

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·《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)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

Q K 1 9 0 7 4 5 2

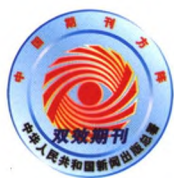
半月刊

5

2019

第56卷 第5期

Vol.56 No.5



电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation

- 1998年,世界领先、仅重1公斤的0.1级三相电能表现场校验仪在优特奥科问世
- 2001年,世界领先、集电能表现场校验、PT二次压降测试、互感器二次负荷测试功能为一体的电能计量装置现场检验仪在优特奥科问世
- 2004年,国际领先、测量精度为1级的PT二次压降无线测试仪在优特奥科问世
- 2006年,世界领先、电能计量二次回路综合误差测试仪在优特奥科问世
- 2015年,国际领先、测量精度为1级的PT二次压降载波测试仪在优特奥科问世

太原市优特奥科电子科技有限公司致力于在电力系统二次电量测控领域内以具有竞争力的价格为客户提供高质量的产品及服务,是一家以市场和用户为导向的高科技公司。优特奥科目前专注于电力系统电测仪器设备及其应用软件的设计、开发、生产制造和销售。优特奥科是山西省高新技术企业和“双软”企业,公司积极贯彻“以科技为先导,以质量为中心,为客户提供满意产品及服务”的质量方针,已通过ISO9001:2008质量管理体系认证,并被山西省质量技术监督局评为质量信誉AA级企业。优特奥科将本着“务实、求精、协作、创新”的企业精神,以精湛的技术、优良的品质和完善的服务,与广大客户共创辉煌未来。

行业先锋 领跑未来



体积:263×168×60(mm)

AP2003L手持式二次压降载波测试仪

- AP2008 企业能量管理系统
- AP2003 电能计量装置现场检验仪
- AP2003LD 手持式 IEC61850 电能表现场检验仪
- AP2001B 单相电能表现场检验仪
- AP2006 高压电能计量装置实时在线监测系统
- AP2009 在线用电稽查系统
- AP2010 高低压电流互感器变比现场测试仪
- AP5003 三钳图形相位伏安表
- AP6303 三相精密交流标准源
- AP2008 电能质量分析仪
- AP2015 电能质量标准装置
- AP2051 直流充电桩电能表现场检测装置
- AP2053 交流充电桩电能表现场检测装置

地址:太原高新区长治路258号星荣大厦十层
电话:(0351) 7035681 7035682 7035683
传真:(0351) 7023298

邮编:030006

网址:www.accupower.com.cn
客服:support@accupower.com.cn
销售:sales@accupower.com.cn



电能计量装置现场检测专家

ISSN 1001-1390



0.5>

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



www.emijournal.net

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

副主编：关志杰

责任编辑：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：中国建设银行股份有限公司
哈尔滨松北支行

账 号：23050186685100000101

在线投稿: <http://www.emijournal.net>

邮 箱 : dcyb@vip.163.com

稿件查询：0451-86611021

广告邮箱 : haoqiuhaqiu@163.com

广告咨询：0451-86693434

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：SM4150

刊 号 : $\frac{\text{ISSN } 1001-1390}{\text{CN23-1202/TH}}$

广告经营许可证：2301070000001

出刊日期：每月 10 日，25 日

国内定价：15.00 元/期

目次

理论与实验研究

- | | | |
|----|-----------------------------|------------------------|
| 01 | 考虑任务剖面的 MMC 关键器件综合寿命预测 | 戴涛, 姚晖, 刘黎, 郑涛, 黄萌 |
| 06 | 电网电压不平衡条件下混合无功补偿系统分层协调控制策略 | 张国荣, 廖兵, 彭勃, 解润生 |
| 13 | 基于 LCC 拓扑的 ICPT 系统混合补偿方法及验证 | 赵蒙蒙, 李岩松, 杜洁茹, 刘君 |
| 20 | 具有功率解耦功能的反激式逆变器的研究 | 李正明, 曹丹华, 张家浚, 王彬羽 |
| 26 | 基于数字仿真结果的小电流接地故障模拟测试系统 | 褚宏鼎, 徐丙垠, 陈恒, 王敬华, 张海台 |
| 32 | HERIC 型并网逆变器及其直流分量抑制的研究 | 王归新, 彭艺 |
| 38 | 高压直流输电线下空间电荷与电场的关系研究 | 辛恩承 |

智能电网

- | | | |
|----|-------------------------|----------------------------|
| 43 | 考虑发展不均衡的电动汽车充电负荷预测 | 余军伟, 孙云莲, 张笑迪 |
| 51 | 用户侧互动模式下的微电网优化协调调度策略研究 | 潘晨, 滕欢, 宫毓斌, 廖敏芳, 潘米娜 |
| 57 | 含风储联合单元的电力系统两阶段日前调度模型 | 张学军, 王振 |
| 63 | LSTM 在输变电设备缺失值填补中的应用 | 辜超, 白德盟, 王晶, 闫丹凤 |
| 70 | 智能变电站保护与控制障碍在线诊断与预测方法研究 | 吴杰, 姜振超 |
| 77 | 基于遗传算法优化 BP 神经网络的接触电阻预测 | 孙海峰, 沈颖, 王亚楠 |
| 84 | 孤岛微电网储能单元视在功率均分方案 | 张宝英, 金言, 王双, 李波涛, 米春泉, 吴青峰 |

信息与能源

- 89 基于实时计算光伏系统等效阻抗的自适应距离保护** 周步祥, 杨常

目次

- 94 基于预测控制储能系统平抑风电场并网波动功率
..... 赵巧娥, 郭敏, 贾新春, 高金城, 周斌龙
- 101 低功耗 IEPE 传感器数据采集系统的设计与实现
..... 童一飞, 王红亮
- 105 基于串口波特率的 ARM 通信机发送缓存的动态管理
..... 郑晓庆, 王永刚, 徐涛, 王延年

测量与控制

- 111 三维定位方法在变电站局部放电检测中的应用
..... 刘溟, 张锡洋, 邹建明, 杨伟敏, 周文俊, 喻剑辉
- 119 航拍图像中绝缘子目标检测的研究
..... 高强, 廉启旺
- 124 新型故障指示器检测平台研究与应用
..... 徐在德, 辛建波, 潘建兵, 李升健, 温和昌
- 130 基于 DTU 与 FPI 的小电流接地故障定位及信息建模
..... 张理, 葛成, 俞斌, 周跃, 陈天佑, 王磊
- 137 锅炉壁温在线监测系统的设计与实现
..... 郜建良, 刘福锁, 吴雪莲, 常海军, 王超

仪器仪表

- 143 智能用电监控装置的研制
..... 熊德智, 陈向群, 陈奕蕾, 关永前
- 148 基于分层抽样的运行智能电能表剩余寿命预测方法研究
..... 张蓬鹤, 张保亮, 陈思禹

- 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

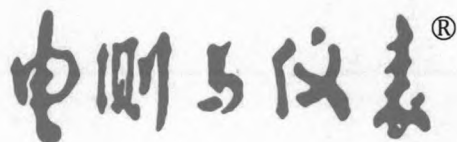
张钟华 (院士)

副主任委员

赵 伟 贺 青 李照阳

委员 (按姓氏笔画排序)

于晓洋	王立欣	王有元
王学伟	王晓琪	王 雪
王群京	公茂法	付志红
冯庆东	白凤山	刘 文
刘 念	刘国海	刘 健
刘献成	孙天雨	孙金玮
曲延滨	许志红	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	陆以彪	陈向群
周宗发	孟 宗	陆祖良
林德浩	郑建勇	姚陈果
赵永平	徐永海	徐和平
钱 政	高云鹏	章 欣
黄 琦	雷 民	谭志强



Electrical Measurement & Instrumentation
(Semimonthly, Founded in 1964)
No.5 Vol.56 March, 2019

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

Director: Liu Wen

Editor-in-chief: Liu Xiancheng

Deputy Editor: Guan Zhijie

Responsibility 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

Email: dcyb@vip.163.com

http: //www.emijournal.net

Tel: +86-451-86611021

Fax: +86-451-86693434

Advertisement Email:

haoqiuhaqiu@163.com

Advertisement Contact: Wang Jialong

Advertising 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. (P.O.Box399, Beijing)

F.P.Code: SM4150

CSSN: ISSN 1001-1390/CN23-1202/TH

Publication Date: 10th, 25th per month

CONTENTS

Theory & Experimental Research

- 01** Integrated lifetime prediction of MMC based on mission profile
..... Dai Tao, Yao Hui, Liu Li, et al
- 06** Hierarchical coordinated control strategy of hybrid reactive compensation
system under unbalanced grid voltage
..... Zhang Guorong, Liao Bing, Peng Bo, et al
- 13** Hybrid compensation method and verification of ICPT system based on LCC
topology
..... Zhao Mengmeng, Li Yansong, Du Jieru, et al
- 20** Research of a fly-back micro-inverter with power decoupling function
..... Li Zhengming, Cao Danhua, Zhang Jiajun, et al
- 26** Simulation test system for small current grounding fault based on digital simulation
results
..... Chu Hongding, Xu Bingyin, Chen Heng, et al
- 32** Research on HERIC grid-connected inverter and its DC component suppression
..... Wang Guixin, Peng Yi
- 38** Research on the relationship between space charge and electric field under
high voltage direct current transmission line
..... Xin Encheng

Smart Grid

- 43** Charging load forecasting considering the unbalanced development of EV
..... Yu Junwei, Sun Yunlian, Zhang Xiaodi
- 51** Research on optimal coordination scheduling strategy of micro-grid in user-side
interactive mode
..... Pan Chen, Teng Huan, Gong Yubin, et al
- 57** The two-stage day-ahead operation model of the power system with wind-storage
combined unit
..... Zhang Xuejun, Wang Zhen
- 63** Application of LSTM in filling missing value of power transmission and transfor-
mation equipment
..... Gu Chao, Bai Demeng, Wang Jing, et al
- 70** On-line diagnosis and prediction method of protection and control obstacles in
smart substations
..... Wu Jie, Jiang Zhenchao
- 77** Prediction of contact resistance based on optimized BP neural network of genetic
algorithm
..... Sun Haifeng, Shen Ying, Wang Ya'nan

热烈祝贺

《电测与仪表》再次入编
《中文核心期刊要目总览》2017版
中文核心期刊

即将出版

2017-2018
《中国电工仪器仪表行业发展报告》



为行业的投资取向
制定企业发展战略
及企业经营策略等
提供有价值的参考

单位: 中国仪器仪表行业协会电工仪器仪表分会秘书处
地址: 哈尔滨市松北区科技创新城创新路 2000 号
联系人: 李昂 王丹春
E-mail: hbsxhmsc@163.com
电话: 0451-87186030

CONTENTS

- 84** Apparent power sharing scheme for energy storage unit in islanded micro-grid
.....Zhang Baoying, Jin Yan, Wang Shuang, et al

Information & Energy

- 89** Adaptive distance protection based on equivalent impedance of real-time calculation PV system
..... Zhou Buxiang, Yang Chang
- 94** Suppression of grid-connected power fluctuation in wind farm based on the prediction of energy storage system
.....Zhao Qiaoe, Guo Min, Jia Xinchun, et al
- 101** Design and implementation of low-power IEPE sensor data acquisition system
..... Tong Yifei, Wang Hongliang
- 105** Dynamic management of sending cache for ARM communication machine based on serial baud rate
.....Zheng Xiaoping, Wang Yonggang, Xu Tao, et al

Measurement & Control

- 111** Application of three-dimensional location method of partial discharge detection in substation
.....Liu Ming, Zhang Xiyang, Zou Jianming, et al
- 119** Research on target detection of insulator in aerial image
..... Gao Qiang, Lian Qiwan
- 124** Research and application of new fault indicator test platform
.....Xu Zaide, Xin Jianbo, Pan Jianbing, et al
- 130** Small-current grounding fault line location and information modeling based on the interaction between DTU and FPI
.....Zhang Li, Ge Cheng, Yu Bin, et al
- 137** Design and application of on-line monitoring system of boiler wall temperature
.....Gao Jianliang, Liu Fusuo, Wu Xuelian, et al

Instrument & Meter

- 143** Development of intelligent electricity monitoring device
.....Xiong Dezhi, Chen Xiangqun, Chen Yilei, et al
- 148** Study on the life prediction method of smart meters for operation based on stratified sampling
.....Zhang Penghe, Zhang Baoliang, Chen Siyu

概述

功耗带载互换性测试装置是针对用电信息采集系统2013版标准开发的测试装置，主要用于集中器本地模块、GPRS模块、采集器模块、单相表模块、三相表模块的静态以及动态功耗的指标测试；集中器I型终端、集中器II型终端、采集器、单相表、三相表的通信模块接口带负载能力的指标测试；载波模块、GPRS模块、微功率模块与标准采集终端进行互换的能力测试；用电信息采集终端（集中器、专变III、采集器、单相表、三相表）与标准通信模块进行互换的能力测试。

该装置是三相四线供电系统，测试过程由计算机软件全程管理和控制，无需人为动手操作，实用性强、准确性好、自动化程度高、性能稳定、易于维护。

主要功能

- 1.集中器I型本地模块和远程模块、集中器II型模块、采集器和单相表模块、三相表模块静态功耗指标和动态功耗指标测试
- 2.集中器I型终端、集中器II型终端、采集器、单相表、三相表的通信模块接口带负载能力的标测试
- 3.载波模块、GPRS模块、微功率通信模块硬件接口的一致性以及通信规约的正确性的测试
- 4.集中器、专变III、采集器、单相表、三相表硬件接口的一致性以及通信规约的正确性测试
- 5.事件主动上报功能测试

系统优势

- 1.该系统完全按照国网公司制定的型式规范以及通信规约（2013版）进行标准化测试
- 2.测试结束后将直接生成测试报告文档，便于用户判定该测试设备是否合格
- 3.便于电网公司统一管理以及维护所有厂家的采集终端设备

依据规范

- Q/GDW 1374.3-2013 《电力用户用电信息采集系统技术规范：通信单元技术规范》
Q/GDW 1379.4-2013 《电力用户用电信息采集系统检验技术规范：通信单元检验技术规范》
Q/GDW 1376.1-2013 《电力用户用电信息采集系统通信协议：主站与采集终端通信协议》
Q/GDW 1376.2-2013 《集中器本地通信模块接口协议》
Q/GDW 1375.1-2013 《电力用户用电信息采集系统型式规范：专变终端型式规范》
Q/GDW 1375.2-2013 《电力用户用电信息采集系统型式规范：集中器型式规范》
Q/GDW 1375.3-2013 《电力用户用电信息采集系统型式规范：采集器型式规范》
Q/GDW 135.6-2013 《三相智能电能表型式规范》
Q/GDW 135.5-2013 《单相智能电能表型式规范》
JJG 597 《交流电能表检定装置检定规程》
JJG 596 《电子式电能表检定规程》
JJG 307 《机电式交流电能表检定规程》
DL/T 460 《交流电能表检验装置》
DL/T 585 《电子式标准电能表技术条件》
DL/T 731 《电能表测量用误差计算器》
Q/GDW 1355 《单相智能电能表型式规范》（2013版）

南京新联电子股份有限公司