

航母编队专题分析报告

此文档仅供上海重阳投资管理有限公司李静使用

行业公司专题报告

本报告的主要看点:

1. 从战略意义论述了中国研制航母的必要性。
2. 对航母编队的产业链结构进行了拆分分析。
3. 对打造航母编队所涉及的上市公司进行了列举分析。

航母之梦，强国之路

基本结论

- 我们根据媒体报道判断：“瓦良格”号改建工程进入收尾阶段，它将成为中国首艘航母，不排除今年内下水试航的可能性；而航母编队是发挥航母作战实力的唯一形式；因此我国势必在研制航母的同时，打造航母编队。
- 航母编队作为一项庞大的系统工程，涉及到包括航母、舰载机、辅助舰艇等作战单元，这意味着航母编队市场蛋糕巨大，保守测算建设一支完整的航母编队约需百亿美元；考虑到中国保护东海和南海海权的需要，若各布置一支航母编队，则总投资将达到约200亿美元，约合1300亿元人民币。
- 从国外历史看，航母是工业发展的催化剂，建造航母对中国整个产业升级起着极为重要的拉动作用；同样的，航母编队投资的千亿盛宴里包含了诸多的投资机会，我们将整个航母编队产业链按照装备制造、动力系统、高端材料、信息系统四个大方向分析了相关的受益细分子行业和公司。
 - ◆ 装备制造业是打造航母编队的基础工业，也是航母编队投资的直接受益者；舰体、舰载机和武器装备的制造都将直接受益于航母编队建设。
 - ◆ 动力系统是航母编队的心脏，也是我国军工科技领域亟待突破的难点；在当前航母编队建造的特殊时点上，基于国家发展航母的坚定决心及动力之于航母的关键作用，我们重点看好该领域的发展前景，资金的大规模投入和应用领域的迫切需要将促进行业步入高速发展阶段；其中舰载机发动机及以其为基础的舰艇燃汽轮机是重点。
 - ◆ 高端材料是建造航母编队的基石；航母编队的建造为实现高端材料的技术升级和进口替代提供了难得的历史契机，合金钢、钛合金、复合材料等有望借着航母建设的军品订单实现技术升级继而转民用。
 - ◆ 信息系统作为航母编队的大脑和神经中枢，整合各作战单元并使之成为一个规模庞大的有机整体；航母编队的建成将为电子信息系统的改进升级提供最佳的实战平台，并与北斗导航体系结为一体。
- 我们整理出四大方向上相关的上市公司，综合各公司业务受益于未来航母编队订单的弹性和目前估值水平，推荐中国重工、航空动力和宝钛股份。
 - ◆ 中国重工：公司凭借修整“瓦良格”号的机遇进入航母建造基地备选前列；同时通过非公开发行收购武船重工、河柴重工、平阳重工、中南装备等海军装备核心供应商，令中船重工集团的军用舰艇总装企业业务悉数进入上市公司，并且充实了舰艇配套的业务规模和竞争力，完善了产业链。
 - ◆ 航空动力：公司是国内大型航空发动机制造基地企业，未来中航工业唯一的航空发动机整合平台，目前正在进行对南方和黎阳发动机资产的整合；未来航母若下水，公司将成为舰载机发动机和护航舰艇燃汽轮机供应商。
 - ◆ 宝钛股份：公司是中国钛工业龙头企业，是目前国内唯一具有铸-锻-钛材加工完整产业链的企业；高端航空钛材的高景气将对公司产生积极影响；同时作为国内最大的航空钛材供应商，建造航母带来的舰载机需求将提升公司军品销售。

股票分析组

赵乾明 分析师 SAC 执业编号: S1130511030017
 (8621)61038263
 zhaoqm@gjzq.com.cn

内容目录

判断：瓦良格号航母将扬帆起航.....	7
判断：航母是国家战略的必然选择，未来建造步伐将加速	8
中国为何要造航母？- 源于国家战略、海洋权益和军力发展的综合考量	8
中国选择现在建造航母，时机是否成熟？- 国力支持、技术具备	11
中国未来航母发展路径？- 这只是开始，未来可期待更多更先进的航母 ...	13
航母编队及产业链分析	15
航母编队构成简介	15
迎接近千亿的航母编队大蛋糕	16
航母编队产业链拆分	17
装备制造 - 航母编队建设的直接受益者	18
舰体建造：造船业大发展为建造航母编队创造条件，设计是薄弱环节	18
舰载机：自主研发与国外引进相结合，国产化比例将不断提高	23
武器装备：设计布局需服从航母编队作战任务	29
动力系统 - 技术进步加速进口替代，国产动力有望全面装配	32
发动机：“中国心”越发强健，自主创新带来澎湃动力	32
1、军用航空发动机，“太行”逐步量产，进口替代空间巨大	32
2、舰用燃气轮机，学习国外航改模式，加速追赶国际先进水平	36
蓄电池：不可或缺的储能系统	39
曲轴：成功实现国产化，突破航母动力系统一大瓶颈	41
高端材料 - 建造航母编队的基础，以需求促技术	42
航母及编队舰艇材料：高科技含量满足特种需求	43
飞机材料：重量轻、性能好，钛合金是军机首选	47
电子信息系统 - 打赢海上信息战的关键	53
电子通信与指挥系统：航母编队的大脑和神经中枢	53
卫星导航系统：“北斗”系统提升航母编队综合作战实力	56
舰载机机载设备：跟随舰载机数量增长而增长	59
重点公司推荐	61
中国重工	61
航空动力	62
宝钛股份	63

图表目录

图表 1：航母编队涉及上市公司概览	6
图表 2：位于大连造船厂的“瓦良格”号航空母舰蓄势待发	7
图表 3：媒体报道的“瓦良格”号参数汇总	7

图表 4: 全球安全等级指数 (指数越低, 爆发战争的可能性越高)	8
图表 5: 石油资源是一种不可或缺的战略资源	8
图表 6: 我国对于原油进口的依赖度越来越高	8
图表 7: 我国原油进口主要来自中东和北非地区	9
图表 8: 保证海上油路 (红箭头) 安全具有重大战略意义	9
图表 9: 横亘在我国面前的第一岛链 (红线) 和第二岛链 (黄线)	9
图表 10: 我国东海钓鱼岛被日本非法占有	10
图表 11: 我国南海南沙群岛被东南亚国家侵占示意图	10
图表 12: 南沙群岛海域油气资源分布及主权领土划分	10
图表 13: 南海周边国家掠夺我国油气资源情况	10
图表 14: 海域划界成为威胁我国海权利益的潜在隐患	10
图表 15: 航母是实现“蓝水海军”不可或缺的核心武器	11
图表 16: 1988-2009 年全球军费开支变化趋势	11
图表 17: 2000-2009 全球军费增长情况 (十亿美元)	11
图表 18: 2000-2010 年我国军费稳定快速增长 单位: 亿元	12
图表 19: 2009 年世界各国军费开支分布	12
图表 20: 当前我国的军费支出依然处于世界偏低水平	12
图表 21: 我国建造航母需克服的技术难题	13
图表 22: 全球传统“航母俱乐部”分布图	13
图表 23: 各大国海军拥有军舰数比较	13
图表 24: 美国航母发展规划	14
图表 25: 前进中的航母编队构成图	15
图表 26: 美国“杜鲁门”号航母编队编成	15
图表 27: 美国航母编队攻防区域示意图	16
图表 28: 航母编队的组成类型	16
图表 29: 阿富汗战争中的美航母特混舰队编成	16
图表 30: 我国一支航母编队的造价估算	17
图表 31: 航母编队产业链及相关上市公司	18
图表 32: 舰体建造相关上市公司	18
图表 33: 2010 年 1-10 月我国造船业新接订单份额位居世界第一	19
图表 34: 2010 年 1-10 月我国造船业手持订单份额位居世界第一	19
图表 35: 我国造船业新接订单市场份额持续快速提高	19
图表 36: 世界造船业经历的 5 次产业大转移	19
图表 37: 造船厂建造航母需要具备的关键指标	19
图表 38: 美国、前苏联最大的航母制造厂介绍	20
图表 39: 美军某航母剖面图	20
图表 40: 航母结构设计较之普通水面舰艇的特殊性	21
图表 41: 美国“尼米兹”级航母甲板布局示意图	22
图表 42: 舰载机建造相关上市公司	23

图表 43: 舰载机在航母特殊使用环节的特殊使用要求	24
图表 44: 航母舰载机按作战任务大致分类	24
图表 45: 国产歼-10 轻型战机	25
图表 46: 国产歼-15 舰载机 (类似苏-33)	25
图表 47: 国产运-7 固定翼预警机	26
图表 48: 国产直-8 预警直升机	26
图表 49: 我国卡 28 反潜机与宋级潜艇训练	26
图表 50: 国产歼-8 II RF 高空侦察机	27
图表 51: 国产直-9 舰载直升机	27
图表 52: 飞机制造产业链	28
图表 53: 航母舰载机对应企业与上市公司	29
图表 54: 武器装备涉及上市公司	29
图表 55: 美国 CVN-78 航母舰载武器装备示意图	30
图表 56: 美国航母与俄罗斯航母的舰载武器比较	30
图表 57: 各国航母近防武器系统	31
图表 58: 航母舰艇编队不同用途武器构成	31
图表 59: 舰载机武器系统比较	32
图表 60: 军用航空发动机分类及对应战机类型	33
图表 61: 国际发动机制造商和主流发动机	33
图表 62: 美国 F119 发动机(配备 F-22)的研制周期和研制成本大幅上升	34
图表 63: F119 各项性能指标较之传统 F100-220 大幅提升	34
图表 64: 我国“太行”、“昆仑”发动机研制历程	34
图表 65: “太行”与国外同级别发动机技术性能比较	35
图表 66: 我国现役战机及发动机统计	35
图表 67: “太行”发动机改型后具有十分广泛的应用领域	35
图表 68: 舰用三种动力装置比较	36
图表 69: 不同功率档次中典型舰用燃气轮机性能参数	36
图表 70: 当前全球主要大功率舰用发动机研制被 GE、RR 等少数公司垄断	37
图表 71: 经典 LM2500 系列燃气轮机的发展历程	37
图表 72: 我国自主研发的第一台重型燃气轮机: R0110	38
图表 73: 国内主要航空发动机	38
图表 74: 一、二次电池分类	39
图表 75: 二次电池性能比较	40
图表 76: 燃料电池在潜艇中的应用是当前热点	40
图表 77: 曲轴结构分解图	41
图表 78: 大连华锐曲轴研制成功 90 型大型船用曲轴	42
图表 79: 航母编队涉及高端材料及对应上市公司概览	43
图表 80: 航母编队建造材料分类	43
图表 81: 美国新型 CVN-21 航母特种钢舷侧外板板的加工现场	44

图表 82: 美国“企业”号航母弹药库	45
图表 83: 美航母舰载战斗机 F/A-18 弹射起飞瞬间	46
图表 84: 航母甲板通过涂料、花纹等实现防滑、耐磨、防护等功能	47
图表 85: 飞机材料	47
图表 86: 各式战机所用不同结构材料占比	48
图表 87: 飞机材料性能数据	48
图表 88: 美国战机材料分布	48
图表 89: 飞机制造业常用铝合金	49
图表 90: A380 复合材料的应用部位	49
图表 91: 碳纤维复合材料排列方式	49
图表 92: LOCKHEED L-1011 副翼材料性能对比	50
图表 93: 美国 F-22 战机钛合金使用部位	50
图表 94: 发动机结构和工作原理	51
图表 95: 发动机内部温度和压力变化	51
图表 96: 航空发动机中高温合金承力结构	51
图表 97: 航空发动机中高温合金部件	51
图表 98: 全球大型模锻压机统计	52
图表 99: 航母电子通信与指挥系统结构图	53
图表 100: 美军 CVN-68 尼米兹级航母舰载设备示意图	55
图表 101: 电子通信与指挥系统涉及公司	56
图表 102: 北斗系统建设三步走	57
图表 103: 我国北斗卫星发展路径图	57
图表 104: 北斗导航卫星系统在航母编队中的应用示意图	58
图表 105: 北斗导航产业链分布	59
图表 106: 产业链各领域龙头公司分布	59
图表 107: 北斗导航上市公司介绍	59
图表 108: 我国军机机载电子设备系统	60
图表 109: 我国主要航电系统供应商	61
图表 110: 我国主要机电系统供应商	61
图表 111: 中航工业集团发动机资产整合方案	62
图表 112: 2010 年分产品收入占比	63
图表 113: 2010 年分产品毛利占比	63
图表 114: 中国钛锭产能分布	63
图表 115: 中国钛加工材产能分布	63
图表 116: 钛材公司钛材销量比较 (千吨)	64
图表 117: 世界主要钛材厂商毛利率比较	64

图表1：航母编队涉及上市公司概览

产业划分	细分产业	公司	代码	航母编队相关产品	EPS			PE		收盘价
					2010	2011E	2012E	2011E	2012E	
装备制造	舰体建造	中国重工	601989	舰艇装备制造、舰艇制造与修理	0.240	0.591	0.688	19.17	16.47	11.33
		中船股份	600072	舰艇配件及大型高难度钢结构	0.111	0.180	0.220	110.78	90.64	19.94
		中国船舶	600150	舰艇及装备制造	3.940	4.538	5.095	15.00	13.36	68.07
		广船国际	600685	编队特辅船制造	1.430	1.723	1.927	15.08	13.49	25.99
	舰载机	西飞国际	000768	舰载战斗机整机及国外转包零部件生产	0.140	0.172	0.199	58.90	50.90	10.13
		哈飞股份	600038	舰载直升机整机及国外转包零部件生产	0.355	0.370	0.402	61.00	56.14	22.57
		洪都航空	600316	猎鹰等教练机生产	0.204	0.300	0.353	94.97	80.71	28.49
	武器装备	中兵光电	600435	火箭弹控制系统、精确制导武器、便携式导弹	0.270	0.314	0.369	39.30	33.44	12.34
		中航光电	002179	光电连接器	0.400	0.546	0.738	35.71	26.42	19.50
		航天电子	600879	高性能传感器、光电连接器、激光惯导、特种电子装配	0.200	0.242	0.285	45.87	38.95	11.10
		华工科技	000988	激光器、激光加工设备	0.620	0.633	0.941	29.04	19.53	18.38
动力系统	发动机	航空动力	600893	航空发动机	0.380	0.490	0.634	55.22	42.68	27.06
	蓄电池	风帆股份	600482	舰艇编队储能系统	0.110	0.200	0.268	74.05	55.26	14.81
	曲轴	华锐特钢	002204	大型舰艇用曲轴	0.640	1.080	1.340	30.26	24.39	32.68
原材料	特种钢	宝钢股份	600019	特种钢	0.740	0.831	0.931	7.67	6.84	6.37
		抚顺特钢	600399	特种钢	0.060	0.078	0.098	84.74	67.45	6.61
	合金	中国铝业	601600	氧化铝、电解铝、铝加工	0.060	0.180	0.309	54.06	31.49	9.73
		钢研高纳	300034	高温合金	0.394	0.274	0.360	52.55	40.00	14.40
		宝钛股份	600456	钛及钛合金	0.008	0.350	0.761	69.83	32.12	24.44
	高性能纤维及复合材料	中国玻纤	600176	玻璃纤维复合材料	0.482	1.588	2.198	17.30	12.50	27.48
		博云新材	002297	粉末冶金摩擦材料、炭/炭复合材料、纳米等新型材料	0.120	0.216	0.326	78.29	51.87	16.91
		烟台氨纶	002254	芳纶纤维	0.980	1.282	1.665	20.40	15.71	26.15
		深圳惠程	002168	聚酰亚胺泡沫	0.230	0.179	0.407	92.07	40.49	16.48
		哈飞股份	600038	航空产品及零部件、复合材料	0.355	0.370	0.402	61.00	56.14	22.57
	航空铸锻件	中航重机	600765	航空铸锻件	0.300	0.568	0.826	25.48	17.52	14.47
		二重重装	601268	大型航空铸锻件	0.168	0.229	0.309	42.97	31.84	9.84
	战略资源	包钢稀土	600111	稀土精矿、稀土深加工产品及稀土新材料	0.930	2.548	3.082	27.63	22.84	70.39
信息系统	电子信息与导航系统	海格通信	002465	无线电台、导航系统	0.870	1.084	1.457	25.86	19.24	28.03
		海兰信	300065	舰艇电子集成系统	0.620	0.945	1.472	36.89	23.68	34.86
		四创电子	600990	一二次雷达	0.376	0.480	0.574	48.63	40.66	23.34
		光电股份	600184	精确制导武器系统、显控信息装备	0.420	0.464	0.530	75.67	66.25	35.11
		奥普光电	002338	国防用光电测控仪	0.610	0.710	0.790	72.46	65.13	51.45
	卫星导航定位系统	中国卫星	600118	卫星制造及应用	0.300	0.359	0.442	52.95	43.01	19.01
		国腾电子	300101	北斗卫星导航定位关键元器件、终端及应用系统研制	0.950	0.582	0.779	47.39	35.40	27.58
		北斗星通	002151	军事控制领域内的卫星导航运营服务	0.450	0.437	0.598	59.75	43.66	26.11
	机电设备	中航精机	002013	救生系统	0.210	0.606	0.740	28.80	23.58	17.45
		st昌河	600372	航电系统	0.280	0.335	0.375	125.31	111.95	41.98

来源：朝阳永续 国金证券研究所 注：收盘价为5月31日数据

判断：瓦良格号航母将扬帆起航

申明：中国是否在建造航母、航母何时试航为国家机密，我们对此的判断全部来自网络等公开媒体报道，不保证资料的真实性，仅供参考

- 我们根据公开媒体报道判断：**“瓦良格”号改建工程进入收尾阶段，它将成为中国首艘航母，不排除今年内下水试航的可能性。**
 - ◆ 根据新华网最新报道，大连造船厂“瓦良格”号的大型舰桥（除主动相控阵雷达系统外）已接近完工，且舰身已被涂装成标准的中国海军淡灰蓝色涂装。
 - ◆ 简氏防务周刊分析称，中国首艘航母“瓦良格”号可能将于今年7月1日正式下水（建党90周年献礼）；它将安装相控阵雷达和地对空导弹，成为一个比美国目前的航母更加独立的作战平台。

图表2：位于大连造船厂的“瓦良格”号航空母舰蓄势待发



来源：新华网 国金证券研究所

- 汇总国内外各类媒体报道，我们总结关于“瓦良格”号的资料如下：

图表3：媒体报道的“瓦良格”号参数汇总

指标	参数
主尺寸：长*宽*水线*吃水	302*70.5*281*10.5米
排水量	5.5(标准)/6.7(满载)万吨
容纳舰载机数量	50架
动力	常规（柴油）动力—蒸汽轮机
航速	29-31节
续航力	>7000海里/18节
舰员	约2500名
舰载机	歼-15歼击机/苏-33舰载机、直-8AEW预警直升机/Ka-31
建造国家及造船厂	乌克兰-尼古拉耶夫造船厂
购买时间	1998年
购买价格	2000万美元
改造后用途	航母训练舰

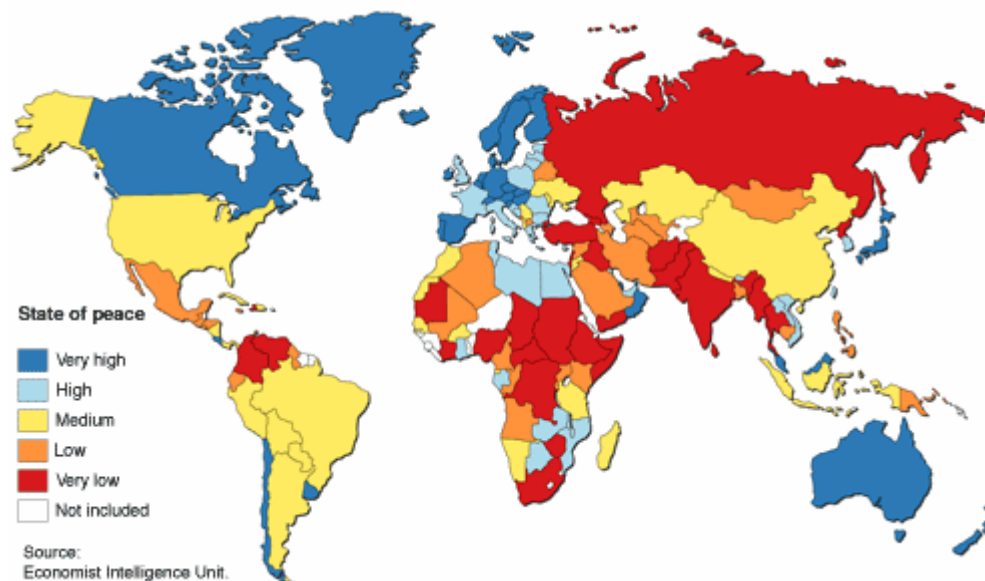
来源：《汉和防务评论》、美国环球战略网、中国军网、国金证券研究所

判断：航母是国家战略的必然选择，未来建造步伐将加速

中国为何要造航母？- 源于国家战略、海洋权益和军力发展的综合考量

- 国家战略层面：实现中国的和平崛起，少不了航母保驾护航。
 - ◆ 从当今国际局势看，进入 21 世纪，911 恐怖袭击、阿富汗战争、伊拉克战争及近期多国对利比亚的空袭都一再说明，现今“世界并不太平”，发展航母等高科技武器，建立与国力相匹配的军事实力，是我国实现和平发展的重要保证。

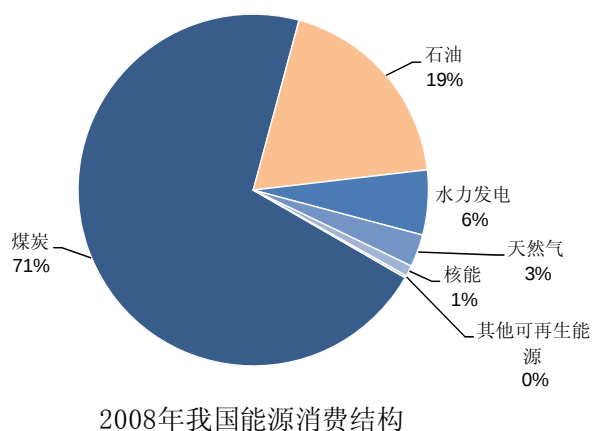
图表4：全球安全等级指数（指数越低，爆发战争的可能性越高）



来源：EIU、国金证券研究所

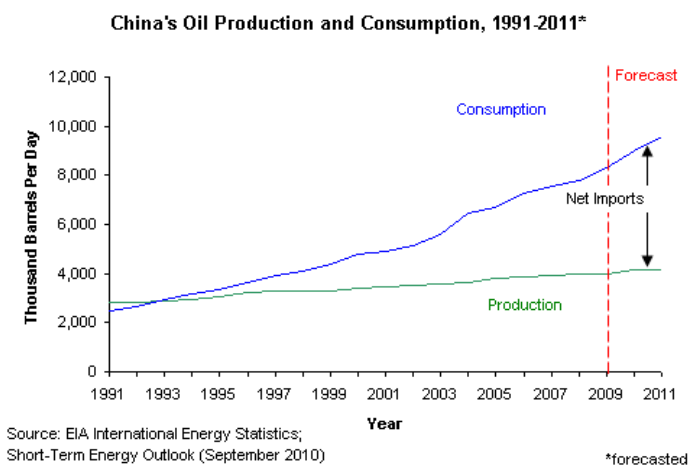
- ◆ 从国家经济利益角度，中国拥有 300 万平方千米的海洋国土，这里蕴藏着丰富的油气和矿藏资源，具有重大的经济利益和战略价值；同时，我国每年有近万亿美元的商品经海路运往世界各地，且需要进口两亿吨以上的石油用于支撑国内经济的快速增长，保障海路、油路畅通已成为关乎国家利益的大事，而建立一支以航母为核心的强大海军，无疑是保证海上安全的最有效手段。

图表5：石油资源是一种不可或缺的战略资源

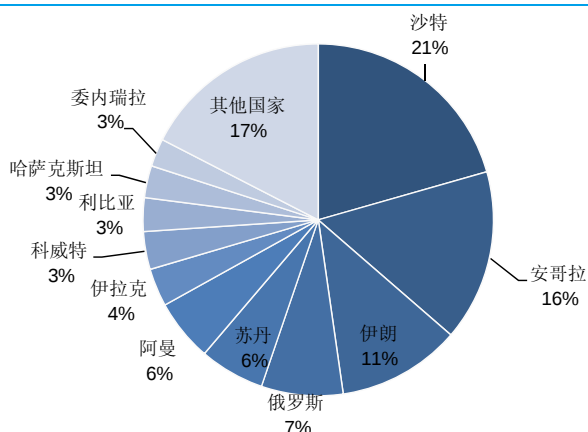


来源：EIA、国金证券研究所

图表6：我国对于原油进口的依赖度越来越高



图表7：我国原油进口主要来自中东和北非地区



2009年我国原油进口国情况比较

来源：EIA、国金证券研究所

图表8：保证海上油路（红箭头）安全具有重大战略意义



- ◆ 从政治及军事角度，以我军现有海军、空军及岸基火力装备水平，作战半径仅能覆盖第一岛链，而面对第二岛链的潜在威胁则很难实现作战需求；因此，从冲破西方国家围堵及实现远海防御战略等角度出发，我国急需在第一至第二岛链之间布设属于自己的航母编队，以实现南海最南端到马六甲海峡地区等战略要地的防御任务。

图表9：横亘在我国面前的第一岛链（红线）和第二岛链（黄线）



来源：国金证券研究所

- 海洋权益层面，在当前国家海权屡遭侵犯的严峻形势下，国人对于航母的需求越发迫切。
- ◆ 我国岛屿被侵占：在东海，日本非法占有我国固有领土钓鱼岛；在南海，越南侵占我国南沙群岛 28 个岛屿、菲律宾侵占 7 个、马来西亚侵占 3 个、中国实际控制只有 9 个（含太平岛）。

图表10：我国东海钓鱼岛被日本非法占有



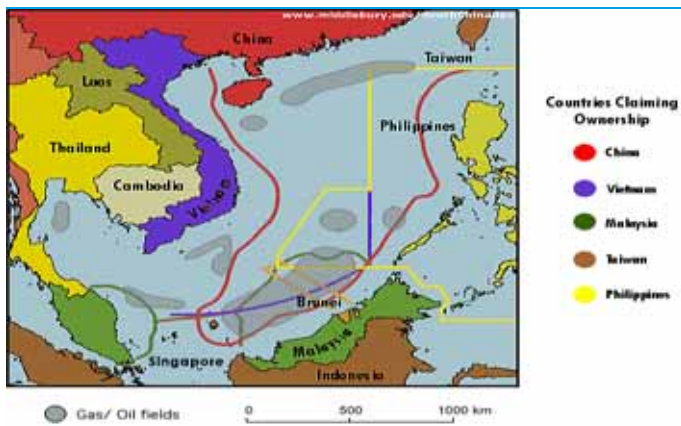
来源：国金证券研究所

图表11：我国南海南沙群岛被东南亚国家侵占示意图



- ◆ 我国海洋资源被掠夺：周边邻国侵占我国岛屿主权的主要目的是窃取与之相关的周边海洋资源；目前，南海周边国家在南沙群岛海域每年开采的石油已超过 6000 万吨。

图表12：南沙群岛海域油气资源分布及主权领土划分



来源：《法制与社会》 国金证券研究所

图表13：南海周边国家掠夺我国油气资源情况

国家	石油（万桶/天）	天然气（亿立方英尺/年）
马来西亚	75	14370
越南	35.6	190
印尼	21.5	120
文莱	2	3340
菲律宾	1	10
合计	135.1	18030

- ◆ 海域划界争议不断：局部狭窄海域的主权重叠造成我国与海上邻国在海域划界问题上争议不断；在黄海，与朝鲜、韩国存在 18 万平方公里的争议海区；在东海，与日本有 16 万平方公里的争议海区等。

图表14：海域划界成为威胁我国海权利益的潜在隐患



来源：国金证券研究所

- 军力发展层面，拥有航母将实现由“绿水海军”向“蓝水海军”的重大跨越，不战而屈人之兵是使用航母的最高境界。
- ◆ 我国海军目前仅具备近海防御能力：目前我国海军依然以岸基航空兵和潜艇为主要打击力量，而在远洋作战方面，中国的水面舰艇虽然具备较强的反舰能力，但在防空和反潜能力方面则存在明显不足，这使得中国海军只能在岸基航空兵的保护范围内执行作战任务，即所谓的“绿水海军”。
- ◆ 由近海防御向远洋作战转型，是国家利益赋予海军的重要使命：为了保障我国海上运输线的畅通和安全，维护我国所属海域中各种资源的利益归属，从近海防御型的“绿水海军”向具备远洋作战能力的“蓝水海军”跨越，成为海军未来转型的必然方向。
- ◆ 拥有航母，是实现从“绿水海军”向“蓝水海军”转型的必备条件：在当今“以空制海”的时代，缺少空中有效支援和保护的水面舰艇及潜艇，在远洋作战过程中，其生存能力将面临严峻的挑战，而要在远离路基的情况下取得制空权，拥有能搭载作战飞机的航母则成为不二选择。

图表15：航母是实现“蓝水海军”不可或缺的核心武器

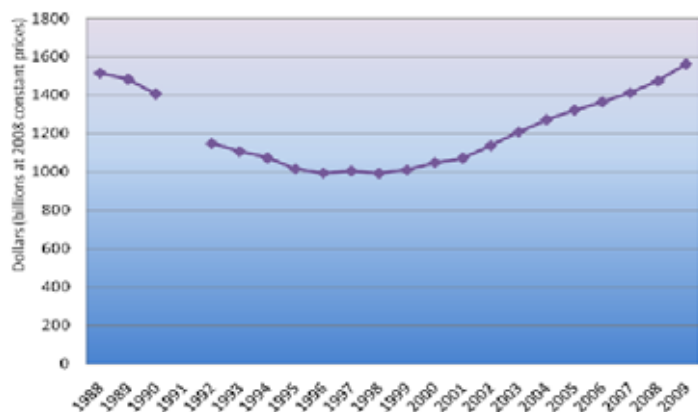
作战环节	航母的作用
使用战略导弹突击敌方阵地	通过航母摧毁敌方防空设施，节省首批发射战略导弹的数量
潜艇作战	作战距离明显扩大
登陆作战	航母对陆上岸基防护设施进行打击，大大降低登陆成本
防御作战	虽然不能跟拥有众多航母的国家正面交锋，但也意味着敌方航母在对我作战时要加大投入成本，进而给地地导弹及战略核潜艇争取了更长的预警时间

来源：国金证券研究所

中国选择现在建造航母，时机是否成熟？—国力支持、技术具备

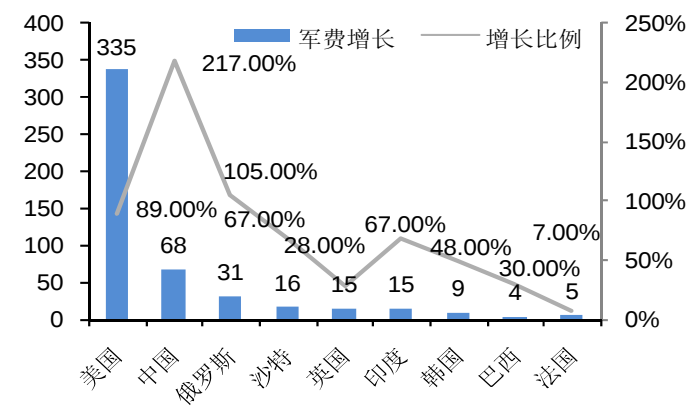
- 近年来我国的军费保持快速增长势头：自上世纪 90 年代末期至今，全球军费开支持续攀升，我国的军费支出增长幅度亦处在相当高的水平。

图表16：1988-2009 年全球军费开支变化趋势

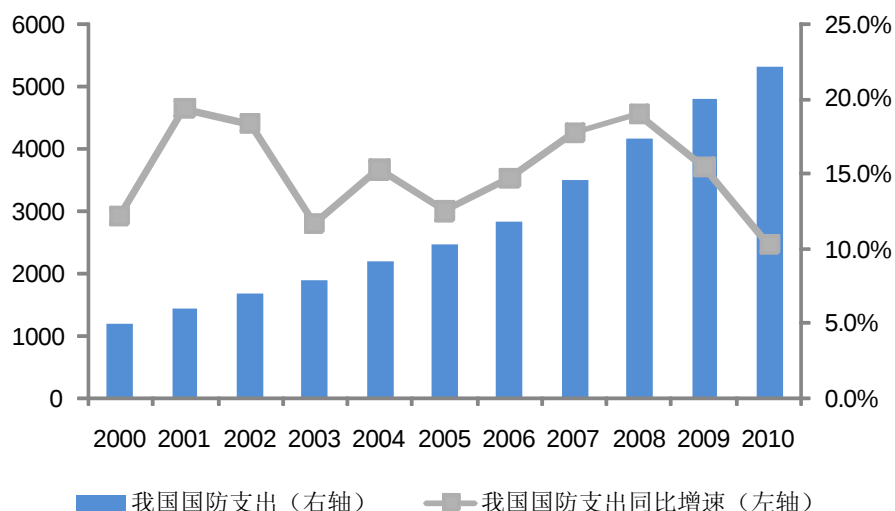


来源：SIPPI(Stockholm International Peace Research Institute) 国金证券研究所

图表17：2000-2009 全球军费增长情况 (十亿美元)



图表18: 2000-2010 年我国军费稳定快速增长 单位: 亿元

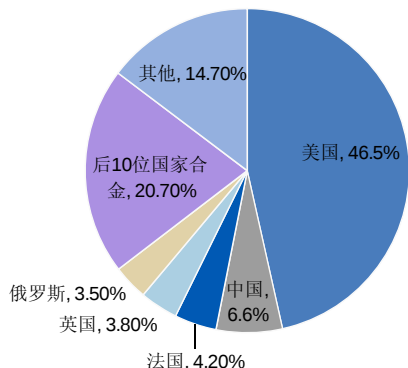


来源: 《中国国防白皮书》 国金证券研究所

对航母建造费用的估算敬请参阅下文

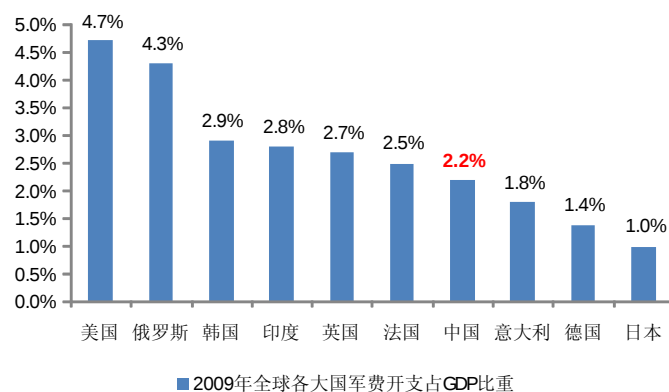
- 对照国外军费支出情况,并结合自身综合国力,我们认为中国目前军费水平依然不算高,未来仍有一定的提升空间。
- 估算我国建造 1 艘 6 万吨级航母的费用在 20 亿美元左右,这与我国当前 1 年 800 亿美元的军费开支相比,并不算是特别大的数字;当前国力完全能够支持航母建造。

图表19: 2009 年世界各国军费开支分布



来源: SIPPI(Stockholm International Peace Research Institute) 国金证券研究所

图表20: 当前我国的军费支出依然处于世界偏低水平



- 中国是否具备建造航母足够的技术实力,是对自主建造航母另一质疑,对此我们的看法是:
 - ◆ 首先,我国在原子弹、载人飞船、核潜艇等领域的成功充分说明,技术并不是制约航母建设的根本问题,与此相比,国家建造航母的决心,投入的人力、物力、财力规模等才是决定航母能否成功建造的关键因素;
 - ◆ 其次,由于建造航母牵涉到通信、装备、材料、动力等领域当今最为尖端的技术,这意味着从中长期的角度,国家对于航母的投资将持续拉动相关产业的技术升级,未来技术转民用也有利于转变经济增长方式。

图表21：我国建造航母需克服的技术难题

核心问题	美国	俄罗斯	中国（猜测）
舰体吨位大小（满载排水量）	9万吨以上	6.75万吨	6万吨左右
舰体的整体设计	舰体钢材考虑耐腐蚀性和抗打击力；舰体“隐身”性；如何最大化甲板利用率等		
动力系统	核动力	常规动力	常规动力
舰载机及起飞方式	F/A-18；弹射式	SU-33；滑跃式	SU-33；滑跃式
形成战斗力	组建一支由1-2艘巡洋舰、2-3艘驱逐舰、1-2艘护卫舰、1艘综		

来源：《科技导报》国金证券研究所

中国未来航母发展路径？- 这只是开始，未来可期待更多更先进的航母

- “瓦良格”号的预期试航，标志着中国将成功加入“航母俱乐部”，同时也预示着我国海军的最大短板将被补齐，整体军力进一步提升。

图表22：全球传统“航母俱乐部”分布图



来源：WIKIPEDIA、国金证券研究所 注：深蓝色代表当前拥有航母地区、浅蓝色代表曾经拥有航母地区、灰色代表还未曾拥有航母地区

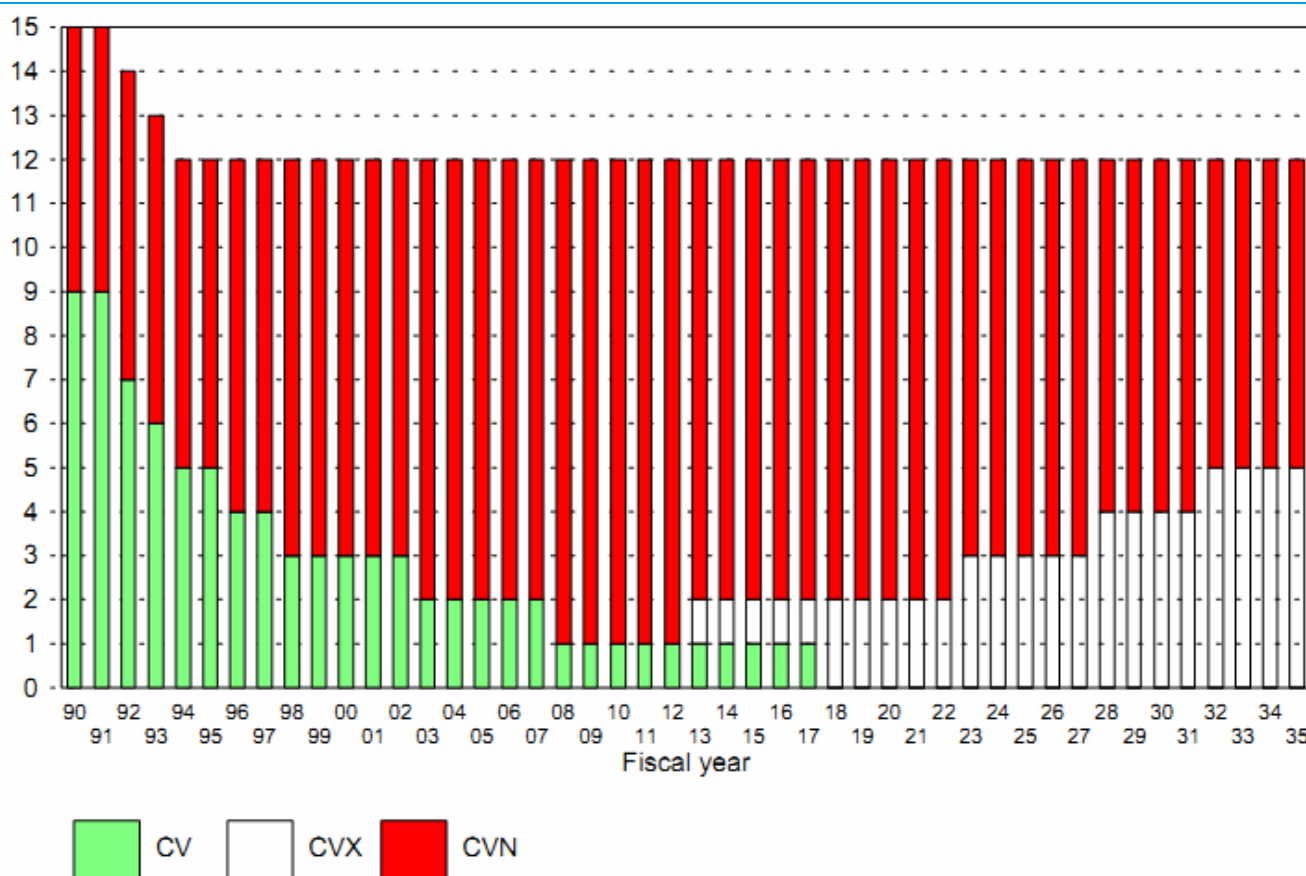
图表23：各大国海军拥有军舰数比较

	航母	两栖攻击舰	登陆舰	巡洋舰	驱逐舰	护卫舰	轻巡洋舰	巡逻艇	扫雷艇	导弹潜艇	攻击潜艇	总计
美国	11	10	21	22	59	30	2	100	14	18	53	328
俄罗斯	1	1	1	5	16	10	81	68	42	16	32	285
日本	0	2	3	0	10	40	0	7	28	0	18	117
中国	1	0	1	0	26	51	0	50	27	6	52	214
英国	1	1	6	0	7	17	0	4	15	4	11	68
法国	1	3	2	0	4	20	0	15	18	4	6	73
印度	2	0	1	0	8	12	24	31	8	0	16	122
韩国	0	1	0	0	10	9	25	2	10	0	13	80
意大利	2	0	3	0	4	12	8	14	17	0	6	70
巴西	1	0	2	0	0	9	5	30	6	0	5	58
西班牙	1	1	2	0	0	11	12	20	7	0	4	51
德国	0	0	0	0	0	19	5	10	19	0	10	63
泰国	1	0	0	0	0	12	5	20	7	0	0	40

来源：WIKIPEDIA、国金证券研究所

- 当今世界先进武器更新换代步伐加快，航母是否存在被其他武器替代的风险呢？我们认为在未来相当长的时期内，航母都是不可替代的，这一点可以从航母头号大国——美国的航母发展计划中得到证明。
- ◆ 美国未来的航母发展计划用一句话可以概括为：保持总量稳定（12艘）的同时，逐步淘汰常规动力潜艇(CV)，积极发展新一代航母(CVX)。
- ◆ 美国新一代 CVX 级航母简介：新一代的 CVX 级航母将从一张“白纸”上开始进行全新的构思与设计，采取许多新科技来大幅提升自身性能并弥补尼米兹级航母的不足。
- ◆ CVX 被考虑的新科技包括：新式的舰体设计与飞行甲板布置、大幅降低的舰体特征（即具备隐匿性）、创新的动力系统、全舰式资讯网络、新概念的飞机起飞与着舰回收装置，以及减少航母动作人力的相关设计等。

图表24：美国航母发展规划



来源：GAO、国金证券研究所 注：绿柱代表常规动力航母，红柱代表核动力航母，CVX 为美国研制中的下一代新型航母

- 美国新一代 CVX 航母预订于 2013 年开始服役，而我国刚刚启动常规动力潜艇(CV)的建造，可以说，中美两国在航母建造水平上的差距在 1 代以上；
- 对比美国的航母实力和未来发展趋势，我国无论在航母数量还是质量上与之都还有相当大的差；缩小与美国航母的实力差距，将成为中国航母发展的主要方向，这也意味着未来我国唯有建造更多更先进的航母，才能保持对美国军力的相对制衡，为经济发展创造宽松的国际环境。

航母编队及产业链分析

航母编队构成简介

- 拥有航母仅仅只是开始，面对实际战场环境，航母必须与巡洋舰、驱逐舰或护卫舰、潜艇、补给舰等组成航母作战编队，才能实施包括防空、反潜、攻击、反水面舰艇作战、对岸上目标进行打击和提供火力支援、护空等综合作战任务。

图表25：前进中的航母编队构成图



来源：新华网 国金证券研究所

- 单航母编队的组成及战斗力：
 - ◆ 单一航母编队通常包括 1 艘航空母舰，2-3 艘导弹巡洋舰或驱逐舰，2-3 艘反潜驱逐舰或者护卫舰、1-3 艘攻击型核潜艇，1-2 艘综合补给舰组成。

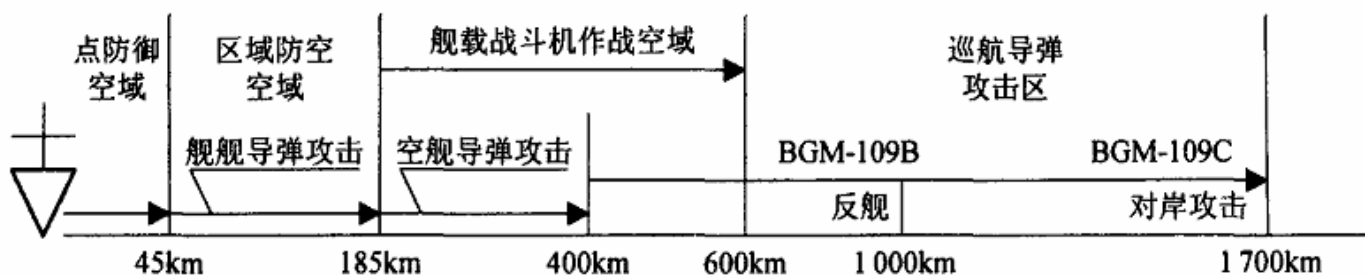
图表26：美国“杜鲁门”号航母编队编成

航母	巡洋舰	驱逐舰	核潜艇	辅助船	舰载机联队
“杜鲁门”号 (CVN75)	“提康德罗加”级1艘 (CG56)	“阿里·伯克”级2艘 (DDG51,DDG63)	“洛杉矶”级1艘 (SSN757)	军火船1艘(T-AE34)	2个F-14中队
					2个F/A-18中队
		“斯普鲁恩斯”级2艘 (DD964,DD978)		海上补给油船2艘	1个EA-6B中队
					1个E-2C中队
				(TAO196,TAO197)多艘 扫雷舰艇	1个S-3C中队
					1个反潜直升机中队
	1个加油机中队				

来源：《现代防御技术》、国金证券研究所

- ◆ 以美国航母编队为例，其拥有远(400-185km)、中(198-45km)、近(45km 以内)三层攻防配置，携带有舰载机、导弹、预警探测和电子战装备，构成空间一体化、协同密切、攻防纵深大、层次多、火力强的庞大攻防系统，具有很强的海空防御能力和对海、对岸攻击能力。

图表27：美国航母编队攻防区域示意图



来源：《飞航导弹》、国金证券研究所

- 航母编队的具体构成取决于作战任务与面临的威胁程度，一般具有以下 3 种类型：

图表28：航母编队的组成类型

战争时局	作战等级	航母	巡洋舰+驱逐舰	反潜-防空型 驱逐舰	攻击型核 潜艇	后勤支援舰	参战总舰 艇数
和平时期的低 威胁区	显示存在、实施封 锁或作战巡逻	1	3	2	2	1	9
中度威胁区	中低强度作战	2	7~8	4	2~4	2~3	17~21
高威胁区	高强度作战	≥3	9~10	12~14	5~6	3~4	32~37

来源：国金证券研究所

图表29：阿富汗战争中的美航母特混舰队编成

航母	护航和支援舰艇（艘）	舰载机（架）
“企业”号	12	75
“卡尔·文森”号	7	66
“罗斯福”号	14	75
“小鹰”号	7	82

来源：《现代防御技术》、国金证券研究所

迎接近千亿的航母编队大蛋糕

航母编队总造价=航母造价
+舰载机造价+其他舰艇造价

- 航母从来不会单独使用，航母编队是发挥航母作战实力的唯一形式；因此未来我国在自行研制航母的同时，势必将打造出与之对应的航母编队。
- 航母编队作为一项庞大的系统工程，涉及到包括航母、舰载机、辅助舰艇等作战单元，这也意味着打造一支航母编队带来的市场蛋糕巨大；我们测算建设一支完整的航母编队约需百亿美元。
 - ◆ 建造一艘“航母”需 20 亿美元：美国制造一艘 10 万吨级的“尼米兹”级核动力航空母舰需花费 30-50 亿美元，俄罗斯正在打造的 6 万吨左右新型航母造价约为 30-35 亿美元，考虑到我国虽然占有人力和制造成本优势，但由于首次制造需花费较高的研发费用，故总体造价不会太低，我们估计我国建造 6 万吨级航母的造价约为 20 亿美元；
 - ◆ 为航母配备“舰载机”需 30 亿美元：6 万吨级航母对应可搭载约 50 架战机和若干架预警机、反潜机等，假设搭载战机以俄罗斯 SU-33(单价约为 0.5 亿美元)为主，以国产歼-10/15（造价约 0.2-0.3 亿美元）为辅，我们估计为一艘航母配备的舰载机总造价将达到约 30 亿美元；
 - ◆ 为航母配备其他舰艇需 40 亿美元：航母编队由驱逐舰、护卫舰、核潜艇、支援舰等构成，数量大约在 10 支左右，考虑到我国进口俄罗斯的 7000 吨级“现代”级驱逐舰造价达 6 亿美元，加上造价数亿美

元的核动力潜艇等，估计我国的舰艇编队造价接近世界平均水平，达到约 40 亿美元水平；

- ◆ **总造价=航母 20 亿+舰载机 30 亿+其他舰艇 40 亿=100 亿美元，即我国建造 1 支航母编队的总造价约为 100 亿美元。**
- ◆ 处于保护东海和南海海权的需要，假设各布置一只航母编队，则总投资将达到约 200 亿美元，约合 1300 亿元人民币。

图表30：我国一支航母编队的造价估算



来源：国金证券研究所

航母编队产业链拆分

- 从国外历史看，航母是工业发展的催化剂，建造航母对中国和未来的整个产业的升级起着极为重要的拉动作用；同样的，航母编队投资的千亿盛宴里包含了诸多的投资机会，我们将整个航母编队产业链按照**装备制造、动力系统、高端材料、信息系统**四个大方向进行了拆分。
 - ◆ **装备制造业**是打造航母编队的基础工业，也是航母编队大规模投资的直接受益者。
 - ◆ **动力系统**是航母编队的心脏，也是我国军工科技领域亟待突破的难点；在当前航母编队建造的特殊时点上，基于国家发展航母的坚定决心及动力之于航母的关键作用，我们重点看好该领域的发展前景，资金的大规模投入和应用领域的迫切需要将促进行业步入高速发展阶段。
 - ◆ **高端材料**是建造航母编队的基石；航母编队的建造为实现高端材料的技术升级和进口替代提供了难得的历史契机，我们同样看好该领域的发展前景。
 - ◆ **信息系统**作为航母编队的大脑和神经中枢，整合各作战单元并使之成为一个规模庞大的有机整体；航母编队的建成将为电子信息系统的改进升级提供最佳的实战平台，进而推动该领域实现跨越式发展。

图表31：航母编队产业链及相关上市公司



来源：国金证券研究所

装备制造 - 航母编队建设的直接受益者

舰体建造：造船业大发展为建造航母编队创造条件，设计是薄弱环节

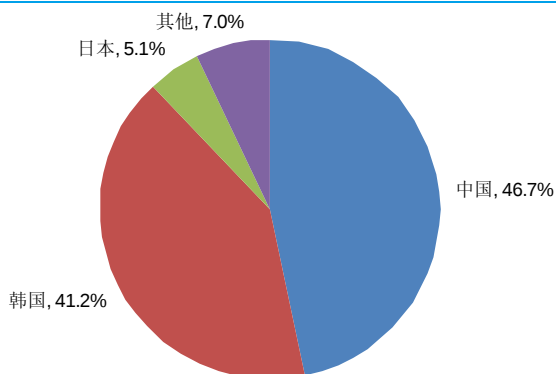
图表32：舰体建造相关上市公司

相关公司	与航母编队相关业务介绍
中国重工	海军舰船装备制造业务：舰艇用柴油机及部件、舰载武器发射装置、舰艇用导航设备、舰艇用通讯设备、军用加固计算机、舰艇用传动装置等多种军用舰船装备；海军舰艇制造与修理业务：油船、集装箱船、散货船、特种船在内的各类船型的研发、制造、改装和修理。
中船股份	公司在大型龙门吊、大型起重船、导弹发射架等大型高难度钢结构及舰船配件方面，将为航母编队建设提供支持。
中国船舶	公司所属母公司中国船舶工业集团是我国船舶工业的主要力量，在新一代导弹驱逐舰、导弹护卫舰、新型导弹快艇、综合补给舰、综合远洋测量船等大量现代舰船方面实力雄厚，公司作为集团下属核心企业，将从航母编队建设进程中显著受益。
广船国际	公司生产的特辅船可以用作航母编队辅助类装备。

来源：国金证券研究所

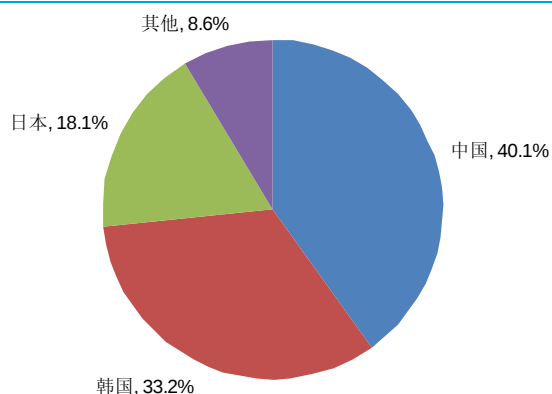
- 航母编队的舰体建造包含三个方面：航母、水上作战编队、潜艇；总体而言，航母编队的建造能力与一国的造船工业水平息息相关，在当前我国已经成为世界造船第一大国，且世界造船产业持续向我国转移的大背景下，我国开始建造航母编队的基础基本具备。
- ◆ 2010 年，我国造船完工 6560 万载重吨，新接订单 7523 万载重吨，手持订单 19590 万载重吨，分别占世界市场的 43%、54%、41%，均居世界第一。
- ◆ 与之相比，欧洲份额由当年占世界 50%以上，下降到不到 5%；日本份额由当年的 48%下降到目前的 15%；韩国也在约 35%的顶峰区间波动，全球造船产业向我国专业的趋势非常明显。

图表33：2010年1-10月我国造船业新接订单份额位居世界第一

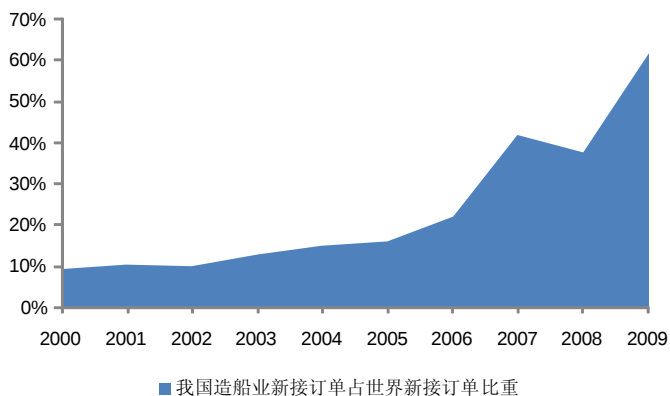


来源：Clarkson、国金证券研究所

图表34：2010年1-10月我国造船业手持订单份额位居世界第一

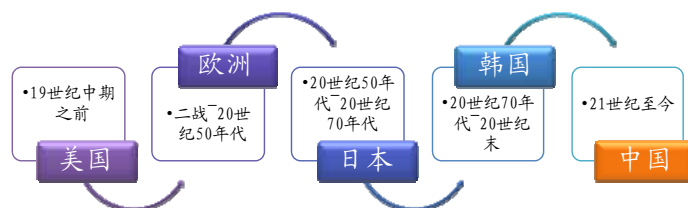


图表35：我国造船业新接订单市场份额持续快速提高



来源：Clarkson、国金证券研究所

图表36：世界造船业经历的5次产业大转移



■ 伴随造船工业的蓬勃发展，我国造船厂的规模和现代化程度，以及造船能力都获得了长足进步，并逐步具备了建造大型先进战舰和潜艇的能力。

◆ 为了达到航母的建造条件，我国造船企业需在造船坞、吊装设备、焊接能力等指标上达到很高技术水平，如吊装设备的起吊能力将直接制约建造航母的吨位和建造效率，焊接设备的工艺水平决定了战舰的寿命周期和作战能力等。

图表37：造船厂建造航母需要具备的关键指标

造船厂关键指标	建造航母所应达到的标准
造船坞	规模大，满足航母建造要求
吊装设备	能够起吊航母最大的舰体结构及组件（900-1000吨）
舾装码头	符合航母吃水深度要求（10米以上）
焊接设备	具备对大厚度特种钢材的焊接技术和特殊结构进行可靠焊接的能力
运输能力	强大的厂内外运输能力
船厂选址	尽可能靠近航母港口、基地

来源：《航母之路》、国金证券研究所

◆ 参照国际知名的军工造船企业，有助于我们进一步认识我国造船企业的造船水平和发展方向。

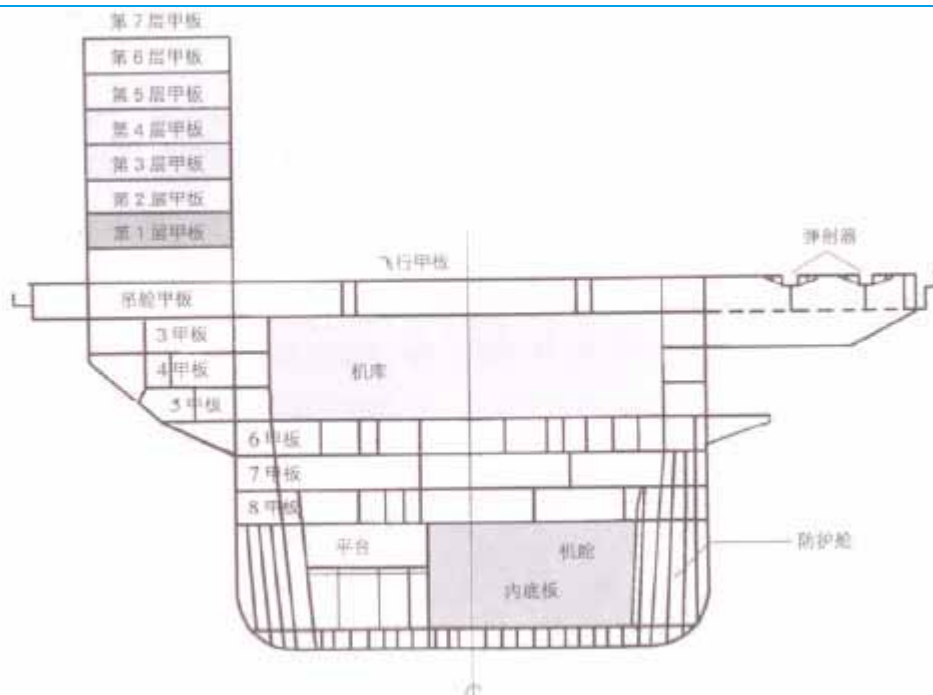
图表38：美国、前苏联最大的航母制造厂介绍

船厂名称	纽波特纽斯船厂	黑海造船厂
归属国家	美国	前苏联/乌克兰
概况	全球唯一一家建造大型核动力航母的船厂，同时也是美国两大核潜艇承建商之一	前苏联唯一建造航母的造船厂
航母建造史	“突击者”号1艘、“约克城”级3艘、“埃塞克斯”级9艘、“中途岛”级2艘、“企业”号核动力航母1艘、“尼米兹”级核动力航母9艘	苏联时代的九艘航母全部在此建造，共生产包括大型航空母舰在内的各类船只1000余艘
船厂总规模	占地面积约2.2平方公里，工厂雇员近2万人，拥有7个干船坞，1个浮船，2个舾装泊位，5个舾装码头，1个模块化舾装基地，和若干备件仓库	占地面积约2平方公里，工厂职工最多时有2.5万多人，舾装码头总长2675米，公路总长29公里，铁路总长49公里，起重机总计2100台
造船规模	12号干船坞是西半球最大的造船设施，长约488米，宽约76.2米，深约10米，配备一台900吨级龙门吊，坞侧还配有起重能力为200吨的高架吊车	0号船台长达330米，在船台旁侧设有一个长2275米、宽47米的总段建造场地。很跨这两个相邻区域，沿纵向设有两台跨距140米、起重能力900吨的龙门吊车
加工水平	船体钢结构装焊车间约4.5万平米，设有平面分段流水线，承担对包括HY100高强度低合金钢在内的各种钢板拼接和钢制型材、构件的装配和焊接，制成的平面分段最大重量可达300吨，年加工能力20万吨 钢材加工车间约2.6万平米，能加工厚度3-150毫米、长18米的钢板 模块舾装车间约1.1万平米，机械价格车间约2.8万平米，拥有数控机床等各类机床150余台 铸造车间约2.1万平米，可铸造金属铸件最大重量66吨	船体分段装焊车间面积约为1.8万平方米，配备有100吨吊车，用于将分段运送到船台旁总段建造场地的平板运输车的装载能力为350吨 钢材加工车间具有加工包括AK系列高强度低合金钢在内的各种牌号钢材的能力 金属切割采用火焰自动切割机，可对各种厚度的金属材料进行切割 配有大型压力机和弯板机，能对厚度50-60毫米的钢板进行弯曲和矫直
科研技术实力	设计、建造一体化：与当地科研机构、海军相结合，成为弗吉尼亚先进造船和航母集成中心(VASCIC)，拥有约2.2万平米的办公室、实验室，超过400名科技人员致力于新航母研制中的技术攻关和新技术应用	不承担研发设计任务，还复杂航母修理，航母总体设计、建造技术、工艺等由其他机构独立完成

来源：国金证券研究所

- 与大型舰船建造能力相比，缺少航母设计经验也是当前制约我国航母建设的一大瓶颈。
- ◆ 航母总体结构：航母的内部分层主要依据舰体规模来确定，对于大中型航母，其主舰体一般分为10层左右。

图表39：美军某航母剖面图



来源：《世界航空母舰实录》国金证券研究所注：下半部分舱室布置分层为，首层为飞行甲板，主要分为降落区、起飞区和待机区；第2层为吊舱甲板，首部主要布置弹射气缸和附属设备，中部是飞行员住舱、食堂及战斗值班室，尾部布置有拦阻装置及其附属设备；3、4甲板中部是机库大开口；5甲板大部是机库和附属舱；6甲板为飞机修理场；7甲板为士兵舱和生活舱室；8甲板为食品库和行政办公室。8甲板以下3层主要设置机舱、发电机舱、弹药舱和航空燃油舱。底部及舷侧设有动力燃油舱

- ◆ 与其他水面舰艇相比，航母的设计有其特殊性，主要表现在：
- 1) 与巡洋舰、驱护舰等其他水面战斗舰艇相比，航母是以固定翼舰载机作为主要作战武器，故首要问题便是解决舰载机群在航母上的起飞、降落和回收等飞行甲板区域的设计；
 - 2) 舰载机在航母上的停放布列、调运，航空用能源、流体、航空燃油和弹药的供给保障，安全保障以及维护维修等舰面保障技术难题的存在，使得设计人员需要对舰体的不对称构型、舷台结构、适航性和生命力等方面进行专项攻关；
 - 3) 航母超大的外形和排水量也对航母的建造技术、船厂规模和造船设施配置，以及航母舰载机和航空保障设施研发配套能力等诸方面提出了特殊而严格的要求。

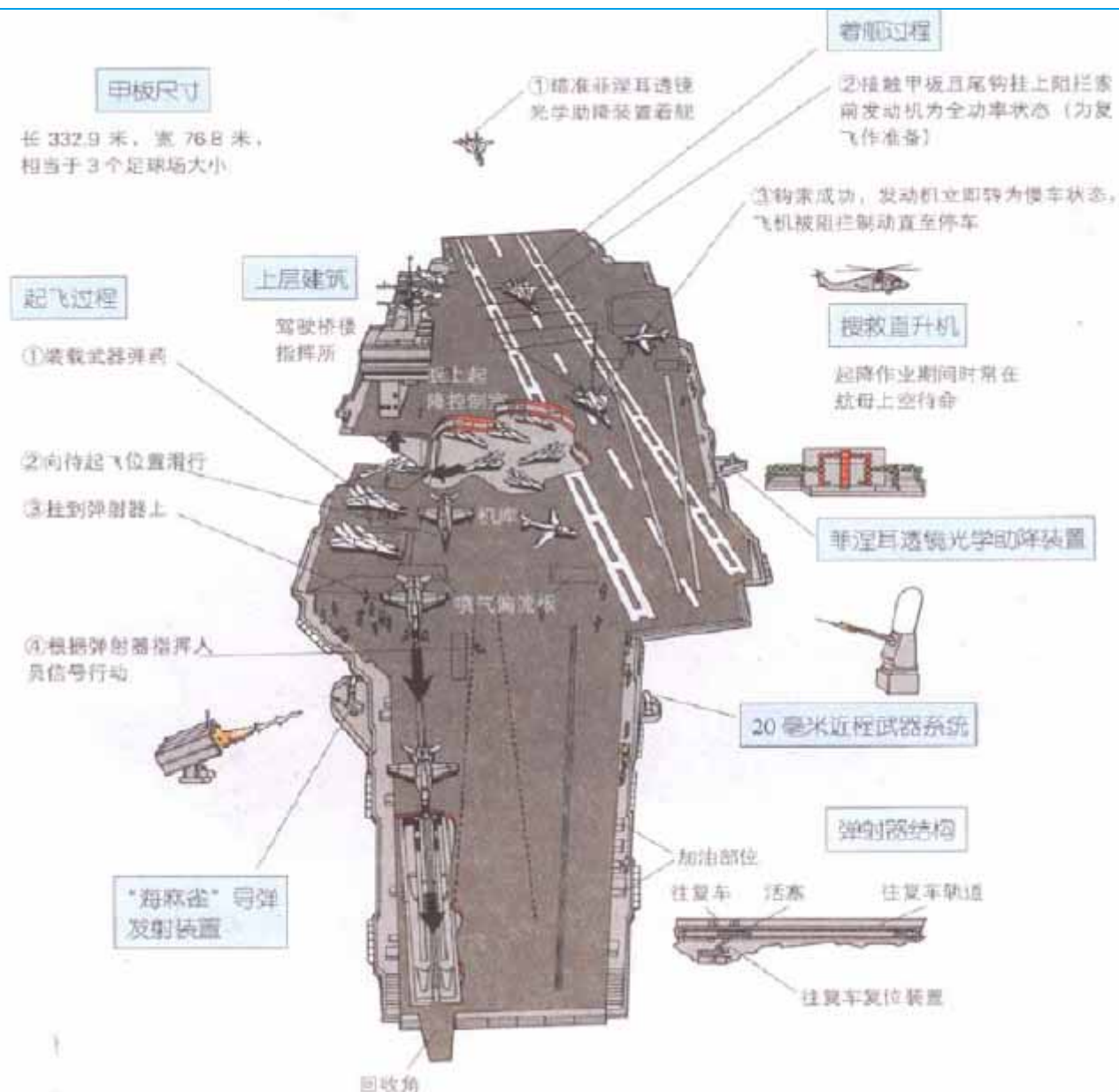
图表40：航母结构设计较之普通水面舰艇的特殊性

航母的特殊结构	航母结构的特殊要求
舱室布局	庞大的机库和上千个舱室，实现舰载机的储存和维修、油料供应、弹药储备、人员工作和生活
舷台结构	结构设计需计及舷台自重、甲板面所受的飞机载荷以及外飘舷台所受的波浪抨击载荷，是一项重要的、有别于其他水面舰艇设计的特种结构
无柱机库	美军大型航母的机库总面积达6000-7000平米，用防火门将机库分成2-3个分机库。由于飞机出入机库要进行调运，故机库不能有任何支柱阻挡，而只能依靠顶部的大跨度机构支撑起顶部的巨大重量
动力机舱	航母的动力系统一般是由4柴4轴，4套蒸汽轮机装置和8套锅炉装置及减震装置所构成的硕大空间。由于上部的压力全部汇聚于此，故只能采用诸多粗大的支柱或特殊隔壁给以支撑，且为了保证其安全性，在机舱两侧需设有装甲防护舱
舷侧的机库大门开口	机库大门的开口尺寸一般在20米*7米，位于吊舱甲板附件，由于该区域内力分布十分复杂，为了降低该部位的内力，需将开口的长边做成半圆形，成为椭圆开口，且用加厚板和加大构架的方法进行加强，并用计算方法做强度校核
多道舷侧防护舱壁	由若干层纵向壁子分隔成几组舱室，每个舱室具有不同功能，是一种防御水下鱼类和水雷直接命中内部的特殊结构。空舱能减缓由爆炸产生的高聚集能量，液舱室能吸收大量的爆炸能量。大型航母一般每舷设5个以上隔舱，空舱和液舱的组成方案及隔舱的结构设计需采用非常复杂的计算和巨大的实体爆炸试验方法确定
特种起飞装置的加强结构	起飞用的弹射器、气缸、活塞车、制动水缸等结构都要进行专门的理论研究及试验验证；飞机升降平台在起吊飞机时要受到机重和摇摆惯性力的作用，并要求平台结构保持足够的刚度等

来源：国金证券研究所

- ◆ 其中航母设计区域中最关键的是飞行甲板：航母的飞行甲板是用来保障舰载机安全起降和进行舰面航空作业的最重要的场所，如何在面积非常有限的飞行甲板上实现尽可能高的舰载机起降效率和航母作战效能最大化，这是设计上面临的首要问题，其无疑对相关设计水平提出了非常严苛的要求。

图表41：美国“尼米兹”级航母甲板布局示意图



来源：《世界航空母舰实录》、国金证券研究所

■ 产业链涉及公司：中国重工、中船股份

- ◆ 从产业布局角度，目前我国主要的造船企业分南北两大集团——中国船舶工业集团（中船集团 CSSC）和中国船舶重工集团（中船重工 CSIC），我们认为未来两大集团将成为打造航母编队的核心力量；
- ◆ 从受益程度看，中国重工和中船股份将分别成为南北两大集团建造航母编队的受益程度最大的上市公司。
- ◆ 中国重工 - 布局航母编队建造全产业链
 - 1) 公司控股股东中船重工集团(CSIC)是我国海军舰船装备的主要研制和供应商，占据我国海军舰船装备市场约 80%以上的份额，其下属大船集团、渤船集团是我国唯一生产大型水面水下战略舰艇的军工企业；
 - 2) 随着大股东军工类资产的注入，公司舰船配套和舰船装备价值量占整体舰船造价的比例将提升至 50%以上；

- 3) 当前公司正着力打造从海军舰船装备制造到海军船舶制造、舰船配套、船舶修理等业务的全产业链布局，未来将成为航母编队舰体建造领域的最大受益者。
- ◆ 中船股份－专攻航母编队建造之核心配套加工中心
- 1) 公司大股东江南造船集团现已正式入驻中船江南长兴造船基地，该基地占地面积约 580 万平方米，岸线长度约为 3800 米，主要建设内容包括四座大坞、17 座舾装码头，规划民用船舶年造船能力 450 万吨，未来有望成为航母舰艇编队建设的重要平台；
 - 2) 公司作为该基地的核心配套加工中心，未来将直接受益于航母编队大规模建设。

舰载机：自主研发与国外引进相结合，国产化比例将不断提高

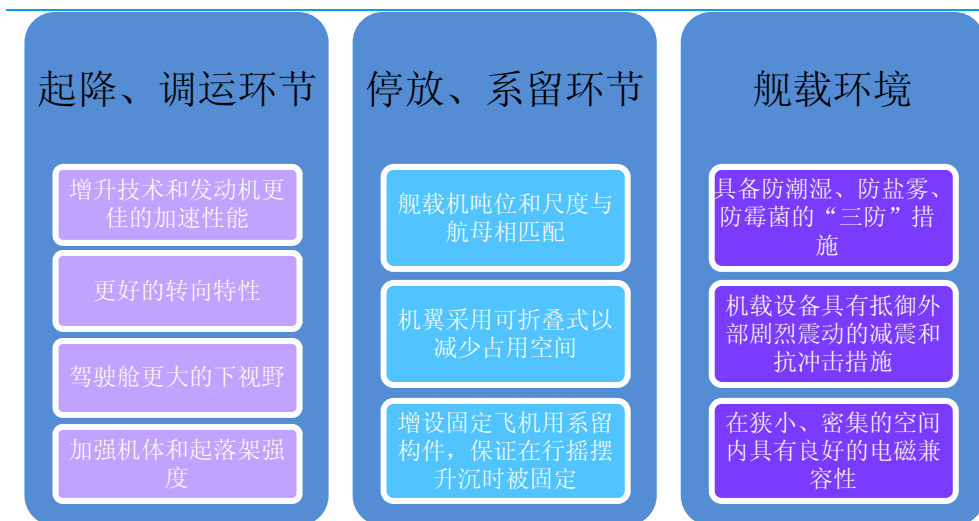
图表42：舰载机建造相关上市公司

上市公司	舰载机设计及组装相关业务
西飞国际	我国大中型军民用飞机的研制生产基地，先后研制生产了30余种型号的军民用飞机，其中军用飞机主要有“中国飞豹”、轰六系列飞机等，下游客户是空军和海军，未来大型运输机（可用作舰载预警机、加油机、电子战机、侦察机等舰载机的改装平台）的总装单位
哈飞股份	哈飞是中国两大直升机制造企业之一，承担着国内主要的军民用直升机生产任务；主要军机为Z9系列武装直升机，其机载设备、火控系统、信息化程度基本达到了国际先进水平，是目前现役国产直升机的佼佼者
洪都航空	国内专业生产教练飞机和通用飞机的企业，主营产品K8飞机具有先进技术性能和众多创新技术，出口型猎鹰L-15教练机是未来主要发展产品，有望改进用于首艘航母舰载机训练

来源：国金证券研究所

- 航母之所以能够成为舰艇编队的核心，成为海战和对陆打击的重要力量，主要源于其特有的武器装备－舰载机。
- ◆ 由功能各异的多种舰载机组成的航母航空联队，担负着以航母为核心的舰艇编队夺取局部海域制空权、制海权，实施对陆打击、反潜作战、远程预警、空战指挥等重要作战使命；舰载机是航母体现其无可替代强大作战威力的核心装备。
 - ◆ 与陆基飞机相比，舰载机必须在航母这个面积有限的活动机场上完成起落和存放，且要适应海上特殊的气候环境，这使得对其设计要求严格。

图表43：舰载机在航母特殊使用环节的特殊使用要求



来源：国金证券研究所

- 按照作战任务，舰载机可分为以下 7 类，具体选用哪些机型需要根据该国航母的舰载机搭载能力和相应国情来决定。

图表44：航母舰载机按作战任务大致分类

机型	用途	特点描述
舰载战斗机	主要用于空战，消灭来袭敌机，夺得制空权；为己方攻击机编队护航；	具有较高的速度和良好的机动性，可通过携带不同的机载武器，执行空战/对地攻击任务，有利于减少航母搭载机种和提高战术使用的灵活性
舰载攻击机	攻击敌方舰船，夺取制海权，还可用于攻击敌方沿海和内陆目标	速度和机动性能低于战斗机
舰载反潜机	用于搜索、攻击敌潜艇，保护己方舰艇编队免遭来自水下的攻击	不追求高的航速，但要求较长的续航能力和留空时间。
舰载预警机	为航母编队提供对敌方空中、海上目标的远程预警；引导己方主战飞机飞向作战空域对敌方空中、海上目标实施攻击；还可对敌方实施电子对抗	舰载预警机是保障航母作战效能得以充分发挥的及其重要的机种
舰载电子战飞机	用于对敌方舰船、飞机实施电子侦察和电子干扰	拥有十分强大的电磁攻击能力，可以高效地执行对地空导弹雷达系统的压制任务
舰载侦察机	用于侦察航母编队作战海域内敌方兵力态势和动向，以供编队指挥员制定作战方案、进行作战指挥决策	大量高性能的光学、电视、红外、激光和雷达等侦察设备的运用，使侦察机可以及时、准确地获取战场上的情报
舰载空中加油机	用于为己方飞机实施空中加油，以增大舰载机的作战空域范围和续航能力	大多数由大型运输机和战略轰炸机改装而成，少数由歼击机加装加油系统，改装成同型“伙伴”加油机

来源：国金证券研究所

- 如果中国首艘航母下水，会搭配哪些飞机组成航母联队呢？根据网络等国内外媒体的报道，从我国现有军机机型和作战用途、性能出发，我们对中国航母航空编队组成机型做出推测：
 - 判断最有可能装备航母的舰载战斗机编队是由歼-15、歼-10、L-15 或苏-33 搭配起来的混合编队。
 - 1) **歼-10 有望作为轻型舰载战斗机**：歼-10 作为综合作战性能优越的轻型战机装配航母，经过适当改装后装配于航母，能有效提高航母可搭载的舰载机数量（同等航母条件下，歼-10 舰载数量是重型苏-33 的 1 倍左右）；歼-10 的性能可以满足夺取航母编队上空制空权的作战任务。
 - 2) **L-15 猎鹰作为轻型舰载战斗机训练用机**：L-15 是专门研制的教练机，价格低廉（相对战斗机），整体寿命长、适合短途飞行、频繁起降的特点；其超过 1 的设计推重比和良好的升力性能，也让它在航母上满足滑跃起飞和弹射起飞时还能携带足够训练的燃料和有效载荷要求，不需要大改就能满足舰载机训练要求。

- 3) **歼-15 有望作为重型舰载战斗机**：据网络媒体报道，歼-15 舰载机是以歼-11b 为基础，根据苏-27 改进而来的国产机；其与苏-33 舰载版类似，装备有前置翼面、折叠机翼、制动钩和强化的降落装置，最大作战半径可达 800 公里；其性能可以满足对海、陆攻击，同时兼顾协助歼-10 进行制空权争夺的作战任务。
- 4) **苏-33 可能作为过渡型舰载机**：由于我国在研制和使用舰载机方面的经验还不够成熟，使用成熟的苏-33 舰载机作为过渡机型，一方面可以继续消化吸收苏-33 的制造技术，另一方面也可以积累更为丰富的舰载机使用经验；其作为一种过渡机型，能在短时期内有效填补国产舰载机留下的空白。

图表45：国产歼-10 轻型战机



来源：飞扬军事 国金证券研究所

图表46：国产歼-15 舰载机（类似苏-33）



◆ 舰载预警机面临运-7、直-8、卡-31 等多重选择：

- 1) 运-7 是我国仿造俄罗斯安-24 研制的运输机，重 21 吨、双引擎，网络报道称，我国可能将一种类似“空警-200”型预警机的相控阵雷达设备配备在“运-7”上，用于承担类似于美国 E-2 型航母舰载预警机的作战职责；
- 2) 直-8 是上世纪 70 年代从法国进口一种大型直升机平台，原型和其改型机都服役了很长时间；加装预警系统的直-8 满足航母舰载预警直升机的要求。
- 3) 卡 31 预警机是将苏联原有的 KA-29 舰载武装直升机安装上 E801M 雷达系统后改造而成的，我国海军已从俄罗斯购买了多架卡 31，由于其航程小，续航时间短，飞行速度慢，无法跟作战飞机在攻击作战中配合，只能在舰队上方巡逻等性能限制，能暂时充当航母编队的预警机补充机型，未来可能会被逐步淘汰。

图表47：国产运-7 固定翼预警机



来源：飞扬军事 国金证券研究所

图表48：国产直-8 预警直升机



◆ 舰载反潜机可能由直-8、卡-28 构成：

- 1) 由直-8 承担预警和反潜等多用途任务，充当航母舰载反潜机，是在当前我国可用于海上反潜的运输机、直升机可选型号不多的情况下，一种比较合理的选择。
- 2) 卡-28 是我国从引进的一款反潜直升机，考虑到我国海军在使用卡-28 进行反潜方面积累起的丰富经验，其仍很有希望继续在航母上服役。

图表49：我国卡 28 反潜机与宋级潜艇训练



来源：新浪军事 国金证券研究所

◆ 舰载侦察机可能为歼-8 II RF 高空侦察机和直 9：

- 1) 歼-8 II RF 是在歼-8 的基础上发展而来，由沈阳飞机设计研究所和沈阳飞机公司承担研制任务，是我国现有机型中最适合作为舰载侦察机的机型；歼 8 是我国将米格-21 改型研制成的高空高速战斗机歼击机，主要承担制空与拦截任务。
- 2) 直-9 是由哈尔滨飞机制造公司引进法国专利、研制生产的。军事用途包括侦察、近距火力支援、反坦克、搜索救护、反潜、侦察校炮及通讯，是适合于舰载侦察机的一种机型。

图表50: 国产歼-8 II RF 高空侦察机



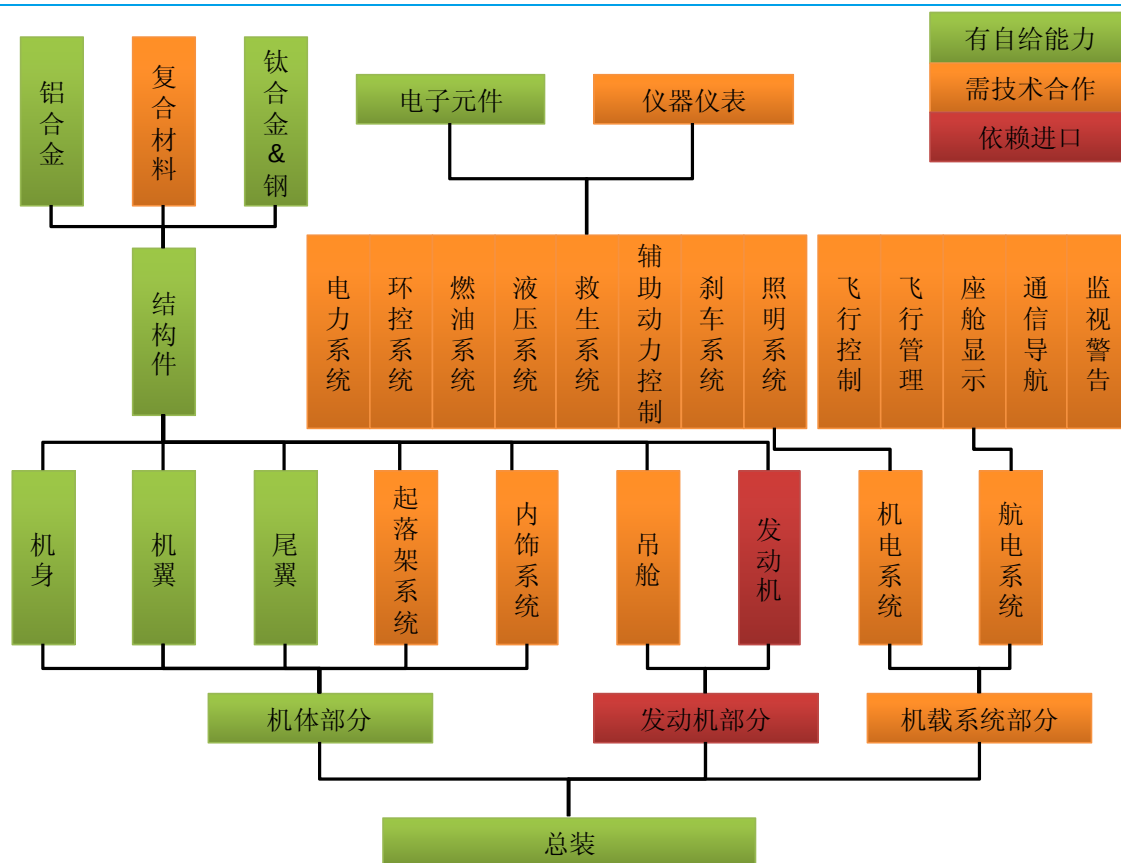
来源: 飞扬军事 国金证券研究所

图表51: 国产直-9 舰载直升机



- 飞机制造是集多学科、多产业于一体的综合技术经济体系，舰载机的研发制造在产业环节上与其余飞机并无区别；飞机可分为飞机机体、发动机及机载设备三大部分。
 - ◆ 机体包括机身、机翼和尾翼等，是飞机结构的主要构成。
 - 1) 机身：飞机上用来装载人员、货物、武器和机载设备的部件。它将机翼、尾翼、起落架等部件连成一个整体。一般可分为前机身、中机身和后机身，国内不同部位机身的制造商不同。
 - 2) 机翼：安装在机身上。其最主要作用是产生升力，同时也可以机翼内布置弹药仓和油箱，在飞行中可以收藏起落架。机翼与机身连接处受力大、变形大，因此对于结构和材料要求较高，国内主要在西飞生产。
 - 3) 尾翼：安装在飞机后部的起稳定和操纵作用的装置。尾翼一般分为垂直尾翼和水平尾翼。生产难度相对其它部分较低，国内一般在沈飞生产。
 - ◆ 发动机是飞机的动力来源，是飞机最重要的构成部分；我国发动机生产企业主要是黎明、黎阳、南方和航空动力四家。
 - ◆ 机载设备一般是指完成飞行任务、作战任务以及为保证飞行员与成员安全、舒适而安置在飞机上的、有独立功能装置的总称。一般将机载设备分为航电系统和机电系统。
 - 1) 航电系统主要包括飞行控制、飞行管理、座舱显示、导航、数据与语音通讯、监视与告警、机内通话、客舱娱乐等主要功能系统。
 - 2) 机电系统主要包括电力系统、空气管理系统、燃油系统、液压系统、救生系统、辅助动力装置、机轮刹车系统、照明和生活设施等功能系统。

图表52：飞机制造产业链



来源：国金证券研究所

根据报告结构，此处我们重点分析“机体”部分涉及公司，“发动机”及“机载系统”将在后文分析

- 目前我国军机的机体组装业务仍较为分散，每个企业仅负责少数几款机型的研制任务，如成飞主要生产歼击机，沈飞主要生产歼击机、教练机，哈飞、昌河主要生产直升机、西飞主要生产大中型飞机，贵航、洪都主要生产教练机等，相互间的分工合作并不明显。
- ◆ 舰载战斗机中，歼-10 是我国第一架完全独立拥有自主知识产权的战斗机，由成都飞机公司和第 611 飞机设计所基于歼-9 型战斗机进行设计而成；歼-15 由中航工业沈阳飞机制造公司设计制造，其设计源于歼-11，并参考了乌克兰的 T-10K-3 验证机。
- ◆ 舰载预警机中，运-7 是中国西安飞机工业公司参照苏联安-24 型飞机的基础上研制生产的双发涡轮螺旋桨中/短程运输机；
- ◆ 舰载预警及反潜机中，直-8 是中国直升机设计研究所与昌河飞机工业公司共同研制生产的多用途中型直升机。
- ◆ 舰载侦察机中，歼-8II 是在歼-8 的基础上发展而来，由沈阳飞机设计研究所和沈阳飞机公司承担研制任务，改型号改用推力进一步增大的涡喷-13A 发动机及两侧进气布局，从而腾出机头空间安装更为大型的火控雷达和更多的电子设备。
- ◆ 舰载侦察机中，Z-9 直升机是我国哈尔滨飞机制造公司引进法国的 SA-365N 型“海豚”(Dauphin)2 专利、研制生产的双发轻型多用途直升机。

图表53：航母舰载机对应企业与上市公司

	可能机型	研制企业	类型	对应上市公司
舰载战斗机	歼-15	沈飞	首型专用舰载战斗机	无
	歼-10	成飞、第611飞机设计所	自主研发三代轻型战斗机	无
舰载预警机	运-7	西飞	双发涡轮螺旋桨中/短程运输机	西飞国际
	直-8	昌河、中国直升机设计研究所	多用途中型直升机	无
舰载反潜机	直-8	同上	同上	同上
舰载侦察机	歼-8 II RF	沈飞、沈阳飞机设计研究所	二代超音速歼击机	无
	直-9	哈飞	轻型多用途直升机	哈飞股份

来源：国金证券研究所

武器装备：设计布局需服从航母编队作战任务

图表54：武器装备涉及上市公司

上市公司	武器装备相关业务
中兵光电	国内第一家军工光电防务资产整体上市的公司，主要产品包括远程压制、航空稳瞄、武器火控、制导与控制等四大核心业务和以场景观测平台产品、智能机器人、稳瞄系列、温控技术、惯导、低成本导引头为代表的六大核心技术；在便携式导弹制造、火箭弹控制系统、精确制导武器等领域有较强实力
中航光电	国内专业致力于光、电连接器技术企业，并全面提供整套连接器应用解决方案的知名军工企业；是空军装备部认定的航空武器装备一级承制单位，拥有高密度圆形电连接器、圆形线簧电连接器、矩形线簧结构电连接器、光纤光缆连接器四条国军标生产线，GJB599系列型谱被列入总装科研项目
航天电子	是中国航天科技集团旗下从事航天电子测控、航天电子对抗、航天制导的高科技公司，产品被广泛地应用于各类型号卫星、火箭运载工具、相应的地面通信测量与控制设备及工业自动化控制设备中；公司通过增发收购了控股股东所属激光惯导项目等资产，产品涵盖了激光惯导、特种电子装配等航天军工高端产品
华工科技	主要从事激光器、激光加工设备及成套设备、激光全息综合防伪标识及包装材料、敏感电子元器件、光通信器件与模块等业务；与中国兵器工业集团签署战略合作框架协议，未来有望参与到激光武器制造产业链等环节

来源：国金证券研究所

- 武器装备的类型是根据不同的作战任务来进行设置，在航母以编队形式投入作战的过程中，**航母编队的防空火力网分为外层防空、区域防空、近程自卫防空三层**，我们以美国的当代航母编队为例来说明：
 - ◆ 外层防空由航母搭载的空中预警机、战斗机和电子战机承担；
 - ◆ 编队区域防空由航母编队中的导弹巡洋舰及导弹驱逐舰承担；
 - ◆ **航母自身装备的舰载武器侧重于进行本舰的近程自卫防空**，抗击突破远程和中程防空火力网、进逼到距航母 15 千米空域范围内的来袭反舰导弹和飞机。
- 因此，虽然航母的主要作战武器是舰载机，其能为航母提供强大的制空、制海作战能力和对敌方形成强大的威慑力，但是舰载武器仍是航母不可缺少的重要作战武器，以美军“尼米兹”级航母为例：
 - ◆ 防空武器：3 座八联装“北约海麻雀”航空导弹发射装置（最大射程 14.5 千米）、3 座“密集阵”近防武器系统（20 毫米舰炮的发射率为 3000 发/分，对反舰导弹的有效拦截距离为 1500 米）、4 座六管 SRBOC 干扰弹发射装置（投射距离 4000 米）。
 - ◆ 反潜武器：航母自身仅配备 1 套水面舰艇鱼雷防御系统，并未配备水声探测设备，其水下目标信息由护航编队提供。

图表55：美国 CVN-78 航母舰载武器装备示意图



来源：国金证券研究所

- 航母舰载武器指航母上搭载的近程防御武器，世界上航母舰载武器以美俄为代表，有两种设计理念。
 - ◆ 西方其他国家的航母舰载武器基本采用与美国相似的设计理念，即仅为航母配备精练的武器系统用于进程自卫防空和反导作战，将有限的空间用于搭载更多的舰载机，以实现作战效能的最大化。
 - ◆ 俄罗斯的航母则搭载了大量功能齐全、威力巨大的舰载武器；以“基辅”级航母为例，其在飞行甲板的首部区域、两舷舷台和庞大的岛式上层建筑甲板上布置着种类繁多的舰载武器。
 - ◆ 之所以会产生这种差别，主要是由于俄罗斯在航母和舰载机的数量和综合作战能力方面均难以与美国抗衡，装备突放能力很强的远程超声速反舰导弹后，可用于对美国航母编队实施反舰导弹的饱和攻击，而本身数量有限的舰载机在配比上更侧重于空中防御。

图表56：美国航母与俄罗斯航母的舰载武器比较

武器装备	美国“尼米兹”级航母	俄罗斯“戈尔什科夫海军上将”号航母
反舰武器	未配	6座双联装SS-N-12“沙箱”舰舰导弹发射装置，2门单管100毫米舰炮
对空武器	3座八联装“北约海麻雀”舰空导弹发射装置，3座“密集阵”近防武器系统，4座6管SRBOC干扰弹发射装置	4组SA-N-9近程舰空导弹垂直发射装置，每组由6座八联装垂直发射装置组成
反潜武器	1套水面舰艇鱼雷防御系统	十联装RBU12000火箭深弹发射装置，射程12000米，配有拖曳式鱼雷诱饵
水声探测设备	未配	配有“马颚”舰壳声纳和“马尾”变声声纳

来源：《世界航空母舰实录》、国金证券研究所

- ◆ 虽然以美国为代表的航母设计理念侧重舰载机，但近程防御武器由于可以用密集的火力拦截来袭的导弹目标，持续作战能力和抗干扰能力

强，进而为航母构筑起最后一道防御的屏障，故未来依然是航母不可或缺的重要组成部分。

图表57：各国航母近防武器系统

国家	航母名称	近防武器系统
美国	“尼米兹”级	4座“密集阵”近防武器系统
俄罗斯	“库兹涅佐夫”号	8座CADS-N-1“卡什坦”弹炮合一近防系统，6座AK630型30毫米舰炮和1座双联装30毫米舰炮
英国	“无敌”号	3座“密集阵/守门员”近防武器系统
法国	“戴高乐”号	2座六联装“萨德拉尔”近防系统，8门20毫米单管炮
意大利	“加里波第”号	3座“布雷达”40毫米双管速射炮
西班牙	“阿斯图里亚斯亲王”号	4座“梅罗卡”十二管20毫米近防系统
泰国	“查克里王朝”号	4座“密集阵”近防系统，3座“萨德拉尔”近防系统

来源：《世界航空母舰实录》、国金证券研究所

■ 舰艇编队武器指航母编队中除航母上搭载的武器外，由航母所属的舰艇编队来提供的防御和进攻武器，即各类型巡洋舰、驱逐舰、潜艇及辅助船构成了负责航母编队防空和反潜任务的主要力量；以美国“尼米兹”级航母编队为例：

- ◆ “提康德罗加”级巡洋舰：要任务是为航舰编队提供足够的防空及反舰导弹能力，同时还具有全面的反潜能力。拥有“宙斯盾”防空系统，可以对从潜艇、飞机和水面战舰上各个方向袭来的大批导弹进行及时探测并有效地应对。
- ◆ “阿利·伯克”级导弹驱逐舰：具有对陆、对海、对空和反潜的全面作战能力，代表了美国驱逐舰的最高水平。
- ◆ “思普鲁恩斯”级导弹驱逐舰：主要任务是反潜，同时具备很强的反潜、反舰、对地和防空能力，与“阿利·伯克”级共同构成了美国海军驱逐舰的主战阵容。
- ◆ “俄亥俄”级核潜艇：一般配置在航母前方或是主要威胁方向 180 公里处，担负编队远程反潜警戒和区域反潜任务。

图表58：航母舰艇编队不同用途武器构成

航母舰艇编队	防空	对陆	反舰	反潜
“提康德罗加”级巡洋舰	MK-41VLS系统共可混装“标准”和“战斧”导弹122枚，该系统可使“宙斯盾”的威力得到充分发挥	装备“战斧”舰射巡航导弹，射程分为1300公里(C型和D型)与1853公里(C型BLOCK3)	2座四联装“捕鲸叉”反舰导弹发射装置，该弹0.9马赫时射程130公里	中远程主要依靠2架SH-60“海鹰”LAMPSⅢ型反潜直升机
	2座25mm炮和4挺12.7mm机枪用于日常警戒	ERGM远程GPS制导炮弹		2座3联装MK-32型324mm鱼雷发射管，备有新一代MK-50反潜鱼雷
“阿利·伯克”级导弹驱逐舰	由MK-41系统垂直发射的“标准Ⅱ”防空导弹	由MK-41系统垂直发射的“战斧”巡航导弹；可分为核装药型和常规弹头型，核装药型射程为2500公里；常规弹头型射程为	2座四联装“捕鲸叉”反舰导弹发射装置，该弹0.9马赫时射程130公里	利用MK-41系统，可发射“阿斯洛克”反潜导弹
	末端防御为2座6管“密集阵”	2500公里；常规弹头型射程为1300公里	1座127mm全自动炮，射	用2座MK-32-3型
“思普鲁恩斯”级导弹驱逐舰	1座八联装“海麻雀”近程点防御系统，射程14.6千米，全舰备弹24枚	由MK-41系统垂直发射的“战斧”巡航导弹；可分为核装药型和常规弹头型，核装药型射程为2500公里；常规弹头型射程为1300公里	2座四联装“捕鲸叉”反舰导弹发射装置，该弹0.9马赫时射程130公里	远程反潜由2架SH-60B“拉姆普斯Ⅲ”型反潜直升机担任
	2座“密集阵”末端近防系统，有效射程1.5千米		2座127mm全自动炮	中程反潜由垂直发射的“阿内层反潜由MK-46-5型
“俄亥俄”级核潜艇		装备“战斧”舰射巡航导弹三叉戟-II型导弹，射程为12000km	首部装有4具MK68鱼雷发射管，可携带12枚MK48型多用途线导鱼雷，可攻击潜艇或水面舰艇	

来源：国金证券研究所

■ 与航母舰载武器和编队武器不同，舰载机是最能体现航母“进攻性”的核心武器，正是以航母为平台，有效扩展了舰载机的作战半径，才最终使得

舰载机在对路打击、反潜作战、远程预警、空战指挥等重要作战领域发挥了巨大威力，故舰载机上配备的武器基本是以进攻为目的的。

图表59：舰载机武器系统比较

机型	武器用途	代表机型及武器
舰载战斗机	标配航炮、可选载各种用途导弹，也可携带实施对舰、对船攻击的炸弹和巡航导弹	美国 F/A-18“大黄蜂”：装有一门 M61-A1 20毫米6管转管航炮，备弹570发；可携带“响尾蛇”空空导弹和“麻雀”空空导弹4枚，或“响尾蛇”空空导弹2枚及其他普通炸弹数枚，还可挂装 AGM-88“哈姆”高速反雷达导弹，最大载弹量7710公斤
舰载攻击机	除用于自卫的航炮和近距格斗导弹外，主要携带实施对舰、对陆攻击的炸弹、鱼雷和续航导弹	美国 A-7E“海盗”：一门 M61A1型20毫米机炮，备弹1000发。机身座舱下方两侧和有一个能挂227千克的导弹挂架，挂空空或空地导弹。机翼下6个武器挂架，可选挂各种导弹、电视和激光制导武器、普通炸弹、火箭弹、机炮舱和副油箱等
舰载反潜机	机载搜浅器材：声呐浮标和磁探仪；攻潜武器：反潜自导鱼雷和航空深弹；必要时可携带炸弹和空舰导弹，打击水面状态的敌方潜艇和小型水面舰艇	美国 P-3反潜机：翼前一个3.91米×2.03米×0.88米的弹舱，机翼下有10个挂架，可以携带鱼雷、（核）深水炸弹、炸弹、沉底水雷、水雷、火箭发射巢、反舰导弹、空空导弹等，还可以携带各种声呐浮标、水上浮标和照明弹等

来源：国金证券研究所

动力系统技术进步加速进口替代，国产动力有望全面装配

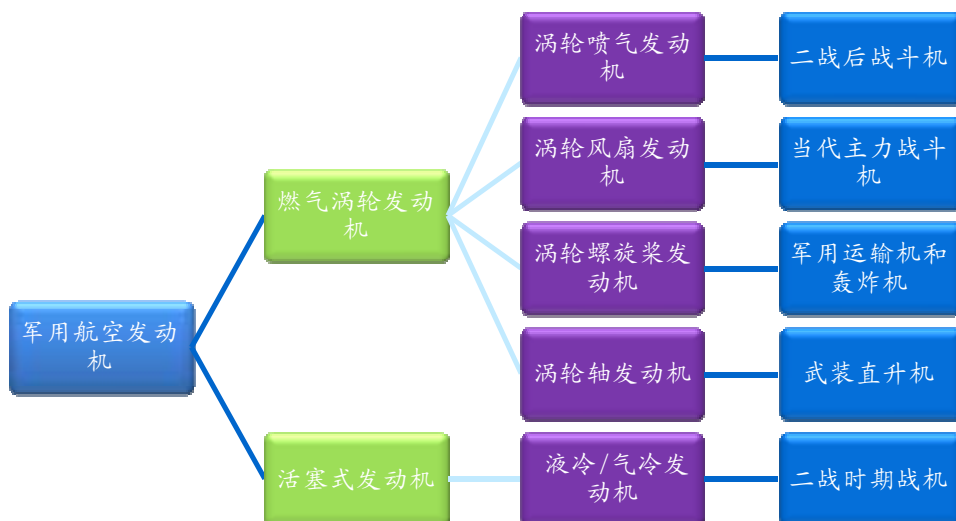
发动机：“中国心”越发强健，自主创新带来澎湃动力

- 发动机作为航母编队的“心脏”，无疑是整个制造链条中至关重要的一环；由于发动机的研制需要综合结构力学、材料学、气体动力学、工程热力学、转子动力学、流体力学、电子学、控制理论等学科领域的尖端技术，故也被视为一个国家装备制造业整体发展水平的重要标志。
- 近年来，伴随着“太行”发动机和 R0110 重型燃气轮机等一系列自主研发的大推力发动机相继研制成功，我国正逐步摆脱核心军用发动机产品长期受制于人的被动局面，也为自主建造航母编队打下重要技术基础。

1、军用航空发动机，“太行”逐步量产，进口替代空间巨大

- 航空发动机是为航空器提供飞行所需动力的发动机。在军用航空发动机领域，大致可以分为早期的活塞式发动机和当代燃气涡轮发动机两种类型。
 - ◆ **活塞发动机**：二战时期活塞式发动机在战斗机、轰炸机、运输机等领域得到广泛应用，由于这种发动机采用空气螺旋桨作为推进器，工作时只输出功率，不直接产生推进飞机前进的推力或拉力，故而限制了飞机飞行速度的提高，二战后逐渐被性能更强的燃气涡轮发动机代替。
 - ◆ **燃气涡轮发动机**：二战后，逐渐占据军用及民用航空的主导地位，包括涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮螺旋桨发动机和涡轮轴发动机等类型；其中，涡轮风扇发动机已经逐步取代涡轮喷气发动机，成为当代主力战机的发动机；涡轮螺旋桨发动机主要装配军用运输机和轰炸机；涡轮轴发动机则装配武装直升机。

图表60：军用航空发动机分类及对应战机类型



来源：国金证券研究所

- 由于发动机要在高温、高压、高速长时间运转，同时还要能够保持高的可靠性、低的油耗、噪声及废气排放标准，这对于发动机的材料、工艺、装配、生产管理等有着非常严格甚至苛刻的要求，在国际市场上，大推力涡轮风扇发动机基本上被通用电气、普惠、罗罗公司垄断。

图表61：国际发动机制造商和主流发动机

	战斗机	运输机/加油机/特种机	训练机	转缸式发动机
General Electric 中文名：通用电气 国家：美国	F110 [F-16] F136 [JSF] F404 [F/A-18] F414 [F/A-18E/F]	CFM56 [AWACS] LEAP-X CF34-10A		T700 [XH-60, UH-1, EH101] T64 [XH-53, S-65A/H]
Pratt & Whitney 中文名：普惠 国家：美国	F100 [F-16 / F-15] F119 [F/A 22] F135 [JSF]	JT8D [E-8] F117 [C-17] PW4000 [KC-767]	JT-15D [S211, T-1, Ranger 2000] PW500 PW300	
Rolls-Royce 中文名：罗-罗 国家：英国	EJ-200 (36%) F136 [JSF] JSF LiftSystem*	T56 [C-130] AE2100 [C-130] TP400 [A400M] BR710 [Nimrod MRA4] AE1107 [V-22] T-800 [US-1A]	Adour [T-45 / Hawk] Viper [MB339]	MTR390 [Tiger] RTM322 [EH101, NH90, Apache] RR250 [OH-58, MH-6, RQ-8] T-800 [Super Lynx]
Snecma 中文名：赛峰 国家：法国	M53 [Mirage] M88 [Rafale]	CFM56 [AWACS] TP400 [A400M]	Adour [T-45 / Hawk] Lazarc [Alpha Jet, MiG-AT]	RTM322 [EH101, Merlin, NH90, Apache] MTR390 [Tiger] Arrius [Squirrel, A109, EC120, Ka-226] Arriel [Squirrel, A109, S76, EC130, EC155]
Honeywell 中文名：霍尼韦尔 国家：美国			TFE731 [AT-63, T-3, F-CK-1, K-8] F124 [MB346]	T-800 [Super Lynx, US-1A]

来源：国金证券研究所

- 航空发动机不仅制造技术垄断，而且从美国第四代战机 F-22“猛禽”战机 F119 发动机的研制过程中，我们可以清晰发现，随着现代战机的研制理念正在从过去主要追求“高性能”到现在追求“性能、适用性、可靠性、耐久性和维修性并重”的转变，发动机的研制周期明显加长，研制费用也大幅上升，发动机的研制难度越来越高。

图表62：美国 F119 发动机(配备 F-22)的研制周期和研制成本大幅上升

型号型号	研制周期 (月)	研制成本 (亿美元)	研制用发动 机	试验时间 (h)	寿命
F100	54	14.1	23	9628	150h
F404	98	10.5	14	15000	4000TAC
F414	72	9.41	14	10000	4000/8000TAC
F119 (计划)	108	14.7	11	9683	4000/8000TAC
F119 (实际)	156	24.65	9	8677	4000/8000TAC

来源：《中航工业发展研究中心》国金证券研究所

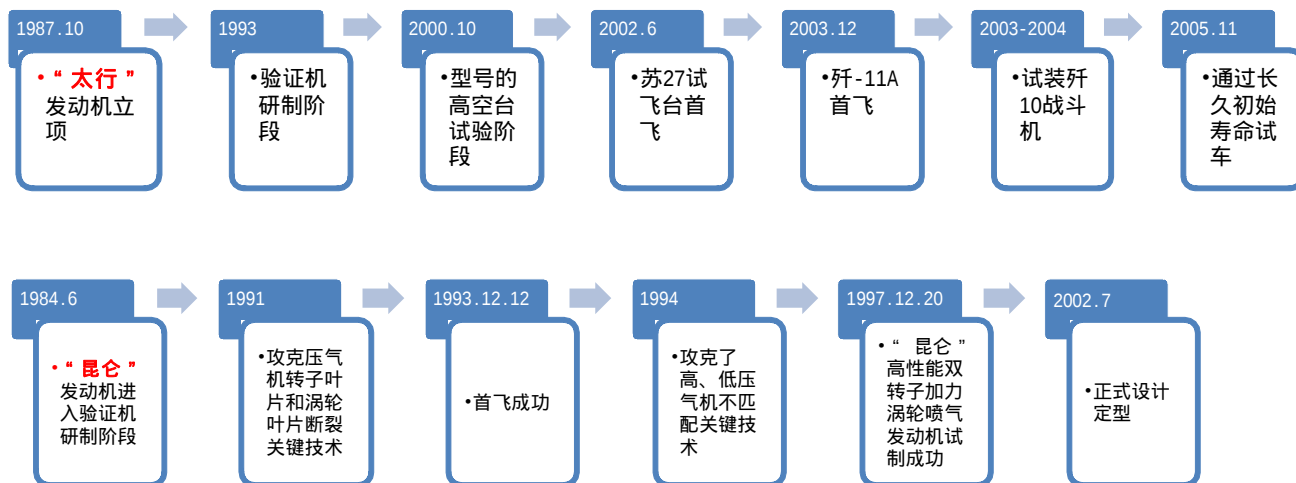
图表63：F119 各项性能指标较之传统 F100-220 大幅提升

项目	改进
外场可更换件拆换率/10000发动机飞行小时	-50%
返修率/1000发动机飞行小时	-74%
提前换发率/1000发动机飞行小时	-33%
维修工时/发动机飞行小时	-63%
维修平均间隔时间（发动机飞行小时）	62%
空中停车率/1000发动机飞行小时	-29%

来源：《中航工业发展研究中心》国金证券研究所

- 由于历史原因，自建国以来很长时期内，我国的航空发动机行业一直以仿制和改进别国发动机为主，虽然也曾自行研制过几种发动机，但因种种原因皆中途下马；近年来，随着“昆仑”、“太行”等我国独立研制的航空发动机相继研制成功，实现了我国军用航空发动机从第二代向第三代，从涡喷向涡扇、从中等推力向大推力的跨越。

图表64：我国“太行”、“昆仑”发动机研制历程



来源：国金证券研究所

- “太行”发动机的研制成功将全面缓解发动机长期受制于人的局面，技术改造及进口替代也将极大拓展“太行”发动机的应用领域。
- ◆ “太行”发动机性能指标达到第三代战机的领先水平。

图表65: “太行”与国外同级别发动机技术性能比较

	F110-GE-129	M53-P2	AL-31F	太行	太行改进型	F119-PW-10
研制国家	美国	法国	俄罗斯	中国	中国	美国
装机对象	F-16/F-15	幻影2000	Su-27系列	歼10/歼11		F/A-22
最大加力推力(daN)	12899	9500	12258	13200	15000	15570
中间推力(daN)	7662		7620			
加力耗油率[kg/(daN*h)]		2.12	2			
中间耗油率[kg/(daN*h)]	0.7	0.907	0.795			
推重比	7.28	6.56	7.14	7.5	9.5	10
空气流量(kg/s)	118	94	112			
总增压比	32	9.8	23.8			
涡轮前温度(k)	1728	1533	1665	1747	1800	

来源: 国金证券研究所

- ◆ “太行”是我国首台第三代中大推力的涡扇发动机, 存在巨大进口替代空间; 目前, 我国第三代战机的发动机主要进口俄罗斯的 AL-31F 发动机, 从国家的战略安全与产品使用安全角度, “太行”未来有望陆续装备“歼11B”、“歼10”等机型。
- ◆ 按照国内现役战机及配备发动机情况, 我们粗略估计, “太行”/AL-31F 发动机在役市场容量约为 600 台, 假设每台太行发动机单价为 3000 万元, 则市场规模可达 180 亿元。

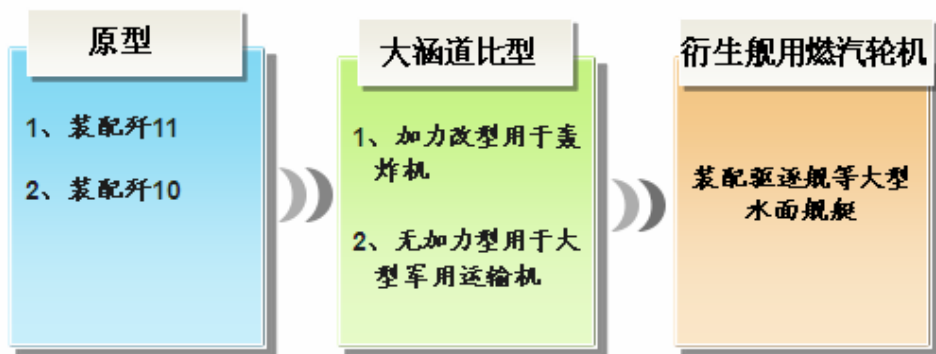
图表66: 我国现役战机及发动机统计

飞机型号	在役数量	类别	在役发动机数量	适用的发动机
J-11A	96	双发	192	AF-31F/太行
J-11B	25+	双发	50+	AF-31F/太行
J-10	120-160	单发	120~160	AF-31F/太行
Su-30MKK	76	双发	152	AF-31F/太行
Su-30MK2	24	双发	48	AF-31F/太行
JH-7	120	双发	240	秦岭
J-8II	300	双发	600	昆仑
J-7	500+	单发	500+	昆仑

来源: 张昊报告、国金证券研究所

- ◆ “太行”发动机不但可以装配战斗机, 其大涵道比加力改型可用于轰炸机, 大涵道比的无加力型可用于大型运输机, 而且由太行发动机衍生的船用燃气轮机可以作为驱逐舰等大型水面舰艇的主动力。

图表67: “太行”发动机改型后具有十分广泛的应用领域



来源: 国金证券研究所

2、舰用燃气轮机，学习国外航改模式，加速追赶国际先进水平

- 燃气轮机是以空气为介质，依靠高温燃气推动涡轮机械连续做功的大功率、高性能动力机械。
- 舰用动力装置的发展历程：
 - ◆ 20 世纪 50 年代以前，水面舰艇都以蒸汽轮机作为其动力装置；
 - ◆ 20 世纪 50 年代以后，柴油机开始大规模应用于护卫舰等水面舰艇上；
 - ◆ 从 20 世纪 50 年代开始，燃气轮机在航空领域取得绝对地位，取代了活塞式发动机，60 年代军用舰船动力系统也开始燃机化。
- 与蒸汽轮机、柴油机相比，舰船燃气轮机具有功率大、尺寸小、质量轻、起动迅速、加速性和机动性好、寿命长、操作简单、维护方便、工作可靠、滑油消耗少、水下低频噪声小、箱装体快速更换、功率范围宽等优点，有效改善了舰船的技战术，使舰船的速度大大提高。

图表68：舰用三种动力装置比较

项 目	柴油机	蒸汽轮机	燃气轮机
重量	大	大(金属耗量比燃机多 3-5 倍)	小
体积	大	很大	小
功率	小	大	大
单位重量	大	很大	小
燃料消耗率(热效率)	低(热效率高)	较高(热效率较高)	高(大功率时，回热或余热利用与柴油机相当)
燃料适用性	柴油	燃煤、燃油	多种燃料
起动、加速	快(但-16℃要预热起动)	很慢	快(-35℃可以启动)
运动平稳性	惯性力矩大，震动大	(类似燃机)	平稳
维护保养	维护人员少，用水量少，润滑油消耗量少	维护人员很多，用水量很多	维护人员少，维护方便，不用或少用水

来源：《兵器大观》、国金证券研究所

- 当前燃气轮机在大中型水面舰艇动力中已处于主导地位，世界各国海军在役的舰船绝大多数采用了全燃动力或柴燃联合动力装置，应用范围包括航空母舰、巡洋舰、护卫舰、导弹快艇、猎潜艇、鱼雷快艇、登陆艇、潜艇支援船、破冰船和测量船等。

图表69：不同功率档次中典型舰用燃气轮机性能参数

	TF100	LMI600	LM2500+	MT30
功率(Kw)	7200	14920	27600	36000
效率(%)	27.4	37.2	38	40
装舰对象	气垫船	护卫舰	导弹驱逐舰	DDG-1000 Zumwalt
母型航机	LF507	F404	CF6-6	Trent800

来源：《航空发动机》、国金证券研究所

- 随着越来越多的高性能武器、探测设备和电子装备逐步在舰艇上装配，如美军新型航母的电磁弹射器平均电功率达 10MW，未来电磁炮平均电功率达 5~10MW，相控阵雷达所需电力也达兆瓦级，这些均要求舰艇具有大功率、高功率密度的电能保障，这导致当代舰用燃气轮机向大功率方向发展呈大趋势。
- 目前国际大功率舰用燃气轮机领域基本被 GE、RR 等航空发动机制造商公司垄断。
 - ◆ 国外舰船燃气轮机的供应商都是航空发动机的制造商，主要原因是舰船燃气轮机的关键技术——核心机的研制难度极大，一个综合性能可

靠的核心机往往是通过数千万的各种试验和飞行时数换来的，而核心机技术只有上述几个航空发动机公司拥有，并且对外严格封锁。

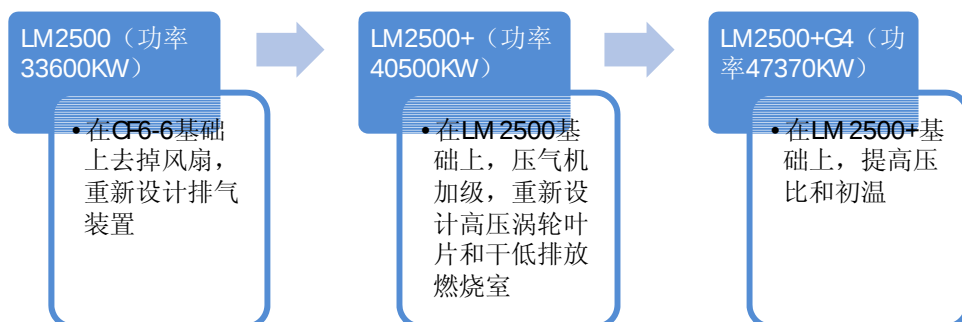
图表70：当前全球主要大功率舰用发动机研制被GE、RR等少数公司垄断

型号	LM2500	FT8	UGT-25000	WR-21	LM2500+	MT-30	LM2500+G4	LM6000PC
制造公司	GE	P&W	Zorya-Mashproekt	R.R	GE	R.R	GE	GE
ISO条件下最大输出功率	33600	36860	42400	33850	40500	48275	47370	57330
样机投入运行年份	1969	1990	1993	1997	1998	2001	2005	2006

来源：《舰船科学技术》、国金证券研究所

- 从国外舰用燃气轮机发展路径来看，普遍采用航改燃气轮机，在其成熟的航空发动机基础上派生发展的，并在此基础上形成系列发展；其中最典型的例子就是GE公司生产的LM2500舰用燃气轮机。
- ◆ 自1975年投入使用以来，LM2500系列燃气轮机的功率范围已拓展为2000~34841千瓦，共销售了2500余台（包括工业和舰船），占世界舰船燃气轮机绝大部分份额，分别装在轻型航母、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、两栖登陆舰、巡逻舰、气垫船、水翼艇等舰船上。
- ◆ LM2500系列燃气轮机的巨大成功，有力证明了经过验证的核心机衍生出发动机，不仅有利于加快研制速度，降低风险，而且还有利于提高可靠性。

图表71：经典LM2500系列燃气轮机的发展历程



来源：国金证券研究所

- 依照国外发展经验，“昆仑”、“太行”发动机的研制成功，极大程度推动了我国舰用燃气轮机的发展进程。
- ◆ 2002年以来，沈阳发动机设计研究所、沈阳黎明航空发动机（集团）、西安航空发动机（集团）等联合研制成功了12800千瓦的QD128及7000千瓦的QD70航改燃机。（QD128是国内首台拥有自主知识产权的中等功率燃气轮机；QD70属小功率等级轻型燃气轮机）
- ◆ 2004年，我国在“太行”发动机基础上又成功开发了新型舰船用燃气轮机QC185，QC185功率档次适当，热效率高，重量轻，体积小，加速性好，可靠性高，综合性能指标处于同档功率世界先进水平。
- ◆ 在“昆仑”发动机基础上，我国还研制了采用间冷回热技术的新一代舰用燃气轮机QC260，功率估计可达26000千瓦等级，已经达到LM2500的功率水平。

- ◆ 07年由西安航空发动机(集团)公司开始研制在乌克兰 UGT-25000基础上改型的 QC/D280, 08年底完成其燃气发生器研制工作, 能够满足建造出更大吨位主力战舰的需要。
- ◆ 2008年底, R0110 重型燃气轮在沈阳通过国家科技部阶段验收; 它是中国自主研制的第一台重型燃气轮机, 自此中国成为世界上第五个具备重型燃气轮机研制能力的国家, 其未来有望用于大型水上舰艇甚至是中型常规航空母舰的主动力。

图表72: 我国自主研制的第一台重型燃气轮机: R0110



来源: 国金证券研究所

■ 产业链涉及公司: **航空动力**。

- ◆ 公司是中航工业集团发动机整机领域唯一上市平台, 凭借航空发动机的优势成为国内海军舰船燃汽轮机供应商, 未来航母编队中护航舰艇采用航空动力的燃汽轮机, 概率很大。

图表73: 国内主要航空发动机

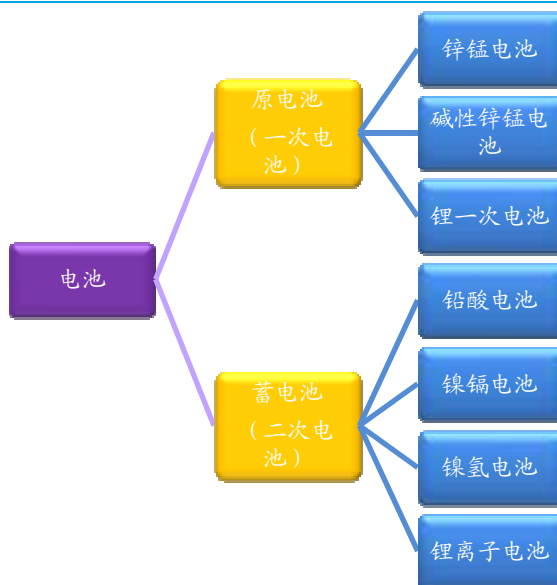
公司	型号	类型	推力	时间	应用
黎阳公司	WS12 (泰山)	中推力涡扇	80千牛	2008	J7、JL9、J8
	WS12B	中推力涡扇	100千牛	2009	JH7B
	WS12C	中推力涡扇	80千牛	2010	中运、支客
	WS13 (天山)	中推力涡扇	85千牛	2009	FC1、J9
黎明公司	WS10A (太行)	大推力涡扇	132千牛	2005	J11
	WS10B	大推力涡扇	135千牛	2008	J10、J11
	WS10C	大推力涡扇	100千牛	2008	H6改
	WS10D	大推力涡扇	120千牛	2008定型	大客、大运
	WS10G	大推力涡扇	155千牛	2009	J10、J11、J13
	WP14C (昆仑3)	中推力涡扇	82千牛	2005	J7、JL9、J8
	QC70 (WS10A核心)	小功率燃气轮机	7000千瓦	2007	JH7A
	QC128 (昆仑核心)	中功率燃气轮机	12800千瓦	2008	
	QC185 (WS10A核心)	中功率燃气轮机	18500千瓦	2008	
西航集团	WS9秦岭	中推力涡扇	92千瓦	2002	
	QC260	大功率燃气轮机	25000千瓦	2007	

来源: 张昊报告、国金证券研究所

蓄电池：不可或缺的储能系统

- 航母编队要保持强大的战斗实力，离不开稳定而高效的电力系统作为支持；尖端装备和高新技术在航母编队上的大量应用，促进了电力系统的重要组成部分——蓄电池的发展。
- ◆ 化学电池是将物质的化学能通过电化学反应直接转换成直流电能的一种装置或系统，实用的化学电池可以分成两个基本类型：原电池（一次电池）与蓄电池（二次电池）；目前蓄电池按所用电芯的正负极材料主要分为四种：铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池和锂离子电池。

图表74：一、二次电池分类



来源：国金证券研究所

- ◆ 蓄电池又称二次电池，它的作用是能把有限的电能储存起来，并是需要而进行放电使用，放电后还可以反复充电循环使用。
- 1) 在水面舰艇的供电系统中，蓄电池作为后备电源起着重要作用，当启动柴油机时，蓄电池能供给起动马达电流，使其转动并带动柴油机起动；当发动机停止转动或缓慢转动时，发电机不能供电给各用电设备，此时可由蓄电池供电；当发电机转速较高时，蓄电池能够吸储发电机所发出的过剩电能，以备后用。
- 2) 常规动力潜艇水下行驶、推进等所需能量通常都储存在铅酸蓄电池中，潜艇的连续潜航距离，取决于铅酸电池自身容量大小。
- **目前铅酸电池依然是当今潜艇和水面舰艇中应用最广泛的蓄电池**；在铅酸蓄电池诞生至今的 100 多年时间里，尽管也出现了其他类型蓄电池如镍氢、镍镉、锂电池等，但其依然能占据主导地位，主要是由于它具有如下不可被替代的优点：
 - ◆ 电压高：除锂电池外，铅酸蓄电池的电压最高为 2.0V；碱性蓄电池为 1.2 V；锌银蓄电池为 1.65 V；
 - ◆ 高倍率放电性能好：铅酸蓄电池能以 3~10 倍率电流放电，能满足用电设备不同工况条件下的起动要求；
 - ◆ 成本低：铅酸蓄电池的制造成本低，价格仅为镉镍蓄电池的 1/3~1/5。
 - ◆ 安全性高：铅酸蓄电池由于能量密度相对较低，不存在如锂电池可能发生的燃烧、起火、爆炸等事故。

图表75：二次电池性能比较

	铅酸电池	镍镉电池	镍氢电池	锂电池
电压	2.0 V	1.2 V	1.2 V	3.6 V
循环寿命	200-800 次	300-700 次	400-1000次	500-1000
重量能量密度	< 30Wh/Kg	50 Wh/Kg	60-80 Wh/Kg	100-150 Wh/Kg
充电时间	10-12 h	1.5-6 h	1.5-4 h	1.5-4 h
优点	工作电压较高 高倍率放电性能好 价格低 安全性高	充电快 价格较便宜 适用温度范围广	可快速充电 高功率放电 能量密度较高 寿命长	工作电压高 重量能量密度高 寿命长 无记忆效应
缺点	不能快速充放电 能量密度低 寿命短	有记忆效应 能量密度低 镉污染	有微弱记忆效应 高温特性差 充放电效率低	价格高 安全性不高

来源：国金证券研究所

- 蓄电池在潜艇上的应用情况：
 - ◆ 对于核潜艇，其主动力是核反应堆，但仍保存一组蓄电池作为应急备用电池；
 - ◆ 对于常规动力潜艇，在水面或通气管航行时使用柴油机组，在水下航行时则全部依靠蓄电池组提供动力。
- 舰艇用电池除了传统的蓄电池，近来燃料电池逐渐成为研究的热点；**燃料电池是一种将燃料和氧化剂中的化学能直接、连续地转变为电能的发电装置**；按燃料电池的电解质划分，可将燃料电池划分为以下类型：
 - ◆ 其中，质子交换膜燃料电池(PEMFC)由于具有工作温度低，启动快，功率密度高，可在较大电流密度下工作等明显应用优势，成为燃料电池研究和应用的热点，也是最有望在航母编队中使用的燃料电池。

图表76：燃料电池在潜艇中的应用是当前热点

属性	碱性燃料电池	磷酸燃料电池	熔融碳酸盐燃料电池	固体氧化物燃料电池	质子交换膜燃料电池
简称	AFC	PAFC	MCFC	SOFC	PEMFC
电解质	KOH	磷酸	$\text{Li}_2\text{CO}_3\text{-K}_2\text{CO}_3$	YSZ	含氟质子膜
电解质形态	液体	液体	液体	固体	固体
阳极	Pt/Ni	Pt/C	Ni/Al、Ni/Cr	Ni/YSZ	Pt/C
阴极	Pt/Ag	Pt/C	Li/NiO	Sr/LaMnO ₃	Pt/C
工作温度(℃)	50 ~ 200	150 ~ 220	约 650	900—1050	60-80
启动时间	几分钟	几分钟	>10min	>10min	<5s
应用	航天、机动车	洁净电站、轻便电源	洁净电站	洁净电站、联合循环发电	潜艇、航天、机动车、洁净电站、便携电源

来源：国金证券研究所

- 燃料电池在水面舰艇中的应用：
 - ◆ 燃料电池用作舰载电池，用多个燃料电池分别为不同的舰载系统供电，能够避免集中式供电系统受损而致全舰都无法工作的情况发生，它的特点是标准化、低噪音、无振动，而且操作简单、易维护。
- 燃料电池在常规潜艇上的应用：
 - ◆ 在蓄电池放电后，潜艇必须上浮至通气管状态进行航行，使用柴油机潜航同时给蓄电池充电，因而水下续航力低。上浮充电不仅很容易被对方雷达侦察到，同时，柴油机为蓄电池充电时的噪声。极易被对方水声器材侦察到，使潜艇暴露率高。
 - ◆ 因此，减少通气管航行的次数和时间，增加水下续航能力，降低暴露率，对潜艇的战场生存具有重要意义。为此，各国提出了采用不依赖

空气的动力装置 AIP(Air Independent Propulsion)系统, 试图提高潜艇的隐蔽和长航性能;

- ◆ PEMFC 工作温度合适, 比功率高, 工艺相对简单, 安全可靠, 加上目前各国集中研究开发, 技术进步快, 因此在多种 AIP 系统中, PEMFC 是最有潜力的。
- ◆ 潜艇采用 PEMFC—AIP 系统后, 其红外特征很小, 向海水辐射的能量很少; 基本不向艇外排放废物; 声特性不超过柴电推进装置, 能够进行超安静运行, 这些特征使得潜艇的隐蔽性大大提高, 具有极强的“隐形”作战能力。
- ◆ 1997 年 8 月, 西门子公司将功率为 300kW、重 8T 的 PEMFC 堆交付造船厂, 该电池组进行 1500 小时的持续试验后, 与原有蓄电池相匹配, 装于德国海军新型 212 级潜艇上, 并于 2003 年 4 月下水进行首次试航, 试航时间达到普通柴电潜艇潜航时间的 5 倍, 其燃料电池和蓄电池系统可单独使用, 又可联合使用。燃料电池动力系统用于水下长时间巡航, 柴-电动力系统用于潜艇作战时高速航行。

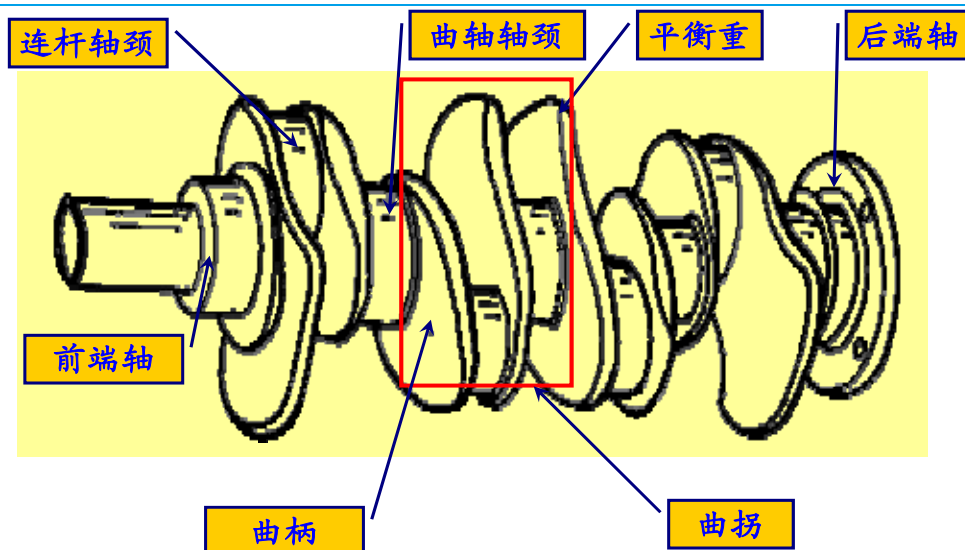
■ 产业链涉及公司: **风帆股份**。

- ◆ 公司控股股东中船重工集团(CSIC)是我国海军舰船装备的主要研制和供应商, 占据我国海军舰船装备市场约 80%以上的份额, 其下属的大船集团、渤船集团是我国唯一生产大型水面水下战略舰艇的军工企业;
- ◆ 公司是国内蓄电池领域龙头企业, 现有汽车蓄电池年能 1000 万只, 约占国内配套市场的 20%市场份额, 11 年产能将扩大到 1300 万只;
- ◆ 未来航母编队的大规模建设, 将对铅酸蓄电池形成巨大增量需求, 公司作为中船重工下属唯一电池上市供应企业, 有注入大股东旗下 481 厂潜艇等电池资产, 从而成为航母编队蓄电池领域的主要供应商。

曲轴: 成功实现国产化, 突破航母动力系统一大瓶颈

- 曲轴是引擎的主要旋转机件, 装上连杆后, 可承接连杆的上下(往复)运动变成循环(旋转)运动, 是发动机上的一个重要的机件; 其旋转是发动机的动力源, 也是整个机械系统的源动力。
- ◆ 曲轴材料由碳素结构钢或球墨铸铁制成的, 其有两个重要部位: 主轴颈, 连杆颈; 主轴颈被安装在缸体上, 连杆颈与连杆大头孔连接, 连杆小头孔与汽缸活塞连接, 是一个典型的曲柄滑块机构。

图表77: 曲轴结构分解图



来源: 国金证券研究所

- 我国在大型船用曲轴制造领域取得了显著进步，成功突破了航母动力系统建造的一大瓶颈。
 - ◆ 曲轴是舰用发动机的关键部件，其制造精度高、性能要求苛刻、工艺复杂，且要求曲轴与船舶寿命相等，终身免维护，使用期限在二三十年以上等；能否自主研发大型船用曲轴代表一个国家造船工业水平。
 - ◆ 我国要打造属于自己的航母编队，无疑需要大量高质量的大型船用曲轴；然而，之前大型船用曲轴生产是制约我国造船业发展的重大瓶颈，大型船用曲轴市场一直被日本、韩国等国垄断。
 - ◆ 为了在这一关键技术上获得突破，大连重工起重集团联合中国一重集团、中船重工集团、中船工业集团 4 家国内知名企业合资组建了大连华锐船用曲轴有限公司，承担起自主研发大型船用曲轴的任务。
 - ◆ 大连华锐船用曲轴有限公司相继于 2007 年 12 月、2008 年 7 月实现 50 型、70 型船用曲轴的国产化，2009 年 4 月 1 日，国内最大的 90 型船用曲轴下线，这根超大规格 8K90MC-C 型曲轴长 15.7 米，重 198 吨，质量达到国际一流水平。

图表78：大连华锐曲轴研制成功 90 型大型船用曲轴



来源：大连重工 国金证券研究所

- 产业链涉及公司：**华锐铸钢**。
 - ◆ 2011 年 4 月 13 日，公司发布公告，拟通过向大连重工起重集团有限公司发行股份的方式购买大股东重工起重集团拥有的除华锐风电和大连重工集团有限公司股权之外的装备制造经营性资产和负债。
 - ◆ 此次资产注入完成后，公司将拥有具有世界一流水平的大型船用曲轴生产能力，由于该技术长期被国外垄断，公司在曲轴技术上的快速进步，将加速大型船用曲轴国产化进程，同时解决航母建设的一大瓶颈，具备了向航母编队提供曲轴产品的实力。
 - ◆ 同时公司在大型、高端铸锻件和大型起重设备领域的雄厚实力也能够为航母编队建设提供有力支持。

高端材料—建造航母编队的基础，以需求促技术

图表79：航母编队涉及高端材料及对应上市公司概览

产业划分	子行业	上市公司	相关业务业务
特种钢	特种钢	宝钢股份	钢铁业龙头，在特钢领域技术及生产实力雄厚，可大批量供货航母、编队及飞机用特种钢
	特种钢	抚顺特钢	公司是大型特殊钢重点企业和军工材料研发生产基地，先后为我国第一枚导弹、第一艘潜水艇和多项国家重点国防工程提供了关键特钢新材料，是我国军工特钢材料的主要单位。目前我国武器装备所使用的特钢材料约80%来自公司，公司还提供了50%以上国家重点航天航空材料
合金	铝合金	中国铝业	公司一直是我国航空航天用铝材的主要供应商
	钛合金	宝钛股份	公司是中国最大的钛及钛合金生产、科研基地，产量约占全国总量的40%；产品涵盖板材、管材、棒材、丝材等，是目前国内唯一具有铸-锻-钛材加工完整产业链的企业
	高温合金	钢研高纳	公司高温合金产品是航空发动机重要原材料，目前与沈阳黎明、航空动力、南方动力、贵州新艺机械厂等专业发动机厂家保持紧密合作，在航天发动机用精铸件的市场占有率维持在90%以上
高性能纤维及复合材料	玻纤增强复合材料	中国玻纤	公司是全球玻纤行业领先企业，所产玻璃纤维可用于制造航母编队及舰载机所需复合材料
	碳纤维增强复合材料	博云新材	公司主要从事粉末冶金摩擦材料、炭/炭复合材料、纳米材料和其它新型材料及相关新设备的研制，刹车片、炭复合材料等产品可用于舰载机等部件上
	芳纶纤维	烟台氨纶	公司专业从事高科技特种纤维的研发与生产，中国首家氨纶生产企业，为目前国内规模最大的特种纤维生产企业
	聚酰亚胺泡沫	深圳惠程	公司在聚酰亚胺领域取得突破性进展，目前已经掌握了聚酰亚胺的核心制备技术，未来有望替代进口产品，解决我国航空航天及军工领域的材料供应瓶颈
	航空产品及零部件、复合材料	哈飞股份	公司在飞机复合材料研制领域拥有较高优势，产品不仅用于军机，也是国内唯一商用飞机复合材料生产能力的厂家
航空铸锻件	大型航空铸锻件	二重重装	中国二重正在建造8万吨级大型模锻压机。投产之后，二重重装将成为国内唯一有能力生产飞机用大型模锻件的企业
	航空铸锻件	中航重机	公司是航空铸锻件的行业龙头，几乎垄断了国内航空高端锻造市场。锻造产品占主营业务的66%，是公司主要收入来源
战略资源	稀土	包钢稀土	稀土具有优良的光电磁等物理特性，是航母编队建设中的重要战略资源，能够显著提高用于制造舰载机、导弹的钢材、铝合金、镁合金、钛合金等的战术性能，公司将长期从中受益

来源：国金证券研究所

航母及编队舰艇材料：高科技含量满足特种需求

图表80：航母编队建造材料分类



来源：《世界航空母舰实录》、国金证券研究所

- **船体结构材料：**航母上用量最大的材料，性能上强调高强度和耐久性，主要由钢材、铝合金和复合材料构成。
 - ◆ 船体结构材料是构成航母巨大舰体外壳、各层甲板、上层建筑的主要材料，故用量最大；由于航母上面搭载大量的飞机、武器、辅助和补给装备，同时海上航行要承受巨大的波浪载荷，故需要足够的强度；航母服役期通常在40年以上，故需要材料结实耐用。

- ◆ 船体结构钢是水面舰艇的传统结构材料，也是建造现代航母最主要、最关键的结构材料，具有强度高、工艺性能好及耐海水腐蚀等特点。如美国从 20 世纪 50 年代开始逐步建立包含 HTS 钢、HY80 和 HY100 等系列高强度结构钢体系，成为美国航母的主要结构用钢。

图表81：美国新型 CVN-21 航母特种钢舷侧外板板的加工现场



来源：国金证券研究所

- ◆ 铝合金材料：铝合金材料具有重量轻、强度高、工艺性能好以及无磁性等特点，能有效减少空船重量、降低建造成本；但由于它热传导快、熔点低，在船体起火后难以阻隔火势蔓延，易软化甚至熔化，且铝合金与钢结构连接处易疲劳断裂等，限制了铝合金材料在航母上的大规模应用；
- ◆ 增强复合材料：目前在水面舰艇上的主要有玻纤增强复合材料、碳纤维增强复合材料等，由于其具有优良的力学性能，低磁性特征，良好的电波穿透性能、升学和红外特征，优良的防火性能，卓越的耐久性和优良的设计性等优点，在航母及其他舰艇上的使用比例快速上升，成为替代传统材料的重要造船材料。
- 装甲材料：据统计，二战中约有 55%的航母是由于水下防护差，舰艇遭受破坏而沉没的，且随着航母造价越来越昂贵，使得各国越发重视航母的装甲防护；装甲材料大致可分为钢质装甲和复合材料装甲。
 - ◆ 钢质装甲：在目前舰船装甲材料领域占主导地位，如美国大量使用的 HY 高强度钢；然而，大量使用装甲导致船体重量增大，需要削减武器弹药的搭载或者降低航速，从而削弱了战斗力，为解决这个问题，各国都在大力研究如何在提高装甲防护能力的同时减轻装甲重量。
 - ◆ 非金属材料装甲：由高性能纤维增强的树脂基材料复合制成，主要有玻璃钢、芳纶纤维、高硬度陶瓷等新型非金属材料，其普遍具有密度小、防护性能高、制造工艺简单等特点，设计恰当的先进复合材料装甲，在同等重量下，防御能力是钢质装甲的数倍。
 - ◆ 玻纤复合材料：S-2 高强度玻纤是应用于大型航母上的第一代复合装甲材料，另据海外媒体报导，俄罗斯“库兹涅佐夫”号航母的舷侧防护装甲为玻璃钢质。
 - ◆ 芳纶纤维：“凯拉夫”复合材料是由美国杜邦公司 1965 年研制出的一种芳香族聚酰胺纤维，其强度高、韧性高，具有很高的耐冲击性能，且重量轻，比重只有玻纤的一半左右，在同等重量下，“凯拉夫”复合装甲的防护力是钢质材料的 5 倍；美国“尼米兹”航母使用其作为作战指挥中心、弹药舱等要害舱室的防护装甲，法国最新的

“戴高乐”号航母也在装甲上层建筑和舰上重要的操控室及敏感的技术舱室等关键部位敷设了“凯拉夫”装甲。

- **耐烧蚀及隔热保温材料：**由于航母一般都备有大量的航空燃油、舰艇燃料和数十架飞机及各种武器弹药，故火灾和爆炸将对航母构成致命威胁，所以航母的绝缘材料和耐烧蚀材料与一般的水面舰艇相比，要求异常严格。

图表82：美国“企业”号航母弹药库



来源：新浪军事 国金证券研究所

- ◆ **耐烧蚀材料**可分为两种基本类型：
 - 1) **耐烧蚀涂料**，用于航母弹药舱及其他关键部位，如舰员应急通道、避难区、电缆管道等，目前主流材料是**膨胀型耐烧蚀材料**，其能推迟自燃时间，有效控制火势蔓延，为补救赢得宝贵时间；
 - 2) **结构型耐烧蚀复合材料**，考虑到舰上导弹发射时会产生大量高温气流，所有储存箱底部及气流排导系的内表面都需要用其进行保护，目前美国使用的是**以酚醛树脂为基体的碳化型纤维增强材料**。
- ◆ **舱室隔热保温材料：**包含玻璃棉、酚醛泡沫、阻燃性的五级纤维材料等，目的是达到火灾区燃烧时，临近舱室的温度不能太高。
- ◆ **聚酰亚胺泡沫材料：**具有良好的绝热保温效果，良好的阻燃性，抗明火、不发烟、不产生有害气体、质量轻，在大型航母上应用，可比传统的纤维隔热材料轻 250 吨；较好的韧性和弹性、易于安装和维护、耐高低温、环境友好，不含卤素和消耗臭氧的物质；目前这种材料已经开始在美国航母上广泛应用。
- ◆ **硅质纳米孔超级绝热材料：**具有重量轻，导热系数低的特点，在高温下能保持很好的隔热效果，绝热保温性能优异，可大大减轻航母的重量并节约空间，但由于价格高，主要应用于重要舱室、高温排气管的绝热保温和耐火分隔。
- **特种装备材料：**主要包括对舰载机移动、起飞、着舰起关键作用的设备装置，它们的工作条件十分恶劣，对所有材料也会有很高的要求。

图表83：美航母舰载战斗机 F/A-18 弹射起飞瞬间



来源：国金证券研究所

- ◆ 弹射器的储汽罐：一种大尺寸的高压容器，用来储存弹射飞机的蒸汽，制罐材料为耐热的特种合金钢，须有很好的抗蠕变性能和抗拉强度，而且要承受几十万次的弹射加压/卸载的疲劳测试，目前仅有少数几个国家具备制造能力。
- ◆ 蒸汽弹射器制动缸：位于弹射器的尾端，能使弹射器的活塞在完成飞机弹射任务后，在极短的时间和距离内停止；美国采用钛合金，不仅解决了腐蚀问题，还能减轻设备重量。
- ◆ 喷气偏流板：其工作时会承受高温气流的冲击，表面温度升高很快，需要用海水进行冷却，一般采用耐腐蚀性能良好的钛合金制造，利用钛合金耐海水腐蚀性能优异且耐热性能好的特点。
- ◆ 阻拦索：保证飞机安全着舰的关键构件，其性能之间关系到舰载机的安全着舰和航母的安危，要求材料具有强度高、耐磨损、抗冲击、耐疲劳等特性，需由特种高性能合金绞制而成。

■ 涂料：

- ◆ 飞行甲板涂料：既有较高的摩擦系数，可以防滑，也有较好的防腐蚀性能，保证飞行甲板在恶劣的环境中能够抵御大气、海涛飞溅、舰载机的高压气流以及各种油料、洗涤剂的腐蚀和磨损；能起到防滑作用的通常是在环氧树脂中适当加入一定粗细的天然氧化物颗粒，而防腐作用的成分是采用金属涂层和聚合物粉末涂层。

图表84：航母甲板通过涂料、花纹等实现防滑、耐磨、防护等功能



来源：国金证券研究所

- ◆ 船体外壳防污涂料：美国航母采用**新型自抛光涂料**，其涂层表面总能保持光滑平整，寿命较长。
- ◆ 吸声和阻尼涂料：美、英采用**聚氨酯发泡材料加多孔材料制作的吸声涂料**，吸声率可达 70-90%，在航母及舰艇编队上的应用前景广阔。

飞机材料：重量轻、性能好，钛合金是军机首选

图表85：飞机材料

	飞机材料	国内供应商	国外合作方	合作情况	受益上市公司
原材料	铝合金	西南铝业、东轻公司			中国铝业
	复合材料	哈飞空客符合材料制造中心	空客	合资建厂	哈飞股份
	钛合金	宝钛股份			宝钛股份
	高温合金	钢研高纳			钢研高纳
	特种钢	包钢股份			宝钢股份
铸锻件	大型铸锻件	二重重装			二重重装
	一般铸锻件	宏源锻造、安达锻造			中航重机

来源：国金证券研究所

- 飞机材料的选择主要出于减少机体重量、提高有效载荷的目的，不同飞机原材料使用情况相差较大，**一般最主要的构成是铝合金，其次是复合材料、钛合金和特种钢等。**
- ◆ 从选材的分布来看，铝合金占的比重最大，复合材料的应用是减少机体重量的主要手段；钛合金和特种钢材是为了满足铝合金和复合材料不能满足的使用条件或性能要求。

图表86：各式战机所用不同结构材料占比

型号	设计年代	铝合金	钛合金	铜	复合材料	其它
F-14A	1969	39	24	17	1	10
F-15A	1972	36	27	6	2	29
F-16A	1976	64	3	3	2	28
幻影2000	1978		23		7	
F-18A	1978	49	13	17	10	11
AV8B	1982	44	9		26	
JAS39		30				
阵风	1986			5	24	
F22	1989	11	41		24	
EP2000	1993	25	12		40	

来源：《高科技纤维与应用》、国金证券研究所

- ◆ 按比强度考虑，铝合金不如钛合金；而从刚度考虑铝合金则比钢和钛都好；铝合金价格低于钛合金和复合材料，是较经济的飞机材料。
- ◆ 如下图中碳纤维增强环氧树脂的复合材料，具有高强度高模量的特点，物理性能优于铝合金，和铝合金一样，缺点是热稳定性较差，因此暂时不能完全取代钛和特种钢；当前复合材料正逐步取代铝合金的低位，其应用是当前飞机制造业发展的方向。

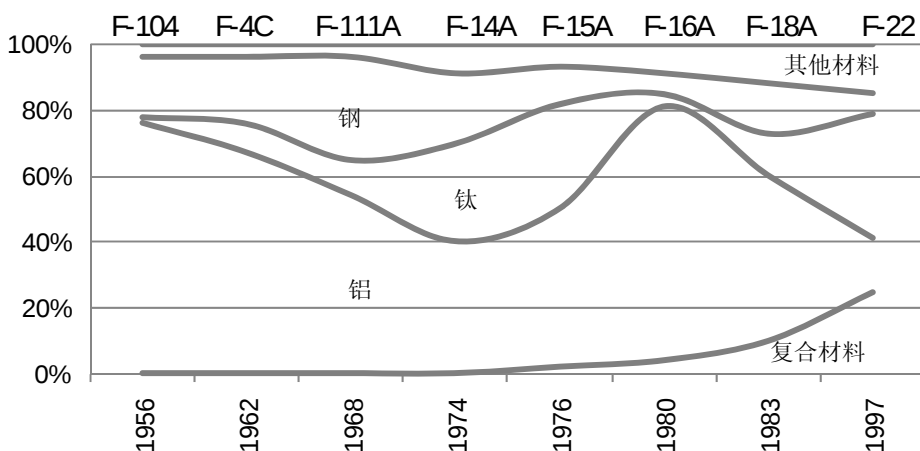
图表87：飞机材料性能数据

	密度(吨/立方米)	强度(MPa)	模量E(GPa)	强度/密度	E/密度
碳纤维增强环氧树脂					
单向HT	1.5	1600	129	1070	3.37
单向HM	1.6	1280	192	800	3.6
铝合金					
2024-T3	2.77	345	73	124	1.5
7075-T6	2.8	500	71.6	178	1.48
Ti-6Al-4V	4.43	830	110	187	1.08
FV520钢	7.83	1081	215	138	0.77
马氏体时效钢	7.8	1750	190	224	0.74

来源：国金证券研究所

- ◆ 民用飞机和军用飞机在材料选用上有所不同：民用飞机注重经济性和安全性，军用飞机则重视提高飞机性能；因此**军用飞机用昂贵的钛来替代铝合金**，而民用飞机则用复合材料替代铝合金。

图表88：美国战机材料分布



来源：《Airframe Structural Design》，Michael C.Y.Niu,国金证券研究所

■ 铝合金：飞机机体的主导材料。

- ◆ 一百多年来，铝合金一直是飞机主体结构材料，占航空材料的主导地位；1920 年开始，铝合金 2014(Al-Cu-Mg)就已经在飞机结构中得到应用。20 世纪 40 年代，由于更高拉伸强度的需求导致了 7000 系列铝合金(Al-Zn-Mg-Cu)使用到飞机结构中。
- ◆ 80 年代后复合材料的兴起挑战了铝合金的主导地位，但由于技术难度较高，只有少数国家将复合材料应用于飞机制造；**目前中国的军用飞机和民用飞机的材料主要仍使用传统的高硬度航空铝材。**

图表89：飞机制造业常用铝合金

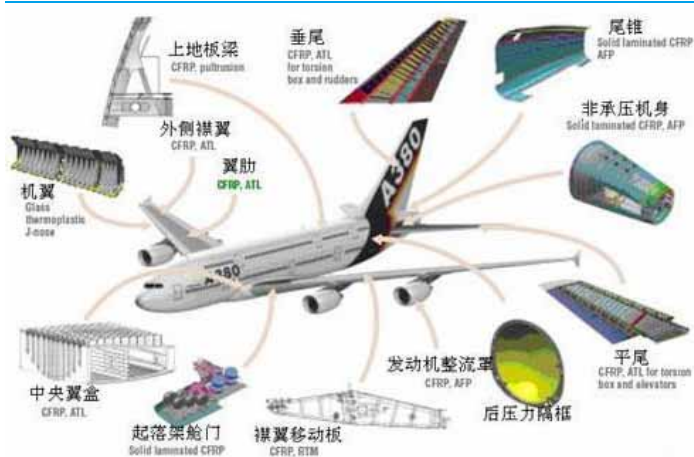
2024-T3, T42, T351, T81	用作高强度拉伸件，断裂韧性最高，裂纹扩散速率低，疲劳寿命长。T42比T3强度低。厚板的短横向性能低，抗应力腐蚀性能差。对于高温环境可使用T81
2224-T3, 2324-T3	比2024-T3的强度高8%；疲劳和韧性由于2024-T3
7075-T6, T51, T7351	比2024的强度高，断裂韧性较低，可用于疲劳问题不严重的受拉部位。厚板的短横向性能和抗应力腐蚀性能低（T6）。T7351具有非常好的抗应力腐蚀能力，断裂韧性也更高
7079-T6	与7075相似，但比7075具有更好的厚板性能。断裂韧性介于7075与2024之间。厚板的抗应力腐蚀能力低
7015-T6	比7075-T6的强度提高了11%，疲劳和韧性也更好
7178-T6, T651	用作受压件。比7075的强度高，但断裂韧性和疲劳寿命较低
铝锂合金	比传统铝合金重量轻10%，刚度高10%，疲劳性能优异

来源：国金证券研究所

■ 复合材料(Composite materials)：发展大势所趋。

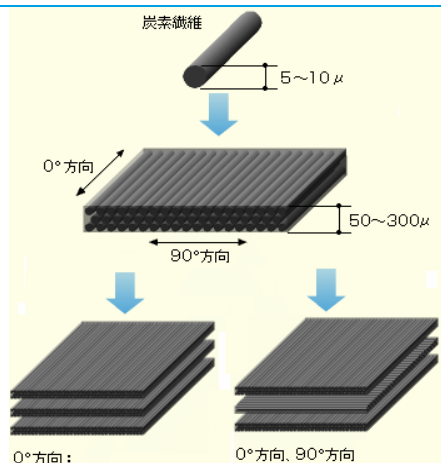
- ◆ 复合材料是将直径极小的高强度、高刚度的纤维增强体(Reinforcement)嵌入一种均质的基体(Matrix)内而成的材料；主要用于制造航空器的结构件和内饰部件，包括机翼、机身、肋板、发动机罩盖、导流罩和座椅、内部装饰、舷窗等。
- ◆ 复合材料在飞机上的用量和应用部位已成为衡量飞机结构先进性的重要指标之一；尤其以民用飞机更为明显。

图表90：A380 复合材料的应用部位



来源：国金证券研究所

图表91：碳纤维复合材料排列方式



- ◆ 复合材料物理性能优于铝合金，和铝合金一样，缺点是热稳定性较差，因此暂时不能完全取代钛和特种钢，当前复合材料正逐步取代铝合金的地位，其应用是当前飞机制造业发展的方向；与铝合金相比，优势体现在：

- 1) 密度低：复合材料的密度低于飞机制造的各种金属材料，可以有效减少机体重量，增加有效负载（见下表对比）。

- 2) 比强度、比刚度高：在相同载荷下，复合材料可减少结构材料用量，如 L-1011 的翼肋，铝合金需 18 个，而复合材料仅 10 个。
- 3) 零件用量减少：结构材料减少直接减少其他零件和紧固件用量，这不仅减小了飞机复杂度、提高了稳定性，也降低制造成本。

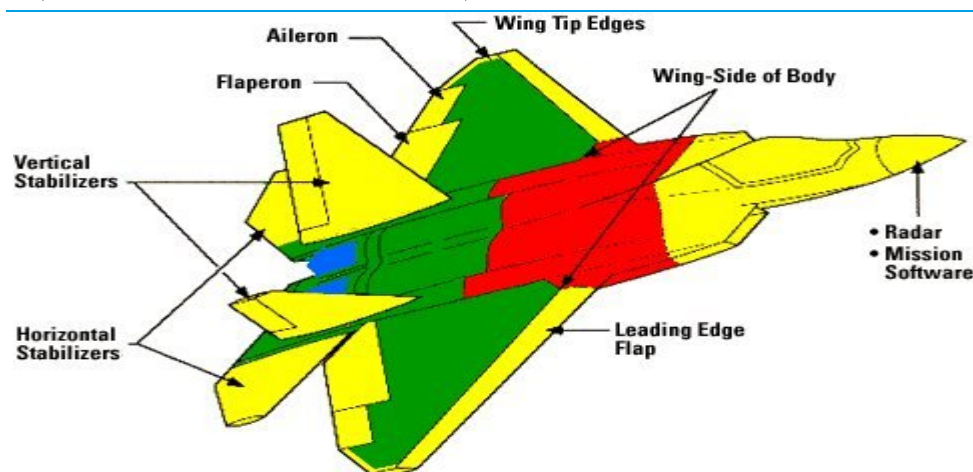
图表92：LOCKHEED L-1011 副翼材料性能对比

材料	铝	复合材料
重量/lb	140.5	103.9
减重/lb	0	36.5(26%)
翼肋数目	18	10
零件数目	398	205
紧固件数目	5253	2574

来源：国金证券研究所

- ◆ 复合材料的大规模应用是从军机开始的，90 年代开始西方国家的先进战机普遍采用了复合材料，如美国的 B-2、F-22、F-35 均应用了 25% 以上复合材料。
- 钛合金材料：比例稳定上升。
 - ◆ 钛合金大规模用于飞机行业始于 1960 年后，在 Lockheed 公司的 SR-71 飞机和北美公司的 XB-70 飞机的使用开始的；钛合金的应用解决了生产中的很多问题，在工作温度长时间超过 150℃ 时，或者当需要增大强度而不明显增加重量时，钛合金是铝合金最好的替代材料。
 - ◆ 从比强度来看，钛比铝和钢都高，而且抗腐蚀能力、抗疲劳能力也通常也比它们强。铝通常不会考虑在 170℃ 以上的温度下使用，而绝大部分情况下钛是在室温到 540℃ 的温度下使用，最高可以用到 600℃；钛以高强度、高韧性锻件的形式用在飞机结构中，用钛较集中的部位是发动机的压缩机部分，钛合金占发动机重量的 20~30%；钛还被用作防火隔板，将发动机与其他结构隔开；也可以用作机翼蒙皮以及军用飞机中的支撑结构。
 - ◆ 用于航空工程的钛合金有 Ti-6Al-4V 和 Ti-4Al-4Mo-2Sn-0.5Si。Ti-6Al-4V 于 1956 年由美国研制成功，是目前应用最广泛的钛合金；Ti-4Al-4Mo-2Sn-0.5Si 是英国研制的更专用的钛合金，很少用于其他地方。
 - ◆ 60 年代钛合金应用于飞机行业以来，钛合金的应用比例在逐渐提升，对于提高飞机安全性和使用寿命上具有重要意义，但由于其材料价格和价格费用都较高，出于经济性考虑还不能替代铝合金的地位，只能在性价比方面选择最优方案。

图表93：美国 F-22 战机钛合金使用部位

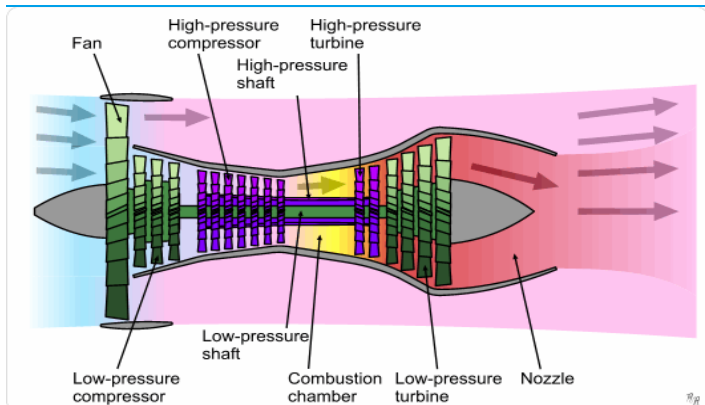


来源：Boeing, Airbus, 国金证券研究所

■ **高温合金：**目前无法被替代的关键材料。

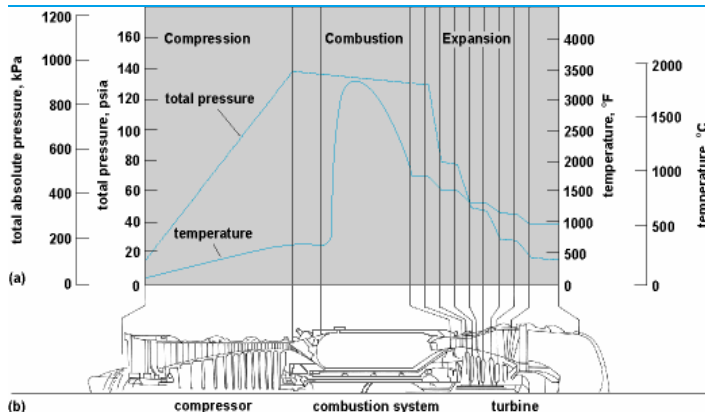
- ◆ 高温合金属于航空航天材料中的重要成员，是制造航空航天发动机热端部件的关键材料，当高温气流从发动机的燃烧室出来时，温度可超过 1000℃，铝合金和复合材料无法应用于这样的高温之下，因此必须使用高温合金材料。

图表94：发动机结构和工作原理



来源：Rolls-Royce, 《Aircraft Gas Turbine Technology》，国金证券研究所

图表95：发动机内部温度和压力变化



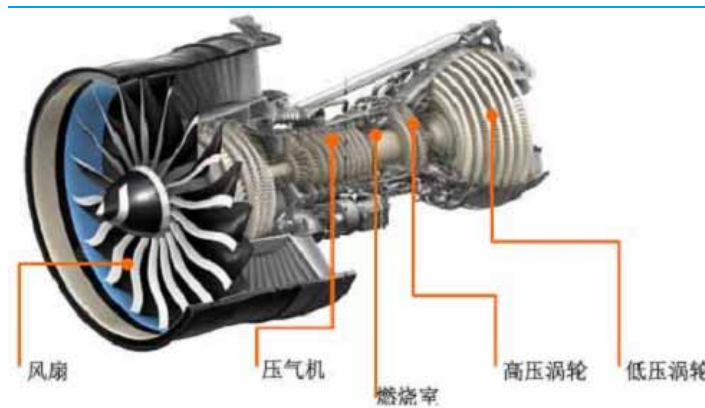
- ◆ 高温合金一般以铁、镍、钴为基，能在高温下抗氧化或腐蚀，并能在一定应力作用下长期工作；在先进的航空发动机中，高温合金用量占发动机总重量的 40%-60%以上；发动机的性能水平在很大程度上取决于高温合金材料的性能水平。
- ◆ 根据中国金属学会高温材料分会统计，国际市场上每年消费高温合金材料近 30 万吨，我国目前高温合金材料年生产量约 1 万吨左右，超过 80 亿元。
- ◆ 高温合金材料主要用于四大热端部件：燃烧室、导向器、涡轮叶片和涡轮盘，此外，还用于机匣、环件、加力燃烧室和尾喷口等部件。

图表96：航空发动机中高温合金承力结构



来源：钢研高纳招股书，国金证券研究所

图表97：航空发动机中高温合金部件



■ **机体结构件：**关注大型模锻压机。

- ◆ 对于受力大、力学性能要求高的重要机械零件，多数采用锻压方法来制造；现代飞机制造中，锻压件的重量占 80%；但是，像钛合金这样的轻金属，其变形时需要很高的单位压强，要生产轻金属模锻件，就必须大幅增加压力机的工作压力。
- ◆ 因此大压机是建造大型飞机所需部件必不可少的设备：起落架、框架、肋条、发动机部件、动环和不动环等都需要锻压生产。如美国波音 747-787、欧洲空客 A320-380 的钛合金起落架，F-16 飞机钛合

金机身隔框，D-10 飞机的后支承环，915 发动机机座，苏 27~33 飞机钛合金大型结构件，GT25000 舰用燃气轮机直径 1.2 米涡轮盘等都是在大型模锻水压机上模锻成形的。

- ◆ 目前，世界上拥有 4 万吨级以上模锻压机的国家只有美、俄、法 3 国，其中美国拥有 5 万吨级的 4 台，法国拥有 6.5 万吨级的 1 台，俄罗斯拥有 7.5 万吨级的 2 台。
- ◆ 飞豹、998 工程、大运、J11、J10、JH7 等机型的框、梁、轴、臂、杆等，都有相当数量需要大型模锻压机才能生产的大型模锻件。

图表98：全球大型模锻压机统计

国别	末端设备	公司	主要产品
美国	450MN模锻水压机	Wyman-Gordon	钛合金、高温合金、钢模锻件
	451MN模锻水压机	ALCOA铝公司	铝合金模锻件
	125T-M对击	Laadsh公司	钢、高温合金模锻件
	400MN模锻水压机	Shultz公司	钛合金、高温合金、钢模锻件
俄罗斯	750MN模锻水压机	BCMNO钛公司	钛合金、高温合金、钢模锻件
	750模锻水压机	古比雪夫铝厂	铝合金模锻件
	300模锻水压机	卡敏斯克铝厂	铝合金模锻件
法国	650模锻水压机	Aubert&Duval	钛合金、高温合金、钢、铝合金模锻件
	200MN模锻水压机	索伊公司	宇航锻件
	201MN模锻水压机	Crout-Loire	宇航锻件
中国	100MN模锻水压机	东北轻合金	铝合金模锻件
	100MN多项模锻	西南铝加工厂	铝合金模锻件
	300MN模锻水压机	西南铝加工厂	铝合金模锻件

来源：国金证券研究所

■ 产业链涉及公司

- ◆ **中国铝业 - 铝合金：**公司一直是我国航空航天用铝材的主要供应商，旗下的西南铝业公司 08 年开工建设铝合金厚板生产线，用于制造国产大飞机；铝合金厚板是航空等领域的重要材料，目前只有美国、日本、德国和俄罗斯等少数国家能够实现规模化生产，国内使用的铝合金厚板基本依赖进口。
- ◆ **哈飞股份 - 复合材料：**
 - 1) 目前世界碳纤维产量达到 4 万吨 / 年以上，全世界主要是日本东丽、东邦人造丝和三菱人造丝三家公司以及美国的 HEXCEL、ZOLTEK、ALDILA 三家公司，以及德国 SGL 西格里集团，韩国泰光产业，台湾的台塑集团等少数企业掌握了碳纤维生产的核心技术，并且有规模化大生产。
 - 2) 目前在中国大陆还没有一个年产 100t 的规模化碳纤维工厂，国内飞机复合材料的研发机构有哈飞、沈飞和北京航空制造工程研究所，其中哈飞空客复合材料制造中心是国内唯一商用飞机复合材料生产能力的厂家，在今年 7 月初向空中客车西班牙工厂交付首个 A320 飞机升降舵工作包，初步具备提供一定复合材料的能力。
- ◆ **宝钛股份 - 钛合金：**中国最大的钛及钛合金生产、科研基地，是国家高新技术企业。公司专业从事钛加工业务，目前已经发展成为国内规模最大钛材加工企业，产量占全国总量的 40% 左右。
- ◆ **钢研高纳 - 高温合金：**公司高温合金业务的合作发动机厂家是沈阳黎明、航空动力、南方动力、贵州新艺机械厂等专业发动机厂家，由于技术、成本等方面的原因，发动机制造企业将部分生产难度较大的精铸件委托给公司，目前在航天发动机用精铸件的市场占有率维持在 90% 以上。

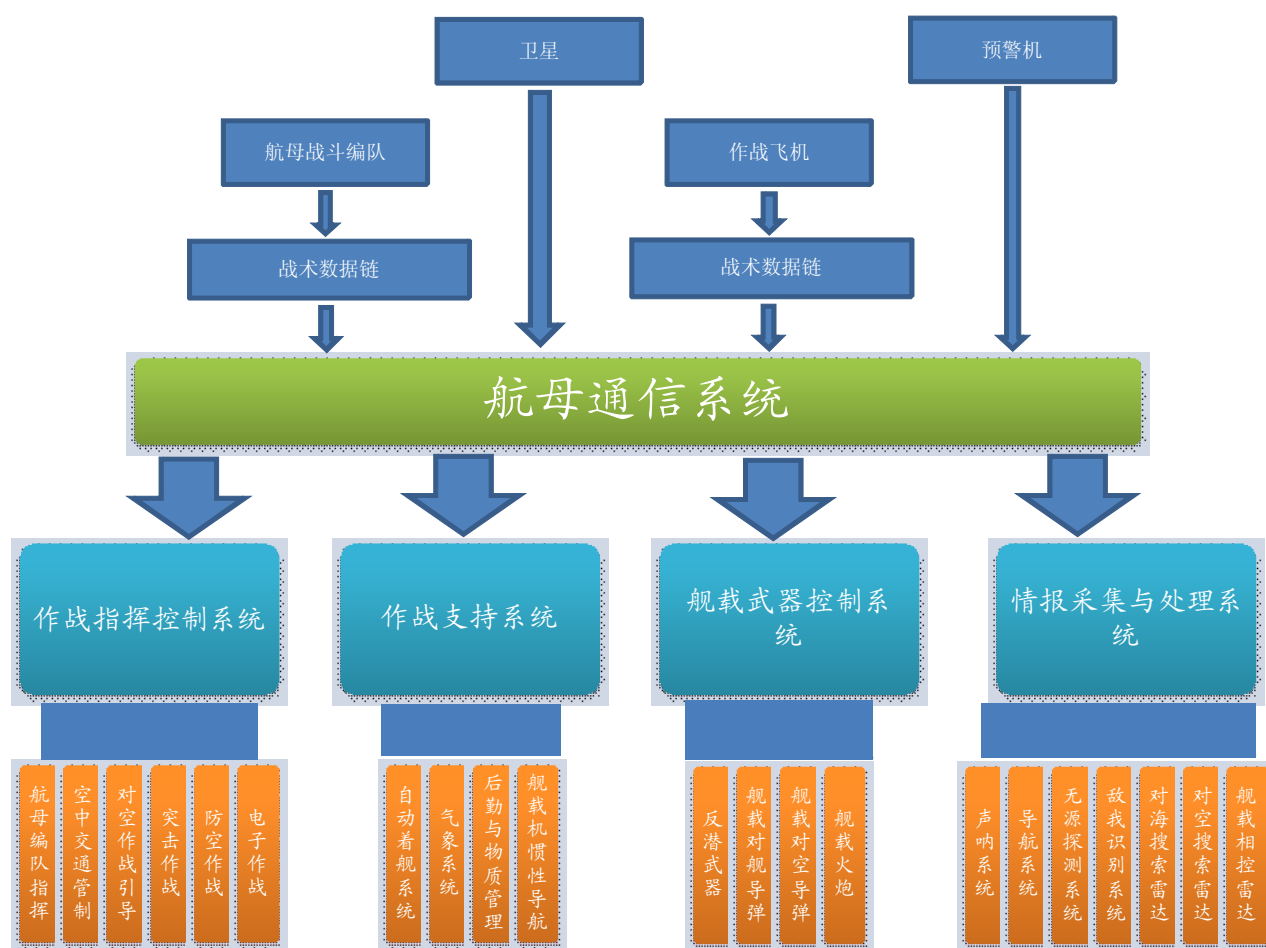
- ◆ **二重重装-大型锻压件**：中国二重正在为大飞机项目建造 8 万吨级大型模锻压机，投产之后，将成为国内唯一有能力生产飞机用大型模锻件的企业。
- ◆ **中航重机-一般锻压件**：公司是航空铸锻件的行业龙头，几乎垄断了国内航空高端锻造市场，锻造产品占主营业务的 66%，是公司主要收入来源。

电子信息系统—打赢海上信息战的关键

电子通信与指挥系统：航母编队的大脑和神经中枢

- 在多军种联合作战中，航母一般充当多军种协同作战的司令部这一职能，而航母的活动远离海岸，要与岸上指挥部、空中飞机及其他舰船联络，需要实时、保密、准确的传送重要的战略和战术信息；这就要求航母上通信设备种类繁多，覆盖区域大、信息流量大，系统含有线、无线等多种信息方式，不同信息系统之间要求互联互通；故航母通信系统非常复杂。
- 航母电子信息系统按功能划分有情报采集与处理系统、作战支持系统、舰载武器控制系统、通信系统、预警机系统和航母作战指挥控制系统等。

图表99：航母电子通信与指挥系统结构图



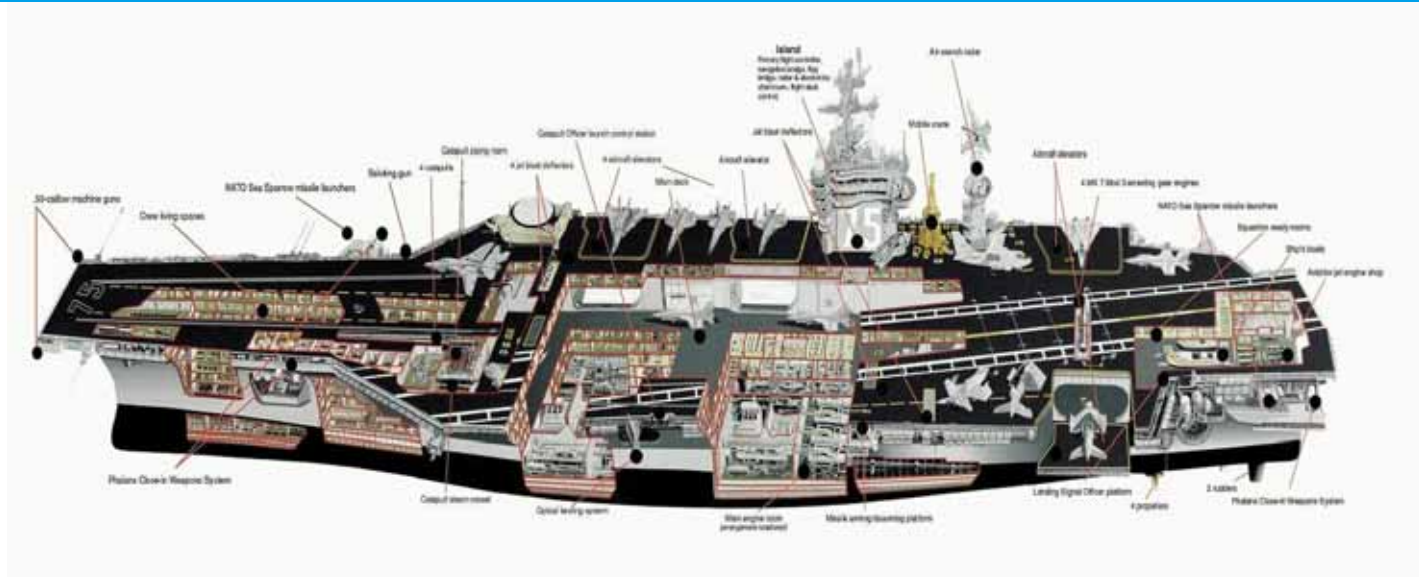
来源：国金证券研究所

- ◆ 情报采集与处理系统：

战术数据链路是航母指挥控制系统与预警机、作战飞机及舰队的通信链路

- 1) 供航母指挥控制的情报信息主要有：航母上的情报采集传感器采集的目标信息、航母编队各战斗舰艇的监视侦察设备采集的情报信息和预警机系统采集的侦察信息。
 - 2) 航母上情报采集设备有舰载相控阵雷达、对空/对海搜索雷达、无缘探测系统、敌我识别系统、导航系统、声呐系统等。
 - 3) 所有航母情报采集设备和预警机监视采集的情报以及编队战斗舰艇上报的情报信息，经航母上的情报处理系统进行融合处理，形成作战综合体，供作战指挥系统中的指挥员决策与进行舰载武器控制使用。
- ◆ 作战支持系统：包括舰载自动着舰系统、气象系统、后勤与物质管理系统、舰载惯性导航系统及舰船航行控制系统等。
 - ◆ 舰载武器控制系统：包括海、空导弹作战系统；海空火炮作战控制系统和反潜武器作战控制系统。
 - ◆ 通信系统：有卫星通信、HF/UHF/VHF 通信；战术数据链路和舰内通信等。
 - ◆ 预警机系统：航母为对付低空目标，具有情报采集和指挥控制能力的移动系统；美国的航母采用 E-2 预警机，预警机通常是由雷达、通信、指挥控制与显示系统组成的，能够提供低空目标的情报和在舰载控制系统的指挥控制下，指挥航母舰载机进行作战活动。
 - ◆ 航母作战指挥控制系统：
 - 1) 航母编队指挥控制系统，作为遍地的旗舰，制定海上作战计划、实施对海上作战舰艇指挥与控制。
 - 2) 对空作战指挥引导控制系统，是航母及编队防空作战指挥中心，对敌方目标进行控制拦截与摧毁行动实施指挥和控制。
 - 3) 突击作战指挥控制系统。制定和评估突击作战计划；组织、指挥和控制舰载突击航空兵对突击对象和目标实施作战；组织火力协同与联合作战协同；突击效果评估等。
 - 4) 防空作战指挥控制系统。全方位空情监视、及早发现空中目标，威胁评估、制定作战方案、进行目标分配，空舰协同、抗击敌空中袭击、火力袭击和电子干扰。保障航母和编队安全。
 - 5) 控制交通管制系统。对进出航母空域内的飞机进行管制，引导飞机安全、准确地进入作战区域并在返航时移交给舰载惯性导航系统，实现安全着舰。
 - 6) 电子作战指挥控制系统。汇集电子情报，形成敌方电子武器系统的分布图，生成电子作战方案，组织控制航母编队内的电子战武器作战行动。保障航母及编队的安全。

图表100：美军 CVN-68 尼米兹级航母舰载设备示意图



来源：国金证券研究所

■ 上述航母电子通信与作战指挥系统的主要设备包括：

- ◆ 航空兵作战指挥设备：包括情报台，飞机引导指挥台，空域管制台，舰载机对空、对海、反潜作战指挥台，大屏幕设备等。
- ◆ 编队作战指挥设备：包括情报台，防空、反潜、对海作战指挥台，编队指挥员工作台，大屏幕显示设备等。
- ◆ 本舰作战指挥设备：包括情报台，综合指挥台，防空、反潜、对海作战指挥台，舰长指挥台，大屏幕显示设备等。
- ◆ 舰载机归航引导设备：在距舰 10-1 海里时，依靠仪表（如“塔康”归航引导设备）与航母通信和目测；在距离 1 海里以内时，依靠光学助降系统着舰。
- ◆ 通信设备：使用卫星通信系统和短波电台与岸基指挥部、友邻编队作远距离通信；使用超短波电台和数据链与编队内舰艇、飞机通信，母舰与舰载机间设有专用数据链；航母内部通信采用有线语音和无线传呼两种方式。
- ◆ 导航设备：惯性导航系统、平台罗经、综合信息处理装置、航母机载惯性导航对准系统、计程仪、航迹仪、卫星导航和天体导航系统、时统系统等。
- ◆ 电子对抗设备：美、俄、法等国航母均装有雷达侦察机、雷达有源干扰机、干扰火箭发射装置。按照技术发展推测，未来航母将陆续装备激光和通信侦察干扰设备。
- ◆ 水声设备：为防止敌潜艇鱼雷攻击，航母装有舰壳声呐和鱼雷警告声呐。

■ 产业链涉及上市公司：海兰信、四创电子、光电股份、奥普光电。

图表101：电子通信与指挥系统涉及公司

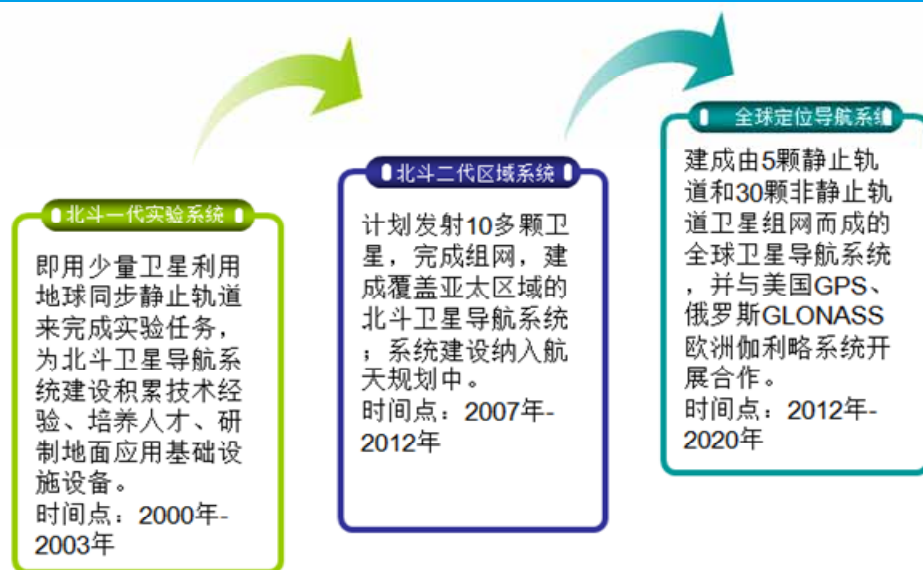
湘电股份	电机制造是公司核心竞争力：公司是国家级军用电机研发制造基地及国防船舶电力推进及发电成套装备唯一的制造基地；在军用电机电控大型成套装备制造方面处于国内领先地位，掌握了一批具有自主知识产权的重大国防装备技术成果；舰船用特种电机具有较高的技术含量，未来将逐步由军用转向民用领域，这将打开长期成长空间
海兰信	公司作为我国海军的合格供应商之一，未来将军品确定为三大战略业务模块之一，并设立独立事业部，加强军品研发及市场开拓；在舰艇电子集成系统领域提供整体解决方案，包括导航子系统、通讯子系统、船岸管理子系统等
四创电子	公司主营产品为雷达及配套产品，其中一二次雷达等用于军工装备；大股东中电38所是国内特种雷达的重点生产企业，其用在预警机上的远程雷达制造技术位居国际先进水平，未来存在注入预期
光电股份	公司防务产品包含精确制导武器系统、精确制导导引头系列、航空显控信息装备系列产品、地面显控信息装备等四大系列，占总收入一半以上，为公司主导产品
奥普光电	公司是国内国防用光电测控仪器设备（对于提高武器系统的精确打击能力起关键作用）的主要生产厂家，在军用电视测角仪、光电经纬仪光机分系统等国防用光电测控仪器设备产品研发和生产上处于国内优势地位，拥有绝对领先的市场占有率

来源：国金证券研究所

卫星导航系统：“北斗”系统提升航母编队综合作战实力

- 信息化条件下，海上通信能力在决定航母编队海上作战能力方面起决定性作用；与其他海上通信方式相比，卫星通信具有距离远、容量大、抗干扰能力强、可靠性高和不易摧毁等优点，已成为确保航母编队充分发挥作战能力，保障海上指挥通信顺畅，获取信息对抗主动权的关键性因素。
- 北斗卫星导航系统是我国正在实施的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统，是除美国 GPS、俄罗斯 GLONASS 之后第三个成熟的卫星导航系统，其致力于向全球用户提供高质量定位、导航和授时服务。
 - ◆ 北斗卫星导航系统由空间段、地面段和用户段三部分组成，空间段包括 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星，地面段包括主控站、注入站和监测站等若干个地面站，用户段包括北斗用户终端以及与其他卫星导航系统兼容的终端。
 - ◆ 北斗导航系统建设采取“三步走”的规划。

图表102：北斗系统建设三步走



来源：国金证券研究所

- ◆ 2000年，中国北斗卫星导航试验系统“北斗一号”启动，目前已成功发射4颗北斗导航试验卫星和8颗北斗导航卫星；与GPS相比，“北斗”的定位速度更快、授时更为精准。

图表103：我国北斗卫星发展路径图

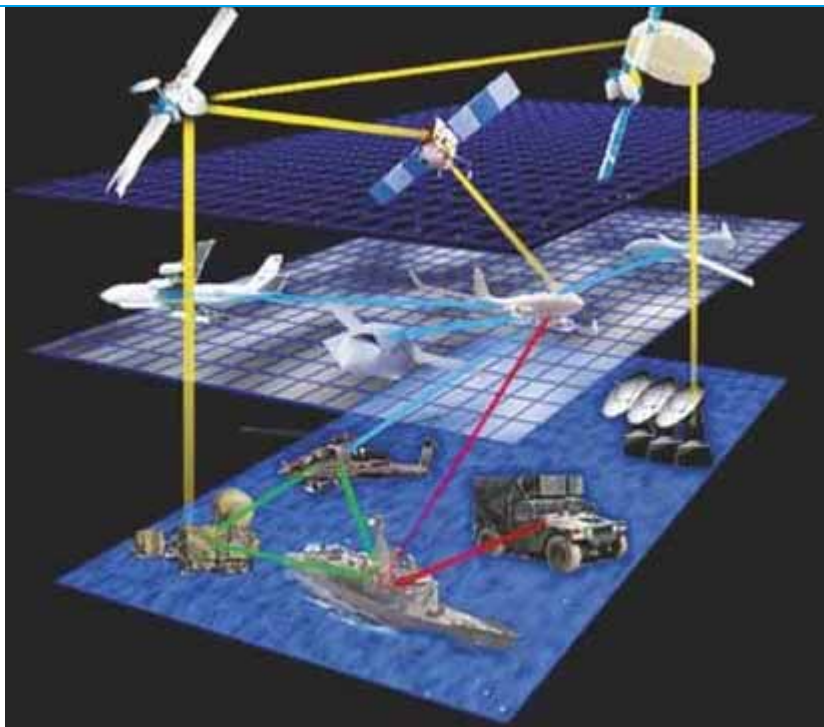


来源：国金证券研究所

- 建立北斗卫星导航系统，如同织造一张覆盖全球的“天眼”网络，在其支持下，战斗机、轰炸机、侦察机和特种作战飞机可以全天候准确无误地执行任务；扫雷部队可安全通过雷区、准确测定布雷位置以便将其摧毁；特别行动直升机与攻击直升机能够协同作战；全球导航定位系统还使空中加油机与需要加油的作战飞机能够更快地相互找到对方。
- ◆ 授时：全球导航定位系统可提供准确的时间和频率，从而广泛应用于授时校频；在通信、网络的时间同步，以及部队机动、作战中统一时间标准均具有重要的意义。

- ◆ 导航：当前，GPS 与惯性制导相结合是军用飞机上普遍采用的一种导航方式，这种导航方式可由 GPS 提供精确的位置和速度信息，而惯性制导因不易受到干扰，可在无 GPS 信号时提供导航信号并使系统迅速更新。美军目前的军用飞机大量采用此种导航方式。
- ◆ 海上行动：运用全球导航定位系统，舰艇和潜艇可精确地判定自己的位置，这有助于在港口作业的安全和通过受限水域时所需的导航；结合使用激光测距仪和高精确的定位信息，可对海岸线进行精确勘查；可精确地设置水雷，使己方部队能规避和对其进行回收；使用空间定位、速度矢量、时间和导航支援，有助于海上集结、海上营救和实施其他行动。
- ◆ 空中作战行动：在空中作战行动中，全球定位系统也极为有用。全球导航定位系统提供的位置、速度矢量、时间的有关信息可提高空投、空中加油、搜索和营救、侦察、低空导航、目标定位、轰炸和武器发射的效能；可为己方飞机通过作战地域设定更为精确的空中走廊；可提高各种空射武器的精确度。
- ◆ 武器制导：在伊拉克战争中，由 GPS 制导的精确制导武器的使用率有了很大提高；根据统计，战争中精确制导武器的使用率达到 68.3%，而由 GPS 制导的精确武器就占到总数的 57%。由于激光制导炸弹易受战场烟雾、云层和沙尘的影响，而 GPS 制导的特点是不受沙尘和烟雾影响，可以全天候、全天时工作，且制导精度高，因此在伊拉克战争特定的环境（沙尘、烟雾）中发挥了独特作用。
- ◆ 单兵或部队定位：全球导航定位接收机可以做到小型化、手持式，因而携带方便，它还可与其他手持式通信设备组合在一起，是野战部队和机动作战部队不可缺少的装备。海湾战争期间，GPS 接收机就很受美军部队欢迎，一度出现了军用 GPS 接收机严重短缺的现象，当时美国陆军每连或 180 多人就有 1 台 GPS 接收机。而伊拉克战争中，地面部队至少拥有 10 万台精密轻型 GPS 接收机，每个班至少一台。
- ◆ 救援服务：美军飞行员广泛应用的一种 Hook-112 救生无线电装置，在飞机被击落时，能够利用 GPS 为营救人员指引方向。

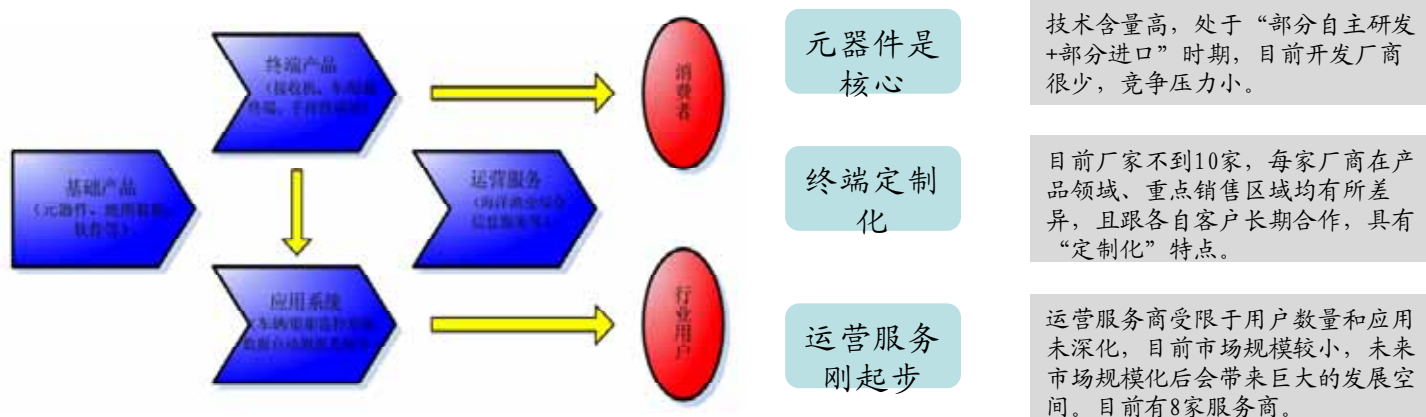
图表104：北斗导航卫星系统在航母编队中的应用示意图



来源：国金证券研究所

- 从整个北斗卫星导航产业链看，基础产品中元器件是核心，终端和运营服务具备较大的发展潜力；涉及上市公司：**中国卫星**、**北斗星通**、**国腾电子**。

图表105：北斗导航产业链分布



来源：国金证券研究所

图表106：产业链各领域龙头公司分布

北斗关键元器件领域	上海复控华龙微系统技术有限公司
	石家庄通信测控技术研究所
	北京广嘉创业电子技术有限公司
	西安海天天线科技股份有限公司
	国腾电子
北斗终端领域	北京星地恒通信息科技有限公司
	航天恒星科技股份有限公司
	国腾电子
应用系统领域	北京神州天鸿科技有限公司
	北京北斗星通导航技术股份有限公司
	国腾电子

来源：国金证券研究所

图表107：北斗导航上市公司介绍

上市公司	电子设备相关产品
中国卫星	公司主营小卫星制造及卫星应用，为客户提供独有的“卫星-应用平台-应用终端-运营服务”的天地一体化的综合服务；公司在北斗导航用芯片领域实力雄厚，未来有望成为北斗导航系统大发展的主要受益者
国腾电子	公司业务围绕北斗卫星导航应用的“元器件-终端-系统”产业链提供产品和服务，主要产品包括北斗卫星导航应用关键元器件、特种行业高性能集成电路、北斗卫星导航终端及北斗卫星导航定位应用系统，是北斗导航系统大发展的主要受益者
北斗星通	公司从事卫星导航定位产品、基于位置的信息系统应用和基于位置的运营服务业务，是经北斗系统主管部门授权许可、专门从事北斗卫星导航定位系统运营服务业务的运营机构；公司在军事指挥控制应用领域的市场份额领先，未来将直接受益于北斗导航系统建设

舰载机机载电子设备，主要分为航电系统和机电系统两部分

舰载机机载设备：跟随舰载机数量增长而增长

- 航电系统全称“综合航空电子系统”，是现代化战斗机的一个重要组成部分，舰载机的作战性能与航空电子系统密切相关；航电系统主要包括飞行控制、飞行管理、座舱显示、导航、数据与语音通讯、监视与告警等主要功能系统。
 - ◆ 航电系统技术发展迅速，从简单的机械仪表，到传统数字航电系统，再到初期模块化航电系统，进而发展为目前以机载高速数据网络为主传输通道的现代化、模块化的航空电子系统，仅仅经历了不到 40 年的时间。
 - ◆ 未来航电系统将向着更加综合化、信息化、技术化、模块化及智能化的方向发展，并且综合航电系统的功能、性能以及可靠性、维修性、保障性、测试性和综合效能等方面也将得到不断加强。
- 1) 综合化：综合化是航空电子发展的核心，能压缩航电系统的体积和重量，减轻飞行员工作负担，提高系统可靠性，降低全寿命周期费用等；如美国第四代战机 F-22 按常规本需要 60 多根天线，工作波段不同的多种接收机、发射机都处于各自分立状态，现在

- 2) 开放式结构：开放式系统结构是由开放系统接口标准定义的一个结构框架，它的优点是：便于构成分布式系统；便于不同厂家生产的、不同型号的计算机或其他硬件之间的互连、互通和互操作；也便于硬件、软件的移植；便于系统功能的增强和扩充。此外，开放式系统结构还支持系统可变规模，有利于缩短研制开发周期；未来开放式工业标准向军用过渡趋势将更加明显。
- 3) COTS 技术：为了实现经济上可承受、性能、可改进性和重新使用能力的四大指标，在新一代综合航电系统中将会更加强调采用 COTS 技术。COTS 技术具有如下特点：显著减少专用器件、专用组件或模块、专用软件等的数量，从而降低科研生产成本；采用通用的、开放的技术标准，兼容性好；技术先进，符合技术发展潮流；具有良好的技术支持，便于扩充和升级，产品更新换代快；可以直接在商品货架上采购，供货渠道有保障；采购费用低廉；研制、生产周期短；产品维修和后勤保障较为方便，维修保障费用低；无须投入专项科研经费等。
- 4) 模块化：解决综合航电系统采用开放式系统结构既要节省费用又要提高作战任务性能的矛盾，方法之一是模块化；模块化是实现结构简化和综合化的基础，也是实现系统重构的基础。
- 5) 传感器综合化：先进战斗机传感器的综合化趋势发展极为迅速，从本世纪初服役的 F-22 和 JSF 等第四代战斗机传感器来看，机上传感器几乎实现全部综合化。多传感器综合(MSI)的目标是：改变目前各种传感器分立的状态，实现互为补充、互为备份、扬长避短、综合使用各传感器提供的信息；对多传感器实现综合的控制和管理，在现有的硬件和软件水平上获得比任何单独的传感器性能更高的传感器系统。

[illegible]

■ 根据航电系统发展趋势,当前更加强调系统的集成管理和综合应用,从过去分布生产独立功能产品向集中生产综合功能产品转变,而当前国内相关

生产厂商分立，还没有具有综合实力的企业；**对产品功能的升级促使了中航工业必须将分立的航电系统资产整合为一个整体。**

■ 产业链涉及上市公司：**ST 昌河**

- ◆ 中航工业集团正在紧锣密鼓地将航电系统资产统一注入 ST 昌河，2009 年 6 月，公司通过资产重组，将原有的汽车制造业务整体剥离，中航工业持有的上航电器和兰航机电 100% 股权被置入。
- ◆ 从航电系统主要供应商情况来看，航电核心处理系统、显示系统、机载维护系统、飞行记录系统是由上飞与 GE 合资建厂生产的，其它主要航电系统大部分是 ST 昌河的业务范围；ST 昌河将成为对中航工业对航电资源整合中受益最大的上市公司。

图表109：我国主要航电系统供应商

机载航电系统构成	国内供应商	受益上市公司
航电核心处理系统		
显示系统	上海飞机制造有限公司	
机载维护系统	中国航空无线电电子研究所	
飞行记录系统		
通信和导航系统	中电科航电子有限公司	
飞控系统	中航工业飞行自动控制研究所	ST 昌河
控制板组件	上海飞机制造有限公司	
空勤告警系统(EICAS)	陕西千山航空电子有限责任公司	ST 昌河
大气数据系统	成都凯天电子有限公司	ST 昌河
发动机电子控制器	成都凯天电子有限公司	ST 昌河
电源参数显示监控系统	成都凯天电子有限公司	ST 昌河
航空仪表	宝成仪表	ST 昌河
惯性导航和航资系统	华燕仪表	ST 昌河
座舱飞行仪表	太原仪表	ST 昌河

来源：国金证券研究所

- 机电系统：机电系统主要包括电力系统、空气管理系统、燃油系统、液压系统、救生系统、辅助动力装置、机轮刹车系统、照明和生活设施等功能系统。

图表110：我国主要机电系统供应商

机载机电系统构成	国内供应商	受益上市公司
辅助动力装置(APU)系统	哈尔滨东安发动机(集团)公司	
外部照明系统	江苏彤明车灯有限公司	
机载照明系统	兰航机电	ST 昌河
水	武汉航达航空科技发展有限公司	
燃油系统	金城集团	
液压系统	金城集团	
空气管理系统	金城集团	
电力系统	一航电源	
救生系统	中国航空救生研究所	中航精机
防火系统	天津航空机电公司	
防冰除雨系统	武汉航达航空科技发展有限公司	

来源：国金证券研究所

■ 产业链涉及公司：**中航精机**

- ◆ 中国航空救生研究所国内唯一专门从事航空生命安全救生系统装置研究、设计、制造、试验的国防科技研究所，中航精机是其唯一资本运作平台，且集团有整体上市的预期，有可能将资产逐步注入上市公司。

重点公司推荐

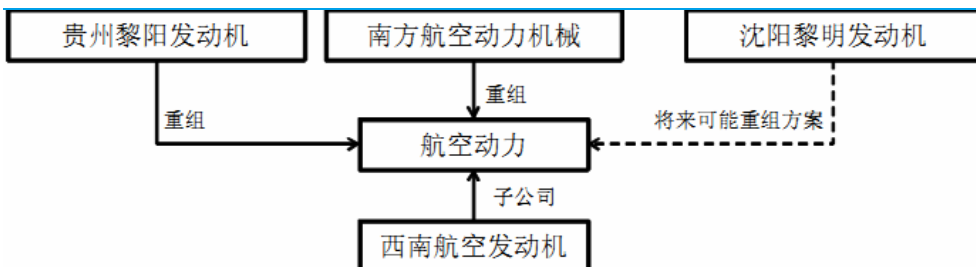
中国重工

- 中国重工旗下大连造船厂是我国最著名的海军大型舰艇建造商，修整“瓦良格”号就在此，在未来中国自主建造航母的时候，公司无疑是优良的航母建造基地备选；同时公司通过非公开发行收购武船重工、河柴重工、平阳重工、中南装备等海军装备核心供应商，令中船重工集团的军用舰艇总装企业业务悉数进入上市公司，并且充实了舰艇配套的业务规模和竞争力，完善了产业链。
 - ◆ 武船重工是我国两大水下舰艇研制基地，常规潜艇的核心研制总装单位，拥有潜艇设计工艺所、减振降噪研究所、特种材料应用技术研究所以，2010 年收入达 64 亿元。
 - ◆ 河柴重工是我国海军军用动力成套装置的主要供应商之一。平阳重工则是国家重点保军企业，是我国鱼雷的主要供应商。
 - ◆ 中南装备是军用光电装备的骨干生产企业，为舰艇提供夜视观测仪器和潜望镜。
- 公司已经形成船舶制造、船舶修理及改装、舰船装备、海洋工程和能源交通装备等五大业务板块，成为我国规模最大的船舶造修及舰船装备制造企业之一；同时中船重工集团仍有近半资产有待注入上市公司。
 - ◆ 中国重工的大股东中船重工集团已经成立装备产业部，规划“十二五”末期集团非船收入将占总收入的 50%，其中重点是风电装备、核电装备、煤炭装备和交通装备。
 - ◆ 根据此前中船重工集团计划注入 16 家企业的承诺，扣除本次注入的 5 家（中南装备和平阳重工是超预期注入），至少还有 11 家公司需要注入上市公司。

航空动力

- 公司是国内大型航空发动机制造基地企业，隶属于中航工业集团，成为未来中航工业唯一的航空发动机整合平台，目前正在进行对南方和黎阳发动机资产的整合。
 - ◆ 中航工业集团下属的优质航空发动机资产包括沈阳黎明（负责“太行”发动机总装）和贵州黎阳、南方航空动力机械以及西安航空发动机集团，其中沈阳黎明（负责“太行”发动机总装）和贵州黎阳、西安航空发动机集团均属于原一航旗下的发动机公司，但只有西南航空发动机的子公司航空动力是上市公司。
 - ◆ 在公司重组上市时，当初其实际控制人原中国一航就曾书面承诺将以公司作为其航空发动机相关业务的唯一境内上市平台，并在公司需要的及可能的前提下，将所属的其他公司持有的航空发动机批量制造及航空发动机零部件外贸转包生产有关的资产和业务注入公司，从而从战略上确立公司作为中航集团航空发动机业务资产运作唯一平台的地位。

图表111：中航工业集团发动机资产整合方案



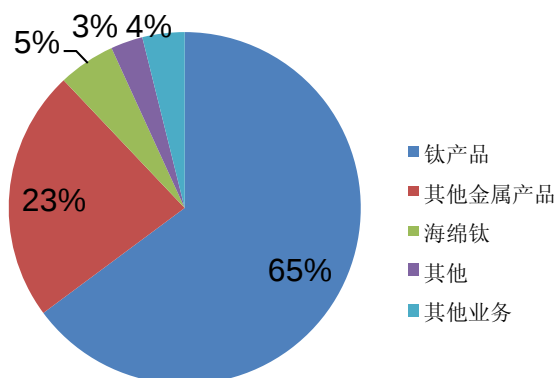
来源：国金证券研究所

- 我们认为若中国开始建造航母编队，必然要在现有海军舰艇外建设新的驱逐舰、护卫舰等护航舰艇，**航空动力作为航母编队舰载机发动机和护航舰艇燃汽轮机供应商将直接受益！**

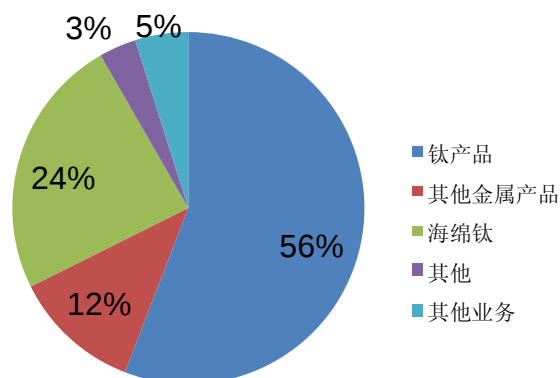
宝钛股份

- 宝钛股份是中国钛工业的龙头企业，以钛、锆、镍为主要产品，是我国最大的钛及钛合金生产、科研基地，是目前国内唯一具有铸-锻-钛材加工完整产业链的企业；主导产品钛材 2009 年产量位居世界同类企业第二，是国际四大钛合金专业加工企业之一。
- ◆ 公司钛产品覆盖了从海绵钛、钛锭到钛加工材全产业链，同时在锆、镍等小金属合金上也有较强实力。

图表112：2010 年分产品收入占比



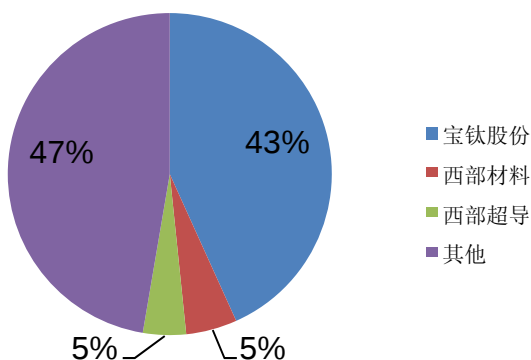
图表113：2010 年分产品毛利占比



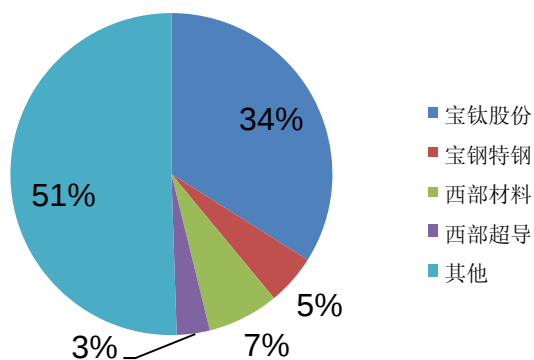
来源：公司公告 国金证券研究所

- ◆ 公司是国内钛锭和钛加工材的领导者；2010 年，公司钛锭产能占全国的 28%，产量更高达 43.2%，钛加工材产量占全国产量的 33.9%，其中高档钛材和军工钛材市场占有率高达 90%以上。

图表114：中国钛锭产能分布



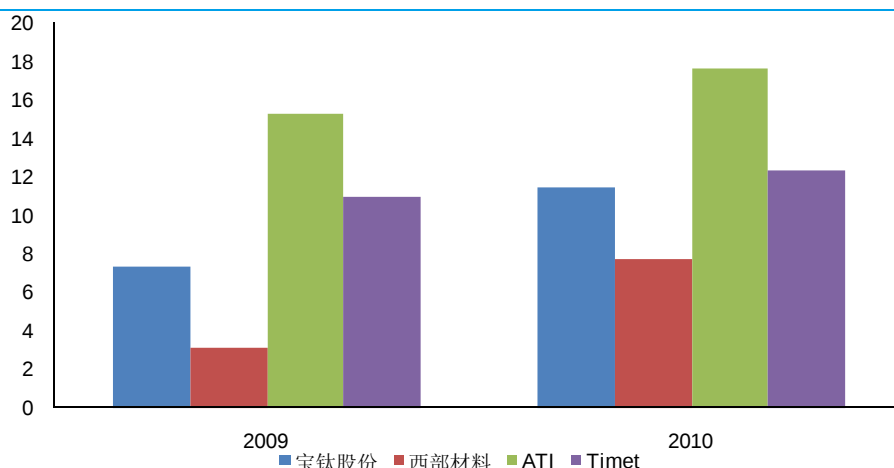
图表115：中国钛加工材产能分布



来源：《2010 年中国钛工业发展报告》，国金证券研究所

- ◆ 与国际对手比，公司正在追赶领先的美国公司如 ATI 和 Timet，随着募投新建和改造项目的达产，产能不断上升，和美国的 ATI，Timet 公司产能差距不断缩小。

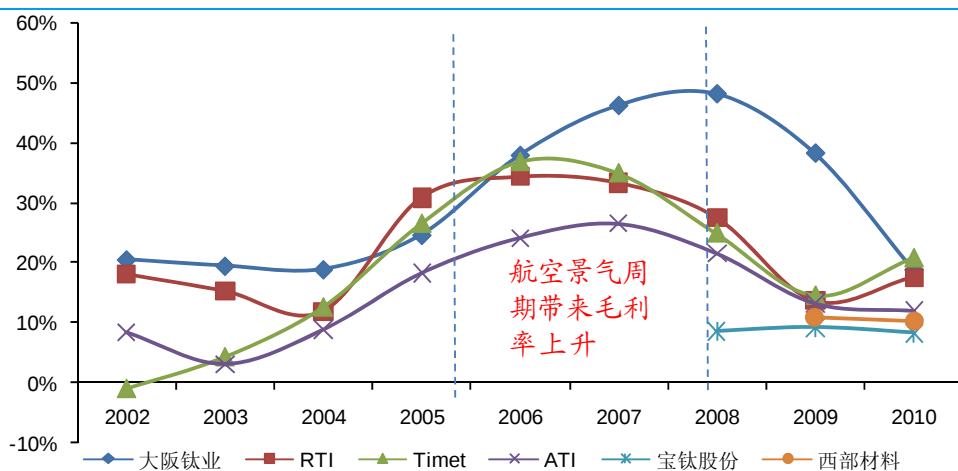
图表116: 钛材公司钛材销量比较 (千吨)



来源: 公司公告 国金证券研究所

- 经济危机和波音 787 飞机延期的影响已经过去, 世界航空钛材需求量未来将持续增长, 高端航空钛材的高景气将对公司产生积极影响; 同时作为国内最大的航空钛材供应商, 建造航母带来的舰载机需求将提升公司军品销售。
- ◆ 从美国航空钛材历史分析, 航空制造商订单交付量上升将带来上游供应商产品量价齐升, 毛利率快速上升。
- ◆ 公司通过了世界多家主流飞机制造商认证, 世界民用航空的景气回升将促进宝钛股份钛材出口量的增加及毛利率的提升。

图表117: 世界主要钛材厂商毛利率比较



来源: Bloomberg, 国金证券研究所

注: 宝钛股份和西部材料使用钛材的毛利率, 而非整体毛利率

- ◆ 航空母舰、中国大飞机项目、嫦娥工程和新一代战斗机、海洋工程、核电站计划等都将逐渐迎来对高端钛材需求爆发式增长时期。
- ◆ 公司目前垄断了国内高端钛材的 90% 市场, 随着万吨自由锻项目和钛带生产线的达产, 公司为国内需求做好了准备。

特别声明:

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，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。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，对由于该等问题产生的一切责任，国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。本报告亦非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向任何人作出邀请。国金证券未有采取行动以确保于此报告中所指的证券适合个别的投资者。国金证券建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。国金证券及其关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息、所载资料或意见。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载的观点并不代表国金证券的立场，且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

上海

电话: (8621)-61356534

传真: (8621)-61038200

邮箱: researchsh@gjzq.com.cn

邮编: 201204

地址: 上海浦东新区芳甸路 1088 号紫竹
国际大厦 7 楼**北京**

电话: (8610)-66215599-8792

传真: (8610)-61038200

邮箱: researchbj@gjzq.com.cn

邮编: 100032

地址: 中国北京西城区金融街 27 号
投资广场 B 座 4 层**深圳**

电话: (86755)-33089915

传真: (86755)-61038200

邮箱: researchsz@gjzq.com.cn

邮编: 518000

地址: 中国深圳福田区金田路 3037 号
金中环商务大厦 921 室