

## 低空经济专题（二）

# 飞行器大脑——飞控系统

西南证券研究发展中心  
通信研究团队  
2024年5月

# 核心要点

- **飞控系统是飞行器实现正常飞行的关键部件。** 飞控技术是指通过飞行控制系统对飞行器进行姿态控制、导航定位、任务规划、飞行指令下发、数据处理等操作的技术，飞行控制系统是飞行器的“大脑”，负责接收传感器数据、进行数据处理和算法运算，并输出控制指令以控制飞行器的运动。飞控系统核心组件包括飞行计算机、传感器、执行器、舵机、电源系统、通信系统等，其中飞控计算机为飞控系统的核心组成部分，其实现了飞控系统70%-80%的功能，价值约占飞控系统的20%-30%。
- **随着eVTOL及无人机数量增长，飞控系统需求持续提升。** eVTOL及无人机需要通过飞控系统来完成逻辑判断、控制、导引计算、系统管理等操作，用以满足飞控技术设计的可用性与完整性要求。在低空经济受政策大力支持的背景下，我国飞行器数量快速增长，2023年我国在役的民航飞机规模达4324架，同比增长3.8%；无人机注册数量约为113.2万架，同比增长18.2%，同时国产化率和新机型上线率持续提升，对飞控系统需求持续增长。据航空产业网，2023年全球民航市场飞行控制系统的市场规模约为119.6亿美元，预计到2030年将达到270亿美元，复合增速达12.3%。同时，全球无人机市场飞控系统市场规模约为45亿美元，预计到2030年将达到130亿美元，复合增速达16.4%。
- **飞控技术系大国博弈重要领域，自主可控需求强烈。** 飞控系统在军用与民用领域均有广泛应用，在民用领域，飞控系统在航空运输、通用航空、无人机应用等领域应用于自动驾驶、物流配送、环境监测等场景；在军用领域，飞控系统被用于战斗机、导弹和军用无人机的火控制导、电子干扰等场景，具有极大军事价值。因此，欧美国家对飞控技术出口限制较多，相关技术自主可控需求强烈。飞控系统自主可控路径主要包括无人机厂商自研、车企跨界研发、航空院所科研和民航研发等，各个路径各有优劣，但多点开花推动我国飞控技术持续发展。
- **风险提示：** 技术研发不及预期风险、无人机推广不及预期风险、地缘政治风险等。

# 目 录

---

**1 飞行控制器概述：飞行器的“大脑”**

**2 飞控系统市场规模：航空器必需，市场稳健增长**

**3 飞控系统发展展望：海外技术封锁，国产化需求迫切**

## 1.1.1 飞控技术：定义

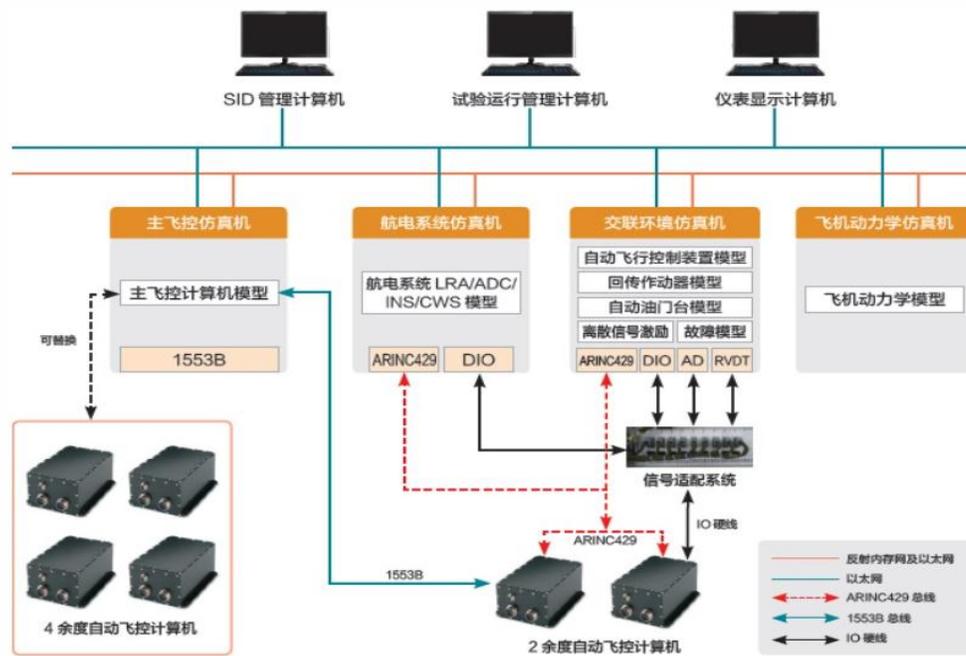
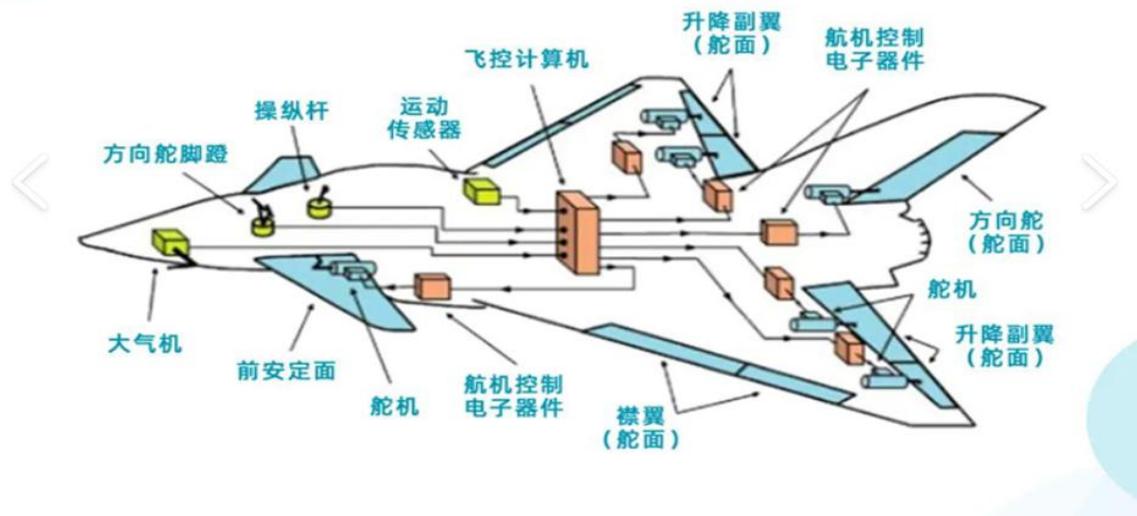
- **定义：**飞控技术是指通过飞行控制系统（Flight Control System，简称FCS）对飞行器进行姿态控制、导航定位、任务规划、飞行指令下发、数据处理等操作的技术。飞行控制系统是飞行器的“大脑”，负责接收传感器数据、进行数据处理和算法运算，并输出控制指令以控制飞行器的运动。

基于电传操纵的飞控系统在飞机中分布示意

飞控系统测试图

基于电传操纵的飞控系统在飞机中分布示意

boundary AI



## 1.1.2 飞控系统分类：可分为姿态控制系统、导航定位系统、任务规划系统、飞行指令下发系统

- 飞控系统可以分为姿态控制系统、导航定位系统、任务规划系统、飞行指令下发系统等。姿态控制系统负责控制飞行器的姿态，包括滚转、俯仰和偏航等。导航定位系统负责确定飞行器的位置和方向，通常采用GPS、惯性导航、视觉导航等技术。任务规划系统可以根据任务需求，规划飞行器的飞行路径、高度、速度等参数。飞行指令下发系统：将飞行指令发送给执行机构，控制飞行器的运动。

飞控系统分类

名称	功能
姿态控制系统	负责控制飞行器的姿态，包括滚转、俯仰和偏航等。
导航定位系统	负责确定飞行器的位置和方向，通常采用GPS、惯性导航、视觉导航等技术。
任务规划系统	根据任务需求，规划飞行器的飞行路径、高度、速度等参数。
飞行指令下发系统	将飞行指令发送给执行机构，控制飞行器的运动。

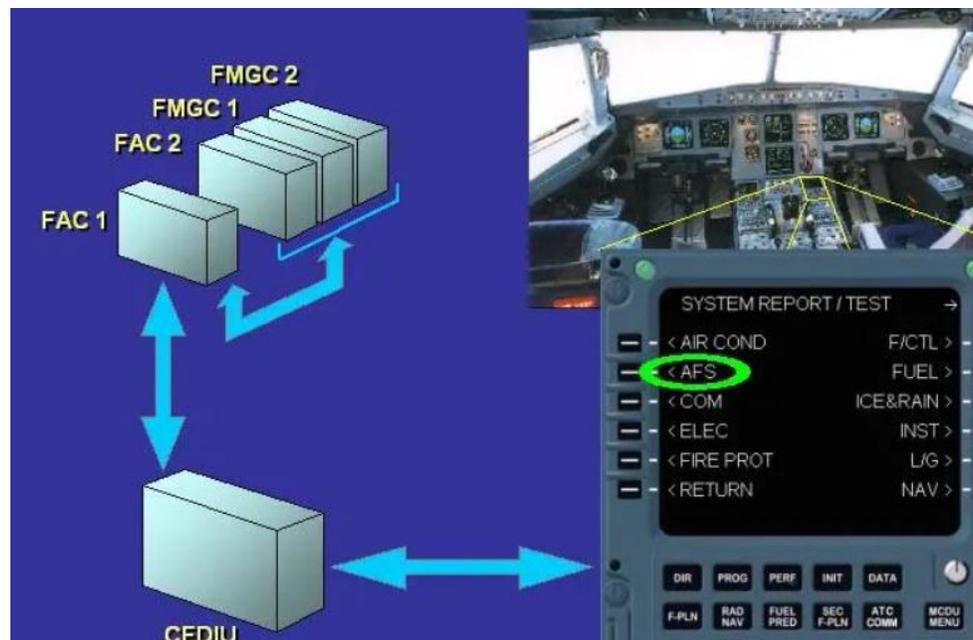
## 1.2 飞控系统：技术原理

- 飞控技术的核心原理是通过多种传感器（如陀螺仪、加速度计、磁力计、气压计等）实时获取飞行器的姿态、速度、位置等信息，并将这些信息传输给飞行控制计算机。飞行控制计算机对这些数据进行处理和分析，通过预先编写的飞行控制算法进行姿态控制和飞行控制，并输出控制指令给执行机构（如电机、舵机等），以实现对飞行器的精确控制。

飞控技术各部件的功能

部件名称	功能
姿态传感器	用于检测飞行器的姿态变化，如滚转、俯仰和偏航等。
高度计	用于探测和计算飞行器所处空中的高精度位置信息。
实时控制器系统	负责实现飞行器的精确悬停、定高返航等功能。

飞行控制计算机示意图



## 1.3 飞控系统：上游组件

- **飞控系统由多个上游组件构成。**其中包括传感器、执行器、舵机、电源系统、通信系统等，飞行数据由传感器获取后，通过控制器算法进行判断输出，再由执行器和舵机来执行飞行指令，以实现飞行姿态的调整与控制。此外，通信系统、故障诊断系统、数据管理系统共同对飞控系统的正常运行提供辅助作用，保障了飞行器的正常运行。

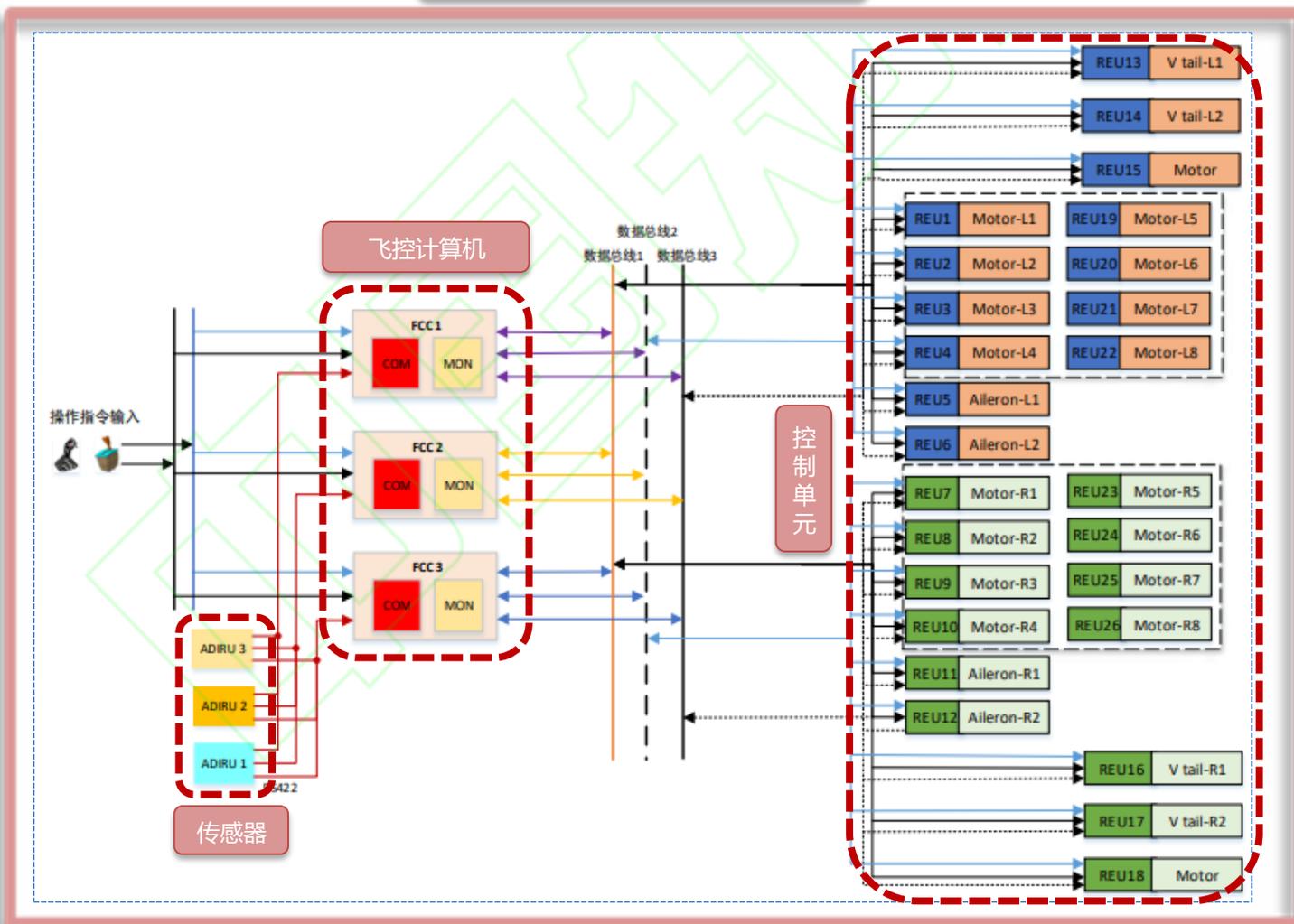
飞控技术的上游部件及其功能

名称	功能
传感器	用于检测飞行器的状态和参数，如飞行速度、高度、方向、坡度等。常见的传感器包括风速传感器、高度计、陀螺仪、磁力计等。
执行器	用于控制飞行器的运动，如油门、刹车、襟翼、机翼等。执行器通常是电机或液压泵，它们通过控制油液或气体的流动来执行飞控系统的命令。
电动舵机	是飞控系统中用于控制飞机各个舵面的执行器。飞行控制计算机通过控制电动舵机的转动角度，可以改变飞机的姿态和航向。
通信设备	用于与地面站、其他飞行器或空中交通管制进行通信。通信设备包括无线电台、数据链等，能够传输语音、数据和导航信息。
电源系统	为传感器、执行器、通信系统等提供稳定的电源供应。电源系统通常包括发电机、电池和充电系统。
控制器	是飞控系统的核心部件，负责接收传感器输入并根据预先编写的程序和飞行规则对飞行器进行控制。控制器可以是单个计算机或一组计算机。
故障诊断系统	用于对飞控系统进行故障诊断和检测，以便在故障发生时及时采取措施。故障诊断系统通常包括传感器读数分析、程序校验和故障诊断软件等。
数据管理系统	对飞行器的状态和参数进行记录和存储以便进行数据分析和故障诊断。数据管理系统通常包括飞行数据记录器、传感器数据记录器和数据服务器等。

## 1.4 飞控系统成本：飞控计算机占比八成

- **eVTOL飞控系统集成化程度更高。**  
相较于传统飞机，陀螺仪、气压计、温度计等零部件均相对独立于飞控系统，对于eVTOL飞控系统，基于高集成化的要求，相关系统将集成到飞控计算机里，因而飞控计算机为飞控系统的核心组成部分，实现飞控系统**70%-80%**的功能，价值约占飞控系统的**20%-30%**。
- 以混合翼eVTOL飞行器飞控系统架构举例，由飞控计算机，大气数据惯性基准组件ADIRU和远程控制电子单元REU等构成。系统工作原理为：1.飞行员操纵指令通过数据总线发送到3台飞控计算机，2.飞控计算机接收传感器的角速度、加速度和大气数据等信号，3.飞控计算机对接收的信号进行校验和信号表决后，用于控制律的计算，并将作动指令发送到REU，控制相对应的电机/舵机驱动旋翼/舵面运动。

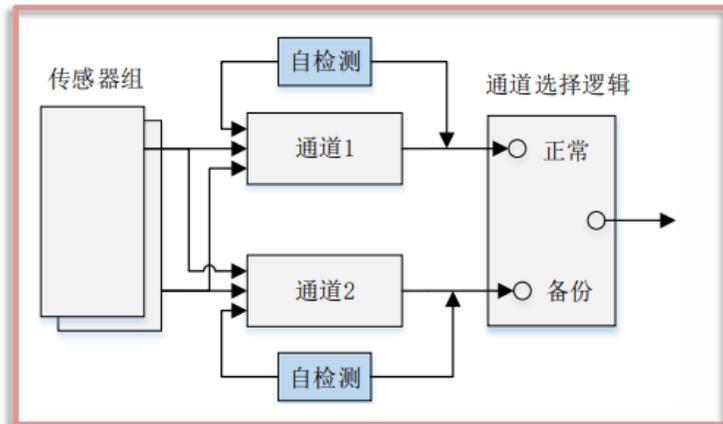
eVTOL飞控系统架构设计



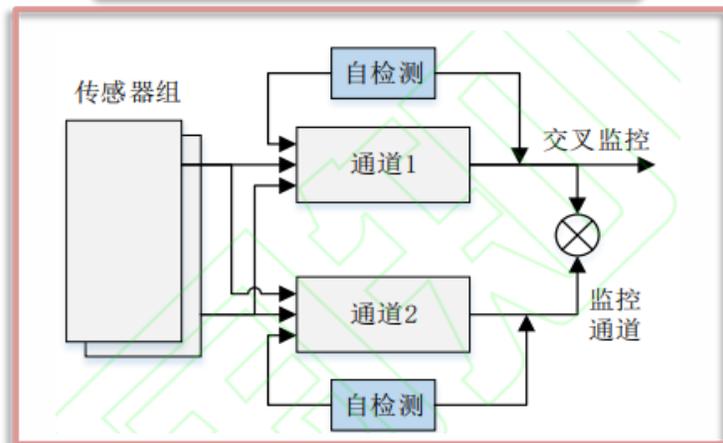
## 1.5 飞控计算机：判断输出核心部件

- 飞控计算机主要完成逻辑判断、控制、导引计算、系统管理等操作，用以满足飞控技术设计的可用性与完整性要求。不同于军用飞机，根据适航规章要求，eVTOL飞控系统需满足可用性与完整性要求。其中**可用性**用于衡量系统提供服务的能力，要求系统在发生某个故障时仍然处于功能状态；**完整性**要求系统的工作结果准确可靠，在架构设计中应通过比较监控的方式对错误的信号识别并进行隔离。
- 以右图为例，图中3台飞控计算机功能完全相同，单个飞控计算机可实现控制功能，确保飞控计算机的可用性，3台飞控计算机通过交叉通道数据链路进行数据交换，以保证冗余度飞控计算机间的数据同步和交叉数据传输。单个飞控计算机采用非相似的指令通道和监控通道，以抑制处理器的共模故障，监控通道与指令通道同步工作。

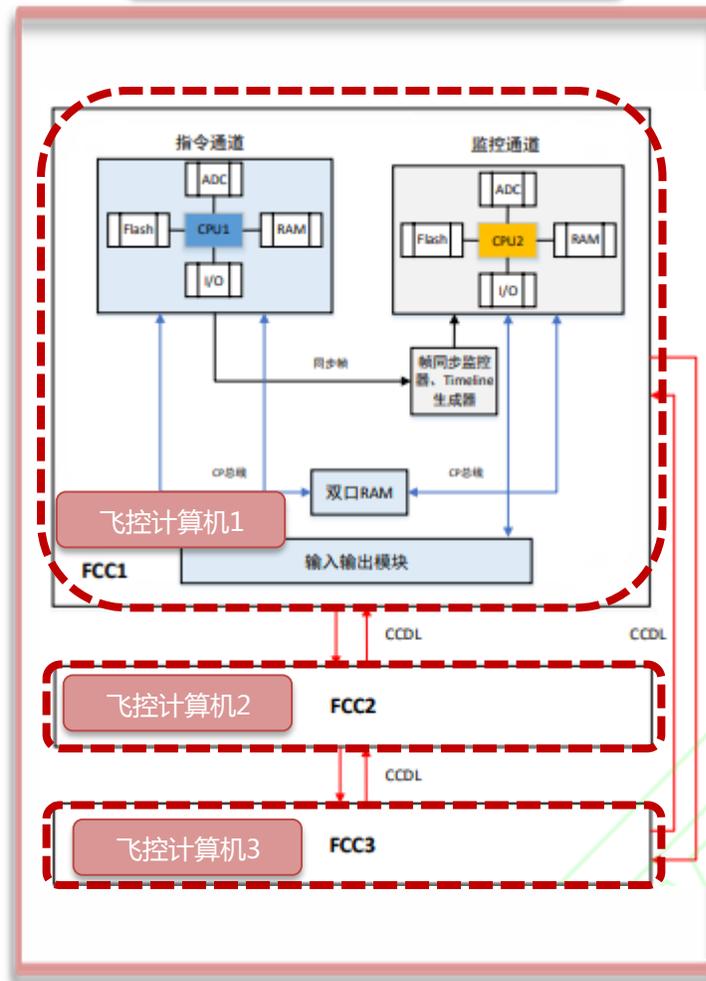
### 可用性（双通道架构）



### 完整性（比较监控）



### 飞控计算机架构设计



# 目 录

---

- ◆ 1 飞行控制器概述：飞行器的“大脑”
- ◆ 2 飞控系统市场规模：航空器必需，市场稳健增长
- ◆ 3 飞控系统发展展望：海外技术封锁，国产化需求迫切

## 2.1 低空激励政策密集发布

- **中国政府将低空经济定位为战略性新兴产业，并出台了一系列政策来推动其发展。**以无人机与通用航空作为关键核心的低空飞行产业，连同基础设施建设以及专业服务，一同构建起了低空经济完备的产业链条。这些政策在推动我国低空经济阔步向前的同时，极大地促进了无人机和飞行器技术的推陈出新与广泛应用，也为相关产业赋予了难能可贵的良好发展契机，为低空经济的持续繁荣奠定了坚实基础。

### 近几年我国相关政策

文件名称	发布时间	发布部门	主要内容
《通用航空经营许可管理规定》	2021年1月	交通运输部	对于涉及无人机、飞行器的部分，明确了经营许可的条件和程序，规范了通用航空市场秩序，鼓励和支持合法合规的无人机、飞行器运营活动，以促进通用航空产业包括无人机领域的健康发展，保障飞行安全和公共利益。
《国家综合立体交通网规划纲要》	2021年2月	中共中央、国务院	首次将低空经济写入国家规划，纲要提出，加强交通运输与现代农业、生产制造、商贸金融等跨行业合作，发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济、低空经济。
《“十四五”通用航空发展专项规划》	2022年6月	民航局	要推动通用航空与互联网、创意经济等融合发展，拓展通用航空应用领域。坚持包容审慎，支持应用领域创新，在适航、运营、社会化管理等方面创新行业管理，加大适航、科研支持力度，推动无人机驱动的低空新经济发展。
《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》	2023年5月31日	国务院、中央军委	该条例针对无人机、飞行器等，规定了分类管理办法，明确了适飞与禁飞空域，强调了生产、销售、使用等各环节的安全责任，对驾驶员资质和培训、运行申报审批流程、实名制登记以及与其他飞行器的协调运行等多方面内容都作出了详细规定，旨在规范无人驾驶航空器的飞行及相关活动，保障公共安全和飞行安全。
《民用无人驾驶航空器生产管理若干规定》	2023年12月18日	工信部	自2024年1月1日起施行。为了规范民用无人驾驶航空器生产活动，促进民用无人驾驶航空器产业健康有序发展，维护航空安全、公共安全、国家安全，根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》以及相关法律、行政法规制定的规定。
《2024年国务院政府工作报告》	2024年3月	国务院	积极培育新兴产业和未来产业，巩固扩大智能网联新能源汽车等产业领先优势，加快前沿新兴氢能、新材料、创新药等产业发展，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。
《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030年）》	2024年3月27日	工信部、民航局、科技部、财政部	加快通用航空技术和装备迭代升级，建设现代化通用航空先进制造业集群，打造中国特色通用航空产业发展新模式，为培育低空经济新增长极提供有力支撑。

## 2.1 市场规模逐步增长，飞控需求持续上升

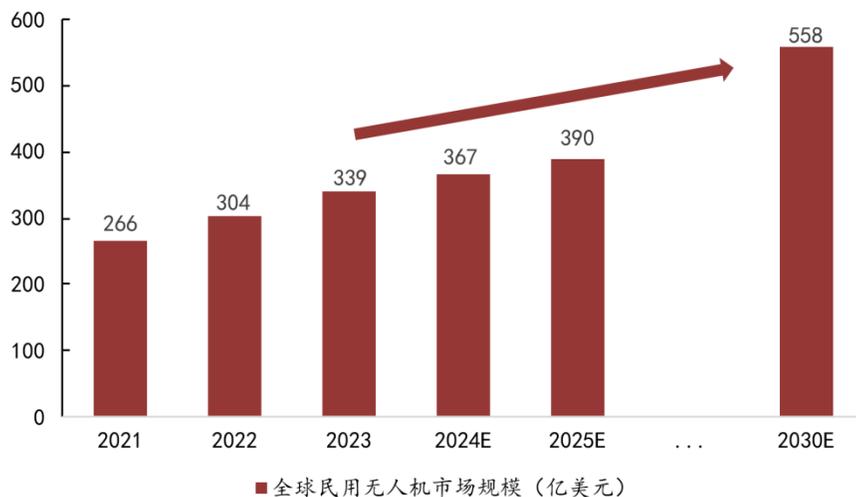
- 随着全球经济的复苏和人们对高品质生活的追求，通用航空市场呈现出快速增长的态势。且由于城镇化与工业化全面进入人口时代，发展中国家对于飞机的需求急速上升。截至 2023年12月，全球航空公司在役的飞机数量为28400架客机。据奥纬咨询预测，2024年至2034年期间，全球商用飞机数量将以2.5%的复合年增长率（CAGR）增长，到2034年初将超过36400架。
- 中国民航经过数十年发展，机队规模已上升至世界第二大。截至2023年，我国拥有在役的民航飞机共有4324架，比上年底增加159架，其中包括客运飞机3955架和货运飞机231架。



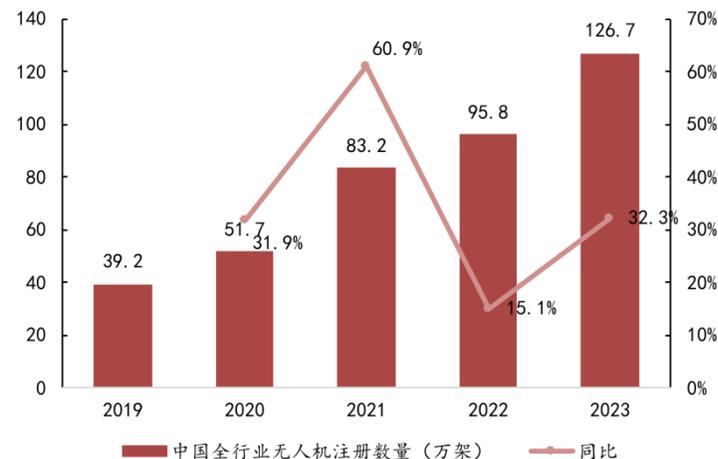
## 2.1 市场规模逐步增长，飞控需求持续上升

- **从全球竞争格局看,美欧以军用和工业级市场为主,中国则在消费级市场占据明显优势。** 俄乌战争中无人机的成功运用某种程度上改变了战争形态,标志着无人武器尤其是战斗无人机正登上战争舞台,并将成为未来战场主角之一。据SIPRI,2023年全球军用无人机规模达121.2亿美元。同时,2023年全球民用无人机市场规模达339亿美元,预计2025年市场规模390亿美元,2030年将达到558亿美元,8年复合增长率约7.8%。
- **无人机产业服务范围已经涵盖农业、工业和服务业。** 民用无人机已在农林牧渔和娱乐航拍领域率先实现行业普及,无人机物流配送业务已延伸到城市商圈与社区,电动垂直起降机型的适航审定工作也正在稳步推进,无人机应用的前景被社会普遍看好。截至2023年底,国内现有实名登记的无人机126.7万架,增长拐点向上。

### 全球民用无人机市场规模



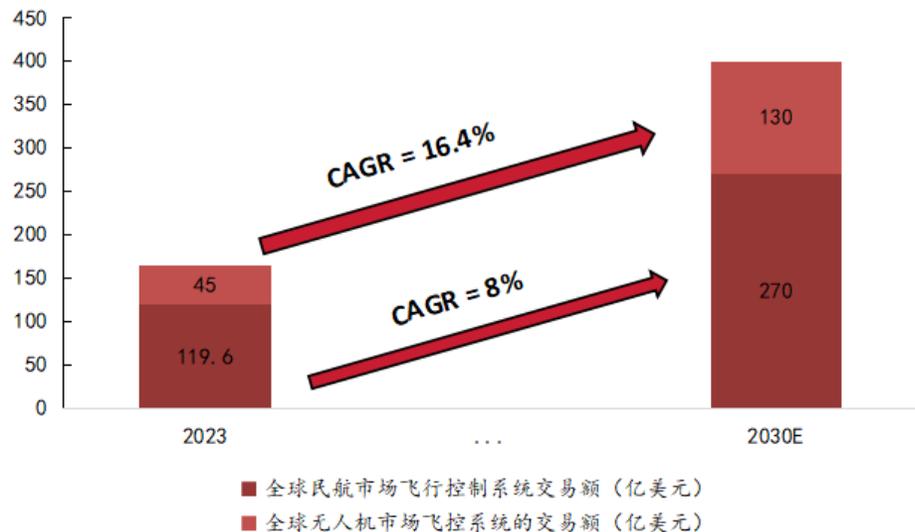
### 国内无人机注册数量



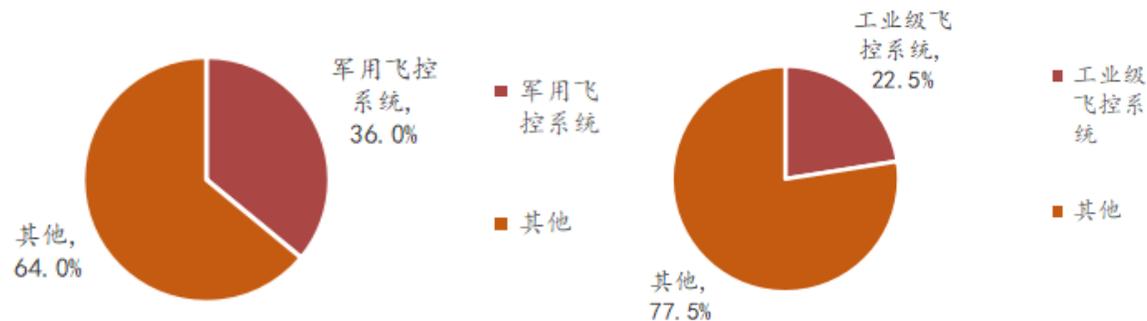
## 2.1 飞控系统：航空器应用广泛，市场规模稳健增长

- **全球民航市场飞行控制系统预计以8%的复合增速增长。**航空业的快速发展、自动驾驶和飞行电子化趋势以及无人机市场的快速增长等因素共同推动了全球飞控系统市场的持续增长。据航空产业网，2023年全球民航市场飞行控制系统的市场规模约为119.6亿美元，预计到2030年将达到270亿美元。同时，全球无人机市场飞控系统市场规模约为45亿美元，预计到2030年将达到130亿美元。
- **飞控系统在国内无人机领域具有重要应用。**无人机在航拍、测量、农业、物流配送、建筑监测、安全监控等领域的应用需要高性能的飞控系统来支持。据航空产业网测算，2023年中国军用无人机市场规模约为百亿级，其中飞控系统市场规模约为36亿元，预计到2030年将达到50亿元以上；工业级无人机市场规模约为20亿元量级，其中飞控系统市场规模约为4.49亿元，预计到2030年将超过11亿元。

全球飞行控制系统市场规模（亿美元）



中国无人机市场飞控系统市场占比情况



## 2.2 竞争格局：欧美企业涉足市场较早，国内厂商大步追赶

供应商	国别	厂家简介
霍尼韦尔 (Honeywell)	美国	创立于1885年，全球500强的高科技企业，其在飞控系统市场中具有显著的市场份额，其产品和解决方案广泛应用于商用航空、军用航空以及无人机等领域。
赛峰 (Safran)	法国	始于1896年，作为欧洲的航空电子设备制造商，在飞控系统市场中占据一席之地，其业务范围涵盖航空（推进、设备和内装）、防务和航天领域。2023年，赛峰计划以18亿美元收购柯林斯飞控业务，旨在减少相关供应链的依赖程度，为下一代平台提供有利的定位。
泰雷兹 (Thales)	法国	始创于2000年，是一家业务遍及各大洲的国际企业，所服务的五大业务市场对各国社会至关重要，包括航空、航天、地面交通、防务与安全以及数字身份与安全，注重在飞控系统产品方面的集成和创新，通过提供一体化的解决方案来满足客户的不同需求。
昂际航电	中国	成立于2012年，由航空业的两大领先企业GE公司和中航工业集团平股合资组建为C919提供核心航电解决方案。在国内飞控系统领域已有一定时间的布局，在民航领域具有技术和市场份额的优势。
电科航电	中国	成立于2009年，致力于提供先进的飞控系统解决方案，主要从事机载航电系统分系统、设备以及相关地面系统与设备软硬件的设计、开发、集成、生产、销售、维修和服务。
纵横股份	中国	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，公司是国内规模领先、最具市场竞争力的工业无人机企业之一
边界智控	中国	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，弥补国内民用核心航电系统的空白，完善民用航空产业的生态。

### 国内飞控系统供应商



### 国外飞控系统供应商



# 目 录

---

- ◆ 1 飞行控制器概述：飞行器的“大脑”
- ◆ 2 飞控系统市场规模：航空器必需，市场稳健增长
- ◆ 3 飞控系统发展展望：海外技术封锁，国产化需求迫切

### 3.1.1 飞控在民航中的应用场景

➤ **飞控系统广泛应用于民用航空领域。**各细分领域中应用场景较多，主要包括航空运输、通用航空、无人机应用等领域，极大地提高了效率，并在现实中不断扩展应用场景，为民用航空的发展提供了重要支撑。

下游场景	主要应用场景	用途具体说明
航空运输	飞行稳定性和控制	确保飞行过程中飞机保持稳定的姿态和轨迹，使之能够按照预定航线飞行，提高飞行安全性，尤其对于长距离飞行时缓解驾驶员的疲劳、减轻驾驶员的工作负担
	自动驾驶	实现部分或全阶段的自动驾驶功能，包括自动导航、自动起飞、自动巡航、自动降落等功能，减轻飞行员工作负担，尤其在一些恶劣天气或复杂的环境下，驾驶员难于精确控制飞机的姿态和航迹，自动飞行控制系统可以精确对飞机姿态和航迹的精确控制
	故障检测与处理	实时监测飞机的运行状态，及时发现并处理潜在故障，保障飞行安全
通用航空	飞行培训	飞控系统可以帮助学员在训练过程中更好地掌握飞机的控制技巧，如俯仰、滚转、偏航等姿态的稳定控制，提高学员的操作准确性和协调性
	公务飞行与私人飞行	飞控系统使飞机能拥有自动驾驶、自动导航和自动着陆等功能，能够提供精确的飞行控制，减少人为错误和飞行员疲劳对安全的影响，为商务人士带来便利的出行方式，并提高私人飞行员的飞行安全性
无人机应用	物流配送	无人机飞控系统使无人机能够准确地将货物送达目的地，提高物流效率，降低成本，如顺丰速运、京东物流等在特定场景下已经开始记性无人机物流配送
	航拍摄影	飞控系统能使得无人机保持航拍设备的平稳，确保拍摄画面清晰稳定，按照预设的航线进行，根据拍摄需求进行多角度、高难度拍摄
	医疗救援	在火灾等紧急情况下，快速定位遇险人员，投放救援物资，提高救援效率。如地震空中侦查、投送救生圈等
	环境监测	利用无人机携带各种环境监测传感器，飞控系统控制其在海洋、森林、农田等特定区域进行监测，实时掌握环境状况，及时发现异常情况
	农业植保	飞控系统飞控系统能够精确控制无人机的飞行轨迹和速度，适应不同地形的农作物，有利于实现精准植保，还可以搭载多种传感器对农田进行多维度检测
	地理测绘	根据测绘任务的要求，飞控系统可以规划最佳的飞行航线，并实现自动飞行，提高作业效率和数据采集的准确性
	监控管理	在大型活动现场或紧急处置、维护社会治安方面能够及时发现情况，便于及时处理。无人机还可以跟踪、建工关机道路和路口，及时反馈道路通行情况，便于交通管理。此外，在监视违规建筑、巡查存储输油管道系统、巡视高压线路与拉线等方面也发挥着重要作用

## 3.1.2 飞控在军航中的应用场景

- **飞控系统在军航中起着关键作用。**在战斗机与轰炸机上，它能根据飞行员指令精确调整飞机姿态、速度和飞行方向，在特殊情况时智能辅助，此外还能提示故障信息；与火控系统紧密配合，提高作战精度与效能。在无人机上，可规划飞行路径、执行侦察打击任务。在导弹上，能精准控制飞行并追踪目标，提升命中概率。飞控系统的应用提升了军事行动的安全性和准确性，增强了战斗力。

飞控系统在军航中的应用

下游场景	主要应用场景	用途具体说明
战斗机与轰炸机	智能飞控	飞控系统可以根据飞行员的操作指令，快速而精准地调整飞机的姿态、速度和飞行方向，在飞行员判断出现失误或者飞行员无法操作的情况下（尤其遭遇强气流或极端情况），智能飞控技术将自动辅助。除此之外飞控系统的计算机还会自动提示飞行员哪些地方发生故障或者有问题。
	飞火耦合	飞控系统与火控系统紧密结合，火控系统给出瞄准高低角误差和方位误差，飞控系统计算出优化飞行指令，通过超控耦合器综合实现自动/手动控制飞机，完成优化飞行动作。特别是可在低空复杂气流条件下保持飞机的稳定，从而提高战机投放武器的精度
无人机	侦查监视	精确规划无人机的飞行路径，使其能隐蔽地接近目标区域进行长时间的侦察，同时实时调整飞行状态以躲避敌方探测
	精准打击	爆震弹、烟雾弹、催泪弹等武器弹药可以安装在察打一体无人机上，通过地面进行锁定，利用机载火控系统对目标实施精准打击，对反恐防爆有较好效果
	电子战	控制无人机执行电子干扰、信号欺骗等任务，干扰敌方的通信和雷达系统
导弹	飞控追踪	飞控系统能够精准控制导弹的推力、姿态和飞行轨迹，确保导弹按照预定方案飞行。导弹飞行控制系统还可以追踪攻击目标，根据目标的动态变化和各种干扰因素，时调整导弹的飞行参数，以提高命中的可能性

## 3.2 飞控系统升级需求

- **轻量化需求**：目前的电传操纵系统主要应用于民航客机上，处于几十吨级别，但eVTOL机型多为1-2吨的最大起飞重量，在整机重量、体积小的情况下，叠加旋翼类飞机的不稳定因素，对零部件体积和重量提出苛刻要求。
- **经济化需求**：eVTOL在城市客运(UAM)、区域客运(RAM)、货运、个人飞行器、紧急医疗服务等非长距离场景的应用。在追求高效率的同时，需要做到面向大众市场的低成本。与民航客机动辄几百万美金的飞控系统预算不同，eVTOL的飞控系统提供商需要使得产品和服务匹配eVTOL的成本结构。
- **适航需求**：考虑到飞行安全和监管政策带来的适航性挑战是航空器能进入民用市场的先决条件，飞控系统需要满足较高的可靠性要求。

### 飞控系统安全性要求

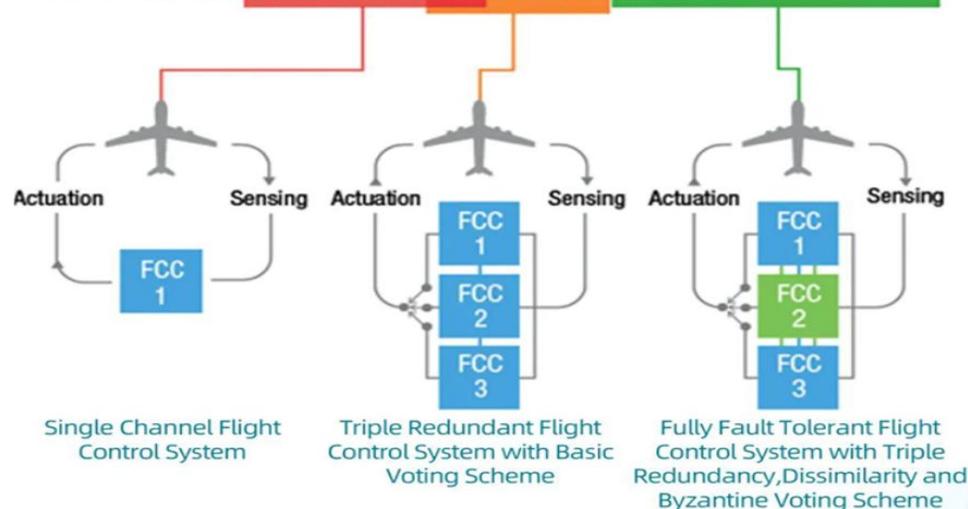
#### 第25.1309条 设备、系统及安装(CCAR25 R4) 对飞机上关键系统的安全性要求



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	$<10^{-3}/FH$	$<10^{-5}/FH$	$<10^{-7}/FH$	$<10^{-9}/FH$

### 飞控系统升级衍变

0.0000000001/Flight Hour



### 3.2.1 相关技术对华受限，自主可控需求高

- **欧美飞行器技术长期对华限制出口。**长期以来，美国以所谓的“国家安全”“技术保护”等借口，对中国在飞行器及相关领域实施了一系列出口限制和禁令。2020年，美国制定《出口管制条例》（Export administration regulations, EAR），对美国向中国出口的各类航空器制造组件做出限制，如大型客机在机翼、机身段和安定面的生产过程中需要的零部件和碳纤维复合材料，均属于严格管控的材料；以及飞机维修产业需要的工具、设备和零备件等，均落入《出口管制条例》类目。
- 2022年，美国商务部工业与安全局（BIS）正式在联邦纪事上发布公告，通过临时规则（Interim final rule）的形式对《出口管理条例》进行修订，将4类新兴和基础性技术物项列入《商业管控目录》，分别为氧化镓、金刚石、特定ECAD软件和用于开发和生产燃气轮机部件或系统的压力增益燃烧（PGC）技术，后两者均为航空航天国防工业中的重要物项。

#### 美国工业及安全局简介



#### Bureau of Industry and Security

Advancing U.S. national security, foreign policy, and economic objectives by ensuring an effective export control and treaty compliance system and promoting continued U.S. strategic technology leadership.

### 3.3 多方发力助力自主可控，技术研发有望多点开花

不同国产化路径的优缺点

	无人机厂商	车企	航空院所	民航
优点	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>发展速度快</b>：无人机迭代速度快、成本低，在我国拥有广泛的应用场景与丰富的飞行经验。</li> <li><b>市场广阔</b>：拥有较大的市场需求，且国家级各省层面对无人机（尤其是工业级）发布多项政策，鼓励、支持、规范无人机行业发展。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>协同效应强</b>：车企在制造工艺、供应链管理等方面有一定经验，能够与飞控系统研发形成协同效应。</li> <li><b>资金实力强</b>：资金资金规模大，可以支持大规模、深入的研发工作，为实现大规模量产提供资金保障，降低生产成本。同时，后期能够投入更多资金进行市场推广和营销，提升产品知名度和市场占有率。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>专业知识丰厚</b>：拥有深厚的航空技术积累和专业知识，与航空领域其他环节紧密配合，能够形成良好的产业协同。</li> <li><b>专业人才众多</b>：汇聚众多航空领域的专家和技术人才，具备强大的研发能力。</li> <li><b>国家安全</b>：对产品质量和安全的把控更为严格，有利于自主掌握核心技术确保国家航空安全。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>丰富管理运营经验</b>：拥有丰富的航空运营经验和完善的管理体系，在实际飞行中积累了大量数据和经验，有助于优化飞控系统，还有利于资源整合和协同发展。</li> <li><b>人才众多</b>：具备大量专业的航空运营和管理人才。</li> <li><b>客户基础强</b>：能更好地理解用户需求，使飞控系统更贴合实际应用。已有的航空客户资源有利于产品的推广和应用。</li> </ul>
缺点	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>技术受壁</b>：美国禁止飞行器和无人机飞行器技术流入中国，面临技术挑战，核心元器件为中国短板，核心技术受制于人。</li> <li><b>军民融合度低</b>：民营企业大多处于基础零部件生产供应环节，直接参与核心元器件和关键原材料的层级较低。</li> <li><b>市场竞争力低</b>：我国无人机口碑、体量等难以达到相应要求，不利于取证、适航，与国外产品竞争相比面临一定的市场压力。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>技术跨度大</b>：汽车与飞控系统属于不同领域，车企完全自研难度大，同时对飞控行业的理解和认知可能需要一定时间来适应和提升。</li> <li><b>人才缺乏</b>：飞控系统研发需要大量专业的航空人才，包括研发、试飞、运营等方面，车企在该方面人才缺乏。</li> <li><b>适航认证难</b>：飞控产品运行要获得相关部门的适航认证，过程复杂且要求严格，适航认证困难。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>市场敏感度低</b>：对市场需求的反应可能不如企业迅速，市场敏感度相对较低，且在决策、资源调配方面效率相对企业较低。</li> <li><b>资金来源相对单一</b>：主要依靠政府拨款或项目资金，在资金筹集方面可能受限。</li> <li><b>商业运营经验相对缺乏</b>：在市场推广、运营管理等方面的经验可能不如企业丰富。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>前瞻性投入不足</b>：民航在既有运营模式下，对一些新兴的、具有前瞻性的技术可能关注和投入不够及时。</li> <li><b>研发能力稍欠</b>：在某些专业领域可能不如航空院所拥有更深入的专业团队，核心技术研发上面能力稍显不足。</li> <li><b>资源分散</b>：民航的业务重心主要在运营方面，研发资源相对分散，难以像航空院所那样集中力量进行专项研发。</li> <li><b>资金不足</b>：民航资金主要依赖自身运营收益和有限的融资渠道，通常更注重稳定运营和回报，在对飞控系统国产化的大规模投资上可能较为谨慎，资金投入相对较少。</li> </ul>

## 风险提示

---

- 技术研发不及预期风险；
- 无人机推广不及预期风险；
- 地缘政治风险等。



西南证券

SOUTHWEST SECURITIES

分析师：叶泽佑

执业证号：S1250522090003

电话：13524424436

邮箱：yezy@swsc.com.cn

## 西南证券投资评级说明

报告中投资建议所涉及的评级分为公司评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6个月内的相对市场表现，即：以报告发布日后6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。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。

公司评级	买入：未来6个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在20%以上 持有：未来6个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于10%与20%之间 中性：未来6个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%与10%之间 回避：未来6个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-20%与-10%之间 卖出：未来6个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市：未来6个月内，行业整体回报高于同期相关证券市场代表性指数5%以上 跟随大市：未来6个月内，行业整体回报介于同期相关证券市场代表性指数-5%与5%之间 弱于大市：未来6个月内，行业整体回报低于同期相关证券市场代表性指数-5%以下

## 分析师承诺

报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

## 重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与作者在自身所知范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

《证券期货投资者适当性管理办法》于2017年7月1日起正式实施，本报告仅供本公司签约客户使用，若您并非本公司签约客户，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或关联机构可能会持有报告中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或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告仅供参考之用，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。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，本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。

本报告

删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告及附录的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。



# 西南证券研究发展中心

## 西南证券研究发展中心

### 上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴21世纪大厦10楼

邮编：200120

### 北京

地址：北京市西城区金融大街35号国际企业大厦A座8楼

邮编：100033

### 深圳

地址：深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦22楼

邮编：518038

### 重庆

地址：重庆市江北区金沙门路32号西南证券总部大楼21楼

邮编：400025

## 西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	手机	邮箱	姓名	职务	手机	邮箱
上海	蒋诗烽	总经理助理、销售总监	18621310081	jsf@swsc.com.cn	张玉梅	销售经理	18957157330	zymyf@swsc.com.cn
	崔露文	销售副总监	15642960315	clw@swsc.com.cn	阚钰	销售经理	17275202601	kyu@swsc.com.cn
	谭世泽	高级销售经理	13122900886	tsz@swsc.com.cn	魏晓阳	销售经理	15026480118	wxyang@swsc.com.cn
	汪艺	高级销售经理	13127920536	wyyf@swsc.com.cn	欧若诗	销售经理	18223769969	ors@swsc.com.cn
	李煜	高级销售经理	18801732511	yfliyu@swsc.com.cn	李嘉隆	销售经理	15800507223	ljlong@swsc.com.cn
	卞黎旸	高级销售经理	13262983309	bly@swsc.com.cn	龚怡芸	销售经理	13524211935	gongyy@swsc.com.cn
	田婧雯	高级销售经理	18817337408	tjw@swsc.com.cn				
北京	李杨	销售总监	18601139362	yfly@swsc.com.cn	张鑫	高级销售经理	15981953220	zhxin@swsc.com.cn
	张岚	销售副总监	18601241803	zhanglan@swsc.com.cn	王一菲	销售经理	18040060359	wyf@swsc.com.cn
	杨薇	资深销售经理	15652285702	yangwei@swsc.com.cn	王宇飞	销售经理	18500981866	wangyuf@swsc.com
	姚航	高级销售经理	15652026677	yhang@swsc.com.cn	路漫天	销售经理	18610741553	lmtyf@swsc.com.cn
	胡青璇	高级销售经理	18800123955	hqx@swsc.com.cn	马冰竹	销售经理	13126590325	mbz@swsc.com.cn
广深	郑龔	广深销售负责人	18825189744	zhengyan@swsc.com.cn	丁凡	销售经理	15559989681	dingfyf@swsc.com.cn
	杨新意	广深销售联席负责人	17628609919	yxy@swsc.com.cn	陈紫琳	销售经理	13266723634	chzlyf@swsc.com.cn
	张文锋	高级销售经理	13642639789	zwf@swsc.com.cn	陈韵然	销售经理	18208801355	cyryf@swsc.com.cn
	龚之涵	销售经理	15808001926	gongzh@swsc.com.cn				