

投资评级 **买入** 维持

中航科工——极度低估的高科技军工龙头

投资要点:

8月20日收盘价(港元) 4.99
52周股价波动(港元) 2.604-5.750
总股本/流通股本(亿) 62.13/62.13
总市值/流通市值(亿港元) 310/310

- **军工行业投资逻辑:** 每年国防开支超1万亿, 增长速度7%, 其中40%投入于武器装备, 稳定的需求是军工行业最大的基本盘。(1) **资产注入。** 军工集团资产证券化率落后于央企整体, 优质资产改制上市是大势所趋。近2年资产注入有加速的迹象, 如中航科工收购中航直升机, 中航飞机、洪都航空资产置换等, 下一步关注科研院所改制。(2) **激励手段完善。** 密集推出的股权激励计划是激发人才活力和提高市场认可度的重要催化剂。(3) **军品定价模式厘清。** 成本加成定价模式将逐渐淡出, 行业净利率从3%向10%演变。中航沈飞作为首批企业已收到3亿重定价补贴, 盈利弹性可观。(4) **新型号列装放量。** 强敌环伺的斗争局势倒逼机型升级和放量, 主机厂利润表特征是营收多年横盘, 一旦列装马上爆发。(5) **科技含量的提升。** 先进武器装备是气动、动力、机械、材料、光电、电子、信息等技术的高度结晶, 科技含量的提升带来从0-1的需求井喷。(6) **技术通用化。** 高端军品向民品渗透转化, 实现军工资产的价值最大化。
- **中航科工是航空工业高科技旗舰平台:** 公司承担控股平台和资源整合的角色, 控股了中航光电、中航电子、洪都航空、中直股份4家A股上市公司, 相当于一个小型军工ETF。公司历史财务表现稳健, 近年资本运作加速。**2020年公司继续推进直升机资产的整合, 将所有军用民用直升机机型、总装零部件资产全部置于中航科工旗下, 彻底理顺股权关系。**
- **四大子公司齐头并进:** (1) **中直股份是专业直升机研发生产平台。** 未来几年内陆航旅、空突旅、海军三大客户至少新增直升机需求近1900架, 增量市场空间1500亿元。直20的研制成功具有划时代意义, 作为中型通用平台弥补了国产直升机工业的最大短板, 订单的强劲增长可以从存货、关联交易、重点供应商等多个维度得到跟踪和验证。(2) **中航光电主营军用民用连接器产品。** 历史表现优异, 过去10年业绩CAGR24%, 常年维持15%以上ROE。公司是最早实现军品技术通用化的公司, 公司军工领域份额国内第1, 通信领域份额第2, 未来看新能源汽车与5G需求的放量。(3) **洪都航空是教练机+导弹+无人机三合一平台。** 初教8是国产教练机历史销量最好的产品, 教10在全球范围内拥有性价比优势, 于2018年列装, 目前订单数量在100架以上, 长期需求无忧。(4) **中航电子是国产军机民机航电系统的主力供应商。** 航电系统已进化4代, 技术密度不断提升, 公司关键产品已进入歼20、直20、C919的供应链, 托管资产隐含强烈注入预期。

分析师: 麦浩明
Tel: 18998532338
Email: maihm3@foxmail.com

一、军工行业投资逻辑

国防开支是经济内循环格局下最稳定的需求之一，2019 年我国国防预算 1.19 万亿元，同比增长 7.5%，约为 GDP 的 1.2%，国防开支中 40%用于投入武器装备，保证了军工行业需求的持续稳定。现阶段的上下游景气为军工板块的投资逻辑增加了几分确定性，从公司治理角度关注资产注入预期、激励手段完善、军品定价改革，从产品角度关注新机型列装放量、科技含量的提升和军用技术的通用化。

（一）资产注入

根据国务院国资委数据，2018 年中央企业资产的 65%、营业收入的 61%、利润总额来源的 88%都在上市公司。但军工集团的资产证券化率是明显低于央企平均水平的，2018 年军工集团仅有总资产的 50%和净利润的 41%在上市公司体内，资产证券化还有较大空间。

仅以航空工业集团为例，过去 2 年中航科工收购中航直升机，中航飞机、洪都航空通过资产置换将军工资产注入上市公司，航发动力收购黎明公司、南方公司等子公司股权，都是核心资产整体上市的体现。2018 年 5 月 29 日航空工业集团组织召开境内上市公司交流会，总会计师李耀提出集团计划到 2020 年实现三个 70%目标，即军民融合产业收入占比达到 70%，军民一般制造能力社会化配套率达到 70%，集团公司资产证券化率达到 70%。

下一步的资产注入重点在科研院所。2017 年 7 月国防科工局宣布启动 41 家试点院所改制，2018 年 5 月国防科工局、财政部等联合批复兵器装备集团 58 所的转制方案，标志着经营类军工科研院所转制工作进入正式实施阶段。

第一步工作是明确院所分类属性，除部分基础性、战略性院所之外，大部分院所都将从事业单位整体转为企业，属性划分已完成。第二步是对三供一业等配套资产进行剥离，对财政和人事进行调整变动。第三步就是梳理股权完善注入方案。大部分的工作进度无从得知，新闻上有迹可循的就是三供一业的剥离和领导班子的人事调整。

2018 年 11 月国睿科技发布资产重组预案，交易总额高达 68 亿元，令军工资产注入进程再起波澜。此次交易将发行股份并支付现金收购国睿防务 100%和国睿信维 95%股权，国睿防务主要从事雷达产品的研发生产销售，产品涵盖了中电科集团 14 所所有获得出口许可的外销型号和对应的内销型号，实际是通过重组将科研院所电科 14 所资产注入上市公司，方案已获得财政部、国资委和国防科工局的批准。中航科工子公司中航电子是科研院所注入的重点对象，目前已为集团托管 607 所、613 所、615 所、618 所、631 所 5 所科研院所，实际上已锁定了注入标的。

（二）激励手段完善

2019 年 11 月 11 日国资委下发《关于进一步做好中央企业控股上市公司股权激励工作有关事项的通知》，加大对中央企业控股上市公司股权激励的力度。新方案的亮点有三，首先是授予的权益数量占比提高，中小市值上市公司及科技创新型上市公司首次实施股权激励计划授予的权益数量占公司股本总额的比重由 1%上浮至 3%；公司重大战略转型等特殊需要可以适当放宽至总股本的 5%以内。其次是权益授予价值明确，董事、高管的权益收益价值，境内外上市公司按照不高于授予时薪酬总水平的 40%确定。另外还取消了调控上限。

多家军工上市公司已率先启动了股权激励计划，形式包括限制性股票、持股计划、股票期权等。军工行业长期被诟病治理和激励体制僵化，无法激发人才活力，但从近期中航光电、振华科技的激励方案来看，上市公司出手不凡，激励股数能够达到总股本的 2%-3%，股票期权价格或期权行权价格在现价的 5 折以下，真正起到绑定核心人员利益的作用，体现了方案的诚意和决心。

二级市场对此也给予了积极回应，中航光电、振华科技公布草案当日股价均大涨 6%。质地较好的板块龙头通常走在

前列，例如主机厂里的沈飞，零部件里的中航光电，元器件里的振华科技，均已早早实施了激励计划，甚至中航光电已完成两期。国资委指令铺路实际上是督促加快事件的进程，其他公司紧密跟进只是时间先后的问题，预计这将会成为军工板块未来 3 年的强劲催化剂。

表 1 军工公司股权激励事件

公司	最新公告日	实施进度	激励方式	激励总数 (万股)	占总股本比例	股票授予价格/ 期权行权价格
中航光电	2019/11/19	草案	限制性股票	3206.5	3.00%	23.43
中航电测	2019/11/1	回购中	-	-	-	-
振华科技	2019/10/12	实施	股票期权	938	2.00%	11.92
利达光电	2019/2/15	实施	限制性股票	176.7	0.75%	5.65
中航沈飞	2018/11/3	实施	限制性股票	317.1	0.23%	22.53
宝胜股份	2018/4/16	实施	持股计划	79.63	0.07%	4.34
中国长城	2018/1/17	实施	股票期权	4,410.00	1.50%	8.27
凌云股份	2017/10/18	实施	限制性股票	413.68	0.92%	10.44
中国动力	2017/3/11	实施	股票期权	1,724.10	0.99%	32.4
中航光电	2017/3/22	实施	限制性股票	595.72	0.99%	28.19

(三) 军品定价模式厘清

由于计划经济时代的历史遗留问题，军品定价一直沿用成本加成 5% 的定价方式，导致军备公司尤其是主机厂赚吆喝不赚钱，净利率常年在 3% 左右徘徊，与高端制造的属性极不相称，相比之下大洋彼岸洛克希德马丁能够稳定获得 10% 的净利率。

定价方式的硬伤导致军工板块利润迟迟无法兑现，对企业经营活力和装备研发升级构成严重障碍，不利于军工企业向追求利润为导向的现代企业转型。表现在资本市场上就是投资者经常将军工公司视作主题性投资标的，而忽略其业绩成长性。

2019 年 3 月航空工业计划财务部开展装备价格业务工作培训，军方专家就装备定价议价新规则及其实施细则、装备购置价格审核等政策法规进行解读。财务培训持续几个月后，第一批公司已收到补贴形式发放的重定价收入，2020 年 4 月 25 日中航沈飞公告全资子公司获得 3.85 亿元政府补助，其中 3.77 亿元为涉密补助经费，可以推断为定价改革后向主机厂释放的利润。定价改革对主机厂利润贡献十分惊人，补贴发放后沈飞的利润将增厚 40%，军工企业净利率上行将引致军工板块估值体系的重大变革。

(四) 新机型列装放量

军事威胁无时不在，装备需求长期提升，背后是战力匹配与补短板两大逻辑。中国战机数量长期大幅落后于美国，美军飞机数量在 13000 架以上，俄罗斯 4100 架，中国只有 3100 架，中方战机数量仅为美军的 1/4。除了绝对数量上的差距之外，结构上的差异更大。以战斗机为例，中美两国均具有年产 100 架以上战斗机的产能，美军订单集中在 F22、F35 等四代机，而中国的四代机歼 20 直至 2017 年才开始生产，2019 年列装，现有机队仍以二代机和三代机为主。实战中四代机完全碾压三代机，俄罗斯军事观察网曾作出评价称，歼 10 与 F22 的作战交换比可以达到 3:1，因而代际结构上的差距比数量上的差距还要来得巨大。

2020 年 7 月日本宣布一次性采购 105 架 F35，采购完成后该国的 F35 数量将攀升至 146 架，日本一次性购买过百

架先进的四代机将会造成东亚地区战力配比失衡。周边强敌先进战斗力的环伺，倒逼国内加速新机型的列装。

过去多年主机厂的成长性表现不明显，原因是机型升级换代是一个漫长的过程，一款机型的使用寿命可能达到 20-30 年，新机型是多项基础技术升级的综合体，研发、试飞、定型、列装的完整过程可能长达 10 年。展现在财务报表上的特征往往是营收连续几年横在某一个平台上，列装开始后马上出现 2-3 年的迅猛增长，整体呈现阶梯式上涨的走势。如中直股份 2019 年以前营收稳定在 120-130 亿元平台，2019 年开启新机型列装后营收跃升至 158 亿元。2019 年 70 周年国庆阅兵集中展示了多款 20 系列飞机，如歼 20、直 20、运 20 等，标志着凝聚多年科研结晶的新一代军机正式进入大规模列装阶段，带动零部件等衍生品种也进入全产业链繁荣。

（五）科技含量的提升

现代军用装备主机是气动、动力、机械、材料、光电、电子、信息技术的大集成体，技术密度极高。如材料方面四代机钛材用量比三代机提升 3 倍，碳纤维复合材料用量提升 3.5 倍；如动力方面涡扇 15 最大动力达到 18 吨，比涡扇 10B 推力增加 4 吨，涡轴 10 功率 1600KW，比涡轴 9 功率提升 600KW。

也有一些增量需求是在装备代际升级中才涌现出来的新事物，如先进光电吊舱、有源相控阵雷达、多任务处理计算机、多余度电传操控综合航电系统等，导致态势感知和信息利用能力上的巨大分野，科技含量的提升转化为从 0-1 的需求井喷。

（六）技术通用化

军用产品向来是高技术高品质的代名词，实现军品向民品的渗透转化，深度发掘军工资产的经济价值，在当今做大做强国有资产、改革释放企业活力的政策大背景下更有深意。从另一个角度来讲，军品技术通用化也有利于改变单一来源采购模式对利润率的伤害。

军用碳纤维转民用、军用直升机开发出民用 AC 型号系列、军用飞控计算机应用于民机、北斗卫星导航系统等都是军用技术通用化的典型案例。以北斗系统为例，北斗卫星导航系统最早起源于军事上对于精确导航的需要，所有的飞机、坦克、舰船、单兵、导弹都必须依靠导航系统的指引，过去只能依靠美方的 GPS，存在极大的卡脖子风险。2020 年 6 月 23 日北斗卫星全球组网顺利完成，将为全球用户提供全天候高精度的定位导航和授时服务，并称全球四大卫星导航系统之一。根据国务院办公厅《国家卫星导航产业中长期发展规划》，到 2020 年北斗民用市场的规模将超 2400 亿，未来北斗系统在民用市场的规模甚至远超军用市场。

二、中航科工公司情况介绍

1、航空工业高科技旗舰平台

航空工业集团始建于 1951 年，前身是军委和政务院成立的航空工业管理委员会，同年重工业部航空工业管理局在沈阳成立。经过多次改制，2008 中国航空工业第一集团公司、第二集团公司重组航空工业，属于国务院国资委直接管理的特大型国有企业。2018 年航空工业名称变更为中国航空工业集团有限公司，注册资本达到 640 亿元，在《财富》全球 500 强中排名第 151 位。截至 2018 年 9 月，航空工业资产总额 9361 亿元，所有者权益 3082 亿元。2018 年前 9 月实现营业收入 2754 亿元，净利润 100.26 亿元，归母净利润 38.13 亿元。

军用航空板块业务包括军用飞机、发动机、空空导弹及机载设备，业务类型涵盖设计、研究、生产、维修、销售、售后。具体产品包括歼击机、歼击轰炸机、轰炸机、空中加油机、运输机、直升机、教练机、侦察机，其中歼击机量产型号为歼 7、歼 8、歼 10、歼 11、歼 15、歼 16、歼 20 等，歼击轰炸机有飞豹，轰炸机有轰 6 系列，教练机有歼教 7、轰

表 2 主要附属公司财务信息 (内部抵消前金额)

单位: 千元	中航光电	中航电子	中直股份	洪都航空
收入	8,778,738	8,204,162	15,602,505	4,399,794
开支总额	1,885,117	2,134,246	1,577,668	294,032
年度溢利	1,171,758	597,515	606,459	85,229
年度综合收益总额	1,173,704	672,933	610,682	85,542
流动资产	12,336,171	16,986,830	23,178,581	6,400,035
非流动资产	2,864,764	5,715,769	3,151,711	2,029,338
流动负债	6,000,367	11,373,577	17,173,992	3,406,902
非流动负债	398,020	3,138,663	682,108	48,285
经营活动产生的现金流量净额	821,751	735,641	770,050	25,130
投资活动使用的现金流量净额	-281,244	-820,863	-89,494	-98,435
融资活动产生的现金流量净额	-315,790	953,377	7,119	-13,719
汇率变动的的影响	20,171	-855	-	872
现金及现金等价物增加额	244,888	867,270	687,675	-86,152

3、资本运作加速

国资委《关于开展国有资本投资公司试点的通知》将航空工业集团指定为国有资本投资公司试点企业之一，目的是加快经济体制改革，做强国有资本。中航科工是航空工业集团旗下国际化高科技投融资平台，对资本运作和市值管理比较重视，中长期将加快资本衔接转换的速度和效率，优化航空高科技产业投资，完善无人机和 5G 平台等产业布局。近期公司明显加快资本运作力度，有步骤地进行汰弱留强，引导市场资源向高效率资产倾斜。

(1) 2011 年公司以 7.68 亿元对价收购天津航空，新增航空机电业务

(2) 2015 年公司通过增发收购中航规划，将业务范围从航空制造业务拓展至航空规划、设计、咨询等。

(3) 2018 年 12 月公司完成规模为 13.67 亿元的配售，配售股份数量 2.79 亿股，配售价格为 4.9 港元，总股本从 59.66 亿股增加至 62.45 亿股，补强资本实力。配售股东中包括了空客集团，空客以 1.8 亿港元增持 0.37 亿股，持股比例从 4.61%进一步上升至 5%。

(4) 2019 年子公司洪都航空完成资产置换，置出上市公司的零部件业务，置入洪都集团导弹等防务资产，差额对价 8 亿用于补充现金。

(5) 2019 年子公司中航电子向中航机载系统公司剥离宝成仪表 100%股权，减亏约 1 亿元。

(6) 2018 年中航科工作为主发起人与航空工业及中航资本签订合资协议，设立中航融富，作为航空工业基金的管理平台。2019 年 7 月中航科工与航空工业、中航资本、中航融富、广德投资基金、镇江投资等成立北京中航一期航空工业产业投资基金，首期认缴出资总额 40 亿元。航空工业产业基金第一步动作是作为 LP 参与国寿广德股权投资基金，首期募资 20 亿元用于投资航空工业集团的航空工业发展项目、混改项目、结构调整项目、科研院所改制项目、上市公司定增项目等。

(7) 2018 年中航科工公告收购中直有限。2018 年 10 月 12 日中航科工与中航工业集团、天津保税投资签订了股权

转让框架协议，计划收购中航直升机公司 100% 股权、哈飞集团 10.21% 股权和昌飞集团 47.96% 股权，收购完成后中航科工实现对中航直升机、哈飞集团和昌飞集团的 100% 控股。

收购对价为 56.88 亿元，以每股 4.19 港元发行 15 亿股，其中向中航工业集团发行 12.51 亿股，向天津保税投资发行 2.5 亿股。2019 年 11 月 28 日三方签订发行股份购买资产协议书，敲定收购条款细节。收购方案已获得国防科工局、中航工业集团、天津港保税区管委会的批准，中航科工董事会审议通过，目前仍需等待股东大会通过以及证监会豁免要约收购义务，该收购事项已被公司定性为 2020 年头等任务。

此次交易意义非凡，过往中航工业集团的直升机资产放在了中航直升机和中航科工两个平台下面，股权关系复杂，军民机型分家，总装零部件分家。此次资产交易完成后，中航科工对中直股份的持股比例从 34% 增加至 50%，另外增加昌飞集团和哈飞集团 100% 资产，所有军用民用直升机机型、总装机零部件资产均置于中航科工旗下，彻底理顺股权关系。

图 2 收购前股权结构

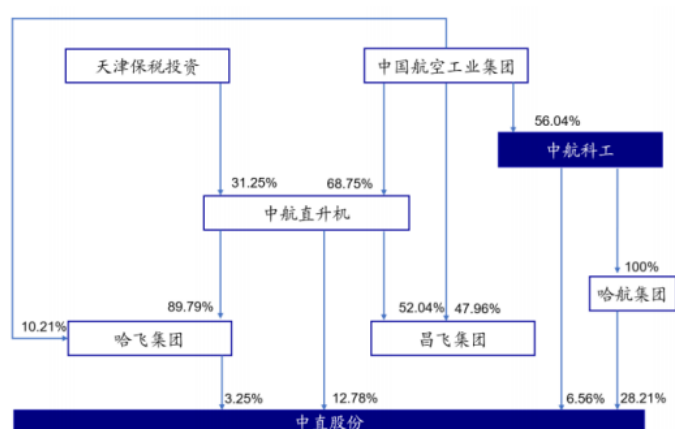
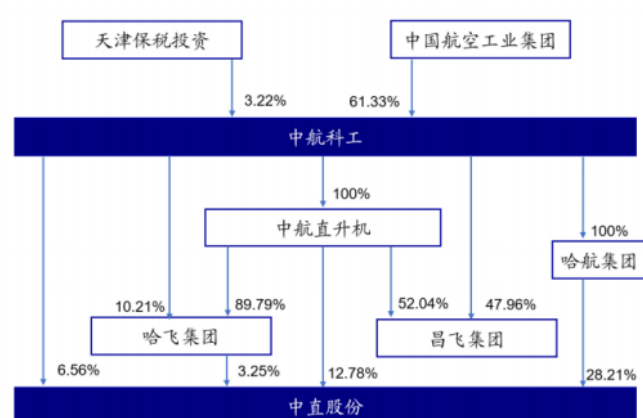


图 3 收购后股权结构



(8) 2020 年中航光电子公司富士达挂牌新三板精选层，以 12.8 元公开发行 1500 万股，募集资金约 1.92 亿元用于提升产能。富士达主营业务为射频同轴连接器。连接器将导体与适当的配对元件连接，实现电流或信号的通断，射频同轴连接器这一类别主要用于传输射频信号，下游应用于通信、数据传输、雷达等，国内市场规模约为 100 亿元。在国内市场上安费诺大约实现 9.3 亿营收，德国罗森博格实现 9 亿营收，美国泰科电子实现 4 亿营收，**富士达营收规模在 3.4 亿元，是份额最高的国产供应商**。挂牌精选层是为未来科创板上市铺路，也为其他子公司的资本运作提供了借鉴意义，将优质资产证券化的进程再向前推进一步。

三、子公司分析

(一) 中直股份

1、专业直升机研发生产平台

中航科工旗下承担直升机生产任务的子公司是中直股份，由原哈飞股份重组而来，体内资产包括了民用直升机总装业务及军用、民用直升机零部件业务。

表 3 航空工业直升机资产

业务分部	子公司	产品
中直股份	哈尔滨通飞	Y12、Y12F 系列
	哈飞航空	直 9、Y12 系列、EC12、H425 直升机 AC312、AC352
	昌河航空	直 8、直 11、AC313、AC311
	天津直升机	直升机整机、航空零部件
	惠阳螺旋桨	螺旋桨、尾桨、风机
	景德镇高新	航空附件、测试设备
哈飞集团		武直 9、武直 19、直 20
昌飞集团		武直 10、武直 11、武直 11WB、直 20
中航直升机所		直升机型号与技术研发

直升机起飞不需要跑道，受地形限制较少，应用情景灵活。在军事方面承担武装、运输、侦查等三大用途，民用用途涵盖观光旅游、公务航空、搜索急救、消防警务等。据《World Airforce 2020》数据，2019 年全球军用直升机总量 20489 架，其中美国数量 5471 架，俄罗斯数量 1481 架，我国军用直升机总量为 903 架，数量与军事强国的定位不符。著名的黑鹰系列直升机数量多达 3913 架，是全球范围内应用最广泛的武装直升机。黑鹰是通用型中型直升机的代表，服役以来参加了格林纳达、巴拿马、科索沃、伊拉克等战争，国内一直没有与之抗衡的机种，直至直 20 的研制成功。

2、直升机产品谱系齐全

我国直升机工业体系实行一所两厂模式，即直升机设计研究所 602 所负责型号研发设计，哈飞和昌飞负责型号制造生产。602 所是国内唯一负责直升机研发的科研院所，迄今已成功研制 12 个系列 60 多种型号的庞大直升机谱系，同时具备第三、第四代直升机研发能力。

从具体型号来看，直 8、直 18 是大型运输机，载重达 13 吨；直 10 是中型机，载重 6 吨；直 9、直 19、直 11 均为轻型机。长期以来国产直升机在 10 吨中型机和 20 吨级重型机上存在空白，直 20 的面世将补上 10 吨级型号的短板。

(1) 直 8

直 8 是一款 13 吨级大型三发多用途直升机，以法国 SA321 为基础研制而来，直 8 是担任运输任务的主力机型。直 8 改型的宽体直 8 也可能成为 075 两栖攻击舰的舰载直升机。直 18 是直 8 的升级款，在航电与传动系统上进行了升级，不仅可以作为运输机，还发展出反潜、反舰、火力支援等各种型号。

(2) 直 9

直 9 是一款双发轻型多用途直升机，原型机是法国 SA-365N 海豚直升机，具有灵活性高、机动性强的特点。直 19 是在直 9 基础上改进的武装直升机，对地面目标和低空目标有较大杀伤力，装备涡轴 8C 发动机，功率 510KW。参考美国武装直升机装备体系两款主力机型，AH64 长弓阿帕奇搭配 AH1 眼镜蛇使用，即 1 款 10 吨级搭配 1 款 5 吨级直升机，国内对标的配置则是武直 19 或搭配武直 10 或武直 20 使用，形成高低搭配编队。

(3) 直 10

武直 10 是我国自主研发的一款专业武装直升机，最大起飞重量 6 吨，具备强悍的对地打击能力，是我国现役数量最

多的主战机型，配备了先进航电系统和国产涡轴 9（后期涡轴 16）发动机，功率 1000KW。

图 4 武直 10



(4) 直 20

直 20 是新型通用中型直升机，可供陆航、海军和民用等多个场景使用。通用直升机一直是各国直升机发展的重点难点，因为在性能上要满足多种严苛要求，如动力性能要满足高原恶劣环境，机体材料要满足舰艇潮湿高盐环境，作战时要满足各种武器装备的吊挂等。**因此既能在高原环境下执行运输任务，也可以作为舰载直升机装备驱逐舰的直 20 在我国直升机生产研发史上具有划时代的意义。**

从性能指标来看，直 20 是国内技术水平最为先进的机型，技术性能包揽多项第一、唯一。直 20 是首款采用电传操控系统的直升机、首款实现零部件完全国产化的直升机、五桨叶旋翼设计配备防涂冰系统，比黑鹰的四桨叶方案更为复杂，直 20 每片旋翼都采用了特殊的后掠削尖设计以减小气动阻力，提高悬停效率。**直 20 的最高飞行高度为 6000 千米，最大航程 600 公里。**

直 20 装备了国产涡轴 10 发动机，额定功率达到 1600KW，紧急出力状态下可达到 2000KW，功率远超涡轴 9、涡轴 16，甚至大大超过黑鹰的发动机 T700。其中更为关键的一点是，直 10 使用的涡轴 16 发动机为中法联合研制，而涡轴 10 为纯国产自主研发，技术实力达到世界先进水平。

从 2010 年立项、2013 年原型机首飞到 2018 年入列，直 20 已完成了完整的试飞检验，2019 年参与国庆受阅，说明已经进入稳定交付的列装周期。

图 5 直 20



2、补短板需求迫切

80 年代我国首次从美国西科斯基公司引进 24 架黑鹰直升机，历经 30 年这批黑鹰仍然是国内性能最优秀的直升机装备。黑鹰直升机以 6000 米的最高升限、600 公斤载重和 600 公里航程的卓越性能鹤立鸡群，在汶川、玉树、舟曲等救灾环节中是重要的主力装备。

长期以来国产直升机的技术短板是上高原的能力。直升机要飞上 3000 米以上高原地区，必须有强大的动力和优良的气动外形，因为在海拔 4000 米地区空气密度仅为海平面的 60%-70%，直升机依靠旋翼下压空气获得反推力飞行，而高原地区空气稀薄会导致升力大减，发动机燃烧需要吸入更多的空气，载荷损耗严重。

以往国内机队中能上高原的只有黑鹰和米 17，总数不足百架。目前直 10、直 19、直 20、AC313 等都能上高原，一个关键的升级是换装了涡轴 16 发动机。涡轴 16 发动机起飞功率超 1240 千瓦，最大连续功率超 1100 千瓦，彻底解决了上高原难的问题。

表 4 各军种配置直升机数量

军种	机型	最大起飞重量 (吨)	现役数量
陆军	Mi-17/171	13	240
	S-70	10	23
	Z-8	13	67
	Z-9	4	92
	Z-10	6-7	106
	Z-11	2	46
	Z-19	4	175
	合计	/	749

空军	Mi-17/171	13	16
	Z-8	13	34
	Z-9	4	16
	合计	/	66
海军	AS365/565		6
	Ka-27		1
	Ka-28		17
	Z-8	13	29
	Z-9	4	33
	Z-18	13	2
	合计	/	88
国内合计			903

3、空突旅、陆航旅、海军三大客户装配需求迫切

国内直升机主要配置在陆军部队，具体兵种是空中突击旅和陆航旅。陆军现役数量 749 架（未统计直 20），占全军数量的 80%，主力型号为米 17、直 10 和直 19。现役 256 架米 17 和 130 架直 8 都是老旧机型，未来将会更换为性能更优的直 10、直 19 或直 20 系列。

(1) 陆航旅

陆航旅是陆军航空兵，执行低空作战任务，支援而不是直接参与地面战斗，装备机种以武装直升机为主。**目前每个陆航旅都至少拥有 1 个武直 10 和 1 个武直 19 直升机营。**

2017 年军改缩减了集团军的数量，由 18 个集团军整合为 13 个，军方要求每个集团军都要至少配属一个陆航旅，外加新疆军区和西藏军区各配备一个，2018 年陆军 15 个陆航旅全部到位，交付节奏恢复正常。**未来我军陆航旅将配备 2-3 个专用武装直升机营、1-2 个改装武装直升机营和 4 个突击/运输直升机营，每个营配备 10-20 架直升机，每个陆航旅装备 100 架直升机左右。**

(2) 空突旅

空中突击旅属于传统步兵范畴，只不过交通工具从摩托和机械升级为直升机降落作战，装备以运输直升机为主，武装直升机执行掩护，直升机的任务是保障步兵分队顺利到达目标区域展开作战。

图 6 央视披露空突旅编队构成



全军 5 大战区每个战区将配备一个空中突击旅，每个空中突击旅下辖 3 个突击步兵营，1 个侦察直升机营，2 个武装直升机营，3 个运输直升机营，1 个支援保障营，每个空突旅配置 70 架直升机。

综上陆航旅和空突旅合理配置数量加起来应为 1850 架，较陆军现役 749 架数量存在翻倍以上空间。预计武直 10、直 20 单价约为 1.5 亿元，直 8 为 1.2 亿元，武直 19 为 0.75 亿元，增量市场空间在 1500 亿以上。

(3) 海军

另一个直升机需求大户是海军的 075 两栖攻击舰，即直升机母舰，参考美军配置，每艘 075 舰将搭载 42 架直升机。国内首批 2 艘 075 舰已下水开始舾装工作，从下水到服役间隔 1.5 年-2 年，国内 2 艘 075 舰预计将于 2021-2022 年服役，届时将拉动一批舰载直升机的需求。目前直 8、直 9、直 10、直 19 等舰载型号已经十分成熟，直 20 舰载型还在测试磨合当中。

此外直 20 是 055 大型驱逐舰标配直升机，第一批 8 艘 055 舰共需要 16 架直 20，052D 加长版可能也要搭载直 20，数量 12 架。再加上 3 艘航母和 3 艘 075 两栖攻击舰的需求，未来几年内对直 20 舰载版的需求将达到 60 架。

4、多维度验证业绩高增

(1) 存货和开工维度

2010-2016 年为武装直升机列装加速建设期，几年时间部队直升机数量翻了一番。2010 年武直 10 入列，至 2016 年 8 月完成全部陆航部队的列装，同期武直 19 入列。表现在公司业绩上是 2011-2014 年的快速增长，营收从 69 亿增长至 125 亿元，其后停滞不前。中直股份 2014-2019 年营收分别为 124/125/125/120/131/158 亿元，可见 2019 年以前稳定在 120-130 亿元平台，直至 2019 年新机型列装才出现了明显的增长态势。

从存货科目看来，2016-2019 年存货金额分别为 105/128/134/163 亿元，至 2020Q1 进一步上升至 173 亿元，展示订单高速增长的气势，但疫情误工和产能不足限制了交付节奏。未来产能的释放无需担心，因 2019 年 11 月航空工业

微博提及，哈飞部装工业化生产线投入批产应用，可将直升机机身部装交付速率提升 1 倍以上，更好地满足直升机工业化大批量生产的工艺需求。

(2) 关联交易维度

由于中直股份上市公司只包含了军用直升机的零部件资产，军用直升机总装资产在集团里，因此上市公司存在大量的关联交易，保留了一个同步或前瞻观察业务发展趋势的窗口。

2018 年出售商品/提供劳务的预计关联交易规模上限为 152 亿元，2019 年提高至 191 亿元，2020 年进一步提升至 200 亿元，呈现良性增长的态势。

表 5 中直股份关联交易规模

关联交易规模 (亿元)	2018 年上限	2019 年上限	2020 年上限	2018 年实际	2019 年实际
采购商品/接受劳务	130.78	116.56	121.62	51.3	71.33
出售商品/提供劳务	151.76	190.75	200.2	116.1	141.5

(3) 经营分部维度

中直股份下属四大经营分部，哈尔滨分部产品包括直 20、直 9、直 19、Y12、EC120、H425 等，景德镇分部产品包括直 8、直 10、直 11、AC 系列。从分部财务信息可见，2019 年哈尔滨分部实现营收 66.6 亿元，同比增长 48%，净利润 1.93 亿元，同比大增 58%，景德镇分部实现营收 90.3 亿元，同比增长 7%，净利润 5.18 亿元，同比增长 8%。**哈尔滨分部的业绩增速大幅超越其他分部，推测是直 20 大量交付所贡献。**

(4) 重点供应商维度

直升机的核心——发动机由航发动力供应，航发动力旗下生产涡轴发动机的主体为南方公司，包括直 10 所用的涡轴 9、涡轴 16，直 20 所用的涡轴 10，直 9 直 19 所用的涡轴 8 等。航发动力 2019 年年报显示南方公司实现营收 58.5 亿元，同比增长 9.1 亿元，充分反映直升机订单的强劲增长。

安达维尔是军用直升机座椅核心供应商，市场份额高达 80%，多个项目均为独家供应商，而机载设备业务在公司营收占比超过 50%，因此可以认为安达维尔的营收状况与下游直升机的交付需求密切相关。

2019 年安达维尔机载设备业务收入 2.87 亿元，销量增长迅猛，机载设备产品销售量从 18 年的 1118 套翻番至 2343 套，年报提及该业务继续保持较快增长，主要源于航空座椅和无线电导航设备相关业务的大幅增长，除换装带来业务增量外，还得益于新型号和新服役机型数量的增长。2020 年半年度业绩预告安达维尔盈利 3000-3300 万元，同比大增 1656%-1832%，公司提及业绩增量很大部分来自直 20 列装的贡献。

5、短期看新机型放量，长期看利润率回升

2019 年中直股份净利润为 5.88 亿元，同比增长 15%，净利率仅为 3.7%，在补价政策落地之前主要关注销量的提升。

短期角度业绩无忧，账面 172 亿存货已超一年营收，且 2019 年年底产线改造完成后将会看到新产能的顺利释放。目前直 20 的总装不在中直体内，零部件约占总装价值量的一半，按目前一年 60 架的产能大约是 48 亿元的增量收入。按照未来常态环境 80 架直 20 的年产能计划，其他部分业务保持不变，中直股份的稳定年收入约为 220 亿元，净利润 9 亿元。直 20 作为新型中吨位通用平台，未来大概率占据国内直升机梯队主力的位置。参考美军黑鹰的占比能够达到 35%，国内直升机现役数量 900 架以上，则直 20 远期装机量至少达到 500 架以上，对应 800 亿市场空间。

(二) 中航光电

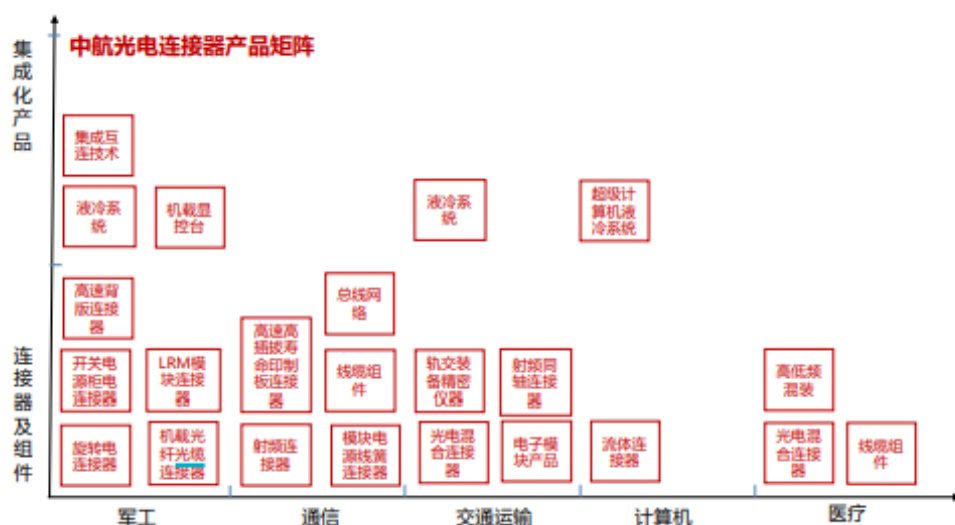
1、军工行业稀缺白马，成长性突出

中航光电前身为洛阳航空电器厂，主要经营高可靠光、电、流体连接器及相关设备的研发、生产、销售与服务，产品包括电连接器、光器件及光电设备、线缆组件及集成产品、流体器件及液冷设备等。公司 2019 年营收 91.6 亿元，其中电连接器贡献了 70.7 亿元，毛利率达 36.5%，光连接器贡献了 17.2 亿元，毛利率为 17.6%。

中航光电是军工领域优质白马公司，过去 10 年营收从 2010 年的 15.21 亿元增长 5 倍至 91.59 亿元，净利润从 1.59 亿元增长至 10.71 亿元，年复合增长率高达 24%，ROE 常年维持在 15%以上。公司早已实现了市场化运作，是军工集团系统内盈利和成长能力最为突出的公司，也是中航科工最重要的利润贡献点。

公司共有子公司 11 家，合营企业 1 家，联营企业 2 家，盈利贡献较大的子公司主要有 4 家：沈阳兴华、中航富士达、翔通光电、中航海信。旗下 4 家重点子公司，沈阳兴华以军工业务为主，下游航空、发动机领域，提供特种连接器、线缆组件等，2019 年营收 7.9 亿元，净利润 0.86 亿元，管理层预计以平稳态势增长。中航富士达以通讯领域、宇航及微波领域为主，19 年营收 5.2 亿元，净利润 0.64 亿元，管理层预计将会维持较快速的增长。翔通光电以光通讯和医疗牙科业务，19 年营收 3.82 亿元，净利润 0.37 亿元，管理层预计维持稳定增长。中航海信以通信领域光电子元器件为主，19 年营收 1.7 亿元，净利润 0.42 亿元。

图 7 中航光电连接器产品矩阵



2、连接器为需求广泛的基础元器件，竞争格局稳定

连接器是一种基础电子元器件，广泛应用于航空航天、军事装备、通讯、消费电子、汽车、工业等领域，用以实现各类器件、设备之间电信号和光信号的传输。据 Bishop Associates 数据，全球连接器市场规模 724 亿美元，其中汽车、通信和消费电子三大领域占据了 61% 的份额。

连接器具有单体价值低、使用量大的特点。典型应用如燃油车单车连接器用量约为 600-1000 个，新能源车单车价值量 800-1000 个，一架战斗机使用连接器数量 800-1000 个，一架大型运输机使用连接器 4500 个以上。

行业竞争格局稳固，全球知名的连接器公司包括泰科电子、安费诺、莫仕、德尔福、鸿海精密、矢崎、日本压着端子、日本航空电子等，国内企业中有立讯精密、中航光电、德润电子等进入全球前 100。**大部分竞争对手都是活跃在民用领域，两家军工企业中航光电和航天电器在航空航天细分领域上具有垄断性优势。**

表 6 连接器行业上市公司

上市公司	基本情况	下游领域	业内排名	财务表现
航天电器 002025.SZ	中国航天科工集团旗下上市公司，在高端连接器、继电器、微特电机、光电、线缆组件、二次电源、控制组件和遥测系统等领域从事研制生产和技术服务，是国内集科研生产于一体的电子元器件骨干企业	航空航天，航天领域市占率最高	5	2019 年营收 35.34 亿元，净利润 4.59 亿元，毛利率 34.9%
得润电子 002055.SZ	电子连接器一体化解决方案提供商，主要经营家电和消费类电子、汽车相关电子连接器和精密组件和车联网相关技术	家电、消费电子、汽车	4	2019 年营收 74.86 亿元，净利润 -6.20 亿元，毛利率 15.37%
吴通控股 300292.SZ	专注于互联网和通信领域技术研发和设备制造，主营通信互联器件、移动通信终端设备、互联网信息服务三大类。通信互连器件包括射频连接器件、光纤连接器件及箱体设备、天线、无源器件等	通信		2019 年营收 35.41 亿元，净利润 0.62 亿欧元，毛利率 15.02%
电连技术 300679.SZ	专业从事微型电连接器及互连系统相关产品的技术研究、设计、制造和销售服务，产品广泛应用于以智能手机为代表的智能移动终端产品以及车联网终端、智能家电等新兴产品中	消费电子、汽车	6	2019 年营收 21.61 亿元，净利润 1.79 亿元，毛利率 26.90%
立讯精密 002475.SZ	专注于连接线、连接器的研发、生产和销售，产品主要应用于 3C 和汽车、医疗等领域，台式电脑连接器覆盖全球 20% 以上台式电脑	消费电子、汽车	1	2019 年营收 625.16 亿元，净利润 49.27 亿元，毛利率 19.91%
金信诺 300252.SZ	主导产品半柔电缆、低损电缆、稳相电缆、军标系列电缆、半钢电缆、轧纹电缆等，广泛应用于移动通信、微波通信、广播电视、隧道通信、通信终端、军用电子、航空航天等领域	通信、军工、航空航天		2019 年营收 26.77 亿元，净利润 0.90 亿元，毛利率 14.46%
长盈精密 300115.SZ	主要从事手机机构配套件，LED 精密支架、精密模具的开发、设计、制造、销售，如手机系列连接器、屏蔽件、滑轨、转轴、金属外观件、表面贴装式 LED 精密支架，电子产品包装材料	电子	3	2019 年营收 86.55 亿元，净利润 1.19 亿元，毛利率 21.39%
中航光电	专业从事高可靠光、电、流体连接器的研发、生产、销售与服务，主要用于航空工航天等军用领域，拓展通讯与数据传输、新能源汽车、轨交、消费电子等民用高端制造领域。	航空航天、通信	2	2019 年营收 91.59 亿元，净利润 10.71 亿元，毛利率 31.46%

图 8 连接器公司下游应用领域

公司	应用领域							
	国防军工	家电及手机	电脑产品	通信设施	汽车电子	医疗领域	轨交领域	工业领域
立讯精密								
中航光电								
航天电器								
长盈精密								
电连技术								
得润电子								
永贵航天电器								
合兴电子								
四川华丰								

3、军用连接器壁垒较高，基本盘坚实

作为典型电子元器件，连接器在消费电子、汽车和通信领域是价低量大的商品，如消费电子的连接器的价格低至 1 元一个，产业竞争方向是规模化和成本控制，因此要关注产能规模、扩张计划、精细化管理体系，需要关注下游景气，有时上游大宗原料大幅变化还要注意成本端对利润的侵蚀。

军用连接器应用于航空、航天、舰艇、导弹、地面兵装等，陆海空武器系统、军事通讯设备、发动机和机载设备等内部复杂度和集成化程度不断提高，对连接器需求量因应提升，军用需求大概每年 100 亿左右。军用连接器进入壁垒较高，一方面军用产品对可靠性和耐高温耐腐蚀等技术指标要求较高，其次是军方偏好军工集团系统内的供应商。几十年的技术积累和稳定供应历史，造就了稳定的细分市场份额。高壁垒造就坚实的护城河，毛利率维持在 30% 以上，说明军用连接器具有很强的中高端制造属性，产品附加值高。以富士达产品为例，通信用射频同轴连接器民品单价为 4.6 元，而军用产品单价为 44.49 元，价格接近民品的 10 倍。

客户来源单一、客户关系几乎不用维护为公司节省了大量销售费用。中航光电和航天电器两家凭借军工核心供应商的优势，净利率稳定在 15% 以上。中航光电下游客户主要为军方和通信设备厂商，在两个细分市场均获得了领先的地位，军工领域份额为国内第一、世界第二，通信领域为国内第二、世界前 10。

4、技术挂帅，占领行业制高点

连接器产品必须满足一定的认证标准，如国际通用的 IEC 标准，中国的国家军用标准 GJB 等。中航光电扮演着行业标准制定者的角色，参与制定行业标准 380 多项，自主研发各类连接产品 300 个系列、25 种产品，获得授权专利 2800 多项。2019 年公司研发费用高达 9.2 亿元，同比增长 23%，新申请发明专利 220 项。

军用级、宇航级产品的供应资质充分体现中航光电的技术高度。在航空领域，2013 年公司成为商飞 C919 集成互连

安装平台唯一供应商，由富士达开发的射频通道高密度集成模块成功应用在机载相控阵雷达上；在宇航领域，公司是国内稀缺的具有宇航级射频同轴电缆组件设计开发能力的公司；在通信领域，高速背板连接器打破国际垄断；在轨交领域，公司产品保障高速磁悬浮列车首发；在新能源汽车领域，连接器产品成功打入特斯拉供应链。

近期挂牌精选层的中航富士达是中航光电的核心子公司，主营业务为射频同轴连接器、射频同轴电缆组件、射频电缆等产品研发生产和销售。产品应用于通信及军工市场，下游客户包括华为、RFS 等通信设备厂商以及中国航天科技集团、中国电子科技集团等军工集团企业单位。公司的低损耗稳相电缆是国内唯一一家取得航天五院认证的产品。

5、技术通用化，把握新能源东风

在 2019 年报中，中航光电提及未来首要发展战略是“防务为本，以民兴业，加速迈向行业高端”。更加直白的说法是保证军工业务平稳发展，保障重点项目的研制需求，民品业务提供成长动力，通讯与工业领域转型升级，新能源领域进入一流车企的供应链。

新能源汽车的电路系统使用的是 360V 的高压，远高于传统燃油车 14V 的低电压，对电连接器的性能要求成倍提升。传统燃油车的低压连接器单车价值量约为 500-800 元，新能源车电池包内需要 30-40 个连接器，电池包外还需要 15 个，单车价值约 1000 元。2020 年电动车连接器市场已将近 82 亿。

连接器使用在高压电流回路中，将电池包能量输送到各个系统和部件，必须具备屏蔽和高压互锁的功能。高压互锁即在高压回路外添加一条低压回路，用来确认高压系统连接的完整性；电磁屏蔽设计即避免电流对其他电子元器件的电磁干扰。

如果对新能源汽车内部结构进行拆解，涉及电连接的单元包括：交直流充电接口、电池系统、电驱动单元，其他部件如 DC/DC 转换、交流充电机、电加热、空调压缩机等。的任务，该款连接器比主流竞品减少了 1/3 的体积。

图 9 高压连接器在整车系统中布局



据《线束世界》报道，特斯拉的电驱动高压连接器使用了型号为 HC Stak25 的连接器，高压线束一端连接动力电池，另一端连接驱动电机，承担着将 350V 直流电从动力电池输送到驱动系统的重要任务。

而在直流快充环节，特斯拉采用了另一款名为 HC Stak35 的高压连接器，连接外部电网和动力电池，HC Stak35 达到 330A@85°C 的载流能力支持 Model3 充电 30 分钟增加 274 公里续航里程。**两款连接器均为泰科电子 (TE Connectivity) 出品，原材料金属、电镀材料、塑胶、架构材料等来自于国内战略供应商得润电子。**

图 10 特斯拉充电机连接器



图 11 HC Stak35



中航光电顺利进入新能源汽车领域，目前已获得比亚迪等客户订单，公司主攻“国际一流、国内主流”车企。2018 年 7 月公司与特斯拉建立合作关系，进入样品测试阶段；2020 年 5 月公司称已为特斯拉供应高压板间连接器，后续将会逐步扩大在特斯拉的供货品种和份额。车载充电机一般有 4 个接口，分别为 AC 输入端、DC 输出端、低压控制接口、液冷输入和输出流道接口，连接器数量并不多。中航光电连接器进入特斯拉供应链，品类单一份额较低，主要看重卡位意义。

公司于 2018 年发行 13 亿可转债用于扩产产能，项目一为中航光电新技术产业基地项目，10.2 亿元投入生产高技术含量、高附加值的液冷产品、光有源及光电设备产品、高速背板产品及 VPX 系统产品、新能源电动汽车电子产品等，项目建成后预期实现收入 13.75 亿元，营业利润 2.17 亿元，内部收益率 24.15%，投资回收期 6.2 年。

项目二为光电技术产业基地（二期）项目，总投资 8.3 亿元，用于特种连接器、深水连接器、宇航用连接器、集成互连系统、核电连接器、光缆及电缆组件、医疗领域用连接器及组件等七大类产品，预计建成后年收入 10 亿元，营业利润 1.75 亿元，内部收益率 22.76%，投资回收期 6.4 年。

可转债项目预计建设周期为 3 年，2019 年年报显示两大募投项目建设进度分别为 90%、30%，预计将于 2020-2021 年投产，贡献可观的业绩增量。

公司在投资者活动记录中释放了业绩增长 15%-20%的乐观信号，顺应下游军工、5G、新能源汽车行业的快速发展之势，预计 2020 年业绩为 12.5-13 亿元，当前交易于 40 倍 PE，位于历史估值中枢 35 倍 PE 之上，部分反映了行业高景气与优质资产溢价。

(三)洪都航空

1、教练机+导弹+无人机三合一

洪都航空前身是 1935 年合建的中意飞机制造厂，解放前是国民党空军研究院所在地，中央第二飞机制造厂，解放后重建为 320 厂，是中国第一代教练机、强击机和海防导弹的诞生地。洪都航空中长期发展战略将围绕军用航空、民用航空、非航空民品三大业务板块发展，聚焦具有核心竞争力的教练机、导弹和无人机三大产品谱系，定位于中国教练机基地、航空工业空面导弹基地、航空工业攻击系统基地和机身段一级供应商。

从行业地位来说，洪都航空是中航工业集团六大主机厂之一，也是 A 股市值最小的主机厂，同时拥有战机+导弹+无人机的完备产品系列，稀缺性突出。但公司过往业绩表现平平，2016-2019 年营收分别为 36.8/25.3/24.2/44.2 亿元，净利润分别为 0.11/0.31/1.49/0.84 亿元，若扣除营业务收入、投资收益和资产处置收益后实际上连续几年亏损，主要受工厂搬迁、产品结构等因素拖累。

2、教练机底蕴深厚，教 10 进入加速列装阶段

公司的教练机产品体系完备，形成了以初教 6/初教 7 为初级教练机、教 8 为基础教练机、教 10/L15 为高级教练机的产品梯队。代表作教 8 (K-8) 教练机是国产教练机历史上销量最好的产品，由中国和巴基斯坦合资研制，出口亚洲、非洲、美洲十多个国家，总出口量超 300 架，单价 1000 万美元，出口总金额已超 30 亿美元。在 2019 年 70 周年国庆阅兵中，教练机梯队由 5 架教 10、5 架歼教 9 和 12 架教 8 组成，这几款机型代表了国内教练机的中坚力量。

(1) 空军培训体系离不开教练机的深度参与

研究教练机需求必须先了解我国的空军培训体系。中国空军飞行员培训体系沿用三级五阶段训练体制。第一级训练在飞行学院，包括基础飞行学院训练、初教机训练、高教机训练三个阶段。第二级训练在航空兵训练基地，为改装训练阶段。第三级训练在航空兵部队，进入战术训练阶段。

三级训练阶段全程都离不开教练机的参与，第一阶段学员在初教-6 上完成基本驾驶技术培训后进入飞行学院训练阶段。国内三个飞行学院分别位于哈尔滨、石家庄和西安，每个学院下辖 4-5 个训练旅，分配歼击机、轰炸机、运输机等不同训练机种。歼击机训练学员将在教 8 教练机上完成特技、复杂气象飞行、编队飞行等训练任务。飞行学院毕业后学员将进入改装训练阶段，训练地点在各军区空军航空兵训练基地，主要装备歼 7B/歼教 7、强 5B/强教 5 等机型，完成从驾驶亚音速飞机到超音速飞机的进化。

图 12 空军新训练体制



为了与实战需求相匹配，教练机必须跟随主战机型进化。国内空军主战机型已经升级至三代机/四代机，因此倒逼战术训练阶段教练机从现有的二代机升级至三代机。中国高级教练机的代表是教 9（山鹰）和教 10（猎鹰），两款机型均已进入部队服役，同样具备三代机级别的飞行性能和航电系统，与空军现役机型性能相近、操纵习惯相似，有利于飞行员迅速成熟。教 9、教 10 将逐步取代歼教 7、强教 5、教 8 等机型，帮助飞行员完成向歼 10、歼 11、苏 27 等主战机型的过渡。教 10 的服役可能推动整个飞行员培养体系的转变，第一级初教 6 的训练阶段直接取消，将五级训练体系压缩为四级。

(2) L15（教 10）性价比突出，国际市场大杀四方

洪都航空早期将 L15 作为出口型号，出口委内瑞拉、赞比亚等国。L15 采用大边条翼气动布局、高度翼身融合体结构、三轴四余度数字电传操控系统，基于开放式数据总线技术的综合航电系统。L15 配置了 7 个武器挂点，其中翼尖 2 个，翼下 4 个，机腹中线 1 个，翼尖挂载近距离空空导弹，机翼下挂载中距离空空导弹或精确对地攻击炸药，强悍的武器挂载能力意味着 L15 经过简单改装后可以作为低成本战斗轰炸机或轻型战斗机使用。

L15 空战能力强悍，航电系统先进，民间赋予小歼 10 称号，甚至能够与主力三代机进行空战对抗。L15 在国际市场上的竞争对手是意大利的 M346、韩国 T50 和俄罗斯雅克 130，通过对起飞重量、平飞速度、最大航程等关键指标对比发现，L15 性能不输国外竞争对手，早已在国际市场上证明了实力。

表 7 各国教练机性能对比

	L15	T50	M346	雅克 130
生产国	中国	韩国	意大利	俄罗斯
首飞时间	2006	2002	2004	2004
推重比	1.2	0.96	0.84	0.79
最大起飞重量	9.8	12	9.5	6.5
最大平飞马赫数	1.4	1.5	0.89	0.92
最大航程	3100	1851	1890	2546
价格	1600 万美元	2500 万美元	3300 万美元	1200-1400 万美元

(3) 动力问题已解，扫清列装障碍

在两款国产高教机之中，教 9 是由贵飞研发，在歼教 7 的基础上改进而来，由于价格低廉（850 万元）、动力系统自产（涡喷 13），初期占据了主要的市场份额。而教 10 所用发动机为乌克兰马达西奇的 AI-222-25 发动机，发动机受制于人，导致发展优先级受限，甚至在舰载教练机的评选中不敌性能较差的教 9。

2019 年航发公司马达西奇曾计划出售股权落户中国，但因美方阻挠而失败，面对 AI-222-25 发动机断供风险，教 10 将转向采购航发动力的国产 WS11 发动机。WS11 发动机本来就是仿制 AL25 发动机而来，已成熟应用在教 8 机型上。

发动机问题的解决为教 10 争夺国内市场扫清障碍。教 10 拥有 10000 小时的机体寿命，可以使用 30 年以上，而且价格仅为歼 15 的 1/4-1/3，能够在性能接近的基础上真正发挥教练机损耗小、成本低的优势。据《航空新视野》报道，教 10 飞机除了装配航空院校外，也装配了一些一线作战部队，例如安徽一支歼 20 部队就装配了数架教 10 飞机，在日常训练中以较低的费用保持飞行员的作战状态。参考美军的教练机配置，美军教练机数量 2835 架，与歼击机机队数量保持 1:1 关系，而中国空军的教练机数量仅为战斗机数量的 1/4，结构短板明显。

图 13 教 10 高级教练机



2018 年教 10 正式大规模列装。 (1) **海军：**据 2018 年 8 月 3 日中国海军网新闻，首批 12 架教 10 正式装备海军航空兵部队。(2) **空军学院：**据空军政治工作部微信报道，空军石家庄飞行学院某旅某飞行大队被命名为猎鹰大队，在 2018 年年底率先换装猎鹰教练机，半年形成期班教学能力。空军在线的报道展示了 7 架猎鹰列队训练的画面，表明空军飞行学

院开始大批量装备教 10。2020 年 7 月中国空军首批教 10 飞行学员从石家庄飞行学院顺利毕业，直接具备三代机战斗员的入门资格，分配到作战部队。据解放军报信息，2012 年春节空军院校体制编制调整改革已完成，重新组建空军哈尔滨、石家庄、西安 3 所飞行学院，新的飞行学院由过去的正师级升格为副军级，下辖飞行团升级为飞行旅。哈尔滨和石家庄飞行学院各自下辖 7 个飞行旅，西安飞行学院下辖 6 个飞行旅。**按照 3 个飞行学院 20 个飞行旅，每个飞行旅至少装备 7 架教 10，则教 10 的增量需求至少在 140 架以上。**

图 14 7 架猎鹰列队训练



(3) 空军：空军装备数量未直接披露，但循常识判断不会少于海军。空军军改后全面师改旅，50 个航空旅每个旅 32 架战斗机，共 1600 架战斗机编制。仅考虑歼 20 作战部队对教练机的配置需求，**预计未来 10 年主力歼 20 的服役数量会达到 300 架，按照目前 4:1 的配置至少需要 75 架高级教练机。**

综上，仅考虑飞行学院及歼 20 部队对应的教 10 需求量已在 200 架以上，目前教 10 的订单数量已在百架以上，每年的实际产能约为 36 架，未来 10 年需求无忧。

3、资产置换置入导弹业务

2019 年洪都航空与洪都集团完成重大资产置换，置出资产为零部件资产，包括热表处理厂、钣金加工厂、钳焊液压附件厂、复合材料厂、机械加工厂、部件加工厂、数控机加厂、工装工具制造厂、设备能源中心等。置出资产净资产为 21.37 亿元，2018 年 1-11 月营收为 3.95 亿元，净利润为亏损 5362 万元。

置入资产是洪都集团的导弹业务，包括飞龙机械厂、J01 飞龙机械厂综合厂房及配套设施、教练机部装总装资产、航空城南区飞机总装厂、飞机部装一二厂及配套设施，置入资产的净资产为 13 亿元，2018 年前 11 个月营收 5 亿元，净利润为亏损 443 万元。

本次置出资产评估值 22.08 亿元，置入资产评估值 13.62 亿元，差额 8.46 亿元由洪都集团以现金方式补足。从财务角度来看置换的两块资产均处于微利微亏状态，资产置换最直接的效果是以集团支付现金的形式为公司补流。

洪都航空所产导弹以轻量级短距离小型导弹为主，主要型号为鹰击 9、天龙 20 等。鹰击 9E 导弹又称天龙 10，定位是短程反舰导弹，不具备激光制导功能。直升机载射程 15 公里，固定翼飞机载射程 25 公里，重量 100 公斤左右，采用主动雷达制导。2017 年鹰击 9 装备直 9D 舰载直升机并进行首次试射，专门对付小型舰艇如导弹快艇、巡逻炮艇、武装渔船、海盗船、石油钻井平台等。直 9D 作为装备驱逐舰的反舰直升机，携带鹰击 9 轻型武器主要为驱逐舰提供早期预警功能，攻击任务交由驱逐舰搭载的鹰击 83 反舰导弹来执行。

我国反舰导弹已发展四代，鹰击 91、鹰击 83、鹰击 62 都是目前军队主力装备，是第三代反舰导弹的代表。第四代反舰导弹有三种型号，鹰击 12、鹰击 18 和鹰击 100。其中鹰击 12 反舰导弹射程 100-300 公里，突防速度达到 4 马赫，可对海上万吨战舰造成重创，可以突破西方现役任何近距离拦截系统。鹰击 12 由航天科工集团第四研究院和中国海鹰机电技术研究院联合研制。

图 15 鹰击 9E 导弹



图 16 TL20 空对地小直径制导炸弹



导弹技术几经迭代，国内在 2005 年成功突破了激光制导导弹技术，第二代技术是卫星制导导弹，国内普遍使用北斗卫星导航和惯性导航组合，制导精度更高，抗干扰能力更强。第三代技术是小直径导弹，因四代机有隐身性能需求，无法外挂导弹，内部弹仓空间有限。过去一枚导弹重量 250 公斤-500 公斤，显然无法满足四代机的载弹要求，F22 的弹仓仅能容纳 4 发 500 公斤级别导弹，效率明显不如挂载 6-8 发炸弹的三代机。小直径导弹将重量压缩至 100 公斤级别，体积缩小 2/3，战机弹仓内可以挂载 12 发，弹药量小的缺点依靠精准打击来部分弥补。

TL-20 是一款小型空地导弹，以体型较小射程远为特色，能够满足精确制导的需求。导弹长度仅为 1.8 米，弹翼折叠状态下宽和高分别为 0.22 米和 0.24 米，可以用于歼 20 内置弹仓挂载，最多可以装填 12 枚。TL-20 导弹采用北斗及惯导复合制导方式，抗干扰能力强，飞行速度达到 0.9 马赫，最大射程达到 85 公里，已超过一般地面防御系统的射程。增加激光半主动制导或多模毫米波、红外成像等制导模式后，能够将攻击精度从 15 米进一步提高至 3 米，达到美国同一水平。

导弹的科技属性体现在发射后不管、精确制导、三军通用等。洪都航空所产导弹均为轻量级短距离小型导弹，目前并非军队主力型号。国内武装直升机搭载的主力空空导弹是 TY90 (PL90)，空对地导弹是 AKD10 (蓝箭)，战斗机的格斗弹是霹雳系列导弹。如近日陆军第 73 集团军某陆航旅出动 10 余架直升机协同海军 071 大型船坞登陆舰进行演练，武直 10 搭载的是 AKD10 导弹和 PL90 导弹。PL90 为空空导弹研究所 (612 所) 研发生产；AKD10 为机载对地导弹，出口型为蓝箭系列，采用先进的激光半主动制导+毫米波雷达制导，射程 8 公里，是小型反坦克导弹的主要型号，单台武直 10 可以搭载 8 枚，一大战略用途是用于反制印度的 T90 坦克。

4、无人机新贵

2019 年国庆阅兵仪式中，攻击 11 无人机正式亮相。攻击无人机的利剑无人机的升级版，由沈飞设计研究所设

计，洪都航空生产。攻击 11 无人机为察打一体无人机，能够对地方纵深目标精确打击，即具有足够远的作战半径和隐身作战能力。

无人机在现代战争中扮演越来越重要的角色，从空中监视进化到察打一体、舰载起降。全球知名的无人机包括以色列的赫尔墨斯 900、美国通用原子 MQ-1C 灰鹰、美国通用原子 MQ-9 收割者、通用原子“复仇者”、美国诺斯罗普全球鹰、诺斯罗普 X-47B。国产无人机代表是翼龙系列和彩虹系列。

当今世界上大型无人机主要分为两类，一类以全球鹰、MQ9 收割者为典型的高空长航时无人机，以侦察监视任务为主，但也可以对没有防空能力的地面武装发动空中打击；二是以 X-47B 为代表的隐身无人攻击机，旨在突破敌方严密的防空体系，打击敌方纵深高价值目标。

从公开图片来看攻击 11 无人机外形布局与诺斯罗普 X-47B 极为相似。军方机械师在接受采访时声称攻击 11 是全军首家也是阅兵场唯一一款同时具备侦察和打击能力的无人机，是在利剑无人机的基础上发展而来，具有极致的隐身性能。

据新浪军事报道，利剑无人机是国内飞翼隐身无人机技术最为先进的型号，以高升阻比和低 RCS 为优化目标。采用展弦比 2.8 的小展弦比短粗机身飞翼布局方案，实现机身机翼高度一体化融合，可以以 0.8 倍音速巡航，装备涡扇 12，实现作战半径 1500 千米，载弹量 1.5-2 吨，可以挂载空空或空地导弹，对标机型是航天集团的彩虹 7。

RCS 指标是衡量隐身性能最重要的指标，表示目标在雷达波照射下所产生的回波强度，简单来说 RCS 反映的是雷达能够看见的面积大小。目标材料的电性能和吸波性能、几何外形、被雷达波照射的方位、入射波的波长等因素都会对 RCS 指标产生影响，一般人体的 RCS 是 1 平方米，鸟的 RCS 是 0.01 平方米，战斧巡航导弹的 RCS 小于 0.1 平方米，隐身性能强大的 F22 的 RCS 数值仅为 0.001 平方米，基本上不可能被雷达监测到。利剑无人机头向 RCS 值低于 -30 分贝，即仅有 0.001 平米大小，隐身性能和 F22 接近。攻击 11 较利剑无人机的一大改进是将外露的发动机内收，进一步增强尾部隐身性能。

图 17 攻击 11 无人机 (利剑无人机)



5、订单高增配合产能释放，业绩回暖可期

目前教 10 已收到海空军约 40 架订单，产线顺利搬迁后一年产能达到 36 架以上，甚至创出单月生产 7 架的记录。景气周期中生产如火如荼，据中国航空报信息，2020 年 4 月洪都航空快速高效恢复产能，全月完成各型号总产值 320 万小时，比去年同期增加 60%，比 3 月增加 19%。另据人民网采访中航工业集团信息，2020 年上半年洪都航空已圆满实现时间过半、任务过半的科研生产任务，完成了数十架各类型飞机的转场、试飞铅封交付，上半年累计完成产值工时提升近 50%，主打产品产能提升 16.7%。

预计正常交付状态下教练机主力产品年产 60 架以上，包括 40 架教 10、20 架教 8，教 10 单价 1600 万美元，教 8 单价 1000 万美元，合计营收 60 亿。另外加上置入资产部分 5 亿左右的收入，正常状态下洪都航空年收入在 65 亿元左右，按照主机厂 3%-5%的净利率预测正常的净利润在 2-3.3 亿元之间。

(四) 中航电子

1、航电系统控股平台

中航电子前身为江西昌河汽车，由昌飞集团于 1999 年设立，2001 年上市。2009 年收购上航电器和兰航机电 100%股权，2011 年收购兰州飞控、千山航电、宝成仪表和太航仪表 100%股权、凯天电子 86.74%股权、华燕仪表 80%股权。2013 年收购青云仪表、长风电子、东方仪表 100%股权，2020 年剥离连续亏损的保成仪表。

公司组织架构经历多次重组和调整，整合航电系统资源，业务从上市之初的汽车销售转变至航空机载电子领域。上市公司作为控股平台，总部负责战略管控、运营管控和资源整合，旗下 10 家子公司实际开展业务，且与机载系统公司签署托管协议，受托管理机载系统公司旗下 5 家科研院所和 9 家企业。

公司是中国航空工业集团旗下航空电子系统的专业化研发、实验、制造平台，产品谱系覆盖飞行控制系统、惯性导航系统、飞行航姿系统、飞行参数采集系统、大气数据系统、航空照明系统、控制板主件与调光系统、飞行告警系统、电驱动与控制系统、飞行指示仪表、电气控制、传感器、敏感元器件等。

图 18 军机航电系统



图 19 民机航电系统



2、航电系统占整机价值的 1/3

飞机主要构造分为机体、发动机及机载设备三大部分，机载设备分为航电系统和机电系统两大部分，航电系统主要提供信息传递的作用，涵盖了各种传感器、信息处理设备、信息管理和显示设备等，实现飞行控制、飞行管理、座舱显示、导航、通信、监视、预警等功能，扮演着飞机大脑的角色。机电系统是飞机的血液和肌肉，以传递能量和实现飞行动作为主要任务，机电系统包括了电力系统、环控系统、燃油系统、液压系统、救生系统、刹车系统、照明系统等。

在飞机成本结构中，机体占 30%-35%，动力系统 25%-30%，机载设备占 40%-45%。20 世纪 50 年代飞机上的航电设备在总成本中占比不足 10%，80 年代成本占比已提升至 30%。90 年代 F22 裸机单价 8000 万美元，其中航电系统成本 3000 万美元，航电系统成本占比已上升到 35%-40%。再进一步细分，传感器部分（射频、电光等）占航电系统的 63%。

3、航电系统已进化四代

航电系统经历分立式航电系统——联合式航电系统——综合航电系统——先进综合航电系统 4 个阶段。

第一代分立式航电系统出现在上世纪四五十年代，采用分立式系统的有美国的 F100、F101 和国内的歼 6 歼 7 歼 8，它的技术特点是雷达、通讯、导航等设备各有专用且相互独立的天线、射频前端、处理器和显示器，各设备之间相互独立，不能统一管理，缺乏信息融合，综合化程度低，故障度高。

第二代航空电子系统为联合式架构，每个飞机功能都有自己专用的硬件和接口，使用几个数据处理器完成低带宽的数据传输交换功能，如导航武器投放、外挂管理、显示、控制等，各单元之间通过数字总线交联，资源共享只在信息链后端的控制和显示环节。以自动驾驶仪为例，自动驾驶仪有自己的传感器、作动器、计算资源和显示屏，并且不需要与其他功能共享数据，由于没有数据共享，所以具有天然的故障传播屏障，即使发生故障其他功能不会受

到影响。这种结构来自于美国空军于 70 年代提出的数字式航空电子信息系统计划，解决了任务处理显示控制的综合问题，减轻了系统的体积和重量。采用这一航电系统的有美国的 F15、F15、F/A18，俄罗斯的米 29、苏 27，我国的歼 10A/B、枭龙等战斗机。

联合式电子系统的缺点是一架飞机上有一系列不同的计算机系统，增加了成本、重量和能耗；不同的飞机功能之间缺少交互操作能力，降低了操作效率；功能上的小改变或小升级都可能会导致飞机大部分功能重新开发和认证。第三代综合化航电系统成为 IMA 架构，以 F22 战机为典型代表，采用系统共享的核心处理器来完成几乎全部的信号与数据处理，将系统综合层从显示控制推到数据处理，综合核心处理器综合了火控计算、导航计算和管理、座舱显示图形发生、外挂管理、系统任务的调度、系统完好情况的监视等各种计算、调度和管理任务，核心处理器能够调用各个模块在不同阶段执行不同功能。

第三代航电系统为综合航电系统 IMA，出现在上世纪八九十年代，以美国 F22 战斗机为代表，主要技术特点为提出了功能区概念，采用高速数据总线与标准电子模块，实现了高度模块化和二级维修，实现了系统容错和重构，所有任务软件都采用 ADA 语言编写。IMA 的先进之处在于采用集中式的航电任务处理机作为信息处理平台，实现几个功能共享计算能力，只需使用较少的硬件接口，数据共享更加方便，并且功能综合程度更高。IMA 系统支持使用高性能计算平台，能够在单个处理器上或者用通信系统连接分布的多个处理器上驻留多个应用软件。IMA 系统具有充分的灵活性，允许把功能分布在多个计算资源上，允许计算资源的共享，可以减少电子系统的数量，降低系统与设备的体积和重量。

第四代航电系统为高度综合化航空电子架构，其中分布式综合模块化航空电子系统 DIMA 是 IMA 系统的改进版，将多个综合化模块分布于整个飞机范围，并用一种容错通信系统使之相连，DIMA 架构进一步降低了重量、体积和系统复杂性。第四代航电系统以联合攻击机 F35 为代表，在设计中大规模采用了模块化、外场可更换的设计思想，许多雷达、通信、电子战功能从硬件配置中消失，通过软件配置来实现。

图 20 联合式架构示意图

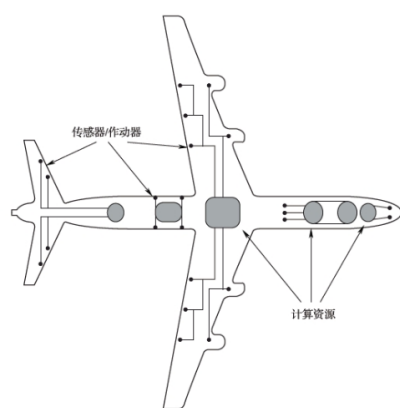


图 21 IMA 架构示意图

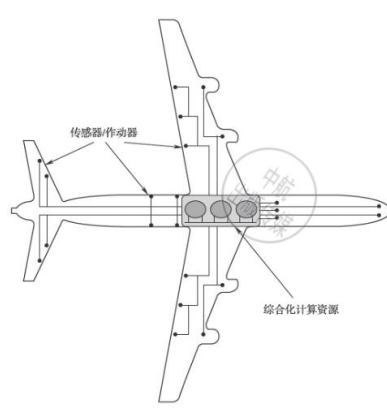
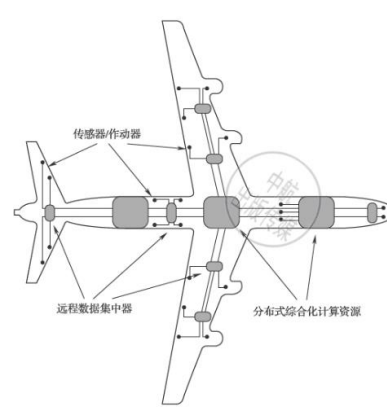


图 22 DIMA 架构示意图



4、子公司经营情况分析

中航电子旗下 10 家子公司业务各有侧重，从照明显示到电机电控，从飞控系统到惯导，覆盖了航电系统的核心功能。地理位置分布于全国各地，整体盈利贡献较大的子公司是上航电器、苏州长风、千山航电 3 家。

表 8 中航电子子公司基本情况

参控公司	持股比例	2019			2018		企业定位
		营业收入	净利润	YoY	营业收入	净利润	
上航电器	100	146790	13562	12%	130293	12078	照明、二次配电等声光电领域高科技企业
凯天电子	88.30	110139	4365	9%	100879	3990	飞机大气数据系统核心供应商
苏州长风	100	83517	7444	-3%	83106	7677	显示与控制技术领域高新企业
青云仪表	100	76560	5833	-5%	69449	6134	航空机载设备飞控专业重点企业
千山航电	100	75220	7194	8%	68340	6656	力图成为国际一流的数据信息安全、记录、分析设备供应商
兰航机电	100	72155	6503	-4%	61492	6762	“中国航空仪表摇篮”
太航仪表	100	69443	4534	-29%	64508	6400	航空机载电机电器、电动机构、机载计算机和机外照明领域的科研生产专业企业
华燕仪表	80	63009	4773	13%	58801	4222	惯性技术领域的专业化科研生产企业
兰州飞控	100	61509	2078	-67%	56741	6280	自动飞行控制系统及部件产品专业化企业
东方仪表	100	36018	5098	3%	34012	4952	飞控等航空军品及专业化扭矩工具、检测设备制造企业
宝成仪表	已剥离				47440	-12140	航空陀螺仪表、导航系统等产品骨干企业

(1) 上航电器 (机载照明系统)

上航电器成立于 1954 年，前身为公私合营的华林电器厂，为国内第一批专门试制生产航空电器产品的工厂，现有闵行、金山两个厂区，员工 1100 人。公司产品包括机载照明系统、控制板组件、调光系统、近地告警系统、二次配电解决方案、汽车零部件等。

公司客户覆盖各类型军机、民机 C919、航天飞船、坦克装甲车、舰船等。**军用航空方面为军机提供操控面板、固态配电、照明、近地告警系统。**上电在 2003 年率先开展近地告警系统的研制，成功打破了国外垄断，产品性能达到国际领先水平，已为过百架不同型号飞机装配。

民航方面，公司为国内各大重要型号飞机供应驾驶舱操控板集成、调光系统，均实现了系统联合定义、联合设计、联合迭代优化，C919 项目启动初期上电竞标成功，2014 年成功获得 C919 大飞机 CPAS&DCS 项目研制工作包，成为 C919 机载设备 36 家系统级供应商之一。进入 C919 供应链成为了民机业务的重要开端，公司相继在新舟 700、AG600、ARJ121 等国产民机中实现全覆盖。

2017 年上航电器正式进军激光投影市场，推出中航国画激光投影机，公司力争在 2020 年实现产业突破 10 亿规模，做到中国投影品牌排名前 10。

目前上航电器是中航电子盈利贡献的主力，2019 年实现营收 14.7 亿元，同比增长 12.63%，净利润 1.36 亿元，同比增长 26%，近几年均维持双位数以上的业绩增长。

图 23 C919 飞机 CPA&DCS 实物图



(2) 成都凯天电子（大气数据系统）

凯天电子原为国营第一六一厂，始建于 1962 年，现有员工 1800 余人。公司以传感器为平台，大气数据探测、位置检测与控制 2 个专业为核心，具体产品包括大气数据系统、航空传感器、起落架控制系统、飞机集成数据系统、无线通信设备、汽车零部件等。

大气数据系统代表性产品是空速管，早期是机头空速管的形式，后来发展至机身空速管，利用动压和静压差结合温度计算飞机的飞行速度。但空速管影响气动布局，造成战斗机隐身性能的打折，因而空速管目前已被嵌入式大气数据传感系统 FADS 所代替。FADS 依靠机身表面微小的引气管和数学模型推算出气动参数，取消了凸起在机身表面的结构。

大气数据系统指示出飞机的高度、空速、M 数、大气温度、航向、姿态、位置等，所提供的各种参数对正常飞行意义重大，2008 年美国一辆 B2 飞机坠毁，原因就是传感器受潮导致大气数据系统信息出错，使飞控计算机计算出了错误空速和迎角。目前大气数据系统已经从独立的设备、管/线路的系统向复合系统转变，从 ADS 转变为 ADIRS，即将 ADS 系统和惯性基准系统计算功能在一个计算机中实现，空客、波音等客机使用的 ADIRS 系统能够集合水平导航和垂直导航于一体，关键供应商霍尼韦尔等。

早在上世纪九十年代初凯天电子就与美国霍尼韦尔合作开发了 MD-90 飞机大气数据计算机，并取得美国联邦航空局适航证，技术水平达到了国际先进。凯天电子是国内第一台数字式大气数据计算机的研制者，国内首家成功研发大压力高精度小型化振动筒压力传感器，国内独家掌握直升机用三轴大气数据系统技术，掌握高精度大气数据测试系统和大气数据压力标准的研制和生产。

凯天电子的飞机大气数据系统成功覆盖歼击机、轰战机、运输机、无人机等多个机型，民航方面包括 C919 客机、MA600 支线飞机等多种机型，国产市占率 92% 以上。2019 年凯天电子实现收入 11 亿元，净利润 0.44 亿元。在 2020 年 4 月份国务院推动的首批 204 家科改示范企业中，凯天电子是中航工业集团仅有的 2 家入选企业之一。

(3) 苏州长风 (机载显示器)

苏州长风始建于 1966 年, 主要从事航空综合显示与控制技术、飞机进气道控制系统、发动机测量控制与显示技术、轨道交通显示与控制技术、汽车电子显示与控制技术等。具备航空产品产能 20000 台显示器控制器、50000 根传感器; 轨道交通装备产能 50000 台显示器、1000 套轨道交通装备; 汽车电子设备产能 5000 套机车、100000 套仪表。

2016 年苏州电视台披露, 歼 20 的座舱显示器由中航电子子公司苏州长风制造生产。该座舱显示器大小为 24×9 英寸, 各种仪表读数和信息变化都可以在一块屏幕上显示。大屏综合显示系统凝聚了多项技术成果, 申请专利 116 项, 制定国标和航标 200 余项, 公司称其为全球战斗机中尺寸最大、分辨率最高、重量最轻、集成度最优的显示系统。

图 24 F35 先进座舱显示系统



(4) 青云仪表 (飞控系统)

北京青云仪表成立于 1958 年, 是军用航空机载设备领域骨干企业, 主要生产销售自动飞行控制系统、航空陀螺仪表、速率陀螺、加速度计、无线电高度表、综合显示设备。

青云仪表自主研发了第一套国产歼击机自动驾驶仪, 即歼 8II 飞机的 KJ12 自动驾驶仪, 随后还参与了歼 11、歼 15、歼 16、运 20 等飞机的自动飞行控制系统的研制。自动驾驶仪与惯性导航系统、大气数据系统、机械操纵系统等外部设备配合, 实现对飞机的姿态、航向、高度等自动控制。

(5) 千山航电 (飞行参数记录系统)

陕西千山航电始建于 1969 年, 主要生产飞行参数记录系统、音视频记录系统、机电管理系统、发动机指示和空

勤告警系统。

飞行参数采集记录系统即俗称的黑匣子，主要用于采集飞机飞控、发动机、导航、大气、电源、燃油、液压、起落架等系统的飞行数据、故障警示信息以及音频、视频数据，如飞行高度、指示空速、升降速度、俯仰角、倾斜角、磁航向、无线电航向、偏航角速度、发动机转速等，将采集到得所有数据打包整理后记录在防护记录器和抛放记录器中，与地面数据处理站结合为飞机的地面维护、训练效果与作战性能评估提供支持。飞参记录器必须保持极端恶劣环境下的工作能力，譬如霍尼韦尔的飞参记录器能够记录 25 小时的数据和数千个参数，能够承受高达 3400G 的冲击和 20000 英尺的深海压力，耐受 1100°C 的高温。

2019 年千山航电已顺利通过商飞供应商的入册审查。2019 年营收 7.52 亿元，净利润 0.72 亿元。

图 25 飞行参数采集记录系统



图 26 发动机指示和空勤告警系统



(6) 太航仪表（航空仪表）

太原航空仪表是国内第一个航空仪表生产基地，享有中国航空仪表摇篮的美誉，由国内第一批爱国航空人回国组建。太航仪表发展至今，包建援建了 10 余个航空工业企业，输送了近 3000 名人才。公司的产品包括大气数据、座舱显示、发参告警、敏感元件、传感器、环境探测等。公司具备设计、制造大中型客机、运输机、高端商务机使用复杂航电系统及相关部件的能力。2019 年太航仪表实现营收 6.9 亿元，净利润 0.45 亿元。

(7) 兰航机电（兰州万里，航空电机）

兰航机电始建于上世纪 50 年代，是第一批苏联援助企业，以航空电机为主要产品，还有电动机构、机外照明、机载计算机、发电机、空投空降系统等专业机械设备产品的研发和生产，公司现有航空工业唯一机电研究院。2019 年兰州万里实现营收 7.22 亿元，归母净利润 0.65 亿元，2020 年 3 月 4 日公司举行了 2020 年度经营目标责任书签订仪式，坚决打赢“9 亿目标攻坚战”。

(8) 华燕仪表（惯导系统，燃气陀螺）

陕西华燕仪表建于 1970 年，现有职工 1000 余人，公司现拥有陕西西安、汉中两大基地。华燕仪表专精于惯性技术，生产惯性导航、航姿系统、陀螺仪、加速度计、电磁元件产品等。

华燕仪表 141 厂和太航仪表厂 221 厂、宝成仪表厂 212 厂是中航电子旗下三个惯导配套公司，航空 618 所是惯导系统研发的重点科研院所，由中航电子托管。其他军工集团内还有航天科工 33 所、航天科技 13 所、船舶 707

所、兵工集团导控所等设计惯导的研究院。

2005 年华燕仪表的捷联惯性组合导航系统通过技术鉴定审查，成为国内首家将挠性捷联惯性组合导航系统成功应用于机载系统的专业厂家，完成了从元件到组件到系统级产品的跨越。华燕仪表是国内燃气陀螺生产量最大的供应商，燃气陀螺为导弹配套，2019 年订单是往年的 3 倍。从航空新闻网报道和参与阅兵保障工程师的采访可知，2019 年国庆阅兵当中 80% 的机型华燕均提供了配套产品，而当时陆航突击梯队包括了 5 个模块 40 架受阅机，包括直 8B、直 9、直 10、直 19、直 20 等机种，涵盖了我军直升机全部主力型号。

惯性导航系统 INS 是一种自主式导航设备，能够连续、实施提供载体位置、姿态、速度等信息。惯性导航系统相较于卫星导航系统具有稳定和隐蔽的优势，所需要的所有数据都来自于传感器对自身运动状态的测量，在军事应用上通常和卫星导航配合使用，两者缺一不可。**军用惯导市场每年需求 300 亿元以上，而且由于保密性质基本由军工集团科研院所垄断供应。**

惯性导航由陀螺仪、加速度计和导航解算软件组成，利用陀螺仪测得实时角度变化，利用加速度计测得实时加速度，由软件实时进行积分，反推出运动速度和方向。任何微小的误差在经过长时间的飞行后都会被累积，因而对陀螺仪精度和软件算力都有很高要求。可以说陀螺仪的精度决定了惯导系统的精度，根据陀螺仪的种类不同分为激光惯导、光纤惯导和 MEMS 惯导。MEMS 惯导精度最低，成本低体积小，价格为十几万，应用于战术导弹、鱼雷等消耗性武器。光纤惯导达到中高精度，应用于卫星、中程导弹、直升机和教练机等，价位为几十万级别。**激光惯导系统精度最高，应用于战略导弹、战斗机、潜艇、宇宙飞船等对精度要求非常高的领域，价格通常为百万级别。**

(9) 兰州飞控

早在 60 年前兰州飞控已经建立了中国第一个自动驾驶仪工厂，是国产飞控系统的开拓者。90 年代兰州飞控完成了引进机型直 9 的自动驾驶仪国产化工作，进入主力直升机的配套体系，后期成功研发直九武、轰六、运八的数字式飞控系统，实现了从模拟式飞控到数字式飞控、电传飞控、双余度技术的突破，主要为运输机、轰炸机、直升机等提供自动驾驶仪、控制增稳系统、电动舵机等产品。**公司发展目标是 2020 年实现 10 亿元以上收入规模。**

5、托管资产想象空间巨大

中航电子受托管理 5 家航空工电子系统研究院所、7 家航空电子系统公司股权，**2019 年按照 2‰ 托管费率确认托管收益 4688 万元，倒算托管资产收入超 200 亿元。5 家科研院所分别是雷华电子技术研究所 607 所、洛阳电光设备研究所 613 所、中国航空无线电电子研究所 615 所、西安飞行自动控制研究所 618 所、西安航空工计算技术研究所 631 所。**

(1) 雷华电子技术研究所 (607 所, 雷电院)

雷达技术经历了三轮迭代升级中，在同等量级下，**无源相控阵雷达性能优于机械扫描雷达，有源相控阵雷达 (AESA) 性能又优于无源相控阵雷达。**机械扫描雷达受到机械控制精度及惯性的现在，在快速扫描的时候探测精度较差，难以对付多个方向、多批次目标，实际上不具备多目标能力。电子扫描雷达能够提高多目标攻击能力，其优点是波束指向迅捷，扫描精度高，二维电子扫描雷达还可以在探测到目标之后迅速掉头确认，而不像机械扫描雷达那样必须等待下一个扫描周期。

电子扫描雷达又分为无源相控阵和有源相控阵两种，无源相控阵雷达只有一种中央发射机和接收机，所发射的能量由计算机分配到天线上的每一个辐射器，技术比较简单，低成本低费用，但会牺牲可靠性。有源相控阵雷达在

每个辐射器上配装有一个发射/接收组件，因此损耗较小，可靠性高，但系统设计复杂成本较高。低可探测度的有源电子扫描阵列雷达 AESA，可以在任何天气下跟踪多个目标。

机载雷达研究所又称**607所**、**雷华电子技术研究所**，是我国最早组建的唯一机载/弹载专业研究所。1970年607所正式在四川内江成立，1990年搬迁至无锡，创造了国产机载雷达历史上的多个第一：第一部机载单脉冲雷达，第一部相参体制雷达，第一部导弹制导连续波照射器，第一部低空导航吊舱，第一部全波形机载脉冲多普勒火控雷达，第一部机载旁视/前斜视合成孔径多功能雷达，第一部有源相控阵火控雷达，第一部直升机有源相控阵体制搜索雷达等。

1995年607所成功研制我国第一部脉冲多普勒火控雷达，并命名为神鹰雷达，正式标志突破国际先进雷达技术，首次突破了多目标跟踪、多普勒波束锐化等功能。**2017年607所完成了世界首台风冷机载有源相控阵火控雷达的研制和试飞**。有源相控阵雷达与现役机械扫描雷达相比，探测性能、多目标跟踪及攻击能力、多用途性能、抗电子干扰能力更强，已成为现代作战飞机主流配置，通过换装新型雷达，可以将现有的歼10、歼11等三代机改造成三代半战斗机。2017年4月16日雷达所透露其正为歼15战斗机改进型研制新型有源相控阵雷达。

中国机载雷达基本是两家研究所在竞争，除了中航工业的雷达所外，另外一家是中国电子科技集团公司**第14研究所**。目前为止14所在竞争中领前一个身位，代表产品有歼8DF使用的148XB雷达、歼10A使用的147X雷达、歼11B和歼15使用的149X雷达、大型驱逐舰舰船雷达。歼20装配的第三代机载有源相控阵火控雷达也是14所出品，大约拥有2000个发射/接收模块，总体技术性能与美军F22的APG-79水平，落后于F35的APG-81，但探测距离更远。

(2) 洛阳电光设备研究所 (613所, 光电所)

光电所成立于1970年，是国内唯一以火力控制系统总体技术为核心的火控系统和光电系统专业研究所，资产总额超79.8亿元，职工人数2825人。光电所四大专业包括火力控制与指挥、光电探测与对抗、瞄准显示与任务处理、声呐浮标搜潜。光电所累计完成国家重点型号任务几十项，完成产品设计定型百余项，为国内外军方用户提供先进航空装备15000多套。与巴基斯坦等国空军，南非、阿尔及利亚等国多家军工集团、国际知名公司开展军贸合作，龙之眼系列光电吊舱、锐视系列头显等9个项目29型产品获得出口立项批复。

图 27 光电吊舱



图 28 巡检机器人



图 29 激光测距机



图 30 红外热像成像仪

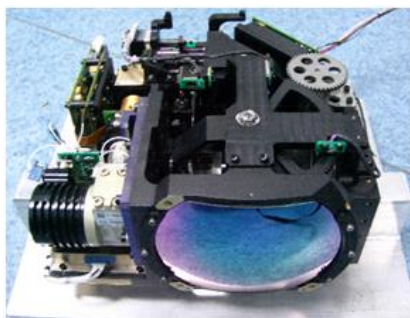


图 31 视象增强系统 EVS



图 32 平视显示器系统 HUD



平视显示器即 HUD：主要用于对空中及地面海面目标的攻击瞄准，同时显示飞行导航参数，解决飞行员抬头瞄准与低头看仪表的困难。上一代战斗机采用的是金属氧化物膜显示屏技术，缺点在于透光率低、反光能力差，夜间航行时平显发暗视物模糊，而阳光直射的时候环境光强太大也看不清楚。最新一代的平显技术是激光全息平显技术，在夜航微光和白天强光条件下均有良好清晰的显示效果。F22、F35、歼 20 等先进战斗机都装备了 HUD。光电所曾在 2016 年珠海航展上展出“先进军机航电概念座舱”，是最新一代座舱综合显示控制系统的领导者。**2013 年光电研制的 HUD 平视显示器获得民航局颁发的适航证，随后成功打入 C919 供应链，成为国内首个拥有自主知识产权的民用飞机 HUD。光电所的 HUD 已被应用在歼 20 上，而且从洪都航空新闻可知，教 10 教练机上也装备了 HUD，据此可推 HUD 将大规模装备三代机。**

大屏显示技术：如 F35 采用了 20×8 英寸大显示屏幕，替代原有的多个多功能显示器，将更多的作战信息综合反映在同一个屏幕上，而且取消操作按键，采用触敏控制技术，可以跟智能手机一样操作控制。这款显示器由 Rockwell Collins 公司的 Kaiser 电子分公司研制，分辨率达到 1280×1024。

头盔瞄准具：早期头盔瞄准具是单目瞄准，而 F35 使用的 JHMCS 头盔等新一代头盔瞄准具采用双目瞄准系统，双目式设计能够在目镜显示器上使用全息立体图像技术。F35 的头盔显示器系统已经在一定程度上取代了平视显示器，头盔显示器系统由 VSI（视觉系统国际）公司研制。HMDS 组合了光电系统和飞行员头部位置跟踪装置，能够为飞行员显示关键的飞行状态数据、任务信息、威胁和安全状态，引导机载武器和传感器指向所关注的区域。

EOTS/EODAS 综合光电系统：四代机比三代机强大的地方不仅在于更强悍的动力和机动特性，更在于更敏锐的态势感知系统。信息化优势在超音速、超视距的作战环境中起到决定性作用。先进四代机往往利用有源相控阵雷达+光电跟踪瞄准系统（EOTS）+光电分布式孔径系统（EODAS）三大系统配合，真正实时掌握战场信息动态，对三代机形成降维打击。

第四代战机歼 20、F35 等头部下方有突起的玻璃多面体，机头两侧、机腹和座舱前侧布置有多边形传感器窗口，这些元件就是 EOTS/EODAS 综合光电系统，EOTS 为光电跟踪瞄准系统，EODAS 为光电分布式孔径系统。

EOTS 通常安装在战斗机的机头下方加强战斗机对地对海的探测能力，可以提供窄视场下远距离的精确探测，追踪成像和识别；EODAS 能够为飞行员提供机身四周 360 度无死角的全景视野，飞机底部视野也可以观察到，能够搜索目标的红外特征，识别并跟踪敌方导弹、飞机以及地面、海面上散射红外源的目标，如发射中的导弹、前进中的坦克装甲车辆、行进中的战舰等。两大光电系统依赖于飞控计算机的配合，例如 F22 也有 6 个光学窗口，但只提供导弹发射告警功能，因为 F22 的航电架构和计算机不支持 EOTS 和 EODAS 这种海量运算的光学系统。

图 33 歼 20 战机 EOTS 系统



图 34 F35 战机 EOTS 系统



EOTS 和 EODAS 系统是四代机光电最尖端技术，兼顾了精确观察和隐身性能两大难题。雷达探测和激光探测都是主动探测技术，容易被地方发现，而 EOTS 和 EODAS 都可以在不开雷达的情况下静默检测，采用红外传感器进行被动探测，不发射任何射线，可以最大限度地减少传输的射频能量和对飞机标记，减少战机被敌方发现的概率。

F35 的 EOTS 系统供应商是洛马公司，据其披露的内部结构，整个 EOTS 安装在不到 0.11m^3 的盒子中，重量仅为 91kg ，比上一代产品长 2.3m 、重 200kg 的“狙击手”光电吊舱大幅精简。DAS 传感器安装在 EOTS 的左右两侧，雷达设备安装在 EOTS 上方，空间非常紧凑。

EOTS 用 7 块蓝宝石玻璃封装，主入透镜为无焦透镜，用于提供水平到水平的视场。第二个透镜是俯仰机构，安装在主入透镜对面成 45° 角放置，通过旋转提供垂直方向的视场。系统的上侧是激光器，激光器和万向节之间是两块电路板，其中一块电路控制功率伺服，另外一块是图像处理电路，通过光纤通道将传感器数据直接传输到 ICP 综合核心处理器。

图 36 光电瞄准系统 EOTS 内部结构



F35 是全球第一款装备 EODAS 的战斗机，歼 20 是全球第二款。F35 的 EODAS 系统包括 6 个红外传感器，分别内埋于机头上前方、左方下腮、右方下腮、机身下前方、上后方、下后方 6 个位置，每一个都拥有 90 度的视角，从而让飞行员获得机身周围 360 度无死角探测图像。歼 20 的 EODAS 窗口有两个光学传感器，分别为红外热成像镜头(IR)和紫外导弹逼近告警器 (MAWS)，具备对空中飞机和导弹同时进行搜索跟踪和预警的功能。

F35 装备的 EOTS 和 EODAS 系统分别由洛马和诺格两家供应，国内国产厂商是 613 所和中航星图。2016 年中航洛阳光电所在珠海航展上展示了鹰隼-III 系列昼夜瞄准吊舱，根据直径分为 330、360、390 几个型号。该系列吊舱采用模块化设计，配备新一代激光测距仪、高分辨率 CCD 电视摄像机和红外成像仪，具备在复杂气相条件下远距离锁定目标的能力。其中 330 型重量 230kg,对标美军的 AN/AAQ-33 狙击手瞄准吊舱，采用切尖多平面固定式石英窗口设计，提高了高速飞行下的气动稳定性。**鹰隼 III330 机型已经在歼 16 上进行过测试并装备，390 机型已被巴空军 JF-17 采用。**

图 37 613 所光电吊舱产品



EOTS、EODAS 系统实际上是光电吊舱的升级版，采用内嵌式技术取代外挂，战机表面没有突出物，大幅改良隐身性。中国国产 EOTS 和 EODAS 系统的领导者是中陆航星，产品型号分别为 EOTS86 和 EORD31。该系统曾于 2015 年俄罗斯航展上展出，适装于歼 20、歼 31、苏 27 等机型，包含了远红外搜索、中红外跟踪、激光测照等多种探测模式，可以用于对空对地对海昼夜搜索、精确跟踪瞄准和武器制导。在实战性能指标上，EOTS86 对 F22 发现距离为 110 公里，对 B2 发现距离达到 150 公里，全系统重量仅为 48 公斤，甚至比 F35 的 EOTS 系统重量减少一半，并且拥有 20 年的超长寿命。

图 38 中陆航星 EOTS、EODAS 产品

EORD-31 红外搜索跟踪 EODAS

系统概述

EORD-31 前视红外搜索跟踪系统专门为四代机设计，适用于歼-20、歼-31、T-50、SU-35 等多种机型。系统采用高灵敏度线阵红外传感器与面阵红外传感器作为目标探测器，并配合高动态伺服系统，主要用于对飞机前方及侧上方目标进行扫描探测、搜索与定位。

EORD-31 前视红外搜索系统主要由光机扫描装置（红外光学系统、长波线阵红外探测器、中波面阵红外探测器、短波线阵红外探测器、伺服稳定平台）、图像处理计算机、二次电源及其配套附件组成。

EORD-31 前视红外搜索系统可探测载机正前方方位 ±60° 区域内的目标，通过对成像数据的实时处理，进而检测并定位目标；同时亦可根据目标成像特性与典型目标成像数据的智能对比结果，达到自动识别目标的目的。

功能及用途

- 全天候、反隐身探测及目标跟踪定位
- 武器制导
- 与机载雷达同步工作，提高抗干扰能力
- 远距离目标识别
- 夜间/雾霾等低能见度条件下辅助进场导航
- 对空、对地、对海侦察搜索



为多类型武器提供制导

为光电/雷达跟踪制导系统提供目标指示

EOTS-86 光电搜索瞄准 EOTS

系统概述

EOTS-86 系统是一款最新设计的机载内埋式光电搜索瞄准系统，适用于歼-20、歼-31、T-50、苏-27 系列、苏-34、黄-6K、图-160 等机型。EOTS-86 包含长波红外搜索、中波红外跟踪、激光测距等多种探测模式，主要用于对空中/地面/海面目标进行昼夜搜索、精确跟踪和瞄准以及武器制导等。

EOTS-86 可以在雷达关机的情况下，以空-空或空-海模式搜索和跟踪目标，并能够为飞行员准确指示目标的位置。它相当于将一个先进的目标指示吊舱融合进了机身内，可以保证载机在夜晚准确完成作战任务。

EOTS-86 可与红外全景搜索系统、机载火控雷达配合使用，可对红外全景搜索系统或机载火控雷达搜索到的目标进行精确跟踪、定位及瞄准，并引导机载武器系统攻击目标。

EOTS-86 可与头盔瞄准具联动工作，将探测的红外图像投影在头盔瞄准具中，让飞行员随时观察到目标图像。

功能特点



全天候、反隐身探测及目标跟踪定位

为多类型武器提供制导

(3) 无线电电子研究所 (615 所, 上电所)

无线电电子研究所始建于 1957 年，主要从事军民机航空电子、航空无线电通信导航系统及产品研制，以及民用电子产品的研发和成果转化。上电所是中航工业旗下承担飞机大脑和中枢神经系统研制的重点科研单位，全所员工 2600 余人。

图 39 上电所 DIMA 产品



(4) 西安飞行自动控制研究所 (618 所, 自控所)

自控所承担了枭龙战机、舰载机歼 15 的电传飞控系统的研制, 全套产品包括飞控计算机、液压作动器、机电作动器、驾驶具传感器、舵面位置传感器、液压控制模块、涡电流阻尼器等。自控所在历史上贡献了多个国内第一, 包括国产第一套电传飞行控制系统、第一套直升机自动驾驶仪、第一套自动驾驶仪、第一套控制增稳系统、第一套惯性导航系统。电传飞行控制技术是直升机升级换代的重要标志, 能够大幅降低直升机的重量并提高飞机的操控性。

现代飞机都是以数字电传控制为主, 飞行员并不是通过控制操纵杆直接控制舵面, 而是用操纵杆向飞控系统输入一个自己想要的飞行姿态, 由飞控计算机根据传感器数据来控制舵面来实现。

静不安定度越大的飞机对飞控系统的要求越高, 需要优质的飞控系统支持才能维持平飞。美国的 F14、F15 都属于静稳定机型, 而 F16 和中国的歼 10 都属于静不稳定机型, 到了 F22 和歼 20 更是属于十分激进的静不稳定机型。没有飞控的情况下飞行员手动操纵各个翼面实现自己的意图, 操控任务繁重且出错几率大, 配置了飞控系统后飞行员向飞控下达指令, 飞控自动操纵飞机上各个翼面甚至矢量喷口实现指定动作。

飞控系统包括硬件软件两部分, 硬件主要包括传感器、机电动作系统、飞控级计算系统, 软件主要包括控制律设计和飞行管理软件系统等。硬件上技术难点在于传感器, 利用传感器来获得飞机的姿态、位置和速度三项信息, 位置信息可以用全球导航卫星系统 GNSS 获得, 姿态信息必须依靠 MEMS 等惯性器件测量。

具有高度静不稳定性的飞机飞控软件, 必须要了解飞机每个可动结构的调节幅度对整个机身造成的影响, 需要大量的模型试验和飞行数据进行支撑, 全球范围内只有中、美、俄、法等少数国家同时具备技术实力及数据基础。国内的飞控设计沿袭外国, 沈飞借鉴俄罗斯、西飞借鉴英国、成飞借鉴法国, 形成三套不同的研发体系。沈飞的歼 15、歼 16 飞控是由沈飞和中航 618 所 (飞控所) 共同研发, 成飞的歼 20 飞控是成飞负责设计研发。过去 618 所在飞控研发领域具有垄断性的技术优势, 但近年飞控系统的研发水平和制造产能已向主机厂倾斜, 618 所、中航电子等主要提供飞控计算机、传感器、自动驾驶仪、伺服动作器等关键零部件。从中航电子官网可见, 公司的飞控系统覆盖了直 10、支线客机、无人直升机等机型, 提供了杆位移传感器、飞控计算机、惯性测量传感器、主桨伺服动作器、尾桨伺服动作器等设备。

图 40 武直 10 飞控系统



(5) 西安航空工计算技术研究所 (631 所)

中航工业计算机所是中航工业唯一从事机载计算技术研究的专业机构，以研发生产“天脉”系列机载操作系统而闻名。

操作系统是直接运行在计算机硬件上的基础软件，是其他软件的支持平台。常见的操作系统包括桌面操作系统如 windows、智能移动操作系统 Android，而汽车、飞机、火箭、卫星、交换机、机顶盒、数码相机等专用设备使用的是嵌入式操作系统。飞机的机载操作系统就是一种嵌入式操作系统，是所有机载电子设备的核心和基础，对实时性、可靠性、稳定性和安全性有极高要求。

对于第五代战斗机而言机载操作系统尤其重要，因为五代机采用了多余度电传操纵系统，所有的操纵动作都要经过飞控计算机的处理，从电信号转化为机械动作后才能实现，航电系统 80%的功能都需要用软件来实现。

国外的机载操作系统以美国 Wind River 公司的 VxWorks 系统为代表，广泛运用在 F16、F18、B2 等机型及导弹、太空探测器上。而 IMA 模块式航电系统使用的是 Green Hills 公司的 Integrity-178B 分区操作系统，应用在 F22、F35、A400M、B52、B1B、C17 和 F16 改进型上。

国外高端机载操作系统对国内实施禁运，出于自主可控原则国内着力自主研发，担纲单位正是 631 所。2006 年 631 所成功研制出第一代原型系统 ACoreOS，2008 年机载操作系统正式立项，产品命名为天脉操作系统，合作研发机构包括东土科技的子公司科银京成。

目前天脉操作系统已研发 2 代，天脉 1 为基本平板管理模式，响应能力强，结构简洁高效，适合单台设备使用，天脉 2 是真正面向新一代综合化模块化航空电子系统的操作系统。2014 年 7 月 1 日天脉机载操作系统正式定型，成功打破国外机载系统的封锁，并进入大规模使用验证阶段。目前天脉系统的应用已同时覆盖军用民用领域，达到了民航软件的国际适航标准 DO-178B，符合其最高安全等级 A 级要求，并在 2016 年 11 月通过了商飞 C919 的信息系统首飞评估。

6、民品业务受冲击影响业绩，静待 C919 放量

2020 年全年计划实现营业收入 83.17 亿元，同比减少 0.43%，利润总额 6.96 亿元，同比增长 10.34%，较为保守的经营目标反映了民航业务受到的冲击。

中航工业承担了 C919 大型客机 80%的零部件研制任务，在航电与机电系统方面则由中航工业引入国际巨头，成立合资企业供应产品。中航电子子公司是航电系统的重要供应商，如凯天电子提供大气数据和惯性基准系统、自控所提供飞控系统、上电提供照明系统等。

C919 单机价值为 8000 万美元，在手 800 架订单即 4500 亿元的庞大市场空间，航电系统按 30%计算即 1350 亿元价值量，按 20%的份额考虑也是一块 270 亿的增量蛋糕，成为中航电子中长期积极成长的强劲动力。

表 9 C919 航电系统供应商

C919 航电子系统	供应商
核心处理系统、显示系统、机载维护系统和飞行记录系统	中航工业航电与美国 GE
综合监视系统	中航工业雷电院与美国科林斯
大气数据和惯性基准系统	中航工业凯天与美国霍尼韦尔
客舱核心系统、客舱娱乐系统	中航工业测控所与美国科林斯
主飞控作动器	中航工业自控所与美国派克
主飞控电子	中航工业自控所与美国霍尼韦尔
高升力系统	中航工业庆安与美国穆格
环控系统	中航工业金城与德国利勃海尔
结冰探测与风挡除雨系统	中航工业武仪与美国古德里奇
照明系统	中航工业上电
起落架系统	中航工业起落架与德国利勃海尔
发电配电系统	中航工业电源与美国汉胜
液压系统、燃油及惰化系统	中航工业金城与美国派克
APU 辅助动力装置	中航工业东安与美国霍尼韦尔
探测系统、灭火系统	中航工业津电与美国凯德
设备/装饰、厨房	FACC 与丹阳新美龙

四、正向逻辑持续兑现，价值发现完成半途

1、子公司估值

中航光电和中航电子是关键元器件供应商，最早涉足民品业务，最早进行以利润为经营目标的市场化改革，拥有靓丽的业绩增长史，为军工行业罕见的白马股，市场一直按优质的高端制造公司给 35-40 倍的估值。

中直股份和洪都航空均为重要主机厂，占据不可或缺的产业角色，但业绩不稳定性特征明显。中直股份的近 5 年的估值中枢在 50 倍 PE，洪都航空的估值中枢在 3-4 倍 PS。目前四大子公司已完成一轮完整的估值修复，静态估值趋于合理。

图 41 中航光电 PE-band

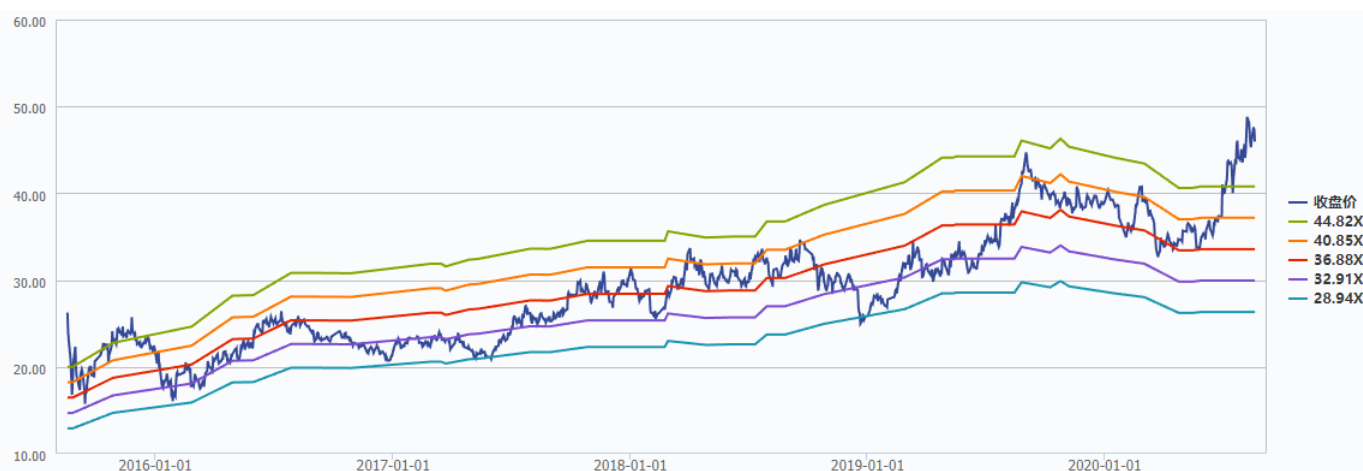


图 42 中航电子 PE-band

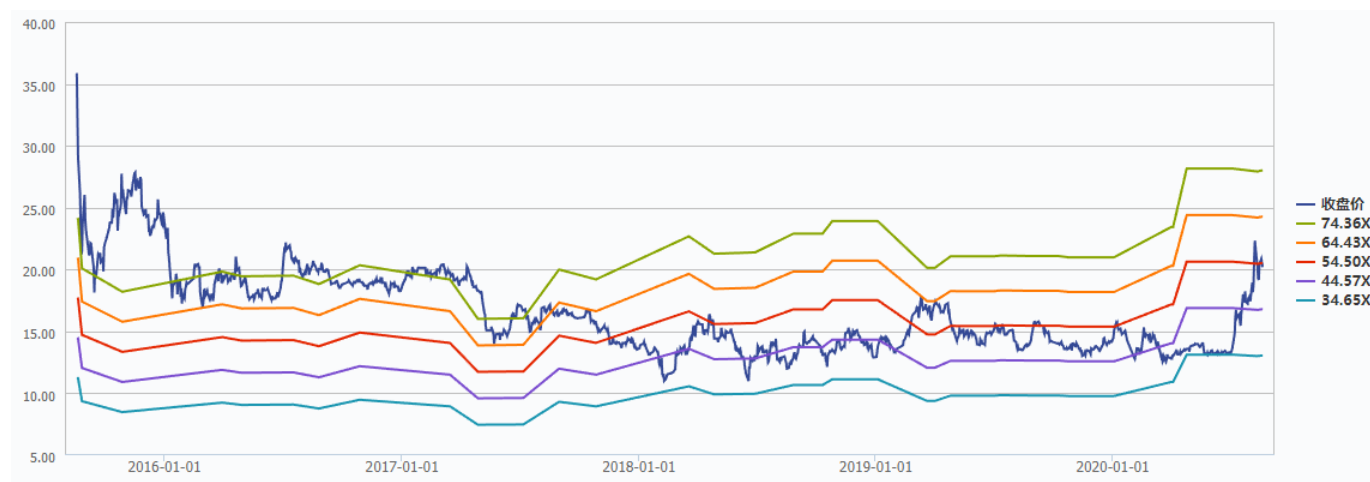


图 43 中直股份 PE-band

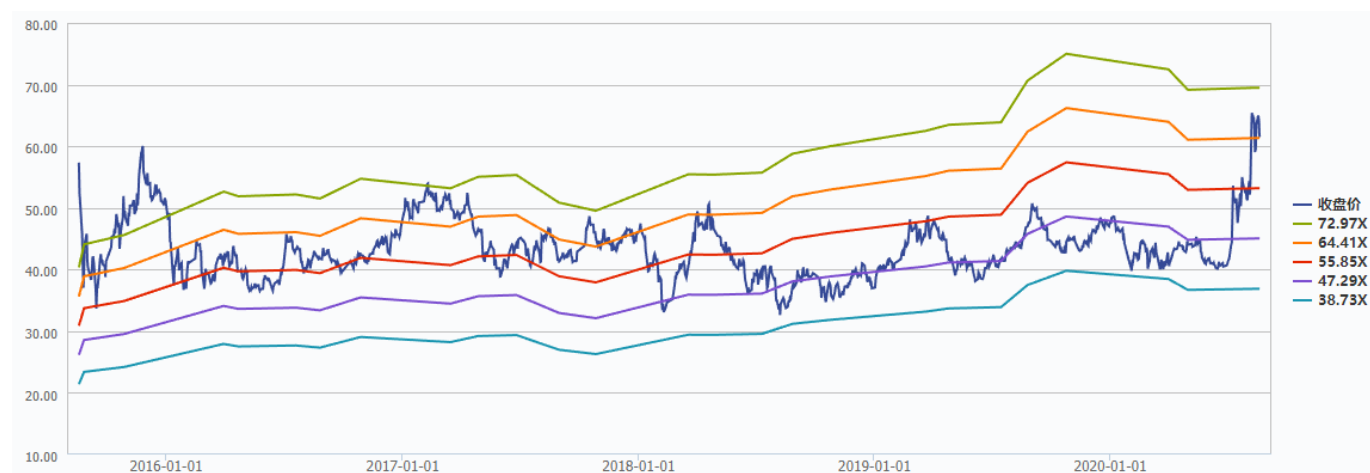


图 44 洪都航空 PS-band



2、中航科工估值

中航科工的估值从两个角度去看，一是与历史估值的对比，二是从控股折让的角度考虑。

中航科工的历史估值分两个阶段，第一阶段是 2015 年以前，市盈率稳定在 25-30 倍 PE 之间，2012-2013 年业绩连续高速增长，2011-2013 年营收从 129 亿元增长至 222 亿元，净利润从 4.03 亿元增长至 7.13 亿元，EPS 从 0.08 增长至 0.13 元。一段重要的主升浪出现在 2012 年 8 月至 2013 年 2 月，估值一度从静态 25 倍 PE 爬升至 45 倍 PE，反映当年 50% 的业绩高速增长。业绩兑现后维持 30 倍 PE 中枢震荡，直至 2014-2015 年牛市阶段估值再上一个台阶。第二阶段是 2015 年后，市场进入杀估值周期，叠加公司成长性缺失，估值最低点跌到 12 倍 PE，股价低点为 2.60 港元一带。2020 年 5 月 23 日公司开启回购，最高回购总股本的 10% 即 6.25 亿股，至 6 月底已回购 3446 万股，回购区间在 2.93 港元-3.69 港元区间，回购金额 1.2 亿元，锚定了一个价格底部。

中航科工是港股的军工控股平台，一般而言会较 A 股子公司市值之和有所折让，如 8 月 20 日中直股份/中航光电/洪都航空/中航电子市值分别为 363/506/274/358 亿元，按照中航科工持股比例计算，不考虑其他资产的情况下理论市值应为 608 亿元，但公司实际市值为 273 亿元，折让高达 52%。尽管近期 A 股及港股军工板块均出现快速上涨，但公司的控股折让一直维持在 40%-50%。在主要子公司已修复至 50 倍 PE 的情况下，中航科工的静态估值仅为 20 倍 PE，控股折让在过往 5 年时间里亦属高位，展现充足的性价比优势。

图 45 中航科工 PE-band

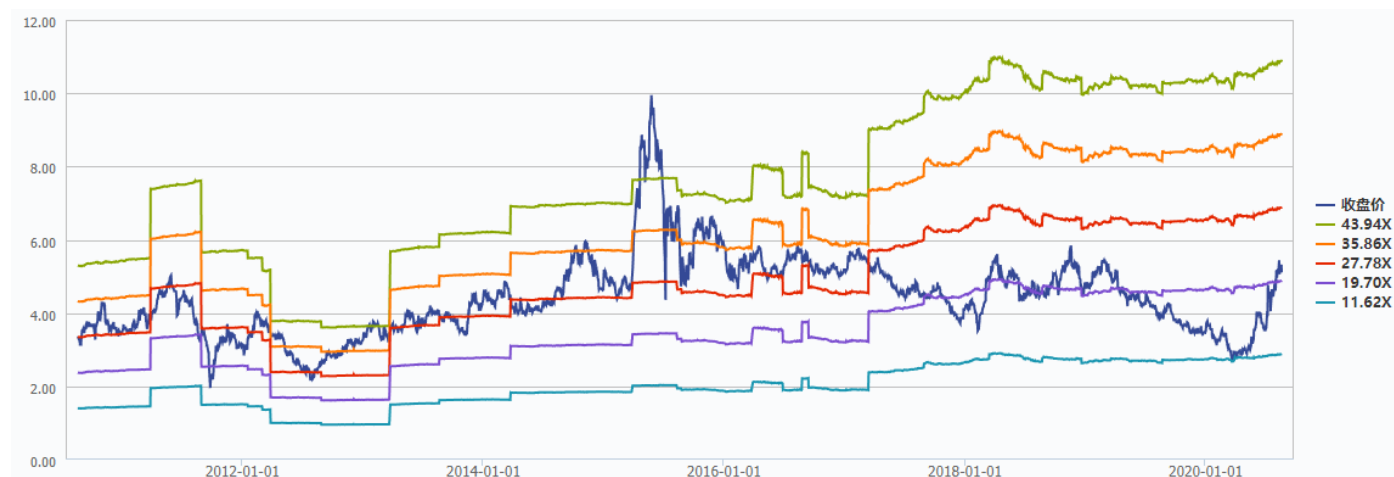


图 46 中航科工与主要子公司市值对比

