

国外飞机 自动钻铆和电磁铆接



国外航空编辑部

1972.5

784
98

国外飞机

自动钻铆和电磁铆接

(内部发行)



1972.5

目 录

一、国外飞机机械化、自动化铆接发展现况	1
二、DC-10 大型运输机采用的机械连接	11
三、自动钻铆机〔美国专利说明书3,030,695〕	13
四、自动钻铆机的钻铆和刮削机构〔美国专利说明书2,978,791〕	31
五、美国波音公司采用的电磁铆接	36
六、手扶式高冲击力铆接装置——电磁铆枪〔美国专利说明书3,559,269〕	38

国外飞机机械化、自动化铆接发展现况

近年来,在国外飞机连接技术中,各种新的连接方法,如点焊、胶接、胶接点焊和胶接铆接等都有了很大的发展,特别是胶接和胶接点焊在飞机制造中的应用进一步扩大,而传统的连接方法——铆接好像大有被淘汰之势。但事实上并非如此。据外刊有的观点认为,虽然各种新的连接方法发展很快,但铆接迄今仍然是飞机制造的主要连接形式。

另外,从国外飞机生产的实际来看,铆接不仅没有被淘汰,相反铆接本身,特别是机械化自动化铆接有了很大的发展和提高。从以下几个例子中就可以清楚地看到这一点。

美国道格拉斯飞机公司生产的DC-8飞机广泛采用了钣金胶接和蜂窝胶接,但铆接仍旧是该机的主要连接形式。为了生产DC-8,不仅配备了机翼壁板自动铆接机,另在1960年还配备了一台专用的机身壁板铆接机。该公司最近生产的DC-10飞机的连接仍然是以铆接为主。

波音飞机公司也是美国发展钣金胶接和蜂窝胶接比较早的一个飞机公司。但该公司所生产的飞机,从五十年代的B-52G飞机,和后来的波音707、727、737,一直到七十年代的波音747,均以铆接为主,其中主要的铆接工作均是用自动铆接机完成的。以波音747飞机为例,为了铆接装配其主机身段,于1969年新建了一座面积为14,000米²的自动铆接装配厂,配备了六台自动铆接机;为了铆接装配该机的机翼壁板,在同期还新建了一个面积为4,460米²的机翼自动铆接厂房,共配备了五台自动铆接机。另外,针对该中翼整体油箱壁板的铆接装配,还专门设计制造了一台大型龙门式自动铆接机。

洛克希德飞机公司亦是美国一家广泛采用胶接的公司。在其新近制造的L-1011飞机,几乎整个机身采用的都是钣金胶接壁板,接头强度(剥离)比瑞德克斯胶接接头强度几乎高一倍,最大壁板尺寸达11.5×4.5米。但该公司设计制造的C-5A飞机,采用的主要连接形式还是铆接。为此在1968年左右向Datex公司一次订购了四台大型(每台重125吨)的五轴数控铆接机,用以铆接C-5A飞机的大型壁板。

英国霍克·希德利飞机公司,是西方资本主义国家发展钣金胶接最早的公司之一,广泛采用所谓瑞德克斯胶接技术。近几年生产的三叉戟Ⅲ型飞机的机翼壁板是数控加工加胶接的组合壁板(用较薄的板坯经数控铣切出带凸台的板,然后将加强筋条胶接在凸台上而构成带高筋条的整体壁板),这本来是胶接工艺的一项新发展,不仅大大提高了材料的利用率,而且还起到了整体壁板的结构效率。但在英国、法国、西德和荷兰最近合伙设计的A-300空中客车式飞机机翼壁板的连接,有人认为还会继续采用数控加工加胶接的组合形式,而实际上决定采用的是自动铆接方法。为此,英国专门从美国进口了两台通用电气机械公司出产的“Drivmatic”数控铆接机,每台价值60万美元。这一抉择的主要原因,是胶接和胶接数控加工法对机械加工和蒙皮成形的精度要求比自动铆接所要求的高,另外,自动铆接的本身的发展和提高,基本能够满足现代飞机的结构要求。

就苏联的飞机而言,虽然基本上未采用钣金胶接,但却大力发展了胶接点焊,继安-24飞机之后,先后在安-22、别-30、雅克-40和雅克-18T等飞机上广泛采用了胶接点焊。尽管如此,苏联的两个主要飞机系列——米格式飞机系列和杜式飞机系列仍以铆接为主。其主要原因之一,是

胶焊用高温胶接剂尚未解决。

综上所述,在国外飞机制造中,各种新的连接技术,特别是胶接和胶焊技术有了很大的发展,在技术上有明显的提高,在应用上进一步扩大。特别是有些飞机,如 F-27、B-58、F-111 和 L-1011 等飞机的连接均以胶接为主,而苏联的飞机,如安-22、安-24、别-30 和雅克-40 等均以胶焊为主。从发展来看,将来还会不断出现以胶接或胶焊为主要连接形式的飞机,这一趋势是很明显的。这是问题的一个方面,但从另一方面来看,有些飞机,如美国波音 707、727、737、B-52 G、DC-8、DC-9,苏联的米格飞机和杜式飞机,另还有一些新式大型飞机,如美国的 C-5 A,波音 747、DC-10 和英国的 A-300 等飞机,均以铆接为主要连接形式。而且资本主义国家,特别是美国飞机的铆接,其机械化、自动化铆接所占的比重越来越大,有些飞机,如波音-747 和 C-5 A 飞机的壁板完全是用自动铆接机铆接的。

据外刊公认,飞机结构的铆接有 80-85% 能够进行机械化、自动化安装。一些高性能飞机在设计时就要求全部可能采用机械化-自动化铆接的,均要采用机械化-自动化铆接,在一般情况下不允许用手工铆接代替之。

用机械化-自动化代替手工铆接,可以显著地提高劳动生产率,最高可提高 10 倍以上,这是很重要的一个方面。在另一方面,机械化-自动化铆接的质量和可靠性比手工铆接高得多。机械化-自动化铆接时,其孔径、质量、孔面光度、头部外伸量、钉头尺寸、膨胀量和零件挠曲等的标准均比手工铆接的要高的多。例如机械化-自动化钻铆,孔径公差可保持在 0.025 毫米以内,镗窝深度公差可保持在 0.013 毫米以内,铆压力可保持恒定不变,钉头直径是均一的,其差异可保持在 1 ~ 2 % 范围以内。从而最终能达到保证接头密封性、显著提高结构疲劳寿命的目的。由此可见,飞机钻铆工作的机械化和自动化,不单纯是一个提高劳动生产率的问题,随着高性能飞机对铆接质量和可靠性的要求不断提高,手工钻铆越来越不能适应,势必要越来越多地采用机械化-自动化钻铆。

钻铆过程的机械化

钻铆过程的机械化主要有两种:一种是钻铆过程的各个工序分别进行机械化的,如苏联基本

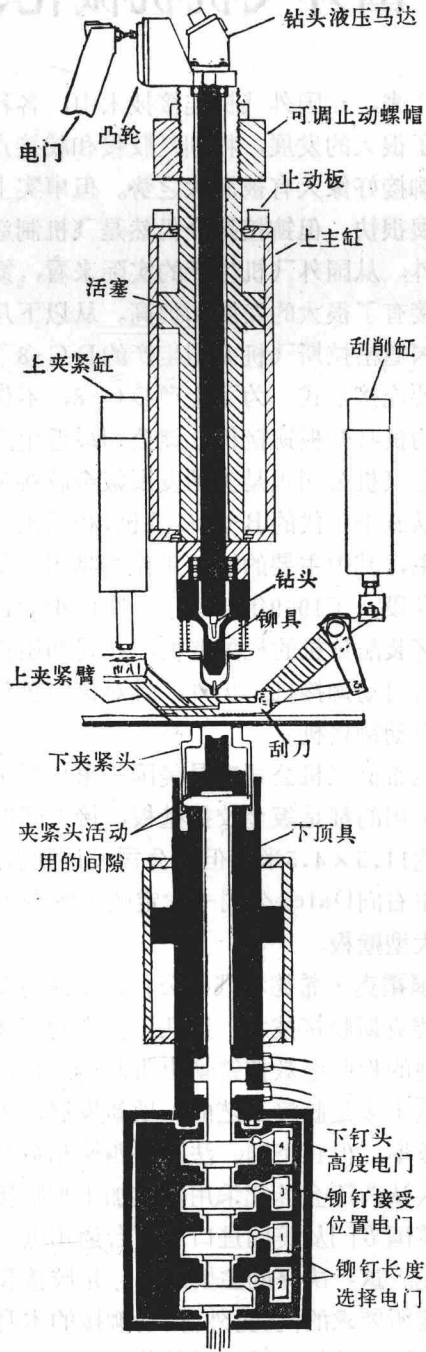


图 1 钻铆全过程机械化用机构示意图

上采用这种方法；另一种是工件夹紧、钻孔、镗窝、放铆钉、铆接和铣钉头等全部钻铆过程均由一台钻铆机来完成，这种方法首先是美国采用的，最近几年推广应用于英国、法国、意大利、澳大利亚和日本等资本主义国家。

钻铆过程机械化常用的一种机构原理如图 1 和 2 所示。工件位置确定后，上工作头的夹紧缸工作，其活塞杆下移，使上夹紧臂向下压紧；与此同时，下夹紧头在下缸内活塞作用下而向上压紧。此时，铆具和机械手（夹铆钉用的）在气缸作用下向旁边转一角度，自动让开，使钻头下降并在液压马达驱动之下在工件上钻孔并镗窝。在钻孔的同时，由气动系统和机械顶杆将铆钉送入处在非工作位置上的机械手内。钻孔、镗窝完毕后，铆具和带着铆钉的机械手复又转到如图所示的工作位置。此时上部主缸的活塞下降，由铆具先将铆钉顶入铆钉孔内使之与顶具上的凹槽接触，上主缸活塞继续下降，与下顶具一起完成压铆工作。压铆后，上主缸活塞退回。此时，刮铣缸工作，其活塞下降，通过曲臂和连杆推动刮刀向左运动，将上钉头凸出于表面的多余部分刮掉，使上钉头与蒙皮齐平。此时上下夹紧机构复又退到非工作位置。整个工作循环由液压和气压系统通过电磁阀门来控制。下部的四个凸轮触发电门用以分别控制下钉头高度、送钉位置和铆钉长度的选择。

上述钻铆过程中铆接工序共有三种方法：两次压铆法、压铆锤铆法和一次压铆法。两次压铆法时，无头铆钉的两个钉头分两次压铆而成，因它很难控制铆接质量，故未被采用。压铆锤铆法，先用锤击方法锤铆无头铆钉的下端，使铆钉先与钉孔“咬住”，然后用压铆法铆接上钉头。此法一直作为一种标准方法使用，至今有的自动钻铆机还沿用此法。一次压铆法，是无头铆钉两端的钉头径一次压铆而成。最近三、四年，在使用中发现一次压铆法能进一步提高铆接结构的疲劳强度，而且其噪音也小得多，故现已取代上述沿用的标准铆接法。

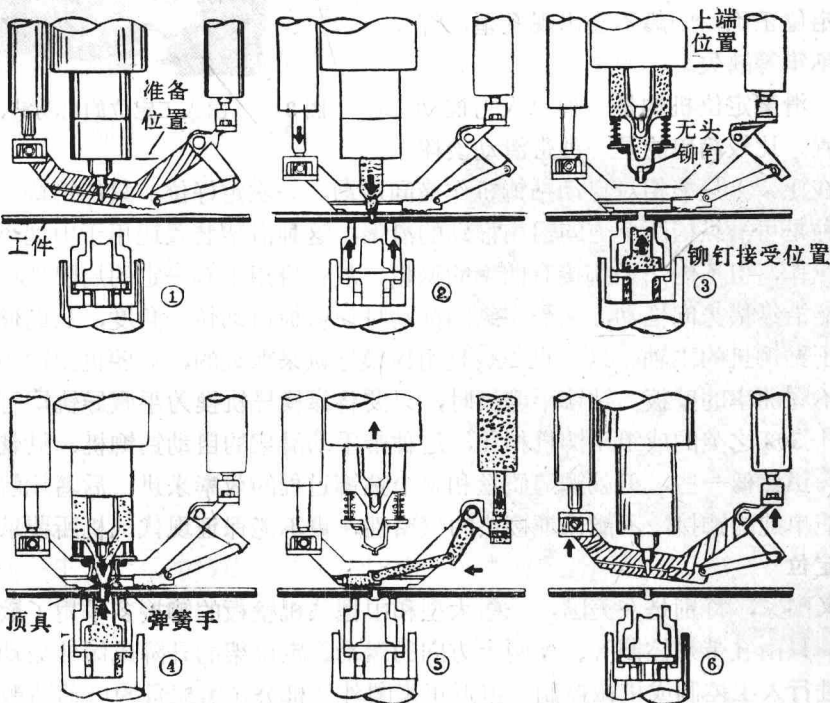


图 2 钻铆全过程机械化用机构的工作程序

铆接件的定位控制

如前所述,美国和其它一些资本主义国家在钻铆机械化、自动化方面所采取的技术路线,不同于苏联。在资本主义国家,特别是在美国,钻铆工作是全过程机械化和自动化的。在后一种方法中,铆接机的钻、镗、铆等各工序采用不同的程序控制,而铆接件的X、Y等座标位置,则视工件特点等条件不同,而采用手动控制、机械控制和数字控制。

手动控制 虽然铆接件的人工定位早在二三十年以前就采用了,但由于它特别适用于小型轻便工件的铆接,所以迄今还在采用。(见图3)施铆时,像电阻点焊一样,由工人手持工件对准欲铆接的部位。此时,工人只要踏一下脚踏开关,铆接机便可自动完成夹紧、钻孔、镗窝、放铆钉、压铆和刮铣钉头等全部钻铆工序。若按每分钟自动钻铆10个铆钉计算(不计手动定位时间),其钻铆效率比苏联的K II-204之类的单头压铆机的效率要高得多,因为用人工定位的自动钻铆机可完成全部钻、镗、铆工作循环,而单头压铆机只完成压铆一个工序,而钻孔、镗窝和放铆钉等工序还要单独进行。显然采用人工定位的自动钻铆要比单头压铆机优越得多。另外,采用自动钻铆法,只要人工定位正确,一般不会出现孔歪,钉头凹陷和铆接不牢等缺欠。

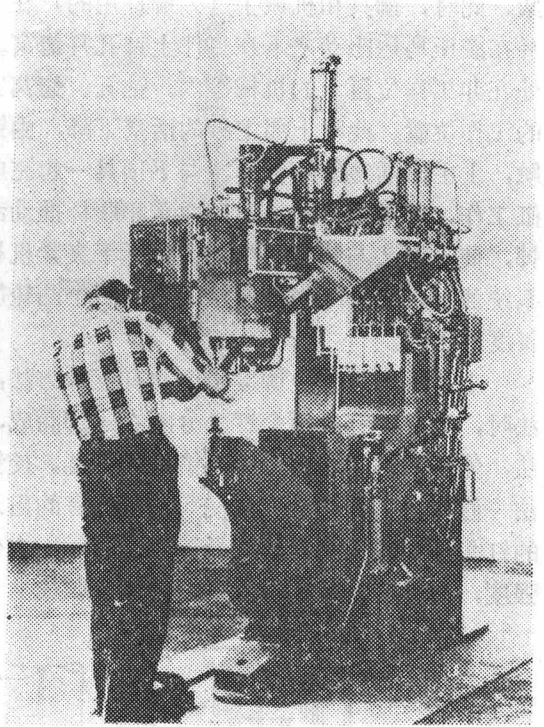


图3 由人工定位的自动钻、镗、铆接

滑架定位 滑架定位机构是一种靠人力推动的滑动托架装置。比较简单的是一种带滑动滚棒的托架,工件在托架上只能相对自动钻铆机作横向运动,一次定好位,只能铆接一行铆钉,故不太适用。另一种是可沿纵横两个方向自由推动的滑架,这种滑架装置适用于中型平面壁板的人工定位自动钻铆工作,但不能用于铆接有曲率的壁板,故在应用上有一定的局限性。最通用的一种滑架装置,既能沿纵横方向推动,又能在纵向推动时使壁板自动转一角度,从而使壁板待铆接的一点始终垂直于钻铆机的主轴。这一点一般是用靠模导轨来保证的,只要更换适当的靠模导轨,就可铆接具有不同曲率的壁板。钻铆平壁板时,只要将靠模导轨换为平直导轨即可。

与苏联K II-503之类的成组压铆机相比,这种带手动滑架的自动钻铆机,只就铆接这一道工序的效率来讲,虽然低一些,但就铆缝质量和整个钻铆过程的效率来讲,后者比前者要高得多。成组压铆机只能单纯的铆接,不能保证接头的气密性,更不能保证现代飞机所要求的干涉配合。

数字控制定位

在资本主义国家,特别是在美国,一些大型和中型飞机壁板的铆接多采用了数控定位。早期的数控定位架,只由孔带来控制X、Y两个方向的运动。定位架的升降或倾转运动,靠丝杠或特型样板导轨来进行人工控制或机械控制。但近年来国外飞机公司所配备的自动钻铆设备,大部分五个轴的运动均是数字控制的,而机头的工作则由计算机来控制。

关于无头铆钉

在自动铆接开始发展的阶段，所用铆钉均为普通的有关铆钉。后来经美国通用电气机械公司研究并推荐了无头铆钉之后，在飞机结构机械化和自动化钻铆装配中，普通铆钉的应用越来越少，逐渐被无头铆钉所代替。自动铆接发展到今天，欧美的近代飞机的自动铆接，几乎毫无例外地都采用无头铆钉。

所谓无头铆钉就是没有预制钉头的圆杆（见图4），施焊时在圆杆的两端同时形成铆钉头。

自动铆接机采用无头铆钉的最初原因是：

（1）便于制造；（2）便于使用和贮存；（3）便于用机械方法自动传送。

后来在实践中发现，上述几个特点不是主要的。无头铆钉的主要优点是：若在铆接过程中精确控制无头铆钉的变形，使之将钉孔全长略微膨胀，便可在结构材料中获得可以控制的干涉量（这一点用普通有头铆钉施铆是无法达到的）。若在铆接时使无头铆钉与钉孔达到所要求的干涉配合，就会使铆接接头的质量显著提高，这表现在：

（1）可以使结构的疲劳寿命大大提高，与松孔铆接相比，干涉配合的疲劳寿命可提高5倍；（2）因为钉孔完全被膨胀了的无头铆钉所密封，所以在钉与孔之间没有相对运动，故可防止磨伤并阻止外部电解质进入；（3）可保证接头的密封性，特别对整体油箱壁板来讲，无需采用第二道密封剂或其它保险措施，就可以获得足够的密封性。

自动钻铆设备现况

国外一些中型和大型壁板的铆接，许多均是用自动钻铆设备完成的。随壁板的尺寸和外形等条件不同，所用设备也不尽相同。现仅选几个具有代表性的设备简要介绍如下。

五十年代中期，美国诺斯罗普飞机公司配备的“Drivmatic”自动钻铆设备示于图5。其特点是，钻铆机本身固定不动，而工件固定在活动定位架上。定位架两端各有一个台座，而台座装在架车上，作横向运动，而架车在18米长的双轨上运动。每个台座各由一个气动马达驱动，并且各由一个孔带控制。台座沿外形导轨运动，所以加工曲率壁板时，壁板的表面在施铆的一点上始终垂直于钻铆机的主轴。外形导轨本身由电马达驱动，可做上、下调整。架车的纵向运动由液压系

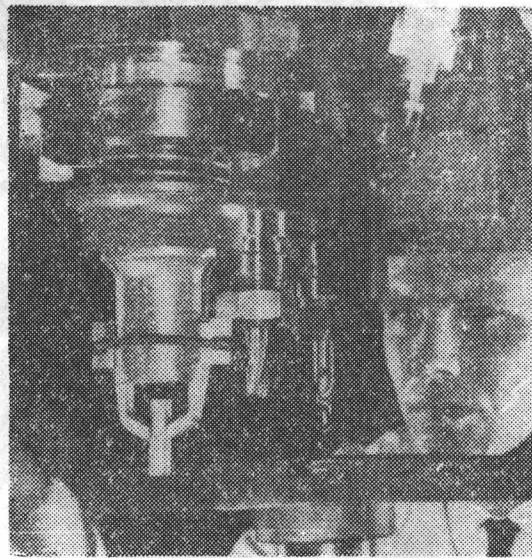


图4 自动铆接机采用的无头铆钉及其机械手的外观

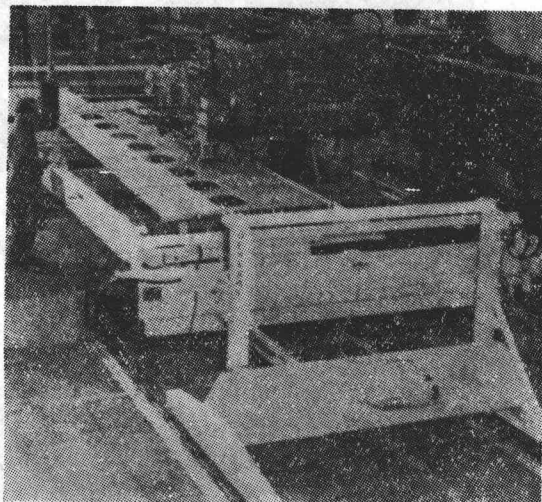


图5 诺斯罗普飞机公司于五十年代中期配备的“Drivmatic”自动钻铆设备

统驱动，并单独由另一孔带控制。这种钻铆设备，适用于中型壁板的钻铆装配。

英国霍克-希德利飞机公司在1970~1971年期间由美国进口了两台“Drivmatic”自动钻铆设备，用于A-300飞机机翼壁板的铆接装配。图6为正在钻铆该机机翼壁板时的情况。

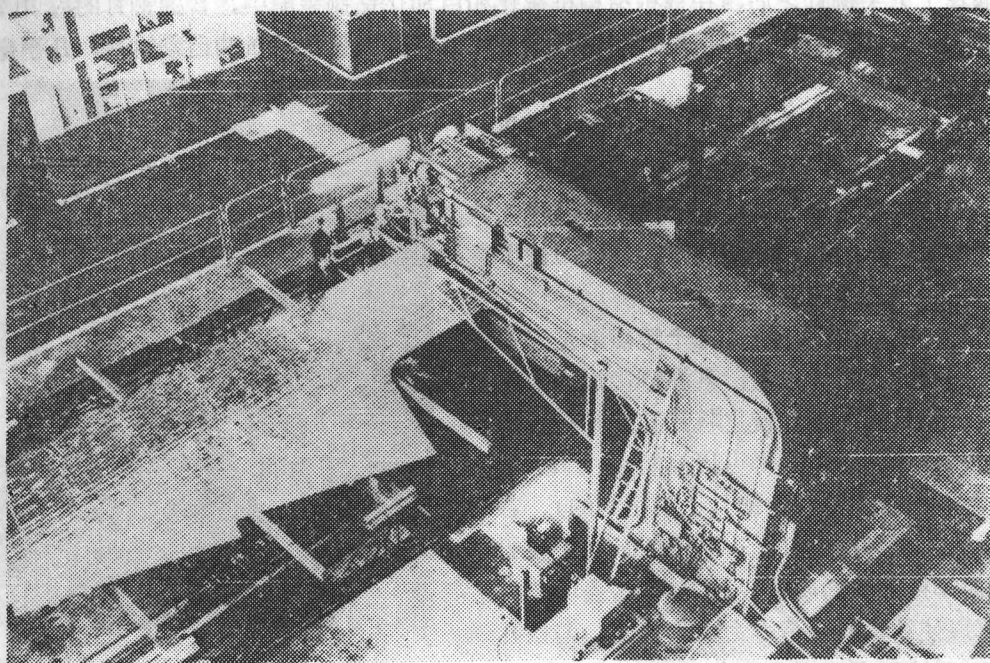


图6 英国霍克-希德利飞机公司用“Drivmatic”自动钻铆设备铆装A-300机翼壁板的情况

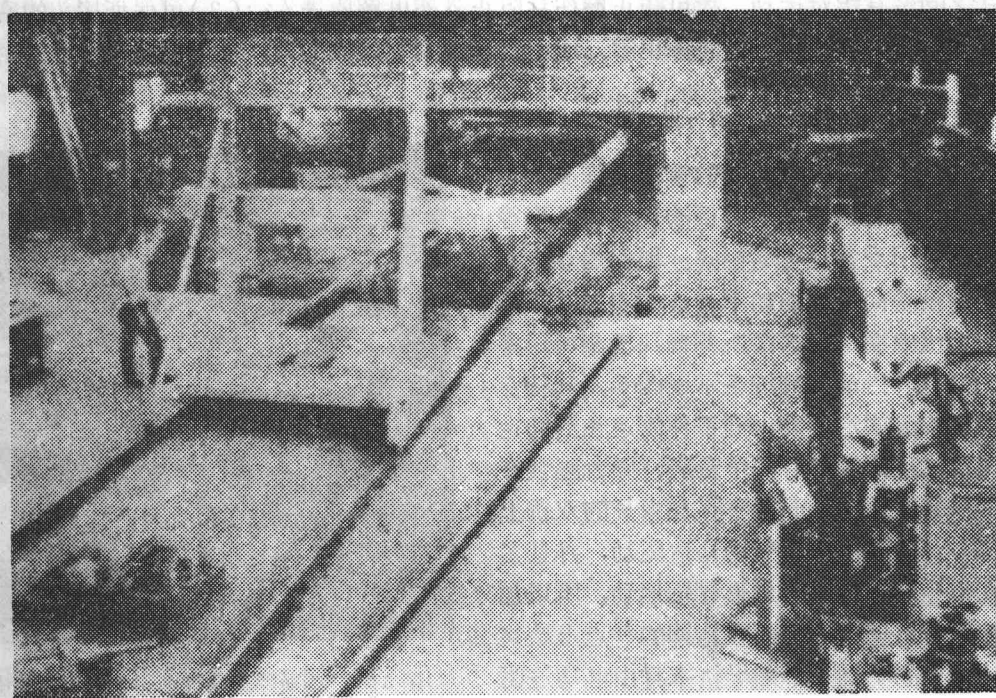


图7 格鲁曼飞机公司的龙门式自动钻铆机外观

该设备的机头部分的工作顺序，基本上与“钻铆过程的机械化”一节所述的标准方法相同。所不同的是，压铆时下顶具作为铆具之一，先将下钉头部分地成形，当达到一定压力而使之处于“浮动”状态的上夹紧臂收回时，下铆具复又继续上升，与上铆具一起完成整个铆钉的压铆。

工作台的全部动作都是数字控制的，只有工作台的倾转是靠丝杠来调整的。

1970年3月，奥马克工业公司为格鲁曼航空空间公司装设了一台龙门式自动钻铆机(见图7)用以铆接F-14飞机壁板。可铆接的最大壁板尺寸为 8.5×2.1 米。该设备的特点，是工件定位台的各轴运动程序靠孔带来控制，而机头的钻、划、铆顺序由计算机来控制。可自动完成的工作程序和内容如下：钻孔，打毛刺，测量孔的正确性，喷洒密封剂，放铆钉，形成上、下钉头，刮平钉头。计算机还可分析铆钉质量和产生差错的数据反馈。钛铆钉必须以预定的速率成形，故计算机可以绘出时间-压力曲线。计算机还可分析桁条的截面。如果计算机发现了差错，它自动使钻铆机停车，并打印出发生的问题、位置和发生的时间。

1968年古德意公司装设的一台龙门式自动钻铆设备比上一套设备要大一些。(见图8)钻铆机的龙门架重30吨左右，可铆接的最大壁板尺寸为 3×12 米，钻铆效率达16个铆钉/分钟。定位装置可在2.5米宽的范围內使壁板转动、升降或倾斜至任一角度。

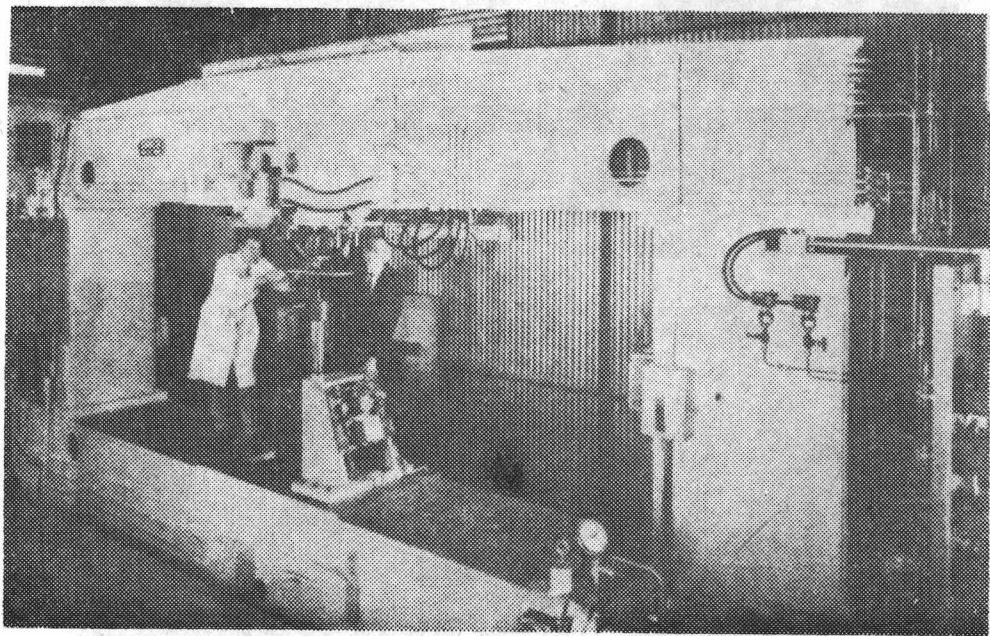


图8 龙门式数控钻铆机外观

这种结构型式的钻铆机的特点是：1)龙门架的刚性好，与弓形架相比，可显著减小铆接机的变形量。如铆直径为9.5毫米钛铆钉时，铆接压力为25吨，此时机架变形不足0.5毫米；2)全部采用固体开关，工作寿命长。

1967年，波音飞机公司为铆装波音747飞机的机翼壁板，专门建造了一座自动钻铆厂房，厂房面积 91×49 公尺(见图9)。厂房內共设有5台数控钻铆机。为了保证生产的连续性，五台中只有四台处于工作状态，而另一台进行维修。可铆接的最大铆钉直径为11毫米，此时的钻铆效率为7.5铆钉/分钟，用以安装锥形螺栓时的锥孔钻削效率为8~10孔/分钟。

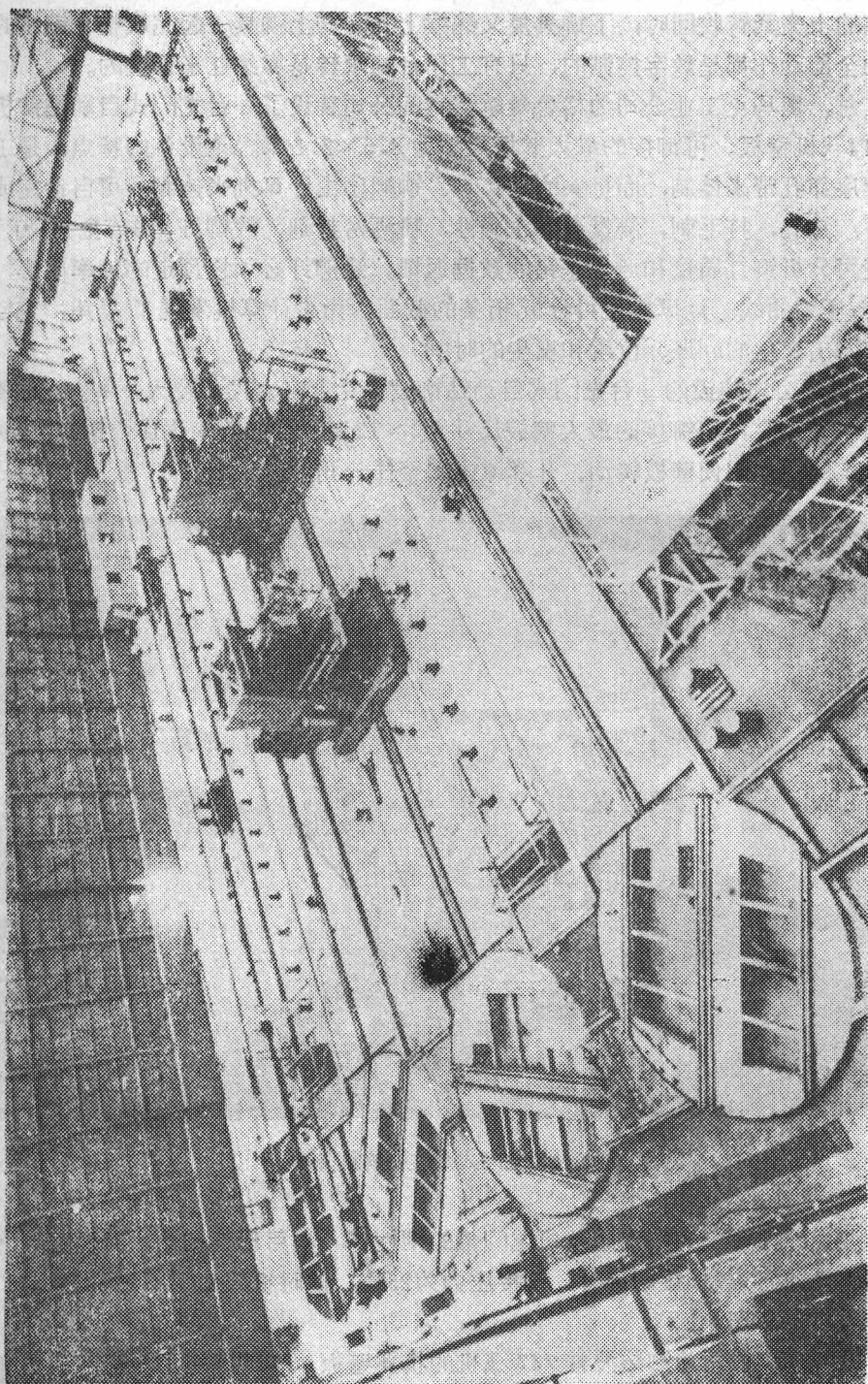


图 9 波音747飞机的机翼自动铆接厂房

1968年,洛克希德飞机公司为适应其巨型飞机C-5A壁板铆装的需要,向Datex公司订购了四台重125吨的自动钻铆设备。图10和11机高7米,可铆接 12.8×4.9 米的大型壁板,每个铆钉的定位精度(重复-精度)为0.12毫米。设备的X、Y、Z和a、b等五轴,以及钻划铆顺序(可以喷注密封胶)全是孔带控制的。

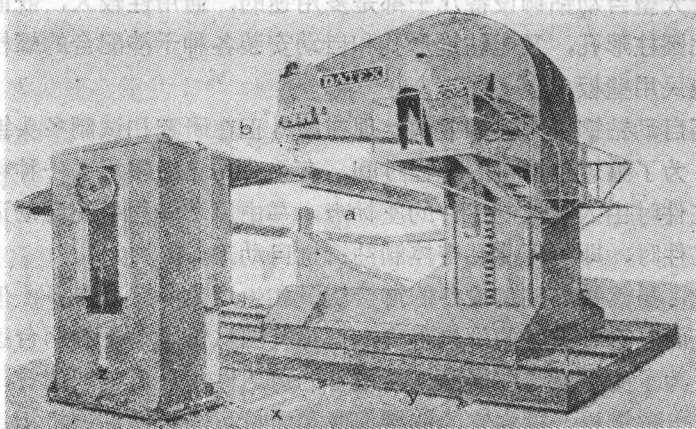


图10 Datex 型自动钻铆设备外观

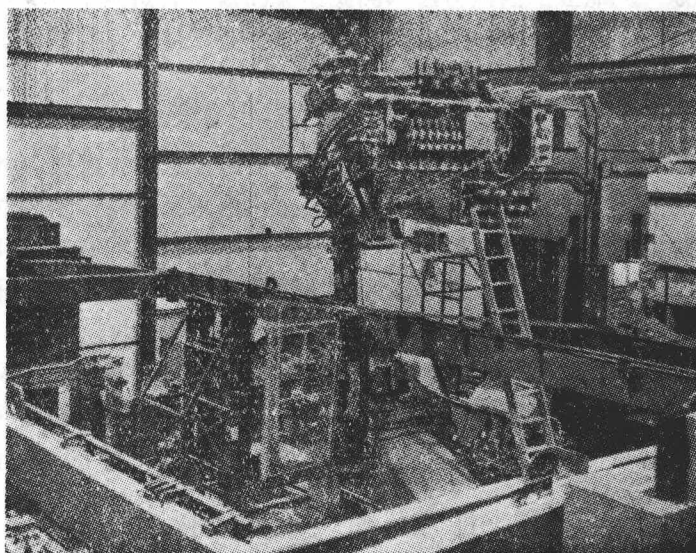


图11 同一设备的示意图

以上所述为国外飞机自动钻铆设备的几个典型例子。总地说来,这些设备主要用于飞机中型和大型壁板的钻铆装配,而其中采用最多的是机翼壁板,机身壁板则采用较少。

小型工件的钻铆,从编程和定位等经济效果考虑,只对钻铆过程本身进行程序化或自动化,其工件定位和送进多采用手持方式或用简易的机械进行人工控制。

自动钻铆设备发展的初期,所用铆钉均为一般的有头铆钉,后来部分改用无头铆钉,这主要是从便于机械输给角度考虑的。但最近几年国外发展干涉配合技术以后,发现干涉配合铆接不仅能保证铆接结构的气密性,而且还可显著提高结构的疲劳强度,所以如今一般的有头铆钉已不见

采用，几乎完全由无头铆钉所代替，就连手工铆接，有时也采用了无头铆钉。

国外所采用的自动钻铆设备，绝大部分都是由美国通用电气机械公司制造的，称之为“Drivmatic”自动钻铆机。其中，中型壁板用的设备，其铆接机是固定式，而大型壁板用的设备，为了减少占地面积，其铆接机安装在导轨上，根据要求不同，可沿几个方向运动。

近年来国外购置大型自动钻铆设备几乎都是多用途的，通用性较大，既能铆接铝铆钉，又能铆接钛铆钉，既能钻圆柱形孔，又能钻锥形孔和自动安装各种干涉配合的螺栓，既用于制造飞机壁板，又能用于制造民用壁板。

为了进一步提高自动钻铆机的钻铆效率，现在国外正在研究和试制多头钻铆机，一次可以钻铆两个或三个铆钉，为了缩短钻铆机的编程时间，有的公司已经采用了一种特种自动编程系统，这样在钻铆第一个工件时由人工控制工件的座标点，并由自动编程系统自动记录并且据此制出孔带，在制造第二个工件时，即可用此孔带控制钻铆机自动工作。

与手工铆接相比，虽然数控钻铆设备的铆接质量和生产效率要高得多，但它只能用于壁板，不能用于总装铆接，而且这种设备的价格很贵，据称英国从美国购买的两台这种设备，每台就用了60万美元。因此，为了减少投资和提高铆接设备的可达性，最近美国波音飞机公司在一家工厂投入使用一套便携式电磁铆枪。据称它的铆接速度和质量可与数控钻铆机相比。一旦试用成功，这种电磁铆接法可望得到进一步发展。

(编 译)

DC-10大型运输机采用的机械连接

马克·顿奈-道格拉斯公司的 DC-10 大型旅客机于一九七〇年八月二十九日完成了第一次飞行。该机的机身宽度将近 6 米，能容纳混合座位 255 个，或容纳普通座位 345 个。飞机装用三台通用电气公司的大流量比涡轮风扇喷气发动机。

道格拉斯 DC-10 飞机的机翼是由加拿大道格拉斯飞机公司所属的马尔顿-昂塔瑞欧工厂负责制造的。在机翼的装配中，采用了各种干涉配合的连接件（指螺栓、螺钉、铆钉等，下同）和安装方法。采用了大量的高性能钛连接件，许多铆接工作是在备有闭路电视监控系统的“Drivmatic”孔带控制自动铆接机上完成的。

与其他工业部门相比，航空空间工业部门对连接件承制者新发展的产品进行的试验，可能是最多的。随着飞机尺寸的加大和飞行速度的增高，以及随着对“绝对”安全的强调越来越甚的情况下，将飞机连接在一起的紧固件的作用比以往更加关键了。

由于这些因素而导致了连接件质量的显著提高，这在其他工业部门一般是沒有的。本文是在参观了马尔顿工厂以后对 DC-10 机翼连接件所做的评论。

保 证 疲 劳 寿 命

DC-10 飞机结构的疲劳寿命比道格拉斯过去制造的任何喷气客机的疲劳寿命都长。

干涉配合连接件之所以被广泛采用，是因为它们的疲劳寿命长，但就被连接的机翼结构而言，这种连接件还有其它好处。机翼本身就是油箱，所以用在主机翼油箱盒部位的连接件必须是密封的。采用干涉配合连接件，就无需采用密封件了；若是其它型式的连接件，就必须采用密封件。

DC-10 机翼上采用的大部分钛连接件和钢连接件都是干涉配合的。连接件强迫进入比其杆部直径小的孔内。这种强迫进入的作用，即谓之干涉配合，在交变应力条件下即可减小连接件孔周围的应力范围，从而提高了接头的疲劳寿命。

所 采 用 的 连 接 件 型 式

“锁栓”（Lockbolts）是 DC-10 机翼上采用的一种较好的干涉配合连接件。连接件材料是极限抗剪强度为 66.7 公斤/毫米^2 的 6A1-4V 钛合金，主要由虎克制造公司承制，另外该公司还供售这种连接件的安装工具。这种连接件的安装费比较低廉，只消将管状铝帽收压在锁栓栓杆头部的锁槽内，即可将接头构件适当夹紧。

高锁螺栓是高剪公司或其专利特许公司供售的，主要用在空间较小而无法用安装工具装锁栓的部位。高锁螺栓也是干涉配合连接件，其总的外形与锁栓的相同，所不同的只是高锁螺栓用有螺纹的螺帽（或称为特种钢螺帽）来夹紧接头构件。螺帽由带螺纹的圆螺帽部分和六角头部分组成，六角头在扭到一定转矩时便自行断掉。利用这种螺栓，能够获得相当一致的夹紧载荷。DC-10 采用的高锁螺栓，大多为 6A1-4V 钛合金的，只是要求有高剪强度的少数部位，用的是 H-11 高

强度钢的。

在DC-10机翼上采用的锥形螺栓，是由粤马克工业公司精密连接件分公司经过其加拿大代理公司——维斯顿国际连接件公司供售的。锥形螺栓的栓杆有 $1/48$ 的锥度，装在用锥形扩孔钻钻削的锥孔内。这种螺栓用于比较厚的接头，厚度一般为25毫米或25毫米以上，另外还用在所要求的干涉量比锁栓或高锁螺栓还大的部位。

为何采用钛连接件

机翼结构采用的大多数连接件都是用钛合金制造的。选用钛合金，有很重要的原因。过去，飞机连接件一直以采用铝合金、合金钢和耐腐蚀钢为主。近几年来，比较广泛地认识到钛是具有多种优点的连接件材料。另外，这种材料的价格显著下降。与铝或合金钢相比，钛合金由于具有比较优良的强重比特性，能够显著地减小结构重量。在许多应用场合，原是用铝连接件，若用高强度钛连接件代替，可以取较小的直径；或直径不变，可以加大间距。这样，由于作为连接件直径的函数的容许边距减小了，或由于连接件的数量减少了，结果使结构重量减轻了。另外还能够得到这样的钛连接件，用以在强度相同的条件下代替尺寸相同的钢连接件，由此而使重量减轻的程度基本上正比于连接件材料的密度。

自动铆接

在马尔顿采用的安装连接件的最复杂的设备是Drivmatic铆接机。这种自动铆接机是通用电气机械公司（简称GEMCO公司）出产的。每架DC-10飞机的机翼蒙皮壁板上的46,000个无头铝铆钉，就是用这种铆接机自动铆接的。铆接机是用控制带控制的，可使蒙皮壁板在两个轴内运动，向铆接机工作头提供平的工作面。

在DC-10飞机上之所以能够采用这种自动铆接工序，是与通用电气机械公司所完成的发展研究工作分不开的，正是这家公司的研究工作使得铝铆钉的安装具有很大的干涉量。在采用这项研究成果之前，曾经考虑过采用其他型式的干涉配合连接件。

无头铆钉在底部的凹模铆具与上部锥模铆具之间经过锤铆之后压铆而成。底部凹模铆具首先锤铆，使无头铆钉在底部锁住。然后上部锥模铆具压铆无头铆钉使之进入埋头窝内，在这一过程中使无头铆钉沿其全长膨胀而形成有效的干涉配合。

然后用刀具刮铣外突的钉头部分，使之与机翼蒙皮上表面齐平。铆接机上备有感受部，用以保证刮铣刀具不擦伤蒙皮表面，保证不形成可构成表面裂纹的应力区。无头铆钉由一供钉斗自动供给工作头。

整个铆接工序由一名操作者在闭路电视接收机的屏幕上观察，铆接机的工作有任何差错，均可立即检查出来。现在采用的Drivmatic铆接机的工作头是固定的。有两台工作头可动的铆接机尚处于委托阶段。这种铆接机的工作特点是，机翼蒙皮固定不动，而铆接机沿机翼蒙皮的外形运动。这种铆接机的控制带控制方法与早期设计是相似的。据道格拉斯公司宣称，按规定于一九七二年一月交货的第五台铆接机，可一次安装三个连接件。

译自 Canadian Machinery and Metalworking, 1970年11月

自动钻铆机

[美国专利说明书 3,030,695]

1961年4月11日

本专利所谈的自动铆接机，主要适用于飞机机翼和与其相似结构的铆接装配。本专利为于1958年2月27日填表的具名为米尔顿·克拉尔的717,734号申请书（其专利号为№2,978,791，公布于1961年4月11日）的续篇。

本专利的主要目的，是设计一种包括工件夹紧方法、钻孔和镗窝方法、无头铆钉的选择和放入方法、镢头方法以及钉头修整方法在内的自动铆接机。

设计这种铆接机的目的，是降低飞机机翼和相似结构的铆接装配费用。第二个目的是提供一种夹紧臂，用以在完成送铆钉直到清理钉头的诸工序时与支撑头一起将工件夹持在固定位置。第三个目的是提供一种上工作头活塞，用这种活塞与钻头主轴和镢头铆具配合在一起在工件上钻孔、镗窝、送铆钉（为无头铆钉），然后镢铆无头铆钉的一个头。而另一头由顶具镢铆。第四个目的是提供一种由夹紧臂支撑和导向的特种刀具，用以修整铆钉头，使之与工件表面齐平。第五个目的是提供一种使支撑工作头和顶具转动 180° 的方法，以便于铆接不同形状的结构件。

文后所列附图有：

- 图1为具有本发明特征的铆接机侧向正视图。
- 图2为铆接机的前视图。
- 图3为铆接机的局部俯视图。
- 图4为局部前视图，图中部分剖开示出，表明工件在夹紧臂和支撑头之间的夹紧情况。
- 图5为按图4中5—5线所取的横向剖面图。
- 图6为表明支撑头和顶具组合件的剖面图。
- 图7为表明支撑头转动方法的局部前视图。
- 图8所示的局部前视图示出了支撑头和工件夹紧臂的收回位置。
- 图9为与图8相对应的局部前视图，示出了工件被夹紧臂和支撑头夹紧的位置。
- 图10为一垂向剖面图，表明了钻孔和镢头机构。
- 图11为与图9相对应的局部前视图，示出了钻头主轴下落，在工件上钻孔和镗窝时的位置。
- 图12为按图9中的12—12线所取的横向剖面图，表明了向镢头铆具支撑件送无头铆钉的方法。
- 图13为与图9相对应的视图，表明了铆具支撑件和无头铆钉移向可使无头铆钉插入工件钻孔内的位置。
- 图14为与图13相对应的视图，表明了无头铆钉的镢头方法。
- 图15为与图9相对应的视图，表明了铆钉头刮削方法。
- 图16为按图7中的16—16线取的剖视详图。
- 图17为表明刮削铆钉头用的刀具的透视详图。

图18为图17的底视图。

图19为铆接机液压系统的原理图，这种系统可对铆接机的各部分进行有选择的控制。

图20为无头铆钉气压传输系统原理图。

图21和图22分别为工件支撑头的俯视图和侧视图。

为了较好地理解本发明，参阅一下这些附图即可看到，铆接机有一个弓形机架2，机架上有一个上工作头3，它与下工作头4在垂直方向上相隔一个距离，以便在这两个工作头之间放入工件A和B。

为了在每一铆接工序过程中将工件A和B紧固在固定位置上，在机床上设有工件夹紧臂5，借此与支撑头6一起将工件夹紧。如图4所示，夹紧臂的一端铰接在转轴7上，从该端劈开的一个分叉为刀具（即刮刀）制动杆8，它紧固在转轴上。夹紧臂5的另一端有一个滑块9，它滑动安装在轴承11内，该滑块套在转轴12上，而转轴的两端可转动地固定在夹紧臂上。滑动轴承11有一个凸耳13，靠其螺纹拧入活塞杆14的下端，借此可以调整夹紧臂相对活塞杆的位置。凸耳13有一个锁紧螺帽，用以锁住凸耳和活塞杆，以防松动。活塞杆14装在液压缸15内，而液压缸安装在上工作头3上。

刀具（刮刀）16安装在夹紧臂5的滑槽17内，可作往返运动。刀具16有一个刀片18，该刀片用螺钉21固定在一个导板19和抵板20上。刀片有许多长度逐渐加大的齿22，这样便可有效地刮削铆钉头上的多余金属。间隔板23—23和限位板24—24用螺钉25固定在夹紧臂5上，这样即构成两条相对的槽，以便导板19的侧缘沿这两个槽滑动。抵板20通过连杆26与制动杆8相连。杆27的一端固定在转轴7上；另一端上有一个销子28，与滑动轴承29啮合。轴承29上有一个凸轴，借其上的螺纹拧入活塞杆30上，并用锁紧螺帽锁住。活塞杆30装在液压缸31内，而液压缸本身固定在上工作头3上。

支撑头6用螺纹锁环33固定在套筒32的上端，是易卸式的，因此便于支撑头的更换或转动调节。套筒32滑动安装在顶具活塞杆34上端的圆筒腔32'内，以便圆筒32在腔内能够转动或轴向移动。顶具活塞杆34安装在液压缸外筒36内，而外筒36固定在下工作头4上。顶具头37用螺栓38固定在顶具支承件上。顶具支承件39安装在套筒32内，靠在顶具活塞杆34上。在圆筒32和支承件39上制有开口和槽，用以装入横杆41。横杆41固定在活塞杆42的上端。压缩弹簧43装在顶具支承件39与横杆41之间，借此使支承件座落在顶具活塞34上。

外壳44固定在顶具活塞杆34的下端，用以支承诸开关46，使之与固定在活塞杆42下端的诸凸轮47相靠。导滑架48固定在外壳44上，导滑架48的一端与导板50上的滑槽呈垂直滑动连接。导板50固定在工作头4上，这样就可以防止顶具活塞杆34相对工作头4转动。

固定在开关外壳44上的普通叶片式液压马达51有一个旋转驱动轴52，在该轴上固定一个多槽的止动套53，而止动套本身又与活塞杆42的多槽的下端成滑动套接。止动套53上有一个翼板54，该翼板可以交替地顶靠在止动件56和57上，在这两个止动件上相应地各有一个可调节的止动螺钉58和59。顶具活塞34的下端有一个圆筒形内腔61，固定在活塞杆42上的活塞62即装在该内腔中。

在上工作头3上有一个液压缸63，在该缸内装有活塞64。在活塞64内有一个轴向内腔66，内部装有一个钻头主轴67，借减磨轴承68—68进行转动。一个尺寸适宜的卡头69装在钻头主轴67的下端，用以卡紧钻—镗组合刀具71。钻头主轴的上端与普通电气或液压马达73的驱动轴72相接。为了防止活塞64转动，有一个导向套环74固定在活塞64上，在套环的一侧有一个轴承衬套76，使之沿着固定在上工作头3上的导杆77滑动。