

合金碳化物对剪板机刀具钢 HM 的组织 and 性能的影响

鲁松 高甲生 侯清宇

(安徽工业大学材料工程学院, 马鞍山 243002)

摘要 试验研究了 HM 钢(%:0.48C,5.1Cr,2.0Mo,1.0V,2.0W)和 H13 钢(%:0.38C,5.1Cr,1.4Mo,1.0V)的组织、冲击韧性和耐磨性。结果表明, HM 钢中 W、Mo 元素含量较 H13 钢高, 存在更多未溶碳化物阻碍奥氏体晶粒长大, 细化晶粒, 使平均冲击值比 H13 钢提高 35.5%; HM 钢高温回火时, 马氏体基体弥散析出更多的碳化物, 二次硬化效果显著, 平均耐磨性比 H13 钢提高 34.8%。

关键词 剪切刀具 HM 钢 合金碳化物 韧性 耐磨性

Effect of Alloy Carbides on Structure and Properties of Shearing Blade Steel HM

Lu Song, Gao Jiasheng and Hou Qingyu

(School of Material Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002)

Abstract The structure, impact toughness and abrasion resistance of steel HM (0.48C, 5.1Cr, 2.0Mo, 1.0V, 2.0W) and steel H13 (0.38C, 5.1Cr, 1.4Mo, 1.0V) have been tested and researched. Results showed that as the content of W and Mo in steel HM was higher than that in steel H13, more undissolved carbides existed in steel HM to hinder growth of austenite grain to get fine grain, the average impact value increased by 35.5% as compared with steel H13; with high temperature tempering, as more carbides dispersed precipitated from matrix of martensite in steel HM and secondary hardening was obvious, the abrasion resistance increased by 34.8% as compared with steel H13.

Material Index Shearing Blade, Steel HM, Alloy Carbides, Impact Toughness, Abrasion Resistance

剪板机的剪刀工作时不但受很大的压应力和摩擦力作用, 同时还要承受一定的撞击。因此, 要求剪刀钢既有高硬度、高耐磨性又有较高韧性^[1]; H13 钢虽具有较好的综合性能, 但作为剪刀钢, 性能和使用寿命仍不理想。为了提高剪切刀具的工作效率和使用寿命, 针对其特殊性能要求, 依据合金化理论^[2], 在 H13 钢的基础上进行成分优化, 并添加了 2% W, 开发了新材料 HM 钢。

1 试验材料及方法

试验用钢的化学成分见表 1。生产工艺路线为: 1 t 中频感应炉熔炼→锻造(锻造成材规格 mm: 3 200×162×80)→球化退火→机械加工→淬火(淬火温度 1 050 ℃)→两次回火(试样分为 4 组, 回火温度分别为 525, 550, 575, 600 ℃)。

用 HR-150A 型洛氏硬度计测试硬度, 每个试样硬度为 5 个点硬度值的平均值。

表 1 试验钢 HM 和 H13 的化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of test steel HM and H13 /%

钢种	C	Cr	Mo	Si	V	W
HM	0.48	5.1	2.0	0.8	1.0	2.0
H13	0.38	5.1	1.4	0.8	1.0	-

滑动磨损试验在 MM-200 磨损试验机上进行, 试样尺寸(mm)为 7×7×30, 对磨材料为 Φ40 mm×10 mm 滚轮, 材质为 9CrSi, 硬度为 HRC61。试验加载负荷 40 kg, 滚轮转速 400 r/min, 用润滑剂润滑, 1 滴/10 s。试验时先预磨 2 min, 预磨后用精度为 0.1 mg 的电子天平称量, 然后正式磨 20 min, 再用电子天平称量, 两次称量的差值即为磨损量。

冲击试样尺寸(mm)为 10×10×55, V 型缺口, 每个数据为 3 次试验的平均值。

用 D/max-RA 型旋转阳极 X 射线衍射仪进行物相分析, 并用扫描电镜对微区成分进行能谱分析。

2 结果及讨论

2.1 HM 钢的力学性能

由于 W、Mo 的增加, 钢在淬火加热时未溶碳化物增多, 对晶粒长大的阻碍作用增强, 因此获得较细的晶粒组织, 使得 HM 钢的冲击性能较 H13 钢有较大提高, 冲击性能平均提高 35.5% (图 1)。

图 2 为 HM 钢在 1 050 ℃ 淬火的硬度-回火温度曲线。随回火温度升高, 在 500~550 ℃ 温区, 有碳化物弥散析出, 在 525 ℃ 出现二次硬化峰。HM 钢的硬度峰值为 HRC60.5。

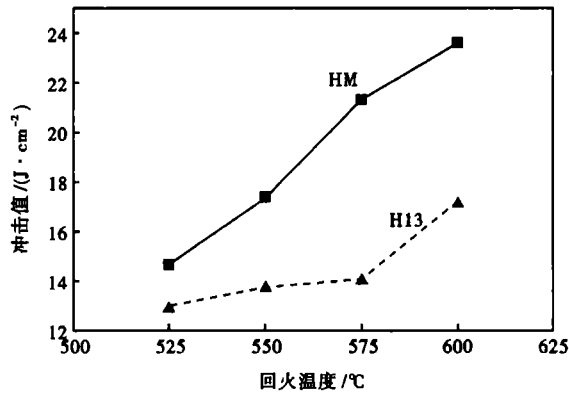


图1 HM和H13钢冲击值-回火温度曲线

Fig. 1 Curves of impact value - tempering temperature of steel HM and H13

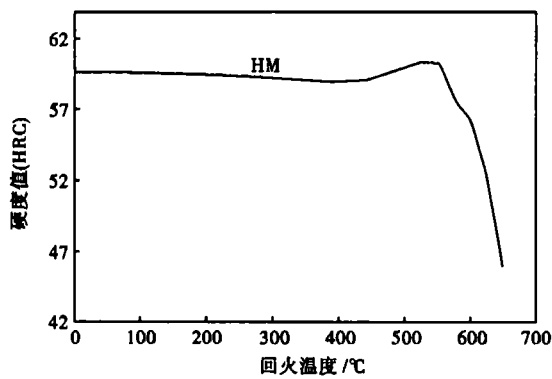


图2 HM钢硬度-回火温度曲线

Fig. 2 Curves of hardness - tempering temperature of steel HM

HM钢的耐磨性明显高于H13钢,平均提高34.8%(表2)。

2.2 X射线衍射分析

X射线衍射表明:HM钢淬火态相组成为 α -Fe,少量 γ -Fe和未溶碳化物,钢中未溶碳化物对奥氏体晶粒长大起着阻碍作用;回火态相组成为 α -Fe及析出碳化物,造成显著的二次硬化效应。

2.3 显微组织

HM钢淬火态组织为板条马氏体+少量残余奥氏体+未溶碳化物。在金相显微镜下测得,HM钢晶粒平均尺寸 \bar{l} 为8.02 μ m,而H13钢平均晶粒尺寸 \bar{l} =20.5 μ m(图3)。

从图4未溶碳化物和二次碳化物SEM照片中

表2 试验钢HM和H13的滑动磨损试验结果

Table 2 Sliding wear test results for test steel HM and H13

回火温度/°C	磨损量/mg	
	H13	HM
525	0.6	0.4
550	0.7	0.6
575	0.9	0.6
600	0.9	0.7

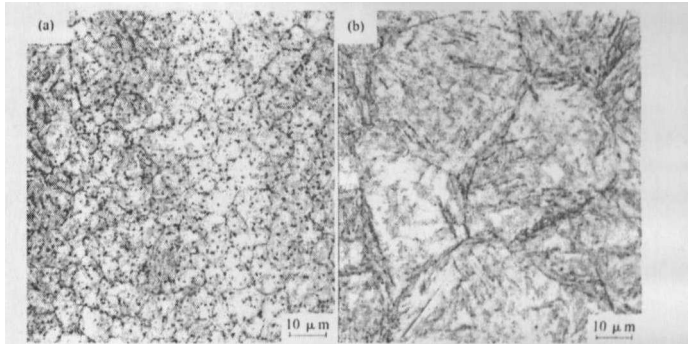


图3 HM钢(a)与H13钢(b)淬火晶粒尺寸的比较

Fig. 3 Comparison of grain size of quenched steel HM (a) and H13 (b)

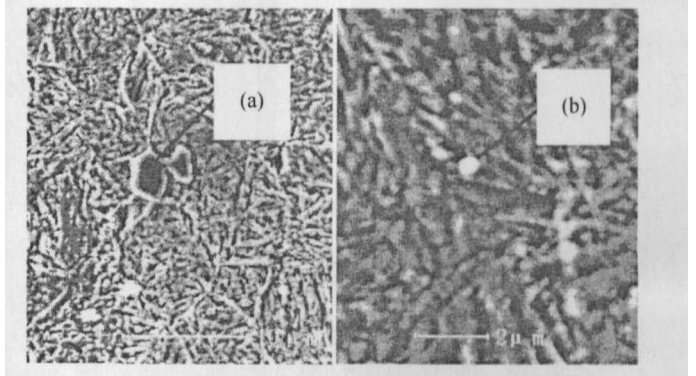


图4 HM钢未溶碳化物(a)×1000和二次碳化物(b)×6000照片

Fig. 4 Undissolved carbides (a) × 1 000 and secondary carbides (b) × 6 000 in steel HM

可以看出,HM钢中存在大量未溶碳化物和回火过程析出的弥散分布二次碳化物。图4(a)处能谱分析可见,未溶碳化物由W、Mo、V、Cr的碳化物组成,以V的碳化物为主,图4(b)处能谱分析表明,弥散分布的二次碳化物由W、Mo、V、Cr的碳化物组成。

3 结论

新型HM钢合金元素较H13高,晶粒细,其冲击值较H13钢平均提高35.5%。HM钢回火时析出较多的弥散碳化物,二次硬化显著,硬度最高值达HRC60.5,耐磨性平均比H13钢提高34.8%。

参考文献

- 1 张敬礼. 中厚板液压斜刃剪切机设计中应注意的几点问题. 有色设备, 2001(3): 10
- 2 Mebarki N, Delagnes D, Lamesle P, et al. Relationship Between Microstructure and Mechanical Properties of a 5% Cr Tempered Martensitic Tool Steel. Materials Science and Engineering, 2004, A387-389: 171

鲁松(1973-),男,硕士,工程师,钢材的组织与性能研究。

收稿日期:2006-12-25