

装备环境工程

Equipment Environmental Engineering

月刊 2004年创刊

Monthly Initial Issue 2004

第17卷 第10期 2020年10月25日出版

Vol.17 No.10 Oct. 25, 2020

主管单位：中国兵器装备集团有限公司
主办单位：中国兵器工业第五九研究所
国防科技工业自然环境试验研究中心
出版单位：重庆五九期刊社
社 长：吴护林
副 社 长：张伦武 李文涛（常务）胡江华
编辑部主任：张营营
主 编：唐伦科
执行主编：张燕
责任编辑：刘世忠 杨兵 邓李旻

地 址：重庆市石桥铺渝州路33号
邮 编：400039
电 话：023-68792835
传 真：023-68792396
网址(投稿)：www.eee-j.com
电子邮箱：zbhjgc@163.com

学术交流部：程正冲 陈作 罗佩妤 蓝英侨
电 话：023-68792283
邮 箱：wjck59@126.com

印刷单位：重庆蜀之星包装彩印有限公司
发行范围：国内外公开发行
国内发行：中国邮政集团公司重庆市报刊
发行局
国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司
邮发代号：78-7
国外发行代号：BM2870
定价：45.00元
广告经营许可证：渝工商广字040297号
国际标准刊号：ISSN 1672-9242
国内统一刊号：CN 50-1170/X

Superintendent: China South Industries Group CO., LTD.
Southwest Institute of Technology and Engineering
Natural Environmental Test and Research Center of Science
Publisher: Chongqing Wujiu Periodicals Press
President: WU Hu-lin
Vice Presidents: ZHANG Lun-wu LI Wen-tao HU Jiang-hua
Editorial Department Director: ZHANG Ying-ying
Editor-in-Chief: TANG Lun-ke
Executive Editor: ZHANG Yan
Responsible Editors: LIU Shi-zhong YANG Bing DENG Li-yang

ADDRESS: NO.33 Yuzhou Road, Jiulongpo District, Chongqing, China
Postcode: 400039
Tel: 023-68792835
Fax: 023-68792396
Website: www.eee-j.com
Email: zbhjgc@163.com

Academic Exchange Department: CHENG Zheng-chong
CHEN Zuo LUO Pei-yu LAN Ying-qiao
Tel: 023-68792283
Email: wjck59@126.com

Printer: Chongqing Shuzhixing Printing Plant
Distribution Coverage: International Distribution
Domestic Distributor: Chongqing Bureau for Distribution
of Newspapers and Journals, China Post
Oversea Distributor: China International Book Trading Corporation
Order Office: All Local Post Offices in China (78-7)
Oversea Distribution: BM2870
PRICE: RMB 45.00
Advertising License: Chongqing Industrial and Commercial
Advertisements No. 040297
International unitary issue number: ISSN 1672-9242
Domestic unitary issue number: CN 50-1170/X

数据库收录

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)
中国期刊网全文数据库收录期刊
中国学术期刊(光盘版)入编期刊
美国《化学文摘》(CA)收录期刊

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
万方数据-数字化期刊群全文上网期刊
中文科技期刊数据库收录期刊
美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊

版权声明

所有作者同意论文录用后，即视为所有作者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，重庆五九期刊社将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。

《装备环境工程》第三届编辑委员会

(按姓名拼音或字母排序)

名誉主任委员

吴伟仁(中国工程院院士)

主任委员

刘刚(中国兵器装备集团有限公司)

副主任委员

钱一欣(中国兵器装备集团有限公司)

吴护林(西南技术工程研究所)

顾问

才鸿年(中国工程院院士)

柯伟(中国工程院院士)

刘永才(中国工程院院士)

侯保荣(中国工程院院士)

刘尚合(中国工程院院士)

王浚(中国工程院院士)

国内委员

白真权(中国石油集团石油管工程技术研究院)

蔡健平(中国航天标准化研究所)

蔡远利(西安交通大学)

车付田(河南平原光电有限公司)

陈光章(中国船舶重工集团公司第七二五研究所)

陈海波(中国科学技术大学)

陈忠明(航空工业沈阳飞机设计研究所)

陈自强(上海交通大学)

成竹(中国飞机强度研究所)

丁雪兴(兰州理工大学)

董俊华(中国科学院金属研究所)

董世运(陆军装甲兵学院)

董泽华(华中科技大学)

杜敏(中国海洋大学)

冯立新(航空工业第一飞机设计研究院)

付前刚(西北工业大学)

傅耘(中国航空综合技术研究所)

高飞(中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院)

顾兆林(西安交通大学)

桂泰江(海洋化工研究院有限公司)

郭洪波(北京航空航天大学)

郭少云(四川大学)

郭小朝(空军军医大学)

郭学辉(西安石油大学)

郭学益(中南大学)

韩恩厚(广东腐蚀科学与技术创新研究院)

何春霞(南京农业大学)

何德良(湖南大学)

何仁(江苏大学)

何宇廷(空军工程大学)

侯冬云(中国舰船研究设计中心)

胡勇有(华南理工大学)

黄桂桥(钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所)

黄瑾辉(湖南大学)

黄铭(云南大学)

黄云(工业和信息化部电子第五研究所)

姜潮(湖南大学)

焦纬洲(中北大学)

揭敢新(中国电器科学研究院股份有限公司)

康士峰(中国电子科技集团公司第二十二研究所)

李桂娟(大连测控技术研究所)

李海波(北京强度环境研究所)

李晖(中国兵器工业集团第五三研究所)

李劲风(中南大学)

李明海(中国工程物理研究院总体工程研究所)

李谋成(上海大学)

李少香(青岛科技大学)

李晓刚(北京科技大学)

李晓钢(北京航空航天大学)

李岩(南京水利科学研究院)

李在均(江南大学)

林安(武汉大学)

林昌健(厦门大学)

林干(装发环境工程专家组)

林冠发(中国石油集团石油管工程技术研究院)

简存国(中国船舶重工集团公司第七二五研究所)

刘 东（中国科学院合肥物质科学研究院）	王体健（南京大学）
刘宏芳（华中科技大学）	王向明（航空工业沈阳飞机设计研究所）
刘 辉（中南大学）	王煊军（火箭军工程大学）
刘建忠（浙江大学）	王学田（北京理工大学）
刘凯龙（陆军试验训练基地）	王延相（山东大学）
刘马宝（西安交通大学）	王 哲（航空工业第一飞机设计研究院）
刘少斌（南京航空航天大学）	王振尧（中国科学院金属研究所）
刘祥萱（火箭军工程大学）	魏化震（中国兵器工业集团第五三研究所）
卢 琳（北京科技大学）	魏世丞（陆军装甲兵学院）
陆 峰（中国航发北京航空材料研究院）	吴 行（63963 部队）
吕战鹏（上海大学）	吴 健（中国电子科技集团公司第二十二研究所）
马界祥（航空工业第一飞机设计研究院）	吴明铂（中国石油大学（华东））
马君峰（中国飞机强度研究所）	吴 勋（解放军 96901 部队 24 分队）
毛卫国（长沙理工大学）	吴宜勇（哈尔滨工业大学）
穆志韬（海军航空大学青岛校区）	吴志伟（中国科学院山西煤炭化学研究所）
牛宝良（中国工程物理研究院总体工程研究所）	向树红（北京卫星环境工程研究所）
欧忠文（中国人民解放军陆军勤务学院）	谢发勤（西北工业大学）
潘湛昌（广东工业大学）	徐 东（安徽工业大学）
彭群家（中广核苏州热工研究院有限公司）	杨生胜（兰州空间技术物理研究所）
钱兆俊（上海船舶设备研究所）	杨 毅（南京理工大学）
邱 晞（西安飞机集团有限责任公司）	杨远洪（北京航空航天大学）
屈撑囤（西安石油大学）	易 胜（63961 部队）
尚德广（北京工业大学）	殷 明（西南技术工程研究所）
邵忠宝（东北大学）	尹爱军（重庆大学）
邵忠财（沈阳理工大学）	詹 亮（华东理工大学）
沈瑞琪（南京理工大学）	张大全（上海电力大学）
宋仁国（常州大学）	张 盾（中国科学院海洋研究所）
宋诗哲（天津大学）	张国庆（广东工业大学）
宋希文（内蒙古科技大学）	张 津（北京科技大学）
宋祖勋（西北工业大学）	张乐福（上海交通大学）
孙 杰（沈阳理工大学）	张 雷（北京科技大学）
孙明先（中国船舶重工集团公司第七二五研究所）	张伦武（西南技术工程研究所）
孙志华（中国航发北京航空材料研究院）	张士峰（国防科技大学）
所 俊（海军研究院）	张永胜（中国科学院兰州化学物理研究所）
谈乐斌（南京理工大学）	张 勇（成都电子科技大学）
谭志良（陆军工程大学石家庄校区）	张 昭（浙江大学）
汤宝平（重庆大学）	赵保平（北京机电工程研究所）
唐伦科（西南技术工程研究所）	赵春晖（哈尔滨工程大学）
汪雪良（中国船舶科学研究中心）	赵国仙（西安石油大学）
王 贵（广东海洋大学）	赵景茂（北京化工大学）
王浩伟（航空工业特种飞行器研究所）	赵 宇（北京航空航天大学）
王吉会（天津大学）	赵振维（中国电子科技集团公司第二十二研究所）
王克军（西安电子工程研究所）	郑 玲（重庆大学）
王 鹏（中国科学院兰州化学物理研究所）	周和荣（武汉科技大学）
王 琦（辽宁工业大学）	朱 蕾（西南技术工程研究所）
王启民（广东工业大学）	朱志平（长沙理工大学）

国际委员

Wei Gao (The University of Auckland)

《装备环境工程》

杂志理事会名单

(发展中)

理事长

钱一欣 中国兵器装备集团有限公司

副理事长

吴护林 中国兵器工业第五九研究所
任占勇 中国航空综合技术研究所
齐晓亮 中国兵器工业第五三研究所
孙明先 中国船舶重工集团公司第七二五研究所
张志贤 重庆银河试验仪器有限公司
龙德中 重庆哈丁环境试验技术股份有限公司

常务理事（按姓氏笔画排列）

邓 林 中国电子科技集团公司第二十九研究所	赵小兵 北京空间机电研究所
王玉林 中国北方车辆研究所	宋 闯 北京机电工程研究所
朱宜生 中国船舶重工集团公司第七二三研究所	高 源 中国航天科工集团第二研究院
李宏民 中国航天科工防御技术研究试验中心	唐伦科 国防科技工业自然环境试验研究中心
李明海 中国工程物理研究院总体工程研究所	崔振铎 天津大学
李晓刚 北京科技大学	

理事（按姓氏笔画排列）

千应庆 中国兵器工业第二一八研究所	张正平 北京强度环境研究所
王 冬 中国航天科工集团二院二部	张海丽 北京易盛泰和科技有限公司
王立峰 航天材料及工艺研究所	赵 营 北京机电工程总体设计部
方玉峰 中航工业飞机公司	杨显清 重庆嘉陵特种装备有限公司
邓 晖 北京航天长征飞行器研究所	杨建斌 兰州华宇航天技术应用有限责任公司
冯咬齐 北京卫星环境工程研究所	杨国富 广东莱伯通试验设备有限公司
任玉基 中航工业郑州飞机装备有限责任公司环境实验中心	单军勇 中国兵器工业第二〇六研究所
任全彬 中国航天科技集团公司第四研究院第四十一研究所	姜 健 上海卫星装备研究所
刘 辉 中航工业庆安集团有限公司	郭 健 北京自动化控制设备研究所
刘 剑 北方夜视科技集团公司	郭少云 四川大学高分子材料工程国家重点实验室
李 强 中国船舶工业综合技术经济研究院	徐 钢 中航工业洛阳电光设备研究所环境与可靠性实验室
许 斌 重庆阿泰可科技股份有限公司	黄文超 中国飞机强度研究所
段卓毅 中航工业西安飞机设计研究所	黄初期 广东众志检测仪器有限公司
吴 健 中国电子科技集团公司第二十二研究所	董龙雷 西安交通大学航天航空学院
沙长安 中航通用飞机有限责任公司	蒋建军 西安飞机国际航空制造股份有限公司
张长革 北京遥感设备研究所	褚林塘 中国特种飞行器研究所

目次 CONTENTS

专栏——岛礁环境装备适应性研究

Column—Adaptability of Environmental Equipment for Reefs

1 E420 在南海岛礁海水环境腐蚀行为规律研究

Corrosion Behavior of E420 in Seawater Environments of the Reef in the South China Sea

丁康康, 刘亚强, 顾良华, 郭为民, 侯健, 孙明先

DING Kang-kang, LIU Ya-qiang, GU Liang-hua, GUO Wei-min, HOU Jian, SUN Ming-xian

8 装备关重件腐蚀-疲劳环境/载荷试验谱编制方法研究

Study on Compiling Method of Corrosion-fatigue Environment & Load Test Spectrum for Materiel Key Structure

赵朋飞, 辛燕, 孙颀, 魏小琴, 王刚

ZHAO Peng-fei, XIN Yan, SUN Jie, WEI Xiao-qin, WANG Gang

14 岛礁油料装备的腐蚀特性及全寿命腐蚀控制策略

Corrosion Characteristics and Life Cycle Corrosion Control Strategy for Oil Equipment on Islands and Reefs

王争荣, 向永华, 杨潇, 李永

WANG Zheng-rong, XIANG Yong-hua, YANG Xiao, LI Yong

20 东南海域岛礁环境对武器装备的影响及对策研究

The Influence and Countermeasures Study of Weapon Equipment Influenced by Island-reef Environment in the Southeastern Sea

张梦龙, 赵志敏

ZHANG Meng-long, ZHAO Zhi-min

26 TC21 钛合金表面涂层体系在多因素综合加速试验条件下的老化规律研究

Evolution Laws of Coated TC21 Titanium Alloy during the Indoor Multi-factor Comprehensive Accelerated Aging Test

潘峤, 张骐, 葛玉麟, 高蒙, 孙志华, 杨丽媛, 闫巍

PAN Qiao, ZHANG Qi, GE Yu-lin, GAO Meng, SUN Zhi-hua, YANG Li-yuan, YAN Wei

专题——石油管材及装备材料腐蚀与防护技术

Special Topic—Corrosion and Protection Technology for Petroleum Tubes and Equipment

32 925 镍基合金和 110SS 钢在高温高酸性环境中的电偶腐蚀行为

Galvanic Corrosion Behavior of Nickel-based Alloy 925 for Downhole Tools Coupled With 110SS Steel

赵国仙, 胡晓彤

ZHAO Guo-xian, HU Xiao-tong

40 一种可原位修复和循环使用的包覆涂层材料及其耐蚀性能研究

Study on a Self-healing and Recyclable Coating Materials and Its Corrosion Resistances

张寒露, 林伟, 王虎, 张海龙, 张海兵, 侯健, 林冰, 王莹莹, 唐望磊

ZHANG Han-lu, LIN Wei, WANG Hu, ZHANG Hai-long, ZHANG Hai-bing,

HOU Jian, LIN Bing, WANG Ying-ying, TANG Jun-lei

50 陵水气田输气管道阴极保护效果数值仿真研究

Simulation Study on Influencing Factors of Sacrificial Anode Cathodic Protection Effect of Oil Pipeline of Lingshui Platform

侯静, 梁清文, 张宇, 李开伟, 侯健

HOU Jing, LIANG Qing-wen, ZHANG Yu, LI Kai-wei, HOU Jian

57 月桂酸在超临界 CO₂/H₂O 环境下的缓蚀行为研究

Corrosion Inhibition of Lauric Acid in Supercritical CO₂/H₂O Condition

张德平, 岑宏宇, 陈振宇

ZHANG De-ping, CEN Hong-yu, CHEN Zhen-yu

63 压载舱锌阳极失效原因分析及实验室研究

Failure Analysis and Laboratory Study of Zinc Anode in Ballast Tank

朱飞越, 张国庆, 吕建伟, 宋博

ZHU Fei-yue, ZHANG Guo-qing, LYU Jian-wei, SONG Bo

68 桐油水解制备咪唑啉缓蚀剂及其量子化学研究
Preparation of Imidazoline and Its Quantum Chemistry by Hydrolysis of Tung Oil
李循迹, 王福善, 陈庆国, 张娟涛, 崔小虎, 宋文文
LI Xun-ji, WANG Fu-shan, CHEN Qing-guo, ZHANG Juan-tao, CUI Xiao-hu, SONG Wen-wen

环境试验与评价 Environmental Testing and Evaluation

75 长时间高温热环境考核试验中石英灯阵的破坏及预防
Destruction and Prevention of Quartz Lamp Array in High Temperature Long-term Thermal Environment Assessment Test

夏吝时, 张利嵩, 张凯, 石宝丽, 齐斌
XIA Lin-shi, ZHANG Li-song, ZHANG Kai, SHI Bao-li, QI Bin

82 基于六自由度道路模拟技术的座椅加速试验方法
Acceleration Test Method of Seats Based on Six-degree-of-freedom Road Simulation Technology
张凯, 段凯欣, 刘瑜瑾
ZHANG Kai, DUAN Kai-xin, LIU Yu-jin

88 基于路谱的随机振动耐久试验研究
Random Vibration Durability Test Based on Road Spectrum
段凯欣, 胡玉倩, 刘瑜瑾, 张凯
DUAN Kai-xin, HU Yu-qian, LIU Yu-jin, ZHANG Kai

94 结合虚拟迭代技术的整车级道路模拟试验方法
Complete Vehicle Level Road Simulation Test Method Based on Multi-body Virtual Iteration
刘瑜瑾, 王毅, 段凯欣, 张凯, 胡玉倩
LIU Yu-jin, WANG Yi, DUAN Kai-xin, ZHANG Kai, HU Yu-qian

环境效应与防护 Environmental Effects and Protection

103 海洋大气环境下装备材料的腐蚀与防护研究进展
Research Progress on Corrosion and Protection of Equipment Materials in Marine Atmosphere
沈剑, 丁星星, 宋凯强, 张敏, 丛大龙
SHEN Jian, DING Xing-xing, SONG Kai-qiang, ZHANG Min, CONG Da-long

110 电偶腐蚀研究方法综述
Summary of Research Methods for Galvanic Corrosion
胡鹏飞, 张慧霞, 李相波, 唐晓
HU Peng-fei, ZHANG Hui-xia, LI Xiang-bo, TANG Xiao

环境及其效应 Environment and Its Effect

118 基于 PSD 法的船载雷达随机振动响应分析
Random Vibration Response of Shipborne Radar Based on PSD Method
朱红发, 赵明利, 程热
ZHU Hong-fa, ZHAO Ming-li, CHENG Re

124 空气中氯离子沉积速率的影响因素分析
Analysis of Factors Influencing Chloride Deposition Rate in Air
郭赞洪, 梁少燕, 唐其环, 刘聪, 毛福军
GUO Zan-hong, LIANG Shao-yan, TANG Qi-huan, LIU Cong, MAO Fu-jun

装备环境工程管理 Equipment Environmental Engineering Management

131 装备可靠性工程实施过程的量化评估研究及实践
Research and Practice on Quantitative Evaluation of Equipment Reliability Engineering Implementation Process
丁丹丹, 陈伟, 马琛翔, 石孟兵
DING Dan-dan, CHEN Wei, MA Chen-xiang, SHI Meng-bing

广告索引

封底	封三前
东莞市众志检测仪器有限公司	1. 重庆哈丁环境试验技术股份有限公司
封二	2. 中国兵器工业第五九研究所
重庆银河试验仪器有限公司	3. 北京易盛泰和科技有限公司
封三	4. 国防科技工业自然环境试验研究中心
广东莱伯通试验设备有限公司	

期刊基本参数: CN 50-1170/X*1983*m*A4*135*zh*P*¥45.00*5000*20*2020-10