



航空制造工程手册

《航空制造工程手册》总编委会 主编

· 飞机装配 ·

航空工业出版社

航空制造工程手册

飞机装配

《航空制造工程手册》总编委会 主编

航空工业出版社

1993

(京)新登字 161 号

内 容 提 要

本分册全书共 5 篇 27 章。篇目为飞机部件装配、飞机总装配、飞机试飞准备、飞机电缆制造和盘箱装配、飞机装配检测方法。主要内容有部件装配工艺设计、铆接技术、螺纹连接技术、密封技术、总装配工艺流程设计、部件对接、设备和系统的安装、系统功能试验、试飞准备的安装、充填及清洁工作、停机坪测试工作、安全与抢救、场站保障、电缆制造、盘箱装配,以及装配专业主要的检查和试验的方法。

本分册供从事飞机装配工作的工艺人员和飞机工程设计工作的设计人员使用,可作为飞机部件装配、总装配、试飞准备、电缆制造等技术工人的参考资料,也是航空院校师生的一部参考书。

本手册对直升机和其他铆接结构的航空产品等也具有重要的参考作用。

航空制造工程手册

飞机装配

《航空制造工程手册》总编委会 主编

责任编辑 崔连信

©1993

航空工业出版社出版发行

(北京市安外小关东里 14 号)

— 邮政编码: 100029 —

全国各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

1993 年 12 月第 1 版

1993 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 60.25

印数: 1—2000

字数: 1539 千字

ISBN 7-80046-678-7/V·150 (平装)

ISBN 7-80046-679-5/V·151 (精装)

定价: 精装 105.00 元 平装 90.00 元

序

我国航空工业已走过了四十余年的历程,从飞机的修理、仿制到自行研制,航空制造工程得到很大的发展。在航空高科技产业的大系统中,航空制造工程是重要的组成部分之一。航空工业,就其行业性来讲,属于制造业范畴。航空制造工程的技术状况,是衡量一个国家科学技术发展综合水平的重要标志。航空制造工程的发展水平,对飞机的可靠性和使用寿命的提高、综合技术性能的改善、研制和生产成本的降低、甚至总体设计思想能否得到具体实现等均起着决定性作用。

航空制造工程已成为市场竞争的重要基础,要发展航空工业、并有效地占领市场,不仅要不断地更新设计,开发新产品,更重要的是要具备一个现代化的航空制造工程系统。在发达国家中,均优先发展航空制造工程,很多新工艺、新材料、新设备、新技术都是在航空制造工程中领先使用的,因此必须从战略高度予以重视,并采取实际而有效的措施加速它的发展。编写《航空制造工程手册》,就是为实现航空制造工程现代化的战略目标,在制造工程领域进行的基础性工作。

四十年来,我国航空工业积累了大量经验,取得了丰硕的成果,特别是改革开放以来,开扩了视野并有可能汲取更多的新科技信息。但是如何将这容量浩繁、层次复杂、学科众多的科学技术和经验汇集起来,使之成为我国航空工业、乃至国家的珍贵财富,是一项具有重大实用价值和长远意义的任务,为此航空航天部决定组织全行业的力量,统一计划、统一部署完成这项极其复杂的规模巨大的系统工程。大家本着继往开来的历史责任感和紧迫感,从1989年开始组织航空工业全行业制造工程方面造诣至深的专家、教授、学者,经过几年的努力陆续编写出版了这套基本覆盖航空制造工程各专业各学科的包括三十二个分册、几千万字的《航空制造

目 录

第 1 篇 飞机部件装配

第 1 章 部件装配工艺设计

1.1 装配准确度技术要求	1
1.1.1 装配准确度内容	1
1.1.2 气动外缘公差	2
1.1.2.1 气动外缘型值偏差	2
1.1.2.2 气动外缘波纹度公差	2
1.1.2.3 气动外缘蒙皮对缝间隙及阶差的 偏差	3
1.1.2.4 气动外缘小口盖对缝间隙及阶差 的偏差	4
1.1.2.5 部件对接处蒙皮对缝间隙及阶差 的偏差	4
1.1.2.6 紧固件钉头对气动外缘的凸凹量 偏差	5
1.1.3 部件相对位置公差	6
1.1.3.1 机翼、尾翼、机身的位置公差	6
1.1.3.2 操纵面吻合性偏差	9
1.1.4 重量偏差	10
1.2 部件装配工艺设计的内容和工作程 序	11
1.2.1 部件装配工艺设计的主要内容	11
1.2.2 部件装配工艺设计的主要工艺文 件	12
1.2.3 部件装配工艺设计考虑的主要问 题	14
1.2.4 部件装配工艺设计的工作程序	15
1.3 装配协调方案的制订	17
1.3.1 装配协调方案的制订依据	17
1.3.2 装配协调方案的内容	18
1.3.3 装配协调方案制订的原则和步骤	20
1.4 工艺分解及装配单元的划分	21
1.4.1 飞机的工艺分解及装配件的分类	21
1.4.2 分离面的种类及选取原则	22
1.4.3 装配顺序图表的设计及典型实例	23
1.5 装配工艺基准的选择	26
1.5.1 装配工艺基准的分类	26

1.5.2 装配工艺基准的选择依据	27
1.5.3 装配工艺基准的选择原则	28
1.5.4 不同装配基准的外形误差计算	29
1.6 定位方法的选择	30
1.6.1 定位方法的分类及特点	30
1.6.2 划线定位法	31
1.6.3 基准件定位法	31
1.6.4 装配孔定位法	32
1.6.5 装配型架定位法	35
1.7 零、组、部件工艺状态的确定	40
1.7.1 指令性状态表的编制	40
1.7.2 交接状态表的编制	42
1.7.3 工艺余量的确定	42
1.7.4 导孔的确定	45
1.8 补偿方法及其应用	47
1.8.1 补偿方法的分类、形式、特点及 实例	47
1.8.2 合理使用设计补偿改善装配工艺 性	49
1.9 典型组、部件装配协调方案设计	50
1.9.1 平面类组合件	50
1.9.2 单曲度壁板	52
1.9.3 双曲度壁板	56
1.9.4 曲面立体组合件	58
1.9.5 翼面前缘类组合件	62
1.9.6 翼面后部类组合件	65
1.9.7 活动面类分部件	71
1.9.8 门、盖类组合件	75
1.9.9 翼面类部件、分部件	80
1.9.10 机身类部件、分部件	84
1.9.11 部、组件精加工	90
1.10 部件装配工艺布置设计	98
1.10.1 工艺布置的工作内容	98
1.10.2 工艺布置的原则	98
1.10.3 工艺布置考虑的主要因素	98
1.10.4 工艺布置的工作程序	99
第 2 章 铆接技术	

2.1 铆钉	100	2.4 密封铆接	134
2.1.1 普通铆钉	100	2.4.1 密封铆接的工艺流程和施工环境	134
2.1.1.1 种类、材料及尺寸	100	2.4.2 预装配、制孔和制窝	135
2.1.1.2 材料标记、热处理及表面处理	102	2.4.3 分解、清洗和涂敷密封剂	136
2.1.2 环槽铆钉	103	2.4.4 施铆	136
2.1.2.1 环槽铆钉的种类、尺寸及偏差	103	2.5 干涉配合铆接	137
2.1.2.2 环槽铆钉钉套	104	2.5.1 干涉配合的意义	137
2.1.2.3 环槽铆钉和钉套的材料、热处理、表面处理	105	2.5.2 干涉配合铆接的种类及其特点	138
2.1.3 高抗剪铆钉	105	2.5.3 夹紧和确定孔位	139
2.1.3.1 螺纹抽芯高抗剪铆钉	105	2.5.4 制孔	140
2.1.3.2 墩铆型高抗剪铆钉	107	2.5.5 镗窝	141
2.1.4 螺纹空心铆钉	108	2.5.6 施铆与铣平	142
2.1.5 拉丝型抽芯铆钉	109	2.5.6.1 普通铆钉(干涉配合)的施铆与铣平	142
2.1.6 无头铆钉(HB5619-83)	111	2.5.6.2 无头铆钉的施铆	145
2.1.7 钛合金铆钉	111	2.5.6.3 冠头铆钉的施铆	146
2.1.8 冠头铆钉(推荐)	112	2.6 特种铆接	148
2.2 铆接种类及其特点	113	2.6.1 几种特种铆接的特点及典型工艺过程	148
2.3 普通铆接	116	2.6.2 环槽铆钉铆接	150
2.3.1 普通铆接过程	116	2.6.3 螺纹抽芯高抗剪铆钉铆接	152
2.3.2 零件的夹紧与铆钉孔位的确定	117	2.6.4 墩铆型高抗剪铆钉铆接	156
2.3.2.1 零件的夹紧	117	2.6.5 螺纹空心铆钉铆接	159
2.3.2.2 铆钉孔位的确定	118	2.6.6 拉丝型抽芯铆钉铆接	162
2.3.3 制孔	118	2.6.7 鼓包型抽芯铆钉铆接	165
2.3.3.1 铆钉孔的技术要求	118	2.6.8 TB2-1 钛合金铆钉铆接	166
2.3.3.2 制孔的工艺方法	119	2.6.8.1 TB2-1 钛合金铆钉非干涉配合铆接	166
2.3.4 制窝	120	2.6.8.2 TB2-1 钛合金铆钉的应力波铆接	166
2.3.4.1 窝的技术要求	120	2.7 自动钻铆	168
2.3.4.2 制窝方法的选择	121	第3章 螺纹连接技术	
2.3.4.3 镗窝工艺要求	122	3.1 螺纹连接常用标准和紧固件	172
2.3.4.4 压窝工艺要求	123	3.1.1 常用螺纹种类	172
2.3.5 施铆	126	3.1.2 航标紧固件材料代号	173
2.3.5.1 铆接的技术要求	126	3.1.3 螺栓、螺钉长度一般偏差及公差	174
2.3.5.2 铆钉长度选择	127	3.1.4 螺纹零件的标记	175
2.3.5.3 铆钉的冷藏保管	128	3.1.5 十字槽形式和尺寸	176
2.3.5.4 手铆法	128	3.1.6 常用螺纹紧固件表面处理	177
2.3.5.5 锤铆法	130	3.1.7 常用螺栓、螺钉、螺柱、螺母、垫圈的形式和特点	177
2.3.5.6 压铆法	131	3.1.8 螺栓	179
2.3.6 铆接顺序	131	3.1.9 螺钉	184
2.3.7 铆接缺陷及其排除方法	132	3.1.10 螺柱	186
2.3.8 铆钉的分解、更换和加大	133		
2.3.8.1 铆钉分解的方法和要求	133		
2.3.8.2 铆钉的更换和加大要求	134		
2.3.9 防腐处理	134		

3.1.11 螺套	187	3.6.1.6 钢丝螺套安装技术要求	242
3.1.12 螺母	192	3.6.2 安装前的准备工作	242
3.1.13 垫圈	195	3.6.3 螺栓安装工艺方法	243
3.1.14 开口销	199	3.6.4 高锁螺栓安装工艺方法	246
3.2 螺纹连接的形式及典型工艺过程	200	3.6.5 锥形螺栓安装工艺方法	246
3.3 零件的夹紧与孔位的确定	203	3.6.6 基体零件上制普通螺纹孔的紧固 件安装工艺方法	246
3.3.1 零件的夹紧	203	3.6.7 自攻螺套安装工艺方法	248
3.3.2 孔位的技术要求	204	3.6.8 自攻螺钉安装工艺方法	248
3.3.3 确定孔位的方法	204	3.7 螺纹连接定力	248
3.4 制孔	205	3.7.1 定力技术要求	249
3.4.1 孔的技术要求	205	3.7.2 定力拧紧方法	252
3.4.1.1 螺栓孔的技术要求	205	3.7.3 定力器具的选择	253
3.4.1.2 高锁螺栓孔的技术要求	206	3.7.4 定力扳手定力扭矩指示值的确定 方法	255
3.4.1.3 锥形螺栓孔的技术要求	207	3.7.5 定力扳手的使用	257
3.4.1.4 基体零件上螺纹底孔的技术要 求	207	3.7.6 影响定力扳手测量准确度的因素	258
3.4.1.5 自攻螺套盲底孔的技术要求	209	3.8 防松	258
3.4.1.6 自攻螺钉底孔的技术要求	210	3.8.1 螺纹连接防松方法的类型	258
3.4.2 孔加工方法的选择	210	3.8.2 螺纹连接防松工艺要点	262
3.4.3 切削用量的选择	212	3.8.3 各种防松形式的防松性能比较	265
3.4.4 孔冷挤压量	214	3.9 防腐蚀和安装标记	265
3.4.5 孔加工工艺方法	215	3.10 分解与加大处理	265
3.4.5.1 钻孔和扩孔	215		
3.4.5.2 铰孔和拉孔	217	第4章 密封技术	
3.4.5.3 孔的冷挤压	219	4.1 密封形式	268
3.4.5.4 孔端面环形压印	220	4.1.1 基本密封形式	268
3.4.5.5 孔的喷丸	223	4.1.2 密封形式的尺寸、形状及要求	269
3.4.5.6 锥形孔的加工	226	4.1.3 气密座舱结构典型密封形式	272
3.4.6 孔加工的冷却与润滑	227	4.1.4 整体油箱结构典型密封形式	274
3.5 制窝和倒角(倒圆)	227	4.1.5 密封元件	276
3.5.1 制窝	227	4.2 密封剂	280
3.5.2 倒角与倒圆	230	4.2.1 密封剂的类型及工艺性	280
3.5.2.1 倒角与倒圆的技术要求	230	4.2.2 密封剂的种类、成份和主要性能	280
3.5.2.2 压印倒圆	232	4.2.3 密封剂的混炼	287
3.5.2.3 倒角与倒圆的工艺方法	233	4.2.4 密封剂的施工条件及硫化规范	289
3.6 安装	236	4.2.5 密封剂的冷藏与解冻	290
3.6.1 技术要求	236	4.2.6 密封剂混炼与使用的一般要求	291
3.6.1.1 螺栓安装技术要求	236	4.2.6.1 对环境和人员的要求	291
3.6.1.2 高锁螺栓安装技术要求	239	4.2.6.2 对涂敷表面和密封剂使用的要 求	291
3.6.1.3 锥形螺栓安装技术要求	240	4.3 密封剂的涂敷工艺	292
3.6.1.4 基体零件上制普通螺纹孔的紧 固件安装技术要求	241	4.3.1 涂敷方法分类和涂敷工作程序	292
3.6.1.5 洛桑型螺柱及螺套的安装技术 要求	241	4.3.2 密封剂涂敷表面的清洗	294
		4.3.3 密封剂的涂敷方法	295

4.3.3.1 缝内密封的密封剂涂敷方法	295	5.3.3 顶把	338
4.3.3.2 缝外密封的密封剂涂敷方法	296	5.3.3.1 顶把的类型及标准	338
4.3.3.3 紧固件密封的密封剂涂敷方法	297	5.3.3.2 顶把材料及技术要求	339
4.3.3.4 表面密封的密封剂涂敷方法	298	5.3.3.3 顶把的形式及用途	339
4.3.4 密封剂的硫化和保护	299	5.3.4 手用压铆钳	341
4.3.5 密封施工技术安全	299	5.3.5 特种铆接工具	341
4.4 密封试验	299	5.3.5.1 环槽铆钉铆接工具	341
4.5 密封结构渗漏的排除	300	5.3.5.2 螺纹抽芯高抗剪铆钉铆接工具	343
4.5.1 渗漏途径和原因	300	5.3.5.3 墩铆型高抗剪铆钉铆接工具	344
4.5.2 渗漏排除方法	300	5.3.5.4 螺纹空心铆钉铆接工具	344
4.5.3 脱胶剂	302	5.3.5.5 拉丝型抽芯铆钉铆接工具	345
第5章 铆接、螺接、密封的工具和设备		5.3.5.6 国外的抽芯铆钉铆接工具	345
5.1 制孔的工具和设备	304	5.3.6 铆接设备	347
5.1.1 风钻	304	5.3.6.1 分类	347
5.1.2 制孔刀具	311	5.3.6.2 手提压铆机	349
5.1.2.1 钻头	311	5.3.6.3 台式压铆机	349
5.1.2.2 扩孔钻	314	5.3.6.4 座式压铆机	350
5.1.2.3 铰刀	315	5.3.7 自动钻铆机	355
5.1.2.4 拉刀	318	5.4 螺栓拧紧工具	358
5.1.2.5 蒙皮镗钻	319	5.4.1 手动拧紧工具	358
5.1.2.6 铰杠	321	5.4.2 定力扳手及其校正器具	362
5.1.3 挤压强化的工具和设备	322	5.4.3 螺柱安装工具	363
5.1.4 喷丸强化的工具和设备	323	5.4.4 高锁螺栓安装工具	364
5.1.5 拉铰设备	324	5.4.5 钢丝螺套安装工具	367
5.2 制窝工具	324	5.4.6 风动拧紧工具	368
5.2.1 镗窝工具	324	5.4.6.1 风螺刀	368
5.2.1.1 铆钉镗钻	324	5.4.6.2 风扳机	369
5.2.1.2 螺钉镗钻	326	5.5 密封工具和炼胶设备	371
5.2.1.3 复合镗钻	327	5.5.1 注胶枪	371
5.2.1.4 端面镗钻	327	5.5.2 刮刀、刮板及穿针	372
5.2.1.5 镗窝限位器及窝镗钻加长杆	328	5.5.3 沟槽密封用工具	372
5.2.1.6 Z6H—2 镗窝风钻	329	5.5.4 螺旋压胶工具	373
5.2.2 冷压窝工具	329	5.5.5 常用的炼胶设备	373
5.2.2.1 手用压窝工具	329	5.5.6 国外的部分炼胶机	374
5.2.2.2 KII—204 压铆机用的压窝器	331	5.6 其它工具	374
5.2.2.3 压窝器阴模、阳模工作部分尺寸	332	5.6.1 接风嘴和快换接头	374
5.3 施铆工具和设备	332	5.6.2 平衡器	375
5.3.1 铆枪	332	5.6.3 垂直套	376
5.3.1.1 铆枪的主要技术性能	332	5.6.4 引孔器	376
5.3.1.2 铆枪的使用维护	332	5.6.5 夹层厚度测量尺	377
5.3.2 冲头(窝头)	334	5.6.6 铆钉冲	378
5.3.2.1 分类	334	5.6.7 定位销及定位销钳	378
5.3.2.2 结构形式及主要尺寸	335	5.6.7.1 定位销	378
		5.6.7.2 定位销钳	379

5.6.8 工艺螺钉	379	8.3.3 导管安装	426
5.6.9 铜锤和铝锤	380	8.4 工具及设备	434
第2篇 飞机总装配		8.4.1 工具	434
第6章 总装配工艺流程设计		8.4.2 仪器设备	435
6.1 飞机总装配的内容和特点	381	第9章 操纵拉杆和钢索的安装	
6.1.1 内容	381	9.1 硬式操纵与软式操纵的工艺特点	436
6.1.2 特点	381	9.2 拉杆、钢索接头连接的要求	437
6.1.3 总装配工艺流程设计	383	9.2.1 拉杆接头连接的要求	437
6.2 总装配生产线的工艺布置	385	9.2.2 钢索接头连接的要求	437
6.2.1 总装配厂房设施的规划	385	9.2.3 气密接头	440
6.2.2 装配作业区的工艺布置	386	9.3 拉杆安装及钢索敷设	441
6.2.3 飞机总装配工艺布置实例	388	9.3.1 安装及敷设的注意事项	441
6.3 在飞机总装配中的计划评审技术	392	9.3.2 拉杆安装要求	441
6.3.1 在总装生产中的计划评审技术	392	9.3.3 钢索敷设要求	443
6.3.2 总装配生产计划网络图实例	394	9.3.4 传动杆(或拉杆)在机上的协调 安装	443
第7章 部件对接		9.3.5 机上制作钢索接头	444
7.1 对接形式及特点	400	9.3.6 标记和防松	445
7.1.1 对接形式	400	9.4 飞行操纵液压集成组件	447
7.1.2 各种对接形式的工艺特点	404	第10章 电缆安装	
7.2 对接状态的确定	405	10.1 电缆安装前准备	448
7.2.1 确定对接状态的因素	406	10.2 电缆敷设与固定	448
7.2.2 对接状态的内容	406	10.2.1 电缆敷设	449
7.3 对接方案制定	407	10.2.2 电缆固定	449
7.3.1 对接方案的主要内容	407	10.2.3 接头连接	463
7.3.2 对接操作	411	10.2.4 死接头的保护及设置	467
第8章 管路系统安装		10.3 电缆的保护	468
8.1 管路系统的分类及标识	412	10.3.1 保护用材料	468
8.1.1 管路系统分类	412	10.3.2 保护方法、要求和特点	468
8.1.2 导管识别标记	412	10.4 插头座的安装和保护	469
8.1.3 导管材料	413	10.4.1 气密框板上的安装	469
8.2 管路接头分类与连接要求	414	10.4.2 非气密框板上的安装	469
8.2.1 扩口管接头的连接	414	10.4.3 插头座的保护	470
8.2.2 无扩口管接头的连接	416	10.4.4 插头连接	470
8.2.3 带法兰盘的导管连接	417	10.4.5 插头连接的定力	471
8.2.4 导管的快卸卡箍连接	417	10.4.6 插头防松	473
8.2.5 带扩口接头和球形接头的导管连 接	418	10.5 备用线处理及电缆修理	473
8.2.6 导管的柔性连接	418	10.5.1 备用线端头绝缘处理	473
8.2.7 收压型套管接头的连接	420	10.5.2 备用线的设置	474
8.2.8 现场焊接导管的连接	423	10.5.3 电缆修理	474
8.3 管路敷设及固定	424	第11章 设备和系统的安装与调整	
8.3.1 实样制取	424	11.1 发动机的安装与调整	482
8.3.2 导管安装程序	425	11.1.1 安装与测量程序	482
		11.1.2 安装准备工作	482

11.1.3 安装的一般要求	483	11.9 应急救生系统的安装与调整	533
11.1.4 安装形式和安装程序	483	11.9.1 应急出口窗的安装与调整	533
11.1.5 螺旋桨安装	488	11.9.2 逃生滑梯的安装	535
11.1.6 测量与调整	489	11.9.3 救生船的安装	536
11.2 软油箱的安装	489	11.9.4 弹射座椅的安装与调整	537
11.2.1 安装顺序	489	11.9.5 可抛放舱盖或舱门的安装与调整	538
11.2.2 安装(拆卸)的安全技术要求	490	11.10 内饰及生活设施的安装	538
11.2.3 油箱舱准备	492	11.10.1 装配工艺特点	538
11.2.4 外观检查	492	11.10.2 厨房、行李架等结构组件的安装	539
11.2.5 安装一般技术要求	492	11.10.3 装饰板的安装	544
11.2.6 吊挂式固定	494	11.11 电搭接	545
11.2.7 撑框式固定	497	11.11.1 电搭接的目的	545
11.2.8 铆钉式固定和法兰盘固定	498	11.11.2 类型及方法	548
11.2.9 成品、附件安装	500	第12章 系统功能试验	
11.2.10 清洗、检查和封口盖	500	12.1 系统功能试验概述	555
11.3 起落架的安装与调整	500	12.1.1 系统功能试验的含义和目的	555
11.3.1 起落架组成	500	12.1.2 系统功能试验方法的分类	555
11.3.2 安装工艺特点	500	12.1.3 系统功能试验程序和内容的编制	556
11.3.3 起落架安装程序	501	12.1.3.1 系统功能试验的通用程序	556
11.3.4 地面准备工作	501	12.1.3.2 确定功能试验内容的原则	556
11.3.5 轴瓦式安装	502	12.1.3.3 拟定功能试验工艺流程的主要方面	557
11.3.6 叉耳式安装	502	12.1.4 功能试验的故障诊断	557
11.3.7 锁的安装	503	12.1.5 系统功能试验的条件和注意事项	560
11.3.8 起落架参数测量	504	12.1.5.1 进行试验的飞机应具备的条件	561
11.3.9 舱门机构调整	505	12.1.5.2 应具备的地面条件	561
11.3.10 常用工装、工具	507	12.1.5.3 其他条件	562
11.4 操纵系统调整	509	12.1.5.4 功能试验的注意事项	562
11.4.1 必备条件	509	12.2 液压、气压、刹车系统的功能试验	563
11.4.2 注意事项	510	12.2.1 液压系统	563
11.4.3 直接操纵系统调整的内容、方法与要求	510	12.2.2 气压系统	567
11.4.4 液压助力操纵系统调整的内容、方法与要求	511	12.2.3 刹车系统	569
11.5 机械附件的安装	514	12.3 飞行控制系统的功能试验	571
11.6 电气、电子设备的安装与调整	517	12.3.1 人工操纵系统	571
11.6.1 电气、电子设备的安装	517	12.3.2 自动飞行控制系统	575
11.6.2 电气、电子设备安装的调整	519	12.4 环境控制系统的功能试验	578
11.6.3 电子设备的防静电	520	12.5 氧气和救生系统的功能试验	580
11.7 武器系统的安装与调整	521	12.5.1 弹射救生系统	580
11.7.1 航炮系统的安装与调整	521		
11.7.2 导弹挂架、导弹的安装与调整	525		
11.8 各类外挂物的安装与调整	529		
11.8.1 类型和特点	529		
11.8.2 有关外挂物的安装与调整	532		

12.5.2 氧气系统	582	12.12.5 电子对抗系统交联试验	616
12.6 动力装置的功能试验	582	12.12.6 电子对抗系统功能试验常用设备	617
12.7 飞机燃油系统的功能试验	582	12.13 探测系统的功能试验	617
12.8 电气系统的功能试验	582	12.13.1 火控雷达	617
12.8.1 部分用电设备或系统的功能试验	582	12.13.2 气象雷达	619
12.8.2 电源系统的功能试验	583	12.14 火力控制系统的功能试验	620
12.8.3 起动系统的功能试验	586	12.14.1 单个分系统的功能试验	621
12.9 座舱显示控制记录系统的功能试验	587	12.14.2 各分系统和交联试验	624
12.9.1 显示仪表设备	587	12.14.3 火控系统全交联试验	624
12.9.2 燃油油量表系统	589	12.14.4 系统功能试验常用设备	627
12.9.3 电子式飞行仪表系统 (EFIS)	590	12.14.5 功能试验故障示例	628
12.10 导航系统的功能试验	591	12.15 信息综合系统的功能试验	629
12.10.1 他备式导航系统	591	第3篇 飞机试飞准备	
12.10.1.1 ADF (无线电自动测向仪) 系统	592	第13章 飞机检查	
12.10.1.2 无线电高度表	593	13.1 接收检查	630
12.10.1.3 甚高频全向信标/仪表着陆 (VOR/ILS) 系统	594	13.1.1 故障与状态检查	630
12.10.1.4 奥米加 (ONS) 导航系统	595	13.1.2 完整性检查	633
12.10.1.5 塔康系统	596	13.2 飞行前检查	633
12.10.1.6 测距器 (DME) 系统	597	13.2.1 技术准备	633
12.10.1.7 空中交通管制 (ATC) 系统	598	13.2.2 检查工作内容	634
12.10.1.8 他备式导航系统功能试验常用设备	599	13.2.3 检查结束	636
12.10.2 自备式导航系统	600	13.3 飞行后检查	637
12.10.2.1 惯性导航系统	600	13.3.1 检查目的	637
12.10.2.2 大气数据系统	603	13.3.2 检查内容	637
12.10.2.3 航向姿态系统	604	13.4 飞行助理检查	637
12.10.2.4 多普勒导航系统	605	13.4.1 检查目的	367
12.10.3 全球定位系统 (GPS) 与组合导航系统	607	13.4.2 必须具备条件	638
12.11 通信系统的功能试验	608	13.4.3 飞行助理检查单	638
12.11.1 高频 (HF) 电台	608	13.5 监控、视情、定期检查与维修	640
12.11.2 甚高频 (VHF) 电台	609	13.5.1 概述	640
12.11.3 音频系统	610	13.5.2 定期维修	640
12.11.4 座舱音频记录仪	611	13.5.3 监控	641
12.11.5 通信系统功能试验常用设备	611	13.5.4 视情维修	643
12.12 电子对抗系统的功能试验	612	13.5.5 以可靠性为中心的维修	645
12.12.1 询问应答机	612	第14章 安装、充填、供电及清洁工作	
12.12.2 雷达全向告警设备	613	14.1 火工品安装	646
12.12.3 杂波干扰机	614	14.1.1 火工品的存放、领取和使用期的控制	646
12.12.4 箔条/红外综合干扰投放装置	615	14.1.2 火工品安装前的准备和对环境的要求	646
		14.1.3 火工品的安装实例及操作注意事项	647
		14.2 压缩空气 (冷气) 和氮气充填	648

14.2.1 对压缩空气和氮气的基本要求	648	15.2.2 启封	674
14.2.2 冷气充填及注意事项	648	15.2.3 试车、调整及参数测量	675
14.2.3 充气设备选择要求	649	15.2.4 安全措施及应急处理	675
14.2.4 对冷气车的技术要求实例	649	15.2.5 常见故障及其监测	676
14.3 气态氧及液态氧的充填	649	15.2.6 油封和停放	677
14.3.1 对气态氧和液态氧的基本要求及 基本数据	649	15.3 环控、防冰系统试验	677
14.3.2 充氧方法及注意事项	650	15.3.1 气密舱调温试验	677
14.3.3 充氧设备的选择	651	15.3.2 气密舱调压试验	678
14.3.4 化学氧气发生器的安装及操作注意 事项	652	15.3.3 防冰系统试验	680
14.4 液压油加注	653	15.3.4 抗荷系统试验	681
14.4.1 对液压油的基本要求	653	15.3.5 试验设备	681
14.4.2 液压油加注方法及注意事项	654	15.3.6 故障举例	681
14.4.3 液压油加注设备的选择和要求	654	15.4 罗盘校准	682
14.4.4 对液压车的技术要求实例	654	15.4.1 校准场地的要求和辅助目标的 选择	682
14.5 滑油加注	655	15.4.2 校准方法	683
14.5.1 对滑油的基本要求	655	15.4.3 校准用设备	686
14.5.2 滑油加注方法及注意事项	655	15.4.4 误差分析与消除	686
14.5.3 滑油加注设备的选择	656	15.5 惯导标校	688
14.6 燃料加注	656	15.6 雷达校准	689
14.6.1 对燃料的基本要求	656	15.6.1 场地的要求及设备	689
14.6.2 燃料加注及注意事项	657	15.6.2 反射器的要求	689
14.6.3 燃油加注设备的选择	658	15.6.3 反射器的设置与距离的测定	689
14.7 地面供电	659	15.6.4 零位调整	689
14.7.1 对地面电源的基本要求	659	15.6.5 误差分析	690
14.7.2 地面供电的实施与注意事项	659	15.7 武器热校靶	691
14.7.3 地面供电设备的选择	659	15.7.1 靶场要求	691
14.8 飞机清洁	662	15.7.2 靶板要求及设置	692
14.8.1 机体外表清洁工作	662	15.7.3 平均弹着点的调整	692
14.8.2 机体内部清洁工作	662	15.7.4 散布精度的保证	696
14.8.3 动力装置及起落架的清洁工作	663	15.7.5 安全措施	699
第15章 停机坪的测试工作		15.8 机载可投悬挂物的地面投放试验	700
15.1 燃油系统试验	666	15.8.1 试验目的、类别及特点	701
15.1.1 油量表、耗量表的校正	666	15.8.2 试验条件	701
15.1.2 重心变化曲线的测定	666	15.8.3 试验场地	702
15.1.3 压力加油试验	668	15.8.4 试验设备及工具	702
15.1.4 应急放油试验	669	15.8.5 投放前的准备工作	705
15.1.5 空中加油、受油的地面试验	669	15.8.6 投放试验	706
15.1.6 防静电试验	669	15.8.7 安全措施	709
15.1.7 耗油顺序试验	672	15.9 应急救生系统试验	710
15.1.8 燃油系统密封性试验	672	15.9.1 弹射座椅的地面准备	710
15.2 发动机试车	673	15.9.2 弹射座椅的机上试验	713
15.2.1 试车前的准备	673	15.9.3 抛盖系统试验	713
		15.10 氧气系统功能试验	715

第 16 章 安全与抢救	
16.1 飞机牵引	717
16.1.1 牵引要求	717
16.1.2 牵引注意事项	717
16.1.3 牵引车和牵引设备选择	718
16.2 飞机的升降	719
16.2.1 升起前的准备	719
16.2.2 升起的程序	720
16.2.3 放下的程序	720
16.2.4 升降飞机的技术安全规程	720
16.2.5 飞机迫降后的升起	720
16.3 飞机停放与系留	722
16.3.1 飞机停放的基本原则	722
16.3.2 飞机停放的基本要求	722
16.3.3 飞机停放期间的工作守则	723
16.3.4 飞机的保管	723
16.4 停机坪的安全措施与设施	723
16.4.1 飞机停放地点的防火防爆措施	723
16.4.2 静电防护	724
16.4.3 防风砂及尘埃	726
16.4.4 防腐蚀	726
16.4.5 防动物危害	727
16.4.6 防微波辐射	727
16.5 抢救方案与设施	728
16.5.1 跑道上抢救	728
16.5.2 跑道外抢救	732
第 17 章 场站保障	
17.1 场站布置	733
17.1.1 场站设施的布置	733
17.1.2 场站设施布置中应注意的问题	734
17.2 电、气、液等供应系统	737
17.2.1 场站电源保障设备	737
17.2.2 冷气、氧气及油料的供应	738
17.3 场站设施	739
17.3.1 通讯设备	739
17.3.2 导航设备	740
17.3.3 军、民用机场雷达设备	743
17.3.4 充电设备	745
17.3.5 气象台、站	746
17.3.6 机场地面夜航设备	748
17.3.7 场道养护	749
17.3.8 伞勤务保障	749
第 4 篇 飞机电缆制造和盘箱装配	
第 18 章 电缆成形	
18.1 电缆制造内容和工作程序	751
18.2 电线下料	751
18.2.1 电线下料方法的选择和要求	751
18.2.2 电线下料设备	752
18.3 电线和电缆的标识	752
18.3.1 电线和电缆的标识要求	752
18.3.2 标记印制中的常用材料	757
18.3.3 标记冷打印	760
18.3.4 标记热打印	762
18.3.5 电线和电缆的标识安装和固定	765
18.4 电缆成形	767
18.4.1 布线成形	767
18.4.2 电缆捆扎成形	770
18.4.3 电线束绞合捆扎	771
18.5 电缆绝缘和保护包覆	772
18.5.1 绝缘和保护材料的选择	772
18.5.2 包覆加工	773
18.5.3 热收缩套管的套装和加热收缩	776
18.6 屏蔽及屏蔽终端处理	781
18.6.1 加装屏蔽套	781
18.6.2 屏蔽终端处理	781
第 19 章 电缆端接	
19.1 电缆端接形式和分类	785
19.2 剥除电线端头绝缘层	785
19.2.1 剥除方法选择及技术要求	785
19.2.2 电线端头绝缘层的剥除	788
19.3 电缆终端钎焊工艺	789
19.3.1 钎焊工艺方法的选择及技术要求	789
19.3.2 电线搪锡制备	790
19.3.3 手工钎焊连接	793
19.3.4 短路电流加热钎焊连接	797
19.3.5 钎焊后组件的密封或漆封处理	798
19.4 电缆终端收压连接技术	799
19.4.1 电缆终端收压操作的一般技术要求	799
19.4.2 电线与接线端子收压连接	800
19.4.3 电气插头、座与电线收压连接	802
19.4.4 同轴电缆与插头的收压连接	809
19.5 管状死接头连接加工	811
19.5.1 管状死接头的选择及收压通用要求	811
19.5.2 单根电线用死接头对接收压连接	814

19.5.3 用死接头收压连接屏蔽电线·····	817	21.3.1 圆柱孔的质量检查·····	845
19.5.4 多根电线的死接头连接·····	818	21.3.2 锥形孔的质量检查·····	846
19.6 电气组件灌封·····	819	21.3.2.1 三步检查法·····	846
19.6.1 灌胶密封·····	819	21.3.2.2 四步检查法·····	846
19.6.2 灌蜡密封·····	822	21.3.2.3 印痕痕迹质量标准·····	847
第20章 盘箱的装配		21.3.3 孔的质量检查工具·····	847
20.1 盘箱分类及装配工作要点·····	823	21.4 沉头窝的质量检查·····	848
20.1.1 盘箱分类·····	823	21.4.1 沉头窝的检查方法·····	848
20.1.2 盘箱装配工作要点·····	824	21.4.2 平圆头螺栓窝的检查·····	849
20.2 盘箱装配一般技术要求·····	826	21.4.3 窝的检查工具·····	849
20.3 电子、电气成品安装类盘箱的装 配·····	828	21.5 铆接质量检查·····	854
20.3.1 开关的安装·····	828	21.5.1 普通铆接的质量检查·····	854
20.3.2 按钮的安装·····	829	21.5.2 特种铆接的质量检查·····	855
20.3.3 电位器的安装·····	830	21.5.2.1 螺纹抽芯高抗剪铆钉铆接的质 量检查·····	855
20.3.4 熔断保护器的安装·····	830	21.5.2.2 环槽铆钉铆接的质量检查·····	855
20.3.5 继电器的安装·····	831	21.5.2.3 干涉配合铆接的质量检查·····	856
20.3.6 汇流条的安装·····	833	21.5.2.4 铆接夹层厚度的检查·····	857
20.3.7 接线板的安装和接线·····	833	21.6 螺栓(钉)安装质量检查·····	857
20.3.8 接线模块的连线及安装·····	833	21.6.1 普通螺栓(钉)安装的质量检 查·····	857
20.3.9 电子元件的组装·····	834	21.6.2 锥形螺栓安装的质量检查·····	858
20.4 仪表安装类盘箱的装配·····	837	21.6.3 拧紧扭矩的检查·····	858
20.4.1 各种仪表的安装·····	837	第22章 气动外缘偏差检查	
20.4.2 导光板的安装·····	838	22.1 型值偏差的检查·····	860
20.4.3 标牌的粘贴·····	838	22.1.1 装配型架工作卡板检查法·····	860
20.5 仪表和电气成品混合类盘箱的装 配·····	838	22.1.2 装配型架等距检验卡板检查法·····	861
20.6 盘箱装配后的检测及试验·····	839	22.1.3 检验型架检查法·····	862
20.6.1 盘箱装配后的检测·····	839	22.1.4 架外等距检验样板检查法·····	862
20.6.2 氧气仪表和管路连接后的气密试 验·····	839	22.2 波紋度偏差的检查·····	863
第5篇 飞机装配检测方法		22.2.1 横向波紋度检查·····	863
第21章 铆接、螺接质量检查		22.2.2 纵向波紋度检查·····	864
21.1 结构件装配前的检查·····	841	22.2.3 结论·····	864
21.2 零件、组合件位置准确度及配合准 确度的检查·····	842	22.3 表面平滑度检查·····	864
21.2.1 叉耳接头位置准确度的检查·····	842	第23章 部件相对位置准确度检查	
21.2.2 接头相对位置准确度的检查·····	843	23.1 操纵面吻合性检查·····	866
21.2.3 接头和外形的准确度检查·····	843	23.1.1 操纵面中立位置的确定方法·····	866
21.2.4 零件、组合件轴线位置准确度的 检查·····	844	23.1.2 操纵面与定翼面外形阶差的检 查·····	867
21.2.5 零件、组合件间配合准确度的检 查·····	844	23.1.3 缝隙间隙的检查·····	868
21.3 孔的质量检查·····	845	23.1.4 操纵面偏转角度的检查·····	869
		23.2 飞机水平测量·····	870
		23.2.1 一般要求·····	870
		23.2.1.1 对飞机支撑状态的要求·····	870

23.2.1.2 全机水平测量时对飞机状态的要求	870	25.2.4 浸水试验	905
23.2.1.3 对环境的要求	870	25.3 整体油箱密封性检查	906
23.2.1.4 对仪器设备和量具精度的要求	870	25.3.1 气密试验	906
23.2.1.5 对水平测量的精度要求	871	25.3.2 充气油密试验	906
23.2.2 水平状态的确定方法	871	25.3.3 停放油密试验	907
23.2.2.1 概述	871	25.3.4 振动试验	907
23.2.2.2 飞机调平的方法	871	25.3.5 晃振试验	908
23.2.3 部件相对位置的测量方法	873	25.4 系统管路密封性检查	909
23.2.3.1 飞机水平测量方法的分类	873	第26章 电性能检查	
23.2.3.2 分项水平测量法和分点独立测量法	873	26.1 接触电阻检查	911
23.2.3.3 常规光学仪器测量法	874	26.1.1 检查内容	911
23.2.3.4 双经纬仪三维测量系统测量法	875	26.1.2 检查方法	911
23.2.3.5 飞机水平测量注意事项	876	26.1.2.1 金属件搭接和接地电阻的检测	911
23.2.4 部件水平测量	876	26.1.2.2 复合材料电阻的检测	911
23.2.5 仪器设备	877	26.1.2.3 电线压接接触电阻的检测	913
第24章 力学性能检查		26.1.2.4 飞机各系统搭接电阻检测典型图	914
24.1 操纵面重量平衡检查	883	26.1.2.5 检测要求及注意事项	917
24.1.1 平衡条件	883	26.1.3 仪器仪表	917
24.1.2 平衡方法	884	26.2 绝缘强度检测	917
24.2 桨帽静平衡检查	889	26.2.1 检查方法	918
24.2.1 平衡条件	889	26.2.2 仪器仪表	919
24.2.2 平衡方法	890	26.3 电缆导通和线路检测	919
24.2.3 静平衡工装	890	26.3.1 检查内容	919
24.3 摩擦力、操纵力和张力的检查	891	26.3.2 检查方法	920
24.3.1 摩擦力和操纵力的检查	891	26.3.3 仪器仪表	921
24.3.2 张力的检查	892	26.4 电磁干扰检查	922
24.4 重量及重心的检查	894	26.4.1 检查的目的与意义	923
24.4.1 检查目的	894	26.4.2 电磁干扰测试	923
24.4.2 部件称重	894	26.4.3 电磁兼容性测试的条件	923
24.4.3 全机称重及重心测定	895	26.4.4 测试设备和器材	923
24.4.4 称重设备	898	26.5 电线、电缆和塑料套管标记检查	924
第25章 密封性检查		26.5.1 检查方法	924
25.1 渗漏分类及检查方法	899	第27章 多余物和清洁度的检查	
25.1.1 渗漏程度的分类	899	27.1 多余物检查	926
25.1.2 渗漏检查方法	899	27.1.1 对排除多余物的基本要求	926
25.1.3 检漏注意事项	902	27.1.2 防止多余物的措施	926
25.2 气密舱密封性检查	903	27.1.3 多余物的检查和排除方法	927
25.2.1 抗压试验	903	27.2 油箱清洗及清洁度检查	928
25.2.2 气密试验	904	27.2.1 基本要求	928
25.2.3 淋雨试验	904	27.2.2 清洗方法及清洁度检查方法	929
		27.3 系统管路清洁度检查	930
		27.3.1 基本要求	930

27.3.1.1 液压系统清洁度检查的基本要求.....	930	27.3.3 检查方法.....	935
27.3.1.2 燃设系统清洁度检查的基本要求.....	934	27.3.3.1 液压系统油液清洁度检查方 法.....	935
27.3.1.3 滑油系统清洁度检查的基本要求.....	935	27.3.3.2 飞机燃油系统清洁度检查方 法.....	938
27.3.1.4 氧气系统清洁度检查的基本要求.....	935	27.3.3.3 氧气系统清洁度检查方法.....	938
27.3.2 检查内容.....	935	27.4 工作介质清洁度检查.....	940
		27.4.1 基本要求.....	940
		27.4.2 检查方法.....	941

第1篇 飞机部件装配

第1章 部件装配工艺设计

部件装配工艺设计是飞机制造工艺准备工作的一项重要内容,是保证飞机部件装配质量、产量的重要环节。满足部件的设计技术要求和装配的互换协调,以及缩短生产准备的周期、降低成本、确保部件的试制和批量生产的顺利进行都与部件装配工艺设计有着极其密切的关系。

本章各节内容是部件装配工艺设计的一部分。除此以外,本章1.1节选摘了装配准确度有关技术要求,供工艺人员在工作中及产品设计工艺性审查时使用。

部件装配工艺设计内容中的部件对接,管路、操纵、电缆、机载成品的安装见本分册第2篇中的有关章节。装配检测见本分册第5篇。有关飞机装配互换协调及协调准确度计算见《航空制造工程手册 飞机工艺装备》分册。

1.1 装配准确度技术要求

1.1.1 装配准确度内容

装配准确度的主要内容见表1.1。

表1.1 装配准确度主要内容

项 目	内 容	说 明
气动外缘准确度	外缘型值要求	部件实际切面外形相对理论切面外形的偏差
	外缘波纹度要求	一定范围内波高的偏差,即相邻两波峰与波谷的平均高度差与波长的比值。部件沿横向和纵向气动外缘均有波纹度要求
	表面平滑度要求	1 蒙皮口盖对缝间隙及阶差的偏差。顺气流和垂直气流方向的偏差有不同要求 2 螺栓(钉)头、铆钉头、焊点相对蒙皮凸凹量偏差
部件相对位置准确度	机翼、尾翼位置要求	上(下)反角、后掠角、安装角的偏差,以及对称性偏差
	操纵面位置要求	操纵面相对定翼面外形阶差、剪刀差、缝隙间隙的偏差,通常称为操纵面的吻合性要求
内部结构件位置准确度	基准轴线位置要求	框轴线、翼肋轴线、梁轴线、长桁轴线的实际位置与理论位置的偏差,即框、肋、梁、长桁装配位置要求