



官网



公众号

主 管：中国科学技术协会  
主 办：中国机械工程学会  
广州机械科学研究院有限公司  
编辑出版：《润滑与密封》编辑部  
地 址：广州市黄埔区茅岗路 828 号 (510700)

主 编：贺石中  
执行副主编：严 飞  
编 辑：刘 娜 周秀娜  
版 面 设 计：斯淑珍  
美 术 编 辑：陈雁琼  
编辑部电话：(020) 32385313  
编辑部邮箱：rhyfm@gmeri.com  
网 址：www.rhyfm.com.cn

广告发行：徐瑾瑾  
广告发行：(020) 32385311  
微信公众号：RHYMF 1976

发行范围：国内外发行  
国内发行：广东省报刊发行局  
订 阅 处：全国各地邮局  
国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司  
(北京 399 信箱, 100048)

广告发布登记通知书：440100190022  
印 刷：广州一龙印刷有限公司  
国内邮发代号：46-57  
ISSN 0254-0150 国外发行代号：M 549  
CN 44-1260/TH 定价：20 元/期, 240 元/年

本刊现入编“中国科学引文数据库 (CSCD)”, “万方数据——数字化期刊群”, “中国核心期刊 (遴选) 数据库”, “中国期刊全文数据库 (CJFD)”, “中文科技期刊数据库”, “美国化学文摘 (CA)”, 美国 EBSCO 数据库, 作者如不同意将文章入编, 投稿时敬请说明。

铁路摩擦学专题

山地城市地铁平纵曲线交叠区段钢轨波磨打磨限值研究 ..... 崔晓璐 吕 东 包鹏羽 李 童 漆 伟 (1)  
地铁受电弓碳滑板冬季异常磨损特点微观研究 ..... 戎有鑫 黄 勉 赵 雷 张世强 吕 可 廖 贞 肖守讷 杨 冰 (7)  
SiO<sub>2</sub> 表面金属包覆处理对铜基粉末冶金材料制动摩擦磨损性能的影响 ..... 刘军锋 张 鑫 上官宝 商宏飞 傅丽华 杜三明 (15)  
高速铁路小半径曲线钢轨磨损影响因素分析 ..... 祁亚运 王瑞安 张文谦 敖 鹏 (25)  
新型 CL60 钢地铁车轮摩擦磨损试验研究 ..... 孙培文 朱爱华 付曹政 杨建伟 魏华成 温 麒 (32)  
热-力耦合作用下螺栓连接松动行为研究 ..... 张德乾 李 丰 化俞新 范健飞 张 挺 刘建华 朱旻昊 (38)  
弓网系统滑动电接触表面磨损特征研究 ..... 冯一桐 王智勇 郭凤仪 刘殊豪 王喜利 (53)  
Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> 替代石墨对铜基粉末冶金摩擦材料性能的影响 ..... 刘英凯 郝文龙 刘建刚 周 洋 (61)

试验研究

离子液体润滑碳刷/集电环载流摩擦学特性及其适配度研究 ..... 秦红玲 高梦梦 贾 磊 易静雯 赵新泽 徐 翔 (66)  
计入曲轴轴向运动的船舶柴油机主轴承混合润滑分析 ..... 魏立队 陈 浩 张志镭 胡以怀 魏海军 (78)  
指尖密封流动与变形三维双向耦合分析 ..... 崔雪超 胡娅萍 李朋飞 李 华 吉洪湖 (86)  
基于格子 Boltzmann 方法的动压气体轴承黏性热耗散研究 ..... 鹿翔宇 许 波 陈振乾 (95)  
润滑条件下旋转轴唇形密封件磨损分析 ..... 张付英 马 骏 张志祥 夏靖炜 刘元刚 (104)  
微极流体对错位轴承的润滑性能研究 ..... 王丽丽 李龙超 段敬东 (110)  
角度误差下管路连接结构装配及其对密封的影响 ..... 杜双言 张 伟 瞿品祥 黄晓鸣 (119)

## 基于 MS 功能的超高压 2K 型斯特封有限元分析

..... 刘颖 吕晓仁 窦志伟

项冲 黄乐 郭飞 (124)

## 叶顶间隙对叶轮内部流动与变形影响的流固耦合分析

..... 贺诗榕 董志强 刘通 (133)

## 衬套结构对篦齿密封封严性能的影响

..... 王宇博 龚文琴 尹祖望

麻柏慧 吴佳华 周晁瑞 何振鹏 (142)

## 具有中央凸起的点接触弹流润滑特性研究

..... 吴海宝 王学锋 胡如夫 (150)

### 开发应用

## 多孔空气静压轴承动力学性能影响参数的优化设计

..... 李一飞 尹益辉 (156)

## 扩压式自泵送机械密封参数化建模研究

..... 王琳娜 孙见君 (163)

## 脉冲磁场处理改善硬质合金与钛合金摩擦行为研究

..... 李秋琴 杨屹

杨永丰 吴明霞 贾建军 (169)

## 多壁碳纳米管增强无石棉垫片耐老化性能

... 刘卓鑫 刘美红 李遇贤 田健博 (175)

## 一种模拟热成形工况的高温摩擦试验机的设计及探讨

..... 邓亮 徐冰倩 (180)

## 基于流体动力学的斜齿轮副搅油功率损失分析

..... 李靖靖 鹿峰 邹玉静 (187)

## 油缸用聚氨酯弹性体密封材料性能研究

..... 王其君 吴俊

张杨如意 赵开贤 谭信文 (198)

### 综述与分析

## 机械密封状态监测与故障诊断技术研究进展

... 刘柱 丁雪兴 丁俊华 徐理善 (203)

### 短讯 ● 动态

第十届企业润滑管理论坛广州成功举办 ..... (103)

第十四届全国气体润滑与干气密封学术会议在长沙

举行 ..... (155)

## 广告刊户索引

上海莱伯斯润滑技术有限公司 ..... RF15014 封二

天津鸿河科技有限公司 ..... RF19013 封三

阿美特克商贸(上海)有限公司北京分公司 .....

..... RF22011 彩插 1

河北利耐尔橡塑制品有限公司 ..... RF23006 彩插 2

上海邦安检测工程有限公司 ..... RF23011 彩插 3

浙江博德曼密封件有限公司 ..... RF23010 彩插 4

济南恒旭试验机技术有限公司 ..... RF23004 彩插 6

鼎基先进材料(股)公司 ..... RF21004 彩插 6

广州市世达密封实业有限公司 ..... RF15039 彩插 7

## 编辑委员会

主任: 葛世荣 中国矿业大学 院士

副主任: 张嗣伟 中国石油大学 教授

黄兴 国机智能科技有限公司 教授

顾问: 温诗铸 清华大学 院士

谢友柏 上海交通大学 院士

王玉明 清华大学 院士

雒建斌 清华大学 院士

严新平 武汉理工大学 院士

杜如虚 加拿大工程院 院士

委员: (按姓名笔画排列)

丁健宁 江苏大学 教授

王齐华 中国科学院兰州化学物理研究所 研究员

王海斗 装甲兵工程学院 教授

王黎钦 哈尔滨工业大学 教授

王伟 合肥工业大学 教授

王建梅 山西工程技术学院 教授

田煜 清华大学 教授

冯伟 广州机械科学研究院有限公司 正高工

刘焜 合肥工业大学 教授

刘莹 南昌大学 教授

李德才 清华大学 教授

李健 武汉材料保护研究所 教授

李曙 中国科学院金属研究所 研究员

李韶辉 中国石油大连润滑油研发中心 高工

杨琨 武汉理工大学 教授

宋克兴 河南省科学院 教授

张平余 河南大学 教授

张会臣 大连海事大学 教授

张德坤 中国矿业大学 教授

张俊彦 中国科学院兰州化学物理研究所 研究员

张永振 河南科技大学 教授

张春辉 中国石化长城润滑油集团有限公司 高工

苏峰华 华南理工大学 教授

肖军 Rtec Instruments, Inc 高工

汪久根 浙江大学 教授

邵天敏 清华大学 教授

吴怀超 贵州大学 教授

陈国需 陆军勤务学院 教授

周仲荣 西南交通大学摩擦学研究所 教授

周峰 中国科学院兰州化学物理研究所 研究员

林有希 福州大学 教授

姚萍屏 中南大学 教授

赵运才 江西理工大学 教授

段德莉 中国科学院金属研究所 研究员

高诚辉 福州大学 教授

顾卡丽 武汉材料保护研究所 研究员

钱林茂 西南交通大学 教授

袁成清 武汉理工大学 教授

郭峰 青岛理工大学 教授

黄平 华南理工大学 教授

彭旭东 浙江工业大学 教授

谢小鹏 华南理工大学 教授

董光能 西安交通大学 教授

程先华 上海交通大学 教授

虞烈 西安交通大学 教授

戴振东 南京航空航天大学 教授

Z. Peng 澳大利亚新南威尔士大学 教授

佐佐木 日本东京理科大学 教授

# LUBRICATION ENGINEERING®

Monthly

Vol. 48 No. 6 Jun. 2023

Since 1976

**Authorities in Charge:** China Association for Science and Technology

**Sponsor:** Chinese Mechanical Engineering Society  
Guangzhou Mechanical Engineering  
Research Institute Co., Ltd.

**Editor & Publisher:** Editorial Office of LUBRICATION  
ENGINEERING

**Add:** Huangpu, Guangzhou, P R China

## Editorial Committee

**Chairman:** GE Shirong

**Vice Chairmen:** ZHANG Siwei HUANG Xing

**Advisors:** WEN Shizhu XIE Youbai WANG Yuming  
LUO Jianbin YAN Xiping DU Ruxu

### Members of Editorial Committee:

DING Jianning	WANG Qihua	WANG Haidou
WANG Liqin	WANG Wei	WANG Jianmei
TIAN Yu	FENG Wei	LIU Kun
LIU Ying	LI Decai	LI Jian
LI Shu	LI Shaohui	YANG Kun
SONG Kexing	ZHANG Pingyu	ZHANG Huichen
ZHANG Dekun	ZHANG Junyan	ZHANG Yongzhen
ZHANG Chunhui	SU Fenghua	XIAO Jun
WANG Jiugen	SHAO Tianmin	WU Huaichao
CHEN Guoxu	ZHOU Zhongrong	ZHOU Feng
LIN Youxi	YAO Pingping	ZHAO Yuncai
DUAN Deli	GAO Chenghui	GU Kali
QIAN Linmao	YUAN Chengqing	GUO Feng
HUANG Ping	PENG Xudong	XIE Xiaopeng
DONG Guangneng	CHENG Xianhua	YU Lie
DAI Zhendong	Z. Peng	Sasaki

**Chief Editor:** HE Shizhong

**Vice Chief Editor:** YAN Fei

**Editor:** LIU Na ZHOU Xiuna

**Layout Design:** Si Shuzhen

**Tel:** (8620) 32385313

**Web:** www.rhymf.com.cn

**E-mail:** rhymf@gmeri.com

**Distributed Range:** Distribution at home and abroad

**Domestic Distributor:** Newspapers and Publications  
Board of Guangdong

**Overseas Distributor:** China International Book Trading  
Corporation (P. O. Box 399, Beijing, China)

**Post Distribution Code:** 46-57

**International Code:** M 549

## Contents

### Tribology in Railway

- Study on the Grinding Limit of Rail Corrugation in Overlapping  
Section of Horizontal-vertical Curves in Mountain  
City Metro ..... CUI Xiaolu LV Dong  
BAO Pengyu LI Tong QI Wei (1)
- Microscopic Study on Abnormal Wear Characteristics of  
Subway Pantograph Carbon Strip in Winter .....  
..... RONG Youxin HUANG Mian  
ZHAO Lei ZHANG Shiqiang LV Ke  
LIAO Zhen XIAO Shoune YANG Bing (7)
- Effect of SiO<sub>2</sub> Surface Metal Coating Treatment on the Braking  
Friction and Wear Properties of Cu-Based Powder  
Metallurgy Materials .....  
... LIU Junfeng ZHANG Xin SHANGGUAN Bao  
SHANG Hongfei FU Lihua DU Sanming (15)
- Rail Wear in Small Radius Curved Track of High-speed  
Railway under Different Influence Factors .....  
..... QI Yayun WANG Ruian  
ZHANG Wenqian AO Peng (25)
- Experimental Study on Friction and Wear of New CL60  
Steel Subway Wheel .....  
..... SUN Peiwen ZHU Aihua FU Caozheng  
YANG Jianwei WEI Huacheng WEN Qi (32)
- Loosening Behavior of Bolted Structures under Coupled  
Thermo-mechanical Loading ..... ZHANG Deqian  
LI Feng HUA Yuxin FAN Jianfei  
ZHANG Ting LIU Jianhua ZHU Minhao (38)
- Research on Wear Characteristics of Sliding Electrical  
Contact Surface in Pantograph-Catenary System ...  
..... FENG Yitong WANG Zhiyong  
GUO Fengyi LIU Shuhao WANG Xili (53)
- Effect of Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> Replacing Graphite on Properties of  
Copper-based Powder Metallurgy Friction Materials  
..... LIU Yingkai HAO Wenlong  
LIU Jiangang ZHOU Yang (61)

## Research and Test

- Tribological Properties and Adaptability of Ionic Liquid Lubricating Carbon Brush/Collector Ring with Current ..... QIN Hongling GAO Mengmeng JIA Lei YI Jingwen ZHAO Xinze XU Xiang (66)
- Mixed-lubrication Analysis on Main Bearings of Marine Diesel Engine Taking Crankshaft Axial Motion into Account ..... WEI Lidui CHEN Hao ZHANG Zhilei HU Yihuai WEI Haijun (78)
- Three Dimensional and Two-way Coupling Simulation on Flow and Displacement of Finger Seals ..... CUI Xuechao HU Yaping LI Pengfei LI Hua JI Honghu (86)
- Research on Viscous Heat Dissipation of Gas-lubricated Journal Bearings Using the Lattice Boltzmann Method ..... LU Xiangyu XU Bo CHEN Zhenqian (95)
- Wear Analysis of Lip Seal of Rotating Shaft under Lubrication ..... ZHANG Fuying MA Jun ZHANG Zhixiang XIA Jingwei LIU Yuangang (104)
- Study on the Lubrication Performance of Micropolar Fluid of Offset-halves Bearings ..... WANG Lili LI Longchao DUAN Jingdong (110)
- Effect of Angle Tolerance on Assembly and Seal of Pipeline Joint ..... DU Shuangyan ZHANG Wei QU Pinxiang HUANG Xiaoming (119)
- Finite Element Analysis of Ultra-high Pressure Step Seal 2K Based on MS Function ..... LIU Ying LV Xiaoren DOU Zhiwei XIANG Chong HUANG Le GUO Fei (124)
- Influence Analysis of Tip Clearance on Internal Flow and Deformation of Impeller Based on Fluid-Structure Coupling ..... HE Shirong DONG Zhiqiang LIU Tong (133)

- Effect of Bushing Structure on Sealing Performance of Labyrinth Seal ..... WANG Yubo GONG Wenqin YIN Zuwang MA Baihui WU Jiahua ZHOU Chaorui HE Zhenpeng (142)
- Lubricating Properties on Central Bump under Elastohydrodynamic Lubrication Point Contacts ... .. WU Haibao WANG Xuefeng HU Rufu (150)

## Application and Development

- Optimization Design of Impact Parameters of Dynamic Performances of the Aerostatic Bearing with Multi-Orifice Type Restrictor ..... LI Yifei YIN Yihui (156)
- Research on Parametric Modeling of Diffuser Self-pumping Mechanical Seal Based on Equation Driven Logarithmic Spiral ..... WANG Linna SUN Jianjun (163)
- Enhancing the Friction Behaviour of Cemented Carbide and Titanium Alloy by Magnetic Treatment ..... LI Qiuqin YANG Yi YANG Yongfeng WU Mingxia JIA Junjun (169)
- Aging Resistance of Multi-Walled Carbon Nano-tubes Reinforced Non-asbestos Gasket ..... LIU Zhuoxin LIU Meihong LI Yuxian TIAN Jianbo (175)
- Design and Discussion of a New High-temperature Tribological Test Machine Simulating Hot Stamping Conditions ..... DENG Liang XU Bingqian (180)
- Analysis of Churning Power Loss of Helical Gear Pair Based on Fluid Dynamics ..... LI Jingjing PANG Feng ZOU Yujing (187)
- Study on Performance of Polyurethane Elastomer Sealing Material for Hydraulic Cylinder ..... WANG Qijun WU Jun ZHANG Yangruyi ZHAO Kaixian TAN Xinwen (198)
- ## Summary and Analysis
- Research Progress of Mechanical Seal Condition Monitoring and Fault Diagnosis Technology ..... LIU Zhu DING Xuexing DING Junhua XU Lishan (203)