

# 表面技术

# SURFACE TECHNOLOGY

月刊 1972年2月创刊

Monthly Initial Issue Feb.1972

2015年10月20日出版 第44卷 第10期

Oct. 20, 2015 Vol.44 No.10

主管单位: 中国兵器装备集团公司  
主办单位: 中国兵器工业第五九研究所

Superintendent: China South Industries Group Corporation  
Sponsor: Southwest Technology and Engineering Research Institute

编辑出版: 重庆五九期刊社  
社 长: 吴护林  
副 社 长: 张伦武 (兼) 李文涛 (常务)  
主 编: 吴护林 (兼)

Publisher: Chongqing Wujiu Periodicals Press  
President: WU Hu-lin  
Vice Presidents: ZHANG Lun-wu LI Wen-tao  
Editor-in-Chief: WU Hu-lin

编辑部主任: 梁爱锋  
编辑部副主任: 胡江华  
责任编辑: 李继红  
电 话: 023-68792193  
传 真: 023-68792396  
网址(投稿): www.surface-techj.com  
电子邮箱: wjqkbm@163.com  
地 址: 重庆市石桥铺渝州路33号  
邮 编: 400039

Editorial Department Director: LIANG Ai-feng  
Associate Editorial Department Director: HU Jiang-hua  
Responsible Editor: LI Ji-hong  
Tel: 023-68792193  
Fax: 023-68792396  
Website: www.surface-techj.com  
Email: wjqkbm@163.com  
Address: P. O. Box 2331, Chongqing, P. R. China  
Postcode: 400039

市 场 部: 李伏 钟克萍  
李颖 冯利军  
电 话: 023-68792283  
排 版: 周洪渝

Marketing Department: LI Fu ZHONG Ke-ping  
LI Ying FENG Li-jun  
Tel: 023-68792283  
Typesetting: ZHOU Hong-yu

北京组稿部: 颜廷芳  
电 话: 010-59454257

Beijing Editorial Office: YAN Ting-fang  
Tel: 010-59454257

印刷单位: 重庆蜀之星包装彩印有限公司  
发行范围: 国内外公开发售  
国内发行: 重庆市报刊发行局  
国外发行: 中国国际图书贸易  
邮发代号: 78-31  
国外发行代号: BM3295  
广告经营许可证: 渝工商广字040297号

Printer: Chongqing Shuzhixing Printing Plant  
Distribution Coverage: International Distribution  
Domestic Distributor: Chongqing Bureau for Distribution of  
Newspapers and Journals  
Overseas Distributor: China International Book Trading Corporation  
Order Office: All Local Post Offices in China(78-31)  
Overseas Distribution: BM3295  
Advertising License: Chongqing Industrial and Commercial  
Advertisements No.040297

## 数据库收录

### 国内收录

全国中文核心期刊  
RCCSE中国核心学术期刊  
中国期刊全文数据库全文收录期刊  
中国学术期刊综合评价数据库统计源刊  
中国期刊网全文收录期刊  
《中国学术期刊文摘(中文版)》收录源期刊

中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊  
中国科技核心期刊  
中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊  
《中国学术期刊(光盘版)》入编期刊  
中文科技期刊数据库收录期刊

### 国外收录

美国《化学文摘》(CA)

美国《剑桥科学文摘》(CSA)

## 著作权声明

所有作者同意论文录用后,即视为同意将著作权中的修改权、复制权、发行权、信息网络传播权、翻译权、汇编权在全世界范围内转让给本刊。未经本刊书面许可,作者不得授权他人或组织以任何形式汇编、转载、出版本文的任何部分。若发生一稿多投、泄密、侵权等问题,一切责任由作者承担。

该论文在重庆五九期刊社编辑出版发表后,重庆五九期刊社向作者支付一次性稿酬,并赠送样刊两本。若重庆五九期刊社再以其他形式出版该论文,将不再支付作者稿酬。

# 《表面技术》第五届编辑委员会

(按姓氏拼音排序)

## 高级顾问

曹楚南 (中国科学院院士)

雒建斌 (中国科学院院士)

丁文江 (中国工程院院士)

涂铭旌 (中国工程院院士)

柯伟 (中国工程院院士)

徐滨士 (中国工程院院士)

## 主任委员

吴护林 (西南技术工程研究所研究员, 所长)

## 副主任委员

陈建敏 (中科院海洋新材料与应用技术重点实验室主任, 中科院兰州化物所润滑与防护材料中心主任)

彭晓 (中国科学院金属研究所研究员, 金属腐蚀与防护国家重点实验室副主任)

李宁 (哈尔滨工业大学教授)

钱一欣 (中国兵器装备集团公司)

李晓刚 (北京科技大学教授, 新材料技术研究院副院长)

邱家稳 (中国空间技术研究院研究员, 研究发展部总工程师)

林昌健 (厦门大学教授)

魏子栋 (重庆大学教授, 化学化工学院院长)

马捷 (中国表面工程协会秘书长)

喻奇 (中国兵器装备集团公司)

潘峰 (清华大学教授)

郁祖湛 (复旦大学教授)

左禹 (北京化工大学教授)

## 国内委员

安成强 (沈阳理工大学教授)

杜敏 (中国海洋大学教授)

曹茂盛 (北京理工大学教授)

杜仕国 (军械工程学院教授)

曹晓晖 (沈阳理工大学教授, 环境与化学工程学院院长)

杜晓东 (合肥工业大学教授, 金属材料工程系主任)

曹晓明 (河北工业大学教授, 河北省金属材料研究所所长)

方亮 (重庆大学教授)

冯煜东 (兰州空间技术物理研究所研究员, 表面工程技术重点实验室主任)

陈宏书 (总后勤部建筑工程研究所总工程师)

高岩 (华南理工大学教授)

陈军 (南开大学教授)

高玉魁 (同济大学教授)

陈强 (西南技术工程研究所研究员)

高原 (桂林电子科技大学教授)

陈文革 (西安理工大学教授)

葛圣松 (山东科技大学教授, 应用化学研究所所长)

陈贞坤 (福建八达表面工程技术研究所所长)

关凯书 (华东理工大学教授)

程旭东 (武汉理工大学教授)

郭锋 (内蒙古工业大学教授, 材料学院副院长)

戴品强 (福州大学教授)

郭鹤桐 (天津大学教授)

董闯 (大连理工大学教授, 三束材料改性教育部重点实验室主任)

郭兴蓬 (华中科技大学教授)

董光能 (西安交通大学教授)

郭忠诚 (昆明理工大学教授, 表面工程研究中心主任)

韩艳春 (高分子物理与化学国家重点实验室主任)  
郝建民 (长安大学教授,材料表面强化研究所所长)  
贺定勇 (北京工业大学教授,工程试验中心主任)  
何湘柱 (广东工业大学教授)  
胡吉明 (浙江大学教授,化学系副主任)  
胡如南 (北京航空航天大学教授)  
胡松青 (中国石油大学教授,理学院材料物理与化学系主任,材料腐蚀与防护所所长)  
黄小忠 (中南大学教授)  
旷亚非 (湖南大学教授,化学化工学院副院长)  
雷 红 (上海大学纳米科学与技术研究中心研究员)  
冷永祥 (西南交通大学教授)  
李长久 (西安交通大学教授)  
李国禄 (河北工业大学教授)  
李 庆 (西南大学教授,材料科学与工程学院副院长)  
李卫国 (重庆大学教授)  
连建设 (吉林大学教授)  
梁成浩 (大连海事大学教授,交通与物流工程学院研究所所长)  
刘常升 (东北大学教授)  
刘道新 (西北工业大学教授,航空学院腐蚀与防护研究所所长)  
刘光明 (南昌航空大学教授,腐蚀与防护系主任)  
刘晓亚 (江南大学教授,化学与材料工程学院材料系主任)  
刘祥莹 (第二炮兵工程大学教授)  
刘 莹 (南昌大学教授)  
马世宁 (装甲兵工程学院教授)  
欧忠文 (后勤工程学院教授)  
强颖怀 (中国矿业大学教授,材料科学与工程学院院长)  
任凤章 (河南科学大学教授,材料学院材料学系主任)  
沈 军 (同济大学教授)  
时家明 (解放军电子工程学院教授)

宋诗哲 (天津大学教授)  
孙荣禄 (天津工业大学教授)  
屠振密 (哈尔滨工业大学教授)  
王华明 (北京航空航天大学教授,大型金属构件激光直接制造教育部工程研究中心主任)  
王吉会 (天津大学教授,金属材料科学与工程系副主任)  
王日初 (中南大学教授,材料学系副主任)  
王森林 (华侨大学教授,材料科学与工程学院系副主任)  
王晓雷 (南京航空航天大学教授,机电学院系主任)  
魏晓伟 (西华大学教授,材料科学与工程学院院长)  
吴建华 (中国船舶重工集团公司第七二五研究所研究员,国家重点实验室副主任)  
武利民 (复旦大学教授,材料系主任,国家教育部先进涂料工程研究中心主任)  
薛永强 (太原理工大学教授,应用化学系主任)  
薛玉君 (河南科技大学教授,机电工程学院副院长)  
杨庆祥 (燕山大学教授)  
袁巨龙 (浙江工业大学教授)  
张建华 (山东大学教授)  
张 津 (北京科技大学教授)  
张伦武 (西南技术工程研究所研究员,副所长)  
张胜涛 (重庆大学教授)  
赵 程 (青岛科技大学教授,材控系主任)  
赵景茂 (北京化工大学教授,材料科学与工程学院系主任)  
只金芳 (中国科学院理化技术研究所教授)  
周 晖 (兰州空间技术物理研究所研究员,表面工程技术国家级实验室空间机械润滑中心主任)  
周惠娣 (中国科学院兰州化学物理研究所研究员)  
周细应 (上海工程技术大学教授)  
朱丽萍 (浙江大学教授,硅材料国家重点实验室副主任)  
朱立群 (北京航空航天大学教授)  
左正忠 (武汉大学教授)

## 国外委员

Di Gao (University of Pittsburgh, W. K. Whiteford  
Faculty Fellow)

Win J. van Ooij (University of Cincinnati, Professor)

## 目次 CONTENTS

### 膜层技术 Coating Technology

1 镁合金微弧氧化过程中电源模式对颗粒掺杂的影响

Influence of Power Mode on Particles-doping during Magnesium Alloy Micro Arc Oxidation Process

欧阳珂宁, 赵景茂, 谢雄, 付文景

OUYANG Ke-ning, ZHAO Jing-mao, XIE Xiong, FU Wen-jing

7 化学沉积 Ni-Mo-P 和 Ni-P 镀层退火晶化组织及耐蚀性

Microstructures and Corrosion Resistance of Annealed Ni-Mo-P and Ni-P Coatings Prepared by Chemical Deposition

王朋, 刘宏, 吕媛媛, 姜魁经

WANG Peng, LIU Hong, LYU Yuan-yuan, JIANG Kui-jing

16 氧化物颗粒增强 Ni-W-P/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 复合镀层制备及其耐腐蚀性能

Preparation of Oxide Particles Enhanced Ni-W-P/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Composite Coatings by Electroless Plating and Its Corrosion Resistance

马治, 陈焕铭, 潘凤春, 席丽莹, 林雪玲, 王琴, 吕琼

MA Zhi, CHEN Huan-ming, PAN Feng-chun, XI Li-ying, LIN Xue-ling, WANG Qin, LYU Qiong

22 脉冲偏压对复合离子镀 (Ti, Cu)N 薄膜结构与性能的影响

Effects of Pulsed Bias on the Structure and Properties of (Ti, Cu)N Coatings Prepared by Hybrid Ion Plating

张臣, 黄美东, 陈泽昊, 王萌萌, 王宇

ZHANG Chen, HUANG Mei-dong, CHEN Ze-hao, WANG Meng-meng, WANG Yu

27 镁合金微弧氧化膜层退除工艺

Stripping Process of the Magnesium Alloy Micro-arc Oxidation Coating

李锦妍, 郝建民, 陈永楠, 陈宏

LI Jin-yan, HAO Jian-min, CHEN Yong-nan, CHEN Hong

### 表面摩擦与润滑 Surface Friction and Lubrication

33 激光加工表面微织构对陶瓷刀具摩擦磨损性能的影响

Influence of Surface Micro Texture with Laser Processing on the Friction and Wear Performance of Ceramic Cutter

刘泽宇, 魏昕, 谢小柱, 华显刚, 洪继伟

LIU Ze-yu, WEI Xin, XIE Xiao-zhu, HUA Xian-gang, HONG Ji-wei

40 灭茬刀火焰喷焊 Fe6 涂层组织及耐磨性能

Microstructure and Wear-ability of the Stubble-cleaning Cutter with Flame Spray Welding Fe6 Coating

张旭, 马跃进, 赵建国, 李建昌, 刘金生, 郝建军

ZHANG Xu, MA Yue-jin, ZHAO Jian-guo, LI Jian-chang, LIU Jin-sheng, HAO Jian-jun

46 活性剂 SiO<sub>2</sub> 对氩弧熔覆钴基硼化物层组织及耐磨性的影响

Effects of SiO<sub>2</sub> on the Structure and Wear Resistance of TIG Cladding Co-based Boride Layer

丛树林, 柳凤恩, 刘富东, 时海芳

CONG Shu-lin, LIU Feng-en, LIU Fu-dong, SHI Hai-fang

## 表面强化及功能化 Surface Strengthening and Functionalization

52 TC4 合金表面微弧氧化制备抗高温氧化涂层

Preparation of Coating with Oxidation Resistance at High Temperature on Ti6Al4V Alloy Surface by Micro-arc Oxidation Technique

李洪, 张津, 彭力, 何业东

LI Hong, ZHANG Jin, PENG Li, HE Ye-dong

58 SiO<sub>2</sub> 基激光淬火增吸收涂剂的应用效果

Application Effect of SiO<sub>2</sub>-based Laser Quenching Absorption-enhancing Coating

李刚, 张明, 刘云婷, 张井波

LI Gang, ZHANG Ming, LIU Yun-ting, ZHANG Jing-bo

63 基于缝式喷嘴的高硅钢渗硅速率实验研究

Experimental Research of Silicon Steel Penetration Rate Based on the Slot Nozzle

王清, 陈建钧, 相颖杰, 厚康, 何丹

WANG Qing, CHEN Jian-jun, XIANG Ying-jie, HOU Kang, HE Dan

68 32Cr2Mo2NiVNb 钢盐浴氮化工艺

Salt-bath Nitriding Process for 32Cr2Mo2NiVNb Steel

高志恒, 付扬帆

GAO Zhi-heng, FU Yang-fan

## 表面失效及防护 Surface Failure and Protection

74 转向架用 SMA490BW 钢对接接头应力集中系数有限元分析

FEM Analysis of Stress Concentration Coefficient of SMA490BW Steel Welded Butt Joint for Bogie

何柏林, 魏康

HE Bo-lin, WEI Kang

79 2,3-二巯基丁二酸对铜的缓蚀性能研究

Corrosion Inhibition Performance of 2,3-dimercaptosuccinic Acid on Copper

赵红冉, 周玉丰, 刘栓, 苏胜培, 余海斌

ZHAO Hong-ran, ZHOU Yu-feng, LIU Shuan, SU Sheng-pei, YU Hai-bin

86 基于不同优化算法的 HT250 基体再制造工艺参数优化

Process Parameter Optimization of Remanufactured HT250 Matrix Based on Different Optimization Algorithms

赵运才, 杨雷雷, 刘宗阳

ZHAO Yun-cai, YANG Lei-lei, LIU Zong-yang

93 吐温-40 与植酸复配对碳钢的缓蚀作用

Inhibition Effect of the Composite of Tween-40 and Phytic Acid on Carbon Steel

王文峰, 丁芳君, 刘丹婷, 周晓荣, 李建芬

WANG Wen-feng, DING Fang-jun, LIU Dan-ting, ZHOU Xiao-rong, LI Jian-fen

99 脉冲电流阴极保护技术在油井套管上的应用

Application of Pulse Current Cathodic Protection Technology in Oil Well Casing

周好斌, 张涛, 许庆

ZHOU Hao-bin, ZHANG Tao, XU Qing

105 十六烷基二甲基乙基溴化铵与 NH<sub>4</sub>SCN 缓蚀协同效应

Synergistic Corrosion Inhibition Effect of Cetyltrimethylammonium Bromide and NH<sub>4</sub>SCN

向云刚, 崔益顺, 谯康全

XIANG Yun-gang, CUI Yi-shun, QIAO Kang-quan

111 酸性土壤中接地网牺牲阳极阴极保护法研究

Galvanic Anode Cathodic Protection of Grounding Grid in Acidic Soils

杜鹏, 刘欣, 郜友彬, 李多生, 裴锋, 刘光明, 田旭, 蒋磊

DU Peng, LIU Xin, GAO You-bin, LI Duo-sheng, PEI Feng, LIU Guang-ming, TIAN Xu, JIANG Lei

## 表面质量控制及检测 Surface Quality Control and Detection

117 机构运动形式对圆柱面表面形貌影响的实验研究

Effect of Motion Types on Cylindrical Surface Topography

程仲点, 姚蔚峰, 郑斌, 陈芝向, 袁巨龙

CHENG Zhong-dian, YAO Wei-feng, ZHENG Bin, CHEN Zhi-xiang, YUAN Ju-long

124 汽车用钢板表面粗糙度测试方法研究

Surface Roughness Testing Method for Automotive Steel Plate

罗五四

LUO Wu-si

## 信息与资讯 Information and Communication

131 《表面技术》杂志 2016 年征订启事

132 欢迎订阅 2016 年《现代涂料与涂装》

132 《电镀与精饰》是电镀与表面处理工作者必读刊物——欢迎订阅

133 《表面技术》投稿须知

## 广告索引

封二 无锡出新环保设备有限公司

封三 浙江黄岩熊斌美容品有限公司

封底 中国兵器工业第五九研究所(耐海水系列防腐涂料)

书签

兴化市中天金属材料有限公司

青县远东电力电子有限公司

封二后

A1 上海永华化学助剂有限公司

A2 温州市意达石化泵业有限公司

A3 北京爱尔斯姆科技有限公司

A4 江苏梦得电镀化学品有限公司

A5 广东高力表面技术有限公司

A6 兴化市亚泰化工有限公司

A7 国防科技工业自然环境试验研究中心

A8 2016 重庆表面处理展(广东智展展览有限公司)

A9 第四届军品防护与包装发展论坛暨成果展示

A10 第二十八届中国国际表面处理展

A11 九英联盟

A12 中国兵器工业第五九研究所涂料工厂

单色

B1 国防科技工业自然环境试验研究中心(协合涂层技术等)

B2 常熟市兴隆电镀材料厂

B3 河北金日化工有限公司

B4 福州八达表面工程技术研究所

B5 长沙矿冶研究院

B6 南京整流器厂

B7 长沙市化工研究所

B8 《装备环境工程》杂志

B9 长沙佳饰传热设备厂

B10 成都兴科化涂装科技有限公司

B11 《表面技术》杂志

B12 《精密成形工程》杂志