



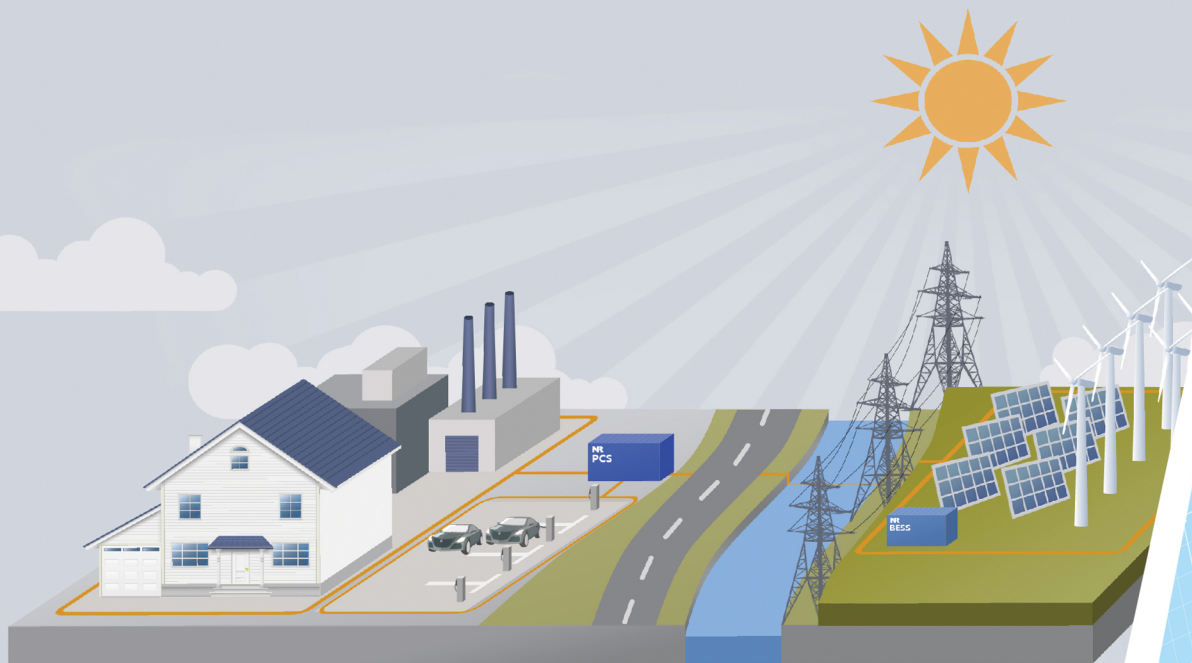
电力自动化设备

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

NR 南瑞继保
NR ELECTRIC

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持。

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 **3** 月刊
第42卷 第3期
Vol. 42 No. 3

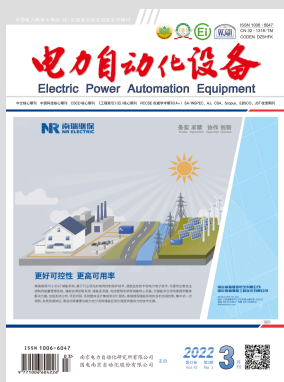


万方数据

电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



3月
2022 年

第 42 卷 第 3 期
(总第 335 期)
2022 年 3 月 10 日出版

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

目次 Contents

多能协同综合能源系统专题

- 1 基于非合作博弈与收益共享契约的能源服务商定价策略
李学平,王健民,卢志刚,耿丽君,石丽娜,何良策
- 9 计及可靠性价值的综合能源系统设备优化配置
高雪倩,刘文霞
- 18 考虑管存能力及风险调节代价的电气互联系统风电消纳调度
匡萃浙,王群,陈泽兴,邹舟诣奥,陈伯达

综述

- 26 风电经特高压直流送出系统的暂态过电压问题研究综述
李帛洋,晁璞璞,徐式蕴,李卫星,刘新元,李志民
- 36 美国加州地区提高山火灾害下电网弹性的公共安全停电政策和措施
王则凯,丁涛,李立,王康,迟方德

电力电子技术应用专题

- 45 换相电压负序分量对 LCC-HVDC 输电系统换相的影响分析及其抑制策略
刘对,李晓华,蔡泽祥,殷珊珊
- 53 高压直流输电系统开路电压的解析计算
余敬秋,徐政
- 60 一种基于故障限流器的混合级联直流输电系统故障穿越方法
王相飞,江琴,赵静波,李保宏,刘天琪
- 68 电网电压畸变下的级联 H 桥光伏并网逆变器谐波抑制控制策略
袁义生,吕森,朱启航
- 76 基于虚拟空间矢量过调制策略的逆变器共模电压抑制方法
王顺,杨淑英,李一,谢震
- 82 基于输入电流和输出电压的 Vienna 整流器单管开路故障诊断方法
姚芳,陆乐,王刘浏,李超峰,唐圣学
- 90 基于 FPGA 的模块化多电平换流器并行化控制器设计及实验验证
王宇,刘崇茹,侯延琦,刘昊宇,李庚银
- 97 单相级联中点箝位整流器 IGBT 和传感器的统一故障诊断方法
晋明波,葛兴来

清洁能源

- 104 基于多源气象预报总辐照度修正的光伏功率短期预测
师浩琪,郭力,刘一欣,王成山

- 113 基于R藤Copula-DBN时空相关性建模的风光荷功率概率预测

廖芷燕,李银红

- 121 基于改进SSD-Teager时频分析的引风机转子故障诊断方法

唐贵基,孙军科,王晓龙,伍小林,周福成,崔彦亭,吴 韬,胥佳瑞

分析与研究

- 128 基于长短期记忆循环神经网络的AGC实时控制策略

李 滨,王靖德,梁水莹,韦昌福

- 135 基于后验分布信息的SSAE暂态稳定评估模型倾向性修正方法

林 楠,王怀远,陈启凡

- 142 三端直流输电系统大地金属回线转换策略

刘 航,黄曼茜,彭茂兰,王海军,许建中,张悛宁

- 148 基于充放电滞回特性的超级电容参数提取方法

黄 鹤,肖 飞,杨国润,麦志勤

- 153 不对称短路故障下电池储能影响交流系统短路电流机理及算法

霍启迪,唐晓骏,马世英,刘英培,田仕杰,梁海平

- 161 考虑变量相关性的改进场景优化法区间潮流计算 陈宇辛,江岳文

- 168 考虑投资能力反馈的电网规划项目投资时序优化方法

金智博,李华强,李山山,邓靖微,尹 硕,路 尧

- 175 两级交易模式下南方区域省间中长期交易机制优化路径

许 喆,陈 玮,丁军策

- 182 基于电压相量差的发电机GCB失灵保护新原理

王义凯,谭力铭,尹项根,洪 心,田 兴,乔 健,徐 雯

- 189 抗干扰算法改进的发电机转子接地保护

朱宇聪,王树刚,桑建斌,包明磊,李玉平,陈福锋

- 196 基于BI-GRU改进的Seq2Seq网络的变压器油中溶解气体浓度预测方法

汤 健,侯慧娟,陈洪岗,王劭菁,盛戈峰,江秀臣

- 203 基于时、频域自相似性的配电变压器环境噪声识别方法

刘 元,苏 盛,刘正谊,夏云峰,刘贯科,李 彬

探讨与应用

- 210 基于改进遗传蚁群算法的低压PLC网络路由方法

崔 莹

- 218 基于龙芯处理器的继电保护装置平台及关键技术

李友军,周华良,徐广辉,戴欣欣,罗华煜,夏 雨

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 任思思

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 国内外公开发刊

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

SPECIAL COLUMN: INTEGRATED ENERGY SYSTEM WITH MULTI-ENERGY COLLABORATION

- 8 Pricing strategy of energy service provider based on non-cooperative game and revenue sharing contract
LI Xueping, WANG Jianmin, LU Zhigang, GENG Lijun, SHI Lina, HE Liangce
- 52 Optimal configuration of integrated energy system equipment considering reliability value *GAO Xueqian, LIU Wenxia*
- 25 Wind power consumption dispatching of integrated electricity and natural gas system considering line-pack capacity and risk adjustment cost
KUANG Cuizhe, WANG Qun, CHEN Zexing, ZOU Zhouyao, CHEN Boda

SUMMARY AND SURVEY

- 35 Review on transient overvoltage issues of wind power transmission system via UHVDC
LI Boyang, CHAO Pupu, XU Shiyun, LI Weixing, LIU Xinyuan, LI Zhimin
- 44 Policies and measures of public safety power shutoff for enhancing grid resilience under catastrophic wildfire in California state of America
WANG Zekai, DING Tao, LI Li, WANG Kang, CHI Fangde

SPECIAL COLUMN: POWER ELECTRONICS APPLICATION

- 52 Influence analysis of negative sequence components of commutation voltage on commutation of LCC-HVDC transmission system and its suppression strategy
LIU Dui, LI Xiaohua, CAI Zexiang, YIN Shanshan
- 75 Analytical calculation of open line voltage for HVDC transmission system *YU Jingqiu, XU Zheng*
- 67 Fault ride-through method of hybrid cascaded HVDC transmission system based on fault current limiter
WANG Xiangfei, JIANG Qin, ZHAO Jingbo, LI Baohong, LIU Tianqi
- 75 Harmonic suppression control strategy of cascaded H-bridge grid-connected photovoltaic inverter under grid voltage distortion
YUAN Yisheng, LÜ Sen, ZHU Qihang
- 96 Suppression method of inverter common-mode voltage based on virtual space vector over-modulation strategy
WANG Shun, YANG Shuying, LI Yi, XIE Zhen
- 89 Method of single switch open circuit fault diagnosis in Vienna rectifier based on input currents and output voltage
YAO Fang, LU Le, WANG Liuliu, LI Chaofeng, TANG Shengxue
- 96 Parallel controller design and experimental verification for modular multilevel converter based on FPGA
WANG Yu, LIU Chongru, HOU Yanqi, LIU Haoyu, LI Gengyin
- 103 Unified fault diagnosis method for IGBT and current sensor in single-phase cascaded NPC rectifier
JIN Mingbo, GE Xinglai

CLEAN ENERGY

- 112 Short-term forecasting of photovoltaic power based on total irradiance correction of multi-source meteorological forecast
SHI Haoqi, GUO Li, LIU Yixin, WANG Chengshan
- 120 Probabilistic forecasting of wind-photovoltaic-load power based on temporal-spatial correlation modelling of Regular Vine Copula-DBN
LIAO Zhiyan, LI Yinhong
- 167 Diagnosis method for rotor fault of induced draft fan based on improved SSD-Teager time-frequency analysis
TANG Guiji, SUN Junke, WANG Xiaolong, WU Xiaolin, ZHOU Fucheng, CUI Yanting, WU Tao, XU Jiarui

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

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

Guodian Nanjing Automation Co., Ltd.

Editor in Chief GUO Xiaojun

Web Site www.epae.cn

E-mail epae@sac-china.com

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

ANALYSIS AND RESEARCH

- 134 AGC real-time control strategy based on LSTM recurrent neural network
LI Bin, WANG Jingde, LIANG Shuiying, WEI Changfu
- 141 Tendency correction method of SSAE transient stability assessment model based on posterior distribution information
LIN Nan, WANG Huaiyuan, CHEN Qifan
- 147 Conversion strategy between ground return and metallic return of three-terminal DC transmission system
LIU Hang, HUANG Manxi, PENG Maolan, WANG Haijun, XU Jianzhong, ZHANG Yining
- 152 Parameter extraction of supercapacitor based on charging and discharging hysteresis characteristics
HUANG He, XIAO Fei, YANG Guorun, MAI Zhiqin
- 160 Mechanism and algorithm of short circuit current in AC system affected by BESS under asymmetric short circuit faults
HUO Qidi, TANG Xiaojun, MA Shiyang, LIU Yingpei, TIAN Shijie, LIANG Haiping
- 167 Interval power flow calculation with improved scenario optimization method considering correlation of variables
CHEN Yuxin, JIANG Yuewen
- 174 Optimization method of investment time series of power grid planning projects considering investment ability feedback
JIN Zhibo, LI Huaqiang, LI Shanshan, DENG Jingwei, YIN Shuo, LU Yao
- 181 Optimization path of inter-provincial medium- and long-term transaction mechanism in Southern China under two-level transaction mode
XU Zhe, CHEN Wei, DING Junce
- 188 Novel principle of generator circuit breaker failure protection based on voltage phasor difference
WANG Yikai, TAN Liming, YIN Xianggen, HONG Xin, TIAN Xing, QIAO Jian, XU Wen
- 195 Generator rotor grounding protection improved by anti-interference algorithm
ZHU Yucong, WANG Shugang, SANG Jianbin, BAO Minglei, LI Yuping, CHEN Fufeng
- 217 Concentration prediction method based on Seq2Seq network improved by BI-GRU for dissolved gas in transformer oil
TANG Jian, HOU Huijuan, CHEN Honggang, WANG Shaojing, SHENG Gehao, JIANG Xiuchen
- 209 Environmental noise recognition method for distribution transformer based on time domain and frequency domain self-similarity
LIU Yuan, SU Sheng, LIU Zhengyi, XIA Yunfeng, LIU Guanke, LI Bin

DISCUSSION AND APPLICATION

- 217 Low-voltage PLC network routing method based on improved genetic ant colony algorithm
CUI Ying
- 224 Relay protection device platform and key technologies based on Loongson chip processor
LI Youjun, ZHOU Hualiang, XU Guanghui, DAI Xinxin, LUO Huayu, XIA Yu

《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