

马氏体钢的焊接技巧

马氏体钢 (MS—MartensiticSteel) 的显微组织几乎全部为马氏体组织。其具有较高的抗拉强度, 其最高强度可达 1600MPa, 需进行回火处理以改善其塑性, 使其在如此高的强度下, 仍具有足够的成形性能, 是目前商业化高强度钢板中强度级别最高的钢种。

马氏体钢有两类: 一类是简单的 Cr13 系列钢, 例如 1Cr13、2Cr13、3Cr13、4Cr13 等; 另一类是为了提高热强性, 以 Cr12 为基础, 加入 W、Mo、V、Ti、Nb 等元素的多元合金强化的马氏体钢, 例如 1Cr11MoV、1Cr12WMoV 钢等。马氏体钢具有较强的淬火倾向, 一般由高温奥氏体空冷即可淬火, 形成马氏体组织。但含碳量低的 1Cr13 经淬火处理后具有马氏体加铁素体组织, 属于半马氏体钢。在上述两类马氏体钢中, 前者主要用于一般耐蚀条件 (如大气、海水及硝酸等) 和要求一定强度的构件, 后者主要用于作热强钢。

一、马氏体钢的焊接性

马氏体钢淬硬倾向很大。在空冷的条件下能产生高硬度的马氏体组织, 在所有的不锈钢和高合金耐热钢中其焊接性最差, 焊接时容易产生以下问题:

1、焊接冷裂纹

这是马氏体钢很突出的问题。这一方面与其淬硬性大有关, 另一方面也与马氏体导热性差, 能引起较大的焊接内应力有关, 特别是含碳量比较高的钢和刚性比较大的焊接结构容易产生焊接冷裂纹, 因此, 一般都需要采取预热和焊后热处理等措施。

2、焊接接头脆化

(1) 近缝区过热脆化

多数马氏体钢由于其成分特点, 其组织往往处于马氏体-铁素体的交界处。当冷却速度较大时, 近缝区能产生粗大的马氏体组织, 使接头塑性下降; 当冷却速度较小时, 则产生粗大的块状铁素体和碳化物组织, 使接头的塑形更显著下降, 因此焊接时应注意控制冷却速度。

(2) 回火脆化

马氏体钢及其焊接接头在 375~575℃ 的范围内加热并逐渐冷却时, 能产生比较明显的断裂韧性降低现象。这是由回火脆化引起的, 因此热处理时应避开回火脆化温度区。

二、马氏体钢的焊接工艺要点

1、焊接方法

马氏体钢可采用除气焊以外的所有熔焊方法进行焊接, 例如焊条电弧焊、埋弧焊、钨极氩弧焊、熔化极氩弧焊等。由于这种钢具有很大的冷裂敏感性, 焊前必须严格清理焊件、烘

干焊条，使焊接保持低氢甚至超低氢条件。当焊接接头的拘束度较大时，最好采用钨极氩弧焊或熔化极氩弧焊。在不使近缝区过热脆化的前提下适当增大焊接热输入，可减少产生冷裂纹的倾向。

2、焊接材料

焊接材料的选择应视钢种、焊接方法和接头的工作条件的不同而异。为了保证使用性能的要求，焊缝的化学成分应力求接近母材的成分，即宜选用与母材成分接近的焊接材料。但是在这种情况下，焊缝和热影响区容易硬化变脆。为防止冷裂，焊后一般都需要进行热处理。当焊件不允许进行热处理时，宜采用 25-20、25-13 型奥氏体钢焊接材料焊接，以形成奥氏体焊缝，松弛焊接应力，并能较多地固溶氢，降低冷裂倾向。奥氏体焊缝塑性和韧性高，但强度较低，因而只适用于应力不高的静载条件下工作的焊件，而且由于焊缝与母材的热物理性能差异较大，在高温下工作时，在接头的界面能产生较高的附加应力和导致接头提前失效，因此也不适用于高温下工作的焊件。焊条电弧焊时，通常采用低氢型焊条，焊前经 400~450℃ 烘干两小时。埋弧焊应采用低硅高碱性或弱酸性的焊剂，如 HJ172、HJ173、HJ251 等。TIG 焊主要用于多层焊时的封底焊和薄件焊接。

3、预热和层间温度

预热并保持层间温度是防止冷裂纹的一项重要工艺措施。预热温度的选择首先要考虑钢中的含碳量，其次考虑接头的拘束度、填充金属的成分和焊接方法等。表 1 是按含碳量分级推荐的预热温度、热输入等。如果接头的拘束度大，应相应提高预热温度和层间温度。层间温度应不低于预热温度。用奥氏体钢焊接材料焊接时，视焊件厚度可不预热或低温预热。

表 1 马氏体钢焊接时推荐采用的预热温度、热输入

碳的质量分数 (%)	预热温度范围/℃	焊接热输入	焊后热处理要求
0.10以下	100~150	中等热输入	按壁厚度
0.10~0.20	150~250	中等热输入	任何厚度均需热处理
0.20~0.50	250~300	高热输入	任何厚度均需热处理

4、焊后热处理

焊后热处理是防止冷裂纹的另一项重要工艺措施。在选用与母材成分接近的焊接材料时，一般都需要进行焊后回火热处理。当选用奥氏体钢焊接材料焊接时，一般不需要焊后热处理。为了保证焊后奥氏体能完全转变为马氏体，不允许焊后立即进行回火处理，须使接头冷却到 Ms 点以下某个温度并保持一定时间后，再进行高温回火处理。因为如果焊后立即回火，就会使奥氏体向珠光体转变和碳化物沿奥氏体晶界沉淀，这种组织是很脆的。但是，为了防止

冷裂，也不允许接头冷却到室温以后再进行高温回火处理，通常是冷却到 100~150℃时进行回火处理。

来源：内部稿件