

电测与仪表
Electrical Measurement & Instrumentation
Vol.58 No.9
2021
110111年
第五十八卷
第九期
总第七百五十八期

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
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

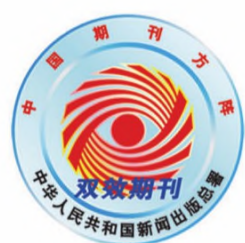
月刊

9

2021

第58卷 第9期

Vol.58 No.9



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

0.01 级
P/E 0.02 级
0.05 级

应用场景

自动化流水线计量
检定装置的日常质
量管控及期间核查

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

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

通讯 & 量限

- 支持 RS485 及蓝牙通信
- 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
中国仪器仪表学会
电磁测量信息处理仪器分会

主办





DIANCE YU YIBIAO

(月刊 1964 年创刊)

第 58 卷 第 9 期

2021 年 9 月

(总第 758 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
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：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：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)：DYYIA7

出刊日期：每月 15 日

国内定价：30 元 / 期

目 次

光伏技术专题

- 01 光伏电站在线监测技术现状与进步趋势展望
..... 郑伟烁, 郑文悦, 李志伟, 金海薇, 刘雯芳, 马永超
- 08 新型单相光伏并网逆变器共模电流抑制研究
..... 江友华, 朱沁琳, 赵方平
- 14 基于高斯混合模型的光伏发电出力中高比例异常数据检测方法研究
..... 刘岩, 李文文, 周丽霞, 魏彤珈, 周辛南, 杨磊

理论与实验研究

- 22 计及差异化用能需求的集群空调负荷优化控制策略
..... 赵兵, 王增平, 孙毅
- 28 基于 DAB 的直流变压器潮流建模与计算
..... 刘朋, 贾燕冰, 韩肖清
- 35 一种基于 PSO-GWO 的电网故障诊断方法
..... 曹源, 高丙朋, 张振海
- 41 基于三相四线制三电平有源滤波器的简化三维空间矢量调制策略
研究
..... 余霄骏, 王鲁杨, 郭晨, 丁权, 白洪山, 黄河遥
- 48 基于二阶锥优化的交直流系统多目标最优潮流研究
..... 辛业春, 张一峰, 徐广健
- 57 多断口灭弧防雷间隙仿真与试验研究
..... 王巨丰, 唐佳雄
- 63 直流微电网储能系统的无源-滑模复合控制方法研究
..... 季宇, 苏剑, 丁保迪, 孙树敏, 郑雪梅, 孙圣欣

能源互联网

- 71 基于幅相关系的有源配电网多端差动保护方案
..... 陈建平, 桑林卫, 吴在军, 汤拓
- 78 电力市场环境下基于深度强化学习的微网能量管理系统实时自动
控制算法
..... 郭国栋, 龚雁峰
- 89 基于 SDN 与 NFV 的电力 5G 网络切片差异化资源分配方案
..... 于浩, 汪筱巍, 王韬, 吴昊, 董亚文
- 96 考虑电动汽车集群的互联电网负荷频率分散预测控制
..... 卢姬, 常俊晓, 刘瑞, 张军达
- 103 新能源汽车驱动电机测试系统的研究
..... 李晓航, 张文武
- 109 数字控制下 LCL 型并网逆变器的环路滞后补偿方法
..... 冯婷婷, 周平, 唐立波, 张竣淇
- 115 基于特征电流的户变关系识别方法
..... 李熊, 王伟峰, 葛玉磊, 姚力, 陆春光

目次

122 智能楼宇中的电 – 热储能系统双层优化配置模型研究
..... 倪平波, 周丹, 朱海萍, 宋卫平, 沈磊

测量与控制

129 基于回归分析法的特高压直流接地极线路故障测距方法研究
..... 李猛克, 王阳, 孙广, 张海龙, 冯晓伟, 王新伟

135 直流配电系统接口换流器虚拟同步发电机自适应惯性控制策略
..... 李广浩, 彭克, 张新慧, 李海荣, 刘磊

142 基于基线偏移的加速度积分速度与位移的方法
..... 郑高铭, 焦新泉, 贾兴中

147 基于振荡波局部放电检测的电力电缆绝缘老化状态评价与故障定位
..... 李巍巍, 白欢, 吴惟庆, 杨兰, 朱轲, 张睿, 赵莉华

152 基于微光纤探头及光学成像技术的位移测试系统的研究与设计
..... 范庆辉, 文勇, 周东, 黄海莹

158 智慧变电站集群测控功能冗余切换方案研究
..... 赵长春, 邓茂军, 张艳超, 樊占峰, 倪传坤, 余高旺

仪器仪表

166 基于智能电能表的智慧城市峰值负荷概率估计
..... 刘影, 刘岩, 燕凯, 岳振宇, 彭鑫霞

172 多芯模组化的负荷分析电能表设计与研制
..... 欧阳曾恺, 赵双双, 穆小星, 田正其, 龚丹, 吴伟将

180 基于权重调整 – AHP 法的电能表黑屏共因失效关键因素评价
..... 魏雯

187 基于 Shapley 组合模型及神经网络的电能表需求预测研究
..... 李翀, 申洪涛, 刘建华, 吴一敌, 孙晓腾, 张英

194 基于高精度源表一体的非车载直流充电机检定装置研制
..... 刘思, 李熊, 张一凡, 刘高, 冯路

- 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.9 (Ser. 758) September, 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

Prisident: 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: dcyyb_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 30 per issue

CONTENTS

Photovoltaic Technology Column

- 01** Status and outlook of online monitoring technologies for photovoltaic power stations
.....Zheng Weishuo, Zheng Wenyue, Li Zhiwei, et al
- 08** Research on common mode current suppression of a novel single-phase grid-connected photovoltaic inverter
..... Jiang Youhua, Zhu Qinlin, Zhao Fangping
- 14** Research of high proportion of outliers detection method in photovoltaic power output data based on Gaussian mixture model
..... Liu Yan, Li Wenwen, Zhou Lixia, et al

Theory & Experimental Research

- 22** An optimal control strategy of cluster air-conditioning loads considering differentiated energy consumption demand
..... Zhao Bing, Wang Zengping, Sun Yi
- 28** Power flow modeling and calculation of DCSST based on DAB
..... Liu Peng, Jia Yanbing, Han Xiaoqing
- 35** A fault diagnosis method for power grid based on PSO-GWO
..... Cao Yuan, Gao Bingpeng, Zhang Zhenhai
- 41** Research on simplified three-dimensional space vector modulation strategy based on three-phase four-wire system three-level active power filter
..... Yu Xiaojun, Wang Luyang, Guo Chen, et al
- 48** Research on multi-objective optimal power flow of AC/DC system based on second-order cone optimization
..... Xin Yechun, Zhang Yifeng, Xu Guangjian
- 57** Simulation and experimental study on lightning protection gap of multi-break arc extinguishing
..... Wang Jufeng, Tang Jiaxiong
- 63** Research on passive based control combined SMC control of DC micro-grid energy storage system
..... Ji Yu, Su Jian, Ding Baodi, et al

Energy Internet

- 71** Multi-terminal differential protection scheme for active distribution network based on amplitude-phase relationship
..... Chen Jianping, Sang Linwei, Wu Zaijun, et al
- 78** Real-time automatic control algorithm of micro-grid energy management system based on deep reinforcement learning in electricity market environment
..... Guo Guodong, Gong Yanfeng
- 89** Differential resource allocation scheme for electric 5G network slices based on SDN and NFV
..... Yu Hao, Wang Xiaowei, Wang Tao, et al
- 96** Decentralized predictive control of load frequency for interconnected power grid considering electric vehicle clusters
..... Lu Ji, Chang Junxiao, Liu Rui, et al
- 103** Research on the drive motor test system of new energy vehicles
..... Li Xiaohang, Zhang Wenwu



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 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

▲BS5101J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JJG1559-2016《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；特有的数字频转换，数字移相，精确计算有功、无功功率；对采样波形进行失真度和Q~63次谐波计算数字分析；量程自动切换、自动切换；不开盖内部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、三相交流直流多功能标准表

▲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

109	A method of loop lag compensation for LCL-type grid-connected inverters under digital control Feng Tingting, Zhou Ping, Tang Libo, et al
115	Research on user-transformer relation identification method based on characteristic current Li Xiong, Wang Weifeng, Ge Yulei, et al
122	Research on double-layer optimal configuration model of electric-thermal energy storage system in smart building Ni Pingbo, Zhou Dan, Zhu Haiping, et al

166	Peak load probability estimation of smart city based on smart meter	Liu Ying, Liu Yan, Yan Kai, et al
172	Design and development of electricity meter for load identification based on multi-core modularity	Ouyang Zengkai, Zhao Shuangshuang, Mu Xiaoxing, et al
180	Evaluation of CCF of electric energy meter with black screen based on wei- ght adjustment-AHP method	Wei Wen
187	Demand prediction of electricity meter based on Shapley combined model and neural networks	Li Chong, Shen Hongtao, Liu Jianhua, et al
194	Development of off-board DC charger verification devices based on high- precision source-table integration	Liu Si, Li Xiong, Zhang Yifan, et al



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

刊号：ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH

邮发代号：国内14-43
国外M4150

国内定价：30.00元/期
360.00元/年

万方数据