



职业技能培训专用教材

温暖工程推荐用书

项目总监：李岩伶

焊工

职业教育研究中心 编著

适用于

- 农村劳动力转移就业培训
- 农村实用人才培养
- 就业、再就业岗前培训
- 新农村建设“农家书屋”配书



华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工 / 职业教育研究中心编著. —北京: 华文出版社,
2007.8

职业技能培训专用教材. 温暖工程推荐用书

ISBN 978 - 7 - 5075 - 2193 - 1

I. 焊… II. 职… III. 焊接—技术培训—教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 124441 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网址实名: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010—58336261 58336270

新华书店经销

济南石茂印务有限公司印刷

880 × 1230 32 开 5.5 印张 148 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

*

定价: 10.00 元

前 言

党的十六大对我国新世纪新阶段全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化建设作出了战略部署。认真落实党的十六大精神,必须坚定不移地推进农业和农村经济结构战略性调整,千方百计增加农民收入。推进农业和农村经济结构调整,增加农民收入,关键要加快农村劳动力转移的步伐,推动城镇化进程。要实现农村劳动力的转移就得实现农村劳动力的职业技能培训,为农村富余劳动力进城务工做好准备。为了配合此项工作的开展,积极响应党的号召,我社按照城镇职业岗位对劳动力素质的实际需求,编写了这套《职业技能培训专用教材》。这套教材以初中以上文化程度的青年农民为对象,以相应职业(工种)的国家职业标准和岗位要求为依据,突出针对性、实用性,注重技能操作并力求图文并茂,通俗易懂。本教材具体特色如下:

1. **书薄、内容基础,适合短期培训。**本套教材以小薄册子为主,教材中只讲述与本职业(工种)相关的必备知识和技能,适合短期培训,能在较短的时间内,让受培训者熟悉本职业(工种)的基本工作,掌握基本的操作技能。

2. **注重实际操作,内容实用。**本套教材以培养实际操作技能为主,针对读者的特征,尽量避免复杂的理论知识,从而提高本套教材的实用性。

3. **层次清晰,语言通俗,图文并茂,易于掌握。**本套教材通过图文相结合的方式,按照国家规范,一步步介绍操作步骤,层次清晰,语言通俗,便于受培训者理解和掌握。

本教材主要介绍了焊接的基本知识、焊条电弧焊技术、焊接缺陷

和焊接应力与变形、气焊与气割、埋弧焊、二氧化碳气体保护焊和氩弧焊等。全书内容全面、通俗易懂、易学易用。

本教材主要针对农村劳动力转移培训、农村实用人才培训以及就业、再就业岗前培训而编写的,也可作为新农村建设“农家书屋”的配书。希望本教材能给各地职业技能培训部门和进城务工的农民朋友以实实在在的帮助。

本书由卢屹东编写。

由于编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请广大专家、读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 焊接的基本知识	1
第一节 焊接的概念和分类	1
第二节 焊接设备和工具	6
第三节 焊条	15
第四节 焊接接头和焊缝符号	23
第五节 常用金属材料的焊接	36
第六节 焊工安全基本知识	40
技能训练	44
第二章 焊条电弧焊技术	45
第一节 焊接电弧	45
第二节 焊接工艺参数	54
第三节 焊条电弧焊的基本操作	58
第四节 各位置焊缝的焊接方法	64
第五节 焊条电弧焊定位焊	70
第六节 焊条电弧焊单面焊的双面成形操作技术	72
技能训练	78
第三章 气焊与气割	80
第一节 气焊、气割常用的材料	80
第二节 气焊、气割设备及工具	87
第三节 气焊、气割工艺与操作	96
技能训练	106

第四章 其他焊接方法	107
第一节 埋弧焊	107
第二节 氩弧焊	119
第三节 CO ₂ 气体保护焊	129
技能训练	139
第五章 焊接缺陷与检验	140
第一节 焊接缺陷	140
第二节 焊接接头的质量检验	146
第三节 焊接应力与变形	148
技能训练	168

第一章 焊接的基本知识

在近代的金属加工中,焊接比铸造、锻压工艺发展的晚,但发展速度很快。焊接结构的比重约占钢材产量的45%,铝和铝合金焊接结构的比重也不断增加。未来的焊接工艺,一方面要研制新的焊接方法、焊接设备和焊接材料,以进一步提高焊接质量和安全可靠;另一方面要提高焊接机械化和自动化水平。

第一节 焊接的概念和分类

一、焊接的概念

焊接是通过加热(或辅以锤击、加压或加熔化的填充材料等)将金属材料连接起来的加工方法。焊接时可以填充或不填充焊接材料,可以连接同种金属、异种金属、某些烧结陶瓷合金和非金属材料。焊接接头能达到与母材同等强度。

二、焊接的分类

焊接方法种类繁多,而且新的方法仍在不断涌现,因此如何对焊接方法进行科学的分类是一个十分重要的问题。正确的分类不仅可以帮助读者了解、学习各种焊接方法的特点和本质,而且可以为科学工作者开发新的焊接技术提供有力根据。目前,国内外著作中焊接方法分类法种类甚多,各有差异。这里只对现有的分类法进行综述,并讨论其原则和优点。

根据焊接时的工艺特点和母材金属所处的状态,可以把焊接方法分成熔焊、压焊和钎焊三大类。

1. 熔焊

焊接过程中,将焊件接头加热至熔化状态,不加压力完成的焊接方法,称为熔焊。从冶金角度看,熔焊属于液相焊接,除了被连接的(同质或异质)母材外,还可以添加同质或异质的填充材料共同构成统一的液相物质,冷凝后形成起连接母材作用的焊缝。常用的熔焊方法具体介绍如下:

(1)电弧焊。电弧焊是目前应用最广泛的焊接方法。它包括有:焊条电弧焊、埋弧焊、钨极氩弧焊、等离子弧焊、熔化极气体保护电弧焊等几大类。绝大部分电弧焊是以电极与工件之间燃烧的电弧作热源。在形成接头时,可以采用也可以不采用填充金属。所用的电极是在焊接过程中熔化的焊丝时,叫做熔化极电弧焊,如手工焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、管状焊丝电弧焊等;所用的电极是在焊接过程中不熔化的碳棒或钨棒时,叫做不熔化极电弧焊,如钨极氩弧焊、等离子弧焊等。

① 焊条电弧焊。用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法,称为手工焊条电弧焊,简称手弧焊。手弧焊设备简单、轻便,操作灵活。可以应用于维修及装配中的短缝焊接,特别是可以用于难以达到部位的焊接。手弧焊配用相应的焊条可适用于大多数工业用碳钢、不锈钢、铸铁、铜、铝、镍及其合金的焊接。

② 埋弧焊。电弧在焊剂层下燃烧,利用电气和机械装置控制送丝和移动电弧的焊接方法,称为埋弧焊。焊接过程中,焊剂熔化产生的液态熔渣覆盖电弧和熔化金属,起保护、净化熔池、稳定电弧和渗入合金元素的作用。

埋弧焊的焊接效率高,焊缝光洁,无飞溅,少烟尘,无电弧闪光,劳动条件好,设备成本较低,是一种适于大量生产的焊接方法,广泛用于焊接各种碳钢、低合金钢和合金钢,也用于不锈钢和镍合金的焊接和表面堆焊。

③ 钨极氩弧焊。钨极氩弧焊是利用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝,它是一种非熔化极气体保护电弧焊。焊接过程中钨极不熔化,只起电极的作用。同时由焊炬的喷嘴送进氩气或氮气作保护。还可根据需要另外添加金属,在国际上通称为 TIG 焊。

钨极氩弧焊由于能很好地控制热输入,所以它是连接薄板金属和打底焊的一种极好方法。这种方法几乎可以用于所有金属的连接,尤其适用于焊接铝、镁等能形成难熔氧化物的金属以及钛和锆等活泼金属。这种焊接方法的焊缝质量高,但与其他电弧焊相比,其焊接速度较慢。

④ 等离子弧焊。等离子弧焊也是一种非熔化极电弧焊。等离子弧焊接与 TIG 焊十分相似,它们的电弧都是在尖头的钨电极和工件之间形成的。但是,通过在焊炬中安置电极,能将等离子弧从保护气体的气囊中分离出来,随后推动等离子通过孔形良好的铜喷管将弧压缩。焊接时可以外加填充金属,也可以不加填充金属。

等离子弧焊的生产率高、焊缝质量好。但等离子弧焊设备(包括喷嘴)比较复杂,对焊接工艺参数的控制要求较高。钨极气体保护电弧焊可焊接的绝大多数金属,均可采用等离子弧焊接。与之相比,对于 1mm 以下的极薄的金属焊接,用等离子弧焊可较易进行。

⑤ 熔化极气体保护电弧焊。熔化极气体保护电弧焊是采用可熔化的焊丝(熔化电极)与焊件之间的电弧作为热源来熔化焊丝与母材金属,并向焊接区输送保护气体,使电弧、熔化的焊丝、熔池及附近的母材金属免受空气的有害作用。 CO_2 气体保护焊、氩弧焊等电极熔化类气体保护焊的焊接工艺都属于此类。

熔化极气体保护电弧焊的主要优点是可以方便地进行各种位置的焊接,同时也具有焊接速度较快、熔敷率高等优点。熔化极活性气体保护电弧焊可适用于大部分主要金属,包括碳钢和合金钢等。熔化极惰性气体保护焊适用于不锈钢、铝、镁、铜、钛、锆及镍合金等。利用这种焊接方法还可以进行电弧点焊。

(2) 激光焊。激光焊是利用大功率光子流聚焦而成的激光束为

热源进行的焊接。激光焊优点是不需要在真空中进行,缺点则是穿透力不如电子束焊强。激光焊时能进行精确的能量控制,因而可以实现精密微型器件的焊接。它能应用于很多金属,特别是能解决一些难焊金属及异种金属的焊接。

(3)电子束焊。电子束焊是以集中的高速电子束轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法。电子束焊接时,由电子枪产生电子束并加速。常用的电子束焊有高真空电子束焊、低真空电子束焊和非真空电子束焊。前两种方法都是在真空室内进行。焊接准备时间(主要是抽真空时间)较长,工件尺寸受真空室大小限制。

电子束焊与电弧焊相比,主要的特点是焊缝熔深大、熔宽小、焊缝金属纯度高,所有用其他焊接方法能进行熔化焊的金属及合金都可以用电子束焊接。主要用于要求高质量的产品的焊接。还能解决异种金属、易氧化金属及难熔金属的焊接,但不适于大批量产品。

(4)气焊。气焊是用气体火焰为热源的一种焊接方法。应用最多的是以乙炔气作燃料的氧—乙炔火焰。设备简单,操作方便,但气焊加热速度及生产率较低,热影响区较大,且容易引起较大的变形。气焊可用于很多黑色金属、有色金属及合金的焊接。一般适用于维修及单件薄板的焊接。

2. 压焊

焊接过程中,必须对焊件施加压力(加热或不加热)的焊接方法,称为压焊。压焊有以下两种形式:

(1)被焊金属的接触部位加热至塑性状态,或局部熔化状态,然后加一定的压力,使金属原子间相互结合形成焊接接头,如电阻焊、摩擦焊等。

(2)加热时仅在被焊金属接触面上施加足够大的压力,借助于压力引起的塑性变形,原子相互接近,从而获得牢固的压挤接头,如冷压焊、超声波焊、爆炸焊等。

常用压焊方法具体介绍如下:

(1)电阻焊。电阻焊是以电阻热为能源的一类焊接方法,包括以

熔渣电阻热为能源的电渣焊和以固体电阻热为能源的电阻,使工件处在一定电极压力作用下,利用电流通过工件时所产生的电阻热将两工件之间的接触表面熔化而实现连接的焊接方法。

电阻焊设备昂贵、复杂,生产率高,因此适于大批量生产。主要用于焊接厚度小于3mm的薄板组件。各类钢材、铝、镁等有色金属及其合金、不锈钢等均可焊接。

(2)电渣焊。电渣焊是以熔渣的电阻热为能源的焊接方法。焊接时利用电流通过熔渣产生的电阻热将工件端部熔化。根据焊接时所用的电极形状,电渣焊分为丝极电渣焊、板极电渣焊和熔嘴电渣焊。

电渣焊的优点是可焊的工件厚度大(从30mm到大于1000mm),生产率高。主要用于断面对接接头及丁字接头的焊接。电渣焊可用于各种钢结构的焊接,也可用于铸件的组焊。

(3)摩擦焊。摩擦焊是利用工件接触端面相对旋转运动中相互摩擦所产生的热使端部达到热塑性状态,然后迅速顶锻实现的一种固相压焊过程。摩擦焊特别适合焊接圆形截面的对接焊缝,焊接质量稳定性优于电阻对焊和闪光对焊;生产率高;节能、省料、生产成本低;可焊异种金属;易实现机械化和自动化。

(4)扩散焊。扩散焊是借助温度、压力、时间及真空等条件实现金属间结合的方法。扩散焊接压力较小,工件不产生宏观塑性变形,适合焊后不再加工的精密零件。扩散焊可与其他热加工工艺联合形成组合工艺,如热耗—扩散焊、粉末烧结—扩散焊和超塑性成形—扩散焊等。在机械制造中应用更为广泛。钛合金超塑性的成形扩散焊已得到成功的应用。

(5)爆炸焊。爆炸焊也是以化学反应热为能源的另一种固相焊接方法。它是利用炸药爆炸所产生的能量来实现金属连接的。在各种焊接方法中,爆炸焊可以焊接的异种金属的组合的范围最广。可以用爆炸焊将冶金上不相容的两种金属焊成各种过渡接头。爆炸焊多用于表面积相当大的平板包覆,是制造复合板的高效方法。

(6)气压焊。气压焊和气焊一样,也是以气体火焰为热源。焊接

时将两对接工件的端部加热到一定温度后,再施加足够的压力以获得牢固的接头,是一种固相焊接。气压焊时不加填充金属,常用于铁轨焊接和钢筋焊接等。

(7)超声波焊。超声波焊也是一种以机械能为能源的固相焊接方法。超声波焊可以用于大多数金属材料之间的焊接,能实现金属、异种金属及金属与非金属之间的焊接。可适用于金属丝、箔或2~3mm的薄板金属接头的重复生产。

3. 钎焊

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熔点,但低于母材熔点的温度,利用毛细作用使液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散,连接焊件的方法,称为钎焊。根据热源或加热方法不同,钎焊可分为火焰钎焊、感应钎焊、炉中钎焊、浸沾钎焊、电阻钎焊等。根据钎料熔点的不同可分为如下两种:

(1)软钎焊。软钎焊用熔点低于450℃的钎料(铅、锡合金为主)进行焊接,接头强度较低。

(2)硬钎焊。硬钎焊用熔点高于450℃的钎焊(铜、银、镍合金为主)进行焊接,接头强度较高。

钎焊时由于加热温度比较低,故对工件材料的性能影响较小,焊件的应力变形也较小,但钎焊接头的强度一般比较低,耐热能力较差。钎焊可以用于焊接碳钢、不锈钢、高温合金、铝、铜等金属材料,还可以连接异种金属、金属与非金属。适于焊接受载不大或常温下工作的接头,对于精密的、微型的以及复杂的多钎缝的焊件尤其适用。

第二节 焊接设备和工具

一、焊接的电源设备

焊接的电源设备主要有以下3类:交流弧焊机、直流弧焊机和逆变式弧焊变压器。

1. 交流弧焊机

交流弧焊机是一种特殊的降压变压器,它具有结构简单、噪音小、价格便宜、使用可靠、维护方便等优点。交流弧焊机分动铁磁分路式和动圈式两种。BX1 型动铁磁分路式交流弧焊机是目前用得较广的一种交流弧焊机,其结构示意图如图 1-1 所示。交流弧焊机可将工业用的电压(220V 或 380V)降低至空载 60~70V、电弧燃烧时的 20~35V。BX3 型动圈式交流弧焊机示意图如图 1-2 所示。

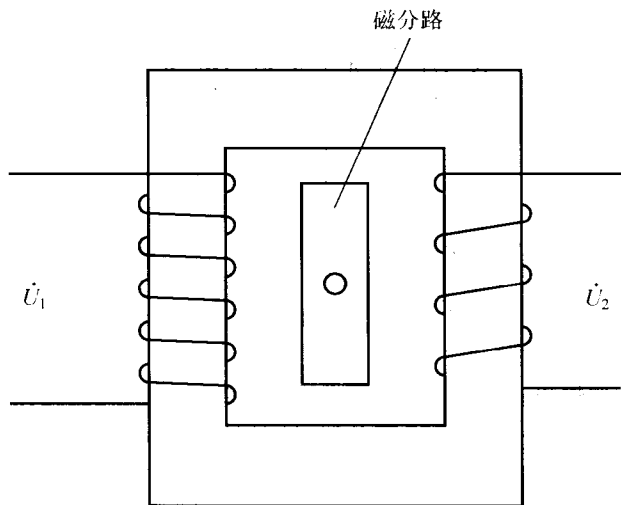
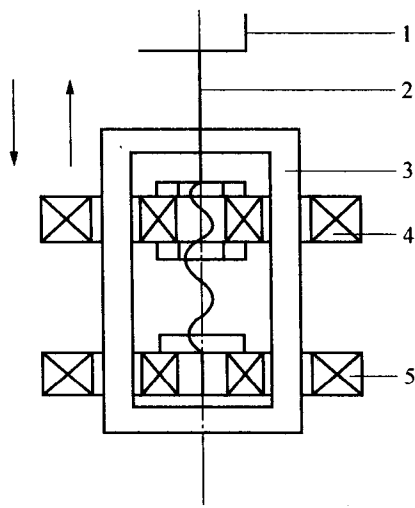


图 1-1 BX1 型动铁磁分路式交流弧焊机结构示意图

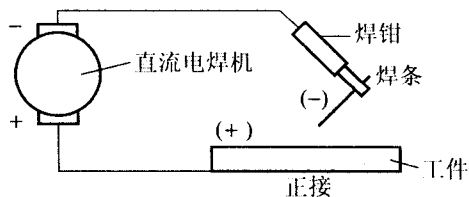


1 - 调节手柄 2 - 调节螺杆 3 - 主铁芯
4 - 焊接电源两极 5 - 线圈抽头

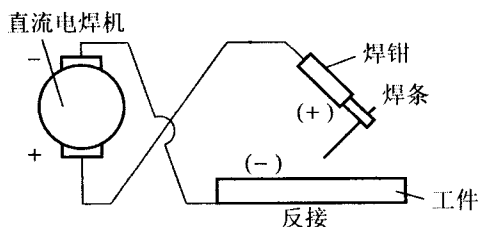
图 1-2 BX3 型动圈式交流弧焊机示意

2. 直流弧焊机

直流弧焊机正、负两极与焊条、焊件有两种不同的接线法,即焊件接至弧焊机正极,焊条接至负极,这种接法称为正接,又称正极性;反之,将焊件接至负极,焊条接至正极,称为反接,又称反极性。直流弧焊机的不同极性接法如图 1-3 所示。焊接厚板时,一般采用直流正接,这是因为电弧正极的温度和热量比负极高,采用正接能获得较大的熔深。焊接薄板时,为了防止烧穿,常采用反接。在使用碱性低氢钠型焊条时,均采用直流反接。



(a) 正接法



(b) 反接法

图 1-3 直流弧焊机的不同极性接法

常用的直流弧焊机有以下几种形式：

(1) 旋转式直流弧焊机。旋转式直流弧焊机是由一台三相感应电动机和一台直流弧焊发电机组成, 又称弧焊发电机。如图 1-4 所示是旋转式直流弧焊机的外形。它的特点是能够得到稳定的直流

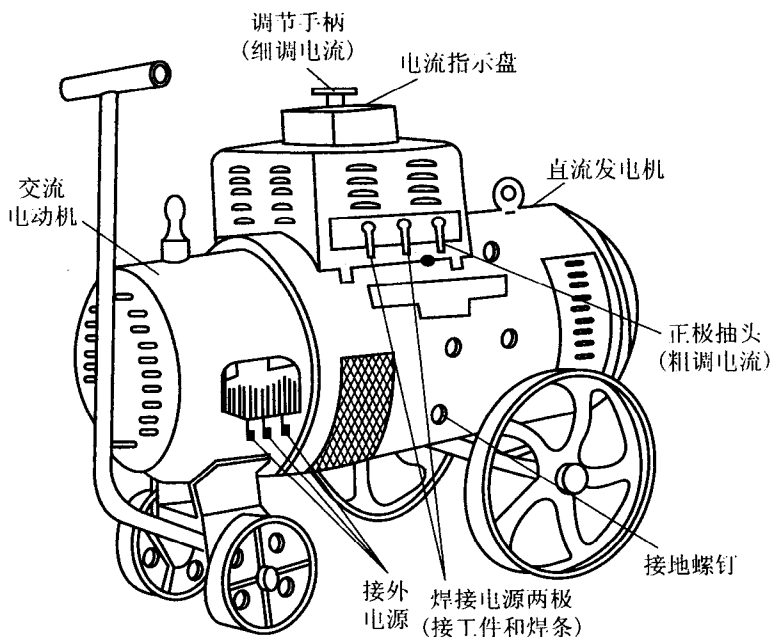


图 1-4 旋转式直流弧焊机

电。因此,引弧容易,电弧稳定,焊接质量较好,但这种直流弧焊机结构复杂,价格比交流弧焊机贵得多,维修较困难,使用时噪音大。现在,这种弧焊机已停止生产。

(2)整流式直流弧焊机。整流式直流弧焊机的结构相当于在交流弧焊机上加上整流器,从而把交流电变成直流电。它既弥补了交流弧焊机电弧稳定性不好的缺点,又比旋转式直流弧焊机结构简单,消除了噪音。它已逐步取代旋转式直流弧焊机。

3. 逆变式弧焊变压器

逆变是指将直流电变为交流电的过程。它可通过逆变改变电源的频率,得到想要的焊接波形。提高了变压器的工作频率,使主变压器的体积大大缩小,方便移动;飞溅小。其原理框图如图 1-5 所示。

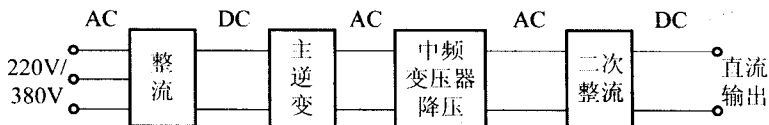


图 1-5 逆变式弧焊变压器的原理框

二、焊接设备

电焊机是焊接用的主要设备,电焊机具体分类如图 1-6 所示。

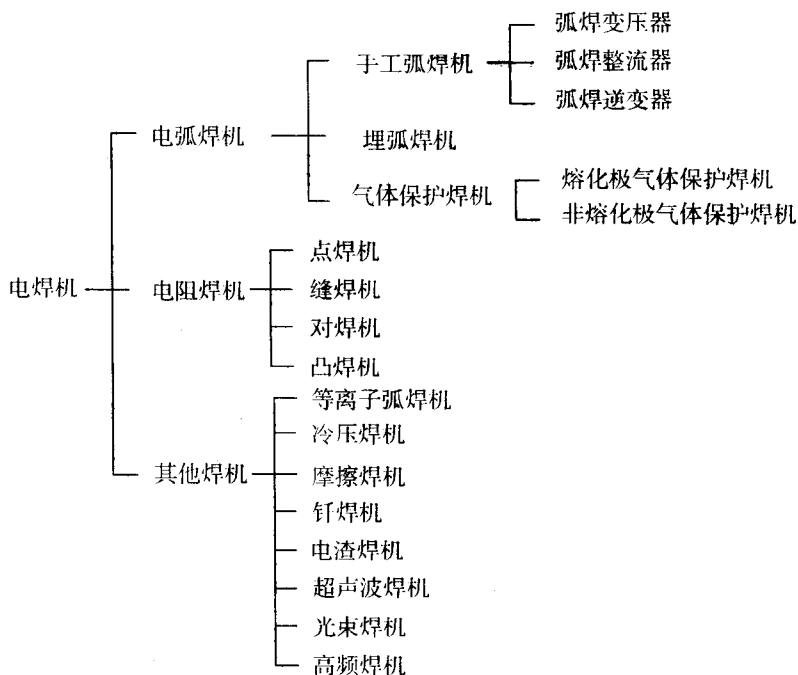


图 1-6 电焊机具体分类

三、焊接常用工具和辅具

焊接常用工具和辅具主要有焊钳、焊接电缆、面罩、防护服、敲渣锤、钢丝刷和焊条保温筒等。

1. 焊钳

焊钳是用以夹持焊条进行焊接的工具。主要作用是使焊工能夹住和控制焊条,同时也起着从焊接电缆向焊条传导焊接电流的作用。焊钳应具有良好的导电性、不易发热、重量轻、夹持焊条牢固及装换焊条方便等特性。焊钳的构造如图 1-7 所示。