

7.7 焊接裂纹诊断的一般方法

7.7.1 裂纹产生条件的初步调查

1. 材料的种类、成分和性能

(1) 母材的种类 母材种类不同，对裂纹的敏感性也不同。如奥氏体不锈钢和铝合金不会产生冷裂纹，但对各种热裂纹十分敏感；碳钢和低合金钢除非含杂质较多，又使用了大热输入焊接方法，否则一般不大容易产生各类热裂纹，所产生的裂纹多属冷裂纹。

(2) 母材、焊材和焊缝的成分 同一牌号的材料成分也有一定波动，甚至出现杂质含量超标的现象，也有因偏析而使钢材局部杂质含量超标而受检部位合格的情况。焊缝的成分更会由于焊接材料的差异和熔合比的不同变化很大。这些都会给抗裂性带来很大影响。例如，Q345 钢一般不易产生热裂纹，可是某厂在埋弧焊接中出现了焊缝上的结晶裂纹，经过分析、研究表明是由于 C、S 含量超标造成的。

2. 焊接接头的工作条件

(1) 工作介质 焊接接头如果在腐蚀介质下工作，则在工作中产生的裂纹应考虑是否为各种腐蚀裂纹。在含 Cl^{-} 、 H_2SO_4 溶液中产生的裂纹则可能是晶间腐蚀裂纹或刀状腐蚀裂纹。

(2) 工作温度 在高温下（一般为 500°C ~ 700°C ）工作的珠光体耐热钢及含沉淀强化元素的钢所产生的裂纹可能是再热裂纹。另外，在高温下长期工作还可能引起蠕变断裂，而在低温下工作又可能造成脆断。

3. 接头的受力状态

(1) 结构的刚度和焊接残余应力 若两者都较大，则易诱发冷裂纹、层状撕裂、再热裂纹、应力腐蚀裂纹等。

2. 裂纹的外观形态和走向

从表面观察，热影响区的冷裂纹多呈纵向，焊缝上的冷裂纹多呈横向，但多层焊的打底焊道在焊根处产生的冷裂纹也常贯穿焊缝截面，从焊缝正面看，裂纹在焊缝上呈纵向。结晶裂纹总是位于焊缝柱状晶的交汇面上，所以不是在焊缝的正中呈纵向分布，就是呈较小的短弯曲状裂纹，分布在焊缝中心线两侧、垂直于焊波的纹路。呈表面龟裂状的裂纹则可能是应力腐蚀裂纹。在焊件表面露头的热裂纹常有氧化色而冷裂纹断面则有金属光泽

1. 裂纹产生的位置

首先应弄清裂纹是产生在焊缝、热影响区还是母材上。焊缝上可能产生各种热裂纹、冷裂纹、应力腐蚀裂纹，但不会出现再热裂纹和层状撕裂。热影响区产生的裂纹主要是冷裂纹，也有高温液化裂纹、多边化裂纹等热裂纹，以及各种腐蚀裂纹，但不会产生焊缝上特有的结晶裂纹。母材上一般只有产生层状撕裂和应力腐蚀裂纹的可能。

7.7.2 裂纹的宏观分析

7.7.3 裂纹的微观分析

1. 金相分析

2. 断口分析

1. 试述焊接裂纹的分类，以及焊接裂纹的危害性。2. 说明结晶裂纹的形成机理、影响因素及防止措施。3. 综合分析产生冷裂纹的三大因素。4. 在焊接工程中如何防止冷裂纹的产生？5. 试述再热裂纹的主要特征及形成机理。

2. 在冷裂纹的形成过程中，氢的作用有哪些？

3. 高强度钢热影响区的延迟裂纹是如何形成的？

4. 何谓拘束度、拘束应力？它们对研究焊接冷裂纹有何意义？

5. 试述防止冷裂纹的措施。

6. 说明再热裂纹的产生机理及防止措施。

7. 层状撕裂的产生原因及防止措施有哪些？

8. 应力腐蚀裂纹的形成机理及防止措施有哪些？

9. 后热对于防止冷裂纹有何作用？它能否全部代替预热？

10. 采用宏观和微观分析方法，如何正确判断裂纹的性质？

(5) 施工的环境条件 温度和湿度直接影响焊接接头的质量。某厂液化石油气（LPG）球罐在冬季施工，西北方迎风面的裂纹明显多于其他方向，显然是由于该处接头冷却速度大造成冷裂倾向加大的结果。

(4) 装配和焊接质量 错边、咬边、夹渣、气孔等都会造成应力集中，因而是诱发冷裂纹的重要原因。

(3) 焊接材料 焊接材料选择不当是造成各种裂纹的直接原因之一。使用含氢量高的焊接材料容易引发冷裂纹。使用合金系统与母材不匹配的焊条，是造成不锈钢焊缝出现应力腐蚀裂纹的原因。

(2) 预热和后热 预热和后热是防止许多裂纹的关键工艺措施。在实际施工中，由于温度不易控制，或者施工管理不严格、不按工艺规程确定的预热和后热参数操作，容易造成裂纹事故。

(1) 工艺方法和焊接热输入 当焊接热输入较大时，产生热裂纹的可能性较大；当焊接热输入较小时，产生冷裂纹的可能性较大。

4. 结构的焊接工艺