宽厚板冷床区 ZG42Cr1Mo 翻臂柄补焊工艺

天津赛瑞机器设备有限公司 （300301） 胡成娟 王 娜

在我公司承揽的西马克冷床项目中，有 50 件材质为 ZG42Cr1Mo 调质的翻臂柄。其中 6 件在粗加工（精加工余量 1mm）后，端面发现砂眼缺陷，经 PT、UT 探伤后发现裂纹，产品结构如附图所示。砂眼为 ϕ1 ~ ϕ5mm 不等，深度 2 ~ 3mm；裂纹长度 5 ~ 10mm，深度 4 ~ 6mm，条数不等的非穿透性裂纹。

此翻臂柄是宽厚板冷床区连接驱动轴与翻转臂的关键零件，在高温情况下使用，受高强载荷，考虑到工作环境恶劣及在工作状态的重要性，必须对其进行修复，并严格控制产品质量。

1. 焊接性分析

ZG42Cr1Mo 是低合金铸钢，化学成分及力学性能如表 1、表 2 所示。C、Cr、Mn 元素含量较高，具有较强的淬透性和淬硬性，焊接性能较差，产生冷裂纹倾向严重。此外，在调质状态焊接时，若热输入过大会导致热影响区中的高温回火软化层增多，影响翻臂柄的使用性能，造成修复失败。同时，大的热输入不但避免不了马氏体的形成，却会增加奥氏体的过热程度及稳定性，形成粗大的马氏体组织，增大脆化倾向，发生脆性破坏。所以，如何保证不出现过大的热输入，又减缓施焊后热影响区的冷却速度是此次修复的关键所在。

考虑到以上因素，运用合理的焊前预热，严格地控制焊道的层间温度，也就是采用熔深浅、焊道窄、能获得小热输入的方法进行施焊，并进行焊后缓冷；同时，选用焊接材料时还需考虑抗裂能力强、S 和 P 含量低的焊材。

表 1 ZG42Cr1Mo 化学成分（质量分数）（%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.38 ~ 0.45	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 1.00	≤ 0.030	≤ 0.030	0.80 ~ 1.20	0.20 ~ 0.30

焊接材料。选用低氢型焊条 J507，焊前 350℃烘干 2h，烘干后的焊条必须放在保温筒里，随用随取，并在 1 ~ 4h 内使用。

（3）焊接工艺 焊接热输入不仅影响焊接热影响区的性能，也影响焊缝金属的性能，而焊接技术则影响着焊缝的质量和焊接变形。为了获得焊接接头的综合强韧性，避免过大的焊接热输入，采取 ϕ3.2mm 的焊条封底焊接，要采用低弧、多层窄道焊缝，不允许横向摆动焊接，并保证层间温度不低于预热温度，以保证使焊接热影响区和焊缝金属有较好的韧性，防止产生焊接裂纹。

（4）焊后热处理 齿轮焊接后要立即进行焊后热处理，避免焊缝及热影响区产生淬硬组织，改善接头组织的韧性。

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由于齿轮在焊接后要进行精加工，通过焊后热处理减少和消除焊接应力，以保证结构尺寸的稳定性。

由于采用了合理的焊接工艺，在 42CrMo 合金钢齿轮焊接过程中，有效地防止了裂纹的产生。

4. 结语

42CrMo 合金钢齿轮的焊接，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，可以提高焊接接头的综合强韧性，防止产生焊接裂纹。**MW** （20110415）

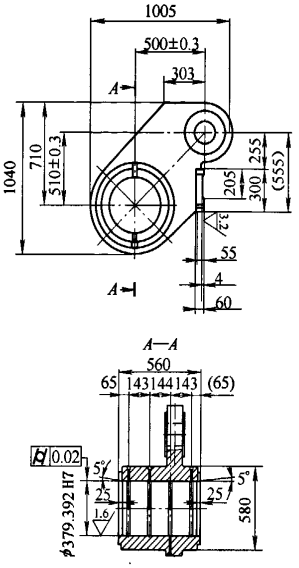


图1 翻臂柄结构

表2 ZG42Cr1Mo 力学性能

热处理状态	力学性能				
	δ_s/MPa	δ_b/MPa	δ（%）	Ψ（%）	HBW
调质	490	690～830	≥11	≥21	≥200～250

2. 焊接工艺

（1）焊接材料的选择 根据翻臂柄在工作中受载荷的情况，按焊接等强性原则，选用大西洋焊材有限公司生产的抗裂性、塑韧性良好的 ER55—G 焊丝进行补焊，其熔敷金属化学成分和力学性能如表3、表4所示。

（2）预热温度的选择 根据国际焊接学会 IIW 推荐的碳当量计算公式，计算 ZG42Cr1Mo 的焊前预热温度在200～350℃；多层焊时，层间温度控制在250～350℃。

表3 熔敷金属化学成分（质量分数） （%）

C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Cr
≤0.10	1.20～1.60	≤0.60	≤0.020	≤0.025	0.20～0.50	0.20～0.60	0.30～0.90

表4 熔敷金属力学性能

试验项目	σ_b/MPa	σ_s/MPa	δ_5（%）	A_{KV1}/J
保证值	≥550	≥450	≥22	≥60（-40℃）

（3）焊接方法及焊接参数的选择 ①根据大西洋焊材有限公司的产品信息及情况，采用富氩气体保护焊。②采用铲挖、磨削、碳弧气刨等方法清除砂眼和裂纹，使焊接位置形成 U 形或接近 U 形，采用着色探伤检查直至缺陷被彻底清除。③选用 ϕ1.2mm 的 ER55—G 焊丝。清理后小于5mm 深的裂纹，补焊1层，清理后大于5mm 深的裂纹，补焊2～3层，层间温度为250～300℃。焊接电流控制在170～190A，气体流量控制在15～20L/min。④焊前将焊接部位及周边100mm 范围内的油、污、水、锈等杂质清理干净，并打磨出金属光泽。⑤为方便补焊，工件须进行预热，预热温度取200℃。⑥焊后将工件用石棉布包好，进炉，300℃保温2h，随炉缓冷。⑦对工件的补焊部位进行 PT、UT 探伤，要求无裂纹。

3. 结语

经过采取上述焊接工艺，翻臂柄的缺陷补焊后经检验达到标准要求。该项目已投产一年多，尚无不良反馈信息。**MW** （20110412）

****

欧洲开发船体分段机器人焊接系统

芬兰 Kemppi 焊接设备公司和丹麦 Inrotech 自动化公司已经开发出了一种船厂生产船体分段机器人焊接系统。据芬兰 Kemppi 焊接设备公司和丹麦 Inrotech 自动化公司介绍，他们已经联手研制出了一种船厂用改进焊接系统。经过两家公司的合作开发出的新的焊接自动化系统可用于狭窄的船体分段建造环境。

据两家公司介绍，以前，自动焊接只能在船体分段建造的早期，结构相对简单和容易易接近阶段具有可行性。虽然自动化能够继续焊接，但船体分段包括大量类似的重复焊接，由于缺乏空间阻止了机器人焊接作业。

Kemppi 焊接设备公司和 Inrotech 自动化公司的解决方案，称为移动自动弧焊，将 Inrotech 自动化公司的移动船厂机器人配上 Kemppi 焊接设备公司的柔性弧焊系统，从而解决了空间受限区域内结构的焊接问题。

（国际船舶网）