

新编实用



焊工速查手册

邱宏星

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



新编实用焊工速查手册

邱宏星

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

新编实用焊工速查手册/邱宏星编. —福州: 福建科学技术出版社, 2007. 11

ISBN 978-7-5335-3012-9

I. 新… II. 邱… III. 焊接—技术手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 077584 号

书 名	新编实用焊工速查手册
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	福建省天一屏山印务有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/32
印 张	25
字 数	804 千字
版 次	2007 年 11 月第 1 版
印 次	2007 年 11 月第 1 次印刷
印 数	1—5 000
书 号	ISBN 978-7-5335-3012-9
定 价	34.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

焊工是应用最广的工种之一，机械制造、建筑、交通、石油、化工、家用电器、航空航天等各行各业都必须用到焊工，因此，焊工的技能水平直接影响到制造、工程及其产品的质量。为了让广大焊工在工作中能快速查阅有关各种焊接资料，以提高现场操作水平，编写了《新编实用焊工速查手册》。

本手册理论与实践相结合，内容上注重实用性、先进性、系统性；形式上以图表为主，文字简练、通俗易懂。本手册共九章，全面、详尽地介绍了焊接基础、焊接结构、焊接材料、焊接方法及操作技术、金属材料焊接工艺、焊接电源与设备、金属热切割、焊接质量检验、焊接劳动安全与卫生等知识，其中介绍的大量焊接规范，引用了最新的国家标准，计量单位全部采用国际单位制。

本手册是焊接现场处理和解决问题必备的工具书，可供广大焊接技术工人使用，也可供从事焊接技术工作的工程技术人员、管理人员和有关院校师生参考。

本手册在编写过程中，参阅了大量的资料，并得到有关企业焊接专家的支持和帮助，在此特向参与审稿和修改的陈太贵工程师以及有关参考资料的作者表示衷心的感谢。由于时间仓促，水平有限，手册中难免存在错误和缺点，恳请广读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 焊接基础	(1)
第一节 焊接常用的金属材料	(1)
一、金属材料的分类	(1)
二、金属材料的力学性能	(6)
三、金属材料的焊接性	(8)
第二节 焊接热源	(12)
一、焊接热源的种类与特性	(12)
二、各种焊接方法的热效率	(13)
第三节 焊接冶金基础	(14)
一、焊缝的形成	(14)
二、焊缝中的偏析现象	(14)
三、焊缝中的夹杂物	(15)
四、热影响区的组织和性能	(16)
五、焊接接头组织和性能的调整与改善	(18)
第四节 焊件热处理	(18)
一、常用热处理方法	(18)
二、焊件热处理方法的选择	(21)
第二章 焊接结构	(22)
第一节 焊接结构基础	(22)
一、焊接结构的特点	(22)
二、焊接结构制造的工艺过程	(22)
三、焊接结构的设计原则	(26)
第二节 焊接接头	(28)
一、焊接接头的分类	(28)
二、焊接接头的基本类型	(29)
三、焊接接头的图样标注方法	(34)
四、焊接接头主要缺陷的分类	(43)
第三节 焊接接头的坡口设计	(46)

一、坡口的基本类型	(46)
二、焊接接头的坡口形式与尺寸	(47)
三、坡口设计原则	(66)
第四节 焊接应力与变形	(67)
一、焊接应力与变形的种类	(67)
二、影响焊接应力与变形的因素	(70)
三、控制焊接应力的措施	(70)
四、消除焊接应力的方法	(71)
五、焊接残余变形的经验数据	(72)
六、防止焊接变形的措施	(78)
七、矫正焊接变形及钢材表面加热颜色与温度	(80)
第五节 焊接工装夹具	(81)
一、焊接工装夹具的分类与组成	(81)
二、焊接夹具的设计要求	(81)
三、定位及定位器	(82)
四、夹紧机构	(82)
五、组合夹具	(89)
第三章 焊接材料	(91)
第一节 焊条	(91)
一、焊条的组成与分类	(91)
二、焊条的型号和牌号	(95)
三、焊条的选用	(129)
四、焊条的保管和使用	(136)
第二节 焊丝	(138)
一、焊丝的分类、型号和牌号	(138)
二、钢焊丝	(141)
三、有色金属焊丝	(148)
四、铸铁焊丝	(151)
五、镍及镍合金焊丝	(151)
六、气体保护焊焊丝	(151)
第三节 焊剂	(153)
一、焊剂的分类与作用	(153)

二、埋弧焊及电渣焊焊剂	(155)
三、气焊熔剂	(163)
第四节 焊接用气体	(164)
一、焊接用气体的性质及应用	(164)
二、焊接用气体的技术要求	(166)
三、焊接用气体的选用	(166)
四、各种气瓶涂色标记	(167)
第五节 钎料与钎剂	(168)
一、钎料的分类、型号及牌号的表示方法	(168)
二、各种钎料的型号、化学成分及用途	(170)
三、钎剂	(181)
第六节 其他焊接材料	(186)
一、电阻焊用电极材料	(186)
二、气体保护焊用钨极材料	(187)
三、防止飞溅粘结用涂料	(188)
四、工业用电石	(188)
第四章 焊接方法及操作技术	(189)
第一节 焊条电弧焊	(189)
一、焊条电弧焊的特点及应用范围	(189)
二、焊接工艺参数的选择	(190)
三、焊条电弧焊操作	(192)
四、各种位置的焊条电弧焊操作	(196)
五、单面焊双面成形操作	(201)
六、各种类型焊件的焊接	(206)
第二节 埋弧焊	(213)
一、埋弧焊的特点及应用	(213)
二、埋弧焊工艺参数	(215)
三、埋弧焊操作	(217)
四、埋弧焊常见缺陷及防止措施	(221)
第三节 熔化极气体保护电弧焊	(223)
一、熔化极气体保护焊的特点及应用	(223)
二、熔化极惰性气体保护焊 (MIG)	(225)

三、熔化极脉冲氩弧焊	(228)
四、熔化极混合气体保护焊 (MAG)	(229)
五、CO ₂ 气体保护焊	(230)
第四节 非熔化极气体保护电弧焊	(243)
一、钨极氩弧焊 (TIG) 的特点及应用	(243)
二、钨极氩弧焊的工艺参数及选择	(244)
三、钨极氩弧焊操作	(247)
四、脉冲钨极氩弧焊 (CP-TIG) 操作	(250)
第五节 电阻焊	(251)
一、电阻焊的分类、特点及应用	(251)
二、常用材料电阻焊的焊接性	(252)
三、点焊	(253)
四、凸焊	(258)
五、缝焊	(260)
六、对焊	(263)
第六节 电渣焊	(269)
一、电渣焊的特点及应用	(269)
二、电渣焊的分类	(270)
三、电渣焊操作	(271)
四、电渣焊常见缺陷及防止措施	(272)
第七节 气焊	(274)
一、气焊的特点	(274)
二、气焊火焰	(275)
三、气焊的应用范围	(276)
四、气焊操作	(276)
第八节 等离子弧焊	(280)
一、等离子弧的形成	(280)
二、等离子弧的类型	(280)
三、等离子弧焊的特点与应用	(281)
四、等离子弧焊操作	(281)
第九节 钎焊	(287)
一、钎焊的特点	(287)

二、钎焊的分类与应用	(287)
三、钎焊的接头形式	(289)
四、钎焊的操作	(291)
五、钎焊的缺陷及产生原因	(295)
六、碳钢、不锈钢及铸铁的钎焊	(296)
七、铜及铜合金的钎焊	(297)
八、铝及铝合金的钎焊	(299)
九、电气触头和工具的钎焊	(300)
第十节 堆焊	(305)
一、堆焊的要求与应用	(305)
二、常用的堆焊方法	(305)
三、堆焊操作	(307)
四、典型零件堆焊实例	(314)
第五章 金属材料焊接	(318)
第一节 碳钢的焊接	(318)
一、低碳钢的焊接	(318)
二、中碳钢的焊接	(341)
三、高碳钢的焊接	(344)
四、碳钢焊接实例	(346)
第二节 合金结构钢的焊接	(350)
一、合金结构钢的牌号	(350)
二、合金结构钢的焊接性	(353)
三、常用合金结构钢的焊接特点	(355)
四、常用合金结构钢焊接工艺	(357)
五、几种典型合金结构钢的焊接	(361)
六、低合金结构钢焊接实例	(368)
第三节 耐热钢的焊接	(371)
一、耐热钢的分类及性能	(371)
二、常用耐热钢的焊接性	(374)
三、耐热钢的焊接工艺	(376)
四、耐热钢焊接实例	(381)
第四节 不锈钢的焊接	(387)

一、不锈钢的分类及钢号	(387)
二、奥氏体不锈钢焊接工艺	(391)
三、马氏体不锈钢焊接工艺	(413)
四、铁素体不锈钢焊接工艺	(415)
五、不锈钢焊接实例	(417)
第五节 低温用钢的焊接	(419)
一、低温用钢的性能	(419)
二、低温用钢的焊接特点	(420)
三、低温用钢的焊接工艺	(420)
四、低温用钢焊接实例	(422)
第六节 铸铁的焊接	(422)
一、铸铁牌号、性能及化学成分	(423)
二、铸铁的焊接特点	(426)
三、铸铁的焊接工艺	(427)
四、铸铁常见缺陷的补焊	(436)
五、铸铁焊接应用实例	(438)
第七节 铝及铝合金的焊接	(441)
一、铝及铝合金的分类和性能	(441)
二、铝及铝合金的焊接性	(445)
三、铝及铝合金的焊接方法和特点	(447)
四、铝及铝合金焊接材料的选择	(448)
五、铝及铝合金焊接前准备与焊接后清理	(452)
六、铝及铝合金的焊接工艺	(453)
七、铝及铝合金焊接实例	(461)
第八节 铜及铜合金的焊接	(462)
一、铜及铜合金的分类和性能	(462)
二、铜及铜合金的焊接性	(466)
三、铜及铜合金焊接材料的选择	(467)
四、铜及铜合金的焊前准备	(470)
五、铜及铜合金的焊接工艺	(470)
六、铜及铜合金焊接实例	(479)
第九节 钛及钛合金的焊接	(481)

一、钛及钛合金的焊接性	(481)
二、钛及钛合金的焊接工艺	(483)
第十节 镁合金的焊接	(489)
一、镁合金的分类、牌号和性能	(489)
二、镁合金的焊接性	(490)
三、镁合金的焊接工艺	(491)
第十一节 镍及镍合金的焊接	(494)
一、镍及镍合金的牌号及力学性能	(494)
二、镍及镍合金的焊接性	(495)
三、镍及镍合金的焊接工艺	(495)
第十二节 铅的焊接	(499)
一、铅的主要性质	(499)
二、铅的焊接性	(499)
三、铅的焊接工艺	(500)
第十三节 异种金属材料的焊接	(504)
一、异种金属的焊接性	(504)
二、异种金属的焊接方法	(506)
三、异种钢的焊接	(506)
四、碳钢与铸铁的焊接	(519)
五、钢与有色金属的焊接	(520)
六、异种有色金属的焊接	(525)
七、复合材料的焊接	(529)
第六章 金属热切割	(533)
第一节 气体火焰切割	(533)
一、气割原理、条件及特点	(533)
二、氧-乙炔气割	(534)
三、氧-液化石油气气割	(541)
四、快速优质气割和精密气割	(542)
五、仿形气割	(548)
六、气割缺陷及防止措施	(551)
第二节 碳钢的气割	(553)
一、钢板的气割	(554)

二、钢管和圆钢的气割	(555)
三、法兰、铆钉的气割	(556)
四、坡口的气割和气割清焊根	(557)
五、碳钢气割的工艺参数	(558)
第三节 其他材料的气割	(561)
一、复合钢板的气割	(561)
二、不锈钢的振动气割	(562)
三、铸铁的振动气割	(562)
第四节 碳弧气刨和碳弧空气切割	(563)
一、碳弧气刨和切割的原理、特点和用途	(563)
二、碳弧气刨工艺参数的选择	(564)
三、碳弧气刨操作	(567)
四、常用材料碳弧气刨工艺	(568)
五、碳弧气刨常见的缺陷、产生原因及防止措施	(572)
六、碳弧空气切割	(573)
第五节 等离子弧切割	(574)
一、等离子弧切割原理及特点	(574)
二、等离子弧切割工艺参数的选择	(575)
三、等离子弧切割操作	(581)
四、大厚度割件等离子弧切割	(582)
五、等离子弧切割中常见的故障及改善措施	(583)
第七章 焊接、切割设备与电源	(587)
第一节 焊接设备的类型与选用	(587)
一、焊接设备的分类	(587)
二、焊接设备的选用原则	(588)
三、电焊机型号	(588)
第二节 弧焊设备	(594)
一、弧焊电源	(594)
二、埋弧焊设备	(631)
三、气体保护电弧焊(气电焊)设备	(638)
四、等离子弧焊设备	(652)
第三节 电阻焊设备	(656)

一、电阻焊设备分类	(656)
二、电阻焊机的组成	(660)
三、电阻焊机的型号及主要技术数据	(664)
第四节 气焊设备	(675)
一、气焊设备的组成	(675)
二、氧气瓶和乙炔瓶	(676)
三、乙炔发生器	(679)
四、回火防止器	(681)
五、减压器	(682)
六、焊炬	(686)
第五节 电渣焊设备	(689)
一、电渣焊机的类型	(689)
二、常用电渣焊机的技术数据	(690)
第六节 切割设备	(693)
一、手工气割设备	(693)
二、火焰精密切割机	(697)
三、机械氧气切割设备	(698)
四、碳弧气刨设备	(700)
五、等离子弧切割机	(702)
第七节 常用辅助设备与工具	(705)
一、电焊钳	(705)
二、面罩及护目镜	(706)
三、焊接电缆	(708)
四、橡胶气管	(709)
五、浮标式工业用流量计	(710)
六、焊缝检验尺	(710)
七、焊条保温筒与烘干箱	(711)
八、坡口加工机	(712)
九、角向磨光机	(713)
第八章 焊接质量检验	(714)
第一节 焊接缺陷	(714)
一、焊接缺陷的分类	(714)

二、常见的焊接缺陷产生原因及防止措施·····	(723)
第二节 焊接质量检验·····	(733)
一、焊接质量检验方法分类·····	(733)
二、焊接生产过程质量检验的内容·····	(733)
三、常用的焊接检验标准·····	(737)
第三节 非破坏性检验方法·····	(739)
一、外观检验和测量·····	(739)
二、致密性试验·····	(743)
三、无损探伤检验·····	(746)
第九章 焊接劳动安全卫生技术·····	(753)
第一节 焊接的危害因素·····	(753)
一、焊接生产中的危险因素·····	(753)
二、焊接生产中的有害因素·····	(753)
第二节 焊接安全技术·····	(753)
一、焊条电弧焊安全操作·····	(753)
二、埋弧焊安全操作·····	(758)
三、电渣焊安全操作·····	(759)
四、电阻焊安全操作·····	(760)
五、钨极氩弧焊安全操作·····	(761)
六、熔化极气体保护电弧焊安全操作·····	(763)
七、等离子弧焊与切割安全操作·····	(764)
八、气焊、气割安全操作·····	(765)
九、钎焊安全操作·····	(775)
十、碳弧气刨安全操作·····	(776)
十一、焊接防火、防爆安全操作·····	(776)
第三节 焊接的劳动保护·····	(779)
一、焊工个人劳动防护用品·····	(779)
二、焊接危害因素的防护·····	(781)
三、焊接场所的通风除尘·····	(783)
主要参考资料·····	(785)

第一章 焊接基础

焊接是在金属连接处通过加热或加压，或两者并用，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，促进原子间相互扩散而结合，形成一个整体接头的一种加工方法。

焊接的种类繁多，方法多种多样。按照焊接过程的特点，一般把金属的焊接分为熔化焊、压力焊和钎焊三大类。

熔化焊是将被连接的金属构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方法，如电弧焊、等离子弧焊、电渣焊、气焊等。

压力焊是在焊接过程中，只加压不加热或加压又加热，使两个结合面紧密接触而连接在一起的方法，如气压焊、冷压焊、电阻焊（点焊、对焊、滚焊）、摩擦焊、锻焊、爆炸焊等。

钎焊是零件连接处不熔化，而把熔点较母材低的钎料（填充金属）加热熔化后，渗入并填满母材连接处而形成结合面的方法，如烙铁钎焊、火焰钎焊、电接触钎焊、高频钎焊等。

第一节 焊接常用的金属材料

一、金属材料的分类

金属材料可分为黑色金属材料和有色金属材料两大类。黑色金属材料主要是指钢和铸铁，钢又可分为碳素钢和合金钢。黑色金属以外的其他金属统称为有色金属。

1. 碳素钢的分类

碳素钢简称碳钢，是指含碳量小于 1.5%，不含特意加入的合金元素，而含有少量的硅、锰、硫、磷等杂质的钢。碳钢的分类见表 1-1。

表 1-1 碳素钢的分类

分类方法	种 类	说 明
按冶炼方法	平炉钢	容量大，炉料中废钢比例大，冶炼时间长。工艺过程易控制，主要炼碳钢和低合金钢

续表

分类方法	种 类	说 明
按冶炼方法	转炉钢	冶炼速度快, 生产率高。钢的品种、质量与平炉大致相当
	电炉钢	炉料通用性大, 炉气可控制, 脱氧良好, 能冶炼难熔合金钢, 钢的质量优良
按炼钢时的脱氧程度及浇铸方法	沸腾钢	冶炼后期用锰铁进行不充分脱氧, 钢的组织不够致密, 质量较差
	镇静钢	后期进行充分脱氧, 钢水能平静凝固, 成分均匀, 组织致密, 质量较好
	半镇静钢	介于沸腾钢和镇静钢两者之间
按含碳量	低碳钢	含碳量 $< 0.25\%$
	中碳钢	含碳量 $0.25\% \sim 0.60\%$
	高碳钢	含碳量 $> 0.60\%$
按质量	普通质量钢	$S \leq 0.050\%, P \leq 0.045\%$
	优质钢	$S \leq 0.035\%, P \leq 0.035\%$
	高级优质钢	$S \leq 0.025\%, P \leq 0.025\%$
	特级质量钢	$S < 0.015\%, P < 0.025\%$
按用途	碳素结构钢	用于制造各种机械零件和工程结构件。其含碳量一般 $< 0.70\%$
	碳素工具钢	用于制造各种刀具、模具和量具。其含碳量一般 $\geq 0.70\%$

2. 合金钢的分类

在碳素钢中加入数种合金元素冶炼成的钢称为合金钢。合金钢的分类见表 1-2。

表 1-2 合金钢的分类

分类方法	种 类	说 明
按钢中的主要合金元素	锰钢、铬钢、硅锰钢、铬锰钛钢、铬钼钢	以加入主要的合金元素来命名
按钢中合金元素总含量	低合金钢	合金元素总含量 $<5\%$
	中合金钢	合金元素总含量 $5\% \sim 10\%$
	高合金钢	合金元素总含量 $>10\%$
按主要用途	合金结构钢	用于制造机械零件和工程构件, 包括低合金结构钢、弹簧钢和滚动轴承钢
	合金工具钢	用于制造各种加工工具, 包括合金工具钢(刀具钢、量具钢、模具钢)和高速钢
	特殊性能钢	具有某种特殊物理、化学性能的钢, 包括不锈钢、耐热钢、耐磨钢和磁钢
按钢的金相组织	奥氏体钢	在氧化性介质和某些还原性介质中具有良好的耐腐蚀性、优良的焊接性
	马氏体钢	常温下具有良好的耐腐蚀性, 热处理后具有稳定的力学性能
	铁素体钢	铁素体不锈钢具有抗酸腐蚀的性能

3. 铸铁的分类

铸铁是含碳量大于 2.11% 的铁碳合金, 并且还含有硅、锰、硫、磷等元素。铸铁与钢相比, 虽然力学性能较低, 但具有优良的铸造性能和切削加工性能, 还具有耐压、耐磨和减震等性能, 且生产成本低, 所以应用很广。铸铁的分类见表 1-3。