

QPQ 盐浴复合处理对 H13 钢组织及性能的影响

周泽杰¹, 李树桢¹, 熊光耀¹, 应卫东¹, 邹瑞²

(1. 华东交通大学 机电工程学院, 江西南昌 330013; 2. 南昌豪特材料工程设备厂, 江西南昌 330002)

摘要:运用 QPQ 盐浴复合处理技术对 H13 钢进行表面强化处理, 分析了不同工艺参数对氮化层深度、显微硬度和抗腐蚀性的影响及氮化层显微组织特征。结果表明, 在相同的渗氮温度下, 渗氮层的深度随渗氮时间的延长而增加, 氮化后的材料硬度和耐腐蚀性较渗氮前有较大的提高, 氮化 3~4h 效果最好。

关键词: H13; QPQ 盐浴复合处理; 氮化; 表面强化

中图分类号: TG156.8²

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2008)04-0061-02

Influence of QPQ Complex Salt Bath Treatment on Microstructure and Property of H13 Steel

ZHOU Zejie¹, LI Shuzhen¹, XIONG Guangyao¹, YING Weidong¹, ZOU Rui²

(1. College of Mechanical & Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Nanchang Haote Equipment Plant of Material Engineering, Nanchang 330002, China)

Abstract: The QPQ complex salt-bath treatment process for surfaces strengthening of H13 steel was studied, the effects of technology parameters on the nitriding-layer depth, the hardness and the anti-corrosion performance and the microstructure of the nitriding-layer were analyzed. The results show that the nitriding-layer depth at the same nitriding temperature increases with the time increasing. The H13 steel treated by QPQ salt bath process has higher hardness and anti-corrosion, and the effect will be best at the nitriding time of 3~4h.

Key words: H13 steel; QPQ salt-bath composite technology; nitriding; surface strengthening

“QPQ”即盐浴复合处理技术, 其中“盐浴复合”的含义是指在氮化盐浴和氧化盐浴两种盐浴中处理工件, 实现了渗氮工序和氧化工序的复合; 渗层组织是氮化物和氧化物的复合; 性能是耐磨性和抗蚀性的复合; 工艺是热处理技术和防腐技术的复合^[1]。这种技术实际上是低温盐浴渗氮加盐浴氧化或低温盐浴氮碳共渗加盐浴氧化。并且该工艺过程具有无公害和微变形等优点, 是一种具有广阔应用前景的金属表面强化改性技术。本文以工业上大量使用的 H13 热作模具钢作为氮化材料, 采用 QPQ 盐浴复合处理技术, 重点研究了盐浴氮化工艺对 H13 钢的组织与性能的影响, 为 H13 模具钢采用 QPQ 盐浴复合处理提高表面性能提供理论依据。

1 实验材料、设备及方法

收稿日期: 2007-07-13

基金项目: 华东交通大学校立科研基金资助项目 (07JD04); 江西省载运工具与装备重点实验室资助项目 (06ZKJD07)

作者简介: 周泽杰 (1979-), 女, 辽宁锦州人, 满族, 助教;

电话: 0791-7046150; E-mail: szhouzejie@ecjtu.jx.cn

实验材料为宝山钢铁股份有限公司生产的 H13 钢, 交货状态为热压力加工、退火态。其化学成分如表 1 所示。

表 1 H13 钢的化学成分(质量分数,%)
Tab. 1 Chemical composition of H13 steel (wt,%)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Co	S	P
0.38	0.95	0.34	5.23	1.38	1.01	0.14	0.09	0.004	0.014

渗氮处理前的热处理工艺为 1030℃ 淬火, 淬油冷却至室温, 570℃ 回火两次, 获得回火托氏体 + 回火索氏体 + 碳化物组织, 硬度约 46HRC。截取试样尺寸为 10mm × 10mm × 30mm, 待处理表面用金相砂纸打磨并在抛光机上抛光至镜面状态。选用南昌豪特材料工程设备厂自制盐浴炉, 其 CNO 含量经实际测量为 35.8%, 炉温调至 570℃。将处理好的试块放入盐浴中分别保温 1、2、3、4、5 和 6h。渗氮处理后试样经金相砂纸研磨和抛光机抛光处理; 用 4% 硝酸酒精溶液腐蚀; 在 JSM-6360LA 型扫描电镜 (SEM) 下观察其金相显微组织; 渗层厚度用 JSM-6360LA 型 SEM 上的专用 SMV 测试软件测量; 试样硬度用 401MVA 型显微维氏硬度计测量, 载荷为 0.1N; 采用 10% CuSO₄ 水

溶液侵蚀法对其进行抗蚀性测试^[2]。

2 实验结果及分析

2.1 氮化层深度、试样硬度结果及分析

不同渗氮时间下的金相显微组织及渗层深度如图1所示。可见,试样氮化层非常明显,整个氮化层分为三层,由外向内依次为氧化膜及疏松层、化合物层、扩散层。表面的黑色氧化膜是在氧化盐中氧化形成的,其厚度仅为几微米,它有利于改善

工件表面外观及耐磨性;表面疏松层是一层多孔区,组织不致密,硬度低,耐磨性差,疏松严重时会降低表面硬度值,使工件表面粗糙度增加,影响产品表面质量,因此是一种有害组织,这在模具生产中应尤其引起注意,尽量避免产生严重疏松。化合物层是整个氮化层中最重要的部分,对渗层的耐磨性和抗蚀性都起主导作用。金相观察到的化合物层为白色组织,所以又称为白亮层,主要由 ϵ 相合金氮化物 $Fe_{2.3}N$ 和 γ' 相合金氮化物 Fe_4N 组

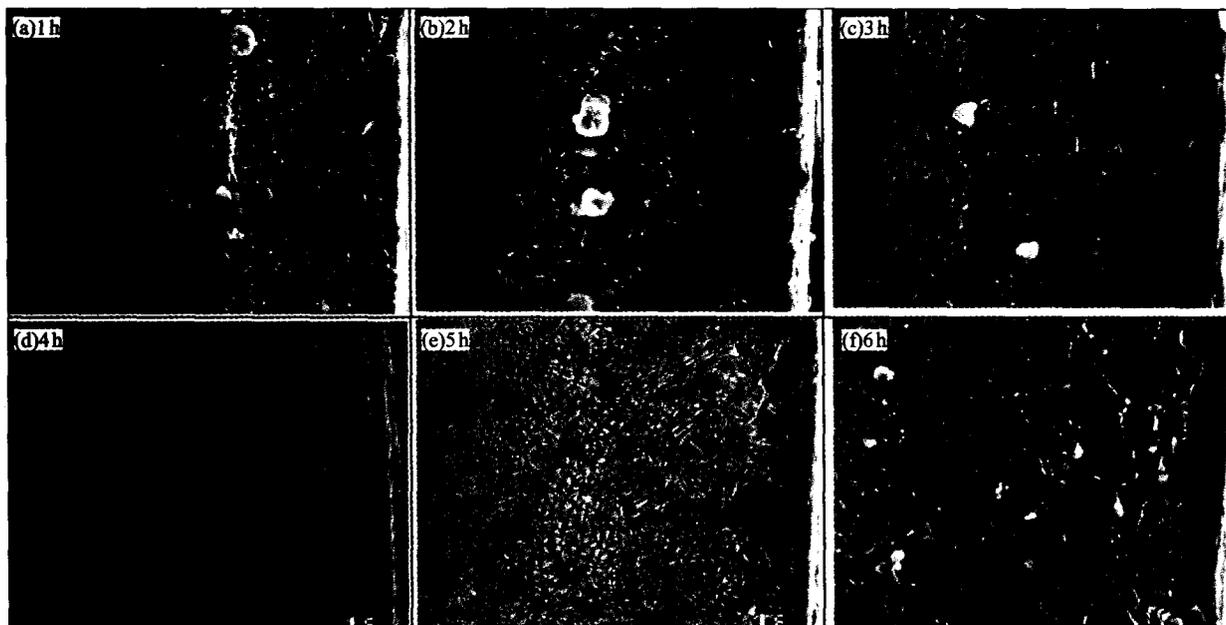


图1 不同渗氮时间下的渗层组织及深度 $\times 400$

Fig.1 The microstructure and depth of nitriding-layer nitrided at 570°C for different time $\times 400$

成。扩散层是白亮层与基体之间的过渡区域,金相观察为暗黑色组织,其成分主要为氮在 α -Fe铁中的固溶体或过饱和固溶体随氮化后冷却速度的变化而析出的针状 Fe_4N 组织,浓度比例由表及里逐渐下降。

氮化时间对渗层深度的影响见图2。当氮化

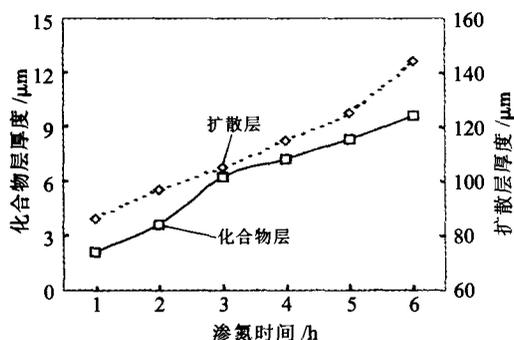


图2 氮化时间对渗层深度的影响

Fig.2 Influences of nitriding time on nitriding-layer depth

时间由1h增加到3h时,随着氮化时间的延长,化合物层深度增加比较迅速。氮化时间延长到3h以后,再延长氮化时间,化合物层仍旧在增加,但增加比较缓慢。氮化时间由1h延长到5h时,随着氮化时间的延长,扩散层深度几乎成直线增加。

氮化时间对渗层断面硬度的影响如图3所示。在570°C \times 1h氮化条件下渗层最表面没有硬度下降的现象,但硬度最高值较低。氮化2h以后,渗层最表面都会产生硬度下降的现象。氮化时间越长,表面硬度下降越严重,而硬度峰值越高,硬度峰值的位置越向试样内部转移。这是由于氮化时间的延长,一方面为氮原子的充分扩散提供了条件,所以渗层越深,但氮化物会随着渗氮时间的延长聚集长大,从而使渗层的硬度下降;另一方面是由于化合物层外疏松层逐渐加厚。由图3可见,氮化时间超过4h以后表面硬度已明显下降。(下转第66页)

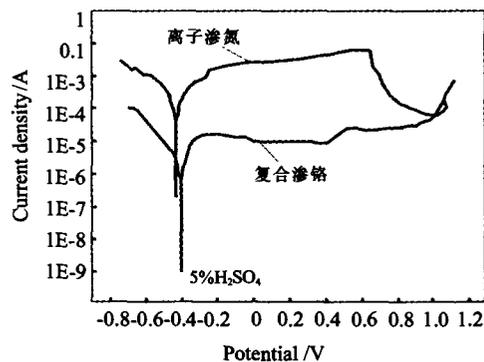


图5 H13钢阳极极化曲线
Fig.5 The anode polarization curves of H13 steel

(1) 低温复合渗铬最初阶段渗层由三部分组成:最外层的CrN、中间的扩散层和内部剩余的氮化物层,剩余的氮化物层随着渗铬时间的延长而消失。

(2) 复合渗铬层主要是由CrN、Cr₂N组成,而且复合渗铬层表面的硬度可达1450~1550HV。

(3) 氮化物层消失后再延长渗铬时间对渗铬化合物层厚度增加不明显,但是扩散层的厚度会随着渗铬时间的延长而增加。

(4) 低温复合渗铬可以得到比离子渗氮更好的耐腐蚀性能。

参考文献:

- [1] 李松梅,曹辉亮. W18Cr4V低温盐浴硅铬共渗工艺及渗层性能研究[J]. 热加工工艺,2006,35(6):47-49.
- [2] 伍翠兰,邹敢锋,袁叔贵,等. Cr12MoV钢低温盐浴渗铬复合处理[J]. 热加工工艺,2002,(3):26-28.
- [3] 黄元盛,邹敢锋,袁叔贵. 45钢低温盐浴渗铬工艺的研究[J]. 热加工工艺,1999,(6):41-42.
- [4] 伍翠兰,邹敢锋,袁叔贵. 45钢低温盐浴渗铬工艺及渗层性能研究[J]. 金属热处理,2002,27(2):7-9.
- [5] Wu Cuilan, Luo Chengping, Zou Ganfeng. Microstructure and properties of low temperature composite chromized layer on H13 tool steel[J]. J.Mater.Sci.Technol.,2005,21(2):251-255.
- [6] 伍翠兰,罗承萍,邹敢锋. 20钢复合渗铬中的相变[J]. 金属学报,2004,40(10):1074-1078.
- [7] Arai T, Nakanishi K, Takeda H, et al. Method of forming a nitride or carbonitride layer [P]. Euro pean Patent: 0471276, 1992-02-19.
- [8] Peter C, King Ray, Reynoldson W, et al. Cr (N,C) diffusion coating formation on pre-nitrocarburised H13 tool steel [J]. Surface & Coatings Technology, 2004,(179):18-26. [H]

(上接第62页)

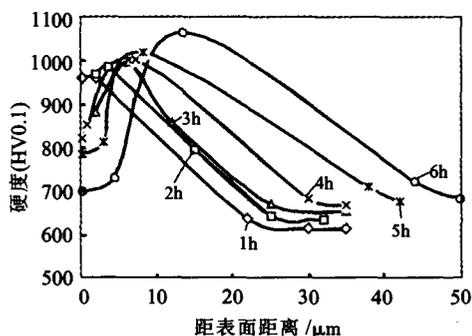


图3 氮化时间对渗层断面硬度的影响
Fig.3 Influences of nitriding time on hardness of nitriding-layer cross section

2.2 抗腐蚀性结果及分析

用10%CuSO₄水溶液浸泡工件,以试样表面上开始有红色的铜析出的时间为抗蚀时间。实验结果表明,在QPQ盐浴复合处理后,试样的抗蚀性大大提高。这主要是由于氮、氧的渗入在金属表面形成了Fe₂₋₃N化合物层以及高致密的Fe₃O₄氧

化膜,使金属获得较高的抗蚀效果。

3 结论

(1) H13热作模具钢经QPQ盐浴复合处理后,可获得良好的表面氮化层组织和较高的表面硬度。渗层厚度随着氮化时间的延长而增加,3h以前增加比较迅速;超过3h,增加缓慢。

(2) 相同温度下,氮化时间越长,峰值硬度越高。渗层最表面硬度会随着氮化时间的延长而降低。所以氮化时间一般不宜超过4h,并且以3~4h效果最好。

(3) QPQ盐浴复合处理后,试样的抗腐蚀性能大大提高。

参考文献:

- [1] 李惠友. QPQ盐浴复合处理技术[M]. 北京:机械工业出版社,1997. 43-82;94-119.
- [2] 潘邻. 化学热处理应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004. 126-127. [H]