

# 红 外 技 术

HONGWAI JISHU

月刊 公开发行 (1979 年创刊)

2022 年 第 44 卷 第 5 期

总第 353 期

中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD 收录期刊

## 主管单位

中国兵器工业集团公司

## 主办单位

昆明物理研究所

中国兵工学会夜视技术专业委员会

微光夜视技术重点实验室

编辑出版 《红外技术》编辑部

荣誉主编 褚君浩 姜会林

曾毅 曾桂林

主 编 苏君红

执行主编 姚立斌

副 主 编 刘逸平 李 凯 朱颖峰

陈 钱 蔡 毅 何 力

金伟其

常务副主编 郑云峰

编 辑 钟 莺 田 萦

罗顺芝

通信地址 昆明市教场东路 31 号

《红外技术》编辑部

邮政编码 650223

编辑部电话 (0871) 65105248

电子邮件 irtek@china.com

网 站 http://hwjs.nvir.cn

印 刷 云南千帆印务有限公司

统一刊号 ISSN 1001-8891

CN 53-1053/TN

国内发行 云南省邮政局

订阅方式 全国各地邮局订阅或

直接向本刊编辑部订阅均可

邮发代号 64-26

国外发行 中国国际图书贸易总公司

(北京 399 信箱, 100044)

国外代号 BM4318

每期订价 15.00 元

全年订价 180.00 元

广告经营许可证号 5300004000043

出版日期 2022-05-20

## 目 次

### ▲综述与评论▲

黑硅光电探测材料与器件研究进展

……………王 博, 唐利斌, 张玉平, 邓功荣, 左文彬, 赵 鹏(437)

硫化锌体材料制备及其光学性能研究进展

……………吴绍华, 赵劲松, 赵跃进, 杨伟声, 姜 杰,

李茂忠, 董汝昆, 母婷婷, 郑丽和(453)

### ▲系统与amp;设计▲

基于 FPGA 的低照度图像采集与amp;处理系统研究……………柳 磊, 钱芸生(462)

紫外像增强器的调制传递函数测试系统设计

……………苏天宁, 刘峰阁, 王 强, 朱荣胜,

杨慧卿, 成 帅, 姬 明(469)

### ▲图像处理与amp;仿真▲

改进时空滤波的红外弱小目标检测……………樊香所, 范锦龙, 文良华, 徐智勇(475)

基于偏振图像的低照度场景多目标检测算法

……………寻华生, 张晶晶, 刘 晓, 李 腾, 年福东, 张 馨(483)

基于区域间相似度的红外与amp;可见光图像融合算法研究

……………任全会, 孙逸洁, 黄灿胜(492)

基于 NSST-DWT-ICSAPCNN 的多模态图像融合算法

……………王晓娜, 潘 晴, 田妮莉(497)

基于改进 YOLOv5 的复杂背景红外弱小目标检测算法

……………代 华, 赵 旭, 李连鹏, 刘 文, 褚昕悦(504)

基于置信度的飞行时间点云去噪方法……………王明星, 郑 福, 王艳秋, 孙志斌(513)

基于双分支卷积神经网络的红外与amp;可见光图像局部融合算法

……………许云英, 杨 瑞, 贺天福, 刘尚为, 范太然, 徐晨晨(521)

基于多尺度语义网络的红外舰船目标检测……………陈初侠, 丁 勇(529)

### ▲红外应用▲

基于无人机的光伏电站智能巡检

……………王 浩, 闫 号, 叶海瑞, 柏 嵩, 李艺达(537)

昆明物理研究所 2022 年博士研究生招生简章……………(封三)

### 广告

昆明北方红外技术股份有限公司……………(封二)

云南北方光学科技有限公司……………(封底)

本期责任编辑: 钟 莺

期刊基本参数: CN 53-1053/TN\*1979\*m\*A4\*108\*zh\*P\*¥15.00\*1350\*13\*2022-05

# INFRARED TECHNOLOGY

Monthly Established 1979

Volume 44 Number 5 2022 Series No.353

## Competent Authorities

China North Industries Group  
Corporation

## Sponsored by

Kunming Institute of Physics  
China Ordnance Society, Speciality  
Committee of Night Vision Technology  
Science and Technology on Low-light-  
level Night Vision Laboratory

## Edited and Published by

Editorial Department of Journal of  
Infrared Technology

## Editor in Chief

SU Junhong

## Executive Editor in Chief

YAO Libing

## Deputy Editor in Chief

ZHENG Yunfeng

## Editor

ZHONG Ying, TIAN Ying,

LUO Shunzhi

## Editorial Office

No.31 Jiao Chang Dong Road,

Kunming, 650223, China

Tel. 0086-871-65105248

E-mail irtek@china.com

<http://hwjs.nvir.cn>

## Domestic Distributor

Yunnan Province Post Office

## Order Office

All Local Post Offices in China (64-26)

## Overseas Distributed by

China International Book Trading

Corporation (BM 4318)

(P.O.Box 399, Beijing 100044, China)

Price USD 15.00

Published Date May 20, 2022

## CONTENTS

### SURVEY & REVIEW

#### 437 Research Progress of Black Silicon Photoelectric Detection Materials and Devices

WANG Bo, TANG Libin, ZHANG Yuping, DENG Gongrong, ZUO Wenbin, ZHAO Peng

#### 453 Review on the Fabrication and Optical Performance of ZnS Bulk Materials

WU Shaohua, ZHAO Jingsong, ZHAO Yuejin, YANG Weisheng, JIANG Jie, LI Maozhong, DONG Rukun, MU Tingting, ZHENG Lihe

### SYSTEMS & DESIGNS

#### 462 A Low Illumination Image Acquisition and Processing System Based on FPGA

LIU Lei, QIAN Yunsheng

#### 469 Design of Modulation Transfer Function Test System for Ultraviolet Image Intensifiers

SU Tianning, LIU Fengge, WANG Qiang, ZHU Rongsheng, YANG Huiqing, CHENG Shuai, JI Ming

### IMAGE PROCESSING AND SIMULATION

#### 475 Infrared Dim-Small Target Detection Based on Improved Spatio-Temporal Filtering

FAN Xiangsuo, FAN Jinlong, WEN Lianghua, XU Zhiyong

#### 483 Multi-Target Detection of Low-Illuminance Scene Based on Polarization Image

XUN Huasheng, ZHANG Jingjing, LIU Xiao, LI Teng, NIAN Fudong, ZHANG Xin

#### 492 Infrared and Visible Image Fusion Algorithm Based on Regional Similarity

REN Quanhui, SUN Yijie, HUANG Cansheng

#### 497 Multi-modality Image Fusion Algorithm Based on NSST-DWT-ICSAPCNN

WANG Xiaona, PAN Qing, TIAN Nili

#### 504 Improved YOLOv5-based Infrared Dim-small Target Detection under Complex Background

DAI Jian, ZHAO Xu, LI Lianpeng, LIU Wen, CHU Xinyue

#### 513 Time-of-Flight Point Cloud Denoising Method Based on Confidence Level

WANG Mingxing, ZHENG Fu, WANG Yanqiu, SUN Zhibin

#### 521 Local Fusion Algorithm of Infrared and Visible Light Images Based on Double-Branch Convolutional Neural Network

XU Yunying, YANG Rui, HE Tianfu, LIU Shangwei, FAN Tairan, XU Chenchen

#### 529 Infrared Ship Detection Based on Multi-scale Semantic Network

CHEN Chuxia, DING Yong

### IR APPLICATIONS

#### 537 Intelligent Patrol Inspection of Photovoltaic Power Station Based on UAVs

WANG Hao, YAN Hao, YE Hairui, BAI Song, LI Yida