

证券研究报告 / 行业深度报告

优于大势

航空制造系列报告（一）：  
装备制造的尖端领域，千亿市场有望逐步打开

上次评级： 优于大势

报告摘要：

1、飞机制造业是高端装备制造的制高点，我国已形成较为完备的航空工业体系。飞机是最复杂、技术难度最高的工业产品之一，一架大型飞机通常由 300-500 万个零部件构成，飞机的设计制造业涉及了 70 多个学科和材料、冶金、电子、化工等大部分工业部门。飞机制造业对国民经济发展有很高的带动作用，其投入产出比是 1:80，技术转移比是 1:16，就业拉动比是 1:40，一个机型有 500 多个一级配套企业，有 3000-5000 个二级配套厂商。我国已将航空工业作为战略性新兴产业之一重点扶持，通过多年的探索形成了以国有军工企业为核心、非公有制企业协同参与的较为完备的航空工业体系。

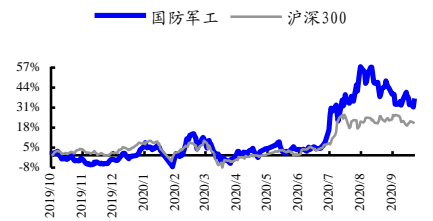
2、机体结构占全机总价值的比重约 30%，工艺装备、钣金零件、机加工结构件以及部/总装是制造过程的核心。飞机研制过程周期较长且耗资巨大，通常按循序渐进的原则将研制过程分为概念性设计、初步设计、详细设计三个阶段。飞机主要有机体结构、发动机、机载设备和标准件四类，其中机体由机头、机身、尾翼等结构部件构成，占整机总价值量的比重约为 30%其结构的基本特点是外形与构造复杂、零件数目多，尺寸大、刚性小，工艺装备、钣金零件、结构件切削加工以及飞机的部/总装是飞机制造的核心环节。

3、国内军民飞机零部件制造可预期市场规模约 3500 亿元,航空零部件配套企业有望充分受益。国内以 J-16、J-20、Z-20 为代表的先进战机有望快速列装/换装，未来十年将带动 900 亿元左右的军用航空零部件加工服务市场。预计 2019-2038 年中国 50 座以上客机采购规模约 1.4 万亿美元，按照贸易补偿标准和转包价值链分布测算，未来国际航空零部件转包市场规模约 1000 亿元。以 ARJ-21、C919 为代表的国产民航客机逐步批产，有望带动规模约 1600 亿元的航空零部件国内分包市场，产业链上优质核心企业有望受益于国内军民航空零部件制造市场的快速发展。

4、重点标的推荐：国内飞机总装任务主要由国有企业承担，民营企业主要参与工装/零部件制造、部件装配等任务，重点推荐零部件加工环节的西菱动力、利君股份、华伍股份。

5、风险提示：军品市场拓展不及预期；民机转包及分包市场发展不及预期；行业竞争加剧。

历史收益率曲线



涨跌幅 (%)	1M	3M	12M
绝对收益	-4.55%	31.00%	33.85%
相对收益	0.67%	19.27%	14.66%

行业数据

成分股数量 (只)	77
总市值 (亿)	15420
流通市值 (亿)	10720
市盈率 (倍)	90.64
市净率 (倍)	2.97
成分股总营收 (亿)	3794
成分股总净利润 (亿)	118
成分股资产负债率 (%)	49.32

相关报告

《国防军工行业动态：周边安全形势日益严峻，国防建设紧迫性凸显》

2020-05-18

《国防军工行业周报：年报陆续披露，上游元器件、新材料高景气度持续验证》

2020-03-22

《国防军工行业周报：行业仍将保持稳健发展，看好板块中长期投资价值》

2020-03-15

证券分析师：陈鼎如

执业证书编号：S0550518080002  
010-63210892 chendr@nescn

研究助理：刘中玉

执业证书编号：S0550118120003  
18801026093 liuzy@nescn

重点公司主要财务数据

重点公司	现价	EPS			PE			评级
		2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E	
西菱动力	23.49	0.24	1.06	1.7	98	22	14	买入
利君股份	11.57	0.26	0.39	0.61	45	30	19	买入
华伍股份	13.57	0.44	0.59	0.80	31	23	17	买入

## 目 录

<b>1.</b>	<b>飞机结构组成及其制造特点.....</b>	<b>5</b>
1.1.	飞机的研制流程.....	5
1.2.	飞机结构组成及技术要求.....	6
1.2.1.	机翼.....	7
1.2.2.	机身.....	8
1.2.3.	尾翼.....	10
1.2.4.	起落架.....	11
1.3.	飞机结构的工艺特点.....	13
<b>2.</b>	<b>飞机结构制造与装配.....</b>	<b>14</b>
2.1.	飞机制造工艺装备.....	14
2.2.	飞机钣金零件成形.....	17
2.3.	飞机结构件切削加工.....	18
2.4.	飞机的装配.....	20
2.4.1.	飞机部段划分.....	20
2.4.2.	飞机部件装配.....	21
2.4.3.	飞机总装配.....	21
<b>3.</b>	<b>飞机制造业的行业特点.....</b>	<b>23</b>
<b>4.</b>	<b>中国飞机制造业发展历程.....</b>	<b>24</b>
4.1.	1951年—1954年：从修理到制造.....	24
4.2.	1955年—1976年：从仿制到自行研制.....	25
4.3.	1977年—至今：从自主发展到国际合作.....	25
<b>5.</b>	<b>中国飞机制造业发展现状.....</b>	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b>中国飞机制造市场.....</b>	<b>29</b>
6.1.	军用飞机制造市场.....	29
6.2.	民用飞机制造市场.....	30
<b>7.</b>	<b>重点上市公司推荐.....</b>	<b>32</b>
7.1.	产业链重点上市公司.....	32
7.2.	重点上市公司推荐.....	33
7.2.1.	利君股份：受益军机加速放量，部组件装配助力再上新台阶.....	33
7.2.2.	西菱动力：积极布局航空航天制造，打造“汽车+军工”两翼发展格局.....	34
7.2.3.	华伍股份：制动器高速增长，军工业务受益航空装备加速放量.....	34
<b>8.</b>	<b>风险提示.....</b>	<b>35</b>

## 图表目录

图 1: 飞机研制的一般过程 .....	5
图 2: 飞机的结构组成 .....	6
图 3: 飞机机翼的结构组成 .....	7
图 4: 机翼结构形式——单块式结构 .....	8
图 5: 机翼结构形式——双梁式结构 .....	8
图 6: 机翼结构形式——多墙式结构 .....	8
图 7: 机身结构形式——构架式结构 .....	9
图 8: 机身结构形式——硬壳式结构 .....	9
图 9: 机身结构形式——桁梁式结构 .....	10
图 10: 机身结构形式——桁条式结构 .....	10
图 11: 尾翼布局形式——常规布局 .....	10
图 12: 尾翼布局形式——T形尾翼 .....	10
图 13: 尾翼布局形式——V形尾翼 .....	11
图 14: 尾翼布局形式——无尾布局 .....	11
图 15: 起落架布局形式——后三点式布局 .....	12
图 16: 起落架布局形式——前三点式布局 .....	12
图 17: 起落架布局形式——多点式布局 .....	12
图 18: 起落架布局形式——自行车式布局 .....	12
图 19: 机翼结构形式——单块式结构 .....	13
图 20: 起落架布局形式——后三点式布局 .....	13
图 21: 起落架布局形式——前三点式布局 .....	13
图 22: A380 大型客机机翼下壁板 .....	14
图 23: 飞机工艺装备分类 .....	15
图 24: 典型航空钣金产品 .....	17
图 25: 运-10 飞机部分零部件 .....	17
图 26: 飞机钣金零件分类 .....	18
图 27: 飞机机翼整体壁板 .....	19
图 28: 钛合金机身主承力框 .....	19
图 29: 飞机结构切削加工流程 .....	19
图 30: 典型飞机的结构分段 .....	21
图 31: 飞机总装过程示意图 .....	22
图 32: 飞机总装生产线场地布局 .....	22
图 33: F-35 总装生产线 .....	22
图 34: 航空飞机制造行业产业链 .....	27
图 35: 2019 年底全球主要国家军机数量 .....	30
图 36: 2019 年底我国各类军机数量 .....	30
表 1: 标准工艺装备分类 .....	16
表 2: 装配工艺装备分类 .....	16
表 3: 美国主要战斗机机体各种材料占比 .....	20
表 4: 美国 F-14 生产线装配站及其工作内容 .....	23
表 5: 近年来航空制造业主要行业政策 .....	26
表 6: 中航工业下属飞机制造企业 .....	28

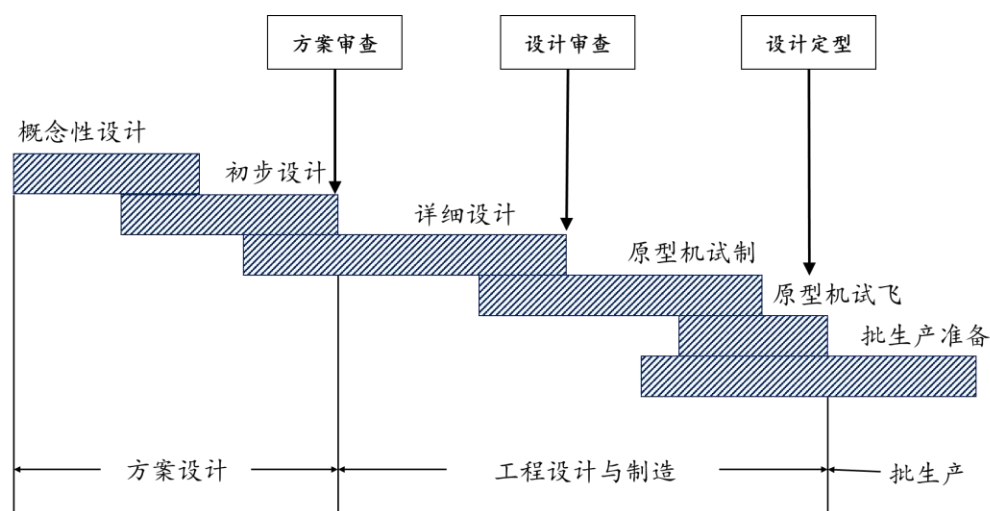
表 7: 国内航空零部件主要生产制造企业概况 .....	28
表 8: 2021-2030 年年我国军机需求量和市场空间预测.....	30
表 9: 预计 2019-2038 波音、空客飞机国内采购量.....	32
表 10: 国际转包和国内分包中航空零部件市场空间.....	32
表 11: 国内飞机制造领域重点上市公司 .....	33

## 1. 飞机结构组成及其制造特点

### 1.1. 飞机的研制流程

飞机是一个庞大而复杂飞行器系统，是人类制造的一种最复杂的高技术产品之一。现代飞机具有外形气动要求严格、设计更改频繁、产品构型众多等特点。现代飞机型号的研制技术含量高、研制周期长，且研制过程耗资巨大，因此必须按照研制流程分阶段开展论证设计和过程控制。国内通常按照分阶段、循序渐进的规律，通常将飞机的研制过程划分为概念性设计阶段、初步设计阶段和详细设计阶段。

图 1: 飞机研制的一般过程



数据来源：东北证券，中国知网

概念性设计阶段的任务是根据飞机的设计要求，对所设计的飞机进行全面的构思，形成关于飞机设计方案较为粗略的基本概念，初步确定满足设计要求的初步设计方案。具体的工作内容主要包括：（1）初步选定飞机的形式，进行气动外形布局；（2）初步选择飞机的主要基本参数；（3）选定发动机和主要的机载设备；（4）初步选择各主要部件的主要几何参数；（5）粗略绘制飞机的三面草图；（6）进行初步的性能估算，检查其是否符合飞机设计要求所给定的性能指标；（7）对初步方案进行修改整理，并进行评比和论证，选定最合理的方案；（8）经主管部门批准后，继续进行下一阶段的设计工作。概念性设计阶段的工作不需要做进行大量的试验验证，因此这一阶段的研制过程所需费用较少，但对飞机设计工作具有全局性影响的重大决策，大多是在概念性设计阶段做出的。

初步设计阶段的任务是对概念性设计阶段确定的设计方案进行修改和补充，使其进一步地明确和具体化，最终给出完整的飞机总体设计方案。这一阶段的主要工作包括：（1）修改、补充和完善飞机的几何外形设计，给出完整的飞机三面图和理论外形；（2）全面布置安排各种机载设备、各个系统和有效载荷；（3）初步布置飞机结构的承力系统和主要的承力构件；（4）进行较为详细的重量计算和重心定位；（5）进行比较精确的气动力性能计算和操纵性、稳定性计算；（6）给出详细的飞机总体布置图。在初步设计阶段阶段，通常还要对飞机及其各系统进行大量的试验研究工作，有时还需要制造全尺寸的试验样机，用于协调各系统和内部装载布置，因此该



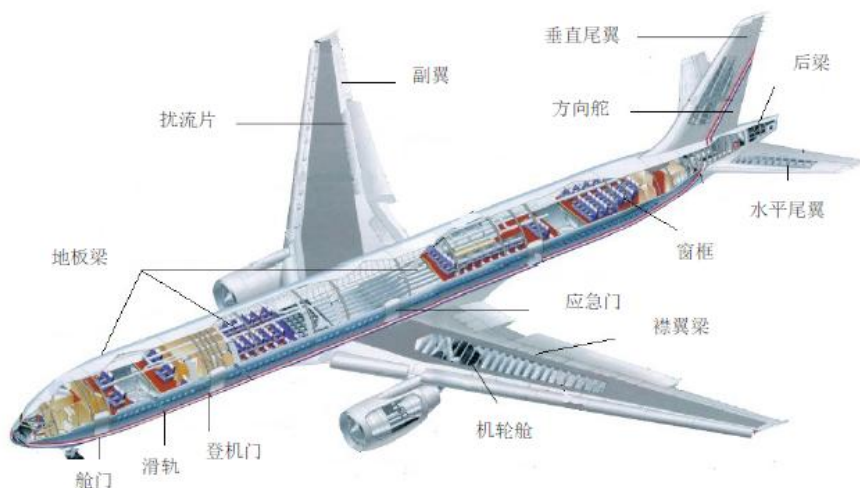
阶段要耗费较多的时间和资金。

详细设计阶段的工作主要是进行飞机的结构设计，包括部件设计和零构件设计。设计完成后，要给出飞机各个部件和各个系统的总图、装配图、零件图，以及详细的重量计算和强度计算报告。此阶段的工作量很大，而且还要进行许多试验，包括静强度试验、动强度试验、寿命试验和各系统的地面台架试验等。下一步的工作是试制原型机和进行地面试验，包括全机静、动力试验和各系统的地面试验，如果试验中发现问题，则要对原型机进行修改再进行试飞。试飞合格后申请设计定型，由国家有关部门审查，发给型号合格证书，下一步则转入批量生产阶段。

## 1.2. 飞机结构组成及技术要求

飞机主要包括机体、发动机、机载设备和标准件及其他四大部分，机体由机头、机身、舱门、尾翼、吊挂和雷达罩等结构部件所构成，主要保证飞机的气动外形，并将飞机各个部分连接成一个整体，占整机总价值量的比重约为 30%；发动机作为航空航天器的关键子系统，是保证飞机克服空气阻力向前飞行的动力源，其价值量占比约为 25%；机载设备主要包括飞行控制系统、液压系统、燃油系统、通信系统、导航系统等系统，是飞机的指挥中枢，用于控制和协调各部件的工作，其价值量占比约为 30%；标准件及其他主要包括紧固件、密封件、操纵件、内饰、电线电缆和电气通用元器件等部分，其价值量占比也为 15%。

图 2: 飞机的结构组成



数据来源：东北证券，爱乐达招股说明书

由于使用目的不同，飞机结构和一般的机械结构相比，具有自身的特殊要求。这些要求可以概括为：气动要求、结构完整性要求、最小质量要求、使用维护要求、工艺性要求、材料要求：

- 气动要求：飞机的机翼、尾翼和机身等部件的几何外形参数与飞机的总体性能密切相关，上述部件的制造过程应保证构造外形满足总体设计规定的外形准确度，不允许机翼、尾翼、机身结构有过大变形，以保证飞机具有良好的气动升力、阻力特性以及良好的稳定性和操纵性。
- 结构完整性要求：飞机结构完整性是确保飞机安全寿命和高可靠性的重要条件

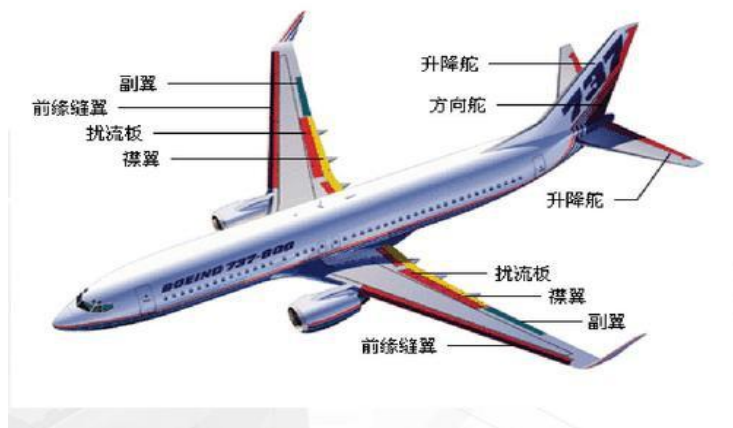
之一，它主要包括机体结构的强度、刚度、损伤容限及耐久性等设计指标，保证结构在承受各种规定的载荷状态下具有足够的强度，不产生不能允许的残余变形，同时也要具有足够的刚度，以避免出现不能允许的气动弹性现象与共振现象。

- **最小质量要求：**飞机结构质量显著影响飞机性能的优劣，在满足飞机的空气动力要求和结构完整性的前提下结构质量应尽可能轻，这意味着有效载荷、飞行速度和飞行距离的增加。
- **使用维护要求：**飞机的使用维护品质是衡量飞机性能的一项重要技术指标，良好的维修性意味着维护成本低，或者无故障的飞行时间更长，意味着飞机的经济性更好。飞机在结构上必须按照维修方式(定检、小修、中修)来合理确定检查口盖的位置、数量及种类。同时，飞机良好的维修性也体现在结构上需要布置合理的分离面与各种舱口，在结构内部安排必要的检查和维修通道，增加结构的开敞性和可达性等。
- **工艺性要求：**由于飞机零件数量多，多采用薄壁结构，开敞性差，形状和结构复杂，尺寸大而刚度小，所以使得飞机制造困难，手工劳动量大，因此飞机结构需要具有良好的工艺性，便于零部件的制造加工和后续飞机结构的装配。
- **材料要求：**在保证结构具有足够的刚度、强度及抗疲劳特性的情况下，为了满足结构质量的要求，大量采用铝合金、镁铝合金、钛合金等比强度高的金属材料。

### 1.2.1. 机翼

机翼的主要功用是产生飞机在空中飞行所需的升力，同时也起到一定的稳定和操作作用，此外机翼还可以提供一定的燃油存储空间。机翼作为飞机的主要气动面，是主要的承受气动载荷的部件，一般由机翼主盒、襟翼、扰流片、副翼、缝翼、发动机吊挂等部分组成，其中：副翼安装在机翼翼梢后缘外侧，是飞机的主要操作舵面，飞行员操纵左右副翼差动偏转所产生的滚转力矩；襟翼安装在机翼后缘内侧的翼面，可绕轴向后下方偏转，依靠增大机翼的弯度来获得升力增加；缝翼一般位于机翼前缘，缝翼打开时既增大机翼面积又增大翼型弯度，可达到较好的增升效果。

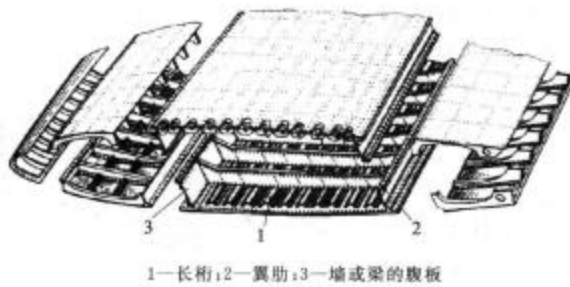
图 3: 飞机机翼的结构组成



数据来源：东北证券，北京航空航天大学

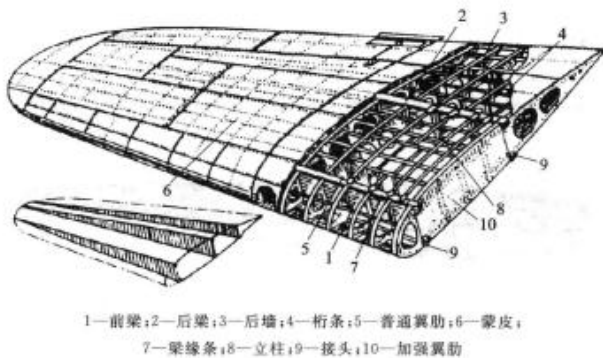
机翼结构形式主要根据机翼结构中主承力系统的组成形式来划分，根据主要抗弯构件的不同，典型的受力形式有蒙皮骨架式、整体壁板式和夹层结构。主承力系统由承受作用在机翼上的力和力矩的构件组成，通常按照强度设计的要求选择机翼结构形式。现代飞机机翼大多采用蒙皮骨架式结构，根据其内部承力结构形式的不同，蒙皮骨架式结构又可以分为双梁式结构、单块式结构、多墙式结构等不同类型。

图 4: 机翼结构形式——单块式结构



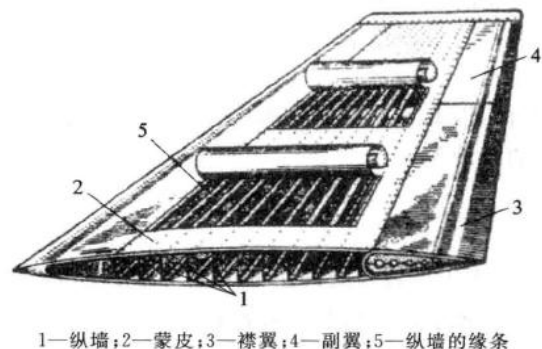
数据来源: 东北证券, 中国知网

图 5: 机翼结构形式——双梁式结构



数据来源: 东北证券, 中国知网

图 6: 机翼结构形式——多墙式结构



数据来源: 东北证券, 中国知网

飞机机翼的质量通常占全机质量的 8%~15%，其中机翼结构质量占机翼质量的 30%~50%。在构造上，飞机机翼通常由蒙皮、骨架和接头组成，其中：接头的作用是将机翼上的载荷传递到机身上，骨架结构分为纵向构件和横向构件，纵向构件包括翼梁、长桁和墙，横向部件包括普通肋和加强肋，蒙皮是包围在机翼骨架外的微型构件，用铆钉或粘结剂固定于骨架上，形成机翼的气动外形。

### 1.2.2. 机身

机身是指用来装载人员、货物、机载设备等，并将机翼、尾翼、发动机和起落架等连成一个整体的飞机部件。机身结构一般由蒙皮和内部骨架组成，内部骨架包括长桁、桁梁等纵向构件和隔框等横向构件，各结构元件的功能相应地与机翼结构中各元件相同。

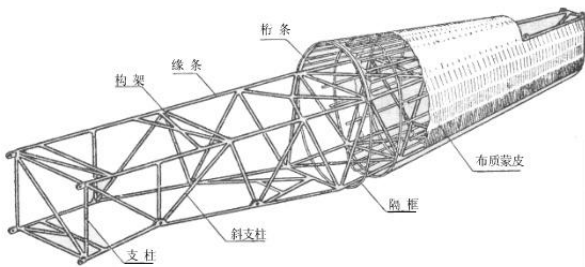
机身通常需要承受剪力、弯矩以及沿机体轴向的轴向力和扭矩，并且机身内部需要



装载货物、成员、发动机等，承受上述装载物品带来的分布载荷和集中载荷，因此机身结构的设计一般采用刚性薄壁空间结构，从结构形式上分为构架式结构、硬壳式结构以及半硬壳式结构，半硬壳式结构又可分为桁梁式结构和桁条式结构两种：

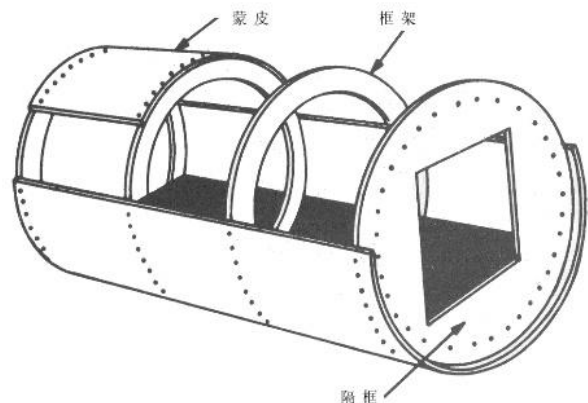
- **构架式机身：**在早期的低速飞机上，机身的承力构架都做成四缘条的立体构架。为了减小飞机的阻力，在承力构架外面固定有整形用的隔框、桁条和布质蒙皮（或木制蒙皮），这些构件只承受局部空气动力，不参加整个结构的受力，机身的剪力、弯矩和扭矩全部由构架承受，其中弯矩引起的轴向力，由构架的四根缘条承受，垂直方向的剪力由构架两侧的支柱和斜支柱（或各对张线）承受，水平方向的剪力由上、下平面内的支柱、斜支柱（或张线）承受；机身的扭矩，则由四个平面构架组成的立体结构承受。构架式机身的抗扭刚度差，空气动力性能不好，其内部容积也不易得到充分利用，只有一些小型低速飞机机身采用构架式机身。
- **硬壳式机身：**机身采用框架、隔框形成机身的外形，而蒙皮承受主要的应力，硬壳式机身结构没有纵向加强件，因而蒙皮必须足够强以维持机身的刚性，其主要问题是重量较重，现代飞机较少采用这种结构。
- **桁梁式机身：**桁梁式机身由几根较强的大梁、较弱的桁条、较薄的蒙皮和隔框组成。机身弯曲时，弯矩引起的轴向力主要由大梁承受，蒙皮和桁条组成的壁板截面面积较小，受压稳定性较差，只能承受一小部分弯矩引起的轴向力。桁梁式机身，由于采用了较强的大梁，因而可以开大的舱口而不会显著地降低结构的强度和刚度。
- **桁条式机身：**桁条式机身的桁条和蒙皮较强，受压稳定性好，弯矩引起的轴向力全部由上、下部的蒙皮和桁条组成的壁板受拉、压来承受。由于蒙皮加厚，改善了机身的空气动力性能，增大了机身结构的抗扭刚度，所以与桁梁式机身相比更适用于较高速飞机。此外，桁条式机身的蒙皮和桁条在结构受力中能够得到充分利用。桁条式机身各构件受力比较均匀，传递载荷时必须采取分散传递的方法，因而机身各段之间都用很多接头来连接。

图 7：机身结构形式——构架式结构



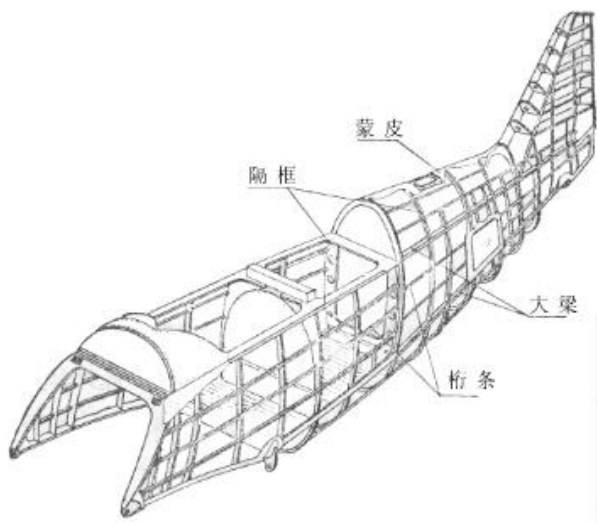
数据来源：东北证券，知乎

图 8：机身结构形式——硬壳式结构



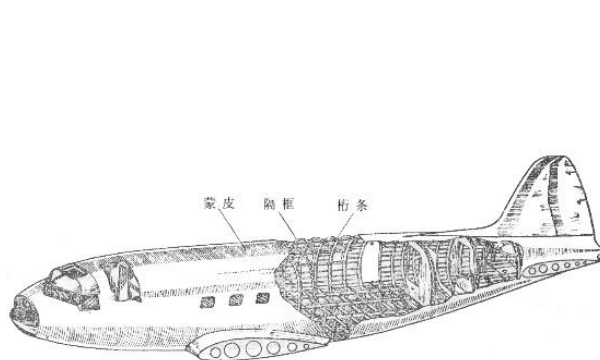
数据来源：东北证券，知乎

图 9: 机身结构形式——桁梁式结构



数据来源: 东北证券, 知乎

图 10: 机身结构形式——桁条式结构



数据来源: 东北证券, 知乎

### 1.2.3. 尾翼

尾翼用于保证飞机的纵向和航向的平衡与安定性, 以及实施对飞机的纵向、俯仰和航向的操纵。一般常规飞机的尾翼由水平尾翼和垂直尾翼两部分组成, 水平尾翼由水平安定面和升降舵组成, 垂直尾翼由垂直安定面和方向舵组成。从本质上说, 尾翼的直接功用也是产生升力, 因而尾翼的设计要求和构造与机翼十分类似, 通常都是由骨架和蒙皮构成的。根据水平尾翼和垂直尾翼布局形式的不同, 常见的飞机尾翼的布局形式包括常规式布局、T 形尾翼、V 形尾翼、无尾式布局等多种不同的形式。

图 11: 尾翼布局形式——常规布局



数据来源: 东北证券, wikipedia

图 12: 尾翼布局形式——T 形尾翼



数据来源: 东北证券, wikipedia

图 13: 尾翼布局形式——V 形尾翼



数据来源: 东北证券, wikipedia

图 14: 尾翼布局形式——无尾布局



数据来源: 东北证券, wikipedia

水平尾翼简称平尾，是飞机纵向平衡、稳定和操纵的翼面。平尾左右对称地布置在飞机尾部，其翼面前半部通常是固定的，称为水平安定面，后半部铰接在安定面的后面，可操纵上下偏转，称为升降舵。在飞行中，飞机升力的位置会随迎角和速度的变化而移动，飞机重心也因燃油消耗等原因而变动，通常需要通过平尾产生负升力或正升力使飞机保持力矩平衡。飞机平尾按照相对于机翼上下位置的不同，大致可以分为高平尾、中平尾和低平尾三种形式。

垂直尾翼简称垂尾，起保持飞机的航向平衡、稳定和操纵作用。与平尾类似，垂尾翼面的前半固定的部分称垂直安定面，方向舵铰接在安定面后部。垂尾的作用是保持转弯在无侧滑状态下进行，在有侧风着陆时保持机头对准跑道，以及在飞行中平衡不对称的偏航力矩。方向舵操纵系统中可装阻尼器，以制止飞机在高空高速飞行中出现的偏航摇摆现象。

#### 1.2.4. 起落架

起落架是飞机在地面停放、滑行、起飞着陆滑跑时用于支撑飞机重力、承受相应载荷的装置。起落架能够消耗和吸收飞机在着陆时的撞击能量，保证飞机灵活稳定地完成在地面上的各种操纵动作。现代飞机的起落架通常由缓冲系统、承力结构、带充气轮胎的机轮、减振器、刹车装置及转弯操纵机构、减摆器、收放机构等组成。起落架的布置形式是指飞机起落架支柱的数口和其相对于飞机重心的布置位置。目前飞机上通常采用后三点式、前三点式、自行车式和多点式四种起落架布局形式：

- **后三点式：**早期在螺旋桨飞机上广泛采用后三点式起落架。其特点是两个主轮（主起落架）布置在飞机的质心之前并靠近质心，尾轮（尾支撑）远离质心布置在飞机的尾部。在停机状态时，飞机 90% 的质量落在主起落架上，其余的 10% 由尾支撑来分担。
- **前三点式：**两个主轮保持一定间距左右对称地布置在飞机质心稍后处，前轮布置在飞机头部的下方，飞机在地面滑行和停放时，机身地板基本处于水平位置，便于旅客登机和货物装卸。
- **自行车式：**前轮和主轮前后布置在飞机对称面内（即在机身下部），重心距前轮与主轮几乎相等。为防止转弯时倾倒，在机翼下还布置有辅助小轮。这种布置型式由于起飞时抬头困难而较少采用。
- **多点式：**起落架的布置形式与前三点式起落架类似，飞机的重心在主起落架之



前，但其有多个主起落架支柱，一般用于大型飞机上。采用多支点式可以使局部载荷减小，有利于受力结构布置；还能够减小机轮体积，从而减小起落架的收放空间。

图 15: 起落架布局形式——后三点式布局



数据来源：东北证券，南京航空航天大学

图 16: 起落架布局形式——前三点式布局



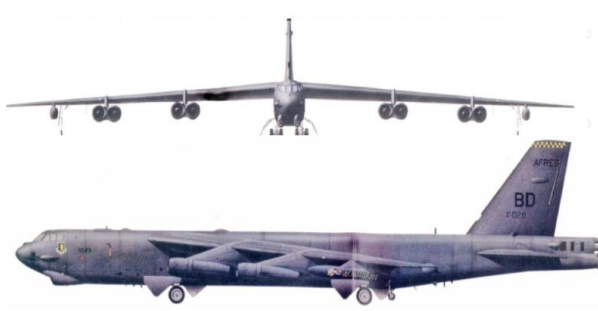
数据来源：东北证券，南京航空航天大学

图 17: 起落架布局形式——多点式布局



数据来源：东北证券，南京航空航天大学

图 18: 起落架布局形式——自行车式布局



数据来源：东北证券，南京航空航天大学

根据起落架缓冲器和传递载荷的方式的不同，飞机起落架的结构设计可分为构架式起落架、支柱式起落架、摇臂式起落架等不同形式：

- 构架式起落架：**通过承力构架将机轮与机翼或机身相连，承力构架中的杆件及减振支柱都是相互铰接的，它们只承受轴向力而不承受弯矩。因此，这种结构的起落架构造简单，质量也较轻，在过去的轻型低速飞机上用得很广泛，但由于构架式起落架其难以收放，现代高速飞机基本上不采用。
- 支柱式起落架：**减振器与承力支柱合二为一，机轮直接固定在减振器的活塞杆上，减振支柱上端与机翼的连接形式取决于收放要求，分为悬臂式和撑杆式两类。对收放式起落架，撑杆可兼作收放作动筒，扭矩通过扭力臂传递，也可以通过活塞杆与减振支柱的圆筒内壁采用花键连接来传递。这种形式的起落架构造简单紧凑，易于收放，而且质量较轻，常用于起落架较长、跑道路面较好、受前方撞击较小的飞机上。
- 摇臂式起落架：**机轮不与缓冲支柱直接相连，通过可转动的摇臂与减振器的活塞杆相连，减振器也可以兼作承力支柱。这种形式的起落架对垂直撞击、前方撞击以及刹车等均有不同的缓冲能力，缓冲器只承受轴向力，不承受弯矩，因而密封性能好，可增大减振器的内部充气压力，以减小减振器的尺寸，克服了支柱式的缺点，在现代飞机上得到了广泛的应用。



图 19: 机翼结构形式——单块式结构



数据来源: 东北证券, 南京航空航天大学

图 20: 起落架布局形式——后三点式布局



数据来源: 东北证券, 南京航空航天大学

图 21: 起落架布局形式——前三点式布局



数据来源: 东北证券, 南京航空航天大学

### 1.3. 飞机结构的工艺特点

飞机结构的基本特点是外形与构造复杂、零件数目多, 尺寸大、刚性小, 归纳起来其主要特点包括如下几点:

- **构造复杂, 零件多:** 一辆载重汽车包括发动机在内有 3000 多个零件, 而一架飞机仅壳体上的零件就有 10000 至 100000 件不等, 其中还不包括几百万件的螺钉、铆钉等标准件。如某型轰炸机仅重要附件就有 8100 种, 以及 320 多台电子电气装置、长 2400mm 的液压管路和长 100km 左右的导线。因此, 要求有广泛的协作体系, 许多零件、附件、成件、仪表设备都要有专厂供应。

- **外形复杂，尺寸大：**飞机的骨架和蒙皮大多具有不规则的曲面形状，在尺寸上，大型运输机 C-5A 翼展长达 68m，机身全长 75m，因此决定了零件、组合件、部件的尺寸也较大，如 B747 机翼上一块整体壁板长达 34m，A380 超临界外翼下翼面整体壁板的长度也达到了 33m。

图 22: A380 大型客机机翼下壁板



数据来源：东北证券，吉川机械

- **精度要求高，刚度小：**由于气动力性能的要求，大部分机体构件的外形准确度一般都在 10 级精度范围内。如 L-1011 飞机的复杂曲面蒙皮壁板,最大尺寸为 2.5mX12m，成形误差要求小于 0.3mm。在满足性能要求的前提下，飞机的质量越轻越好，多采用刚度小的薄壁结构，一些零件在自重状态都会引起结构变形。

从飞机结构特点分析中可以看出，总体上飞机主要是由结构件和蒙皮两大部分组成的。飞机的整体框、整体梁、整体肋、接头和整体壁板等都是典型的飞机结构零件，其主要加工方法为机械的切削加工，毛坯常用锻件和铸件，主要的加工方式有毛坯的切割，零件的车削、铣削、磨削、钻削、刨削等，涉及的加工设备及工装主要有车床、铣床、磨床、钻床、刨床，以及相应的车刀、铣刀、磨削砂轮、钻头、刨刀及相配套的夹具等。飞机的框、肋、析条、蒙皮等都是典型的飞机钣金类零件，钣金类零件是用板料或型材通过塑性成形工艺制造出来的，主要的成形工序有：毛坯下料、弯曲成形、拉深成形、轧压成形、旋压成形等，钣金成形工艺装备有毛坯下料设备和成形设备，前者如剪床、冲裁模具、数控下料机床、等离子切割、高压水刀切割及激光切割等，后者主要有普通/数控冲床、蒙皮拉形机床、型材拉弯机床、数控闸压机床及数控弯管机床等，此外钣金成形需要模具。

## 2. 飞机结构制造与装配

### 2.1. 飞机制造工艺装备

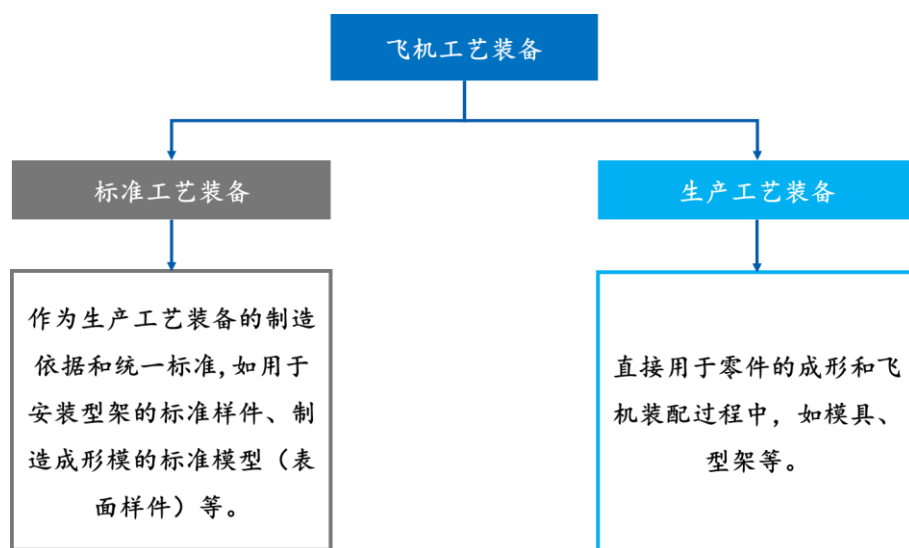
工艺装备简称“工装”，飞机工艺装备是指飞机制造国产所需的夹具、模具、量具和工位器具的总称。由于飞机产品的结构和工作环境不同于一般机械产品，所以在

飞机制造过程中除了采用各种通用机床、常用工具和试验设备外，还须针对不同的零件、组合件、部件制造专用工艺装备，利用这些专用工艺装备用于对工件进行加工成形、装配安装、测量检查，以及在工艺装备之间进行协调移形。工艺装备对保证飞机零件、部件的质量，提高劳动生产率，降低人劳动强度，实现安全生产都有重要作用。

飞机工艺装备是飞机制造的必备装备，也是飞机制造工程中的一项关键技术，飞机企业的工艺装备的技术水平反映了企业的制造技术水平。SU-27 飞机全机采用的工艺装备总数达到 61881 项，其中标准工艺装备 687 项，生产用工艺装备 61194 项。参考国外飞机制造的情况，工艺装备的费用占总研制费用的 16.5%至 19.5%，设计制造周期占飞机研制周期的 1/3 左右。

飞机制造过程中常用工艺装备可分为标准工艺装备和生产工艺装备两类。标准工艺装备用于协调、制造其它工艺装备的依据，如标准样件、标准量规、标准模型、结合样板、辅助量规、标准控制图和赋予总体或部分协调制造信息的数学模型（也称数字化标准工艺装备，可视为制造数据集的一种）。生产工艺装备用于制造、装配及安装产品所使用的工艺装备，如型架、精加工台、模具、型胎、钻模、铣切夹具、组合夹具、检验夹具、地面设备和试验设备等。包括生产最终产品的装配工装、检验夹具和吊运设备。

图 23: 飞机工艺装备分类



数据来源：东北证券，北京航空航天大学

标准工艺装备以 1:1 的真实尺寸来体现产品某些部位的几何形状和尺寸的刚性实体，作为用于制造、检验和协调生产的工艺装备的模拟量标准，是保证生产用的工艺装备之间、产品部件和组件之间的尺寸和形状协调与互换的重要依据。标准工艺装备必须具有足够的刚度，以保持其尺寸和形状的稳定性和互换性，同时应比生产用工艺装备具有更高的准确度。标准工艺装备的种类可分为标准样件、标准量规、标准平板等，其中标准样件又可分为安装标准样件、表面标准样件和反标准样件。



**表 1: 标准工艺装备分类**

类别	名称	说明
标准量规	导管接头标准量规	协调部件对接面之间液压、燃油等系统导管对接接头的位置
	对接接头标准量规	用于控制产品部件、组件接头的对合协调, 以及保证部件、组件的互换; 协调标工之间对合接头的位置; 协调型架之间对合接头定位器的位置
<b>标准平板</b>		协调标准样件, 装配型架等多孔对接平面上的孔位
标准样件	整体标准样件	具有产品部件较完整的外形和接头, 用于安装部件和组合件装配工艺装备
	局部标准样件	局部标准样件是配合光学工具或机械坐标设备来安装型架的依据, 用于协调产品局部复杂部位
	表面标准样件	表面标准样件是协调复杂曲面外形钣金零件的标准工艺装备, 有时也用来协调装配型架的外形定位件
	零件标准样件	用于制造和协调要求较高的零件工艺装备
<b>反标准样件</b>		按标准样件制造, 用于制造和协调零件、组件标准样件, 是保证零件、组件样件与整体样件的协调依据
<b>对合协调台</b>		对合协调台为参加对合的标准工艺装备提供定位基准, 用于协调成组量规和局部标准样件, 也可用来协调装配型架的定位件

数据来源: 东北证券, 中国知网

由于飞机结构不同于一般机械, 在飞机的装配过程中, 不能单靠零件自身形状和尺寸的加工准确性来装配出合格的部件, 而须采用一些特殊的装配工艺装备。装配工艺装备是一类专用生产装备, 在完成飞机产品从零组件到部件的装配以及总装配过程中, 用以控制其形状几何参数且具有定位功能。装配型架是装配工艺装备中主要的一类, 按其用途或工作性质可划分为装配型架、对合型架、精加工型架、检验型架等, 按装配对象的连接方法, 又可将装配型架划分为铆接装配型架、胶接装配型架、焊接装配型架等, 其中铆接装配型架数量最多。

**表 2: 装配工艺装备分类**

类别	名称	说明
铆接装配类	装配型架、装配夹具	装配型架、夹具具有独立的定位系统, 而不依靠另一工艺装备或产品来完成本工艺阶段的定位装配
	安装夹具	当用于安装交点接头时, 安装夹具有时也称为安装量规, 一般是按产品上已制出的孔或已装好的接头等, 将其定位在产品上, 然后再按该夹具将待装零件定位在该产品上来完成其装配工作
	安装量规	
	钻模	多用于较精确孔的钻制, 以保证孔的协调性或孔的垂直度
	钻孔样板	一般用于铆钉孔的钻制, 以提高钻孔工效
	铆接夹具	补铆夹具只具有较少的定位部位, 用以控制协调部位的几何形状, 采用该夹具的目的是为了减少产品在装配型架上的装配周期



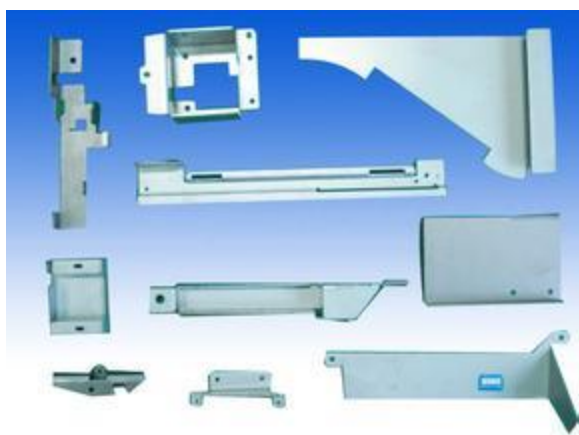
检测类	对合台	一般用于部件的对接，有时也用于组件的对合配套。它具有装配和检测功能
	平衡台	用于转动部件或零件、组件的静平衡调试，又可分为舵面平衡台和高速旋转体静平衡台
	水平检测台	水平测量台是为了飞机的最终水平测量目的而在部件阶段进行水平测量的工艺装备，模拟飞机的结构关系，以水平测量的方式来检测部件外形的几何参数
	检验夹具、量规	检验夹具、量规是根据协调互换的要求来控制产品尺寸或外形的工艺装备。根据不同的要求，可能是直接检查所指的尺寸或外形，也可能是模拟检查产品的运动可靠性。
	其他	不包括在上述类别中的其他检验工艺装备，例如操纵系统中的非几何参数的某些检验卡具等
精加工类	精加工型架	精加工型架是完成部件对合部位精加工工序的型架，它包括定位系统和动力装置
	其他精加工装置	附属装配型架结构上的精加工装置，根据与被加工部位的结构关系，该装置的定位基准可能是在型架结构上，也可能是在产品上的相关部位

数据来源：东北证券，中国知网

## 2.2. 飞机钣金零件成形

钣金零件是组成现代飞机机体的主要部分，一般占飞机零件总数的一半以上。据统计，一架中型飞机上的钣金零件达 60000 件，制造工时约占整架飞机总工时的 15%，飞机钣金零件的制造直接影响飞机的整机质量和生产周期。典型的飞机钣金零件有蒙皮、隔框、壁板、翼肋、导管等，飞机钣金零件具有尺寸大、厚度薄、刚度小、形状复杂、精度要求高的特点。一架飞机的钣金零件总数虽然很多，但同种零件的数量却很少，而且材料的品种较多，因而飞机钣金零件的生产特点为品种多、批量小、制造方法多样化。

图 24: 典型航空钣金产品



数据来源：东北证券，明威视觉自动化设备有限公司

图 25: 运-10 飞机部分零部件



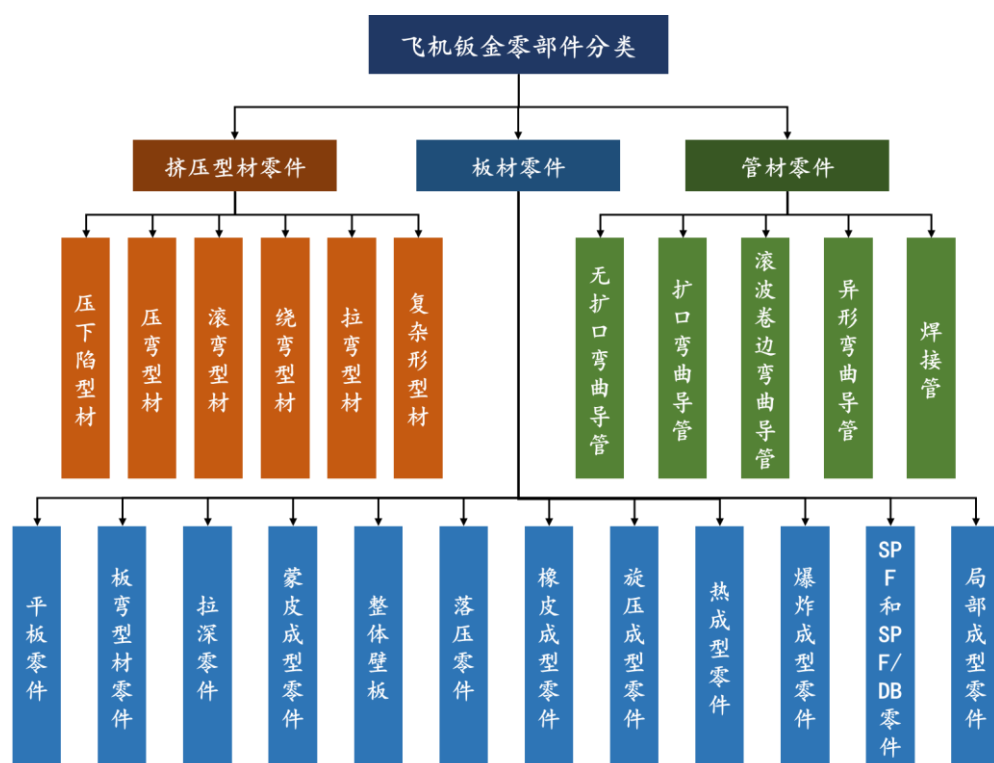
数据来源：东北证券，上海飞机制造有限公司

飞机钣金零件主要包括具有气动外形的零件、骨架零件、内装零件等几个类别，具有气动外形的零件要求要有准确、光滑、流线的曲面形状，骨架零件要求零件能以最小自重保有最高的结构效率，所有钣金零件要求在规定的使用和储存期限内具有要求的强度、刚度以及抗疲劳、抗腐蚀和耐热等物理、化学性能。飞机钣金零件不

但形状复杂，而且需要使用多种比强度高和耐热、抗腐蚀的材料，其中用量最大的是硬铝、超硬铝和防锈铝合金，钛合金因其比强度高、耐热和耐腐蚀性好的特点，在钣金零件用料占比不断提高。

从成形方法上分，飞机钣金零件可分为挤压型材零件、板材零件和航空管件零件三种。挤压型材零件通常是飞机骨架零件，包括桁条、大梁以及框肋的缘条等，可进一步细分成压下陷型材、压弯型材、滚弯型材、绕弯型材、拉弯型材、复杂型型材等类别。板材是飞机钣金零件中的重要类别，钣金成形零件中80%以上都需要先裁剪成毛料然后成形，根据板材零件特征的不同，又可细分为平板零件、板弯型材零件、拉深零件、蒙皮零件、整体壁板零件和落压零件等不同类型的。航空管材零件其特点是外形复杂、质量要求高、弯曲方法多、端头加工复杂、表面处理多以及需做气密、强度试验等，可具体细分为扩口弯曲导管、无扩口弯曲导管、滚波卷边弯曲导管、异形弯曲导管和焊接管等类型。

图 26: 飞机钣金零件分类



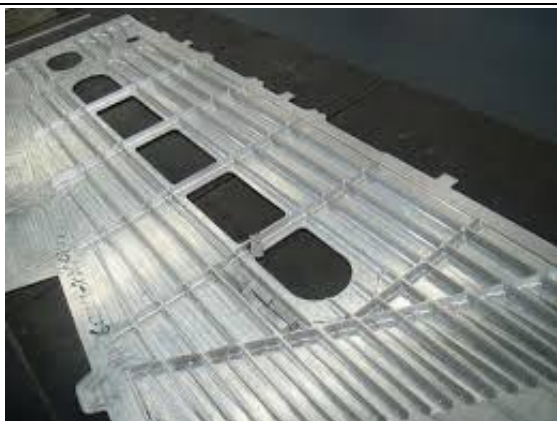
数据来源：东北证券，陕西航空职业技术学院

### 2.3. 飞机结构件切削加工

过去飞机机体主要部分都由钣金零件装配而成，随着飞机性能的不不断提高整体结构日益增多。由于整体框、梁、肋的出现及整体壁板结构的广泛应用，机械加工零件的类型和品种日益增加，在某些类型飞机的生产中，机械加工零件所占劳动量比重已超过钣金成形零件。整体结构件与铆接结构相比有如下优点：（1）在气动性能方面，外形准确和对称性好；（2）在强度方面，刚性好，比强度高，可减轻质量15%-20%；（3）气密性好；（4）可大大减少零件和连接件数量；（5）装配后变形小，使部件成本降低50%左右。

飞机整体结构件已成为构成飞机机体骨架和气动外形的重要组成部分，它们品种繁多、形状复杂、材料各异。为了减轻质量而进行的等强度设计，往往要在结构件上形成各种复杂型腔，因和比一般机械零件相比整体结构件加工难度大，制造水平要求高，形位精度要求高，而且有严格的质量控制和使用寿命要求，例如壁板、梁、框、座舱盖骨架等结构件是由构成飞机气动外形的流线型曲面、各种异形切面、结合槽口、交点孔组合而成的复杂实体。目前飞机上常见的整体结构件有整体壁板、整体梁类零件、整体框肋类零件、整体骨架类零件、接头类零件等。

图 27: 飞机机翼整体壁板



数据来源：东北证券，航空制造网

图 28: 钛合金机身主承力框

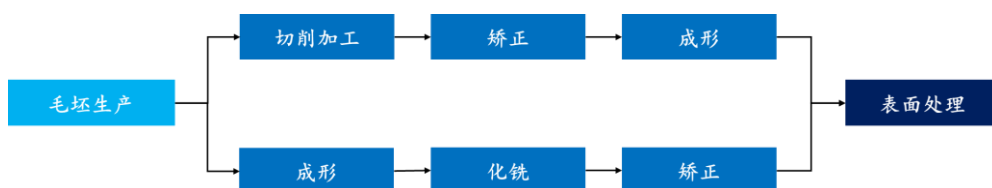


数据来源：东北证券，激光制造网

飞机整体结构件具有批量小、品种多、协调关系复杂，要求制造设备精度高、自动化水平高、生产效率高、具有柔性等特点，目前飞机整体结构件主要采用数控加工的制造方式。对于形状较简单的结构件，采用三轴或四轴数控机床就可以进行加工，对于形状复杂的结构件，受刀具与零件相对位置的限制，采用三轴或四轴数控机床则需要多次装卡才能完成零件的加工，目前对复杂零件采用五轴联动加工技术是现代航空零部件数控加工的发展趋势。

飞机整体结构件使用的主要材料有铝合金、合金结构钢、钛合金和复合材料等，在早期的飞机制造业中铝合金是飞机结构的主要材料，用量一般占飞机总质量的 70% 至 80% 左右，随着飞机制造业的发展以及新材料的出现，铝合金材料在飞机结构中的应用逐渐减少。目前飞机整体结构件大多为金属材料制成，其毛坯料大多采用模锻和预拉伸厚板材，后续经过切削加工、校正、成形等工艺流程制成结构制品，最终经过表面光整加工、表面热处理等工序形成最终的整体航空结构件。

图 29: 飞机结构切削加工流程



数据来源：东北证券，中国知网

表 3: 美国主要战斗机机体各种材料占比

机种	设计年代	铝合金/%	钛合金/%	复合材料/%	钢/%
F-14	1969	39.4	24.4	1	17.4
F-15	1972	34.4	26.1	1.6	3.3
F-15E	1984	49	32	2	8.5
F-16	1976	83.2	5.2	2.7	1.3
F/A-18	1978	49	13	10	15
F/A-18E/F	1992	31	21	19	14
F-22	1989	15	41	24	5

数据来源：东北证券，派克新材招股说明书

## 2.4. 飞机的装配

### 2.4.1. 飞机部段划分

为了满足飞机的使用、维护以及生产工艺上的要求，整架飞机的机体可分解成许多大小不同的装配单元。首先，飞机的机体可分解成若干部件，如某歼击机的部件包括：前机身、后机身、机翼、襟翼、副翼、水平尾翼、垂直安定面、方向舵、前起落架和主起落架等。有些部件还可分解成段件，如机翼分解为前缘段、中段和后段，有的部件或段件可再分解为板件，板件是由部件或段件的蒙皮以及内部骨架元件的一部分所组成的，如机翼中段的上、下壁板，后机身的上、下板件和左、右侧壁板等。

飞机机体结构划分为许多装配单元后，两相邻装配单元间的对接结合处就形成了分离面，飞机机体结构的分离面一般可分为设计分离面和工艺分离面两类：

- **设计分离面：**飞机部件之间、部件与可拆卸件之间形成的分离面。如为便于机翼的运输和更换，需将机翼设计成独立的部件；襟翼、副翼或舵面，需在机翼或安定面上做相对运动，也应划分为独立的部件；为便于歼击机机身后部发动机的维修、更换，需要把机身分成前、后机身两个部件。设计分离面都采用可卸连接(如螺栓连接、铰链接合等)，而且一般要求它们具有互换性。
- **工艺分离面：**为满足制造和装配过程的需要，需将部件进一步分解为更小的装配单元，这种装配单元之间的分离面称为工艺分离面。由部件划分成的段件，以及由部件、段件再进一步划分出来的板件和组合件，它们之间的界面都是工艺分离面，工艺分离面之间一般都采用不可卸连接，如铆接、胶接、焊接等。



图 30: 典型飞机的结构分段



数据来源：东北证券，西子航空

#### 2.4.2. 飞机部件装配

由于飞机部件的构造复杂，零件及连接件数量多，大多数零件在自身重量下刚度较小，而组合的外形又有严格的技术要求，因此其装配内容繁多、工作量大，在装配过程后期，机体结构比较封闭、劳动条件较差。因此在飞机成批生产时，通常将部件进一步划分为段件，段件再进一步划分为板件、组合件等各种装配单元，简化部件或段件装配型架结构，使装配工作分散、工作环境开敞从而缩短装配周期，改善装配工作的劳动条件。

部件装配过程大致可划分成以下几个阶段：组合件、板件装配；段件、部件装配。按照分散装配原则划分出来的板件、组合件的铆接工作可以通过机械化或自动化的手段，提高连接质量和劳动生产率。段件和部件的装配可按工艺归纳为三组：（1）为非板件化结构的段部件，通常由许多分散的单个零件和较小的组合件装配而成，而且需要复杂的、比较庞大笨重的装配型架；（2）板件化的段部件，主要由装配或加工成的板件和组合件装配而成，而所用的段部件装配型架较简单，而且扩大平行工作面和实现装配工作机械化的可能性较大；（3）分成段件的部件，实质上是预先装配好的各段连接，以及分离面处各系统的连接工作。

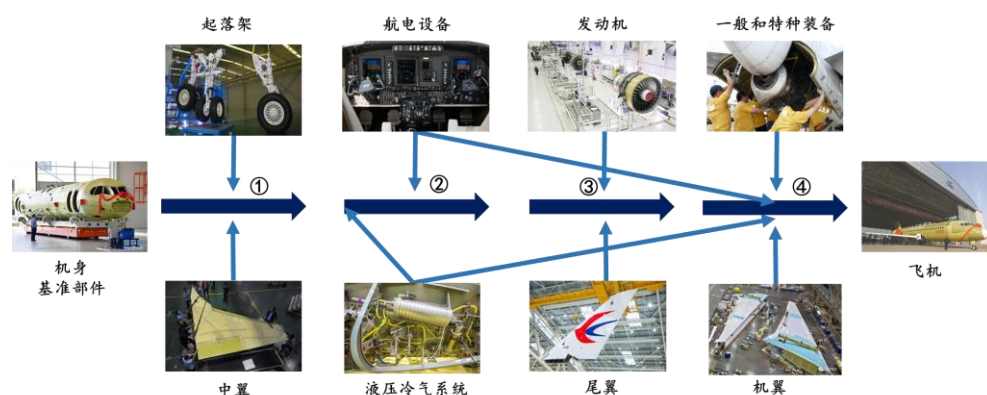
#### 2.4.3. 飞机总装配

飞机总装配是部件装配过程的延续，是飞机装配工作的最后阶段。飞机总装配的任务是根据飞机图纸、技术条件及生产使用说明书的规定和要求，将部件装配车间移交的各段件、部件对接成完整的一飞机，将各专业厂提供的发动机、各种仪表、设备和附件等安装在飞机上，用各种导管、电缆、拉杆等连接成系统，进行调整、试验和检验，最后将飞机送交工厂试飞车间，作地面及空中试飞。

飞机总装配难以实现大规模的机械化以提高生产效率，劳动量一般占飞机制造总劳动量的 8%—15%，周期所占百分比可达 20%。此外，飞机总装配占用的生产面积大，要求使用高度和跨度较大的厂房。在成批生产中，飞机总装配采用流水生产的

组织形式，在总装时基准部件沿着流水线移动，其他部件、系统、设备、附件等在总装的不同阶段安装到飞机上去，进行调整和试验，最后总装出整架飞机。

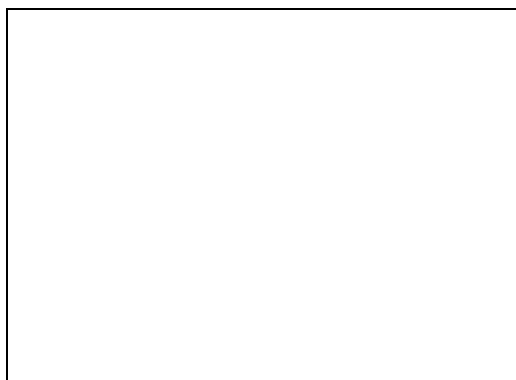
图 31: 飞机总装过程示意图



数据来源：东北证券，中国知网

为节省总装工作占用的生产场地，提高总装工作的效率，主流的飞机制造企业通常采用移动式装配生产线，移动式装配生产线能实现飞机高质量、低成本和快速响应的制造。在装配流程的设计上，最主要考虑生产节拍的要求，均衡分配各站位的工作量并确定人员配置，产品在生产线上以固定的时间频率移动，保障飞机总装生产能够以固定的节拍进行。此外，在移动式生产线的工艺布局上，既要考虑装配工作的工艺流程，也要按有利于移动生产的原则安排物料、工位器具、工具车、看板等生产资料的布置。

图 32: 飞机总装生产线场地布局



数据来源：东北证券，航空制造网

图 33: F-35 总装生产线



数据来源：东北证券，中国知网

在飞机总装配中通常在生产线布置若干装配站，必须在机上安装调试的工作称为装配站工作，不在机上的总装配工作称为工作台工作。飞机总装配流水作业的基础就是安装、调试工作的节奏化，所以组织流水生产就是将机体对接及安装、调试等工作划分为许多工序，然后根据飞机结构将必须在机上工作的若干工序组合成一个任务，而完成该任务的时间应等于或倍于流水线生产的节奏时间，这个任务就是某装配站上的工作内容。

**表 4: 美国 F-14 生产线装配站及其工作内容**

装配站	工作内容
1 号站	前/中机身与进气道短舱对接; 前/中机身与后机身发动机短舱对接; 连接进气道口
2 号站	安装主起落架; 安装垂直安定面与方向舵; 安装前、主起落架舱门; 安装电气系统; 前、中及后机身电气系统的导通试验
3 号站	安装机翼; 安装水平尾翼; 安装发动机; 滑油系统试验与检测; 液压系统试验; 操纵系统的检查与试验燃油系统充气检漏试验; 安装发动机舱
4 号站	安装机翼整流罩; 安装机头罩; 安装弹射座椅; 操纵系统的机械调整; 变后掠机翼运动协调性调整; 全机水平测量; 液压系统功能试验; 校靶
5 号站	飞行控制系统电子装置试验; 飞行数据中心计算机调试; 变后掠机翼电控试验; 飞行自动控制系统调试; 飞机综合自动控制系统调试; 火控系统调试

数据来源: 东北证券, 中国知网

飞机总装配工作结束后, 由机场车间与总装配车间共同检查飞机的总装配质量, 检查飞机的外表情况、仪表和设备的成套性, 进行车间分工的某些试验工作, 包括飞机电气、无线电、操纵、液压等各系统检验与试验, 加注燃油、滑油开展发动机试车试验, 并在试飞合格后将飞机移交给订货方。

### 3. 飞机制造业的行业特点

飞机制造业是交通运输设备制造业中的一部分, 主要包括零部件制造和整机制造两大类。飞机制造是一个非常复杂的先进技术制造业, 涉及 70 多个学科和大部分工业产业。一架大飞机一般由 300-500 万个零部件组成, 主要包括机体、发动机、航电设备、机电设备和标准件 (电线电缆、电器通用器件) 五大部分, 因此飞机制造业主要包括机体制造、发动机制造、核心机载设备制造 (航电和机电设备) 和标准件制造, 其中发动机制造和机载设备制造属于核心设备制造。除此之外, 航空材料也是飞机制造业的重要组成部分, 钢、铝、铝锂合金、钛和复合材料是飞机机体和主要结构件部分的构成材料, 其中 30% 以上的飞机材料仍使用铝合金, 但复合材料的使用比例逐渐扩大, 未来将达到 23%-25%。

飞机制造业是高新技术最集中的高端制造业: 航空产品复杂度高, 比如美国波音 747 零部件共 600 多万个; 我国的运七支线客机零部件 55 万多个; 19 座以下小型飞机至少需要 10 万个的零部件。产品精度也很高, 飞机零部件的技术参数达到  $10^{-7}$  量级, 相比较, 一辆汽车的零部件技术参数为  $10^{-4}$  量级。发达国家如美国、日本、韩国等国, 已经将飞机及其零部件制造列为高技术产业, 我国在 2006 年也将飞机制造业列为了优先发展的高技术行业。

飞机制造业是高投入、高收益和高风险并存的行业: 由于航空产品的技术含量、复杂度和精度都很高, 因而在研发过程中需要大量的资金投入作支撑。军机研制经费高, 美国为其第三代军机 F-15 投入 17.5 亿美元, 为隐身战斗机 F-117A 投入 20 亿美元, F-22 总花费高达 130 亿美元。同时, 民机的研发费用也很高, 比如空客 A320 花费 20 亿美元, 波音 777 投入了 50 亿美元。高投入带来高收益, 如 F-16 的售价



为 1840 万美元，F117A 售价 4600 万美元，B-2-售价高达 5.1 亿美元，A-320 售价 3800 万美元，波音 777 售价 1 亿美元以上。高技术含量、高投入、高收益伴随的必然是高风险。飞机研制周期很长，一般来说，从预研到交付长达 5 年，因而需要持续的资金支持作为保障。同时，只有保证充足的销售额才能获利，比如，空客 A-300 花费了 20 年时间进行生产，在交付 1100 架的时候才达到盈亏平衡。

飞机制造业有很高的产业带动作用：根据发达国家的经验，飞机制造业的投入产出比在十年后大约是 1:80，技术转移比是 1:16，就业拉动比是 1:40，一个机型有 500 多个一级配套企业，有 3000-5000 个二级配套厂商，这样金字塔式的供应链使得航空工业的发展产生了巨大的规模效应，对城市经济和区域经济产生一系列的辐射作用，引领着整个产业结构的阶梯式发展。

飞机制造业需要规模庞大的产业配套：飞机制造的产业链很长，包括与飞机有直接配套关系的飞机本身和随机器材（地面设备和工具），以及与飞机制造过程配套的制造设备、工艺设备、检测设备和材料等。航空产品复杂度很高，涉及 70 多个学科和大部分的工业领域，因此需要规模巨大的产业配套，如波音 747 由 100 多万个零部件构成，需要上万个配套企业进行协同生产；波音 787 大约有 400 万个零部件，其中 90% 的零部件生产分包给了 40 多个国家的合作伙伴，自己仅生产尾翼以及进行最后的组装。

## 4. 中国飞机制造业发展历程

新中国成立之前，中国基本没有自己的飞机制造业，国内只有几家小型飞机修理厂。1949 年之后，中国的飞机制造业经历了从修理到制造、从仿制到自行研制、从自主发展到国际合作的成长过程，并逐步建立起自己的飞机制造业。自主研发成功了 Y7、MA60、Y8、ARJ21 等民用飞机，同时飞机制造业企业加强了国际合作，从转包飞机零部件到承担国外整机总装生产，转包生产零部件涉及波音 737、747、757 和空中客车 A310、A320、A330/340 和 ATR42/72 等。

### 4.1. 1951 年—1954 年：从修理到制造

新中国成立后，中央决定开始建立自己的飞机制造业，1950 年 12 月，周恩来总理召开会议，讨论和确定了飞机制造业建设的基本方针，同时决定派出赴苏谈判代表团。1951 年 2 月 19 日，中国和苏联达成协议，意味着争取苏联援助的准备工作已经基本完成。同年 4 月 17 日，中央人民政府革命军事委员会和政务院颁发了《关于航空工业建设的决定》，《决定》提出中国飞机制造业目前阶段的任务是全力保证中国空军部队及航空学校的所有飞机、发动机的修理以及零件、配件和工具的制造，然后再逐步地向飞机装配及飞机制造方向发展。由此可以看出，中央确定这一时期飞机制造业发展战略为“从飞机修理到制造”。

1951 年以后，需要修理的飞机、发动机的数量剧增，为此，航空工业局及时提出“密切结合修理的需要，兼顾技术发展，积极试制新产品”的方针，要求各修理厂迅速扩大零件制造范围，做到既满足修理的需要，又逐步为过渡到制造创造条件。执行这个方针以后，各修理厂新试制的零件种类增长很快。大量自制零件的过程，也是学习和掌握冷加工、热加工、试验、装配、检验等整套复杂的制造技术的过程。零



件制造范围的不断扩大，促进了管理水平的迅速提高。从 1954 年开始，飞机制造业工作正式转向制造。1954 年 7 月 11 日南昌飞机制造厂制造的初教 5 型飞机试飞成功，标志着中国飞机制造业从此由修理跨入了制造的新阶段。“一五”期间，中国飞机制造业取得了由修理到制造的成功，投入成批生产，并交付使用，主要是由于中央政府制定了从修理到制造的正确方针，同时积极争取苏联的技术援助和专家指导。

#### 4.2. 1955 年—1976 年：从仿制到自行研制

自 1954 年初教 5 型飞机制造成功后，中国飞机制造业开始进入仿制阶段。五十年代末、六十年代初，中国飞机制造业在初步掌握飞机制造技术之后，建立航空科研机构，也试着自行研究和设计飞机。中苏合同中断以后，中国飞机制造业开始从仿制走向自行研制的新阶段。在这个阶段，中国航空人把仿制与局部自行设计结合起来，跳出“依样画葫芦”的单纯仿制，不断仿制出高空高速歼击机歼 7、轻型喷气式轰炸机轰 5 和中程喷气式轰炸机轰 6。这些机种不是单纯的仿制，都进行了局部改进或自行设计。六十年代，中国自行设计了超音速强击机强 5 和高空高速歼击机歼 8，并获得了成功。1966 年 10 月，周恩来总理、叶剑英副主席批准研制运 7 型旅客飞机。1970 年 12 月，50 座的运 7 型旅客飞机试飞成功，填补了国内中型运输机的空白，并培养了一批技术人员。1969 年 10 月，国家又开展了运 8 飞机的研制，经过 5 年的努力，1974 年 12 月运 8 试飞成功。运 7、运 8 的研制成功，使中国飞机制造业向独立自主研制迈出了一大步。中国航空人不但开发新机种，而且在已有机型的基础上，不断地改进机型。1964 年，白天型的歼 5 飞机改进为全天候的歼 5 飞机。后来又将歼 5、轰 5 和歼 6 改为教练机歼教 5、轰教 5 和歼教 6，同时，还开展了改型侦察机轰侦 5 和歼侦 6 的工作。这些改型满足了多层次，多方面的需求。从 1961 年到 1976 年这 16 年间，中国飞机制造业累计研制生产了 7 种新型飞机，而且飞机的重量也在不断增加。中国飞机制造业已经具备一定的科研和生产能力，这也标志着中国飞机制造业由仿制走向自行研制取得了初步胜利。

#### 4.3. 1977 年—至今：从自主发展到国际合作

七十年代后，中国的飞机制造业逐步向民用方向发展，先后研制出多种型号的民用飞机，民用飞机也由小型支线飞机发展到大型干线飞机。其中的一个重大研制项目是大飞机—“运十”，它是在毛泽东、周恩来的直接过问下，于 1970 年 8 月立项，仅仅比空中客车晚两年。1980 年 9 月，完全自主设计制造的大飞机—“运十”首飞成功。但“运十”项目于 1983 年 10 月下马。中国放弃自行研制的“运十”项目之后，航空部门开始寻求国际合作，并制定了“三步走计划”发展战略：第一步是部分制造和装配麦道 80/90 系列飞机，由麦道提供技术；第二步是与国外合作，联合研制 100 座级飞机，约在 2005 年服役；第三步是在 2010 年实现自主设计制造 180 座干线大飞机的能力。“三步走计划”发展战略的实施标志着中国飞机制造业开始由自主设计走向国际合作的发展道路。尽管“三步走计划”失败了，但国际航空制造商没有放弃与中国的合作，如今空中客车公司在天津设立飞机总装线，巴西也将总装线设在哈尔滨，中国飞机制造业国际合作水平达到了前所未有的高度。

## 5. 中国飞机制造业发展现状

航空工业的发展水平是衡量一个国家综合实力的重要标志之一，许多发达国家将航空工业作为支柱性产业大力发展，发展中国家也积极采取措施扶持本国航空工业参与世界竞争。我国已经将航空工业作为战略性新兴产业的重要组成部分重点扶持，并通过实施大型飞机重大专项，推动我国民用航空工业实现快速发展。此外，我国也制定了一些扶持航空工业发展的产业政策，支持民用飞机产业发展、推动航空工业军转民的战略转变、促进航空工业国际合作与外贸进口、引导非公有制资本进入国防科技工业建设领域，并鼓励非公有制企业参与军民两用技术开发及其产业化。随着上述政策的逐步落实，一批民营企业进入航空零部件制造领域，打破了我国航空工业原有相对封闭、自给的经营体制。

表 5: 近年来航空制造业主要行业政策

时间	文件名称	发布单位	主要内容
2011 年	《工业转型升级“十二五”规划》	国务院	加强铸、锻、焊、热处理和表面处理等基础工艺研究，加强工艺装备及检测能力建设，提升关键零部件质量水平。推进智能控制系统、智能仪器仪表、关键零部件、精密工模具的创新发展，建设若干行业检测试验平台。继续推进高档数控机床和基础制造装备重大科技专项实施，发展高精、高速、智能、复合、重型数控工作母机和特种加工机床、大型数控成形冲压、重型锻压、清洁高效铸造、新型焊接及热处理等基础制造装备，尽快提高我国高档数控机床和重大技术装备的技术水平
2012 年	《国务院关于促进民航业发展的若干意见》	国务院	鼓励民航业与航空工业形成科研联动机制，加强适航审定和航空器运行评审能力建设，健全适航审定组织体系。积极为大飞机战略服务，鼓励国内支线飞机、通用飞机的研发和应用。引导飞机、发动机和机载设备等国产化，形成与我国民航业发展相适应的国产民航产品制造体系，建立健全售后服务和运行支持技术体系。积极拓展中美、中欧等双边适航范围，提高适航审定国际合作水平
2012 年	《国防科工局、总装备部关于鼓励和引导民间资本进入国防科技工业领域的实施意见》	国防科工局、总装备部	鼓励和引导民间资本进入国防科技工业的领域；允许民营企业按有关规定参与承担武器装备科研生产任务；鼓励民间资本进入国防科技工业投资建设领域；引导和支持民间资本有序参与军工企业的改组改制；鼓励民间资本参与军民两用技术开发；加强对民间投资的服务、指导和规范管理
2013 年	《促进民航业发展重点工作分工方案》	国务院	积极为大飞机战略服务，鼓励国内支线飞机、通用飞机的研发和应用。引导飞机、发动机和机载设备等国产化，形成与我国民航业发展相适应的国产民航产品制造体系，建立健全售后服务和运行支持技术体系
2013 年	《产业结构调整指导目录（2011年版）（修订）》（2013年2月）	国家发改委	鼓励类——第十八项“航空航天”第1条“干线、支线、通用飞机及零部件开发制造”
2016 年	2016年国防科工局军民融合专项行动计划	国防科工局	大力推进国防科技工业军民融合发展进程，出台顶层规划和系列政策措施，建立组织实施体系。进一步健全全军民科技协同创新机制，推进强基工程，夯实创新基础；扩大军工开放，进一步深化技术、产品和资本的“民参军”

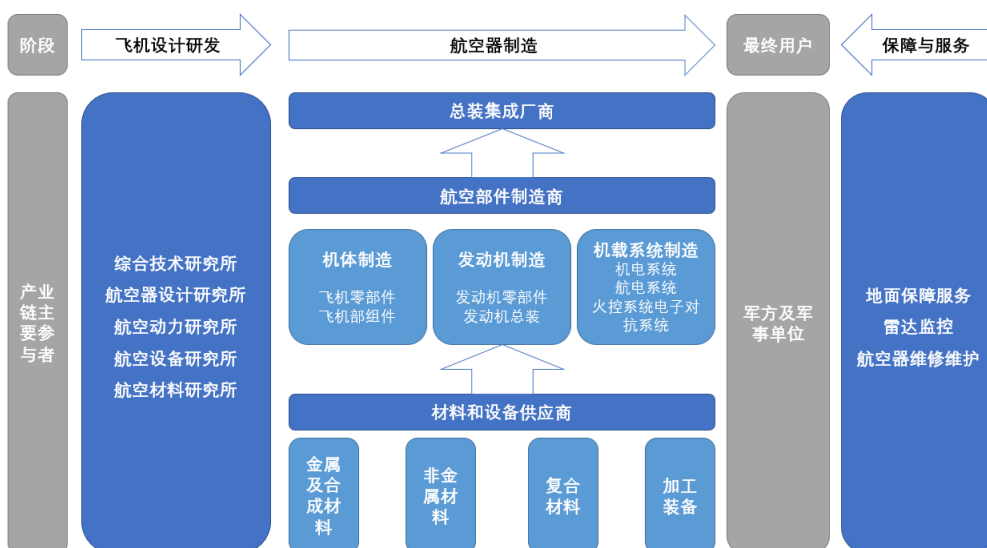
2016年	关于经济建设和国防建设融合发展的意见	中央政治局	军民融合发展作为一项国家战略，把军民融合的理念和要求贯穿经济建设和国防建设全过程，加快形成全要素、多领域、高效益的军民融合发展格局。
2017年	国务院办公厅关于推动国防科技工业军民融合深度发展的意见	国务院办公厅	推进军民结合、寓军于民的武器装备科研生产体系建设，实现军民资源互通共享和相互支撑、有效转化，推动国防科技工业军民融合深度发展，建设中国特色先进国防科技工业体系

数据来源：东北证券

我国航空零部件产业已经基本建立独立自主的工业体系，在推动国防装备现代化转型升级、促进通用航空发展方面起到了关键作用。在国民经济快速发展、各项改革不断深化的条件下，国内军用飞机面临升级换代的迫切需求，民用航空运输业迅速发展也带动民用飞机市场急剧扩大，航空工业也迎来了前所未有的发展机遇。目前我国军用和民用航空工业进入快速发展时期，技术水平明显提升，航空零部件基础能力建设进一步加强，此外航空工业的国际合作不断深化，与世界先进水平间的差距不断缩小，并逐步形成军民结合、寓军于民的产业发展格局。

飞机制造业通常采取“整机制造商—多级供应商”的制造模式。产业链的第一级为整机制造商，主要从事产品设计、总装制造、市场营销、客户服务和适航取证环节；第二级为关键航空子系统制造商，所提供的子系统包括机体、发动机、航空电子等主要机载设备；第三级主要包括众多为产业链上层的整机与子系统制造商提供零部件与材料的供应商。航空航天零部件制造是航空航天制造业的基础性子行业，是实现航空航天材料向关键子系统和整机制造转变的重要环节，具有产品门类繁多、工艺路线复杂和产品精密度高的特点。从军民融合与资产专用性角度，零部件制造业较专用于子系统及整机组装，在不同机型及军民应用领域之间具有更广泛的通用性及下游市场；同时，由于零部件产品的高度定制化，零部件制造商易与整机及子系统制造商形成较深入的合作关系。

图 34: 航空飞机制造行业产业链



数据来源：东北证券，立航科技招股说明书

当前我国航空制造产品仍然以军用飞机为主，中航工业集团基本垄断国内所有军机型号的生产。中航工业集团公司设有航空武器装备、军用运输类飞机、直升机、机载系统、通用航空、航空研究、飞行试验、航空供应链与军贸、专用装备、汽车零部件、资产管理、金融、工程建设等产业。中航工业集团下辖 100 余家成员单位，覆盖了从研发设计、零部件制造到子系统与整机组装的全产业链，其中整机制造企业主要包括沈飞集团、成飞集团、洪都航空、西飞集团、哈飞集团等，产品涵盖歼击机、歼击轰炸机、轰炸机、运输机、教练机、侦察机、直升机、强击机、通用飞机、无人机等飞行器，以及空空、空面、地空导弹。

**表 6: 中航工业下属飞机制造企业**

序号	企业名称	简介	代表性产品
1	西安飞机工业(集团)有限责任公司	我国大中型军民机研制生产的重要基地，是中国民机的先行者，也是国际航空产业合作和航空产业海外投资的开拓者。	H-6、Y-20
2	陕西飞机工业(集团)有限公司	研制、生产大、中型军民用运输机的大型国有军工企业。	Y-8、Y-9
3	中航沈飞股份有限公司	航空产品制造为核心主业，集科研、生产、试验、试飞、服务保障为一体的大型现代化飞机制造企业，被誉为“中国歼击机的摇篮”。	J-11、J-15、J-16
4	成都飞机工业(集团)有限责任公司	我国航空武器装备研制生产和出口主要基地、民机零部件重要制造商	J-10、J-20
5	江西洪都航空工业集团有限责任公司	初、中、高级全系列教练机的专业航空研发制造企业	L-15、K-8、PT-6
6	贵州飞机有限责任公司	从事教练机/无人机研制、生产的国有大型军工企业	FTC-2000G
7	哈尔滨飞机工业集团有限责任公司	我国直升机、通用飞机、先进复合材料构件的主要研发制造基地	Z-9、Z-19、Z-20
8	昌河飞机工业(集团)有限责任公司	备研制和批量生产多品种、多系列、多型号直升机和航空产品零部件的能力，是中国直升机科研生产基地和航空工业骨干企业	Z-8、Z-10
9	中航通用飞机有限责任公司	国内最大的以通用飞机研发制造、运营服务为主业的多元化公司	AG-600
10	石家庄飞机工业有限责任公司	通用飞机主机生产厂，具备通用飞机的研发制造、通用航空运营、航空器维修等综合能力	Y-5B

数据来源：东北证券，各集团公司官方

我国飞机制造业历经数次战略性和专业化重组，目前形成了以中航工业及其下属单位、以及中国商飞为主的制造格局，各企业依据自身实力和技术研发格局，承接不同类型航空器产品的研发和制造。围绕航空工业的产业布局，我国航零部件制造行业形成了内部配套企业为主，科研机构、合资企业和民营企业有效补充的市场竞争格局。

**表 7: 国内航空零部件主要生产制造企业概况**

企业类型	代表企业	基本情况
------	------	------



第一类	内部配套企业	主机厂内部普遍设立了多个车间、分厂或者子公司等附属单位	具有一定的生产经验和生产能力，除为自有整机生产做配套外，还承接部分国际转包订单，是目前国内航空零部件生产的主要参与者。
第二类	科研机构	中航工业北京航空制造工程研究所、北京航空工艺研究所等	在从事航空器特种材料、特殊工艺的研发过程中，国内部分科研院所也逐渐形成了一定规模的零部件生产能力；技术优势多体现在部分高技术含量零部件上，并主要为自有研发活动做配套
第三类	合资企业	新宇航空制造（苏州）有限公司、尤纳森引擎部件（苏州）有限公司等	管理水平、技术能力较高，生产设备先进，其主要服务于国际转包业务
第四类	民营企业	爱乐达、明日宇航、德坤航空、安德科技、航飞公司、三角防务、铂力特等	为特定的主机厂提供定向配套服务

数据来源：东北证券，公开资料整理

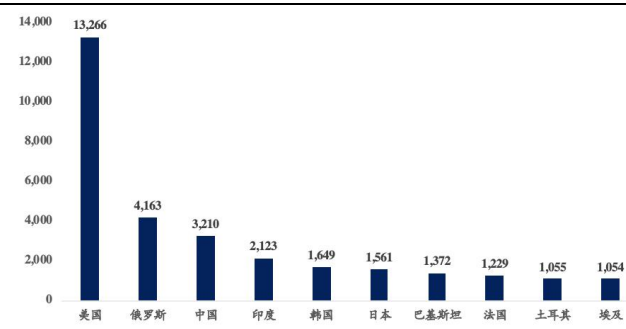
## 6. 中国飞机制造市场

### 6.1. 军用飞机制造市场

空军是现代化战争中的战略军种之一，先进战机作为我国空军主战装备亟待批量列装。军用航空器主要包括战斗机（又称歼击机）、攻击机（又称强击机）、轰炸机、武装直升机、军用运输机、预警指挥机、空中加油机、侦察机、教练机和无人机等。在军用航空领域，由于世界格局不断变化、周边环境仍存在不确定及不稳定因素，我国持续保持相对较高的国防投入，进行军队体制改革以适应国防和军队战略要求，提升军队战斗力。根据财政部发布的《关于 2019 年中央和地方预算执行情况与 2020 年中央和地方预算草案的报告》，2019 年我国国防预算将增长 6.6%，达到 12684.08 亿元。国防投入持续增加，其中空军作为重要的战略军种之一，其现代化建设进入快车道，决定军用航空领域市场需求将在一段较长周期内持续旺盛。

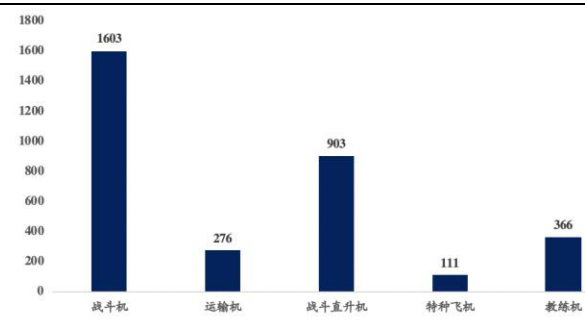
我国军机总量与美国存在较大差距，对标世界一流军队，军机增补空间很大。截至 2019 年底，美国拥有军用飞机 13266 架，占比 25%，数量居全球第一；其次是俄罗斯，数量达 4163 架，占比 8%；我国拥有军机数量为 3210 架，占比约为 6%，其中战斗机 1603 架、直升机 903 架、运输机 276 架、教练机 366 架、特种飞机 111 架，同美国存在较大差距。建设一流军队已成为国家发展战略，对标美国，我国军机尤其是先进战机在数量上存在很大增补空间，以“20 系列”为代表的国产先进战机已进入批产列装阶段，订单有望加速释放，带动我国航空产业景气度进一步提升。从战斗机的代际结构上看，中国战斗机中大量存在着歼-7、歼-8 等老旧二代机型，三代机、四代机数量占比远低于美国、俄罗斯两个世界强国。J-7、J-8 等二代机均为上世纪 90 年代以前的主流机型，服役时间较长，未来将逐步升级为 J-10、J-16、J-20 等三代半或四代新机型。此外随着国内新型直升机、教练机、运输机的成熟，相关飞机也面临着大量的列装、换装需求。

图 35: 2019 年底全球主要国家军机数量



数据来源: 东北证券, World Air Force 2020

图 36: 2019 年底我国各类军机数量



数据来源: 东北证券, World Air Force 2020

我国空军目前正在向战略空军转型, 未来 10 年带来军机需求规模约 1.98 万亿元。当前我国军用飞机正处于更新换代的关键时期, 未来 10 年现有绝大部分老旧机型将退役, 歼-10、歼-11、歼-15、歼-16 和歼-20 等将成为空中装备主力, 新一代先进机型也将有一定规模列装, 运输机、轰炸机、预警机及无人机等军机也将有较大幅度的数量增长及更新换代需要。

表 8: 2021-2030 年我国军机需求量和市场空间预测

机种	飞机数量 (架)	单价 (亿元)	合计 (亿元)	
固定翼飞机	歼-10/歼-11	800	2.1	1680
	歼-10C	400	3.5	1400
	歼-15	240	4.2	1008
	歼-16	600	3.5	2100
	歼-20	800	10	8000
	作战支援飞机	300	2.8	840
	大型运输机	200	12	2400
直升机	武装直升机	600	1.3	780
	通用/运输直升机	1000	1.6	1600
合计	-	-	19808	

数据来源: 东北证券, 中国产业信息网

按照飞机机身零部件占到飞机总价值量的 30% 计算, 预计 2021-2030 年十年间我国军机列装带来的航空零部件的市场规模约为 6000 亿元, 按照加工服务费用占零部件价值的 15% 计算, 航空零部件生产制造服务市场空间约为 900 亿元, 年均约为 90 亿元。

## 6.2. 民用飞机制造市场

航空工业是典型的知识密集型、技术密集型行业, 产业链长、国际分工程度高、市场容量大是国际航空工业的突出特征。随着经济全球化和区域经济一体化趋势愈加明显, 我国航空工业融入世界航空产业链已经是大势所趋。航空工业作为参与国际化分工深入的行业之一, 其健康发展可以有效带动国内企业参与国际竞争, 充分利用国际国内两个市场、两种资源, 分享世界经济发展带来的成果。目前国际航空转包生产大致分为 3 个层级。美国、欧洲、日本属于第一阵营, 以参与设计研发、工

程制造、大部件集成为主，利润率较高；中国大陆、韩国、墨西哥、突尼斯等属于第二阵营，以机体结构件的制造为主，利润率一般；俄罗斯、印度等属于第三阵营，大多处于零组件供应商层级，利润率较低。经过多年的积累，我国已基本掌握世界先进的数控加工技术和大型飞机机翼制造关键技术，具有复合材料加工、特殊工艺制造、大型钣金零件成型加工能力。

随着我国现代制造业的发展，民用航空国际转包已经发展到新的高度。我国民用航空事业起步较晚，并且在零部件的生产中，大都是以国际转包的形式为先进的民用飞机提供零部件产品。近些年来，我国航空企业一直通过国际航空转包生产以及大量合资企业建设的方式，不断提升国际主力机型结构部件、金属型材、金属零部件等方面的生产能力和产品质量，逐步成为世界航空产业重要的组成部分，提升了国际化发展能力。我国的航空零部件转包最初主要是通过“三来加工”的形式出现，即客户来图、来料和来样，企业根据客户的图纸对零部件进行生产和装配。在国际转包业务配套过程中，国内航空零部件生产企业的技术实力明显得到提升，业务规模不断扩大。

目前中国民机国际转包规模较之美国、欧洲、日本仍有很大差距，甚至低于韩国。2014年，全球民机转包生产市场规模约250亿美元，其中日本承接的转包生产规模占比约13-17%，韩国约8.3%，而我国占比仅6.5%。而同期我国民机采购数量占波音空客交付总量的比例高达16.64%。我国现有的民机国际转包体量远低于发达国家所获得的国际贸易补偿的平均标准。究其原因，一方面我国航空零部件的国际转包业务中，除西子航空等极少数个别公司直接承接了空客等整机厂的少量订单外，均由中航工业及其下属公司总揽承包并分包，但中航工业作为我国航空事业的中坚力量，主要精力更多投向自主机型的研发及生产；另一方面，民营企业虽有较强的国际转包业务承接意愿，碍于波音、空客一级供应商认证的严苛条件，民营企业极难直接从波音、空客取得订单。未来伴随着波音、空客国际采购趋势的加深和国内航空零部件制造主体的多元化特征凸显，一批实力雄厚、工艺完整、技术质量过关的民营企业将可能获得波音、空客一级供应商认证，突破现有制造格局。公司作为航空零部件制造领域的优势民营企业，随着自身加工实力和产品质量的不断提升，将优先受益于行业格局的调整。

从上世纪80年代开始，全球航空行业景气度持续上升，航空客运量持续走高，各国对飞机的需求量保持持续增长。根据《中国商飞公司市场预测年报(2019-2038)》，未来二十年，全球航空旅客周转量将以平均每年4.3%的速度递增，预计将有45,459架新机交付，价值约6.6万亿美元。同时，根据波音公司发布的《商业市场展望(2018-2037)》，在地区发展分布方面，亚太地区需求最为强劲，未来20年预计新增16,930架，市场价值达2.67万亿美元，成为全球最大的航空市场。根据《中国商飞公司市场预测年报(2019-2038)》，到2038年中国机队规模将达到10,344架，未来二十年，中国航空市场将接收50座以上客机9205架，价值约1.4万亿美元(约10万亿人民币)。按照我国对外采购干线飞机数量及最低5%的贸易补偿标准，以及国产飞机已取得订单的情况，按飞机零部件约占飞机总价值30%的比例测算，我国民用航空零部件国际转包市场规模约1000亿元。

以ARJ21和C919为代表的国产民航飞机批产在即，有望打开航空零部件国内分包市场空间。我国继运-10后自主研发的第二种大型客机C919已于2017年5月实现

首飞。目前 C919 客机市场前景看好，全国人大代表、C919 大型客机总设计师吴光辉在今年两会期间表示，目前 C919 的全球客户达到 28 家，订单总数达到 815 架，中航工业及下属成飞民机、沈飞民机等承担了 C919 大部分机身部件的生产工作，预计占飞机总价值量 15% 左右。此外，截止 2020 年 3 月我国 ARJ21、新舟 60 和新舟 600、新舟 700 分别获得订单 724 架、524 架（根据 2016 年的 343 架推测）和 285 架，按照各自售价及零部件占飞机总价值 30% 左右的比例计算，国产飞机已有订单可为零部件制造带来分包收入约为 1600 亿元。

**表 9: 预计 2019-2038 年波音、空客飞机国内采购量**

机种	飞机数量(架)	价值合计(亿美元)
双通道客机	1479	9293
单通道客机	4478	
支线客机	908	
合计	6865	

数据来源：东北证券，中国产业信息网

**表 10: 国际转包和国内分包中航空零部件市场空间**

	制造商/型号	订单量(架)	订单规模(亿元)	零部件转包市场规模(亿元)
国际转包市场	波音、空客	6865	64586	968.80
	新舟 60、600	524	550.20	165.06
国内分包市场	新舟 700	285	370.50	111.15
	ARJ21	724	1484.20	445.26
	C919	815	2811.75	843.53
合计	—	<b>9213</b>	<b>69802.65</b>	<b>2559.53</b>

数据来源：东北证券，中国产业信息网

## 7. 重点上市公司推荐

### 7.1. 产业链重点上市公司

飞机制造是一项庞杂的系统工程，飞机的设计过程涉及到力学、热力学、材料学、控制工程、机械工程、仪器科学与工程、电子、通信、计算机等多个基础学科的综合运用和集成优化，其制造过程高度依赖上游原材料、冶金、电子、化工、特种加工等基础工业。

航空零部件制造、飞机部装/总装是飞机制造行业的核心环节，目前飞机总装环节的生产任务主要由国有企业承担，民营企业大多参与其中的零部件加工、工艺装备生产、部件装配等环节。上市公司中，中航沈飞、中航飞机、中直股份、洪都航空是目前具备战斗机、运输机、直升机等军用飞机总装资质的企业，在上游零部件加工环节涉及的企业范围较广，既包括以中航重机、成飞集成为代表的国有企业，也包括爱乐达、三角防务、西菱动力等民营企业。



**表 11: 国内飞机制造领域重点上市公司**

产业分工	公司简称	股票代码	公司性质	简介
总装	中航沈飞	600760	国有企业	国内主要的歼击机研制生产基地
	中航飞机	000768	国有企业	国内大中型军民机研制生产基地
	中直股份	600038	国有企业	国内主要直升机、航空产品研制生产基地
	洪都航空	600316	国有企业	初中高级教练机研制生产企业
零部件	中航重机	600765	国有企业	飞机机身机翼结构锻件、中小型锻件，航空发动机盘类和环形锻件、中小锻件
	三角防务	300775	民营企业	特种合金锻件，主要用于制造飞机机身结构件及航空发动机盘件
	铂力特	688333	民营企业	金属增材制造与再制造技术全套解决方案
	爱乐达	300696	民营企业	军用飞机和民用客机零部件的精密加工业务
	通达股份	002560	民营企业	子公司成都航飞提供军用飞机零部件精密加工业务
	利君股份	002651	民营企业	子公司德坤航空从事航空工艺装备、钣金零部件制造、零部件精密加工业务
	华伍股份	300095	民营企业	子公司安德科技从事航空工艺装备、零部件精密加工等业务
	豪能股份	603809	民营企业	子公司昊轶强从事航空零部件的精密加工，钣金型材加工，标准件加工，材料试验件加工，模具、夹具的设计及成套制造
	新研股份	300159	民营企业	子公司明日宇航从事航空航天飞行器结构减重技术开发、应用和零部件制造
	成飞集成	002190	国有企业	航空零部件制造、模具制造
	西菱动力	300733	民营企业	投资布局军品与民用航空结构件，从事航空航空结构件、航空钣金件、轴类件及环形件生产。
	光韵达	300227	民营企业	拟收购通宇航空，后者业务包括航空精密零部件数控加工、航空配套工装设计制造、金属级 3D 打印等
	立航科技	A19369	民营企业	飞机地面保障设备、航空器试验和检测设备、飞机工艺装备、飞机零件加工和飞机部件装配等业务

数据来源：东北证券

## 7.2. 重点上市公司推荐

### 7.2.1. 利君股份：受益军机加速放量，部组件装配助力再上新台阶

航空航天业务同比大幅增长，部组件装配助力公司发展再上新台阶。公司全资子公司德坤航空主营航空航天零部件制造业务，目前主营业务包括航空航天工装模具设计及制造、航空数控零件精密加工、航空钣金零件制造和部组件装配等，产品应用

于波音、空客、IAI、中国商飞等民用飞机，多种型号军用飞机以及运载火箭等。2020H1 航空航天业务实现营业收入 0.21 亿元，同比增长 70.16%，航空航天业务迅猛发展。工装磨具、精密加工和钣金零件是目前德坤航空的主要收入来源，未来公司在航空航天领域部组件装配布局将进入收获阶段。我国国产军机进入加速放量阶段，不仅带动公司工装磨具和零件加工业务的发展，更重要的是为公司部组件业务发展带来重大机遇，公司将凭借自身技术实力实现向部组件装配的跨越式发展。

母公司主业短期受疫情影响较大，全年有望实现稳步增长。上半年受疫情影响，粉末系统及配套设备制造业务营收同比下降 3.22%，其中辊系（子）下降 31.93%，对整体营收影响较大，主要因为下有部分客户受疫情影响复工复产延迟导致需求量减少。随着国内疫情得到有效管控，预计下半年母公司主业有望出现明显改善，全年有望实现稳步增长。

盈利预测与投资建议：预计公司 2020/21/22 年实现营业收入分别为 9.23/12.57/17.76 亿元，归母净利润分别为 2.62/3.94/6.25 亿元，EPS 分别为 0.26/0.39/0.61 元，给予公司 38 倍合理 PE，对应 2021 年目标价格为 14.82 元。鉴于当前国产军机加速放量和未来国产大飞机批产将带动航空零件加工和部组件装配市场高速发展，公司有望充分受益，给予“买入”评级。

### 7.2.2. 西菱动力：积极布局航空航天制造，打造“汽车+军工”两翼发展格局

汽车业务市场拓展取得重大突破，汽车业务有望实现快速反弹公司汽车业务主要产品为曲轴扭转减振器、连杆总成和凸轮轴等汽车发动机零部件，并向涡轮增压器等新产品不断拓展。目前公司与众多汽车厂商建立战略合作关系，在某国际著名汽车制造商配套方面取得重大突破，有望带动公司汽车业务实现快速反弹。

积极布局航空航天制造，有望受益军工行业高景气：公司长期深耕汽车发动机精密零件加工，在精密数控加工、铸造、锻造和热处理技术等方面积累了强大实力，凭借技术实力和地理位置优势，公司围绕主机厂实现航空航天零部件制造领域进行布局，预计 2021 年进入收获阶段，受益于军工行业高景气度不断提升，公司未来发展有望不断超预期。

实施股权激励，激发骨干员工积极性：公司拟实施股权激励，向 181 名骨干员工授予限制性股票 320 万股，占目前公司总股本的 20%，与公司发展进行利益绑定，有望激发骨干员工的积极性和创造力。

大股东认购定增，彰显对公司未来发展信心：公司拟通过定增方式募集资金 1.5 亿元，以补充公司流动资金，控股股东魏晓林先生全额认购本次定增额度，彰显对公司未来发展信心。

盈利预测与投资建议：预计公司 2020/2021/2022 年实现营业收入分别为 5.31/9.28/12.35 亿元，实现归母净利润 0.39/1.69/2.71 亿元，EPS 分别为 0.24/1.06/1.70 元。对公司进行分部估值，汽车业务给予 25 倍合理 PE，航空航天制造业务给予 50 倍合理 PE，给予公司 2021 年目标价为 38.75 元，给予“买入”评级。

### 7.2.3. 华伍股份：制动器高速增长，军工业务受益航空装备加速放量

国内工业制动器行业领导者，布局航空航天实现业务结构优化升级。公司是国内生产规模大、产品品种全、行业覆盖面广，是我国工业制动器现有多项行业标准的起草单位，产品广泛应用于港口、轨道交通、风力发电等行业，并配套出口到全球 92 个国家和地区。公司积极把握军用航空高端装备制造行业的发展机遇，立足工业制动器领域的优势地位，加强在军工领域的业务拓展，以实现自身产业布局的优化升级，通过并购安德科技和长沙天映形成工业制动器和航空高端制造双主业的发展格局。

港机、风电、轨交等下游市场景气较高，制动器产品收入有望稳定增长。公司制动器在重型装备市场占有率在 40% 以上，风电产品客户基本涵盖了国内主要风电设备主机厂商，也是国内唯一具备低地板有轨电车液压制动系统装车资质的民营企业，随着港机的自动化升级、国内风电装机规模快速扩张以及城市轨道交通投资规模的稳步增加，公司工业制动器产品业务规模有望持续稳定增长。

下游需求迅速扩张，航空航天业务将带动业绩快速增长。公司积极向航空航天领域进行业务拓展，业务涵盖航空工艺装备、发动机零部件、飞机维修服务等，子公司安德科技和长沙天映在各自细分行业内都具有较强竞争优势。国内军用航空装备将进入列装/换装上行周期，有望带动上游航空工艺装备、航空零部件以及飞机/发动机维修需求的大幅增加，公司航空航天领域将带动公司整体业绩快速增长。

盈利预测与投资建议：预计 2020-2022 年营收为 13.92/17.70/22.09 亿元，归母净利润为 1.68/2.22/3.05 亿元，EPS 分别为 0.44/0.59/0.80 元，给予“买入”评级。

## 8. 风险提示

军品市场拓展不及预期；民机转包及分包市场发展不及预期；行业竞争加剧。

### 分析师简介:

**陈鼎如:** 清华大学精仪系硕士, 华中科技大学机械学院本科, 现任东北证券军工组组长。3年航天装备研发工作经验, 1年金融信息安全领域工作经验, 证券从业经历4年。2019年Wind国防军工行业“金牌分析师”第4名。

**刘中玉:** 中国科学院大学流体力学博士, 北京航空航天大学工程力学本科, 现任东北证券军工组研究助理。曾任中国空间技术研究院总体部主管设计师, 2018年以来具有2年证券从业经历。2019年Wind国防军工行业“金牌分析师”第4名。

### 重要声明

本报告由东北证券股份有限公司(以下称“本公司”)制作并仅向本公司客户发布, 本公司不会因任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。

本报告中的信息均来源于公开资料, 本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 不保证所包含的内容和意见不发生变化。

本报告仅供参考, 并不构成对所述证券买卖的出价或征价。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的证券买卖建议。本公司及其雇员不承诺投资者一定获利, 不与投资者分享投资收益, 在任何情况下, 我公司及其雇员对任何人使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本公司或其关联机构可能会持有本报告中涉及到的公司所发行的证券头寸并进行交易, 并在法律许可的情况下不进行披露; 可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务、财务顾问等相关服务。

本报告版权归本公司所有。未经本公司书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 须在本公司允许的范围内使用, 并注明本报告的发布人和发布日期, 提示使用本报告的风险。

本报告及相关服务属于中风险(R3)等级金融产品及服务, 包括但不限于A股股票、B股股票、股票型或混合型公募基金、AA级别信用债或ABS、创新层挂牌公司股票、股票期权备兑开仓业务、股票期权保护性认沽开仓业务、银行非保本型理财产品及相关服务。

若本公司客户(以下称“该客户”)向第三方发送本报告, 则由该客户独自为此发送行为负责。提醒通过此途径获得本报告的投资者注意, 本公司不对通过此种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

### 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 并在中国证券业协会注册登记为证券分析师。本报告遵循合规、客观、专业、审慎的制作原则, 所采用数据、资料的来源合法合规, 文字阐述反映了作者的真实观点, 报告结论未受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

### 投资评级说明

股票 投资 评级 说明	买入	未来6个月内, 股价涨幅超越市场基准15%以上。
	增持	未来6个月内, 股价涨幅超越市场基准5%至15%之间。
	中性	未来6个月内, 股价涨幅介于市场基准-5%至5%之间。
	减持	未来6个月内, 股价涨幅落后市场基准5%至15%之间。
	卖出	未来6个月内, 股价涨幅落后市场基准15%以上。
行业 投资 评级 说明	优于大势	未来6个月内, 行业指数的收益超越市场平均收益。
	同步大势	未来6个月内, 行业指数的收益与市场平均收益持平。
	落后大势	未来6个月内, 行业指数的收益落后于市场平均收益。



## 东北证券股份有限公司

 网址: <http://www.nesc.cn> 电话: 400-600-0686

地址	邮编
中国吉林省长春市生态大街 6666 号	130119
中国北京市西城区锦什坊街 28 号恒奥中心 D 座	100033
中国上海市浦东新区杨高南路 729 号	200127
中国深圳市福田区福中三路 1006 号诺德中心 34D	518038
中国广东省广州市天河区冼村街道黄埔大道西 122 号之二星辉中心 15 楼	510630

## 机构销售联系方式

姓名	办公电话	手机	邮箱
<b>公募销售</b>			
<b>华东地区机构销售</b>			
阮敏 (副总监)	021-20361121	13636606340	ruanmin@nesc.cn
吴肖寅	021-20361229	17717370432	wuxiaoyin@nesc.cn
齐健	021-20361258	18221628116	qijian@nesc.cn
陈希豪	021-20361267	13262728598	chen_xh@nesc.cn
李流奇	021-20361258	13120758587	Lilq@nesc.cn
李瑞暄	021-20361112	18801903156	lirx@nesc.cn
周嘉茜	021-20361133	18516728369	zhoujq@nesc.cn
刘彦琪	021-20361133	13122617959	liuyq@nesc.cn
金悦	021-20361229	17521550996	jinyue@nesc.cn
<b>华北地区机构销售</b>			
李航 (总监)	010-58034553	18515018255	lihang@nesc.cn
殷璐璐	010-58034557	18501954588	yinlulu@nesc.cn
温中朝	010-58034555	13701194494	wenzc@nesc.cn
曾彦戈	010-58034563	18501944669	zengyg@nesc.cn
周颖	010-63210813	19801271353	zhouying1@nesc.cn
过宗源	010-58034553	15010780605	guozhy@nesc.cn
<b>华南地区机构销售</b>			
刘璇 (副总监)	0755-33975865	18938029743	liu_xuan@nesc.cn
刘曼	0755-33975865	15989508876	liuman@nesc.cn
王泉	0755-33975865	18516772531	wangquan@nesc.cn
周金玉	0755-33975865	18620093160	zhoujy@nesc.cn
陈励	0755-33975865	18664323108	Chenli1@nesc.cn
<b>非公募销售</b>			
<b>华东地区机构销售</b>			
李茵茵 (总监)	021-20361229	18616369028	liyinyin@nesc.cn
赵稼恒	021-20361229	15921911962	zhaojiaheng@nesc.cn
杜嘉琛	021-20361229	15618139803	dujiachen@nesc.cn