

简明焊工手册



张文明 焦万才 刘立新 主编

JIANMINGHANGONG
SHOUCE



辽宁科学技术出版社

简明焊工手册

张文明 焦万才 刘立新 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

简明焊工手册/张文明, 焦万才, 刘立新主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2010.2

ISBN 978 - 7 - 5381 - 5729 - 1

I. 简… II. ①张…②焦…③刘… III. 焊接 - 技术手册
IV. TG4 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 235125 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 102mm × 140mm

印 张: 11.875

插 页: 4

字 数: 290 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2010 年 2 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 恒英广告

版式设计: 于 浪

责任校对: 李淑敏

书 号: ISBN 978 - 7 - 5381 - 5729 - 1

定 价: 23.00 元

联系电话: 024—23284372

邮购电话: 024—23284502

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/5729

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，了解常用材料的焊接工艺和设备，掌握焊接操作技能，我们从实用的角度出发，将生产实际中常见的各种焊接技术问题，经过总结、归纳，编写成简明实用的《简明焊接手册》，其内容包括：焊接接头与焊缝标注、常用焊接设备、焊接材料的选用、焊工操作技术、常用金属材料焊接。

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。可作为各行各业从事焊接技术的工人和技师的工具书。

本书由张文明、焦万才、刘立新主编，参加编写的还有张姝、李京平、闵庆凯、张志刚、刘典辉、范南、王群、张晓辉等。在本手册的编写过程中，得到了杨利、白志祥、崔明、莫立东等人的大力支持和帮助，在此表示感谢。

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。

目 录

前 言

第一章 焊接接头与焊缝标注	1
第一节 焊接接头及坡口形式	1
一、对接接头	3
二、T形接头	7
三、角接接头	8
四、搭接接头	9
五、其他接头形式	9
第二节 焊缝形式	11
一、焊缝名称	11
二、焊缝的基本形式	11
三、焊缝形式选用	13
第三节 焊缝标注及应用	55
一、焊缝符号的组成	55
二、焊缝符号标注方法	66
第二章 常用焊接设备	83
第一节 焊接设备型号及分类	83
一、焊接设备的分类	83
二、电焊机型号	84
第二节 弧焊电源	91
一、电弧静特性	91
二、电源外特性	93

三、弧焊电源的空载电压	94
四、弧焊电源稳态短路电流	95
五、电源的调节性能	95
六、电源的动特性	97
七、电源的负载持续率	98
八、弧焊电源的额定电流	99
第三节 常用焊条电弧焊设备	100
一、弧焊变压器	101
二、弧焊整流器	108
三、晶闸管直流弧焊机	112
四、逆变弧焊机	112
五、直流弧焊发电机	119
第四节 钨极氩弧焊机	121
一、交流手工钨极氩弧焊机	122
二、直流手工钨极氩弧焊机	124
三、交流方波/直流两用钨极氩弧焊机	125
四、自动钨极氩弧焊机	126
五、钨极氩弧焊焊枪	127
第五节 熔化极气体保护焊机	130
一、半自动气体保护焊机	130
二、自动气体保护焊机	132
第三章 焊接材料的选用	134
第一节 焊条的选用	134
一、焊条的组成	134
二、焊条的分类	143

三、焊条的型号和牌号	146
四、焊条的选用	173
五、焊条的保管与使用	198
第二节 焊丝的选用	202
一、焊丝的种类	202
二、实心焊丝的型号和牌号	206
三、药芯焊丝的型号和牌号	213
四、实心焊丝的选用	217
五、药芯焊丝的选用	227
第四章 焊工操作技术	237
第一节 焊条电弧焊操作技术	237
一、基本操作技术	237
二、平焊操作技术	246
三、立焊操作技术	258
四、横焊操作技术	265
五、仰焊操作技术	269
第二节 单面焊双面成形技术	273
一、板对接平焊单面焊双面成形技术	273
二、板对接横焊单面焊双面成形技术	286
三、板对接立焊单面焊双面成形技术	292
四、板对接仰焊单面焊双面成形技术	297
五、小直径管单面焊双面成形技术	300
第三节 手工钨极氩弧焊操作技术	311
一、焊接工艺参数选择	312
二、钨极氩弧焊基本操作技术	319

三、对接平焊技术	327
四、对接立焊技术	330
五、对接横焊技术	333
六、对接仰焊技术	335
七、角焊缝焊接技术	337
八、水平固定管对接操作技术	345
九、管对接水平固定障碍焊	355
十、管对接垂直固定障碍焊	360
第四节 CO₂ 气体保护电弧焊操作技术	365
一、CO ₂ 气体保护焊焊接工艺参数	365
二、焊接坡口和装配	378
三、基本操作技术	386
四、平焊操作技术	390
五、立焊操作技术	397
六、横焊操作技术	402
七、仰焊焊接技术	403
八、插入式管板焊接	405
九、管子对接	408
十、CO ₂ 电弧点焊焊接技术	411
十一、药芯焊丝 CO ₂ 电弧焊	412
第五节 埋弧焊操作技术	418
一、埋弧焊焊接规范参数选择	418
二、埋弧自动焊基本操作技术	422
三、不开坡口的对接接头双面焊焊接技术	426
四、单面焊双面成形焊接技术	430

五、开坡口的厚板对接焊接技术	434
六、对接环缝焊接	436
七、角焊缝的焊接	442
第六节 气焊及气割操作技术	444
一、气焊材料和火焰的选用	444
二、气焊参数的选择	451
三、气焊基本操作技术	454
四、板材气焊操作技术	462
五、管子气焊操作技术	471
六、气割操作技术	484
七、气割缺陷及防止措施	493
第五章 常用金属材料焊接	498
第一节 碳素钢焊接	498
一、低碳钢的焊接	498
二、中碳钢的焊接	508
三、高碳钢的焊接	513
第二节 低合金结构钢的焊接	515
一、低合金结构钢的焊接性	515
二、焊接材料的选用	517
三、焊前预热及焊后热处理	523
四、低合金钢焊接工艺要点	526
第三节 耐热钢的焊接	528
一、常用耐热钢的力学性能	529
二、低合金耐热钢的焊接	532
三、珠光体耐热钢的焊接	540

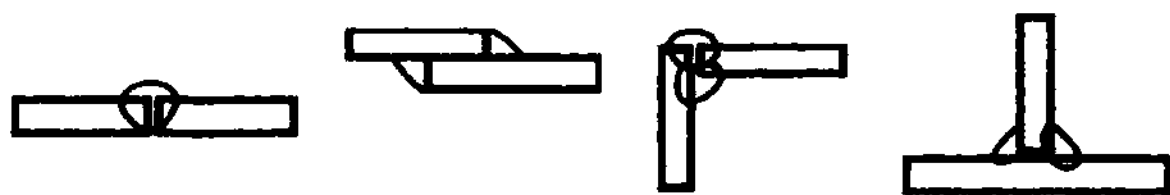
四、马氏体耐热钢的焊接	544
五、铁素体耐热钢的焊接	548
六、奥氏体耐热钢的焊接	550
第四节 低温钢的焊接	558
一、低温钢焊接性	559
二、焊条的选用	559
三、焊接工艺	560
第五节 不锈钢的焊接	562
一、奥氏体不锈钢的焊接	566
二、铁素体不锈钢的焊接	582
三、马氏体不锈钢的焊接	588
四、不锈复合钢板的焊接	595
第六节 异种钢的焊接	606
一、碳钢与低合金钢的焊接	606
二、异种低合金结构钢的焊接	608
三、奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接	610
四、奥氏体不锈钢与铁素体钢的焊接	615
五、异种钢焊接缺陷及防止措施	616
第七节 铜及铜合金的焊接	619
一、铜及铜合金的焊接性	622
二、焊接工艺要点	624
三、焊接材料选用	625
四、紫铜的焊接	630
五、黄铜的焊接	651
六、青铜的焊接	657

第八节 铝及铝合金的焊接	663
一、铝及铝合金的焊接性	665
二、铝及铝合金的焊前准备及焊后清理	670
三、焊接材料的选用	674
四、铝及铝合金的钨极氩弧焊	679
五、铝及铝合金的熔化极氩弧焊	684
六、铝及铝合金的气焊	688
七、铝及铝合金的等离子弧焊	693
八、铝及铝合金的碳弧焊	694
九、铝及铝合金常见焊接缺陷及防止	697
第九节 耐磨合金的堆焊	699
一、金属表面磨损	699
二、耐磨合金堆焊的焊接性	700
三、堆焊焊条的选用	703
四、预热及焊后热处理	707
五、耐磨合金堆焊工艺要点	713
第十节 铸铁的焊接	713
一、铸铁的分类及性能	713
二、灰口铸铁的焊接性	718
三、灰口铸铁的焊条电弧冷焊法	721
四、电弧热焊与半热焊	731
五、灰口铸铁气焊	734
六、球墨铸铁的焊接	738
七、白口铸铁的焊接	743
八、可锻铸铁的焊接	746
参考文献	748

第一章 焊接接头与焊缝标注

第一节 焊接接头及坡口形式

利用焊接方法而得到的接头称为焊接接头。焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区。由于焊件厚度、结构的形状及使用条件不同，其接头形式及坡口形式也不相同，根据国家标准 GB 985—1988 的规定，焊接接头的基本形式可分为对接接头、搭接接头、角接头、T 形接头，如图 1-1 所示。坡口的类型如表 1-1 所示。



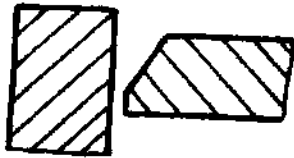
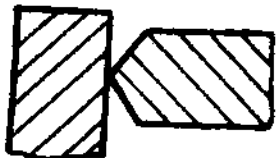
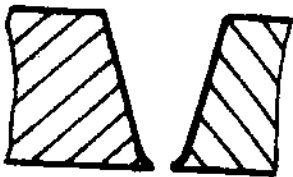
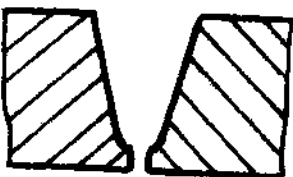
(a) 对接接头 (b) 搭接接头 (c) 角接头 (d) T 形接头

图 1-1 焊接接头基本形式

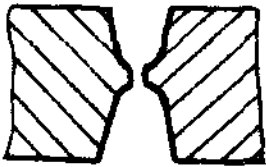
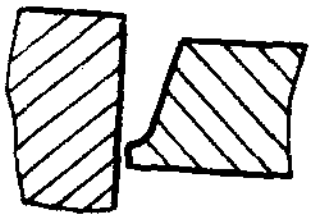
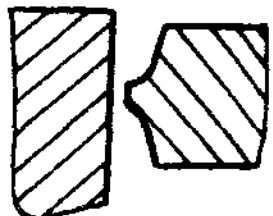
表 1-1 坡口的类型

坡口名称	坡口图形	坡口符号
I 形坡口		

续表

坡口名称	坡口图形	坡口符号
V形坡口		Y
X形坡口		X
Y形坡口		Y
单边 Y 形坡口		Y
双单边 V 形坡口		K
卷边		—
U形坡口		U
U形坡口带钝边		Y

续表

坡口名称	坡口图形	坡口符号
双 U 形坡口带钝边		
J 形坡口带钝边		
双 J 形坡口带钝边		

有时，焊接结构中，还有一些其他类型的接头形式，如十字接头、端部接头、卷边接头、套管接头、斜对接接头、锁底接头等。

一、对接接头

两焊件端面构成大于或等于 135° 、小于或等于 180° 夹角的接头称为对接接头。对接接头是在焊接结构中采用最多的一种接头形式。根据焊件厚度、焊接方法和坡口准备等条件，对接接头分为不开坡口的对接接头和开坡口的对接接头。

按焊件厚度的不同，对接接头的坡口可分为 I 形、V 形、

双V形、U形、双U形、双单边V形、Y形、J形和双J形及组合的带垫板坡口形式。坡口各部位的名称见图1-2。

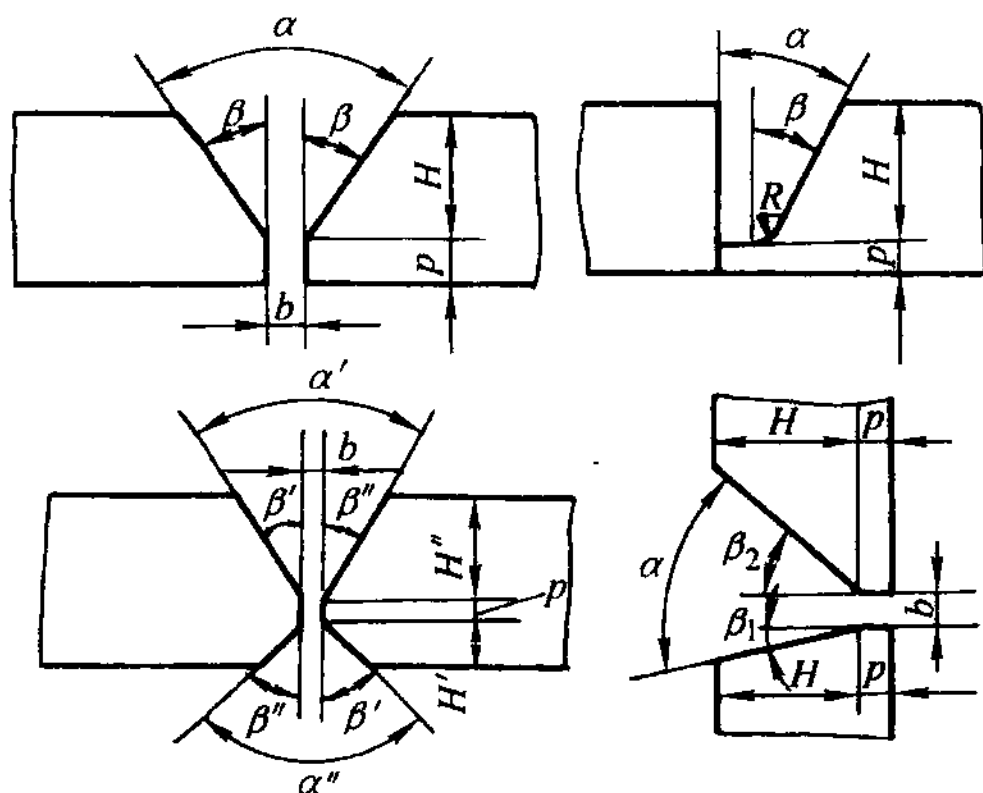


图1-2 坡口各部位的名称

$\alpha, \alpha', \alpha''$ —坡口角度 β, β', β'' —坡口面角度 H, H', H'' —坡口深度 p —钝边 b —根部间隙 R —根部半径

开坡口就是用机械、火焰或电弧等方法将焊接处加工成一定的几何形状（坡口），再进行焊接。将接头开成一定角度叫做坡口角度，其目的是为了保证电弧能伸到接头根部，使接头根部焊透，以及便于清除熔渣，获得良好的焊缝成形。而且坡口能起到调节焊缝金属中母材和填充金属的比例的作用。钝边（焊件开坡口时，沿焊件厚度方向留有端面部分）是为了防止烧穿，但钝边的尺寸应保证第一层能焊透。根部间隙（组焊前，在接头根部之间预留的

空隙)也是为了保证接头根部焊透。

1. I形坡口

钢板厚度在4mm以下时,一般可不开坡口(I形坡口),只留有1~2mm的装配间隙,如图1-3所示。但这并不是绝对的。在较重要的焊接结构中,当工件厚度大于3mm时要求开坡口。

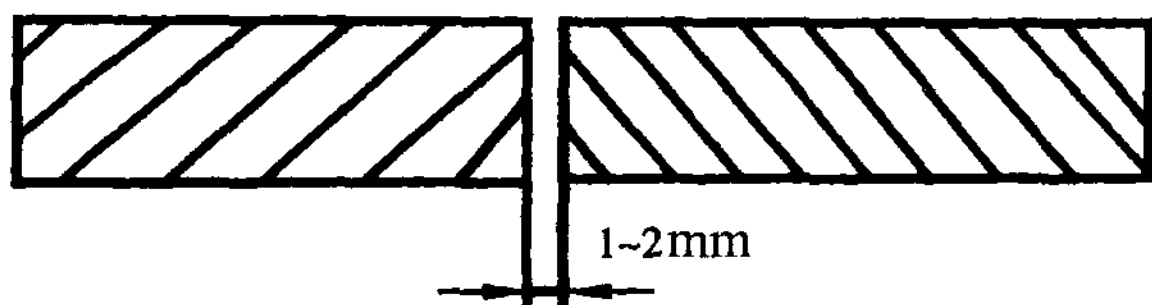
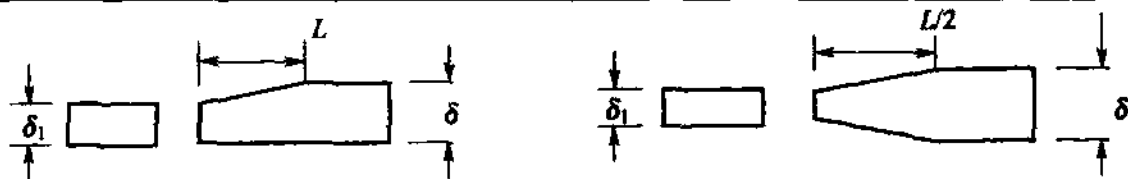


图1-3 I形坡口的对接接头

对于重要焊接结构,如两板厚度差不超过表1-2的规定时,接头的坡口基本形式与尺寸按厚板的尺寸数据选取。如果两钢板厚度差超过表1-2的规定时,应将厚板单面或双面削薄,如图1-4所示。其削薄长度为 $L \geq 3(\delta - \delta_1)$ 。

表1-2 钢板与厚度的关系 (mm)

薄板厚度	$\geq 2 \sim 5$	$> 5 \sim 9$	$> 9 \sim 12$	> 12
允许厚度差	1	2	3	4



(a) 单面削薄

(b) 双面削薄

图1-4 不同厚度钢板对接接头削薄形式

2. V 形坡口

钢板厚度为 7 ~ 40mm 时, 可采用 V 形坡口。这种坡口的特点是加工容易, 焊后易产生角变形。坡口的形状如图 1-5 所示。



(a) 有钝边 V 形坡口



(b) 无钝边 V 形坡口



(c) 单边有钝边 V 形坡口



(d) 单边无钝边 V 形坡口

图 1-5 V 形坡口

3. X 形坡口

钢板厚度超过 12mm 时可采用 X 形坡口, 也称为双面 V 形坡口, 如图 1-6 所示。



图 1-6 X 形坡口

X 形坡口与 V 形坡口相比较, 在相同厚度下, 能减少焊缝熔敷金属约一半, 焊后变形和产生的内应力也较小。因此, 这种坡口多用于大厚度及要求控制焊接变形量的结构中。

4. U 形坡口

U 形坡口有单面 U 形坡口、单边 U 形坡口、双面 U 形