



2021 年 01 月 08 日

军民型号齐头并进 航空发动机产业大爆发

国防军工

事件概述：

(1) 空军 2021 年 1 月 5 日发布 2021 年度招飞宣传片，片中展示了一架装备了隐身构型 WS-10“太行”发动机的歼 20 战机起飞的镜头。

(2) 据央视新闻 2021 年 1 月 2 日报道，我国钛铝合金发动机叶片已经通过振动疲劳考核，整体效果达到理想预期，下一步将进行叶片装机考核，该叶片将装配在国产大飞机 C919 的配套发动机 CJ-1000 上。

(3) 据中国航发 2020 年 12 月 18 日发布的招标公告显示，为满足 CJ-2000AX 验证机低压部件旋转件参数测试需求，同时兼顾 CJ-2000AX 核心机试验件旋转件参数测试需求，中国航发商发公司将多通道遥测系统进行招标采购。

(4) 2021 年 1 月 8 日，航发动力（600893）公告 2020 年销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 115.52 亿元，同比增长 34.81%。同时预计 2021 年销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 163.28 亿元，相比于 2020 年实际执行情况（预计）增长 41.28%。此外，还将公司在航发集团财务公司的最高存款限额大幅调增至 100 亿元，同比增长 150%。

分析与判断：

► 歼 20 换装锯齿状 WS-10，提升隐身性能，解决产能瓶颈。

歼 20 换装尾喷口呈锯齿状的 WS-10，能够增强隐身性能：一方面，尾喷口外缘进行锯齿处理，可以降低尾喷流温度，减小红外辐射信号，增强红外隐身性能；另一方面，锯齿形尾喷管可使反射的雷达波向斜方散射，减少发动机正后方的雷达波反射信号特征，增强雷达隐身性能。

我们认为换装国产航空发动机对于歼 20 意义重大。一方面，歼 20 不再受制于俄罗斯 AL-31F 发动机，产能瓶颈得到解决，批量生产得到保障；另一方面，标志着我国第三代战斗机和第四代战斗机均已实现自主保障，我国战斗机将进入加速列装的上行通道。

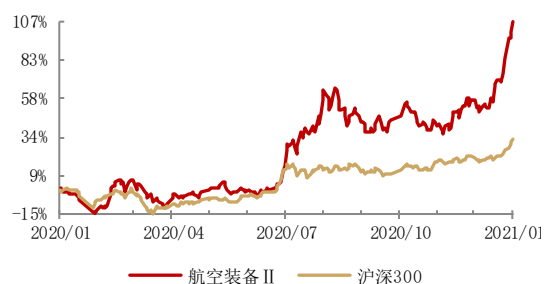
► CJ-1000 钛铝合金叶片通过振动疲劳考核，即将装机考核。

钛铝金属间化合物的密度仅为镍基高温合金的一半，具有良好的高温强度和蠕变抗力，优异的抗氧化性能，可采用高温合金的制备方法制取，是理想的航空航天用轻量型高温材料。

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：陆洲

邮箱：luzhou@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520110001

联系电话：010-59775364

我们认为此次公布的钛铝合金叶片具体是指采用熔模铸造技术制备的钛铝金属间化合物精铸叶片，主要应用于低压涡轮叶片。考虑到 CJ-1000 有 6 级低压涡轮，若用钛铝高温合金替代密度为其 2 倍的镍基高温合金，将会为发动机大幅减重，实现推重比和燃油效率的显著改善。我们测算，未来 20 年，我国民用飞机市场需要发动机 43990 台，价值量约为 6352 亿美元，市场空间巨大。

► CJ-2000AX 验证机低压旋转部件遥测系统开展招标。

航空发动机旋转遥测系统能够以无线数据传输方式将转子上的测量参数高效、可靠地传输到地面设备，同时能够将地面的电能以非接触的方式传输到转子上以供给传感器等器件使用，是获取发动机关键结构部件温度、应变等参数的重要测量系统。

此次低压旋转部件遥测系统的招标要求中提到要兼顾核心机的旋转测试，我们认为 CJ-2000AX 验证机的低压和高压核心部件均已到达测试节点，CJ-2000AX 验证机将基本具备风扇-高压压气机-燃烧室-高压涡轮联合测试，即整机试车的基本条件。

► 航发动力关联交易金额大涨预示业绩高增长，最高存款限额大增预示结算方式改善。

公司披露 2020 年度各项关联交易实际执行情况（预计）。其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 115.52 亿元，同比增长 34.81%。我们假设 2020 年关联交易金额占营业总收入的比重为 33.45%，则公司 2020 年全年营业总收入有望达到 345.36 亿元，同比增长 36.99%。

公司对 2021 年度各项关联交易情况进行预计。其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 163.28 亿元，相比于 2020 年度关联交易情况（预计，102.92 亿元）增长 58.65%，相比于 2020 年度关联交易实际执行情况（预计，115.52 亿元）增长 41.34%。我们认为 2021 年公司也将维持至少 40% 的高增长。

公司将中国航发集团财务有限公司的最高存款限额从 40 亿元大幅调增至 100 亿元，同比增长 150%。我们认为下游客户将会优化结算模式，提前支付大比例预付款，订单给予方式也将由逐年分批签订改为集中大规模签订。若公司获得大比例、大规模预付款，则现金流将显著改善，有助于发挥资金规模效益，加速资金周转，节约交易成本和费用，提高资金运作效率。

基于公司 2020 年度关联交易预计执行情况超预期，且 2021 年度预计关联交易情况继续保持高增长，我们上调盈利预测，预计公司 2020-2022 年营业收入分别为 345.36、483.51 和 628.56 亿元，实现归母净利润 21.18、30.61 和 42.39 亿元，同比增长 96.6%、44.5% 和 38.5%，EPS 分别为 0.79、1.15 和 1.59 元，对应 PE 分别为 93X、65X 和 47X。

投资建议：

“十四五”期间我国军用飞机进入加速列装的上行通道，军用航空发动机迎来高景气需求；未来20年我国航空运输市场需求旺盛，民用航空发动机市场空间巨大。

考虑到航空发动机自主可控的紧迫需求，以及“两机专项”国家战略意志，航空发动机是具有确定性投资机会的绝佳赛道。建议关注航空发动机产业链上下游企业，受益标的：航发动力、航发控制、钢研高纳、宝钛股份、图南股份、派克新材、航亚科技等。

风险提示：

军用航空发动机需求依赖下游军方采购军机的数量，存在放量不达预期的风险；国产民用航空发动机研制周期长，研制风险高，存在进度不达预期的风险。

盈利预测与估值

股票 代码	股票 名称	收盘价 (元)	投资 评级	重点公司							
				EPS (元)				P/E			
				2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E
600893	航发动力	74.22	买入	0.40	0.79	1.15	1.59	184	93	65	47
300034	钢研高纳	34.52	买入	0.33	0.46	0.58	0.72	104	75	60	48

资料来源：wind，华西证券研究所

正文目录

1. 歼 20 换装 WS-10，提升隐身性能，解决产能瓶颈	5
2. CJ-1000 钛铝合金叶片通过振动疲劳考核，即将装机考核	5
3. CJ-2000AX 验证机低压旋转部件遥测系统开展招标	8
4. 航发动力关联交易金额大涨预示业绩高增长，最高存款限额大增预示结算方式改善	9
5. 投资建议	11
6. 风险提示	11

图表目录

图 1 歼 20 换装锯齿状 WS-10 发动机	5
图 2 钛铝合金叶片	6
图 3 CJ-1000 发动机共有 6 级低压涡轮	7
图 4 航空发动机旋转遥测系统	9
图 5 公司关联交易金额（销售商品、提供劳务部分）变动情况或预示业绩高增长	11
表 1 高温合金材料分类	6
表 2 钛铝金属间化合物与钛基合金、镍基合金的性能对比	7
表 3 2020-2039 年我国商用飞机发动机市场空间估算	8
表 4 2017-2020 年公司预计关联交易情况及其实际执行情况	9
表 5 2020 公司营业收入预测	10

1. 歼 20 换装 WS-10，提升隐身性能，解决产能瓶颈

新年伊始，空军推出 2021 年度新版招飞宣传片，展现新时代空军飞行人员胸怀空天、建功空天的家国情怀，呈现新时代有志青年对逐梦空天、制胜未来的不懈追求。近年来，空军持续深化招飞改革，与北京大学、清华大学、北京航空航天大学联合培养“双学籍”飞行学员，在 16 所省级示范高中建设空军青少年航空学校，招飞质量不断实现新突破，为打造一流人才队伍奠定了良好基础。

在此次发布的招飞宣传片中，展示有一架装备隐身构型 WS-10“太行”发动机的歼-20 战机起飞的镜头，这是空军首次证实有装备国产发动机的歼-20 加入空军部队序列。这架歼 20 的尾喷口呈现锯齿状，能够增强战斗机的红外隐身性能和雷达隐身性能：一方面，尾喷口外缘进行锯齿处理，流经喷口的高温燃气会呈锯齿状散开，在不同的时间接触到环境中的冷空气，从锯齿缺口溢出的高温燃气会提前接触空气，分散开来的高温喷流与外部冷空气充分掺混之后会明显降低尾喷流的温度，从而减小红外辐射信号，避开红外制导导弹探测的主要区段；另一方面，与机身、机翼等采用平行线外形的设计类似，锯齿形尾喷管可使反射的雷达波向斜方散射，从而减少发动机正后方的雷达波反射信号特征，实现最大限度压缩后向雷达反射截面积，从而使尾追或者跟踪的敌机雷达制导导弹难于搜索跟踪。

图 1 歼 20 换装锯齿状 WS-10 发动机



资料来源：空军在线，华西证券研究所

换装国产航空发动机对于歼 20 意义重大，一方面，歼 20 不再受制于俄罗斯 AL-31F 发动机，产能瓶颈得到解决，批量生产得到保障；另一方面，继歼 11、歼 10、歼 16 陆续换装国产航空发动机之后，歼 20 发动机也实现国产化，标志着我国第三代战斗机和第四代战斗机均已实现自主保障，我国战斗机将进入加速列装的上行通道。

2. CJ-1000 钛铝合金叶片通过振动疲劳考核，即将装机考核

据央视新闻 2021 年 1 月 2 日报道，我国新型钛铝合金叶片的制备生产正在有序推进。目前，钛铝合金叶片已经通过振动疲劳考核，整体效果达到理想预期，下一步即将进行叶片装机考核，该叶片将装配在国产大飞机 C919 的配套发动机 CJ-1000 上。

图 2 钛铝合金叶片



资料来源：央视新闻，华西证券研究所

报道中的钛铝合金叶片采用的材料是钛铝金属间化合物，属于一种新型高温合金材料。钛铝金属间化合物的密度仅为镍基高温合金的一半，具有良好的高温强度和蠕变抗力，优异的抗氧化性能，可采用高温合金的制备方法制取，是理想的航空航天用轻量型高温材料。

表 1 高温合金材料分类

高温合金	基体元素	镍基高温合金	
		钴基高温合金	
		铁基高温合金	
	强化类型	固溶强化高温合金	
		弥散强化高温合金	
		时效沉淀强化高温合金	
	产品类型	主要品种	板、棒、环、盘
		精细品种	丝、带、管、锻件
	成型工艺	变形高温合金	
		铸造高温合金	等轴晶铸造高温合金
			定向凝固铸造高温合金
			单晶铸造高温合金
		新型高温合金	粉末冶金高温合金
			金属间化合物基高温合金

资料来源：中国高温合金 50 年，华西证券研究所

表 2 钛铝金属间化合物与钛基合金、镍基合金的性能对比

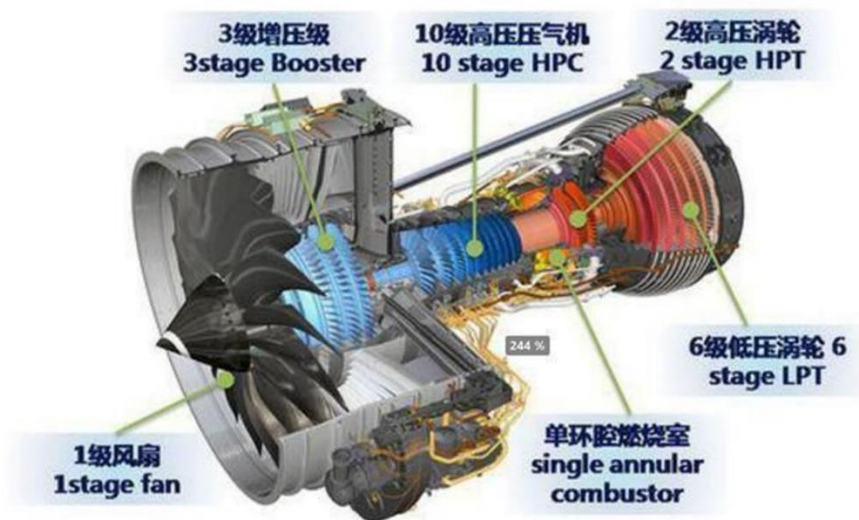
	钛基合金	钛铝金属间化合物	镍基合金
密度 (g/cm ³)	4.54	4.04	8.30
刚度 (GPa)	110	176	207
最高蠕变温度 (°C)	540	900	1090
最高氧化温度 (°C)	590	815	1090
室温塑性 (%)	15	1-3	3-10
工作温度塑性 (%)	15	5-12	10-20

资料来源：钛铝金属间化合物及其应用，华西证券研究所

钛的活性非常强，极易与其他材料发生反应，只有氧化钽、氧化钙、氧化钇三种陶瓷材料不与之发生反应，而氧化钽具有放射性，氧化钙极易吸潮难以保存，均不具备应用条件，**只有氧化钇可以作为铸造成型的容器**，但其表面为粉末状，很容易脱落掉渣污染钛铝熔液，造成叶片精度不达设计指标。报道中指出我国科研人员调制出一种特殊的黏结剂，让氧化钇不再掉渣，**解决了铸型材料对钛铝合金的污染问题，实现了一体浇铸成形**。

结合报道中提到的加工工艺，我们认为此次公布的钛铝合金叶片具体是指采用熔模铸造技术制备的**钛铝金属间化合物精铸叶片**，主要应用于**低压涡轮叶片**。考虑到CJ-1000共有6级低压涡轮，若将钛铝高温合金材料应用在涡轮盘和涡轮叶片上，替代密度为其2倍的镍基高温合金，将会为发动机大幅减重，实现推重比和燃油效率的显著改善。

图 3 CJ-1000 发动机共有 6 级低压涡轮



资料来源：商发公司官网，华西证券研究所

根据中国商飞发布的《2020-2039 年民用飞机市场预测年报》，未来 20 年，中国航空市场将接收 50 座以上客机 8725 架，其中，50 座级以上涡扇支线客机交付 920 架，120 座级以上单通道喷气客机交付 5937 架，250 座级以上双通道喷气客机交付 1868 架。未来 20 年，中国航空市场将接收货机 608 架，其中，按照国际市场新货机与客改货机的比例测算，新货机 201 架，客改货机 407 架。

按照新客机和货机换发一次，客改货机不换发来测算，未来 20 年，我国民用飞机市场需要发动机 43990 台，价值量约为 6352 亿美元。

表 3 2020-2039 年我国商用飞机发动机市场空间估算

飞机类型	细分机型	飞机数量 (架)	单机发动机 数 (台)	换发次 数	发动机总需 求 (台)	发动机价值 (万美元)	市场空间 (亿美元)
客机							
	支线	920	2	1	3680	830	305
	单通道	5937	2	1	23748	1500	3562
	双通道	1868	4	1	14944	1500	2242
货机							
	新货机	201	2	1	804	1500	121
	客改货机	407	2	0	814	1500	122
合计		9333			43990		6352

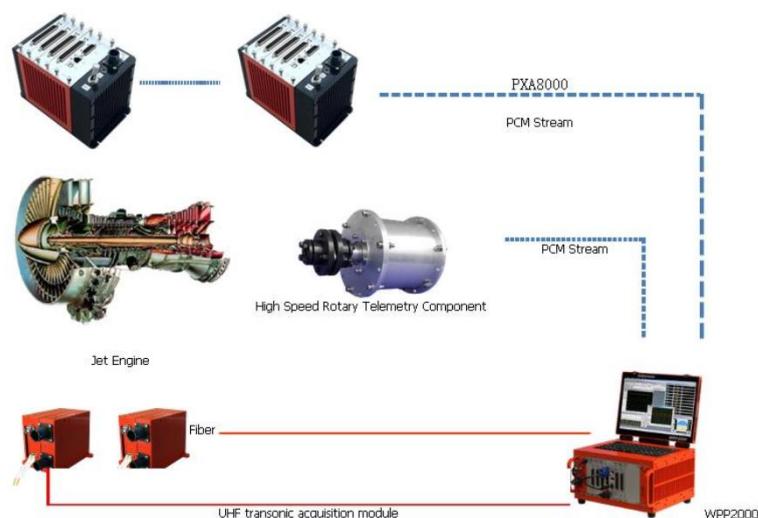
资料来源：中国商飞，华西证券研究所

3. CJ-2000AX 验证机低压旋转部件遥测系统开展招标

据中国航发 2020 年 12 月 18 日发布的招标公告显示，为满足 CJ-2000AX 验证机低压部件旋转件参数测试需求，同时兼顾 CJ-2000AX 核心机试验件旋转件参数测试需求，中国航发集团商发公司开展了 CJ-2000AX 验证机低压旋转部件参数多通道遥测系统硬件配置的招标工作。这一招标项目的情况，可以说明 CJ-2000 已经有了验证机，并且已经进入到验证机的试车阶段，这意味着 CR929 大飞机的国产化动力研发取得了新的重大进展。

航空发动机关键结构部件的表面温度及应变测量能力是提高现代先进航空发动机工作效率、增强其可靠性、减少污染排放及新型发动机设计及试车的关键。在航空发动机涡轮叶片等高速旋转部件的温度测量中，温度传感器需安装于叶片表面上，随转子高速旋转，导致传感器信号难以从转子上传输到地面设备进行处理、分析与存储。同时，在数据采集过程中，为传感器等部件提供电源激励时存在同样的困难。因此，对于旋转状态的传感器信号，需要一套特种测量仪器系统来遥测和处理，要求该遥测系统能够以无线数据传输方式将转子上的测量参数高效、可靠地传输到地面设备，同时还要将地面的电能以非接触的方式传输到转子上以供给传感器等器件使用。

图 4 航空发动机旋转遥测系统



资料来源：世纪兴元公司官网，华西证券研究所

此次低压旋转部件参数多通道遥测系统的招标，意味着 CJ-2000AX 验证机匹配的低压部件已经初步研制成功，进入测试阶段。由于 2020 年 3 月已经进行过核心机的点火和 1.0 转速运转测试，此次低压旋转部件遥测系统的招标要求中又提到要兼顾核心机的旋转测试，这意味着 CJ-2000AX 验证机的低压和高压核心部件均已到达测试节点。CJ-2000AX 验证机将基本具备风扇-高压压气机-燃烧室-高压涡轮联合测试，即整机试车的基本条件。

4. 航发动力关联交易金额大涨预示业绩高增长，最高存款限额大增预示结算方式改善

2021 年 1 月 8 日航发动力发布公告，披露 2020 年度各项关联交易实际执行情况（预计，正式数据将在 2020 年年度报告中披露），其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 115.52 亿元，同比增长 34.81%。同时，对 2021 年度各项关联交易情况进行预计，其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 163.28 亿元，相比于 2020 年度的实际执行情况（预计）增长 41.28%。此外，还将中国航发集团财务有限公司的最高存款限额大幅调增至 100 亿元，同比增长 150%。

根据 2017-2019 年关联交易情况，年初公布的关联交易情况（预计）与年末公布的关联交易实际执行情况（预计）有一定差别，但年末公布的关联交易实际执行情况（预计）与年报公布的关联交易实际执行情况（正式）差别不大。

表 4 2017-2020 年公司预计关联交易情况及其实际执行情况

	2017A	2018A	2019A	2020E
①年初公布的关联交易情况（预计）	54.47	74.21	89.78	102.92

②年末公布的关联交易实际执行情况（预计）	66.94	84.30	84.52	115.52
③年报公布的关联交易实际执行情况（正式）	67.06	84.29	85.69	
(②-①)/①	22.89%	13.60%	-5.85%	12.24%
(③-②)/②	0.18%	-0.01%	1.38%	

资料来源：公司公告，华西证券研究所

公司披露 2020 年度各项关联交易实际执行情况（预计），其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 115.52 亿元，同比增长 34.81%。2017-2019 年公司关联交易金额占营业总收入的比重为 29.73%-36.48%，平均 33.45%。我们假设 2020 年关联交易金额占营业总收入的比重为 33.45%，则公司 2020 年全年营业总收入有望达到 345.36 亿元，同比增长 36.99%。

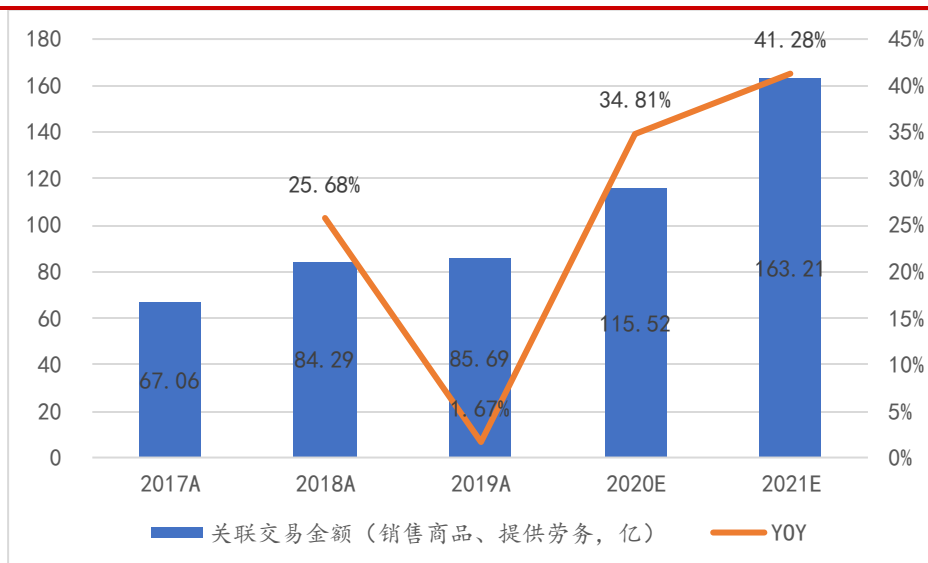
表 5 2020 公司营业收入预测

	2017A	2018A	2019A	合计	2020E
关联交易金额（亿）	67.06	84.29	85.69	237.04	115.52
营业总收入（亿）	225.55	231.02	252.11	708.68	345.36
关联交易金额/营业总收入	29.73%	36.48%	33.99%	33.45%	33.45%

资料来源：公司公告，华西证券研究所

公司对 2021 年度各项关联交易情况进行预计，其中，销售商品、提供劳务发生的关联交易金额为 163.28 亿元，相比于 2020 年度关联交易情况（预计，102.92 亿元）增长 58.65%，相比于 2020 年度关联交易实际执行情况（预计，115.52 亿元）增长 41.34%。我们认为 2021 年公司也将维持至少 40% 的高增长。

图 5 公司关联交易金额（销售商品、提供劳务部分）变动情况或预示业绩高增长



资料来源：公司公告，华西证券研究所（2020 年为预计执行、2021 年为预计）

公司将中国航发集团财务有限公司的最高存款限额从 40 亿元大幅调增至 100 亿元，同比增长 150%。我们认为下游客户将会优化结算模式，提前支付大比例预付款，订单给予方式也将由逐年分批签订改为集中大规模签订。

若公司获得大比例、大规模预付款，则现金流将显著改善，有助于发挥资金规模效益，加速资金周转，节约交易成本和费用，提高资金运作效率。

5. 投资建议

“十四五”期间我国军用飞机进入加速列装的上行通道，军用航空发动机迎来高景气需求；未来 20 年我国航空运输市场需求旺盛，民用航空发动机市场空间巨大。

考虑到航空发动机自主可控的紧迫需求，以及“两机专项”国家战略意志，航空发动机是具有确定性投资机会的绝佳赛道。建议关注航空发动机产业链上下游企业，受益标的：航发动力、航发控制、钢研高纳、宝钛股份、图南股份、派克新材、航亚科技等。

6. 风险提示

军用航空发动机需求依赖下游军方采购军机的数量，存在放量不达预期的风险；国产民用航空发动机研制周期长，研制风险高，存在进度不达预期的风险。

分析师与研究助理简介

陆洲：华西证券研究所军工行业首席分析师，北京大学硕士，10年军工行业研究经验。曾任光大证券、平安证券、国金证券研究所军工行业首席分析师，华商基金研究部工业品研究组组长，东兴证券研究所所长助理兼军工首席分析师。曾获2019年中国证券业分析师金牛奖军工行业第一名。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资 评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出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。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有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、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。