

2016年06月12日

电子元器件

行业深度分析

证券研究报告

军工之魂：电子化浪潮即将到来

■ **为什么是军工电子：**1、随着苹果产业链、智能制造、半导体产业迅猛发展带来的国内基础电子工业飞速提升，将彻底点燃军工电子长期无法释放的高国产化率和自主可控的硬性需求。2、**电子化、信息化和实战化的未来战争趋势**带来目前各项武器装备对军工电子有着迫切的提升换代需求。3、军费增长空间大，其中装备占比稳中有升，**先进航电系统替代空间大**。我国长期与国家实力不匹配的国防建设“补差”拉开帷幕。4、原有国家武器装备科研单位体制无法满足新型黑科技黑武器带来的对核心关键技术的迫切需求，**将倒逼军民深度融合和资本证券化加速推进**。5、**信息化对作战模式的颠覆**将带来全新增量市场。训练，保障、作战系统的渗透和使用将逐步展开，尤其以体系指控，电子对抗，态势推演，网络战为代表，基于天地信息一体化、大数据，人工智能等先进技术的导入，将最先应用在军事中，节省作战开支的同时显著提升作战效率。

■ **为什么是现在：**目前正处于十三五开局之年，军民深度融合及资本证券化趋势已经明确。1、**高精尖武器装备升级换代**的需求对各分系统及单机设备提出更高指标要求，拉动整个基础工业尤其是电子产业技术替换提升。2、半导体产业链向内地转移，近几年苹果产业链、人工智能、大数据的飞速发展培育了国内成熟的供应链体系和先进的技术。民参军后，整个航电系统均面临着**从上游到下游的迭代替换**。将激活整个军工电子千亿级市场空间。

■ **哪些方向受益：**政策面瞄准军民深度融合和资本证券化先锋。军转民重点关注军工企业中有核心通用技术，同时在体制机制上又比较灵活的企业。民参军关注产业细分领域龙头，拥有核心技术和高校合作背景并且已经逐步参与军品研制的企业。具体技术方向包括芯片、FPGA，红外技术，先进导航制导与控制、量子通信、自主可控、新材料、大数据、VR&AR等技术和军工的融合发展。

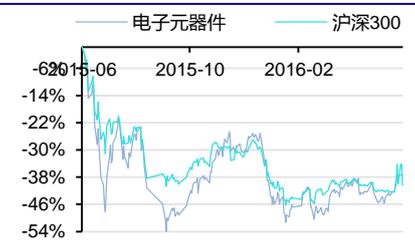
■ **投资建议：**我们重点推荐中航电测（力学测控和智能配电配套新机型、高过载MEMS放量），中航光电（受益整个军工电子增长，新能源高增长），景嘉微（军用GPU），火炬电子（新材料），同方国芯（军工半导体），欧比特（宇航级芯片，卫星平台及卫星大数据），振华科技（CEC军工电子平台），久之洋（红外探测、激光测距新星），凯乐科技（量子通信，自主可控，军民警融合发展）。

■ **风险提示：**国家政策不及预期，产业融合不达预期

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

首选股票	目标价	评级
300114 中航电测	30.00	买入-A
002179 中航光电	54.00	买入-A
300053 欧比特	23.69	买入-A
600260 凯乐科技	16.45	买入-A
300516 久之洋	80.00	买入-A
000733 振华科技	35.00	买入-A

行业表现



资料来源：Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	1.42	0.23	-8.46
绝对收益	3.81	5.06	-49.16

赵晓光

分析师

SAC 执业证书编号：S1450514030002
zhaoxg@essence.com.cn
021-35082399

郑震湘

分析师

SAC 执业证书编号：S1450514060005
zhengzx@essence.com.cn
021-35082723

潘暕

报告联系人

panjian@essence.com.cn
021-35082083

相关报告

声学机会凸现，半导体、玻璃持续推荐
2016-06-06论此轮电子上涨的背后原因、持续性和配置组合
2016-06-05电子元器件行业深度分析
2016-06-05
半导体大景气周期带来的板块级投资机会
2016-05-30玻璃以外谈谈别的
2016-05-30

内容目录

1. 军工电子产业链现状.....	5
2. 受益装备电子化信息化提升，军工电子空间广阔.....	6
2.1. 军费增长空间大.....	6
2.2. 军费中武器装备占比稳中有升.....	7
2.3. 先进航电系统替代空间大.....	9
2.4. 信息化将成为新增长点.....	9
3. 产业链供需关系和利益格局。.....	10
4. 军工电子增长驱动力及边际变化.....	11
4.1. 根本驱动力：国际环境持续紧张.....	11
4.2. 增长驱动力：军备、技术差距亟待弥补.....	12
4.2.1. 战略空军.....	12
4.2.2. 远洋海军.....	13
4.3. 新变化：军民深度融合下半年有望加速.....	13
4.4. 未来必经之路：资本证券化即将拉开大幕.....	14
4.5. 看得到的变化：新装备定型批产，未来武器高电子化率.....	15
4.5.1. 新一代歼击机.....	15
4.5.2. 新一代运输机.....	16
4.5.3. 新一代通用直升机.....	18
4.5.4. 临近空间飞行器.....	21
5. 军工电子发展方向及投资机会.....	25
5.1. 导航芯片—武器装备的视觉细胞.....	26
5.1.1. 惯性导航.....	26
5.1.2. 北斗导航.....	28
5.2. FPGA—军用电子设备的神经中枢.....	30
5.3. 红外技术—兵家必争的战略级技术.....	33
5.4. 战争步入大数据时代.....	36
5.5. VR—涵盖海陆空三大军种，早已在军事领域深耕多年.....	39
6. 投资建议.....	42
6.1. 中航电测：电测空间广阔，军民两翼齐飞.....	42
6.2. 中航光电：新能源跨越式增长，军工受益新机型批产.....	43
6.3. 凯乐科技：大通讯大安全起航，民用警用军工打通成长通道.....	45
6.4. 欧比特：测绘空天信息，构建数据未来.....	46
6.5. 振华科技：CEC 军工电子大平台，新能源发展加速.....	47
6.6. 久之洋：红外领域又一新星冉冉升起.....	48

图表目录

图 1：中国历年军费及增幅.....	6
图 2：中国军费占财政收入比重.....	6
图 3：2015 年各国军费占 GDP 比例.....	7
图 4：全球军费增长趋势.....	7
图 5：2015 年全球各国军费占比.....	7
图 6：解放军单兵装备价格约 7817 元/人.....	8
图 7：美军单兵装备价格约 17472 美元/人.....	8

图 8: 中美军费项目对比 (亿美元)	8
图 9: 2014 年中美军力分布对比	8
图 10: 美军装备主要采购项目费用	8
图 11: 美军不同兵种比重军费	8
图 12: 航电系统介绍	9
图 13: 美军信息化指挥中心	10
图 14: 军事信息化系统示意图	10
图 15: C4ISR 系统	10
图 16: 北斗卫星导航系统	10
图 17: 军工电子产业链	11
图 18: 十大军工集团的行业分布分明	11
图 19: 南海岛礁主权争端	12
图 20: 东海防空识别区	12
图 21: 引入开放高效的平台后将释放军品产业链活力	14
图 22: 占净资产比例的资产证券化率	15
图 23: 占净利润比例的资产证券化率	15
图 24: 中美俄 (美标) 四代机 J-20、T-50、F-22 对比	16
图 25: J-20 原型机样本渲染图	16
图 26: 中美俄三国各类军机详细对比	16
图 27: 美俄中主力大型军用运输机 (从左到右依次为: 大力神、伊尔 76、运 20)	17
图 28: 中美俄三国各类军机详细对比	17
图 28: 各大军用重型运输机参数比较	18
图 30: 大型军用运输机用航空电子对抗系统 (从左到右依次为: 导弹告警设备和红外定向干扰设备)	18
图 31: Z-20 通用直升机与美国 UH-60 (黑鹰) 对比	19
图 32: 中国直升机发展系谱图	19
图 33: 中美俄武装直升机数量对比	20
图 34: 临近空间示意图	22
图 35: 临近空间飞行器军事用途 (从左至右, 从上到下依次为: 远程打击、侦察监视、通信中继、导航定位、综合预警、电子对抗)	24
图 36: 美国各公司 MEMS-IMU 组合导航产品 (从左到右, 从上到下依次为: SiNAV、DISI6400、UNCUN1、LandMark20、NAV440 , Piccolo)	27
图 37: 高端 MEMS-IMU 技术应用 (从左到右, 从上到下依次为: 洲际导弹、无人机导航、火箭发射、卫星探测)	28
图 38: 世界主要导航系统 (GPS、GLONASS、Galileo、北斗)	29
图 39: 北斗芯片组成 (从左到右依次为: RF 射频芯片、基带芯片、微处理器、集成 SoC 芯片)	30
图 40: 红外IRST 系统原理及 FPGA 作用	30
图 41: 世界主要 FPGA 供应商及代表产品	31
图 42: FPGA 行业壁垒	32
图 43: 红外技术应用于地面武器装备 (从左到右依次为: 单兵红外夜视仪、配有红外瞄准系统的反坦克导弹、配有红外探测系统的坦克)	33
图 42: 红外技术应用于空中武器装备 (从左到右依次为: 红外空空导弹、导航吊舱、无人机机载瞄准吊舱)	34
图 45: 我国出口的 WMD-7 光电瞄准吊舱	35

图 46: 红外技术应用于舰载武器装备.....	35
图 47: 红外技术应用于天基红外探测预警.....	36
图 48: 中美红外探测预警卫星 (从左边到右: 中国前哨, 美国 DSP)	36
图 49: 天基平台与空基平台组成战场侦查的、通信及指挥网络.....	38
图 50: 遥感卫星未来向微纳卫星方向发展.....	38
图 51: 大数据分布式数据处理系统	39
图 52: VR 的军事应用 (从左至右依次为: 战场模拟、飞行员训练、激光武器模拟)	40
图 53: VR 的核心技术 (从左至右依次为: VR 控制软件、VR 硬件、实时三维图形仿真生成)	40
图 54: VR 技术未来军事应用 (从左至右, 从上至下依次为: 波音飞机制造、飞行员智能头盔、电子作战地图, 远程无人机控制)	41
表 1: 十大军工集团.....	5
表 2: 军工电子是支撑武器装备的血液	5
表 3: 世界部分国家空军实力对比	13
表 4: 世界部分国家海军实力对比	13
表 5: 军民融合政策不断在推进.....	14
表 6: 世界军事大国现役武装直升机一览.....	20
表 7: 各类型临近空间飞行器及其关键技术一览.....	22
表 8: 美国典型临近空间飞行器计划及其进展	25
表 9: 惯性导航产品的主要市场参与者	26
表 10: 美国与国内 MEMS-IMU 研发公司情况一览.....	27
表 11: 惯性导航产品的主要市场参与者.....	28
表 12: 国外主要国家大数据发展政策一览.....	37

1. 军工电子产业链现状

目前，我国军工电子行业产业链发展日渐完善，然而各军工集团间上游电子产品壁垒未被有效打破，核心自主元器件、航电系统进步空间大。其上游行业主要涵盖原材料、电子元器件，中游行业主要涵盖电子单机产品研发制造，电子模组/微系统研发制造等，下游终端应用主要面向航空、航天、船舶、兵器、通信、安防、网络安全、信息化建设等领域具体装备及大型设施。

目前，军工集团仍然是我国进行国防军工科研和提供武器装备生产的主体。军工集团的前身是政府部门，后来引入竞争机制，将这些部门拆分成十大军工集团。这些军工集团由国务院出资并直接管理，承担国家国防建设重大项目的生产经营职能及国防科研生产任务，从事为国家武装力量提供各种武器装备研制和生产经营活动。

表 1：十大军工集团

集团	主要产品	上市公司数量
中航工业	战斗机、直升机、运输机、涡浆支线飞机、通用飞机、发动机	23
电子科技	雷达、电子对抗、通信、公共安全	7
船舶重工	潜艇、航母、驱逐舰、鱼类、补给舰	2
兵器武装	枪械、高炮、战车、无人机	9
航天科技	运载火箭、战略导弹、卫星、无人机	9
中核工业	核武器	3
中核建设	核电机组、核电工程	中核建设于 2016.6.6 上市
航天科工	巡航、洲际、防空导弹、地空导弹、航空子母弹、固体运载火箭	6
兵器工业	装甲战车、防务导弹、远程火箭炮、重型车辆	12
船舶工业	驱逐舰、补给舰、导弹舰、潜艇	3

资料来源：互联网、安信证券研究中心

国产+自主可控，军工电子是支撑武器装备的血液。我国军事工业的发展与国防安全息息相关，必然是以国产为主，自主可控。军事工业的基础电子产业涵盖现代军队的方方面面，种类多，发展速度快。**未来，武器装备将不断提高国产化率占比，倒逼军工电子改革式发展。**

表 2：军工电子是支撑武器装备的血液

类别	描述
芯片	我国自主研发“龙芯”系列芯片。1、“龙芯”北斗导航专用航天芯片：在高辐射极温条件下稳定运行，同时由于卫星这类系统都会采用双备份或者三备份来处理，应用在北斗导航卫星系统。2、“龙芯 1B”嵌入式 CPU：特殊的电源节能设计，芯片的功耗状态进行智能精细化管理，功耗水平相当低，适合在战场上长期作战使用。3、“龙芯 2H, 3A”：应用于网络交换设备。
分立器件	半导体分立器件作为半导体器件基本产品门类之一，是介于电子整机行业和原材料行业之间的中间产品，是电子信息产业的基础和核心领域之一。包括整流器、双极功率晶体管、功率 MOSFET、小信号晶体管、发光二极管(LED)、高亮度蓝发光二极管等。
电连接器	分为圆形电连接器、矩形电连接器。其中圆形电连接器由于自身结构的特点，在军事装备上（航空、航天）应用广泛。
红外	红外热像仪在单兵作战系统、坦克、卫星、导弹、飞机等军事武器上获得广泛的应用，可实现侦察、监测、定位、精确制导、精确打击等功能。
雷达	雷达包含脉冲雷达、连续波雷达、脉部压缩雷达和频率捷变雷达等。2013 年全球军用雷达系统市场规模为 85.7 亿美元。
通信	随着军事通信导航技术的不断进步和我国军队信息化和数字化进程的持续深入，未来军事通信设备需求具有充足驱动力。
制导、反导	制导、反导需要充分利用无线电、雷达、火箭制造、微电子、计算机等领域的技术。
新材料	军用新材料是新一代武器装备的物质基础，未来高温合金、复合材料、钛合金、超高强度钢需要发展。预计 2015 年到 2020 年我国高温合金的市场总规模接近 700 亿；未来 20 年超材料在国防军工的市场空间巨大，仅军用飞机隐身材料应用就预计超过 1,000 亿，军舰应用市场也超过 600 亿；预计 2020 年超高强度钢年市场规模近 10 亿。
信息化	信息化是未来国防的投入重点，我国装备信息化有较大提升空间，拉动军工电子行业。
大数据	将大数据应用于军工领域，结合传感器和云计算，支持军事活动，尤其是在无人机领域有较大应用。2013 年美军信息系统中，运行的数据中心超过 772 个，服务器超过 7 万台，还有约 700 万个计算机终端。中国也需要加快布局军事数据中心。

资料来源：互联网、安信证券研究中心

随着国家安全战略的升级、国防军费开支增长及军工改革等方面带来的利好，军工电子行业作为现代军事武器装备及军队信息化指挥系统的基石也将展现更为广阔的发展空间。预计军

工电子行业未来 3-5 年将达到 15% 以上的复合增速，基本不受经济周期影响。我国军工电子行业已进入持续发展的快车道，未来十年将是军工电子行业的黄金十年。

2. 受益装备电子化信息化提升，军工电子空间广阔

对比中国历年军费发展、国际局势和国际军费情况，中国未来军费增长空间大，现代化战争的特点带来军费中武器装备占比将不断提升，同时信息化作战模式将开辟新战场空间，几个因素叠加后，整个军工电子发展方向明确，空间广阔。同时，在军品研制高国产化率和自主可控的要求下，超大的空间必须拉动国内自主研发及自主配套生产，一方面军工电子产业升级空间大，另一方面高端核心技术的产品拥有广阔的进口替代空间。

2.1. 军费增长空间大

我国军费占 GDP 比重低于国际平均，并且保持一定增长速率。我国国防费预算主要考虑国防建设及财政收入。2016 年中国军费预算保持增长，为 9543 亿元，同比增长 7.6%。2015 年全球国防支出 1.7 万亿美元。其中美国占比高达 36%，其次是中国 13%。2015 年我国国防费用金额已经达世界第二。不过从相对角度看，近 10 年我国国防费占 GDP 的比重平均为 1.33%，其中 2015 年占 GDP 比重为 2%，在国际上属于较低的国家，更是比美国（4.4%）、俄罗斯（4.2%）等国家低得多。

图 1：中国历年军费及增幅



资料来源：国防部、安信证券研究中心

图 2：中国军费占财政收入比重

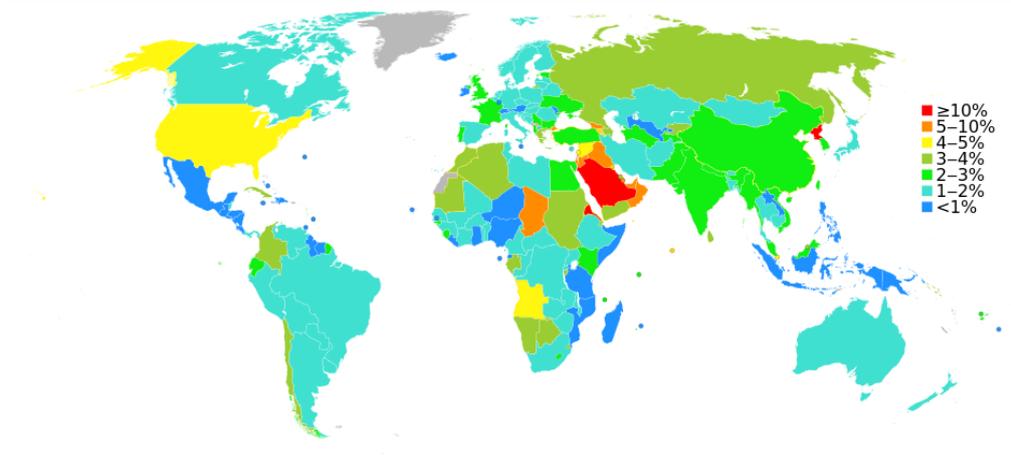


资料来源：凤凰网、安信证券研究中心

军费总量世界第二，人均远低于欧美国家。从军人人均的角度看，中国军人人均军费约合人民币 393828 元（6 万多美元），比美国、英国、日本等每个人军人 20-30 万美元的费用相距甚远。从国民人均的角度看，中国人均军费仅为 156.21 美元，远低于欧美发达国家，在世界排名 50 名之外。

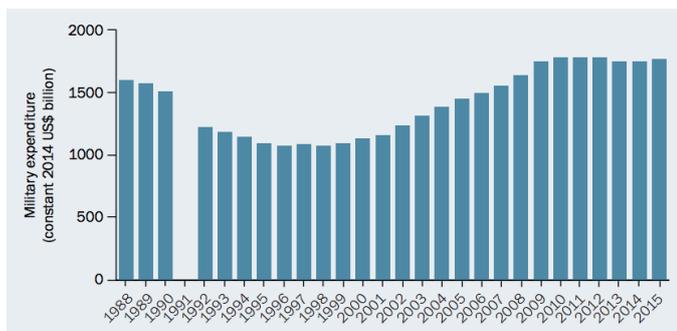
除了增长空间外，我国还有较强增强军力、提高军费的愿景。由于保卫国家安全、维护周边安全和承担国际责任、维护地区和世界和平的需求，我国具有增强军力的长期愿景，因此，军费有很大增长空间。

图 3：2015 年各国军费占 GDP 比例



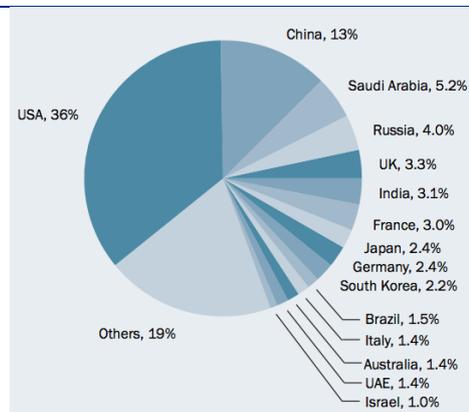
资料来源：SIPRI、安信证券研究中心

图 4：全球军费增长趋势



资料来源：SIPRI、安信证券研究中心

图 5：2015 年全球各国军费占比



资料来源：SIPRI、安信证券研究中心

2.2. 军费中武器装备占比稳中有升

我国军费构成长期保持稳定，装备支出占比三分之一。我国国防主要由人员费用、训练维持费和装备费三部分组成，各部分大致占三分之一。我国正在进一步强调加强后勤保障和装备发展，随着国家军费的增加，将优化武器装备规模、建立现代化军队，构建军队在信息化战争中能够有效执行任务的能力。预期随着军队现代化和信息化建设，武器装备支出将达到 40% 以上。

中美军费投入悬殊。中美对比，我国单兵装备费用远低于美军，整体军费中装备支出不及美军的三分之一。

我国坚持特色精兵之路，裁员的同时提高单兵质量，必然需要加大装备、武器投入。目前中国军队总数为 230 万人，且将在 2014 年至 2019 年间继续裁员 30 万人，将军队削减到 200 万人，同时进行全方位的军事体制改革，精简军队组织，减少弊端，提高统筹指挥的能力和军队的效能。这表明了中国将走精兵之路，在裁减老旧装备部队的同时，优化武器装备结构，发展新型装备，提高军队信息化水平，军队单兵装备、军事武器等方面的投入将会提高。

图 6：解放军单兵装备价格约 7817 元/人



资料来源：互联网资料、安信证券研究中心

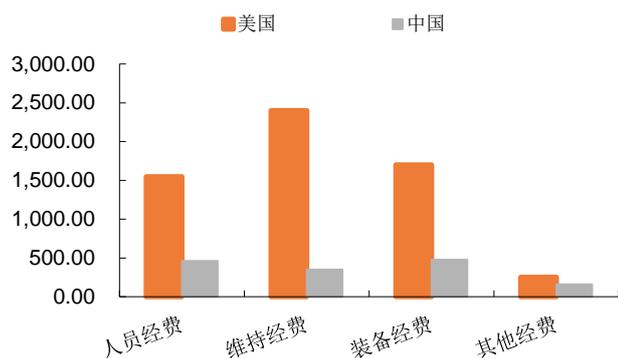
图 7：美军单兵装备价格约 17472 美元/人

当前单兵装备 \$17472/人



资料来源：互联网资料、安信证券研究中心

图 8：中美军费项目对比 (亿美元)



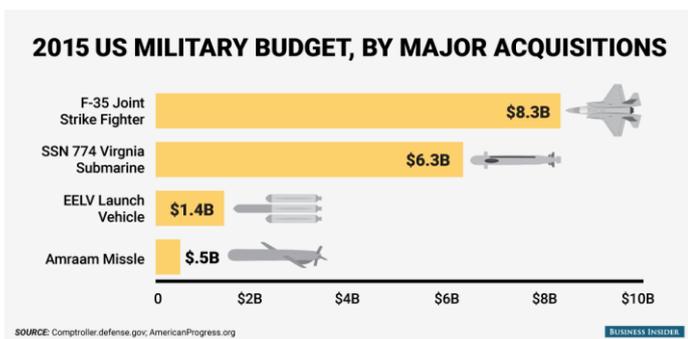
资料来源：互联网资料、安信证券研究中心

图 9：2014 年中美军力分布对比

China	Budget*	US
\$129bn 2.1%	Total % of GDP	\$581bn 3.5%
2,333,000	Personnel	1,433,150
Equipment		
6,540	Tanks	2,785
1,667	Fighter aircraft	2,397
6 prototypes	of which stealth fighters	246
some	Heavy UAVs	517
69	Submarines	73
1	Aircraft carriers	10
17	Destroyers	62
66	ICBM launchers	450

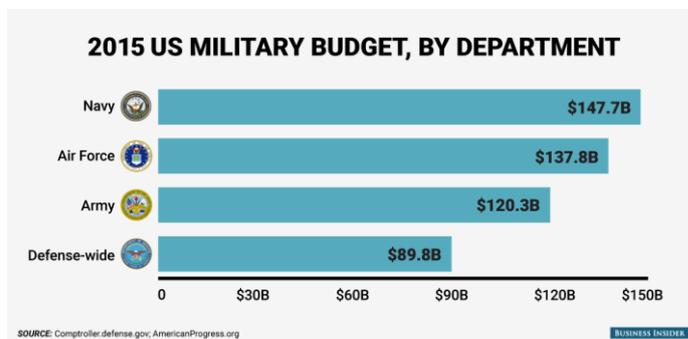
资料来源：IISS、World Bank、安信证券研究中心

图 10：美军装备主要购买项目费用



资料来源：Business Insider、安信证券研究中心

图 11：美军不同兵种比重军费



资料来源：Business Insider、安信证券研究中心

由美国经费支出情况可以看出，海军和空军占据军费大半壁江山。武器装备中飞机和导弹是份额最大的 2 部分，这也是我国显著提高整体军事实力的发展方向。

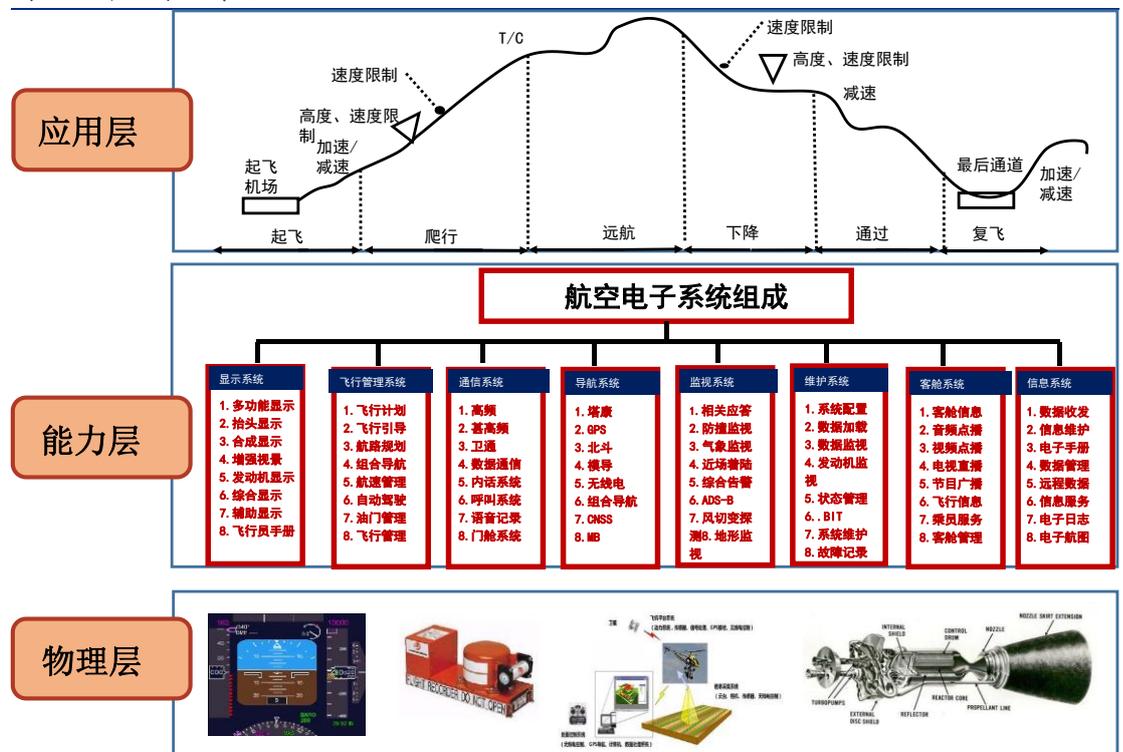
2.3. 先进航电系统替代空间大

飞机、导弹等先进装备中航电系统决定了武器的自动化和智能化水平，与作战装备的安全性、经济性等息息相关。航电系统与航空发动机一样，被誉为“飞机制造业的明珠”。航空电子系统从结构上可以分为三个部分，也就是传感器、中央处理平台和人机接口，而这三个部分靠机载网络按照一定的构形连接，负责航电系统数据传输分配。

航电系统帮助飞行员更有效、更安全地完成任务及使命。航电系统包括许多子系统，涵盖飞行器探测、决策和执行各个环节。导航系统提供飞机准确导航信息，如飞机位置、低速、航向角等，主要分为航迹推算系统及定位系统。通信系统可以满足地面台站与飞机之间、飞机与飞机之间的双工通信需求及空中交通管制的需求。飞行控制系统，包括自动操纵系统及电传控制系统，可以帮助飞行员控制飞机。

在未来的作战模式下，航电系统的效能/造价比将越来越高，将有限的经费分配到航电系统中，将能够最大化的提升作战效能及体系作战实力。

图 12：航电系统介绍



资料来源：清华大学、安信证券研究中心

随着飞机的升级和进化，航电价值越发凸显。随着战机从一代到三、四代的进化，航电系统价值从占飞机总量的 10%-20% 逐渐上升到 30%-40% 以上。目前全球在役的主力三代战机航电价值占飞机总量的 30%-35% 以上，一架飞机平均需要更换三次航电系统，这意味着航电系统的市场价值大，成长性好。

新机市值可期，现有战机航电系统更换市场价值更大！在 2021 年，预计军中飞机市场为 418 亿美元，以 30% 计算，则新增飞机部分的航电市场的价值约为 125.4 亿美元。军机的使用寿命一般不超过 6000 小时，和平时期大致为 30 年，每 10 年换一次航电系统，预计 2015 年全球军机保有量为 51685 架，其中约 5000 架需要更换航电系统，这部分市场价值的规模比新增飞机部分更高。

2.4. 信息化将成为新增长点

传统的作战模式由于各军兵种信息共享不及时等原因，造成作战效能不高甚至延误战机。未

来战争的高度扁平化和一体化指挥控制是大势所趋。在迈向现代化战争的过程中，对传统武器装备及通信系统的改造和全新设计催生出全新的军用市场。

我国新成立的战略支援部队主要的使命任务是支援战场作战，使我军在航天、太空、网络和电磁空间战场能取得局部优势，保证作战的顺利进行。具体地说，战略支援部队的任务包括：对目标的探测、侦察和目标信息的回传；承担日常的导航行动，以及北斗卫星和太空侦察手段的管理工作；承担电磁空间和网络空间的防御任务。

军队信息化是指将军队建设成规模小、质量高，装备信息化武器装备体系，由新型军事人员构成，适于打信息化战争的网络化、知识化、一体化武装集团。

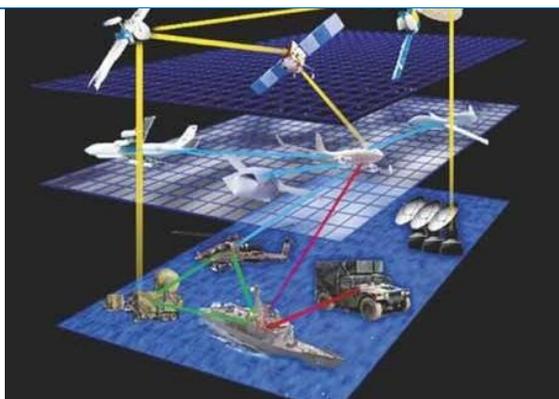
军队信息化是大势所趋，欧美日韩等国纷纷制定军队信息化规划。按照国外信息化标准的测评方法，一支军队的信息化装备规模只有达到60%以上时，才可成为信息化军队。美国陆军的信息化装备目前已经占到50%，海、空军已达70%。美军称，到2020年前后，美军各军兵种的武器装备将全部实现信息化。而英、法、俄、日等国军队的武器装备届时也将基本实现信息化。发达国家军队信息化，不仅是为军队配备新的信息化武器，也包括对现役武器的信息化改造、军事组织的整合、指挥系统的扁平化。

图 13: 美军信息化指挥中心



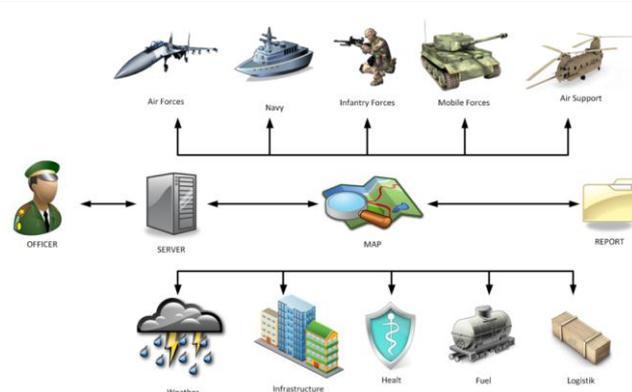
资料来源: 互联网资料、安信证券研究中心

图 15: C4ISR 系统



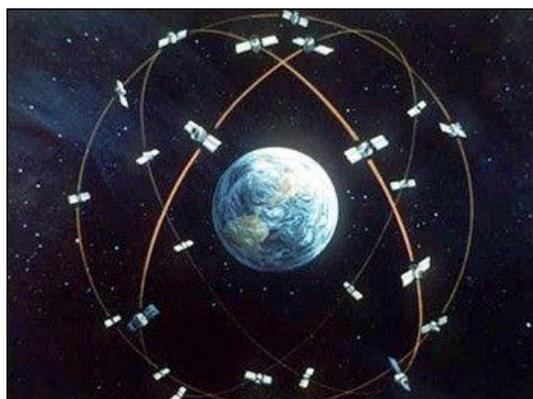
资料来源: 互联网资料、安信证券研究中心

图 14: 军事信息化系统示意图



资料来源: Teal Group、安信证券研究中心

图 16: 北斗卫星导航系统



资料来源: 互联网资料、安信证券研究中心

3. 产业链供需关系和利益格局。

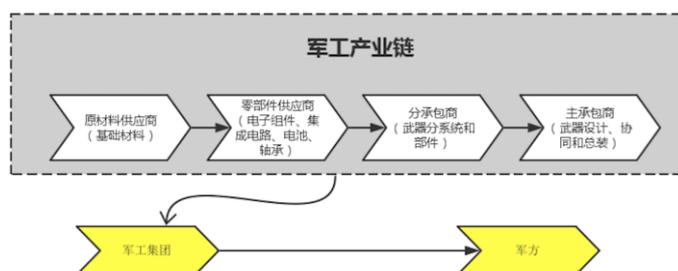
军工产业链由军方的订单推动，供应方层级较多，利益分配受总设计单位和关键技术单位主导。军工产业链的需求来源于军方，军方的订单决定了军工集团的销售情况。我国军工行业按接触武器层级不同，从上到下分为总体（主机所）、分系统、二级配套、三级配套和元器件原材料供应商等几个层级。总体（主机所）是总体设计单位，在拿到订单后，将负责武器

的总体设计、指标分配、综合协调和总装；各级配套则配合总体进行武器部件生产；上游的供应商是生产电子元器件、专用芯片、电源配电、电池、电路等；原材料供应商提供基础材料。

目前所有的研制经费全部由总体、分系统、单机、元器件这样从下游到上游传递，经费的流动和利益格局也是依据此来进行分布的。经费重点集中在以下单位：拥有 1+1>2 能力的总体设计单位、参加批产的各分系统及单机单位、拥有核心技术和不可替代性的关键技术单位、享受整个行业增长的分立器件，上游高市占率的企业。

目前，军工集团发展重复，没有协同，军工发展具有改进空间。十大军工集团是由政府为引进竞争机制而拆解的，经过近 20 年发展，军工资产高度分散，各集团相对独立，一些企业盈利能力差。虽然从军品的角度讲，各集团之间存在明显分工，较少存在竞争，但从产业链体系而言，目前的利益格局是各个集团都拥有自己的全套或者大部分供应商体系，包括动力系统，结构机构，导航制导与控制，航电系统，地面支持系统等，根据不同武器类型而不同。从而导致各个军工集团的分系统及单机单位技术重复发展，没有形成有效协同。因此，可以预期未来军工资产将进行整合，提高效率。

图 17：军工电子产业链



资料来源：安信证券研究中心

图 18：十大军工集团的行业分布分明



资料来源：安信证券研究中心

4. 军工电子增长驱动力及边际变化

4.1. 根本驱动力：国际环境持续紧张

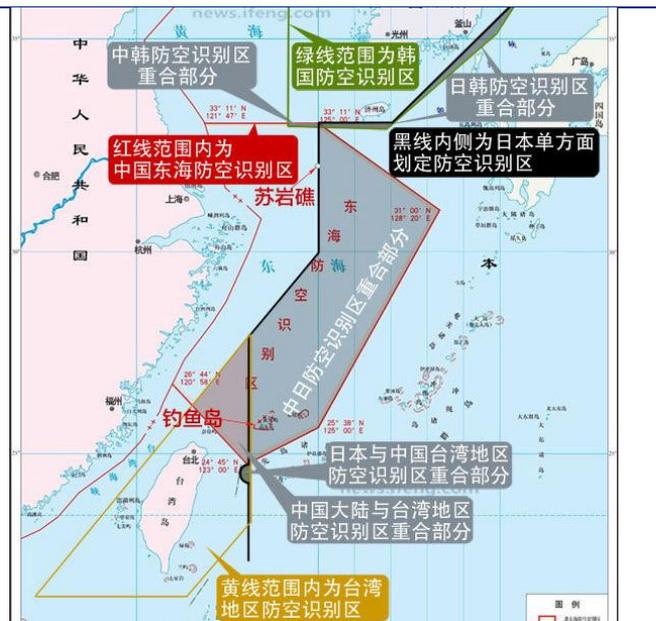
周边安全形势局势整体可控将延续紧张态势，地缘政治局部冲突不断，亚太地区成大国博弈舞台中心。从中国周边国际环境观察，一是诸多海域主权争端尚未解决，南海岛礁、钓鱼岛等问题摩擦不断；二是伴随台湾选举民进党上台两岸未来不确定性加深；三是由于今年朝鲜核试验重启导致美国正式重返亚太并部署战略军备。从世界地缘格局观察，反恐阵线压力加剧，中国崛起使得亚太地区成为大国博弈的重要战略着力点。目前亚太局势基本可控，预计紧张环境将继续持续。

图 19: 南海岛礁主权争端



资料来源：解放军报、安信证券研究中心

图 20: 东海防空识别区



资料来源：中国外交部、安信证券研究中心

外交、军事战略主动积极转变，大国崛起需强大军力保障。随着国家综合实力提升，外交政策态势呈现主动积极转变，一带一路长期战略提出、亚投行的设立展示了中国和平崛起决心。伴随着对现有国际秩序的挑战，未来潜在冲突不可避免，强大军力才能保障国外投资安全，当前新形势下国家安全已从本土防卫走向攻防一体，远洋海军建设、空天一体化等战略部署反映中国军事防卫体系已彻底转变。

4.2. 增长驱动力：军备、技术差距亟待弥补

军费增长带动军备数量质量升级，武器装备建设涵盖战略空军、远洋海军、国防信息化三大领域。根据我们的分析，2017 年我国国防军费预算将超万亿，带动军备数量质量升级。之前我们提到，参考美军装备费用，投入战机、潜艇的费用居多，海军和空军的预算高于陆军。中国军队主要支出部门则是空军和火箭军。武器装备建设方面，根据中国军事战略体系的新要求，战略空军、远洋海军和国防信息化建设将成为三大中轴。

4.2.1. 战略空军

空军体系由国土防空型向攻防兼备型空天一体化转变，战略地位提升亟需核心机种代际、整体数量升级。2015 年 6 月中国首次将空军定位为战略军种，即“战略空军”，而此前仅有二炮享有此地位。会议提出建立空天一体化的战略空军，将空军的作战范围从大气内层扩展到外太空，会议要求重点发展新型远程轰炸机、中远程反导、反卫星系统、战略导弹预警系统，并且强化战略空运能力。目前四代战斗机 J-20、中型综合直升机 Z-20、国产大型运输机 Y-20 等新兴军机即将完成研发试验进入列装量产阶段。伴随战略地位提升，未来空军整体数量、核心机种占比有望升级。

表 3：世界部分国家空军实力对比

机种类别	美国	俄罗斯	中国	印度	日本
战斗机	2207	769	1066	629	280
固定翼战斗机	2797	1305	1311	761	289
运输机	5366	1083	876	667	529
教练机	2809	346	352	263	432
直升机	6196	1120	908	584	741
武装直升机	920	462	196	20	122
飞机总量	13896	3492	2860	1905	1613

资料来源：Global Fire Power、安信证券研究中心

4.2.2. 远洋海军

远洋海军定位标志中长期编队组建将提速，亟需大量现代化舰艇装备编制保卫海上国家利益。海军战略定位从近海防御向远海护卫与近海防御相结合，标志着我国海军正式走向深蓝。从短期来看，海军将逐步列装大量现代化舰艇，逐步淘汰落后舰艇，完成更新换代；从长远来看，海军将进行不同类型舰艇组合编队适应不同环境和任务，近海方面包括领海护卫巡航、两栖登陆夺岛等任务，远海方面则有商船护航机动、航母舰队联合攻击等任务。

表 4：世界部分国家海军实力对比

舰艇类别	美国	俄罗斯	中国	印度	日本
航母	20	1	1	2	2
护卫舰	10	4	47	15	0
驱逐舰	62	12	25	9	43
轻型护卫舰	0	74	23	25	0
潜艇	72	55	67	15	16
海防艇	13	65	11	46	6
水雷艇	11	34	6	7	29
海上力量	473	352	2860	202	131

资料来源：Global Fire Power、安信证券研究中心

4.3. 新变化：军民深度融合下半年有望加速

习主席近期一系列科技强国的讲话预示着国家下大力气进行科技改革的决心。军民融合是科技强军的核心实现路径，是保持武器装备始终先进的市场基础。下半年我国将密集出台各项措施，全面开展军民深度融合。

军民深度融合后，民营企业参与更多军品研制竞争，民参军企业将有望从低附加值的芯片、分立器件等向系统级产品和技术过渡。

根据上证报报道，有关国防科技工业军民融合的指导意见可能在近两个月出台。国防科工局近日先后召开各类会议，研究部署推动国防科技工业军民融合深度发展、国防科技工业“十三五”规划编制、军工行业标准化技术、促进先进技术军民双向转移转化等等。

2015 年两会期间，习近平总书记提出要形成全要素、多领域、高效益的军民融合深度发展格局，丰富融合形式，拓展融合范围，提升融合层次，并且**将军民融合上升至国家战略**。政府已经出台了多种政策，鼓励军民融合。目前军民融合已经实现了 30%，由初步融合到深度融合过渡，通过“军转民，民参军”，使得军民的科技、人才、资金、信息充分交融。

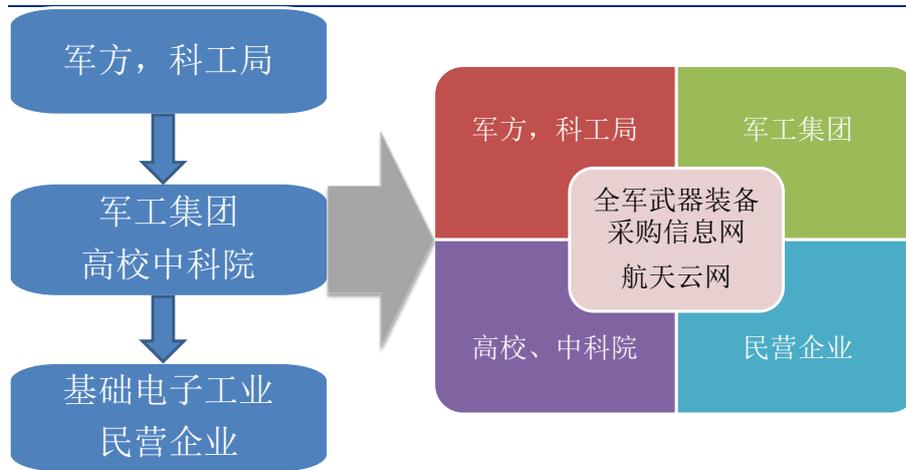
国防科工局推出新版的《武器装备科研许可目录》，许可目录减少了三分之二。许可管理范围大幅度减小，有利于军民融合发展、营造竞争氛围。

表 5：军民融合政策不断在推进

时间	政府	内容
2002 年	国防科工局	《总装备部关于鼓励和引导民间资本进入国防科技工业领域的实施意见》，鼓励和引导民间资本进入国防科技工业的原则和领域
2005 年	国务院	《关于鼓励支持和引导个体经营等非公有制经济发展的若干意见》，允许非公有资本进入国防科技工业建设领域。坚持军民结合、寓军于民的方针。
2010 年	国务院	《国务院中央军委关于建立和完善军民结合寓军于民武器装备科研生产体系的若干意见》，建立起分工协作、有机衔接、运转高效的军民结合部际协调机制，用三至五年的时间，基本实现国防科技与民用科技、国防科技工业与民用工业的互通、互动、互补。
2012 年	中共十八大	《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》，推进军队政策制度调整改革，推动军民融合深度发展。
2014 年	工信部	《促进军民融合发展式意见》，到 2020 年，形成较为健全的军民融合机制和政策法规体系，军工与民口资源的互动共享基本实现，先进军用技术在民用领域的转化和应用比例大幅提高。
2015 年	全国人大	习近平发表重要讲话，提出把军民融合发展上升为国家战略，加快形成全要素、多领域、高效益的军民融合深度发展格局。
2015 年	工信部	工信部启动军民融合发展 2015 年专项行动。此次专项行动提出了 12 项重点任务，包括简化“民参军”准入审查程序。
2015 年	国防科工局	明确了今年推动军民融合发展的 27 项重点任务。除了修订出台新版武器装备科研生产许可目录外，还鼓励资本层面的“民参军”。

资料来源：互联网、安信证券研究中心

另外，全军武器装备采购信息网和航天云网等市场化运营的军品产业链对接平台越来越实用，在探测与目标识别、遥感遥测、指挥与控制、通信与导航、模拟训练与仿真、检测、维修保养与可靠性、动力、隐身、新能源、无人机系统、发射系统、共性技术与产品等领域，集合和激活了全国市场中具有自主知识产权的高新技术和优势产品，比如系统、分系统、微系统、配套产品、高端元器件、高性能材料、软件等。

图 21：引入开放高效的平台后将释放军品产业链活力

资料来源：清华大学、安信证券研究中心

4.4. 未来必经之路：资本证券化即将拉开大幕

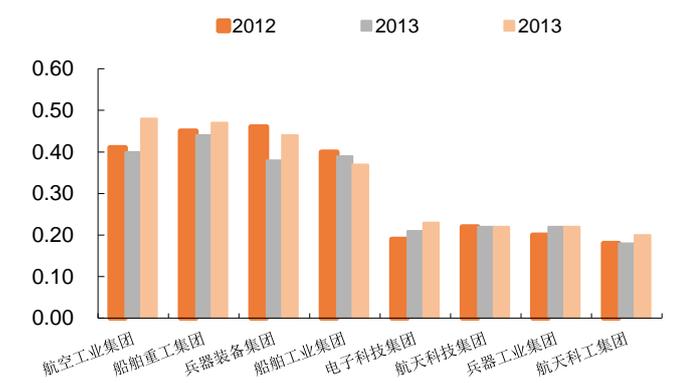
一直以来，我国的武器装备在向美国学习引进消化吸收再创新，然而背后的管理模式及市场化运作模式一直不得美国精髓。我国要想不断提升军事实力，资本证券化是必经之路。

“十三五”期间将要建设的 100 个重大工程中有近三成属于国防军工领域。2015 年国防科工局推出政策，鼓励资本层面的“民参军”。预计未来除了少数需要保持国有独资外，大多军工业务均可上市。军工资产证券化，将借助资本市场拓宽企业的融资渠道，减轻政府的财政负担通同时，获得社会资本促进产业发展。军工企业还可以通过并购重组可以进行产业整合、提高效率。军工集团响应国家号召，积极推进资产证券化过程。在十三五期间，预计船舶工业集团资本证券化率将从 30%提升至 70%，航天科技集团资本证券化率由 15%提高到 45%。

国内各军工集团资产证券化空间还很大。目前欧美军工企业资产证券化率普遍达到了 70%至

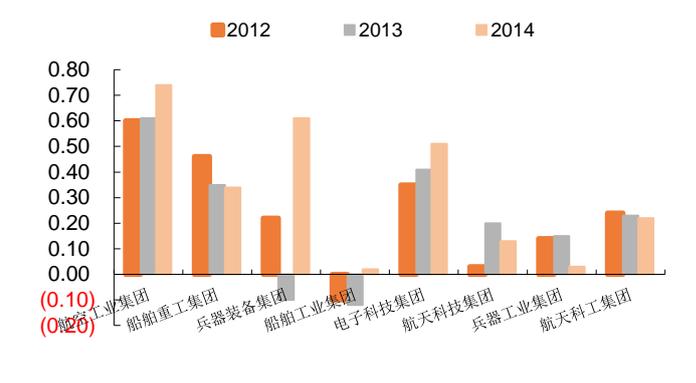
80%，而我国十大军工集团总体资产证券化率大约 25.37%，远低于欧美，未来还有很大增长空间。目前还未上市的军工业务还有军工科研究所。资产证券化最充分是航空工业集团、船舶重工集团，按净资产比率计算的资产证券化率已经将近 50%。此外去除上市公司亏损的兵器武装集团、船舶工业集团，剩下资产证券化机会最大就是电子科技集团、航天科技集团、兵器工业集团、航天科工集团。军工集团还可以根据市场和自身情况，注入相关资产的同时，灵活决定融资比例，从而促进公司更好地发展。

图 22: 占净资产比例的资产证券化率



资料来源: Wind 资讯、安信证券研究中心

图 23: 占净利润比例的资产证券化率



资料来源: Wind 资讯、安信证券研究中心

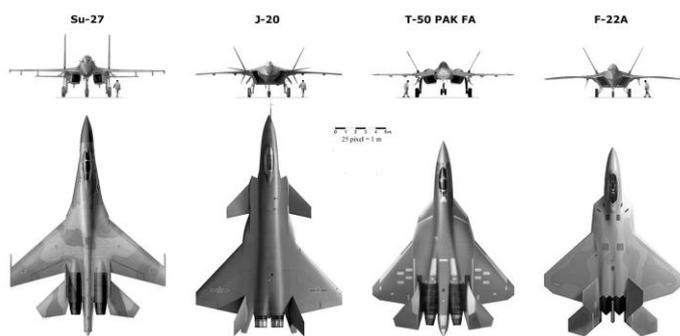
4.5. 看得到的变化: 新装备定型批产, 未来武器高电子化率

由十三五作为起点, 各种性感的新型装备及对电子工业的需求将会高速增长。J20、Z20、Y20 等已定型新机型已基本完成研制阶段进入量产试验环节, 未来 3-5 年将陆续列装量产, 增量军机需求将带动军工电子产业订单跨越式增长。未来空天一体化、攻防兼备战略下, 临近空间飞行器、高超声速飞行器, 新型空间武器, 电子对抗武器等等将会井喷式发展, 将催生出全新的巨无霸市场空间。

4.5.1. 新一代歼击机

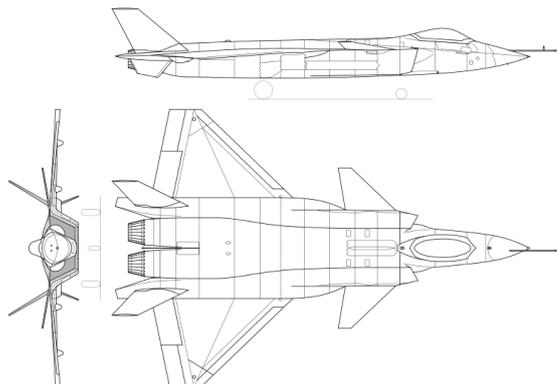
战斗机整体数量、代际追赶迫在眉睫, 四代隐形战机 J-20 进入试用试飞阶段, 其四代机特征中大部分与航电系统有关。我国目前战斗机整体数量为 1066 架, 为同期美国总量的一半, 各类军机品种在数量上均存在差距, 机型分布上, 我国二代机 (J-7、J-8) 仍有 484 架, 占比 38%, 三代机 (J-10、J-11) 仅有 472 架, 占比仅为 37%, 五代机 (J-20、J-31) 目前尚在试飞中, 作为空军主力的战斗力整体数量、代际方面与美国相比差距明显。我国近年来在四代机研发方面进展迅速, J-20 战斗机即将进入生产定型、量产及列装过程。J-20 是成飞工业集团负责研发的单座、双发、鸭式气动布局美标第四代重型隐形战机。符合四代机“超机动性”、“超音速巡航”、“隐身”和“高可维护性和超视距打击”的 4S 标准, 机型设计上, J-20 采用了不同于美国 F-22 和俄国 T-50 的全动鸭翼及垂尾和 DSI 进气道。J-20 也采用了多种低可侦测性设计满足隐身要求, 其中 J-20 验证机复合材料用量达 27%, 并采用了国际先进的液态感温技术、气动伺服控制技术取代铂电阻感温技术、电机作动技术, 可能采用了综合光电感应系统和有源相控阵雷达。目前 J-20 已完成四位编号为 2101 小批量生产并交付部队领先试用, 预计将在 2017 年至 2019 年间正式投入服役。

图 24：中美俄（美标）四代机 J-20、T-50、F-22 对比



资料来源：Wikipedia、安信证券研究中心

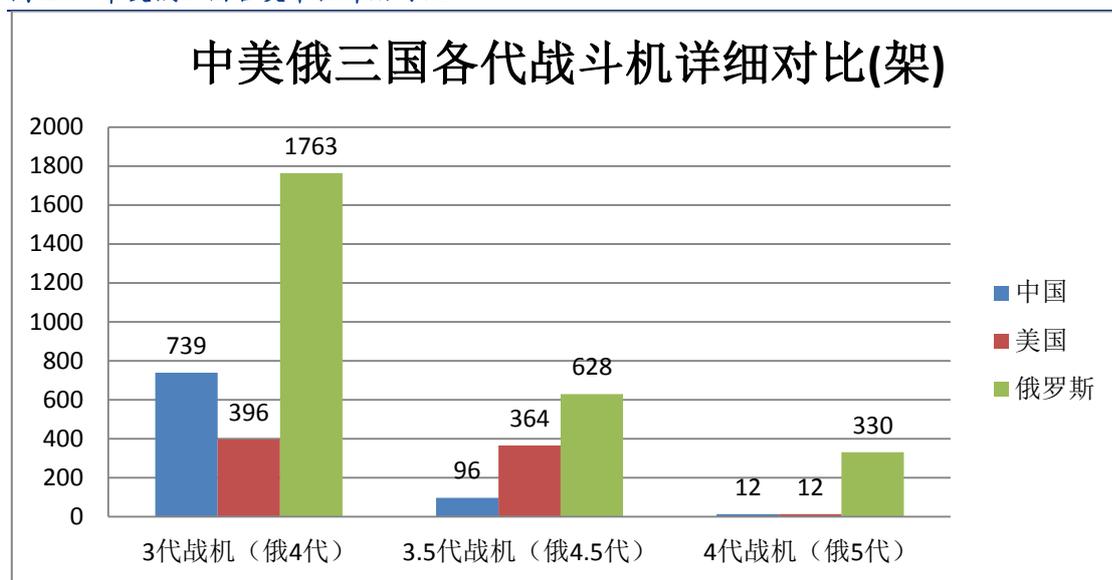
图 25：J-20 原型机样本渲染图



资料来源：Wikipedia、安信证券研究中心

与美国、俄罗斯等军事强国相比，我军战斗机无论是在代际水平还是绝对数量上都逊色不少，加快先进战斗机研发力度是国家战略安全的必然选择。

图 26：中美俄三国各类军机详细对比



资料来源：互联网、安信证券研究中心

J-20 是我国目前最先进的战机，已开始小批量生产，未来 J-20 作为我军的战略威慑武器将主要承担近海空域威慑作用，抑制周边潜在对手的制空优势。考虑到目前 J-20 生产维护成本较高，3 代、3 代半战机数量较多且剩余服役年限较长，我们预计未来 J20 的产量应保持在 12-15 架/年，保持对日本、印度的优势即可，主要精力将继续放在军工科技的研发和相关技术的产业化上面，作为 4 代战机核心技术的航空电子设备、发动机等产业将显著受益。

4.5.2. 新一代运输机

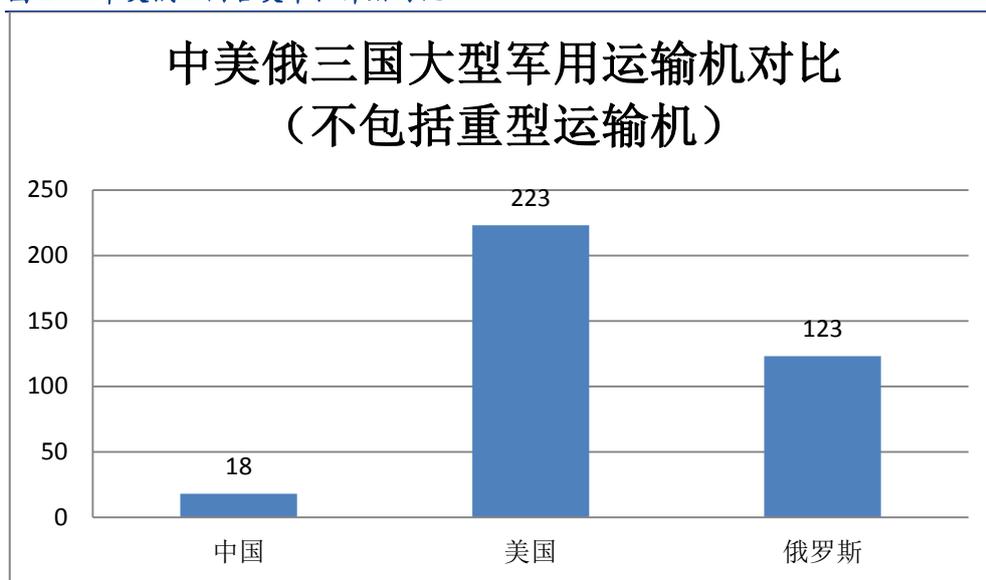
在大力发展第 4 代战机的同时，我军也在大力发展大型军用运输机。大型军用运输机具有快速运送大量兵员、武器装备和其他军用物资到作战前线的能力，确保部队战略机动、战术投送的规模化、快捷性和突然性。近年来多次战争中，该类飞机的动用数量接近于主战飞机，在战场上发挥了至关重要的作用，是一个国家武装力量攻防战略不可缺少的基本装备。相比于美国、俄罗斯，我国运输机数量不多，质量也不算高，随着 Z-20 进入批量生产阶段，未来我国运输机队伍规模、数量将会快速提升。

图 27: 美俄中主力大型军用运输机 (从左到右依次为: 大力神、伊尔 76、运 20)



资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

图 28: 中美俄三国各类军机详细对比



资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

航空电子对抗系统成为大型军用运输机发展中必备的主动防御系统, 航空电子对抗系统的优劣直接决定着大型军用运输机的生存能力。与灵活机动的战斗机不同, 由于大型军用运输机尺寸较大、飞行速度低、机动规避能力差, 在作战中容易受到攻击。同时, 其雷达截面较大、红外特征信号较强, 使得它更容易被导弹等武器锁定。近年来中、低强度的地区冲突越来越激烈, 运输机在维和与干预行动中往往要置身于敌方防空系统射程之内, 尤其是在起飞和降落过程中大型军用运输机特别容易受到敌低空红外制导导弹的攻击。

国产军用大飞机 Y-20 即将服役, 未来将有效支援海陆空军事力量完成运输、调配、后勤补给等任务。 Y-20 运输机是由中国西安飞机工业集团主导研发的重型军用运输机, 为目前中国最大型的自主研制军用飞机。运 20 参考了 C-17、伊尔-76 的气动外形和机体结构, 并创新加入了超临界机翼设计, 使中国为欧美以外第三个掌握整体喷丸成型技术的国家。与中国目前使用的伊尔-76 运输机相比, 运-20 的电导设备有了改进, 新型“运-20”大型运输机载重亦有提高, 最大载重能力将达到 60-70 吨左右, 可以载运主战坦克等重装备, 最大飞行距离增至 7800 公里 (40 吨载重), 使此机不仅能承揽中国国内运输, 还可以进行亚洲地区的战略投送。2015 年 12 月中航工业方面透露目前 Y-20 飞机研制工作已经完成, 即将开始定型审核, 预计在 2016 年年中正式服役。Y-20 投入服役将意味着我国军用运输能够在满足一定航速、运载下覆盖亚太地区航程。未来将有效配合 J-20、Z-20 乃至海军航母舰队完成后勤补给和投放任务。

图 29：各大军用重型运输机参数比较



资料来源：互联网资料，安信证券研究中心

为了有效对抗制导导弹的威胁，大型军用运输机上普遍装备了导弹告警设备、箔条/红外诱饵投放设备、红外有源干扰机以及红外定向干扰设备。

图 30：大型军用运输机用航空电子对抗系统（从左到右依次为：导弹告警设备和红外定向干扰设备）



资料来源：互联网，安信证券研究中心

红外告警系统是依靠探测导弹运动中自身产生的红外辐射来实施侦察告警的装备。红外告警分扫描体制或凝视型体制，主要探测对象是地空和空空红外制导导弹，重点探测它们的发动机尾烟和高速气动加热形成的红外辐射，从而实现告警。红外定向干扰系统定向是将红外干扰能量集中到狭窄的光束，当导弹逼近时，红外告警系统将光束引向来袭导弹方向，使导弹导引头工作混乱而脱靶。红外定向干扰系统可以采用常规的红外光源也可以采用激光，而激光能在干扰光束中集中更大的能量。同其它红外对抗方法相比能提供更远的作用距离和更大的灵活性，能有效对抗所有类型的对空红外制导导弹。

4.5.3. 新一代通用直升机

10吨级中型通用直升机 Z-20 填补陆航机动性机种空白，有效加强空军突击能力同时有望实现“上山、下海、系列化”。由于 Z20 低空飞行，对航电设备的复杂环境适应性和抗打击能力提出了更高的要求，尤其首次使用了先进智能配电系统，提高作战可靠性。Z-20 是中国研发中的一款 10 吨级中型通用直升机，正式的研制时间起始于 21 世纪初，总体布局上采用了单旋翼带尾桨式的典型布局。因为定位为突击直升机，Z-20 直升机采用一种直升机多种构型的方式，来满足各种民用和军用的需求，除了通用运输外，还可能发展近海海域作业支援、搜

救以及反潜、反舰、战场运输、救护、火力支援和中继制导等各种型号。这些构型的大部分部件互相通用。目前公布的信息来看，Z-20 直升机这款先进中型通用直升机大小和布局都与黑鹰直升机非常相似——理论上也属于 10 吨级直升机。该机型已于 2013 年首飞成功，预计 2017 年投入服役后，将极大提高我军空中突击能力，除了将在高原执行飞行任务外，还有可能成为舰载直升机，用作运输、携带导弹和后勤支援，负责警戒、侦察和补给，亦可在驱逐舰执行巡逻、反潜、救援等任务，成为真正满足“上山、下海、系列化”的通用机型。

图 31：Z-20 通用直升机与美国 UH-60（黑鹰）对比



资料来源：铁血论坛、安信证券研究中心

图 32：中国直升机发展系谱图

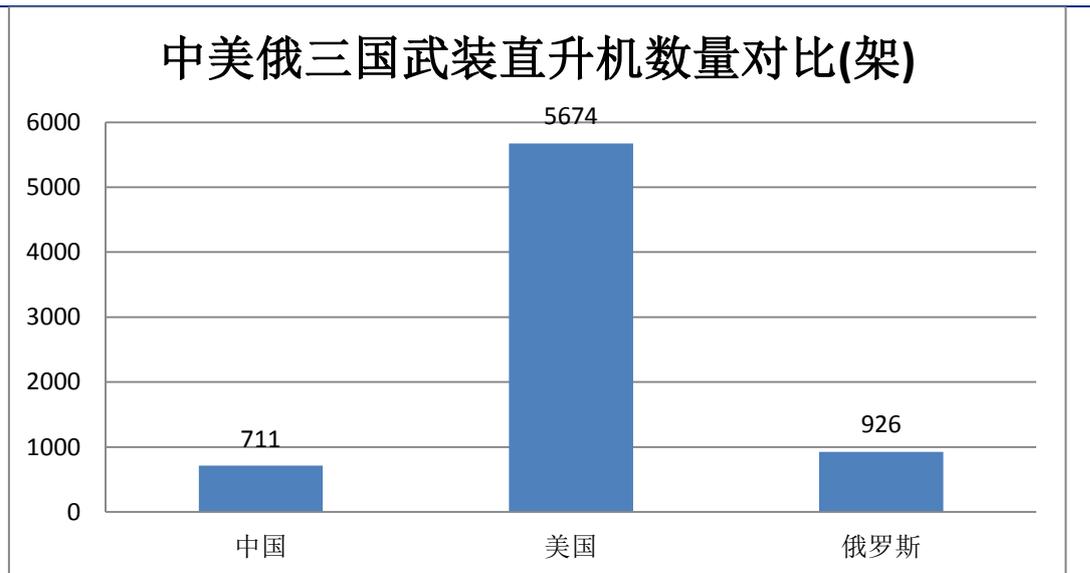


资料来源：铁血论坛、安信证券研究中心

武装直升机自登上战争舞台后，成为活跃在超低空间的一把利剑。在一树之高的超低空，直升机成为一代霸主，被誉为“空中坦克”。武装直升机作为现代战争的高技术武器，成为一种令人畏、必不可少的兵器。不论是在空地一体作战，还是在机动作战中，武装直升机都可为地面部队提供强大的兵力和火力支援，有效增强了陆军快速响应的作战能力，逐渐成为陆军的尖兵武器。在海湾战争中，美陆军第 24 步兵师的一个 AH-64 武装直升机营，在攻击伊军的一个坦克师时，24 架直升机利用机载“海尔法”反坦克导弹，轮番攻击伊方坦克纵队，仅用 50 分钟就摧毁了伊军坦克和装甲车 84 辆、火炮 8 门、汽车 38 辆。而整个海湾战争中，仅有一架武装直升机被伊军击落。武装直升机作为“坦克杀手”使战争进攻迅速、手段多样、防御灵活、反击有力，在未来战争有其不可替代的重要作用。

我国武装直升机研制工作长期落后西方国家。武直-9 和武直-10 是我国作为通过知识产权引进和完全自主研发而分别实现的国产化武装直升机已经长期服役于陆军航空兵，其性能不及美国上世纪 70 年代研制的黑鹰直升机。目前正在研发的直-20 是性能最为接近并有望超过黑鹰直升机的国产直升机，但性能还远落后于美俄等国。不仅如此，我国在武装直升机数量上也远远落后于美俄，法制和国产直-9 运输/武装直升机共约 306 架，其中大部分为运输直升机；武直-10 武装直升机仅大约 30 架。武装直升机在性能和数量上的劣势将制约陆军航空兵在配合地面进攻作战，利用其机载武器对地面目标进行精确打击，及时为地面进攻部队提供火力支援，增强进攻强度方面作用。

图 33: 中美俄武装直升机数量对比



资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

表 6: 世界军事大国现役武装直升机一览

武装直升机名称	主要特点	国别	图例
RAH-66 “科曼奇”	1991 年列装美国陆军, 具有先进无轴承的旋翼操纵性	美国 (波音公司和西科斯基公司联合研制)	
AH-64A “阿帕奇”	1984 年列装美国陆军, 能在恶劣气象条件下和昼夜环境下执行作战任务, 先后经历过美军入侵巴拿马, 海湾战争以及波黑战争等实战考验	美国 (休斯公司研制)	
AH-64D “长弓阿帕奇”	AH-64A “阿帕奇”的发展型, 安装了“长弓”雷达, 加大了左前方的电子设备舱, 具有发射 AIM-92 “毒刺”空空导弹的能力, 加装了卫星全球定位系统(GPS)和自动目标移交系统(ATHs)	美国 (休斯公司研制)	
UH-60 黑鹰直升机	1978 年服役美国陆军, 采用 4 片桨叶的铰接式旋翼, 是美国最负盛名的武装直升机	美国 (西科斯基公司研制)	
米-28N “浩劫”	旋翼轴上方也装有能自由转动的锤状整流罩, 能在夜间和恶劣气象条件下作战, 装有毫米波火控雷达	俄罗斯 (米里设计局)	

HAP“虎”式	单旋翼带尾桨双发动机，是一种“一机多型”的武装直升机，用复合材料和隐身设计，在昼夜各种环境中作战	法 / 德联合研制
卡-52“短吻鳄”	共轴反转昼夜全天候战斗直升机，首次使用驾驶员弹射救生系统	俄罗斯 (卡莫夫公司研制)
武直-9	引进法国 SA-365N“海豚”直升机专利、研制生产的双发轻型多用途直升机，目前已国产化	中国 (哈尔滨飞机制造有限公司)
武直-10	武直-10 是我军第一种专业武装直升机和亚洲各国第一种自研专业武装直升机	中国 (昌河飞机工业公司研制)
武直-20	设计参考了 UH-60 黑鹰直升机，优化结构后直-20 主旋翼采用五桨叶结构，目前已小批量批量生产，预计 2017 年服役	中国 (昌河飞机工业公司研制)



资料来源：互联网，安信证券研究中心

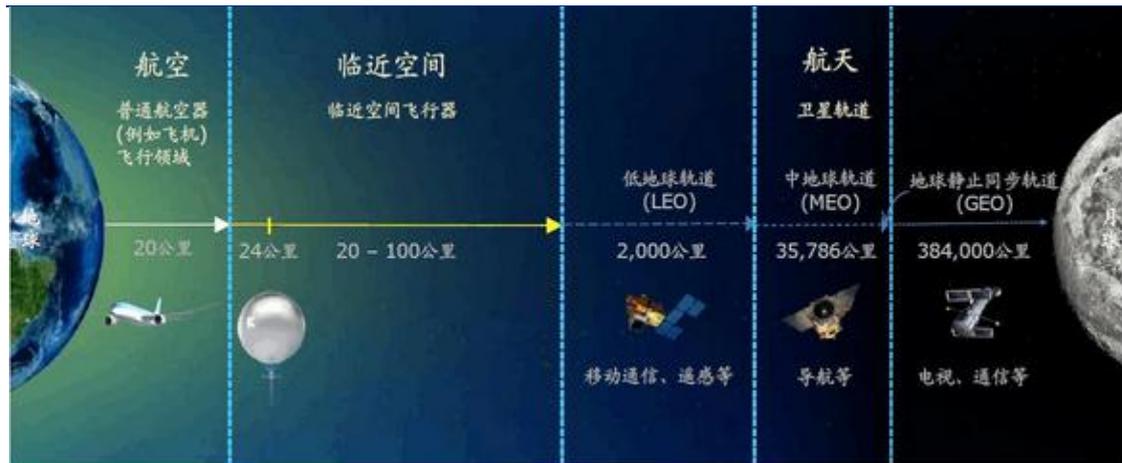
未来武装直升机所担负的军事需求要求提高其必须具备超低空、低能见度、夜间等恶劣气候条件下的飞行作战能力，**这将促进更为先进的航空电子导航系统、预警系统及红外目标截获和跟踪系统 (IRST) 的研发进程。**作为性能最为接近黑鹰直升机的武直-20 武装直升机，直-20 未来服役后将成为我军直升机的主力型号，发展前景较好。与此同时，参考美军对黑鹰直升机使用情况，直-20 在未来，不仅可以承担军事打击任务、空运及后勤支援任务，也可以担任民用任务方面，成为中型通用直升机，开拓民用通航市场。

4.5.4. 临近空间飞行器

近年来，各国军方在加大空域作战能力的同时，以美国为代表的发达国家进一步提出了“临近空间”的概念，将航空航天领域再次进行细分并开展相关关键技术和飞行器技术与应用研究，意图抢占临近空间技术领域的制高点。目前美国临近空间飞行器在高速和低速两个方面都取得了许多重要进展，主要包括高超声速巡航导弹空天飞机、侦察机以及平流层飞艇等。

临近空间飞行器作为未来将要全新大量布局的新型武器，在远程打击、侦察监视、通信中继、导航定位、综合预警、电子对抗等作战任务重非常重要，将催生适应临近空间的各子系统和电子设备，带来特定环境下的新军工电子应用市场。

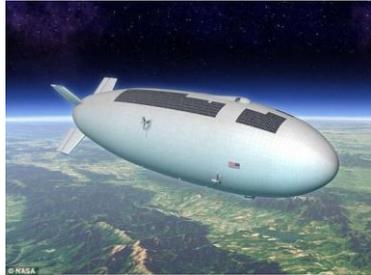
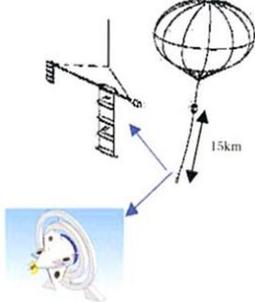
图 34: 临近空间示意图



资料来源：互联网，安信证券研究中心

临近空间(near space)始于现有航空器可控飞行的最高高度,止于航天器维持近地轨道飞行的最低高度,通常指距海平面 20~100km 的空域。所谓临近空间飞行器,顾名思义是指能够飞行在临近空间执行特定任务的一种飞行器,既能比卫星提供更多更精确的信息(相对于某一特定区域),并节省使用卫星的费用,又能比通常的航空器减少遭地面敌人攻击的机会。临近空间飞行器能快速飞行在敌方战区上空而不易被敌方防空监视系统发现,从而为作战指挥官提供不间断的监视情报,以增强其对战场情况的了解能力。部署这种高空飞行器,成本低、时间快,适合现代战争的需求。

表 7: 各类型临近空间飞行器及其关键技术一览

临近空间飞行器类型	主要特点	用途	关键技术	图例
平流层飞艇	可定点悬停、机动性好、维护成本低	可搭载载荷,执行高分辨率对地观测等多种民用任务	导航、定点控制	
平流层高空气球	成本低、但定点能力差	辅助卫星通信,对地观测	精准回收	
平流层半可控浮空器	由气球、长绳索、控制动力装置、有效载荷等组成、处于平流层低层,利用该处产生的推进力或气动力来提供控制	通信中继,对地观测	概念研究和探索试验阶段	

太阳能平流层飞翼	利用太阳能作为能源动力并依靠空气动力升力飞行	情报侦察、战场监视和通信	高效能源储存技术
平流层无人机	飞行时间可达数天，具有灵活快速机动能力	军事侦查、军事通信、预警、军事导航、武器平台	导航、燃料电池技术、通信系统
高超音速飞行器	超高速，可实现隐形化、高速、精准目标打击	军事侦查、战略武器平台	超燃冲压发动机技术、高温长时间热防护技术、高精度制导导航与控制、有效载荷高速抛撒等



资料来源：互联网，安信证券研究中心

临近空间飞行器广泛的军事用途都将是军工电子的应用战场：

（一）远程打击

高速临近空间飞行器飞行速度快，具有很强的穿透力，可以从防区外对敌纵深目标实施“外科手术”式打击，大为缩短作战时间，大幅提高武器攻击的突然性和有效性，是一种新型的战略威慑和实战运用武器平台，是获得慑止战争、介入战争、控制战争、打赢战争主动权的可靠依托。高速飞行的临近空间飞行器，可装载核战斗部或常规弹头，能够在 10 分钟之内打击近千千米远的目标，留给防御系统反应时间很短，能有效遏制敌方地基、机载、舰载预警及防空武器系统整体功能的发挥，既可攻击敌方战略要地等固定目标，也可有效攻击航空母舰等活动目标。特别是超燃冲压发动机技术一旦成功用于高超音速导弹，就可能在 2h 内打击全球任何目标，且迄今没有任何手段可对其实施拦截或防御。

（二）侦察监视

现有的卫星系统和航空平台还不能满足战场大范围实时侦察和长时间连续监视的需求，临近空间飞行器可有效弥补这一不足。临近空间飞行器的视场比一般飞机要大很多，一架在 24km 高度巡航的临近空间飞行器的视场要比一架在 12km 高度巡航的飞机的视场大 4 倍。与离地高度为 400km 的侦察卫星相比，临近空间飞行器上搭载相同的设备，其光学设备空间分辨率将提高一个数量级，雷达设备的信号强度可以提高 10000 多倍，电子侦察设备可以检测到更微弱的电子信号。低速临近空间飞行器可以在战区上空长时间驻留（3 个月以上），对战区进行“凝视”侦察监视；可以对多目标、移动目标的连续侦察、标识、特征描述和定位；可以实时获取打击前后的目标图像，快速完成打击效果评估。高速临近空间飞行器可作为战略侦察平台，能快速远程突破敌方防空体系，快速机动进入敌方纵深进行侦察，准确把握整个战场态势的变化，实时引导武器弹药对敌目标实施精确打击。

（三）通信中继

临近空间飞行器作为通信中继平台可以广泛应用于军事和民用通信。在军用方面，可用于地面、海上、空中和太空的通信中继。在民用方面，可用于都市、郊区、乡村和边远地区数字电话、传真、电子邮件、视频视听等通信中继。与卫星通信中继相比，临近空间通信中继平

台的优势是容量大、传播损耗小（比同步轨道衰减减少 65dB）、时延短，发射功率低，易于实现通信终端的小型化、移动化，建设周期短，管理、维护和升级容易。与地面无线通信相比，临近空间通信中继平台的覆盖范围大、发射功率低，建设周期短、易于升级，可以全天候工作。一个部署在 30km 高的临近空间飞行器通信中继平台，可以覆盖 1200 万 km² 的地域，我国人口众多、人口密集的城市很多，使用这种系统的潜在市场很大

（四）导航定位

现今的许多武器系统使用的是 GPS 等卫星导航系统提供的导航和定位数据，但由于导航卫星高度很高，其信号路径损耗比临近空间飞行器播发的信号损耗大 100 倍，因此抗干扰能力较弱。临近空间飞行器在某一特定区域长时间驻留，可以播发增强的卫星导航信号，与卫星导航系统配合，可有效提高卫星导航系统的抗干扰能力和定位精度；也可以单独使用多个临近空间飞行器构成专用的战区导航定位系统，以便在卫星导航系统受到干扰后，直接为武器系统提供导航和导引数据。

（五）综合预警

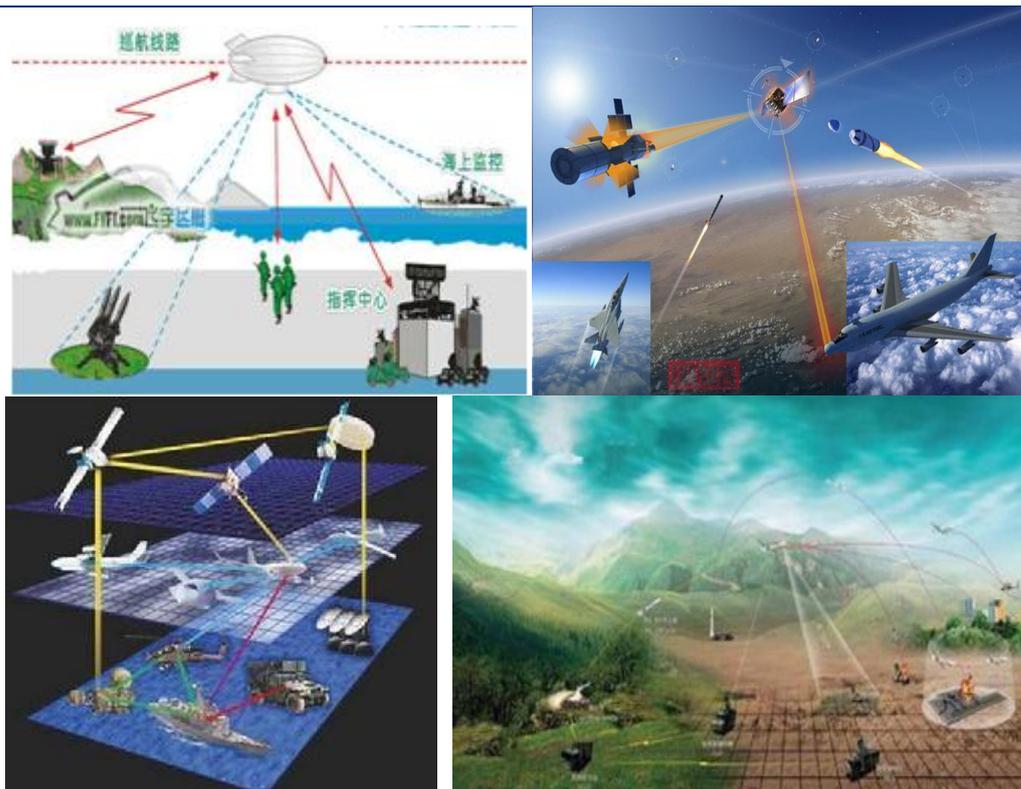
近年来，隐身、综合电子干扰、低空/超低空突防和反辐射导弹等技术发展迅猛。要对隐身飞机和各类导弹的来袭及早进行预警，发现高速入侵的低空、超低空飞行器，解决远程探测低空、超低空目标及地形遮挡的问题，就必须拥有相应的预警能力。临近空间飞行器具有覆盖区域广、搭载能力强等特点，将成为综合预警体系中的重要平台。相对于预警飞机和地面预警系统，临近空间预警系统留空时间长，少则几个月，多则几年，可以全天候连续工作；飞行高度高，视场很大，对地面目标的探测半径可达 550km 以上，对空中目标的探测半径达 1000km 以上，可提前发现敌方目标，用于低空目标识别、导弹防御。在国土上部署这样的系统，可以组成全天候导弹防御网络，确保国土安全。相对于卫星预警系统和预警飞机，临近空间预警系统使用灵活性强，经济性好，综合效能高，并可与卫星和飞机预警系统协同，构成天空地一体化立体预警探测系统，实现多重覆盖、无缝探测，满足一体化联合作战对预警系统的需求。

（六）电子对抗

电子对抗是现代战争中重要的作战样式，电子战的攻击重点是敌 C4ISR 系统，大规模电子战将贯穿于现代高科技战争的始终。临近空间飞行器由于生产和使用成本相对较低、活动区域广、没有人员危险等特点，有着其他空域部署的电子对抗设备无法比拟的优越性。特别是低速临近空间飞行器能够在目标上空长期驻留，可对敌方地面和海上警戒、搜索引导、目标指示雷达等进行长时间、不间断的干扰，减少敌雷达发现目标和预警的时间，为作战飞机和导弹突防、提高作战效能和生存概率提供支援；可播发高强度的卫星导航干扰信号，使敌方的作战飞机、巡航导弹、精确制导弹药等无法进行正常的导航，降低敌方的作战效能；也可播发增强的卫星导航信号，压制敌方对我卫星导航信号的干扰等。

图 35：临近空间飞行器军事用途（从左至右，从上到下依次为：远程打击、侦察监视、通信中继、导航定位、综合预警、电子对抗）





资料来源：互联网，安信证券研究中心

表 8：美国典型临近空间飞行器计划及其进展

国家/部门	项目名称	类型	主要用途	进展情况
美国导弹防御局、美国陆军	高空飞艇	平流层飞艇	导弹预警、激光武器平台	2008 年进行用户评估，2010 年进行任务艇开发
美国空军航天司令部	战斗天星	平流层气球	通信	2006 实验验证成功，正在研发中
美国海军航空兵飞船先进项目办公室	河豚鱼	平流层飞艇		2004 年完成实验验证，处于关键技术攻关阶段
美国国家侦察办公室	AHAB 先进的高空空体	高空长航时无人机	高空侦察	
Aero Environment 公司	太阳神	高空长航时无人机	环境调查及遥感	2003 年试验失败
美国航空航天局	超压超长航时气球	平流层气球		2005 年试验失败
美国约翰霍普金斯大学	高空侦察飞行器 (ULDB)	平流层飞艇	高空侦察	研制中
美国 JP 宇航公司	黑暗空间站	平流层漂浮平台	地面到空间的中转站	处于概念设计阶段
美国 JP 宇航公司	近太空机动飞行器 (NAMV)	平流层飞艇	通信	2005 年的两次试验均失败
美国 RAVEN 公司	高空哨兵	平流层飞艇	监视、通信	处于试验验证阶段
美国 Collabor 公司和 Mulinax 公司	最高飞行者 (Maxflier)	平流层气球	监视、侦察、通信	处于试验验证阶段

资料来源：互联网，安信证券研究中心

临近空间飞行器在远程打击、对地观测、通信与宽带接入、战区综合预警、电子侦察与干扰、区域导航等领域具有重要的应用前景，未来必将成为火箭军震慑敌对势力的战略威慑武器，与之相关的各类通信、导航、侦查与探测技术也将受益于临近空间飞行器的发展。

5. 军工电子发展方向及投资机会

现代军事武器装备及军队信息化指挥系统是各类集成电路和软件算法的高度融合体，而集成电路和软件算法的核心又是各类基础芯片。从根本上说，正是各种芯片决定了一国防工工业

水平所能达到的高度以及武器装备能否自主可控。例如，如我军导弹中的导航芯片，如果采用别国进口芯片则很容易对导弹的弹载计算机造成“缺芯”（芯片生产商在芯片中留存“后门”），芯片生产者可以通过外层电磁空间启动预置在芯片当中的逻辑，让芯片自毁从而导弹丢失导航信息最终偏离预订目标。因此，各国在核心武器装备研制方面都会尽可能选择本国的核心器件同时对器件来源严格保密，防止可能出现的“缺芯”现象。

5.1. 导航芯片—武器装备的视觉细胞

5.1.1. 惯性导航

惯性导航技术是一种自主式推算导航技术，不依赖于外部信息、也不向外部辐射能量。因此，与卫星导航技术相比较，其具有如下独特优势：隐蔽性好，不受外界电磁干扰的影响；可全天候、全球、全时间地工作于空中、地球表面乃至水下；能提供位置、速度、航向和姿态角数据，产生的导航数据信息连续性好而且噪声低；数据更新率高、短期精度和稳定性好，可利用卫星导航系统与惯性导航系统的各自优点进行有效补充。

基于以上优点，抗复杂环境、高精度惯导是我国战略威慑及各型需要导航的武器装备中的核心器件，需求量巨大，且惯导的水平直接影响着武器装备的作战效能。

表 9：惯性导航产品的主要市场参与者

比较项目	惯性导航	卫星导航	组合导航
对卫星信号的依赖性	不依赖卫星信号	依赖于卫星信号	无卫星信号时惯性导航模块仍能正常工作
工作时的隐蔽性	隐蔽性好，不受外界信息干扰	易受外界干扰	使用卫星导航时易受外界干扰
导航定位误差	随运动载体运行时间误差不断积累	误差与运动载体运行时间无关，与信号环境有关	惯性导航系统的误差可由卫星导航系统修正
能否提供载体的姿态、航向信息	可提供载体的姿态、航向等信息	单个终端无法提供载体姿态、航向等信息	能提供载体的姿态信息，高端系列可提供航向信息
产品经济成本	价格昂贵	价格较低	价格较高

资料来源：安信证券研究中心

惯性导航最初被应用于军用领域，是保证载体运行品质、安全、控制的核心关键技术，主要用于精确制导等特殊领域。近年来惯性导航在民用领域作用也将越来越大。惯性导航系统是无人机导航系统的核心基础，而 2015 年我国民用无人机市场容量预计或将达到 19 亿元，其中惯性产品的需求将达到 4.64 亿元；在石油勘探领域，精度更高、性能更加可靠的石油测斜仪器是勘探复杂地况所必需的，惯性基石油测斜仪目前普遍采用的先进测量仪器，预计 2015 年的市场规模将达到 35 亿元；在交通测量领域，智能化电子路考系统集成卫星定位、惯性导航及数字化通信技术，将为惯性导航产品带来数亿元的市场空间。惯性技术应用产品市场前景广阔。

在精度要求较低的汽车和消费电子市场，具有低成本特点的微型化 MEMS 传感器正逐渐得到广泛应用。这类传感器被广泛用于运动/坠落检测、导航数据补偿、游戏/人机界面、电源管理、速度/距离计数等领域。根据 Yole Development 的统计及预测数据，2017 年全球 MEMS 传感器的市场总值将达 210 亿美元。目前 MEMS 加速度计及 MEMS 陀螺仪在 MEMS 传感器中的结构占比分别约为 15%、13%。

MEMS 传感器低功耗、体积小的优点同时对国防具有重大战略意义。基于 MEMS 惯性器件构建低成本、高性能的微型惯性导航系统正在已经成为当前惯性技术领域研究热点之一。西方国家尤其是美国在 MEMS-IMU 器件以及微型导航系统技术方面始终处于世界领先地位。美国国防部高级研究计划署(DARPA)以及其他政府部门在 MEMS 的军事和商业应用方面进行战略性投入的资金每年都在数亿美元，并且逐年递增。目前美国许多著名惯性器件研究机

构及公司已经在该领域实现了较高精度的工程化。

表 10：美国与国内 MEMS-IMU 研发公司情况一览

公司名称	产品型号	产品特点
美国 J. F. Lehman&Company	SiNAV	用 MIMU/GPS 紧耦合方案，定位误差小于 10m，速度误差小于 0.1m/s，可耐受 20000g 的冲击，陀螺测量范围图。SiNAV 型 MEMS 组合可达士 14000°/s，目前 SiNAV 型组合导航系统已被英国国防部确立为下一代战术 导航系统外观图制导武器与无人机的首选导航系统。
美国模拟器件公司 (Analog Devices)	DISI6400/16405 型	用 MIMU/磁强计组合导航方案，是一种完全自主式的组合导航系统，具有抗干扰能力强、可靠性高等优点，系统定位误差小于 10m
美国 GNC 公司	UNCUN1 型	采用 MIMU/GPS 松组合方式，定位误差小于 15m，在广域增强系统可用情况下定位误差小于 3m，速度误差小于 0.2m/s。
美国角斗士技术公司 (Gladiator Technologies)	LandMarkFamily 系列	用 MIMU/GPS 组合导航方案，具有功耗低、精度高、功能全等特点，定位误差小于 2.5ITI。LandMark20eXT 型产品还同时支持差分 GPS、广域增强系统等功能。
美国 克 尔 斯 博 科 技 公 司 (CrossbowTechnology)	NAV440 型	用 MIMU/GPS/磁强计组合导航方案，系统装配了高稳定性的硅微机械陀螺仪，采用复杂环境密封形式，定位误差小于 2.5m，水平速度误差小于 0.4m/s，垂直速度误差小于 0.5m/s，主要应用于无人机控制、陆地车辆导航、平台稳定控制等领域
美国 云 帽 技 术 公 司 (CloudCapTechnology)	Piccolo Family 系列	采用 MIMU/GPS 松组合方案，支持磁强计、激光高度计等辅助导航设备的即插即用功能，相比早期产品重量更轻、体积更小。
北京航天时代光电科技有限公司	样机	采用 MIMU/GPS 松组合方案，用低成本硅微 MEMS 陀螺仪与加速度计实现了在 GPS 信号可用或短时丢失情况下的导航定位功能，组合定位误差小于 15m，速度误差小于 0.6m/s。
哈尔滨工业大学	样机	MIMU/GPS/磁强计微型组合导航系统应用于无人驾驶，地面跑车试验验证了该组合方案在采用温度补偿技术后，可以有效抑制与补偿硅微惯性仪表的漂移误差。
清华大学	样机	采用 MIMU/GPS/磁强计组合导航方案，实现了原理样机的研制，
北京航空航天大学	方法研究	提高组合导航算法精度
西北工业火学	样机	针对当前车载 GPS 导航仪实时性和可靠性差的问题，设计出一种基于 MEMS 技术的低成本车载 GPS/MIMU/GIS 组合导航系统

资料来源：互联网，安信证券研究中心整理

图 36：美国各公司 MEMS-IMU 组合导航产品（从左到右，从上到下依次为：SiNAV、DISI6400、UNCUN1、LandMark20、NAV440，Piccolo）



资料来源：互联网，安信证券研究中心整理

图 37：高端 MEMS-IMU 技术应用（从左到右，从上到下依次为：洲际导弹、无人
机导航、火箭发射、卫星探测）



资料来源：互联网，安信证券研究中心整理

欧美国家在惯性导航产品方面经费投入较大，研究起步较早，技术及产品优势明显。相对而言，我国惯性导航产品在技术水平和产品性能方面与发达国家还存在较大差距。

表 11：惯性导航产品的主要市场参与者

区域	产品类型	主要企业
全球	惯性传感器	Honeywell、Drapa、Northrop Grumman、Sensoror、SDI
	惯性导航系统	Honeywell、Northrop Grumman、SDI、IMAR、Goodrich、Optolink
	组合导航系统	Honeywell、Northrop Grumman、SDI、IMAR、Xsens、Goodrich
中国	惯性传感器	中航六一八所、航天三十三所、航天十三所、航天电子、耐威科技等
	惯性导航系统	航天三十三所、航天十三所、中航六一八所、航天电子、航天七零四所、耐威科技、西安晨曦、中星测控、星网宇达等
	组合导航系统	航天二院十二所、航天电子、航天七院、航天五院、耐威科技、西安晨曦、星网宇达等

资料来源：安信证券研究中心

在激光陀螺仪方面，仅美国、法国、俄罗斯、德国及中国等少数国家可研制并量产；在光纤陀螺仪方面，美国一直保持领先地位，日本在中低精度陀螺应用方面位居世界前列；在 MEMS 陀螺仪方面，美国 Drapa 实验室、Honeywell 公司所生产的陀螺仪的偏置稳定性、定位精度处于世界领先水平。但惯性导航技术广泛应用于国防领域，具有重要的军事价值，欧美一些国家就此类产品对中国实施严格的技术封锁及禁运措施。

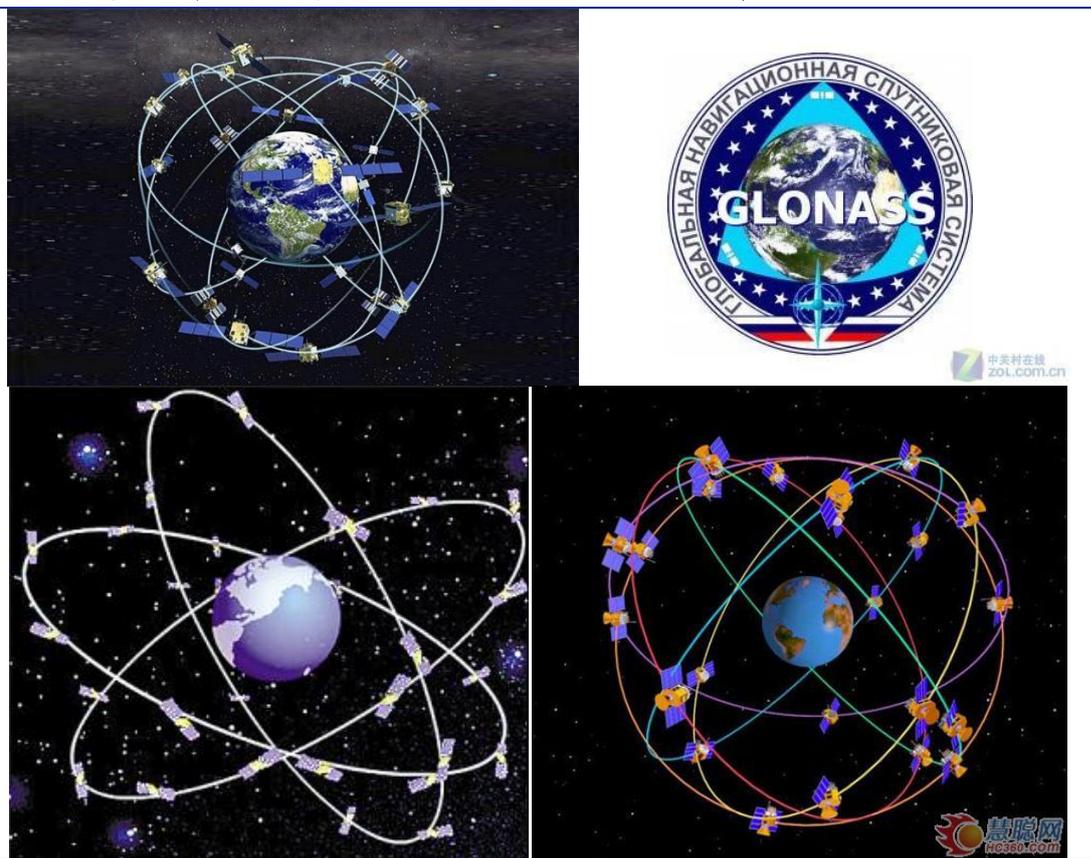
5.1.2. 北斗导航

目前世界主要国家列装的一般常规武器装备所内置的导航系统绝大多数使用 GPS 导航芯片。在中低端武器装备中，由于对导航精度要求并不十分严苛但注重性价比，因此在一国不具备导航系统或并只有导航系统并不完善的情况下，在这类武器装备中采用 GPS 导航系统是符合实际情况的。但是在一些对导航精度要求较高的战术级精确制导武器和战略级武器装备系统中应用别国控制的导航系统（如 GPS）无疑是存有巨大风险的。首先，对于对导航精度要求

较高的战术级精确制导武器和战略级武器装备系统，应用别国控制的导航系统（如 GPS）并不一定能取得获得高精度的导航，因为导航系统控制国（如美国）可以控制导航卫星提供数据的精度；其次，应用于精确制导武器和战略级武器装备中的导航芯片大多是敏感元器件，别国很难获得不说，及时获得也很难保证导航芯片是否“缺芯”。

因此，除了美国 GPS 导航系统之外，俄罗斯在前苏联基础上自主开发了 GLONASS 导航系统（GLObal NAVigation Satellite System），这也是目前世界上唯一能和 GPS 一决高下的导航系统；欧盟自主开发了伽利略卫星导航系统 Galileo satellite navigation system 目的是摆脱欧洲对美国全球定位系统的依赖，打破其垄断，计划发射 30 颗卫星，但目前由于欧盟区经济处于下行期，欧盟区内各国意见不一，发射计划已几经推迟。目前太空中已有的 6 颗正式的伽利略系统卫星，但只能初步发挥地面精确定位的功能。我国于 2007 年开始研发北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System, BDS），是继美国全球定位系统（GPS）、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统（GLONASS）之后第三个成熟的卫星导航系统，北斗卫星导航系统空间段由 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星组成，计划 2020 年左右覆盖全球，并将以“北斗加 GPS”技术在全国逐步替代单一的 GPS 导航。

图 38：世界主要导航系统（GPS、GLONASS、Galileo、北斗）



资料来源：互联网，安信证券研究中心

在我国 GPS 导航产业链中，上游的芯片开发和 OEM 开发板等基础终端设备产业被国外厂商绝对垄断。芯片和算法决定了导航产品的定位精度等技术性能指标，目前国内常规武器准备的 GPS 模块通常是武器研制供应商直接购买国外公司生产的 OEM 板进行二次开发（GPS 定位算法等核心技术由进口 OEM 板的相关模块完成）而成，卫星导航模块从基带、射频到芯片全部被国外公司控制，很难消除芯片“缺芯”从而对武器装备安全带来隐患。

北斗芯片是包含 RF 射频芯片、基带芯片及微处理器的芯片组，相关设备通过北斗芯片，可

以接受由北斗卫星发射的信号，从而完成定位导航的功能。RF 射频芯片就是通过固定频率（即频点）接收或发射信号，目前有单频点、双频点、多频点以及多系统多频点等多种类型，是芯片中成本最大的部分。基带芯片是用来合成即将发射的基带信号，或对接收到的基带信号进行解码。基带算法是影响定位精度的核心因素之一。根据产业链判断，导航产业中，芯片、板卡占据了导航设备产业价值链中 50-65% 的价值，上游核心技术缺失导致我国企业只能获得高精度应用 35-55% 的附加值，在高精度军用导航需求中，导航芯片一般是制成导航模块销售，厂家以芯片为基础，专用算法为支撑构建 GNSS 通用基板，再由针对不同应用开发出 OEM 板，最后做成整机销售给终端客户，并提供针对性的后续服务。芯片，GNSS 基板和 OEM 板占据整个价值链的 65% 左右。

图 39：北斗芯片组成（从左到右依次为：RF 射频芯片、基带芯片、微处理器、集成 SoC 芯片）



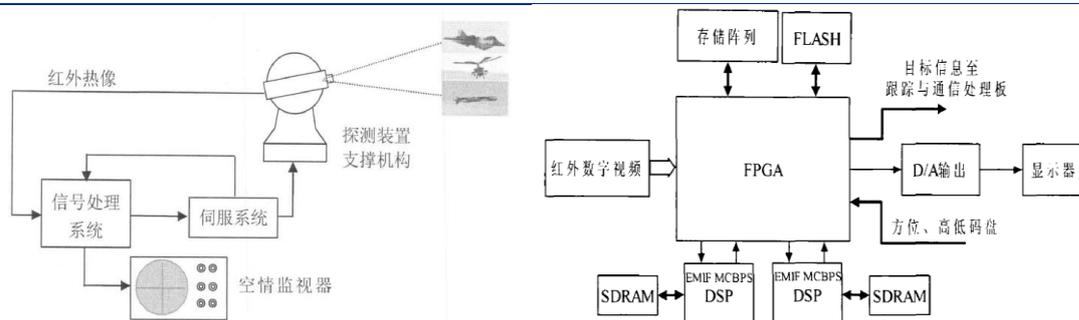
资料来源：互联网，安信证券研究中心

5.2. FPGA—军用电子设备的神经中枢

FPGA 有着可编程、高集成度、高速和高可靠性等优点，军用过程中显著提高电路性能的同时确保高可靠度。在武器装备中有着广泛的应用空间。目前，90% 以上的现代大型军用电子设备中都有 FPGA 的身影。然而由于 FPGA 行业壁垒高，国内外差距巨大，尤其军品级和宇航级芯片面临禁运，亟待解决。

现代战争中必不可少的 IRST（红外搜索与跟踪系统）系统，所有被红外探测器接收的目标热辐射信号都要在 FPGA 的控制下传入数据处理系统完成目标搜索与跟踪，获取目标信息后再通过 FPGA 将信息反馈至火控系统，由火控系统的 FPGA 完成对武器系统的控制对目标实施打击，因此 FPGA 是整个 IRST 系统的神经中枢。

图 40：红外 IRST 系统原理及 FPGA 作用



资料来源：互联网，安信证券研究中心

相控阵雷达，一个大型相控阵雷达有几千个 TR 组件，几个 TR 组件组成一个小的处理单元对信号进行数模转换和预处理，而每个单元就含一个 FPGA 芯片，由此可以看出 FPGA 已经成为现代大型军事装备的神经中枢。可以试想，如果一国军事装备中的 FPGA 完全依赖进口会对本国国防安全造成多么大的隐患——因为一旦双方开战，FPGA 的缺失将使得大部分军用电子设备将成为电子垃圾。

遗憾的是，目前世界上最大的四家 FPGA 生产企业，Xilinx（赛灵思）、Altera（阿尔特拉）、

Lattice (莱迪斯) 和 Microsemi (美高森美) 全部是美国公司。Xilinx、Altera 两大公司对 FPGA 的技术与市场仍然占据绝对垄断地位，占有将近 90% 市场份额，专利达 6000 余项之多。剩余市场份额主要被 Lattice 和 Microsemi 所占有，这两家的专利也达 3000 多项。

图 41：世界主要 FPGA 供应商及代表产品



资料来源：互联网，安信证券研究中心

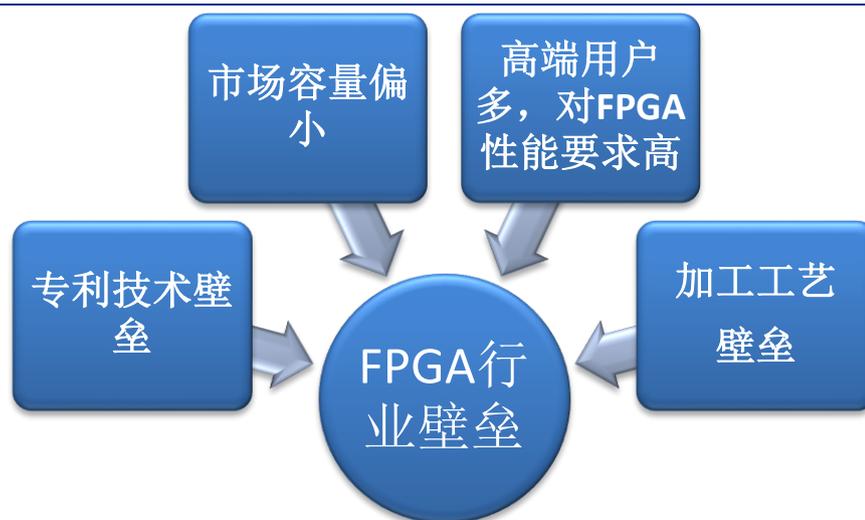
美国政府对我国的 FPGA 产品与技术出口进行苛刻的审核和禁运，使得我国在航天、航空和军工国防领域都受到严重制约，许多高端 FPGA 产品只能通过走私、第三方国家中转等“特殊”渠道获得。尽管多年来我国政府投入了数百亿科研经费，通过逆向工程方式仿制美国禁运的 FPGA 产品。但由于知识产权、生产工艺和软件技术诸多方面的限制，仿制品种有限，技术无法突破，难以满足国家安全的需要。随着国际形势的变化，通过走私进口禁运产品的渠道可能被切断，进口的关键 FPGA 芯片也可能被人人为地嵌入后门通道或定时炸弹等模块，严重危及国家安全。因此，研发具有自主知识产权的 FPGA 技术与产品对于打破美国企业和美国政府结合的垄断意义深远。

但是需要同样看到，FPGA 行业的壁垒极高。全球共有 60 多家公司先后斥资数 10 亿美元，前赴后继地尝试登顶 FPGA 高地，其中不乏英特尔、IBM、德州仪器、摩托罗拉、飞利浦、东芝、三星这样的行业巨鳄，但是最终登顶成功的只有位于美国的 Xilinx、Altera、Lattice、Microsemi 四家公司。

原因主要有 4 点：

- 1) 专利技术壁垒难以赶超。Xilinx、Altera、Lattice 和 Microsemi 等公司用近 9000 项专利构筑了极高的知识产权壁垒，很大程度上堵死了后来者追赶的道路。即便是英特尔这样在 CPU 芯片领域的巨头公司最后也是以耗资 167 亿美元收购阿尔特拉获得了 FPGA 领域的入场券，而非通过自主研发在 FPGA 领域站稳脚跟；
- 2) FPGA 产品主要应用于中高端领域，市场容量偏小。FPGA 使用者很大一部分是做一些芯片模拟工作进而开发具有各种功能的芯片，另外一部分 FPGA 使用者是终端系统集成商，其产品面向中高端用户、如工业领域和国防军工领域，直接应用于低端消费电子的用户较少。2015 年全球 FPGA 市场总额仅为 50 亿美元，相对偏小的市场容量很难养活许多公司，必然导致异常激烈的竞争，最终仅有少数公司才能生存下来并形成寡头垄断市场。
- 3) 高端用户多，对 FPGA 性能要求高。国防军工领域的对 FPGA 的依赖越来越强，很多军事需求对 FPGA 性能也有着非常高的要求，如抗电磁干扰，抗电磁辐射等。军用级甚至宇航级 FPGA 芯片的是基本需求。
- 4) 工艺壁垒。赛灵思和阿尔特拉的 FPGA 已经开始着手采用最先进的 14/16nm 工艺，采用这种工艺水平的高昂成本使得其他竞争者望而却步，导致而其他 FPGA 厂商很难生产出性能与四大巨头接近的 FPGA，只能在低端市场寻求份额。

图 42: FPGA 行业壁垒



资料来源：互联网，安信证券研究中心

国内目前已有京微雅格、同创国芯、安路、高云等自主研发 FPGA，并在不同应用领域在一定程度上打破了 FPGA 市场被美国四大寡头垄断的局面，但是这些公司的实力还较弱。以京微雅格为代表的 FPGA 厂商主要开发廉价的中低端产品，在高端用户中尤其是军工用户中份额较小。同创国芯是国内自主研发出千万门级高性能 FPGA，Titan 系列产品的第一家公司，在中高端 FPGA 领域一定程度上打破了外国垄断，可以满足国内通信、工业、信息安全和常规军用电子设备生产等领域大客户迫切的需求。

中国作为是全球最大的通讯和军工市场之一，但国产 FPGA 芯片只有不到 2% 的市场份额且集中于低端应用领域。我国长期依赖进口 FPGA 满足国防军工需求是存有巨大风险的，一旦面临战争，仅有的 FPGA 库存难以满足战时巨大的需求。随着现代军事斗争越来越依托探测预警、精确制导、远程打击等武器装备，武器装备的电子化水平越来越高，FPGA 作为军用电子设备神经中枢的趋势不会改变，因此在这种前提下，我们认为从长期来看，中国 FPGA 国产化是国家掌握信息安全和军备安全的必由选择，未来 FPGA 芯片的国产替代空间十分巨大！

5.3. 红外技术—兵家必争的战略级技术

第二次世界大战以来，红外技术的发展有了革命性的变化。从军事应用的角度看，红外技术已从过去的战术地位发展到今天的战略地位，已经从过去局部的、少数的应用发展到今天全面的、大规模的应用。现在，发达国家的陆、海、空、天中的各类武器系统中，红外技术被广泛应用于红外夜视、红外侦察以及红外制导等方面。

地面武器装备方面，红外技术主要用于单兵红外夜视仪、陆上侦测、瞄准、车辆火控等武器装备。配有单兵红外夜视仪的步兵可以在夜间执行任务；配有红外热瞄准具有反坦克导弹和火炮等武器能在夜间对目标进行精确定位、跟踪和射击；在火控系统中配有红外跟踪电视摄像机和高炮防空系统，不怕电子干扰，能有效地对付遥控飞行器和巡航导弹的威胁；配有红外夜视仪的坦克等车辆可在夜间关灯行驶，车长可在夜间进行观察指挥，炮长可在夜间进行瞄准射击。

图 43：红外技术应用于地面武器装备（从左到右依次为：单兵红外夜视仪、配有红外瞄准系统的反坦克导弹、配有红外探测系统的坦克）



资料来源：互联网，安信证券研究中心

美军一线地面作战部队和特种部队人手一台单兵红外夜视仪。我军普通野战步兵班只配两台单兵红外夜视仪，特种部队能够做到战斗人员人手一台单兵红视仪，但并非全部都是红外夜视仪，一部分为微光夜视仪。我们预计未来我国在国际反恐和维和方面将承担越来越大的责任，我军参与国际反恐和维和任务地面战斗部队人员的单兵装备将相应提高，尤其是单兵红外夜视仪的普及能够提升部队在夜间的战斗和生存能力。同时，据德国媒体报道，我国是目前世界上装备和生产现役主战坦克最多的国家。目前，我军陆军共有 17 个装甲旅、1 个装甲师、9 个机步师、9 个摩步师以及约 40 个机步、摩步旅，这些作战编制共合计装备坦克的数量为 6650 至 6850 辆，其中主战坦克数量为 5560 至 5860 辆，这个数字大约是美国现役主战坦克的两倍。但是目前我军的主战坦克中装备有红外热像仪的数量不多，多数坦克在夜间使用微观夜视系统。未来我军现役 99 式坦克将改装为新型 ZTZ-99A 坦克，其炮长车长观察窗口将全部升级为可全天候作战的热像仪以进一步提升坦克夜间作战能力，对军用红外热像仪市场是重大利好！

空中武器装备方面，红外技术主要用于红外制导和机载吊舱。用于各种空空、空地、地空导弹、各类作战飞机、武装直升机的导航、瞄准配备前视红外系统（FLIR）等设备的导航吊舱和用于飞机昼夜飞行和攻击，目前搜索与跟踪（IRST），为制导武器及非制导武器提供精确制导和瞄准的瞄准吊舱。

图 44：红外技术应用于空中武器装备（从左到右依次为：红外空空导弹、导航吊舱、无人机机载瞄准吊舱）



资料来源：互联网，安信证券研究中心

据不完全统计，目前各国已生产和试制的红外制导导弹已超过 50 种，总数超过 20 万枚。20 年内在历次局部冲突中被击落和击伤的飞机中 90% 是被红外制导导弹击中，各国将发展新型红外制导武器列为制空权争夺的重中之重。美国拥有世界上最多的红外制导导弹，红外制导导弹的典型代表第三代 AIM-9X“响尾蛇”红外空空导弹不仅大量装备 F/A-18C/D/E、F-15C、F-16 和 F-22 等 3 代、4 代战机，还大量出口海外国家，韩国 2014 年曾经从美国购买 AIM-9X-2“响尾蛇”短程空对空导弹，购买数量为 76 组，价格 9800 万美元，约合人民币 6.07 亿元)。我国空军装备的红外制导导弹多数仍处于第二代水平，采用红外线阵列探测器，装备有第三代面阵探测器的红外制导导弹虽然已有样机研发出来，但是受限于红外面阵探测器依赖进口，国产探测器性能缺陷及成本居高不下，并未列装部队。工欲善其事，必先利其器。我们认为，在大力发展新型战机争夺制空权以及研发新型战略武器执行战略目标打击任务时，由于精确制导武器是完成打击任务的最终利器，红外技术的发展只有跟上新型武器装备研发的节奏才能真正提高空中武器的作战能力，第三代红外面阵探测器的国产化和红外探测器大规模应用于红外制导导弹是我军提高制空权争夺能力的必然选择。

红外技术在空中武器装备上的另一应用是机载吊舱。大多数飞机都装有脉冲多普勒火控雷达、前视红外系统、红外搜索跟踪系统、微光电视设备、激光测距/目标指示系统和激光目标自动跟踪系统，使飞机能在各种恶劣气候条件下作战，而且大大增强了夜战能力。例如 F-117A 隐形飞机上装有红外搜索跟踪系统和激光测距/目标指示器，F/A-18 多用途战斗机装有前视红外探测系统和激光跟踪器。机载吊舱分为导航吊舱和瞄准吊舱，导航吊舱负责显示地形图，利用红外探测系统在超视距范围搜索并识别目标并叠加到飞行员的平显上，而瞄准吊舱实现对目标的跟踪瞄准功能，装备红外探测系统的机载吊舱已成为现代战机不可缺少的“鹰眼”。我国在机载吊舱的研制方面除高端应用所需红外探测器需要进口外，其他技术方面并不逊色于美国。国内战斗用机载吊舱的价格在每套 100 万美元左右，西方国家出口价格在每套 300 万美元左右，同性能产品下我国出口价格在每套 150 万美元左右，这使得我国机载吊舱在出口市场有一定优势。我们认为，在到我国先进战机数量严重落后、新型战机有望批量列装的情况下，未来国内应用红外探测设备的机载吊舱市场将赢来大发展。同时，若我国能在红外面阵探测器领域有所突破，尤其是大面阵、多谱多色探测器方面有所突破，未来机载吊舱的成本将进一步降低，性能进一步提升，国内高端载吊舱市场和机载吊舱出口市场的前景也将非常乐观。

图 45：我国出口的 WMD-7 光电瞄准吊舱

资料来源：互联网，安信证券研究中心

舰载武器装备方面，红外技术主要用于舰载 IRST 系统和火控系统。红外探测设备具有全天候作战能力，在探测掠海飞行目标方面较雷达有优势。近年来，随着各种反舰导弹的飞速发展，各国海军都在努力加强自身的防空能力，特别是防御威胁日显严重的掠海反舰导弹的能力，其中重要措施之一是在舰船上列装红外搜索和跟踪系统。与传统雷达相比，IRST 具有隐蔽性好、抗电磁干扰和水面杂波干扰能力强以及不存在多路效应等特点，已成为其它设备无法取代的重要雷达辅助设备，且舰载 IRST 既可用于发射掠海导弹时提供目标数据，还可用于探测和报警敌方掠海导弹，减少反辐射导弹袭击的可能性，因此，它的发展受到许多国家海军的高度重视。近年来，舰载 IRST 作为舰船现代防御体系的一个组成部分发展很快，地位也不断提高，一些国家已确定它为本世纪服役的各种水面舰船的重要设备。

图 46：红外技术应用于舰载武器装备

资料来源：互联网，安信证券研究中心

同时，在海军迫切的军事需求下，IRST 系统与其他光电探测设备如激光测距仪等融合而形成的新型光电火控系统有取代传统火控雷达系统的趋势，相比于传统的雷达火控系统，新型光电火控系统可以同时战场监视并自动捕捉目标，锁定目标后可通过激光测距系统自动获取目标坐标信息，并交由武器控制系统完成打击，整个过程一气呵成无需作战人员干预，有助于便于识别目标并缩短武器系统的反应时间，大大提高了作战效率和把握战机的能力，未来武器装备领域的发展方向之一。我们认为，融合红外探测设备的新型光电火控系统发展的趋势是十分明显的，未来不仅能够满足海军需求，空军也有望逐步融合红外探测设备的新型光电火控系统的批量列装，“红外+”技术有望给红外探测系统市场带来新的增长。

天基武器装备方面，红外技术主要应用于天基红外探测预警。红外预警卫星作为一种特殊的成像卫星专门用于反导预警，通过对导弹发射时尾焰产生的红外辐射进行探测成像，并将红

外辐射图像信号变换为数字信号，传输至指挥控制中心，从而提供敌方导弹发射的预警信号探测弹道导弹飞行轨迹，在现代立体战争中起着其他设备无法替代的作用。海湾战争中爱国者导弹成功地击落飞毛腿导弹，其主要的原因之一就在于美国国防支援计划（DSP）红外预警卫星及早地探测到导弹的发射。从海湾战争中 DSP 卫星也暴露出许多问题，例如实时传输数据、对短程小导弹的探测能力等问题。美国为此一方面改进 DSP 系统，增设地面移动接收站，另一方面提出天基红外系统(SBIRS)计划，其目的是要代替 DSP 卫星。SBIRS 包括 6 颗高轨道卫星和 11 颗低轨道空间和导弹跟踪系统(SMTS)卫星。该系统具有更快的预警能力，改善对战术弹道导弹的发射预警信息，特别是着重进行弹道导弹中段弹道跟踪的 SMTS 将改善对战术弹道导弹和巡航导弹发射点及弹头落地的定位能力，并能提示其他探测器对导弹的跟踪。目前，根据公开报道，只有美国，俄罗斯和我国拥有导弹预警卫星，其中俄罗斯的红外预警卫星继承自前苏联，苏联解体后俄罗斯因经济问题无力继续发射红外预警卫星，我国于 2016 年 3 月首次公开报道“前哨”系列红外预警卫星和“尖兵”系列红外侦查卫星。

图 47：红外技术应用于天基红外探测预警



资料来源：互联网，安信证券研究中心

图 48：中美红外探测预警卫星（从左边到右：中国前哨，美国 DSP）



资料来源：互联网，安信证券研究中心

天基红外探测预警的核心技术之一是高分辨率和高灵敏度红外探测器。我国红外预警卫星与美国红外预警卫星的差距之一就是我国没有自主研发的大面阵， 1024×1024 以上的红外探测器，这也是制约我国红外预警卫星性能的原因之一。同时，由于我国在天基红外探测预警领域起步较晚，我国红外预警卫星在数量上也不及美国，以美国的预警卫星来衡量，开发一颗天基红外预警卫星的费用大约平均是 200 亿人民币，算上发射费用大约会在 280 亿人民币左右。我们认为，在十三五核高基重大专项的支撑下，未来我国将进一步完善红外预警卫星网络建设，这不仅会带动尖端红外技术领域的发展，推动红外探测器芯片国产化，也会利好卫星大数据、小卫星等领域。

5.4. 战争步入大数据时代

随着信息技术的突飞猛进，随着大数据在军事领域的高效开发和全面运用，战争将步入大数

据时代。在未来战场上，只有具备大数据优势的一方才能有效掌控数据这一关键战略资源，从而在战场上立于不败之地。毫无疑问，打赢未来信息化战争，大数据已成为军队必备的能力。

表 12：国外主要国家大数据发展政策一览

国家	大数据发展政策
美国	《受控非密信息保护指南》、《大数据：把握机遇，守护价值》白皮书、《2012 年美国信息共享与安全保障国家战略》、《大数据研究和发展计划》、《受控非密信息》13556 号总统令
法国	《开放数据发布指南》、《八国集团开放数据宪章行动计划》、《法国政府大数据五项支持计划》、《公共数据开放和共享路线图》、《政府部门公共信息再利用》
英国	《把握数据带来的机遇：英国数据能力战略》、《开放政府联盟：英国国家行动计划（2013-2015）》、《英国农业技术战略》、《开放数据白皮书》。
德国	《2014—2017 年数字议程》、《德国 ICT 战略：数字德国 2015》、《思想·创新·增长——德国 2020 高技术战略》
日本	创建最尖端 IT 国家宣言》、《面向 2020 年的 ICT 综合战略》、《电子政务开放数据战略草案》
新加坡	《2025 年资讯通信媒体发展蓝图》、《智慧国家 2025 计划》、《智慧国家 2015 年》

资料来源：互联网，安信证券研究中心

大数据是指规模远远超过传统数据库软件处理能力的海量数据集。业界通常用 4 个 V(即 Volume、Variety、Value、Velocity)来概括大数据的特征，即信息体量巨大，数据类型繁多，信息价值密度低，处理速度快。1) 信息体量巨大 (Volume)，阿富汗战争期间，美军为打击一小股恐怖分子，其部署在太空、空中和地面的全方位情报侦察监视系统，24 小时内产生的数据就有 53T，伊拉克战争爆发当日，美军驻卡塔尔和科威特前进指挥所由于无法处理保障机构提供的海量数据，不得不关闭设备，从而造成指挥所与部分突击方向的通信联系几乎中断。2) 类型的多样性 (Variety) 也让数据被分为结构化数据和非结构化数据。相对于以往便于存储的以文本为主的结构化数据，非结构化数据越来越多，包括网络日志、音频、视频、图片、地理位置信息等，这些多类型的数据对数据的处理能力提出了更高要求。3) 价值密度低 (Value)，连续不间断的视频侦察数据，有用的可能只有几秒。这就要求军队必须具备“大海捞针”的本领，能够在数据存储和管理过程中，挖掘出有关经济发展、政局走向、社会动态、军事行动、科技动向等重要的情报信息，作为决策和行动的依据。4) 处理速度快 (Velocity)，这也是大数据区别于传统数据挖掘的最显著特征。根据 IDC 的“数字宇宙”的报告，预计到 2020 年，全球数据使用量将达到 35.2ZB。在如此海量的数据面前，处理数据的效率就是战场胜负的关键。极端组织“伊斯兰国”(IS) 一名成员发在社交网络上发布了自拍照，美国空军在社交网络上发现 IS 组织成员发布的自拍照后，在不到 24 小时之内推断出了有关 IS 在伊拉克以及叙利亚总部大楼的情报并最终派空军发射三枚导弹将其摧毁。现代战争已经步入大数据技术时代，信息的获取、通信及处理的全链路角度都将不断提升军工电子的重要地位。

战场大数据信息的获取方式主要通过空基平台——预警机、无人机、临近空间飞行器平台，天基平台——遥感侦查卫星。

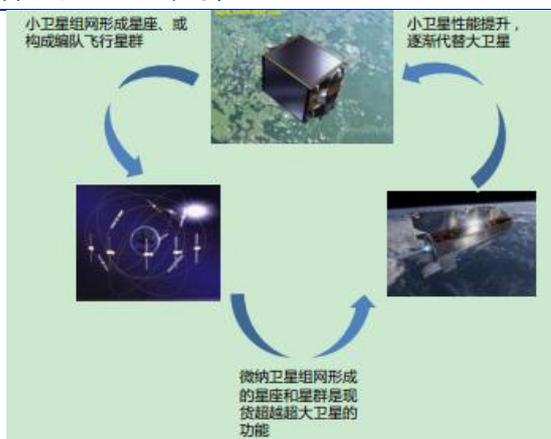
图 49：天基平台与空基平台组成战场侦查的、通信及指挥网络



资料来源：互联网，安信证券研究中心

遥感侦查卫星作为当前最为有效，不会引发空域纠纷的战场侦查获取方式受到各国军方重视。而遥感侦查卫星正朝着功能“碎片化”，重量、体积“微小型化”的微纳卫星方向发展。

图 50：遥感卫星未来向微纳卫星方向发展



资料来源：互联网，安信证券研究中心

微纳卫星和“一箭多星”技术的发展将降低单颗遥感卫星的发射成本，使得大规模和批量化部署遥感侦查卫星成为可能。由于微纳卫星在研制上突出“小，快，好，省”的特点，微纳卫星容易进行组网，编队，布成“星座”，进行侦查时相当于有更多双“眼睛”在看，信息传输的实效性根据组网卫星的数量增加相应的倍数，同时还可以降低反卫星武器对整个战场侦查、通信及指挥带来的影响。从目前全球微纳卫星公司的发展和计划来看，微纳卫星已经得到全球投资人的长期看好，谷歌曾斥资5亿美元收购世界知名的微纳卫星公司 Sky Imaging 以进入微纳卫星市场，拓展互联网大数据业务。我们预计未来随着大数据技术在战争中重要性的提升，微纳卫星平台将大幅增长，与其相关的卫星制造，电子元器件等相关产业将明显受益。

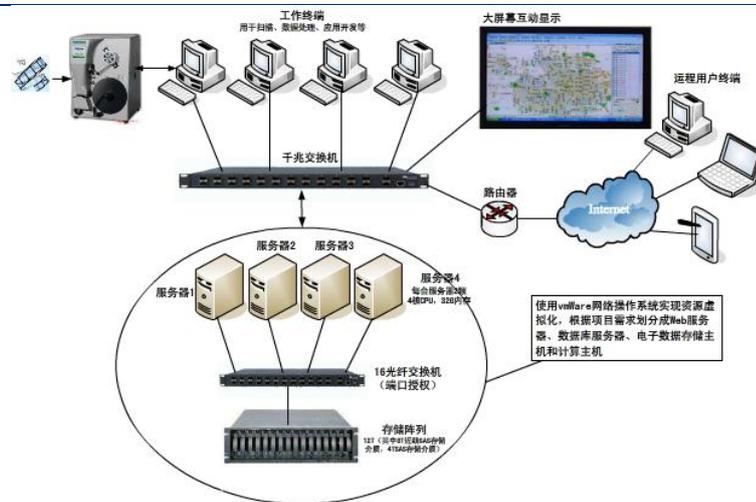
战场大数据信息的传输需要通过天地通信链路完成。在信息战中，电子对抗时信息争夺主动权非常重要，在信息战电子对抗过程中，多采用海量的大数据对敌方信道进行攻击，使对方信道由于饱和产生不间断通信，使对方信道瘫痪。当海量数据忽然涌入网络会造成通信缓慢甚至瘫痪，这是对抗中主要影响通信的方式。由于大数据本身即是海量数据，大数据自身在传输过程中就会带来通信缓慢甚至瘫痪，与此同时还需防范对方实施通信攻击。

战场大数据信息处理是利用大数据进行战场决策最为重要的一环，战场大数据通过信息决策推动大数据向知识、知识向行动的转变。美军认为，若指挥员在战场传感器网络的支持下，能够看到作战地域内军事目标，只是具备了战场空间感知能力，但这种感知不同于知识。美国五角大楼建立“数据到决策”系统的目标之一是通过将感知、认知和决策支持相结合，建立自主式系统，记录来自各种渠道的动态影像数据和静态图像，一旦发现可疑目标，将会把

实时目标特征与大数据中历史数据进行比对，并根据大数据内含的行动方案，进行自主化智能决策处理。而“数据到决策”的核心是大数据处理算法。算法是数据分析的实质，而大数据算法又必须依靠机器学习，且不论当下大数据算法性能如何，处理大数据的硬件基础设施设备能否满足数据处理的实效性才是根本问题。

现代信息化战争已经进入“秒杀”时代，大数据技术必须在很非常短时间内进行问题分析否则可能会贻误战机。但是对于TB，甚至PB级海量数据的存储、处理和分析，在技术和成本上有着很高的门槛。采用传统方案处理大规模数据，不仅需要耗巨资自建数据中心、购买硬件，还需要专业的技术人员来维护运作。因此我们认为，要想真正利用大数据打仗必须建立分布式数据处理系统，必须开发多种分布式文件系统和作战系统，在加强各分布式信息处理硬件平台建设的同时托，以自主可控传输网络作为信息交互的载体，突出“网链聚能”，强化信息系统综合集成，充分利用高度融合、互联互通、资源共享的指挥信息系统，实现作战力量的高度聚合、作战资源的合理分配和作战效能的精确释放。

图 51：大数据分布式数据处理系统



资料来源：互联网，安信证券研究中心

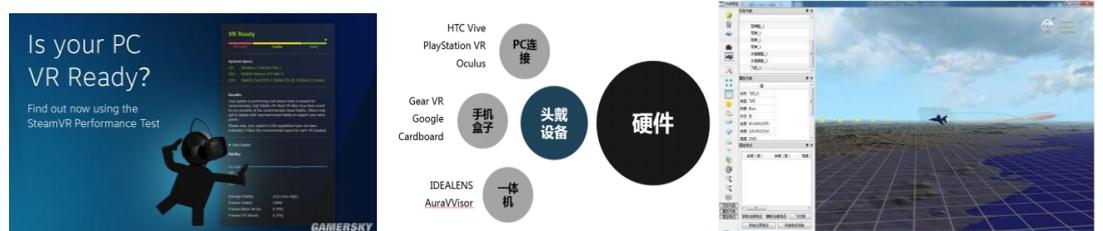
5.5. VR—涵盖海陆空三大军种，早已在军事领域深耕多年

在欧美发达国家，虚拟现实技术已经在虚拟设计、战术演练、虚拟培训、军事指控方面应用在军事领域了。例如1994年美国陆军的“路易斯安娜94”作战演习就是借助虚拟现实技术实现的，节约了演习经费近20亿美元。美国航空航天局在“哈勃太空望远镜的修复和维护”计划中也大量采用了VR仿真训练技术，保证了宇航员在太空失重环境中实现精确操作。美国西科斯基飞机公司(Sikorsky)和波音(Boeing)公司在联合开发RAH-66“科曼奇”直升机时借助虚拟现实技术，提高了飞机驾驶舱的舒适性和可操作。美国雷声公司通过VR技术模拟空战格斗场景研制其所验证其所研发的AIM“响尾蛇”红外空空导弹的作战性能。近几年，随着科学技术的发展，虚拟现实技术已经渗透进军事生活的各个方面，开始在军事领域中发挥着越来越大的作用。目前虚拟现实技术已经涵盖陆海空三军，主要用于虚拟战场环境、军事训练和武器装备的研制与开发等方面。

图 52: VR 的军事应用 (从左至右依次为: 战场模拟、飞行员训练、激光武器模拟)

资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

VR 核心技术包括控制软件, VR 硬件和实时三维图形仿真生成技术。从软件方面讲, VR 能够进行复杂的逻辑控制, 模拟实时的相互作用, 模拟人脑所有的智能行为, 模拟复杂的时空关系, 主要涉及时间与空间的同步等问题, 感觉的表达, 包括人的听觉、视觉、触觉、味觉和嗅觉的计算机表达, 实时的数据采集、压缩、分析、解压缩, 支持与虚拟环境交互的定位、操纵、导航等。硬件方面, 核心技术主要是计算机与周边设备的协同关系, 表现在更大存储容量的存储设备, 图像显示设备, 数据采集与处理系统, VR 操作设备等。在 VR 的关键技术中, 除了上述高性能计算机系统软硬件设备之外, 更为核心的技术是实时三维图形仿真生成系统和虚拟现实交互技术, 利用实时三维图形系统, 可以生成具有逼真感的图形, 从而完成各项军事任务。

图 53: VR 的核心技术 (从左至右依次为: VR 控制软件、VR 硬件、实时三维图形仿真生成)

资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

目前我国在 VR 控制软件、VR 硬件这两大核心技术方面在军事的应用上与国外差距并不明显, 差距最大的核心技术即是实时三维图形仿真生成技术, 国外公司通过在实时三维图形仿真生成技术方面形成的技术壁垒占据了 VR 行业的制高点。国内目前 VR 产品在内容方面基本使用的国外 Oculus 等公司的 SDK 开发包完成场景制作, 国内尚未形成有自主知识产权的实时三维图形仿真生成技术, 这不仅使商用 VR 受制于人也使得 VR 在军事应用方面受到限制, 很多敏感武器装备所需的作战场景无法模拟, 如红外导弹的作战效果评估。我们认为, 未来国内 VR 行业在大力研发商用 VR 产品的同时也将加快形成具有自主知识产权的实时三维图形仿真技术, 只有拥有“VR 硬件+实时三维图形仿真 SDK”商业模式的 VR 企业才能占据制高点。

VR 在未来军事应用上的发展趋势:

1) 高新技术武器装备研发。随着 VR 技术的发展, 在未来高新技术武器开发过程 VR 技术将大量应用。设计者可方便自如地介入系统建模和仿真实验全过程, 这样缩短了武器系统的研制周期, 并能对武器系统的作战效能进行合理评估, 从而使武器的性能指标更接近实战要求。同时在武器装备的研制过程中, 虚拟现实技术可为用户提供先期演示, 让研制者和用户同时进入虚拟的作战环境中操作武器系统。研制者和用户能够充分利用分布式交互网络提供的各种虚拟环境, 检验武器系统的设计方案和战术、技术性能指标及其操作的合理性。利用虚拟现实技术来进行大型复杂系统的开发、设计、评估论证等, 已有很多成功的例子。如波音 777 飞机的产品设计与性能评价, 就是虚拟原型机的应用典型实例, 这是飞机设计史上第一次在设计过程中没有采用实物模型。波音 777 由 300 万个零件组成, 所有的设计在一个由数百台

计算机工作站组成的虚拟环境中进行。设计师们戴上头盔显示器后，可以“穿行”于设计中的虚拟“飞机”，审视“飞机”的各项设计指标。这说明使用虚拟现实技术来进行大型武器系统的开发具有可行性而且具有节省时间与经费等诸多的优点。

2) 智能头盔。当前美国 F-22 战斗机飞行员的头盔中已经可以显示各个飞行参数并可以实现对目标的自动搜索与跟踪。未来 VR 技术与语音识别技术的发展将使得战斗机驾驶“无人化操作”，飞行员通过语音指令和头盔动作即可完成飞机姿态操作，目标搜索与跟踪，目标攻击等一系列复杂动作，无须人工完成设备操作。

3) 远程控制。对那些不适宜直接接触或进入的危险地域与物体，可以通过某些技术装备在虚拟现实的环境中对其实施远程的操作与控制，如勘察与清理受核、化学污染的地带。美国宇航局和欧洲空间局曾成功地将虚拟现实技术应用于航天运载器的空间活动、空间站的操作，以及对哈勃太空望远镜维修方面的地面训练。

4) 电子作战地图。随着 GIS 技术和 OLED 技术的飞速发展，电子军用地图将代替了以往的平面印刷，未来将出现以数字形式存储并可随时在 OLED 上显示的数字地图，VR 技术与 GIS、OLED 技术的结合可以使指挥官“进入地图”亲临战场一线从而掌握第一手战场信息。

图 54: VR 技术未来军事应用 (从左至右, 从上至下依次为: 波音飞机制造、飞行员智能头盔、电子作战地图, 远程无人机控制)



资料来源: 互联网, 安信证券研究中心

6. 投资建议

我们重点推荐中航电测(力学测控和智能配电配套新机型、高过载 MEMS 放量), 中航光电(受益整个军工电子增长, 新能源高增长), 景嘉微(军用 GPU), 火炬电子(新材料), 同方国芯(军工半导体), 欧比特(宇航级芯片, 卫星平台及卫星大数据), 振华科技(CEC 军工电子平台), 久之洋(红外探测、激光测距新星), 凯乐科技(量子通信, 自主可控, 军民警融合发展)。

6.1. 中航电测：电测空间广阔，军民两翼齐飞

机载测控系统及智能配电系统将显著受益军品增长：我国直升机和运输机缺口巨大。我国军用直升机在过去很长时间以来对外依赖性较强，自研型号严重不足。随着国家成立航空发动机公司，我国的航空事业将迎来历史性发展机遇。公司作为二次智能配电和机载测控系统的直接供应商将显著受益。

高端 MEMS 助力发展引擎，具有军品品质：全资子公司汉中 101 所背靠中科院半导体所、中科院微电子所，共同研发军用级高端 MEMS 传感器，具备耐高温、耐高压、高过载、超高 g 值等一系列技术积淀。这将不仅提升公司在现在航空航天、兵器、舰船、基础器件等领域的核心竞争力，同时考虑到未来高端 MEMS 在军事上的广阔应用前景与当下中国大部分高端 MEMS 及传感器对外依存度占达 80% 以上的现状。公司有望快速打破高端 MEMS 长期被国外垄断的形势，形成具有自主知识产权的高端 MEMS 产品，将显著提升公司业绩。

内增外扩，走特色化国际道路：随着工业 4.0 的兴起，国内诸如高端医疗设备、智能机器人、无人驾驶汽车等民用高端产品的发展将使得公司产品面临较大的潜在需求，未来传感器的放量仍可期待。公司虽是一家国有军工企业，但与民营经济体的结合十分有效，发挥出了协同效应。近三年来公司持续深化内部改革创新，强化市场导向和激励机制，不断增加研发投入实现内部产品竞争力提升和国内市场开拓能力提升。同时，坚持实行“走出去”战略，打造三位一体营销网络，现已形成海外公司、经销商、代理商的三位一体销售模式，公司产品已出口到欧美、澳、非、俄日韩等几十个国家和地区，初步实现了国际化经营格局，公司海外年销售额占比均达到 20% 以上。

投资建议：我们认为未来三年中航电测将处于快速发展阶段，其形成的技术竞争力有望在迅速崛起的军品领域占有更大的市场空间，同时在军民深度融合的大背景下，公司背靠中航工业集团，同时具有民企基因。作为从单一元器件生产商成功转型系统集成商的军工企业，考虑到未来巨大的民品消费市场，我们预测公司 16-18 年 EPS 分别为 0.41 元，0.66 元和 0.80 元，PE 分别为 50、31 和 26 倍，给予“买入-A”评级。考虑到未来公司在测控、智能配电和 MEMS 产品的规模化效应显现，目标市值 125 亿。

风险提示：军品订单低于预期，MEMS 研发进展低于预期

(百万元)	2014	2015	2016E	2017E	2018E
主营收入	916.9	1,024.1	1,382.5	2,142.9	2,869.2
净利润	87.1	100.3	162.2	259.6	313.7
每股收益(元)	0.22	0.25	0.41	0.66	0.80
每股净资产(元)	2.96	3.19	3.88	4.43	5.08
盈利和估值	2014	2015	2016E	2017E	2018E
市盈率(倍)	93.3	81.0	50.1	31.3	25.9
市净率(倍)	7.0	6.5	5.3	4.7	4.1
净利润率	9.5%	9.8%	11.7%	12.1%	10.9%
净资产收益率	7.5%	8.0%	10.6%	14.9%	15.7%
股息收益率	0.1%	0.3%	0.3%	0.5%	0.7%
ROIC	14.5%	11.8%	18.7%	27.6%	22.8%

数据来源: Wind 资讯, 安信证券研究中心预测

6.2. 中航光电: 新能源跨越式增长, 军工受益新机型批产

军品受益新机型批产, 连接器向系统级产品延伸, 持续增厚业绩: 中航光电电连接器产品一直配套军品, 在高可靠性产品要求下积累了雄厚的经验。尤其在线簧孔的设计、高低频混装连接器、光电混装、光电转换、光电旋转连接器、滤波连接器、水密封连接器、野战光纤连接器等连接器产品的研制和生产方面具有绝对优势。在军工防务领域中主要在新型运输机、直升机和大飞机上配套定型, 将显著受益未来 3-5 年新一代装备批产列装, 持续增厚业绩。

新能源持续放量, 预计全年翻倍增长: 目前公司新能源汽车产品主要涵盖充电连接器、换电连接器、车载高压连接器、高压分配盒 (PDU)、线缆组件以及充电桩设备设施等。公司一季度新能源营收同比大幅增长, 目前产品供不应求, 通过在公司附近租厂房来应对高增长的市场需求。公司通过持续的大力度固定资产投资, 有望在后续 3 到 5 年保持超高速增长, 我们预计今年新能源业务有望翻番。

持续进行民品市场拓展, 军转民龙头企业: 中航精密作为公司的民品扩展平台, 在军转民中承接军品转民品的工作。在国军标向民用标准转换的过程中, 转移核心技术的同时降低成本, 将充分发挥军转民独特优势。将在 FPC、LVDS、WTB、BTB 和客户定制化产品等方向向液晶、电脑及其周边设备、手机终端等数码产品延伸。其他方面民品集中在通讯及数据传输、轨道交通、工业能源及医疗设备领域, 均为国家战略性新兴产业, 空间大。公司同时在与科泰的合作中, 不断汲取技术, 拓展海外市场。

投资建议: 买入-A 投资评级, 6 个月目标价 54 元。我们预计公司今年新能源业务有望翻番, 全年净利润有望持续保持高速增长。公司军品发展稳健, 受益新一代装备批产和电连接器向系统级延伸。同时军转民非常有望在今年取得实质性进展。

风险提示: 新能源政策风险, 军品订单不及预期

(百万元)	2014	2015	2016E	2017E	2018E
主营收入	3,491.2	4,725.2	6,742.9	9,265.4	12,831.2
净利润	339.6	568.4	733.4	1,019.2	1,442.4
每股收益(元)	0.56	0.94	1.22	1.69	2.39
每股净资产(元)	4.75	5.64	6.59	8.03	10.05
盈利和估值	2014	2015	2016E	2017E	2018E
市盈率(倍)	74.1	44.3	34.3	24.7	17.4
市净率(倍)	8.8	7.4	6.3	5.2	4.2
净利润率	9.7%	12.0%	10.9%	11.0%	11.2%
净资产收益率	11.9%	16.7%	18.5%	21.1%	23.8%
股息收益率	0.2%	0.2%	0.6%	0.6%	0.9%
ROIC	15.1%	19.1%	24.2%	19.6%	30.1%

数据来源: Wind 资讯, 安信证券研究中心预测

6.3. 凯乐科技：大通讯大安全起航，民用警用军工打通成长通道

募投项目瞄准技术密集通讯设备制造，大通讯产业链前景广阔：公司本次非公开发行，拟投资 61,805.00 万元用于量子通信技术数据链产品产业化项目，进军高端通信设备制造领域；拟投资 28,006.00 万元用于自主可控计算平台产业化项目，将业务扩展至信息安全领域；同时，公司还拟通过增资上海凡卓，投资 30,080.40 万元用于智能指控终端及平台建设项目，进一步丰富智能终端产品结构。

量子通信战略地位明确，瞄准未来数据链应用及技术产业化：着手搭建信息安全大平台，从量子通信到自主可控计算平台，战略地位凸显，国家需求明确。目前量子通信技术处于初步走向产业化的关键阶段，北京中创为已经研制出多种实验室原型机并通过各项原理性实验，同时本项目得到科大国盾在行业市场的技术支撑。募投项目建设了一流的产业化平台及先进的实验室，新设立的量子技术数据链应用研究中心将发力突破技术产业化。

信息安全问题亟待解决，夯实自主可控计算平台产业化：这次的自主可控计算平台主要基于 VPX 和 CPCI 平台进行研发、推广和销售。项目主要由上海凡卓之前收购的北京大地信合技术有限公司进行研究和产业化，大地信合此前在自主可控方面积累了基于 VPX 和 CPCIe 平台的软硬件自主知识产权相关技术，形成了从板级到整机和系统的标准化、通用化、系列化的技术、产品和标准规范体系。未来搭建出的产业化自主可控计算平台应用空间广阔，将填补多个领域的应用空白。

上海凡卓打通民用警用军工，智能指控终端启动利润新增长：本项目产品智能指控终端是一款具有同步录音录像功能并同步传输至指控平台的便携式指控终端设备，支持 3G/4G 网络，可以实时传输现场状况到指控平台并由指控中心调度指挥，实现远程指控。上海凡卓将智能手机方面积累的雄厚实力注入智能指控终端，利用软硬件系统多个相似点迅速打造可产业化的终端产品，预计 17 年 6 月产品将投放市场，迅速打通和占领民用警用和军工市场。

投资建议：我们预计 2016 年公司净利润有望达到 3.55 亿。目标市值 120 亿（非公开发行前）。

风险提示：整合效果不及预期；新产品推出进度不及预期

(百万元)	2014	2015	2016E	2017E	2018E
主营收入	1,743.1	3,230.1	4,710.8	6,233.3	8,441.2
净利润	47.5	123.4	355.6	425.4	536.8
每股收益(元)	0.07	0.19	0.53	0.64	0.81
每股净资产(元)	2.62	4.25	4.69	5.31	6.08
盈利和估值	2014	2015	2016E	2017E	2018E
市盈率(倍)	155.8	60.0	20.8	17.4	13.8
市净率(倍)	4.2	2.6	2.4	2.1	1.8
净利润率	2.7%	3.8%	7.5%	6.8%	6.4%
净资产收益率	2.7%	4.4%	11.4%	12.0%	13.2%
股息收益率	0.0%	0.0%	0.5%	0.2%	0.4%
ROIC	4.6%	6.2%	12.6%	9.9%	13.9%

数据来源：Wind 资讯，安信证券研究中心预测

6.4. 欧比特：测绘空天信息，构建数据未来

拟收购绘宇智能和智建电子，扩张地理信息大数据版图：公司计划用 6.2 亿元收购绘宇智能（GIS，测绘）、智建电子（大数据建设，数据分析）两家公司 100% 股权，正式迈入地理信息系统及大数据领域。此次收购契合国家战略需求和大数据时代海量信息需求，将在市场资源和技术资源与公司原有业务产生较大协同。在国家军民深度融合大政策背景下，卫星大数据融合 GIS、遥感、测绘和人脸识别等海量数据资源后，将打开千亿商业市场应用空间，标志着公司继收购铂亚信息后进入空天信融合 2.0 时代。

公司各项业务高度融合，卫星大数据应用空间广阔：公司收购标的与铂亚信息和原主业形成高度融合。在市场资源、技术资源和生产管理产生协同效应。公司计划的高光谱卫星、视频卫星和 SAR 卫星结合 GIS 将构建全新立体的天地信息一体化网络。绘宇智能的测绘能力和智建电子的大数据分析能力，叠加铂亚信息的人脸识别、智能视频分析等技术储备将有望挖掘广阔的卫星大数据应用领域。未来建设的珠海欧比特卫星大数据产业园将提供更加开放的平台，引入创客终端产品，利用万众创新的力量拓展数据应用。

巨头的下一步，微纳卫星互联网：1) 巨头下一步，微小卫星互联网！美国的商用微纳卫星企业 Skybox Imaging 已经被谷歌收购，谷歌还与富达一起正计划投资火箭制造商 SpaceX 10 亿美元，希望通过卫星来向用户提供互联网接入服务。2) 从卫星整体发展的趋势来看，微纳卫星孕育新模式，在灵活性和功能性上都有更大的优势，更符合大数据时代特点。3) 公司除了和国外公司一样的卫星研发业务外，凭借自身 SIP 模块设计生产技术和大数据处理能力，架构空间信息平台，更专注于卫星应用终端和服务更大的市场，成长前景更为远大。

投资建议：买入-A 投资评级。公司 2016 年有望在芯片，系统集成、卫星大数据、遥测遥感、人脸识别、GIS 测绘等多个方面全面开展行业应用，我们预计 2016 年 9000 万以上净利润，叠加收购公司业绩承诺 4250 万后将达到 1.3-1.5 亿。由于公司在航空航天多领域布局，宇航级芯片、卫星制造平台和卫星大数据上具有不可替代性。目标市值 150 亿（增发后）。

风险提示：新业务融合发展不达预期

(百万元)	2014	2015	2016E	2017E	2018E
主营收入	176.5	388.8	719.3	1,251.6	2,090.2
净利润	25.1	57.8	134.7	207.4	333.5
每股收益(元)	0.04	0.10	0.22	0.34	0.55
每股净资产(元)	1.14	2.16	3.50	3.79	4.26
盈利和估值	2014	2015	2016E	2017E	2018E
市盈率(倍)	322.8	139.9	63.4	41.2	25.6
市净率(倍)	12.3	6.5	4.0	3.7	3.3
净利润率	14.2%	14.9%	18.7%	16.6%	16.0%
净资产收益率	3.8%	4.6%	6.3%	9.0%	12.8%
股息收益率	0.1%	0.1%	0.3%	0.4%	0.6%
ROIC	6.2%	10.7%	13.5%	13.2%	17.4%

数据来源：Wind 资讯，安信证券研究中心预测

6.5. 振华科技：CEC 军工电子大平台，新能源发展加速

自主可控背景下军工半导体大白马：振华科技是军工半导体国企改革白马股，进入 2016 年 CEC 集团整合动作加速，公司导弹发射架订单空间大，飞腾芯片已经进入国产化名单，苏州盛科获得大基金青睐。公司前期储备成熟，管理层也将继续加强振华科技的军工业务地位，继续坚定看好公司在国企改革和军工大浪潮中的亮丽表现。

新能源发展加速，军工和消费打开两翼发展空间：火箭军前身是“二炮”，二炮的主要武器是运载核弹头或常规弹头的战略导弹，当中包括短程、中程、洲际弹道导弹和远程巡航导弹，此外还分为陆基导弹和潜艇导弹。我们之前一直和大家强调军工装备从机械化向电子化转化，而振华科技下的新能源电芯公司，受益于陆基导弹，是陆基导弹发射车上导弹发射架整个新能源电池系统的设计者，在 15 年已经成功完成了数个系统的验收。

CEC 旗下军工电子大平台：中国电子以“显示技术、信息安全、信息服务”三大系统工程为发展引擎对新兴技术产业进行战略调整，形成新型显示、信息安全、集成电路、高新电子、信息服务五大板块协同发展的产业格局。CEC 打造信息安全国家集团中心，将从软件、硬件、应用和整机四大方面选取公司作为重点突破，振华科技作为安全芯片的先行者，将成为芯片硬件平台，未来发展空间将更为广阔。

投资建议：看好公司未来的军工元器件和新能源价值，以及潜在的盛科芯片，飞腾芯片的国产信息安全价值。继续坚定推荐，予以买入-A 评级，目标价 35 元，中期 200 亿市值。

风险提示：市场系统性风险

摘要(百万元)	2013	2014	2015E	2016E	2017E
主营收入	2,972.7	4,170.0	5,937.3	8,609.0	15,950.8
净利润	99.5	128.9	254.3	403.5	954.6
每股收益(元)	0.21	0.27	0.37	0.55	1.20
每股净资产(元)	4.75	7.11	6.28	6.79	7.93
盈利和估值	2013	2014	2015E	2016E	2017E
市盈率(倍)	96.1	74.2	55.6	37.2	17.0
市净率(倍)	4.3	2.9	3.2	3.0	2.6
净利润率	3.3%	3.1%	3.6%	3.7%	4.4%
净资产收益率	4.1%	3.7%	5.7%	7.8%	14.8%
股息收益率	0.1%	0.1%	0.0%	0.2%	0.3%
ROIC	0.4	0.5	0.7	0.8	1.5

数据来源：Wind 资讯，安信证券研究中心预测

6.6. 久之洋：红外领域又一新星冉冉升起

红外探测是涉及国防安全的国家重点扶持行业，军事需求巨大。红外探测技术具备全天候探测能力，经受过历次战争的检验，在军事领域获得了广泛的应用，如弹道导弹防御计划和重要新型武器系统，是当今世界发达国家大力发展的军民两用的新兴高科技之一。由于技术封锁，我国红外探测技术在基础器件、加工工艺及系统整机性能方面长期落后于西方发达国家，因此在军事领域对具有自主知识产权的国产先进红外探测技术需求迫切，未来红外探测技术将是国家大力扶持和重点发展的高新技术。公司在红外探测技术领域深耕多年，产品在业界口碑良好，随着军工行业的发展，公司必将得益于国内巨大的市场需求。

背靠军工央企中船重工，立足军品，以民品促发展。公司实际的控制人为华中光电技术研究所，隶属于国内十大军工央企之一的中国船舶重工集团，是中国海军武器装备研发制造领域的骨干科研单位。公司背靠军工央企，技术实力雄厚，立足军品，具备较强的研发创新能力且在军事需求响应方面具有天然的优势，有效提升增强了公司未来参与市场竞争的能力。公司上市后，其研发能力、产能和产品知名度将进一步得到提升，规模效应和品牌效应将给对公司带来新的增长，有效提升公司参与红外探测设备在民品领域的竞争力。

激光测距技术领先，与红外技术结合的新型光电火控系统带来新增长。公司在激光测距技术方面处于国内领先水平，2012-2014 财报显示公司激光测距仪营收稳定增长。随着高精度激光测距技术在民用领域如民航管理、三维测绘等领域的推广，激光测距仪有望继续稳定增长。同时，随着高技术战争及新型军事装备的发展对军事侦察与监视的能力和水平提出了越来越高的要求，传统火控雷达系统固有的抗电磁干扰能力差、隐蔽性差、瞄准精度不高，不能成像的缺陷将促使军方将对融合了红外探测系统与激光测距系统的新型光电火控系统产生越来越多的需求。公司同时具备红外探测技术和激光测距技术，未来结合了红外探测技术与激光测距技术的新型光电火控系统有望给公司带来新的增长点。

投资建议：公司作为一家背靠军工央企，从事红外探测技术和激光测距技术等朝阳产业的高新技术企业，拥有雄厚的技术实力和天然的市场需求响应优势。我们预计公司 2016 年-2018 年的收入增速分别为 26%、25%、26%，公司是军民融合标的，成长性突出；给予买入-A 的投资评级，6 个月目标价为 80 元。

风险提示：军工订单不及预期，研发进度不及预期

(百万元)	2014	2015	2016E	2017E	2018E
主营收入	304.8	386.3	486.9	606.8	763.3
净利润	93.1	119.8	151.5	191.0	236.6
每股收益(元)	0.78	1.00	1.26	1.59	1.97
每股净资产(元)	2.45	3.30	10.18	11.78	13.75

盈利和估值	2014	2015	2016E	2017E	2018E
市盈率(倍)	45.9	35.7	28.2	22.4	18.1
市净率(倍)	14.5	10.8	3.5	3.0	2.6
净利润率	30.5%	31.0%	31.1%	31.5%	31.0%
净资产收益率	31.6%	30.3%	12.4%	13.5%	14.3%
股息收益率	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ROIC	68.3%	45.3%	51.3%	55.1%	58.3%

数据来源：Wind 资讯，安信证券研究中心预测

■ 行业评级体系

收益评级:

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

风险评级:

A — 正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B — 较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

■ 分析师声明

赵晓光、郑震湘声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写, 但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断, 本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期, 本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态, 本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料, 但不保证及时公开发布。同时, 本公司有权对本报告所含信息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。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点, 一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准, 如有需要, 客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下, 本公司及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或期权并进行证券或期权交易, 也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务, 提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素, 亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议, 无论是否已经明示或暗示, 本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下, 本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有, 未经事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

安信证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

■ 销售联系人

上海联系人	朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
	许敏	021-35082953	xumin@essence.com.cn
	孟硕丰	021-35082788	mengsf@essence.com.cn
	李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
	侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
北京联系人	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	原晨	010-83321361	yuanchen@essence.com.cn
	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	田星汉	010-83321362	tianxh@essence.com.cn
	王秋实	010-83321351	wangqs@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
深圳联系人	周蓉	010-83321367	zhourong@essence.com.cn
	胡珍	0755-82558073	huzhen@essence.com.cn
	范洪群	0755-82558044	fanhq@essence.com.cn
	孟昊琳	0755-82558045	menghl@essence.com.cn
	邓欣	0755-82821690	dengxin@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳市

地址：深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编：518026

上海市

地址：上海市虹口区东大名路638号3楼

邮编：200122

北京市

地址：北京市西城区西直门南小街 147 号国投金融大厦 15 层

邮编：100034