

电力系统自动化

半月刊

AUTOMATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS SEMIMONTHLY

含“人工智能在电力系统及综合能源系统中的应用”专辑

NARI 南瑞集团有限公司
NARI GROUP CORPORATION

客户服务热线 400-00-95598

happy
New
Year
元旦快乐
2019

南瑞集团恭祝广大用户新年快乐!

ISSN 1000-1026



万方数据



2019 1

国网电力科学研究院有限公司主办
第43卷 第1期 总第647期

电力系统自动化

DIANLI XITONG ZIDONGHUA

第 43 卷 第 1 期(总第 647 期) 2019 年 1 月 10 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	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

人工智能在电力系统及综合能源系统中的应用专辑	
特约主编寄语	杨 挺,高昆仑,岳 东(1)
人工智能在电力系统及综合能源系统中的应用综述	
.....	杨 挺,赵黎媛,王成山(2)
机器学习在能源与电力系统领域的应用和展望	
.....	程乐峰,余 涛,张孝顺,殷林飞(15)
基于 SDAE 特征提取的含风电电网可用输电能力计算	
.....	闫炯程,李常刚,刘玉田(32)
基于多主体博弈与强化学习的并网型综合能源微网协调调度	
.....	刘 洪,李吉峰,葛少云,张 鹏,陈星屹(40)
人工智能应用于电网调控的关键技术分析	
... 闪 鑫,陆 晓,翟明玉,高宗和,徐春雷,滕贤亮,王 波(49)	
计及高阶统计量和深度学习的抗噪孤岛检测方法	
.....	孔祥瑞,严 正,徐潇源,谢 伟(58)
基于门控循环单元网络与模型融合的负荷聚合体预测方法	
.....	陈海文,王守相,王绍敏,王 丹(65)
基于协整-格兰杰因果检验和季节分解的中期负荷预测	
.....	刘 俊,赵宏炎,刘嘉诚,潘良军,王 楷(73)
应用深度自编码网络和 XGBoost 的风电机组发电机故障诊断	
.....	赵洪山,闫西慧,王桂兰,尹相龙(81)
基于 Hilbert 边际谱和 SAE-DNN 的局部放电模式识别方法	
.....	高佳程,朱永利,郑艳艳,张 科,刘 帅(87)
模型-数据混合驱动的电网安全特征选择和知识发现:关键技术与工程应用	
.....	黄天恩,郭庆来,孙宏斌,赵乃岩,王 彬,郭文鑫(95)
采用长短期记忆网络与压缩感知实现电物理量轻型化方法	
.....	周学斌,李晓明,李 雷,甘凌霞(102)

采用自适应分段聚合近似的典型负荷曲线形态聚类算法
..... 王潇笛,刘俊勇,刘友波,许立雄,马铁丰,胥威汀(110)

基于堆叠去相关自编码器和支持向量机的窃电检测
..... 胡天宇,郭庆来,孙宏斌(119)

深度神经网络在非侵入式负荷分解中的应用
..... 燕续峰,翟少鹏,王治华,王 芬,何光宇(126)

基于多层极限学习机的电力系统频率安全评估方法
..... 文云峰,赵荣臻,肖友强,刘祯斌(133)

基于正则化投影孪生支持向量机的电力系统暂态稳定评估
..... 姜 涛,王长江,陈厚合,李国庆,葛维春(141)

基于改进 CGAN 的电力系统暂态稳定评估样本增强方法
..... 谭本东,杨 军,赖秋频,谢培元,李 军,徐 箭(149)

基于 FARIMA 模型的智能变电站通信流量异常分析
..... 郝唯杰,杨 强,李 炜(158)

学术研究

考虑可再生能源配额制的中国电力市场均衡模型
..... 朱继忠,冯禹清,谢平平,禚培正,邹 金(168)

计及需求响应的光热电站热电网供型微网的优化运行
..... 王佳颖,史俊祯,文福拴,李继红,张利军,徐晨博(176)

光伏/电动汽车/负荷博弈的屋顶光伏容量优化
..... 潘 军,吴红斌,许道强,杨贺钧,杨世海(186)

基于需量管理的两阶段大用户储能优化模型
..... 陈丽娟,吴甜恬,柳惠波,黄国英,许晓慧(194)

考虑电磁环境约束的大型海上风电场集电网络拓扑博弈优化
..... 符 杨,杨赛松,魏书荣,余晓明,宋 攀(201)

基于轨迹灵敏度的励磁系统参数可辨识性分析
..... 刘兴杰,闫 亮(209)

基于递推最小二乘法的虚拟同步发电机参数辨识方法
..... 罗琴琴,苏建徽,林志光,汪海宁,施 永(215)

研制与开发

应对多馈入直流换相失败的同步调相机布点方法
..... 王 强,李天然,唐小波,刘福锁,雷 杰,袁 超(222)

采用形态学峰谷检测的谐振接地系统故障选线方法
..... 束洪春,黄海燕,田鑫萃,董 俊,黄 然(228)

含母线环路的配电网单相接地故障特征及选线
..... 郭雨豪,薛永端,徐 攀,俞小勇,徐丙垠(234)

基于检修态切换的智能变电站保护设备检修辅助安全措施
..... 胡绍谦,李 力,朱晓彤,叶 翔,吕 航,汤震宇(242)

广告索引 (248)

- ★ 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
专辑特约主编 杨 挺 高昆仑 岳 东
专辑策划 张 焱 孔丽蓓
值班编辑 顾晓荣 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

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.1 (Ser.647)

January 10, 2019

MAIN CONTENTS

Special Topic on Application of Artificial Intelligence in Power System and Integrated Energy System

Review on Application of Artificial Intelligence in Power System and Integrated Energy System	YANG Ting, ZHAO Liyuan, WANG Chengshan(14)
Machine Learning for Energy and Electric Power Systems: State of the Art and Prospects	CHENG Lefeng, YU Tao, ZHANG Xiaoshun, YIN Linfei(31)
Available Transfer Capability Calculation in Power System with Wind Power Based on SDAE Feature Extraction	YAN Jiongcheng, LI Changgang, LIU Yutian(39)
Coordinated Scheduling of Grid-connected Integrated Energy Microgrid Based on Multi-agent Game and Reinforcement Learning	LIU Hong, LI Jifeng, GE Shaoyun, ZHANG Peng, CHEN Xingyi(48)
Analysis of Key Technologies for Artificial Intelligence Applied to Power Grid Dispatch and Control	SHAN Xin, LU Xiao, ZHAI Mingyu, GAO Zonghe, XU Chunlei, TENG Xianliang, WANG Bo(57)
Anti-noise Islanding Detection Approach Based on High-order Statistics and Deep Learning	KONG Xiangrui, YAN Zheng, XU Xiaoyuan, XIE Wei(185)
Aggregated Load Forecasting Method Based on Gated Recurrent Unit Networks and Model Fusion	CHEN Haiwen, WANG Shouxiang, WANG Shaomin, WANG Dan(72)
Medium-term Load Forecasting Based on Cointegration-Granger Causality Test and Seasonal Decomposition	LIU Jun, ZHAO Hongyan, LIU Jiacheng, PAN Liangjun, WANG Kai(80)
Fault Diagnosis of Wind Turbine Generator Based on Deep Autoencoder Network and XGBoost	ZHAO Hongshan, YAN Xihui, WANG Guilan, YIN Xianglong(86)
Pattern Recognition of Partial Discharge Based on Hilbert Marginal Spectrum and Sparse Autoencoder-Deep Neural Networks	GAO Jiacheng, ZHU Yongli, ZHENG Yanyan, ZHANG Ke, LIU Shuai(94)
Hybrid Model and Data Driven Concepts for Power System Security Feature Selection and Knowledge Discovery: Key Technologies and Engineering Application	HUANG Tianen, GUO Qinglai, SUN Hongbin, ZHAO Naiyan, WANG Bin, GUO Wenxin(208)
Lightening Realization Method of Electric Physical Quantity Based on Long-short-term Memory Network and Compressed Sensing	ZHOU Xuebin, LI Xiaoming, LI Lei, GAN Lingxia(241)
Shape Clustering Algorithm of Typical Load Curves Based on Adaptive Piecewise Aggregate Approximation	WANG Xiaodi, LIU Junyong, LIU Youbo, XU Lixiong, MA Tiefeng, XU Weiting(118)
Nontechnical Loss Detection Based on Stacked Uncorrelating Autoencoder and Support Vector Machine	HU Tianyu, GUO Qinglai, SUN Hongbin(125)
Application of Deep Neural Network in Non-intrusive Load Disaggregation	YAN Xufeng, ZHAI Shaopeng, WANG Zhihua, WANG Fen, HE Guangyu(167)
Frequency Safety Assessment of Power System Based on Multi-layer Extreme Learning Machine	WEN Yunfeng, ZHAO Rongzhen, XIAO Youqiang, LIU Zhenbin(140)
Transient Stability Assessment of Power System Based on Projection Twin Support Vector Machine with Regularization	JIANG Tao, WANG Changjiang, CHEN Houhe, LI Guoqing, GE Weichun(148)

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.com>
E-mail 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

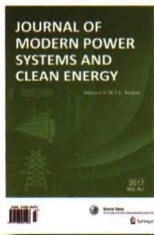
Data Augment Method for Power System Transient Stability Assessment Based on Improved Conditional Generative
Adversarial Network TAN Bendong, YANG Jun, LAI Qiupin, XIE Peiyuan, LI Jun, XU Jian(157)
FARIMA Model Based Analysis of Communication Traffic Anomaly in Smart Substation
..... HAO Weijie, YANG Qiang, LI Wei(167)

Basic Research

Equilibrium Model of Chinese Electricity Market Considering Renewable Portfolio Standard
..... ZHU Jizhong, FENG Yuqing, XIE Pingping, XUAN Peizheng, ZOU Jin(175)
Optimal Operation of CHP Microgrid with Concentrating Solar Power Plants Considering Demand Response
..... WANG Jiaying, SHI Junyi, WEN Fushuan, LI Jihong, ZHANG Lijun, XU Chenbo(185)
Capacity Optimization of Rooftop Photovoltaic Based on Photovoltaic/Electric Vehicle/Load Game
..... PAN Jun, WU Hongbin, XU Daoqiang, YANG Hejun, YANG Shihai(193)
Demand Management Based Two-stage Optimal Storage Model for Large Users
..... CHEN Lijuan, WU Tiantian, LIU Huibo, HUANG Guoying, XU Xiaohui(200)
Game Based Topology Optimization for Power Collection System of Large-scale Offshore Wind Farm Considering
Electromagnetic Environment Constraints FU Yang, YANG Saisong, WEI Shurong, YU Xiaoming, SONG Pan(208)
Parameter Identifiability Analysis of Excitation System Based on Trajectory Sensitivity LIU Xingjie, YAN Liang(227)
Parameter Identification Method for Virtual Synchronous Generators Based on Recursive Least Squares Algorithm
..... LUO Qinqin, SU Jianhui, LIN Zhiguang, WANG Haining, SHI Yong(221)

Application Research

Method of Site Selection for Synchronous Condenser Responding to Commutation Failures of Multi-infeed DC System
..... WANG Qiang, LI Tianran, TANG Xiaobo, LIU Fusuo, LEI Jie, YUAN Chao(227)
Fault Line Selection in Resonant Earthed System Based on Morphological Peak-Valley Detection
..... SHU Hongchun, HUANG Haiyan, TIAN Xincui, DONG Jun, HUANG Ran(233)
Characteristic and Feeder Selection of Single-phase Grounding Fault in Distribution Network with the Same Bus Loop
..... GUO Yuhao, XUE Yongduan, XU Pan, YU Xiaoyong, XU Bingyin(241)
Auxiliary Safety Measures of Protection Relay in Smart Substation Based on Switching of Maintenance States
..... HU Shaoqian, LI Li, ZHU Xiaotong, YE Xiang, LYU Hang, TANG Zhenyu(247)



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>



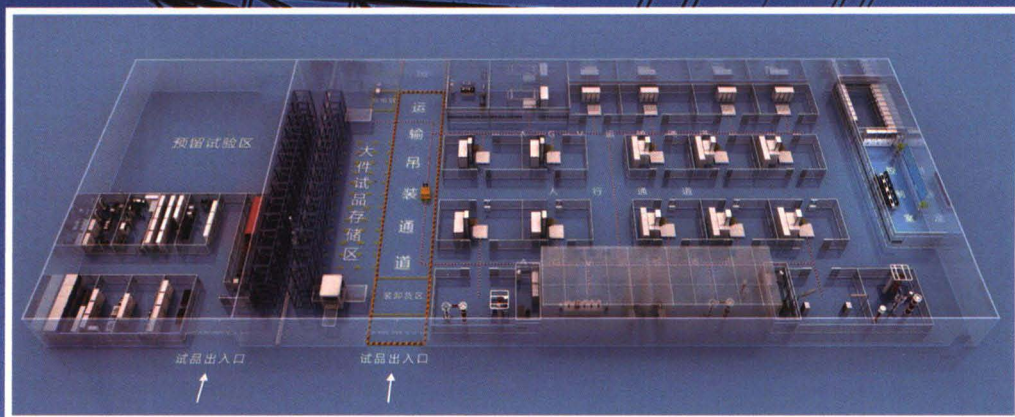
近期专题:
■ 采用分布式能源网络提高电网弹性
■ 可再生能源增长下发电和交直流大电网规划
和运行的协调

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



电网物资自动化检测系统

武 汉南瑞具有多年从事高压、计量产品的设计研发经验，在检测实验室建设领域为客户提供“交钥匙工程”服务，在实验室建设、试验设备设计与选型、电气设备的检测和科研方面积累了丰富的实践经验，培养了一支高水平的专家团队。从前期调研、设备选型及集成到后期技术培训、监造、建标等，提供全过程技术支持，自主设计的电网物资检测实验室、高压试验大厅、互感器检测实验室、计量实验室、电缆实验室等各种类型实验室在电力行业内得到了广泛应用。



电网物资自动化检测系统整体效果示意图

产品概述

电网物资自动化检测系统是为适应国网公司物资抽检“四个百分百”要求，依据国家电网公司《电网物资质量检测能力标准化建设导则》设计的标准化、自动化专业检测系统。采用现代化物流技术、自动化技术、系统集成技术及智能管理技术，具备配电变压器、电抗器、互感器、JP柜等31类配网物资的检测能力。

性能特点

- 融入工业4.0智能制造理念，全面提升配网物资检测智能化水平
- 实验室检测设备门类齐全，实现规模化检测
- 采用自动物流技术进行配网设备检测
- 采用系统集成技术，实现试验过程自动化
- 采用信息化管理技术，实现试验无纸化、自动化
- 通过大数据分析，对供应商及设备进行评价，加强配网物资质量管控

典型组成

电网物资自动化检测系统包含智能化仓储系统、自动化物流系统、集约化检测系统和一体化信息管控平台四大组成部分（可根据用户实际需求进行模块化定制）：

1 智能化仓储系统



2 自动化物流系统



3 集约化检测系统



4 一体化信息管控平台



适用范围

适用于省电力公司、地市电力公司等单位开展各类配网物资质量检测试验。