

新 技术时代

焊工操作技术

Han Gong Cao Zuo Ji Shu



圣武 主编

上海科学技术文献出版社

新技术时代

焊工操作技术

林圣武 主编

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工操作技术 / 林圣武主编. —上海:上海科学技术文献出版社, 2009. 4

(新技术时代丛书)

ISBN 978-7-5439-3921-9

I. 焊… II. 林… III. 焊接 - 基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第045352号

责任编辑: 祝静怡 夏 璐

封面设计: 汪伟俊

焊工操作技术

林圣武 主编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市长乐路746号 邮政编码 200040)

全国新华书店经销

上海市崇明县裕安印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 12.875 字数 346 000

2009年4月第1版 2009年4月第1次印刷

印数: 1-5 000

ISBN 978-7-5439-3921-9

定价: 22.00 元

<http://www.sstlp.com>

内 容 提 要

本书内容分焊接基础知识、焊条电弧焊、埋弧焊、气焊与气割、安全作业与焊接质量检验共五章。全书贯穿以基础原理为辅,操作技术为主的宗旨,介绍常用设备的使用、维护及焊接缺陷的防止,着重叙述常用焊接及气割加工的多种操作技术,并配以操作实例、复习思考题及题解。

本书适宜初学及初、中级在职的焊接和气割人员培训与自学之用。

鉴于目前工业建设、发展的需要,却又面临初、中级焊接技术工人紧缺,大量务工人员亟待培训的现状,经洪松涛、陈家芳老师推荐,本人有幸参与由上海科学技术文献出版社组织的编写工程技术类丛书的工作,以尽绵薄之力。

本书以基础理论为辅,操作技术为主的宗旨,为适应广大读者的需求,本人编撰几种常用的焊接及切割加工方法,以期读者在书本知识与实践的结合中获益。

在此特向曾经共同参与编写专业书籍的同仁们一并表示谢意。在编写过程中,对原单位的领导及同事的支持和帮助,也表示由衷的感谢。

因本人水平所限,书中谬误之处恳请读者批评指正。

编 者

前言	1
第 1 章 焊接基础知识	1
一、焊接概述	1
(一) 焊接的基本原理	1
(二) 焊接的特点	4
(三) 金属焊接的分类	11
(四) 我国焊接技术的发展状况及前景	13
二、钢的基础知识	15
(一) 钢的力学性能	15
(二) 碳钢组织的基本组成物	20
(三) 钢的分类与牌号	28
三、焊接电弧	39
(一) 焊接电弧的形成	39
(二) 焊接电弧的构造与特性	43
(三) 极性及其接线法的应用	47
(四) 焊接电弧的偏吹	48
复习思考题	49
第 2 章 焊条电弧焊	52
一、焊条电弧焊概述	52
二、焊条电弧焊电源	52
(一) 对焊条电弧焊电源的基本要求	52
(二) 焊条电弧焊电源的型号编制	55
(三) 弧焊变压器	57

(四) 弧焊整流器	63
(五) 焊条电弧焊电源的选用、维护及故障处理	68
三、焊条	74
(一) 对焊条的要求	74
(二) 焊芯	75
(三) 焊条药皮	76
(四) 焊条的分类、型号与牌号	79
(五) 焊条的保管与烘焙	92
四、焊条电弧焊工具及劳动保护用品	93
(一) 焊钳与焊接电缆	93
(二) 面罩与滤光玻璃	94
(三) 辅助工具	95
(四) 劳动保护用品	95
五、焊条电弧焊操作技术	96
(一) 焊接接头、坡口与焊缝的形式	96
(二) 焊条电弧焊的焊接参数	97
(三) 焊条电弧焊熔滴过渡及其原理	104
(四) 焊条电弧焊的引弧与运条方法	106
(五) 焊缝的起头、收尾与连接	112
(六) 各种空间位置焊接的操作技术	114
六、焊接接头常见缺陷的产生原因与防止方法	138
(一) 焊缝尺寸与形状不符合要求	138
(二) 咬边	139
(三) 焊瘤	139
(四) 夹渣	140
(五) 凹坑与弧坑	141
(六) 未焊透与未熔合	141
(七) 下塌与烧穿	143

(八) 气孔	143
(九) 裂纹	146
七、操作实例	152
(一) 低碳钢小直径管子的对接	152
(二) 低压固定管道的焊接	154
(三) 低压容器的焊接	156
(四) 大型高压锅炉汽包的现场焊接修复	157
(五) 电动机机壳(铸铁件)的焊补	158
(六) 拖拉机外平衡臂断裂的焊补	159
(七) 拖拉机减速齿轮的堆焊	159
(八) 氨合成塔螺旋热交换器的焊接	160
(九) 锻件缺陷的补焊	161
复习思考题	162
 第3章 埋弧焊	165
一、埋弧焊概述	165
(一) 埋弧焊的焊接过程	165
(二) 埋弧焊的焊缝形成过程	166
(三) 埋弧焊的特点	166
(四) 埋弧焊的分类及应用	168
二、埋弧焊机及其使用、维护与故障排除	176
(一) 埋弧焊机及其使用	176
(二) 埋弧焊机的维护及故障排除	181
三、埋弧焊用焊接材料	185
(一) 焊丝	185
(二) 焊剂	185
(三) 焊接材料的选配	191
四、焊接参数及其他工艺因素对焊缝形状的影响	191

(一) 焊缝的成形系数及熔合比对焊缝质量的影响	191
(二) 焊接参数对焊缝形状的影响	193
(三) 其他工艺因素对焊缝形状的影响	196
(四) 焊接参数的选择原则及选择方法	198
五、埋弧焊操作技术	198
(一) 埋弧焊的焊前准备	198
(二) 对接直焊缝的操作技术	199
(三) 对接环焊缝焊接的操作技术	208
(四) 角焊缝的操作技术	210
六、埋弧焊用焊接机械及焊接辅助装备简介	212
(一) 焊接机械	212
(二) 焊接辅助装备	217
七、埋弧焊缺陷的产生原因及防止与消除方法	220
八、操作实例	222
(一) 碳钢纵缝的对接平焊	222
(二) 低合金钢容器环缝的焊接	224
(三) 不锈钢复合钢板的焊接	227
(四) 低合金高强度钢的带极堆焊	228
(五) 容器大接管的焊接	230
(六) 16 Mn 钢工字梁的焊接	233
(七) 油压机工作缸的焊接	235
复习思考题	236
第 4 章 气焊与气割	238
一、气焊及气割的热源	238
(一) 气焊及气割用可燃与助燃气体	238
(二) 氧乙炔焰的种类及构造	242
二、气焊及气割的设备	245

(一) 氧气瓶	245
(二) 乙炔瓶	249
(三) 液化石油气瓶	252
(四) 回火保险器	254
三、气焊及气割的工具	257
(一) 减压器	258
(二) 焊炬	264
(三) 割炬	269
(四) 辅助工具	272
四、气焊工艺概述	274
(一) 气焊用材料	274
(二) 气焊焊接参数的选择	277
(三) 气焊操作的基础技术	280
(四) 各种空间位置气焊的操作技术	283
(五) 低碳钢气焊技术	288
(六) 其他常用金属(含有色金属)材料的气焊	300
五、气割工艺概述	304
(一) 气割的原理	304
(二) 气割参数的选择	306
(三) 手工气割的操作技术	309
(四) 机械气割简介	314
六、操作实例	316
(一) 异径三通管的水平固定气焊	316
(二) 加热炉通风管道部件的气焊	318
(三) 铜圆棒的气焊	319
(四) 3/4 英寸黄铜阀座的气焊焊补	320
(五) 导电铝排的气焊	320
(六) 铅板的气焊	321

(七) 铸铁齿轮崩齿的气焊焊补	322
(八) 直径小于 200 mm 固定管子的气割	324
(九) 铆钉的气割	324
复习思考题	326
第 5 章 安全作业与焊接质量检验	328
一、焊接与切割的安全作业	328
(一) 焊接与切割安全作业的重要性	328
(二) 焊接与切割现场安全作业的基本知识	329
(三) 禁火区的动火管理	334
(四) 焊接与切割安全操作技术	335
二、焊接质量检验	338
(一) 焊接质量检验概述	338
(二) 破坏检验	340
(三) 无损检验	348
复习思考题	357
复习思考题题解	359
附录	368
附录一 各种坡口、接头、焊缝形式(摘自 GB/T 3375—1994)	368
附录二 气焊、焊条电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与 尺寸(摘自 GB/T 985—1988)	372
附录三 焊缝符号表示法(摘自 GB/T 324—1988)	381
附录四 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸表(摘自 GB/T 986— 1988)	393

第1章 焊接基础知识

1. 焊接的基本原理、特点及金属焊接的分类。
2. 钢的基本组成物、力学性能及分类与牌号。
3. 焊接电弧的形成、构造及特性。

本章要点



一、焊接概述

焊接不仅仅是金属之间的焊接,如同种钢、异种钢之间的焊接,有色金属(铜、铝等)之间的焊接,还有钢与有色金属之间的焊接,金属与非金属之间的焊接等。鉴于各种材料之间焊接的共性,焊接的定义即为: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,使工件达到结合的一种方法。

(一) 焊接的基本原理

用焊接方法将工件相互连接,这并不是工件间一般的连接,而是达到工件的相互“结合”。这个“结合”对金属而言就是要达到金属材料原子之间的相互结合,使之形成一个整体。

一切物质都是由分子组成的,而分子又是由原子构成的。金属在固体的状态下,金属原子在空间是按一定规律排列的,称为晶体。金属都是晶体,如图1-1所示,金属的原子按一定规则排列而形成的空间格子称为晶格,组成晶格的基本单元叫晶胞,常见的晶格有如图1-2所示的两种。晶体都具有一定的熔点、较高的硬度、良好的塑性和高的导电性、导热性等。

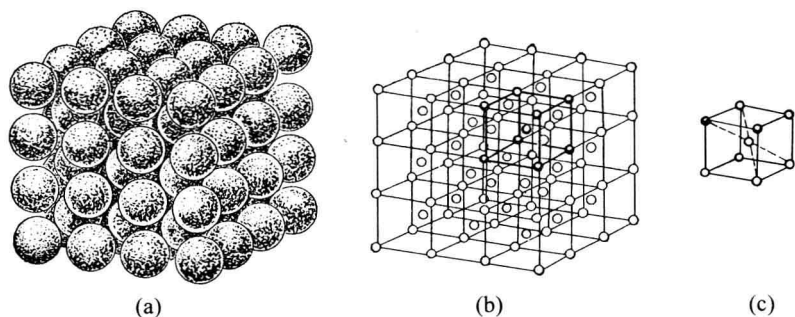


图 1-1 晶体中原子的排列

(a) 原子排列; (b) 晶格; (c) 晶胞

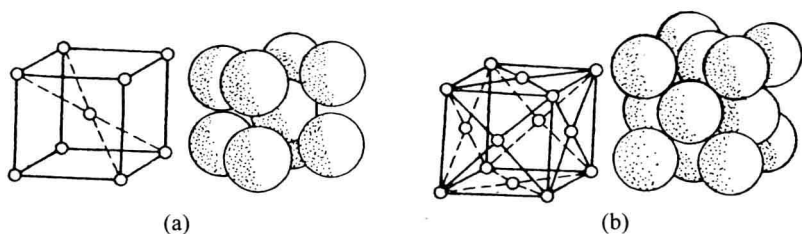


图 1-2 金属的晶格模型

(a) 体心立方晶格; (b) 面心立方晶格

为了实现焊接过程,必须使两个被焊金属接近到原子间的力能够相互发生作用的程度,也就是说,要接近到就像在固体金属内部原子间的距离一样。但是固体金属表面经常覆盖着一层氧化膜,有时甚至还有油脂,这些杂质对于完成金属的结合过程有很大妨碍。同时,两个固体金属都很硬,即使表面经过加工显得非常光洁和平整,但当它们相互接触时看似天衣无缝,实际上在接触表面只能是个别点之间有实质的接触,因为从微观来看,金属表面还是粗糙和凹凸不平的。由此可见,阻碍固体金属相互间结合的主要因素是固体金属的硬度、表面上的杂质、金属固体表面层的特殊性质等。

为了解决阻碍固体金属间相互结合的因素,有几种途径可选

择,那就是:将待焊处的母材金属加热到熔化状态;对待焊处的母材金属施加压力;对待焊处的母材金属既加热又加压。

将金属加热到熔化状态最有利于原子间的结合,而且在一般情况下也不需要加压。金属原子在高温液态时的活动性很大,两待焊金属在液体状态下相互交融,此时的金属原子间没有严格的排列规则。当温度逐渐下降时,原子的活动能力随之减小。首先在邻近液体金属的母材金属未熔化处,由于冷却速度较快,邻近的液体金属原子之间及与未熔化部分的母材金属原子之间的吸引力逐渐增强。当到达凝固温度时,液态金属原子就先从邻近的母材金属处开始作有规则的排列,形成最初级的微小晶体,称为晶核。随着液态金属温度的不断下降,邻近晶核的金属原子就以晶核为中心,继续作有规则的排列,使晶体迅速长大。这样,许许多多的小晶体长大后相互接触,直至液体金属全部凝固形成焊缝。这就是待焊金属经过加热熔化,再经冷却结晶的过程(图 1-3),也就是待焊金属相互结合的过程。根据母材金属待焊处的不同状态,可另加或不加填充金属。这种将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法就称熔焊(熔化焊)。

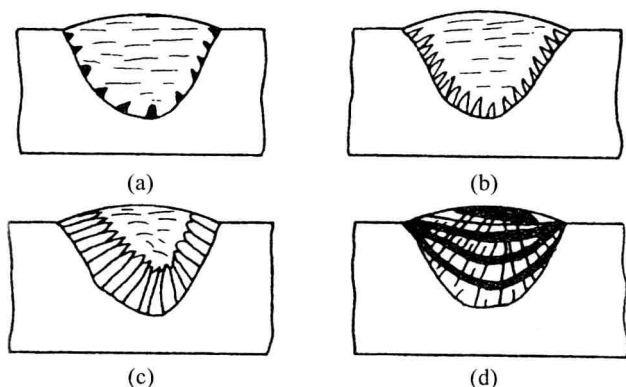


图 1-3 焊接熔池的结晶过程

(a) 开始结晶;(b) 晶体长大;(c) 柱状结晶;(d) 结晶结束

通过单纯加热完成金属的焊接还有另一种方法。将待焊的母材金属加热到低于母材金属的熔点而高于填充金属熔点的温度,由于采用的填充金属熔点低于母材的熔点,此时填充金属就融化成液体,利用液态填充金属润湿母材,填充两待焊金属间的间隙,并与母材相互扩散,待填充金属凝固后形成焊缝。这种焊接方法称为钎焊,所用的填充材料称作钎料。钎料往往是熔点较低的异种金属,如在钎焊铜时就用锡钎料。钎焊一般不用于承受较大机械力的焊件。

在常温不加热的状态下,对焊件的焊接区施加压力,由于较强机械压力的作用,使焊件金属产生塑性变形,使得两焊件金属接触面上的氧化膜及其他污垢因受到强烈挤压而受到破坏,并向四边挤出。接触面边界的金属晶粒也因受挤压而变细,而且相互靠近到细微的距离。此时在晶间力的作用下,促进了原子间的相互扩散。同时由于金属剧烈塑性变形而出现的金属流动会产生较大的摩擦力,从而导致发热,这就是所谓的变形热。变形产生的热量加快了原子间的相互扩散,促使界面金属发生再结晶现象,以致完成了焊件间的结合,形成了牢固的焊接接头。这种在室温下对接合处加压使产生显著变形而焊接的固态焊接方法就称为冷压焊(见GB/T 3375-1994《焊接术语》)。

如果将焊接区的金属加热到塑性状态或局部熔化状态,同时再加压,此时的压力可大大小于冷压焊所需的压力。而且热量又能促使原子间相互扩散,最终出现再结晶。这种既加压又加热的焊接方法也已在生产实践中得到广泛应用,如锻焊、电阻焊等。

(二) 焊接的特点

在金属结构和机械制造中,将两个或两个以上的零、部件按一定的形式或位置连接起来的方法有多种。根据现有的连接方法,依照它们的连接特点基本上可分为两大类。一类是可拆卸的连接,这种连接可以根据需要在不毁坏零、部件的情况下进行拆卸,如常见的螺栓连接以及键连接等(图1-4);另一类是不可拆卸的连接,那是指如果要拆卸这类连接势必会对零、部件造成损坏,当然那只能是不得已而为之,这类连接就如铆接和焊接等(图1-5)。

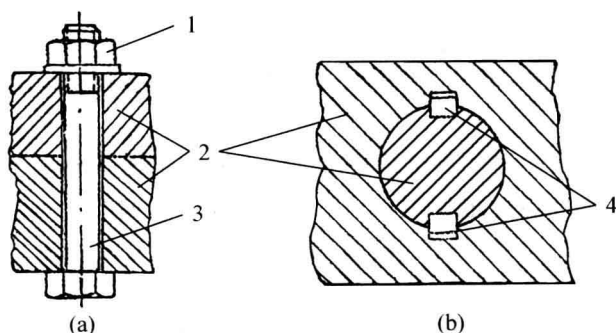


图 1-4 可拆卸连接

(a) 螺栓连接; (b) 键连接

1—螺母; 2—零件; 3—螺栓; 4—键

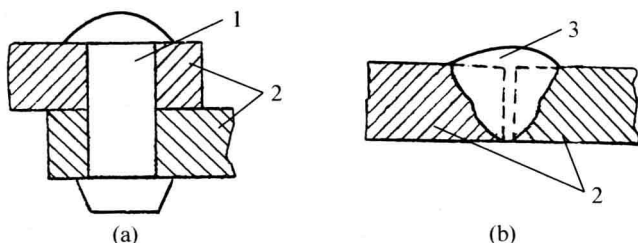


图 1-5 不可拆卸连接

(a) 铆钉; (b) 焊接

1—铆钉; 2—零件; 3—焊缝

从实际应用的情况来看,可拆卸连接的方法还是被广泛应用着,那是因为便于随时更换被损坏或需修复的零、部件。因此这种连接方法也被称之为临时性的连接。相对来说,不可拆卸的连接就可称为永久性的连接。

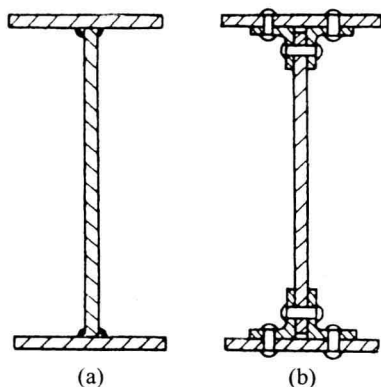
焊接方法由于它的特殊作用,目前已是世界各国应用极为广泛的一种永久性连接方法。在许多工业部门中过去用铆接结构制成的金属结构,如船体、锅炉、压力容器、起重运输机械等,几乎全部由焊接结构所替代;过去一直用整铸、整锻方法生产的大型毛坯也改成了焊接结构。这样不仅简化了生产工艺,而且还降低了成

本。在许多高科技领域,如核动力、航天等尖端技术中,焊接也已成为不可或缺的重要施工工艺之一。

据统计,我国在 2006 年的钢产量已达到 4.188 亿吨,同年用于焊接结构的钢材达到 1.5 亿吨,占总量的 35.8%。而世界的主要工业国家每年生产的焊接结构用钢已占钢产量的 45%。焊接工艺之所以能如此迅速地发展,就因为它具有一系列的优点。为更好地了解焊接的特点,特作如下的分析:

1. 焊接结构比铆接结构省工、省料、密封性好

在制造钢结构所需的工字钢时,铆接结构需要钻铆钉孔,还需



加辅助材料角钢,而焊接结构的工字钢就不需要钻孔,金属材料的截面也能得到有效利用,也无需添加辅助材料和铆钉。这样,首先焊接结构既节省了金属材料,也减轻了结构的重量,还降低了劳动强度,见图 1-6。其次,由于采用了焊接结构,免去了铆接生产所需的多轴钻床等大型设备的投资,更简化了加工与装配的工序,提高了劳动生产率。

图 1-6 焊接工字钢与铆接工字钢相比

(a) 焊接工字钢; (b) 铆接工字钢

焊接结构还具有比铆接结构更好的密封性,所以铁路机车及锅炉的铆接结构很早就被焊接结构所替代;尤其是在高温、高压容器的生产中,焊接工艺已是不可缺少的工艺方法之一。

2. 焊接结构与铸造结构相比较,省工、省料、强度高

铸造工件要先制作木模,然后制砂型,再要熔炼金属和浇注,待铸件凝固冷却后,还需去浇、冒口和打磨毛刺等。如果用焊接结构替代,那么上述工序全可免去,使得工序简单,生产周期大大缩短,特别是对小批量生产来说更为明显。同时,焊接结构也比铸造件节省材料,通常它的重量比铸钢件减小 20%~30%,比铸铁件减