

[补充信息]

预腐蚀对 ER8 车轮钢磨损行为的影响

曾伟¹, 王少杰^{1,3}, 韩靖^{1,✉}, 张雪梅², 戴光泽¹, 赵君文¹

1 西南交通大学, 材料科学与工程学院, 成都 610031

2 中车长春轨道客车股份有限公司, 长春 130062

3 西南应用磁学研究所, 绵阳 621000

[Supplementary Information]

Effect of Pre-corrosion on Wear Behavior of ER8 High-speed Wheel Steel

ZENG Wei¹, WANG Shaojie^{1,3}, HAN Jing^{1,✉}, ZHANG Xuemei², DAI Guangze¹, ZHAO Junwen¹

1 College of Materials Science and Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031

2 CRRC Changchun Railway Vehicles Co. Ltd., Changchun 130062

3 Southwest Institute of Applied Magnetism, Mianyang 621000

ER8 车轮轮辋材料化学成分表

表 S1 ER8 高速车轮轮辋化学成分 (质量分数%)

Table S1 Chemical compositions of ER8 high speed wheel rim (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Mo	Cu	Ti	Fe
0.528	0.346	0.733	0.004	0.001	0.021	0.148	0.004	bal.

腐蚀产物 XRD 分析方法介绍

用刀片将清洗干燥后的试样表面的腐蚀产物轻轻刮下, 均匀的填充在载物片上, 再用玻璃片压实, 利用 PANalytical X, Pert PRO 型 X 射线衍射分析仪对材料基体和腐蚀产物进行 X 射线衍射, 分析其物相组成。扫描角度 $10^{\circ} \sim 90^{\circ}$, 步长 0.033, 加速电压 40 KV, 加速电流 40 mA。物相分析利用 MDI Jade6.5 软件来完成。

盐雾腐蚀试验过程

在车轮踏面以下 2 mm 的轮辋区域取 $\phi 43 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 的摩擦盘试样, 如图 S1。用 400 号和 800 号的砂纸依次对试样表面进行打磨, 去除表面氧化物, 然后进行超声清洗并吹干称重。用 704 硅橡胶将试样进行密封, 留出中心 $27 \text{ mm} \times 27 \text{ mm}$ 的区域进行盐雾腐蚀实验, 盐雾腐蚀实验在 ZH-THS-90 型盐干湿复合式试验机上进行, 按照 GB-T 10125-1997 《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》实验要求: 试样摆放与垂直方向夹角为 30° , 试验温度为 $35 \pm 1^{\circ} \text{C}$, 沉降速率为 0.02 ml/h.cm^2 , 3.5% 的 NaCl 水溶液。腐蚀实验分四组进行, 分别在腐蚀 6 h、24 h、48 h 和 72 h 时取出试样用蒸馏水清洗晾干, 用盐酸溶液 ($\rho = 1.18 \text{ g/ml}$) 与 3.5 g/L 六次甲基四胺 1/1 配比的水溶液去除腐蚀产物, 再完全除去密封硅胶, 清洗后干燥称重。对腐蚀产物进行 XRD 分析, 同时用 VHX-1000 超景深显微镜记录下腐蚀产物截

面形貌和去腐蚀产物后表面形貌，以及通过 3d 形貌测量统计腐蚀坑深度，用以分析随腐蚀时间增加腐蚀的微观演变过程。

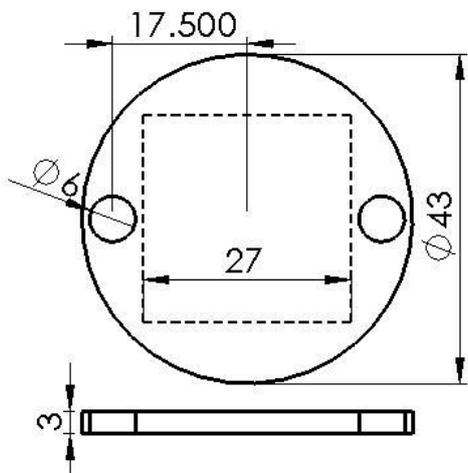


图 S1 腐蚀磨损试样尺寸 (单位/mm)

Fig .S1 Dimensions of the corrosion wear sample (units / mm)

摩擦磨损试验过程

试样在去除腐蚀产物和密封硅胶后，分别在 MMU-5G 屏显式材料端面高温摩擦磨损试验机上进行摩擦磨损实验，摩擦方式为销盘面接触旋转摩擦，图 S3 为摩擦磨损示意图。摩擦副为 U75V 钢轨材料加工而成的 $\Phi 4 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ 圆柱，载荷为 50 N，转速 300 r/min，实验过程中每隔 5 min 对试样进行超声清洗，干燥之后称重。为保证每组试样均磨到基体组织，总磨耗时间定为 65 min，磨耗实验结束后用 VHX-1000 超景深显微镜对磨痕形貌进行拍照记录分析。

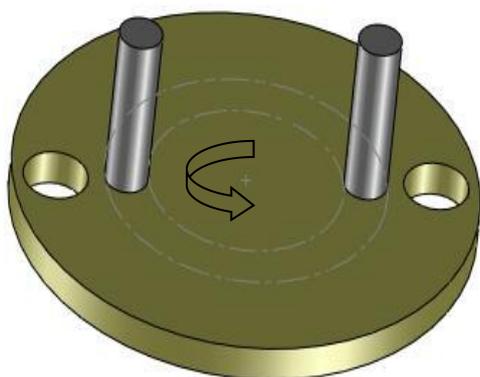


图 S2 摩擦磨损示意图

Fig .S2 Schematic diagram of friction and wear

腐蚀坑深度统计

用 1.18 g/ml 盐酸与 3.5 g/L 六次甲基四胺 1/1 配比的水溶液去除腐蚀产物，利用 VHX-1000 超景深显微镜记录下整个去腐蚀产物表面的 3d 形貌，用其自带的形貌测量软件进行腐蚀坑深度的测量和统计。图 S3 为 3d 形貌下腐蚀坑深度测量图。

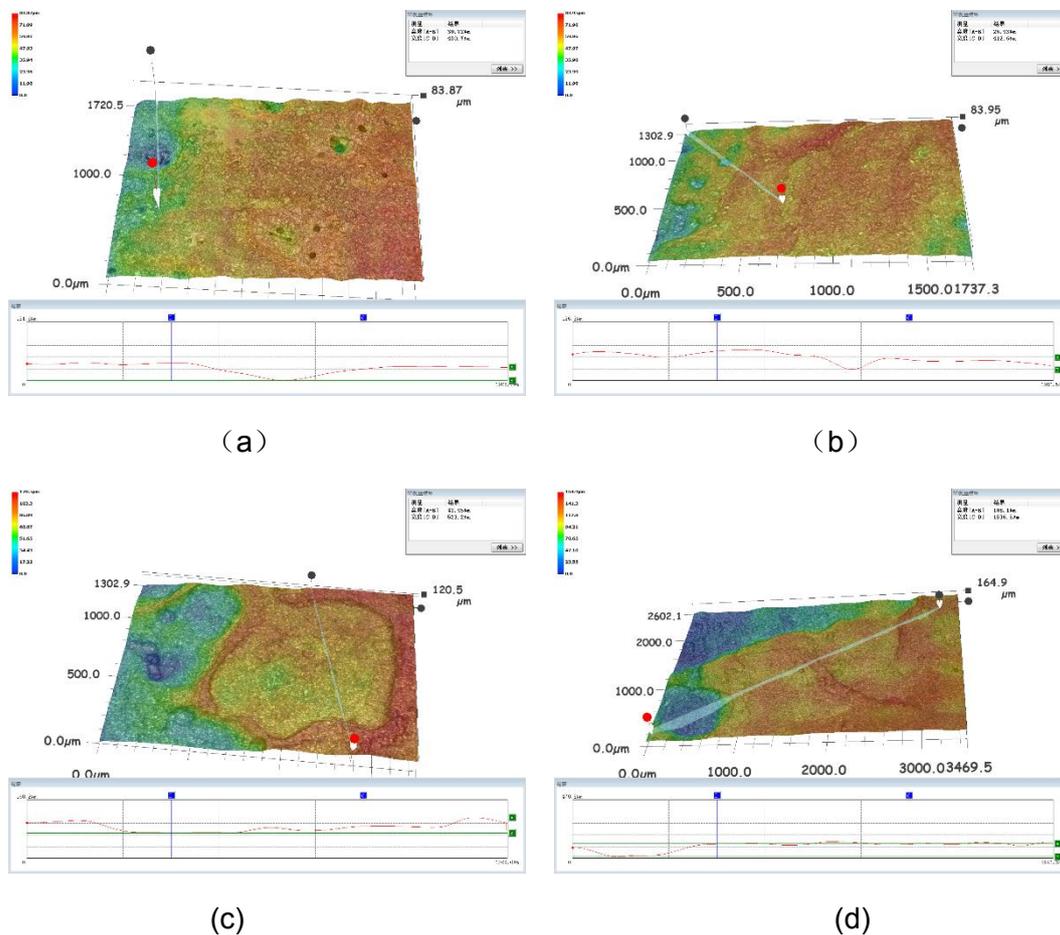


图 S3 不同腐蚀时间下的 3d 形貌腐蚀坑深度测量照片：(a) 6 h；(b) 24 h；(c)48 h；(d)72 h

Fig.S3 The OM image of a graphene film by the traditional PMMA-mediated transfer method: (a) 6 h; (b) 24 h; (c) 48 h; (d)72 h