

《电网技术》

编辑委员会

主 任：刘振亚

委 员（按姓氏笔画排序）：

Wei-Jen Lee 丁 明 尹积军 文福拴

王 敏 王成山 王相勤 王益民

Haifeng Wang（王海风） 韦 化

帅军庆 伍 莹 刘广迎 刘开俊

刘开培 刘玉田 刘建明 印永华

孙 昕 汤 涌 纪延超 吴 云

吴玉生 Qinghua Wu（吴青华）

张文亮 张丽英 张启平 张运洲

张春城 张智刚 李卫东 李文毅

李向荣 李庆林 李成榕 李群湛

杜至刚 杨 庆 肖世杰 肖立业

陈 峰 陈月明 周 浩 郑宝森

K L Lo（罗国麟）段献忠 赵庆波

Wilsun Xu（徐文远） 索南加乐

栾 军 郭剑波 康重庆 曹一家

曹均正 曹志安 黄 强 程浩忠

舒印彪 葛正翔 路书军 廖瑞金

穆 钢 鞠 平

顾问委员会

主 任：陆延昌

副主任：周孝信 郑健超

委 员（按姓氏笔画排序）：

马伟明 王锡凡 卢 强 孙才新

朱英浩 严陆光 余贻鑫 宋永华

Felix Wu（吴复立）杨奇逊 汪柅生

沈国荣 邱爱慈 陆佑楣 陈清泉

赵遵廉 唐任远 顾国彪 黄其励

程时杰 韩祯祥 潘家铮 薛禹胜

目 次

· 特高压输电技术 ·

半波长交流输电线路三相短路谐振点研究.....张启平, 李晨光, 万磊 (2743)

蒙西—天津南特高压交流输电工程系统调试中电网稳定特性与运行方式

.....贺庆, 张宝家, 易俊, 于强, 吴萍, 王婧 (2749)

· 高比例可再生能源并网（特约专栏主编 康重庆）·

高比例清洁能源替代潜力评估模型及关键影响因素分析

.....刘小聪, 单葆国, 王成洁, 贾德香, 段金辉 (2755)

弱电网条件下基于阻抗的稳定性判据重塑

.....高家元, 赵晋斌, 陈晓博, 屈克庆, 李芬 (2762)

含风电和储能电力系统的时序随机生产模拟

.....廖庆龙, 谢开贵, 胡博 (2769)

风电消纳全生产过程评价方法.....孙荣富, 王东升, 丁华杰, 徐海翔 (2777)

基于负载均衡的含风电场电力系统优化调度方法

.....马燕峰, 陈磊, 蒋云涛, 赵书强 (2784)

光伏逆变器参与西北送端大电网快速频率响应能力实测分析

.....孙晓强, 刘鑫, 程松, 段乃欣, 褚云龙, 张利, 严兵 (2792)

考虑逆变器无功充裕性的含高比例户用光伏低压配电网电压控制策略

.....蔡永翔, 张璐, 唐巍, 徐鸥洋, 王金丽, 宋祺鹏 (2799)

含可再生能源发电的配网储能多目标优化配置方法

.....程庭莉, 陈民铤, 罗欢 (2808)

· 电力市场（特约专栏主编 李永刚、张粒子）·

基于全成本电价的源—网—荷协同规划.....陈典, 钟海旺, 夏清 (2816)

小时级月度发购电计划的优化模型及其混合智能求解策略

.....颜伟, 汪敏, 龙漪澜, 李丹, 王俊梅, 黄正波, 赵霞, 余娟 (2823)

面向综合能源楼宇的电动汽车辅助服务方案

.....杨铮, 彭思成, 廖清芬, 刘涤尘, 徐业琰, 张黎明, 汪勤婷 (2831)

奖惩机制下虚拟电厂优化调度效益分析.....赵洪山, 刘然 (2840)

· 基于 MMC 的柔性输电技术（特约专栏主编 徐政）·

应用于复杂交直流网络的箝位双子模块型 MMC 快速仿真模型

.....李笑倩, 宋强, 刘文华, 孙树敏, 李广磊 (2847)

考虑静态安全约束的含 MMC-HVDC 交直流混合系统最优潮流计算方法

.....林毅, 林章岁, 巨云涛, 张明晔 (2854)

基于直流环流注入的 MMC 储能系统相间功率均衡控制策略

.....王帅, 荆龙, 吴学智, 李金科, 武文, 王小星, 杨海倩 (2862)

· 可再生能源发电与综合消纳技术

（特约专栏主编 陈皓勇、李方兴）·

基于合作博弈的相变储热容量优化配置及利益分配

.....程中林, 江全元, 葛延峰 (2870)

求解含储能装置的微电网动态最优潮流的对偶半定规划方法

.....郑佳滨, 刘明波, 谢敏 (2879)

孤岛运行交直流混合微电网的潮流计算

.....彭寒梅, 李帅虎, 李辉, 黄小庆 (2887)

交直流混合微电网中直流母线电压纹波抑制方法

.....郭振, 乐全明, 郭力, 李霞林, 王成山 (2896)

基于状态空间的双馈风力发电机模型预测控制

.....张靖, 李博文, 余珮嘉, 石帮松, 何宇 (2904)

两级式单相光伏并网逆变器输入电压 PI+QPR 鲁棒控制器设计

..... 侯虚虚, 秦岭, 茅靖峰, 王亚芳, 罗松, 冯志强 (2910)

· 电力系统 ·

电力系统线性化模型研究综述与改进

..... 卫志农, 张清松, 赵静波, 刘建坤, 何天雨, 孙国强, 臧海祥 (2919)

电网大停电社会综合损失评估

..... 刘自发, 张在宝, 杨滨, 王智冬, 齐芳 (2928)

严重灾害下特高压交直流电网风险评估方法

..... 龙日尚, 张建华, 蒙园, 谭涛, 胡浩, 刘阳 (2939)

复杂网络理论在电力 CPS 连锁故障研究中的应用综述

..... 王先培, 朱国威, 贺瑞娟, 田猛, 董政呈, 代荡荡, 龙嘉川, 等 (2947)

基于输电网结构优化的电网安全均匀调度

..... 张尚, 王涛, 顾雪平, 秦晓辉 (2957)

计及静态临界稳定特性的感应电动机群聚合等值方法

..... 陈辉, 程祥, 吴浩, 商佳宜, 孙维真 (2964)

基于加速支路追加的戴维南等值参数在线计算

..... 梁辰, 刘道伟, 焦彦军, 马世英, 章锐 (2972)

一种适用于黑启动的光储联合发电系统协调控制策略

..... 刘英培, 侯亚欣, 梁海平, 王占宇, 孙海新 (2979)

基于灰狼优化算法的多机电力系统稳定器参数最优设计

..... 左剑, 张程稳, 肖逸, 李银红, 段献忠 (2987)

利用 PMU 测量相角数据计算不同测点间电压相角差的方法

..... 董清, 马诚, 韩锋 (2996)

基于满意度阈值判定的主动配电网无功优化

..... 杨德昌, 廖文龙, 孙雪, 唐巍, 耿光飞 (3003)

采用 CDSC 滤波实现网侧有功电流前馈的 APF 无谐波检测控制

..... 李云峰, 孟润泉, 韩肖清, 翟佳 (3011)

脉冲负载下电力系统暂稳态功率特性

..... 刘正春, 朱长青, 王勇, 刘金宁, 解璞 (3018)

T 型三电平 DSTATCOM 功率器件开路故障容错控制

..... 张传金, 赵红璐, 唐轶, 王珂, 顾马荣 (3025)

· 智能用电技术 (特约专栏主编 刘建明、杜蜀薇) ·

基于信号稀疏化欠定求解的居民用户非侵入式负荷分解算法

..... 武昕, 韩笑 (3033)

基于参数序列化的中央空调变负载率调节控制策略研究

..... 刘开欣, 王丹, 贾宏杰, 张逸, 黄仁乐, 熊军, 宋毅 (3041)

电力系统大功率缺额下空调负荷群集的分散自律控制策略

..... 刘萌, 张岩, 王大鹏, 张国辉, 王昕 (3050)

· 自动化 ·

柔性直流配电线路能量分布差动保护

..... 贾科, 李猛, 毕天姝, 王聪博, 祁欢欢, 杨奇逊 (3058)

一种基于熵的电力通信网络业务资源均匀分配算法

..... 崔力民, 孙静月, 李珊君, 宋广磊 (3066)

· 高电压技术 ·

基于薄壳理论的直流接地极电热动态耦合有限元模型

..... 李景丽, 郭丽莹, 胡鹏, 李渊博 (3074)

新型基于反射系数谱的电力电缆局部缺陷定位方法

..... 谢敏, 周凯, 赵世林, 何珉, 张福忠 (3083)

小波去噪方法在开关柜故障检测中的应用

..... 刘柱揆, 丁心志, 陈福明, 许守东, 董涛 (3090)

“支撑新能源跨区输送的新型电网技术”专题征稿启事 (2815)

“面向园区微网的综合能源系统运行规划关键技术”专栏征稿启事... (2895)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊

2015 年度全国“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 41 卷 第 9 期 (总第 406 期)

主 管: 国家电网公司

主 办: 国家电网公司

编 辑: 《电网技术》编辑部

出 版: 《电网技术》杂志社

主 编: 张文亮

副主编: 郭剑波 汤 涌

编辑部副主任: 李兰欣 010-82812543

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 頔 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: 91871+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: $\frac{\text{ISSN } 1000-3673}{\text{CN } 11-2410/\text{TM}}$

广告经营许可证号: 京海工商广字第 0168 号

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2017, Vol. 41 No. 9 (Ser. 406)

Contents

· Ultra High Voltages Transmission ·

- Research on Resonance Point of Three-Phase Short Circuit Fault on Half-Wavelength AC Transmission Lines**
..... Zhang Qiping, Li Chenguang, Wan Lei (2743)
- Power Grid Stability and Operation Modes in Commissioning Tests of Mengxi-Tianjinnan UHV AC Transmission System**
..... He Qing, Zhang Baojia, Yi Jun, Yu Qiang, Wu Ping, Wang Jing (2749)

· High Share of Renewable Energy Integration ·

- Substitution Potential Model of High Proportion of Clean Energy and Analysis of Key Affecting Factors**
..... Liu Xiacong, Shan Baoguo, Wang Chengjie, Jia Dexiang, Duan Jinhui (2755)
- Reconstruction of Impedance-Based Stability Criteria in Weak Grid**
..... Gao Jiayuan, Zhao Jinbin, Chen Xiaobo, Qu Keqing, Li Fen (2762)
- Sequential Probabilistic Production Simulation of Power Systems With Wind Power and Energy Storage**
..... Liao Qinglong, Xie Kaigui, Hu Bo (2769)
- Whole-Process Evaluation Methods of Wind Power Accommodation** Sun Rongfu, Wang Dongsheng, Ding Huajie, Xu Haixiang (2777)
- Load Balance-Based Optimal Dispatching Method for Power Systems With Wind Farms**
..... Ma Yanfeng, Chen Lei, Jiang Yuntao, Zhao Shuqiang (2784)
- Actual Measurement and Analysis of Fast Frequency Response Capability of PV-Inverters in Northwest Power Grid**
..... Sun Xiaoqiang, Liu Xin, Cheng Song, Duan Naixin, Chu Yunlong, Zhang Li, Yan Bing (2792)
- A Voltage Control Strategy for LV Distribution Network With High Proportion Residential PVs Considering Reactive Power Adequacy of PV Inverters** Cai Yongxiang, Zhang Lu, Tang Wei, Xu Ouyang, Wang Jinli, Song Qipeng (2799)
- Multi-Objective Allocation of Energy Storage in Distribution Network Penetrated With Renewable Energy Generation**
..... Cheng Tingli, Chen Minyou, Luo Huan (2808)

· Electricity Market ·

- Coordinated Planning of Generation-Transmission-Consumption Based on Total Cost Price**
..... Chen Dian, Zhong Haiwang, Xia Qing (2816)
- Optimization Model of Hour-Level Monthly Generation and Purchase Scheduling and Its Hybrid Intelligent Solution Strategy**
..... Yan Wei, Wang Min, Long Yilan, Li Dan, Wang Junmei, Huang Zhengbo, Zhao Xia, Yu Juan (2823)
- Ancillary Services Provided by Electric Vehicles for Building Integrated Energy System**
..... Yang Zheng, Peng Sicheng, Liao Qingfen, Liu Dichen, Xu Yeyan, Zhang Liming, Wang Xunting (2831)
- Benefit Analysis of Optimal Schedule of Virtual Power Plant Under Reward-Punishment Mechanism**
..... Zhao Hongshan, Liu Ran (2840)

· Power Transmission Technology Based on Modular Multilevel Converters ·

- Efficient Simulation Model of MMC With Clamp Double Sub-Module for Complex AC and DC Power Grid Applications**
..... Li Xiaoqian, Song Qiang, Liu Wenhua, Sun Shumin, Li Guanglei (2847)
- A Novel Approach on Security-Constrained Optimal Power Flow for Hybrid AC/DC Grids Based on MMC-HVDC**
..... Lin Yi, Lin Zhangsui, Ju Yuntao, Zhang Mingye (2854)
- Interphase Power Equalization Control Strategy for MMC Energy Storage System Based on DC Circulating Current Injection**
..... Wang Shuai, Jing Long, Wu Xuezhi, Li Jinke, Wu Wen, Wang Xiaoxing, Yang Haiqian (2862)

· Renewable Energy Generation and Integration ·

- Capacity Planning Model of Phase Change Thermal Storage and Profit Distribution Based on Cooperation Game**
..... Cheng Zhonglin, Jiang Quanyuan, Ge Yanfeng (2870)
- Dual Semi-Definite Programming Method for Dynamic Optimal Power Flow With Energy Storage Device**
..... Zheng Jiabin, Liu Mingbo, Xie Min (2879)
- Power Flow Calculation of Islanded Hybrid AC/DC Microgrid** Peng Hanmei, Li Shuaihu, Li Hui, Huang Xiaoping (2887)
- Control Method of DC Bus Voltage Ripple Mitigation in Hybrid AC/DC Microgrids**
..... Guo Zhen, Yue Quanming, Guo Li, Li Xialin, Wang Chengshan (2896)
- Model Prediction Control Based on State Space for Doubly-Fed Induction Generator**
..... Zhang Jing, Li Bowen, Yu Peijia, Shi Bangsong, He Yu (2904)
- Design of Input Voltage Robust PI+QPR Controller for Two-Stage Single-Phase PV Grid-Connected Inverter**
..... Hou Xuxu, Qin Ling, Mao Jingfeng, Wang Yafang, Luo Song, Feng Zhiqiang (2910)

· Power System ·

- Review and Improvement of Power System Linearization Models**
..... Wei Zhihong, Zhang Qingsong, Zhao Jingbo, Liu Jiankun, He Tianyu, Sun Guoqiang, Zang Haixiang (2919)

Evaluation of Great Blackout Social Comprehensive Loss of Power Grid

..... Liu Zifa, Zhang Zaibao, Yang Bin, Wang Zhidong, Qi Fang (2928)

Risk Assessment Method of UHV AC/DC Power System in Serious Disasters

..... Long Rishang, Zhang Jianhua, Meng Yuan, Tan Tao, Hu Hao, Liu Yang (2939)

Survey of Cascading Failures in Cyber Physical Power System Based on Complex Network Theory

..... Wang Xianpei, Zhu Guowei, He Ruijuan, Tian Meng, Dong Zhengcheng, Dai Dangdang, Long Jiachuan, et al (2947)

Power Grid Homogeneous Dispatch Based on Transmission Topology Optimization

..... Zhang Shang, Wang Tao, Gu Xueping, Qin Xiaohui (2957)

Aggregation of Induction Motor Group Considering Physical Characteristics and Static Critical Stable Characteristics

..... Chen Ye, Cheng Xiang, Wu Hao, Shang Jiayi, Sun Weizhen (2964)

Online Calculation of Thevenin Equivalent Parameters Based on Accelerated Branch-Adding

..... Liang Chen, Liu Daowei, Jiao Yanjun, Ma Shiyang, Zhang Rui (2972)

A Coordinated Control Strategy of PV Battery-Energy Storage Hybrid Power System for Black Start

..... Liu Yingpei, Hou Yaxin, Liang Haiping, Wang Zhanyu, Sun Haixin (2979)

Multi-Machine PSS Parameter Optimal Tuning Based on Grey Wolf Optimizer Algorithm

..... Zuo Jian, Zhang Chengwen, Xiao Yi, Li Yinhong, Duan Xianzhong (2987)

Method for Calculating Phase Angle Difference Between Voltage Phasors Using Phase Angle Data Measured With DFT

..... Dong Qing, Ma Cheng, Han Feng (2996)

Reactive Power Optimization of Active Distribution Network Based on Judgment of the Satisfaction Threshold

..... Yang Dechang, Liao Wenlong, Sun Xue, Tang Wei, Geng Guangfei (3003)

Research on APF Non-Harmonic Detection Control Method With Grid Active Current Forward Feed With CDSC Filter

..... Li Yunfeng, Meng Runquan, Han Xiaoqing, Zhai Jia (3011)

Transient and Steady-State Power Characteristics of Power System With Pulsed Load

..... Liu Zhengchun, Zhu Changqing, Wang Yong, Liu Jinning, Xie Pu (3018)

Fault Tolerant Control of Switch Open Circuit for T-Type Three-Level DSTATCOM

..... Zhang Chuanjin, Zhao Honglu, Tang Yi, Wang Ke, Gu Marong (3025)

· **Smart Electricity Consumption Technology** ·

Non-Intrusive Residential Load Decomposition Algorithm Solving Underdetermined Equations Based on Signal Sparsification

..... Wu Xin, Han Xiao (3033)

Research on an Variable Load Rate Control Strategy for Central Air-Conditioner Based on Parameter Serialization

..... Liu Kaixin, Wang Dan, Jia Hongjie, Zhang Yi, Huang Renle, Xiong Jun, Song Yi (3041)

Decentralized Self-Discipline Control Strategy of Air-Conditioning Load Group After Power System Suffering From Large Power Shortage

..... Liu Meng, Zhang Yan, Wang Dapeng, Zhang Guohui, Wang Xin (3050)

· **Automation** ·

Energy Distribution-Based Differential Protection for VSC-DC Distribution Lines

..... Jia Ke, Li Meng, Bi Tianshu, Wang Congbo, Qi Huanhuan, Yang Qixun (3058)

An Algorithm for Business Resource Uniform Distribution in Power Communication Network Based on Entropy

..... Cui Limin, Sun Jingyue, Li Shanjun, Song Guanglei (3066)

· **High Voltages** ·

Finite Element DC Grounding Electrode Model of Dynamic Electric-Thermal Coupling Based on Shell Theory

..... Li Jingli, Guo Liying, Hu Peng, Li Yuanbo (3074)

A New Location Method of Local Defects in Power Cables Based on Reflection Coefficient Spectrum

..... Xie Min, Zhou Kai, Zhao Shilin, He Min, Zhang Fuzhong (3083)

Application of Wavelet De-Noising in Fault Detection of MV Switchgear

..... Liu Zhukui, Ding Xinzhi, Chen Fuming, Xu Shoudong, Dong Tao (3090)

Sponsor: State Grid Corporation of China

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

Chairman of Editorial Committee: Liu Zhenya

Editor-in-Chief: Zhang Wenliang

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