

滑动摩擦磨损对铜合金表面的影响

张君, 徐春园

(兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要:对热型连续定向凝固工艺生产的铜合金, 进行干滑动摩擦磨损实验, 分析讨论载荷、滑动速度等因素对该材料组织性能及磨损表面的影响。实验结果表明, 载荷、滑动速度对铜合金的磨损有较大的影响。

关键词:铜合金; 滑动; 摩擦; 磨损; 组织

中图分类号: TG133

干滑动摩擦磨损是一种特殊的摩擦磨损形式, 在干滑动摩擦条件下, 摩擦副的摩擦表面由于摩擦热的介入, 处于非常高的温度^[1]。有研究表明^[2,3]: 在材料的干摩擦行为中, 摩擦系数的高低与滑动表面光滑区域的粘着、磨粒和硬质粗糙对偶面造成的犁削、粗糙表面的变形有关。载荷对复合材料的磨损特性有很大的影响, 载荷的增加使摩擦生热显著增加, 使基体有蠕变软化的趋势, 有利于微裂纹的扩展。同时, 载荷增大易于发生严重粘着磨损, 磨损量增加^[4]。滑动速度对干滑动摩擦磨损的影响也较大, 在低滑动速度下, 增强物对磨损率的影响不明显, 在高的滑动速度下, 磨损过程发生转变, 这与摩擦层的破裂有关^[5]。

本文采用我校自主研发的热型连铸定向凝固工艺生产的 Cu-0.1Ag 线材为实验材料。热型连铸^[6]技术是将传统的连续铸造中的冷型改为加热铸型, 它不仅有利于后续的冷加工, 减少甚至取消冷加工过程中的热处理工序^[7], 同时还可改善线材的电学性能, 提高其耐磨、耐腐蚀及抗疲劳性能^[8,9]。

1 实验部分

原料选用纯度大于 99.9% 的电解铜 (二号铜 GB446-64) 和银 (二号银 Yb117-70), 按 Ag0.08-0.12 配制, 在大气下熔炼。首先加入电解铜, 并用木炭作覆盖剂, 待电解铜完全熔化后再加入银, 整个熔炼过程在还原性气氛下进行, 以防合金的氧化、吸气。该实验在自制的滑动摩擦磨损试验机上进行, 该试验机为立式结构, 由主体、试样、显示器及可稳压、稳流、可跟踪直流数显稳定电源系统组成 (原理图见图 1)。Cu-0.1Ag 试样是直径为 3mm 的长线材, 摩擦副选用黄铜, 施加载荷为 0-40N, 相对滑动速度为 1-3m/s。各种摩擦实验均在无润滑条件

下进行。试样的磨损表面形貌分析采用扫描电镜。

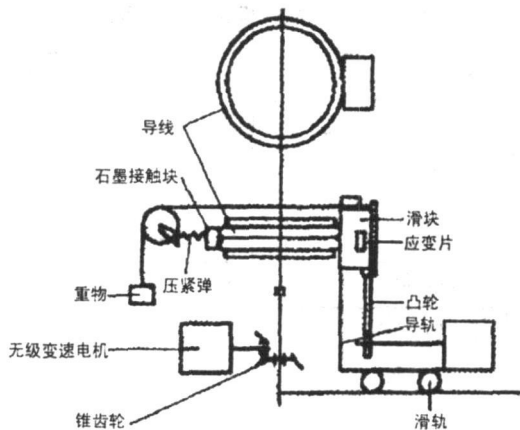


图 1 试验机结构原理图

2 结果与分析

2.1 载荷对磨损表面形貌及磨损行为分析

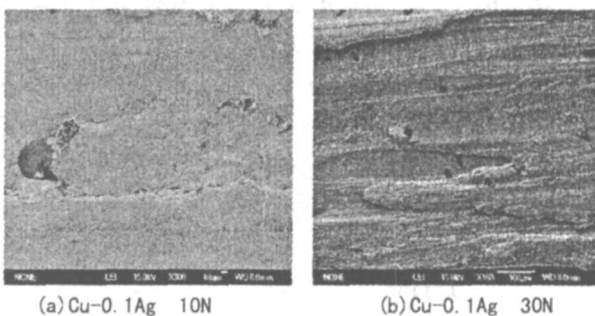


图 2 不同载荷条件下 Cu-0.1Ag 摩擦表面形貌的 SEM 照片

图 2 为不同载荷条件下 Cu-0.1Ag 合金摩擦表面形貌的 SEM 照片。从图 2 可见, Cu-0.1Ag 合金在载荷为 10N 的条件下, 磨损表面具有明显的槽沟, 在载荷为 30N 的条件下, 磨损表面有一些大片的剥落层, 并且伴有大片片状层。结果表明: 不同载荷作用下的摩擦磨损以粘着磨损和磨粒磨损为

主。在摩擦过程中载荷作用下基体次表层的塑性变形,使位错滑移和聚集,同时产生了许多空位和微裂纹,使表层组织变的疏松,结构发生软化,且软化层的形成将严重削弱合金的耐磨性^[4]。

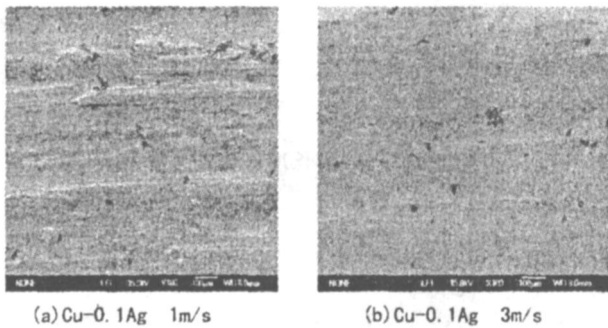


图3 为不同滑动速度条件下Cu-0.1Ag摩擦表面形貌的SEM照片

2.2 滑动速度对磨损表面形貌及磨损行为分析

图3为不同滑动速度条件下Cu-0.1Ag摩擦表面形貌的SEM照片。由图3可见,Cu-0.1Ag合金的耐磨性与滑动速度有关,在1m/s时金属的表面出现大片剥落层,比滑动速度为3m/s时的磨损率大,这可能是由于磨粒在材料表面的作用力可分为法向力和切向力这两个分力,在低速滑动范围内,随着速度的增大切向力减小,表面下变形、裂纹成核减小,出现粘滑现象所致。结果表明,不同滑动速度作用下的摩擦磨损以粘着磨损和磨粒磨损为主。

3 结论

载荷、滑动速度对Cu-0.1Ag合金的磨损有较

大的影响;随着载荷的增大,质量磨损率明显增加,且由于载荷的增大使磨损表面塑性变形增加,导致微裂纹的产生与扩展。在低速滑动范围内,磨粒在材料表面的切向力减小,表面下变形,出现粘滑现象。

参考文献:

- [1] 张永振. 铸铁的干滑动摩擦磨损[J]. 现代铸造, 2000, 2: 35-41.
- [2] 陈跃. 颗粒增强铝基复合材料干摩擦磨损研究进展[J]. 兵器材料科学与工程, 1999, 22(2): 61-66.
- [3] 李娜. 受电工滑板-接触导线摩擦磨损机理与特性分析[J]. 中国铁道科学 1996, 17(4): 63-68.
- [4] 谢贤清. 铸造法制备Tic/AZ43复合材料连续润滑摩擦行为研究[J]. 航空材料学报 2000, 20(4): 46-51.
- [5] Alpas. A. T. and Zhang. J. Effect of SiC particulate reinforcement on the dry sliding wear of aluminium-silicon alloys[J]. wear, 1992, 155(1): 83-104.
- [6] Ohno A. Continuous casting of single crystal ingots by the O C C process[J]. Journals of Metals, 1986, (38): 14216.
- [7] 范新会, 魏明仪, 李建国. 铝单晶线材连续铸造工艺及其性能[J]. 材料工艺, 1997, (9): 38240.
- [8] Stanislaw Ksiezarek. Wires from silver, silver alloys and copper alloys obtained by continuous casting [J]. Wire Journal International, 2001, (1): 82287.
- [9] Co rnelius A. Heat transfer fundamentals and their applications to wire manufacturing p recesses [J]. Wire Journal Interational, 2000, (6): 1142124.

(上接第83页) 速度可能产生共振。故过桥时应注意行车速度的选择。

(4)钢管混凝土提篮拱桥的竖向位移与速度大致成线性关系,但变化不大。

(5)在所讨论的工况中,脱轨系数、轮重减载率和Sperling指标Wz随列车的速度增大而增大,但该桥均良好满足要求,充分说明了钢管混凝土提篮拱桥具有很好的横竖向刚度,满足列车行走的安全性和舒适性。

参考文献:

- [1] 曾庆元, 郭向荣. 列车桥梁时变系统振动分析理论与应用. 北京: 中国铁道出版社, 1999.

- [2] 曾庆元. 弹性系统动力学总势能不变值原理[J]. 华中理工大学学报, 2000, 28(1): 1-3.
- [3] [德]J. M. Lipsius. 高速运行时UmAn型动轴转向架车轮动荷载的测量. 施治才译.
- [4] [苏]鲍达尔H. Г. 铁路桥梁与机车车辆的相互作用, 胡人礼译, 1987.
- [5] 单德山, 李乔, 铁路提篮拱桥车桥耦合振动分析, 西南交通大学学报, 2005(1).
- [6] TB/T 2360-93, 铁道机车动力学性能试验鉴定方法及评定标准[S]. 1993.
- [7] GB 5599-85, 铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范[S]. 1985.