

# 航空工艺装备设计手册

## 飞机装配夹具设计

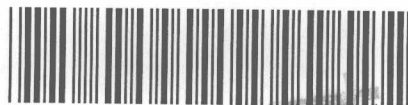
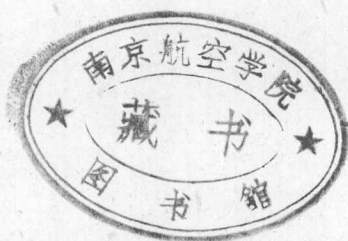


国防工业出版社

# 航空工艺装备设计手册

## 飞机装配夹具设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编



30249104

国防工业出版社

369234

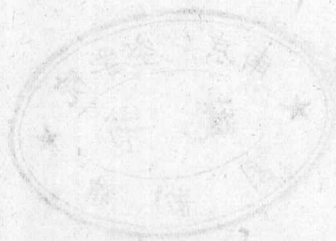


## 内 容 简 介

本手册系统地介绍了飞机装配夹具设计的有关资料，并选编了误差计算的基础理论及其简单应用。为了方便设计工作，并列入了较常查用的部分飞机标准。

全册共包括十个部分：一般知识；装配工艺装备结构设计；型架、夹具元件；辅助装置；夹具样板；标准工艺装备；型架制造与安装；地坪强度校核与型架基础设计；误差计算；附录。

供从事飞机装配夹具设计人员参考，也可供飞机装配专业教学参考。



航空工艺装备设计手册

飞机装配夹具设计

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

上海商务印刷厂排版 国防工业出版社印刷厂印装

\*

787×1092 1/16 印张 19 3/4 插页 2 516 千字

1979 年 11 月第一版 1979 年 11 月第一次印刷 印数：0,001—3,000 册

统一书号：N15034·1728 定价：3.20 元

(内 部 发 行)

## 出版说明

为总结二十多年来我国航空工业中工艺装备设计的经验,在有关单位的大力支持和热情帮助下,组成了编写小组,编写了这套《航空工艺装备设计手册》。其中包括:《通用部分》、《刀具设计》、《量具设计》、《夹具设计》、《冷冲模设计》、《铸模设计》、《锻模设计》、《橡胶、塑料模设计》、《飞机装配夹具设计》等九个分册。

手册中所选内容,主要以总结各有关工厂、院、校、所在航空工艺装备设计、制造和使用方面的实践经验为主;同时搜集整理了部分与航空工艺装备设计有关的国家标准、部颁标准和企业标准;对工艺装备设计中的一些关键性问题和设计方法也作了简明扼要的阐述和分析。

在调查研究、编写和审稿过程中,曾得到很多工厂、科研单位和大专院校的大力支持和协助,并提供了不少宝贵资料,在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,再加上经验不足,时间仓猝,因此,手册中难免存在缺点和错误,恳切希望同志们批评指正。



# 目 录

## 第一章 一般知识

### 第一节 装配及标准工艺装备编号

(根据 HB 35-73)..... 1

一、部工艺装备标准编号办法..... 1

二、工艺装备分类..... 1

### 第二节 图纸的编制与绘制..... 3

一、图纸编制..... 3

二、视图表示方法..... 4

### 第三节 铆接装配常识..... 5

一、工艺分离面..... 5

二、装配基准和定位孔工作法..... 5

三、不同工作姿势的劳动生产率..... 7

四、钻孔与铆接的操作空间..... 7

### 第四节 锻、铸、焊的有关常识..... 9

一、自由锻造设计注意事项..... 9

二、铸件的结构要素..... 11

三、金属材料焊接..... 16

### 第五节 其它..... 23

一、温度影响..... 23

二、坐标及角度换算公式..... 23

三、近似计算..... 26

## 第二章 装配工艺装备结构设计

### 第一节 概述..... 29

一、种类及特点..... 29

二、装配工艺装备结构设计的基本要求..... 29

三、不同性质的试制对型架、夹具结构的影响..... 30

四、设计过程..... 30

五、设计基准的选择..... 31

### 第二节 铆接装配型架、夹具..... 31

一、结构形式..... 31

二、产品的安放位置..... 32

三、产品的下架方式..... 35

四、产品在型架上的定位与固定..... 37

五、标准工艺装备在型架上的定位..... 43

### 第三节 精加工型架..... 44

一、定位与夹紧器..... 48

二、导向装置..... 55

三、传动附件与刀具装卡..... 58

四、产品在精加工型架上的检验..... 61

## 第三章 型架、夹具元件

### 第一节 骨架..... 64

一、骨架的一般结构形式..... 64

二、标准元件的应用..... 66

三、型架纵梁..... 68

四、骨架的刚度..... 69

五、设计注意事项..... 77

### 第二节 定位件..... 78

一、型材及隔板等定位件..... 79

二、外形定位件..... 83

三、接头定位件..... 95

四、凸缘端面连接定位件——型架平板..... 104

### 第三节 压紧件..... 113

一、螺旋压紧件..... 113

二、杠杆压紧件..... 118

三、偏心轮压紧件..... 119

四、弹簧压紧件..... 122

五、浮动夹紧件..... 123

六、外形压紧件..... 126

七、设计注意事项..... 130

### 第四节 其它..... 131

一、导套..... 131

二、常用万向接头典型结构及标准..... 133

三、塑造部位设计..... 135

四、快速可卸定位锁紧件..... 137

五、精确度与光洁度选择..... 137

## 第四章 辅助装置

### 第一节 工作架..... 139

一、梯子..... 139

二、地板..... 140

### 第二节 托架..... 143

一、用途及种类..... 143

二、结构形式..... 143

### 第三节 下架装置..... 149

一、用途及种类..... 149

二、结构形式..... 149

## 第五章 夹具样板

### 第一节 有关常识..... 156

一、样板种类(摘自 HB 240-74)..... 156

二、样板制造公差(摘自 HB 240-74)..... 157

三、有关的样板“标记”规定..... 158

### 第二节 夹具样板取制..... 159

一、取制原则..... 159

二、标记所在面的选择..... 161

三、样板上的基准..... 161

四、样板的对缝与对合形式..... 163

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第三节 基准孔与安装孔取制 ..... | 163 |
| 一、基准孔取制的基本原则 .....  | 163 |
| 二、安装孔的取制 .....      | 165 |
| 第四节 夹具样板图绘制 .....   | 166 |
| 一、图纸编制 .....        | 166 |
| 二、图形表示方法 .....      | 166 |
| 三、附注 .....          | 167 |

## 第六章 标准工艺装备

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 概述 .....            | 168 |
| 一、种类及用途 .....           | 168 |
| 二、标准工艺装备一般设计要求 .....    | 168 |
| 三、两种基本协调方法 .....        | 169 |
| 第二节 标准工艺装备的结构形式 .....   | 169 |
| 一、标准量规 .....            | 169 |
| 二、标准平板 .....            | 175 |
| 三、安装标准样件 .....          | 177 |
| 四、局部标准样件 .....          | 185 |
| 五、零件标准样件 .....          | 187 |
| 六、反标准样件 .....           | 190 |
| 七、表面标准样件 .....          | 190 |
| 第三节 标准工艺装备的结构要素设计 ..... | 193 |
| 一、刚度 .....              | 193 |
| 二、外形及分离面 .....          | 199 |
| 三、样件及量规上对合接头 .....      | 202 |
| 四、样件的标高系统 .....         | 205 |
| 第四节 协调 .....            | 206 |
| 一、标准样件的对合检查 .....       | 206 |
| 二、典型协调过程 .....          | 207 |

## 第七章 型架制造与安装

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第一节 型架安装方法的基本特点及对型架设计的要求 ..... | 216 |
| 一、型架装配机安装型架 .....              | 216 |
| 二、光学仪器安装型架 .....               | 220 |
| 第二节 制造精确度 .....                | 226 |
| 一、加工精度 .....                   | 226 |
| 二、截面位置误差引起的外形误差 .....          | 226 |
| 三、角度公差与坐标公差 .....              | 227 |

## 第八章 地坪强度校核与型架基础设计

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 一般概念 .....         | 228 |
| 一、设置型架基础的范围及设计依据 ..... | 228 |
| 二、地质一般常识 .....         | 229 |
| 第二节 地坪强度校核 .....       | 229 |
| 一、物理概念 .....           | 229 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 二、地坪承载力计算 .....           | 230 |
| 三、计算步骤 .....              | 230 |
| 第三节 型架基础设计 .....          | 232 |
| 一、确定型架基础底面积的基本公式 .....    | 232 |
| 二、基础尺寸 .....              | 233 |
| 三、设计与浇灌型架基础应注意的其它事项 ..... | 234 |
| 第四节 基础的防振措施 .....         | 234 |
| 一、振源对型架基础的影响 .....        | 234 |
| 二、防止振源对型架基础影响的措施 .....    | 235 |

## 第九章 误差计算

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第一节 概率论一般常识 .....                   | 236 |
| 一、基本概念 .....                        | 236 |
| 二、偶然误差的分布特性 .....                   | 237 |
| 三、测量结果的处理 .....                     | 241 |
| 第二节 平面平行尺寸协调过程的误差计算 .....           | 242 |
| 一、平面平行尺寸协调过程的尺寸链 .....              | 243 |
| 二、协调过程的误差特点 .....                   | 245 |
| 第三节 平面和空间尺寸链的计算 .....               | 247 |
| 一、解非平面平行尺寸链的一般公式 .....              | 247 |
| 二、解非平行尺寸链的实例 .....                  | 249 |
| 第四节 独立制造的对接部位的公差与配合间隙 .....         | 250 |
| 一、按概率法计算孔-轴-孔配合的间距公差 .....          | 251 |
| 二、按概率法计算叉耳配合的间距公差 .....             | 255 |
| 三、孔轴配合和叉耳配合的配合间隙 .....              | 259 |
| 四、孔轴和叉耳连接的间距公差计算公式 .....            | 259 |
| 第五节 相互联系制造的对接部位的协调误差和协调公差 .....     | 262 |
| 一、叉耳配合的中心距移制的累积误差和协调公差 .....        | 263 |
| 二、孔-轴-孔配合的孔位和孔中心距移制的累积误差和协调公差 ..... | 265 |
| 三、交点同心度误差 .....                     | 272 |

## 附 录

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 附录 I 精加工用动力头 .....     | 276 |
| 附录 II 孔加工功率计算 .....    | 281 |
| 附录 III 双支梁挠度公式推导 ..... | 282 |
| 附录 IV 飞机标准 .....       | 284 |
| 一、衬套 .....             | 284 |
| 二、轴承 .....             | 285 |
| 三、管接头 .....            | 286 |
| 四、注油口 .....            | 288 |
| 五、挤压型材合页片 .....        | 289 |
| 六、铆钉头及铆头尺寸 .....       | 290 |
| 七、挤压型材 .....           | 291 |



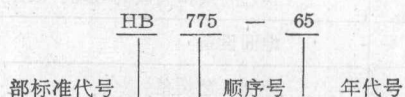
# 第一章 一般知识

## 第一节 装配及标准工艺装备编号(根据 HB35-73)

### 一、部工艺装备标准编号办法

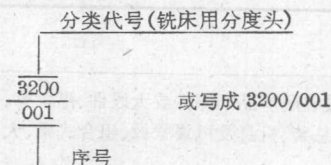
#### 1. 标准号

标准号由部标准代号、顺序号、年代号三部分组成。顺序号、年代号均采用阿拉伯数字,中间加一横线分开。



#### 2. 标记代号

标准工艺装备的标记代号采用数字编号办法,由分类代号和序号(或规格)组成。分数形式表示,分类代号为分子,序号(或规格)为分母。



### 二、工艺装备分类

#### 1. 工艺装备类别

表 1-1 工艺装备类别

| 类别 | 名称及特征   |
|----|---|
| 0  | 测量工具: 检验和测量零件尺寸、形状位置等用的各种工具                         |
| 1  | 切削工具: 在金属切削机床上加工金属材料所使用的切削工具                        |
| 2  | 辅助工具: 在金属机床上,用来固定切削工具及作辅助作用的工具(包括数控机床用辅助工具)         |
| 3  | 夹具及设备: 安装、固定以及装配、焊接、检验用夹具和主机装配所用的夹具及设备              |
| 4  | 钳工装配工具及其它工具: 钳工装配,热处理和弹簧制造,焊接和钎焊,表面处理与加工非金属材料用的工具   |
| 5  | 模具: 用冷加工和热加工的方法,使材料的一部分与另一部分分开以及将材料重新分布成形成要求的形状用的模具 |
| 6  | 铸造工艺装备: 熔化、造型及浇铸工作时的工艺装备                            |

## 2. 装备及设备组别

表 1-2 夹具及设备组别

| 类 别 | 组 别 | 名 称             |
|-----|-----|-----------------|
| 3   | 30  | 钻床和镗床夹具         |
|     | 31  | 车床、六角车床、自动车床夹具  |
|     | 32  | 铣床夹具            |
|     | 33  | 磨床夹具            |
|     | 34  | 装配工艺装备          |
|     | 35  | 钳工装配及焊接夹具       |
|     | 36  | 检验夹具及试验设备       |
|     | 37  | 其它夹具和夹具的气动、液压装置 |
|     | 38  | 地面设备            |
|     | 39  | 标准工艺装备          |

## 3. 装配及标准工艺装备分组

表 1-3 装配工艺装备分组

| 分 组  | 名 称     | 特 征   | 示 例                           |
|------|---------|---|-------------------------------|
| 340  | 型 架     | 用于铆接装配产品的部件或大段件、襟副翼、舵面、尾翼总装、机身及机翼壁板、组合式梁、大舱门等 | 对合型架、装配型架、配套型架、补铆型架等          |
| 341  | 夹 具     | 用于铆接装配产品的框、肋、护板、导流片、口盖、口框等                    | 对合夹具、装配夹具、配套夹具、补铆夹具等          |
| 342  | 精加工型架   | 用于产品部件分离面和对接接头的孔和面的精加工,以保证产品的协调与互换            | 机身、机翼精加工型架等                   |
| 343  | 检 验 装 备 | 用于检验产品的部件、组合件的外形、对接孔和交点的位置的正确性                | 检验样板、检验型架或夹具、检验量规、平衡夹具、水平测量台等 |
| 344  | 钻孔、切割装备 | 用于铆接装配工艺过程中的钻孔切割工序                            | 钻孔夹具、钻模等                      |
| 345① | 胶接、焊接夹具 | 用于产品的钣金件胶接和有色金属的焊接                            | 副油箱焊接夹具、蜂窝结构铣切固化夹具、胶接点焊夹具等    |
| 346  | 架 外 装 备 | 用于产品架外的安装、调整、检验、定位和测量                         | 工作样板、工作量规、工作模型等               |
| 347  |         |   |                               |
| 348  |         |   |                               |
| 349  | 其 它     |   |                               |

① 钳工装配定位焊接夹具的分组为 353; 钳工焊接夹具的分组为 354。



表 1-4 标准工艺装备分组

| 分 组 | 名 称                  | 特 征                                 | 示 例              |
|-----|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| 390 | 部、组件标准样件             | 制造、安装、协调产品部、组件型架或夹具的依据              | 安装标准样件、表面标准样件    |
| 391 | 零件标准样件               | 制造、安装、协调产品零件工艺装备的依据                 | 框、肋、受力接头的标准样件等   |
| 392 | 标准模型                 | 制造、安装、协调与产品外形有关的工艺装备的依据             | 局部正、反表面模型、切面模型等  |
| 393 | 标准平板                 | 保证产品部件分离面、零组件对合面的对接孔和交点及外形的互换与协调的平板 | 前后机身结合平板等        |
| 394 | 标准量规                 | 保证产品部件对接孔和交点的互换与协调的量规               | 交点量规、导管量规等       |
| 395 | 夹具样板                 | 制造、安装、检验产品零组件、部件的工艺装备的样板            | 组合样板等            |
| 396 | 型架装配机、划线钻孔台、光学望远镜用工具 | 用型架装配机、划线钻孔台、光学望远镜装配型架时用的工具         | 安装平板、金具、转接工具等    |
| 397 | 反标准样件                | 制造、协调、检验标准样件的标准工艺装备                 | 机翼反标准样件、副翼反标准样件等 |
| 398 |                      |                                     |                  |
| 399 | 其 它                  |                                     |                  |

## 第二节 图纸的编制与绘制

工艺装备图的编制与绘制,应根据国家制图标准和以下规则进行。

### 一、图纸编制

#### 1. 图的种类

图纸共分三种,即总图(装配图);组件图(分装配图);零件图。

总图允许绘在多张图纸上,但主视图所在页必须编为第一页。同时在每页总图上(主标题栏上方或附注下方)分别注明“总图共×页,第×页”。

传动图(原理图)编为总图,编入总图的末页,也可绘在总图第一页主标题栏上方。

每页图纸上的标题栏中必须有工艺装备的编号和产品图号;在组件和零件图的标题栏中还必须注明第×页和用于第×页。

#### 2. 拆图原则

1) 拆图的目的是为了便于工艺装备的制造,因此,一般应根据工艺装备的结构情况和工艺特点,从总图中拆出组件和零件图;

2) 组件图是指在结构上可装配成一组的分装配件图,一般不宜从组件图中再拆出组件图;

3) 机械加工件和焊接件绘成零件图;

焊接件图中的零件,一般不再拆零件图,但对于焊接件中的较复杂的机械加工件,为了制造方

便,可将该机械加工件再绘成单独的零件图供机械加上用。

4) 对于零件很少的图纸,也可直接拆零件图而不绘组件图;

5) 对于尺寸不同的相似零、组件,可按一个零、组件绘在一张图纸上,并在该图纸上列出尺寸表。但这种合并表示的数量不宜过多,以便于组织工艺装备的制造工作。

### 3. 零、组件的编号

总图明细表中列出的零、组件,应按序号 1、2、3、……进行编号,一般将主要的零、组件编在前面,如框架、卡板、接头定位件等;

组件图中示出的零件的编号,仍采用数字 1、2、3、……;

零件图中出现的零件,如焊接件中的零件,其编号一般采用“分数”表示,以区别于该零件的编号,分母表示总零件号,分子表示分零件号,如 1/2、2/2、3/2、……。

### 4. 件数的标注

总图明细表中零件和组件的件数栏内标注一台型架所需数量;

组件图明细表中零件件数栏内,一般标注每件组件所需数量,并在该组件图上注明该组件在一台型架上所需数量。若组件图明细表中所示零件数为一台型架所需数量时,应在附注中作相应说明;

零件图标注一台型架所需数量。

### 5. 对称件的标注

当型架有左、右件之分时,应在总图第一页上注明“左件如图,右件对称”或“右件如图,左件对称”,而在零、组件图中则不加说明;

当一台型架上有对称零、组件时,只绘制一件,并在该零、组件图中注明“×件如图,×件对称”。在相应件数栏内的总件数的右上、下角上注明其对称件的数量。例如“3 件如图,2 件对称”时,则总件数表示为“5<sub>2</sub>”;

当一台型架上的零、组件仅局部对称时,则在视图上给予说明或绘详图。

### 6. 附注

对视图或明细表的不足及制造与使用方面有特殊要求者,可用附注加以说明。

## 二、视图表示方法

### 1. 主视图位置

主视图所布置的位置,应视情况同使用位置、装配图位置以及制造时所处位置一致,以便于识图。

### 2. 示出同产品的关系

- 1) 用参考线(双点划线)示出产品有关轮廓,并注明相应的图号和必要的参考尺寸;
- 2) 示出必要的结构轴线,例如:构造水平线、对称轴线、长桁轴线、弦线、框轴线等;
- 3) 示出航向,例如“逆航向视图”的说明等。

### 3. 示出同制造依据的关系

用参考线示出制造依据有关部位的轮廓,并加注相应说明和标出同其制造关系的尺寸。

### 4. 示出所需标记内容

### 5. 尺寸标注

供参考的尺寸加以括号( )表示;

用型架装配机和划线钻孔台等坐标设备控制的尺寸,在其右上角加符号“\*”表示,如  $\overbrace{\quad\quad\quad}^{100^*}$ ;



用长杆千分尺或工具轴等测量的尺寸,在其右上角加符号“▲”表示,如 $\overbrace{\left| \right|}^{100\blacktriangle}$ 。

### 第三节 铆接装配常识

#### 一、工艺分离面

在飞机构造上按生产的需要而划分的分离面,称为工艺分离面。

在成批生产条件下,按工艺分离面划分成装配单元进行分散式装配,可缩短装配周期,改善装配工作的劳动条件,有利于铆接工作的机械化与自动化。装配工作分散或集中的程度,主要取决于产量的大小。

装配单元的划分,主要考虑:

- 1) 构造上的可能性与特殊要求;
- 2) 有良好的开敞性与工作条件;
- 3) 各装配单元应具有一定的刚度;
- 4) 易于保证装配单元之间的相互协调;
- 5) 减少部件总装配工作量,以达到各装配阶段工作量的平衡,并简化型架结构。

#### 二、装配基准和定位孔工作法

##### 1. 装配基准

装配过程中控制产品外形的方法有两种,即以骨架为基准的装配方法和以蒙皮为基准的装配方法。

图 1-1 是以骨架为基准装配的典型示例。首先将骨架装配好,然后在蒙皮上施加外力  $P$ ,使蒙皮贴紧在骨架上并连接在一起。这种装配方法的误差形成过程是从内向外,累积误差均反映到蒙皮的外形上。

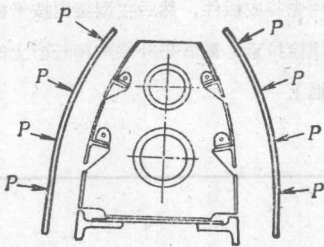


图 1-1 以骨架为基准的装配

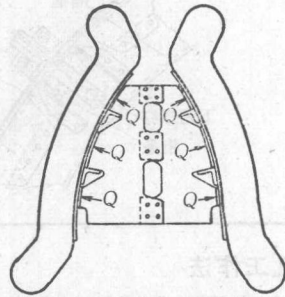


图 1-2 以蒙皮为基准的装配

图 1-2 是以蒙皮为基准装配的典型示例。其特点,是将翼肋分成两半并分别装在蒙皮上,然后在型架上施加外力  $P$ ,使蒙皮外形贴紧在卡板上,最后将两半翼肋连接起来。这种装配方法的误差形成过程是从外向内,累积误差在骨架装配时借补偿方法消除。采用这种方法的前提是,在产品的结构上必须有补偿件。

表 1-5 为上述两种方法常用的定位压紧示例。

表 1-5 装配基准示例

| 装配基准      | 图 例 | 说 明  |
|-----------|-----|--|
| 以骨架为基准的装配 |     | <p>骨架零件按定位孔定位, 铆上桁条组成骨架后, 放上蒙皮并用橡皮绳或钢带压紧, 然后进行骨架与蒙皮的铆接</p>                     |
|           |     | <p>骨架零件按卡板定位, 同大梁、桁条等组成骨架后, 放上蒙皮并用卡板压紧, 然后进行骨架与蒙皮的铆接</p>                       |
| 以蒙皮为基准的装配 |     | <p>图为翼肋分两半的前缘, 翼肋和桁条先铆在蒙皮上, 然后用撑杆顶紧在卡板上, 最后将两半翼肋连接在一起</p>                      |
|           |     | <p>图为机身总装型架内的装配示例。蒙皮、桁条和补偿片先装成板件, 然后在型架内按卡板定位并用工艺螺栓拉紧, 最后将补偿片和长桁上的角片铆接在隔框上</p> |

## 2. 定位孔工作法

是装配过程中用孔在型架上定位和借孔进行组合件之间的组合装配方法, 其所能达到的外形准确度, 较以外形为基准的装配方法为低。

例如, 机身段件的装配, 在隔框夹具上利用钻模在隔框上钻出定位孔, 在钣金型架上利用定位孔确定有关补偿片的位置, 在下部型架上利用定位孔将隔框定位进行装配, 在总装配型架上则借隔框上同下部型架定位一致的一部分定位孔定位“下部”, 一部分定位孔则用于钣金在隔框上的相互定位。

定位孔的位置和数量, 同产品的尺寸和刚度有关。




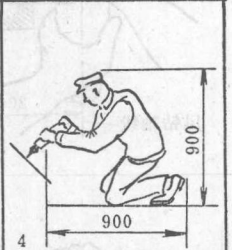
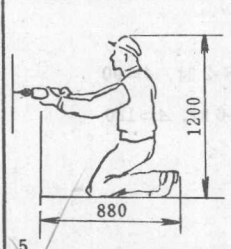


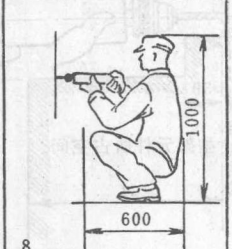
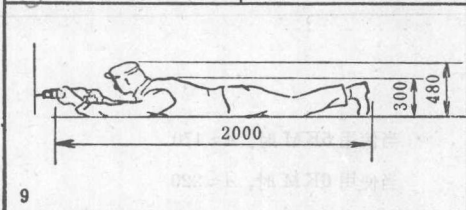
定位孔工作法能使型架结构简化, 开敞性较好。适用于气动外形要求不太高的产品。

### 三、不同工作姿势的劳动生产率

装配过程中产品所处的位置,决定了工人的操作姿势。表1-6为不同工作姿势的劳动生产率比较。

使用手提风动工具时,最有利的工作条件是使工人站着对1.1~1.4米高度范围内的垂直铆缝进行钻孔与铆接。

表1-6 不同的工作姿势下劳动生产率比较

|    |   |   |   |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
|---|--|--|---|---------|----|---------|---|-----|------|-------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|-------|--|
|   |    |  |  |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>劳动生产率 %</th> <th>序号</th> <th>劳动生产率 %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>100</td> <td>5, 6</td> <td>60-50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>95</td> <td>7</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>75</td> <td>8</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>50</td> <td>9</td> <td>40-30</td> </tr> </tbody> </table> |  | 序号  | 劳动生产率 % | 序号 | 劳动生产率 % | 1 | 100 | 5, 6 | 60-50 | 2 | 95 | 7 | 67 | 3 | 75 | 8 | 36 | 4 | 50 | 9 | 40-30 |  |
| 序号  | 劳动生产率 %  | 序号   | 劳动生产率 %   |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
| 1   | 100  | 5, 6   | 60-50   |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
| 2   | 95   | 7  | 67  |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
| 3   | 75   | 8  | 36  |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |
| 4   | 50   | 9  | 40-30   |         |    |         |   |     |      |       |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |   |       |  |

### 四、钻孔与铆接的操作空间

型架结构的开敞性所考虑的主要问题之一,是使钻孔与铆接工具易于接近产品进行钻孔与铆接工作。其极限空间见表1-8。

当型架构件影响钻孔时,可使钻头有微小倾斜度钻孔。当钻头按1:10的倾斜度钻初孔 $d_1$ ,然后扩孔至 $d_2$ 时,其孔径之差( $d_2-d_1$ )不得小于表1-7中所列数值。

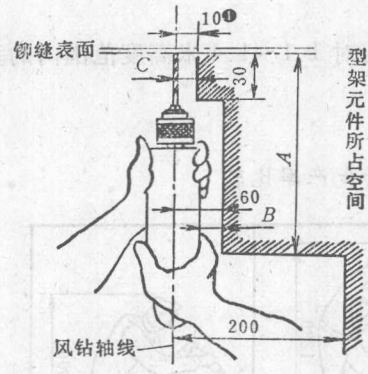
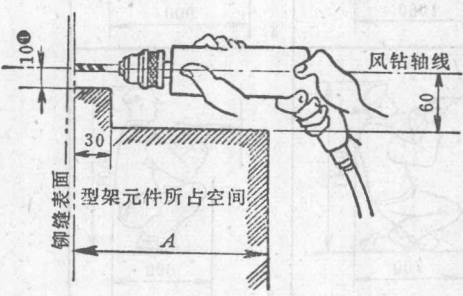
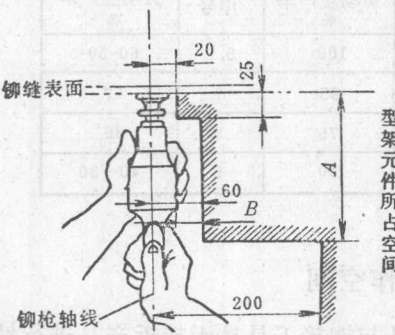
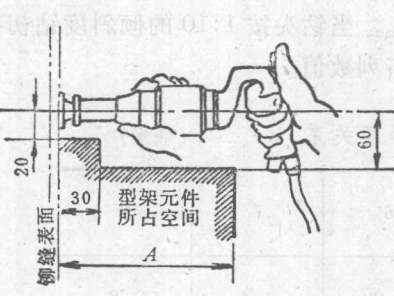
表1-7 钻孔直径同厚度关系 (毫米)

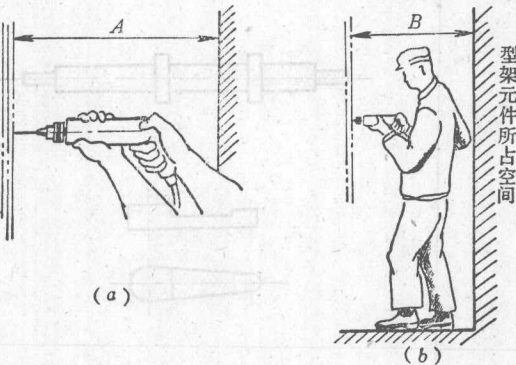
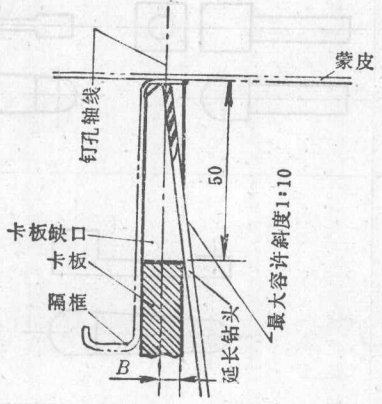
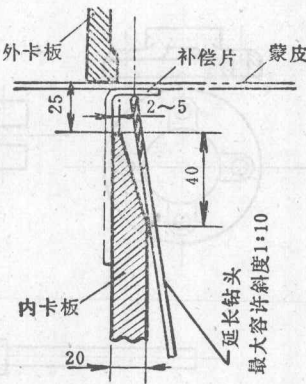
| 钻孔厚度      | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $d_2-d_1$ | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 |



表 1-8 钻孔铆接工具所需极限空间

(毫米)

| 图   | 例  | 说 | 明 |
|---|--|---|---|
|    | <p>当使用 ZL-2、ZLS-2、FZ-6 时, <math>A \approx 190</math><br/>                 当使用 FZ-8、PC-8 时, <math>A \approx 220</math><br/>                 风钻与型架元件之间的最小间隙 <math>B \approx 30</math><br/>                 钻头与型架元件之间的最小间隙 <math>C \approx 5</math></p> |   |   |
|   | <p>当使用 ZL-2、ZLS-2 时, <math>A \approx 90</math><br/>                 当使用 FZ-8、FZ-6 时, <math>A \approx 120</math></p>  |   |   |
|  | <p>当使用 5KM 时, <math>A \approx 170</math><br/>                 当使用 6KM 时, <math>A \approx 220</math><br/>                 当使用 7KM 时, <math>A \approx 270</math><br/>                 铆枪与型架元件之间的最小间隙 <math>B \approx 30</math></p>                     |   |   |
|  | <p>当使用 MQ5、5KM 时, <math>A \approx 120</math><br/>                 当使用 6KM 时, <math>A \approx 200</math><br/>                 当使用 7KM 时, <math>A \approx 240</math></p>   |   |   |

| 图   | 例   | 说 | 明 |
|---|---|---|---|
|  <p>(a)</p> <p>(b)</p> | <p>型架元件所占空间</p> <p>(a) 只用双手持工具进入障碍区操作:<br/>                     用 FZ-8、5KM 等一般风动工具时, <math>A \approx 400</math><br/>                     用 6KM 时, <math>A \approx 450</math><br/>                     用 7KM 时, <math>A \approx 500</math><br/>                     (b) 工人背后有型架元件时, 最小操作空间:<br/>                     用一般风动工具时, <math>B \approx 600</math><br/>                     用较大风动工具(如 7KM)时, <math>B \approx 700</math></p> |   |   |
|                       | <p>钣金装配型架上的内型板, 为了让开钻头而按钻头倾斜 1:10 角度开制缺口, 通过缺口先钻较小直径的孔, 然后再从蒙皮的外侧进行扩孔, 以保证孔垂直于蒙皮表面</p> $B \leq 5 - \frac{\text{钻头直径}}{2}$   |   |   |
|                      | <p>将内卡板局部制斜面, 以使用延长钻头钻制蒙皮与补偿片上的铆钉孔</p>  |   |   |

● 用止动镗窝钻镗窝时, 此尺寸为 2。

### 第四节 锻、铸、焊的有关常识

#### 一、自由锻造设计注意事项

主要是简化锻件外形, 表 1-9 为常见的几个具体示例。

表 1-9 常见的几个具体示例

| 注 意 事 项                                   | 例                     |     |
|---|-----------------------|-----|
|   | 不 合 理                 | 合 理 |
| 避免带有锥形或楔形                                 | <p>锥形</p> <p>倾斜表面</p> |     |
| 避免两个圆柱形表面或一个圆柱形表面与棱柱形表面相接                 |                       |     |
| 不应有加固筋                                    |                       |     |
| 不应在基体上或叉形件内部有凸台                           |                       |     |
| 当零件具有骤变的横截面或复杂的形状或长杆时, 应改用几个较简单的部分组合或焊接而成 |                       |     |



## 二、铸件的结构要素

表 1-10 最小壁厚

(毫米)

| 铸造方法 | 铸 件 尺 寸          | 铸 钢   | 灰 铸 铁 | 球 墨 铸 铁 | 可 锻 铸 铁 | 铝 合 金 | 镁 合 金 | 铜 合 金 |
|------|------------------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|
| 砂 型  | ~200×200         | 8     | ~6    | 6       | 5       | 3     |       | 3~5   |
|      | >200×200~500×500 | 10~12 | >6~10 | 12      | 8       | 4     | 3     | 6~8   |
|      | >500×500         | 15~20 | 15~20 |         |         | 6     |       |       |
| 金属型  | ~70×70           | 5     | 4     |         | 2.5~3.5 | 2~3   |       | 3     |
|      | >70×70~150×150   |       | 5     |         |         | 4     | 2.5   | 4~5   |
|      | >150×150         | 10    | 6     |         |         | 5     |       | 6~8   |

注：1. 一般铸造条件下，各种灰铸铁的最小允许壁厚：

HT 10-26, HT 15-33:δ=4~6 HT 20-40:δ=6~8 HT 25-47:δ=8~15

HT 30-54, HT 35-61:δ=15 HT 40-68:δ≥20

2. 如有特殊需要，在改善铸造条件下，灰铸铁最小壁厚可达 3 毫米，可锻铸铁可小于 3 毫米。

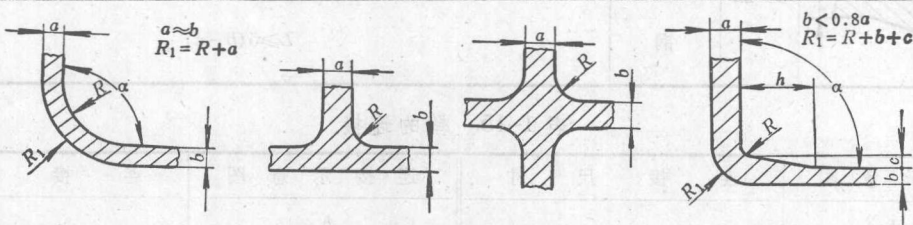
表 1-11 外壁、内壁与筋的厚度

(毫米)

| 零件重量 (公斤) | 零件最大外形尺寸 | 外 壁 厚 度 | 内 壁 厚 度 | 筋 厚 度 |
|-----------|----------|---------|---------|-------|
| ~5        | 300      | 7       | 6       | 5     |
| 6~10      | 500      | 8       | 7       | 5     |
| 11~60     | 750      | 10      | 8       | 6     |
| 61~100    | 1250     | 12      | 10      | 8     |
| 101~500   | 1700     | 14      | 12      | 8     |
| 501~800   | 2500     | 16      | 14      | 10    |
| 801~1200  | 3000     | 18      | 16      | 12    |

表 1-12 铸造内圆角及过渡尺寸 (摘自 ZB11-62)

(毫米)



| $\frac{a+b}{2}$ | 过 渡 尺 寸 R      |    |          |    |          |    |           |    |           |    |       |     |
|-----------------|----------------|----|----------|----|----------|----|-----------|----|-----------|----|-------|-----|
|                 | 内 圆 角 $\alpha$ |    |          |    |          |    |           |    |           |    |       |     |
|                 | <50°           |    | 51°~75°  |    | 76°~105° |    | 106°~135° |    | 136°~165° |    | >165° |     |
|                 | 钢              | 铁  | 钢        | 铁  | 钢        | 铁  | 钢         | 铁  | 钢         | 铁  | 钢     | 铁   |
| ≤8              | 4              | 4  | 4        | 4  | 6        | 4  | 8         | 6  | 16        | 10 | 20    | 16  |
| 9~12            | 4              | 4  | 4        | 4  | 6        | 6  | 10        | 8  | 16        | 12 | 25    | 20  |
| 13~16           | 4              | 4  | 6        | 4  | 8        | 6  | 12        | 10 | 20        | 16 | 30    | 25  |
| 17~20           | 6              | 4  | 8        | 6  | 10       | 8  | 16        | 12 | 25        | 20 | 40    | 30  |
| 21~27           | 6              | 6  | 10       | 8  | 12       | 10 | 20        | 16 | 30        | 25 | 50    | 40  |
| 28~35           | 8              | 6  | 12       | 10 | 16       | 12 | 25        | 20 | 40        | 30 | 60    | 50  |
| 36~45           | 10             | 8  | 16       | 12 | 20       | 16 | 30        | 25 | 50        | 40 | 80    | 60  |
| 46~60           | 12             | 10 | 20       | 16 | 25       | 20 | 35        | 30 | 60        | 50 | 100   | 80  |
| 61~80           | 16             | 12 | 25       | 20 | 30       | 25 | 40        | 35 | 80        | 60 | 120   | 100 |
| c 和 h 值         | $b/a$          |    | <0.4     |    |          |    | 0.5~0.65  |    | 0.66~0.8  |    | >0.8  |     |
|                 | $\approx c$    |    | 0.7(a-b) |    |          |    | 0.8(a-b)  |    | a-b       |    |       |     |
|                 | $\approx h$    |    | 钢        |    |          |    | 8c        |    |           |    |       |     |
|                 |                | 铁  |          |    |          |    |           |    |           | 9c |       |     |