

# 飞机铆接装配工艺手册

《飞机铆接装配工艺手册》编写组编

国防工业出版社

561106

V26+62  
04

# 飞机铆接装配工艺手册

《飞机铆接装配工艺手册》编写组 编



国防工业出版社

## 内 容 简 介

本手册共分九章，包括常用标准；常用材料及热处理、表面处理；部件装配工艺；互换协调与协调准确度计算；铆接；铆接工具与设备；结构密封；螺纹连接和检验。

本手册供从事飞机铆接装配的工人、工艺人员使用，亦可供航空院校的学生参考。

### 飞机铆接装配工艺手册

《飞机铆接装配工艺手册》编写组 编

责任编辑：蒋 怡

\*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

\*

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张18 472千字

1984年9月第一版 1984年9月第一次印刷 印数：0,001—1,400册

统一书号：15034·2633 定价：3.35元

## 前 言

我国飞机制造业，已有近三十年的历史，在这期间积累了丰富的实践经验，并具备了发展我国飞机制造业的常规工艺基础。对实践经验加以提炼总结，对常规工艺基础加以系统的整理，并使之逐渐达到典型化、标准化和手册化，乃是我们在今后一个时期内的重要任务。

飞机铆接装配是一个包含多学科的工艺领域，有着广泛的工艺内容。要熟练地掌握飞机铆接装配工艺技术，就要求工程技术人员具有较全面的工艺基础知识并善于实际运用。多年来，从事飞机铆接装配的工程技术人员，渴望有一本内容比较丰富的综合性的铆接装配工艺手册来指导工艺准备工作。为此，我们编写了这本《飞机铆接装配工艺手册》。

这本手册，就其内容而言，具有一定的系统性和完整性。它综合了部件装配工艺、互换协调、协调准确度计算、铆接、螺接、结构密封、铆接装配常用工艺装备、工具、设备及铆接装配件的检验等环节的工艺工作内容。对这些内容的基本概念如名词、定义、基本原理、工作原则、工艺方法等均作了简炼而系统的介绍，并附有大量的图表，做到图文并茂。手册中的工艺工作内容，大部分系常规工艺基础，也介绍了部分新技术，如一些新型连接件、干涉配合铆接、密封技术等。此外，还搜集了部分与铆接装配有关的常用技术标准。对于某些属技术管理性质的边缘学科的工作内容，如飞机设计的结构工艺性审查工作、飞机制造的设计定型、生产定型工作、飞机研制、试制、小批生产、成批生产各个阶段的工艺工作内容等，均纳入绪论中作些简要的论述。

本手册内容，主要来源于工厂现行技术资料；中、高等航空院校有关教材和有关工厂的现行经验。由于手册具有上述特点，

所以它不仅适用于工程技术人员和铆接装配技术工人，同时也可以作为航空院校师生的参考书。

由于我们编写铆接装配工艺手册，还是第一次尝试，书中肯定有许多不当之处，如某些名词定义，在有关教材中不尽一致，虽然我们作了统一，未免就十分确切。在工艺工作原则和一些具体作法方面，有的取自某一工厂的经验，未免就能适用于所有工厂。希望这本手册能起到推陈出新，抛砖引玉的作用，恳请读者批评指正，通过使用不断地加以修正、补充和完善。

手册编写工作是在广泛搜集资料、调查研究、并经过几次较大修改后完成的。手册主编赵立匡，编写人员有：林更元、杨发堂、翟正权、方莲卿、赵玲、段玉成、金明全、高海、林永华、任宝全、陈林等，绘图：赵玉珍。

手册编写过程中，崔连信、吴金全、王元成、许德祥、康洪业、凌汉垣、李天本、李本固等对书稿作了细致的审校工作。此外，国营松陵机械制造公司、国营伟建机器厂、国营峨嵋机械厂、国营洪都机械厂等单位，对手册编写工作曾给以热情的支持和帮助。在此对有助于我们工作的所有单位和个人，谨表示衷心的感谢。

**《飞机铆接装配工艺手册》编写组**

1982.

# 目 录

## 绪 论

一、铆接装配在飞机制造中的任务和地位 .....	1
二、铆接装配工艺的主要特点 .....	2
三、铆接装配工艺与飞机生产性质的关系 .....	3
四、铆接装配工艺与其它加工工艺的关系 .....	4
五、铆接装配工艺与产品结构工艺性的关系 .....	5
六、常规工艺基础与新技术发展的关系 .....	6

## 第一章 常用标准

一、技术标准种类及其代号 .....	8
1. 国家标准 .....	8
2. 企业标准 .....	8
二、公差与配合 .....	10
1. 基本规定 (摘自GB1800-79) .....	10
2. 公差数值表 (摘自GB1800-79) .....	14
3. 尺寸至500毫米孔, 轴公差带与配合 (摘自GB1801-79) .....	19
4. 应用举例 .....	19
三、形位公差代号 (摘自GB1182-80) .....	29
1. 形位公差各项目的符号 .....	29
2. 其它有关符号 .....	29
3. 公差框格 .....	30
4. 基准代号 .....	30
5. 基准目标代号 .....	30
四、表面光洁度 .....	31
1. 分级 (摘自GB1031-68) .....	31
2. 级别名称及其表面状况 .....	32

3. 各种加工方法所能达到的表面光洁度	32
五、飞机气动外缘公差 (摘自HB/Z23-80)	34
1. 总则	34
2. 气动外缘型值公差	34
3. 气动外缘波纹度公差	35
4. 操纵面的吻合性公差	37
5. 部件对合处蒙皮对缝间隙及阶差的公差	38
6. 气动外缘蒙皮对缝间隙及阶差的公差	39
7. 气动外缘小口盖对缝间隙及阶差的公差	39
8. 紧固件钉头对气动外缘的凸凹量公差	39
六、飞机零组部件重量公差 (摘自HB5519-80试行)	43
1. 重量公差	43
2. 称重的一般规则	44
3. 使用本标准应注意的事项	45
七、模线样板品种、标记及公差 (摘自HB240-74)	45
1. 样板的分类、名称和基本用途	45
2. 样板上的工艺孔	47
3. 模线绘制公差	48
4. 样板制造公差	51
八、铆钉	54
1. 铆钉材料及标记 (摘自GB1017-67)	54
2. 铆钉的种类及其尺寸、公差	55
九、特种铆钉	58
1. 螺纹空心铆钉	58
2. 高抗剪强度铆钉	60
3. 无头铆钉 (HB5619-80试行标准)	67
4. 环槽铆钉	68
十、螺纹连接标准	77
1. 常用螺纹种类及代号	77
2. 航标紧固件材料代号	78
3. 螺栓、螺钉长度的一般递差及公差	79
4. 螺纹零件的标志 (HB0-3-74)	79
5. 十字槽形式和尺寸 (GB944-67)	81
6. 常用螺栓、螺钉的表面处理	81
7. 螺栓	82
8. 螺钉	88
9. 螺帽	92
10. 垫圈	97

11. 开口销 (GB91-67) .....	100
十一、冲压件要素标准 .....	101
1. 板材最小弯曲半径 (HB0-10-74) .....	101
2. 板材零件下陷 (HB0-21-75) .....	102
3. 挤压型材下陷 (HB0-22-75) .....	103
4. 加强窝、减轻孔和压制凸凹弯边高度 .....	105

## 第二章 常用材料及热处理、表面处理

一、有色金属 .....	109
1. 材料的代号及牌号表示方法 .....	109
2. 铝及铝合金 .....	110
3. 镁合金 .....	116
4. 钛及钛合金 .....	119
5. 涂料铝粉 .....	122
6. 铝、镁合金挤压型材 .....	122
二、黑色金属 .....	151
1. 材料牌号表示方法 .....	151
2. 钢的主要特性及用途举例 .....	152
3. 钢的机械性能 .....	154
4. 钢材的常用品种规格 .....	155
5. 高强度合金钢30CrMnSiNi2A的工艺要求 .....	159
三、非金属材料 .....	159
1. 塑料及制品 .....	159
2. 橡胶制品 .....	161
3. 胶粘剂 .....	163
4. 涂料及稀释剂 .....	165
5. 油料及润滑材料 .....	168
6. 纺织材料 .....	169
7. 其他 .....	171
四、热处理 .....	172
1. 变形铝合金的热处理 .....	172
2. 铝合金铆钉的热处理 .....	173
3. 镁合金的热处理 .....	174
4. 钛及钛合金的热处理 .....	174
5. 钢的热处理 .....	175
五、表面处理 .....	176
1. 金属与合金的抗蚀性 .....	177
2. 表面处理的种类 .....	177
3. 镁合金在装配中的防腐 .....	180



### 第三章 部件装配工艺

一、 装配件、分离面和装配单元	182
1. 装配件	182
2. 分离面	183
3. 装配单元	184
二、 装配定位	185
1. 定位规律	185
2. 装配基准和定位基准及其选择	186
3. 部件的两种装配基准	187
4. 定位方法	188
三、 补偿方法	189
1. 修配	189
2. 装配后精加工	189
3. 补偿结构的利用	189
四、 几种工艺孔	192
1. 导孔	192
2. 装配孔	194
3. 定位孔	197
五、 部件精加工	200
1. 种类和内容	201
2. 余量选择	201
3. 部件定位方法	201
4. 精加工型架实例	202
六、 部件装配用工艺装备选择	203
1. 分批原则	203
2. 选择原则	203
七、 型架、夹具	204
1. 型架的种类及用途	204
2. 型架的技术要求	205
3. 型架设计技术条件的内容	205
4. 装配型架构造	206
八、 地面设备	213
1. 托架	213
2. 工作梯	216
3. 吊挂	217
4. 运输车	218

## 第四章 互换协调与协调准确度计算

一、互换协调的基本概念 .....	222
1. 互换性、协调性及其相互关系 .....	222
2. 互换性的种类及其含义 .....	222
3. 互换性内容 .....	223
4. 协调过程——尺寸形状传递方式 .....	223
二、互换项目的确定 .....	225
1. 互换项目的含义 .....	225
2. 确定互换项目的程序 .....	225
3. 确定互换项目的主要因素 .....	225
三、产品的互换性检查 .....	226
1. 互换性检查的任务 .....	226
2. 互换性检查技术条件的编制 .....	227
3. 互换性检查方法 .....	227
4. 互换性检查计划与组织 .....	228
四、保证互换协调的基本方法 .....	228
1. 模线样板工作法 .....	229
2. 标准样件工作法 .....	229
3. 模线样板—局部标准样件工作法 .....	231
五、标准工艺装备 .....	233
1. 标准工艺装备种类和用途 .....	233
2. 标准工艺装备的典型图例 .....	235
3. 选用标准工艺装备应考虑的主要因素 .....	242
六、厂际互换协调 .....	243
1. 主、复制厂之间的互换协调 .....	243
2. 成品附件与飞机之间的互换协调 .....	243
七、互换协调系统图的设计 .....	244
1. 设计依据 .....	244
2. 设计要求 .....	244
3. 互换协调系统图的内容及形式 .....	244
八、飞机协调准确度的一般常识 .....	248
1. 机体的准确度技术要求 .....	248
2. 准确度的基本概念 .....	249
3. 误差的分类 .....	250
4. 偶然误差的分布特性 .....	251
九、外形协调准确度计算 .....	256

1. 计算公式 .....	256
2. 计算实例 .....	257
十、叉耳配合交点协调准确度计算 .....	263
1. 叉耳配合中心位置误差( $\Delta_{AB}$ ) .....	264
2. 两对叉耳配合中心距协调误差( $\Delta_{AB}$ ) .....	265
3. 计算实例 .....	266
十一、孔-轴-孔配合交点协调准确度计算 .....	269
1. 孔-轴-孔配合交点的孔位协调误差 ( $\Delta_{AB}$ ) .....	269
2. 两对孔-轴-孔配合交点的孔中心距协调误差 ( $\Delta_{AB}$ ) .....	270
3. 计算实例 .....	271

## 第五章 铆 接

一、铆接种类和特点 .....	276
1. 铆接的种类 .....	276
2. 各种铆接方法的特点和应用范围 .....	277
二、普通铆接 .....	279
1. 普通铆接工艺过程 .....	279
2. 确定铆钉孔位置 .....	280
3. 制孔 .....	282
4. 制窝 .....	284
5. 铆接 .....	289
6. 铆接缺陷及排除方法 .....	298
三、密封铆接 .....	300
1. 密封铆接工艺过程 .....	301
2. 预装配的工艺要点 .....	301
3. 铆接工艺要点 .....	302
四、干涉配合铆接 .....	303
1. 普通铆钉干涉配合铆接 .....	303
2. 无头铆钉干涉配合铆接 .....	310
五、自动钻铆 .....	312
1. 无头铆钉自动钻铆 .....	312
2. 有头铆钉自动钻铆 .....	312
六、特种铆接 .....	314
1. 环槽铆钉的铆接 .....	314
2. 高抗剪铆钉的铆接 .....	315
3. 螺纹空心铆钉的铆接 .....	316
4. 抽芯铆钉的铆接 .....	316

## 第六章 铆接工具与设备

一、夹紧工具	318
1. 弓形夹	318
2. 夹子	320
3. 定位销及定位销钳	321
4. 工艺螺钉(栓)	322
二、划线、引孔工具	323
1. 铆钉间距划线工具	323
2. 蒙皮余量划线工具	323
3. 引孔工具	324
三、切割、修锉工具	325
1. 切割工具	325
2. 修锉工具	331
四、制孔工具	332
1. 风钻	332
2. 钻床	344
3. 钻头	347
4. 蒙皮镗钻	352
五、制窝工具	355
1. 镗窝工具	355
2. 压窝工具	357
六、铆接工具	361
1. 铆枪	361
2. 冲头	366
3. 顶把	371
4. 手用压铆钳	380
5. 特种铆钉铆接工具	380
七、压铆机	384
1. 压铆机的分类	384
2. 手提式压铆机	384
3. 台式压铆机	390
4. 固定式单个压铆机 (KП-204)	394
5. 成组半自动压铆机 (KП-503M)	397
6. 成组自动压铆机 (KП-602)	404
7. 自动钻铆机	407
八、其他工具	412
1. 接风嘴(摘自HB2555-76)	412

2. 快换接头(摘自HB2556-76)	412
3. 平衡器	413
4. 夹层厚度测量尺	415
5. 铆钉冲	415
6. 撑紧器	416

## 第七章 结构密封

一、结构密封概述	417
1. 泄漏途径	417
2. 密封形式	417
3. 结构密封的一般要求	419
二、气密座舱和整体油箱的密封形式	421
1. 结构的典型密封形式	421
2. 密封元件	429
三、密封材料	432
1. 密封胶的工艺性	433
2. 环境及温、湿度对密封胶性能的影响	433
3. 常用密封胶的性能及配制方法	440
4. 密封腻子工艺性能及用途	440
四、涂胶密封工艺	440
1. 涂胶前的准备和清洗	440
2. 涂敷密封胶的方法	441
五、密封试验	443
1. 整体油箱密封试验	444
2. 气密座舱的密封试验	446
3. 整体油箱故障的排除	446
六、整体油箱的清洗	448
1. 摇摆架清洗法	449
2. 擦洗法	449
七、密封用工具和设备	450

## 第八章 螺纹连接

一、螺纹连接的形式及典型工艺过程	453
1. 螺纹连接的形式	453
2. 各种螺纹连接形式的典型工艺过程	457
二、主要工序的技术要求及工艺要点	460
1. 零件的定位、修合及夹紧	460

2. 孔位的确定 .....	461
3. 制孔 .....	462
4. 镗窝 .....	469
5. 倒角 .....	471
6. 连接件安装前的准备 .....	471
7. 螺栓安装 .....	472
8. 螺栓定力 .....	475
9. 螺纹连接中的防松 (摘自HB0-2-67) .....	478
10. 在基体零件上攻丝 .....	482
11. 自攻螺钉连接 .....	484
<b>三、螺接工具与设备 .....</b>	<b>485</b>
1. 扩孔钻 .....	485
2. 铰刀 .....	486
3. 拉刀 .....	493
4. 镗钻 .....	495
5. 丝锥 .....	505
6. 板牙 .....	507
7. 扳手 .....	508
8. 螺丝刀 .....	520
9. 铰杠 .....	521
10. 风动拧紧工具 .....	524
11. 铜锤和铝锤 .....	526
12. 拉削设备 .....	527
13. 钻套 .....	529

## 第九章 检 验

<b>一、一般铆接装配质量的检验 .....</b>	<b>536</b>
1. 零、组件在装配前的外观检查 .....	536
2. 零、组件装配定位准确度的检验 .....	536
3. 制孔质量的检验 .....	537
4. 沉头窝质量的检验 .....	539
5. 钉头、铆头及铆接件质量检验 .....	541
<b>二、部件气动外缘公差值的检验 .....</b>	<b>542</b>
1. 部件气动外缘型值公差的检验 .....	542
2. 气动外缘波纹度公差值的检验 .....	543
<b>三、部件相对位置准确度检查 .....</b>	<b>545</b>
1. 部件水平测量 .....	545
2. 操纵面吻合性公差值的检验 .....	545

## XIV

3. 操纵面偏转角度的检验 .....	549
四、铆接装配物理量的检验 .....	550
1. 操纵面重量平衡的检验 .....	550
2. 螺旋桨帽的静平衡力矩检查 .....	552
3. 襟翼传动机构摩擦力矩的检验 .....	553

## 附 录

附录一 常用计量单位及其换算 .....	554
附录二 常用材料比重 .....	558
附录三 金属的机械性能和物理性能的符号 .....	559
附录四 材料品种、形状代号 (HB0-72-70) .....	561
附录五 “公差与配合” 新旧国家标准公差带代号对照表 (摘自GB1801-79) .....	561

# 绪 论

## 一、铆接装配在飞机制造中的任务和地位

飞机是由成千上万个不同尺寸和形状的零件组成的复杂的装配体。铆接装配的任务则是将零件按照图样规定的连接形式和技术要求，按一定的顺序和方法，装配成组合件、部件，完成某些部件的对接工作和部件内部某些系统、附件的安装。

为了完成上述任务，装配工艺工作有如下几个方面的主要内容：

1. 首先以飞机结构图样为对象，对其机体结构实行有效的工艺划分。即按不同的结构特点和生产条件划分为若干装配单元，确定每个装配单元的装配工作内容，各个装配单元最后形成部件的装配顺序等。

2. 在工艺划分的基础上，确定每个装配单元的装配方法，包括零、组件在装配中的装配基准、定位方法、专用工装、工具、设备的品种数量及其结构形式等。

3. 拟定各个装配单元及其专用工装的尺寸移形原理和保证互换协调方法。

4. 编制生产用工艺规程，确定不同装配方法的工艺参数、检测手段及其它必要的工艺条件等。

就整个飞机制造过程和工艺工作内容而言，铆接装配占有十分重要的地位。据一般估计，在现阶段飞机装配劳动量约占整个飞机制造劳动量的50%左右，其中铆接装配劳动量不低于30%。而在铆接装配劳动量中，手工劳动在现阶段仍然是大量的，约占全部铆接装配劳动量的70%左右。对于保证产品最后符合设计要求的气动外形准确度、连接强度、结构件间的协调互换性以及缩



短装配周期、降低制造成本等方面，都与装配工艺过程密切相关。装配工艺过程各环节质量控制的合理与否，对上述各环节将起决定性的影响作用。为此，重视装配工艺的试验研究，使装配工艺日趋标准化、系列化，推动装配工艺不断发展，这是发展我国飞机制造业的一项重要内容。

## 二、铆接装配工艺的主要特点

由于飞机具有尺寸大、零件刚性小、气动外形复杂以及零件数量大、材料品种规格多、成品设备安装要求高等结构特点，致使飞机铆接装配工艺与一般机械制造工艺相比，有两个显著不同的特点：

1. 铆接装配工艺的范围较广。这是由于飞机机体结构零件有着多种连接形式和材料品种多而决定的。在连接形式中，铆接虽然是大量的，但还有螺栓连接、焊接、胶接、胶焊、胶铆等连接形式。不同类型的连接形式，有着不同性质的工艺方法。同种类型的连接形式，由于连接件和结合形式不同，其工艺方法也有差异。如铆接分为普通铆接、密封铆接、特种铆接。焊接又有点焊、滚焊、熔焊。胶接有纯胶接、胶焊和胶铆等。在现代飞机结构中，连接件的种类日益增多，新型连接件如环槽铆钉、冠状铆钉、无头干涉配合铆钉、高锁螺栓、锥形螺栓、各类高强度单面抽钉等，在不断发展和推广使用。在多品种的飞机材料中，不同性质的材料，其工艺规范不同。而不同的连接形式、不同的连接件、不同性质的材料，一般是综合应用于飞机机体部件。所以在某种程度上，装配工艺具有综合工艺的特点。因此，要求从事飞机装配的工艺人员具有比较宽广的工艺基础知识。

2. 铆接装配的工艺过程比较复杂。一般机械制造的装配手段主要是利用通用公差配合制度和一般平面平行尺寸链原理。由于飞机结构不同特点，单纯靠一般机械制造的手段难于完成部件铆接装配任务，需要采用特定的装配工艺方法和较多的专用工艺装备来保证协调互换。