

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
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

3

2021

第58卷 第3期

Vol.58 No.3



电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation



www.tunkia.com



多功能校准器系列

功能选件多

校准范围宽

负载能力强

校准自动高效



TD1880 多功能精密校准器

适用于校准6位半及以下数字多用表



TD1850/TD1855

适用于3位半及以下数字多用表



TD1860

适用于4位半及以下数字多用表



TD1870

适用于5位半及以下数字多用表

长沙天恒测控技术有限公司

Tunkia Co., Ltd.

+86-731-84930888

sales@tunkia.com

ISSN 1001-1390



万方数据

哈尔滨电工仪表研究所有限公司
中国仪器仪表学会
电磁测量信息处理仪器分会

主办



主管单位：哈尔滨电仪仪表研究所有限公司

主办单位：哈尔滨电仪仪表研究所有限公司
中国仪器仪表学会电磁测量信息
处理仪器分会

社 长：刘 文

主 编：刘献成

执行主编：王艳丽

本期责编：王克祥

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

广告联系人：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：哈尔滨市邮局

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

广告经营许可证：2301070000001

出刊日期：每月 15 日

国内定价：30 元 / 期

目 次

理论与实验研究

- 01 基于多层次模糊综合评判的谐波综合责任评估指标
..... 刘子腾, 徐永海, 雷达, 杨赞磊, 张旭, 陶顺
- 09 考虑开关动作次数的多时段配电网动态重构
..... 马倩, 苟亮, 张海峰, 李坤源, 何伟, 王涛
- 15 计及多种充电模式的电动汽车充电站有序充电双层优化策略
..... 周步祥, 刘治凡, 黄河, 张致强
- 23 基于改进磷虾群算法优化 Elman 神经网络的 PEMFC 电堆建模
..... 张莹, 苏建徽, 汪海宁, 杜燕, 施永
- 28 配电网电压稳定的分布式评估方法
..... 马益平, 姚艳, 汪雅静, 王冠中
- 34 基于联合对角化数据分离与筛选的谐波阻抗计算
..... 王行亚, 肖先勇, 李媛
- 40 考虑配网电压越限风险的光伏接入规划研究
..... 史恒逸, 王宝华
- 47 基于 FP-network 关联规则挖掘算法的配电网薄弱点分析研究
..... 程江洲, 聂玮瑶, 张赞宁, 湛桥, 陈秋航, 余子容
- 54 基于深度学习 GRU 网络的配电网理论线损计算方法
..... 生西奎, 付强, 于洋, 吴昊, 杨凌
- 60 计及配网停电损失的 DG 双层规划方法
..... 钟浩, 郑城宇, 李世春
- 68 基于改进威布尔分布的风电机组关键部件可靠性评估
..... 秦子川, 苏宏升
- 74 背靠背直流输电工程网络损耗监测系统研究与实现
..... 唐登平, 郑欣, 李成竹, 雷鸣, 李俊, 王尚鹏, 王新华

能源互联网

- 81 基于 URLLC 技术在电动汽车的应用
..... 韩玮, 王玉峰, 秦东
- 87 分拣机器人无线传能系统耦合机构的仿真
..... 马纪梅, 杨行
- 92 基于 HPLC 双模通信的多方式一致性测试系统
..... 常素华, 田乐
- 98 改进粒子群算法在含分布式电源配电网优化重构中的应用
..... 徐渊
- 105 基于综合能量最优补偿的动态电压恢复器
..... 曾进辉, 宋志杰, 兰征, 何佳奇, 赵勇超, 骆娇

测量与控制

- 112 基于级联 H 桥多级有源整流器的双模型预测控制研究
..... 杜仕海, 张代润, 黄伟, 涂丹凤

目次

- 118 基于 BP 神经网络预测的微网系统 dq 轴谐波阻抗的主动测量策略
..... 王胜, 冯兴明, 周宇, 曾江, 李志华
- 126 基于 DSOGI 的不平衡负载补偿策略研究
..... 黄倩, 袁旭峰, 陈明洋, 邵振, 谈竹奎, 徐玉韬
- 131 直驱式波浪发电系统的经济模型预测控制
..... 卢思灵, 杨俊华, 沈辉, 黄宝洲, 陈海峰
- 139 基于深度学习的 PCB 缺陷检测研究
..... 胡珊珊, 肖勇, 王保帅, 尹家悦
- 146 基于传递熵和小波神经网络的电子式电压互感器误差预测
..... 李振华, 郑严钢, 李振兴, 徐艳春, 郝玢鑫, 刘颂凯
- 153 基于虚拟谐波电阻的微网同步定频电流控制法
..... 徐化博, 赵艳雷, 毕永健
- 160 变电站电气设备检测与三维建模系统
..... 王菲, 王球, 任佳依, 刘晓波, 刘浩, 粟志元
- 168 风电场功率控制一体化监控系统开发与应用
..... 钟旭, 常鹏飞, 侯凯, 尹航, 王青山, 李妍
- 174 全自动运行地铁列车蓄电池在线监测系统设计
..... 尹航, 郑财晖, 王良勇

仪器仪表

- 180 电能表故障预测的代价敏感模型研究
..... 张璨辉, 赵丹, 贺星, 樊芮, 徐慧婷
- 185 基于双芯架构的停上电主动上报电能表设计
..... 陆春光, 韩霄汉, 徐韬, 李熊, 王伟峰, 叶方彬
- 190 典型环境下智能电能表可靠性指标体系及指标量化
..... 曹宏宇, 刘惠颖, 殷鑫, 文茹馨, 吴国瑞
- 195 基于霍夫变换及相似度检测的圆形表计检测方法
..... 刘晶, 吴昊, 麦晓明, 刘欣宇, 董娜

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- RCCSE 中国核心学术期刊(A)
- 中国期刊方阵双效期刊
- 中国学术期刊(光盘版)收录期刊
- 美国《剑桥科学文摘》(CSA)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
- 《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)
李天初 (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 刘 文

委员 (按姓氏笔画排序)

于晓洋	王立欣	王有元
王学伟	王 雪	王群京
王 磊	公茂法	付志红
冯庆东	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	李红斌
李 辉	杜新纲	杨俊华
肖 勇	陆以彪	陈 玉
陈向荣	陈向群	周宗发
孟 宗	陆祖良	郑建勇
赵永平	徐永海	钱 政
高云鹏	章 欣	黄 琦
雷 民	谭志强	魏 国



Electrical Measurement & Instrumentation
(Monthly, Founded in 1964)

Vol. 58 No.3 (Ser. 752) March, 2021

Competent Authority:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

Sponsor:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.
Electromagnetic Measuring and
Information Processing Instruments
Branch of China Instrument and
Control Society

President: Liu Wen

Editor in Chief: Liu Xiancheng

Executive Editor in Chief: Wang Yanli

Responsible Editor: Wang Kexiang

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: Harbin Post Office

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

The No. of the Advertising Business

License: 2301070000001

Publication Date: 15th per month

Domestic Price: RMB 30 per issue

CONTENTS

Theory & Experimental Research

- 01** Harmonic comprehensive responsibility index based on multiple fuzzy comprehensive evaluation
.....Liu Ziteng, Xu Yonghai, Lei Da, et al
- 09** Multi-period dynamic reconfiguration of distribution network considering the number of switching actions
.....Ma Qian, Gou Liang, Zhang HaiFeng, et al
- 15** A bi-layer optimal strategy for coordinated charging of electric vehicle charging station considering multiple charging modes
.....Zhou Buxiang, Liu Zhifan, Huang He, et al
- 23** PEMFC stack modeling based on Elman neural network optimized by improved krill herd algorithm
..... Zhang Ying, Su Jianhui, Wang Haining, et al
- 28** Distributed evolution method of voltage stability in radial distribution networks
..... Ma Yiping, Yao Yan, Wang Yajing, et al
- 34** Harmonic impedance calculation based on JADE data separation and screening
..... Wang Hangya, Xiao Xianrong, Li Yuan
- 40** Research on PV access planning considering the risk of distribution network voltage overrun
.....Shi Hengyi, Wang Baohua
- 47** Analysis and research on weak point of distribution network based on FP-network association rule mining algorithm
..... Cheng Jiangzhou, Nie Weiyao, Zhang Yunning, et al
- 54** Distribution network line loss calculation method based on deep learning GRU network
..... Sheng Xikui, Fu Qiang, Yu Yang, et al
- 60** Bi-level planning method of DG considering outage loss of distribution network
.....Zhong Hao, Zheng Chengyu, Li Shichun
- 68** Reliability evaluation of key components of wind turbine based on improved Weibull distribution
..... Qin Zichuan, Su Hongsheng
- 74** Research and realization of network loss monitoring system of back-to-back DC transmission project
..... Tang Dengping, Zheng Xin, Li Chengzhu, et al

Energy Internet

- 81** Application of URLLC-based technology in electric vehicles
.....Han Wei, Wang Yuhao, Qin Dong
- 87** Simulation of coupling mechanism for the wireless power transmission system of sorting robot
..... Ma Jimei, Yang Hang
- 92** Multi-mode conformance test system based on HPLC dual-mode communication
..... Chang Suhua, Tian Le

CONTENTS



电测 计量 检定 校验

南昌市新海通实业有限公司

Nanchang New Sea Passes Lnaustry Pment Co.,Ltd

BS2001J型 多表位全自动电压监测仪检定装置

触摸屏 / 交流标准源

输出与测量
MAX: 450V
负载 50VA
谐波 81次

0.1级
0.05级

装置具有全自动检定: 电压基本和综合误差, 时钟误差(超上下限时间), 报警电压测定, 灵敏度测试, 频率和谐波影响, 负载、功耗、失真度测量, 闭环控制、软件校准、自我保护, 档案统计管理等功能; 彩色触摸屏液晶显示, 中文菜单方式; 设有232、485和USB接口, 支持鼠标操作和U盘存储数据。

系列产品【交流标准源】

▲ BS6003型多功能变频电量分析仪	▲ BS2003型多功能仪表检定装置
▲ BS2003D型多功能电能表检定装置	▲ BS2003J型三相交流采样检定装置

BS2103型 三相多功能仪表检定装置

交直流标准源

MAX:
AC 800V
DC 1000V
AC 40A
DC 30A

★电阻: 10Ω~20MΩ

0.1级
0.05级

装置的核心技术是ARM+FPGA; 高速高精度D/A转换器与直接数字合成技术(DDS); 高精度大功率精密运放; 双重输出保护, 高保真、高抗冲击能力。产品融合交流采样器、交流直流指示仪表、多功能电能表、万用表四大检定功能为一体。

系列产品【交流标准源】

▲ BS2101H型交流直流安毫伏表检定装置	▲ BS2200型多功能直流标准源
------------------------	-------------------

BS5100型 交流采样变送器仪表检定装置

交流采样 / 变送器 / 交直流仪表 / 电能表四合一检定功能

MAX:
AC 800V
DC 1000V
AC 20A
DC 30A

0.1级
0.05级

变送器
测量 直流电压: ±1、±5、±10、±20
直流电流: ±1、±2.5、±5、±10、±20

系列产品【源表一体】

▲ BS5100A型交流采样变送器电能表检定装置	▲ BS5101A型多功能万用表检定装置
▲ BS5101型绝缘电阻表(兆欧表)检定装置	▲ BS5003型大功率电能表检定装置

BS3003B型三相变频电量分析仪

频率测量: 3Hz~120Hz (可定制扩展)
误差: ±±0.002Hz

MAX:
AC 1500V
AC 100A

0.1级
0.05级

有功、无功功率测量: 0W~±120000W (每相)
量程: 电压、电流量程任意组合。

特点: 该分析仪符合国家标准GB159-2016《变频电量分析仪标准规范》; 高速同步采样达50kHz, 单次测量300ms/次; 特有的数字滤波, 数字滤波, 精确计算有功、无功功率; 对采样波形进行失真度和0~63次谐波计算数字分析; 量程自动识别、自动切换; 不开盖内置精密基准定期自校准。

标签: 变频电量测试仪器、变频功率标准表
功率测试仪、多功能校验仪

系列产品

▲ BS3103型单、三相交流多功能标准表	▲ BS3200型直流数字多功能标准表
▲ BS3003Z型单、三相中频多功能标准表	▲ BS3001P型高精度多功能频率表

地址: 南昌市湖滨南路银湖大厦 网址: www.jxht.com.cn
 电话: 0791-88591685 88591789 88591980 传真: 0791-88591980
 联系人: 徐方根 13037212818 邮箱: xfg51@163.com 邮编: 330077

- 98 Application of improved particle swarm optimization in distribution network reconfiguration with distributed generation Xu Yuan
- 105 Dynamic voltage restorer based on integrated energy optimal compensation Zeng Jinhui, Song Zhijie, Lan Zheng, et al

Measurement & Control

- 112 Dual model predictive control research based on cascaded H-bridge multi-stage active rectifier Du Shihai, Zhang Dairun, Huang Wei, et al
- 118 An active measurement strategy of dq -axis harmonic impedance in micro-grid system based on BP neural network prediction Wang Sheng, Feng Xingming, Zhou Yu, et al
- 126 Research on compensation strategy of unbalanced load based on DSOGI Huang Qian, Yuan Xufeng, Cheng Mingyang, et al
- 131 Economic model predictive control of direct-drive wave power generation systems Lu Siling, Yang Junhua, Shen Hui, et al
- 139 Research on PCB defect detection based on deep learning Hu Shanshan, Xiao Yong, Wang Baoshuai, et al
- 146 Error prediction of electronic voltage transformer based on transfer entropy and wavelet neural network Li Zhenhua, Zheng Yangang, Li Zhenxing, et al
- 153 Virtual harmonic resistance based constant-frequency synchronous current control method for micro-grid Xu Huabo, Zhao Yanlei, Bi Yongjian
- 160 Substation electrical equipment detection and three-dimensional modeling system Wang Fei, Wang Qiu, Ren Jiayi, et al
- 168 Development and application of wind farm power control integrated monitoring system Zhong Xu, Chang Pengfei, Hou Kai, et al
- 174 Design of on-line monitoring system for storage battery of fully automatic metro train Yin Hang, Zheng Caihui, Wang Liangyong

Instrument & Meter

- 180 Research on cost-sensitive fault prediction model for smart meters Zhang Canhui, Zhao Dan, He Xing, et al
- 185 Initiative power outage and power on event reporting of smart meter design based on dual core architecture Lu Chunguang, Han Xiaohan, Xu Tao, et al
- 190 Reliability index system and quantification of smart meter in typical environment Cao Hongyu, Liu Huiying, Yin Xin, et al
- 195 Circular meter detection method based on Hough and similarity detection Liu Jing, Wu Hao, Mai Xiaoming, et al

3L-FMS631系列 专为非参比条件下现场在线检定设计

安装式标准电能表

● 单相精度: D200:0.02%; D500:0.05%

● 三相精度: A200:0.02%; A500:0.05%

- 0.02级安装式标准电能表是0.02级电能表和0.02级标准表性能、功能的合二为一，实现了三相三线、三相四线、模拟故障三表一体化
- 电压量程57.7V/220V/100V/380V
- 电流量程0.01A-120A/0.001A-12A
- 通过电能表GB/T17215.211及标准表GB/T17215.701双国标全性能型式评价试验
- 取得0.02级、0.05级单相/三相安装式标准电能表全系列产品CPA证
- 内置高精度误差计算器，可对被检电能表长时间在线脉冲及电量误差双模式精确比对
- 现场环境中的安装式标准电能表具有极高的温度稳定性、时间稳定性。0.02级安装式标准电能表的EMC/EMI性能优于被测2级智能电表100倍！确保非参比条件下检定数据的准确性
- 满足IR46方波、尖顶波信号下电能精度及谐波分次扫频等要求
- 配备RS-485、Wi-Fi、蓝牙通讯接口，数据现场打印及远传保存
- 可通过手机或平板APP设置，实现对被测设备基本误差、电量误差、日计时误差等项目检测
- OLED机屏及手机/平板界面双显示，可通过APP查看实时检定数据；全部组态功能可远程操作
- 安装尺寸符合：国网Q/GDW1355-2013（Q/GDW1356-2013）标准
南网Q/CSG113011-2011（Q/CSG113012-2011）标准



产品应用

- 电能表校验流水线全表位带载在线自动检定（核查）
- 电能表检定装置远程量传检定（核查）
- 电能计量装置（关口表）远程在线检定（核查）
- 使用中居民智能电能表现场在线评估
- 重点用能单位能耗远程在线计量监测
- 现场检定装置标准表



获取详细资料
扫一扫关注

洛阳高新三L电子有限公司

☎ 联系电话: 18903884040 0379-63343090

✉ 邮箱: ly@3lmeter.com ① 网址: www.3lmeter.com