



电力自动化设备

Electric Power Automation Equipment

中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD 核心期刊 《工程索引》(Ei) 核心期刊 RCCSE 权威学术期刊(A+) SA/INSPEC、AJ、CSA、Scopus、EBSCO、JST 收录期刊

SAC
国电南自

为智慧电力提供整体解决方案

HAPPY NEW YEAR
2022

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

2022 恭贺新春

ISSN 1006-6047



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

2022

第42卷 第1期
Vol. 42 No. 1

1 月刊



电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



1月
2022年
第42卷第1期
(总第333期)
2022年1月10日出版

编辑委员会

主任委员 王宏志
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)
王锡凡 卢强 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
刘究林 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 辛焕海 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 周维维 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 郭创新 郭效军
唐 炬 涂春鸣 黄学良 梅生伟 曹一家
符 杨 康重庆 康 勇 董朝阳 董新洲
程浩忠 曾祥君 曾 嵘 谢少军 蔡泽祥
廖瑞金 薄志谦 穆 钢 鞠 平
主 编 郭效军

中国电力教育大学院(校)长联席会学术论文专栏

- 1 基于状态自适应评估的海上风电机组预防性维护策略
符 杨,黄路遥,刘璐洁,魏书荣,任浩瀚,王 毅,唐庚培

综述

- 10 发输电系统鲁棒优化规划研究综述与展望
袁 杨,张 衡,程浩忠,柳 璐,张啸虎,励 刚,张建平

多能协同综合能源系统专题

- 20 考虑能量梯级利用的园区综合能源系统站网协同规划
周步祥,夏海东,臧天磊
28 考虑天然气系统初值优化的综合能源系统改进多能流计算方法
王舒萍,张沈习,程浩忠,原 凯,宋 毅,韩 丰
37 计及多能源集线器的电热综合能源系统分布式优化
程恩林,卫志农,嵇文路,叶 婷,陈 胜,周亦洲,孙国强
45 考虑综合能源站柔性调控作用的城市配电网多阶段规划方法
李芸漫,高红均,李海波,钟 磊,唐 早,刘俊勇
55 基于合作博弈的能源互联网经济能效分层协同优化调度
钟永洁,李玉平,胡 兵,张 玮,齐以年,孙永辉

面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术专题

- 65 满足电动汽车快充需求的含储能复合型充电站充电优化策略
侯 慧,王逸凡,黄 亮,陈 跃,谢长君,张锐明
72 考虑多类型储能协同的重要负荷恢复方法
王 颖,祝士焱,许 寅,和敬涵
79 基于柔性策略-评价网络的微电网源储协同优化调度策略
刘林鹏,朱建全,陈嘉俊,叶汉芳
86 电化学储能在保底变电站中的配置方案与控制策略
程 鑫,龚贤夫,张 哲,张海波,姚 伟,刘新苗

区块链技术在能源系统中的应用专题

- 93 基于区块链的园区级多边用电权交易机制及实现方法
黄家晖,李 超,黄 微,赵文恺,韩 冬

国家科委(90)国科发情字796号文批准

- 101 基于区块链的产消用户端对端电能交易方法
胡 钰,李华强,李山山,刘凯奇,陈 纛
- 109 基于区块链技术的可控负荷入网优化调度策略
程明曦,王 冰,王 敏,吴晓月
- 116 基于DPoA共识机制的分布式电力交易信用激励
路 尧,胡 健,张晓杰,焦提操,于 娣,王云鹏,刘尚奇

▶▶ 清洁能源

- 124 综合模型聚合和参数辨识的风电场多机等值及参数整体辨识
潘学萍,戚相威,梁 伟,雍成立,丁新虎,李 威,朱 玲
- 133 增强序分量选相元件适应性的光伏并网逆变器序阻抗角重构方案
梁营玉,卢正杰
- 140 基于电气阻尼-刚度控制的双馈风电机组轴系扭振抑制策略
司金冬,柴兆森,李 辉,龚立娇,王 宾,张 新

▶▶ 分析与研究

- 148 考虑车辆充电调度机制的电动公交车充电站规划
肖 白,朱珈汎,姜 卓,焦明曦,王 猷
- 156 计及辅助服务的微电网源荷协同调频优化控制策略
楼佩婕,边晓燕,崔 勇,王小宇,林顺富,赵 耀
- 164 多端柔性直流输电系统动态附加频率控制策略
刘昊宇,刘崇茹,蒋思雯
- 171 基于广义斯塔克尔伯格博弈的微电网能源管理
陈雨甜,王秀丽,钱 涛,吴 雄
- 178 计及电气特性的空调负荷建模及集群控制策略
刘志伟,苗世洪,杨炜晨,张世旭,梁志峰,汪 鹏
- 185 模块化多电平矩阵变换器的平坦控制策略
程启明,谢怡群,马信乔,江 畅,赵森圳
- 193 用于提高无线充电抗偏移能力的补偿参数确定方法及控制策略
康锦萍,葛佳蔚,刘 坤,耿琪琛,程少宇,赵海森
- 199 基于自适应不完全S变换与LOO-KELM算法的复合电能质量扰动识别
伊慧娟,高云鹏,朱彦卿,黄 瑞,黄 纯
- 206 非隔离并网逆变器进网电流直流分量抑制策略参数优化设计
王 鹏,李明明,肖华锋
- 212 计及电能质量影响的10 kV配电网损耗计算模型及其实验验证
李琼林,刘书铭,温佳静,王 毅,代双寅,谭甜源,刘开培
- 221 大型隐极发电机定子单相接地故障定位新方法
薛 磊,孙钢虎,王小辉,柴 琦,兀鹏越,贺 婷

第三届全国期刊奖提名奖获奖期刊
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)核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊(A+)
入选《能源电力领域高质量科技期刊分级目录》(T2)
入选《世界期刊影响力指数(WJCI)报告》
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
荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)来源期刊
俄罗斯《文摘杂志》(AJ,VINITI)收录期刊
美国 EBSCO 学术数据库收录期刊
日本科学技术振兴机构数据库(JST)收录期刊
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
第七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》编辑部
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 李 玮
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)
网 址 www.epae.cn
电子信箱 epae@sac-china.com
发行范围 国内外公开发行
印 刷 中闻集团南京印务有限公司
国内发行 江苏省邮政管理局
邮发代号 28-268
订 阅 处 全国各地邮局
国内定价 每期50.00元,全年600.00元
海外总发行 中国国际图书贸易集团有限公司
 (100048)
海外发行代号 MO-4802
ISSN 1006-6047
中国标准连续出版物号 CN 32-1318/TM
国际刊名代码(CODEN) DZSHFK



关注微信



访问官网

广告发布登记通知书编号:广登32010000078

CONTENTS

ACADEMIC DISSERTATION COLUMN OF UNIVERSITY ASSOCIATION OF ELECTRICAL ENGINEERING CHINA

- 9 Preventive maintenance strategy for offshore wind turbine based on state adaptive assessment
FU Yang, HUANG Luyao, LIU Lujie, WEI Shurong, REN Haohan, WANG Yi, TANG Gengpei

SUMMARY AND SURVEY

- 85 Review and prospect of robust optimization and planning research on generation and transmission system
YUAN Yang, ZHANG Heng, CHENG Haozhong, LIU Lu, ZHANG Xiaohu, LI Gang, ZHANG Jianping

SPECIAL COLUMN: INTEGRATED ENERGY SYSTEM WITH MULTI-ENERGY COLLABORATION

- 27 Station and network coordinated planning of park integrated energy system considering energy cascade utilization
ZHOU Buxiang, XIA Haidong, ZANG Tianlei
- 36 Improved multi-energy flow calculation method for integrated energy system considering initial value optimization of natural gas system
WANG Shuping, ZHANG Shenxi, CHENG Haozhong, YUAN Kai, SONG Yi, HAN Feng
- 44 Distributed optimization of integrated electricity-heat energy system considering multiple energy hubs
CHENG Enlin, WEI Zhinong, JI Wenlu, YE Ting, CHEN Sheng, ZHOU Yizhou, SUN Guoqiang
- 54 Multi-stage planning method for urban distribution network considering flexible regulation of integrated energy station
LI Yunman, GAO Hongjun, LI Haibo, ZHONG Lei, TANG Zao, LIU Junyong
- 64 Hierarchical collaborative optimal scheduling of economy energy efficiency in energy internet based on cooperative game
ZHONG Yongjie, LI Yuping, HU Bing, ZHANG Wei, QI Yinian, SUN Yonghui

SPECIAL COLUMN: ENERGY STORAGE PLANNING, REGULATION AND OPERATION FOR POWER SYSTEM WITH HIGH PENETRATION OF RENEWABLE ENERGY

- 71 Charging optimization strategy of composite charging station with energy storage to meet fast charging demand of electric vehicles
HOU Hui, WANG Yifan, HUANG Liang, CHEN Yue, XIE Changjun, ZHANG Ruiming
- 78 Critical load restoration method considering coordination of multiple types of energy storage
WANG Ying, ZHU Shiyuan, XU Yin, HE Jinghan
- 85 Cooperative optimal scheduling strategy of source and storage in microgrid based on soft actor-critic
LIU Linpeng, ZHU Jianquan, CHEN Jiajun, YE Hanfang
- 92 Configuration scheme and control strategy of electrochemical energy storage in security power substation
CHENG Xin, GONG Xianfu, ZHANG Zhe, ZHANG Haibo, YAO Wei, LIU Xinmiao

SPECIAL COLUMN: APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN ENERGY SYSTEM

- 100 Park-level multilateral power usage quota trading mechanism and implementation method based on blockchain
HUANG Jiahui, LI Chao, HUANG Wei, ZHAO Wenkai, HAN Dong
- 108 Peer-to-peer power trading method for proconsumers based on blockchain
HU Yu, LI Huaqiang, LI Shanshan, LIU Kaiqi, CHEN Ying
- 132 Optimal dispatch strategy of grid-connected controllable load based on blockchain technology
CHENG Mingxi, WANG Bing, WANG Min, WU Xiaoyue

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

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

Chairman WANG Hongzhi

Editor in Chief GUO Xiaojun

Web Site www.epae.cn

Publication Number ISSN 1006-6047

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment
Editorial Department

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

Post Code 210032

Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349

E-mail epae@sac-china.com

- 123 Credit incentives of distributed power transaction based on DPoA consensus mechanism
LU Yao, HU Jian, ZHANG Xiaojie, JIAO Ticao, YU Di, WANG Yunpeng, LIU Shangqi

CLEAN ENERGY

- 132 Multi-machine equivalence and global identification of wind farms by combining model aggregation and parameter estimation
PAN Xueping, QI Xiangwei, LIANG Wei, YONG Chengli, DING Xihu, LI Wei, ZHU Ling
- 139 Sequence impedance angle reconstruction scheme of photovoltaic grid-connected inverter to enhance adaptability of phase selector based on sequence component
LIANG Yingyu, LU Zhengjie
- 147 Torsional vibration suppression strategy for doubly-fed wind turbine shafting based on electrical damping and stiffness control
SI Jindong, CHAI Zhaosen, LI Hui, GONG Lijiao, WANG Bin, ZHANG Xin

ANALYSIS AND RESEARCH

- 155 Planning of electric bus charging station considering vehicle charging scheduling mechanism
XIAO Bai, ZHU Jiaxun, JIANG Zhuo, JIAO Mingxi, WANG Yao
- 177 Optimal control strategy of source-load coordinated frequency regulation in microgrid considering ancillary service
LOU Peijie, BIAN Xiaoyan, CUI Yong, WANG Xiaoyu, LIN Shunfu, ZHAO Yao
- 170 Dynamic additional frequency control strategy for VSC-MTDC transmission system
LIU Haoyu, LIU Chongru, JIANG Siwen
- 177 Energy management of microgrid based on generalized Stackelberg game
CHEN Yutian, WANG Xiuli, QIAN Tao, WU Xiong
- 192 Air conditioning load modeling and cluster control strategy considering electrical characteristic
LIU Zhiwei, MIAO Shihong, YANG Weichen, ZHANG Shixu, LIANG Zhifeng, WANG Peng
- 192 Flatness-based control strategy of modular multilevel matrix converter
CHENG Qiming, XIE Yiqun, MA Xinqiao, JIANG Chang, ZHAO Miaozen
- 198 Determining method and control strategy of compensation parameters to improve misalignment tolerance of wireless power transform system
KANG Jinping, GE Jiawei, LIU Kun, GENG Qichen, CHENG Shaoyu, ZHAO Haisen
- 205 Recognition of composite power quality disturbance based on improved incomplete S transform and LOO-KELM algorithm
YI Huijuan, GAO Yunpeng, ZHU Yanqing, HUANG Rui, HUANG Chun
- 211 Parameter optimization design on suppression strategy for DC components of grid-in current in transformerless grid-connected inverter
WANG Peng, LI Mingming, XIAO Huafeng
- 220 Calculation model of 10 kV distribution network loss considering power quality impact and its experimental verification
LI Qionglin, LIU Shuming, WEN Jiajing, WANG Yi, DAI Shuangyin, TAN Tianyuan, LIU Kaipei
- 224 Novel location method for stator single-phase grounding fault of large non-salient pole generator
XUE Lei, SUN Ganghu, WANG Xiaohui, CHAI Qi, WU Pengyue, HE Ting

《电力自动化设备》部分重点专题汇集

近年来，结合中国能源与电力领域发展的新形势，《电力自动化设备》追踪行业热点问题，陆续推出了诸多重点专题。现整理部分专题信息如下，欢迎读者参阅。未来《电力自动化设备》亦将继续推出更多热点专题，敬请关注！



1 面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术专题

专题特约主编：清华大学梅生伟教授、青海大学陈来军教授、华南理工大学朱建全副教授



2 未来能源系统的转型与变革：低碳与清洁技术专题

专题特约主编：东南大学顾伟教授、清华大学郭庆来教授、河海大学陈胜副教授



3 中低压直流配电系统稳定与控制专题

专题特约主编：天津大学李霞林副教授、天津大学王成山教授、山东理工大学彭克副教授



4 电力系统广义同步稳定性与宽频谐振稳定性专题

专题特约主编：浙江大学徐政教授



5 区块链技术在能源系统中的应用专题

专题特约主编：清华大学张宁副教授、上海交通大学陈思捷特别副研究员、清华大学康重庆教授



6 大型交直流混联电网运行控制与保护专题

专题特约主编：清华大学董新洲教授、中国电科院汤涌教授级高工、中国电科院卜广全教授级高工、清华大学王宾副研究员



7 综合能源系统安全分析与优化控制技术专题

专题特约主编：河海大学卫志农教授、天津大学王丹副教授、河海大学孙国强教授



8 “智能电网+”专题

专题特约主编：河海大学鞠平教授、秦川副教授



9 新能源与新负荷背景下的电网安全专题

专题特约主编：河海大学鞠平教授、余一平教授



10 多能协同综合能源系统专题

专题特约主编：清华大学郭庆来教授、广州供电局刘育权教授级高工