



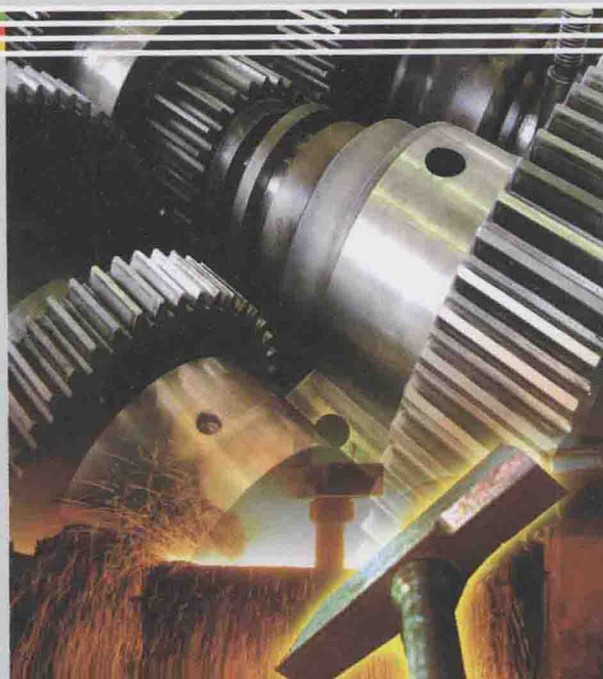
应用型本科院校“十二五”规划教材/机械工程类

主编 孙立峰 杨德云

金工实习

Metalworking Practice

- 适用面广
- 应用性强
- 促进教学
- 面向就业



哈尔滨工业大学出版社

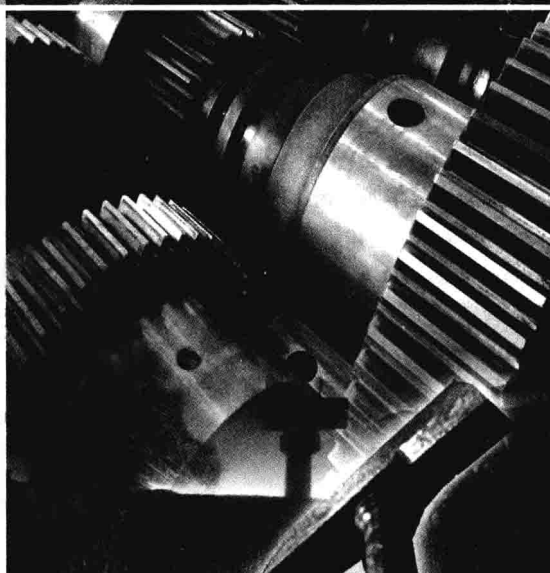


应用型本科院校“十二五”规划教材/机械工程类

主 编 孙立峰 杨德云
副主编 韩 荣 褚文君 白云汉

金工实习

Metalworking Practice



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

全书共分为两部分。第一部分为实习教材内容,由热加工、冷加工和数控技术三大部分组成,包括焊接、热处理、铸造、锻压、车工、钳工、铣工与刨工、磨削、数控加工技术共 10 章。重点介绍了传统制造工艺和先进的制造技术,以及综合创新实践。并针对具体的实习内容,结合实例介绍理论,力求内容简单明了,易于短时间了解掌握。让学生掌握基本的理论知识,同时在指导教师的指导下掌握传统的制造技术和一些现代制造技术的基本技能。第二部分是练习题内容,与相应的章节和工种对应,在实习结束后完成练习题内容,进一步加强理论基础。

本书可作为高等院校理工科学生的实习教材,也可作为相同或相近专业的成人教育及大中专院校学生实习教材,还可作为机械行业的工人及工程技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/孙立峰,杨德云主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2012.8

应用型本科院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5603-3700-5

I. ①金… II. ①孙…②杨… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 167403 号

策划编辑 杜 燕 赵文斌

责任编辑 范业婷

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省委党校印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.5 字数 378 千字

版 次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3700-5

定 价 29.80 元

《应用型本科院校“十二五”规划教材》编委会

主 任 修朋月 竺培国

副主任 王玉文 吕其诚 线恒录 李敬来

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁福庆 于长福 马志民 王庄严 王建华

王德章 刘金祺 刘宝华 刘通学 刘福荣

关晓冬 李云波 杨玉顺 吴知丰 张幸刚

陈江波 林 艳 林文华 周方圆 姜思政

庾 莉 韩毓洁 臧玉英

序

哈尔滨工业大学出版社策划的《应用型本科院校“十二五”规划教材》即将付梓,诚可贺也。

该系列教材卷帙浩繁,凡百余种,涉及众多学科门类,定位准确,内容新颖,体系完整,实用性强,突出实践能力培养。不仅便于教师教学和学生学

习,而且满足就业市场对应用型人才的迫切需求。

应用型本科院校的人才培养目标是面对现代社会生产、建设、管理、服务等一线岗位,培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。应用型本科与研究型本科和高职高专院校在人才培养上有着明显的区别,其培养的人才特征是:①就业导向与社会需求高度吻合;②扎实的理论基础和过硬的实践能力紧密结合;③具备良好的人文素质和科学技术素质;④富于面对职业应用的创新精神。因此,应用型本科院校只有着力培养“进入角色快、业务水平高、动手能力强、综合素质好”的人才,才能在激烈的就业市场竞争中站稳脚跟。

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科院校教材的简单删减,针对性、应用性不够突出,因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材,以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的《应用型本科院校“十二五”规划教材》,在选题设计思路上认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和社会发展的需要

的“本科应用型高级专门人才”精神,根据黑龙江省委书记吉炳轩同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见,在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上,特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性,既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标

及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,围绕应用讲授理论,做到“基础知识够用、实践技能实用、专业理论管用”。同时注意适当融入新理论、新技术、新工艺、新成果,并且制作了与本书配套的PPT多媒体教学课件,形成立体化教材,供教师参考使用。

《应用型本科院校“十二五”规划教材》的编辑出版,是适应“科教兴国”战略对复合型、应用型人才的需求,是推动相对滞后的应用型本科院校教材建设的一种有益尝试,在应用型创新人才培养方面是一件具有开创意义的工作,为应用型人才的培养提供了及时、可靠、坚实的保证。

希望本系列教材在使用过程中,通过编者、作者和读者的共同努力,厚积薄发、推陈出新、细上加细、精益求精,不断丰富、不断完善、不断创新,力争成为同类教材中的精品。

黑龙江省教育厅厅长



前 言

随着高等教育的不断发展和教育教学改革的不断深入,我国高等教育由重视知识传授向重视知识、能力、素质和创新思维综合发展的方向迈进,人才的培养模式由知识型向能力型转化,各高等工科院校比以往任何时候都更加重视工程实践教学,普遍成立了工程训练中心或校内实践教学基地,加大了工程训练经费和先进教学设施投入,给金工实习教学提供了新的教学内容,也提出了新的教学要求。金工实习要紧跟现代制造技术的发展,为培养掌握先进制造技术的高素质应用型人才打下坚实基础。

金工实习是高等院校理工科学生实践性较强的技术基础课,也是学生在学习金属工艺学、机械制造工艺学等专业理论课之前通过实际操作体验,获得机械制造感性知识的必修课,并给今后的实验、实训课打基础。本书由热加工、冷加工和数控技术三大部分组成,包括焊接、热处理、铸造、锻压、车工、钳工、铣工与刨工、磨削、数控加工技术共 10 章。不仅介绍了主要的传统制造工艺,也介绍了先进的制造技术,还包括综合创新实践。针对具体的实习内容进行安排,结合实例介绍理论,力求内容简单明了,易于短时间了解掌握。让学生掌握基本的理论知识,同时在指导教师的指导下掌握传统的制造技术和一些现代制造技术的基本技能。

参加编写的人员主要是各高校多年从事金工实习的指导教师和长期从事金工理论教学的教师。本书由孙立峰、杨德云担任主编,韩荣、褚文君、白云汉担任副主编。本教材第 1 章、第 2 章由哈尔滨华德学院杨德云编写;第 3 章由哈尔滨剑桥学院褚文君编写;第 4 章由哈尔滨剑桥学院田素玲、哈尔滨华德学院付洪涛编写;第 5 章由哈尔滨华德学院孙立峰编写,第 6 章由哈尔滨华德学院孙立峰、姚齐编写。第 7 章由哈尔滨远东理工学院白云汉编写,第 8 章由哈尔滨石油学院韩荣编写,第 9 章由哈尔滨石油学院张风雷、许富星编写,第 10 章由哈尔滨华德学院孙立峰和哈尔滨远东理工学院白云汉编写。

本书可作为高等院校理工科学生的实习教材,也可作为相同或相近专业的成人教育及大中专院校学生实习教材,还可作为机械行业的工人及工程技术人员的培训教材。

本教材由哈尔滨华德学院关晓冬副教授主审,在此表示感谢。本书的编写工作也得到了其他兄弟院校相关人员的大力支持,在此,编者向他们表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,教材中难免有疏漏或不当之处,恳请读者提出批评和建议。

编 者
2012 年 7 月

目 录

第 1 章 焊接技术	1
1.1 概述	1
1.2 手工电弧焊	2
1.3 气焊与气割	10
1.4 其他常见焊接方法	15
1.5 焊接检验	21
1.6 焊接实习内容与考核要求	24
第 2 章 钢的热处理工艺	26
2.1 概述	26
2.2 钢的普通热处理	27
2.3 钢的表面热处理	31
第 3 章 铸 造	34
3.1 铸造工艺基础	34
3.2 砂型铸造	41
3.3 特种铸造	50
3.4 铸造新技术	60
第 4 章 锻 压	65
4.1 锻造生产工艺	65
4.2 自由锻造	69
4.3 模锻	78
4.4 板料冲压	82
第 5 章 钳工	88
5.1 台虎钳及锉削	88
5.2 锯 削	93
5.3 划 线	95
5.4 錾 削	99
5.5 刮 削	101
5.6 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	104
5.7 攻螺纹和套螺纹	112
5.8 常用工量具的使用	116

5.9 技能训练——制作方锤	119
第6章 车工技术	126
6.1 车床的型号及其主要用途	126
6.2 车床的主要部件及操纵系统	126
6.3 车削加工的切削运动及切削用量三要素	129
6.4 车刀	129
6.5 车外圆及车端面	133
6.6 车槽与切断	138
6.7 孔加工	141
6.8 车床常用的夹具和附件及所装夹工件的特点	146
6.9 车螺纹	150
6.10 车锥面及滚花	155
6.11 加工零件及其工艺过程	158
第7章 铣削加工	161
7.1 铣床的概述	161
7.2 铣削运动及铣削要素	165
7.3 铣削加工方法	170
第8章 刨削加工	173
8.1 概述	173
8.2 刨床种类	174
8.3 刨刀及其安装	178
8.4 刨削的基本操作	180
复习思考题	184
第9章 磨削加工	186
9.1 概述	186
9.2 磨床	188
9.3 砂轮	192
9.4 磨削工艺	195
复习思考题	198
第10章 数控加工	199
10.1 数控机床概述	199
10.2 数控编程概述	204
10.3 数控车床	209
10.4 数控铣床程序的编制	220
附录	224
参考文献	253

1.1 概 述

焊接是通过加热或加压(或两者并用),并且用(或不用)填充材料,使焊件形成原子间结合的一种连接方法。如图 1.1 所示,与铆接相比,焊接具有节省金属材料、接头密封性好、设计和施工较容易、生产率较高以及劳动条件较好等优点。在许多工业部门中应用的金属结构,如建筑结构、船体、机车车辆、管道及压力容器等,几乎全部采用了焊接结构。在机械制造工业中,不少用整体铸造或锻造生产大型毛坯,也采用了焊接结构。此外,焊接还常用于铸、锻件缺陷和损坏零件的修复。

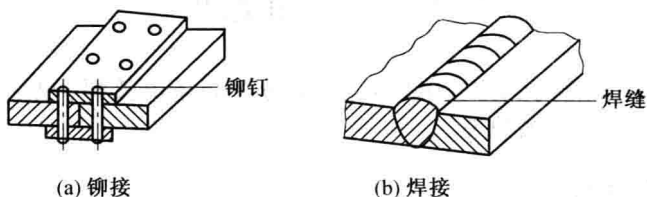


图 1.1 铆接和焊接

在工业生产中应用的焊接方法很多,按焊接过程特点的不同,可分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

熔焊是将焊件连接处局部加热到熔化状态,然后冷却凝固成一体,不加压力完成焊接。熔焊的焊接接头如图 1.2 所示。被焊接的材料统称母材(或称为基本金属)。焊接过程中局部受热熔化的金属形成熔池,熔池金属冷却凝固后形成焊缝。近缝区的母材受加热影响而引起金属内部组织和力学性能发生变化的区域,称为焊接热影响区。在焊接接头的截面上,焊缝和焊接热影响区的分界线称为熔合线。焊缝、熔合线和焊接热影响区构成焊接接头。焊缝各部分的名称如图 1.3 所示。

压焊是一种不管加热与否,必须在压力下完成焊接的方法,常见的有电阻焊、摩擦焊、高频焊、冷压焊等。

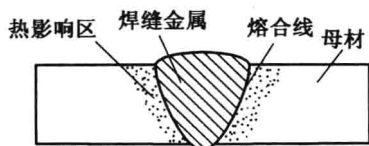


图 1.2 熔焊焊接接头

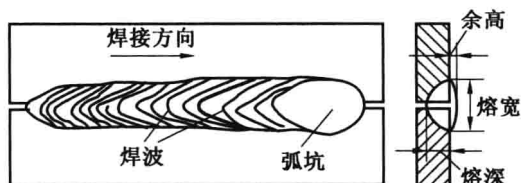


图 1.3 焊缝各部分的名称

钎焊是采用熔点比母材熔点低的填充材料(钎料)受热熔化并借助毛细作用填满母材间的间隙,冷凝后形成牢固的接头的一种焊接方法,其基本特点是整个焊接过程,母材并不熔化。无论熔焊、压焊还是钎焊,每类焊接方法都可以进一步分成许多具体的焊接方法,具体分类情况详见表 1.1。

表 1.1 焊接方法的分类

熔 焊						压 焊												钎 焊	
气 焊	电 弧 焊				电 渣 焊	电 子 束 焊 接	激 光 焊	高 频 焊	爆 炸 焊	冷 压 焊	摩 擦 焊	电 阻 焊			超 声 波 焊 接	扩 散 焊	锻 焊	硬 钎 焊	软 钎 焊
	焊 条 电 弧 焊	埋 弧 焊	气 体 保 护 焊	等 离 子 弧 焊								点 焊	缝 焊	对 焊					

1.2 手工电弧焊

电弧焊是利用电弧作为热源的熔焊方法,可分为焊条电弧焊(也称手工电弧焊)、埋弧焊、气体保护焊及等离子弧焊等。

1.2.1 焊接电弧

电弧是一种由焊接电源供给、在工件与焊条两极间产生强烈而持久的气体放电现象。

产生电弧的电极可以是钨丝、碳棒、焊条或其他金属丝及焊件等,气体介质通常是空气。焊接电弧的组成如图 1.4 所示,当引燃电弧后,弧柱中充满高温电离气体,并放出大量的热能和强烈的弧光。电流越大,电弧产生的总热量就越多。电弧由阴极区、阳极区和弧柱区三部分组成。一般阳极区会产生较多的电弧热量,占总热量的 43% 左右;阴极区因放出大量电子消耗了能量,所以生成的热量较少,占总热量的 36% 左右;弧柱区产生热量占总热量的 21% 左右。焊条电弧焊只有 65% ~ 85% 的热量用于加热和熔化金属,其余的热量则损失在电弧周围和飞溅的金属液滴中。电弧中阴极区和阳

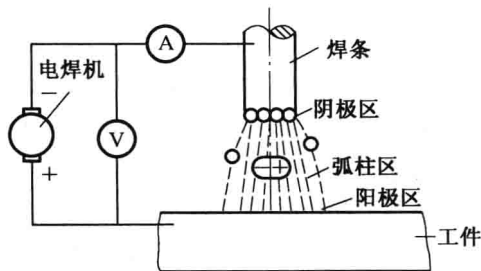


图 1.4 焊接电弧

极区温度与电极材料有关。当两极均为低碳钢时,阴极区温度约为 2 400 K,阳极区温度约为 2 600 K,弧柱区中心温度最高,可达 6 000 ~ 8 000 K。

由于阴极区和阳极区产生的热量不同,因此在使用直流电源焊接时,有正、反两种接线方法。焊件接电源正极,焊条接电源负极的接线方法称为正接;反之,焊件接电源负极,焊条接电源正极的接线方法称为反接。正、反接线方式如图 1.5 所示。

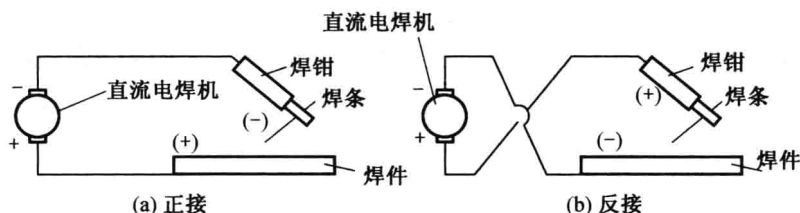


图 1.5 直流电源焊接时的正接与反接

1.2.2 接头与坡口形式

平板焊接接头的形式有:对接接头、搭接接头、角接接头和 T 形接头四种形式,如图 1.6 所示。接头形式的选取决定于焊接结构件的作用和性能。

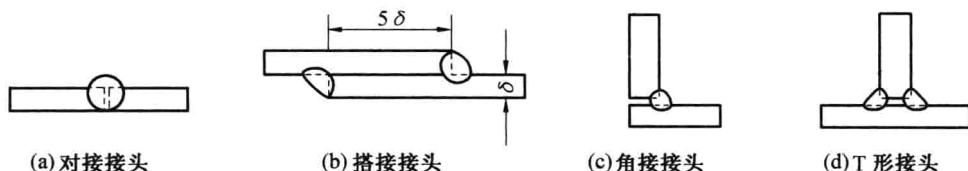


图 1.6 平板焊接常用接头形式

坡口是指根据设计或工艺需要,在焊件待焊部位加工成一定形状的沟槽。对接接头是各种焊接结构中采用最多的一种接头形式。当被焊工件较薄时,在工件接头处只要留一定的间隙就能保证焊透;而工件较厚时,为了保证焊透,则需要开坡口。对接接头常见的坡口形式如图 1.7 所示。

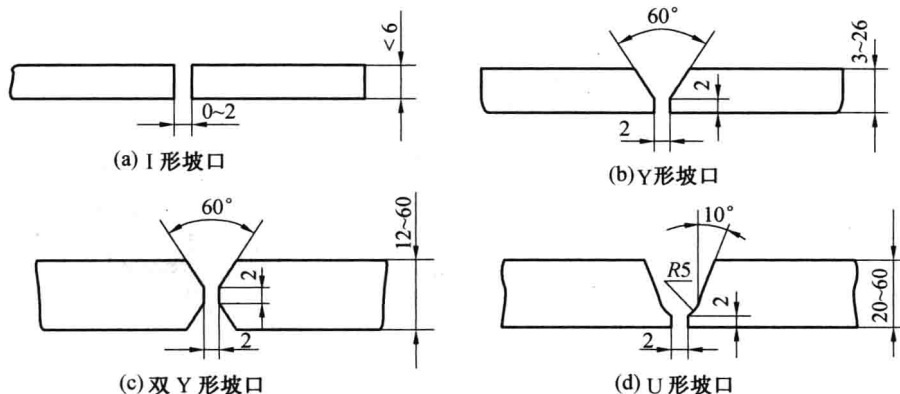


图 1.7 对接接头坡口形状

加工坡口时,通常在焊件厚度方向留有直边,其作用是为了防止烧穿。接头组装时往往留有间隙,这是为了保证焊透。在焊接时,对于I形、Y形和U形坡口,均可根据实际情况采用单面焊或双面焊,但对双Y形坡口则必须采用双面焊,如图1.8所示。焊接较厚焊件时,为了焊满坡口,应采用多层焊或多层多道焊,如图1.9所示。

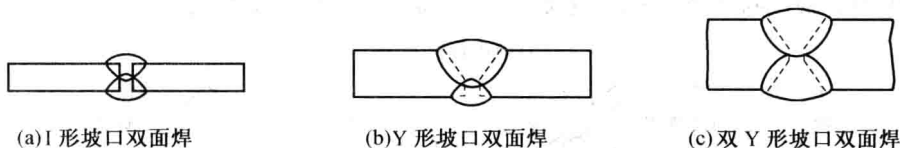


图 1.8 双面焊

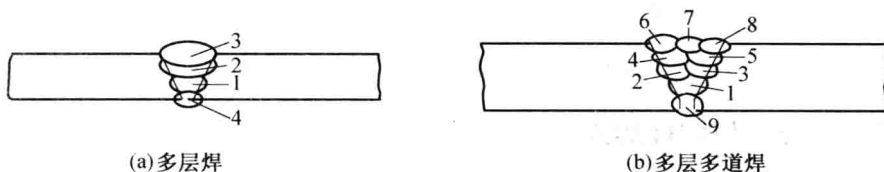


图 1.9 对接平板多层多道焊接

1.2.3 焊接变形

电弧焊工艺都无一例外地采用高温加热金属然后冷却的方式,因此焊件都会发生不同程度的热胀冷缩现象。由于焊件的形状、尺寸及散热速度等参数不可能完全均匀一致,因此焊件存在严重的不均匀收缩现象,就导致了焊件产生变形。焊件变形的基本形式如图1.10所示。

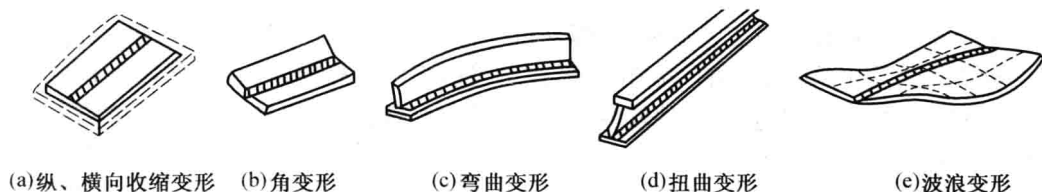


图 1.10 焊件变形基本形式

焊接变形可以采取适当的措施进行预防,生产中常用的方法有反变形法、刚性固定法、焊接次序控制法及焊后矫正法等,如图1.11~图1.14所示。

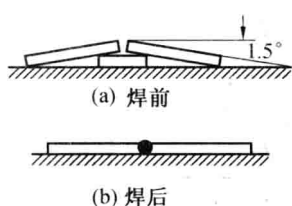


图 1.11 反变形法

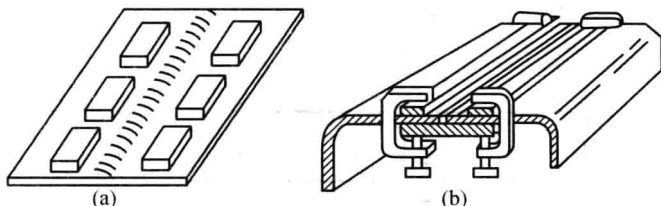


图 1.12 刚性固定法

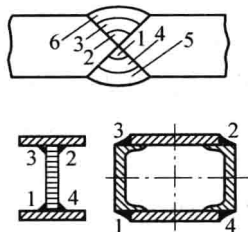


图 1.13 焊接次序控制法

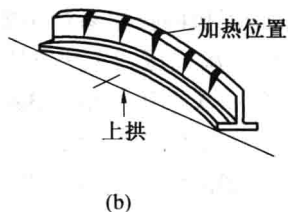
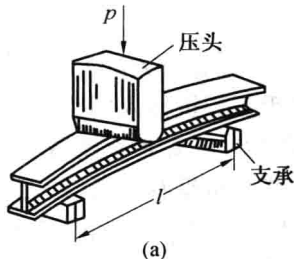


图 1.14 焊后矫正法

1.2.4 焊条电弧焊

利用焊件和焊条之间产生的电弧作为焊接热源的熔焊方法,也称手工电弧焊,简称手弧焊。其焊接过程如图 1.15 所示,电弧在焊条和焊件之间产生。在电弧热量作用下,焊条和焊件的局部金属同时熔化形成熔池,随着电弧沿焊接方向移动,熔池后部金属迅速冷却,凝固后形成焊缝。焊条电弧焊所需设备简单,操作方便、灵活,适应性强。它适用于厚度 2 mm 以上的低碳钢、铸铁、铸钢等材料和各种形状结构的焊接,特别适用于结构形状复杂,焊缝短小、弯曲或各种空间位置焊缝的焊接。其焊接接头可与母材工件的强度相近,目前是焊接生产中应用最广的一种方法。焊条电弧焊的主要缺点是生产率较低、焊接质量不稳定以及对操作者的技术水平要求较高等。

1. 弧焊机

焊条电弧焊所用的设备称为弧焊机,一般分为交流弧焊机(也称弧焊变压器)和直流弧焊机(也称弧焊整流器)两种。交流弧焊机实质是一种降压变压器,它具有结构简单、价格便宜、使用方便、噪声较小以及维护容易等优点,但电弧稳定性较差。图 1.16 所示为 BX1-300 小型交流弧焊机。

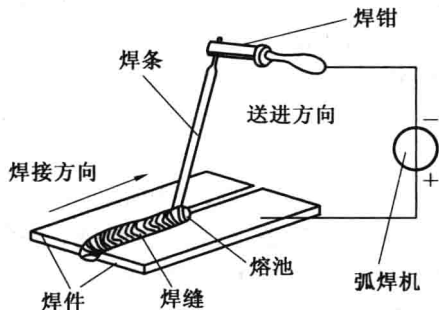


图 1.15 焊条电弧焊过程



图 1.16 BX1-300 小型交流弧焊机外形图

直流弧焊机主要由三相降压变压器、磁饱和电抗器、整流器组、输出电抗器、通风机组及控制系统等组成。与交流弧焊机相比,直流弧焊机的电弧稳定性好、使用时噪声小,但价格较贵。使用直流弧焊机时,要注意区分接线方式。焊接厚板时应采用正接,这是因为电弧正极温度和热量比负极高,故焊接熔深大、生产率高;焊接薄板时,为了防止焊穿,宜采用反接。

2. 焊接工艺参数

手弧焊机的技术参数主要有一次电压、空载电压、工作电压及额定焊接电流等。

(1) 一次电压。一次电压是指手弧焊机接入网路时所要求的外电源电压。一般弧焊变压器的一次电压为单相 380 V 或 220 V, 弧焊整流器的一次电压为三相 380 V。

(2) 空载电压。空载电压指手弧焊机没有负载(即无焊接电流)时的输出电压。一般弧焊变压器的空载电压为 50 ~ 80 V; 弧焊整流器的空载电压为 55 ~ 90 V。

(3) 工作电压。手弧焊机在焊接时的两端输出电压称为工作电压, 也可把它看作电弧两端的电压(称为电弧电压)。一般手弧焊机的工作电压为 20 ~ 30 V。

(4) 额定焊接电流。额定焊接电流是指手弧焊机在额定负载持续率时的许用焊接电流。

1.2.5 电焊条

电焊条是涂有药皮的供手弧焊用的熔化电极。它由药皮和焊芯两部分组成, 如图 1.17 所示。

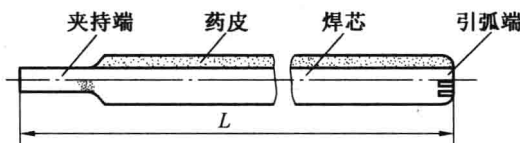


图 1.17 电焊条

1. 电焊条的组成

(1) 焊芯。焊芯用来做电弧的电极和焊缝的填充金属, 焊芯是含碳、硫、磷较低的专用焊条钢经轧制、拉拔后切成的金属丝棒。

(2) 药皮。药皮是压涂在焊芯表面上的涂料层, 它由许多矿石粉、易电离物质、铁合金粉和黏结剂等原料按一定比例配制而成。药皮的作用是稳弧、造渣、造气、向焊缝过渡合金及脱氧去硫和磷。在焊接过程中, 它既能改善焊接焊条工艺性能, 又能保证焊缝质量。

2. 电焊条的分类

按电焊条药皮熔化后形成的熔渣性质不同, 可分为两大类: 酸性焊条和碱性焊条。药皮熔化后形成的熔渣以酸性氧化物 (SiO_2 、 TiO_2 、 FeO_3) 为主的焊条, 称为酸性焊条, 常用牌号有 J422 (E4303)、J502 (E5003) 等; 熔渣以碱性氧化物 (CaO 、 FeO 、 MnO_2 、 Na_2O) 为主的焊条, 称为碱性焊条, 常用的牌号有 J427 (E4315)、J507 (E5015) 等, 括号表示国家标准型号。焊条牌号中的“J”表示结构钢焊条。前两位数字“42”、“50”表示焊缝金属抗拉强度等级分别为 420 MPa 和 500 MPa。第三位数字表示药皮类型和焊接电源的种类: “2”表示酸性焊条(钛钙型药皮), 用交流或直流电源均可; “7”表示碱性焊条(低氢钠型药皮), 用直流电源。

1.2.6 焊接位置

熔焊时, 焊件接缝所处的空间位置称为焊接位置。可用焊缝倾角和焊缝转角来表示,

焊缝轴线与水平面之间的夹角称为焊缝倾角;通过焊缝轴线的垂直面与坡口的等分平面之间的夹角称为焊缝转角。根据焊缝倾角和焊缝转角大小的不同数值,焊接位置可分为平焊、立焊、横焊和仰焊等。

(1)平焊。焊缝倾角为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$,焊缝转角为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的焊接位置称为平焊位置,在平焊位置进行的焊接就称为平焊。

(2)立焊。焊缝倾角为 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、焊缝转角为 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的焊接位置称为立焊位置,在立焊位置进行的焊接就称为立焊。

(3)横焊。焊缝倾角为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$,焊缝转角为 $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 的焊接位置称为横焊位置,在横焊位置进行的焊接就称为横焊。

(4)仰焊。焊缝倾角为 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$,焊缝转角为 $165^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的焊接位置称为仰焊位置,在仰焊位置进行焊接就称为仰焊。

(5)全位置焊。管子水平固定对接焊时,因同时包含仰、立、平三种焊接位置,所以称为全位置焊,也称管子的水平固定焊。

对接接头的各种焊接位置如图 1.18 所示。平焊操作生产率高、劳动条件好以及焊接质量容易保证,因此,焊接时应尽量采用平焊位置。

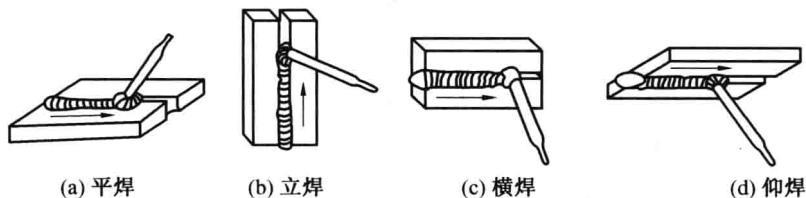


图 1.18 焊接位置

1.2.7 手弧焊的基本操作技术

1. 基本操作技术

引弧是指引燃焊接电弧的短暂过程。引弧时,首先将焊条末端与工件表面接触形成短路,然后迅速将焊条向上提起 $2 \sim 4 \text{ mm}$,电弧即被引燃。引弧方法一般有两种,敲击法和划擦法,如图 1.19 所示。电弧引燃后,为了维持电弧的稳定燃烧,应不断向下送进焊条。送进速度应和焊条熔化速度相同,以保持电弧长度基本不变。

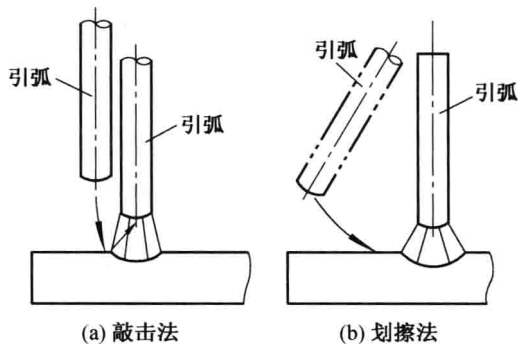


图 1.19 引弧方法

2. 平堆焊

平堆焊是在平焊位置的焊件上堆敷焊缝,这是手弧焊最基本的操作。初学者进行操作练习时,在选择合适的焊接电流后,应着重注意掌握好焊条的角度,控制电弧长度和焊

接速度。

(1) 焊条角度。平焊的焊条角度如图 1.20 所示。

(2) 电弧长度。沿焊条中心线均匀地向下送进焊条,保持电弧长度约等于焊条直径。

(3) 焊接速度。均匀地沿焊接方向向前移焊条,使焊接过程中熔池宽度保持基本不变(与所要求的焊缝熔宽相一致),如图 1.21 所示。

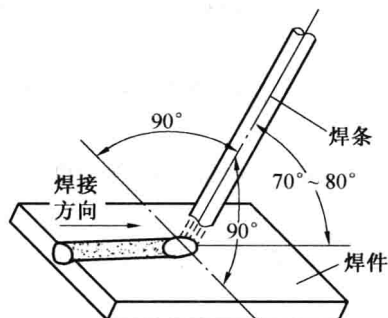


图 1.20 平焊的焊条角度

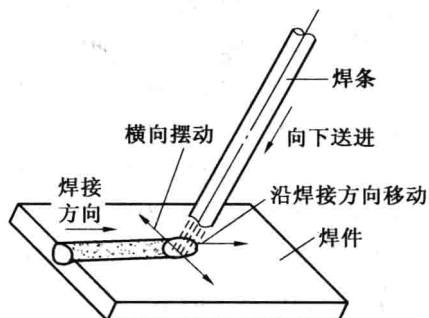


图 1.21 手弧焊的基本动作

对接平焊在生产中最常用。厚度为 4~6 mm 钢板的对接平焊步骤见表 1.2。

表 1.2 对接平焊步骤

序号	步 骤	说 明	附 图
1	备料	划线,用剪切或气割方法下料,调直钢板	
2	坡口准备	钢板厚 4~6 mm,可采用 I 形坡口双面焊,接口必须平整	
3	焊前清理	将焊件坡口表面、坡口两侧 20~30 mm 范围内的油污、铁锈和水分清除干净	
4	装配	将两板水平放置、对齐并留 1~2 mm 间隙,注意防止产生错边,错边的允许值应小于板厚的 10%	
5	点固	用焊条点固,固定两工件的相对位置。点固后除渣。如工件较长,可每隔 300 mm 左右点固一次	