



# 电力自动化设备

## Electric Power Automation Equipment

中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD核心期刊 美国《工程索引》(Ei)核心期刊 英国SA/INSPEC、俄罗斯AJ、美国CSA、荷兰Scopus收录期刊

SAC  
国电南自

为智慧电力提供整体解决方案



2019 恭贺新春

自动化 智能化成就未来  
Be Automation Be Intelligence Be Future

电网自动化 电厂及工业自动化 轨道交通自动化 信息与安全技术 电力电子

详情请访问<http://www.sac-china.com>, 或致电400-1-600268

SAC 国电南京自动化股份有限公司  
GUODIAN NANJING AUTOMATION CO.,LTD.

ISSN 1006-6047



02>

9 771006 604196  
万方数据

南京电力自动化研究所有限公司  
国电南京自动化股份有限公司

主办

2019 2  
第39卷 第2期  
Vol.39 No.2





# 电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)

目次 Contents

## ▶▶ 智能配电系统专题

- 1 基于微型 PMU 的配电线路抗差参数辨识 薛安成,徐飞阳,游宏宇,等
- 8 基于 Seebeck 效应的配电变压器绕组材质无损鉴别装置及测试分析  
杜林,王棟生,陈伟根,等
- 14 多端柔性直流配电系统主从控制模式下的稳定性与优化控制  
赵学深,彭克,张新慧,等
- 21 基于配电网接纳能力的分布式电源并网案例库架构设计  
洪博文,黄碧斌,葛磊蛟,等
- 28 基于博弈论的多目标配电网重构 丁阳,汪泓,宾峰,等
- 36 规划与运行融合的配电网无功补偿智能协调配置  
朱瞳彤,顾洁,金之俭,等
- 44 智能配电网电压跌落下的电力电子变压器运行研究 袁义生,唐喆

## ▶▶ 清洁能源

- 50 风火打捆半波长交流输电系统的谐振分析 陈畅,杨洪耕
- 58 基于分布鲁棒优化的含风电系统静态安全校正控制方法  
张尚,顾雪平,王涛
- 65 基于 DVR 的双馈风电机组不对称电压故障穿越 凌禹,窦真兰
- 71 基于成本最优的含储热光热电站与火电机组联合出力日前调度  
崔杨,杨志文,仲悟之,等
- 78 基于多场景的商业园区源-储-荷系统运营模式及投资决策研究  
薛金花,叶季蕾,陶琼,等

## ▶▶ 综述

- 84 基于柔性直流输电的异步互联系统频率支援控制方法综述  
朱良合,袁志昌,盛超,等

## ▶▶ 分析与研究

- 93 改进谱聚类与遗传算法相结合的电力时序曲线聚类方法  
丁明,黄冯,邹佳芯,等



2月  
2019年  
第39卷第2期  
(总第298期)  
2019年2月10日出版

## 编辑委员会

主任委员 王宏志  
副主任委员 张东晓 周顺宏 胡红升 王凤蛟  
经海林

### 名誉编委 (按姓氏笔画排序)

王维俭	王锡凡	卢强	史世文	严璋
杨以涵	杨奇逊	吴青华	吴复立	余贻鑫
辛耀中	宋永华	宋璇坤	张丽英	张伯明
陈陈	陈德树	罗安	周有庆	周孝信
洪佩孙	贺家李	钱清泉	徐文远	韩英铎
韩祯祥	程时杰	舒印彪		

### 编委 (按姓氏笔画排序)

丁明	于继来	卫志农	王成山	王守相
王克文	王增平	韦化	文劲宇	文福拴
尹项根	艾芊	艾欣	卢志刚	朱守真
刘天琪	刘玉田	刘向杰	刘明波	刘俊勇
刘宪林	刘健	江全元	孙元章	孙宏斌
毕天姝	阮新波	严干贵	严正	李生虎
李永丽	李庚银	李斌	束洪春	别朝红
何正友	闵勇	张尧	张兴	张波
张保会	张道农	陆于平	陈星莺	陈维荣
陈皓勇	邵能灵	林中达	林湘宁	和敬涵
周浩	周维维	赵争鸣	赵建国	赵剑锋
赵晋泉	胡家兵	胡敏强	段献忠	袁越
贾宏杰	夏清	徐丙垠	徐政	徐殿国
高仕斌	高厚磊	郭效军	唐炬	涂春鸣
黄学良	曹一家	康重庆	康勇	董新洲
程浩忠	曾祥君	曾嵘	谢少军	蔡泽祥
廖瑞金	颜汉荣	薄志谦	穆钢	鞠平

主编 郭效军

- 100 基于离散小波变换和模糊 K-modes 的负荷聚类算法  
张江林,张亚超,洪居华,等
- 107 一种新型的基于变压器谐波磁势平衡的有源电力滤波方法  
许加柱,王 涛,崔贵平,等
- 115 NPC 型三电平三相四线制 SAPF 非线性无源控制策略  
程启明,孙伟莎,程尹曼,等
- 123 基于功率灵敏度的等值机出力定向调整策略 夏成军,华 夏,李 清
- 128 连接低惯量系统的 VSC-MTDC 的自适应下垂控制  
翟冬玲,韩民晓,马骏鹏,等
- 135 考虑参数不确定性的区域电-气联合系统的概率-模糊能流评估  
赵 霞,胡潇云,杨 仑,等
- 143 基于功角特性的干式空心电抗器匝间绝缘在线监测技术  
黄新波,张 龙,朱永灿,等
- 149 新一代智能变电站波分复用无源光通信网络性能研究 余 萍,王 宁
- 153 基于宽频带扰动的牵引供电系统频域阻抗测量方法  
潘鹏宇,胡海涛,杨孝伟,等
- 158 基于新型 YNvd 平衡变压器的电气化铁道同相供电系统  
崔贵平,罗隆福,李 勇,等
- 164 考虑敏感设备“以旧换新”增值服务的定价策略  
马愿谦,肖先勇,黄 勇
- 173 计及源荷双边性能指标的市场交易模型 索瑞鸿,陈 杏,宋依群,等
- 181 考虑负荷数据虚假注入的电力信息物理系统协同攻击模型  
阮 振,吕 林,刘友波,等
- 188 基于串联型分布式 MPPT 架构的直流微网系统无缝切换控制策略  
王红艳,周国华,徐顺刚,等
- 196 不平衡电压下双馈感应发电机转子侧变流器的灵活功率控制  
马 静,刘 青,吴佳芳,等
- 204 基于重要抽样与极限学习机的大电网可靠性评估  
许鹏程,刘文霞,陈 启,等

## ▶▶ 探讨与应用

- 211 相控断路器在抑制 35 kV 并联电抗器操作过电压中的应用  
郑一鸣,杨松伟,何文林,等
- 216 直流偏磁下变压器运行状态量化评估方法 谢志成,钱 海,林湘宁,等

第三届全国期刊奖提名奖获奖期刊  
中国国际影响力优秀学术期刊  
中文核心期刊  
《工程索引》(Ei) 核心期刊  
中国科学引文数据库(CSCD) 核心期刊  
中国科技核心期刊  
RCCSE 中国权威学术期刊  
英国《科学文摘》(SA, INSPEC) 收录期刊  
美国《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊  
俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI) 收录期刊  
美国《乌利希期刊指南》(UPD) 收录期刊  
荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus) 来源期刊  
第四届华东地区优秀期刊  
中国电力报刊协会优秀期刊

**EPAE** 电力自动化设备杂志社  
EPAE Periodical Press

主管单位 中国华电集团有限公司  
主办单位 南京电力自动化研究所有限公司  
国电南京自动化股份有限公司  
编辑出版 《电力自动化设备》编辑部  
地 址 南京高新技术产业开发区星火路 8 号  
邮政编码 210032  
社 长 康鲁豫  
编辑部主任 李育燕  
编辑部副主任 李 莉、李 玲  
广告部主管 张芳芳  
发行部主管 于娜娜  
本期栏目统筹 陆 丹  
美 术 编 辑 卞金晶  
电 话 (025)51859278(社长室)  
(025)83537347,51859279(编辑部)  
(025)83537349(广告部)  
(025)51859280(发行及读者服务部)  
(025)51183898(平面设计部)

网 址 www.epae.cn  
电子信箱 epae@sac-china.com  
发行范围 国内外公开发行  
印 刷 中闻集团南京印务有限公司  
国内发行 江苏省邮政局  
邮发代号 28-268  
订 阅 处 全国各地邮局  
国内定价 每期 35.00 元,全年 420.00 元  
海外发行 中国国际图书贸易集团有限公司  
(100048)  
海外发行代号 MO-4802

中国标准连续出版物号 ISSN 1006-6047  
CN 32-1318/TM  
国际刊名代码(CODEN) DZSHFK



关注微信



访问官网

广告发布登记通知书编号:广登 32010000078



# Electric Power Automation Equipment(EPAE)

Vol.39 No.2(Sum No.298)

Feb. 2019

## CONTENTS

### SPECIAL COLUMN:SMART DISTRIBUTION SYSTEM

- 43 Robust parameter identification of distribution line based on micro PMU *XUE Ancheng, XU Feiyang, YOU Hongyu, et al.*
- 13 Nondestructive identification equipment of winding materials for distribution transformer based on Seebeck effect and its test analysis *DU Lin, WANG Disheng, CHEN Weigen, et al.*
- 20 Stability and optimal control of multi-terminal flexible DC distribution system under master-slave control mode *ZHAO Xueshen, PENG Ke, ZHANG Xinhui, et al.*
- 27 Integration case library framework design of distributed generation based on distribution network adoption capability *HONG Bowen, HUANG Bibin, GE Leijiao, et al.*
- 35 Multi-objective distribution network reconfiguration based on game theory *DING Yang, WANG Feng, BIN Feng, et al.*
- 43 Intelligent harmonious collocation for reactive power compensation of distribution network combining planning and operation *ZHU Tongtong, GU Jie, JIN Zhijian, et al.*
- 49 Research on PET in smart distribution network under voltage sag *YUAN Yisheng, TANG Zhe*

### CLEAN ENERGY

- 64 Harmonic resonance analysis for wind-thermal-bundled half-wavelength AC transmission system *CHEN Chang, YANG Honggeng*
- 64 Static security corrective control method of wind power-integrated system based on distributional robust optimization *ZHANG Shang, GU Xueping, WANG Tao*
- 77 Asymmetrical voltage fault ride-through of wind turbine with DFIG using DVR *LING Yu, DOU Zhenlan*
- 77 Day-ahead dispatch for output of combined CSP with thermal storage system and thermal power units based on minimized operation cost *CUI Yang, YANG Zhiwen, ZHONG Wuzhi, et al.*
- 92 Multi-scenarios based operation mode and investment decision of source-storage-load system in business park *XUE Jinhua, YE Jilei, TAO Qiong, et al.*

### SUMMARY AND SURVEY

- 92 Review of frequency support control methods for asynchronous interconnection system based on VSC-HVDC *ZHU Lianghe, YUAN Zhichang, SHENG Chao, et al.*

### ANALYSIS AND RESEARCH

- 114 Power time series curve clustering method combining improved spectral clustering and genetic algorithm *DING Ming, HUANG Feng, ZOU Jiaxin, et al.*
- 122 A load clustering algorithm based on discrete wavelet transform and fuzzy K-modes *ZHANG Jianglin, ZHANG Yachao, HONG Juhua, et al.*
- 114 A novel active power filtering method based on harmonic magnetic potential balance of transformer *XU Jiazhu, WANG Tao, CUI Guiping, et al.*
- 122 Nonlinear passivity-based control strategy of NPC-type three-level three-phase four-wire SAPP *CHENG Qiming, SUN Weisha, CHENG Yinman, et al.*

**Competent Authorities** China Huadian Corporation Ltd.

**Sponsor** Nanjing Electric Power Automation Research Institute Co., Ltd.  
Guodian Nanjing Automation Co., Ltd.

**Chairman** WANG Hongzhi

**Editor in Chief** GUO Xiaojun

**Web Site** www.epae.cn

**Publication Number** ISSN 1006-6047

**Editor and Publisher** Electric Power Automation Equipment  
Editorial Department

**Add** 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

**Post Code** 210032

**Tel** 86-25-51859278, 83537347, 83537349

**E-mail** epae@sac-china.com

- 134 Directional adjustment strategy for equivalent generator output based on power sensitivity *XIA Chengjun, HUA Xia, LI Qing*
- 134 Adaptive droop control of VSC-MTDC connected to low inertia system *ZHAI Dongling, HAN Minxiao, MA Junpeng, et al.*
- 142 Probabilistic-possibilistic energy flow evaluation of regional electricity-gas integrated system considering parameter uncertainties  
*ZHAO Xia, HU Xiaoyun, YANG Lun, et al.*
- 148 Online inter-turn insulation monitoring technology based on power angle characteristics for dry-type air-core reactor  
*HUANG Xinbo, ZHANG Long, ZHU Yongcan, et al.*
- 152 Performance research of a new generation of WDM-PON for intelligent substation *YU Ping, WANG Ning*
- 157 Frequency-domain impedance measurement method for traction power supply system based on broadband perturbation  
*PAN Pengyu, HU Haitao, YANG Xiaowei, et al.*
- 180 Co-phase power supply system based on novel YNvd balanced transformer for electrified railway  
*CUI Guiping, LUO Longfu, LI Yong, et al.*
- 172 Pricing strategy considering "trade-in" value-added service of sensitive equipment *MA Yuanqian, XIAO Xianyong, HUANG Yong*
- 180 Trading model considering bilateral performance indexes of generation and load *SUO Ruihong, CHEN Xing, SONG Yiqun, et al.*
- 187 Coordinated attack model of cyber-physical power system considering false load data injection  
*RUAN Zhen, LÜ Lin, LIU Youbo, et al.*
- 203 Seamless switching control strategy of DC microgrid based on cascaded distributed MPPT architecture  
*WANG Hongyan, ZHOU Guohua, XU Shungang, et al.*
- 203 Flexible power control for rotor-side converter of doubly-fed induction generator under unbalanced voltage condition  
*MA Jing, LIU Qing, WU Jiafang, et al.*
- 210 Reliability evaluation of large power system based on combination of important sampling and extreme learning machine  
*XU Pengcheng, LIU Wenxia, CHEN Qi, et al.*

## DISCUSSION & APPLICATION

- 223 Application of phase controlled circuit breakers in overvoltage suppression for 35 kV shunt reactor  
*ZHENG Yiming, YANG Songwei, HE Wenlin, et al.*
- 223 Quantitative state assessment method for transformer under DC bias  
*XIE Zhicheng, QIAN Hai, LIN Xiangning, et al.*

## 《电力自动化设备》2019 年度重点专题出版计划

《电力自动化设备》2019 年度重点推出“综合能源系统安全分析与优化控制技术”专题(专题特约主编:河海大学王志农教授、天津大学王丹副教授、河海大学孙国强副教授)与“大型交直流混联电网运行控制与保护”专题(专题特约主编:清华大学董新洲教授、中国电科院汤涌教授级高工、中国电科院卜广全教授级高工、清华大学王宾副研究员),集中展现相关领域科学技术的最新研究进展。

### “综合能源系统安全分析与优化控制技术”专题

- 1) 面向安全分析的综合能源系统建模仿真技术;
- 2) 综合能源系统状态估计和态势感知技术;
- 3) 综合能源系统关键故障辨识与筛选技术;
- 4) 综合能源系统连锁故障机理与安全防御控制技术;
- 5) 综合能源系统安全域观测与可视化技术;
- 6) 高比例可再生能源并网的综合能源系统安全稳定分析;
- 7) 数据攻击下的综合能源系统安全分析与防御策略;
- 8) 计及需求侧响应的综合能源系统安全评估方法;
- 9) 计及不确定性的综合能源系统安全分析方法。

### “大型交直流混联电网运行控制与保护”专题

- 1) 交直流混联电网动态建模及仿真技术;
- 2) 高比例可再生发电规模化控制与保护技术;
- 3) 高压直流输电系统连续换相失败机理及抑制技术;
- 4) 交直流混联电网动态等值及故障分析技术;
- 5) 交直流混联电网中传统继电保护技术适应性分析;
- 6) 行波保护新技术;
- 7) 面向系统安全的交直流混联电网保护控制技术。

投稿要求详见《电力自动化设备》杂志社官网(www.epae.cn)公告。请登录官网进行作者注册后在线投稿,投稿栏目请务必选择对应专题名称。

# 恭贺 新春

Happy New Year



**《电力自动化设备》杂志社祝您新春快乐!**

敬请关注本刊 2019 年度重点专题:

“综合能源系统安全分析与优化控制技术”专题

“大型交直流混联电网运行控制与保护”专题