

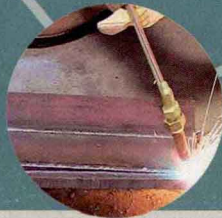
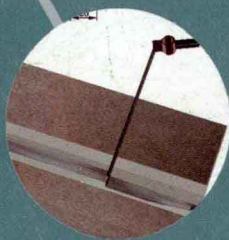
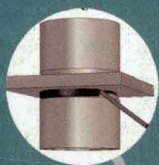


职业技术学院机械类专业教材

ZHIYEJISHUYUANXIAOJIXIELEIZHUANYEJIAOCAI

焊工技能

图解



中国劳动社会保障出版社

目 录

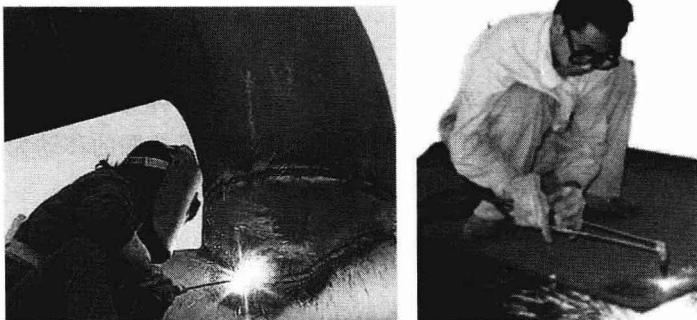
基本技能篇	1
一、基础知识	1
二、焊条电弧焊技能操作	17
三、气焊与气割技能操作	86
四、CO ₂ 气体保护焊技能操作	125
五、钨极氩弧焊技能操作	150
六、埋弧焊技能操作	169
七、碳弧气刨技能操作	187
综合技能篇	193
一、十字接头与管板立角焊接	193
二、板及管板立、平角焊接	194
三、立、平角焊组合件焊接	195
四、多种焊位组合件焊接	196
五、槽钢对接双面焊接	197
六、全位置组合焊件焊接	198
七、综合位置焊接	199
八、槽钢组合梁焊接	
九、结构件装配与焊接	
十、型钢梁的焊接	
十一、模拟梁的焊接	205
十二、工字梁与支座的焊接	206
十三、焊接工作台制作与焊接	208
十四、支架焊接	209

十五、模拟槽钢梁焊接	210
十六、工字梁平角焊接	211
十七、模拟箱形梁焊接	213
十八、组合件焊接	214
十九、钢管散热器焊接	215
二十、厚板门形气割	218
二十一、中厚板异形线气割	219
鉴定考核篇	220
一、初级工技能鉴定考核——板对接平位单面焊 双面成形	220
二、初级工技能鉴定考核——平位对接熔化极气 体保护焊	223
三、中级工技能鉴定考核——插入式垂直固定俯 位管板焊	227
四、中级工技能鉴定考核——板对接立位单面焊 双面成形	231
五、中级工技能鉴定考核——板对接横位单面焊 双面成形	235
高级工技能鉴定考核——板对接仰位单面焊 双面成形	238
七、高级工技能鉴定考核——水平固定管对接单 面焊双面成形	242
八、高级工技能鉴定考核——铝合金薄板手工钨 极氩弧焊	245

基本技能篇

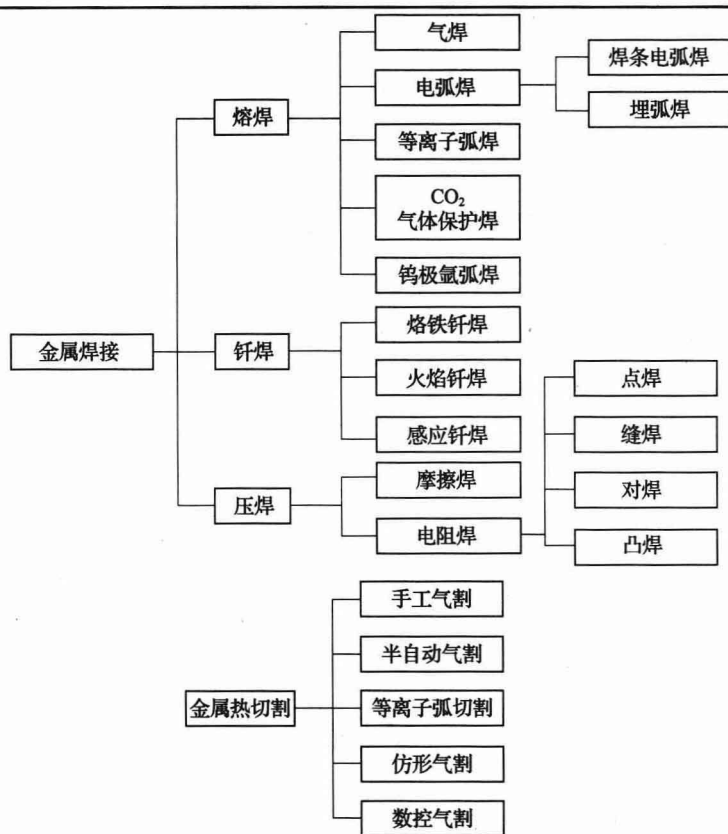
一、基础知识

1. 认知焊接与气割方法及分类



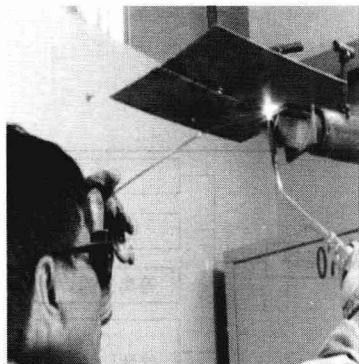
焊工是机械制造业的主要工种，素有“钢铁裁缝”之美誉，担负着梁、柱、桁架、壳体、锅炉、压力容器和管道的焊接与气割工作。

焊接是指通过加热或加压，或两者并用，用或不用填充材料，使焊件达到结合的一种加工工艺方法。而气割则是将整块钢材切割成所需要的形状和大小的一种热加工方法。



将金属连接起来的焊接方法有几十种。按金属所处的状态和工艺特点，可把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类。

金属热切割方法有多种，常用的有手工气割、半自动气割、数控气割等。

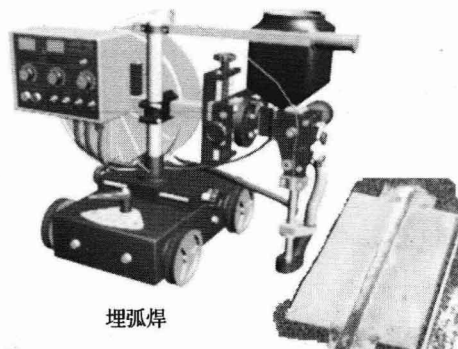


熔焊是在焊接过程中，将焊件接头加热至熔化状态，不加压力完成焊接的方法。常见的熔焊方法有气焊、焊条电弧焊、埋弧焊、 CO_2 气体保护焊、钨极氩弧焊等。

气焊是利用可燃气体与助燃气体混合燃烧时放出的热量作为热源来焊接焊件的一种工艺方法。

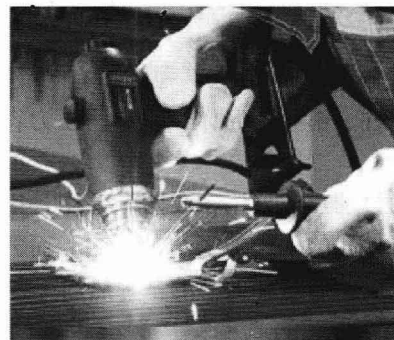


焊条电弧焊是熔焊中应用最为广泛的一种焊接方法，是以手工操纵焊条进行的焊接。



埋弧焊

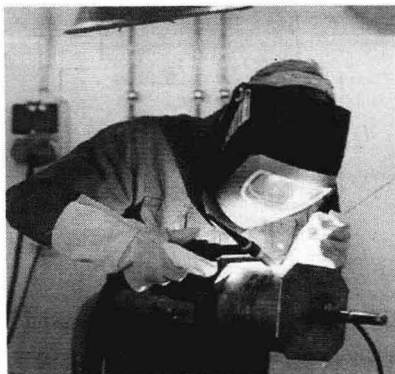
埋弧焊是电弧在颗粒状焊剂层下燃烧的一种焊接方法。焊接时，焊机启动后的引弧、焊丝的送进及电弧热源的移动为自动化。



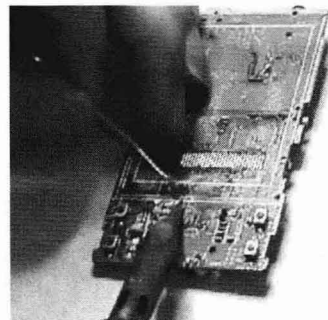
等离子弧焊是指借助水冷喷嘴对电弧的约束作用，获得较高能量密度的等离子弧进行焊接的方法。



二氧化碳气体保护焊是用 CO_2 作为保护气体，依靠焊丝与焊件之间产生的电弧来熔化金属的气体保护焊方法，简称 CO_2 焊。

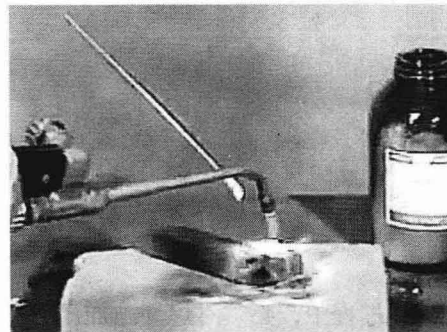


氩弧焊是以氩气作为保护气体的一种气体保护电弧焊方法。

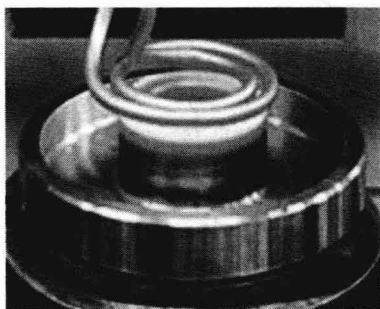


钎焊是采用比母材熔点低的钎料，熔化后，液态钎料将接头润湿并扩散实现焊件连接的方法。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊、感应钎焊等。

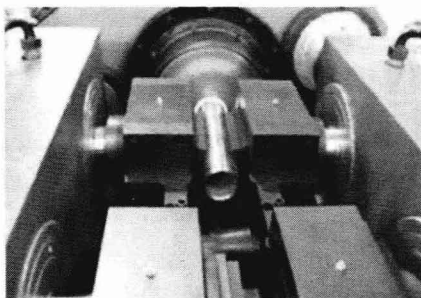
烙铁钎焊是利用烙铁的热量将固态软钎料熔化后，扩散到接头缝隙内并凝固将焊件连接起来的方法。



火焰钎焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰进行的钎焊。

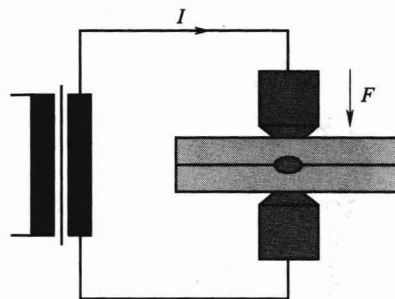


感应钎焊是依靠感应线圈或感应器使接头内部产生感应电流发出热量进行钎焊。



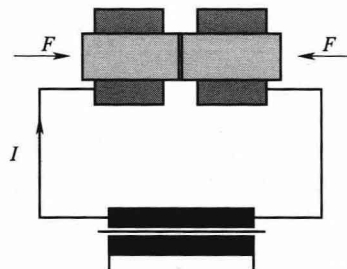
压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。压焊包括摩擦焊、电阻焊等。

摩擦焊是利用焊件表面相互摩擦所产生的热量，使端面达到热塑性状态，然后迅速顶锻，完成焊接的一种压焊方法。

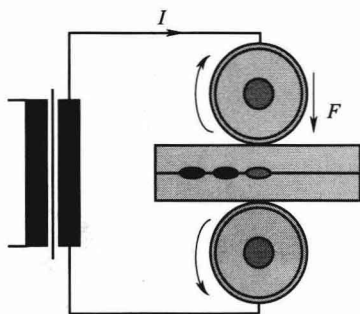


电阻焊是压焊中应用最广泛的一种焊接方法，包括点焊、对焊、缝焊等。

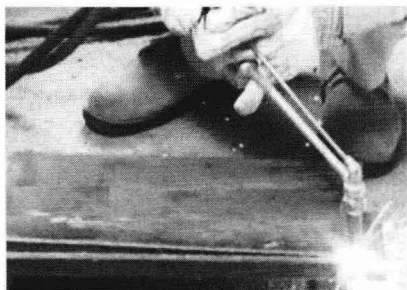
点焊是将焊件装配成搭接接头，并压紧在两电极之间，利用电阻热熔化母材金属，形成焊点的电阻焊方法。



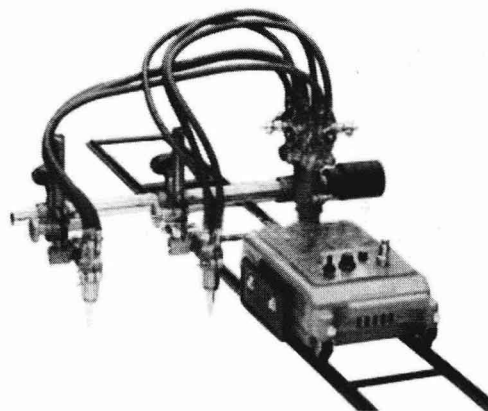
对焊是将焊件装配成对接接头，使其端面紧密接触，利用电阻热加热至塑性状态，然后迅速施加顶锻力完成焊接的方法。



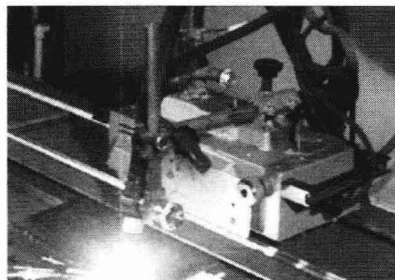
缝焊是指把焊件装配成搭接或对接接头并置于两滚轮电极之间，滚轮加压焊件并转动，连续或断续送电，形成一条连续焊缝的电阻焊方法。



气割是利用可燃气体与助燃气体混合燃烧时放出的热量作为热源切割工件的一种工艺方法。

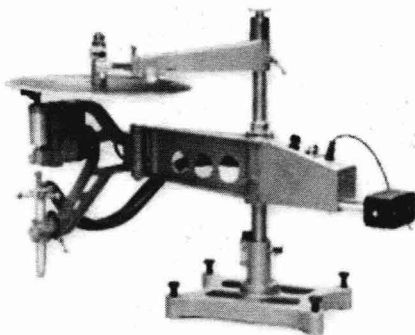


半自动气割可在专用轨道上自动进行，但轨道轨迹要人工调整，割嘴可以进行直线切割；当轨道具有一定的曲率时，可以进行曲线切割。

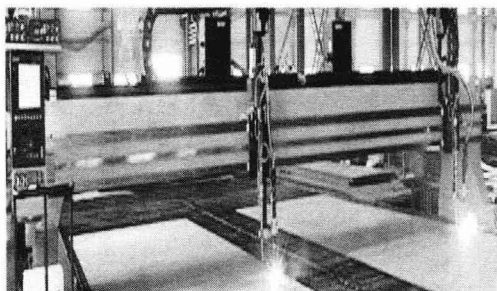


等离子弧切割是利用等离子弧的高温来切割氧乙炔焰不能切割的难熔金属和非金属。

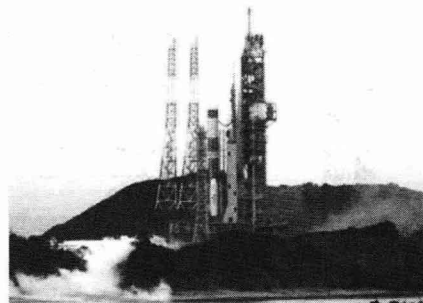
2. 焊接的应用与发展



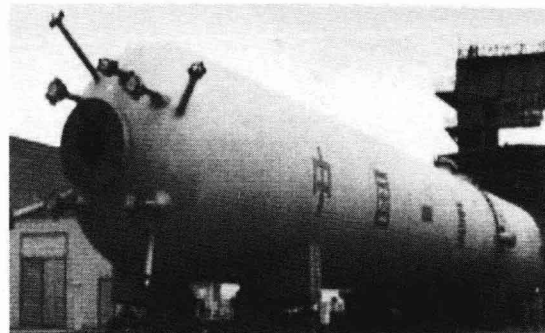
仿形气割是割炬跟随磁头沿一定形状的钢质靠模移动而进行的机械化切割，可以方便而又精确地切割出各种形状的零件。



数控气割是将控制机床或设备的工作指令（或程序）以数字形式给定的一种新的控制方式。将这种指令提供给数控自动气割机的控制装置时，气割机就能按照给定的程序自动地进行切割。



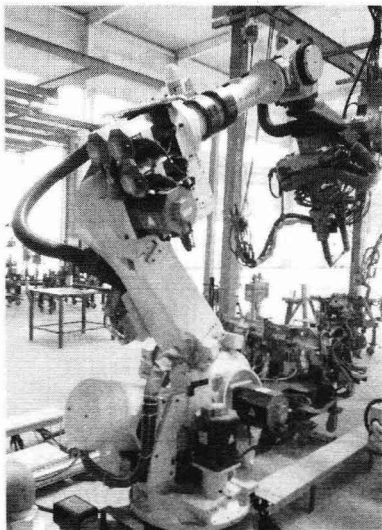
焊接技术的应用几乎涉及国民经济各个领域。图为应用于航天工业。



焊接技术应用于压力容器和压力管道的制造。



焊接技术应用于造船工业。



在各行各业应用焊接机器人制作各种产品。

3. 焊缝符号及标注方法

基本符号

常用基本符号

名称	示意图	符号
I 形焊缝		
V 形焊缝		∨
带钝边 V 形焊缝		Y
角焊缝		△
封底焊缝		⌒
带钝边 U 形焊缝		U

在焊接装配图样上标注焊缝形式、焊缝尺寸及焊接方法的符号称为焊缝符号。

焊缝符号一般由基本符号与指引线组成。必要时还可以加上补充符号、焊缝尺寸符号及数据等。

基本符号是表示焊缝横截面形状的符号。

补充符号

常用焊缝补充符号

序号	名称	符号	说明
1	平面	—	焊缝表面通常经过加工后是平整的
2	凹面	⌒	焊缝表面凹陷
3	凸面	⌒	焊缝表面凸起
4	圆滑过渡	⌒	焊趾处过渡圆滑
5	永久衬垫	⌒ M	衬垫永久保留
6	临时衬垫	⌒ MR	衬垫在焊接完成后拆除
7	三面焊缝	⌒	三面带有焊缝
8	周围焊缝	○	沿着工件周边施焊的焊缝 标注位置为基准线与箭头线的交点处
9	现场焊缝	⚑	在现场焊接的焊缝
10	尾部	<	可以表示所需的信息

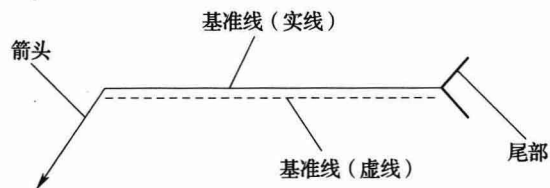
补充符号（摘自 GB/T 324—2008）用来说明有关焊缝或接头的某些特征，如表面形状、衬垫、焊缝分布、施焊地点等。

常用补充符号及标注示例

名称	示意图	符号	说明	标注示例
带垫板符号		□	表示焊缝底部有垫板	
三面焊缝符号		⌒	表示三面带有焊缝	
周围焊缝符号		○	表示环绕焊件周围的焊缝	
现场焊缝符号		⚑	表示在现场或工地上进行焊接	
尾部符号		<	可以标注焊接工艺方法等内容	
圆滑过渡符号		⌒	表示角焊缝表面过渡平滑	

补充焊缝符号可以和基本焊缝符号组合使用。

指引线

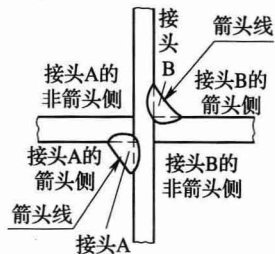
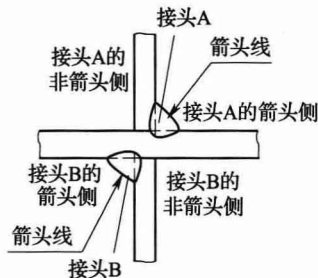
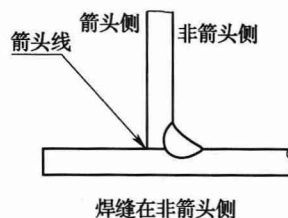
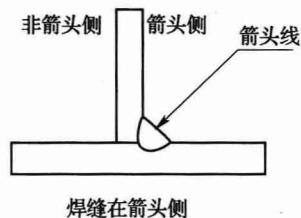


指引线由箭头线和两条基准线组成。箭头线为细实线，两条基准线中一条为细实线，另一条为细虚线。

必要时可在基准线的实线末端加一尾部符号，进行其他说明（如焊接方法等）。

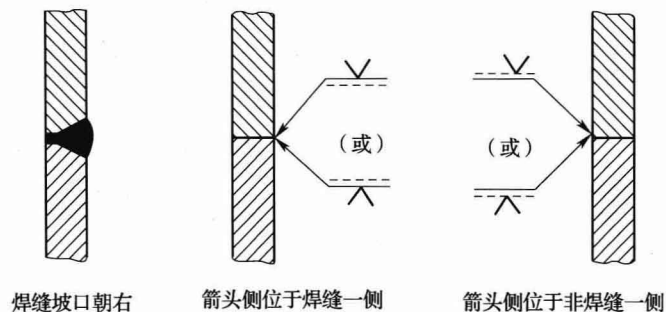
基准线一般应与图样的底边平行，必要时也可与底边垂直。细实线和细虚线的位置可根据需要互换。

箭头侧与非箭头侧



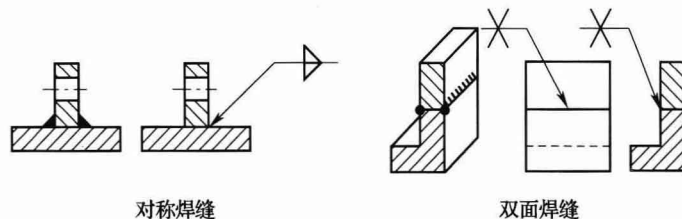
在焊接图上，箭头线直接指向的接头侧为“接头的箭头侧”，与之相对的则为“接头的非箭头侧”。

基本符号与基准线的相对位置



箭头相对焊缝的位置一般没有特殊的要求，箭头可以标在有焊缝的一侧，也可以标在没有焊缝的一侧。基本符号在细实线一侧时，表示焊缝在箭头侧；基本符号在细虚线一侧时，表示焊缝在非箭头侧。

对称焊缝和双面焊缝的标注



标注对称焊缝和双面焊缝时，可不画细虚线。

十字接头角焊缝的标注

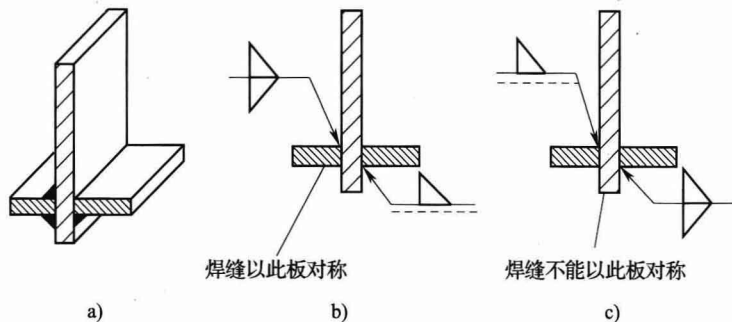
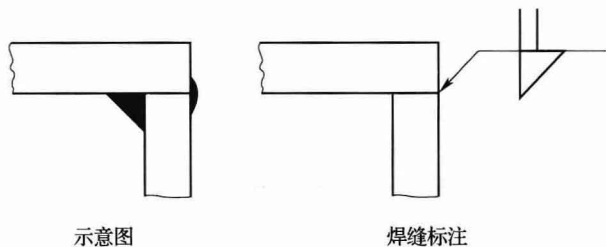


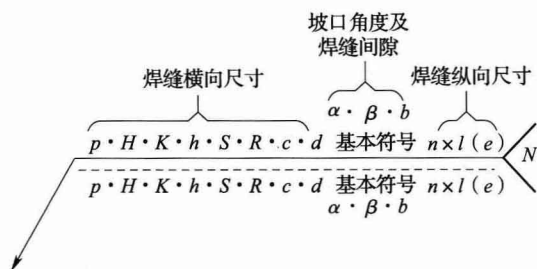
图 a 为十字接头角焊缝，左侧的横板为对称角焊缝，右侧的横板为单面角焊缝，很显然图 b 是正确的画法，图 c 是错误的画法。

组合焊缝的标注



图为角焊缝和 I 形焊缝的组合焊缝，在明确焊缝分布位置的情况下，有些双面焊缝可以省略细虚线。

焊缝尺寸及其他数据的标注



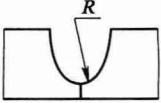
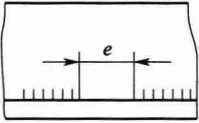
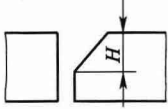
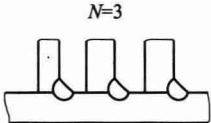
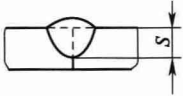
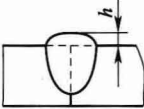
在标注焊缝符号的指引线上除了标注基本符号、补充符号外，还需要标注焊缝截面尺寸、焊缝长度、焊缝数量等，标注的位置如图所示。

焊缝横向、纵向尺寸的标注

焊缝尺寸符号（摘自 GB/T 324—2008）

符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
δ	工件厚度		c	焊缝宽度	
α	坡口角度		K	焊脚尺寸	
β	坡口面角度		d	电焊：熔核直径 塞焊：孔径	
b	根部间隙		n	焊缝段数	
p	钝边高度		l	焊缝长度	

续表

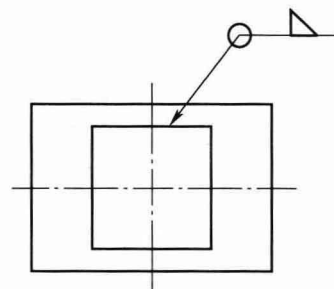
符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
R	根部半径		e	焊缝间距	
H	坡口深度		N	相同焊缝数量符号	
S	焊缝有效厚度		h	余高	

焊缝横向尺寸中, 坡口深度 H 、焊脚尺寸 K 、焊缝有效厚度 S 、根部半径 R 、钝边高度 p 、余高 h 、焊缝宽度 c 、熔核直径 d 等标注在基本符号的左侧。

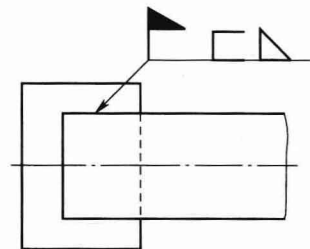
焊缝尺寸中坡口角度 α 、坡口面角度 β 和根部间隙 b 标注在基本符号的上面 (或下面)。

焊缝的纵向尺寸标注在基本符号的右侧, 焊缝纵向尺寸有焊缝长度 l 、焊缝间距 e 、焊缝段数 n 等。

周围焊缝和现场施焊的标注



周围焊缝的标注



现场焊缝的表示

当焊缝围绕工件周边时, 在基准线和箭头线的交点处加注圆形补充符号 ($\bigcirc$)。当焊缝在野外或现场焊接时, 基准线和箭头线的交点处加注小旗补充符号 ($\blacktriangle$)。

焊接方法的标注



必要时,可以在焊缝符号的尾部标注焊接方法代号。

在指引线的尾部,标注表示焊接方法的数字代号和相同焊缝数量 N 。焊条电弧焊或没有特殊要求的焊缝,可以省略尾部符号和标注。

当尺寸较多不易分辨时,可在尺寸数据前标注相应的尺寸符号。当箭头线方向改变时,上述规则不变。

尾部需要标注的内容较多时,可参照如下次序排列:相同焊缝数量—焊接方法代号—缺陷质量等级—焊接位置—焊接材料—其他。

每个项目应用斜线“/”分开。

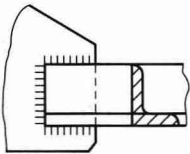
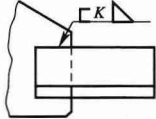
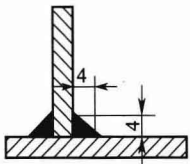
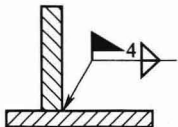
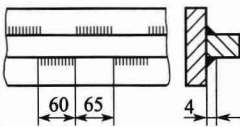
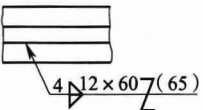
常见焊接方法及代号 (摘自 GB/T 5185—2005)

焊接方法	代号	焊接方法	代号
电弧焊	1	电阻焊	2
焊条电弧焊	111	点焊	21
埋弧焊	12	气焊	3
单丝埋弧焊	121	氧乙炔焊	311
熔化极惰性气体保护焊 (MIG)	131	压力焊	4
熔化极非惰性气体保护焊 (MAG)	135	电渣焊	72
钨极惰性气体保护电弧焊 (TIG)	141	硬钎焊、软钎焊及钎接焊	9
等离子弧焊	15	火焰硬钎焊	912

焊缝符号标注示例

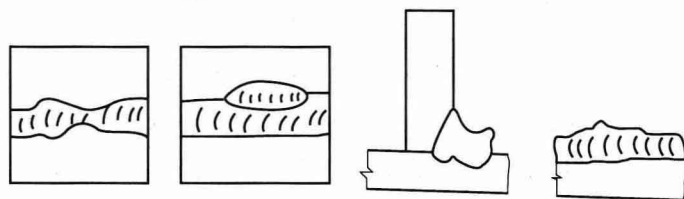
常见焊缝符号的标注示例

接头形式	焊接形式及尺寸	标注示例	说明
对接接头			表示板厚 10 mm, 对接焊缝根部间隙 2 mm, 坡口角度 60°, 4 段焊缝, 每段焊缝的长度为 100 mm, 焊缝间距为 60 mm
角接头			焊缝在非箭头侧, 角焊缝, K 表示焊脚尺寸
搭接接头			○表示点焊缝, 熔核直径为 d , 共 n 个焊点, 焊点间距为 e , L 是确定第一个起始焊点中心位置的定位尺寸

续表			
接头形式	焊接形式及尺寸	标注示例	说明
			□ 表示三面焊缝 △ 表示单面角焊缝 K 表示焊脚尺寸
T形接头			▲ 表示在现场装配时进行焊接 ◀▶ 表示双面角焊缝，焊脚尺寸为 4 mm
			焊脚尺寸为 4 mm 的双面角焊缝，有 12 段断续焊缝，每段焊缝长度为 60 mm，焊缝间隙为 65 mm，Z 表示两面断续交错焊缝

4. 常见焊接缺陷、产生原因及危害

焊缝形状和尺寸缺陷

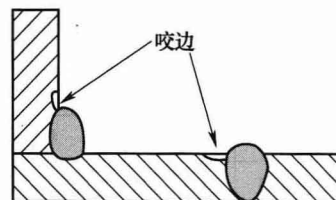


外观质量粗糙，鱼鳞波高低、宽窄发生突变；焊缝与母材非圆滑过渡。

原因：操作不当，返修造成。

危害：形状缺陷产生应力集中，削弱承载能力。另外，焊缝尺寸小了，承载截面小；焊缝尺寸大了，削弱了某些承受动载荷结构的疲劳强度。

咬边缺陷



图示为咬边缺陷。

原因：(1) 焊接参数选择不对， U 、 I 太大，焊速太慢。

(2) 电弧拉得太长，熔化的金属不能及时填补熔化的缺口。

危害：母材金属的工作截面减小，咬边处应力集中。

弧坑缺陷



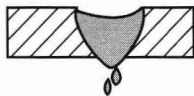
弧坑缺陷是指由于收弧和断弧不当在焊道末端形成的低洼部分。

原因：焊丝或者焊条停留时间短，填充金属不够。

危害：(1) 减少焊缝的截面积。

(2) 弧坑处反应不充分容易产生偏析或杂质集聚，因此在弧坑处往往有气孔、夹渣、裂纹等。

烧穿缺陷



图示为烧穿缺陷。

原因：(1) 焊接电流过大。

(2) 对焊件加热过度。

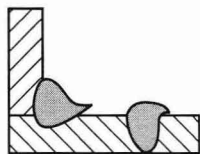
(3) 坡口对接间隙太大。

(4) 焊接速度慢，电弧停留时间长等。

危害：(1) 表面质量差。

(2) 烧穿的下面常有气孔、夹渣、凹坑等缺陷。

焊瘤缺陷



焊瘤缺陷是指熔化金属流淌到焊缝以外未熔化的母材上所形成的局部未熔合。

原因：焊接参数选择不当；坡口清理不干净，电弧热损失在氧化皮上，使母材未熔化。

危害：表面是焊瘤，下面往往未熔合、未焊透；焊缝几何尺寸变化，应力集中，管内焊瘤会阻碍管中介质的正常流通。

气孔缺陷



图示为气孔缺陷。

原因：(1) 电弧保护不好，弧太长。

(2) 焊条或焊剂受潮，气体保护介质不纯。

(3) 坡口清理不干净。

危害：从表面上看是减少了焊缝的工作截面，更危险的是和其他缺陷叠加造成贯穿性缺陷，破坏焊缝的致密性。连续气孔则是结构破坏的原因之一。