

# 电力系统自动化

半月刊

AUTOMATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS SEMIMONTHLY

**NARI** 国电南瑞科技股份有限公司

NARI TECHNOLOGY CO., LTD.

信息通信科技有限公司  
INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.

南瑞网安

## 网络安全监测装置

ISG-3000电力监控系统网络安全监测装置是网络安全管理平台数据的来源方和命令的传递者。负责采集监测对象的安全信息，控制监测对象执行指定命令，向平台提供安全事件数据、支持相关服务调用。

网络安全监测装置分为Ⅰ型和Ⅱ型。Ⅰ型网络安全监测装置主要实现对主站调度机构内部的主机设备、网络设备、安全设备进行监测；Ⅱ型网络安全监测装置主要实现对变电站站控层、发电厂涉网部分的主机设备、网络设备、安全设备进行监测。



▲ ISG-3000网络安全监测装置 (I型)



▲ ISG-3000网络安全监测装置 (II型)

目前ISG-3000电力监控系统网络安全监测装置 (II型) 已在全国多个省地部署实施，包括国网、南网、三峡、华能等电网发电企业共计4000余套。

公司地址：南京市鼓楼区南瑞路8号

联系人：陈功胜 139 1593 1983

服务咨询电话：025-81082222



客户服务热线  
400-00-95598

ISSN 1000-1026



9 771000 102193

万方数据



**2019 6**

国网电力科学研究院有限公司主办  
第43卷 第6期 总第652期

# 电力系统自动化

DIANLI XITONG ZIDONGHUA

第 43 卷 第 6 期(总第 652 期) 2019 年 3 月 25 日出版

1977 年创刊

## 《电力系统自动化》 编辑委员会

名誉主任委员 舒印彪  
主任委员 奚国富  
副主任委员 王益民 吴维宁  
郑玉平 薛禹胜

### 委 员 (以姓氏笔画为序)

丁 明	于继来	卫志农	王小红
王成山	韦 化	文福拴	方勇杰
尹项根	毕天姝	任雁铭	刘玉田
刘明波	刘俊勇	刘 健	汤广福
汤 涌	许树楷	孙宏斌	严 正
李九虎	李 斌	别朝红	辛耀中
沈 沉	张伯明	陆佳政	林 峰
罗 安	赵 波	胡家兵	饶 宏
姚良忠	姚建国	袁宇波	栗 宁
夏 清	徐丙垠	高宗和	郭创新
黄学良	曹一家	董新洲	鲁宗相
谢开贵	谢少军	翟明玉	穆 钢
鞠 平			

### 学 术 顾 问 (以姓氏笔画为序)

马伟明	王锡凡	卢 强
刘吉臻	李文沅	李立涅
杨奇逊	吴青华	邱爱慈
余贻鑫	沈国荣	宋永华
张启平	陈维江	周孝信
郭剑波	程时杰	

## 目 次

### 观点

关于暂态稳定分析算例筛选的评述

… 薛禹胜,黄天罡,陈国平,郑玉平,文福拴,徐 岩,赵俊华(1)

### 信息能源系统

计及负荷优化重配的电力 CPS 可生存性量化评估

…………… 曲朝阳,董运昌,曲 楠,刘耀伟,尹相爱,李贵森(15)

基于 SOCP 的综合能源系统日前调度概率最优能量流

…………… 张博文,孙永辉,张世达(25)

### 学术研究

基于序列模式挖掘的电力系统连锁故障模式分析方法

…………… 刘豫航,黄少伟,梅生伟,张雪敏(34)

双馈风电机组静止坐标系下阻抗建模及次同步谐振抑制策略

…………… 张学广,邱望明,方 冉,朱 琳,徐殿国(41)

考虑风电功率爬坡的功率预测-校正模型

… 叶 林,路 朋,滕景竹,翟丙旭,吴林林,蓝海波,仲悟之(49)

风电场相变储能膨胀发电系统容量配置方法

…………… 朱三立,卢继平,刘加林,葛锦锦(57)

基于光照过程特征分析的光伏功率异常数据识别算法

…………… 杨 茂,黄 鑫(64)

风/光/储微网规划经济性影响因素分析

…………… 谢 桦,滕晓斐,张艳杰,郑天文,陈来军(70)



考虑可靠性与故障后负荷响应的主动配电网供电能力评估

..... 葛少云,孙 昊,刘 洪,张 强,李吉峰(77)

广义快速分解潮流计算方法

..... 陈艳波,张 智,徐井强,周 勤,余 锐,凌 亮(85)

大规模输配一体化系统牛顿法潮流计算性能分析及改进方法

..... 唐坤杰,董树锋,朱炳铨,宋永华(92)

基于交替方向乘子法的电力系统分散式经济调度

..... 夏世威,邹唯薇,张 茜,李庚银(100)

## 研制与开发

计及无功电压环节的 VSG 虚拟转矩及振荡失稳机理分析

..... 刘 倪,张昌华,廖 丽,陈 昕,陈树恒,刘群英(107)

模块化多电平中压变流器阻抗分析及次/超同步振荡抑制

..... 高 尚,王建华,李 周,李玲玉,何国庆,李光辉(116)

采用直流断路器的对称单极多端柔性直流故障清除策略

..... 汪楠楠,姜崇学,王佳成,卢 宇,董云龙,田 杰(122)

混合式直流断路器重合闸策略

..... 张盛梅,安 婷,裴翔羽,杨 杰,庞 辉,赵成勇(129)

基于交叉重叠差分变换关联性分析的配电网故障选线

..... 束洪春,李一凡,田鑫萃,方 毅(137)

基于配电网单相接地故障分区的中性点智能电阻接地方法

..... 李政洋,李景禄,苏 盛,张春辉,刘 洋,易洲楠(145)

基于 GOOSE 网络的智能变电站变压器纵差保护方案

..... 倪传坤,于同伟,邓茂军,李宝伟,胡叶宾,李 旭(151)

暂态低频高压驱动的直流馈入电网减负荷紧急轮配置方案

... 曹永吉,张恒旭,谢宇峥,李常刚,方勇杰,李兆伟,丁理杰(156)

## 工程应用

新电改下北京电力交易中心电力市场综合指数的交易分析

..... 史连军,庞 博,刘敦楠,秦光宇,李国栋,张 潜(163)

超高海拔光伏电站低电压穿越测试系统设计关键技术

..... 王德顺,魏海坤,杨 波,赵上林,俞 斌,华光辉(171)

实现可靠自动转供的城市配电网改造规划

..... 李 滨,舒晴川,梁宇帆,羿应棋(177)

广告索引 ..... (184)

★ 第三届“中国出版政府奖”期刊奖

★ 蝉联每届中国“百强报刊”

★ 蝉联每届“国家期刊奖”

★ 美国工程索引(EI)核心期刊

★ 新中国 60 年有影响力的期刊

★ 国家自然科学基金重点学术期刊

★ 中国精品科技期刊

★ 百种中国杰出学术期刊

★ 中国最具国际影响力学术期刊

★ RCCSE 中国权威学术期刊(A+)

★ “中国期刊方阵”双高期刊

★ 首届江苏省新闻出版政府奖报刊奖

★ 江苏省十强科技期刊

★ 中文核心期刊和中国科技核心期刊

## 《电力系统自动化》

(半月刊)

主管单位 国家电网有限公司

主办单位 国网电力科学研究院有限公司

编辑出版 南京南瑞电力信息有限公司

社 长 徐云燕

主 编 薛禹胜

副 主 编 张伯明 罗 安 王 青

值班编辑 章 黎

地 址 南京市江宁区诚信大道 19 号

邮政编码 211106

联系电话 (025)81093050,81093045(编辑)

(025)81093071,81093070(广告)

(025)81093077(发行)

传 真 (025)81093040

网 址 www.aeps-info.com

电子信箱 aeps@alljournals.cn

(主题中须含“toaeps”)

发行范围 国内外公开发行业

印 刷 江苏新华柏印务有限公司

国外发行 中国国际图书贸易总公司

国内发行 江苏省邮政局

订 阅 处 全国各地邮政局(所)

国内定价 每期 50 元,全年 1200 元

中国标准连续出版物号 ISSN 1000-1026  
CN 32-1180/TP

国际刊名代码(CODEN) DXZIE9



微信: AEPS-1977



网站二维码

# AUTOMATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Semimonthly Journal of State Grid Corporation of China

Vol. 43 No. 6(Ser. 652)

March 25, 2019

## MAIN CONTENTS

### Views

Review on Case Filtering in Transient Stability Analysis

··· XUE Yusheng, HUANG Tiangang, CHEN Guoping, ZHENG Yuping, WEN Fushuan, XU Yan, ZHAO Junhua(14)

### Cyber Energy Systems

Quantitative Survivability Assessment of Power Cyber-Physical System Considering Optimized Load Redistribution

····· QU Zhaoyang, DONG Yunchang, QU Nan, LIU Yaowei, YIN Xiang'ai, LI Guisen(24)

Second-order Cone Programming Based Probabilistic Optimal Energy Flow of Day-ahead Dispatch for Integrated Energy System ······ ZHANG Bowen, SUN Yonghui, ZHANG Shida(33)

### Basic Research

Analysis on Pattern of Power System Cascading Failure Based on Sequential Pattern Mining

····· LIU Yuhang, HUANG Shaowei, MEI Shengwei, ZHANG Xuemin(40)

Impedance Modeling and Sub-synchronous Resonance Mitigation Strategy of DFIG Based Wind Turbine in Static Reference Frame ······ ZHANG Xueguang, QIU Wangming, FANG Ran, ZHU Lin, XU Dianguo(106)

Power Prediction and Correction Model Considering Wind Power Ramping Events

····· YE Lin, LU Peng, TENG Jingzhu, ZHAI Bingxu, WU Linlin, LAN Haibo, ZHONG Wuzhi(56)

Capacity Configuration Method of Phase-change Energy Storage and Expander Generating System in Wind Farm

····· ZHU Sanli, LU Jiping, LIU Jialin, GE Jinjin(63)

Abnormal Data Identification Algorithm for Photovoltaic Power Based on Characteristics Analysis of Illumination Process

····· YANG Mao, HUANG Xin(69)

Analysis of Economic Influence Factors in Wind-Photovoltaic-Storage Microgrid

····· XIE Hua, TENG Xiaofei, ZHANG Yanjie, ZHENG Tianwen, CHEN Laijun(115)

Power Supply Capability Evaluation of Active Distribution Network Considering Reliability and Post-fault Load Response

····· GE Shaoyun, SUN Hao, LIU Hong, ZHANG Qiang, LI Jifeng(91)

Generalized Fast Decoupled Load Flow Algorithm

····· CHEN Yanbo, ZHANG Zhi, XU Jingqiang, ZHOU Meng, YU Rui, LING Liang(91)

Performance Analysis and Improvement of Newton Method for Power Flow Calculation of Large-scale Integrated Transmission and Distribution Network ······ TANG Kunjie, DONG Shufeng, ZHU Bingquan, SONG Yonghua(99)

Decentralized Economic Dispatch for Power System Based on Alternating Direction Method of Multipliers

····· XIA Shiwei, ZOU Weiwei, ZHANG Qian, LI Gengyin(106)



**Competent Authorities** State Grid Corporation of China  
**Sponsor** State Grid Electric Power Research Institute  
**Editor and Publisher** State Grid Electric Power Research  
Institute Press

**Chairman** XI Guofu  
**Editor in Chief** XUE Yusheng (Academician)  
**Associate Editor in Chief** ZHANG Boming, LUO An  
WANG Qing

©2019 Automation of Electric Power Systems Press

**Publication Number** ISSN 1000-1026

**CODEN** DXZIE9

**Add** No. 19 Chengxin Avenue, Nanjing, 211106, China

**Web Site** <http://www.aeps-info.cn>

**E-mail** [aeps@alljournals.cn](mailto:aeps@alljournals.cn)

**Tel** 86-25-81093045 **Fax** 86-25-81093040

**Distributed Abroad by** China International Book Trading  
Corporation (GUOJISHUDIAN) P. O. Box 399, Beijing,  
China

## Application Research

Analysis on Virtual Torque and Oscillation Instability Mechanism of Virtual Synchronous Generator with Reactive

Power-Voltage Controller ..... LIU Ni, ZHANG Changhua, LIAO LI, CHEN Xin, CHEN Shuheng, LIU Qunying (115)

Impedance Analysis and Sub-synchronous and Super-synchronous Oscillation Suppression of Modular Multilevel Medium

Voltage Converter ..... GAO Shang, WANG Jianhua, LI Zhou, LI Lingyu, HE Guoqing, LI Guanghui (121)

Fault Elimination Strategy of Symmetric Single-pole VSC-MTDC Based on DC Circuit Breaker

..... WANG Nannan, JIANG Chongxue, WANG Jiacheng, LU Yu, DONG Yunlong, TIAN Jie (128)

Reclosing Strategy for Hybrid DC Circuit Breakers

..... ZHANG Shengmei, AN Ting, PEI Xiangyu, YANG Jie, PANG Hui, ZHAO Chengyong (136)

Distribution Network Fault Line Selection Based on Correlation Analysis of Sequential Overlapping Derivative Transform

..... SHU Hongchun, LI Yifan, TIAN Xincui, FANG Yi (176)

Intelligent Resistance Grounding Method of Neutral Point Based on Single-phase Grounding Fault Zone of Distribution Network

..... LI Zhengyang, LI Jinglu, SU Sheng, ZHANG Chunhui, LIU Yang, YI Zhounan (170)

Longitudinal Differential Protection of Transformer in Smart Substation Based on GOOSE Network

..... NI Chuankun, YU Tongwei, DENG Maojun, LI Baowei, HU Yebin, LI Xu (155)

Configuration Scheme of Emergency Load Shedding for HVDC Receiving-end Power Grid Based on Transient Low-frequency  
and High-voltage Features

..... CAO Yongji, ZHANG Hengxu, XIE Yuzheng, LI Changgang, FANG Yongjie, LI Zhaowei, DING Lijie (162)

## Engineering Application

Power Market Transaction Analysis of Index of Beijing Electric Power Exchange Center Under New Electricity Reform

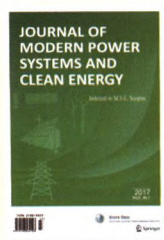
..... SHI Lianjun, PANG Bo, LIU Dunman, QIN Guangyu, LI Guodong, ZHANG Qian (170)

Key Design Techniques of Low Voltage Ride-through Test System for Ultra-high Altitude Photovoltaic Power Station

..... WANG Deshun, WEI Haikun, YANG Bo, ZHAO Shanglin, YU Bin, HUA Guanghui (176)

Transformation Planning of Urban Distribution Network with Reliable Automatic Supply Transfer

..... LI Bin, SHU Qingchuan, LIANG Yufan, YI Yingqi (183)



SCI/EI收录  
数字出版  
开放获取

## Journal of Modern Power Systems and Clean Energy (现代电力系统与清洁能源学报)

<http://www.mpce.info> <http://www.springer.com/40565>



### 近期专题:

- 采用分布式能源网络提高电网弹性
- 可再生能源增长下发发电和交直流大电网规划和运行的协调

主编: 薛禹胜  
主办单位: 国网电力科学研究院有限公司  
地址: 江苏省南京市江宁区诚信大道19号  
电话: 025-81093060, 81093068  
传真: 025-81093040  
Email: [mpce@alljournals.cn](mailto:mpce@alljournals.cn)





国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司研制的 WHNR-XJJQR 系列变电站智能巡检机器人，可搭载可见光 CCD 摄像机、红外成像仪、紫外成像仪、高保真控拾音器、局放监测仪、温湿度传感器、气体传感器等采集设备，代替人工进行变电站室外一次设备区域以及室内 GIS 室、主控室、配电室、开关室、通信机房等设备与环境的大范围、不间断巡检。可及时发现电力设备缺陷及异常状态，规避设备运行隐患，真正做到提高工作效率和巡视质量，起到减员增效的作用，有效地推进了变电站无人值守的进程。

产品外观			
产品名称	室外轮式智能巡检机器人	室内轮式智能巡检机器人	室内轨道式智能巡检机器人
产品型号	WHNR-XJJQR-100S	WHNR-XJJQR-200	WHNR-XJJQR-300S
应用场景	变电站室外巡检	GIS 室、主控室、配电室、开关室、通信机房等室内巡检	
主要功能	<ul style="list-style-type: none"><li>★ 变电站一次设备的外观及标识牌识别；</li><li>★ 断路器、隔离开关的分合状态识别；</li><li>★ 变压器、互感器等充油设备的油位计指示识别；</li><li>★ SF6 气体压力等表计指示，避雷器泄漏电流、动作次数指示识别；</li><li>★ 保护屏信号灯、空开、压板等设备状态识别；</li><li>★ 变电站一次设备的本体和接头的温度识别；</li><li>★ 变压器、电抗器等设备的噪声识别；</li><li>★ 站内可见光异物识别；</li><li>★ 昼夜全时段巡视，具备在不同光线、背景下对设备状态的准确识别能力。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>★ 保护屏数字表计、信号灯、空开、压板等设备状态识别；</li><li>★ 设备温度、局部温度、环境温度检测；</li><li>★ 温湿度、各类气体、烟雾等环境监测；</li><li>★ 远程通信，双向语音对讲；</li><li>★ 安防人脸识别功能。</li></ul>	
	产品特点	<ul style="list-style-type: none"><li>★ 全向安全防护，适应各类极端气候；</li><li>★ 激光无轨导航，无需铺设轨道，巡视路径可灵活配置；</li><li>★ 多传感器融合技术、定位精确。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>★ 激光无轨导航，无需铺设轨道，巡视路径可灵活配置；</li><li>★ 多传感器融合技术、定位精确；</li><li>★ 多关节机械臂，巡视区域全覆盖。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>★ 功能灵活选配；</li><li>★ 立体化温湿度场；</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>★ 安防人脸捕捉；</li><li>★ 异物入侵检测。</li></ul>
便捷的站端后台系统、智能快速建站。			

