

焊接技术

快速入门丛书

邱言龙 聂正斌 雷振国 编著 王 兵 审

气焊与气割技术

快速入门

QIHAN YU QIGE
JISHU
KUAISU RUMEN

上海科学技术出版社



气焊与气割技术快速入门

焊条电弧焊技术快速入门

二氧化碳气体保护焊技术快速入门

手工钨极氩弧焊技术快速入门

等离子弧焊与切割技术快速入门

钎焊技术快速入门

电阻焊与电渣焊技术快速入门

埋弧焊技术快速入门

焊接技术
快速入门丛书

© 责任编辑 楼玲玲 李 艳 © 封面设计 赵 军

Email: loul@sstp.cn



www.ewen.cc www.sstp.cn

上架建议: 机械工业/金属学与金属工艺

ISBN 978-7-5478-0735-4



9 787547 807354 >

定价: 23.00 元

焊接技术快速入门丛书

气焊与气割技术快速入门

邱言龙 聂正斌 雷振国 编著
王 兵 审

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

气焊与气割技术快速入门 / 邱言龙, 聂正斌, 雷振国
编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2011. 6

(焊接技术快速入门丛书)

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0735 - 4

I. ①气… II. ①邱… ②聂… ③雷 III. ①气焊 ②
气割 IV. ①TG446 ②TG481

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 041532 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 889 × 1194 1/32 印张: 8

字数: 230 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0735 - 4/TG · 28

定价: 23.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换



内容提要

本书主要包括金属材料及其热处理知识,焊工作业基础知识,气焊、气割基础知识,气焊、气割工具及设备,气焊、气割工艺及操作技术,气焊、气割常见缺陷及故障排除方法,焊工文明生产与安全保护。书中采用图表的形式,把焊接技术和操作技能通过简单明了的方法——解析,借助大量实习操作和工程技术图片,使复杂问题简单化,更加方便刚入门读者快速理解和掌握焊接技术和操作的技能技巧。

本书图文并茂、浅显易懂,既便于焊工自学,又可供再就业部门对下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训使用,还可供进城务工的农民工学习参考。



前 言

焊接是指在两金属件连接处通过加热熔化或加压,或两者并用,以造成金属原子间和分子间的结合而得到永久连接的方法。焊接技术被广泛应用于船舶、锅炉、车辆、飞机和其他金属结构或机器零件的制造。非金属材料(如塑料、玻璃等)也可用焊接方法连接。从焊接工艺的广泛应用,我们可以看出焊接具有如下特点:

(1) 与其他金属连接方法(铆接、螺纹连接)相比,有节约金属材料、生产率高、能保持水密和气密等优点。

(2) 焊接可以化大为小、以小拼大。在制造大型机件与结构件或复杂的机器零件时,可以采用化大为小、化复杂为简单的方法准备坯料,采用铸-焊、锻-焊联合工艺,用小型铸、锻设备生产大型或复杂零件。

(3) 焊接还可以制造双金属结构,如制造不同材料的复杂层容器。

所以,焊接是生产金属构件、机器零件等的重要加工工艺方法,如桥梁、建筑构件、船体、锅炉、车厢、容器等。此外,焊接还是修补铸、锻件的缺陷和磨损零件的重要方法。

为了方便青年工人自学及上岗、转岗再就业人员快速掌握一技之长,我们组织编写了本套“焊接技术快速入门丛书”。本套丛书包括《气焊与气割技术快速入门》、《焊条电弧焊技术快速入门》、《二氧化碳气体保护焊技术快速入门》、《手工钨极氩弧焊技术快速入门》、《等离子弧焊与切割技术快速入门》、《钎焊技术快速入门》、《电渣焊与电阻焊技术快速入门》、《埋弧焊技术快速入门》。每本书中均包含有作业基础知识、操作工艺,以及各种焊接材料、焊接工具、设备的应用,典型焊接工艺实例等内容。丛书还用具体章节详细介绍了焊工技术基础知识和焊工安全文明生产知识、劳动保护知识,包括预防触电及抢救的安全知识,防火、防爆、防辐射的安全知识,预防有害气体和金属烟尘中毒的安全知识,以及高空作

前 言

业焊接、水下焊接与热切割应注意的安全事项等。

本套丛书采用图文并茂的形式,把焊接技术和操作技能通过图表的方式一一解析,借助大量实习操作和工程技术图片,使复杂问题简单化,更加方便未入门和初入门的焊工理解和掌握。丛书力求简明扼要,不过于追求系统及理论的深度,突出“快速入门”的特点,且从应用标准、名词术语、计量单位等各方面全都贯穿着一个“新”字,便于工人尽快与现代工业化生产接轨,适应未来机械工业发展的需要。

本套丛书旨在通俗、易懂、简明、实用,编写时综合考虑实际需要和篇幅容量,让焊工通过各种焊接工艺入门知识的学习,了解本工艺的专业基础知识和基本操作技能,轻松掌握一技之长,快速迈入焊工之门。各书独立成书,既相互关联,又互为补充。

本套丛书由邱言龙、聂正斌、雷振国编写,由王兵审稿。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中错误在所难免,望广大读者不吝赐教,以利提高!

编 者

目 录

第一章 金属材料及其热处理知识	1
第一节 常用金属材料的基础知识	1
一、金属材料的性能	1
二、钢的分类和性能	4
三、有色金属的分类及焊接特点	7
第二节 钢的热处理简介	21
一、钢的组织 and 结构	21
二、钢的热处理	24
三、热处理工序的安排	29
第二章 焊工作业基础知识	37
第一节 金属焊接与热切割的基本知识	37
一、焊接原理、分类和特点	37
二、热切割的原理、分类	43
第二节 焊缝符号及其标注方法	50
一、焊缝符号	51
二、基本符号和指引线的位置规定	58
三、焊缝尺寸标注	60
第三章 气焊、气割基础知识	63
第一节 概述	63
一、常用金属及其氧化物熔点	63
二、气焊的冶金过程、应用范围及特点	64
三、气割的基本原理、应用范围及特点	66
第二节 气焊与气割材料	69

一、气焊与气割用气体	69
二、气焊丝	72
三、气焊熔剂	80
第三节 气体火焰	84
一、可燃气体的发热量及火焰温度	84
二、氧乙炔焰种类与应用	85
第四节 气焊接头形式及坡口	88
一、气焊接头形式	88
二、气焊坡口的选择原则	94
第四章 气焊、气割工具及设备	95
第一节 气焊工具	95
一、焊炬的性能及规格	95
二、焊炬的使用规则	97
三、焊炬常见故障及维修	98
四、焊嘴	99
第二节 气割工具	100
一、割炬的性能及规格	100
二、割炬的使用规则	103
三、割炬常见故障及维修	104
四、割嘴	104
五、常用回火保险器的种类及特点	107
第三节 气焊与气割辅助工具	110
一、橡胶管及橡胶管接头	110
二、护目镜	112
三、点火枪	112
四、其他工具	113
第四节 气焊与气割设备	113
一、减压器	114
二、气瓶	121
三、切割机	131
第五章 气焊、气割工艺及操作技术	132
第一节 气焊、气割设备的连接和使用	132

一、气焊、气割设备工具的连接	132
二、火焰的点燃、调节和熄灭	135
第二节 气焊工艺与操作技术	140
一、气体火焰的温度分布	140
二、气焊前的准备	141
三、气焊后的处理	143
四、常用金属材料气焊的焊接参数	143
五、典型金属的气焊工艺	145
六、手工气焊操作技术	148
第三节 气焊实例	151
一、平位焊接实例	151
二、平角焊接实例	162
第四节 气割工艺与操作技术	167
一、影响气割过程的主要因素	167
二、气割前的准备	169
三、常用金属材料气割参数	169
四、典型金属的气割工艺	174
五、液化石油气与丙烷气气割工艺	177
六、手工气割操作技术	180
第五节 气割实例	186
一、薄钢板气割	186
二、中厚钢板气割	188
三、叠板气割	192
四、法兰气割	194
五、坡口气割	195
第六章 气焊、气割常见缺陷及故障排除方法	199
第一节 气焊质量要求及检验	199
一、气焊质量要求	199
二、气焊质量检验	204
第二节 气割质量要求及检验	215
一、气割质量要求	215
二、气割质量检验	216

第三节 气焊、气割常见缺陷及防止方法	217
一、常见气焊缺陷及防止方法	217
二、常见气割缺陷及防止方法	224
第四节 气焊、气割故障及排除方法	227
一、气体火焰不正常	227
二、割炬“不冲”	229
三、割嘴漏气	230
第七章 焊工文明生产与安全防护	231
第一节 焊接、气割现场安全作业	232
一、焊割作业前的准备工作	232
二、焊接热切割作业前的检查和安全措施	233
三、焊割时的安全作业	234
四、焊割作业后的安全检查	236
第二节 气焊、气割的安全技术	236
一、使用氧气瓶安全常识	236
二、焊炬、割炬的安全作业	237
三、常见事故的紧急处理	237
第三节 特殊环境下作业的安全技术	238
一、高空作业的安全技术	238
二、防火防爆安全技术	239
第四节 焊接劳动卫生及个人防护	240
一、通风技术措施	241
二、个人防护措施	243
三、改革焊接工艺和焊条成分	245

第一章 金属材料及其 热处理知识

第一节 常用金属材料的基础知识

随着生产工艺和科学技术发展的需要,各种不同焊接结构材料的品种越来越多,因此,为了保证焊接结构的安全可靠,焊工必须掌握常用金属材料的种类、性能和焊接特点等基础知识。

一、金属材料的性能

金属材料的性能通常包括物理化学性能、力学性能及工艺性能等。金属材料的基本性能见表 1-1。

表 1-1 金属材料的基本性能

物理化学性能	指与焊接、热切割有关的基本物理化学性能,如密度、导电性、导热性、热膨胀性、抗氧化性、耐腐蚀性等	密度	指物质单位体积所具有的质量,用 ρ 表示。常用金属材料的密度:铸钢为 7.8 g/cm^3 ,灰铸钢为 7.2 g/cm^3 ,黄铜为 8.63 g/cm^3 ,铝为 2.7 g/cm^3
		导电性	指金属传导电流的能力。金属的导电性各不相同,通常银的导电性最好,其次是铜和铝
		导热性	指金属传导热量的性能。若某些零件在使用时需要大量吸热或散热,需要用导热性好的材料
		热膨胀性	指金属受热时发生胀大的现象。被焊工件由于受热不均匀就会产生不均匀的热膨胀,从而导致焊件的变形和产生焊接应力
		抗氧化性	指金属材料在高温时抵抗氧化性气氛腐蚀作用的能力。热力设备中的高温部件,如锅炉的过热器、水冷壁管、汽轮机的气缸、叶片等,易产生氧化腐蚀
		耐腐蚀性	指金属材料抵抗各种介质(如大气、酸、碱、盐等)侵蚀的能力。化工、热力等设备中许多部件是在苛刻的条件下长期工作的,所以选材时必须考虑焊接材料的耐腐蚀性,使用时还要考虑设备及其附件的防腐措施

(续表)

力学性能	指金属材料在外部负荷作用下,从开始受力直至材料破坏的全部过程中所呈现的力学特征,是衡量金属材料使用性能的重要指标,如强度、硬度、塑性和韧性	强度	它代表金属材料对变形和断裂的抗力,用单位界面上所受的力(称为应力)表示。常用的强度指标有屈服强度及拉伸强度等	屈服强度	指钢材在拉伸过程中,当应力达到某一数值而不再增加时,其变形继续增加的拉力值,用 σ_s 表示。 σ_s 值越高,材料强度越高
				拉伸强度	指金属材料在破坏前所承受的最大拉应力,用 σ_t 表示,单位 MPa。 σ_t 越大,金属材料抗衡断裂的能力越大,强度越高
		塑性	指金属材料在外力作用下产生塑性变形的能力,表示金属材料塑性性能的指标有伸长率、断面收缩率及冷弯角等		
		冲击韧性	它是衡量金属材料抵抗动载荷或冲击力的能力,用冲击实验可以测定材料在突加载荷时对缺口的敏感性。冲击值是冲击韧性的一个指标,以 α_k 表示, α_k 大,材料的韧性大		
		硬度	它是金属材料抵抗表面变形的能力。常用的硬度有布氏硬度 HB、洛氏硬度 HR、维氏硬度 HV 三种		
工艺性能	指承受各种冷、热加工的能力	切削性能	指金属材料是否易于切削的性能。切削时,切削刀具不易磨损,切削力较小且被切削后工件表面质量好,则此材料的切削性能好,灰口铸铁具有较好的切削性能		
		铸造性能	主要是指金属在液态时的流动性以及液态金属在凝固过程中的收缩和偏析程度。金属的铸造性能指保证铸件质量的重要性能之一		
		焊接性能	指材料在限定的施工条件下,焊接成符合规定设计要求的构件,能满足预定使用要求的能力。焊接性能受材料、焊接方法、构件类型及使用要求等因素的影响。焊接性能有多种评定方法,其中广泛使用的方法是碳当量法,这种方法是基于合金元素对钢的焊接性能有不同程度的影响,将钢中合金元素(包括碳)的含量按其作用换算成碳的相当含量,可作为评定钢材焊接性能的一种参考指标		

1. 常用金属材料的弹性模量

材料在弹性范围内,应力与应变的比值称为材料的弹性模量。

根据材料的受力状况的不同,弹性模量可分为:

1) 材料拉伸(压缩)的弹性模量

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

式中 E ——拉伸(压缩)弹性模量(Pa);

σ ——拉伸(压缩)的应力(Pa);

ε ——材料轴向线应变。

2) 材料剪切的切变模量

$$G = \frac{\tau}{\nu}$$

式中 G ——切变模量(Pa);

τ ——材料的剪切应力(Pa);

ν ——材料轴剪切应变。

常用材料的弹性模量见表 1-2。

表 1-2 常用材料的弹性模量

名 称	弹性模量 E (GPa)	切变模量 G (GPa)	名 称	弹性模量 E (GPa)	切变模量 G (GPa)
灰口、白口铸铁	115 ~ 160	45	轧制锰青铜	108	39.2
可锻铸铁	155		轧制铝	68	25.5 ~ 26.5
碳钢	200 ~ 220	81	拔制铝线	70	
镍铬钢,合金钢	210	81	铸铝青铜	105	42
铸钢	202		硬铝合金	70	26.5
轧制纯铜	108	39.2	轧制锌	84	32
冷拔纯铜	127	48	铝	17	2
轧制磷青铜	113	41.2	玻璃	55	1.92
冷拔黄铜	89 ~ 97	35 ~ 37	混凝土	13.7 ~ 39.2	4.9 ~ 15.7

2. 常用金属材料的熔点

金属或合金从固态向液态转变时的温度称为熔点。单质金属都有固定的熔点,常用金属的熔点见表 1-3。

合金的熔点取决于它们的成分,如钢和生铁都是铁、碳为主的合金,但由于含碳量不同,熔点也不相同。熔点是金属或合金冶炼、铸造、焊接等工艺的重要参数。

3. 常用金属材料的线胀系数

金属材料随温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性。一般来说,金属受热时膨胀而体积增大,冷却时收缩而体积减小。

热膨胀性的大小用线胀系数和体胀系数来表示。线胀系数计算公式如下:

$$\alpha_1 = \frac{l_2 - l_1}{l_1 \Delta t}$$

式中 α_1 ——线胀系数(K^{-1} 或 $^{\circ}C^{-1}$)；

l_1 ——膨胀前的长度(m)；

l_2 ——膨胀后的长度(m)；

Δt ——温度变化量(K或 $^{\circ}C$)。

体胀系数近似为线胀系数的3倍。常用金属材料的线胀系数见表1-3。

表1-3 常用金属的物理性能

金属名称	符号	密度 $\rho(20^{\circ}C)$ (kg/m^3)	熔点 ($^{\circ}C$)	热导率 λ [$W/(m \cdot K)$]	线胀系数 $\alpha_1(0 \sim 100^{\circ}C)$ ($\times 10^{-6}/^{\circ}C$)	电阻率 $\rho(0^{\circ}C)$ ($\times 10^{-6} \Omega \cdot cm$)
银	Ag	10.49×10^3	960.8	418.6	19.7	1.5
铜	Cu	8.96×10^3	1083	393.5	17	1.67 ~ 1.68(20 $^{\circ}C$)
铝	Al	2.7×10^3	660	221.9	23.6	2.655
镁	Mg	1.74×10^3	650	153.7	24.3	4.47
钨	W	19.3×10^3	3380	166.2	4.6(20 $^{\circ}C$)	5.1
镍	Ni	4.5×10^3	1453	92.1	13.4	6.84
铁	Fe	7.87×10^3	1538	75.4	11.76	9.7
锡	Sn	7.3×10^3	231.9	62.8	2.3	11.5
铬	Cr	7.19×10^3	1903	67	6.2	12.9
钛	Ti	4.508×10^3	1677	15.1	8.2	42.1 ~ 47.8
锰	Mn	7.45×10^3	1244	4.98(-192 $^{\circ}C$)	37	185(20 $^{\circ}C$)

二、钢的分类和性能

钢和铁都是以铁和碳为主要元素的合金。以铁为基础和碳及其他元素组成的合金,通常称为黑色金属,黑色金属又按铁中含碳量的多少分为生铁和钢两大类。含碳量在2.11%以下的铁碳合金称为钢;含碳量为2.11%~6.67%的铁碳合金称为铸铁。

1. 钢的分类

1) 按化学成分分类

(1) 碳素钢。这种钢中除铁以外,主要还含有碳、硅、锰、硫、磷等几种元素,这些元素的总量一般不超过2%。

(2) 合金钢。合金钢中除碳素钢所含有的各元素外,尚有其他一些元素,如铬、镍、钛、钼、钨、钒、硼等。如果碳素钢中锰的含量超过0.8%,

或硅的含量超过 0.5 % ,则这种钢也称为合金钢。

根据合金元素的多少,合金钢又可分为:普通低合金钢(普低钢),合金元素总含量小于 5 % ;中合金钢,合金元素总含量为 5 % ~ 10 % ;高合金钢,合金元素总含量大于 10 % 。

2) 按用途分类

按用途不同分类有结构钢、工具钢、特殊用途钢(如不锈钢、耐酸钢、耐热钢、低温钢等)。

3) 按使用性能和用途分类

钢材按照使用性能和用途综合分类见图 1-1。

2. 钢材的性能及焊接特点

1) 低碳钢的性能及焊接特点 低碳钢由于含碳量低,强度、硬度不高,塑性好,所以焊接性好,应用非常广泛。焊接常用的低碳钢有 Q235、20、20g 和 20R 等。

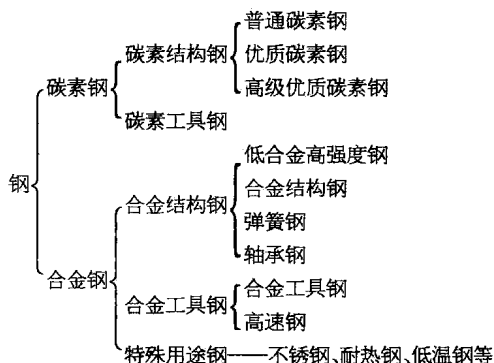


图 1-1 钢材的分类方法

低碳钢的焊接特点如下:

(1) 淬火倾向小,焊缝和近缝区不易产生冷裂纹,可制造各类大型构架及受压容器。

(2) 焊前一般不需预热,但对大厚度结构或在寒冷地区焊接时,需将焊件预热至 100 ~ 150 ℃ 。

(3) 镇静钢杂质很少,偏析很小,不易形成低熔点共晶,所以对热裂纹不敏感;沸腾钢中硫、磷等杂质较多,产生热裂纹的可能性要大些。

(4) 如工艺选择不当,可能出现热影响区晶粒长大现象,而且温度越高,热影响区在高温停留时间越长,则晶粒长大越严重。

(5) 对焊接电源没有特殊要求,工艺简单,可采用交、直流弧焊机进行全位置焊接。

2) 中碳钢的性能及焊接特点 中碳钢含碳量比低碳钢高,强度较高,焊接性较差。常用的有 35、45、55。中碳钢焊条电弧焊及其铸件焊补的特点如下:

(1) 热影响区容易产生淬硬组织。含碳量越高,板厚越大,这种倾向也越大。如果焊接材料和工艺参数选用不当,容易产生冷裂纹。

(2) 基体金属含碳量较高,故焊缝的含碳量也较高,容易产生热裂纹。

(3) 由于含碳量增高,对气孔的敏感性增加,因此对焊接材料的脱氧性,基体金属的除油、除锈,焊接材料的烘干等,要求更加严格。

3) 高碳钢的性能及焊接特点 高碳钢因含碳量高,强度、硬度更高,塑性、韧性更差,因此焊接性能很差。高碳钢的焊接特点如下:

(1) 导热性差,焊接区和未加热部分之间存在显著的温差,当熔池急剧冷却时,在焊缝中引起的内应力很容易形成裂纹。

(2) 对淬火更加敏感,近缝区极易形成马氏体组织。由于组织应力的作用,近缝区易产生冷裂纹。

(3) 由于焊接高温的影响,晶粒长大快,碳化物容易在晶界上积聚、长大,使得焊缝脆弱,焊接接头强度降低。

(4) 高碳钢焊接时比中碳钢更容易产生热裂纹。

4) 普通低合金钢的性能及焊接特点 普通低合金高强度钢简称普低钢。与碳素钢相比,钢中含有少量合金元素,如锰、硅、钒、钼、钛、铝、铌、铜、硼、磷、稀土等。钢中有了一种或几种这样的元素后,具有强度高、韧性好等优点。由于加入的合金元素不多,故称为低合金高强度钢。常用的普通低合金高强度钢有 16Mn、16MnR 等。

普通低合金钢的焊接特点如下:

(1) 热影响区的淬硬倾向是普低钢焊接的重要特点之一。随着强度等级的提高,热影响区的淬硬倾向也随着变大。影响热影响区淬硬程度的因素有材料因素、结构形式和工艺条件等。焊接施工应通过选择合适的工艺参数,例如增大焊接电流,减小焊接速度等措施来避免或减缓热