

电
测
与
仪
表

Electrical Measurement & Instrumentation

Vol.60 No.2 2023

二〇二三年

第六十卷

第二期

总第七百七十五期

中文核心期刊·中国科技核心期刊·RCCSE中国核心学术期刊(A)·中国学术期刊(光盘版)收录期刊
《仪器仪表领域高质量科技期刊分级目录》T2级·WJCI 科技期刊世界影响力指数报告(2021)收录期刊
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊·英国《科学文摘》(SA, INSPEC数据库)收录期刊
美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊·《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊

ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH
CODEN DYYIA7

月刊

2
2023

第60卷 第2期
Vol.60 No.2



电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation



www.tunkia.com

电工钢电磁性能检测与分析

产业链全线覆盖 & 参与制修订 10+ 国际/国家标准



TS1300
电工钢交直流磁性测量系统

实验室

在线

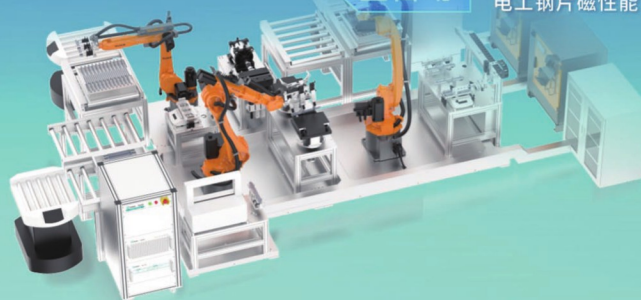
TS3100
硅钢磁性能在线检测系统



全新升级
代差优势
小准稳

全自动

TS3200(TD9900)
电工钢片磁性能自动测量系统



长沙天恒测控技术有限公司 Tunkia Co., Ltd.

0731-84930888

ISSN 1001-1390



9 771001 139235

万方数据

哈尔滨电工仪表研究所有限公司 主办





DIANCE YU YIBIAO

(月刊 1964 年创刊)

第 60 卷 第 2 期

2023 年 2 月

(总第 775 期)

主管单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司

主办单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司

社 长：赵 斌

主 编：刘献成

执行主编：王艳丽

本期责编：杜景飞

英文编辑：金 鑫

编辑出版：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

通信地址：哈尔滨市松北区创新路 2000 号

邮政编码：150028

户 名：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

开 户 行：中国银行股份有限公司哈尔滨新
区分行

账 号：172746320870

联 行 号：104261004009

在线投稿：<http://www.emijournal.net>

编 辑 部：0451-86611021

邮 箱：dcyb@vip.163.com

广 告 部：0451-86693434

广告邮箱：dcyyb_wjl@163.com

广告联系：王家隆

广告设计：朱月娇

排 版：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

印 刷：哈尔滨华德印务有限公司

国内发行：中国邮政集团有限公司哈尔滨市
分公司

邮发代号：14-43

订 购 处：全国各地邮局

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司

国外代号：M4150

刊 号：ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH

国际刊名代码 (CODEN)：DYIYA7

出刊日期：每月 15 日

国内定价：45 元 / 期

目 次

综合能源技术专题

- 01 基于改进 TOPSIS 的乡镇综合能源系统效益综合评价方法
..... 金璐, 何伟, 闫华光, 何桂雄
- 10 基于大数据分析的综合能源系统负荷特性聚类分析
..... 赵莎莎, 朱雅魁, 王悦
- 16 基于多能源需求响应的综合能源系统动态优化控制研究
..... 张娜, 王欢, 宋坤, 程孟增, 张明理, 叶鹏
- 25 综合能源充电站有序充电策略的研究与设计
..... 胡道栋, 邱俊宏, 王玉芳, 徐鹏, 苏杭

理论与实验研究

- 32 组合激光雷达系统在输电线路测量中的应用
..... 林宇龙, 李冰, 白征东, 程宇航
- 37 基于高斯核密度估计的典型负荷曲线形态聚类算法
..... 严明辉, 谢雄, 李维劼, 吴滇宁, 崔雪, 潘舒宸
- 45 局部阴影下光伏电池最大功率点跟踪方法
..... 李刚, 李超臣, 王雅文, 何一卓
- 53 市场环境下共享汽车电池仓库能量管理策略研究
... 林洋佳, 杨军, Ghamgeen Izat Rashed, 詹祥澎, 吴赋章, 龙雪梅
- 60 基于多级高阶微分求积法的非线性电磁暂态快速仿真研究
..... 张静, 叶婧, 殷明, 李博文
- 69 扩频编码电法探测实验研究
..... 杨虹, 李士强, 张来福, 刘国强, 田赞, 李冠良
- 75 基于自适应 MBPE 技术的高压输电线路散射特性快速计算方法
..... 张嵩阳, 张林, 王忠强, 王东晖, 郭星, 陆德坚
- 84 基于 Ansys 的高压输电塔风振特性分析
..... 耿贞伟, 苏文伟, 于凤荣, 钱晶

能源互联网

- 91 基于电压相似性评估的低压配电网户变关系和相位识别技术研究
..... 杨虎臣, 王晓东, 史志鹏, 王金明, 陈凯, 吴恒
- 97 一种面向电力物联网的认知 D2D 网络能效资源分配算法
..... 黄兴, 张文杰, 李曦, 张瑜, 李保罡, 贾惠彬
- 104 含风光储联合发电系统的主动配电网无功优化
..... 孙浩锋, 章健, 熊壮壮, 廖晓辉, 吴龙
- 111 LCC-MMC 混合直流输电系统单阀投入过程定有功 MMC 站电压平衡策略
..... 陆书豪, 贾秀芳
- 117 基于多周期性 MILP 模型的新型配电系统拓扑辨识方法
..... 萧展辉, 邹文景, 唐良运

目次

- 126 基于变分模态分解和深度学习的短期电力负荷预测模型
..... 阳曾, 丁施尹, 叶萌, 李晶, 薛书倩, 吴昊天

测量与控制

- 132 提高并网逆变器在弱电网下稳定性的虚拟阻抗附加相角补偿控制
..... 陈博, 曾成碧, 苗虹
- 138 基于标准差偏离倍数的暂态事件检测算法
..... 张广龙, 任建文, 周明
- 147 基于“互联网+”的计量设备质量全寿命周期评价技术研究
..... 刘岩, 郑安刚, 王雍, 尚怀赢, 侯慧娟, 周佑
- 154 弱输出电压传感器误差校验系统研制
..... 刘俭, 姜春阳, 周峰, 殷小东, 刘浩, 李敏
- 159 基于拓展峭度的电缆缺陷高分辨率定位方法
..... 高春林, 刘国锋, 胡意茹, 张安安

仪器仪表

- 167 基于振动的储能电池异常工况预警新方法
..... 彭晓晗, 马宏忠, 许洪华, 李晨, 吴元熙, 钱昆
- 172 弱电网下 LCL 换流器谐振的自适应抑制研究
..... 李君卫, 汤亚芳, 张尚然
- 180 爆炸气流灭弧防雷装置试验研究与应用
..... 唐佳雄, 王巨丰, 徐宇恒, 张清河, 王国锋, 庞志毅
- 186 储能双向 DC/DC 变换器自适应充放电无缝切换策略
..... 张勤进, 牛森, 刘彦呈, 曾宇基, 陈龙
- 196 基于超状态隐马尔可夫模型的智能电能表非侵入式故障远程检定
..... 荆臻, 王莉, 杨梅, 王者龙, 王晓泳

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- RCCSE 中国核心学术期刊(A)
- 《仪器仪表领域高质量科技期刊分级目录》T2级
- WJCI 科技期刊世界影响力指数报告(2022)来源期刊
- 美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
- 美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊
- 英国《科学文摘》(SA, INSPEC 数据库)收录期刊
- 《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊

《电测与仪表》 编辑委员会

顾问委员会 (按姓氏笔画排序)

尤 政(院士) 叶声华(院士)
庄松林(院士) 吴 澄(院士)
张广军(院士) 张钟华(院士)
李同保(院士) 房建成(院士)
金国藩(院士) 姜会林(院士)
高 洁(院士) 谭久彬(院士)

编辑委员会

主任委员

张钟华 (院士)

副主任委员

赵 伟 贺 青 赵 斌

委员 (按姓氏笔画排序)

于晓洋	王立欣	王有元
王学伟	王 雪	王 磊
公茂法	付志红	白凤山
刘开培	刘金权	刘国海
刘建锋	刘 健	刘献成
孙金玮	曲延滨	余 涛
张 彤	张 革	张国荣
张 峰	李仁发	李开成
李世松	李红斌	李志军
李劲松	李建坡	李 辉
杜新纲	杨俊华	肖 迁
肖 勇	陆以彪	陈 玉
陈向荣	孟 宗	郑建勇
赵永平	徐永海	钱 政
高云鹏	崔 勇	黄松岭
黄 琦	雷 民	谭志强
蔡昌春	魏文赋	魏 国



Electrical Measurement & Instrumentation
(Monthly, Founded in 1964)

Vol. 60 No.2 (Ser. 775) February, 2023

Competent Authority:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

Sponsor:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

President: Zhao Bin

Editor in Chief: Liu Xiancheng

Executive Editor in Chief: Wang Yanli

Responsible Editor: Du Jingfei

English Editor: Jin Xin

Editing & Publishing:

Harbin Jinhe Electrical Measurement &
Instrumentation Magazine Publishing
Co., Ltd.

Address:

No.2000, Chuangxin Road, Songbei
District, Harbin, China

Zip Code: 150028

Online Contribution:

<http://www.emijournal.net>

Editorial Office: 0451-86611021

Email: dcyb@vip.163.com

Advertisement Office: 0451-86693434

Advertisement Email: dcyb_wjl@163.com

Advertisement Contact: Wang Jialong

Advertisement Design: Zhu Yuejiao

Printing: Harbin Huade Printing Co., Ltd.

Domestic Distributor:

Introduction to China Pose Group
Co., Ltd., Harbin Branch

D. P. Code: 14-43

Subscription: Post Offices in China

General Foreign Distributor:

China International Book Trading Group
Co., Ltd.

F. P. Code: M4150

CSSN: ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH

CODEN: DYYIA7

Publication Date: 15th per month

Domestic Price: RMB 45 per issue

CONTENTS

Integrated Energy Technology Column

- 01** Comprehensive evaluation method for benefits of township integrated energy system based on improved TOPSIS
..... Jin Lu, He Wei, Yan Huaguang, et al
- 10** Cluster analysis of integrated energy system load characteristics based on big data analysis
..... Zhao Shasha, Zhu Yakui, Wang Yue
- 16** Study on dynamic optimal control of integrated energy system based on multi-energy demand response
..... Zhang Na, Wang Huan, Song Kun, et al
- 25** Research and design of orderly charging strategy for integrated energy charging station
..... Hu Daodong, Qiu Junhong, Wang Yufang, et al

Theory & Experimental Research

- 32** Application of combined laser radar system in transmission line measurement
..... Lin Yulong, Li Bing, Bai Zhengdong, et al
- 37** A typical load curve shape clustering algorithm based on Gaussian kernel
..... Yan Minghui, Xie Xiong, Li Weijie, et al
- 45** Maximum power point tracking method for photovoltaic cells under partial shading conditions
..... Li Gang, Li Chaochen, Wang Yawen, et al
- 53** Research on energy management strategy of shared electric vehicle battery warehouse in electricity market
..... Lin Yangjia, Yang Jun, Ghamgeen Izat Rashed, et al
- 60** Rapid simulation research of nonlinear electromagnetic transient based on multilevel high-order differential quadrature method
..... Zhang Jing, Ye Jing, Yin Ming, et al
- 69** Experimental research on electric detection with spread spectrum coding
..... Yang Hong, Li Shiqiang, Zhang Laifu, et al
- 75** Fast calculation method for scattering characteristic of power transmission line of high voltage based on adaptive MEPE technique
..... Zhang Songyang, Zhang Lin, Wang Zhongqiang, et al
- 84** Analysis of wind vibration response of high-voltage transmission tower based on Ansys
..... Geng Zhenwei, Su Wenwei, Yu Fengrong, et al

Energy Internet

- 91** Research on household variation relation and phase recognition technology of low voltage distribution network based on voltage similarity assessment
..... Yang Huchen, Wang Xiaodong, Shi Zhipeng, et al
- 97** Energy-efficient resource allocation algorithm for cognitive D2D networks for power IoT
..... Huang Xing, Zhang Wenjie, Li Xi, et al

CONTENTS

- 104** Reactive power optimization of active distribution network with wind-photovoltaic-energy storage hybrid generation system
.....Sun Haofeng, Zhang Jian, Xiong Zhuangzhuang, et al
- 111** Voltage balance strategy for constant active power MMC station in the process of valve deblock in LCC-MMC hybrid DC transmission system
.....Lu Shuhao, Jia Xiufang
- 117** Topology identification method of novel distribution system based on multi-period MILP model
..... Xiao Zhanhui, Zou Wenjing, Tang Liangyun
- 126** Short-term load forecasting model based on VMD and LSTM
..... Yang Zeng, Ding Shiyin, Ye Meng, et al

Measurement & Control

- 132** Virtual impedance additional phase angle compensation control to improve the stability of grid-connected inverter in weak grid
.....Chen Bo, Zeng Chengbi, Miao Hong
- 138** Transient event detection algorithm based on standard deviation multiple
..... Zhang Guanglong, Ren Jianwen, Zhou Ming
- 147** Research on quality full life cycle of metering equipment based on “Internet+” evaluation technology research
..... Liu Yan, Zheng An'gang, Wang Yong, et al
- 154** Development of error calibration system for weak output voltage sensor
..... Liu Jian, Jiang Chunyang, Zhou Feng, et al
- 159** High resolution locating method of cable defect based on extended kurtosis
..... Gao Chunlin, Liu Guofeng, Hu Yiru, et al

Instrument & Meter

- 167** A novel method of early warning for abnormal working conditions of energy storage batteries based on vibration
.....Peng Xiaohan, Ma Hongzhong, Xu Honghua, et al
- 172** Research on adaptive suppression of LCL converter resonance under weak power grid
..... Li Junwei, Tang Yafang, Zhang Shangran
- 180** Experimental study and application of lightning protection device for arc extinguishing of explosive airflow
..... Tang Jiaxiong, Wang Jufeng, Xu Yuheng, et al
- 186** Seamless switching strategy of adaptive charge and discharge for bidirectional DC/DC converter with storage energy
.....Zhang Qinjin, Niu Miao, Liu Yancheng, et al
- 196** Non-intrusive remote error detection and localization for smart meters based on super-state hidden Markov model
.....Jing Zhen, Wang Li, Yang Mei, et al



中国科技核心期刊
(中国科技论文统计源期刊)

收录证书

CERTIFICATE OF SOURCE JOURNAL
FOR CHINESE SCIENTIFIC AND TECHNICAL PAPERS AND CITATIONS

电测与仪表

经过多项学术指标综合评定及同行专家
评议推荐, 贵刊被收录为“中国科技核心期
刊”(中国科技论文统计源期刊)。
特颁发此证书


中国科学院
Institute of Scientific and Technical Information of China
北京复兴路15号 100038 www.istic.ac.cn

2022年12月

证书编号: 2021-8673-0344
有效期至: 2023年12月



科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告(2022)

收录证书

This is certificate for
电测与仪表
(ISSN 1001-1390 CN 23-1202/TH)

to be indexed in
*World Journal Clout Index(WJCI) Report of
Scientific and Technological Periodicals(2022)*

项目联合研发单位 Project research units:
中国科学技术信息研究所 Institute of Scientific and Technical Information of China
(《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司 Chinese Academic Journal(CD Edition)
Electronic Publishing House Co.Ltd
清华大学图书馆 Library of Tsinghua University
万方数据有限公司 Wanfang Data Co.Ltd
中国高校科技期刊研究会 Society of China University Journals
中国科学技术期刊编辑学会 China Editology Society of Science Periodicals



方维电子

保定方维电子科技有限公司



三相电能表现场校验仪（平板式）

- 特点：平板触控
- 精度：0.02/0.05



电能质量分析仪（平板式）

- 特点：平板触控
- 功能：谐波、频谱、波形、闪变、骤升骤降、录波



平板矢量分析仪

- 8路电压、8路电流矢量同屏显示
- 主变差动矢量分析
- 母线差动矢量分析
- 计量装置接线分析



变压器变比测试仪

- 角度测试，可测试各种类型变压器
- 两组低压测试回路
- 三卷变高/中、高/低同时测量，效率加倍
- 速度快，6秒完成测试



多功能标准表

- 高精度：可达0.01级
- 宽量程：500V/100A
- 谐波分析：2-64次



有源变压器容量—特性测试仪

- 任意规格变压器容量、空负载测试
- 7寸彩屏 橡胶按键 操作简单
- 自带高效能锂电池，一次充电可连续测试500台次



无线二次压降及负荷测试仪

- 非GPS同步模式，无需寻星，无线同步
- 压降、比差、角差、负荷测试
- 谐波测试、波形图显示、矢量图显示



电能电质综合测试仪

- 电能表现场校验
- 电能质量分析
- 电能走字
- 矢量分析
- 波形显示



电流互感器现场校验仪

- 精度：0.05级
- 单机即可完成CT的校验
- 完全替代传统方式的六大部件
- 测量PT的变比和极性

地址：保定市高新区北二环路5699号大学科技园2号楼4层
电话：0312-5909802 传真：0312-5883929

网址：www.bdyw.com
邮箱：baodingyw@163.com