

工人岗位技能培训系列教材

铆装钳工技能

乌兰 主编



航空工业出版社

(京)新登字 161 号

内 容 简 介

本书阐述的铆装钳工技能,是根据航空工业《工人技术等级标准》(铆装钳工)应知应会的要求,以技能培训为主干线,贯穿必要的理论知识,借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式编写的,即以代表本岗位技能要求的典型组部件为模块,再根据模块选配学习单元。适合立足本职、定向学习、岗位成才的要求,是开展工人岗位技能培训的适用教材。

本书是铆装钳工的岗位技能培训教材,技能内容图文结合,便于自学和施教。本书也可作为技术人员的参考书和技校、大专院校学生的技能培训参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

铆装钳工技能/乌兰主编. —北京:航空工业出版社, 1994.6

(工人岗位技能培训系列教材)

ISBN 7-80046-593-4

I. 铆… II. 乌… III. 钳工-铆接-技术教育-教材 IV. TG 938

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第05548号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1994年6月第1版

1994年6月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.25 插页 2 页 字数: 370千字

印数: 1—3000

定价: 11.20 元

前 言

为落实国务院关于“搞好职工培训，不断提高职工队伍素质”的指示精神，适应工人岗位培训的需要，在总结航空工业多年来工人培训的实践，借鉴国际劳工组织开发的职业技能模块（MES）教学法的基础上，我们组织编写了车工、钳工、铣工、钣金工、磨工、冲压工、表面处理工、焊工等十几个专业工种和工人岗位通用知识在内的新型教材。计划从1991年至1994年陆续出版。

这套教材的内容及其深广度，以《工人技术等级标准》为依据，以操作技能为主，将本工种各技术等级、不同岗位的要求，用若干个典型件来体现，这种典型件即为模块，而完成模块技能要求所需的单一的基础技能训练内容称为学习单元。因此，这套教材既是工人技能培训教材，同时也是技能考核标准的具体化。当某个工人需要培训或考核时，根据技术等级和需要加工的工件（或工艺）类型，可以很快找到所应掌握的学习单元和考核要求。本教材的内容大多是由一些老工人、技师和多年在生产第一线的技术人员提供的操作技能技巧实例，加上通俗易懂的文字和大量的图示图解，无论采取集中培训形式还是工人自学，都较其他类型教材容易掌握。

本书由哈尔滨飞机制造公司人事处负责组织编写。全书由乌兰同志主编，参加编写的还有苗世忠、王正炳、蒋宏瑄、周大庆等同志。西安飞机制造公司伍力、上海飞机制造公司季廷嘉、南昌飞机制造公司李建平、成都飞机制造公司张友等集体审定。在教材编审过程中，部教育司、有关工厂、航空工业出版社等单位给予了大力支持和帮助，在此表示感谢！

在教材编写过程中，我们坚决地按照岗位培训“干什么，学什么，缺什么，补什么”的原则，努力处理好专业理论与操作技能、典型与特殊以及各技术等级之间的关系，希望能成为一套适合岗位培训并受广大工人欢迎的新型教材。但由于时间仓促，水平有限，缺点错误在所难免，请广大工人同志和各位读者提出宝贵意见，使这套教材日臻完善。

工人岗位技能培训系列教材编委会

1993年5月

目 录

导论	(1)
第1学习单元 铆接装配定位方法	(6)
第2学习单元 铆钉和制铆钉孔	(14)
第3学习单元 冲击铆接	(46)
第4学习单元 压铆	(70)
第5学习单元 特种铆接	(88)
第6学习单元 密封铆接	(107)
第7学习单元 螺接	(123)
第8学习单元 铆接装配中的工艺补偿和修配	(162)
第9学习单元 铆接装配中的固定	(169)
第10学习单元 机体各部件的对接	(172)
第11学习单元 大型可卸件的调试安装	(185)
第12学习单元 铆接变形	(192)
第13学习单元 其他工艺技术	(198)
第14学习单元 识读飞机结构装配图知识	(206)
第15学习单元 协调互换的基本知识	(226)
第16学习单元 装配型架夹具的一般知识	(233)

导 论

一、铆装钳工工作的基本内容

每架飞机的机体是由上千万个钣金冲压件和机械加工件组成的。而飞机机体结构按一定的设计布局和工艺要求可划分成许多部件、段件、板件和组合件，铆装钳工的任务就是按机体结构的图样和工艺规程（或工艺指令）通过各种形式的铆接、螺接等方法将成千上万个零件逐步组装成组合件、板件、段件和部件，最后将各部件对合成完整的机体。

1. 常见飞机机体结构的划分

飞机的机体结构可划分成许多部件和可卸件。如图0-1所示。

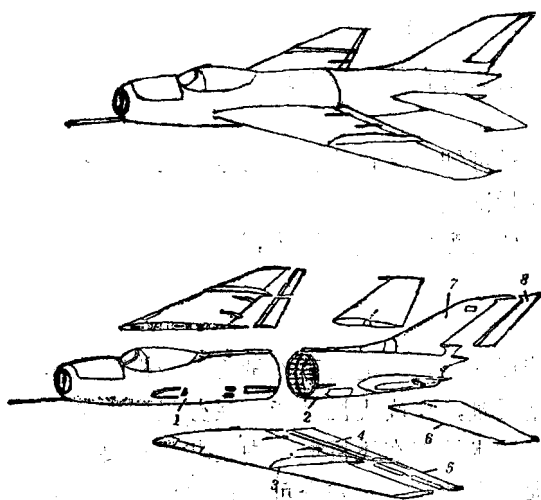


图 0-1 飞机机体结构的划分

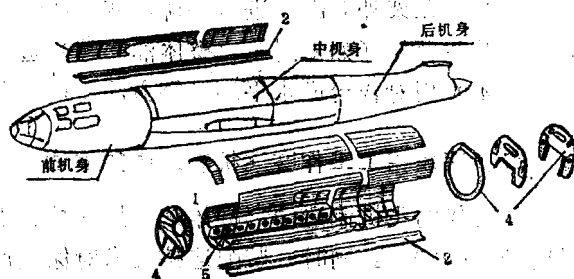


图 0-2 机身部件划分成段件、板件和组合件的示意图

飞机机体结构划分成许多部件和可卸件之后，在部件与部件和部件与可卸件之间形成了分离面，这种分离面称为设计分离面。设计分离面一般采用可卸连接。

飞机部件可进一步划分成段件，段件又进一步划分成板件和组合件。这种划分在结构上形成的分离面称为工艺分离面。工艺分离面一般都是不可卸连接，即装配成部件之后这些分离面就不存在了。如图0-2和图0-3为常见飞机机身、机翼部件进一步划分成段件、板件和组合件的分解示意图。

2. 机体结构的连接

在机体结构的装配中，应用最多的连接形式是铆接和螺接。其连接形式和使用部位见表0-1和表0-2。

3. 铆接装配的基本程序

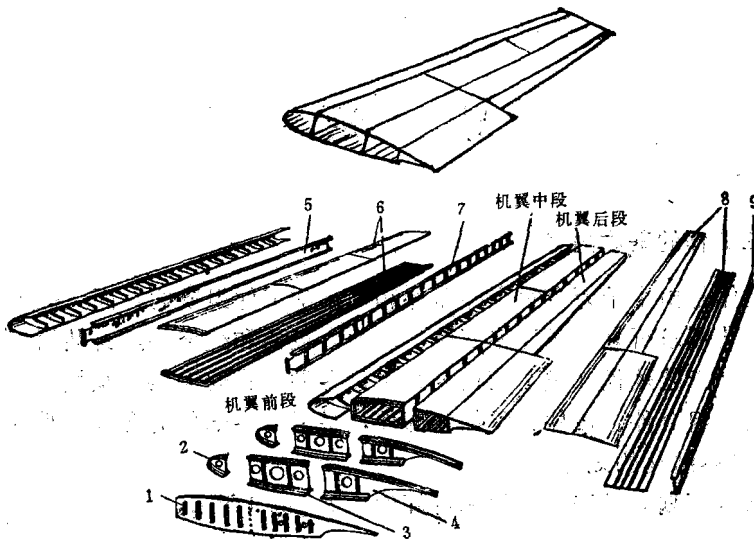


图 0-3 机翼部件划分成段件、板件和组合件的示意图

- (1) 以一定的定位形式或在夹具上将零件装配成组合件、板件；
- (2) 在型架上把零组件、板件装配成部件；
- (3) 在架外对部件进行补铆，铆装系统件，对可卸件（口盖、舱门等）进行修配安装，对某些部件（如密封舱、整体油箱等）进行密封试验；
- (4) 用对合台或水平测量等方法将机体各部件装配成完整的机体。

二、铆装钳工工作在飞机制造中的地位

在现代的飞机制造中，机体结构用铆接、螺接形式进行装配的工作量约占全机总工作量的25%~30%。同时，装配连接技术对保证产品质量，提高飞机性能、疲劳强度和可靠性等方面都有至关重要的作用。因此，铆装钳工的技术技能在飞机制造中是非常重要的。

当代飞机的发展，对机体结构的疲劳寿命要求越来越长，对安全可靠性的要求越来越高。为此，在新型飞机设计中，大量采用新型的铆钉、螺钉等连接紧固件及其新材料和新的连接技术。这就要求铆装钳工在操作技能和技术上要不断提高，以适应时代的要求。

三、选择模块和编写本教材的原则

模块——体现本岗位技能要求的实作件或相似产品的组部件，称为模块。

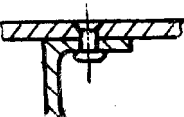
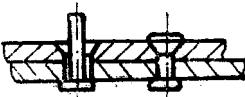
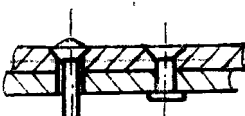
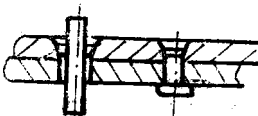
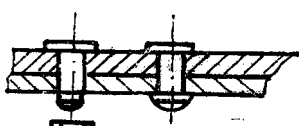
学习单元——指导制作模块所需的技能知识，称为学习单元。

飞机铆装钳工岗位技能培训模块及学习单元划分，见表0-3。

编写本教材的原则是：

1. 对在岗铆装钳工的培训为主，也可用于岗前培训。
2. 本教材属于通用教材，即不是专机专用教材。本教材通过典型模块及其基本工序，着重传授铆装钳工的基本技能和技巧，以便适用于对航空航天部各厂和各机种铆装钳工的培训。
3. 本教材按《工人技术等级标准》中铆装钳工的初、中、高技术等级的应知应会和工

表 0-1 铆钉连接形式

铆接类别	铆接形式	简 图	一 般 用 途
普 通 铆 接	凸头铆钉连接		1. 结构内部铆接 2. 低速机结构外形
	沉头铆钉连接		结构外形
特 种 铆 接	镦沉头铆钉连接		密封铆接 提高抗疲劳强度处
	半冠头铆钉连接		密封铆接 提高抗疲劳强度处
	全冠头铆钉连接		密封铆接 提高抗疲劳强度处
	无头铆钉连接		疲劳强度有特殊要求处
	高抗剪铆钉连接		承受大剪力的结构件

续表 0-1

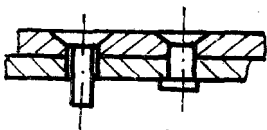
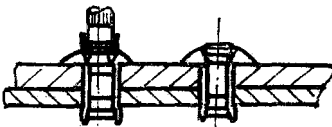
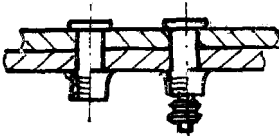
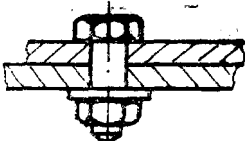
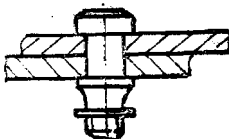
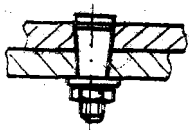
铆接类型	铆接形式	简 图	一 般 用 途
特 种 铆 接	钛合金铆钉 连接		耐高温结构件
	抽心钉连接		单面铆接
	环槽铆钉连 接		高强度结构件

表 0-2 螺栓连接形式

螺栓类别	螺栓形式	简 图	一 般 用 途
普通螺栓	普通螺栓连 接		承力结构件
高锁螺栓	高锁螺栓连 接		高强度承力结构件
锥形螺栓	锥形螺栓连 接		抗疲劳结构件

作实例内容相结合编写。

4. 根据铆装钳工应掌握的技能,共选了23个模块,编写了16个学习单元。其中规格化的实作模块12个,相似产品模块11个。实作模块体现铆装钳工的基本技能,但在实作模块上体现不了的一些技能,例如如何使用工装定位,如何防止铆接变形,如何调试安装和试验等选用了抽象化的相似产品模块来体现。

5. 模块的数量及其技能,以中级工为主兼顾高级工。

6. 所选用的23个模块按初级工、中级工、高级工的顺序连接起来,可体现铆接装配程序的整个过程。因此,铆装钳工要想提高技术和技能,要想考工晋级,必须按学习单元和模块进行考核。

四、在实践中逐步掌握铆装钳工的技能

铆装钳工的技能主要从两方面体现,一是连接技术,一是装配技术。这些技术和技能必须在实践中逐步磨练才能掌握。因此强调自学为主,即工人应找出自己的实际技能水平与模块的考核技能和要求之间存在的差距,然后在实际操作实践中逐步消除差距。其具体做法就是按学习单元测试,按模块考核的办法来检查技能提高的程度。

第1学习单元

铆接装配定位方法

一、铆接装配定位的基本原理

我们已经知道，任何一个空间的自由物体，在三个相互垂直的坐标系上具有六个自由度——沿坐标轴的平移及绕坐标轴的旋转，如图1-1所示。

图1-1中的长方体可采用三个平面定位，例如将底面及两侧面定位在 xoy 、 xoz 及 yoz 平面内，那么这个长方体的位置就被确定了下来。这三个定位面也可以用适当位置布置的六个支承点所代替，同样起到限制六个自由度的作用，这就是六点定位原理。铆接装配夹具（型架），其定位器就是按照六点定位原理进行设计的。由于飞机机体结构大多是由钣金零件构成，刚性较差，为保证其准确度要求，常常需采用多于六点的过定位方式来解决。图1-2所示为机翼前缘装配夹具的原理图，从图中可以看到前缘蒙皮共采用了五对卡板来确定其前后位置（从六点定位原理角度来看只需两对卡板）。翼肋采用了六个定位件来确定其展向位置（同样从六点定位原理角度来分析只需合理分布的两个定位件就可以了）。

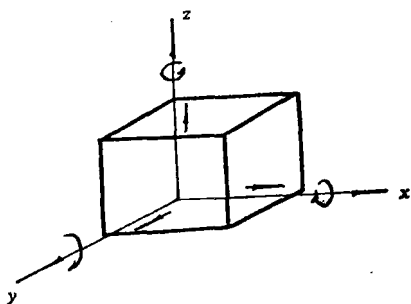


图 1-1 自由物体在空间的六个自由度

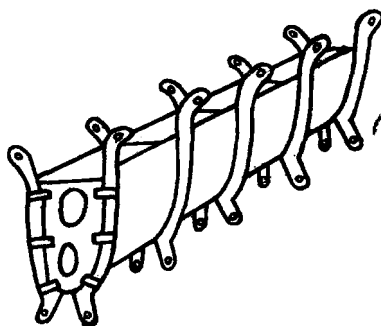


图 1-2 机翼前缘装配定位原理图

二、装配基准

飞机各个部件外形的准确度，关系到飞机的飞行性能，因此如何在装配过程中来提高其外形准确度，是铆接装配中至关重要的问题，而选择不同的装配基准会出现不同的外形准确度。

在飞机的铆接装配中使用了以下几种装配基准：

（一）以蒙皮外形为基准

首先将蒙皮在型架（夹具）的外形卡板上定好位，再将骨架零件（或组件）贴靠到蒙皮上，并施加一定的压力使蒙皮紧贴于外形卡板上，之后将两半骨架连接起来。这种方法的误差是由外向内积累的，最终靠骨架的连接而消除。这种方法的外形准确度高，一般适用于高速飞机。如图1-3所示。

（二）以蒙皮内形为基准

首先将蒙皮压紧在型架（夹具）的内托板（以蒙皮内形为托板的外形）上，再将骨架

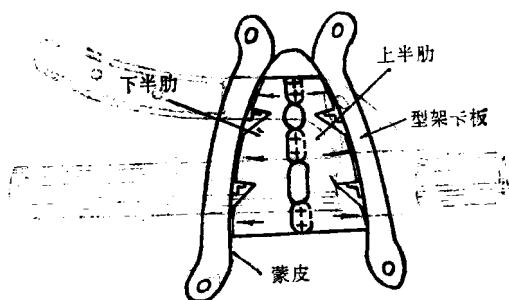


图 1-3 以蒙皮外形为基准的装配方法

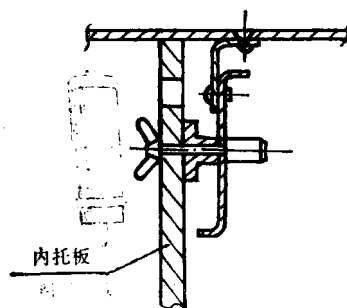


图 1-4 以蒙皮内形为基准的装配方法

零件（一般为补偿件）装到蒙皮上，最后将骨架零件与骨架（或骨架零件）相连接。如图 1-4 所示。

这种方法与上一种相比较而言，基本相似，只是其外形比前者多了一道误差（蒙皮厚度公差）。国外广泛采用它来装配大型飞机的机身等部件。

（三）以飞机骨架外形为基准

首先将骨架在型架上定位好并进行铆接，使其具有一定的刚度，然后将蒙皮装上，并对蒙皮施加外力，使蒙皮紧贴在骨架上，再将蒙皮与骨架铆接，其误差是从内向外积累的，故外形准确度差。一般多用于低速飞机。如图 1-5 所示。

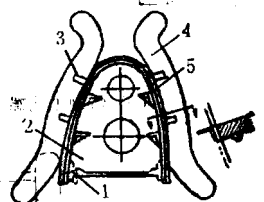


图 1-5 以骨架为基准的装配方法
1—螺；2—翼肋；3—工艺垫片；4—长板；5—长桁

三、零件定位及固定所用的工具

1. 钢板尺：用于度量尺寸和划线。
2. 划线笔：用于划线，应符合技术文件规定。
3. 圆规：用于画圆或圆角 R 。
4. 直角尺：用于画垂直线和检查直角。
5. 固定销：用于零件钻孔后的临时固定。有弹簧定位销、穿心夹子及螺栓定位销几种。
6. 定位螺丝或工艺螺丝：也用于零件钻孔后的临时固定。
7. 特制工艺螺栓：为定位零件而专门设计制造的工艺螺栓。
8. 定位铆钉：用于零件钻孔后的临时固定。
9. 定位销钳子：用于装卸定位销。
10. 手虎钳：用于将零件夹紧固定。
11. 弓形夹子：用于将零件夹紧固定。

图1-6为部分定位及固定用工具。

四、定位方法

（一）划线定位法

根据产品图样上给的尺寸，用通用量具进行度量和划线确定零件的安放位置。如图1-7所示。

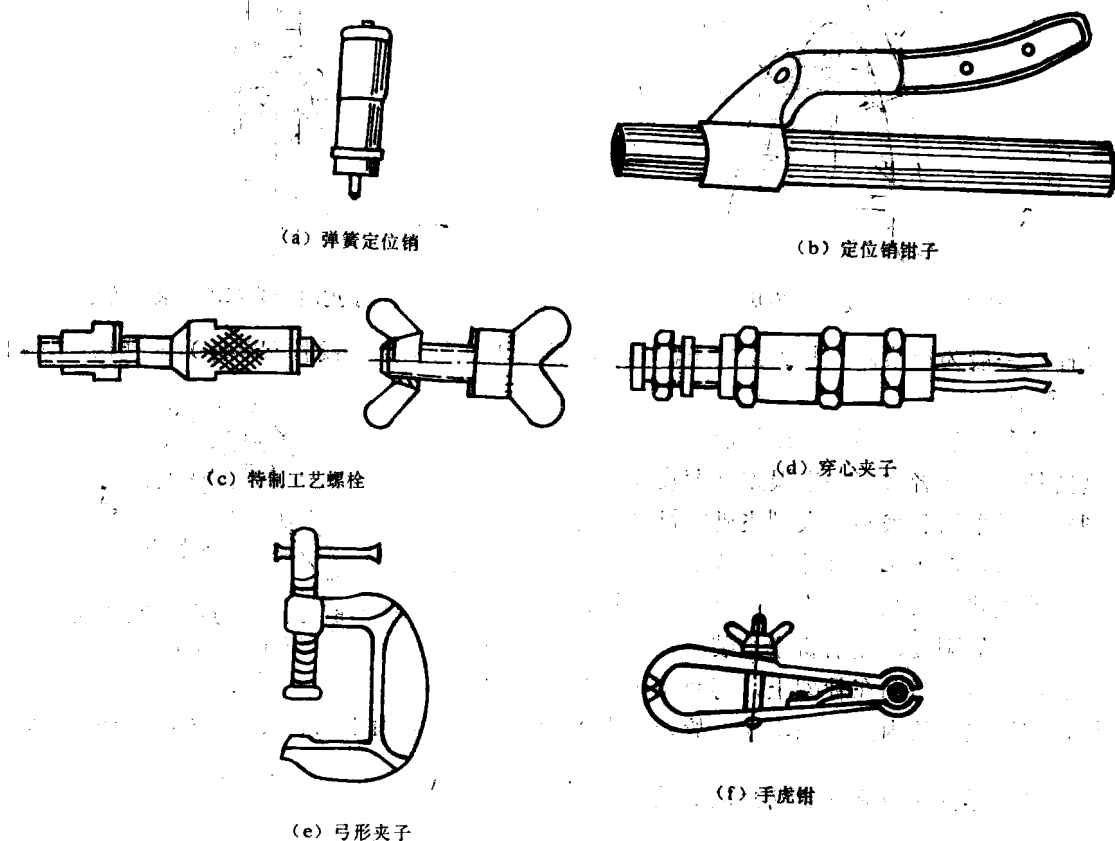


图 1-6 部分定位及固定用工具

这种方法因划线的误差较大(约1mm左右)而使其定位准确度较低。一般用于刚性较好的零件且位置准确度要求不高的部位。如图中翼肋的加强角材件号4及件号5,可以采用划线法定位。而上下缘条件号1及件号2,其位置准确度直接影响飞机的气动力外形,故不能用划线法定位,即仅尺寸 L_1 及 L_2 可用划线法确定。

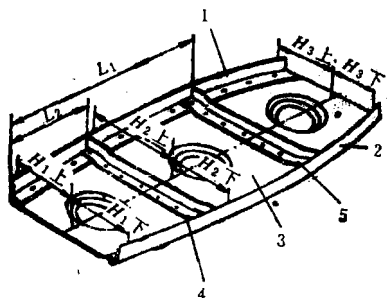


图 1-7 划线定位示意图

换算来确定,

(3) 用划线工具进行划线。为了避免误差积累造成的不协调,对于尺寸链的各个环都要按某一固定的基准为依据进行测量。如图1-8中大梁上用来连接各肋的角材,都应以某一端为基础确定各个角材的位置。

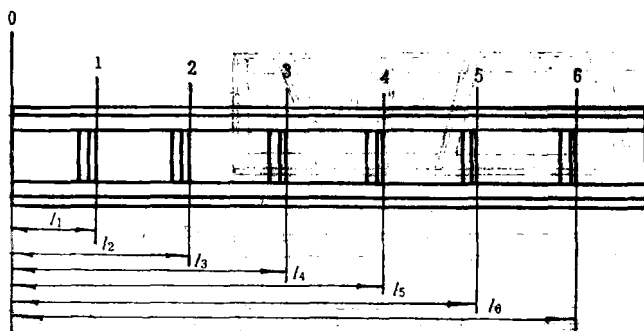


图 1-8 大梁各角材都以“0”肋为基准来划线

(4) 检验划线工作质量。在划线完结后要按产品图样仔细地对照，检查划线有无差错、划线误差是否符合规定。

(5) 按图样上铆钉的边距和节距划线，适当的钻制初孔，进行暂时固定。

2. 划线定位注意事项

(1) 注意零件是铆在腹板前面还是后面。

(2) 认准零件是右件还是左件，哪个面与所划线对准、哪个面铆接，两端是否上下颠倒。

(3) 划线用笔按技术文件选用，以免划伤和腐蚀零件。

(4) 划线笔应削得细尖，以免线迹太粗，影响准确度。

(5) 划线笔运动平面垂直于工作表面，尾部向前进方向倾斜(图1-9)。

(6) 暂时固定用具，应在与工件的接触面上粘以软质防磨材料，以防将产品表面划伤、碰伤和磕伤等。

(二) 晒线定位法

在腹板等平面零件上按明胶模线图板 1:1 地晒出了安装在其上的其他零件的形状和位置线，这些零件各按其本身的位置线定位。这种方法省略了划线工序和工装定位，且比划线定位准确度高。常用于低速飞机的肋、隔框等装配和与外形无关的零件定位(图1-10)。

1. 定位程序

(1) 将晒线零件与装配图样对照，检查是否相符。

(2) 按装配指令规定的次序将零件对号比试检查零件是否协调，对准位置线，在零件及晒线零件上一起钻制定位孔，用固定销固定。

以图1-10所示为例，先固定上下缘条 3 和 4，其次固定立柱 5、6、10，再固定加强角材 9、11、8、12、7、13。

(3) 检验零件定位是否正确。

2. 注意事项

(1) 认准零件是右件还是左件，哪个面是基准，不要装错。

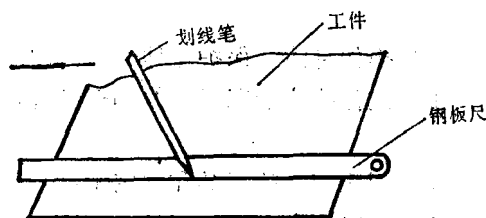


图 1-9 用划线笔划线

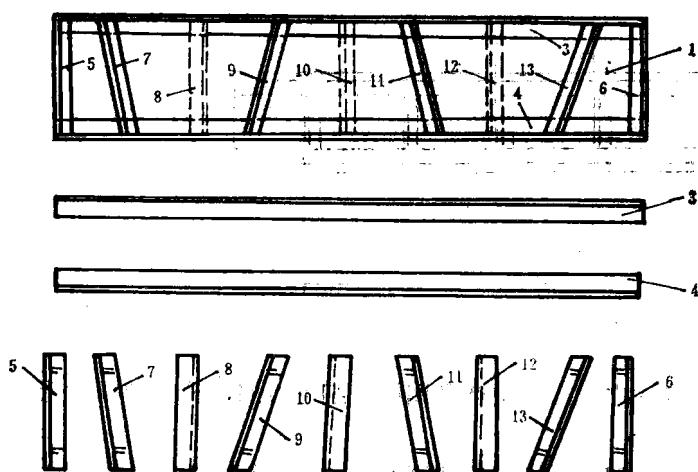


图 1-10 晒线定位法

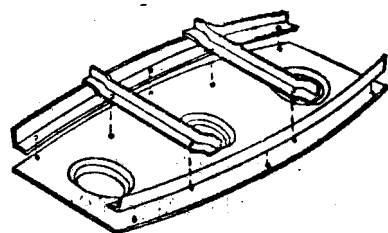


图 1-11 用装配孔定位法装配翼肋

(2) 安装时将零件基准面对准基准线的中心，其他的外形线可能由于误差积累可稍有出入。

(3) 操作时注意保护零件表面，避免划伤、碰伤和磕伤。

(4) 定位孔应选在适当的铆钉位置，在划好边距、节距线后钻制，孔径应符合技术文件规定。

(5) 用于固定的工具和固定销，与产品接触面应粘软质耐磨材料。

(三) 装配孔定位法

装配时用预先在零件上制出的装配孔来确定位置。

装配孔通常是按样板预先在两个要装配的零件上钻制出来的。其孔径按技术文件规定取制。每个零件上装配孔的数量不应少于二个，对于尺寸大、刚性差的零件应适量增加。这种定位方法适用于平板零件和单曲面零件，如图1-11所示。

1. 定位程序

(1) 对照装配图样检查零件是否合格，装配孔是否协调。

(2) 按装配指令的顺序依次将零件的装配孔对准，用定位销或定位螺丝进行固定。

(3) 检查零件固定是否正确。

2. 注意事项

(1) 注意零件是右件还是左件，不要装反。

(2) 注意零件是装在前面还是装在背后。

(3) 注意零件上下两端不要装颠倒。

(4) 操作中注意保护零件表面，避免划伤、碰伤和磕伤。

(5) 固定用具与产品接触面应粘软质耐磨材料。

(四) 装配夹具（型架）定位法

零件或组件的位置按装配夹具（型架）上的定位件来确定，如图1-12所示。

定位件是装配夹具（型架）的主要元件，形式多种多样以适合各种不同形式的零件或

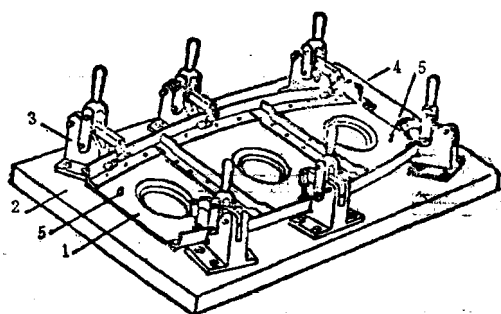


图 1-12 用装配夹具定位示意图
1—肋腹板；2—夹具底板；3—定位件；4—缘条；
5—定位孔销钉

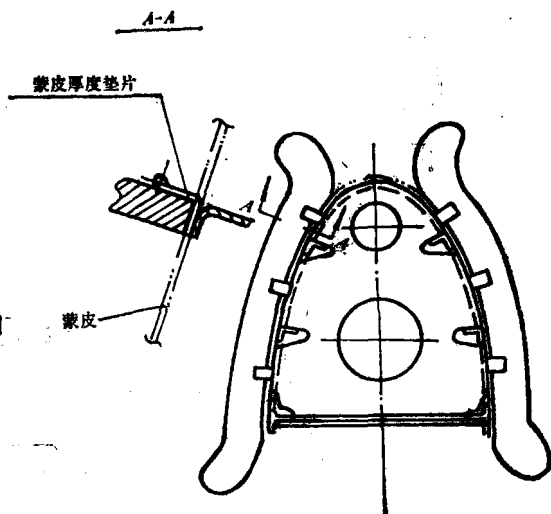


图 1-13 以外形卡板定位骨架外形

组件的需要。常见的有下列几种形式：

1. 以外形卡板定位蒙皮外形如图1-3所示，或定位骨架外形如图1-13所示。
2. 以内托板定位蒙皮内形如图1-4所示。
3. 以包络板定位蒙皮外形如图1-14所示。

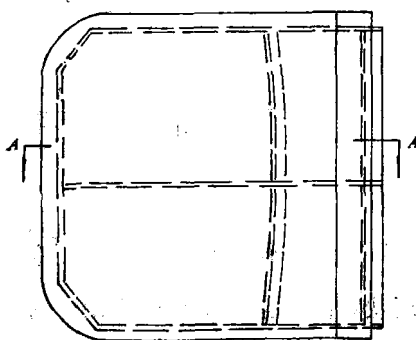
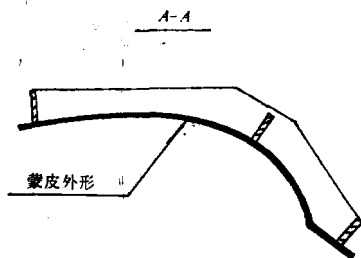


图 1-14 以包络板定位蒙皮外形示意图 (某型机舱门装配夹具之包络板)



4. 以定位孔定位：在夹具上给出定位孔的定位器，同时在零件上通过样板钻出定位孔，通过所钻出的定位孔来确定零件在夹具上的位置，一般常用于定位与外形无关的腹板，但对于外形准确度要求不高的飞机也可用来定位与外形有关的隔框及翼肋等零件。如图1-12中的翼肋腹板的定位以及图1-15所示某型机机身板件装配夹具各框的定位。

5. 以耳子或叉子定位器定位叉子或耳子形式的接头，如图1-16所示。

6. 以定位板定位，常见的如在卡板或托板上伸出定位板定位隔框或翼肋的轴线位置（包络式夹具则经常用卡板来确定主要构件的位置），或者在卡板或托板上安装挡板来确定长桁或角材等的位置等。如图1-17所示。

装配夹具（型架）是保证飞机气动力外形和零、组件在空间相对位置准确所不可缺少



图 1-15 定位孔定位示意图
(Y12机身板件装配夹具)

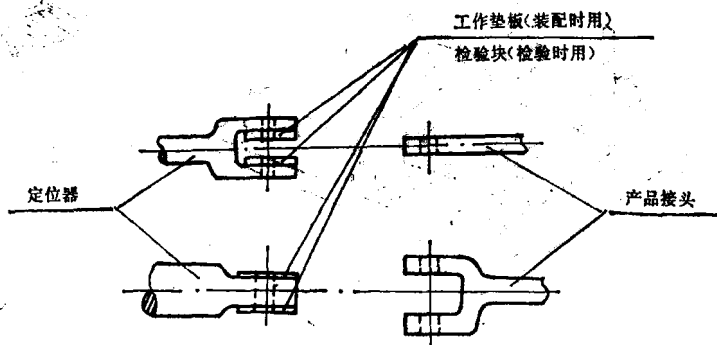


图 1-16 以耳子或叉子定位产品的叉子或耳子

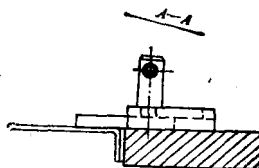
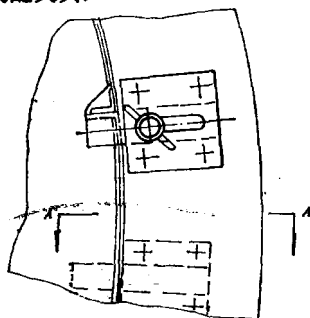


图 1-17 以定位板定位翼肋及长桁示意图

的装备，它除了起定位作用外，还有控制零件形状和减少铆接变形的作用。对于薄壁结构的一些尺寸大、刚性差的零件之定位，往往采用超六点的“过定位”方法。

装配夹具（型架）定位比上述几种定位方法准确度高，而零、组件位置的准确度则取决于夹具（型架）本身的准确度。

1. 定位程序

- (1) 按装配指令要求将各定位元件放置于工作位置，并将压紧件退到非工作位置。
- (2) 按装配指令规定的顺序将零件或组合件装到定位件上。
- (3) 定位及压紧被安装零、组件、叉耳接头要注意两侧间隙是否相等，工艺垫片是否已经垫好。一般零件用基准面定位，使基准面与定位器紧密靠合，然后用压紧件压紧。
- (4) 划线或按导孔钻固定孔，用定位销作临时固定。

2. 注意事项

- (1) 使用夹具（型架）前需看懂工装图样，了解各定位器、压紧件的功用。

(2) 注意夹具(型架)所标志的航向、构造水平线、对称中心线、弦线、各种轴线、切割线等,以便检查定位的正确性。

(3) 注意左右对称零件不要装反。

(4) 零件定位压紧后,必须与定位件紧密贴合。

(5) 有工艺垫片者要注意在骨架与卡板间加以工艺垫片。

(6) 夹具(型架)的定位件,压紧件等如有尖角部位要采取防护措施,以免磕伤、碰伤零件。

(7) 夹具(型架)各配合部位如使用不灵活,应注油润滑,不能用铁锤用力敲打。

(五) 用标准工艺件定位法

按产品零件或组件的主要尺寸1:1地制造一个标准工艺件(甚至在工艺件上可以制出一些缺口或安装上一些定位件),用这些标准工艺件来代替零件或组件以确定其他构件的位置,待其他构件连接之后再卸下这些工艺件而换上相应的零件或组件,完成装配,此为

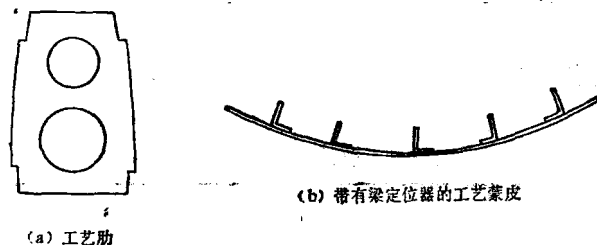


图 1-18 工艺肋及工艺蒙皮示意图

标准工艺件定位法。例如,采用几个中段肋的工艺件,在前梁或后梁定位好之后来确定后梁或前梁的位置;又如某型机的货舱门,各梁的位置是靠工艺蒙皮上的定位角材来确定的,骨架装好之后再装上外蒙皮而在夹具内钻孔、铆接,图1-18为工艺肋及工艺蒙皮的示意图。

(六) 工件定位法

按基准零件或先装的零件来定位后装零件,如按长桁上已铆好的角片来确定各框的纵向位置;或按各框长桁缺口的弯边来确定长桁的位置。还有按已制好的蒙皮上的开口来铆装口框和配制口盖等。在飞机铆接装配中,此法常作为辅助的定位方法。

下图为襟翼各肋按已铆接在梁上的角材来确定位置之示意图。

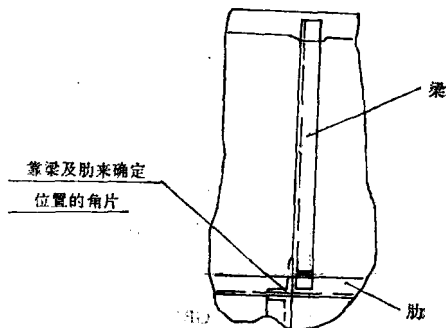


图 1-19 工件定位法示意图

测试题

1. 简述铆接装配定位的基本原理。(高级工)
2. 简述各种装配基准。(中级工)
3. 简述晒线定位法的装配过程。(初级工)
4. 常见的装配夹具定位零件的形式有几种?(中级工)
5. 装配夹具定位法的定位程序及注意事项。(初级工)
6. 简述标准工艺件定位法并举出实例二则。(高级工)