



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



致力于发展“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”等产业

为智慧电力提供整体解决方案

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

更清洁 more Clean
更安全 more Security
更有效 more Efficiency

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



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 7
第39卷 第7期
Vol.39 No.7



万方数据

电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)

目次 Contents



7月
2019年
第39卷第7期
(总第303期)
2019年7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 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 韩英锋 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

▶▶ 清洁能源

- 1 具有参数自适应特性的并网变流器无交流电压传感器控制方法
孟岩峰,胡书举,许洪华
 - 7 CPS 互动架构下的聚合电热水器消纳风能策略
刘向军,叶秋子,曾璐琨,等
 - 15 提高双馈风电机组 LVRT 能力的改进直接功率控制
邵昊舒,王 磊,蔡 旭
 - 23 考虑风电集群接入电网分区的多元优化控制方法
吕 良,刘文颖,张临建,等
 - 30 基于随机模型预测控制的电网联合调度 李 晖,王智冬,王 斌,等
 - 37 基于概率多场景的柔性配电网鲁棒运行优化
王志强,方 正,刘文霞,等
 - 45 高渗透率可再生能源配电网测试系统建模与有效性分析
祖文静,李 勇,谭 益,等
 - 51 基于估测惯量计算的低频减载方法 王怀远,何培灿,江岳文,等
 - 57 考虑新能源发电不确定性的静态电压稳定故障筛选与排序方法
鲍海波,郭小璇
- ## ▶▶ 电力电子技术应用专题
- 64 直交型电力机车直流侧电压稳定控制及改善方法
许加柱,郝铭轩,王 涛,等
 - 70 三相-单相矩阵变换器容错控制与输入电流优化
国 海,葛红娟,许宇翔,等
 - 78 模块化多电平换流器子模块拓扑设计及其控制 张建坡,蒋 畅,田新成
 - 84 MMC-HVDC 直流极保护对启动过程故障的适应性研究
刘若平,李银红,肖 浩,等
 - 92 高效率 LLC 谐振变换器的定频混合控制策略
张 航,赵晋斌,屈克庆,等
 - 99 基于组合式开关的三相变压器励磁涌流抑制策略 王 阳,许志红
 - 107 三相 LCL 型并网逆变器的阻抗建模及特性分析
李奕欣,赵书强,马燕峰,等
 - 114 静止同步串联补偿器的启停策略 黄如海,曹冬明,董云龙,等

国家科委(90)国科发情字796号文批准

►► 分析与研究

- 119 基于改进 K-means 算法的电网运行断面相似性匹配研究
梁海平,田 潮,王铁强,等
- 125 基于多通道快速傅里叶小波变换的电力系统主导振荡模式及模态协同辨识方法研究
姜 涛,刘方正,陈厚合,等
- 133 基于反熵-AHP 二次规划组合赋权法的电网节点综合脆弱性评估
周依希,李晓明,瞿合祚
- 141 基于基波电势分布特征的大型发电机定子接地故障定位方法
殷林鹏,桂 林,张琦雪,等
- 147 基于模糊控制的区域电动汽车入网充放电调度策略
张怡冰,刘其辉,洪晨威,等
- 154 多 OLTC 协调动作对电压稳定影响的定量评估方法
李国强,刘光晔,侯龙宇,等
- 161 基于两步优化的介电谱特征参数辨识方法及其应用
徐志钮,张 翼,胡志伟,等
- 168 基于快速谱相关和 PSO-SVM 的变工况滚动轴承状态识别
唐贵基,田 甜,庞 彬
- 175 基于 Hausdorff 距离算法的自适应线路差动保护方案
李一泉,吴梓亮,王 峰,等
- 181 高压开关柜热故障预警策略及其应用
黄新波,薛智鹏,田 毅,等
- 188 渝鄂背靠背柔性直流对系统次同步振荡特性的影响分析
王晓宇,杨 杰,吴亚楠,等

►► 探讨与应用

- 195 基于连通状态矩阵的智能变电站安措校核方法
高 旭,马迎新,王 可,等
- 203 基于图像处理与形态特征分析的智能变电站保护压板状态识别
付文龙,谭佳文,吴喜春,等
- 208 智能型 JB 柜中配电变压器集成滤波电抗器的应用研究
谷秀甜,范瑞祥,许加柱,等

►► 经验交流

- 213 牵引变压器绕组改进型频率响应建模与径向变形故障分析
周利军,李 威,江俊飞,等
- 219 改进的 Faster R-CNN 方法及其在电缆隧道积水定位识别中的应用
崔江静,黄顺涛,仇 炜,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 王锦秀
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 国内外公开发售
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

Electric Power Automation Equipment(EPAE)

Vol.39 No.7(Sum No.303)

Jul. 2019

CONTENTS

CLEAN ENERGY

- 36 AC voltage sensorless control method for grid-connected converter with parameter adaptive characteristics
MENG Yanfeng, HU Shuju, XU Honghua
- 14 Wind power accommodation strategy of aggregated electric water heater based on CPS interaction frame
LIU Xiangjun, YE Qiuzi, ZENG Lukun, et al.
- 22 Modified direct power control for improving LVRT ability of doubly fed induction generator
SHAO Haoshu, WANG Lei, CAI Xu
- 29 Multi-element optimization control method of power grid partition integrated with wind power cluster
LÜ Liang, LIU Wenyong, ZHANG Linjian, et al.
- 36 Coordinated dispatch of power grid based on stochastic model predictive control
LI Hui, WANG Zhidong, WANG Xiao, et al.
- 44 Robust operation optimization of flexible distribution network based on probabilistic multi-scenario
WANG Zhiqiang, FANG Zheng, LIU Wenxia, et al.
- 50 Modeling and effectiveness analysis on test system for distribution networks with high penetration of renewable resource
ZU Wenjing, LI Yong, TAN Yi, et al.
- 63 Under-frequency load shedding scheme based on estimated inertia
WANG Huaiyuan, HE Peican, JIANG Yuewen, et al.
- 63 Fault screening and ranking method of static voltage stability considering uncertainty of renewable energy power generation
BAO Haibo, GUO Xiaoxuan

POWER ELECTRONICS APPLICATION COLUMN

- 106 Stability control and improvement strategy for DC side voltage of DC-AC electric locomotives
XU Jiazhu, HAO Mingxuan, WANG Tao, et al.
- 77 Fault-tolerant control and input current optimization of three-phase to single-phase matrix converter
GUO Hai, GE Hongjuan, XU Yuxiang, et al.
- 83 Design of sub module topologies and their control for modular multilevel converter
ZHANG Jianpo, JIANG Chang, TIAN Xincheng
- 91 Research on adaptability of DC pole protection to fault occurred during start-up process for MMC-HVDC
LIU Ruoping, LI Yinhong, XIAO Hao, et al.
- 98 Fixed-frequency hybrid control strategy of high-efficiency LLC resonant converter
ZHANG Hang, ZHAO Jinbin, QU Keqing, et al.
- 106 Inrush current suppression strategy of three-phase transformer based on combined-switches
WANG Yang, XU Zhihong
- 113 Impedance modeling and characteristic analysis of three-phase LCL-type grid-connected inverters
LI Yixin, ZHAO Shuqiang, MA Yanfeng, et al.
- 118 Start-up and shutdown control strategy for static synchronous series compensator
HUANG Ruhai, CAO Dongming, DONG Yunlong, et al.

ANALYSIS AND RESEARCH

- 140 Running section similarity matching based on improved K-means algorithm
LIANG Haiping, TIAN Chao, WANG Tieqiang, et al.
- 132 Cooperated identification method of dominant oscillation modes and mode shapes for power system based on multi-channel fast Fourier transform based continuous wavelet transform
JIANG Tao, LIU Fangzheng, CHEN Houhe, et al.
- 140 Node comprehensive vulnerability assessment of power grid based on anti-entropy-AHP quadratic programming combination weighting method
ZHOU Yixi, LI Xiaoming, QU Hezuo

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

- 146 Stator grounding fault location method based on distribution characteristics of fundamental wave potential
YIN Linpeng, GUI Lin, ZHANG Qixue, et al.
- 153 Charging and discharging dispatch strategy of regional V2G based on fuzzy control
ZHANG Yibing, LIU Qihui, HONG Chenwei, et al.
- 160 Quantitative evaluation method of voltage stability affected by multi-OLTC coordination
LI Guoqiang, LIU Guangye, HOU Longyu, et al.
- 167 Dielectric spectrum characteristic parameter identification method based on two-step optimization and its application
XU Zhiniu, ZHANG Yi, HU Zhiwei, et al.
- 174 State identification of rolling bearing under variable working condition based on fast spectral correlation and PSO-SVM
TANG Guiji, TIAN Tian, PANG Bin
- 187 Self-adaptive differential protection scheme for transmission line based on Hausdorff distance algorithm
LI Yiquan, WU Ziliang, WANG Feng, et al.
- 187 Early thermal fault warning strategy of high voltage switch cabinet and its application HUANG Xinbo, XUE Zhipeng, TIAN Yi, et al.
- 202 Effect analysis of back-to-back flexible HVDC connecting Chongqing and Hubei Power Grid on sub-synchronous oscillation characteristics
WANG Xiaoyu, YANG Jie, WU Yanan, et al.

DISCUSSION AND APPLICATION

- 202 Verification for security measures of smart substation based on communication state matrix GAO Xu, MA Yingxin, WANG Ke, et al.
- 207 Protection platen status recognition based on image processing and morphological feature analysis for smart substation
FU Wenlong, TAN Jiawen, WU Xichun, et al.
- 212 Application of distribution transformer integrated with filtering reactor in intelligent JB cabinet
GU Xiutian, FAN Ruixiang, XU Jiazhu, et al.

EXPERIENCE COMMUNICATION

- 218 Improved FRA modeling and radial deformation fault analysis of traction transformer windings
ZHOU Lijun, LI Wei, JIANG Junfei, et al.
- 223 Improved Faster R-CNN method and its application in recognition of cable tunnel water accumulation
CUI Jiangjing, HUANG Shuntao, QIU Wei, 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:河海大学卫志农教授、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。敬请关注!

“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。

智能电力检测、监测、仿真 设备制造商、方案解决商、服务提供商



智能电网



新能源



城市配电网



电动汽车及充电设施



测试大数据平台



大功率IGBT测试

博电能源互联网创新园
PONOVO ENERGY INTERCONNECTION INNOPARK

北京博电新力电气股份有限公司

北京博电新力电气股份有限公司——电力系统检测方案解决商，电气试验及检测、监测设备制造商，新能源、能源互联网电气试验及检测服务提供商。

北京博电2001年注册成立，2011年改制成为现代股份制企业，总部坐落于中关村高科技产业园区，是“国家火炬计划重点高新技术企业”。

北京博电现已发展成为中国电力检测、监测、仿真设备制造领域的龙头企业。公司检测产品范围涵盖智能电网检测（新能源及微网、特高压、智能变电站、智能配电网）、电气化交通检测（电动汽车、轨道交通）、工业电气检测（航空、航天、石化、冶金、煤炭、船舶、国防、军工）、智能用电检测（储能设备、智能电表）等方面。

欲了解产品详情，敬请致电博电总部或各地派出机构

24小时技术服务热线：**400-680-0650** 电话：010-58526100

地址：北京市北京经济技术开发区经海三路139号 100176

内蒙古东、辽宁	024-31314420/31328422	浙江、福建	0571-88867519/0591-62700989
广东、海南	020-38105422	江苏、安徽	025-83344651
西藏、四川、云南	028-85257761/6057	重庆	023-68625013
贵州、广西	0771-5618014	山东	0531-87923775
湖南、湖北、江西	027-59521918/1919	黑龙江、吉林	0451-87535873
河北南、河南、山西	0371-67170077/0078	新疆	0991-6871822
内蒙古西、陕西、甘肃、宁夏、青海	029-89379801	北京、天津、河北北	010-51926050
上海	021-62036771	南京技术服务部	025-83344652/4653

<http://www.ponovo.cn>



*扫一扫*关注北京博电微信公众号