

ISSN 0258 - 8013
CODEN ZDGXER

中国电机工程学报

半月刊

第 44 卷 第 2 期

Proceedings of the CSEE

SEMIMONTHLY

Vol.44 No.2

中国电机工程学报

第四十四卷

第二期

二〇二四年一月

Proceedings of the CSEE

Vol.44

No.2

January 2024



ISSN 0258-8013



中国电机工程学会主办
THE CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING



中国电机工程学报

ZHONGGUO DIANJI GONGCHENG XUEBAO

第 44 卷

第 2 期 (总第 733 期)

2024 年 1 月 20 日

目 次

(论文电子版 <http://ntps.epri.sgcc.com.cn/djgxcb/CN/home>)

· 电力系统 ·

- 计及电量交易信息的用电碳计量方法.....李姚旺, 刘昱良, 杨晓斌, 何伟, 方宇娟, 杜尔顺, 张宁, 李佳 (439)
- 考虑 PMU 数据质量问题的电力系统扰动检测方法.....李子康, 刘灏, 毕天姝, 杨奇逊 (451)
- 基于有源消弧暂态衰减信息的配电网接地故障跟踪检测方法.....刘宝稳, 万子雄, 曾祥君, 张慧芬, 马宏忠 (464)
- 事件触发改进一致性算法的孤岛运行多逆变器微电网系统分布式二次调频方法
.....董家伟, 龚春阳, 包俊, 朱国忠, 王志新 (476)
- 基于多项式混沌展开的电力系统概率可用输电能力评估.....姜涛, 李春晖, 张儒峰, 陈厚合, 李国庆 (489)
- 新型电力系统主动构网机理与技术路径.....王祺, 张泽轲, 郭杰师, 余鹏, 马进, 郭一甫, 赵慕欣, 李世翔 (504)
- 并网型直流微电网的非线性降阶建模及其估计吸引域的优化计算
.....孙圣欣, 汤晨煜, 解大, 古丽扎提·海拉提, 顾承红, 张延迟, 王西田 (517)
- 考虑 MAF 延时和前馈补偿的高压直流快速锁相环.....汪娟娟, 余震霄, 吴秋媚, 傅闯 (535)

· 综合能源 ·

- 基于数字孪生与元宇宙技术的能源互联网态势感知系统论方法研究(一): 概念、挑战与研究框架
.....贺兴, 陈旻昱, 唐跃中, 艾芊, 张东霞 (547)
- 面向电网频率快速支撑的风电场自适应分布式协调控制
.....姚雅涵, 熊永新, 姚伟, 林思齐, 周泓宇, 文劲宇 (561)
- 海水淡化厂与区域水-能耦合系统的协同调度.....赵霞, 武桢寓, 李欣怡, 孙名轶 (573)
- 港口大规模冷箱负荷群用电的一致性分层优化调度方法
.....杨莉, 黄文焘, 余墨多, 邵能灵, 李然, 谭恩荣, 邵思语 (586)

· 可再生能源与储能 ·

- 一种考虑峰荷-电量分摊机制和风电关键场景的输-配电网协同调度策略
.....涂青宇, 苗世洪, 杨志豪, 姚福星, 林毓军 (597)
- 动态风向变化下风力机叶片和塔架应力及功率特性分析.....汪建文, 闫思佳, 张建伟, 高志鹰 (610)
- 基于贝叶斯优化卷积神经网络的路面光伏阵列最大功率点电压预测方法.....毛明轩, 冯心营, 陈思宇, 王立宁 (620)

· 发电 ·

- 全链条大型燃煤机组直接耦合生物质发电降碳技术.....谭厚章, 杨富鑫, 王新宁, 李凤军, 吴德利, 赵旭 (631)
- 基于烟分析的热电联产能耗一致性评价方法.....张艺晨, 戈志华, 杨勇平, 杨志平 (642)
- 超声速差法平面叶栅流场试验和数值研究.....俞天阳, 张世玮, 却依飞, 马良, 田昌, 苏明旭 (652)
- SO₂ 对 K₂CO₃ 吸附 CO₂ 性能影响的实验及 DFT 机理研究
.....郭百合, 李艳红, 张靖超, 王彦霖, 乔晓磊, 金燕 (659)

· 电力电子 ·

- 模块化多电平中压直流变换器的高可靠自供电架构研究.....李楚杉, 方恒, 龚青苑, 李成敏, 李武华, 何湘宁 (670)
- 高海拔地区晶闸管宇宙射线失效等效加速试验研究
.....李尧圣, 张进, 陈中圆, 李金元, 王忠明, 刘杰, 梁红胜, 彭超 (682)
- 一类三电平伪图腾柱无桥 PFC 变换器.....马辉, 徐甜川, 范李平, 卢云, 陈曦, 黄悦华 (691)
- 抑制电网背景谐波的变流器导纳重塑方法.....李珍, 唐欣, 何洋, 刘鹏宇, 李晓萌 (704)
- 双耦合 SP-S 补偿紧凑型抗偏移 WPT 系统.....谢文燕, 陈为, 陈庆彬, 江彦伟 (714)

· 电机及其系统 ·

- 多变运行工况下混合励磁轴向磁场永磁电机自适应模型预测电流控制.....徐磊, 刘浩, 朱孝勇, 张超, 范文杰 (725)
- 球形电动机及其研究发展综述.....赵静, 何威, 刘向东, 李伟力, 李争, 杨磊 (737)
- 基于有限时间状态观测器的永磁同步直线电机递归终端滑模控制
.....王立俊, 赵吉文, 盘真保, 于子翔, 郑智磊 (755)
- 基于直接磁链跟踪控制的无刷双馈电机无 Crowbar 对称低电压穿越方法
.....樊慧彬, 王淑红, 李佳彬, 曹建文, 许连丙, 姜铭, 张爱玲 (766)

· 高电压 ·

- 交直流输电线路混合电场的人体感受试验及设计控制值研究.....谢莉, 陆家榆, 杨勇, 吴桂芳, 鞠勇 (776)
- 先进绝缘材料电场辅助性能调控及制备研究进展
.....申子魁, 周濛, 贾志东, 郝艳捧, 李越纪, 王希林, 黄逸蒙 (790)
- 基于 PT-PFM 激励阻抗谱数字重构的电缆故障诊断定位.....张海月, 王守明, 刘骥, 张益舟, 张明泽 (805)
- 基于中性点对地电压高频开关振荡的变频电机绕组内部绝缘在线监测.....李豪, 李耀, 向大为, 李宇昂 (817)

· 电气基础与前沿交叉 ·

- 永磁直驱型风机海上风电送出系统不对称接地及甩负荷电磁暂态研究
.....王爽, 陈小月, 郑智慧, 李炬添, 张振, 林睿, 王羽, 鲁海亮 (827)
- 接触器低速大吸力合闸优化控制策略.....汤龙飞, 闫涌仁, 李新叶, 陈红 (838)
- 基于 Energetic 和改进 Jiles-Atherton-Sablik 模型的电工钢片动态磁致伸缩特性模拟.....陈昊, 李琳, 王亚琦 (848)

· 英文概述见论文电子版 ·

PROCEEDINGS OF THE CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING (PROCEEDINGS OF THE CSEE)

Vol.44 No.2 (Ser. 733)

Jan. 20, 2024

CONTENTS

(Electronic Journals <http://nps.epri.sgcc.com.cn/djgxcb/CN/home>)

• Power Systems •

- Electricity Carbon Metering Method Considering Electricity Transaction Information
..... LI Yaowang, LIU Yuliang, YANG Xiaobin, HE Wei, FANG Yujuan, DU Ershun, ZHANG Ning, LI Jia (439)
- Power System Disturbance Detection Method Considering PMU Data Quality Problems..... LI Zikang, LIU Hao, BI Tianshu, YANG Qixun (451)
- Ground Fault Tracking and Detection of Distribution Network Based on Transient Attenuation Information of
Active Arc-suppression Process LIU Baowen, WAN Zixiong, ZENG Xiangjun, ZHANG Huifen, MA Hongzhong (464)
- Event-triggered Improved Consensus Algorithm Distributed Secondary Frequency Regulation of Multi-inverter Microgrid Systems With
Islanded Operation DONG Jiawei, GONG Chunyang, BAO Jun, ZHU Guozhong, WANG Zhixin (476)
- Probabilistic Available Transfer Capacity Evaluation of Power Systems Using Polynomial Chaos Expansion
..... JIANG Tao, LI Chunhui, ZHANG Rufeng, CHEN Houhe, LI Guoqing (489)
- Mechanism and Technical Path of Active Grid-forming of New Type Power System
..... WANG Qi, ZHANG Zeke, GUO Jieshuai, YU Peng, MA Jin, GUO Yifu, ZHAO Muxin, LI Shixiang (504)
- Nonlinear Modeling of Grid-connected DC Microgrid and Optimization of Estimated Region of Attraction
..... SUN Shengxin, TANG Chenyu, XIE Da, GULIZHATI Hailati, GU Chenghong, ZHANG Yanchi, WANG Xitian (517)
- HVDC Fast Phase-locked Loop Considering MAF Delay and Feedforward Compensation
..... WANG Juanjuan, YU Zhenxiao, WU Qiumei, FU Chuang (535)

• Integrated Energy •

- System Theory Study on Situation Awareness of Energy Internet of Things Based on Digital Twins and Metaverse (I):
Concept, Challenge, and Framework HE Xing, CHEN Minyu, TANG Yuezhong, AI Qian, ZHANG Dongxia (547)
- Adaptive Distributed Cooperative Control of Wind Farms for Grid Frequency Fast Support
..... YAO Yahan, XIONG Yongxin, YAO Wei, LIN Siqi, ZHOU Hongyu, WEN Jinyu (561)
- Coordinated Scheduling of Seawater Desalination Plants and the Water-energy Nexus ZHAO Xia, WU Zhenyu, LI Xinyi, SUN Mingyi (573)
- Consensus Based Hierarchical Optimization Scheduling Method for Large-scale Reefer Loads in Ports
..... YANG Li, HUANG Wentao, YU Moduo, TAI Nengling, LI Ran, TAN Enrong, SHAO Siyu (586)

• Renewables and Energy Storage •

- A Collaborative Scheduling Strategy for Transmission-distribution Systems Considering Peak Load-electricity Quantity Allocation
Mechanism and Key Wind Power Scenarios TU Qingyu, MIAO Shihong, YANG Zhihao, YAO Fuxing, LIN Yujun (597)
- Analysis of Stress and Power Characteristics of Wind Turbine Blades and Tower Under Dynamic Wind Direction Change
..... WANG Jianwen, YAN Sijia, ZHANG Jianwei, GAO Zhiying (610)
- A Novel Maximum Power Point Voltage Forecasting Method for Pavement Photovoltaic Array Based on
Bayesian Optimization Convolutional Neural Network MAO Mingxuan, FENG Xinying, CHEN Siyu, WANG Lining (620)

• Power Generation •

- Whole-chain Biomass Direct Co-firing Technology for the Coal-fired Power Plant to Reduce CO₂ Emission
..... TAN Houzhang, YANG Fuxin, WANG Xinling, LI Fengjun, WU Deli, ZHAO Xu (631)
- Unified Evaluation Method of Cogeneration Energy Consumption Based on Exergy Analysis
..... ZHANG Yichen, GE Zhihua, YANG Yongping, YANG Zhiping (642)
- Experimental and Numerical Study on Flow Field of Plane Cascades by Ultrasonic Velocity Difference Method
..... YU Tianyang, ZHANG Shiwei, QUE Yifei, MA Liang, TIAN Chang, SU Mingxu (652)
- Experimental and DFT Mechanism Study on the Effect of SO₂ on CO₂ Adsorption Performance by K₂CO₃
..... GUO Baihe, LI Yanhong, ZHANG Jingchao, WANG Yanlin, QIAO Xiaolei, JIN Yan (659)

• Power Electronics •

- Research on the Architecture of Highly Reliable Self-powered System for Modular Multilevel Medium Voltage DC Converters
..... LI Chushan, FANG Heng, GONG Qingyuan, LI Chengmin, LI Wuhua, HE Xiangning (670)
- Research on Equivalent Accelerated Test of Thyristor Cosmic Ray Failure in High Altitude Area
..... LI Yaosheng, ZHANG Jin, CHEN Zhongyuan, LI Jinyuan, WANG Zhongming, LIU Jie, LIANG Hongsheng, PENG Chao (682)
- A Family of Three-level Pseudo Totem-pole Power Factor Correction Circuit
..... MA Hui, XU Tianchuan, FAN Liping, LU Yun, CHEN Xi, HUANG Yuehua (691)
- Admittance Reshaping Method of Converter for Suppressing Background Harmonic of Grid
..... LI Zhen, TANG Xin, HE Yang, LIU Pengyu, LI Xiaomeng (704)
- Compact Anti-offset WPT System With Dual-coupled SP-S Compensation XIE Wenyan, CHEN Wei, CHEN Qingbin, JIANG Yanwei (714)

• Motors and Their Systems •

- Adaptive Model Predictive Current Control of Hybrid Excited Axial Field Permanent Magnet Motor Under
Multiple Operating Conditions XU Lei, LIU Hao, ZHU Xiaoyong, ZHANG Chao, FAN Wenjie (725)
- An Overview on Developments and Research of Spherical Motors ZHAO Jing, HE Wei, LIU Xiangdong, LI Weili, LI Zheng, YANG Lei (737)
- Recursive Terminal Sliding Mode Control of Permanent Magnet Synchronous Linear Motor Based on Finite-time State Observer
..... WANG Lijun, ZHAO Jiwen, PAN Zhenbao, YU Zixiang, ZHENG Zhilei (755)
- Crowbarless Symmetrical Low-voltage Ride Through Method for Brushless Doubly Fed Induction Generators Based on Direct Flux
Tracking Control FAN Huibin, WANG Shuhong, LI Jiabin, CAO Jianwen, XU Lianbing, JIANG Ming, ZHANG Ailing (766)

• High Voltage •

- Study on Human Perception Experiments and Design Limits of the Hybrid Electric Field of Parallel HVAC and
HVDC Transmission Lines XIE Li, LU Jiayu, YANG Yong, WU Guifang, JU Yong (776)
- Electric Field Assisted Modification/Fabrication of Advanced Insulating Materials: A Review
..... SHEN Zikui, ZHOU Meng, JIA Zhiong, HAO Yanpeng, LI Yueji, WANG Xilin, HUANG Yimeng (790)
- Cable Fault Diagnosis and Location Based on Digital Reconstruction of PT-PFM Excitation Impedance Spectrum
..... ZHANG Haiyue, WANG Shouming, LIU Ji, ZHANG Yizhou, ZHANG Mingze (805)
- Online Condition Monitoring of Winding Internal Insulation for Inverter-fed Machine Using Neutral-to-ground High-frequency
Switching Oscillation Voltage LI Hao, LI Yao, XIANG Dawei, LI Yuang (817)

• Fundamental Researches and Frontier Interdiscipline Studies for Electrical Engineering •

- Electromagnetic Transient Research of Asymmetrical Grounding and Load Rejection of Offshore Wind Power Transmission System of
Permanent Magnet Synchronous Generator WANG Shuang, CHEN Xiaoyue, ZHENG Zhihui, LI Jutian,
ZHANG Zhen, LIN Rui, WANG Yu, LU Hailiang (827)
- An Optimal Closing Strategy of Low Speed With Large Force for Contactors TANG Longfei, YAN Yongren, LI Xinye, CHEN Hong (838)
- Simulation of Dynamic Magnetostriiction Characteristics of Electrical Steel Sheet Based on Energetic and
the Improved Jiles-Atherton-Sablik Models CHEN Hao, LI Lin, WANG Yaqi (848)

• For Extended Summaries, Please See the Electronic Journals •

《中国电机工程学报》第五届编辑委员会成员

- 主任委员：舒印彪
- 副主任委员：林铭山 郑健超 周孝信 郭剑波 赵 鹏 苏立新
- 委 员：丁玉剑 王成山 王 东 王伟胜 王树民 文劲宇 卢啸风 帅智康 付 昶 司凤琪 毕天姝
(按姓氏笔画排序) 吕俊复 朱法华 刘 东 刘进军 汤广福 汤 涌 许世森 许建中 孙华东 孙宏斌 孙秋野
杜小泽 杜 雄 李子欣 李立毅 李庆民 李兴文 李武华 李国庆 李 鹏 杨寿敏 杨晓峰
肖 飞 吴广宁 吴云喜 吴少华 别朝红 何正友 何湘宁 邹继斌 辛焕海 宋文胜 张小平
张东霞 张书琦 张 宁 张 兴 张卓然 陈阿莲 陈 武 陈海生 邵 涛 林湘宁 罗皓泽
和敬涵 周 昊 周 波 郑 超 赵文祥 荣命哲 胡家兵 姚良忠 姚 洪 徐殿国 涂春鸣
梅生伟 曹一家 崔 翔 康重庆 程 明 曾 嵘 谢永慧 蔡小舒 蔡宁生 廖瑞金 穆 钢
戴朝波
- 顾 问：丁 明 马伟明 王锡凡 丰镇平 朱宝田 危师让 刘吉臻 刘建明 孙元章 李文沅 杨奇逊
(按姓氏笔画排序) 吴青华 余贻鑫 宋永华 张文涛 张伯明 陈维江 金红光 赵淳生 郭烈锦 陶文铨 程时杰
Goran Strbac Chanan Singh Vijay Vittal
- 编委会秘书：韩 蕾

中国电机工程学报			Proceedings of the CSEE		
(半月刊，1964 年创刊)			(Semimonthly, started in 1964)		
第 44 卷 第 2 期 2024 年 1 月 20 日出版			Vol.44 No.2 Jan.20, 2024		
版权所有			© 2024 Chinese Society for Electrical Engineering		
主 管	中国科学技术协会	Competent Authority	China Association for Science and Technology		
主 办	中国电机工程学会	Sponsor	Chinese Society for Electrical Engineering(CSEE)		
主 编	汤 涌	Editor-in-Chief	Yong TANG		
副 主 编	张东霞 穆 钢 杨寿敏 李武华 王 东	Associate Editor-in-Chief	Dongxia ZHANG Gang MU Shoumin YANG Wuhua LI Dong WANG		
编辑出版	《中国电机工程学报》编辑部	Publisher	Editorial Office of Proceedings of the CSEE		
地 址	100192北京清河小营东路15号 中国电力科学研究院有限公司	Address	Xiaoyingdonglu 15, Qinghe, Beijing 100192, China		
编辑部主任	韩 蕾	Director	Lei HAN		
编辑部副主任	乔宝榆	Deputy Director	Baoyu QIAO		
编 辑	李泽荣 邱丽萍 吕鲜艳 胡琳琳 李新洁 朱腾翌 刘雪莹 张文鑫 陈 娟	Editor	Zerong LI Liping QIU Xianyan LYU Linlin HU Xinjie LI Tengyi ZHU Xueying LIU Wenxin ZHANG Juan CHEN		
电 话	010-82415657(传真) 010-82812534 010-82812972 010-82812973	Telephone	86-10-82415657(Fax) 86-10-82812534 86-10-82812972 86-10-82812973		
电 子 邮 件	pcsee@epri.sgcc.com.cn	E-mail	pcsee@epri.sgcc.com.cn		
网 址	http://ntps.epri.sgcc.com.cn/djgxcb	Website	http://ntps.epri.sgcc.com.cn/djgxcb		
印 刷	北京科信印刷有限公司	Printed by	Beijing Kexin Printing Co., Ltd.		
国内发行	北京报刊发行局	Domestic Distributor	Beijing Newspaper and Periodical Distribution Bureau		
国外发行	中国国际图书贸易集团有限公司	Overseas Distributor	China International Book Trading Corporation		
国际刊名代码	ZDGXER	CODEN	ZDGXER		