

飞控系统：eVTOL 产业链的明珠，下游需求和国产替代共驱

——低空经济系列之七

投资要点

□ 飞控系统：载人 eVTOL 的核心系统，适航要求筑起技术壁垒

飞控系统承担航迹控制、姿态控制和飞行增稳等核心功能，是 eVTOL 中最为关键的系统之一。飞控系统包括传感器、飞控计算机、作动器和控制显示四大子系统，其中计算机子系统是飞控系统的控制计算核心。载人 eVTOL 飞控系统多要求采用冗余度技术提高可靠性和安全性，也对载人飞控行业构成了极高的技术壁垒。产业趋势上，简化飞行操纵（SVO）是有人驾驶 eVTOL 的重要发展方向，我们认为 SVO 趋势下飞控价值量有望提升；同时，随着汽车业巨头入局 eVTOL，智能座舱、自动驾驶等先进汽车电子技术也有望推动航空电子（包括飞控）行业发展。

□ 大市场、高壁垒、好格局的优质赛道，eVTOL 打开飞控远期空间

一方面，eVTOL 产品日臻成熟，国内外商业化步伐不断提速；另一方面，我国是无人机出口大国，受益低空经济发展和消费级无人机出口管制调整，民用无人机行业空间打开。下游需求拉动下，飞控行业规模有望稳健增长，据航空产业网预测，2023 年全球无人机（含 eVTOL）飞控市场规模约 45 亿美元，到 2030 年有望增长至 130 亿美元，7 年 CAGR 约 16.4%。根据 Rolls Royce 和 Roland Berger 预测，2030 年全球载人 eVTOL 载运量约 7000 架，到 2050 年将达到 16.1 万架，且 2050 年亚太地区在运 eVTOL 数量占比为 51%。展望远期，随着 eVTOL 产品成熟进入量产阶段，更高价值量的 eVTOL 飞控亦将跟随放量（航电飞控成本占 eVTOL 制造成本约 20%），打开飞控系统远期市场空间。

□ eVTOL 飞控国产替代持续推进，新兴厂商积极推进适航认证

海外 eVTOL 飞控以第三方供应商为主，当前市场占有率最高的飞控厂商是霍尼韦尔，2023 年霍尼韦尔宣布在新一代电动飞行器的 AAM 领域已经获得超过 100 亿美金订单，公开的客户有 Vertical、Lilium、Supernal 等。其他 eVTOL 飞控厂商也实力强劲，多拥有民航业航电飞控方向的背景。然而，由于 G7 国家建立了导弹及其技术控制制度，载人 eVTOL 飞控系统目前禁止对我国出口。考虑到大国博弈持续及其引发的逆全球化趋势，我们认为未来与海外飞控厂商的合作也面临一定的挑战和风险。低空经济作为新质生产力，自主可控也必然是核心要求，我们认为 eVTOL 飞控系统国产替代势在必行，狮尾智能、边界智控、昂际航电、中航 618 所等有望在载人 eVTOL 飞控领域率先实现突破。

□ 投资建议

eVTOL 飞控系统前景广阔，技术复杂性和适航要求筑起行业高壁垒；无人机飞控系统增长稳健，受益下游需求增长。建议关注：（1）eVTOL 飞控系统潜在供应商：纵横通信、中航机载、紫江企业、恒天海龙等；（2）民用无人机飞控系统供应商：纵横股份等。

□ 风险提示

（1）eVTOL 适航审定进度不及预期；（2）低空空域开放不及预期；（3）国产飞控关键技术突破不及预期。

行业评级：看好(维持)

分析师：张雷

执业证书号：S1230521120004
zhanglei02@stocke.com.cn

分析师：黄华栋

执业证书号：S1230522100003
huanghuadong@stocke.com.cn

研究助理：彭沈楠

pengshennan@stocke.com.cn

相关报告

- 1 《低空经济基建先行，四张网构建基建软硬件一体化生态》
2024.06.26
- 2 《低空经济发展如火如荼，低空空管市场方兴未艾》
2024.06.04
- 3 《广东省低空发展方案出台，打造世界领先的低空经济产业高地》
2024.05.24

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1 飞控系统：载人 eVTOL 核心系统，适航要求筑起技术壁垒	4
1.1 飞控系统控制航迹、姿态和飞行增稳，电传操纵系统是当前主流	4
1.2 飞控计算机是核心部件，多余度技术提升系统可靠性和安全性	5
1.3 SVO 是有人驾驶 eVTOL 重要方向，自主飞行通往 UAM 终极形态	8
1.4 无人机飞控安全性要求和技术难度较低，主机厂多进行飞控自研	11
2 大市场、高壁垒、好格局的优质赛道，国产替代持续推进	13
2.1 商业化提速 eVTOL 有望加速放量，民用无人机受益低空经济发展	13
2.2 下游需求拉动飞控行业规模稳健增长，eVTOL 飞控驱动量价齐升	14
3 eVTOL 飞控国产替代势在必行，新兴厂商积极推进适航认证	15
3.1 狮尾智能：拥有完整民机飞控开发经验，飞巡与 eVTOL 研发良性循环	17
3.2 边界智控：飞控系统供应多家 eVTOL 主机厂，率先进入适航审定阶段	17
3.3 昂际航电：C919 核心航电系统供应商，切入 eVTOL 航电飞控	18
3.4 航空工业西安飞行自动控制研究所：国之重器，国产飞控系统引领者	18
3.5 纵横股份：工业无人机龙头企业，自研飞控和地面指控系统	19
3.6 恒天海龙：布局飞行控制系统，切入低空经济赛道	19
4 建议关注	20
5 风险提示	21

图表目录

图 1: 飞控系统承担航迹、姿态控制和飞行增稳等核心功能	4
图 2: 机械式操纵系统架构, 操纵杆与舵机通过机械连杆连接	5
图 3: 电传操纵系统架构, 操纵指令通过电信号传输到舵机	5
图 4: 基于电传操控飞控系统的电信号流动方向	5
图 5: 多余度飞控系统提高飞行可靠性	6
图 6: 飞控计算机子系统内含四大功能模块	7
图 7: 传感器子系统中重要的传感器件	7
图 8: 传感器冗余管理增强信号可用性和完整性	7
图 9: 作动器子系统中电机控制螺旋桨等旋翼, 舵机控制副翼等舵面	8
图 10: 飞行自主化的实现路径	9
图 11: 传统民航客机自动飞行系统功能原理图	9
图 12: 飞控硬件架构框图	11
图 13: 全球飞控系统 OEM 及 Tier 1	12
图 14: 世界主要 eVTOL 大国商业化时间	13
图 15: 全球无人机 (含 eVTOL) 飞行控制系统市场规模预测 (单位: 亿美元)	14
图 16: eVTOL 制造各环节成本占比 (单位: %)	14
图 17: 全球载人 eVTOL 在运数量及分布 (单位: 千辆, %)	14
图 18: 霍尼韦尔飞行控制和自动驾驶仪产品与兼容机型	15
图 19: 2011-2020 年波音飞机未知事故仅发生 3 次但导致 322 人死亡 (单位: 人, 次)	16
图 20: 狮尾智能团队核心成员来自霍尼韦尔	17
图 21: 边界智控里程碑事件复盘	17
图 22: 昂际航电的紧凑型模块化航电和飞控系统解决方案	18
图 23: 纵横股份多合一无人机地面控制站	19
图 24: 多弗航空旗下航空器产品	19
表 1: 《运输类飞机适航标准》第 25.1309 条对飞机上关键系统的安全性要求	6
表 2: 不同等级 SVO 的设计理念	8
表 3: eVTOL 飞控-飞管系统综合化设计的必要性分析	10
表 4: 全球汽车巨头和新势力纷纷进军 eVTOL	10
表 5: 依据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》的无人机分类 (单位: g, m, km/h, kg, km)	11
表 6: 飞控硬件各部分作用	12
表 7: 海外主要飞控厂商简介	15
表 8: 海内主要飞控厂商简介	16
表 9: 618 所产品介绍	18
表 10: 建议关注标的的估值表 (单位: 元/股, 亿元, 倍)	20

1 飞控系统：载人 eVTOL 核心系统，适航要求筑起技术壁垒

1.1 飞控系统控制航迹、姿态和飞行增稳，电传操纵系统是当前主流

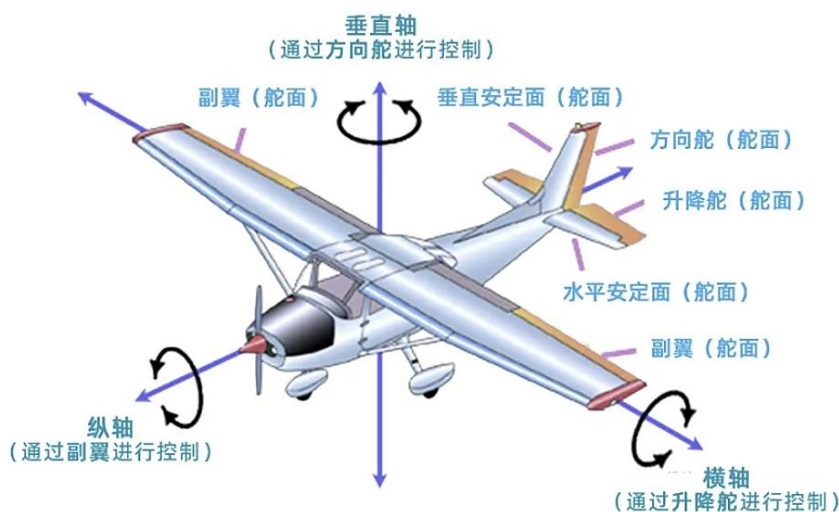
飞控系统承担航迹规划、姿态控制和飞行增稳等核心功能。飞行控制系统（Flight Control System）简称飞控系统，是用以全部或部分地代替飞行员控制和稳定飞机的运动，并能改善飞行品质的反馈控制系统。除具有自动驾驶仪的功能外，飞控系统还可改善飞机的操纵性和安定性，实现航迹控制、自动领航、自动着陆、地形跟随、自动控制机动飞行中机翼载荷分布、自动瞄准和编队飞行等功能。飞控系统几乎与所有机载系统都存在数据交联，同时运行安全关键的复杂控制算法，因此是 eVTOL 中最为关键的系统之一。

传统民航客机的飞控系统由飞行增稳控制的内回路和控制航迹、姿态的外回路组成。前者为主飞行控制系统(PFCS)，后者为自动飞行控制系统(AFCS)，分工上：

主飞行控制系统中，飞行增稳控制是最重要的功能，其主要目的是通过增稳或控制增稳控制律，调节飞机纵向短周期模态、横航向滚转和荷兰滚模态特性。此外，主飞行控制系统还具备飞行包线保护功能，可以对速度、过载、姿态和角速率等控制指令进行限幅，实现边界限制来提高飞行安全性和可靠性。

自动飞行控制系统一般包括自动驾驶仪（AP）、飞行指引（FD）和自动油门（A/THR），在三者的联合工作下可实现对飞机的速度、高度、姿态和航向、航迹的控制。

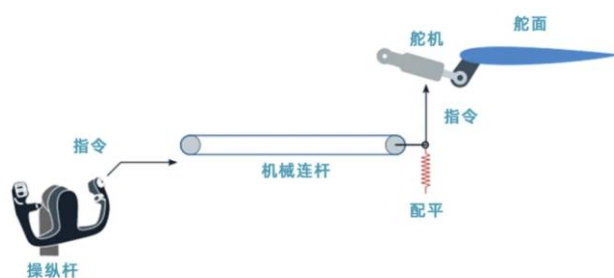
图1：飞控系统承担航迹、姿态控制和飞行增稳等核心功能



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

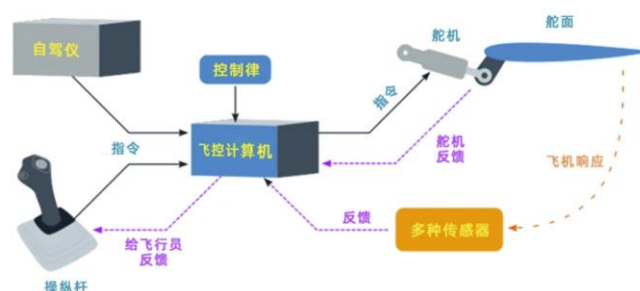
电传操纵技术成熟推动 eVTOL 出现。飞行控制早期采用机械式传动系统，通过机械结构实现操纵指令的传输和反馈。但随着飞机尺寸、飞行速度等性能表现提升，机械式操纵的难度愈发显著。电传操纵（Fly-by-wire, FBW）系统使用电子信号代替机械传动，通过飞控计算机对各个舵面发出控制指令，FBW 的出现彻底解决了操作指令传输距离和失真的问题，并且极大节省了空间和重量，成为当前的主流飞控系统。面对 eVTOL 数量庞大且复杂的作动机构，FBW 技术也可实现精准的操纵控制，是 eVTOL 出现的重要技术推动力。

图2：机械式操纵系统架构，操纵杆与舵机通过机械连杆连接



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

图3：电传操纵系统架构，操纵指令通过电信号传输到舵机



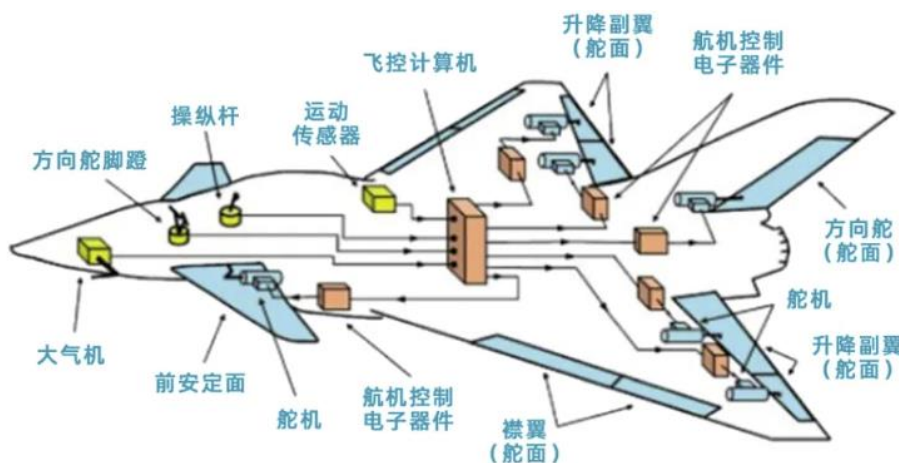
资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

1.2 飞控计算机是核心部件，多余度技术提升系统可靠性和安全性

飞控系统包括传感器、飞控计算机、作动器和控制显示四大子系统。电传飞控系统经过了多代的迭代发展，其组成一般可以分为四个子系统，包括计算机子系统、作动子系统、传感器子系统和控制显示子系统（无人机该功能由地面站完成）。

电传飞控系统工作时，1）驾驶员的操纵指令通过数据总线发送到飞控计算机，同时飞控计算机也接收来自惯导和大气数据传感器等传感器的姿态、角速度、加速度和大气数据等信号（图中黄色部分）；2）飞控计算机对接收的信号进行循环冗余校验、完整性校验和信号表决后，用于控制律的计算，并将作动指令发送到航机控制电子器件（图中橙色部分）；3）航机控制电子器件控制对应的舵机/舵面运动，实现飞行控制（图中蓝色部分）。

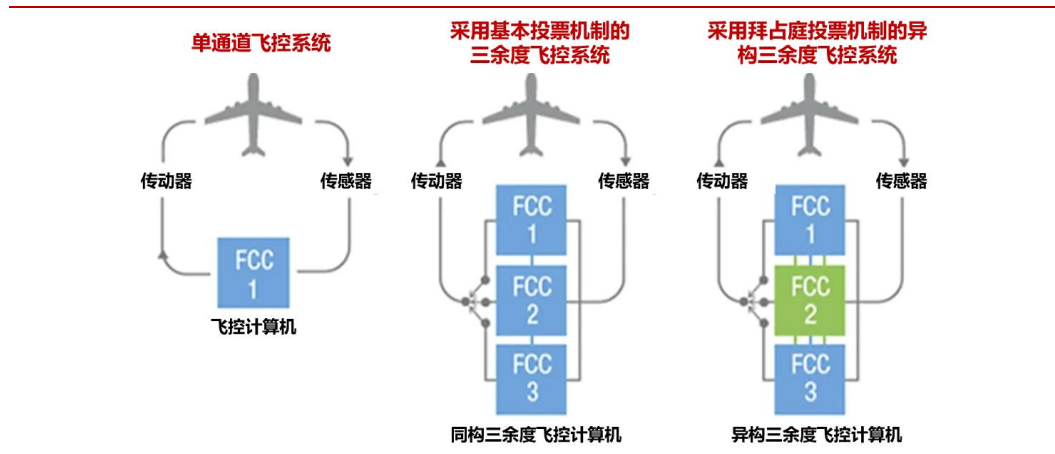
图4：基于电传操控飞控系统的电信号流动方向



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

冗余技术提高飞控系统可靠性和安全性。根据交通运输部颁布的《运输类飞机适航标准》第 25.1309 条，运输类飞机上的设备、系统及安装（包括飞控系统），其灾难性事故概率需低于 10^{-9} /飞行小时。而单系统的飞控可靠性有限，最多可以做到灾难性事故率小于 10^{-5} /飞行小时，为了进一步提高系统的可靠性，就需要通过增加冗余，即构建多余度的飞控系统，并在不同飞控计算机之间建立内部数据交互和投票机制。此外，建立异构的多余度飞控计算机可以进一步降低整套系统的故障率。

图5：多余度飞控系统提高飞行可靠性



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

表1：《运输类飞机适航标准》第 25.1309 条对飞机上关键系统的安全性要求

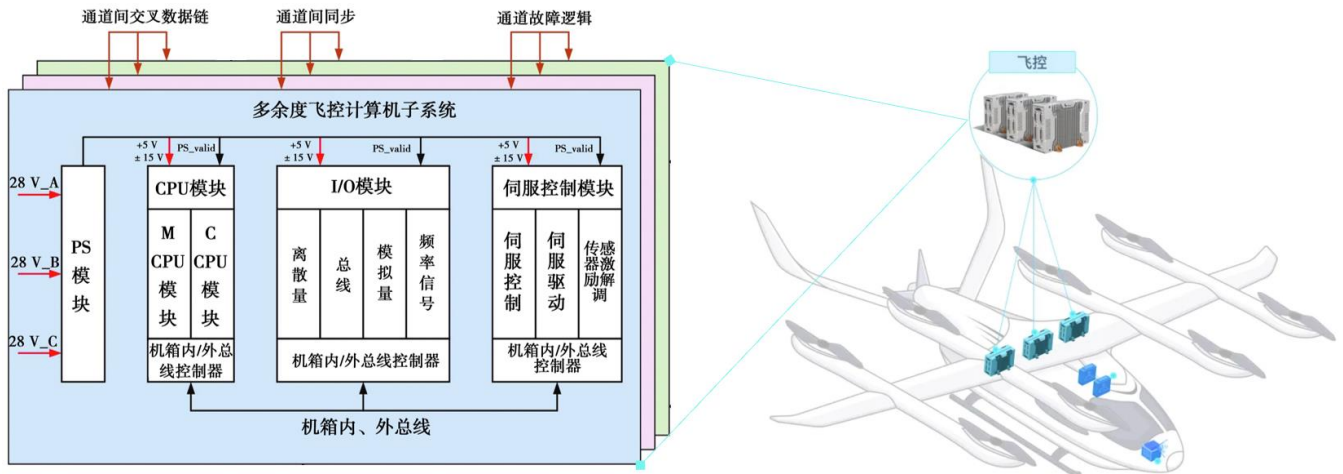
影响等级	无安全性影响	较小的	较大的	危险级	灾难级
失效状态分类	V 类	IV 类	III 类	II 类	I 类
对飞机影响	对飞机运行能力和安全性没有影响	轻微降低飞机运行能力或安全裕度	较大降低飞机运行能力或安全裕度	极大降低飞机运行能力或安全裕度	妨碍飞机持续安全飞行或着陆
对飞行机组影响	无影响	机组使用正常程序，轻微增加工作负荷	机组使用非正常程序，身体不舒适且较大的增加工作负荷	机组使用应急程序，并处于危险状态，工作负荷极大增加，完成任务的能力极大降低	致命的或丧失能力
对乘客和客舱机组影响	不方便	身体不舒适	身体极度不适可能受伤	少部分乘客或客舱机组严重受伤或死亡	较多乘客或客舱机组死亡
定性概率要求	经常	不经常	微小的	极小的	极不可能的
定量概率要求	无	$<10^{-3}/\text{FH}$	$<10^{-5}/\text{FH}$	$<10^{-7}/\text{FH}$	$<10^{-9}/\text{FH}$

资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

计算机子系统是飞控系统的控制计算核心，内部采用模块化设计。飞控系统的计算机子系统主要完成如下四项功能：1）多余度供电的二次处理和转换；2）系统控制、调度、容错及控制律计算；3）外部接口信号的调制解调处理；4）伺服控制、伺服控制律计算及伺服驱动。当飞控系统采用多余度同步实时工作设计时，计算机子系统被赋予的功能将更多。考虑到计算机机箱及板卡板载面积限制，计算机子系统在硬件实现上通常采用功能模块的形式存在，包括：电源处理模块（PS 模块）、CPU 模块、I/O 模块和伺服控制模块。

全部功能模块集中于机箱内，通过总线通信形成电传飞控系统。功能模块是计算机子系统的核心，不同功能模块可通过机箱内的高速总线通信，或可通过机箱外的低速总线通信，将集成了功能模块的机箱之间进行冗余度配置，便可形成集中式的电传飞控系统。

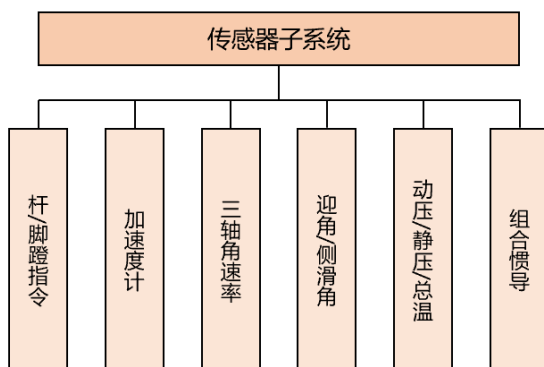
图6：飞控计算机子系统内含四大功能模块



资料来源：《电传飞控计算机子系统 BIT 设计研究》，边界智控公众号，浙商证券研究所

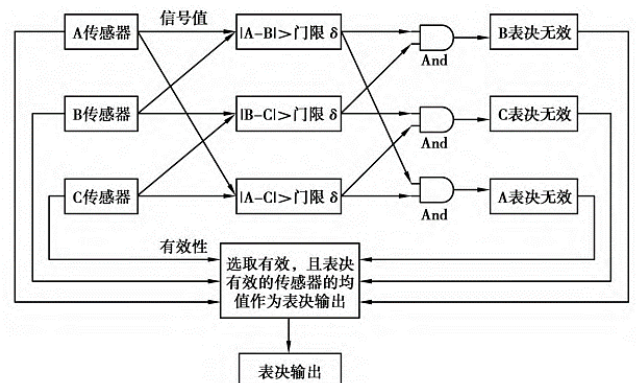
传感器子系统需通过信号表决提高信号的可用性和完整性。硬件层面，传感器子系统中通常包括杆/脚蹬指令、加速度计、三轴角速率计、迎角/侧滑角、动压/静压/总温计及组合惯导等装置。架构层面，虽然目前很多传感器通过内部监控方法（电压/电流监控、频率监控等）识别“无效”数据，但仍有 5%-10%的漏检率，因此电传飞控系统通常通过传感器冗余配置，提高信号可用性和完整性，即通过设计外部监控器对冗余度传感器进行表决（传感器冗余管理），以进一步隔离错误传感器信号，避免对飞机产生不良影响。

图7：传感器子系统中重要的传感器件



资料来源：《电传飞控计算机子系统 BIT 设计研究》，浙商证券研究所

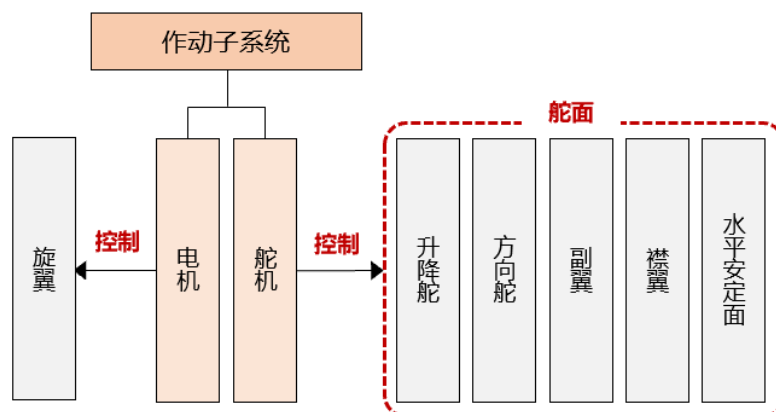
图8：传感器冗余管理增强信号可用性和完整性



资料来源：《基于安全性的电动垂直起降飞行器飞控系统架构设计》，浙商证券研究所

作动器子系统采用分布式布局保证系统可靠性。作动器子系统包括舵机和电机，分别操纵副翼、升降舵、方向舵等舵面，和螺旋桨等旋翼。为保证作动器的可用性和完整性，通常采用分布式布局。对于舵机，从失效概率推算，单侧舵面应具备 2 个舵机，可采用主-主或主-备的设计方式；对于电机，为保证单个或多个电机故障后仍然具备起降或悬停的能力，通常采用 6、8、12、16 个旋翼电机，并提供 1.5-2.0 倍的拉力冗余。对于电机和舵机，均需设计监控器对工作状态进行监测，核心都是保证飞控系统的安全性和可靠性。

图9：作动器子系统中电机控制螺旋桨等旋翼，舵机控制副翼等舵面



资料来源：《基于安全性的电动垂直起降飞行器飞控系统架构设计》，《电传飞控计算机子系统 BIT 设计研究》，浙商证券研究所

1.3 SVO 是有人驾驶 eVTOL 重要方向，自主飞行通往 UAM 终极形态

简化飞行操纵（SVO）是有人驾驶 eVTOL 的重要发展方向，飞控系统价值量有望提升。根据 GAMA，SVO 是指能为飞行员或操纵员降低执行飞行相关任务复杂度并且同时能提升安全性的飞行系统、界面、操作和训练方式。目前许多主机厂在第一代 eVTOL 的飞机设计上采用了有驾驶员的方案，但面对气动效应复杂的旋翼与固定翼状态之间的过渡阶段，飞行员很难像自动控制系统一样做到每秒数百次以上精密调整各个动力单元与气动舵面来保证飞机的稳定可控，因此使用飞控软件在部分操作上代替飞行员对实现 SVO 至关重要。但相应地 SVO 对于 eVTOL 飞行包线等运行要求更为严格，因此对于飞控系统功能、架构、安全性等方面也提出更高要求，我们认为 SVO 趋势下飞控价值量有望提升。

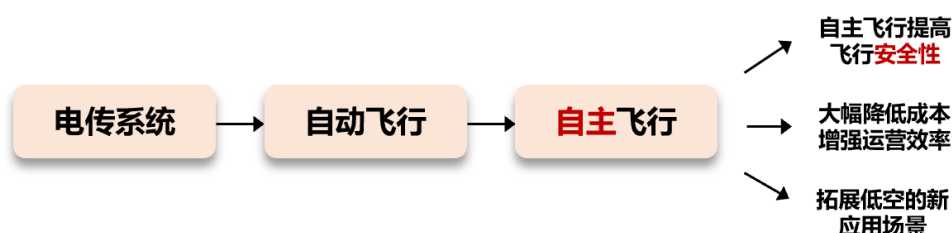
表2：不同等级 SVO 的设计理念

SVO 等级	面向人群	特点和优势	评价标准
SVO 1	飞行员	大幅降低 eVTOL 和无人机的运营负担 改进现有自动化的可靠性去除人工备份保障 使用已有的自动化运营数据来支持飞机取证	现有飞行员更易操控，减少新手飞行员的训练成本
SVO 2	无飞行经验的飞行员/操作员	下达航线飞行指令 专注在导航而非飞机激动 能够自动化完成大多数飞行前计划	现有飞行员更易操控，新手飞行员训练降低到最低限度（1-2 周时间完成）
SVO 3	指定目的地，完全自主飞行	全自动化的飞行前计划 空管或操作员可以改变目的地或航路 无需飞行员驾照	指定目的地后完全自主运行

资料来源：狮尾智能公众号，浙商证券研究所整理

UAM下半场关键推动力在于自主化和智能化，自主飞行飞控系统是通往UAM最终形态的钥匙。飞机自主化的飞行实现路径是“电传系统-自动飞行-自主飞行”，首先通过电传系统实现所有操纵信号数字化，随后建立自动飞行的能力（即飞行操纵程序化），最后再通过建立视觉感知和决策能力实现自主飞行。SVO的本质是在某些复杂操作上，用软件替代飞行员手动操纵，相当于“半自动”，目前许多主机厂在第一代eVTOL的飞机设计上采用了有驾驶员的方案，因此SVO变成了至关重要的要求。但是业界一致认为未来的eVTOL应该是“无人”的，即自主的。因此，为降低eVTOL运营成本（主要是驾驶员的成本），满足更大规模的低空出行市场，能够实现飞行自主化的飞控系统是远期的终极发展目标。

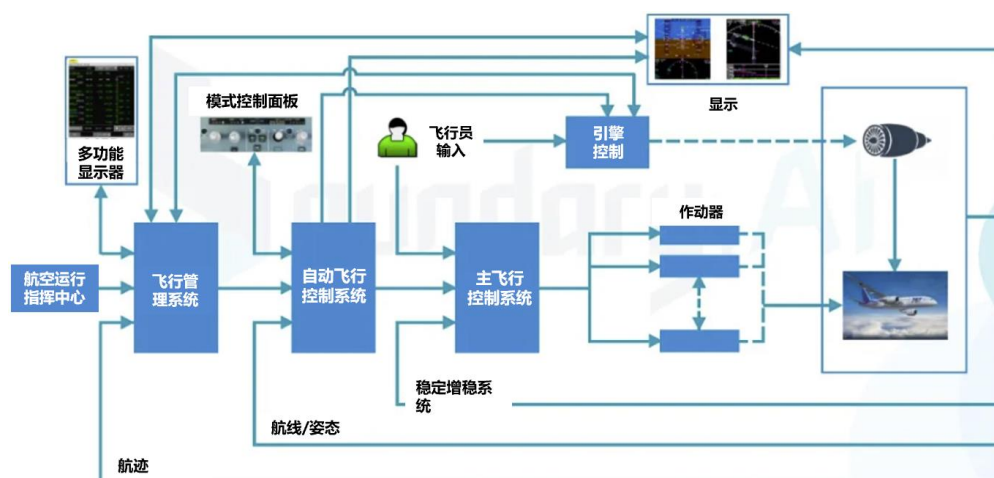
图10：飞行自主化的实现路径



资料来源：边界智控公众号，狮尾智能公众号，浙商证券研究所

自动飞行实现有赖于飞行控制系统和飞行管理系统相配合。自动飞行目前已是传统民航飞机的必备功能，为降低驾驶门槛、减少运营成本、提高飞行安全性，未来3-5年内首批完成适航取证并投入运营的eVTOL也都应具备该功能。自动飞行功能的实现，需要通过飞行管理系统（FMS）和飞行控制系统（FCS）共同完成——FMS发挥飞行计划管理、综合导航、性能计算、航迹预测和飞行引导等功能，与自动飞行控制和自动油门系统交联，提供自动飞行能力，并有效提高飞行安全性和经济性。

图11：传统民航客机自动飞行系统功能原理图



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所翻译

自动飞行趋势推动 FCS 和 FMS 设计向综合化发展。传统民航客机的硬件分布上，飞行管理系统一般驻留在综合模块化航电平台（IMA）中，而飞行控制系统一般集成在独立的多冗余飞行控制模块（FCM）中。而在 eVTOL 上，出于简化操作、轻量化、集成化和经济性的考虑，可参考民机综合化航电和汽车域控制器的发展趋势，将飞管系统从 IMA 中剥离出来，与飞控系统共同集成在飞行控制模块，对 eVTOL 自动飞行功能进行综合化设计。此外，综合化趋势也将更好地适应未来 eVTOL 从自动飞行升级到完全自主飞行。

表3: eVTOL 飞控-飞管系统综合化设计的必要性分析

核心要点	具体内容
减少系统间数据交互	飞管系统中的性能计算功能实现与飞控系统的飞行模式（旋翼、过渡和固定翼）严格相关，飞行制导功能又与飞控系统的飞行模式和飞行控制模式（速度或姿态控制）直接相关。飞控和飞管系统综合化设计，将大大减少系统相互依赖和数据交互量。
减少使用空间、重量、数据总线 and 接口	飞控和飞管系统综合化设计将大量减少系统间数据总线 and 接口数量，进而减少机载系统使用空间并降低产品重量，可以适配更多的任务载荷，从而提升 eVTOL 作为低空出行工具的经济性。
适配 eVTOL 飞控模式	对于 eVTOL 飞控模式设计，一般将速度或姿态控制作为常规控制模式，而所需的速度或姿态数据指令，将由飞管根据飞行计划和飞行引导功能计算得到，飞管和飞控系统综合化设计将减小该数据的延迟时间并保证传输数据的准确性，从而达到更高的飞行制导精度，降低对空域的使用要求，提升 eVTOL 运行的安全性。
满足无人驾驶需求	eVTOL 的最终形态是无人驾驶，对航迹规划和飞行引导的安全性要求将会非常高（特别是垂直起降阶段），飞管系统的研制保证等级则与飞控系统同样为 A 级，综合化将减少机载电子硬件数量，也将带来适航取证成本的降低。

资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

汽车巨头入局有望以汽车电子先进技术赋能飞控行业发展。汽车电子领域域控制器将原本需要多个 ECU 实现的核心功能集成，再加上数据交互的标准化接口，极大降低车载电子系统的开发和制造成本。当前航空电子和汽车电子均正从分布式联合架构向综合集成式架构转变，随着众多汽车厂商布局 eVTOL，他们在带动汽车、航空上下游供应链发展的同时，也会积极尝试成熟的汽车电子先进技术如智能座舱、自动驾驶等在 eVTOL 上的应用和优化，推动飞控行业发展。

表4: 全球汽车巨头和新势力纷纷进军 eVTOL

核心要点	合作对象	具体内容
丰田汽车	Joby Aviation	Joby 是较早成立的 eVTOL 企业，融资额、产品成熟度等均处于领先梯队。Toyota 对 Joby Aviation 投资了近 4 亿美元，此外丰田还在制造技术、氢能技术合作领域是 Joby 的战略伙伴。
现代汽车	Superal	现代汽车是 eVTOL 市场的先行者之一，其采用了与吉利有类似的战略，成立了 eVTOL 子公司 Superal。现代企业子公司 Superal 宣布将在 2028 年前投入市场运营。
Stellantis	Archer Aviation	Stellantis 是由菲亚特克莱斯勒和标致雪铁龙合并而成的跨国汽车制造公司，也是知名 eVTOL 企业 Archer Aviation 的第一大股东。
广汽集团	GOVE	广汽飞行汽车 GOVE2023 年实现全球首飞，截至 24 年 3 月累计展开 300 余次飞行验证，并先后与工信部电子五所、亿航智能、广州开发区等多家企业和机构建立战略合作。
吉利集团	Volocopter、沃飞长空	吉利坚定地航空航天领域投入。2019 年 9 月，吉利与梅赛德斯-奔驰双方共同投资了 Volocopter，布局城市空中出行市场；2020 年 9 月，吉利科技集团发布新通航战略，沃飞长空随之成立，2024 年落地成都。
小鹏汽车	小鹏汇天	2020 年小鹏投资汇天，9 月小鹏汇天正式成立；2024 年 8 月小鹏汇天宣布获得 1.5 亿美元 B1 轮融资，分体式飞行汽车“陆地航母”计划于 24 年四季度启动预售。

资料来源：航空产业网，广汽集团，小鹏汽车招聘，小鹏汽车，浙商证券研究所

1.4 无人机飞控安全性要求和技术难度较低，主机厂多进行飞控自研

微、小、轻型无人机飞控系统无需适航认证。与 eVTOL 飞控系统功能类似，无人机（特指微、小、轻型无人机）的飞控系统是无人机完成起飞、空中飞行、执行任务、返场回收等整个飞行过程的核心系统。与 eVTOL 飞控系统差别在于，根据 2024 年 1 月 1 日正式施行的《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，从事微型、轻型、小型民用无人驾驶航空器系统的设计、生产、进口、飞行、维修以及组装、拼装活动，无需取得适航许可。因此，无人机飞控系统在安全性要求和技术复杂性上相较 eVTOL 飞控均大幅放松。

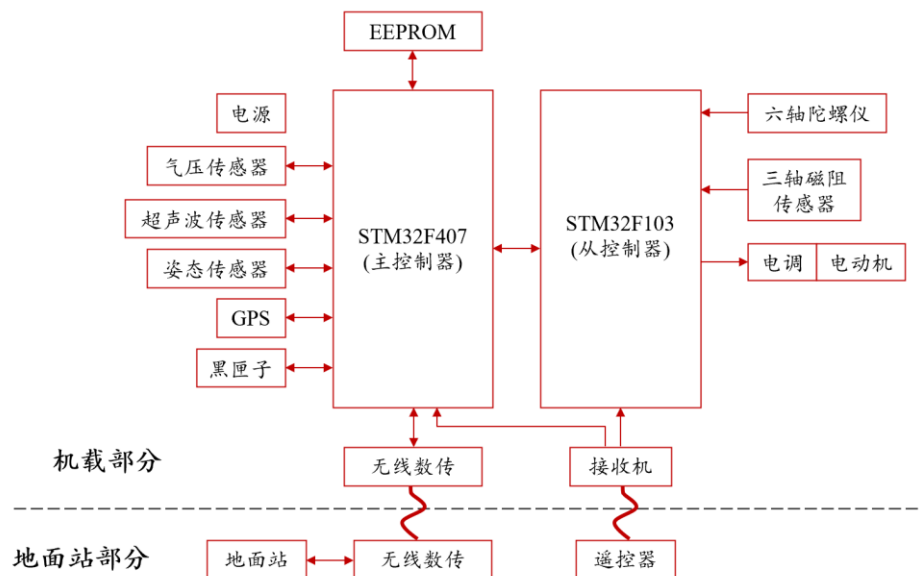
表5：依据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》的无人机分类（单位：g，m，km/h，kg，km）

分类	微型	轻型	小型	中型	大型	农用
空机重量	<250g	≤4kg	≤15kg			
最大起飞重量		≤7kg	≤25kg	≤150kg	>150kg	
最大飞行真高	≤50m					≤30m
最大平飞速度	≤40km/h	≤100km/h				≤50km/h
最大飞行半径						≤2km

资料来源：中国民航局，翼威视界，浙商证券研究所

无人机飞控系统硬件部分由机载和地面站两部分组成。以多旋翼无人机的飞控硬件为例，机载部分主要由主控制器、从控制器、各传感器和无线数传（Air 端）组成。传感器获取的信息分别通过不同的通信接口发送给控制器，控制器通过串口连接无线数传模块，实现与地面的信息交互。地面站部分主要由地面站、无线数传（地面端）和遥控器组成。

图12：飞控硬件架构框图



资料来源：《无人机系统关键技术》航空工业出版社，浙商证券研究所

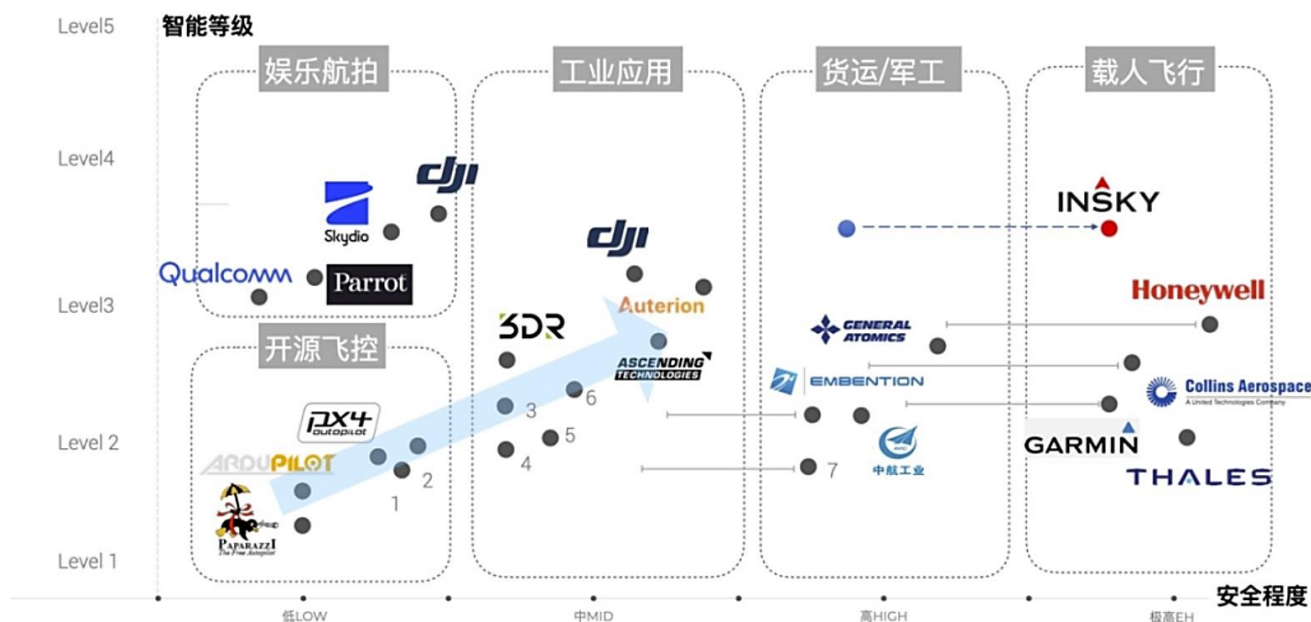
表6: 飞控硬件各部分作用

硬件名称	作用
六轴陀螺仪和三轴磁阻传感器	组合成低精度的姿态传感器，测量飞行姿态数据
姿态传感器	获得高精度的姿态数据，低精度姿态传感器组成双余度姿态传感器
GPS 定位器	测量飞行位置信息
超声波传感器	测量相对高度信息
气压传感器	测量高度信息
主控制器	根据不同的任务以及地面站部分下达的遥控指令执行相应的控制律，解算得到电机控制指令，传递给从控制器
EEPROM	与主控制器相连，用于存储飞行参数
黑匣子	采用 SD 卡通过 SPI 接口与主控制器连接，用于存储无人机的状态信息
从控制器	负责采集六轴陀螺仪和三轴磁阻传感器数据，进行姿态解算，同时负责读取遥控器信号，生成电动机控制信号，通过 I/O 引脚输出给执行机构模块

资料来源：《无人机系统关键技术》航空工业出版社，浙商证券研究所整理

无人机主机厂多进行飞控自研。目前市场上飞控产品种类繁多，根据安全标准和智能化水平可用于不同应用场景。消费级飞控系统主要来自于高通（Qualcomm）、以及 Skydio、Parrot、大疆等无人机主机厂自主研发。许多工业级飞控产品起源于 PX4 或 Ardupilot 等开源平台，并针对特定需求和场景进行产品化。工业级飞控产品供应商主要包括 3DR、Auterion 等，大疆、Ascending Technology 等主机厂进行飞控自研。

图13: 全球飞控系统 OEM 及 Tier 1



资料来源：狮尾智能公众号，浙商证券研究所

2 大市场、高壁垒、好格局的优质赛道，国产替代持续推进

2.1 商业化提速 eVTOL 有望加速放量，民用无人机受益低空经济发展

eVTOL 产品日臻成熟，商业化步伐不断提速。自 2009 年概念机首度亮相，eVTOL 便以其颠覆性的空中交通潜力吸引了全球关注。2016 年，Uber 提出空中出租车计划“Uber Elevate”，在欧美市场引发 eVTOL 热潮。2019 年，EASA 针对小型 eVTOL 的航空管理规定出台，进一步加速行业发展。在此期间，亿航智能、Joby、Archer 等领军企业相继上市，资本市场对 eVTOL 和 UAM 关注度逐步升温。2023 年 12 月，亿航智能 EH216-S 获得全球首张无人驾驶载人电动垂直起降航空器适航证开启商业化交付；2024 年 7 月，亿航智能 eVTOL 运营合格证申请获中国民航局受理，标志全球 eVTOL 产业发展进入新阶段。根据保时捷管理咨询预计，**2024 年将成为全球 eVTOL 商业化运营元年**。

图14：世界主要 eVTOL 大国商业化时间



资料来源：保时捷管理咨询，亿航智能，浙商证券研究所

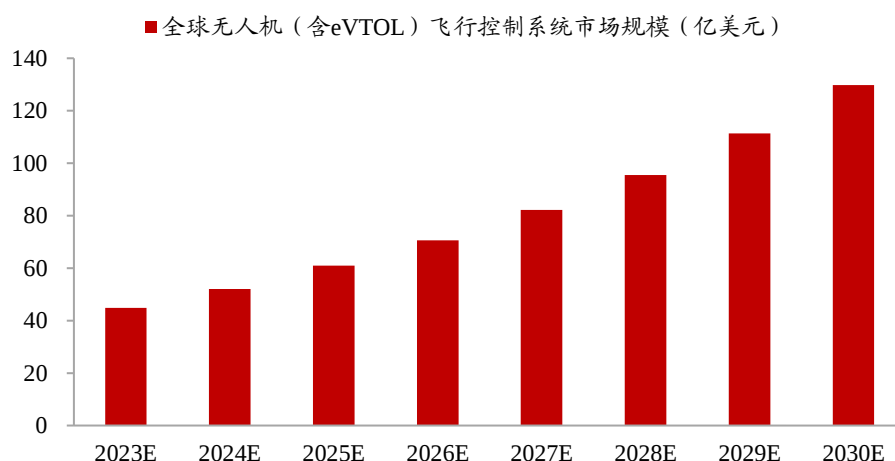
国内民用无人机受益低空经济发展。根据赛迪顾问《中国低空经济发展研究报告（2024）》，中国民用无人机产业发展日趋成熟，产业规模持续扩大，2023 年中国民用无人机产业规模达到 1174.3 亿元，同比增长 32.0%，占低空经济总规模约 23.2%。展望后续，我们认为在行政法规、产业政策、新兴产品三重驱动下，民用无人机产业有望持续增长。

优化调整出口管制打开民用无人机行业市场空间。与此同时，2024 年 7 月 31 日商务部会同相关部门发布了关于优化调整无人机出口管制措施的公告，取消对特定消费级无人机的临时管制。我国无人机长期处于国际领先水平，仅广东省消费级无人机份额占全球 70% 以上，工业级无人机份额占全球 50% 以上，此次调整体现了统筹发展和安全的管制理念，消费级无人机管制优化有望进一步打开我国无人机行业发展空间。

2.2 下游需求拉动飞控行业规模稳健增长，eVTOL 飞控驱动量价齐升

eVTOL 和无人机飞控行业前景广阔，2030 年全球市场规模有望近 130 亿美元。飞控是无人机和 eVTOL 的必须零部件，受益下游航空器整机需求拉动，市场规模有望持续稳健增长。据航空产业网测算，2023 年全球无人机（含 eVTOL）市场规模约 320 亿美元，其中飞控市场规模约 45 亿美元（占比 14%）；预计到 2030 年全球飞控市场规模将增长至 130 亿美元（按 2023 年离岸人民币平均汇率 1 美元兑 7.0585 元人民币换算，**2030 年市场空间约 916 亿元人民币**），7 年 CAGR 约 16.4%。

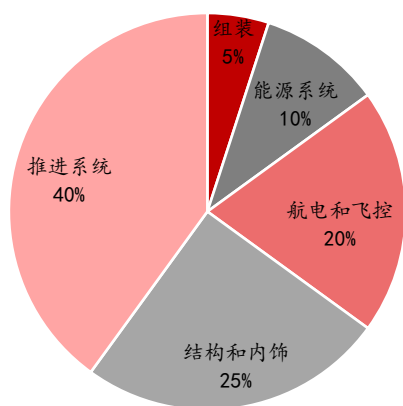
图15：全球无人机（含 eVTOL）飞行控制系统市场规模预测（单位：亿美元）



资料来源：航空产业网，浙商证券研究所

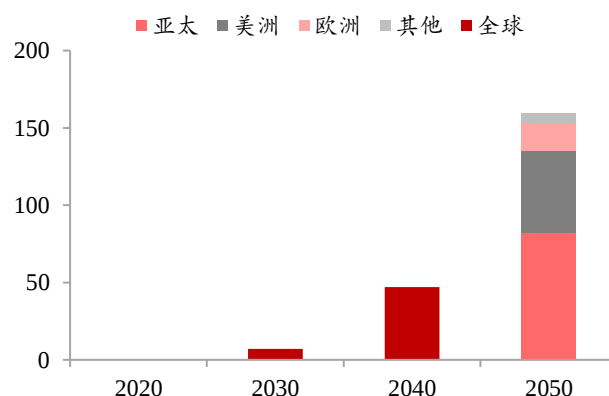
eVTOL 放量打开飞控系统远期市场空间。根据 Rolls Royce 和 Roland Berger 预测，2030 年全球载人 eVTOL 载运量约 7000 架，到 2040 年增长至 4.7 万辆，到 2050 年将达到 16.1 万架，且 2050 年亚太地区在运 eVTOL 数量占比为 51%。展望远期，随着 eVTOL 产品成熟进入量产阶段，配套的高价值量 eVTOL 飞控亦将跟随放量（航电飞控成本占 eVTOL 制造成本约 20%），打开飞控系统远期市场空间。

图16：eVTOL 制造各环节成本占比（单位：%）



资料来源：Lilium，浙商证券研究所

图17：全球载人 eVTOL 在运数量及分布（单位：千辆，%）



资料来源：Rolls Royce，Roland Berger，浙商证券研究所

3 eVTOL 飞控国产替代势在必行，新兴厂商积极推进适航认证

海外 eVTOL 飞控以第三方供应商为主。有别于国内产品策略上的百花齐放，目前海外的 eVTOL 市场上绝大多数主机厂都坚定地选择了城市内或城市间高安全等级客运级飞机的产品路线，这也使得这些主机厂大多选择与第三方飞控系统供应商合作。

霍尼韦尔是行业龙头。当前市场占有率最高的飞控厂商是霍尼韦尔，其飞行控制系统采用 SVO 设计理念，将飞行控制功能和飞控架构与显示器、飞行管理、故障警告整合到一台计算机中，迈出综合式航电系统的第一步，飞控系统广泛应用于波音 787、商飞 ARJ21、商飞 C919、巴航工业 E170/190 等机型。2023 年霍尼韦尔宣布在新一代电动飞行器的 AAM 领域已经获超过 100 亿美金的订单，公开的客户有 Vertical、Lilium、Supernal 等。

图18：霍尼韦尔飞行控制和自动驾驶仪产品与兼容机型



资料来源：霍尼韦尔官网，浙商证券研究所

海外 eVTOL 飞控行业玩家背景强劲。除此之外，空客的飞控系统供应商泰雷兹也活跃在 eVTOL 市场，为巴航工业旗下的 EVE、日本 SkyDrive 等主机厂提供飞控系统。赛峰集团 24 年 6 月收购了柯林斯航空的飞控部门，并成为 Archer 的飞控系统供应商。美国航空巨头德事隆（塞斯纳和贝尔直升机的母公司）收购了德国初创公司 Amazilia Aerospace，将分别为德事隆旗下的蝙蝠飞机 Pipistrel 和贝尔直升机的 eVTOL 机型提供飞控系统。

表7：海外主要飞控厂商简介

飞控厂商	客户	国家	公司背景
霍尼韦尔	Vertical、Lilium、Supernal 等	美国	全球最大的航空航天系统供应商之一，其产品应用于波音、空客、商飞等主流飞机制造商的机型，目前在 AAM 领域已经获超过 100 亿美金的订单。
泰雷兹	EVE、SkyDrive	法国	空客的飞控系统供应商
赛峰集团	Archer	美国	柯林斯航空的飞控部门，被赛峰集团收购
Amazilia Aerospace	Pipistrel、贝尔直升机	德国	顺丰于 2018 年在德国慕尼黑设立的子公司，专注于飞控系统的研发，核心团队来自慕尼黑工业大学，后被美国航空巨头德事隆收购
Near Earth Autonomy	Volocopter	美国	美国自主飞行控制系统研发商，已实现军用直升机无人化改造

资料来源：边界智控公众号，势能资本，浙商证券研究所

适航性是核心 KNOW-HOW，国内载人飞控研发较为空白。eVTOL 的适航安全等级要求与民航一致，这意味着需要对飞行中的各种故障进行穷举，评估各类故障尤其是突发的极端场景的影响。为通过适航审定，这种正向研发过程需要研发团队对产品所使用的技术做到无知识盲区，解说清楚每个设计点的设计依据和标准，这需要研发团队在多个客户的机型上经历多年科研阶段工作才能做到。可以发现，海外 eVTOL 飞控供应商大多有民航大飞机飞控的研发背景，我国 C919 大飞机地飞控系统由霍尼韦尔提供，国内总体来说在载人飞控系统开发方面基本为空白。

图19： 2011-2020 年波音飞机未知事故仅发生 3 次但导致 322 人死亡（单位：人，次）

原因	死亡人数	次数
飞行过程中失去控制	694	8
未知	322	3
在飞行中与地形、水或障碍物发生碰撞	229	6
系统/组件故障或故障（非动力装置）	157	2
系统/组件故障或故障（动力装置）	154	2
超越跑道表面（起飞/着陆）	127	7
其他	92	11

资料来源：上观新闻，《商用喷气式飞机事故统计（1959 至 2020 年）》，浙商证券研究所

G7 国家限制飞控系统出口，eVTOL 飞控国产替代势在必行。1987 年，G7 国家（加拿大、法国、德国、意大利、日本、英国和美国）建立了导弹及其技术控制制度，旨在防止一切可以运载核武器、化学武器和生物武器的导弹和无人驾驶航空飞行器及相关技术的扩散。成员国目前增至 35 个国家，而我国尚未加入。加之价格、合作模式等原因，霍尼韦尔等海外飞控公司尚未与国内任何 eVTOL 主机厂建立合作，并且考虑到大国博弈及其引发的逆全球化，我们认为未来与海外飞控厂商的合作也面临一定的挑战和风险。而低空经济作为新质生产力，自主可控也必然是核心要求，eVTOL 飞控系统国产替代势在必行。当前狮尾智能、边界智控、昂际航电、中航 618 所等有望在 eVTOL 飞控领域率先实现突破。

表8： 海内主要飞控厂商简介

飞控厂商	客户	公司简介
边界智控	广汽研究院、沃兰特以及亿维特等	团队核心成员参与过商飞 C919 飞控和航电系统研制，并负责过国内和海外多款 eVTOL 飞控系统开发，拥有丰富的民航飞机飞控和机载系统的研发和适航审定经验。目前已完成新一代符合民用航空高安全等级标准的三余度双通道飞控计算机的技术攻关和产品定型，成为国内首家进入适航审定阶段的高安全等级客运 eVTOL 型号的飞控系统供应商。
狮尾智能	多零等	研发团队由航空领域内具有多年研发经验的专家组成，核心人员来自于国际航电供应商以及北大、北航、交大等高校，拥有精湛的专业知识和深厚的航空电子、人工智能、自动驾驶等行业从业背景，是国内经历完整民机飞控适航开发项目的顶级科研队伍。
昂际航电	览翌航空、沃飞长空等	公司由中航工业和 GE 为 C919 航电系统而组件，基于 10 多年的民机航电系统的产品开发及适航经验，昂际航电致力于为 AAM 市场提供更紧凑的、模块化的、可适航的、基于开放式架构的航电和飞控解决方案，使飞行更安全、更简单。
中航 618 所	C919、军用等	中国航空研究院 618 所（西安飞行自动控制研究所，FACRI），是我国航空飞行控制、惯性导航、综合制导三大航空核心技术的研发中心，集自动控制、计算机应用、微电子技术、仿真技术、检测技术研究和精密机械制造、电子装配、光学加工为一体。

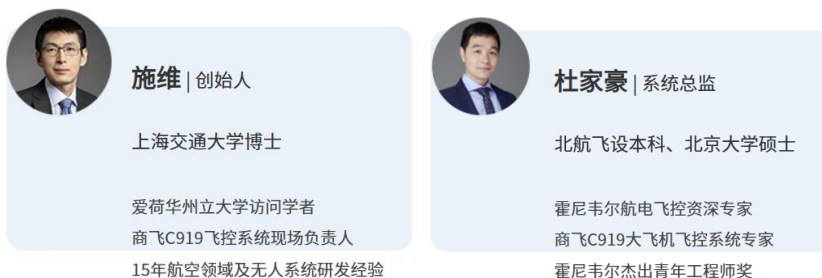
资料来源：36 氪 Pro，狮尾智能公众号，昂际航电公众号，西安电子科技大学官网，吉林大学官网，浙商证券研究所

3.1 狮尾智能：拥有完整民机飞控开发经验，飞巡与 eVTOL 研发良性循环

国产航电飞控系统领跑者，团队核心成员拥有完整的民机飞控适航项目开发经验。狮尾智能成立于 2019 年，2020 年完成天使轮融资，2024 年 7 月成为纵横通信（603602.SH）全资子公司。狮尾智能主营业务涉及 eVTOL、中大型无人机等领域的飞控系统研发及复杂场景下工业无人机的各种应用。狮尾智能团队核心人员来自于霍尼韦尔等国际航电供应商以及北大、北航、交大等高校，是国内经历完整民机飞控适航开发项目的顶级科研队伍。

狮尾智能 2023 年已开始盈利，无人机应用业务与 eVTOL 飞控研发相互促进。在城市工业无人机应用领域，公司形成一套自动化的城市飞巡解决方案，截至 23 年底已累计巡检超过 1000 万平方米；在载人飞行器领域，针对各类航空飞行器提供面向适航的自动飞控系统。据空天界采访，目前公司正专注于高端飞控的研发以及产线建设，已与国内许多主机厂建立了不同层面的合作关系，参与到 eVTOL 适航过程中。据纵横通信调研活动公告，狮尾智能 2023 年已开始盈利，未来将在开展工业无人机应用等业务的同时不断进行飞控研发。

图20：狮尾智能团队核心成员来自霍尼韦尔



资料来源：狮尾智能官网，浙商证券研究所

3.2 边界智控：飞控系统供应多家 eVTOL 主机厂，率先进入适航审定阶段

国内领先的飞控供应商，供应多家头部主机厂。边界智控成立于 2020 年，致力于开发符合民用航空适航标准的飞行控制系统和自动驾驶系统。目前，公司已完成新一代符合民用航空高安全等级标准的三余度双通道飞控计算机的技术攻关和产品定型，成为国内首家进入适航审定阶段的高安全等级客运 eVTOL 型号的飞控系统供应商。目前公司已供应广汽研究院、沃兰特以及亿维特等多家头部主机厂，完成多款机型首飞，并逐渐进入到正式的产品化和适航阶段，在团队、产品、技术、业务及融资等各方面均实现了业内领先。

图21：边界智控里程碑事件复盘



资料来源：边界智控公众号，浙商证券研究所

3.3 昂际航电：C919 核心航电系统供应商，切入 eVTOL 航电飞控

C919 核心航电系统供应商，切入 eVTOL 飞控系统。昂际航电由中国航空工业和 GE 平股合资组建，成立于 2012 年，紫江企业（600210.SH）间接持有昂际航电 5.61% 股权。面向民用飞机市场，业务范围覆盖设计、测试、集成、适航取证和售后服务等领域，提供民用航电产品和系统解决方案。昂际航电作为中国商飞的一级供应商，为 C919 飞机提供核心航电系统。同时，公司也为 AAM 市场及航空公司提供多种解决方案，24 年 2 月与沃飞长空签署 MoU，就 AE200 eVTOL 展开航电套件联合设计、系统集成、适航取证等领域的协同合作；24 年 4 月，与览翌航空签署合作协议，携手开发 eVTOL 项目全尺寸工程验证机的多余度飞控系统，7 月，成功交付览翌航空 LE200 eVTOL 飞控计算机蓝标件和地面站。

图22：昂际航电的紧凑型模块化航电和飞控系统解决方案



资料来源：昂际航电公众号，浙商证券研究所

3.4 航空工业西安飞行自动控制研究所：国之重器，国产飞控系统引领者

飞控国家队，引领国内 GCN 技术发展。航空工业西安飞行自动控制研究所（618 所）是中国航空工业制导、导航与控制（GNC）技术研究中心，围绕飞控、导航、制导等专业的核心技术，提供 GNC 智能系统通用技术平台。飞控方面，618 所重点发展综合飞行器管理、自动着舰、固定翼和旋翼飞机的**电传飞控系统**、无人机**自主控制系统**等控制系统，以及干线客机电传飞控系统、支线/通用飞机自动飞行系统等民机控制系统。旗下中美合资子公司鹏翔飞控作动系统（西安）有限责任公司为 ARJ21、C919 提供飞控系统作动器。

表9：618 所产品介绍

产品	产品介绍
民用飞机飞行控制系统（C919 飞控系统）	民用飞机电传飞行控制系统采用三轴全权限数字式控制，由主飞行控制系统和自动飞行控制系统两个子系统组成，实现对控制对象全包线范围内安全、稳定的控制。整个电传飞控系统设计开发过程均严格遵守 ARP4754A、ARP4761、DO-160G、DO-254 和 DO-178B 等相关标准规定，满足 CAAC/FAA 的适航要求。
民用直升机飞行控制系统	为民用直升机配备的双余度数字式三轴控制系统由计算机子系统、传感器子系统、伺服作动子系统和控制显示子系统组成，具有姿态保持、航向保持、速度保持、高度保持等功能，可实现自动区域导航、自动进近等轨迹控制功能。

资料来源：航空工业西安飞行自动控制研究所，浙商证券研究所

3.5 纵横股份：工业无人机龙头企业，自研飞控和地面指控系统

稀缺的高端工业无人机飞控和地面指控系统供应商。公司成立于2010年，专注于工业无人机相关产品的研发、生产、销售及服务；2014年取得无人机飞控系统领域市占率第一；2015年在国内率先发布并量产垂直起降固定翼工业无人机；目前，公司已成为国内规模领先、最具市场竞争力的工业无人机企业之一，同时也是我国在飞控与地面指控系统领域为数不多的具备高端产品自主研发生产能力的工业无人机厂商。公司飞控及地面指控系统采用了高可靠性分布式架构飞控系统设计技术，具备独立的三余度飞控计算机和任务计算机，采用了异构双余度总线网络和分布式的独立控制器，完成了软件及硬件各模块的解耦设计，在实现高可靠性的同时具备强大的扩展性和开放性。

图23：纵横股份多合一无人机地面控制站



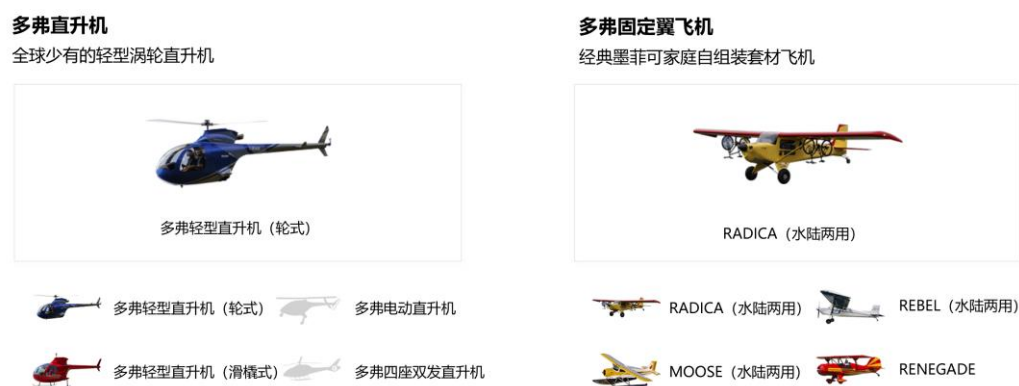
资料来源：纵横股份官网，浙商证券研究所

3.6 恒天海龙：布局飞行控制系统，切入低空经济赛道

跨界布局飞控系统切入低空经济领域。公司主导产品为高性能高模低缩浸胶涤纶帘子布、帆布，已形成三大系列100多个品种。2024年7月，公司公告全资子公司北京多弗海龙飞控科技有限公司注册成立，其经营范围包括与飞行控制系统相关的产品与系统的研发、制造、安装、测试和销售自产产品，是公司进入低空经济领域的切入点。

实控人深耕航空赛道。据证券时报报道，恒天海龙实际控制人胡兴荣旗下的多弗国际控股集团长期从事航空业务，下设上海多弗兴荣航空科技有限公司、温州多弗航空产业集团有限公司、加拿大墨菲飞机制造有限公司、意大利多法航空有限公司等多个经营主体，已经推出了轻型直升机、固定翼飞机等产品，无人机产品、飞行汽车产品也正在规划中。

图24：多弗航空旗下航空器产品



资料来源：多弗航空官网，浙商证券研究所

4 建议关注

eVTOL 飞控系统前景广阔，技术复杂性和适航要求筑起行业高壁垒；无人机飞控系统增长稳健，受益下游需求增长。建议关注：

- (1) eVTOL 飞控系统潜在供应商：纵横通信、中航机载、紫江企业、恒天海龙等；
 (2) 民用无人机飞控系统供应商：纵横股份等。

表10：建议关注标的估值表（单位：元/股，亿元，倍）

证券代码	证券简称	收盘价 (元/股)	总市值 (亿元)	归母净利润（亿元）				PE（倍）			
		2024/8/30		2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
eVTOL 飞控系统潜在供应商											
603602.SH	纵横通信	12.70	26	0.33	/	/	/	80	/	/	/
600372.SH	中航机载	11.26	545	18.86	21.15	24.93	29.17	29	26	22	19
600210.SH	紫江企业	5.08	77	5.60	6.76	7.67	8.88	14	11	10	9
000677.SZ	恒天海龙	2.51	22	0.46	/	/	/	47	/	/	/
民用无人机飞控系统供应商											
688070.SH	纵横股份	25.54	22	-0.64	/	/	/	-35	/	/	/

资料来源：，浙商证券研究所*归母净利润为一致预期

5 风险提示

1) eVTOL 适航审定进度不及预期。eVTOL 属于民航领域新兴事物，按照气动类型可分为多旋翼、复合翼和倾转旋翼。虽然亿航智能已经通过专用条例方法取得型号合格证，但针对复合翼和倾转旋翼机型的 eVTOL 适航审定规章和经验仍是空白。如果适航审定进度不及预期，则会对长距离载人 eVTOL 的商业化进度造成不利影响，进而对载人 eVTOL 飞控系统的需求造成不利影响。

2) 低空空域开放不及预期。国内低空空域开放政策是国内发展 eVTOL 产业最重要的影响因素，虽然目前国家已经发布低空空域基础分类办法和低空空域管理颁发的征求意见稿，但从政策发布到地方政府落实施行仍需要一定时间和实践积累，如果低空空域开发进度和力度不及预期，则会对 eVTOL 和低空经济的发展造成不利影响，进而对 eVTOL 和无人机的飞控系统需求造成不利影响。

3) 国产飞控关键技术突破不及预期。目前国内部分新兴飞控厂商和老牌研究机构已进入飞控系统的适航审定阶段，如果其飞控产品性能未能通过民航局适航认证，且后续技术迭代进度不及预期，将对国产复杂构型载人 eVTOL 的落地进度造成不利影响。

股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、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的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>