



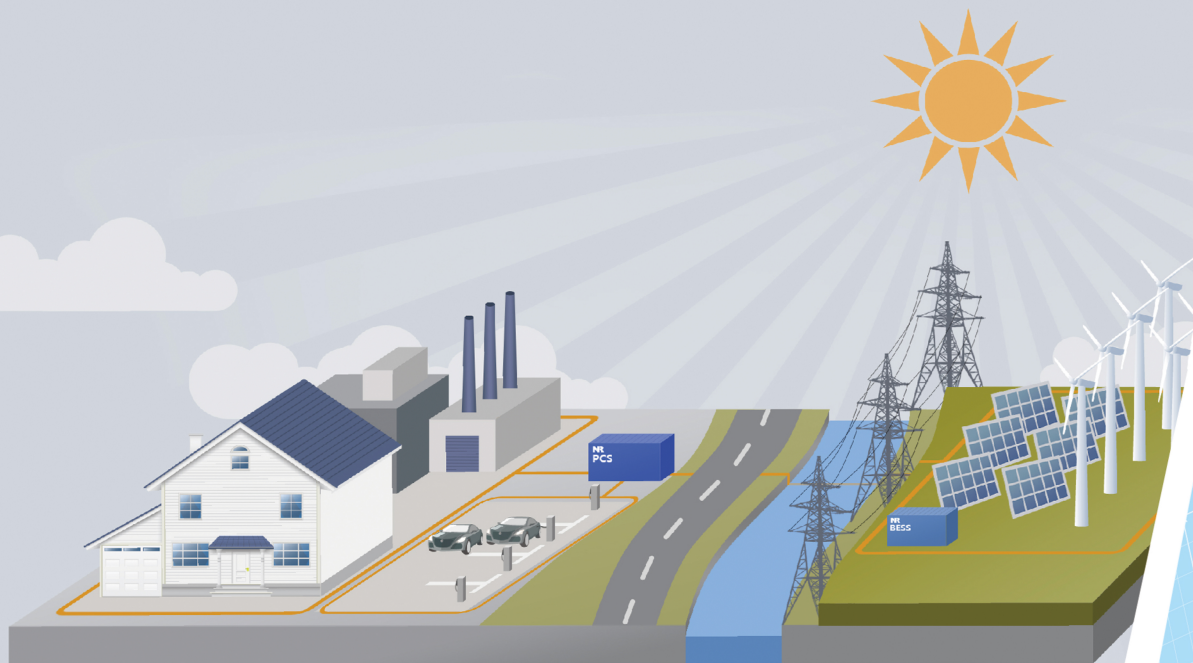
电力自动化设备

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



务实 求精 协作 创新
Practice Improvement Cooperation Innovation



更好可控性 更高可用率

南瑞继保PCS-9567储能系统,基于行业领先的电网控制保护技术、调度监控技术和电力电子技术,可提供全套自主研发的能量管理系统、储能协调控制系统、储能变流器、电池管理系统等储能核心设备。为储能多应用场景提供整体解决方案,包括系统分析、项目可研、系统整体设计集成和EPC服务。南瑞继保储能系统的多机协调控制、集中式一次调频、系统快速响应、黑启动等重要功能为充分发挥储能应用价值提供强有力的技术支撑。

南京南瑞继保电气有限公司
南京南瑞继保工程技术有限公司

NR ELECTRIC CO., LTD.
地址 江苏省南京市江宁区苏源大道69号,211102
电话 025-87178911 传真 025-52100511
Market@nrec.com

ISSN 1006-6047



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

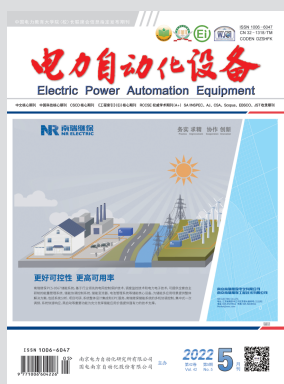
2022 5
第42卷 第5期
Vol. 42 No. 5



电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



5月
2022 年

第 42 卷 第 5 期
(总第 337 期)
2022 年 5 月 10 日出版

名誉编委 (按姓氏笔画排序)

王成山 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 刘宪林
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 周雄维 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

目次 Contents

多能协同综合能源系统专题

- 1 基于鲁棒随机模型预测控制的园区综合能源系统两阶段优化
刘春明,李瑞月,尹钰君,刘念
- 8 考虑源、荷不确定性的工业园区电-气互联综合能源系统模糊优化调度
邱革非,何超,骆钊,梁俊宇,冯泽华,杨昊天,杨浩宇
- 15 含混合储能的铁路 10 kV 配电网综合能源系统规划
肖斐,吴命利,何婷婷
- 23 含电转气和混合储能的微能网双层滚动优化控制方法
陈飞雄,林炜晖,邵振国
- 32 基于最大信息系数和多目标 Stacking 集成学习的综合能源系统多元负荷预测
崔树银,汪昕杰

微电网专题

- 40 孤岛运行下垂逆变器二次调频方法 董家伟,王志新,朱国忠,包俊
- 47 适用于双极性低压直流微电网的自平衡隔离型 DC-DC 变换器
裴忠晨,宋晓民,刘闯,林琳,朱帝,姜宇,王菁月,李辉
- 54 考虑光伏低电压穿越特性的交流微电网保护方法
景柳铭,王一博,赵通,周京华

电动汽车技术专题

- 61 考虑锁相环影响的直流下垂控制电动汽车系统并网动态特性分析
修连成,杜志叶,李明贤,何靖莹,宋汉梁,王东杰
- 68 考虑目标充电站选择冲突的电动汽车充电引导策略
李恒杰,夏强强,史一炜,周云,张开宇,时珊珊,沈冰

电力电子技术应用专题

- 75 一种具备直流故障清除能力的新型 MMC 子模块拓扑
束洪春,王文韬,江耀曦,邵宗学,王锐,廖孟黎
- 82 复杂多端柔性直流电网源网限流设备协同优化配置
梅军,陈萧宇,朱鹏飞,严凌霄,张丙天
- 90 计及异常状态和定期检修的 UPFC 可靠性评估
李生虎,胡涛,常雅玲

97 基于定等效直流输入电阻的低压限流控制器优化控制策略

刘 勃,陈 中,杨 凯,路 晨,严 俊,庄卫金

104 基于SE-DSCNN的MMC开关管故障诊断方法

曾昭璐,何怡刚

112 弱电网下基于DSOGI-PLL的并网换流器频率耦合阻抗建模与稳定性分析

史金柱,杨黎晖,朱美婷

118 基于Vector Fitting的光伏并网逆变器控制器参数频域辨识方法

王 哲,吕 敬,吴林林,王 潇,宗皓翔,蔡 旭

125 含电力电子变压器的配电网单相接地故障集成化消弧方法

简玉捷,郭谋发,游建章

▶▶ 清洁能源

135 分布式光伏系统最优运维周期确定方法

尹德扬,梅 飞,郑建勇,赫卫国,祁晓婧

142 经柔性直流接入的大规模直驱风电场等效建模与小干扰稳定性分析

任必兴,孙 蓉,李 强,甘德强,周 前,汪成根

153 基于矩阵的迹的弱电网下永磁直驱风电场直流电压时间尺度小扰动振荡稳定性分析

刘克权,刘文飞,刘 春,郝如海,陈仕彬,高 振,王 洋

▶▶ 分析与研究

160 交直流电力信息物理系统连锁故障演化模型及风险评估

张晶晶,陈博进,吴佳瑜,齐先军,杨 熙

167 兼具抗同步误差和耐高阻能力的直流配电网单极接地故障测距方法

吴宇奇,叶雨晴,马 啸,李正天,吴通华,徐海波

175 基于集中-分散交易机制的多产消者两阶段鲁棒优化模型

王善磊,孙国强,吴 晨,胡国伟,周亦洲,陈 胜,卫志农

183 基于图形处理器加速的电网全网拓扑分析算法

郑逸凡,周 贇,傅 萌,王子恒,冯燕钧

191 树形双边贯通供电方案及其应用研究

晏 寒,解绍锋,王 辉,刘 炜,张继雄,冯文杰

198 基于对偶原理的三相五柱式Sen变压器准稳态模型

周 超,韩 松,卜 亮,潘宇航

204 高压电抗器绕组和铁芯机械故障的混沌特性分析与特征识别

马宏忠,侯鹏飞,严 岩,吴金利,陈 轩,朱 超

212 28 V 低压直流载波通信系统的增益特性研究及系统实现

朱俊辉,李荷丹,何明亮,张晓静,刘 飞,陈乾宏

219 基于MHD的改进型保护间隙快速熄弧仿真

胡新宇,杨廷方,汪新秀,宋华伟,石发科

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 莉

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

SPECIAL COLUMN: INTEGRATED ENERGY SYSTEM WITH MULTI-ENERGY COLLABORATION

- 7 Two-stage optimization for community integrated energy system based on robust stochastic model predictive control
LIU Chunming, LI Ruiyue, YIN Yujun, LIU Nian
- 14 Fuzzy optimal scheduling of integrated electricity and natural gas system in industrial park considering source-load uncertainty
QIU Gefei, HE Chao, LUO Zhao, LIANG Junyu, FENG Zehua, YANG Haotian, YANG Haoyu
- 22 Integrated energy system planning of railway 10 kV distribution network with hybrid energy storage
XIAO Fei, WU Mingli, HE Tingting
- 31 Two-layer receding horizon optimal control method for multi-energy microgrid with power-to-gas and hybrid energy storage
CHEN Feixiong, LIN Weihui, SHAO Zhenguo
- 81 Multivariate load forecasting in integrated energy system based on maximal information coefficient and multi-objective Stacking ensemble learning
CUI Shuyin, WANG Xinjie

SPECIAL COLUMN: MICROGRID

- 46 Secondary frequency regulation method for droop inverters in island operation
DONG Jiawei, WANG Zhixin, ZHU Guozhong, BAO Jun
- 53 Self-balancing isolated DC-DC converter for bipolar low voltage DC microgrid
PEI Zhongchen, SONG Xiaomin, LIU Chuang, LIN Lin, ZHU Di, JIANG Yu, WANG Jingyue, LI Hui
- 60 AC microgrid protection method considering photovoltaic low voltage ride through characteristics
JING Liuming, WANG Yibo, ZHAO Tong, ZHOU Jinghua

SPECIAL COLUMN: ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY

- 67 Dynamic characteristic analysis of DC drop control-based grid-connected electric vehicle system considering influence of phase locked loop
XIU Liancheng, DU Zhiye, LI Mingxian, HE Jingxuan, SONG Hanliang, WANG Dongjie
- 74 Electric vehicle charging guidance strategy considering selection conflict of target charging stations
LI Hengjie, XIA Qiangqiang, SHI Yiwei, ZHOU Yun, ZHANG Kaiyu, SHI Shanshan, SHEN Bing

SPECIAL COLUMN: POWER ELECTRONICS APPLICATION

- 81 Novel MMC sub-module topology with DC fault clearing capability
SHU Hongchun, WANG Wentao, JIANG Yaoxi, SHAO Zongxue, WANG Rui, LIAO Mengli
- 89 Collaborative optimal configuration of current limiting devices at source and network sides in complex multi-terminal flexible DC power grid
MEI Jun, CHEN Xiaoyu, ZHU Pengfei, YAN Lingxiao, ZHANG Bingtian
- 103 Reliability evaluation to UPFC with abnormal state and routine test
LI Shenghu, HU Tao, CHANG Yaling
- 103 Optimal control strategy of voltage dependent current order limiter based on constant equivalent DC input resistance
LIU Bo, CHEN Zhong, YANG Kai, LU Chen, YAN Jun, ZHUANG Weijin
- 111 Fault diagnosis method for switches in MMC based on SE-DSCNN
ZENG Zhaorong, HE Yigang
- 117 Frequency coupling impedance modeling and stability analysis of grid-connected converter based on DSOGI-PLL in weak grid
SHI Jinzhu, YANG Lihui, ZHU Meiting
- 124 Frequency-domain identification method for controller parameters of photovoltaic grid-connected inverter based on Vector Fitting
WANG Zhe, LÜ Jing, WU Linlin, WANG Xiao, ZONG Haoxiang, CAI Xu

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

Publication Number ISSN 1006-6047

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

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment

Guodian Nanjing Automation Co., Ltd.

Editorial Department

Editor in Chief GUO Xiaojun

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

Web Site www.epae.cn

Post Code 210032

E-mail epae@sac-china.com

Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349

- 134 Integrated arc suppression method of single-phase grounding fault in distribution network with power electronic transformer
JIAN Yujie, GUO Moufa, YOU Jianzhang

CLEAN ENERGY

- 141 Determination method of optimal operation and maintenance cycles for distributed photovoltaic system
YIN Deyang, MEI Fei, ZHENG Jianyong, HE Weiguo, QI Xiaojing
- 152 Equivalent modeling and small-signal stability analysis on PMSG-based large-scale wind farm connected to power system via VSC-HVDC
REN Bixing, SUN Rong, LI Qiang, GAN Deqiang, ZHOU Qian, WANG Chenggen
- 159 Small disturbance oscillation stability analysis of permanent magnet synchronous generator wind farm under weak grid in DC voltage timescale based on matrix trace
LIU Kequan, LIU Wenfei, LIU Chun, HAO Ruhai, CHEN Shibin, GAO Zhen, WANG Yang

ANALYSIS AND RESEARCH

- 166 Cascading failure evolution model and risk assessment of AC / DC CPPS
ZHANG Jingjing, CHEN Bojin, WU Jiayu, QI Xianjun, YANG Xi
- 174 Single pole-to-ground fault locating method with ability against synchronization error and high fault resistance for DC distribution network
WU Yuqi, YE Yuqing, MA Xiao, LI Zhengtian, WU Tonghua, XU Haibo
- 182 Two-stage robust optimization model of multiple prosumers based on centralized-decentralized trading mechanism
WANG Shanlei, SUN Guoqiang, WU Chen, HU Guowei, ZHOU Yizhou, CHEN Sheng, WEI Zhinong
- 190 Global power network topology analysis algorithm based on GPU acceleration
ZHENG Yifan, ZHOU Gan, FU Meng, WANG Ziheng, FENG Yanjun
- 197 Research on tree bilateral continuous power supply scheme and its application
YAN Han, XIE Shaofeng, WANG Hui, LIU Wei, ZHANG Jixiong, FENG Wenjie
- 211 Quasi steady-state model of three-phase five-limb ST based on duality principle
ZHOU Chao, HAN Song, BU Liang, PAN Yuhang
- 211 Chaotic characteristic analysis and feature recognition of mechanical failure of high voltage reactor winding and iron core
MA Hongzhong, HOU Pengfei, YAN Yan, WU Jinli, CHEN Xuan, ZHU Chao
- 218 Research of gain characteristics and system implementation for 28 V low voltage DC carrier communication system
ZHU Junhui, LI Hedan, HE Mingliang, ZHANG Xiaojing, LIU Fei, CHEN Qianhong
- 224 Fast arc extinction simulation for improved protective gap based on MHD
HU Xinyu, YANG Tingfang, WANG Xinxiu, SONG Huawei, SHI Fake

《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