

技工学校机械类通用教材

(第二版)



焊工工艺学

HANGONGGONGYIXUE

机械工业出版社

本书是根据1980年版修订的。除了保持原来的各章节外,在各章内容上作了一些必要的调整和增删。本书较详细地介绍了各种焊接工艺方法(如手工电弧焊、埋弧自动焊、气体保护焊、电渣焊等),并突出介绍了各种方法的实际操作技术和经验,同时对焊接电弧,焊接冶金、焊缝结晶以及工艺、设备等作了较详细的分析。对于常见焊接缺陷及焊接应力与变形的形成原理作了一定的介绍,并提出了防止和消除的措施。本书还将常用金属材料的焊接及气焊与气割各列一章,并对其它焊接及切割方法和焊接检验作了一般的介绍。

原参加本书编写的有:林圣武、张德禄、郑应国、魏育樟、黄世麟同志,参加审稿的有:隋立华、梅启钟、张学益和崔德华同志。

参加本书修订的有:林圣武、张德禄、洪松涛同志;参加审稿的有:顾溥锦、陈融如同志。

焊 工 工 艺 学

(第 二 版)

技工学校机械类通用教材编审委员会 编

责任编辑:俞逢英

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 19 1/2·字数 476 千字

1980年8月上海第一版

1987年6月北京第二版·1987年6月北京第七次印刷

印数 330,601—351,500·定价:3.10 元

统一书号:15033·4959

前 言

建国以来，我国的技工教育事业曾得到很大发展。技工学校的广大干部、教师辛勤劳动，努力工作，积累了不少教学经验，并编写过一套比较完整的技工学校教材，对保证教学质量、培训合格的技术工人，支援祖国的社会主义建设，发挥过积极的贡献。

为了满足教学需要，不断提高技工学校的培训质量，加速实现我国四个现代化，国家劳动总局和第一机械工业部委托上海市劳动局、上海市第一机电工业局负责全国机械类技工学校教材的编写工作。这次编写的教材共二十二种。计有：语文、数学、物理、化学、工程力学、机械基础、金属工艺学、电工与电子基础、机械制图、车工工艺学、钳工工艺学、铣工工艺学、磨工工艺学、刨工工艺学、铸工工艺学、锻工工艺学、木模工艺学、焊工工艺学、热处理工艺学、电工工艺学、冷作工艺学和工业企业管理基本常识。这套教学计划、教学大纲和教材，分别适用于二年制（招收高中毕业生）和三年制（招收初中毕业生）技工学校（其中数学，语文，物理，化学主要是供招收初中毕业生的学校使用的）。

在教学计划、教学大纲和教材的编写中，我们在坚持以生产实习教学为主的原则的同时，还强调了基本理论和基本技能的训练，注意了新技术、新工艺的吸收。在教学计划说明中，对各门课程的授课目的，提出了明确的要求，以便使这套教学文件能够更好地适应四个现代化的需要。

由于编写时间仓促，加之编写经验不足，这套教材可能尚存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们提出批评指正，以便作进一步的修改。

技工学校机械类通用教材编审委员会

一九七九年五月

第二版说明

技工学校机械类通用教材，自一九八〇年出版发行后，在技工学校的教学、工矿企业工人技术培训等方面，发挥了很大作用，取得了较好的社会效益。但也存在一些问题。按照培养目标的教学要求，主要是部分教材内容偏多偏深，其中个别章节还有一些差错，各课程之间的协调配合不够紧密。同时，近年来随着国家新的技术标准和法定计量单位制的颁布，原教材中采用的技术标准、计量单位制已不再适用，亟需对这套教材进行修订再版。为此，我们组织了这套教材第二版编审委员会，聘请各门课程的大多数原编者，并适当吸收了在教学第一线的教师担任编审工作，对技工学校机械类通用教材的文化、技术、专门工艺学等课进行了修订，以满足当前技工培训的需要。另外，我们还新编了《机械制图习题集》、《机械制图习题集解答》与《机械制图》配套使用；并将《电工与电子基础》改名为《电工基础》。

由于修订时间仓促，调查研究不够深入，收集意见不够全面，仍有可能存在不当之处，我们恳切地希望大家批评指正，以供再次修订时参考。

《技工学校机械类通用教材》

第二版编审委员会

一九八六年三月

目 录

前言

第二版说明

绪论	1
复习题	3
第一章 焊接结构生产工艺简述	4
§ 1-1 构件的备料工序	4
§ 1-2 结构的装配焊接	7
§ 1-3 产品质量与管理	8
复习题	9
第二章 焊接电弧	10
§ 2-1 焊接电弧的引燃	10
§ 2-2 焊接电弧的构造及其静特性	13
§ 2-3 焊接时的极性和偏吹	16
§ 2-4 电弧焊的熔滴过渡	19
复习题	22
第三章 手工电弧焊技术	23
§ 3-1 焊缝代号、焊接接头形式及其标注方法	23
§ 3-2 引弧和运条方法	30
§ 3-3 焊缝的起头、收尾及连接	33
§ 3-4 焊接工艺参数	35
§ 3-5 各种位置的焊接方法	37
§ 3-6 管子的焊接和堆焊	46
§ 3-7 手工电弧焊安全技术	49
复习题	50
第四章 电焊条	51
§ 4-1 对焊条及其焊芯的要求	51
§ 4-2 焊条药皮	53
§ 4-3 焊条的分类、型号和牌号的编制	56
§ 4-4 焊条的规格、检验、选用和存放	61
复习题	63
第五章 金属熔焊原理	64
§ 5-1 焊接热过程及冶金过程的特点	64
§ 5-2 气体对焊缝金属的影响	68
§ 5-3 熔渣与金属的作用	70
§ 5-4 焊缝金属的结晶	76
§ 5-5 焊接热影响区的组织	80
§ 5-6 焊缝中的气孔	83

§ 5-7 焊接裂纹·····	86
复习题·····	92
第六章 手工电弧焊电源·····	93
§ 6-1 对手工电弧焊焊接电源的要求·····	93
§ 6-2 弧焊发电机·····	96
§ 6-3 弧焊变压器·····	100
§ 6-4 弧焊整流器·····	105
§ 6-5 手工电弧焊电源的选择和接线·····	108
§ 6-6 手工电弧焊电源的维护及故障处理·····	110
复习题·····	112
第七章 埋弧自动焊·····	113
§ 7-1 埋弧自动焊概述·····	113
§ 7-2 焊接过程自动化概念·····	114
§ 7-3 埋弧自动焊机·····	118
§ 7-4 焊接材料·····	126
§ 7-5 埋弧自动焊工艺·····	129
复习题·····	141
第八章 电渣焊·····	142
§ 8-1 电渣焊概述·····	142
§ 8-2 电渣焊热过程与冶金过程的特点·····	144
§ 8-3 焊接材料·····	146
§ 8-4 电渣焊设备·····	147
§ 8-5 丝极电渣焊工艺·····	149
复习题·····	152
第九章 气体保护电弧焊·····	153
§ 9-1 气体保护电弧焊概述·····	153
§ 9-2 二氧化碳气体保护焊·····	154
§ 9-3 氩弧焊·····	171
复习题·····	179
第十章 气焊与气割·····	181
§ 10-1 气焊、气割用材料·····	181
§ 10-2 气焊、气割设备及工具·····	183
§ 10-3 低碳钢的气焊工艺·····	196
§ 10-4 气割工艺·····	200
复习题·····	205
第十一章 其它焊接及切割方法·····	206
§ 11-1 等离子弧切割与焊接·····	206
§ 11-2 电阻焊·····	215
§ 11-3 碳弧气刨·····	217
§ 11-4 特种焊接方法简介·····	220
§ 11-5 提高焊接生产率的途径·····	227
复习题·····	230

第十二章 焊接应力及变形	232
§ 12-1 焊接应力及变形的概念	232
§ 12-2 焊接应力及变形的基本形式和产生的原因	235
§ 12-3 影响焊接结构残余变形的因素	243
§ 12-4 防止和减少焊接应力及变形的措施	246
复习题	257
第十三章 常用金属材料的焊接	258
§ 13-1 钢的焊接性	258
§ 13-2 碳素钢的焊接	260
§ 13-3 低合金高强度钢的焊接	263
§ 13-4 铬钼耐热钢的焊接	266
§ 13-5 不锈钢的焊接	269
§ 13-6 铝及铝合金的焊接	274
§ 13-7 铜及铜合金的焊接	277
§ 13-8 钛及钛合金的焊接	281
§ 13-9 铸铁焊补	284
复习题	288
第十四章 焊接缺陷及检验	289
§ 14-1 焊接接头常见缺陷的分析	289
§ 14-2 焊接质量检验	292
复习题	302
附录 中华人民共和国法定计量单位 (摘录)	303
附录一 常用法定计量单位的名称和符号	303
附录二 用于构成十进倍数和分数单位的国际词头	304
附录三 常用单位换算	304

绪 论

在金属结构和机器的制造中,经常需要将两个或两个以上的零件按一定形式和位置联接起来,通常可以根据这些联接的特点,将其分为两大类:一类是临时性的联接,即不必毁坏零件就可以拆卸,如螺栓联接、键联接等,见图0-1;另一类是永久性的联接,其拆卸只有在毁坏零件后才能实现,如铆接、焊接等,见图0-2。

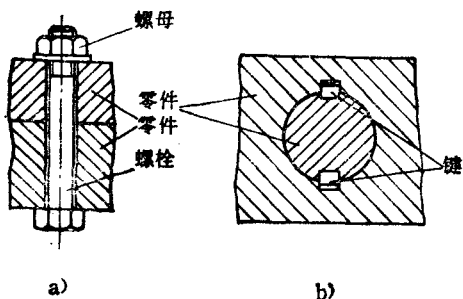


图0-1 可拆联接
a) 螺栓联接 b) 键联接

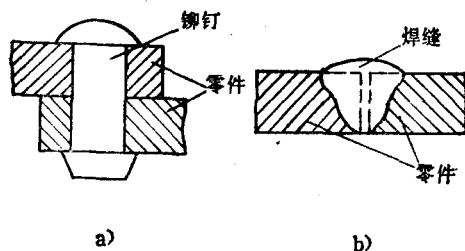


图0-2 不可拆联接
a) 铆接 b) 焊接

目前,焊接是一种应用极为广泛的永久性联接的方法,但在过去,这种联接主要采用铆接工艺。自十九世纪以来,由于焊接工艺的成功应用及迅速发展,逐步取代了铆接,而现在几乎是全部被代替。造成这种趋势的根本原因,是因为焊接有着显著的优越性。与铆接相比,它具有节省金属材料、减轻结构重量、简化加工与装配工序、接头的密封性好、能承受高压、容易实现机械化和自动化生产、缩短建造周期、提高生产效率和质量等一系列特点,所以,焊接工艺为人们所重视,在工业生产中占有重要的地位。

焊接不仅可以使金属材料永久地联接起来,而且也可以使某些非金属材料达到永久联接的目的,如玻璃焊接、塑料焊接等,但生产上主要是用于金属的焊接。

焊接就是通过加热或加压,或者两者并用,并且用或不用填充材料,使焊件达到原子结合的一种加工方法。金属的焊接则是对金属材料而言。

要使两部分金属材料达到永久联接的目的,就必须使分离的金属相互非常接近,只有这样才能使原子间产生足够大的结合力,形成牢固的接头。这对液体来说是很容易的,而对固体来说则比较困难,需要外部给予很大的能量,以使金属接触表面达到原子间的距离。为此,金属焊接时必须采用加热、加压或两者并用的方法。焊接能量可来自电能、化学能、机械能、光能、超声波能等。

按照焊接过程中金属所处的状态不同,可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类。

熔焊是在焊接过程中,将焊件接头加热至熔化状态,不加压力完成焊接的方法。由于在加热的条件下,增强了金属原子的动能,促进原子间的相互扩散,当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时,原子之间可以充分扩散和紧密接触,因此冷却凝固后,即可形成牢固的

焊接接头。常见的气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊的方法。

压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。这类焊接的两种形式，即一是将被焊金属接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态，然后加一定的压力，以使金属原子间相互结合而形成牢固的焊接接头，如锻焊、电阻焊、摩擦焊和气压焊等；二是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够大的压力，借助于压力所引起的塑性变形，而使原子间相互接近直至获得牢固的压挤接头，如冷压焊、爆炸焊等均属此法。

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料的熔点，低于母材熔点的温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现联接焊件的方法。钎料是一种古老的金属联接工艺，但其金属结合的机理与熔焊和压焊是不同的，并且具有一些特殊的性能，所以在现代焊接技术中仍占有很重要的地位，目前已形成了一个独立的体系。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

近百年来，随着社会生产和科学技术的发展，对金属的焊接也提出越来越高的要求，为了满足工业生产和尖端技术的焊接需要，今后各种新的焊接方法仍将不断出现。目前金属焊接的简单分类如图 0-3 所示。

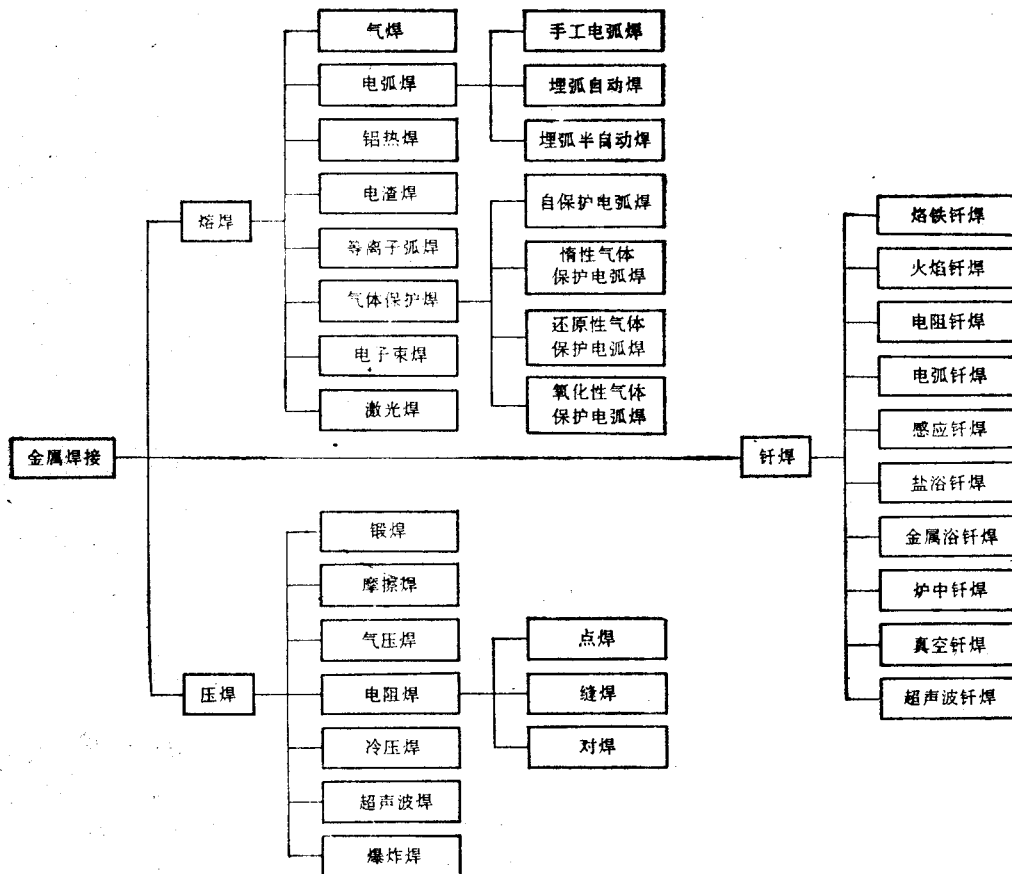


图0-3 金属焊接的分类

焊接工艺作为一门科学，是人类共同创造的财富，它也是人类社会发展的必然产物。我国是世界上最早应用焊接技术的国家之一，根据考古发现，远在战国时期的一些金属制品，就已采用了焊接技术。大致在本世纪20年代，随着近代工业的兴起，我国开始有了电弧焊。但在解放前，焊接技术多用于修修补补的工作，当时没有什么焊接工业可言。解放后，在中国共产党的领导下，经过几个五年计划的建设，随着国民经济的发展，焊接技术的应用已遍及我国的国防、造船、化工、石油、冶金、电站、建筑、桥梁、车辆、机械等各个行业。近年来，焊接技术在宇宙航行、海洋开发事业中也发挥着极其重要的作用。

通过采用先进的焊接工艺，我国成功地焊接了12000吨^①水压机（图0-4）、225兆瓦水轮机、36000吨远洋货轮、69000吨远洋油轮、2030毫米大型轧钢机、15兆帕^②（直径1.8米）的加氢反应器，以及大型球罐、内燃机车、海洋地质勘探钻井船、铁路栓焊梁大桥等焊接结构。并为制造600兆瓦火力发电设备、300兆瓦核电设备和葛州坝工程的焊接，以及为火箭、人造卫星等尖端产品的制造作出了较大的贡献。

随着科学技术的发展，焊接结构与材料越来越复杂和新颖，焊接工作量越来越大，因而对焊接技术现代化和提高焊接生产效率的要求日益迫切。目前，世界上已有近50余种焊接工艺方法应用于工业生产之中，并仍在继续不断提高焊接自动化的水平和探索及应用新能源的焊接方法。我国仅1979~1982年公布的发明奖中，焊接项目就占十一项。1984年的“焊接电弧控制理论及其电流控制系统”项目，荣获国家创造发明一等奖。可见我国的焊接技术水平具有相当的实力。我们相信，只要我们加倍努力，勇于攀登科学高峰，我国的焊接事业，一定能在不久的将来，达到和超过世界先进水平。

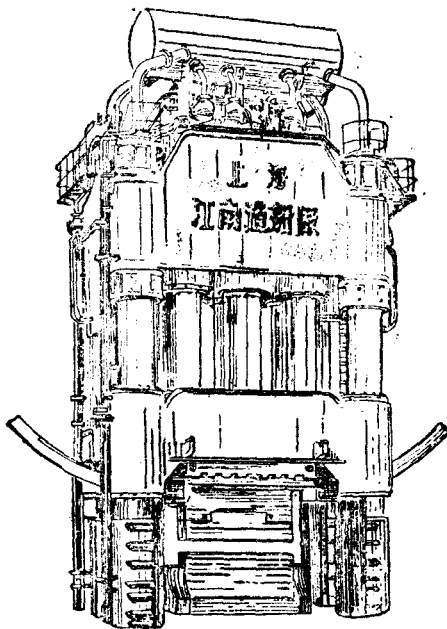


图0-4 12000吨（力）锻造水压机

复 习 题

1. 什么是金属的焊接？为什么在焊接时要加热、加压？
2. 为什么说金属焊接是最常用的永久性联接方法？
3. 金属焊接分为哪三类？各类焊接方法均有什么特点？
4. 试述金属焊接在我国社会主义建设中的重要性。

^① 吨（力）系原非法定计量单位，1吨力=9.8065×10³牛，下同；

^② 15兆帕相当于非法定计量单位150工程大气压，下同。

第一章 焊接结构生产工艺简述

焊接结构的制造,除焊接外,还需经过许多道工序,才能把钢厂生产的各种类型的钢材(钢板与型钢),制成符合设计要求的结构,从而达到使用性能的要求。尽管焊接结构形式繁多,但其生产工艺的一般过程基本上如图 1-1 所示。

焊接结构生产的工艺过程主要是备料(材料矫正、放样、下料)、装配、焊接、变形矫正及质量检验等工序。

由于在结构制造过程中,各工序之间都有密切关系,尤其是切割、装配等工序对焊接质量的影响很大,通过了解各有关工序的基本特点,以对焊接结构生产工艺有一个总的认识。

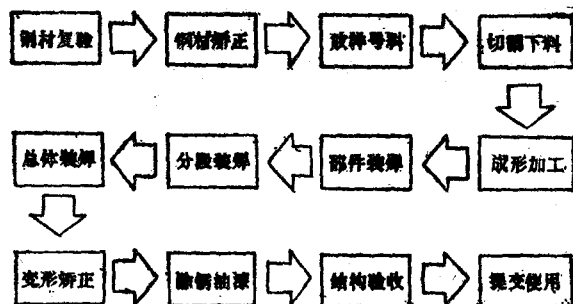


图1-1 焊接结构生产工艺顺序方框图

§1-1 构件的备料工序

为了确保焊接质量,在备料前,应检查所用的每一批钢材或按有关规定进行必要的化学成分、机械性能复验,保证符合其牌号所规定的要求。然后才可供使用。

一、钢材矫正

钢材在轧制及运输、堆放过程中,常会产生表面凹凸不平或弯曲、扭曲等现象,特别是薄钢板及截面积小的型钢。这对于要求平直的构件来说,会影响到各道工序的正常进行,因此必须矫平钢板和矫直型钢,这个工序称为钢材矫正。

钢板的矫平,通常是在 5~11 辊的辊式矫直机上进行的。钢板越薄,其不平整度也往往越大,进行矫正时所用的工作辊数目也越多。型钢矫直一般用型钢矫正机进行矫正。

矫正的基本原理是利用钢材的塑性,使其缩短的部分伸长。辊式矫直机和型钢矫正机的作用就是使钢材发生这样的塑性变形。如图 1-2 所示,不平整的钢板通过多根工作辊时产生波浪形变形,由于连续几次的弯曲,使缩短部分伸长,从而达到平整的目的。

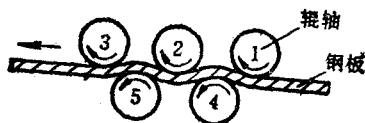


图1-2 钢板矫平示意图

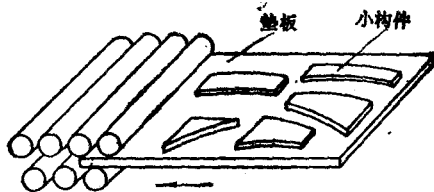


图1-3 构件变形的矫平

经过剪切或气割加工后发生变形的构件,也须进行矫正。较小的构件可放在预先矫平的厚钢板上,一起放入辊式矫直机内将变形构件矫平,见图1-3。

二、放样号料

1. 放样 放样是整个结构制造过程的第一道工序,应具有高度的精确性,否则会影响到结构的加工质量。

放样是按照设计的结构线型和结构的图示尺寸,运用投影几何的原理以1:1的比例在放样台上画出其平面形状,并根据不同的情况和要求确定各种结构的加工或装配时的余量,然后制成各种平面样板、样棒、立体样箱,作为构件号料、切割、成形、装配等工作的依据。

如果结构是复杂的曲面体,必须求出展开成平面后的形状和实长,以便于在平直的钢板或型钢上进行下料,再加工成所要求的形状。

2. 号料 号料是继放样展开后,把构件的形状与尺寸画到钢材上去,并标注加工符号。号料的方法很多,常用的有图纸号料、样板号料、草图号料等。

图纸号料——直接按照图纸所示的尺寸在钢材上划线号料,这适用于与结构线型无关的平直部分构件。

样板号料——根据放样展开时所得到的样板,覆在钢材上面划出轮廓线进行号料。样板一般用松木板、层压板或金属板制成,对批量少而小的构件也有采用纸板、塑料板等软性材料的。样板号料适宜于结构的批量生产或数量较多的构件。

草图号料——把构件的放样展开或实际形状预先画在纸上,并标上必要的尺寸和加工符号,据此再在钢材上划线号料。草图号料能节省样板,但不适用于批量生产。

用上述方法号料时,都须进行手工划线与打洋冲的操作。近来发展使用自动号料的新工艺,如电印号料,它是利用静电照相的原理,使表面涂有感光剂的钢板通过充电、曝光、显影、定影等几个程序,即自动显示出图形,所以号料的生产效率较高,每块钢板只需4~7分钟,操作完全自动化。

三、切割下料

沿着号料线把钢材切割成所需外形的构件,称为切割下料。按构件厚度及外形的不同,切割下料的方法主要是剪切、气割和等离子弧切割。此外,型钢还可采用锯割。

1. 剪切 剪切是利用各种剪切机来进行的,如压力剪切机、龙门剪切机、圆盘剪切机、型钢剪切机等,按剪切要求选用。其基本原理与剪刀剪切相似。剪切机的主要部分是上下两片剪刀(图1-4)作相对运动,形成剪切过程。

2. 气割 气割是利用对钢材(一般指碳钢及低合金钢)进行局部火焰预热,并使其在高速氧流中燃烧,然后吹去金属氧化物熔渣而将钢材切断。目前主要是应用氧-乙炔焰气割。与剪切相比较,其特点是可以切割的厚度较大,且不论形状如何复杂都能切割,但切割薄板及直线形构件的生产率和经济性不如剪切。

3. 等离子弧切割 这是利用高温的等离子弧焰流进行切割的一种工艺方法,它常用于不能采用一般气割方法加工的材料,如不锈钢、有色金属等。

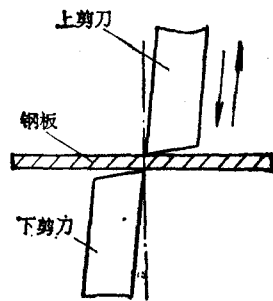


图1-4 钢板的剪切

四、焊接接头的坡口加工

焊接接头的坡口加工主要包括焊前坡口成形加工及焊缝根部处理的封底挑焊根等工序。

1. 焊前坡口成形加工 焊前坡口成形加工即对焊件的坡口进行边缘加工,常用的有凿削、气割及机械的边加工等方法。

凿削工作主要用在不便于机械加工的场合,当焊件的体积大,难以在金属切削设备上加工时,可用凿削加工。凿削分手工和机械两种,手工凿削是利用手锤敲击凿子进行切削加工的方法;机械凿削大多是用风铲进行的,它是利用压缩空气推动风铲气缸内的活塞,使其产生往复运动,来锤击凿子顶部进行工作的。

气割是利用改变割嘴的倾斜度来加工焊接坡口,一般多采用半自动气割机。

机械的边加工多采用刨边机或铣边机,能加工任何复杂形状坡口,获得较好的质量,而且效率高。圆形构件的端面加工可在立式车床或卧式车床上进行。

2. 挑焊根 对接接头双面焊时,为保证焊缝质量,需对焊缝根部进行挑焊根的工作,以便于挑清根部的焊接缺陷。挑焊根可采用凿削、砂轮打磨及碳弧气刨等方法。

由于凿削和砂轮打磨的方法噪声大、劳动强度较强及生产率低等不足之处,目前挑焊根基本上多采用碳弧气刨,特别是在返修有焊接缺陷的焊缝时,使用碳弧气刨容易发现焊缝中各种细小的缺陷。

五、成形加工

对有不同角度或曲面要求的构件,选择折边、弯板、压制、线状加热等方法,使钢材产生塑性变形,以达到所需的形状,这个工序就是成形加工。一般都在常温下对切割后的构件进行成形加工,即称为冷成形。如果构件变形度或刚度较大,冷成形无法进行,则需把钢材加热到 $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 高温才能进行加工,这就称为热成形。

折边——即把构件折个角度,折边加工可在专用的折边机或液压机上进行。

弯板——把构件弯制成圆柱或圆锥形,通常是在三辊弯板机上进行,见图1-5。其原理与钢板矫平相同,但作用刚好相反。通过调整辊轴的相对位置,能弯制不同半径的圆形构件。

压制——压制法分为模压及不用模子的压弯两种,都用水压机或液压机进行。模压法(图1-6)用于球面、椭圆球面及其它复杂曲面的成形,由于模子成本较高,宜用于批量生产。压弯法用于型钢的弯曲成形。

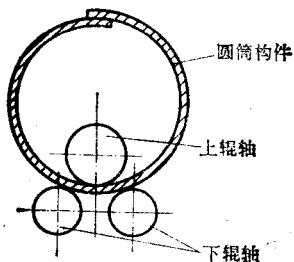


图1-5 弯制圆柱形构件示意图

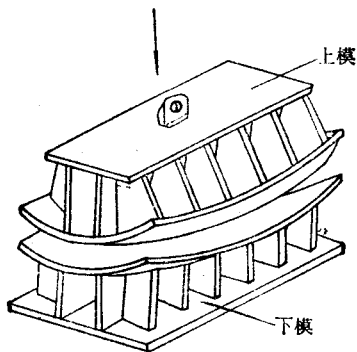


图1-6 压制成形的压模

水火成形——用氧-乙焰进行局部加热,并在周围用水加以冷却,利用不均匀加热而产生变形的原理,使钢材形成所需的形状。

§1-2 结构的装配焊接

一、装配的任务与要求

装配的任务就是利用点固焊或紧固装置（螺栓、铁楔等），将加工好的构件（或已制成的部件），按图纸要求联接成部件（或整体结构）。

装配工作按结构的类型及结构的生产批量而有所不同。如对一般大型单件生产的结构，多是采用划线定位的装配方法，即按图纸或号料的装配线来确定构件的相互位置，然后用直尺、卷尺、角尺、水平尺、线锤等作为测量工具，并用撬杠、“马”板与铁楔（见图1-7）、松紧螺钉、千斤顶等工夹具来拉紧或顶开构件，先实现暂时定位，再用手电弧焊或特殊的夹具加以固定。对成批生产的结构，通常还采用档板或样板装配法（如在专用胎架上装配）。

装配工序的基本要求是：不应使构件在安装定位后出现移动、倾斜和扭转等现象；保证装配的正确性及结构符合图纸尺寸；接缝应满足焊接工艺的要求。为此，装配的质量检验也很重要。

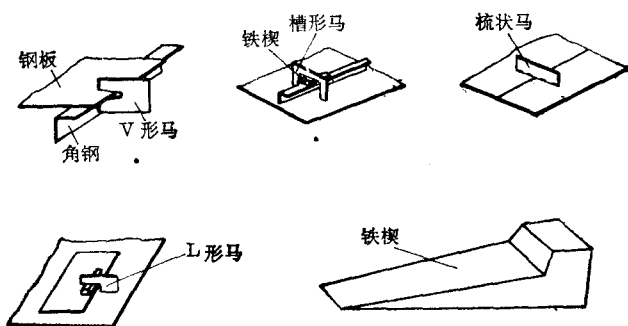


图1-7 “马”板与铁楔的使用

二、装配的平台与胎架

装配作业一般是在平台或胎架上进行。平台是一个较大而平坦的工作台，通常采用厚钢板与型钢组合制成，也有采用铸铁或水泥制成的，主要供构件装配使用。

为提高工效，节约劳力和确保质量，可根据构件形状和生产批量的情况合理选用胎架。胎架是重要的装配工艺装备之一，是一种专用夹具，其形式较多，装配时能使产品符合图纸的要求，并使结构线型达到和顺，焊接也可在胎架上进行，能起到抑制变形的作用，见图1-8。

三、结构的装焊过程

结构的装焊过程一般分为如下两种形式：一种是对简单结构，采用由单个构件逐渐组装、焊接成整体结构的装焊方法；另一种是对

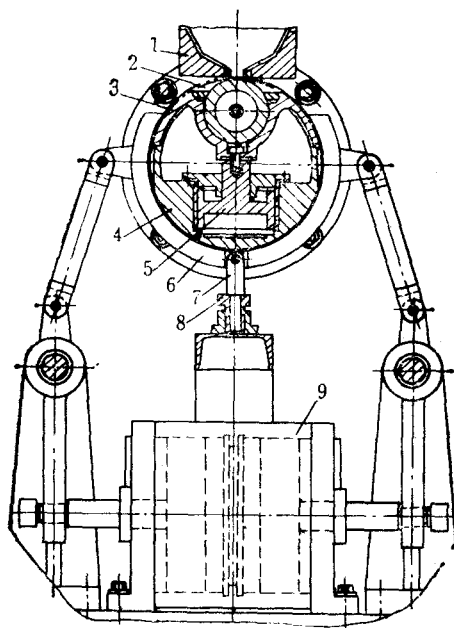


图1-8 筒体纵缝装焊胎架

1—压板 2—水冷铜垫 3—上内模 4—下内模 5—活塞
6—卡环 7—滑叉 8—调节螺母 9—气缸

于大型、复杂的结构,采用由部件组装成整体结构的分部件装配法,这样易于控制结构的应力和变形,提高装焊质量,且利于缩短生产周期,但部件的划法应按结构特点、工艺要求、起重能力等条件综合考虑。现将零部件装焊过程分成三个阶段简述如下:

1. 部件装焊 就是将切割或成形加工好的构件装焊成部件。部件形状随结构类型不同而变化,尽管形式多样,大小各异,但把它们分解开来,基本上都是由钢板及型钢组合成的。

2. 分段装焊 就是把部分部件组合装焊成分段。分段实际上也是部件,但它的尺寸与体积要大些,构造也较为复杂。如机车转向架构架(图1-9),主要由端梁、侧梁、横梁等几个部件组焊而成的。

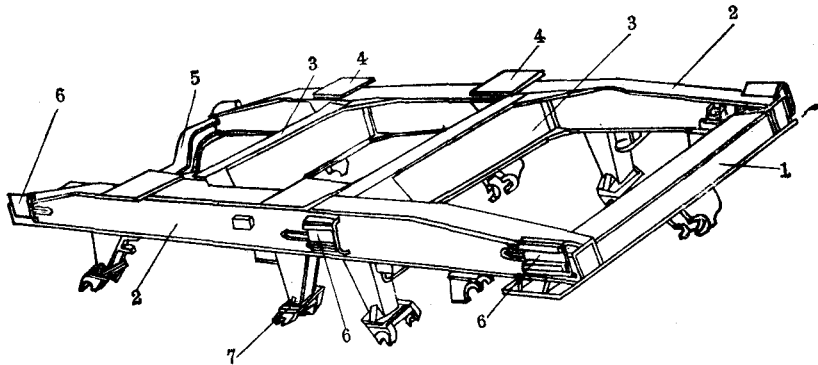


图1-9 内燃机转向架构架结构

1—前端梁 2—侧梁 3—横梁 4—旁承座 5—后端梁 6—制动缸座 7—下拉杆座

结构分段的划分要考虑施工的方便性与合理性,并保证分段本身的结构强度,不致于因自重而产生永久变形,以有利于分段装配与吊运。

小型结构可以不采用分段装焊形式,直接把部件进行总体装焊。

3. 总体装焊 就是将分段组合装焊成整体结构。分段经焊接及质量检验后,吊运至现场或在平台上进行总装。总装时必须确定合理的装配、焊接工艺,以减少焊接变形,使结构形状与尺寸符合设计要求。

§1-3 产品质量与管理

一、质量的保证

要保证焊接结构的优质,这不仅决定于焊接的工艺、设备及材料等方面,而且还与在整个焊接生产过程中与之紧密相连的、不可分割的许多其它重要环节有关。

1. 正确的装焊顺序及公差标准 结构制造时,装配与焊接的关系密切。大型的结构不可能全部装配完毕再进行焊接,即使在分段装焊时,往往也是装一些部件,焊完后再装。这时要注意采用正确合理的装焊顺序,其原则是使焊接操作方便及减少结构的应力和变形。

装配是焊接的前道工序,故构件定位的质量对焊接影响甚大,但实际生产中,不可能没有误差。为了使结构达到质量要求,就必须把误差限制在一定的范围内,这就要规定结构生产的精确度,即公差标准。

2. 装焊工艺装备的应用 应用装焊工夹具及专用胎架是保证结构质量的有效措施,尤

其是选用先进的装焊工夹具与专用胎架，并配用专用的自动及半自动焊机，可提高结构装焊的质量和生产率。

如锅炉汽包本体内外环缝，一般是放在电动滚轮架上，采用埋弧自动焊进行焊接的，对于保证质量和提高生产率的效果也很好，这种方法在圆筒和容器结构生产中较为常用。

目前装焊工夹具与胎架广泛应用液压、气动、电动及电磁传动等技术，大多与埋弧焊、气体保护焊等焊机结合成专用设备，有的是用在生产线上，使结构自动地连续生产。

随着焊接先进技术的应用，促使工艺装备及其操作工艺也不断地更新，反之，又为焊接生产的机械化和自动化创造良好的条件。

保证和提高产品质量是，焊接结构生产中的一项重要任务。为此，应当严格遵照工艺规程生产，在结构制造的各道工序间都必须进行质量检验工作。

二、质量的管理

为确保焊接结构产品的质量符合有关技术标准，焊接结构的制造厂必须制订各类人员的责任制。确定质量、设计、工艺、检验、焊接、探伤、材料及理化检验等责任工程师(人员)的职责范围。把专业技术、经营管理、数理统计和思想教育结合起来，建立从产品的研究设计、生产制造、售后服务等活动全过程的质量保证体系。从而用最经济的手段，通过强调以提高人的工作质量来保证产品质量，生产用户满意的优质产品。

复 习 题

1. 焊接结构生产有哪些工序？
2. 为什么要进行钢材矫正？其原理是什么？
3. 什么叫放样号料？有哪几种号料的方法？
4. 什么叫切割下料与成形加工？分别有哪几种方法？
5. 装配的任务是什么？有哪些基本要求？
6. 结构的分部件装焊过程分为哪三个阶段？各有什么特点？
7. 为什么要掌握正确的装焊顺序及公差标准？
8. 为什么要应用先进的装焊工夹具与胎架？与焊接生产有何关系？
9. 为什么要重视质量的管理？

第二章 焊接电弧

电弧能放出强烈的光和大量的热。电弧焊接就是利用它的热能来熔化焊条和母材的。因此,焊接时电弧的稳定性及热特性等各种性质,对焊接的质量有着直接的影响。

本章就是从理论上对焊接电弧的性质及作用进行分析。通过学习,使我们能把焊接电弧的理论知识应用到实际的焊接工作中去,从而达到提高焊接质量的目的。

§2-1 焊接电弧的引燃

一、焊接电弧及其形成的基本知识

1. 焊接电弧的概念 电弧是通过气体放电的现象之一,在日常生活中经常可以看到气体放电的现象。如电车行驶时,碳刷与电线间有时会出现闪光,以及大自然中出现的闪电等。

焊接电弧则是焊接时存在于焊条端部与焊件的间隙中(图2-1),它与日常所见的气体放电现象有所不同。焊接电弧不仅能量大,而且持续稳定。因此我们说,在两个电极之间的空气间隙中产生持久而强烈的放电现象为焊接电弧。

气体的分子和原子在正常的情况下都是呈中性的,所以气体中没有游离的带电质点,不可能导电,因此,电流也就通不过。要使电弧引燃和连续燃烧,就必须使两极间的气体变成电的导体,这是电弧产生和维持的重要条件。使气体导电的方法是把气体电离。气体电离后,原来气体中的一些中性微粒转变为电子、阳离子等带电质点,这时电流才能通过气体间隙而形成电弧。

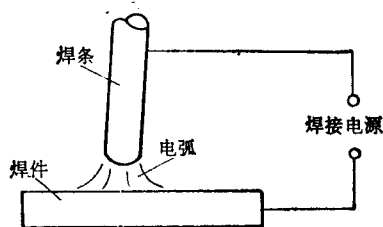


图2-1 焊接电弧示意图

2. 气体电离 自然界的一切物质,都是由原子组成的。原子本身又由带正电荷的原子核及带负电荷的电子组成,电子则是按照一定的轨道环绕原子核运动。在常态下,原子核所带的正电荷与核外电子所带的负电荷相等,这时原子是呈中性的。如果此时气体受到电场或热能的作用,就会使气体原子中的电子获得足够的能量,以克服原子核对它的引力而成为自由电子;同时,中性的原子由于失去了带负电荷的电子而变成带正电荷的正离子。这种使中性的气体分子或原子释放电子形成正离子的过程叫做气体电离。

要使电子克服原子核对它的引力,需要供给一定的能量。供给气体电离的能量有:

电离电位——消耗于使电子与原子核分离的能,称为电离的功;以伏特来表示的功叫做电离电位或电离势。

激励电位——为了使电子转移到距原子核更远的轨道,须使电子具有必需的速度。消耗在使电子具有这种速度的能,叫做激励电位,以伏特来表示。

电离电位与激励电位的大小取决于各种元素原子的性质。电离现象不但发生于气体元素