



Q K 2 3 0 1 2 9 5

CN 11-2175/TN

ISSN 1002-7300

# 电子测量技术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

半月刊 — 2023年2月（上半月）第46卷第3期

- 北大中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- 《中国学术期刊网络出版总库》CNKI全文收录

# 电子测量技术

## ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 46 卷 第 3 期 2023 年 2 月

### 目 次

#### 【研究与设计】

一种低功耗 CMOS 晶体振荡器电路设计 .....	李宜书 陈德媛 张 琰	( 1 )
太赫兹石墨烯贴片式高温传感器的设计与研究 .....	翟荣铨 吴倩楠 王俊强 苏宁宁 李孟委	( 6 )
基于交流链接技术的 LLC 谐振变换器及控制算法 .....	张家瑜 张政权 刘庆想 王廷轩	( 12 )
基于 BERT 和知识蒸馏的航空维修领域命名实体识别 .....	顾佼佼 翟一琛 姬嗣愚 宗富强	( 19 )
燃料电池观光车系统建模与能量管理的研究 .....	裴一啸 尹必峰 孙 闫 高海宇	( 25 )
模糊 PID 在带电作业机器人液压系统中的研究 .....	王华建 李 鹏 花国祥	( 32 )
高准确度交流电压标准源电路设计与实现 .....	贾冬宇 冯荣尉 温星曦 李爽玉	( 38 )
基于多探测器融合的非视线链路通信系统研究 .....	卢钰松 蔡喜平 胡延静 程贵东	( 46 )
面向复杂环境的圆形标志高精度定位方法 .....	洪振华 李 浩	( 53 )
一种超声治疗仪的自动跟踪锁频电路设计 .....	白沙沙 刘新妹 殷俊龄	( 61 )

#### 【理论与算法】

基于自适应波谱斜率的海面风速反演算法研究 .....	张维星 张锁平 党超群 王 斌 孔佑迪	( 68 )
皮秒分辨率数字可编程精密延迟触发技术 .....	余 甜 王志斌 景 宁	( 75 )
一种飞机姿态融合算法研究 .....	于鸿彬 简景山 尹洪环	( 80 )
卫星时滞系统的强跟踪鲁棒扩展 Kalman 滤波 .....	李科信 郑 祥 梁天添	( 86 )
基于 GWO-XGBoost 泥石流灾害预测 .....	王智勇 李丽敏 温宗周 尚艳芳 王莲霞	( 92 )
基于改进混合蛙跳算法的测试数据自动生成 .....	刘会颖 刘紫阳 颜明会	( 100 )

积分对象模型预测控制研究 .....	张帅杰 臧春华 苏宝玉 孟庆鑫	(107)
基于 Arduino 和 STM32 的主动式手部训练系统 .....	董千恒 张秀再 许芝也	(114)
基于时空和频域特征的 EEG 帕金森疾病识别 .....	杜淑慧 何小海 赵晓玲 卿粼波 陈洪刚	(121)
基于 CNN-BiLSTM 网络的锂离子电池健康状态检测方法 .....	朱振宇 高德欣	(128)
基于 GCC-MSSA 的变压器局放超声内部定位方法 .....		
.....	钱定冬 宋柯 谢虎波 任文军 王伟	(134)

## 【信息技术及图像处理】

基于多尺度特征融合与混合注意力的云检测算法 .....	胡威 管雪元 付珩	(142)
基于时空自适应图卷积网络的跌倒检测算法 .....	刘鹏飞 李伟彤	(150)
基于改进 YOLOv5 的输电线路鸟巢缺陷检测方法 .....	赵霖 王素珍 邵明伟 许浩	(157)
结合空频域多尺度特征的植株叶片分割方法 .....	罗薇 陈峰 张晓伟 梁虹 李军营	(166)
基于 PSO 的多层开孔电磁屏蔽结构优化设计 .....	韩泽琳 丁永红 尤文斌	(175)
基于 CWT 和 CoAtten-Resnet 的弧齿锥齿轮箱故障诊断方法研究 .....		
.....	张旭 许昕 潘宏侠 徐鑫钊 原涛涛 王同	(182)
基于 IEWT-DELM 的行星齿轮箱故障诊断 .....	贺全玲 魏秀业 赵峰 王佳宁	(190)

# 电子测量技术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 46 卷 第 3 期(总第 407 期) 2023 年 2 月

社 长: 郭亚文  
 主 编: 孙圣和  
 执行副主编: 武娟  
 责任编辑: 王哲  
 编 委: 孙续 向天明 刘开华 刘明亮  
 (排名不分先后) 李兴 李书芳 陈光福 陈尚松  
 何俊山 王化祥 汪铁华 王厚军  
 杨世凤 秦世引 高秋来 陶然  
 阙沛文 朱杰 张金忠  
 主 管: 北京电子控股有限责任公司  
 主 办: 北京无线电技术研究所

编辑出版: 《电子资讯时报》社有限公司  
 地 址: 北京市东城区北河沿大街 79 号  
 邮 编: 100009  
 电 话: 010-64044400, 010-53389229  
 邮 箱: dzcl@vip.163.com  
 网 址: emt.etmchina.com  
 印 刷: 山西同方知网印刷有限公司  
 发 行: 同方知网(北京)技术有限公司  
 订 阅 电 话: (010)62702070  
 国际标连续出版物号: ISSN 1002-7300  
 国内统一连续出版物号: CN 11-2175/TN

# ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 46 No. 3 February 2023

## CONTENTS

### 【Research and Design】

- A low-power CMOS crystal oscillator circuit design ..... Li Yishu Chen Deyuan Zhang Ying ( 1 )
- Design and research of terahertz graphene patch type high temperature sensor .....  
..... Zhai Rongding Wu Qiannan Wang Junqiang Su Ningning Li Mengwei ( 6 )
- LLC resonant converter and control algorithm based on AC link technology .....  
..... Zhang Jiayu Zhang Zhengquan Liu Qingxiang Wang Tingxuan ( 12 )
- Aviation maintenance text named entity recognition based on BERT and knowledge distillation .....  
..... Gu Jiaojiao Zhai Yichen Ji Siyu Zong Fuqiang ( 19 )
- Research on system modeling and energy management of fuel cell sightseeing vehicle .....  
..... Pei Yixiao Yin Bifeng Sun Yan Gao Haiyu ( 25 )
- Research on fuzzy PID in hydraulic system of live working robot .....  
..... Wang Huajian Li Peng Hua Guoxiang ( 32 )
- Design and implementation of high precision AC voltage standard source circuit .....  
..... Jia Dongyu Feng Rongwei Wen Xingxi Li Shuangyu ( 38 )
- Research on non-line-of-sight link communication system based on multi-detector fusion .....  
..... Lu Yusong Cai Xiping Hu Yanjing Cheng Guidong ( 46 )
- High-precision positioning method for circular target in complex background ... Hong Zhenhua Li Hao ( 53 )
- A circuit design of automatic tracking and frequency locking for ultrasonic therapeutic apparatus .....  
..... Bai Shasha Liu Xinmei Yin Junling ( 61 )

### 【Theory and Algorithms】

- Research on sea surface wind speed inversion algorithm based on adaptive spectral slope .....  
..... Zhang Weixing Zhang Suoping Dang Chaoqun Wang Bin Kong Youdi ( 68 )
- Digitally programmable precision delay trigger technology with picosecond resolution .....  
..... Yu Tian Wang Zhibin Jing Ning ( 75 )
- Research on an aircraft attitude fusion algorithm ..... Yu Hongbin Jian Jingshan Yin Honghuan ( 80 )
- Strong tracking robust extended Kalman filtering for delay systems of satellite .....  
..... Li Kexin Zheng Xiang Liang Tiantian ( 86 )
- Debris flow disaster prediction based on GWO-XGBoost model .....  
..... Wang Zhiyong Li Limin Wen Zongzhou Shang Yanfang Wang Lianxia ( 92 )
- Automatic generation of test data based on improved shuffled frog leaping algorithm .....  
..... Liu Huiying Liu Ziyang Yan Minghui ( 100 )
- Research on model predictive control of integral object .....  
..... Zhang Shuaijie Zang Chunhua Su Baoyu Meng Qingxin ( 107 )

Active hand training system based on Arduino and STM32 ... Dong Qianheng Zhang Xiuzai Xu Zhiye (114)

EEG Parkinson's disease identification based on spatiotemporal and frequency domain feature networks .....  
 ..... Du Shuhui He Xiaohai Zhao Xiaoling Qing Linbo Chen Honggang (121)

Lithium-ion batteries state of health detection method based on CNN-BiLSTM network .....  
 ..... Zhu Zhenyu Gao Dexin (128)

Transformer partial discharge ultrasound internal positioning method based on GCC-MSSA .....  
 ..... Qian Dingdong Song Ke Xie Hubo Ren Wenjun Wang Wei (134)

**【Information Technology and Image Processing】**

Cloud detection algorithm based on multi-scale feature fusion and hybrid attention .....  
 ..... Hu Wei Guan Xueyuan Fu Heng (142)

Fall detection algorithm based on spatial-temporal adaptive graph convolution network .....  
 ..... Liu Pengfei Li Weitong (150)

Improved YOLOv5-based bird's nest defect detection method for transmission lines .....  
 ..... Zhao Lin Wang Suzhen Shao Mingwei Xu Hao (157)

Plant segmentation method based on multi-scale fusion network of spatial-frequency domain features .....  
 ..... Luo Wei Chen Feng Zhang Xiaowei Liang Hong Li Junying (166)

Optimization design of electromagnetic shielding structure with multilayer openings based on PSO algorithm .....  
 ..... Han Zelin Ding Yonghong You Wenbin (175)

Research on fault diagnosis method of spiral bevel gear box based on CWT and CooAtten-Resnet .....  
 ..... Zhang Xu Xu Xin Pan Hongxia Xu Hongzhao Yuan Taotao Wang Tong (182)

Planetary gearbox fault diagnosis based on IEWT-DELM .....  
 ..... He Quanling Wei Xiuye Zhao Feng Wang Jianing (190)

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 46 No. 3(sum 407) February 2023

**Director:** Guo Yawen  
**Chief Editor:** Sun Shenghe  
**Vice Executive Chief Editor:** Wu Juan  
**Responsible Editor:** Wang Zhe  
**Committee Board:** Sun Xu Xiang Tianming Liu Kaihua  
 Liu Mingliang Li Xing Li Shufang Chen Guangju  
 Chen Shangsong He Junshan Wang Huaxiang  
 Wang Tiehua Wang Houjun Yang Shifeng Qin Shiyin  
 Gao Qiulai Tao Ran Que Peiwen Zhu Jie Zheng Jinzhong  
**Competent Authority:** Beijing Electronics Holding Co., Ltd.  
**Sponsored by:** Beijing Radio Research Institute

**Edited and Published by:** Electronic News Times Limited  
**Address:** No. 79 Beiheyuan Street, Dongcheng District Beijing 100009, China  
**E-mail:** dzcl@vip.163.com  
**Web:** emt. etmchina.com  
**Printed by:** Shanxi Tongfang Knowledge Network Printing Co., Ltd.  
**Domestically distributed by:** Tongfang Knowledge Network Technology Co., Ltd. (Beijing)  
**Order Tel:** (010)62702070  
**Data of Publishing:** February 2023

## 《电子测量技术》简介

《电子测量技术》一直立足于以创新、实用为特点，致力于加强业界学术交流活动，推广新技术、新产品的应用，以促进电子测量技术的发展和进步。本刊为半月刊，每月15日、30日出版。作为国内第一本专注于电子测量领域的杂志，现征集：测试测量的理论基础、电参数测量、信号检测技术、传感器技术、仪器仪表技术、嵌入式技术、通信技术、DSP、EMC/EMI测试、纳米测试、虚拟仪器技术、基于总线的测试、集成电路测试、在线测试与故障诊断、计算机在测控系统中的应用、软件工程、网络技术、可编程器件在测控系统中的应用、微处理器应用，以及测试测量技术在航空航天、机械电子、医疗、智能家居和汽车电子等领域的研究或应用论文。欢迎大家积极踊跃投稿。

**本刊一律采用网上投稿，  
投稿网址：[emt.etmchina.com](http://emt.etmchina.com)**

