

表面技术

SURFACE TECHNOLOGY

月刊 1972年2月创刊

Monthly Initial Issue Feb.1972

2016年1月20日出版 第45卷 第1期

Jan. 20, 2016 Vol.45 No.1

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: 胡江华
责任编辑: 李继红 万长清
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: HU Jiang-hua
Responsible Editor: LI Ji-hong WAN Chang-qing
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 程正冲
电 话: 023-68792283
排 版: 周洪渝

Marketing Department: LI Fu ZHONG Ke-ping LI Ying
FENG Li-jun CHENG Zheng-chong
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
Oversea Distributor: China International Book Trading Corporation
Order Office: All Local Post Offices in China(78-31)
Oversea 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) 柯 伟 (中国工程院院士) 王华明 (中国工程院院士)
丁文江 (中国工程院院士) 雒建斌 (中国科学院院士) 徐滨士 (中国工程院院士)
高 唯 (新西兰工程院院士) 涂铭旌 (中国工程院院士) 周克崧 (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)
李 宁 (哈尔滨工业大学教授)
李晓刚 (北京科技大学教授, 新材料技术研究院副院长)
林昌健 (厦门大学教授)
马 捷 (中国表面工程协会秘书长)
潘 峰 (清华大学教授)
潘复生 (重庆市科学技术研究院院长)

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)
钱一欣 (中国兵器装备集团公司)
邱家稳 (中国空间技术研究院研究员, 研究发展部总工程师)
魏子栋 (重庆大学教授, 化学化工学院院长)
喻 奇 (中国兵器装备集团公司)
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)
安茂忠 (哈尔滨工业大学教授)
蔡开勇 (重庆大学教授, 生物工程学院副院长)
曹茂盛 (北京理工大学教授)
曹晓晖 (沈阳理工大学教授, 环境与化学工程学院院长)
曹晓明 (河北工业大学教授, 河北省金属材料研究所所长)
陈传忠 (山东大学教授)
陈宏书 (总后勤部建筑工程研究所总工程师)
陈 军 (南开大学教授)
陈 强 (西南技术工程研究所研究员)
陈文革 (西安理工大学教授)
陈贞坤 (福建八达表面工程技术研究所所长)
陈忠仁 (宁波大学教授, 材料科学与化学工程学院院长)
程旭东 (武汉理工大学教授)
储成林 (东南大学教授, 材料科学与工程学院院长)
戴品强 (福州大学教授)
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)

董光能 (西安交通大学教授)
杜 敏 (中国海洋大学教授)
杜仕国 (军械工程学院教授)
杜晓东 (合肥工业大学教授, 金属材料工程系主任)
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)
高 岩 (华南理工大学教授)
高玉魁 (同济大学教授)
高 原 (桂林电子科技大学教授)
葛圣松 (山东科技大学教授, 应用化学研究所所长)
关凯书 (华东理工大学教授)
郭 锋 (内蒙古工业大学教授, 材料学院副院长)
郭鹤桐 (天津大学教授)
郭兴蓬 (华中科技大学教授)
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)
何柏林 (华东交通大学教授, 机电工程学院副院长)

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)

黄伟九 (重庆理工大学教授、副校长)

黄小忠 (中南大学教授)

蒋百灵 (西安理工大学教授)

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)

李国祿 (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)

李文戈 (上海海事大学教授)

蒋百灵 (西安理工大学教授)

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)

路军岭 (中国科学技术大学教授)

马世宁 (装甲兵工程学院教授)

欧忠文 (后勤工程学院教授)

潘春旭 (武汉大学教授)

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)

孙荣祿 (天津工业大学教授)

唐 宾 (太原理工大学教授,表面工程研究所所长)

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)

王敬丰 (重庆大学教授)

王立平 (中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员,固体润滑国家重点实验室副主任)

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)

尹光福 (四川大学教授,材料科学与工程学院院长)

袁广银 (上海交通大学教授)

袁巨龙 (浙江工业大学教授)

曾建民 (广西大学教授,材料科学与工程学院院长)

曾荣昌 (山东科技大学教授)

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)

庄大明 (清华大学教授)

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)
Robin McConnell (ARMOR Protective Packaging)

目次 CONTENTS

专题——2015 年度国家自然科学基金项目研究进展

Special Topic—Progress of Projects of the National Natural Science Foundation of China 2015

1 激光诱导冲击波应用技术研究现状

Current Status of Laser-induced Shock Wave Application Technology

乔红超, 赵吉宾, 陆莹

QIAO Hong-chao, ZHAO Ji-bin, LU Ying

7 铜基自润滑电接触复合材料研究综述

Review on Research of Cu-based Self-lubricating Electrical Contact Composites

钱刚, 凤仪, 张学斌, 黄晓晨

QIAN Gang, FENG Yi, ZHANG Xue-bin, HUANG Xiao-chen

13 航空发动机热障涂层存在的问题及其发展方向

Problems of Aircraft Engine Thermal Barrier Coating and Its Developing Direction

朱晨, 于建海, 郭亚飞, 丁坤英

ZHU Chen, YU Jian-hai, GUO Ya-fei, DING Kun-ying

20 空间聚合物基体表面原子氧防护技术研究进展

Research Progress of Atomic Oxygen Protection Technology on the Surface of Space Polymers

刘凯, 慕慧峰, 李中华, 满彦汝, 高原

LIU Kai, MU Hui-feng, LI Zhong-hua, MAN Yan-ru, GAO Yuan

28 芳纶纤维复合材料切削加工研究进展

Research Progress on the Cutting Process of Aramid Fiber Composites

石文天, 刘玉德, 张永安, 张加波, 刘汉良

SHI Wen-tian, LIU Yu-de, ZHANG Yong-an, ZHANG Jia-bo, LIU Han-liang

膜层材料与技术 Coating Material and Technology

36 聚酰亚胺-二氧化钛纳米复合薄膜的热稳定性

Thermal Stability of PI-TiO₂ Nanocomposite Film

吴世辰, 殷景华, 李佳龙

WU Shi-chen, YIN Jing-hua, LI Jia-long

41 过渡层结构对类石墨镀层结合强度的影响

Effects of Transition Layer Structure on Bonding Strength of GLC Films

施文彦, 蒋百灵, 李洪涛

SHI Wen-yan, JIANG Bai-ling, LI Hong-tao

49 预化学镀镍时间对铝基化学镀镍层性能的影响

Effect of Electroless Nickel Pre-plating Time on Properties of Electroless Nickel on Aluminum

孙硕, 宋贡生, 马正华

SUN Shuo, SONG Gong-sheng, MA Zheng-hua

55 调制周期对 CrAlN/ZrN 纳米多层膜韧性的影响

Effect of Modulation Period on Toughness of CrAlN/ZrN Nano-multilayer Films

张文勇, 孙德恩, 裴晨蕊, 张世宏, 黄佳木

ZHANG Wen-yong, SUN De-en, PEI Chen-rui, ZHANG Shi-hong, HUANG Jia-mu

62 Si 含量对 CrSiN 涂层结构和性能的影响

Influence of Si Content on Structure and Properties of CrSiN Coatings

贾丛丛, 王恩青, 葛芳芳, 黄峰, 李朋, 鲁晓刚

JIA Cong-cong, WANG En-qing, GE Fang-fang, HUANG Feng, LI Peng, LU Xiao-gang

69 低碳钢表面化学镀 Ni-Zn-P 合金镀层的沉积行为及沉积机理

Deposition Behavior and Mechanism of Electroless Plating Ni-Zn-P Alloy Coating on Low-carbon Steel Surface

赵丹, 杨立根, 徐旭仲

ZHAO Dan, YANG Li-gen, XU Xu-zhong

表面摩擦磨损与润滑 Surface Friction, Wear and Lubrication

75 金属铝表面超疏水薄膜的构筑及减摩特性

Fabrication and Friction-reducing Performance of Superhydrophobic Film on Aluminum

高帅, 曹磊, 张泉, 万勇

GAO Shuai, CAO Lei, ZHANG Quan, WAN Yong

80 类金刚石薄膜的摩擦性能及其应用

Tribological Properties and Application of Diamond-like Carbon Film

熊礼威, 彭环洋, 张莹, 汪建华, 崔晓慧

XIONG Li-wei, PENG Huan-yang, ZHANG Ying, WANG Jian-hua, CUI Xiao-hui

89 基于 In, Cu 单镀液和纳米 MoS₂ 复合镀液电刷镀层的抗粘着磨损性能研究

Adhesive Wear Resistance of Brush Plated Coatings Based on In, Cu Single Coating Solution and Nano MoS₂ Composite Coating Solution

陈元迪

CHEN Yuan-di

表面强化及功能化 Surface Strengthening and Functionalization

96 TA2 表面电火花沉积 Zr/WC 复合涂层特性及界面行为研究

Coating Characters and Interface Behavior between TA2 and Zr/WC Coating Produced by Electro-spark Deposition

吴公一, 张占领, 孙凯伟, 于华, 邱然锋, 石红信, 张柯柯

WU Gong-yi, ZHANG Zhan-ling, SUN Kai-wei, YU Hua, QIU Ran-feng, SHI Hong-xin, ZHANG Ke-ke

101 离心研磨工艺对 Ti-6Al-4V 钛合金表面组织性能的影响

Influence of Centrifugal Grinding Process on Surface Microstructure Properties of Ti-6Al-4V Titanium Alloy

陈光忠, 何志坚, 杨岳

CHEN Guang-zhong, HE Zhi-jian, YANG Yue

106 奥氏体不锈钢低温渗碳硬化处理后的化学亮化处理

Chemical Brightening Treatment of Austenitic Stainless Steel after Low-temperature Plasma Carburizing

王扬亚, 赵程

WANG Yang-ya, ZHAO Cheng

111 低压等离子喷涂技术在功能性涂层的应用进展

Progresses in Application of Low Pressure Plasma Spraying Technology in Functional Coatings

朱军亮, 赵子鹏, 易同斌, 何庆兵, 王征辉

ZHU Jun-liang, ZHAO Zi-peng, YI Tong-bin, HE Qing-bing, WANG Zheng-hui

表面失效及防护 Surface Failure and Protection

118 喷丸对预腐蚀后铝合金疲劳性能的影响

Effects on Anti-corrosion Fatigue Property of Aluminum Alloy after Shot Peening

邓红华, 夏琴香, 程秀全, 任艳萍

DENG Hong-hua, XIA Qin-xiang, CHENG Xiu-quan, REN Yan-ping

124 电化学法研究芭蕉叶提取物在盐酸中对碳钢的缓蚀作用

Electrochemical Investigation of Extracts of Musa Basjoo Leaves as Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in Hydrochloric Acid Solution

陈文, 陶永元, 管春平, 胡小安

CHEN Wen, TAO Yong-yuan, GUAN Chun-ping, HU Xiao-an

131 氧燃比对爆炸喷涂 WC-12Co 涂层组织和力学性能的影响

Effect of Oxygen-Fuel Ratio on the Microstructure and Mechanical Properties of WC-12Co Coating Deposited by Detonation Spraying Method

赵立英, 李国太, 吴清军, 代洪川

ZHAO Li-ying, LI Guo-tai, WU Qing-jun, DAI Hong-chuan

137 典型飞机管状结构内腔阴极电泳防腐技术

Cathodic Electrodeposition Technique for Anticorrosion Improvement on Tube Inner Structure of Typical Aircraft

甘志宏, 邵亚薇, 王浩伟

GAN Zhi-hong, SHAO Ya-wei, WANG Hao-wei

143 缓蚀剂添加量对 Q235 螺纹钢耐蚀性能的影响

Effect of Adding Amount of Inhibitor on Corrosion Resistance of Steel Q235

史明慧, 赵德悦, 马玉春, 王志奇

SHI Ming-hui, ZHAO De-yue, MA Yu-chun, WANG Zhi-qi

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

148 基于响应曲面法的 Ar-N₂ 等离子射流特性研究

Characteristics of the Ar-N₂ Plasma Jet by Response Surface Methodology

杨振凯, 王海军, 刘明, 王晶晨

YANG Zhen-kai, WANG Hai-jun, LIU Ming, WANG Jing-chen

155 介电泳抛光方法及其电极形状的实验研究

Experimental Study on Dielectrophoresis Polishing and Shape of Electrode

林益波, 赵天晨, 邓乾发, 袁巨龙

LIN Yi-bo, ZHAO Tian-chen, DENG Qian-fa, YUAN Ju-long

信息与资讯 Information and Communication

161 《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)

封二后

A1 上海永华化学助剂有限公司

A2 国防科技工业自然环境试验研究中心

A3 北京爱尔斯姆科技有限公司

A4 法国赛彼科公司

A5 广东高力表面技术有限公司

A6 2015 新展星(上海)中国国际表面处理展(现场实况)

A7 中国兵器工业第五九研究所涂料工厂

书签

兴化市中天金属材料有限公司

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 长沙市化工研究所

B7 《表面技术》杂志

B8 《精密成形工程》杂志