

焊工

农民工学技能丛书



福建科学技术出版社

农民工 学技能丛书

焊工

邱宏星

江苏工业学院图书馆
藏书章

福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工/邱宏星编. —福州: 福建科学技术出版社,
2005. 6 (2006. 3 重印)
(农民工学技能丛书)
ISBN 7-5335-2613-9

I. 焊… II. 邱… III. 焊接-技术培训-教材
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 036453 号

书 名	焊工 农民工学技能丛书
作 者	邱宏星
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建地质印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	4.625
字 数	104 千字
印 次	2006 年 3 月第 1 版第 2 次印刷
印 数	3 001—5 000
书 号	ISBN 7-5335-2613-9
定 价	7.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

编者的话

近年来，我国每年有大量农村劳动力向城镇转移，就业于工业企业、建筑行业、服务行业等。他们已经成为产业工人的重要组成部分，为城市创造了财富，提供了税收。打工经济也成为一些地方经济新的增长点，农民的重要增收来源。

与此同时，我国农村劳动力整体还缺乏转移就业的职业技能，难以在城镇实现稳定就业，提升从业的岗位层次。职业技能短期培训、学习是改善这种情况的有效手段，它能使农民工在短期内掌握一门技能，上岗就业，且实现由体力型劳务向技能型劳务转移。党中央文件明确指出，加强对农村劳动力的职业技能培训，是提高农民就业能力、增强我国产业竞争力的一项重要的基础性工作，各地区和有关部门要作为一件大事抓紧抓好。

为方便各地培训班的教学和满足农民兄弟的自学需要，我们组织了有职业技能培训经验的教师，以及工作在生产第一线的高级技师，紧扣各行业对从业者的实际需求，编写了这套丛书。在写法上，我们力求图文并茂，通俗易懂，开门见山，避开过深的理论知识，直入职业工作中应知应会的知识与技能，便于学习者快速地领会贯通。

整套丛书涵盖了农民工大量就业的约 20 个职业（工种）。

虽说这套丛书的初衷是满足农民工技能学习之需，但它同样适用于下岗再就业人员和其他求职人员。它可作为各地职业培训机构、职业学校的短期培训教材，也适于读者自学。

前 言

随着机械制造业、建筑业的快速发展，焊工的需求量日益增多。焊工是重要的特殊工种，焊工的焊接技术水平直接影响到焊件的质量，从而影响到机器、建筑物的质量及其使用寿命和安全。因此，对焊工进行技能培训是当前一项十分重要与迫切的工作。

为了适应焊工自学和培训的需要，使其掌握基本的焊接知识和必要的操作技能，我们根据《中华人民共和国工人技术等级标准》焊工初级工的要求，特编写了这本书。书中介绍了常用的电焊设备及工具、电焊条、焊接接头的类型和焊缝种类、手工电弧焊的基本操作、常用金属材料的焊接、气焊与气割、焊接缺陷与检验、焊工安全生产与防护等方面的知识。

本书力求简明实用、通俗易懂、突出技能，并采用大量的图示图解，每章后配有小结口诀，便于学习记忆。由于水平有限，书中难免存在不足甚至错误之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改和完善。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第一章 概 述	(1)
一、焊接的概念及其分类	(1)
1. 焊接的概念	(1)
2. 金属焊接的特点	(1)
3. 焊接方法及分类	(2)
4. 金属材料的焊接性	(3)
二、金属材料的一般知识	(4)
1. 黑色金属的分类	(4)
2. 钢与铸铁的区别	(4)
3. 钢的分类及牌号	(5)
4. 金属材料的性能	(9)
5. 焊接结构件用的钢材	(10)
三、常用焊接名词、术语	(11)
本章小结口诀	(12)
第二章 常用的电焊设备及工具	(13)
一、电焊机的分类与型号	(13)
1. 电焊机的分类	(13)
2. 电焊机的型号	(13)
3. 电焊机的主要技术指标	(14)
二、焊接设备的选用	(15)
1. 电焊机应具备的条件	(15)
2. 弧焊变压器	(15)

3. 弧焊发电机	(17)
4. 弧焊整流器	(17)
5. 电焊机的操作方法	(19)
6. 电焊机的使用、维护和常见故障排除	(24)
三、常用辅助设备与工具	(28)
本章小结口诀	(31)
第三章 电焊条	(32)
一、焊条的组成和作用	(32)
1. 焊芯	(33)
2. 药皮	(33)
二、焊条的要求、分类与型号	(34)
1. 焊条的基本要求	(34)
2. 焊条的分类	(35)
3. 焊条的型号	(36)
三、焊条的选用	(38)
1. 选用焊条的基本原则	(38)
2. 焊条的检验、贮存和保管	(39)
3. 焊条的烘干和使用	(40)
本章小结口诀	(41)
第四章 焊接接头的类型和焊缝种类	(42)
一、焊接接头的基本类型	(42)
1. 对接接头	(43)
2. 角接接头	(44)
3. T形接头	(45)
4. 搭接接头	(46)
5. 端接接头	(46)
二、焊缝与坡口形式	(47)

1. 焊缝的基本形式	(47)
2. 焊缝形状和各部分的名称	(48)
3. 坡口类型与加工方法	(49)
三、焊缝符号	(50)
1. 焊缝符号的组成及其标注方法	(50)
2. 焊接方法的表示代号	(58)
本章小结口诀	(59)
第五章 手工电弧焊的基本操作	(60)
一、手工电弧焊的基本原理	(60)
1. 焊接电弧	(60)
2. 手工电弧焊的原理	(61)
二、手工电弧焊的基本操作	(61)
1. 引弧	(61)
2. 运条	(63)
3. 焊缝的起头、收尾熄弧和连接接头	(66)
三、焊接工艺参数的选择	(68)
1. 焊条直径的选择	(68)
2. 焊接电流的选择	(69)
四、各种焊接位置的操作要领	(71)
1. 平焊	(71)
2. 立焊	(74)
3. 横焊	(77)
4. 仰焊	(78)
五、焊件的组对和定位焊	(80)
1. 焊件的组对装配	(80)
2. 对定位焊的要求	(80)
六、单面焊双面成形的操作	(81)

1. 单面焊双面成形焊接接头形式	(82)
2. 单面焊双面成形的焊接操作特点	(82)
本章小结口诀	(84)
第六章 常用金属材料的焊接	(85)
一、碳素钢的焊接	(85)
1. 低碳钢的焊接	(85)
2. 中碳钢的焊接	(87)
二、低合金结构钢的焊接	(88)
1. 低合金结构钢的分类	(89)
2. 低合金结构钢的焊接性能	(90)
3. 低合金结构钢的焊接工艺要点	(90)
三、珠光体耐热钢的焊接	(92)
1. 珠光体耐热钢的焊接性能	(92)
2. 珠光体耐热钢的焊接工艺要点	(92)
四、奥氏体不锈钢的焊接	(93)
1. 奥氏体不锈钢的焊接性能	(94)
2. 奥氏体不锈钢的焊接工艺要点	(94)
五、铸铁的补焊	(96)
1. 灰口铸铁焊接性能	(96)
2. 灰口铸铁的焊接工艺要点	(96)
本章小结口诀	(98)
第七章 气焊与气割	(99)
一、气焊与气割用材料	(99)
1. 乙炔	(99)
2. 液化石油气	(100)
3. 氧气	(100)
4. 气焊丝	(100)

5. 气焊熔剂	(100)
二、气焊与气割设备	(101)
1. 氧气瓶	(101)
2. 乙炔瓶	(102)
3. 减压器	(103)
4. 焊炬	(107)
5. 割炬	(109)
6. 气焊、气割的辅助工具	(110)
三、气焊工艺	(111)
1. 气焊火焰分类及特征	(111)
2. 气焊工艺参数	(113)
四、气割工艺	(116)
1. 气割的原理和条件	(116)
2. 气割工艺参数	(117)
3. 气割的操作方法	(118)
4. 手工气割工艺	(118)
本章小结口诀	(119)
第八章 焊接的缺陷与检验	(120)
一、焊接缺陷	(120)
1. 焊接缺陷的种类	(120)
2. 常见的焊接缺陷原因和防止措施	(120)
二、焊接接头的质量检验	(127)
1. 焊接接头的质量检验及其分类	(127)
2. 焊前检查	(127)
3. 焊缝的外观检查	(128)
4. 无损探伤	(128)
5. 力学性能试验	(128)

6. 金相试验	(129)
本章小结口诀	(129)
第九章 焊工安全生产和防护	(130)
一、焊接生产安全的影响因素	(130)
二、安全用电	(130)
1. 电对人体的危害形式	(130)
2. 预防触电的措施	(131)
三、电弧辐射的防护	(132)
1. 电弧的有害因素	(132)
2. 电弧辐射的防护方法	(133)
四、防火、防爆	(133)
五、防有毒、有害物质	(134)
1. 电焊烟尘及有毒气体	(134)
2. 电焊烟尘及有毒气体的危害	(135)
3. 有毒有害物质的防护措施	(135)
本章小结口诀	(136)
主要参考资料	(137)

第一章 概 述

一、焊接的概念及其分类

1. 焊接的概念

焊接是金属结构件常见的加工方法之一，它在机械、车辆、船舶、航空、航天、石油化工、电子、动力及建筑等各个部门均得到广泛的应用。

焊接就是在金属连接处采用局部电能加热或加压，或采用气体燃烧的火焰加热，并且用（或不用）填充材料，使被焊金属局部达到液态或接近液态，促进原子或分子间相互扩散而结合，以形成一个整体接头的过程。

利用焊接方法可以连接金属，也可以连接玻璃、塑料、陶瓷等非金属，但生产上主要是用于连接金属。

2. 金属焊接的特点

（1）金属焊接的主要优点有：

①焊接结构件重量轻，比铆接结构件平均约轻 25%，因此节省金属材料。

②焊接生产可简化焊件结构，工艺过程简单。

③焊接结构件外形平整，加工余量少。

④材料厚度不受限制，并能加工形状复杂的结构件。

⑤焊缝的强度和紧密性高，能达到油密、气密、水密的要求。

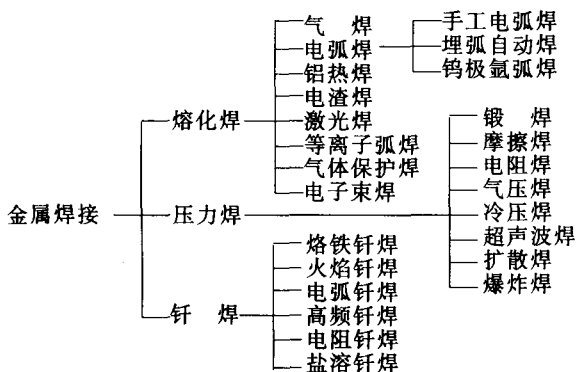
⑥减轻劳动强度，提高生产率，便于生产过程的机械化和自动化。

(2) 金属焊接的缺点

- ①金属焊接后，接头材质发生变化。
- ②焊接时局部不均匀加热与冷却，使金属产生变形及应力。
- ③焊缝裂纹受力时有延伸性，可能造成结构件破坏。

3. 焊接方法及分类

焊接的种类很多，工艺多样，按照焊接过程的特点，一般把金属焊接分为熔化焊、压力焊和钎焊 3 类，如下所示：



(1) 熔化焊。被连接的金属焊件表面局部加热熔化成液体，冷凝后成为一个牢固的整体的工艺方法称为熔化焊。按照热源形式的不同，熔化焊可分为电弧焊、电渣焊、气焊等。

(2) 压力焊。只加压不加热，或同时加压又加热的焊接方法叫压力焊，如气压焊、冷压焊、接触焊、摩擦焊、锻焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊。把熔点较焊件为低的钎料（填充金属）加热熔化后，渗入并填满焊件连接处而形成结合面的方法称为钎焊，如银焊、铜焊、锡焊等。

4. 金属材料的焊接性

(1) 焊接性的定义。金属材料的焊接性是指金属材料对焊接加工的适应性，也就是在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接接头的难易程度。

金属材料的焊接性包括两个方面的内容：

①接合性能。即在一定的焊接工艺条件下，一定金属形成焊接缺陷的敏感性。

②使用性能。即在一定的焊接工艺条件下，一定金属焊接接头对使用要求的适应性。

对于不同的金属材料，其焊接性是不同的。即使同一种金属材料，当采用不同焊接方法、焊接材料及在不同工作条件下，其焊接性也可能有很大的差别。

(2) 影响焊接性的因素。金属材料焊接性的好坏主要决定于材料的化学成分，还与焊接工艺条件、焊件结构复杂程度及使用条件等有密切的关系。

①材料因素。母材和焊接材料的成分直接影响焊缝的化学成分、组织和性能。当母材和焊接材料选用不当时，不仅会使焊缝化学成分不合格，力学性能降低，还会出现气孔、裂纹等缺陷，使结合性能变差。因此，正确选用母材和焊接材料是保证焊接性良好的重要基础。母材的化学成分中碳的影响最大，钢中的含碳量越高，焊接性能就越差。

②工艺条件。对于同一母材，当采用不同的焊接工艺方法和工艺措施时，焊接性也不同。另外，焊件的坡口形式、装配质量、电源种类和极性、工艺参数、焊前预热和焊后缓冷及热处理措施等因素，对焊接性也起着重要的作用。

③结构因素。焊接接头的结构设计会影响应力状态，从而对焊接性也会产生影响。应使焊接接头处于较小的约束，能自由地

收缩，尽量避免缺口、截面突变、堆高过大和焊缝交叉等情况，否则会造成应力集中使焊接性变差。

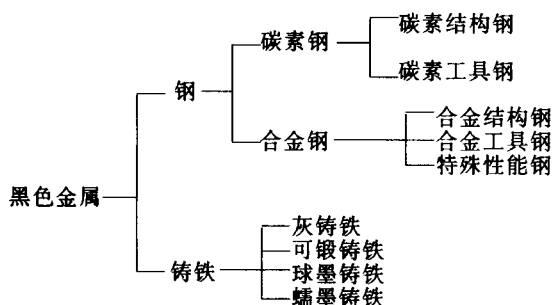
④使用条件。载荷的性质，工作温度的高低，在有无腐蚀性的介质中工作等使用条件，也对焊接性产生影响。使用条件越严酷，焊接性就越不易保证。

二、金属材料的一般知识

金属材料可分为黑色金属材料和有色金属材料两大类，黑色金属是以铁或以它为主而形成的物质，如钢和铸铁。黑色金属以外的其他金属称为有色金属，如铝、铜、钛等。当前，除一些化工和石油设备中的焊接结构件采用有色金属材料外，一般的焊接结构件绝大多数采用黑色金属材料。在各种焊接结构件中，又以焊接钢结构件为主。所以作为焊工，应掌握一定的金属材料知识，正确地选用焊接材料，才能更好地从事焊接工作。

1. 黑色金属的分类

黑色金属可分为钢和铸铁两大类，其详细分类如下：



2. 钢与铸铁的区别

钢与铸铁的区别通常可用如下3种方法：

(1) 以含碳量来区别。含碳量在 2.11% 以下的铁碳合金为

钢，大于 2.11% 的铁碳合金为铸铁。

(2) 以敲打时的声音来区别。敲打时，钢的声音较清脆，铸铁的声音较沙哑。

(3) 以断面的形态来区别。钢的断口较光滑，组织细密，断口白亮；铸铁的断面较粗糙，晶粒粗大，断口灰暗。含碳量越多晶粒越粗，含碳量越少晶粒越细。

3. 钢的分类及牌号

钢的分类方法很多，按钢中含合金元素分类，它可分为碳钢和合金钢。碳钢中的主要合金元素是碳。而合金钢除含碳外，还含有（有目的地加入）一种或多种合金元素，如硅、锰、铝、铬、镍、钛、钨、钒及稀土元素等。

(1) 碳素钢的分类。常用的分类方法有以下几种：

① 按钢的含碳量，碳素钢分为低碳钢（含碳量 $< 0.25\%$ ）、中碳钢（含碳量 $0.25\% \sim 0.60\%$ ）和高碳钢（含碳量 $> 0.60\%$ ）。

② 按钢的质量（即钢中有害杂质硫、磷的含量），碳素钢分为普通质量钢（硫含量 $\leq 0.050\%$ 、磷含量 $\leq 0.045\%$ ）、优质钢（硫含量 $\leq 0.035\%$ 、磷含量 $\leq 0.035\%$ ）、高级优质钢（硫含量 $\leq 0.025\%$ 、磷含量 $\leq 0.025\%$ ）和特级质量钢（硫含量 $< 0.015\%$ 、磷含量 $< 0.025\%$ ）。

③ 按钢的用途，碳素钢分为碳素结构钢（主要用来制造各种机械零件和工程结构件，含碳量一般都小于 0.7% ）和碳素工具钢（主要用来制造各种刀具、模具和量具，含碳量一般都大于 0.7% ）。

④ 按冶炼时钢水的脱氧程度，碳素钢分为沸腾钢（脱氧不完全）、镇静钢（充分脱氧）和半镇静钢（脱氧程度介于两者之间）。

(2) 碳素结构钢的牌号、化学成分及用途。碳素结构钢的牌

号由代表屈服点的汉语拼音字母 Q、屈服点数值、质量等级符号和脱氧程度符号四部分按顺序组成。例如，Q235-A·F 表示屈服点为 235 兆帕 (MPa)，质量等级符号为 A 级的沸腾钢。这类钢的牌号、化学成分、力学性能及用途见表 1-1。

碳素结构钢价格便宜，产量较大，一般在热轧状态下供货，广泛应用于制造金属结构件和一般机械零件。

(3) 优质碳素结构钢牌号及应用。优质碳素结构钢用来制造重要的机械零件，使用前一般都经过热处理以改善其性能。牌号的表示方法是采用两位数字来表示钢中平均含碳量的万分之几。例如，08 钢表示钢中平均含碳量为 0.08%，45 钢表示钢中平均含碳量为 0.45%。

优质碳素钢中含碳量不同，其用途也不同。08、08F、10、10F 钢，塑性好、韧性高，具有优良的冷成形性能和焊接性能，常冷轧成薄板，用来制造仪表外壳、汽车和拖拉机的冷冲压件；15、20、25 钢，用于制造尺寸较小、负荷较轻，表面要求耐磨、心部要求韧性高的渗碳零件，如活塞销、样板、表座等；30、35、40、45、50 钢，属中碳钢，这类钢具有较高的强度和硬度，切削性能良好，经调质处理（淬火+高温回火）后具有良好的综合力学性能，主要用来制造受力较大的机械零件。如 40、45 钢常用于制造机床主轴，汽车、拖拉机的曲轴、连杆、齿轮，以及其他轴类零件；55、60、65 钢，具有较高的强度、硬度和弹性，但焊接性能不好，切削加工性能稍差，冷变形塑性低，经热处理（淬火+中温回火）后具有较高的弹性极限，常用于制作，以及调压、调速弹簧及气门弹簧、弹性垫圈和板簧等。