



大飞机行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

军工组

分析师：杨晨（执业 S1130522060001）
yangchen@gjzq.com.cn

分析师：任旭欢（执业 S1130524070004）
renxuhuan@gjzq.com.cn

C919 批产提速，产业链蓄势待发——大飞机系列报告之总览篇

投资逻辑：

C919 步入产业化元年，打破空客、波音 A、B 垄断营造“三足鼎立”格局：1) 从 1 到 100 大提速，C919 已进入大规模、大批量生产交付阶段：作为 C919 全球首发用户，中国东航于 2021 年率先采购 5 架 C919，并于 2023 年 9 月增订 100 架；截至 2024 年 7 月 29 日，东航已拥有 7 架 C919，累计执行航班 3031 班次，承运旅客近 40.5 万人次。2) C919 客户即将实现从 1 到多：继东航之后，2024 年 4 月国航、南航先后公告，各自向中国商飞采购 100 架 C919 飞机，并将于 8 月底各自接收第一架 C919 飞机；金鹏航空亦将于 2024 年四季度接收第一架 C919，并将于 2027 年底引进 30 架。3) C919 飞机订单饱满：据经济日报，2023 年 9 月 10 日在浦江创新论坛全体大会上，中国商飞党委书记、董事长贺东风透露，C919、ARJ21 订单数量分别达到 1061 架、775 架。

国内民机市场空间广阔，C919 “入欧”提速或将拓展海外市场：1) 航空制造业景气上行，牵引万亿市场空间：据中国商飞预测，2022-2041 年我国民航市场有望接收 9284 架飞机（占全球 22%），价值量达 1.46 万亿美元（占全球 23%）；其中 C919 所对应的单通道喷气客机需求量或达 6288 架（占国内 67.7%），价值量达 7493 亿美元（占国内 51%）。2) C919 较竞品机型具有性能优势，同时 C919 目录价 0.99 亿美元，是空客 A320NEO 的 77%、波音 737-8 的 81%。3) C919 飞机 EASA 取证或将提速，未来有望拓展欧洲市场：2024 年 7 月欧洲航空安全局（EASA）代表团在上海对 C919 飞机进行实地检查后，对 C919 给予了“积极反馈”，目前 C919 飞机 EASA 取证正处于四轮认证程序的第三阶段，基于 2019 年签订的《中欧民航安全协定》，未来 C919 “入欧”或将提速。

C919 产能爬坡有望提速，大飞机产业链有望充分受益：1) C919 第二总装厂落户上海，中国商飞规划 5 年内将 C919 产能扩大到 150 架/年：2023 年 1 月 12 日，时任中国商飞副总经理张玉金在上海两会表示，“C919 大飞机必将提速扩产，抢占市场份额，规划未来 5 年内年产能达到 150 架”；据航空产业网 4 月 30 日消息，航空工业规划总院中标 C919 大型客机批生产条件能力（二期）建设项目。2) 上海大力支持民用大飞机产业链发展，高标准打造民用航空产业集群：规划到 2026 年，上海本地大飞机产业规模达到 800 亿元左右。3) 航空工业机载正式落户上海，并成立了机电、飞控、航电、电力、起落架 5 家分中心，未来机载系统国产替代进程有望提速。

投资建议

我们判断，随着 C919 批产放量，1) 国产化率较高的民机机体结构产业链或将率先受益，航空锻造、大部段装配环节确定性较强；2) 随着航空工业机载落户上海、CJ-1000 研发持续推进，C919 机载系统、发动机国产替代有望提速；3) 通过自主研制，我国掌握了民机产业链发展统筹权，民机后市场航空维修、航材分销等领域有望受益。

从市场空间、业绩弹性、核心竞争力、长期成长空间等维度，我们建议关注 C919 机体结构产业链相关标的；同时，我们建议关注 C919 机载系统、发动机国产替代对产业链的带动作用与相关投资机遇。

风险提示

国际贸易形势动荡，C919 生产交付不及预期的风险



内容目录

1 C919 步入产业化元年，打破 A、B 垄断，为全球航空业带来 C 选项	5
1.1 从 1 到 100 大提速，C919 进入大规模、大批量生产交付新阶段	5
1.2 C919 旨在打破空客、波音 A、B 垄断，营造 A、B、C 三足鼎立格局	6
1.3 复盘 ARJ21 交付数量爬坡之路，C919 有望迎来产能快速爬坡阶段	8
2 国内民机市场需求旺盛，C919 “入欧”提速有望拓展海外市场	8
2.1 2022-2041 年我国或将接收 9284 架飞机，市场空间达 1.46 万亿美元	8
2.2 C919 采用“主制造商-供应商”模式，有望带动整体产业链腾飞	10
3 C919 机体结构件国产化率较高，有望直接受益于 C919 批产放量	11
3.1 新材料：大飞机引领铝合金、钛合金、复合材料等先进材料发展	11
3.2 零部件加工：航空制造对制造要求较高，先进工艺有望受益	17
3.3 大部段装配：以 9 家国内企业为主，航空工业下属企业参与度高	20
4 机载系统：国外厂商参与度高，航空工业机载落户上海有望加速国产替代	21
5 航空发动机：LEAP-1C 性能优异，长江 1000 有望实现国产替代	24
6 航空维修与航材分销：有望受益于民航机队扩大和国产飞机崛起	26
7 C919 产业链投资建议与标的梳理	28
7.1 投资建议	28
7.2 标的梳理	28
8 风险提示	30

图表目录

图表 1：国航首架 C919 完成首次试飞，计划 8 月底交付	5
图表 2：中国东航 100 架 C919 订单预计交付节奏（架）	5
图表 3：“C919 大型客机批生产条件能力（二期）建设项目总装一体化及配套工程”中标结果公告	6
图表 4：上海大飞机航空产业园区域规划	6
图表 5：大飞机产业链发展重点	6
图表 6：2023 年空客波音交付飞机 1263 架，市占率 91%	7
图表 7：A320、B737 是空客、波音的主力机型	7
图表 8：C919 对标机型为空客 A320neo 和波音 B737-8	7
图表 9：C919 指标与 A320、B737 相当，但具价格优势	7
图表 10：ARJ21 飞机载客突破 1000 万人次	8
图表 11：ARJ21 飞机当年新交付数量（架）	8



图表 12:	截至 2024 年 8 月 15 日, ARJ21 累计交付 142 架	8
图表 13:	2022-2041 年中国民航有望接收 9284 架飞机	9
图表 14:	C919 飞机 EASA 取证有望于 2025 年完成	9
图表 15:	民用航空产业链基本构成	10
图表 16:	民用飞机主要组成部分价值占比	10
图表 17:	波音主-供模式	11
图表 18:	空客主-供模式	11
图表 19:	C919 主要供应商	11
图表 20:	一些典型干线客机的用材情况 (质量分数/%)	12
图表 21:	C919 飞机全机材料使用示意图	12
图表 22:	ARJ21 支线客机铝材选用方案示意图	12
图表 23:	C919 大型客机前机身大部段首次采用第三代铝锂合金	13
图表 24:	C919 铝锂合金使用情况	13
图表 25:	C919 钛合金应用部位示意图	14
图表 26:	钛合金在飞机上的应用	14
图表 27:	ARJ21、C919、C929 用钛量逐步提升	14
图表 28:	C919 飞机复合材料使用部位	15
图表 29:	C919 飞机复材典型应用部位	15
图表 30:	波音公司客机复材应用历程	16
图表 31:	空客公司复材应用历程	16
图表 32:	波音、空客各型号碳纤维复材用量占比	16
图表 33:	ARJ21、C919、C929 空重和复合材料占比	16
图表 34:	C929 飞机复合材料应用	16
图表 35:	C929 飞机复材典型应用部位	16
图表 36:	航空发动机盘、轴件	17
图表 37:	航空发动机环形锻件	17
图表 38:	自动铺带成型技术应用	18
图表 39:	自动铺丝技术应用	18
图表 40:	爱乐达受托加工飞机零部件所处部位	18
图表 41:	爱乐达部分受托加工产品特点及用途	18
图表 42:	飞机大型蒙皮零件及其复杂特征示意图	19
图表 43:	C919 机身大型单曲蒙皮镜像铣	19
图表 44:	C919 机体大部段分工示意图	20
图表 45:	C919 机体大部段 9 家供应商分工明细	20
图表 46:	C919 飞机部分核心机载系统工作包分布情况	21



图表 47: ARJ21 飞机部分核心机载系统工作包分布情况..... 21

图表 48: 部分为 C919 项目配套的中外合资企业 22

图表 49: 航空工业机载正式落户上海闵行吴泾 23

图表 50: 中航民机机载系统工程中心产业基地效果图 23

图表 51: LEAP-1C 航空发动机..... 24

图表 52: LEAP-1A/B/C 三型发动机主要性能指标对比..... 24

图表 53: CJ1000A 发动机..... 24

图表 54: CJ1000A 发动机总体结构方案图..... 24

图表 55: 航空器维修的分类 27

图表 56: 航空器维修企业分类 27

图表 57: 航材主要分为周转件和消耗件 27

图表 58: 国内航材分销商经营模式 27

图表 59: 大飞机产业链受益标的梳理 29



1 C919 步入产业化元年，打破 A、B 垄断，为全球航空业带来 C 选项

1.1 从 1 到 100 大提速，C919 进入大规模、大批量生产交付新阶段

C919 即将实现客户数量从 1 到多的跨越：1) 国航 C919 完成首次试飞，预计 2024 年 8 月底交付国航：据“民航资源网”微信公众号消息，8 月 9 日，首架国航涂装的 C919 客机完成了首次试飞，该机临时注册号为 B-002M；此前国航官网公布了其 C919 客机的客舱布局，采用 158 座两舱布局，是目前最宽松的客舱布局。2) 国航、南航预计于 2024 年 8 月底接收首架 C919，金鹏航空预计于 2024 年四季度接收首架 C919。

- 中国东航作为 C919 全球首发客户，截至 2024 年 7 月 29 日已拥有 7 架 C919：1) 2021 年 3 月，中国东航与中国商飞公司在上海正式签署了首批 5 架 C919 购机合同，2022 年 12 月 9 日，中国东航接收全球首架 C919 飞机并于 2023 年 5 月 28 日开启商业运营。2) 2023 年 9 月 28 日，中国东航在首批 5 架的基础上，增订了 100 架 C919 订单，该批飞机将于 2024-2031 年间交付。3) 运营情况良好：截至 2024 年 7 月 28 日，东航 C919 机队已累计执行航班 3031 班次，承运旅客近 40.5 万人次。
- 国航、南航等航司积极跟进，C919 客户从 1 到多：1) 2024 年 4 月 26、29 日，南航和国航分别公告，宣布各采购 100 架 C919 订单，2024 年 8 月底，国航、南航将各自接收第一架 C919 飞机。2) 西藏航、金鹏航亦积极推进 C919 的采购与交付：新华社消息，在 2024 年 2 月 20 日开幕的新加坡国际航展上，西藏航空与中国商飞签署 40 架 C919 “高原型”飞机订单，成为该机型的启动客户；金鹏航空预计于 2024 年四季度接收首架 C919 客机，成为全球首家运行 C919 的民营航司，并计划在 2027 年底完成引进共计 30 架 C919 客机。

图表1：国航首架 C919 完成首次试飞，计划 8 月底交付

图表2：中国东航 100 架 C919 订单预计交付节奏（架）



来源：观察者网，国金证券研究所



来源：中国东航公告，国金证券研究所

大飞机现已经进入大规模、大批量生产交付阶段：1) 到 2027 年 C919 年产能有望达到 150 架：据界面新闻消息，2023 年 1 月 12 日，时任中国商飞副总经理张玉金表示，“C919 大飞机必将提速扩产，抢占市场份额，规划未来 5 年内年产能达到 150 架”。2) 中国商飞已展开 C919 二期产能建设：2024 年 1 月 24 日上海两会现场，张玉金再次透露，2024 年预计 C919 产能将继续逐步扩大，稳步增长，实现“多快好”生产，同时，计划在 3-5 年内，投入几百亿元用于扩大产能。据航空产业网 4 月 30 日消息，航空工业规划总院中标 C919 大型客机批生产条件能力（二期）建设项目，该项目的建成将满足 C919 大型客机未来批量化生产需求，有效提高 C919 大型客机的生产效率，为国产大飞机的商业化运营和市场竞争提供有利保障。



图表3: “C919大型客机批生产条件能力(二期)建设项目总装一体化及配套工程”中标结果公告

图表4: 上海大飞机航空产业园区域规划

报建编号: 24LGP0034	标段号: B01
招标方式: 公开招标	招标类型: 设计招标(电子招投标)
招标项目名称: C919大型客机批生产条件能力(二期)建设项目总装一体化及配套工程	
招标人: 上海飞机制造有限公司	
招标代理机构: 中招国际招标有限公司	
中标人: 中国航空规划设计研究总院有限公司	
中标价: 9511.8704 万元	中标日期: 2024年04月27日
评标委员会: 俞超、陈晓菁、赵天华、陈弘、胡水龙、柏航舟、王建玲	
定标原因及依据: 确定排名第一的中标候选人中标人。	



来源: 上海市建设市场信息服务平台, 国金证券研究所

来源: 临港航空, 国金证券研究所

高标准建设大飞机园, 上海市大力支持民用大飞机高端产业链发展, 促进世界级民用航空产业集群建设: 2024年7月1日, 上海市经济和信息化委员会等八部门单位联合发布了《上海市关于支持民用大飞机高端产业链发展, 促进世界级民用航空产业集群建设的若干政策措施》。

- 总体目标: 努力将大飞机产业链培育成为代表新质生产力的标志性产业链, 将大飞机园建设成为世界级民用航空产业集群核心承载地。到2026年, 国产民用大飞机生产能力大幅提升, 上海新增引育大飞机高端产业链重点企业60家以上, 大飞机产业链本地配套供应商及合作单位达到150家左右, 实现新增投资700亿元以上, 大飞机产业规模达到800亿元左右。
- 发展重点: 包括结构大部段和复合材料、机载系统、发动机、制造装备四大子链。
- 我们认为, 上海市高标准建设大飞机园, 主机厂+地方政府通力合作, 共同围绕C919搭建国产大飞机产业链、创新链, 有望为C919产能爬坡奠定坚实基础。

图表5: 大飞机产业链发展重点

重点发展子链	核心环节
结构大部段和复合材料子链	重点推动机头、机身、机翼等结构大部段, 座椅、行李箱、壁板等内饰内嵌产品, 预浸料及零部件等复合材料产业链项目落地大飞机园, 形成与大飞机总装制造的“门对门”配套
机载系统子链	重点推动飞控、航电、液压、环控、电源、辅助动力装置、燃油、起落架等机载系统、子系统及重点产品研制, 强化机载系统研发、测试和集成能力, 加快实现取证装机
发动机子链	重点推动民用航空发动机用原材料、锻铸件、元器件、核心零部件及子系统、短舱等研发、制造、系统集成, 加快构建绿色设计、智能制造、维修保障融合的批产配套体系
制造装备子链	重点推动复材加工设备、检测检验设备、智能化总装产线、新型工装设备等研发制造, 掌握大飞机零部件先进制造技术及工艺, 协同提升大飞机批产效率

来源: “临港新片区大飞机航空产业园”微信公众号, 国金证券研究所

1.2 C919旨在打破空客、波音A、B垄断, 营造A、B、C三足鼎立格局

C919大型客机是我国首款按照国际通行适航标准自行研制、具有自主知识产权的喷气式干线客机。座级158-192座, 航程4075-5555公里。2015年11月2日完成总装下线, 2017年5月5日成功首飞, 2022年9月29日获得中国民用航空局颁发的型号合格证, 2022年12月9日全球首架交付, 2023年5月28日圆满完成首次商业飞行。

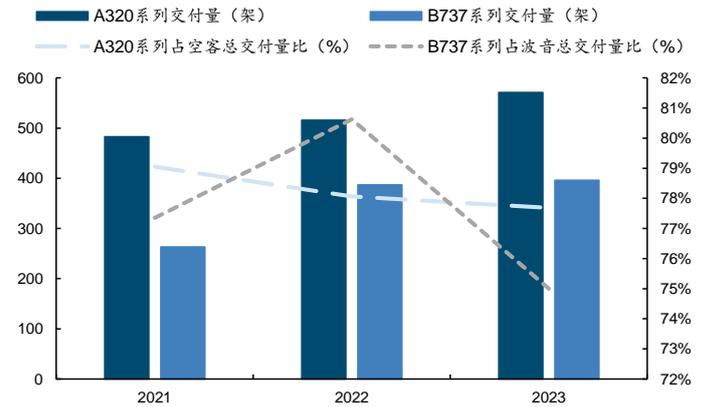
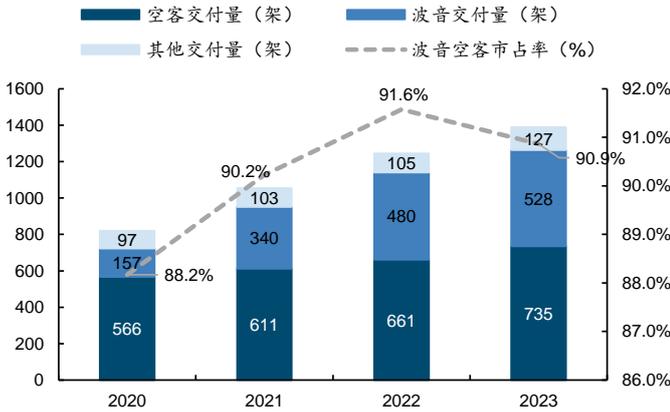
- “大飞机”即大型客机, 一般指起飞总重超过100吨的运输类飞机, 同时包括150座以上的干线客机: 它是衡量一个国家科技水平和综合国力的重要标志, 目前世界上仅有中国、美国、俄罗斯、法国等少数国家可以生产。



- 空客、波音在民航飞机行业形成双寡头垄断：根据 IATA: Annual Review 2024 数据，2023 年全球共计交付 1390 架民航飞机，其中波音交付 528 架，占比 38%；空客交付 735 架飞机，占比 53%；空客、波音合计交付 1263 架，市场份额达到 91%。
- C919 对标机型为空客 A320 系列和波音 737 系列，该两款机型亦是空客、波音最主力的机型。2021-2023 年，空客 A320 系列飞机分别交付 483、516、571 架，占空客总交付量比例为 79%、78%、78%；波音 737 系列飞机分别交付 263、387、396 架，占波音总交付量比例为 77%、81%、75%。

图表6: 2023 年空客波音交付飞机 1263 架, 市占率 91%

图表7: A320、B737 是空客、波音的主力机型



来源: Annual Review 2024, 中国民航网, 航空产业网, 国金证券研究所

来源: 航空产业网, 国金证券研究所

C919 旨在打破波音、空客 A、B 垄断：相较于波音、空客的最新机型 B737-8、A320neo，C919 具备性能和价格优势。1) 性能优势：采用先进的气动布局，以及性能更为优化的超临界翼型和局部的融合设计；采用先进的机载系统和发动机，经济性能更好；先进材料首次在国产民机大规模应用，特别第三代铝锂合金材料、先进复合材料用量分别达到 8.8% 和 12%；氮氧化物排放比 ICAO CEAP6 标准低 50%，二氧化碳排放比现役飞机低 12%。2) 价格优势：根据中国东航、中国南航公告以及 aerocorner 数据，C919（标准型）目录价格为 0.99 亿美元，C919（增程型）目录价格为 1.08 亿美元；而 A320neo 目录价为 1.28 亿美元（2020 年 1 月目录价），B737-8 目录价为 1.22 亿美元（2019 年目录价），C919（标准型）的目录价格约为 A320neo 的 77%，约为 B737-8 目录价格的 81%。

图表8: C919 对标机型为空客 A320neo 和波音 B737-8

图表9: C919 指标与 A320、B737 相当, 但具价格优势

Comac 919 vs Airbus 320neo vs Boeing 737-8



指标	A320neo	B737-8	C919
座位数	150-180	162-178	158-192
最大航程 (km)	6300	6480	5555
高度 (m)	11.76	12.3	11.95
长度 (m)	37.57	39.52	38.9
翼展 (m)	35.8	35.9	35.8
最大起飞重量 (t)	79	82.6	78.9
最大巡航速度 (马赫)	0.82	0.79	0.785
发动机	PurePower PW1100G-JM, LEAP-1A	LEAP-1B	LEAP-1C

来源: CNA, 国金证券研究所

来源: 空客, 波音, 中国商飞官网, CNA, “上海飞机制造有限公司”微信公众号, FLORIDA FLYERS, 国金证券研究所



1.3 复盘 ARJ21 交付数量爬坡之路，C919 有望迎来产能快速爬坡阶段

ARJ21 新支线飞机是我国首次按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的中短程新型涡扇支线客机，座级 78-97 座，航程 2225-3700 公里，于 2014 年 12 月 30 日取得中国民航局型号合格证，2017 年 7 月 9 日取得中国民航局生产许可证。ARJ21 飞机于 2016 年 6 月 28 日投入商业运营。截至 2023 年 11 月 24 日，ARJ21 飞机累计载客数量超过 1000 万人次，开通国内外航线 400 余条，通航城市 140 余座，每周运营航班量近 1800 班，初步形成了覆盖华北、东北、华东、西北、西南、中南等地区的航线网络，并在印尼开启海外运营。

图表10: ARJ21 飞机载客突破 1000 万人次

图表11: ARJ21 飞机当年新交付数量 (架)



来源：中国商飞官网，国金证券研究所

来源：planespotters，国金证券研究所

截至 2024 年 8 月 15 日 ARJ21 飞机已交付 142 架，客户数量达 12 家：1) 截至 2024 年 8 月 15 日，国航、南航、成都航 ARJ21 机队规模分别为 29 架、28 架、28 架。2) 交付数量爬坡节奏：2015-2016 年各交付 1 架，2017 年交付 2 架，当年取得生产许可证 (PC)，2018 年起，ARJ21 交付数量开启快速爬坡阶段，2018-2022 年，ARJ21 交付数量逐年爬坡，分别交付了 6/13/22/21/34 架，并于 2022 年累计交付数量达到 100 架。3) 据中国民航报消息，商飞已达到年产 30 架 ARJ21 的均衡生产节拍，建成部总装年产 50 架的生产能力。

图表12: 截至 2024 年 8 月 15 日，ARJ21 累计交付 142 架

航空公司	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	总计
成都航空	1	1	2	6	8	6-1	6-6	4-2		3	28
江西航空					1	2	2				5
天骄航空					3	2			1		6
中飞通航					1	1					2
华夏航空						2	1	3	2		8
南方航空						3	4	8	9	4	28
一二三航空						3	4	10		7	24
中国国航						3	4	8	7	7	29
翎亚航空								1	1	1	3
圆通航空									1		1
中原龙浩航空									1		1
商飞快线						2	5	3	-2		8
当年新机交付量 (架)	1	1	2	6	13	22	21	34	20	22	142

来源：planespotters，国金证券研究所

2 国内民机市场需求旺盛，C919 “入欧”提速有望拓展海外市场

2.1 2022-2041 年我国或将接收 9284 架飞机，市场空间达 1.46 万亿美元

全球民用航空需求旺盛，中国或将成为全球最大单一航空市场：1) 中国民机市场空间超万亿美元：据《中国商飞市场预测年报 (2022-2041)》预测，未来 20 年我国航空市场将接收 9284 架客机 (占全球 21.9%)，价值量达 1.46 万亿美元 (占全球 23%)。2) C919 对应座级的飞机或将占据 50% 以上的市场空间：据中国商飞预测，2022-2041 年中国市场 C919 对应座级的飞机有望交付 6288 架 (占比 67.7%)，对应价值量约为 7493 亿美元 (占比 51%)。



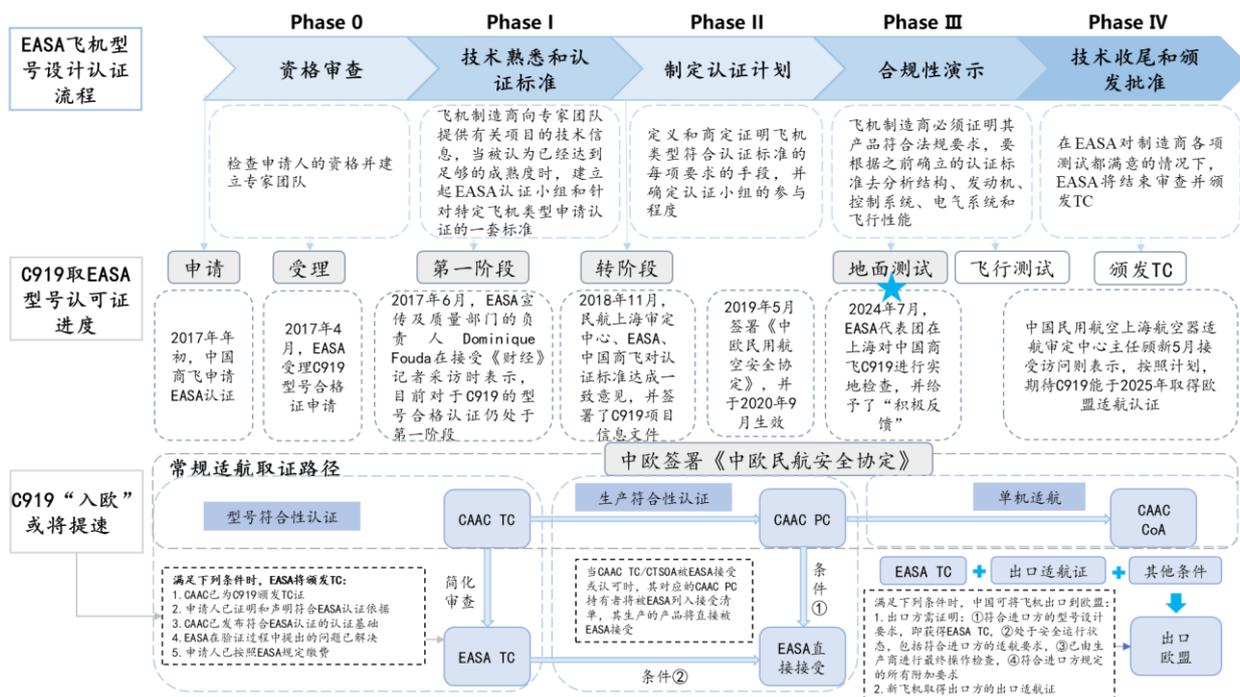
图表13: 2022-2041年中国民航有望接收9284架飞机

机型	全球		中国		中国占全球数量比 (%)	中国占全球价值比 (%)
	新机交付量 (架)	市场价值 (亿美元)	新机交付量 (架)	市场价值 (亿美元)		
涡扇支线客机	小型	160	50	0	0	-
	中型	484	231	0	0	-
	大型	3723	1924	958	495	26%
小计	4367	2205	958	495	22%	22%
单通道喷气客机	小型	2092	1890	260	235	12%
	中型	20587	24161	4987	5853	24%
	大型	7688	10377	1041	1405	14%
小计	30367	36428	6288	7493	21%	21%
双通道喷气客机	小型	5689	17068	1509	4527	27%
	中型	1466	5692	477	1852	33%
	大型	539	2612	52	252	10%
小计	7694	25372	2038	6631	26%	26%
合计	42428	64005	9284	14619	22%	23%

来源:《中国商飞市场预测年报(2022-2041)》,国金证券研究所

欧洲航空安全局反馈积极, C919“入欧”有望提速。1) EASA 代表团对 C919 给予了“积极反馈”: 据观察者网援引《南华早报》2024年8月9日消息, 7月份欧盟航空安全机构欧洲航空安全局(EASA)代表团在上海对中国商飞 C919 进行实地检查后, 对 C919 给予了“积极反馈”。2) 7月份的检查是合规性演示的一部分, 合规性演示是 EASA 四轮认证程序的第三阶段, 也是最重要的阶段。根据 EASA 官网介绍: 四轮认证程序分别包括: ①技术熟悉和认证基础(Technical Familiarisation and Certification Basis)、②制定认证计划(Establishment of the Certification Programme)、③合规性演示(Compliance demonstration)、④技术收尾和颁发批准(Technical closure and issue of approval)。3) 中国民航上海航空器适航审定中心主任顾新5月受访时表示, 期待 C919 能于2025年取得欧盟适航认证。

图表14: C919飞机EASA取证有望于2025年完成



来源: EASA, 中国民用航空网, “侠客岛”微信公众号, 中央人民政府网, 新华社, “观察者网”微信公众号, 新京报, 中国民用航空局, 国金证券研究所

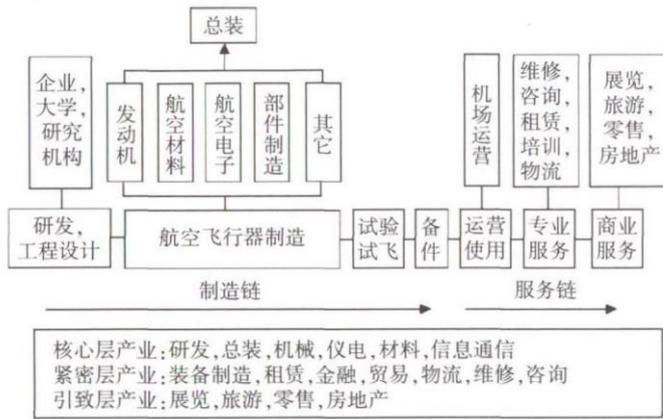


2.2 C919 采用“主制造商-供应商”模式，有望带动整体产业链腾飞

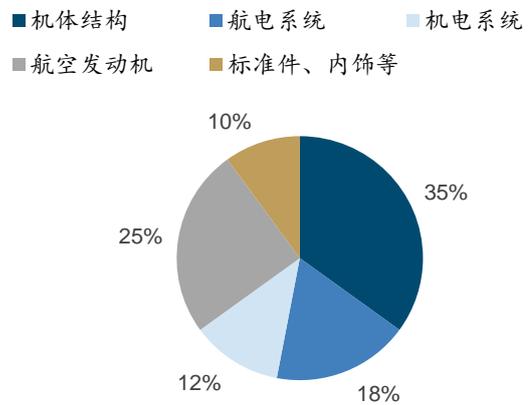
大型民用飞机产业具有举足轻重的产业地位：1) 对国民经济增长具有显著带动效应：波音公司研究表明，民机销售每增长 1%，对国民经济增长的拉动为 0.714%，一个航空项目 10 年后给当地带来的效益产出比为 1:80，技术转移比为 1:16，就业带动比为 1:12。2) 对推动技术创新和工业转型升级有重大牵引作用：据美国兰德智库研究，大飞机研制及其核心技术衍射到相关产业，可以达到 1:15 的带动效应，可以带动新材料、现代制造、先进动力、电子信息、自动控制、计算机等领域关键技术的群体突破。3) 对国家安全和国家综合实力提升具有重要作用：具有难以替代的直接军事用途，可作为载体发展加油机、预警机等大型军用特种飞机，大飞机的长足发展亦有望促进国防工业提高质量和水平。

民用飞机主要由机体、机载设备、航空发动机组成，价值组成占比大约为机体 35%、机载设备 30%、航空发动机 25%，标准件、飞机内饰等其它部分占 10%。其中，机载设备还可以分为航电系统和机电系统，其价值占比大约为 6:4。

图表 15：民用航空产业链基本构成



图表 16：民用飞机主要组成部分价值占比



来源：郑建华《民用航空产业战略研究》，国金证券研究所

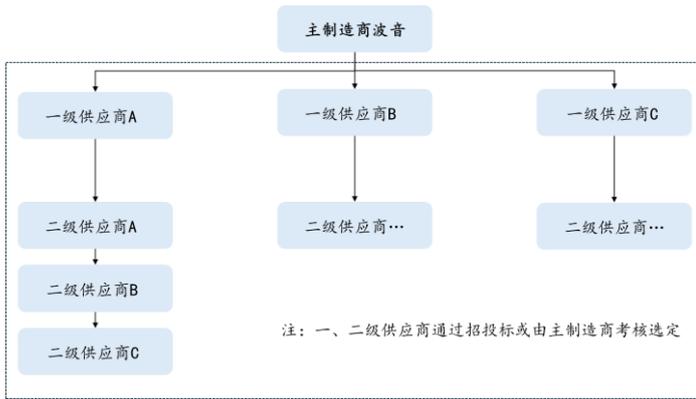
来源：郑建华《民用航空产业战略研究》，国金证券研究所

“主供模式”是当前世界主要飞机制造商采取的主流方式：一方面可以使各参与方共同分担与分享整个项目的风险与利润，另一方面还有利于整个项目风险的管控和分摊。为了缩短研制周期、占领市场、分担风险和提高利润，波音、空客在新一代民机上采取了“主-供”模式，由于政治、地缘和文化等因素不同，二者亦有各自的特点。

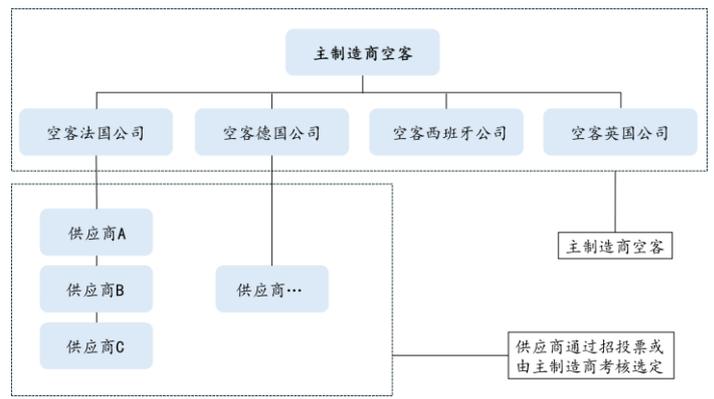
- 波音的全球化程度为世界之最。1) 20 世纪 50 年代，波音 707 只有约 2%的零部件在外国生产，20 世纪 60 年代起，波音决定走全球化道路。2) 自波音 787 项目开始，波音对供应商管理进行了重大变革：大大提高了系统一级供应商的系统综合化水平，尽可能减少一级供应商数量，让一级供应商充分发挥各自的经验和创造力，成为综合系统供应商/设计部门，从而尽可能多的担负自行研发和制造综合系统的任务。3) 波音 787 的一级供应商数量从波音 777 的数百个减少到近 50 个。
- 空客将核心资源集中于公司核心生产活动：1) 空客的设计机构和工厂属于 4 个全资子公司：法国公司、德国公司、西班牙公司和英国公司，主要负责其飞机设计、制造、总装和测试。2) 20 世纪 90 年代，空客也加快了国际化步伐，关闭了部分在欧洲的零部件生产厂，将多达 60%的零部件转移到欧洲大陆以外生产。3) A350 宽体飞机约 50%的飞机结构工作包外包给与空客风险共担的合作伙伴。



图表17: 波音主-供模式



图表18: 空客主-供模式



来源: 姚雄华《基于“主-供”模式的我国民机产业发展问题分析及对策建议》, 国金证券研究所

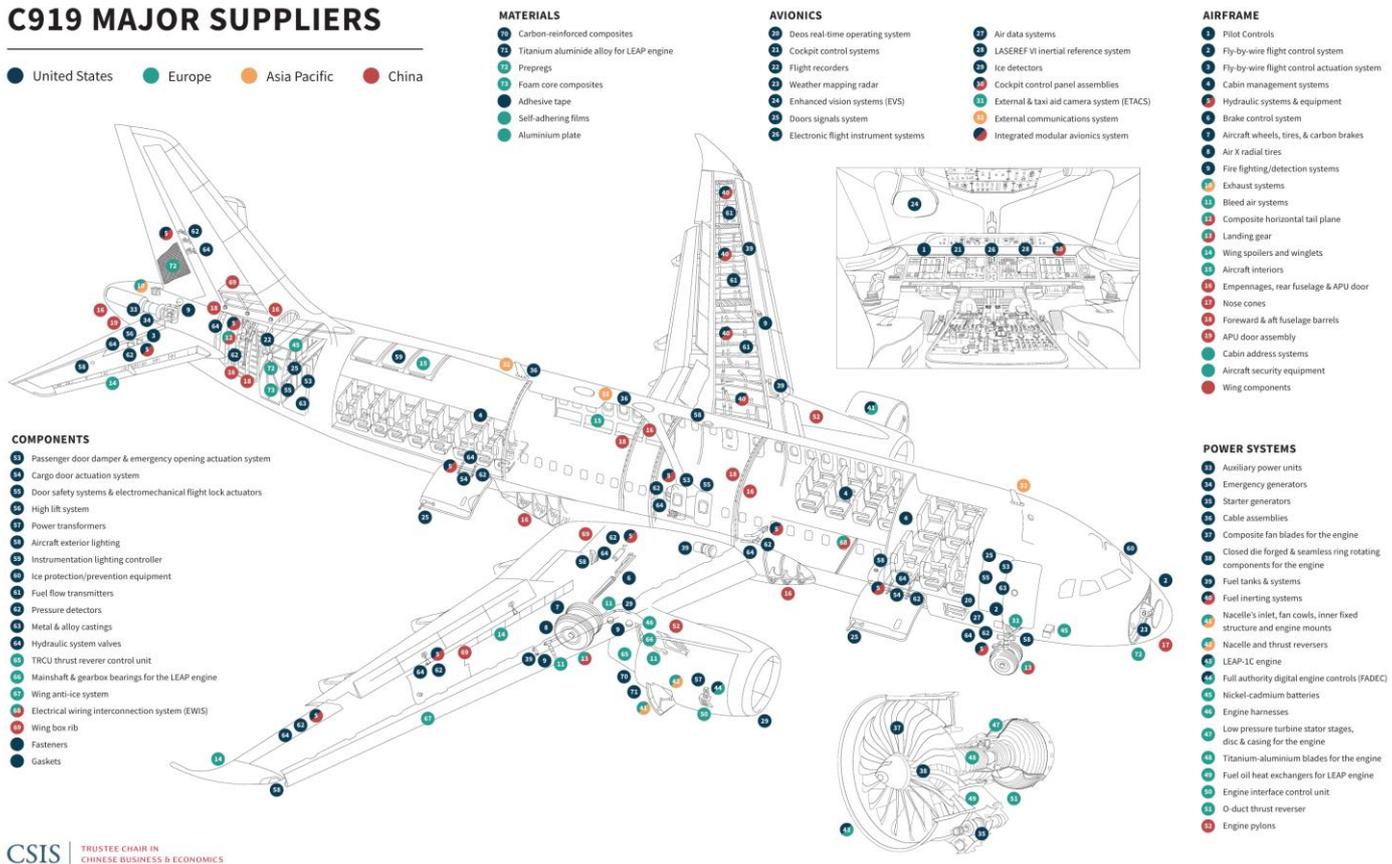
来源: 姚雄华《基于“主-供”模式的我国民机产业发展问题分析及对策建议》, 国金证券研究所

C919 的研制亦采用了“主制造商-制造商”模式: 其中, 1) C919 机体部件主要由国内供应商承制, 包括雷达罩、机头、机身、机翼等。2) 发动机及主要机载系统, 则根据订户需求, 由国外供应商同国内相关企业开展合资或合作共同完成。

图表19: C919 主要供应商

C919 MAJOR SUPPLIERS

United States Europe Asia Pacific China



来源: CSIS, 国金证券研究所

3 C919 机体结构件国产化率较高, 有望直接受益于 C919 批产放量

3.1 新材料: 大飞机引领铝合金、钛合金、复合材料等先进材料发展

商用飞机发展围绕“更安全、更经济、更舒适、更环保”开展设计, 提出了“减重、减阻、减排”的目标设计, 同时亦对材料提出了“轻量化、高可靠、长寿命、高效能、绿色环保”的要求。中国商飞针对 ARJ21、C919 两款飞机, 材料共计选用金属材料 100 余种、非金属材料 200 余种、标准件数千规格, 选材中体现了成熟性和先进性相结合。C919 在中央翼、



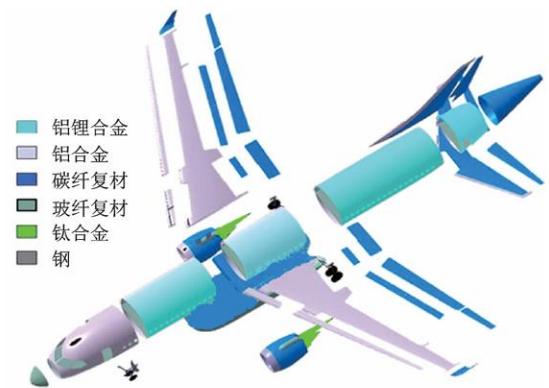
机翼、机身等主承力部段上使用了经 ARJ21 飞机成功验证的铝合金等成熟材料，在尾翼、后机身和襟缝翼上使用了复合材料，特别是在尾翼盒段和后机身前段使用了国外先进的第三代中模高强碳纤维复合材料，在机身蒙皮和长桁结构中使用了第三代铝锂合金。

- ARJ21 的选材以铝合金为主，铝制零部件的质量占飞机净质量的 75%，结构钢和不锈钢的占 10%，复合材料占 8%，钛合金占 2%，其他材料占 5%。
- C919 选材：C919 飞机铝合金工件总质量约占总净重的 65%，复合材料约占 11.5%，钛合金占比 9.3%，超强度钢占比 6.9%。

图表20：一些典型干线客机的用材情况（质量分数/%）

图表21：C919 飞机全机材料使用示意图

代数	机型	铝合金	钢	钛合金	复合材料
第一代	B737、B747	81	13	4	1
第一代	A300	76	13	4	5
第二代	B757	78	12	6	3
第二代	B767	80	14	2	3
第二代	A320	76.5	13.5	4.5	5.5
第三代	A340	75	8	6	8
第三代	B777	70	11	7	11



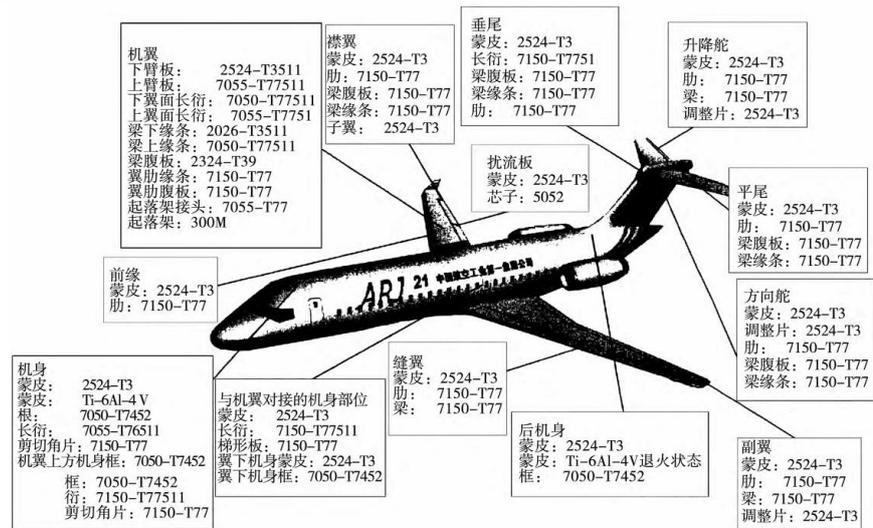
来源：刘兵等《大飞机用铝合金的研究现状及展望》，国金证券研究所

来源：吴光祥《大飞机引领先进材料发展》，国金证券研究所

① 铝合金

ARJ21 采用的铝合金大体与波音 B777 飞机相同，选用综合性能优秀的第四代高强耐损伤铝合金制造主体结构件，其中 96% 以上的铝合金零件是用热处理可强化的 2XXX 和 7XXX 系铝合金制造，仅有个别零件是 5052 铝合金制造，铝锂合金在 ARJ21-700 飞机中没有获得应用。ARJ21 机翼下壁板选用高损伤容限型的 2524-T3 铝合金板与 2324-T39 铝合金板；上翼上壁板用的是 7150-T7751、7055-T7751 铝合金预拉伸厚板，它们有高的强度和抗蚀性；机翼梁、机身桁条、机身框架、隔框、机翼上桁条、翼肋和翼梁等是用 7150 铝合金挤压材等制造的；7075、7050、2024 等铝合金材料也有应用，但用量不多。

图表22：ARJ21 支线客机铝材选用方案示意图



来源：王祝堂《铝材在国产大飞机上的应用》，国金证券研究所

C919 大飞机铝合金件总质量占其净重的 65%。C919 的前机身、中机身、中后机身、机头与机翼结构件几乎全是用铝材制造的，上述部段的主要零部件采用高端传统系 2XXX 与 7XXX 系铝合金制造，一些重要的结构是用第三代铝-锂合金制造，一些次要的零部件与功能零件则是用其他铝合金制造的，如空调系统、油路管道、行李架、食品架、卫生间设施等。

- 铝锂合金是新一代飞机较为理想的结构材料。铝锂合金具有密度低、强度高且损伤容

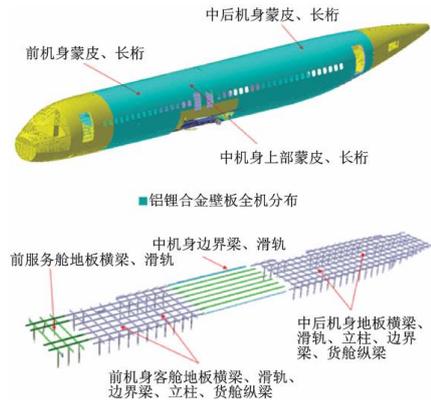


限性优良等特点，用它替代常规铝合金材料，能够使飞机构件的密度降低 3%，重量减少 10-15%，刚度提高 15-20%。

- C919 用的常用铝-锂合金有 3 种:2196、2198、2099，它们都已在美国铝业协会公司 (AA) 注册；C919 机身蒙皮用板材，长桁、地板梁、支柱等用的挤压材，座椅导轨与机身等直段用的铝锂合金材料均由美国铝业公司 (Alcoa) 提供，其他铝材亦从美国铝业公司进口，板材产于达文波特厂，挤压材与锻件由拉斐特厂加工；除铝锂合金挤压材之外，其他挤压铝材有一部分来自美铝设在韩国的挤压厂。C919 的连接紧固件由美铝在苏州市的两个工厂生产，C919 机身由 1600-1700 块钣金件组装而成，仅铆钉就使用了 6 万多个，包括不含锂和含锂的 2XXX 系铝合金。

图表23: C919 大型客机前机身大部段首次采用第三代铝锂合金

图表24: C919 铝锂合金使用情况



来源：庄敏《C919 用了哪些新材料》，国金证券研究所

来源：吴光辉《大飞机引领先进材料发展》，国金证券研究所

打破国外垄断，实现自主保供，国产民机关键铝材逐步实现国产替代。C919 飞机用量较多的铝合金牌号包括 7055、7050、2024 等，部分牌号曾被美国铝业垄断，中国铝业、南山铝业等公司推进重点牌号铝合金材料国产化，目前已经取得重要成果。

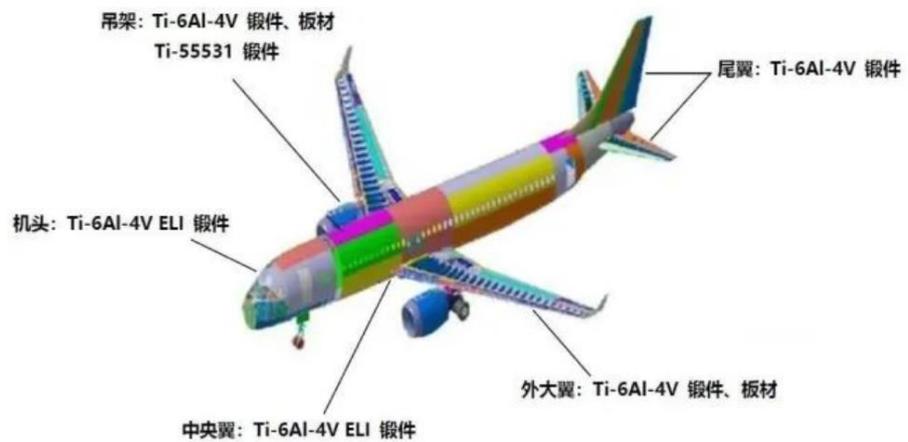
- 中国铝业 (601600.SH) 可供国产民机用铝材品种比例已达 52%：据新华社消息，1) 截至 2022 年 8 月，中铝高端制造已有 11 项民机铝材材料获得中国商飞工程批准，10 项产品打破国外垄断，其中 6 项产品打破全球唯一供应商垄断，成为继国外主流厂商之后全球第二个能够生产民机用先进铝合金材料的企业。2) 中铝高端制造亦通过了波音体系认证和 DPD 认证，向空客等国际民用航空制造商提供铝材上万吨。3) 其所属西南铝、东轻、西北铝承担了主要研制生产任务，2018 年 4 月，中国商飞向西南铝颁发了 7050 厚板工程批准证书，东轻的 2024HDT、7055 厚板取得了中国商飞认证后，实现了在 C919 上的装机应用。
- 南山铝业 (600219.SH) 自 2017 年起参与 C919 研发工作，现已通过 2 系和 7 系多个合金型号厚板和薄板产品的认证，并已开始批量供货。其产品主要应用于机身框、隔板、机翼壁板、翼梁及翼肋等部位，其中 7 系铝合金厚板已应用于 C919、ARJ21 等机型生产，南山铝业亦参与了 C929 部分产品的研发工作。2019 年 3 月，中国商飞与南山铝业合作共建了“民机铝合金材料联合研究中心”，以我国民机铝材完全国产化为建设目标，致力于建立和完善我国航空材料产业链服务体系。

② 钛合金

C919 飞机机体结构钛合金用量达 9.3%。钛及钛合金具有比强度高、耐腐蚀性好、耐高温等优点，在航空领域得到广泛应用。据吕冬兰《钛合金在民用飞机上的应用及发展趋势》一文介绍，钛合金的成形方式不受限制，并且可以焊接和机械加工，因此在航空工业重钛合金被用于制造飞机上各种零件（如较小的螺钉、螺母等紧固件、较大的机身骨架、发动机叶片、蒙皮、隔框和起落架等结构件）。C919 飞机上应用的钛合金有 CP-3、Ti-6Al-4V 和 Ti-55531 等，主要应用部位包括机头、吊挂、尾翼、外翼和中央翼盒等。



图表25: C919 钛合金应用部位示意图

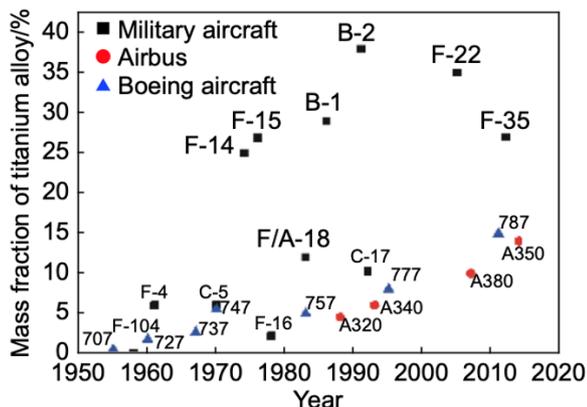


来源：“航空材料及装备制造展”微信公众号，国金证券研究所

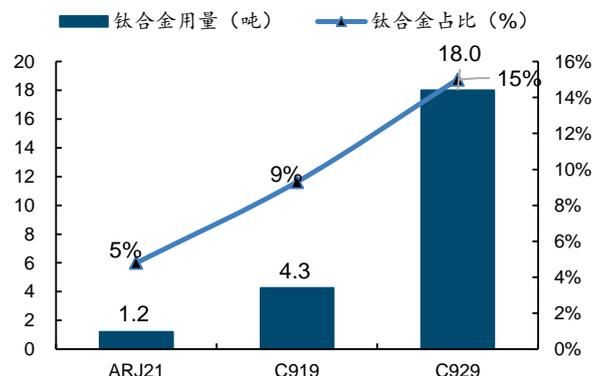
航空钛合金主要应用于飞机结构件、发动机结构件以及航空紧固件等。据李毅等《航空钛合金的应用及发展趋势》一文介绍，1) 飞机结构钛合金使用温度要求一般为 350℃ 以下，要求其具有高的比强度、良好的韧性、优异的抗疲劳性能、良好的焊接工艺性能等，主要应用部位有起落架部件、框、梁、机身蒙皮、隔热罩等。2) 发动机用钛合金要求具有高的比强度、热稳定性好、抗氧化和抗蠕变性能良好，主要应用领域有压气机盘、叶片、鼓筒、高压压气机转子、压气机机匣等。3) 航空紧固件用钛合金要求具有较好的加工性、无磁性、耐腐蚀性等，主要包括钛合金铆钉、钛合金螺栓等。

- 钛合金在飞机中的用量逐步提升：1) 军用飞机：国外第三代战斗机用钛量占机体结构总质量的 20%-25%，美国第五代战斗机 F-35 用钛量达到 27%，F-22 战机用钛量则高达 41%。2) 民用飞机：空客飞机钛用量已从第三代 A320 的 4.5% 增至第四代 A340 的 6%，A380 的用钛量增加到了 10%，单机用钛量就达 60t，而 A350 客机的钛用量进一步提高到 14% 左右；波音飞机用钛量从 B707 的 0.5% 逐渐增至 B787 的 15% 左右。
- ARJ21、C919、C929 用钛量有望逐步提升：1) 据李毅等《航空钛合金的应用及发展趋势》数据，ARJ21 飞机用钛量约为 4.8%，而 C919 客机用钛量已达到 9.3%，预计 C929 用钛量有望达到 15% 左右。2) 据中国商飞数据，ARJ21、C919 空重分别为 24.995t、45.7t，据 militaryfactory 数据，C929 空重约为 120 吨。3) 根据上述数据可以估算，ARJ21、C919、C929 钛合金用量分别达到 1.2 吨、4.3 吨、18 吨。

图表26: 钛合金在飞机上的应用



图表27: ARJ21、C919、C929 用钛量逐步提升



来源：《钛合金及钛基复合材料在航空航天的应用和发展》，国金证券研究所

来源：商飞官网，李毅等《航空钛合金的应用及发展趋势》，militaryfactory，国金证券研究所

我国航空钛合金产业取得了很大的发展，自主研发的新型钛合金数量已超过 30 种，其中许多已成熟并批量用于飞机机体和发动机，建成了具有一定规模的航空钛合金研制与生产基地，建立了整套航空钛合金材料、热工艺及理化检测标准。产业链相关企业包括宝钛股份、西部超导等。



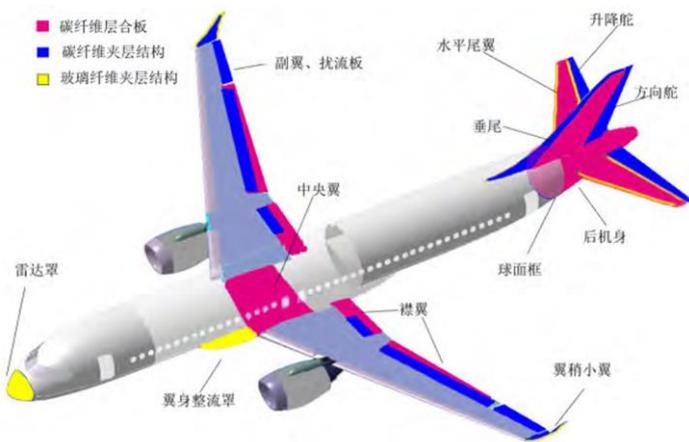
- 宝钛股份 (600456. SH): 公司是我国最大的以钛及钛合金为主的专业化稀有金属生产科研基地, 主导产品钛材年产量位居世界同类企业前列。公司拥有 2400kW 电子束冷床炉、15t 真空自耗电弧炉, 2500t 快锻机、万吨自由锻以及钛带生产线 MB22-TI 型二十辊冷轧机等世界一流主体设备, 代表了当今国际领先的装备水平, 是中国商飞钛材基础材料供应商。
- 西部超导 (688122. SH): 公司主要从事超导产品、高端钛合金材料和高性能高温合金材料及应用的研发、生产和销售。高端钛材在直升机、商用飞机、商用航空发动机、燃气轮机等方面的推广应用取得了显著进展, 获得了多个型号的供货资格; 在商用航空发动机市场, 公司生产的 $\phi 600\text{mm}$ 大规格 GH4738 棒材已通过某型号发动机部件考核。

③ 复合材料

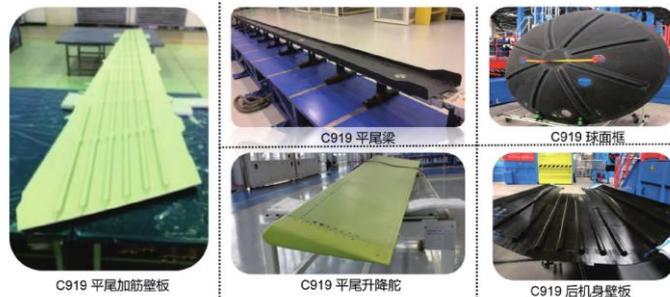
C919 复合材料结构占全机结构总重的比例达到 11.5%。复合材料一般指由两种或者两种以上异质、异型、异性材料 (一种作为基体, 其他作为增强体) 复合而成的具有特殊功能和结构的新型材料。据喻媛《C919 上用了哪些新材料》一文介绍, C919 大型客机在雷达罩、机翼前后缘、活动翼面、翼梢小翼、翼身整流罩、后机身、尾翼等主承力和次承力结构上使用了复合材料, 其应用的复合材料包括环氧树脂基/酚醛树脂基为基体、碳纤维/玻璃纤维为增强体的树脂基复合材料以及芳纶蜂窝材料。

- 碳纤维复合材料: C919 在水平尾翼、垂直尾翼、翼梢小翼、后机身 (分为前段和后段)、雷达罩、副翼、扰流板和翼身整流罩等部位使用碳纤维复合材料。C919 大型客机是国内首个使用 T800 级高强碳纤维复合材料的民机型号, 相比 T300 级材料, T800 级材料强度、模量更高, 韧性更强, 具有更好的抗冲击性, 因此, C919 受力较大的部件, 如后机身和平垂尾等都使用了 T800 级碳纤维复合材料。
- 玻璃纤维复合材料: C919 大型客机的雷达罩、襟翼使用了玻璃纤维复合材料, 相比于碳纤维复合材料, 玻璃纤维复合材料力学性能稍低, 但由于碳纤维介电常数较高, 会影响雷达工作, 因此在雷达罩中使用玻璃纤维; 玻璃纤维复合材料成本比碳纤维复合材料低, 在受力较小的部件上应用, 既可以达到设计要求, 又可以降低制造成本。
- 芳纶蜂窝材料: C919 舱门和客货舱地板使用了芳纶蜂窝材料, 这是一种采用酚醛树脂浸渍的芳纶纸制成的轻质高强非金属仿生芯材制品。它模仿蜜蜂的蜂巢设计, 具有稳定、轻质的结构和很高的比强度, 与泡沫芯材相比, 它具有更高的剪切强度, 与金属蜂窝相比, 它更加耐腐蚀。

图表28: C919 飞机复合材料使用部位



图表29: C919 飞机复材典型应用部位



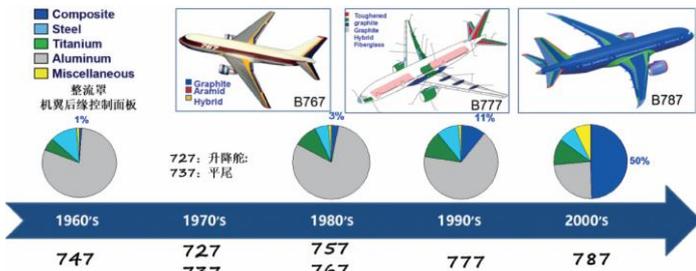
来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

国外大飞机复合材料应用与日俱增。1) 国外大飞机复合材料的应用主要经历了四大发展阶段: ①受力很小的前缘、整流罩等部件阶段; ②受力较小的升降舵、方向舵等部件阶段; ③受力较大的平尾、垂尾等部件阶段; ④主承力结构机翼、机身阶段。2) 波音公司复合材料的应用自 20 世纪 60 年代 B747 开始, 其复材占比仅为 1%, 到 2000 年 B787 飞机复材用量占比已高达 50%; 空客明星机型 A320 在 20 世纪 80 年代复材占比已经达到 10%, 到 2000 年 A380 飞机复材占比已达 25%, 到 2013 年 A350 远程宽体客机复材用量占比高达 52%。

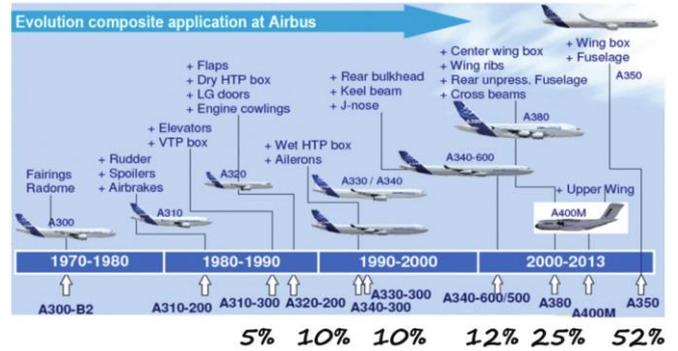


图表30: 波音公司客机复材应用历程



来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

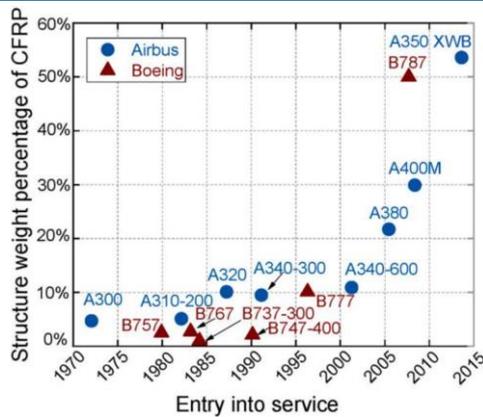
图表31: 空客公司复材应用历程



来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

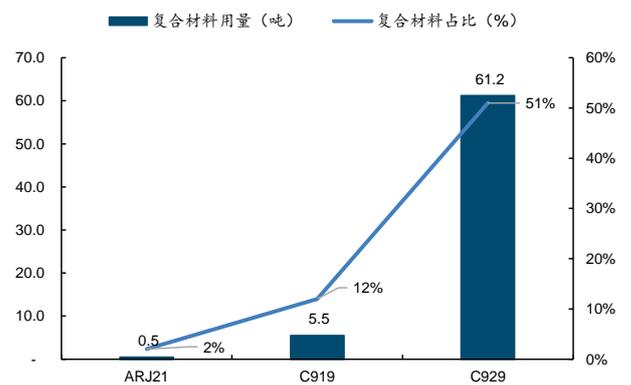
随着飞机越造越大, 复合材料占比也越来越高。目前国产大飞机主要有三款, ARJ21、C919 已经实现航线商业运营, C929 宽体客机正在研发。其中, ARJ21 飞机复材占比仅为 2%。C919 飞机复材占比达到了 12%, 预计 C929 飞机的复材占比将达到 51%。高飞型号复材应用占比趋势与国外民机基本一致, ARJ21 飞机与 B737 复材用量占比相当, C919 飞机与 A320 飞机复材用量占比相当, 预计 C929 飞机将与 B787 和 A350 飞机复材用量占比相当。

图表32: 波音、空客各型号碳纤维复材用量占比



来源: Past, present and future prospective of global carbon fibre composite developments and applications Jin Zhang*, Gang Lin, Uday Vaidy, Hao Wang **, 中国复合材料学会, 国金证券研究所

图表33: ARJ21、C919、C929 空重和复合材料占比



来源: 中国商飞, 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, militaryfactory, 国金证券研究所

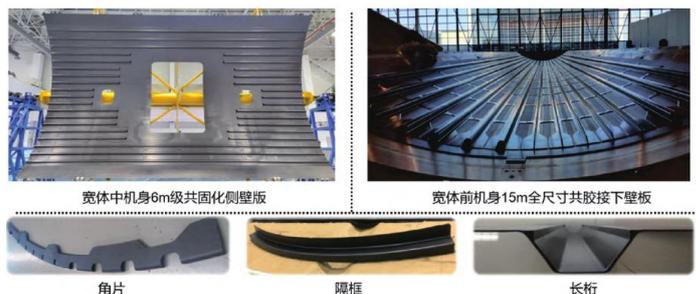
国产大飞机上的主承力结构主要采用 T800 级碳纤维/增韧环氧树脂材料, 次承力结构主要采用 T300 级碳纤维/非增韧环氧树脂材料, 此外热塑性复合材料 (C929) 和液体成型材料 (C929 窗框) 也有应用。

图表34: C929 飞机复合材料应用



来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

图表35: C929 飞机复材典型应用部位



来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

C919 复合材料结构件的研制不仅保证了型号的研制, 也积累了大量的经验和成果。在研制过程中, 中国商飞瞄准后续机型, 开展了复合材料中央翼、复合材料机翼的预先研究工



作，使得国产复合材料结构件开始从目前的次承力结构逐步转向主承力结构件，亦是航空领域复合材料最高水平。在国产大飞机复合材料领域，参与厂商有光威复材、中复神鹰等。

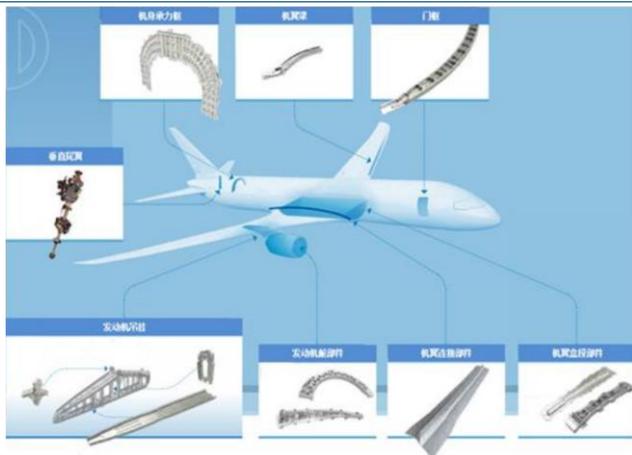
- 光威复材 (300699.SZ): 我国最早实施碳纤维产业化的民营企业，亦是我国碳纤维国产化的成功实践者，公司在国内率先研发成功并实施了碳纤维产业化。公司持续推动产品在国产大飞机等领域的应用，T300 碳纤维获得中国商飞 PCD 预批准，阻燃预浸料生产过程控制获得中国商飞 PCD 批准。
- 中复神鹰 (688295.SH): 专业从事碳纤维及其复合材料研发、生产和销售的国家高新技术企业，公司于 2021 年启动“碳纤维航空应用研发及制造”项目，围绕增韧树脂、预浸料工艺技术提升等开展研究，顺利通过量产线 PCD 预批准，完成 T800 级碳纤维预浸料项目建设，开发的预浸料通过 AS9100 体系认证。

3.2 零部件加工：航空制造对制造要求较高，先进工艺有望受益

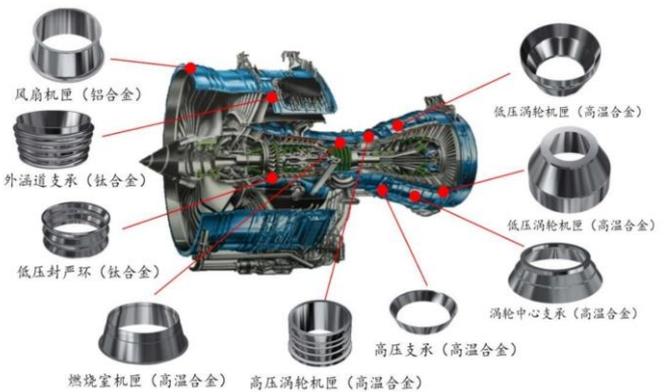
①航空锻造

锻铸件是航空制造领域核心结构件。锻件主要用于制造飞机、发动机承受交变载荷的集中载荷的关键和重要零件，飞机上锻件制成的零件重量约占飞机机体结构重量的 20%-35%和发动机结构重量的 30%-45%。机身结构件以模锻件为主，主要包括舱门部位的门框锻件，机头部位的风挡边框锻件，机翼与机身部位的连接件，机翼部位的边条、承力梁、框锻件，发动机吊挂系统锻件，机身承力框锻件，转向舵部位的转轴梁锻件。航空发动机锻件以盘环件为主，主要包括封严环、支承环、风扇法兰环、固定环、压缩机级间挡圈、燃烧室喷管外壁环件、涡轮导向环、整流环等。据证券导报数据，按价值量计算，锻件在飞机构件中价值占比约 6-9%，在飞机发动机中价值占比约 15-20%。

图表36：航空发动机盘、轴件



图表37：航空发动机环形锻件



来源：三角防务招股书，国金证券研究所

来源：航宇科技招股书，国金证券研究所

国内从事航空锻造的厂商包括中航重机、二重万航、三角防务、派克新材、航宇科技等。

- 中航重机 (600765.SH): 为航空工业专业化锻铸造、液压环控设计制造领军企业，2023 全年与上飞公司深化产业链、供应链、创新链协同等合作，建立“大飞机锻铸联合创新平台”，实现与商飞公司数据交互。
- 二重万航 (未上市): 中国二重万航模锻 C919 大型航空模锻件研制团队坚持锻造国机所长、服务国家所需，积极参与 C919 大飞机项目，先后完成起落架、上下缘条、发动机吊挂、垂尾等 130 余项锻造件。

②复材加工

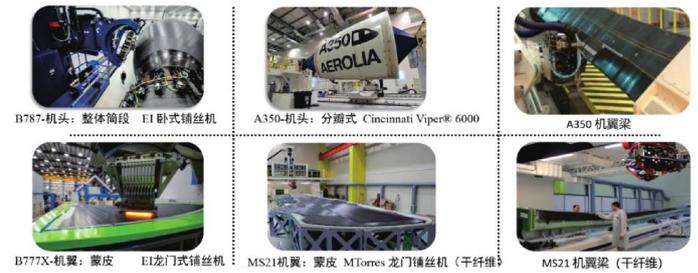
大飞机上的复材以热压罐工艺为主，其低成本制造技术已开始在主承力结构上得到应用，同时自动化制造与检测技术广泛应用，复材专业化、规模化生产极大提高了生产效率和稳定性。自动铺放技术主要分为自动铺带和自动铺丝两类，其中自动铺带技术特别适用于机翼部件的制造，B787 机翼和中央翼蒙皮采用了 Forest-Line 公司的两步法自动铺带机，A350 机翼上下蒙皮采用了 M·Torres 公司的龙门式铺带机；自动铺丝技术在 B787 和 A350 复合材料构件成型过程中最突出的应用是其机身的制造，B777X 机翼蒙皮和 MS21 机翼蒙皮也采用自动铺丝技术。自动化预成型技术在 B787 和 A350 有应用，而液体成型工艺在 MS-21 和 A220 上也有应用。



图表38: 自动铺带成型技术应用



图表39: 自动铺丝技术应用



来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

来源: 陈勇等《复合材料在大飞机上的应用现状》, 国金证券研究所

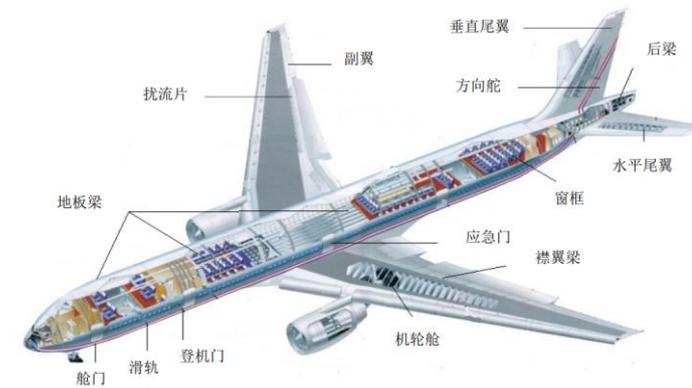
国内参与国产大飞机的复材结构件加工的公司包括中航高科、航天环宇、广联航空等。

- 中航高科 (600862.SH): 子公司航空工业复材作为航空复合材料专业化供应商, 目前是我国航空领域唯一一家专业从事复合材料研发工程化的单位, 承担了AG600、C929系列多项型号研制及攻关任务, 协助中国商飞完成C919飞机垂直尾翼优化设计, 持续推进C929前机身工艺研制和复合材料国产化工作。
- 航天环宇 (688523.SH): 专注于航空航天领域的宇航产品、航空航天工艺装备、航空产品和卫星通信及测控测试设备的研发和制造, 完成了C919自动定位及移动定位系统, 并且已经完成了C919的机身、机翼、平尾、垂尾的工艺装备的设计和制造。公司面向中航工业、中国航发、中国商飞等下属科研院所和主机单位, 承担复合材料结构件、复合材料功能件、金属零部件的研制任务。
- 广联航空 (300900.SZ): 专注于航空航天高端装备的研发、生产、制造, 是国内知名的民营航空航天工业配套产品供应商。产品覆盖军用和民用领域, 主要为航空工装、航空航天零部件与无人机产品, 其中复合材料工艺装备、零部件和部段的加工制造技术处于行业先进水平, 多项复合材料产品相关专利成功运用于C919、C929国产大飞机零部件、部段的研发试验上。
- 佳力奇 (301586.SZ): 专注于航空复材零部件的研发、生产、销售及相关服务, 长期深耕于军用航空领域, 掌握行业主流的热压罐成型工艺和模压成型工艺, 致力于在现有技术基础上拓展民用飞机领域业务。

③精密加工

数控加工技术、特殊过程工艺处理等是航空零部件精密加工的关键技术。航空零部件结构、形状、各零部件间配合关系复杂, 部分零部件存在大量薄壁, 而用于航空零部件加工的材料主要为航空特殊铝合金、钛合金及不锈钢等材料, 轻质而难加工, 且本身尺寸跨度大, 容易发生变形, 因此数控加工技术得到普遍应用。特殊过程工艺处理包括无损检测、热处理、表面处理等: 无损检测主要作用是确保每道工序制造质量符合设计要求; 热处理工艺可改变力学性能、物理性能和化学性能, 同时消除内应力; 强化和表面处理则可以保证零件具有良好的耐高温和低温性能、抗老化和腐蚀性能力。

图表40: 爱乐达受托加工飞机零部件所处部位



图表41: 爱乐达部分受托加工产品特点及用途

产品类型	产品图示	产品特点	用途
肋类		横向深腔, 同轴精孔, 多面加工, 大闭角	飞机副翼零件
梁类		深腔, 薄壁, 多孔, 多面加工, 装夹难度大	飞机方向舵零件
接头类		深腔, 多精孔, 多面加工	飞机扰流片零件
组件类		组合加工, 易变形, 多孔, 多同轴精孔, 无工艺凸台装夹难度大	飞机方向舵零件

来源: 爱乐达招股书, 国金证券研究所

来源: 爱乐达招股书, 国金证券研究所

- 爱乐达 (300696.SZ): 公司专注于航空制造领域, 已有 20 年的发展和经验积累, 为



C919 直接提供起落架零组件，公司已进入中国商飞数控精密制造、特种工艺处理直接供应商目录，并陆续承接特种工艺处理业务。

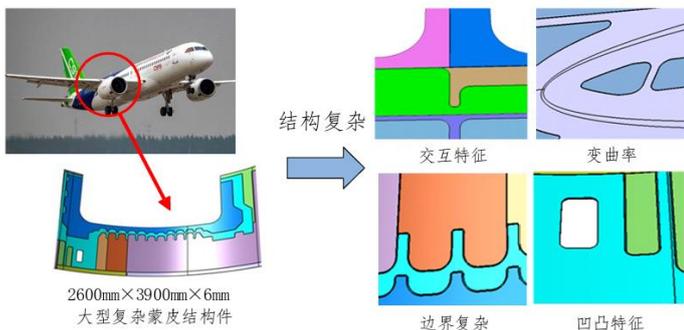
- 通达股份 (002560.SZ): 公司从事的主要业务包括电线电缆生产、销售、航空器零部件精密加工及装配、铝基复合新材料三大板块。公司全资子公司成都航飞主要从事飞机结构零部件及大型关键结构件的高端精密加工制造服务，产品包括机体钛合金、铝合金框、梁、肋、接头等数控加工件，钣金成型模具、复合材料成型模具，产品覆盖多款主要军用机型以及中国商飞 C919 等民用机型。
- 利君股份 (002651.SZ): 全资子公司德坤航空业务涵盖航空钣金零件的开发制造、航空精密零件数控加工、工装/模具设计制造、航空部件装配及航空试验件及非标产品制造，生产的零部件应用于多型号军用飞机、大型运输机、无人机等，承制了中国商飞 C919 部分主要零部件外包加工。
- 豪能股份 (603809.SH): 主要从事汽车传动系统相关零部件产品的研发、生产和销售以及航空航天零部件的高端精密制造，全资子公司昊轶强为 C919、C929、ARJ、波音、空客、军机、无人机等提供精密加工产品。
- 西子航空 (未上市): 旗下有浙江西子和沈阳西子两家公司，浙江西子目前主要承担 C919 大型客机航空结构件的研制生产及飞机零部件制造等业务。沈阳西子主要承担美国塞斯纳 L162 飞机的数控机加零件、热处理、表处理、复合材料制件和部件装配业务，并承担空客、波音、加拿大庞巴迪、美国普美等国际航空制造商的零部件转包生产业务。
- 沈阳国泰 (未上市): 专业从事国际国内飞机零部件转包生产等业务。于 2007 年建立了特殊工艺生产线 (包含无损检测生产线、阳极化生产线、喷漆生产线、喷丸生产线、铝合金热处理及配套实验室)、钣金生产线和装配生产线。
- 凯飞航空 (未上市): 由中国商飞、吉凯恩宇航 (GKN) 与航空工业合资，项目一期主要开展国内外民用飞机相关的平尾、扰流板、整流罩等结构件生产制造业务；二期主要开展航空类金属和复合材料零部件的研发生产业务。

④ 蒙皮加工

镜像铣作为一种飞机蒙皮加工新技术，是一种高效、绿色的加工方法，具有逐步取代化铣的趋势。沿袭多年的传统飞机蒙皮化铣加工工艺，由于化学污染、耗电量大和消耗铝材无法回收等固有弊病而成为该行业的一项困扰，对于加工新一代铝锂合金蒙皮来说，化铣还需采取阻燃防爆的特别措施，从而增加了工艺复杂性、成本及安全风险。镜像铣集成了厚度减薄、切边、铣缺口、制孔、实时厚度检测及误差补偿等多功能于一体，与传统化铣相比，镜像铣技术具有单个零件工艺流程简单、加工精度较高、工艺绿色环保安全等优势。

图表42: 飞机大型蒙皮零件及其复杂特征示意图

图表43: C919 机身大型单曲蒙皮镜像铣



来源: 向兵飞《飞机大型蒙皮镜像铣加工关键技术》，国金证券研究所

来源: 向兵飞《飞机大型蒙皮镜像铣加工关键技术》，国金证券研究所

C919 大型客机前机身大部段采用第三代铝锂合金材料，并且采用了蒙皮镜像铣工艺。国内布局蒙皮加工的供应商包括洪都航空、三角防务和兴航科技。

- 洪都航空 (600316.SH): C919 大型客机前机身大部段首次采用第三代铝锂合金材料，作为前机身供应商的中航工业洪都为此专门建设了一个面积近 20 万平方米的大部件装配厂房，引进了全球第二台蒙皮镜像铣设备，先后攻克铝锂合金蒙皮喷丸强化、铝锂合金型材滚弯成形制造、蒙皮镜像铣切加工、铝锂合金型材热压下陷制造、铝锂合



金蒙皮喷丸校形等关键技术。

- 三角防务 (300775.SZ): 公司主要从事航空、航天、船舶等行业锻件产品的研制、生产、销售和服务, 公司 2021 年发行可转债募集资金用于先进航空零部件智能互联制造基地项目建设, 建设航空精密零件数字化智能制造生产线和飞机蒙皮镜像铣智能制造生产线。
- 兴航科技 (未上市): 西安兴航科技锚定蒙皮生产市场目标, 于 2019 年开始组建专业团队开展蒙皮加工用工业母机和工艺技术研究, 先后于 2022 年 10 月、2023 年 8 月攻克了壁厚 3 毫米以下双曲蒙皮的加工工艺技术、3 毫米以上 (含 6 毫米) 超厚双曲蒙皮的加工工艺, 打通了蒙皮制造工艺链中的核心关键环节。

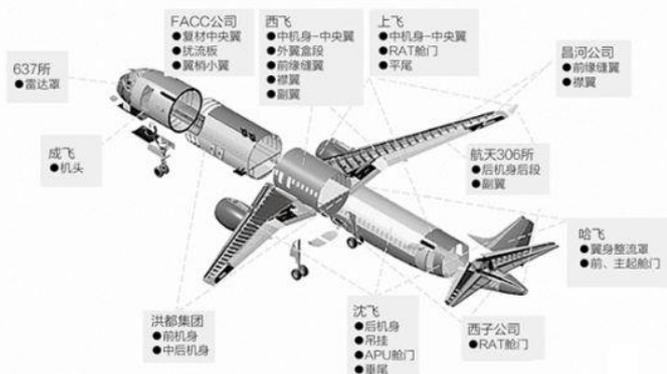
⑤ 内饰和玻璃

- 菲舍尔 (未上市): 从事飞机内饰系统、复合材料零部件的设计、开发和生产, 是空客、波音、庞巴迪、中国商飞、航空工业西飞民机、成飞民机、赛峰等企业的合格供应商, 也是江苏省企业工程技术研究中心-江苏省飞机内装饰工程技术研究中心。
- 美龙航空 (未上市): 主营高分子材料、航空航天内饰、精密机械加工以及先进复合材料零组件的设计、制造、装配与维修, 公司积极参与 C919、ARJ21 等飞机研制, 为中国商飞货舱内饰系统供应商。
- 铁锚科技 (未上市): 公司通过自主研发, 在飞机驾驶舱玻璃上采用梯度镀膜技术实现加温均匀性、采用功率常数法评价和测试玻璃加温均匀性等技术, 实现了航空玻璃的创新突破, 成为国产大飞机 C919、C929 飞机玻璃的主要供应商。

3.3 大部段装配: 以 9 家国内企业为主, 航空工业下属企业参与度高

C919 大部段供应商主要包括 9 家国内企业。2009 年 5 月 26 日, C919 大型客机机体供应商理解备忘录签署仪式在上海举行, 共有 9 家国内企业与中国商飞公司签署了供应商理解备忘录。包括中航工业下属的济南特种工艺研究所 (637 所)、成飞民机、江西洪都、西飞国际、沈飞民机、哈飞、昌飞, 以及西子航空、航天海鹰等。其中, 637 所负责雷达罩, 成飞民机负责机头, 航空工业洪都负责前机身、中后机身, 西飞国际负责装配外翼翼盒、中机身 (含中央翼)、襟翼、副翼、缝翼, 沈飞民机负责装配后压力框部段、后机身前段、发动机吊挂、垂直尾翼, 哈飞负责翼身整流罩、起落架舱门、垂直尾翼; 昌飞负责前缘襟翼、后缘襟翼、缝翼及整流罩, 航天海鹰负责后机身后段、副翼, 西子航空承接 C919 大飞机 APU 舱门和 RAT 舱门的研制制造任务。

图表 44: C919 机体大部段分工示意图



图表 45: C919 机体大部段 9 家供应商分工明细

序号	供应商	承担部段
1	成飞民用飞机有限责任公司	机头
2	江西洪都航空工业集团有限责任公司	前机身/中后机身
3	西飞国际航空制造股份有限公司	外翼翼盒、中机身 (含中央翼)、襟翼、副翼、缝翼
4	沈阳民用飞机有限责任公司	后机身、垂直尾翼、发动机吊挂、APU舱门
5	哈尔滨飞机工业集团有限责任公司	翼身整流罩、起落架舱门、垂直尾翼
6	昌河飞机工业集团有限责任公司	前缘襟翼、后缘襟翼、缝翼及整流罩
7	中航工业济南特种结构研究所 (637)	雷达罩
8	航天特种材料及工艺研究所 (306)	后机身前段工作包、副翼工作包、后机身前段复合材料零件工作包及垂尾复合材料零件工作包
9	浙江西子航空工业有限公司	APU门、RAT门

来源: 第一财经日报, 国金证券研究所

来源: 澎湃新闻, 中国证券网, 沈飞民机, 中国民用航空, 《航空工业昌飞成为中国商飞首家 PPV 供应商》, 中华网, 杭州网, 国金证券研究所

- 中航西飞 (000768.SZ): 公司拥有完整的民机部件生产制造体系及先进的研制能力, 在国际国内民机研制领域占有重要地位, 是国家大飞机、支线飞机、民用无人、航空应急救援装备体系建设的核心和主导力量之一。公司作为 C919 最大的机体结构件供应商, 承担了 C919 中机身 (含中央翼)、外翼翼盒段等工作包的研制与生产任务; 作为 ARJ21 飞机部件的主要生产企业, 承担着机身、机翼的研制、生产任务。
- 中航沈飞 (600760.SH): 被誉为“中国歼击机摇篮”, 沈飞民机作为我国民用飞机机体结构大部件的研发与制造商, 是国家民机系列化发展的核心骨干企业, 承担了 C919 项目后机身前段、APU 舱门、垂尾、发动机吊挂工作包的制造任务, 承担了 ARJ21 飞



集团平股合资建设，已经成为 C919 核心航电系统供应商和集成商。

图表48：部分为 C919 项目配套的中外合资企业

公司名称	机载系统	中方股东	外资股东	成立时间
伊顿上飞（上海）航空管路制造有限公司	燃油、液压和运动控制系统	上海飞机制造公司（51%）	伊顿（49%）	2011 年
上海赛飞航空线缆制造公司	电气线路互联系统(EWIS)	上海飞机制造公司（51%）	赛峰（49%）	2012 年
中航通用电气民用航电系统有限责任公司（昂际航电）	航电系统	中航民用航空电子有限公司（50%）	美国通用电气（50%）	2012 年
霍尼韦尔博云航空系统（湖南）有限公司	机轮和刹车系统	博云新材（49%）	霍尼韦尔（51%）	2012 年
利勃海尔中航起航空（长沙）有限责任公司	起落架系统	中航飞机起落架公司（50%）	利勃海尔（50%）	2012 年
西安中航汉胜航空电力有限公司	电源和控制系统	陕西航空电气（50%）	汉胜（50%）	2012 年
鸿翔飞控技术（西安）有限责任公司	飞行控制系统	中航西安飞行控制公司（50%）	霍尼韦尔（50%）	2013 年
中电科泰雷兹航空电子有限公司	机载娱乐系统	中电科航空电子有限公司（50%）	泰雷兹（50%）	2013 年
中航雷华柯林斯公司	综合监视系统	中航无锡雷达技术有限公司（99%）	柯林斯（1%）	2013 年
中电科柯林斯航空电子有限公司	通信与导航系统	中电科航空电子有限公司（99%）	柯林斯（1%）	2013 年
南京航鹏航空系统装备有限公司	燃油、油箱惰化和液压系统	中航工业南京金城（50%）	派克（50%）	2014 年
鹏翔飞控作动系统（西安）有限责任公司	飞行控制系统	西安飞行自动控制研究所（50%）	派克（50%）	2014 年
凯飞航空制造有限责任公司	机体结构件	上海飞机制造公司（40%）、中航国际供应链科技公司（20%）	吉凯恩-航宇（英国）（20%）	2022 年

来源：ifnD，伊顿上飞（上海）航空管路制造有限公司公司官网，航空产业网，中国民用航空网，搜狐网，昂际航电公司官网，中南大学新闻网，澎湃新闻，柯林斯宇航，中国工业网，鸿翔飞控技术（西安）有限责任公司官网，鹏翔飞控作动系统（西安）有限责任公司官网，新华报业网，财经头条，国金证券研究所

航空工业机载正式落户上海，国产大飞机机载系统国产替代有望提速。据“今日闵行”微信公众号消息，中航工业全资子公司中航机载系统有限公司正式落户闵行区吴泾镇。作为我国航空电子、飞行控制、机电等航空机载设备的主要供应商，中航机载主要从事基于机载技术衍生的新一代信息技术产业、高端装备制造业务。中航民机机载系统工程中心有限公司与中航机载系统有限公司“一套班子、两块牌子”运营，作为国家民机机载系统产品和产业发展主要载体，已经注册成立成立了机电、飞控、航电、电力、起落架 5 家分中心。

中航民机机载系统工程中心有限公司作为民机机载产业链“链主”企业，有望全方位推动民机机载系统的转型和创新：未来有望协同产业链上下游，依托国家重大专项加快推进航电、飞控、燃油、液压、空气管理、电力和起落架等七大机载系统关键核心技术突破，引导国内外优势创新资源进入机载产业链供应链，强化国家民机机载系统战略科技力量，致力于发展成为具有国际影响力的民机机载系统集成商。我们认为，航空工业机载正式落户上海，或将加速民机机载领域专业化整合，未来国产大飞机机载系统国产替代有望提速。



图表49: 航空工业机载正式落户上海闵行吴泾



图表50: 中航民机机载系统工程中心产业基地效果图



来源：“今日闵行”微信公众号，国金证券研究所

来源：“今日闵行”微信公众号，国金证券研究所

我们认为，国产大飞机批量化、规模化发展阶段已致，随着机载有限公司落户上海，机载系统国产化研制项目阶段推进，未来国产大飞机机载系统国产化进程有望提速。产业链参与公司较多，包括元器件和线缆（中航光电、全信股份）、机载设备（中航机载、江航装备）、碳刹车盘（楚江新材、北摩高科、博云新材、中天火箭、中航高科）等。

元器件和线缆：

- 中航光电(002179.SZ)：专业从事中高端光、电、流体连接技术与产品的研究与开发，专业为航空及防务和高端制造提供互连解决方案。公司多项产品相继获批进入商飞的QSL目录并成功装机应用，是国内首家成功配套C919飞机的连接器供应商。
- 全信股份(300447.SZ)：公司自成立以来一直以军工业务为主业，聚焦军工电子信息领域，主要从事军用光电线缆及组件、光电元器件、FC光纤高速网络及多协议网络解决方案、光电系统集成等系列产品的研发、生产、销售和服务等业务。2023年绕包线产品已在国产大飞机C919形成批量配套，正在逐步按计划推动射频电缆、光缆和连接器产品进入商飞目录工作。

机载设备：

- 中航机载(600372.SH)：中航机载产品涉及航空装备、民机装备、现代产业、国际业务等四大领域。中航机载研制的部分机载系统随机取证，标志着中航机载的民机业务取得了重大突破，2023年11月，中航机载的子公司与中国商飞签订了432架C919某机载子系统供应合同。
- 江航装备(688586.SH)：公司主要从事航空装备及特种制冷两大业务，参与国产大飞机机组氧气系统、旅客氧气系统、惰化系统研制，完成系统邀标书回复；民用空气分离装置PMA组件在部分航空公司首装成功，市场开拓取得较大突破，为公司后续大飞机业务奠定基础。目前公司与商飞开展了C919氧气系统和惰性化防护系统的研制配套工作，正按计划推进。

碳刹车盘：

- 楚江新材(002171.SZ)：国内碳纤维预制体龙头企业，子公司天鸟高新是国内唯一产业化生产飞机碳刹车预制体的企业，承担着国内所有生产飞机碳刹车盘单位的碳纤维预制件供应，并独供于C919碳刹车预制体。
- 北摩高科(002985.SZ)：主要从事军民两用航空航天飞行器、起落架着落系统及坦克装甲车辆、高速列车等高端装备刹车制动产品的生产及销售，公司实施“民用大飞机起落架着陆系统综合试验项目”，加快开展国产大飞机起落架着陆系统的研发，助力我国大飞机配套装备全面国产化。
- 博云新材(002297.SZ)：主要从事航空机轮刹车系统及刹车材料、航天用碳/碳复合材料、高性能硬质合金和稀有金属粉体材料等产品的研发、生产与销售，公司碳刹车盘组件取得国内民航客机第一个零部件制造人批准书(PMA0001)，全程参与C919国产大飞机机轮刹车碳盘的研制。
- 中天火箭(003009.SZ)：国内较早进行炭/炭复合材料制品工业化生产的专业企业，是国内首批获取飞机炭刹车盘零部件制造人批准书的单位之一。子公司西安超码生产的A318/319/320型飞机炭刹车盘于2009年获得国内首份零部件制造人批准证书。



- 中航高科 (600862.SH): 主要从事“航空新材料”和“高端智能装备”两大板块, 子公司优材百慕是民航飞机刹车材料的专业化供应商, 持续推进民航飞机刹车盘副的国产化替代和高速列车刹车组件的应用推广, 完成了 A330 飞行验证试验, 取得中国民航局颁发的 STC 证书; 取得了 B737-800 (G) 的 PMA 证书; 开展了 ARJ-700 和 B747-400 碳刹车盘副适航取证工作。

5 航空发动机: LEAP-1C 性能优异, 长江 1000 有望实现国产替代

C919 是 LEAP 发动机全球首个飞机项目。LEAP-1C 由 CFM 国际公司设计、生产和销售, 是中国商飞发动机唯一西方供应商。LEAP-1C 发动机旨在应对航空运输脱碳的挑战, 为中国商飞公司 C919 运营商降低 15% 的油耗和 15% 的二氧化碳排放量, 同时降低最多 50% 的氮氧化物排放量并降低噪音。为了实现其卓越的性能, LEAP-1C 采用了创新技术和材料, 使用 3D 编织复合材料和树脂转移模塑成形工艺, 生产出更轻、更坚固、更耐用的风扇叶片; 其低压涡轮叶片由创新的钛铝合金加工而成, 重量更轻, 耐高温性能更强; 低压涡轮环和翼型由 CMC (陶瓷基复合材料) 制成, 喷油器由 3D 打印而成。

图表51: LEAP-1C 航空发动机



图表52: LEAP-1A/B/C 三型发动机主要性能指标对比

型号	LEAP-1A	LEAP-1B	LEAP-1C
机型	A320neo 系列	B737MAX 系列	C919 系列
最大推力	最大35000磅	最大28000磅	最大30000磅
旁通比	11:1	9:1	11:1
整体压力比	40:1	40:1	40:1
风扇直径	78英寸	69英寸	78英寸
对比旧款发动机节省燃料	-15%	-15%	-15%
取得EASA/FAA证书日期	2015/11/20	2016/5/4	2016/12/21

来源: Safran, 国金证券研究所

来源: CFM 国际公司官网, 国金证券研究所

中国航发商发首先启动了针对 C919 飞机发动机的研发, 目前已完成验证机全部设计工作, 正在开展零部件试制和试验工作。该发动机是一型双轴大涵道比直驱涡扇发动机, 由 1 级风扇、3 级增压级、10 级高压压气机、单环形燃烧室、2 级高压涡轮及 7 级低压涡轮组成, 采用全三维气动设计、贫油预混燃烧、主动间隙控制等先进技术, 以及宽弦空心风扇叶片、整体叶盘、新一代单晶、粉末冶金等先进材料工艺, 具有高效率、低燃油消耗, 低排放、低噪音, 高可靠性、长使用寿命, 低维护成本、良好的维修性等产品特性。

CJ-1000A 作为我国第一款商用航空发动机产品, 未来有望实现民用航空发动机国产替代。据“中国民航”微信公众号介绍, 2011 年 6 月 29 日, 中国大型客机发动机重大专项的主承制单位——中航商用航空发动机有限责任公司正式将国产大飞机发动机命名为“CJ-1000A”, 中文名为“长江”。据中国航发官网信息, CJ1000A 发动机起飞推力不小于 14000kgf (约 30864.72 磅), 是配装单通道干线客机的大涵道比涡扇发动机。

图表53: CJ1000A 发动机



图表54: CJ1000A 发动机总体结构方案图



来源: 中国航发官网, 国金证券研究所

来源: 商发官网, 国金证券研究所



我们认为，随着以 C919 为代表的国产大飞机进入批量化、规模化生产交付阶段，来自 LEAP 系列发动机的外贸转包需求或将增加，同时随着 CJ-1000A 发动机的研制，国内航空发动机领域公司或将充分受益。航空发动机领域上市公司有高温合金（抚顺特钢、钢研高纳、隆达股份、西部超导）、铸造（图南股份、应流股份、万泽股份）、锻造/叶片精锻（中航重机、航宇科技、派克新材、航亚科技、三角防务）、陶瓷基复材及加工（火炬电子、华泰科技）、控制系统（航发控制）、零部件加工和主机厂（航发科技、航发动力）。

高温合金：

- 抚顺特钢 (600399.SH)：公司是大型特殊钢重点企业和军工材料研发生产基地，被誉为中国的“特钢摇篮”。公司持续提升高端特殊钢新材料产能，从航空航天尤其是商飞、商发等民用领域积极参与新项目认证、产品试验，17 个系列的高温合金、高强度、特冶不锈钢产品通过了中国航发商用航空发动机有限公司产品认证。
- 钢研高纳 (300034.SZ)：国内高端和新型高温合金制品生产规模最大的企业之一，拥有年生产超千吨航空航天用高温合金母合金的能力以及航空航天发动机用精铸件的能力，在变形高温合金盘锻件和汽轮机叶片防护片等方面具有先进的生产技术，具有制造先进航空发动机亟需的粉末高温合金和 ODS 合金的生产技术和能力。
- 隆达股份 (688231.SH)：主要从事高温合金、合金材料研发、生产和销售，公司是国内航空发动机关键原材料的同步研制开发的重要参与者之一，与国内主要航空发动机和燃气轮机研制单位紧密合作，承担了多个高性能先进国产发动机以及长江系列发动机原材料的研制任务，完成了铸造高温合金多个牌号、变形高温合金多个牌号二十余个规格的产品认证。在国际市场，为罗罗的全球锻件供应商批量供货，同时与赛峰、霍尼韦尔、柯林斯宇航等展开合作。
- 西部超导 (688122.SH)：主要从事超导产品、高端钛合金材料和高性能高温合金材料及应用的研发、生产和销售，公司进行多项航空发动机高温合金材料的研发项目，完成了材料制备，已成为相关需求单位材料供应商。在商用航空发动机市场，公司生产的 $\phi 600\text{mm}$ 大规格 GH4738 棒材已通过某型号发动机部件考核。

铸造：

- 图南股份 (300855.SZ)：主要从事高温合金、特种不锈钢等高性能合金材料及其制品的研发、生产和销售，公司建立了完善的大型复杂薄壁件的精密铸造体系，形成了先进的近净型熔模精密铸造技术，在国内率先实现直径大于 1,000mm、壁厚小于 2mm 的大型高温合金精铸件批量生产，形成了为航空发动机制造企业稳定供货的能力。
- 应流股份 (603308.SH)：公司是专用设备零部件生产领域内的领先企业。公司为 G 公司供应的某型航空发动机机匣全球市场份额占比超过 50%，订单滚动至 2026 年；为某集团继续批量交付国产航空发动机叶片，同时开发其他型号的叶片并实现首套交付；公司还为国产商用大飞机发动机交付机匣、叶片等。
- 万泽股份 (000534.SZ)：国内唯一具备从高温合金材料研发到部件制备全流程研制能力的民营企业，公司子公司上海万泽实现国产商用大涵道比涡扇发动机低压涡轮叶片的首台套突破，承接的高成品率高温合金定向凝固叶片工艺流程、基于钛合金精密铸造技术的涡轮类产品研发、上海市先进涡轮发动机热端关键部件精密铸造技术创新中心项目等在稳步推进中。

锻造/叶片精锻：

- 中航重机 (600765.SH)：国内航空锻造龙头，产品包括航空发动机盘轴类环形锻件、中小型锻件，公司持续强化与商飞、商发合作，为 C919 大飞机配套；国外产品主要为 GE、罗罗、IHI、ITP 等公司配套发动机锻件。
- 航宇科技 (688239.SH)：主要从事航空难变形金属材料环形锻件的研发、生产和销售，主要产品为航空发动机环形锻件。公司航空发动机锻件应用于我国预研、在研、现役的多款国产航空发动机，包括长江系列国产商用航空发动机；也用于 GE 航空、普惠 (P&W)、赛峰 (SAFRAN)、罗罗 (RR) 等国际航空发动机制造商研制生产的多款商用航空发动机。
- 派克新材 (605123.SH)：主营业务包括各类环形锻件轧制、自由锻件以及模锻件的生产，涉及高温合金、钛合金、铝合金、不锈钢等各种材料类型，产品广泛应用于航空、航天、石化和新能源等多个行业领域。公司为 C919 和 C929 以及配套的 CJ1000/2000 发动机提供关键零部件配套，同时已成为 GE、罗罗、赛峰等国际知名发动机的供应商，并签订了长期合作协议。



- **航亚科技 (688510. SH):** 公司专注于航空发动机和燃气轮机关键零部件及医疗骨科植入锻件的研发、生产及销售。国际业务上, 公司先后成功研制多型民用航空发动机压气机叶片, 以精锻技术实现压气机叶片规模量产并供货于国际领先发动机厂商; 国内业务上, 深度参与国产商用航空发动机的研制, 参与国产主流在役航空发动机的关键零部件批量化生产配套。
- **三角防务 (300775. SZ):** 公司推进航空发动机小叶片精锻项目建设, 同时推进铝合金叶片锻造技术研发, 以某商用在研发发动机为研载体, 通过数值模拟并结合工艺试验、热处理试验, 开发铝合金叶片的技术工艺路线。

陶瓷基复材及加工:

- **火炬电子 (603678. SH):** 国内唯一一家从事陶瓷基复合材料业务的上市公司, 子公司立亚新材 CASAS-300 特种陶瓷材料掌握了“高性能特种陶瓷材料”产业化的一系列专有技术, 是国内少数具备陶瓷材料规模化生产能力的企业之一, 其第一、二、三代 SiC 纤维均已实现工业化生产, 极大支撑了该系列纤维在航空发动机等领域的运用。
- **华泰科技 (688281. SH):** 主要从事特种功能材料, 包括隐身材料、伪装材料及防护材料的研发、生产和销售, 同时围绕航空发动机产业链、先进新材料产业领域持续进行业务布局, 于 2023 年设立子公司上海瑞华晟负责开展实施“航空发动机用陶瓷基复合材料及其结构件研发与产业化项目”。

控制系统:

- **航发控制 (000738. SZ):** 公司作为航发集团内航空发动机控制系统唯一的上市企业, 发动机控制系统唯一的机械液压执行机构供应商, 负责航发集团主机厂所承制的国产大飞机动力及通航动力配套控制系统的自主研制。

零部件加工和主机厂:

- **航发科技 (600391. SH):** 主要从事航空发动机及燃气轮机零部件的研发、制造、销售、服务, 公司不断提升航空发动机系列零配件的生产制造核心能力, 经过长期与国际、国内一流航空企业合作, 公司积累了丰富的航空发动机和燃气轮机零部件制造经验, 掌握了航空发动机各种机匣制造技术, 是多家国际一流航空企业的战略供应商。
- **航发动力 (600893. SH):** 我国商用飞机动力核心供应商, 公司不断提升国产商用航空发动机专业化制造水平, 具备涵盖产品全寿命周期的设计、制造、总装、试车整套技术和发动机综合服务保障能力。公司参与 C919 国产化发动机的零部件研制生产, 同时在外贸转包生产业务中有部分零部件产品涉及 C919 进口发动机。

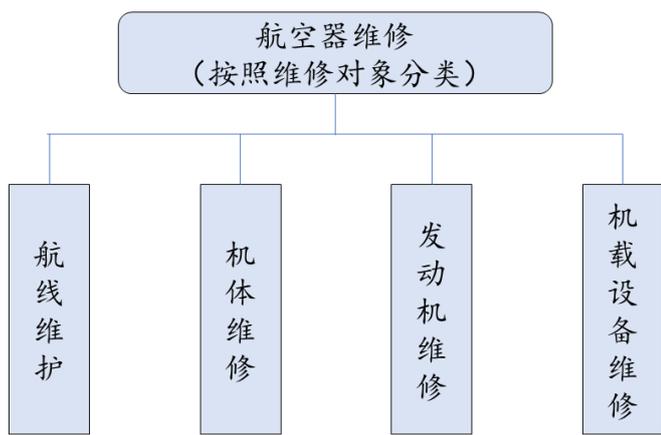
6 航空维修与航材分销: 有望受益于民航机队扩大和国产飞机崛起

航空维修业又称民用飞机 MRO, 其缩写 MRO 指的是 Maintenance (维护)、Repair (维修)、Overhaul (大修), 是对飞机及其上的技术装备进行的维护和修理, 确保飞机的安全。航空维修是飞机使用的前提和必要条件, 也是航空业的重要组成部分。

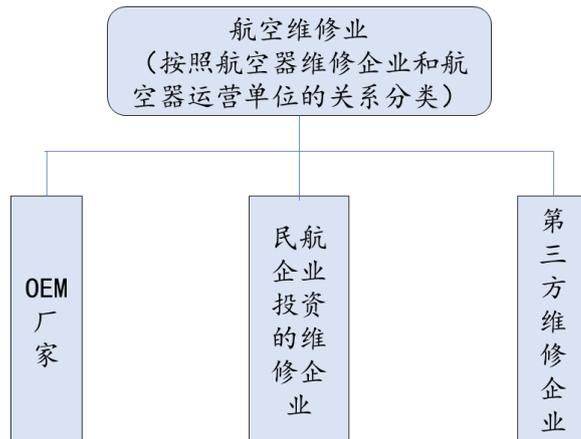
- 按照中国民用航空局 (CAAC) 颁布实施的《民用航空的维修单位合格审定规定》即 CCAR-145 部法规, 维修类别分为机体、动力装置、螺旋桨、除整台动力装置或者螺旋桨以外的航空器部件、特种作业等。
- 在飞机维修领域, 根据维修对象的不同, 航空维修业务可分为航线维护、机体维修、发动机维修、机载设备维修四种类型。机载设备维修亦可分为机载电子设备维修和机载设备维修, 其中, 机载电子设备维修的对象主要包括计算机及系统、导航系统等; 机载机械维修对象主要包括燃油系统、液压系统等。
- 根据航空器维修企业与航空器运营单位的关系, 航空器维修企业可以分为 OEM 厂家、民航企业投资的维修企业和第三方维修企业。



图表55: 航空器维修的分类



图表56: 航空器维修企业分类



来源: 智研咨询, 国金证券研究所

来源: 智研咨询, 国金证券研究所

航材, 即航空器材, 指除航空器机体以外的所有航空器部件和原材料, 通常国内将航材划分为周转件 (如起落架、轮毂、刹车系统部件等) 和消耗件 (如航空油料、航空化学品和各类航空耗材)。航材产业链可以分为上游航材原厂、中游航材分销商和下游的航空公司、飞机维修公司 (MRO)、飞机制造商及 OEM 厂商。航材分销商是衔接航材产业链上下游的重要纽带, 分销模式是航材市场的主要销售模式, 据 QY Research 报告, 2023 年全球航材及航化品市场规模约为 220.52 亿美元, 中国航材及航化品分销市场规模约 19.56 亿美元占全球市场总量的 8.87%, 据 QY Research 报告数据预测, 2024 年全球航材及航化品分销市场规模约为 239.21 亿美元, 到 2030 年可达 341.27 亿美元, CAGR 预计为 6.1%; 2024 年国内航材及航化品分销市场规模约为 20.99 亿美元, 到 2030 年可达 33.8 亿美元, CAGR 预计为 8.3%。

图表57: 航材主要分为周转件和消耗件

	周转件	消耗件		
		消耗性材料 (耗材)	原材料	其他消耗件
定义	技术上可以修理并且具有厂家发布的技术文件, 可以不限次数修复使用, 直至无法恢复到厂家发布的技术文件要求的航空器材	通常在维护和修理飞机、发动机、设备、组件中用到的润滑油、接合剂、化合物、油漆、化学制品、染料和补片等	指符合确定的工业或国家标准或规范, 用于按照航空器或其部件制造厂家提供的规范进行维修过程中的加工或辅助加工的材料, 这些标准或规范必须经公开发布并在航空器或其部件制造厂家的持续适航文件中明确的	不存在经批准修理程序的零部件 (除消耗性材料、原材料以外的消耗件)
代表产品	APU、起落架、轮毂、刹车系统部件、娱乐系统部件、通讯系统部件等	航空化学品 (清洗剂、涂料等)、航空油料 (润滑油、液压油等)	胶带、胶膜、蜂窝芯、板材等	荧光条、耳机、灯泡、紧固件等
销售模式	直销为主, 分销为辅	分销为主, 直销为辅	分销为主, 直销为辅	分销为主, 直销为辅

来源: 润贝航科招股书, 国金证券研究所

图表58: 国内航材分销商经营模式



来源: 润贝航科招股书, 国金证券研究所

国内从事航空维修的企业有安达维尔、海特高新、安达维尔等, 从事航材分销的企业包括润贝航科等。

- **安达维尔 (300719.SZ)**: 作为部件维修服务商及机载设备制造商, 服务于航空公司、飞机制造商及航空维修企业, 提供部件维修服务及民机机载客舱设备产品。公司目前已获得 CAAC、FAA、EASA 和防务维修服务商等资质, 拥有 2,600 余项维修项目的维修能力, 能力覆盖波音、空客、巴航工业和航空工业等主流飞机制造商的 30 多种机型。
- **海特高新 (002023.SZ)**: 中国最大的飞机大修、航空部附件维修、飞机客机改货机的民营企业。公司是国内第一家取得中国民航局 CAAC 维修资格许可的民营航空维修企业, 已经取得 FAA、EASA、JMM、DOT 等多种资质认证和 OEM 认证, 服务机型涵盖波音、空客、中航工业、中商飞、庞巴迪、巴航工业、湾流等系列民用客机、各型公务机及通用飞机机型。
- **航新科技 (300424.SZ)**: 公司主营业务分为设备研制及保障、航空维修及服务两大领域。公司作为国内同时拥有 CAAC (中国)、FAA (美国)、EASA (欧洲) 等适航体系认证的



航空维修企业，在飞机维修领域有二十多年的维修经验，与众多国内外知名航空公司建立了战略合作伙伴关系。

- 润贝航科 (001316.SZ): 服务型航材分销商，通过提供产品解决方案及供应链管理等服务增强市场竞争能力、提升客户粘性，从而实现航材的最终销售。截止 2023 年 12 月 31 日，公司国产化自主研发的产品已有 112 种通过中国民用航空局的各类适航认证，可以等效替换国内运营的波音、空客等多种型号客机上的进口航空材料。目前公司全资子公司润和新材料的部分产品已经写入商飞标准材料手册。

7 C919 产业链投资建议与标的梳理

7.1 投资建议

我们认为，以 C919 为代表的国产大飞机需求旺盛，并正在迈入大规模、大批量生产交付阶段，国内大飞机产业链蓄势待发。我们判断，随着 C919 批产放量，1) 国产化率较高的民机机体结构产业链或将率先受益，航空锻造、大部段装配环节确定性较强；2) 随着航空工业机载落户上海、CJ-1000 研发持续推进，C919 机载系统、发动机国产替代有望提速；3) 通过自主研发，我国掌握了民机产业链发展统筹权，民机后市场航空维修、航材分销等领域有望受益。我们从产业链各环节的市场空间、业绩弹性、核心竞争力、长期成长空间等维度出发，我们建议关注：中航西飞、中航重机、三角防务、润贝航科。

- 中航西飞：大飞机机体结构核心受益标的，随着 C919 批产提速，公司有望率先受益。航空工业西飞作为 C919 的主供应商，承担了机体结构中设计最为复杂、制造难度最大的部件——机翼、中机身（中央翼）等 6 个工作包的研制任务，任务量约占整个机体结构的 50%；同时，航空工业西飞亦是 ARJ21 飞机部件的主要生产企业，承担机身、机翼的研制、生产任务，制造量占 60% 以上。
- 中航重机：大飞机航空锻造核心受益标的，市场份额有望持续提升。公司紧跟国产大飞机发展，积极参与技术攻关，新开发多个新项目和新产品；2023 年，公司旗下宏远锻造 C919、ARJ21 订单持续增长；安大锻造民机销售倍增，商飞项目新品开发同比增长 30%，订货同比增长 56%；景航持续推进商飞批产供应商清册入册工作。公司与上飞公司深化产业链、供应链、创新链协同，建立“大飞机锻铸联合创新平台”。
- 三角防务：积极推进大飞机配套生产能力建设，布局锻造、蒙皮、零部件加工和大部段装配。公司为我国军用、民用航空飞行器提供各类大型模锻件和自由锻件，围绕大飞机批产需求，布局蒙皮镜像铣智能制造生产线；设立上海三角，开展大飞机零部件装配业务，2023 年 9 月，公司大部段项目成功签约入驻临港新片区大飞机产业园，随着 C919 飞机批产提速，公司有望充分受益。
- 润贝航科：航材分销核心标的，有望受益于航材国产替代和 C919 批产提速。公司深耕民航业多年，在航空材料开发、适航认证体系上取得了一定的先发优势；公司分销、自研“双轮驱动”，部分国产航材可以等效替代波音、空客的原厂航材，部分航材已经写入中国商飞的材料规范手册。C919 生产交付节奏加快有望拉动航材分销市场需求，同时亦有望推动国产化航材的发展，公司有望充分受益。

7.2 标的梳理

■ 机体结构：

- 1) 原材料：铝合金（中国铝业、南方铝业），钛合金（西部超导、宝钛股份），复合材料（光威复材、中复神鹰）；
- 2) 零部件加工：航空锻造（中航重机），复材加工（中航高科、航天环宇、广联航空），精密加工（爱乐达、通达股份、利君股份、豪能股份），蒙皮加工（洪都航空、三角防务）；
- 3) 大部段装配（中航西飞、中航沈飞、中航电测、洪都航空、中直股份、三角防务）。

■ 机载系统：

- 1) 元器件和线缆（中航光电、全信股份）；
- 2) 机载设备（中航机载、江航装备）；
- 3) 刹车盘/系统（楚江新材、北摩高科、博云新材、中天火箭、中航高科）。

■ 航空发动机：

- 1) 高温合金（抚顺特钢、钢研高纳、隆达股份、西部超导）；



- 2) 铸造（图南股份、应流股份、万泽股份）；
 - 3) 锻造/叶片精锻（中航重机、航宇科技、派克新材、航亚科技、三角防务）；
 - 4) 陶瓷基复材及加工（火炬电子、华秦科技）；
 - 5) 控制系统（航发控制）；
 - 6) 零部件加工和主机厂（航发科技、航发动力）。
- 航空维修与航材分销
- 1) 航空维修（安达维尔、海特高新、航新科技）；
 - 2) 航材分销（润贝航科）。

图表59：大飞机产业链受益标的梳理

产业 链环 节	证券代码	证券简称	股价 (元)	总市值 (亿元)	2023年	2023年归	EPS				PE			
					营收 (亿元)	母净利润 (亿元)	2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
原材 料	601600	中国铝业	6.89	1,090	2,250.7	67.2	0.39	0.56	0.67	0.76	18	12	10	9
	600219	南山铝业	3.71	434	288.4	34.7	0.30	0.37	0.39	0.42	12	10	10	9
	688122	西部超导	33.13	215	41.6	7.5	1.16	1.60	1.93	2.39	29	21	17	14
	600456	宝钛股份	25.39	121	69.3	5.4	1.14	1.39	1.68	1.93	22	18	15	13
	300699	光威复材	26.18	218	25.2	8.7	1.05	1.16	1.37	1.63	25	23	19	16
零部 件加 工	688295	中复神鹰	17.37	156	22.6	3.2	0.35	0.36	0.54	0.74	50	49	32	24
	600765	*中航重机	15.82	234	105.8	13.3	0.90	1.06	1.27	1.53	18	15	12	10
	600862	中航高科	17.99	251	47.8	10.3	0.74	0.82	0.98	1.17	24	22	18	15
	688523	航天环宇	15.79	64	4.6	1.3	0.34	0.43	0.59	0.80	46	36	27	20
	300900	广联航空	15.07	45	7.4	1.0	0.50	0.94	1.19	1.53	30	16	13	10
	300696	爱乐达	11.81	35	3.5	0.7	0.23	-	-	-	51	-	-	-
	002560	通达股份	5.15	27	55.7	0.8	0.16	0.37	0.46	0.56	32	14	11	9
	002651	利君股份	4.91	51	10.7	1.2	0.12	-	-	-	41	-	-	-
	603809	豪能股份	6.97	41	19.5	1.8	0.47	0.62	0.77	0.98	15	11	9	7
	部段 装配	000768	中航西飞	23.29	648	403.0	8.6	0.31	0.41	0.53	0.68	75	57	44
600760		*中航沈飞	39.47	1,088	462.5	30.1	1.09	1.37	1.70	2.11	36	29	23	19
300114		中航电测	40.45	239	16.8	1.0	0.17	0.23	0.28	0.33	238	176	147	123
600316		洪都航空	19.49	140	37.3	0.3	0.05	-	-	-	430	-	-	-
600038		中直股份	37.54	308	233.3	4.4	0.75	0.97	1.22	1.48	50	39	31	25
300775		三角防务	21.42	118	24.9	8.1	1.48	1.71	2.08	2.48	14	13	10	9
机载 系统	002179	中航光电	34.47	731	200.7	33.4	1.56	1.90	2.31	2.74	22	18	15	13
	300447	全信股份	10.99	34	10.4	1.3	0.43	-	-	-	26	-	-	-
	600372	中航机载	11.51	557	290.1	18.9	0.44	0.44	0.53	0.62	26	26	22	19
	688586	江航装备	8.39	66	12.1	1.9	0.24	0.31	0.37	0.43	35	27	23	20
	002171	楚江新材	5.60	74	463.1	5.3	0.36	0.48	0.59	0.72	16	12	9	8
	002985	北摩高科	17.75	59	9.5	2.2	0.66	0.96	1.18	1.42	27	18	15	13
	002297	博云新材	5.42	31	5.9	0.3	0.05	-	-	-	106	-	-	-
航空 发动 机	003009	中天火箭	36.96	57	11.8	1.0	0.60	-	-	-	62	-	-	-
	600399	抚顺特钢	4.91	97	85.7	3.6	0.18	0.31	0.40	0.50	27	16	12	10
	300034	钢研高纳	13.45	104	34.1	3.2	0.42	0.54	0.69	0.86	32	25	20	16
	688231	隆达股份	11.93	29	12.1	0.6	0.22	0.39	0.53	0.63	54	31	22	19
300855	图南股份	22.16	88	13.8	3.3	0.84	1.02	1.28	1.57	26	22	17	14	



603308	应流股份	10.32	70	24.1	3.0	0.44	0.61	0.78	0.95	23	17	13	11
000534	万泽股份	9.11	46	9.8	1.8	0.35	0.53	0.71	0.91	26	17	13	10
688239	*航宇科技	26.56	39	21.0	1.9	1.29	2.05	2.79	3.54	21	13	10	7
605123	派克新材	43.95	53	36.2	4.9	4.06	4.47	5.19	6.75	11	10	8	7
688510	航亚科技	14.32	37	5.4	0.9	0.35	0.51	0.68	0.89	41	28	21	16
603678	火炬电子	21.06	97	35.0	3.2	0.69	0.91	1.19	1.47	31	23	18	14
688281	华秦科技	73.50	143	9.2	3.4	2.41	2.84	3.75	4.93	30	26	20	15
000738	航发控制	18.61	245	53.2	7.3	0.55	0.66	0.76	0.90	34	28	25	21
600391	航发科技	14.17	47	45.2	0.5	0.15	0.63	-	-	94	22	-	-
600893	航发动力	35.48	946	437.3	14.2	0.53	0.63	0.75	0.91	67	56	48	39
300719	安达维尔	14.38	37	8.5	1.1	0.44	0.59	0.71	0.85	32	24	20	17
002023	海特高新	8.33	62	10.5	0.5	0.06	0.11	0.15	0.20	132	74	56	42
300424	航新科技	11.32	27	15.8	0.2	0.10	-	-	-	113	-	-	-
001316	润贝航科	27.02	22	8.3	0.9	1.15	1.44	1.99	2.46	24	19	14	11

来源：iFinD，国金证券研究所 *注：标*的EPS预测值为国金证券预测，其余盈利预测取iFinD一致预期，股价取2024年8月27日收盘价

8 风险提示

- 1) 国际贸易形势动荡：C919 机载系统及航空发动机尚需依赖进口，若国际贸易形势动荡，或将对产业链造成不利影响。
- 2) C919 生产交付不及预期的风险：C919 产能爬坡是一项庞大的系统工程，若未来 C919 生产交付不及预期，可能对国内大飞机产业链的发展造成不利影响。



行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于C3级(含C3级)的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路1088号 紫竹国际大厦5楼	地址：北京市东城区建国内大街26号 新闻大厦8层南侧	地址：深圳市福田区金田路2028号皇岗商务中心 18楼1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究