

国防装备行业

航空发动机：技术突破+时代需求，军民接力驱动成长

——航空发动机行业深度报告

深度报告

行业研究 — 国防装备 —

证券研究报告

投资要点
□ 航空发动机是强国的象征、更是大国博弈的迫切需要，未来衍生产品战略价值大

- 1) 三代军用发动机五大常任理事国标配，四代军用发动机仅中美俄竞技，商用大涵道比发动机美英三寡头垄断。
- 2) 百年未有之大变局下，发展航空发动机产业是大国崛起的必然选择，中短期着眼周边局势国防安全带来的需求增长；中长期高度关注航空发动机在国家产业升级中的巨大经济带动效应、航空发动机衍生技术及工艺在其余领域的新应用。

□ 航发集团成立，自研先进型号覆盖各类型飞机，技术突破与时代需求高度耦合

- 1) 中国航空发动机产业起步偏晚、道路曲折，长期以来先进型号依赖进口。航发集团成立、两机专项实施，飞发分离、自主研发，目前在役及在研型号覆盖我国各类型军、民用飞机需求。
- 2) 先进军、民用发动机的技术突破与时代、国家的战略需求相契合，前后接力驱动我国航空发动机全产业链迈上一个新台阶。

□ 未来十五年，我国航空发动机产业需求旺盛、确定性高，年均近 2000 亿市场规模

- 1) 军用领域，我国军用飞机在数量、质量上均与美国存在较大差距，为保障国家安全、支撑大国崛起，我们预测军用领域或催生年均 900 亿市场。从 2020~2027 建军百年年均复合增长约 18%，2027 年后随规模增大、增速逐渐放缓至 2035 年的约 10%。
- 2) 商用领域，C919 已收获上千架订单，国际商用航空 ABC 格局动力基础必须自主可控，长江-1000A 研制紧锣密鼓，预计 2030 年商用发动机整机市场向国产航发打开大门，逐鹿年均千亿市场。
- 3) 综合军民市场，未来 15 年我国航发产业链整机市场年均规模超 1,000 亿、复合增速超 15%，前 10 年军用放量、10 年后民机接力，行业发展走出一条“微笑曲线”。

□ 航空发动机产业链重点关注 4 大领域：整机、零部件、原材料、维修保障

- 1) 整机领域：主机厂以其垄断地位享受航空装备放量带来的确定性增长。
- 2) 零部件领域：航发控制与中国航发控制系统研究所“厂所结合”、垄断产业链中价值占比 13% 的控制系统，业绩增长确定性不输整机。压气机涡轮叶片、轮盘价值占比 40%、附加值高、市场化程度不断提升，蕴含投资机会。
- 3) 原材料领域：高温合金、钛合金合计占比 70%；复合材料技术含量高、引领未来发展方向。重点关注三类材料下业务集中度高的龙头企业。
- 4) 维修保障：“全面聚焦备战打仗”背景下实战化训练损耗加剧，预计利润率更高的维修保障环节将对相关公司带来较大利润增长，重点看好军用航发维修保障龙头航发动力。

□ 军工央企混改、股权激励、军品定价机制改革、优质资产注入，改革主题依然可期
□ 投资建议：重点看好发动机整机及维修保障、零部件、原材料

- 1) 整机及维修保障：航发动力（整机交付龙头，军用发动机维修保障龙头）
- 2) 零部件：航发控制（发动机控制领域垄断性龙头）、航亚科技（压气机精锻叶片）、应流股份（高端涡轮精铸叶片）
- 3) 原材料：钢研高纳（高温合金）、西部超导（钛合金）、中航高科（复合材料预浸料）

风险提示

- 1) 重点军民用发动机型号研制进展不及预期；
- 2) 军工产品订单不及预期

行业评级

 国防装备 看好
分析师：邱世梁

 执业证书号：S1230520050001
 qiushiliang@stocke.com.cn

分析师：王华君

 执业证书号：S1230520080005
 wanghuajun@stocke.com.cn

相关报告

1《【航发动力】年报点评报告：航发收入符合预期；军机加速列装，民用未来空间大【浙商机械国防】》2021.03.08

正文目录

1. 航空发动机：强国的象征、飞机的心脏	6
1.1. 航空发动机：将化学能转化为机械能，为航空工业提供动力	6
1.2. 世界航空发动机发展史：西方引领下从活塞到喷气、从军用到民用	7
1.3. 军用航空发动机格局：三代机“五常”标配、四代机中美俄竞技	9
1.4. 商用航空发动机格局：三巨头垄断、中俄谋求入场机会	11
1.5. 中国航空发动机发展史：起步偏晚、道路曲折、先进型号依赖进口	12
1.6. 中国航空发动机现状：奋起直追、方兴未艾、重点型号全面开花	14
1.7. 航空发动机产业特点	15
1.7.1. 高技术、高投入下的高行业壁垒	15
1.7.2. 衍生化发展模式下的长回报周期	17
1.7.3. 大分工、大合作下的广阔经济效益	18
1.8. 航空发动机产业定位：富国强军、国家意志	19
2. 中国航空发动机产业链：军民融合、功能完备	21
2.1. 产业链全景：从设计研发到维修保障	21
2.2. 设计研发：集中大批研究院所等优质资源	24
2.3. 原材料：镍、钛、钢、铝四足鼎立，复合材料大势所趋	25
2.3.1. “太空金属”钛合金：宝钛股份收入最高、西部超导毛利高于行业平均	26
2.3.2. “先进航空发动机的基石”高温合金：钢研高纳产量最高、业务集中度最高	26
2.3.3. “非金属发动机”复合材料：中航高科、光威复材两大龙头	27
2.4. 零部件与子系统：锻造、铸造各司其职、控制系统自成一体	28
2.4.1. 叶片、轮盘：上市公司中锻造叶片企业成熟度更高、铸造叶片企业加紧技术攻关	30
2.4.2. 机匣等其他结构件：航发科技其中龙头	31
2.4.3. 控制系统：航空领域内中航机电是龙头、航发细分赛道航发控制做龙头	31
2.5. 整机集成交付：航发动力唯一龙头	33
2.6. 运营维修：“全面聚焦备战打仗”背景下的行业增长新动力	33
3. 中国航空发动机产业市场空间测算及重点领域价值拆分	34
3.1. 军用航空发动机整机市场：2021~2035 年均近 1000 亿元人民币	34
3.2. 商用航空发动机整机市场：2021~2039 年均 1000 亿元人民币	36
3.3. 整机市场 2021~2035 拆分：前 10 年军机放量、10 年后民机接力	37
3.4. 重点领域价值拆分	39
3.4.1. 零部件及子系统加工领域价值拆分	39
3.4.2. 原材料市场价值拆分	40
4. 坚定看好我国航空发动机产业的三大逻辑	40
4.1. 外部因素：百年未有之大变局下航空发动机不可或缺	40

4.2. 内部因素：新航发、新型号，与时代的需要耦合共振	41
4.3. 多方位改革举措未来可期	41
5. 投资建议：重点看好整机及维修保障、原材料、零部件	42
5.1. 航发动力：航空发动机整机交付及维修保障垄断性龙头	43
5.2. 航亚科技：精锻技术未来主流方向、深度参与民机发动机研制	43
5.3. 应流股份：高端涡轮精铸叶片助力打开两机大门	44
5.4. 航发控制：航空发动机控制领域垄断性龙头	44
5.5. 西部超导：稳占钛合金产业中最优赛道、业绩增长预期强	45
5.6. 钢研高纳：高温合金领域龙头	45
5.7. 中航高科：占据复材产业链中确定性最强环节	45

图表目录

图 1：涡轮风扇发动机是当前航空发动机的主流	6
图 2：涡轮喷气发动机由压气机、燃烧室、涡轮、喷口组成	7
图 3：涡轮风扇发动机：涡喷基础上增加风扇和低压涡轮	7
图 4：涡轮螺旋桨发动机：涡喷通过减速器驱动飞机螺旋桨	7
图 5：涡轮轴发动机：涡喷通过减速器驱动直升机旋翼	7
图 6：普惠 R-2800 双黄蜂星型发动机是活塞式发动机发展至顶峰的代表之一	8
图 7：美国普惠 F-135 发动机：军用小涵道比发动机的标杆	9
图 8：CFM 国际 Leap 发动机：商用大涵道比发动机的翘楚	9
图 9：美俄在世界现役装备量前十战斗机发动机中占比 89%	10
图 10：美俄英在世界现役装备量前十运输机发动机中占比 84%	10
图 11：GE、普惠、罗罗及其合资公司组成的世界商用航空发动机垄断网	11
图 12：CFM 发动机占据 71%窄体市场	12
图 13：GE/RR 发动机占据 79%宽体市场	12
图 14：GE 发动机占据 75%支线市场	12
图 15：中国军用航空发动机进口额在 2015~2017 年之间企稳回落	14
图 16：中国航空发动机集团坚持自主研发发展战略、深耕军民两个市场	14
图 17：中美军用发动机代差 20~30 年、商用发动机代差 15~20 年	15
图 18：美国航空发动机研发经费中基础预研占比 1/3	17
图 19：美国航空发动机基础预研总经费中政府投入占 2/3 以上	17
图 20：美国 GE 基于 F101 核心机衍生发展出一系列、满足不同场景使用要求的发动机产品	18
图 21：近年来全球航空涡轮发动机年产量稳定在 14000 台以上	18
图 22：近年来全球航空涡轮发动机年产值约在 700 亿美元附近	18
图 23：全球涡轮发动机 2020~2034 总产量预测为 23.8 万台	18
图 24：全球涡轮发动机 2020~2034 总产值预测为 1.3 万亿美元	18
图 25：航空发动机市场拉动四级结构式产业链的发展	19
图 26：习近平对中国航空发动机集团公司成立作出重要指示	20
图 27：航空发动机产业链由设计研发、加工制造、运营维修三大环节构成	21
图 28：航发集团下属研究院所覆盖航空发动机设计各主要领域	25

图 29: 高温合金、钛合金是目前航空发动机中应用占比最大的两种材料.....	26
图 30: 树脂基复合材料已经在 GE90 发动机风扇叶片上使用	28
图 31: 陶瓷基复合材料已经在 F414 发动机尾喷管上使用	28
图 32: 锻造: 对金属施加压力使其变形达到预定形状	29
图 33: 铸造: 液态金属直接浇入模型得到预定形状	29
图 34: 空心涡轮叶片复杂冷却结构注定其只能采用铸造工艺	30
图 35: 航空发动机控制技术发展历程: 全权限数字式控制系统是当前主流.....	32
图 36: 我国航空发动机产业八大主机厂, 其中五家与上市公司相关, 航发动力独占四家.....	33
图 37: 部分民航客机发动机维修中外合资企业	34
图 38: 中国先进战斗机数量显著少于美国	35
图 39: 三代以下战斗机美国已经淘汰、在中国占据半壁江山	35
图 40: 中国运输机数量显著少于美国、缺乏战略运输机	35
图 41: 中国直升机教练机数量显著少于美国、缺乏重型直升机.....	35
图 42: 军用发动机总价值中初始采购、换发大体各占一半	36
图 43: 军用发动机总价值中歼击机、运输机及加油机占比较大	36
图 44: 预测 2019~2039 中国民航客机队规模增速全球最快	36
图 45: 预测 2019~2039 中国窄体客机增长最多、占比略降	36
图 46: 2021~2035 中国军用航空发动机整机市场价值预估: 2027 年前复合增速约 18%	37
图 47: 2021~2035 中国商用航空发动机整机市场价值逐年拆分: 疫情后逐渐修复直至平稳.....	38
图 48: 2021~2035 中国航空发动机产业链整机市场: 前十年军用放量、十年后民用接力、年均复合增长超 15%.....	39
图 49: 大型涡扇发动机零部件价值占比	39
图 50: 涡轴发动机零部件价值占比	39
图 51: 加力涡扇发动机零部件价值占比	39
图 52: 国内精锻叶片在压气机叶片中的占比尚有极大提升空间.....	44
图 53: 西部超导所参与军工航空新材料的开发过程长、合格供应商合作关系长期稳定.....	45
图 54: 中航高科在产业链预浸料环节具有垄断性地位	46
表 1: 不同类型的航空发动机具有不同的适用场景	6
表 2: 世界航空发动机发展史: 起步于 1842 年, 从活塞到涡喷再到涡扇.....	8
表 3: 当代国外先进军用航空发动机推重比已达到 11 一级.....	9
表 4: 当代国外先进商用航空发动机涵道比达到 10~12	9
表 5: 世界现役装备量前十战斗机发动机基本为美俄所造	10
表 6: 世界现役装备量前十运输机发动机: 英、美、俄、乌、中上榜.....	10
表 7: GE、普惠、罗罗及其合资公司占世界现役商用客机发动机的 96%、2017 年交付量的 99%.....	11
表 8: 中国航空发动机发展史: 从涡喷到涡扇、从测绘仿制到自主研制.....	12
表 9: 中国早期涡扇发动机研制过程中多个型号随飞机下马	13
表 10: 中国部分先进战机研制初期依赖进口俄、乌发动机	13
表 11: 中国当前重点(在研)商用航空发动机型号完整覆盖窄体、宽体、支线客机市场	15
表 12: 航空发动机运行特点的“三高一长”是其高技术属性的集中体现	16
表 13: 美国典型航空发动机预研项目前后接力、投入巨大	16
表 14: 美国部分典型航空发动机工程研制耗时长、投入大	16
表 15: 对航空发动机产业的重视支持在国家级政策中连年出现、不断加码.....	20
表 16: 设计研发环节主要由相关研究院所及高校组成, 无上市公司	21
表 17: 整机集成交付环节由航发集团垄断	22

表 18: 加工制造（零部件）环节传统上以航发集团系统内单位为主，近年来系统外企业参与热情高涨	22
表 19: 加工制造（原材料）环节以钢铁类企业、材料类研究院所及其下属企业等为主，近年来民企也有参与	23
表 20: 维修服务军用由航发集团、军队相关单位提供；民用由各大航司及其与航发 OEM 等组建的合资公司提供	24
表 21: 航空发动机所使用的主要材料为铝合金、高强度钢、高温合金、复合材料	25
表 22: 主要钛合金上市公司 2020 年相关业务情况：宝钛股份收入最高、西部超导毛利高于行业平均	26
表 23: 高温合金的三种主要类别在航空发动机上均有所使用	27
表 24: 主要高温合金上市公司 2020 年相关业务情况：钢研高纳产量最高、业务集中度最高	27
表 25: 不同组成、不同类别复合材料在航空发动机上均有使用的场景	27
表 26: 主要复合材料上市公司 2020 年相关业务情况：中航高科、光威复材两大龙头	28
表 27: 锻造、铸造是涡轮风扇发动机两大主要加工工艺	29
表 28: 锻造类叶片、轮盘产品主要上市公司 2020 年相关业务情况：中航重机是航空锻造领域绝对龙头	30
表 29: 铸造涡轮叶片主要上市公司 2019 年相关业务情况：铸造业务营业占比均还不高	31
表 30: 铸造涡轮叶片主要上市公司该领域相关业务动态：进度不一、应流股份相对领先	31
表 31: 机匣等其他结构件主要上市公司 2020 年相关业务情况：航发科技营收优势明显	31
表 32: 航空发动机控制系统决定了航空发动机多个功能的实现	32
表 33: 航空发动机控制领域主要上市公司 2020 年相关业务情况：中航机电产品丰富营收最高、航发控制在发动机领域优势明显	32
表 34: 航空发动机整机集成交付主要上市公司 2020 年相关业务情况：航发动力唯一龙头	33
表 35: 航空发动机维修主要上市公司 2019 年相关业务情况：航新科技营收相对占优	34
表 36: 到 2035 年增量商用飞机所需发动机总价值：超 2 万亿元人民币	36
表 37: 2020 年中国民航客机队新增飞机发动机市场规模：202 亿元人民币，受疫情影响不增反降	38
表 38: 2021~2035 年航空发动机零部件及子系统价值拆分（亿人民币）	39
表 39: 2021~2035 年航空发动机高温合金、钛合金、复合材料价值拆分（亿人民币）	40
表 40: 部分军工央企下属上市公司近年来多次实施股权激励	42
表 41: 航空发动机产业链重点标的覆盖整机、零部件、原材料、维修四大领域	42

1. 航空发动机：强国的象征、飞机的心脏

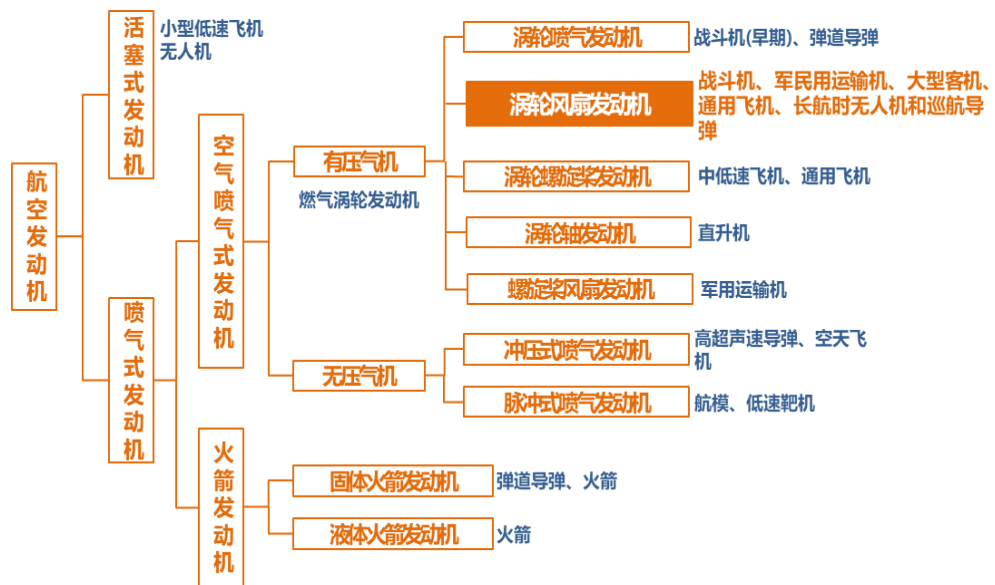
1.1. 航空发动机：将化学能转化为机械能，为航空工业提供动力

航空发动机以化石燃料作为能源，将化学能转化为机械能、为飞行器提供动力，是飞机、火箭等各类飞行器的核心和动力之源，更是整个航空工业的动力之源。因其高度的技术难度和复杂性，被称为“工业皇冠上的明珠”和“工业之花”。

航空发动机产业是国家经济的重要分支、国家安全的重要保障，其综合水平的高低是一个国家综合国力的重要体现。目前世界范围内具备军用航空发动机研制能力并形成产业规模的国家仅有美、俄、英、法、中五大联合国常任理事国，具备商用大涵道比涡轮风扇发动机研制能力并形成产业规模的则仅剩美、英两国三大巨头企业及其合资公司。

根据推力产生原理、氧化剂来源、有无压气机等差异，航空发动机可以分为活塞式发动机、火箭发动机、冲压式发动机、涡轮发动机等多个类别。冲压式发动机和脉冲式发动机目前应用范围还较为有限、暂不具备形成大规模市场空间的能力。当前，涡轮风扇发动机以其高效率、低油耗、大推力等优势成为应用最广的航空发动机，广泛装备于各类型军民飞行器，其产值占燃气涡轮发动机的90%以上。

图 1：涡轮风扇发动机是当前航空发动机的主流



资料来源：浙商证券研究所

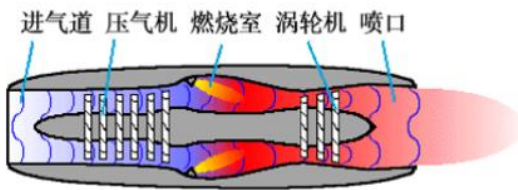
表 1：不同类型的航空发动机具有不同的适用场景

类型	特点	主要应用场景
活塞式发动机	成本低、燃油效率高，但无法实现高速飞行，在飞行器向着跨、超音速发展的过程中逐渐被喷气式发动机所取代	二战前占统治地位，目前主要应用于部分小型低速飞机、无人机
火箭发动机	火箭发动机自带液氧等氧化剂，不需要空气中的氧气助燃，可以在大气层外飞行	弹道导弹、火箭
冲压式喷气发动机	结构简单、推力巨大，但无法单独在静止条件下启动，需要与其他类型的发动机配合使用	超音速导弹、超音速或亚音速靶机
脉冲式喷气发动机	通过发动机进口单向活门的反复打开关闭进行工作，构造简单、重量轻、造价便宜，但只适用于低速飞行（速度极限约每小时 640~800 公里），且	航模和低速靶机

类型	特点	主要应用场景
涡轮喷气发动机	有飞行高度有限、单向活门寿命短、燃油消耗率大等缺点 由进气道、压气机、燃烧室、涡轮、喷口组成。空气经进气道、压气机压缩后进入燃烧室，与燃油混合燃烧形成高温高压燃气推动涡轮旋转，并随后从喷管喷出产生推力。涡轮喷气发动机推力大、但耗油率高，对军用飞机的有效作战半径、民航客机的运营经济性等有不影响。	部分老式战斗机、弹道导弹
涡轮风扇发动机	在涡轮喷气发动机出口布置低压涡轮对燃气的能量予以进一步收集、并用于驱动发动机前方的风扇产生推力，从而提高能量利用效率	先进战斗机、军民用运输机、民航客机等等当今各类型飞行器
涡轮螺旋桨发动机	中低速度下燃油经济性高，但由于其螺旋桨外置且尺寸较大，无法支持高速飞行	中小型运输机和通用飞机
涡轮轴发动机	通过一个减速器将发动机轴的转动转化为直升机旋翼的转动，是直升飞机的唯一动力	直升飞机
螺旋桨风扇发动机	运行效率高，但结构复杂、噪音大、安全风险高，未获得大规模应用，仅有俄罗斯一款发动机（D-27 发动机，用于装备安-70 运输机）投入使用	-

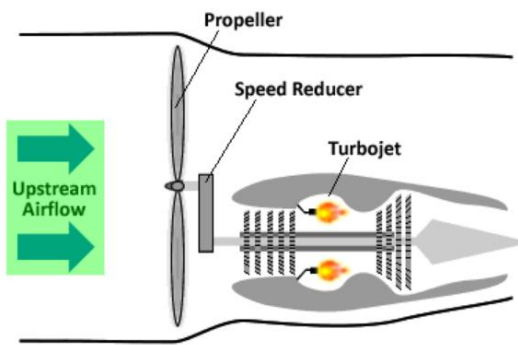
资料来源：《唯一投入使用的桨扇发动机 D-27》-国际航空杂志、浙商证券研究所

图 2：涡轮喷气发动机由压气机、燃烧室、涡轮、喷口组成



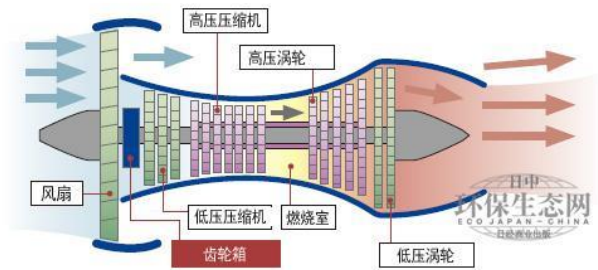
资料来源：《飞机飞行原理 3D 动态图展示》

图 4：涡轮螺旋桨发动机：涡轮通过减速器驱动飞机螺旋桨



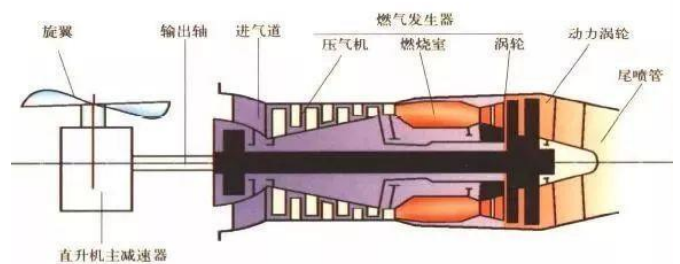
资料来源：《飞机飞行原理 3D 动态图展示》

图 3：涡轮风扇发动机：涡轮基础上增加风扇和低压涡轮



资料来源：《发动机原理详细图解》

图 5：涡轮轴发动机：涡轮通过减速器驱动直升机旋翼



资料来源：《涡轮轴无人机虽“冷门”却有大有用途》

1.2. 世界航空发动机发展史：西方引领下从活塞到喷气、从军用到民用

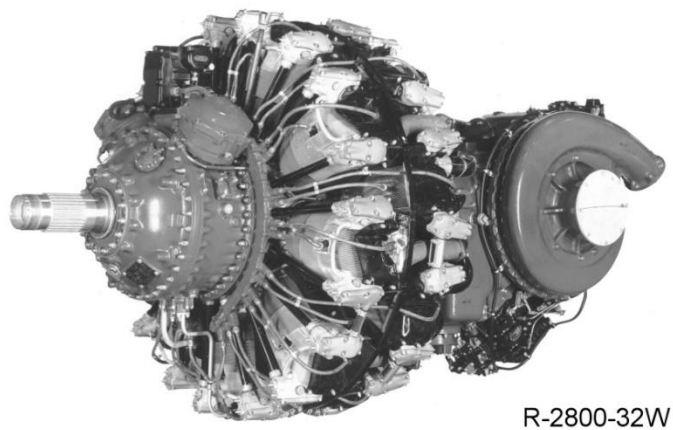
从 1842 年第一份关于航空发动机的专利出现到现在，世界航空发动机产业走出了一条从活塞式到涡轮喷气式再到涡轮风扇发动机的发展道路，这个过程中，以美、英为代表的西方国家凭借其起步早的先发优势持续积累在技术和产业上的优势壁垒、不断引领着航空发动机领域的发展方向。

表 2：世界航空发动机发展史：起步于 1842 年，从活塞到涡喷再到涡扇

时间	里程碑事件
1842 年	英国工程师威廉姆·萨缪尔·亨森提交了一份具有划时代意义的专利申请，被认为是世界上最早详细阐述航空发动机重要性的专利
1903 年	莱特兄弟设计的“飞行者 1 号”在泰勒所研制的 8.9 千瓦、4 缸水冷汽油机的推动下飞上了蓝天，发动机重 82 千克、功率/重量比为 0.109
1903 到 1943 年间	活塞式发动机的功率/重量比持续上升，以梅林 V-1650 型 12 缸水冷发动机、美国普惠公司的“黄蜂”系列星形气冷发动机等为代表，活塞式发动机的潜力被挖掘到接近极致。得益于活塞式发动机的发展，飞行器的飞行速度从 16km/h 提高到近 800km/h
1930 年前后	英国人惠特特和德国人奥海因在同一时期分别发明了有压气机涡轮喷气式发动机，并分别在 1941 年和 1938 年成功进行了试飞
20 世纪 50-60 年代	涡轮喷气发动机获得了大跨步式的发展，推重比达到 5 一级，成功帮助飞机突破音障、实现超音速飞行
1959 年	世界上第一种批量生产的涡轮风扇发动机定型，推力 5730daN，用于 VC-10、DC-8 和波音 707 客机
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飞机的主动力和技术发展的主要方向

资料来源：《航空发动机发展史》、浙商证券研究所

图 6：普惠 R-2800 双黄蜂星型发动机是活塞式发动机发展至顶峰的代表之一



资料来源：《说一说活塞发动机的那些往事》

进入 21 世纪，高温合金和先进涂层等技术为涡轮风扇发动机性能的进一步提高提供了可能。当前军、民用领域航空发动机技术和产业均已发展至第四代。

军用领域，美国的 F135 发动机（装备 F-35 战斗机）、F119 发动机（装备 F-22 战斗机）牢牢占据着头部位置，F135 发动机最大推重比 11.7，最大推力近 19 吨，是目前推力最大的军用小涵道比涡轮风扇发动机。其余处在第一梯队的军用航空发动机还包括俄罗斯的 AL-41、AL-31FN，英国的 EJ-200 等，这些产品在满足美、英、俄、法等国自身国防军队建设需要的同时，还单独或伴随飞机整机大量出口至其他国家。

民用领域，用于窄体客机的 Leap-X、PW1000G、用于宽体客机的 GE9X、Trent XWB 等发动机技术先进、代表了当前商用航空发动机领域的最高水平。

图 7：美国普惠 F-135 发动机：军用小涵道比发动机的标杆



资料来源：凤凰网军事频道

图 8：CFM 国际 Leap 发动机：商用大涵道比发动机的翘楚



资料来源：新浪军事

表 3：当代国外先进军用航空发动机推重比已达到 11 一级

制造商	发动机型号	装备飞机	最大推力 (kN)	推重比	分类	首装时间 (年)
美国普惠	F135	F-35	191	11.5	四代大推	2006
美国普惠	F119	F-22	156	11.5	四代大推	1997
美国 GE	F110	F-16 等	145	8.3	三代大推	1974
俄罗斯土星	AL-41	苏-57 等	180	11.0	四代大推	2019
俄罗斯土星	AL-31FN	苏-27 歼-10 等	127	7.9	三代大推	1984
俄罗斯 克里莫夫	RD-33/93	米格 29 枭龙	81	7.9	三代中推	1976
英国罗罗等	EJ-200	台风	90	9.3	三代中推	2001
法国赛峰	M88-2	阵风	75	10	三代中推	1996

资料来源：各公司官网、《系列核心机及派生发展的航空发动机发展思路》、《跨世纪航空发动机预研技术的发展》等、浙商证券研究所

表 4：当代国外先进商用航空发动机涵道比达到 10~12

制造商	发动机型号	装备飞机	起飞推力 (kN)	涵道比	首装时间 (年)
CFM 国际	CFM-56-7	B737	92~121	5.1~5.5	2008
CFM 国际	Leap-X	A320neo B737Max C919	130~143	9~11	2013
美国普惠	PW1000G	A320neo	62~147	10~12	2016
美国 GE	GE9X	B777X	597	10	2020
美国 GE	GE90-115B	B777	514	8.4	2004
英国罗罗	Trent XWB	A350XWB	330~430	9.6	2013

资料来源：各公司官网、《系列核心机及派生发展的航空发动机发展思路》、《高涵道比涡轮风扇发动机发展综述》等、浙商证券研究所

1.3. 军用航空发动机格局：三代机“五常”标配、四代机中美俄竞技

军用航空发动机最重要的技术指标是推重比，对于大推力航空发动机，按照推重比大小一般可分为四代，第一代推重比在 3-4 之间、第二代 5-6、第三代 7-9、第四代 10-12。当前在役战斗机发动机以第二代、第三代为主，具备三代主流航空发动机研制和生产能力的国家主要是美、俄、英、法、中五大常任理事国，乌克兰接收前苏联军事工业遗产也具备一定的发动机研制生产能力，其航空发动机产品主要用于出口。

根据《World Air Forces 2021》统计数据计算，产自五大常任理事国的军用航空发动机数量占当前世界所有在装军用航发总数的 90%以上。这其中，又尤其以美、俄占比最大，其军用航空发动机产品除满足本国军队装备建设需要外，还随着飞机一起大量出口至其盟友、部分新兴国家等。

表 5：世界现役装备量前十战斗机发动机基本为美俄所造

战斗机型号	现役数量 (架)	单飞机发动机 数目(台)	发动机型号	发动机生产国	发动机制造商
F-16	2267	1	F100-PW F110-GE	美国	普惠、GE
Su-27/30	1057	2	AL-31F	俄罗斯	土星
F-15	956	2	F100-PW	美国	GE
F-18	884	2	YJ101-GE	美国	GE
Mig-29	817	2	RD-33	俄罗斯	克里莫夫
Eurofighter	514	2	EJ-200	英国	罗罗等
Su-25	470	2	R-195	俄罗斯	土星
J-7	418	1	涡喷 13	中国	黎明
F-5	403	2	J85-GE	美国	GE
Su-24	389	2	AL-21F	俄罗斯	土星

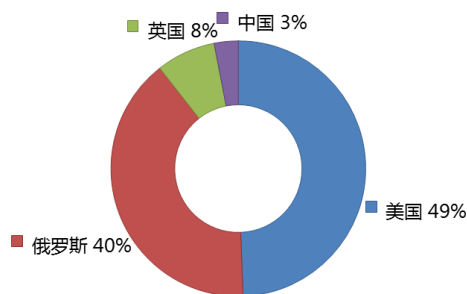
资料来源：《World Air Forces 2021》、《中国全部国产航空发动机的型号及参数》、浙商证券研究所

表 6：世界现役装备量前十运输机发动机：英、美、俄、乌、中上榜

运输机	现役数量 (架)	单飞机发动机 数目(台)	发动机型号	发动机生产国	发动机制造商
C-130/L-100	863	4	AE-2100	英国	罗罗
King Air	279	2	PT6A-60A	美国	普惠
C295/CN235	277	2	PW127G	美国	加普惠
C-17	275	4	F117-PW	美国	普惠
An-24/26	260	2	AI-24A	乌克兰	伊夫琴科
IL-76	203	4	D-30kp2	俄罗斯	彼尔姆
An-30/32	140	2	AI-24T	乌克兰	-
Cessna 208	138	1	PT6A-114	美国	加普惠
Y-8	117	4	涡浆 6	中国	中国航发
C212	89	2	TPE331	美国	霍尼韦尔

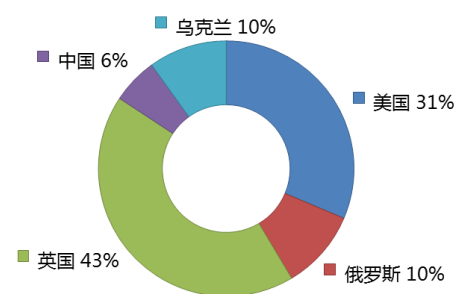
资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

图 9：美俄在世界现役装备量前十战斗机发动机中占比 89%



资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

图 10：美俄英在世界现役装备量前十运输机发动机中占比 84%



资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

第四代军用航空发动机目前的参与者仅美、俄、中三国，进入实际服役状态的型号仅美国的 F119、F135 及俄罗斯的 AL-41F。其中美国的技术和研究进展遥遥领先，其 F119 发动机在 1997 年起即开始装备 F-22 猛禽战斗机，俄罗斯的 AL-41F 发动机约在 2017 年前后首飞，中国的四代发动机还尚未见研制成功。

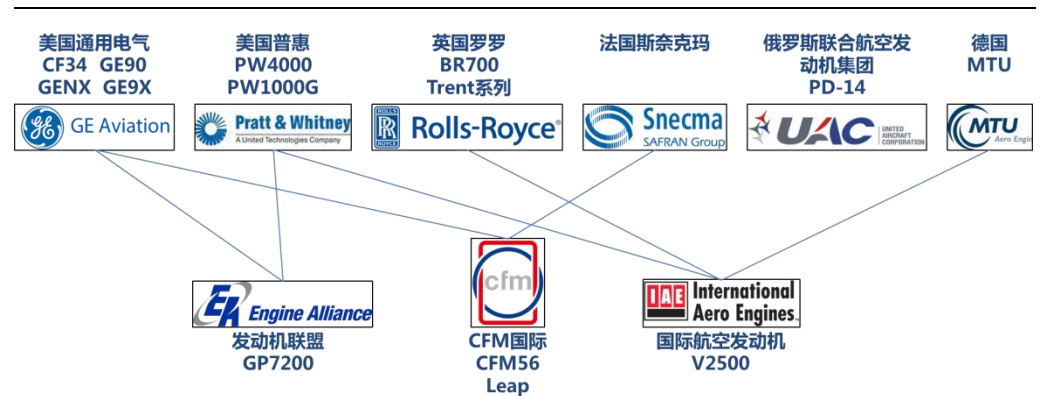
目前，第四代航空发动机装备数量总体还较少，但其作为接下来各大国空军力量进一步提升的必然选择，将随着 F-35、F-22、歼 20、苏-57 等第四代战机的批量列装而逐渐成为未来军用航空发动机市场的重心。

1.4. 商用航空发动机格局：三巨头垄断、中俄谋求入场机会

相较于军用航空发动机，商用航空发动机高经济型、高可靠性的要求使得它的研制技术难度更高。经济性要求航空发动机不断提高其运行效率、降低耗油率，为航空公司带来经济效益。可靠性要求民航客机发动机在各种可能出现的极端工作状态下依然能保证发动机稳定安全运转、避免出现安全事故。此外，商用航空发动机还要能实现技术成功前提下的商业成功

以上因素作用之下，商用航空发动机产业寡头垄断的格局更加明显。目前世界范围内独立掌握商用航空发动机研制核心技术、并有能力实现其产品商业化成功的企业仅美国通用电气（GE）、美国普惠（PW）、英国罗罗（RR）三家公司，世界范围内商用航空发动机市场基本被这三家公司及其与其他公司组建的合资公司所垄断。

图 11：GE、普惠、罗罗及其合资公司组成的世界商用航空发动机垄断网



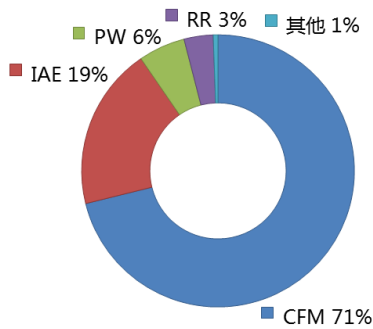
资料来源：浙商证券研究所

表 7：GE、普惠、罗罗及其合资公司占世界现役商用客机发动机的 96%、2017 年交付量的 99%

制造商	2017 年交付		在役总数	
	数目 (台)	占比	数目 (台)	占比
CFM 国际	1,714	58%	22,934	44%
通用电气 (GE)	406	14%	11,718	22%
罗罗 (RR)	390	13%	5,920	11%
国际航空发动机公司 (IAE)	278	9%	6,118	12%
普惠 (PW)	150	5%	3,466	7%
发动机联盟 (EA) 及其他	20	1%	1,951	4%

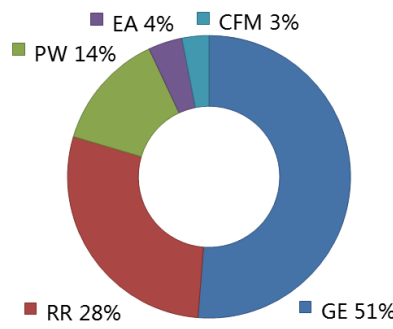
资料来源：《Commercial Engines 2018》、浙商证券研究所

图 12:CFM 发动机占据 71%窄体市场



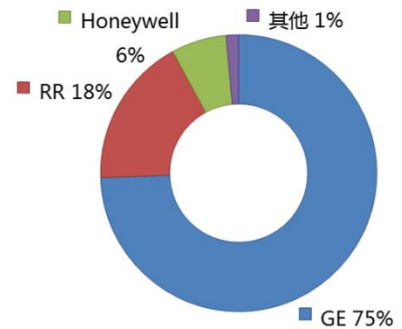
资料来源：《Commercial Engines 2018》、浙商证券研究所

图 13:GE/RR 发动机占据 79%宽体市场



资料来源：《Commercial Engines 2018》、浙商证券研究所

图 14:GE 发动机占据 75%支线市场



资料来源：《Commercial Engines 2018》、浙商证券研究所

俄罗斯历史上曾推出过 D-30、PS-90 等商用航空发动机产品，用于其图-134、图-204 客机，但由于苏联解体、俄罗斯经济发展缓慢等原因，其生产量、使用量均极为有限。近年来，俄罗斯联合航空发动机制造集团下属的彼尔姆航空发动机公司为其国产单通道客机 MC-21 推出了 PD-14 航空发动机，用于其国产宽体客机的 PD-35 发动机也正处在研制当中。PD-14、PD-35 两款发动机寄托着俄罗斯重新打入世界商用航空发动机市场的愿望。

同样谋求进入该市场的中国以其单通道客机发动机长江-1000A、宽体客机发动机长江-2000、支线客机发动机长江-500 成为这个市场一名最新的参与者。

1.5. 中国航空发动机发展史：起步偏晚、道路曲折、先进型号依赖进口

从 1954 年新中国第一台航空发动机试制成功到现在，中国航空发动机产业已经走过了近 70 年的发展道路。其间实现了多个具有重要里程碑意义的“第一次”，也经历了多个型号发动机随飞机一起下马的曲折。总的来讲，发展早期主要采取国外型号测绘仿制的模式，之后在涡喷-13 等部分型号上初步尝试自主改进设计，直到最终在涡喷-14 等型号上实现自主研制。

表 8：中国航空发动机发展史：从涡喷到涡扇、从测绘仿制到自主研制

时间	里程碑事件
1954 年	新中国第一台航空发动机在国营三三一厂试制成功，这台 5 缸、星形、气冷活塞式 M-11 航空发动机结束了中华民族不能独立制造飞机的历史。
1956 年	中国第一款涡轮喷气发动机涡喷-5（仿制苏联 BK-1φ 发动机）通过鉴定投入批产，标志着中国航空发动机工业大踏步式的从活塞式发动机时代进入了喷气式发动机时代，中国也成为当时世界上为数不多的几个可以批量生产航空发动机的国家之一。
1963 年	中国第一款涡轮风扇发动机涡扇-5 项目启动，历经 10 年研制，因所配装飞机轰-5 改计划的取消，涡扇-5 随之于 1973 年停止研制。
1988 年	在米格-21 飞机配套发动机仿制的基础上进行自主改进优化设计，于 1987 年设计定型，标志着我国发动机研制从仿制改型向自行设计制造的重要转变。
2002 年	中国第一台走完自行设计、试制、试验、试飞全过程，具备完全“自主知识产权”的国产涡喷发动机涡喷-14（“昆仑”）走完了研制历程，标志着我国在航空发动机工业领域的一次跨越式发展。
2003 年	在引进的英国罗罗公司斯贝 MK202 发动机基础上全面国产化形成的涡扇-9（“秦岭”）发动机在西安通过技术鉴定，成为我国第一款投入批量生产的涡扇发动机，后装备于歼轰-7（“飞豹”）战斗机。
2005 年	国产第三代大型军用航空涡轮风扇发动机，同时也是中国第一台大推力涡轮风扇发动机的涡扇-10 走完了研制历程并于 2005 年通过了定型审查，为歼-10、歼-11 系列战机等提供国产动力，在中国航空发动机产业的发展历史中意义巨大。

资料来源：国科环宇·中国航空发动机发展史，浙商证券研究所

表 9：中国早期涡扇发动机研制过程中多个型号随飞机下马

型号	研制单位	仿制对象	装机对象	研制结果
涡喷 5	黎明/西航	苏联 BK-1 φ	歼-5、轰-5	批产：装备米格-15 系列、国产歼-5、轰-5 系列战斗机
涡喷 6	黎明/成发	苏制 P д -9 B	歼-6、强-5	批产：装备歼-6 系列、强-5 系列，总产量高达 29316 台
涡喷 7	黎明/黎阳	苏制 R11F-300	歼-7、歼-8	批产：装备早期歼-7、歼-8 系列战机
涡喷 8	西航	苏制 RD-3M	轰-6	批产：装备轰-6
涡喷 11	北航	美制 J69	无侦 5	批产：装备无侦 5 无人机
涡喷 13	黎阳	苏制 R13-300	歼-7、歼-8	批产：装备歼-7 后期型号
涡喷 14 (昆仑)	黎明	(涡喷 13 改)	歼-8III、歼侦-8F	少量批产：装备歼侦-8F 战斗机
涡喷 15	黎明	苏制 R29-300	歼-10	中途下马
涡扇 5	-	(涡喷-6 改)	轰-5 改	随轰-5 改进计划的终止一并下马
涡扇 6	黎明	自研	歼-9	随歼-9 战斗机型号的终止一并下马
涡扇 8	成发/长征	美国 JT3D-7	运-10	随运-10 项目的终止一并下马
涡扇 9 (秦岭)	西航	英国斯贝 MK202	歼轰-7	批产：装备歼轰-7 歼击轰炸机

资料来源：国科环宇-中国航空发动机发展史、《中国全部国产航空发动机的型号及参数》、凤凰网军事频道、新浪军事等、浙商证券研究所

进入 21 世纪初期，空军装备建设提速对航空发动机提出了更高的要求，但由于前期航空发动机产业特别是涡轮风扇发动机发展的相对缓慢，这一时期对新型先进军用航空发动机的需求只能通过进口来满足。如歼 10、歼 11、歼 20 等第三代、第四代战机对大推力小涵道比涡扇发动机的需求；从俄罗斯进口的苏-27、苏-30 侧卫系列战斗机的换发需求；国产轰-6 的后续改型、战略运输机运 20 等对大涵道比涡扇发动机的需求等。

2005 年，国产第一型三代大推力军用涡扇发动机涡扇-10 通过了定型审查，并再随后的使用中不断提高其可靠性和稳定性，直到最终趋于成熟，这一步在中国航空发动机产业的发展历史中意义巨大。

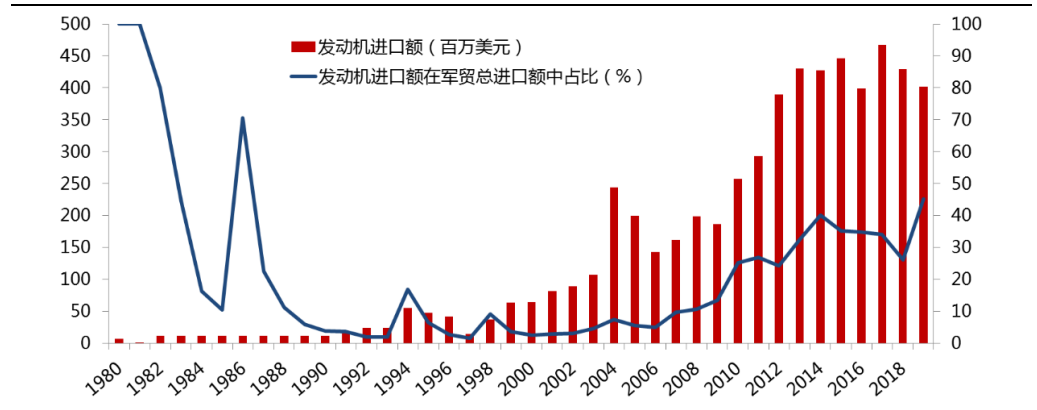
目前涡扇-10 及其改进型号可用于装备歼-10、歼-100、歼-15、歼-16 乃至歼-20 等中国当代主力三、四代战斗机。我国对外军用航空发动机的进口额、依赖度也在 2015-2017 年之间逐步企稳下落。

表 10：中国部分先进战机研制初期依赖进口俄、乌发动机

飞机型号	飞机类型	飞机首飞时间	初期配装发动机型号	发动机产地
歼 10	3.5 代中型歼击机	1998 年	AL-31F	俄罗斯
歼 11	3 代重型歼击机	1998 年	AL-31F	俄罗斯
歼-15	3.5 代舰载重型歼击机	2009 年	AL-31F	俄罗斯
歼 20	4 代隐身重型歼击机	2011 年	AL-31F	俄罗斯
FC-31	4 代隐身中型歼击机	2012 年	RD-93	俄罗斯
运 20	战略运输机	2013 年	D-30kp2	俄罗斯
教 10	高级教练机	2006 年	AI-222K-25F	乌克兰

资料来源：GlobalSecurity、AirforceWorld、浙商证券研究所

图 15：中国军用航空发动机进口额在 2015~2017 年之间企稳回落



资料来源：SIPRI、浙商证券研究所

总结对比中外航空发动机产业发展历程，中国航空发动机产业的发展表现出以下两个特点：

1) 起步晚：中国第一台活塞式发动机落后世界近 50 年，第一台涡轮喷气发动机落后世界约 16 年，第一台涡轮风扇发动机落后世界 4 年（但第一款投入量产的涡轮风扇发动机落后世界 44 年），且早期涡轮喷气和涡轮风扇发动机的研制生产均为国外型号的引进仿制、缺乏自主研发和独立的技术攻关；

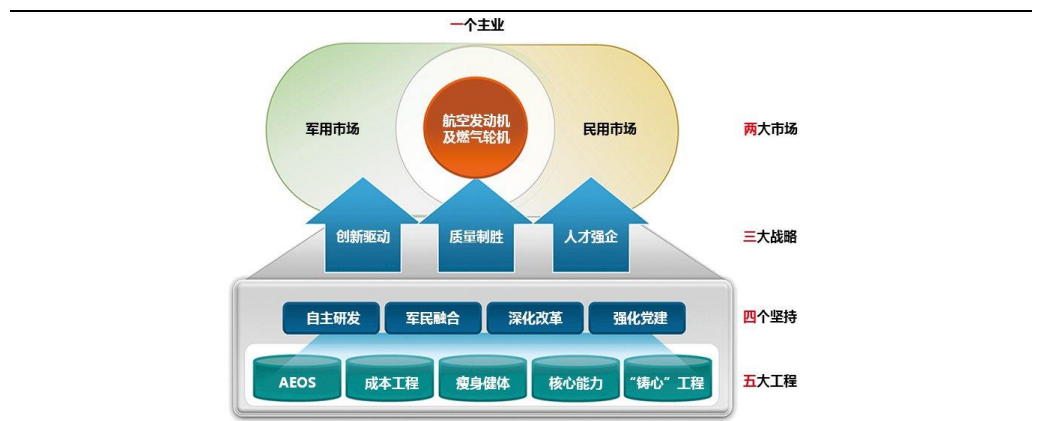
2) 发展历程曲折：中国航空发动机产业发展过程中长期存在（1）依赖于国外型号的引进仿制、（2）发动机型号依附于飞机，多个型号发动机特别是后期主流技术方向的涡轮风扇发动机因飞机下马而终止研制两个问题，导致中国航空发动机产业在较长时间内发展相对缓慢。

1.6. 中国航空发动机现状：奋起直追、方兴未艾、重点型号全面开花

2016 年 8 月，中国航空发动机集团在北京成立。新成立的航空发动机集团由国资委、北京国有资本经营管理中心、中国航空工业集团有限公司、中国商用飞机有限责任公司共同出资组建，整合了我国国防军工领域航空发动机研制生产相关的科研院所、主机厂、配套厂等企事业单位，集团总资产约 1100 亿元。

航发集团的成立有助于改变过去发动机型号依附于飞机型号的格局，赋予发动机研制以更大的自主权和自由度，使得我国航空发动机研制可以更加充分的走出一条从基础研究、到型号预研、再到型号项目工程研制的完全自主正向设计道路。

图 16：中国航空发动机集团坚持自主研发发展战略、深耕军民两个市场



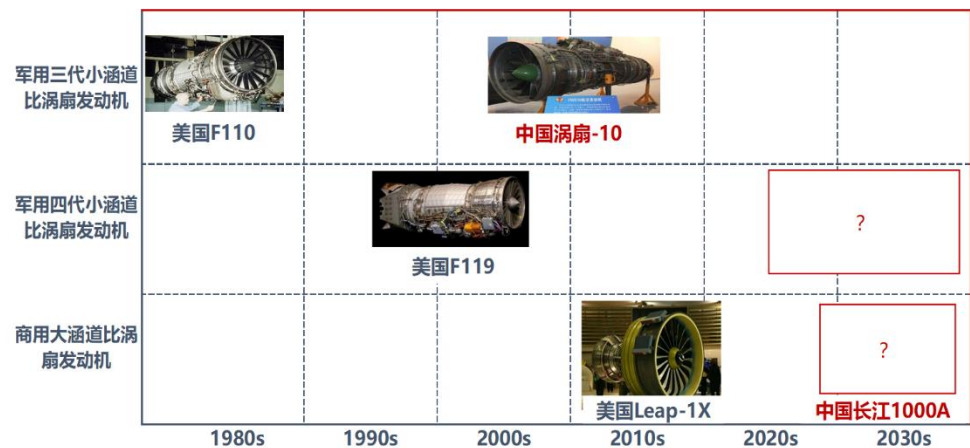
资料来源：中国航发集团官网

以中国航发集团为代表的我国航空发动机产业基本具备了军用大中小型涡喷、涡扇、涡轴等各类型航空发动机的研制生产能力。但与西方先进国家相比尚有一定差距。

军用领域，国产三代涡扇-10太行发动机晚于美国 F110 约 30 年，用于四代战机的美国 F-119 发动机首装于 1997 年，我国相对应的发动机截至目前尚未研制成功，落后至少 20 年以上。

民用领域，我国尚无用于商业航线的大涵道比涡轮风扇发动机成熟型号，若假设中国航发商发正在研制的长江-1000A 发动机于 2025 年~2030 年之间研制成功，则至少落后于国际先进水平 CFM 国际公司的 Leap 发动机约 15~20 年。

图 17：中美军用发动机代差 20~30 年、商用发动机代差 15~20 年



资料来源：《高涵道比涡轮风扇发动机发展综述》、浙商证券研究所

面对差距，中国航发集团秉承“动力强军、科技报国”的使命，在保障现有武器装备保障供应的同时，进行了多个先进型号的攻关研制。覆盖了用于战斗机、教练机、运输机、轰炸机等各类型军用飞机、及用于 C919 和 CRJ929 大型客机的各类型军民用发动机。

在两机专项国家充足资源的保障下，我国航空发动机产业新型号的研发呈现出了多点开花的局面，基本形成“军民并举、完整覆盖”的态势。未来的 5~10 年内，随着军、民用重点型号研制攻关的相继完成转入量产，将可以满足届时我国军、民用领域几乎各类型航空发动机的需要，我国航空发动机整个产业也将迎来一个高速增长黄金时期。

表 11：中国当前重点（在研）商用航空发动机型号完整覆盖窄体、宽体、支线客机市场

制造商	型号	可装备飞机	推力 (kN)	替代型号	目前进展
航发商发	长江-1000A	C919	133	Leap-1C	2020 年进入地面台架测试阶段
航发商发	长江-2000	CRJ929	347	-	2020 年达到了稳定转速 1.0
航发商发	长江-500	ARJ-21	-	CF34	2018 年完成概念方案设计

资料来源：《“长江”系列发动机取得阶段性进展》、搜狐新闻等、浙商证券研究所

1.7. 航空发动机产业特点

1.7.1. 高技术、高投入下的高行业壁垒

航空发动机的运行特点可以概括为“三高一长”，即高压、高转速、高温、长期循环往复工作。严苛的工作条件和高可靠性要求决定了航空发动机的研制需要综合工程热力学、气体动力学、燃烧学、传热学、固体力学、强度振动、现代控制理论、材料学、冶金、加工制造、试验测试等几乎所有现代技术门类来实现，是一个十足的高技术行业。

表 12：航空发动机运行特点的“三高一长”是其高技术属性的集中体现

运行特点	释义
高压	大涵道比涡扇发动机气体流动通道内的压力最高可达 50 个大气压
高温	大涵道比涡扇发动机流道内最高温度（涡轮前温）可达到接近 2000K
高转速	在高压、高温的极端工作条件下发动机转子以 每分钟 15000 转（每秒 250 转） 以上的速度旋转
长期循环往复工作	商用大涵道比涡扇发动机的使用寿命平均达 2 万小时以上 ，相当于每天飞行 6 小时、连续使用 9 年

资料来源：《振兴航空动力 实现民族梦想——航空发动机发展之我见》、浙商证券研究所

高技术决定了航空发动机研制的高投入。航空发动机的研制主要分为**基础研究**（含基础研究、应用研究）、**型号预研**（先期技术开发、先期部件开发等）和**型号工程研制**（含系统研制和验证、作战或推进系统开发等）不同阶段。

美国长期以来非常重视基础研究和型号预研，在其上所投入的经费占航空发动机研发总计费的约 1/3，基础预研总经费中政府投入又占据了 2/3 以上。从 20 世纪 80 年代末期以来先后实施了 IHPTET、VAATE、ATTAM 等多个预研项目，其中 IHPTET 计划投入最大、持续时间最长，获取的成果在后续 GE90、CFM56-7、F110、F119、F135 等许多军民机型号的研发上得到了应用。IHPTET 计划的开展在一定程度上奠定了今天美国在航空发动机技术上的领先地位。

到型号工程研制阶段，一台典型的航空发动机研制经费约 10~30 亿美元，F-135 发动机的研制经费更是达到了令人咂舌的 50 亿美元。

表 13：美国典型航空发动机预研项目前后接力、投入巨大

预研计划名称	计划目标	时期	研制经费（亿美元）
高性能涡轮发动机综合技术（IHPTET）	到 2005 年，使美国航空涡轮发动机的推重比提高一倍，耗油率下降 30%~40%，成本降低 35%，载机在马赫数大于 3 的飞行速度下具有持续飞行能力。	1988~2005	53.79
通用经济可承受先进涡轮发动机（VAATE）	研制一台通用核心机，再从该核心机研制出更高性能、更高耐久性和更低费用的民用和军用发动机，从而达到从 2000 年到 2015 年使经济可承受性降低到原来的 1/10	2006~2023	9.05(目前已有合同)
支持经济可承受任务的先进涡轮发动机技术（ATTAM）	寻求用于下一代涡轴和战斗机发动机的先进基础技术和先进部件，并通过部件、核心机及验证机试验来评估和确认这些技术是否达到技术成熟度（TRL）6 级或制造成熟度（MRL）6 级	2018~2026	7.00(计划投入)

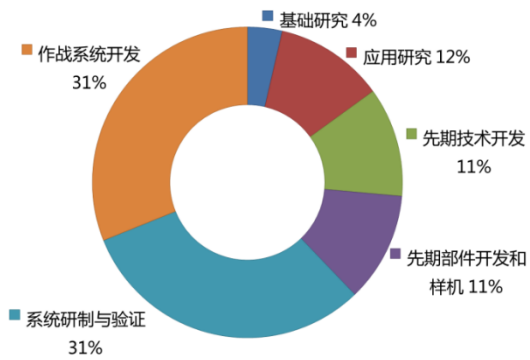
资料来源：《航空发动机的研究和发展投资规律探讨》、浙商证券研究所

表 14：美国部分典型航空发动机工程研制耗时长、投入大

型号	制造商	装备飞机	研制周期（月）	研制经费（亿美元）	试验时间（小时）	发动机寿命（小时）
F-100	美国普惠	F-15/F-16	54	14.1	9828	150
F-404	美国 GE	F-18 等	98	10.5	15000	4000
F-414	美国 GE	F-18 等	72	9.41	10000	8000
F-119（计划）	美国普惠	F-22	108	14.7	9683	10000
F-119（实际）	美国普惠	F-22	156	24.65	8677	10000
F-135	美国普惠	F-35	180	50	> 13000	11000

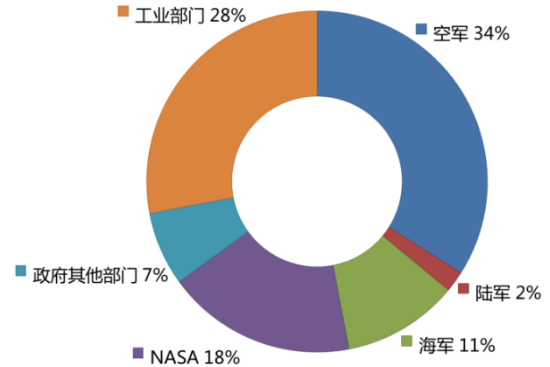
资料来源：《航空发动机研制降低费用、缩短周期技术综述》、浙商证券研究所

图 18：美国航空发动机研发经费中基础预研占比 1/3



资料来源：《航空发动机的研究和发展投资规律探讨》、浙商证券研究所

图 19：美国航空发动机基础预研总经费中政府投入占 2/3 以上



资料来源：《航空发动机的研究和发展投资规律探讨》、浙商证券研究所

高技术、高投入的特点决定了航空发动机产业的参与者只能是那些经济发达、资金实力雄厚、科技水平和工业门类完备的现代化国家。从 0 到 1 这一步的跨越，所需的基础研究、工程技术积累及资金投入，对于一个完全的行业新参与者来说很难实现。这为行业已有的参与者、特别是在技术产业上具备领先地位的国家、寡头企业建立了深深的护城河。

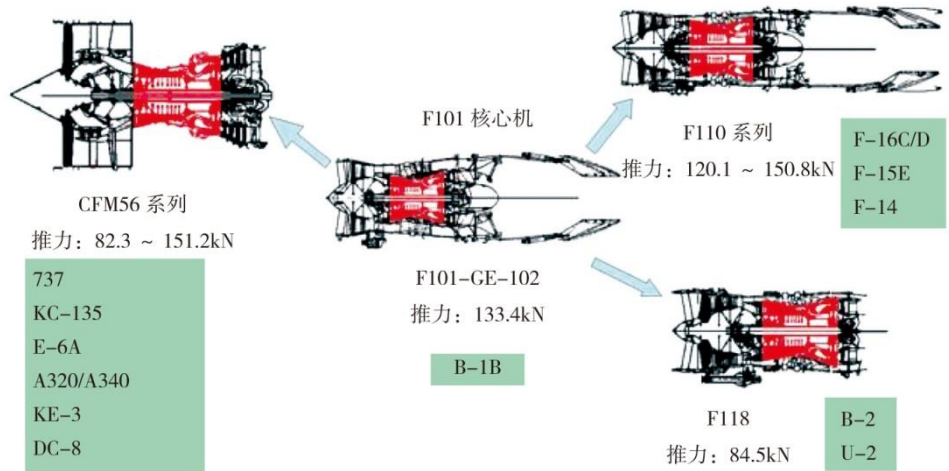
1.7.2. 衍生化发展模式下的长回报周期

高技术、高投入的特点也决定了航空发动机研制的高风险。罗罗在进行其第一款三转子发动机 RB211 的研制时，因技术的复杂性，项目花费达原有计划 2 倍研制结果却不尽如人意。严重超支导致资金链断裂、罗罗也到了破产的境地。英国政府为保护本土航空发动机工业，将罗罗收归国有。此后又经过多年政府支持下的发展，三转子发动机才最终研制成功、并继而助力罗罗成为当代大型航空发动机产业中的寡头之一。

基于高风险的特点，各航空发动机巨头纷纷倾向于基于自身技术特点走出一条航空发动机产品的系列化、衍生化发展道路。采用衍生化的发展路线，一是可以继承原始机型的优点；二是降低新技术台阶的跨度，从而节省经费、缩短周期、降低风险。美国 GE 基于 F101 核心机衍生发展出一系列、满足不同场景使用要求的发动机产品。其中的 CFM56 更是成为了民用航空发动机界的传奇，迄今为止持续运营近 40 年，助力 CFM 国际公司成为了国际窄体客机发动机市场的绝对老大。

航空发动机高技术、寡头垄断下的衍生化发展模式，确保了一旦以一款成熟的系列产品进入市场，接下来就有望享受 30-50 年的持续稳定盈利，其间面临的竞争威胁小，制造商可以安心收获技术和产业带来的收益。

图 20：美国 GE 基于 F101 核心机衍生发展出一系列、满足不同场景使用要求的发动机产品

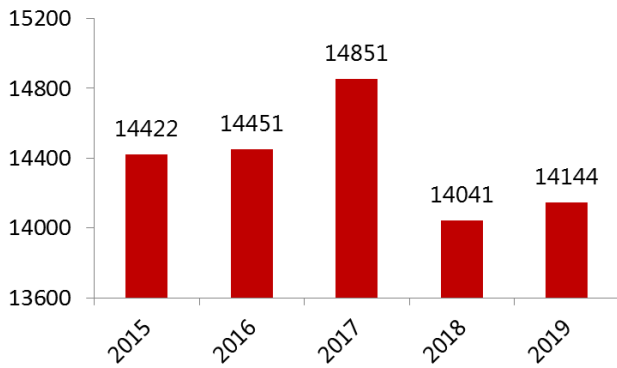


资料来源：《核心机技术发展研究》、浙商证券研究所

1.7.3. 大分工、大合作下的广阔经济效益

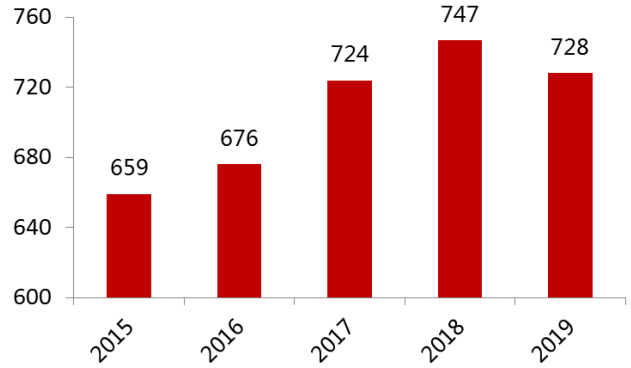
航空发动机本身具备高科技、高附加值的属性，可以为社会发展带来巨大的经济效益。据统计，按照产品单位重量创造的价值计算，航空发动机是船舶的 1400 倍、是汽车的 150 倍。近年来，全球航空发动机产业的年产量基本稳定在 14000 台以上、年产值约为 700 亿美元附近，其中 2019 年因波音 737Max 停飞事件影响而略有下降。预估未来十五年航空发动机全球总产值约为 1.3 万亿美元、年均约 866 亿美元，市场空间广阔。

图 21：近年来全球航空涡轮发动机年产量稳定在 14000 台以上



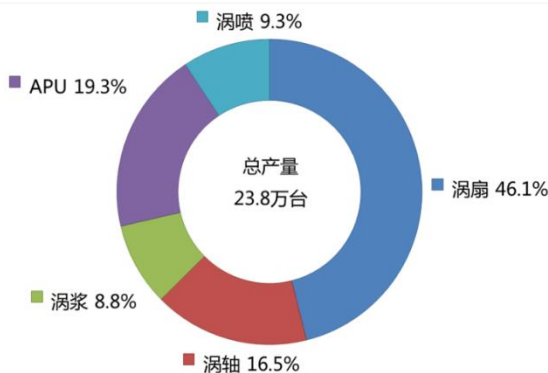
资料来源：《航空发动机产业现状与趋势》、浙商证券研究所

图 22：近年来全球航空涡轮发动机年产值约在 700 亿美元附近



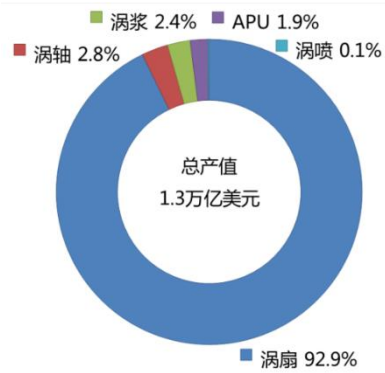
资料来源：《航空发动机产业现状与趋势》、浙商证券研究所

图 23：全球涡轮发动机 2020~2034 总产量预测为 23.8 万台



资料来源：《航空发动机产业现状与趋势》、浙商证券研究所

图 24：全球涡轮发动机 2020~2034 总产值预测为 1.3 万亿美元



资料来源：《航空发动机产业现状与趋势》、浙商证券研究所

航空发动机产业链长、覆盖面广，可以带动和辐射上游机械加工、材料制备、电子元器件等一大批行业。现如今，世界航空发动机产业链已经形成了典型的四级结构形式：

第一层级即 GE、普惠、罗罗等整机制造商，负责整机研制及总装交付；

第二层包括德国 MTU、意大利 AVIO 等，主要负责子系统、大部件/单元体的制造，第二层级的企业中很多与第一层的整机制造商建立合资公司从而形成了更为密切的风险利益共担关系。

第三层和第四层分别是零组件、和原材料的供应商。中国的航发动力、航亚科技等公司也以外贸转包的形式参与到了全球航空发动机产业链中去。在这样的体系框架下，航空发动机的广阔市场空间将层层向上传递，从而拉动原材料、加工制造等一大批产业的发展。

图 25：航空发动机市场拉动四级结构式产业链的发展



资料来源：《航空发动机产业现状与趋势》空天界、浙商证券研究所

1.8. 航空发动机产业定位：富国强军、国家意志

美英法等西方航空强国始终坚持将航空发动机列为国家战略性产业，其航空发动机的发展无不体现出国家意志。美国《2020 联合设想》报告提出的构成美国未来战略基础的九大优势技术中，航空发动机位列第二，排在雷达技术之后、核技术之前。航空喷气式发动机鼻祖的英国，在罗罗公司濒临破产的关键时刻伸出援手，并保留一英镑的“黄金股”，防止股权落入外国投资者手中。

此前长期以来，中国没有给与航空发动机产业足够的重视。这一局面已经随着中国航空发动机集团的成立、两机专项的正式实施得到了根本性的改变。2016 年 8 月，航发集团在京成立，在 49 家副部级央企中排名第 9，习近平对航发集团成立作重要指示、李克强作出批示。

图 26：习近平对中国航空发动机集团公司成立作出重要指示

党中央作出组建中国航空发动机集团公司的决策，是从富国强军战略高度出发，对深化国有企业改革、推进航空工业体制改革采取的重大举措。希望你们牢记使命、牢记责任，坚持国家利益至上，坚持军民深度融合发展，坚持实施创新驱动战略，大胆创新，锐意改革，脚踏实地，勇攀高峰，加快实现航空发动机及燃气轮机自主研发和制造生产，为把我国建设成为航空强国而不懈奋斗。

——习近平对中国航空发动机集团公司成立作出重要指示

资料来源：新华网、浙商证券研究所

随后启动的航空发动机和燃气轮机国家科技重大专项直接投入在 1000 亿元量级，加上带动的地方、企业和社会其他投入，预估总金额将不少于 3000 亿元。将有效解决长期以来我国航空发动机产业投入不足的问题。

在近期发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中，又着重对航空发动机和燃气轮机予以了单独列示，并明确提出“推进民用大涵道比涡扇发动机 CJ1000 产品研制，突破宽体客机发动机关键技术，实现先进民用涡轴发动机产业化”。我们预估，航空发动机产业在十四五期间将持续受到国家、中央层面上的高度重视，相关型号研究和产业化进展都将大大提速、体现国家意志！

表 15：对航空发动机产业的重视支持在国家级政策中连年出现、不断加码

发布部门	时间	政策法规	相关内容
科技部	2008 年	《大型飞机国家科技重大专项》	以国产大型飞机的系统集成、动力系统和试验系统的设计、开发和制造为重点，突破核心关键技术，为研制大型客机做好技术储备。
国务院	2015 年 5 月	《中国制造 2025》	组织实施大型飞机、航空发动机及燃气轮机、民用航天、智能绿色列车、节能与新能源汽车、海洋工程装备及高技术船舶、智能电网成套装备、高档数控机床、核电装备、高端诊疗设备等一批创新和产业化专项、重大工程。
十二届全国人大	2016 年 3 月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	突破航空发动机和燃气轮机核心技术，加快大型飞机研制，推进干支线飞机、直升机、通用飞机和无人机产业化。（十三五大工程之首）
科技部	2017 年 3 月	《航空发动机和燃气轮机国家科技重大专项》	全面启动实施航空发动机和燃气轮机重大专项，突破“两机”关键技术，推动大型客机发动机、先进直升机发动机、重型燃气轮机等产品研制，初步建立航空发动机和燃气轮机自主创新的基础研究、技术与产品研发和产业体系。
国务院	2018 年 3 月	《2018 年国务院政府工作报告》	加快制造强国建设。推动集成电路、第五代移动通信、飞机发动机、新能源汽车、新材料等产业发展，实施重大短板装备专项工程，推进智能制造，发展工业互联网平台，创建“中国制造 2025”示范区。
十三届全国人大	2021 年 3 月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	加快先进航空发动机关键材料等技术研发验证，推进民用大涵道比涡扇发动机 CJ1000 产品研制，突破宽体客机发动机关键

发布部门	时间	政策法规	相关内容
		《“十四五”民用航空装备制造业发展规划》	技术，实现先进民用涡轴发动机产业化。

资料来源：各政府部门网站

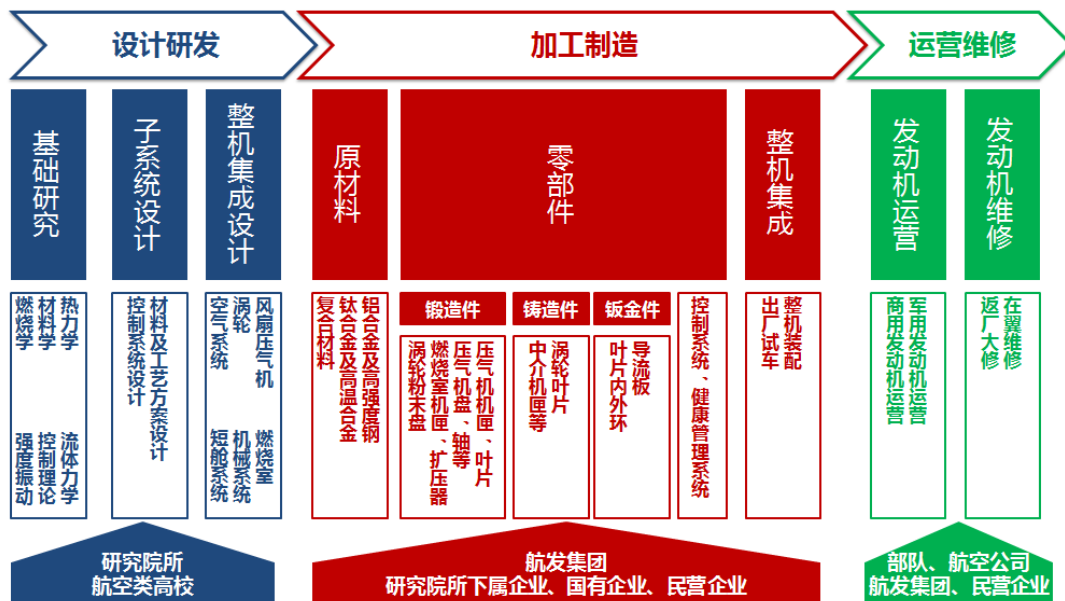
2. 中国航空发动机产业链：军民融合、功能完备

2.1. 产业链全景：从设计研发到维修保障

经过近几十年的发展，中国国防军工行业已经形成了一条军民融合、功能完备的航空发动机产业链。产业链主要环节包括：设计研发、加工制造（原材料）、加工制造（零组件）、整机集成交付、运营维修等。

设计研发环节主要由相关研究院所及高校组成。加工制造（原材料）环节传统上以钢铁金属材料类企业、研究院所为主，近年来部分民营企业也有参与。加工制造（零组件）环节传统上以航发集团系统内单位为主，但近些年来系统外企业参与这一配套环节的积极性高涨，现如今各类型企业众多。整机集成交付环节基本由航发集团垄断。运行维修分军用民用，军用主要由航发集团、军队相关单位提供维修保障；民用主要由各大航司及其与航发 OEM 等组建的合资公司提供维修保障。

图 27：航空发动机产业链由设计研发、加工制造、运营维修三大环节构成



资料来源：浙商证券研究所

表 16：设计研发环节主要由相关研究院所及高校组成，无上市公司

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
设计研发	整机设计	中国航发沈阳发动机研究所	大型涡喷、涡扇航空发动机	
		中国航发四川燃气涡轮研究院	航空发动机预先研究、型号研制和大型试验研究基地	
		中国航发湖南动力机械研究所	中小型航空发动机及直升机传动系统	
		中国航发商用航空发动机有限责任公司	民用大涵道比涡轮风扇发动机	
	子系统设计	中国航发贵阳发动机设计研究所	中小推力军用涡喷涡扇发动机	
		中国航发北京航空材料研究院	金属/非金属材料、材料制备与工艺、材料性能检测/表征及评价	
		中国科学院金属研究所	金属材料、复合材料等	
		西北有色金属研究院	钛及钛合金	
		上海航空测控技术研究所	发动机状态监控与故障诊断技术	

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司	
基础研究及关键技术研究		中国航发控制系统研究所	航空发动机控制系统及电子控制器/控制软件、军民两用柔性联轴		
		中国航空发动机研究院	航空发动机发展战略与规划研究、基础与应用技术研究		
		西北工业大学			
		北京航空航天大学			
		南京航空航天大学			
		上海交通大学	基础研究、关键技术研究		
		哈尔滨工业大学			
		中国科学院工程热物理研究所			
		清华大学			

资料来源：Wind，浙商证券研究所收集整理

表 17：整机集成交付环节由航发集团垄断

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
整机集成交付	整机集成	中国航发西安航空发动机有限公司	关键零部件加工制造、整机装配集成、试验测试	
		中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	关键零部件加工制造、整机装配集成、试验测试	航发动力 600893.SH
		中国航发贵州黎阳航空动力有限公司	关键零部件加工制造、中小推力航空发动机研发生产修理	
		中国航发南方工业有限公司	中小航空发动机研制生产	
		中国航发成都发动机有限公司	关键零部件加工制造、整机装配集成、试验测试	航发科技 600391.SH
		中国航发商用航空发动机有限责任公司	民用大涵道比涡轮风扇发动机	
		中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	轻型航空动力及衍生品	
中国航发南京轻型航空动力有限公司	涡轮轴发动机整机产品			

资料来源：Wind，浙商证券研究所收集整理

表 18：加工制造（零组件）环节传统上以航发集团系统内单位为主，近年来系统外企业参与热情高涨

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
加工制造（零部件及子系统）	叶片轮盘	中航重机股份有限公司	高端宇航锻造件毛坯	中航重机 600765.SH
		西安安泰叶片技术有限公司	压气机叶片、增压级叶片	航发动力 600893.SH
		原中航精密铸造科技有限公司(已注销、并入航发动力旗下各主机厂)	精铸叶片	航发动力 600893.SH
		无锡航亚科技股份有限公司	压气机叶片、整体叶盘、盘环件、机匣、整流器等	航亚科技 688510.SH
		西安三角防务股份有限公司	发动机盘、特种合金锻件、模锻件	三角防务 300775.SZ
		山东南山铝业股份有限公司	盘、轴等高温合金、钛合金锻件	南山铝业 600219.SH
		安徽应流机电股份有限公司	高温合金叶片、钛铝叶片、单晶叶片、高温合金母合金	应流股份 603308.SH
		万泽实业股份有限公司	精铸叶片、粉末盘、高温合金母合金及合金粉末	万泽股份 000534.SZ
		成都航宇超合金技术有限公司	单晶涡轮叶片	炼石航空 000697.SZ
		无锡市润和机械有限公司	压气机叶片	
		成都航润叶片制造有限责任公司	压气机叶片	
		西安三航动力科技有限公司	高温合金、钛合金等难加工材料叶轮叶片、压气机叶片	
		德阳钰鑫机械制造有限公司	叶片、盘、机匣、外部结构件	
		中国航发北京航空材料研究院	铸造铝、钛、高温合金及铸件	

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
机匣等其他结构件		江苏永瀚特种合金技术有限公司	单晶高温合金涡轮叶片及热端部件	
		贵州大东机械股份有限公司	压气机、涡轮叶片	
		贵州安吉航空精密铸造有限责任公司	钛、铝、高温合金精密铸件	
		无锡透平叶片有限公司	风扇叶片、导向叶片、压气机叶片、涡轮叶片	
		西安西艾航空发动机部件有限责任公司	燃烧室组件及相关零部件	航发动力 600893.SH
		中国航发航空科技股份有限公司	航空发动机及燃气轮机零部件、航空航天轴承	航发科技 600391.SH
		四川安德科技有限公司	发动机机匣、反推装置等零组件	华伍股份 300095.SZ
		四川明日宇航工业有限责任公司	航空发动机和燃气轮机结构件	新研股份 300159.SZ
		贵州航宇科技发展股份有限公司	发动机机匣等环形锻件	
		北京安达泰克科技有限公司	金属蜂窝、蜂窝封严、金属降噪声衬等	
控制系统		哈尔滨广瀚动力技术发展有限公司	传动系统	
		中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	齿轮传动系统、机匣、镁铝合金铸件	
		中国航发动力控制股份有限公司	发动机控制系统及衍生产品	航发控制 000738.SZ
		西安晨曦航空科技股份有限公司	发动机数字控制系统、发动机喷嘴等	晨曦航空 300581.SZ
		四川海特高新技术股份有限公司	航空发动机电子控制器	海特高新 002023.SZ
		广州航新航空科技股份有限公司	发动机健康监测系统、健康管理系统	航新科技 300424.SZ
		陕西航空电气有限责任公司	点火系统	中航机电 002013.SZ
		北京力威尔航空精密机械有限公司	民用航空发动机摇臂组件、发动机管接头等零组件	
		北京力威尔航空精密机械有限公司	民用航空发动机摇臂组件、发动机管接头等零组件	

资料来源：Wind，浙商证券研究所收集整理

表 19：加工制造（原材料）环节以钢铁类企业、材料类研究院所及其下属企业等为主，近年来民企也有参与

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
加工制造（原材料）	钢、钛合金及高温合金	北京钢研高纳科技股份有限公司	高温合金材料、铝（镁、钛）轻质合金、高均质超纯净合金	钢研高纳 300034.SZ
		抚顺特殊钢股份有限公司	高温合金	ST 抚钢 600399.SH
		西部金属材料股份有限公司	钛及钛合金金属纤维及制品	西部材料 002149.SZ
		宝鸡钛业股份有限公司	钛及钛合金	宝钛股份 600456.SH
		江苏图南合金股份有限公司	高温合金、精密合金、特种不锈钢、高电阻电热合金等	图南股份 300855.SZ
		西部超导材料科技股份有限公司	高端钛合金、高性能高温合金	西部超导 688122.SH
		沈阳中科三耐新材料股份有限公司	高温合金母合金、航空航天用特种精密铸件	中科三耐 430513.OC
		宝钢特钢有限公司	耐蚀合金、钛及钛合金、高温合金、精密合金、特种不锈钢、特种结构钢等	
		江苏隆达超合金股份有限公司	铜镍合金、耐蚀镍基合金、高温合金材料	
		攀钢集团江油长城特殊钢有限公司	不锈钢、高温合金、耐蚀合金、精密合金等	
复合材料		中航复合材料有限责任公司	高性能复合材料、树脂基复合材料、金属基及陶瓷基（含 C/C）复合材料	中航高科 600862.SH
		湖北菲利华石英玻璃股份有限公司	石英纤维编织产品、复合材料	菲利华

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
		司		300395.SZ
		威海光威复合材料股份有限公司	碳纤维, 碳纤维复合材料, 碳纤维加工, 碳纤维制品	光威复材 300699.SZ
		楚江科技新材料股份有限公司	碳纤维复合材料等	楚江新材 002171.SZ
		福建火炬电子科技股份有限公司	特种陶瓷、陶瓷基复合材料	火炬电子 603678.SH
		南京玻璃纤维研究设计院有限公司	树脂、碳纤维、复合材料预制体	中材科技 002080.SZ
		中简科技股份有限公司	碳纤维、碳纤维织物	中简科技 300777.SZ
		苏州赛菲集团有限公司	连续碳化硅纤维及其编织制品、陶瓷微纳米粉及纳米陶瓷金属精密构件	
		西安鑫垚陶瓷复合材料有限公司	CMC-SiC 材料	
		航天长征睿特科技有限公司	金属、非金属、复合材料等新材料	

资料来源: Wind, 浙商证券研究所收集整理

表 20: 维修服务军用由航发集团、军队相关单位提供; 民用由各大航司及其与航发 OEM 等组建的合资公司提供

环节	分类	企业/单位名称	航发相关主要业务或产品	上市公司
运营	运营	解放军	军用飞机发动机	
		航空公司	民航客机发动机	
军用发动机维修	军用发动机维修	中国航发贵州航空发动机维修有限公司	涡喷发动机修理	
		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 600893.SH
		中国航发吉林航空发动机维修有限责任公司	发动机维修、备件制造	
		中国人民解放军第 5701 厂等发动机维修厂	军用航发维修	
运营维修	商用发动机维修	广州航新航空科技股份有限公司	发动机维修	航新科技 300424.SZ
		四川海特高新技术股份有限公司	涡桨、涡轴类中小型航空发动机大修	海特高新 002023.SZ
		四川国际航空发动机维修有限公司	CFM 系列、Leap 系列发动机维修	
		珠海保税区摩天宇航空发动机维修有限公司	CFM 系列、V2500 发动机维修	
		上海普惠飞机发动机维修有限公司	CFM 系列发动机维修	
		厦门新科宇航科技有限公司	CFM56 系列发动机维修、飞机维修改装	
		北京飞机维修工程有限公司	PW4000、RB211、V2500 等发动机维修	
		厦门太古发动机服务有限公司	GE90 发动机维修	
		中国南方航空股份有限公司沈阳维修基地	航空器维修 (仅限机体、部件、动力装置、特种作业)	

资料来源: Wind, 浙商证券研究所收集整理

2.2. 设计研发: 集中大批研究院所等优质资源

航空发动机设计研发这一环节中集中了大量优质资源。可分为基础研究及关键技术研究、子系统研发、整机集成设计等几大类。

基础研究及关键技术研究目前主要由相关高校航空航天专业、中科院相关院所承担。子系统研发主要包括材料工艺方案 and 控制系统两大类, 分布在航发集团、航空工业集团、中科院系统以及一些地方政府下属的科研机构中。整机集成设计的几大主机所则均为航发集团所属。

图 28：航发集团下属研究院所覆盖航空发动机设计各主要领域



资料来源：Wind，航发集团招聘信息等、浙商证券研究所收集整理

2.3. 原材料：镍、钛、钢、铝四足鼎立，复合材料大势所趋

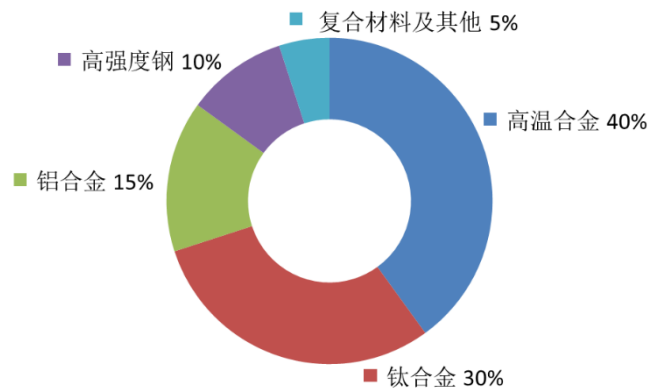
早期的航空发动机采用铝合金、镁合金、高强度钢和不锈钢等制造，后期为减轻发动机重量、提高耐温性能、提高发动机效率和推重比，而逐步引入了钛合金、高温合金以及复合材料。当前，航空发动机中传统铝合金和高强度钢、钛合金、镍基高温合金四足鼎立，复合材料则凭借其优良的综合性能成为未来航空发动机性能进一步提升的不二选择。

表 21：航空发动机所使用的主要材料为铝合金、高强度钢、高温合金、复合材料

材料类型	材料特点	使用部位
铝合金	比模量与比强度高、耐腐蚀性能好、加工性能好、成本低廉，不耐高温	发动机舱、风扇机匣、承载壁板
高强度钢	具有很高的抗拉强度和足够的韧性，有良好的焊接性和成形性，重量大	发动机轴、机匣、喷管、轴承和传动系统
钛合金	密度较低，强度高，抗腐蚀性好，可以在 350~450℃ 以下长期使用	风扇增压级及压气机叶片、盘
高温合金	能在 600℃ 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”	压气机后面级叶片、燃烧室、涡轮叶片、涡轮盘、机匣、环件、加力燃烧室和尾喷口等
复合材料及其他	运用先进的材料制备技术将不同性质的材料组分优化组合而成的新材料，可以根据不同的使用场景研制不同成分的复合材料以满足发动机不同部位的需求	风扇叶片、机匣、燃烧室、涡轮叶片

资料来源：《航空发动机用材料的现状》、《一代新材料 一代新型发动机 航空发动机的发展趋势及其对材料的需求》、《复合材料在航空发动机上的应用》、浙商证券研究所

图 29：高温合金、钛合金是目前航空发动机中应用占比最大的两种材料



资料来源：前瞻产业研究院、浙商证券研究所

2.3.1. “太空金属”钛合金：宝钛股份收入最高、西部超导毛利高于行业平均

钛合金指用钛与其他金属制成的合金金属，以其轻质、高强度、抗腐蚀性能好的优势，特别适合应用于航空航天领域，因而被称为“太空金属”。航空用钛合金属于钛工业链条中的高端产品，在航空发动机冷端部件中得到大量使用。

我国钛合金产业集中度高、陕西省钛材生产领跑全国，主要上市企业有**宝钛股份**、**西部超导**、**西部材料**。其中西部超导钛合金产品应用市场集中，主要为航空航天等军工产业，销售毛利率较高。

表 22：主要钛合金上市公司 2020 年相关业务情况：宝钛股份收入最高、西部超导毛利高于行业平均

上市公司	钛合金在主营业务占比	主要钛合金产品	钛合金产品主要市场	钛合金产量 (吨)	钛合金销售收入 (亿人民币)	钛合金产品毛利率
宝钛股份	85.59%	钛及钛合金板、带、箔、管、棒、线、锻件、铸件等加工材	航空航天、船舶、石油化工、冶金等	18,794	37.1	25.90%
西部超导	88.63%	高端钛合金棒材、丝材及锻坯等	航空航天、船舶	4,877	17.8	43.03%
西部材料	66.94%	钛及钛合金铸锭，板坯，锻件，热轧中厚板，冷轧薄板，带材，管材	航空航天、船舶、兵器、能源化工、冶金、医疗、体育、建筑	5,299	13.6	21.54%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所

2.3.2. “先进航空发动机的基石”高温合金：钢研高纳产量最高、业务集中度最高

高温合金是指以铁、镍、钴为基，能在 600℃以上的高温及一定应力作用下长期工作的一类金属材料，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，按照制造过程的不同可以分为变形高温合金、铸造高温合金和新型高温合金。

国内从事高温合金生产的单位分为三类，一类是特钢企业，如**抚顺特钢**、**宝钢特钢**等；另一类是研究院所，如中国航发航空材料研究院、中科院沈阳金属研究所，钢铁研究总院系统的下属企业**钢研高纳**等，第三类是民营企业如**图南股份**、**江苏隆达**等。

表 23：高温合金的三种主要类别在航空发动机上均有所使用

分类	细分	特点	使用温度范围	在航空发动机上主要使用部位
变形高温合金	-	良好的力学性能、较高的抗氧化、抗腐蚀性	600-1000℃	高压压气机后面级叶片、盘、机匣、燃烧室扩压器、机匣等
铸造高温合金	等轴晶高温合金	一定的强度和塑性，抗热腐蚀性	1000℃	涡轮叶片、导向叶片
	定向凝固柱晶高温合金	高综合性能和抗氧化、抗热腐蚀性	1000-1100℃	涡轮叶片、导向叶片
	单晶高温合金	高综合性能和抗氧化、抗热腐蚀性	1200℃	涡轮叶片、导向叶片
	粉末高温合金	相对较高的屈服强度和疲劳性能	1100℃	涡轮盘
新型高温合金	弥散强化高温合金 (ODS)	优良的高温蠕变性能、高温抗氧化性能、抗碳、硫腐蚀性	1200℃	燃烧室内衬
	金属间化合物高温合金	近期研究开发的一类有重要应用前景的、轻比重高温材料	-	-

资料来源：《航空发动机高温材料的研究现状及展望》、浙商证券研究所

表 24：主要高温合金上市公司 2020 年相关业务情况：钢研高纳产量最高、业务集中度最高

上市公司	高温合金在主营业务占比	主要高温合金产品	高温合金产品主要市场	高温合金产量 (吨)	高温合金销售收入 (亿人民币)	高温合金产品毛利率
钢研高纳	99.06%	铸造高温合金、变形高温合金、新型高温合金	航空航天、石油化工、电力、石化、冶金	10114	14.3	30.44%
ST 抚钢	18.50%	变形高温合金	航空航天	5,483	11.6	40.38%
图南股份	61.97%	变形高温合金、铸造高温合金	航空、核电	1758	3.7	37.05%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所，其中钢研高纳、图南股份 2020 年报未出、为 2019 年数据

2.3.3. “非金属发动机”复合材料：中航高科、光威复材两大龙头

复合材料是指由两种或两种以上不同性质的材料，通过物理或化学方法，在宏观上组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短、产生协同效应，使复合材料的综合性能优于原先组成材料从而满足不同使用场景下的需要。根据两种材料（一般区分为基体材料和增强材料）的不同可以将复合材料分为不同的类别。

美国针对航空发动机实施的 IHPTET 和 VAATE 计划均将复合材料在航空发动机上的应用列为重点内容予以验证和突破，包括风扇宽弦复合材料叶片、纤维增强树脂基复合材料机匣、350℃ 热塑性复合材料中介机匣、SiC 长纤维钛基复合材料叶环、叶鼓和低压涡轮轴等。目前，随着复合材料在航空涡轮发动机上应用范围越来越广且比例越来越大，甚至有说法航空涡轮发动机将向着“非金属发动机”或“全复合材料发动机”的方向发展。

表 25：不同组成、不同类别复合材料在航空发动机上均有使用的场景

分类	组成 (基体材料+增强材料)	特点	在航空发动机上主要使用部位
树脂基复合材料	高性能树脂+碳纤维、玻璃纤维等	高强度刚度，低密度、良好的缺陷容限，缺点是在大气中易吸潮变形，不能抗高温	冷端部件如风扇机匣、外涵静子叶片、风扇叶片、包容机匣、发动机短舱等
金属基复合材料	金属或合金+金属纤维或碳纤维等	良好的韧性，不吸潮，能够耐比较高的温度	风扇增压级叶片、压气机叶片等
陶瓷基复合材料	陶瓷(氮化硅、碳化硅等)+纤维、晶须等	重量轻、硬度高，优异的耐高温和高温抗腐蚀性能	涡轮叶片、燃烧室的部分高温零件、喷管等

分类	组成（基体材料+增强材料）	特点	在航空发动机上主要使用部位
C/C 复合材料	碳+碳纤维	重量轻、模量高、比强度大、热膨胀系数低、耐高温、耐热冲击、耐腐蚀、吸振性好等一系列优异性能，但抗氧化性能较差，尚需攻关解决	涡轮盘、涡轮叶片（预期）

资料来源：《复合材料在航空发动机上的应用》、浙商证券研究所

图 30：树脂基复合材料已经在 GE90 发动机风扇叶片上使用



资料来源：中国腐蚀与防护网

图 31：陶瓷基复合材料已经在 F414 发动机尾喷管上使用



资料来源：新浪军事

国内从事复合材料研制生产的上市公司主要包括中航高科、光威复材、中简科技，其复合材料产品增强材料均以碳纤维为主。此外还有中材科技、火炬电子、楚江新材、菲利华等企业正在开展相关技术开拓或市场开拓，但这些企业营业收入中复合材料占比尚较小。

表 26：主要复合材料上市公司 2020 年相关业务情况：中航高科、光威复材两大龙头

上市公司	复合材料在主 营业务占比	主要复合材料产品	复合材料产品主要市场	复合材料销售收入 (亿元人民币)	复合材料产品 毛利率
中航高科	93.35%	碳纤维、高性能树脂、高性能复合材料、金属基及陶瓷基（含 C/C）复合材料	航空军工、轨道交通、民用飞机、汽车、兴能源	27.2	31.94%
光威复材	97.95%	碳纤维、碳纤维编织物、预浸料等	航空航天、风力发电、轨道交通、海洋船舶	20.7	49.85%
中简科技	99.97%	ZT7 系列高性能碳纤维、碳纤维编织物	航空航天	3.9	83.88%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所

2.4. 零部件与子系统：锻造、铸造各司其职、控制系统自成一体

航空发动机由部件和子系统组成，部件包括风扇增压级、压气机、燃烧室、高低压涡轮等；子系统包括控制系统、空气系统、机械系统、短舱系统等。除控制系统自成一体外，其余各部件系统的零组件按照加工成型的方式均可以分为锻件、铸件、钣金件等几种，其中又以锻件、铸件占据主要地位。近些年来，3D 打印增材制造、复合材料特殊工艺等也逐渐开始使用，但目前占比尚较小。

表 27：锻造、铸造是涡轮风扇发动机两大主要加工工艺

部件及子系统	零组件	常用材料	典型加工工艺
风扇增压级	风扇叶片	钛合金、复合材料	扩散连接/超塑成形
	增压级叶片	钛合金	锻造
	机匣	铝合金、钛合金等	锻造
	风扇轴	高强度钢等	锻造
	封严环	不锈钢等	钣金
压气机	叶片、轮盘	钛合金、高温合金	锻造
	机匣	钛合金、不锈钢等	锻造
燃烧室	机匣	高温合金	锻造
	火焰筒	高温合金	锻造
	部分高温区域零件	高温合金、粉末材料等	铸造
高低压涡轮	叶片	高温合金、单晶材料等	铸造
	涡轮盘	粉末材料	锻造
	机匣	高温合金	锻造

资料来源：《航空发动机关键部件结构及制造工艺的发展》等文献综合整理、浙商证券研究所

锻造通过对金属施加压力使其产生塑性变形从而达到所需要的形状，这个过程可以消除金属在冶炼过程中产生的铸态疏松等缺陷，且锻件的机械性能一般优于同样材料的铸件，因此在无特殊需求的情况下多采用锻造的方式进行加工。铸造通过直接浇铸液态金属到事先准备好的模具中、待金属冷却后去除模具的方式得到所需形状，其优点在于可以生产形状复杂的零件，尤其是复杂内腔的毛坯。

当前，涡轮前温度已经上升至 1800℃ 附近，但涡轮叶片所用材料即便是耐温最高的单晶高温合金，其耐温也仅有 1200℃ 左右，之间 600℃ 的温差只能通过叶片表面热障涂层以及叶片内部复杂的空心冷却结构来弥补。这使得涡轮叶片的内腔冷却结构越来越复杂，只能通过铸造的方式来加工。

因为涡轮叶片所使用单晶高温合金等材料的昂贵、以及精密铸造工艺的复杂性，使得涡轮叶片单价极高，一片叶片成本可达 40 万元。一台发动机中涡轮叶片论数目较压气机叶片显著偏少，但论总价值，铸造涡轮叶片却远远高于锻造产生的压气机叶片。

图 32：锻造：对金属施加压力使其变形达到预定形状



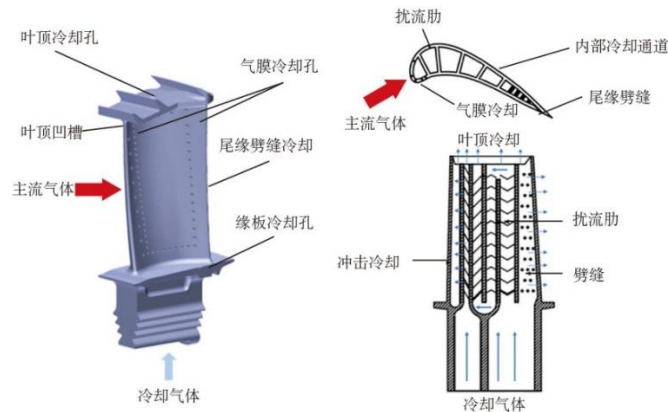
资料来源：搜狗视频

图 33：铸造：液态金属直接浇入模型得到预定形状



资料来源：搜狐网

图 34：空心涡轮叶片复杂冷却结构注定其只能采用铸造工艺



资料来源：《涡轮叶片冷却结构设计与试验方法简析》

2.4.1. 叶片、轮盘：上市公司中锻造叶片企业成熟度更高、铸造叶片企业加紧技术攻关

航空发动机压缩系统（风扇增压级、压气机）转静子叶片、涡轮转静子叶片、及用于支撑安装转子叶片的压缩系统轮盘及涡轮轮盘是航空发动机中最重要的的一组零件，在发动机功的传递、能量的转化中起核心作用。在发动机价值的拆分上，以上零件合计价值占比超过 40%。以上零件除涡轮叶片采用铸造方式成型外，其余均采用锻造的方式，两类加工工艺中，精锻、和精铸分别代表了未来各自技术发展的主流方向。

目前国内从事航空发动机叶片、轮盘加工制造的企业或单位有中航重机、航发动力、航亚科技、三角防务、中国航发航材院、万泽股份、炼石航空、应流股份、江苏永瀚、无锡透平等。

根据各公司在以上发动机零组件加工领域所从事业务的具体类型，可以将其分为三类，一类专注于压气机叶片、压气机及涡轮轮盘轴等航空锻件的加工如中航重机、航亚科技、无锡润和等；

第二类专注于涡轮叶片精铸加工如应流股份、万泽股份、炼石航空、江苏永瀚等，目前该细分赛道因单晶涡轮叶片精铸技术的高技术壁垒，各上市公司前期均进行了大量的技术研发投入，虽然目前相关业务在各自营业收入中的占比暂时还较低，但随着相关研发投资项目的实施，精铸业务即将或已初步进入收获期、未来业绩有望放量；

第三类则是航发动力、中国航发航材院等传统老牌行业内单位，兼具以上铸造、锻造两类业务能力。

表 28：锻造类叶片、轮盘产品主要上市公司 2020 年相关业务情况：中航重机是航空锻造领域绝对龙头

上市公司	锻造产品在主营业务占比	主要锻造产品	锻造产品主要市场	锻造产品销售收入（亿人民币）	锻造产品毛利率
中航重机	74.14%	机翼锻件、发动机盘轴类、环形锻件、核电叶片、汽轮机叶片等	航空航天、电力、船舶、铁路、工程机械、石油、汽车	48.7	28.19%
航亚科技	84.29%	压气机叶片、盘轴类件、医疗骨科锻件	航空、医疗器械	1.8	41.01%
派克新材	90.86%	环形锻件、自由锻件、精密模锻件	航空航天、船舶、电力、石化	8.0	33.12%
三角防务	94.45%	飞机机身、发动机盘类件	航空航天、船舶	5.8	44.14%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所，其中航亚科技、派克新材、三角防务 2020 年报未出、为 2019 年数据

表 29：铸造涡轮叶片主要上市公司 2019 年相关业务情况：铸造业务营业占比均还不高

上市公司	铸造产品在主营业务占比	主要铸造产品	铸造产品主要市场	铸造产品销售收入 (亿人民币)	铸造产品毛利率
应流股份	9.98%	高温合金叶片、结构件、喷嘴环、导向器等	航空航天、燃气轮机、核电	1.8	45.48%
万泽股份	2.68%	精密铸造叶片、粉末冶金盘件、高温合金母合金及合金粉末	航空航天	0.15	-
炼石航空	3.13%	精铸叶片	航空航天	0.62	-

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所

表 30：铸造涡轮叶片主要上市公司该领域相关业务动态：进度不一、应流股份相对领先

上市公司	铸造涡轮叶片业务相关动态
应流股份	2019 年，公司进入国际航空发动机和燃气轮机行业龙头供应商体系，高温合金叶片、机匣、喷嘴环、导向器等产品应用于不同类型燃气轮机和多个型号航空发动机。在国内为多个型号航空发动机和燃气轮机配套，是中国航发集团以外为航空发动机配套的极少数企业之一。
万泽股份	已掌握高温母合金与叶片制造的先进技术，深汕万泽精密铸造一期工程项目中的高温合金母合金熔炼线已于 2019 年 4 月小批量试生产，高温合金粉末、粉末盘生产线也于 2019 年 7 月投入试生产，叶片精密铸造生产线的关键设备已基本到位，正在开展安装调试工作。
炼石航空	控股子公司成都航宇累计承接预研、在研、在役重点机型复杂单晶叶片的研发及生产任务 10 余项。自 2018 年底至今，成都航宇陆续与国内客户签订订单累计 9422.26 万元，和旗下另一子公司 Gardner 联合参与了罗罗公司某型发动机叶片的竞标

资料来源：各公司年报、浙商证券研究所

2.4.2. 机匣等其他结构件：航发科技其中龙头

航空发动机所使用其他结构件主要包括机匣、轴承、齿轮箱、燃烧室零组件、密封装置等，加工方式多采用锻造、少数采用钣金成型。主要参与企业包括航发动力、航发科技、华伍股份、新研股份、安达泰克、哈尔滨东安等。

表 31：机匣等其他结构件主要上市公司 2020 年相关业务情况：航发科技营收优势明显

上市公司	航空业务在主营业务占比	航空业务主要产品	航空业务销售收入 (亿人民币)	航空业务毛利率
航发科技	96.58% (其中外贸 35.10%)	机匣、叶片、钣金、轴类产品等	26.3	9.86%
华伍股份	9.59%	发动机反推、机匣等	1.0	63.76%
新研股份	66.66%	航空航天飞行器结构件、航空发动机和燃气轮机结构件	8.3	31.12%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所，其中华伍股份、新研股份 2020 年报未出、为 2019 年数据

2.4.3. 控制系统：航空领域内中航机电是龙头、航发细分赛道航发控制做龙头

航空发动机控制系统是发动机的神经和大脑，起着把飞机操纵人员指令传输给发动机、并根据操纵指令精确调节相关运动机构以使得发动机实现操作意图的功能，对于航空发动机正常稳定工作发挥着至关重要的作用。

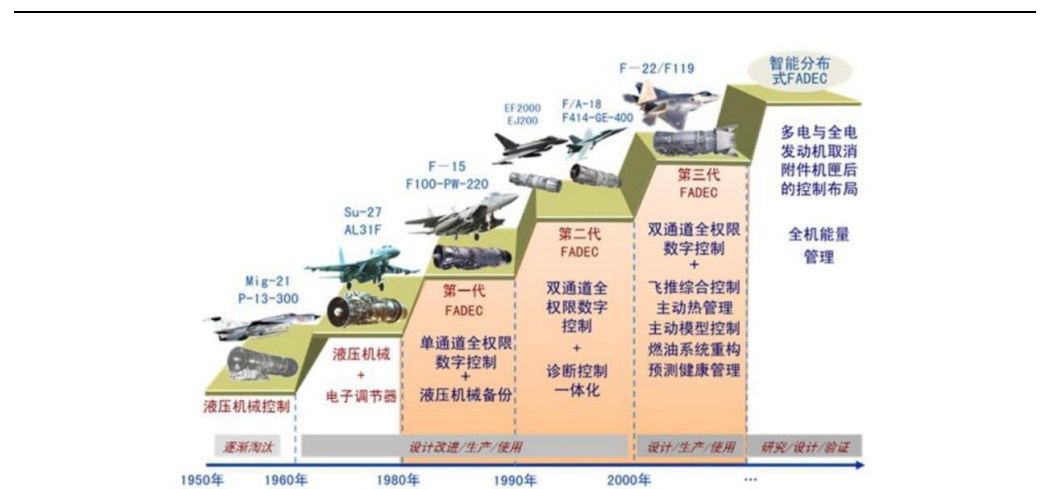
航空发动机控制技术的发展已经走过了好几代，总的趋势是从机械液压式向着数字电子式发展，当前先进军、民用航空发动机所使用的标准控制系统为全权限数字式发动机控制系统 (FADEC)，在 FADEC 控制中，发动机电子控制器 EEC 或电子控制系统 ECU 是它的核心，所有控制计算由计算机进行，然后通过电液伺服机构将控制指令转化为液压机械装置及各个活门、作动器的动作，从而实现对发动机硬件状态的调节。

表 32：航空发动机控制系统决定了航空发动机多个功能的实现

控制模块	功能
燃油流量控制	通过调节燃油流量的大小使得发动机工作在不同的状态，实现发动机启动、产生不同大小的推力以适应不同的飞行条件、发动机停车熄火等功能
空气流量控制	通过调节放气活门开度、压气机可调叶片角度等参数调节流过发动机不同部位处的空气流量，避免压气机进入喘振等的不稳定工作状态
主动间隙控制	通过引气冷却机匣等的方式对涡轮转子叶尖与机匣的间隙进行调节使其保持在合理的范围内，以保证安全运转的同时最大化减少漏气、提升发动机工作效率
引气控制	响应发动机高温部件冷却、冷端部件除冰、飞机客舱用气等的引气需求，调节相关阀门实现供气的开关
健康管理	记录发动机重要运行参数，识别发动机状态是否正常，积累发动机运行数据等

资料来源：《航空发动机控制系统的研发与展望》，浙商证券研究所

图 35：航空发动机控制技术发展历程：全权限数字式控制系统是当前主流



资料来源：《航空发动机控制系统发展概述》

我国从事航空发动机控制系统研制生产的企业主要有航发控制、晨曦航空、海特高新、航新科技、中航机电等，其中航发控制背靠我国航空发动机控制领域唯一的军工科研院所中国航发控制系统研究所，实力雄厚、产品型号齐全，是航发控制领域的龙头企业。

表 33：航空发动机控制领域主要上市公司 2020 年相关业务情况：中航机电产品丰富营收最高、航发控制在发动机领域优势明显

上市公司	航发（航空）业务在主营业务占比	航发（航空）业务主要产品	航发（航空）业务销售收入（亿人民币）	航发（航空）业务毛利率
航发控制	91.20%（其中外贸 6.17%）	发动机控制系统及产品	31.9	29.58%
中航机电	73.74%	液压系统、燃油系统、环境控制系统、航空电力系统、高升力系统、武器与悬挂发射系统等	90.1	29.79%
晨曦航空	25.52%	飞控计算机、航空发动机参数采集器	0.6	47.24%
海特高新	10.91%	发动机电子控制器、全电子仿真试验系统	0.9	49.55%
航新科技	21.94%	检测设备研制、飞机加改装业务	3.3	40.36%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所，其中晨曦航空、海特高新、航新科技 2020 年报未出、为 2019 年数据

2.5. 整机集成交付：航发动力唯一龙头

我国航空发动机整机集成交付领域共有八大主机厂，全部为中国航发集团下属，其中5家注入上市公司或作为上市公司母公司。航发动力囊括了其中4家，基本覆盖了当前航发集团主要在研或已服役的先进发动机型号。太行发动机已经进入稳定服役状态，将随着三四代战斗机的上量享受确定的业绩增长。三代中等推力航空发动机生产线建设项目也于今年通过竣工验收，将有望随枭龙、FC-31 战机一并上量。

图 36：我国航空发动机产业八大主机厂，其中五家与上市公司相关，航发动力独占四家



资料来源：Wind、中国航发集团官网、航发集团招聘信息等、浙商证券研究所

表 34：航空发动机整机集成交付主要上市公司 2020 年相关业务情况：航发动力唯一龙头

上市公司	航发业务在主营业务占比	航发业务主要产品	航发业务销售收入（亿人民币）	航发业务毛利率
航发动力	96.64%（其中外贸 5.27%）	航空发动机制造及衍生产品、航发零部件加工外贸转包	276.7	14.54%
航发科技	96.58%（其中外贸 35.10%）	航空发动机及燃气轮机零部件的研发、制造、销售、服务，母公司成发公司从事整机集成业务	26.3	9.86%

资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所

2.6. 运营维修：“全面聚焦备战打仗”背景下的行业增长新动力

运营：军用、商用航空发动机的运营方分别为军队和航空公司。

维修：军用发动机一部分由解放军 57XX 厂提供维修服务，另一部分由发动机整机制造商航发动力分别在贵州、山西、吉林的维修厂提供售后维修保障服务。发动机维修保障环节的利润率较初始产品交付更高，后续随着“全面聚焦备战打仗”背景下实战化训练的

增多，军用发动机维修保障领域市场空间有望快速上升，为相关企业带来业绩增长的新动力。

民用领域，多个航空公司与国外 OEM 或国外航空公司、专业发动机维修公司等建立合资公司，用于为自身及行业提供发动机及飞机维修保障服务。此外，上市公司中航新科技、海特高新也涉足有航空发动机维修市场。未来随着军民用航空发动机的放量增长，航空发动机维修市场也将迎来市场空间的扩充。

图 37：部分民航客机发动机维修中外合资企业



资料来源：Wind、浙商证券研究所

表 35：航空发动机维修主要上市公司 2019 年相关业务情况：航新科技营收相对占优

上市公司	维修业务在主营业务占比	维修业务服务内容	维修业务销售收入 (亿人民币)	维修业务毛利率
航发动力	-	军用发动机维修保障	-	-
航新科技	77.51%	部件维修保障、整机维修保障（包括基地维修、航线维护、飞机内饰改装和飞机喷涂）、航空资产管理业务	11.6	19.18%
海特高新	38.37%	涡桨、涡轴类中小型航空发动机大修、飞机大修	3.1	31.74%

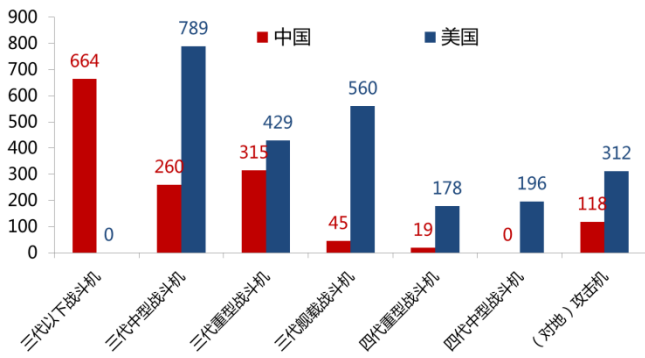
资料来源：Wind、企业年报、浙商证券研究所

3. 中国航空发动机产业市场空间测算及重点领域价值拆分

3.1. 军用航空发动机整机市场：2021~2035 年均近 1000 亿元人民币

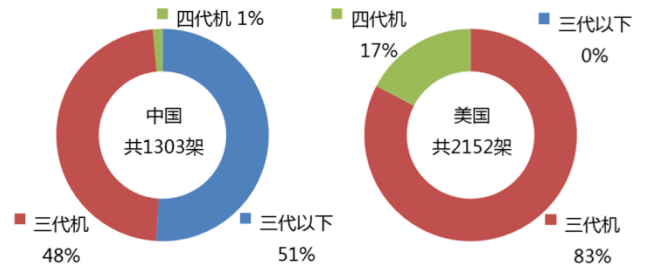
当前，我国与美国在军用飞机数量和质量上均有着较大差异。战斗机领域，我军战斗机数量为美军的 58%，三代以上先进战斗机数量约为美国的 26%。运输机轰炸机等大型军用飞机领域，我军数量是美军的 20%，且缺乏大型战略轰炸机；直升机教练机领域，我军飞机总数约为美军的 17%，且缺乏重型直升机。

图 38：中国先进战斗机数量显著少于美国



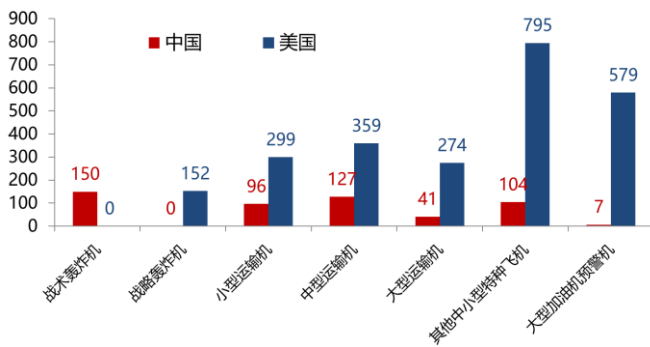
资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

图 39：三代以下战斗机美国已经淘汰、在中国占据半壁江山



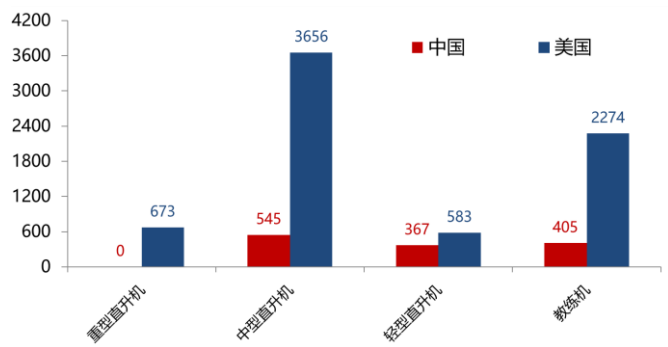
资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

图 40：中国运输机数量显著少于美国、缺乏战略运输机



资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

图 41：中国直升机教练机数量显著少于美国、缺乏重型直升机



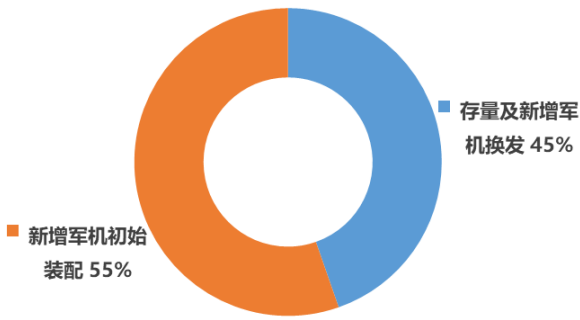
资料来源：《World Air Forces 2021》、浙商证券研究所

以《新时代中国的国防》白皮书“力争到 2035 年基本实现国防和军队现代化”为牵引，我们假设到 2035 年，我军各类型军用飞机装备数目与美军当今装备数量及已确认订单数量之和保持一致，据此预估各类型飞机装备数目及所需的航空发动机数目、市场价值。测算过程中的重要假设如下：

- 目前存量飞机截止 2035 年平均换发 2 次：以当前三四代机所装备的三代主流发动机为例，其寿命约为 2000 小时，考虑到“全面聚焦备战打仗”背景下训练量有所增加，预估一架飞机一年飞行时间约为 300~400 小时，从而平均约 5-7 年需换发 1 次，目前存量飞机到 2035 年需至少换发 2 次；
- 至 2035 年增量飞机平均换发 0.5 次：以 7 年换发 1 次计算，2028 年及之前列装的飞机到 2035 年需换发 1 次，2029-2035 年列装的飞机到 2035 年无需换发，假设新增飞机按匀速增加，则平均换发次数为 $1/2 * 1 + 1/2 * 0 = 0.5$ 次；
- 各类型飞机所需发动机单价参考国外同类型、同级别发动机进出口合同订单价格或公司官网军方采购信息；
- 发动机采购费和维护保养费按照 1:1 预估；
- 考虑换发发动机来自于备发，因此不再单独考虑备发数。

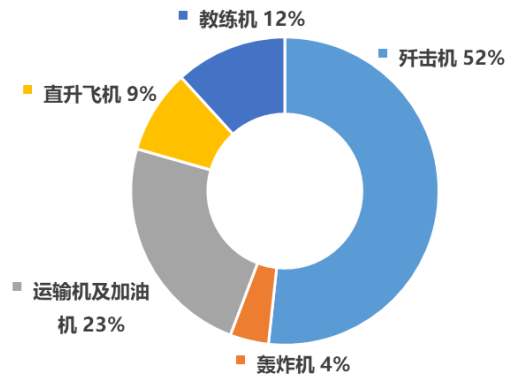
据此测算，从 2021 ~2035 中国军用航空发动机整机市场总规模为 14,898 亿元人民币、年均 993 亿元人民币。其中新增军机初始采购需求和存量及新增军机换发需求大体各占一半。按飞机种类，歼击机、运输机及加油机占比相对较大。

图 42: 军用发动机总价值中初始采购、换发大体各占一半



资料来源：浙商证券研究所

图 43: 军用发动机总价值中歼击机、运输机及加油机占比较大



资料来源：浙商证券研究所

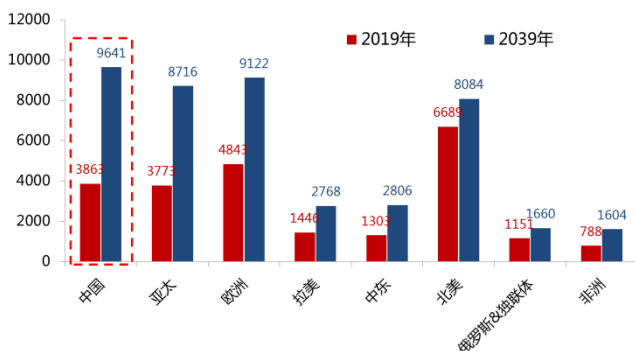
3.2. 商用航空发动机整机市场：2021~2039 年均 1000 亿元人民币

根据中国商飞公司预测，到 2039 年，中国民航客机队的规模将从 2019 年的 3863 架增长到 9641 架，在全球市场中的占比从 16.2% 增长至 21.7%，届时中国将成为全球民航第一大市场和增长速度最快的市场。据此预估各类型飞机所需相应型号航空发动机的数目及市场价值。测算过程中的重要假设如下：

- 各型号国外发动机单价信息参考各发动机厂家官网订单信息，国产发动机单价参考同级别国外发动机：长江-1000A 参考 Leap-1X、长江-2000A 参考 GE-NX、长江-500 参考 CF-34；
- 发动机维护保养费与采购费按照 1:1 预估；
- 不考虑换发需求：目前先进商用大涵道比涡扇发动机首翻期前寿命已达到 20000~40000 小时，首翻期结束后视情维修更换部分零件又可继续服役，除非发生重大事故导致发动机报废，否则一架飞机全生命周期内一般不转发。

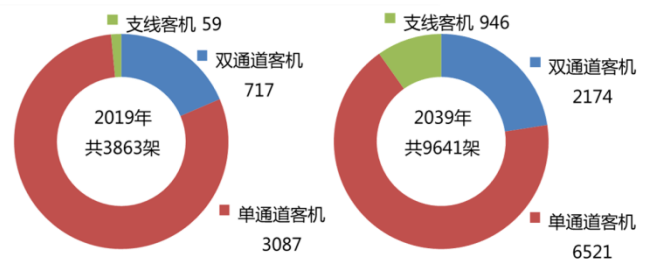
据此测算，2021 年~2039 年中国商用航空发动机整机市场总规模为 20,131 亿元人民币、年均 1,059 亿元人民币。

图 44: 预测 2019~2039 中国民航客机队规模增速全球最快



资料来源：《中国商飞公司市场预测年报 2020-2039》、浙商证券研究所

图 45: 预测 2019~2039 中国窄体客机增长最多、占比略降



资料来源：《中国商飞公司市场预测年报 2020-2039》、浙商证券研究所

表 36: 到 2035 年增量商用飞机所需发动机总价值：超 2 万亿元人民币

民机类别	民机型号	发动机型号	单飞机安装发动机数目 (台)	预期民机增量 (架)	初始采购所需发动机数 (台)	发动机单价 (亿元)	采购费 (亿元)	维护保养费 (亿元)	合计 (亿元)
单通道客机	A320neo	Leap-1X	2	3,434	6,868	0.7	4,808	4,808	9,615

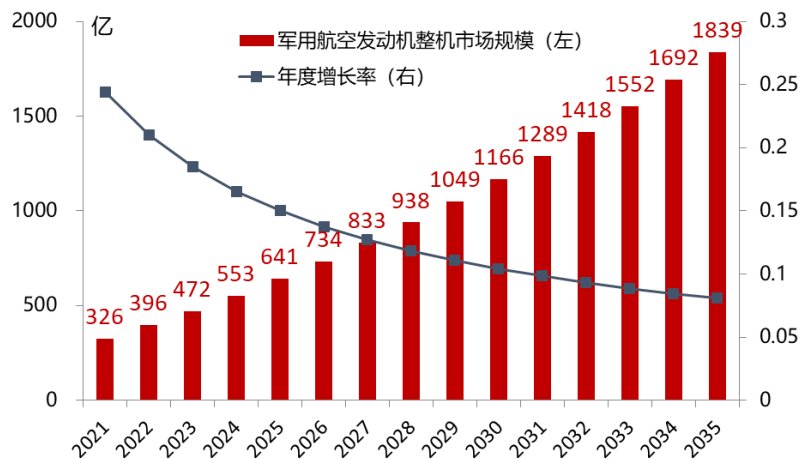
民机类别	民机型号	发动机型号	单飞机安装发动机数目(台)	预期民机增量(架)	初始采购所需发动机数(台)	发动机单价(亿元)	采购费(亿元)	维护保养费(亿元)	合计(亿元)
	B-737Max C-919	CJ-1000A							
双通道客机	A350 B-777 CR-929	GE-NX CJ-2000A	2	1,457	2,914	1.5	4,371	4,371	8,742
支线客机	ARJ-21	CF-34 CJ-500	2	887	1,774	0.5	887	887	1,774
合计				5,778	11,556		10,066	10,066	20,132

资料来源：《中国商飞公司市场预测年报 2020-2039》、浙商证券研究所

3.3. 整机市场 2021~2035 拆分：前 10 年军机放量、10 年后民机接力

军用领域，2020 年航发动动力年报中航空发动机制造及衍生产品营业收入约为 262 亿元，以此近似作为我国军用航空发动机产业 2020 年整机市场规模。以 2027 年实现百年建军目标、2035 年基本实现国防和军队现代化为牵引，我们预估十四五期间航空发动机领域将快速增长，随后随着市场规模的增大增速逐渐放缓。据此对 2021~2035 共计 14,898 亿的军用航空发动机市场进行拆分。

图 46：2021~2035 中国军用航空发动机整机市场价值预估：2027 年前复合增速约 18%



资料来源：浙商证券研究所

商用领域，2020 年，中国内地民航客机队增长了 140 架（受波音 737 Max 停飞、新冠疫情影响较前几年有较大幅度下降），据此计算得到 2020 年商用航空发动机新增整机采购市场规模约 202 亿元。此外，根据国内三大航司披露，机队飞机及发动机维修费用总计约 202 亿元，三大航机队占国内民航机队总数约 42.9%，发动机维修占飞机维修价值比例约 39%。据此计算得到民航客机发动机维修市场规模约 183 亿元。新增采购与维修费用加和得到 2020 年中国内地商用航空发动机市场总规模约 385 亿元。

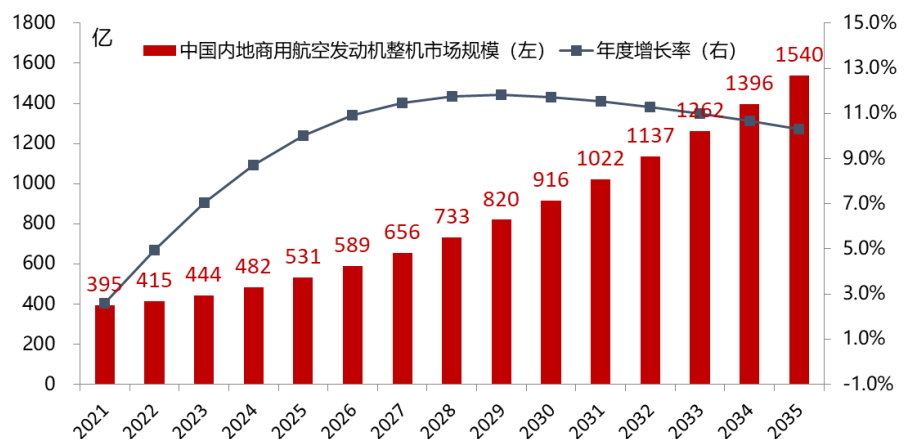
我们预估，后续随着新冠疫苗在全球范围内的逐渐使用和普及，新冠疫情将逐渐得到控制，全球商用航空市场也将逐渐恢复，中国商用航空发动机市场规模也将迎来一个逐渐修复再趋于平稳的过程。据此对 2021~2039 共计 20,131 亿的商用航空发动机市场进行逐年拆分。

表 37：2020 年中国民航客机队新增飞机发动机市场规模：202 亿元人民币，受疫情影响不增反降

年份	民航客机增长量(架)			发动机需求量(台)			发动机单价(亿元)			发动机市场规模(亿元)				增长率
	宽体	窄体	支线	宽体	窄体	支线	宽体	窄体	支线	宽体	窄体	支线	汇总	
2014	48	261	7	96	522	14				144	365	7	516	-
2015	40	303	15	80	606	30				120	424	15	559	8%
2016	44	290	17	88	580	34				132	406	17	555	-1%
2017	59	328	22	118	656	44	1.5	0.7	0.5	177	459	22	658	19%
2018	70	328	15	140	656	30				210	459	15	684	4%
2019	54	172	11	108	344	22				162	241	11	414	-40%
2020	9	109	22	18	218	44				27	153	22	202	-51%

资料来源：中国民航局网站、民航休闲小站、浙商证券研究所

图 47：2021~2035 中国商用航空发动机整机市场价值逐年拆分：疫情后逐渐修复直至平稳

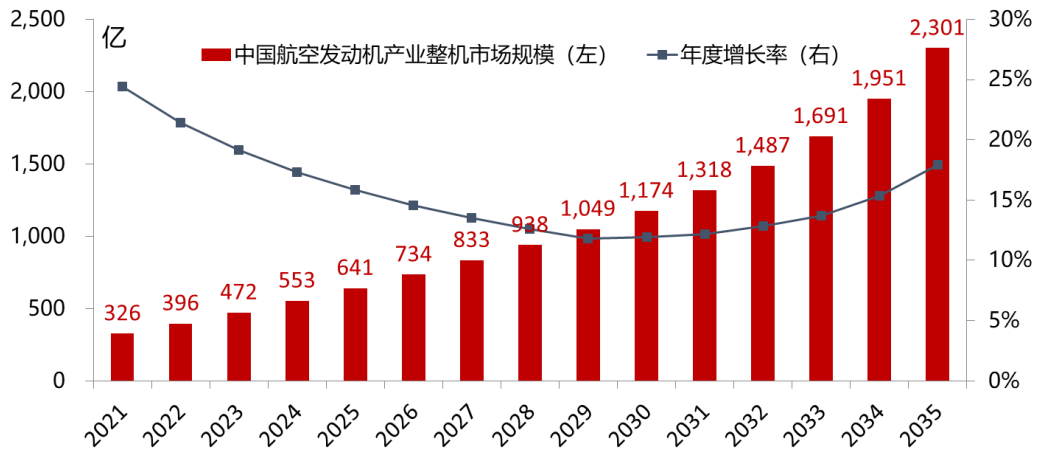


资料来源：浙商证券研究所

但对于中国航空发动机产业链而言，暂时尚没有属于自己的商用大涵道比涡扇发动机成熟型号。我们预估，国产长江-1000A 发动机于 2030 年前后投入市场，长江-2000A 紧随其后，从 2029 到 2035 年之间，我国航空发动机产业链在整个发动机整机市场中占比从 0 逐渐上升至 30%，据此测算出 2021~2035 年我国航空发动机产业链军、民用两个市场整机交付市场空间。

可以看到，未来 15 年间我国航空发动机产业链整机市场年均复合增长率约 15%，其中前 10 年主要受益于军机的放量，之后民机开始接力，带来规模持续增长的新引擎。

图 48：2021~2035 中国航空发动机产业链整机市场：前十年军用放量、十年后民用接力、年均复合增长超 15%



资料来源：浙商证券研究所

3.4. 重点领域价值拆分

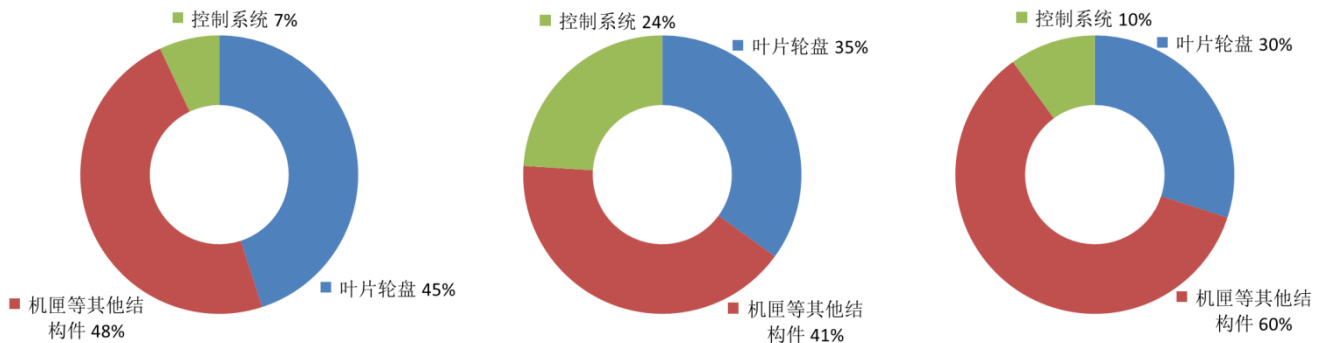
3.4.1. 零部件及子系统加工领域价值拆分

基于预测的 2021~2035 我国发动机产业链整机市场规模，并参考航空发动机整机制造龙头航发动力 2020 年毛利率 15%，测算得到零部件及子系统加工制造环节逐年市场规模，再按照航空发动机不同零部件及子系统的价值占比，测算得到不同零部件和子系统 2021~2035 年间的市场空间。

图 49：大型涡扇发动机零部件价值占比

图 50：涡轴发动机零部件价值占比

图 51：加力涡扇发动机零部件价值占比



资料来源：前瞻产业研究院、浙商证券研究所

资料来源：前瞻产业研究院、浙商证券研究所

资料来源：前瞻产业研究院、浙商证券研究所

表 38：2021~2035 年航空发动机零部件及子系统价值拆分（亿人民币）

项目	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
整机市场规模	326	396	472	553	641	734	833	938	1,049	1,174	1,318	1,487	1,691	1,951	2,301
整机毛利率	15%														
零部件子系统加工市场规模	277	336	401	470	545	624	708	798	892	998	1,120	1,264	1,437	1,658	1,956
叶片轮盘 (40%)	111	135	160	188	218	250	283	319	357	399	448	506	575	663	782
机匣等其他结构件 (47%)	130	158	188	221	256	293	333	375	419	469	526	594	675	779	919
控制系统 (13%)	36	44	52	61	71	81	92	104	116	130	146	164	187	216	254

资料来源：浙商证券研究所

3.4.2. 原材料市场价值拆分

基于预测的 2021~2035 发动机零部件及子系统加工制造市场规模，减去控制系统的平均占比约 13%，得到其余零组件市场规模，其中原材料占比参考航空发动机零组件加工企业航发科技 2020 年报原材料成本占比数据约为 55%，计算得到原材料市场逐年总规模。当前先进发动机所使用的原材料中，高温合金占比约 40%、钛合金 30%、铝合金 15%、高强度钢 10%、复合材料 5%，计算得到各类原材料 2021~2035 年间的市场空间。

表 39：2021~2035 年航空发动机高温合金、钛合金、复合材料价值拆分（亿人民币）

类别	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
零部件子系统加工市场规模	277	336	401	470	545	624	708	798	892	998	1,120	1,264	1,437	1,658	1,956
其中：控制系统占比	13%														
除控制系统外零部件市场规模	241	293	349	409	474	543	616	694	776	869	974	1,100	1,250	1,443	1,701
其中：原材料占比	55%														
原材料市场总规模	133	160	190	222	255	290	327	365	406	452	504	566	642	741	875
高温合金（40%）	133	161	192	225	261	299	339	382	427	478	536	605	688	793	936
钛合金（30%）	53	64	77	90	104	119	136	153	171	191	214	242	275	317	374
铝合金（15%）	40	48	58	68	78	90	102	115	128	143	161	181	206	238	281
高强度钢（10%）	20	24	29	34	39	45	51	57	64	72	80	91	103	119	140
复合材料（5%）	13	16	19	23	26	30	34	38	43	48	54	60	69	79	94

资料来源：浙商证券研究所

4. 坚定看好我国航空发动机产业的三大逻辑

4.1. 外部因素：百年未有之大变局下航空发动机不可或缺

军事领域：不断上升的经济实力、国际地位需要相称的国防力量做支撑

近期，中共中央政治局委员、中央外事工作委员会办公室主任杨洁篪，国务委员兼外长王毅同美国国务卿布林肯等举行了中美高层战略对话。会上，双方围绕各自内外政策、中美关系等问题进行了沟通。同时杨洁篪也就中国与美国对话的立场做了较为强硬的表态：“你们从实力的地位出发同中国谈话。”

可以看到，近些年来，随着中国经济的发展、GDP 的不断增长，中国在国际舞台上的外交形象也愈发强势，这体现了中国对实现民族伟大复兴这一目标的付诸实施。一带一路构想、中伊 25 年合作协议的签订等也都是侧面的佐证。

但这个过程必将会招致美国等西方国家的全力压制。经济领域有中美贸易战、美国制裁中国企业等矛盾争端。军事领域，美国战略重心重回亚洲，构建了美、日、澳、印的包围圈围堵中国。可以预见的是，中国大国崛起的路必将会伴随着中美之间各领域摩擦的频繁化、常态化。在这个战略风险增大、不确定性增强的状态下，国防实力的竞争将是所有领域竞争的基础和支撑。中国要实现自己的战略目标，就必须补齐现在的短板、构建与想要达到的经济地位、政治地位相对等的国防实力。

航空发动机作为我国国防军工领域、乃至整个中国高科技领域为数不多的短板之一，必须要在未来三到五年内形成充分的战斗力、产业成熟度迈上一个崭新的台阶。这是国家意志、民族发展的必然要求。

经济领域：世界商用航空 ABC 格局的动力基础必须自主可控

中国商飞 C919 大型客机，取中国商飞英文简称 COMAC 的首字母、同时也是中国 CHINA 的首字母，更是寄予着中国大飞机产业打入世界市场、与空客(Airbus)波音(Boeing)平起平坐、共享市场的愿望。截止目前，C919 已经拿下超过 1000 架的订单、价值超 3000 亿元人民币。对于上游各个环节市场规模的带动效应更是巨大。

C919 所采用的发动机是 CFM 国际公司的 Leap-1C，2020 年 2 月 15 日，美媒报道美国计划阻止中国 C919 客机获得 LEAP 发动机。尽管随后特朗普表明不会断供，但 C919 的“主制造商-供应商”模式在美国认定中国崛起威胁国家安全、全力打压中国高科技发展的情况下，未来依然可能会面临类似问题。因此，像航空发动机这样的关键性配件，必须要自主可控，不自主、无以形成真正稳固的世界商用航空 ABC 格局。

4.2. 内部因素：新航发、新型号，与时代的需要耦合共振

坚持自主发展、多个型号技术突破，满足国家需要正当时

当前以及接下来的一段时期，是建国以来航空发动机产业最黄金的时期之一。建国之初，面对西方列强的核恐吓、国内经济技术条件的不足，战略性核威慑的建立是第一位的，而选择了两弹一星就再选不了飞机发动机。随后改革开放，以经济建设为中心，国防工业的发展多次为经济建设让路、航发产业研制经费紧缺。随后直到轰炸大使馆、南海撞击等事件的发生，从国家层面开始对常规武器、战术武器提高重视，直到现在，大国博弈对国防建设提出了更高的要求、也给了航空发动机产业更多的机会。

但打铁还需自身硬，只有坚持独立自主、突破核心技术，研制出性能先进、满足国家时代需求的产品，才能真正带来行业的大踏步式发展。所幸，随着中国航发集团的成立，飞发脱离、发动机研制被赋予了更大的自主权，以四代大推力军发、长江-1000A 等为代表的多个军民型号被赋予了充分的支持，并在过去几年内纷纷获得了一些阶段性的成果。可以说，中国航空发动机产业各类型先进在研发发动机全面开花、瓜熟蒂落的日子不会太远了，当下正是布局航空发动机产业的大好机会。

小核心、大协作，军民融合、产业链中上游布满机会

军民融合、“小核心、大协作”是我国当前国防科技行业的发展趋势。国防白皮书曾经在介绍国防科技工业时指出，“中国加速推进军工企业体制机制转变，初步建立小核心、大协作、寓军于民的国防科技工业新体系”。

具体到航空发动机产业，除了整机集成环节作为航空发动机产业链条中的核心、由航发集团完全掌控外，上游零部件制造、原材料、控制系统、下游发动机维修等近年来系统外供应商、民营企业如雨后春笋，这些产业链中上游企业具有更高的营业毛利率、也都将得益于航空发动机产业的迅速发展。在其中的原材料、叶片加工制造等重点领域可能存在投资机会。

4.3. 多方位改革举措未来可期

改革领域存在央企混改股权激励、军品定价机制改革、优质资产证券化等多方位的改革预期。

我国国防军工领域的大型央企长期以来存在一定程度的效率低下，实施混改，一是可以引入战略投资者，构建多元化股权结构为国企带来社会资本的资源 and 活力。二是通过员工持股、股权激励，可以聚集人才，提高企业运行的效率和活力。此前，中航工业、航天科技等多家军工大型央企已实施过多次股权激励，未来航空发动机领域也或许会有类似举措。

此外，实行已久、不利于激发企业活力的“成本加成”军品定价机制也在逐渐发生变化，国防军工央企未来的利润率有望提升。军工科研院所等优质资产的证券化改革，随着“新人新办法、老人老办法”等院所改制相关政策的实施及一些历史遗留问题的逐步解决，优质资产注入上市公司未来可期。

表 40：部分军工央企下属上市公司近年来多次实施股权激励

军工集团	上市公司	激励方式	时间	有效期
中航工业	中航光电	限制性股票激励	2017/1/18	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	中航光电	限制性股票激励	2019/12/26	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	中航沈飞	限制性股票激励	2018/11/22	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	飞亚达 A	限制性股票激励	2019/1/11	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	深南电路	限制性股票激励	2019/1/14	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	中航机电	员工持股计划	2016/3/15	长期、限售期 3 年
航天科技	四维图新	限制性股票激励	2015/7/24	有效期 4 年、禁售期 1 年、解锁期 3 年
	四维图新	限制性股票激励	2018/6/11	有效期 4 年、禁售期 1 年、解锁期 3 年
航天科工	航天信息	限制性股票激励	2017/2/13	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
中船重工	中国动力	限制性股票激励	2014/9/24	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	中国动力	股票期权	2017/3/10	有效期 5 年、等待期 2 年、行权期 3 年
兵器工业	凌云股份	限制性股票激励	2017/10/16	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
兵器装备	长安汽车	股票期权	2016/9/23	有效期 5 年、等待期 2 年、行权期 3 年
	中光学	限制性股票激励	2019/2/14	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
中国电科	海康威视	限制性股票激励	2012/8/23	有效期 10 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	海康威视	限制性股票激励	2014/10/24	有效期 10 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	海康威视	限制性股票激励	2016/12/23	有效期 10 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	海康威视	限制性股票激励	2018/12/20	有效期 10 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	太极股份	限制性股票激励	2015/2/11	有效期 5 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年
	华东电脑	股票期权	2016/12/29	有效期 5 年、等待期 2 年、行权期 3 年
中国电子	中国长城	股票期权	2018/1/16	有效期 5 年、等待期 2 年、行权期 3 年
	振华科技	股票期权	2019/10/10	有效期 5 年、等待期 2 年、行权期 3 年
	上海贝岭	限制性股票激励	2019/5/22	有效期 6 年、禁售期 2 年、解锁期 3 年

资料来源：Wind，浙商证券研究所

5. 投资建议：重点看好整机及维修保障、原材料、零部件

表 41：航空发动机产业链重点标的覆盖整机、零部件、原材料、维修四大领域

分 类	股票 代码	股票 名称	股价 (元)	总市值 (亿人民币)	EPS (元)				PE				投资 评级
					2019A	2020A	2021E	2022E	2019A	2020A	2021E	2022E	
整 机	600893	航发动力	44.1	1,175	0.48	0.43	0.53	0.67	92	103	83	66	买入
	000738	航发控制	18.0	206	0.25	0.32	0.43	0.55	73	56	42	32	-
	300581	晨曦航空	32.7	56	0.28	0.36	-	-	115	91	-	-	-
零 部 件	002013	中航机电	10.3	399	0.27	0.28	0.34	0.41	39	37	30	25	-
	600765	中航重机	17.5	165	0.29	0.37	0.53	0.66	59	48	33	26	-
	688510	航亚科技	24.1	62	0.22	0.31	0.35	0.49	111	78	70	50	-
	603308	应流股份	27.0	132	0.27	0.41*	0.61	0.84	101	65	44	32	-

分 类	股票 代码	股票 名称	股价 (元)	总市值 (亿人民币)	EPS (元)				PE				投资 评级
					2019A	2020A	2021E	2022E	2019A	2020A	2021E	2022E	
	600391	航发科技	18.4	61	0.07	-0.05	0.13	0.33	269	-379	137	56	-
	605123	派克新材	65.3	71	2.00	1.69*	2.37	3.25	33	39	28	20	-
	300775	三角防务	30.6	152	0.39	0.41	0.83	1.25	79	75	37	24	-
	000534	万泽股份	12.2	60	0.14	0.16*	0.36	0.54	85	76	34	23	-
	000697	炼石航空	8.0	54	-2.31	-	-	-	-3	-	-	-	-
	600219	南山铝业	3.7	446	0.14	0.16*	0.19	0.23	27	23	19	16	-
	688122	西部超导	52.8	233	0.36	0.84	1.22	1.65	147	63	43	32	-
	600456	宝钛股份	39.5	189	0.56	0.84	0.99	1.27	71	47	40	31	-
	002149	西部材料	12.2	59	0.14	0.16	0.31	0.50	84	75	39	25	-
	300034	钢研高纳	22.8	111	0.33	0.40*	0.54	0.73	69	56	42	31	-
原 材 料	600399	ST 抚钢	13.6	269	0.15	0.28	0.41	0.53	89	49	33	26	-
	300855	图南股份	35.3	71	0.68	0.64*	0.85	1.12	52	55	41	31	-
	600862	中航高科	27.5	383	0.40	0.31	0.48	0.65	69	89	58	42	-
	300699	光威复材	68.3	354	1.01	1.24	1.60	2.03	68	55	43	34	-
	300777	中简科技	42.2	169	0.34	0.58	0.90	1.35	124	73	47	31	-
	002171	楚江新材	7.4	98	0.35	0.36*	0.48	0.54	21	20	15	13	-
	603678	火炬电子	60.8	280	0.84	1.28*	1.76	2.34	72	47	35	26	-
维 修	002023	海特高新	12.4	94	0.10	0.01*	0.14	-	123	1256	92	-	-
	300424	航新科技	12.5	30	0.28	0.17*	0.15	0.24	44	74	81	51	-

资料来源: Wind, 股价为 2021 年 4 月 9 日收盘价, 浙商证券研究所 (其中标*的 EPS 数据为 Wind 一致预测数据)

5.1. 航发动力: 航空发动机整机交付及维修保障垄断性龙头

航发动力作为航发集团旗下最主要的上市平台, 集合了航发集团旗下多个企业单位, 涉及航空发动机产业链的多个环节。主营业务中国内航空发动机制造及衍生产品占比 87.36%、国际航空发动机外贸转包业务占比 10.22%, 非航业务仅占比 2.42%, 高度聚焦主业, 在航空发动机行业整体快速提升的背景下收益大。

整机集成交付领域: 作为主机厂, 在军用领域几乎垄断了当下我国所有先进航空发动机的生产交付, 后续在该板块的业绩以目前已投入批产、并且在歼 10、歼 20 等多个先进飞机型号上使用的涡扇-10、以及可以在枭龙、FC-31 等战斗机上使用的三代中推作为支撑。而目前处在研制状态的四代大推力军发等将成为其业绩增长的新驱动点。

零部件加工领域: 在锻造、铸造两个领域均具备较强的业务能力, 拥有国内最大的叶片生产线, 建立了亚洲规模领先的精密锻造、精密锻造、表面热处理生产线。几乎可以生产除控制系统以外的全部发动机零组件。后续除了为自身整机交付作配套外, 还可积极参与商用大涵道比涡轮风扇发动机研发, 在未来更长远的一段时间形成新的业绩增长点。

售后维修领域: 当前主要为自身交付的军用航空发动机提供售后维修服务, 后续随着“全面聚焦备战打仗”背景下军队实战化训练的增多, 有望形成公司业绩增长的新动力。

5.2. 航亚科技: 精锻技术未来主流方向、深度参与民机发动机研制

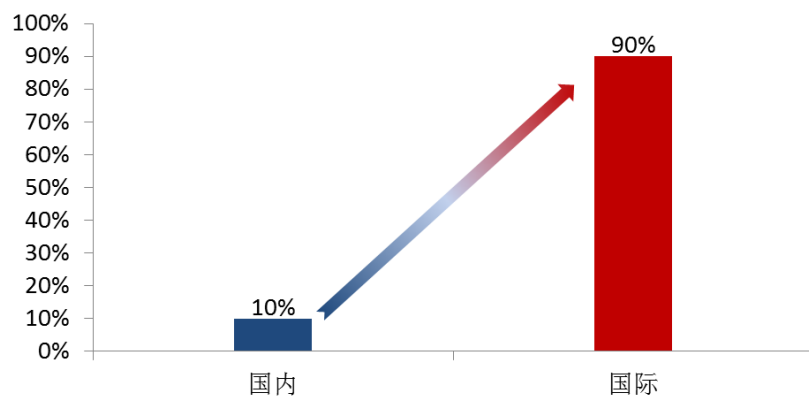
航亚科技主营业务分布在航空制造和医疗骨科锻件两大领域, 其中航空制造相关业务占比 80%以上。航空发动机相关业务主要集中在零部件加工领域, 更具体的是精锻压气机叶片的生产及少量转件结构件的生产。

精锻技术是未来主流方向，它是一种**近无余量加工技术**，省去了传统模锻+机械加工模式中机械加工这一步，提高了加工效率，是国外成熟发动机进入批产阶段后占主导性的加工技术。

但国内长期以来由于某些工艺制造等的原因，客观上仅有不到 10%的压气机叶片采用精锻技术。后续随着武器装备放量、军用航空发动机生产压力的增大、民用发动机研制进入深水区，对加工效率的重视会越来越高，航亚科技有望在这个过程中基于自身已有的技术优势争取到更多的发动机零部件加工制造配套任务。

此外，航亚科技从研发阶段就深入融入我国商用大涵道比涡扇发动机产业链。未来，随着商用航空发动机供应链的培育，航亚科技有望在现有合作基础上进一步横向扩展业务范围、布局航空发动机领域更多的加工制造业务。

图 52：国内精锻叶片在压气机叶片中的占比尚有极大提升空间



资料来源：航亚科技《公开转让说明书》，浙商证券研究所

5.3. 应流股份：高端涡轮精铸叶片助力打开两机大门

应流股份主营业务包括石油天然气设备、工程和矿山机械零部件、核能新材料及零部件、航空航天新材料及零部件等。其中航空航天相关业务占比约 10%。

应流股份是系统外上市公司中发动机热端部件特种精密铸造龙头企业。当前，我国先进航空发动机所使用的高端单晶涡轮叶片等热端部件，因为其极高的技术门槛，主要由北京航材院等系统内科研院所等提供。应流股份作为系统外单位，近两年来主攻“两机”以及核电业务，2019 年投入研发经费 8000 余万元从事涡轴发动机、涡轮盘细晶技术的研发，并成功突破高温合金热端部件加工的技术瓶颈，进入国际两机巨头供应商体系。

目前公司主营业务中航空航天新材料及零部件占比尚不到 10%，但其技术研发已基本进入收获期，2019 年该板块营收同比翻番，后续基于其技术优势，有望获得更大的提升空间。

5.4. 航发控制：航空发动机控制领域垄断性龙头

航发控制主营业务包括发动机控制系统及产品、国际合作业务、非航业务等。其中非航业务仅占比 5.85%。主营业务集中度高。

航发控制是我国航空发动机控制领域具有垄断性地位的龙头企业。背靠航发集团内部唯一的控制系统研究所 614 所，厂所结合，共同提供航空发动机控制系统相关软硬件产品，面临的技术竞争较小。随着航空发动机行业整体市场的增长，航发控制业绩随之增长的确性极高，具有可与航发动力整机龙头相比拟的增长预期。

5.5. 西部超导：稳占钛合金产业中最优赛道、业绩增长预期强

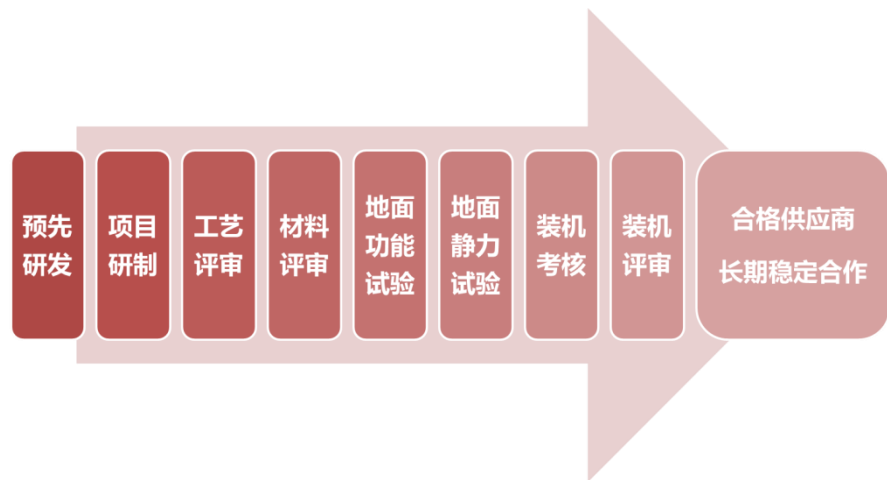
西部超导主营业务包括钛合金、超导线材、高温合金等，其中钛合金和高温合金合计占比超过 80%，主营业务集中度高。

公司占据了钛合金产品市场中的最高端领域、经营业绩随航空装备放量增长的预期性强。西部超导主要生产的是高端钛合金，与同行业其他公司相比，其钛合金产品及高性能高温合金产品比较集中的应用于军用航空领域，因而相比其他厂家也具备更高的经营毛利率。

针对军工市场对产品品质要求极高的特点，公司汇聚了国内多名超导材料和稀有金属材料专家、形成了以张平祥院士为带头人，以周廉、甘子钊、赵忠贤、张裕恒、霍裕平、才鸿年等 6 名院士为顾问，以国务院政府特殊津贴专家、国家核聚变技术委员会委员、国家或陕西省有突出贡献中青年专家等为核心的专业研发团队。按照“生产一代、研发一代、储备一代”的方针，不断加强并提前储备公司的技术实力。

基于这样的研发路线，公司可以不断有新产品通过军工新材料的开发过程和评审并获得下游军工企业的认可，而基于军工生产自身偏重稳定的特点，一旦其钛合金材料成果通过考核、成为合格供应商，则可以享受接下来很长一段时间内稳定的合作关系，这期间面临的竞争相对较小，随着下游航空装备的爬坡上量，西部超导将以较大的确定性分享整个行业的增长。

图 53：西部超导所参与军工航空新材料的开发过程长、合格供应商合作关系长期稳定



资料来源：西部超导企业年报，浙商证券研究所

5.6. 钢研高纳：高温合金领域龙头

钢研高纳是我国高温合金领域的龙头企业，60%以上产品投向航空航天领域，公司经营业绩随国防装备放量或显著稳步。钢研高纳背靠北京钢铁研究总院，技术实力强劲、定位于中国“先进高温材料”技术的引领者与产业升级的推动者，主要从事航空航天材料中高温材料的研发、生产和销售。业务范围涵盖铸造高温合金及制品、变形高温合金及制品、新型高温合金材料系列产品三个细分领域，形成了生产国内 80%以上牌号高温合金生产的技术能力。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。

5.7. 中航高科：占据复材产业链中确定性最强环节

根据公司最新一期年报，公司主营业务主要包括复合材料、机床产品、其他业务等。其中复合材料占比约 93.35%，业务集中度高。

虽然同属碳纤维复合材料产业，但中航高科业务范围与行业内另外两家上市公司光威复材、中简科技有所差异，光威复材、中简科技更多集中在上游碳纤维原材料制备领域，中航高科旗下中航复材则属于航空系统内单位、离工程型号应用更近，其购入上游光威复材、中简科技等生产的碳纤维，再结合以树脂等基体产品生产形成复合材料预浸料，用于提供下游航空发动机主机厂等制成复合材料零组件。在这一产业链的细分环节，中航高科几乎不存在竞争对手。在航空发动机整机市场放量增长确定性极大的情况下，中航高科在这一环节的垄断地位将能以更大的确定性保障其享受到航空装备放量带来的增长效益。

图 54：中航高科在产业链预浸料环节具有垄断性地位



资料来源：企业招股说明书、浙商证券研究所

股票投资评级说明

以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、买入：相对于沪深 300 指数表现 +20% 以上；
- 2、增持：相对于沪深 300 指数表现 +10% ~ +20%；
- 3、中性：相对于沪深 300 指数表现 -10% ~ +10% 之间波动；
- 4、减持：相对于沪深 300 指数表现 -10% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深 300 指数表现 +10% 以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深 300 指数表现 -10% ~ +10% 以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深 300 指数表现 -10% 以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，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，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 29 层

北京地址：北京市广安门大街 1 号深圳大厦 4 楼

深圳地址：深圳市福田区太平金融大厦 14 楼

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>