

详解典型焊接材料的焊接性（二）



焊接性指同质材料或异质材料在制造工艺条件下，能够焊接形成完整接头并满足预期使用要求的能力，材料、设计、工艺及服役环境为影响焊接性的四大因素。评定焊接性的原则主要包括：①评定焊接接头产生工艺缺陷的倾向，为制定合理焊接工艺提供依据；②评定焊接接头能否满足结构使用性能的要求。

三、不锈钢的焊接性

1. 不锈钢：不锈钢是指能耐空气、水、酸、碱、盐及其溶液和其他腐蚀介质腐蚀的，具有高度化学稳定性的合金钢的总称。

2. 不锈钢的主要腐蚀形式有均匀腐蚀、点腐蚀、缝隙腐蚀和应力腐蚀等。均匀腐蚀，指接触腐蚀介质的金属表面全部产生腐蚀的现象；点腐蚀，指在金属材料表面大部分不腐蚀或腐蚀轻微，而分散发生的局部腐蚀；缝隙腐蚀，在电解液中，如在氧离子环境中，不锈钢间或与异物接触的表面间存在间隙时，缝隙中溶液流动将发生迟滞现象，以至于溶液局部 Cl^- ，形成浓差电池，从而导致缝隙中不锈钢钝化膜吸附 Cl^- 而被局部破坏的现象；晶间腐蚀，在晶粒边界附近发生的有选择性的腐蚀现象；应力腐蚀，指不锈钢在特定的腐蚀介质和拉应力作用下出现的低于强度极强的脆性开裂的现象。

3. 防止点腐蚀的措施：1) 减少氯离子含量和氧离子含量；2) 在不锈钢中加入铬、镍、钼、硅、铜等合金元素；3) 尽量不进行冷加工，以减少位错露头处发生点腐蚀的可能；4) 降低钢中的含碳量。

4. 不锈钢及耐热钢的高温性能：475℃脆性，主要出现在 $\text{Cr} > 13\%$ 的铁素体，430–480℃ 之间长期加热并缓冷，导致在常温时或负温时出现强度升高而韧性下降； σ 相脆化，是 Cr 的质量分数的 45% 的典型， FeCr 金属间化合物，无磁性，硬而脆。

5. 奥氏体不锈钢焊接接头的耐蚀性：1) 晶间腐蚀；2) 热影响区敏化区晶间腐蚀；3) 刀状腐蚀。

6. 防止焊缝发生晶间腐蚀的措施: 1) 通过焊接材料, 使焊缝金属或者成为超低碳情况, 或者含有足够的稳定化元素 Nb; 2) 调整焊缝成分获得一定 δ 相。

7. 热影响区敏化区晶间腐蚀: 指焊接热影响区中加热峰值温度处于敏化加热区间的部位所发生的晶间腐蚀。

8. 刀状腐蚀: 在熔合区产生的晶间腐蚀, 有如刀削切口形式, 故称为“刀状腐蚀”。

9. 防止刀状腐蚀措施: ①选用低碳母材和焊接材料; ②采用又相组织的不锈钢; ③采用小电流焊接, 减少焊接粗晶区的过热程度及宽度; ④与腐蚀介质接触的焊缝最后焊接; ⑤交叉焊接; ⑥加大钢中 Ti, Nb 含量, 使焊接粗晶区的晶粒边界有足够的 Ti、Nb 与碳化合。

10. 不锈钢为什么采用小电流焊接? 以减小焊接热影响区的温度, 防止焊缝晶间腐蚀的产生, 防止焊条、焊丝过热, 焊接变形, 焊接应力, 减少热输入等。

11. 引起应力腐蚀开裂的三个条件: 环境, 选择性的腐蚀介质, 拉应力。

12. 防止应力腐蚀开裂的措施: 1) 调整化学成分, 超低碳有利于提高抗应力腐蚀的能力, 成分与介质的匹配问题; 2) 清除焊接残余应力; 3) 电化学腐蚀, 定期检查及时修补等。

13. 为提高耐点蚀性能: 1) 一方面必须减少 Cr、Mo 的偏析; 2) 一方面采用较母材更高 Cr、Mo 含量的所谓“超合金化”焊接材料。

14. 奥氏体不锈钢焊接时会产生热裂纹, 应力腐蚀裂纹, 焊接变形, 晶间腐蚀。

15. 奥氏体钢焊接热裂纹的原因: 1) 奥氏体钢的热导率小, 线膨胀系数大, 拉应力致大; 2) 奥氏体钢易于联生结晶形成方向性强的柱状晶的焊缝组织, 有利于有害杂质偏析; 3) 奥氏体钢合金组成较复杂, 易溶共晶。

16. 防止热裂纹措施: ①严格限制母材和焊接材料中的 P、S 含量; ②尽量使焊缝形成双相组织; ③控制焊缝的化学成分; ④小电流焊接。

17. 奥氏体不锈钢选材时应注意: ①坚持“适用性原则”; ②根据所选各焊材的具体成分确定是否适用; ③考虑具体应用的焊接方法和工艺参数可能造成的熔合比大小; ④根据技术条件规定的全面焊接性要求来确定合金化程度; ⑤要重视焊缝金属合金系统, 具体合金成分在该合金系统中的作用, 考虑使用性能要求和工艺焊接性要求。

18. 铁素体不锈钢焊接性分析: 1) 焊接接头的晶间腐蚀; 2) 焊接接头的脆化, 高温脆化, σ 相脆化, 475℃脆化。

四、镁及镁合金的焊接性

1. 氧化和蒸发

由于镁的氧化性极强, 在焊接过程中易形成氧化膜 (MgO), MgO 熔点高 ($2500^{\circ}C$)、密度大 ($3.2g/cm^3$), 易在焊缝中形成夹杂, 降低了焊缝性能。在高温下, 镁还容易和空气中的氮发生化学反应生成镁的氮化物, 弱化接头的性能。镁的沸点不高, 这将导致在电弧高温下很容易蒸发。

2. 晶粒粗大



由于热导率大，故焊接镁合金时要用大功率热源、高速焊接，易造成焊缝和近焊缝区金属过热和晶粒长大。

3. 热应力

镁合金热膨胀系数较大，约为铝的 1~2 倍，在焊接过程中易产生大的焊接变形，引起较大的残余应力。

4. 焊缝金属下塌

由于镁的表面张力比铝小，焊接时很容易产生焊缝金属下塌，影响焊缝成形质量。

5. 气孔

与焊接铝合金相似，镁合金焊接时易产生氢气孔。氢在镁中的溶解度随温度的降低而减小，而且镁的密度比铝小，气体不易逸出，在焊缝凝固过程中会形成气孔。

6. 热裂纹

镁合金易与其他金属形成低熔点共晶组织，在焊接接头中易形成结晶裂纹。当接头处温度过高时，接头组织中的低熔点化合物在晶界处会熔化出现空穴，或产生晶界氧化等，即所谓的“过烧”现象。

来源：摘自网络