

热处理对履带用奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE 组织和性能的影响

沈大东¹ 黄志求² 金宝士²

(1 佳木斯大学科技处,佳木斯 154007;2 佳木斯大学材料科学与工程学院,佳木斯 154007)

摘 要 研究了 880 ~ 900 °C 奥氏体化,280 ~ 340 °C 盐浴等温淬火对拖拉机履带用铸态低合金奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE(% :0.35 ~ 0.42C,1.5 ~ 2.0Si,1.0 ~ 1.5Mn,1.0Cr,0.2RE) 力学性能和耐磨性的影响。试验结果表明,38CrMnSi2RE 钢最佳热处理工艺为 880 ~ 900 °C 奥氏体化,310 °C 等温 60 min。该钢抗拉强度 ≥ 1 100 MPa,伸长率 = 7.9%,HRC 硬度值 ≥ 44,冲击值 ≥ 88 J/cm²。38CrMnSi2RE 钢履带板的使用寿命为 ZGMn13 钢的 1.69 倍。

关键词 履带板 奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE 等温淬火 力学性能 耐磨性

Effect of Heat Treatment on Structure and Properties of Austenite-Bainite Steel 38CrMnSi2RE for Caterpillar Band

Shen Dadong¹, Huang Zhiqiu² and Jin Baoshi²

(1 Science and Technology Department, Jiamusi University, Jiamusi 154007;

2 College of Material Science and Engineering, Jiamusi University, Jiamusi 154001)

Abstract The effect of austenitizing at 880 ~ 900 °C, and austempering at 280 ~ 340 °C in salt bath on mechanical properties and wear resistance of as-cast low alloy austenite-bainite steel 38CrMnSi2RE (% :0.35 ~ 0.42C, 1.5 ~ 2.0Si, 1.0 ~ 1.5Mn, 1.0Cr, 0.2RE) for caterpillar band of tractor has been studied. Test results indicated that the optimum heat treatment process was austenitizing at 880 ~ 900 °C and austempering at 310 °C for 60 min to get the tensile strength of steel ≥ 1 100 MPa, elongation = 7.9%, HRC hardness value ≥ 44, impact value ≥ 88 J/cm². The service life of as-cast steel 38CrMnSi2RE caterpillar band was 1.69 time as long as that of steel ZGMn13.

Material Index Caterpillar Band, Austenite-bainite Steel 38CrMnSi2RE, Austempering, Mechanical Properties, Wear Resistance

履带板是拖拉机中数量最大的易损件,拖拉机主要是在露天条件下工作,直接与土壤、砂石接触。由于履带板受到一定的冲击、拉伸、挤压和弯曲等应力作用,在使用过程中极易造成磨损过量、变形等失效,因此,要求拖拉机用履带板具有高的强度,良好的韧性和耐磨性。一般用高锰钢制作履带板,所以,研制一种生产成本低,使用寿命高的履带板,对于降低拖拉机使用成本,提高使用效率具有重要意义。

1 试验材料及方法

试验钢的各元素含量如表 1,在 10 kg 中频感应炉中熔炼,然后浇铸成 10 mm × 10 mm × 55 mm 的

表 1 试验用钢的化学成分/%
Table 1 Chemical composition of test steel / %

C	Si	Mn	Cr	RE	P	S
0.35 ~ 0.42	1.5 ~ 2.0	1.0 ~ 1.5	1.0	0.2	≤ 0.04	≤ 0.04

无缺口冲击试样,浇铸温度 1 500 ~ 1 600 °C,浇铸前须用铝充分脱氧。

铸造后的试样经过清砂磨光,加热到 880 ~ 900

°C 0.5 h 奥氏体化,分别在 280,310,340 °C 55% KNO₃ + 45% NaNO₂ 盐浴等温淬火,保温时间 30,60,90 min,淬火后取出空冷至室温。

2 试验结果及讨论

2.1 金相组织

图 1 是铸态试验钢经过抛光、4% 硝酸酒精腐蚀后表面组织形态的扫描图像,可见,经过 310 °C 60 min 处理的试验钢所获得贝氏体板条组织,板条比较均匀(图 1b)。图 2 是拉伸断口的扫描图像,断口上的韧窝明显,韧窝紧密,而且有撕裂棱。三个热处理工艺制度下的组织有差别,但是差别不大。这是两个原因造成的,一是由于试样尺寸较小,对温度和时间都不敏感;二是该钢的工艺范围较宽。

2.2 力学性能

(1)表 2 内数据是几次重复试验所得数据的综合。从表 2 的数据中可以看出,其硬度和冲击都已达预先设计的性能指标。

(2)选择硬度与冲击韧性都相对较高的工艺处理后,钢的力学性能测试结果如表 3。由表 3 可以

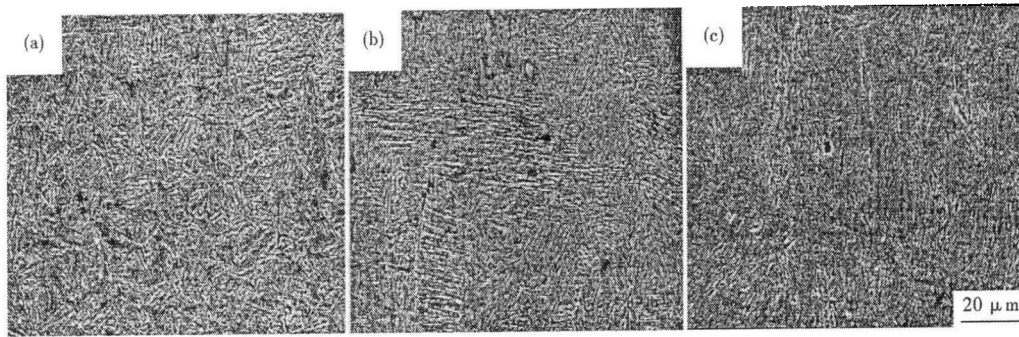


图 1 310 °C 等温淬火 38CrMnSi2RE 钢的组织形貌, SEM, 等温时间/min: (a) 30; (b) 60; (c) 90

Fig. 1 Morphology of structure of steel 38CrMnSi2RE austempered at 310 °C for 30 min (a), 60 min (b) and 90 min (c), SEM

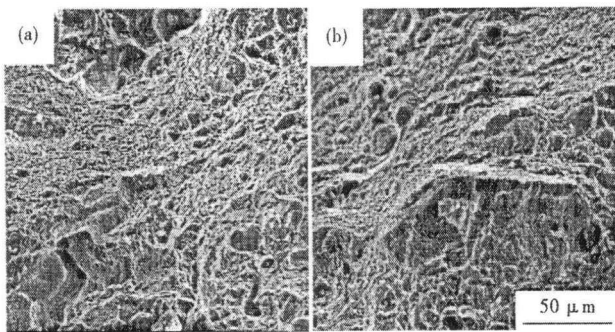


图 2 280 °C 等温淬火 38CrMnSi2RE 钢拉伸试样断口的形貌, SEM, 保温时间/min: (a) 30; (b) 60

Fig. 2 Morphology of fracture of steel 38CrMnSi2RE tensile samples austempered at 280 °C for 30 min (a) and 60 min (b), SEM

表 2 等温淬火温度和保温时间对 38CrMnSi2RE 钢 HRC 值和冲击值的影响

Table 2 Effect of austempering temperature and time on HRC and impact value of steel 38CrMnSi2RE

等温淬火温度/ °C	保温时间/ min	硬度值 (HRC)	冲击值(a_k)/ ($J \cdot cm^{-2}$)
280	30	52	98
	60	48	96
	90	47	88
310	30	44	105
	60	45	110
	90	44	104
340	30	38	108
	60	40	112
	90	39	110

表 3 等温淬火对 38CrMnSi2RE 钢力学性能的影响

Table 3 Effect of austempering on mechanical properties of steel 38CrMnSi2RE

等温淬火 温度/°C	保温时 间/min	σ_b / MPa	$\sigma_{0.2}$ / MPa	δ / %	ψ / %	备注
铸态		554.9		5.05	2.0	$L_0 = 50 mm$
280	30	1 010.5	608	6.98	7.8	$D_0 = 10 mm$
310	60	1 144.7	705	7.89	8.5	
340	90	1 023.6	615	6.60	9.0	

看出, 经过 310 °C 60 min 处理的试验钢, 其强韧性

比较好。

3 现场耕作试验

2003 年 8 月在国营农场将工厂生产的高锰钢履带板和佳木斯大学研制的铸态低合金奥氏体-贝氏体钢履带板, 同时安装在该队的东方红-802 拖拉机上进行耕作试验, 同时将每种履带板随机各取 14 块进行称量。到 2005 年 8 月共耕作 2.85 万标准亩。将所有履带板卸下, 并同时每种履带板随机各取 14 块进行称量。其结果如表 4。低合金奥氏体-贝氏体钢履带板使用寿命是高锰钢履带板的 1.69 倍。

表 4 低合金奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE 和高锰钢 ZGMn13 履带板使用前总重量的比较

Table 4 Comparison of total weight of carterpillar band before and after service between low alloy austenite-bainite steel 38CrMnSi2RE and high manganese steel ZGMn13

履带板	数量/ 块	总重量/kg	
		使用前	使用后
高锰钢 ZGMn13	14	121.00	112.70
低合金奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE	14	123.20	118.30

4 结论

铸态低合金奥氏体-贝氏体钢 38CrMnSi2RE 履带板的最佳热处理工艺为 880 ~ 900 °C 奥氏体化, 310 °C 等温 60 min, 其 HRC 硬度值 ≥ 44 , a_k 值 $\geq 88 J/cm^2$, 使用寿命是高锰钢 ZGMn13 履带板的 1.69 倍。

黑龙江省科技攻关项目 (GC06A214)、黑龙江省教育厅科学技术项目 (11511385)

沈大东 (1950-), 男, 高级工程师, 1977 年黑龙江工学院毕业, 抗磨金属材料研究。