

气焊工

工作手册

王艳霞 主编

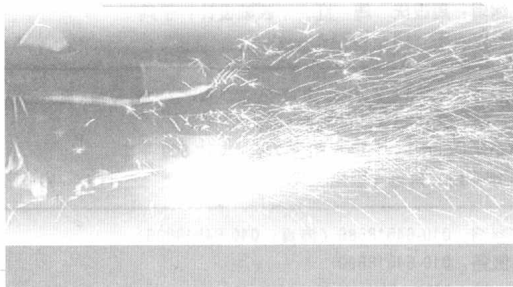


化学工业出版社



气焊工 工作手册

王艳霞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

气焊工工作手册/王艳霞主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-122-02015-4

I. 气… II. 王… III. 气焊-技术手册 IV. TG446-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 010976 号

责任编辑: 周国庆 周 红 装帧设计: 于兵
责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京中科印刷有限公司
850mm×1168mm 1/64 印张 7 1/4 字数 301 千字
2008 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

本书系统地介绍了焊工必备的基础知识及气焊、气割的原理，并结合焊工工作实际讲述了各种常用材料、特种材料的气焊工艺、操作技术及设备的使用，以及焊接检验和安全技术。理论联系实际，具有很强的针对性、实用性和可操作性。

本书以内容精选、叙述精炼为特色，采用示图、表格等速查、易懂的形式编写，有利于读者随时、随地查阅、参考。

本书可作为各行各业从事气焊、气割的技术工人和技师的工具书，是一本实用的焊工日常工作手册，还可作为焊工实习的辅导教材。

前 言

随着现代科学的发展，焊接新工艺、新材料、新装备不断涌现，机械化、自动化水平不断提高。人们对“焊接过程”有了新的认识，焊接工人队伍已经成为我国工业发展的重要技术力量。焊接工人的素质、生产效率、技能熟练程度等，都必须适应这一新形势的需要。

为了帮助焊工尽快掌握必备的基础知识和焊接原理，了解常用材料、特种材料的焊接工艺和设备，结合编者的实际工作经验，我们编写了《气焊工工作手册》。

本手册在层次上，以精、短为主，尽量不作纵向深入的讲述；章节中，也尽可能地以示图、表格等速查、易看的形式编写，有利于读者随时、随地查阅、参考。书中内容针对性强，特别注重实用性。

本书可作为各行各业从事气焊、气割的技术工人和技师的工具书。

手册由王艳霞主编，参加编写的主要成员有李久战、张丽、吴杰然等，全书由周国顺、孙学芹、刘勃安等审核。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 金属材料基础知识	1
1.1 金属学基础	1
1.1.1 铁碳平衡图	1
1.1.2 金属材料的力学性能	4
1.1.3 金属的焊接性	7
1.2 焊件的热处理	24
1.2.1 常用的热处理方法	24
1.2.2 焊件热处理方法的选择	27
第 2 章 焊接基础知识	28
2.1 气焊冶金基础知识	28
2.1.1 气焊的冶金过程	28
2.1.2 焊接结晶	32
2.1.3 焊缝热循环及接头的组织	34
2.2 焊缝代号	42
2.2.1 引出线	42
2.2.2 基本符号	43
2.2.3 辅助符号	45
2.2.4 补充符号	46
2.2.5 焊缝尺寸符号及数据标注原则	47
2.2.6 焊缝符号的应用举例	49
2.3 焊接接头的基本形式	50

2.3.1	对接接头	50
2.3.2	T形接头	53
2.3.3	角接接头	54
2.3.4	搭接接头	54
2.3.5	其他接头形式	56
2.3.6	几种常见气焊接头举例	57
2.4	焊件的清理	59
2.4.1	焊前清理	59
2.4.2	焊后清理	60
2.5	焊接应力与变形	61
2.5.1	焊接应力与变形的定义	61
2.5.2	焊接变形的基本形式及其产生原因	63
2.5.3	控制焊接变形的措施	69
2.5.4	消除焊接残余应力的方法	70
2.6	矫正焊接变形的的方法	72
2.6.1	冷矫正法	72
2.6.2	火焰加热矫正法	72
2.6.3	火焰矫正法的实例	73
第3章	焊接材料	89
3.1	氧气	89
3.1.1	氧气的性质	89
3.1.2	氧气的制备	89
3.1.3	氧气的纯度对气焊、气割质量的影响	90
3.2	乙炔	90
3.2.1	乙炔的性质	90
3.2.2	乙炔的制备	92
3.2.3	电石的制备及质量等级	92
3.3	液化石油气	93

3.3.1	液化石油气的成分	93
3.3.2	液化石油气的性质	93
3.3.3	液化石油气的用途	94
3.4	焊丝	95
3.4.1	焊丝中化学元素对焊接质量的影响	95
3.4.2	气焊丝的选用原则	97
3.4.3	常用气焊丝化学成分及用途	97
3.4.4	气焊丝的保管	109
3.5	气焊熔剂	109
3.5.1	气焊熔剂的分类	110
3.5.2	气焊熔剂的牌号	111
3.5.3	气焊熔剂的使用和保存	112
3.6	气焊材料消耗定额的估算	115
3.6.1	气焊焊丝消耗定额的估算	115
3.6.2	气体消耗定额的估算	117
第4章	气焊工艺方法和设备	120
4.1	气焊常用设备及工具	120
4.1.1	氧气瓶及瓶阀	120
4.1.2	乙炔瓶及瓶阀	124
4.1.3	减压器	128
4.1.4	焊炬	137
4.1.5	气焊辅助工具	143
4.2	气焊工艺与基本操作	144
4.2.1	气焊工艺与参数	144
4.2.2	气焊基本操作	153
4.2.3	典型气焊示例	165
第5章	常用金属材料的焊接	178
5.1	常用黑色材料气焊	178

5.1.1	碳素结构钢的气焊	178
5.1.2	低合金钢的气焊	197
5.1.3	铬镍奥氏体不锈钢的气焊	211
5.1.4	铸铁的补焊	216
5.2	常用有色金属材料的气焊	233
5.2.1	铝及其合金的气焊	233
5.2.2	铜及其合金的气焊	248
5.2.3	铅及其合金的气焊	267
5.2.4	镁合金的气焊	278
5.2.5	银的气焊	284
5.3	异种金属的气焊	287
5.3.1	钢和铝的焊接性	287
5.3.2	钢和铝的气焊工艺	288
5.3.3	钢和铝的气焊实例	288
第6章	特种气焊方法	290
6.1	气体火焰钎焊	290
6.1.1	气体火焰钎焊概述	290
6.1.2	气体火焰钎焊工艺	292
6.1.3	火焰钎焊常见缺陷及产生原因	304
6.1.4	火焰钎焊实例	305
6.2	氧-乙炔火焰喷熔	312
6.2.1	氧-乙炔火焰喷熔概述	312
6.2.2	氧-乙炔火焰喷熔工艺	313
6.2.3	影响氧-乙炔火焰喷熔质量的因素	321
6.3	氧-乙炔火焰喷涂	325
6.3.1	氧-乙炔火焰喷涂概述	325
6.3.2	氧-乙炔火焰喷涂工艺	326
6.3.3	影响喷涂层质量的因素	333

第7章 气割工艺和设备	335
7.1 气割设备	335
7.1.1 手工气割设备	335
7.1.2 机械气割设备	344
7.2 手工气割工艺及操作技术	355
7.2.1 氧气切割的基本原理	355
7.2.2 气割工艺参数的选择	360
7.2.3 手工气割的工艺过程	366
7.2.4 典型零件的手工气割	370
7.3 特种气割	380
7.3.1 振动气割	380
7.3.2 氧熔剂切割	381
7.3.3 高速气割	385
7.4 气割切口的质量	394
7.4.1 气割切口的质量要求	394
7.4.2 提高手工气割质量的途径和措施	396
7.4.3 常见切口缺陷的产生原因及防止方法	397
第8章 焊接检验、缺陷分析和安全技术	401
8.1 焊接缺陷分析	401
8.1.1 焊接缺陷的分类	401
8.1.2 气焊常见缺陷的产生及预防	401
8.2 焊接检验	407
8.2.1 外观检验	407
8.2.2 致密性试验	410
8.2.3 无损探伤检验	413
8.2.4 力学性能检验	430
8.2.5 焊接接头的腐蚀试验	431
8.2.6 焊接接头的金相检验	431

8.2.7 化学分析试验	433
8.3 气焊工安全技术	433
8.3.1 气焊、气割时的有害因素及劳动保护措施	433
8.3.2 气焊、气割的安全技术	435
8.3.3 气焊、气割常见事故的紧急处理	443
附录	445
附录 1 常用化学元素名称符号对照	445
附录 2 低碳钢硬度及强度值换算	445
参考文献	446

第 1 章 金属材料基础知识

1.1 金属学基础

1.1.1 铁碳平衡图

反映铁碳合金在极缓慢加热（或冷却）条件下，不同成分的铁碳合金在不同温度时所具有的状态或组织的图形，称为铁碳平衡图，见图 1-1。它是研究钢铁的成分、组织和性能之间关系的理论基础，也是制定各种热加工工艺的依据。

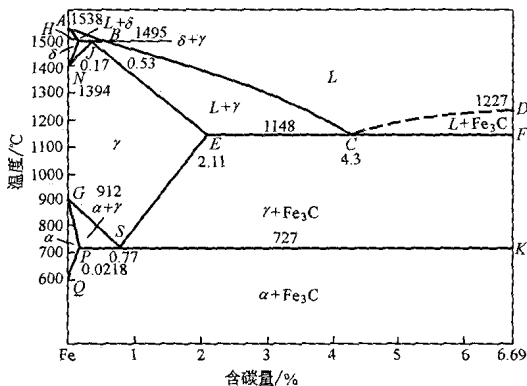


图 1-1 铁碳平衡图

(1) 铁碳平衡图中的特性点及含义

见表 1-1。

表 1-1 铁碳平衡图中的特性点及含义

符号	温度/℃	含碳量/%	含 义 说 明
A	1538	0	纯铁的熔点
B	1495	0.53	包晶反应时液态金属的成分点
C	1148	4.30	共晶点
D	1227	6.69	可认为是渗碳体的“熔点”
E	1148	2.11	碳在 γ -Fe 中最大溶解度
F	1148	6.68	共晶反应渗碳体的成分点
G	912	0	α -Fe $\rightleftharpoons$ γ -Fe 同素异构转变点
H	1495	0.09	碳在 δ -Fe 中最大溶解度
J	1495	0.17	包晶点
K	727	6.69	共析反应时渗碳体成分点
N	1394	0	γ -Fe $\rightleftharpoons$ δ -Fe 同素异构转变点
P	727	0.0218	碳在 α -Fe 中最大溶解度
S	727	0.77	共析点

(2) 铁碳平衡图中的特性线及含义

见表 1-2。

表 1-2 铁碳平衡图中的特性线及含义

各线符号	含义(按冷却叙述,加热方可逆的)
ABCD	液相线。在此线以上合金为液体。液体开始结晶
AHJECF	固相线。在此线以下合金为固体。液体结晶终止

续表

各线符号	含义(按冷却叙述,加热方可逆的)
GS	A_3 线,自奥氏体开始析出铁素体,即 $\gamma\text{-Fe}-\alpha\text{-Fe}$ 的开始线
ES	A_{cm} 线,渗碳体开始从奥氏体中析出
HJB	包晶反应线
ECF	共晶反应线
PSK	共析线或称 A_1 线,自奥氏体开始析出铁素体和渗碳体的共析混合物

(3) 室温下铁碳合金的平衡组织

见表 1-3。

表 1-3 室温下铁碳合金的平衡组织

名 称	含碳量/%	平衡组织
亚共析钢	0.0218~0.77	铁素体+珠光体
共析钢	0.77	珠光体
过共析钢	0.77~2.11	珠光体+二次渗碳体
亚共晶白口铁	2.11~4.3	树状珠光体+二次渗碳体+共晶体
共晶白口铁	4.3	共晶体(珠光体+渗碳体)
过共晶白口铁	4.3~6.69	板状一次渗碳体+共晶体

(4) 铁碳合金的基本组织和性能

见表 1-4。

表 1-4 铁碳合金的基本组织和性能

名称	符号	组 织	性 能
铁素体	F	碳在 α 铁中的固溶体	塑性、韧性高；强度、硬度低
奥氏体	A	碳在 γ 铁中的固溶体	塑性较好；硬度和强度低
渗碳体	C	铁和碳的化合物 (Fe_3C)	硬度高，脆性大
珠光体	P	铁素体和渗碳体的机械混合物(共析体)	硬度比铁素体和奥氏体高，比渗碳体低；塑性比铁素体和奥氏体低，比渗碳体高
莱氏体	L	奥氏体与渗碳体的共晶混合物	硬度高，脆性大

(5) 铁碳平衡图的使用

在已知碳钢含碳量的情况下，利用铁碳平衡状态图，可以从理论上判断钢在某一温度下的平衡组织。

例如：要找出含碳量为 0.3% 的钢，在 800℃ 时的平衡组织。先在平衡状态图的横坐标上找到 0.3% 的位置，画上一条垂直于横坐标的直线；再从纵坐标中找到 800℃ 的位置，画出一条垂直于纵坐标的直线。所画的两条直线的交点，处于“奥氏体+铁素体”的区域内。因此确定，含碳量为 0.3% 的钢，在 800℃ 时的平衡组织为“奥氏体+铁素体”。

1.1.2 金属材料的力学性能

所谓金属材料的力学性能是指在一定的温度条件下和外力作用下，抵抗变形和断裂的能力。

(1) 金属材料力学性能名称及含义

见表 1-5。

表 1-5 金属材料力学性能名称及含义

名称	符号	单位	含义及说明
抗拉强度	σ_b	N/mm ²	材料抵抗外力破坏的最大能力,总称强度极限。受的外力是拉力者称抗拉强度极限;受压的称抗压强度极限;受弯的称抗弯强度极限;受剪的称抗剪强度极限
抗压强度	σ_{ba}		
抗弯强度	σ_{bb}		
抗剪强度	τ		
弹性极限	σ_e	N/mm ²	材料在外力的作用下产生变形,当外力去除后能恢复原状的能力称为弹性。金属材料能保持弹性变形的最大应力称为弹性极限
屈服极限	σ_s	N/mm ²	在拉伸过程中,负荷不增加,甚至有所降低,试样还继续发生明显变形的最小应力,叫做屈服点
延伸率	δ	%	延伸率、断面收缩率都是用来衡量金属材料的塑性。金属材料在外力作用下,产生不破坏的永久变形的最大能力称为塑性。 δ_5, δ_{10} 表示试样的标距等于 5、10 倍直径时的延伸率
断面收缩率	ψ		
冲击韧性	a_k	J/cm ²	金属材料在冲击载荷的作用下,抵抗破坏的能力称为冲击韧性

(2) 硬度的表示方法及使用范围

见表1-6。

表 1-6 硬度表示方法及使用范围

名称		代号	使用范围	
布氏硬度		HB	方法简单,测量值较准确,只适宜测定硬度小于 HB450 的退火、正火和调质状态下的钢、铸铁及有色金属的硬度;由于压痕较大,不适宜于检查成品和太薄的零件	
洛氏硬度	A 级	HRA	效率高、压痕小,可测量软的、很硬的或厚度较薄的成品,但测量值不够准确	测量表面淬硬层、渗碳层很厚的材料
	B 级	HRB		测量有色金属,退火和正火后较软的金属
	C 级	HRC		测量调质钢、淬火钢等较硬的金属
表面洛氏硬度	N 级	HRN	适用于钢材经表面渗碳、渗氮等处理的表面层硬度;测定薄、小试件的硬度	
	T 级	HRT		
维氏硬度		HV	压痕浅,适宜测量零件表面硬化层、化学处理的表面层及很薄零件的硬度,测定值比布氏和洛氏精确	
肖氏硬度		HS	硬度计体积小,便于携带,适宜于测定大型机件的硬度,误差较大	

(3) 化学元素对钢材性能的影响

化学元素对钢材性能的影响见表1-7。