

20 钢表面多元共渗硬度的研究

杨英歌, 周海, 陈飞, 万汉城, 奚明

(北京石油化工学院材料科学与工程系, 北京 102617)

[摘要] 采用低温气体多元共渗技术在 20 钢表面同时渗入 C、N、O 三种元素, 在材料表面形成了厚且致密均匀的渗层。利用 X 射线衍射和扫描电子显微技术测定了渗层相的组成以及渗层的表面形貌, 结果表明: 渗层以氧化物、氮化物和碳化物为主, 且氮化物居多, 渗层厚度约 50 μm 。显微硬度测量结果表明, 相对于原始材料硬度提高了 4 倍, 这在工业生产中有广阔的应用前景。

[关键词] 20 钢; 多元共渗; 显微硬度

[中图分类号] TG156.8; TG174.445

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2007)04-0020-02

Study on Hardness of Multicomponent Permeated 20 Steel

YANG Ying-ge, ZHOU Hai, CHEN Fe, WAN Han-cheng, XI Ming

(Beijing Institute of Petro-chemical Technology, Beijing 102617, China)

[Abstract] Performance of 20 steel was studied by low temperature gas multicomponent permeation technique. Carbon, nitrogen, oxygen were infiltrated into the material. The phase construction and micro-structure of alloying layer were investigated by XRD and SEM technique. The experimental results show that penetrated layer contains oxide, nitride and carbide. And the nitride is primary. The thickness of penetrating layer is about 50 μm . Compared with original material, the penetrated layer has much higher surface hardness. These properties have important significance and foreground in industry.

[Key words] 20 steel; Multicomponent permeation; Microhardness

0 引言

冶金、化工、机械、石油等行业的设备或装置中, 有不少零件要求具有强度高、耐磨、耐蚀等性能, 生产中常采用耐热钢和不锈钢制造。但用此类钢制造的零件价格相当高, 给生产和维修都增加了成本^[1]。为此, 我们对 20 钢进行了低温气体多元共渗的试验研究, 以期寻找一种能替代或部分替代这类钢材的途径和方法, 降低生产成本。

低温气体多元共渗是在碳氮共渗工艺的基础上发展起来的表面硬化新工艺, 该工艺是在化学热处理的低温区和不影响基体材料本身性能的条件将多种元素同时渗入基体材料, 对于任何钢材都具有一定的适用性。它在普通材料(如结构钢^[2]、模具钢^[3]、高速钢等^[4])表面形成具有特殊物理、化学性质的含多种元素的表面合金层^[5], 从而延长零部件的使用寿命。此外, 它处理温度低、时间短, 对环境污染小^[6]。因此, 该工艺具有广泛的应用前景。

1 试验原理与方法

本试验设备采用西南交通大学研制的低温气体多元共渗

炉。基本原理是利用扩散吸附效应, 首先是 C、N、O 等元素可以在 Fe 中形成化合物或间隙固溶体, 这是低碳钢表面多元共渗的基本条件。其次从表面吸附、热扩散等方面来理解, 在一定催化剂和加热温度作用下, 工作气体和添加剂在催化剂的作用下分解成 C、N、O 等活性原子, 这些活性原子吸附在碳钢表面, 当吸附达到一定浓度后在高温下这些粒子便向碳钢基体扩散, 随着保温时间和温度的增加, 扩散层的厚度也在增加, 调节工艺参数可以形成不同的渗层, 使试样表面获得具有特殊物理、化学和力学性能的表面层^[7]。

本文试验用料选用 20 钢, 经机加工成一定尺寸, 在 590℃ 下共渗 2.5h, 然后用油冷, 共渗气氛为氨气、氮气和添加剂。然后使用 HMV-1T 型数字式智能显微硬度计测量试样截面的显微硬度, 用扫描电子显微镜观察其组织形貌, 用 Rijaku D_{max}-RB 12kW 射线衍射仪分析渗层成分。

2 试验结果与分析

2.1 渗层的相组成

对多元共渗处理后的试样, 用 Rijaku D_{max}-RB 12kW 型射线衍射仪进行 X 射线衍射测定, 其工作电压为 40kV, 工作电流为 150mA, 结果见图 1。表明多元共渗处理后的渗层由 Fe₂N、Fe₃N、Fe₂O₃ 和 Fe₃C 相等组成。由于组成氮化物渗层的 Fe₃N、Fe₂N 等都具有致密的分子结构和稳定的化学性质, 几乎都不与弱酸发生化学反应。因此, 这些氮化物的存在, 阻隔了腐蚀介质

[收稿日期] 2007-02-28

[作者简介] 杨英歌(1976-), 女, 吉林通化人, 工程师, 硕士, 主要从事纳米材料制备和性能以及材料表面改性的科研和教学工作。

与材料的直接接触,从而对材料起到了保护膜的作用,材料的耐腐蚀性有了相应的提高^[7]

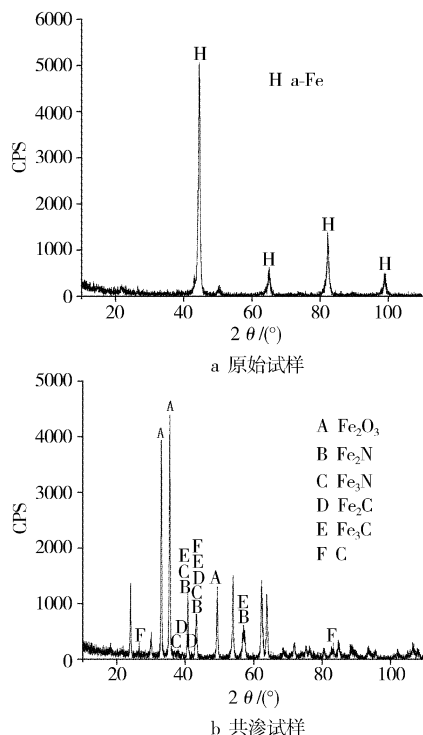


图 1 试样的 XRD 谱

Figure 1 XRD spectra of sample

2.2 渗层的表面形貌

对原始试样和多元共渗试样分别在扫描电镜上进行了表面形貌观察,见图 2。从剖面图可以清晰地看到,在 20 钢表面多元共渗后形成的渗层基本由 3 层组成,这主要是由于氧化和渗入碳、氮等元素的反应速度不同造成的。其中,最外层的白亮层较为疏松,厚度约为 10μm,主要是在炉内首先反应生成的氧化物层。次外层为氮化物、碳化物的化合物层,厚度约 50μm。已存在的氧化物疏松层对后续渗入碳、氮等元素起促进作用,碳、氮等活性元素通过多孔的氧化层向深层扩散,形成氮化物、碳化物等化合物和固溶体,对基体材料起到强化作用。最内层是扩散层,厚度约 160μm。

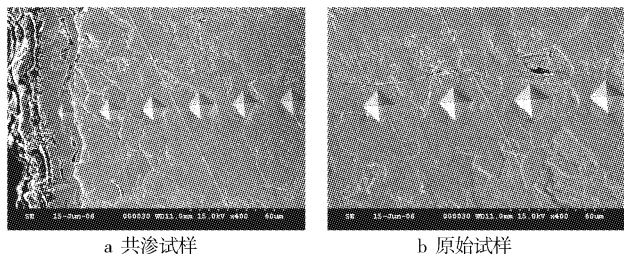


图 2 不同试样的 SEM 图

Figure 2 SEM morphology of different sample

由图 2 还可见,多元共渗试样上的显微硬度压痕明显小于原始试样的压痕,在化合物层上,显微硬度压痕最小,硬度为最高,化合物层对材料的抗磨损、耐腐蚀及提高硬度方面具有重要作用,而扩散层对材料的耐疲劳性能做出贡献。

2.3 渗层显微硬度分析

用 HMV-1T 维氏显微硬度计测量其显微硬度,载荷为 50g,加载时间为 10s。从试样表面开始沿垂直方向每隔 15μm 对试样进行一次检测,经多元共渗工艺处理后的 20 钢渗层各部分显微硬度分布如图 3 所示。可见在化合物层显微硬度最大,达到 724HV,是基体显微硬度 170HV 的 4.2 倍。而且,由于过渡层的存在,硬度分布曲线比较平滑,渗层与基体之间有良好的硬度分布,从而有利于改善其耐磨性和耐蚀性。

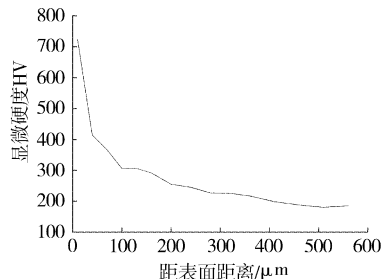


图 3 试样截面的显微硬度分布

Figure 3 Microhardness distribution of cross section of sample

3 结 论

1) 20 钢多元共渗后的组织含有氧化物、氮化物和碳化物,渗层由白亮层、化合物层和扩散层组成。

2) 利用多元共渗技术对 20 钢表面进行碳、氮、氧多元共渗,渗层总厚度约 220μm,渗速快,渗层较好,表面起到了强化作用。

[参 考 文 献]

- [1] 郝少祥,谭萍. 20 钢固体渗铝的试验研究[J]. 河南科学, 2004, 22(6): 783-785
- [2] 杨川,高国庆,吴大庆. 碳素结构钢多元共渗后的微观组织结构与抗蚀性的关系[J]. 材料保护, 2004, 37(11): 42-43
- [3] 揭晓华,董小虹,黄拿灿,等. H13 钢碳、氮、氧、硫、硼五元共渗层的性能研究[J]. 金属热处理, 2002, 27(7): 21-23
- [4] 周细应,万润根. 高速钢稀土多元共渗研究[J]. 航空工艺, 1996, 2: 11-12
- [5] 王铁,周上祺,周若安,等. 空气-乙炔碳氮氧离子多元共渗工艺研究[J]. 热加工工艺(热处理版), 2006, 35(8): 62-64
- [6] 周海,陈飞,姚斌,等. 40Cr 表面低温气体多元共渗性能的研究[J]. 表面技术, 2005, 34(4): 38-39
- [7] 戚正风. 金属热处理原理[M]. 北京:机械工业出版社, 1987. 78-96

《表面技术》杂志

欢迎赐稿

欢迎刊登广告

电话/传真: 023 - 68792193 68793154