

# 材料保护

Materials Protection

®

9

2019.Vol.52

1960年创刊·公开发行

电镀 / 化学镀 / 热浸镀 / 化学转化 / 热喷涂 (焊) / 涂料与涂装 / 腐蚀防护 / 薄膜技术 / 摩擦磨损



达志科技  
股票代码: 300530

## 新型无氰环保碱性镀铜工艺

NOVAL CYANIDE-FREE ENVIRONMENT-FRIENDLY ALKALINE COPPER PLATING PROCESS

### 开创行业新纪元 引领环保新时代

### 替代·兼容氰化物

#### 产品特性 PRODUCT FEATURES

- ▶ 可在氰化铜镀液基础上直接转缸。
- ▶ 不含氰化钠及氰化亚铜、不含磷，符合环保要求。
- ▶ 镀层性能指标与氰化镀铜工艺一致，沉积速度快，走位尤佳。
- ▶ 适合于锌合金、钢铁及钎铁硼等基材的打底镀层。
- ▶ 镀液稳定，易于操作，适用于滚镀及挂镀。



### 广东达志环保科技股份有限公司

Guangdong Dazhi Environmental Protection Technology Incorporated Company

地址: 广州经济技术开发区永和经济区田园东路1号

传真: 020-32221966

电话: 020-32221968

邮箱: dazhi@dazhitech.com

网址: www.dazhitech.com



万方数据

9 771001 156195

0 9 >

武汉材料保护研究所有限公司 主办

《材料保护》编辑部 出版

新中国70年有影响力的期刊

首届国家期刊奖

第二届国家期刊提名奖

第三届国家期刊提名奖

中国期刊方阵「双高」期刊



提供镀层厚度测量及  
多层镍电位差分析解决方案

## 电镀层测厚仪

仪器工作依据  
EN ISO 2177标准的库仑法  
STEP仪器依据  
ASTM B769和DIN 50022标准  
实现多层镍电位差测试功能

- 可测镀层 / 基体组合30多种, 如:  
单镀层: 铜、镍、铬、锌、锡、银、金等  
复合镀层: 铬/镍、镍/铜、铬/镍/铜等  
合金镀层: 化学镍、锌镍合金等
- 基体材质无限制, 如:  
钢铁、铜、铝、锌合金、塑胶、陶瓷、  
钎铁硼等
- 工件尺寸、形状基本不受限制,  
被测工件可细小如手机按键、边框、螺丝等  
线材直径可细如0.1mm

欢迎莅临我们展台  
参观指导

第三十二届中国国际表面处理展 (SFCHINA2019)  
同期举办第二十四届中国国际涂料展 (CHINACOAT 2019)  
时间: 2019年11月18-20日 地点: 上海新国际博览中心

展台号 **E1.B65**

现场展品有

**DJH-G**

电脑型多层镍厚度及  
电位差测试仪(STEP)



线上销售  
cehouyi.taobao.com

微信公众号  
coatchina



万方数据

国内4大核心期刊  
入选海外6大数据库  
4获国家重大期刊奖

# 材料

Cailiao

新中国60年有影响力的期刊

第52卷 总第488期 2019年 第9期 9月15日出版

## 目

### 专题: 核电装备材料表面工程

- 凝固速度对超高铬高碳双相钢组织及性能的影响  
.....王 琴 王桂芹 车宏龙等 (1)
- WC-Ni硬质合金涂层及体材料的水介质环境大载荷冲击行为研究  
.....靳瀚超 朱小鹏 孙 拓等 (11)
- 火焰喷涂工艺参数对聚醚醚酮涂层结构与性能的影响  
.....简新禹 李昱鹏 王豪南等 (18)
- Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub>在氢氟酸溶液中的低温腐蚀行为.....薛茂权 (25)
- 强流脉冲离子束辐照金属表面残余应力的热-力耦合形成机制研究  
.....张 勤 朱小鹏 雷明凯 (31)
- 液滴干湿循环下不同轧制态2205双相不锈钢的点蚀行为  
.....张 磊 程从前 张志鹏等 (38)
- 敏化对2205双相不锈钢液滴干湿循环下点蚀行为的影响  
.....侯 艳 程从前 张 磊等 (43)
- 离子体纳米结构化聚丙烯表面的超疏水稳定性研究  
.....刘 霞 李昱鹏 李晓宇等 (50)
- 基于模式转换波的轴偏离缺陷超声衍射时差法定量检测  
.....马天天 金士杰 林 莉等 (56)
- 考虑余高的焊缝内部缺陷全聚焦超声成像检测  
.....王 阳 金士杰 林 莉等 (61)
- 纯铁低周疲劳表面/亚表面损伤临界折射纵波评价  
.....罗忠兵 王新禹 孟亦圆等 (67)
- 激光熔覆基板的弯曲变形与残余应力研究  
.....苏 杭 潘学民 刘梦思等 (72)
- 核电厂高压加热器浮球式液位开关大小头失效分析  
.....王 浩 魏文斌 王 鑫等 (77)

### 试验研究

- 超音速等离子喷涂Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>涂层的绝缘性能  
.....张 斌 张向军 林 丽等 (83)
- 反应熔渗法制备C/C-SiC-ZrC复合材料的组织结构及力学性能  
.....徐一溪 易茂中 王喜云等 (88)
- 金属相成分对WC颗粒强化激光熔覆金属熔覆层力学性能的影响  
.....刘 峰 李超毅 秦鹏翔等 (95)
- 细菌对海底电缆铜铠装层腐蚀行为的影响  
.....王 竹 祝邴伟 张 娣等 (100)
- 316L不锈钢双极板磁控溅射镀层的耐蚀性与导电性能  
.....宓保森 周 科 秦子威等 (106)
- 微裂纹扩展导致喷丸残余应力重分布的数值模拟  
.....李博志 王建明 董国振等 (111)
- 316L和HR-2不锈钢的盐酸露点腐蚀行为  
.....李宇春 王兴平 刘子涵等 (117)



# 保护

Baohu

首届国家期刊奖  
第二届国家期刊提名奖  
第三届国家期刊提名奖

中国期刊方阵“双高”期刊

投稿 <http://www.mat-pro.com> 咨询 E-mail: [bjb@mat-pro.com](mailto:bjb@mat-pro.com)

## 次

- 含腐蚀缺陷X100输气管道的剩余强度研究  
.....臧雪瑞 顾晓婷 王秋妍 (125)
- 纳米CeO<sub>2</sub>改性有机硅烷转化膜的耐蚀性  
.....姜淑芳 张亚昆 李红玲 (132)
- 4Cr5MoSiV1钢表面镍基和铁基激光熔覆层的组织结构与耐冲击磨料  
磨损行为.....郭岩 叶智 徐勃等 (137)

### 工艺探讨

- 混凝-臭氧氧化法处理汽车喷漆废水的研究  
.....曾丽 徐洪亮 曾森等 (143)
- 电积铜用新型Pb-Ca-Sn-Re合金阳极的制备及其性能  
.....杨桂生 杨志鸿 陈步明等 (147)
- 铝合金表面硅烷改性纳米TiO<sub>2</sub>环氧树脂涂层的耐蚀性能研究  
.....章艳玲 马国扬 李红玲 (153)
- 冷作硬化对固溶态AISI 316L不锈钢棒材耐蚀性能的影响  
.....邢健 朱文哲 陈昊等 (160)

### 综述

- 镀锌层无铬钝化的研究进展及性能检测  
.....潘艳芝 王胜民 赵晓军等 (164)
- 不锈钢材料的钝化技术及其研究进展.....程炳坤 王琦 曹达华 (171)
- 连续板带热镀锌及锌合金镀层的特点与展望  
.....谷美玲 刘昕 张子月等 (176)

### 实用技术

- 湿法生产硫酸氢钠晶体中蒸发器材质的耐蚀性评价  
.....肖德龙 杨红梅 胡义华等 (180)
- 广州市变电站室外金属构件腐蚀调查  
.....李晨涛 林李波 蔡蒂等 (184)
- 某船用换热器冷凝管腐蚀原因分析.....王钊 赵宏博 伍志明等 (189)
- 汽包穿孔泄漏失效原因分析.....杨建奎 刘治宏 刘映宇等 (194)

### 综合信息

- 达志科技2019年四季度招聘信息..... (10)
- 中国腐蚀与防护学会成立40周年庆祝大会在杭州隆重举行..... (71)
- 欢迎订阅《金属热处理》杂志(2020)..... (131)
- “冷喷涂技术及其在增材制造中的应用专题会”第一轮通知..... (146)
- 2019年9月1日起高纯碳化硅微量元素的测定启用新国标..... (188)
- 广告索引..... (I)

欢迎参观

SFCHINA<sup>®</sup> 2019

第三十二届中国国际表面处理展

时间:2019年11月18-20日 地点:上海新国际博览中心

我们的展位设于

E1.B65

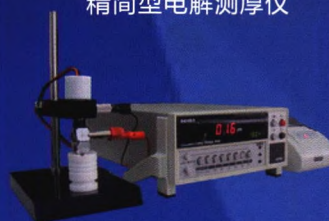
请凭我司测厚仪邀请码(下方英文字母),通过如下官方途径,  
关注及登录官方微信公众号:ChinaCoat\_SFChina,于11月13日前  
预登记,可豁免登记费,凭确认函上条形码/二维码到现场打印参观证。

WJSUNZGU

现场展品有

DJH-E

精简型电解测厚仪



CTM208

多功能型电解测厚仪



P1210HL

多功能赫尔槽试验电源



手机官网 [m.coattest.com](http://m.coattest.com)



武汉材料保护研究所有限公司  
膜厚测试仪器部  
地址:武汉市硚口区宝丰二路126号  
电话:027-83641619  
微信:umeter  
邮箱:info@coattest.com  
网址:www.coattest.com





## • Contents •

<b>Effect of Solidification Rate on Microstructure and Properties of Ultra High Chromium and High Carbon Duplex Stainless Steel</b>	
WANG Qin, WANG Gui-qin, CHE Hong-long, et al .....	( 1 )
<b>Impact Behaviors of WC-Ni Coatings and Bulk Material under Large Impact Load in Water Environment</b>	
JIN Han-chao, ZHU Xiao-peng, SUN Tuo, et al .....	( 11 )
<b>Effect of Flame Spraying Process Parameters on the Structure and Properties of Polyetheretherketone Coating</b>	
LIN Xin-yu, LI Yu-peng, WANG Hao-nan, et al .....	( 18 )
<b>Corrosion Behavior of <math>Ti_3AlC_2</math> in Hydrofluoric Acid Solution at Low Temperature</b>	
XUE Mao-quan .....	( 25 )
<b>Coupled Thermal - Dynamic Formation Mechanism of Residual Surface Stresses on Metal Tungsten Irradiated by High-Intensity Pulsed Ion Beam</b>	
ZHANG Qin, ZHU Xiao-peng, LEI Ming-kai .....	( 31 )
<b>Pitting Corrosion Behavior of 2205 Duplex Stainless Steel in Different Rolling State under Droplet Dry-Wet Cycle</b>	
ZHANG Lei, CHENG Cong-qian, ZHANG Zhi-peng, et al .....	( 38 )
<b>Effect of Sensitization on the Pitting Corrosion of 2205 Duplex Stainless Steel under Wet-Dry Cycling Condition</b>	
HOU Yan, CHENG Cong-qian, ZHANG Lei, et al .....	( 43 )
<b>Superhydrophobic Stability of Polypropylene Surfaces by Plasma Nanotexturing</b>	
LIU Xia, LI Yu-peng, LI Xiao-yu, et al .....	( 50 )
<b>Quantitative Detection of Off-Axis Defects Based on Mode-Converted Waves with Time of Flight Diffraction</b>	
MA Tian-tian, JIN Shi-jie, LIN Li, et al .....	( 56 )
<b>Ultrasonic Imaging Testing of Defects in Welds Having Caps with Total Focusing Method</b>	
WANG Yang, JIN Shi-jie, LIN Li, et al .....	( 61 )
<b>Surface/Near Surface Damage Evaluation on Pure Iron under Low Cycle Fatigue with <math>L_{CR}</math> Wave</b>	
LUO Zhong-bing, WANG Xin-yu, MENG Yi-yuan, et al .....	( 67 )
<b>Analysis of Bending Deflection and Residual Stress for Substrate of Laser Cladding</b>	
SU Hang, PAN Xue-min, LIU Meng-si, et al .....	( 72 )
<b>Failure Analysis of Floating Ball Liquid Level Switch Reducing Diameter Joint of High-Pressure Heater in Nuclear Power Plant</b>	
WANG Hao, WEI Wen-bin, WANG Xin, et al .....	( 77 )
<b>Insulation Performance of <math>Al_2O_3</math> Coating Deposited by Supersonic Plasma Spraying</b>	
ZHANG Bin, ZHANG Xiang-jun, LIN Li, et al .....	( 83 )
<b>Microstructure and Mechanical Properties of C/C-SiC-ZrC Composites Prepared by Reactive Melt Infiltration</b>	
XU Yi-xi, YI Mao-zhong, WANG Xi-yun, et al .....	( 88 )
<b>Effect of Metal Phase Composition on Mechanical Properties of Laser Cladded WC Reinforced Metallic Composite Coating</b>	
LIU Feng, LI Chao-yi, QIN Peng-xiang, et al .....	( 95 )
<b>Influences of Bacterium on the Corrosion Behaviors of Submarine Cable with Armored Copper Clad Layer in Seawater/Sea Mud</b>	
WANG Zhu, ZHU Li-wei, ZHANG Di, et al .....	( 100 )

<b>Corrosion Resistance and Conductivity of Magnetron Sputtering Coating on 316L Stainless Steel Bipolar Plate</b> MI Bao-sen, ZHOU Ke, QIN Zi-wei, et al .....	(106)
<b>Numerical Simulation for Residual Stress Redistribution of Shot-Peening Caused by Micro-Crack Propagation</b> LI Bo-zhi, WANG Jian-ming, DONG Guo-zheng, et al .....	(111)
<b>Dew Point Corrosion Behavior of 316L and HR-2 Stainless Steel in Hydrochloric Acid</b> LI Yu-chun, WANG Xing-ping, LIU Zi-han, et al .....	(117)
<b>Research on Residual Strength of X100 Pipeline with Corrosion Defects</b> ZANG Xue-rui, GU Xiao-ting, WANG Qiu-yan .....	(125)
<b>Corrosion Resistance of Organic Silane Conversion Films Modified by Nano-CeO<sub>2</sub></b> LOU Shu-fang, ZHANG Ya-kun, LI Hong-ling .....	(132)
<b>Microstructure and Impact Abrasive Wearing Resistance Behavior of Ni-Based and Fe-Based Laser Clad Layer on 4Cr5MoSiV1 Steel</b> GUO Yan, YE Zhi, XU Bo, et al .....	(137)
<b>Treatment of Automobile Spray Paint Wastewater with Combined Coagulation-Flocculation and Ozone Oxidation</b> ZENG Li, XU Hong-liang, ZENG Miao, et al .....	(143)
<b>Preparation and Properties of a Novel Pb-Ca-Sn-Re Alloy Anode for Electrowinning Copper</b> YANG Gui-sheng, YANG Zhi-hong, CHEN Bu-ming, et al .....	(147)
<b>Corrosion Resistance of Silane Modified Nano-Titanium Dioxide Epoxy Resin Coating on Aluminum Alloy Surface</b> ZHANG Yan-ling, MA Guo-yang, LI Hong-ling .....	(153)
<b>Effect of Cold-Work Hardening on the Corrosion Behaviors of AISI 316L Austenitic Stainless Steel Rods</b> XING Jian, ZHU Wen-zhe, CHEN Hao, et al .....	(160)
<b>Research Progress and Performance Testing of Chromium-Free Passivation for Galvanized Layers</b> PAN Yan-zhi, WANG Sheng-ming, ZHAO Xiao-jun, et al .....	(164)
<b>Passivation Technology of Stainless Steel Materials and Its Research Progress</b> CHENG Bing-kun, WANG Qi, CAO Da-hua .....	(171)
<b>Characteristics and Development Status of Hot-Dip Galvanizing and Zinc Alloy Coating in Continuous Strips</b> GU Mei-ling, LIU Xin, ZHANG Zi-yue, et al .....	(176)
<b>Evaluation on Corrosion Resistance of Evaporator Materials for Producing Sodium Bisulfate Crystal by Wet Process</b> XIAO De-long, YANG Hong-mei, HU Yi-hua, et al .....	(180)
<b>Survey on Corrosion of Outdoor Metal Components in the Substations in Guangzhou Districts</b> LI Chen-tao, LIN Li-bo, CAI Di, et al .....	(184)
<b>Analysis on Corrosion of Condenser Tube in a Marine Heat Exchanger</b> WANG Zhao, ZHAO Hong-bo, WU Zhi-ming, et al .....	(189)
<b>Failure Analysis on Perforation Leakage of Drum</b> YANG Jian-kui, LIU Zhi-hong, LIU Ying-yu, et al .....	(194)

**Seaover Editorial Committee: V.T.Troshchenko, L.A.Sosnovskiy, Yu.N.Drozdov, Hanshan Dong, Hongkee Lee, Hidehiko Enomoto, S.A.Armyanov, C.Leyraf, Hanlin Liao**

Journal of Materials Protection Vol.52 No.9, Sep. 2019  
Published by Materials Protection Publishing House  
Edited by Materials Protection Editorial Department  
Add:126 Baofeng Erlu, Wuhan 430030, P.R.China  
Tel:+0086-27-83641679 Fax:+0086-27-83638752

<http://www.mat-pro.com>  
E-mail:bjb@mat-pro.com  
Distributor:China International Book Trading Corporation (P.O.Box 399)  
The Foreign Subscription Rate:USD 60.00 per year



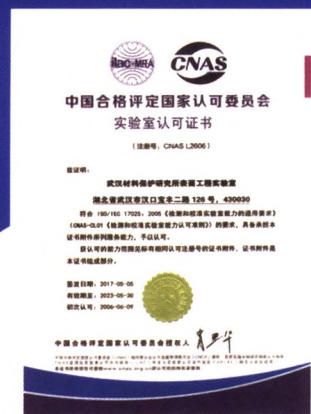
机械工业表面覆盖层产品质量监督检测中心  
(武汉材料保护研究所表面工程实验室) 是通过了  
国家资质认定 (CMA) 和实验室认可 (CNAS) 的  
第三方检测实验室, 是可以向社会出具具有证明作  
用的数据和结果的第三方检测机构。

表面覆盖层及  
表面处理液产品的  
质量检测

金属材料及金属  
制品的理化性能  
检测及失效分析

各类表面防腐涂  
料的质量检测

高分子材料性能  
检测



## 机械工业表面覆盖层产品质量监督检测中心 The Supervise and Test Center of Surface Coatings Quality for Machinery Industry 武汉材料保护研究所表面工程实验室

Surface Engineering Laboratory of Wuhan Research Institute of Materials Protection

联系电话: 027-83641671 027-83618641

027-83641636

传 真: 027-83646959

邮 箱: wuhanbfj@126.com

地 址: 武汉市硚口区宝丰二路126号

国内统一刊号: CN42-1215/TB

邮发代号: 38-30 广告经营许可证: 武工商广字[2017]026号

在线投稿: www.mat-pro.com

电话: 027-83641679 83615846 (编辑部) 83638752 (广告)

万方数据

定价: 25.00元/册