

简明焊工

速查手册

邱宏星 编

JIANMING HANGONG
SUCHA SHOUCE



海峡出版发行集团

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

简明焊工

速查手册

邱宏星 编

JIANMING HANGONG
SUCHA SHOUCE



海峡出版发行集团

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

简明焊工速查手册/邱宏星编. —福州: 福建科学技术出版社, 2010. 10

ISBN 978-7-5335-3693-0

I. ①简… II. ①邱… III. ①焊接—技术手册 IV.
①TG4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 084106 号

书 名	简明焊工速查手册
编 者	邱宏星
出版发行	海峡出版发行集团 福建科学技术出版社
社 址	福州市东水路 76 号 (邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	福建新华发行 (集团) 有限责任公司
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	890 毫米×1240 毫米 1/64
印 张	9.125
字 数	329 千字
版 次	2010 年 10 月第 1 版
印 次	2010 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-3693-0
定 价	19.00 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，我们编写了这本《简明焊工速查手册》。

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。本手册共八章，全面、详尽地介绍了焊接基础、焊接材料、焊接工艺与操作、各种金属材料焊接、金属热切割、设备、焊接质量检验、劳动安全等知识，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、金属材料的焊接性	(6)
第二节 焊接冶金基础	(7)
一、焊缝的形成	(7)
二、热影响区的组织和性能	(9)
第三节 焊件热处理	(11)
一、常用热处理方法	(11)
二、焊件热处理方法的选择	(12)
第四节 焊接接头及坡口设计	(14)
一、焊接接头的分类	(14)
二、焊接接头的图样标注方法	(15)
三、坡口的基本类型	(23)
四、焊接接头的坡口形式与尺寸	(24)
第二章 焊接材料	(51)
第一节 焊条	(51)
一、焊条的组成与分类	(51)
二、焊条的型号和牌号	(56)
三、焊条的选用	(103)

第二节 焊丝	(111)
一、焊丝的分类、型号和牌号	(111)
二、钢焊丝	(116)
三、有色金属焊丝	(128)
四、铸铁焊丝	(130)
五、镍及镍合金焊丝	(130)
六、气体保护焊焊丝	(130)
第三节 焊剂	(133)
一、焊剂的分类	(133)
二、埋弧焊及电渣焊焊剂	(135)
三、气焊熔剂	(143)
第四节 焊接用气体	(145)
一、焊接用气体的性质及应用	(145)
二、焊接用气体的选用	(148)
第五节 钎料与钎剂	(149)
一、钎料的分类、型号及牌号的表示方法	(149)
二、各种钎料的型号、化学成分及用途	(151)
三、钎剂	(165)
第六节 其他焊接材料	(170)
一、电阻焊用电极材料	(170)
二、气体保护焊用钨极材料	(171)

三、防止飞溅粘结用涂料	(172)
四、工业用电石	(172)
第三章 焊接工艺及操作	(173)
第一节 焊条电弧焊	(173)
一、焊接工艺参数的选择	(173)
二、焊条电弧焊操作	(175)
第二节 埋弧焊	(180)
一、埋弧焊工艺参数	(180)
二、埋弧焊操作	(184)
三、埋弧焊常见缺陷及防止措施	(187)
第三节 熔化极气体保护电弧焊	(191)
一、熔化极气体保护焊的分类及应用	(191)
二、熔化极惰性气体保护焊 (MIG)	(192)
三、熔化极脉冲氩弧焊	(195)
四、熔化极混合气体保护焊 (MAG) ...	(197)
五、CO ₂ 气体保护焊	(200)
第四节 非熔化极气体保护电弧焊	(212)
一、钨极氩弧焊的工艺参数及选择	(212)
二、钨极氩弧焊操作	(215)
三、脉冲钨极氩弧焊 (CP-TIG) 操作 ...	(218)
第五节 电阻焊	(220)
一、点焊	(220)
二、凸焊	(227)

三、缝焊	(229)
四、对焊	(235)
第六节 电渣焊	(241)
一、电渣焊操作	(241)
二、电渣焊常见缺陷及防止措施	(244)
第七节 气焊	(246)
一、气焊火焰	(246)
二、气焊的应用范围	(247)
三、气焊操作	(248)
第四章 各种金属材料的焊接	(255)
第一节 碳钢的焊接	(255)
一、低碳钢的焊接	(255)
二、中碳钢的焊接	(288)
三、高碳钢的焊接	(292)
第二节 铸铁的焊接	(293)
一、铸铁的焊接工艺	(293)
二、铸铁常见缺陷的补焊	(306)
第三节 铝及铝合金的焊接	(310)
一、铝及铝合金的焊接方法和特点	(310)
二、铝及铝合金焊接材料的选择	(312)
三、铝及铝合金焊接前准备与焊接后清理	(317)
四、铝及铝合金的焊接工艺	(319)

第四节	铜及铜合金的焊接	(331)
一、	铜及铜合金的焊前准备	(331)
二、	铜及铜合金的焊接工艺	(332)
第五节	钛、镁、镍、铝及其合金的焊接	(347)
一、	钛及钛合金的焊接工艺	(347)
二、	镁合金的焊接工艺	(357)
三、	镍及镍合金的焊接工艺	(362)
四、	铝的焊接工艺	(368)
第五章	金属热切割	(375)
第一节	气体火焰切割	(375)
一、	氧-乙炔气割	(375)
二、	氧-液化石油气气割	(381)
三、	快速优质气割和精密气割	(382)
四、	仿形气割	(390)
五、	气割缺陷及防止措施	(393)
第二节	碳钢的气割	(396)
一、	钢板的气割	(396)
二、	钢管和圆钢的气割	(399)
三、	法兰、铆钉的气割	(400)
四、	坡口的气割和气割清焊根	(402)
五、	碳钢气割的工艺参数	(403)
第三节	其他材料的气割	(406)

一、复合钢板的气割	(406)
二、不锈钢的振动气割	(407)
三、铸铁的振动气割	(408)
第六章 焊接、切割设备与电源	(410)
第一节 焊接设备的类型与选用	(410)
一、焊接设备的分类	(410)
二、电焊机型号	(411)
第二节 弧焊设备	(423)
一、弧焊电源	(423)
二、埋弧焊设备	(451)
三、气体保护电弧焊（气电焊）设备	(455)
第三节 电阻焊设备	(465)
一、电阻焊设备分类	(465)
二、电阻焊机的组成	(469)
三、电阻焊机的型号及主要技术数据	(472)
第四节 气焊设备	(488)
一、气焊设备的组成	(488)
二、氧气瓶和乙炔瓶	(488)
三、乙炔发生器	(490)
四、回火防止器	(494)
五、减压器	(495)
六、焊炬	(497)
第五节 切割设备	(500)

一、手工气割设备	(500)
二、火焰精密切割机	(505)
三、机械氧气切割设备	(506)
第七章 焊接质量检验	(510)
第一节 焊接缺陷	(510)
一、焊接缺陷的分类	(510)
二、常见的焊接缺陷产生原因及防止措施	(523)
第二节 焊接质量检验	(540)
一、焊接质量检验方法分类	(540)
二、常用的焊接检验标准	(541)
第八章 焊接劳动安全	(545)
第一节 焊接安全技术	(545)
一、焊条电弧焊安全操作	(545)
二、埋弧焊安全操作	(546)
三、电渣焊安全操作	(548)
四、电阻焊安全操作	(549)
五、钨极氩弧焊安全操作	(552)
六、熔化极气体保护电弧焊安全操作	(555)
七、等离子弧焊与切割安全操作	(555)
八、气焊、气割安全操作	(558)
第二节 焊接的劳动保护	(564)
一、焊工个人劳动防护用具	(564)

第一章 焊接基础

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 and 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
	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

续表

分类方法	种 类	说 明
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

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

铸铁的分类见表 1-3。

表 1-3 铸铁的分类

分类方法	种 类	说 明
按铸铁中碳的存在形式	白口铸铁	碳主要以渗碳体 (Fe_3C) 形式存在。其断口呈银白色, 性能既硬又脆, 很难进行切削加工, 故很少直接用来制造机器零件
	灰口铸铁	碳主要以片状石墨 (C) 形式存在。其断口呈灰色。它是应用最广的一类铸铁
	麻口铸铁	碳大部分以渗碳体形式存在, 少部分以石墨形式存在。其断口呈灰白色相间。它没有实际应用价值
按铸铁中石墨的形态	灰铸铁	石墨以片状或曲片状形式存在。有一定强度, 耐磨、耐压和减震性均佳
	可锻铸铁	石墨呈紧密的团絮状。它是白口铸铁件经长时间退火后获得的, 强度较高, 韧性好
	球墨铸铁	石墨大部分或全部呈球状。强度高, 韧性好
	蠕墨铸铁	石墨大部分呈蠕虫状。抗拉强度、耐热冲击性能、耐压性能比灰铸铁有明显改善

4. 铜及其合金的分类

铜及其合金的分类见表 1-4。

表 1-4 铜及其合金的分类

分 类		说 明
纯铜 (T)	纯铜材	纯铜又称紫铜，呈紫红色。导电性和导热性及塑性非常好，熔点为 1083°C ，密度 $8.96 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
	无氧铜	
黄铜 (H)	普通黄铜	铜与锌的合金。塑性好，适于冷、热变形加工
	特殊黄铜	在普通黄铜中加入其他合金元素，常加入的有锡、锰、硅、铝和铅等
青铜 (Q)	锡青铜	除黄铜和白铜(铜与镍的合金)外，所有的铜基合金都称为青铜
	铝青铜	
	铍青铜	
	硅青铜	

5. 铝及其合金的分类

铝及其合金的分类见表 1-5。

表 1-5 铝及其合金的分类

分 类		说 明
变形铝合金	工业纯铝 (L)	银白色的金属，熔点为 657°C ，密度为 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。具有良好的导电性和导热性，强度低、塑性高，易加工成各种形状