

兴业军工行业深度系列之四 军用无人机行业深度研究

2017年08月28日

推荐 (维持)

重点公司

重点公司 评级

相关报告

《兴业军工行业深度系列之三
惯性导航——主动指引,精确打击》
2017-08-25

《兴业军工行业深度系列之二
高温合金行业深度研究》
2017-08-21

《兴业军工行业深度系列之一
雷达天线罩行业深度研究》
2017-08-15

分析师:

石康

shikang@xyzq.com.cn

S1220517040001

研究助理:

黄艳

huangyanyjs@xyzq.com.cn

投资要点

- 无人机(Unmanned Aerial Vehicle, 简称 UAV)通常是指由机载动力驱动,由人为远程操作或自主程序控制飞行,可执行多种任务并能回收重复使用的无人驾驶飞行器。无人机与传统载人飞机最明显的不同是驾驶员不在机上,飞行器设计不受人的生理控制。同时,其发射/回收方式、造价、体积大小、操控方式等多个方面与载人飞机存在较大的差异。
- 无人机系统发展到今天,已经演变为由飞行器分系统、地面站分系统、任务载荷分系统、综合保障分系统4大分系统组成。无人机按照军事用途划分可以分为靶机,侦察无人机、无人攻击机、通信中继无人机以及察打一体无人机。
- 美国的无人机型号众多,其各种类型的无人机往往引领世界无人机发展的方向。以色列、俄罗斯、英国、法国、德国以及我国都是世界无人机强国。
- 我国拥有众多实力强劲的无人机研制生产优势单位,如:成飞所、成飞、沈飞所、贵飞、洪都集团、北航无人机所、南航无人机所、西工大爱生科技、航天科技十一院、航天科技九院、航天科工三院、总参60所等。同时还有大量机构积极参与到了无人机行业中,如:中电科54所、北方导航、中航智、中航双兴、韦加股份、基石创新、一电航空、泊松技术、全华时代、耐威科技、山东矿机、晨曦航空、华讯方舟等。
- 未来无人机发展大致呈现出9种趋势:察打一体化、滞空长时化、结构隐身化、微小型化、高度智能化、综合集成化、使用协同化、作战网络化、装备系列化。其中长航时无人机、微小型无人机、作战无人机和无人机集群将是发展的重点方向。
- 全球军用无人机市场的乐观预期与全球军费的止步不前形成了鲜明的对比,未来无人机市场将备受关注。根据 Visiongain 以及 Market Forecast 提供的数据显示,2016年,全球军用无人机市场约为74.47亿美元,到2026年将会增长至139亿美元,年复合增长率为6.44%。根据中投顾问数据显示,我国军用无人机需求总额将由2013年5.7亿美元增至2022年20亿美元,10年需求总额将达到120亿美元,年复合增长率15%,远高于全球军用无人机市场预期增长速度。我国军用无人机仅占国防开支中装备费用的约0.5%,仅相当于美国90年代水平,因此发展潜力巨大。
- 风险提示:产业发展不及预期;市场竞争加剧。

目 录

1 无人机概述.....	- 5 -
1.1 无人机定义.....	- 5 -
1.2 无人机发展历史.....	- 5 -
2 无人机分类.....	- 8 -
2.1 无人机系统的构成.....	- 8 -
2.2 无人机的用途.....	- 17 -
3 国外无人机.....	- 21 -
3.1 美国.....	- 21 -
3.2 以色列.....	- 24 -
3.3 俄罗斯.....	- 26 -
3.4 英国.....	- 28 -
3.5 法国.....	- 29 -
3.6 德国.....	- 30 -
4 国内军用无人机研制生产单位.....	- 31 -
5 无人机未来发展趋势及市场.....	- 52 -
5.1 长航时无人机.....	- 53 -
5.2 微小型无人机.....	- 55 -
5.3 作战无人机.....	- 56 -
5.4 无人机集群化.....	- 57 -
5.5 无人机市场预测.....	- 59 -
图 1 “空中鱼雷”无人机.....	- 6 -
图 2 峰后无人机.....	- 6 -
图 3 复仇者无人机.....	- 6 -
图 4 发展无人机系统结构图.....	- 8 -
图 5 无人机飞行器系统组成.....	- 9 -
图 6 无人机卫星导航.....	- 10 -
图 7 全球鹰无人机指挥控制试验室.....	- 11 -
图 8 数据链系统.....	- 12 -
图 9 无人机情报分发系统工作流程图.....	- 13 -
图 10 地面用户接受中继无人机情报信息.....	- 13 -
图 11 手抛发射无人机.....	- 14 -
图 12 无人机弹射式发射装置.....	- 14 -
图 13 撞网回收.....	- 14 -
图 14 绳钩回收.....	- 14 -
图 15 翼龙无人机可选武器挂载.....	- 16 -
图 16 无人机遥测系统原理框图.....	- 16 -
图 17 长空一号.....	- 18 -
图 18 全球鹰无人机.....	- 19 -
图 19 搜索者无人机.....	- 19 -
图 20 未来无人机与载人战斗机协同作战假想图.....	- 19 -
图 21 无人机通信中继模型.....	- 20 -
图 22 鬼眼无人机.....	- 21 -
图 23 SR-72 无人机.....	- 22 -
图 24 Predator B/MQ-9 “死神”无人机.....	- 22 -

图 25	侦察兵无人机.....	- 24 -
图 26	哈比无人机.....	- 25 -
图 27	苍鹭无人机.....	- 25 -
图 28	视察员 101 无人机.....	- 27 -
图 29	视察员 301 无人机.....	- 27 -
图 30	不死鸟无人机.....	- 28 -
图 31	雷神无人机.....	- 28 -
图 32	麻雀无人机.....	- 29 -
图 33	神经元无人机.....	- 30 -
图 34	KZ0 无人机.....	- 31 -
图 35	翼龙 I 无人机.....	- 33 -
图 36	翼龙 II 无人机.....	- 33 -
图 37	海巡者（灵龙）无人机.....	- 33 -
图 38	VD200 垂直起降无人机.....	- 33 -
图 39	翔龙无人机.....	- 33 -
图 40	云影无人机.....	- 34 -
图 41	暗剑无人机.....	- 35 -
图 42	神雕无人机.....	- 35 -
图 43	利剑无人机.....	- 35 -
图 44	鸢鹰 II 无人机.....	- 36 -
图 45	鸢鹰 III 无人机模型.....	- 36 -
图 46	洪都航空营收及增速.....	- 37 -
图 47	洪都航空主营构成.....	- 37 -
图 56	鸿雁 HY30 无人机.....	- 40 -
图 57	B1 靶机.....	- 42 -
图 58	B2 靶机.....	- 42 -
图 59	ASN-206 无人机.....	- 42 -
图 60	ASN-209F 无人机.....	- 42 -
图 61	ASN301 反辐射无人机.....	- 42 -
图 62	彩虹-4 无人机.....	- 44 -
图 63	彩虹-5 无人机.....	- 44 -
图 64	航天十一院营收及增速.....	- 44 -
图 65	南洋科技 2016 年主营业务收入构成.....	- 45 -
图 66	南洋科技 2016 年营业毛利率.....	- 45 -
图 67	重组完成后股权机构.....	- 45 -
图 68	航天九院研制的某型号无人机.....	- 46 -
图 69	WJ-600 无人机.....	- 47 -
图 70	WJ-600A/D 无人机.....	- 47 -
图 71	S200J 型大机动亚音速靶机.....	- 48 -
图 72	S300 亚声速靶机.....	- 48 -
图 73	S-400 型超音速靶机.....	- 48 -
图 74	WZ-6B 型无人机.....	- 48 -
图 75	无人机发展趋势.....	- 53 -
图 76	大气层结构图.....	- 54 -
图 77	美国计划部署边境高空飞艇.....	- 54 -
图 78	秃鹰无人机.....	- 54 -
图 79	西风无人机.....	- 54 -
图 80	微星无人机.....	- 55 -
图 81	龙眼无人机.....	- 55 -
图 82	“天网一号”低空防御拦截系统.....	- 56 -

图 83	“低空卫士”激光安防系统.....	- 56 -
图 84	X-47B 无人机.....	- 57 -
图 85	F-18 有人战斗机与 X-45 无人机编队飞行.....	- 57 -
图 86	小精灵无人机全尺寸模型.....	- 58 -
图 87	小精灵无人机集群作战示意图.....	- 58 -
图 88	无人机集群对目前进行协同探测.....	- 58 -
图 89	无人机集群动态无中心自组网.....	- 58 -
图 90	1988-2016 全球军费开支.....	- 59 -
图 91	2016 年各国军费占全球军费比例.....	- 59 -
表 1	无人机相对于传统飞机的优势.....	- 5 -
表 2	以色列无人机战场上的使用.....	- 7 -
表 3	不同动力系统应用情况.....	- 9 -
表 4	军用无人机按用途分类.....	- 17 -
表 5	美国无人机战争应用情况.....	- 23 -
表 6	美国无人机主要型号及参数.....	- 23 -
表 7	以色列无人机主要型号及参数.....	- 26 -
表 8	美俄两国高空长航时无人机性能比较.....	- 27 -
表 9	俄罗斯无人机主要型号及参数.....	- 28 -
表 10	英法德无人机主要型号及参数.....	- 31 -
表 11	我国无人机主要型号及参数.....	- 52 -

1 无人机概述

1.1 无人机定义

无人机(Unmanned Aerial Vehicle, 简称 UAV)通常是指由机载动力驱动, 由人为远程操作或自主程序控制飞行, 可执行多种任务并能回收重复使用的无人驾驶飞行器。通常无人机系统是一个集成有飞行器平台、飞行控制与导航、信息传输与处理、任务载荷, 以及地面运输与保障等系统的高度综合系统。

无人机与传统载人飞机最明显的不同是驾驶员不在机上, 飞行器设计不受人的生理控制。同时, 其发射/回收方式、造价、体积大小、操控方式等多个方面与载人飞机存在较大的差异。

表 1 无人机相对于传统飞机的优势

	无人机	传统载人飞机
造价	相对较低(捕食者约 450 万美元)	造价昂贵(F-16 约 3000 万美元)
形态大小	具有更多的灵活性, 可以小到厘米级别, 大到 30 多米以上	由于受飞行员体积限制, 飞机大小多为米以上
飞行员培养费用	较低	耗资巨大
飞行员培养时间	约半年培训时间(对于零基础的士兵, 经过一个月培训后, 也可以独立完成彩虹无人机的全套操作)	培养一名飞行员, 必须经过 4 年以上的专门培训(需要 1000 小时以上的飞行时间)
飞行员操作差异	可以克服有人机驾驶员的诸多缺陷, 比如胆怯心理、生理承受能力等。无人机机动过载可以提高到 20G	需考虑驾驶员的心理因素和生理承受能力(9G 的过载是人体可承受载荷的极限)等
人员伤亡风险	无人员伤亡风险	有较大人员伤亡风险
飞机隐蔽性	隐蔽性好, 生存能力强, 体积原则上无下限, 雷达反射面积比有人机小得多	体积较大, 雷达反射面积大, 隐蔽性较差
环境适应性	能适应各种环境, 可以进出核生化武器沾染区, 并可以在各种复杂气象条件下连续飞行	环境适应性较差, 需要驾驶员生命保障系统, 由于考虑到飞行员的健康而不能抵达很多有害环境和极端环境
起飞	可以滑跑升空, 弹射升空, 手抛发射等	绝大多数固定翼飞机只能在跑道上滑行起飞
降落	既可以用降落伞和拦阻网回收, 也可以利用起落架、滑橇、机腹着陆	绝大部分固定翼飞机只能在跑道上滑行降落; 直升机只能垂直降落
平台适应性	因体积和起降方式更为灵活, 因此其平台适应性更强, 特别是使用在海军平台上	因体积和起降方式受限, 所以平台适应性相对较差
升级换代	改造升级的周期较短	升级换代的周期比较长
续航时间	数十小时, 甚至数天以上	受飞行员生理调节限制

资料来源:《无人机系统概述与关键技术》, 兴业证券研究所

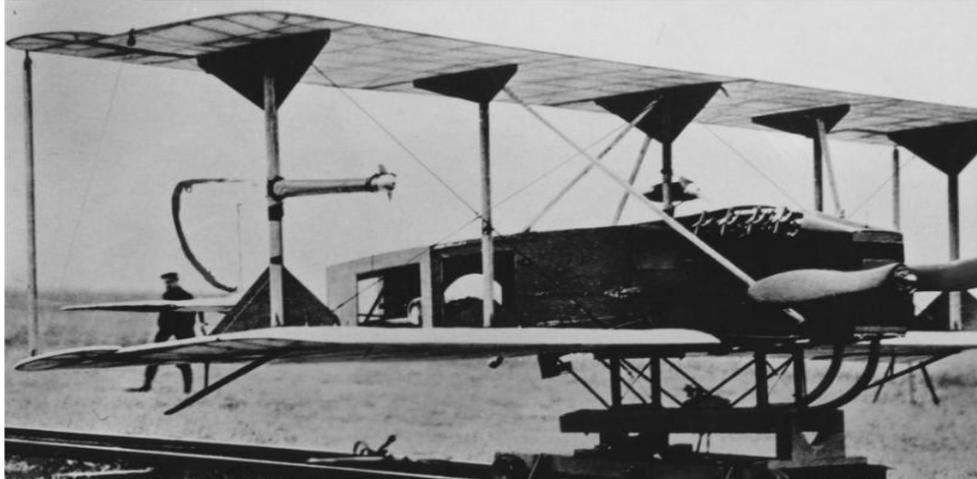
1.2 无人机发展历史

无人机的诞生

1903 年, 美国莱特兄弟制造出了第一架依靠自身动力进行飞行的载人飞机“飞行者”一号。不久之后在 1917 年, 美国皮特·库柏和埃尔默·A·斯佩里发明了自动陀螺稳定器, 装配于飞机上使得飞机自动保持平衡向前飞行, 于是第一架无人

机应运而生。而该无人机还不能很好的自主飞行和回收，实质上更像是一枚“自动飞行的炸弹”，因此被称作“空中鱼雷”。虽然“空中鱼雷”的使用场景十分有限，但它的出现为无人机的发展奠定了基础。

图 1 “空中鱼雷”无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

发展初期

不可回收使得无人机更像导弹而不像飞机，且使用成本极高。因此，从可回收的角度出发，真正意义上的第一架无人机是英国德·哈维兰公司于 1934 年研制的“蜂后”无人机。“蜂后”无人机是一款无线电遥控全尺寸靶机，最高飞行高度达 17000 英尺，最大速度为 100 英里/小时，发射后能自主回收并重复利用，在 1934-1943 年间共生产了 420 架，在英国海军和陆军服役。

在二战期间，希特勒也希望拥有无人飞行炸弹，因此德国工程师弗莱舍·福鲁则浩在 1944 年设计研制出了复仇者一号无人机，该机速度达到每小时 470 英里，具有一定突防能力，为攻击英伦列岛而设计。复仇者一号的载弹量多达 2000 磅，并能按照预先程序飞行 150 英里。二战期间，英国有超过 900 人死于该无人机之下。

图 2 蜂后无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 3 复仇者无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

由于当时无人机动力较小（动力装置为活塞发动机，因此仅适应中低空中小型无人机），机载侦察设备精准度不足，通讯设备无法完成远距离通信，导致其无法完成更多的战争任务。因此无人机虽然在二战期间被用于实战中，但用途主要是靶机和自杀式无人机，战争结束后多被改装用于训练射击。

战争角色的转变

虽然美国在无人机领域的研发投入最大，但让世界对无人机在战争中地位看法发生改变的是以色列。1976年，以色列将大量无人机用于对埃及的战争中，诱使埃及地面防空部队开火，为之后轰炸机对埃及地面部队轰炸提供了掩护。在黎巴嫩战争时期，侦察兵无人机系统曾经在以色列陆军和以色列空军的服役中担任重要战斗角色。

随后美国借鉴以色列的经验，在海湾战争中先后动用了“先锋”、“指针”无人机系统，在侦察、监视、目标管理和炮火支援等方面都发挥了重要作用。随着电子信息技术和动力装置的进步，无人机在战场上的功能呈现出多样化的趋势，从最初的自杀式投放炸弹，逐渐拓展为侦察、情报收集、跟踪、通讯甚至自主攻击。

表 2 以色列无人机战场上的使用

型号	时间	战役	作用
猛犬和侦察兵	1982	黎巴嫩战争	诱使叙利亚发射大量地空导弹
云雀和陨石	2006	以黎冲突	装备在旅及以下部队进行侦察和监视，机动灵活的特性使其能够跟随真主党进行侦察，给其造成很大困扰

资料来源：《以色列无人机的发展状况及启示》，兴业证券研究所

在 80 和 90 年代的战争中无人机卓有成效地执行了多种军事任务，包括照相侦察、撒传单、信号情报搜集、防空火力诱饵、防空阵地位置标识、目标指示和目标毁伤评估的实时报告。至此，无人机已先后经历了无人靶机、预编程控制无人侦察机、指令遥控无人侦察机和复合控制的多用途无人机的发展过程。

快速发展时期

在 20 世纪 90 年代，由于无人机在战争中的出色表现，军用无人机发展迎来了最迅猛的时期，并且呈现出察打一体化和高空长航时的趋势。全世界共有 30 多个国家装备了无人机系统，并在陆、海、空三军中组建了无人机队。

捕食者和全球鹰这两款非常具有代表性的无人机也出现在这一阶段。1994 年，美国通用原子公司研制出捕食者无人机。与只能进行侦察的无人机相比，捕食者具有察打一体的功能，这使其在此后的多次战争中都扮演了重要角色。据中国日报网环球在线，2003 年 3 月，“捕食者”携带两枚 AGM-114K “地狱火 II” 激光制导反坦克导弹，执行摧毁伊拉克的 ZSU-23-4 自行高射炮的任务；在 2006 年的伊拉克军事行动中，“捕食者”无人机发现三名武装分子企图用迫击炮袭击美军后，发射了一枚空对地导弹，成功击毙了三名武装分子。

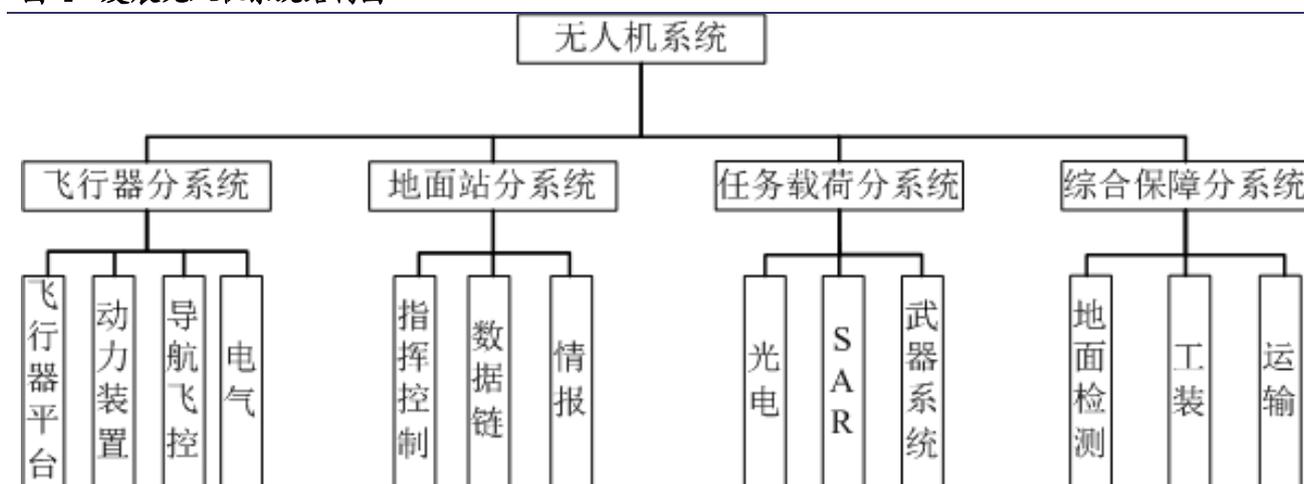
由于受制于动力系统，早期的无人机只能进行低空侦察。随着 1993 年美国启动了蒂尔无人机发展计划，无人机步入了高空长航时代，美国的全球鹰以及以色列的苍鹭无人机是这方面的代表。其中全球鹰航程为 26000km，续航时间 42h，可从美国本土起飞到达全球任何地点进行侦察，并在 21 世纪初的阿富汗和伊拉克战争中为美军提供了大量的目标图像情报，发挥了重要的侦察作用。

2 无人机分类

2.1 无人机系统的构成

无人机系统发展到今天，已经演变为由飞行器分系统、地面站分系统、任务载荷分系统、综合保障分系统 4 大分系统组成。

图 4 发展无人机系统结构图



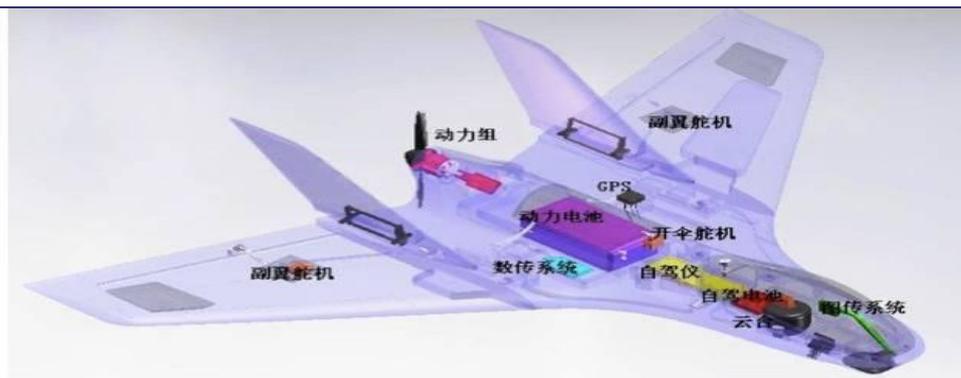
资料来源：《无人机系统概述与关键技术》，兴业证券研究所

2.1.1 飞行器分系统

飞行器平台

无人机的飞行平台主要分为固定翼无人机平台和旋翼无人机平台。固定翼无人机平台由动力装置产生前进的推力，进而由机体上固定的机翼产生升力。旋翼无人机平台则是由一个或多个旋翼与空气进行相对运动的反作用而获得升力，与固定翼为相对的关系，其中，具有三个及以上旋翼轴的无人机平台被称为多轴无人机平台。

图 5 无人机飞行器系统组成



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

动力系统

无人机的飞行速度、飞行高度等参数与动力系统直接相关。不同用途的无人机对动力装置的要求不同，如活塞式适用于低速低空小型无人机；对于一次性使用的靶机、自杀式无人机或导弹，要求推重比高但寿命可以短，一般使用涡喷式发动机；低空无人直升机一般使用涡轴发动机；高空长航时的大型无人机强调推重比和燃油经济性，一般使用涡扇发动机或涡喷发动机；高空高速无人机则使用冲压发动机；而太阳能无人机则可用于提供空中持久的数据中继和 4G/5G 通信，部分替代通信卫星功能，实现区域全覆盖的不间断态势感知、中继通信服务。

表 3 不同动力系统应用情况

发动机类型	速度 (km/h)	使用高度 (m)	续航时间 (h)	起飞质量 (kg)	适用的无人机类型
活塞发动机	110-259	2500-9750	1-48	30-1150	长航时、侦察、监视、反辐射等
涡轴发动机	160-390	4000-6100	3-4	650-1100	短距/垂直起降无人机
涡桨发动机	350-500	14000-16000	25-32	1650-3200	中空长航时、攻击无人机
涡喷发动机	700-1100	3000-17500	0.2-3	160-2500	靶机、高速侦察机、攻击无人机
涡扇发动机	500-1000	3000-20000	3-42	600-12000	中空长航时侦察、监视及无人作战飞机
冲压发动机	3560	29000		5000	高空高速侦察机、在极危险空域进行侦察活动
微型发动机 内燃机/喷气发动机	36-72	45-150	<1	<0.1	侦察、监听、搜索等
新能源电动机 (太阳能)	150-200	20000-30000	数日-数月	20-50	提供持久的数据中继和 4G/5G 通信，部分替代通信卫星功能
新能源电动机 (燃料电池)	50-60		10	8-13	目前应用较少

资料来源：《无人机动力装置的现状与发展》，兴业证券研究所

飞控系统

飞控系统对于无人机相当于驾驶员对于有人机的作用，是无人机的“神经中枢”，是最核心的技术之一。飞控系统一般包括传感器、机载计算机和伺服作动设备三大部分，实现的功能主要有无人机姿态稳定和控制、无人机任务设备管理和应急控制三大类。

飞控系统的基础是机身上配置的传感器，包括姿态、位置、加速度、高度、速度等，对于保证无人机控制精度非常关键。未来的发展趋势是要求无人机飞控系统具有更高的探测精度和分辨率。

导航系统

与有人机不同，无人机在无线电静默时无法通过驾驶员的主观判断来确定位置，同时无人机的自动化和智能化要求也高于有人机，因此，无人机需要更为精确和可靠的导航系统。惯性导航系统和卫星导航系统向无人机提供参考坐标系的位置、速度、飞行姿态，引导无人机按照指定航线飞行，相当于有人机系统中的领航员。

图 6 无人机卫星导航



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

电气系统

无人机机载电气系统主要由主电源、应急电源、电气设备的控制与保护装置及辅助设备组成。电气系统一般包括电源、配电系统、用电设备三个部分，其中电源和配电两者统称为供电系统。供电系统的功能是向无人机各用电系统或设备提供满足预定设计要求的电能。

电气系统是保证无人机上各种用电设备正常工作的关键，当电气系统出现故障时，会导致无人机失去控制，偏离预设轨道。

2.1.2 地面站分系统

指挥控制系统

无人机地面指挥控制系统主要用于对无人机飞行进行控制和管理，监视无人机平台的飞行状况，并对无人机进行遥控操作。其控制内容包括：飞行器的飞行过程、飞行航迹、有效载荷的任务功能、通讯链路的正常工作，利用无人机武器平台的传感器获取发现目标和通过辅助决策反馈攻击目标，完成单一作战任务，以及飞

行器的发射和回收。地面指挥控制系统除了完成基本的飞行与任务控制功能外，同时也要求能够灵活地克服各种未知的自然与人为因素的不利影响，适应各种复杂的环境，保证全系统整体功能的成功实现。无人机指挥控制系统的发展趋势是参与以网络为中心的更便捷和更精细的作战，获取更多的信息内容，并能控制更加多的无人机武器平台；还能横向与其他武器系统单元进行协同控制作战，纵向与更高层级指挥控制中心信息共享，更好地完成复杂战场环境的多样式精确指挥控制作战下的精细化任务。

图 7 全球鹰无人机指挥控制试验室



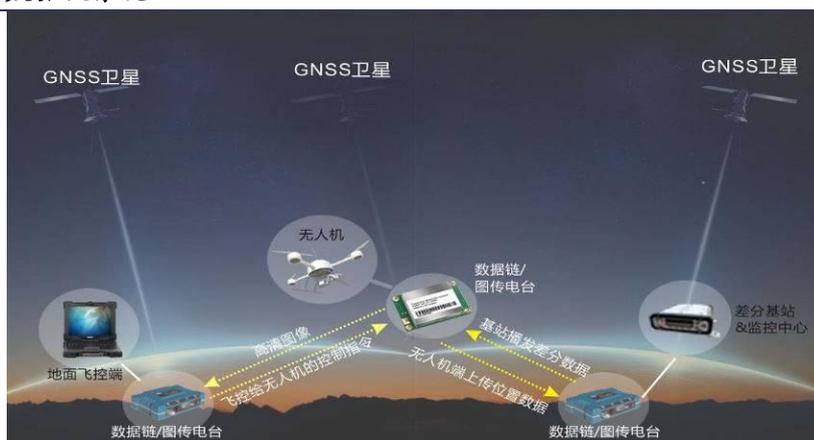
资料来源：《某型无人机指挥控制系统的研究与设计》，兴业证券研究所

数据链系统

数据链系统是无人机系统的“神经链路”，是连接飞行器和地面控制人员或信息中心的纽带。数据链分为上行数据链（从控制站到无人机）和下行数据链（从无人机到控制站），上行数据链的主要功能是发送飞行路径数据、任务指令等，然后储存到飞机自动飞行控制系统、任务载荷中。下行数据链的主要功能是发送飞机的基本参数信息（位置信息、油量等），以及任务载荷所采集的数据到控制站。

数据链的传输采用无线信号，无线信号容易受大气条件、设备故障、敌方干扰等因素的影响，从而导致无人机失去控制或坠毁。因此卫星数据链、信号中继平台（基站、车、无人机等）常被用于保障数据链的畅通。

图 8 数据链系统



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

情报分发系统

无人机情报分发系统的主要功能是及时响应情报定制单元的情报要求，并准确及时地将无人机情报指令分发至各个作战单元，实现对作战单元的作战支持。无人机情报质量关键在于无人机监视/侦察平台、中继无人机的情报传输、情报处理站的情报产品以及主控端的情报分发过程。由于无人机情报具有数据量大、实时性高等特点，在战场环境通信资源紧张的情况下，选择出能充分保证作战单元需求的信息显得尤为重要。

地面作战单元和无人机的情报交互主要分为订阅模式、定制模式、查询模式和交互模式。

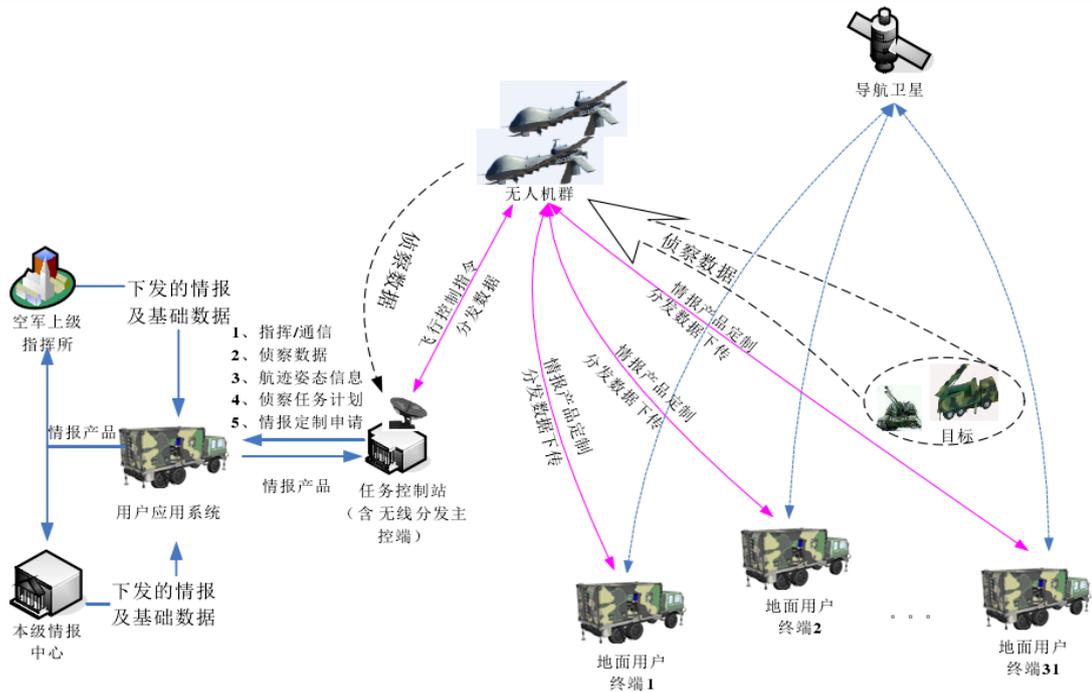
订阅模式：情报中心根据地面作战单元终端发起的实时情报订阅请求，将收到的侦察数据处理生成情报产品，然后将情报产品发送给地面作战单元终端。

定制模式：优先级别最高或需求最迫切的地面作战单元终端可改变无人机飞行航线或无人机机载侦察载荷的工作模式，情报中心获取侦察数据后，发送给提出需求的地面作战单元终端。

查询模式：地面作战单元终端查询情报中心的历史情报数据库，向情报中心发起历史情报订阅请求，情报中心按该请求将相应的情报产品发送给地面作战单元终端。

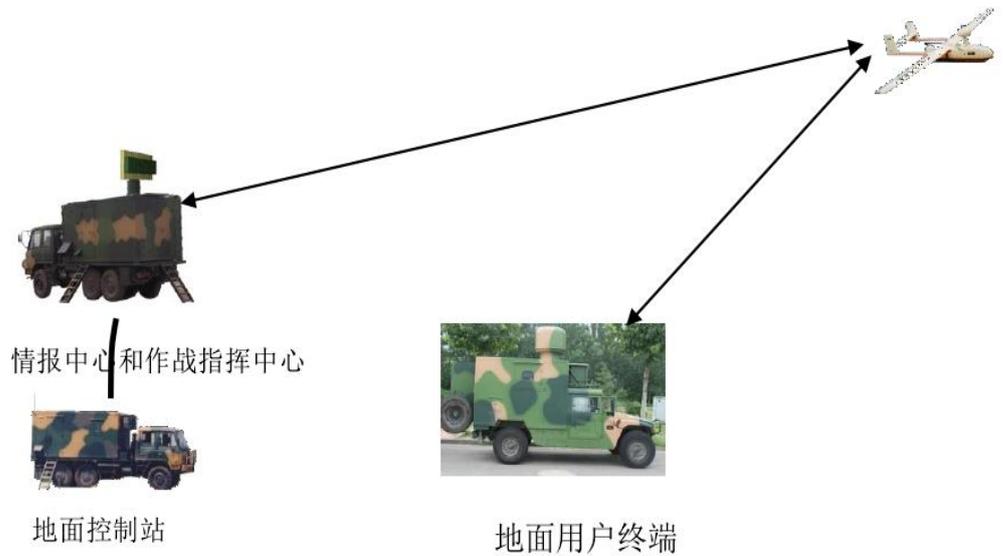
交互模式：此时无人机相当于空中中继载机，只起到空中中继作用。在机载无线分发系统作用范围内的两个作战单元之间，可进行侦察情报的信息交互。

图 9 无人机情报分发系统工作流程图



资料来源：《无人机情报分发系统作战使用研究》，兴业证券研究所

图 10 地面用户接受中继无人机情报信息



资料来源：《无人机情报分发系统作战使用研究》，兴业证券研究所

发射和回收系统

发射和回收系统分为发射设备和回收设备。对于不能垂直起飞，也没有合适跑道可供使用的无人机来说，发射设备是必需的，发射方式分为手抛发射、弹射车发射、火箭助推发射等。

图 11 手抛发射无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 12 无人机弹射式发射装置



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

不具备垂直飞行能力以及没有装备轮式或滑撬进行滑降着陆的无人机通常需要回收设备。回收方式包括回收伞回收，气囊着陆回收，撞网回收，绳钩回收等等。回收伞回收是最常见的，回收伞安置在无人机上，在指定高度打开，使无人机减速并安全着落；气囊回收是指在无人机的机腹下装有气囊，当无人机降落时，压缩空气从储气罐进入气囊，部分从气囊开口中喷出，使得机腹下形成暂时的高压区（原理类似于气垫船），从而避免无人机直接撞击地面；撞网回收适合在船舰等受地域条件限制的场合下回收小型固定翼无人机，通过引导无人机准确的飞向阻拦网，从而用阻拦网对无人机进行减速并回收；绳钩回收是在撞网回收的基础上发展起来的，其结构更加简单，一般用于回收体积较小的固定翼无人机，在引导装置指引下，机翼前缘撞绳后，回收绳沿机翼前缘滑行到前缘翼尖处，翼尖小钩钩住并锁定回收绳，从而实现回收。

图 13 撞网回收



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 14 绳钩回收



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

2.1.3 任务载荷分系统

任务载荷系统是指为完成任务而装备到无人机上的设备，直接决定了无人机的功能，主要载荷包括侦察设备、通信设备、武器等。无人机的大小和载重能力决定了它可以装备什么样的任务载荷，而无人机执行任务的能力主要由各种类型的任务载荷决定，因此任务载荷是无人机执行任务能力的关键，不同功能类型的无人

机之间差别较大。比如靶机的机载设备很少，而察打一体无人机机载设备繁多，通常包括雷达、红外、航拍、通信、导航等设备，同时还装有武器系统。军用无人机任务载荷的发展趋势是多样化、小型化和模块化；随着无人机载荷能力的加强，单架无人机装备的任务载荷的种类和数量也向由少到多方向发展。

光电

光电侦察传感器是利用电磁波中的可见光波段及红外波段，主要采取被动接收的方式获取侦察区域图像。光电和红外成像侦察任务载荷是无人机使用的传统侦察监视设备，它们都是采用被动方式获取目标信息。无人机机载光电/红外载荷具有体积小、质量较轻、功耗低、寿命长、可靠性高、耐冲击性好的特点，可以昼夜在多数气候条件下完成监视和目标捕获等任务，能被动工作、隐蔽性强。但是光电侦察载荷容易受到云、雾等气候的影响，并且作用距离有限。目前，无人机最合适的光电侦察传感器是 CCD 摄像机，它不仅能获取高分辨率的图像情报，而且易于和红外焦平面阵列结合形成多光谱成像系统。

SAR

SAR 即合成孔径雷达成像。雷达成像传感器分为多普勒波束锐化雷达成像、合成孔径雷达成像(SAR)及逆合成孔径雷达成像(ISAR)。前两种成像模式为飞行器载雷达成像，后一种为地基雷达成像。无人机使用的雷达成像传感器主要是合成孔径雷达。合成孔径雷达根据合成孔径原理获得方位向高分辨率，以脉冲压缩技术获得距离向高分辨率。雷达成像传感器的主要特点是侧视侦察、探测距离较远，具有多种工作模式，具有全天时、全天候的侦察能力，能发现可见光不能透过的遮挡物后面的目标，并且其理论方位分辨率是常数，与波长、载机飞行高度和雷达作用距离无关。

武器系统

无人机的武器装备根据所执行的任务大致可分为对地攻击武器，对空作战武器和激光、微波等定向能武器。

装备无人机的空地武器要求重量轻、精度高、威力大、可有效攻击多种目标。无人机由于“无人”，因此可以省去为防止武器对人体产生伤害而需采取的保护措施，也可以将更多的载荷用于装载武器。

图 15 翼龙无人机可选武器挂载



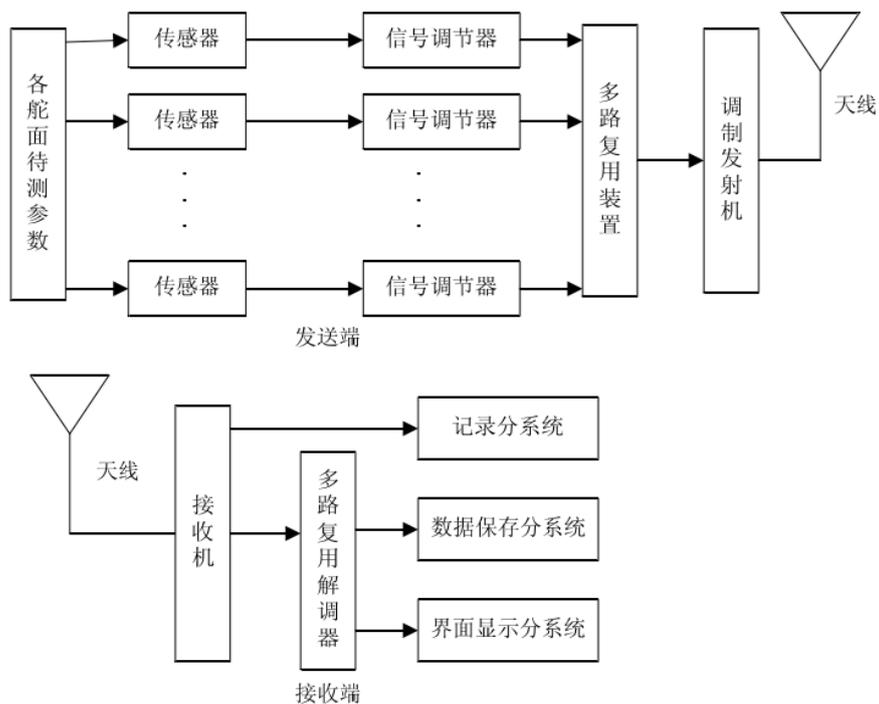
资料来源：百度图片，兴业证券研究所

2.1.4 综合保障分系统

地面遥测系统

无人机遥测系统主要实现采集、分析并处理来自无人机下传至地面站的遥测数据(包括无人机的飞行状态及任务载荷设备的工作状态)，无人机飞行状态包括航向角、滚转角、俯仰角、高度、速度、电池电压、油门、舵机电压等飞行参数，实时准确的获取遥测数据保证了地面站对无人机进行有效监控。

图 16 无人机遥测系统原理框图



资料来源：《无人机地面遥控遥测系统研究》，兴业证券研究所

地面保障系统

地面保障系统包含飞机平台的保障系统和地面系统的保障系统，一般由维修保障信息支持系统、训练系统及保障资源组成。它是对无人机系统进行综合保障的“后方基地”，用来实现对无人机和地面控制站的日常维护和飞行保障，并对整个综合保障系统的使用人员及维护人员进行培训。

无人机系统的航空装备特性决定了其装备技术保障与其他装备有所不同，强调事前保障大量的测试、调试和检修工作必须在每次飞行前完成，以确保装备零故障升空。无人机系统复杂、技术含量高、维修难度大，要求维修保障队伍应具有过硬的业务素质和快速有效的维修保障能力。

2.2 无人机的用途

无人机按照军事用途划分可以分为靶机，侦察无人机、无人攻击机、通信中继无人机以及察打一体无人机。

表 4 军用无人机按用途分类

类别	作用
靶机	作为射击训练目标或战场上作为诱饵
侦察无人机	用于炮兵定位、校射侦察和情报收集
攻击无人机	对敌军军事力量进行直接打击
通信中继无人机	增大战场上的通讯距离，扩展信号覆盖范围
察打一体机	具备侦察和打击功能于一体的无人机

资料来源：百度百科，兴业证券研究所

2.2.1 靶机

靶机可以在军事演习试射时模拟对方导弹、飞机，也可以在战争用于诱饵无人机，诱使敌方防空部队进行攻击，从而掩护友方轰炸机队。靶机是最早的无人机类型之一，其操控方式已由最初的只能按预设轨迹飞行，无法后期干预，演变为如今的卫星定位加人工遥控。

靶机可以根据其模拟对象不同大体分为高速靶机和低速靶机两类。高速靶机多为大型的喷气式无人机，翼展可以达到数 10 米，重量上百千克，部分型号甚至可以进行超音速飞行，主要用于模拟高速的飞机和导弹。低速靶机大多配备活塞发动机，并采用螺旋桨推动，体积较小，可用于雷达、武器测试。

据北京航空航天大学出版的《世界无人机大全》，我国的长空一号无人机属于靶机，该机翼展 7.5 米，机长 8.44 米，动力装置为 1 台 WP-6 涡轮喷气发动机。长空一号的起飞比较具有特色，采用一架可回收的发射车进行助推起飞，最大推力 24.5 千牛，平均飞行速度为 900 千米/小时，主要机载设备为雷达角反射器、红外设备吊舱和曳光弹等。长空一号靶机可反复使用，可供导弹打靶或防空部队训练，用于核武器实验的取样工作以及为低空防空武器系统鉴定使用。

图 17 长空一号



资料来源：百度百科，兴业证券研究所

2.2.2 侦察无人机

侦察无人机是迄今为止无人机应用最广的方向。侦察无人机通过其装备的航空照相机、雷达、红外侦察设备来满足传递图像的功能。无人侦察机根据体型可以分为小型无人侦察机和大型无人侦察机。

小型无人侦察机制造成本较低，隐蔽性较好，动力装置往往为旋翼式（多旋翼或螺旋桨推进），速度大多为亚声速。以色列的“搜索者”是小型无人侦察机的代表，其翼展 8.54 米，机长 5.85 米，最大起飞重量为 426 千克，续航时间为 18 小时，时速 200km/h，最大飞行高度为 6100 米。这种无人机在执行任务时往往是悬停或盘旋在目标上方，依靠自身目标小的优势，并通过加装电子对抗设备来提高其生存能力。

高空高速无人机能够使得侦察的范围更广，并且大型侦察无人机机载设备更加全面，可以完成更多的侦察任务，美国的全球鹰无人机是这方面的代表。全球鹰无人机由美国诺斯罗普·格鲁曼公司研制。创造过世界上飞行时间最长，距离最远，高度最高的记录。“全球鹰”翼展 35.4 米，超过波音 737 客机，机长 13.5 米，空重 3850 千克，载重 10400 千克，最大飞行速度 740km/h，巡航速度 635km/h，航程 26000km，续航时间 42h，可从美国本土起飞到达全球任何地点进行侦察。功能方面，“全球鹰”上载有合成孔径雷达、电视摄像机、红外探测器等多种侦察设备，以及防御性电子对抗装备和数字通信设备，且能与现有的联合部署智能支援系统(JDISS)和全球指挥控制系统(GCCS)联结，图像能直接而实时的传给指挥单元，为指示目标、预警、快速攻击、战斗评估提供实时信息。

图 18 全球鹰无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

图 19 搜索者无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

2.2.3 攻击无人机

侦察无人机的任务载荷是侦察和通讯设备，而攻击无人机任务载荷主要为攻击型武器（导弹或者激光武器）。

攻击无人机又可以分为两种：自杀型无人机和战斗型无人机。自杀型无人机主要依靠被动雷达导引头或者电视制导方式，对敌实施一次性攻击。以色列的哈比无人机就是其中的代表。据环球军事报道，哈比无人机可从卡车上发射，沿既定的轨道飞向目标区域，与侦察机不同的是，哈比机载 32 公斤的高爆炸药，一旦发现雷达源或其他攻击目标，其将以高速撞向目标同归于尽。哈比无人机属于小型无人机，翼展 2.1 米，自身重量为 135 公斤，最高速度达到 185 公里/小时，动力装置是 1 台气冷活塞发动机，功率为 28 千瓦。此外，哈比无人机制载优越的计算机系统和全球定位系统，使其具有导航精度高、攻击误差小等特点。这种无人机比大型攻击性无人机制作成本低，性价比高，很好的满足了战争的需要。

图 20 未来无人机与载人战斗机协同作战假想图



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

另外一种攻击型无人机是可以反复使用的战斗无人机。与有人战斗机相比，战斗无人机由地面指挥人员控制，无需飞行员，因此无需装载复杂而繁重的生命保障

系统，这使其载弹比重得到提升。然而随着技术的进步以及战争需求的变化，攻击型无人机呈现出集侦察和打击能力为一体的趋势，并逐步演变成察打一体型无人机。

2.2.4 通信中继无人机

通信系统在现代信息化战争中扮演着重要的角色。通过对高空长航时无人机或是无人飞艇加装机载通信设备，可以实现通信中继，从而拓宽了战场通信范围。通信中继无人机可以采用多种数传系统，各单元之间采用视距模拟数传系统，甚至可以在卫星通信无法正常工作的时候建立起远程通信网络。

图 21 无人机通信中继模型

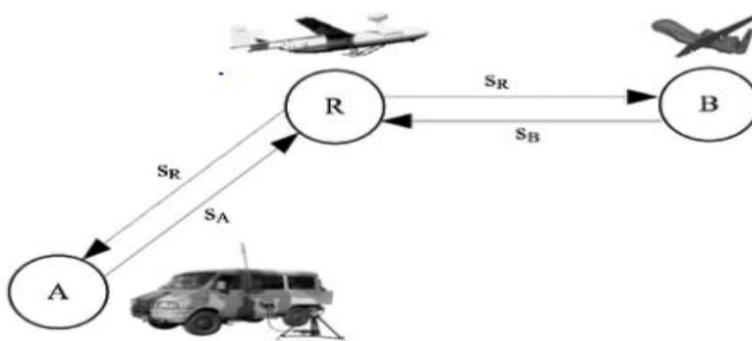


图 1 无人机中继通信模型

资料来源：百度图片，兴业证券研究所

通信中继方面比较具有代表性的是美国的“先锋”无人机，其装有抗干扰扩频通信设备、大功率固态放大器、全向甚高频和超高频无线电台中继设备等，可在 C 波段进行数据、信号、语音和图像通信，通信距离为 185 公里。地面指挥系统可以通过“先锋”无人机控制原本处于其指挥范围之外的任务执行单元，从而延伸其指挥半径。

2.2.5 察打一体无人机

察打一体无人机是未来无人机发展趋势之一，各国都在积极从事相关型号的研制。顾名思义，察打一体无人机就是集侦察和打击于一体的无人机，这种无人机能够缩短目标锁定到实施攻击的时间，在军事领域明显具有优势。

美国的捕食者无人机是察打一体无人机代表，捕食者无人机属于中型无人机，机长 8.27 米，翼展 14.87 米，发动机采用涡轮增压四缸发动机，功率为 86 千瓦，最大速度为 240 公里/小时，最大起飞重量为 1020 公斤。在侦察方面，其机载装备包括光电摄像机、红外成像仪、合成孔径雷达等侦察设备，具有全天候监事能力。在打击方面，捕食者机身上有 6 个外挂点，两个在机身下，每个应力点为 680kg，

翼下内侧两个 150kg 的承力点以及外侧两个 68kg 的承力点,可携带多枚 AGM-114 地狱火等类型导弹,可在锁定目标后立即对目标进行打击。自 1995 年“捕食者”服役以来,该无人机参加过阿富汗、巴基斯坦、波斯尼亚、塞尔维亚、伊拉克、也门和利比亚的战斗。

3 国外无人机

3.1 美国

美国的无人机型号众多,其各种类型的无人机往往引领世界无人机发展的方向,下面主要从侦察无人机和察打一体无人机方面介绍较为典型的无人机型号。

侦察无人机

全球鹰毫无疑问是美国侦察无人机的代表,除此之外,美国的“鬼眼”也是一款很有创意的长航时侦察无人机。“鬼眼”是一种双引擎飞机,翼展 46 米,有效载荷 205 千克。“鬼眼”两个发动机使用的燃料是液氢,这使其能够在 1.9 万米的高度上飞行 10 天。这种能以低廉的成本提供“卫星式”覆盖的无人机也被称为“伪卫星”,主要用于持久的情报搜集。类似的型号还有航空环境公司在 2010 年试飞的“全球观察者”无人机、极光飞行科学公司研制的“猎户座”无人机。虽然“鬼眼”无人机还未获得订单就已退出历史舞台,成为空军博物馆的展品,但是它所代表的高空长航时,并可以提供“卫星式”覆盖的侦察型无人机仍是未来发展的方向之一。

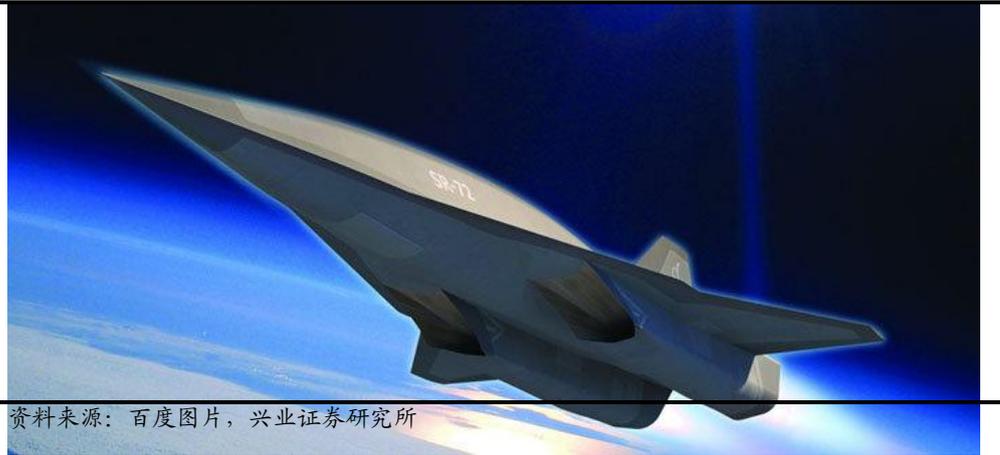
图 22 鬼眼无人机



资料来源:百度图片,兴业证券研究所

SR-72 是美国正在研制的一款超高速侦察无人机,其技术主要是源于上世纪 70 年代研制的 SR-71“黑鸟”高速侦察机。SR-72 无人机最高飞行速度是 6 马赫(即 6 倍音速),是目前第四代战斗机最大飞行速度的三倍。与 SR-71 一样,SR-72 最大的特点是其飞行速度大于绝大部分的导弹,比如美国的“爱国者 2 型”、俄罗斯的 S-300 等,从而难以被拦截和击落。SR-72 高超音速无人侦察机由美国《航空周刊》杂志网站于 2013 年 11 月 1 日正式披露。根据计划安排,SR-72 将于 2018 年左右进行原型机试飞,于 2030 年左右服役。

图 23 SR-72 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

察打一体无人机

据环球网报道，Predator B/MQ-9“死神”无人机是由通用原子航空系统公司研制，是在 MQ-1“捕食者”的基础上研制的新型察打一体无人机。该型号长翼无人机翼展 24 米，并在加州的一次模拟侦察任务持续飞行 37.5 个小时。MQ-9 无人机不仅配备更先进的飞行软件，还能携带侦察装备和武器装备，同时其短途起飞降落能力也得到进一步提升，能准确的自动着陆及应对恶劣天气。

图 24 Predator B/MQ-9 “死神” 无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

表 5 美国无人机战争应用情况

无人机名称	作战代号	使用时间	使用地点
RQ-2 先锋	沙漠行动 (海湾战争)	1991	科威特, 伊拉克
	盟军行动 (科索沃战争)	1999	塞尔维亚
	伊拉克自由行动 (伊拉克战争)	2003	伊拉克
FQM-151 指针	沙漠行动 (海湾战争)	1991	科威特
	伊拉克自由行动 (伊拉克战争)	2003	伊拉克
RQ-5 猎人	盟军行动 (科索沃战争)	1999	塞尔维亚
	伊拉克自由行动 (伊拉克战争)	2003	伊拉克
RQ-1 捕食者	提供希望行动 (波黑战争后期)	1995-1997	波斯尼亚
	联合努力行动		
	联合警卫行动		
MQ-1 捕食者	南方监视行动 (伊拉克战争前)	1998-2003	伊拉克
	盟军行动 (科索沃战争)	1999	塞尔维亚
	持久自由行动	2001	阿富汗
	伊拉克自由行动 (伊拉克战争)	2003	伊拉克
RQ-4 全球鹰	持久自由行动	2001	阿富汗
	伊拉克自由行动	2003	伊拉克
龙眼	伊拉克自由行动	2003	伊拉克
沙漠鹰	伊拉克自由行动	2003	伊拉克
RQ-7 影子	shadow	2003	伊拉克

资料来源:《美国无人机的作战使用》, 兴业证券研究所

表 6 美国无人机主要型号及参数

名称	翼展 (m)	空重 (kg)	最大起飞重量 (kg)	航程 (km)	续航时间 (h)	最大飞行高度 (m)
MQ-1 捕食者	14.8	512	1020	>2000		
RQ-2 先锋	5.2	205	204	185	4	4600
RQ-3 暗星	21.3	1980		925		13500
RQ-4 全球鹰	39.9	6781		22779	32	18000
RQ-5 猎人	10.6		885	125	21	5500
RQ-6 前驱	3.4	136		200		4572
RQ-7 影子	4.3	84		109	9	4600
MQ-8 火力侦察兵		940	1430		8	6100
MQ-9 收割者	20	2223	4760	5926	14-28	15000
RQ-11A 渡鸦	1.4	2		10	1-1.5	
RQ-170 哨兵	20					15000
RQ-180	40					18000
GNAT-750	10.8	250			48	7600
扫描鹰	3.1	14-18	22		24	5950
龙眼	1.1	2	2.49	5	1	150
X-47B		6350	20215	3889		
BQM-74E 石鸡	1.8	123			1.13	12000
微星	0.2	0.007	0.085	5		
秃鹰	5.2		135			
鬼眼	46				240	19000

资料来源: 环球网,《世界无人机大全》, 兴业证券研究所

3.2 以色列

以色列不是第一个将无人机用于军事目的的国家，但他们首次将无人机的运用提升到了战术层面。在 70 年代的中东战争中，以色列成功利用无人机对吸引敌方防空火力，掩护己方轰炸机队执行任务，这也使得无人机被各国军方重视，极大地促进了无人机的发展。以色列是目前世界上研制和生产无人机最富有经验的国家之一，美国和欧洲都曾经借鉴以色列的成功经验。

侦察无人机

侦察无人机方面的代表是“侦察兵”无人机，这是以色列第一种具有实时数据传输能力的无人机，也是以色列武装部队服役年限最长的无人机，主要用于战场侦察兵和情报收集。该机起飞重量 158 公斤，有效载荷 38 公斤，活动半径 100 公里，最大续航时间 7 小时，飞行高度约 4500 米。侦察设备主要是长焦距镜头的摄像机、全景照相机，或红外成像相机以及激光指示、测距仪等。

在空袭贝卡谷地的战斗中，“侦察兵”无人机和“猛犬”在战场上充当诱饵机，诱发叙利亚的萨姆-6 导弹的制导雷达开机，一旦制导雷达开机，“侦察兵”立刻把截获的无线电信号传送给“鹰眼”预警机，“鹰眼”再把这一信号传给“鬼怪战斗机”，“鬼怪”战斗机接收信号后，发射“百灵鸟”反辐射导弹，精准的摧毁了萨姆-6 的雷达，使得萨姆导弹失去雷达。同时侦察兵也将目标发给友军对地导弹，使其成功摧毁萨姆导弹防御系统。这种无人机配合军队的使用引发了各国对无人机的高度重视。

图 25 侦察兵无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

攻击型无人机

哈比无人机是以色列攻击型无人机的代表，配备有反雷达感应器和一枚炸弹，接收到敌人雷达探测时，可以自主对雷达进行攻击，因此被称为“空中女妖”和“雷达杀手”。动力方面，哈比无人机采用活塞推动，火箭加力。哈比无人机的特点是：机动灵活，航程远，续航时间长，反雷达频段宽，智能程度高，生存能力强，可全天候使用。

图 26 哈比无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

多功能无人机

“苍鹭”是以色列飞机工业公司马拉特子公司研制的大型高空战略长航时无人机。苍鹭翼展 16.6 米，最大起飞重量 1100 千克，可以连续飞行 30 小时，最高时速 225 千米，每架飞机可以监控 50-60 平方千米的面积，最大飞行高度为 9000 米。该机采用复合材料结构、整体油箱机翼、先进的空气动力设计、可收放式起落架、大型机舱、电源系统功率大、传感器视野好等。苍鹭中空长航时无人机系统于 2007 年 3 月 7 日在以色列空军正式服役，可以用于实时监控、电子侦察和干扰、通信中继和海上巡逻等任务，可谓是一个可搭载 250 千克有效载荷的多功能、高空长航时飞行平台。

图 27 苍鹭无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

表 7 以色列无人机主要型号及参数

名称	翼展 (m)	机长 (m)	载重 (kg)	最大起 飞重量 (kg)	最大时 速 (km/h)	航程 (km)	续航时 间 (h)	最大飞行 高度 (m)	动力装置
先锋	5.2	4.3	45	210	196		6	4575	一台 SACHSSF2-350 发 动机, 26 马力
哈比	2.1	2.7			185	500			1 台气冷活塞发动机 AR731, 28 千瓦
云雀 I		2.2	4.5				1-1.5		
苍鹭	16.6	8.5	250	1150	207	350	52	10000	1 台 Rotax 发动机; 115 马力
别动队	5.7	4.6	45	285	240	5486	9	180000	一台活塞发动机, 38 马力
侦察兵	5	3.7	38		176		7.5	4600	一台活塞发动机。16 千瓦
搜索者	8.5	5.9	68	426	200		18	6100	1 台 Limbach 发动机, 35kW 千瓦

资料来源: 环球网, 兴业证券研究所

3.3 俄罗斯

据《俄罗斯无人机的发展现状》，俄罗斯以及前苏联的无人机的发展经历过辉煌和衰落，大致可分为三个阶段。第一阶段为 20 世纪 50~70 年代，这一阶段重点研制侦察和攻击无人机。第二阶段为 20 世纪 70~80 年代初，这一阶段重点研制战役战术无人机和战术无人机。随后又放弃了无人机的研制和生产，转向重点研制有人驾驶的高空高速侦察机。第三阶段为 20 世纪 90 年代初至今，这一阶段重点研制小型战术无人机。为检验无人机作战能力，俄罗斯在两次车臣战争中都使用了无人侦察机。俄罗斯无人机的发展特点是对微型无人机的研发能力很强，而在大型无人机领域在最近才开始快速发展。

侦察无人机

俄罗斯在小型无人机方面的代表机型之一是视察员系列无人机。该系列无人机属于微型无人机，比如视察员 101 无人机的总质量不超过 250g，是世界上最轻的无人机之一。该无人机按照“飞翼”原理设计，配备了拉进式螺旋桨和双子电动机。其专用设备包括信息传输微电路和固定式小尺寸前视或环视侦察摄像机。该无人机可借助弹射器直接从手上发射，但巡航时间较短。而后续型号视察员-301 无人机可全天候对目标进行侦察，并借助机械弹射起飞，借助降落伞进行降落，可实现较长的滞空时间且易于维护。

图 28 视察员 101 无人机



资料来源：《俄罗斯无人机概述》，兴业证券研究所

图 29 视察员 301 无人机



资料来源：《俄罗斯无人机概述》，兴业证券研究所

海神无人机是俄罗斯大型侦察无人机的代表，“海神”无人机由俄罗斯人鲁丹设计，属于高空长航时侦察机。其于 1998 年首飞，有效载荷为 800 公斤，起飞质量 5700 公斤，飞行高度 16000 米，巡航时间为 18 小时。虽然从参数上“海神”无人机与全球鹰还存在一定差距，但 2000 年美国诺格公司从鲁丹手中购买了海神无人机，这也从侧面证明了海神无人机的优越性。

表 8 美俄两国高空长航时无人机性能比较

	海神（俄）	C-62（俄）	M-55（俄）	全球鹰（美）
有效载荷/kg	800	1000	1500	900
起飞质量/kg	5700	8000	24300	11520
巡航时间/h	18	24	4	42
飞行高度/km	16	20	20	26

资料来源：维基百科，兴业证券研究所

攻击无人机

鳐鱼无人机是俄罗斯攻击无人机方面的代表。鳐鱼无人作战由米格飞机制造公司研制。鳐鱼无人战机可携带非常精确的制导武器，还具有非常出色的载荷能力，包括 1 枚 X-31 空面导弹或 1 枚 500kg 的制导导弹，其可以用于攻击被严防死守的小型固定目标，也可以与有人驾驶的飞机协同作战，对付机动的面目标。此外，鳐鱼无人机按照隐身“飞翼”原理设计，无尾翼，进气口位于机翼上部，与美国 X-47B 类似。俄媒体报道称，鳐鱼的隐身性能甚至比美军隐身战机 F-117 更加先进，它能悄然突破敌防空系统，对重要目标进行攻击。

表 9 俄罗斯无人机主要型号及参数

名称	最大起飞重量 (kg)	最大时速 (km/h)	航程 (km)	续航时间 (h)	最大飞行高度 (m)	动力装置
图- 141	6215	1100	1000		6000	1 台 1960daN KR-17A 涡喷发动机
图- 143	1400	875	95	0.2	3000	1 台 628daN TR3-117 涡喷发动机
图- 243	1600	940	180		5000	1 台 628daN TR3-118 涡喷发动机
“雅克”	130	180		2	3000	1 台 23.9kW P-032 活塞发动机
卡- 137	280	175	530	4	5000	1 台 48.5kW 活塞发动机
蜜蜂- 1T	138	150	50	2	2500	1 台 23.9kW 的 P-032 活塞发动机(3 叶螺旋桨)
鳐鱼	10000	800			12000	1 台克里莫夫 RD-5000B 涡轮风扇发动机
海神	5700			18	16000	

资料来源：环球网，兴业证券研究所

3.4 英国

英国也是最早研制无人机的国家之一，相关的技术仍然处在世界前列。不死鸟和雷神是英国无人机的代表，其中雷神无人机是目前英国无人机的最高水平。

侦察无人机

不死鸟无人机由 BAE 公司研制，机长 3.76 米，机高 1.67 米，翼展 5.5 米，属于小型无人机，装有 1 台 TTLWAE342 活塞发动机。不死鸟无人机空重 157.2 千克，最大有效载荷 52 千克，速度每小时 160 千米，续航时间超过 4 小时。从性能指标上看，不死鸟是一款优秀的小型无人机，但其在战场上的表现却不尽人意：据简氏防务称，在海湾战争中，英国就损失了 14 架不死鸟无人机；在 2003 年的伊拉克战争中，英国又损失了 23 架不死鸟，而美国仅仅损失 9 架无人机，并且美国的无人机出动频率远远高于英国无人机。

作战无人机

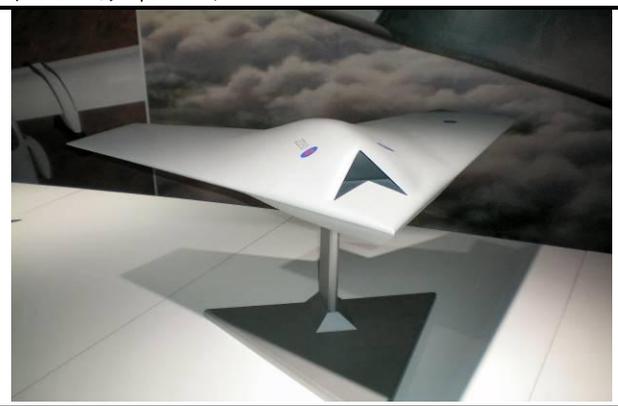
雷神无人机在 2010 年对外展出，据国外媒体透露，雷神无人机机长 11.35 米，翼展为 9.94 米，最大起飞重量约 8000kg，动力装置采用阿杜尔 951 型涡扇发动机，能提供 28.91kN 的推力。雷神无人机的优点是具备一定的自主性，可以自动的进行相应的滑行、起飞并导航到目的地进行相应的搜索。地面指挥人员可以通过传回来的图像控制其进行打击，随后其自动返航并降落。

图 30 不死鸟无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

图 31 雷神无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

3.5 法国

法国作为一个工业先进的国家，也在积极发展各种无人机，一方面满足本国的需要，同时也在力图占领更多的国际市场份额。

侦察无人机

在法国无人机武库中，由通用机械电器公司研制的麻雀(Sperwer)无人机较为成功。麻雀无人机是根据法国关于侦察和战场战术监视无人机发展的长远规划发展的，主要用于搜集情报、监视、目标捕获和侦察。麻雀主要有3种改进型，即麻雀-LE、麻雀-HV和麻雀-2B。

麻雀-LE 是中空长航时系统，主要用于监视和通信中继。其采用三角形机，能在中空长时间待机，在 6100m 高度的续航时间为 12h，可搭载任务载荷 50kg，包括合成孔径雷达、数据传输设备或高倍放大的光电/红外设备。麻雀-HV 由涡喷发动机推进，因此飞行高度更高、速度更快，有较好的突防能力。它采用鸭式布局，而且机翼是前掠式的。任务载荷有合成孔径雷达和光电传感器或激光指示器。麻雀-EC(麻雀-B)是增强型，其载荷增大至 100kg，其中 60kg 是外挂武器(包括标枪导弹)。麻雀 2B 是由麻雀无人机改装的攻击无人机。2017 年 6 月 10 日，它进行了续航力测试飞行。与其前身相比，它的机翼更大且更坚固，可携带更多的有效载荷，飞行距离更远，续航时间可达 12h。

图 32 麻雀无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

攻击无人机

神经元无人机是由法国主导、六国参与研制的一款攻击无人机，该机的优势是在不接受任何指令的基础上独立完成飞行，其智能化程度高，一旦发现目标可以实施攻击。该机型借鉴了 B-2A 隐身轰炸机的设计，也采用了无尾翼，以及翼身一体的外形设计，隐身性能好。

图 33 神经元无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

3.6 德国

德国也是欧洲地区无人机研制投入较多的国家之一。德国研发无人机的亮点是孵化出了一批出色的小公司，并且取得了不错的成绩。德国巴伐利亚州的 EMT 公司就因研发了 LUNA X22000 微型无人机而声名远扬，而另一家名为布劳恩模型技术的小公司也在涉足垂直起降无人机的研发。

侦察无人机

KZO 无人机由莱茵金属集团公司旗下的国防电子设备公司负责研制，主要是为炮兵部队及时确定目标坐标、观察破坏效果用的，也可对空间/边界实施监视和观察态势变化。KZO 无人机的构型为小型隐身下单翼机，没有水平尾翼，机翼可折叠，由复合材料制造，由助推器从机动发射装置发射升空，由降落伞和气囊回收。KZO 无人机的翼展 3.42m，总长 2.28m，总高 0.96m，动力装置为一台 23.9kW 双缸二冲程发动机驱动一副二叶片的推进螺旋桨，飞行速度 220km/h，升限 4000m，起飞质量 160kg，续航时间 3.5h，有效载荷 35kg。

图 34 KZO 无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

攻击无人机

台风无人机是德国的一款攻击无人机，由莱茵金属集团公司负责研发，其大小和 KZO 无人机类似，任务是自动寻找火炮射程外纵深后方大片区域内的装甲或雷达源目标，并对其实施攻击。

表 10 英法德无人机主要型号及参数

名称	国家	机长 (m)	翼展 (m)	最大起飞重量 (kg)	最大时速 (km/h)	航程 (km)	动力装置
不死鸟	英国	3.8	5.6	180	166	707	一台 25 马力双缸双冲程引擎
雷神	英国	11.4	11.5	8000	1235		“阿杜尔”系列 MK951
守望者	英国	6.1	10.5	450	176	200	9000 转/每分，52 马力的发动机
月神	德国	2.4	4.2	20	140	80	双缸双冲程发动机
KZO	德国	2.3	3.4	150	220	120	
台风	德国	2.1	2.3	160	200		一台 32.1kW 四冲程活塞发动机
TANAN 300	德国	4.3	5		150	180	柴油发动机
红隼	法国	2.7	3.3	110	240		25 马力 WAE342 双缸双冲程引擎；双叶片木制推进螺旋桨
AVE	法国	2.4	2.4	600	150		两台 0.2 kN (45 磅) 喷气发动机
神经元	法国	9.5	12.5		980		2 台涡轮发动机

资料来源：环球网，兴业证券研究所

4 国内军用无人机研制生产单位

中航工业集团

1) 成飞所

中航工业成都飞机设计研究所（成飞所）始建于 1970 年，在我国有人战斗机和无人机领域均处于国内领先水平。据官网介绍，研究所专业从事飞行器设计和航空航天多学科综合性研究，先后承担歼七、枭龙、歼十、无人机等多个飞机型号研

制和大量课题研究任务，是我国现代化歼击机设计研究的重要基地。研究所研发实力雄厚且经验丰富，无人机领域自高端切入之后，技术水平也领先国内，目前已成功研制/在研了翼龙系列无人机（翼龙 I、翼龙 I-D 和翼龙 II）、海巡者（灵龙）无人机、VD200 垂直起降无人机、翔龙无人机等。

翼龙系列无人机。据《环球网军事》报道，翼龙是一种中低空、军民两用、长航时多用途无人机，于 2005 年 5 月开始研制。2007 年 10 月完成首飞，是中国无人机制造领域“当家明星”。翼龙最长续航为 20 个小时，最高时速为 280 公里/小时，具有远距离长航时侦察和精确打击的能力，性能不亚于美军“捕食者”，价格却远低于对方。

据人民网报道，翼龙 I 型无人机已经在海外参加了多次实战，累积了数万飞行小时，发射的实弹已有上千枚。某次国外用户在遇到突发情况时，出动了 3 架翼龙 I 型无人机完成对某地区连续 7 天不间断控制的任务，这充分说明了翼龙 I 型无人机的可靠性、持续出动能力和保障水平。

据人民网报道，翼龙 II 无人机系统是在翼龙 I 型无人机基础上研制的一款中空、长航时、侦察/打击一体化多用途无人机，可以执行侦察、监视和对地打击任务。与一代相比，翼龙 II 装备有推力更强的国产发动机、机体全面扩大、气动布局优化，实用升限、速度和续航等性能指标全面提高，能够适应更复杂的使用环境。

据人民网报道，翼龙 II 已经获得了国外的订单，正在加班加点按照合同规定向用户交付，并且李屹东总师表示，翼龙 II 无人机获得的订单是中国军用无人机行业中史上金额最大的一笔订单。

海巡者（灵龙）无人机。据《成都日报》2014 年 11 月 12 日报道，灵龙是一款中小型低空近程、军民两用无人机系统，可利用船、车载弹射起飞，单垂绳拦阻回收，巡航时间 6~8 小时，巡航速度 120~150 km/h，巡航高度最大 3000 米，可在多种地形条件下使用，被称为“大海上的鹰眼”。

VD200 垂直起降无人机。据《成都日报》2014 年 11 月 12 日报道，VD200 是一款兼具垂直起降和按照固定翼模式进行高速无人机，尤其适用于多种需要快速反应且地形复杂的场合。巡航速度为 150~220 km/h，最大续航时间为 3h，最大飞行速度小于 260 km/h，不仅可用于军事侦察，还可用于民用如电力巡线等。

《中国日报》援引英国航空杂志《空军月刊》的消息称，翔龙无人机是进行监视、侦察和其他情报收集行动如信号情报作业的长航时平台，续航时长大约为 10 小时。据参考消息网 2016 年 12 月 22 日报道，IHS 简氏信息集团的“全世界所有类型飞机之无人机”系列信息产品指出，该无人机的翼展为 23 米，巡航速度约为 400 节，作业高度为 1.8 万米，续航里程接近 4000 海里，由一台涡轮风扇引擎提供动力，其最大起飞重量估计为 7500 千克，包括大约 650 千克的有效载荷，成飞

所很可能在设计中承担了领导角色，并由贵州航空工业集团承担生产任务。

图 35 翼龙 I 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 36 翼龙 II 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 37 海巡者（灵龙）无人机



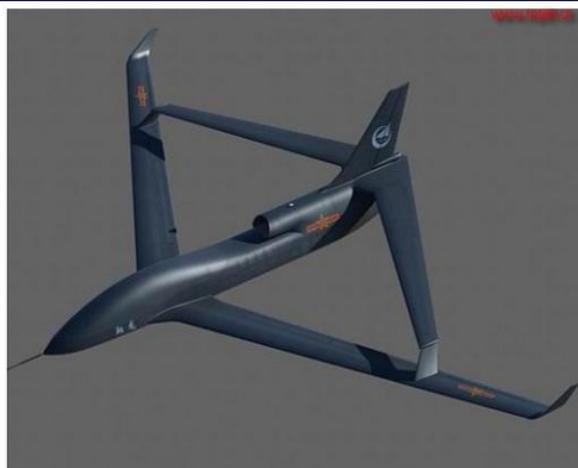
资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 38 VD200 垂直起降无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 39 翔龙无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

2) 中航工业成飞

中航工业成都飞机工业集团（简称成飞），创建于 1958 年，是我国研制、生产歼击机的重要基地。据官网介绍，集团已成功生产了歼 5、歼 7、枭龙、歼 10 等系

列飞机数千架，包括目前最先进的第五代战机歼 20。此外，成飞也大力发展无人机、喷气公务机产业，无人机方面已成功研制了云影无人机等。

据《瞭望东方周刊》2016 年 11 月 17 日报道，云影无人机是我国首款高空高速外贸无人机，主要用于高空远距离侦察和精确打击。巡航高度可达 14000 米，最大飞行速度为 620 km/h，比美国 MQ-9 “死神” 无人机快 200 km/h，具有更快速的作战能力和战场生存能力且性价比高，极具国际市场前景。云影的出现也标志着国产新型无人机进入了世界无人机第一梯队。

图 40 云影无人机



资料来源：集团官网，兴业证券研究所

3) 沈飞所

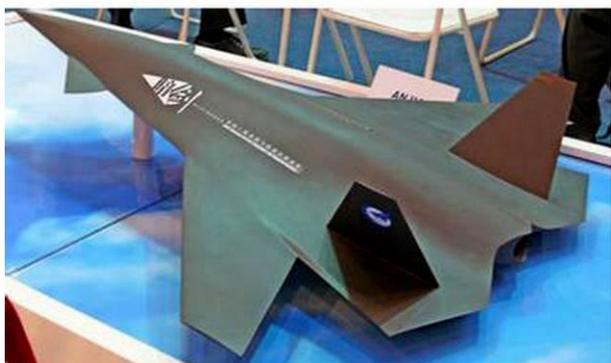
航空工业沈阳飞机设计研究所（沈飞所）成立于 1961 年，专业从事战斗机、无人机的设计研发，为空海军提供高端武器装备。百度百科显示，沈飞所研制了暗剑、神雕、利剑等无人机型号。

暗剑无人机。据《新浪军事》2014 年报道，该机型已在 2006 年 10 月在珠海航展上首次公开亮相，随后在 2007 年的巴黎航展上展出。该机拥有简洁流畅的机身，前置鸭翼的隐身布局和暗黑色的机身涂装。从外形上推测，“暗箭”应具有超音速、高机动能力和隐身性能，已经达到国际战斗机技术的较高水平。

利剑无人机。据《湖北日报》2013 年 11 月 22 日报道，“利剑无人攻击机由中航工业沈阳飞机设计研究所设计，中航工业洪都公司制造”。“利剑是我国研制的新一代隐身无人作战飞机，它采用了全隐身设计，隐身性能好，具备较强的突防能力。利剑采用无尾飞翼加机背进气道设计，这是无人隐身作战飞机的标志性设计，飞翼式布局能够较好的兼顾隐身、航程、载荷等多方面性能。除了“利剑”以外，

世界传统航空强国都在发展自己的无人作战飞机，美国的 X-47B、法国主导的“神经元”、英国的“雷神”都已经完成了首飞并进行了测试。”

图 41 暗剑无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 42 利剑无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

4) 中航工业贵飞

中航贵州飞机有限责任公司（简称贵飞）专业从事无人机、教练机的研制生产，为中航工业无人机产业化基地和教练机系列研制生产保障基地。据官网介绍，公司现已成功研制交付了数十个型号的歼击机、教练机和无人机，主要有性能优良的 FT-7 系列飞机、山鹰教练机系列、鸢 I、鸢 II、鸢 III 系列无人机。

鸢无人机，据中航工业官网介绍，是一款中空、低速无人机，由贵飞研制、成飞制造。其可以实现高精度、高时效性、多载荷、同平台遥感成像，主要用于民用。**鸢 II**，据《中国新闻网》2014 年 9 月 16 日报道，是一型中高空、低速、长航时无人机系统，具备光电图像侦察和监视、雷达图像侦察、通信信号侦测等多种用途，最大续航时间为 16h，巡航速度为 150~180 km/h，是鸢无人机从民用转向军民两用的开山之作。**鸢 III**，据环球网报道，“鸢 III”是一款于 2012 年珠海航展上首次亮相的双发飞翼式无人机。

图 43 鸢 I 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 44 鸱鹰 II 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 45 鸱鹰 III 无人机模型



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

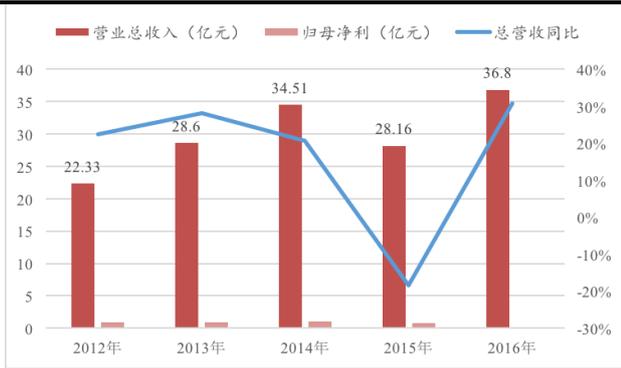
5) 中航工业洪都

中航工业江西洪都航空工业集团有限责任公司（简称中航工业洪都）是新中国第一架飞机的诞生地，创建于 1951 年，是我国教练机、强击机、轻型通用飞机的科研生产基地以及航空外贸出口基地。2000 年 12 月，“洪都航空”（600316.SH）在上海证券交易所挂牌上市，是我国第一家以飞机整机作为主营业务的上市公司。中航工业洪都也是为我国唯一一家可提供初级教练机（初级筛选）、中级教练机（基础训练）、高级教练机（高级训练）全系列教练机的专业研制生产企业。据《湖北日报》2013 年 11 月 22 日报道，“利剑无人攻击机由中航工业沈阳飞机设计研究所设计，中航工业洪都公司制造”。

洪都航空（600316.SH）是国内专业生产教练飞机和通用飞机的企业。2010 年 10 月，洪都航空收购集团 L15 高级教练机等飞机业务及相关资产，至此洪都集团飞机业务已基本全部进入上市公司。公司 2016 年年报指出，公司的主要业务分为教练机和转包生产业务两块，教练机主要产品有 CJ6 初级教练机、K8 基础教练机、L15 高级教练机，出口型猎鹰 L15 高级教练机将是公司后续发展的主要产品；转包生产业务主要为 C919 大飞机及波音公司转包生产项目。公司是 C919 前机身、中后机身的唯一供应商，工作量占机身制造的 25%。公司是国内唯一同时具备初、中、高级教练机全谱系产品的研制开发和生产制造能力的企业，国际市场上主要竞争对手为俄罗斯联合航空制造集团公司、意大利阿莱尼亚马基公司和韩国航空工业公司。

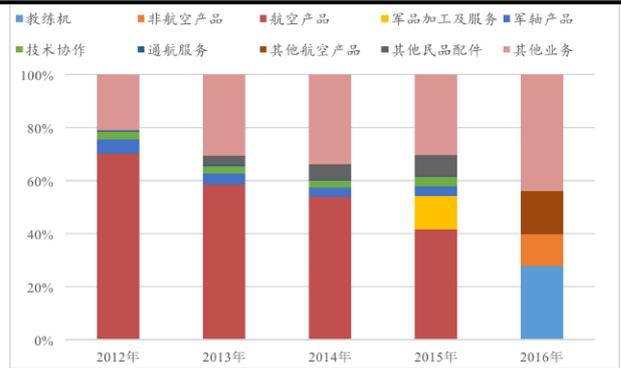
2016 年公司营业总收入 36.8 亿元，同比增加 30.71%，实现归母净利 0.11 亿元，同比减少 85.88%，下降的主要原因是无航空产品补价收入（2015 年该项收入为 4484.7 万元）、资产减值损失增加和搬迁收益净额减少。2016 年营业收入中教练机占 27.77%、其他航空产品 16.25%、非航空产品占 11.97%，其他业务占 44.03%。

图 46 洪都航空营收及增速



资料来源：WIND，兴业证券研究所

图 47 洪都航空主营构成



资料来源：WIND，兴业证券研究所

6) 北航无人机所

北京航空航天大学是国内最早从事无人机研究的单位，1959年成功实现国内第一次飞机无人驾驶飞行。北航无人机所于1965年设立，是国内第一个无人机研制单位，在大型高空高速长航时无人机等关键技术领域，处于国内领先地位。北航无人机所代表产品有长虹系列无人机、BZK-005无人机、长鹰系列无人机、“海鸥”共轴式无人直升机。

长虹-1 无人机，据《环球网军事》报道，是一款高空多用途无人驾驶飞机，英文代号 DR-5，于1972年11月28日首飞，是我国第一架高空无人驾驶侦察机。长虹-1可用于军事侦察、高空摄影、靶机或地质勘测、大气采样等科学研究，曾在中越边境战争中使用过。长虹-1的研制借鉴了美国 BQM-34 “火蜂”(FireBee)无人侦察机，长虹-1飞机由大型飞机(即母机，如运-8)带飞到4000-5000米的高度投放。

长鹰无人机，据《中国教育报》2011年9月13日报道，为我国首款大型长航时无人机，使我国无人机实现了由近中程、短航时，向远程、长航时的历史性跨越。长鹰历时7年制成，是我国新一代具有完全自主知识产权的无人侦察机系统，填补了我国大型航空侦察装备的空白。

BZK-005 无人机。据北京晨报2015年9月4日报道，“BZK-005是一种具有隐身能力的中高空远程无人侦察机系统飞行器，主要用于执行侦察任务和搜集情报。2013年9月9日，日本防卫省表示疑似是BZK-005无人机进入日方所谓“东海上空的日本防空识别区”，中方回应称是年度计划安排，符合相关国际法和国际实践。”据环球网报道，BZK-005无人机是中航工业哈尔滨飞机工业集团有限责任公司与北京航空航天大学联合设计，曾参加了“纪念抗战胜利70周年阅兵式”。

图 48 长虹无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 49 受阅中的 BZK-005 无人机

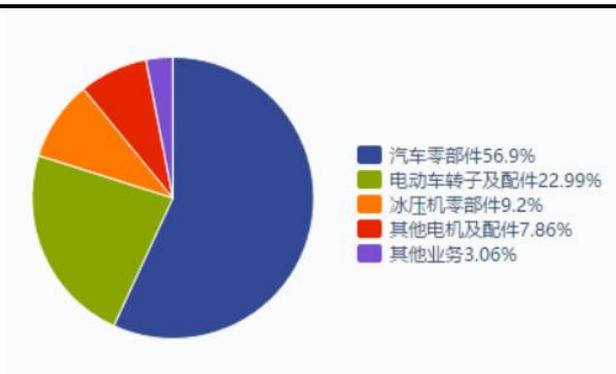


资料来源：腾讯网，兴业证券研究所

信质电机股份有限公司（信质电机 002664.SZ）于 2017 年 6 月 16 日发布公告称，拟参与北京北航天宇长鹰无人机科技有限公司（天宇长鹰）股权北京产权交易所公开转让的事宜，即公司拟参加北航长鹰转让天宇长鹰资产项目的竞价、摘牌、受让标的资产，从而获得天宇长鹰 49% 的股权。天宇长鹰是北航长鹰的全资子公司，主要从事无人机的研发、制造和销售等。天宇长鹰的唯一股东为北航长鹰科技有限公司，实际控制人为北京航空航天大学。

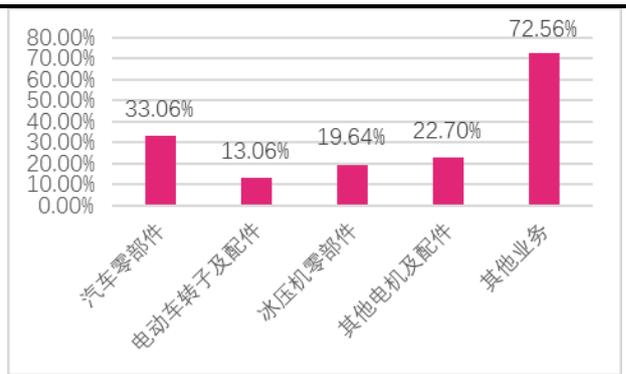
信质电机公司成立于 1990 年 7 月，是一家专业从事各种电机定子、转子等核心零部件的研发、制造和销售的公司。公司是国内电机零部件制造行业重点骨干企业和国内最大的汽车发电机定子制造商，是德国博世集团、法国法雷奥集团、美国雷米国际、新大洋等世界知名企业的优秀供应商和核心供应商，拥有省级高新技术企业研究开发中心。2016 年公司实现营收 17.8 亿元，与上期同比增加 17.98%。归母公司净利润为 2.31 亿元，与上期同比增加 12.23%。

图 50 信质电机 2016 年主营业务收入构成



资料来源：公司公告，兴业证券研究所

图 51 信质电机 2016 年营业毛利率



资料来源：公司公告，兴业证券研究所

若信质电机成功收购天宇长鹰，将使得公司主营业务由电机定转子业务延伸至军用无人机业务，未来公司有望将自身机电类零部件生产技术优势，与北航军用无人机研发优势相结合，打造国内军用无人机领军企业。

7) 南航无人机所

南京航空航天大学无人机研究院（原航空部 362 研究所）是我国最早开展无人机技术研究和型号研制的单位之一，是我国中小型无人机的重要研发基地之一。据官网介绍，研究所在近 60 年的飞行器（包括无人机）研制历程中，先后研发了各类飞行器 37 种（其中无人机有 29 种），代表性的无人机有长空系列无人机，南航 1 号、南航 2 号拖靶，翔鸟无人直升机，鸿雁 HY30 无人机等。

长空一号（CK-1）无人机，据《航空世界》2007 年 4 月 19 日报道，是一款中高空靶机，是我国第一架无人靶机，于 1966 年 12 月 6 日首飞成功。长空一号采用一架可回收的发射车进行助推起飞，可供导弹打靶、防空部队训练以及采样等需求，1977 年开始参加执行原子弹空爆取样任务，并很快完全取代有人机取样。长空一号的改进型号包括 CK-1A 取样机，用于核武器试验的取样工作；CK-1B 低空靶机供低空防空武器系统鉴定用；CK-1C 高机动型具有高机动盘旋能力，供空对空导弹和歼击机鉴定试验用。

南航 1 号拖靶，据《中国飞机全书》介绍，参考苏联 ПМ-3Ж 靶机改制而成，为全金属型，使用液压电动机收放系统和苏制拉-17 靶机的反射器，用国产飞机轰-5 拖拉，于 1958 年 11 月 15 日试飞成功。南航 1 号拖靶是一种不能作自由飞行与滑翔、使用时由飞机用钢索拖带的靶机。**南航 2 号**，据《中国飞机全书》介绍，是南航继南航 1 号拖靶后又自行研制的一种小型超声速无人驾驶飞机，是我国自行研制超声速无人驾驶飞机的一次尝试。南航 2 号原计划速度马赫数达到 1.9，高度在 18000~20000 米之间，使用冲压式发动机，但由于当时的基础试验条件不足，研制被终止。

WZ-1 翔鸟无人直升机，据《中国飞机全书》介绍，是典型的尾桨式直升机，需要靠尾杆一端安装的小旋翼旋转所产生的力作用于尾杆上的力矩来抵消主旋翼的反扭力矩，明显区别于以北航的“海鸥”为代表的共轴式直升机。翔鸟于 1996 年 1 月首飞成功，最大平飞速度 150 km/h，悬停高度 1500 m，续航时间 4 h。

鸿雁 HY30 无人机，据《南京日报》2016 年 10 月 10 日报道，为国内首款可以舰载的固定翼无人机，适用于军民两用的新一代先进小型长航时固定翼无人机系统，2016 年 10 月亮相于第六届中国国际无人驾驶航空器展览会。“鸿雁”采用的是南航自主研发、以航空煤油和轻质柴油为燃料的新型重油发动机，相较于汽油发动机安全且省油。南航成功突破了小型活塞式重油发动机、精确飞行控制与导引等多项关键技术，使**鸿雁 HY30**具备全地形复杂环境适应能力，续航时间长达 20 小时，抗风能力强，并具备“气动短轨弹射起飞技术”和“垂绳精确拦阻回收技术”，可以实现舰载无人机的精确定点起降。

图 52 长空一号无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 53 翔鸟无人直升机



资料来源：中国飞机全书，兴业证券研究所

图 54 南航 1 号



资料来源：中国飞机全书，兴业证券研究所

图 55 南航 2 号



资料来源：中国飞机全书，兴业证券研究所

图 56 鸿雁 HY30 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

8) 西工大爱生科技

西安爱生技术集团公司（西北工业大学无人机研究所-365所）隶属于西北工业大学，专业从事中小型无人机系统及其动力装置研究，是我国最大的无人机科研生产基地之一。据官网介绍，公司自 1958 年研制成功我国第一架无人机以来，先后

研制生产了靶标、侦察、攻击、通用共 4 个系列 15 种平台 50 多个型号的无人机和 3 个系列 8 个型号的小型航空发动机。代表性的无人机有靶机 B1、B2、B2D、D4、B9 及 ASN 系列无人机。建国 60 周年国庆受阅的无人机全部由爱生科技研制。据《环球网》2016 年 5 月 12 日报道，近期西北工业大学无人机研究所正致力于研制新型新能源新动力无人机和垂直起降无人机。

B1 靶机，据《中国飞机全书》介绍，于 1962 年开始研制，1963 年定型并转厂生产，属于小型无线电遥控靶机。B-1 作为训练器材大面积装备海、陆、空三军的高炮部队靶机组，还外销朝鲜、越南、阿尔巴尼亚等国，于 1965 年退役。西工大以 B-1 型靶机的研制为契机，从航空模型运动走向靶机、无人机的研制，开始为国防建设作贡献。

B2 靶机，据《中国飞机全书》介绍，于 1966 年开始研制，1971 年转厂生产，B2 靶机为全军高炮训练提供拖靶靶标，覆盖了全国各地，推动了部队训练走向现代化。

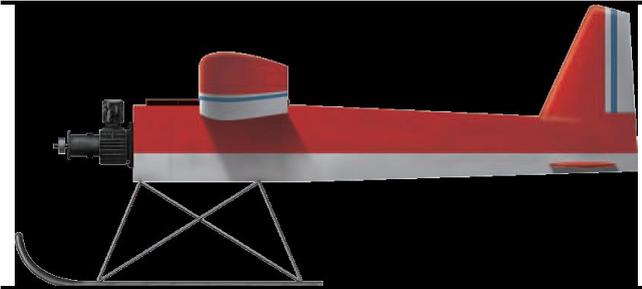
ASN-206，据《环球网军事》报道，是具有国际先进水平的新型无人机系统，于 1994 年 12 月完成研制工作，1996 年在珠海国际航展上展出，现已投入批量生产，1996 年该机获国家科技进步一等奖。全系统包括 6~10 架无人机和 1 套地面站，无人机采用后推式双尾撑结构，巡航时间为 4~8 小时，航程 150 千米，具有实时视频侦察系统，能为我军前线侦察提供了一种利器。该机利用固体火箭助推发射，伞降回收，可多次使用，不需要专用起降跑道。在军事上可用于昼夜空中侦察、战场监视、侦察目标定位、校正火炮射击、战场毁伤评估、边境巡逻。民用用途包括航空摄影、地球物理探矿、灾情监测、海岸缉私等民用领域。

据《凤凰网》2012 年 6 月 5 日报道，6 月西安爱生推出三款 ASN 系列无人机新型号，包括 **ASN-209F 多用途无人机**、**ASN-216 小型近程无人机**、**ASN-218 小型短程无人机**。**ASN-209F 多用途无人机**，载荷能力大、作业范围大、续航时间长、对敌观测分辨率高，可装载电视、红外、合成孔径雷达、地磁测量等传感器设备。最大起飞重量为 320 千克，任务载荷 50 千克，最大飞行速度为 220 千米/小时，实用升限 5000 米，续航时间 10 小时，控制距离 200 千米，是目前国内最先进的多用途中型无人机之一。**ASN-216 小型近程无人机**，可装在电视、红外、微型合成孔径雷达等设备，具有地面灾情探查、地面目标侦察与定位、战场毁伤评估等多种用途。最大起飞重量为 20 千克，最大飞行速度为 140 千米/小时，续航时间为 3-4 小时。**ASN-218 小型短程无人机**，最大起飞重量为 40 千克，最大飞行速度为 140 千米/小时，续航时间为 4-8 小时。此外，据官网介绍，ASN 系列无人机还包括 ASN-102、105、212、215、216、217 等型号。

据西北工业大学官网介绍，2017 年 7 月 30 日，纪念中国人民解放军建军 90 周年阅兵式在朱日和训练基地举行，无人机方队第三次在阅兵中公开展示，此次亮相的三型无人机全部由西北工业大学研制。据新浪军事报道，其中一款型号为

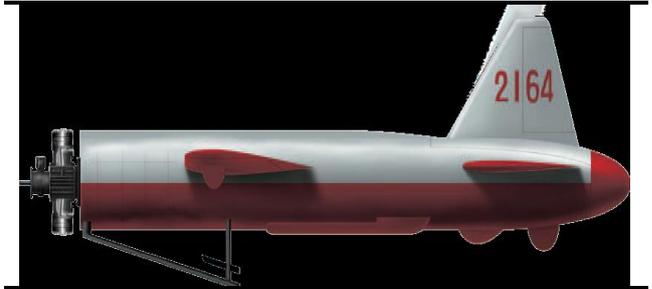
ASN301 反辐射无人机，对标以色列的哈比无人机，但价格要远低于哈比无人机。ASN301 反辐射无人机的机长 2.5 米，翼展 2.2 米，全重 200 公斤，最大飞行速度 220 公里/小时，续航时间 4 小时，作战半径可达 280 公里。ASN301 首次展出是在 2017 年 3 月份的 IDEX 阿布扎比防务展上。据西工大官网介绍，其余两型无人机分别为某新型通信干扰无人机、某新型雷达干扰无人机。

图 57 B1 靶机



资料来源：中国飞机全书，兴业证券研究所

图 58 B2 靶机



资料来源：中国飞机全书，兴业证券研究所

图 59 ASN-206 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 60 ASN-209F 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 61 ASN301 反辐射无人机



资料来源：建军 90 周年，兴业证券研究所

航天科技集团

9) 航天十一院

中国航天科技集团公司第十一研究院（简称“航天十一院”）由钱学森于1956年创建，专业从事飞行器空气动力综合技术研究，是我国**第一个大型空气动力研究与试验基地**。研究院承担过我国几乎所有航天型号的气动研究试验任务，包括全部“神舟”系列飞船在内的各种运载火箭、返回式卫星、载人飞行器、战略和战术武器以及飞机、导弹的气动力和气动热问题。研究院也广泛开展特种飞行器领域研究，代表产品有享誉中外的彩虹无人机。

“十二五”期间，十一院在空气动力、无人机、航天技术应用三大领域发展迅速，营业收入从2011年的13.4亿元持续增长至2014年的31.3亿元。

彩虹无人机始于1999年，产品谱系丰富，技术指标已达世界先进水平，是**中国型谱最齐全、批量出口最早、出口量最大的无人机系列**。据《中国航天报》2015年1月30日报道，目前公开的“彩虹”无人机产品包括12型常规类型无人机以及3型概念无人机，主要产品有中程无人机彩虹-3、远程无人机彩虹-4、多用途远程长航时无人机彩虹-5（航天十一院）和超近程小型无人侦察机彩虹-802（航天九院）等。

彩虹-4是彩虹系列最负盛名的机型。据《新华军事》2014年11月9日报道，彩虹-4是中空长航时察打一体无人机，可挂载4枚空地导弹，攻击精度小于1.5米，在国外参与过200多次实战。彩虹-4续航时间超过30小时，采用卫星控制，遥控距离轻松达到2000公里。Aviation Week称彩虹-4无人机是我国公开的无人机中挂载能力最强、飞行性能最优的无人机，具备强大的攻击能力，可实现发现即摧毁的目的，其整体性能指标高于美国“捕食者A”无人机系统，在同类型无人机中处于领先地位，代表了中国无人机技术发展的高水平。

彩虹-5多用途远程中空长航时无人机。据《中国航天报》2015年8月31日报道，彩虹-5于2015年8月实现首飞，2017年7月正式进入批量生产阶段。相比彩虹-4，其载重能力增加了2.5倍，达500千克左右。“彩虹-5”能连续飞行40小时，改进型的续航能力甚至达120小时，若使用复合挂架，可挂载16枚空地导弹。未来“彩虹-5”无人机可以与“彩虹-4”、“彩虹-3”无人机高低搭配，执行不同的作战任务，或编队使用，发挥体系综合作战效能。

图 62 彩虹-4 无人机



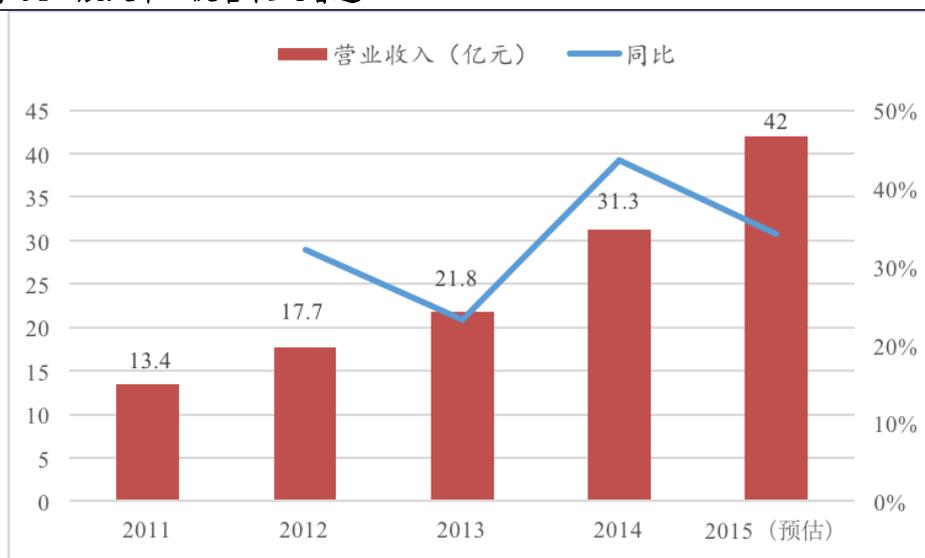
资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 63 彩虹-5 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 64 航天十一院营收及增速

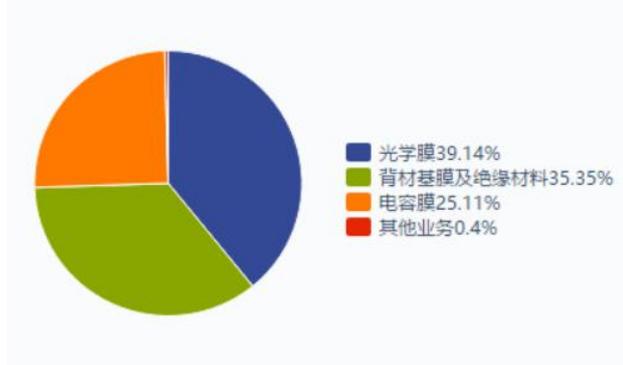


资料来源：集团官网，兴业证券研究所

2016 年 10 月南洋科技 (002389.SZ) 公告称台州国资委将金投航天 100% 股权 (金投持有上市公司 21.04% 股权) 无偿划转给航天十一院, 向航天十一院等发行股份购买彩虹公司 100%、神飞公司 84% 股权并募集配套资金 12.29 亿元, 用于彩虹无人机产业基地建设、新概念无人攻击机研制。重组完成后航天气动院将直接及间接持有上市公司 38.68% 股份, 成为上市公司实际控制人。

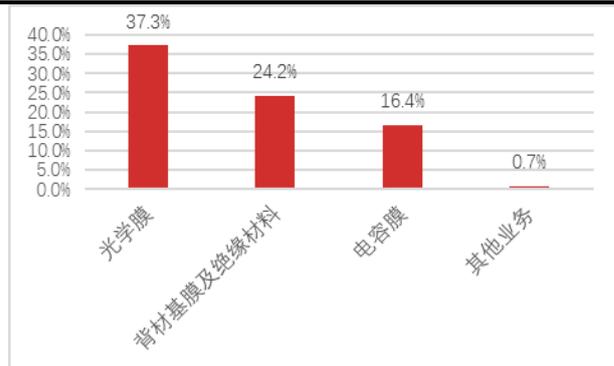
南洋科技是我国最大的电容器专用电子薄膜制造企业之一, 是中国高端电容器薄膜主导供应商和中国产品系列最全的电容器薄膜生产商。公司成立于 2001 年 11 月, 并于 2010 年上市, 公司主营业务主要分为电容器薄膜、太阳能电池背材膜、锂离子电池隔膜、光学膜几大业务板块。2016 年公司实现收入 12.14 亿元, 归母净利 1.23 亿元, 与上期同比分别增长 31.45% 和 22.68%。

图 65 南洋科技 2016 年主营业务收入构成



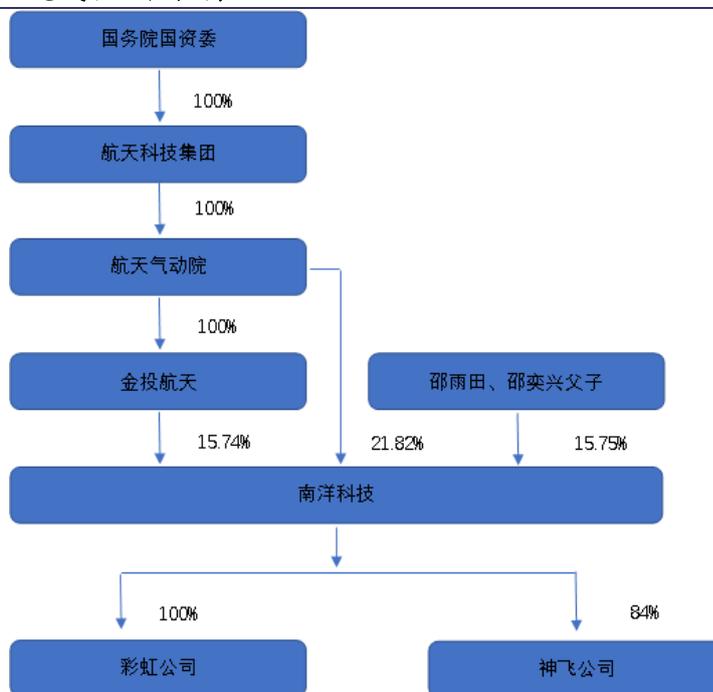
资料来源：公司公告，兴业证券研究所

图 66 南洋科技 2016 年营业毛利率



资料来源：公司公告，兴业证券研究所

图 67 重组完成后股权结构



资料来源：wind，兴业证券研究所

公司若成功收购十一院下属彩虹无人机相关业务，将使得南洋科技由高端电容器薄膜制造向军用无人机市场延伸。而配套募集资金项目（彩虹无人机产业基地建设、新概念无人攻击机研制）将极大的有助于彩虹系列无人机的改进升级，以及后续新型号的研发。

此次南洋科技拟收购神飞公司 84% 股权，神飞公司剩余 16% 股权现为重庆宗申动力机械股份有限公司（宗申动力 001696.SZ）所持有。

10) 航天九院

中国航天科技集团公司第九研究院（简称“航天九院”），即中国航天基础电子技术研究院，是航天电子专业大型科研生产联合体。北京航天无人机系统工程研究所隶属于航天九院控制的上市公司航天电子（600879.sh），是专业从事无人机系

统研发设计生产的高科技企业和研发实体。研究所已成功研制了十余个型号的无人系统系列产品，在军用领域广泛应用于侦察定位、火炮校射、载荷布撒与组网、气象/水文信息探测等，在民用领域已广泛应用于遥感测绘、人工增雨、森林防火、管线巡察、环境监测等。

2013年2月，九院无人机所在国家海洋环境监测中心组织的长航时无人机招标中胜出，为该所无人机进军海洋领域奠定了坚实基础。此前，该所在警用无人系统采购中一举夺魁，签订了无人系统批量采购合同，实现了在民用公安警用市场领域的重要突破。据《中国航天报》报道，2014年3月中国航天科技集团公司九院无人机所研制的某小型近程无人侦察机系统荣获2013年度国防科学技术进步一等奖。据官网介绍，2015年9月九院无人机所在“9.3”抗战阅兵中承担了某新型无人侦察机系统的研制保障任务，同时还是该型号无人侦察机系统的研制总体单位，圆满完成参阅装备保障任务。该型无人机系统作为我军现役战术信息支援体系中的一型重要装备，具有快速部署、昼夜侦察、高精度目标定位和火炮校射等功能，还可用于执行目标指示、中继通信、军事航空、反恐处突等任务，综合技术性能居国内领先、国际先进水平，可与美军现役同类无人机相媲美。

图 68 航天九院研制的某型号无人机



资料来源：凤凰军事，兴业证券研究所

中国航天科工集团

11) 航天三院

中国航天科工集团第三研究院（简称“航天三院”）成立于1961年，以导弹武器研制生产为基业，逐步形成较为完备的飞航导弹家族，先后研制了多种飞行器装备。三院借助自身在小型涡喷/涡扇、飞行控制、惯性导航等专业技术优势和经验，自2002年开始涉足无人机研发工作。据官网介绍，2005年航天三院自行研制的无人机首飞成功，十余年来研制出了天鹰系列无人机、WJ-500、WJ-600、WJ-600A/D高速察打一体无人机等产品。

2014年10月28日中国航天科工三院无人机技术研究所揭牌成立，无人机所作为三院无人机的总体技术部，将致力于发展成为中国航天科工集团公司无人机技术

研发中心。据《澎湃新闻》2017年3月10日报道，目前该研究所正在开展隐身无人机、太阳能无人机和新概念无人机和适用于20公里至100公里近空间区域的无人飞行器，力争成为世界顶级制造商。

WJ-600 高速察打一体无人机。据《飞航导弹》介绍，WJ-600为中高空高亚声速无人机，采用一台小型涡喷发动机，最大平飞速度为900 km/h，巡航速度550~750 km/h，实用升限高达12000m。能够装载光电侦察设备、合成孔径雷达、电子侦察设备等任务设备，执行侦察监视和打击效果评估等任务；也可装载其他类型的任务设备实现电子战、信息中继和靶标模拟等任务。该型无人机于2004年开始研制，2009年完成科研试飞，2010年完成设计鉴定，已在多次任务中成熟应用。

WJ-600A/D 高速察打一体无人机。据《兵器知识》介绍，WJ-600A/D是WJ-600的改进型号，可同时装载侦察设备和制导武器，能够在侦察过程中执行对地面轻装甲车辆、指挥车等目标的打击任务。该型无人机于2013年开始研制，2014年完成科研试飞，拟于2015年设计定型。动力装置采用一台小型涡扇发动机，两侧机翼下部各安装一个机载武器挂架，单个具备挂载50千克量级武器的能力，最大外挂重100千克。

WJ-500 中型高速无人机。据《瞭望》新闻周刊报道，WJ-500分为高隐身型和通用型，主要用于模拟飞航式反舰导弹、巡航导弹和中低空飞机类目标电磁、飞行速度、飞行高度等特性，为反导武器、机载武器等提供具有真实特性的高速运动目标。于2010年启动研制，2012年完成高隐身型科研试飞，2013年完成高隐身型设计鉴定，已在多次任务中成熟应用。高隐身性WJ-500无人机的前视雷达反射面积仅为0.01~0.05 m²，隐身能力很强。

图 69 WJ-600 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 70 WJ-600A/D 无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

12) 总参 60 所

总参谋部第六十研究所是总参军训部直属的军训模拟设备的科研生产机构，专业从事无人机系列、模拟训练系统和警用装备三大系列产品的研发与生产，是国内最早研制军训模拟装备的科研单位。据官网介绍，总参60所为军队无人机研制的强势单位，是无人靶机领域的领导者，目前已成功研制了S200J型大机动亚音速靶机，S300亚声速靶机，S400超声速靶机；WZ-5型、WZ-5B型和WZ-6B型无

人直升机等机型。

S200J型亚音速靶机，据《凤凰军事》报道，主要满足地面防空导弹、空空导弹，近程反导武器系统日常训练及演练对大机动空中飞行目标模拟需求。最大使用速度 0.75 马赫，最大飞行高度 7000 米，续航时间 30 分钟，测控半径 100 千米。

S300 亚声速靶机，据《凤凰军事》报道，采用国产 150 公斤级涡喷发动机作为动力，具有 GPS 导航、程控飞行、超低空飞行等功能，可进行舰面起飞、海上回收等，用于模拟敌作战飞机和巡航导弹，提供高速运动空中靶标。最大起飞重量 300 千克；最大平飞速度 250 米/秒；巡航速度 190 米/秒，续航时间 1 小时，实用升限 9000 米，掠海高度 20 米，测控半径 100 千米。

S400 型超音速靶机，据《凤凰军事》报道，采用两级固体火箭作为发射助推和巡航动力，最大飞行速度 1.2 马赫，具有定高、定向、支线飞行，以及遥控遥测功能。

WZ-6B 型无人机，据《凤凰军事》报道，是一款专用的舰载无人直升机，具备运动舰面自主起降能力，能够执行战场侦察、目标指示、通信中继、电子对抗等多种任务，亮相于第五届无人机大会（2014 年），被称为中国版的“火力侦察兵”。续航时间为 8h，最大平飞速度为 230 km/h，最大巡航速度为 200 km/h，最大起飞重量为 1600 kg。

图 71 S200J 型大机动亚音速靶机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 72 S300 亚声速靶机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 73 S-400 型超音速靶机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 74 WZ-6B 型无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

13) 其他军用无人机研制企业

中国电科集团 54 所是我国电子信息领域专业覆盖面最宽、规模最大的综合性骨干研究所之一，具有武器装备科研生产及质量体系方面的重要资质，是国家授权的电子工程专业承包壹级资质单位，电子工程甲级设计单位。主要从事军事通信、卫星导航定位、航天航空测控、情报侦察与指控、通信与信息对抗、航天电子信息系统与综合应用等前沿领域的技术研发、生产制造和系统集成。研究所在遥控专业领域有着 30 年无人机航空测控系统的研发生产经验，为新型“彩虹”无人机提供上下行双链路测控系统研制服务。据研究所官网，54 所已研制出“云翼”和“云翔”系列无人机，同时有超近程/近程/短程/中程无人机测控与信息传输系统产品。

北方导航控制技术股份有限公司（北方导航 600435.SH）是隶属中国兵器工业集团公司的专业化子集团。公司主要为军品提供二三四级配套，军品以短波电台和卫星通信系统、军用电连接器等领域的整机、核心部组件为主要产品。公司同时也在积极利用其控制技术、通信技术、惯性导航和卫星定位的优势进行军用无人飞行器的研制。

北京中航智科技有限公司（中航智）成立于 2012 年 11 月，是建国以来首个民营性质的总体总师单位。公司拥有军工四证资质，以军品研制为核心，军品业务占 80% 以上。公司与深圳中航智科技有限公司（以无人机生产为主）和深圳联合通航无人机租赁公司（以提供服务保障为主）为深圳联合飞机科技有限公司的子公司。公司与北京理工大学合作成立无人飞行器自主控制研究所，同时，公司将逐步打造成为国内研发中心、市场营销中心、系统集成中心、军品开发中心和军援军贸中心。据公司官网，目前已拥有 TA168、TD220 和 T333 系列产品，在研产品有 T15K 和 T30T 系列。截至 2015 年 12 月底，公司总资产 1.97 亿元，签署合同额超 3.2 亿元，其中国家研制经费超 2 亿元，现有产品定型后年销售收入保守估计稳定在 20 亿元以上。

北京中航双兴科技有限公司主要从事声能技术研究、模拟仿真系统开发和智能机器人研制。公司曾获得 9 项国防专利，总装备部军队科技进步一等奖、军队科技进步二等奖、军队科技进步三等奖。公司研制的多旋翼系列无人机，可灵活配载红外成像、激光测距、光学摄像、弹药发射等多种任务载荷，满足特种作战支援对空中无人平台的基本需求，可实现边防区域内定点巡逻、视频监控、运动目标跟踪定位、特种作战支援和陆军空地一体化作战。

北京韦加无人机科技股份有限公司（韦加股份 837999.OC）拥有电动固定翼无人机、植保无人机、多旋翼无人机、系留式无人机等多种机型。目前有国内首创任务载重超过 5kg 电动固定翼无人机，国内唯一 20KG 级全自动植保机，韦加独有的滞空 6 小时的氢燃料电池垂直起降固定翼无人机和在空中悬停 24 小时的系留式多旋翼无人机与通信设备。公司无人机产品被广泛应用于军工、石油、电力、气

象等多个行业，尤其是在无人机通讯、图传、测绘和植保居于国内领先地位。公司多个无人机系统已经进入列装和预研阶段，可应用于战术情报侦察、军事训练、后勤保障和无人作战领域。

湖南基石创新科技有限公司专注于智能硬件及相关软件领域。公司下有四个控股子公司，初步形成了围绕智能硬件及软件产业链条的专业发展、互相协同的多元化企业集团。公司涵盖智能无人机、专网无线通信、3D 智能视觉、军工信息等智能信息行业。目前拥有 KIOMN 和 GLINT2 系列无人机产品，也涉及军用无人机业务。

深圳一电航空技术有限公司是集专业研发、生产及销售为一体的无人机科技企业。在无人机系统研发方面从事包括无人机设计总体集成、无人机间信息共享控制系统、电力动力控制系统、高精度飞行姿态控制系统、数据链通信及卫星导航系统、无人机载荷系统、人机交互系统、无人机智能识别自主飞行系统等。公司在军警无人机产品包括载弹无人机、侦察无人机、测绘无人机等。公司已批量生产了先进的军警无人机系统 F50、F100 及 F600 系列，采用 GPS/北斗/GLONASS 定位系统，配备全球领先的智能飞控系统，可实现自主起降、路线规划自动巡航、自主返航等智能应用；具备红外热成像技术、夜间超低照度侦察和超视距侦测能力；并可外挂其它军用级机载设备；可在暴雨、大雪、沙尘天气、高温及极寒环境下执行任务。公司无人机产品已装备于部分军队，主要应用在军事侦察和反恐防暴等方面。

北京泊松技术有限公司依托中国科学院遥感所、地理所、国家天文台、中国电科集团、清华大学、北京师范大学的雄厚技术力量，多年来一直致力于无人机、遥感、GIS、军事仿真等行业。公司研制的无人驾驶飞机遥感系统在部队中得到广泛使用。在 2016 年珠海航展上展示的 67 架固定翼无人机集群飞行中就运用到了公司的集群控制技术，包括规模集群的控制算法、自主智能控制算法、动态无中心自组网技术、群体环境感知与碰撞规避、动态任务分配等。

天津全华时代航天科技发展有限公司（全华时代）是一家以工业智能化研发为主，专业从事无人机研发、量产、销售及培训的高科技创新型企业。公司自身具备 20 余种机型无人机产、学、研能力，GJB9001B-2009 武器装备质量体系认证以及国家二级保密资质认证，并向国防、公安、海洋、工业、农业、地调、测绘、应急、影视等多个应用领域提供多种无人机的使用和优质保障服务。2016 年 8 月 25 日，**威海广泰空港设备股份有限公司（002111.SZ）**发布公告，已完成全华时代股权收购，持有全华时代 69.34% 的股权，是其控股股东。此次并购使得威海广泰从航空地面设备制造延伸至无人机研发生产。

北京耐威科技股份有限公司（耐威科技 300456.SZ）主要业务包括导航业务，MEMS 业务，航天电子业务，无人机系统业务和智能制造业务。公司利用自身导航、飞控系统方面的优势，开展无人机研制以及无人机相关配套业务。据公司公

告，公司目前的无人系统产品可用于情报侦察、战场监视、战区测绘等军用领域以及航空摄影、航空测绘、水利巡线、电力巡线、无人货运、环境监测等民用领域。此外，公司研制生产的光纤惯导系统已批量装备某型号战机、某型号长航时察打一体无人机；公司研制生产的 MEMS 惯导系统已具备丰富的实践应用经验，且正在推进与某型号无人机、某些型号航空制导武器等相关的应用项目。

山东矿机集团股份有限公司（山东矿机 002526.SZ） 主营业务为煤机生产、煤炭销售和采煤服务。2015 年山东矿机设立全资子公司山东长空雁航空科技有限责任公司，注册资本为 1 亿元，专业从事低空无人机研发生产，以及微型涡喷发动机关键零部件加工。根据公司公告，公司目前拥有长空雁 CKY5、CKY6 无人机，另有试验机完成多次试飞。

西安晨曦航空科技股份有限公司（晨曦航空 300581.SZ） 是专注于研发、生产、销售航空机电产品及提供相关专业技术服务的高新技术企业。公司拥有军工四证资质，主要为国内军方提供一系列军品及配套服务，在惯性导航、发动机参数采集、飞控计算机、机载短波天线等领域拥有一定的技术积累。公司在掌握惯性导航和飞控技术的相关核心之后，进一步融合了多传感器的惯性导航技术和飞行控制技术，成功开发了无人机系统。公司目前储备有无人机自适应控制技术和无人机多模式通信管理技术，已具备融合导航、飞控和发动机电子领域技术的能力，未来或将在军用无人机产品方向持续发力。

华讯方舟科技有限公司（华讯方舟 000687.SZ） 主要从事军事通信相关产品及系统的研发生产。公司下属控股子公司华讯方舟系统技术有限公司（华讯系统）专注于先进无人机信息系统、飞行控制与导航系统的技术研究开发及应用服务，围绕无人机平台核心技术，构建功能完整的无人机应用生态体系。据公司官网，公司已拥有 HighLine-E6 手抛式无人机、某弹载无人机等型号产品。

表 11 我国部分无人机型号及参数

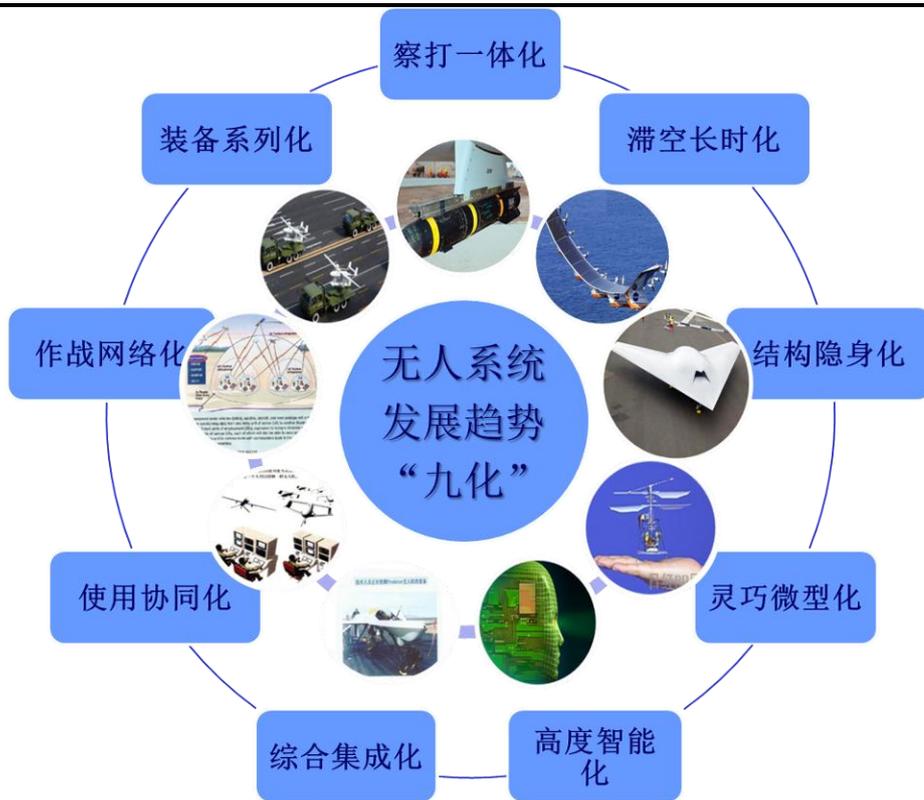
名称	翼展(m)	机长(m)	最大起飞重量(kg)	最大时速(km/h)	航程(km)	续航时间(h)	最大飞行高度(m)	动力装置	研发单位
无侦-5	9.8	9	1700	800	2500	3	17500		北京航空航天大学
长空一号	7.5	8.4	2060	920	950	1.2	18000	涡轮喷气发动机	南京航空航天大学
彩虹三号	8	5.5	630	220	2400	12-15	5000	活塞式发动机	中国航天科工集团公司十一院
彩虹四号	18	9	1300	235	4000	30	5300	活塞发动机	中国航天科技集团
彩虹五号	21		>3000	220	10000	120		活塞发动机	中国航天科技集团
ASN-206	6	3.8	222	210	150	4-8		活塞式发动机	西北工业大学
翼龙	14	9.3	12000	280	4000	20	5300		中航工业成都飞机设计研究所
翔龙	24.9	14.3	6800	750	7000	10	20000		中航工业成都飞机工业公司
利剑	14								中航工业沈阳飞机设计研究所
暗剑			>10000	2450				涡轮冲压发动机	中国航空工业集团公司沈阳飞机设计研究所
长鹰									北京航空航天大学

资料来源：环球网，百度百科，维基百科，人民网，《中国飞机全书》，简氏防务，兴业证券研究所

5 无人机未来发展趋势及市场

未来无人机发展大致呈现出 9 种趋势：察打一体化、滞空长时化、结构隐身化、微小型化、高度智能化、综合集成化、使用协同化、作战网络化、装备系列化。其中长航时无人机、微小型无人机、作战无人机和无人机集群将是发展的重点方向。

图 75 无人机发展趋势



资料来源：《无人机系统概述及关键技术》，兴业证券研究所

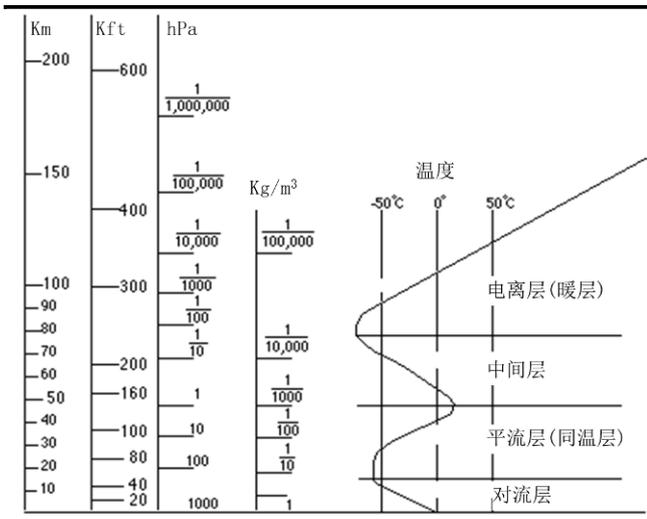
5.1 长航时无人机

无人机重要发展方向之一是从低空、短航时向高空、长航时发展。情报信息在现代战争中至关重要，无人机作为重要的信息收集手段，若要想侦察监视更广阔的地域并获得尽可能完整的情报信息，就必须进一步提升飞行高度、延长续航时间。因此，前世界军事强国均在积极开展新型高空长航时大型无人机的研究。

这类无人机大多采用大展弦比机翼，以获取更大升力，从而提升载荷、延长滞空时间、提升航程。“全球鹰”无人机是现役长航时无人机中的代表，其高空长航时的特点能够使其滞空 20 小时以上，从而实现远距离、长时间、持续监测。

而超长航时无人机概念的提出，将空中停留时间的单位由现在的小时提升为天、周甚至是月。超长航时无人机与现役长航时无人机（全球鹰等）最突出的区别在于飞行高度和驱动方式 2 个方面。飞行高度上，超长航时无人机其往往可以达到临近空间，临近空间是指处于现有飞机最高飞行高度和卫星最低轨道高度之间的空域（通常距地表约 20~100km），它作为航天与航空的空间接合部。临近空间无人机相对于传统长航时无人机具有生存力高、续航时间长、载荷能力强的特点，而其使用费用相对于卫星将大幅降低。

图 76 大气层结构图



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 77 美国计划部署边境高空飞艇



美国计划未来在边境地区部署 10 架高空飞艇

资料来源：《无人机系统概述与关键技术》，兴业证券研究所

在驱动方式上，超长航时无人机往往采用太阳能作为动力源，并配以超大展弦比机翼或以飞艇、浮空气球的形式提供升力，这使得超长航时无人机能够获得充足动力源的同时，实现长时间滞空，并保持一定的机动性。

2011 年，美国《航空周刊》网站披露了一种能连续飞 5 年的太阳能飞机，“秃鹰无人机”，并打算把它作为太空卫星失效时向航母攻击群提供通信的重要手段。

“秃鹰”将在白天使用机翼和尾翼上的太阳能帆板收集能量，然后储存在可重复使用的燃料电池中。等到夜间，燃料电池将为电力驱动系统提供电能，保证夜间飞行时无人机不会失去动力。英国也有类似的计划，其“西风”无人机与美国的“秃鹰”无人机一样都是太阳能无人机，其采用超轻型碳纤维制造机身，最终翼展超过 18 米，重量仅为 30 千克。机翼上表面覆盖有太阳能电池板，在白天可以满足“西风”两翼上的 2 台电动螺旋桨引擎的电力需求，维持在 18000 米以上高空飞行；夜间飞行时“西风”的飞行高度会降低到 16000 米以下。

图 78 秃鹰无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

图 79 西风无人机



资料来源：维基百科，兴业证券研究所

据科技日报 2017 年 8 月报道，由中国航天科技集团研制的“彩虹”太阳能无人机近日开展了高空飞行验证，在临近空间高度成功试飞。这标志着我国成为继美、英之后第三个掌握临近空间太阳能无人机技术的国家。

5.2 微型无人机

长航时无人机一般都朝着大型化发展，而无人机的另一种发展方向则是微型化。微型无人机目前国际上并没有一个严格的定义，欧洲国际无人机系统协会在 2003 年将其定义为航程小于 10 公里，高度 250 米，航时 1 小时，起飞重量小于 5kg 的无人机设备。其主要特点有：重量轻，体积小，隐蔽性好；起降灵活，携带操作易；机动性强，侦察效果好；成本低廉，作战伤亡小。

微型无人机当前主要的使用目的是打赢信息化条件下的局部战争，因此多用于普通侦察机探测不到的死角，非常适合城市、丛林、山地等复杂环境以及特殊条件下的特种部队和小分队作战。目前世界各主要国家均在大力研制各种微型无人机。美国不仅推出了“微星”、“龙眼”和“黑寡妇”等众多型号，甚至还在研究将甲虫等昆虫直接改造成微型“无人机”。

根据《军用微型无人机的发展现状及趋势》，自 1997 年起美国已在军用微型无人机研发上投入超过 20 亿美元，并且预计在 2017 年投入 9 亿美元用作军用无人机研发。其中具有代表性的主要有桑德斯公司生产的“微星”无人机，其体积只有人的手掌大小，总重不足 100g，功耗 15W，航程 5 公里，续航时间半小时，最大速度可达 56 公里/小时。该无人机采用手抛式发射，程控飞行，可停留在窗口完成拍摄任务，通过无线电实时将数据传回计算机端。

图 80 微星无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

图 81 龙眼无人机



资料来源：百度图片，兴业证券研究所

“龙眼”无人机作为美军海军陆战队的装备被用于伊拉克战争中并取得了良好的效果，“龙眼”具有 1.143 米的翼展，重约 2.3 公斤，航程达 10 公里，续航时间长达 1 小时，同样采用手抛式发射，程控飞行，但却可以在飞行过程中重新编程，有效加强了其灵活性。未来微型无人机将继续朝着：增强续航时间，扩大巡航范围，缩小机体体积，降低飞行噪声等方向发展。

由于微型无人机体积小，隐蔽性好，常规的武器很难发现并将其摧毁，这也迫

使各国开始研制专门针对微小型无人机的防御武器。据新浪军事报道，“天网一号”是中国航天科工二院 206 所为应对低空、慢速、小目标而研发的低空防御拦截系统，最早在 2011 年投入使用。它的外形和普通四联装防空导弹颇为相似，其导弹采用基本无声的火药发射技术，初速 100 米/秒左右，在飞临目标附近时，释放一张直径 3 米的大网缠住目标，并利用降落伞保证平稳落地。

图 82 “天网一号”低空防御拦截系统



资料来源：新浪军事，兴业证券研究所

图 83 “低空卫士”激光安防系统



资料来源：新浪军事，兴业证券研究所

除了捕获微小型无人机外，还可以使用直接损毁的方式进行防御。据新浪军事报道，由中国工程物理研究院等单位研发的“低空卫士”激光安防系统使用不可见的激光摧毁目标，仅需 5 秒内就可击毁目标。该系统进行过多次成功的试验和演示，先后击落固定翼、多旋翼、直升机等典型小型航空器 30 余架次，成功率 100%。这一系统的拦截距离不小于 2 公里，单套系统防卫面积达 12 平方公里。

5.3 作战无人机

虽然早在 2001 年 10 月 17 日，美军就已经利用“捕食者”直接对阿富汗的地面目标实施了作战打击，但其仍属于察打一体无人机，与未来无人作战飞机还有一定差距。作战无人机（UCAV）是“高配版”的攻击无人机，与察/打一体无人机或者现役的攻击型无人机不同，作战无人机在研发之初就考虑到能在高威胁环境下使用。因此，UCAV 普遍拥有隐身、抗电子干扰、大过载机动等性能，具备较强的战场生存以及突防能力。同时 UCAV 还应拥有较长的续航能力（或空中加油能力）、强大的武器载荷，可在高强度的正面战争中执行火力打击、电子攻击等各种任务。这类无人机目前均尚未正式服役，其代表机型包括美国 X-47B、俄罗斯“鳐鱼”、欧洲“神经元”和“雷神”。

X-47B 无人机是美国曾研制的一款作战无人机。它的出现创造了很多记录：它是人类历史上第一架无需人工干预、完全由电脑操纵的“无尾翼、喷气式无人驾驶飞机”，也是第一架能够从航空母舰上起飞并自行回落大型无人机。X-47B 无人机的外形很有特点，其无尾翼，外翼由铝合金部件和碳纤维环氧树脂复合材料蒙皮组成，对所有波段的雷达隐身性能都很高。而且 X-47B 无人机的载弹量很大，其两个内置仓内分别可以容纳一枚 2000 磅级的联合制导攻击武器，比捕食者的载弹量有着很大提高。2013 年 7 月 10 日，该无人机首次实现了在航母上着陆，这对于无人

机的远洋作战以及机动部署具有里程碑意义。由于 X-47B 与美国空军正在研制的下一代 B-21 战略隐身轰炸机在很多功能方面都存在严重重合等因素,美国国防部已在 2017 年度预算案中,决定将舰载无人空中监视与打击项目(UCLASS)调整为舰载无人空中加油系统(CBARS),这标志着 X-47B 项目将终止。但其所代表的智能化、隐身化、能在航母上起降等要素,无疑是作战无人机未来发展的重要方向。

图 84 X-47B 无人机



资料来源:新浪军事,兴业证券研究所

图 85 F-18 有人战斗机与 X-45 无人机编队飞行



资料来源:新浪军事,兴业证券研究所

根据《军用无人机技术的发展现状及未来趋势》,在未来信息化战争中,作战无人机与有人驾驶飞机相互依赖,缺一不可。美国军方已经开始研究无人机与有人驾驶飞机协同作战问题。今后各国研发的无人作战飞机一旦正式服役,将意味着军用无人机的使用模式将开始向在高危区域执行主流作战任务的方向转变,从而成为未来战争中主战装备之一。这将极大地改变未来空中作战的模式,并将在部队编制、作战原则和采办策略等方面带来深远影响。

5.4 无人机集群化

无人机的集群技术的灵感来源于自然,正如鱼群、鸟群、蜂群、蚁群一样,无人机集群中的每个个体的能力或遵循的行为规则非常简单,且控制是分布式的,不存在中心控制,但个体通过集群效应能够实现复杂的功能。其具有以下三个特点:**功能分布化**:将作战所需的各项功能(侦察、电子干扰、打击等)分散到大量低成本、功能单一的平台中,通过大量个体直接的协同来实现原本复杂的系统功能。**体系生存率**:无人机集群具有“无中心”和“自主协同”的特性,当部分个体失去作战能力时,整个无人机集群仍然具有一定的完整性,仍可继续执行作战任务。**效费交换比**:功能单一的无人机平台成本较低,在进行作战任务时,敌方应对大量的无人机个体需要消耗数十倍甚至上百倍的成本来进行防御。

早在 2002 年,美国空军研究实验室通过研究表明:采用多无人机集群作战适合一些简单反应性作战任务,包括区域搜索和攻击、侦察和压制、心理战和战术牵制等。2016 年 3 月,美国国防部国防高级研究计划局(DARPA)向复合材料工程公司、Dynetics 公司、通用原子航空系统公司和洛克希德·马丁公司授予总金额 1610 万

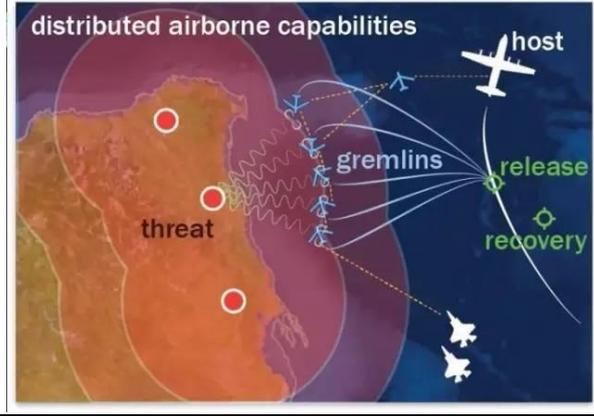
美元的“小精灵”项目第1阶段合同。“小精灵”项目旨在通过探索小型无人机集群的空中发射和回收等关键技术，支撑美军为着眼大国对抗而聚焦发展的分布式空中作战概念。该作战概念不但将颠覆当前以 F-35 等大型多功能平台为核心的作战样式和装备发展思路，给敌方防御带来重大挑战，也可能成为未来大幅降低作战成本的重要途径。2016 年 5 月，美国空军正式提出《2016—2036 年小型无人机系统飞行规划》，希望构建横跨航空、太空、网空三大作战疆域的小型无人机系统，并在 2036 年实现无人机系统集群作战。

图 86 小精灵无人机全尺寸模型



资料来源：AerospaceWatch，兴业证券研究所

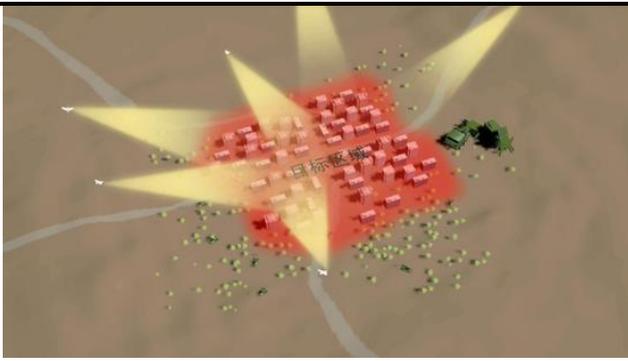
图 87 小精灵无人机集群作战示意图



资料来源：AerospaceWatch，兴业证券研究所

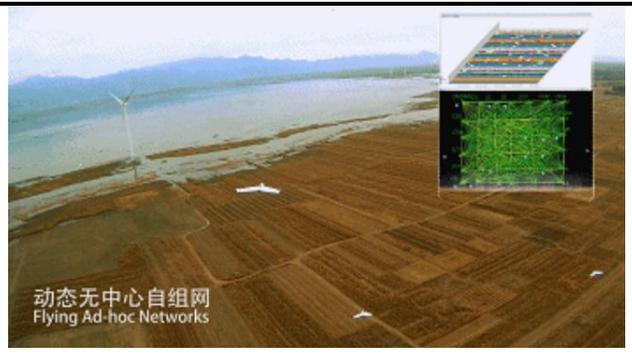
近两年，在固定翼无人机集群飞行研发方面，中美两国展开了激烈的角逐。据新华社及新浪军事报道，2015 年美国成功试飞 50 架规模的无人机集群；2016 年的珠海航展上，中国电子科技集团公司携手清华大学和泊松技术，披露了我国第一个固定翼无人机集群试验原型，实现了 67 架规模的集群原理验证；仅仅两个月后，美国释放了 103 架规模的无人机集群；2017 年 6 月，中国电科集团再次完成了 119 架固定翼无人机集群飞行试验，这标志着智能无人集群领域的又一突破，并奠定了我国在该领域的领先地位。此次试验原本计划有 120 架无人机，一架出现故障，所以最终是 119 架，但这也体现出了无人机集群的一个优势，当有一部分飞机失能了或者被摧毁了，并不太影响整个集群的功能，这就是集群生存率高的体现。

图 88 无人机集群对目前进行协同探测



资料来源：雷锋网，兴业证券研究所

图 89 无人机集群动态无中心自组网



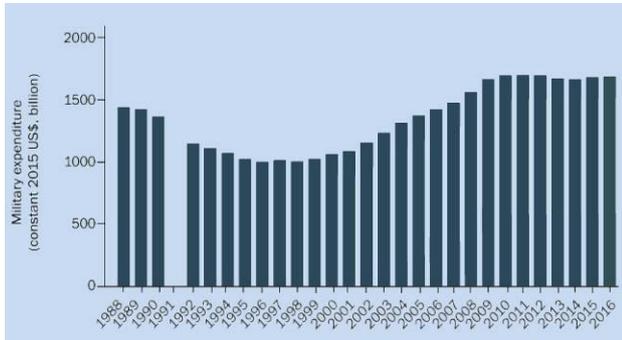
资料来源：雷锋网，兴业证券研究所

无人机集群除了系统生存能力强、效费比高等优势外，突防能力强也是其优势之一。美国海军数百次的模拟试验表明“宙斯盾”这套强大的防空系统在应对无人机的集群攻击时也往往难以合理分配火力，显得力不从心。据人民网报道，美方曾针对宙斯盾防空系统做过仿真试验，以 8 架飞机为一个集群，对宙斯盾进行一个突破，每一个集群平均有 2.8 个可以突防。当无人机集群的数量是成百上千个的时候，其突防比例还将进一步提升。

5.5 无人机市场预测

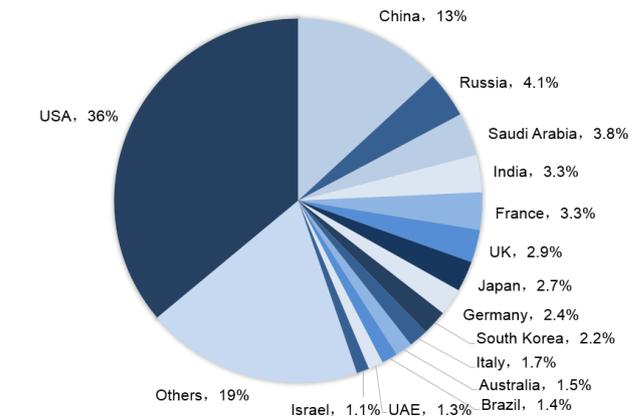
根据 SIPRI 报道，2016 年全球军费共计约 1.69 万亿美元，约占全球 GDP 的 2.2%，人均 227 美元。近 30 年来，全球军费开支在冷战结束后快速步入了低谷期，在 2001 年 911 事件后又迅速攀升，近 8 年一直维持在 1.7 万亿美元左右。我国 2016 年军费支出大约 2150 亿美元，全球占比 13%，较 2015 年提高了一个百分点。2007 年，我国军费支出仅为 1180 亿美元，然而 2007 年与 2016 年军费支出占我国 GDP 的比例都是 1.9%，军费的增长全部得益于我国 GDP 的增长。若按照新华社提供的数据计算，我国 2016 年军费占 GDP 的比例仅为 1.28%，远低于世界平均水平。未来随着我国国民经济和国防军事的大力发展，我国军费以及军费占 GDP 比例都有望进一步提升。

图 90 1988-2016 全球军费开支



资料来源: SIPRI, 兴业证券研究所

图 91 2016 年各国军费占全球军费比例



资料来源: SIPRI, 兴业证券研究所

根据 Visiongain 公司发布的《Military Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market Report 2016-2026》(军用无人机市场报告 2016-2026)以及 Market Forecast 发布的《Global Military UAV Market Forecast to 2022》(全球军用无人机市场预测 2022), 2016 年, 全球军用无人机市场约为 74.47 亿美元, 到 2026 年将会增长至 139 亿美元, 年复合增长率为 6.44%。全球军用无人机市场的乐观预期与全球军费的止步不前形成了鲜明的对比, 未来无人机市场将备受关注。

根据中投顾问《2016-2020 年中国军工产业深度调研及投资前景预测报告》, 我国军用无人机需求总额将由 2013 年 5.7 亿美元增至 2022 年 20 亿美元, 10 年需求总额将达到 120 亿美元, 年复合增长率 15%, 远高于全球军用无人机市场预期增长

速度。我国军用无人机仅占国防开支中装备费用的约 0.5%，仅相当于美国 90 年代水平，因此发展潜力巨大。

投资评级说明

行业评级 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期上证综指/深圳成指的涨跌幅为基准,投资建议的评标准为:

- 推 荐: 相对表现优于市场;
中 性: 相对表现与市场持平
回 避: 相对表现弱于市场

公司评级 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅度相对同期上证综指/深圳成指的涨跌幅为基准,投资建议的评级标准为:

- 买 入: 相对大盘涨幅大于 15% ;
增 持: 相对大盘涨幅在 5% ~ 15% 之间
中 性: 相对大盘涨幅在 -5% ~ 5% ;
减 持: 相对大盘涨幅小于 -5%

机构销售经理联系方式					
机构销售负责人			邓亚萍	021-38565916	dengyp@xyzq.com.cn
上海地区销售经理					
姓名	办公电话	邮 箱	姓名	办公电话	邮 箱
盛英君	021-38565938	shengyj@xyzq.com.cn	冯诚	021-38565411	fengcheng@xyzq.com.cn
			杨忱	021-38565915	yangchen@xyzq.com.cn
顾超	021-20370627	guchao@xyzq.com.cn	王溪	021-20370618	wangxi@xyzq.com.cn
			李远帆	021-20370716	liyuanfan@xyzq.com.cn
王立维	021-38565451	wanglw@xyzq.com.cn	胡岩	021-38565982	huyan@xyzq.com.cn
			曹静婷	021-68982274	caojt@xyzq.com.cn
姚丹丹	021-38565778	yaodandan@xyzq.com.cn	卢俊	021-68982297	lujun@xyzq.com.cn
			张馨月	13167227339	zhangxinyue@xyzq.com.cn
地址: 上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层 (200135) 传真: 021-68583167					
北京地区销售经理					
姓名	办公电话	邮 箱	姓名	办公电话	邮 箱
郑小平	010-66290223	zhengxiaoping@xyzq.com.cn	苏蔚	010-66290190	suwei@xyzq.com.cn
			朱圣诞	010-66290197	zhusd@xyzq.com.cn
肖霞	010-66290195	xiaoxia@xyzq.com.cn	刘晓浏	010-66290220	liuxiaoliu@xyzq.com.cn
			吴磊	010-66290190	wulei@xyzq.com.cn
袁博	15611277317	yuanb@xyzq.com.cn	陈杨	010-66290197	chenyang@xyzq.com.cn
陈姝宏	15117943079	chenshuhong@xyzq.com.cn	王文凯	010-66290197	wangwenkai@xyzq.com.cn
地址: 北京西城区锦什坊街 35 号北楼 601-605 (100033) 传真: 010-66290220					
深圳地区销售经理					
姓名	办公电话	邮 箱	姓名	办公电话	邮 箱
朱元戩	0755-82796036	zhuyy@xyzq.com.cn	杨剑	0755-82797217	yangjian@xyzq.com.cn
李昇	0755-82790526	lisheng@xyzq.com.cn	邵景丽	0755-23826027	shaojingli@xyzq.com.cn
王维宇	0755-23826029	wangweiyu@xyzq.com.cn	王留阳	13530830620	wangliuyang@xyzq.com.cn
张晓卓	13724383669	zhangxiaozhuo@xyzq.com.cn			
地址: 福田区中心四路一号嘉里建设广场第一座 701 (518035) 传真: 0755-23826017					

国际机构销售经理					
姓名	办公电话	邮箱	姓名	办公电话	邮箱
刘易容	021-38565452	liuyirong@xyzq.com.cn	徐皓	021-38565450	xuhao@xyzq.com.cn
张珍岚	0755-23826028	zhangzhenlan@xyzq.com.cn	陈志云	021-38565439	chanchiwan@xyzq.com.cn
马青岚	021-38565909	maql@xyzq.com.cn	曾雅琪	18817533269	zengyaqi@xyzq.com.cn
申胜雄	021-20370768	shensx@xyzq.com.cn	陈俊凯	021-38565472	chenjunkai@xyzq.com.cn
俞晓琦	021-38565498	yuxiaoqi@xyzq.com.cn	蔡明珠	021-68982273	caimzh@xyzq.com.cn
王奇	14715018365	kim.wang@xyzq.com.cn			
地址：上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层（200135）传真：021-68583167					
港股机构销售服务团队					
机构销售负责人			丁先树	18688759155	dingxs@xyzq.com.hk
姓名	办公电话	邮箱	姓名	办公电话	邮箱
王文洲	18665987511	petter.wang@xyzq.com.hk	郑梁燕	18565641066	zhengly@xyzq.com.hk
晁启滨 Evan	(852) 67350150	evan.chao@xyzq.com.hk	段濛濛	13823242912	duanmm@xyzq.com.hk
钟骏 Stephen	(852) 53987752	stephen.chung@xyzq.com.hk	陈振光	13818288830	chenzg@xyzq.com.hk
张蔚瑜 Nikola	(852) 68712096	nikola.cheung@xyzq.com.hk	孙博轶	13902946007	sunby@xyzq.com.hk
周围	13537620185	zhouwei@xyzq.com.hk			
地址：香港中环德辅道中 199 号无限极广场 32 楼 3201 室 传真：(852) 3509-5900					
私募及企业业务负责人			刘俊文	021-38565559	liujw@xyzq.com.cn
私企销售经理					
姓名	办公电话	邮箱	姓名	办公电话	邮箱
杨雪婷	021-20370777	yangxueting@xyzq.com.cn	唐恰	021-38565470	tangqia@xyzq.com.cn
管庆	18612596212	guanqing@xyzq.com.cn	黄谦	18511451579	huangq@xyzq.com.cn
金宁	18810340769	jinning@xyzq.com.cn	陈欣	15999631857	chenxintg@xyzq.com.cn
彭蜀海	0755-23826013	pengshuhai@xyzq.com.cn	陶醉	0755-23826015	taozui@xyzq.com.cn
李桂玲	021-20370658	ligl@xyzq.com.cn	袁敏	021-20370677	yuanmin@xyzq.com.cn
晏宗飞	021-20370630	yanzongfei@xyzq.com.cn	徐瑞	021-38565811	xur@xyzq.com.cn
何嘉	010-66290195	hejia@xyzq.com.cn			
地址：上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层（200135）传真：021-68583167					
证券与金融业务负责人			张枫	021-38565711	zhangfeng@xyzq.com.cn
证金销售经理					
姓名	办公电话	邮箱	姓名	办公电话	邮箱
周子吟	021-38565485	zhouziyin@xyzq.com.cn	吴良彬	021-38565799	wulb@xyzq.com.cn
双星	021-38565665	shuangxing@xyzq.com.cn	黄梅君	021-38565911	huangmj@xyzq.com.cn
张力	021-68982272	zhanglil@xyzq.com.cn	王方舟	021-68982302	wangfangzhou@xyzq.com.cn
罗敬云	021-20370633	luojy@xyzq.com.cn	李晓政	021-38565996	lixzh@xyzq.com.cn
束海平	021-68982266	shuhp@xyzq.com.cn			
地址：上海浦东新区长柳路 36 号兴业证券大厦 12 层（200135）传真：021-68583167					

【信息披露】

本公司在知晓的范围内履行信息披露义务。客户可登录 www.xyzq.com.cn 内幕交易防控栏内查询静默期安排和关联公司持股情况。

【分析师声明】

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

【法律声明】

兴业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。

本报告仅供兴业证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司 <http://www.xyzq.com.cn> 网站刊载的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本报告并非针对或意图发送予或为任何就发送、发布、可得到或使用此报告而使兴业证券股份有限公司及其关联子公司等违反当地的法律或法规或可致使兴业证券股份有限公司受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其他管辖区域的公民或居民，包括但不限于美国及美国公民（1934年美国《证券交易所》第15a-6条例定义为本「主要美国机构投资者」除外）。

本公司的销售人员、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的意见或建议不一致的投资决策。

本公司系列报告的信息均来源于公开资料，我们对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

在法律许可的情况下，兴业证券股份有限公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到兴业证券股份有限公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本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。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。