



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 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

为智慧电力提供整体解决方案

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

更清洁 更安全 更有效
more Clean more Security more Efficiency
更清洁 更安全 更有效
more Clean more Security more Efficiency

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.

★本期为“面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术”专辑

ISSN 1006-6047



9 771006 604219

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

2021
第41卷 第10期
Vol.41 No.10

10



电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



“面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术”专辑

1 特约主编寄语 梅生伟,陈来军,朱建全

储能规划

- 3 基于分布鲁棒的风-氢混合系统氢储能容量优化配置 司 杨,陈来军,陈晓波,高梦宇,麻林瑞,梅生伟
- 11 考虑大规模风电接入的电力系统混合储能容量优化配置 齐晓光,姚福星,朱天瞳,张倩芳,张 菁,王 颖,苗世洪
- 20 基于可拓距K-均值聚类 and 正弦微分进化算法的风储联合系统优化配置 孙惠娟,方 杜,彭春华
- 28 考虑频率响应过程的风储联合调频策略及储能系统优化配置方法 朱 瑛,秦立宽,颜全椿,卫志农
- 36 高风电渗透率下考虑电网频率支撑需求的储能系统配置方法 刘洪波,张 崇,孙 同,彭晓宇,张书钰
- 44 多微电网共享储能的优化配置及其成本分摊 李咸善,解仕杰,方子健,李 飞,程 杉
- 52 计及灵活性辅助服务费用的配电网灵活型资源优化配置 牛焕娜,钱 立,杨 璐,王 坤
- 60 含相变储能的冷热电联供型微网多目标优化配置 孙 亮,李佳雯,杨心贺,孙立国
- 67 共享电动汽车混合充换电站选址优化 栗 然,臧向迪,张文昕,罗东晖,李鹏程

储能运营

- 75 计及循环寿命的储能优化配置与运营策略 王泽爽,陈嘉俊,朱建全,叶汉芳
- 82 计及多种储能协调运行的数据中心实时能量管理 吴云芸,方家琨,艾小猛,薛照臻,胡 伟,沈 煜,文劲宇
- 90 基于深度强化学习的光储充电站储能系统优化运行 陈亭轩,徐潇源,严 正,朱彦名
- 99 计及光伏出力不确定性的氢能综合能源系统经济运行策略 韩子娇,李正文,张文达,刘 凯,董鹤楠,袁铁江
- 107 计及电转氢和燃料电池的电热微网日前经济协调调度模型 蔡钦钦,肖 宇,朱永强
- 113 考虑点对点电能共享的智能楼宇群分布式优化调度 周 军,李佳旺,马鸿君,姜德龙,张 虹

国家科委(90)国科发情字796号文批准



10月
2021年

第41卷第10期
(总第330期)

2021年10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)
- 王维俭 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

万方数据

- 122 含P2G和混合电储能的矿山综合能源系统多目标优化调度
梁 喆,李 梅,周孟然
- 130 考虑多重分时电价和效益潜力的电力储能系统调度策略
杨贺钧,时瑞廷,马英浩,马 静,沈玉明
- 138 基于区块链的共享储能联合调频分散交易机制设计
裴 佑,裴哲义,邱伟强,杨 莉,董 凌,王莲芳,林振智

▶▶ 储能控制

- 146 大储能容量超导磁储能系统的拓扑结构及控制策略
张 芳,沈浩明,杨丰瑜
- 156 一种双超级电容倍压式串联蓄电池系统并行均衡器
刘红锐,张开翔,张 彬,尹 荣,钱 晶
- 162 提高风能利用水平的风电场群储能系统控制策略
李军徽,岳鹏程,李翠萍,葛长兴,张嘉辉
- 170 含储能型虚拟同步发电机的直驱风机并网系统自适应协调阻尼控制策略
金铭鑫,王 彤,黄世楼,王 康,迟方德,李 立
- 178 基于储能型逆变电源有功增量控制的故障穿越控制策略
顾和荣,窦晓晖,陈路杰,戚 鑫
- 184 基于模型预测控制算法的多风储直流微电网分布式电压二次控制策略
朱晓荣,马英乔,赵澄颖
- 192 计及SOC的电池储能系统一次调频自适应综合控制策略
王育飞,杨铭诚,薛 花,张宇华,米 阳
- 199 计及储能SOC恢复的孤岛直流外送AGC模型预测控制
张海波,段洁琼,奚耀晃,龚贤夫,程 鑫

▶▶ 储能评估

- 205 基于随机片段数据的锂电池状态估计方法
钟景瑜,廖 凯,李 波,胡思洋,王 敏
- 213 基于CNN-Bi-LSTM网络的锂离子电池剩余使用寿命预测
梁海峰,袁 芃,高亚静
- 220 考虑荷储动态特性时序降维的配电网剩余供电能力评估
刘 真,赵 健,管敏渊,王小宇,吴刚勇,吴国强
- 227 基于氢能的风-火耦合多能系统设计与综合评估
袁铁江,高玲玉,谢永胜,周 专
- 234 基于状态评估的多类型储能系统检修优化策略
王廷涛,苗世洪,张松岩,张 迪,姚福星,郑 重
- 244 “双碳”目标下面向新能源消纳场景的共享储能综合评价
邱伟强,王茂春,林振智,杨 莉,王莲芳,孙剑影
- 256 面向多类型工业用户的分散式共享储能配置及投资效益分析
刘亚锦,代 航,刘志坚,刘瑞光

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
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
第四届华东地区优秀期刊
中国电力报刊协会优秀期刊



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、陆 丹
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
中国标准连续出版物号 ISSN 1006-6047
CN 32-1318/TM
国际刊名代码(CODEN) DZSHFK



关注微信



访问官网

CONTENTS

Special Issue: Energy Storage Planning, Regulation and Operation for Power System with High Penetration of Renewable Energy

ENERGY STORAGE PLANNING

- 10 Optimal capacity allocation of hydrogen energy storage in wind-hydrogen hybrid system based on distributionally robust
SI Yang, CHEN Laijun, CHEN Xiaotao, GAO Mengyu, MA Linrui, MEI Shengwei
- 19 Capacity optimization configuration of hybrid energy storage in power system considering large-scale wind power integration
QI Xiaoguang, YAO Fuxing, ZHU Tiantong, ZHANG Qianmao, ZHANG Jing, WANG Ying, MIAO Shihong
- 27 Optimal allocation of wind-energy storage combined system based on extension distance K-means clustering and sine differential evolution algorithm
SUN Huijuan, FANG Du, PENG Chunhua
- 35 Wind-storage combined frequency regulation strategy and optimal configuration method of energy storage system considering process of frequency response
ZHU Ying, QIN Likuan, YAN Quanchun, WEI Zhinong
- 43 Configuration method of energy storage system considering grid frequency support demand under high wind power penetration
LIU Hongbo, ZHANG Chong, SUN Tong, PENG Xiaoyu, ZHANG Shuyu
- 51 Optimal configuration of shared energy storage for multi-microgrid and its cost allocation
LI Xianshan, XIE Shijie, FANG Zijian, LI Fei, CHENG Shan
- 59 Optimal allocation of flexible resources in distribution network considering cost of flexible auxiliary services
NIU Huanna, QIAN Li, YANG Lu, WANG Kun
- 66 Multi-objective optimal configuration of combined cooling, heating and power microgrid with phase change material energy storage
SUN Liang, LI Jiawen, YANG Xinhe, SUN Ligu
- 74 Location optimization of hybrid charging and changing station for shared electric vehicles
LI Ran, ZANG Xiangdi, ZHANG Wenxin, LUO Donghui, LI Pengcheng

ENERGY STORAGE OPERATION

- 81 Optimal configuration and operation strategy of energy storage considering cycle life
WANG Zeshuang, CHEN Jiajun, ZHU Jianquan, YE Hanfang
- 89 Real-time energy management of data center considering coordinated operation of multiple types of energy storage
WU Yunyun, FANG Jiakun, AI Xiaomeng, XUE Xizhen, HU Wei, SHEN Yu, WEN Jinyu
- 98 Optimal operation based on deep reinforcement learning for energy storage system in photovoltaic-storage charging station
CHEN Tingxuan, XU Xiaoyuan, YAN Zheng, ZHU Yanming
- 106 Economic operation strategy of hydrogen integrated energy system considering uncertainty of photovoltaic output power
HAN Zijiao, LI Zhengwen, ZHANG Wenda, LIU Kai, DONG Henan, YUAN Tiejia
- 161 Day-ahead economic coordination dispatch model of electricity-heat microgrid considering P2H and fuel cells
CAI Qinqin, XIAO Yu, ZHU Yongqiang
- 121 Distributed optimal scheduling for smart building clusters considering peer-to-peer electric energy sharing
ZHOU Jun, LI Jiawang, MA Hongjun, JIANG Delong, ZHANG Hong
- 129 Multi-objective optimal dispatch of mining area integrated energy system with P2G and hybrid electric energy storage
LIANG Zhe, LI Mei, ZHOU Mengran
- 137 Scheduling strategy of electric energy storage system considering multiple time-of-use electricity prices and potential benefit
YANG Hejun, SHI Ruiting, MA Yinghao, MA Jing, SHEN Yuming
- 145 Design of decentralized trading mechanism for shared energy storage joint frequency regulation based on blockchain
PEI You, PEI Zheyi, QIU Weiqiang, YANG Li, DONG Ling, WANG Lianfang, LIN Zhenzhi

ENERGY STORAGE CONTROL

- 155 Topological structure and control strategy of superconducting magnetic energy storage system with large energy storage capacity
ZHANG Fang, SHEN Haoming, YANG Fengyu

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

161 Parallel equalizer of double supercapacitors voltage doubling battery system
LIU Hongrui,ZHANG Kaixiang,ZHANG Bin,YIN Rong,QIAN Jing

169 Control strategy of energy storage system in wind farm group to improve wind energy utilization level
LI Junhui,YUE Pengcheng,LI Cuiping,GE Changxing,ZHANG Jiahui

191 Adaptive coordinated damping control strategy for grid-connected direct-driven wind turbine system with energy storage-based virtual synchronous generators
JIN Mingxin,WANG Tong,HUANG Shilou,WANG Kang,CHI Fangde,LI Li

183 Fault ride-through control strategy based on active power increment control of energy-stored inverter
GU Herong,DOU Xiaohui,CHEN Lujie,QI Xin

191 Distributed voltage secondary control strategy of multi wind-storage DC microgrid based on model predictive control algorithm
ZHU Xiaorong,MA Yingqiao,ZHAO Chenghao

219 Self-adaptive integrated control strategy of battery energy storage system considering SOC for primary frequency regulation
WANG Yufei,YANG Mingcheng,XUE Hua,ZHANG Yuhua,MI Yang

204 AGC model predictive control of islanded HVDC sending end considering SOC recovery of energy storage
ZHANG Haibo,DUAN Jieqiong,XI Yaomian,GONG Xianfu,CHENG Xin

ENERGY STORAGE EVALUATION

212 State estimation method of lithium battery based on random fragment data
ZHONG Jingyu,LIAO Kai,LI Bo,HU Siyang,WANG Min

219 Remaining useful life prediction of lithium-ion battery based on CNN-Bi-LSTM network
LIANG Haifeng,YUAN Peng,GAO Yajing

226 Residue supply capability assessment of distribution network with time series dimension reduction considering dynamic characteristic of load and energy storage
LIU Zhen,ZHAO Jian,GUAN Minyuan,WANG Xiaoyu,WU Gangyong,WU Guoqiang

255 Design and comprehensive evaluation of wind-thermal power coupling multi-energy system based on hydrogen energy
YUAN Tiejia,GAO Lingyu,XIE Yongsheng,ZHOU Zhuan

243 Maintenance optimization strategy of multi-type energy storage systems based on state evaluation
WANG Tingtao,MIAO Shihong,ZHANG Songyan,ZHANG Di,YAO Fuxing,ZHENG Zhong

255 Comprehensive evaluation of shared energy storage towards new energy accommodation scenario under targets of carbon emission peak and carbon neutrality
QIU Weiqiang,WANG Maochun,LIN Zhenzhi,YANG Li,WANG Lianfang,SUN Jianying

264 Configuration and investment benefit analysis of decentralized shared energy storage for multiple types of industrial users
LIU Yajin,DAI Hang,LIU Zhijian,LIU Ruiguang

《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 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



2 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



3 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



4 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、河海大学孙国强副教授



5 “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



6 智能电网与能源互联网环境下的信息物理融合系统专题
专题特约主编：浙江大学文福拴教授、香港中文大学（深圳）赵俊华教授



7 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、余一平副教授



8 多能协同综合能源系统专题
专题特约主编：清华大学郭庆来副教授、广州供电局刘育权教授级高工



9 智能配电系统专题
专题特约主编：天津大学王守相教授



江苏科佳诚瑞电气股份有限公司

部分业绩

- 宁波韵升集团4 MW分布式光伏项目
- 正泰新能源—海宁恒逸项目（一期）
12 MW分布式光伏发电项目
- 中节能五峰南岭风电200 MW项目
- 河北张北大西山风电场项目
- 苏州公交东南环立交首末站项目
- 东莞虎门充电站项目



高压直流接触器



浪涌保护器



智能浪涌保护器

科佳诚瑞专注新能源的保护和控制

- **SJD系列直流接触器**广泛用于新能源电动汽车、储能等领域，可控制大电流高电压通断，安全性好。
- **KDY系列模块化风电电源防雷器**是依据 IEC 等相关防雷标准设计生产的，具备较高的雷电流泄放能力，可抗击恶劣环境。搭配公司智能雷电在线监测系统使用，可辅助实现对叶片、风机等的寿命监测。



地址：苏州工业园区和顺路59号
总机：0512-65151966 / 0512-67546416
官网：www.kejia.cn / www.szsjdq.com



广告

ISSN 1006-6047
CN 22-1318/TM
万方数据

邮发代号 国内 28-268
国外 MO-4802

国内定价 50.00 元/期
600.00 元/年