

航空技工院校教材



Feiji Zhuangpei Gongyixue

飞机装配工艺学

上册

王海宇 主编

西北工业大学出版社

航空

飞机装配工艺学

上册

主 编 王海宇

副主编 汉锦丽

编 者 王海宇 汉锦丽 李卫平

王晋涛 贺 磊 高 岚

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书主要包括飞机装配的基本知识、飞机装配中的连接技术、飞机装配准确度和检测方法、装配型架、各类典型结构的装配、飞机总装配和机场工作等。

本书可作为航空技工院校教材,也可供从事飞机装配的工人、技术人员,以及大、中专和技工院校的飞机装配专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

飞机装配工艺学.上册/王海宇主编. —西安:西北工业大学出版社,2012.8
ISBN 978-7-5612-3428-0

I. ①飞… II. ①王… III. ①飞机—装配(机械)—工艺学 IV. ①V262.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 199143 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者 陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:17

字 数:413 千字

版 次:2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

前 言

笔者多年来一直在航空技工院校从事“飞机装配工艺学”课程的教学工作。根据现今飞机装配技术的发展和技工院校学生对知识技能的实际需求,并结合教学实践,笔者体会到,编写一本适合于技工院校航空类专业教学的《飞机装配工艺学》教材是十分必要的。本书是以笔者多年使用的讲义为基础,参考国内外一些教材、文献资料编写而成的。

本书分上、下两册。上册主要内容:绪论部分介绍了飞机结构的基本特点、飞机装配的工艺特点、飞机装配工作的要求、飞机构造和飞机装配工艺的发展趋势,让读者初步了解和认识飞机装配工艺技术的基本知识;第一章介绍了飞机的工艺分解及装配单元的划分、装配基准、装配定位与固定、工艺文件等内容;第二章对铆接技术进行了详细分析;第三章全面阐述了螺纹连接技术;第四至八章介绍了飞机装配中的补偿、互换与协调、装配型架、飞机结构装配图识读和飞机装配检测方法的基本知识。

下册主要内容:第一章介绍了飞机装配准确度相关知识;第二至四章主要阐述了胶接和胶接结构装配、复合材料结构与制造、点焊和胶焊结构装配的基本知识;第五至八章概括介绍了生产工艺准备、飞机构造工艺性、飞机总装配和机场工作等内容。

在编写本书的过程中,笔者根据技工院校教学特点和学生的认知规律,坚持够用、实用的原则,力求使内容简明易懂。同时,为了增强内容的前瞻性,体现飞机装配技术的最新发展成果,本书涉及了中航工业西飞公司飞机装配的一些新技术、新工艺和新设备。

本书上册由王海宇任主编,汉锦丽任副主编。具体写作分工:绪论由王海宇、汉锦丽编写;第一至五章和第七章由高岚、贺磊、汉锦丽编写;第六章由李卫平编写;第八章由王海宇、王晋涛编写。全书由汉锦丽统稿。

感谢西飞技师学院教务处对本书的编写进行了精心组织筹划和所做大量的协调工作。参加审稿的人员包括中航工业西飞国际飞机制造总厂厂长骆学涛、中航工业西飞国际国航总厂厂长高晔、中航工业西飞国际飞机制造总厂厂长助理王建旗、中航工业西飞国际国航总厂“中华技能大奖”获得者万胜强。

在编写本书过程中,笔者参考了部分国内外文献资料和高等院校的有关教材,在此谨对原作者深表感谢。

由于水平有限,书中不妥和疏漏之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

编 者
2012年3月

目 录

(上 册)

绪论	1
思考题	6
第一章 飞机装配概述	7
第一节 飞机的工艺分解及装配单元的划分	7
第二节 装配基准	12
第三节 装配定位与固定	15
第四节 几种典型装配件的装配示例	27
第五节 工艺文件	31
思考题	34
第二章 铆接技术	35
第一节 概述	35
第二节 铆钉	38
第三节 制孔	44
第四节 制窝	49
第五节 普通铆接	56
第六节 密封铆接	66
第七节 特种铆接	75
第八节 铆接质量检查	99
思考题	107
第三章 螺纹连接技术	109
第一节 螺纹连接常用标准和紧固件	109
第二节 螺纹连接的工具和设备	120
第三节 螺纹连接的形式及典型工艺过程	126
第四节 螺纹连接工艺过程分析	128
第五节 螺纹连接质量检查	148
思考题	151
第四章 装配中的补偿	153
第一节 补偿方法分类及其应用	153

第二节	修配	154
第三节	部件的精加工	160
	思考题	165
第五章	装配中的互换与协调	166
第一节	互换协调的基本概念	166
第二节	模线样板	168
第三节	标准工艺装备	169
第四节	保证互换协调的基本方法	173
	思考题	184
第六章	装配型架	186
第一节	装配型架的功用、一般要求和种类	186
第二节	装配型架的构造	194
第三节	装配型架的制造与安装	201
第四节	装配型架的使用与维护	208
第五节	装配型架的发展	209
	思考题	211
第七章	飞机结构装配图基本识读知识	212
第一节	飞机图样的编号	212
第二节	图样分页和分区	216
第三节	结构装配图的主要内容及其作用	217
第四节	读结构装配图	220
第五节	识安装图	224
	思考题	227
第八章	飞机装配检测方法	228
第一节	概述	228
第二节	气动外缘偏差检查	231
第三节	部件相对位置准确度检查	237
第四节	力学性能检查	246
第五节	密封性检查	251
第六节	多余物和清洁度的检查	259
	思考题	263
	参考文献	265

绪 论

飞机制造(Aircraft manufacturing)是按设计要求制造飞机的过程。通常飞机制造仅指飞机机体零构件制造、部件装配和整机总装等。飞机的其他部分,如航空发动机、仪表、机载设备、液压系统和附件等由专业工厂制造,不列入飞机制造范围,但是它们作为成品在飞机上的安装和整个系统的连接、电缆和导管的敷设,以及各系统的功能调试都是总装的工作,是飞机制造的一个组成部分。

飞机制造要经过工艺准备、工艺装备制造、毛坯制备、零件加工、装配安装、检测和试验诸过程。飞机制造中采用不同于一般机械制造的协调技术(如模线样板工作法)和大量的工艺装备(如各种工夹具、模胎和型架等),以保证所制造的飞机具有准确的外形。工艺准备工作包括制造中的协调方法和协调路线的确定、工艺装备的设计等。飞机机体的主要材料是铝合金、钛合金、镁合金等,多以板材、型材和管材的形式由冶金工厂提供。飞机上还有大量锻件和铸件,如机身加强框、机翼翼梁和加强肋,它们多用高强度铝合金和合金钢锻造毛坯,这些大型锻件要在 $300\sim 700\text{MPa}$ 的巨型水压机上锻压成形。零件加工主要有钣金零件成形、机械加工和非金属材料加工。金属零件在加工中和加工后一般还要进行热处理和表面处理。飞机的装配是按构造特点分段进行的。首先将零件在夹具(型架)中装配成翼梁、框、肋和壁板等构件,再将构件组合成部件(如机翼中段、前缘,机身前段、中段和尾段等),最后完成一架飞机的对接。装配中各部件外形靠型架保证,对接好的全机各部件相对位置,特别是影响飞机气动特性的参数(如机翼安装角、后掠角、上反角等)和飞机的对称性,要通过水平测量来检测。总装工作还包括发动机、起落架的安装调整,各系统电缆、导管的敷设,天线和附件的安装,各系统的功能试验等。总装完成后,飞机即可转入外场工作,进行地面试车和试飞。通过试飞调整,当飞机各项技术性能指标达到设计要求时即可交付使用。

飞机制造中装配和安装工作量占直接制造(即不包括生产准备、工艺装备制造)工作量的 $50\%\sim 70\%$ 。这首先是因为飞机结构复杂,零件和连接件的数量大。例如,一架大型飞机有大约10万个零件,200多万个铆钉和螺栓连接件。其次是因为装配和安装工作的机械化和自动化程度比较低,手工劳动量占很大比重,劳动生产率低。再次是因为飞机的装配和安装不仅劳动量大,而且质量要求高、技术难度大。因此,提高飞机装配和安装的技术水平,在飞机制造中具有重要意义。

一、飞机结构的基本特点

1. 以尽可能小的结构质量满足强度和刚度的要求

飞机的结构强度、刚度始终受到质量的限制,飞机结构的质量是一个突出被考虑的问题。因此,飞机选用的材料大部分是高强度轻合金的薄壁钣金件。由这样的结构材料制作的零部件刚度小、变形大,增加了装配工艺的复杂性。

2. 外形复杂(有单、双曲度,变曲率),部件尺寸大而刚度小

有的飞机机翼长达几十米,本身又是薄壁结构,易变形,刚度小,因此飞机结构的精确度不易保证。

3. 零件数量多,协调关系复杂,装配以铆接为主

飞机零件的数量和品种多,一架飞机有成千上万个零件。铆接是目前飞机生产中应用最广泛的连接方法,尽管其他连接方法,如胶接、点焊、熔焊等有了相当大的发展,但由于铆接具有工艺方法比较简单、连接强度比较稳定可靠、能适应比较复杂的结构、操作简便、质量便于检查、故障易于排除等优点,到现在还没有一种连接方法能完全取代它。

二、飞机装配的工艺特点

1. 飞机装配劳动量大,机械化程度不高

我国航空企业结合型号需求,开展了壁板自动钻铆、大部件柔性对接等关键技术及装备的研究和应用,在数字化装配技术方面开展了有益的尝试和试验。但是,对先进装配技术的研究还没有系统化,未形成飞机数字化装配模式和体系。目前,飞机装配仍沿用根据实物样件以模拟量形式传递零部件的形状和尺寸,以及采用大量复杂刚性型架进行定位和夹紧的传统手工装配方法,装配精度、质量稳定性、装配效率等很难满足要求,国际适航认证获批艰难。因此,飞机装配技术已成为制约我国飞机制造技术能力的瓶颈,发展飞机数字化装配技术迫在眉睫。

2. 飞机装配涉及连接技术面较广,装配的准确度直接影响飞机的外形

飞机上的连接形式大量采用铆接和螺纹连接技术,另外还采用焊接、胶接等。这些连接技术的一个共同特点是变形较大,而飞机的最后形状和尺寸又是由装配过程来确定的,因此装配的准确度直接影响到飞机外形。

3. 飞机装配使用大量复杂的工装夹具

飞机外形复杂,部件尺寸大而刚度小,因此,飞机装配须使用大量工装、夹具固定零件位置,加强装配件的刚度,控制和约束装配件的变形,以保证装配的准确度要求。

4. 保证部件装配互换、协调的方法和过程比较复杂

飞机装配不仅需要精确度高的配合面和准确的配合尺寸,而且还需要有一套区别于一般机械制造并能保证自身互换、协调的设备和工艺路线。例如,为了保证产品与产品、产品与工装、工装与工装之间的协调,需要绘制模线,制造样板,采用型架装配机、标准样机、标准量规等专用设备和标准工艺装备。

三、飞机装配工作的要求

飞机由许多零件、组件、部件所组成。在飞机装配工作中,它们都必须满足下述要求。

1. 保证对接面的强度

保证每一结合面的强度是保证飞机装配质量的首要要求。无论用何种连接方法,稍不慎重而造成的缺陷(如铆钉未填满钉孔、焊缝未焊透、螺母未锁紧等),都可能使结合开裂而引起严重事故。飞机上承受大载荷的结合(如机翼与机身的连接),以及承受载荷不大的结合(如起落架盖板蒙皮与骨架的铆接结合),并没有重要与不重要之分。因为飞机设计的安全系数很小,所以任何细小的裂损都可能由局部影响全机。

2. 保证飞机气动外形的准确

这个要求有两方面的含义:一是外形曲线尺寸准确,例如机翼每一剖面的翼型曲线、上反角或下反角、后掠角或前掠角的数值,这些数值在装配时必须得到保证,这样才能使飞机得到预定的性能,不然就会减少升力、增加阻力,不利于稳定性和操纵性;二是外表面的光滑度,特别是机翼、尾翼前缘蒙皮的光滑度的保证,这对减少阻力、提高飞机速度具有重大意义。

3. 保证各机构动作准确、协调

飞机的所有操纵系统、动力装置等要求操作灵敏、准确,工作时不发生故障。这对歼击机来说,尤为重要。一场激烈的空战,往往不过几分钟或数十秒钟,驾驶员要在这短暂时间内完成各种复杂的工作,操纵机构如有瞬时的迟缓或故障,就会丧失空战中的优势。

4. 缩短装配周期

装配一架飞机所需要的时间称为装配周期。缩短装配周期就相应地提高了产量,也就意味着劳动生产率的提高。

5. 降低成本

飞机装配需要大量的劳动力,需要许多好的材料。劳动力的减少、材料的节约、废品率的降低,都能提高生产率,降低成本。

以上这些要求,有的是互相关联的,有的是互相矛盾的,这就需要寻求先进的工艺方法和先进的组织形式,最大限度地满足这些要求。

四、飞机构造和飞机装配工艺的发展趋势

1. 飞机构造的发展趋势

随着现代飞机为满足隐身、超声速巡航、超常规机动、高信息感知能力、长寿命、结构轻量化等方面的性能要求,大量地采用新技术、新结构、新材料,其结构件呈现出以下的发展趋势。

(1)结构大型化。相对于以往的小型结构件焊接、组装模式,采用大型整体结构件可大量减少结构件零件数量和装配连接工序,并有效减轻飞机整机质量,提高零件强度和可靠性,使飞机的制造质量显著提高,如 F—22 战斗机后机身整体框架毛坯尺寸达到 $4\ 000\text{mm}\times 2\ 000\text{mm}$ 。

(2)结构复杂化。飞机整体结构日趋复杂,其外形多数与飞机的气动外形相关,周边轮廓与其他零件还有复杂的装配协调关系。同时,薄壁加筋结构使得结构件刚性弱,筋顶结构复杂,壁厚最薄部位不足 1mm。

(3)材料多元化。随着新一代战机性能的逐步提高,新型高性能材料不断引入,高强度难加工材料和低密度轻质材料成为航空结构件的两大类主要材料,结构件材料逐渐由以铝合金为主转变为铝合金、钛合金、复合材料并重的局面。

(4)制造精确化。精确制造对结构件形位、尺寸公差都提出了更高的要求,以满足精确装配的需要。例如,腹板最高精度达到 $\pm 0.1\text{mm}$,比前一代飞机提高一倍以上。

2. 飞机装配工艺的发展趋势

为了提高生产效率和装配质量,降低制造成本,缩短制造周期,飞机结构装配技术正朝着自动化、柔性化方向发展。通过对飞机产品三维数字化定义以及设计、制造等数字化技术的应用,推动了飞机结构装配向数字化装配方向发展。在大型构件装配中采用数字化装配技术,可简化型架,减少包括型架在内的装配工装的使用,实现自动化柔性装配,从而提高生产效率和

装配质量,降低制造成本,缩短制造周期。

(1)精密柔性制孔技术。精密柔性制孔技术在国外飞机结构中得到了广泛应用和发展。它包括机器人制孔系统、自动制孔系统、柔性制孔系统、并联机床柔性钻孔设备、便携式自动制孔系统(无钻孔主轴的柔性导轨小车)等。精密制孔技术可覆盖任意生产现场,实现精密钻孔,为飞机的数字化装配打下基础。

(2)柔性装配工装单元技术。为了降低工装成本和周期,按其工装定位夹紧的功能分解成独立的单元体——柔性工装单元。该单元具有质量轻、可移动、可重组的特点。多个柔性工装单元可通过软件系统生成柔性装配的生产线,缩短工装准备时间,实现快速制造,降低制造成本。

(3)飞机壁板自动装配线的应用。飞机壁板的自动装配线已用于空客 A320E4000 机翼壁板柔性装配系统和空客 A340E4100, A380E4380 机翼壁板柔性装配系统。

(4)飞机梁的自动装配线。ASAT 是自动化大梁装配工装,它集成了电磁铆接技术和运动磁轭装配机技术,已用于 B-767 机翼梁的自动化装配系统。波音公司民用机机翼生产线配置了最新的 E5000(ASAT4) C-17 第 4 代自动化翼梁电磁铆接装配系统。

(5)框的装配。除焊接框外,采用机械连接的钣金框和机械加工组合框在型架阶段还未实现自动化,仍以手工装配为主,完成定位后从型架中取出的框可以在自动钻铆机上进行补铆。在框型架的安装过程中,采用了数字化激光跟踪定位技术。框的装配技术向机加框、焊接框及装配孔定位装配技术方向发展。

(6)飞机部件对接柔性装配技术。法国图卢兹空中客车公司飞机总装配线单元引入了“测量辅助装配”系统。在飞机总装阶段(如机身-机身或机翼-机身对接),这种系统能解决一些与大型机体部件装配测定、定位相关的传统工艺问题。该系统包括激光或照相测量子系统、计算机辅助测量系统及特制的图形用户接口。这些技术的组合具有无型架装配、更快速的装配工序、减少返工和损耗等诸多优点。

数字化制造技术在国内航空企业中发展很快,装配方面已采用自动钻铆和电磁铆接技术,但应用还不普遍。柔性装配技术受到广泛关注,已有相当数量的研究项目正在实施,有望在不久的将来迅速得到推广和应用。

课外阅读

先进机械连接技术

1. 自动连接技术

飞机结构所承载荷通过连接部位传递,形成连接处应力集中。据统计,飞机机体疲劳失效事故的 70%起因于结构连接部位。其中,80%的疲劳裂纹发生于连接孔处。因此,连接质量极大地影响着飞机的寿命。现代飞机的安全使用寿命要求日益增长,军机寿命、干线飞机寿命分别要求达到 8 000,50 000 飞行小时以上,而手工铆接难以保证寿命要求,必须采用自动钻铆装配设备来实现稳定的、高质量的连接。

发达国家的飞机连接装配已由单台数控自动钻铆机的配置向由多台数控自动钻铆机、托架系统配置或由自动钻铆设备和带视觉系统的机器人、大型龙门机器人、专用柔性工艺装备及坐标测量机等多种设备、不同配置组成的柔性自动装配系统发展。

(1)自动钻铆系统。美国、俄罗斯、法国、德国等国家发展的系列化钻铆机,有中小型钻铆

机、大型自动钻铆机、安装特种紧固件的钻铆机和微型自动钻铆机。

(2)自动钻铆机托架系统。自动钻铆机与托架系统相配套,能提高效率。对较大尺寸结构、复杂结构,尤其是双曲度的飞机机身和机翼壁板进行自动钻铆,配备全自动托架系统以实现零件的自动定位和调平。而对于外形较平直的中小结构的壁板大多配置手动、半自动托架系统。

(3)机械手或机器人。采用自动机器人装配系统可实现对不开敞、难加工部位的装配。工业机械手——机器人——作为柔性装配系统中一个不可分割的部分,能有效提高装配效率和装配质量,降低装配成本。F—16,F/A—18,C—130等飞机装配中机器人工作单元主要用于装配系统中零件的输送、定位、制孔和装配。

(4)柔性自动钻铆装配系统。柔性自动钻铆装配系统使生产效率大大提高。例如B—767,B—777采用翼梁自动装配系统,提高生产效率14倍,费用降低90%,废品率降低50%。

2. 电磁铆接装置

电磁铆接可替代大功率压铆设备,进行大直径、高强铆钉的铆接;进行难成形材料、大直径及厚夹层的铆接;可以在结构上实现均匀的干涉配合连接。电磁铆接自动化设备将高能、低质量电磁铆接动力头应用于自动钻铆机,与以液压为铆接动力的自动铆接设备相比,配置电磁铆接动力头的自动铆接设备由于不配备液压系统及用于承受铆接后坐力的弓形架,可大大简化设备的结构,减少设备的质量和体积。俄罗斯用于壳体结构和圆筒结构的自动化电磁铆接工作台及A320生产线配置有E4000,E5000翼梁装配系统和C—17“环球霸王”机翼梁装配的第四代自动化装配系统,占地面积很小,但都具有很高的柔性度,有一对垂直磁轭装配机跨越计算机数字控制(CNC)控制的柔性梁安装型架。另外,该装配机上还配有伺服驱动的检测探头和摄像系统,确定机床及产品的位置和检测孔的质量,可对每根梁进行自动钻孔、紧固件定位、安装和铆接。

3. 先进制孔技术

国外采用的先进制孔设备除数控自动钻铆机制孔外,还有机器人制孔、带激光引导的精密数控控制孔中心。

机器人制孔。由于机器人具有多自由度的优点,特别适合于对具有复杂外形结构的高质量制孔。它与手工制孔相比可提高效率3~5倍。F—16战斗机的垂尾石墨/环氧复合材料蒙皮采用机器人制孔,不仅保证了制孔质量,提高了制孔效率,还避免了石墨粉尘对操作人员的损害。

精密数控加工中心制孔。以F—22为代表的第四代战斗机部件装配采用快速装配技术,其结构设计成模块形式,给制造提出更高的要求,一是整体结构形状复杂、尺寸大;二是飞机的使用寿命长,要求制孔精度更高、质量更精细,采用了自动化激光定位的精密数控控制孔中心制孔。

4. 先进连接件

一架飞机所用连接件少则几十万件,多则几百万件。从减重、防腐、抗疲劳、密封、安装等方面出发,现代飞机大量采用钛合金、新型铝合金紧固件,而钛合金紧固件占螺纹紧固件的90%,Ti—6Al—4V紧固件占钛合金紧固件的大多数。世界各国围绕着Ti—6Al—4V材料研制、生产出多种系列的钛合金紧固件产品。

5. 长寿命连接技术

现代飞机都有较高的寿命要求,在机械连接中影响寿命的工艺因素主要有孔的加工精度和表面质量、连接配合的干涉量和胀紧力实现的精度等。

国外在精密制孔方面,开发了许多先进的钻型刀具,并采用自动化制孔工具和设备制孔,如自动进给钻、自动钻铆机、机器人、激光导引的钻床、精密加工中心制孔,保证了制孔精度和实现了光洁制孔。

为了提高连接疲劳性能,除采用光洁制孔外,还对孔表面采用强化工艺,采用干涉紧固件及自动化装配系统保证连接配合所需的干涉量和胀紧力的精度,以实现长寿命连接。

6. 无外形卡板型架装配技术

数字化传递技术、精确成形技术、高精度的数控加工技术以及整体结构件的刚性是无外形卡板型架装配技术的基础。无外形卡板型架装配系统主要由激光跟踪定位仪(或电子经纬测量仪)和装配平台等组成。无外形卡板型架装配技术可实现模块化,其通用性强,生产准备周期短;产品装配定位准确,部件装配开敞,效率高,发达国家已在军机、民机装配中广泛应用。

思 考 题

1. 简述飞机结构的基本特点。
2. 简述飞机装配的工艺特点。
3. 飞机装配工作有哪些要求?

第一章 飞机装配概述

第一节 飞机的工艺分解及装配单元的划分

一、飞机的工艺分解

1. 飞机工艺分解的定义

飞机工艺分解是指合理地利用飞机结构的设计分离面和工艺分离面,将飞机机体划分为若干个独立的装配单元。

2. 飞机工艺分解的目的

- (1) 扩大装配工作面,使装配工作分散平行进行,以缩短飞机的装配周期。
- (2) 改善装配工作的施工通路和劳动条件,利于装配工作机械化,提高生产效率和产品质量。
- (3) 便于采用简单的定位方法(如定位孔、装配孔),简化装配工艺装备的结构。
- (4) 分散总装架内的装配工作量,从而减少复杂的大型总装型架数量。
- (5) 将特殊装配环境和特殊试验要求的装配件分解出来,可以减少占用专用厂房面积,节约投资费用。

3. 飞机工艺分解的顺序

- (1) 飞机分解为部件、飞机用组合件、飞机用零件。
- (2) 部件分解为分部件、部件用组合件、部件用零件。
- (3) 分部件分解为组合件、分部件用零件。

飞机工艺分解顺序框图如图 1.1 所示。

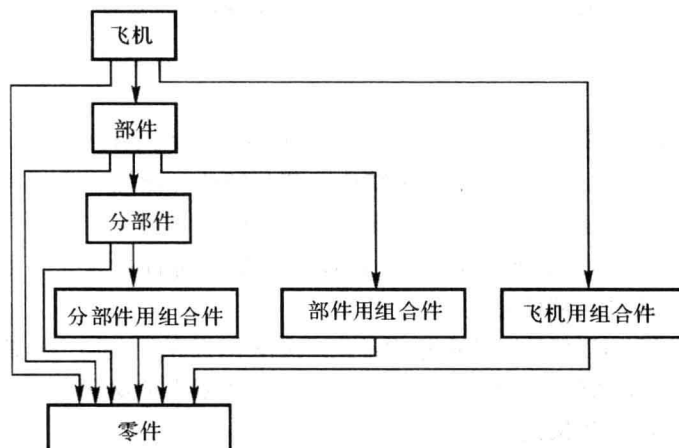


图 1.1 飞机工艺分解的顺序框图

4. 装配件的分类

一架飞机可以划分成若干个部件,部件又可以划分成若干个分部件、组合件。这些部件分部件、组合件统称为装配件。

(1)按分解层次及功能分类。

1)组合件。组合件是由两个或两个以上零件组成的装配件。例如,壁板、梁、框、肋等。

2)分部件。分部件是指构成部件的一部分,具有相对独立、完整及一定功能的装配件,习惯上也称为部件或段件。例如,机身的前段、中段、后段;机翼的中翼、中外翼、外翼、襟翼、副翼;尾翼中的水平安定面、垂直安定面、升降舵、方向舵等。

3)部件。部件具有独立的功能和完整的结构。例如,机身、机翼、垂尾、平尾、起落架短舱、发动机短舱等。

(2)按结构工艺特点分类。

1)平面类组合件。平面类组合件是由平面腹板及加强件组成的组合件。例如,平面框、肋、梁、地板、隔墙等。

2)壁板类组合件。壁板类组合件是由蒙皮及骨架零件组成的组合件,根据蒙皮形状不同,又分为单曲度壁板和双曲度壁板。例如,机身壁板、机翼壁板等。

3)立体类组合件。除上述两类组合件外,均属于立体类组合件。例如,翼面前缘、后缘、翼尖;各种门、盖、机头罩、尾罩、整流罩、内部成品支架等。

4)机身类部件或分部件。例如,机身或机身各段;起落架短舱、发动机短舱等。

5)翼面类部件或分部件。例如,机翼或机翼各段;水平安定面、垂直安定面、翼、副翼、方向舵、升降舵。

二、分离面

1. 分离面的定义

装配件相连接的接触面称为分离面。

2. 分离面的种类及特点

(1)设计分离面。为了满足产品结构和使用的需要,在部件之间(或分部件之间)、部件与可卸件之间形成的分离面且采用的是可卸连接,这种分离面称之为设计分离面。

(2)工艺分离面。为满足制造和装配过程的要求,须将部件(或分部件)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,一般为不可卸连接。

3. 工艺分离面的选取原则

(1)对工艺分离面的设计要求。工艺分离面的划分取决于飞机结构的可能性。因此,飞机结构设计阶段就应考虑满足批生产要求的飞机结构工艺分解的可能性。为了满足工艺上的需要,当对图样进行工艺性审查时,对工艺分解应遵循以下原则。

1)尽量减少装配周期长的总装架内工作量,如部件总装、分部件总装等。尽可能多地形成大型组件,避免以散件形式进入部件总装。

2)结构设计中尽量壁板化,以便采用机械化、自动化连接技术,提高劳动生产率,缩短装配周期。

3)工艺分离面上的协调部位应尽可能地少。对于有协调要求的必须有相应的措施,如设计补偿、工艺补偿或者采用工装保证。

4)工艺分离面上结构件之间的装配关系应采用对接形式或搭接形式,避免采用插装。

5) 工艺分离面上结构连接应有充分的施工通路。在可能情况下, 装配顺序应是自内向外。

6) 不同装配特点(环境条件、试验条件、连接形式、工艺特点)的装配件应通过工艺分离面或设计分离面单独划出。如机身的气密部分、复合材料、蜂窝件、胶接件等。

7) 工艺分离面的划分使各个装配工作站的装配周期基本平衡。

(2) 工艺分离面的选取原则。选取工艺分离面时应结合生产性质(试制、小批生产或大批生产)、年产量、生产周期、成本等因素进行综合技术经济分析。具体如下:

1) 研制试制批采用相对集中的装配方案, 适当地选取工艺分离面, 主要满足生产准备周期和装配周期的要求。此时应主要考虑以下原则。

a. 为了缩短大型部件或分部件总装的装配周期, 能分出的装配单元尽量分出。

b. 对于较小的部件或分部件, 装配单元的划分除考虑工艺通路外, 应使总装周期不超过大型部件的总装周期。

c. 壁板尽量能划分出来, 单独进行装配。

d. 划分出来的装配单元应具有必要的工艺刚性。

e. 考虑型架的复杂程度。分散装配若能使型架结构简化, 制造费用和周期合适时, 应划分出来。

f. 特殊装配环境要求和特殊试验要求的装配单元应尽量划分出来。

2) 批生产时采用分散的装配方案, 其分散程度取决于产量大小。批生产时工艺分离面的选取应考虑以下原则。

a. 工艺分离面的划分只要有利于提高劳动生产率或保证产品质量, 就应尽量多地采用分散装配。

b. 便于提高钻孔、制窝、连接的机械化程度。

c. 使部件总装架内的装配周期缩短到最低限度。

d. 便于建立装配流水线。

三、装配顺序图表的设计及典型实例

部件装配顺序图表反映了部件的各装配单元逐级装配为部件过程中的装配层次及先后次序。它是进行工艺准备、生产计划管理、车间平面工艺布置的主要依据。

1. 装配顺序的确定原则

(1) 部件装配的一般顺序应是小组合件→大组合件→分部件→部件。

(2) 以骨架为基准进行装配时, 先进入构成骨架的组件。例如, 机翼装配时, 先装入翼梁、翼肋, 后装蒙皮(或壁板)。

(3) 一般前道工序的结构不得影响后道工序的连接通路, 否则须对装配顺序进行调整。

(4) 飞机内部结构件及系统件能在前道工序安装完成的不应转到后道工序。

(5) 不需要在总装型架内定位的组件安装、系统件的安装、系统试验, 应安排在架外进行, 如口盖、舱门、阻力板等的安装工作。能以产品结构为基准, 通过安装量规、安装模型定位安装的组件也应安排在架外进行。

(6) 易损组件的装配顺序应尽量往后安排。例如玻璃组件、蜂窝组件及电缆、成品等的安装。

(7) 除影响部件(分部件)对接通路及协调的结构件、系统件不装外, 应尽量提高部件(分部件)的完整性。

2. 装配顺序图表的设计

(1) 基本内容。

- 装配顺序图包括参与装配的主要零件、组合件、部件(分部件)。
- 包括装配中的一些主要工序,例如,精加工、部件对合、系统安装及主要试验。
- 反映各级装配关系及装配顺序。
- 标明各装配单元(或工作内容)的名称、产品图号,也可以增加装配工艺装备编号。
- 反映装配过程的主干线。

(2) 图表格式。

a. 框式装配顺序图。框可以用“□”表示零件、装配单元或工作内容,其名称、图号写在方框内。构成装配单元的方框以粗实线表示。箭线表示装配关系,反映装配主干线的箭线用粗实线表示。框式装配顺序图的装配顺序可以自下而上绘制,也可以自左至右绘制。如图 1.2 表示自左至右的框式装配顺序图,同级装配顺序自上而下表示。

b. 装配顺序图表典型实例。如图 1.3 所示为某机机身中段示意图式装配顺序图。如图 1.4 所示为某机机翼框式装配顺序图表。

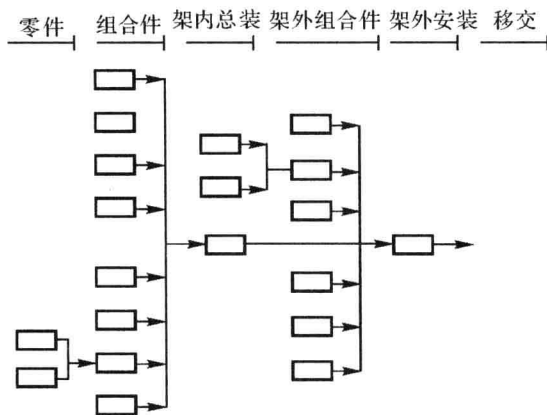


图 1.2 自左至右的框式装配顺序图

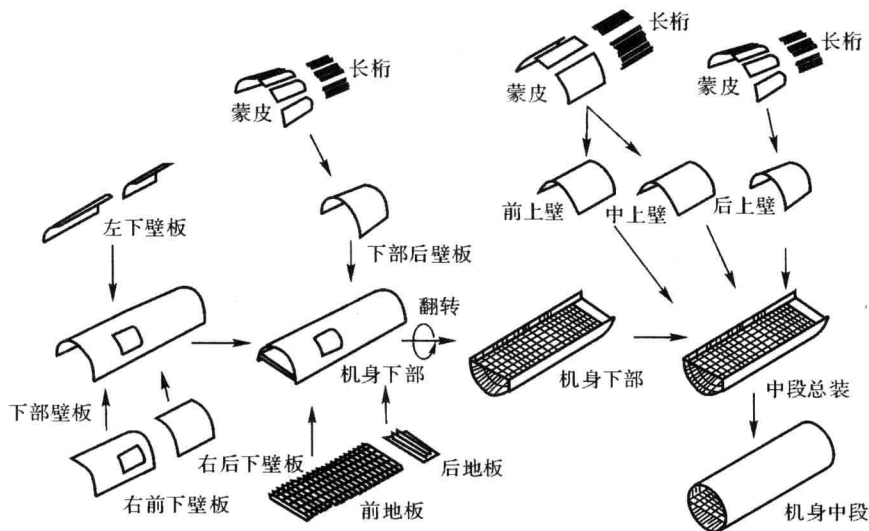


图 1.3 某机机身中段示意图式装配顺序图

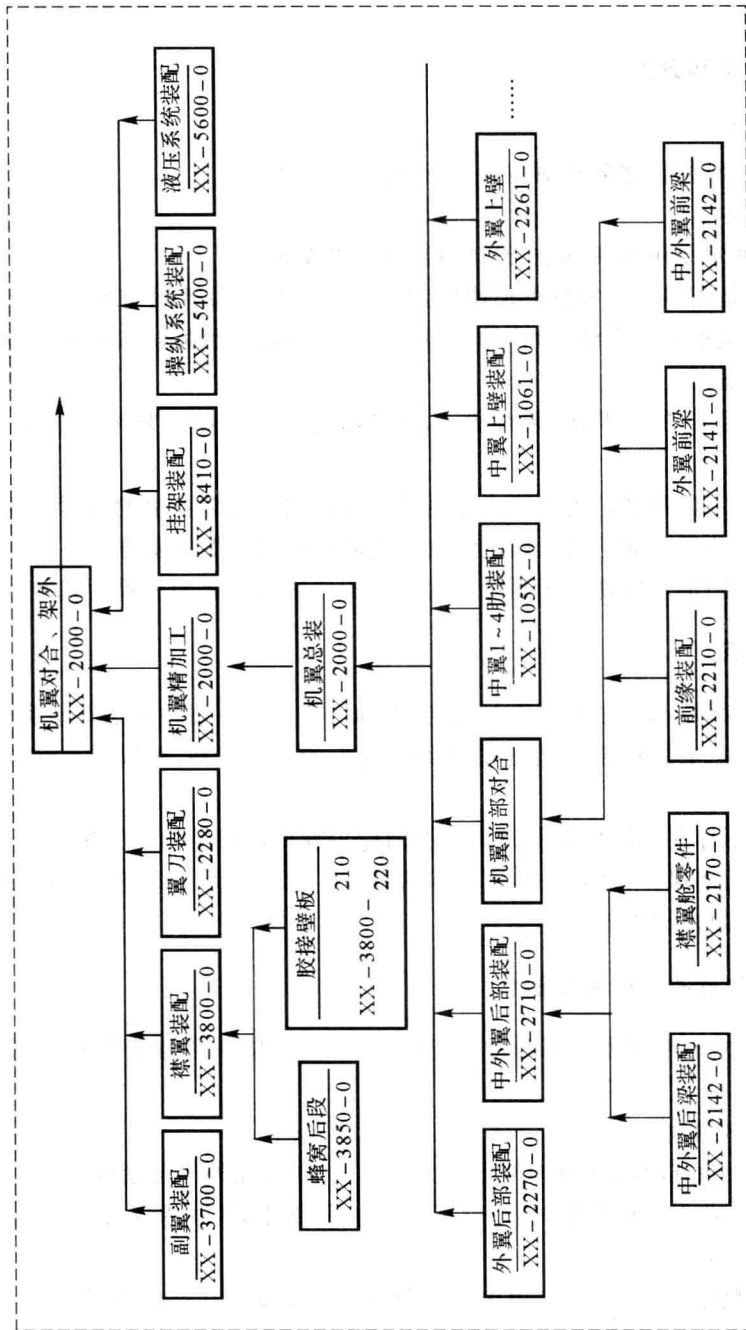


图1.4 某机机翼框式装配顺序图表