

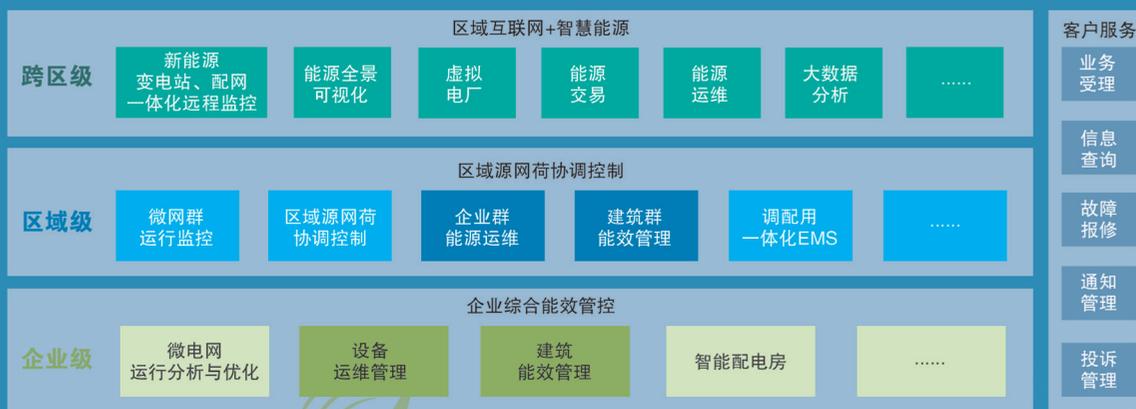
# 电力系统自动化

**NARI** 南瑞集团  
NARI GROUP CORPORATION

客户服务热线：40000-95598

## 综合能源管控与服务

南瑞集团有限公司充分发挥智能电网技术积淀，采用先进的能源及大数据技术，覆盖跨区级、区域级和企业级三个层次完整产品体系，可广泛支撑源网荷储协调控制、虚拟电厂建设、区域能源交易、能源运维服务、新能源场站及冷热能源站监控、微电网能量管理、智能楼宇服务、小微企业及园区用能管理与节能诊断分析等业务场景，提供能源监管、能源优化的上层能源资源管理，助力优化产业布局，为客户提供开放共享、灵活的智慧服务。



ISSN 1000-1026



万方数据



# 电力系统自动化

DIANLI XITONG ZIDONGHUA

第44卷第24期(总第694期) 2020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 冷俊  
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 怡 于继来 卫志农 王小红  
王剑辉 方勇杰 尹项根 艾 芊  
帅智康 叶 林 毕天姝 任雁铭  
刘玉田 刘明波 刘 念 刘俊勇  
刘 健 汤 奕 许树楷 孙华东  
孙宏斌 杨争林 李 力 李方兴  
李建林 李 斌 李 鹏 严干贵  
严 正 何正友 别朝红 沈 沉  
张 兴 张勇军 张恒旭 陆佳政  
陈启鑫 胡家兵 赵 波 饶 宏  
姚 伟 姚建国 袁宇波 顾 伟  
徐丙垠 徐石明 徐 箭 郭创新  
高宗和 梅生伟 曹一家 黄学良  
董新洲 傅 闯 鲁宗相 谢开贵  
谢少军 翟明玉 薛 峰 鞠 平

学术顾问 (以姓氏笔画为序)  
马伟明 王成山 王锡凡 刘吉臻  
汤广福 汤 涌 杨奇逊 李九虎  
李立涅 吴青华 邱爱慈 余贻鑫  
辛耀中 沈国荣 宋永华 陈国平  
陈维江 周孝信 段献忠 姚良忠  
夏 清 郭剑波 程时杰 穆 钢

国际顾问 (以姓名英文字母为序)  
Anjan BOSE  
San Shing CHOI  
Mo-Yuen CHOW  
Zhaoyang DONG  
Nikos D. HATZIARGYRIOU  
Wenyuan LI

## 目 次

### 观点

- 新一代人工智能技术在电力系统调度运行中的应用评述  
..... 赵晋泉,夏 雪,徐春雷,胡 伟,尚学伟(1)
- 美国加州2020年轮流停电事故分析及其对中国电网的启示  
..... 胡秦然,丁昊晖,陈心宜,陈 涛,丁一原,李 扬(11)

### 信息能源系统

- 基于Cyber-net与学习算法的变电站网络威胁风险评估  
..... 杨至元,张仕鹏,孙 浩,管晓宏(19)
- 面向配用电侧负荷数据的深度端到端超分辨率感知方法  
..... 刘国龙,赵俊华,文福拴,毛一汝,吴占昕,薛禹胜(28)

### 学术研究

- 基于生成对抗网络的暂态稳定预防控制  
..... 关慧哲,陈 颖,黄少伟,沈 沉,徐得超,李晓萌(36)
- 计及漏判/误判代价的两阶段电力系统暂态稳定预测方法  
..... 吴俊勇,张若愚,季佳伸,李宝琴(44)
- 促进调峰的大规模风电调频备用容量动态配置策略  
..... 李世春,涂 杰,舒征宇,钟 浩,夏智雄,罗 颖(53)
- 基于物质-能量流解析的海上微综合能源系统风险评估  
..... 张安安,彭高强,李 茜,黄 璜,吴建中(60)

国家科委(79)国科发条字第147号文批准

江苏省工商行政管理局广告发布登记第32000000223号

- 多主体利益制衡的综合能源系统日前-实时出清方法  
 ..... 崔 杨, 闫 石, 王 铮, 韩传鼎, 赵钰婷(68)
- 多微网多时间尺度交易机制设计和交易策略优化  
 ..... 黄弦超, 封 钰, 丁肇豪(77)
- 基于离散一致性算法的直流配电网多光伏协调控制策略  
 ..... 汤茂东, 曲小慧, 姚若玉, 张姚姚, 陈 武, 贾 科(89)
- 考虑多维应用场景的MMC-MTDC系统拓扑选择和参数配置  
 ..... 赵 逸, 黄文焘, 邵能灵, 樊飞龙, 奚鑫泽(96)
- 环形直流微电网故障分析与保护  
 ..... 张伟亮, 张 辉, 支 娜, 王韩伟, 石海涛(105)

## 研制与开发

- 基于广义短路比的多馈入直流系统受端电网结构优化方法  
 ..... 汪家铭, 张 静, 杨建华, 王冠中, 章 枫, 辛焕海(111)
- 交直流混合点状网络运行模式及其统一控制方法  
 ..... 仇志华, 赵一龙, 王 琨, 王军锋(119)
- 基于剩余容量匹配的储能装置负荷分配控制技术  
 ..... 张 强, 王禹霖, 张 茜(126)
- 虚拟同步发电机对低频振荡的影响建模与特性分析  
 ..... 孙大卫, 刘 辉, 吴林林, 宋 鹏, 王 潇, 李蕴红(134)
- 变压器空充下的励磁涌流二次谐波特性分析  
 ..... 叶志军, 于 旺, 郑荣显, 苟炬龙, 罗继亮(145)
- 具备直流故障清除和自均压能力的MMC移位全桥子模块拓扑  
 ..... 王 琛, 谭开东, 王 毅, 郭汉臣, 陶建业(151)
- 基于深度学习的电网调控文本知识抽取方法  
 ..... 丁 禹, 尚学伟, 米为民(161)

## 综述

- 变速恒频水力发电技术及其发展  
 ..... 戴理韬, 高 剑, 黄守道, 唐祥龙(169)

广告索引 ..... (178)

《电力系统自动化》2020年索引 ..... (文后第1~30页)

- ★ 入选中国科技期刊卓越行动计划
- ★ 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 姜海  
 主 编 薛禹胜  
 副 主 编 张伯明 罗安 文福拴 王青  
 值班编辑 鲁尔姣  
 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)81093082, 81093075(广告)  
 (025)81093071(发行)

网 址 www.aeps-info.com  
 电子信箱 aeps@alljournals.cn  
 (邮件主题中须含“toaeps”)  
 发行范围 国内外公开发行  
 印 刷 江苏新华日报印务有限公司  
 国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司  
 国内发行 中国邮政集团公司江苏省分公司  
 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. 44 No. 24(Ser. 694)

December 25, 2020

## MAIN CONTENTS

### Views

- Review on Application of New Generation Artificial Intelligence Technology in Power System Dispatching and Operation  
..... ZHAO Jinquan, XIA Xue, XU Chunlei, HU Wei, SHANG Xuewei ( 10 )
- Analysis on Rotating Power Outage in California, USA in 2020 and Its Enlightenment to Power Grid of China  
..... HU Qinran, DING Haohui, CHEN Xinyi, CHEN Tao, DING Yiyuan, LI Yang ( 18 )

### Cyber Energy Systems

- Risk Estimation of Cyber Threat to Substation Based on Cyber-net and Learning Algorithm  
..... YANG Zhiyuan, ZHANG Shipeng, SUN Hao, GUAN Xiaohong ( 27 )
- Deep End-to-end Super-resolution Perception Method for Load Data at Distribution Side  
..... LIU Guolong, ZHAO Junhua, WEN Fushuan, MAO Yiru, WU Zhanxin, XUE Yusheng ( 35 )

### Basic Research

- Preventive Control for Transient Stability Based on Generative Adversarial Network  
..... GUAN Huizhe, CHEN Ying, HUANG Shaowei, SHEN Chen, XU Dechao, LI Xiaomeng ( 43 )
- Two-stage Transient Stability Prediction Method of Power System Considering Cost of Misdetection and False Alarm  
..... WU Junyong, ZHANG Ruoyu, JI Jiashen, LI Baoqin ( 52 )
- Dynamic Configuration Strategy for Frequency Regulation Reserve Capacity of Large-scale Wind Power for Promoting Peak Load Regulation  
..... LI Shichun, TU Jie, SHU Zhengyu, ZHONG Hao, XIA Zhixiong, LUO Ying ( 59 )
- Risk Assessment of Offshore Micro Integrated Energy System Based on Matter-Energy Flow Analysis  
..... ZHANG Anan, PENG Gaoqiang, LI Qian, HUANG Huang, WU Jianzhong ( 67 )
- Day-ahead and Real-time Clearing Method of Integrated Energy System Considering Interest Balance Between Multiple Entities  
..... CUI Yang, YAN Shi, WANG Zheng, HAN Chuanding, ZHAO Yuting ( 76 )
- Design of Multi-time Scale Trading Mechanism and Trading Strategy Optimization for Multiple Microgrids  
..... HUANG Xianchao, FENG Yu, DING Zhaohao ( 88 )
- Multi-photovoltaic Coordinated Control Strategy in DC Distribution Network Based on Discrete Consensus Algorithm  
..... TANG Maodong, QU Xiaohui, YAO Ruoyu, ZHANG Yaoyao, CHEN Wu, JIA Ke ( 95 )
- Topology Selection and Parameter Configuration of MMC-MTDC System Considering Multi-dimension Application Scenarios  
..... ZHAO Yi, HUANG Wentao, TAI Nengling, FAN Feilong, XI Xinze ( 104 )

**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** LENG Jun  
**Editor in Chief** XUE Yusheng (Academician)  
**Associate Editor in Chief** ZHANG Boming, LUO An WEN Fushuan, WANG Qing  
 ©2020 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  
**Distributed Abroad by** China International Book Trading Corporation (GUOJISHUDIAN) Beijing, China

Fault Analysis and Protection of Ring DC Microgrid

..... ZHANG Weiliang, ZHANG Hui, ZHI Na, WANG Hanwei, SHI Haitao (110)

**Application Research**

Optimization Method of Receiving-end AC Grid Structure for Multi-infeed DC System Based on Generalized Short-circuit Ratio

..... WANG Jiaming, ZHANG Jing, YANG Jianhua, WANG Guanzhong, ZHANG Feng, XIN Huanhai (118)

Operation Mode and Unified Control Method for AC/DC Hybrid Spot Network

..... ZHANG Zhihua, ZHAO Yilong, WANG Kun, WANG Junfeng (125)

Load Distribution Control Technology for Energy Storage Device Based on Residual Capacity Matching

..... ZHANG Qiang, WANG Yulin, ZHANG Qian (133)

Modeling and Characteristic Analysis on Influence of Virtual Synchronous Generator on Low-frequency Oscillation

..... SUN Dawei, LIU Hui, WU Linlin, SONG Peng, WANG Xiao, LI Yunhong (144)

Characteristic Analysis of Second Harmonic of Magnetizing Inrush Current with No-load Transformer Energization

..... YE Zhijun, YU Wang, ZHENG Rongxian, GOU Julong, LUO Jiliang (150)

Topology of MMC Oblique-connection Full-bridge Sub-module with Capability of DC Fault Clearing and Voltage Self-balancing

..... WANG Chen, TAN Kaidong, WANG Yi, GUO Hanchen, TAO Jianye (160)

Deep Learning Based Knowledge Extraction Method for Text of Power Grid Dispatch and Control

..... DING Yu, SHANG Xuewei, MI Weimin (168)

**Review**

Variable-speed Constant-frequency Hydropower Generation Technology and Its Development

..... DAI Litao, GAO Jian, HUANG Shoudao, TANG Xianglong (177)



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> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=8685265>



近期专题:

- 人工智能在现代电力系统中的应用
- 含高渗透率可再生能源的电力系统: 市场, 运行, 规划和监管

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, 81093057

传真: 025-81093040

Email: [mpce@alljournals.cn](mailto:mpce@alljournals.cn)

