

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

17
2020

第57卷 第17期

Vol.57 No.17



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 17 期

2020 年 9 月 (上)

(总第 742 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：王艳丽

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>

邮 箱：dcyb@vip.163.com

稿件查询：0451-86611021

广告邮箱：haoqiu haoqiu@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：23010700000001

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** 三相负载不平衡对变压器振动特性的影响研究
..... 赵莉华, 张振东, 刘浩, 吴晓文, 黄小龙
- 08** 插拔磨损对电连接器接触性能影响的研究
..... 骆燕燕, 苏敬元, 任永隆
- 14** 基于功效系数法的接触器最佳合闸相角研究
..... 蔺志佳
- 20** 基于车辆时空状态链的电动汽车充换电需求模型
..... 郭晓利, 祝伟庭, 曲朝阳, 胡可为, 吕洪波, 宋佳骏
- 29** 输电线路冰害年故障率研究分析
..... 唐斌, 张胜峰, 唐飞, 柳骏, 邹宏亮, 曾晓
- 34** 基于三点筛选法与偏最小二乘法的系统谐波阻抗估计
..... 范忠, 史明明, 张宸宇, 郑建勇

能源互联网

- 39** 基于场景法和寿命损耗的储能优化配置
..... 王登科, 刘敏, 刘伟峰
- 45** 基于灰色聚类分析的输电线路舞动分级预警方案
..... 李清, 杨晓辉, 刘振声, 李哲, 赵书杰, 何旭广
- 52** UIPC 与 STATCOM 联合改善风电并网系统电压稳定性
..... 董光睿, 李浩宁, 郭浩
- 59** 基于 CEEMDAN-SE 和 DBN 的短期电力负荷预测
..... 岳有军, 刘英翰, 赵辉, 王红君
- 66** 结合随机森林和 SVM 的风机叶片结冰预测
..... 孟杭, 黄细霞, 刘娟, 韩志亮
- 72** 基于改进人工鱼群算法的配电网重构
..... 阳晓明, 吕红芳, 朱辉
- 79** 基于 FP-Growth 算法的配电网薄弱点分析研究
..... 黄悦华, 邹子豪, 张赞宁, 杨艾竹
- 85** 基于 Petri 网的智能电网故障诊断定位方法
..... 郑国强, 汪玉, 郭军亮, 戴鹏, 高博, 孙辉, 汪勋婷

目次

93	智能电网层次化广域保护系统的关键技术研究	任昱, 李世倩, 季宁, 庞霞
99	配电网自动化信息在不同传输协议下的性能分析	刘刚, 王秀茹, 黄进, 万新强, 王科龙

测量与控制

106	基于隔离型 DC/DC 变换器的直流环网故障主动保护研究	李媛, 李希元, 曹子恒, 曲妍, 郎斌
116	单极性长持续时间脉冲电流的测量研究	万翔, 孙伟, 王影影, 姚学玲, 黄海博
123	C-MMC 型电力电子变压器直流故障分析与保护方法研究	孙建锋, 徐云飞, 周哲, 李卫国, 徐永海
129	用于可视化编程的柔性直流控制保护系统研制	马浩宇, 秦骏达, 刘近, 杨树森, 宋林伟, 王雅洁
136	基于机器视觉的馈线终端单元插口状态自动识别系统研究	樊迪, 邵志敏, 张世栋, 刘合金, 李立生, 孙勇

仪器仪表

142	基于 K-means++ 算法的三相电能表评价模型研究	夏伟钊, 滕欢, 曹敏
147	基于量热法的 LVDC 配电系统用户侧逆变器能效测量方法	余佶成, 岳长喜, 熊魁, 朱凯, 李智成

- 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)
Vol. 57 No.17 (Ser. 742) September, 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: Wang Yanli

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:

haoqiuhaoku@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** Influence of three-phase load imbalance on vibration characteristics of transformer
..... Zhao Lihua, Zhang Zhendong, Liu Hao, et al
- 08** Research on the effect of insertion-extraction and wear on the contact performance of electrical connectors
..... Luo Yanyan, Su Jingyuan, Ren Yonglong
- 14** Research on optimal closing phase angle of contactor based on efficacy coefficient method
..... Lin Zhijia
- 20** Electric vehicle charging and swapping demand model based on vehicle spatiotemporal status chain
..... Guo Xiaoli, Zhu Weiting, Qu Zhaoyang, et al
- 29** Research and analysis of annual fault rate of ice damage for transmission lines
..... Tang Bin, Zhang Shengfeng, Tang Fei, et al
- 34** Estimation of system harmonic impedance based on three-point screening and partial least squares
..... Fan Zhong, Shi Mingming, Zhang Chenyu, et al

Energy Internet

- 39** Optimal allocation of energy storage based on scenario method and service life loss
..... Wang Dengke, Liu Min, Liu Weifeng
- 45** Graded warning scheme of transmission line galloping based on grey clustering analysis
..... Li Qing, Yang Xiaohui, Liu Zhensheng, et al
- 52** Voltage stability improvement of wind power integrated system using UIPC-STATCOM control
..... Dong Guangrui, Li Haoning, Guo Hao
- 59** Short-term load forecasting based on CEEMDAN-SE and DBN
..... Yue Youjun, Liu Yinghan, Zhao Hui, et al
- 66** Forecast of fan blade icing combing with random forest and SVM
..... Meng Hang, Huang Xixia, Liu Juan, et al
- 72** Reconfiguration of distribution network based on improved artificial fish swarm algorithm
..... Yang Xiaoming, Lv Hongfang, Zhu Hui

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

现已出版

2018-2019
《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：何珊
E-mail: hbsxhmsc@163.com
电话：0451-87186030

CONTENTS

- 79** Research on weak point analysis of distribution network based on FP-Growth algorithm
..... Huang Yuehua, Zou Zihao, Zhang Yunning, et al
- 85** Smart grid fault diagnosis and location method based on Petri net theory
..... Zheng Guoqiang, Wang Yu, Guo Junliang, et al
- 93** Key technologies of hierarchical wide-area protection system for smart grid
..... Ren Gang, Li Shiqian, Ji Ning, et al
- 99** Analysis of performance for information of distribution network automation under different transmission protocols
..... Liu Gang, Wang Xiuru, Huang Jin, et al

Measurement & Control

- 106** Studies of active protection of fault of DC loop network based isolated DC/DC converter
..... Li Yuan, Li Xiyuan, Cao Ziheng, et al
- 116** Research on the measurement of monopole long duration current pulse
..... Wan Xiang, Sun Wei, Wang Yingying, et al
- 123** Study on DC fault analysis and protection method of C-MMC based power electronic transformer
..... Sun Jianfeng, Xu Yunfei, Zhou Zhe, et al
- 129** Development of flexible DC control protection system for visual programming
..... Ma Haoyu, Qin Junda, Liu Jin, et al
- 136** Research on the automatic recognition system of socket status of feeder terminal unit based on machine vision
..... Fan Di, Shao Zhimin, Zhang Shidong, et al

Instrument & Meter

- 142** Research on evaluation model of three-phase electric energy meter based on K-means ++ algorithm
..... Xia Weizhao, Teng Huan, Cao Min
- 147** Energy efficiency measurements method of customer-end inverter in LVDC distribution system based on calorimetry
..... Yu Jicheng, Yue Changxi, Xiong Kui, et al

10KV环网柜型高压电能表

一二次融合技术应用典范

智能化 信息化 低碳化



Accurate
measurement

计量精准



Convenient and
easy to use

方便易用



Energy saving

节能环保



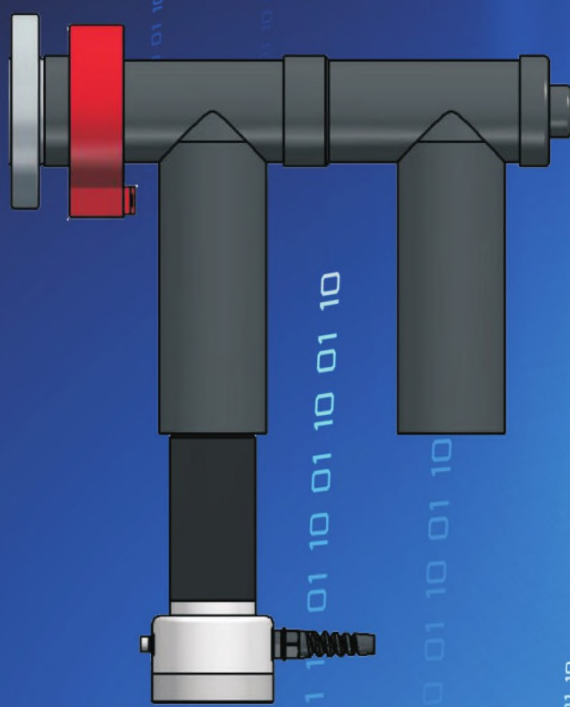
High reliability

高可靠性



High applicability

高适用性



武汉盛帆电子股份有限公司

地址：中国·武汉市江夏区庙山开发区阳光大道9号
电话：400-033-0027 网址：www.sftnow.com



诚邀行业营销、技术精英加盟，
详情请关注盛帆招聘网站