



3-8013

Q K 2 2 3 8 2 6 0

DGXER

中国电机工程学报

半月刊

第 42 卷 第 18 期

Proceedings of the CSEE

SEMIMONTHLY

Vol.42 No.18



9月
2022
2022-09-20 出版

ISSN 0258-8013



9 770258 801223



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 42 卷

第 18 期 (总第 701 期)

2022 年 9 月 20 日

目 次

(论文电子版 <http://www.pcsee.org/CN/column/home.shtml>)

“变革性高效清洁燃烧关键技术”专题特约主编寄语 宋国良, 魏小林, 李为臻 (6533)

· 变革性高效清洁燃烧关键技术 ·

煤粉预热燃烧技术研发进展 呂清剛, 朱書駿, 朱建國, 欧陽子區 (6535)

生物质掺氨燃烧特性试验研究 底一, 黃騫, 馬鵬, 牛芳, 李水清 (6547)

热解半焦与发酵药渣分段富氧共燃特性模拟研究 王長安, 羅茂芸, 唐冠鋐, 金麗艳, 赵林, 車得福 (6553)

O_2/H_2O 燃烧方式下焦炭 N 向 NO 的转化机理 岳爽, 王春波, 许紫阳, 邢佳颖, 许桐, 洪迪昆 (6563)

水分对水溶烟气污染物测量的影响研究 苗苗, 冯玉鹏, 张双铭, 杨欣华, 龚迎莉, 杨海瑞, 张缦 (6573)

C-HRA-1 锅炉管在 700°C 实炉条件下的力学性能及组织演变研究 李季, 唐丽英, 周荣灿, 钟犁, 何源, 刘卫国, 李小敏, 赵海平, 李江 (6580)

· 智能配用电 ·

数据挖掘在配电网态势感知中的应用: 模型、算法和挑战 黃蔓云, 卫志农, 孙国强, 臧海祥 (6588)

串并联型多端口配电网柔性互联开关 冯欣, 张建文, 周劍橋, 章一新, 施剛, 蔡旭, 王鵬 (6599)

含多微电网租赁共享储能的配电网博弈优化调度 李咸善, 方子健, 李飞, 解仕杰, 程杉 (6611)

应对台风影响的海岛微网群韧性全过程提升 姜涛, 唐少南, 李雪, 张儒峰, 陈厚合, 李国庆 (6625)

有源配电网黑启动恢复供电辅助服务市场机制研究 李振坤, 魏硯軍, 张智泉, 符杨, 米阳 (6641)

考虑负荷弹性空间的配电网可靠性扩展规划方法 王梓旭, 林伟, 杨知方, 余娟 (6655)

基于多智能体的主动配电网空调负荷聚合及其降压调温削减方法 周奇, 马瑞, 王铁强, 鲁鹏, 冯春贤, 武伟鸣 (6668)

· 继电保护、通信及自动化 ·

针对光伏场站送出线路不对称短路故障的自适应距离保护原理 晁晨栩, 郑晓冬, 高飘, 邵能灵, 金甚达, 涂崎, 孙天甲, 李卫彬, 安怡然 (6681)

基于电流向量 I_2 范数的变压器比率差动保护新判据 廖小君, 李龙源, 童晓阳, 王晓茹 (6693)

基于多状态模型的变压器绕组早期故障保护方法研究 邓祥力, 朱慧, 杨梅, 吴文强, 刘世明 (6704)

高压直流输电线路的双端行波频差比值故障测距 束洪春, 杨竞及, 张广斌 (6715)

· 大电网规划与运行 ·

考虑静态电压稳定约束的电解铝参与电网频率稳定控制方法 廖思阳, 张明强, 徐箭, 李健, 王新迎, 柯德平, 孙元章, 余杰 (6727)

高比例风电接入场景下失稳预判与关键支路初筛方法研究 魏孝卿, 唐飞, 张童彦, 李宇, 亓君锋, 谢家锐, 李欣昂, 付超 (6740)

面向频率稳定校核的风机快速频率响应低阶建模方法及其误差分析 黄俊凯, 杨知方, 余娟, 李郅浩, 刘珏麟 (6752)

· 电力电子与电力传动 ·

三电平多相 H 桥变频器支撑电容电流抑制方法 胡亮灯, 肖飞, 辛子越, 吴文捷, 楼徐杰, 蒋林飞 (6766)

弱电网下基于 SISO 阻抗模型的 LCL 滤波并网逆变器在不同域下的稳定性差异分析 高家元, 涂春鸣, 肖凡, 郭祺, 邹凯星, 姜飞 (6777)

DC-DC 变换器并联系统无源控制及大信号稳定性研究 王勉, 唐芬, 陈麒宇, 吴学智, 牛靖凯 (6789)

基于频分复用的多端全双工无线能量信息同步传输方法 雷珂林, 刘福鑫 (6803)

随机对流条件下全密封变换器负载能力的动态评估方法 熊城, 应展烽, 姚凯, 李德明, 谢佳伟, 祖玮 (6812)

SiC MOSFET 栅源电压评估及驱动回路参数优化设计方法 秦海鸿, 谢斯璇, 卜飞飞, 陈文明, 黄文新 (6823)

· 电机与电器 ·

基于递推最小二乘法观测器的永磁同步伺服电机变参数滑模控制 黄依婷, 沈建新, 王云冲, 陈毅东 (6835)

结合预测开关表的六相串联三相双 PMSM 系统模型预测转矩控制 潘斌, 周扬忠, 钟天云 (6846)

高速电机驱动关键技术研究综述 鲍旭聰, 王晓琳, 彭旭衡, 严廷雄, 高起兴 (6856)

对称电压故障下双馈风力发电机瞬态特性分析 凌禹 (6871)

四相容错型缓解直流偏置饱和的混合励磁磁阻发电机电磁特性研究 赵耀, 滕登晖, 李东东, 边晓燕, 赵星 (6880)

· 特高压设备用分接开关 ·

变压器真空有载分接开关研究综述 王绍武, 李鹏, 李金忠, 张书琦, 汪可, 李戈琦, 李刚, 肖毅 (6893)

换流变压器真空有载分接开关切换过程电气应力解析方法 司马文霞, 刘蕙, 厉璇, 杨鸣, 汪可, 张和, 杨春 (6908)

· 英文概述见论文电子版 ·

期刊基本参数: CN11-2107/TM * 1964 * S * A4 * 386 * zh * P * ¥84.00 * 4000 * 33 * 2022-09 版权所有 未经许可不得转载及上网

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

Vol.42 No.18 (Ser. 701)

Sep. 20, 2022

CONTENTS

(Electronic Journals <http://www.pcsee.org/EN/column/current.shtml>)

- Foreword From the Guest Editor in Chief of Special Columns for "Transformational Technologies for Efficient and Clean Combustion" SONG Guoliang, WEI Xiaolin, LI Weizhen (6533)
- **Transformational Technologies for Efficient and Clean Combustion** ·
- Research and Development on Preheated Combustion of Pulverized Coal..... LYU Qinggang, ZHU Shujun, ZHU Jianguo, OUYANG Ziqu (6535)
Experimental Investigation on Combustion Characteristics of Cofiring Biomass With Ammonia DI Yi, HUANG Qian, MA Peng, NIU Fang, LI Shuiqing (6547)
Simulation Study on Oxy-fuel Co-combustion Characteristics of Pyrolyzed Semi-coke and Antibiotic Filter Residue WANG Chang'an, LUO Maoyun, TANG Guantao, JIN Liyan, ZHAO Lin, CHE Defu (6553)
Char N to NO Conversion Mechanism During O₂/H₂O Combustion YUE Shuang, WANG Chunbo, XU Ziyang, XING Jiaying, XU Tong, HONG Dikun (6563)
Study on the Influence of Moisture on the Measurement of Water-soluble Flue Gas Pollutants MIAO Miao, FENG Yupeng, ZHANG Shuangming, YANG Xinhua, GONG Yingli, YANG Hairui, ZHANG Man (6573)
Study on Mechanical and Microstructural Evolution of C-HRA-1 Boiler Tube in 700°C Component Test Facility LI Ji, TANG Liying, ZHOU Rongcan, ZHONG Li, HE Yuan, LIU Weiguo, LI Xiaomin, ZHAO Haiping, LI Jiang (6580)
- **Smart Electric Power Distribution and Utilization Technologies** ·
- Review of Distribution System Situation Awareness Based on Data Mining: Modeling, Algorithms and Challenges HUANG Manyun, WEI Zhinong, SUN Guoqiang, ZANG Haixiang (6588)
Series-shunt Multi-port Flexible Interconnection Switch for Distribution Network FENG Xin, ZHANG Jianwen, ZHOU Jianqiao, ZHANG Yixin, SHI Gang, CAI Xu, WANG Peng (6599)
Game-based Optimal Dispatching Strategy for Distribution Network With Multiple Microgrids Leasing Shared Energy Storage LI Xianshan, FANG Zijian, LI Fei, XIE Shijie, CHENG Shan (6611)
Resilience Boosting Strategy for Island Microgrid Clusters Against Typhoons JIANG Tao, TANG Shaonan, LI Xue, ZHANG Rufeng, CHEN Houhe, LI Guoqing (6625)
Research on Market Mechanism of Black Start Restoration Auxiliary Service in Distribution Network LI Zhenkun, WEI Yanjun, ZHANG Zhiqian, FU Yang, MI Yang (6641)
A Reliability-constrained Distribution Network Expansion Planning Method Considering Flexibility Space of Power Demand WANG Zixu, LIN Wei, YANG Zhifang, YU Juan (6655)
Multi-agent-system Based Air-conditioning Load Aggregation Method and Its Shedding by Voltage Reduction and Temperature Adjustment of Active Distribution Network ZHOU Qi, MA Rui, WANG Tieqiang, LU Peng, FENG Chunxian, WU Weiming (6668)
- **Power System Relaying, Communication and Automation** ·
- Adaptive Distance Protection for Transmission Line of Photovoltaic Station During Asymmetric Short Circuit CHAO Chenxu, ZHENG Xiaodong, GAO Piao, TAI Nengling, JIN Shenda, TU Qi, SUN Tianjia, LI Weibin, AN Yiran (6681)
New Criterion of Transformer Ratio Differential Protection Based on I_2 Norm of Current Vectors LIAO Xiaojun, LI Longyuan, TONG Xiaoyang, WANG Xiaoru (6693)
Research on Early Fault Protection Method of Transformer Winding Based on Multi-state Model DENG Xiangli, ZHU Hui, YANG Mei, WU Wenqiang, LIU Shiming (6704)
A Novel Fault-location Method for HVDC Transmission Lines Based on the Ratio of Two-terminal Traveling Wave Frequency Difference SHU Hongchun, YANG Jingji, ZHANG Guangbin (6715)
- **Large Power Grid Planning and Operation** ·
- Frequency Stability Control Method for Electrolytic Aluminum Participation in Power Grid Considering the Static Voltage Stability Constraints LIAO Siyang, ZHANG Mingqiang, XU Jian, LI Jian, WANG Xinying, KE Deping, SUN Yuanzhang, YU Jie (6727)
Research on Instability Prediction and Key Branches Primary Screening Method Under High Proportion of Wind Power Integrated Situation WEI Xiaoqing, TANG Fei, ZHANG Tongyan, LI Yu, QI Junfeng, XIE Jiarui, LI Xin'ang, FU Chao (6740)
Low-order Modeling of Wind Turbine-based Fast Frequency Response and Its Error Analysis for Frequency Stability Assessment HUANG Junkai, YANG Zhifang, YU Juan, LI Zhihao, LIU Juelin (6752)
- **Power Electronics and Drives** ·
- Current Suppression Method of Support Capacitor for Three-level Multiphase H-bridge Inverter HU Liangdeng, XIAO Fei, XIN Ziyue, WU Wenjie, LOU Xujie, JIANG Linfei (6766)
Analysis of Stability Differences of LCL-filter Grid-connected Inverters in Different Domains Based on SISO Impedance Model in Weak Grids GAO Jiayuan, TU Chunming, XIAO Fan, GUO Qi, ZOU Kaixing, JIANG Fei (6777)
Passivity-based Control and Large Signal Stability of DC-DC Converter Parallel System WANG Mian, TANG Fen, CHEN Qiyu, WU Xuezhi, NIU Jingkai (6789)
Multi-port Full-duplex Simultaneous Wireless Information/Power Transfer Method Based on Frequency Division Multiplexing LEI Kelin, LIU Fuxin (6803)
Load Capacity Dynamic Assessment Method for Fully-sealed Converter Under Random Convection XIONG Cheng, YING Zhanfeng, YAO Kai, LI Deming, XIE Jiawei, ZU Wei (6812)
Gate-source Voltage Evaluation and Parameter Optimized Designed Method of Driving Circuit for SiC MOSFET QIN Haihong, XIE Sixuan, BU Feifei, CHEN Wenming, HUANG Wenxin (6823)
- **Electric Machines and Apparatus** ·
- Variable Parameter Sliding Mode Control of Permanent Magnet Synchronous Servo Machine Based on Recursive Least Square Observer HUANG Yiting, SHEN Jianxin, WANG Yunchong, CHEN Yidong (6835)
Model Predictive Torque Control With Predictive Switching Table for Six-phase and Three-phase PMSM Series-connected System PAN Bin, ZHOU Yangzhong, ZHONG Tianyun (6846)
Review of Key Technologies of High-speed Motor Drive BAO Xucong, WANG Xiaolin, PENG Xuheng, YAN Tingxiong, GAO Qixing (6856)
Transient Characteristics Analysis of DFIG-based Wind Turbine Under Symmetrical Voltage Fault LING Yu (6871)
Research on the Electromagnetic Characteristics of Four-phase Fault-tolerant Relieving-DC-saturation Hybrid Excited Reluctance Generator ZHAO Yao, TENG Denghui, LI Dongdong, BIAN Xiaoyan, ZHAO Xing (6880)
- **Tap Changer Used in UHV Equipment** ·
- Overview of Transformer Vacuum-type On-load Tap Changers WANG Shaowu, LI Peng, LI Jinzhong, ZHANG Shuqi, WANG Ke, LI Geqi, LI Gang, XIAO Yi (6893)
Analysis Method of Electrical Stresses During Switching Process of Vacuum On-load Tap-changer in Converter Transformers SIMA Wenxia, LIU Hui, LI Xuan, YANG Ming, WANG Ke, ZHANG He, YANG Chun (6908)
- **For Extended Summaries, Please See the Electronic Journals** ·

《中国电机工程学报》第四届编辑委员会成员

主任委员：郑宝森

副主任委员：路书军 郑健超 周孝信 郭剑波 刘伟

委员：丁明 马伟明 王成山 王东 司风琪 刘吉臻 刘进军 刘建明 孙元章
(按姓氏笔画排序) 孙秋野 朱宝田 毕天姝 汤广福 汤涌 许世森 阮新波 何湘宁 别朝红

吴少华 吴青华 宋永华 张小平 张文亮 张文涛 张东霞 张伯明 张沛
李文沅 李兴源 李成榕 李武华 杜国刚 杨寿敏 步学朋 邱家驹 邹国棠
邹继斌 陈小良 陈树勇 陈海生 陈维江 陈道炼 周波 郑楚光 金红光
姚良忠 荣命哲 骆仲泱 徐文远 徐殿国 涂春鸣 郭烈锦 崔翔 康重庆
曹一家 梅生伟 章明川 曾嵘 程时杰 程明 蒋敏华 廖瑞金 蔡小舒
蔡宁生 穆钢

顾问：丰镇平 王锡凡 白晓民 关志成 危师让 余贻鑫 杨奇逊 赵淳生 陶文铨

(按姓氏笔画排序) 美国德州A&M大学Singh Chanan 英国曼彻斯特大学Peter Crossley

日本早稻田大学Ryuichi Yokoyama (横山隆一)

编委会秘书：韩蕾

中国电机工程学报

(半月刊，1964年创刊)

第42卷第18期 2022年9月20日出版

版权所有

Proceedings of the CSEE

(Semimonthly, started in 1964)

Vol.42 No.18 Sep.20, 2022

© 2022 Chinese Society for Electrical Engineering

主管 中国科学技术协会

Competent Authorities China Association for Science & 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 Tang Yong

副主编 邱家驹 朱宝田 张东霞
穆钢 杨寿敏 李武华

Associate Editor-in-Chief Qiu Jiaju Zhu Baotian Zhang Dongxia
Mu Gang Yang Shoumin Li Wuhua

编辑出版 《中国电机工程学报》编辑部

Editor & Publisher Editorial Board of Proceedings of the CSEE

地址 100192北京清河小营东路15号

Xiaoyingdonglu 15, Qinghe, Beijing

中国电力科学研究院有限公司

100192, China

编辑部主任 韩蕾

Director Han Lei

电话 010-82415657(传真)

Tel/Fax 86-10-82415657

010-82812534

86-10-82812534

010-82812545

86-10-82812545

010-82812974

86-10-82812974

电子邮件 pcsee@epri.sgcc.com.cn

E-mail pcsee@epri.sgcc.com.cn

网址 http://www.pcsee.org

http www.pcsee.org

印刷 北京科信印刷有限公司

Distributed Abroad by China International Book Trading

国内发行 102208北京昌平七北路马连店甲6号

Corporation(GUOJI SHUDIAN)

国外发行 北京报刊发行局

P.O.Box 399, Beijing, China

中国国际图书贸易总公司

Publication Number ISSN 0258-8013

CODEN ZDGXER

中国标准连续出版物号：ISSN 0258-8013
CN 11-2107/TM

邮发代号：国际M5746
国内82-327

国内定价：每册 84 元 全年 2016 元