

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



电测与仪表®

月刊

4
2022

Electrical Measurement & Instrumentation

第59卷 第4期
Vol.59 No.4



0.01级 交/直流电能标准装置

可检定 0.02 级及以下的标准表或充电桩(机)现场测试仪

TD1548 直流标准电能表检测装置

- U: 10 mV ~ 1150V, I: 1mA ~ 600 A
- I₀: 10 μV ~ 4.4 V



TD3610 三相标准电能表检定装置

- U: 6 V ~ 576 V, I: 0.2 mA ~ 120 A



+86-731-84930888
长沙天恒测控技术有限公司



ISSN 1001-1390



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 59 卷 第 4 期

2022 年 4 月

(总第 765 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：刘 文

主 编：刘献成

执行主编：王艳丽

本期责编：任美辉

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：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

出刊日期：每月 15 日

国内定价：45 元 / 期

目 次

智能电能表技术专题

- 01 提高智能电能表可靠性技术研究综述
..... 马永超, 赵伟, 黄松岭
- 08 智能物联电能表用嵌入式操作系统驱动程序检测技术研究
..... 王爽, 段晓萌, 赵婷, 王晓东, 李文文
- 15 基于窄带物联网智能电能表关键技术研究
..... 张建, 熊福松, 喻炳政, 王宜怀
- 22 高海拔环境下智能电能表运行稳定性分析
..... 袁卫, 余凡, 袁世文, 杨琪, 覃镔, 张洪峰
- 29 基于智能电能表大数据的非侵入式短期多节点负载预测
..... 王智, 陈福胜, 胡军华, 杨静, 苏玉萍
- 34 运行中智能电能表质量分析及预测方法研究
..... 王雍, 侯慧娟, 姚琼琼
- 41 单相智能电能表现场检测与寿命评估
..... 杨芾蓁, 郑可, 邹波, 张兵, 周谭杰
- 49 基于运行误差估算的电能表准确性预计
..... 程磊, 陆茵, 卜树坡

理论与实验研究

- 55 基于双碳目标的大数据能源调度博弈管理算法研究
..... 辛锐, 姜丹, 郑焕坤, 刘宏, 陈曦
- 66 链式 STATCOM 在双馈风电场中的谐波抑制研究
..... 邢琛, 张新燕, 周鹏, 童涛
- 72 10 kV 油浸式立体卷铁芯变压器温度流体场分析
..... 牛曙, 晋涛, 杨昱, 史晓桢, 阮江军, 邓永清
- 79 基于惯量响应支撑功率的电力系统一次调频功率估算
..... 秦毅, 刘国海
- 84 双电源输入环境下的电力电子变压器运行研究
..... 苗宇, 袁旭峰, 邹晓松, 邵振, 谈竹奎, 徐玉韬
- 91 基于分层强化学习的数字化输电线路路径规划研究
..... 宋涛, 李丹, 路宁
- 98 基于改进 XGBoost 算法的 XLPE 电缆局部放电模式识别研究
..... 刘维功, 王昊展, 时振堂, 黎德初, 胡学良, 李劲松
- 107 液位传感器信号模拟方案的设计及研究
..... 谢琦, 古玉雪, 余乐咏

能源互联网

- 112 计及波动平抑与经济性的风光储系统中混合储能容量优化配置
..... 吴倩, 王洋, 王琳媛, 王梦帆, 郑建勇

目次

- 120 “双碳”目标下基于合作博弈的“源-荷”低碳经济调度
..... 冯俊宗, 何光层, 代航, 刘志坚
- 128 基于层次分析和风险熵权的多站融合综合能源系统多指标综合评估
..... 朱晔, 刘欣, 慕小斌, 戴凤娇, 徐伟明, 钱伟杰
- 137 基于混沌序列优化的 BP 网络油纸绝缘变压器寿命预测
..... 刘咏鑫, 宋斌, 王力农, 许日红
- 144 一种融合时间特征的非侵入式负荷辨识决策方法
..... 田正其, 徐晴, 李如意, 赵双双
- 152 同塔双回超高压输电线路功率负损耗成因分析
..... 伍祥, 陈旭, 张利花, 华玉婷, 程志强, 张超
- 159 配电网中串联补偿电容方案的谐波谐振分析
..... 马明, 杜婉琳, 白雪儿, 王东, 黄辉
- 164 概率模型在停电事件预测中的应用研究
..... 赵建军, 燕凯, 杨东升, 王宏波

测量与控制

- 169 集成图数据库算法和模式匹配的城市高压电网转供电方案生成
..... 王一苇, 胡林麟, 罗程, 徐尧燊, 闵鑫, 梁海镇
- 178 $\alpha\beta$ 轴下的双环电流负反馈控制孤岛检测
..... 赵倩, 胡丹丹, 许昊, 李忠良, 周昱臣
- 185 高压直流输电系统抑制连续换相失败的策略研究
..... 赵晓龙, 陈卓, 田霄, 何青龙, 张叶贵
- 191 基于双机并联虚拟同步机系统的自适应控制策略研究
..... 马成松, 赵耀

- 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)

龙政(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	王雷	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	李世松
李红斌	李志军	李建坡
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	黄松岭
黄琦	雷民	谭志强
蔡昌春	魏国	



Electrical Measurement & Instrumentation
(Monthly, Founded in 1964)
Vol. 59 No.4 (Ser. 765) April, 2022

Competent Authority:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

Sponsor:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

Prisident: Liu Wen

Editor in Chief: Liu Xiancheng

Executive Editor in Chief: Wang Yanli

Responsible Editor: Ren Meihui

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

Publication Date: 15th per month

Domestic Price: RMB 45 per issue

CONTENTS

Smart Electricity Meter Technology Column

- 01** Review on techniques for improving the reliability of smart meters
..... Ma Yongchao, Zhao Wei, Huang Songling
- 08** Research on driver detection technology of embedded operating system for smart IoT meter
..... Wang Shuang, Duan Xiaomeng, Zhao Ting, et al
- 15** Research on key technology of smart meter based on NB-IoT
..... Zhang Jian, Xiong Fusong, Yu Bingzheng, et al
- 22** Operation stability analysis of smart meters under high altitude environmental conditions
..... Yuan Wei, Yu Fan, Yuan Shiwen, et al
- 29** Non-intrusive short-term multi-nodal load forecasting based on big data of smart meter
..... Wang Zhi, Chen Fusheng, Hu Junhua, et al
- 34** Research on quality analysis and prediction method of smart electricity meter in operation
..... Wang Yong, Hou Huijuan, Yao Qiongqiong
- 41** On-site inspection and life evaluation of single-phase smart meter
..... Yang Feili, Zheng Ke, Zou Bo, et al
- 49** Accuracy prediction of electricity meter based on operation error estimation
..... Cheng Lei, Lu Lin, Bu Shupo

Theory & Experimental Research

- 55** Research on big data energy dispatching game management algorithm based on double carbon goals
..... Xin Rui, Jiang Dan, Zheng Huankun, et al
- 66** Research on harmonic suppression of chained STATCOM applied in doubly-fed wind farm
..... Xing Chen, Zhang Xinyan, Zhou Peng, et al
- 72** Thermal-fluid field analysis of 10 kV oil immersed stereoscopic coil core transformer
..... Niu Shu, Jin Tao, Yang Gang, et al
- 79** Primary frequency power estimation of power system based on inertia response support power
..... Qin Yi, Liu Guohai
- 84** Research on power electronic transformers operation in dual-power-input environment
..... Miao Yu, Yuan Xufeng, Zou Xiaosong, et al
- 91** Research of digital transmission line path planning method based on hierarchical reinforcement learning
..... Song Tao, Li Dan, Lu Ning
- 98** Research on partial discharge pattern recognition of XLPE cable based on improved XGBoost algorithm
..... Liu Weigong, Wang Haozhan, Shi Zhentang, et al
- 107** Design and research of simulation scheme for liquid level transducer signal
..... Xie Qi, Gu Yuxue, Yu Leyong

CONTENTS

Energy Internet

- 112** Optimal capacity allocation of hybrid energy storage system in wind-solar-battery system considering fluctuation smoothing and economy
..... Wu Qian, Wang Yang, Wang Linyuan, et al
- 120** The "source-load" low-carbon economic dispatch based on cooperative game under the "double carbon" goal
..... Feng Junzong, He Guangceng, Dai Hang, et al
- 128** Multi-index comprehensive evaluation of multi-station integrated energy system based on analytic hierarchy process and risk entropy weight
..... Zhu Ye, Liu Xin, Mu Xiaobin, et al
- 137** Life prediction of oil-paper insulated transformer based on chaotic sequence optimization BP neural network
..... Liu Yongxin, Song Bin, Wang Linong, et al
- 144** Non-intrusive load identification decision method based on time signatures
..... Tian Zhengqi, Xu Qing, Li Ruyi, et al
- 152** Negative power loss analysis of double-circuit EHV transmission lines on the same tower
..... Wu Xiang, Chen Xu, Zhang Lihua, et al
- 159** Harmonic resonance analysis of series compensation capacitor scheme in distribution system
..... Ma Ming, Du Wanlin, Bai Xueer, et al
- 164** Research on application of probabilistic model in blackout prediction
..... Zhao Jianjun, Yan Kai, Yang Dongsheng, et al

Measurement & Control

- 169** Generation of urban high-voltage power grid transfer power supply scheme based on integrated graph database algorithm and pattern matching
..... Wang Yiwei, Hu Linlin, Luo Cheng, et al
- 178** Islanding detection based on double-loop current negative feedback control under $\alpha\beta$ axis
..... Zhao Qian, Hu Dandan, Xu Hao, et al
- 185** Research on the strategy of mitigate consecutive commutation failure for HVDC transmission system
..... Zhao Xiaolong, Chen Zhuo, Tian Xiao, et al
- 191** Research on adaptive control strategy based on two-machine parallel virtual synchronous machine system
..... Ma Chengsong, Zhao Yao



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型多功能电表检定装置
- ▲ 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

交流标准源

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

0.1级
0.05级

★电阻：10Ω~20MΩ

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型交流直流毫安毫伏表检定装置
- ▲ 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 / 交流流仪表 / 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型变送器仪表电能表检定装置
- ▲ 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

0.1级
0.05级

MAX:
AC 1500V
AC 100A

有功、无功功率测量：0W~±1200000W（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GB1559-2016《变频电量分析仪检定规范》；高速同步采样达50kHz，单次测量300ms/次；特有的数据转换，数字移码，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；量程自动切换、自动校准；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

3L-X系列便携式标准表

● 3L-X100 精度：0.01% ● 3L-X200 精度：0.02%

满足IR46国际建议及GB/T17215.211-2021新国家标准
兼容适配国内主流厂家装置台体



- 内置3L专有全硬件TDM时分割乘法器ASIC；有功测量精度0.002%；0.5mA-120A保证准确度
- “冰芯”技术及架构：无需预热开机即稳；全机典型自身功耗仅6VA；温度漂移 $\leq 2\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
- 0.1A-100A宽量程电流钳：具备电流钳自校准功能，对钳口错位、污脏、张紧力变化等引起的变差一键修正；保证测量精度 $\leq 0.05\%$ ；具有操作记录及事件云端追溯功能
- 满足IR46小电流指标及谐波相关的方波、尖顶波信号下的测量精度及谐波分次扫频要求
- 通过国家级测试机构12个月稳定性测试，变差 $\leq 10\text{ppm}/\text{年typ}$
- 脉冲输出端口常数默认换挡自动切换（可手动设置），脉冲输出端口可根据需要设置切换有功脉冲、无功脉冲、基波脉冲、谐波脉冲信号
- 高清晰宽温OLED机屏与Windows/Android系统同步显示；配备蓝牙、Wi-Fi、以太网、无线电射频、RS-485和RS-232接口，端口物理隔离
- 机箱采用整体铝成型新材料精密加工；运输状态防10米水深30分钟
- 尺寸：430×145×145mm；重量：6.15kg；运输体积：20.44升

洛阳高新三L电子产品有限公司

3L客服热线：189 0388 4040（微信同号） 0379-63343090
3L技服热线：139 3796 6189（微信同号）
网址：www.3Lmeter.com 邮箱：ly@3Lmeter.com



扫一扫关注
获取详细资料