

# 飞机结构与重量控制

603所 王 哲

**摘 要** 从结构方案论证、打样设计、细节设计、使用维护等方面阐述重量控制应全方位贯穿于结构设计的整个过程,归纳总结了现代飞机结构所采用的新材料、新工艺、新技术等减重措施。

**关键词:** 结构设计 重量控制

重量在飞机设计过程中处于重要位置,空机结构重量占有很大的权数,是飞机研制成功的关键指标,合理控制重量,提高飞机性能,应贯穿于飞机设计始终。从总体、性能,到材料、标准各专业结构设计均应尽最大限度发挥结构效率。无论是方案论证、打样设计、详细设计,还是生产试制、试飞排故阶段,均应做好重量控制。总体重量专业要合理分配各大部件重量指标,结构设计采用多种方法,在满足结构完整性准则的前提下控制重量,不断反馈信息,修正总体布置,采用新结构、新材料、新工艺,合理划分设计分离面和工艺分离面,选择优化的结构型式,必要时权衡外形对结构受力和重量的

影响,改变外形数据。非受力结构,不宜布置有较大载荷的构件。起落架结构尽量向前收起布置,一件多用,结构紧凑,传力直接等。此外,准确计算零部件理论重量,以便在生产、装配中严格控制超差超重问题,同时也是对生产起到监督、检查作用。采用规范标准样件设计,可省去多余重量,多采用货架产品,对飞机重量都有积极作用。

## 1 飞机结构各阶段重量控制

### 1.1 方案论证阶段

在方案论证阶段,对结构重量应有较为科学的预测,根据不同类型飞机重量数据,

前(2000年7月)完成了颤振、结冰以及其它常规科目,正在进行的是大攻角失速特性试飞。安-70飞机高温性能将在塔什干进行;高原性能将在吉尔吉斯进行。

●安-70飞机舱内噪声不超过85dB。这是由于发动机采用多叶全复合材料螺旋桨的结果,与发动机相对机身的位置较远也有一定关系(图3)。

### 安-70飞机的几种改型

安东诺夫航空科学/技术联合体为了开拓安-70飞机的民用市场正在预研一系列民用安-70飞机。

安-70-100型飞机,是在安-70军机的基

础上,通过简单的取消或增换装符合FAR-25部的航电设备而改装成的民用运输机。比如取消了空投、空降设备,选用与民机匹配的无线电、导航等机载电子产品。

安-70T型飞机,是完全按民航适航要求改进的民用货机,空机重量减少6t。安-70T同样具有短距起降性能。

安-70T-100型飞机是一种双发(Д-27、桨扇)民用飞机。由于减少了两台发动机,短距起降性能将不复存在。

安-70T-200型飞机在安-70T-100的基础上,将两台桨扇发动机(Д-27)换装为两台涡扇发动机(ИЖ-93),从而使安-70飞机的市场占有率将进一步提高。▲

按传统统计估算公式,综合结构的几何形状、表面积、发动机数量及类型、总的布置思路,初步制定出重量分配原则及给出各大部件的重量,包括机身、机翼、垂尾、平尾、起落架等。

## 1.2 打样设计阶段

打样设计阶段主要确定飞机结构形式,各专业协调,兼顾工艺性、维修性,同时要初步计算各部件重量是否满足重量分配指标,布局是否最优,甚至会修正总体外形,总体布置及增减有关结构件。如某型号在打样设计阶段,机身前中段上部外形与中央翼形状变化大,机身结构既要保证主传力路线不断,又要具有良好的气动外形,必须增加一块较厚的整形蒙皮,但传力又不直接,经修正外形,使之与中央翼一致起来平滑过渡,机身上部蒙皮参与总体传力,做到一件两用,减轻重量20kg。应尽量减少机身机翼分离面的划分,每增加一个分离面,就增加20~40kg重量,并且分离面划分尽量选在低应力区。要跟踪国外飞机最新发展技术,达到减重。如某型号按现代飞机发展要求,取消了前后驾驶舱防弹钢板,减重40kg;将平面风档改成圆弧风档,减重10kg。大量采用复合材料、新型铝合金和新工艺,计算机三维协调,利用计算机及时分析零部件重量等,可有效地控制打样阶段重量。应统一编制关于飞机结构的一般结构形式、安全系数、剩余强度、应力水平、强度和刚度指标、工艺、选材方面的标准和规定。将重量指标下分到每个组件,对不满足重量指标的组件重新设计。例如,某型号原进气道为整体铸件,进气道尺寸较大,唇口外伸较长,设计重量达150kg,超过了设计指标60kg,将结构形式改变为主受力唇口舌板整体件与板金组合结构,使唇口重量在给定的重量指标范围内,将主起落架主支柱内腔作为冷气瓶使用,减重20kg。

## 1.3 详细设计阶段

详细设计阶段是指发出生产图、完成重量计算报告的编写,是重量控制最直接最关键的环节,包括方案实施、结构选材、细节设计等。按总体给定的外形、设备布置、强度外载、安全系数、部件的重量指标,进一步确定最佳的结构形式,并应用计算机协调、优化程序多约束调优,使结构刚度分布合理,受力直接,提高结构利用率。对打样设计阶段多方案分析比较,选取重量最轻的一种。熟悉各种设计规范和强度计算准则,在满足强度、刚度、确保安全的前提下,力求减轻结构重量。对部分壁板采用张力场设计,可减重6%~8%。合理选择材料、标准件等。画出飞机结构重量均布图,多轮重量初步估算,不断修正。要参考一些相关机种的统计规律,继承先进的重量控制经验,合理设计结构件。

## 1.4 生产试制阶段

生产试制阶段,主要是零件的加工、装配,超差超重问题比较突出,设计人员必须正确对待。尤其对理论重量要有很高的可信度,严格检查零件尺寸及公差。图纸及文件中规定下移尺寸公差带或压缩公差带,轴类零件负偏差大于正偏差,并要求对刀加工,控制零件工艺余量、涂镀层厚度,完善重量超差单签发程序,所有零件必须称重登记,提高加工质量,严格代料单审批,编发《试制生产阶段重量控制规定》、《零组件重量检验技术规定》、《称重和测量技术条件》,贯彻HB5319-89飞机零组件重量公差标准等,控制原材料供货状态,如板材、型材、管材、非金属件等厚度,建立健全重量计算报告、重量超差单管理等。

## 1.5 跟飞排故阶段

在飞机试飞阶段,飞机结构可能会出现

因强度、刚度不足而断裂、裂纹、掉钉等,还会因系统改装对结构协调更改,加之排故时间紧,外场条件差,重量控制环节较松,就会出现增重现象。重新生产飞机必须按照正常设计程序,合理布置结构件,控制其重量。

## 2 飞机结构设计减重措施

### 2.1 计算机辅助结构设计

利用计算机进行“无纸设计”、数据管理和运输,使得设计精确,与工艺、制造并行工作,改变传统模线、样板协调,实现图模合一,缩短研制周期。同时可早期发现问题,及时解决,设计更改少。用计算机进行预加工、预装配,精确分析零组件重量、重心、惯性矩,选择合适的工艺方法。

### 2.2 选用新结构、新材料

复合材料结构:可根据使用要求和受力情况进行材料的设计与剪裁,目前已扩大到主承力结构,与一般金属结构相比,比强度和比刚度高,耐腐蚀,抗疲劳,可大大减轻结构重量。

整体结构:连接数目少,传力直接,疲劳性好。整体部件有机身、机翼、尾翼等整体壁板、梁、接头等。加工方法主要是数控、化铣等,选用材料一般为铝合金预拉伸板、钛合金等。减少连接件及连接接头,使零件数量减少,一件多用,达到减重。

夹层结构:主要有铝合金、Nomex纸蜂窝夹芯,面板为铝合金或复合材料、铝合金复合层板。优点是:比刚度大,抗声疲劳,吸振降噪,还具有整体结构特点。

复合材料:分为树脂基(热固性,热塑性)、金属基和陶瓷基,增强材料有碳纤维、硼纤维、芳纶、玻璃、混杂纤维等,还可利用复合材料制作隐身吸波结构和智能结构。

铝锂合金:比重小,弹性模量高,疲劳裂纹扩展速率低,制造方法无特殊要求,飞机结构上用量正在扩大。

钛合金:目前用量较广泛的为Ti-10V-2Fe-3Al(Ti-1023),该合金兼有亚隐 $\beta$ 钛合金的诸多优点,而不丧失 $\alpha + \beta$ 型钛合金的固有特性,是一种高强度、高韧性、高性能合金,尤其该合金可通过热处理获得极佳的温度、塑性及韧性匹配,代替钢件达到减重。

合金钢:300M钢(40CrNi2SiMoV4)不仅强度高,疲劳性能好,裂纹扩展速率低,而且适宜制造整体锻件,如用于主起落架支柱、平尾大轴等关键件,发挥其综合性能好的特点。

铝合金:高纯高强铝合金7075、7475、7147等,耐腐蚀,抗疲劳,强度高,综合性能好。

### 2.3 新工艺、新设备

新工艺、新设备的发展将是现代飞机结构设计重量控制的有力保证,也可减轻重量。诸如钛合金超塑性成型/扩散连接,等温锻造,热等静压,铝合金、铝锂合金超塑成型,大尺寸变厚度数控加工,铝合金多层次立体化铣,大型整体壁板喷丸成形,超长蒙皮的滚弯成形,整体油箱密封,强化工艺,激光加工,粉末注射和自动铆接装配等。

### 2.4 新型连接件

飞机结构由许多零部件组成,零部件之间主要靠机械连接件连接,包括承力锁、铆钉、螺栓等。用钛合金紧固件代替钢紧固件,环槽铆钉、高锁螺栓大量采用,减轻重量,提高性能。

飞机结构重量控制是一项系统工程,飞机设计各环节都应重视重量工作,力求细致扎实。重量指标分配应科学合理,并适当超

# 信息时代与企业信息化管理

王平周

**摘 要** 21世纪是信息网络、技术创新与管理进步融为一体的时代。信息是企业科学决策的基础,实行有效管理的手段和获得成功发展的动力。介绍了信息资源的作用和现代企业管理发展的特征,对企业加强信息网络建设提出建议。

**关键词:** 信息网络 企业管理

21世纪是知识经济挑战传统管理的时代,也是信息网络高速发展的时代。由于现代通讯技术、计算机技术和信息产业的迅猛发展,大大加快了世界经济全球化的进程,因特网的诞生正在引发一场世界范围内的信息产业革命,它标志着人类社会已经进入了信息网络时代。在信息社会中,现代企业将利用现代通讯技术、计算机网络、信息资源及其载体,实现信息资源数据化和信息服务网络化。它将极大地改变企业管理和人类社会生活的各个方面,所以信息时代又称为网络经济时代。信息网络已成为现代社会的中枢神经系统,成为网络经济发展的社会基础。信息时代要求企业必须顺应发展潮流,把传统管理转化为信息管理,因此,如何适应信息网络时代的要求,搞好企业内部的信息化管理,就成为现代企业管理中需要研究和探讨的一个重大课题。

## 1 信息及信息资源的特点与作用

信息是一个国家的重要战略资源和宝贵财富,也是企业生存和发展的生命。在企业发展过程中,物流、资金流、信息流构成了现

代企业的三大支柱,信息是其中之一,它伴随着物流与资金流的产生而产生,但起到的作用比物流和资金流更重要。在市场竞争中,企业要想获得生存和发展,就必须收集掌握大量、有用的市场信息,包括经济信息、营销信息、产品开发信息、政策税收信息等等。信息是企业进行科学决策的基础,是进行有效控制和管理的手段,是企业成功和发展的原动力。由于信息网络技术的发展,也使企业之间的竞争从传统的地理位置、经济实力上发展到立体三维空间。谁掌握并占有大的信息和网络空间,谁就能在市场上拥有大的势力范围。随着时代的发展、社会的进步和网络经济的到来,信息和信息资源的开发与利用正在显示着强大的生命力。

专家告诉我们,21世纪注定是信息网络、技术创新与管理进步融为一体的时代。信息网络的发展和全球信息共享,将会对企业的经营观念、经营方式、管理方式产生强烈的冲击。互联网的最大特点,就是在世界的最大范围内实现了“信息共享与跨平台应用”。只要企业加入了互联网,就能以最快的速度 and 最低的成本向国内外发布自己的产

前,结构减重措施恰当,相互联系。同时兼顾工艺性,经济性,提高结构利用率。要吸收国内外先进机种的成功经验,让有经验的

设计人员兼任各专业重量工程师。严格控制生产试制、试飞排故阶段的增重。▲