



华安证券  
HUAAN SECURITIES

# 低空经济系列报告三：低空政策大力支持，关注无人机产业链

2024年10月18日

分析师：张志邦 (S0010523120004)  
邮箱：zhangzhibang@hazq.com



### 1、构型：无人机可分为固定翼、多旋翼、直升机、复合翼四类，复合翼无人机率先普及

- 固定翼无人机：具有高航速、长航时、长航程的特点，但对起降空间要求较大，无法实现空中悬停，多用于巡逻侦查、航测等场景。
- 无人直升机：可垂直起降，机动性及载荷能力强，但结构复杂，成本高，多用于消防救援、物流配送等场景。
- 多旋翼无人机：结构简单，价格便宜，易于垂直起降，但续航和载重能力较差，多用于电力巡检等场景。
- 复合翼无人机：结合了固定翼和多旋翼的优点，但技术复杂，制造成本高，多用于应急救援等场景。

### 2、产业链：无人机机身是无人机的核心部分，承载关键组件

- 机身材料：包括碳纤维复合材料、铝合金、钛合金和玻璃纤维复合材料，需要具备轻质、高强度、耐腐蚀等特性。
- 动力系统：由电机、电子调速器、螺旋桨和电池组成，是无人机飞行的心脏。

### 3、无人机政策大力支持、应用领域不断扩展，市场规模有望快速增长

- 飞控系统：无人机的“大脑”，包括传感器、机载计算机、伺服作动设备等。
- 无人直升机飞控：比无人机飞控更复杂，需要处理更复杂的飞行控制算法。
- 需求：中国无人机市场规模有望快速增长，2023年规模约765亿元，2024年规模有望超900亿元。

### 4、公司介绍：万丰奥威、翼飞科技、中创航空（绿能慧充子公司）、小鹏汇天、零重力、亿航智能、纵横股份、沃飞长空



## 1、构型：无人机可分为固定翼、多旋翼、直升机、复合翼四类，复合翼无人机率先普及

1.1、固定翼构型主要分为四大类，适宜长距离飞行任务

1.2、直升机构型主要分为五大类，可成为有人直升机的有力补充

1.3、多旋翼构型主要分为三大类，固定翼和多旋翼性能存在差异

1.4、复合翼构型主要分为三大类，应用领域广泛

## 2、无人机机身是无人机的核心部分，承载关键组件

2.1、动力系统协同工作实现无人机飞行控制，是无人机飞行的心脏

2.1.1、无人机动力系统市场预计2024-2029年稳健增长超20亿美元

2.2、飞控是飞行器的大脑，无人直升机飞控更复杂，更高精度

2.2.1、我国军用、工业级无人机飞控市场规模可观，未来向智能化、模块化、星链技术发展

2.2.2、飞控系统分为开源飞控和商品飞控，昂际航电飞控技术国内领先

## 3、无人机政策大力支持、应用领域不断扩展，市场规模快速增长

## 4、公司介绍



1、构型：无人机可分为固定翼、多旋翼、直升机、复合翼四类，复合翼无人机率先普及

1.1、固定翼构型主要分为四大类，适宜长距离飞行任务

1.2、直升机构型主要分为五大类，可成为有人直升机的有力补充

1.3、多旋翼构型主要分为三大类，固定翼和多旋翼性能存在差异

1.4、复合翼构型主要分为三大类，应用领域广泛



无人机主要分为固定翼、多旋翼、直升机、复合翼四种技术构型。

- **固定翼无人机**：具备高航速、长航时、长航程的特点，对起降空间要求较大，无法实现空中悬停。
- **无人直升机**：可垂直起降，机动性及载荷能力强，续航方面弱于固定翼无人机但优于多旋翼无人机，结构复杂，售价及维修成本高。
- **多旋翼无人机**：结构简单，价格便宜，垂直起降，续航及载重能力差。
- **复合翼无人机**：结合了固定翼与多旋翼的优点，但技术复杂制造成本高，旋翼结构导致其气动效率略低于固定翼结构。

图表：无人机构型及优缺点分析

构型	固定翼	直升机	多旋翼	复合翼
优点	续航能力强，液体燃料航程一般可达2000-3000km，航速快，载重能力强。	垂直起降，可操纵性强，空中悬停，载荷能力强	结构简单，价格便宜，体积小，对起降点要求小	具备固定翼续航及航速航程优势，可垂直起降
劣势	滑行起降对起降点要求较高，无法空中悬停作业	机械结构较多旋翼更为复杂，续航一般600-800km，较固定翼较差，售价及维修成本较高	负载能力弱，续航短，一般满载悬停时长仅为几十分钟，速度慢，稳定性差	技术复杂，成本高
动力	电动/液体燃料	液体燃料	电动	电动/液体燃料
图示				

资料来源：中国物资储运协会、全意航空微信公众号、华安证券研究所整理



无人机不同构型主要参与企业：

构型	主要参与企业	应用场景
固定翼	万丰奥威、腾盾科创、优艾维智能、翼飞智能科技等	军事与安全、农业监测、环境保护和监测、商业运输
直升机	中创航空（绿能慧充）、驼航科技、中航工业集团有限公司、翼飞智能科技、远度科技等	军用/民用（科研、监测）
多旋翼	大疆创新、亿航智能、小鹏汇天、合肥零重力、翼飞智能科技、Volocopter、科比特、飞马机器人、极飞科技、中海达、易瓦特等	航拍、农业、医疗、交通、环保、军事和物流等多个领域
复合翼	峰飞科技、纵横股份、EVE、沃飞长空、沃兰特航空、远度科技、御风未来、亿维特等	大景区低空旅游、市内和城际空中出行等

资料来源：深洪所微信公众号、智能汽车俱乐部微信公众号、公司官网、华安证券研究所整理



今年三月发布的《通用航空装备创新应用实施方案》明确提及建立“干-支-末”三段式物流网络。

### “干线”运输



- 距离：>1000km;
- 载重：吨级
- 航行时长：数小时-数十小时
- 场景：跨省跨区域集散式物流，如各地集散中心之间物流运送。
- 采用机型：**大型固定翼飞机**
- 基建：大中型固定翼飞机一般飞行空域同传统民航类似，可采用传统民航基础设施

### “支线”运输



- 距离：100-1000km;
- 载重：吨级
- 单程时长：数小时
- 场景：省内城市间物流、海盗物流、省内物流中心之间运输等。
- 采用机型：**大中型固定翼、复合翼无人机与无人直升机**等
- 基建：可部分采用现有民航基础设施。

### “末端”递送



- 距离：<10km
- 载重：5-20kg
- 单程时长：<30min
- 场景：从城市内物流点到末端快递柜，乡镇等快递递送等。
- 采用机型：**小型多旋翼无人机**
- 基建：需新建起降点，快递柜及空管系统等基础设施。



固定翼构型主要分为单机翼、双机翼、三面体机翼、倒V尾翼四类。

构型	介绍:	优点:	缺点:
单机翼	单机翼是指机翼与机身相连构成整个飞机主翼的一种布局。它主要的构架特点是简单、轻量、结构紧凑，具有节省材料和制造成本等优势。但由于机翼面积较小，需要高速飞行才能够保持稳定，同时悬停能力、机动性能也比较差。	简单、轻量、结构紧凑、节省材料和制造成本	机动性能差、悬停能力差
双机翼	双机翼是指机翼分别安装在机身两侧，构成双翼的设计方案。它具有较大的机翼面积和升力系数，在低速状态下悬停能力很强，机动能力也比单机翼更好。但其缺点是结构复杂、重量较大，需要较大的起飞和降落空间，同时稳定性也比单机翼稍差。	机型稳定性高、悬停能力强、机动性好	结构复杂、重量较大、起飞和降落空间较大
三面体机翼	三面体机翼是指机翼呈三角锥形，集成了机身、机翼和尾翼在一个整体中，结构比较简单，飞行能力优良，适合进行长距离、高空巡航和侦察任务。但其制造难度较大，成本较高。	结构简单、飞行性能良好、适合长距离和高空巡航任务	制造难度大、成本较高
倒V尾翼	倒V尾翼是指机翼安装在机身顶部，尾翼采用倒V型设计，也称倒V字尾翼。它具有结构简单、造型美观、飞行性能良好等特点，适用于各种应用场景。	结构简单、造型美观、飞行性能良好	不适合载货或者载客等大型应用场景

资料来源：爱采购，华安证券研究所整理



直升机构型主要分为单旋翼、纵列式双旋翼、横列式双旋翼、共轴式双旋翼、交叉式旋翼五类。

构型	示例	介绍:
单旋翼直升机		机上仅安装一副旋翼，升力和推进力均由其产生，安装在机身尾部的尾桨提供平衡旋翼的反扭矩。这是当今技术最成熟、数量最多的直升机型式。
纵列式双旋翼直升机		机体上方两个旋翼串联，没有尾桨。两台发动机在机身后部。后旋翼安装位置比前旋翼要高，这样可以避免两个旋翼叶片发生碰撞。飞行受直升机重心变化影响小，悬停更稳定，研发门槛高。
共轴式双旋翼直升机		两个旋翼安装在同一个旋转轴上，上下排布，旋转方向相反，反扭力矩可以相互抵消。
横列式双旋翼直升机		两副旋翼沿机体横向左、右排列，其转向也相反。
交叉式旋翼直升机		两副旋翼沿机体横向左、右排列，但其轴线呈“V”型交叉，反向协调旋转。



### 共轴双旋翼直升机:

**构型:** 采用上下共轴反转的两组旋翼用来平衡旋翼扭矩, 不需尾桨。

**特点:**

- 1) **操纵性强:** 重量和载重均集中在直升机的重心处, 减少了直升机的俯仰和偏航的转动惯量。
- 2) **体积小:** 旋翼半径仅为同重量单旋翼直升机的70%, 纵向尺寸仅为60%左右。
- 3) **具有较高加速特性:** 俯仰转动惯量大约是单旋翼直升机的一半, 可提供更大的俯仰和横滚操纵力矩。具有较高的加速特性。
- 4) **稳定性强:** 两个旋翼上下排布方向相反, 反扭力矩可以相互抵消。

**劣势:**

- 1) **机身高度较高:** 两个旋翼上下布局, 高度较高。以俄罗斯卡-52为例, 高度达到5.4米, 比普通直升机高近1-2米。
- 2) **飞行过载受限:** 两旋翼转动时气流相互干扰, 飞行时遇风变等情况下碰撞概率增加, 限制飞行过载。

**应用场景:** 舰载机、军事、山区应急救援等对于直升机体积、速度、操纵性能等具有一定需求的场景。



### 纵列式双旋翼直升机:

**构型:** 双旋翼前后纵列, 通常后旋翼稍高于前旋翼, 由同一组发动机驱动反向旋转(抵消反扭矩), 通过总距杆操纵双旋翼的升力变化。

**特点:**

- 1) **悬停稳定性强:** 前后双旋翼布局, 飞行受中心变化影响小, 悬停稳定。
- 2) **舱内空间较大:** 纵列式布局使得机舱较长, 空间大, 能够装配更多的物资和人员。
- 3) **有效载荷大:** 纵列式布局取消了尾桨, 避免产生10%-15%的功率消耗, 旋翼桨叶长度相较于传统单旋翼直升机较短, 重量较轻。

**劣势:**

- 1) **体积大:** 纵列式分布采用前后分布, 机舱体积较大, 不适用于中小机型。
- 2) **操纵性较差:** 纵列式布局使重量集中在机身中部, 提高重心变化范围的同时对其航向变化带来操纵滞后性。
- 3) **气动效率差:** 前旋翼对后旋翼形成干扰, 气动效率较差。

**应用场景:** 物资运输、电力设备检修等对于载荷、悬停能力要求较高及空气稀薄等高原场景。





多旋翼构型主要电动多旋翼、油动多旋翼、油电混合多旋翼三类。

构型	示例	介绍:	技术特点:
电动多旋翼		电动多旋翼无人机以其较短的续航时间和低噪音特性，在城市环境和近距离监控任务中表现出色。由于其结构简单，维护成本相对较低，使得电动机和电池的更换与维护变得容易。尽管在极端温度条件下性能可能会有所下降，但电动多旋翼在航拍、农业喷洒、搜索与救援等短时任务中仍具有广泛的应用。	<b>悬停稳定性:</b> 多旋翼无人机可以在飞行中保持稳定的悬停状态，这对于需要精确定位的任务（如摄影、监控或检查）非常重要。 <b>机动性高:</b> 由于其独特的设计，多旋翼无人机可以执行复杂的飞行动作，包括快速转向、侧飞和倒飞等，这为执行多样化任务提供了可能。
油动多旋翼		油动多旋翼无人机以燃油为动力，具有高能量密度和长时间飞行能力。由于操作复杂且噪音大，更适合在远离城市的工业区或开阔地带使用。结构较复杂，维护需求高，如定期更换机油和检查发动机。在无电力供应或低温环境中表现优异，常用于军事侦察、边境巡逻及长距离货物运输。	<b>结构简单:</b> 多旋翼无人机的结构相对简单，通常由电机、螺旋桨、飞控系统和电池组成。这种简化的设计不仅减轻了重量，也降低了生产成本和维护难度。
油电混合多旋翼		电油混合多旋翼无人机结合电动与油动优势，提供长续航和大载重。操作灵活，结构虽复杂但维护简便。适用于多种环境，尤其在长时间监控、地形测绘和灾难响应中表现优异。	

固定翼与多旋翼性能对比:

➢ 飞行时间和距离:

固定翼无人机在飞行时间和飞行距离上具有明显优势。由于其高效的空气动力学设计，固定翼无人机能够在较低的能量消耗下飞行更长时间和更远距离。相比之下，多旋翼无人机由于持续使用旋翼来产生升力，能量消耗较大，飞行时间和距离相对较短。

➢ 机动性和稳定性:

多旋翼无人机在机动性方面具有优势，能够在空中准确悬停、快速变换飞行方向，适合在狭小空间或需要精确位置控制的环境中操作。固定翼无人机虽然在高速飞行时稳定性好，但不适合在狭窄或复杂的地形中飞行。

➢ 载重能力:

固定翼无人机通常能够携带更重的载荷，这使得它们能够装备更多的传感器或其他设备。多旋翼无人机虽然也可以携带设备，但其载重能力通常受到旋翼数量和电池容量的限制。

资料来源: 雨飞工作室, 无人机知识大全、华安证券研究所整理



### 复合翼构型主要分为升推复合式、尾座式、倾转动力式三类。

构型	示例	介绍:
升推复合式		复合式固定翼无人机融合了旋翼和固定翼的优点，能够垂直起降、悬停及长距离巡航。这种无人机通常配备可变螺距的四旋翼系统和固定翼，通过智能控制系统在不同飞行模式间切换，以优化飞行效率和机动性。
尾座式		尾座式无人机采用了一种独特的布局，其中发动机安装在机体后部，使无人机能够像直升机一样垂直起飞和降落。这种设计简化了机械结构，减少了系统的复杂性。操作灵活性与适用性：尾座式无人机特别适合于舰载使用或在没有跑道的前线地区操作，提供了极高的部署灵活性和适应性。
倾转动力式		倾转动力式无人机通过其动力装置（如旋翼或螺旋桨）的倾转来实现垂直起降和水平飞行两种模式的切换。这种设计允许无人机在保持旋翼机灵活性的同时，拥有固定翼飞机的高速巡航能力。性能表现与应用前景：倾转动力式无人机适合执行长时间的侦察和监视任务，能够在不接受任何着陆设施支持的情况下从高空直接起飞和降落。

资料来源：新浪军事，华安证券研究所整理

复合翼无人机是一种特殊类型的无人机，它结合了多种飞行器设计元素，通常包括固定翼和旋翼的组合。复合翼无人机是一种结合了固定翼和旋翼设计的无人机，具有垂直起降、悬停、长航时、高速飞行和多功能性的特点。它们在多个领域中的应用潜力很大，并且随着技术的不断发展，复合翼无人机的设计和性能将不断改进和拓展。

复合翼无人机通常具有以下特点：

#### ➤ 固定翼和旋翼结合：

复合翼无人机在设计上将固定翼和旋翼结合在一起。这意味着它可以像传统的固定翼飞机一样在空中飞行，同时也可以像旋翼无人机一样垂直起降和悬停。

#### ➤ 垂直起降和悬停能力：

复合翼无人机通过旋翼系统提供垂直起降和悬停能力。这使得它们可以在没有跑道的情况下起降，并且能够在紧凑的空间中进行低速悬停，以便进行任务执行或传感器数据收集。

#### ➤ 长航时和高速飞行：

由于具有固定翼的特性，复合翼无人机通常具有较长的航时能力，并且可以以较高的速度飞行。这使得它们适用于需要长时间航拍、监测或远程侦察的任务。

#### ➤ 多功能性：

复合翼无人机在空中执行多种任务时具有灵活性。它们可以通过固定翼飞行模式进行高速巡航和广域搜索，而在需要时可以切换到旋翼模式进行低速悬停和精确操纵。

#### ➤ 多领域应用：

复合翼无人机在许多领域有着广泛的应用。



2、产业链：无人机机身是无人机的核心部分，承载关键组件

2.1、动力系统协同工作实现无人机飞行控制，是无人机飞行的心脏

2.1.1、无人机动力系统市场预计2024-2029年稳健增长超20亿美元

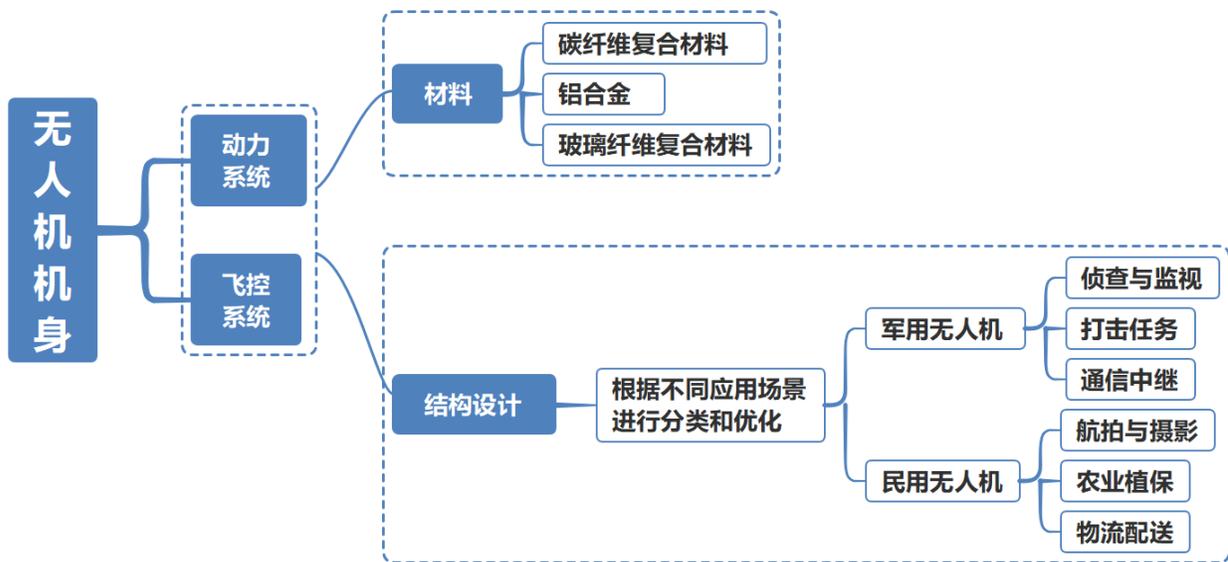
2.2、飞控是飞行器的大脑，无人直升机飞控更复杂，更高精度

2.2.1、我国军用、工业级无人机飞控市场规模可观，未来向智能化、模块化、星链技术发展

2.2.2、飞控系统分为开源飞控和商品飞控，昂际航电飞控技术国内领先



无人机机身是无人机的核心部分，它承载着无人机的所有关键组件，包括动力系统、飞控系统、传感器、通信设备等。机身的材料和结构设计对无人机的性能、稳定性和耐久性具有重要影响。



资料来源：华安证券研究所整理

无人机机身材料：

### ➤ 碳纤维复合材料

**特点：**碳纤维复合材料具有轻质、高强度、高刚度、耐疲劳、耐腐蚀等优异性能。其比强度和比模量高，能够在保证结构强度的同时减轻机身重量，从而提升无人机的续航能力和机动性能。

**应用：**碳纤维复合材料广泛应用于高端无人机机身的制造，特别是在对重量和性能要求较高的场合。例如，全球鹰等著名无人机的机身大量采用碳纤维复合材料。

### ➤ 铝合金、钛合金

**特点：**铝合金、钛合金具备良好的抗腐蚀性、加工性和可焊性，适合用于制造复杂结构件。其密度相对较低，也是减轻无人机重量的重要材料之一。

**应用：**铝合金、钛合金在无人机制造中广泛使用，特别是在对结构性要求较高的部位，如机身骨架等。

### ➤ 玻璃纤维复合材料

**特点：**玻璃纤维复合材料同样具有轻质、高强度的特点，但其性能略逊于碳纤维复合材料。然而，其成本相对较低，适合用于一些对成本有要求的场合。

**应用：**玻璃纤维复合材料在轻型无人机和某些对成本敏感的无人机部件中应用。

材料选择原则：

- **轻质高强：**无人机机身材料应尽可能轻，以减轻整体重量，提高飞行性能。同时，材料应具有较高的强度，以保证机身的承载能力和耐久性。
- **耐腐蚀：**无人机可能需要在各种恶劣环境下工作，因此机身材料应具备良好的耐腐蚀性能，以延长无人机的使用寿命。
- **可加工性：**机身材料应易于加工成所需的形状和尺寸，以降低制造成本和提高生产效率。
- **成本效益：**在满足性能要求的前提下，应尽可能选择成本较低的材料，以降低无人机的制造成本。



无人机动力系统主要由电机、电子调速器、螺旋桨和电池四个部分组成，每个部分都有其独特的功能和作用，共同协作使得无人机能够稳定、高效地飞行。

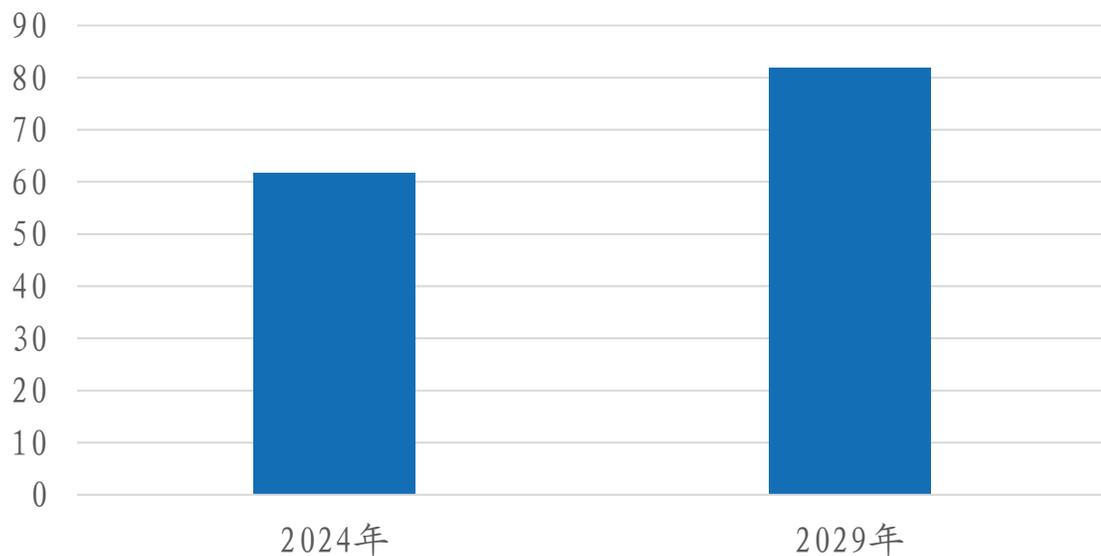
动力系统	示例	介绍	相关标的
电机		电机是无人机动力系统的核心，它驱动螺旋桨旋转从而产生推力，无人机使用的电机通常分为无刷电机和有刷电机两种，无刷电机因为有效率、低维护和长寿命等优点，所以市面上的无人机普遍使用无刷电机。	 
电子调速器		电子调速器，又称为电调，是控制电机转速的设备。通过调节输入电机的电流和电压，电调可以实现对电机转速的精确控制，从而控制无人机的飞行速度和姿态。同时还能提高电机效率，延长电机的使用寿命。	 
螺旋桨		螺旋桨是无人机的动力输出装置，它将电机的旋转动力转换为推力，让无人机可以进行升空前进等动作，螺旋桨的设计对无人机的飞行性能有着直接影响。螺旋桨的尺寸、形状和材质都会影响到上升的推力和飞行效率。	
电池		电池是无人机的能量来源，为电机和电调提供所需的电能，无人机常用的电池类型有锂电池、镍氢电池和锂聚合物电池等。其中，锂电池因为有能量密度高和性能稳定等特点，成为大多数无人机的电池的首选。	  

资料来源：华安证券研究所整理



无人机动力系统市场规模预计到 2024 年为 61.7 亿美元，预计到 2029 年将达到 81.9 亿美元，在预测期内（2024-2029 年）复合年增长率为 5.84%。

图表：全球无人机动力系统市场规模预测（单位亿美元）



资料来源：Mordor Intelligence, 华安证券研究所整理

无人机动力系统的发展趋势主要体现在以下几个方面：

- **提升续航能力：**随着电池技术的不断进步，更高能量密度的电池如固态电池、锂硫电池等被研发出来，这些电池能够显著提升无人机的续航能力。例如，固态电池具有更高的能量密度和更好的安全性，是未来无人机动力系统的重要发展方向。
- **可再生能源应用：**探索太阳能、风能等可再生能源在无人机上的应用，通过集成太阳能板或风力发电装置，实现无人机在飞行过程中的能量补充，从而延长飞行时间和距离。
- **涡轮发动机的应用：**涡轮发动机相较于传统的活塞式发动机具有更高的推重比和更好的性能表现，有望逐步取代活塞式发动机成为无人机动力系统的主流选择。

涡轮发动机在无人机的具体应用

高速飞行	涡轮发动机使得无人机能够实现高速飞行，满足军事侦察、目标追踪等需要快速响应的任务需求。
高海拔飞行	涡轮发动机通过增压技术，能够确保在高海拔地区依然保持强劲的动力输出，使无人机能够在更广泛的空域内执行任务。
长航时飞行	对于需要长时间飞行的无人机，涡轮发动机的高效率和低油耗特性能够帮助无人机延长飞行时间，执行更远距离的侦察、监测等任务。

资料来源：Mordor Intelligence, 华安证券研究所整理



无人机飞控系统和无人直升机飞控系统虽然在功能上都扮演着飞行器的“大脑”角色，但它们在实现方式和面临的技术挑战上存在一些差异。无人机飞控系统和无人直升机飞控系统在构成上的不同点主要体现在以下几个方面：

- **操纵系统复杂性：**无人直升机飞控系统具有更复杂的操纵机构，包括自动倾斜器、变距舵机和拉杆组件，这些机构专门用于控制旋翼的飞行姿态，而无人机飞控系统通常不需要这些组件。
- **航向与油门控制：**无人直升机飞控系统具有专门的航向操纵机构和油门操纵机构，用于控制尾桨距角和发动机油门，而多旋翼无人机的飞控系统通常通过整体调整电机转速来控制飞行姿态。
- **飞行控制算法：**无人直升机的飞控计算机需要处理更复杂的飞行控制算法，特别是涉及旋翼周期变距的控制，而无人机的飞控算法更侧重于多旋翼的转速调整。

图表：无人机与无人直升机飞控系统构成

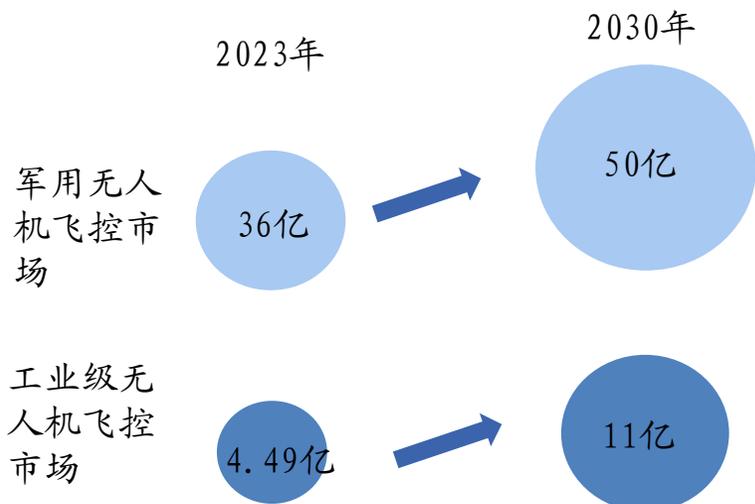
飞控系统	无人机	无人直升机
传感器部分	包括IMU（惯性测量单元）、GPS（全球定位系统）、气压计、超声波传感器等，用于获取无人机的实时姿态、位置、高度、速度等信息。	与无人机类似，但可能需要更高精度和更多样化的传感器来适应更复杂的飞行模式。
机载计算机（飞控子系统）	作为飞控系统的大脑，负责处理传感器数据，执行飞行控制算法，输出控制指令。	更为复杂，能够处理更复杂的飞行控制算法，如旋翼的周期变距控制。
伺服作动设备（舵机）	根据飞控计算机的指令调节电机转速或舵面偏转，实现无人机的姿态控制。	<p><b>操纵系统：</b>包括自动倾斜器、变距舵机和拉杆组件，用于控制旋翼的飞行姿态。</p> <p><b>航向操纵机构：</b>通过航向舵机驱动推拉钢索，控制尾桨变距机构，实现航向控制。</p> <p><b>油门操纵机构：</b>通过油门舵机控制发动机油门的开启度，实现对发动机的控制。</p>
通信与导航系统	用于无人机和地面控制站之间的数据传输，包括遥测数据和遥控指令。	包括地面控制站、机载姿态传感器、定位与导航设备等，确保精确的飞行控制和导航。
电源管理	为飞控系统及其组件提供稳定的电力供应。	为无人直升机的飞控系统和任务设备提供电力。
任务载荷接口	允许无人机携带并使用不同的任务设备，如摄像头、传感器等。	根据任务需求携带不同的设备，如侦察、监视设备等。

资料来源：华安证券研究所整理



飞控系统在国内无人机领域具有重要应用，预计2030年市场规模将达到50亿元以上。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。

图表：中国军用与工业级无人机飞行控制系统市场规模预测（亿元）



资料来源：航空产业网，华安证券研究所整理

无人机飞控系统的发展趋势可以从以下几个方面进行概述：

- **智能化与自主化**：随着人工智能、大数据等技术的发展，无人机飞控系统正逐步实现智能化和自动化。这包括自适应控制算法，使无人机能够自主判断飞行状态并相应调整控制策略，从而提高系统的稳定性和可靠性。
- **软件模块化**：硬件SoC化将带来软件结构的标准化，不同功能的软件模块可以通过标准化的底层驱动和通信协议进行共享和升级，形成飞控软件的商业模式，降低新功能开发的难度。
- **星链技术**：美国太空探索技术公司提出的星链（Starlink）计划，是一种低轨互联网星座计划。它的目标是建设一个全球覆盖、大容量、低时延的天基通信系统，在全球范围内提供高速互联网服务。这种技术可以有效推动军事通信网络与商业通信网络之间的无缝切换。

图表：星链技术在无人机的应用

### 星链技术在无人机的具体应用

- |               |  |
|---------------|--|
| <b>远程控制</b>   | 星链技术为无人机提供了全球范围内的通信覆盖，使得无人机可以在任何地方进行远程控制。这种技术极大地扩展了无人机的作战范围和应用场景。  |
| <b>实时数据传输</b> | 星链技术提供的高速数据传输服务使得无人机在执行任务过程中能够实时传输视频、图像等信息。这对于指挥员获取实时、准确的战场情报至关重要。 |
| <b>自主导航</b>   | 通过星链技术，无人机可以接收准确的全球定位信号，实现精确的自主导航。这大大提高了无人机的作战效率和生存能力。             |

资料来源：无人机技术圈，华安证券研究所整理



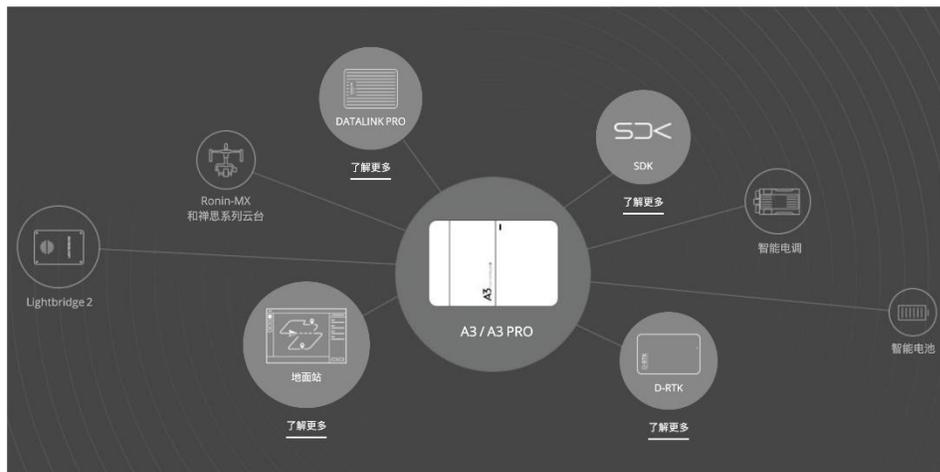
## 2.2.2、飞控系统分为开源飞控和商品飞控，昂际航电飞控技术国内领先

华安研究·拓展投资价值

- 主要的飞控设计生产厂商有：大疆创新、成都纵横、极飞科技、零度智控、易瓦特、3Drobotics、Parrot。
- 飞控按照是否公开源代码的方式分为开源飞控和商品飞控：开源飞控的代表有：APM、AutoQuad、PX4/Pixhawk等，商品飞控主要有大疆公司的A3系列、零度智控的X4-V2无人机飞控、极飞科技SUPERX2等。评价飞控的好坏主要考虑四个方面：适配、稳定、功能、服务。

- 昂际航电凭借中美技术转让和专业背景，在国产飞控系统领域占据领先地位；而其他企业则在续航、取证、安全性等方面面临挑战。国内飞控系统领域，昂际航电和电科航电表现突出，分别专注于民用和军用市场。昂际航电得益于中美技术转让，拥有波音787的核心技术，成为C919飞控系统的核心供应商，并已启动针对EVTOL的高集成化项目。
- 在国产飞控系统厂商排序中，昂际航电和电科航电位于T1级别。T2级别是军工企业，面临续航和取证挑战。T3级别包括车企，尽管智能驾驶技术先进，但与航天航空相比仍有较大差距。T4级别则是从无人机领域转型的企业，其安全性和体系支撑尚需加强。

图表：大疆A3多旋翼飞行控制系统



资料来源：华安证券研究所整理

图表：国内外飞控系统供应商

国内飞控系统供应商		国外飞控系统供应商
 中电科航空电子有限公司 CETC Avionics Company Limited		 
 昂际航电		
 中创航空 ZHONGCHUANG AVIATION		

资料来源：各公司官网, 华安证券研究所整理

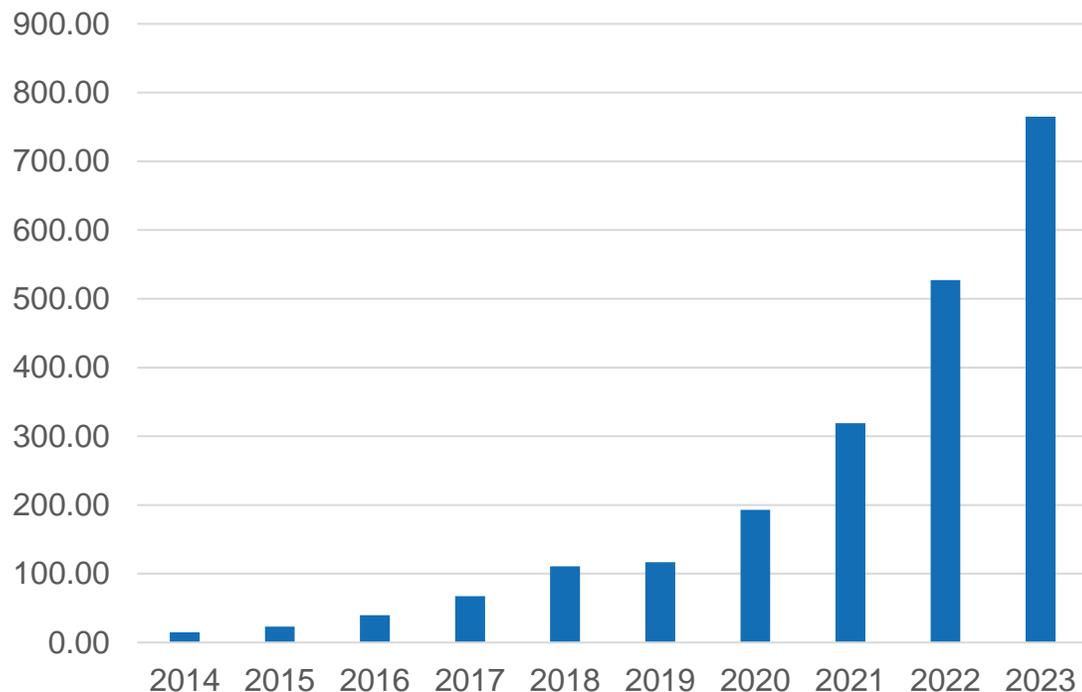


3、无人机政策大力支持、应用领域不断扩展，市场规模快速增长



中国无人机市场规模正在快速增长。2023年，中国无人机市场规模达到约765.1亿元，同比增长45.18%，反映了中国无人机市场在近年来显著的增长趋势。

图表：中国无人机市场规模（单位：亿元）



资料来源：iFind, 华安证券研究所整理

市场增长的主要驱动力：

- **政策支持：**各地政府高度重视无人机产业的发展，出台了一系列政策和规划来支持无人机技术的研发和应用。党的二十届三中全会审议通过的《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》对“健全现代化基础设施建设体制机制”作出系统部署，其中专门提到“发展通用航空和低空经济”。
- **市场需求：**无人机在中国各个领域的应用不断扩展。

应用分类	具体分类	应用领域
军用无人机	侦查无人机	战略监视、通信中继、电子对抗、校射侦查（主要型号：全球鹰、搜索者等）
	攻击无人机	察打一体、反弹拦截、地、海面轰炸（主要型号：捕食者、攻击-11、彩虹等）
	诱饵无人机	充当诱饵、迷惑敌方（主要型号：ADM-20、perdix等）
	货运无人机	物资运输、油补给（主要型号：K-MAX、飞象等）
民用无人机	工业级无人机	安防、农林植保、电力巡检、物流、勘探、城市规划、水利监测等
	消费级无人机	航拍、表演等

资料来源：华安证券研究所整理



#### 4、公司介绍



公司名称	主要产品	其他
万丰奥威	汽车和摩托车铝合金轮毂、镁合金压铸产品、环保达克罗涂覆和固定翼通用航空飞机	
翼飞科技	多旋翼、固定翼等无人驾驶航空器及相关服务	
中创航空	纵列双旋翼无人直升机与飞控系统	
小鹏汇天	陆空一体式飞行汽车	2024年08月05日，小鹏汇天获不公开的投资者10.71亿元人民币B轮融资。
零重力	载人eVTOL飞行器	
亿航智能	无人机	旗舰产品EH216-S已获得中国民航局颁发的全球首张无人驾驶载人电动垂直起降（eVTOL）航空器型号合格证（TC）、生产许可证（PC）和标准适航证（AC）。
纵横股份	大鹏CW-007、CW-10、CW-15、CW-20、CW-25、CW-30、CW-100七大系列垂直起降固定翼无人机系统	
沃飞航空	倾转动力纯电动垂直起降飞行器（AE200）、轻型飞行汽车（VoloCity）	2024年07月30日，沃飞长空获成都重产基金B+轮融资。

资料来源：各公司官网，华安证券研究所整理



- **公司简介:** 浙江万丰奥威汽轮股份有限公司是一家以大交通领域先进制造业为核心的国际化公司，已形成汽车金属部件轻量化产业和通航飞机创新制造产业“双引擎”驱动发展格局。已获得中国民航局颁发的DA40NG、DA50RG飞机生产许可证PC以及DA62/DA42/DA40/DA20/DA50等多款飞机型号认可证VTC。
- **主要产品:** 汽车和摩托车铝合金轮毂、镁合金压铸产品、环保达克罗涂覆和固定翼通用航空飞机。
- **核心团队:** 董瑞平（总经理）、吴少英（副总经理）、李亚副（总经理,董事）、杨华声（副总经理）、陈善富（财务总监）





- **公司简介:** 翼飞智能科技(武汉)有限公司2016年3月在中国。武汉光谷成立。以“无人机+”理念和农业信息化平台的思维模式,专注无人机智能控制,精准变量施药,农业植保大数据系统的产业化开发应用,集产品研发,制造,销售,数据服务于一体。
- **主要产品:** 公司主要从事多旋翼、固定翼等无人驾驶航空器的研发、生产、销售、培训、应用服务。



湖北科农A4-6小型植保机



湖北科农A4-10遥控自动作业植保机

资料来源:翼飞智能科技(武汉)有限公司官网,华安证券研究所整理



- **公司简介：** 公司为上市公司绿能慧充（600212.SH）子公司。嘉兴中创航空技术有限公司作为高新、创新型中小企业，拥有27项知识产权，核心成员来自南航、东南和英国南安普顿等国内外知名高校，是国内少有的同时具备重载无人机飞行平台与飞控系统研制能力的厂家，其产品覆盖军用物资投送、消防救援、物流和电力等应用场景，飞控系统广泛用于中大型无人直升机项目。
- **主要产品：** 纵列双旋翼无人直升机。



### ZC45无人直升机

最大载荷25KG  
最大起飞重量55KG



### ZC300无人直升机

最大载荷140KG  
最大起飞重量300KG



### ZC500无人直升机

最大载荷260KG  
最大起飞重量650KG

资料来源：嘉兴中创航空技术有限公司官网，华安证券研究所整理



- **公司简介：**小鹏汇天是亚洲规模最大的飞行汽车公司，是小鹏汽车的生态公司。小鹏汇天以城市空中出行UAM（Urban Air Mobility）为目标，融合智能汽车与现代航空，致力于打造全球最安全的智能电动飞行汽车，在未来城市空中交通、旅游观光、应急救援、警用巡逻等领域，为城市立体交通提供产品和解决方案，并且将“为个人用户打造飞行汽车”作为我们的优先发展路线。
- **主要产品：**陆空一体式飞行汽车。
- **核心团队：**何小鹏（董事长）、赵德力（创始人&总裁）、王谭（联合创始人&副总裁）、郑从威（联合创始人&副总裁）、王义（副总裁）
- **投融资：**小鹏汇天成立于2020年09月23日，涉及领域有先进制造、航空航天。2024年08月05日，小鹏汇天获不公开的投资者10.71亿元人民币B轮投资。



陆空一体式飞行汽车

超跑造型 飞行系统可收纳至车内 陆行/飞行双模式座舱



- **公司简介：**公司成立于2021年3月，总部位于合肥高新区，在南京、深圳、嘉兴等地分别设有研发、运营、生产、试飞等分支机构。零重力始终坚持以“未来、绿色、创新”为总体发展理念，以“构建地球上第三种交通生态”为愿景，以“绿色飞行、服务民生”为使命，以新能源航空器为载体，在推动航空产业“绿色革命”及先进空中交通的发展上持续深耕，为我国早日建成综合立体交通体系贡献力量。
- **主要产品：**零重力以载人eVTOL飞行器为核心，布局电动固定翼飞机、电动垂直起降飞行器等多元化新能源航空器，推动绿色航空产业发展。



资料来源：零重力公司官网，华安证券研究所整理



- **公司简介:** 亿航智能 (Nasdaq: EH) 是一家全球领先的城市空中交通科技企业, 致力于让每个人都享受到安全、自动、环保的空中交通。亿航智能的旗舰产品EH216-S已获得中国民航局颁发的全球首张无人驾驶载人电动垂直起降 (eVTOL) 航空器型号合格证 (TC)、生产许可证 (PC) 和标准适航证 (AC)。
- **主要产品:** 无人机。



资料来源: 亿航智能公司官网, 华安证券研究所整理



- **公司简介：**成都纵横自动化技术股份有限公司主营业务是工业无人机相关产品的研发、生产、销售及服务。公司产品先后多次获得“地理信息科技进步一等奖”“电力创新奖一等奖”以及“工业设计红点奖”“CES创新奖”等多个行业应用创新奖项，并进入全球工业无人机企业前列。
- **主要产品：**公司的主要产品为大鹏CW-007、CW-10、CW-15、CW-20、CW-25、CW-30、CW-100七大系列垂直起降固定翼无人机系统,产品广泛应用于测绘与地理信息、巡检、安防监控、应急等领域。
- **核心团队：**任斌（公司创始人，CEO和总经理）、王陈（联合创始人&副总经理）、陈鹏（联合创始人&监事会主席）



图 纵横大鹏 CW-100 垂直起降固定翼无人机

一体化设计、模块化组装，全程自主飞，垂直起降，简单易用。



CW-15

多用途电动智能垂直起降无人机



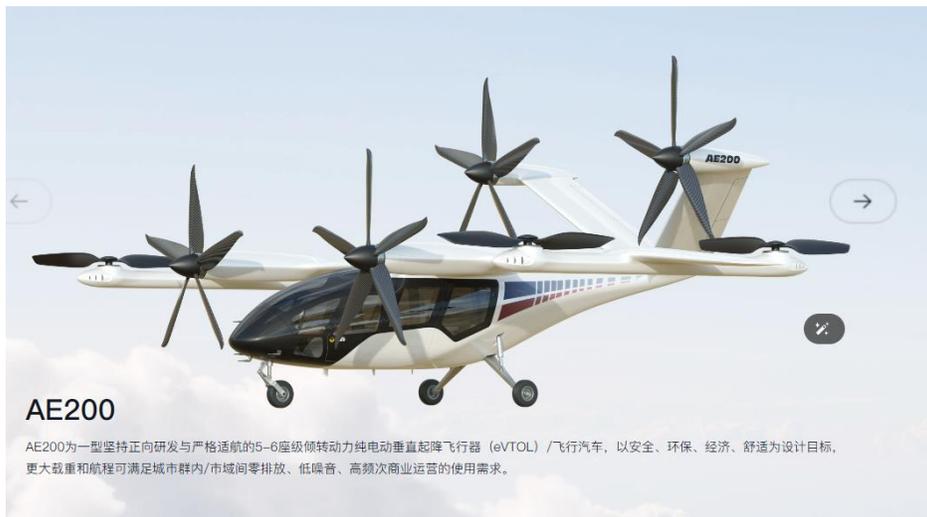
CW-25E

长航时电动垂直起降无人机

资料来源：成都纵横自动化技术股份有限公司官网，华安证券研究所整理



- **公司简介：**沃飞长空是浙江吉利控股集团有限公司旗下品牌，致力于全球低空智慧交通飞行器研发与商业化运营；是吉利科技集团旗下新通航战略的实践者，是一家以低空出行为核心的科技公司，总部位于成都。
- **主要产品：**倾转动力纯电动垂直起降飞行器（AE200）、轻型飞行汽车（VoloCity）。
- **投融资：**沃飞长空成立于2016年04月22日，涉及领域有汽车交通。2024年07月30日，沃飞长空获成都重产基金B+轮投资。



资料来源：浙江吉利控股集团有限公司官网，华安证券研究所整理



- 政策推进不及预期。若中央及地方政策推进进度不及预期，或影响低空经济市场开发。
- 相关公司进展不及预期。多数公司eVTOL产品尚处于测试或适航取证阶段，若产品测试及适航取证进展不及预期可能影响低空经济市场开发进度。
- 行业竞争激烈，产品价格下降超出预期。可能存在产品价格下降超出预期等情况。
- 下游营运需求不及预期。低空通航、货运、观光游览等应用场景需求不及预期可能传导至上游低空飞行器、相关零部件及配套基础设施等产业链相关环节。



➤ 分析师与研究助理简介

分析师 张志邦：华安证券电新行业首席分析师，香港中文大学金融学硕士，5年卖方行业研究经验，专注于储能/新能源车/电力设备工控行业研究。

➤ 分析师声明

本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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

➤ 免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。华安证券及其所属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投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。



➤ 投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

➤ 行业评级体系

增持—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 5%以上；

中性—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-5%至 5%；

减持—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 5%以上；

➤ 公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。 市场基准指数为沪深300指数。



华安证券  
HUAAN SECURITIES

35

华安研究·拓展投资价值

# 谢谢！