

电网技术



POWER SYSTEM TECHNOLOGY

第44卷8期

Vol.44 No.8

电力现货市场关键技术

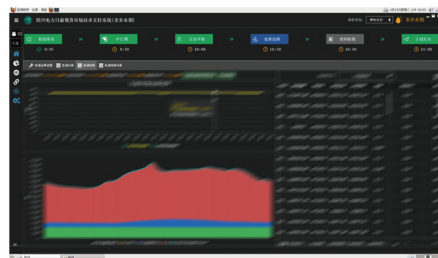
中国电力科学研究院有限公司基于现货市场关键技术研究成果，开发了跨区域省间可再生能源现货市场支撑系统和省级电力现货市场支撑系统，分别于2017年和2019年在国调中心、四川、福建、浙江等地投入运行，整体技术达到国际先进水平，有效支撑了国省两级电力现货市场运营，发掘了电能在不同时空上的价格分布，以市场化手段反映电力资源供需状况，促进清洁能源消纳，引导了全国大范围资源优化配置，提升了高效机组利用率和企业用电效益，实现了以电力改革增加社会福利的目标。



跨区域省间可再生能源现货市场交易结果界面



省级现货市场系统主画面



省级现货市场竞价出清界面



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

单位：中国电力科学研究院有限公司

地址：北京清河小营东路15号

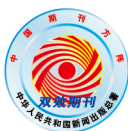
邮编：100192

电话：(010) 82812114

ISSN 1000-3673



9 771000 367202
万方数据



国家电网有限公司 主办

编辑委员会

主任:周孝信

委员(按姓氏笔画排序):

丁明 卫志农 王成山 王伟胜
王益民 王海风 韦化 文劲宇
文福拴 艾芊 毕天姝 吕运强
刘健 刘广一 刘开培 刘玉田
刘明波 刘建明 汤涌 孙华东
孙宏斌 严正 李卫东 李亚楼
李成榕 杨胜春 肖先勇 别朝红
何正友 张东霞 张乔根 周浩
周泽昕 段献忠 姚良忠 袁小明
徐政 郭剑波 梅生伟 曹一家
曹均正 盛万兴 康重庆 董新洲
程浩忠 谢小荣 路书军 廖瑞金
穆钢 鞠平

青年委员(按姓氏笔画排序):

丁一 王蓓蓓 冯双磊 吕泉
刘友波 刘敦楠 齐波 汤奕
孙国强 李勇 李斌 李卫星
李生虎 李建林 吴学智 张宁
张波 张志劲 陆超 易俊
胡伟 胡泽春 郭庆来 涂春鸣
崔杨 焦在滨 裴玮 魏晓光

顾问委员会

主任:郑健超

委员(按姓氏笔画排序):

马伟明 王锡凡 卢强 朱英浩
刘吉臻 汤广福 杨奇逊 严陆光
吴复立 邱爱慈 余贻鑫 汪轶生
沈国荣 宋永华 陆佑楣 陈清泉
陈维江 罗安 郑宝森 顾国彪
唐任远 黄其励 韩祯祥 程时杰
舒印彪 薛禹胜

目次

· 特约专稿 ·

中国特色、全国统一的电力市场关键问题研究(2):我国跨区跨省电力交易市场的发展途径、交易品种与政策建议

.....夏清,陈启鑫,谢开,庞博,李竹,郭鸿业(2801)

中国特色、全国统一的电力市场关键问题研究(3):省间省内电力市场协调运行的交易出清模型

.....曾丹,谢开,庞博,李竹,杨争林(2809)

· 电力市场 ·

面向现货市场出清的条件断面约束模型化处理办法

.....吴云亮,李豹,罗会洪,袁泉,李鹏,赖晓文,孙宇军,殷梓恒(2819)

顺价模式下浙江售电市场关键问题研究

.....李道强,乔松博,庄晓丹,龚建荣,孙瑜,金骆松(2830)

考虑多业主梯级水电站的日前市场分期出清方法

.....彭钰祥,刘继春,韩晓言,丁理杰,蒋万泉,季陈林(2837)

基于联合出清机制的电-热综合能源市场均衡分析

.....陈柏沅,王程,吴陈硕,刘念,何帅(2848)

考虑动态频率约束的一次调频和二次调频联合优化模型

.....王霞,应黎明,卢少平(2858)

· 可再生能源发电与综合消纳技术 ·

直驱风电机组频率耦合阻抗模型的辨识

.....刘威,段荣华,谢小荣,吴琛,程昊(2868)

基于 Stacking 融合的短期风速预测组合模型

.....李永刚,王月,刘丰瑞,吴滨源(2875)

计及市场风险的含电动汽车风光互补微电网随机规划调度模型

.....黄淼,陈鑫,文旭,郭琳,高春成(2883)

基于数据统计特性考虑误差修正的两阶段光伏功率预测

.....刘杰,陈雪梅,陆超,毛航银(2891)

单相准 Z 源逆变器最优开关矢量集模型预测控制

.....游云峰,肖先勇,马俊鹏,李媛,程俊,王行亚(2898)

受静态电压稳定约束的新能源临界渗透率计算方法

.....易俊,林伟芳,余芳芳,林安妮,杨帆(2906)

考虑频率分布特性的新能源电力系统等效惯量评估

.....李东东,张佳乐,徐波,赵耀,杨帆(2913)

计及大用户负荷管理的可再生能源消纳

.....龚钢军,张心语,张哲宁,刘林,杨晟,张鹏(2922)

虚拟电厂源荷双侧热电联合随机优化调度

.....袁桂丽,贾新潮,房方,董金凤(2932)

· 直流输电与直流电网 ·

基于小干扰稳定性的多端混合高压直流输电系统控制参数分析与优化方法

.....黄伟煌,李明,郭铸,陈鑫全,黎炳坤(2941)

整流侧换流母线电压恢复对逆变器换相的影响

.....马星,李凤婷,尹纯亚(2950)

基于人工智能的电力电子变换器开路故障诊断研究综述

.....刘闯,寇磊,蔡国伟,赵梓含,张哲(2957)

基于系统功率平衡的电力电子变压器中双有源桥二次侧母线电压波动抑制策略

.....文武松,赵争鸣,聂金铜,魏树生,莫昕,袁立强(2971)

· 电力系统 ·

- 高比例新能源电力系统稳定拐点释义
.....周勤勇, 赵珊珊, 刘增训, 高霄, 张立波, 贺海磊 (2979)
- 基于卷积神经网络的直流送端系统暂态过电压估算方法
.....陈厚合, 张赫, 王长江, 魏俊红, 张艳军, 张嵩 (2987)
- 高比例新能源接入下电力系统惯量相关问题研究综述
.....王博, 杨德友, 蔡国伟 (2998)
- 采用稳健独立分量分析的谐波发射水平评估方法
.....陈飞宇, 肖先勇, 汪颖 (3007)
- 基于可调品质因子小波变换和随机森林特征选择算法的电能质量复合扰动分类
.....杨晓梅, 郭林明, 肖先勇, 张家宁 (3014)
- 控制延时对虚拟同步机全局稳定性的影响分析
.....涂春鸣, 谢伟杰, 肖凡, 兰征, 周达 (3021)
- 基于直接式 AC/AC 变换的单相混合式配电变压器及其松弛二端口网络建模
.....王艺博, 蔡国伟, 刘闯, 郭东波, 张瀚文, 朱炳达 (3029)
- 基于飞蛾扑火优化算法的多运行方式电力系统稳定器参数协调优化方法
.....潘晓杰, 张立伟, 张文朝, 徐友平, 边宏宇, 王新军 (3038)
- 基于数据驱动的电力系统动态等值方法研究
.....陈厚合, 王为超, 姜涛, 魏俊红, 张嵩, 李国庆 (3047)
- 基于改进状态转移算法的不确定混沌电力系统参数辨识
.....王聪, 张宏立, 马萍 (3057)
- 配电网单相断线故障的负序电压电流特征分析及区段定位
.....常仲学, 宋国兵, 张维 (3065)
- 基于同步量测全尺度能量的配电网高阻故障动态检测方法
.....刘洋, 赵艳雷, Nirmal Nair, 姚维强 (3073)
- 基于分区分压的配电网供电能力计算实用方法
.....孙东雪, 王主丁, 田园, GUI ZIAO (3081)
- 基于宏观微观的继电保护设备评估体系构建方法
.....刘一民, 章家欢, 杨心平, 牛四清, 郑少明, 薛安成 (3090)
- 基于 Faster R-CNN 和 U-Net 的变电站指针式仪表读数自动识别方法
.....万吉林, 王慧芳, 管敏渊, 沈建良, 吴国强, 高奥, 杨斌 (3097)
- 华东电网调相机 AVC 控制策略研究
.....巩伟峰, 肖洋, 夏潮, 于大海, 蔡金华 (3106)
- 面向电力物联网新业务的电力通信网需求及发展趋势
.....刘林, 祁兵, 李彬, 叶欣, 梅文明 (3114)
- 考虑数据中心需求响应的城市电网阻塞管理
.....王晴, 刘友波, 黄杨, 刘畅, 陈刚, 刘俊勇 (3129)

· 高压技术 ·

- 基于稀疏表示理论的特高压交流变压器声信号盲分离研究
.....周东旭, 王丰华, 党晓婧, 张欣, 刘顺桂 (3139)
- ±1100 kV 换流站直流 MOA 综合老化特性研究
.....付颖, 乐波, 余芳, 魏琪, 郭洁 (3149)
- 玻璃绝缘子裂缝的激光检测方法
.....袁田, 应斯, 向孟宇, 闫力松, 李政言, 夏旭东 (3156)
- 并联间隙在 10 kV 配电线路的单相安装方式
.....杨鑫, 祝欢欢, 钟淼龙, 孙浩天, 丁学辉 (3164)

· 工程应用 ·

- 张北柔直电网单极接地故障机理分析
.....刘麒麟, 张英敏, 陈若尘, 刘天琪, 曾琦, 贺之渊 (3172)
- 巴西美丽山 II 期直流工程用饱和电抗器铁心损耗优化与特性分析
.....张娟娟, 盛财旺, 巩少岩, 周建辉, 高冲, 纪锋 (3179)
- 特高压 GIL 故障定位超声衰减特性及试验研究
.....刘云鹏, 费焯, 陈江波, 程林, 李梦齐, 刘诣, 邵茂峰 (3186)
- 混合式高压直流断路器例行试验方法研究
.....陈龙龙, 张宁, 汤广福, 崔翔, 高冲, 王谦 (3193)

· 广告索引 ·

..... (3200)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊
2015 和 2017 年度中国“百强报刊”
中国最具国际影响力学术期刊
中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
全国中文核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊
《科学文摘》(SA) 收录期刊
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊
中国科学引文数据库 (CSCD)
中国期刊方阵双效期刊
电力行业优秀科技期刊

《电网技术》(月刊)

第 44 卷 第 8 期 (总第 441 期)

主 管: 国家电网有限公司
主 办: 国家电网有限公司
编 辑: 中国电科院期刊中心
《电网技术》编辑部
出 版: 《电网技术》杂志社有限公司
主 编: 郭剑波
副主编: 汤 涌、康重庆、孙华东
编辑部副主任: 李兰欣 010-82812543
广告部经理: 李慧东 010-82812429
发 行: 闫 焯 010-82812465
编 辑: 010-82812523/2672/2981/2982
网上投稿: <http://www.dwjs.com.cn>
电力系统内部电话: 91862+后四位
传 真: 010-82812980
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内
印 刷: 北京科信印刷有限公司
北京市昌平区七北路马连店甲 6 号
总发行: 北京报刊发行局
国外发行: 中国国际图书贸易总公司
订 阅: 全国各地邮局
邮发代号: 国内 82-604 国外 1474M
中国标准连续出版物号: ISSN 1000-3673
CN 11-2410/TM
广告经营许可证号: 京海市监广登字 20170131 号

期刊基本参数: CN 11-2410/TM * 1957 * M * A4 * 399 * zh * P * ¥80.00 * 20000 * 46 * 2020-08 版权所有 未经许可不得转载及上网

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2020, Vol. 44 No. 8 (Ser. 441)

Contents

• Special Paper •

- Key Issues of National Unified Electricity Market With Chinese Characteristics (2): Development Path, Trading Varieties and Policy Recommendations for Inter-regional and Inter-provincial Electricity Markets**
..... XIA Qing, CHEN Qixin, XIE Kai, PANG Bo, LI Zhu, GUO Hongye (2801)
- Key Issues of National Unified Electricity Market With Chinese Characteristics (3): Transaction Clearing Models and Algorithms Adapting to the Coordinated Operation of Provincial Electricity Markets**
..... ZENG Dan, XIE Kai, PANG Bo, LI Zhu, YANG Zhenglin (2809)

• Electricity Market •

- Conditional Section Constraints Modeling in Spot Market Clearing**
..... WU Yunliang, LI Bao, LUO Huihong, YUAN Quan, LI Peng, LAI Xiaowen, SUN Yujun, YIN Ziheng (2819)
- Key Problems of Zhejiang Provincial Electricity Market With Sequential-pricing Mechanism**
..... LI Daoqiang, QIAO Songbo, ZHUANG Xiaodan, GONG Jianrong, SUN Yu, JIN Luosong (2830)
- Staging Clearing for Day-ahead Market Considering Multi-owner Cascade Hydropower Stations**
..... PENG Yuxiang, LIU Jichun, HAN Xiaoyan, DING Lijie, JIANG Wanxiao, JI Chenlin (2837)
- Holistic Clearing Scheme Based Market Equilibrium Analysis of the Electricity-heat Integrated Energy System**
..... CHEN Baiyuan, WANG Cheng, WU Chenshuo, LIU Nian, HE Shuai (2848)
- Joint Optimization Model for Primary and Secondary Frequency Regulation Considering Dynamic Frequency Constraint**
..... WANG Xia, YING Liming, LU Shaoping (2858)

• Renewable Energy Generation and Integration •

- Identification of Frequency-coupled Impedance Model for Direct-drive Wind Turbine**
..... LIU Wei, DUAN Ronghua, XIE Xiaorong, WU Chen, CHENG Min (2868)
- Combination Model of Short-term Wind Speed Prediction Based on Stacking Fusion**
..... LI Yonggang, WANG Yue, LIU Fengrui, WU Binyuan (2875)
- Stochastic Programming Dispatching Model for Wind and Photovoltaic Microgrid Integrated With Electric Vehicles Considering Market Risk**
..... HUANG Miao, CHEN Xin, WEN Xu, GUO Lin, GAO Chunheng (2883)
- Two-stage Photovoltaic Power Forecasting and Error Correction Method Based on Statistical Characteristics of Data**
..... LIU Jie, CHEN Xuemei, LU Chao, MAO Hangyin (2891)
- Optimal Switching Vector Set Model Predictive Control of Single-phase Quasi-Z-source Inverter**
..... YOU Yunfeng, XIAO Xianyong, MA Junpeng, LI Yuan, CHENG Jun, WANG Hangya (2898)
- Calculation Method of Critical Penetration of Renewable Energy Constrained by Static Voltage Stability**
..... YI Jun, LIN Weifang, YU Fangfang, LIN Anni, YANG Fan (2906)
- Equivalent Inertia Assessment in Renewable Power System Considering Frequency Distribution Properties**
..... LI Dongdong, ZHANG Jiale, XU Bo, ZHAO Yao, YANG Fan (2913)
- Renewable Energy Consumption Based on Large Consumer Load Management**
..... GONG Gangjun, ZHANG Xinyu, ZHANG Zhening, LIU Lin, YANG Sheng, ZHANG Peng (2922)
- Joint Stochastic Optimal Scheduling of Heat and Power Considering Source and Load Sides of Virtual Power Plant**
..... YUAN Guili, JIA Xinchao, FANG Fang, DONG Jinfeng (2932)

• HVDC Transmission & HVDC Grid •

- Control Parameter Analysis and Optimization Method of Multi-terminal Hybrid HVDC Transmission System Based on Small Signal Stability**
..... HUANG Weihuang, LI Ming, GUO Zhu, CHEN Xinquan, LI Bingkun (2941)
- Impact of Voltage Restoration of Commutation Bus on Rectifier Side on Commutation of Inverters**
..... MA Xing, LI Fengting, YIN Chunya (2950)
- Review for AI-based Open-circuit Faults Diagnosis Methods in Power Electronics Converters**
..... LIU Chuang, KOU Lei, CAI Guowei, ZHAO Zihan, ZHANG Zhe (2957)
- Control of Dual Active Bridge in the Power Electronic Transformer Based on System Power Balance**
..... WEN Wusong, ZHAO Zhengming, NIE Jintong, WEI Shusheng, MO Xin, YUAN Liqiang (2971)

• Power System •

- Discussion on Inflection Point for Power System Stability With High Proportion of New Energy Generation**
..... ZHOU Qinyong, ZHAO Shanshan, LIU Zengxun, GAO Qian, ZHANG Libo, HE Hailei (2979)
- A Method Estimating Transient Overvoltage of HVDC Sending-end System Based on Convolutional Neural Network**
..... CHEN Houhe, ZHANG He, WANG Changjiang, WEI Junhong, ZHANG Yanjun, ZHANG Song (2987)
- Review of Research on Power System Inertia Related Issues in the Context of High Penetration of Renewable Power Generation**
..... WANG Bo, YANG Deyou, CAI Guowei (2998)
- A Method For Harmonic Emission Level Assessment Based on Robust Independent Component Analysis**
..... CHEN Feiyu, XIAO Xianyong, WANG Ying (3007)

-
- Classification of Multiple Power Quality Disturbances Based on TQWT and Random Forest Feature Selection Algorithm**
..... YANG Xiaomei, GUO Linming, XIAO Xianyong, ZHANG Jianing (3014)
- Analysis of Influence of Control Delay on Stability of Virtual Synchronous Machine**
..... TU Chunming, XIE Weijie, XIAO Fan, LAN Zheng, ZHOU Da (3021)
- Direct AC/AC Conversion Based Single-phase Hybrid Distribution Transformer and Its Relaxed Two-port Network Modeling**
..... WANG Yibo, CAI Guowei, LIU Chuang, GUO Dongbo, ZHANG Hanwen, ZHU Bingda (3029)
- Multi-operation Mode PSS Parameter Coordination Optimization Method Based on Moth-flame Optimization Algorithm**
..... PAN Xiaojie, ZHANG Liwei, ZHANG Wenchao, XU Youping, BIAN Hongyu, WANG Xinjun (3038)
- Data-driven Dynamic Equivalence Method in Bulk Power Systems**
..... CHEN Houhe, WANG Weichao, JIANG Tao, WEI Junhong, ZHANG Song, LI Guoqing (3047)
- Wind Identification of Parameters in Unknown Chaotic Power System Based on Improved State Transition Algorithm**
..... WANG Cong, ZHANG Hongli, MA Ping (3057)
- Characteristic Analysis and Fault Segment Location on Negative Sequence Voltage and Current of Single Phase Line Breakage Fault in Distribution Network**
..... CHANG Zhongxue, SONG Guobing, ZHANG Wei (3065)
- High Impedance Fault Detection Method Based on the Synchronous Dynamic Full-scale Energy for the Distribution Network**
..... LIU Yang, ZHAO Yanlei, Nirmal Nair, YAO Weiqiang (3073)
- A Practical Method for Calculating Power Supply Capacity of Distribution Network Based on Power Supply Subareas and Sub-networks of Different Voltages**
..... SUN Dongxue, WANG Zhuding, TIAN Yuan, GUI ZHAO (3081)
- Construction Method of Evaluation Index System of Relay Protection Based on Macroscopic and Microcosmic View**
..... LIU Yimin, ZHANG Jiahuan, YANG Xinping, NIU Siqing, ZHENG Shaoming, XUE Ancheng (3090)
- An Automatic Identification for Reading of Substation Pointer-type Meters Using Faster R-CNN and U-Net**
..... WAN Jilin, WANG Huifang, GUAN Minyuan, SHEN Jianliang, WU Guoqiang, GAO Ao, YANG Bin (3097)
- Study on AVC Control Strategy of Synchronous Condenser in East China Grid**
..... GONG Weizheng, XIAO Yang, XIA Chao, YU Dahai, CAI Jinhua (3106)
- Requirements and Developing Trends of Electric Power Communication Network for New Services in Electric Internet of Things**
..... LIU Lin, QI Bing, LI Bin, YE Xin, MEI Wenming (3114)
- Congestion Management of Urban Power Grid Considering Demand Response of Data Center**
..... WANG Qing, LIU Youbo, HUANG Yang, LIU Chang, CHEN Gang, LIU Junyong (3129)
- **High Voltages** •
- Blind Separation of UHV Power Transformer Acoustic Signal Preprocessing Based on Sparse Representation Theory**
..... ZHOU Dongxu, WANG Fenghua, DANG Xiaojing, ZHANG Xin, LIU Shungui (3139)
- Study on Integrated Aging Characteristics of DC MOV in $\pm 1100\text{kV}$ Converter Station**
..... FU Ying, YUE Bo, YU Fang, WEI Qi, GUO Jie (3149)
- Research on Laser Detection Method of Glass Insulator Crack**
..... YUAN Tian, YING Si, XIANG Mengyu, YAN Lisong, LI Zhengyan, XIA Xudong (3156)
- Single-phase Installation Method of Parallel Gap in 10kV Distribution Line**
..... YANG Xin, ZHU Huanhuan, ZHONG Miaolong, SUN Haotian, DING Xuehui (3164)
- **Engineering Applications** •
- Pole-to-ground Fault Mechanism in Zhangbei Flexible DC Power Grid**
..... LIU Qilin, ZHANG Yingmin, CHEN Ruochen, LIU Tianqi, ZENG Qi, HE Zhiyuan (3172)
- Core Loss Optimization and Characteristics Analysis of Saturable Reactors in Brazil Belo Mountain UHVDC Phase II Transmission Project**
..... ZHANG Juanjuan, SHENG Caiwang, GONG Shaoyan, ZHOU Jianhui, GAO Chong, JI Feng (3179)
- Ultrasonic Attenuation Characteristics and Its Experimental Research for UHV GIL Fault Location**
..... LIU Yunpeng, FEI Ye, CHEN Jiangbo, CHENG Lin, LI Mengqi, LIU Yi, SHAO Minfeng (3186)
- Routine Test Method for Hybrid High Voltage Direct Current Breaker**
..... CHEN Longlong, ZHANG Ning, TANG Guangfu, CUI Xiang, GAO Chong, WANG Qian (3193)
-

Sponsor: State Grid Corporation of China

In Cooperation with: China Electric Power Research Institute (CEPRI)

Chairman of Editorial Committee: Zhou Xiaoxin

Editor-in-Chief: Guo Jianbo

Editor and Publisher: Power System Technology Press

Associate Director of Editorial Board: Li Lanxin

Publication Number: ISSN 1000-3673

CODEN: DIJIES **Devey#:** 621.31

Address: China Electric Power Research Institute, Qinghe, Beijing 100192, China

Tel/Fax: 86-10-82812980

E-mail: pst@epri.sgcc.com.cn <http://www.dwjs.com.cn>

Agent of Subscriptions Abroad: China International Book Trading Corporation (GUOJISHUDIAN) P.O.Box 399, Beijing, China