

Mn 和 CE 对蠕墨铸铁组织及其摩擦磨损性能的影响

上官宝¹, 张永振¹, 陈胜利², 铁喜顺¹, 秦国营³, 王清坡⁴

(1. 河南科技大学 材料科学与工程系, 河南 洛阳 471039; 2. 四方车辆研究所, 山东 青岛 266031;

3. 洛阳客车公司, 河南 洛阳, 471000; 4. 洛阳车辆段, 河南 洛阳, 471000)

摘 要: 采用自制的摩擦磨损实验机, 对不同碳当量及不同 Mn 含量的蠕墨铸铁的摩擦磨损性能进行了研究。结果表明: 含 Mn 量 0.9%~1.5%、基体以珠光体为主的蠕墨铸铁具有较高的摩擦系数和较小的磨损率, 碳当量以不高于 4.2% 为宜。

关键词: 蠕墨铸铁; 摩擦磨损性能; 制动盘

中图分类号: TG143.49; TG115.5⁺8

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2004)08-0011-02

Effect of Mn and CE on the Microstructure and Tribological Characteristics of Compacted Graphite Cast Iron

SHANGGUAN Bao¹, ZHANG Yong-zhen¹, CHEN Sheng-li², TIE Xi-shun¹, QIN Guo-ying³, WANG Qing-puo⁴

(1. Dep. of Mater. Eng., Henan University of Science and Technology, Luoyang 471039, China;

2. Sifang Rolling Stock Research Institute, Qingdao 266031, China;

3. Company of Passenger Trains of Luoyang, Luoyang 471000, China;

4. Faculty of Vehicle of Luoyang, Luoyang 471000, China)

Abstract: The tribological characteristics of compacted graphite cast iron with different CE and Mn content were investigated by self-made block-disk tester. The results indicate that the C. G. iron containing 0.9%~1.5%Mn, less than 4.2% CE, and with pearlite-base has high friction coefficient and low wear rate.

Key words: compacted graphite cast iron; tribological properties; brake disk

随着列车速度的提高, 作为高速列车主要的制动方式之一, 盘型制动器得到了广泛的应用^[1,2]。目前盘形制动器主要的损伤形式是表面裂纹^[3], 因而要求制动盘材料有良好的耐热疲劳性能。蠕墨铸铁具有优良的力学性能、良好的导热性和较高的摩擦系数^[4,5], 是车辆制动器的理想选材。蠕墨铸铁制动盘已在国外成功地投入实际运营^[6], 但其在国内的应用则刚起步。与国外发达国家相比, 我国在制动盘材料开发研制方面

仍有一定差距^[7], 有关蠕墨铸铁摩擦干摩擦磨损方面的基础研究报道的也较少。本文通过自制的干滑动摩擦磨损试验机, 对不同碳当量(CE)及不同 Mn 含量的蠕墨铸铁的摩擦磨损性能进行研究, 以期对制动盘的合理选材提供依据。

1 试验条件

采用 50 kg 电炉熔炼铁水, 稀土镁钛合金为蠕化剂, 75 硅铁为孕育剂, 冲入法处理铁水。试验时, 固定碳当量而改变含锰量; 固定锰含量而改变碳当量, 以观察成分对蠕墨铸铁摩擦磨损性能的影响。

试验采用自制销盘式摩擦磨损试验机, 结构如图 1 所示。试验用的盘试样采用蠕墨铸铁, 尺寸为 $\phi 140 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; 销试样采用新乡生产的半金属商用车刹车片, 其组成主要是树脂粘结剂、金属纤维和填料等。试验中试验机速度分别为: 1.34、2.16、3.16、5.44 m/s, 载荷为 0.69、0.89、1.02、1.25 MPa, 每个速度下均配 4 种不同载荷进行实验。使用感量为 1/1 000

布较均匀; 接头回火区硬度有所降低, 但降低幅度不大, 说明新型贝氏体耐磨钢板具有较高的回火抗力。

3 结论

(1) 手工焊焊后不同的热处理对新型贝氏体耐磨钢板焊接接头的力学性能影响较小, 焊后回火或正火回火处理可以改善焊接接头热影响区的冲击韧度。

(2) 手工焊焊后不热处理焊缝组织为铁素体和少量珠光体, 热影响区组织为新型贝氏体组织, 熔合线结合良好, 正火回火后接头组织细化。

(3) 新型贝氏体耐磨钢板手工焊后不热处理的焊缝断裂特征为韧窝, 热影响区的断裂特征为准解理, 热处理后热影响区断裂特征为韧窝和准解理。

收稿日期: 2004-03-23

基金项目: 河南科技大学科研基金资助项目(20020003)

作者简介: 上官宝(1963-), 男, 河南南阳人, 高工, 硕士。

g 的电子天平分别称量销、盘试样磨前和磨后的质量,其质量差即为试样的磨损量。取不同速度、不同载荷下得到的摩擦系数、磨损率的平均值作为该成分的摩擦系数、磨损率。通过检测盘试样与销试样的磨损率及摩擦副的摩擦系数,评估所测材料的摩擦磨损性能。

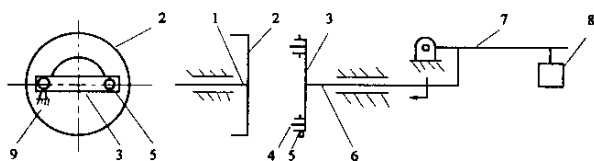


图1 摩擦磨损试验机结构

1-动力头;2-磨盘;3-试样架;4-试样;5-试样夹头;
6-传力杆;7-加载装置;8-载荷;9-压力感应器

2 试验结果及分析

2.1 锰含量对蠕墨铸铁摩擦磨损性能的影响

图2是 $CE=4.12\%$ 时,不同锰含量与蠕墨铸铁摩擦磨损性能的关系曲线。可看出,随锰含量的提高,无论是蠕墨铸铁还是半金属材料,磨损率都显著降低,而

摩擦系数呈现出先降后升的变化趋势,锰含量为 $0.1\% \sim 0.3\%$ 或 $0.9\% \sim 1.5\%$ 时,蠕铁可获得较高的摩擦系数。结果表明,高的锰含量不但有利于提高蠕墨铸铁自身的耐磨性,而且有利于提高配副材料的耐磨性。

蠕墨铸铁的锰含量对基体组织有较大的影响,见图3。当锰含量由 0.15% 提高到 0.8% 和 1.46% 时,基体中珠光体含量由 10% 增加到 50% 和 90% ,铁素体含量减少。

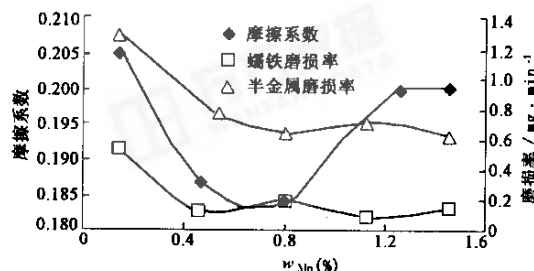


图2 不同锰含量蠕墨铸铁($CE=4.12\%$)的摩擦磨损性能

对组织和磨损性能的综合分析可知,蠕墨铸铁制动盘材料的基体组织应以珠光体为主。



图3 不同锰含量的蠕墨铸铁($CE=4.12\%$)组织(a- $0.15\%Mn$;b- $0.8\%Mn$;c- $1.46\%Mn$) $\times 100$

2.2 碳当量对蠕墨铸铁摩擦磨损性能的影响

图4为 $w_{Mn}=1.46\%$ 时,不同碳当量与蠕墨铸铁摩擦磨损性能的关系曲线。可以看出,随碳当量的提高,摩擦系数呈降低趋势;对于磨损率,当碳当量小于 4.2% 时,碳当量变化对磨损率影响不大。而当碳当量超过 4.2% 后,无论是蠕墨铸铁,还是半金属材料,磨损率均增大,尤其是半金属材料增幅较大。因此,作为制动盘材料,对于蠕墨铸铁的碳当量应有所限制,以不高于 4.2% 比较适宜。

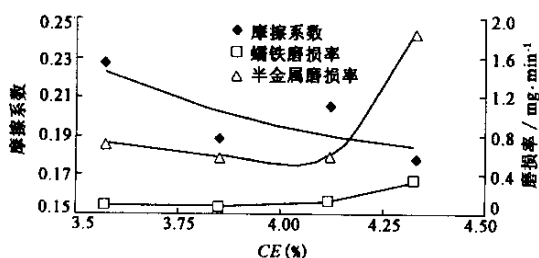


图4 不同碳当量蠕墨铸铁($w_{Mn}=1.46\%$)的摩擦磨损性能
万方数据

3 结论

含 $0.9\% \sim 1.5\%Mn$ 、 $CE < 4.2\%$ 的蠕墨铸铁(其基体组织以珠光体为主)具有较高的摩擦系数和较低的磨损率,适合作为车辆制动器的选材。

参考文献:

- [1] 黄志辉. 我国首台高速动力车制动盘及制动闸瓦材料的选择[J]. 机械, 1998, (5): 2-5.
- [2] 钱坤才. 高速列车特种铸铁制动盘可行性的研究[J]. 机车车辆工艺, 1999, (2): 3-5.
- [3] 郑剑云, 郭晓晖. 提速客车制动盘热应力有限元分析[J]. 机车车辆工艺, 2002, (3): 4-6.
- [4] 张永振, 何金兆. 蠕墨铸铁在铁道车辆制动系统中的应用研究[J]. 铸造技术, 2002, (1): 45-47.
- [5] Tsujimuta T, Yauda H. Friction materials for rolling stock brakes [J]. Journal of Japanese Society of Tribologists, 1996, 41: 299-304.
- [6] 黄志辉, 吕换小. 高速动力车制动盘、制动闸片结构设计及材料选择[J]. 内燃机车, 1997, (8): 15-19.
- [7] 齐海波, 樊运昌. 高速列车制动盘材料的研究现状与发展趋势[J]. 石家庄铁道学院学报, 2001, (1): 52-57.

Mn和CE对蠕墨铸铁组织及其摩擦磨损性能的影响

作者: 上官宝, 张永振, 陈胜利, 铁喜顺, 秦国营, 王清坡
作者单位: 上官宝, 张永振, 铁喜顺(河南科技大学, 材料科学与工程系, 河南, 洛阳, 471039), 陈胜利(四方车辆研究所, 山东, 青岛, 266031), 秦国营(洛阳客车公司, 河南, 洛阳, 471000), 王清坡(洛阳车辆段, 河南, 洛阳, 471000)
刊名: 热加工工艺 ISTIC PKU
英文刊名: HOT WORKING TECHNOLOGY
年, 卷(期): 2004, (8)
被引用次数: 1次

参考文献(7条)

1. 黄志辉 我国首台高速动车制动盘及制动闸瓦材料的选择[期刊论文]-机械 1998 (05)
2. 钱坤才 高速列车特种铸铁制动盘可行性的研究 1999 (02)
3. 郑剑云, 郭晓晖 提速客车制动盘热应力有限元分析[期刊论文]-机车车辆工艺 2002 (03)
4. 张永振, 何金兆 蠕墨铸铁在铁道车辆制动系统中的应用研究[期刊论文]-铸造技术 2002 (01)
5. Tsujimuta T, Yauda H Friction materials for rolling stock brakes 1996
6. 黄志辉, 吕焕小 高速动车制动盘、制动闸片结构设计及材料选择 1997 (08)
7. 齐海波, 樊运昌 高速列车制动盘材料的研究现状与发展趋势[期刊论文]-石家庄铁道学院学报 2001 (01)

相似文献(10条)

1. 会议论文 孙娜, 周宏, 李孝艳, 单宏宇, 任露泉 摩擦因素对激光仿生耦合蠕墨铸铁摩擦磨损性能的影响 2007
本文运用仿生耦合理论, 采用激光雕刻技术在蠕墨铸铁表面加工出条状仿生耦合单元体, 研究了不同载荷和不同摩擦副时, 激光仿生耦合试样的摩擦磨损性能。结果表明: 激光仿生耦合试样相比未处理试样, 具有优良的耐磨性及较高的摩擦系数。
2. 期刊论文 张永振, 朱均, 刘维民, 陈跃, 倪锋, 铁喜顺, ZHANG Yong-zhen, ZHU Jun, LIU Wei-min, CHEN Yue, Ni Feng, TIE Xi-shun 不同滑动干摩擦条件下钢/铁摩擦副的摩擦磨损性能与表面形貌特征研究 -摩擦学学报2001, 21 (1)
考察了不同滑动速度与接触压力条件下蠕墨铸铁的摩擦学性能及其三维表面形貌特征。结果表明: 在与40Cr钢副时, 蠕墨铸铁的摩擦磨损性能与滑动速度和接触压力之积(pv值)呈现出良好的相关性; 不同摩擦条件下, 的三维磨损表面形貌具有不同的特点, 且主要表面形貌参数与pv值之间呈现出较好的相关性。
3. 学位论文 郑作勇 钢铁摩擦副干滑动摩擦表面三维形貌的分形特征研究 2000
该文主要从分形学的角度, 研究制动器摩擦副的表面形貌特征, 继而研究它与相应摩擦磨损性能之间的关系, 试图能对合理选材配副提供理论上的指导。该文中, 概述了分形学的理论基础及计算摩擦表面二维和三维分形维数的数学方法, 给出了计算分维的具体过程, 并针对在试验时获得的钢铁摩擦副中含蠕墨铸铁一方的原始表面形貌数据, 在计算机上进行了编程计算。
4. 会议论文 张永振 蠕墨铸铁在车辆制动系统的应用 2001
由于蠕墨铸铁具有非常优良的热疲劳性能, 可提高设备系统的使用性能。本文着重介绍蠕墨铸铁在车辆制动的基础研究与产品开发工作。
5. 期刊论文 张永振, 邱明, 上官宝, 铁喜顺, 马东辉, ZHANG Yong-zhen, Qiu Ming, SHANG Guan-bao, TIE Xi-shun, MA Dong-hui 高速干摩擦条件下铝基复合材料的摩擦磨损行为研究 -摩擦学学报2005, 25 (4)
在MMS-1G型高速干滑动摩擦磨损试验机上, 采用铝基复合材料和蠕墨铸铁作为销试样, 研究了速度和接触压力对摩擦副摩擦磨损特性的影响。结果表明: 摩擦副的摩擦磨损特性受控于所产生的摩擦热、材料的导热能力以及材料保持一定塑性变形抗力的温度条件三者之间的耦合作用; 随着速度与接触压力的增加, 摩擦副的摩擦系数显著降低; 不同材料表现出不同的磨损行为; 接触压力愈高, 材料的摩擦磨损性能差异愈小; 在本文试验条件下, 当摩擦速度较低(<100 m/s)时, 蠕墨铸铁表现出良好的摩擦磨损特性, 而速度较高(>100 m/s)时, 铝基复合材料表现出较优良的摩擦磨损性能。
6. 期刊论文 张永振, 郑作勇, 朱均, 沈百令, ZHANG Yong-Zhen, ZHENG Zuo-Yong, ZHU Jun, SHEN Bai-Ling 配副体积比对干滑动摩擦学特性与表面形貌的影响 -洛阳工学院学报2000, 21 (3)
由于摩擦热介入摩擦过程, 金属干摩擦副双方的相对体积比影响材料的干摩擦磨损性能。试验结果表明: 在铸铁/40Cr钢干滑动摩擦副中, 随着盘/销体积的增大, 配副的摩擦因数降低, 磨损率增大; 不同配副体积比条件下的摩擦表面具有不同的形貌特征, 高的盘/销体积比具有犁沟型表面形貌, 这种形貌不利于摩擦热从摩擦表面的有效导出, 从而使摩擦表面具有更高的温度; 在实际运行条件下, 对火车闸瓦的磨损速率检测也证明: 配副体积比对闸瓦磨损速率的影响与销盘试验所得研究结果具有相同的规律。
7. 期刊论文 陈跃, 沈百令, 张永振, 邢建东, Chen Yue, Shen Bailing, Zhang Yongzhen, Xing Jiandong 铸铁刹车盘/毂材料摩擦磨损特性研究 -西安交通大学学报2000, 34 (5)
在自制的干摩擦磨损试验机上, 研究了3种不同石墨形态铸铁与半金属摩擦材料配副的摩擦磨损性能。结果表明: 蠕墨铸铁的摩擦系数高于球铁, 在高速、高接触压力条件下, 与灰铁相当; 其磨损率接近球铁, 约为灰铁磨损率的二分之一。同时, 铸铁对配副方一半金属摩擦材料造成的磨损, 与灰铁相当, 约为球铁的55%, 故蠕铁与半金属材料配副的综合耐磨性能最好。从摩擦系数的稳定性和摩擦系数达到最大值所需的时间上来看, 蠕铁的性能亦优于球铁和灰铁。因此, 蠕墨铸铁取代灰铸铁作为汽车刹车盘/毂材料具有广阔的应用前景。
8. 学位论文 马东辉 铝基复合材料的高速摩擦学特性研究 2004
该文以高速列车制动盘材料的应用为背景, 以SiC颗粒增强的铝基复合材料与GCr15钢配副为对象, 采用销盘式高速摩擦磨损模拟试验, 研究了摩擦磨损条

件对摩擦学特性的影响规律;探讨了高速干滑动摩擦磨损条件及材料因素对摩擦系数、磨损率及表层温度的影响规律.应用JSM5600LV型扫描电子显微镜和EDAX型能谱分析仪,分析了销试样高速磨损形貌及摩擦表面成分.最后,初步探讨了高速条件下材料摩擦磨损机理.试验结果表明,当滑动速度在较大的范围内变化时,摩擦系数随滑动速度增大而减小,磨损率呈增加趋势;随着接触压力的增大,磨损率增加,摩擦系数减小.与低速下相比,高速干滑动的摩擦系数降低.材料的导热性能越好,其高速摩擦磨损性能也就越好,因此,材料物理性能也是影响高速摩擦学特性的主要因素之一.该文所涉及的材料中,铝基复合材料和蠕墨铸铁表现出基本类似的速度、载荷特性,但相比较而言,复合材料的摩擦磨损性能优于蠕墨铸铁.而且,滑动速度、接触压力越大这种优势越明显.因此,铝基复合材料具有良好的高速摩擦磨损性能.对不同滑动速度的摩擦磨损机制的研究表明:在较低滑动速度下复合材料的主要磨损机制是磨粒磨损,随滑动速度的增加逐渐向剥落磨损转变,同时粘着、氧化磨损在整个摩擦过程中都存在,在摩擦表面形成了光滑的薄膜,使摩擦系数稳定,提高耐磨性.接触压力的增加仅加重了在某一滑动速度的磨损,并没有改变磨损机理.

9. 会议论文 陈跃, 陈跃, 沈百令, 张永振, 邢建东 铸铁与半金属摩擦材料配副的干摩擦磨损特性研究 2000

在自制的干摩擦磨损试验机上,研究了三种不同石墨形态铸铁与半金属摩擦材料配副的摩擦磨损性能.结果表明:蠕墨铸铁的摩擦系数高于球铁,在高速、高接触压力条件下,与灰铁相当;其磨损率接近球铁;约为灰铁磨损率的二分之一.同时,蠕铁对配副方-半金属摩擦材料造成的磨损与灰铁相当,约为球铁的55%.故蠕铁与半金属材料配副的综合耐磨性能最好.从摩擦系数的稳定性和摩擦系数达到最大值所需的时间上来看,蠕铁的性能亦优于球铁和灰铁.因此,蠕墨铸铁取代灰铸铁作为汽车刹车盘/毂材料具有广阔的应用前景.

10. 期刊论文 寇宏超, 张永振, 沈百令, 郝启堂, 李金山, KOU Hong-chao, ZHANG Yong-zhen, SHEN Bai-ling, HAO Qi-tang, LI Jin-shan 配副体积比对铸铁干摩擦学特性的影响 -钢铁研究学报2000, 12(3)

金属干摩擦副双方的相对体积比影响摩擦热在干摩擦学系统中的分配,从而影响材料的干摩擦磨损性能.在铸铁/40Cr钢摩擦副和铸铁闸瓦的实际装车运行试验中,均发现随着铸铁材料的磨损,其干摩擦磨损性能有不同程度的降低,蠕墨铸铁比灰铸铁具有更好的干摩擦学稳定性.

引证文献(1条)

1. 邱汉泉, 陈正德 中国蠕墨铸铁40年[期刊论文]-中国铸造装备与技术 2006(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_rjggy200408005.aspx

授权使用: 洛阳工学院 (河南科技大学) (wflskd), 授权号: 2235f9b2-d25e-4dd3-8197-9ea400956dfa

下载时间: 2011年3月12日