

机电工人**巧学**技能系列

巧学

QIAOXUE
DIANHANGONG JINENG

电焊工技能

邱言龙 雷振国 聂正斌 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

机电工人巧学技能系列

巧学 电焊工技能

邱言龙 雷振国 聂正斌 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《机电工人巧学技能系列》重在突出讲解技能与技巧，给初学者点出操作诀窍及禁忌。

本书为其中一本，全书共九章，主要内容包括：电焊工基础知识，简略介绍电焊工日常操作基础知识、技能与技巧；重点以各种典型焊接工艺为主，具体介绍焊条电弧焊，埋弧焊，二氧化碳气体保护焊，手工钨极氩弧焊，电阻焊，电渣焊，等离子弧焊接与切割等工艺实例；为提高焊接质量，加强焊工文明生产和安全意识，杜绝安全事故的发生，特别增加焊接质量控制与质量检验，焊工安全生产与劳动保护等内容。

本书既便于工人参考，又可供下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训用，也可供农民工作为技能培训教材使用。还可供机械制造专业人员及职业院校焊工专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

巧学电焊工技能/邱言龙, 雷振国, 聂正斌编著. —北京: 中国电力出版社, 2016. 1

(机电工人巧学技能系列)

ISBN 978-7-5123-8046-2

I. ①巧… II. ①邱… ②雷… ③聂… III. ①电焊-基本知识 IV. ①TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 158736 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 26.125 印张 688 千字

印数 0001—3000 册 定价 56.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



从 书 前 言

近年来，每年春节过后，珠江三角洲、长江三角洲及沿海各大中城市，都出现了比较明显的“用工荒”。“一工难求”，在就业仍属难题的中国，显得令人费解。部分企业招用技术工种困难，而相当多的地方，文化素质不高的农民工就业难的状况也同时存在。也就是说，现在其实也并不是“僧多粥少”的问题，而是不少农民工的技能还不能满足岗位的需求。

因此，“各方面需要用新的视角来看待民工荒。”“一工难求”导致的“用工荒”，实质上是技术工人乃至高级技能人才的严重短缺。随着近年来政府投入大量的资金，制定农民工新一轮培训计划，加大对农民工技能培训和在职工人的稳岗培训的力度，从而使80后、90后新生代农民工大多具有一技之长。

2010年以来，我国将继续建立农民工培训基本补贴制度，从中央到地方投入60多亿元，通过技校和有条件的企业以及有规模的培训机构，使600多万农村初、高中毕业生在国家培训资金补助下，通过实用技能培训，学到一门实用技能，拿到凭证，找到工作，切实缓解大部分农民工没有技能而多数企业招用技术工种困难所产生的所谓“用工荒”。具体来说，农民工培训有农业部的阳光工程，有人力资源和社会保障部的技能培训计划，有教育部的农村劳动力转移就业计划，有国务院扶贫办的雨露计划，有科技部的星火计划等。

为配合农民工培训的需要，为他们提供一套内容起点低、层次结构合理的培训教材，将组织、有多年丰富理论教学经验和高超的实际操作水平的教师，编写了这套《机电工人巧学技能》系列。具体包括：《巧学车工技能》《巧学钳工技能》《巧学铣工技能》《巧学磨工技能》《巧学装配钳工技能》《巧学模具钳工技能》《巧学机修钳工技能》《巧学钣金工技能》《巧学电焊工技能》《巧学气焊工技能》。

本书是《机电工人巧学技能》系列中的一本，全书共9章，主要内容包括：电焊工基础知识，简略介绍电焊工日常操作基础知识、技能与技巧；重点以各种典型焊接工艺为主，具体介绍焊条电弧焊，埋弧焊，二氧化碳气体保护焊，手工钨极氩弧焊，电阻焊，电渣焊，等离子弧焊接与切割等工艺实例；为提高焊接质量，加强焊工文明生产和安全意识，杜绝安全事故的发生，特别增加焊接质量控制及质量检验，焊工安全生产技术等内容。作为机电工人的专业技能培训指导书，全书各章主要由两大部分组成。第一部分为电焊工专业知识部分，主要介绍电焊工生产实际中所需要使用的工、量、夹具及焊接设备及辅具等；第二部分具体介绍电焊工典型焊接工艺方法和加工工艺实例，特别介绍了各种焊接加工工艺及质量分析，“突出技能与技巧、把握诀窍与禁忌”。

丛书力求简明扼要，不过于追求系统及理论的深度、难度，突出初、中级工实用技术的特点，而且从材料、工艺、设备及标准、名词术语、计量单位等各方面都贯穿着一个“新”字，以便于工人尽快与现代工业化生产接轨，与时俱进，开拓创新，更好地适应未来机械工业发展的需要。

丛书根据人力资源和社会保障部制定的《国家职业标准》中初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写，主要具有以下两个鲜明的特点：

一、突出技能与技巧

- (1) 归纳典型性、通用性、可操作性强的加工工艺实例；
- (2) 总结技术工人操作中的工作要求、加工方法、操作步骤等技能、技巧。

二、把握诀窍与禁忌

(1) 对“不宜做”“不应做”“禁止做”和“必须注意”“不容忽视”的事情，以反向思维，用具体的实例，加以说明和表达。

(2) 理论联系实际，总结操作过程中具有典型性的禁忌问题，在进行必要的工艺分析的基础上，给出适当的预防方法，提出合理的解决措施。

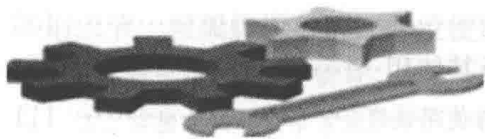
本丛书旨在通俗、易懂、简明、实用，让工人通过相应工种基础理论的学习，了解本工种的基本专业知识和基本操作技能、技巧，轻松掌握一技之长，信步迈入机械工人大门。本丛书图文并茂，浅显易懂，既便于工人自学，又可供再就业部门对下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训用，也可供农民工作为技能培训教材使用。

本书由邱言龙、雷振国、聂正斌编著，由王兵担任主要审稿工作，全书由邱言龙统稿。

由于编者水平所限，所列电焊工基本操作技能和工程应用实例有限，加上焊接制造技术的不断发展，书中错误在所难免，望广大读者不吝赐教，以利提高，欢迎读者通过 E-mail: qiuxm6769@sina.com 与作者联系！

编者

2015.6



目 录

丛书前言

第一章 电焊工基础知识	1
第一节 金属焊接与热切割的基本知识	1
一、焊接原理、分类和特点	1
二、热切割的原理、分类	13
第二节 焊接接头和坡口与焊缝符号	15
一、焊接接头和坡口的基本形式及应用特点	15
二、焊接位置的特点及选择诀窍	26
三、焊缝尺寸名称	28
四、焊缝符号及其标注方法	31
第三节 常用焊接材料及其选择诀窍	44
一、焊条及其选用诀窍	44
二、焊丝的作用、要求与选择诀窍	55
三、焊剂的分类、用途与选择诀窍	68
四、氩弧焊钨极的作用、要求与选用诀窍	80
五、氩弧焊氩气的作用、要求与选择诀窍	84
第四节 电焊工基本操作技能与技巧、诀窍与禁忌	86
一、常用坡口形式及加工方法与诀窍	86
二、焊接变形的控制和矫正方法与诀窍	88
三、手工钨极氩弧焊机操作技能与技巧、诀窍与禁忌	93
第二章 焊条电弧焊	105
第一节 焊条电弧焊基础知识	105
一、焊条电弧焊的定义	105

二、焊条电弧焊的特点及适用范围	105
三、焊条的组成与分类	106
第二节 焊条电弧焊设备及其使用	111
一、焊条电弧焊设备的选择与使用诀窍	111
二、焊条电弧焊辅助设备及工具使用技巧	114
三、焊条电弧焊设备常见故障及解决方法	117
第三节 焊条电弧焊工艺	122
一、焊条的选用原则与实例	122
二、焊条电弧焊工艺参数选择技巧与诀窍	127
三、焊条电弧焊基本操作工艺、操作技巧与诀窍	131
四、焊条电弧焊平敷焊操作工艺、操作技巧与实例	147
五、单面焊双面成形操作工艺、操作技巧与实例	153
第四节 常用金属材料的焊接工艺与实例	158
一、碳素钢的焊接实例	158
二、低合金结构钢的焊接实例	165
三、不锈钢的焊接技巧与诀窍	169
四、铸铁的焊接技巧与实例	171
第五节 管、板焊条电弧焊典型工艺、 操作技巧与诀窍	181
一、板对接平焊焊接工艺与操作实例	181
二、板平角焊焊接工艺与操作实例	188
三、板对接立焊焊接工艺、操作技巧与实例	195
四、板对接立角焊焊接工艺、操作技巧与实例	201
五、薄板焊焊接工艺、操作技巧与实例	204
六、小管对接水平转动焊接工艺、操作技巧与实例	207
七、小管对接水平固定焊接工艺、操作技巧与实例	213
第三章 埋弧焊	219
第一节 埋弧焊的特点及应用	219
一、埋弧焊工作原理	219
二、埋弧焊的特点	220

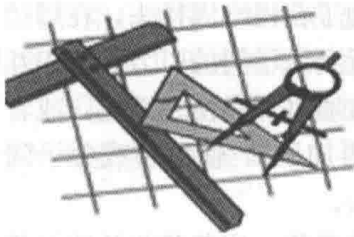
三、埋弧焊的应用范围	221
第二节 埋弧焊设备的选择及使用	221
一、埋弧焊电源选择诀窍	222
二、焊接电弧的调节方法	222
三、埋弧焊机选择与使用诀窍	224
四、埋弧焊辅助设备的应用技巧	237
第三节 常用金属材料的埋弧焊工艺	252
一、焊接工艺及焊接参数的选择诀窍	252
二、埋弧焊通用操作技术、技巧和诀窍	254
三、碳素钢埋弧焊操作实例	259
四、不锈钢埋弧焊操作技巧与实例	262
五、铜及铜合金埋弧焊实例	265
第四节 埋弧焊工程应用实例及质量检查	268
一、单面焊双面成形平板对接焊工程实例	268
二、高压除氧器筒体环缝焊接实例	271
三、桥梁角焊接实例	273
四、锅筒窄间隙焊接实例	274
五、管板不锈钢带极堆焊实例	275
第五节 埋弧焊操作技能与技巧、诀窍与禁忌	277
一、埋弧焊机操作使用技能与技巧、诀窍与禁忌	277
二、埋弧焊焊接缺陷产生原因、防止方法与诀窍	290
第四章 二氧化碳气体保护焊	296
第一节 二氧化碳气体保护焊基础知识	296
一、气体保护焊的特点及分类	296
二、二氧化碳气体保护焊的工作原理及特点	298
三、CO ₂ 气体保护焊的分类及应用	304
第二节 二氧化碳气体保护焊设备	312
一、二氧化碳气体保护焊对设备的要求	312
二、二氧化碳气体保护焊设备组成部分及作用	313
第三节 二氧化碳气体保护焊焊接工艺	331

一、CO ₂ 气体保护焊焊接工艺参数选择诀窍	331
二、CO ₂ 气体保护焊的操作技术与操作诀窍	340
三、CO ₂ 气体保护焊基本操作技能、技巧与诀窍	348
第四节 二氧化碳气体保护焊操作技能与技巧、	
诀窍与禁忌	354
一、CO ₂ 气体保护焊板对接平焊的操作技术与工程实例	354
二、CO ₂ 气体保护焊管板焊接的操作技术与工程实例	369
三、CO ₂ 气体保护焊管子对接焊的操作技术与工程实例	376
四、焊机的操作使用技能、技巧和维护保养诀窍与禁忌	383
五、二氧化碳气体保护焊常见缺陷种类及故障预防措施	401
第五章 手工钨极氩弧焊	411
第一节 手工钨极氩弧焊基础知识	411
一、氩弧焊的定义	411
二、氩弧焊的特点	411
三、氩弧焊原理及分类	413
四、手工钨极氩弧焊应用特点	415
五、氩弧焊的电流种类、特点及选择诀窍	416
第二节 手工钨极氩弧焊设备	419
一、钨极氩弧焊机分类及组成	419
二、手工钨极氩弧焊设备的技术特性与选用诀窍	424
第三节 手工钨极氩弧焊的焊接工艺	437
一、手工钨极氩弧焊(MIG焊)的焊接工艺参数的选择	437
二、手工钨极氩弧焊的基本操作技能、技巧与诀窍	446
三、焊前与焊后检查技巧与诀窍	452
第四节 手工钨极氩弧焊操作技能与技巧、	
诀窍与禁忌	453
一、手工钨极氩弧焊平板焊接操作技能与技巧、诀窍与禁忌	453
二、手工钨极氩弧焊管板焊接的操作技术与工程实例	470
三、手工钨极氩弧焊管子对接焊的操作技术与工程实例	486

第六章 电阻焊	496
第一节 电阻焊基础知识	496
一、电阻焊基础	496
二、电阻焊的分类及应用	508
第二节 电阻焊设备及焊接工艺	511
一、电阻焊设备的基本知识	511
二、常用电阻焊机	521
第三节 电阻焊焊接工艺、操作技巧与诀窍	551
一、点焊工艺、操作技巧与诀窍	551
二、凸焊工艺、操作技巧与诀窍	560
三、缝焊工艺、操作技巧与诀窍	566
四、对焊工艺、操作技巧与诀窍	574
第四节 常用金属材料的电阻焊与工程实例	579
一、金属材料的点焊操作技巧与诀窍	579
二、常用金属的凸焊要点、操作技巧与诀窍	595
三、常用金属材料缝焊操作技巧与诀窍	600
第五节 典型的电阻焊工程应用实例	606
一、低碳钢薄板的点焊	606
二、低碳钢钢筋的闪光对焊	609
三、管材对焊	611
四、环形零件对焊	613
第七章 电渣焊	616
第一节 电渣焊基础知识	616
一、电渣焊的特点	616
二、电渣焊的分类及应用	618
三、电渣焊的适用范围	620
第二节 电渣焊设备及焊接工艺	621
一、电渣焊设备的组成及分类	621
二、电渣焊焊接工艺、操作技巧与诀窍	629
第三节 电渣焊技术与工程应用实例	646

一、电渣焊操作技术、技巧与诀窍	646
二、典型电渣焊工程实例	660
第四节 电渣焊缺陷及质量检验	670
一、电渣焊接头的缺陷及质量检验	670
二、电渣压焊质量与检验	672
第八章 等离子弧焊接与切割	675
第一节 等离子弧基础知识	675
一、等离子弧的特点与应用	675
二、等离子弧的类型及应用实例	678
第二节 等离子弧焊接与切割设备	681
一、等离子弧焊接设备的组成及选择实例	681
二、等离子弧焊接焊枪结构及选用诀窍	685
三、等离子弧切割原理、分类及应用特点	689
四、等离子弧切割设备的组成及应用实例	696
五、等离子弧切割工具使用技巧与诀窍	705
第三节 等离子弧焊接工艺	711
一、等离子弧焊基本方法及选择诀窍	711
二、等离子弧焊接头形式、焊件装配与夹紧诀窍	713
三、等离子弧焊气体的选择诀窍	715
四、等离子弧焊电极的选择诀窍	716
五、常用金属等离子弧焊接参数选择诀窍	718
六、等离子弧焊接基本操作技能、技巧与诀窍	719
七、等离子弧焊接质量缺陷及防止措施	728
第四节 等离子弧切割工艺	729
一、等离子弧切割的类型及应用特点	729
二、等离子弧切割气体及电极的选择诀窍	735
三、常用金属等离子弧切割工艺参数选择实例	738
四、等离子弧切割基本操作技能、技巧与操作实例	743
五、等离子弧切割质量缺陷及防止措施	749
第五节 等离子弧焊接与切割的工程实例	755

一、不锈钢筒体等离子弧焊工程实例	755
二、双金属锯条等离子弧焊工程实例	757
三、波纹管部件微束等离子弧焊工程实例	761
四、螺旋焊管水再压缩式空气等离子弧在线切割工程实例	762
五、等离子弧喷涂运用及工程实例	763
第九章 焊接质量检验与焊工安全技术	767
第一节 焊接质量控制与质量检验	767
一、焊接质量控制	767
二、焊接成品的质量检验	771
三、焊接质量的检验方法	778
第二节 焊工安全生产与劳动保护	783
一、焊条电弧焊安全技术	783
二、埋弧焊安全技术	792
三、气体保护焊安全技术	794
四、等离子弧焊接与切割安全技术	798
五、电阻焊安全技术	801
六、碳弧气刨安全技术	802
七、气焊与气割安全技术	802
八、容器焊接作业安全技术	805
九、高处和野外焊割作业安全技术	806
十、安全用电及触电急救知识	808
参考文献	819



第一章 电焊工 基础知识

第一节 金属焊接与热切割的基本知识

一、焊接原理、分类和特点

1. 焊接原理

在金属结构及其他机械产品的制造中，需将两个或两个以上零件连接在一起，使用的方法有螺栓连接、铆钉连接和焊接等（见图 1-1）。前两种连接都是机械连接，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连接的，连接后不能再拆卸，成为永久性连接。

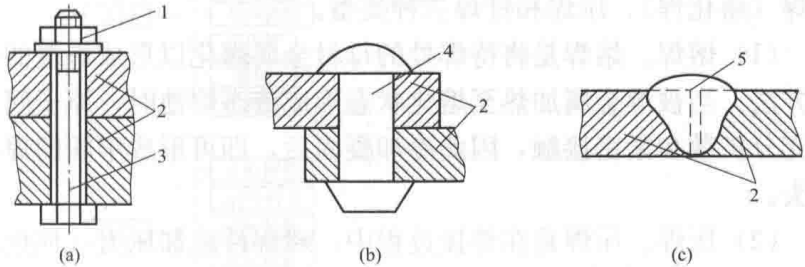


图 1-1 零件的连接方式

(a) 螺栓连接；(b) 铆钉连接；(c) 焊接

1—螺母；2—零件；3—螺栓；4—铆钉；5—焊缝

焊接不仅可以使金属材料永久地连接起来，而且可以使某些非金属材料达到永久连接的目的，如塑料焊接等，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,使工件达到结合的一种方法。为了获得牢固接头,在焊接过程中必须使被焊工件中原子彼此接近到原子间的引力能够相互作用的程度。因此,对需要结合的地方通过加热使之熔化,或者通过加压(或者先加热到塑性状态后再加压),使原子或分子间达到结合与扩散,形成牢固的焊接接头。

焊接不仅可以应用于在静载荷、动载荷、疲劳载荷及冲击载荷下工作的结构,而且可以应用于在低温、高温、高压及有腐蚀介质条件下使用的结构。

随着社会生产和科学技术的发展,焊接已成为机械制造工业部门和修理行业中重要的加工工艺,也是现代工业生产中不可缺少的加工方法,如石油的勘探、钻采、输送,迅速发展的石油、化纤工业中的金属容器、塔、杆构件,造船、锅炉、汽车、飞机、矿山机械、冶金、电子、原子能及宇航等工业部门都广泛采用焊接工艺。

2. 焊接方法的分类

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(熔化焊)、压焊和钎焊三种类型。

(1) 熔焊。熔焊是将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法。当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时,原子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。

(2) 压焊。压焊是在焊接过程中,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。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,使原子间相互接近而获得牢固的挤压接头。

(3) 钎焊。钎焊是硬钎焊和软钎焊的总称。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的熔点,低



于母材熔化温度，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连接焊件的方法。

焊接方法的简单分类如图 1-2 所示。各种焊接方法的基本原理及用途选择见表 1-1。

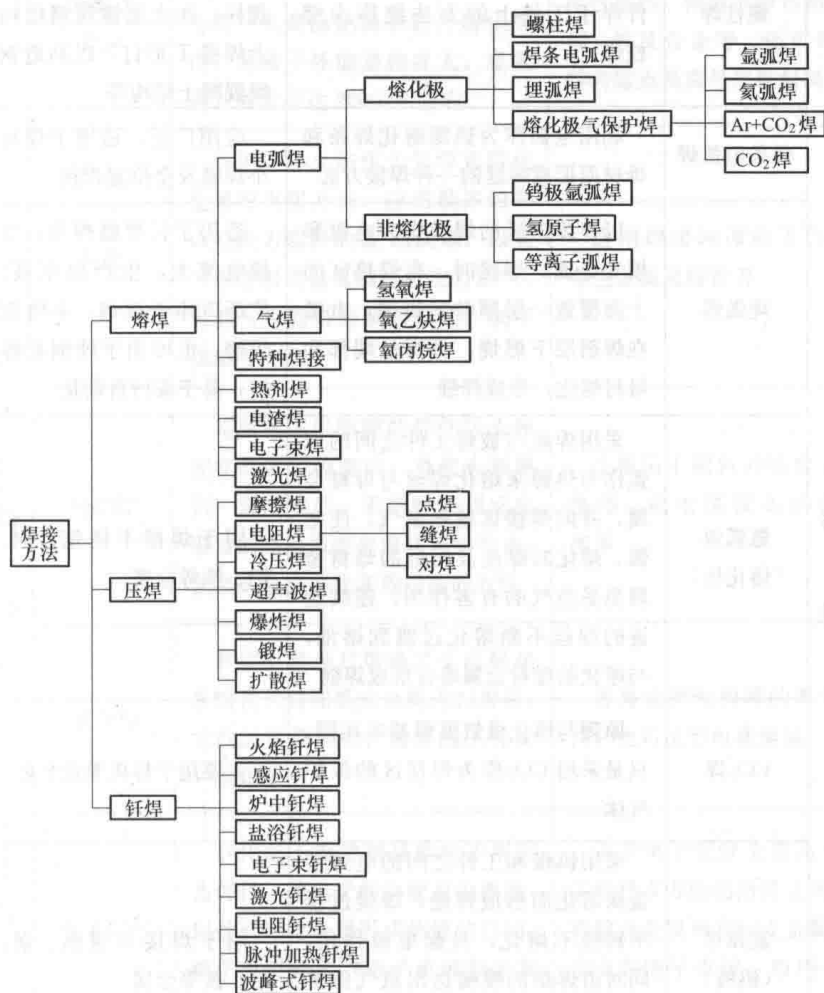


图 1-2 焊接方法的简单分类



表 1-1 各种焊接方法的基本原理及用途选择

焊接方法	基本原理	用途
螺柱焊	将金属螺柱或类似的其他紧固件焊于工件上的方法统称为螺柱焊	在造船或机车制造中焊接将木板固定于钢板上的螺柱, 在大型建筑钢结构上焊接 T 形钉, 以制造钢筋混凝土结构等
焊条电弧焊	利用电弧作为热源熔化焊条和母材而形成焊缝的一种焊接方法	应用广泛, 适用于焊短小焊缝及全位置焊接
埋弧焊	以连续送进的焊丝作为电极和填充金属, 焊接时, 在焊接区的上面覆盖一层颗粒状焊剂, 电弧在焊剂层下燃烧, 将焊丝端部和母材熔化, 形成焊缝	适用于长焊缝焊接, 焊接电流大, 生产效率高, 广泛应用于碳钢, 不锈钢焊接, 也可用于纯铜板焊接, 易于实行自动化
熔 焊	氩弧焊 (熔化极)	采用焊丝与被焊工件之间的电弧作为热源来熔化焊丝与母材金属, 并向焊接区输送氩气, 使电弧、熔化的焊丝及附近的母材金属免受空气的有害作用, 连续送进的焊丝不断熔化过渡到熔池, 与熔化的母材金属熔合形成焊缝
	CO ₂ 焊	原理与熔化极氩弧焊基本相同, 只是采用 CO ₂ 作为焊接区的保护气体
	氩弧焊 (钨极)	采用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝, 焊接过程中钨极不熔化, 只起电极作用, 同时由焊炬的喷嘴送出氩气保护焊接区, 还可根据需要另外添加填充金属
	氢原子焊	是靠氢气在高温中的化学反应热以及电弧的辐射热来熔化金属和焊丝的一种焊接方法
		用于焊接不锈钢、铜、铝、铁等金属
		主要用于焊接黑色金属
		用于焊接不锈钢、铜、铝、铁等金属
		主要用于碳钢、低合金钢及不锈钢薄板的焊接