

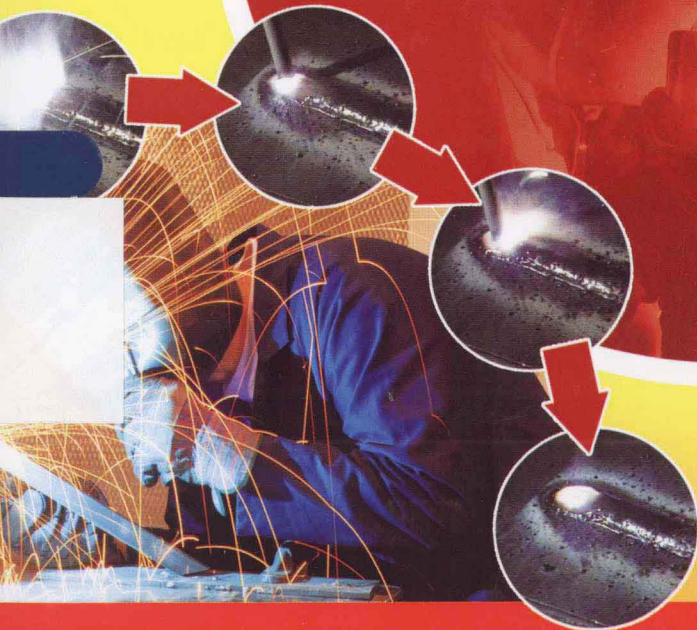
无师自通 系列书

电焊工

彩图版

操作技能

周 岐 武晓峰 王冠群 孙铭远 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

无师自通 系列书

电焊工 彩图版 操作技能

周 岐 武晓峰 王冠群 孙铭远 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

本书的最大特点是采用大量的彩色数码照片,清晰、直观地表现了金属焊接的操作方法和步骤。主要内容包括:焊接工艺基础知识、焊条电弧焊、单面焊双面成形技术、管材和管板的焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、CO₂气体保护焊、埋弧焊的操作工艺与技术以及焊接安全技术。读者通过本书的学习,可以轻松、正确地掌握焊接技术的操作方法,选择合适的焊接工艺并能保证工作安全。

本书适合刚开始从事金属焊接工作的技术人员学习使用,能帮助他们快速掌握正确的操作技能,也适合中级电焊工以及高职、中职相关专业的学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电焊工操作技能:彩图版/周岐等编著. —北京:中国电力出版社, 2013. 8

(无师自通系列书)

ISBN 978-7-5123-4280-4

I. ①电… II. ①周… III. ①电焊—基本知识 IV. ①TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 066425 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

880 毫米 × 1230 毫米 32 开本 7.75 印张 314 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

Preface

焊接作为当代机械组装工艺之一，在国民经济中起着极其重要的作用，广泛应用于压力容器、锅炉、重型机械、石油化工、航空航天、船舶、汽车、工程机械等领域。随着工业社会生产的快速发展，焊接产业市场和空间为焊接工人提供了大量的就业岗位，同时对焊接工人的操作技能水平也产生了巨大的需求。

焊接的广泛应用促使焊接工人不断提高自身的操作技能和相关工艺知识，焊工高超的操作技能不但来源于良好的焊接习惯和实践经验的不断总结，而且借鉴并掌握成熟的操作工艺和必要的操作技巧，能够快速提高焊接工人的焊接操作技能。

本书以实用为原则，以操作技能为重点，通过图解的形式，配以详细的文字说明来阐述工业生产中常用焊接方法的焊接过程及操作工艺与技术。全书共分八章，分别介绍了焊接工艺基础知识、焊条电弧焊、单面焊双面成形技术、管材和管板的焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、 CO_2 气体保护焊、埋弧焊的操作工艺与技术，以及焊接安全技术等知识。每种焊接方法均涉及板材、管材以及管板的焊接技能，涵盖内容广。

本书介绍的操作技术既包括焊接工人从事焊接生产应掌握的基本知识和基本操作技能，也包括焊接工人提高自身操作水平的相关技能。所介绍的操作技术都是典型和成熟的操作技能，遵循由技能基础到技能提高的路线，辅以实际生产图片及说明，利于读者对知识更快、更好地理解 and 深入，从而较快地学习和掌握操作技能，并能更好地在实际生产中运用。

本书内容通俗，操作知识涵盖面广，特别注重实用性，可供各行各业的焊接从业人员学习使用。

由于编者水平有限，漏误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



目录

Contents

前言

第一章 焊接工艺基础知识..... 1

- 第一节 焊接电弧与极性..... 1
- 第二节 焊接接头..... 3
- 第三节 焊接缺陷..... 7
- 第四节 焊接应力与变形..... 11

第二章 焊条电弧焊..... 15

- 第一节 焊接设备与工具..... 15
- 第二节 焊条与工艺参数选用..... 21
- 第三节 焊条电弧焊的基本操作..... 26
- 第四节 对接平焊操作基础技术..... 44
- 第五节 平角焊操作技术..... 57
- 第六节 横焊操作基础技术..... 65
- 第七节 立焊操作基础技术..... 70
- 第八节 仰焊操作基础技术..... 80

第三章 单面焊双面成形技术..... 85

- 第一节 单面焊双面成形的基本操作..... 85
- 第二节 平焊单面焊双面成形..... 88
- 第三节 横焊单面焊双面成形..... 98

第四节	立焊单面焊双面成形.....	104
第五节	仰焊单面焊双面成形.....	108

第四章 管材、管板的焊条电弧焊..... 114

第一节	沿管周焊接法.....	114
第二节	水平固定管的焊接	115
第三节	垂直固定管的焊接	125
第四节	倾斜固定管的焊接技巧	131
第五节	管板水平固定焊	133
第六节	管板垂直固定焊操作技巧.....	141

第五章 手工钨极氩弧焊..... 145

第一节	氩弧焊设备与焊丝	145
第二节	工艺参数及选用	150
第三节	基本操作技术.....	152
第四节	板材钨极氩弧焊操作技术.....	157
第五节	管道的手工钨极氩弧焊	163
第六节	管板的手工钨极氩弧焊	174

第六章 CO₂ 气体保护焊 177

第一节	焊接材料.....	177
第二节	焊接设备与使用	179
第三节	工艺参数及选用	187
第四节	CO ₂ 保护焊基本操作技术	189
第五节	板材 CO ₂ 保护焊的操作技巧.....	193
第六节	管材、管板 CO ₂ 保护焊的操作技术	203

第七章 埋弧焊..... 208

第一节	埋弧焊焊丝与焊剂	208
-----	----------------	-----

第二节	埋弧焊设备与操作	210
第三节	埋弧焊操作技术	219
第四节	对接直缝的焊接	224
第五节	对接环缝的焊接	234

第八章 焊接安全技术 236

第一节	预防触电的安全知识	236
第二节	焊接过程中的有害因素	237
第三节	劳动保护	239

参考文献 242

第一章 焊接工艺基础知识

焊接是被焊工件的材质（同种或异种），通过加热、加压或二者并用，并且用或不用填充材料，使工件的材质达到原子间的结合而形成永久性连接的工艺过程。焊接生产是现代工业生产中主要的加工工艺之一，在机械制造、交通运输、石油化工、基建及国防等工业部门得到了广泛的应用。

按焊接的工艺特点和母材金属所处的状态，焊接方法可分为熔焊、压焊、钎焊和特种焊四类。

第一节 焊接电弧与极性

一、焊接电弧

焊接电弧是由焊接电源供给，具有一定电压的两个电极之间的气体中产生持久而强烈的放电现象，用来在焊接过程中为焊接材料提供热量，例如常用的焊条电弧焊，就是把焊条和焊件分别作为两个电极，通过两者之间产生的电热热量来熔化焊条和焊件金属，冷却后形成焊缝，如图1-1所示。

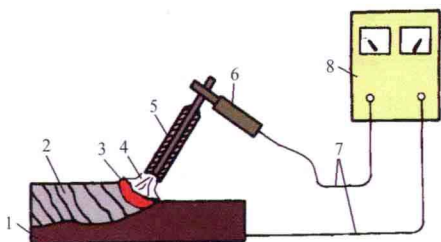


图1-1 焊条电弧焊示意图

1—焊件；2—焊缝；3—熔池；4—电弧；5—焊条；6—电焊钳；7—焊接电缆；8—焊机

焊接电弧由阴极区、阳极区、弧柱三个部分组成，如图1-2所示。

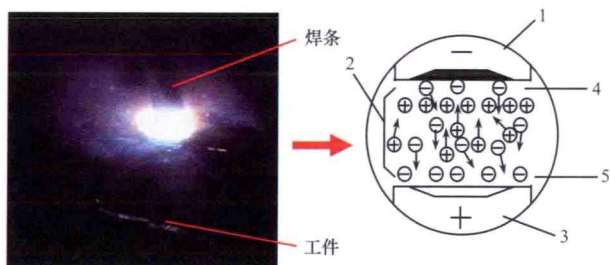


图1-2 焊接电弧的构造

1—焊条；2—弧柱；3—焊件；4—阴极区；5—阳极区



弧柱是处于阴极区和阳极区之间的区域。它是电子和阳离子的混合物，也有一些阴离子和中性微粒。弧柱的温度由于不受材料沸点的限制，通常高于阴极辉点和阳极辉点的温度。常说的电弧电压与弧柱长度成正比关系。

二、电弧的极性

当焊接电源采用交流电源时，由于正、负极是交替变化的，所以不存在正接与反接。而采用直流电源，若工件接电源正极，焊条接电源负极时，称为直流正接；若工件接电源负极，焊条接电源正极时，称为直流反接，如图1-3所示。

由于阴极的发热量远小于阳极，采用直流正接时，工件接正极，温度较高。因此，焊厚板时用直流正接，焊薄板时用直流反接。低氢型碱性焊条必须采用直流反接。直流反接时，电弧燃烧稳定，飞溅小；而采用直流正接时，电弧燃烧不稳定，飞溅大，而且容易产生气孔缺陷。

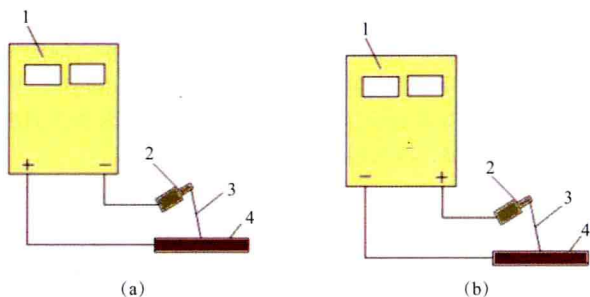


图1-3 直流正接与反接

(a) 直流正接；(b) 直流反接

1—焊接电源；2—焊钳；3—焊条；4—焊件

三、电弧偏吹

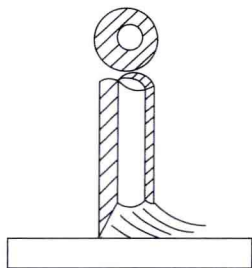


图1-4 药皮偏心引起的偏吹

焊接生产中，会遇到电弧偏离焊条轴线的现象，这叫电弧偏吹。电弧偏吹使温度分布不均匀，容易产生咬边、未熔合、夹渣等缺陷，产生电弧偏吹的原因有：

(1) 由于焊条药皮偏心，圆周各处药皮厚度不一致，熔化快慢不同，药皮薄的一边熔化快，药皮厚的一侧熔化慢，焊条端部产生“马蹄形”套筒，使电弧吹向一边，如图1-4所示。

(2) 在钢板两端焊接时，由于热空气引起冷空气流动，使电弧向钢板外面偏吹。

(3) 由于在风的作用下，电弧向风吹的方向偏斜。

(4) 接地线位置不当引起的偏吹如图1-5所示。

(5) 焊接区附近的铁磁物质引起电弧偏吹如图1-6所示。

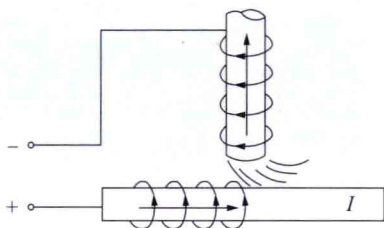


图1-5 接地线位置不当引起的电弧偏吹

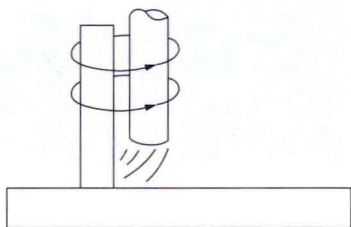


图1-6 铁磁物质引起电弧偏吹

焊接时，如果发现焊条出现“马蹄形”，当“马蹄形”不大时，可转动焊条改变偏吹的方向调整焊缝成形；若“马蹄形”较大，则更换焊条；或者改变工件上的接线位置，将地线接在工件中间较好；当焊T形接头或焊接具有不对称铁磁物质的焊件时，要适当改变焊条角度，削弱立板的影响。在钢板两头焊接时，可改变焊条角度或增加引弧板，尽量避免在有风的地方焊接或用防护挡板挡风。

第二节 焊 接 接 头

焊接接头是采用焊接方法连接的接头，包括焊缝、熔合区和热影响区三部分，如图1-7所示。

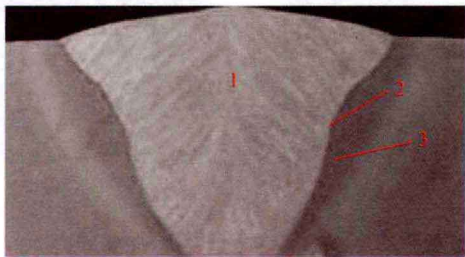


图1-7 焊接接头

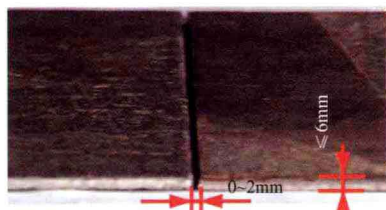
1—焊缝；2—熔合区；3—热影响区

一、焊接接头形式

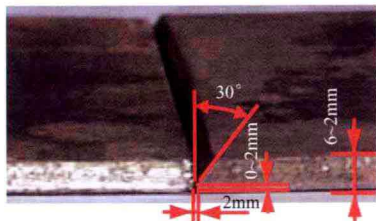
焊接生产中，由于焊件厚度、结构形状和使用条件不同，其接头形式和坡口形式也不同。焊接接头形式可分为对接接头、角接接头、T形接头及搭接接头四种。

1. 对接接头

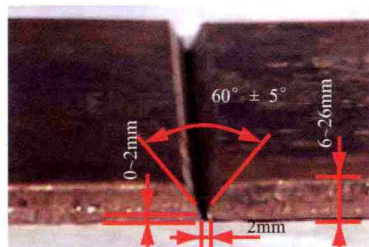
对接接头形式如图1-8所示。它是焊接结构中使用最多的一种接头形式。按照焊件厚度和坡口准备的不同，对接接头一般可分为不开坡口、单边V形坡口、V形坡口、X形坡口、单U形坡口和双U形坡口等六种基本形式。



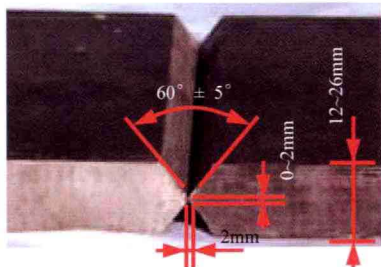
(a)



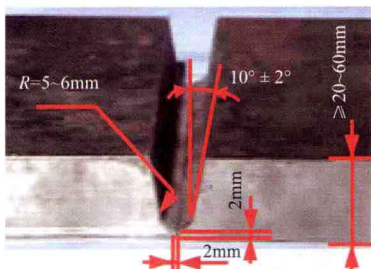
(b)



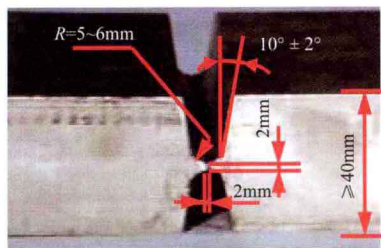
(c)



(d)



(e)



(f)

图1-8 对接接头形式

(a) 不开坡口; (b) 单边V形坡口; (c) V形坡口; (d) X形坡口; (e) 单U形坡口; (f) 双U形坡口

坡口是根据设计或工艺要求,将焊件的待焊部位加工成一定的几何形状,经装配后形成的沟槽,如图1-9所示的V形坡口。开坡口是为了保证焊缝根部焊透,便于清除熔渣,获得较好的焊缝成形,而且坡口能起调节基本金属和填充金属的比例作用。钝边是为了防止烧穿,钝边尺寸要保证第一层焊缝能焊透,间隙也是为了保证根部能焊透。

钢板厚度在6mm以下,一般不开坡口;但重要结构,当厚度在3mm时就要求开坡口。钢板厚度为6~26mm时,采用V形坡口,但焊后焊件容易发生变形。钢板厚度为12~60mm时,可采用X形坡口,主要用于大厚度及要求变形较小的结构中。单U形和双U形坡口的加工较困难,一般用于较重要的焊接结构。

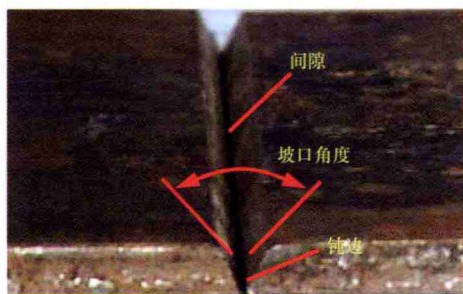


图1-9 V形坡口示意图

2. 角接头

角接接头的形式如图1-10所示。根据焊件厚度和坡口准备不同，角接接头可分为不开坡口、单边V形、V形以及K形四种形式。

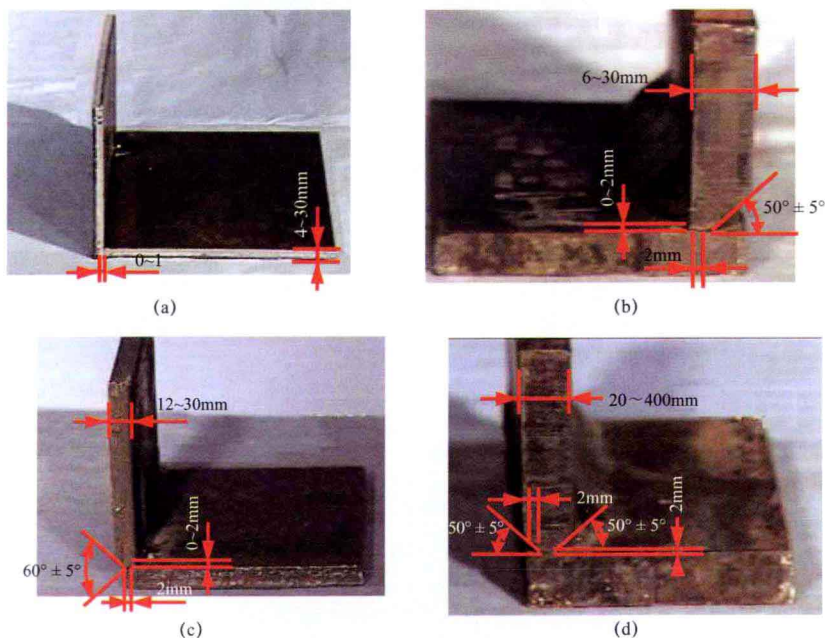
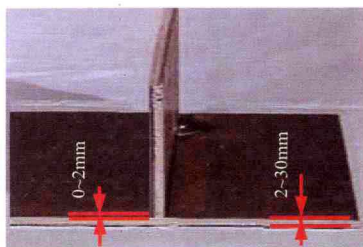


图1-10 角接头

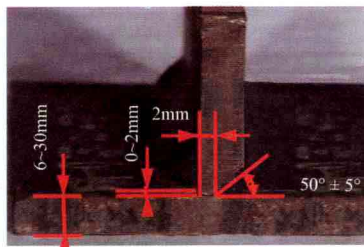
(a) 不开坡口；(b) 单边V形坡口；(c) V形坡口；(d) K形坡口

3. T形接头

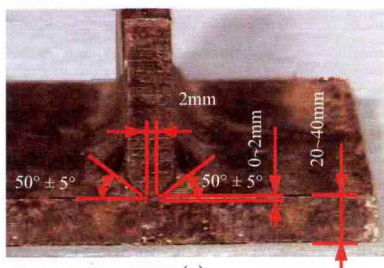
T形接头是两个焊件相交成直角或近似直角的接头，其具体形式如图1-11所示。按照焊件厚度和坡口准备的不同，常见的T形接头可分为不开坡口、单边V形、K形等形式。



(a)



(b)



(c)

图1-11 T形接头

(a) 不开坡口; (b) 单边V形坡口; (c) K形坡口

4. 搭接接头

搭接接头是两个焊件部分重叠在一起进行焊接所形成的接头。搭接接头根据其结构形式和对强度的要求,一般用于12mm以下钢板,其重叠部分为 $L \geq 2(\delta_1 + \delta_2)$,并采用双面焊接,如图1-12所示。这种接头的装配要求不高,接头的承载能力低,所以只用在不重要的结构中。

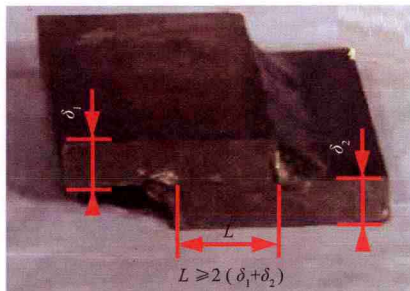


图1-12 搭接接头

二、焊接位置

焊接位置是焊缝和焊条所处的空间位置,根据焊接焊缝时,在空间的所处操作位置的不同,可分为平焊、立焊、横焊及仰焊四种形式(见图1-13),相

对应的焊缝分别为平焊缝、立焊缝、横焊缝及仰焊缝四种形式。而角焊缝可分为平角焊、船形焊、立焊和仰角焊四种形式。

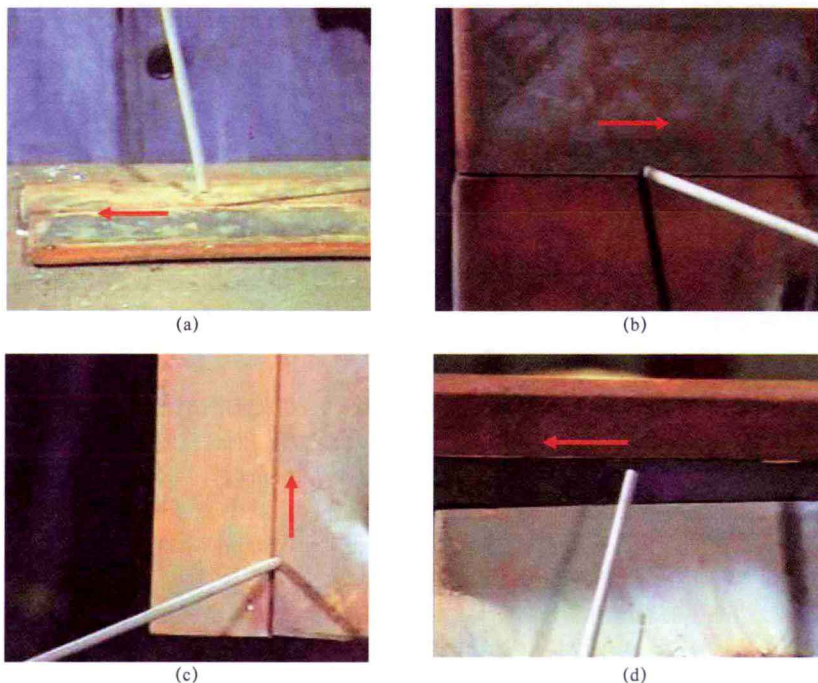


图1-13 对接接头各种位置的焊接形式

(a) 平焊；(b) 横焊；(c) 立焊；(d) 仰焊

第三节 焊 接 缺 陷

焊接缺陷按其其在焊缝中的位置，可分为内部缺陷和外部缺陷两大类。外部缺陷位于焊缝的外表面，用肉眼或低倍放大镜就能看到，如焊缝尺寸不符合要求、咬边、表面气孔、表面裂纹、烧穿、焊瘤及弧坑等；内部缺陷位于焊缝内部，需用无损探伤法或用破坏性试验才能发现，如未焊透、内部气孔、内部裂纹及夹渣等。

一、焊缝外形尺寸不符合要求

焊缝表面形状高低不平，焊波粗劣，焊缝宽度不均匀，焊缝高低不平，这些均属焊缝外形尺寸不符合要求，如图1-14所示。焊缝外形尺寸不符合要求，不仅造成焊缝成形难看，而且还会影响焊缝与基本金属的结合，造成应力集中，影响结构的安全使用。

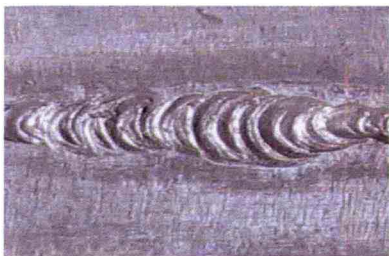


图1-14 焊缝外形尺寸不符合要求

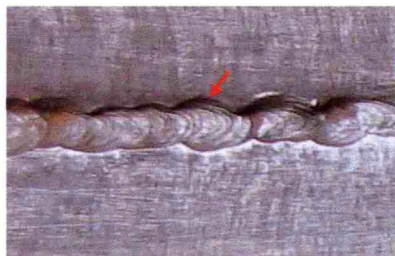


图1-15 咬边

产生焊缝外形尺寸不符合要求的主要原因是：焊接坡口角度不当或装配间隙不均匀、焊接电流过大或过小、焊条的角度选择不合适和运条速度不均匀等原因造成的。

二、咬边

咬边又称咬肉，通常把基本金属和焊缝金属交界处的凹槽称为咬边，如图1-15中箭头所指处。咬边不仅减弱了焊接接头的强度，而且在咬边处容易引起应力集中而产生裂纹。一般规定，当钢材厚度小于10mm时，基本金属咬边深度不得大于0.5mm；当钢材厚度超过20mm时，基本金属咬边深度不得大于1mm；承受载荷的焊件，基本金属的咬边深度不得大于0.5mm；特别重要的焊件，如高压容器、高压管道等咬边是不允许存在的。

咬边产生的原因主要是：平焊时由于焊接电流太大、电弧过长或运条速度不合适；角焊时，由于焊条角度或电弧长度不适当。

三、烧穿

把在焊缝中形成的穿孔称为烧穿，如图1-16所示。烧穿不仅影响焊缝的外观，而且使该处焊缝的强度显著减弱，因而焊接过程中，应尽量避免这种缺陷的产生。

产生烧穿的主要原因是：焊接电流过大、焊接速度过慢和焊件间隙太大。

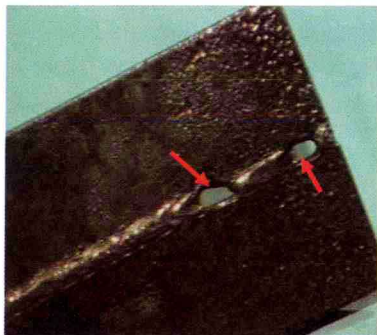


图1-16 烧穿



图1-17 弧坑

四、弧坑

在焊缝末端或焊缝接头处，低于基本金属表面的凹坑称为弧坑，如图1-17所示。弧坑不仅使该处焊缝的强度严重减弱，同时在弧坑内很容易产生气孔、夹渣或微小裂纹，所以在熄弧时一定要填满弧坑，使焊缝高于基本金属。

弧坑产生的原因主要是熄弧过快或薄板焊接时使用的电流过大。

五、焊瘤

把在焊接过程中，熔化金属流敷在未熔化的基本金属或凝固的焊缝上所形成的金属瘤，称为焊瘤，如图1-18所示。焊瘤不仅影响焊缝外表的美观，而且焊瘤下面常有未焊透缺陷，易造成应力集中。

焊瘤的产生主要是由于焊接电流太大、电弧过长、焊接速度太慢、焊件装配间隙太大、操作不熟练、运条不当等原因造成。

六、夹渣

把存在于焊缝或熔合线内部的非金属夹杂物称为夹渣，如图1-19所示。夹渣对接头的性能影响比较大，由于夹渣多数呈不规则的多边形，其尖角会引起很大的应力集中，导致裂纹的产生。

产生夹渣的原因主要有：①焊件边缘、焊层和焊道之间的熔渣未清除干净，特别是碱性焊条，若熔渣未除净，就更容易产生夹渣；②焊接电流太小，熔化金属和熔渣所得到的热量不足，使其流动性降低，而且熔化金属凝固速度快，熔渣来不及浮出；③焊接时，焊条角度和运条方法不恰当，熔渣和铁水分辨不清，把熔渣和熔化金属混杂在一起，阻碍了熔渣的上浮等。



图1-18 焊瘤

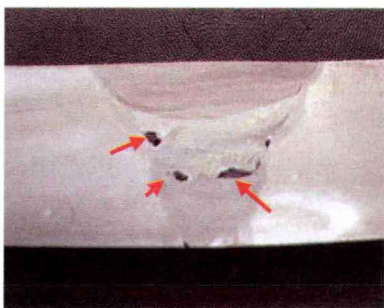


图1-19 夹渣

七、未焊透

基本金属和焊缝金属之间或焊缝金属之间，局部未熔合而留下的空隙，称为未焊透，如图1-20所示。该缺陷不仅降低了焊接接头的机械性能，而且在未焊透处的缺口和端部形成应力集中点，承载后往往会引起裂纹。尤其在对接焊缝中，未焊透这一缺陷是不允许存在的。



未焊透产生的原因：①焊接电流太小或运条速度过快，电弧穿透力降低使熔深变浅，因此，焊件边缘得不到充分的熔化；②坡口角度太小、钝边太厚、根部间隙太窄；③焊条角度不对，或由于电弧的偏磁吹，使电弧的热能散失或偏于一侧，电弧作用不到之处，就容易产生未焊透；④焊件散热速度太快，熔池存在的时间短，以致与基本金属之间得不到充分的熔合；⑤氧化物和熔渣等阻碍了金属间的熔合等。

八、气孔

把焊缝中由于气体存在而造成的空穴称为气孔（见图1-21）。气孔的位置可能在焊缝表面，也可能在焊缝的内部。位于焊缝表面的气孔称为表面气孔，处于焊缝内部的气孔称为内部气孔。气孔的形状有球形、椭圆形、链状或厚蜂窝状等。在熔化焊中，氢气和一氧化碳是形成气孔的主要原因。

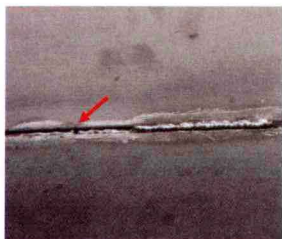


图1-20 未焊透



图1-21 气孔

气孔产生主要有以下方面：①焊件表面及坡口处有水、油、锈等污物存在；②基本金属和焊条药芯的含碳量过高；③焊条药皮、焊剂受潮；④焊接电流偏低或焊接速度过快；⑤电弧长度过长；⑥焊接电流过大以及电弧偏吹、运条手法不稳等。

九、裂纹

把存在于焊缝或热影响区中开裂而形成的缝隙称为焊接裂纹。焊接裂纹的形式是多种多样的，有的分布在焊缝的表面，有的分布在焊缝内部，有的则分布在热影响区。通常把平行于焊缝的裂纹称为纵向裂纹（见图1-22），垂直于焊缝的裂纹称为横向裂纹（见图1-23），产生在弧坑中的裂纹称为火口裂纹或弧坑裂纹（见图1-23）。



图1-22 纵向裂纹

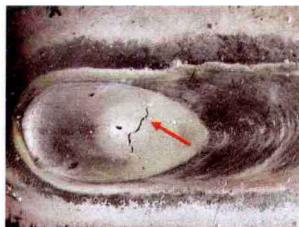


图1-23 横向裂纹（弧坑裂纹）