

表面技术

SURFACE TECHNOLOGY

月刊 1972年2月创刊

Monthly Initial Issue Feb.1972

2015年12月20日出版 第44卷 第12期

Dec. 20, 2015 Vol.44 No.12

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: 国内外公开发刊
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

国外收录

美国《化学文摘》(CA)

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

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)

陈宏书 (总后勤部建筑工程研究所总工程师)

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)

陈军 (南开大学教授)

高岩 (华南理工大学教授)

陈强 (西南技术工程研究所研究员)

高玉魁 (同济大学教授)

陈文革 (西安理工大学教授)

高原 (桂林电子科技大学教授)

陈贞坤 (福建八达表面工程技术研究所所长)

葛圣松 (山东科技大学教授,应用化学研究所所长)

程旭东 (武汉理工大学教授)

关凯书 (华东理工大学教授)

戴品强 (福州大学教授)

郭锋 (内蒙古工业大学教授,材料学院副院长)

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)

郭鹤桐 (天津大学教授)

董光能 (西安交通大学教授)

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)
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

专题——石油石化行业中的腐蚀与防护

Special Topic—Corrosion and Protection in Petroleum and Petrochemical Industry

1 纳米二氧化钛浓缩浆对硼酚醛环氧涂料性能的影响

Effect of TiO₂ Nano-concentrates on the Properties of Boron Phenolic-epoxy Coatings

王震宇, 韩恩厚, 刘福春, 柯伟, 揭敢新, 王俊, 黄海军

WANG Zhen-yu, HAN En-hou, LIU Fu-chun, KE Wei, JIE Gan-xin, WANG Jun, HUANG Hai-jun

6 316L 不锈钢 TIG 焊接接头在 H₂S 溶液中的钝化性能

Passivation Behavior of TIG Welded Joints of 316L Stainless Steel in Solutions with Different Concentrations of H₂S

卢向雨, 姚胜, 唐俊荣, 赵刘明, 冯兴国

LU Xiang-yu, YAO Sheng, TANG Jun-rong, ZHAO Liu-ming, FENG Xing-guo

12 杂散电流干扰和阴极保护作用下碳钢腐蚀规律研究

Corrosion Behavior of Carbon Steel in Interference of Stray Current and Cathodic Protection

查鑫堂, 张建文, 陈胜利, 赵景茂, 姜瑞景

ZHA Xin-tang, ZHANG Jian-wen, CHEN Sheng-li, ZHAO Jing-mao, JIANG Rui-jing

19 唑类缓蚀剂在铜表面的吸附机理

Adsorption Mechanism of Azole Corrosion Inhibitors on Cu Surface

廉兵杰, 石泽民, 徐慧, 赵起锋, 王木立, 姜云瑛, 胡松青

LIAN Bing-jie, SHI Ze-min, XU Hui, ZHAO Qi-feng, WANG Mu-li, JIANG Yun-ying, HU Song-qing

27 储油罐环氧基钛纳米复合导电涂层耐蚀性能

Corrosion Resistance of Ti Nano-particle Reinforced Antistatic Coatings for Storage Tanks

郭超, 史殊哲, 赵景茂, 阎庆玲, 尤雪梅

GUO Chao, SHI Shu-zhe, ZHAO Jing-mao, YAN Qing-ling, YOU Xue-mei

33 非金属衬里材料在烟气脱硫装置上的应用

Application of Non-metallic Linings in Flue Gas Desulfurization Plant

许兰飞, 崔新安, 刘希武, 李晓伟

XU Lan-fei, CUI Xin-an, LIU Xi-wu, LI Xiao-wei

41 炼油加工过程中氯离子与硫离子对 316L 不锈钢和 Monel 合金腐蚀的影响

Effect of Chlorine Ion and Sulfur Ion on Corrosion of 316L Stainless Steel and Monel Alloy in Oil Refining Process

孙亮, 侯艳宏, 杨席, 张志恒, 朱元强, 王虎, 唐鋈磊

SUN Liang, HOU Yan-hong, YANG Xi, ZHANG Zhi-heng, ZHU Yuan-qiang, WANG Hu, TANG Jun-lei

49 金属防护用超疏水表面主要制备方法及应用研究进展

Research Progress in the Preparation Methods and Applications of the Superhydrophobic Surface for Metal Protection

赵欢, 吕晓璇, 周圣文, 方亮, 王力

ZHAO Huan, LYU Xiao-xuan, ZHOU Sheng-wen, FANG Liang, WANG Li

56 采油用高温缓蚀阻垢剂的研究及应用

Research and Application of High-temperature Corrosion and Scale Inhibitors for Oil Recovery

杜清珍, 谢刚, 姜伟祺, 闫暄崎, 朱克华, 魏爱军

DU Qing-zhen, XIE Gang, JIANG Wei-qi, YAN Xuan-qi, ZHU Ke-hua, WEI Ai-jun

膜层技术 Coating Technology

62 添加硫酸铜对 TC4 钛合金微弧氧化膜性能的影响

Effect of Adding Copper Sulfate to Micro-arc Oxidation on Properties of Coating on TC4 Ti Alloy

管靖远, 陈泉志, 马晓欣, 唐仕光, 黄祖江, 李伟洲

GUAN Jing-yuan, CHEN Quan-zhi, MA Xiao-xin, TANG Shi-guang, HUANG Zu-jiang, LI Wei-zhou

69 能量输出幅度对电火花沉积 Ni201 修复层界面行为的影响

Effect of Power Output Amplitude on Interface Behavior of Ni201 Restoration Layer Prepared by Electro-spark Deposition on Q235 Steel

赵运才, 刘宗阳, 杨雷雷

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

75 真空度对真空冷喷涂气固两相流的影响

Influence of Vacuum Degree on Gas-Solid Flow in Vacuum Cold Spray

郑建新, 郝婉君

ZHENG Jian-xin, HAO Wan-jun

80 气相沉积 Ti/TiN 多层薄膜的力学及耐腐蚀性能研究

Mechanical and Anti-corrosion Properties of Ti/TiN Multilayer Films Prepared by PVD

张啸宇, 谭俊

ZHANG Xiao-yu, TAN Jun

表面摩擦与润滑 Surface Friction and Lubrication

85 Si 含量对 FeCoCr_{0.5}NiBSi_x 高熵合金涂层组织结构和耐磨性的影响

Effect of Silicon Content on the Microstructure and Wear Resistance of FeCoCr_{0.5}NiBSi_x High-entropy Alloy Coatings

吴炳乾, 饶湖常, 张冲, 戴品强

WU Bing-qian, RAO Hu-chang, ZHANG Chong, DAI Pin-qiang

表面强化及功能化 Surface Strengthening and Functionalization

92 离焦量对 45# 钢表面激光熔覆镍基碳化钨粉的影响

Effect of Defocusing Amount on Laser Cladding of Self-fluxing Ni-based WC on 45# Steel Surface

张德强, 张吉庆, 李金华, 郭忠娟

ZHANG De-qiang, ZHANG Ji-qing, LI Jin-hua, GUO Zhong-juan

98 化学镀 Ni-Mo-P 合金镀层的组织结构与防垢性能研究

Structure and Scaling Prevention Properties of Electroless Ni-Mo-P Alloy Coatings

雍帆, 付传起, 骆旭梁, 王宙, 姚井龙, 郑学仿

YONG Fan, FU Chuan-qi, LUO Xu-liang, WANG Zhou, YAO Jing-long, ZHENG Xue-fang

表面失效及防护 Surface Failure and Protection

104 纳米 Y₂O₃ 预处理对 T91 钢抗高温水蒸汽氧化的影响

Effect of Nano-Y₂O₃ Pretreatment on Oxidation Resistance of T91 Steel in High-temperature Water Vapor Environment

刘光明, 张都清, 任善平

LIU Guang-ming, ZHANG Du-qing, REN Shan-ping

- 110 铝合金 TIG 焊接接头喷射式微弧氧化腐蚀疲劳性能研究
Corrosion Fatigue Properties of Aluminum Alloy TIG Welded Joint Treated by Spraying Micro-arc Oxidation
帅刚,邱骥,王红美,蔡嘉辉
SHUAI Gang, QIU Ji, WANG Hong-mei, CAI Jia-hui
- 116 铝合金焊接区喷射式微弧氧化陶瓷层耐腐蚀性研究
Corrosion Resistance of Ceramic Coatings Prepared by Spraying Micro-arc Oxidation on Aluminum Alloy Weld Zone
邱骥,帅刚,蔡嘉辉
QIU Ji, SHUAI Gang, CAI Jia-hui
- 122 过氧乙酸中硅酸钠对 Q235 钢的缓蚀影响
Corrosion Inhibition Effect of Sodium Silicate in Peroxyacetic Acid for Q235 Steel
王奎涛,孟庆来,翟朋达,王建勋,肖蕾
WANG Kui-tao, MENG Qing-lai, ZHAI Peng-da, WANG Jian-xun, XIAO Lei

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

- 127 纳米压痕技术在材料力学测试中的应用
Application of the Nanoindentation Technique in Material Mechanics Test
靳巧玲,李国禄,王海斗,刘金娜,张建军
JIN Qiao-ling, LI Guo-lu, WANG Hai-dou, LIU Jin-na, ZHANG Jian-jun
- 137 分子吸附和表面缺陷对 ZnO 薄膜紫外探测的影响
Influence of Molecular Adsorption and Surface Defects on Ultraviolet Detection of ZnO Film
苏蓓蓓,苏德发,桂青凤
SU Bei-bei, SU De-fa, GUI Qing-feng

信息与资讯 Information and Communication

- 143 《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	书签
封三 浙江黄岩熊斌美容品有限公司	兴化市中天金属材料有限公司
封底 中国兵器工业第五九研究所(耐海水系列防腐涂料)	青县远东电力电子有限公司
封二后	单色
A1 上海永华化学助剂有限公司	B1 国防科技工业自然环境试验研究中心(协合涂层技术等)
A2 温州市意达石化泵业有限公司	B2 常熟市兴隆电镀材料厂
A3 北京爱尔斯姆科技有限公司	B3 河北金日化工有限公司
A4 江苏梦得电镀化学品有限公司	B4 福州八达表面工程技术研究所
A5 广东高力表面技术有限公司	B5 长沙矿冶研究院
A6 兴化市亚泰化工有限公司	B6 南京整流器厂
A7 法国赛彼科公司	B7 长沙市化工研究所
A8 中国兵器工业第五九研究所涂料工厂	B8 成都兴科化涂装科技有限公司
A9 2016 重庆表面处理展(广东智展展览有限公司)	
A10 九英联盟	