

# 一种 Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊层的力学与耐磨性能

于昆

(秦皇岛职业技术学院 机电工程系, 河北 秦皇岛 066100)

**摘要:** 通过试验考察了一种 Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊层经不同温度回火后的硬度变化, 并测试了该堆焊层经 500℃ 回火前后的冲击性能和耐磨性。结果表明, 该堆焊层焊态具有较高的回火稳定性, 经 500℃ 保温 2h 回火后, 堆焊层的硬度达 49.5HRC, 其冲击韧度和耐磨性较焊态分别提高了 7.98% 和 11.43%。

**关键词:** Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊焊条; 堆焊层; 力学性能; 耐磨性

中图分类号: TG422.1; TG455

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2011)03-0008-02

## Mechanical Properties and Wear Resistance of Cr-W-Mo-Mn-V Iron-based Surfacing Layer

YU Kun

(Department of Electro-mechanical Engineering, Qinhuangdao Vocational Technological College, Qinhuangdao 066100, China)

**Abstract:** The hardness of Cr-W-Mo-Mn-V iron-based surfacing layer after tempering at different temperatures was investigated, and the impact toughness and wear resistance of the welded surfacing layer before and after tempering at 500℃ for 2h was tested. The results show that the as-welded surfacing layer possesses higher tempering stability, after tempering at 500℃ for 2 h, the hardness of the welded surfacing layer reaches 49.5 HRC, and its impact toughness and wear resistance is increased by 7.98% and 11.43%, respectively, compared with those of as-welded surfacing layer.

**Key words:** Cr-W-Mo-Mn-V iron-based surfacing electrode; surfacing layer; mechanical properties; wear resistance

堆焊被广泛地用于耐磨损、耐腐蚀或有特殊性能要求的零件的制造或修复中<sup>[1-2]</sup>。随着现代工业的迅速发展, 对一些修复部件的性能提出了更高的要求, 如热轧板带机上的支承辊等, 不仅要求有较高的耐磨性和抗热疲劳性, 而且要有较好韧性。因此, 提高堆焊金属的综合力学性能已引起人们的关注与重视。近期有关采用药芯焊丝埋弧堆焊制备的堆焊层的力学性能研究已有报道<sup>[3-4]</sup>, 但关于手工堆焊方法制备的堆焊层力学性能, 如冲击性能报道较少。因手工堆焊方法具有成本低, 简单实用, 适合复杂件修复, 故本文选用一种新配制的铁基多元合金堆焊焊条作为试验材料, 采用手工堆焊方法制备堆焊层, 并对其上述力学性能和耐磨性进行了测试。

## 1 实验材料与方法

用 ZX5-250 型直流电焊机将自制的 Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊焊条在 45 钢上堆焊成试棒, 磨掉堆焊

试棒上的 45 钢基体, 得到尺寸为 20mm×20mm×80 mm 堆焊层样品, 其化学成分 (质量分数, %) 为: 0.21C, 4.35Cr, 0.32Si, 1.71Mn, 1.78W, 1.47Mo, 0.63V, 0.63 其它。将堆焊层样品放在 SX-4-10 型箱式电阻炉内分别进行 200、300、400、500、550 和 600℃ 保温 2h 的回火处理, 再将焊态和经 500℃ 回火处理后的样品加工成 10 mm×10 mm×55 mm 冲击试样 (U 型缺口)。冲击试验在 ZBC-300B 冲击试验机上进行; 用 HR-150A 洛氏硬度计和 HVS-1000 型显微镜硬度计测试堆焊层表面及微区硬度; 磨损试验在 MPW 万能磨抛机上进行, 试验面为 10mm×10mm, 外加载荷 1.2 kg, 磨料为 220# 砂纸, 行程为 200m。用 ESJ205-4 光电子天平 (精度 0.1mg) 测量失重量。上述所得数据均取 3 次测试结果的平均值。用 Axiovert200MAT 型光学显微镜和 KYKY-2800 扫描电镜对堆焊层的显微组织及冲击断口形貌进行分析。

## 2 实验结果与分析

### 2.1 堆焊层的显微组织

图 1 为 Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊层的显微组织。可以看出, 焊态堆焊层组织由白色区和黑色区构

收稿日期: 2010-08-27

作者简介: 于昆 (1980-), 女, 河北唐山人, 讲师, 硕士, 主要从事金属材料方面的研究; 电话: 13930341373;

E-mail: panda8001@163.com

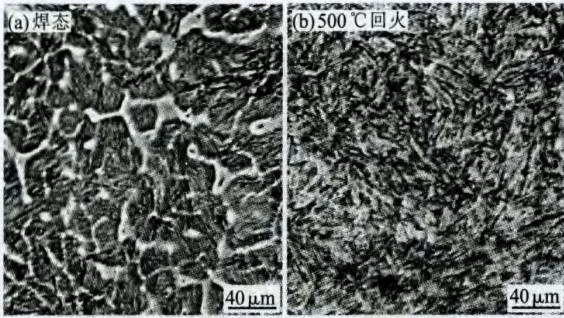


图1 堆焊层金相组织  
Fig.1 Microstructure of the surfacing layer

成,经显微硬度计测试表明,白色区和黑色区的硬度分别为 536HV 和 473HV。经 500℃×2h 回火后白色区数量减少,堆焊层的硬度为 49.5HRC。可推断白色区为高合金马氏体和少量的残余奥氏体,而低合金马氏体主要存在于黑色区,经 500℃×2h 回火后,堆焊层组织主要为回火马氏体。

2.2 堆焊层的性能

图 2 为 Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊层经不同温度回火后的硬度测试结果。可以看出,焊态堆焊层的硬度是 47.3HRC;当回火温度升高到 500℃时,硬度出现峰值 49.5HRC,然后随回火温度的升高,硬度有所降低。表 1 为堆焊层经 500℃×2h 回火前后的力学和耐磨性能测试结果。可见,焊态堆焊层的冲击韧度和磨损量分别为 19.42 J/cm<sup>2</sup> 和 27.3 mg;经 500℃×2h 回火后,堆焊层的冲击韧度和磨损量则分别为 20.97J/cm<sup>2</sup> 和 24.5mg。

图 3 为堆焊层试样的冲击断口形貌。可以看出,焊态试样的断口主要为准解理面和少量的韧窝,其断口特

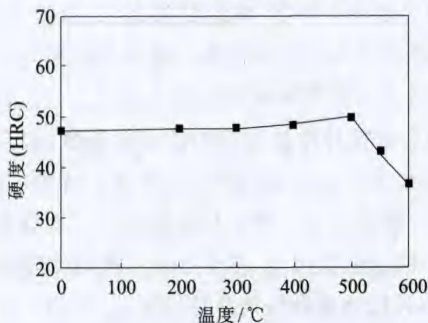


图 2 堆焊层硬度与回火温度的关系(2h)  
Fig.2 Relationship between the tempering temperature and surfacing layer hardness

表 1 堆焊层的力学和耐磨性能

Tab.1 The mechanical properties and wear resistance of the surfacing layer

试样	冲击韧度 / (J·cm <sup>2</sup> )	磨损失重 / mg	硬度(HRC)
焊态	19.42	27.3	47.3
500℃×2h 回火	20.97	24.5	49.5

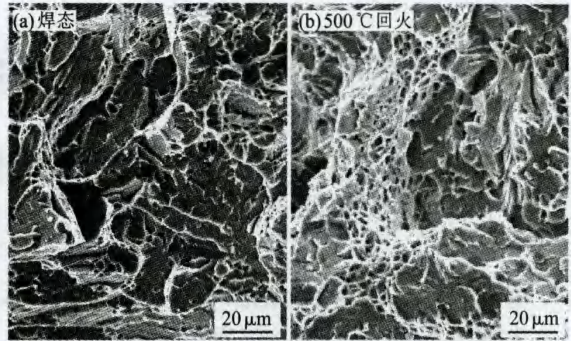


图 3 堆焊层冲击断口 SEM 照片  
Fig.3 SEM images of impact fracture of the surfacing layer

征属典型的脆性断裂。经 500℃回火后的断口形貌与焊态大致相同,仅是其韧窝数量略有增多。这表明经回火处理后堆焊层在断裂时将消耗更多的能量,进一步证实经 500℃回火处理试样的韧性好于焊态试样。

综上所述,该堆焊层具有较高的回火稳定性和良好的强韧性,经 500℃×2h 回火后,其冲击韧度和耐磨性有所提高,较焊态堆焊层分别提高了 7.98%和 11.43%。其原因是由于堆焊层经 500℃回火后使堆焊层中的残余应力减少及堆焊层组织的微观结构发生改变的缘故。至于焊态堆焊层具有较高的回火稳定性,这与堆焊层内含有大量的 W、Mo、Cr、V 合金元素有关。因为钨不仅与碳原子的亲和力大<sup>[9]</sup>,而且它的原子半径也较大,因而阻止了碳从马氏体中析出,增加了 Fe 原子自扩散激活能,有效地提高了马氏体的分解温度。

3 结论

Cr-W-Mo-Mn-V 铁基堆焊层具有较高的回火稳定性和良好的强韧性,经 500℃保温 2h 回火后,该堆焊层的硬度由 47.3HRC 升至 49.5HRC,其冲击韧度和耐磨性较焊态分别提高了 7.98%和 11.43%。

参考文献:

[1] 戴乐, 桂赤斌, 李连杰. 焊接工艺对药芯焊丝堆焊层中 WC 颗粒溶解行为的影响[J]. 热加工工艺, 2010, 39(3):164-166.  
 [2] Buchanan V E, Shipway P H, McCartney D G. Microstructure and abrasive wear behaviour of shielded metal arc welding hardfacings used in the sugarcane industry [J]. Wear, 2007, 263(1-6):99-110.  
 [3] 眭向荣, 沈风刚, 王清宝. 轧板卷取机夹送辊的堆焊修复[J]. 机械工程材料, 2008, 32(6):62-65.  
 [4] 刘霞, 李玉艳, 芦凤桂. 9CrMoV 钢堆焊 1CrMo 金属堆焊层性能的研究[J]. 焊接, 2007, (9):57-60.  
 [5] Chang limin, Liu Jianhua, Gou Huiyang. Effect of heat treatment on the microstructure and hardness of C-Cr-W-Mo- V-RE Fe-based hardfacing layer [J]. China Welding, 2006, 15 (1): 43-48. [10]