

高硬度马氏体时效堆焊焊条的研究

潘永明¹, 陈绍维¹, 杨 冰²

(1. 哈尔滨焊接研究所 哈尔滨 150080; 2. 鞍钢新轧钢股份公司 设备处, 辽宁 鞍山 114031)

摘 要: 研制成功的 Co、Mn、W、V 马氏体时效钢堆焊焊条, 解决了堆焊高硬度焊接材料时, 硬度均匀性差及机械加工困难的问题, 提高了耐磨工件的使用寿命及其修复时的生产效率, 能给国民经济带来了极大经济效益和社会效益。

关键词: 堆焊; 焊条

中图分类号: TG442.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2006)03-0020-03

Research on Failed Surfacing Welding Rod of High-Rigidity Martensite

PAN Yong-ming, CHEN Shao-wei, YANG Bing

(1. Welding Research Institute of Harbin, Harbin 150080; 2. New steel Rolling Co.Ltd of An shan Iron & steel works, An shan Liaoning 114031)

Abstract: The developed aged martensite surfacing welding rod with Co, Mn, W and V solved the difficult problems of poor homogeneity of hardness and mechanical processing, prolonged the service life of wear-resistant components and increased the productive efficiency of repairing, that bring a great benefit to the national economy.

Key words: welding; rod

0 引 言

随着工业的不断发展, 耐磨部件越来越成为机械行业的关键部件, 其质量和使用寿命直接影响到企业关键设备的生产率和维修保养费用, 对于大量的耐磨工件也提出了更高的要求, 即要有高的硬度、又要求硬度的均匀性、良好的机加工性能。现行堆焊材料往往是硬度高加工性能差, 或加工性能好硬度低、耐磨性能不好, 没有将加工性能、硬度和耐磨性能这三者很好地统一起来。在大量试验的基础上, 开发一种新的 Co、Mo、W、V 系高硬度马氏体时效钢堆焊焊条, 这种焊条堆焊后硬度 45 HRC 左右, 机加工性能良好, 时效处理后硬度迅速提升可达 65 HRC 左右, 具有良好的耐磨性, 经过少量的精加工便可以投入使用。

1 堆焊工艺的制定

采用不同的电流、电压施焊, 观察电弧稳定情况、熔池形成状态, 最后在焊接完一层后观察焊缝成形、飞溅大小, 用砂轮打磨熔敷金属观察有无气

孔产生。经大量试验最后确定焊接工艺如表 1:

表 1 焊条工艺参数

Table 1 The processing parameter of welding rod

焊条直 径/mm	电流/ A	电压/ V	层间温 度/ 度	预热 温度	焊速 mm/min
φ3.2	150	36	150±10	不需 预热	200

此焊条堆焊工艺特点是电流大, 最突出特点为冷焊, 不需要预热, 堆焊层间温度控制在 150 左右。选择大电流是因为焊条药皮厚, 在这样的厚度条件下, 如果没有大的电流根本不可能使焊条均匀熔化, 极易造成渣压铁水、夹渣等现象, 并且此焊条的抗裂性能非常好, 不需预热也不会产生裂纹, 因此选用冷焊和控制层间温度。

2 时效热处理工艺对熔敷金属硬度的影响

堆焊层熔敷金属的硬度不仅取决于合金成分, 而且还取决于焊后的热处理状态, 这对于时效硬化类型合金的影响尤为重要。正确、合理的焊后热处理工艺, 使堆焊金属获得高硬度的关键^[1]。

收稿日期: 2006-04-07; 修回日期: 2006-04-30

作者简介: 潘永明(1961-), 男(汉), 哈尔滨市人, 教授级高工, 学士。

由于该焊条的合金成分含量高，熔敷金属的冷却速度快，所以焊后堆焊金属在空冷的条件下就得到大量的马氏体组织。时效热处理时间和时间的多次试验结果如表 2：

表 2 不同时效热处理工艺的硬度

Table 2 Hardness of welding layer by different aging process

时效处理 时间/h	2.5	5	2.5	8
时效处理 温度/ 时效处理后的 硬度/HRC	650	550	550	550
	60.33	65.17	59.83	58.83

分析以上数据可知，当时效处理采用 550 × 2.5 h 时硬度低的原因是时效处理时间短，高温时金属间化合物溶入奥氏体不够充分和均匀，所以使冷却过程中，奥氏体转变马氏体的数量减少；时效处理采用 650 × 2.5 h 虽然温度变高有利于奥氏体向马氏体转变，但是时间短仍然存在与 550 × 2.5 h 时效热处理同样的问题，所以虽然时效热处理的硬度较上次高，但仍然不能满足要求；时效热处理采用 550 × 8 h 时，由于时间过长，致使板条马氏体有少量逆转为奥氏体而且析出相变大与基体共格关系趋于破坏，因此硬度也会下降^[2]。综上，550 × 5 h 的热处理工艺较合适。

3 堆焊层数对硬度的影响

考虑到母材对熔敷金属的稀释，按照现行规定堆焊层高度应该 5 mm，但在实际生产中有时为了节约成本和提高效率往往堆焊层达不到 5 mm。用此焊条在 16Mn 的母材上单道堆焊 2 层、3 层、4 层和 5 层对堆焊层硬度进行测量其结果如表 3：

表 3 不同堆焊高度的硬度

Table 3 Hardness of welding layer for different thickness

堆焊高 度/mm	2 层 (磨平后 3)	3 层 (磨平后 4)	4 层 (磨平后 5)	5 层 (磨平后 6)
焊后 硬度	48.17	46.5	44.5	44
时效后 硬度	64.5	65.83	65.16	65.16

可以看出焊后硬度随着堆焊层的高度减少而

增加，原因主要是堆焊层少时，母材对熔敷金属的稀释明显，有大量的 C 溶入熔敷金属中，使得焊后熔敷金属生成大量的马氏体，因而硬度变高，而当堆焊层大于 5 mm 后，堆焊层高度对熔敷金属的焊后硬度影响就不很明显，这是因为前几层的稀释已经是逐层递减了，当高度大于 5 mm 时为纯熔敷金属。热处理后堆焊层的硬度在同一数量级。

4 抗裂性能试验

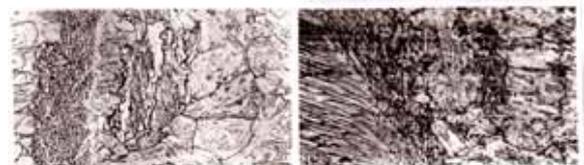
该焊条虽然热处理后硬度非常高，但在熔敷金属中采用高合金低碳原则，可以减少裂纹的产生。在对直径为 200 mm，宽度为 40 mm 的 9Cr 冷轧工作辊的表面堆焊，连续堆焊 8 mm 厚。堆焊时严格控制电流、电压、层间温度和焊接速度。堆焊后放置空气中冷却到室温并放置 10 h，观察有无裂纹产生，再将轧辊放入热处理炉，加热 550 保温 5 h 炉冷至室温，在空气中放置 24 h，用砂轮磨平观察裂纹产生情况，另外用同样的工艺在直径为 200 mm 的轧辊上沿圆周方向采用摆动的焊接方法分别堆焊一层、二层、三层，焊后及热处理后放在空气中 24 h，观察裂纹产生情况。

经以上试验观察轧辊表面均无裂纹产生，由此可见此焊条在受圆周拘束力时具有较好的抗裂性能。

此焊条抗裂性能较好的原因在于该合金系统形成的熔敷金属，是由大量韧性较好的规则板条状马氏体组成。虽然合金系统所形成的沿晶间分布金属间化合物对熔敷金属的韧性有影响，但这些金属间化合物在堆焊金属中是有规律的均匀分布，这样就可以大大减小金属间化合物对熔敷金属硬度的不良影响。

5 金相组织分析

其熔敷金属金相分析结果见图 1(a)(b)：



(a) 堆焊后 (b) 时效后

图 1 试块堆焊后(a)和时效后(b)金相组织

Fig.1 Metallographic microstructures(a) as welded (b) after aging

