

含铜 1Cr13 型低碳马氏体抗菌不锈钢的组织 and 性能

王小丽 赵荣达 张伟强 朱宏飞

(辽宁工程技术大学材料科学与工程系,阜新 123000)

摘要 研究了成分(%)为 0.11~0.13C、13.46Cr、0~4Cu 的低碳马氏体不锈钢 1 100 °C 15 min 油淬, 600 °C 5 h 回火处理后的抗菌性、硬度和耐蚀性。实验结果表明,当钢中含 2%~4% Cu 时,钢淬回火后的组织为索氏体基体上弥散分布富铜相,当钢中铜含量从 2% 增加至 4% 时,淬回火后钢的 HRC 硬度值从 38 增加到 48,大肠杆菌的杀菌率从 42% 增加到 95%,在 5% 硫酸中致钝电流和电压减少,使钢易于钝化。

关键词 铜 1Cr13 型马氏体不锈钢 抗菌性 硬度 组织

Structure and Properties of Containing Copper 1Cr13 Type Low Carbon Martensite Antibacterial Stainless Steel

Wang Xiaoli, Zhao Rongda, Zhang Weiqiang and Zhu Hongfei

(Materials Science and Engineering Department, Liaoning Technical University, Fuxin 123000)

Abstract The anti-bacteria properties, hardness and corrosion resistance of 0.11~0.13C, 13.46Cr, 0~4Cu low carbon martensite stainless steel oil-quenched at 1 100 °C for 15 min and tempered at 600 °C for 5 h have been studied. The test results showed that as steel contained 2%~4% Cu, the structure of quenched and tempered steel was sorbite matrix with dispersed rich copper phase; and as Cu content in steel increased from 2% to 4%, the hardness HRC value of quenched and tempered steel increased from 38 to 48, the antibacterial capacity to coli bacillus increased from 42% to 95%, and caused passivation current density and voltage decreased in 5% sulphuric acid to make steel easily passivated.

Material Index Copper, 1Cr13 Type Martensite Stainless Steel, Anti-bacteria Property, Hardness, Structure

1 实验材料及方法

含 Cu 马氏体抗菌不锈钢已有研究^[1-3], 本实验钢为含 2%~4% 铜的 1Cr13 低碳马氏体不锈钢, 用 20 kg 的中频感应炉熔炼。实验钢化学成分见表 1。熔炼后不锈钢锭锻成 20 mm × 20 mm 试样, 然后进行 950 °C 5 h 均匀化退火。最后把加工成 10 mm × 10 mm 的样品经过 1 100 °C 15 min 油淬, 600 °C 5 h 回火的抗菌处理后进行实验。

金相组织腐蚀液为 10 g FeCl₃ + 30 mL HCl + 120 mL H₂O; 用 ZF-3 恒电位仪测试不锈钢的维钝电流, 维钝电压, 致钝电流, 介质为 5% 的硫酸溶液;

用覆膜法测试不锈钢的抗菌性, 菌种为大肠杆菌。

2 实验结果与讨论

2.1 组织和抗菌性能

图 1(a) 为 1Cr13 不锈钢的回火索氏体组织, 图 1(b)、(c)、(d) 为加入不同量的铜的不锈钢组织, 此时组织为索氏体基体上弥散分布着富铜相。

用覆膜法测试 1Cr13、1Cr13Cu₂、1Cr13Cu₃、1Cr13Cu₄ 经 1 100 °C 15 min 油淬, 600 °C 5 h 回火后的抗菌性能, 试样尺寸 (mm) 为 10 × 10 × 1, 实验菌种为大肠杆菌, 由图 2 可见, 1Cr13 (不含 Cu) 杀菌率为 0%, 1Cr13Cu₄ 为 95%。

2.2 含铜量对不锈钢硬度的影响

从图 3 可以看出, 含铜不锈钢的硬度明显高于 1Cr13 不锈钢的硬度, 而且随铜含量的增加而增加。

2.3 极化曲线分析

不锈钢是含高铬的合金钢, 在介质中可以形成致密的钝化膜, 具有良好的耐蚀性。表 2 给出

表 1 实验钢的化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of test steels / %

钢种	C	Mn	Cr	S	P	Cu
1Cr13	0.11	0.74	13.46	0.025	0.031	-
1Cr13Cu ₂	0.13	0.74	13.46	0.025	0.031	1.8
1Cr13Cu ₃	0.12	0.74	13.46	0.025	0.031	2.7
1Cr13Cu ₄	0.12	0.74	13.46	0.025	0.031	3.0

注: 各钢中的 Si 含量为 0.42%。

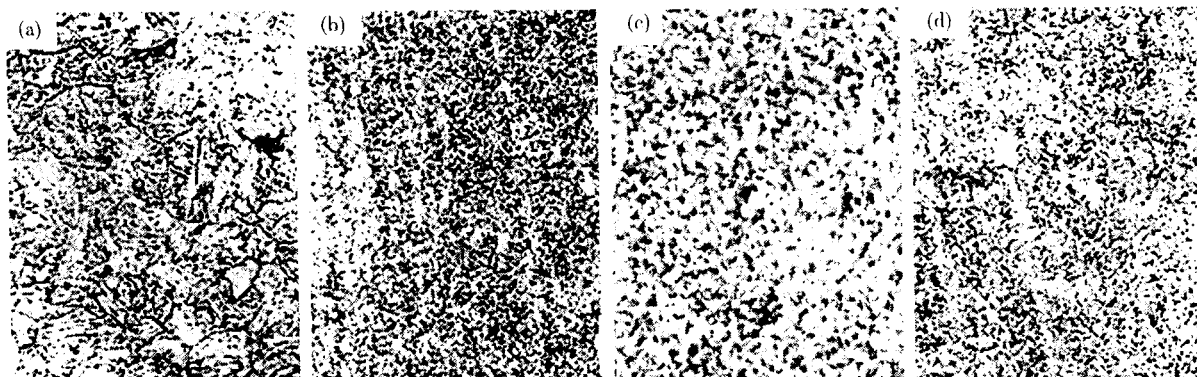


图 1 1Cr13 型马氏体不锈钢在 1100 °C 15 min 油淬, 600 °C 5 h 回火的组织形貌 ×400, 钢中 Cu 含量 (%): (a) 0; (b) 2; (c) 3; (d) 4

Fig. 1 Structure morphology of 1Cr13 type martensite stainless steel quenched at 1100 °C for 15 min and tempered at 600 °C for 5 h, ×400, Cu content in steel (%): (a) 0; (b) 2; (c) 3; (d) 4

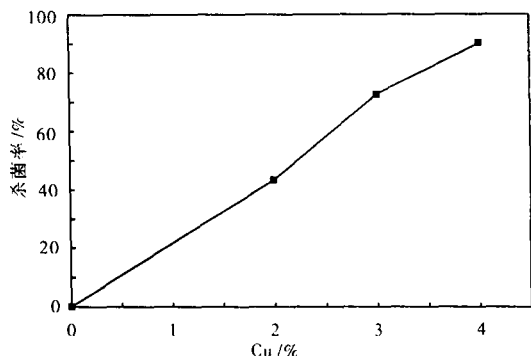


图 2 1Cr13 型马氏体不锈钢中的 Cu 含量对钢的杀菌率的影响

Fig. 2 Effect of Cu content in steel on anti-bacteria capacity of 1Cr13 type martensite stainless steel

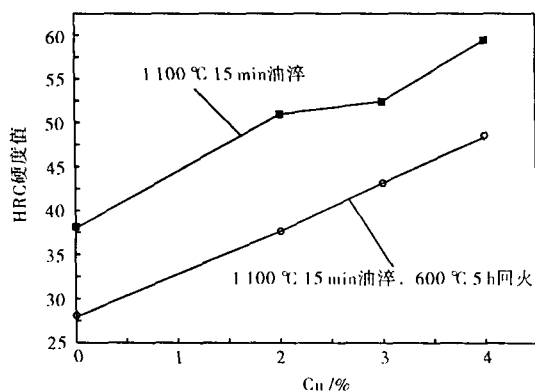


图 3 铜含量对 1Cr13 型马氏体不锈钢经热处理后钢的硬度的影响

Fig. 3 Effect of Cu content in steel on hardness of 1Cr13 type martensite stainless steel

了不同含铜量的不锈钢在 5% 的硫酸溶液介质中的维钝电流密度, 致钝电流密度, 致钝电压和钝化区间的值。从表 2 可以看出, 维钝电流密度, 致钝

表 2 1Cr13 型马氏体不锈钢经 1100 °C 15 min 淬火, 600 °C 5 h 回火后的腐蚀参数

Table 2 Corrosion parameters of 1Cr13 type martensite stainless steel quenched at 1100 °C for 15 min and tempered at 600 °C 5 h

Cu / %	维钝电流密度 $i_p / (A \cdot m^{-2})$	致钝电流密度 $i_{cp} / (A \cdot m^{-2})$	致钝电压 E_{cp} / V	钝化区间 / V
0	-0.70	1.14	-0.22	0.92
2	-1.71	0.48	-0.44	0.69
3	-1.58	0.47	-0.46	0.18
4	-1.45	0.32	-0.48	0.15

电流密度, 致钝电压和钝化区间随铜含量的增加而减小, 说明铜的加入影响了不锈钢的钝化。虽然钝化区间减小了, 但致钝电流密度和致钝电压的减小有利于合金的钝化。

3 结论

(1) 1Cr13 不锈钢中加入 2% ~ 4% 铜后, 经过抗菌热处理, 对大肠杆菌的杀菌率为 92% ~ 95%, 不锈钢的杀菌率和硬度均随铜含量的增加而增加。

(2) 1Cr13 不锈钢中加入铜后的致钝电流密度和致钝电压减小, 使不锈钢更易于钝化。

参考文献

- 1 李 宁, 文玉华, 张 伟, 等. 高铜马氏体不锈钢的抗菌性能. 特殊钢, 2003, 24(4): 29
- 2 张 伟, 李 宁, 胥永刚, 等. 3Cr13Cu3 马氏体不锈钢抗菌性能. 特殊钢, 2004, 25(2): 27
- 3 张 伟, 李 宁, 胥永刚, 等. 热处理对含铜 3Cr13 马氏体不锈钢抗菌性能的影响. 金属热处理, 2004, 29(8): 21

王小丽 (1982-), 女, 硕士, 抗菌不锈钢的开发和研制。

收稿日期: 2006-04-21