

## 航空发动机：国之重器，国产化势在必行

### ■航空发动机：飞机的核心，国家安全的战略保障

航空发动机行业的发展水平是一个国家工业基础、科技水平和综合国力的集中体现，也是国家安全和大国地位的重要战略保障。航空发动机具有研制周期长，技术难度大，耗费资金多等特点，当今世界能够独立研制航空发动机并形成产业规模的也仅仅只有中、美、俄、英、法等五国，其中军用航空发动机被美、俄、英主导。

### ■中国军用航空发动机：测绘起步实现自研，自主可控是大势所趋

我国航空发动机经历了“维护使用-测绘仿制-型号研制-开展预研”的反过程，当前已建立起了相对完整的发动机研制生产体系，具备了涡喷、涡扇、涡轴、涡桨等类发动机的系列研制生产能力，国产发动机已装配歼击机、运输机、轰炸机等多种机型。当前我国军机发动机国产化比例已大大提高，但新型号发动机，尤其是四代发动机用的小涵道比涡扇发动机和大型运输机、轰炸机用的大涵道比涡扇发动机，技术较为落后，存在明显短板。随着军机换装列装提速，再叠加发动机国产化比例不断提高，我国军用发动机行业将迎来快速发展时期。

### ■航发集团成立带动产业发展，“两机”专项带来政策红利

航发集团成立，飞发分离体系正式确立，航空发动机国产化高度可期；两机专项的推出必定会给两机行业带来巨大的政策红利，将从根本上解决长期困扰我国航空发动机与燃气轮机产业的投入不足问题，在政策和资金的有利支持下，将推动我国航空发动机与燃气轮机技术赶超世界先进水平，实现历史性飞跃，我国航空发动机和燃气轮机产业将加速发展，并有望在未来打破巨头垄断进入国际市场。

### ■我国军用航空发动机市场：未来十年年均 50.9 亿美元

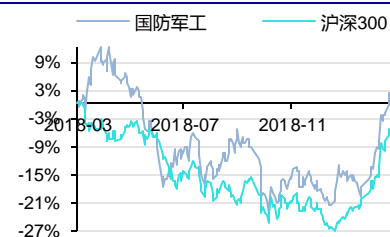
全球军用航空飞机发动机市场将从 2017 年的 145.5 亿美元增加到 241.5 亿美元；预计未来十年，我国军用发动机平均每年购置经费 311 亿，维修费 156 亿，合计 467 亿；按各部分拆分费用，平均每年叶片 179 亿、零部件 202 亿、动力控制系统 55 亿。

■投资建议：我们认为，航空发动机具有极其重要的战略地位，国产化势在必行，当前军用航空发动机投资主要围绕两条主线：

- ①具有垄断地位的国家队主机厂：我国军用航空发动机生产由航发集团主导，当前量产的发动机型号较少，新型号一旦定型量产，具备垄断地位和稀缺性的主机厂将显著受益；
- ②材料、叶片等领域寻求突破的民营企业：近年来许多民营企业投身

投资评级 **领先大市-A**  
维持评级

### 行业表现



资料来源：Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	-3.47	-12.14	2.18
绝对收益	6.00	5.49	-6.39

冯福章

分析师

SAC 执业证书编号：S1450517040002  
fengfz@essence.com.cn

张超

分析师

SAC 执业证书编号：S1450518080003  
zhangchao@essence.com.cn

### 相关报告

于航空发动机产业，关键技术一旦突破，将极大促进行业发展，同时也为自身打开巨大的发展空间。

■**相关上市公司：**航发动力、航发控制、航发科技、炼石航空、火炬电子、应流股份、海特高新

■**风险提示：**宏观经济表现低迷，军工行业也很难独善其身；相关支持资金未按时按量下拨；军工集团发展战略调整、上市公司定位发生变化；技术与产品研制进程的不确定性。

## 内容目录

一、航空发动机：飞机心脏，工业之花.....	7
1. 航空发动机分类.....	7
2. 航空发动机发展历程.....	8
2.1. 活塞式发动机：低速、通用飞机仍在应用.....	8
2.2. 涡喷发动机：已逐步被涡扇发动机取代.....	8
2.3. 涡扇发动机：军民用飞机主要动力.....	9
2.4. 涡桨发动机：应用于中小型运输机和通用飞机.....	10
2.5. 涡轴发动机：直升机唯一动力.....	11
2.6. 桨扇发动机：目前仅有一款成功机型.....	12
3. 航空发动机产业特点.....	12
3.1. 基于核心机衍生发展.....	12
3.2. 高温高压高转速，考验现代工业技术极限.....	14
3.3. 高投入长周期，伴随巨大经营风险.....	14
3.4. 壁垒门槛高，经济回报高.....	15
3.5. 军民通用性强.....	15
二、产业格局：美俄英寡头垄断，中国从测仿到自研.....	17
1. 航空发动机产业格局.....	17
1.1. 全球寡头垄断.....	17
1.2. 军民协调发展.....	17
1.3. 主承包商-供应商发展模式.....	18
2. 军用航空发动机市场寡头垄断，美俄占比超八成.....	18
2.1. 军用航空发动机：美俄英占九成.....	18
2.2. 美国：以引进起家，通过“调控”式竞争推动发展.....	22
2.3. 俄罗斯：整合重组发动机企业形成竞争力.....	22
3. 国产军用航空发动机的自主之路.....	24
3.1. 国产军用航空发动机发展历程.....	24
3.2. 航发集团：军用航空发动机制造国家队.....	26
3.3. 民营企业：积极投身航空发动机领域，以零部件配套为主.....	27
3.4. 中国航空发动机与燃气轮机两机专项.....	27
三、军用航空发动机产业链.....	29
1. 整机.....	31
2. 原材料.....	31
2.1. 高温合金：先进发动机的基石.....	32
2.2. 钛合金：低密度、高强度.....	33
2.3. 陶瓷基复合材料：制造高推重比航空发动机的理想材料.....	34
3. 零部件.....	36
4. 叶片.....	37
4.1. 民用涡扇发动机风扇叶片.....	38
4.2. 军用涡扇发动机风扇叶片和压气机低压级叶片.....	38
4.3. 压气机高压级叶片.....	38
4.4. 涡轮叶片.....	39
5. 动力控制系统.....	40
四、军用航空发动机价值拆分和市场空间.....	41

1. 军用航空发动机价值拆分 .....	41
1.1. 按生命周期拆分 .....	41
1.2. 按部件价值拆分 .....	43
2. 军用航空发动机价值拆分和市场空间测算 .....	44
2.1. 全球军用航空发动机市场 .....	44
2.2. 中国军用航空发动机市场 .....	44
五、投资机会分析 .....	47
1. 主机厂：国产化进程加速，受益于自研型号放量 .....	47
2. 民营企业：材料、叶片等领域寻求突破 .....	47
六、风险提示 .....	48
七、重点个股 .....	49
1. 航发动力：我国发动机制造龙头企业 .....	49
2. 航发控制：国内军用发动机控制系统主要配套企业 .....	50
3. 航发科技：外贸业务稳步增长，内贸需求逐步增强 .....	51
4. 炼石航空：收购 Gardner，战略布局航空制造全产业链 .....	52
5. 火炬电子：军用 MLCC 龙头，布局特种陶瓷材料开启新成长 .....	53
6. 应流股份：“两机”叶片有望量产，铸造龙头终成航空核电精兵 .....	54
7. 海特高新：航空产业加速布局，业绩增长符合预期 .....	55

## 图表目录

图 1：航空发动机分类及用途 .....	7
图 2：活塞发动机工作原理 .....	8
图 3：PW“巨黄蜂”星型气缸活塞发动机 .....	8
图 4：涡喷发动机工作原理 .....	9
图 5：R&R/SNECMA Olympus 593 涡喷发动机图 .....	9
图 6：涡扇发动机工作原理 .....	9
图 7：PW F119 军用涡扇发动机试车图 .....	9
图 8：涡桨发动机工作原理 .....	11
图 9：PWC PT6A 涡桨发动机 .....	11
图 10：涡轴发动机工作原理 .....	11
图 11：PWC T700 涡轴发动机 .....	11
图 12：航空发动机研制流程 .....	12
图 13：典型核心机系列化派生发展 .....	13
图 14：IHPIET 计划的组织结构 .....	14
图 15：美国 GE VAATE 计划中的 ADVENT 发动机验证机 .....	14
图 16：典型发动机研制经费（亿美元） .....	15
图 17：典型发动机研制周期（月） .....	15
图 18：单位重量创造的价值对比 .....	15
图 19：配装 CF6-80C2 的波音 767 民用客机 .....	16
图 20：配装 CF6-80C2 的 C-5 大型军用运输机 .....	16
图 21：航空发动机产业格局 .....	17
图 22：GE 和 R&R 航空发动机业务营收（亿美元） .....	18
图 23：GE、R&R 和 PW 军用航空发动机营收（亿美元） .....	18
图 24：R&R 公司外购与自行生产选择矩阵 .....	18

图 25: 全球军用飞机装备量前十名发动机产地.....	21
图 26: 战斗机装备数量前十名发动机厂商.....	21
图 27: 运输机装备数量前十名发动机厂商.....	21
图 28: 直升机装备数量前十名发动机厂商.....	21
图 29: 战斗机、运输机、直升机装备数量前十名发动机厂商.....	22
图 30: 军用航空发动机数量机型占比.....	22
图 31: 中、美、俄战斗机发动机发展对比.....	24
图 32: 中国军用航空发动机发展历程.....	25
图 33: 航发集团股权结构.....	26
<b>图 34: 军用航空发动机产业链.....</b>	<b>29</b>
图 35: 航空发动机材料构成.....	32
<b>图 36: 航空发动机中高温合金应用部位 (红色部分代表高温合金) .....</b>	<b>32</b>
图 37: GE 公司 F110 发动机结构.....	37
图 38: GE90 涡扇发动机树脂基复合材料风扇叶片.....	38
图 39: R&R RB211 涡扇发动机钛合金空心叶片.....	38
图 40: 涡轮叶片气膜冷却结构发展历程.....	39
图 41: 涡轮叶片表面喷覆陶瓷涂层.....	39
图 42: 典型民用飞机成本构成.....	41
图 43: 典型战斗机成本构成.....	41
图 44: 航空发动机研制阶段费用按成本构成拆分.....	42
图 45: 航空发动机研发阶段费用按研制流程拆分.....	42
图 46: 航空发动机制造成本拆分.....	42
图 47: 航空发动机维护成本构成.....	43
图 48: 航空发动机大修和零部件修理价值拆分_1.....	43
图 49: 航空发动机大修和零部件修理价值拆分_2.....	43
图 50: 2017 年全球军用航空发动机价值机型占比.....	44
图 51: 2017 年全球军用航空发动机数量机型占比.....	44
图 52: 世界主要国家军用飞机数量及占比.....	45
图 53: 中美军机数量及比例.....	45
图 54: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	49
图 55: 三家子公司 2012-2017 年净利润情况 (亿元) .....	49
图 56: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	50
图 57: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	50
图 58: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	51
图 59: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	51
图 60: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	52
图 61: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	52
图 62: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	53
图 63: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	53
图 64: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	54
图 65: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	54
图 66: 公司 2012-2017 年营收及增速.....	55
图 67: 公司 2012-2017 年归母净利润及增速.....	55
 表 1: 航空发动机性能特点及应用.....	 7

表 2: 战斗机用航空发动机发展历程.....	10
表 3: 大涵道比涡扇发动机的四个发展阶段.....	10
表 4: 涡轴发动机分代.....	11
表 5: 美国预研计划以及 GE、PW 各代核心机和验证机.....	14
表 6: 全球主要航空发动机制造商及其代表型号.....	19
表 7: 全球主要军用飞机及其发动机统计.....	20
表 8: 美国军用航空发动机发展历程.....	22
表 9: 俄罗斯军用航空发动机发展历程.....	23
表 10: 中国军用航空发动机发展历程.....	24
表 11: 中国军用发动机参数及装备军机一览.....	25
表 12: 我国军机发动机发展情况.....	26
表 13: 航空发动机领域民营企业.....	27
表 14: 两机专项历史.....	28
表 15: 军用航空发动机全产业链供应商.....	29
表 16: 高温合金细分领域竞争格局.....	33
表 17: 国内高温合金生产厂商.....	33
表 18: 国内钛合金生产厂商.....	34
表 19: 国内 SiC 纤维供应商及其产业化项目.....	35
表 20: 国内 CMC 制造商及其产品研制情况.....	35
表 21: 航空发动机零部件生产企业.....	36
表 22: 航空发动机叶片分类.....	37
表 23: 国内航空发动机叶片锻造企业.....	39
表 24: 国内航空发动机叶片铸造生产企业.....	40
表 25: 国内航空发动机动力控制系统生产企业.....	40
表 26: 三代战斗机发动机全寿命周期部件价值拆分.....	43
表 27: 2017-2027 军用航空发动机市场预测.....	44
表 28: 我国军机现状与看点.....	45
表 29: 中国军用航空发动机未来十年市场测算.....	46
表 30: 未来十年我国军用航空发动机各部分市场测算.....	46



## 一、航空发动机：飞机心脏，工业之花

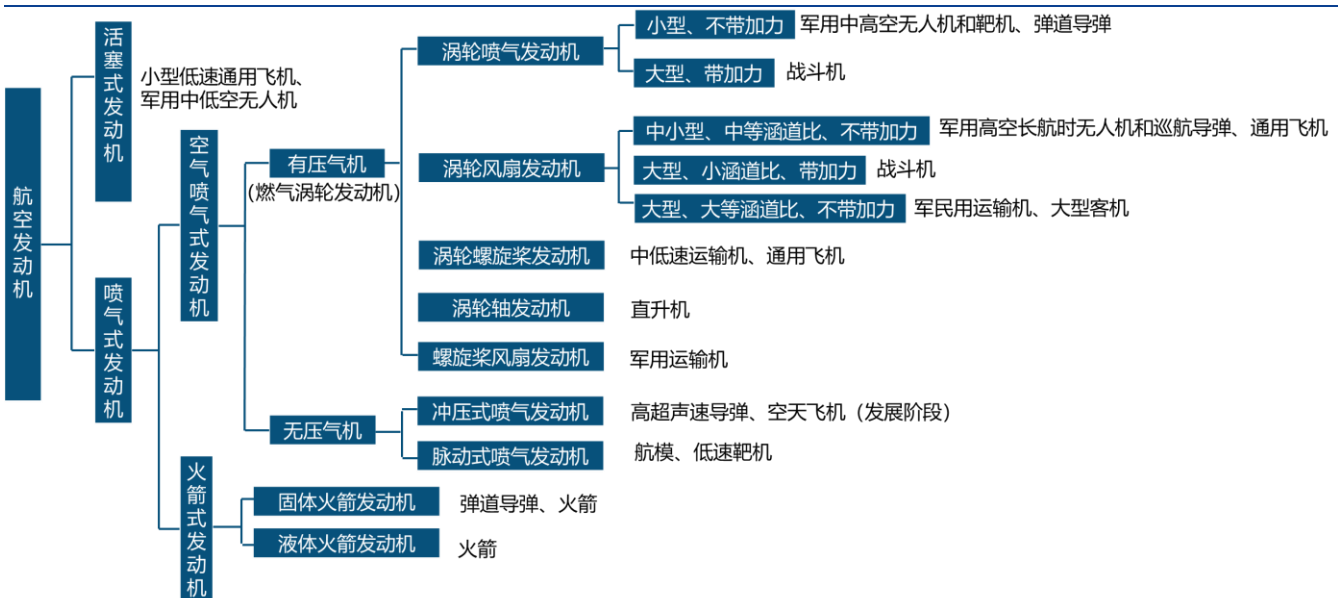
航空发动机是飞机的心脏，被誉为现代工业“皇冠上的明珠”和“工业之花”。航空发动机不仅是飞机的动力，也是航空技术发展的动力，人类在航空领域的每一次重大突破，无不与航空动力技术的进步相关；飞机的需求和发展又促使发动机向更高水平迈进，二者相得益彰。航空发动机行业的发展水平是一个国家工业基础、科技水平和综合国力的集中体现，也是国家安全和大国地位的重要战略保障。作为一种典型技术密集型产品，航空发动机需要在高温、高压、高转速和高负载的特殊环境中长期反复工作，其对设计、加工及制造能力都有极高要求，因此具有研制周期长，技术难度大，耗费资金多等特点。目前虽然许多国家都可以自主研制生产飞机，但具备独立研制航空发动机能力并形成产业规模的国家却只有美、俄、英、法、中等少数几个。

我国商用大飞机起步较晚，民用航空动力发展更为滞后，中短期内缺乏投资机会；而军用航空发动机正处在快速自主化进程中，故本文侧重于研究和分析军用航空发动机。

### 1. 航空发动机分类

自 1903 年问世至今一百多年以来，航空发动机经历了两个主要发展时期，1903 年至 1945 年为活塞式发动机统治时期，1945 年至今是喷气式发动机时代。在喷气式发动机时代，航空上广泛应用的是有压气机空气喷气式发动机。在压气机空气喷气式发动机中，压气机是用燃烧室后的燃气涡轮来驱动，因此这类发动机又称为燃气涡轮发动机。按燃气发生器出口燃气可用能量利用方式的不同，燃气涡轮发动机分为涡轮喷气、涡轮风扇、涡轮螺旋桨、涡轮轴和螺旋桨风扇发动机。

图 1：航空发动机分类及用途



资料来源：《航空发动机——飞机的心脏》，安信证券研究中心

表 1：航空发动机性能特点及应用

	推力/功率	涵道比	是否加力	推重比/功重比	最大速度 (马赫)	巡航速度 (马赫)	耗油率	应用领域	特点
活塞发动机	<2000kw	/	/	<1.43	0.6	0.16~0.25	0.19~0.2	军民	低速度、低油耗
涡喷发动机	48~854kg	/	否	2.7~10.0	0.9	0.9	1.05~1.36	军	高速度、高油耗
	12250~17000kg	/	是	4.6~7.3	2.0~2.8	0.9	0.8~1.0	军	

	400~6000kg	0.7~6.2	否	3~5.6	0.9	0.9	0.3~0.7	军民	
涡扇发动机	7500~19000kg	0.3~1.0	是	10.5~12	1.6~2.35	0.9~1.58	0.5~0.8	军	高速度、中等油耗
	4234~43000kg	6.2~12.5	否	3.5~6.3	0.9	0.8	0.5~0.6	军民	
涡桨发动机	<4474kw	15~20	/	5~6	0.7	0.7	0.21~0.27	军民	中等速度、低油耗
涡轴发动机	<7457kw	/	/	5~10	0.2~0.37	0.2~0.37	0.3~0.36	军民	低速度、低油耗
桨扇发动机	10440kw	/	/	4.63	0.8~0.85	0.61~0.65	0.23	军	中等速度、低油耗

资料来源:《国外航空发动机简明手册》、《航空发动机——飞机的心脏》、《国外公务机发动机研制规律和途径》、《无人机动力装置的现状与发展》,安信证券研究中心

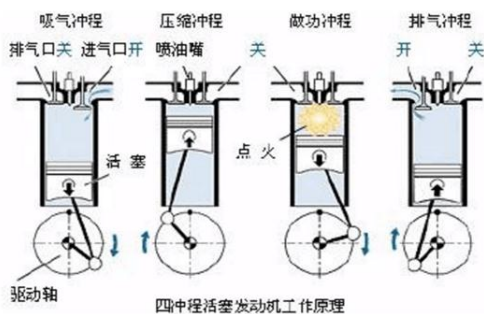
## 2. 航空发动机发展历程

### 2.1. 活塞式发动机: 低速、通用飞机仍在应用

活塞式航空发动机是一种往复式内燃机,通过带动螺旋桨高速转动而产生推力。为满足功率要求,活塞发动机一般由多气缸组合构成,多个缸体同时工作带动曲轴和螺旋桨转动以产生足够动力。1903-1945年,活塞式发动机作为飞机的动力装置,占据了统治地位。在两次世界大战的需求牵引下,活塞发动机不断改进完善,得到迅速发展,达到其技术的顶峰。战后随着涡轮喷气、涡轮螺旋桨和涡轮风扇发动机的发展,活塞发动机逐渐退出了大中型飞机领域,其被取代的主要原因:①飞行速度限制,活塞发动机外形阻力大,螺旋桨高速旋转时效率低;②工作原理限制,活塞式发动机中进气、加压、燃烧和排气四个工作阶段是通过活塞在一个气缸的往复运动分时依次进行的,每个汽缸能发出的功率受到工质温度的限制,随着功率增大,活塞发动机汽缸数增多,重量急剧增加,功重比严重降低。

但由于活塞发动机具有效率高、耗油率低和价格低廉等优点,在功率需求小于200千瓦的小型低速通用飞机上仍有一定优势。在小型公务机、农业飞机、支线和一些小型多用途运输机(森林灭火、搜索、救援和巡逻等),活塞发动机仍被广泛地采用。

图 2: 活塞发动机工作原理



资料来源: 航趣飞机网, 安信证券研究中心

图 3: PW “巨黄蜂”星型气缸活塞发动机



资料来源: 搜狐网, 安信证券研究中心

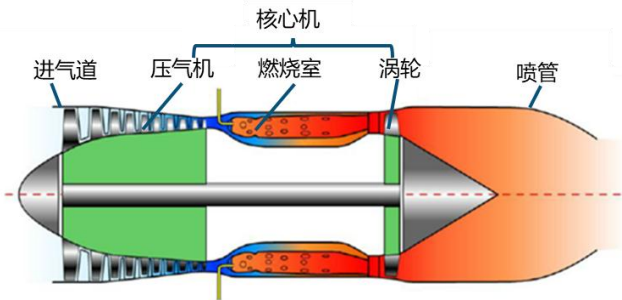
### 2.2. 涡喷发动机: 已逐步被涡扇发动机取代

涡喷发动机一般由进气装置、压气机、燃烧室、涡轮以及喷管等部件组成,其中压气机、燃烧室、涡轮组成了发动机的核心机。涡喷发动机的主要流程都是在核心机中完成,包括空气的压缩、燃烧、涡轮做功等。空气经进气道进入发动机后,首先经过压气机,加压后进入燃烧室,与燃料掺混,点火燃烧,形成高温气体,高温气体膨胀驱动涡轮工作,经过涡轮后的燃气通过喷管排出而产生推力。现代战斗机需要短时间增加推力时,就在涡轮后再加上一个加力燃烧室喷入燃油,让未充分燃烧的燃气与喷入的燃油混合再次燃烧,可使发动机的推力增加至1.5倍左右。



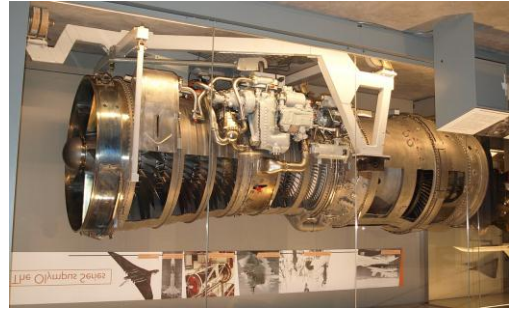
涡喷发动机的发展经过 20 世纪 40~50 年代马赫数 1 一级的第一代单轴发动机，50~60 年代的马赫数 2~3 一级的第二代双轴加力式涡喷发动机，到 70 年代初用于“协和”超声速客机的 Olympus 593 涡喷发动机，从此再没有重要的涡喷发动机问世。虽然涡喷发动机使航空飞行进入了超声速时代，但涡喷发动机产生推力时会高速喷出燃气，高速高温燃气喷出发动机后直接散溢造成巨大的能量损失，因此涡喷发动机的经济性差、油耗高。目前除了尚未退役的部分二代战斗机用涡喷发动机外，大多数已被涡轮风扇发动机所取代，当前小型涡喷发动机主要应用于中空无人机、靶机和弹道导弹领域。

图 4：涡喷发动机工作原理



资料来源：百度文库，安信证券研究中心

图 5：R&R/SNECMA Olympus 593 涡喷发动机图



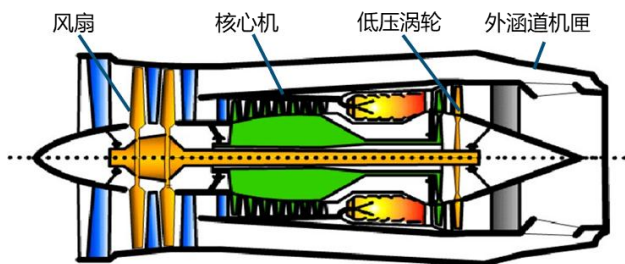
资料来源：wikimedia，安信证券研究中心

### 2.3. 涡扇发动机：军民用飞机主要动力

涡扇发动机由涡轮喷气发动机发展而成，在核心机基础增加了风扇和低压涡轮。风扇转动压缩空气，经压缩的空气分为两股。外股气流平行流动，经喷管直接排出，产生推力；内股气流与普通喷气发动机一样，经过压气机、燃烧室和涡轮之后由喷管排出。外股与内股气流的流量之比称涵道比或者流量比。在核心机相同的条件下，由于涡轮风扇发动机总空气流量大，排气速度低，所以与涡轮喷气发动机相比，推力大、推进效率高、耗油率低。

涡扇发动机首先用于民用飞机，随后扩展到军用飞机。20 世纪 60 年代出现风扇化热潮，70~80 年代以后涡扇发动机高速发展，开始取代涡喷发动机成为军民用飞机的主要动力，分别向小涵道比的军用加力发动机和大涵道比的军民共用发动机两个方向发展。

图 6：涡扇发动机工作原理



资料来源：百度文库，安信证券研究中心

图 7：PW F119 军用涡扇发动机试车图



资料来源：wikimedia，安信证券研究中心

#### (1) 小涵道比涡扇发动机，战斗机用

小涵道比加力涡扇发动机兼具亚音速巡航低油耗和超音速机动性的特点，适合作为战斗机动力。战斗机用涡扇发动机涵道比为 0.3-1.0，以推重比为主要发展指标。根据战斗机的性能，现役及在研的战斗机的代数可以分为五代，与之对应的航空发动机也被划分为五代。当前，发达国家装备主战机种是第三代战斗机，未来将逐步过渡到四代战机。战斗机的发动机市场主要由 PW、GE、土星、SNECMA 以及欧洲喷气动力公司瓜分。

**表 2：战斗机用航空发动机发展历程**

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
划分标准	突破“声障”	突破“火障”	突破“视障”	突破“形障”	/
飞机特征	高速高空近程格斗能力	装有火控系统和使用导弹格斗	具有超视距远程打击作战能力	具有雷达不可探测隐身能力	“智能皮肤”、全频全向隐身、超级巡航能力
最大飞行速度	Ma>1	2.8>Ma>2	2.35>Ma>1.78	2.5>Ma>1.6	Ma>2
发动机特征	轴流式、加力涡喷	英美：加力涡扇 其他：加力涡喷	加力涡扇	加力涡扇	自适应变循环发动机
推重比	3.5~4.7	4.6~7	7~10	10.5~12	>12
涡轮前温度 (K)	1100~1150	1150~1440	1650~1850	1920~1980	>2000
欧美发展时间区间	1950~1960 年	1960~1970 年	1970~2000 年	2000 年至今	预计 2030 年
典型欧美飞机	F-8、F-100、米格-19	F-104、F-4、米格-21、米格-23、米格-25、幻影” YF-4K”	F-15、F-16、F-18、米格-29、苏-27、苏-35、幻影 2000、阵风、台风、JAS-39	F-22、F-35、T-50	F-X、FA-XX
典型欧美发动机	J-57、RD-9B	J-79、R11-300、R13-300、R29-300、R15B-300、斯贝 MK202	F100、F404、RD-33、AL-31F、M53、M88、EJ200、RM12	F119、F135、117S	GEADVENT 发动机 (2015 年 7 月试车)
中国发展时间区间	1950~1970 年	1970~1990 年	1990~2000 年	2000~2020 年	/
典型中国飞机	歼-6	歼-7、歼-8	歼-10、FC-1 枭龙	歼-20	/
典型中国发动机	涡喷-5、涡喷-6	涡喷-7、涡喷-13	涡扇-10、涡扇-13	涡扇-15 (研制中)	/

资料来源：《国外航空发动机简明手册》、《战斗机-在竞争中更新换代》，安信证券研究中心

## (2) 大涵道比涡扇发动机，军民用运输机、商用大飞机用

大涵道比发动机具有耗油率低、噪声小的特点，通常广泛用于大型民用客机、军民用运输机，例如 C-5 银河运输机、波音 747 客机。大涵道比涡扇发动机采用“三高”循环参数设计：高涵道比、高总增压比和高涡轮前温度。按照发动机所采用的循环参数与设计技术，大涵道比涡扇发动机的大致可分为四代。当前，第三代大涵道比涡扇发动机是民用客机、军民用运输机主力，四代发动机正在进入市场。

目前，在国际市场上，大型飞机发动机的研制主要依赖 GE、PW 和 R&R 三大公司，各公司发动机系列化发展，已成垄断格局，推力范围覆盖了 100~500KN。而俄罗斯研制的大涵道比涡扇发动机主要配装本国生产的大型飞机。

**表 3：大涵道比涡扇发动机的四个发展阶段**

	第一代	第二代	第三代	第四代
涵道比	4.2~5.0	5.0~6.0	6.0~8.0	8.0~12.5
总压比	22~30	28~34	34~40	40~52
涡轮前温度 (K)	<1523	1573~1673	1673~1573	>1573
欧美发展时间区间	1970~1980 年	1980~1990 年	1990~2000 年	2000 年至今
典型欧美飞机	波音 747-200/-300、L1011、DC-10、波音 757	波音 747、767	A330、A340、波音 777 和波音 A321	A380、A350XWB、波音 787、波音 747-8
典型欧美发动机	RB211、CF6、JT9D	CFM56、V2500	GE90、Trent800、PW4084	GENx、Trent1000、TrentXWB
中国发展时间区间	发动机 2014 年首飞	发动机 2014 年首飞	/	/
典型中国飞机	轰-6K	运-20	/	/
典型中国发动机	涡扇-18 (在研)	涡扇-20 (在研)	/	/

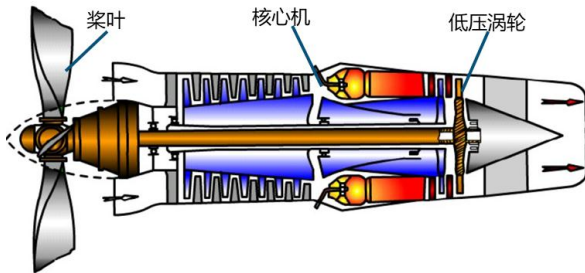
资料来源：《大涵道比涡扇发动机总体性能与循环参数设计》，安信证券研究中心

## 2.4. 涡桨发动机：应用于中小型运输机和通用飞机

涡桨发动机的驱动原理与活塞式发动机基本相同，是以螺旋桨旋转时所产生的力量来作为飞机前进的推进力，结合了涡喷功率大和螺旋桨推进效率高的优点。在第二次世界大战中，英国首先研制成功涡轮螺旋桨发动机，美、法、苏等国也都积极发展了这项技术。因为它耗油

率低、经济性好、起飞推力大，曾得到较为充分的发展。目前在中小型运输机和通用飞机上仍有广泛用途，但由于速度、功率受限制，在大型远程运输机上，已被涡扇发动机所取代。涡桨发动机市场主要由 PWC（普惠加拿大公司）、GE、Honeywell 和 R&R 四家公司分享，而随着空客公司的 A400M 大型军用运输机开始交付，为其提供动力（TP400-D6 大型涡桨发动机）的欧桨国际（EPI）的市场占有率将在未来将获得明显提升。

图 8：涡桨发动机工作原理



资料来源：百度文库，安信证券研究中心

图 9：PWC PT6A 涡桨发动机



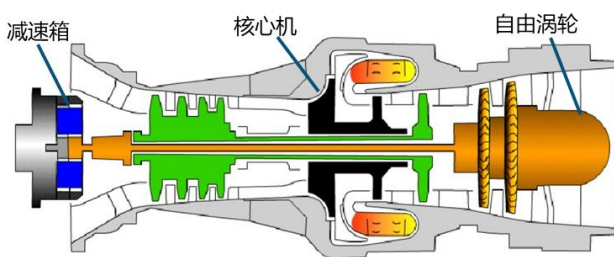
资料来源：wikimedia，安信证券研究中心

## 2.5. 涡轴发动机：直升机唯一动力

涡轴发动机是直升机最主要的动力，其工作原理与涡桨发动机类似，燃气流经驱动压气机的涡轮后，再流经一个驱动减速器的自由涡轮，最后从尾喷管中喷出，减速器的输出轴与传动直升机旋翼的主减速器相连，驱动旋翼的旋转。涡轴发动机具有功重比高、油耗低等特点。涡轴发动机经过不断改进改型和更新换代，已成功研制到第四代并开始陆续投入使用。目前，直升机市场上普遍采用的是第三代涡轴发动机，仅少数直升机采用第四代涡轴发动机。

同运输机用涡扇发动机一样，直升机用涡轴发动机也有明显的军民共用的特点。涡轴发动机市场主要由 GE、R&R、Turbomeca（透博梅卡）、PWC（普惠加拿大）和 Klimov（克里莫夫）五家公司瓜分。

图 10：涡轴发动机工作原理



资料来源：百度文库，安信证券研究中心

图 11：PWC T700 涡轴发动机



资料来源：wikimedia，安信证券研究中心

表 4：涡轴发动机分代

	第一代	第二代	第三代	第四代
单位功率 kw/ (kg/s)	<180	200~230	230~280	280~300
功重比	<3	3-4.5	>5	>6
欧美发展时间区间	1950~1960 年	1960 年~1970 年	1970 年~1980 年	1990 年至今
典型欧美飞机	海王、法国宇航云雀 II 型	CH-53、HKP-4C	EC225、UH-60、AH-64、米-17	RAH-66、NH-90、EH101、PAH-2/HAP、卡-52
典型欧美发动机	T58-GE-10、阿都斯特 II	T64-GE-6、RR 土地神	马基拉、T700-GE-701A、TV3-117	T800-LHT-800、RTM322、MTR390、TVD1500
中国发展时间区间	/	1970-1980 年	1980-2000 年	2000 年至今



典型中国飞机	/	直-6、直-8	直-9、直-10	直-20
典型中国发动机	/	涡轴-5、涡轴-6	涡轴-8、涡轴-9	涡轴-10(在研)、涡轴-11(在研)、 涡轴-16(在研)

资料来源：《国外航空发动机简明手册》、《我国民用涡轴发动机的发展研究》、《涡轴发动机的应用现状与发展探讨》，安信证券研究中心

## 2.6. 桨扇发动机：目前仅有一款成功机型

桨扇发动机既可看作带先进高速螺旋桨的涡轮螺旋桨发动机，又可看作除去外涵道的超高涵道比涡轮风扇发动机，结合了涡轮螺旋桨发动机耗油率低和涡轮风扇发动机飞行速度高的优点，其有效涵道比为 15~20。桨扇发动机克服了一般螺旋桨在飞行马赫数到达 0.65 后效率就急剧下降的缺点，而使推进效率较高的优越性保持到飞行马赫数 0.8 左右。但由于桨扇发动机噪声、振动及减速器性能差，特别是没有外涵机匣，使用安全性没有保证等问题未能得到很好的解决，桨扇发动机尚未被广泛采用，唯一投入生产的桨扇发动机是用于安-70 运输机的 D-27 发动机。

## 3. 航空发动机产业特点

### 3.1. 基于核心机衍生发展

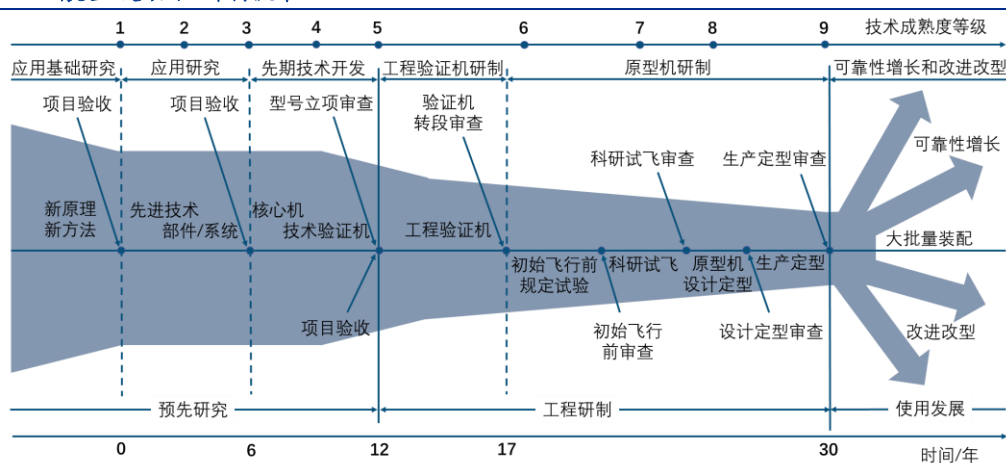
航空发动机的研制流程可分为预先研究、工程研制和使用发展三大阶段。

(1) 预先研究阶段：为发展新型发动机提供技术储备，缩短研制周期，降低研制风险，不断提高技术水平，同时，为改进现役发动机性能、可靠性提供实用的技术成果。

(2) 工程研制阶段：根据主要作战使用性能指标，研制满足装备使用要求的发动机产品。工程研制阶段结束后，将最终给出是否可以大批量装备使用的结论。

(3) 使用发展阶段：是发动机全寿命科研工作的重要组成部分，发动机装备使用后应不断解决使用中暴露的技术质量问题，提高可靠性，并根据装备发展需求和新技术研究成果进行改进改型发展。

图 12：航空发动机研制流程



资料来源：《航空发动机研制全寿命管理研究及建议》，安信证券研究中心

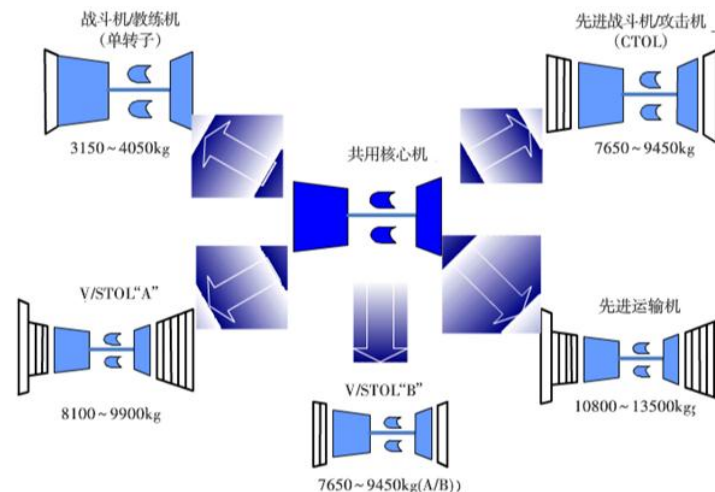
据《跨世纪航空发动机预研技术的发展》，国外航空发动机研发经费占航空科研总经费的 35%，其中型号（包括型号研发、技术基础、预先发展和后续工程发展）与预研费各占科研费 50%；而我国预研经费占航空发动机研发经费比重相对偏低，根据《中国航空工业技术政策》，我国航空发动机研发经费中预研只占 25%左右。

航空发动机预研阶段主要展开核心机的研制，在新型发动机研制中具有十分重要的意义。核心机从物理概念讲，是在燃气涡轮发动机中由压气机、燃烧室和驱动压气机的涡轮组成的核心部分，它不断输出具有一定可用能量的燃气，因此又称为燃气发生器。核心机的研制是发展各种型号发动机的基础，可以增加几型发动机的通用零件数、改善互换性，大大缓减发动机研制周期长于飞机研制的矛盾，降低成本和提高可靠性。

### (1) 核心机系列化派生发展

国外的实践经验证明，走核心机及其派生发动机的发展道路，同时发展几型核心机，通过匹配不同的低压系统，形成一定范围的推力覆盖。GE 公司在同一核心机的基础上，发展出轰炸机用的 F101、F16 战斗机用的 F110 和民用的 CFM56 系列发动机。前苏联的伊伏琴柯设计局于 20 世纪 60 年代中期，为了研制大推力、三转子高涵道比涡扇发动机，先进行了小尺寸的技术验证发动机 D-36 的研制工作，在 D-36 的核心机的基础上发展了 D-18T 三转子高涵道比涡扇发动机、D-136 涡轴发动机、D-236 桨扇发动机、D-336 地面用燃气轮机以及 D-436 高涵道比涡轮风扇发动机、D-436T 民用发动机。

图 13：典型核心机系列化派生发展



资料来源：《F119 核心机研制技术途径及发展趋势》，安信证券研究中心

### (2) 世界航空发动机预研体系

西方发达国家积极推进和实施各种研究计划。美国空军航空推进实验室于 1959 年向国防部提出燃气发生器计划。1965 年该计划正式命名为“先进涡轮发动机燃气发生器计划”(ATEGG)，开启了“核心机衍生发展”之路，ATEGG 计划自启动以来已经发展了 9 代核心机。同时展开的联合技术验证发动机 (JTDE) 计划将 ATEGG 计划获得的核心机与其它先进低压部件组合成技术验证发动机，在真实的发动机环境中评估核心机和低压部件技术。20 世纪 80 年代到本世纪初，美国相继提出 IHPTET (综合高性能涡轮发动机计划，1987~2005，原来的 ATEGG、JTDE 被并入该计划)、VAATE (先进涡轮发动机计划，2003~2017) 等预研项目，分别投入 50 亿和 42 亿美元。以英国为主的西欧也有与美国 IHPTET 计划相类似的计划——军用发动机先进技术综合验证计划 ACME (Advanced Core Military Engine) 和英法合作军用发动机技术计划 AMET (Advanced Military Engine Technology)；俄罗斯虽然经济条件有限，但其技术的发展仍可与美、英、法等国相匹敌。

与发达国家相比，我国航空发动机发展走的是一条“维护使用-测绘仿制-型号研制-开展预研”的反过程。发动机预研开始于 20 世纪 80 年代，而那时国外已经形成成熟预研体系，但此后进行的系列预研项目使我国高性能航空发动机走上“技术预研-核心机-试验验证”的高速公路。



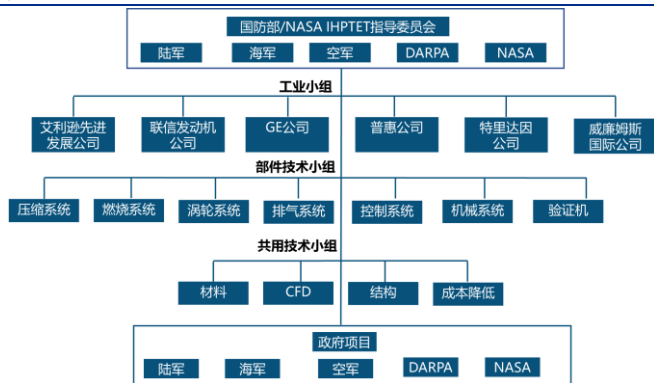
原国防科工委还组织制定了以核心机为基础的《航空发动机发展系列》，并将航空发动机核心机技术列为关键技术。

表 5：美国预研计划以及 GE、PW 各代核心机和验证机

预研计划	年代分阶段	核心机代际	GE			PW			
			核心机	验证机	应用机型	核心机	验证机	应用机型	
ATEGG 和 JTDE	1959~1987 年	第 1 代	X370	GE1	/	PW535 燃气发生器	JTF16	/	
		第 2 代	GE14 的核心机	GE14	F101	JTF21 的核心机	JTF22	F100	
		第 3 代	GE23 的核心机	GE23	F404	PW685	PW690	/	
		第 4 代	GE29 的核心机	GE29	F120	PW699 的核心机	PW699	F119	
IHPTET	1988-1991 年	第一阶段	第 5 代	XTC45	XTE45	/	XTC65	XTE65	/
	1991-1997 年	第二阶段	第 6 代	XTC76	XTE76	/	XTC66	XTE66	F119 改进
	1997-2005 年	第三阶段	第 7 代	XTC77	XTE77	F136 改进	XTC67	XTE67	F135 改进
VAATE	2003-2010 年	第一阶段	第 8 代	未知	未知	/	XTC68/1	未知	/
	2010-2017 年	第二阶段	第 9 代	未知	未知	/	未知	未知	/

资料来源：《航空发动机核心机技术及发动机发展型谱研究》、《美国典型航空发动机发展计划及对技术创新的影响》，安信证券研究中心

图 14：IHPIET 计划的组织结构



资料来源：《美国飞机燃气涡轮发动机发展史》，安信证券研究中心

图 15：美国 GE VAATE 计划中的 ADVENT 发动机验证机



资料来源：空军之翼网，安信证券研究中心

### 3.2. 高温高压高转速，考验现代工业技术极限

发动机虽然是飞行器的一个分系统，但其涉及的学科和技术领域之多几乎与整个飞行器相同，而且有些要求还更高。航空发动机是知识密集、多学科集成的高科技复杂热力机械，需要在高温、高速、高负荷的苛刻条件下反复工作，且技术性能、耐久性、可靠性及经济性要求日益提高。航空发动机制造涉及气动、热力、控制、材料、强度、制造等诸多学科和技术领域，是最为复杂的工程技术之一。

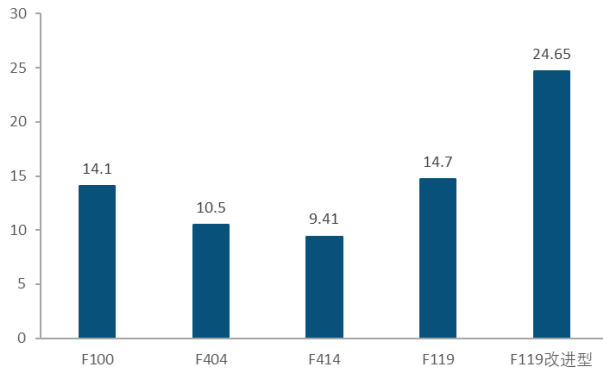
现代航空发动机主机内的温度达到 1800~1950K，压强达到 50 个大气压，转速达到 50000/min，这些都对发动机叶片、轴承的材料提出了严峻挑战。航空发动机部件之间的相互干扰大，上下游部件的流场和温度场的相互干扰影响了发动机工作稳定性，也增加了发动机的研制难度。航空发动机的超高研发、制造难度，集中考验了一国工业技术所能达到的极限。

### 3.3. 高投入长周期，伴随巨大经营风险

发动机的型号发展往往需要大量投入，一般新研涡扇发动机需要 20 亿美元左右，而且市场竞争激烈，发动机研制进度的拖延可能造成严重经济损失，如 GE 公司的 F120 在竞争中失

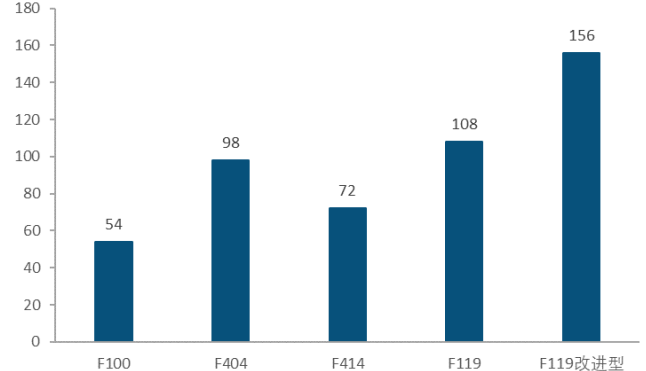
利；R&R 公司在 RB211 研制中采用当时尚不很成熟空心风扇叶片而导致公司破产等。

图 16: 典型发动机研制经费 (亿美元)



资料来源:《航空发动机研制降低费用、缩短周期技术综述》, 安信证券研究中心

图 17: 典型发动机研制周期 (月)

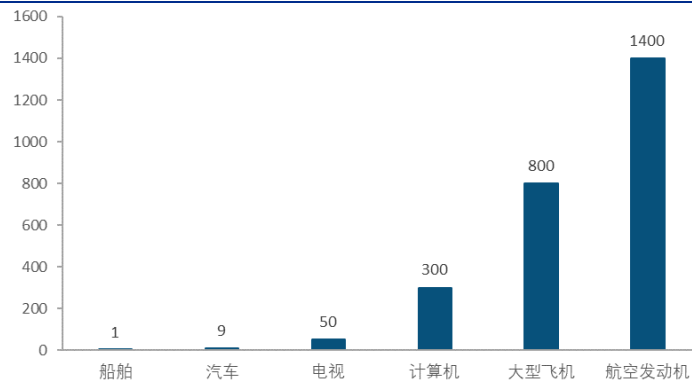


资料来源:《航空发动机研制降低费用、缩短周期技术综述》, 安信证券研究中心

### 3.4. 壁垒门槛高, 经济回报高

如美国《国家关键技术计划》所描述: 这是一个技术精深得使新手难以进入的领域, 它需要国家充分保护并利用该领域的成果, 需要长期数据和经验的积累以及国家大量的投资。航空发动机产业因为技术极其高端, 处于寡头垄断的环境中, 一款成熟产品能够销售 30~50 年, 面临的竞争威胁很小, 制造商可以安心享受技术和产业链升级带来的好处, 几乎不必担心竞争和市场回报问题。据日本通产省统计, 按照产品单位重量创造的价值来计算, 如果船舶为 1、则汽车为 9、电视机为 50、电子计算机为 300、大型飞机为 800、航空发动机为 1400。

图 18: 单位重量创造的价值对比



资料来源:《国内外智能制造的发展及对我国商用航空发动机发展的启示》, 安信证券研究中心

### 3.5. 军民通用性强

大涵道比涡扇发动机的军民结合主要表现为军用运输机和大型客机发动机的相互借鉴和选用。早期的大涵道比涡扇发动机 (如 JT9D、CF6 等) 均源自美国空军的战略运输机计划。而随着民用航空的发展, 大型军用运输机都不再专门研制发动机, 而是直接选择成熟的民用发动机, 在不经修改或稍作修改的情况下, 便可用于装备加油机、运输机、预警机和其他大型军用飞机。如美国空军的 C-17 大型运输机配装的 F117-PW-100 发动机对应的民用型号就是用于波音 757 的 PW2037 发动机; 美国空军的 C-5 “银河” 运输机换发计划所采用的 CF6-80C2 发动机, 亦是波音 767、空客 A300 等民用客机的动力装置。

图 19: 配装 CF6-80C2 的波音 767 民用客机



资料来源: 新浪军事, 安信证券研究中心

图 20: 配装 CF6-80C2 的 C-5 大型军用运输机



资料来源: 新浪军事, 安信证券研究中心

涡轴、涡桨发动机的军、民用界限则更为模糊, 选装涡桨或涡轴发动机的军、民用飞机的飞行包线差别并不大, 发动机的安装条件也没有实质性区别。配装涡桨发动机的运输机、初/中级教练机等机种都可以军民两用, 除了专门的武装直升机外, 绝大部分直升机也都是军民通用的。例如, 普惠加拿大公司的 PT6 系列涡桨/涡轴发动机, 累计产量已经超过 4.4 万台, 其配装对象既有比奇 1900、肖特 330、EMB-312 等支线飞机, 也有贝尔 212、贝尔 412、S-58T、S-76B、H-76N 等军、民用直升机, 已经很难严格区分其军、民属性了。

## 二、产业格局：美俄英寡头垄断，中国从测仿到自研

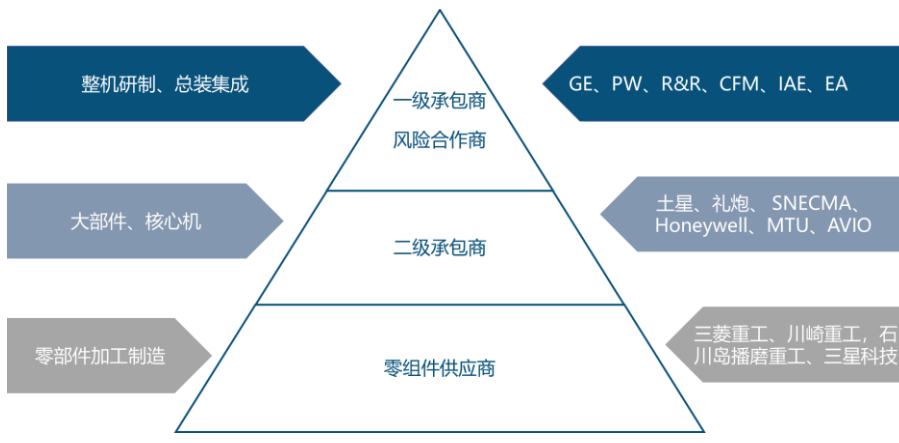
### 1. 航空发动机产业格局

#### 1.1. 全球寡头垄断

航空发动机是战斗机等军机的核心组成系统，属于一个国家的战略装备，因此拥有一流技术的发达国家对其他国家实行严格的技术封锁。同时由于发达国家的经济实力较强、起步较早，有能力持续投入巨额的研发资金以维护自身的领先地位。据《装备工业研究》统计，美国、英国和法国的航空发动机产业研究经费分别占其国内生产总值的 0.05%，0.08%和 0.06%。这也促成了航空发动机产业行业形成了金字塔形的发展格局：

- ①第一梯队，美国的 GE 和 PW 公司、英国的 R&R 公司、CFM 国际公司（SNECMA 与 GE 的合资公司）、国际航空发动机公司（IAE、R&R 与 PW 的合资公司）以及 EA 公司（GE 与 PW 的合资公司）由于其出色的航空发动机整机研制、总装集成、销售及客户服务能力位于金字塔的顶层；
- ②第二梯队，俄罗斯的土星公司和礼炮公司、法国的 SNECMA、美国的 Honeywell、德国的 MTU 以及意大利的 AVIO 公司本身也具有较完整的航空发动机整机研制能力，并在各自的技术领域具有很强实力，但由于缺乏民品或者中大型航空发动机，主要为塔尖位置公司提供大部件及核心机；
- ③第三梯队，具有强大的航空发动机零部件加工制造能力，包括日本的三菱重工、川崎重工、石川岛播磨重工和韩国的三星科技公司等。

图 21：航空发动机产业格局

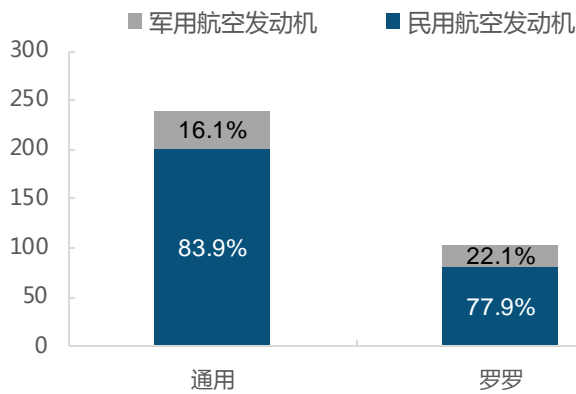


资料来源：《世界航空发动机发展趋势及经验》，安信证券研究中心

#### 1.2. 军民协调发展

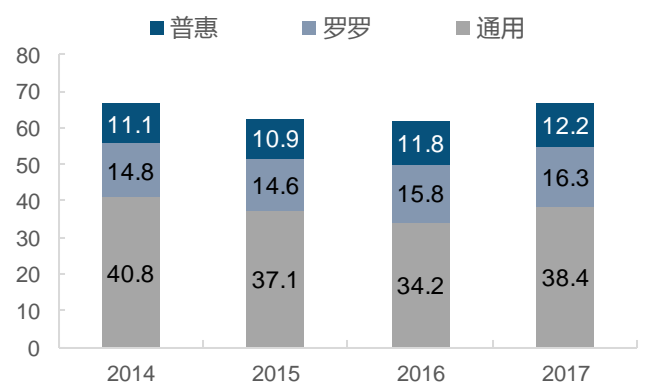
世界大型航空发动机企业也非常重视军民航空发动机的协调发展。一个企业如果单纯依靠军用航空发动机很难长期生存，必须辅以民机和燃机的高额利润来维持运转。世界发动机产业格局早期以军机为主，军民用航空发动机的销售额比约为 4: 1。这种情况当前已出现了根本性的转变，2017 年，GE 军民用航空发动机的销售额比约为 1:5.2，R&R 为 1:3.5。

图 22: GE 和 R&R 航空发动机业务营收 (亿美元)



资料来源: 公司公告, 安信证券研究中心

图 23: GE、R&R 和 PW 军用航空发动机营收 (亿美元)

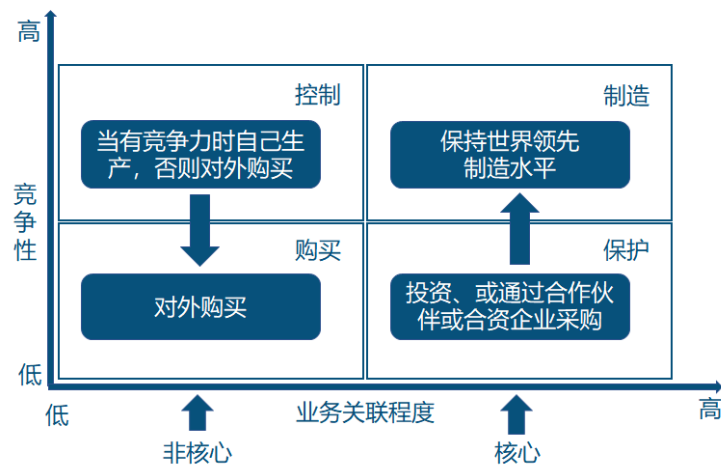


资料来源: 公司公告, 安信证券研究中心

### 1.3. 主承包商-供应商发展模式

在打造行业巨头的同时, 航空发动机行业逐步形成了主承包商-供应商发展模式。以 R&R 公司为例, 至少从 2004 年开始, 就只生产其最终产品所有零部件中附加值最高的 30%, 而将余下的 70% 转包出去, 从而在风险可控的前提下, 尽可能地降低发动机全部零件的制造与采购成本。R&R 公司认为具有竞争力的核心零部件必须自行生产; 非核心零部件如果有足够的竞争力也会自行生产; 竞争性不强的核心零部件生产必须受控, 即在合作伙伴企业或合资企业中进行生产; 不是核心零部件, 竞争性又不高的零部件则完全可以进行外部采购。

图 24: R&R 公司外购与自行生产选择矩阵



资料来源: 《全球航空发动机产业发展现状分析》, 安信证券研究中心

## 2. 军用航空发动机市场寡头垄断, 美俄占比超八成

### 2.1. 军用航空发动机: 美俄英占九成

当今世界能够独立研制航空发动机并形成产业规模的也仅仅有中美俄英法等国家, 军用航空发动机被美俄英主导。我国由于航空发动机研制起步较晚, 目前军用航空发动机进展较民用航空发动机更快, 但仍落后于美英法等国家, 而俄罗斯航空工业发展长期以军用为主, 民用航空发展失衡, 故在民用航空发动机方面也相对落后。



表 6: 全球主要航空发动机制造商及其代表型号

公司名称	国家	军/民用	发动机代表型号	配装机型
GE 航空 (GE Aviation)	美	民	CF6 系列	宽体客机动力, 应用于空客 A300/310/330、波音 767/747、MD11、DC10
			CF34 系列	适用于支线飞机、中型公务机, 应用于 CRJ100/200/700、Challenger601/604、EMBRAER170/175/190/195 等小型民用飞机, 也是我国 ARJ21 支线飞机的动力装置
			GE90 系列	主要配装波音 777 系列客机
			GENx 系列	供波音 747-8/787、空客 A350 选装
		军	F110 系列	F-14、F-15、F-16、F-118、B-2
			F404 系列	F/A-18、F-117A、T-50
罗罗公司 (Rolls-Royce)	英	民	RB211-524 系列	波音 747/767-300、Lockheed L-1011 等客机的选装发动机
			RB211-535 系列	波音 B757 的选装发动机, 图-204 的唯一动力装置
			Trent700 系列	空客 A330 的选装发动机
			Trent800 系列	波音 B777 的选装发动机, 与 GE90、PW4000 面临直接竞争
			Trent500 系列	空客 A340-500/600 的唯一动力选择
			Trent900 系列	空客 A380 的选装发动机, 与发动机联盟的 GP7200 系列直接竞争
			Trent1000 系列	波音 B787 的选装发动机, 与 GENx 面临直接竞争
			TrentXWB 系列	空客 A350XWB 系列飞机的唯一动力选择
		BR700 系列	湾流 G500/550、庞巴迪“环球快车”、波音 B717	
		AE3007 系列	巴航 ERJ135/140/145、塞纳 Citation X	
		军	RB199	与 MTU 和 Avio 联手研制, 用于“狂风”战斗机
			Pegasus	可转喷口涡扇发动机, 用于“鹞”及“海鹞”垂直/短距起降战斗机
			EJ200	通过欧洲喷气动力公司参与研制, 用于“台风”战斗机
普惠公司 (Pratt&Whitney)	美	民	JT3 系列	普惠的首款民用涡喷发动机, 用于波音 707、道格拉斯 DC-8
			JT8D 系列	适用于中、短程飞机, 配装机型包括波音 727/737、DC-9 等
			JT9D 系列	大型宽体客机发动机, 用于波音 747/767、空客 A300/310、DC-10
			PW2000 系列	波音 757 与 IL-96 飞机的选装发动机
			PW4000-94	大型客机发动机, 波音 747-400 与 767-200/300、空客 A300-600 与 A310-400、MD-11
			PW4000-100	用于空客 A330 宽体飞机
			PW4000-112	用于波音 B777 系列宽体飞机
			PW6000 系列	适用于短程、中小型飞机, 是空客 A318 的选装发动机
		PW1000G 系列	适用于窄体客机的新一代齿轮传动发动机“净洁动力”, 是庞巴迪 C 系列、三菱支线客机的唯一动力, 也是空客 A320neo 和伊尔库特 MS-21 的可选动力	
				军
			F117 系列	军用运输机发动机, C-17 战略运输机的唯一动力装置, PW2000 系列的军用型号
			F119 系列	第四代军用航空发动机, F-22 的动力装置, 随着 F22 的停产而终止
			F135 系列	第四代军用航空发动机, 在 F119 的基础上发展而来, F-35 的动力装置
		军/民	PT6A 系列	PT6A 系列为军、民用涡桨发动机; PT6B 民用涡轴发动机是西科斯基 S-76B 的标准动力装置; PT6T 则是根据军方需要研制的一款双发并车涡轴发动机, 对应的军用型号为 T400 系列, 用于贝尔 AH-1 系列军用直升机等
		加普惠	PW100 系列	涡桨发动机, 装机对象包括 ATR-42/72、DHC-8-100/200/300 等
		民	PW200 系列	涡轴发动机, 用于 EC120 系列、贝尔 400A/440 等直升机
		军	HPW3000	与 Honeywell 联合研制的涡轴发动机, 用于 UH-60 黑鹰直升机
斯纳克玛 (SNECMA)	法	军/民	阿赫耶系列	欧直的松鼠、海豚、EC130/145/155B; 西科斯基的 S76 系列; 阿古斯特的 A109K2 等机型
			阿赫尤系列	中小型军、民用直升机, 迄今已交付了 2300 多台, 累计飞行时间超过 300 万小时
			马基拉系列	欧直的超美洲豹、美洲狮及 EC725-225; Denel 航空的 Rooivalk 武装直升机等
			阿蒂丹系列	主要面向 5~6.5 吨级中型军、民用直升机
			RTM322	阿古斯特的 AW101 三发直升机、NH 工业的 NH90 军用双发直升机等
			MTR390	用于 5-7 吨级直升机, 已经装备了欧直的虎式武装直升机
CFM 国际 (CFM International)	美、法	军/民	CFM56-2 系列	CFM56 的原始型号, 主要以军用代号 F108 用于 E-3 预警机、KC-135R 加油机、RC-135 预警机、E-6 水星对潜通信中继机等军用飞机, 民用型号主要用于道格拉斯 DC-8
			CFM56-3 系列	专为波音 737 设计
			CFM56-4 系列	最初计划针对空客 A320 设计, 但该计划推出不久, IAE 便推出了 V2500 发动机, CFM 国际认为该计划已不再具有竞争力, 便舍弃了 CFM56-4 转而开始了 CFM56-5 系列的研制
			CFM56-5 系列	专为空客飞机设计, 推力介于 22000~34000 磅, 包括 A/B/C 三个系列, 可用于空客

公司/联盟	国籍	发动机系列	应用/备注
国际航空发动机公司 (IAE)	美、英、日、德	CFM56-6 系列	A319/320/321/340 等飞机 起飞推力介于 19500~27300 磅之间, 用于波音 737NG 和波音公务机, 也被用于 C-40 运输机、P-8 反潜机、波音 737 预警机等军事领域
发动机联盟 (EA)	美	V2500 系列	适用于中短程客机, 目前占据空客 A319/A320/A321 系列飞机发动机市场的半壁江山, 与 CFM 系列发动机面临直接竞争
俄罗斯联合发动机制造公司 (ODK)	俄	GP7200 系列	专为空客 A380 设计, 与罗罗公司的 Trent900 系列面临直接竞争
		TV7-117S	伊尔-114
		SaM-146	超级喷气-100
		PS-90A 系列	图-204-100、图-204-300、图-204S、图-214、伊尔-96-300、伊尔-76
		TV7-113SM	伊尔-114-300、伊尔-114-300T
		PD-14	MS-21
		RD-33	米格-29
		RD-33MK	米格-29
		RD-93	米格-29、枭龙
		AL-55I	HJT-36
		AL-31F	苏-30MKI、苏-30MKM
		117S	苏-35
		TV7-117V	米-28、卡-50、卡-52、米-382、米-383
		TV3-117	米-14、米-24
VK-800V	卡-226、米-54		
VK-2500	米-8MT、米-17、米-14、米-24、卡-32、卡-50、卡-52、米-28N		

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心

根据 2017 年《WORLD AIR FORCE》统计, 对全球装备数量前十的战斗机、运输机和直升机进行统计:

- ①按产地分, 美、俄、英三国分别占比为 55%、27%、9%, 合计 91%;
- ②战斗机装备数量前三发动机厂商为 GE、ODK、PW, 占比分别为 42%、34%、14%;
- ③运输机装备数量前三发动机厂商为 R&R、PW、ODK, 占比分别为 39%、37%、21%;
- ④直升机装备数量前三发动机厂商为 GE、阿维科·莱卡明、ODK, 占比分别为 50%、17%、11%;
- ⑤三种机型合计, 装备数量前三发动机厂商为 GE、ODK、PW, 占比分别为 35%、27%、16%。

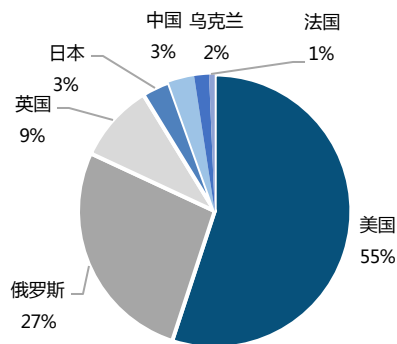
表 7: 全球主要军用飞机及其发动机统计

类别	排名	机型	数量	占比	发动机	发动机厂商
战斗机	1	F-16	2312	16%	1 台普惠 F-100-PW-200/ 普惠 F-100-PW-229/通用 F110-GE-100/通用 F110-GE-129/ 通用 F110-GE-132	普惠、通用
	2	F-18	1071	7%	2 台 F404	通用
	3	Su-27/30	940	6%	2 台 AL-31F	礼炮、土星
	4	F-15	874	6%	2 台 F110	通用
	5	MiG-29	829	6%	2 台 RD-33	米格
	6	MiG-21	547	4%	1 台 P-13	土星
	7	Su-25	511	3%	2 台 R-195	土星
	8	F-7	450	3%	2 台 XJ-46-WE-02	西屋电气 (被东芝收购)
	9	J-7	418	3%	1 台涡喷 7/涡喷 13F	沈阳黎明
	10	F-5	416	3%	2 台 J85-GE-13	通用
机 输	1	C-130/L-100	915	21%	4 台 T56-A-15	艾里逊 (被罗罗收购)

	2	King Air	300	7%	2 台 PT6A-60A	普惠
	3	C-17	282	7%	4 台 F117-PW-100	普惠
	4	C295/CN325	276	6%	2 台 PW127G	普惠
	5	An-24/26	239	6%	2 台 AI-24A	前苏联伊伏琴柯设计局(现乌克兰扎波罗日“进步”机械制造设计局)
	6	Il-76	175	4%	4 台 D-30KP-scr.2/ PS-90A-76	前苏联索洛维耶夫设计局(俄罗斯航空器零件制造集团)
	7	An-30/32	143	3%	2 台 AI-24VT	前苏联伊伏琴柯设计局(现乌克兰扎波罗日“进步”机械制造设计局)
	8	Cessna 208	134	3%	1 台 PT6A-114	普惠
	9	C160	109	3%	2 台 TyneRTy.20Mk.22	罗罗
	10	C212	91	2%	2 台 TPE331	霍尼韦尔
直升机	1	S-70/SH/UH-60	3794	19%	2 台 T700-GE-700	通用
	2	Mi-8/17	2815	14%	2 台 TV2-117	米格
	3	UH-1	1401	7%	1 台 T53-L-11	阿维科·莱卡明
	4	AH-64	1110	6%	2 台 T-700-GE-701	通用
	5	Mi-24/35	918	5%	TVZ-117VMA-SBM1V	西契发动机公司
	6	CH-47	896	4%	2 台 T55-GA-714A	阿维科·莱卡明
	7	MD500/530	688	3%	1 台 T-63	艾里逊(被罗罗收购)
	8	AH-1	556	3%	1 台 AVCO Lycoming T53-L-703	通用
	9	OH-58	502	2%	1 台 250-C30R	艾里逊(被罗罗收购)
	10	SA341/342	496	2%	1 台 阿斯泰阻 III	透博梅卡公司(被 SNECMA 收购)

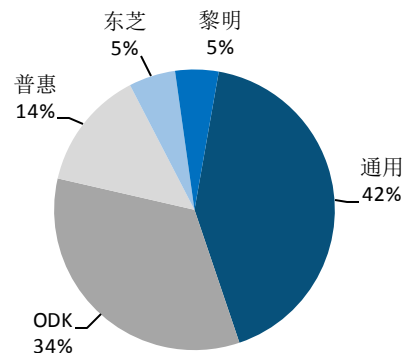
资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 25: 全球军用飞机装备量前十名发动机产地



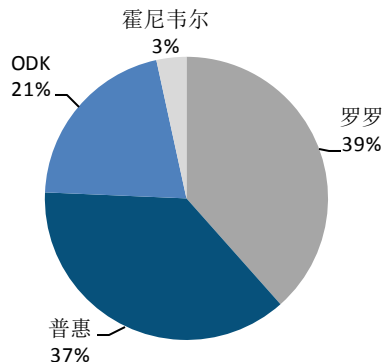
资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 26: 战斗机装备数量前十名发动机厂商



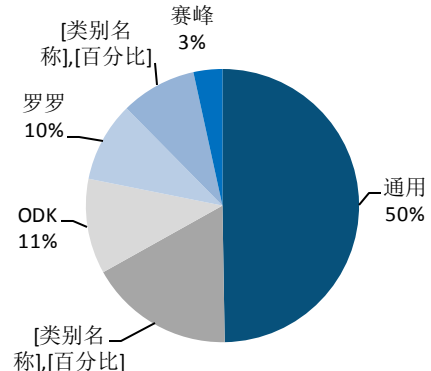
资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 27: 运输机装备数量前十名发动机厂商



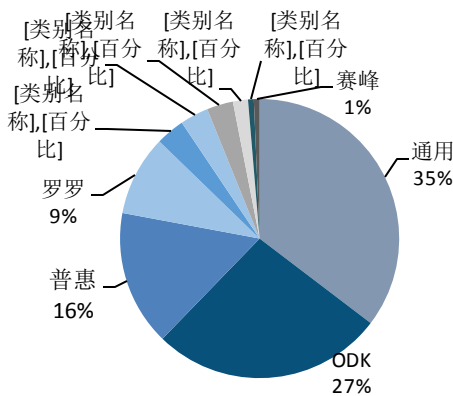
资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 28: 直升机装备数量前十名发动机厂商



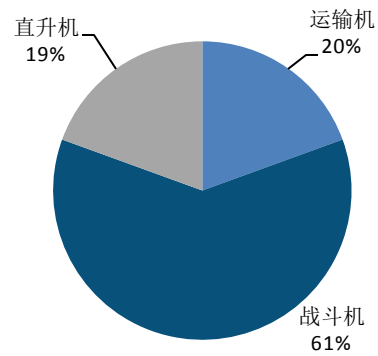
资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 29: 战斗机、运输机、直升机装备数量前十名发动机厂商



资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

图 30: 军用航空发动机数量机型占比



资料来源: WORLD AIR FORCE, 安信证券研究中心

## 2.2. 美国：以引进起家，通过“调控”式竞争推动发展

美国是公认的当今航空发动机技术最为先进的国家，但美国的航空发动机也是以引进英国发动机技术起家的。美国通过政府主导的“调控”式竞争推动航空技术进步，从 1984 年到 1989 年，美国空军每年都要将 F-16 发动机的订单在普惠和通用之间进行分配，每年的份额都有所不同，这导致两家公司每年的激烈竞争。但如果把 6 年间的总份额累计来看，两家公司基本上是平分秋色。作为竞争的统筹规划者，美国军方在研发和采购过程中并未由于竞争的存在而节约多少资金，但通过对竞争的有效统筹，美国空军从更优秀的厂商那里获得了性能更优、更为可靠且维护性更好的喷气发动机。从上世纪八十年代至今，美国凭借其在发动机遥遥领先的技术和地位，成为全球航空大国和军事大国。

表 8: 美国军用航空发动机发展历程

阶段	时间区间	主力机型	首选供应商	备选供应商	发动机型号
引进、仿制阶段	1940 年~1950 年	F-84	GE	/	J35
赶超发展阶段	1950~1980 年	F-4	GE	/	J79
全面领跑阶段	1980 年至今	F-15/F-16	PW	GE	F100、F101
		F-22	PW	GE	F119、F120
		F-35	PW	GE	F135、F136

资料来源:《我国航空发动机发展的道路选择》、《美国飞机燃气涡轮发动机发展史》，安信证券研究中心

## 2.3. 俄罗斯：整合重组发动机企业形成竞争力

俄罗斯前苏联航空发动机产业也以仿制起步，二战后与欧美强国处于同一水平。前苏联鼎盛时期建立了强大的航空工业体系，形成了“设计单位百花齐放，生产单位三强并立”的格局。随着苏联的解体，由于缺乏资金，许多在研和预研项目被取消，一批国有航空发动机设计局和批量厂被民营资本和海外资本收购。这直接导致俄罗斯民用航空发动机产品几乎完全退出国际市场。为了扭转这一现状，一向以铁腕著称的普京总统上台后，对国内的航空发动机产业进行了铁腕改革。

从 2007 年开始进行了 3 个阶段的航空发动机行业改革与重组：

- ①2007 年整合国内航空发动机行业的资源，成立 4 个控股公司：“礼炮航空发动机联合体”、“留里卡-土星航空发动机联合体”、克里莫夫股份公司、萨马拉航空发动机制造中心；
- ②2008 年，把 4 个控股公司整合成立联合发动机制造集团控股公司 (ODK)，ODK 整合了俄罗斯发动机行业 85% 以上的资产，已经成为俄罗斯航空发动机的领军企业；

③2013 年，将 ODK 旗下多家企业进行专业化整合，根据不同的产品线，成立了 4 个发动机部，分别是军机发动机部、民用飞机发动机部、直升机发动机部和燃气轮机部。

值得一提的是，在对发动机产业整合过程中，俄罗斯开始吸纳社会资本参与航空发动机产业的发展。

**表 9：俄罗斯军用航空发动机发展历程**

阶段	时间	主力机型	发动机型号	设计局	发动机公司	所处时代的经济背景
快速发展时期	1922-1991	米格-19	RD-9B	图曼斯基设计局	乌法发动机生产联合体	前苏联时期，举国体制全力推进航空发动机事业
		苏-27	RD-33	克里莫夫设计局	契尔尼舍夫工厂	
		米格-35	AL-31F	“留卡里”设计局	土星公司、礼炮中心	
衰退期	1991-2007	/	/	/	/	苏联解体后，设计局和批量厂被民营资本和海外资本收购
改革与重组	2007 至今	T-50	117S	留里卡—土星公司	乌法发动机生产联合体、礼炮中心	普京政府时期，对俄罗斯航空发动机行业铁腕式的强力整合

资料来源：《俄罗斯航空发动机制造业现状及未来发展前景》，安信证券研究中心

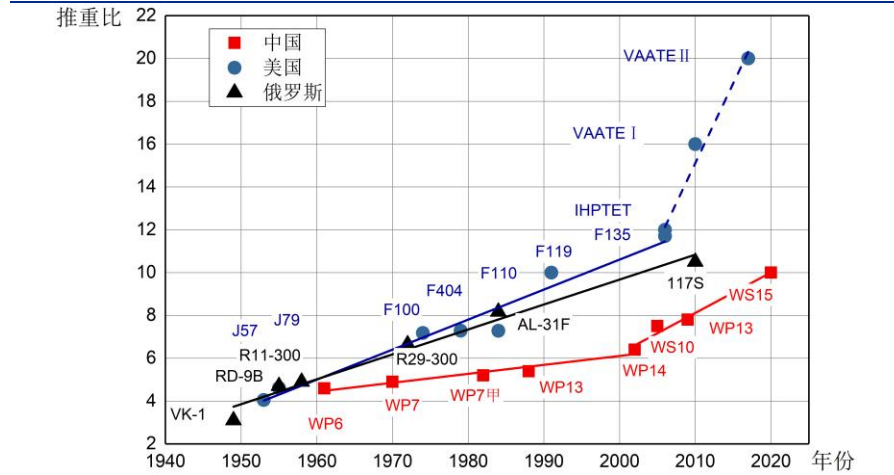


### 3. 国产军用航空发动机的自主之路

#### 3.1. 国产军用航空发动机发展历程

我国航空发动机的研制是在新中国成立后一片空白的基础上发展起来的，从最初的修理、仿制、改进改型到今天可以独立设计制造高性能航空发动机，走过了一条十分艰辛的发展道路。

图 31：中、美、俄战斗机发动机发展对比



资料来源：《航空发动机核心机技术及发动机发展型谱研究》，安信证券研究中心

#### (1) 仿制和改进

上世纪 50 年代，中国航空发动机工业从零起步，走过了一条充满荆棘的道路。1956 年，中国第一台涡喷-5 发动机根据苏联 BK-1φ 发动机的技术资料在沈阳仿制成功，此后很长一段时间，中国航空发动机都以仿制和改进为主，例如涡喷-6、涡喷 7 和涡喷 8。

#### (2) 部分自主设计

进入上世纪 70 年代，我国开始对航空发动机进行了部分的自主设计，如基于涡喷-7 研制的涡喷-13 系列发动机和基于英国斯贝 MK202 的涡扇-9 系列发动机。其中，涡喷-13 于 1985 年开始装机试飞，满足了歼-8 II 飞机研制进度的要求。

#### (3) 拥有自主知识产权

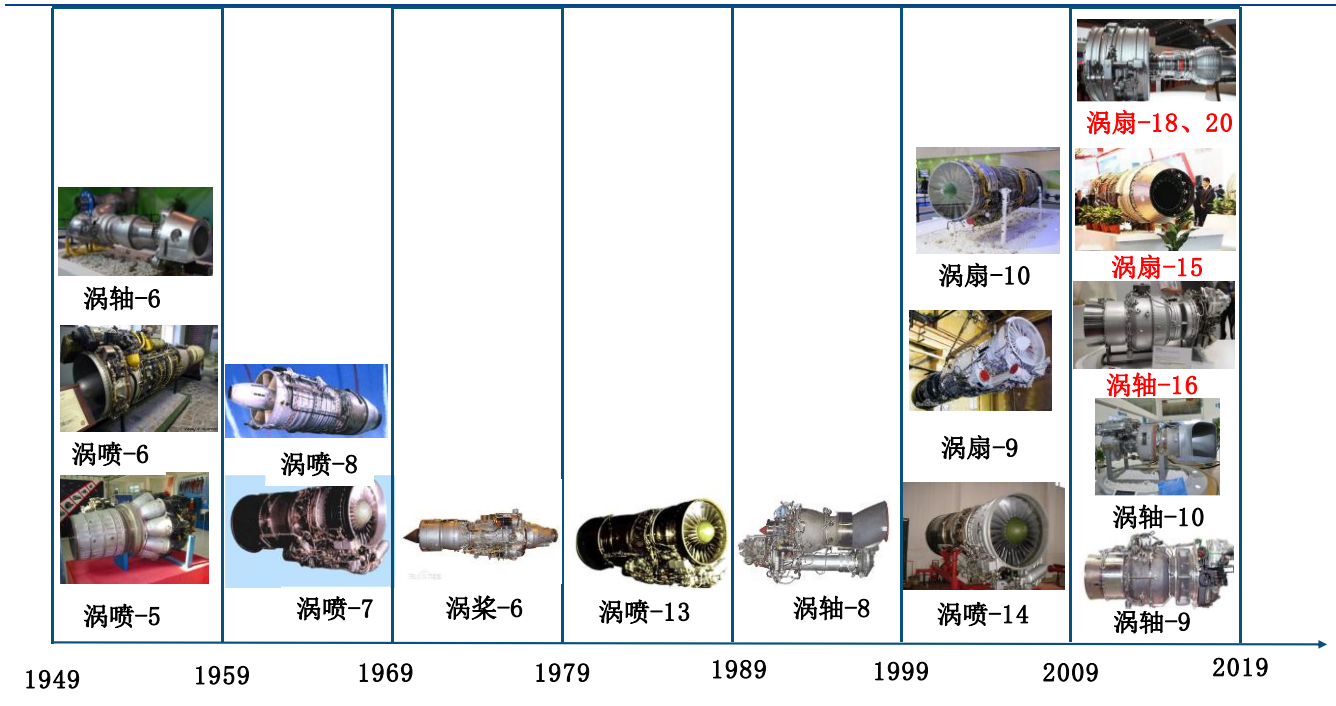
直至 2002 年，国产涡喷-14“昆仑”发动机定型，中国才首次走完了自行研制的全过程，也一跃成为继美、俄、英、法之后的第五个航空发动机生产国。2005 年 12 月，涡扇-10 也就是俗称的“太行”发动机研发成功，成为我国首个具有自主知识产权的高性能大推力涡扇发动机。

表 10：中国军用航空发动机发展历程

阶段	时间区间	主力机型	发动机型号	发动机设计所	发动机制造单位	所处时代的经济背景
初创、快速发展时期	1951-1965	歼-7	涡喷-7	/	沈阳黎明/贵州黎阳	苏联援建时期：从修理到测绘；建立发动机研究所，“厂所结合”
波折与缓慢发展时期	1966-1976	/	/	/	/	“十年动乱”时期：扩大生产制造规模，继续开展三线建设
恢复与振兴发展时期	1977-1999	歼-7	涡喷-13	/	沈阳黎明/贵州黎阳	/
崛起与跨越式发展时期	1999 至今	歼-10	涡扇-10	沈发研究所	沈阳黎明/西航公司	/

资料来源：《中国航空工业 60 年大事记》，安信证券研究中心

图 32: 中国军用航空发动机发展历程



资料来源:《中国航空工业 60 年大事记》, 安信证券研究中心

表 11: 中国军用发动机参数及装备军机一览

	研制单位	生产单位	仿制对象	装机对象	最大推力/功率 (kg/kw)	推重比/功重比	定型时间
涡喷-5	/	沈阳黎明	苏联 VK-1F	米格-15、歼-5	3700	2.63	1956 年 5 月
涡喷-6	/	沈阳黎明/成发公司	苏制 RD-9BF-11	歼-6	3187	4.59	1961 年 10 月
涡喷-7	/	沈阳黎明/贵州黎阳	苏制 R11F-300	歼-7	6000	5.2	1970 年 9 月
涡喷-8	/	西航公司	苏制 RD-3M-500	轰-6、轰-6J	9300	2.94	1967 年 3 月
涡喷-13	/	贵州黎阳/成发公司	苏制 R13-300	歼-7III	/	5.39	1988 年
涡喷-14	沈发研究所	沈阳黎明/西航公司	自研	歼-8H/F/G	6960	6.4	2002 年 5 月
涡扇-9	/	西航公司	英国 SpeyMK-202	歼轰-7	9110	5.05	2006 年 12 月
涡扇-10	沈发研究所	沈阳黎明/西航公司	自研	歼-11B	13200	7.5	2005 年 11 月
涡扇-13	贵发研究所	贵州黎阳	俄 RD-33	/	8637	7.8	2009 年
涡扇-15	沈发研究所	西航公司/成发公司	自研	歼-20	16186-18137	9.7-10.87	研制中
涡扇-18	/	成发公司	俄国 D-30KP-2	伊尔 76、轰 6K	11760	5.88	研制中
涡扇-20	燃研院	西航公司	自研	运-20	14000-16000	/	研制中
涡轴-5	/	哈尔滨东安	苏联 AI-24	直-6	/	/	1977 年 1 月
涡轴-6	/	兰翔机械厂	苏联 TM-C	直-8	1130	/	1988 年 10 月
涡轴-8	/	南方公司	法国 ArieL1C、1C1	直 9	522	/	1985 年 12 月
涡轴-9	株洲研究所	南方公司	自研	直-10	1100-1200	/	2009 年
涡轴-10	株洲研究所	南方公司	自研	直-20	2000	/	研制中
涡轴-11	株洲研究所	南方公司	自研			/	研制中
涡轴-16	株洲研究所	南方公司	中法合作	直-15/EC175	1200-1500	/	研制中
涡桨-5	/	南方公司	苏联 AI-24	运-7	1874	/	1976 年
涡桨-6	/	南方公司	苏联 AI-20M	运-8/8C/8Q	3124	2.6	1976 年
涡桨-9	株洲研究所	南方公司	自研	运-12	500	/	1995 年
涡桨-10	株洲研究所	南方公司	自研	/	/	/	研制中

资料来源:《中国航空工业 60 年大事记》, 安信证券研究中心

经过 60 多年的发展，我国已建立了相对完整的发动机研制生产体系，具备了涡桨、涡喷、涡扇、涡轴等类发动机的系列研制生产能力。国产发动机主要装配在歼击机、强击机、轰炸机、歼击轰炸机等主战飞机上，只有少量三代战机装的是进口发动机。运输机方面，运-7、运-8 等运输机使用的涡桨发动机全部国产化。直升机方面，随着直-9、直-8、直-10 等整体技术的成熟，在引进的基础上实现涡轴-8、涡轴-6、涡轴-16 发动机的系列化发展，为我国快速扩大的国产直升机群提供了可靠的动力来源。

表 12：我国军机发动机发展情况

发动机	机型	我国发展情况
涡轴发动机	直升机	基本实现国产化，少部分型号需依赖进口
小涵道比涡扇发动机	战斗机	太行发动机为代表的三代机较为成熟，性能接近进口发动机，四代机发动机尚在研制中
大涵道比涡扇发动机	运输机、轰炸机	缺乏成熟型号，国产新型号在研，当前主要依赖进口发动机，为我国主要短板之一
涡桨发动机	运输机	完全国产化
涡喷发动机	战斗机、轰炸机	完全国产化，主要应用于二代机和轰炸机，已逐步被涡扇发动机取代

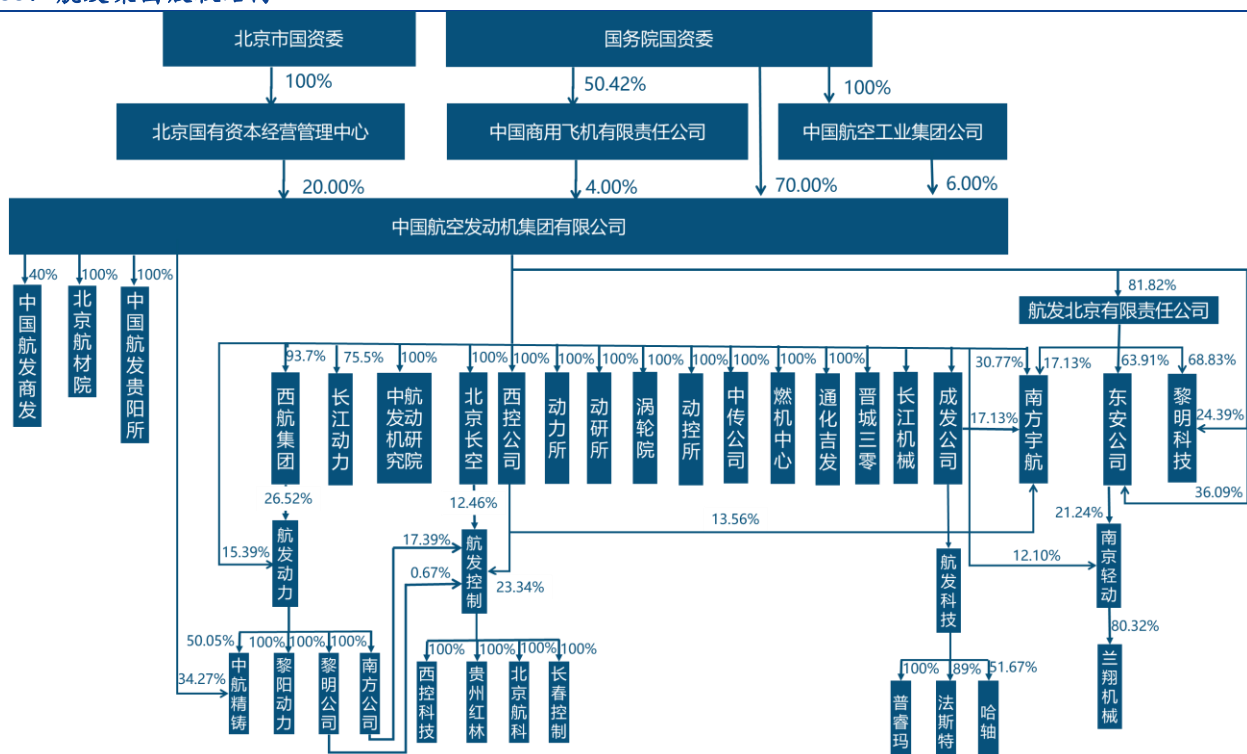
资料来源：安信证券研究中心

### 3.2. 航发集团：军用航空发动机制造国家队

2016 年 8 月 28 日，中国航空发动机集团公司成立大会在京举行。作为中央管理的国有特大型企业，中国航发注册资本人民币 500 亿元，是实施航空发动机专项的责任主体，由国务院、北京市人民政府、中国航空工业集团公司、中国商用飞机有限责任公司共同出资组建，是国有控股的集团公司。

航发集团的成立，将研制周期长于一般机体的发动机独立于整机制造之外，使之不受限于整体飞机制造的限制，从而具备了更大的灵活性。航发集团的成立标志着我国航空发动机产业将形成全新格局，对我国航空工业未来发展具有重要意义。航发集团将建立“小核心、大协作、专业化、开放式”的研发生产体系，真正走出一条从基础研究到关键技术突破，到战略性航空发动机产品研制的自主创新研制的发展道路，同时也带动我国科学技术和工业技术水平的提升。

图 33：航发集团股权结构



资料来源：Wind，安信证券研究中心

### 3.3. 民营企业：积极投身航空发动机领域，以零部件配套为主

航空发动机高投入、长周期，经营风险大，对一般民营企业构成较高的壁垒和门槛。近几年来，随着国家“两机”专项的实施，军民融合政策的深入推进，再加上资本市场助力，我国发动机逐步形成“小核心、大协作、专业化、开放式”的模式，民营企业逐步成为一支不可忽视的力量。

当前民营企业主要从零部件切入航空发动机领域，且多为同国际巨头合作，许多企业利用灵活的机制，引进国际知名专家队伍，定制国际先进的专业化设备，在高温合金材料制备、精密铸造、叶片机加等方面承担了多项航空发动机和燃气轮机科研生产任务。虽然目前尚没有可以独立制造发动机整机的民企，但未来可能性依然存在。

表 13：航空发动机领域民营企业

民营企业	航空发动机业务开展情况
无锡航亚	2017 年向法国赛峰集团交付压气机叶片 20 万件，其中 LEAP 发动机叶片 15 万件，约占其份额的 30%，预计到 2020 年，交付量将达到 55 万件；与 GE、罗罗等开展合作，已完成 CF6 等多种型号的航空发动机和燃气轮机压气机叶片研制，将陆续进入批产交付阶段；为长江-1000 发动机提供精锻压气机叶片、整机叶盘等零组件。
江苏永瀚	主要产品包括单晶、定向、等轴技术的空心及实心的涡轮动叶、涡轮导叶及高温热部件结构件。2013 年 6 月，成功开发出 30 多个规格的涡轮叶片产品，10 多个产品实现批量生产。2016 年初，国家航空发动机及燃气轮机重大专项正式实施，永瀚凭借在涡轮叶片上的突破，成为参与这项“国字第一号”工程的民营企业之一。
无锡透平	主要为大型电站汽轮机、燃气轮机，航空发动机及各类透平动力装备提供各种叶片，在电站大型涡轮叶片国内市场上的综合占有率达 80% 以上，具备百万等级超临界汽轮机、百万机组大叶片的工艺开发及制造能力。
明日宇航 (新研股份)	2018 年，与赛峰集团签署《航空产品供货长期协议》，正式进入赛峰供货体系，明日宇航作为赛峰集团长期供应商为其提供航空产品订单服务，并获得了第一批 8972.69 万美元零、组件订单。
成都航宇 (炼石航空)	成都航宇已建成一条年产 80 吨含镍高温合金生产线和一条年产 5.5 万片单晶涡轮叶片生产线，单晶叶片已有小批量认证订单。
万泽股份	逐渐掌握高温母合金与叶片制造的现金技术，已成功制备精密铸造叶片、铸造等轴晶叶片及粉末涡轮盘等样品，实现从研发到小量中试、放量中试到小规模量产的完整制备能力。
应流股份	航空发动机定向和单晶叶片列入国家军民融合重点项目，承担某型号航空发动机高温合金叶片科研生产任务，已有部分产品开始交付；多种航天发动机高温部件批量交付；燃气轮机用高温合金喷嘴环开发成功并获得通用电气 (GE) “最佳创新奖”，燃气轮机定向叶片通过客户验收，投入小批量生产。

资料来源：公司公告，公司官网，安信证券研究中心

### 3.4. 中国航空发动机与燃气轮机两机专项

过去，我国对于航空发动机研制工作的艰巨性、长期性和高投入认识不足，与发达国家在这两方面资金投入上差距巨大。为支持第四代发动机的研制和开展推重比 15~20 一级的先进军用发动机关键技术研究，美国的 IHPTET 计划在 1988~2003 年的 15 年中总计投资 50 亿美元。而我国 1980~2000 年实施的两项高性能发动机预研计划，20 年的总投入只有美国一年经费的几分之一，专项资金匮乏是制约我国航空发动机发展的重要因素。

在这一背景下，从 2011 年开始，国家对航空发动机与燃气轮机启动调研与论证，突破瓶颈后逐渐被提上日程。2017 年 3 月，航空发动机与燃气轮机两机专项启动，在两机专项资金与政策的支持下，航空发动机体系将有能力自主筹备研发方案，大规模开展预研项目，切实做到“动力先行”，将有望缩小我们与欧美国家的差距。我们预计“航空发动机与燃气轮机”国家科技重大专项的直接投入在 1000 亿元量级，加上带动的地方、企业和社会其他投入，专项投入总金额约 3000 亿元。



两机专项的推出必定会给两机行业带来巨大的政策红利，将从根本上解决长期困扰我国航空发动机与燃气轮机产业的投入不足问题，在政策和资金的有利支持下，将推动我国航空发动机与燃气轮机技术赶超世界先进水平，实现历史性飞跃。我国航空发动机和燃气轮机产业将加速发展，并有望在未来打破巨头垄断进入国际市场。

表 14：两机专项历史

时间	关键机构或人物	内容
2011 年	国家相关部委	对航空发动机与燃气轮机启动调研与论证
2013 年	国家重大科技专项办公室	航空发动机与燃气轮机列入重大专项
2014 年 3 月	全国两会	航空发动机和燃气轮机两机专项正式被列为国家第 20 个重大技术专项
2015 年两会	国务院	政府工作报告中首次提及两机专项，航空发动机、燃气轮机首次作为独立的方向列入七大新兴产业
2016 年 1 月	国务院	批复了中国航发的组建方案
2016 年 7 月 13 日	国资委	宣布组建中国航空发动机集团有限公司，两机专项的落地具备了实施主体
2016 年 8 月 28 日	中国航发	中国航空发动机集团在北京市举行揭牌仪式
2016 年 11 月	工信部	“两机”专项确立工作重点，重点聚焦涡扇、涡喷发动机领域
2017 年 3 月两会	科技部	航空发动机和燃气轮机专项启动
2017 年 4 月 17 日	工信部	“两机”基础研究专业组成立
2017 年 8 月 10 日	教育部	下发两机专项基础研究部分 2017 年度第一批指南，向高校研究人员开放项目申报

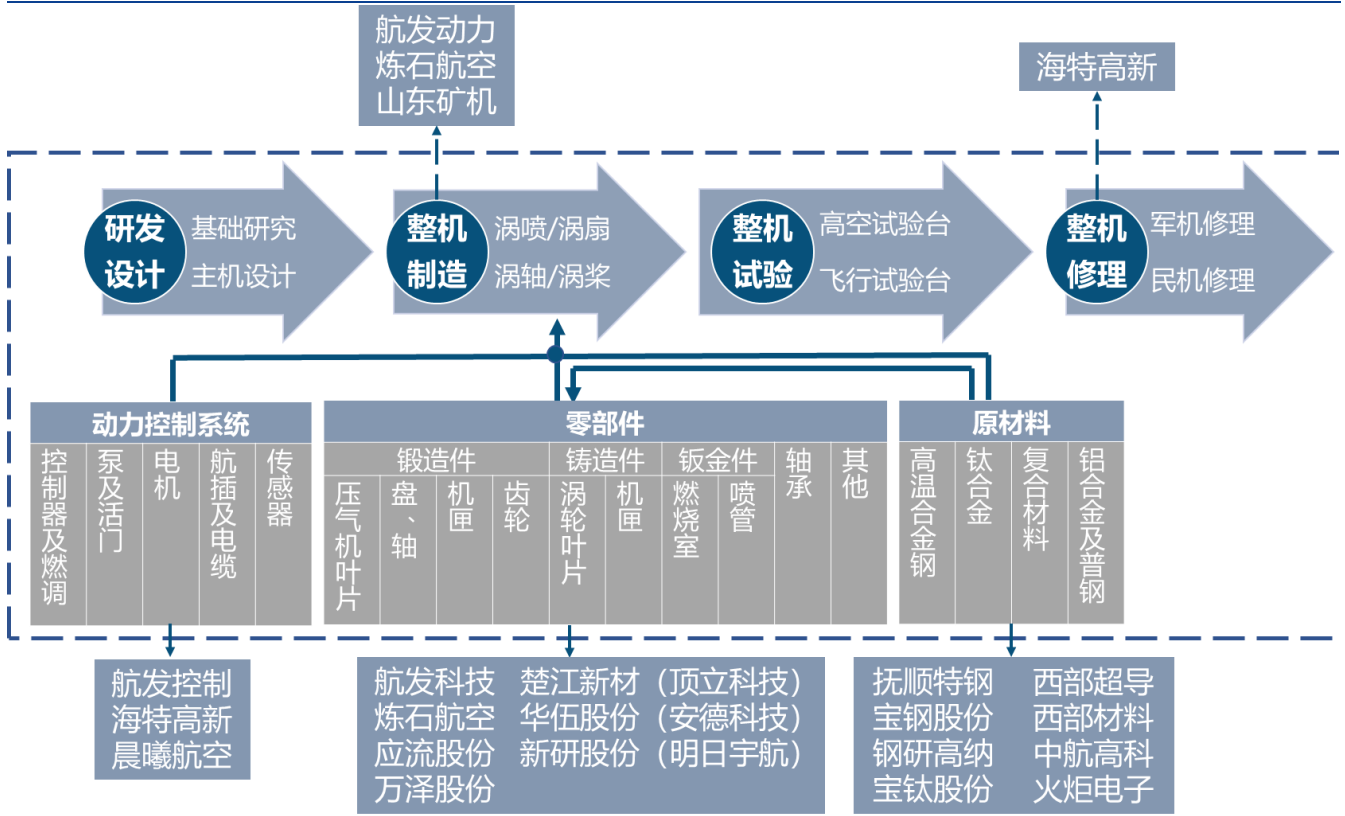
资料来源：中华人民共和国工业和信息化部，安信证券研究中心



### 三、军用航空发动机产业链

航空发动机产业链包括研发设计、原材料制备、零部件制造、分系统制造、整机装配、整机试验和维修保障等环节；我国目前已基本建立了完整的航空发动机研制和生产体系。

图 34：军用航空发动机产业链



资料来源：安信证券研究中心

表 15：军用航空发动机全产业链供应商

分类	代号	全称	主营产品或业务	相关上市公司	持股比例
基础研究	/	中国航空发动机研究院	两机重大专项基础研究	/	/
	系统外	西北工业大学	/	/	/
	系统外	北京航空航天大学	/	/	/
	系统外	南京航空航天大学	/	/	/
主机研究所	624	中国航发四川燃气涡轮研究院	涡扇 500、涡扇-20	/	/
	606	中国航发沈阳发动机设计研究所	涡喷-7、涡喷-14、涡扇-6、涡扇-10/15	/	/
	649	中国航发贵阳发动机设计研究所	涡喷-7 系列、涡喷-13 系列、涡扇-13	/	/
	608	中国航发湖南动力机械研究所	涡轴-9/10/16、涡扇-11、涡喷-16	/	/
主机厂	430	中国航发西安航空发动机有限公司	涡扇-9、涡扇 15 核心机、涡扇 20	/	/
	410	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	涡喷-7、涡喷-14、涡扇-6、涡扇-10/15	航发动力	100.0%
	420	中国航发成都发动机有限公司	涡扇-18	/	/
	460	中国航发贵州黎阳航空动力有限公司	涡喷-7 系列、涡喷-13 系列	航发动力	100.0%
	331	中国航发南方工业有限公司	涡扇-11、涡轴-8/9/10/16、涡桨-6/9/10	航发动力	100.0%
	120	中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	涡轴主减速器	/	/
整	370	中国航发常州兰翔机械有限责任公司	涡轴-6、QD70A	/	/
	624	中国燃气涡轮研究院高空模拟试车台	试验范围：推力 <20000kg, 高度 <25000m	/	/

机 试 验	系统外	中国航天科工集团三院 31 所	试验范围：小型涡喷涡扇、高度 <9000m;	/	/
	系统外	中科院工程热物理研究所	试验范围：小型涡喷涡扇、高度 <20000m;	/	/
飞行试验台	/	飞行试验研究院	综合鉴定、定型试飞	/	/
军 用	系统外	中国人民解放军第 5701、5702、5706、5713、5718、5719 工厂	飞机大修、航空发动机修理	/	/
	5704	吉林航空维修有限责任公司	涡扇-11、AI-24、涡喷-5	/	/
	5707	中国航发贵州航空发动机维修有限公司	涡喷发动机修理	航发动力	100.0%
	5716	中国航发山西航空发动机维修有限责任公司	发动机维修、备件制造	航发动力	100.0%
	5711	中国航发吉林航空发动机维修有限责任公司	发动机及燃气轮机维修、备件制造	航发动力	100.0%
	/	贵州凯阳航空发动机有限公司	发动机维修（含试车台）	航发动力	55.0%
	系统外	四川国际航空发动机维修有限公司	CFM56-3/5B/7B、LEAP(唯一 OEM)	中国国航	60.0%
	系统外	珠海保税区摩天宇航空发动机维修有限公司	CFM56-3/5B/7/7BE、V2500	南方航空	50%
	系统外	上海普惠飞机发动机维修有限公司	CFM56-3/5B/7	中国东航	51.0%
	系统外	厦门新科宇航科技有限公司	CFM56-5B/7B(4082kg, 300 台/年)	/	/
民 用	系统外	北京飞机维修工程有限公司	PW4000 系列、RB211-535E4/E4B、V2500-A5	中国国航	75.0%
系统外	厦门太古发动机服务有限公司	GE90-110/115B (6804kg)	/	/	
系统外	中国南方航空股份有限公司沈阳维修基地	APU	南方航空	100.0%	
系统外	天津翔宇航空维修工程有限公司	通用航空器 (3456kw)	海特高新	36.0%	
原 材 料	621	中国航发北京航空材料研究院	高温合金材料研究及单晶叶片铸造	/	/
	系统外	北京钢研高纳科技股份有限公司	高温合金母合金及锻铸件、粉末冶金	钢研高纳	100.0%
	系统外	中科院沈阳金属所	高温合金材料研究及单晶叶片铸造	/	/
	系统外	抚顺特殊钢股份有限公司	高温合金、不锈钢	抚顺特钢	100.0%
	系统外	沈阳宝钢钢材贸易有限公司	高温合金	宝钢股份	100.0%
	系统外	西部超导材料科技股份有限公司	钛合金	西部超导	100.0%
	系统外	宝鸡钛业股份有限公司	钛合金	宝钛股份	100.0%
	系统外	航天长征睿特科技有限公司	纤维复合材料、高分子材料	/	90.0%
控 制 器 及 燃 油 调 节 器	614	中国航发控制系统研究所	控制器(涡扇、涡轴)	/	/
	633	上海航空测控技术研究所	飞控、发控硬件集成	/	/
	634	北京瑞赛长城航空测控技术研究所	测控系统集成	/	/
	133	中国航发长春控制科技有限公司	燃油泵、导叶调节器	航发控制	100.0%
	113	中国航发西安动力控制科技有限公司	燃调、部分涡轴发动机控制器	航发控制	100.0%
	/	中国航发北京航科发动机控制系统科技有限公司	生产航空发动机控制系统产品	航发控制	100.0%
	143	中国航发贵州红林航空动力控制科技有限公司	涡喷-13A II /13B 燃调	航发控制	100.0%
	609	中航工业南京机电液压工程研究中心	航空液压产品	/	/
	503	中国航发北京长空机械有限责任公司	发动机油泵、涡轴 8 燃调	/	/
	系统外	四川海特高新技术股份有限公司	控制器	海特高新	100.0%
系统外	西安晨曦航空科技股份有限公司	控制器	晨曦航空	100.0%	
系统外	福建火炬电子科技股份有限公司	电子元器件	火炬电子	100.0%	
系统外	航天晨光集团	航空液压产品	航天晨光	100.0%	
动 力 控 制 系 统	103	新航机械公司豫北机械厂	泵、活门	中航机电	100.0%
	116	新航机械公司平原机械厂	滤、活门	中航机电	100.0%
	134	新航机械公司豫新机械厂	散热器、引气阀、舵机(液压)	中航机电	100.0%
	/	北京曙光航空电气有限责任公司	起动机、涡喷-13B 交流发电机	中航机电	100.0%
	系统外	湘潭电机股份有限公司	起动机	湘电股份	100.0%
	系统外	贵州航天林泉电机有限公司	微特电机	航天电器	55.0%
	158	中航光电科技股份有限公司	光、电连接器	中航光电	100.0%
	117	沈阳兴华航空电器有限责任公司	航插	中航光电	62.9%
	115	陕西航空电气有限责任公司	电缆、点火器	中航机电	100.0%
	161	成都凯天电子股份有限公司	传感器	中航电子	86.7%
171	苏州长风航空电子有限公司	飞机液晶显示屏、传感器	中航电子	100.0%	
205	四川泛华航空仪表电器有限公司	燃油测量控制和发动机点火系统	中航机电	100.0%	

传感器	221	太原航空仪表有限公司	空速管、磁罗盘	中航电子	100.0%
	241	四川新川航空仪器有限责任公司	信号器（飞机、发动机）	中航机电	14.5%
	系统外	南京高华科技股份有限公司	传感器	高华科技	100.0%
铸造单位	/	中航精铸-沈阳航发精密铸造有限公司	精密铸造	航发动力	50.1%
	170	中航精铸-贵阳航发精密铸造有限公司	涡轮叶片（不含单晶）铸造、加工	航发动力	50.1%
	/	中航精铸-西安航发精密铸造有限公司	精密铸造	航发动力	50.1%
	3007	贵州安吉航空精密铸造有限责任公司	精密铸造	中航重机	29.7%
	系统外	成都航宇超合金技术有限公司	单晶叶片铸造	炼石航空	100.0%
	系统外	安徽应流航源动力科技有限公司	精密铸造	应流股份	100.0%
锻造单位	系统外	北京钢研高纳科技股份有限公司	高温合金母合金及锻铸件、粉末冶金	钢研高纳	100.0%
	3017	贵州安大航空锻造有限责任公司	钛合金和高温合金机匣、盘锻造	中航重机	100.0%
	148	陕西宏远航空锻造有限责任公司	盘、机匣、轴锻造（型号：J6）	中航重机	100.0%
	/	贵州航宇科技发展股份有限公司	机匣锻件	航宇科技	100.0%
3347	江西景航航空锻铸有限公司	小型零件锻造（型号：S13E）	中航重机	51.0%	
钣金	100	贵州航空工业集团 100 厂	冲压、焊接	/	/
齿轮	300	中国航发中传机械有限公司	齿轮	/	/
轴承	/	中国航发哈尔滨轴承有限公司	轴承	航发科技	51.7%

资料来源：Wind，航发集团，安信证券研究中心

## 1. 整机

军用发动机研制以航发集团主导，自研太行发动机已量产。军用发动机方面，太行发动机目前主要用于装备中国第三代战斗机，其性能指标与美军 F-16 战机 F110 发动机相当，这意味着未来太行发动机有可能逐步取代俄制 AL-31F，装备歼-10、歼-11、歼-15、苏-27 等战机。**当前涡扇-10 处于量产过程，且质量稳定性提升，适合我国四代、五代机的涡扇-15 发动机仍在研制过程中，但距离正式配装还较为遥远。我国短期内很难摆脱依赖进口发动机局面，国产发动机竞争力不足的现象将长时间存在。**

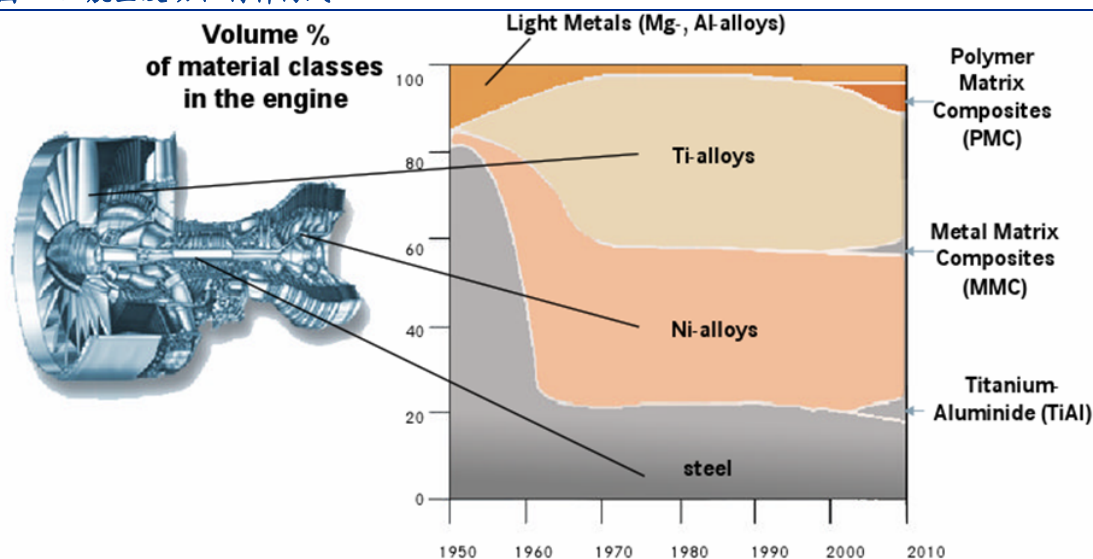
近年国家持续推进军民融合项目开展，鼓励民企参与军工产品竞争，开始引入市场竞争机制，军工产品生产逐步与市场接轨。客户对军工产品及服务质量提出了更高的要求，这进一步加剧了国内军工企业与有实力、有资质民企间的竞争。虽然目前尚没有可以独立制造发动机整机的民企，但未来可能性依然存在。同时我国也在海外积极寻求并购机会，如中航国际于 2011 年收购美国大陆航空活塞发动机公司。

商用航空发动机方面，商发成立，尚不具备自主研制能力，目前主要承接外国公司转包业务。商发公司于 2009 年成立，目标是提供商用大涵道比涡扇发动机系列产品及相应服务，商发总经理冯锦璋 2017 年 8 月透漏，“长江 1000（CJ-1000A）”发动机将近期完成总装下线，装配 C929 的“长江 2000（CJ-2000）”发动机也正在进行大部件、大单元体的试制和试验。我国民用发动机起步晚，发展道路也将更加漫长。

## 2. 原材料

根据 Global Commercial Aero Turbofan Engine Market 数据，镍合金、钛合金和特钢是航空发动机的主要材料，分别占比 40%，30%及 25%。陶瓷基复合材料等新兴材料，因其优良属性而在未来有着巨大的应用空间。

图 35: 航空发动机材料构成



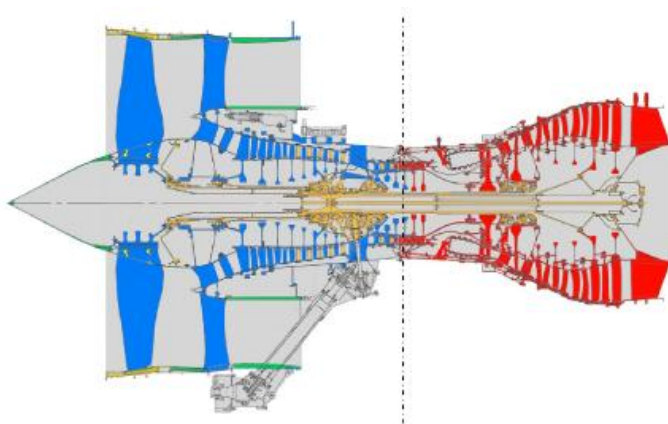
资料来源: Aero Engine Materials, 安信证券研究中心

## 2.1. 高温合金：先进发动机的基石

高温合金一般是指以铁、镍、钴为基体元素，能在应力及高温（600℃以上）同时作用下，依然具备良好工作性能的金属材料。航空发动机的技术进步与高温合金的发展密切相关，高温合金是推动航空发动机发展的最为关键的结构材料。军用航空发动机通常可以用其推重比来综合地评定发动机的水平。提高推重比最直接和最有效的技术措施是提高涡轮前的燃气温度，因此高温合金材料的性能和选择是决定航空发动机性能的关键因素。随着航空装备的不断升级，对航空发动机推重比的要求不断提高，发动机对高性能高温合金材料的依赖越来越大。

高温合金主要用于发动机四大热端部件：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 36: 航空发动机中高温合金应用部位（红色部分代表高温合金）



资料来源: 新材料在线, 安信证券研究中心

高温合金行业需要依托强大的生产和研发技术方能保障企业的正常运行，同时该行业无论军品和民品均涉及到产品认证问题，特别是军品的认证，周期长，审核严，可以说为该行业构筑了天然的进入壁垒，国内外能够形成较为完善产业链的国家也仅有美国、英国、德国、法



国、俄罗斯和日本等少数国家，从事高温合金的企业全球范围内也仅有 50 家左右。

美国在高温合金研发以及应用方面一直处于世界领先地位，年产量约为 50000 吨，其中近 50% 用于民用工业。欧盟国家中英、德、法是世界上主要的高温合金生产和研发代表，英国是世界上最早研究和开发高温合金的国家之一。日本则在镍基单晶高温合金、镍基超塑性高温合金和氧化物晶粒弥散强化高温合金领域取得较大的突破，近年来，日本一直致力于研发新型的耐高温合金，并成功开发出了在 1200℃ 高温下依然能保持足够强度的新合金。

经过 50 多年发展，我国已经形成了比较先进，具有一定规模的生产基地。国内厂商主要包括钢研高纳、抚顺特钢、齐齐哈尔特钢、宝钢特钢、长城特钢、中科三耐、图南股份、炼石航空、应流股份和万泽股份等企业，这些大型钢企拥有大吨位冶炼设备以及变形加工能力，主要生产在航空航天领域用量最大的变形高温合金，因此在大批量生产高温合金母合金、板、棒、锻材上有很大的优势。

**表 16：高温合金细分领域竞争格局**

合金类别	产品	竞争格局
铸造高温合金	航空航天发动机用高温母合金	钢研高纳（市场占有率>30%）、沈阳金属所、航材院
	航空发动机用精铸件	钢研高纳（市场占有率>90%）、航材院、中科院金属所；沈阳黎明、航空动力、南方动力、贵州黎阳
变形高温合金	板材、棒材、涡轮盘等	沈阳金属所
新型高温合金	粉末合金	钢研高纳（市场占有率>30%）、抚顺特钢、长城特钢、宝钢特钢
	ODS 合金	钢研高纳（市场占有率 60%）、航材院
		钢研高纳（市场占有率 100%）

资料来源：中国产业信息网，《钢研高纳招股说明书》，安信证券研究中心

**表 17：国内高温合金生产厂商**

公司名称	公司介绍
钢研高纳 (300034)	铸造高温母合金的产能有望达到 2000 吨，变形高温合金生产能力超过 150 吨，粉末高温合金产能 100 吨，钛铝金属间化合物、ODS 合金等其他新型高温合金产能近 100 吨。
抚顺特钢 (600399)	以变形高温合金为主，规模国内最大，高温合金年产能近 5000 吨，民品占比四成左右。
齐齐哈尔特钢	以生产一般的民用变形高温合金产品为主，年产能约 1200 吨。
宝钢特钢	最初的上钢五厂，宝武集团旗下特钢生产基地，国内老牌的高温合金生产企业，民品占比高，但也能生产 GH4169、GH2123、GH738 等航空航天用变形高温合金及其盘锻件。据估算高温合金年产量在 1000 吨以上。
长城特钢	以生产一般的变形高温合金产品为主，年产能约 1200 吨。
中科三耐 (430513)	以金属材料界泰斗师昌绪院士为首的研究团队，以科研和国家重大攻关项目为主，涉及高温合金高端领域。拥有三大关键技术：低偏析技术、燃气轮机叶片熔模精密铸造技术以及废气涡轮增压器叶片铸造技术。
图南股份 (832729)	年产 5000 吨超纯净高温合金、150 吨高温合金不锈钢管材以及 2000 吨特种焊丝，具备年产 200 件大型复杂薄壁高温合金结构件、4 万件燃气轮机用涡轮叶片的批量生产能力。
炼石航空 (000697)	独特的铌资源优势，正在实施单晶叶片项目。
应流股份 (603308)	取得了 AS9100 航空航天质量体系证书，燃气轮机高温合金叶片、导向盘等产品已开始向客户供应。
万泽股份 (000534)	公司自 2014 年起剥离地产业务，坚定转型高温合金领域，已实现超纯高温母合金稳定的批量化生产能力，建立了具有自主知识产权的先进发动机用单晶无余量精密铸造生产体系和质量保障体系，在叶片良品率、硫含量等技术关键指标上达到或接近国际一流水平。

资料来源：公司公告，安信证券研究中心

## 2.2. 钛合金：低密度、高强度



钛合金是以钛为基体加入其他元素组成的合金，根据所掺杂的元素（铝、铜、钒、锆等金属）不同，钛合金可以拥有不同的特性。由于钛合金具备优良的力学性质和化学性质，可以满足先进飞机发动机高可靠性和长寿命的要求，同时能在 500℃ 高温下长期工作，在发动机的中等温度部位（如压气机）可取代高温合金和不锈钢，主要应用于压气盘、静叶片、动叶片、机壳、燃烧室外壳、排气机构外壳、中心体、喷气管、压气机叶片、轮盘和机匣等零件部位。

国际领域主要的钛合金生产商有美国钛金属公司（Titanium Metals Corporation）、俄罗斯（VSMPO-AVISMA）、日本东邦钛公司（Toho Titanium）、住友公司尼崎分公司等，在技术上拥有较大优势。在军用领域，由于准入条件限制，这些企业与国内企业并无竞争关系；国内市场集中度很高，2014 年我国生产航空航天领域用钛销售量合计 4861 吨，其中宝钛股份、西部超导和西部材料三家企业继续稳居行业前三甲，占比合计 81%。

**表 18：国内钛合金生产厂商**

公司名称	公司介绍
<b>宝钛股份 (600456)</b>	拥有国际先进、完善的钛材生产体系，主要产品为各种规格的钛及钛合金板、带、箔、管、棒、线、锻件、铸件等加工材和各种金属复合材产品。目前已经发展成为国内规模最大钛材加工企业，产品结构较为完整，是目前国内唯一具有铸、锻、钛材加工完整产业链的企业。
<b>西部材料 (002149)</b>	公司以钛产业（含钛及钛合金加工、层状金属复合材料、稀有金属装备及管道管件制造等）为主业，具有万吨级以钛为主的加工材生产能力，可生产各类优质钛及钛合金产品。
<b>西部超导 (831628)</b>	主要从事高端钛合金材料和低温超导材料的研发、生产和销售，是我国航空用钛合金棒丝材的主要研发生产基地，是国内唯一实现低温超导线材商业化生产的企业，也是国际上唯一的铌钛（NbTi）铌棒及线材全流程生产企业。
<b>鹏起科技 (600614)</b>	主营业务为钛及钛合金金属铸造、精密机械加工，公司已全面获得国军标质量管理体系认证、保密资格认证、武器装备生产许可证等军工领域准入门槛的“军工四证”。具有稳定的军工客户群体，具备较强的市场竞争能力。
<b>百慕高科</b>	公司以航空新材料、新工艺、新技术为基础的系列高新技术产品的研究、开发、制造和销售，具有全套完备的铸造钛合金及其铸件研制生产的硬件条件。

资料来源：公司公告，安信证券研究中心

### 2.3. 陶瓷基复合材料：制造高推重比航空发动机的理想材料

陶瓷基复合材料（CMC）是以陶瓷为基体与各种纤维复合的一类复合材料，具有密度低、耐高温、高温抗氧化性能优异的显著优势。对于航空发动机来说，提高涡轮前燃气温度是提高发动机推力的主要技术途径，但是目前的涡轮前燃气温度已经逐步接近高温合金自身的熔点，温度上升空间很小，因此需要有替代材料。陶瓷基复合材料具有耐高温特性，可用于热端构件。研究表明陶瓷基复合材料可将涡轮前燃气温度在现有的基础上提高 300K 以上。同时陶瓷基复合材料密度小，有利于发动机减重。

CMC 被视为取代航空发动机高温合金、实现减重增效“升级换代材料”之首选。

①对于军用发动机：提高推重比、降低服役成本是研制焦点。现有推重比 10 一级的发动机涡轮进口温度达到 1500℃，如 F119 涡轮进口温度达到 1700℃ 左右；正在研制的推重比 12~15 的发动机涡轮进口平均温度超过 1800℃。然而，目前耐热性能最好的镍基高温合金材料工作温度在 1100℃ 左右，且必须采用隔热涂层以及设计最先进的冷却结构。因此，现有的高温合金材料体系（镍基等）已接近其使用温度的极限，难以满足先进航发的热结构用材需求；CMC 工作温度高达 1650℃，将成为替代航发高温合金最具应用潜力的材料。

②对于民航发动机：降低油耗、提高发动机使用寿命是研制焦点。以 Boeing-787 为例，使用超过 50% 的先进复合材料，油耗下降了 20% 左右。根据英国宇航专家 Andrew Walker 教授预测，截至 2020 年飞机飞行燃油成本还会进一步下降 29%~31%，其中 17%~19% 源于发动机，特别是受益于陶瓷基复合材料的广泛应用。

国外 CMC 在航空发动机的应用层面已逐渐打开,呈现出从低温向高温、从冷端向热端部件、从静子向转子的发展趋势。短期应用目标为:尾喷管、火焰稳定器、涡轮罩环等;中期应用目标为:低压涡轮叶片、燃烧室、内锥体等;远期应用目标为:高压涡轮叶片、高压压气机和导向叶片等。CMC 在国外已成功应用于多款发动机型号并实现工程化生产,将成为航空发动机制造的主流趋势,市场空间巨大。国内 CMC 增强纤维材料研制单位有:厦门大学、国防科技大学;并且均通过产-学-研形成以下纤维供应商:火炬电子、苏州赛菲及宁波众兴新材。国防科大是国内最早研制 SiC 纤维的单位,已形成 SiC 纤维体系化的发展格局,综合性能达到或接近国外同类产品水平;厦门大学特种陶瓷先进材料实验室从 2002 年底开始研发 SiC 纤维,目前已经制得连续 SiC 纤维。

**表 19: 国内 SiC 纤维供应商及其产业化项目**

生产企业	技术来源	产学研合作方式	产能情况	项目建设期	当前生产状况
火炬电子	厦门大学	通过技术独占许可方式掌握了“高性能特种陶瓷材料”产业化的一系列专有技术。	投资 8.265 亿元,共建 6 条 CASAS-300 特种陶瓷材料生产线,年产能 10 吨。	36 个月	目前已经完成 3 条材料生产线的建设,可释放 5 吨/年的产能。
苏州赛菲	国防科大	聘请了国防科技大学冯春祥教授为总工程师,组建了一支实力强大的科研团队,先后建成省级、国家级工程中心。	投资 22 亿元,建设年产 10 吨连续 SiC 纤维、年产 90 吨聚碳硅烷和年产 15 吨复合材料项目,形成产业链。	2014.6-2016.12	2013 年 1 月通过了年产吨级连续碳化硅纤维制备技术现场认定;目前已形成高温型和电磁型连续 SiC 纤维 2 大系列 9 个品种。
宁波众兴新材	国防科大	技术转让。	建设年产 10 吨第二代连续碳化硅纤维生产线,经改进后年产量可超 20 吨。	约 15 个月	2016 年 8 月签署与国防科大签署技术转让合作协议;2017 年 12 月实现国内首条 10 吨级第二代连续碳化硅纤维量产生产线通过验收。

资料来源:公司公告,江苏军民融合网,安信证券研究中心

**国内 CMC 材料制备商:** 西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司、西安超码科技有限公司、中航复合材料有限责任公司等多家公司公司均有 CMC 相关业务。根据张立同院士 2006 年在第十四届全国复合材料学术会议上的论文中的表述“我国已经打破国际封锁,自主攻克了碳化硅陶瓷基复合材料构件批量制造技术,但是由于缺少高性能 SiC 纤维,目前只能用碳纤维代替”判断,碳化硅纤维的量产将直接推动相关 CMC 材料的量产,进而推动我国碳化硅陶瓷基复合材料的大量应用。

**表 20: 国内 CMC 制造商及其产品研制情况**

公司名称	公司简介	CMC 产品研制情况
西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司	公司是目前我国唯一一家以陶瓷基复合材料产业化为目的的高新技术企业,致力于推进“耐高温长寿命抗氧化陶瓷基复合材料及其应用技术”的产业化。	该公司生产的碳陶复合刹车盘已批量应用于飞机。
西安超码科技有限公司	公司主要从事炭/炭复合材料制品及设备的研发、生产、销售及维修,现已形成了以炭/炭复合材料制品和炭/陶复合材料制品为重点的系列化、多元化产品生产格局。	国内最大的炭/炭、炭/陶复合材料生产基地。
中航复合材料有限责任公司	公司是集复合材料研发、生产、销售和服务于一体的专业化高新技术企业,在高性能复合材料结构、CMC(C-C)成型技术等方面均处于领先地位。	在 CMC(C/C)材料方面已经有成熟产品应用于汽车结构件领域。
中科院上海硅酸盐研究所	研究所主要研究领域涵盖了高性能结构与功能陶瓷、能源材料、复合材料及先进无机材料性能检测与表征等,是该领域科学研究单位中门类最为齐全的研究所。	在国内率先实现了陶瓷基复合材料在某动力系统、空间遥感系统中的应用,发展了陶瓷基复合材料新的设计理念和制备方法。
航天材料及工艺研究所	研究所主要从事航天及高新技术新材料、新工艺的研究开发工作,以及非金属材料、特种金属、复合材料产品的生产。	---
中国航发北京航空材料研究院	研究院是国内唯一面向航空、从事航空先进材料应用基础研究、材料研制与应用技术研究和工程化研究的综合性科研机构。	---
中科院过程工程所	研究所研究方向为多相反应与分离过程中的新理论、新技术、新方法,重点解决生化、资源环境、材料、能源等领域中的共性、关键性问题,开发新材料、新工艺和新设备,使之工程化、工业化。	---

资料来源:各单位官网,安信证券研究中心

### 3. 零部件

航空发动机的主要零部件按其功能可以分为叶片、轮盘、轴、齿轮、钣金件和机匣等（叶片为发动机重要部件，下文中单独列出）。零部件按毛坯提供方式可以分为锻件、铸件和钣金件。

#### （1）锻件

锻造是指对金属坯料施加压力，使其产生塑性变形的工艺。航空发动机风扇和压气机叶片、盘、轴、齿轮和部分机匣零件采用锻造工艺。①叶片锻造技术随着航空发动机工艺制造技术的发展，形成了与其他零件不同的叶片无余量精锻工艺，精锻叶片叶身不需要切削技工，只需要砂带磨削、化学铣削或精抛光；②其他盘、轴、齿轮和机匣等零件锻件以涡轮盘锻件工艺最为先进，由普通的锻造、等温锻造发展为等温锻造粉末盘。

#### （2）铸件

铸造是将液体金属浇铸到与零件形状相适应的铸造空腔中，待其冷却凝固后，获得零件或毛坯的方法。航空发动机涡轮叶片和部分机匣采用铸造工艺，其中以涡轮铸造技术最为先进。早期涡轮叶片采用变形高温合金锻造实心叶片，随着发动机涡轮前温度的提高，叶片冷却结构越来越复杂，精密铸造高温合金涡轮叶片替代了锻造涡轮叶片。涡轮叶片铸造工艺经历了等轴晶、定向晶到单晶的发展历程。晶粒在各方向上尺寸相差较小的晶粒为等轴晶，平行排列的柱状晶组织称为定向晶，单个晶体为单晶，单晶可以通过选用不同的材料和控制结晶过程获得。

#### （3）钣金件

钣金是将一些金属薄板通过手工或模具冲压使其产生塑性变形，形成所希望的形状和尺寸，并可进一步通过焊接或少量的机械加工形成更复杂的零件，燃烧室和喷管机匣以钣金件为主。

目前在航空发动机锻件领域，英国、美国、德国和日本走在世界前列，技术实力雄厚，依托高端的生产设备及先进的加工工艺，能够生产出大尺寸、高精度、高性能的产品，占据着高端市场。主要厂商有 DONCASTERS、FIRTHRIXSON、FRISA 和 SCOTFORGE 等公司。国内企业目前技术实力有所欠缺，主要生产厂商是中航重机，其占据国内航空锻造市场 60% 的份额，另外还有贵州航宇科技等厂商也从事锻件生产，钢研高纳也从事一部分难变形高温合金和粉末冶金盘等高端锻件生产。

在航空发动机铸件领域，常规铸件和非单晶叶片铸造以中航重机和航发动力为主；单晶叶片的铸造主要以研究机构为主，比如沉浸于这个领域已久的航材院、金属所等材料研究。近几年不少民企也积极进入这个领域，逐渐成为这个领域不可忽视的一股力量，比如万泽股份、应流股份、炼石航空等公司。

**表 21：航空发动机零部件生产企业**

企业名称	企业简介
中航重机 (677065)	中航工业旗下上市公司，下属两家子公司安大锻造和宏远锻造从事锻件生产，为国内航空发动机提供优质模锻件、环轧件、盘锻件、轴锻件等。
航宇科技 (834635)	环形锻件精确轧制、自由锻造、热处理及机械加工
楚江新材 (002171)	航空发动机制造用碳材料热工装备、真空热处理装备、粉末冶金装备、雾化制粉装备及粉末冶金材料
无锡透平	2014 年 4 月，中标英国罗尔斯·罗伊斯发动机公司的高温合金低压涡轮盘锻件十年合约项目
钢研高纳 (300034)	部分难变形高温合金和粉末冶金盘等高端锻件生产



航发科技 (600391)	主要承接国际知名航空发动机公司的委托加工业务，以及国内航空发动机零部件的研制生产
新研股份 (300159)	航空发动机燃烧室、喷管、机匣、叶片、整体叶盘、叶盘、安装环、导流管等结构件生产
华伍股份 (300095)	航空装备、航空零组件、发动机机匣及反推装置工装设计制造及零组件生产

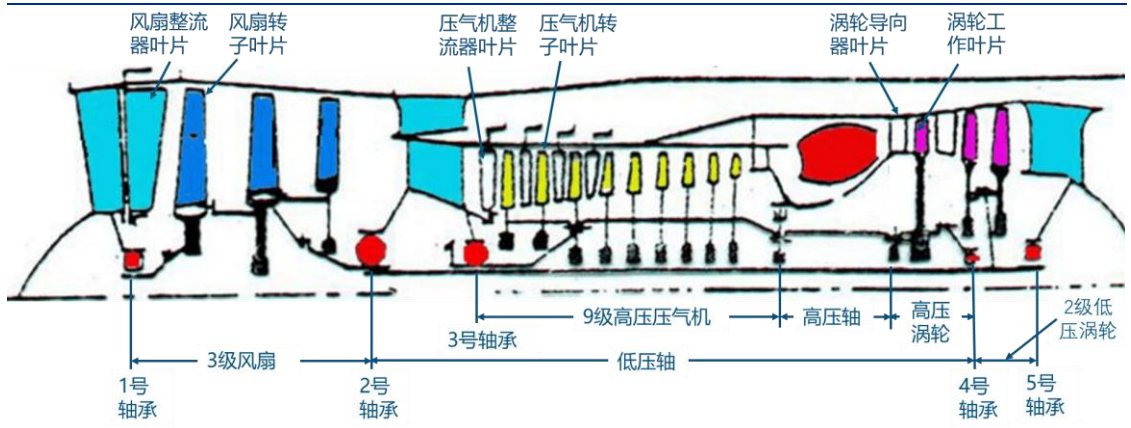
资料来源：公司公告，安信证券研究中心

## 4. 叶片

叶片是航空发动机关键零件，它的制造量占整机制造量的三分之一左右，是发动机中数量最大的一类零件。航空发动机叶片属于薄壁易变形零件，如何控制其变形并高效、高质量地加工是目前叶片制造行业研究的重要课题之一。

航空发动机叶片按部件分为风扇叶片、压气机叶片和涡轮叶片。按运动方式又分为动叶和静叶。风扇和压气机的静叶称作整流器叶片，而涡轮的静叶称作导向器叶片，涡轮盘上的动叶就是工作叶片。金属材料叶片按工艺类别分，压气机叶片主要采用精密锻造工艺，涡轮叶片主要采用精密铸造工艺（高压级单晶、低压级定向晶）。

图 37：GE 公司 F110 发动机结构



资料来源：《F110-GE-100 小涵道比涡扇发动机总体结构分析》，安信证券研究中心

表 22：航空发动机叶片分类

叶片类别	分类	工作温度范围	发展特点	叶片材料、结构特点	叶片工艺	整体叶盘成型技术
风扇叶片	民用	<100°C	大直径、单级、低压比；降噪、减重	钛合金/钛基复材空心叶片 树脂基复合材料实心叶片	精密锻造，塑性成型/扩散连接 3D 编织/RTM 成型	线性摩擦焊整体叶盘，钛基复材增强整体叶环 /
	军用	<400°C	小直径、多级、高压比；提高单级压比、减少级数；减重	钛合金空心叶片	精密锻造，塑性成型/扩散连接	线性摩擦焊整体叶盘，钛基复材增强整体叶环
压气机叶片	低压级	/	提高单级压比、减少级数；减重	钛合金空心叶片	精密锻造，塑性成型/扩散连接	线性摩擦焊整体叶盘，钛基复材增强整体叶环
	高压级	<750°C		钛合金/变形高温合金/Ti-Al 合金实心叶片	精密锻造	
涡轮叶片	高压级	<1700°C	提高材料耐温能力；减少级数、减重	镍基/镍铝基铸造高温合金空心叶片	单晶铸造、陶瓷涂层	热等静压扩散连接整体叶盘
	低压级	/		镍基铸造高温合金/Ti-Al 合金叶片，陶瓷基复材实心叶片	定向结晶铸造，陶瓷基复材预成形	

资料来源：《美国飞机燃气涡轮发动机发展史》、《航空燃气涡轮发动机典型制造工艺》，安信证券研究中心

#### 4.1. 民用涡扇发动机风扇叶片

随着民用涡扇发动机风扇叶片涵道比增加直径逐渐增大，风扇叶片减重成为了发展重点。为了降低风扇噪声，民用涡扇发动机风扇一般为单级低压比设计，出口温度低，适合用于低温环境的低密度高比强度的树脂基复合材料实心叶片正在替代钛合金空心叶片成为主流。

经过数十年技术积累的 GE 和 Snecma 公司，已经基本完成了在复材风扇方面的专利布局。英国罗-罗公司目前正将目光从其涡扇发动机上长期应用的钛合金空心风扇叶片移开，转而研制碳纤维增强复合材料风扇叶片。该公司与吉凯恩集团(GKN)一起碳纤维风扇叶片试验件，有望在 2020 年前应用于 TRENT-XWB 之后的下一型新发动机。我国对 3D 编织结构/RTM 工艺成型的大量研究始于 20 世纪 90 年代初，在航空发动机叶片上的应用更是最近几年才开始。

#### 4.2. 军用涡扇发动机风扇叶片和压气机低压级叶片

军用小涵道比涡扇发动机为了在迎风面积限制条件下提高外涵流量，一般采用多级高压比设计，叶片直径和工作环境与压气机前几级基本相当，材料与工艺的选用基本相同，主要选用钛合金空心叶片，目前钛基复材空心叶片正在研发中。

空心叶片主要采用超塑性成型/扩散连接技术 (SPF/DB)。超塑性成型/扩散连接技术是金属毛坯在一次加热过程中同时完成扩散连接和超塑性成形的组合方法。超塑性通常是指材料在拉伸条件下表现出异常高的延伸率也不产生缩颈与断裂的现象；扩散连接是指在一定的温度和压力下，经过一定时间，连接界面原子间相互扩散，实现的可靠连接。

钛合金空心叶片超塑性成型/扩散连接技术 (SPF/DB) 由 R&R 公司首先研发成功，应用于 RB211 发动机上，随后 PW 公司也开发了此项技术。PW 公司目前正在研制连续碳化硅纤维增强的钛基复合材料风扇叶片。我国扩散连接技术还仅仅局限在实验室基础研究和小批量生产之间，目前涡扇-15 发动机采用实心钛合金风扇叶片。

图 38: GE90 涡扇发动机树脂基复合材料风扇叶片



资料来源：搜狐网，安信证券研究中心

图 39: R&R RB211 涡扇发动机钛合金空心叶片



资料来源：《超塑性成型/扩散连接技术的应用进展和发展趋势》，安信证券研究中心

#### 4.3. 压气机高压级叶片

压气机高压级叶片直径逐渐减小，主要采用实心叶片。随着压气机级数增多，压气机叶片工作温度逐渐提高，材料选用由钛合金变为变形高温合金。另外，在高压压气机末级，新型轻质耐高温 Ti-Al 合金将逐渐取代变形高温合金。



高压压气机叶片生产多采用精锻制坯，磨削技术精密加工成型。精锻叶片可以更完整地保持金属流线的连续，精锻叶片余量小、强度高、加工周期短、寿命长。

目前在航空发动机预叶片锻件领域，英国、美国、德国和日本走在世界前列，技术实力雄厚，依托高端的生产设备及先进的加工工艺，能够生产出大尺寸、高精度、高性能的产品，占据着高端市场。国内企业目前技术主要生产厂商是航发动力、无锡透平叶片有限公司和无锡航亚科技股份有限公司。

**表 23：国内航空发动机叶片锻造企业**

企业名称	企业简介
航发动力 (600893)	国内最大的航空发动机叶片精锻生产线
航亚科技 (870269)	2016 年航亚科技与赛峰 SAFRAN 集团签订了十年的长期协议，已为国际主流商用发动机 CFM56-7B 及 CF34 提供批产叶片装机交付；亚太地区唯一民用航空发动机 (LEAP) 叶片供应商。
无锡透平	上海电气集团旗下的上海集优机械股份有限公司 (PMC) (香港上市公司，2345 HK) 的核心全资企业。主要为大型电站汽轮机、燃气轮机，航空发动机及各类透平动力装备提供各种叶片。

资料来源：公司公告，安信证券研究中心

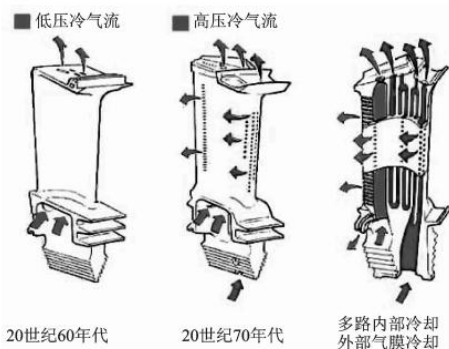
#### 4.4. 涡轮叶片

在航空发动机中，涡轮叶片由于处于温度最高、应力最复杂、环境最恶劣的部位而被列为第一关键件，并被誉为“王冠上的明珠”。涡轮叶片的性能水平，特别是承温能力，成为一种型号发动机先进程度的重要标志，在一定意义上，也是一个国家航空工业水平的显著标志。

涡轮低压级叶片工作温度相对涡轮高压级叶片温度较低，主要采用定向结晶铸造镍基高温合金。新型轻质耐高温 Ti-Al 和陶瓷基复合材料也已经在部分机型上成功应用。

推比 10 一级的涡轮高压级叶片工作温度达到 1700℃，主要采用耐温 1150℃ 的第三代镍基单晶铸造高温合金，空心气膜冷却结构和陶瓷涂层的使用提高了涡轮叶片基体材料的耐温水平。美国 IHPTET 计划开发的高温度基体材料-镍铝基单晶铸造高温合金也处于工程应用阶段。单晶高温合金已经发展到了第五代，当前主要应用为第三代。

**图 40：涡轮叶片气膜冷却结构发展历程**



资料来源：航空制造网，安信证券研究中心

**图 41：涡轮叶片表面喷覆陶瓷涂层**



资料来源：新浪军事，安信证券研究中心

目前单晶叶片的研制，美国、法国、英国和俄罗斯走在世界前列，美国的 Howmet 公司、GE 公司、PCC 公司以及 Allison 公司，英国 RR 公司，法国的 SNECMA 公司，俄罗斯的 SALUT 发动机制造厂等厂商均大量生产单晶零件。国内企业目前主要单晶叶片生产商是航发动力下属贵阳航发精密铸造有限公司。另外，民营企业也在进入叶片铸造市场，主要包括万泽股份、炼石航空、应流股份和江苏永瀚。

**表 24：国内航空发动机叶片铸造生产企业**

企业名称	企业简介
航发动力 (600893)	下属中航精密铸造科技有限公司新公司整合了黎明、南方、黎阳三家发动机公司的精密铸造业务
万泽股份 (000534)	建设万泽中南深汕合作区精密铸造基地，计划投资规模为 19.58 亿元，项目建设周期 18 个月，预计于 2018 年建成投产；建成后将新增年产超纯高温母合金 250 吨、先进发动机叶片 3.96 万片、高温合金粉末 60 吨的生产能力
炼石航空 (000697)	控股子公司成都航宇攻克高温合金真空冶炼和单晶空心叶片的铸造难关
应流股份 (603308)	公司某型号航空发动机叶片通过性能测试,经过配套试验中,18 年有望批量生产
江苏永翰	2013 年 6 月，成功开发出 30 多个规格的涡轮叶片产品，10 多个产品实现批量生产。2016 年初，国家航空发动机及燃气轮机重大专项正式实施，永翰凭借在涡轮叶片上的突破，成为参与这项“国字第一号”工程的民营企业之一。

资料来源：公司公告，安信证券研究中心

## 5. 动力控制系统

随着航空发动机技术的不断进步和性能的不提高,燃油与控制系统也由简单到复杂,并由液压机械控制发展到全权限数字电子控制(FADEC)。20 世纪 70 年代初，英国开始研制数字式电子控制(FADEC)系统。美国等国家也继而纷纷进入，美国后来居上，一直处于比较领先的地位。我国从 80 年代初就进行了 FADEC 系统的研究工作,已取得了很大的进展。

动力控制系统核心部件控制器方面，航发控制作为行业龙头，已经垄断军用航空发动机控制系统领域市场份额。国内海特高新、晨曦航空等民营企业也具备一定的技术实力，试图进入市场。

动力控制系统其他部件如电缆、传感器、电机、元器件等方面，军工股上市公司有中航机电、湘电股份、航天电器、中航光电，民营企业上市公司有火炬电子、高华科技。

**表 25：国内航空发动机动力控制系统生产企业**

企业名称	企业简介
航发控制 (000738)	航发集团旗下上市公司，主要经营业务航空发动机控制系统及衍生产品的研制、生产、修理和销售
海特高新 (002023)	我国现代飞机机载设备维修规模最大、维修设备最全、用户覆盖面最广的航空维修企业，也是中国第一家综合航空技术服务类上市公司
晨曦航空 (300581)	主营业务导航、测控与控制技术和系统、光电传感器及系统
中航机电 (002013)	航空工业旗下航空机电系统业务的专业化整合和产业化发展平台，公司旗下子公司林泉电机从事微特电机业务
湘电股份 (600416)	主营业务大中型高效节能电机、大型矿山成套装备、大型工业泵核泵、船舶电力控制+推进系统、城市轨道交通电机电控系统
火炬电子 (603678)	公司经营范围包括研究、开发、制造、检测、销售各类型高科技新型电子元器件等
高华科技 (833425)	研制高可靠 MEMS 传感器、惯性测量单元 (IMU)，及物联网系统工程为主导的国家级高新技术企业

资料来源：上市公司公告，安信证券研究中心

## 四、军用航空发动机价值拆分和市场空间

### 1. 军用航空发动机价值拆分

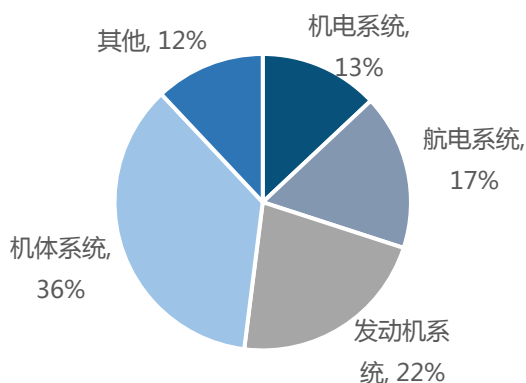
军用航空发动机的设计思想已出现三次跨越式的转变：

- ①从重视性能到重视五性（适用性、可靠性、维修性、测试性、保障性）的转变；
- ②从重视采购费用到全寿命周期费用的转变；
- ③从重视效能或全寿命周期费用到二者的统一，即重视经济可承受性的转变，经济可承受性已成为现代军用航空发动机设计体系中不可缺少的重要组成部分，是各种新型号研制发展初期就必须考虑的重要指标。

航空发动机价值链条由从研发设计到售后服务的一系列环节组成。研制成本主要是在发动机演示、验证、工程制造和发展过程中产生的非重复性费用。生产成本主要是第 250 台发动机的成本。使用维护成本主要是直接维修成本和燃料成本。

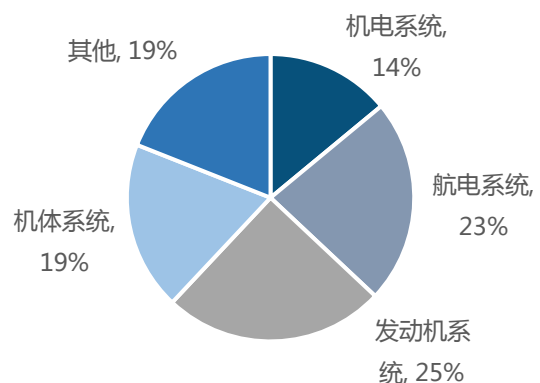
发动机是飞机上的重要部件，一般而言，其价值占整机价值的 20-30%，机型越小，发动机价值占比越高，机型越大，发动机价值占比越低。

图 42：典型民用飞机成本构成



资料来源：《中国产业信息网》，安信证券研究中心

图 43：典型战斗机成本构成



资料来源：《中国产业信息网》，安信证券研究中心

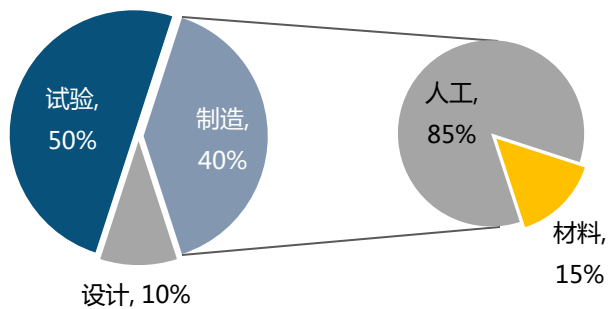
#### 1.1. 按生命周期拆分

航空发动机全寿命周期要经历研发、制造、使用维护三个阶段。研发阶段又分为预先研究阶段和型号研制阶段。在全寿命周期中，研发、制造、维护的比例分别为 10%-20%、40%、50%左右。在和平时期，由于武器系统服役的时间更长，发动机的寿命达到 15~25 年，维护费用在发动机整个生命周期内的总费用占比越来越大。

##### (1) 研发阶段

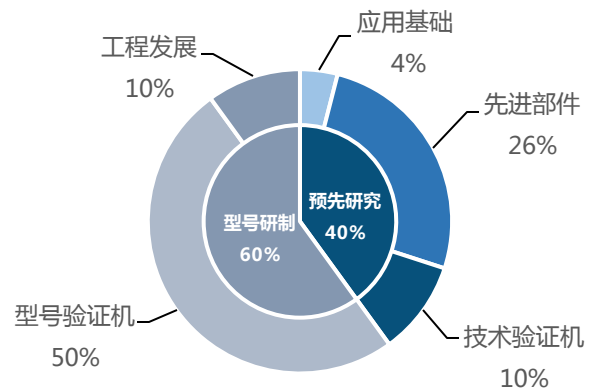
据《航空发动机-飞机的心脏》所述，航空发动机研发阶段费用按成本构成拆分，设计费用占比 10%、试验费用占比 50%、研发阶段制造费用占比 40%。根据 1990 年编制的《中国航空工业技术政策》，航空发动机研发阶段按研制流程拆分，可以分为预先研究阶段和型号研制两个阶段，研发费用分别占比 40%和 60%，其中各子阶段研发费用占比为应用基础 4%、先进部件 26%、技术验证机 10%、型号验证机 50%、工程发展 10%。

图 44：航空发动机研制阶段费用按成本构成拆分



资料来源：《航空发动机-飞机的心脏》，安信证券研究中心

图 45：航空发动机研发阶段费用按研制流程拆分

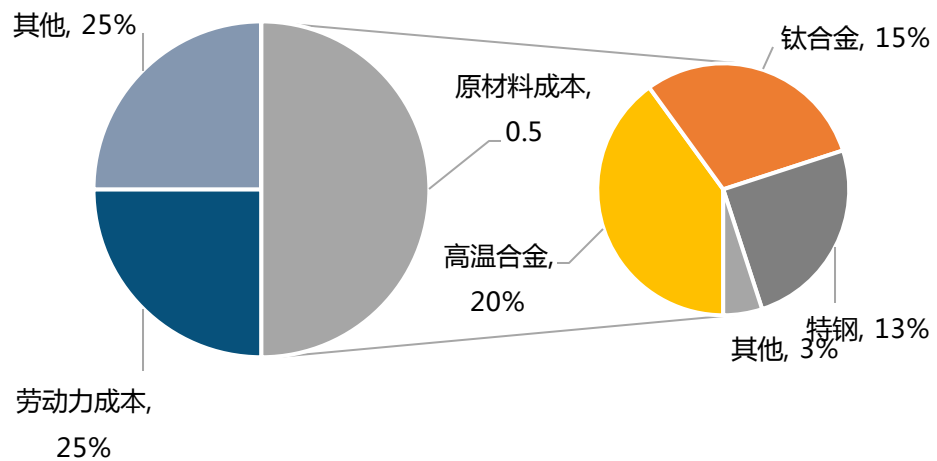


资料来源：跨世纪航空发动机预研技术的发展\_刘大响，安信证券研究中心

### (2) 制造阶段

航空发动机制造成本（不含控制系统）主要由原材料成本和劳动力成本两部分组成，分别占比在 40%-60%，25%-35%。航空发动机使用的原材料主要是高温合金、钛合金，两者价值占比分别在 35%、30%左右。高温合金涉及的主要材料是镍、钴金属，钛合金主要是钛。发动机应用的其他材料还包括铝合金、钢等。

图 46：航空发动机制造成本拆分

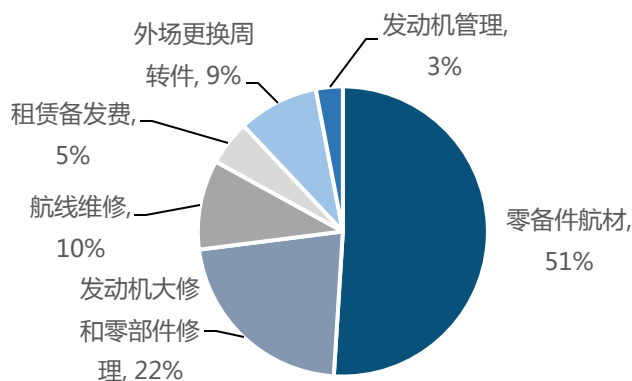


资料来源：前瞻产业研究院，安信证券研究中心

### (3) 维护阶段

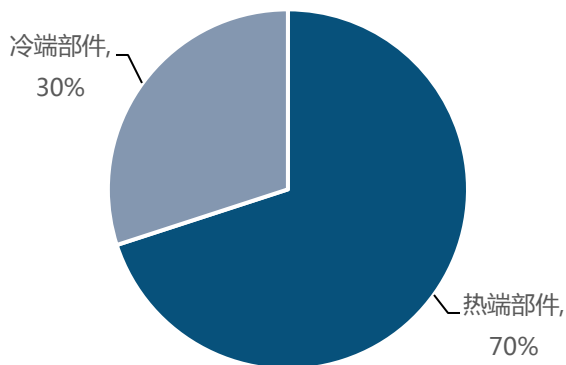
航空发动机维护费用约一半用于购买航材,发动机大修和零部件修理费用占比 22%，航线维修费用占比 10%，租赁备发费用占比 5%，外场更换周转件费用占比 9%，发动机管理费用占比 3%。在修理的发动机零部件中，热端部件是其重点，占大修费用的 70%以上。

图 47：航空发动机维护成本构成



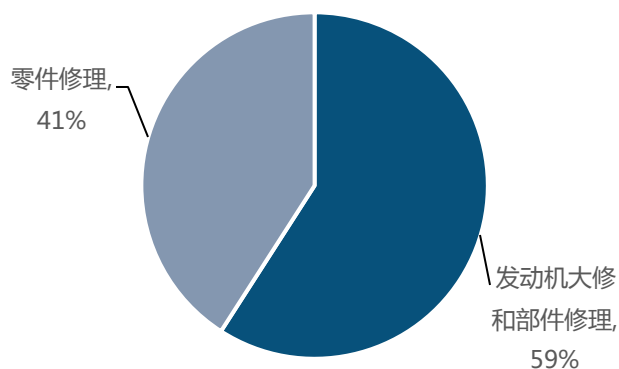
资料来源：《发动机制造商另辟商机谈航空发动机售后服务和热端部件的典型修理技术》，安信证券研究中心

图 48：航空发动机大修和零部件修理价值拆分\_1



资料来源：《发动机制造商另辟商机谈航空发动机售后服务和热端部件的典型修理技术》，安信证券研究中心

图 49：航空发动机大修和零部件修理价值拆分\_2



资料来源：《发动机制造商另辟商机谈航空发动机售后服务和热端部件的典型修理技术》，安信证券研究中心

## 1.2. 按部件价值拆分

航空发动机制造商根据部件分配任务，因此有必要对部件价值进行拆分。一般而言，无论战斗机、或运输机用发动机，高、低压涡轮的价值占比都最高。对于战斗机发动机，其外涵道很小，有加力燃烧室，因此，风扇、外机匣的价值占比较低，但加力燃烧室、控制系统占比高；对于运输机发动机（客运、货运、军用），外涵道大，无加力燃烧室，因此，风扇、外机匣的价值占比高，控制系统占比较低；直升机发动机中，控制系统、减速机构的占比较高。根据兰德公司统计，三代战斗机发动机 F110 全寿命周期部件维护费用分析，包括涡轮工作叶片、涡轮导向叶片和核心机在内的热端部件占发动机整机维护费用的 41%。

表 26：三代战斗机发动机全寿命周期部件价值拆分

部件	价值占比
燃油系统	4%
进气系统及风扇组件	3%
压气机工作叶片	5%
压气机导向叶片	6%
封严	6%



机匣	6%
盘	8%
涡轮导向叶片	10%
涡轮工作叶片	14%
核心机组件	17%
其他	21%
合计	100%

资料来源：Rand，安信证券研究中心

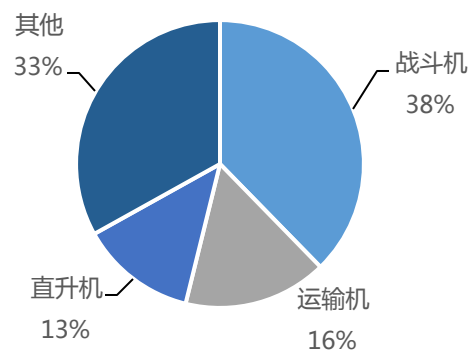
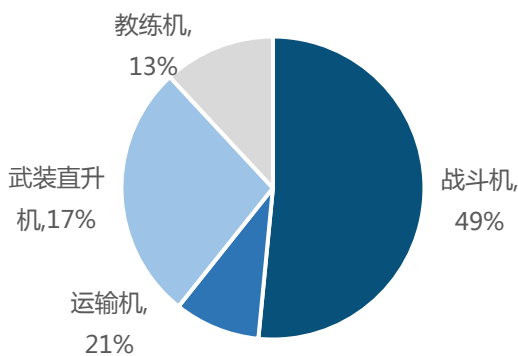
## 2. 军用航空发动机价值拆分和市场空间测算

### 2.1. 全球军用航空发动机市场

据《ABSOLUTE REPORT》测算，全球军用航空发动机市场年复合增长率为 4.96%，将从 2017 年的 97 亿美元增加到 2027 年的 141 亿美元，加上维修经费后，全球军用航空发动机市场从 2017 年的 145.5 亿美元增加到 241.5 亿美元。

图 50：2017 年全球军用航空发动机价值机型占比

图 51：2017 年全球军用航空发动机数量机型占比



资料来源：《ABSOLUTE REPORT》，安信证券研究中心

资料来源：飞行国际，安信证券研究中心

表 27：2017-2027 军用航空发动机市场预测

机种	2017 全球市场 (亿美元)	2027 全球市场 (亿美元)
战斗机发动机	47.53	69.09
运输机发动机	20.37	29.61
直升机发动机	16.49	23.97
其他发动机	12.61	18.33
合计	97.00	141.00
维修	48.50	70.50
总计	145.50	241.50

资料来源：ABSOLUTE REPORT，安信证券研究中心

### 2.2. 中国军用航空发动机市场

军用航空发动机的发展和军机发展相辅相成，而军机发展依赖于航空兵部队（包括空军航空兵、陆军航空兵、海军航空兵等，空军为主力）建设。

#### (1) 战略空军转型，军机换装列装提速

我国空军起步晚、底子薄，老旧机型比例高，代际差距严重，运输机、轰炸机、直升机等短

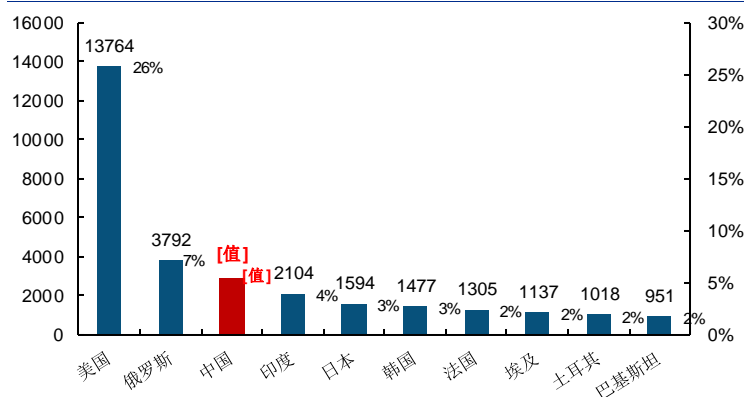
板明显。2015 年首次将空军定位为战略军种，空军建设由“国土防御”向“空天一体、攻防兼备”的战略转变，成为了新装备加速发展和列装的主要驱动力。在新时期战略空军建设目标下，由“防”转“攻”，将信息化作为发展方向和战略重点，大力发展先进战斗机、战略运输机/轰炸机，提高纵深攻击能力、远程投送/打击能力和立体攻防能力，弥补代际差，尽快实现代际换装，提高信息化、自动化程度。

表 28：我国军机现状与看点

种类	现状	看点
军机	军机数量不足，机型结构不合理	“20”系列等先进机型列装，尽快实现代际换装
战斗机	代际差距严重	J-20 等四代机列装提速
轰炸机	远程轰炸机薄弱	加大远轰研发力度
运输机	战略运输机缺乏	Y-20 列装提速
直升机	规模尚小	10 吨级通用直升机定型列装
无人机	国内国外需求两旺	国内快速部署，外贸不断放量

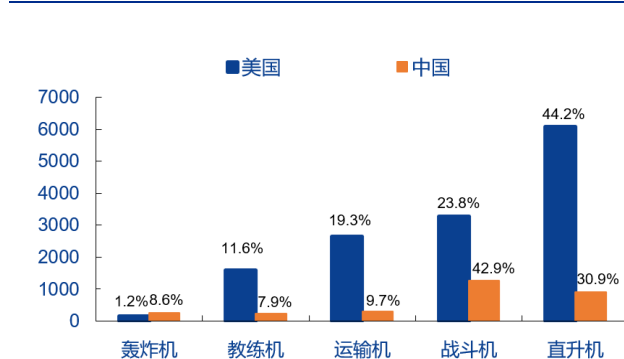
我国各类型军机数量均低于美国，各机型数量比例不合理。据 World Air Force 统计，美国军机数量为 13772 架，我国数量仅为 2955 架。和美国相比，我国直升机、运输机、轰炸机比例明显偏低，中美空军数量和作战能力相差巨大，难以达到覆盖我国领土巡航的要求，距离战略空军目标尚远。

图 52：世界主要国家军用飞机数量及占比



资料来源：World Air Force，安信证券研究中心

图 53：中美军机数量及比例



资料来源：World Air Force，安信证券研究中心

**战斗机：代际差距严重，换装列装需求急切。**四代机列装战斗机作为空军最主要的作战平台，是空军战斗力强弱的主要标志，对于制空权的夺取有着举足轻重的意义，我国与美国相比代际差距严重，老旧机型较多，整体水平显著落后。我国二代机占比依然高达 55.5%，而四代机不足 1%，相比美国，美国二代机仅占 14.8%，四代机占比已达 10%。我们认为，我国战斗机处于快速换装和列装期，三代机将保持开足马力生产状态，四代机将在固化状态后迅速大批量部署。

**轰炸机：远程轰炸机力量薄弱，短板短期较难补齐。**我国空军当前的主力轰炸机型是批量列装的轰-6，存在机体设计落后、航速/航程低、载弹量不足等诸多缺陷，从其本身来看只是一款中型轰炸机，并不是合格的战略轰炸机。而且考虑到我国的战略环境，仅拥有中远程轰炸机远远不够，不能从根本上弥补我国空军的战略打击和战略威慑短板。我国缺少远程战略轰炸机，需要一款突防能力的洲际战略轰炸机。

**运输机：运-20 列装，战略运输机取得长足进步。**大型运输机、加油机、预警机和战略轰炸机等大飞机是战略空军的基石，相比美俄等军事强国，我国大型运输机/加油机/预警机列装

极为有限，远程隐形轰炸机更是空白，打造战略空军任重而道远。运-20 是中国自主研发的新一代重型军用运输机，已列装部队，将成为我军重要的一款运输机型，我们预计，运-20 将迎来快速列装部署，基于运-20 平台的预警机、加油机项目也将不断推进。

**直升机：陆军转型“立体防攻”战略提升军用直升机需求量，在研 10 吨级通用直升机为未来主要看点。**未来空中打击力量将是陆军主要配置的主要战斗力，陆航部队是我军建设“立体防攻”的重要力量。根据美国詹姆斯敦基金会的报告显示，此轮军改之前我军共有 7 个陆航旅和 5 个陆航团，到 2017 年 5 月已扩编为 11 个陆航旅和 1 个陆航团。由于陆航兵在现代作战中的特殊性，预计我军将进一步扩建陆航部队。

## (2) 我国军机发动机市场，未来十年年均 467 亿

我们按照存量和增量两部分，对未来十年我国军用航空发动机市场进行测算，为了简化计算，我们将存量飞机分为换发 1 次和 2 次两部分，增量飞机分为不换发和换发 1 次两部分，发动机单价取可参考型号价格。经测算，未来十年，我国军用发动机购置经费共 3114 亿，维修经费 1557 亿，合计 4671 亿；平均每年购置经费 311 亿，维修费 156 亿，合计 467 亿。按各部分拆分费用，平均每年叶片 179 亿、零部件 202 亿、动力控制系统 55 亿。

表 29：中国军用航空发动机未来十年市场测算

存量飞机未来十年发动机需求									
	飞机数量	更换 1 次	更换 2 次	发动机比例	更换发动机数量	发动机单价/万元	购置经费/亿元	维修经费/亿元	总经费/亿元
战斗机	1523	1066	457	1.5	2970	2000	594	297	891
直升机	809	405	405	2.5	3034	800	243	121	364
运输机	271	163	108	3	1138	2500	285	142	427
轰炸机	257	103	154	4	1645	2500	411	206	617
教练机	352	246	106	1.5	686	800	55	27	82
小计							1587	794	2381
未来十年增量飞机发动机需求									
	飞机数量	更换 0 次	更换 1 次	发动机比例	更换发动机数量	发动机单价/万元	购置经费/亿元	维修经费/亿元	总经费/亿元
战斗机	1000	667	333	1.5	2000	2500	500	250	750
直升机	1000	667	333	2	2667	1000	267	133	400
运输机	300	200	100	3	1200	3000	360	180	540
轰炸机	200	133	67	4	1067	3000	320	160	480
教练机	400	267	133	1.5	800	1000	80	40	120
小计							1527	763	2290
<b>合计</b>							<b>3114</b>	<b>1557</b>	<b>4671</b>

资料来源：安信证券研究中心

表 30：未来十年我国军用航空发动机各部分市场测算

	购置占比	购置价值量/亿元	维修占比	维修价值量/亿元	总价值量/亿元
叶片	35%	1090	45%	701	1791
零部件	50%	1557	30%	467	2024
动力控制系统	10%	311	15%	134	545

资料来源：安信证券研究中心

## 五、投资机会分析

### 1. 主机厂：国产化进程加速，受益于自研型号放量

①**受益于军机列装提速，叠加发动机国产化比例提升。**当前我国军机发动机国产化比例已大大提高，但新型号发动机，尤其是四代发动机用的小涵道比涡扇发动机和大型运输机、轰炸机用的大涵道比涡扇发动机，技术较为落后，存在明显短板。随着军机换装列装提速，再叠加发动机国产化比例不断提高，我国军用发动机行业将迎来快速发展时期。

①**军用航空发动机整机制造，航发动力具有垄断地位，一旦新型号突破将显著受益。**我国军用航空发动机生产由航发集团主导，而航发动力具备涡喷、涡扇、涡轴、涡桨等全种类军用航空发动机生产能力，是我国三代主战机型国产发动机唯一供应商，极具稀缺性。当前我国量产的发动机型号较少，一旦 WS-15、WS-20 等型号定型量产，航发动力将显著受益。但军用航空发动机研制院所分离，设计以科研院所主导，主机厂并不具备设计研发能力，这也是国内发动机主机厂和国际寡头的主要差距之一。

②**商用航空发动机起步太晚，中短期投资价值不大。**预计国产 CJ1000-A 于 2022 年装备 C919 大型客机，用于窄体客机的 CJ-1000 系列于 2018 年实现验证机达标，2022~2025 年完成适航取证；用于宽体客机的 CJ-2000 系列计划 2020 年完成技术预研，2022 年完成试验验证机达标，2025~2030 年完成适航取证；而针对小型支线客机的 CJ-500 系列市场需求量有限，短期内不会启动。

### 2. 民营企业：材料、叶片等领域寻求突破

航空发动机行业高投入、长周期、高风险，民营企业技术和资金实力相对有限，想要有所作为是极为困难的。正因如此，在发动机产业中逆流而上的民营企业就显得难能可贵，而在引进、吸收国外先进技术的基础上，同时在国家政策的大力支持下，不排除民营企业中会有明星升起闪耀。

大部分民营企业避开难度大周期长的整机研制，从材料、叶片等领域寻找机会。如火炬电子大胆前瞻布局陶瓷基复合材料，应流股份、炼石航空则力求在关键部件叶片上寻求突破。近年来许多民营企业投身于航空发动机产业，这部分民营企业，是我国航空发动机行业中机动灵活的有生力量，关键技术一旦突破，将极大促进行业发展，同时也为自身打开巨大的发展空间。

## 六、风险提示

宏观经济表现低迷，军工行业也很难独善其身；  
相关支持资金未按时按量下拨；  
军工集团发展战略调整、上市公司定位发生变化；  
技术与产品研制进程的不确定性。

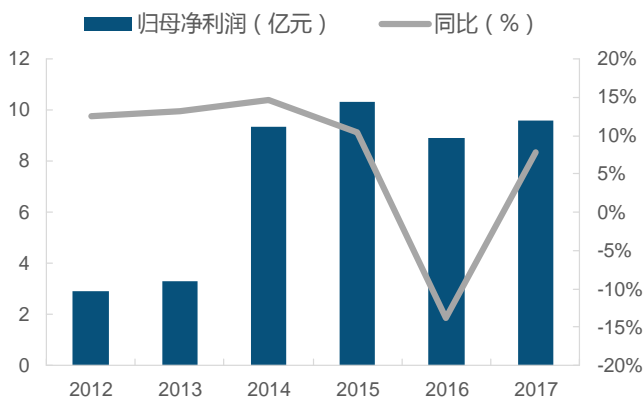


## 七、重点个股

### 1. 航发动力：我国发动机制造龙头企业

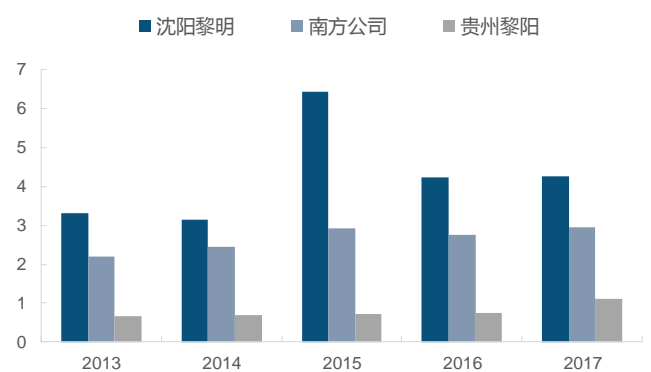
公司在发动机整机制造行业处于垄断地位，具备涡喷、涡扇、涡轴、涡桨等全种类军用航空发动机生产能力，是我国三代主战机型国产发动机唯一供应商。公司主要产品包括 WS-9（秦岭）系列发动机整机，以及 WS-10（太行）发动机约 35% 零部件。WS-10 是我国第三代军用发动机的代表型号，经过多年发展，目前已应用到歼-11B、歼-16 等机型。2017 年公司实现营收（225.55 亿，+1.52%），归母净利润（9.60 亿，+7.78%）。

图 54：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 55：三家子公司 2012-2017 年净利润情况（亿元）



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**军机换代渐入高峰，民机需求快速增长。**在军机领域，我国 2020 年之前将逐步淘汰二代机，以三代机为主体向四代转变，三代机、大型运输机等各类机型将陆续批量交付。在民机领域，我国民用航线网络不断扩大，相应基础设施建设加速跟进，客、货运流量持续高速增长，根据波音公司预计未来 20 年国内民机需求约为 6330 架，对应民用航空发动机市场价值为 2572 亿美元。

**加快回归核心主业，盈利能力有效提升。**2017 年以来，公司陆续通过挂牌转让及减资方式加快回归主业的进程。根据公司 12 月 26 日公告，南方公司拟通过减资方式退出其持有的深圳三叶精密机械股份有限公司；11 月 8 日公告，为推进全资子公司飞浦工贸股权转让的工作，黎明公司拟降低股权转让底价继续在上海联合产权交易所挂牌；9 月 21 日公告，南方公司拟通过上海联合产权交易所挂牌转让株洲易力达 28.8% 股权；8 月 30 日公告，黎明公司拟通过减资方式退出其持有的中航动力株洲航空零部件制造有限公司。

**完成非公开发行，公司资本结构得到有效改善。**2017 年 9 月 27 日，公司完成非公开发行新增股份的登记托管手续，本次非公开发行股份价格为 31.98 元/股，发行数量为 3.01 亿股，由中国航发、陕西航空产业集团、贵州产投、贵阳工投等机构认购。本次募集资金有效改善了公司资本结构，资产负债率由截止 6 月 30 日 62.42% 下降到目前 42.25%。

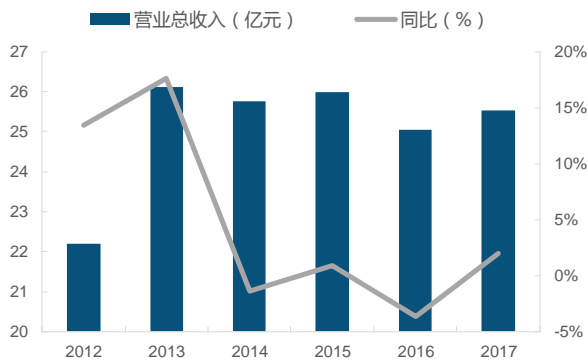
2017 年公司对科研经费核算及政府补助相关会计政策进行变更，变更后符合收入确认条件的科研经费将计入当期科研项目收入，与日常经营活动无关的政府补助将直接计入营业外收支。此次会计政策调整，直接带来营业总收入提高、科研成本费用降低、公司毛利率提升。

风险提示：军机换代更新不及预期，民用航空市场发展不达预期。

## 2. 航发控制：国内军用发动机控制系统主要配套企业

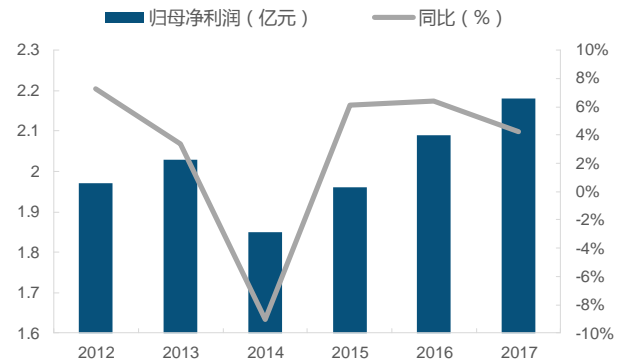
公司主要从事发动机控制系统及衍生产品、国际合作和非航民品三大类业务，控制系统包括航空发动机控制系统、燃气轮机控制系统等，国际转包业务主要为国外航空企业提供联合设计开发和转包业务。2017 年公司实现营收（25.53 亿，+1.98%），控制系统、国际转包、非航民品营收占比分别为 80.10%、9.87%、10.03%，整体实现归母净利润（2.18 亿，+4.21%）。

图 56：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 57：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**国内军用发动机控制系统龙头企业，有望受益于两机专项及军机加速列装。**发动机控制系统是发动机的重要管理系统，决定着发动机的性能和可靠性。公司作为国内主要航空发动机的控制系统研制生产企业，在军用发动机控制领域保持领先地位，与国内各发动机主机单位均保持密切合作关系。公司拥有航空动力控制系统国家级技术中心，并积累了控制系统中各类燃油泵及调节器的研制和批产能力。同时公司是国家两机专项的实施者之一，我们预计公司自主产品研制和生产能力建设将进一步提高。

**国际转包业务稳步推进，与多家国际著名企业建立良好合作关系。**公司常年深耕国际转包业务，和国际知名厂商 GE、霍尼韦尔等建立了长期稳定的伙伴关系。公司主要为国外客户提供民用航空精密零部件生产服务，如民用飞机的控制系统零部件、航空发动机摇臂、航空发动机燃油控制系统的装配和调试等。2017 年公司持续深化与罗罗、斯奈克玛、MOOG、GE 等客户的合作关系，稳定按期交付率和产品质量，提高合作层次。2017 年公司国际转包业务实现营收 2.52 亿元，同比增长 15.28%。

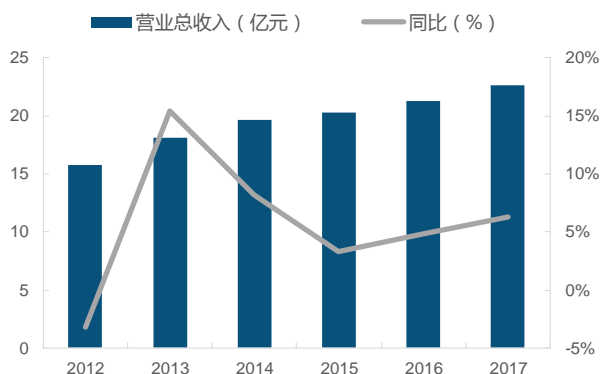
**确立 2018 年经营目标，坚持“小核心、大协作”科研生产模式。**公司将全力开展航空发动机控制系统的研制生产与维修工作，以两机专项为重点，强力推进航空动力控制系统和燃机产品等重点型号研制任务；持续推进供应链管理，按照“小核心、大协作”的科研生产模式，发展外部合格供应商；同时公司将加快推进民用航空研制业务，按节点分步完成民用航空动力控制系统的研制交付任务。公司作为我国军用发动机的重要配套企业，有望受益于两机专项及军机列装放量对发动机的加速需求。

风险提示：军机列装不及预期，国际转包业务发展不达预期。

### 3. 航发科技：外贸业务稳步增长，内贸需求逐步增强

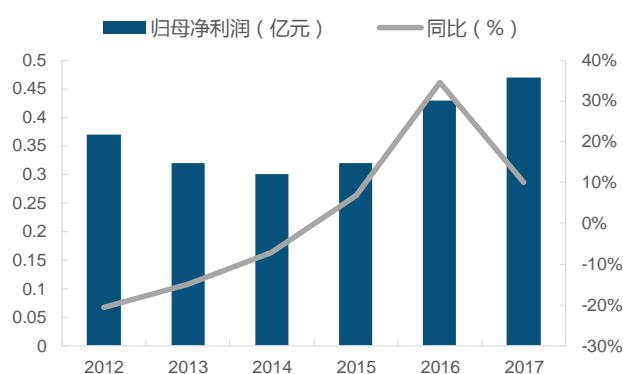
公司主要承接国际知名航空发动机公司的委托加工业务，以及国内航空发动机零部件的研制生产。为集中精力完成“内贸航空及衍生产品”和“外贸产品”两大业务，公司逐渐收缩民品业务，实现公司产品结构的优化升级。2017 年公司实现营收（22.59 亿，+6.26%），归母净利润（0.47 亿，+10.16%）。

图 58：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 59：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**并入中国航发集团，加强协同发展效应。**根据公司 2017 年 6 月 6 日公告，航空工业按照国务院国资委关于中国航发组建方案的要求，将发动机控股 100%股权转让给中国航发。本次收购完成后，中国航发间接持有航发科技 36.02% 股权。2017 年公司内贸航空营收同比增长 56.4%，预计依托于航发集团平台，公司国内航空业务有望实现进一步增长。

**注重国际转包产品结构，着力提高盈利能力。**公司转包业务经过 30 多年的发展，已经形成机匣、叶片、钣金、轴类产品的专业制造平台，并成为多家国际知名发动机公司在亚太区的重要甚至是唯一的供应商。公司 2017 年外贸营收实现 1.86 亿美元，同比下降 11.46%，主要因为公司更加关注由“量”到“质”，主动放弃附加值较低、技术价值较差的产品，着力开发利润高技术含量高的产品，由零部件、短期订单向单元体、长期协议发展。2018 年公司计划实现外贸产品收入 2.15 亿美元，占公司总营收比例近 47%。

根据前瞻产业研究院数据统计，每台航空发动机平均有三万个以上的零部件，其中 70% 以上都依靠外部采购，降低发动机的零部件制造和采购成本。航空发动机零部件质量决定着整机的质量，因此整机厂商通常对外贸转包企业进行较长考核及认证，一种型号产品需要通过生产设备配置、小批量试产、技术工艺管理改进、批量生产等多个考核过程。目前我国在全球航空发动机零部件的外贸转包市场中所占份额较小，未来仍存在较大的市场空间。

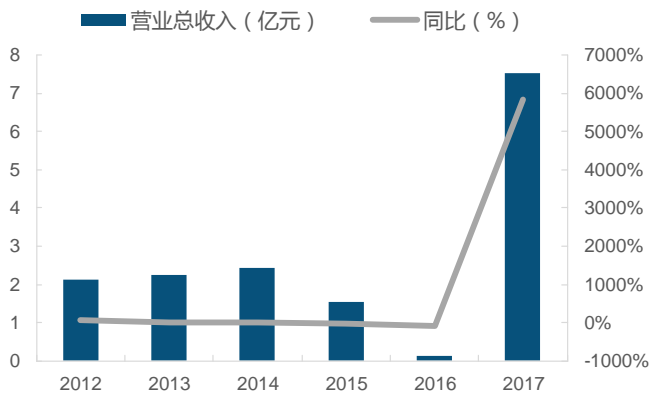
**推动内、外贸业务深度融合快速发展。**公司坚持瘦身健体、推进 AEOS 等各项工作，大力推进改革调整同时将继续坚持聚焦主业、军民融合的发展思路，以内贸航空及衍生产品科研生产为主线，同步发展国际国内两大市场。公司作为我国军用发动机的重要配套企业，有望受益于两机专项及军机列装放量对发动机的加速需求。

风险提示：国际转包业务的变动风险，国内军机列装不达预期。

#### 4. 炼石航空：收购 Gardner，战略布局航空制造全产业链

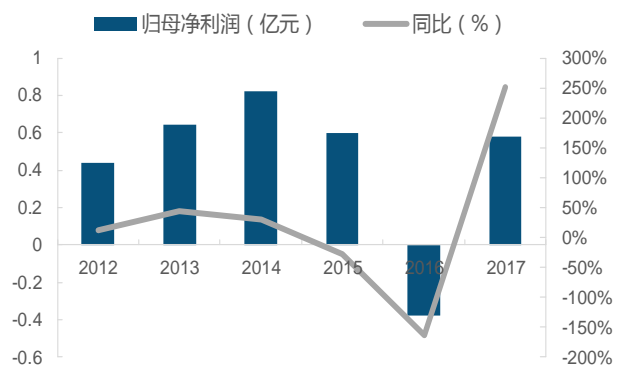
公司原主营业务为钼、铌及其他有色金属矿山的开发和冶炼，2013 年后积极拓展航空制造相关产业发展，逐步设立成都航宇、中科航发、朗星无人机等公司。2017 年公司实施对英国 Gardner 100% 股权的收购事项，航空业务成为公司主要业务。2017 年公司实现营收(7.53 亿, +5848.69%)，归母净利润 (0.58 亿, +252.20%)，本年度营收主要来源于所收购的 Gardner 公司，并收到政府补助 2.80 亿元。

图 60：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 61：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**原主营产品为钼精粉，近期已恢复生产。**公司拥有一座矿山及一个选矿厂，日采选能力 5000 吨，年采选能力 130 万吨。从 2016 年 4 月 14 日开始，子公司陕西炼石矿业由于产品价格持续低迷，产品销售价格与成本倒挂现象严重，暂停采、选矿生产。根据公司 2018 年 4 月 16 日公告，子公司炼石矿业经过前期运行，于 4 月 16 日全面恢复生产。

**依托原材料优势，构建航空制造全产业链。**公司托自身独有的铌金属资源（保有储量铌金属 176.1 吨，约占全球已探明储量的 7%），逐步构建“铌元素-高温合金-单晶叶片-航空零部件-航空发动机-大型无人机整机”产业链。目前成都航宇已建成一条年产 80 吨含铌高温合金生产线和一条年产 5.5 万片单晶涡轮叶片生产线，单晶叶片已有小批量认证订单，预计高温合金和含铌单晶叶片将成为未来公司利润的高速增长点。中科航发未来将建成满足新版国军标要求 750kg 推力涡扇发动机总装线，朗星无人机从事高级别大吨位系列军/民用无人机研制，到 2025 年将达到年产无人机 60 架的能力并具备完善的无人机系统运行服务能力。

**现金收购 Gardner，拓展全球业务版图。**2017 年 6 月，公司实施完成对英国 Gardner 100% 股权的收购事项。Gardner 主营业务为航空航天零部件的生产和加工，主要产品为飞机及发动机零部件，主要应用于空客 A320 家族、A330、A350、A380 等机型。通过此次并购，公司稀有金属资源优势及成都航宇高温合金材料和单晶涡轮叶片技术优势转化的产品可通过 Gardner 打开欧美市场；Gardner 可在公司支持下开拓中国市场、扩大全球业务版图。标的公司 Gardner 与原有产业协同效应显著，将进一步增强公司可持续发展和盈利能力。

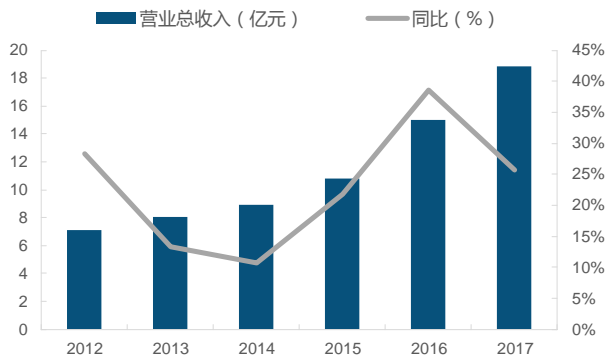
风险提示：单晶叶片发展不及预期，传统采矿业务停业风险。



## 5. 火炬电子：军用 MLCC 龙头，布局特种陶瓷材料开启新成长

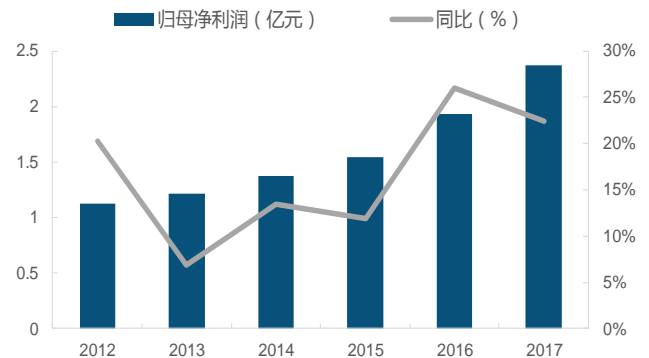
火炬电子主要布局“新材料、电容器、贸易”三大业务，布局高性能特种陶瓷材料，开启新成长。公司于 2015 年定增募投 8.265 亿元用于 CASAS-300 特种陶瓷材料产业化项目，该特种陶瓷材料作为增强纤维特别适用于制备陶瓷基复合材料 (CMC)。2017 年，公司实现营收 (18.88 亿, +25.66%)，归母净利润 (2.37 亿, +22.38%)。

图 62：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind, 安信证券研究中心

图 63：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind, 安信证券研究中心

火炬电子供应特种陶瓷材料填补国内空白，将充分受益新兴行业的快速成长。CMC 具有耐高温（工作温度高达 1650℃，远高于镍基高温合金的 1100℃）、密度低（仅为金属合金的 1/3，强度却是其 2 倍）、高温抗氧化性能优异等突出优势，被视为取代航空发动机高温合金、实现减重增效“升级换代材料”之首选。三大航发制造商之一 GE 已明确将 CMC 作为未来发展的核心技术，并且一直在加大 CMC 投产力度。根据 GE 公司官方预测，未来 10 年航空发动机市场对 CMC 的需求将递增 10 倍。CMC 属于禁运军事敏感物资，国内供应商十分稀缺，仅有火炬电子、苏州赛菲及宁波众兴新材等 3 家。

军用 MLCC 龙头，众多新产品放量形成新的业绩增长点。公司作为军民用高端电容器的龙头企业，充分受益于军用装备信息化建设、工业装备智能化发展趋势、电子产品消费升级等带来的电容器产品需求扩增；此外，钽电容、脉冲功率陶瓷电容、超级电容等产品都将在 2018 年形成新的业绩增长点。同时公司电容器代理业务主要以全球知名电容器厂商太阳诱电、AVX、KEMET 等原厂的产品为主。受智能手机等消费需求带动，下游客户需求持续增长。在竞争愈发激烈的代理行业，火炬电子拥有的资金和资源优势将继续巩固、行业地位将继续强化，并由此可获得稳定的现金流、把握电子元器件技术发展前沿。代理业务先期介入部分自产业务的民品目标客户，为自产业务民品业务的开拓提供基础。

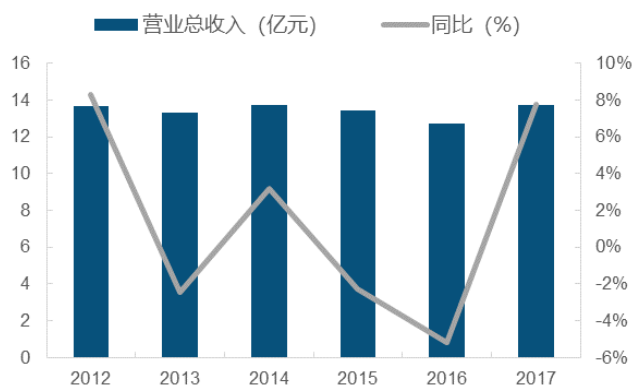
公司已完成 3 条陶瓷材料生产线的建设，可释放 5 吨/年的产能；其他 3 条生产线筹备也正在积极推进，预计 2019 年初全部达产将形成 10 吨/年的产能。根据公司发布的可行性报告，按特种陶瓷材料单价 5.6 万元/kg、10 吨/年产能输出计算，预计新增营业收入 5.29 亿元/年，新增净利润 3.05 亿元/年，相当于再造一个火炬电子。

风险提示：特种陶瓷材料市场规模不及预期；研制进展不及预期。

## 6. 应流股份：“两机”叶片有望量产，铸造龙头终成航空核电精兵

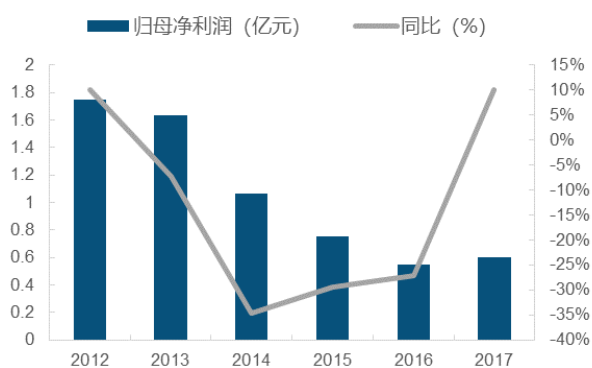
公司主要产品为泵及阀门零件、机械装备构件等，应用在航空、核电及国防军工等高端装备领域。2017 年公司的单晶叶片通过燃气轮机公司的审核和验证。2017 年前三季度，公司实现营收（13.75 亿，+7.79%），归母净利润（0.60 亿，+10.04%）。

图 64：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 65：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**拓展航空领域表现不俗，“两机”叶片有望量产。**公司 2010 年开始布局，恰逢十三五国家大力发展“两机（航空发动机和燃气轮机）”战略出台，主攻“两机”先进材料和核心零部件取得不俗成就。在两机领域，公司航空发动机定向和单晶叶片列入国家军民融合重点项目，承担某型号航空发动机高温合金叶片科研生产任务，面向国内外市场开发燃气轮机定向单晶叶片。

**设立应流航源、收购嘉远智能，持续布局军工产品供应链。**应流航源是应流股份的全资子公司，主要从事航空发动机零部件、燃气轮机零部件及航空新材料的研发和生产，每年提供 500 万件产品发往全球 30 多个国家。根据公司 2018 年 3 月 3 日公告，应流航源于今日收到《装备承制单位注册证书》，为公司进一步开拓军工市场奠定坚实基础。另外应流股份于 2016 年收购霍山嘉远智能 100% 股权，实施“船舶和海洋工程装备关键设备高温合金及耐腐蚀合金部件产业化项目”、“航空发动机高温合金零部件产业化能力提升项目”，提升高端零部件数控及加工技术水平。

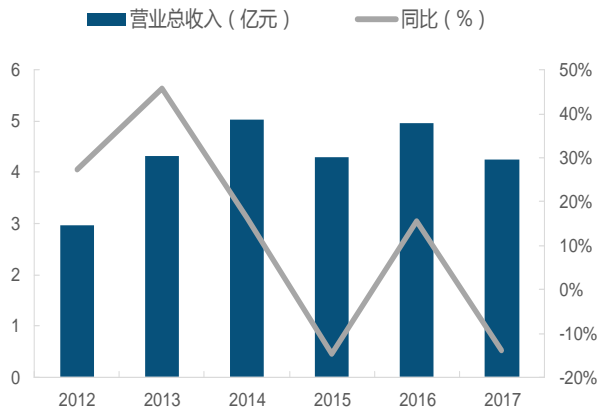
**三代核电进展顺利，招标密集有望释放产能。**公司是国内少数具备核一级主泵泵壳研制能力和资质的企业之一。目前公司已经完成华龙一号、CAP1400、CAP1000 等堆型的国产化核岛核一级主泵泵壳的研发，打破垄断，正批量生产交付。公司自主研制、生产的燃料贮存格架用中子吸收板顺利通过国核工程有限公司专家验收。本次产品交付是中国首个 CAP1000 核电机组格架用中子板实现国产化，标志着国产化核燃料贮存格架用中子吸收板已经开始进入批量供货阶段。自主化三代技术关键设备捷报频传，海外项目进展顺利，央视重提“核电国家名片”释放重大信号，未来核电有望密集招标，显著增厚公司利润。

风险提示：主要原材料价格波动，核电后市场发展不达预期。

## 7. 海特高新：航空产业加速布局，业绩增长符合预期

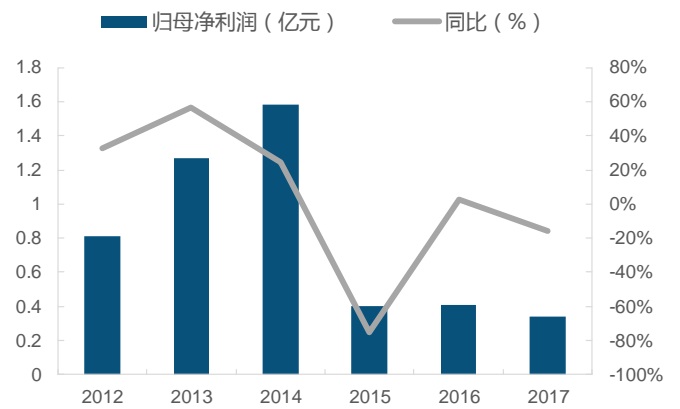
公司主营业务包括航空技术研发、航空维修、航空培训、航空租赁、微电子五大业务，公司通过向航空产业链上下延伸布局，实现从航空基础服务到高端航空新技术研发制造的全面覆盖。2015 年公司收购海威华芯涉足高端芯片研制领域，完善多元化发展战略。2017 年公司实现营收（4.26 亿，-13.88%），归母净利润（0.34 亿，-15.70%）。

图 66：公司 2012-2017 年营收及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

图 67：公司 2012-2017 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，安信证券研究中心

**维修业务实现全覆盖，全面推动业务升级。**航空维修为公司传统业务，在国内民营独立第三方维修企业中市占率较高。2016 年公司航空维修业务已从整机大修、工程改装业务、飞机拆解等业务线全面铺开。根据《民用航空工业中长期发展规划（2013-2020 年）》，2017 年国内民航运营机队规模继续保持增长达到 3296 架，未来五到十年我国民用航空市场规模和产业规模将迎来黄金发展期。

**充实航空培训产业链，培训业务稳步增长。**公司是国内唯一具有海内外培训基地的独立第三方航空培训企业，业务布局于昆明、新加坡、天津三大基地，以实现航空培训多领域、多机种、业务全覆盖的战略布局。2016 年 9 月，公司以 1290 万美元收购让罗克韦尔柯林斯蓝天（天津）飞行模拟系统有限公司所持的部分股权并向其增资取得 50% 的股权，本次交易大力提升公司航空培训业务的实力水平。据智研咨询，预计 2020 年中国民航在册运输飞机期末在册架数将上升至 4360 架，航空培训业务市场也将随之扩大。

**下游集成电路快速增长，高端芯片有望成为中长期支柱业务。**2015 年公司收购海威华芯部分股权并增资控股，进入微电子领域。主要从事第二代/第三代化合物半导体集成电路芯片的研制，产品主要面向 5G、雷达、新能源、物联网等高端芯片市场。公司已建成国内第一条具备自主知识产权的 6 英寸第二代化合物半导体集成电路芯片生产线，是国内高端芯片研发制造的先行者。2017 年公司在砷化镓研发方面 IPD 和 PPA25 产线试生产阶段良率达到预期水平，具备初步量产能力；2017 年 9 月公司获得国军标 GJB 认证；2017 年 11 月公司获得国家集成电路生产企业认证。

风险提示：新产品研发进度放缓，业务拓展不达预期。

## ■ 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

冯福章、张超声明, 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
	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
	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
	孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
北京联系人	苏梦		sumeng@essence.com.cn
	孙红	18221132911	sunhong1@essence.com.cn
	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	姜东亚	010-83321351	jiangdy@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
	姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
深圳联系人	王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
	夏坤	15210845461	xiakun@essence.com.cn
	胡珍	0755-82528441	huzhen@essence.com.cn
	范洪群	0755-23991945	fanhq@essence.com.cn
	杨晔	0755-23919631	yangye@essence.com.cn
	巢莫雯	0755-23947871	chaomw@essence.com.cn
	王红彦	0755-82714067	wanghy8@essence.com.cn
黎欢	0755-23984253	lihuan@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 号国投大厦 3 层

邮编： 200080

北京市

地址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编： 100034