



技工学校机械类通用教材

焊工工艺学



劳动人事出版社

本书是根据劳动人事部培训就业局审定颁发的《焊工工艺学教学大纲》编写，供技工学校招收初中毕业生使用的统编教材。

本书内容包括：焊接结构生产工艺流程、气焊和气割、焊接电弧、手工电弧焊工艺、焊条、焊接接头的组织及性能、焊接应力与变形、手工电弧焊焊接电源、埋弧自动焊、气体保护电弧焊、其它焊接及切割方法、各种金属材料的焊接、焊接缺陷及检验和焊工安全生产知识等。

本书也可作为青工培训和职工的自学用书。

本书由郑应国、林圣武、魏育樟编写，郑应国主编；黄世麟、胡少荃审稿，黄世麟主审，王敏廷编辑加工。

焊 工 工 艺 学

劳动人事部培训就业局 编

劳动人事出版社出版
(北京市和平里中街12号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

787×1092 16开本 23.25印张 578千字

1987年5月北京第1版 1987年5月北京第1次印刷

印数：1—52 200册

书号：7238·204 定价：3.65元

前 言

我局于一九八三年七月委托部分省、市劳动人事厅(劳动局),分别组织编写了适合初中毕业生使用的技工学校机械类通用工种各课程所需的教材。这次组织编写的有语文、数学、物理、化学、工程力学、公差与配合、机械基础、金属材料与热处理、电工学、机械制图(配套使用的有机械制图习题集)、车工工艺学(配套使用的有车工工艺学习题集)、车工生产实习、铣工工艺学、铣工生产实习、磨工工艺学、磨工生产实习、钳工工艺学、钳工生产实习、焊工工艺学、焊工生产实习、铆工工艺学、铆工生产实习、锻工工艺学、热处理工艺学、铸工工艺学、铸工生产实习、木模工工艺学、油漆工工艺学、机械制造工艺基础、工业企业管理、微机基础与应用(选学)等三十一一种。其中语文、数学、物理、化学、工业企业管理非机械类工种也可以选用。其他课程的教材,以后将陆续组织编写。

上述教材是按照党的教育方针,本着改革的精神组织编写的。在内容上,力求做到理论与实际相结合,符合循序渐进的要求,从打好基础入手,突出机械类技工学校生产实习教学的特点,密切联系我国机械工业的生产实际,并且尽量反映工业生产中采用新材料、新设备、新技术、新工艺的成就,以便使培养出来的学生,能够具有一定的文化知识,比较系统地掌握专业技术理论和一定操作技能。

本套教材也适合培训在职的中级技术工人使用。

这次组织编写教材的工作,由于时间比较紧促,经验不足,缺点和错误在所难免,希望使用教材的同志提出批评和改进意见,以便再版时修订。

劳动人事部培训就业局

目 录

绪论	1
复习题	4
第一章 焊接结构生产工艺流程	5
§ 1.1 焊接结构的备料工序	5
§ 1.2 焊接结构的装焊过程	9
第二章 气焊与气割	12
§ 2.1 气焊和气割用的材料	12
§ 2.2 气焊、气割设备及工具	17
§ 2.3 气焊工艺	34
§ 2.4 气割工艺	39
复习题	49
第三章 焊接电弧	51
§ 3.1 焊接电弧的引燃过程	51
§ 3.2 焊接电弧的构造及静特性	55
§ 3.3 焊接电源的极性、应用及电弧的稳定性	58
§ 3.4 焊接电弧的偏吹	59
§ 3.5 电弧焊的熔滴过渡	62
复习题	66
第四章 手工电弧焊工艺	67
§ 4.1 焊接接头型式和焊缝形式	67
§ 4.2 焊缝的代号	73
§ 4.3 运条方法	78
§ 4.4 焊接工艺参数	81
§ 4.5 预热、后热、焊后热处理及提高手弧焊生产率途径	87
§ 4.6 手工堆焊及补焊	91
§ 4.7 焊接定额的计算	93
复习题	101
第五章 焊条	102
§ 5.1 焊条的组成及作用	102
§ 5.2 焊条药皮的类型及焊条的分类	108
§ 5.3 焊接冶金基础	117
§ 5.4 酸、碱性焊条在性能与使用上的特点	124
§ 5.5 焊条的选用、保管及制造工艺	126
复习题	128

第六章 焊接接头的组织及性能	129
§ 6.1 焊缝结晶与偏析	129
§ 6.2 焊接接头的组织、性能	131
§ 6.3 影响焊接接头组织及性能的因素	140
复习题.....	144
第七章 焊接应力与变形	145
§ 7.1 焊接热过程	145
§ 7.2 焊接应力与变形产生的原因	147
§ 7.3 焊接残余变形的产生原因	153
§ 7.4 影响焊接结构残余变形的因素	157
§ 7.5 防止和减少焊接应力与变形的措施	161
§ 7.6 焊接残余变形的矫正及残余应力的消除方法	169
复习题.....	171
第八章 手工电弧焊焊接电源	173
§ 8.1 手工电弧焊对电源的要求	173
§ 8.2 焊机型号的基本型式	176
§ 8.3 弧焊发电机	177
§ 8.4 弧焊变压器	185
§ 8.5 弧焊整流器	191
§ 8.6 手工电弧焊电源的维护及故障处理	193
复习题.....	196
第九章 埋弧自动焊	197
§ 9.1 埋弧自动焊概述	197
§ 9.2 焊接电流及电弧电压自动调节的概念	198
§ 9.3 等速送进式埋弧自动焊机	200
§ 9.4 变速送丝式埋弧自动焊机	205
§ 9.5 埋弧焊的焊接材料	209
§ 9.6 埋弧自动焊工艺	213
复习题.....	219
第十章 气体保护电弧焊	220
§ 10.1 气体保护电弧焊概述.....	220
§ 10.2 二氧化碳气体保护焊.....	222
§ 10.3 钨极氩弧焊.....	242
复习题.....	253
第十一章 其它焊接及切割方法	255
§ 11.1 电渣焊.....	255
§ 11.2 等离子弧焊接与切割.....	262
§ 11.3 电阻焊.....	267
§ 11.4 碳弧气刨.....	274

§ 11.5 钎焊.....	279
§ 11.6 特种焊接方法.....	287
复习题.....	293
第十二章 各种金属材料的焊接	294
§ 12.1 钢的焊接性.....	294
§ 12.2 碳素钢的焊接.....	296
§ 12.3 普通低合金结构钢的焊接.....	300
§ 12.4 铬钼耐热钢的焊接.....	307
§ 12.5 不锈钢的焊接.....	312
§ 12.6 铸铁焊补.....	323
§ 12.7 铝及铝合金的焊接.....	326
§ 12.8 铜及铜合金的焊接.....	331
复习题.....	337
第十三章 焊接缺陷及检验	339
§ 13.1 焊接接头常见缺陷的分析.....	339
§ 13.2 焊接接头缺陷的检验方法.....	351
复习题.....	359
第十四章 焊工安全生产知识	360
§ 14.1 焊工安全生产的重要性.....	360
§ 14.2 预防触电的安全知识.....	360
§ 14.3 防火、防爆、防毒、防辐射的安全知识.....	361
§ 14.4 焊接、气割现场安全作业.....	362

绪 论

在机械制造工业中,使两个或两个以上零件联接在一起的方法有螺钉联接,铆钉联接和焊接等,见图 0.1。前两种联接都是机械联接,是可拆卸的。而焊接则是利用两个物体原子间产生的结合作用来实现联接的,联接后不能再拆卸,成为永久性联接。

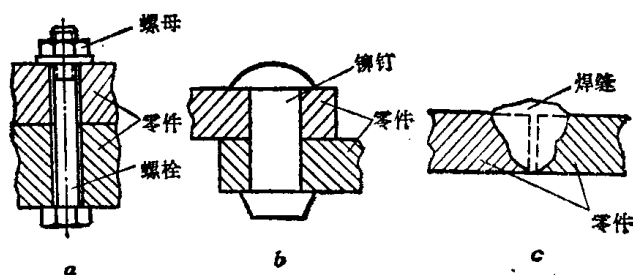


图 0.1 零件联接方式
a—螺钉联接 b—铆钉联接 c—焊接

在过去零件的联接主要是采用铆接工艺。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,而现在几乎全部采用焊接。造成这种趋势的主要因素是因为焊接具有显著的优越性,与铆接、铸造相比,它具有节省金属材料,减轻结构重量、简化加工与装配工序、接头的致密性好、强度高、经济效益好、能改善劳动条件等一系列特点。

焊接不仅可以使金属材料永久地联接起来,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,但生产中主要是用于金属的焊接。

焊接就是通过加热或加压,或两者并用,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。

由此可知,焊接与其它的联接方法不同,通过焊接后的联接材料不仅在宏观上建立了永久性联系,而且在微观上建立了组织之间的内在联系。因此,就必须使分离金属的原子间产生足够大的结合力,才能建立组织之间的内在联系,形成牢固接头。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。

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,不加压完成焊接的方法。在加热的条件下,增强了金属的原子动能,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。这类焊接有两种形式,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,然后施加一定的压力,以使金属原子间相互结合形成牢固的焊接接头,如锻焊、接触焊、摩擦焊和气压焊等就是这种类型的压焊方法。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，以使原子间相互接近而获得牢固的压挤接头，这种压焊的方法有冷压焊、爆炸焊等。

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点，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。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

目前焊接方法的分类如图 0.2 所示。

早在一千多年前，我国劳动人民就已采用了焊接技术。古书上有这样的记载：“凡钎铁之法……小钎用白铜末，大钎则竭力挥槌而强合之……”。这说明当时我国已掌握了用铜钎接和锻焊来连接铁类金属的技术，在古老的焊接技术发展史上留下了光辉的一页，这说明我国是一个具有悠久的焊接历史的国家。

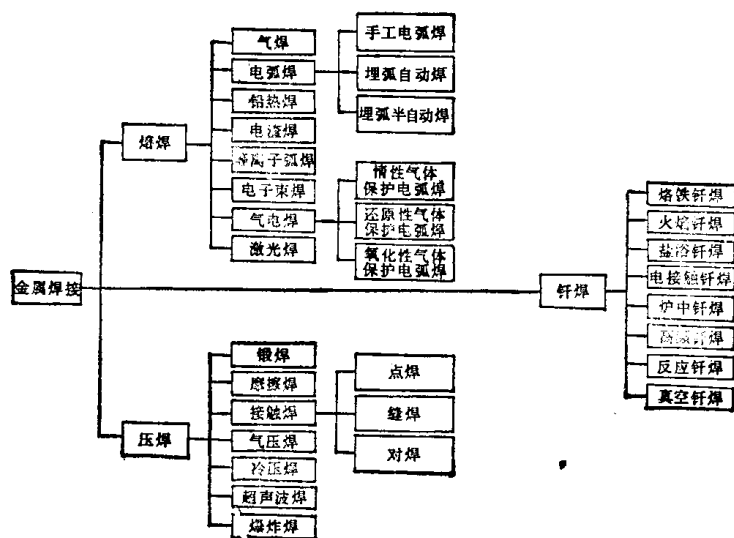


图 0.2 焊接方法的分类

近代焊接技术，是从 1882 年出现碳弧焊开始，直到本世纪的三十年代，在生产上还只是采用气焊和手工电弧焊等简单的焊接方法。由于焊接具有节省金属，生产率高，产品质量好和大大改善劳动条件等优点，所以在近半个多世纪内得到了极为迅速的发展。四十年代初期出现了优质电焊条，使长期以来人们所怀疑的焊接技术得到了一次飞跃。四十年代后期，由于埋弧焊和电阻焊的应用，使焊接过程的机械化和自动化成为现实。五十年代的电渣焊、各种气体保护焊、

超声波焊，六十年代的等离子弧焊、电子束焊、激光焊等先进焊接方法的不断涌现，使焊接技术达到了一个新的水平。近年来对能量束焊接、太阳能焊接、冷压焊等新的焊接方法也开始研究，尤其是在焊接工艺自动控制方面有了很大的发展，采用电子计算机控制可以获得较好的焊接质量和较高的生产率。采用工业电视监视焊接过程，便于遥控，有助于实现焊接自动化。在焊接生产中采用了工业机器人，使焊接工艺自动化达到了一个更新的阶段，使人不能达到的那些地方能够用机械人进行焊接，既安全又可靠，特别是在原子能工业中更有其发展的前景。

解放前，我国焊接技术水平很低，只有少量的手弧焊和气焊，只用于修理工作。焊接材料和焊接设备全部依靠国外进口。焊工人数不多，更没有培养焊接技术人才的高等和中等技术学校。

新中国建立后，在中国共产党的领导下，取得了社会主义建设的伟大胜利，焊接技术也得到了迅速发展，目前已作为一种基本工艺方法应用于船舶、车辆、航空、锅炉、电机、冶炼设备、石油化工机械、矿山机械、起重机械、建筑及国防等各个工业部门，并成功地焊接了不少重大产品，如一万二千吨水压机、三十万千瓦双水内冷气轮发电机组、大型球形容器、万吨级远洋考察船“远望”号(图 0.3)、原子反应堆、人造卫星等。各种新工艺如多丝埋弧焊、窄间隙气体保护全位置焊、水下二氧化碳气体保护半自动焊、全位置脉冲等离子弧

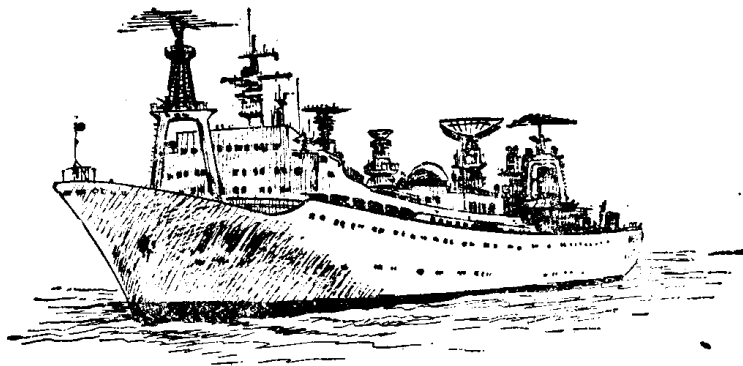


图 0.3 “远望”号万吨级远洋考察船

焊、异种金属的摩擦焊和数字程序控制气割等已在许多工厂中应用。并且已建立了锅炉省煤器、过热器蛇形管摩擦焊、汽车车体电阻点焊和车轮气体保护焊等数十条焊接生产自动线。设计制造了成百种焊接设备，如二万瓦秒储能点焊机、汽车制造用的各种专用多点焊机、窄间距全位置等离子弧焊机、微束等离子弧焊机、150千伏 200 毫安真空电子束焊机、120瓦激光焊机等。生产了一百六十多种焊条和多种焊丝、焊剂等焊接材料。为了培养焊接技术人才和发展焊接科学技术，先后在许多高等和中等技术学校设置了焊接专业，并建立了焊接研究所和电焊机研究所，为建立一支宏大的焊接技术队伍创造了有利条件。

目前，我国的焊接科学技术已经取得了很大的发展，但是和世界先进水平相比，仍然存在着一定差距。我们必须树雄心，立壮志，更加刻苦地学习，更加努力地工作，不断攀登焊接科学技术的新高峰，为在本世纪内实现“四个现代化”的宏伟目标艰苦奋斗。

本课程的任务和要求

“焊工工艺学”的任务是使学生获得中级电焊工所需要的工艺理论知识。学生在通过本课程的学习后应达到如下要求：

1. 了解常用焊接方法的种类、特点。
2. 理解电弧产生的条件，电弧的构造及温度分布。掌握焊接电源的极性、应用。掌握防止电弧偏吹的方法。
3. 掌握坡口型式的选择原则。了解焊前预热、后热、焊后热处理的概念、方法及目的。
4. 掌握常用焊接材料的分类、牌号及选用原则。掌握焊条药皮的组成物及作用。
5. 掌握主要焊接方法(手工电弧焊、埋弧自动焊、 CO_2 气电焊、气焊)的焊接工艺参数的选择及对焊接质量的影响。
6. 了解主要切割方法($\text{O}_2-\text{C}_2\text{H}_2$ 焰切割、碳弧气刨、等离子切割)的基本原理、用途及工艺参数的选择。
7. 掌握常用设备(手弧焊机、埋弧焊机、气体保护焊机、排水式乙炔发生器、半自动气割机、射吸式焊、割炬)的种类、型号、结构，使用及维护方法。了解裂极式弧焊发电机和动铁式弧焊变压器的工作原理及电流调节原理。了解均匀调节式埋弧自动焊机弧长变化时的自动调节过程。
8. 了解焊接应力与变形产生的原因及控制焊接应力与变形的基本工艺措施。
9. 掌握低碳钢焊接接头和了解易淬火钢焊接接头的组织及性能。

10. 掌握钢材焊接性的估算和评定方法。
11. 掌握常用金属及其合金的焊接性、焊接方法及焊接材料的选择。
12. 掌握常见缺陷的产生原因及防止措施。
13. 了解常用焊接检验方法及适用范围。
14. 了解焊接工时、焊接材料定额的估算方法。
15. 了解焊接、切割先进技术的一般知识。
16. 掌握焊接、切割安全技术知识。

复 习 题

1. 焊接与铆接、铸造相比具有哪些优点？
2. 为什么在焊接时要加热、加压或加热同时加压？
3. 焊接的分类？
4. 名词解释：焊接、熔焊、压焊、钎焊。

第一章 焊接结构生产工艺流程

金属结构是我们熟悉的工业产品，它在我国国民经济建设的各个部门，例如机械设备、采矿冶炼、石油化工、交通运输、房屋建筑、军工器械、航天等工业上得到广泛应用。

金属结构按所用的材料，可分为由钢材制成的钢结构；有色金属材料制成的有色金属结构；由钢材、有色金属和铸锻体混合制成的混合材料结构等。所谓钢结构，就是用钢板和型钢等钢材，通过焊接、铆接、螺栓联接等方式而制成的结构。钢结构是金属结构中最主要而使用又最广的一类结构。

焊接结构是指用各种焊接方法联接而成的金属结构。由于焊接技术的显著特点及迅速发展，所以在钢结构、有色金属结构、混合材料结构生产中被普遍地采用，并取得理想的效果。由于在焊接结构中，以钢结构为数最多，为此本章阐述的焊接生产过程，将以焊接钢结构的生

产过程为主。

焊接是焊接结构生产中的一个重要工序，但在焊接工序前后还要经过很多道其它工序，并且各道工序之间必须密切配合，才能把各种类型的钢材或其它金属材料，制造成符合设计要求的结构，从而满足人们预想的使用性能需要。因为焊接结构的大小、重量、繁简及工艺要求有所不同，所以，焊接结构制造工序的程序编排与工艺路线组织也有区别。但是，焊接结构(钢结构)的生产工艺流程大致如图 1.1 所示。

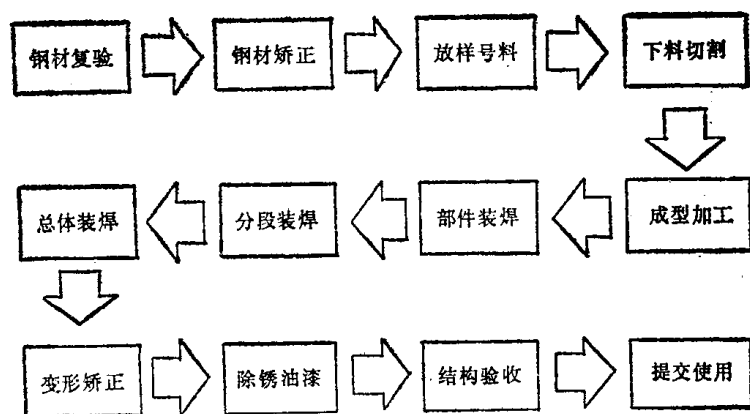


图 1.1 焊接结构生产工艺流程方框图

为了保证焊接结构的制造质量，焊接操作者必须知道各个工序的基本过程和方法，对焊接结构生产工艺流程有一个系统的、概括的认识。

§ 1.1 焊接结构的备料工序

焊接结构的备料，一般指钢材复验、钢材矫正、放样号料、下料切割、成型加工等工序。这样将一张张钢板和一根根型钢制作成可供组装的零部件(构件)，然后才能进行装配，并用焊接方法联接成为整体。下面分别叙述焊接结构备料的各个工序。

1. 钢材复验

焊接结构所使用的钢板与型钢如图 1.2 所示。型钢是指具有一定截面形状的轧制钢材，如角钢、T 型钢、圆钢和钢管等。

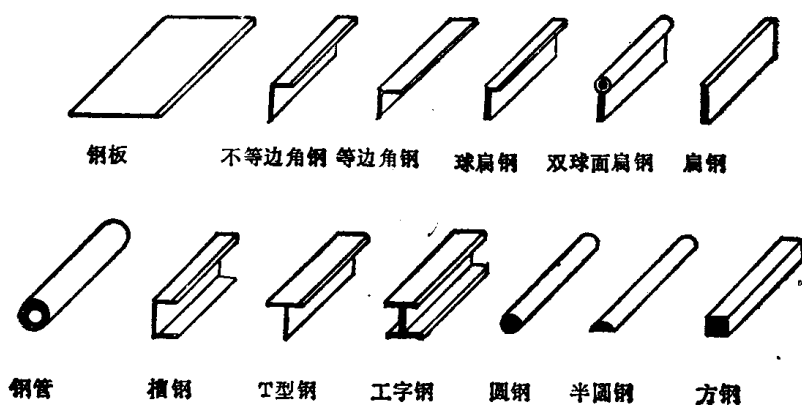


图 1.2 钢板与型钢

对于重要的焊接结构制造，如化工设备中承受高压的容器；电站设备中的高压高温锅炉；各种船舶的船体结构；钢结构的高层建筑等，所用的钢材，应经过严格的、全面的技术检验，才能确保结构的质量及使用的安全。

通常，钢材都按钢铁厂的质量保证书来进行验收，钢材的品种规格应符合国家标准或订货技术条件的规定，如果焊接结构有特殊要求，可以进行必要数量的抽查复验。一般可对钢材进行化学成分、机械性能的试验。此外，要求用于制作焊接结构的钢材，应具有良好的焊接性，这也是钢材重要的工艺性能指标之一。

2. 钢材矫正

钢材在轧制、运输或堆放过程中，常会产生表面不平整、弯曲、扭曲等变形的现象，特别是薄钢板及截面积小的型钢，这会影响各道工序的正常进行。因此，在下料、切割、成形加工等工序之前，必须对变形的钢材进行矫正。

钢材矫正是利用金属的塑性，把钢材变形的部分恢复到原来的形状。钢材变形的矫正，有冷作矫正和加热矫正两种方法。

(1) 冷作矫正 冷作矫正的基本原理是借助外力作用使钢材的变形获得矫正。这种方法有机械矫正与手工矫正之区分。

机械矫正是采用专用的设备，如滚板机、型钢矫直机、钢管矫直机等。滚板机适用于钢板的矫平，见图 1.3。变形的板材经过两排辊轮的滚动而达到矫平的目的。一般情况下，矫平薄板的辊轮多，矫平厚板的辊轮少，两排辊轮之间的距离通过机械可以进行调整。型钢矫直机专用于角钢、槽钢、工字钢等型材的矫直。钢管矫直机专用于钢管、圆钢的矫直。

手工矫正是采用大锤、手锤等工具，利用直接锤击的方式对钢材施加外力而进行矫正。

(2) 加热矫正 对变形钢材先加热到一定温度再进行矫正，这种方法叫加热矫正。有全部加热和局部加热两种形式。

全加热矫正是把钢材的变形区域，全部加热至 $600-700^{\circ}\text{C}$ 之间，使钢材变软，再用手工或机械进行强力矫正。

局部加热矫正是利用金属热胀冷缩的物理性能，常采用氧乙炔焰(即乙炔与氧混合燃烧所

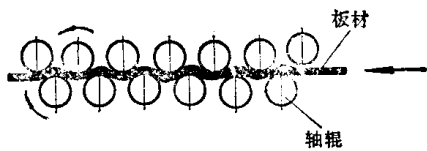


图 1.3 滚板机工作示意图

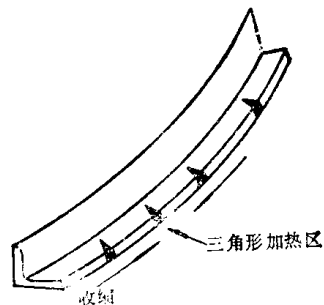


图 1.4 角钢弯曲的局部加热矫正方法

形成的火焰)进行局部加热,有时也辅以手工锤击,从而清除钢材的变形。角钢弯曲的局部加热矫正如图 1.4 所示。

由于局部加热矫正不受钢板厚度、大小及变形位置的限制,而且使用的设备工具较简单。因此在加热矫正时用得较多,但仅适用塑性较好的钢材。

3. 放样号料

(1) 放样 放样是根据设计图纸,按构件的实际尺寸或按一定比例,用投影几何的原理,把构件画在样台或平板上,此图叫做放样图,画放样图的过程称为放样。对于复杂结构的线型曲面,必须展开成平面形和求出实长。

根据放样图制出的样板和样杆,作为号料、下料、加工、装配等工序的依据。样板有不同种类,例如号料样板,是供号料或号料同时号孔的样板;卡型样板(图 1.5)是用于成形加工或检查构件弯曲形状的样板。

放样是整个结构制造过程中的第一道工序,要求有高度的准确性,否则会影响到以后各道工序的制造质量。

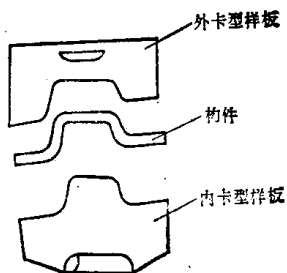


图 1.5 卡型样板

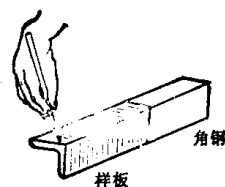


图 1.6 号料

(2) 号料 利用样板、样杆或根据图纸,在钢板及型钢上,画出孔的位置和构件形状的加工界线,并标注加工的符号,这种操作称为号料,见图 1.6。

号料的方法主要有集中号料法和套料法,其目的是最大限度地提高钢材利用率。

① 由于钢材的规格多种多样,为了提高生产效率,减少钢材的浪费,应把同厚度的钢板构件和相同规格的型钢构件,集中在一起号料,这种方法称为集中号料法。

② 为使每张钢板得到充分的利用,同时又能方便下料工序,在号料时就要精心安排板材构件的形状位置,把同厚度的各种不同形状的构件和同一形状的构件,进行套料,这种方法称为套料法。

4. 下料

焊接结构构件用料的剪裁工序叫做下料。下料的方法有剪切、冲切、锯切、气割等,这

要根据钢材的厚度、外形的不同及设备的条件而选用。焊接结构常用的下料方法是剪切和气割。

(1) 剪切下料 剪切钢材的方法有机器剪切和手工剪切两种。

机器剪切是使用不同类型的剪切机,它的工作原理与人们日常使用剪刀的剪切方法相似。剪切机通常有上下两个很大的、并由机械带动的剪刀。使用剪切机时,将被剪的板材和型材放在上下两个剪刀之间,由机械带动,钢板在两剪刀的强大压力下被切离,如图 1.7 所示。

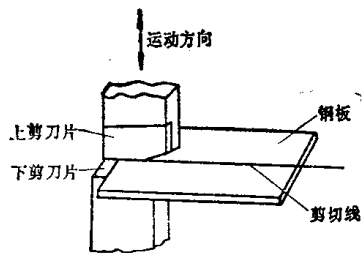


图 1.7 钢板的剪切

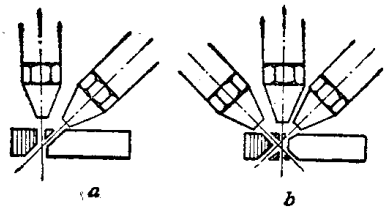


图 1.8 坡口气割加工示意图
a—V 形坡口加工 b—X 形坡口加工

龙门剪床是板材剪切中应用较广的剪床,其剪切速度快,剪切的构件精度高,适用于厚度不大于 20 毫米板材的直线剪切。斜口剪床既可剪切钢板,又能剪断角钢、圆钢等。型钢剪床可以剪切角钢、槽钢、圆钢等型材。圆盘剪床是利用两个圆盘剪刀的相对旋转,当钢板照切割线进入剪刀之间,就能把钢板切开,主要用于薄板的曲线剪切。

手工剪切是使用手工剪切机,应用杠杆原理进行剪切的一种简单剪切机械。它有一个固定的下刀刃,以及利用杠杆或杠杆系统的手动上刀刃,可以用于剪切较薄的钢材。

(2) 气割 常用氧乙炔气割,是目前广泛使用的钢材下料及坡口加工的一种切割方法。

因为高温的钢能在氧气中剧烈地燃烧,所以钢可以进行气割。在切割之前首先利用气体火焰的热能将钢加热至燃烧点,然后用高速的氧气喷射上去,使其剧烈燃烧,同时借助喷射压力将熔渣吹去,便在钢材上形成了割缝。按气割的操作形式,主要有手工、半自动和自动气割三种。

手工气割是用手操纵割炬,沿着钢材上号料时划出的界线,将构件切割下来。为了提高气割生产率和质量,可以采用机械气割的方法,即使用半自动和自动气割机进行切割。半自动气割机由一台电动机拖动,一端夹持割嘴。对准切割线,并借助于放置在钢板上的轻便导轨,沿切割方向自动移动而实现,它能气割的板材厚度可达 60 毫米,适用于直线、圆形和曲线的切割。自动气割机是带有一个或几个切割器的设备,这种切割器装置能按照专用样板或图纸自动切割板材,因此是一种高效率自动化的钢板气割方法。

气割法可以在钢板成形切割的同时进行坡口加工,如图 1.8 所示。

5. 成形加工

将下料切割所得到的构件毛料,采用人工或机械的工艺方法,使板材或型材加工成需要的形状,称为成形加工。常用的有压弯、滚弯、折弯等方法。根据构件的加热与否的情况,又可分为冷弯和热弯。冷弯是指在常温下将构件加工成一定的形状;热弯是将构件加热到一定温度后再进行成形加工。这些方法都各有特点,应根据结构的具体要求和已有的设备能力,来选择不同的成形加工方法。

(1) 压弯 压弯是在压力机上进行的,一般在压弯过程中都采取冷弯。压弯时要根据所需压力的大小,构件的尺寸来选择合适的压力机。同时要配合使用相应的模具。直角压模压弯构件如图 1.9 所示。

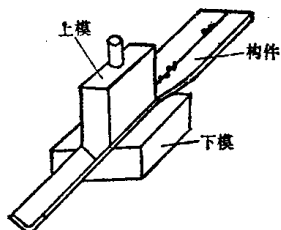


图 1.9 构件的压弯

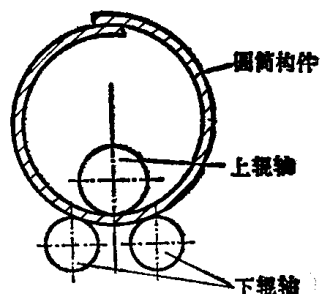


图 1.10 圆筒的滚弯

(2) 滚弯 滚弯是将板材或型材,通过旋转的滚轴使之弯曲的一种工艺方法。凡属圆筒形的结构或圆弧形的构件,一般都采用滚弯的方法来成形加工。滚弯时要使用滚圆机,板材的弯曲是借助上滚轴向下移动所产生的压力来达到的。在滚圆机上滚圆筒如图 1.10 所示。

(3) 折弯 折弯是在折边机上进行的,主要是弯曲简单的直线构件,根据需要在折边机上选用不同的角度和弯曲半径,可以把原来平面形的构件,折弯成所要求的角度。

§ 1.2 焊接结构的装焊过程

任何焊接结构都是由许多零部件组成的。将各个已加工好的构件,按一定的技术条件,通过装配及焊接的方法,联接成整体的焊接结构,这称为装配焊接过程。对焊接结构而言,简单地说:总是先装配后焊接的过程。所以装配是焊接的上道工序,如果装配工艺不正确,会使结构达不到技术要求,同时对焊接质量的影响也很大。

装配工序的基本要求是:不应使构件在装配定位后发生移动、倾斜和扭转;保证装配的正确性及结构符合图纸尺寸;必须满足焊接工艺的要求。为此,装配工序的质量检验也很重要。

1. 焊接结构的装配方法

对焊接结构的装配,常用的方法有:画线装配法、仿形装配法、胎架装配法、平放装配法等。这些方法往往是结合应用的,使得焊接结构的装配质量好、生产率高。

(1) 画线装配法 基本上有两种:一种是在装配平台上按结构的实际尺寸画线,俗称打地样,因此也叫地样装配法;第二种是在构件上画出有关联接件的接合线,叫做接合线装配法。

(2) 仿形装配法 主要用于截面及两侧对称的焊接结构。通常是根据地样装配出第一个平面的结构,并予以固定,然后再用它作底样(即模式),在其上面进行复制装配。

(3) 胎架装配法 胎架是符合结构形状或轮廓的一种专用胎具,它主要用于表面形状较复杂,又不便于定位、夹紧或大批量生产的焊接结构,进行装配与焊接。图 1.11 所示的是可调节的通用装配胎架,装配时能使结构的线型达到和顺,同时起到抑制结构焊接变形的作用。

(4) 平放装配法 主要是指矗立状态的结构装配,就是把站立的结构平放在地上进行装配,然后再在安装的地点矗立,这种平放装配的方法,常用于较细而高的结构。此外,圆筒

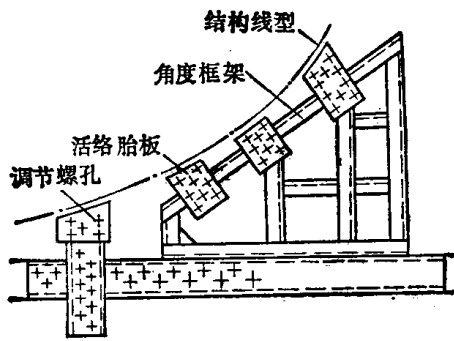


图 1.11 框架式通用装配胎架

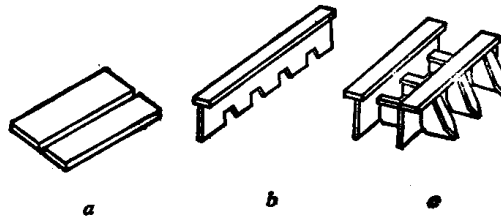


图 1.12 部件

a—拼板（平面部件） b—T形梁（T形部件）
c—机座（立体部件）

体结构还可以平放在焊接滚轮架上进行装焊。

2. 焊接结构的装配定位

焊接结构在装配工序中的定位方法主要是支承和夹紧。

(1) 支承 焊接结构装配时，所采用的支承有总体支承和构件支承两种。

① 结构总体的支承实际上就是装配平台。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，也有采用钢筋混凝土浇制而成的水泥平台。这是装配作业的基础，也是结构装配的总支承。

② 在装配过程中，为保持各个构件之间的几何形状和位置、防止焊接变形常采用垫铁、支撑、拉杆等支承，也称为构件支承。

(2) 夹紧 构件装配位置确定后，采用装配的夹具，包括夹紧、卡紧、拉紧、压紧等工具，以使构件牢固地定位，这些方法统称为夹紧。

一般在构件夹紧后，采用定位焊的方法加以固定。定位焊是指为装配和固定焊件接头的位置而进行的焊接。

3. 焊接结构的装焊阶段

焊接结构的装配焊接过程，因结构的特点及技术要求而异。对于小型的、简单的焊接结构，可以一次装配完成，即把加工好的构件，在不妨碍焊接的条件之下，直接装配成一个独立或完整的焊接结构。对于大型的、复杂的焊接结构，通常都将整体结构划分为若干分段或部件，这样使装配与焊接工序交叉进行。现将装焊过程分为三个阶段加以简述：

(1) 部件装焊 就是将切割或成形加工好的构件装配焊接成部件的过程。部件比较简单，常由两个或两个以上的构件装焊成独立的组合件，如图 1.12 所示。部件形状随结构类型不同而变化，虽然形式多种多样，但把部件分解开来，基本上都是由钢板及型钢组合成的。

(2) 分段装焊 就是把各个部件组合装配焊接而成分段的过程。分段实际上也是部件，不过它的尺寸与体积要大些，构造也较为复杂。小型的结构可以不采取分段装焊的形式，直接把部件进行总体装焊。

焊接结构分段的划分，要考虑制造的方便性与合理性，并保证分段本身的结构强度，不致于因自重而产生变形，同时要有利于分段的装焊及吊运。

(3) 总体装焊 就是将分段组合装配焊接而成整体结构的过程。分段经焊接、矫正及质量检验后，才能吊运至现场或平台上进行总体装配。总装时要确定总装方案和工艺措施，必须保证焊接结构符合设计的技术要求。

目前在焊接结构制造中，主要是应用气焊、手工电弧焊、埋弧自动焊、气体保护电弧焊等焊接技术。重型机械结构常应用电渣焊的焊接技术。

4. 焊接结构生产的先进性

选用先进的装焊工夹具与胎架，并配备专用的自动及半自动焊机，是提高结构装焊生产率和质量以摆脱落后的手工操作的关键。

目前装焊工夹具与胎架广泛采用液压、气动液压、电动及电磁传动等技术，大多与埋弧自动焊、气体保护电弧焊等焊接设备结合应用，显著地简化装配工序、提高焊接效率、适用于成批制造的焊接结构或部件生产。

例如内燃机车牵引齿轮保护罩的装焊（见图 1.13），以往要分为顶板压弯、组装、焊接等三道工序来完成。采用了组焊联动线后，能同时完成上述工序的工作，其中使用双头二氧化碳气体保护自动焊，来焊接顶板、侧板间的两条焊缝。此外，还实现了装卸料的自动化，所以使生产效率提高。联动线的总体外观如图 1.14 所示。

随着制造焊接结构生产的先进技术应用，促使装配、焊接等相应设备的不断改造和更新，将为焊接生产的机械化和自动化创造良好的条件。

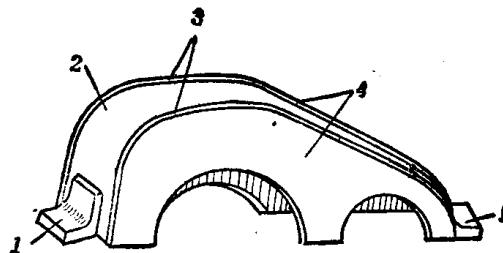


图 1.13 齿轮罩结构图
1—罩卡 2—顶板 3—焊缝 4—侧板

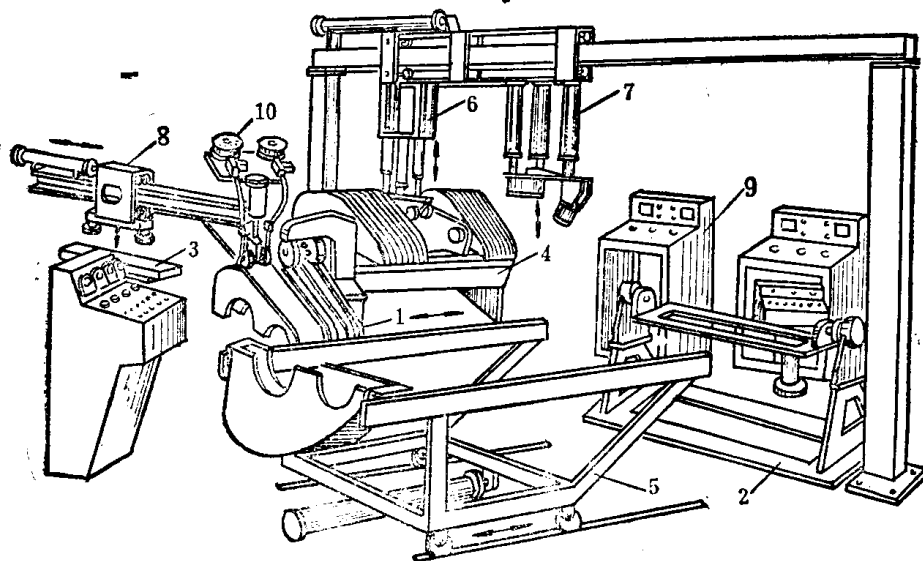


图 1.14 齿轮罩组焊联动线
1—顶侧板组焊台 2—罩卡组焊台 3—顶板上料台 4—侧板上料台 5—成品运送车 6—侧板运送车 7—罩体运送车 8—顶板运送车 9—NBC-400 型 CO₂ 焊机 10—送丝机构及焊嘴