

飞机与导弹

制造

下册

[法] M.P. 基贝尔 著

国防工业出版社

〔法〕M. P. 基貝尔著

飞机与导弹制造

下 册

楊 彭 基 譯

國防工業出版社

1965

200475

出版者的話

本书原版是法国国立高等航空工程学校飞行器制造課程的教材。是資本主义国家中較完整的一本飞行器工艺书籍。但书中也充滿了不少宣傳資本主义生产观点的内容，也有夸大資本主义国家生产水平之处，特别是夸大了美帝国主义的生产水平。这些均希讀者批判接受。

中譯本分上下二册出版。上册为零件制造部分，下册为装配工艺部分。下册共五章，包括装配工作；安装和总装配；生产要求和可能性；特种制造；发展方向。

本书可作为航空院校飞行器工艺专业的主要教学参考书，并可供航空工业技术人员参考之用。

FABRICATION DES AVIONS ET MISSILES

〔法〕M. P. Guibert

DUNOD 1960年增訂二版

*

飞机与导弹制造

(下 册)

楊彭基譯

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印張20¹/₈ 468千字

1965年9月第一版 1965年9月第一次印刷 印数：0,001—1,550册

統一书号：15034·900 定价：(科七) 2.80元

譯 序

本书原著者是法国国立高等航空工程学校 (École Nationale Supérieure de l'Aéronautique) 的M. P. 基貝尔 (Guibert) 教授。原书于1960年在巴黎出版, 是法国国立高等航空工程学校飞行器制造課程的教材。

該书是資本主义国家中較完整的一本飞行器工艺书籍。它系統而詳細地介紹了資本主义国家的飞行器工艺現狀及其发展方向; 論述了工艺原理。叙述体系与重点均有独到之处, 內容較新。但由于著者世界觀的限制, 不仅在生产管理問題上貫穿着資本主义的經營方式, 而且在技术內容的論述上离不开資產階級的观点, 希讀者閱讀时予以注意。

原书共分生产計劃; 工夹具一般性問題; 零件制造; 装配工作; 安装和总装配; 生产要求和可能性; 特种制造; 发展方向等八章, 并包括大量具有参考价值的图片和資料。

本书是航空院校飞行器工艺专业的主要参考书, 并可供航空工业技术人員参考之用。

本书的翻譯工作是在理有亲、陆敬舜二同志参加下完成的。

为适应各方面要求, 本书翻譯時間較為短促, 譯文中难免有不妥或錯誤之处, 敬請讀者批評指正。

楊彭基 1964 年 9 月

目 录

譯序	3
第四章 装配工作	7
4.1 序言	7
4.2 铆接	9
42.1 一般說明	9
42.2 铆釘	10
42.3 铆接用的設備、工具、附件	15
42.4 操作过程	17
42.5 铆接方法的选择	20
42.6 铆接工时	21
42.7 螺釘連接和螺栓連接	22
4.3 焊接	25
43.1 一般說明	25
43.2 焊接方法	25
4.4 胶接	45
44.1 一般說明	45
44.2 胶	46
44.3 金屬胶接	49
44.4 蜂窝的胶接	59
44.5 其他各种胶接	68
4.5 部件装配	77
45.1 一般原理	77
45.2 构件装配	80
45.3 操纵系统的装配	82
45.4 大部件的装配	86
4.6 流水綫的概念	102
46.1 装配工序的节奏化	102
46.2 流水綫的各种不同情况	107
4.7 装配型架	110
47.1 原則	110
47.2 各种不同的学派	113
47.3 根据使用情况进行型架分类	134
47.4 “外包”式型架	136
47.5 定位——夹紧——輔助設備	141
47.6 装配型架的安裝	150
47.7 整修机床	158
第五章 安装工作与总装配	162
5.1 部件的安装工作	162

51.1 一般說明	162
51.2 安裝的依據	163
51.3 分散安裝	165
51.4 安裝工作的準備夾具	170
51.5 特殊的注意事項	173
51.6 一般注意事項	174
51.7 安裝流水綫	177
5.2 總裝配綫	182
52.1 按圖紙設計與按模型設計	182
52.2 主裝配綫與分裝配綫	183
52.3 總裝配工作的各個階段	184
52.4 裝配綫上的設備與用具	185
52.5 機械化的程度	194
52.6 機場車間	194
第六章 對生產所提的要求與生產的可能性	198
6.1 所要求的精確度	198
6.2 製造上的誤差與變形	199
62.1 零件在製造中的誤差分布	199
62.2 在裝配工序中所引起的變形	202
6.3 互換性	205
63.1 一般說明	205
63.2 互換性量規	206
63.3 接頭互換性的公差	213
63.4 外形互換公差	220
63.5 熱膨脹對於互換性的影響	228
6.4 技術檢驗	234
64.1 技術檢驗的任務	234
64.2 技術檢驗的工作內容	236
64.3 各種檢驗方法	238
64.4 技術檢驗的執行	241
64.5 檢驗的準備	242
64.6 最後檢驗	242
第七章 特种製造	246
7.1 木質飛機的製造	246
7.2 檢修與修理	248
72.1 工作名稱的定義	248
72.2 工作的準備	250
72.3 工作的執行	251
7.3 改型工作	258
73.1 一般說明	258
73.2 改型工作的分析	260
73.3 改型工作的執行	261
7.4 極限生產情況的概述	262
74.1 原准機	262

74.2 首批生产与前批生产.....	264
74.3 大批生产.....	265
第八章 发展	269
8.1 概述.....	269
8.2 材料与半成品的发展.....	270
82.1 高强度有色金属.....	270
82.2 钛.....	271
82.3 塑料.....	272
82.4 混合材料.....	273
8.3 工艺装备与制造方法的发展	277
8.4 机器设备的发展	279
8.5 飞机技术的发展	282
85.1 亚音速飞机与超音速飞机.....	282
85.2 热障.....	284
85.3 高超音速飞机.....	286
8.6 导弹的出现	290
86.1 一般说明——分类.....	290
86.2 导弹的制造.....	295

第四章 装配工作

4.1 序 言

在航空制造中,使用不同的连接方法来对工件进行装配。最熟悉和使用最多的是:铆接、螺栓连接、螺钉连接、焊接和胶接。此外,应提一提曾在次要结构上采用的紧连接和钩合连接以及某些活动面蒙布所必需的綫縫连接。

螺栓连接和螺钉连接和铆接同时加以研究;它們的前几道工序是和铆接一样的。

构成机体的各部件的制造过程,总是顺序完成的。亦即从零件、单件或元件(例如:翼肋或隔框的腹板或加强角材)开始,顺序地完成:

次組合件。例如:装有加强角材、通道角材等的隔框腹板;

組合件 例如:装有凸緣、接头等的隔框;

部段 例如:机身的一段;

部件 例如:完成了的机身。

每一种连接方法都各有其特点,不可能提出一个为所有连接装配都适用的通用方法。

但是总可以说,在所有情况下,在连接前必須将零件安放在正确而不变的相互位置上,并用专门的夹具将它們夹紧在这位置上。

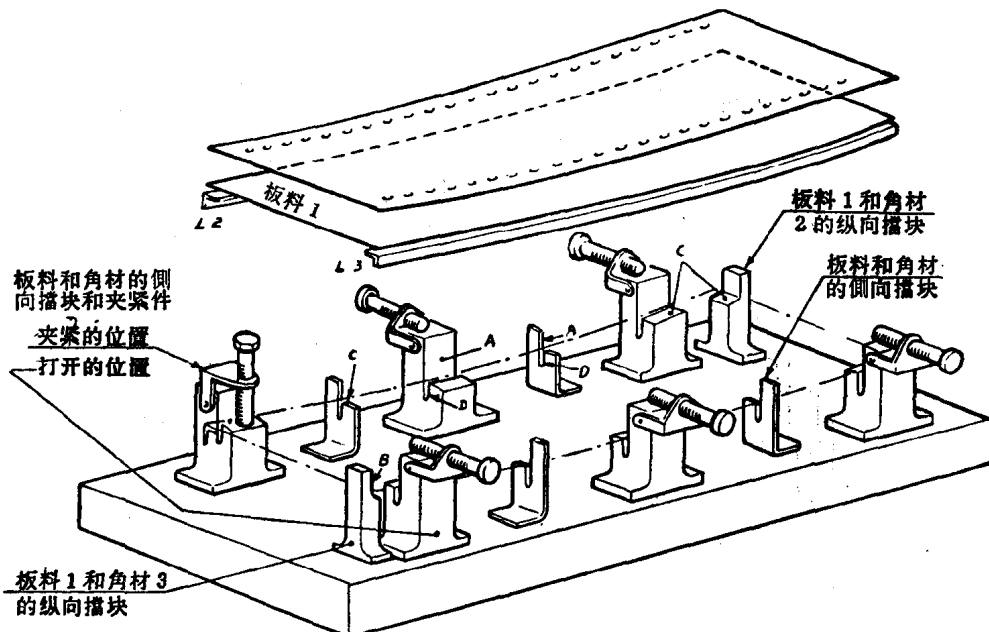


图333 未钻孔的工件:

板料側向定位面: A面; 板料纵向定位面: B面; 板料高度方向定位面: C面;
角材側向定位面: D面; 角材纵向定位面: B面; 角材高度方向定位面: C面。

作为最常遇到的铆接装配的基本例子，我们先来观察一下角材在腹板上的定位和夹紧。在这例子中，腹板可以是事先钻有导孔或未钻导孔的，这问题曾在有关钻孔的节 3.2 中研究过；就如在该节中曾说过的那样，不能先肯定下列 4 种方案中那一种最好，因为这和具体条件有关。

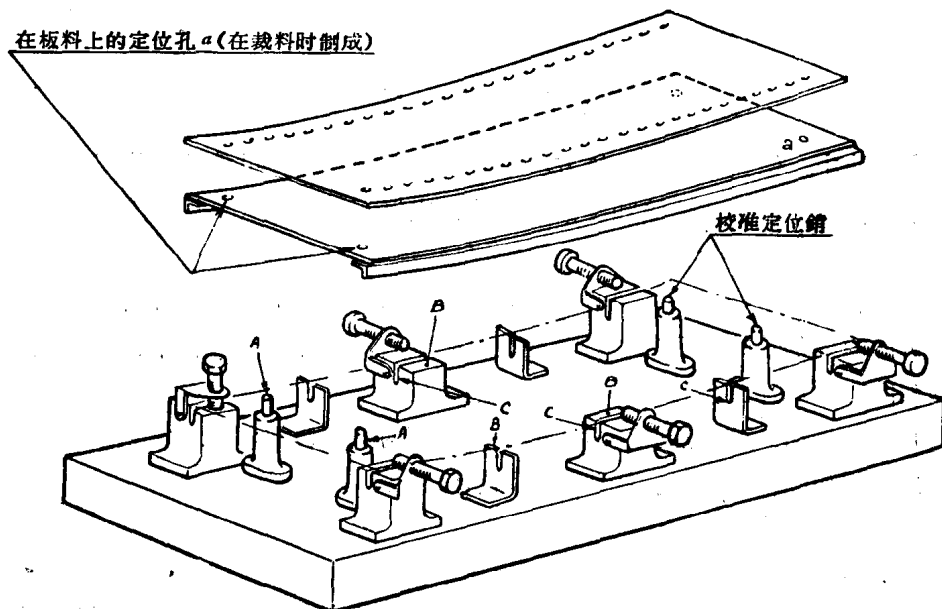


图334 定位面上最适宜的钻孔位置，

板料纵向及侧向定位面：定位销 A 和定位孔 a；板料在高度方向的定位面：B 面；角材侧向定位面：定位件上的开口（一般情况下，在长度上留出余量，因此可以避免精确的纵向定位）；在高度方向的定位面：B 面。

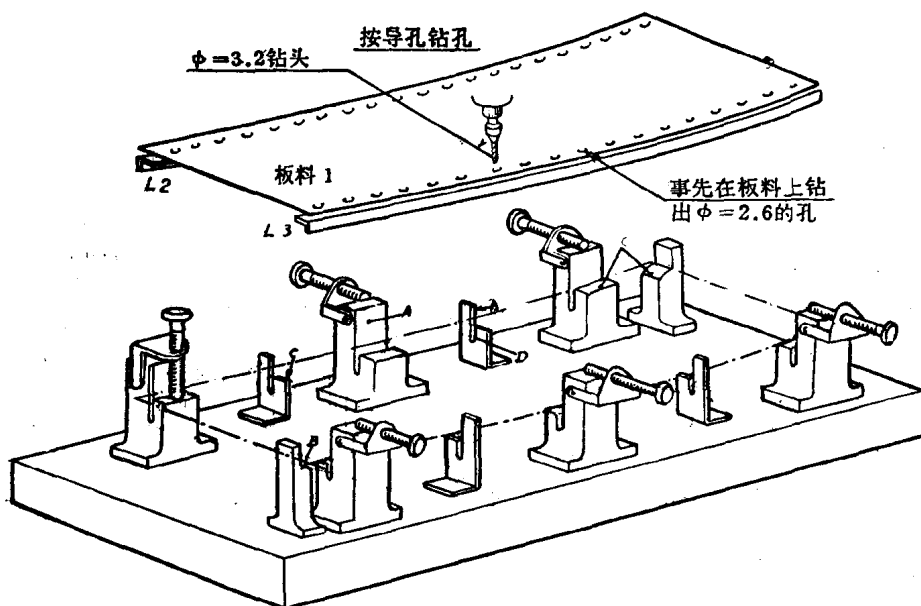


图335 腹板已钻有孔（以挡块定位），

板料的侧向定位面：A 面；板料的纵向定位面：B 面；板料的高度方向的定位面：C 面；角材侧向定位面：定位件上的开口 D；角材的纵向定位面：B 面；角材在高度方向的定位面：C 面。

图 333——用擋块定位板料和角材（工件上均未钻孔）。

图 334——板料以銷釘定位，角材在側向以擋块定位，角材在长度方向留有余量（在板料上事先钻有定位孔）。

在这两种情况下，钻孔是通过钻模来进行的。

在下面两图中，可以看到完全相同的两个装配夹具；只是由于腹板事先钻有孔而取消了钻模。

图 335——腹板已钻有孔；以擋块定位。

图 336——腹板已钻有孔；以定位銷定位腹板；角材在側向以擋块定位，而在纵向以首先钻出的两个孔定位。所以在这里腹板上的孔已全部钻出，而角材上只钻了一部分孔。

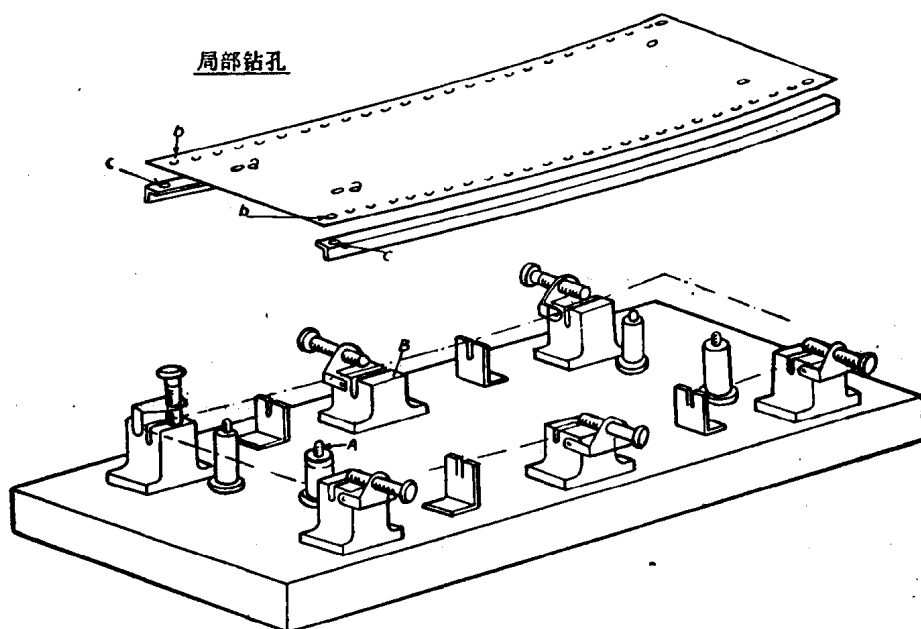


图336 腹板已钻有孔（根据銷子定位），

板料纵向和側向定位面，定位銷A和定位孔a；板料在高度方向的定位面，B面；角材定位面，孔c和孔b对合孔b和c的孔距以样板保证，誤差为 ± 0.2 毫米。

可以注意到，最后一个方案同图 334 所表示的类似方案有一个不同点，即角材的长度已經固定；图 334 和图 336 所表示的情况可以用其中任一方法来处理。

4.2 鉚 接

42.1 一般說明

鉚接目前还是人們在飞机甚至在導彈結構中最常遇到的連接方法。在談到钻孔时曾提到过，在神秘IV A 型 (Mystère IV A) 飞机上有 170000 个鉚釘，在快帆式 (Caravelle) 飞机上大約有 800000 个鉚釘，这就說明了这种連接方法的重要性。

和焊接及胶接比較，鉚接的第一个优点是它的安全性；焊接和胶接由于缺少一定的經驗或者由于操作不慎容易发生缺陷。此外，鉚接工作比較容易，不需要特別昂貴的车間設備。最后，和其他的連接方法相比，鉚接連接的檢驗亦比較簡單。

和其他連接方法相比，鉚接有下列缺点：

- 1) 成本較高 (用自动铆接机后可降低成本);
- 2) 由于铆接变形, 使得外表面的平滑度較差, 尤其是相对于胶接而言;

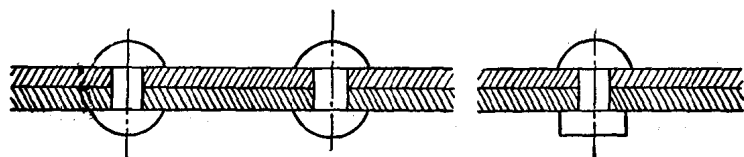


图337 凸头铆接。

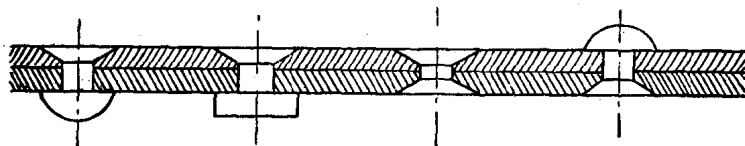


图338 鋸窩铆接。

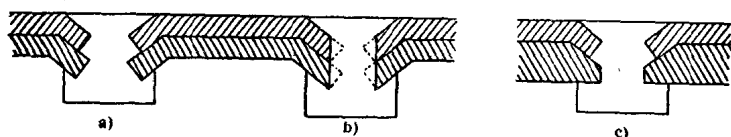


图339 冲窩铆接。

了这种铆钉的名称●。而铆钉头实际上是冷鍛成形的。

冲窩铆接。在这种铆接中, 对一块或两块板料进行压延成座。冲窩铆接只是在至少有一块板料是薄板料时才能应用; 由于蒙皮的日益加厚, 这种铆接在飞机制造中越来越少。相反, 它又出現于某些导弹的薄壁工件的装配中。

图 339 表示冲窩铆接:

图 (a) 表示两块薄板料在冲窩前钻了孔的情况;

图 (b) 表示两块薄板料在冲窩后钻了孔的情况;

图 (c) 表示一块薄板料冲孔而另一块厚板料鋸孔的情况。

42.2 铆 钉

422.1 一般的铆钉

一般的铆钉是标准化的, 并根据铆钉头形状用不同符号来表示。例如: F/90 表示铆钉头夹角为 90° 的埋头铆钉; F/120 表示铆钉头夹角为 120° 的埋头铆钉; G 表示扁圆头铆钉; R 表示半圆头铆钉等等。在图纸上, 在符号之后另外加上铆钉杆的直径和钉杆 (不包括铆钉头) 的长度。这样, F/90 4×10 就表示铆钉头夹角为 90° 、钉杆直径为 4 毫米、长度为 10 毫米的埋头铆钉。我們不再在这些定义方面贅述, 因为在铆钉的规范中已有詳細說明。

铆钉是由退火状态的金属絲在自动铆钉机上冷鍛而成的。将这样得出的铆钉进行热处理, 使其在时效后得到正常的使用性能。因而铆钉总是在硬化的状态下儲存在仓库里的; 在铆接之前, 再淬火一次 (A-U4G 合金), 使之具有較大的延伸率, 并使其在較短的时间內 (大約 1 小时) 可以进行塑性变形而不致于使金属冷作硬化。可是, A-U4G 类型的有色合金能承受的淬火次数是有限制的, 因为在重复热处理过程中所产生的晶粒长大的现象,

3) 由于钻孔, 使板料剖面减小;

4) 比較难于保証气密性。

铆接的形式有三种:

凸头铆接 (图 337)。在这种铆接中, 铆钉头及铆成头均凸出于连接件的表面。

鋸窩铆接 (图 338)。在这种铆接中, 铆钉的一头 (或两头) 埋于事先鋸在一块板料 (或两块板料) 上的埋头座內。这埋头座一般是用鋸钻鋸出来的, 因而得出

● 在法文中, 埋头铆钉为 Rivet à tête fraisée; 直譯为“鋸銑而得的铆钉”。——譯者注

会使金属发脆，并使铆钉头在铆接时脱离钉杆。铆钉加热炉的工作进度和车间的工作进度是紧密配合的；如果不备有可以使铆钉保持于淬火状态的冷藏器，则必须由检验部门负责，专门安排运送铆钉贮备箱，这一点在热处理一节中曾经提到过。

为了保证车间得到工艺性能正确的铆钉，就需要采取很多的措施和严格的控制；这是生产部门的一个十分重要的任务。

淬火-时效铆钉：

设法采用能在硬化状态下进行铆接的铆钉，就能免除上述困难。在这方面的试验工作是令人鼓舞的，在某些情况下，甚至是很成功的；但是设计部门、检验部门甚至官方在这方面还有所保留。

这些铆钉是：

用 A-U2G 制成的铆钉： $R=30$ 公斤/毫米²； $E=18$ 公斤/毫米²； $A\%=18\bullet$ ； R_0 （抗剪强度） $=24$ 公斤/毫米²；

用 A-U3G 制成的铆钉： $R=35$ 公斤/毫米²； $E=18$ 公斤/毫米²； $A\%=28$ ； $R_0=24$ 公斤/毫米²。

这些铆钉在 500°C 淬火，在 20°C 时效 30 天后完成时效处理。最好是在时效处理全部完成以后再进行铆接，否则冷作硬化会使时效时间延续很久。

法国目前的趋势似乎是将直径 $\phi=4$ 或 5 毫米以下的 A-U2G 铆钉的使用标准化。然而某些国家由于上述的各种限制，从现在起就已停止了 A-U4G 铆钉的使用。

422.2 特种铆钉

和传统形状不同的铆钉可以分为：

单面铆接铆钉；

钢制特种铆钉；

管状和半管状铆钉。

单面铆接铆钉：

这些铆钉用于只是一面可达的结构连接。由于这个原因，所以它们通常被称为单面铆接铆钉。在这类铆钉中有：

休伯铆钉（rivet Chobert）（图 340），它是这类铆钉的“始祖”，所有其他的同类铆钉或多或少都是由它演变而来的；它的特点是具有一个用于压紧板料的帽形件；

S-E 铆钉（图 341），它是前一种铆钉的改型；

哥德立区铆钉（rivet Goodrich）（图 342），铆接工作用带螺纹的轴杆来完成，轴杆撑在铆钉杆中；

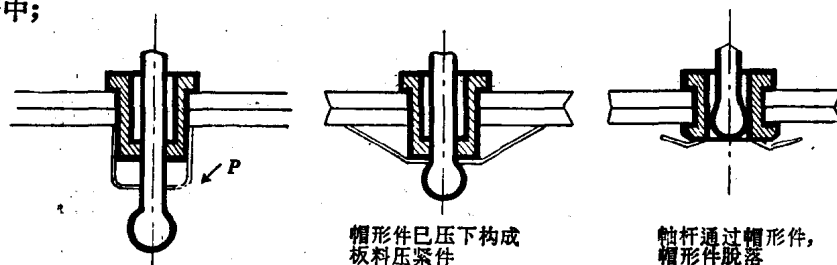


图340 休伯铆钉。

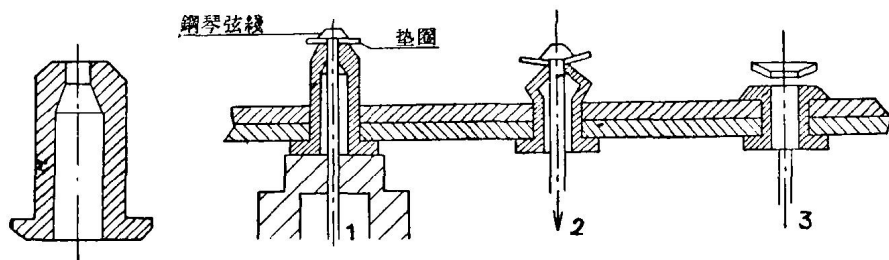


图341 S-E 铆钉。

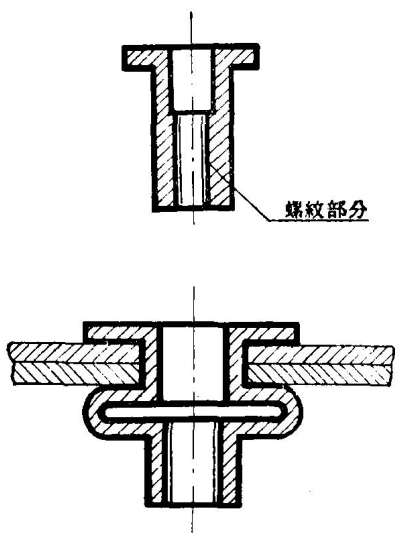


图342 哥德立区铆钉。

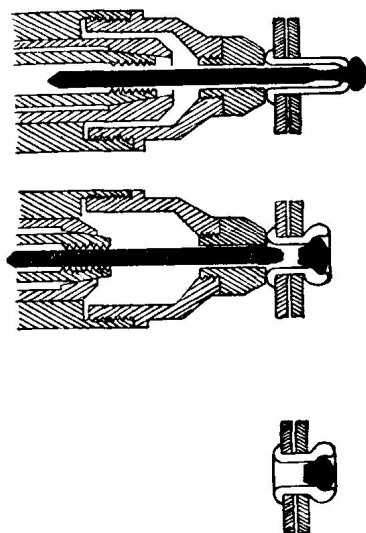


图343 波潑铆钉。

波潑铆钉 (rivet Pop) (图 343), 它来自英国。在铆接过程中, 轴杆的顶端在一个强度较弱的截面上断开, 并且就夹在铆钉的空心杆中;

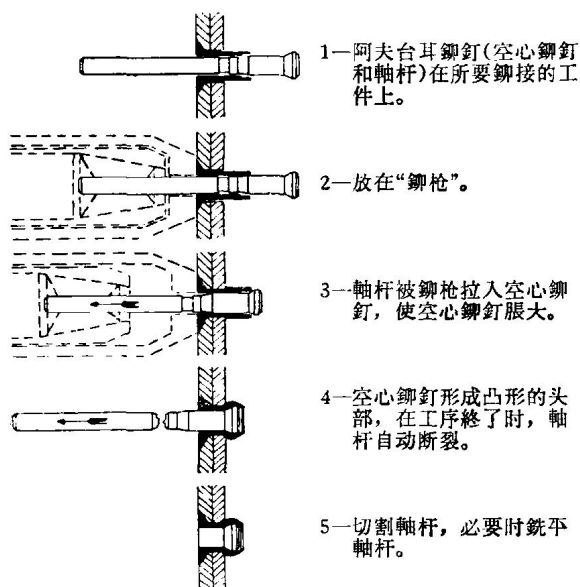


图344 阿夫台耳铆钉。

阿夫台耳铆钉 (rivet Avdel) (图 344), 也来自英国。铆接原理和前一种一样, 不过轴杆是在空心铆钉的外部断裂, 并且必须加以切平;

乔-螺杆铆钉 (rivet Jo-bolt) (图 345 和图 346), 铆钉头上有螺纹(埋头或非埋头); 在螺纹杆上加工出两个平面, 从钉头到平面的距离等于拧紧长度; 这两个平面用于通过铆枪而使螺纹杆转动。截面的适当缩小起了保险丝的作用, 当拉力达到一定值时, 就在该截面缩小处断裂。可以注意到, 圆环顺着铆钉锥体部分压扁并顶住板料。

(前面所提到的三种类型的铆钉, 都具有一个管状部分和轴杆部分, 抗剪强

度是很好的)。

爆炸铆钉是另一类型的铆钉；在它的空心钉杆中充满了爆炸物。由可达的一边送入铆钉，用烙铁或用一特种的电气设备来加热。爆炸使得钉杆膨胀。为了保证板料夹紧良好，铆钉的长度必须和所需夹紧的厚度相适应[亨克尔铆钉 (rivet Heinkel) 和杜邦德纳摩铆钉 (rivet Du Pont de Nemours)]。

图 347 所示为杜邦德纳摩爆炸铆钉

曾经想像出了很多种的单面铆接铆钉，它们或多或少都起源于上述各种铆钉 [赫克 (Huck)，布加 (Boucard)，福克 (Fokker)，切里 (Cherry)，里奥莱 (Lioré)，容克 (Junkers) 等]。

钢制特种铆钉：

这是为了保证特殊的工作条件的铆钉；特别是用于承受严重的剪切力的接头上。事实上这些

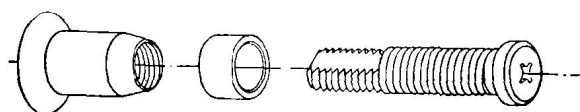


图345 乔-螺杆铆钉。

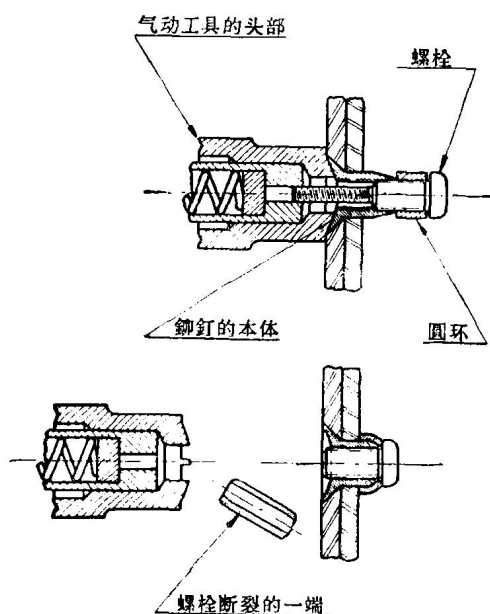


图346 乔-螺杆铆钉的铆接原理。

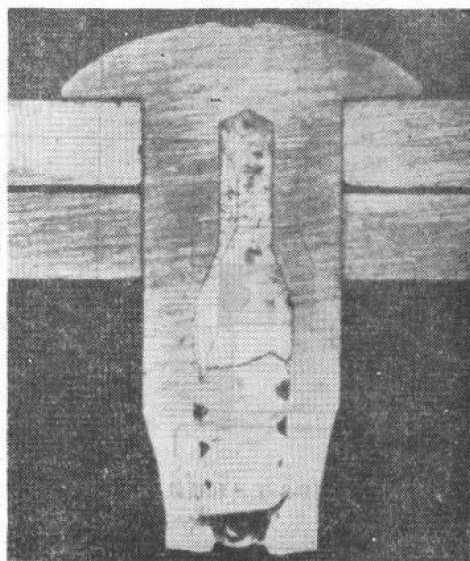


图347 杜邦德纳摩爆炸铆钉。

铆钉代替了螺栓；由于铆钉的钉头相对于标准的螺栓头来说，尺寸是比较小的，因此有利于重量的减轻。

这种铆钉的钉杆由钢制成，我们举出以下几种：

H. S. 铆钉[美国专利高抗剪 (Hi-Shear) 铆钉]，这种铆钉是钢制的，图 348 表示这种铆钉的铆接过程；

S. L. 铆钉或称洛克鲍尔德 (Lockbolt) 铆钉；由 30NC D16 钢或由席克拉耳 (Zi-

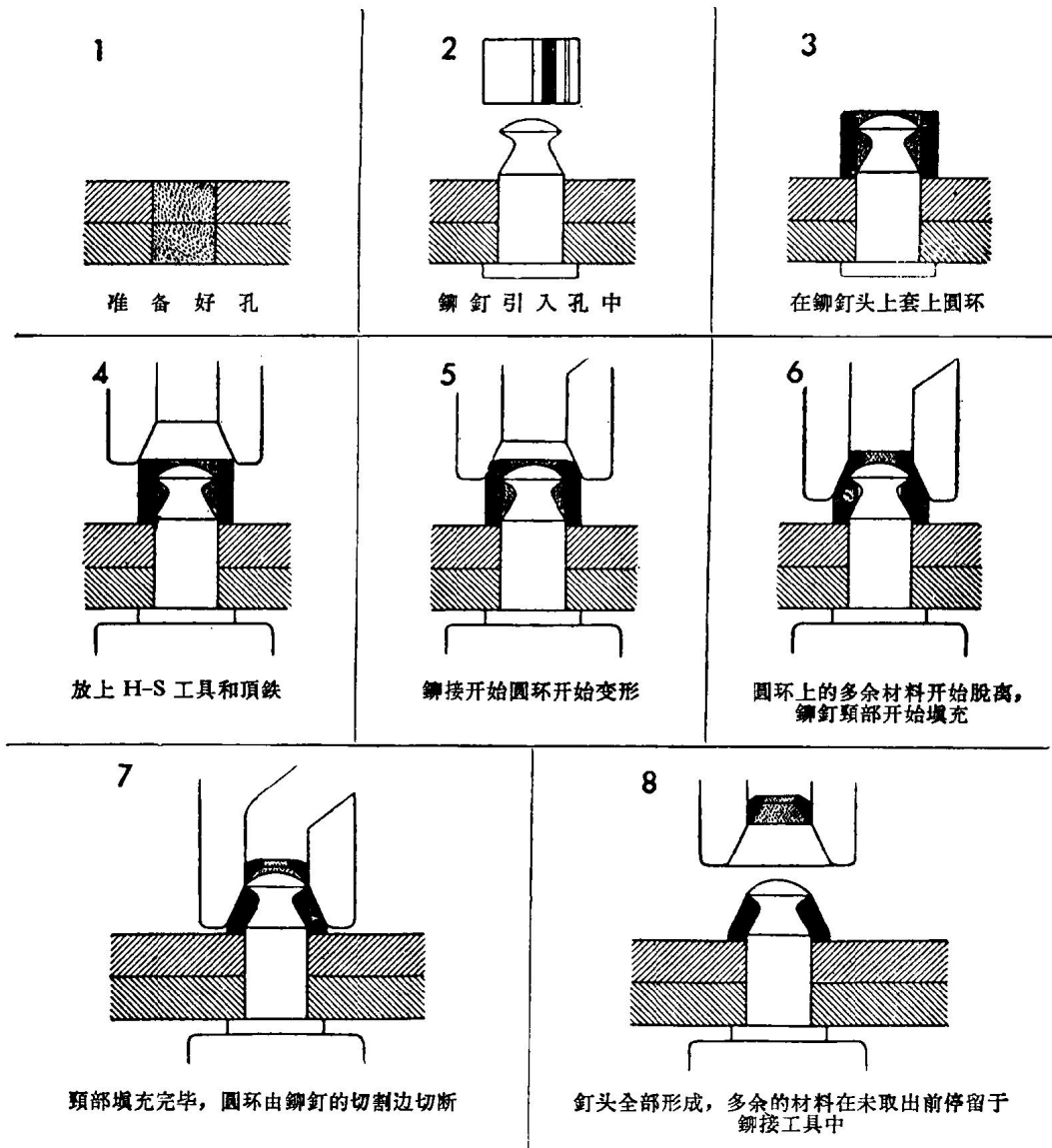


图348 高抗剪铆钉。

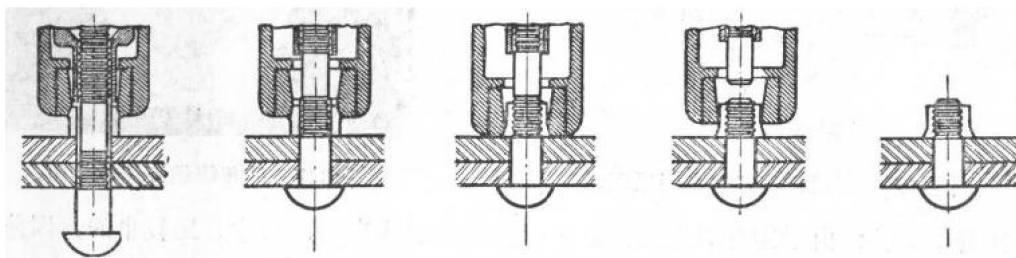


图349 SL 铆钉。

cral)●制成；对于钢制的铆钉杆，其环由 A-U4G1 制成；而对于由席克拉耳制成的铆钉杆，其环则由 A-SG 制成（图 349）。

● 是一种含锌、镁、铜的铝合金。——译者注

管状铆钉和半管状铆钉:

当铆钉的长度在受压的情况下丧失稳定性时 (图 350 *b*), 使用管状铆钉 (图 350 *a*)。它们能很好的抗剪, 但是铆钉头容易拉掉。用冲紧法进行铆接, 这种方法使工件很少变形。

如果只是为了避免工件的变形, 则有时亦采用半管状铆钉 (图 351)。

最后, 也可以包括在特种铆钉中的, 是用于固定装饰品和安装支架等的、各种式样的固定环〔督德 (Daudé) 型的以及其他等等〕。

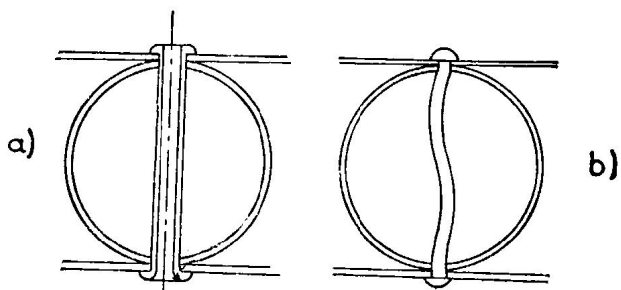


图 350

a) 管状铆钉; *b*) 相应的实心铆钉丧失稳定性情况。

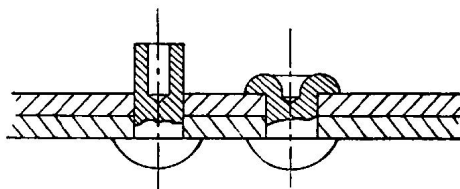


图351 半管状铆钉。

42.3 铆接用的设备、工具、附件

我们准备对这些器材讨论过多, 在实习中将有机会动手操作。

铆接设备可以按照下列方式分类:

固定式压铆机, 主要由C形骨架构成, 可以是气动的, 液压的或液压-气动的; 工作方式可以是非自动化的, 也可以是自动化的。

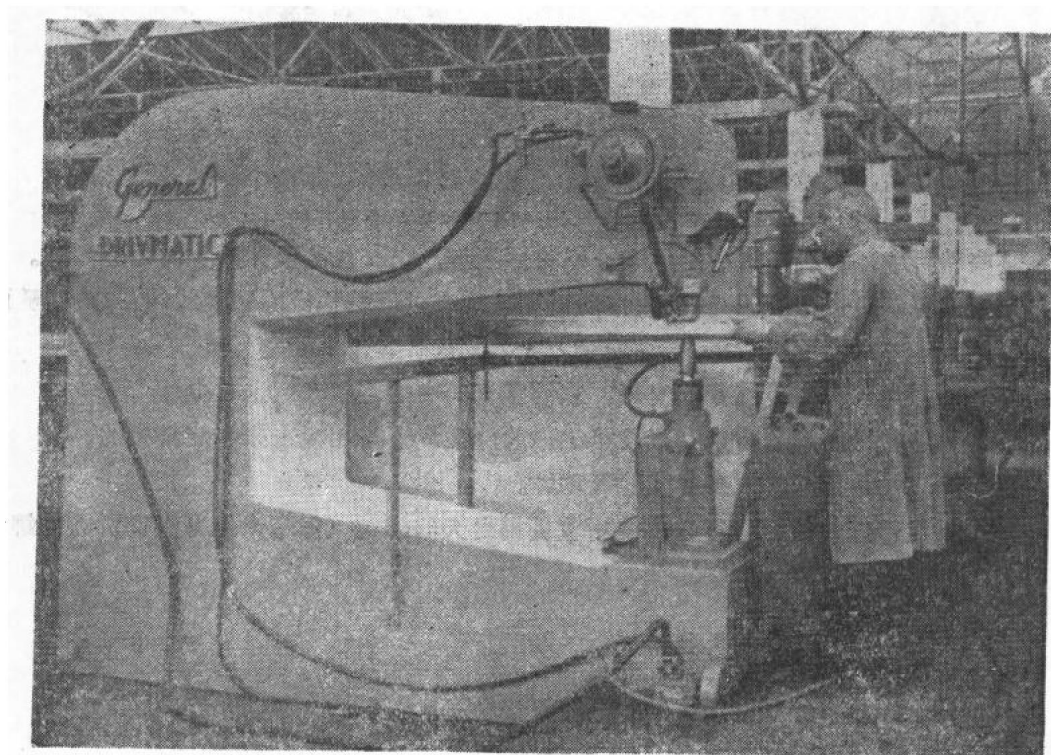


图352 自动压铆机。

图 352: 在南方航空制造公司 (Sud-Aviation) 土鲁兹(Toulouse) 工厂中的自动压铆机 (Drivmatic)。

图 353: 在哈格斯城 (Hagerstown) 的费耳柴尔德工厂 (usine Fairchild) 中, 对 C. 119 的板件进行自动铆接。

自动压铆机可以冲出或钻出铆钉孔, 放入铆钉。它们可以装有一种装置, 使工件能沿铆缝并按图纸所规定的铆距 (必须是等距的) 移动。自动压铆机限于成批铆接长铆缝时使用 (型材铆在板件上)。最常用的还是非自动化的压铆机。

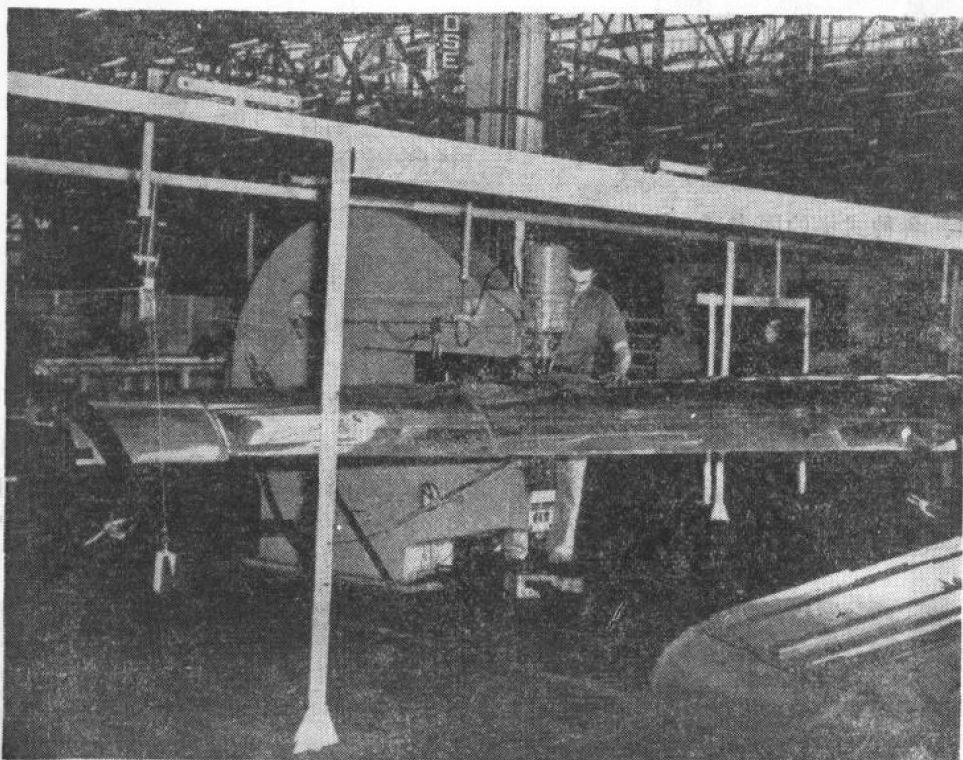


图353 费耳柴尔德厂 (C. 119 飞机) 的自动压铆。

在某些特例中, 可以在机械压机上进行集体压铆, 这在讨论集体冲孔时曾提到过。

半固定式压铆机由一液压-气动式作动筒和一装有 C 形结构或称为铆钳的、重量轻而使用方便的液压随动筒所组成。

手钳是手操作的、带有杠杆的夹钳, 它们在车间中的使用已越来越少。

上述各种铆接机是用压力来完成铆接工作的; 而以下是用撞击来完成铆接的。

铆枪。可以是单击式的或多击式的气动锤。

手铆也是撞击进行的, 进行时要使用重量相当大的铆锤 (每毫米铆钉直径所需的铆锤重量约为 100 克)。

铆接工具有:

铆卡 用于形成铆成头●;

顶铁 用于在铆接过程中顶住铆钉原有钉头●。

●● 这两个定义用于压铆的情况下。——译者注