

装备环境工程

Equipment Environmental Engineering

月刊 2004年创刊

Monthly Initial Issue 2004

第19卷 第11期 2022年11月25日出版

Vol.19 No.11 November. 25, 2022

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：《装备环境工程》编辑部

社 长：吴护林

副 社 长：李忠盛 李文涛(常务) 张莹莹

主 编：张伦武

编辑部

主 任：邹 浪

副 主 任：杨 兵

执行主编：杨 兵

编 审：张 燕

责任编辑：邓李昉 廖 菁

出版部

主 任：万长清

责任编辑：刘世忠

地 址：重庆市石桥铺渝州路33号

邮 编：400039

电 话：023-68792835

网址(投稿)：www.eee-j.com

电子邮箱：zbhjgc@163.com

印刷单位：重庆新金雅迪艺术印刷有限公司

发行范围：国内外公开发行业

国内发行：中国邮政集团有限公司重庆市分公司

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.

Sponsor: Southwest Institute of Technology and Engineering

Natural Environmental Test and Research Center of Science

Publisher: Editorial Office of *Equipment Environmental Engineering*

President: WU Hu-lin

Vice Presidents: LI Zhong-sheng LI Wen-tao ZHANG Ying-ying

Editor-in-Chief: ZHANG Lun-wu

Editorial Department

Director: ZOU Lang

Deputy Director: YANG Bing

Executive Editor-in-Chief: YANG Bing

Senior Editor: ZHANG Yan

Editor in Charge: DENG Li-yang LIAO Jing

Publishing Department

Director: WAN Chang-qing

Editor in Charge: LIU Shi-zhong

ADDRESS: NO.33 Yuzhou Road, Jiulongpo District, Chongqing, China

Postcode:400039

Tel:023-68792835

Website:www.eee-j.com

Email:zbhjgc@163.com

Printer:Chongqing Xinjinyadi Art Printing Co., Ltd.

Distribution Coverage: International Distribution

Domestic Distributor:Chongqing Branch of China Post Group Co., Ltd.

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)

高级顾问

才鸿年(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)

侯保荣(中国工程院院士)

刘永才(中国工程院院士)

王向明(中国工程院院士)

柯伟(中国工程院院士)

邱志明(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)

桂泰江(海洋化工研究院有限公司)

蔡健平(中国航天标准化研究所)

郭洪波(北京航空航天大学)

蔡远利(西安交通大学)

郭少云(四川大学)

蔡振兵(西南交通大学)

郭小朝(空军军医大学)

车付田(河南平原光电有限公司)

郭学辉(西安石油大学)

陈光章(中国船舶重工集团公司第七二五研究所)

韩恩厚(广东腐蚀科学与技术创新研究院)

陈海波(中国科学技术大学)

韩建立(海军航空大学岸防兵学院)

陈跃良(海军航空大学青岛校区)

何春霞(南京农业大学)

陈忠明(航空工业沈阳飞机设计研究所)

何德良(湖南大学)

陈自强(上海交通大学)

何仁(江苏大学)

成天涛(复旦大学)

何宇廷(空军工程大学)

成竹(中国飞机强度研究所)

侯冬云(中国舰船研究设计中心)

丁雪兴(兰州理工大学)

胡勇有(华南理工大学)

董俊华(中国科学院金属研究所)

黄安畏(西南技术工程研究所)

董世运(陆军装甲兵学院)

黄桂桥(钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所)

董泽华(华中科技大学)

黄铭(云南大学)

杜敏(中国海洋大学)

黄云(工业和信息化部电子第五研究所)

冯立新(航空工业第一飞机设计研究院)

姜潮(湖南大学)

付前刚(西北工业大学)

焦纬洲(中北大学)

傅耘(中国航空综合技术研究所)

揭敢新(中国电器科学研究院股份有限公司)

高飞(中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院)

康士峰(中国电子科技集团公司第二十二研究所)

顾兆林(西安交通大学)

李昌坤(西南技术工程研究所)

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（南京水利科学研究所）
李忠盛（西南技术工程研究所）
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）
蔺存国（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）
刘宏芳（华中科技大学）
刘 辉（中南大学）
刘建忠（浙江大学）
刘凯龙（陆军试验训练基地）
刘马宝（西安交通大学）
刘少斌（南京航空航天大学）
刘祥莹（火箭军工程大学）
卢 琳（北京科技大学）
陆 峰（中国航发北京航空材料研究院）
吕战鹏（上海大学）
马界祥（航空工业第一飞机设计研究院）
马君峰（中国飞机强度研究所）
毛保全（陆军装甲兵学院）
毛卫国（长沙理工大学）
穆志韬（海军航空大学青岛校区）
牛宝良（中国工程物理研究院总体工程研究所）
欧忠文（中国人民解放军陆军勤务学院）
潘湛昌（广东工业大学）
彭群家（中广核苏州热工研究院有限公司）
钱兆俊（上海船舶设备研究所）
邱 晞（西安飞机集团有限责任公司）
屈撑圉（西安石油大学）
冉秀忠（西南技术工程研究所）
尚德广（北京工业大学）
邵忠宝（东北大学）
邵忠财（沈阳理工大学）
沈瑞琪（南京理工大学）
石 全（陆军工程大学）
宋仁国（常州大学）
宋诗哲（天津大学）
宋希文（内蒙古科技大学）
宋祖勋（西北工业大学）
孙 杰（沈阳理工大学）
孙明先（中国船舶重工集团公司第七二五研究所）
孙志华（中国航发北京航空材料研究院）
所 俊（海军研究院）
谭志良（陆军工程大学石家庄校区）
汤宝平（重庆大学）
汤文明（合肥工业大学）
汪雪良（中国船舶科学研究中心）
王 贵（广东海洋大学）
王浩伟（航空工业特种飞行器研究所）
王吉会（天津大学）
王克军（西安电子工程研究所）
王 鹏（中国科学院兰州化学物理研究所）
王 琦（辽宁工业大学）
王启民（广东工业大学）
王体健（南京大学）
王煊军（火箭军工程大学）
王学田（北京理工大学）
王延相（山东大学）
王雨时（南京理工大学）
王 哲（航空工业第一飞机设计研究院）
王振尧（中国科学院金属研究所）
魏化震（中国兵器工业集团第五三研究所）
魏世丞（陆军装甲兵学院）
吴 行（63963 部队）
吴 健（中国电子科技集团公司第二十二研究所）
吴明铂（中国石油大学（华东））
吴 勋（解放军 96901 部队 24 分队）
吴宜勇（哈尔滨工业大学）
吴志伟（中国科学院山西煤炭化学研究所）
向树红（北京卫星环境工程研究所）
谢发勤（西北工业大学）
徐 东（安徽工业大学）
杨国来（南京理工大学）
杨生胜（兰州空间技术物理研究所）
杨 毅（南京理工大学）
杨远洪（北京航空航天大学）
易 胜（63961 部队）
尹爱军（重庆大学）
于存贵（南京理工大学）
余永刚（南京理工大学）
詹 亮（华东理工大学）
张大全（上海电力大学）

张 盾 (中国科学院海洋研究所)

张国庆 (广东工业大学)

张 津 (北京科技大学)

张乐福 (上海交通大学)

张 雷 (北京科技大学)

张伦武 (西南技术工程研究所)

张士峰 (国防科技大学)

张天才 (西南技术工程研究所)

张永胜 (中国科学院兰州化学物理研究所)

张 勇 (成都电子科技大学)

张 昭 (浙江大学)

赵保平 (北京机电工程研究所)

赵春晖 (哈尔滨工程大学)

赵国仙 (西安石油大学)

赵景茂 (北京化工大学)

赵 宇 (北京航空航天大学)

赵振维 (中国电子科技集团公司第二十二研究所)

郑 玲 (重庆大学)

周和荣 (武汉科技大学)

周 堃 (西南技术工程研究所)

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》第一届青年编辑委员会

(按姓名拼音或字母排序)

卞贵学 (海军航空大学青岛校区)

丛大龙 (西南技术工程研究所)

程玉杰 (北京航空航天大学)

崔平 (陆军工程大学石家庄校区)

崔中雨 (中国海洋大学)

杜彦斌 (重庆工商大学)

付安庆 (中国石油集团石油管工程技术研究院)

管小荣 (南京理工大学)

侯健 (中国船舶集团有限公司第七二五研究所)

胡明 (沈阳理工大学)

黄彪 (北京理工大学)

黄桥高 (西北工业大学)

黄振贵 (南京理工大学)

李贵杰 (大连理工大学)

梁志远 (西安交通大学)

刘斌 (武汉理工大学)

刘宁 (哈尔滨工程大学)

刘栓 (中国科学院宁波材料技术与工程研究所)

刘涛 (上海海事大学)

卢海涛 (中国兵器工业第二〇八研究所)

卢向雨 (河海大学)

罗楚养 (东华大学)

骆晨 (北京航空材料研究院)

满成 (中国海洋大学)

苗强 (四川大学)

庞福振 (哈尔滨工程大学)

庞维强 (西安近代化学研究所)

綦磊 (北京卫星环境工程研究所)

乔岩欣 (江苏科技大学)

任元强 (南京航空航天大学)

沈自才 (北京卫星环境工程研究所)

时圣波 (西北工业大学)

宋江凤 (重庆大学)

睢贺良 (中国工程物理研究院化工材料研究所)

王晶晶 (中国船舶集团有限公司第七二五研究所)

王强 (中国空气动力研究与发展中心)

王铁钢 (天津职业技术师范大学)

王哲君 (火箭军工程大学)

汪泉 (安徽理工大学)

文青波 (中南大学)

夏大海 (天津大学)

夏权 (北京航空航天大学)

徐云泽 (大连理工大学)

杨小奎 (西南技术工程研究所)

姚洪志 (陕西应用物理化学研究所)

姚建尧 (重庆大学)

姚术健 (中南大学)

张超 (西北工业大学)

张国庆 (海洋石油工程股份有限公司设计院)

张宏建 (南京航空航天大学)

张静静 (中国空间技术研究所)

张腾 (空军工程大学)

赵方超 (西南技术工程研究所)

赵海盛 (大连理工大学)

赵鲲 (中国空气动力研究与发展中心)

周青华 (四川大学)

庄建宏 (兰州空间技术物理研究所)

装备环境工程

ZHUANGBEI HUANJING GONGCHENG Vol. 19 No. 11 November. 25, 2022

目次 CONTENTS

专题——引信环境适应性

Special Topic—Fuze Environmental Adaptability

- 1 基于发射环境炮-弹-引耦合仿真的中大口径榴弹机械触发引信失效分析
Failure Analysis of Mechanical Trigger Fuze of Medium and Large Caliber Gun-howitzer Based on Rifled Gun Barrel-Projectile-Fuze Coupling Simulation in Launching Environment
田中旺, 宁变芳, 牛兰杰, 李世腾, 刘军, 赵旭
TIAN Zhong-wang, NING Bian-fang, NIU Lan-jie, LI Shi-teng, LIU Jun, ZHAO Xu
- 10 基于斜投影算子的引信抗主瓣干扰方法
An Anti-mainlobe Jamming Method for Fuzes Based on Oblique Projection
张翔, 陈楠祺, 张珂, 王中洋
ZHANG Xiang, CHEN Nan-qi, ZHANG Ke, WANG Zhong-yang
- 18 侵彻引信用电磁传感器的输出特性仿真分析
Simulation Analysis on Output Characteristics of Magnetolectric Sensor for Penetration Fuze
何瑶, 段雨涵, 隋丽, 张美云
HE Yao, DUAN Yu-han, SUI Li, ZHANG Mei-yun
- 27 毫米波近炸探测器超宽带电磁脉冲防护加固措施研究
Protection and Reinforcement Measures of Ultra-wideband Electromagnetic Pulse for Millimeter Wave Proximity Detector
陈凯柏, 刘少华, 毕军建, 高敏, 周晓东
CHEN Kai-bai, LIU Shao-hua, BI Jun-jian, GAO Min, ZHOU Xiao-dong
- 34 极端温度条件典型引信电参数变化规律和失效机理
Electrical Parameters Change Law and Failure Mechanism of Typical Fuze under Extreme Temperature Conditions
李波, 张宏翔, 李世中, 张亚
LI Bo, ZHANG Hong-xiang, LI Shi-zhong, ZHANG Ya
- 41 异常性检测算法在引信干扰信号识别中的应用
Application of Anomaly Detection Algorithm in Fuze Interference Signal Recognition
白帆, 张慧, 李鹏斐, 曹昭睿
BAI Fan, ZHANG Hui, LI Peng-fei, CAO Zhao-rui
- 48 基于密度-距离空间的红外引信抗噪声方法研究
Anti-interference Method of Infrared Fuze Based on Density-Distance Space
张聪, 权康男, 岳明凯, 韩自强
ZHANG Cong, QUAN Kang-nan, YUE Ming-kai, HAN Zi-qiang
- 54 脉冲激光发射模块电磁屏蔽效能仿真分析
Simulation Analysis of Electromagnetic Shielding Effectiveness on Pulse Laser Transmitting Module
孙文东, 霸书红, 陈慧敏
SUN Wen-dong, BA Shu-hong, CHEN Hui-min
- 62 自供电式同步翻转电荷提取电路的优化设计
Optimized Design of Self-powered Synchronous Inversion and Charge Extraction Circuit
邱泓程, 隋丽, 王东亚
QIU Hong-cheng, SUI Li, WANG Dong-ya

航空航天装备 Aviation and Aerospace Equipment

- 69 民用飞机实验室 APU 开车高温尾气排放影响因素分析
Analysis of Influencing Factors of Discharging Civil Aircraft APU High Temperature Exhaust Gas from Climatic Laboratory
马建军
MA Jian-jun
- 77 Al/BN 封严涂层在盐雾环境中的腐蚀性能及表面特征研究
Corrosion Performance and Surface Characteristics of Al/BN Sealing Coating in Salt Spray Environment

杨国昊, 孙杰, 宋佳, 刘天, 孙海静, 王保杰
YANG Guo-hao, SUN Jie, SONG Jia, LIU Tian, SUN Hai-jing, WANG Bao-jie
84 无人直升机主桨毂中央件疲劳试验加载技术研究
Loading Technology about Main Rotor Hub of Unmanned Helicopter in Fatigue Test

包名, 李大海, 刘红艳
BAO Ming, LI Da-hai, LIU Hong-yan

海洋工程装备 Marine Engineering Equipment

95 低铬油套管钢材在不同工况下的腐蚀规律研究
Corrosion Characteristics of Low Cr-containing Tubing and Casing Steel under Various Service Conditions

张晓诚, 林海, 廖前华, 李文博, 董平华

ZHANG Xiao-cheng, LIN Hai, LIAO Qian-hua, LI Wen-bo, DONG Ping-hua

102 渤海某油田注水井筛管失效测试及原因分析
Test and Cause Analysis of Water Injection Well Screen Failure in a Bohai Oilfield

李效波, 李良庆, 周欢, 满宗通

LI Xiao-bo, LI Liang-qing, ZHOU Huan, MAN Zong-tong

重大工程装备 Key Projects Equipment

110 表面纳米化对锆合金微动腐蚀行为的影响
Effect of Surface Nanocrystallization on Fretting Corrosion Behavior of Zirconium Alloy

唐晨, 张伟, 李正阳, 蔡振兵

TANG Chen, ZHANG Wei, LI Zheng-yang, CAI Zhen-bing

119 高硅铬铁高压直流感地极腐蚀监测技术与焦炭层填充试验研究
Corrosion Monitoring Technology of High Silicon Ferrochrome High-voltage DC Grounding Electrode and Experimental Study on Coke Layer Filling

李伟, 郭子豪, 王容, 李松, 王西香, 张健阳, 董泽华

LI Wei, GUO Zi-hao, WANG Rong, LI Song, WANG Xi-xiang, ZHANG Jian-yang, DONG Ze-hua

126 钢结构在役涂层的配套性和再涂性研究
Compatibility and Recoatability of In-service Coatings for Steel Structures

王洪伦, 张东玖, 杨华, 涂齐勇

WANG Hong-lun, ZHANG Dong-jiu, YANG Hua, TU Qi-yong

133 油田用双金属机械复合管失效原因分析与对策
Failure Analysis and Measures of Bimetallic Mechanical Composite Pipe for Oil Field

张金星, 夏晓晖, 宋成立, 李先明, 谭川江, 李纪朋, 林冠发

ZHANG Jin-xing, XIA Xiao-hui, SONG Cheng-li, LI Xian-ming,

TAN Chuan-jiang, LI Ji-peng, LIN Guan-fa

环境试验与观测 Environmental Test and Observation

142 光纤光栅传感器及其应用
Fiber Grating Sensor and Application

廖光萌, 何建新, 朱玉琴, 王莞

LIAO Guang-meng, HE Jian-xin, ZHU Yu-qin, WANG Wan

150 太阳跟踪反射聚能户外加速曝晒方法的对比研究
Comparative Study on Accelerated Outdoor Exposure Methods with Solar Tracking and Reflective Energy Accumulation

刘丹, 张晓略, 杜视文, 毛敬侨, 张恒

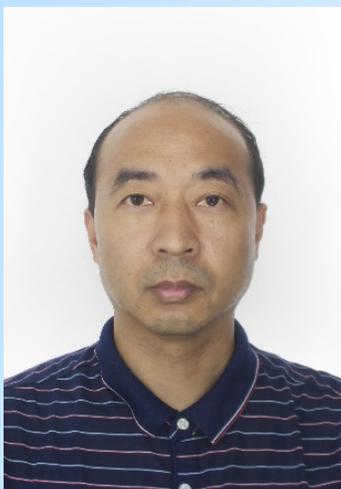
LIU Dan, ZHANG Xiao-lue, DU Yan-wen, MAO Jing-qiao, ZHANG Heng

广告索引

封底	封三前
东莞市众志成城检测仪器有限公司	1. 重庆哈丁环境试验技术股份有限公司
封二	2. 广东莱伯通试验设备有限公司
重庆银河试验仪器有限公司	3. 弘埔技术(香港)有限公司
封三	4. 中国航天科工二院二〇一所
《装备环境工程》杂志第四届理事会	5. 中国兵器工业第五九研究所
	6. 国防科技工业自然环境试验研究中心
	7. 新材料及表面工程研究中心
	8. 《装备环境工程》期刊融合发展平台

期刊基本参数: CN 50-1170/X*1983*m*A4*155*zh*P* ¥ 45.00*2500*20*2022-11

“引信环境适应性”专题主编介绍



陈慧敏，北京理工大学副教授，机电学院探测与控制工程系支部书记、副主任，《航空兵器》期刊编委，《红外与激光工程》、《探测与控制学报》期刊青年编委。主要从事近程激光探测与抗干扰、目标特性、激光成像等方面的研究。在脉冲激光引信气溶胶（烟雾、扬尘、云雾等）传输特性建模、仿真、测试、评估及线阵激光成像引信目标识别等方面具有研究优势和特色。近五年主持并完成国家自然科学基金、军科委基础加强课题、共用技术、军科委领域基金、装发领域基金、重点实验室基金、快速扶持、横向项目十余项。获得国防科技进步二等奖 1 项，发表相关论文 40 余篇，被 SCI、EI 收录 30 余篇，授权发明专利 20 余项、软件著作权 30 余项。以第一作者出版著作《激光引信技术》、《近程激光探测技术》2 部，主编图书获得第六届兵工高校优秀教材二等奖，指导的研究生获得第二届兵工学会兵器科学与技术学科全国优秀硕士学位论文。

“引信环境适应性”专题序言

引信是利用目标信息、环境信息、平台信息和网络信息，按预定策略引爆或引燃战斗部装药，并可给出续航或增程发动机点火指令，选择弹药飞行姿态、飞行航路及攻击点，实施攻击任务协同及敌我识别的控制系统。引信是武器装备的核心部件，广泛用于兵器、船舶、航空、航天等领域的炮弹、火箭弹、枪榴弹、鱼雷、水雷、导弹等的起爆控制以及飞行器和航天器的点火、分离等控制。引信技术涵盖面广，可用空间小，技术与工艺复杂，经受的环境恶劣和物理场多，既要担负弹药从生产、储存、运输、发射的高安全控制，又要实现弹药终点高效毁伤的高作用可靠性。现代引信必须具备高安全、高可靠性和恶劣环境下正常作用的能力，如何在越来越恶劣的发射环境、电磁环境、自然环境、干扰环境等环境下，实现对弹药的精确炸点控制和高效毁伤功能，成为引信行业亟需解决的问题。

引信环境适应性研究对提高武器系统的安全性和适应性有着十分重要的意义。为了展现近年来国内各单位对引信环境适应性方面的最新成果，促进相关单位和团队的交流和合作，推动引信环境适用性基础理论和工程技术的发展，特此设立了引信环境适应性专题。经过征稿、约稿和审稿等工作，目前专题编辑工作已经完成，专题包含了9篇论文，涉及引信的发射环境、电磁环境、自然环境、干扰环境等研究内容，希望能够让读者对引信环境适应性技术的国内外发展状态有所认识，并且也为各团队的合作交流提供机会。

专题主编：陈慧敏