

# 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** 京南瑞信息通信科技有限公司为南瑞集团有限公司旗下上市公司国电南瑞股份有限公司的子公司，注册资金3亿元。主要从事电力系统信息与通信领域的产品研发、设备制造、工程实施、运行维护和服务咨询，是南瑞集团信息通信业务领域的支柱企业，是电力行业信息化建设的主力军。公司致力于成为国内电力行业信息通信领域的技术引领者和市场主导者，并逐步成长为面向全国、全球各行业的信息通信技术、产品、服务及整体解决方案的提供者。

企业  
资质



## 产品体系

- 智能运检
- 电网调度
- 电力营销
- 信通通信
- 信息化运维
- 网络与信息安全
- 咨询服务

联系方式：  
南京南瑞信息通信科技有限公司  
地址：江苏省南京市南瑞路8号  
联系电话：81082766  
<http://www.sgepri.sgcc.com.cn>



9 771000 102186  
万方数据



**2018 24**

国网电力科学研究院有限公司主办  
第42卷 第24期 总第646期 卷终(附有索引)



# 电力系统自动化

DIANLI XITONG ZIDONGHUA

第 42 卷 第 24 期(总第 646 期) 2018 年 12 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	杨志宏	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
谢开贵	谢少军	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

### 专题报告

微电网运行与控制 IEC 标准进展与分析

… 张建华,史佳琪,郑德化,别朝红,栾文鹏,马文媛,刘 阳(1)

### 学术研究

面向需求侧主动响应的工商业用户电力套餐优化设计

…… 侯佳莹,林振智,杨 莉,丁 一,栾开宁,杨 斌(11)

基于多参数规划的有源配电网分布式光伏容量评估方法

…… 王宣定,吴文传,刘 镭,刘海涛,潘 东(20)

以热定电模式下热电联产机组电功率灵活调节能力分析

…… 黄大为,黄 征,葛维春,于 娜,葛延峰(27)

基于光伏与空调负荷协调优化的有源配电网经济调压策略

…… 王 琦,方昊宸,窦晓波,陆 斌,胡敏强,包宇庆(36)

需求响应下的变频空调群组削峰方法

…… 杨济如,石 坤,崔秀清,高赐威,崔高颖,杨建林(44)

基于时间概率分布与电器组合超状态的非侵入式负荷分解

…… 燕续峰,翟少鹏,何光宇(53)

气电耦合综合能源系统供电可靠性评估解析算法

…… 陈娟伟,余 涛,许 悦,程小华(59)

基于云模型和  $k$ -means 聚类的风电场储能容量优化配置方法

…… 吴 杰,丁 明,张晶晶(67)

大型同步调相机情转并网成功率计算方法

…… 杨合民,郑玉平,王小红,简优宗,胡 静(74)

基于断面负载均衡度的统一潮流控制器潮流优化控制方法

…… 高雯曼,任建文,申旭辉,刘建坤,袁宇波(79)

## 多直流馈入受端电网严重故障后的主动解列策略

…… 王燕君,凌卫家,李兆伟,楼伯良,崔晓丹,邓 晖(86)

## 柔性直流输电系统启动阶段模块间不均压问题分析

…… 赵洋洋,李 坤,董朝阳,吉攀攀,俎立峰,马俊杰(92)

## 研制与开发

### UPFC 串联变压器匝间故障特性分析

…… 王 毅,顾乔根,张晓宇,文继锋,陈建民(98)

### 新型组合式直流断路器拓扑及其性能分析

…… 郑晓铭,王 钢,李海峰,郭彦勋,李健涛,洪 潮(105)

### 特高压柔性直流阀组投入过程中混合型 MMC 启动充电策略

…… 梅 勇,史尤杰,周 剑,陈 俊,邹常跃,谢惠藩(113)

### 感应耦合电能传输系统的移相与脉冲密度混合电压调控策略

…… 盛学锐,史黎明,殷正刚(120)

### 改进的中点钳位型三电平逆变器非连续脉宽调制策略

…… 姜卫东,李来保,王金平,翟 飞,李劲松(127)

### 电压源变流器死区效应分析及抑制策略 …… 梁营玉,刘建政(135)

### 电子式电流互感器传变特性测试与分析

…… 朱梦梦,罗 强,曹 敏,束洪春,田鑫萃,翟少磊(143)

### 基于正序电流故障分量的输电线路故障检测

…… 童晓阳,余森林,温 豪(150)

### 基于暂态电流的小电流接地故障分界方法

…… 刘伟生,徐丙垠,刘远龙,王安宁,陈 恒(157)

### 变电站智能电子设备版本管控系统设计方案

…… 袁 浩,窦仁晖,刘思旭,樊 陈,姜玉磊,徐 歆(163)

### 操作票任务自动生成通用方法

…… 张东英,杨俊威,黄建阳,王 卫(169)

### IEC 闪变仪归一化时变特性对线性精度的影响

…… 熊杰锋,张绍勇,程桂林,张海江(175)

### 省地一体化负荷协同闭环控制系统及关键技术

… 陆 晓,孙世明,盛振明,韩 肖,唐元合,马 洁,沈 鑫(182)

## 工程应用

### 基于复式竞价撮合的电力市场交易模式设计与实践

…… 王 林,李 晨,刘嘉佳,彭丽霖(188)

### 张北柔性直流电网换流阀故障穿越策略与保护定值优化

…… 郭贤珊,李 探,李高望,魏 争,苑 宾,陈 东(196)

### 提高电力系统稳定器增益的相位幅值协调优化方法

…… 吴剑超,霍承祥,党 杰,李照庭,马世俊(203)

## 《电力系统自动化》2018 年索引 …… (文后第 1~31 页)

## 广告索引 …… (文后第 32 页)

★ 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 曹荣章

主 编 薛禹胜

副 主 编 张伯明 罗 安 王 青

值班编辑 蔡静雯

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

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

ISSN 1000-1026  
中国标准连续出版物号 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.42 No.24 (Ser.646)

December 25, 2018

## MAIN CONTENTS

### Special Report

Development and Analysis of Microgrid Operation and Control Standards of International Electrotechnical Commission

..... ZHANG Jianhua, SHI Jiaqi, ZHENG Dehua, BIE Zhaohong, LUAN Wenpeng, MA Wenyuan, LIU Yang(10)

### Basic Research

Design of Electricity Plans for Industrial and Commercial Customers Oriented to Active Demand Response on Power Demand

Side ..... HOU Jiaxuan, LIN Zhenzhi, YANG Li, DING Yi, LUAN Kaining, YANG Bin(19)

Multi-parameter Programming Based Capacity Assessment Method of Distributed Photovoltaic for Active Distribution Network

..... WANG Xuanding, WU Wenchuan, LIU Lei, LIU Haitao, PAN Dong(26)

Analysis on Electric Power Flexible Regulation Capacity for Combined Heat and Power Units in Heat-led Mode

..... HUANG Dawei, HUANG Zheng, GE Weichun, YU Na, GE Yanfeng(52)

Economic Voltage Regulation Strategy for Active Distribution Network Based on Coordinated Optimization of Photovoltaic

and Air-conditioning Load ..... WANG Qi, FANG Haochen, DOU Xiaobo, LU Bin, HU Mingqiang, BAO Yuqing(43)

Peak Load Reduction Method of Inverter Air-conditioning Group Under Demand Response

..... YANG Jiru, SHI Kun, CUI Xiuqing, GAO Ciwei, CUI Gaoying, YANG Jianlin(52)

Non-intrusive Load Disaggregation Based on Time Probability Distribution and Super State of Appliances

..... YAN Xufeng, ZHAI Shaopeng, HE Guangyu(73)

Analytic Method for Power Supply Reliability Assessment of Electricity-Gas Coupled Energy System

..... CHEN Juanwei, YU Tao, XU Yue, CHENG Xiaohua(66)

Capacity Configuration Method of Energy Storage System for Wind Farm Based on Cloud Model and k-means Clustering

..... WU Jie, DING Ming, ZHANG Jingjing(73)

Calculation Method of Success Rate for Idling Grid-connection of Large Synchronous Condensers

..... YANG Hemin, ZHENG Yuping, WANG Xiaohong, JIAN Youzong, HU Jing(78)

Control Method of Power Flow Optimization for Unified Power Flow Controller Based on Section Load Balance Degree

..... GAO Wenman, REN Jianwen, SHEN Xuhui, LIU Jiankun, YUAN Yubo(85)

Active Splitting Strategy of Multi-infeed DC Receiving-end Grid with Severe Faults

..... WANG Yanjun, LING Weijia, LI Zhaowei, LOU Boliang, CUI Xiaodan, DENG Hui(91)

Analysis of Voltage Unbalance Among Sub-modules at Start-up Process of Flexible DC Transmission System

..... ZHAO Yangyang, LI Kun, DONG Chaoyang, JI Panpan, ZU Lifeng, MA Junjie(104)

### Application Research

Analysis of Inter-turn Fault Characteristics of UPFC Series Transformer

..... WANG Yi, GU Qiaogen, ZHANG Xiaoyu, WEN Jifeng, CHEN Jianmin(104)

New Topology and Performance Analysis of Assembly DC Circuit Breaker

..... ZHENG Xiaoming, WANG Gang, LI Haifeng, GUO Yanzun, LI Jiantao, HONG Chao(112)

Start-up Charging Strategy for Hybrid MMC in Valve Switching-on Process of VSC-UHVDC System

..... MEI Yong, SHI Youjie, ZHOU Jian, CHEN Jun, ZOU Changyue, XIE Huifan(119)



**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

©2018 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.com>

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

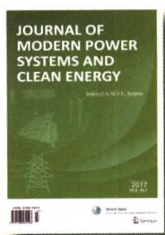
**Tel** 86-25-81093045 **Fax** 86-25-81093040

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

- Hybrid Strategy of Voltage Regulation Combined Phase-shift and Pulse Density Modulation Methods for Inductively Coupled Power Transfer System ..... SHENG Xuerui, SHI Liming, YIN Zhengang (126)
- Improved Discontinuous Pulse Width Modulation Strategy for Neutral Point Clamped Three-level Inverter  
..... JIANG Weidong, LI Laibao, WANG Jinping, ZHAI Fei, LI Jinsong (134)
- Analysis and Suppression Strategy of Dead-time Effect for Voltage Source Converter  
..... LIANG Yingyu, LIU Jianzheng (142)
- Test and Analysis of Transfer Characteristics of Electronic Current Transformer  
..... ZHU Mengmeng, LUO Qiang, CAO Min, SHU Hongchun, TIAN Xincui, ZHAI Shaolei (149)
- Fault Detection of Transmission Lines Based on Fault Component of Positive Sequence Current  
..... TONG Xiaoyang, YU Senlin, WEN Hao (156)
- Transient Current Based Demarcation Method of Small Current Grounding Fault  
..... LIU Weisheng, XU Bingyin, LIU Yuanlong, WANG Anning, CHEN Heng (202)
- Design of Version Management System for Intelligent Electronic Device in Substation  
..... YUAN Hao, DOU Renhui, LIU Sixu, FAN Chen, JIANG Yulei, XU Xin (168)
- General Method for Automatic Generation of Operation Task  
..... ZHANG Dongying, YANG Junwei, HUANG Jianyang, WANG Wei (174)
- Effect of Normalized Time-varying Characteristic for IEC Flickermeter on Linear Precision  
..... XIONG Jiefeng, ZHANG Shaoyong, CHENG Guilin, ZHANG Haijiang (181)
- Integrated Provincial and Regional Load Closed-loop Control System and Its Key Technologies  
..... LU Xiao, SUN Shiming, SHENG Zhenming, HAN Xiao, TANG Yuanhe, MA Jie, SHEN Xin (208)

## Engineering Application

- Design and Practice of Electricity Market Trading Mode Based on Compound Bidding Matchmaking  
..... WANG Lin, LI Chen, LIU Jiajia, PENG Lilin (195)
- Fault Ride-through Strategy and Protection Setting Optimization of Converter Valve for Zhangbei VSC-HVDC Grid  
..... GUO Xianshan, LI Tan, LI Gaowang, WEI Zheng, YUAN Bin, CHEN Dong (202)
- Phase and Amplitude Coordination Optimization Method for Improving Gain of Power System Stabilizer  
..... WU Jianchao, HUO Chengxiang, DANG Jie, LI Zhaoting, MA Shijun (208)



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)





# 输电线路通道环境 在线监测解决方案

**武**汉南瑞有限责任公司是南瑞集团有限公司（国网电力科学研究院有限公司）旗下的智能化电气一次设备领军企业，是专业从事智能电网相关产品研发、设计、制造和工程服务的高新技术企业，长期专注于电网运维与防灾减灾领域，进行前沿基础理论研究、技术研发和装备制造。围绕输电线路运维检修技术与装备需求，形成了输电线路通道环境在线监测解决方案，实现了输电线路本体和通道环境的运行状态可视化智能监测、风险预警、故障智能识别与定位等功能。

### 方案特色：

- 系统后台可实现输电线路及通道环境的全景可视化展示与全自动巡检功能
- 在线监测装置全支持国网视频芯片加密规范和国网视频B接口协议，保障信息安全
- 支持3G/4G全网通、Wi-Fi自组网和OPGW综合通信，解决通信网络覆盖盲区问题
- 采用优质储能蓄电池，支持风光互补和地线感应取电供电方式
- 一体化、低功耗设计，安装简便，可适应低温极寒条件



### ① 高清视频在线监测系统

系统采用图像处理和智能识别算法，实时监控输电线路设备和输电通道，实现其运行状态异常的快速智能辨识与预警。



### ② 防外力破坏在线监测系统

系统集成视频集成模块、雷达探测模块及智能分析仪，实时探测与监控输电线路通道内的运动物体，智能识别与分析其运动路径和范围对线路安全运行的影响，并对危险运动进行预警和报警。



### ③ 防山火在线监测系统

系统集成光学成像、热红外成像及微气象监测模块，实时探测与监控输电线路通道内的山火隐患，并进行预警和报警。



### ④ 输电线路故障定位在线监测系统

系统通过直接耦合、就近采集的分布式故障行波监测技术，实现35kV及以上各电压等级的架空输电线路的各类故障辨识、监测及精确定位。

