

机械工人

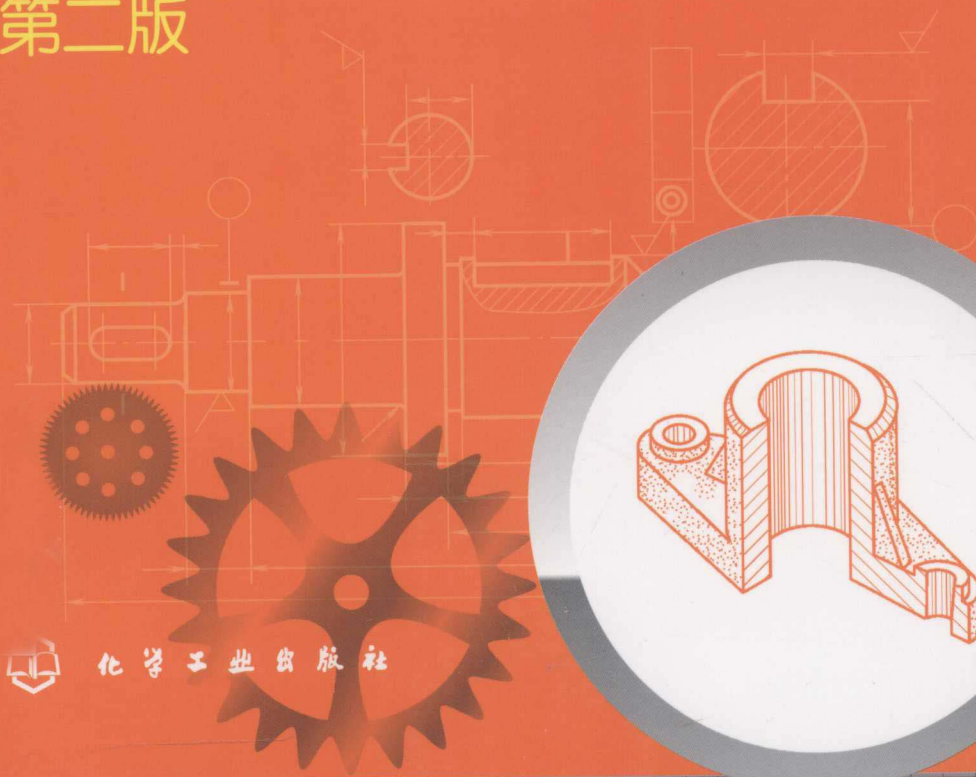
识图系列

焊工 识图

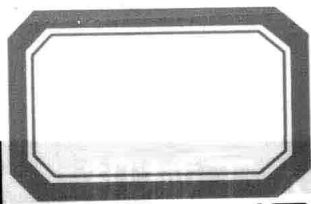


王会霞 胡云岩 主编

第二版



化学工业出版社



识图系列

焊工 识图

第二版

王会霞 胡云岩 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工识图/王会霞, 胡云岩主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2012. 7

(机械工人识图系列)

ISBN 978-7-122-14426-3

I. 焊… II. ①王…②胡… III. 焊接-工程制图-识别
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 115575 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 张燕文

责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 刘丽华

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: 化学工业出版社印刷厂

720mm×1000mm 1/16 印张 10 字数 174 千字 2012 年 9 月北京第 2 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

《前言

FOREWORD

作为先进制造技术的重要组成部分，焊接技术在国民经济的发展中发挥了重要的作用，在航空航天、核能、船舶、电力、石油化工、汽车等领域得到广泛应用。与此同时对焊接技术工人也提出了更高的要求，不仅要求其掌握相关的焊接基础知识，而且还要求准确无误地读懂设计图纸和焊接装配施工的相关工艺文件，所以识图对焊接技术工人非常重要。

本书根据焊工的实际需要，从实用角度出发，系统阐述了焊接技术工人在焊接生产中需要掌握的相关知识，包括焊接基础知识、机械制图的基础知识、机械图样中的焊缝符号、焊接方法及其表示方法、焊接结构装配图的识读、焊接工艺规程图及焊接工艺卡的识读等内容。本书选图紧密结合实际，文字简练，通俗易懂。书中采用最新国家标准，结合典型工程实例，可以增强读者的工程概念和实践能力，培养其解决实际问题的能力，制造出合格的产品。

参加本书编写工作的有：王会霞（第1章、第6章），胡云岩（第5章），王军（第2章），闫俊霞（第3章），刘丽敏（第4章），由王会霞、胡云岩担任主编。

本书在编写过程中，参考了有关焊接工具书、国内出版的资料，在此谨向上述诸作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

第1章 焊接基础知识

1

- 1.1 焊接的定义及分类 1
- 1.2 焊接坡口的制备与焊接接头的类型 2
 - 1.2.1 焊接坡口的选择与制备 2
 - 1.2.2 焊接接头的类型 4
- 1.3 焊接缺陷及质量检验 6
 - 1.3.1 焊接缺陷 6
 - 1.3.2 焊接质量检验 10
- 1.4 常用金属材料的焊接性 13
 - 1.4.1 金属焊接性的概念 13
 - 1.4.2 常用金属的焊接性 14

第2章 机械制图基础

19

- 2.1 国家标准《机械制图》的基本规定 19
 - 2.1.1 图纸幅面及格式 19
 - 2.1.2 比例 21
 - 2.1.3 图线 21
- 2.2 机件的常用表达方法 22
 - 2.2.1 投影的基本知识 22
 - 2.2.2 基本视图 23
 - 2.2.3 剖视图 26
 - 2.2.4 断面图 28
 - 2.2.5 局部放大图 31

2.3 零件图	32
2.3.1 零件图的作用和内容	32
2.3.2 零件图的视图选择	32
2.3.3 零件图的尺寸标注	33
2.3.4 零件图上的技术要求	35
2.3.5 零件图的识读	43
2.4 装配图	47
2.4.1 装配图的作用和内容	47
2.4.2 装配图的表达方法	48
2.4.3 装配图的视图选择	49
2.4.4 装配图的尺寸标注和技术要求	50
2.4.5 装配图的零部件序号与明细栏	51

第3章 机械图样中的焊缝符号

54

3.1 焊缝在图样上的表示方法	54
3.1.1 图示法	54
3.1.2 标注法	56
3.2 机械图样中的焊缝基本符号	57
3.2.1 焊缝的基本符号	57
3.2.2 焊缝基本符号的组合	59
3.3 机械图样中的焊缝补充符号	59
3.3.1 焊缝的补充符号	59
3.3.2 焊缝补充符号的应用	60
3.4 机械图样中的焊缝尺寸符号	61
3.5 焊缝符号在机械图样上的标注	63
3.5.1 基本要求	63
3.5.2 焊缝符号的简化标注方法	67
3.5.3 焊缝基本符号的应用举例	69
3.5.4 焊缝基本符号的组合举例	69
3.5.5 焊缝基本符号与补充符号的组合举例	69
3.5.6 焊缝符号的错误标注	69
3.5.7 焊缝尺寸的标注实例	80

4.1 常用焊接方法代号的表示方法	82
4.2 常用的电弧焊工艺	84
4.2.1 焊条电弧焊	84
4.2.2 埋弧自动焊	86
4.2.3 熔化极气体保护焊	88
4.2.4 非熔化极惰性气体保护焊	90
4.3 气焊与气割	92
4.3.1 气焊	92
4.3.2 气割	93
4.4 等离子弧焊接与切割	95
4.4.1 等离子弧焊接	96
4.4.2 等离子弧切割	98
4.5 电阻焊	98

5.1 焊接结构装配图的组成	101
5.2 焊接结构装配图的特点	102
5.3 焊接结构装配图的要求	103
5.3.1 焊接符号和焊接方法代号标注的要求	103
5.3.2 焊接结构加工的尺寸公差与配合的要求	104
5.3.3 焊接结构质量检验项目要求	104
5.4 常见的焊接装配工艺	105
5.4.1 装配方式分类	105
5.4.2 装配中的定位焊	106
5.4.3 装配间隙与偏差	107
5.4.4 焊接结构装配次序的确定	110
5.4.5 分部件装配-焊接法	111
5.4.6 装配中应注意的问题	112
5.5 简单焊接装配图识读	114
5.5.1 焊接装配图读图的方法和主要步骤	114
5.5.2 梁类结构图的识读	115

5.5.3	柱类结构图的识读	116
5.5.4	板壳结构图的识读	118
5.5.5	框架类结构图的识读	120

第6章 焊接工艺规程图及焊接工艺卡的识读

124

6.1	焊接工艺评定	124
6.1.1	焊接工艺评定的定义	124
6.1.2	焊接工艺评定的前提条件	125
6.1.3	焊接工艺评定的程序	125
6.1.4	焊接工艺评定报告的识读	134
6.2	焊接工艺规程概述	142
6.2.1	焊接工艺规程的定义	142
6.2.2	设计焊接工艺规程的基本要求和依据	142
6.2.3	焊接工艺规程图的识读	143
6.3	焊接工艺卡的识读	147
6.3.1	焊接工艺卡识读	147
6.3.2	焊接工艺卡举例	147

参考文献

151

第1章

焊接基础知识

1.1 焊接的定义及分类

焊接是通过加热或加压或两者并用，用或不用填充材料，使被焊工件之间达到原子间结合，形成永久性连接的加工方法。焊接作为先进制造技术的重要组成部分，在国民经济的发展和国家建设中发挥了重要的作用。焊接技术的优秀成果在铁路、桥梁、汽车、船舶、航空航天、核能、电力等领域中得到广泛应用。

焊接方法有许多种，按焊接过程的工艺特点可分为熔化焊、压力焊和钎焊三大类。

(1) 熔化焊

通过加热使工件待焊处连同填充金属局部受热并达到熔化状态，冷却结晶成为一体的焊接方法，叫熔化焊，适用于各种常用金属材料的焊接，是现代工业生产中最重要的焊接方法，电弧焊、气焊、电渣焊等都属于熔化焊。

(2) 压力焊

通过施加压力（或同时加热），使焊件结合面达到塑性变形或半熔化状态以完成焊接的方法叫压力焊，常用压力焊有摩擦焊、电阻焊等。

(3) 钎焊

利用比母材（焊件材料）熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点、低于母材熔点的温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙，并与母材相互扩散实现连接焊件的方法叫钎焊，如烙铁钎焊、火焰钎焊等。

常用的焊接方法及其分类如图 1-1 所示。

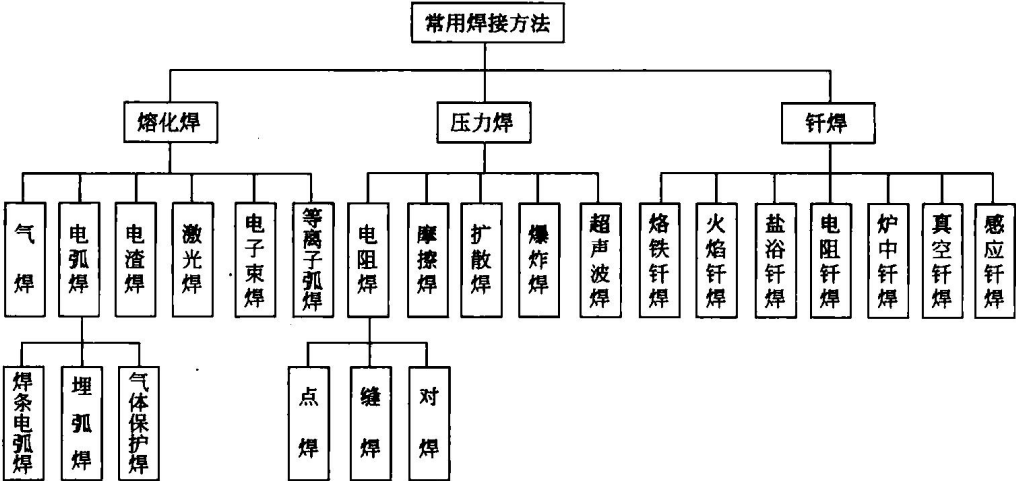


图 1-1 焊接方法分类

1.2 焊接坡口的制备与焊接接头的类型

从本质上讲，焊接接头是指被焊材料经焊接之后发生组织和性能变化的区域。熔化焊的焊接接头由焊缝、熔合区和热影响区组成，如图 1-2 所示。焊缝是由熔化的母材和填加材料（或仅由母材）经结晶后所形成的。无论是否采用填加材料，焊缝的组织 and 性能都不同于母材。热影响区是指因受焊接热的影响（但未熔化）而发生金相组织和力学性能变化的区域。熔合区是焊缝与母材交接的过渡区，即熔合线处微观显示的母材半熔化区。

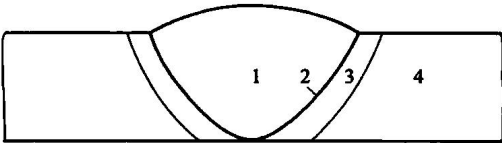


图 1-2 焊接接头的组成

1—焊缝；2—熔合区；3—热影响区；4—未受影响的母材

1.2.1 焊接坡口的选择与制备

为保证焊缝可靠熔透和成形良好，根据设计或工艺需要，在焊件的待焊部位加工并装配成一定几何形状的沟槽，叫作坡口。GB/T 985—2008 规定了不同的焊接方法、不同板厚和材料种类时坡口的尺寸。

(1) 坡口的选择

焊接坡口要根据焊接结构的形式、焊接方法、焊接位置、零件形状、焊件厚度及技术要求等因素综合选择,同时还要考虑以下原则。

① 保证焊接质量 满足焊接质量要求是坡口选择的最基本要求,在选择焊接坡口时,必须保证焊条、焊丝或电极能够达到需要焊接的部位,并且具有足够的施焊空间,实现良好的可焊到性。

② 方便焊接 如对于大型不易翻转的焊接结构件,应使焊缝处于容易施焊的位置,尽可能处于平焊位置。对于内径较小的筒体结构,尽可能在筒体外侧施焊,避免或减少在筒体内施焊,应采用单面焊的坡口形式等。

③ 容易加工 采用热切割方法制备坡口,生产成本比较低,生产效率高。V形、双V形坡口可使用通用刀具切削加工,而U形、双U形坡口加工就要使用专用成形刀具,一般只在板厚较大时才采用U形、双U形坡口或其他截面形状复杂的坡口。

④ 尽量减少坡口截面积 在保证焊接质量,满足施焊条件的前提下,减少坡口截面积,可降低焊接材料消耗,减少焊接金属填充量,节省工时,降低焊接生产成本。

⑤ 便于控制焊接变形 采用双面坡口,进行两侧轮流焊接作业,减少焊接变形。

(2) 坡口的制备

坡口的加工应根据焊件的尺寸、形状与实际的加工条件综合考虑进行选择,常用的方法有如下几种。

① 剪切 I形坡口的钢板直接采用剪床剪边。此法生产率高,加工方便,但不能加工有角度的坡口。

② 气割 是一种应用很广的坡口加工方法,它可以加工任何角度的V形、X形坡口,但不能加工U形坡口。手工气割较简易,但坡口边缘不够平整,尺寸不太准确,生产率低,一般用于小件或小批生产。成批生产可采用机械切割和自动切割。

③ 刨边 用刨床或刨边机对直边可加工出任何形式的坡口,这种方法加工的坡口尺寸较精确。

④ 车削 加工管子的坡口,当遇到较长、较重或无法搬动的管子时,可采用移动式的管子坡口机,对于大直径厚壁管子可采用电动车管机。

⑤ 碳弧气刨 利用碳弧气刨加工坡口和挑焊根,缺点是需用直流电源,气刨时烟雾大,应注意排气。

1.2.2 焊接接头的类型

根据焊接接头的构造形式及零件装配位置关系进行分类,焊接接头的基本类型有四种:对接接头、T形接头、角接头、搭接接头,如图 1-3 所示。

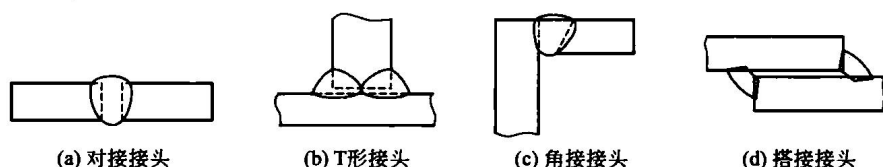


图 1-3 焊接接头的基本类型示意

(1) 对接接头

两个焊件端面相对平行的接头称为对接接头。从受力角度分析,对接接头是比较理想的接头形式,对接接头是应力集中程度较小、承载能力较强的接头形式。

对接接头的坡口形式很多,常用的如图 1-4 所示 (GB/T 985.1—2008)。

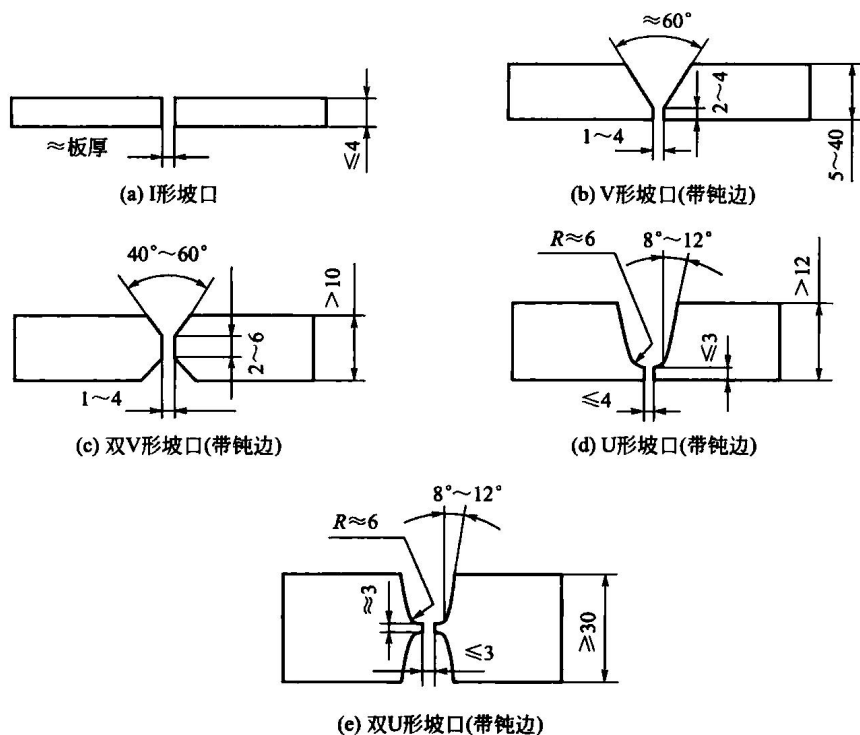


图 1-4 对接接头的坡口类型

不同厚度的金属对接时,如果两板厚度差不超过表 1-1 的规定,则接头的基

本形式和尺寸按厚板选取。如果板厚度差超过表 1-1 中所规定的值时，应在较厚的板上作出单边或双边削薄，如图 1-5 所示。

表 1-1 不同厚度钢板对接时的厚度差范围

较薄板的厚度 δ_1	$\geq 2 \sim 5$	$> 5 \sim 9$	$> 9 \sim 12$	> 12
允许厚度差 $(\delta - \delta_1)$	1	2	3	4

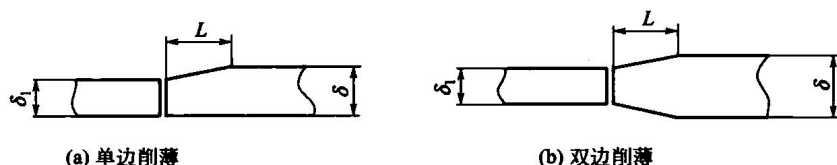


图 1-5 不同厚度板的对接

$$[L \geq 3(\delta - \delta_1)]$$

(2) T 形接头

一焊件的端面与另一焊件表面构成直角或近似直角的接头，称为 T 形接头。常见的 T 形接头形式如图 1-6 所示。

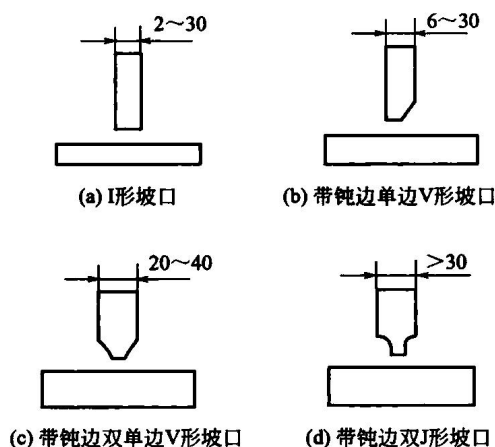


图 1-6 T 形接头

(3) 角接头

两个焊件端面间构成的夹角在 $30^\circ \sim 135^\circ$ 的接头称为角接头。常见的角接头形式如图 1-7 所示。

在 T 形接头和角接头设计中，当承载面积相同时，采用开坡口的焊接形式比采用外部角焊缝的焊接形式填充金属要少，焊接变形小，还可以节省焊接工时和焊接材料，当焊件板厚较大时，效果更明显。因此，在 T 形接头（十字接头）和角接头设计时，焊件板厚较大时，优先选用开坡口的焊接形式更为合理。

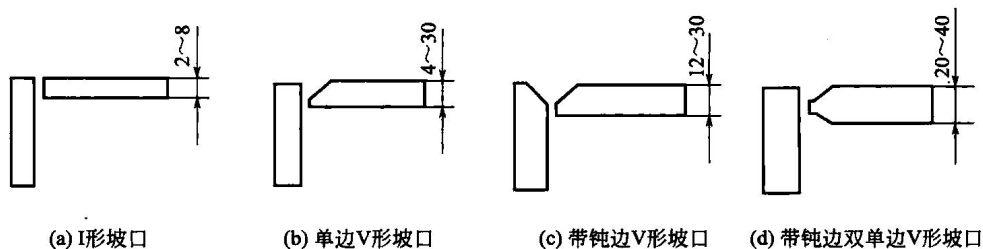


图 1-7 角接头

(4) 搭接接头

两个焊件部分平面重叠在一起称为搭接接头。搭接接头承载能力差，接头受拉力时，产生附加弯曲应力，而使两端焊缝处于受剪状态，应力分布不均匀，疲劳强度较低，对于承受动载荷的焊接结构不宜选用搭接接头。但搭接接头的备料简单、装配容易，对焊工操作技术水平要求较低，因此，在不重要的焊接结构件生产中仍大量采用。常见的搭接接头形式如图 1-8 所示。

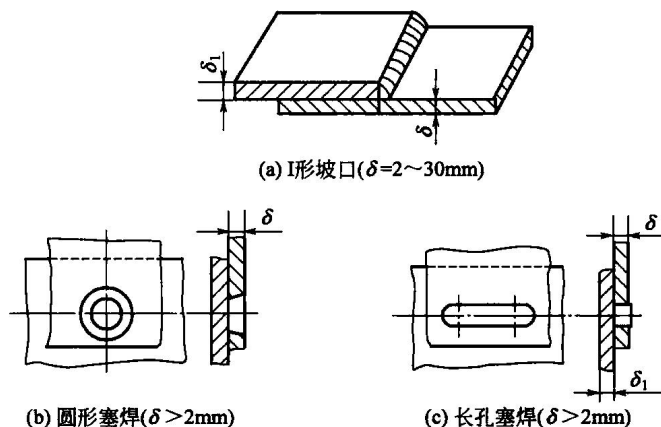


图 1-8 搭接接头

焊接接头的选择主要取决于产品的使用要求、焊接结构件特点、受力状态和焊件厚度等设计条件。在焊接结构设计时，要正确地选择焊接接头类型必须考虑以下因素：焊接结构件的受力状态与使用要求，焊接生产条件，焊接生产成本等。

1.3 焊接缺陷及质量检验

1.3.1 焊接缺陷

焊接接头中产生的金属不连续、不致密或连接不良的现象，统称为焊接缺陷。

陷。焊接结构中一般都存在着缺陷，它的存在将影响焊接接头的质量，从而影响到焊接结构的安全使用。评定焊接接头质量优劣的依据，是缺陷的种类、大小、数量、形态、分布及危害程度。

本节主要介绍熔化焊缺陷的分类。根据 GB/T 6417—2005《金属熔化焊接头缺欠分类及说明》，可将熔化焊缺陷分为以下六类：裂纹、孔穴、固体夹杂、未熔合和未焊透、形状和尺寸不良、其他缺陷。

(1) 裂纹

在焊接应力及其他致脆因素共同作用下，在焊接接头中局部区域的金属原子结合力遭到破坏，形成新界面所产生的缝隙叫作裂纹。它具有尖锐的缺口和大长宽比的特征，是焊接结构最危险的一种缺陷，不但减少有效工作截面，还会带来严重的应力集中导致构件破坏，因此在构件中一经发现裂纹必须铲去重焊。

通常根据产生裂纹的机理不同，可分为热裂纹和冷裂纹。

热裂纹是在焊接过程中焊缝和热影响区金属冷却到固相线附近的高温区产生的，大多产生在焊缝金属中，如图 1-9 所示，产生的主要原因是焊缝中低熔点物质（如 FeS，熔点为 1193°C ）的存在，削弱了晶粒间的联系，在拉应力的作用下，沿晶界开裂。

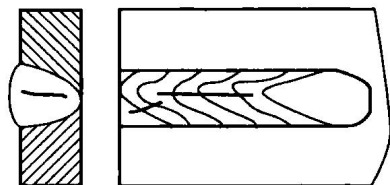


图 1-9 热裂纹分布示意

冷裂纹使焊接接头冷却到较低温度（对钢来讲低于马氏体开始转变温度以下）时产生的，大多产生在热影响区和熔合区，如图 1-10 所示，主要原因是在上述区域产生淬硬组织，在应力作用下穿晶开裂。

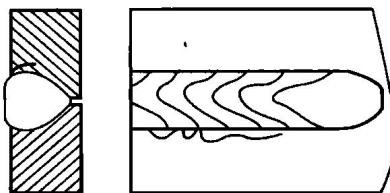


图 1-10 冷裂纹分布示意

(2) 气孔

熔池在高温时吸收的气体（如 H_2 、 N_2 等）或冶金反应产生的气体（如

CO)，在熔池冷却凝固时来不及逸出而残留下来，在焊缝内部或表面形成孔穴，即产生了气孔，如图 1-11 所示。气孔的存在减少了有效工作截面，降低了接头强度、韧性和疲劳强度下降。穿透性气孔或连续性气孔会影响焊件的密封性。

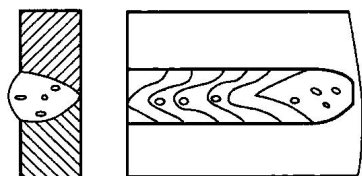


图 1-11 气孔示意

产生气孔的主要原因是：焊前工件坡口上的油、锈、氧化皮未清除干净；电弧过长致使焊缝中溶入较多的气体；焊接材料受潮；焊接电流过小或焊速过快，气体来不及逸出，从而产生气孔。

(3) 夹杂物

夹杂物是指由于焊接冶金反应产生的，焊后残留在焊缝金属中的微观非金属杂质，主要有氧化物、氮化物和硫化物三种夹杂物。它们的存在不仅降低焊缝金属的韧性，增加低温脆性，还会增加裂纹倾向。

① 氧化物 在焊条电弧焊和埋弧自动焊焊接低碳钢时，氧化物夹杂主要是 SiO_2 、 MnO 、 TiO_2 和 Al_2O_3 等，一般多以硅酸盐的形式存在。如果夹杂物密集地以块状或片状分布时，在焊缝中会引起热裂纹，在母材中也易引起层状撕裂。焊接过程中熔池的脱氧越完全，焊缝中氧化物夹杂物越少。

② 氮化物 焊接低碳钢和低合金钢时，氮化物夹杂主要是 Fe_4N 。氮化物夹杂多在焊接保护不良时出现。

③ 硫化物 主要来源于焊条药皮或焊剂，经冶金反应转入熔池。但也有时是由于母材或焊丝中含硫量偏高而形成硫化物夹杂。焊缝中的 FeS 沿晶界析出，并与 Fe 或 FeO 形成低熔共晶，是引起热裂纹的主要原因之一。

另外，由于焊接操作失误或设计的接头形式不合理，熔化金属内混入熔渣，若熔渣不能及时上浮排除，残留在焊缝中，会形成夹渣。钨极氩弧焊的钨极，如果浸入熔融金属或焊接电流过大，致使钨极熔化进入焊缝金属，成为金属夹杂物，称为夹钨。使用铜垫板不慎局部熔化进入焊缝，称为夹铜。

(4) 未熔合和未焊透

熔化焊时，焊道与母材之间或焊道与焊道之间未完全熔化结合的部分称作未熔合，如图 1-12(a) 所示。焊接接头根部未完全熔透的现象叫作未焊透，如图

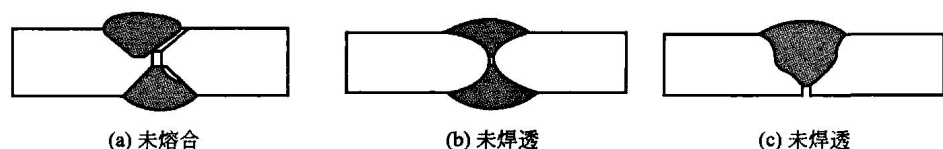


图 1-12 未焊透和未熔合缺陷

1-12(b)、(c) 所示。未熔合和未焊透的存在均减少了焊缝的工作截面，导致应力集中，大大降低了接头强度。

未焊透、未熔合的产生原因，主要是焊接电流小、焊接速度过高，或者是坡口尺寸不合适，以及电弧中心线偏离焊缝等。在薄板焊接中，如果夹具对焊件背面的散热程度大，也会出现未焊透和未熔合，或背面一部分焊透、一部分未焊透的成形不均现象。

(5) 形状和尺寸不良

① 烧穿 焊接过程中熔化金属自坡口背面流出形成穿孔的现象叫作烧穿。焊接电流过大、焊接速度过小都可能出现这种缺陷。在底层焊缝或薄板焊接时易产生烧穿，会使接头强度下降，属于严重的焊接缺陷，等同于对焊件进行了切割。

产生烧穿的主要原因是焊接速度过慢、焊接电流过大、装配间隙过大或钝边太小等。

② 咬边 由于焊接参数选择不当，或操作方法不正确，沿焊趾的母材部位产生的沟槽或凹陷叫作咬边，如图 1-13 所示。

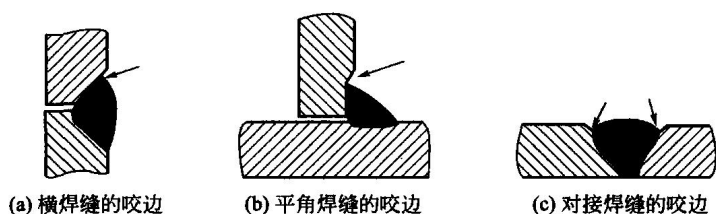


图 1-13 咬边

咬边减少了接头的工作截面，而且在此处会产生严重的应力集中，在重要结构中不允许出现咬边。出现咬边的主要原因是电流过大、电弧拉得太长及焊枪的角度不当等，造成工件被熔化至一定深度，而填充金属又未能及时补充所致。

③ 焊瘤 熔化金属流淌到焊缝之外未熔化的母材上，堆积所形成的金属瘤称为焊瘤，如图 1-14 所示。因为焊瘤与工件没有熔合，对静载强度无影响，但