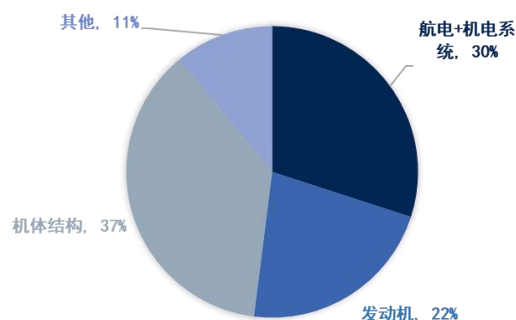
航空发动机是飞机的核心，为飞机提供飞行所需的力量和能量。航空发动机是一种非常复杂和精密的设备，它把燃料和空气混合后燃烧，然后把燃烧产生的高温高压气体转化为推力或功率，从而驱动飞机前进。从飞机成本结构拆分来看，发动机成本占比大约 20-30%，为驱动飞机飞行的核心部件。

图17: 军用飞机成本结构

图18: 民用飞机成本结构



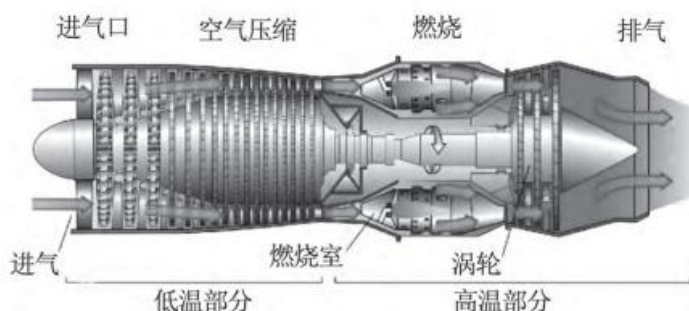
资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理



资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

航空发动机主要由进气装置、压气机、燃烧室、涡轮、排气装置五大部分组成，其中压气机、燃烧室、涡轮是其三大核心部件。喷气式发动机和活塞式发动机都需要经过进气、加压、燃烧和排气四个工作过程，空气首先进入的是发动机的进气道，经过压气机加压后进入燃烧室与燃料混合燃烧，燃烧室产生高温高压的能量气体传送给涡轮，涡轮做功经涡轮轴为发动机运行提供动力，从而推动飞机运行。

图19: 航空发动机工作过程图



资料来源：陈欢，归文强，孙浩堯，张一西，《航空发动机核心部件技术研究概况与展望》，中国设备工程，2023，2023.09：237，国信证券经济研究所整理

表8: 航空发动机核心部件

核心部件	说明
压气机	压气机是航空发动机中一个重要的组成部分，它对流过它的空气进行压缩，提高空气的压力，为燃气膨胀做功创造条件，改善发动机经济性，增大发动机推力。压气机作为航空发动机的核心部件之一，具有压力大、转速高的特点。
主燃烧室	在航空燃气轮机发动机中，燃烧室是核心的部分之一，其主要功能是将化石燃料中的化学能转化为热能释放出来，并形成高温高压的气体。从燃烧室产生的高温高压的气体进入涡轮并带动涡轮转动，实现将热能转化为机械能，带动发动机的转动。燃烧室是发动机的核心，其研制过程具有难度大、周期长、花费高等特点。
涡轮	涡轮的主要作用是将从燃烧室流出的大部分能量转化为机械功，由涡轮轴输出，用以驱动其他附件。

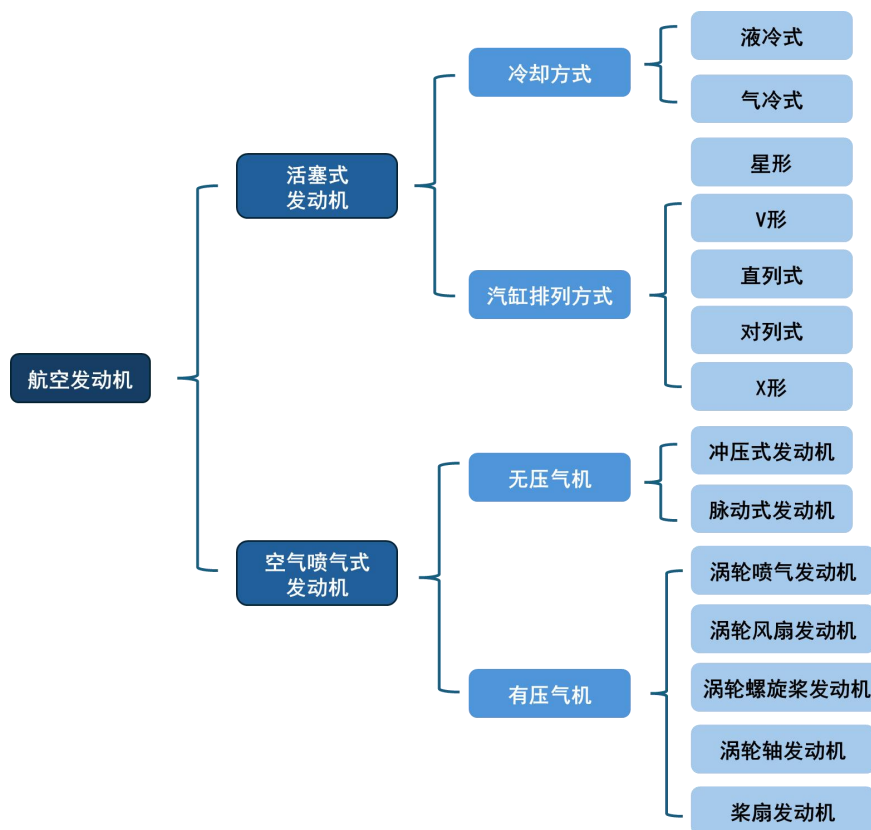
资料来源：陈欢，归文强，孙浩堯，张一西，《航空发动机核心部件技术研究概况与展望》，中国设备工程，2023，2023.09：237，国信证券经济研究所整理

航空发动机主要分为活塞式发动机和空气喷气式发动机

分类来看，航空发动机主要可以分为活塞式发动机和空气喷气式发动机。航空发

发动机的百年历史大致可分为两个时期：第一个时期从莱特兄弟的首次飞行开始到第二次世界大战结束为止，在这个时期内活塞式发动机统治了 40 年左右；第二个时期从第二次世界大战结束至今，空气喷气式发动机取代了活塞式发动机，开创了喷气时代，居航空动力的主导地位。

图20: 航空发动机分类



资料来源：刘大响，陈光等，《航空发动机，飞机的心脏》，航空工业出版社，2015，2015.5：53，国信证券经济研究所整理

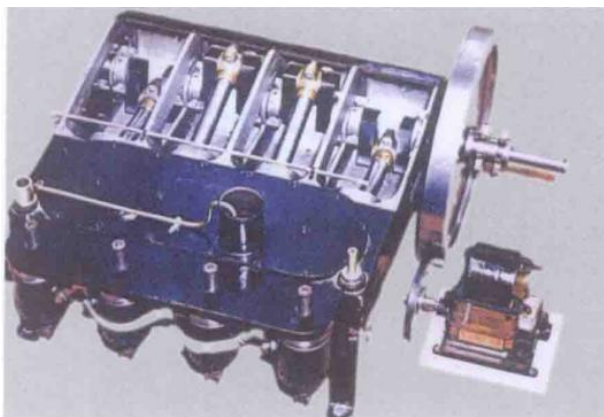
1) 活塞式发动机

由来：1903 年，美国人莱特兄弟制造出一架装有两个推进式螺旋桨的双翼飞机，这架飞机采用由他们自制的功率为 9 千瓦的活塞式发动机，为世界上第一种飞上天的航空发动机。在莱特兄弟首次飞行后的 40 年，活塞发动机的功率从 9 千瓦增加到 2237 千瓦，飞机飞行速度超过 700 千米/时，飞行高度超过 1 万米。

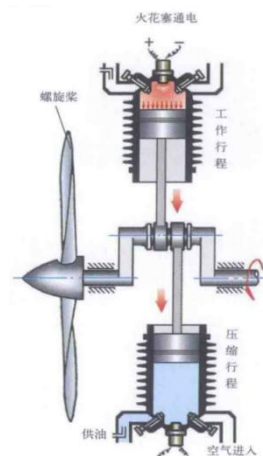
工作原理和特点：航空活塞发动机是依靠活塞在汽缸中的往复运动使气体工质完成热力循环，将燃料的化学能转化为机械能的热力机械，主要由曲轴、连杆、活塞、汽缸、进气阀、排气阀等组成。与喷气式发动机相比，航空活塞发动机具备低空低速飞行效率高、运行成本低、结构简单等优势，在小型飞机中应用较多。

图21: 莱特兄弟“飞行者”1号所用的活塞发动机

图22: 对置双缸活塞式发动机示意图



资料来源：刘大响，陈光等，《航空发动机，飞机的核心》，航空工业出版社，2015，2015.5：49，国信证券经济研究所整理



资料来源：刘大响，陈光等，《航空发动机，飞机的核心》，航空工业出版社，2015，2015.5：53，国信证券经济研究所整理

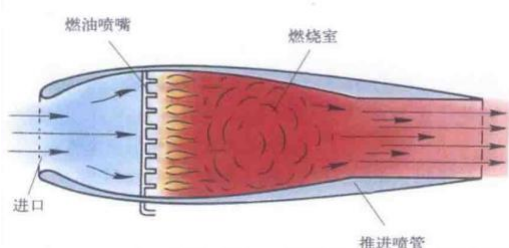
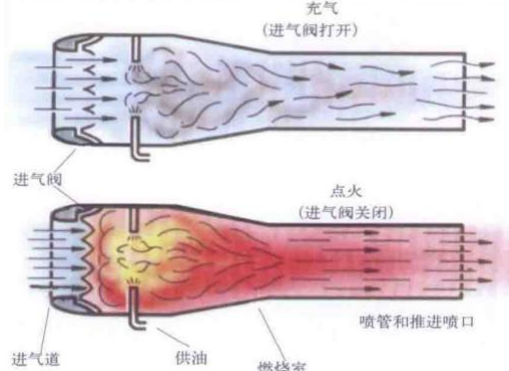
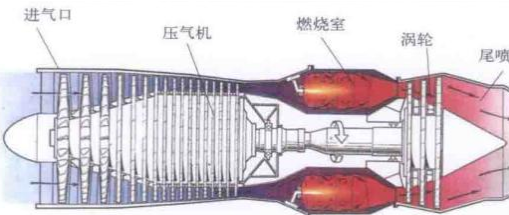
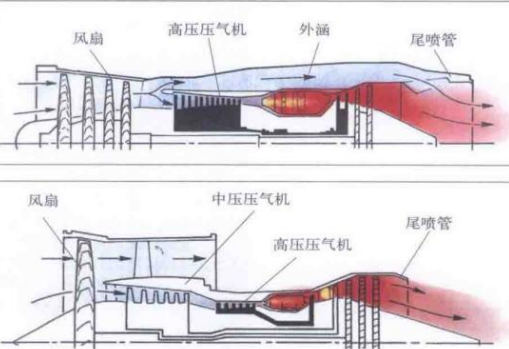
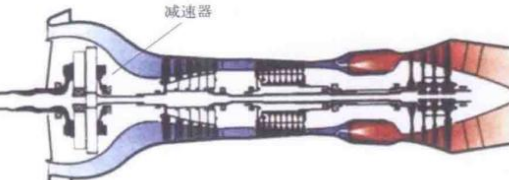
不足：由于发动机功率与飞机飞行速度的三次方成正比，随着飞行速度的提高，要求发动机功率大大增加，从而其重量和体积随之迅速增加，而活塞式发动机产生的动力（功率）很小，且随着飞机飞行高度的增加，功率降低很快，活塞式发动机满足不了提高飞行速度的要求；在接近声速时，螺旋桨的效率急剧下降，限制了飞行速度的提高。要进一步提高飞行速度，尤其达到或超过声速，必须采用新的动力装置，喷气式发动机可以产生很大的推力，而重量又较轻，从而大大提高了飞机的飞行速度。

2) 空气喷气式发动机：

由来：世界上第一架以喷气发动机为动力的德国亨克尔 He. 178 飞机在 1939 年首次试飞时就达到了 700 千米/时的飞行速度，已接近活塞发动机飞机的极限速度，宣告了一个新的航空时代的到来。此后半个世纪的发展，喷气发动机的推力从最初的 200-300 千克力增加到 54620 千克力，几乎增加了 200 多倍；耗油率从大于 0.1 千克/（牛时）降到 0.035 千克/（牛时），降低约 2/3；发动机推重比由小于 1.0 增大到 10，增加了十余倍；发动机寿命由最初几小时增加到 2-3 万小时，增加了近万倍。

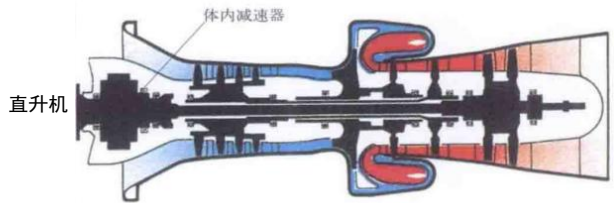
工作原理和特点：空气喷气式发动机中，经过压缩的空气与燃料（通常为航空煤油）的混合物燃烧后产生高温、高压燃气，在发动机的尾喷管中膨胀，以高速喷出，从而产生反作用推力。流进发动机的空气可以由专门的压气机使其受到压缩，也可以利用将高速流进发动机的空气（例如，当飞行器以很高的速度飞行时）滞止下来而产生高压来达到。因此，空气喷气式发动机可以分为无压气机和有压气机两类。在有压气机的空气喷气发动机中，压气机用燃烧室后的燃气涡轮来驱动，因此这类发动机又称为航空燃气涡轮发动机，为目前主流的航空发动机技术。

表9：空气喷气式发动机分类及其工作原理、特点、适用性

工作原理	特点	适用性	工作原理图
1、无压气机			
1) 冲压式喷气发动机 由进气道（扩压器）、燃烧室和尾喷管组成，它利用飞轮，所以这种发动机的热效率高、飞行器高速飞行时，迎面气流结构简单、重量轻、成本低。但其进入发动机后减速增压并达到一定数值，直接进入燃烧室，从燃烧室出来到一定速度后能启动并开始有效的高温高压燃气直接进入尾喷管膨胀加速，向后喷出，产生推力。	由于没有压气机，因而也不需要涡轮和尾喷管组成，它利用飞轮，所以这种发动机的热效率高、飞行器高速飞行时，迎面气流结构简单、重量轻、成本低。但其进入发动机后减速增压并达到一定数值，直接进入燃烧室，从燃烧室出来到一定速度后能启动并开始有效的高温高压燃气直接进入尾喷管膨胀加速，向后喷出，产生推力。	导弹	
2) 脉动式喷气发动机 脉动式喷气发动机是空气和燃料间歇地供入燃烧室的无压气机喷气发动机。当一股空气顶开进气阀进入燃烧室后，进气阀在弹簧作用下关闭，此时喷进燃油并点火燃烧，燃烧后的高温燃气由尾喷管高速喷出，产生推力，并吸开进气阀，空气又进入发动机燃烧室，重复上述过程，因此燃烧与供气是断续的。	优点是可以自身启动，结构简单，重量轻，成本低，但是它只适用于低速飞行，飞行高速有限，单向寿命短、振动大、耗油率高，只在第二次世界大战中被使用，目前除用于航空模型飞机和某些低速靶机外，尚无其他飞行器使用。	航空模型飞机、某些低速靶机	
2、有压气机（也称航空燃气涡轮发动机）			
1) 涡轮喷气发动机 由驱动压气机的燃气涡轮出来的燃气，在尾喷管中膨胀以高速喷出直接产生推力的发动机，称为涡轮喷气发动机。	涡轮喷气发动机克服了带螺旋桨的航空活塞式发动机的主要缺点，使飞机从亚声速进入到超声速飞行的时代。但是，由于涡轮发动机在获得推力的同时，有大量仍具有一定热能、动能的高温燃气高速排出发动机，大量的能量损失了，因此，经济性差（耗油率高）是主要弱点。20世纪60年代开始，涡轮喷气发动机逐渐被性能更好的涡轮风扇发动机所取代。	战斗机、轰炸机	
2) 涡轮风扇发动机 由驱动压气机的燃气涡轮出来的燃气，现在另一个涡轮（低压涡轮）中膨胀，以驱动一个装在压气机前面的、比压气机直径大的风扇，最后再在尾喷管中膨胀并以一定的速度喷出，称为涡轮风扇发动机。	在涡轮风扇发动机中，由高压涡轮出来的燃气先在低压涡轮中膨胀做功，然后再到尾喷管中膨胀加速，由于低压涡轮中已将高压涡轮出来的燃气能量用掉很多，因此，低压涡轮出来的燃气、温度与压强大大降低，因此与涡轮喷气发动机相比，排气能力损失小很多，耗油率一般为涡轮喷气发动机的2/3，推力大，经济性好，排气速度低，噪音小。	客机、轰炸机	
3) 涡轮螺旋桨发动机 由驱动压气机的燃气涡轮出来的燃气，先流经一个驱动减速器的涡轮，再流入尾喷管中喷出，减速器的输出轴上安装螺旋桨，称为涡轮螺旋桨发动机。	与航空活塞式发动机相比，涡轮螺旋桨发动机具有重量轻、振动小等优点，特别是随着飞行高度的增加，其性能更为优越；与涡轮喷气和涡轮风扇发动机相比，它又具有耗油率低和起飞推力大的优点。但因螺旋桨特性限制，装配涡轮螺旋桨发动机的飞机飞行速度一般不超过800千米/时。	中小型运输机和通用飞机	

由驱动压气机的涡轮出来的作为驱动直升机旋翼产生升力和推燃气，先流经一个驱动减速进力的动力装置，可分为活塞式发动机的涡轮，再流入尾喷管中动机和涡轮轴发动机。与活塞式发动机相比，减速器的输出轴以较动机相比，涡轮轴发动机具有重量高的转速（约 8000 转/分）轻、体积小、功率小、振动小、容与传动直升机旋翼的主减速易起动、便于维修和操纵等优点。器相连，被称为涡轮轴发动 60 年代后，新研制的直升机几乎都采用了涡轮轴发动机作为动力。

4) 涡轮轴发动机



介于涡轮风扇发动机与涡轮螺旋桨发动机之间的发动机，称为桨扇发动机。它有这种发动机省油、经济性好、配装两排转向相反的、带一定后桨扇发动机的飞机比装涡轮螺旋桨发动机的飞机飞得快。缺点在于这种发动机的噪声较难解决，安全性径小、叶片数多而薄；与涡轮风扇发动机相比，叶片数少而宽、厚。

5) 桨扇发动机



资料来源：刘大响，陈光等，《航空发动机，飞机的心脏》，航空工业出版社，2015，2015.5：49-62，国信证券经济研究所整理

从生产壁垒来看，航空发动机技术壁垒高、研制生命周期长等特点。

1) 技术壁垒高：

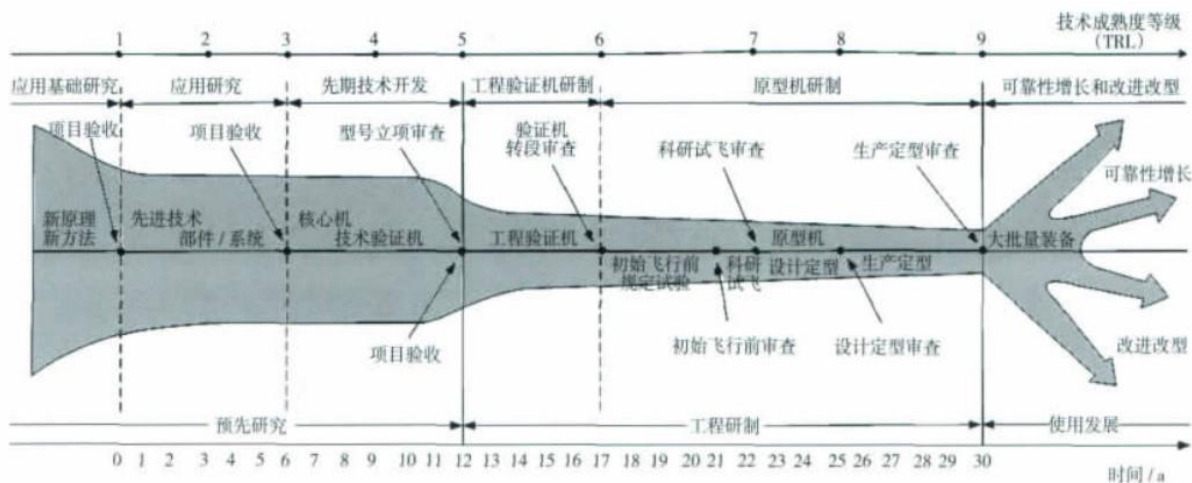
一方面，航空发动机对可靠性、安全性要求极高，结构复杂。航空发动机是推动飞机飞行的动力，与地面、水面运输工具的动力装置不同，地面、水面运输工具动力装置出现问题时，可以停车或者停泊排除故障，而航空发动机其“工作岗位”是在数千上万米的空中。发动机一旦在空中出现问题，飞机将失去动力，就无法保持飞行高度和速度，轻则导致飞机无法完成任务，重则会造成机毁人亡的重大事故。同时，与其他机械装置相比，发动机结构十分复杂，零件数目达数十万个，不仅如此，发动机主要零部件的工作环境十分恶劣，常常处于高温（最高可接近 2000 摄氏度）、高压（几十个大气压）和高速转动（转速可达每分钟几万转）的工作状态，任何一个零件出现问题，都可能导致发动机停车或破坏，并引发灾难性后果。因此，在任何一台航空发动机正式投入使用（服役）前，必须通过各种试验对其性能、功能、强度以及可靠性有充分的认识和了解，以便安全、有效、合理地使用。

另一方面，由于航空发动机的研制和发展是一项涉及空气动力学、工程热物理、传热传质、机械、强度、传动、密封、电子、自动控制等多学科的复杂的综合性系统工程，航空发动机内部的气动、热力和结构材料特性又是非常复杂，以至于到目前为止，仍然不能够从理论上给予详尽而准确的描述，只有依靠实际发动机的试验来获得。通过试验，可以验证设计的合理性、扩展已有的经验，并有可能促进对物理机理的进一步认识。此外，航空发动机设计能力的提高也主要依靠试验数据的不断扩大和完善、对已有经验的扩展以及理论分析的完善。近百年来国内外研制航空发动机的实践证明，新型航空发动机的诞生，发动机的改进、改型都离不开试验。航空发动机的发展史是一个设计、制造、试验、修改、再制造、再试验，不断摸索和反复完善的过程。

2) 研制生命周期长：

新型航空发动机全寿命可分为预先研究、工程研制和使用发展 3 大阶段。1) 预先研究阶段的主要任务是为发展新型发动机提供技术储备，缩短研制周期，降低研制风险，不断提高技术水平。同时，为改进现役发动机性能、可靠性提供实用的技术成果。2) 工程研制阶段的主要任务是根据主要作战使用性能指标，研制满足装备使用要求的发动机产品。该阶段分为工程验证机研制和原型机研制 2 个阶段。3) 使用发展阶段是发动机全寿命科研工作的重要组成部分，发动机装备使用后应不断解决使用中暴露的技术质量问题，提高可靠性，并根据装备发展需求和新技术研究成果进行改进改型发展。

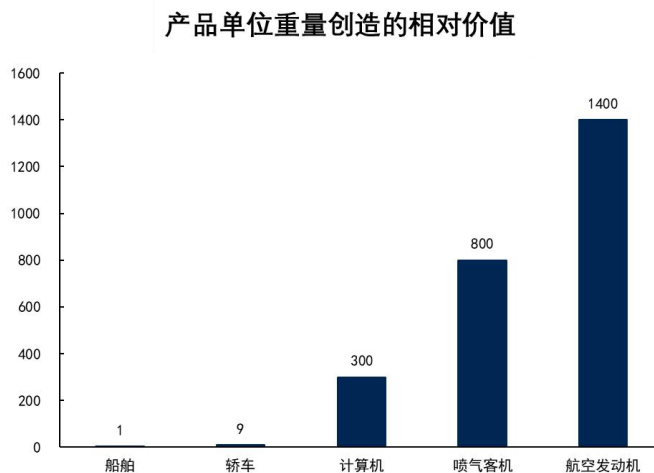
图23: 新型航空发动机全寿命周期按时间、分阶段的研究和发展过程



资料来源：刘廷毅，《航空发动机研制全寿命管理研究及建议》，航空发动机，2012，2012. 2：4，国信证券经济研究所整理

从产品单位重量创造的相对价值来看，航空发动机的该值是船舶的1400倍，经济性好。

图24: 产品单位重量创造的相对价值



资料来源：王强，郑日恒，陈懋章，《航空发动机科学技术的发展与创新》，科技导报，2021，2021. 39（3）：60，国信证券经济研究所整理

民航发动机市场格局以及市场规模测算

民航发动机市场规模测算：参考中国商飞公司市场预测年报（2024-2043）相关数据，2024-2043年，全球客机和货机新机交付量预计为4.48万架，其中中国为9475架，全球客机新机交付市场规模为66420亿美元，其中中国为1406亿美元，我们假设航空发动机价值量占比为25%，测算出2024-2043年，全球客机航空发动机对应的全球市场规模为16605亿美元，国内为3515亿美元，对应每年全球客机航空发动机对应的全球市场规模为830亿美元，国内为176亿美元。

表10: 2024-2043 年民航发动机市场规模测算

	中国	亚太	欧洲	拉美	中东	北美	俄罗斯和独联体	非洲	全球
2024-2043 年新机交付量预测 (单位: 架)									
涡扇支线客机	821	564	330	167	58	1423	281	248	3892
单通道喷气客机	6881	6960	7148	2043	1711	6250	636	869	32498
双通道喷气客机	1621	1812	1224	284	1316	806	130	280	7473
喷气货机	152	43	177	13	53	491	11	8	948
总计	9475	9379	8879	2507	3138	8970	1058	1405	44811
2024-2043 年新机交付市场价值预测 (单位: 十亿美元)									
涡扇支线客机	42	29	17	9	3	69	15	13	197
单通道喷气客机	827	853	849	250	212	775	69	99	3934
双通道喷气客机	537	613	402	90	498	243	38	90	2511
总计	1406	1495	1268	349	713	1087	122	202	6642
2023 年机队规模 (单位: 架)									
涡扇支线客机	150	132	163	56	52	1514	207	153	2427
单通道喷气客机	3398	2401	3835	1263	651	4700	675	467	17390
双通道喷气客机	713	931	913	123	676	665	92	147	4260
喷气货机	279	197	382	156	82	1059	104	66	2325
总计	4540	3661	5293	1598	1461	7938	1078	833	26402
2043 年机队规模 (单位: 架)									
涡扇支线客机	831	572	330	206	97	1424	428	332	4220
单通道喷气客机	7499	7338	8032	2320	2008	6997	923	1262	36379
双通道喷气客机	1731	1828	1363	359	1505	979	204	363	8332
喷气货机	444	321	742	257	147	1396	101	97	3505
总计	10505	10059	10467	3142	3757	10796	1656	2054	52436
2024-2043 年发动机市场规模 (单位: 十亿美元, 按照发动机占比 25%来算)									
涡扇支线客机	10.5	7.25	4.25	2.25	0.75	17.25	3.75	3.25	49.25
单通道喷气客机	206.75	213.25	212.25	62.5	53	193.75	17.25	24.75	983.5
双通道喷气客机	134.25	153.25	100.5	22.5	124.5	60.75	9.5	22.5	627.75
总计	351.5	373.75	317	87.25	178.25	271.75	30.5	50.5	1660.5

资料来源: 中国商飞公司市场预测年报 (2024-2043), 国信证券经济研究所整理

航空发动机市场的竞争格局高度集中, 由少数几家全球领先的公司主导。

全球商用航空发动机市场呈现寡头垄断格局。根据《Commercial Engines 2022》, 2021 年全球总共交付 1812 台商用航空发动机, 市场由美国通用电气 GE、英国罗罗 RR 和美国普惠 P&W 以及由 Safran & GE 合资的 CFM 国际完全占据, 其中, 2021 年 CFM、P&W 商用航空发动机交付量分别为 1066、478 台, 占比分别为 59%、26%。根据 Aviation Week Network Commercial Fleet & MRO Forecast 的预测结果, 2024 年至 2033 年全球范围内将交付超 44200 台商用航空发动机, 其中, CFM 的交付量仍占比超一半, P&W 以 21%的份额位居第二。

图25: 2021 年全球商用航空发动机竞争格局

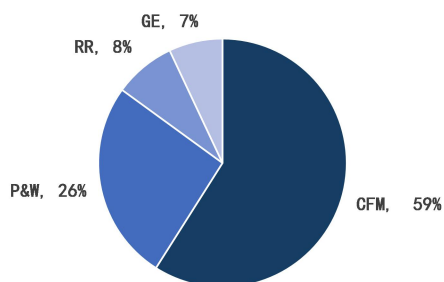
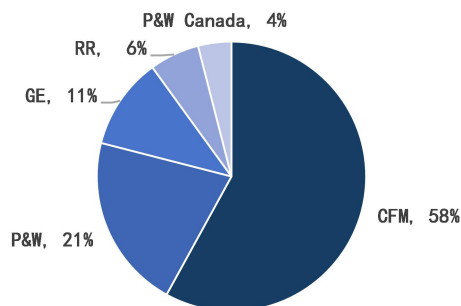


图26: 2024-2033 年全球商用航空发动机竞争格局预测



资料来源：《Commercial Engines 2022》，前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

资料来源：2024 Commercial Fleet & MRO Forecast, Aviation Week Network，国信证券经济研究所整理

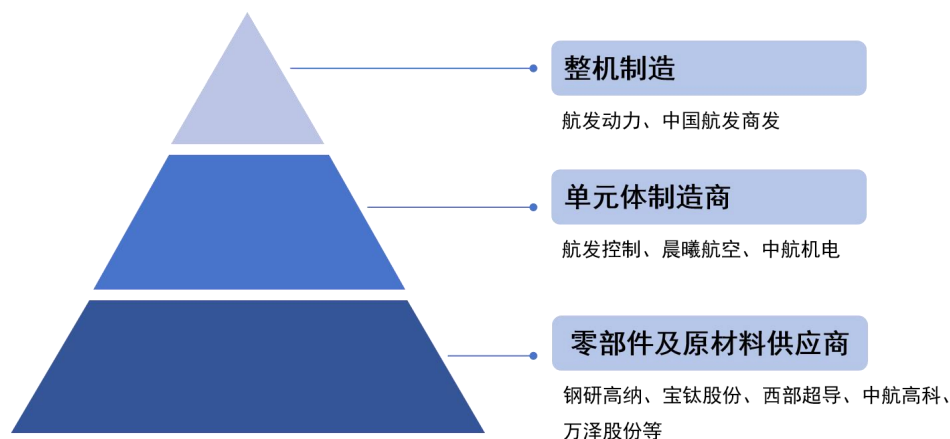
全球军用航空发动机市场的竞争壁垒更高，能够独立研制军用航空发动机的国家只有美国、英国、法国、中国等少数国家。美国 GE、美国 P&W、英国 RR 和法国 Snecma S. A. 为主要军用航空发动机制造商，美国 Honeywell、德国 MTU、意大利 Avio、俄罗斯礼炮、中国航空发动机集团等公司也具备较完整的生产能力。

中国航空发动机市场仍由进口主导，但国内自主研发的力度不断加大，近年来在政府支持和本土需求增长的推动下取得了显著进展，目前处于技术追赶和自主研发的关键阶段。中国航空发动机市场的参与者主要包括中国航发、中国航发商发、航发控制等企业。

在民用航空发动机方面，中国面临较高的技术壁垒，我国航空发动机整机制造被央企垄断。中国航发商发负责研制用于国产商用大飞机（如 C919）的发动机 CJ-1000A，力图在窄体商用客机领域实现国产化替代。目前 C919 的早期批次仍主要采用 CFM 国际的 LEAP 发动机，国产 CJ-1000A 的技术验证尚在推进中。

在军用航空发动机方面，中国的军用航空发动机市场高度依赖国内需求。中国航发承担了绝大多数的研发和制造任务，尤其是在战斗机、运输机和无人机领域，预计未来几年内将随着装备升级需求的增长而持续扩展。

图27：中国航空发动机竞争格局



资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

低空动力系统（电推进系统）

低空飞行器动力系统包括动力电机、电调（电控）及螺旋桨。电调一般是指 eVTOL 的电机控制系统，可对电机的转速、扭矩、转向等参数进行精确调节和控制。它根据飞行器的飞行指令和姿态信息，实时调整各电机的输出，确保飞行器能够按照预定轨迹飞行，实现垂直起降、悬停、平飞等多种飞行姿态的平稳转换。

电调要具备高功率密度，以满足飞行器动力需求，能在紧凑体积和重量下实现高效电力转换与控制。电调也需具备转速和扭矩的高精度的控制能力，以保持飞行器的平衡与稳定。

目前，eVTOL 电控市场尚处于发展阶段，参与企业主要包括传统航空电子企业、

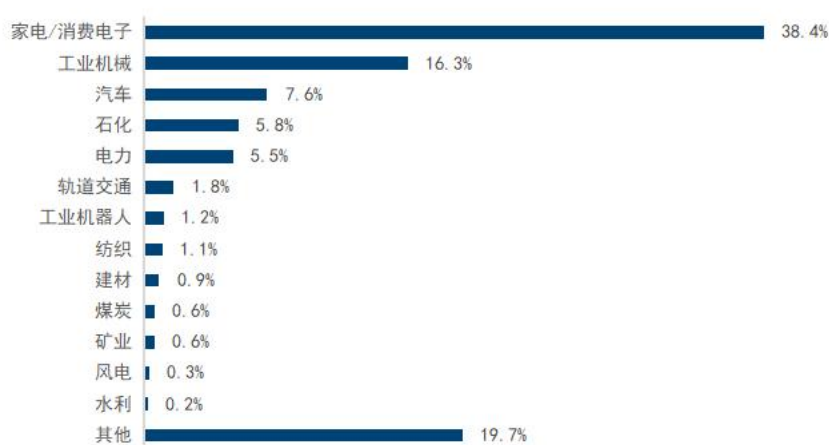
新能源汽车电控企业以及新兴的 eVTOL 研发企业。如罗克韦尔柯林斯、霍尼韦尔等传统航空巨头，凭借其在航空电子领域的技术积累和品牌优势，在 eVTOL 电控系统研发方面具有一定领先地位。而像汇川技术、英搏尔等新能源汽车电控企业，也凭借在电机控制领域的技术和成本优势，积极布局 eVTOL 电控市场。此外，Joby Aviation、亿航智能等 eVTOL 整机制造商也自主研发电控系统，以实现关键技术自主可控。

电机是动力系统核心零部件，主要作用是将电能转换为机械能，驱动螺旋桨旋转，从而产生升力和推力，实现无人机的飞行，同时根据飞控系统的指令精准调节转速，满足无人机在不同飞行状态（如起飞、悬停、巡航）下的动力需求。电机的功率密度直接影响着飞行器的有效载荷能力和续航能力，其应变工况动力输出能力、可靠性和环境适应性是决定飞行器动力特征和安全性的重要因素。以下将围绕直流电机、交流异步电机、永磁同步电机和高温超导电机等四种电机的结构和特点，重点分析其在低空领域的应用能力和潜力。

四种电机对比：直流电机、交流异步电机、永磁同步电机和高温超导电机

（1）直流电机是一种将直流电能转换为机械能的旋转电机，通过直流电源供电，利用电磁感应原理实现电能与机械能之间的转换，广泛应用于各种需要精确控制转速和扭矩的场合。2023 年中国直流电机市场规模约为 252 亿元，市场需求主要来源于家电/消费电子、工业机械和汽车等行业。

图28：直流电机中国市场需求结构



资料来源：上海电机行业协会，国信证券经济研究所整理

有刷直流电机和无刷直流电机是两种常见的直流电机类型。其中，有刷直流电机通过电刷与换向器来实现电流的换向以保持电机转子的持续旋转，而无刷直流电机则通过电子控制系统来实现换向。得益于其简易结构和较低初始成本，有刷直流电机通常适用于玩具、小型家电等应用场景，单价在 10-1000 元区间。由于电刷和换向器的机械接触会产生能量损失，因此刷直流电机能量效率较低（通常为 60-75%），且机械接触的磨损特性也增加了零部件维护成本，难以满足汽车和航空航天等高性能应用场景需求。

相较之下，无刷直流电机广泛应用于小型和中型无人机。无刷直流电机采用电子换向器（ESC）代替传统的机械电刷和换向器，在低空应用端具有显著优势。第一，

电子换向减少了机械摩擦损耗，能量转换效率可达 80%-90%在相同电池容量下能够实现更长的飞行时间，续航时间可比有刷电机的无人机延长 30%-50%。第二，ESC 和位置传感器能够快速响应飞控系统的指令，在各种复杂飞行条件下（如快速上升、紧急避障等）能够保持更高的稳定性和操控性。第三，无刷电机减少了电刷和换向器等易磨损部件，减少了电机更换的频率，降低了长期使用成本。因此，无刷电机高效率、长寿命、低噪音、高功率密度、精确控制和高可靠性等特点，使其成为无人机动力系统的的首选，单价大多在 50-5000 元区间，部分价格超万元。

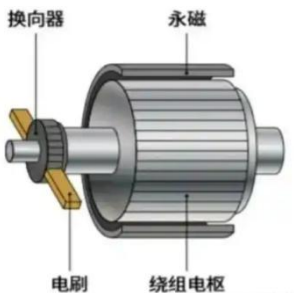
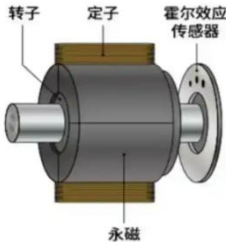
表11: 有刷直流电机和无刷直流电机特点对比

比较项	有刷直流电机	无刷直流电机
成本	初始成本低（结构简单），但长期维护成本高（需定期更换电刷）	初始成本高（需控制器和精密制造），但长期性价比高（维护成本低）
寿命	短，需要定期更换电刷（几百-几千小时）	长，维护成本低（数万小时）
能效	较低，存在电刷摩擦损失（60-75%）	高，无电刷摩擦（80-95%）
噪音	噪音较大，运行时有振动	噪音低，运行平稳
调速性能	调速范围较窄，精度较低（通过改变电枢电压或励磁电流进行调速）	调速范围宽，精度高（通过电子换向器可以实现精确的转速控制）
适用场景	低成本、性能要求低、间歇性工作的应用场景	高可靠性、连续运行、高性能需求的应用场景

资料来源：国信证券经济研究所整理

直流电机在低空领域已有应用实例。空客的 eVTOL 产品 CityAirbus NextGen 采用 MAGicALL 公司的无刷直流电机，具备高扭矩、低重量和坚固耐用的特性。CityAirbus NextGen 最大航程 80 公里，巡航速度 120 公里/小时，起降噪音 70 分贝，巡航噪音 65 分贝，适用于城市空中交通、医疗急救和生态旅游等多种应用场景。

表12: 直流电机示意图及应用实例

电机类型	电机结构	电机示例	应用
有刷直流电机		 Maxon DCX	 汽车座椅水平调节电机
无刷直流电机		 MAGiDRIVE	 CityAirbus NextGen

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

（2）交流异步电机能够将交流电能转换为机械能，其结构简单，没有刷子和换向器等复杂部件，降低了磨损和维护需求，具有较高的可靠性，并且能够承受一定

程度的瞬时过载，保证在动态负载下的稳定性，适合应用于工业中泵、风扇、压缩机、传送带等设备，也在航空航天领域被用于驱动液压泵、风扇等辅助设备。但转差率的存在使得转速和转矩的控制难以精确，效率也相对较低，转子绕组需要从电网吸收电能励磁，消耗了部分电能，体积较大，适用于对控制精度要求不高的常规应用场景。目前，交流异步电机在无人机和 eVTOL 中的应用相对较少，但由于其调速能力和可靠性，交流异步电机在一些混合动力 eVTOL 系统中被用作辅助动力。MAGicALL 公司开发的电动航空的交流异步电机系统已配置于 Bell APT70 物流无人机，最大载货量为 70 磅（32kg）。

表 13: 交流异步电机示意图

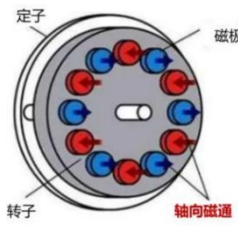
电机类型	电机结构	电机示例
交流异步电机		 西门子 1LE0003-1DB43-3AA4

资料来源：西门子，工控自习室，国信证券经济研究所整理

(3) 永磁同步电机（Permanent Magnet Synchronous Motor, PMSM）因更高的功率密度和高扭矩密度使其在轻量化设计中具有显著优势，成为 eVTOL 电机的首选。永磁同步电机采用高磁能密度的永磁材料，强大的磁场能够使电机在较小的体积和重量下输出更大的功率，转子磁场与定子磁场的同步运行机制也使得电机能够在不同工况下保持高效运行。使用高性能的永磁材料（如钕铁硼）可以进一步提高电机的扭矩密度，这对于 eVTOL 等对重量敏感的应用尤为重要。

PMSM 分支之一的轴向磁通电机被认为是未来理想的 eVTOL 动力系统单元。第一，其磁场方向与电机轴平行，磁通路径较短，磁场利用率高，显著提升了功率密度和扭矩密度，满足 eVTOL 在垂直起降和悬停阶段所需的高扭矩输出，同时确保了飞行器在频繁起降、低空低速盘旋、变速飞行等各种工况下的高效稳定运行。第二，轴向磁通电机的结构紧凑，径向长度更短，安装自由度高。其体积和重量相比传统径向磁通电机大幅减少，也极大地匹配了 eVTOL 的轻量化设计要求，有效增加载荷能力和续航里程。

表 14: 轴向磁通和径向磁通永磁同步电机示意图

电机类型	电机结构	电机示例	应用
轴向磁通永磁同步电机		 ENGINEUS	 时的科技 E20



资料来源：明阳电路，各公司官网，国信证券经济研究所整理

永磁同步电机凭借其高功率密度、高效率及良好的控制特性，已成为航空推进系统动力部分的优选方案，并在小型全电动及混合动力飞机中实现了批量应用。

表15：不同类型电机性能对比

比较项	直流电机	交流异步电机	永磁同步电机	高温超导电机
功率密度	低	较低	较高	高
峰值效率(%)	85-89	90-95	95-97	98
负荷效率(%)	80-87	90-92	85-97	/
可靠性	中	较高	高	高
结构坚固性	低	高	较高	高
体积重量	大	中	小	小
电机成本	低	中	高	高
适用场景	无人机	工业生产	船舶、汽车、eVTOL	中大型全电/多电客机、eVTOL

资料来源：盖世汽车资讯，《小型全电/混动飞机技术路线与动力系统综述》，国信证券经济研究所整理

YASA 的轴向磁通电机体积为 5L、重量为 24kg，而同功率的径向磁通电机体积为 10L、重量为 50kg。其扭矩密度和功率密度分别达到 160 Nm/L 和 14.9 kW/kg，是传统径向磁通电机的 4 倍。美国的 Joby 和 Archer 的 eVTOL 项目都采用了轴向磁通电机。

PMSM 用于航空推进动力系统的典型代表有美国 H3X 的液冷径向磁通永磁电机系统 HPDM-250、英国 YASA 750R 油冷轴向磁通永磁电机、斯洛文尼亚 EMRAX228 系列外转子水冷轴向磁通电机、比利时 Magnax 的 AXF225 油冷轴向磁通电机。

图29：永磁同步电机示意图



(a) 集成电机驱动系统 HPDM-250

(b) 轴向磁通电机 YASA 750R



(c) 轴向磁通电机 EMRAX228



(d) 轴向磁通电机 AXF225

资料来源：《小型全电/混动飞机技术路线与动力系统综述》，国信证券经济研究所整理

表16: 永磁同步电机应用实例

电机企业	国家	型号	转速 /(r/min)	转矩 /(N·m)	重量 /kg	扭矩密度 /(N·m/kg)	功率密度 /(kW/kg)	冷却介质	应用机型
卧龙电驱	中国	300V 平台	2500-4000	/	27	/	2.6	风冷+液冷	中国商飞4座eVTOL
YASA	英国	YASA750R	3250	400	37	11	5.4	油冷	罗罗“创新精神”号、铁鸟 ionBird
EMRAX	斯洛文尼亚	EMRAX228	5500	102	12.4	18.5	8.8	液冷	Skai 飞机: Apis EA2 电动滑翔机、Joby、VoltAero Cassio 混动飞机
MagniX	美国	Magni350	2300	1600	128	12.5	2.73	液冷	R44 直升机、ATL-100H 飞机
Joby	美国	/	745	1800	28	64	8.4	风冷+液冷	Joby S4
Archer	美国	/	/	/	25	/	5	/	Archer Midnight
赛峰集团	法国	ENGINEUS	2500	172	/	15	2.5	/	时的科技 E20
西门子	德国	Simens SP200D	1300	1500	49	30.6	2	液冷	CityAirbus
Magnax	比利时	Magnax AXF 225	/	250	16	15.6	12.5	油冷	/
H3X	美国	HPDM-250	20000	95	13	7.3	15.4	液冷	/

资料来源：各公司官网，航空产业网，《小型全电/混动飞机技术路线与动力系统综述》，《电动航空用高性能动力系统的研发及应用》（卧龙电驱），国信证券经济研究所整理

(4) 高温超导电机利用高温超导材料制成的线圈作为电机绕组，具有极高的功率密度和效率，理论上全超导电动机的功率密度能超 25kW/kg，契合 eVTOL 对于电机高功率密度性能的需求。超导线圈的零电阻特性和大电流载流能力大幅降低了电机损耗，使得高温超导电机能够在更高的磁场强度下运行，增加电机的功率输出从而提高功率密度。高温超导电机尺寸更小、质量更轻、空间利用率更高，且可主动退磁，维护方便，但需要复杂的低温冷却系统，成本较高，适用于对高功率密度和高效率有特殊要求的高端应用领域，如大型电动飞机推进系统等。

目前美国、俄罗斯、欧洲和澳大利亚等国家的高校和科研机构在开展将超导电机技术应用于大功率航空纯/混合电力推进系统中的相关研究工作，大部分研究都是概念设计或者地面模拟测试，只有俄罗斯的 Yak-40 混合动力飞机实现了首飞。2021 年，空客成立先进超导和低温动力总成系统演示器 ASCEND 项目，2023 年 11 月，ASCEND 团队成功启动了系统核心的 500kW 动力系统，这是全球首次在航空领域实现如此高功率的超导动力系统。该项目结合液氢冷却和超导技术演示纯电/混合电推进，探索超导材料和低温系统对飞机电力推进系统性能的影响。其目标是将动力总成重量和电气损耗降低至少 50%，并将效率提高 5%-6%，研究和短期应用集中于 eVTOL、轻型和支线飞机。澳大利亚 MagniX 公司开展超导电动机的研究，提出了 MagniAlpha 超导电动机概念。其设计功率密度高达 25kW/kg，未来投入商业应用后，将有效降低推进系统的体积和重量，大幅提高推进效率。

表17: 高温超导电机应用实例

项目	国家	性能设计
空客 ASCEND 项目	法国	研制一套 500kW 通用的超导航空电驱动力总成验证系统
Magni Alpha 超导电动机	澳大利亚	设计功率密度高达 25kW/kg
Yak-40	俄罗斯	产生 400-500 kW 功率，采用温度为-196℃的液氮冷却，液氮流量为 6 L/h 以保持超导材料零电阻特性

资料来源：《面向电动航空的高温超导电机技术研究发展》，国信证券经济研究所整理

图30: MagniX Magni Alpha 超导电机



资料来源：《小型全电/混动飞机技术路线与动力系统综述》，国信证券经济研究所整理

图31: 俄罗斯超导混合动力电驱项目 Yak-40 电机测试实验

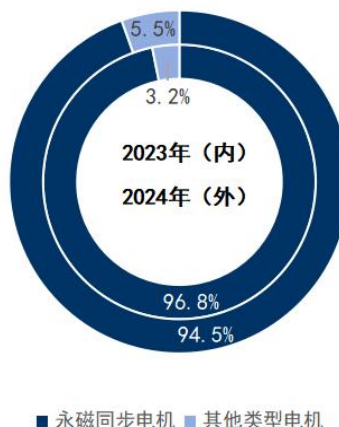


资料来源：《面向电动航空的高温超导电机技术研究发展》，国信证券经济研究所整理

航空电机和新能源汽车电机对比

目前新能源汽车的电机以永磁同步电机为主，在部分双电机车型下配置交流异步电机。根据高工锂电的数据，2021 年，永磁同步电机/感应异步电机/其他电机的累计装机量分别为 323/17/2 万台，占比分别为 94%/5%/1%。**永磁同步电机在国内新能源汽车驱动电机市场中占绝对主流地位。**

图32: 2024 年三季度新能源驱动电机使用类型占比



资料来源：产业在线，国信证券经济研究所整理

由于空中环境与应用场景的特殊性，航空级电机在功率密度、扭矩密度、安全性与可靠性、系统复杂性、材料与成本等方面与新能源汽车电机存在一定差异，主

要体现在以下几点。

1) 功率密度更高。功率密度是指单位体积的电机所能输出的功率，反映了电机在有限空间和重量下的性能表现。高功率密度意味着电机可以在更小的尺寸和重量下输出更大的功率，这对于提升车辆或飞行器的性能和效率至关重要。新能源汽车对持续功率输出的要求更高，注重效率和续航能力的平衡，而 eVTOL 需要在轻量化的要求下提供足够的推力以满足垂直起降和飞行的需求，同时减轻飞行器的整体重量，从而延长续航里程。《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》提出，到 2025 年，新能源汽车电机的功率密度目标是达到 5 kW/kg，到 2030 年提升至 6 kW/kg。而目前，Joby S4 的单个电机峰值功率可达 236kW，重量仅为 28kg，其电机功率密度约为 8.43 kW/kg。英搏尔开发的 eVTOL 电驱产品峰值功率为 131kW，重量仅为 14.17kg，功率密度可达 9.24kW/kg。

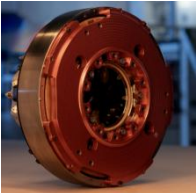
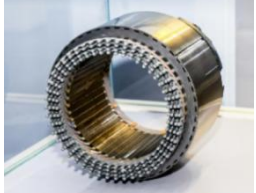
表18: eVTOL 电机和新能源汽车电机的功率密度对比

	eVTOL 电机	新能源汽车电机
型号	Joby S4	蔚来 ET9
功率密度	8.43kW/kg	4.30kW/kg（前），4.30kW/kg（后）
示意图		

资料来源：Joby，蔚来，国信证券经济研究所整理

2) 扭矩密度更高。对于地面交通工具，扭矩密度对于加速性能和续航表现至关重要，新能源汽车电机的扭矩密度通常在 10–20Nm/kg 左右，已能够满足其在加速和爬坡等工况下的动力需求。eVTOL 的电机则需要在垂直起降和悬停阶段提供低速高扭矩输出，以提供足够的推力。在有限的尺寸和重量下，eVTOL 电机扭矩密度通常在 30–35 Nm/kg。广汽埃安的夸克电机扭矩密度为 14.8 Nm/kg，Joby S4 的电机扭矩密度则能达到 49Nm/kg，英搏尔的航空级电机也能达到 35.28Nm/kg。

表19: eVTOL 电机和新能源汽车电机的扭矩密度对比

	eVTOL 电机	新能源汽车电机
型号	Joby S4	广汽埃安夸克电机
扭矩密度	49 Nm/kg	14.8 Nm/kg
示意图		

资料来源：Joby，新华网，国信证券经济研究所整理

3) 安全性与可靠性要求更高。新能源汽车主要关注电机的耐用性和日常运行的稳定性。eVTOL 需考虑在极端环境下运行，如海拔 8000–12000 米、温度 -90℃–70℃，对安全性的要求极高，需满足失效率为 10^{-9} 的航空级标准。eVTOL 电机还需具备高可靠性和冗余设计，例如在紧急情况下提供额外 50% 的功率输出，以确保飞行安全。

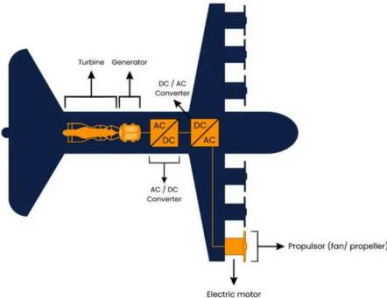
4) 系统控制更复杂。新能源汽车常采用单电机或双电机配置以平衡成本与动力需求，而 eVTOL 多采用分布式电推进系统，以提升安全性、垂直起降能力和能源利

用效率，满足低空飞行的特殊需求，因此电控系统高度集成，需要精确协调多个电机的运行。

表20: eVTOL 电机和新能源汽车电机的电机配置方式对比

	Joby S4	小鹏 P7 四驱高性能版
配置方式	分布式电推进	双电机
功率密度	8.4kW/kg	2kW/kg

示意图



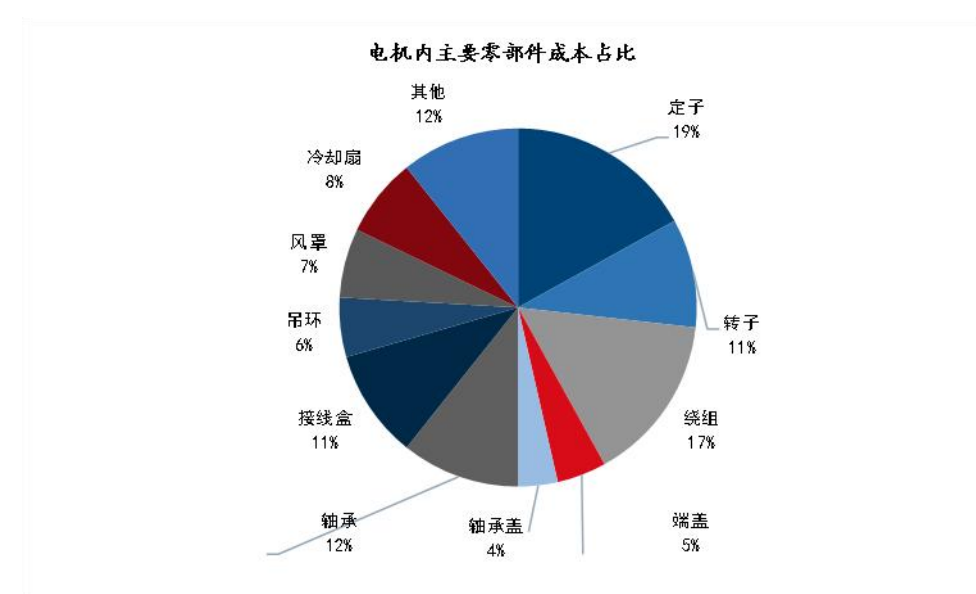


资料来源：公众号技术邻 CAE 学习，汽车工艺师，国信证券经济研究所整理

5) 材料有所不同，成本更高。新能源汽车主流采用硅钢材料，行业正向更薄的硅钢片发展，以降低损耗，材料成本相对较低。而 eVTOL 部分采用 CoFe 合金等高性能材料，具有更高的磁密，可显著提升功率密度和降低电机重量，但成本较高。

由于 eVTOL 产业处于起步阶段，所涉及到 eVTOL 专用电机信息较少，故我们用新能源汽车电机方案列示以作参考。驱动电机的主要零件通常包括转子、定子、线束、壳体、端盖等。在新能源汽车驱动电机的主要零部件中，价值量最高的是定子/绕组/轴承/转子，成本占比分别为 19%/17%/12%/11%。

图33: 新能源汽车驱动电机成本构成



资料来源：《电机技术》，国信证券经济研究所整理

动力系统路线对比：混动 VS 纯电

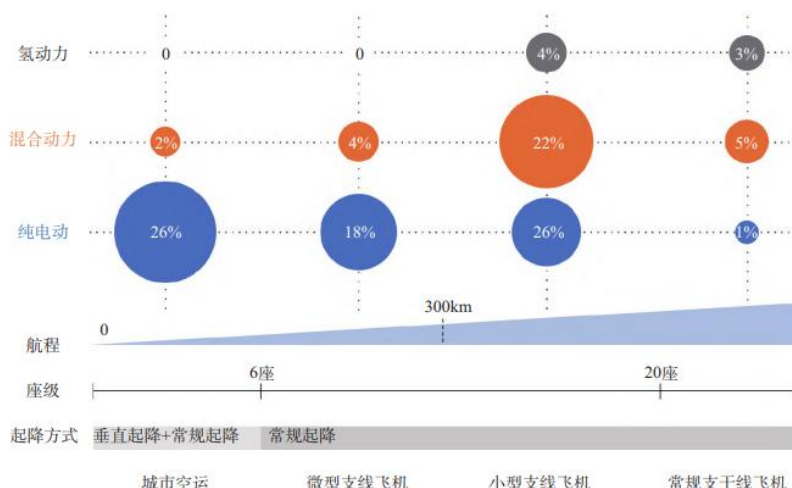
纯电推进系统：利用先进的电池技术和高效电机，航空器能够实现零排放飞行，同时显著降低运营成本和噪声，成为 eVTOL 动力系统的主流选择。

全电推进系统使用电动机作为主要推进方式，通常依赖于高能量密度的电池（如锂离子电池）或其他电源（如燃料电池或超导体）来提供动力，通过电动机将电能转换成机械能并带动风扇旋转，具有效率高、排放和噪声低等优点。

选择电池类型时，需要综合考虑能量密度、功率密度、安全性、成本等因素并针对不同的应用场景选择最优方案。目前，在 eVTOL 飞行器上应用的电池主要为锂离子电池、固态电池等。锂离子电池以其高能量密度、长循环寿命等优点成为主流选择，但在安全性、低温性能方面还有待提高；固态电池具有更高的安全性和能量密度，但目前成本较高，商业化进程相对较慢。不同新能源动力方案优势区间不同，纯电项目主要集中于城市空运和通用航空，氢动力主要集中于城际飞行和大型商用飞机。

- 纯电推动航空器受限于锂电池能量密度，适用于载客量 20 座级以下、航程 100km 的城市空运市场。
- 氢燃料电池飞机的能源系统复杂度与综合成本大于锂电池，10 座以下无显著优势，航程与载荷受限于氢燃料电池功率密度，适用于载客量 80 座级以下、航程 1500km 以下的支线客机或中型干线客机。

图 34：全球新能源航空器在研项目类型



资料来源：《氢燃料电池支线飞机关键技术与发展展望》，国信证券经济研究所整理

目前，航空用锂离子电池的能量密度约为 250W·h/kg，可适用于小型飞机，但不足以用于大型客机。2023 年 10 月，美国莱特电气公司宣布正在开发一种能量密度为 1000W·h/kg 的高能量密度电池，是传统锂电池能量密度的 4 倍，足以应用于 100 座级、航程 1130—1290km 的全电推进飞机。为推动电池领域的发展，2024 年 3 月，工信部等四部门联合印发了《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》，要求重点推动具有较高能量密度潜力的固态锂离子电池的研发与应用。

电推进技术在分布式推进系统中实现创新突破。相比传统集中式推进，采用分布式推进可优化飞行空气流场，降低阻力和噪声，提高系统安全性，也可以实现垂直起降等特殊功能。例如，Joby 航空公司推出的 2 座 S2 飞机和 5 座 S4 飞机采用 16 组分布式推进，其中 12 组用于垂直起降、4 组用于巡航。S4 飞机最高速度可达 322km/h，而电能消耗只有汽车的 1/5，飞行里程可达 240km，巡航时分布式螺旋桨可折叠，减少了气动阻力，而降落后甚至可利用风能充电。

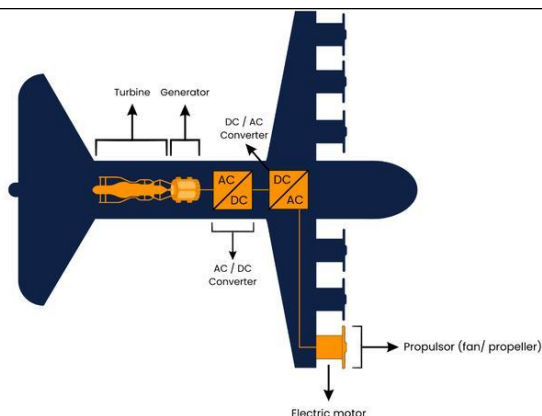
混合动力系统：通过结合传统燃料与电能，提高航空器的燃油效率和减少排放，

提高飞行器续航能力，已成为电推进技术的一大创新方向。

混合电推进系统通过传统的航空燃油发动机带动发电机发电，为分布在机翼或机体上的多个电动机提供电力，并由电动机驱动螺旋桨提供全部或大部分推力，主要有三种架构类型。

(1) 串联式架构：发动机不直接提供动力，而是驱动发电机供电，通过电机将电能转换成机械能带动风扇旋转。发动机与电机的安装位置灵活，通过设计多螺旋桨 / 旋翼的分布式电力推进（DEP）布局，一方面，功率得以分散，进一步减缩气动噪声总声级；另一方面，多推进器的冗余为飞行器提供了更可靠的推力保障，这种布局方式适用于垂直起降飞行器。

图35：混合动力涡轮电动 DEP 飞机的布局



资料来源：通航小达人，国信证券经济研究所整理

图36：CIRRUS SR22T DEP 飞机



资料来源：CIRRUS 官网，国信证券经济研究所整理

然而，串联式架构多级能量转换导致的能量损失使得电机的最大功率受限，并且在运行过程中，电池的消耗速度较快。

德国西门子公司研发出一款采用混合电推进系统的飞机 DA36E-Star2，驱动系统在起飞期间，可提供 80kW 的输出功率，持续输出功率则为 65kW，该飞机可以实现静音起飞，并能够使燃料成本和排放量降低 25%。

(2) 并联式架构：发动机和电机并行工作，电机仅由电池供电，风扇的推进功率仅由电机和内燃发动机提供，通过电机将电能转换成机械能和内燃发动机共同带动风扇旋转。在城市内短距离飞行时，主要依靠电力驱动，减少噪音和尾气排放，符合城市低空飞行的环保要求；而在需要长距离飞行时，内燃机可以为飞行器提供持续的动力，延长航程。并联式架构的两个推进源的冗余性提供了可靠的动力保障，如果电机出现故障，内燃机可以继续提供动力，使飞行器能够安全降落，符合无人机和 eVTOL 在执行关键任务（如军事侦察、应急通信中继等）时需要高度可靠的动力系统的要求。

然而，电流的混合与调节增加了系统控制的复杂性，机械耦合问题也可能影响稳定性，增加内燃机与电机之间协调的难度。

2020 年，法国沃特航空公司成功首飞 Cassio 1 混合动力飞机。该机翼两侧各装配一台赛峰集团的 ENGINEUS 型电机，总功率近 440kW，尾部则采用同轴并联式混合电推进系统，由一台 270kW 内燃发动机和三台 60kW 电机通过单一动力输出轴驱动螺旋桨。

(3) 串联+并联式架构：通过同轴驱动的发动机与电池包并联，同时电子控制单

元根据电池包的电量状态决定是否对电池进行充电。相较于传统的串联或并联混电系统，这种架构避免了多级能量转换导致的能量损耗，提供更灵活的运行模式，例如，在高速巡航时，系统可以由发动机直接驱动螺旋桨，而在需要额外动力时则可以同时使用发动机和电池组合供能，避免了传统串联和并联结构中的主要问题。但是该架构存在系统复杂、电路效率低的问题。

表21：混合动力系统三种架构

架构类型	架构示意图	电机/应用
串联式		
并联式		
串联+并联式		/

资料来源：《航空混合电推进系统发展趋势研究》，《航空混合电推进系统发展研究》，国信证券经济研究所整理

混合动力系统中采用的发动机主要有活塞发动机和涡轮发动机（含涡喷、涡扇、涡桨、涡轴发动机），适用的飞行器类型不同。

（1）活塞发动机：发动机的活塞承载燃气压力，在气缸中进行反复运动，并依据连杆将这种直线运动转变为曲轴的旋转活动。在设计轻型飞机时，气缸的尺寸往往受限，无法简单地通过增加气缸容积来提高功率，导致活塞发动机动力较小，功率输出和飞行效率较低，但也具有耗油率低、成本低的优势。功率小于 370kW 的水平对缸活塞式发动机广泛应用在轻型低速飞机和直升机上，如行政机、农林机、勘探机、体育运动机、私人飞机和各种无人机，旋转活塞发动机在无人机上崭露头角。

（2）涡轮发动机利用旋转的机件自穿过它的流体中汲取动能，包含涡喷、涡扇、涡桨、涡轴四种类型。

涡轮喷气发动机利用压缩空气和燃料混合后燃烧产生高温高压气体，通过喷嘴加速排出，从而产生推力。其强大推力能够应对飞机克服巨大空气阻力的需求，响应速度快的特性让发动机能迅速调整推力，保障飞行安全与准时性，所以涡喷发动机主要用于高亚音速运输机。在低速工况下，涡喷发动机耗油量大、效率低，

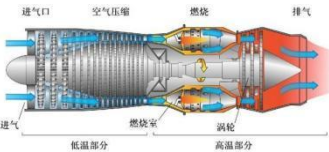
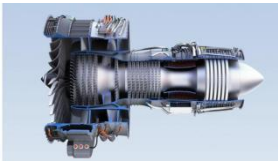
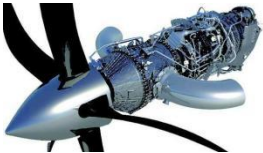
航程缩短。

涡轮风扇发动机在涡喷发动机基础上增加风扇运转，其气流一部分精准地进入压气机（内涵道），另一部分则直接向外排放（外涵道）。通过把部分燃气能量用于驱动风扇降低了排气速度，极大地提高推进效率。**涡扇发动机主要用于歼击机**，其强大的推力能够瞬间为飞机提供充足的动力，在短时间内改变飞行轨迹。

涡轮螺旋桨发动机由螺旋桨和燃气发生器组成，螺旋桨直径大且转速低，螺旋桨后的气流类似于涡扇发动机的外涵道，因其涵道比大，效率在低速下高于涡扇发动机，但适用速度一般限制在 900km/h 以下。**涡桨发动机广泛应用于中低速飞机**：执行巡逻任务时，飞机需长时间低空盘旋，涡桨发动机具备燃油经济性与低速稳定性优势；反潜飞机低空慢速搜目标，其低噪、高效特性既能隐匿行踪，又能保障动力续航。

涡轮轴发动机通过燃烧室内燃烧产生的高温高压气体驱动涡轮转动，涡轮通过轴连接到主旋翼或其他机械装置，从而提供动力。涡轮轴发动机结构紧凑、重量轻、功率输出高和运行效率高，适合在高速和高负载的条件下工作。由于能在较低的转速下提供持续的动力输出，适用于直升机悬停和低速飞行中保持稳定的场景。它还具有良好的响应性和可靠性，能够快速调整输出功率，适应飞行过程中不断变化的需求，因此**涡轮轴发动机适用于直升机和垂直升降飞行器**。

表22：五种发动机应用场景

发动机类型	电机示意图	型号	应用飞机	应用场景
活塞发动机		中国航发 HS-6 航瑞动力“金鹰”重油活塞发动 鸿鹏航空 D160 系列重油活塞发动机	初教 6 彩虹 5 一通无人机、航天彩虹	载人/载货，小型有人/无人机
涡喷发动机		德国容克尤莫 004B 通用电气 I-40/J-33 普惠 J-57	Me 262、Arado Ar 234 P-80“流星”战斗机 波音 707 和道格拉斯 DC-8	高亚音速运输机
涡扇发动机		通用电气 GE90 劳斯莱斯 Trent XWB 杨纳斯特 CF6	波音 777 系列 空客 A350 系列飞机 空客 A300、A310、波音 747 等	歼击机、民航飞机
涡桨发动机		中国航发 AEP500 型 罗罗 AE-2100D3 霍尼韦尔 TPE331-12UAN	空警 600 舰载预警机、运 9 美国 C130 系列中型运输机 运 5	小中小型运输机和通用飞机
涡轴发动机		中国航发涡轴-16 劳斯莱斯 BR700 基洛夫-希梅里 PS-90	AC352 巴西航空工业公司的 Global 系列 伊尔-96 系列	直升机、垂直起降飞行器

资料来源：深圳市无人机行业协会，澎湃新闻，国信证券经济研究所整理

混合电推进系统已在国内外航空领域广泛应用。国际市场上，大型航空公司主导行业发展，多款混合动力飞行器已成功首飞。国内则由航发动力主导，多家民营企业积极参与布局，逐步形成多层次的产品体系。

表23：混合动力飞行器测试/商业落地情况

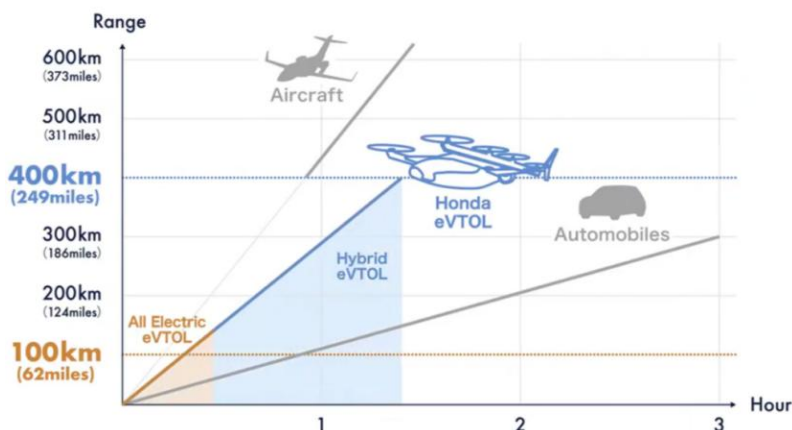
企业/单位	国家	型号	图片	测试/商业落地情况
空客	美国	CityAirbus		2019年5月3日完成首飞
中科灵动航空科技成都有限公司	中国	灵动鹰 25		2019年已使用该款无人机进行电力巡检作业测试，效果良好
Dufour Aerospace	瑞士	Aero 2		2024年9月完成首次悬停飞行
美国实验系统航宇公司 (ESAero)	美国	ECO-150		计划于2035年投入使用

资料来源：航发动力，航空产业网，高端装备科技信息研究中心，《2023年航空电推进系统进展》，国信证券经济研究所整理

混动 VS 纯电：纯电推进系统未来有望继续成为 eVTOL/无人机动力系统主流选择，混合动力系统覆盖长距离应用场景。

从性能看，混合动力系统在续航能力方面具有明显优势。纯电推动航空器因锂电池能量密度局限，难以支撑长航程、大运载需求。以常见的锂电池为例，其能量密度通常约为 250W·h/kg，而航空燃油的能量密度高达 12000W·h/kg，差距数十倍。而混合动力技术路线结合燃油与电力优势，飞行中燃油发动机可随时补充动力，减少“里程焦虑”，既在起飞、爬升等耗能阶段协同电机发力，保障动力强劲，又能在巡航时优化能源分配，延长续航，未来在中远途低空交通运输的应用前景广阔，能够实现更大范围的服务。

图37：本田及不同动力类型 eVTOL 续航数据



资料来源：本田，国信证券经济研究所整理

表24: 纯电&混动 eVTOL 对比

动力类型	基本架构	公司（国家）	型号	最大飞行速度（km/h）	最大航程（km）	平均最大航程（km）
纯电		亿航（中国）	EH-216S	130	35	135.8
		小鹏汇天（中国）	旅航者 X2	130	75	
		沃兰特（中国）	VE25X1	235	200	
		时的科技（中国）	E20	260	200	
		吉利沃飞（中国）	AE200	320	200	
		空客（美国）	Vahana	220	50	
		Volocopter（德国）	Volocity	110	35	
		Vertical Aerospace（英国）	VX4	240	161	
		Joby Aviation（美国）	Joby-S4	322	241	
		Archer（美国）	Midnight	241	161	
混动		牧羽航空（中国）	MY-ABC	220	1500	717.5
		吉利（中国）	TF-X	185	640	
		贝尔（美国）	Nexus6HX	288	240	
		Plana Aero（韩国）	Plana CP01	300	500	
		PAL-V（荷兰）	Liberty	160	1315	
		NirvanaSystems（捷克）	GyroDrive	180	600	
		Elroy Air（美国）	Chaparral C1	/	483	
		Electra（美国）	Goldfinch	322	805	
		Ascendance（法国）	ATEA	200	400	
		AeroMobil（斯洛伐克）	AeroMobil 2.5	200	692	

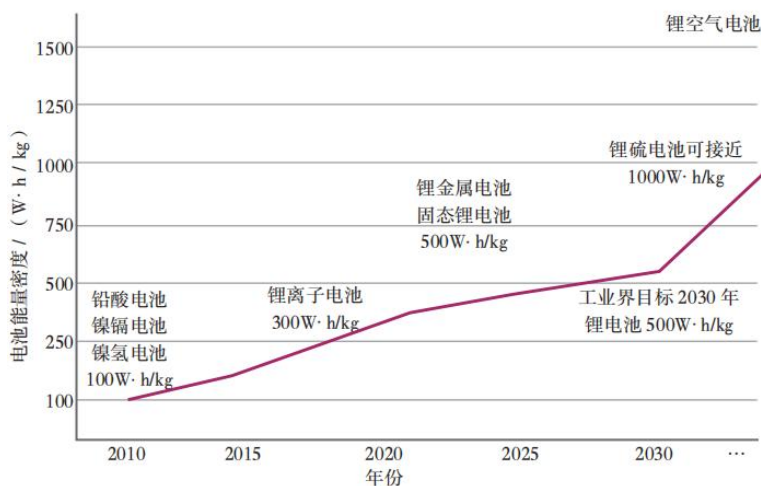
资料来源：《飞行汽车发展研究和应用场景分析》，《新能源飞行车发展白皮书（2024）》，《飞机电气化背景下的先进航空电机系统》，国信证券经济研究所整理

从环保性看，全电推进系统具有低噪音、低排放的环保优势。传统航空业的温室气体排放占全球人为二氧化碳排放量的 2%-3%，如果不采取任何措施，我国航空运输业碳排放可能会以 14.8% 的年均增幅持续增长。2016 年，国际民航组织（ICAO）提出了 CORSIA 计划，目标是到 2050 年航空运输业碳排放量降低至 2005 年同期的一半水平。混合动力系统相较于传统燃油系统能够减少噪声，且碳排放也有所降低，但仍然依赖部分燃油，无法实现完全零噪声和零排放。而全电推进系统在运

行过程中几乎无噪声，同时能够实现零排放。以氢燃料电池为例，仅产生水蒸气作为副产品，无二氧化碳等温室气体排放。NASA 研究认为，电推进飞机可以实现节能超过 60%、减排超过 90%、降噪超过 65% 的潜在收益。

从安全稳定性看，混合动力系统凭借冗余备份、全电推进系统凭借简单的系统设计和逐渐优化的电池技术，提高了可靠性。混合动力系统能够在某一动力源发生故障时，通过另一动力源提供备份，提高整体的安全性和稳定性。NASA 研究表明，在模拟单动力源故障的情况下，混合动力系统能够在 90% 以上的情况下通过备用动力源成功维持飞行，确保飞机安全降落。相比之下，传统单动力源飞机在类似故障情况下的安全降落概率仅为 30% 左右。而全电推进系统的设计相对简单，机械故障风险较低，虽然电池技术限制存在风险，例如能量密度限制影响飞机结构设计从而影响飞行的稳定性和操控性、功率密度限制导致瞬间放电能力不足，但电池技术逐步优化，整体上其可靠性较高。

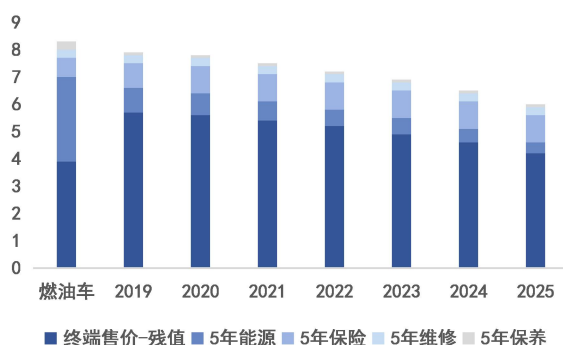
图38: 锂电池技术发展预测



资料来源：航发动力，国信证券经济研究所整理

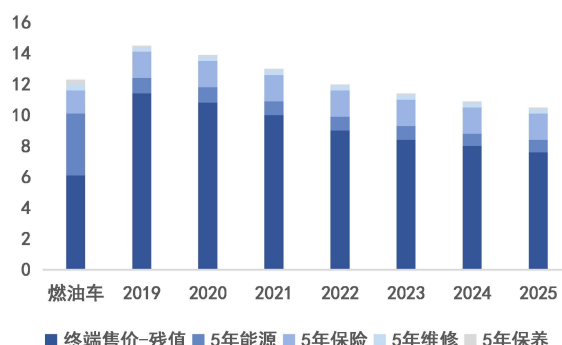
从经济性看，混合动力在城际通勤应用场景中更具经济优势。航空类动力电池放电倍率高，使用环境恶劣，综合寿命相对较低，这意味着纯电 eVTOL 需要频繁更换电池，沃兰特在构建商业模型时，将电池损耗折旧考虑在内，正常商业运营强度下，在研机型的电池更换周期约为每年 1 次到 1.3 次。保时捷管理咨询在 2025 年 2 月发布的研究报告指出，纯电 eVTOL 电池频繁充放电，加速电池老化，考虑电池折旧成本，则纯电飞行器的经济性表现不如混动飞行器。增程式混动 eVTOL 单次充电可支撑超过五次起降，无需在每次降落后充电，也不要求每个起降点都具备充电能力，可以减少电池在飞机全生命周期中的更换次数，亦可大幅提升机队运行效率和机动性。考虑到电池更换折旧，混动 eVTOL 的运营成本会比纯电 eVTOL 低 10%。但混合动力系统的初期投资较传统燃油动力系统高，由于结构更加复杂，在行业发展初期，混动 eVTOL 整体售价会比纯电 eVTOL 高出 5% 至 10%。

图39: A00 级新能源汽车总持有成本平价测算（万元）



资料来源：前瞻情报部，国信证券经济研究所整理

图40: A 级新能源汽车总持有成本平价测算（万元）



资料来源：前瞻情报部，国信证券经济研究所整理

低空飞行器的动力类型，具有形成纯电为主、混动为辅格局的趋势，不同应用场景有倾向性选择。在旅游观光场景中，对续航里程的要求不高，而更加注重舒适性，纯电动力类型的 eVTOL 更适合。在城市内客运场景中，经济性问题尤为重要，混动动力能够满足消费者的跨城际需求，但前期仍受到技术制约，纯电和混动动力类型可能长期共存。对于城际客运场景，油电或氢电混动支线飞机是理想选择，但中短期内的市场推广仍需时间。对于物流末端配送场景，噪音小、安全性高且更具灵活性的纯电无人机最适配。对于长距离支线物流场景，油电或氢电混动方案更为适配，此类场景的推广依赖于货运产品的低成本敏感性和高时效性要求。

美国 eVTOL 企业 BETA 研发了地面 Charge Cube 快充桩，并已在佛罗里达等三个州的 47 个站点部署。Charge Cube 快充桩支持 350kW 功率输出，BETA 的 eVTOL 机型充满电约需 50 分钟，速度仍然受限。eVTOL 所需要的更高的功率意味着需要额外投资、单独建设专用的电网线路，整体成本预计是汽车快充桩的数倍。

eVTOL 电机的适航认证

目前，eVTOL 电机多与主机厂随机适航，技术壁垒高，认证时间长、难度大。电机的性能和安全性直接影响整机的适航性，因此 eVTOL 电机供应商通常与主机厂共同参与产品研发和适航认证过程。由于主机厂适航要求高且复杂，认证周期长，通常需要 3 年以上，预计认证通过的主机厂和电机厂将形成稳固的供应关系，适航认证成为进入市场的关键门槛。目前进入 eVTOL 电机企业主要分为三种类型：一是自主研发电机的主机厂；二是海外航空发电机厂商；三是国内电机电控厂商等。

图41: eVTOL 电机的主要厂商



资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

国内多家 eVTOL 电机企业产品处于早期研发和合作阶段，与主机厂共同推进适航认证。卧龙电驱、英搏尔、蓝海华腾等企业已与国内多家主机厂达成战略合作，共同进行产品研发。卧龙电驱与吉利沃飞开展合作，沃飞 AE200 已申请 TC 证，预计 2026 年可获得。英搏尔与亿航智能共同研发满足适航标准的电机产品，还共同设立合资公司，围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作，负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产。蓝海华腾与览翌航空共同推进客运级 eVTOL 的研发，计划在 2027 年底完成 LE200 的 TC 取证。

表25: 亿航智能 EH216-S 适航认证历程

时间	事件
2021 年 1 月	中国民航局正式受理 EH216-S 型号合格证 (TC) 申请，正式进入适航审定流程。
2021 年 8 月	完成首次无人驾驶飞行测试，验证飞行性能和安全性。
2021 年 9 月	正式批准专项合格审定计划，明确适航审定的具体要求和流程。
2023 年 10 月	获得型号合格证 (TC)，全球首张无人驾驶载人 eVTOL 型号合格证。
2023 年 12 月	获得标准适航证 (AC)，全球首个获得适航证的 eVTOL 航空器。
2024 年 4 月	获得生产许可证 (PC)，全球首张 eVTOL 生产许可证，标志着 EH216-S 率先迈入规模化生产阶段。
2025 年 3 月	获得运营合格证 (OC)，全国第一批载人类民用无人驾驶航空器运营合格证，中国低空经济“载人时代”序章正式开启。

资料来源：亿航智能，国信证券经济研究所整理

随着 eVTOL 行业的发展，电机和电控系统等关键部件的独立适航认证体系逐步建立，但单独适航测试难度大，目前极少企业能够实现。中国民用航空局 (CAAC) 尚未针对 eVTOL 电机单独发布适航认证的技术标准，目前对 eVTOL 整机适航认证采取“一事一议”的方式。CAAC 正在尝试制定电机等关键设备的规范，计划适时发布中国民用航空技术标准规定 (CTS0)。这些标准将参考国际适航要求，如美国联邦航空局 (FAA)、欧洲航空安全局 (EASA) 和美国航空无线电技术委员会 (RTCA) 的相关规定。

FAA 将电机视为主机动力系统的一部分，并依据《联邦法规汇编》第 14 编的相关条款进行审定。EASA 针对 VTOL 发布了专用条件 (SC-VTOL) 和符合性方法 (MOC SC-VTOL)，还发布了针对电动/混合推进系统的条件 (SC-E19)，明确电机安全性和性能要求。RTCA 的 DO-160 标准用于测试航空设备在高温、高湿、振动等极端环境下的性能，DO-178C 和 DO-254 标准则提供软件和硬件开发的指导。这些标准要求高，通过认证的企业仍然较少。随着电机适航认证标准的完善，主机厂采用

获得认证后的电机，将减轻 eVTOL 整机的适航取证压力。

表26: eVTOL 电机适航认证参考的技术标准规定

单位	认证标准	具体内容
	CCAR-37	
CAAC	《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》	适航审查时必须遵守的基本准则，为具体的 CTSO 提供框架和基础。
	14 CFR	
NARA	《联邦法规汇编》第 14 编	涵盖从飞行员认证到航空器适航性标准等多方面内容，包括对不同类别航空器（如正常类、运输类、直升机等）的设计、制造、测试和维护要求。
	E-19	
EASA	《电动/混合推进系统专用条件》	对电机系统进行全面的安全风险评估，包括故障模式分析（如高压电路短路、电磁干扰、电池热失控等），并通过实验验证确保其在极端条件下的安全性。
	DO-160G	
RTCA	《机载设备环境条件和试验程序》	电机需通过 DO-160G 环境适应性测试，包括高温、高湿、强磁、振动、电磁干扰等环境条件。
	DO-178C	
RTCA	《机载软件开发、验证与适航标准指南》	专注于航空航天软件开发的认证，对飞行控制系统、通信系统等软件的安全性和可靠性进行严格评估。
	DO-254	
RTCA	《机载电子硬件设计保证指南》	针对航空航天电子硬件的设计和验证，包括芯片、电路板、传感器等。

资料来源：中国民用航空局，美国国家档案和记录管理局 NARA，欧洲航空安全局 EASA，美国航空无线电技术委员会 RTCA，国信证券经济研究所整理

电机单独适航认证的路径可以参照整机适航及航空发动机适航取证路径。根据我国《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21-R4），国产民用航空器的取证路径为 TC→PC→AC，国产民用航空发动机、螺旋桨的取证路径为 TC→PC→AAC-038（适航批准标签）。芜湖钻石航空发动机有限公司的 AEC2.0L 航空重油活塞发动机是我国首款获颁 TC 的国产重油活塞发动机，按照民用航空规章 CCAR-33R2 要求完成适航审定。其适航认证过程自 2013 年启动后历时多年，完成了包括 150 小时持久试验在内的多项关键测试，该发动机于 2023 年 7 月正式获颁 TC 证，并于 2024 年 4 月正式获取 PC 证。

赛峰集团研发的 ENGINEUS 100 电机是全球首个成功完成单独适航认证的 eVTOL 电机。2025 年 2 月，赛峰集团宣布全球首款用于新型空中交通的电机 ENGINEUS 100 获得 EASA 认证，根据 EASA 发布的认证航空电机专用适航条件 SC-E19 进行型号认证，SC-E19 重新定义和测试电动推进系统的安全性，特别是针对高压电弧和火灾风险的最坏情况场景，并制定相应的措施以确保飞行员在故障情况下能够安全降落。赛峰 ENGINEUS 100 航空电机的取证基于 1500 小时的电机认证测试以及在真实飞机环境下开展的超过 100 小时的飞行测试。EASA 称，该电机认证耗时不足两年，与传统旋翼机涡轴发动机认证所需时间接近。据赛峰介绍，AURA AERO、万丰旗下的钻石飞机公司、时的科技和 VoltAero 等诸多新型空中交通飞机制造商已选择赛峰集团 ENGINEUS 电机系列。赛峰正筹备于 2026 年在法国尼奥尔和英国皮特斯通建立四条半自动化生产线，以量产 ENGINEUS 系列电机，建成后每年可生产超过 1000 台电机，并具备增产能力。

表27: ENGINEUS 系列电机图示与应用

ENGINEUS 100 电机示意图	合作企业	应用机型	机型示意图
	AURA AERO	INTEGRAL E	
	钻石飞机公司	eDA40	
	时的科技	E20	
	VoltAero	Cassio 330	

资料来源：时的科技，中国航空报，航空产业网，航空动力，国信证券经济研究所整理

投资建议

航空发动机方面，国外主要供应商为通用电气航空（GE Aerospace）、美国普惠公司（PW）、英国罗罗公司（RR）、CFM 国际公司（CFMI）、国际航空发动机公司（IAE）等。国内代表性航空发动机整机供应商为航发动力，公司是国内唯一能够研制涡喷、涡扇、涡轴、涡桨、活塞等全谱系军用航空发动机的企业，也是为国产商用大飞机动力提供配套、民用直升机提供动力的重点企业，此外，公司长期关注低空经济产品市场，子公司生产的涡轴、涡桨产品涉及低空经济产品市场。

表：国内外航空级发动机代表性供应商

股票代码	涉及环节	基本情况	财务数据
1) 国外			
美国通用电气航空航天 (GE AEROSPACE)	GE.N	航空发动机整机	是一家高科技工业公司，目前通过三个业务板块在全球运营：航空航天、可再生 2023 年总收入 680 亿美元和电力。其产品包括商用和军用飞机发动机和系统，是全球最大的喷气发动元，净利润 95 亿美元，机制造商之一，拥有面向商业、军事和工业领域的健全产品线。公司最著名的发 其中航空收入 318 亿美元。还有发动机联盟的 GP7200。
美国普拉特·惠特尼 (PW)	-	航空发动机整机	该公司最知名的是其 JT8 和 JT9 发动机。JT9D 发动机是首批为原始波音 747 飞机提供动力的发动机。其后续产品 PW4000 系列为各种大型空客和波音商用喷气机提 2023 年普惠收入 183 亿美元。普拉特·惠特尼在全球 160 个国家为超过 25% 的商用喷气机提供动力，已安装超过 16000 台商业发动机。
英国罗尔斯·罗伊斯 (RR)	RR.L	航空发动机整机	罗尔斯·罗伊斯是全球核心航空发动机制造商之一，为全球主要航空公司提供最核心的飞机发动机。它的发动机广泛应用于波音、空客等旗舰民航飞机型号。罗尔斯·罗伊斯也为全球范围的军用型飞机提供核心发动机和相关的发动机技术支 2023 年总收入 210 亿美元，这些军用机包括战斗机、运输机等。罗尔斯·罗伊斯还为全球船舶提供动力元，净利润 31 亿美元。系统和推进技术，涉及商用船舶、军舰及海洋探索等多个领域，该公司还为军用核潜艇提供核动力系统，是英国海军核潜艇长期以来的关键供应商。
斯奈克玛国际 CFMI	-	航空发动机整机	由赛峰飞机发动机公司 (SNECMA) 和通用电气公司 (GE) 共同成立的合资企业，最初是为了制造 CFM56 系列窄体发动机而建立的。该发动机因其在波音 737 Classic 和 NG 系列以及空客 A320 系列上的应用而闻名。截至 2022 年，CFM56 发

(Safran/GE)		动力为近 65% 的 A320 系列飞机提供动力。最近，CFMI 开发了 Leap 发动机，为下一代窄体喷气机提供动力：空客 A320neo 系列、波音 737 MAX 系列。CFM Leap 发动机还为中国商飞的 C919 提供动力。该公司约占全球商业发动机市场份额的 40%。	
IAE (RR/PW)	-	航空发动机整机	IAE 是由美国普惠公司、英国劳斯莱斯、日本日本航空发动机公司和德国 MTU 航空发动机 1983 年在瑞士成立的飞机发动机公司。该公司的 V2500 系列是世界上最成功的高旁通比发动机之一，供空中客车 A320 系列家族和麦克唐纳·道格拉斯 MD-90 系统客机采用。
2) 国内			
航发动力	600893.SH	航空发动机整机	公司是国内唯一能够研制涡喷、涡扇、涡轴、涡桨、活塞等全谱系军用航空发动机的企业，也是为国产商用大飞机动力提供配套、民用直升机提供动力的重点企业。在国际上，公司是能够自主研制航空发动机产品的少数企业之一。
		低空经济布局	公司长期关注低空经济产品市场，子公司生产的涡轴、涡桨产品涉及低空经济产品市场
航发控制	000738.SZ	航空发动机控制系统	公司主要从事航空发动机及燃气轮机控制系统、国际合作业务、控制系统技术衍生产品三大业务。其中，航空发动机及燃气轮机控制系统产品主要包括航空发动机及燃气轮机控制系统的研制、生产、修理、销售与服务保障。
		低空经济布局	公司作为航发集团内航空发动机控制系统唯一的上市企业，负责航发集团主机厂所承制的国产大飞机动力及通航动力配套控制系统的自主研制。目前国产大飞机动力研制进展顺利，公司作为发动机控制系统唯一的机械液压执行机构供应商，紧跟主机厂研制进度计划，有效保障了相关阶段性研制任务的完成；通航动力方面，从技术成熟度看，航发集团的 1000kW、200KW 涡轴、1000kW 涡桨等发动机，整体性能已达到国际先进水平，可广泛用于直升机、多用途涡桨飞机、公务机、中高端无人机等各种通航飞机，相关型号已进入适航认证阶段，力争早日进入市场。
航发科技	600391.SH	航空发动机零部件	公司主要业务为航空发动机及燃气轮机零部件的研发、制造、销售、服务，主要分为内贸航空及衍生产品、外贸转包产品两个业务板块。

资料来源：Wind，公司官网，公司公告，航空动力未来，国信证券经济研究所整理

eVTOL 方面，eVTOL 的动力系统采用完全电气化的电推进技术，从能源系统的源头重塑了飞行器动力体系架构，通过电机驱动升力和推进装置来提供飞行器所需的部分或全部动力。由于 eVTOL 电机、电控与新能源汽车结构相近，目前国内 eVTOL 厂商的动力系统国产化程度较高，目前已知峰飞航空、御风未来等产品核心模组实现 100% 国产自研。

表 28：国内 eVTOL 动力系统相关公司基本情况

企业（是否上市）	供应链环节	航空级进展
卧龙电驱 (600580.SH)	电驱系统	电动飞机领域，公司与国民航科学技术研究院共建了“联合实验室”，携手中国商飞北研中心共同建立航空电动力系统事业部，加速电动航空技术的商业化应用。公司的 70kW 大功率航空电动力系统已经顺利通过工信部专家验收，30kW 涵道电动力系统也完成了地面测试实验，所有指标均达到预期要求。
蓝海华腾 (300484.SZ)	电驱系统	公司在电动汽车电机控制器领域拥有十余年的技术研发积累和大量的市场应用经验，电动汽车电机控制器与 eVTOL 电机控制器技术原理相通，公司从电动汽车电机控制器切入研发 eVTOL 电机控制器优势明显，公司紧抓机遇，积极研发电动飞行器电机控制器，并取得深圳市科技创新委员会重大专项项目——《重 202317N101 电动飞行器用协同容错构架高精度电机驱动控制器设计与开发》。
英搏尔 (300681.SZ)	电驱系统	2025 年 1 月 8 日，英搏尔和亿航智能拟共同设立合资公司，通过彼此资本、技术、管理、资源、品牌优势互补，围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作事宜，负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产、亿航智能云浮工厂及其他生产基地的工艺优化和技术改造。
长源东谷 (603950.SH)	动力系统零部件	公司于 2024 年 1 月 6 日收到国内某知名飞行汽车公司于 2024 年 1 月 4 日签发的《定点开发通知书》，配套产品为为其某车型飞行电驱壳体的定子壳体、外转子壳体、三相接线盖板、控制器安装壳体 and 支撑架（上述项目样件开发后尚需通过客户验证通过，方可签订正式订单或销售合同，项目实施周期较长。预计该项目 2024 年量产存在不确定性，该项目对公司 2024 年度的收入及利润水平无重大影响。）
威迈斯 (688612.SH)	电控系统	获飞行汽车中双 DCDC 的应用控制软件著作权。常州伊迈斯动力科技有限公司为公司全资子公司，获得专利《飞行汽车及其运行状态切换方法》。
宗申动力 (001696.SZ)	航空发动机	公司控股子公司宗申航发是一家致力于中小型航空发动机设计研发、生产制造、销售与售后为一体的创新型企业，主要为通航飞机和无人航空飞行器提供动力系统解决方案。宗申航发的航空发动机产品，已在彩虹无人机和翼龙无人机等多款机型上使用。目前航空发动机产品主要以 200HP 以下航空活塞发动机为主，已构建了五大基础产品平台，共计 20 余款衍生产品以及螺旋桨产品。
金盾股份 (300411.SZ)	电动涵道风扇	目前公司研发的是第二代高强度、轻量化飞行汽车涵道风扇。未来五年，我们将持续深化在飞行汽车涵道风扇及电动推力系统方面的技术研究，力求实现技术突破，以满足市场上对多型号、多规格、多载荷等多样化的需求。

资料来源：Wind，各公司官网，公司官微，天眼查，国信证券经济研究所整理

英搏尔：深耕新能源汽车动力系统多年，与亿航智能深度合作，

低空经济打开成长空间

● 发展历程

英搏尔深耕新能源汽车动力系统二十年，是国内少数同时具备新能源汽车电驱系统和电源系统自主研发、生产能力的领军企业。公司成立于 2005 年，专注于研发生产国内外领先的电动汽车电控系统及关键零部件；2009 年公司切入场地电动车用电机控制器、充电机、DC-DC 转换器、电子油门踏板等产品的生产配套市场，在场地电动车应用领域形成替代进口的能力，此外，公司为国内主流整车厂研发成功高性价比的交流电机及控制系统，替代了先前普遍使用的性价比较低的直流电机及控制系统。2017 年，公司在深交所创业板上市。2019 年，公司成功研发“集成芯”电驱总成技术，提高了产品能效、降低了产品成本和体积。2022 年，公司采用扁线电机方案的“集成芯”六合一驱动系统获得吉利汽车、上汽大通、江淮汽车、东风汽车、合众哪吒等众多车企定点。2024 年至今，公司积极布局低空经济领域，2024 年，公司与亿航智能达成战略合作，携手开发先进 eVTOL 集成式电驱动系统，2025 年 1 月，公司和亿航智能拟共同设立合资公司，通过彼此资本、技术、管理、资源、品牌优势互补，围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作事宜，负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产、亿航智能云浮工厂及其他生产基地的工艺优化和技术改造。

图 42：英搏尔历史大事沿革



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

表 29：英搏尔发展历程

时间	事件
2005	公司成立，发展目标为研发生产国内外领先的电动汽车电控系统及关键零部件。
2009	公司切入场地电动车用电机控制器、充电机、DC-DC 转换器、电子油门踏板等产品的生产配套，在场地电动车应用领域形成替代进口的能力。国内中低速电动车快速发展，公司为国内主流整车厂研发成功高性价比的交流电机及控制系统，替代了先前普遍使用的性价比较低的直流电机及控制系统。
2013	在国家新能源汽车购车补贴政策及充电桩发展等多重因素推动下，纯电动乘用车市场开始上量，发行人为康迪、长沙众泰等整车厂配套的电驱系统，也同时进入了批量化产销阶段。
2016	公司销售中低速电动车电机控制器 36.54 万台，市占率达到 60.90%，是国内中低速电动车电机控制器的技术进步引领者和重要供应商。销售纯电动乘用车电机控制器 3.39 万台，市占率达 12.89%，取得了新能源纯电动乘用车电机控制器市场的先发优势。
2017	公司在深交所创业板上市。 1) 技术创新和产品研发：电机控制器方面，公司的中压产品 MC3336-A850 和 MC3336-E450 成功实现大批量供应，公司储备的 MC3903 产品采用 IGBT 单体并联技术，能够满足于目前乘用车 200V 到 450V 的高压平台系列需求。在更高电压的电控产品方面，公司也进行了储备。电源产品方面，公司 DC-DC 转换器产品采用先进的平板工艺，实现了功率密度的提高，充电机产品则采用先进的工艺提高了功率密度和整机效率。

	2) 市场开拓: 公司的电机控制器等产品在中低速车市场领域保持了稳定的产销量和市场占有率。在新能源汽车领域, 和康迪、众泰新能源等老客户保持了良好的稳定的合作关系, 同时新开拓的北汽新能源、江淮等客户, 实现了批量供货。
2018	1) 技术创新和产品研发: 电机控制器方面, 公司的 MC39 系列产品已经实现批量生产, 该系列产品采用 IGBT 单体并联技术, 能够满足于目前乘用车 200V 到 450V 的高压平台系列需求。电源产品方面, 公司的 DC-DC 转换器产品采用先进的平板工艺, 实现了功率密度的提高, 充电机产品则采用先进的工艺提高了功率密度和整机效率。充电机产品在新能源汽车领域开始批量供货。同时, 公司还完成了永磁电机、电源总成系统、动力总成系统等新产品及系统集成产品的研发和批产工作。 2) 市场开拓: 公司的电机控制器等产品在中低速车市场领域保持了稳定的产销量和市场占有率。在新能源汽车领域, 一方面, 公司与北汽新能源、江淮汽车、吉利康迪、众泰新能源等老客户保持了良好稳定的合作关系。另一方面, 公司还与上汽通用五菱、长安汽车等公司建立了定点供应关系。
2019	2018 年底, 公司陆续开发了适用于中大型纯电动乘用车的高压电机控制器、高效电机、大功率充电机、DC-DC 转换器产品, 以及驱动“3 合 1”、电源“3 合 1”等系统集成产品。新产品的性价比有明显的竞争力, 截至 2019 年已获得长安、北汽新能源、江淮、枫盛汽车的产品定点和配套公告, 这些产品将陆续批产。公司已成为国内纯电动乘用车主流电机控制系统供应商。 2019 年, 公司在研发上重点投入, 车载充电机产品推出了双向 3.3KW 和双向 6.6KW 两大平台, DC-DC 模块的性能进一步提升成功拓展进入高速车领域, 同时新能源电机成功完成 PSSM 180、PSSM220 和 ACIM220 三大平台的搭建。在电机控制器产品方面, 公司成功推出 MC39 系列, 将产品的功率密度进一步提升。同时公司的动力总成和电源总成产品也研发成功并开始批量供货。这些新产品的推出为公司未来的业绩提供了新的增长点
2020	公司的新能源汽车动力域产品由单体成功切换到动力总成及电源总成产品, 尤其是从 2019 年重点研发投入的创新“集成芯”电驱总成技术广泛应用, 产品具有体积小、重量轻、成本低等特征, 得到客户广泛认可。2020 年, 在单体产品销量持续放量的基础上, 总成产品销售达 2.13 万套, 同比增长 1,140.57%, 销量处于行业前列。 2020 年, 公司在原有江淮汽车、北汽新能源、长安汽车、上汽通用五菱、云度汽车等客户基础上, 新获得威马、东风、宝能等多个 A 级、B 级及中大型 SUV 项目定点, 获得一汽、上汽通用五菱等混动车型双电机控制器项目定点, 获得德国采埃孚、上汽大通、瑞驰、昌河等多个商用车项目定点, 为吉利枫盛换电乘用车配套的五合一动力总成产品开始量产, 为福特汽车、一汽提供的 SiC 控制器样品已完成交付。新能源汽车领域的动力总成及电机控制器产品共销售了 4.28 万套, 多合一动力总成销量处于全国前列; 公司的电机控制器产品在中低速及专用车领域的应用共销售了 36.71 万套, 在此领域始终保持着绝对领先的市场占有率和行业领军地位。
2021	公司始终坚持“三高一低”, 即高性能、高功率密度、高可靠性及低成本的设计方向, 并持续深入新能源汽车关键零部件的研究, 不断提升公司产品性能, 优化产品结构, 逐步实现总成产品的自动化、智能化生产。1) 公司核心的第三代“集成芯”驱动总成顺利量产, 自动化生产线稳定运行, 为更具竞争力的平台化产品自动化建设奠定了坚实的基础。基于扁线电机、SiC 的 800V 高压系统研发试制成功等, 让整个电驱系统的经济性、可靠性、安全性、集成度等多方面实现优化, 总成产品竞争力进一步提升。2) 电源总成系统方面, 公司基于碳化硅技术的具有功能安全 ISO26262 和 AUTOSAR 架构的 11kW 车载充电系统进入小批量投产。第三代车载电源平台架构, 系统集成度、功率密度进一步提高, 体积和成本进一步降低, 产品竞争力得到提升。3) 电机控制器方面, 展开了功能安全方面的研究设计、先进电机控制算法研究、各种热模型研究。还针对混动汽车开发了带升降压模组的双电机控制器, 为开拓更大市场容量的混动汽车市场做好了产品准备。 2021 年, 在乘用车客户开拓方面, 新获得了吉利汽车、长安汽车、长城汽车、上汽大通以及造车新势力小鹏汽车、合众汽车等多个客户新项目定点; 与此同时, 研发团队运用在新能源汽车领域所积累的技术和产品优势, 大力开拓电动专用车市场, 获得了湖南星邦等细分领域龙头企业产品定点。
2022	2022 年, 采用扁线电机方案的“集成芯”六合一驱动系统获得吉利汽车、上汽大通、江淮汽车、东风汽车、合众哪吒等众多车企定点
2023	公司在驱动系统领域完成了基于 180/200 扁线电机平台的第三代“集成芯”产品量产导入, 在吉利、上汽系、东风等多个项目上实现了批量生产, 且自动化率达到了国内一流水平; 同时也完成了基于 800V 高压架构的油冷驱动系统的开发与验证, 为后续中高端车型提供了较好的解决方案。
2024	2024 年 11 月 11 日, 英搏尔与亿航智能达成长期战略合作及技术开发合作, 致力于共同开发适用于亿航智能电动垂直起降 (eVTOL) 航空器系列产品的高性能电机和电机控制器产品。11 月 14 日, 英搏尔发布《关于签署股份认购协议暨参与认购 EHang 定向增发的公告》, 英搏尔于近日与亿航智能签署股份认购协议, 公司拟使用自有资金出资 12,600,000 美元获配 EHang 私募配售定向增发股份。
2025	2025 年 1 月 8 日, 英搏尔发布《珠海英搏尔电气股份有限公司关于设立控股子公司的公告》, 英搏尔和亿航智能拟共同设立合资公司, 通过彼此资本、技术、管理、资源、品牌优势互补, 围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作事宜, 负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产、亿航智能云浮工厂及其他生产基地的工艺优化和技术改造。

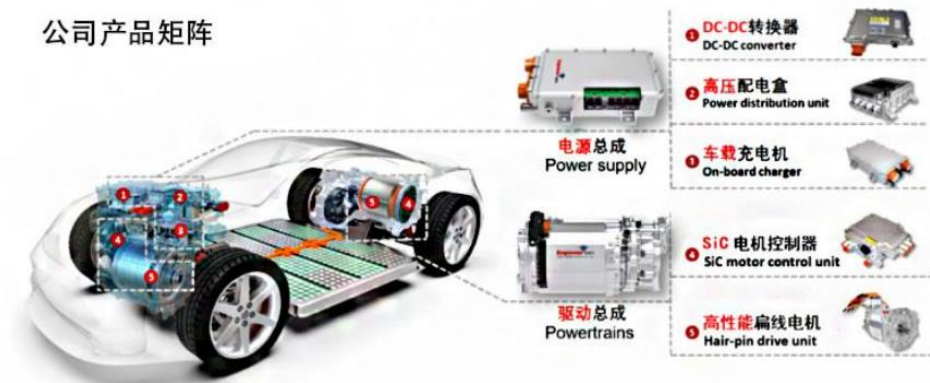
资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

● 主营业务

英搏尔主营产品为新能源汽车动力总成、电源总成以及驱动电机、电机控制器、车载充电机、DC-DC 转换器等新能源汽车动力域核心零部件。公司创新的“集成芯”技术方案具有高效能、轻量化、低成本等显著优势。公司已达成与吉利、上汽、长安、东风、长城、奇瑞、江淮、小鹏等车企的长期合作, 同时取得广汽本田、东风日产、Vinfast 等车企合作; 公司的产品在新能源商用车、非道路车辆等领域也获得广泛应用。

图43: 英搏尔主要产品矩阵

公司产品矩阵



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

表30：英搏尔主营产品结构及功能

主营产品	2023 年收入占比	产品功能介绍	产品图示
电机控制器	31.78%	电机控制器是通过集成电路的主动工作来控制电机按照设定的方向、速度、角度、响应时间进行工作。在电动车辆中，电机控制器的功能是根据档位、油门、刹车等指令，将动力电池所存储的电能转化为驱动电机所需的电能，来控制电动车辆的启动运行、进退速度、爬坡力度等行驶状态，或者帮助电动车辆刹车，将部分刹车能量存储到动力电池中。	
DC-DC 转换器	0.95%	DC-DC 转换器的功能是将电动车辆的动力电池组的电压转换为 12V 或 24V，为仪表、车灯、雨刮等电器提供电能。	
车载充电机	0.57%	车载充电机是指固定安装在电动车辆上的充电机，为电动车辆的动力电池进行充电。车载充电机依据电池管理系统提供的的数据，将 220V 民用电网的电能充到动力电池中，完成充电过程。	
电子油门踏板及其他	4.39%	电子油门踏板是将油门踏板深浅转化为电子信号，并传递给电机控制器，使得驱动电机提供与之匹配的动力。	
电机	0.75%	将电能转换成机械能或将机械能转换成电能的一种电磁装置。	
电驱总成	29.61%	1) 三合一：新能源汽车驱动总成，一般包含电机、电控、减速箱等三大部件。 2) 多合一：多合一驱动总成包含电机、电控、减速箱、车载充电机 OBC、高压配电盒 PDU、DC-DC 转换器等部件。公司是国内率先量产多合一驱动总成的供应商，依托“集成芯”技术方案，在满足小型化、轻量化等产品要求的同时，进一步提升了产品性能和功率密度，增强产品竞争力。	
电源总成	31.95%	新能源汽车电源总成一般集成车载充电机（OBC）、高压配电盒（PDU）、DC-DC 转换器。2023 年公司电源总成产品的配套车型进一步增加。与此同时，公司积极推进国产替代，与国内芯片企业加强合作，实现供应链的自主可控。	 6.6kW/11kW 电源总成产品

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

1) 电源总成产品

公司第三代电源总成产品即 OBC（车载充电机）、DC-DC 转换器、PDU（整车配电

盒) 三合一集成产品, 通过集成设计、共用变压器、散热装置等零部件, 由传统的双层架构优化升级为单层结构, 进一步减小体积、重量, 提升了功率密度, 降低成本。2024 年上半年, 公司车载电源总成产品的装机量为 37.75 万台。根据产业媒体 NE 时代统计数据显示, 公司电源总成销量居国内 Tier1 供应商前 3 名。公司已推出基于 800V 高压架构的高功率密度第三代电源总成产品, 其在体积、效率、电磁兼容、功率密度、成本等方面均具有较强的竞争优势, 并实现高度自动化生产, 为进一步拓展市场份额奠定了基础。

图44: 英搏尔电源总成产品及配套客户



资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

2) 多合一驱动总成产品

多合一驱动总成包含电机、电控、减速箱、车载充电机 OBC、高压配电盒 PDU、DC-DC 转换器等部件。多合一驱动总成需要企业具有完善的部件研发设计能力和系统集成能力, 并且解决如散热、EMC (电磁兼容性)、NVH (噪声、振动与声振粗糙度)、可靠性等问题, 进而在产品体积、重量、功率密度和成本方面得到优化, 使整车布置简便紧凑, 释放更多驾乘空间。公司是国内率先量产多合一驱动总成的供应商, 依托“集成芯”技术方案, 在满足小型化、轻量化等产品要求的同时, 进一步提升了产品性能和功率密度, 增强产品竞争力。“集成芯”驱动总成荣获了中国汽车工业协会“中国汽车供应链优秀创新成果”奖、“动力总成电气化”金辑奖。根据 NE 时相关数据统计, 2024 年 1-6 月, 多合一驱动总成装车占比已经突破 20%, 该解决方案成为体现车企集成化技术能力, 降低成本的重要路径。公司为把握多合一驱动总成快速发展机遇, 满足头部车企等客户高度自动化产线的要求, 持续加大研发、装备、管理等方面投入, 同时新建生产基地、购置智能化、高精度自动化产线, 以更好的获取新能源汽车配套项目。

图45: 英搏尔多合一驱动总成产品及配套客户



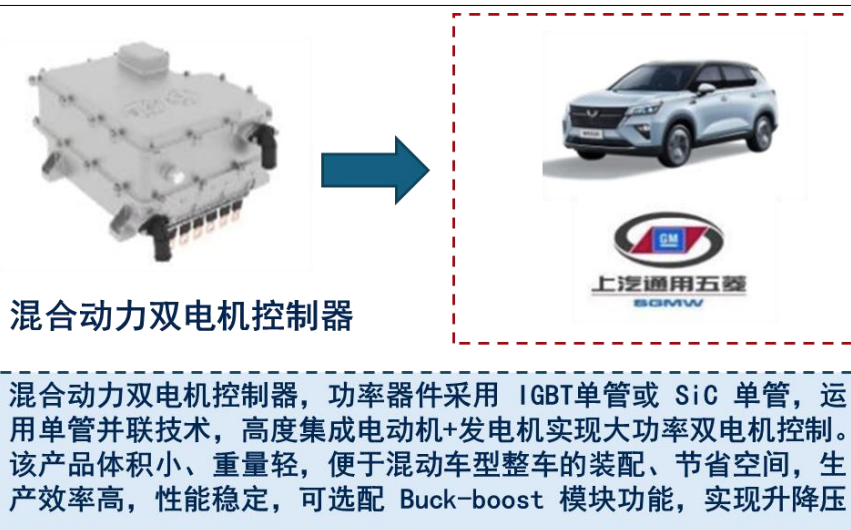
资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

3) 电机控制器

①**纯电车型电机控制器**：在 A 级及以上级别车型中，公司均配套包含电控的驱动总成产品。单体电机控制器主要搭载 A00 级新能源汽车，公司配套客户车型包括五菱 MINI-EV、奇瑞冰淇淋、长安糯玉米等，拥有良好的市场占有率。

②**混动车型电机控制器**：混动车型动力系统通常包括内燃机、电池、电机和电机控制器等组成部分，通过灵活智能的控制策略实现能量的优化利用。2024 年上半年公开数据显示，插电式混动车型累计销售 192.2 万辆，同比增长 85.2%。公司依托在电机控制器产品领域的创新技术，成功配套上汽通用五菱混动车型。

图 46：英搏尔电机控制器产品及配套客户



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

4) 新能源商用车、非道路车辆方面

随着节能环保的发展要求和新能源车市场的快速成熟，商用车和非道路车辆的电动化在使用成本、节能环保等方面优势明显。公司在商用车领域积极布局，完成

了北汽福田商用车、吉利远程商用车动力系统产品量产交付。在非道路车辆领域，公司在积极拓展国内市场的同时，也获得德国林德叉车、法国曼尼通、韩国斗山集团等国际客户的认可。

图47：英搏尔叉车电驱及液压总成及配套客户

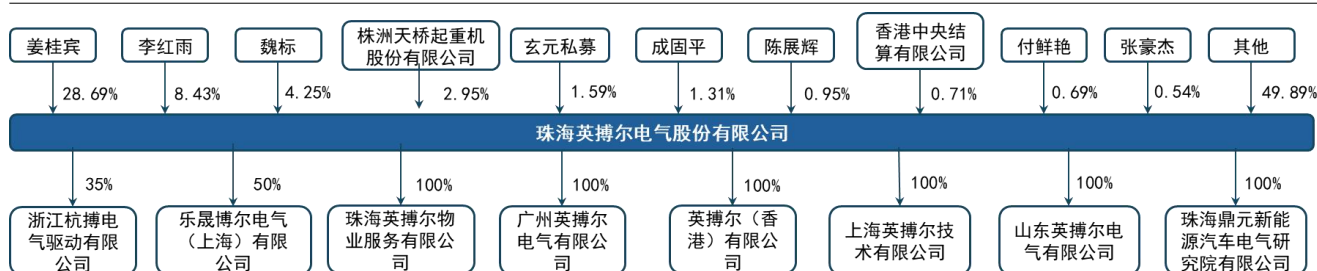


资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● 股权结构

公司前三大股东均为公司高管，股权结构集中，其中姜桂宾持股 28.69%，为公司实际控制人，李红雨持股 8.43%，魏标持股 4.25%，前三大股东持股共占约 41.37%，公司股权结构集中。此外，公司股东还有知名私募玄元、香港中央结算有限公司及其他个人股东等。

图48：英搏尔股权结构



资料来源：公司公告，Wind，国信证券经济研究所整理

公司管理层多为公司核心技术专家，技术背景深厚。公司具有较强的创新研发团队，通过持续的产品创新及技术升级，公司自成立以来，以创新为发展驱动力，深耕行业二十年，形成了勇于拼搏的新能源汽车驱动总成和电源总成设计和开发的两大核心研发团队。截至 2024 年 6 月 30 日，英搏尔的技术研发成果有已授权专利 186 件，其中发明专利 42 件、实用新型专利 138 件、外观设计专利 6 件，软件著作权 26 件。还有已申请未授权发明专利 35 件、实用新型专利 10 件。其中核心技术 PEBB（电力电子集成）申请了 5 项 PCT 国际发明专利，叠层母排核心底层技术已获得美、日、欧、新加坡、印度尼西亚、马来西亚等国家授权，EMC 专

利获得美国与欧洲授权，“集成芯”技术多件专利已获得日本、欧洲等国家授权。

表31：英搏尔管理层履历

姓名	职位	履历
姜桂宾	公司创始人、董事长	科技部创新创业领军人才、珠海市高层次人才。2003年毕业于西安交通大学电气工程专业，获得工学博士学位，导师为国家级电力电子技术专家王兆安教授。获评为广东省杰出发明人、科技部创新创业领军人才、珠海市高层次人才。姜桂宾博士始终坚持以技术创新为企业发展驱动力，目前个人拥有已授权发明专利31项，实用新型专利76项，在申请发明专利18项。其中以姜桂宾博士为技术带头人的创新“集成芯”驱动总成项目率先实现量产，成本大幅降低，功率密度达到国际领先水平。其发明专利“交流电机控制器、叠层母排组件及其制作方法”得到邱爱慈院士、王锡凡院士一致推荐，获得中国专利优秀奖，并获得欧洲、美国、日本、新加坡、印度尼西亚、马来西亚等国家授权。
李红雨	公司联合创始人、董事、副总经理	珠海市高新区高层次人才、珠海市产业青年优秀人才。2005年毕业于西安交通大学电气工程专业，获得工学博士学位，珠海英搏尔电气股份有限公司联合创始人。目前主要负责公司新产品战略规划、研发以及管理体系建设，目前拥有已授权专利38项，另外有2项发明专利进入实审状态。代表产品包括直流他励电机控制器系统、直流串励电机控制器系统、交流异步电机及其控制系统及永磁同步电机及其控制系统等，其产品性能属国内领先，被广泛应用于新能源汽车，为公司创造了巨大的价值。带领研发团队率先实现汽车功能安全ISO26262认证，为提高公司产品质量和可靠性奠定了更为坚实的基础。
魏标	公司联合创始人、董事、副总经理	珠海市产业青年优秀人才。2005年毕业于西安交通大学电气工程专业，获得工学硕士学位，珠海英搏尔电气股份有限公司联合创始人。现任公司董事、副总经理和电驱事业部总监，主要负责公司产品软件部分的技术开发与管理。始终专注于电动汽车用电机驱动系统软件的开发，目前已先后申请专利33项，在申请发明专利6项。同时所形成的科技成果产品有4项被认定为广东省高新技术产品。带领软件开发团队，成功开发了铜转子交流异步电机，三相交流永磁同步电机控制软件，性能指标达到国内领先水平，助力公司产品结构实现快速转型，为企业长久发展打开广阔的空间。
贺文涛	公司董事、总经理、车载电源总架构师	珠海市高层次人才。2006年毕业于合肥工业大学电力电子与传动专业，获得工学硕士学位，曾任艾默生和华为技术有限公司。现任公司董事、总经理，负责公司整体运营管理工作。目前个人拥有已授权发明专利5项，实用新型专利12项，在申请发明专利8项。其负责开发的公司第三代“集成芯”电源总成系统在电源总成领域达到行业领先水平，具有很强的市场竞争力。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● 财务分析

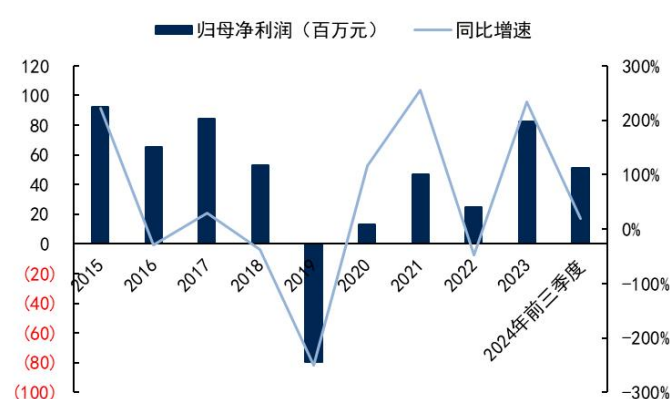
营收端：公司营收近年来稳健增长。2015-2018年，公司营业收入从4.26亿元增长至6.55亿元，CAGR为15%，但因而受到老产品价格下降及原材料价格上涨的影响，叠加费用增加，导致2015-2018年公司净利润小幅波动。2019年，公司收入及净利润有所下降，主要原因是2019年，A0级车型受补贴政策退坡等因素的影响，产销量下降幅度较大，公司收入同比下降51%至3.2亿元，同时为了开发A级及以上车型用大功率驱动总成和电源总成产品及为后补贴时期开发A0级“多合1”总成系统，公司的相关费用增加较多。2020年及以后，新能源汽车补贴政策实施期限延长，加之公司技术研发取得突破，公司的新能源汽车动力域产品由单体成功切换到动力总成及电源总成产品，单体及总成产品销量持续放量，定点车型销售增长，成为公司业绩新增长点。2024年前三季度，公司营收16.07亿元，同比增长27.51%；实现净利润0.51亿，同比增长18.74%。

图49：英搏尔营业收入及同比增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

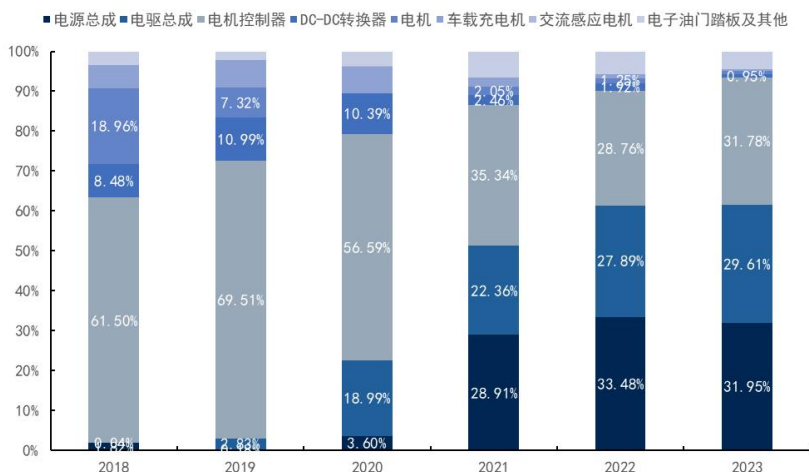
图50：英搏尔净利润及同比增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

营收结构方面，公司电源总成、电驱总成、电机控制器业务 2023 年收入占比为 93.34%。2018–2023 年，公司电源总成营收占比从 1.82% 提升至 31.95%，电驱总成营收占比从 0.04% 提升至 29.61%，电机控制器营收占比从 61.5% 下降至 31.78%。

图51：英搏尔营收结构及变化

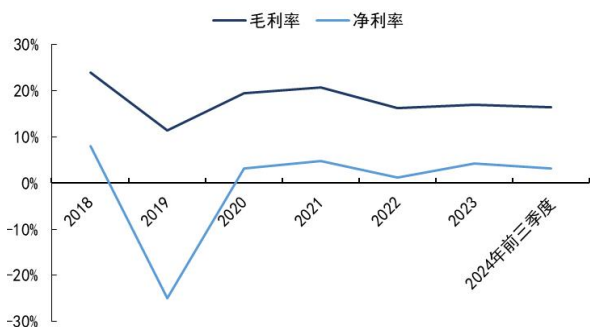


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

盈利能力端：公司盈利能力整体较为平稳，公司通过技术创新持续降本，持续提升供应链管理能力和生产组织能力，推进产品集成化、平台化生产，随着自动化产线的推进，生产效率和产品一致性均获得提高；同时协同上下游联合开发，实现技术降本，近年来公司盈利水平进一步提升，2024 年前三季度，公司毛利率为 16.37%，同比+1.29pct，净利率为 3.18%，同比-0.24pct。

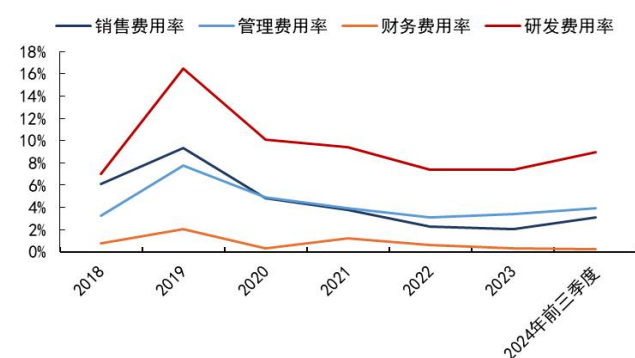
费用端：2019–2023 年，公司四费率从 35.56% 下降至 13.20%，主要系公司持续加强内部管理，提升了运营效率，优化运营成本。此外，公司研发费用率从 2022 年的 7.37% 提升至 2024 年前三季度的 8.98%，主要系公司加大在驱动系统领域和电源系统领域的研发投入，提升产品竞争力。

图52：英搏尔毛利率、净利率



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图53：英搏尔四费率



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

- **看点一：**公司为国内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，配套客户优质

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，在驱动系统、电源系统、六合一动力系统和电机控制器产品等方面优势明显。

表32：公司核心产品发展历程

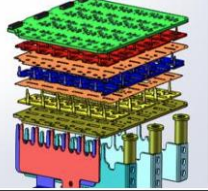
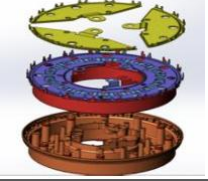
时间（年）	发展阶段	特征
2017-2019	第二代三合一驱动系统和三合一电源系统： 1、基于三大底层核心技术实现电机、电控一体化设计。 2、从电控、充电机等单体产品向系统集成方案快速转型升级，获得吉利、长安、上汽通用五菱、江淮等多家车企定点，并实现批量化生产。	物理集成
2020-2021	基于“集成芯”技术的第三代驱动系统： 1、基于三大底层核心技术和创新的“集成芯”技术实现了电机、电控的高度融合，大幅减小体积，提高功率密度。 2、随着动力总成一体化工厂的建成投产，较大幅度地提升了自动化生产水平，实现了批量化生产。 3、“集成芯”驱动系统产品荣获中国汽车工业协会“中国汽车供应链优秀创新成果”奖、“动力总成电气化”金辑奖。	深度集成
2022-2023	基于扁线电机和 SiC 技术的 800V 平台化架构的第三代六合一动力系统： 1、实现了基于 800V 架构的扁线电机铁芯、定子总成高度自动化生产； 2、实现了基于 SiC 并联技术的电机控制器的批量化验证； 3、实现了基于 SiC 技术的 6.6KW 和 11KW 电源系统的批量化生产； 4、完成基于 800V 平台化架构的第三代六合一动力系统的自动化、规模化、平台化生产； 5、完成了高功率密度的第三代电源系统和高压油冷技术第四代驱动系统的方案设计。	高压架构

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

1) 驱动总成产品及电源总成产品：

电机控制器被喻为新能源汽车动力系统的“大脑”，作为新能源汽车驱动总成电能转换单元，其控制单元电子元器件数量及复杂程度远高于传统燃油车，需要进行硬件开发与软件、电力电子设计、控制算法优化等，实现对电机转速、转向、角度、响应时间的精确控制，是驱动总成开发难度最大的模块产品。在动力系统集成度进一步提高的过程中，电机控制器持续地向小型化、高功率化、高压化方向发展，公司凭借电机控制器三大底层核心专利技术，独家创新设计的圆形电机控制器，体积不到市场同功率等级电控产品的 50%，功率密度达到 120kW/L。

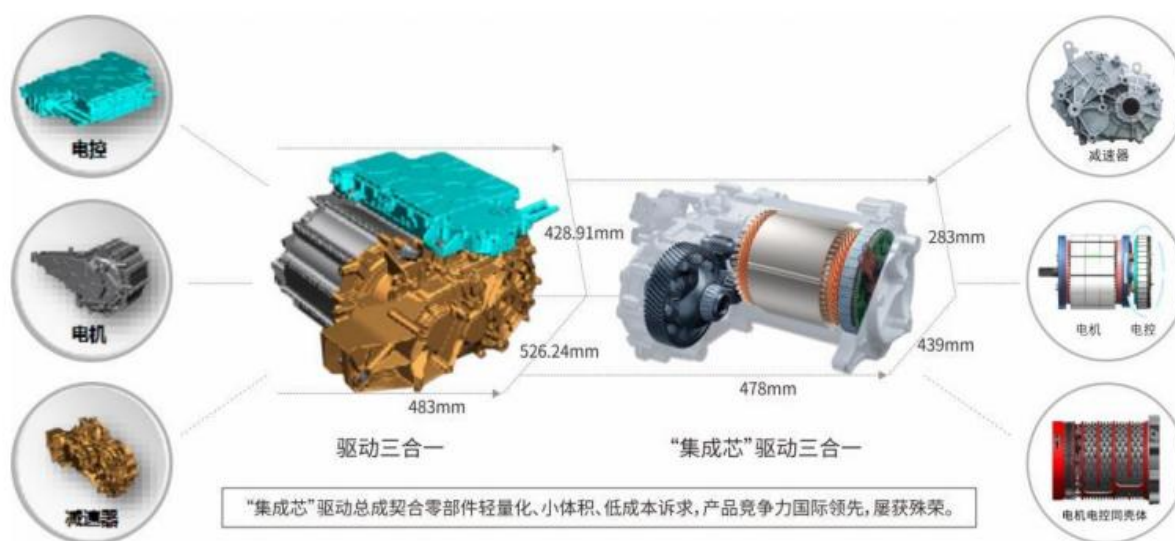
表33：公司电机控制器三大底层核心专利技术

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，而计；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：封测简单、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能； 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，使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。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

基于以上三大底层核心技术，公司自主创新研发出“集成芯”驱动总成，独立设计环形电机控制器，放置于电机出线端环形空腔部位，在不增加电机直径及轴向长度的基础上，实现了电机控制器与扁线电机共壳体一体化深度集成，省去电控结构件，减少了电机与电控之间连接线缆，并降低了驱动系统 Z 向垂直高度，灵活适配于前驱及后驱布局。公司“集成芯”技术平台通过在硬件方面，搭建高性能、高可靠性、低成本、模块化的标准平台产品；在软件方面，通过软件平台化灵活配置，快速提供个性化的定制需求，为客户提供从 A0 级至 C 级等新能源车型高效成熟的动力系统综合解决方案。

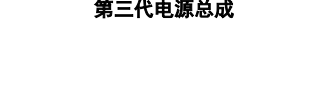
图54：英搏尔“集成芯”技术



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

“集成芯”驱动总成产品重量轻、体积小、功率密度高，便于平台化、自动化、规模化生产，拉开了与市场同功率等级驱动总成产品的代际差距，具有明显的竞争优势。

表34：英搏尔“集成芯”产品

产品名称及图示	技术方案比较优势
“集成芯”油冷电驱动总成 	采用“集成芯”技术平台油冷扁线方案 1、产品体积更小，满足轻量化，极致成本要求； 2、功率达 230kW，扭矩 460Nm，动力输出强劲； 3、产品可靠性高，60 万公里超长设计寿命； 4、CLTC 效率高：90.5%@IGBT，92.5%@SiC，极致 CLTC 油泵功率； 5、扁线电机高效利用磁阻转矩，有效降低成本； 6、产品采用低噪减速器，具备优秀 NVH 体验； 7、满足功能安全，电机控制器符合 ASIL C； 8、满足信息安全要求，支持 AUTOSAR 网络管理； 9、自动化定制产线，稳定性高，满足高效交付要求。
第三代电源总成 	1、产品极致集成，尺寸更小，大幅提升功率密度； 2、全部采用车规级物料，产品稳定性强； 3、功率器件采用选择焊，降低机械应力； 4、OBC 充电平均效率超 95%，OBC 放电峰值效率超 95%； 5、DCDC 加权效率超 95%，轻载 (8%负载) 效率超 90%； 6、EMC 性能提升，单体 EMC 符合 CLASS III； 7、功能安全，OBC 符合 ASIL B，DCDC 符合 ASIL C；



- 8、满足信息安全要求，支持 AUTOSAR 网络管理；
- 9、全流程自动化制程，自动化率超 96%，产品稳定性好，产能充足。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

2) 多合一组合

公司“集成芯”驱动总成（3in1）结合第三代电源总成（3in1），可以灵活构建各种规格型号的六合一及多合一组合。驱动系统多合一集成进一步减小体积，并能够通过产品优势带给车企如下优化：

表35：英搏尔多合一驱动总成

产品及图示	技术方案红利
	1、多合一系统集成，减少车企生产工位，提高效率； 2、减小动力系统前舱空间需求、增强整车设计灵活； 3、减少驱动和电源间连接线束、连接器、结构横梁，简化供应链，降低成本； 4、成熟的 A0 级-C 级车动力系统解决方案，快速响应，产品性能和一致性好。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

动力系统多合一解决方案契合行业技术发展趋势，成为车企激烈竞争下，动力系统满足日益迫切成本诉求的重要技术路径。

公司是国内少数同时具备新能源汽车驱动系统和电源系统两大产品自主研发、生产的领先企业，能够紧跟新能源汽车市场需求，推动产品快速创新、优化升级，为车企提供质量可靠、成本可控的动力系统产品。公司量产经验丰富，能快速响应整车企业的差异化需求，得到众多车企的认可，获得了良好的行业口碑。

公司合作客户多元优质。在乘用车领域，公司已达成与吉利、上汽、长安、东风、长城、奇瑞、江淮、小鹏等车企的长期合作，同时取得广汽本田、东风日产、Vinfast 等车企合作；在新能源商用车领域，公司完成了北汽福田商用车、吉利远程商用车动力系统产品量产交付；在非道路车辆领域，公司在积极拓展国内市场的同时，也获得德国林德叉车、法国曼尼通、韩国斗山集团等国际客户的认可。

图55：英搏尔合作客户

合作客户 CUSTOMER COOPERATION



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

- 看点二：公司与亿航智能、亿维特合作，低空经济打开成长空间
低空经济领域，公司与亿航智能、亿维特合作，打开公司成长空间。

表36：英搏尔低空经济领域相关进展

时间	事件
2024年11月11日	亿航智能与英搏尔达成长期战略合作及技术开发合作，致力于共同开发适用于亿航智能电动垂直起降（eVTOL）航空器系列产品的高性能电机和电机控制器产品。双方合作重点围绕定制化开发满足亿航智能各类 eVTOL 产品指标并符合民航局严格适航要求的电驱动系统。英搏尔创新的“集成芯”技术将有助于进一步优化亿航智能 eVTOL 的电机解决方案，从而实现轻量化、高功率、强散热性的一体化集成设计，并且适用于亿航智能多种 eVTOL 产品。
2024年11月14日	英搏尔发布《珠海英搏尔电气股份有限公司关于签署股份认购协议暨参与认购 EHang 定向增发的公告》，英搏尔于近日与亿航智能签署股份认购协议，公司拟使用自有资金出资 12,600,000 美元获配 EHang 私募配售定向增发股份。
2025年1月8日	英搏尔发布《珠海英搏尔电气股份有限公司关于设立控股子公司的公告》，英搏尔和亿航智能拟共同设立合资公司，通过彼此资本、技术、管理、资源、品牌优势互补，围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作事宜，负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产、亿航智能云浮工厂及其他生产基地的工艺优化和技术改造。
2025年1月13日	英搏尔发布《珠海英搏尔电气股份有限公司关于收到客户产品技术开发通知函的公告》，英搏尔于近日收到亿维特（南京）航空科技有限公司出具的《产品技术开发通知函》，公司将与该客户联合开发适用于其 ET9 电动垂直起降（eVTOL）航空器系列产品的高性能一体化电机电控产品。具体型号的开发事项、供应时间、价格以及数量均以双方签订的供应协议或销售订单为准。此次项目定点标志着客户对于公司持续创新能力、研发实力、产品质量及生产能力的认可，提高了公司在 eVTOL 市场的品牌影响力，也将对公司进一步拓展 eVTOL 市场产生积极影响。根据公司与亿维特签署的相关技术服务合同，亿维特将向公司支付技术服务报酬（包括研发部分以及 12 台升力单元产品采购部分）。除此之外，本次项目达到可量产后的销售数量和销售金额将根据最终签署的采购合同及合同履行情况为准，预计上述项目对公司本年度的收入及利润暂无重大影响。

资料来源：公司公告，亿航智能官微，国信证券经济研究所整理

1) 与亿航智能合作：

2024 年 11 月，亿航智能与英搏尔达成长期战略合作及技术开发合作，致力于共同开发适用于亿航智能电动垂直起降（eVTOL）航空器系列产品的高性能电机和电机控制器产品，双方合作重点围绕定制化开发满足亿航智能各类 eVTOL 产品指标并符合民航局严格适航要求的电驱动系统。2025 年 1 月，英搏尔和亿航智能拟共同设立合资公司，通过彼此资本、技术、管理、资源、品牌优势互补，围绕 eVTOL 产品生产制造以及上游零部件产业链展开深入合作事宜，负责亿航智能 eVTOL 总装前各工序、零部件的生产、亿航智能云浮工厂及其他生产基地的工艺优化和技术改造。

2) 与亿维特合作:

2025 年 1 月, 英搏尔发布《珠海英搏尔电气股份有限公司关于收到客户产品技术开发通知函的公告》, 英搏尔于近日收到亿维特(南京)航空科技有限公司出具的《产品技术开发通知函》, 公司将与亿维特联合开发适用于其 ET9 电动垂直起降(eVTOL)航空器系列产品的高性能一体化电机电控产品。

图56: 英搏尔与亿航智能签约合作



资料来源: 亿航智能官微, 国信证券经济研究所整理

图57: 亿维特 ET9 电动垂直起降(eVTOL)航空器系列产品



资料来源: 亿维特官网, 国信证券经济研究所整理

● 盈利预测

1、假设前提

公司业务包含新能源、中低速、场地车及其他三部分。

(1) **新能源**: 公司新能源汽车业务板块分为电驱动业务和电源业务, 电驱动业务包含电机、电机控制器、电驱总成等, 电源业务包含车载充电机、DC-DC 转换器、电源总成等。伴随新能源车渗透率持续提升, 公司下游客户项目持续放量, 预计 2024-2026 年新能源业务营收增速分别为 25%/15%/12%, 预计 2024-2026 年新能源业务毛利率保持相对稳定, 分别为 10.5%/10.5%/10.5%。

(2) **中低速**: 自 2009 年切入中低速电动车电机控制器市场以来, 公司已与国内主要中低速电动车厂商建立长期稳定合作关系, 预计 2024-2026 年营收增速分别为 0%/0%/0%, 预计 2024-2026 年中低速业务毛利率保持相对稳定, 分别为 33.5%/33.5%/33.5%。

(3) **场地车及其他**: 公司在商用车领域积极布局, 完成了北汽福田商用车、吉利远程商用车动力系统产品量产交付。在非道路车辆领域, 公司在积极拓展国内市场的同时, 也获得德国林德叉车、法国曼尼通、韩国斗山集团等国际客户的认可。伴随商用车领域持续放量, 叠加后续 eVTOL 领域和亿航智能的战略合作带来的业绩增量贡献, 预计 2024-2026 年营收增速分别为 10%/100%/80%, 考虑到客户结构和产品结构变化的影响, 预计 2024-2026 年场地车及其他业务毛利率分别为 50%/44%/38%。

费用率方面, 收入快速增长将带来规模效应, 预计公司 2024-2026 年销售费用率分别为 2.05%/2.04%/1.80%, 管理费用率分别为 3.35%/3.22%/2.90%, 研发费用率分别为 7.40%/7.39%/7.00%。

表37: 公司营业收入、毛利预测(百万元)/中性假设

2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E
新能源					

收入	6.4	16.0	15.9	19.9	22.8	25.6
YOY	285.55%	148.98%	-0.52%	25.00%	15.00%	12.00%
成本	5.7	14.4	14.2	17.8	20.4	22.9
毛利	0.7	1.5	1.7	2.1	2.4	2.7
毛利率(%)	11.06%	9.69%	10.45%	10.50%	10.50%	10.50%
中低速						
收入	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
YOY	-7.16%	-15.98%	6.06%	0.00%	0.00%	0.00%
成本	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
毛利	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
毛利率(%)	26.35%	28.56%	33.46%	33.50%	33.50%	33.50%
场地车及其他						
收入	1.6	2.6	2.2	2.4	4.8	8.7
YOY	139.09%	63.75%	-16.47%	10.00%	100.00%	80.00%
成本	0.7	1.3	1.0	1.2	2.7	5.4
毛利	0.9	1.3	1.2	1.2	2.1	3.3
毛利率(%)	53.23%	49.03%	53.36%	50.00%	44.00%	38.00%
合计						
营业总收入	9.76	20.06	19.63	23.82	29.21	35.81
YOY	131.80%	105.55%	-2.12%	21.35%	22.62%	22.58%
营业总成本	7.74	16.80	16.28	20.01	24.17	29.31
毛利	2.02	3.25	3.35	3.81	5.04	6.50
毛利率(%)	20.71%	16.22%	17.06%	15.99%	17.25%	18.16%

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所预测

2、未来3年业绩预测

我们预计公司 2024-2026 年营业收入分别为 23.8/29.2/35.8 亿元, 分别同比增长 21.3%/22.6%/22.6%。归母净利润分别为 0.83/1.19/1.94 亿元, 分别同比增长 0.2%/44.7%/62.6%, 每股收益分别为 0.33/0.47/0.77 元。

表38: 未来3年盈利预测表(单位: 百万元)

	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业收入(百万元)	2,006	1,963	2,382	2,921	3,581
(+/-%)	105.5%	-2.1%	21.3%	22.6%	22.6%
归母净利润(百万元)	25	82	83	119	194
(+/-%)	-47.5%	234.8%	0.2%	44.7%	62.6%
每股收益(元)	0.15	0.33	0.33	0.47	0.77
EBIT Margin	3.1%	3.9%	2.9%	4.3%	6.2%
净资产收益率(ROE)	1.4%	4.5%	4.4%	6.1%	9.3%
市盈率(PE)	198.6	89.2	89.0	61.5	37.9
EV/EBITDA	62.4	69.9	58.5	41.1	30.1
市净率(PB)	2.83	4.03	3.91	3.75	3.51

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理和预测

● 估值与投资建议

考虑公司的业务特点, 我们采用绝对估值和相对估值两种方法来估算公司的合理价值区间。

1、绝对估值法

未来估值假设见下表:

表39: 资本成本假设

无杠杆 Beta	0.90	T	15.00%
无风险利率	2.39%	Ka	8.67%
股票风险溢价	6.98%	有杠杆 Beta	0.98
公司股价 (元)	29.11	Ke	9.26%
发行在外股数 (百万)	252	E/(D+E)	90.11%
股票市值 (E, 百万元)	7345	D/(D+E)	9.89%
债务总额 (D, 百万元)	807	WACC	8.76%
Kd	5.00%	永续增长率 (10 年后)	2.00%

资料来源: 国信证券经济研究所假设

根据以上主要假设条件, 采用 FCFF 估值方法, 得出公司合理估值区间 30.31-33.74 元, 估值中枢为 31.95 元。

表40: FCFF 估值表

	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E	2032E	2033E	TV
EBIT	70.2	126.1	221.3	571.5	709.5	880.6	1,092.8	1,355.9	1,682.2	2,086.8	
所得税税率	0.75%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	
EBIT*(1-所得税税率)	69.6	107.2	188.1	485.7	603.1	748.5	928.9	1,152.5	1,429.9	1,773.8	
折旧与摊销	99.1	126.5	141.1	154.9	168.5	182.0	195.6	209.6	223.6	237.6	
营运资金的净变动	27.4	(117.9)	(145.5)	(260.3)	(246.2)	(308.6)	(385.3)	(480.7)	(598.9)	(745.1)	
资本性投资	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(211.0)	(211.0)	(211.0)	(211.0)	
FCFF	(4.9)	(85.1)	(17.3)	179.4	324.4	420.9	528.2	670.4	843.6	1,055.3	15,916.1
PV(FCFF)	(4.5)	(72.0)	(13.4)	128.2	213.1	254.3	293.4	342.4	396.1	455.6	6,871.2
核心企业价值	8,864.3										
减: 净债务	803.3										
股票价值	8,061.0										
每股价值	31.95										

资料来源: 国信证券经济研究所预测

表41: 绝对估值相对折现率和永续增长率的敏感性分析 (元)

		WACC 变化				
		8.5%	8.6%	8.76%	8.9%	9.1%
永续增长率变化	2.5%	36.52	35.23	34.02	32.86	31.76
	2.3%	35.70	34.47	33.30	32.18	31.11
	2.2%	34.92	33.74	32.61	31.53	30.50
	2.0%	34.18	33.04	31.95	30.91	29.91
	1.9%	33.48	32.37	31.32	30.31	29.35
	1.7%	32.80	31.73	30.71	29.74	28.81
	1.6%	32.16	31.12	30.14	29.19	28.29

资料来源: 国信证券经济研究所分析

2、相对估值法

考虑英搏尔作为低空经济动力系统上市公司, 选取与其业务有重合的宗申动力, 以及低空经济核心标的万丰奥威、莱斯信息、深城交作为可比公司, 其中万丰奥威为全球领先的通航飞机制造商, 同时加大电动飞机、eVTOL 等新型航空器的研发; 莱斯信息为低空经济提供空中交通管理指挥控制相关技术; 深城交在“低空+”方面, 重点开展深圳低空智能融合基础设施项目的系统平台和起降测试场建设,

加强低空上下游产业导入。2026 年可比公司平均估值 38 倍，考虑到英搏尔与亿航智能的战略合作具备先发优势，英搏尔在新能源动力系统领域拥有近 20 年的专业经验，结合亿航智能在 eVTOL 领域深耕 10 年的领先地位，公司将实现行业先进电机解决方案的创新和产业化，推动 UAM 行业走向新的高度，英搏尔也将有望持续受益于低空经济产业发展带来的电驱动业务持续增长，具备估值溢价，我们给予英搏尔 2026 年 40-45x PE，对应目标价 30.76-34.60 元。

表42: 同类公司估值比较

公司 代码	公司 名称	投资 评级	昨收盘（元） 20250411	总市值 （亿元）	EPS			PE		
					2024A/E	2025E	2026E	2024A/E	2025E	2026E
001696.SZ	宗申动力	优于大市	19.2	220.1	0.40	0.60	0.69	47.70	31.89	28.01
002085.SZ	万丰奥威	优于大市	15.3	325.7	0.44	0.52	0.61	34.86	29.50	25.15
688631.SH	莱斯信息	无评级	79.9	130.6	0.79	1.21	1.61	101.14	66.03	49.63
301091.SZ	深城交	无评级	34.3	139.1	0.42	0.55	0.70	81.64	62.35	48.99
平均								66.34	47.44	37.94
300681.SZ	英搏尔	优于大市	29.1	74.5	0.33	0.47	0.77	89.02	61.54	37.86

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理及预测（注：莱斯信息、深城交 EPS 取 Wind 一致预期数据）

低空经济电驱动系统核心企业，维持“优于大市”评级。公司为国内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，配套客户优质。低空经济领域，公司与亿航智能、亿维特合作，打开后续成长空间。我们预计公司 2024-2026 年营业收入分别为 23.8/29.2/35.8 亿元，分别同比增长 21.3%/22.6%/22.6%。归母净利润分别为 0.83/1.19/1.94 亿元，分别同比增长 0.2%/44.7%/62.6%，每股收益分别为 0.33/0.47/0.77 元。考虑到英搏尔与亿航智能的战略合作具备先发优势，英搏尔在新能源动力系统领域拥有近 20 年的专业经验，结合亿航智能在 eVTOL 领域深耕 10 年的领先地位，公司将实现行业先进电机解决方案的创新和产业化，推动 UAM 行业走向新的高度，英搏尔也将有望持续受益于低空经济产业发展带来的电驱动业务持续增长，具备估值溢价，我们给予英搏尔 2026 年 40-45x PE，对应目标价 30.76-34.60 元，相较于当下有 19% 的估值空间，维持优于大市评级。

宗申动力：国内中小型动力机械核心企业，积极布局低空经济

● 发展历程

宗申动力是国内专业化中小型动力机械产品制造基地之一，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。1982 年，现任宗申产业集团有限公司董事局主席兼总裁左宗申开设摩托车修理铺，开始走上创业之路。1992 年，重庆宗申摩托车科技开发有限公司成立，公司注册资金 50 万元。2003 年，宗申动力通过资产重组，成为深圳证券交易所上市公司。2009 年，公司成为国内最大的小型热动力机械生产基地之一。2017 年，收购重庆大江动力设备制造有限公司 100% 股权，拓展延伸公司在通用机械市场的覆盖面及渗透力度。2023 年，宗申动力与东莞锂智慧并购合作，宗申动力收购东莞锂智慧 60% 股份，成为东莞锂智慧控股股东，本次收购标志着宗申动力在储能领域完成了重要的战略布局。2024 年，公司加速推进适航认证进程以及混合动力航空发动机产品的研发，为产品在低空经济领域的广泛应用奠定了坚实基础。

图58: 宗申动力历史大事沿革



资料来源: 公司官网, 公司公告, 国信证券经济研究所整理

表43: 宗申动力发展历程

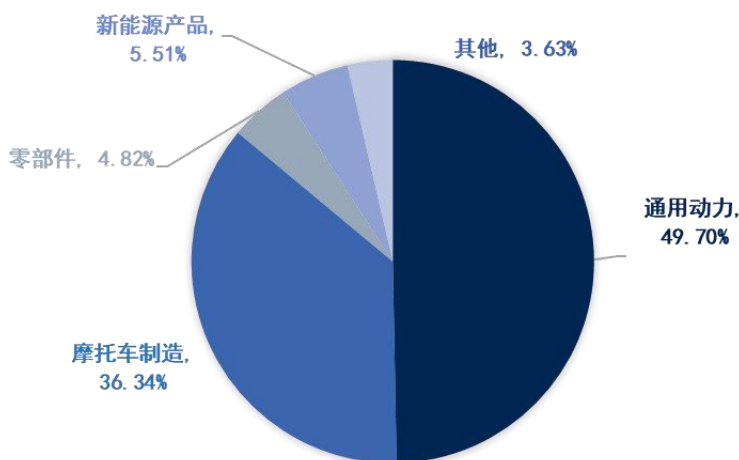
时间	事件
1982年	左宗申在妻子的支持下, 在巴南区王家坝(原属九龙坡区)开设摩托车修理铺, 开始走上创业之路, 也和摩托车结下不解之缘。
1992年	11月18日, 重庆宗申摩托车科技开发有限公司成立, 公司注册资金50万元。
1998年	11月18日, 宗申集团正式挂牌成立。
2001年	1月8日, 宗申工业园开工奠基。
2003年	宗申动力通过资产重组, 成为深圳证券交易所上市公司。
2004年	7月1日, 宗申越南发动机制造有限公司成立。
2005年	成都宗申热动力机械股份有限公司变更为重庆宗申动力机械股份有限公司。
2007年	非公开发行股票收购重庆宗申投资有限公司及重庆宗申通用机械有限公司。
2009年	成为国内最大的小型热动力机械生产基地之一。
2013年	成立重庆两江新区宗申小额贷款有限责任公司。
2017年	2017年11月, 宗申动力收购重庆大江动力设备制造有限公司100%股权, 拓展延伸公司在通用机械市场的覆盖面及渗透力度, 进一步巩固公司在通用机械领域的行业影响力和市场地位。
2019年	2019年, 上亿元布局三大新能源技术创新类投资项目, 加拿大亦联无线充电生产基地项目、发卡电机项目、电控系统项目入驻巴南。
2022年	宗申动力旗下拥有5家国家级“专精特新”小巨人子公司, 公司将继续加快培育专注于细分市场、创新能力强成长性好的专精特新“小巨人”企业。
2023年	2023年, 宗申动力与东莞锂智慧并购合作, 宗申动力收购东莞锂智慧60%股份, 成为东莞锂智慧控股股东, 本次收购标志着宗申动力在储能领域完成了重要的战略布局。
2024年	公司加速推进适航认证进程以及混合动力航空发动机产品的研发, 为产品在低空经济领域的广泛应用奠定了坚实基础。

资料来源: 公司官网, 国信证券经济研究所整理

● 主营业务

公司在摩托车动力、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。公司主要产品包括: 发动机及配件; 通用汽油机、耕作机、割草机、水泵机组、汽油发电机组等整机及零部件; 摩托车零部件、汽车零部件、大型农机零部件、锂电储能设备及配件、锂离子电池及配件、电子元器件、电池控制系统。

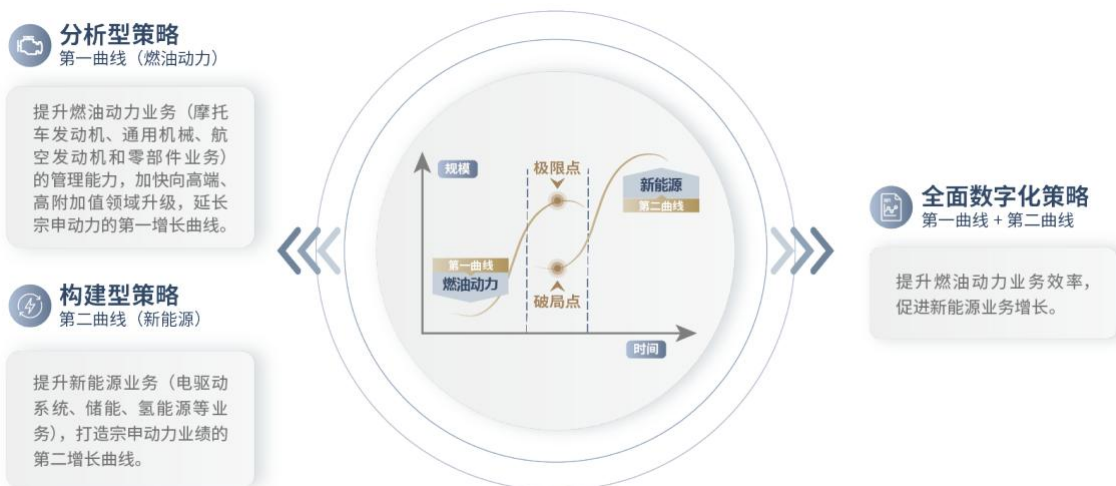
图59: 宗申动力 2024 年主营产品构成



资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

宗申动力以向各类交通和作业场景提供可靠（品质、性能、高性价比）、绿色（环保、友好、低耗能）、智能（智能化生产、智能化服务）的动力系统集成产品与服务为使命，致力于成为全球领先的动力系统集成服务商。公司运用分析型策略和构建型策略打造两条增长曲线，通过分析型策略加快燃油动力业务（通用机械、摩托车发动机、航空发动机和零部件业务）向高端、高附加值领域升级，延长第一增长曲线；通过构建型策略迅速提升新能源业务（电驱动系统、储能、氢能源等业务）在电驱动系统、储能、氢能源等业务的经营规模，打造公司的第二增长曲线；通过全面数字化策略，提升燃油动力业务效率，促进新能源业务增长。现已形成了以“通用机械和摩托车发动机”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。

图60: 宗申动力发展策略



资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

1) 通用动力机械业务

公司全资子公司—重庆宗申通用动力机械有限公司和重庆大江动力设备制造有限公司专注于通用动力和终端机械领域，产销量均处于中国通用机械行业前列。2024 年，宗申通机公司和大江动力公司通过持续深化业务协同与资源互补，进一步巩固了市场竞争优势。宗申通机公司凭借技术领先优势持续领跑驻车发电、基站应急及无人机充电领域，动力配套及细分市场拓展显著提升，其中植保无人机发电机、房车发电机等品类增量尤为突出；国际化品牌建设初具规模，通过精准挖掘欧洲、东南亚及中东市场需求，结合国内外展会强化自主品牌影响力；产品矩阵持续丰富，年内推出农机、房车及船机等 8 款细分赛道新品；渠道网络突破 300 家覆盖全国，并实现高附加值产品突破性增长——商业款动力、船机动力等高价值产品在细分市场占有率稳步提升。大江动力公司加大在新能源领域布局，新工厂建设启动标志着产能升级迈入新阶段，为未来新能源领域蓝图落地奠定坚实基础。两家企业通过差异化优势互补，共同构建起覆盖燃油产品与新能源产品的立体化竞争力体系。2024 年，公司通用动力和终端产品销售合计 483.45 万台，同比增长 37.34%；实现营业总收入 52.26 亿元，同比增长 35.33%，实现净利润 3.59 亿元，同比增长 39.33%。

宗申通机公司专业研发、制造和销售通用汽油机、小型发电机组、高压清洗机、水泵、舷外机、电动产品和农园林机械等产品。其中：通用汽油机涵盖了从 3100-9990CC 的主流排量段，确保满足不同场景下的动力需求；而在发电机组、高压清洗机、水泵、舷外机、电动产品等各个领域，每个品类均打造多款系列产品，以满足全球市场的多元化需求。同时，针对农业与园林应用领域，提供微耕机、田园管理机及搬运车等高效实用的机械设备，并获得市场的广泛应用与认可。目前，宗申通机公司动力机械产品远销北美、欧洲、非洲、亚洲、大洋洲等 70 多个国家和地区，与多家国内外知名公司建立长期稳定的合作关系。

表44：宗申通机公司产品介绍

产品系列	应用场景	代表产品图示
动力系列产品	该系列产品主要为草坪机、船机、扫雪机、建筑机械、农林机械等燃油终端产品提供动力	
发电机系列产品	该系列产品主要用于车载、基站、家庭、工业等场景的发电	
农机系列产品	该系列产品主要用于大棚、果园、丘陵山区等农业区域的开沟、培土、除草、旋耕、犁耕、起垄等作业	
发焊机系列产品	该系列产品主要用于管道、铁路、公路、电力、建筑各类应急抢修等方面的焊接	
驱动后桥系列产品	该系列产品主要为骑乘式草坪车、扫雪车、碎草机等电动终端产品提供驱动动力	

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

大江动力公司致力于发电设备、清洗和清洁设备以及户外园林产品的研发、制造、

销售。主要产品为变频发电机、直流发电机、高压清洗机、农业灌溉设备、割草机等。新能源产品（储能和电动工具）作为大江动力公司战略转型的第二曲线，拥有 PCS（储能变流器）、BMS（电池管理系统）、EMS（能量管理系统）等核心技术，具有全功率段储能和完整的户外电动工具（包含割草机、扫雪机、微耕机、打草机、吹风机、链锯、修枝剪、割草机器人等）。

表45：大江动力公司产品介绍

产品系列	应用场景	代表产品图示
汽油变频机系列产品	该系列产品因其高效、节能和灵活性的特点，广泛应用在建筑施工、户外活动、工业生产、家庭备用应急以及作为移动电源等多个领域和场景	
汽油发电机组系列产品	该系列产品具备便携性、灵活性和独立于电网供电的能力，被广泛应用于建设工程与户外施工、紧急救援与灾难响应、大型户外活动等多种需要临时或辅助电源的场景	
汽油清洗机系列产品	该系列产品凭借其高效清洁能力和便携设计，在农业与畜牧业、汽车美容与维修、建筑工程、家庭庭院以及工业制造业等多种领域中展现了广泛的应用价值	
汽油水泵系列产品	该系列产品因其便携、易启动特点，主要应用在农业灌溉、渔业与水产养殖、建筑工程、消防应急、排涝救灾等多个领域和场景	
汽油草坪机系列产品	该系列产品其便携性和强劲的动力使其在住宅草坪、公园与公共绿地、运动场地、商业景观、高尔夫球场等多个领域中展现出高效的应用价值	
储能电源系列产品	该系列产品主要应用在野外探险与户外活动、家庭备用电源、应急救援与公共服务、太阳能互补系统、移动办公与户外工作等多个领域和场景	
锂电园林手持工具系列产品	该系列产品因其便携性、低噪音和环保特性，在园林绿化、家庭园艺及专业景观维护、城市绿化工程、果园管理等多种场景中广泛使用	

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

2) 摩托车发动机业务

公司全资子公司—重庆宗申发动机制造有限公司作为国内摩托车发动机龙头企业之一，连续多年保持行业领先。2024 年，宗申发动机公司入选工信部第一批卓越级智能工厂榜单，被授予“高端摩托车发动机个性化定制智能工厂”的称号，并多次入选“中国机械 500 强、重庆工业企业 50 强”，曾荣获“全国质量管理先进企业、数字化标杆工厂、重庆市数字化车间、重庆市智能制造标杆企业”等称号。2024 年，我国摩托车行业整体表现良好，产销量实现小幅增长。外贸出口持续攀升，再创历史新高。大排量休闲娱乐摩托车市场需求旺盛，保持着大幅增长的态势。宗申发动机公司把握市场机遇，深化全球市场布局，销量实现稳步

攀升。宗申发动机公司一方面聚焦产品结构升级，重点拓展大排量产品矩阵，持续巩固细分市场领导地位；另一方面以研发赋能构筑核心优势，全年高效推进 11 项重点新品研发项目，构建覆盖全场景的动力解决方案体系，尤其在氢燃料发动机、混合动力、电子节气门、自动变速等新技术研究上取得突破性进展。同时，宗申发动机公司持续加大海外市场拓展的力度，加速构建辐射“一带一路”沿线国家的服务体系，同步推进渠道品牌化建设，进一步提升品牌知名度和市场影响力。

宗申发动机公司历经多年的发展，始终专注于摩托车动力系统的研发和制造，已成为国内规模较大、品种较全的摩托车动力生产企业，主要产品为两轮车、三轮车、越野车、踏板车等全系列摩托车发动机，排量涵盖 35CC 至 1000CC，品种齐全，机型丰富，产品销售网络覆盖全国，并出口欧美、中东、东南亚和非洲等多个国家和地区。2024 年，公司摩托车发动机业务实现产品销售 298.52 万台，同比增长 18.44%；实现营业总收入 38.24 亿元，同比增长 13.68%；实现净利润 1.53 亿元，同比增长 18.84%。

表46: 宗申摩托车发动机产品介绍

产品系列	应用场景	代表产品图示
两轮车动力	该系列动力产品适用于两轮跨骑摩托车，主要包括弯梁车、街跑车、仿赛车、旅行车、巡航车、复古车等领域	
三轮车动力	该系列动力产品适用于三轮摩托车，主要包括老年代步车、三轮货运车、客运三轮车等领域	
越野车动力	该系列动力产品适用于越野摩托车，主要包括场地越野车、林道越野车、民用越野车、长距离越野车、复古越野车等领域	
踏板车动力	该系列动力产品适用于踏板摩托车，主要包括通勤踏板车、运动踏板车、巡航踏板车、复古踏板车等领域	

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

3) 航空动力业务

公司布局低空较早，公司控股子公司宗申航发公司成立于 2014 年，是一家致力于航空发动机设计研发、生产制造、销售、售后服务等一体化业务的企业，目前宗申航发公司已形成以中小型航空活塞发动机为主的产品线，构建了五大基础产品平台，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。同时，宗申航发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，全方位解决客户需求，夯实了宗申航发公司产

品的竞争优势。宗申航发公司积极深化布局，不断开拓应急救援、农林植保等应用场景，同时加速推进适航认证进程以及混合动力航空发动机产品的研发，为产品在低空经济领域的广泛应用奠定了坚实基础；同时继续加大对特定市场的资源投入，深入挖掘航空动力产品的市场需求，进一步巩固并扩大了产品市场份额。

图61：宗申航发公司发动机产品 C145HT-I



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

图62：宗申航发螺旋桨产品 ZP1900



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

4) 新能源业务

公司依托深厚的传统产业根基，以战略前瞻眼光实施新能源产业双轮驱动战略，成功构建起新能源动力系统和储能两大产品体系，覆盖电驱动系统业务（电机、电控）、储能业务（便携式储能、家庭储能、工商业储能、动力电池）、氢能源业务（50kW 及以下氢燃料电池系统）三大核心赛道的布局，实现传统业务稳健增长与新能源业务创新突破的良性互动格局。正稳步迈向绿色发展的快车道。

图63：宗申动力新能源业务



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

➤ 电驱动系统业务：

公司以客户为核心，提供电驱动集成化、智能化整体解决方案（含产品与服务），加速在特种车、两轮电动摩托车、交通运输机械、农园林机械等领域的产品研发和产业化布局，基本完成产品谱系规划，聚焦发卡技术和系统集成技术，着力打造“系统集成化+产品成套化+服务全方位化”的产品服务体系，构建市场和技术竞争优势。报告期内，电驱动系统业务大力拓展多场景多业态电机，顺利完成由传统绕线电机到以发卡电机为核心的升级转型。在产品研发方面，全力推动发卡电机与控制器产品的迭代升级，实现 800W-23kW 发卡电机、24-48 管自研控制器的技术革新与应用；在市场拓展方面，大功率发卡电机在特种车、两轮电动摩托车领域取得较大突破，提升了市场影响力；在品牌推广方面，积极参与市场推广与行业展会，有效提升了品牌形象知名度并大幅拓展了产品市场覆盖率。

➤ 储能业务：

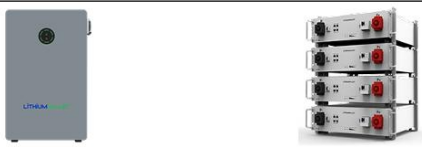
公司控股子公司—东莞市锂智慧能源有限公司聚焦家庭储能和工商业储能应用场景，以“为世界绿色能源贡献锂谷力量”为愿景，为客户提供定制化的储能产品和一站式储能综合供应解决方案。报告期内，公司继续深化现有储能业务与东莞锂智慧公司的管理协同、资源整合和优势互补，进一步强化技术研发、市场拓展和产品布局等重点要素。东莞锂智慧公司已推出多款家用和工商业储能系统产品，并精准整合市场需求，有针对性的对产品实施标准化设计和定制化削减，并在欧洲与非洲部分地区进行自主品牌运营；在动力电池方面，东莞锂智慧公司的动力电池主要出口北美地区，产品广泛应用于高尔夫球车、叉车及房车等领域。东莞锂智慧公司持续推动产品升级，目前已完成光储逆一体化的房车全电系统的研发并实现小批量试产。此外，为进一步加快全球化布局，东莞锂智慧公司已在德国建立子公司以覆盖欧洲家庭储能和工商业储能市场，并在越南启动新制造中心的建设，强化全球供应链布局。

➤ 氢能源业务：

根据公司“燃油动力”向“电动动力、混合动力以及其他清洁能源动力”进行产业升级转型的发展路径，氢能源业务是公司新能源业务领域的重点之一。公司持续加大在氢燃料电池电堆核心部件、电堆集成、燃料电池系统集成应用等技术研发投入，不断完善电堆、燃料电池系统测试评价能力建设，目前，公司根据终端应用场景，已掌握 50kW 及以下中、小功率燃料电池系统集成能力，并在叉车等场景实现小批示范应用；同时，在工业园区内建成单日供氢能力 500kg，压力 35MPa 的撬装供氢站，为绿色氢能园区示范应用提供用氢保障，打造专业的氢能运行闭环场景，助力产业绿色转型升级。

表47：宗申新能源业务产品介绍

产品系列	应用场景	代表产品图示	
绕线电机系列	该系列产品主要应用于中小型、中大型、大型三轮车等		
发卡电机系列	该系列产品主要应用于中型、大型三轮车、小型两轮越野车、景区观光车等	 	   
集成系列	该系列产品主要应用于高尔夫球车、客运三轮车等		

园林系列	该系列产品主要应用于小型、中小型、零转向割草机等	
燃料电池系列	该系列产品主要应用于中小型物流车、摩托车、堆垛搬运车、叉车等	
工商业全液冷储能系统	该系列产品主要应用于备用电源和不间断电源（UPS）、微电网和离网应用、削峰填谷、可再生能源集成、需求响应、电能质量管理	
工商业智能液冷储能系统	该系列产品主要应用于备用电源和不间断电源（UPS）、微电网和离网应用、削峰填谷、可再生能源集成、需求响应、电能质量管理	
家用储能系统全新设计 2024	该系列产品主要应用于备用电源、电费优化、太阳能自用率提升、电力质量改善、环保和可持续发展	

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

5) 高端零部件业务

公司高端零部件业务拥有完善的技术研发体系，建立了从原材料到成品交付的全工序制造能力，拥有铸造、机加两大生产工厂，铸造工厂具备熔炼、低压铸造、高压铸造、抛丸、热处理、钝化等工艺能力，年产能 2.2 万吨铝合金铸件；机加工厂具备打码、精密加工、搅拌摩擦焊、高压清洗、真空清洗、氦气试漏等工艺能力，年产能 2000 万件铝合金零部件。公司高端零部件产品涵盖汽车四驱系统、变速箱、新能源电驱动系统、发动机系统、摩托车动力系统、通用动力等领域，产品种类多达数百种。

公司高端零部件业务积极把握发展机遇，全面推动数字化转型升级，积极拓宽新能源三电产品布局，现已与中国一汽、纳铁福（SDS）、诺玛科（NEMAK）、吉凯恩（GKN）、博格华纳（BorgWarner）、德纳（DANA）、华域麦格纳（HME）、苏州汇川等国内外知名企业开展项目合作，向客户交付质量优良的产品及提供优质的服务，同时持续开展新材料、新技术、新工艺的应用实践。公司高端零部件业务以国家未来工厂标准打造铸造工厂，铸造工厂已全面建成并投产，具备高度可视化、自动化、数字化、智能化与绿色、安全等特点。

图64: 宗申动力高端零部件业务产品

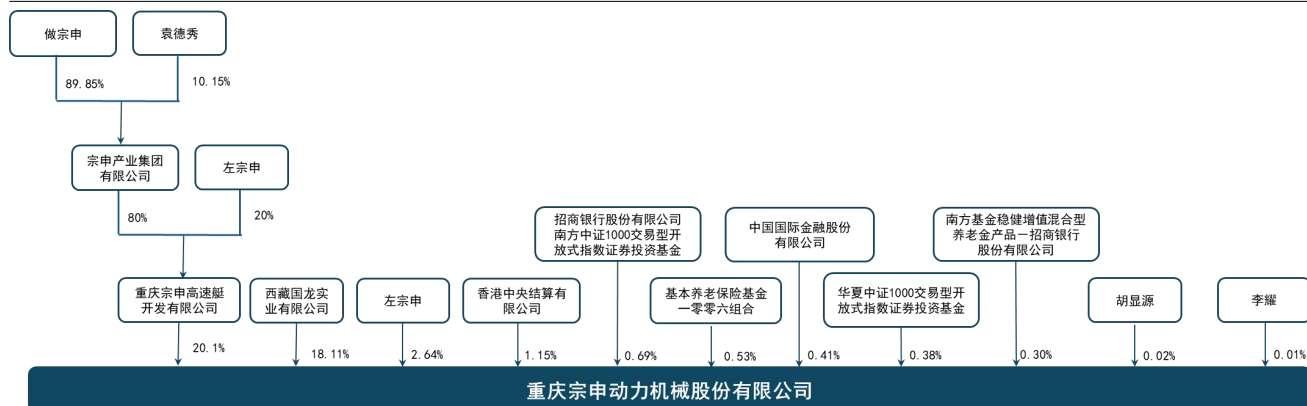


资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

● 股权结构

公司股权结构较为集中。宗申产业集团有限公司董事局主席兼总裁左宗申先生直接持股宗申动力 2.64%，透过公司第一大股东重庆宗申高速艇开发有限公司持股约 18.47%，共持股约 21.11%，为公司实际控制人。重庆宗申高速艇开发有限公司成立于 1997 年 12 月 29 日，宗申产业集团有限公司持有宗申高速艇公司 80% 股权。此外，公司前十大股东还有香港中央结算有限公司及各家证券投资基金等。

图65: 宗申动力股权结构



资料来源: 公司公告, Wind, 国信证券经济研究所整理

表48: 宗申动力管理层履历

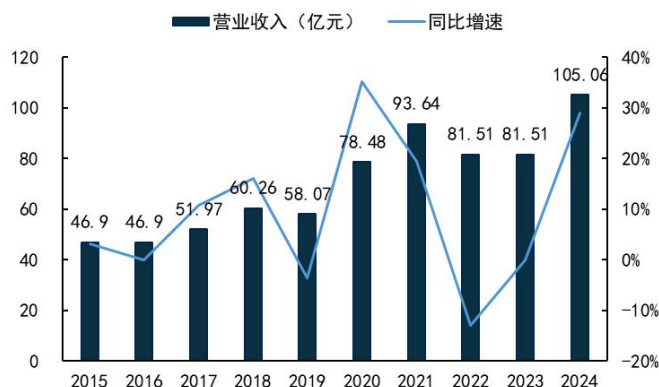
姓名	职位	简介
左宗申	董事长	中国国籍，无境外居留权，1952年生。现任宗申产业集团有限公司董事局主席兼总裁，本公司董事长；中国摩托车商会会长。
胡显源	董事	中国国籍，无境外居留权，1972年生。历任重庆宗申技术开发研究公司发动机开发部部长、总经理助理，重庆宗申摩托车科技（集团）有限公司技术助理、总工程师，本公司董事、总经理等职务；现任宗申产业集团有限公司执行总裁。2008年3月至今任本公司董事。
李耀	董事	中国国籍，无境外居留权，1964年生，历任宗申产业集团有限公司宣传部部长、总裁助理、副总裁、高级副总裁等职务，现任宗申产业集团有限公司常务副总裁、首席投资官，重庆市政协委员、重庆市总商会副会长、巴南区工商联副主席。2004年10月至今任本公司董事。
黄培国	董事、总经理	中国国籍，无境外居留权，1976年生，历任公司证券事务代表、董事会秘书、副总经理、董事等职务。2012年2月至今任本公司董事、总经理。
郭强	董事	中国国籍，无境外居留权，1980年生，历任重庆大江动力设备制造有限公司配套部部长、总经理助理、副总经理等职务；现任重庆大江动力设备制造有限公司总经理。2022年9月至今任本公司董事。
张奎	副总经理	中国国籍，无境外居留权，1973年生，历任本公司装配部副部长、测试部部长、检测中心主任、生产部部长、技改办主任、制造技术部部长等职务，现任本公司制造技术副总经理。2008年10月至今任公司副总经理。
刘源洪	副总经理	中国国籍，无境外居留权，1974年生，历任公司全资子公司—重庆宗申通用动力机械有限公司财务部部长、左师傅连锁销售服务有限公司副总会计师、公司财务管理中心副总经理等职务。2016年7月至今任公司副总经理、财务总监。
彭科	副总经理	中国国籍，无境外居留权，1981年生，历任本公司全资子公司—重庆宗申通用动力机械有限公司运营分析主管、核算管理主管、本公司审计法务部经理、本公司监事等职务。2019年6月至今任公司副总经理。
林艺	副总经理、董事会秘书	中国国籍，无境外居留权，1989年生，历任公司信息披露高级专员、公司控股子公司重庆宗申航空发动机制造股份有限公司证券部经理；2023年1月至4月任公司控股子公司重庆宗申航空发动机制造股份有限公司董事会秘书。2023年4月至今任公司副总经理、董事会秘书。
李进	副总经理	中国国籍，无境外居留权，1974年生，历任公司全资子公司重庆宗申发动机制造有限公司应用工程部经理、技术副总工程师、技术总工程师，公司全资子公司重庆宗申通用动力机械有限公司终端技术高级经理，公司技术中心高级经理、副主任、常务副主任等职务，现任公司技术中心主任，兼任全资子公司重庆宗申新能源发展有限公司总经理。2022年9月至今任公司副总经理。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● 财务分析

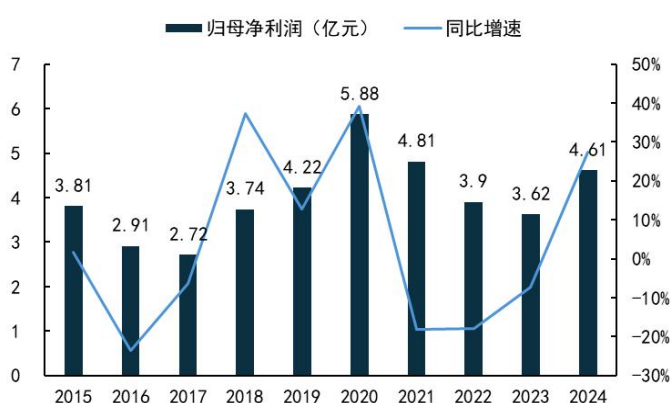
营收和净利润端：2015–2021年，公司营业收入从46.9亿元增长至93.6亿元，CAGR为12.2%，稳健增长。2021–2023年，公司产品原材料价格持续走高，多数国家经济下行造成货柜积压和货运资源紧张，间接导致海运运费的大幅上涨，叠加通胀背景下人力、运输等成本的上涨，给公司产品出口和生产成本带来较大冲击，同时世界经济复苏动能不足，单边主义、保护主义和地缘政治等风险上升，外部环境更趋复杂严峻；国内经济周期性、结构性问题叠加，经济恢复进程波动曲折，导致公司营业收入和净利润均下滑。2024年，公司实现营业收入105.1亿元，同比增长29%；归母净利润4.6亿元，同比增长27%，主要是由于宏观政策效应持续释放、外需有所回暖、新质生产力加速发展，加之公司积极优化产品结构、努力控制生产和管理成本。

图66: 宗申动力营业收入及同比增速（亿元、%）



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

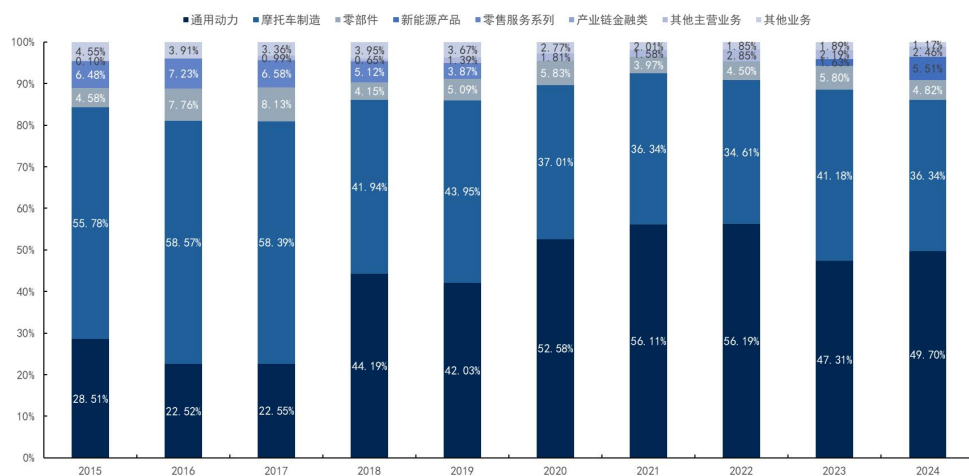
图67: 宗申动力净利润及同比增速（亿元、%）



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

主营构成方面，公司主营通用动力业务和摩托车制造业务，2015年-2024年，通用动力业务和摩托车制造业务营收占比在80%-90%之间波动，其中通用动力占比从2015年的28.51%上升至2024年的49.70%，摩托车制造占比从2015年的55.78%下降至2024年的36.34%。此外，2023年公司主营构成中首次出现新能源产品，营收占比从2023年的1.63%提升至2024年的5.51%。

图68: 宗申动力营收结构及变化

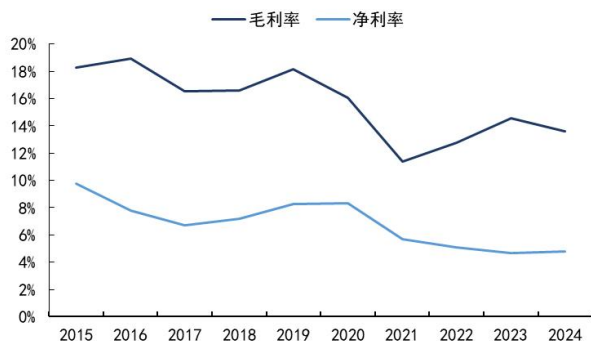


资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

盈利能力端：2015年-2021年，受原材料价格波动、产品结构等因素影响，公司毛利率和净利率小幅下降，2021年至今，公司持续优化供应链管理，提高生产效率，以降低成本，毛利率从2021年的11.4%提升至2023年的14.6%。2024年，公司毛利率为13.6%，同比-1.0pct，净利率为4.8%，同比+0.1pct，公司毛利率略微下降，主要是由于大宗商品原材料价格的上涨以及产品结构调整的影响。

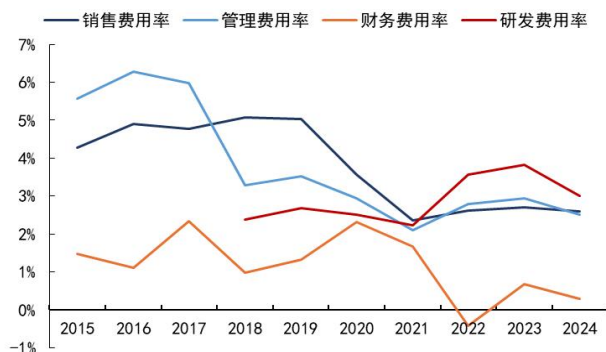
费用端：2015-2024年，公司持续加强内部管理，四费率从11.31%下降至8.41%。2024年，公司四费率为8.41%，同比-1.73pct，其中研发费用率为3.00%，同比-0.83pct，公司加大在航空发动机、新能源、高端零部件及绿色设计等领域的研发投入，打造公司业绩的第二增长曲线。

图69：宗申动力毛利率及净利率



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图70：宗申动力四费率



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

公司发展逻辑：传统主业龙头企业，积极发展新兴领域业务。一方面，公司坚持聚焦核心主业和强化风险控制，加快产品结构调整，积极开拓新兴市场，以巩固“摩托车发动机”和“通用动力机械”两大传统主业在行业中的龙头地位，通过不断创新和技术升级，公司在产品质量、性能以及客户服务等方面形成了显著的市场优势，进一步增强了客户黏性和市场份额。另一方面，公司将加大在“航空动力”“新能源”和“高端零部件”三大新兴领域的研发投入和市场开拓力度，促进公司产业转型升级的稳步推进，依托强大的研发实力和丰富的行业经验，公司将在这三大新兴领域中打造核心技术和产品，形成新的业绩增长点，构成公司业绩的第二增长曲线。

- 看点一：公司是国内摩托车发动机、通用汽油机和通用机械终端产品制造的龙头企业之一，制造工艺一流

品牌价值深厚，铸就信赖基石。公司是国内通用汽油机、通用机械终端产品和摩托车发动机制造的龙头企业之一，公司在细分市场拥有较高的市场占有率，拥有稳定的经营管理团队和遍布国内外的数千个营销网络，以及强大的资金储备和新产品资源储备。公司深耕中小型动力机械领域，沿着制造业高端化、信息化、服务化、智能化、绿色化的发展方向不断探索创新，已连续多年入选“中国机械 500 强”和“中国压铸 50 强”，是国家认定的“国家绿色工厂”“国家供应链创新和试点企业”“国家绿色供应链管理示范企业”“国家高新技术企业”，并获得了“全国工人先锋号”“中国标杆智能工厂”“重庆市数字化车间”“重庆市智能工厂”“重庆市智能制造标杆企业”“重庆市优秀创新型企业”等荣誉/称号。近年，公司及宗申通机公司、大江动力公司、宗申航发公司先后获得国家级专精特新“小巨人”企业认定。

图71：宗申动力所获荣誉



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

研发能力强大，推动技术创新。公司构建了覆盖多元动力领域的核心技术矩阵，在大排量发动机、电驱动系统、氢燃料电池、储能系统以及航空动力等领域实现全面布局，通过产学研相结合，与知名企业、高等院校、科研机构等共同搭建合作平台，加强研发力量，有效整合创新资源，加速技术成果转化，显著缩短研发周期。在全球化竞争格局中，公司以技术创新驱动发展，加强研发能力提升和研发机构建设，加大自主知识产权的技术开发，持续完善研发组织架构和人才梯队建设，形成多渠道的创新投入机制。2024年，公司拥有有效专利近1500项，其中：宗申发动机公司拥有461项技术专利；宗申通机公司拥有430项技术专利；大江动力公司拥有281项技术专利；宗申航发公司拥有124项技术专利；宗申新能源公司拥有79项技术专利；零部件事业部拥有67项技术专利。

图72：宗申动力技术工程师和技术专利构成



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

制造工艺一流，保障产品品质。公司以智能制造重塑产业标杆，建立发动机行业首条工业4.0智能生产线、国内典范化的自动化涂装生产线、自动化发动机装配流水线，引进多台三坐标测量仪、Testrai100型系列溢漏检测仪及进口光谱分析仪、AVL排放分析仪等高精尖检验检测设备，极大地降低了发动机装配生产过程

中的人工控制误差，大大提高了发动机产品质量水平。公司秉承“精良智造”的理念，在质量检测方面，配置各类在线检测设备及动平衡机、凸轮轴测试仪、探伤机、整机振动测试仪、测功机、排放仪等先进检测设备；打造智控生产线，引进国际先进水平的装配设备，通过信息化系统，实现生产管理全程监控，通用机械产品合格率达到 99%以上，树立智能制造新标杆。

图 73: 宗申动力质量检测设备



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

全面数智化转型，驱动高质量发展。公司已全面开启数字化、智能化升级之路。作为首批入选重庆市制造业“一链一网一平台”的示范单位，公司遵循由内到外、从下至上的原则，从设备级、产线级、车间级、公司级直至平台级，全面而系统地梳理存在的痛点及设定的目标。公司将“数字化、智能化”这一核心理念深入贯彻到生产制造与运营管理的每一个环节与流程之中，全面采用先进的数字化、智能化工具，以此强化各业务环节的管理能力，加快实现生产过程智能化、应用场景数字化、运营模式智慧化。目前公司拥有 1 个重庆市“一链一网一平台”示范试点项目，4 家“智能工厂”，7 个“数字化车间”，为公司的高质量发展与转型升级提供强有力的支撑与推动。

图 74: 宗申动力数字化车间



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● 看点二：深耕航空发动机，低空市场前景广阔

公司控股子公司宗申航发是一家致力于航空发动机设计研发、生产制造、销售、售后服务等一体化业务的企业。公司始建于 2014 年 7 月，公司主要为旋翼、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。先后获得重庆新型高端研发机构、全联科技装备业商会副会长单位、航空活塞发动机制造智慧工厂、重庆市航空活塞发动机重点实验室、重庆市数字化车间（航空发动机生产数字化车间）、航空活塞发动机 CNAS 实验室认证等资质荣誉。

宗申航发拥有一支高素质的科研及管理团队，公司现有员工 300 余人，团队硕士及以上学历占比 30%，其中研发团队五年以上发动机研发经验人员占比达 70%。团队成员涵盖发动机总体设计、性能匹配、性能测试、结构强度、CAE 仿真、适航认证等领域。具备点燃式重油发动机技术开发、航空活塞发动机智能健康管理系统 (EHS) 开发、燃烧系统开发、发动机控制系统开发等能力以及高空适应性设计、CAE 仿真能力。先后获得国家专利 110 项，其中发明专利 8 项，实用新型专利 92 项，外观专利 10 项。

目前，宗申航发已形成以中小型航空活塞发动机为主的产品线，构建了 C12H、C20、C80、C115、C145 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。

在低空经济产业政策支持的背景下，宗申航发公司作为深耕“低空领域”多年的中小型航空发动机的制造企业，面对国内外市场压力与机遇共生时期，积极调整应对策略，保持了稳健向上的经营态势，实现了主营收入与净利润的稳定增长。宗申航发公司大力推进并探索各细分领域市场应用场景，依托发动机+无人机应用场景模式提升动力产品多元化发展。同时宗申航发公司坚持内生增长与外延式扩张并重的市场发展策略，集中优势资源，加大对特定市场营销网络及配套服务体系的建设，紧密跟踪客户需求，订单需求持续上升，销售规模 and 市场份额进一步扩大。宗申航发公司将继续优化系列产品，稳步推进新产品研发，不断提升宗申航发公司核心竞争力。公司近年来加速推进适航认证进程以及混合动力航空发动机产品的研发，为产品在低空经济领域的广泛应用奠定坚实基础。

表 49：宗申航发航空发动机产品

产品名称	产品图示	产品介绍
C145HT-I		C145HT-I 是由宗申航发研发的一款最大 145hp 的航空活塞发动机，发动机形式为四冲程四缸水平对置，该款发动机的最大起飞高度 5000m，临界增压高度为 6000m，最高使用高度 8000m。其目标 TBO 时间 2000h，具有高性能、高功重比、高可靠性以及良好的高空适应性的特点，目前主要应用中大型固定翼、直升机、旋翼机等。
C145HT-III		C145HT-III 是由宗申航发研发的一款最大 145hp 的起飞一体航空活塞发动机，发动机形式为四冲程四缸水平对置，该款发动机的最大起飞高度 6500m，临界增压高度可达 8000m，最高使用高度 10000m。其目标 TBO 时间 2000h，具有高性能、高功重比、高可靠性以及良好的高空适应性的特点，目前主要应用中大型固定翼、直升机、旋翼机等。
C145HT-VI		C145HT-VI 是由宗申航发研制的一款最大功率为 105kW 的电喷航空活塞发动机产品，通过应用电控燃油喷射系统实现更高的功率输出和更好的燃油经济性，通过冗余喷油器设计和应用灵活的 ECU 策略提升了发动机安全性。发动机 TBO 时间长达 1000h，具有高性能、低油耗、高可靠性以及良好的高空适应性等特点；目前已应用于国内外超轻型固定翼无人机、直升机和旋翼机等产品。

C115		C115 是由宗申航发研发的一款 115hp 的航空活塞发动机,是国内首款成功批量生产的航空活塞发动机。目前该发动机已经完成超过 10000h 地面台架耐久性试验,完成 8500m 高空飞行试验,并成功搭载于国内多型无人机和有人机,累计安全飞行时间超过 3000h。该发动机的最大起飞功率保持高度 2450m,最大连续功率临界增压高度 4875m,具有高性能、高功重比、高可靠性以及良好的高空适应性的特点,目前主要应用于 700kg 至 1200kg 起飞重量的固定翼无人机、有人机,以及 500kg 级直升机和旋翼机等。
C115HT-I		C115HT-I 是由宗申航发研发的一款 115hp 的航空活塞发动机,发动机形式为四缸水平对置,该款发动机成功搭载于国内多型无人机和有人机,该款发动机的最大起飞高度 5000m,临界增压高度 7950m,最高使用高度 8500m,具有高性能、高功重比、高可靠性以及良好的高空适应性的特点,目前主要应用于 700kg 至 1200kg 起飞重量的固定翼无人机等。
C115HT-VI		C115HT-VI 是由宗申航发研制的一款电喷航空活塞发动机产品,该机型基于 C115 涡轮增压发动机,通过应用电控燃油喷射系统实现了更高的功率输出和更好的燃油经济性,通过冗余喷油器设置和应用灵活的 ECU 策略提升了发动机安全性。该发动机最大起飞高度 6500m,临界增压高度 8500m,最高使用高度超过 10000m。目标 TB0 时间 1000h,具有高性能、低油耗、高可靠性以及良好的高空适应性等特点;目前已应用于国内外超轻型固定翼无人机、直升机和旋翼机等产品。
C100F		C100F 是宗申航发研发的一款 100hp 航空活塞发动机,发动机形式为四冲程四缸水平对置,具有高性能、高可靠性等特点,整机净重 60.8kg,最大功率为 73.5kW,发动机排量为 1352ml。已在三角翼、旋翼机等飞行器上实现了批量化应用。此款发动机可广泛应用于轻型飞机、三角翼、旋翼机等。
C80		C80 是宗申航发研发的一款 80hp 航空活塞发动机,发动机形式为四冲程四缸水平对置,是国内最早成功实现产业化的航空活塞发动机之一,具有高性能、高可靠性等特点,整机净重 62.3kg,最大功率为 59.6kW,最大持续功率为 58kW。已在三角翼、旋翼机等飞行器上实现了批量化应用。此款发动机可广泛应用于轻型飞机、三角翼、旋翼机等。
C20F		C20F 是宗申航发自主研发的一款二冲程双缸水平对置风冷航空活塞式发动机,具有高可靠性、高便捷性、高稳定性以及高功重比等特点,该款发动机的 TB0 时间 300h,整机重量不大于 11.8kg,排量为 342ml。目前该型发动机已在双人动力伞、双人动力小车、轻型三角翼、固定翼等飞行器成功应用。
C12DI-I		C12DI-I 是公司研发的二冲程活塞式重油发动机,具有多燃油实用性特点,可使用航空煤油、汽油和柴油。发动机形式为风冷二冲程双缸水平对置,TB0 时间为 250h,产品升限不低于 7500m,地面可靠起飞高度不低于 5000m。具有低油耗、高可靠性、高稳定性、适应强以及高功重比等特点。本产品打破了国外小马力段重油活塞式发动机对国内市场的垄断局面,能够为 60kg 至 100kg 小型无人机、长航时无人机、森林防火无人机、垂直起降无人机、舰载无人机等提供动力支持。

资料来源:公司官网,国信证券经济研究所整理

表50: 宗申航发螺旋桨产品

产品名称	产品图示	产品描述
------	------	------

ZP1900



ZP1900 电动变距式螺旋桨由公司自主研发、设计，目前已完成功能及性能测试试验、结构强度试验、400h 耐久试验、飞行试验等，公司螺旋桨采用碳纤维材料制作，具有刚度高、强度高、重量轻以及雷达穿透性好的特点，目前应用于 80hp 至 160hp 航空活塞发动机。

ZP1870



ZP1870 电动变距式螺旋桨由公司自主研发、设计，目前已完成功能及性能测试试验、结构强度试验、400h 耐久试验、飞行试验等，公司螺旋桨采用碳纤维材料制作，具有刚度高、强度高、重量轻以及雷达穿透性好的特点，目前应用于 80hp 至 160hp 航空活塞发动机。

ZP1780



ZP1780 电动变距式螺旋桨由公司自主研发、设计，目前已完成功能及性能测试试验、结构强度试验、400h 耐久试验、飞行试验等，公司螺旋桨采用碳纤维材料制作，具有刚度高、强度高、重量轻以及雷达穿透性好的特点，目前应用于 180hp 至 160hp 航空活塞发动机。

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

● 盈利预测

1、假设前提

公司主营业务主要包含通机产品、发动机产品、产品零部件、新能源产品四部分。

(1) **通机产品**：公司全资子公司—重庆宗申通用动力机械有限公司和重庆大江动力设备制造有限公司专注于通用动力和终端机械领域，产销量均处于中国通用机械行业前列，宗申通机公司专业研发、制造和销售通用汽油机、小型发电机组、高压清洗机、水泵、舷外机、电动产品和农园林机械等产品；大江动力公司致力于发电设备、清洗和清洁设备以及户外园林产品的研发、制造、销售。伴随公司下游客户项目持续开拓放量，预计 2025-2027 年通机产品营收增速分别为 22%/20%/16%，预计 2025-2027 年通机产品毛利率相对稳定，分别为 15%/15%/15%。

(2) **发动机产品**：公司全资子公司—重庆宗申发动机制造有限公司作为国内摩托车发动机领域的龙头企业之一，产销量连续多年保持行业领先。宗申发动机公司历经多年的发展，始终专注于摩托车动力系统的研发和制造，已成为国内规模较大、品种较全的摩托车动力生产企业，主要产品为两轮车、三轮车、越野车、踏板车等全系列摩托车发动机，排量涵盖 35CC 至 1000CC，品种齐全，机型丰富，产品销售网络覆盖全国，并出口欧美、中东、东南亚和非洲等多个国家和地区。摩托车市场下游需求旺盛，预计 2025-2027 年营收增速分别为 20%/20%/20%，预计 2025-2027 年发动机产品毛利率保持相对稳定，分别为 10.5%/10.5%/10.5%。

(3) **产品零部件**：公司产品零部件以汽车零部件为主，涵盖汽车四驱系统、变速箱、新能源电驱动系统、发动机系统、摩托车动力系统、通用动力等领域，现已与中国一汽、纳铁福、诺玛科、吉凯恩、博格华纳、德纳、华域麦格纳、苏州汇川等国内外知名企业开展项目合作。预计 2025-2027 年营收增速分别为 20%/20%/20%，预计 2025-2027 年零部件产品毛利率保持相对稳定，分别为 17%/17%/17%。

(4) 新能源产品：公司现已构建新能源动力系统和储能两大产品体系，横跨电驱动系统业务（动力电池、电机、电控）、储能业务（便携式储能、家庭储能、工商业储能）、氢能源业务（30kW 及以下氢燃料电池系统）三个核心领域，公司已初步完成新能源领域的产品布局，正稳步迈向绿色发展的快车道。伴随新能源产品持续放量，预计 2025-2027 年营收增速分别为 30%/30%/30%，预计 2025-2027 年新能源产品毛利率保持相对稳定，分别为 17.5%/17.5%/17.5%。

费用率方面，预计公司费用率整体相对稳定，预计公司 2025-2027 年销售费用率分别为 2.60%/2.70%/2.70%，管理费用率分别为 2.25%/2.23%/2.24%，研发费用率分别为 3.00%/3.00%/3.00%。

表51：公司营业收入、毛利预测（百万元）/中性假设

	2022	2023	2024	2025E	2026E	2027E
通机产品						
收入	45.8	38.6	52.2	63.7	76.4	88.7
YOY	-12.83%	-15.80%	35.41%	22.00%	20.00%	16.00%
成本	39.8	32.4	44.6	54.1	65.0	75.4
毛利	6.0	6.1	7.6	9.6	11.5	13.3
毛利率(%)	13.02%	15.86%	14.54%	15.00%	15.00%	15.00%
发动机产品						
收入	28.2	33.6	38.2	45.8	55.0	66.0
YOY	-17.10%	18.97%	13.76%	20.00%	20.00%	20.00%
成本	25.1	29.6	34.3	41.0	49.2	59.1
毛利	3.1	3.9	3.9	4.8	5.8	6.9
毛利率(%)	11.11%	11.74%	10.19%	10.50%	10.50%	10.50%
产品零部件						
收入	3.7	4.7	5.1	6.1	7.3	8.7
YOY	-1.28%	28.99%	7.05%	20.00%	20.00%	20.00%
成本	3.1	3.7	4.2	5.0	6.1	7.3
毛利	0.6	1.1	0.8	1.0	1.2	1.5
毛利率(%)	15.01%	22.30%	16.66%	17.00%	17.00%	17.00%
新能源产品						
收入		1.3	5.8	7.5	9.8	12.7
YOY			334.84%	30.00%	30.00%	30.00%
成本		1.1	4.8	6.2	8.1	10.5
毛利		0.2	1.0	1.3	1.7	2.2
毛利率(%)		16.23%	17.35%	17.50%	17.50%	17.50%
其他业务						
收入	3.8	3.3	3.8	4.2	4.6	5.1
YOY	14.09%	-13.30%	14.47%	10.00%	10.00%	10.00%
成本	1.8	1.5	1.8	2.0	2.2	2.4
毛利	2.1	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7
毛利率(%)	54.17%	55.62%	52.25%	52.50%	52.50%	52.50%
合计						
营业总收入	81.51	81.51	105.06	127.31	153.11	181.20
YOY	-12.96%	0.00%	28.89%	21.18%	20.26%	18.34%
营业总成本	69.79	68.34	89.74	108.40	130.50	154.59
毛利	11.72	13.18	15.32	18.91	22.61	26.60
毛利率(%)	14.38%	16.17%	14.58%	14.86%	14.77%	14.68%

资料来源：Wind，国信证券经济研究所预测

2、未来 3 年业绩预测

我们预计公司 2025-2027 年营业收入分别为 127.3/153.1/181.2 亿元，分别同比增长 21.2%/20.3%/18.3%。归母净利润分别为 6.90/7.86/9.25 亿元，分别同比增

长 49.6%/13.9%/17.7%，每股收益分别为 0.60/0.69/0.81 元。

表52：未来 3 年盈利预测表(单位：百万元)

	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	8,151	10,506	12,732	15,312	18,120
(+/-%)	0.0%	28.9%	21.2%	20.3%	18.3%
归母净利润(百万元)	362	461	690	786	925
(+/-%)	-7.3%	27.5%	49.6%	13.9%	17.7%
每股收益(元)	0.32	0.40	0.60	0.69	0.81
EBIT Margin	6.2%	6.1%	6.6%	6.4%	6.3%
净资产收益率 (ROE)	7.5%	9.2%	13.4%	14.8%	16.8%
市盈率 (PE)	58.3	45.7	30.6	26.8	22.8
EV/EBITDA	38.7	32.9	27.5	24.4	21.9
市净率 (PB)	4.37	4.23	4.10	3.97	3.82

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理和预测

● 估值与投资建议

考虑公司的业务特点，我们采用绝对估值和相对估值两种方法来估算公司的合理价值区间。

3、绝对估值法

未来估值假设见下表：

表53：资本成本假设

无杠杆 Beta	0.90	T	15.00%
无风险利率	2.39%	Ka	8.67%
股票风险溢价	6.98%	有杠杆 Beta	0.98
公司股价(元)	18.42	Ke	9.26%
发行在外股数(百万)	1145	E/(D+E)	90.07%
股票市值(E, 百万元)	21091	D/(D+E)	9.93%
债务总额(D, 百万元)	2325	WACC	8.76%
Kd	5.00%	永续增长率(10年后)	2.00%

资料来源：国信证券经济研究所假设

根据以上主要假设条件，采用 FCFF 估值方法，得出公司合理估值区间 22.35-24.34 元，估值中枢为 23.30 元。

表54：FCFF 估值表

	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	2031E	2032E	2033E	2034E	TV
EBIT	834.5	977.2	1,139.8	1,414.4	1,628.5	2,150.3	2,474.9	2,848.0	3,277.2	3,770.7	
所得税税率	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	
EBIT*(1-所得税税率)	709.4	830.6	968.8	1,202.3	1,384.3	1,827.8	2,103.6	2,420.8	2,785.6	3,205.1	
折旧与摊销	188.2	203.6	216.5	229.7	243.0	256.3	269.9	283.7	297.6	311.5	
营运资金的净变动	297.2	(215.3)	(234.3)	(247.0)	(268.5)	(370.5)	(367.0)	(423.4)	(488.1)	(562.5)	
资本性投资	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(201.0)	(211.0)	(211.0)	(211.0)	(211.0)	
FCFF	993.7	617.9	750.0	984.0	1,157.8	1,512.6	1,795.5	2,070.2	2,384.1	2,743.1	41,370.7
PV(FCFF)	913.7	522.3	583.0	703.2	760.7	913.8	997.3	1,057.2	1,119.4	1,184.2	17,859.8
核心企业价值	26,614.4										
减：净债务	(69.7)										
股票价值	26,684.1										

每股价值 **23.30**

资料来源：国信证券经济研究所预测

表55：绝对估值相对折现率和永续增长率的敏感性分析（元）

		WACC 变化				
		8.5%	8.6%	8.76%	8.9%	9.1%
永续增长率变化	2.5%	25.95	25.20	24.49	23.81	23.17
	2.3%	25.48	24.76	24.08	23.42	22.80
	2.2%	25.04	24.34	23.68	23.05	22.45
	2.0%	24.62	23.94	23.30	22.69	22.11
	1.9%	24.21	23.56	22.94	22.35	21.79
	1.7%	23.82	23.20	22.60	22.03	21.48
	1.6%	23.45	22.85	22.27	21.71	21.18

资料来源：国信证券经济研究所分析

4、相对估值法

考虑宗申动力作为低空经济动力系统上市公司，选取与其业务有重合的英搏尔，以及低空经济核心标的万丰奥威、莱斯信息、深城交作为可比公司，其中万丰奥威为全球领先的通航飞机制造商，同时加大电动飞机、eVTOL 等新型航空器的研发；莱斯信息为低空经济提供空中交通管理指挥控制相关技术；深城交在“低空+”方面，重点开展深圳低空智能融合基础设施项目的系统平台和起降测试场建设，加强低空上下游产业导入。2025 年可比公司平均估值 55 倍，宗申动力深耕航空发动机，公司未来将继续聚焦航空动力系统核心赛道，立足“中国领先的中小型航空动力系统集成服务商”定位，持续强化技术攻关与产品迭代，坚持国产航空动力技术自主创新，朝着打造最具性价比的航空动力产品的目标努力，为中国低空经济发展和航空动力供应链稳定性提供强劲动力支撑，有望持续受益于低空经济产业发展带来的业务增量需求，我们给予宗申动力 2025 年 35-40x PE，对应目标价 21.09-24.10 元。

表56：同类公司估值比较

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘（元） 20250411	总市值 （亿元）	EPS			PE		
					2024A/E	2025E	2026E	2024A/E	2025E	2026E
300681.SZ	英搏尔	优于大市	29.1	74.5	0.33	0.47	0.77	89.02	61.54	37.86
002085.SZ	万丰奥威	优于大市	15.3	325.7	0.44	0.52	0.61	34.86	29.50	25.15
688631.SH	莱斯信息	无评级	79.9	130.6	0.79	1.21	1.61	101.14	66.03	49.63
301091.SZ	深城交	无评级	34.3	139.1	0.42	0.55	0.70	81.64	62.35	48.99
平均								76.67	54.86	40.40
001696.SZ	宗申动力	优于大市	19.2	220.1	0.4	0.6	0.7	47.70	31.89	28.01

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理及预测（注：莱斯信息、深城交 EPS 取 Wind 一致预期数据）

首次覆盖，给予“优于大市”评级。传统主业龙头企业，积极发展新兴领域业务。一方面，公司坚持聚焦核心主业和，以巩固“摩托车发动机”和“通用动力机械”两大传统主业在行业中的龙头地位，通过不断创新和技术升级，公司在产品质量、性能以及客户服务等方面形成了显著的市场优势。另一方面，公司将加大在“航空动力”“新能源”和“高端零部件”三大新兴领域的研发投入和市场开拓力度，形成新的业绩增长点，构成公司业绩的第二增长曲线。低空经济领域，宗申动力深耕航空发动机，有望持续受益于低空经济产业发展带来的业务增量需求。我们预计公司 2025-2027 年营业收入分别为 127.3/153.1/181.2 亿元，分别同比增长

21.2%/20.3%/18.3%。归母净利润分别为 6.90/7.86/9.25 亿元，分别同比增长 49.6%/13.9%/17.7%，每股收益分别为 0.60/0.69/0.81 元。宗申动力深耕航空发动机，公司未来将继续聚焦航空动力系统核心赛道，立足“中国领先的中小型航空动力系统集成服务商”定位，持续强化技术攻关与产品迭代，坚持国产航空动力技术自主创新，朝着打造最具性价比的航空动力产品的目标努力，为中国低空经济发展和航空动力供应链稳定性提供强劲动力支撑，有望持续受益于低空经济产业发展带来的业务增量需求，我们给予宗申动力 2025 年 35-40x PE，对应目标价 21.09-24.10 元，相较当下有 25%的估值空间，首次覆盖，给予“优于大市”评级。

风险提示

估值的风险

我们采取了绝对估值和相对估值方法对公司进行估值，绝对估值是建立在相关假设前提基础上的，特别是对公司未来几年自由现金流的计算、加权平均资本成本（WACC）的计算、TV 的假定和可比公司的估值参数的选定，都融入了很多个人的判断，进而导致估值出现偏差的风险。相对估值方面，我们对公司净利润做预测，并根据公司未来发展等情况给予一定估值水平，从而得到对应的目标价，较公司当下股价具备一定空间，给予“优于大市”评级，上述过程可能存在相对估值过于乐观的风险。

盈利预测的风险

- 1) 我们对公司做收入增速的假设，可能存在对公司产品出货量预计偏乐观、进而高估未来 3 年业绩的风险。
- 2) 我们对公司未来的毛利率做了预测，可能存在对公司成本估计偏低、毛利高估，从而导致对公司盈利预测值高于实际值的风险。

经营风险

- 1) 低空经济发展不及预期的风险：如果低空经济产业发展不及预期，可能削弱相关公司竞争力，对公司业绩产生影响。
- 2) 低空经济发展以及 eVTOL 商业化变现可能不及预期，导致对行业发展规模以及 eVTOL 中期规模预测可能偏乐观的风险。
- 3) 低空配套产业发展不足可能影响 eVTOL 发展的风险。
- 4) 飞行安全等风险。
- 5) 技术研发或技术迭代等风险。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。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。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编：100032