

ZG40CrNiMo托轮表面铸造缺陷 焊接修复

中国有色(沈阳)冶金机械有限公司 (辽宁 110141) 张 静 刘红枫

【摘要】托轮为NGL炉上的关键件,其材质为ZG40CrNiMo。针对其端面产生的缩孔、砂眼等铸造缺陷,本文对ZG40CrNiMo材质的焊接性进行了分析研究,并制定了通过补焊的方法对其进行修复的方案。

1. 概述

托轮为NGL炉上的关键部件,其材质为ZG40CrNiMo,该材质为非标准材质,在铸造生产过程中,会产生一些砂眼及气孔等缺陷,需要采用焊接的方法来对缺陷进行修补,而ZG40CrNiMo材质焊接性很差,只有通过相应的工艺措施才能保证焊接质量,且还要满足托轮使用的技术性能要求。

本文主要分析了ZG40CrNiMo的焊接性并制定了合理焊接方案,在现场焊接过程中取得了良好的效果。

2. 焊接性分析

由于钢的焊接性与其化学成分、结构刚性等密切相关,其中化学成分中影响最大的是其含碳量和合金元素的含量,因此通常采用计算碳当量的方法来判断钢的焊接性。碳当量越大意味着其淬硬倾向越大,焊接热影响区越易产生冷裂纹,焊接性能就越差。ZG40CrNiMo的化学成分及力学性能如表1、表2所示。并用碳当量算法,对托轮进行焊接性分析,以便确定其补焊工艺。

表1 ZG40CrNiMo化学成分(质量分数)(%)

C	Si	Mn	Ni	Mo	Cr	S	P
0.37	0.20	0.50	1.25	0.15	0.60	≤0.025	
~	~	~	~	~	~		
0.44	0.40	0.80	1.75	0.25	0.90		

表2 ZG40CrNiMo力学性能

抗拉强度/MPa	抗弯强度/MPa	断面伸长率(%)	A _{KV} /J
993~1011	832~899	≥12	≥27

(1) ZG40CrNiMo的含碳量及Cr和Si含量都较高,使其具有较大的热裂纹倾向,因此在选择焊接材料时,应选用含碳量低,含S、P杂质少的焊接材料。

(2) 根据国际焊接学会(IIW)推荐的碳当量计算其碳当量:CE≈0.82%。众所周知,当材料的碳当量CE>0.6%,焊接性很差。这类钢材产生裂纹倾向严重,不论周围气温高低,焊件刚性和厚度如何,都必须采取焊前预热和焊后热处理等工艺措施。

由ZG40CrNiMo钢的碳当量可见其淬硬倾向很大,冷裂纹的敏感性很大,焊接接头易形成淬硬组织、气孔和裂纹。同时托轮体积及刚性都大,拘束度也大,焊后的变形补偿能力差,致使焊接时的应力较大。因此,焊接时应采用低氢焊接材料,施焊时应控制为较小的热输入,焊前必须预热,焊后及时热处理。

3. 托轮的补焊工艺

(1) 焊前准备 用机加方法把缺陷处清理干净,坡口成U形,用角向磨光机将坡口及两侧范围进行修磨,使之圆滑平整,不得有尖角和棱边存

在, 然后对坡口处表面进行着色渗透探伤检查, 直至确认没有缺陷为止, 然后再进行焊接修复。(坡口形式见图1)。在焊接前, 必须将坡口及其周围20mm范围内的水、油污、锈等杂质清除干净, 保证补焊区域坡口的清洁。

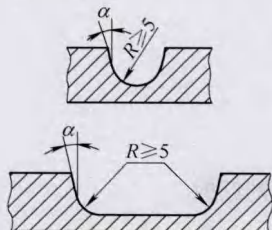


图1 坡口形式

(2) 预热温度 经过对ZG40CrNiMo焊接性的分析, 可知托轮焊前要进行预热, 有利于氢的逸出, 可防止冷裂纹的产生, 改善焊缝金属和热影响区的显微组织, 降低热影响区硬度, 提高接头抗裂性。

根据经验公式计算得出预热温度约为300℃, 而由于托轮在补焊过程中散热较快, 因此预热温度不低于350~400℃。并采用托轮整体进热处理炉预热方法进行预热, 以适当提高托轮温度分布的均匀性。

(3) 焊接材料的选择及焊接参数 为了保证补焊焊缝的质量, 且保证焊缝金属满足托轮的力学性能要求, 在选用焊条时, 应根据母材的抗拉强度按“等强”原则, 选用强度级别相同或接近的焊条; 另外, 对于焊缝性能(延性、韧性)要求高的重要结构, 或容易产生裂纹的钢材和结构(厚度大、刚性大、施焊环境温度低等)焊接时, 应选用碱性焊条, 甚至超低氢焊条、高韧性焊条。

基于以上原则, 对ZG40CrNiMo托轮的补焊, 选择低氢型、低合金高强度钢焊条J707Ni, 以保证焊缝金属的低温韧性和抗裂性能较好, 其焊缝金属化学成分及力学性能如表3及表4所示。采用直流反接, 较小的焊接电流, 底部采取 $\phi 3.2\text{mm}$ 的焊条, 表层选用 $\phi 4.0\text{mm}$ 的焊条, 采用低弧、多层窄道焊缝, 不允许横向摆动焊条的焊接技术, 以保证焊缝金属和焊接热影响区有较好的韧性。焊道间的重叠量不得小于焊道宽度的1/3; 每焊完一层, 要用小手锤对焊缝表面进行轻度敲击, 以消除焊接应力, 且用钢丝刷将焊缝表面清理干净后, 再继续焊接(见图2、表5)。

表3 焊缝金属化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	Ni	Mo	Cr	S	P
0.10	≤ 0.60	≥ 1.0	1.80~2.20	0.40~0.60	≤ 0.20	≤ 0.030	

表4 焊缝金属力学性能

抗拉强度/MPa	抗弯强度/MPa	断面伸长率 (%)	A_{KV}/J
≥ 690	≥ 590	≥ 15	≥ 27

补焊过程控制焊条中氢是十分重要的, 为此J707Ni焊条在焊前需经350~380℃烘培1h, 烘干的焊条放在保温筒内, 随用随取。

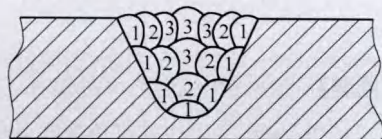


图2 焊接顺序

注: 1~3为焊接顺序

表5 焊接参数

焊条类型	焊条直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V
J707Ni	3.2	100~140	20~22
J707Ni	4.0	140~190	22~24

(4) 焊接过程中层间温度的控制 在焊接过程中, 要保证层间温度不低于预热温度(300℃), 焊接过程中用红外线温度检测仪随时检测焊道温度; 当焊道温度低于此温度时应停止施焊, 待重新加热到350~400℃后, 再进行焊接。

4. 焊后热处理

焊后热处理有两个目的:

(1) 改善焊接接头的组织性能和应力状态, 降低焊缝和近缝区的含氢量, 从而有效地提高焊缝抗裂纹性能。

(2) 焊后热处理消除和减少焊接应力, 以保证托轮的结构尺寸满足加工要求。补焊后托轮进炉进行回火热处理(600℃)。

5. 结语

ZG40CrNiMo托轮的焊接, 必须选择合适的预热温度, 控制焊接过程中的层间温度, 选用低氢型焊条, 严格控制焊接材料中氢的含量, 正确运用焊接技术, 采取焊后热处理, 提高焊接接头的综合强韧性, 防止产生焊接裂纹。MW

(20120803)