

中文核心期刊·中国科技核心期刊(扩展版)·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

ISSN 1001-1390

CN 23-1202/TH

CODEN DYYIA7

半月刊

1

2020

第57卷 第1期

Vol.57 No.1



# 电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation

RX-33  
RX-31  
RX-30

## 全新RX系列标准表

33系列准确度可达0.005%

0.5mA至200A可保证准确度

Xytronic Three-Phase Reference Standard

### 专为IR46设计的标准表



**Radian Research RX Reference Standards**

Guaranteed Accuracy  $\pm 0.005\%$ ,  $0.02\%$ ,  $0.01\%$  (PF=1)



## RX-33

精度标准: 0.005%

## RX-31

精度标准: 0.01%

## RX-30

精度标准: 0.02%



具体参数请关注公众号  
获取产品资料

联系电话: 13916005550  
邮箱: 13916005550@163.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



www.emijournal.net



DIANCE YU YIBIAO

(半月刊 1964 年创刊)

第 57 卷 第 1 期

2020 年 1 月 (上)

(总第 726 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

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：ISSN 1001-1390  
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

## 综述与专题评述

- 01 电网信号谐波分析算法计算性能比较研究  
..... 彭丽，赵伟，陈垒，黄松岭
- 21 含风电场的概率可用输电能力研究综述  
..... 张友骞，张靖，何宇，杨轶涵，王杰

## 理论与实验研究

- 30 电力系统单用户超短期负荷预测算法研究  
..... 焦筱俊，徐青山
- 36 含源二端口网络等效电路及其传输参数研究  
..... 齐超，孙天，孙立山，Zesong Wang
- 42 小电流直流电弧的动态模拟及其稳态特性研究  
..... 朱冠南，杨晓艺，高宇航，钟昱铭，熊兰，周林

## 智能电网

- 49 基于  $N-1$  安全约束的主动配电网拓扑优化控制方案  
..... 杨德州，任彦辉，葛磊蛟，王洲，徐铭，杨昌海
- 55 考虑逆变器容量约束的广义负荷建模研究  
..... 郑秋宏，韩蓓，李国杰
- 62 基于深度前馈网络的电能质量复合扰动识别  
..... 许立武，李开成，肖贤贵，赵晨，尹家明，倪逸
- 70 电网量测数据海量终端的前置中间件技术研究  
..... 郑秀杰，董彬彬，易建波
- 76 基于改进灰狼优化算法的移动机器人路径规划  
..... 刘宁宁，王宏伟

## 信息与能源

- 84 基于 VMD 和 GP 的短期风电功率置信区间预测  
..... 涂智福，丁坚勇，周凯
- 89 促进电动汽车和清洁能源发展的充 / 换电站 - 风 - 光 - 储协调规划  
..... 刘晋源，吕林，高红均，李成鑫，石文超，冯智慧

# 目次

- 99 基于动力电池海量数据的特性化压缩处理研究  
..... 王瑞, 张维戈, 张言茹, 吕亚军

## 测量与控制

- 106 基于非侵入式的事件检测方法统计评估  
..... 张露, François Auger, 荆朝霞, 等
- 113 基于振动信号的高压并联电抗器故障诊断方法与监测系统研制  
..... 吴金利, 马宏忠, 吴书煜, 侯鹏飞
- 121 电压闪变影响下的功率计算模型与电能计量方法研究  
..... 赵恒一, 高云鹏, 申丽曼, 吴聪, 陈石东, 陈向群
- 131 一种自适应惯量同步锁相控制策略  
..... 冯纯纯, 杨龙月, 郭锐, 刘建华

## 仪器仪表

- 136 多路高速同步数据采集系统的信号完整性仿真与优化设计  
..... 潘廷哲, 张国钢, 徐由档, 宋政湘, 王建华
- 141 基于三次样条插值的指针式仪表识别方法研究  
..... 李全鹏, 苏士美, 许永波
- 147 基于数字恒流技术的 B 型剩余电流动作特性测试方法的研究  
..... 李奎, 王天朔, 王尧, 李倩, 林靖怡

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊(扩展版)
- 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 玉 |
| 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 | 魏 国 |     |



**Electrical Measurement & Instrumentation**  
(Semimonthly, Founded in 1964)  
No.1 Vol.57 January , 2020

**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

## Overview & Special Review

- 01** Research on the performance comparison of harmonic analysis algorithms for power grid signals  
..... Peng Li, Zhao Wei, Chen Lei, et al
- 21** Review on study for probabilistic available transfer capability in wind farm  
..... Zhang Youqian, Zhang Jing, He Yu, et al

## Theory & Experimental Research

- 30** A new ultra-short-term load forecasting algorithm for single user in power system  
..... Jiao Xiaoquan, Xu Qingshan
- 36** Research on equivalent circuits and transmission parameters for source-containing two-port network  
..... Qi Chao, Sun Tian, Sun Lishan, et al
- 42** Study on dynamic simulation and steady-state characteristics of small current DC arcs  
..... Zhu Guannan, Yang Xiaoyi, Gao Yuhang, et al

## Smart Grid

- 49** A topology optimization control scheme of active distribution network based on  $N-1$  security constraints  
..... Yang Dezhou, Ren Yanhui, Ge Leijiao, et al
- 55** Research on generalized load modeling considering inverter capacity limitation  
..... Zheng Qiuhong, Han Bei, Li Guoji
- 62** Recognition of power quality complex disturbances based on deep feedforward network  
..... Xu Liwu, Li Kaicheng, Xiao Xiangui, et al
- 70** Research on pre-middleware technology for massive terminal of power grid measurement data  
..... Zheng Xiujie, Dong Binbin, Yi Jianbo
- 76** Path planning of mobile robot based on the improved grey wolf optimization algorithm  
..... Liu Ningning, Wang Hongwei

# 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

2020年度  
广告版位  
[火热征订中]

全方位助力  
品牌宣传

纸媒广告

官网宣传

微信推广

《电测与仪表》杂志社

地址：哈尔滨市松北区创新路2000号  
2号楼3层

邮箱：haoqiu@163.com  
电话：0451-86693434 86611021  
联系人：王家隆

## CONTENTS

### Information & Energy

- 84 Confidence interval prediction of short-term wind power based on VMD and GP  
..... Tu Zhifu, Ding Jianyong, Zhou Kai
- 89 Charging/swapping station-wind-photovoltaic-storage planning to promote  
the development of electric vehicles and clean energies  
..... Liu Jinyuan, Lv Lin, Gao Hongjun, et al
- 99 Research on characteristic compression processing based on massive data of  
power battery  
..... Wang Rui, Zhang Weige, Zhang Yanru, et al

### Measurement & Control

- 106 Statistical assessment of abrupt change detections for NILM  
..... Zhang Lu, François Auger, Jing Zhaoxia, et al
- 113 Fault diagnosis method and monitoring system of high voltage parallel  
reactor based on vibration signal  
..... Wu Jinli, Ma Hongzhong, Wu Shuyu, et al
- 121 Research on power calculation model and energy metering method under  
the influence of voltage flicker  
..... Zhao Hengyi, Gao Yunpeng, Shen Liman, et al
- 131 An adaptive variable inertia synchronous phase-locked control strategy  
..... Feng Chunchun, Yang Longyue, Guo Rui, et al

### Instrument & Meter

- 136 Signal integrity simulation and optimal design of multichannel high-speed  
synchronous data acquisition system  
..... Pan Tingzhe, Zhang Guogang, Xu Youdang, et al
- 141 Research on pointer instrument recognition method based on cubic spline  
interpolation  
..... Li Quanpeng, Su Shimei, Xu Yongbo
- 147 Research on test method of type B residual current operating characteristic  
based on digital constant current technology  
..... Li Kui, Wang Tianshuo, Wang Yao, et al

## 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指标测试
- 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