

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)来源期刊
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

5

2022

第59卷 第5期

Vol.59 No.5



电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation



www.tunkia.com

自动化流水线计量检定装置 在线核查系统

安装式标准电能表

P/E 0.01级 / 0.02级 / 0.05级

应用场景

对台体或流水线装置进行考核或期间核查,完成基本误差、多路输出一致性等测试。

自动充电

工作时锂电池8小时持续供电,非工作时自动充电。

标准化

外框尺寸、接线端、脉冲灯位置与国网、南网电能表保持一致。

通讯 & 量限

·支持RS232 / RS485 通讯
·电流测量低至1 mA / 5 mA



长沙天恒测控技术有限公司 Tunkia Co., Ltd.

+86-731-84930888



ISSN 1001-1390



万方数据

哈尔滨电工仪表研究所有限公司 主办



电测与仪表[®]

DIANCE YU YIBIAO

(月刊 1964 年创刊)

第 59 卷 第 5 期

2022 年 5 月

(总第 766 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：田春雨

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：dyyb_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)：DYYIA7

出刊日期：每月 15 日

国内定价：45 元/期

目 次

综述

- 01 电力系统暂态过电压测量技术综述
..... 穆舟, 江波, 赵伟, 谢施君
- 14 输配电设备发热故障温度指示技术研究综述
..... 赵法强, 黄洪松, 胡琴, 周坤, 肖龙方
- 23 海上风电送出与就地消纳技术差异综述
..... 葛维春, 张诗钜, 崔岱, 李欣蔚, 刘闯, 楚帅

低碳效益与储能技术专题

- 33 碳市场背景下发电商竞价策略及电力市场均衡分析
..... 段声志, 陈皓勇, 郑晓东, 黄剑平, 邓盛盛
- 42 考虑源荷不确定性与碳减排的复合储能系统优化配置模型
..... 张雪菲, 孙阔, 张章, 张梁, 王哲, 杨帆
- 50 考虑源网荷储效益提升的电力现货市场出清优化模型研究
..... 陈洪禹, 张冶, 关艳, 高曦莹, 刘叶, 蔡亦浓
- 58 在配电网场景下的火电厂储能优化配置
..... 唐蕾, 郝思鹏, 张前

电能计量与传输技术专题

- 64 全方位无线电能传输系统设计
..... 胡凡君, 周海阔, 曲皓玥, 陶炳权, 孙瑞浩
- 70 基于冗余分析的用电信息采集系统数据压缩方法
..... 郑国权, 窦健, 卢继哲, 郑爽, 叶方彬, 胡浩星
- 78 基于隶属云和动态时间规整的电能计量误差估计方法
..... 许灵活, 沈建良, 郭鹏, 陈骁, 李志立
- 88 基于低复杂度多项式乘法器的智能电能表椭圆曲线加密系统的设计
..... 孙艳玲, 邢宇, 董贤光, 翟晓卉, 孙艳凤, 张宏生

理论与实验研究

- 94 配电网综合负荷机理模型闭环辨识研究
..... 张曦, 柯德平, 徐箭, 孙元章, 徐全
- 102 考虑交直流多谐波耦合的模块化多电平换流器矩阵建模
..... 张海川, 王顺亮, 刘天琪, 董语晴, 陈阳
- 109 35 kV 配电线路绝缘子串与多断点灭弧防雷间隙雷电冲击绝缘配合研究
..... 孟伟航, 王巨丰, 黄上师, 李籽剑
- 116 一种改进的基于卷积神经网络的绝缘子检测算法研究
..... 吴君鹏, 唐少博, 李相磊, 张师

目次

- 123 基于监测数据相关性分析的谐波趋势预警方法
..... 罗海荣, 徐丽娟, 张逸, 姚文旭
- 129 电能质量信号去噪中小波选取特点的研究
..... 龚静
- 136 基于功率交换和截断总体最小二乘法的线损预测技术
..... 钟小强, 陈杰, 高琛, 丁忠安

能源互联网

- 142 含分布式光伏发电的中压配电网电压控制策略
..... 贺新禹, 陈众, 刘星, 张特能, 陈李杰
- 149 面向电力客户侧终端网络的高效入侵检测模型研究
..... 任志航
- 158 基于无人机图像处理的输电线路提取技术研究
..... 沙伟燕, 何宁辉, 丁培, 胡伟, 李秀广, 周秀
- 166 变压器油光谱远程在线分析系统
..... 吴建辉, 石军, 周云峰, 王递进, 钊向飞, 姜新丽

测量与控制

- 172 基于阻抗变化的主动式无线充电系统金属异物检测方案
..... 李粮, 杨玲君, 蔡昌松, 张帆, 王晓婷, 陈洪胜
- 180 基于预训练语言模型的电力领域设备缺陷检测
..... 王宏刚, 纪鑫, 武同心, 杨智伟, 何禹德
- 187 统一潮流控制器接入对距离保护的影响及对策
..... 张健, 黄少锋, 李轶凡
- 193 基于宽频功率测量系统的高压电机能效计量检测平台设计
..... 何毓函, 翟晓卉, 孙艳玲, 于丹文, 邢宇, 石春艳

- 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(2021)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	

电测与仪表®

Electrical Measurement & Instrumentation
(Monthly, Founded in 1964)
Vol. 59 No.5 (Ser. 766) May, 2022

Competent Authority:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

Sponsor:

Harbin Research Institute of Electrical
Instrumentation Co., Ltd.

President: Liu Wen

Editor in Chief: Liu Xiancheng

Executive Editor in Chief: Wang Yanli

Responsible Editor: Tian Chunyu

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

Summary & Survey

- 01** Reviews on the measurement techniques of transient overvoltage in power system
..... Mu Zhou, Jiang Bo, Zhao Wei, et al
- 14** A review of temperature indication technology for heating failure of power transmission and distribution equipment
..... Zhao Faqiang, Huang Hongsong, Hu Qin, et al
- 23** Summary of differences between offshore wind power transmission and local consumption technology
..... Ge Weichun, Zhang Shitan, Cui Dai, et al

Low Carbon Benefit and Energy Storage Technology Column

- 33** Bidding strategy of electricity generation and electricity market equilibrium analysis under the background of carbon market
..... Duan Shengzhi, Chen Haoyong, Zheng Xiaodong, et al
- 42** An optimal configuration model of composite energy storage system considering source-load uncertainty and carbon emission reduction
..... Zhang Xuefei, Sun Kuo, Zhang Zhang, et al
- 50** Research on clearing optimization model of power spot market incorporating generation, network, load and storage benefit improvement
..... Chen Hongyu, Zhang Ye, Guan Yan, et al
- 58** Optimized configuration of thermal power plant energy storage in the distribution network scenario
..... Tang Lei, Hao Sipeng, Zhang Qian

Electric Energy Metering and Transmission Technology Column

- 64** Design of omnidirectional wireless power transfer system
..... Hu Fanjun, Zhou Haikuo, Qu Haoyue, et al
- 70** Data compression method of electric energy data acquisition system based on redundancy analysis
..... Zheng Guoquan, Dou Jian, Lu Jizhe, et al
- 78** Error estimation method of electric energy metering based on membership cloud and dynamic time warping
..... Xu Lingjie, Shen Jianliang, Guo Peng, et al
- 88** Design of elliptic curve encryption system for smart meter based on low-complexity polynomial multiplication
..... Sun Yanling, Xing Yu, Dong Xianguang, et al

Theory & Experimental Research

- 94** Research on closed-loop identification of integrated load mechanism model in distribution network
..... Zhang Xi, Ke Deping, Xu Jian, et al
- 102** Matrix modeling of modular multilevel converter considering multi-harmonic coupling of AC and DC
..... Zhang Haichuan, Wang Shunliang, Liu Tianqi, et al

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 Pmnet 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 31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】

▲ BS6003B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【交直流标准源】

▲ BS2101H型交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 直流电压：±1、±5、±10、±20
测量 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

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JG1559-2016《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/频转换，数字寻址，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；不开盖内阻降零精度定期自动校准。

**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

- 109** Lighting insulating coordination between insulator string and multiple-break arc-extinguishing lighting protection gap of 35 kV transmission line
..... Meng Weihang, Wang Jufeng, Huang Shangshi, et al
- 116** Research on an improved insulator detection algorithm based on convolutional neural network
.....Wu Junpeng, Tang Shaobo, Li Xianglei, et al
- 123** Harmonic trend warning method based on correlation analysis of monitoring data
..... Luo Hairong, Xu Lijuan, Zhang Yi, et al
- 129** Research on the characteristics of wavelet selection in power quality signal de-noising
..... Gong Jing
- 136** Line loss prediction technology based on power exchange and truncated total least square method
..... Zhong Xiaoqiang, Chen Jie, Gao Chen, et al

Energy Internet

- 142** Voltage control strategy for medium voltage distribution network with distributed photovoltaic generators
.....He Xinyu, Chen Zhong, Liu Xing, et al
- 149** Research on an efficient intrusion detection model for power client side terminal network
..... Ren Zhihang
- 158** Research on transmission line extraction technology based on UAV image processing
..... Sha Weiyan, He Ninghui, Ding Pei, et al
- 166** Remote online analysis system of transformer oil spectrum
..... Wu Jianhui, Shi Jun, Zhou Yunfeng, et al

Measurement & Control

- 172** An active metal object detection scheme for wireless power transfer system based on impedance variation
.....Li Liang, Yang Lingjun, Cai Changsong, et al
- 180** Device defect detection in power field based on pre-trained language model
.....Wang Honggang, Ji Xin, Wu Tongxin, et al
- 187** Analysis of the influence of UPFC on distance protection and the corresponding improved scheme
..... Zhang Jian, Huang Shaofeng, Li Yifan
- 193** Design of energy efficiency measurement and testing platform for high voltage motors based on broadband power measurement system
..... He Yuhan, Zhai Xiaohui, Sun Yanling, et al

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：xfq51@163.com 邮编：330077



方维电子

保定方维电子科技有限公司

电测与仪表 Electrical Measurement & Instrumentation Vol.59 No.5 2022 二〇二二年 第五十九卷 第五期 总第七百六十六期



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