



电力自动化设备

Electric Power Automation Equipment

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)、英国《科学文摘》(SA, INSPEC)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊



为能源行业
提供全面解决方案



狗年纳福
WELCOME TO THE NEW YEAR

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

电厂自动化

电网自动化

轨道交通自动化

电力企业信息化

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



9 771006 604189

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

2018 2
第38卷 第2期
Vol.38 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 基于电压源型换流器的柔性直流系统快速方向保护
李斌, 邱宏, 洪潮, 等
- 9 一种基于回路电流法的有源配电网潮流算法
董树锋, 章杜锡, 周飞, 等
- 18 计及变电站低压侧接线的配电网最大供电能力计算与分析
肖峻, 龙梦皓, 程敏, 等
- 27 基于电流微分初始值的 VSC 直流配电系统线路故障定位方法
高仁栋, 吴在军, 范文超, 等

综述

- 34 风电机组风速-功率特性曲线建模研究综述
杨茂, 杨琼琼

清洁能源

- 44 基于性能改善深度置信网络的风电机组主轴承状态分析
赵洪山, 刘辉海
- 50 双馈抽水蓄能机组用中点箝位式三电平变流器损耗与结温分布
李辉, 宋二兵, 刘海涛, 等
- 58 基于 Hamilton 能量理论的海上风电场双馈机群分布式互补控制
王冰, 田敏, 王宏华
- 67 风电场中 STATCOM 抑制系统功率振荡
马燕峰, 刘会强, 俞人楠
- 74 大规模风电下基于模糊场景聚类的网-储协调规划方法
宋福龙, 吴洲洋, 张艳, 等
- 81 基于自适应阻抗继电器的风电 T 接线路纵联保护方案
郑涛, 赵裕童, 陈璨, 等
- 91 计及水流补偿风险的梯级水电发电权投标决策模型
吴杨, 刘俊勇, 税月, 等
- 100 含流域梯级水电的水火风互补发电系统联合运行优化
肖欣, 周渝慧, 何时有, 等
- 109 三相光伏并网逆变器电网高阻抗谐振抑制方法
方刚, 杨勇, 卢进军, 等

国家科委(90)国科发情字 796 号文批准



2月

2018年

第38卷 第2期

(总第286期)

2018年2月10日出版

编辑委员会

主任委员 陈建华

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 周雅维 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

分析与研究

- 117 基于灰色关联模型的输电线路舞动预警方法
胡 钊,徐则诚,金 哲,等
- 123 考虑 $N-1$ 安全网络约束的输电网结构优化
张 衡,程浩忠,曾平良,等
- 130 ± 160 kV 直流 XLPE 海底电缆载流特性仿真及试验
刘云鹏,许自强,陈铮铮,等
- 137 孤岛微电网电压不平衡网络化分层补偿方法
吴丽珍,王晓婷,郝晓弘,等
- 145 基于改造粒子群游的超高压故障限流器全局优化配置算法
应林志,刘天琪,王建全
- 153 两并联三相 PWM 整流器零序环流抑制与均流控制
张厚升,张 磊,姜吉顺,等
- 161 基于虚拟电阻的 MMC 子模块故障容错环流抑制策略
武 文,吴学智,荆 龙,等
- 169 基于改进闭环子空间的水电机组参数辨识方法
田 田,郭 琦,刘昌玉,等
- 177 基于有限体积法的分体式冷却变压器热学三维仿真技术
魏本刚,吴楠楠,任晓明,等
- 182 基于电压持续曲线的多次电压暂降严重程度评估方法
吴国诚,叶 樊,梁帅伟,等
- 192 考虑开路运行模式时的五相永磁同步电机 FOC
葛 菁,田 兵,孙 力,等
- 201 基于事件起点的层次化时序 Petri 网及其电网故障诊断方法
赖宏毅,汪 旻,杨 雯,等

经验交流

- 210 智能变电站故障信息模型与继电保护在线监测方法
刘 琨,黄明辉,李一泉,等
- 217 计及噪声的动态谐波准同步采样分析方法
朱 亮,温 和,戴慧芳,等

广告发布登记通知书编号:广登 32010000032

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)收录期刊
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 电力自动化设备杂志社
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)
传 真 (025)83537349
网 址 www.epae.cn
电子信箱 epae@sac-china.com
发行范围 国内外公开发行业
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

SPECIAL COLUMN: SMART DISTRIBUTION SYSTEM

- 8 High-speed direction protection of flexible DC system based on voltage source converter
LI Bin, QIU Hong, HONG Chao, et al.
- 17 Loop-current method based power flow algorithm for active distribution network
DONG Shufeng, ZHANG Duxi, ZHOU Fei, et al.
- 43 Calculation and analysis of total supply capability of distribution network considering connection mode at low voltage side of substation
XIAO Jun, LONG Menghao, CHENG Min, et al.
- 33 Line fault location method of VSC-based DC distribution system based on initial current differential value
GAO Rendong, WU Zaijun, FAN Wenchao, et al.

SUMMARY AND SURVEY

- 43 Review of modeling of wind speed-power characteristic curve for wind turbine
YANG Mao, YANG Qiongqiong

CLEAN ENERGY

- 49 Condition analysis of wind turbine main bearing based on deep belief network with improved performance
ZHAO Hongshan, LIU Huihai
- 57 Loss and junction temperature distribution of NPC three-level converter in doubly-fed pumped storage unit
LI Hui, SONG Erbing, LIU Haitao, et al.
- 66 Distributed complementary control of doubly-fed wind turbine group in offshore wind farm based on Hamiltonian energy theory
WANG Bing, TIAN Min, WANG Honghua
- 73 Power oscillation suppression based on STATCOM in wind farm
MA Yanfeng, LIU Huiqiang, YU Rennan
- 80 Fuzzy scene clustering based grid-energy storage coordinated planning method with large-scale wind power
SONG Fulong, WU Zhouyang, ZHANG Yan, et al.
- 90 Pilot protection scheme for power transmission line with T-type wind power connection based on adaptive impedance relay
ZHENG Tao, ZHAO Yutong, CHEN Can, et al.
- 99 Bidding decision model of cascade hydropower taking part in power generation rights trading considering water flow compensation risk
WU Yang, LIU Junyong, SHUI Yue, et al.
- 108 Optimal joint operation of hydro-thermal-wind hybrid power system with cascaded hydro power
XIAO Xin, ZHOU Yuhui, HE Shiyong, et al.
- 116 Resonance suppression method of high impedance power grid for three-phase photovoltaic grid-connected inverters
FANG Gang, YANG Yong, LU Jinjun, et al.

ANALYSIS AND RESEARCH

- 122 Early warning method of transmission line galloping based on grey relational model
HU Po, XU Zecheng, JIN Zhe, et al.

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

Publication Number ISSN 1006-6047

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

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment Press

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

Chairman CHEN Jianhua

Post Code 210032

Editor in Chief GUO Xiaojun

Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349 (**Fax**)

Web Site www.epae.cn

E-mail epae@sac-china.com

- 129 Optimal transmission switching considering $N-1$ security network constraints
ZHANG Heng, CHENG Haozhong, ZENG Pingliang, et al.
- 136 Simulation and experiment of ampacity characteristics for ± 160 kV DC XLPE submarine cable
LIU Yunpeng, XU Ziqiang, CHEN Zhengzheng, et al.
- 144 Networked hierarchical approach for voltage unbalance compensation in island microgrid
WU Lizhen, WANG Xiaoting, HAO Xiaohong, et al.
- 152 Global optimization algorithm for fault current limiter configuration based on rearranged particle swarm optimization
YING Linzhi, LIU Tianqi, WANG Jianquan
- 168 Circulating current suppressing and current balancing for two parallel three-phase PWM rectifiers
ZHANG Housheng, ZHANG Lei, JIANG Jishun, et al.
- 168 Circulating current suppressing strategy of modular multilevel converter in sub-module fault-tolerant control mode based on virtual resistor
WU Wen, WU Xuezhi, JING Long, et al.
- 176 Parameter identification method for hydropower generator based on improved closed-loop subspace
TIAN Tian, GUO Qi, LIU Changyu, et al.
- 181 Three dimensional simulation technology of separated cooling type transformer based on finite volume method
WEI Bengang, WU Nannan, REN Xiaoming, et al.
- 200 Evaluation method of multiple voltage sag severity based on voltage duration curves
WU Guocheng, YE Fan, LIANG Shuaiwei, et al.
- 200 Unified FOC of five-phase permanent magnet motor under open-circuit conditions
GE Qiang, TIAN Bing, SUN Li, et al.
- 209 Hierarchical temporal Petri net based on event-starting point and its fault diagnosis method of power grid
LAI Hongyi, WANG Yang, YANG Wen, et al.

EXPERIENCE COMMUNICATION

- 216 Fault information model and online monitoring method for relay protection system in smart substation
LIU Kun, HUANG Minghui, LI Yiquan, et al.
- 223 Dynamic harmonic analysis method based on quasi-synchronous sampling algorithm considering noise
ZHU Liang, WEN He, DAI Huifang, et al.

《电力自动化设备》2018 年度重点专题出版计划

《电力自动化设备》将于 2018 年度重点推出“智能电网+”(Smart Grid Plus)专题(河海大学鞠平教授担任专题特约主编),集中展现该领域科学技术的最新研究进展。诚邀高等院校、科研院所及相关企业的专家、学者踊跃投稿。

“智能电网+”(Smart Grid Plus)专题

征稿范围(包括但不限于)

- 1)“智能电网+”的大数据技术;
- 2)“智能电网+”的态势感知技术;
- 3)“智能电网+”的深度学习技术;
- 4)“智能电网+”的智能控制技术;
- 5)“智能电网+”的信息通信技术;
- 6)“智能电网+”的多网融合技术;

- 7)“智能电网+”的电源侧技术;
- 8)“智能电网+”的用户侧技术;
- 9)“智能电网+”的电网侧技术;
- 10)“智能电网+”的能量管理技术。

投稿截止日期
2018 年 2 月 15 日

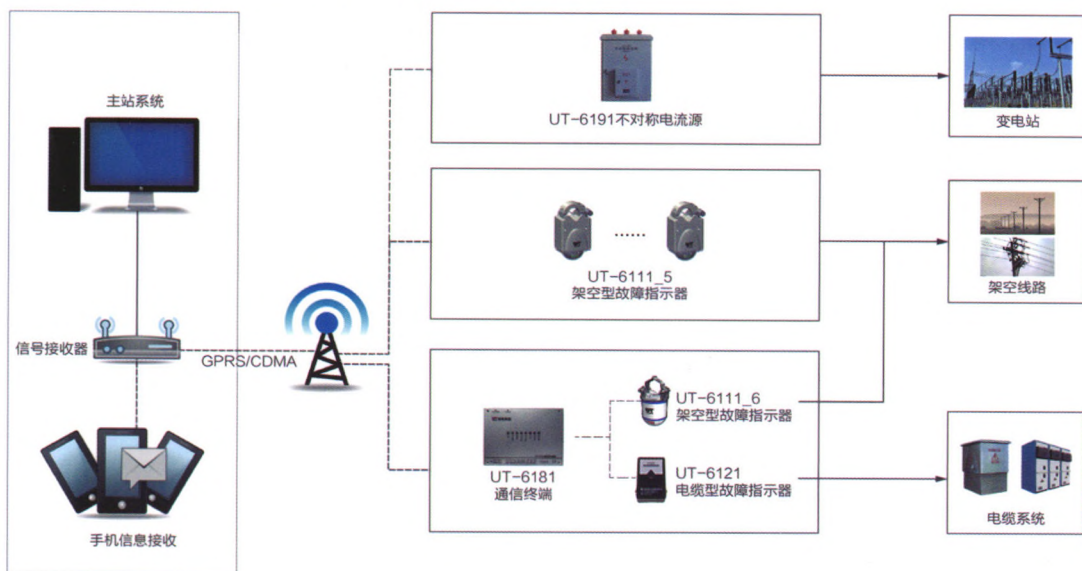


投稿要求详见电力自动化设备杂志社官网(www.epae.cn)公告。请登录官网进行作者注册后在线投稿,投稿栏目请务必选择对应专题名称。



JOYO-D11故障定位系统

JOYO-D11故障定位系统通过接收安装在配电线路上各个故障指示器的故障（短路或接地）信号后，根据接线图的拓扑关系，综合判断出发生故障所在区域，并通过推图、事件、发送短信等方式通知用户，以便用户及时处理（隔离故障区域，处理故障、恢复送电等）。提高了故障的查找效率，缩短了故障抢修时间。



功能特点

■ 独特的故障检测技术

对于接地故障检测，在采集线路电流和电容电流的基础上，采集相对地电压，增加了电压和方向的判据，杜绝励磁涌流造成的误动，大幅提高接地检测的正确率。

■ 相间同步通信技术

相间同步通信可以在极低功耗的情况下实现相间信息交换，相间的同步信息用于接地、短路的辅助判断，如短路电流的相间比较、接地后相电压幅值与相位的变化等，给故障判断提供更多的综合的信息。

■ 免维护

故障检测器集成了RF和GPRS/CDMA通信技术，实现本地通信和无线远传功能，无需集中器，避免了传统的太阳能板、蓄电池、柱上安装的采集器等的安装、维护的问题。

■ 电源技术

采用进口大容量长寿命一次性锂电池，配合CT取电，取电流给超级电容充电，超级电容给RF无线通信模块和远距通信模块供电，不会消耗电池电量，在停电时由电池保证装置正常工作，无需维护，理论工作寿命达8~10年。