

课程二 材料焊接（六）——铸铁的焊接

一. 铸铁的分类

含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。

铸铁力学性能较差，但却具有优良的耐磨性、减振性和低的缺口敏感性。

铸铁可分为以下几类：灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和蠕墨铸铁。

1. **灰铸铁** 其中的碳大部分以片状石墨的形式存在，断口成灰色。灰铸铁具有优良的铸造性、耐磨性、减振性和低的缺口敏感性、优良的切削加工性。

2. **可锻铸铁** 以具有较高冲击韧度而得名。铸铁中石墨以团絮状存在，所以其具有一定的强度和韧性。

可锻铸铁有黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁两大系列。其常见牌号有：KTH300—06，KTH350—10，KTZ450—06 等。

3. **球墨铸铁** 球墨铸铁具有较高的强度和冲击韧度，并能通过热处理显著地改善力学性能。

4. **蠕墨铸铁** 碳以蠕虫状石墨存在的铸铁称为蠕墨铸铁。其力学性能介于灰口铸铁和球墨铸铁之间。具有一定的致密性和抗疲劳性。

二. 灰铸铁的焊接

1. **灰铸铁的焊接性** 灰铸铁的焊接性较差，焊接过程中会产生一系列缺陷，其中危害最严重的是白口和裂纹。

(1) **白口** 熔合线处生成一层白口组织，白口组织脆而硬，极难进行机械加工。产生原因有二点，其一是冷却速度过快，其二是焊条选择不当，焊条中石墨化元素含量不足。

(2) **裂纹** 焊接灰铸铁极易产生裂纹，包括热应力裂纹和热裂纹。产生原因是由于灰铸铁的塑性接近零，抗拉强度低，焊接时若焊缝强度高于母材，冷却时母材牵制不住焊缝收缩，使结合处母材被撕裂。此外，还可能由于白口组织的产生而使焊缝金属在冷却时开裂。

2. 灰铸铁的焊接工艺

三分材料，七分工艺

(1) 手弧焊

1) **冷焊法** 焊前不预热，焊后变形小，成本低，生产率高，焊工劳动条件好，但冷焊时因冷却速度过大，极易形成白口组织、裂纹等缺陷。

① 冷焊焊条的选择：

钢心铸铁焊条 (EZCQ)，适用于小型薄壁件刚度不大部位缺陷的焊补。用于焊后不需机械加工的场合。

纯镍焊条 EZNi—1，镍铁铸铁焊条 EZNiFe—1，镍铜铸铁焊条 EZNiCu—1，用于焊后需机械加工的铸件，用得最多的是 EZNi—1 (308) 焊条。

② 冷焊工艺

- 焊前彻底去除油污，裂纹两端打上止裂孔，坡口形状要便于焊补及减少焊件的熔合比。焊补穿透性缺陷时，应开 X 型或 U 型坡口
- 当裂纹深度 > 10mm 时，最好采用隔离层堆焊法。裂纹深度 > 50mm 时，应联合采取栽丝法或加筋工艺
- 小直径焊条应尽量用小的电流，以减小内应力和热影响区的宽度。
- 采用短道焊、断续焊、分散焊、分段退焊等。每焊 15mm，立即用小锤锤击焊缝。
- 准确选择减应区，选择合理的焊接方向和顺序（刚度大向刚度小的地方焊）

2) 热焊法 焊前将焊件全部或局部加热到 $600^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，并在焊接过程中保持一定的温度，焊后保温缓冷，充分石墨化。该法可有效防止裂纹和白口，但成本高，工艺复杂。热焊时，焊条型号用 EZCQ，采用大电流连续焊。

常在补焊部位造型，阻止铁水的流出。

焊补表层时，熔深不宜大，以防在焊补区周围形成凹坑。

(2) 手工 TIG 焊

熔合比小，适宜于薄壁件的焊接

三. 球墨铸铁的焊接

1. 球墨铸铁的焊接性

(1) 球墨铸铁的球化剂中含有的镁是阻碍石墨化的因素，所以焊接时白口现象严重。

(2) 焊接热影响区如冷却速度太快，其中奥氏体会转变成马氏体，可达很高硬度，使焊后机加工难度加大。

(3) 球墨铸铁具有一定的强度和塑性，因此，焊接时不易产生裂纹。

2. 球墨铸铁的焊接方法

(1) 热焊 采用铁心球墨铸铁焊条 EZCQ (Z238)，焊心为低碳钢。对于较小件球墨铸铁补焊，焊前预热到 500°C 。对于大件，则预热到 700°C 左右，焊后保温缓冷。焊后热处理有正火处理（改善加工性能）或退火处理（改善组织性能）。

(2) 冷焊 采用镍铁焊条 EZNiFe—1 (Z408) 和高钒焊条 EZV (Z117)。小件焊前可不预热，当气温较低或焊接大件时，焊前需预热至 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，焊接电流应适当小一些。

采用镍铁焊条焊后接头的加工性比高钒焊条好些，焊后不必进行退火处理。焊缝抗拉强度可达 400MPa 。

(3) 操作要领

1) 清理缺陷、开坡口，小缺陷扩大至 $\phi 30\sim\phi 60\text{mm}$ ，深 8mm 以上。

2) 采用大电流、连续焊工艺，焊接电流约为焊条直径的 $30\sim 60$ 倍。

3) 缺陷长而不宽时，可采用逐段多层连续焊，缺陷较宽时，应采用分段分层的补焊方式。保证补焊区有较大的热输入。

4) 采用中弧施焊。太长，合金元素易烧损。

5) 大刚度部位较大缺陷补焊时，焊前应预热到 $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ ，焊后缓冷。