

混凝土泵车用耐磨堆焊焊丝工艺评定方案

白林振, 韩猛, 王云飞, 赵保雷, 张彭飞

徐州徐工施维英机械有限公司 江苏徐州 221000

摘要: 混凝土泵车承担着将混凝土送至目标位置的工作任务, 其核心零部件S管阀、裙阀、弯管等需要直接与流动的混凝土接触, 从而造成自身磨损。为延长此类核心零部件的使用寿命, 生产工厂需要在其内壁堆焊耐磨材料, 耐磨材料的性能直接决定了S管阀、裙阀、弯管等核心零部件的使用寿命。通过一种针对堆焊用耐磨材料的综合评价方案, 主要包含以下三方面: 显微金相观察堆焊层组织; 洛氏硬度测试评价堆焊层硬度; 湿砂磨损试验评价抗冲击性能, 对多种耐磨焊丝进行了综合评价, 找出最优焊材选用方案。

关键词: 混凝土泵车; 堆焊焊丝; 耐磨耐冲击; 工艺评定方案

1 序言

混凝土泵车由于其机动灵活性而得到建筑行业的广泛应用, 其与混凝土搅拌运输车配合工作, 将混凝土泵送至指定位置, 从而完成工程任务^[1]。在一些大型工程施工中, 为满足在短时间内浇灌大量混凝土的需要, 泵车的泵送排量需不断增大, 这导致泵车中的S管阀等易损件磨损快或使用寿命缩短, 需频繁更换, 影响正常施工^[2]。堆焊是利用焊接热源将具有耐磨、耐腐蚀、耐高温或抗氧化等一定性能的材料熔敷到焊件表面上, 形成冶金结合的一种工艺过程。目前, 堆焊工艺已广泛应用于混凝土泵车结构件的生产过程中^[3, 4]。

近几年, 堆焊材料行业发展很快, 成立了很多堆焊药芯焊丝企业, 其中绝大部分为粗直径($\phi 2.4 \sim \phi 3.2 \text{ mm}$)堆焊药芯焊丝。因为粗直径堆焊药芯焊丝堆焊效率高, 所以早在电厂磨煤辊、钢厂轧辊、水泥行业辊压机和立磨中获得了大量应用^[5]。

耐磨焊丝性能好坏直接决定了耐磨易损件的使用寿命。但是, 在实际生产过程中, 针对混凝土泵车堆焊完成的工件性能评定方法缺失, 导致各公司焊丝选择比较盲目, 待市场反馈有问题之后再更换会造成大量损失。本文提供了一种耐磨焊丝性能评定方法, 并根据此方法选择了一款最优焊材。

2 试验方案

目前, 徐州徐工施维英机械有限公司公司在用焊材为某厂家提供的 $\phi 1.6 \text{ mm}$ 气保护药芯耐磨焊丝, 与 $\phi 2.8 \text{ mm}$ 耐磨焊丝相比, 由于其堆焊效率低、使用成本高, 因此预备升级为 $\phi 2.8 \text{ mm}$ 耐磨焊丝。为选择适用于公司产品的焊丝, 特组织了工艺评定试验, 邀请了业内知名焊丝厂家, 最终采用8家共11款焊丝进行试验, 焊丝编号明细见表1。

表1 工艺评定用耐磨焊丝明细

焊丝编号	保证硬度值HRC	备注
1	60~65	$\phi 2.8 \text{ mm}$ 规格, 自保护
2	63~65	
3	63~65	
4	≥ 60	
5	≥ 60	
6	60	
7	60~62	
8	63~65	
9	60~65	
10	58~62	
11	≥ 58	

本次试验所有焊丝均由同一人在相同材质样板上完成堆焊一层, 堆焊层厚度 3 mm , 保证所有焊丝在同一平台、同一环境及相同影响因素下完成整个试验过程。堆焊完成后取样, 并进行洛氏硬度测试、显微金相及湿砂磨损试验, 各试验指标及试验

过程如下。

(1) 显微金相 试样镶嵌后，按堆焊层→过渡层→显微金相组织观察，同步对比各款焊丝堆焊完成后的组织成分。

(2) 洛氏硬度测试 按照GB/T 230.1—2009《金属材料 洛氏硬度试验方法》进行洛氏硬度试验。试验所需的试样经线切割→铣面→精磨之后，进行洛氏硬度检测，每个试样选取三个不同位置，输出每个位置的硬度值，并计算平均硬度，同步对比。

(3) 湿砂磨损试验 使用湿砂磨损试验机，砂粒直径0.1mm，加载力98N（10kg），试验1000r/min，根据试验前后的样件重量来评估磨损损失量，从而进一步评估该焊丝堆焊层的耐冲击性能。

3 试验结果

3.1 显微金相

各试样堆焊层金相组织如图1所示。金相分析结果见表2。

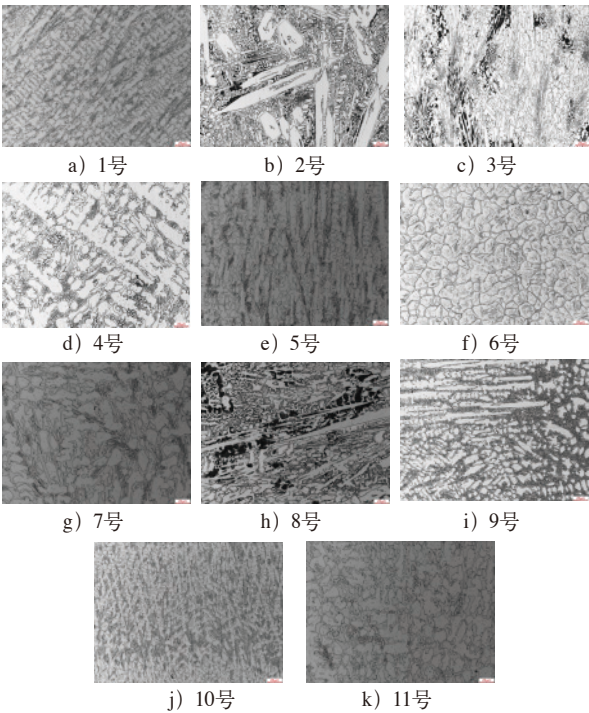


图1 堆焊层显微金相结果（500×）

堆焊完成后的耐磨层，所获得的理想金相组织是均匀的初生及共晶相碳化物+奥氏体基体组织，一旦析出碳化物不均匀甚至不能析出碳化物，而形成了枝状晶，则将直接影响堆焊层的硬度及耐冲击

性能。而马氏体的出现将使得晶粒粗大，虽然提高了堆焊层的硬度，但却降低了耐冲击性能。

表2 堆焊层金相组织分析结果

焊丝编号	组织
1	枝状晶+共晶碳化物
2	初生碳化物+马氏体+残留奥氏体+共晶碳化物
3	共晶碳化物+马氏体+残留奥氏体
4	枝状晶+共晶碳化物+残留奥氏体
5	枝状晶+共晶碳化物
6	马氏体
7	共晶碳化物+枝状晶
8	初生碳化物+共晶碳化物+残留奥氏体
9	枝状晶+共晶碳化物
10	枝状晶+共晶碳化物
11	枝状晶+共晶碳化物+残留奥氏体

由金相检验结果可以看出，8号焊材形成的堆焊层组织最理想，而6号焊材全部形成了马氏体组织，其耐冲击性能最差。

3.2 洛氏硬度测试

洛氏硬度测试结果见表3。

表3 堆焊层洛氏硬度测试结果（HRC）

焊丝编号	硬度1	硬度2	硬度3	平均值
1	53.9	57.2	55.8	56.4
2	61	61.3	62.8	61.7
3	56.1	59.8	58.8	58.2
4	54.4	56.5	57.9	56.3
5	53.1	54.2	49.3	52.2
6	55.2	57.5	56.4	57
7	55.9	57.5	57.5	55.6
8	62.2	62.3	62	62.2
9	52.7	49.9	53	51.9
10	55.8	52.4	55.3	54.5
11	55	53.7	53.6	54.1

由表3可以看出,洛氏硬度值最高的为8号焊丝,最低的为9号焊丝。

试验所得硬度值普遍低于焊丝本身的保证值,分析原因:一是焊接操作人员初次使用 ϕ 2.8mm药芯焊丝及相应焊接设备,对 ϕ 2.8mm焊丝堆焊工艺不熟悉,导致合金烧损严重,从而影响了堆焊层硬度;二是由于堆焊层相对较薄,母材Q355B钢对堆焊层的稀释作用明显,导致堆焊层表面的硬度值显现较低。但由于试验用所有焊丝均在同一平台、同一环境及相同影响因素下完成,因此所得结果可以反映出各家焊丝的优劣情况。

3.3 湿砂磨损试验

湿砂磨损试验结果见表4。

表4 湿砂磨损试验结果 (g)

焊丝编号	冲击磨损量
1	0.0043
2	0.0148
3	0.0136
4	0.0025
5	0.0024
6	0.0113
7	0.0057
8	0.0032
9	0.0041
10	0.0064
11	0.0104

由试验数据可以看出,冲击磨损量最少的为5号焊丝,最大的为2号焊丝。

组织决定性能,2号、3号两款焊丝的金相组织中均出现了马氏体组织,硬度虽然提高,但会降低其耐冲击性能,因此其冲击磨损量最大。而4号、5号、6号焊丝组织均匀,且为共晶碳化物+奥氏体组织,没有出现马氏体组织,因此其耐冲击性能较佳。

为综合评价试验焊丝,针对已经排名的硬度值及冲击磨损量值分别进行打分,第一名11分,第二名10分,依次类推,最后一名得1分,最终算出来各家得分见表5。

综合排名前三的分别为8号、4号、1号焊。

表5 综合得分明细 (分)

焊丝编号	综合得分
1	15
2	11
3	11
4	16
5	13
6	11
7	11
8	20
9	11
10	6
11	7

4 工程验证

综合考虑价格原因,最终选择8号耐磨焊丝进行了小批量试用,并对产品在市场表现进行了跟踪。跟踪结果显示,S管阀、裙阀、弯管等易损件寿命较原来延长约15%,且车间内的生产效率较原有生产方式提升约35%,耐磨焊丝使用成本下降20%,达到了预期效果。

5 结束语

本文通过在用堆焊耐磨焊丝升级项目为契机,确定了一种混凝土泵车耐磨堆焊焊丝工艺评定方法,并根据此方法筛选出了适用的耐磨焊丝。

混凝土泵车用耐磨堆焊焊丝工艺评定方法总结如下。

- 1) 显微金相观察堆焊层组织。
- 2) 洛氏硬度测试评价堆焊层硬度。
- 3) 湿砂磨损试验评价抗冲击性能。

最后,根据三个指标对堆焊结构性能影响的重要度进行打分,输出综合得分,综合得分越高,针对此种工况下的焊丝使用性能越好。

参考文献:

- [1] 陈宜通.混凝土机械[M].北京:中国建材工业出版社,2002.
- [2] 肖爱红,刘茹,徐坤,等.混凝土泵车耐磨件新工艺[J].材料热处理技术,2010,39(2):88-93.
- [3] 彭广,岳文辉,胡志远.面向工程机械再制造的表面工程技术及其应用[J].装备制造技术,2014(7):196-198.
- [4] 杨兆斌.混凝土输送泵车下部壳体的堆焊[J].工程机械,1996(7):35.
- [5] 都建国.再制造工程堆焊药芯焊丝的现状与发展应用[J].金属加工(热加工),2011(18):10-11.