



中文核心期刊 中国指挥与控制学会会刊 中国科技核心期刊  
中国科学引文数据库来源期刊 军事学核心期刊 中文科技期刊数据库  
中国学术期刊(光盘版) 收录期刊 RCCSE中国核心学术期刊  
美国《剑桥科学文摘》美国《乌利希期刊指南》英国《科学文摘》收录期刊

ISSN 1002-0640  
CN14-1138/TJ

# 火力与指挥控制

FIRE CONTROL & COMMAND CONTROL



## 2023.3

第48卷 第3期 VOL 48 No.3

ISSN 1002-0640



北方自动控制技术研究所 主办

# 火力与指挥控制

HUOLI YU ZHIHUI KONGZHI

本刊名由张爱萍将军题写

第 48 卷 第 3 期 (总第 336 期)

月刊 1976 年创刊 国内外公开发行

## 目次

综述	基于城市作战的隐匿小目标识别技术
联合全域作战智能博弈优化一体化决策问题	…… 张 峰,范会兵,王科举,马 洋,张晓曦,范金蕊(101)
…… 李 智,吕铁鑫,潘艳辉(1)	电磁脉冲弹对飞艇太阳能电池毁伤效果分析
理论研究	…… 邹先国,刘 健,卢发兴(107)
基于约束跟随的无人战车编队控制	基于 SC-BP 的设备故障预警研究
…… 王银龙,王修业,孙芹芹,陈 雨,王宗范(9)	…… 王 彪,贾彦斌,李荧兴,闫 琦,薛红平(113)
基于注意力机制的兵棋对抗态势预测方法	基于 ADAMS 的某手枪减后坐参数优化
…… 陈锦阳,郝文宁,靳大尉,陈 刚,余晓晗(18)	…… 庞海涛,姚养无,朱良材,罗大鹏(118)
基于课程强化学习的联合海空博弈决策模型训练方法	基于改进 MPC 的分布式大间距多车编队控制研究(上)
…… 林泽阳,赖 俊,陈希亮,王 军(25)	…… 郑屹天,郭志强,赵建新,张宏映(124)
考虑不确定性的多阶段装备维修器材供应优化方法	基于改进型 MADDPG 的多智能体对抗策略算法
…… 张 闯,曹军海,李延通,郭一鸣,滕尚儒(35)	…… 刘 鹏,赵建新,张宏映,高腾飞,闫 涛(132)
基于粒子群算法的 WSN 多目标跟踪能量均衡算法	基于改进灰狼优化算法的地面目标最优瞄准点选择方法
…… 杨佳峰,江潇潇,马天鸣,金 婕(43)	…… 余 维,马 凯,田 钊,刘 炜,孔德锋(139)
一种用于弹目分配的决策方法	面向冲突检测的资源规划图谱构建方法
…… 吴亚楠,张 剑(49)	…… 张宇玲,杜伟伟,张静雅,范 鑫,杨 刚(146)
人工蜂群算法及其在路径寻优问题上的应用	工程实践
…… 郝 辉,李雪瑞,张雨森(57)	基于 DE-Q 学习算法的移动机器人路径规划
“云-端”架构下的安全防护体系研究	…… 马泽伦,袁 亮,肖文东,何 丽(152)
…… 王莲英,郑技平,于 虎,华书娜,李香亭(67)	基于双层规划的机载预警雷达电源配置优化
浅析卫星导航系统在役考核指标与方案选择	…… 夏金松,王大练,王瑞麟,张莹莹(157)
…… 钱昭勇,曹裕华,史增凯,史晨光(71)	基于改进知识推理的联合打击目标关联推荐
基于 MPC 方法无人机避障路径规划研究	…… 邢 岩,杨舒淇,刘 昊(164)
…… 李继广,董彦非,刘天栋,樊佳乐(78)	一种小型导引头的精密钢丝绳传动设计
某无坐力炮药室段温度场的计算分析	…… 时光煜,史光普,张 虎,郭营锋,池 冰(174)
…… 范光磊,陶 钢,李 召,罗熙斌,汤子鑫(84)	试验技术
基于规定收敛律算法的二阶滑模制导律设计及仿真	带攻击角约束的抗饱和固定时间收敛制导律
…… 朱润人,李魁武,张春帅,赵永娟,张鹏飞(90)	…… 李晓静,马建伟,高计委(179)
基于改进 PSO 算法对榴弹最佳杀伤面积的计算	基于卷积神经网络和随机森林的毁伤效果评估方法
…… 刘双庆,杨 臻,郁卫星,王永艳(95)	…… 魏 鑫,李晓婷,赵世慧,贾 婧(185)
	下期要目(178)

本期责任编辑 宋 薇,张婷婷

[期刊基本参数] CN14-1138/TJ \* 1976 \* m \* A4 \* 190 \* zh \* P \* ¥60.00 \* 1 500 \* 28 \* 2023-03

# Fire Control & Command Control

Vol. 48 No. 3 Mar. 2023

## Contents

### SURVEY

Research on Integrated Decision-making Problems of Intelligent Game Optimization in JADO ..... *LI Zhi, LYU Tiexin, PAN Yanhui*(1)

### THEORY RESEARCH

Formation Control of Unmanned Combat Vehicles Based on Constraint-following  
..... *WANG Yinlong, WANG Xiuye, SUN Qinqin, CHEN Yu, WANG Zongfan*(9)

Research on the Prediction Method of Wargame Confrontation Situation Based on Attention Mechanism  
..... *CHEN Jinyang, HAO Wenning, JIN Dawei, CHEN Gang, YU Xiaohan*(18)

Training Method of Joint Sea-air Game Decision-Making Model Based on Curriculum Reinforcement Learning  
..... *LIN Zeyang, LAI Jun, CHEN Xiliang, WANG Jun*(25)

Optimization Methods for Multi-stage Equipment Maintenance Material Supply in View of Uncertainty  
..... *ZHANG Chuang, CAO Junhai, LI Yantong, GUO Yiming, TENG Shangru*(35)

Energy-Balance Algorithm of WSN Multi-Target Tracking Based on Particle Swarm Optimization  
..... *YANG Jiufeng, JIANG Xiaoxiao, MA Tianming, JIN Jie*(43)

A Decision-Making Method for Missile-Target Allocation ..... *WU Yanan, ZHANG Jian*(49)

Artificial Bee Colony Algorithm and Its Application in Route Optimization ..... *HAO Hui, LI Xuerui, ZHANG Yusen*(57)

Research on Security Protection System Based under "Cloud-Terminal" Framework  
..... *WANG Lianying, ZHENG Jiping, YU Hu, HUA Shuna, LI Xiangting*(67)

Analyzing the Assessment Indexes and Scheme Selection of Satellite Navigation Systems in Service  
..... *QIAN Zhaoyong, CAO Yuhua, SHI Zengkai, SHI Chenguang*(71)

Obstacle Avoidance Route Planning of UAVs Based on MPC Method ..... *LI Jiguan, DONG Yanfei, LIU Tiandong, FAN Jiale*(78)

Calculation Analysis of Temperature Field in Chamber Section of A Certain Recoilless Gun  
..... *FAN Guanglei, TAO Gang, LI Zhao, LUO Xibin, TANG Zixin*(84)

Design and Simulation of Second-order Sliding Mode Guidance Law Based on Control Algorithm with Prescribed Convergence Law  
..... *ZHU Runren, LI Kuiwu, ZHANG Chunshuai, ZHAO Yongjuan, ZHANG Pengfei*(90)

Calculation of Optimal Killing Area for Grenades Based on Improved PSO Algorithm  
..... *LIU Shuangqing, YANG Zhen, YU Weixing, WANG Yongyan*(95)

Hidden Target Recognition Technology Based on Urban Combat  
..... *ZHANG Feng, FAN Huibing, WANG Keju, MA Yang, ZHANG Xiaoxi, FAN Jinrui*(101)

Analysis of Damage Effect of Electromagnetic Pulse Projectile on Solar Cell of Airship ..... *ZOU Xiangguo, LIU Jian, LU Faxing*(107)

Research on Fault Alarm of Equipment Based on SC-BP ..... *WANG Biao, JIA Yanbin, LI Yingxing, YAN Qi, XUE Hongping*(113)

Optimization of Recoil Reduction Parameters for A Pistol Based on ADAMS ..... *PANG Haitao, YAO Yangwu, ZHU Liangcai, LUO Dapeng*(118)

Research on Formation Control Distributed Multi-Vehicle with Large Spacing Based on Improved MPC  
..... *ZHENG Yitian, GUO Zhiqiang, ZHAO Jianxin, ZHANG Hongying*(124)

Multi-agent Confrontation Strategy Algorithm Based on Improved MADDPG  
..... *LIU Peng, ZHAO Jianxin, ZHANG Hongying, GAO Tengfei, YAN Tao*(132)

Optimal Aiming Point Selection Method for Ground Targets Based on IGWO Algorithm  
..... *SHE Wei, MA Kai, TIAN Zhao, LIU Wei, KONG Defeng*(139)

Construction Method of Resource Planning Graph for Conflict Detection  
..... *ZHANG Yuling, DU Weiwei, ZHANG Jingya, FAN Xin, YANG Gang*(146)

### ENGINEERING PRACTICE

Path Planning of Mobile Robots Based on DE-Q Learning Algorithm ..... *MA Zelun, YUAN Liang, XIAO Wendong, HE Li*(152)

Optimization of Configuration to Airborne Early Warning Radar Power Supply Based on Bi-layer Programming  
..... *XIA Jinsong, WANG Dalian, WANG Ruilin, ZHANG Yingying*(157)

Joint Strike Target Association Recommendation Based on Improved Knowledge Reasoning ..... *XING Yan, YANG Shuqi, LIU Hao*(164)

The Driving Design of Precision Wire Ropes of Small Seeker ..... *SHI Guangyu, SHI Guangpu, ZHANG Hu, GUO Yingfeng, CHI Bing*(174)

### TEST TECHNIQUE

An Anti-saturation Fixed Time Convergent Guidance Law with Attack Angle Constraints ..... *LI Xiaojing, MA Jianwei, GAO Jiwei*(179)

Damage Effect Evaluation Method Based on Convolution Neural Network and Random Forest  
..... *WEI Xin, LI Xiaoting, ZHAO Shihui, JIA Jing*(185)

# 《火力与指挥控制》杂志第二十届编委会名单

顾问委员 李德毅(院士) 周立伟(院士) 苏君红(院士) 汪顺亭(院士)  
陈一坚(院士) 陆建勋(院士) 黄先祥(院士) 沈昌祥(院士)  
戴浩(院士) 苏哲子(院士) 赵晓哲(院士) 何友(院士)  
费爱国(院士) 郭治 董志荣 孙隆和 宋跃进 秦继荣  
张长泉 高晓光

主任委员 李定主

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王合龙 付梦印(院士) 陈杰(院士) 赵爱军 郭兴龙  
潘成胜 潘冠华

委员 于雷 王庆林 王孟军 王春平 王勇 甘宁 卢发兴  
石章松 刘义平 刘永鸿 刘金星 刘勇 刘新学 朱元昌  
李相民 李战武 李莉 任煜海 沈治河 陈勇 陈洪辉  
陈哨东 陈晨 张安 苏建刚 杨力 杨风暴 杨作宾  
杨建文 杨瑞平 武富春 周智超 周献中 周德云 赵刚  
战晓苏 郭志强 高天成 徐国亮 徐春林 贾彦斌 曹怀颖  
盛安冬 窦丽华 熊伟 薄煜明

主编 郭志强

执行主编 刘义平

副主编 甘宁

编辑部成员 姚庆辉 宋薇 张宇燕 张婷婷 冯杨芳

## 火力与指挥控制

HuoLi Yu ZhiHui KongZhi

月刊 1976年创刊 公开发行

第48卷 第3期(总第336期) 2023年3月出版

## Fire Control & Command Control

Monthly, Started in 1976

Vol.48 No.3 (Sum 336)

Mar.2023



火力与指挥控制

主管 中国兵器工业集团有限公司  
主办 北方自动控制技术研究所  
编辑出版 《火力与指挥控制》编辑部  
(山西太原 193 号信箱 030006)  
电话 0351-8725026 8725316  
网址 <http://hlyz.cbpt.cnki.net>  
电子邮箱 HLYZ@chinajournal.net.cn  
hlyz207@126.com  
印刷 山西省煤炭地质制图印务中心有限公司  
国内发行 山西省邮政报刊发行局  
国外发行 中国国际图书贸易集团公司  
(北京 399 信箱 100048)  
订购处 全国各地邮局

**Responsible Institution**  
China North Industries Group Corporation Limited  
**Sponsor** North Automatic Control Technology Institute  
**Edited & Published by**  
Editorial Board of FCCC  
(P. O. Box 193, Taiyuan, Shanxi,  
China 030006)  
**Tel** 0351-8725026 8725316  
**Web** <http://hlyz.cbpt.cnki.net>  
**E-mail** HLYZ@chinajournal.net.cn  
hlyz207@126.com  
**Printed by** Shanxi Coal Geology Mapping and Printing  
Center Co Ltd.  
**Distributed by** Post Office of Shanxi  
**Foreign** China International Book Trading Corporation  
(P. O. Box399, Beijing China 100048)  
**Subscribed** All the Post Offices in China

中国标准连续出版物号: ISSN 1002-0640  
CN 14-1138/TJ

CODEN HYZKEW 国内发行代号:22-134 国外发行代号:BM5482

每册定价: 60.00 元