

金工实习

Jingong Shixi
Jiaocheng

教程

牛永江 主 编
李琴兰 罗海玉 副主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

内 容 简 介

本书是根据《金工实习教学大纲》的要求，结合当前金工实习教学改革的情况，由长期从事金工实习教学工作的教师编写而成的。本书可作为高等院校工科各专业金工实习教材，也可供从事金工工作的工程技术人员参考。

金 工 实 习 教 程

牛永江 主 编

李琴兰 罗海玉 副主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书共分 13 章, 主要介绍焊接、量具、钳工、车削加工、铣削加工、刨削加工、钻削加工、数控机床的基本知识、数控车床及其基本操作、数控铣床及其基本操作、仿真加工、铸造、热处理等实习内容。每章后均附有复习思考题。

本书可作为高等工科院校机械类和近机类本科生的金工实习教材, 也可供高职、高专等机械类和近机类专业选用。

图书在版编目 (C I P) 数据

金工实习教程 / 牛永江主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2010.8

ISBN 978-7-5643-0716-5

I. ①金… II. ①牛… 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 (2010) 第 121440 号

金工实习教程

牛永江 主编

*

责任编辑 李芳芳

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12.75

字数: 317 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0716-5

定价: 21.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

西南交通大学出版社

· 附 录 ·

前 言

本书是依据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的主要精神，结合培养应用型工程技术人才的教学目的编写而成的。

“金工实习”是一门实践性很强的技术基础课，是机械类和近机类专业学生熟悉加工生产过程、培养实践动手能力的重要教学环节。本书在内容上兼顾课堂教学和实践教学，注重对学生工程素质的培养，加大了数控加工技术以及仿真加工等内容在金工实习中的比重。

本书由牛永江担任主编，并负责编写第四章、第五章、第六章、第七章、第九章；李琴兰担任副主编，并负责编写第八章、第十章、第十一章；罗海玉担任副主编，并负责编写第一章、第二章、第三章；郑丽负责编写第十二章、第十三章。

由于编者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2010年2月

目 录

第一章 焊 接	1
第一节 手工电弧焊	1
第二节 其他焊接方法简介	7
复习思考题	9
第二章 量 具	10
第一节 游标卡尺	10
第二节 千分尺	11
第三节 百分表	12
复习思考题	13
第三章 钳 工	14
第一节 钳工工作台和虎钳	14
第二节 划 线	15
第三节 鑿 削	19
第四节 锯 削	21
第五节 锉 削	23
第六节 攻丝和套扣	25
第七节 刮 削	27
第八节 装 配	30
复习思考题	33
第四章 普通车削加工	34
第一节 普通车床	34
第二节 车刀及其安装	42
第三节 工件的安装及其所用附件	43
第四节 车削基本工艺	47
复习思考题	53
第五章 普通铣削加工	54
第一节 铣 床	54
第二节 X6132A 卧式万能铣床的操作	56

第三节 铣削基本方法	59
复习思考题	64
第六章 刨削加工	65
第一节 牛头刨床	65
第二节 刨削的基本方法	66
复习思考题	67
第七章 钻削加工	68
第一节 摇臂钻床	68
第二节 钻床能完成的工作及其所用的刀具和附件	70
复习思考题	73
第八章 数控机床的基本知识	74
第一节 概述	74
第二节 数控机床的特点和分类	78
第三节 数控编程基础	82
第四节 数控手工编程的工艺处理	91
复习思考题	99
第九章 数控车床及其基本操作	100
第一节 数控车床简介	100
第二节 数控车床编程的方法和特点	102
第三节 数控车床的加工操作	121
第四节 数控车床的对刀	130
复习思考题	132
第十章 数控铣床及其基本操作	133
第一节 数控铣床简介	133
第二节 数控铣床编程的方法和特点	135
第三节 数控铣床的加工操作	155
第四节 数控铣床的对刀	160
复习思考题	162
第十一章 仿真加工	163
第一节 YHCNC 系统的功能	163
第二节 YHCNC 的执行和退出	164
第三节 基本操作	165
复习思考题	173

第十二章 铸 造	174
第一节 铸造工艺基础知识	174
第二节 砂型铸造	175
第三节 铸钢及有色金属铸造简介	182
第四节 铸件质量分析	183
第五节 特种铸造简介	184
复习思考题	187
第十三章 热处理	188
第一节 金属材料热处理	188
第二节 常用表面处理技术	192
复习思考题	195
参考文献	196

第一章 焊 接

焊接是一种重要的金属成形加工方法，它能使分离的金属件连接成牢固的整体，组成各种零件和结构。常用的焊接方法有电弧焊、气焊和电阻焊等，本章主要介绍电弧焊。

第一节 手工电弧焊

手工电弧焊以电弧作热源，设备简单，手工操作，灵活方便，所以应用很广泛。

一、手工电弧焊焊缝的形成过程

首先将电焊机的输出端两极分别与工件和焊钳连接，再用焊钳夹持焊条（见图 1.1）。焊接时先在工件与焊条之间引起电弧，利用电弧高达 6 000 K 的高温将工件与焊条熔化形成熔池。随着焊条沿焊缝向前移动，被熔化的金属迅速冷却，凝固成焊缝，使分离的金属连成整体。

焊条外层的药皮被电弧熔化后，浮在熔池的表面，冷凝后形成一层渣壳盖住焊缝金属，起保护焊缝的作用。



图 1.1 手工电弧焊的焊接过程

二、手工电弧焊的设备和工具

手工电弧焊的主要设备是电焊机，电焊机是焊接电弧的电源。常用的电焊机有交流和直流两大类。

1. 交流电焊机

交流电焊机是一种特殊的变压器。普通变压器的输出电压是恒定的，而焊接变压器的输出电压随输出电流（负载）的变化而变化，空载（不焊接）时，电焊机的电压为 60 ~ 80 V。既能满足顺利起弧的需要，对人体也比较安全。起弧以后，电压会自动下降到电弧正常工作所需的 20 ~ 30 V。当起弧开始，焊条与工件接触形成短路时，电焊机的电压会自动降到趋近

于零,使短路电流不致过大而烧毁电路或变压器本身。它还能供给焊接所需的电流,一般从几十安培到几百安培。并可根据工件的厚薄和所用焊条直径的大小任意调节所需电流值。调节电流一般分两级:一级是粗调,通过改变输出线头的接法从而改变内部线圈的圈数来实现电流的大范围调节;另一级是细调,常用改变电焊机内可动铁心或可动线圈的位置来使焊接电流调到焊接所需的值。一种常用交流电焊机的外形如图 1.2 所示。

2. 直流电焊机

直流电焊机供给焊接用直流电,常用的有两大类:

(1) 发电机式直流电焊机。由一台具有特殊性能的、能满足焊接要求的直流发电机供给焊接电流,发电机由一台同轴的交流电动机带动,二者装在一个机壳里,组成一台直流电焊机。发电机式直流电焊机的原理及外形分别如图 1.3 (a)、(b) 所示。

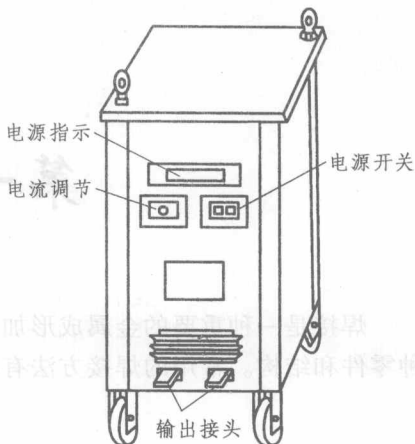


图 1.2 交流电焊机外形图

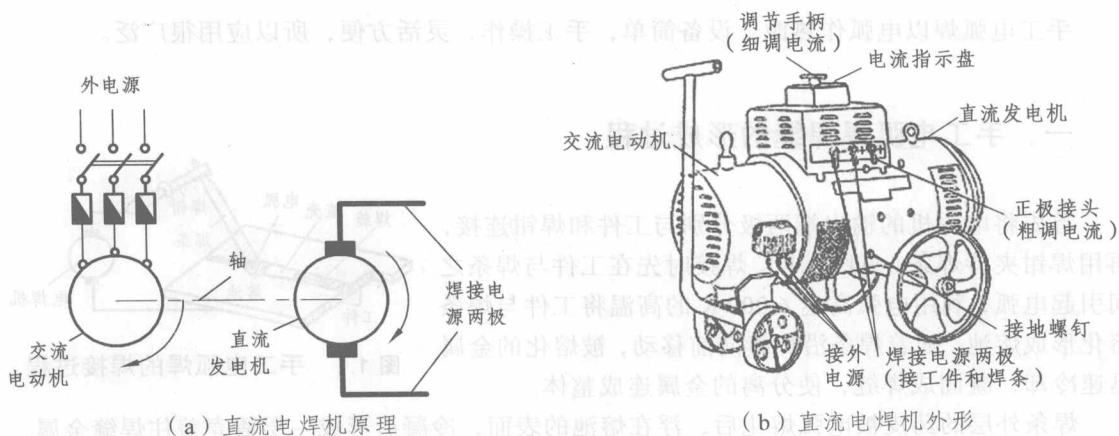


图 1.3 发电机式直流电焊机

(2) 整流器式直流电焊机。用大功率的硅整流器,将符合焊接需要的交流电源整流成直流电,供给焊接用。与发电机式直流电焊机相比,这种直流电焊机没有旋转部分,结构简单,维修容易,噪声小,是一种很有发展前景的焊接电源。

3. 交、直流电焊机的比较

交流电焊机结构简单、价格低廉、工作噪声小,使用可靠,维修方便。在焊接时电弧不如直流电源稳定;对某些种类的焊条不能适应。直流电焊机焊接时电弧稳定,能适应各种焊条,但结构比较复杂,价格贵、噪声大,这些缺点在整流器式直流电焊机上得到了一定的改进。

4. 手工电弧焊的工具

进行手工电弧焊时必需的工具具有:夹持焊条的焊钳,保护操作者的皮肤、眼睛免于灼伤

的电焊手套和面罩，清除焊缝表面及渣壳的清渣锤和钢丝刷等。焊钳与电焊面罩的外形分别如图 1.4 (a)、(b) 所示。

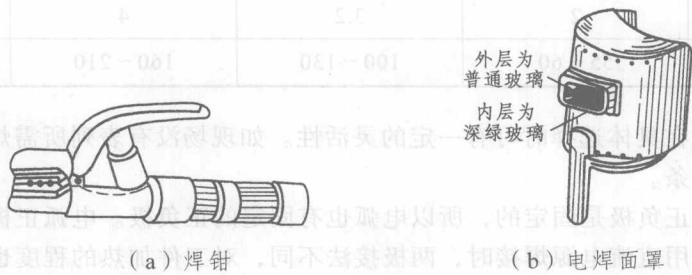


图 1.4 焊钳与电焊面罩

三、手工电弧焊焊条

焊条由金属芯和外层涂敷的药皮两部分组成（见图 1.5）。金属芯一是作电弧的电极，二是作焊缝的填充金属，熔化后填入焊缝间隙，以保证焊缝成形。焊条芯的直径即为焊条的名义尺寸，常用的有 3.2~4.5 mm 等几种。每根焊条长为 350~450 mm。

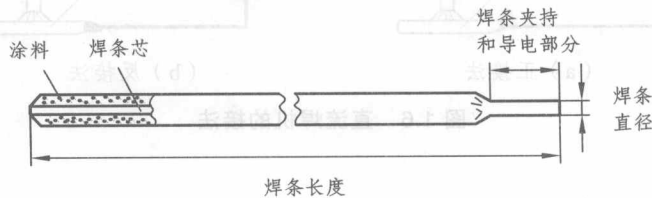


图 1.5 电焊条

焊条药皮由多种矿石粉和铁合金配成，用水玻璃黏涂在金属芯外面，它的作用是：

- (1) 稳弧作用。使电弧容易引着和稳定燃烧。
- (2) 保护作用。在电弧高温作用下产生熔渣和气体，包围和覆盖熔池，隔绝空气，防止氧化，并能加入合金元素，减轻熔池中杂质的影响，提高焊缝的性能。

电焊条有许多种类，按被焊材料不同可分为低碳钢焊条、高碳钢焊条、不锈钢焊条、铸铁焊条等。由于焊条药皮种类不同，有些焊条只能用直流电源，不能用交流电源。

四、焊条直径、焊接电流和极性的选择

为了获得优良质量的焊缝，必须根据工件的直径，选择好各种参数，其中以焊条直径、焊接电流最重要。工件薄，则需要用细焊条和小电流值；工件厚，则应选较粗的焊条和较大的电流值。在焊接低碳钢时，工件厚度与焊条直径、焊接电流的对应值可参考表 1.1 来选取。

表 1.1 焊接参数的选择

工件厚度 (mm)	2	3	4~5	6~8
焊条直径 (mm)	2	3.2	4	5
焊接电流 (A)	55~60	100~130	160~210	220~280

表 1.1 中数据在具体选择时可有一定的灵活性。如现场没有表列所需焊条,也可选用较大或较小直径的焊条。

直流电焊机的正负极是固定的,所以电弧也有固定的正负极。电弧正极处的温度和热量要比负极高。当采用直流电源焊接时,两极接法不同,对工件加热的程度也不同,在焊接较薄的工件或熔点较低的材料时,为避免烧伤,应把电源的负极接于工件,这种接法称为直流反接法;如果工件较厚,为使工件接受较多的热量,应把电源正极接于工件,这种接法称为直流正接法,如图 1.6 所示。

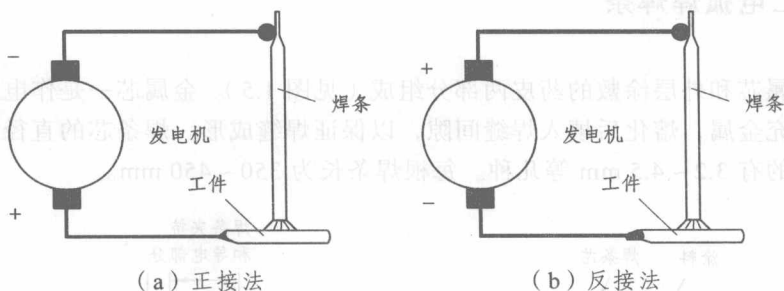


图 1.6 直流焊机的接法

五、手工电弧焊操作要领

1. 引弧

引弧就是使焊条与工件之间产生稳定的电弧,以便加热焊条与工件,进行焊接。引弧有两种方法:敲击法和摩擦法,如图 1.7 所示。两种方法都先使焊条端部与工件接触导电,然后迅速拉开一段很小的距离(5 mm 以内),即可形成稳定的电弧。

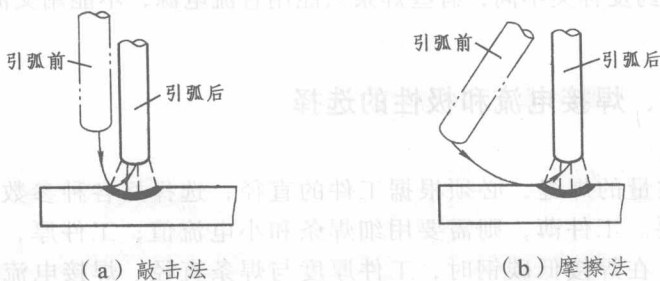


图 1.7 引弧方法

引弧的操作要领如下:

(1) 焊条提起要快, 否则容易黏在工件上, 摩擦法不易黏条, 适宜初学者使用; 如发生黏条, 只需将焊条左右摇动即可脱离。

(2) 焊条提起不能太高, 否则电弧会燃而复灭。

(3) 如焊条与工件接触而不能起弧, 往往是焊条端部有药皮等妨碍导电, 这时应将这些绝缘物清除, 露出金属表面以利导电。

2. 平 焊

平焊的操作要领如下:

水平位置的直线堆焊是手工电弧焊最简单的基本操作。初学者开始练习时, 主要要掌握好“三度”, 即电弧长度、焊条角度和焊接速度。

平焊时“三度”的操作要领:

(1) 电弧长度。电弧的高温使焊条不断熔化, 所以必须将焊条不断送向熔池, 送进不及时, 电弧就会拉长, 影响质量。电弧的合理长度应约等于焊条直径。

(2) 焊条角度。焊条与焊缝及工件之间的正确角度关系应如图 1.8 所示。焊条与焊缝两侧工件平面的夹角应相等。如为平板对接, 两边均应等于 90° , 而在焊缝方向上则应向焊条运动方向倾斜 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。初学操作时, 特别在焊条从长变短的过程中, 焊条的角度容易随之改变, 必须特别注意。

(3) 焊接速度。起弧以后熔池形成, 焊条就要均匀地沿焊缝向前运动, 运动的速度 (即称焊接速度) 应当均匀而适当。太快和太慢都会降低焊缝的外观质量和内部质量。焊速适当时, 焊道的熔宽约等于焊条直径的两倍, 表面平整, 波纹细密; 焊速太高时, 焊道窄而宽, 波纹粗糙, 熔合不良; 焊速太低时, 熔宽过大, 工件易被烧穿。

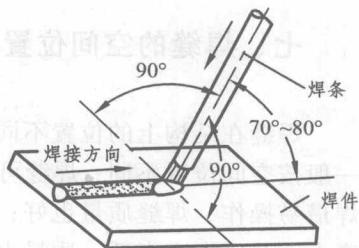


图 1.8 焊条角度

六、焊接接头和坡口

1. 焊接接头形式

在具体产品上, 被焊接的两部分金属相对位置不同时, 须用不同形式的接头来连接, 最基本的接头形式有: 对接接头、搭接接头、角接头和丁字接头, 如图 1.9 所示。

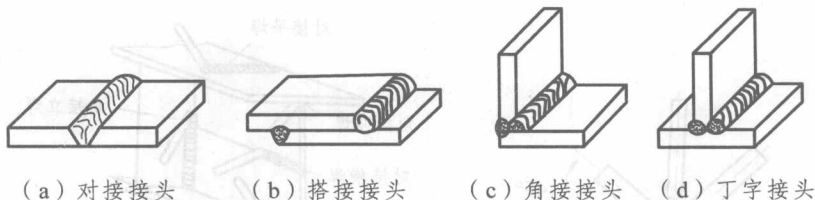


图 1.9 焊接接头形式

2. 焊接接头的坡口

为保证焊接接头的强度不低于母材, 焊接接头必须焊透。工件较薄, 电弧的热量足以从

一面或两面熔透整个板厚时,板边可不做任何加工,只需要在钢板接口处留一定间隙,就能保证焊透。这种接口称为正边坡口,如图 1.10 (a) 所示。对厚度大于 6 mm 的工件,从两面难以保证焊透时,就需要将接口边缘切成斜边,构成“坡口”,如图 1.10 (b)、(c) 所示。开坡口的目的是使焊条能深入接头底部起弧焊接,以保证整个厚度能焊透。为防止接头被烧穿,坡口的根部要留 2~3 mm 直边,称为“钝边”。

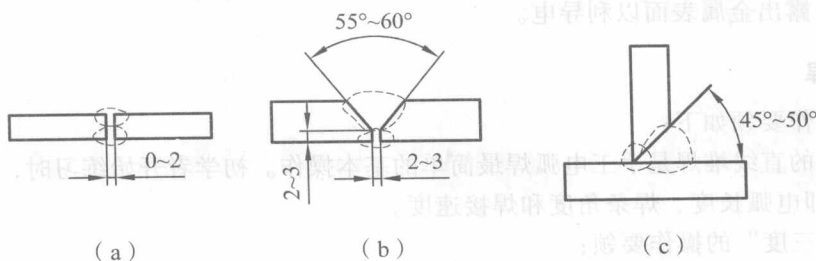


图 1.10 焊接接头的坡口

七、焊缝的空间位置

焊缝在结构上的位置不同时,焊工施焊的难度就不同,对焊接质量和生产率也有影响。一般按空间位置不同,焊缝可分为四大类:平焊、立焊、横焊和仰焊(见图 1.11)。其中以平焊最易操作,焊缝质量也好;立焊与仰焊因熔池铁水在重力的作用下有滴落的趋势,操作难度大,劳动生产率低,质量也不易保证,所以应尽量采用平焊。对有角焊缝的零件,如按图 1.12 (a) 所示的船形位置放置,就能获得平焊的优点。图 1.12 (b) 所示为焊接工字梁时几种接头形式和空间位置的实例。

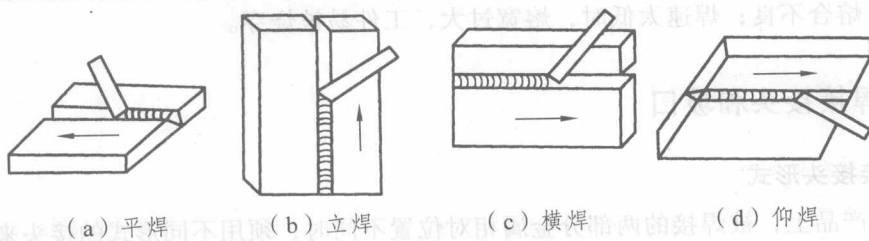


图 1.11 焊缝的空间位置

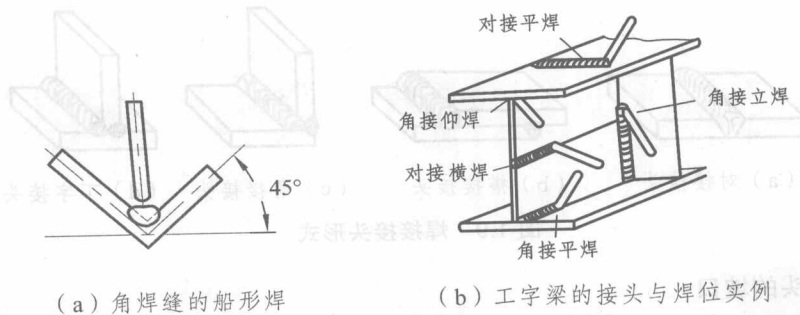


图 1.12 焊接接头形式和空间位置实例

八、常见焊接缺陷

由于焊接技术不佳、焊接材料不好等原因,焊缝有时会产生缺陷。常见的焊接缺陷如图 1.13 所示。其中裂纹、未焊透、夹渣等缺陷会严重降低焊缝的承载能力。重要的工件必须通过焊后检验来发现和消除这些缺陷。

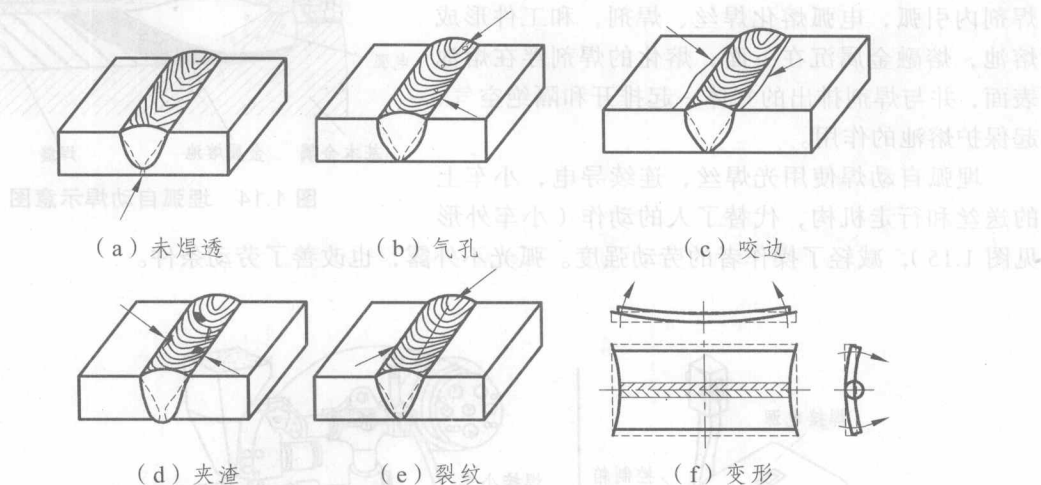


图 1.13 常见的焊接缺陷

九、手工电弧焊的安全技术

(1) 预防触电。应检查电焊机外壳接地是否良好;焊钳与电缆应绝缘良好;操作时应穿胶底鞋或站在绝缘垫板上。

(2) 避免弧光烧伤。电弧发出的大量紫外线和红外线,对人体细胞有伤害作用。操作时必须穿长袖工作服,戴手套和面罩,特别要防止弧光照射眼睛。

(3) 防止烫伤。焊后仍处高温的工件,飞溅的液体金属或熔渣都会造成烫伤。操作时应戴工作帽、手套,穿护袜,不要用手接触刚焊过的工件,敲渣时应注意方向,避免渣屑溅到脸上或眼睛里。

(4) 注意通风。焊接工作地应防止药皮分解出的有害气体在操作者周围富集,避免其影响人体健康。

第二节 其他焊接方法简介

随着生产的发展,对焊接质量与生产率的要求越来越高。手工电弧焊受本身条件的限制,越来越满足不了生产需要。因而相继出现了埋弧自动焊与二氧化碳气体保护焊等新的焊接方法。

一、埋弧自动焊

埋弧自动焊的过程如图 1.14 所示。它用电弧作热源，但是将焊条芯与药皮分离，将焊剂（代替药皮）作成颗粒状堆积在焊道上，光焊丝插入焊剂内引弧，电弧熔化焊丝、焊剂，和工件形成熔池，熔融金属沉在下面，熔化的焊剂浮在熔池表面，并与焊剂排出的气体一起排开和隔绝空气，起保护熔池的作用。

埋弧自动焊使用光焊丝，连续导电，小车上的送丝和行走机构，代替了人的动作（小车外形见图 1.15），减轻了操作者的劳动强度。弧光不外露，也改善了劳动条件。

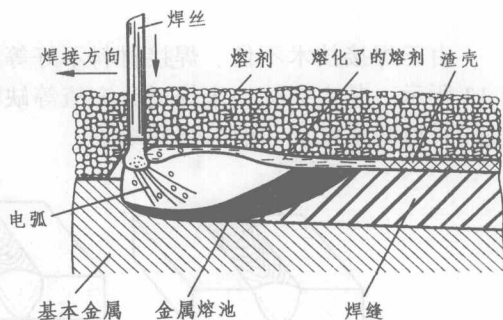


图 1.14 埋弧自动焊示意图

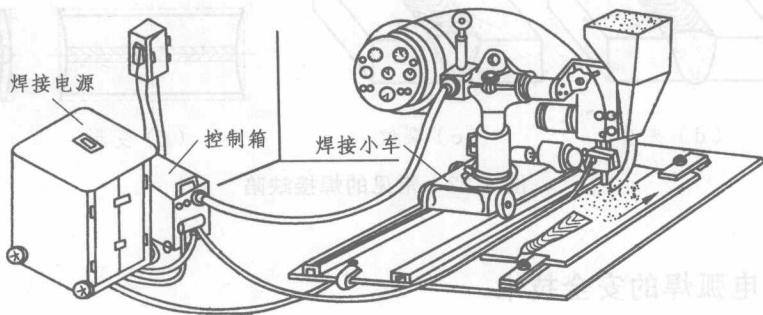


图 1.15 埋弧自动焊小车

由于焊丝只在接近电弧处才与电源连通，导电长度比手弧焊焊条短，所以电流通过焊丝本身产生的电阻热少，不会造成药皮因高温而脱落失效。因而可加大电流密度与电弧功率，提高了焊接生产率。

埋弧自动焊只能在平焊位置上焊接，而且只能在长而规则的焊缝上才能发挥作用。如果焊位多样，焊缝形状不规则，有时反而不如灵活的手工电弧焊效率高。

二、二氧化碳气体保护焊

二氧化碳气体保护焊的工作原理如图 1.16 所示。光焊丝由送丝机构自动向熔池送进，二氧化碳气体不断由喷嘴喷出。排开熔池周围的空气，形成气体保护区，代替焊条药皮和焊剂以保证焊缝质量。

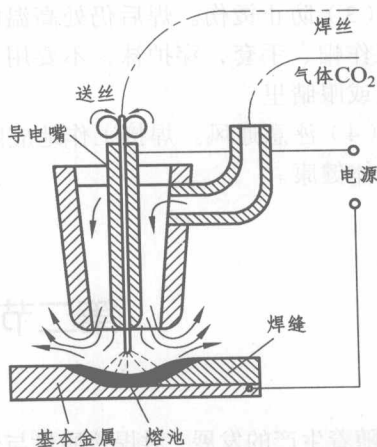


图 1.16 二氧化碳气体保护焊的工作原理

焊丝沿焊缝的移动,可由人工进行(半自动),也可由焊接小车自动进行(自动焊)。

二氧化碳气体保护焊电流密度比埋弧自动焊更大,不用清除焊渣,生产效率高。它不受焊位限制,可用于平焊、立焊、横焊和仰焊。

二氧化碳气体是工业副产品,价格低廉,焊接同样的工件,所需成本只有手工电弧焊或埋弧自动焊的 40% 左右,故应用较广。

二氧化碳气体保护焊要求含锰、硅量较高的焊丝配合使用才能正常焊接,二氧化碳气体的供应在一些偏僻地区也有困难,这些使它的应用受到一定的限制。

复习思考题

1. 解释下列名词的意义:

正接法与反接法;平焊与立焊;对接与搭接;钝边与坡口;裂纹与夹渣。

2. 回答下列问题:

(1) 焊机的空载电压一般是多少伏?

(2) 电弧两端的电压降一般是多少伏?

(3) 电弧区的最高温度一般可达多少度?

(4) $\phi 3.2\text{ mm}$ 和 $\phi 4\text{ mm}$ 焊条的焊接电流大致应该用多大?

3. 能把焊条与工件连在普通变压器的两端来起弧和焊接吗?

4. 交流电焊机和直流电焊机各由哪些基本部分组成? 各适合在什么场合应用? 如果一个修理车间只能装备一台电焊机,应选交流电焊机还是直流电焊机?

5. 焊条的金属芯与药皮各起什么作用? 试一试用敲掉了药皮的焊条(或光焊丝),看会产生什么结果。

6. 既然埋弧自动焊比手工电弧焊效率高、质量好,劳动条件也好,为什么手工电弧焊现在应用仍然十分普遍?

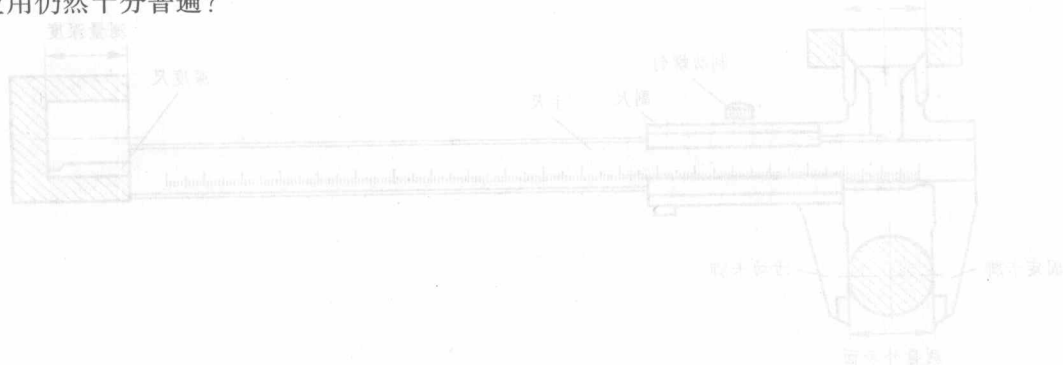


图 1-5 手工电弧焊示意图

第二章 量 具

零件在加工过程中,为了保证其尺寸精度,常常需要进行测量。根据不同的测量要求,所用的测量工具也不同。生产中常用的量具主要有:游标卡尺、千分尺、百分表等。

第一节 游 标 卡 尺

游标卡尺是一种结构简单、使用方便的精确量具,可用以测量工件的内径、外径和深度等(见图 2.1)。

主尺按 1 mm 为格距,刻有尺寸刻度。其刻度全长即为游标卡尺的称呼规格,如 125、200、300 等。

副尺可沿主尺移动,其活动卡脚和主尺上的固定卡脚相配合,用以测量工件的尺寸。副尺上游标刻度的格距随测量精度而定。

游标卡尺通常有 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm 三种测量精度。

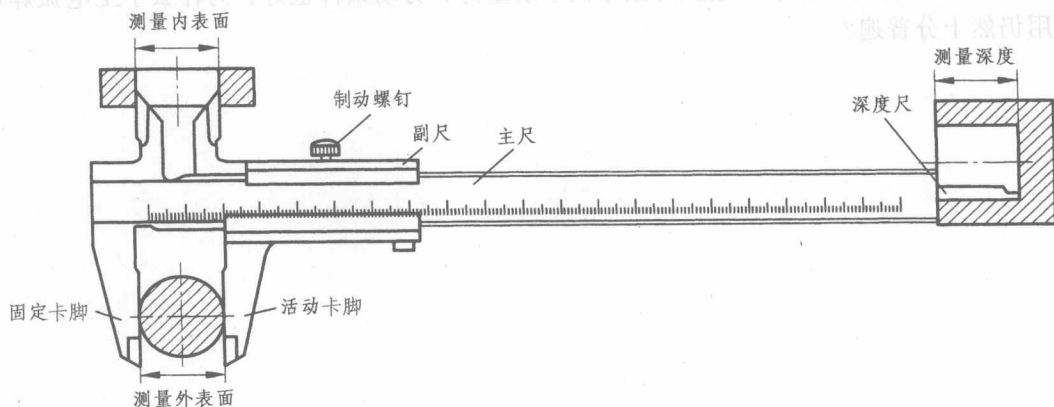


图 2.1 游标卡尺

使用游标卡尺时应注意下列事项:

(1) 使用前应擦净卡脚,并将两卡脚闭合,检查主、副尺零线是否重合。若不重合,应在测量后根据原始误差修正读数。