



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



致力于发展“电网自动化、电厂及工业自动化、轨道交通自动化、信息与安全技术、电力电子”等产业

为智慧能源提供整体解决方案

自动化、智能化成就未来
be Automation be Intelligence be Future



详情请访问<http://www.sac-china.com>, 或致电400-1-600268

SAC 国电南京自动化股份有限公司
GUODIAN NANJING AUTOMATION CO., LTD.

ISSN 1006-6047



04>

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
Vol. 42

第4期
No. 4

4 月刊



电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



4月
2022 年
第 42 卷 第 4 期
(总第 336 期)
2022 年 4 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

中国电力教育大学院(校)长联席会学术论文专栏

1 基于主从博弈的微电网群多阶段鲁棒优化规划
符 杨,那馨月,李振坤,张智泉,李宏仲

电动汽车技术专题

9 动态路-电耦合网络下电动出租车快速充电引导及其定价策略
傅质馨,朱韦翰,朱俊澎,袁 越
18 基于充电行为预测的电动汽车参与系统调频备用:容量挖掘与风险评估
吴洲洋,艾 欣,胡俊杰,吴界辰
27 计及V2G价格激励的电动汽车削峰协同调度策略
王 敏,吕 林,向 月

34 基于充电桩选择策略的双馈线负荷优化和削峰潜力分析
李 欣,杨景旭,刘艳萍,曾顺奇,黄国华

清洁能源

41 考虑用户侧参与的调峰辅助服务费用分摊机制 江岳文,韦嘉睿
48 考虑交换功率费用的多区互联电热联合系统协调消纳弃风分析
刘书彦,廖 扬,柴庆宣,胡林献,李延松
55 考虑疲劳载荷的风电场分散式频率响应策略
杨伟峰,文云峰,李 立,王 康,迟方德,张武其
63 计及安全边界和智能软开关协同配置的配电网分布式光伏准入容量
优化 姚天宇,李 勇,乔学博,韩 宇,矫舒美,曹一家
71 考虑光伏选相投切的低压配电网三相平衡优化
陈家超,李钦豪,唐 渊,张勇军
79 大型水电机组组合型接地方式参数优化设计 贾文超,曹 嵩

电力电子技术应用专题

86 实现输入电流连续的优化型Y源逆变器 刘鸿鹏,卢 壮
92 基于Ostrowski圆盘定理的并网逆变器系统稳定性分析
杨 蕾,黄 伟,郭 成,张 丹,向 川,奚鑫泽,邢 超

99 电力电子变压器公共冗余结构及容错控制策略

韩杰祥,张 哲,徐可寒,尹项根

107 基于混杂自动机的双向ICPT系统建模及控制 李 欣,徐积强

114 新跨接双极三电平子模块拓扑及其控制策略

张建坡,闫 语,田新成

▶▶ 智能配电系统专题

121 基于模型预测控制的主动配电网多场景变时间尺度优化调度

刘自发,张 婷,王 岩

129 含逆变型分布式电源花瓣式配电网单相接地故障特性分析

陈晓龙,袁 姝,李永丽,李仲青,王 强,耿少博

138 基于有限PMU配置的配电网故障定位 杨 睿,高红均,刘俊勇

146 配电网单相接地故障柔性自适应消弧新方法

游建章,郭谋发,蔡文强,高 伟

154 基于电能路由器的配电网稳定运行与故障恢复分层能量优化

杜云飞,尹项根,赖锦木,王 祯,胡家玄,于 吉

165 基于矩阵范型的配电网三相谐波潮流算法

林金榕,张 逸,李传栋,邵振国,李宽宏

▶▶ 分析与研究

172 基于Attention-BiLSTM神经网络和气象数据修正的短期负荷预测模型

王继东,杜 冲

178 海洋核动力平台发电机定子绕组单相接地故障风险分析与实时定位

王义凯,尹项根,乔 健,谭力铭,徐 雯

184 含MMC的交直流输电系统短路电流统一求解方法

刘昕宇,王国腾,徐 政,张哲任,高熠莹,韩 奕,刘天阳

190 双馈风力发电机组惯量阻尼特性与改进附加频率控制策略

雷添翔,律方成,刘教民,张 雷,周 倜,包 鑫

197 基于零序电压有源调控的发电机定子接地故障消弧方法及保护对策

徐 雯,王义凯,尹项根,乔 健,谭力铭,李 伟

203 基于联合分量灰度化算法和深度学习的玻璃绝缘子目标识别算法

黄新波,高玉菡,张 烨,赵 隆,伍逸群,孙苏珍

210 基于拖尾电流识别的断路器失灵保护判据

董新涛,李宝伟,赵剑松,方 正,李 旭,邓茂军

218 基于注意力机制的卷积神经网络指针式仪表图像读数识别方法

张 森,万吉林,王慧芳,管敏渊,杨 斌,李 凡

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 王锦秀

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 国内外公开发行业

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

- 8 Multi-stage robust optimization planning of microgrid clusters based on master-slave game
FU Yang,XING Xinyue,LI Zhenkun,ZHANG Zhiquan,LI Hongzhong

SPECIAL COLUMN:ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY

- 17 Fast charging guidance and pricing strategy for electric taxis based on dynamic traffic-grid coupling network
FU Zhixin,ZHU Weihai,ZHU Junpeng,YUAN Yue
- 26 EVs' participation in system frequency regulation reserve based on charging behavior prediction:capacity mining and risk evaluation
WU Zhouyang,AI Xin,HU Junjie,WU Jiechen
- 85 Coordinated scheduling strategy of electric vehicles for peak shaving considering V2G price incentive
WANG Min,LÜ Lin,XIANG Yue
- 40 Dual feeder load optimization and peak shaving potential analysis based on charging pile selection strategy
LI Xin,YANG Jingxu,LIU Yanping,ZENG Shunqi,HUANG Guohua

CLEAN ENERGY

- 47 Allocation mechanism of peak-shaving auxiliary service cost considering consumer side participation
JIANG Yuewen,WEI Jiarui
- 54 Coordinated abandoned wind accommodation analysis of multi-area interconnected combined heat and power system considering exchanging power cost
LIU Shuyan,LIAO Yang,CHAI Qingxuan,HU Linxian,LI Yansong
- 62 Decentralized frequency response strategy for wind farm considering fatigue load
YANG Weifeng,WEN Yunfeng,LI Li,WANG Kang,CHI Fangde,ZHANG Wuqi
- 70 Hosting capacity optimization of distributed photovoltaic in distribution network considering security boundary and coordinate configuration of SOP
YAO Tianyu,LI Yong,QIAO Xuebo,HAN Yu,JIAO Shumei,CAO Yijia
- 78 Three-phase balance optimization of low-voltage distribution network considering photovoltaic phase selection and switching
CHEN Jiachao,LI Qinhao,TANG Yuan,ZHANG Yongjun
- 85 Parameter optimization design of combination-type grounding mode for large-sized hydropower units
JIA Wenchao,CAO Song

SPECIAL COLUMN:POWER ELECTRONICS APPLICATION

- 98 Optimized Y-source inverter for continuous input current
LIU Hongpeng,LU Zhuang
- 98 Stability analysis of grid-connected inverter system based on Ostrowski disc theorem
YANG Lei,HUANG Wei,GUO Cheng,ZHANG Dan,XIANG Chuan,XI Xinze,XING Chao
- 106 Communal redundant structure and fault-tolerant control strategy for power electronic transformer
HAN Jiexiang,ZHANG Zhe,XU Kehan,YIN Xianggen
- 113 Modeling and control of bidirectional ICPT system based on hybrid automata
LI Xin,XU Jiqiang
- 120 New crossing bipolar three-level sub-module topology and its control strategy
ZHANG Jianpo,YAN Yu,TIAN Xincheng

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.	Publication Number ISSN 1006-6047
Sponsor Nanjing Electric Power Automation Research Institute Co.,Ltd. Guodian Nanjing Automation Co.,Ltd.	Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment 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

SPECIAL COLUMN:SMART DISTRIBUTION SYSTEM

128 Multi-scenario variable time scale optimal scheduling of active distribution network based on model predictive control
LIU Zifa,ZHANG Ting,WANG Yan

137 Analysis of single-phase grounding fault characteristics in petal-shaped distribution network with inverter-interfaced distributed generator
CHEN Xiaolong,YUAN Shu,LI Yongli,LI Zhongqing,WANG Qiang,GENG Shaobo

145 Distribution network fault location based on limited PMU configuration
YANG Rui,GAO Hongjun,LIU Junyong

153 Novel flexible and adaptive arc suppression method for single-phase grounding fault in distribution network
YOU Jianzhang,GUO Moufa,CAI Wenqiang,GAO Wei

171 Hierarchical energy optimization based on electric energy router for distribution network in stable operation and fault recovery
DU Yunfei,YIN Xianggen,LAI Jinmu,WANG Zhen,HU Jiaxuan,YU Ji

171 Three-phase harmonic power flow algorithm of distribution network based on matrix paradigm
LIN Jinrong,ZHANG Yi,LI Chuandong,SHAO Zhenguo,LI Kuanhong

ANALYSIS AND RESEARCH

224 Short-term load prediction model based on Attention-BiLSTM neural network and meteorological data correction
WANG Jidong,DU Chong

183 Risk analysis and real-time locating of single-phase grounding fault of generator stator winding for offshore nuclear power plant
WANG Yikai,YIN Xianggen,QIAO Jian,TAN Liming,XU Wen

189 Unified solution method of short circuit current for AC / DC transmission system with MMC
LIU Xinyu,WANG Guoteng,XU Zheng,ZHANG Zheren,GAO Yiyi,HAN Yi,LIU Tianyang

196 Inertia and damping characteristics of DFIG and improved additional frequency control strategy
LEI Tianxiang,LÜ Fangcheng,LIU Jiaomin,ZHANG Lei,ZHOU Ti,BAO Xin

202 Arc suppression method and protection countermeasures of generator stator grounding fault based on active control of zero-sequence voltage
XU Wen,WANG Yikai,YIN Xianggen,QIAO Jian,TAN Liming,LI Wei

209 Glass insulator target recognition algorithm based on joint component grayscale algorithm and deep learning
HUANG Xinbo,GAO Yuhan,ZHANG Ye,ZHAO Long,WU Yiqun,SUN Suzhen

217 Criterion of breaker failure protection based on identification of tail current
DONG Xintao,LI Baowei,ZHAO Jiansong,FANG Zheng,LI Xu,DENG Maojun

224 Convolutional neural network based on attention mechanism for reading recognition of pointer-type meter images
ZHANG Sen,WAN Jilin,WANG Huifang,GUAN Minyuan,YANG Bin,LI Fan

《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



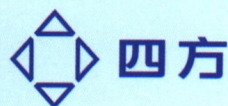
9 新能源与新负荷背景下的电网安全专题

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



企业能源综合管控系统

凭借智能开关、电力电子、保护自动化和系统软件等产品的独特优势，可从站端硬件到顶层系统为企业客户提供全过程的端到端解决方案，在“设备、作业、管理、协同”4个方面提升能源管控数字化、智能化水平，全面赋能企业能源管理，实现能源清洁化、业务在线化、作业移动化、信息透明化、支撑智慧化。适用于港口交通、钢铁冶金、石油石化、工业园区等多种场景。

“361” 企业能源综合管控系统

3个中心

能源调控中心

设备管理中心

安全管控中心

6种功能

电力调控

能碳管理

全生命周期管理

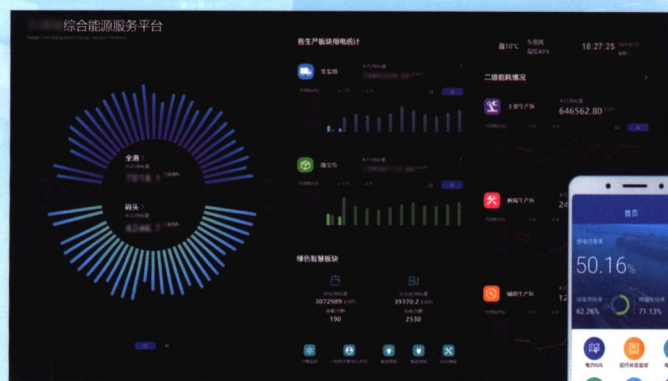
综合应急

电能替代
设施管控

能源数据应用

1个平台

一体化平台



北京四方继保工程技术有限公司
BEIJING SIFANG ENGINEERING CO., LTD.

地址：北京市海淀区上地四街9号 股票代码：601126
电话：010-62961515 网址：www.sf-auto.com

7X24 服务
hours 热线
400-036-1515



广告

ISSN 1006-6047
CN 32-1818/TM

邮发代号 国内 28-268
国外 MO-4802

国内定价 50.00 元/期
600.00 元/年