



热加工实训教学—焊接

工程训练中心

杜奔 时间：2020.5

A decorative arrangement of green leaves and branches is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the title box. The leaves are various shades of green and have a realistic, slightly glossy appearance.

目录

CONTEN

- 01 焊接概述
- 02 手工电弧焊
- 03 焊接工艺及操作
- 04 焊接质量检验及缺陷分析
- 05 焊接安全技术



01 焊接概述

焊接技术是随着金属的应用出现并逐步发展，距今已有几千年的历史。





01 焊接概述

世界焊接发展史

公元前3000多年埃及出现了锻焊技术

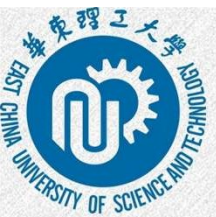


公元前200年前，中国已经掌握了青铜的钎焊及铁器的锻焊工艺

公元前2000多年中国的殷朝采用铸焊制造兵器

1801年英国人发现电弧，进而发明了电弧焊，为现代焊接奠定了基础





01 焊接概述





01 焊接概述



概念

焊接时通过局部加热或加压（或两者并用），借助金属原子间结合和扩散作用，或选用填充材料，使分离的金属材料牢固地连接起来的工艺方法。



焊接的特点及应用

特点

优：具有节省材料，缩短工时，连接性能好的特点，还能简化工艺，有较好的经济性

缺：焊接后不可拆，导致修理不便；存在残余应力，导致零部件产生变形或产生裂纹；焊接容易造成各类缺陷。

应用 在现代工业中应用广泛，如电工电子、船舶制造、航空航天、建筑结构、压力容器、汽车制造、管道连接等。

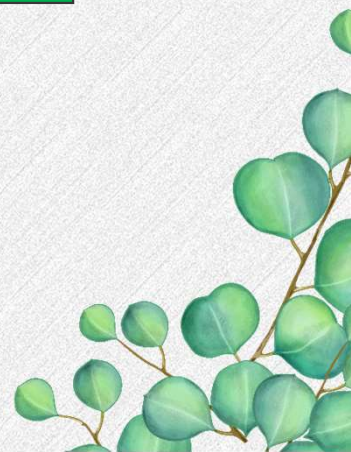
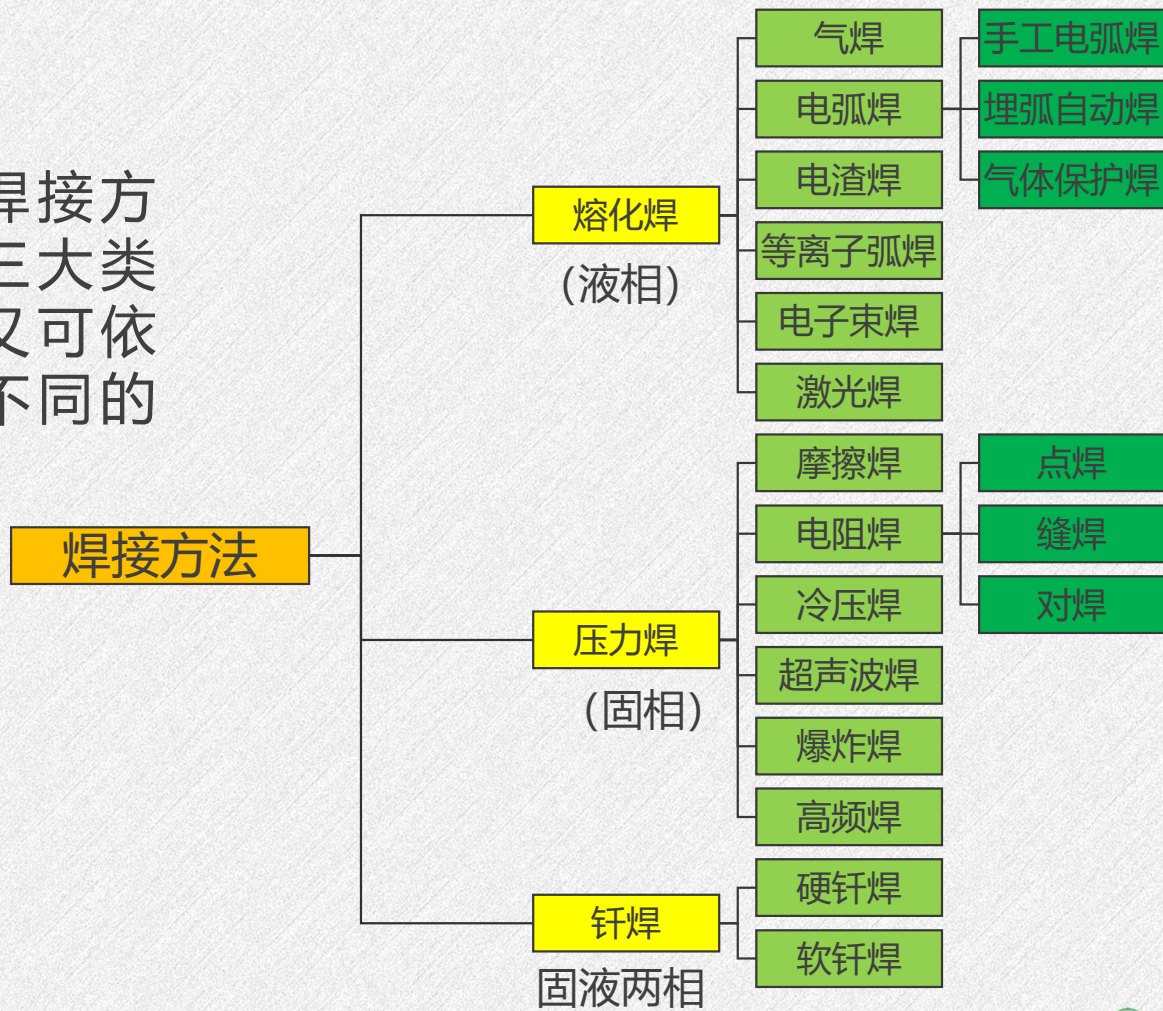


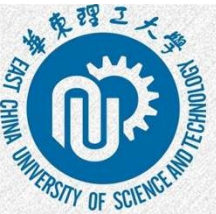


01 焊接概述

焊接方法与分类

按焊接过程的特点，焊接方法可分为三大类。这三大类焊接方法中的每一类又可依据工艺特点分成若干不同的方法

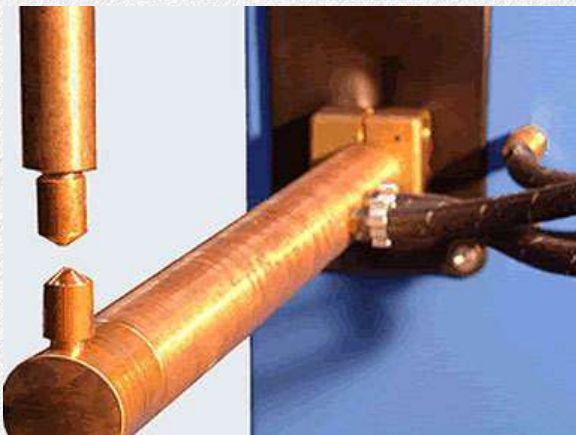




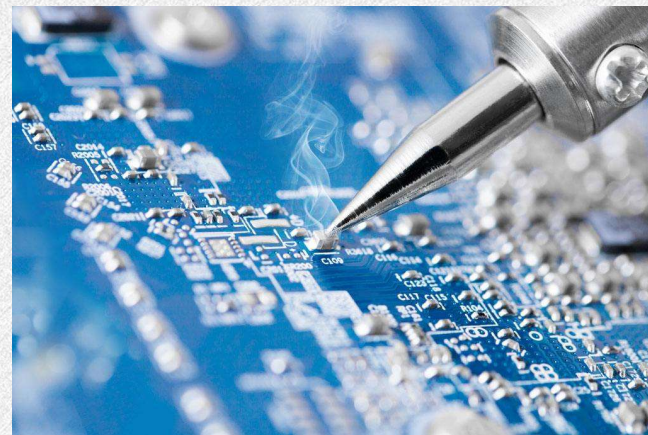
01 焊接概述



熔化焊：将焊接件的连接处加热到融化状态，有时另加有填充材料，形成共同熔池然后冷却凝固使之连接成一个整体的焊接方法。



压力焊：对焊件连接处施加压力，或既加压又加热，使接头处紧密接触并产生塑性变形，通过原子间的结合而使之形成一个整体的焊接方法。



钎焊：采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件接头和钎料同时加热到高于钎料熔点、低于母材熔点的温度，融化的钎料靠湿润和毛细管作用吸入并保持于焊件间隙内依靠液态钎料和固态焊件金属原子间的相互扩散而达到连接的焊接方法





02 手工电弧焊

手工电弧焊是利用焊条与焊件之间产生的电弧热量，将焊条和焊件熔化、融合，从而获得牢固连接的一种手工操作方法。手工电弧焊操作方便、灵活、设备简单并适用于各种焊接位置和接头型式，因而得到广泛应用

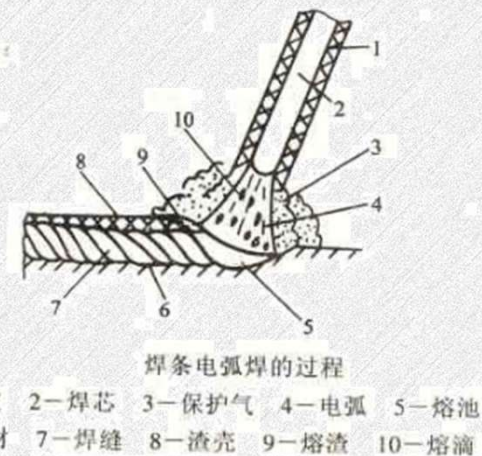
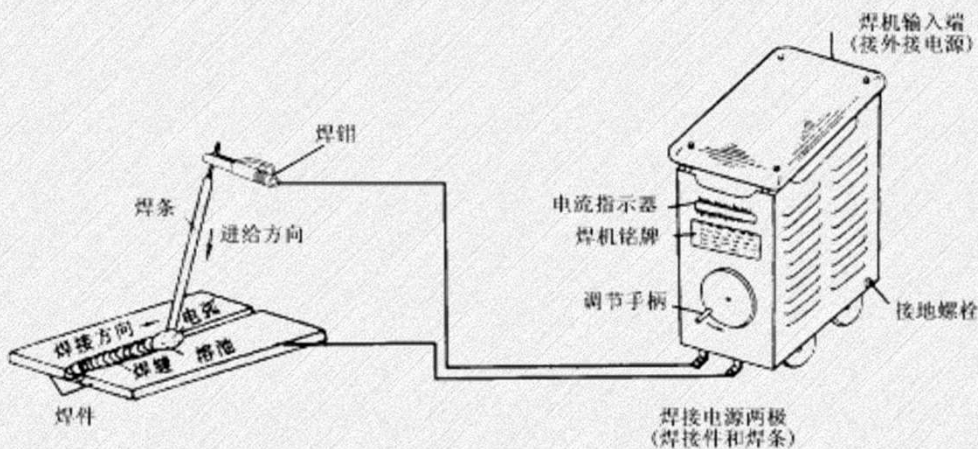




02 手工电弧焊

手工电弧焊的焊接过程

- (1) 电弧热量使工件和焊条同时熔化。
- (2) 焊条的金属熔滴借助电弧重力和电弧气体吹力的作用过渡到熔池去。
- (3) 焊条药皮熔化，保护熔池金属。
- (4) 电弧移动，形成焊缝。





02 手工电弧焊

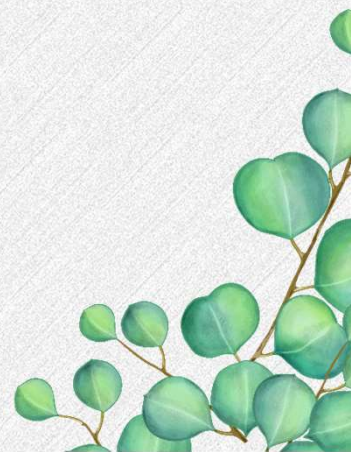
手工电弧焊设备

电焊机一般按输出电源种类可分为两种：

交流弧焊机
(弧焊变压器)



直流弧焊机
(弧焊整流器)



02 手工电弧焊

焊接电弧

1

焊接电弧构造

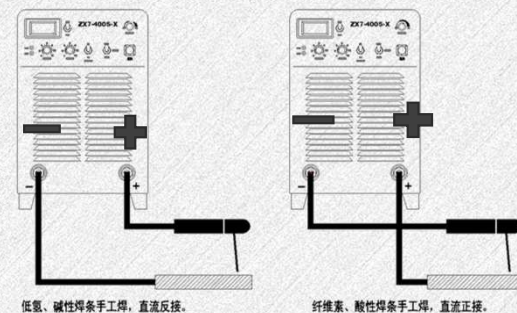
电弧的三个区域：
阴极区、阳极区、弧柱区



3

焊接电弧接线方法

若使用直流焊机焊接时有两种接线方法：正接法和反接法



2

焊接电弧热量分布

焊接电弧	该区电弧热量 (总热量)	以铁为电极材料时电弧区温度
阳极区	43%	~2600K
弧柱区	21%	6000~8000K
阴极区	36%	~2400K

4

焊接电弧电压

电焊机的空载电压 (引弧电压) : 50~90V。

电弧稳定燃烧时的电压降称为电弧电压 (电弧稳定燃烧时的电压) : 16~35V之间





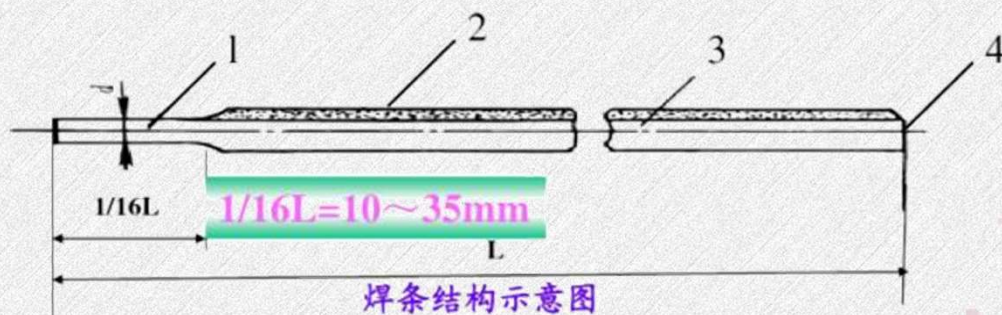
02 手工电弧焊

电焊条



电焊条的组成

手工电弧焊的焊条由
金属芯 (导电、填充焊缝)
药皮 (稳定电弧、保护焊缝, 冶金处理) 两部分组成。



1—夹持端 2—药皮 3—焊芯 4—引弧端



焊条的酸碱性

焊条按熔渣性质分为酸性焊条和碱性焊条两大类

酸性焊条：适用于各种电源，操作性好，电弧稳定，成本低，但焊缝塑、韧性差，对合金作用弱，不易焊接承受动载荷和要求高强度的重要结构件。

碱性焊条：一般要求采用直流电，焊缝塑、韧性好，抗裂性和抗冲击能力强，但操作性差，电弧不够稳定，价格较高，故只适宜焊接重要结构件。





02 手工电弧焊

焊条的种类

我国按化学成分，将焊条分为七大类：碳钢焊条、低合金钢焊条、不锈钢焊条、堆焊焊条、铸铁焊条及焊丝、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条等，其中应用最多的是**碳钢焊条**和**低合金钢焊条**



不锈钢焊条



铝焊条



铸铁焊条



铜焊条



碳钢焊条





02 手工电弧焊

焊条的编号

焊条型号是国家标准中的焊条代号。
按GB/5117-1995《碳素钢焊条》的规定。

例：焊条 E 4 3 0 3

药皮种类呈钛钙型，电源种类为交直流两种，正反接均可使用

焊接位置，“0”及“1”表示焊条适合全位置焊接

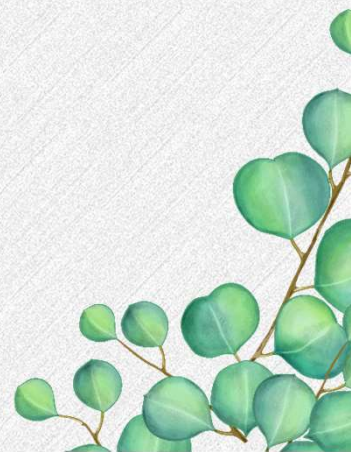
“2”表示适用于平焊和平角焊

“4”表示焊条适用于向下立焊

熔敷金属抗拉强度最小值

焊条

在第四位数字后加“R”表示耐吸潮焊条，附加“M”表示耐吸潮和力学性能有特殊规定的焊条，附加“-1”表示冲击性能有特殊规定的焊条。





02 手工电弧焊

焊条的编号

焊条牌号是焊条行业统一的焊条代号，一般用一个
大写拼音字母和三个数字表示。

例：焊条 J 4 2 2

药皮种类呈钛钙型，电源种类是交直流两用

熔敷金属抗拉强度最小值

结构钢焊条





02 手工电弧焊

焊条的编号

焊条牌号末位数字，
0~5表示酸性焊条，
6~9表示碱性焊条，
表示的具体含义右图
所示：

牌号末位数字表示具体含义：

0：不规定药皮类型，不规定适用电流类型

1：氧化钛型药皮，交直流两用

2：氧化钛钙型药皮，交直流两用

3：钛钙型药皮，交直流两用

4：氧化铁型药皮，交直流两用

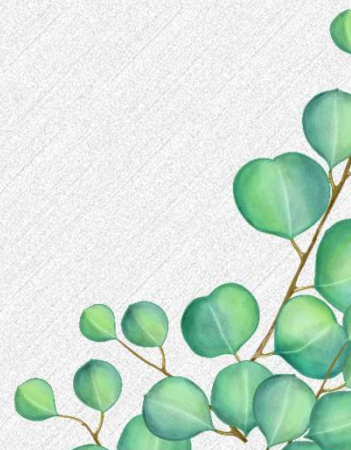
5：高纤维素型药皮，交直流两用

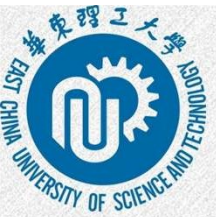
6：低氢钾型药皮，交直流两用

7：低氢钠型药皮，交直流两用

8：石墨型药皮，交直流两用

9：盐基型药皮，直流专用





03 焊接工艺及操作

焊接工艺通常是指焊接过程中一整套技术规定，包括焊接方法，如手工电弧焊等，制定工艺参数，如焊条型号、直径、电流电压、焊接电源种类、极性接法等

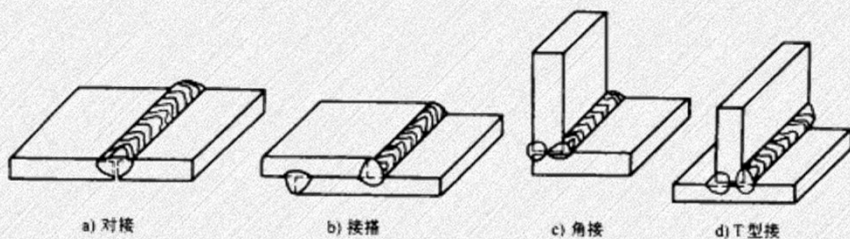




03 焊接工艺及操作

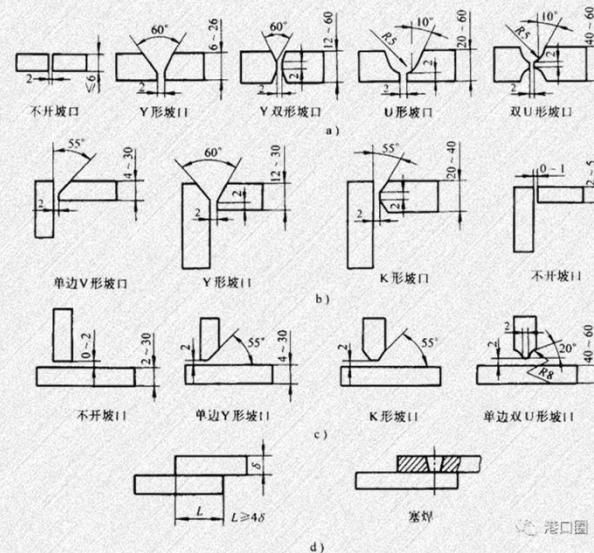
接头型式

焊接接头型式可分为对接接头，角接头，T形接头和搭接接头



坡口型式

为了使焊件焊透并减少被焊金属在焊缝中所占的比例，一般在对接接头手工电弧焊时，钢板厚度大于6mm时要开坡口。重要的结构件厚度大于3mm时就要开坡口。常见的坡口型式有V形、U形、K形、X形等。





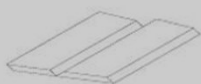
03 焊接工艺及操作

焊缝的空间位置

按施焊时焊缝在空间所处的位置不同，焊缝可以分为平焊缝、立焊缝、横焊缝和仰焊缝四种型式。

焊接位置代号、名称、方法

1、 板材对接焊缝位置



(a)1G
(平焊)



(b)2G
(横焊)

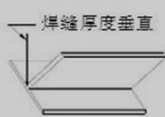


(c)3G
(立焊)

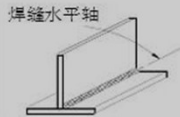


(d)4G
(仰焊)

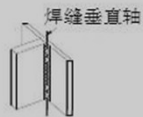
2、 板材角焊接位置



(a)1F



(b)2F



(c)3F



(d)4F





03 焊接工艺及操作

焊接规范参数的选择

焊接电流

焊接电流主要根据焊条直径来选择，同时还考虑焊件厚度、接头型式、焊接位置和温度环境等

焊接电流经验公式：

$$I=(30\sim 50) d$$

式中I—焊接电流 (A)

d—焊条直径 (mm)



焊条直径的选择

焊条直径主要根据工件厚度、接头型式、焊缝位置及焊接层数等来选择

焊接层数

焊接厚件时，宜开坡口多层焊或多层多道焊，以保证焊缝根部焊透。每层的焊接厚度不超过4~5mm，当每层厚度等于焊条直径的0.8~1.2倍时，生产率较高



03 焊接工艺及操作

01



引弧

引弧是在焊条与工件之间引燃，并保持稳定电弧的操作。一般有两种：**敲击法**和**摩擦法**。

02



运条

操作时主要掌握好“三度”：

- (1) 电弧长度，约等于**焊条直径**
- (2) 焊条角度，焊条与其前进方向倾角为 **$70^{\circ} \sim 80^{\circ}$** ，焊条与焊缝两侧工件的夹角为 **$90^{\circ}$** 。
- (3) 焊接速度，焊缝的熔宽约等于**焊条直径的两倍**，焊条**均匀**地沿着焊缝向前运动。

03



接弧与收弧

- (1) 接弧时焊接要特别注意，起头和结尾要保持同样的宽度和高度。
- (2) 焊缝焊完时，熄灭电弧叫收弧。收弧操作方法：**画圈收尾法**、**反复断焊收尾法**、**回焊收尾法**。





03 焊接工艺及操作





04 焊接质量检验及缺陷分析

焊接质量一般包括三个方面的要求，
即焊缝的外形尺寸、焊缝的连续性和
接头性能等。





04 焊接质量检验及缺陷分析

焊缝的外形尺寸

对焊缝外形和尺寸的要求是，焊缝与母材金属之间应平滑过渡，以减少应力集中、没有烧穿、未焊透等缺陷。焊缝的宽度、高度等尺寸要符合国家标准或是符合图纸要求，焊缝余高为0~3mm。

焊缝的连续性是指焊缝中的裂纹、气孔与缩孔、夹渣、未熔合与未焊透等缺陷

焊缝的连续性

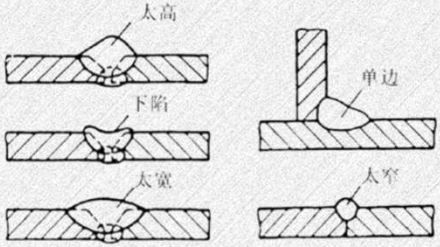
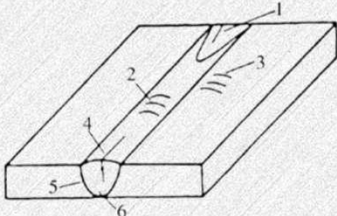
焊接接头性能

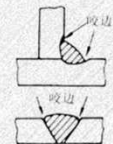
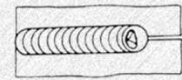
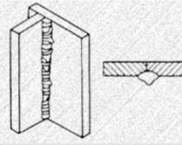
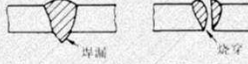

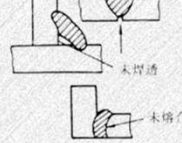

焊接接头性能是指焊接接头的力学性能及其他性能（如耐蚀性等）。

04 焊接质量检验及缺陷分析

常见焊接缺陷

表 6-4 常见的焊接缺陷

缺陷名称	简图	说明
焊缝尺寸和外形不符合设计要求		<p>焊缝尺寸和外形不符合设计要求将影响焊件的质量,如焊缝余高过低或过高,焊缝太窄、太宽或宽窄不匀,角焊缝单边,或下陷量过大等</p>
缺陷名称	简图	说明
裂缝		<p>裂缝按其产生的温度及时间不同可分为热裂缝和冷裂缝两大类。按其产生的部位又可分为纵向裂缝 4、横向裂缝 2、熔合线裂缝 5、根部裂缝 6、弧坑裂缝 1 以及热影响区裂缝 3 等</p>

缺陷名称	简图	说明
咬边		<p>焊接时焊缝的边缘被电弧熔化后没有得到熔化金属的补充而留下的缺口称为咬边,有时也称为咬肉或咬边</p>
弧坑		<p>焊缝收弧时立即拉断电弧会形成低于焊件表面的弧坑,过深的弧坑使焊缝收弧处强度减弱并造成应力集中而产生裂纹</p>
焊瘤		<p>焊瘤经常产生在横焊、仰焊及立焊焊缝中,焊瘤影响焊缝的成形美观且往往在焊瘤处存在夹渣和未焊透,导致裂纹的产生</p>
焊瘤与烧穿		<p>液态金属从焊缝反面漏出凝成焊瘤或焊缝上形成穿孔,焊瘤危害与焊瘤同,烧穿根本不允许存在</p>
夹渣		<p>产生夹渣的根本原因是熔池中熔化金属的凝固速度大于熔渣的上浮逸出速度,夹渣是焊缝中常见的缺陷之一</p>
未焊透与未熔合		<p>未焊透是接头根部未完全熔透;未熔合是指焊缝与母材、焊层与焊层间未熔化结合。这些缺陷减少焊缝金属的有效面积,形成应力集中,易引起裂纹,导致结构破坏,是常见的缺陷</p>
气孔		<p>气孔是焊缝中最常见的一种缺陷,根据气孔产生的部位不同可分为表面气孔和内部气孔;根据分布情况的不同又可分为疏散气孔、密集气孔。气孔的形状和大小不同,有球形、椭圆形和毛虫状等,小的气孔要用显微镜才能看清,大的可达几个毫米</p>





04 焊接质量检验及缺陷分析

常见焊接缺陷



气孔



裂纹



咬边



未焊透未熔合



夹渣



烧穿



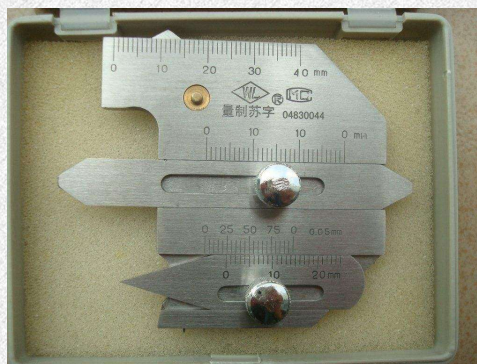


04 焊接质量检验及缺陷分析

焊缝的质量检验方法有两类：**非破坏性检验及破坏性检验**

非破坏性检验

- (1) 外观检验；
- (2) 密闭性检验；
- (3) 无损检验。



破坏性检验

- (1) 力学性能实验；
- (2) 金相检验；
- (3) 断口检验；
- (4) 耐压实验。

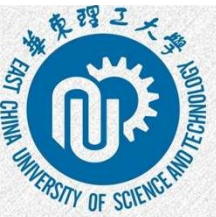




05 焊接安全技术

在生产过程中，重大特大事故频繁发生，
因此，安全生产工作显得尤为重要。





05 焊接安全技术

手工电弧焊的安全技术

- (1) 电焊机在使用之前，应检查点焊机与开关外壳接地是否完好。
- (2) 焊接操作时，必须穿好干燥清洁防护服、防护手套、戴面罩，绝缘鞋。
- (3) 高温焊件使用钳子加持。
- (4) 清理焊渣时，切勿用嘴吹焊渣，注意防止焊渣飞入眼中或烫伤皮肤。
- (5) 更换焊条时必须戴手套。
- (6) 禁止将焊钳置于工作台上。
- (7) 焊接操作时，防止其他人员受弧光伤害。





学在苦中求 技在勤中练

工程训练中心

杜奔 2020.5