

a7.6 应力腐蚀裂纹

危害

- 1. 应力腐蚀是最严重的腐蚀破坏
- 2. 应力腐蚀裂纹可发生在各类金属中
- 3. 应力腐蚀裂纹的隐蔽性

应力腐蚀断裂是在未产生任何明显宏观变形、无任何预兆的情况下产生的，而且裂纹的扩展速度大大高于一般腐蚀速度，容易造成结构的突然泄漏，甚至爆裂。由于裂纹深入到金属内部，一旦产生应力腐蚀裂纹，无法修复，只能整台设备报废，损失巨大

形成机理

- 1. 电化学应力腐蚀开裂
- 2. 机械破坏应力腐蚀开裂

应力腐蚀是由电化学腐蚀和在拉应力下金属局部的机械破坏共同作用的结果

特征及其产生条件

1. 应力腐蚀裂纹的特征

应力腐蚀裂纹的宏观形态和位置

1) 应力腐蚀裂纹只产生在与腐蚀介质接触的金属表面，然后由表面向内部延伸。裂纹往往集中在某一区域或某些局部区域。裂纹有时较少，甚至只有一条；有时又很多，甚至可多到无法计数的程度。

2) 应力腐蚀裂纹的表面宏观形态可以呈直线状、树枝状、龟裂状、放射状等多种形态，它们均无明显的塑性变形，裂纹的走向与所受拉应力垂直。在板材焊缝处，多为垂直于焊缝的横向裂纹；而在管材焊缝处，多为平行于焊缝的裂纹；管子直管部位多为纵向裂纹；U形、蛇形或其他冷弯管部位多为横向裂纹；管子与管板胀接部位多为横向裂纹；表面打磨处或表面划伤处的裂纹多与打磨痕迹或划痕垂直。

应力腐蚀裂纹的微观形态

1) 从横向或纵向剖面的金相试样上可以看到，深入金属内部的应力腐蚀裂纹呈树根状，细而长，并带有多支根须，这是不同于其他裂纹的最明显特征，如图7-60所示。

2) 应力腐蚀裂纹断口为典型的脆性断口，无明显的塑性变形。一般情况下，低碳钢、低合金钢、铝合金、 $\alpha$ 黄铜以及镍合金等，SCC多为沿晶开裂。 $\beta$ 黄铜呈穿晶开裂。对于奥氏体不锈钢，当腐蚀介质不同时，开裂的性质也不同，可能呈沿晶开裂，也可能呈穿晶开裂，或为混合型开裂。奥氏体不锈钢在不同介质中的SCC开裂方式见表7-7。

2. 产生应力腐蚀裂纹的条件

(1) 产生应力腐蚀裂纹的介质条件 金属材料并非在任何介质中都产生应力腐蚀，它们之间有一定的匹配关系。以Cr-Ni奥氏体不锈钢为例，常见的产生应力腐蚀的介质有：

(2) 产生应力腐蚀裂纹的应力条件 产生SCC的一个重要特征是总伴有一定的拉应力。根据对实际工程设备应力腐蚀开裂事故的调查统计，造成应力腐蚀开裂的应力主要是残余应力，占80%~95%左右。

防止措施

- 1. 母材的选用
- 2. 控制介质中的杂质
- 3. 焊接材料的选用
- 4. 控制焊接工艺
- 5. 采用合理的金属成形和结构组装
- 6. 焊后消除应力
- 7. 监控和及时修补

一般来说，焊缝的化学成分应尽可能与母材一致。

- 一是不产生硬化组织；
- 二是不发生晶粒严重粗化。

对低合金高强度钢，焊后进行去应力退火处理，可以同时起到防止延迟裂纹和SCC的作用。

对于厚壁压力容器焊接结构，特别是装有含腐蚀介质的物质时，必须进行焊后去应力退火处理。

然而在通常的退火温度下，不仅不能消除不锈钢的残余应力，反而可能使其受到敏化处理，降低耐蚀性。因此，不锈钢焊接结构不应进行消除应力热处理。

(1) 整体消除应力热处理 对于低碳钢和低合金钢焊接结构，进行整体消除应力的效果较好。

(2) 局部消除应力热处理 对要求不高的和无法进行整体消除应力热处理的焊件，