

行业深度

航空装备

航空发动机景气度大幅提升，抢跑长期掘金赛道

2021年08月19日

评级 同步大市

评级变动：首次

行业涨跌幅比较



%	1M	3M	12M
航空装备	17.62	37.27	12.91
沪深300	-1.32	0.50	9.91

何晨

执业证书编号：S0530513080001  
hechen@cfzq.com

张看

zhangkan@cfzq.com

分析师

0731-84779574

研究助理

相关报告

1 《军工行业 2021 年 8 月报：关注飞机、航空发动机与导弹产业链》 2021-08-06

重点股票	2020A		2021E		2022E		评级
	EPS	PE	EPS	PE	EPS	PE	
航发动力	0.43	151.05	0.52	124.90	0.64	101.48	谨慎推荐
钢研高纳	0.42	105.26	0.56	78.95	0.73	60.56	谨慎推荐
中航重机	0.37	83.27	0.56	55.02	0.72	42.79	谨慎推荐

资料来源：Wind，财信证券

投资要点：

- **军机放量、练兵备战消耗增大双重提振航发市场。**我国“十四五规划”指出“2027年实现建军百年奋斗目标”，8月18日人民日报发文《必须加快国防和军队现代化》。未来我国战机更新换代与列装加速将拉动军用航空发动机市场景气向上，同时航空发动机作为易耗品在“练兵备战”部队训练量大增的背景下其需求将进一步扩大。我们预计2021年我国军用航空发动机市场空间大约在471~534亿元，2021~2027年我国军用航空发动机市场总规模约为4927亿元，年均复合增速10.2%。
- **国产替代势在必行，“十四五”期间有望突破。**目前我国依旧有20%左右的军用航空发动机需依赖进口，预计相关型号将在“十四五”期间完成突破，在“十五五”期间有望开启批产放量，届时将全面替代进口发动机。
- **“两机专项”实施、中国航空发动机集团成立带来重大历史机遇。**中央国务院批准设立“航空发动机与燃气轮机”国家科技重大专项（“两机专项”）。截至2020年底，“两机专项”的投入已经达到3000亿元。2017年中国航空发动机集团的成立使我国航空发动机走向独立发展的道路。近期，中国航发集团贵阳的三代中等推力航空发动机生产线建设项目通过竣工验收，株洲的16.05万平方米航空动力产业园投入使用。在政策和资金的有力支持下，我国航空发动机和燃气轮机技术正在加速追赶世界先进水平，实现历史性跨越。
- **军工产品定价机制改革、股权激励影响积极。**2013年定价机制改革后，新型号批产后价格按照“定价成本+5%×目标价格+激励约束利润”来定。参考美国洛马公司10%左右的净利率，我国总装类军工企业净利率有望提升至7~8%。国企股权激励持续进行，2010年至2020年底共有285家A股上市国企发布379个股权激励计划，国企活力不断提升。
- **投资建议：**给予行业“同步大市”评级，推荐关注航空发动机产业重点领域：整机制造、零部件、原材料。相关领域股票：航发动力（600893.SH）、中航重机（600765.SH）、钢研高纳（300034.SZ）。
- **风险提示：**军品研制进度不及预期、军品订单数量不及预期、资金调拨不及预期。

## 内容目录

<b>1 航空发动机概述</b>	<b>4</b>
1.1 航空发动机：飞机的核心，大国的战略保障	4
1.2 航空发动机的发展历程	4
1.2.1 活塞式发动机助人类实现动力飞行，目前仅应用于轻型飞行（1903~1940s）	4
1.2.2 航空燃气涡轮发动机时代：涡轴、涡扇、涡桨发动机成为主流（1950s 至今）	5
1.3 航空发动机的分类	8
1.3.1 直接反作用推进	8
1.3.2 间接反作用推进	8
<b>2 航空发动机研制特点：长周期、高投入、高难度筑起航空发动机的高壁垒</b>	<b>9</b>
2.1 周期长：飞机的两倍，最长可达 30 年	9
2.1 技术难度大：多学科参与，上万小时试验	11
2.2 投入高：研发投入可达数十亿美元	12
<b>3 中国军用航空发动机市场：坡长雪厚，长期空间广阔</b>	<b>12</b>
3.1 从国防预算看 2021 年我国军用航发市场约 471 亿元	12
3.1 从空军机型看未来 7 年我国军用航发市场总量约为 4927 亿元	13
<b>4 中国军用航空发动机产业链：国企为主，产业链完备</b>	<b>15</b>
4.1 航空发动机研发设计：中国航空发动机集团旗下研究所为主	15
4.2 航空发动机整机制造：航发动力 A 股唯一整机标的	16
4.3 航空发动机零部件及系统研发制造：参与企业众多	17
4.3.1 锻造、铸造件：国企为主，中航重机市占领先	17
4.3.2 钣金、机加件：主机厂内部完成	18
4.3.3 控制系统及其它部件：航发控制几乎垄断	19
4.4 航空发动机原材料及毛坯制造：钛合金、高温合金为主	20
4.4.1 钛合金：强度高、轻量化	20
4.4.2 高温合金：应用广泛、需求强	21
4.4.3 复合材料：航空发动机跨代发展的保障	22
4.5 航空发动机维修保养：中国航发集团与空军装备部共同承担	22
<b>5 投资逻辑</b>	<b>23</b>
5.1 军机放量、练兵备战消耗增大双重提振航发市场	23
5.2 国产替代势在必行，“十四五”期间有望突破	23
5.3 “两机专项”实施、中国航空发动机集团成立带来重大历史机遇	23
5.4 军工产品定价机制改革、股权激励影响积极	24
<b>6 行业投资建议</b>	<b>24</b>
6.1 航发动力：拥有航空发动机全谱系整机制造能力，国产替代势在必行	24
6.2 中航重机：公司重点聚焦军用飞机与发动机锻造领域，民用市场即将突破	25
6.3 钢研高纳：高温合金龙头企业，高研发与扩产下未来业绩可期	26
<b>7 风险提示</b>	<b>27</b>

## 图表目录

图 1：航空发动机 CJ-1000A	4
图 2：航空活塞发动机工作原理	5
图 3：星型汽缸活塞发动机	5

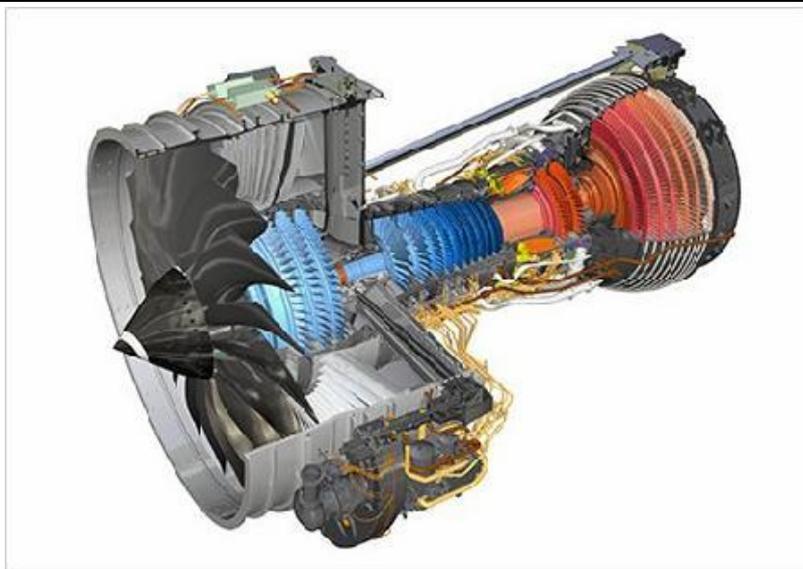
图 4: 涡轮喷气发动机工作原理.....	5
图 5: 涡喷-14 发动机.....	5
图 6: 涡轮风扇发动机工作原理.....	6
图 7: 涡扇-10 发动机.....	6
图 8: 涡轮轴发动机工作原理.....	6
图 9: 涡轴-16 发动机.....	6
图 10: 涡轮螺旋桨发动机工作原理.....	7
图 11: 涡桨-6 发动机.....	7
图 12: 航空发动机研制全周期.....	10
图 13: 我国装备费占国防军费比例.....	12
图 14: 我国装备费历年支出额及占比.....	12
图 15: 美国装备采购费构成.....	13
图 16: 典型战斗机价值拆分.....	13
图 17: 世界大国军机及战斗机数量对比.....	13
图 18: 中国 2014~2020 年军机数量.....	13
图 19: 我国军机组成结构.....	14
图 20: 中国战斗机代际构成.....	14
图 21: 我国军用航空发动机产业链 (上市公司).....	15
图 22: 钛合金应用领域.....	21
图 23: 2015~2021 年钛合金市场规模 (亿元).....	21
图 24: 高温合金应用领域.....	21
图 25: 2015~2021 年高温合金市场规模 (亿元).....	21
图 26: 公司 2013~2020 年营收及增速.....	24
图 27: 公司 2013~2020 年归母净利润及增速.....	24
图 28: 公司 2013~2020 年营收及增速.....	25
图 29: 公司 2013~2020 年归母净利润及增速.....	25
图 30: 公司 2013~2020 年营收及增速.....	26
图 31: 公司 2013~2020 年归母净利润及增速.....	26
表 1: 航空发动机发展史: 关键事件.....	7
表 2: 全球装备数量前三的各型军机及其发动机.....	8
表 3: 航空发动机分类、特点及应用.....	9
表 4: 我国军用发动机及其装备飞机.....	11
表 5: 我国军用航空发动机市场测算.....	15
表 6: 我国军用航空发动机主要设计研发单位.....	16
表 7: 我国军用航空发动机整机生产制造单位.....	16
表 8: 我国军用航空发动机锻、铸件研发制造单位.....	18
表 9: 我国军用航空发动机零部件制造单位.....	18
表 10: 我国军用航空发动机控制系统及其它部件研发制造单位.....	19
表 11: 我国军用航空发动机原材料及毛坯供应单位.....	20
表 12: 三大复合材料应用及相关上市公司.....	22
表 13: 我国军用航空发动机维修保养单位.....	22

## 1 航空发动机概述

### 1.1 航空发动机：飞机的心脏，大国的战略保障

航空发动机作为飞机的“心脏”是飞行的关键。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。航空发动机在工作时需承受极高的温度、转速和压力，这对其设计制造提出了极难的挑战，因此航空发动机也被称作“皇冠上的明珠”，目前在全球范围内能独立研制高性能航空发动机的国家仅有中、美、英、法、俄等少数国家。航空发动机的研制通常需要机械、能源、材料、计算机、电子等众多学科的参与，航空发动机产业的发展水平是一个国家科技、工业、经济和国防实力的集中体现，也是国家安全和大国地位的重要战略保障。

图 1：航空发动机 CJ-1000A



资料来源：中国航空发动机集团官网，财信证券

### 1.2 航空发动机的发展历程

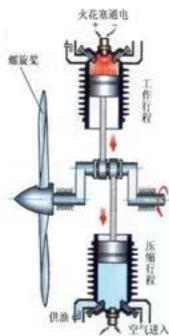
#### 1.2.1 活塞式发动机助人类实现动力飞行，目前仅应用于轻型飞行（1903~1940s）

活塞式航空发动机是依靠活塞在汽缸中的往复运动使气体工质完成热力循环，将燃料的化学能转化为机械能，再带动螺旋桨高速转动而产生推力。1903年美国莱特兄弟制造的“飞行者1号”双翼飞机实现了人类第一次动力飞行，其动力装置为一台四缸、四冲程水冷活塞发动机。1909年8月法国塞甘兄弟发明的旋转汽缸“土地神”发动机，其采用五缸星形排列，1914~1918年的第一次世界大战可以说是旋转汽缸航空发动机的天下，80%的战斗机都配备了此种类型的航空发动机。到了40年代末，活塞发动机达到了发展顶峰，单台发动机功率由12马力增加到3800马力，功重比由0.15马力/千克发展到2.5

马力/千克，巡航耗油率由 0.34 千克/（马力·时）降低到 0.19 千克/（马力·时），寿命由数小时提升至上千小时。年产量数十万台，装备飞机超百万架。

然而盛极必衰，发动机功率与飞行速度的三次方成正比，随着飞行速度的提高对发动机功率提出了更高的要求，活塞式发动机由于其工作原理与结构的限制不再能胜任高速飞行，逐渐退出了航空主战场。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，在功率需求较小的低速小型飞机上仍有一定优势，现在仅应用于轻型运动飞机、农业飞机，等飞机上。

图 2：航空活塞发动机工作原理



资料来源：《航空发动机飞机的核心》，财信证券

图 3：星型汽缸航空活塞发动机



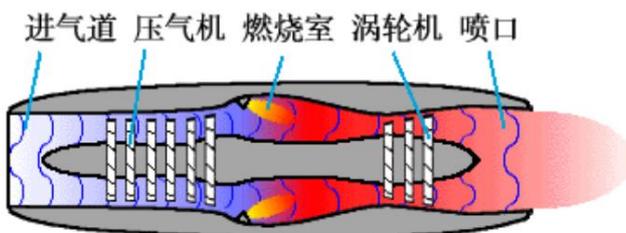
资料来源：《航空发动机飞机的核心》，财信证券

### 1.2.2 航空燃气涡轮发动机时代：涡轴、涡扇、涡桨发动机成为主流（1950s 至今）

航空燃气涡轮发动机是以连续流动的气体为工质带动叶轮高速旋转，将燃料的能量转变为有用功的内燃式动力机械，是一种旋转叶轮式热力发动机。航空燃气涡轮发动机主要有涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机、桨扇发动机五大类型。

**涡轮喷气发动机：**经济性较差，逐渐被涡扇发动机取代。20 世纪 50 年代开始，涡轮喷气式发动机逐渐成为各型飞机的主要的动力装置，特别是超声速飞机。但其工作原理导致油耗较高、经济性较差，在后续的发展中逐渐被涡扇发动机取代。

图 4：涡轮喷气发动机工作原理



资料来源：《航空发动机飞机的核心》，财信证券

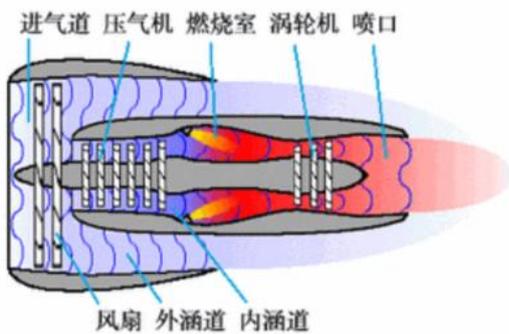
图 5：涡喷-14 发动机



资料来源：中国航发官网，财信证券

**涡轮风扇发动机：效率高、油耗低，当前应用最广。**涡扇发动机相比于涡喷发动机在压气机前端加装了风扇部件，将空气分为两股分别从内外两个涵道通过。在核心机相同的条件下，涡扇发动机与涡喷发动机相比其空气流量较大、产生推力较大、效率更高、油耗更低。通常将外涵道与内涵道空气流量的比称为涵道比，涵道比大于 4 的涡扇发动机称为大涵道比涡扇发动机，其主要应用于大型民用和军用运输机以及其他大型亚声速飞机，如加油机、预警机、反潜机等。中小涵道比涡扇发动机则主要应用在战斗机或超声速客机上。

图 6：涡轮风扇发动机工作原理



资料来源：《航空发动机飞机的核心》，财信证券

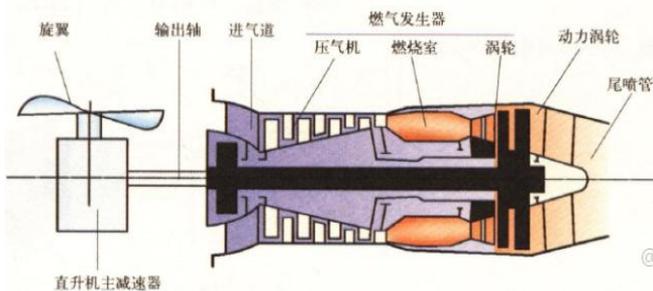
图 7：涡扇-10 发动机



资料来源：腾讯新闻网，财信证券

**涡轮轴发动机：直升机的主要动力装置。**涡轮轴发动机，其基本原理与前两者相同，但燃气发生器出口燃气可用能量利用方式却有所不同。涡轮轴发动机则将能量转化为轴功率用来驱动直升机旋翼产生动力，涡轮轴发动机具有功重比高、油耗低等特点，被广泛应用于各型直升机上。

图 8：涡轮轴发动机工作原理



资料来源：《航空发动机飞机的核心》，财信证券

图 9：涡轴-16 发动机

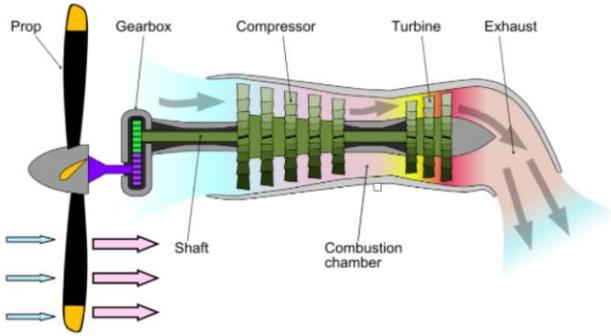


资料来源：中国航发官网，财信证券

**涡轮螺旋桨发动机：应用于中低速运输机、通用飞机。**涡轮螺旋桨发动机将能量转化为轴功率驱动螺旋桨旋转产生动力，其具有耗油率低、经济性好、起飞推力大的特点，但其螺旋桨转速受限，飞行速度通常小于音速，被广泛应用于速度小于 800km/h 的运输

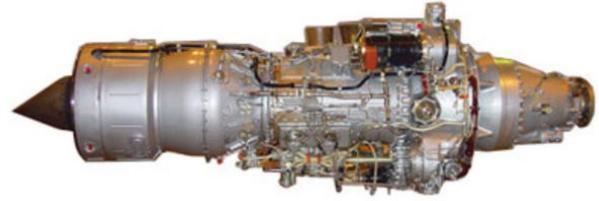
机、通用飞机上。

图 10：涡轮螺旋桨发动机工作原理



资料来源：《航空发动机飞机的心脏》，财信证券

图 11：涡桨-6 发动机



资料来源：中国航发南方工业有限公司官网，财信证券

**桨扇发动机：仅一款装备。** 桨扇发动机的出现进一步提高了航空发动机的经济性。桨扇发动机可看成装备有先进高速螺旋桨的涡轮螺旋桨发动机，但先进高速螺旋桨噪声大、振动大的问题一直无法完美解决。桨扇发动机目前只有 D-27 一款成功研制，装备在安-70 运输机上。

除了上述常见航空发动机外，随着人们对更高速度的追求与新燃烧概念的发展，冲压发动机和脉冲爆震发动机等发动机层出不穷，目前主要用于导弹上。

表 1：航空发动机发展史：关键事件

时间	关键事件
1842 年	英国工程师威廉姆·萨缪尔·亨森提交了世界上最早详细阐述航空发动机重要性的专利
1883 年	1883 年，德国人戴姆勒研制出以汽油为燃料的四冲程活塞发动机
1903 年	1903 年美国莱特兄弟制造的“飞行者 1 号”双翼飞机实现了人类第一次动力飞行
1903 年 ~1943 年	活塞发动机时代：1909 年法国塞甘兄弟发明了星形旋转汽缸“土地神”发动机。随着技术进步，活塞发动机在 40 年代达到了顶峰，年产量数十万台，装备飞机超百万架。
20 世纪 50~60 年代	燃气涡轮时代：涡轮喷气式发动机诞生于 1930 年，直到 50 年代开始广泛应用到高速飞机上。涡轮风扇、涡轮螺旋桨、涡轮轴发动机也开始蓬勃发展，1959 年第一款量产涡轮风扇发动机 MK-508 定型
20 世纪 60~90 年代	涡轮风扇发动机高速发展，取代涡轮喷气发动机成为军民用大多数飞机的主要动力；涡轮轴发动机成为直升机的主要动力；涡轮螺旋桨发动机成为运输机、预警机等飞机的主要动力。
20 世纪 90 年 代至今	推重比/功重比不断提高、耗油率不断下降、使用寿命大幅提升、先进复合材料及先进工艺大量应用，航空发动机朝着绿色、经济、高性能的方向不断发展。

资料来源：《航空发动机发展史》，财信证券

总体来说，在人类百年航空发展历程中，等各式航空发动机蓬勃发展，但航空燃气涡轮发动机依然是目前主流应用的航空发动机。航空燃气涡轮发动机中涡扇、涡桨、涡轴三种类型的装备应用更是广泛，100%匹配了世界装备数量前三的各式军机，在可预见的未来，没有任何其他动力形式可以完全取代它们。

表 2：全球装备数量前三的各式军机及其发动机

	型号	数量	占比	发动机类型	发动机厂商
战斗机	F-16	2267	15%	涡扇	普惠、通用
	SU-27/30	1057	7%	涡扇	通用
	F-15	956	7%	涡扇	礼炮、土星
运输机	C-130	863	20%	涡桨	艾利逊（被罗罗收购）
	KingAir	279	7%	涡桨	普惠
	C-295/CN-235	277	6%	涡桨	普惠
武装直升机	S-70/SH/UH-60	3929	19%	涡轴	通用
	MI-8/17	2906	14%	涡轴	米格
	AH-64	1222	6%	涡轴	阿维科·莱卡明
特种飞机	P-3	213	11%	涡桨	艾利逊（被罗罗收购）
	KingAir	199	10%	涡桨	普惠
	EA-18G	164	8%	涡扇	通用
加油机	KC-135	419	51%	涡扇	CFM、普拉特·惠特尼
	C-130	190	23%	涡桨	艾利逊（被罗罗收购）
	DC-10	59	7%	涡扇	通用
教练机	T-6	970	8%	涡桨	普惠
	F-16	650	6%	涡扇	普惠、通用
	Hawk	610	5%	涡扇	罗罗/透博梅卡

资料来源：《World Air Forces 2021》，财信证券

### 1.3 航空发动机的分类

航空发动机可按其组成和工作原理分为两大类：一类是直接反作用推进的航空发动机，另一类是间接反作用推进的航空发动机。

#### 1.3.1 直接反作用推进

直接反作用推进的航空发动机直接将工质加速产生反作用推力，这类航空发动机一般有涡轮风扇发动机、涡轮喷气发动机、冲压发动机和脉冲爆震发动机。

#### 1.3.2 间接反作用推进

间接反作用推进的航空发动机只将燃料燃烧产生的能量转化成轴功率，再通过减速器的减速与传动将功率传导至固定翼飞机的螺旋桨或直升机的旋翼从而产生推力。通常这种类型的航空发动机有：活塞式发动机、涡轮螺旋桨发动机、涡轮轴发动机、桨扇发动机。

**表 3：航空发动机分类、特点及应用**

工作原理分类	直接反作用推进				间接反作用推进			
类型	涡轮喷气发动机	涡轮风扇发动机	冲压发动机	脉冲爆震发动机	活塞式发动机	涡轮螺旋桨发动机	涡轮轴发动机	桨扇发动机
特点	喷气速度高、油耗高、效率低	推力大、空气流量大、喷气速度低、油耗低、效率高、	结构简单、推力大、不能低速启动	结构简单、效率高	成本低、油耗低、但功率低	功率中等、效率高	功率大、效率高	功率大、效率高
推力/功率	48~854kg; 12250~17000kg	400~43000kg	/	0.5~50000kg	<2000kw	<4474kw	<7457kw	10440kw
最大速度	2~2.8 马赫	0.9~2.35 马赫	16 马赫	10 马赫	0.6 马赫	0.7 马赫	0.2~0.37 马赫	0.8~0.85 马赫
巡航速度	0.9 马赫	0.8~1.58 马赫	2~16 马赫	0~10 马赫	0.16~0.25 马赫	0.7 马赫	0.2~0.37 马赫	0.61~0.65 马赫
耗油率	1.05~1.36; 0.8~1	0.3~0.8	/	<1	0.19~0.2	0.21~0.27	0.3~0.36	0.23
推重比/功重比	2.7~10; 4.6~7.3	3~12	/	20	<1.43	5~6	5~10	4.63
主要应用	早期战斗机	先进战斗机、客机	导弹、无人机	导弹、无人机	小型低速飞机	运输机、客机	直升机	运输机

资料来源：《航空发动机结构分析》，财信证券

## 2 航空发动机研制特点：长周期、高投入、高难度筑起航空发动机的高壁垒

航空燃气涡轮发动机是当代最精密的机械产品之一，其研究和发展工作具有技术难度大、周期长、费用高的特点，通常一台航空发动机的研究与发展周期可达 30 年。目前我国军用航空发动机除大型涡扇外其余各型基本已经成熟进入生产定型阶段，预计在“十四五”相比“十三五”总产量有数倍的提升。同时我国军用大型涡扇与第四代航空发动机正在加速研制，相关型号预计在“十四五”可完成设计定型，有望在“十五五”开启放量，届时我国军用航空发动机国产化率将由目前的 80% 左右提升至 100%。

### 2.1 周期长：飞机的两倍，最长可达 30 年

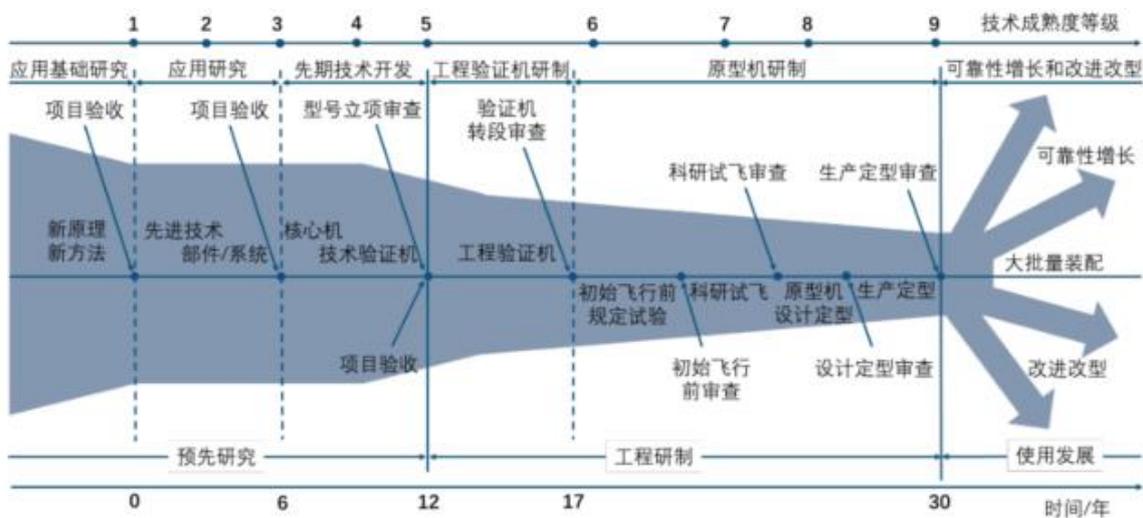
研制一型全新的跨代航空发动机通常需要二十几年，是研制同一代飞机时间的两倍。以国外第 4 代战斗机发动机为例，其研究始于 20 世纪 70 年代初，到二十一世纪初投入使用，具备初始作战能力，周期长达 30 年。一款优秀的航空发动机得来不易，因此在研制成功后通常会基于其核心机进行一定改进改型，发展出众多衍生型号，以更好的适配不同型号飞机。总体来说航空发动机研制全周期可分为预先研究、工程研制和使用发展三大阶段。每个阶段又可细分，并设置相应审查点以便控制风险。

1) 预先研究阶段:主要任务是为发展新型发动机提供技术储备,以便缩短研制周期,降低研制风险。预先研究又可细分为应用基础研究、应用研究和先期技术开发3个阶段,具有内容广泛、探索性强、风险大和技术成果应用面宽广的特点。

2) 工程研制阶段:主要任务是根据作战使用性能指标,研制满足客户使用要求的发动机产品。该阶段分为工程验证机研制和原型机研制2个阶段。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:主要任务是实现可靠性增长和改进改型,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: 航空发动机研制全周期



资料来源:《航空发动机研制全寿命管理研究及建议》, 财信证券

我国的航空发动机工业在上世纪50年代从零起步,走过了一条充满荆棘的道路。从开始的仿制到部分自主设计,再到如今第三代、第四代航空发动机的自主研制,我国的航空发动机设计制造水平不断提高。目前我国航空发动机主力型号有涡扇-20、涡扇-18、涡扇-10、涡轴-16、涡轴-10、涡轴-9、涡桨-10、涡桨-6等。

近期歼-20、歼-16、直-20、运-20等飞机频繁出现在如建党百年庆典、“西部·联合2021”演习等场合,可以判断其所装备的航空发动机已经进入了生产定型阶段,少数甚至进入改进改型阶段。随着我国军机批产放量与常态化“练兵备战”对发动机消耗增大,预计我国军用航空发动机在“十四五”期间的总产量将是“十三五”的数倍。目前我国依旧有20%左右的军用航空发动机需依赖进口,预计相关型号将在“十四五”期间完成突破,在“十五五”期间有望开启批产放量,届时将全面替代进口发动机,我国航空发动机先进型号长期依赖进口的状况将成为历史。

**表 4：我国军用发动机及其装备飞机**

型号	生产单位	参考对象	适配机型	最大推力/功率 (kg/kw)	推重比/功重比
涡喷-5	沈阳黎明	苏联 VK-1F	歼-5	3700	2.63
涡喷-6	沈阳黎明/成都成发	苏联 RD-9BF-11	歼-6	3187	4.59
涡喷-7	沈阳黎明/贵州黎阳	苏联 R11F-300	歼-7	6000	5.2
涡喷-8	西安西航	苏联 RD-3M-500	轰-6	9300	2.94
涡喷-13	贵州黎阳/成都成发	苏联 R13-300	歼-7III	6470	5.39
涡喷-14	沈阳黎明/西安西航	自主研发	歼-8	6960	6.4
涡扇-9	西安西航	英国 MK-202	歼轰-7	9110	5.05
涡扇-10	沈阳黎明/西安西航	自主研发	歼-11B	13200	7.5
涡扇-13	贵州黎阳	俄罗斯 RD-33	/	8637	7.8
涡扇-15	西安西航/成都成发	自主研发	歼-20	16186-18137	9.7-10.87
涡扇-18	成都成发	俄罗斯 D-30KP-2	轰-6K	11760	5.88
涡扇-20	西安西航	自主研发	运-20	14000-16000	/
涡轴-5	哈尔滨东安	苏联 AI-24	直-6	/	/
涡轴-6	常州蓝翔机械	苏联 TM-C	直-8	1130	/
涡轴-8	株洲南方	法国 Arrie-LIC	直-9	522	/
涡轴-9	株洲南方	自主研发	直-10	1100-1200	/
涡轴-10	株洲南方	自主研发	直-20	2000	/
涡轴-11	株洲南方	自主研发	/	/	/
涡轴-16	哈尔滨东安	中法联合研制	直-15	1200-1500	/
涡桨-5	株洲南方	苏联 AI-24	运-7	1874	/
涡桨-6	株洲南方	苏联 AI-20M	运-8	3124	2.6
涡桨-9	株洲南方	自主研发	运-12	500	/
涡桨-10	株洲南方	自主研发	/	/	/

资料来源：《中国航空工业 60 年大事记》，财信证券

## 2.1 技术难度大：多学科参与，上万小时试验

在有良好技术储备的基础上，研制一种新的航空发动机尚需要做 1 万小时的整机试验和 10 万小时的部件和系统试验。航空燃气涡轮发动机涉及气动、热工、结构与强度、控制、测试、计算机、制造技术和材料等多种学科，一台发动机内有十几个部件和系统及数以万计的零件，其温度、压力、应力、转速、振动、间隙和腐蚀等工作条件远比飞机其他分系统复杂和苛刻。同时航空发动机对性能、重量、适用性、可靠性、耐久性和环境特性等也有极高的要求，因此航空发动机传统的研制过程难度极大，是一个设计、制造、试验、修改设计的多次迭代过程。航空发动机的研制还需要庞大而精密的试验设备，例如发动机模拟高空试车台，其建设本身就是一项复杂的高科技工程。美国的国家关键技术计划中，把航空发动机描绘成一个“技术上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，长期的数据和经验的积累以及国家的大量投资”。

## 2.2 投入高：研发投入可达数十亿美元

通常来说一款航空发动机的研制需要投入数十亿美元，在航空领域均衡发展的国家，航空发动机的研制费约为整个航空领域经费的 1/4。航空发动机研制费用与其技术难度和研制周期长密切相关。研制一台航空发动机的费用可以与航天领域的火箭发动机相比，早期研制一台推力为 11000daN、推重比为 5.5 的涡轮喷气发动机的费用与“阿波罗”登月飞船的第一级助推火箭发动机的研制费用相当，但后者的推力是前者的 60 倍。还可以与造船工业相比，上述这台航空发动机的研制费用超过 58000 吨级“玛丽皇后”号豪华客轮的 2 倍。随着技术的发展，航空发动机的研制费用增长迅速，80 年代研制一台 10000daN 的涡轮风扇发动机需要 10~15 亿美元。到 90 年代，F-119 发动机的研制费用超过 20 亿美元，而当前美国 F-35 战斗机的发动机 F-136 研制费用更是高达 50 亿美元。

航空发动机产业如此之高的壁垒导致后来者进入困难，一般体量的资金无法支持其研发工作，通常来说航空发动机产业发展的背后都有国家力量的支撑，因此只有综合实力强大的国家及其支持的企业才能独立完成先进航空发动机的研制工作。

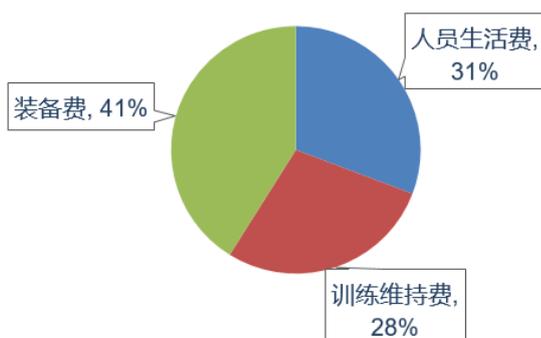
## 3 中国军用航空发动机市场：坡长雪厚，长期空间广阔

我国军机即将迎来“量”与“质”的双重提升，将拉动军用航空发动机市场景气向上，同时航空发动机作为易耗品在“练兵备战”部队训练量大增的背景下需求将进一步扩大。我们预计 2021 年我国军用航空发动机市场空间大约在 471~534 亿元，2021~2027 年我国军用航空发动机市场总规模约为 4927 亿元，年均复合增速 10.2%。

### 3.1 从国防预算看 2021 年我国军用航发市场约 471 亿元

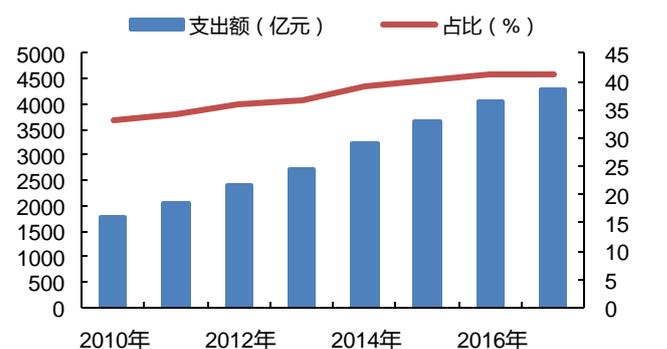
根据两会消息，2021 年全国财政安排国防支出预算 13795.44 亿元，比 2020 年预算执行数增长 6.8%。我国国防军费主要使用于三大领域：人员生活费、训练维持费、装备费。2019 年发布的《新时代的中国国防》白皮书指出，纵向对比 2010 年至 2017 年，我国装备费占国防支出比例持续提升，2017 年已达到 41.1%，年均复合增长率达 13.44%，2015 年至 2017 年装备费占比稳定在 41% 左右。

图 13：我国装备费占国防军费比例



资料来源：《新时代的中国国防》，财信证券

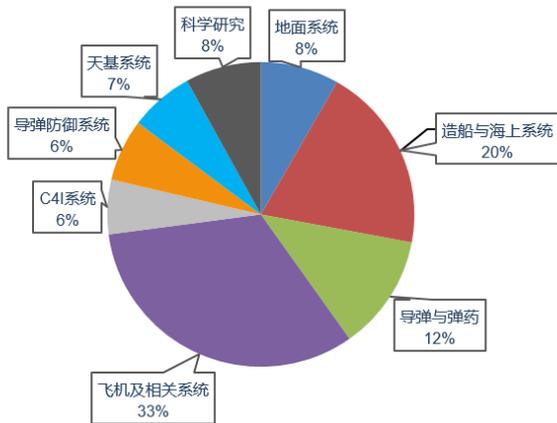
图 14：我国装备费历年支出额及占比



资料来源：《新时代的中国国防》，财信证券

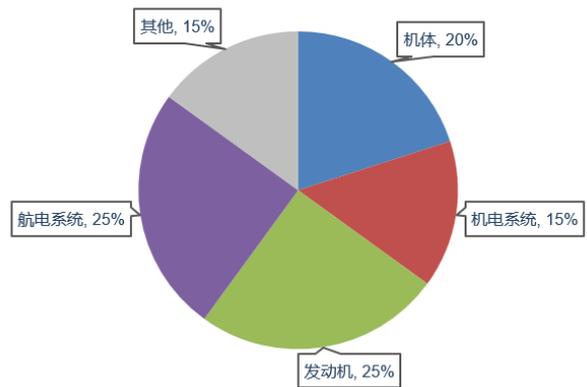
但我国目前尚未披露详细的装备费明细，如果参照美国军费预算使用情况看，在美国军费预算中航空装备采购费约占装备采购费的 1/3。我们假设 2021 年我国国防预算支出中装备费占比 41%，同时装备费结构与美国类似，则 2021 年我国军费中用于航空装备采购的金额为 1883.5 亿元。航空发动机是飞机上的关键部件，其价值一般占整机价值的 25%左右，由此可以推测出 2021 年我国军用航空发动机市场空间大约在 471 亿元。

图 15：美国装备采购费构成



资料来源：美国《武器系统项目采办成本》，财信证券

图 16：典型战斗机价值拆分

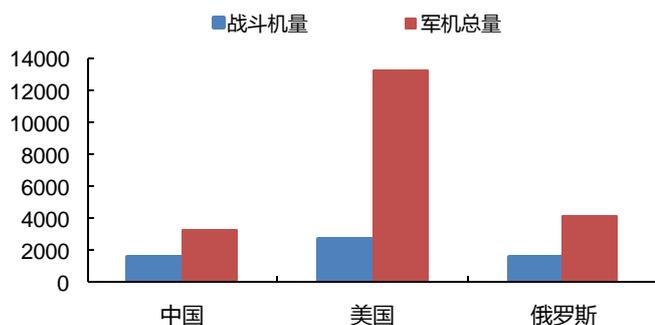


资料来源：《中国产业信息网》，财信证券

### 3.1 从空军机型看未来 7 年我国军用航发市场总量约为 4927 亿元

我国空军目前军机总量不足，尚不能完全满足战略空军要求，未来我国军机有望加速列装。当前我国空军与世界强国空军相比在军机数量上还存在不小差距。根据《World Air Forces 2021》数据显示，目前我国拥有军机 3260 架，美国拥有军机 13232 架，我国军机总量仅为美国的 25%。近 6 年来我国军机总量年复合增长率为 2.2%，这主要是因为我军装备采用“小步快跑”的发展策略，在尚未完全设计定型前装备数量较低。随着改进改型的逐渐完成，大量型号正式列装部队频繁出现在各种重大场合，新型战机有望在“十四五”期间开启列装放量模式。

图 17：世界大国军机及战斗机数量对比



资料来源：《World Air Forces 2021》，财信证券

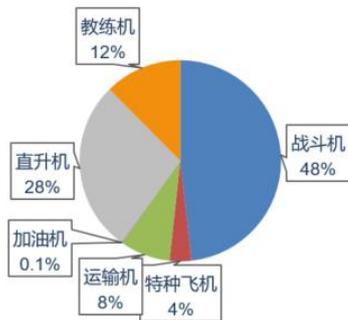
图 18：中国 2014-2020 年军机数量



资料来源：《World Air Forces 2021》，财信证券

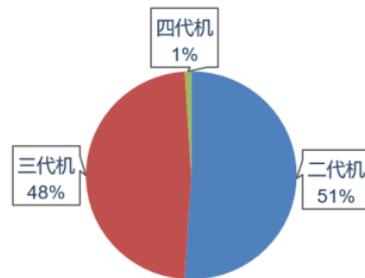
我国空军目前尚存在大量老旧二代机型，新机型占比较低，未来将有大量更新换代需求。当前我国空军与世界强国空军相比在质量上也存在较大差距。从战斗机看，美国战斗机全部为三代四代机，而我国战斗机数量 1571 架，其中以二代三代机为主，四代机占比极低。除此之外，我国仅拥有特种飞机 115 架，加油机 3 架，运输机 264 架，战斗直升机 902 架，教练机 405 架。我军缺乏远程大型战略轰炸机，重型直升机，等关键机型，我国相较于美国在军机领域的结构劣势明显。我国“十四五”规划明确指出“2027 年实现建军百年奋斗目标”，人民日报发文《必须加快国防和军队现代化》，我国空军建设步伐将明显加快。随着歼-16、歼-20 等先进战机的加速列装，预计二代机将逐渐淘汰。

图 19：我国军机组成结构



资料来源：《World Air Forces 2021》，财信证券

图 20：中国战斗机代际构成



资料来源：《World Air Forces 2021》，财信证券

我国军机即将迎来“量”与“质”的双重提升，将拉动军用航空发动机市场景气向上，同时航空发动机作为易耗品在“练兵备战”部队训练量大增的背景下需求将进一步扩大。我们预计 2021~2027 年我国军用航空发动机市场总规模约为 4927 亿元。

**关键假设 1:** 结合目前飞机主机厂数量，并考虑军工行业的高景气度，假设 2021~2027 年我国军机数量以 10% 的年均复合增速增加，预计到 2027 年我国军机数量将比现在 3260 架增加 3093，达到 6353 架。

**关键假设 2:** 一般军用发动机寿命为 8~10 年，常态化的练兵备战也加剧了装备的损耗，大大缩短了装备的更新周期，因此假设目前存量军机在七年内换发一次，每年有当前存量的 1/7 约 466 架共 932 台发动机需要更换，换发来自于备用发动机，故不再考虑备用部分，同时假设增量军机在七年内不换发。

**关键假设 3:** 飞机根据不同型号装备发动机数量有所不同，我们假设平均每架飞机装备两台发动机，则预计 2021~2027 年我国军用发动机总需求量为 12710 台。发动机采购价格参考国内外各方采购信息取中值 2000 万人民币/台。

**关键假设 4:** 发动机寿命期内通常需要大修 2 次，每次大修费用约占采购费的 50%。假设发动机每 3 年大修一次，现有军机发动机每年约有 33% 共 2173 台需要大修。

预计 2021~2027 年我国军用航空发动机市场总规模约为 4927 亿元，对比 2020 年市场总

规模 417.4 亿元（用同种方法测算得到），2021~2027 年年均复合增速为 10.2%。

表 5：我国军用航空发动机市场测算

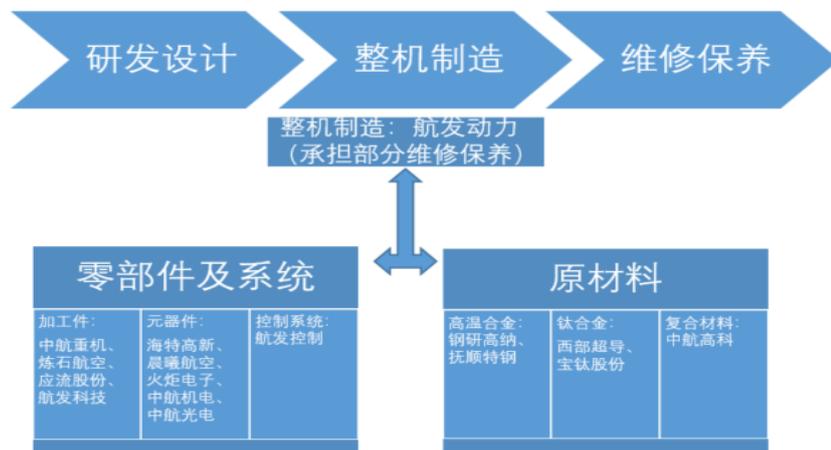
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	总计
飞机总数	3586	3945	4339	4773	5250	5775	6353	
新增飞机数（架）	326	359	394	434	477	525	578	3093
新增发动机数(飞机数 X2 台)	652	718	788	868	954	1050	1156	6186
存量军机换发数量（台）	932	932	932	932	932	932	932	6524
大修发动机数量（台）	2173	2173	3757	3823	3893	3973	4059	23851
维修市场空间（亿元）	217.3	217.3	375.7	382.3	389.3	397.3	405.9	2385.1
采购市场空间（亿元）	316.8	330	344	360	377.2	396.4	417.6	2542
总市场空间（亿元）	533.9	546.9	719.6	741.9	766.7	793.6	823.4	4927.1

资料来源：Wind，财信证券

## 4 中国军用航空发动机产业链：国企为主，产业链完备

1954 年，新中国第一台航空发动机在 331 厂试制成功。如今，中国的航空发动机产业经过 70 多年的发展壮大，已经形成了一条军工国企为主，民营企业部分参与的完备产业链。我国航空发动机产业链包括：研发设计、原材料毛坯制造、零部件加工制造、整机制造交付、运营维修等全部环节，航空发动机研制和生产体系完整。

图 21：我国军用航空发动机产业链（上市公司）



资料来源：Wind，财信证券

### 4.1 航空发动机研发设计：中国航空发动机集团旗下研究所为主

我国航空发动机的研发设计以中国航空发动机集团旗下的科研院所为主体，相关高校合作参与。目前基础研究与关键技术研究主要由中国航发研究院与北京航空航天大学、

西北工业大学、南京航空航天大学、中科院工程热物理研究所等相关高校的航空院系共同承担；具体发动机型号与子系统的设计研发主要由中国航空发动机集团旗下四大主机研究所与相关单位承担。

表 6：我国军用航空发动机主要设计研发单位

分类	单位	代号	主营业务及产品
基础研究	中国航空发动机研究院	/	战略规划
	中国航发北京航空材料研究院	621	材料研究
	中国航空制造技术研究院	625	工艺研究
	北京航空航天大学	/	课题研究
	西北工业大学	/	课题研究
	南京航空航天大学	/	课题研究
	中科院工程热物理研究所	/	课题研究
主机研究所	中国航发湖南动力机械研究所	608	涡轴-9、涡轴-10、涡轴-16、涡扇-11、AEP500 等
	中国航发沈阳发动机设计研究所	606	涡喷-7、涡喷-14、涡扇-6、涡扇-10、涡扇-15
	中国航发四川燃气涡轮研究院	624	涡扇-500、涡扇-20 及核心机研发
	中国航发贵阳发动机设计研究所	649	涡喷-7 系列、涡喷-13 系列、涡扇-13
系统研究所	中国航发控制系统研究所	614	发动机控制系统集成（软、硬件）
	上海航空测控技术研究所	633	发动机控制硬件集成
	北京瑞赛长城航空测控技术研究所	634	测控系统集成

资料来源：中国航空发动机集团官网，财信证券

#### 4.2 航空发动机整机制造：航发动力 A 股唯一整机标的

航发动力为航空发动机整机在 A 股的唯一上市公司，产品型号全面技术实力强大，其产品几乎涵盖我国军用航空发动机全谱系。我国军用航空发动机整机制造任务由中国航空发动机集团旗下主机制造厂承担，其中绝大部分在航发动力体内。中国航发集团目前已经实现各型第三代航空发动机与第四代民用涡轴发动机的生产制造能力。涡扇-10 经过不断改进性能质量成熟稳定，同时还衍生出矢量推力版本，已经基本完全替代俄罗斯进口的 AL-31F，装备在我国第三代主力战机歼-10、歼-11、歼-16 等战斗机上。AES100 涡轴发动机是中国第一型具备第四代发动机水平的民用涡轴发动机。涡轴-10、涡桨-10 质量稳定提升，为我国中大型通用直升机、大型运输机和预警机提供了强劲的国产动力保障。同时涡扇-15、涡扇-20 正在加紧研制，暂时还不能完全替代进口发动机。

商用大型发动机方面，商发公司的长江-1000 已经完成整机试车，但距离正式商用还较为遥远。我国商用大型发动机起步较晚，尚需时间发展，目前只能依赖进口。

表 7：我国军用航空发动机整机生产制造单位

单位	代号	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	410	涡喷-7、涡喷-14、涡扇-6、涡扇-10、涡扇-15	航发动力	100%
中国航发成都发动机有	420	涡扇-18	/	/

限公司				
中国航发西安航空发动机有限公司	430	涡扇-9、涡扇-15 核心机、涡扇-20	/	/
中国航发贵州黎阳航空动力有限公司	460	涡喷-7 系列、涡喷-13 系列	航发动力	100%
中国航发南方工业有限公司	331	涡扇-11、涡轴-8/9/10、涡桨-6/9/10	航发动力	100%
中国航发常州兰翔机械有限责任公司	370	涡轴-6、QD70A	/	/
中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	120	涡轴主减速器、涡轴-16	/	/

资料来源：中国航发集团官网，财信证券

### 4.3 航空发动机零部件及系统研发制造：参与企业众多

航空发动机可从前往后划分为几大部件：风扇、高低压压气机、燃烧室、高低压涡轮、尾喷管、附件及控制系统。组成各部件的零件可按其加工成形方式分为锻造件、铸造件、钣金件、机加件等等。随着技术的发展，新工艺新材料也逐渐开始在航空发动机制造领域应用，但由于航空发动机零部件对结构强度、耐温性与轻量化要求较高，新材料的应用较少，仅应用在风扇、机匣等少数部件上。

#### 4.3.1 锻造、铸造件：国企为主，中航重机市占领先

锻造是通过对金属坯料施加压力，使其产生塑性变形，从而使材料内部结构更为致密，提升其机械性能。航空发动机风扇和压气机叶片、盘、轴、齿轮等零部件多采用锻造工艺。主要先进工艺有：1) 叶片无余量精锻工艺，精锻叶片叶身不需要再进行机加切削，只需要砂带磨削、化学铣削或精抛光。2) 等温锻造粉末盘，具有良好的综合性能。

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多采用铸造工艺。主要先进工艺有：1) 精铸涡轮叶片，其表面有气孔中间为空心空气通道，有利于形成气膜冷却从而提升涡轮前温度带来更好的发动机性能。精铸涡轮叶片一经出现就迅速代替了实心锻造涡轮叶。同时涡轮叶片铸造工艺还经历了等轴晶、定向晶到单晶的发展历程。单晶叶片由一个晶体生长而成，具有较高的机械性能，是先进航空发动机不可或缺的部分。

锻造件作为飞机与发动机中的关键部件，通常占发动机结构重量的 30%~45%。根据相关企业营收来统计 2020 年我国航空锻造市场约 68 亿元。航空锻造领域技术壁垒较高，目前此领域以国企为主，如中航重机，其市占率大于 60%。除此之外，三角防务、航宇科技、应流股份等企业也参与其中。随着我国军队现代化建设步伐的加速，下游飞机和发动机新型号正处于快速批产上量阶段，航空锻造市场将双重受益迎来高增长，预计 2021 年市场增速在 30%~50%。

**表 8：我国军用航空发动机锻、铸件研发制造单位**

分类	单位	代号	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
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	100%
	中航精铸-贵阳航发精密铸造有限公司	170	涡轮叶片（不含单晶）铸造、加工	航发动力	49%
	中航精铸-西安航发精密铸造有限公司	/	精密铸造	航发动力	100%
	贵州安吉航空精密铸造有限责任公司	3007	精密铸造	中航重机	18.11%
	成都航宇超合金技术有限公司	/	单晶叶片铸造	炼石航空	100%
	安徽应流航源动力科技有限公司	/	精密铸造	应流股份	100%
锻造单位	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%
	贵州安大航空锻造有限责任公司	3017	钛合金和高温合金机匣、盘锻造	中航重机	100%
	陕西宏远航空锻造有限责任公司	148	盘、机匣、轴锻造	中航重机	100%
	贵州航宇科技发展股份有限公司	/	机匣锻件	航宇科技	100%
	江西景航航空锻铸有限公司	3347	小型零件锻造	中航重机	51%
	西安三角防务股份有限公司	/	飞机机身结构锻造件及航空发动机盘件	三角防务	100%

资料来源：Wind，中国航发集团官网，财信证券

#### 4.3.2 钣金、机加件：主机厂内部完成

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。航空发动机燃烧室和喷管机匣通常以钣金件为主。

机械加工是指通过一种机械设备对工件的外形尺寸或性能进行改变的过程。按加工方式上的差别可分为切削加工和压力加工。通常航空发动机主机厂通过内部机加、钣金车间完成相关零部件的加工制造。

**表 9：我国军用航空发动机零部件制造单位**

分类	单位	代号	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
钣金	贵州航空工业集团 100 厂	100	冲压、焊接	/	/
齿轮	中国航发中传机械有限公司	300	齿轮	/	/
轴承	中国航发哈尔滨轴承有限公司	/	轴承	航发科技	51.67%

资料来源：Wind，中国航发集团官网，财信证券

#### 4.3.3 控制系统及其它部件：航发控制几乎垄断

发动机控制系统是发动机的重要管理系统，在不同飞行状态下对发动机进行实时自动控制，保障飞行的顺利进行。经过几十年的发展，航空发动控制系统已由液压机械控制发展到全权限数字电子控制(FADEC)。

航发控制作为国内主要航空发动机控制系统研制生产企业，在军用航空发动机控制系统方面持续保持领先地位。公司与国内各发动机主机单位合作密切，几乎已经垄断军用航空发动机控制系统领域市场份额，根据航发控制 2020 年营收来推测我国军用航空发动机控制系统 2020 年市场空间约为 35 亿元。

控制系统其它部件有电缆、传感器、电机、泵等，相关上市公司有：中航机电、航天电器、中航光电、火炬电子等。

表 10：我国军用航空发动机控制系统及其它部件研发制造单位

分类	单位	代号	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
控制系统及燃油调节器	中国航发长春控制科技有限公司	133	燃油泵、导叶调节器	航发控制	100%
	中国航发西安动力控制科技有限公司	113	燃调、部分涡轴发动机控制器	航发控制	100%
	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%
	中国航发贵州红林航空动力控制科技有限公司	143	涡喷-13A II /13B 燃调	航发控制	100%
	中航工业南京机电液压工程研究中心	609	航空液压产品	/	/
	中国航发北京长空机械有限责任公司	503	发动机油泵、涡轴-8 燃调	/	/
	四川海特高新技术股份有限公司	/	控制器	海特高新	100%
	西安晨曦航空科技股份有限公司	/	控制器	晨曦航空	100%
	福建火炬电子科技股份有限公司	/	电子元器件、特种陶瓷材料	火炬电子	100%
	泵及活门	新航机械公司豫北机械厂	103	泵、活门	中航机电
新航机械公司平原机械厂		116	滤、活门	中航机电	100%
新航机械公司豫新机械厂		134	散热器、引气阀、液压舵机	中航机电	100%
电机	北京曙光航空电气有限责任公司	/	起动电机、涡喷-13B 交流发电机	中航机电	100%

连接器及相关器件	湘潭电机股份有限公司	/	起动电机	湘电股份	100%
	贵州航天林泉电机有限公司	/	微特电机	航天电器	53.60%
	中航光电科技股份有限公司	158	光、电连接器	中航光电	100%
	沈阳兴华航空电器有限责任公司	117	电连接器	中航光电	62.87%
	陕西航空电气有限责任公司	115	发动机点火器、电缆	中航机电	100%
	成都凯天电子股份有限公司	161	传感器	/	/
	苏州长风航空电子有限公司	171	传感器	中航电子	100%
	四川泛华航空仪表电器有限公司	205	燃油测量控制和发动机点火系统	中航机电	100%

资料来源: Wind, 中国航发集团官网, 财信证券

#### 4.4 航空发动机原材料及毛坯制造: 钛合金、高温合金为主

钛合金与高温合金为主, 复合材料应用较少。早期的航空发动机受限于材料与制造工艺的限制, 只能采用铝合金、镁合金、高强度钢和不锈钢等来制造, 随着机械加工技术的进步和材料学科的发展, 钛合金和高温合金被广泛使用。

表 11: 我国军用航空发动机原材料及毛坯供应单位

分类	单位	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
高温合金	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%
	中科院沈阳金属所	高温合金材料研究及单晶叶片铸造	/	/
	抚顺特殊钢股份有限公司	高温合金、不锈钢	抚顺特钢	100%
钛合金	西部超导材料科技股份有限公司	钛合金	西部超导	100%
	宝鸡钛业股份有限公司	钛合金	宝钛股份	100%
	西部金属材料股份有限公司	钛合金	西部材料	100%
复合材料	中航航空高科技股份有限公司	树脂基、金属基及陶瓷基复合材料	中航高科	100%
	航天长征睿特科技有限公司	纤维复合材料、高分子材料	/	/
	福建火炬电子科技股份有限公司	特种陶瓷材料、电子元器件	火炬电子	100%

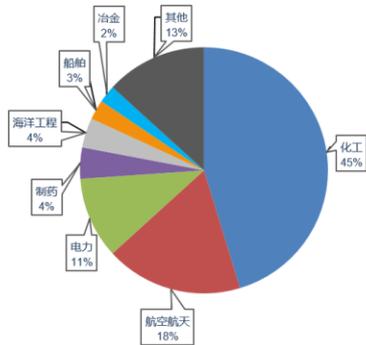
资料来源: Wind, 中国航发集团官网, 财信证券

##### 4.4.1 钛合金: 强度高、轻量化

钛合金性能优异, 有着较高的结构强度与轻量化等众多优点, 主要应用于压气机叶片、压气机盘、机匣等零件。钛合金是以钛为基体加入其他元素(铝、铜、钒、锆等金

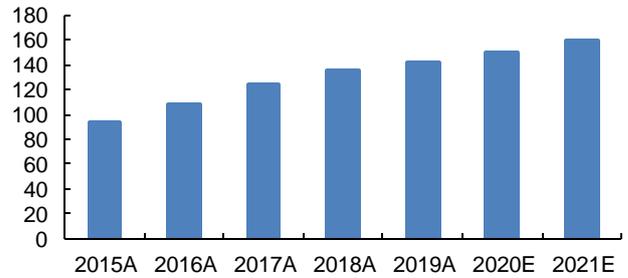
属)组成的合金,根据所掺杂的元素。目前,我国钛合金的应用主要集中在化工、航空航天、冶金等领域。其中,化工应用量占总量的45.30%,航空航天领域占比为17.9%。根据研观报告网统计2019年我国钛合金整体市场规模为142.3亿元,预计2021年可达159.4亿元。

图 22: 钛合金应用领域



资料来源: 研观报告网, 财信证券

图 23: 2015~2021 年钛合金市场规模 (亿元)



资料来源: 研观报告网, 财信证券

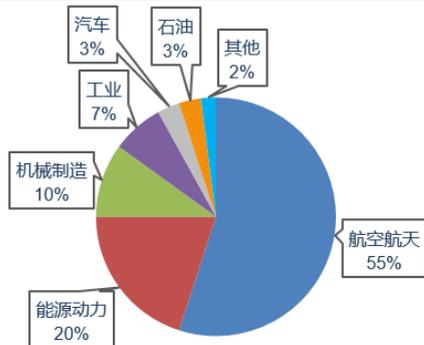
国内钛合金市场集中度较高,宝钛股份、西部超导和西部材料为钛合金行业前三大企业,合计市占率超过80%。

#### 4.4.2 高温合金: 应用广泛、需求强

高温合金成本约占航空发动机成本的35%,高温合金在航空发动机上主要应用于燃烧室、导向器、涡轮叶片、涡轮盘、加力燃烧室和尾喷口等部件。此外,高温合金还广泛用于航天、能源等领域。高温合金主要有镍基、钴基等几种类型,能在600°C以上的高温及一定应力作用下长期工作,具有优异的高温强度、良好的抗氧化和抗热腐蚀性能、良好的疲劳性能、断裂韧性等综合性能,又被称为“超合金”。

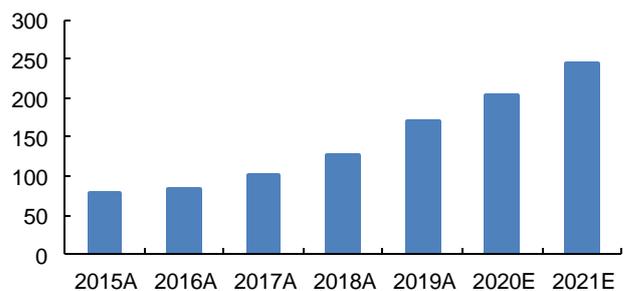
根据前瞻产业研究院统计2019年我国高温合金市场为169.8亿元,按20%的增速计算,2021年国内高温合金整体市场约为244.5亿元,航空航天领域约占55%,为134.5亿元。

图 24: 高温合金应用领域



资料来源: 前瞻产业研究院, 财信证券

图 25: 2015~2021 年高温合金市场规模 (亿元)



资料来源: 前瞻产业研究院, 财信证券

高温合金国内的高温合金生产单位主要分为三类，一类为特种钢企业，如抚顺特钢、长城特钢、宝钢特钢等；另一类为科研院所，如航空材料研究院、中科院沈阳金属研究所，钢研高纳等，最后一类为图南股份、江苏隆达等民营企业。其中钢研高纳市占率较高，在各个细分领域均达到 30% 以上。钢研高纳目前的高温合金产品主要有三类：铸造高温合金、变形高温合金、新型高温合金。一般高温合金毛利率普遍在 20%~30% 左右，但新型高温合金毛利率可达 50%~60%。公司是我国新型高温合金领域的重要研发和生产基地，我国新型高温合金市场受益于航空航天型号放量与大型发电企业需求的快速增长，预计公司新型高温合金业务未来三年复合增长率超 30%，公司盈利能力有望进一步提升。

#### 4.4.3 复合材料：航空发动机跨代发展的保障

复合化是新材料的重要发展方向，也是新材料的重要组成部分和最具生命力的分支之一。航空发动机使用的先进复合材料有：树脂基复合材料、陶瓷基复合材料和金属基复合材料，它们替代了传统材料，拥有显著的减重效果。

表 12：三大复合材料应用及相关上市公司

复合材料	特点	应用	上市公司
树脂基复合材料	轻量化	冷端部件	中航高科
陶瓷基复合材料	不易疲劳	热端部件	火炬电子、中航高科
金属基复合材料	成本低	冷端部件	中航高科

资料来源：Wind，财信证券

树脂基复合材料主要应用在航空发动机的外涵机匣、进气机匣、风扇叶片等冷端部件上，具有较好的减重效果。陶瓷基复合材料主要应用在航空发动机燃烧室、涡轮和喷管等热端部件上，具有不易疲劳寿命长，密度低的特点。金属基复合材料主要为钛基复合材料和铝基复合材料，多应用在发动机冷端部件，相比于前两种复合材料具有成本较低的特点。随着下一代航空发动机对更高推重比与轻量化的追求，在未来航空发动机中复合材料的占比将会逐渐提升，但目前传统金属材料仍是首选。

#### 4.5 航空发动机维修保障：中国航发集团与空军装备部共同承担

我国军用航空发动机的维修保障体系主要有两条：一是中国航发集团旗下各总装类主机厂，为自身交付的航空发动机提供部分售后维修保障；二是空军装备部体系内的维修保障工厂，为空军装备的各型发动机提供部分维修保障。

表 13：我国军用航空发动机维修保障单位

单位	代号	主营业务及产品	相关上市公司	持股比例
中国人民解放军第 5701、5720、5713、5718、5719 工厂	5701、5720、5713、5718、5719	飞机大修、航空发动机修理	/	/
吉林航空维修有限责任公司	5704	涡扇-11、AI-24、涡喷-5	/	/

中国航发贵州航空发动机维修有限公司	5707	涡喷发动机修理	航发动力	100%
中国航发山西航空发动机维修有限责任公司	5716	发动机维修、备件制造	航发动力	100%
中国航发吉林航空发动机维修有限责任公司	5711	发动机及燃气轮机维修、备件制造	航发动力	100%
贵州凯阳航空发动机有限公司	/	发动机维修	航发动力	100%

资料来源：Wind，中国航发集团官网，财信证券

## 5 投资逻辑

### 5.1 军机放量、练兵备战消耗增大双重提振航发市场

我国“十四五规划”指出“2027年实现建军百年奋斗目标”，8月18日人民日报发文《必须加快国防和军队现代化》。未来我国战机更新换代与列装加速将拉动军用航空发动机市场景气向上，同时航空发动机作为易耗品在“练兵备战”部队训练量大增的背景下其需求将进一步扩大。我们预计2021年我国军用航空发动机市场空间大约在471~534亿元，2021~2027年我国军用航空发动机市场总规模约为4927亿元，年均复合增速10.2%。

### 5.2 国产替代势在必行，“十四五”期间有望突破

航空发动机是国家安全与战略的保障，关键产品技术绝不能受制于人，自主研发是必然选择。目前我国依旧有20%左右的军用航空发动机需依赖进口，预计相关型号将在“十四五”期间完成突破，在“十五五”期间有望开启批产放量，届时将全面替代进口发动机，我国航空发动机先进型号长期依赖进口的状况将成为历史。

### 5.3 “两机专项”实施、中国航空发动机集团成立带来重大历史机遇

中央国务院批准设立“航空发动机与燃气轮机”国家科技重大专项（“两机专项”），中国航空发动机产业迎来重大历史机遇。“两机专项”的实施为航空发动机的发展提供了在政策、资金和资源方面强大的支持。截至2020年底，“两机专项”的投入已经达到3000亿元。我国航空发动机研制曾长期与飞机研制共同进行，但航空发动机的研制周期远远大于飞机，“飞发分离”重要且迫切，2017年中国航空发动机集团的成立使我国航空发动机走向独立发展的道路。近期，中国航发集团贵阳的三代中等推力航空发动机生产线建设项目通过竣工验收，株洲的16.05万平方米航空动力产业园投入使用。在政策和资金的有力支持下，我国航空发动机和燃气轮机技术正在加速追赶世界先进水平，实现历史性跨越。

## 5.4 军工产品定价机制改革、股权激励影响积极

我国总装类军工企业产品定价长期受限于“成本加成”，企业利润仅为成本的 5%。2013 年定价机制改革后，新型号批产后价格按照“定价成本+5%×目标价格+激励约束利润”来定。参考美国洛马公司 10%左右的净利率，我国总装类军工企业净利率有望提升至 7~8%。同时国企改革主题持续，根据国资委官网显示，2010 年至 2020 年底共有 285 家 A 股上市国企发布 379 个股权激励计划，其中在 2016 年《关于国有控股混合所有制企业开展员工持股试点的意见》发布后，实施股权激励的国企数量显著上升。2019 年，共有 60 家国企发布 64 个股权激励公告，其中央企 29 家共发布 31 个股权激励计划，比 2018 年增加 60%。2020 年，50 家国企发布 51 个股权激励计划，其中央企为 25 家共 25 个股权激励计划，国有企业活力进一步提升。

## 6 行业投资建议

首次覆盖航空发动机行业，给予“同步大市”评级，推荐关注航空发动机产业重点领域：整机制造、零部件、原材料。相关领域股票：航发动力（600893.SH）、中航重机（600765.SH）、钢研高纳（300034.SZ）。

### 6.1 航发动力：拥有航空发动机全谱系整机制造能力，国产替代势在必行

公司是国内航空发动机和燃气轮机领域的龙头，拥有较强的科研能力。公司产品几乎涵盖全谱系航空发动机，包括 WS-10、WZ-8、WZ-9、WZ-10、WJ-6、WJ-10 等全谱系航空发动机，目前已经应用到各型战斗机，直升机，运输机上。公司在国内军用航空发动机领域的领先地位不可撼动，是我国三代主战机型国产发动机唯一供应商，也是全球为数不多能实现自主研发制造航空发动机的厂商之一。

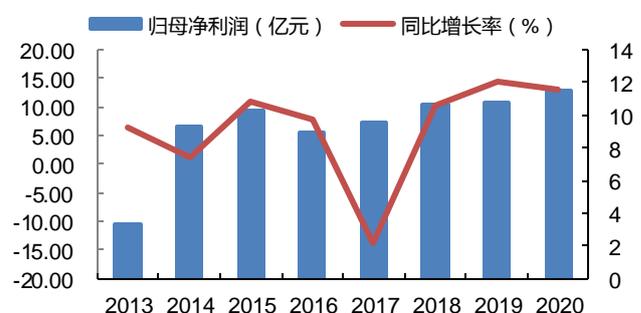
公司 2014 年整合我国航空发动机产业中的四大主机厂，2020 年实现营收 286.33 亿元，同比增长 13.57%；实现归母净利润 11.46 亿元，同比增长 6.37%。

图 26：公司 2013~2020 年营收及增速



资料来源：Wind，财信证券

图 27：公司 2013~2020 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，财信证券

### 市场需求旺盛：空军装备加速列装，练兵备战消耗增大

“十四五规划”明确指出“2027年实现建军百年奋斗目标”，人民日报发文《必须加快国防和军队现代化》。未来我国战机更新换代与列装加速将拉动军用航空发动机市场景气向上。军用发动机的寿命通常在2000小时左右，一般飞机在五年左右需要更换发动机，我军练兵备战进一步提升了发动机的更换频次，将会进一步拉动航空发动机的需求量。

从长期来看，航空发动机是国家安全与战略的保障，关键产品技术绝不能受制于人，自主研发是必然选择。目前我国依旧有20%左右的军用航空发动机需依赖进口，预计相关型号将在“十四五”期间完成突破，在“十五五”期间有望开启批产放量，届时将全面替代进口发动机，公司有望开启新一轮增长模式。同时“两机专项”与中国航空发动机集团的成立也为公司带来了重大发展机遇。

预计2021-2023年公司归母净利润分别为13.86亿元、17.06亿元、19.46亿元，EPS分别为0.52元、0.64元和0.73元。参考中航沈飞、中航西飞、洪都航空等可比公司2022年平均PE估值为72倍，考虑到十四五期间国防军队建设加速，军机列装迅速与练兵备战对发动机消耗增加，公司作为航空发动机的A股唯一标的有望充分受益，给予公司2022年100~115倍PE估值，对应价格区间64.0~73.6元，给予“谨慎推荐”评级。

### 6.2 中航重机：公司重点聚焦军用飞机与发动机锻造领域，民用市场即将突破

公司是航空工业集团旗下第一家上市公司，原名力源液压，于1996年在上交所上市。经管二十多年的运作发展，在聚焦主业的发展战略下，公司于2016~2018年剥离力燃机与新能源板块，形成了航空锻铸和液压环控两大业务主力板块。公司的核心业务为锻铸，2020年锻铸业务占总营收比例为74.4%，公司下属锻铸业务公司为贵州安大、陕西宏远、江西景航，其均为航空工业集团专业锻铸厂，历史悠久实力雄厚，目前在行业内具有较强综合实力。公司液压业务主要包括液压和热交换器两部分，主要子公司有力源液压、贵州永红，近年来公司在液压业务领域不断剥离低效资产，公司报表情况有望持续提升。

公司2020年实现营收66.98亿元，同比增长11.92%；实现归母净利润3.44亿元，同比增长24.91%。

图 28：公司 2013~2020 年营收及增速



资料来源：Wind，财信证券

图 29：公司 2013~2020 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，财信证券

### 军用飞机与发动机锻造龙头，外贸转包及国产民机打开长期成长空间

锻造件作为飞机与发动机中关键部件，通常占飞机结构重量的 20~25%，占发动机结构重量的 30%~45%。随着我国军队现代化建设步伐的加速，下游飞机和发动机新型号正处于快速批产上量阶段，我们预计在“十四五”期间军用锻铸市场将迎来高景气阶段。公司为我国航空工业集团旗下专业锻铸企业，历史悠久实力雄厚，与下游需求厂商保持长期紧密的合作关系，同时军用锻铸领域技术壁垒较高，潜在竞争者进入较难，因此行业竞争格局相对稳定，公司近年来通过两次定增募投加强自身科研生产能力，不断提升技术水平巩固龙头地位，预计公司将在较长时间里保持 50% 以上市占率。

公司近年来在民品与转包业务方面持续推进，与罗罗、GE、波音、空客等国际知名航空制造商建立了良好的合作关系，在航空发动机与飞机锻铸件转包领域持续发力，2021 年初，贵州安大成功中标了罗罗公司环形锻件及机匣竞标项目，公司业绩有望继续增长。同时国产大飞机在 2021 年建党百年之际将迎来里程碑式重大节点，根据中国商飞消息，我国支线客机 ARJ21 预计实现累计百架交付、大型客机 C919 预计实现首架交付、中俄合作客机 C929 预计完成首架样机。公司子公司安大和宏远作为 ARJ21 与 C919 的锻铸件核心供应商，有望充分受益于国产大飞机批产交付，公司未来的成长空间将进一步打开。

预计 2021-2023 年公司归母净利润分别为 5.9 亿元、7.6 亿元、10.2 亿元，EPS 分别为 0.56 元、0.72 元和 0.97 元。参考三角防务、派克新材、西部超导等可比公司 2022 年平均 PE 估值为 38 倍，考虑到十四五期间国防军队建设加速，对军机与发动机的需求量持续增长，民用航空市场需求增迅速，转包需求也不断扩大，公司作为锻铸领域龙头其市场空间将进一步打开，业绩有望持续提升。因此给予公司 2022 年 41~46 倍 PE 估值，对应价格区间为 29.5~33.1 元，给予“谨慎推荐”评级。

### 6.3 钢研高纳：高温合金龙头企业，高研发与扩产下未来业绩可期

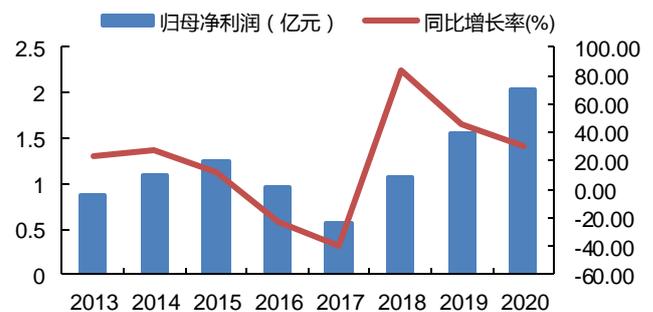
公司背靠北京钢铁研究总院，技术实力强劲、主营业务为铸造高温合金、变形高温合金、新型高温合金三个细分领域，能够生产国内 80% 以上牌号的高温合金，其经营业绩、技术实力稳占国内高温合金领域的第一把交椅。公司 2020 年实现营收 15.85 亿元，同比增长 9.57%；实现归母净利润 2.04 亿元，同比增长 30.78%。

图 30：公司 2013~2020 年营收及增速



资料来源：Wind，财信证券

图 31：公司 2013~2020 年归母净利润及增速



资料来源：Wind，财信证券

### 高研发与扩产，公司未来业绩可期

公司 2021 年上半年研发投入为 0.53 亿元，同比增长 50.83%，主要系公司加大各种合金材料自主研发力度所致。公司在建工程 1.44 亿，较年初增加 53.91%，主要系青岛基建项目投入增加所致，且公司青岛产业基地以及新力通新厂项目进度均达到了 90%。公司应收账款为 7.68 亿元，较年初增长 71.43%，主要系公司销售规模扩大所致。公司预付款项 0.52 亿元，较年初增长 33.33%，主要系公司目前订单量增加并向上游采购增多所致。公司通过扩产实现规模经济降低成本，同时不断加大高温合金材料研发投入，巩固高端领域市场，未来公司业绩有望进一步增长。

公司在铸造高温合金和变形高温合金领域突破不小，其拳头产品 GH4169 变形合金涡轮盘交付量和市场占有率再创新高，在大尺寸单晶合金的制备工艺方面获得技术突破，实现了产品的量产。而在高端的新型高温合金方面，公司研发的粉末高温合金盘锻件应用于多个重点型号航空发动机且实现量产，FGH97 高压涡轮盘在某盘件国产化招标中竞标第一，Ti2AlNb 金属间化合物锻件在涡轴发动机领域得到应用，ODS 高温合金批量应用到我国某系列重点武器装备。新型高温合金的毛利率普遍高于一般高温合金，公司在高研发下继续保持新型高温合金领域的领先优势，预计公司新型高温合金业务未来三年复合增长率超 30%，公司盈利能力有望进一步提升。

预计 2021-2023 年公司营业收入分别为 22.19、29.96、38.94 亿元，归母净利润分别为 2.73、3.56、4.38 亿元，EPS 分别为 0.56、0.73、0.90 元。参考图南股份、西部超导、抚顺特钢等可比公司 2022 年平均 PE 估值为 48 倍，考虑到公司在高端高温合金领域市占率超 80%，且利润水平较高有望进一步放量，给予公司 2022 年 55~64 倍 PE 估值，对应合理价格区间约为 40.15~46.72 元，给予“谨慎推荐”评级。

## 7 风险提示

军品研制进度不及预期、军品订单数量不及预期、资金调拨不及预期。

## 投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	推荐	投资收益率超越沪深 300 指数 15% 以上
	谨慎推荐	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5%—15%
	中性	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为-10%—5%
	回避	投资收益率落后沪深 300 指数 10% 以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5% 以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为-5%—5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5% 以上

## 免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

本报告仅供财信证券有限责任公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可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。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，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。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

## 财信证券研究发展中心

网址：www.cfzq.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438