

电网技术

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

12
2015

第39卷12期
Vol.39 No.12



中国电力科学研究院 特高压交流试验基地

国家电网公司特高压交流试验基地依托于中国电力科学研究院,是我国率先建设的特高压工程技术国家工程实验室,同时也是全国科普教育基地,位于武汉东湖新技术开发区滨湖办事处蔡王村。特高压交流试验基地拥有1km单双回特高压试验线段、特高压设备带电考核场、环境气候试验室、电磁环境试验室、特高压电晕笼、7500kV/720kJ冲击电压发生器、接地试验室、特高压套管全工况考核试验平台、动热稳定试验室等试验设施,满足超特高压交流输电技术科学研究的需要,为超特高压工程的建设 and 安全、稳定、经济运行提供强有力的技术支撑。

业务领域:

- ★ 特高压电网的绝缘及绝缘配合研究
- ★ 高海拔、重污秽和严重覆冰等自然条件下的特高压外绝缘特性研究
- ★ 超高压、特高压交流电气设备长期全电压、大电流带电试验考核
- ★ 特高压交流电磁环境影响研究
- ★ 特高压电网过电压及接地研究
- ★ 特高压输变电智能巡检(无人机、机器人)研究、试验、检测
- ★ 带电作业试验与培训



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

单位: 中国电力科学研究院
地址: 武汉市洪山区珞喻路143号

邮编: 430074
电话: (027) 59258299



欢迎关注微信号

ISSN 1000-3673



12>

9 771000 367158

万方数据



国家电网公司 主办

《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 伍董 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 汪轶生
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

· 电力系统 ·

- 基于联络线功率波动理论的华北—华中特高压交直流联网系统安全稳定控制策略.....李晶, 李晓璐, 唐晓骏, 罗红梅, 张振安, 张健, 等 (3327)
- 风火打捆直流外送系统直流故障引发风机脱网的问题研究.....屠竟哲, 张健, 刘明松, 易俊, 贺庆, 罗煦之, 马士聪, 卜广全 (3333)
- 适用于不对称交流电网的 MMC 直接环流抑制策略.....喻锋, 王西田, 张阳, 王志冰 (3339)
- 直流系统共用的接地极检修运行分析.....林少伯, 王华伟, 王明新, 谢国平, 张民, 李新年, 孙棚, 雷霄 (3346)
- 特高压混合无功补偿变电站内特快速暂态波幅频特性.....韩明明, 李清泉, 刘洪顺, 王冠, 赵黎, 李斌 (3353)
- 储能技术辅助风电并网控制的应用综述.....江全元, 龚裕仲 (3360)
- 基于主次双尺度交集切割效应的混合储能平抑风电功率波动控制.....王境彪, 晁勤, 王一波, 王纯琦, 杨扬, 殷志敏, 孟龙, 胡亚伟 (3369)
- 基于多端口 DC/DC 变换器的混合储能系统自适应能量控制策略.....田明杰, 吴俊勇, 郝亮亮, 熊飞, 张巨瑞, 张皎 (3378)
- 基于成本效益分析的风电—抽水蓄能联合运行优化调度模型.....张立冬, 殷明慧, 卜京, 宋坤隆, 邹云 (3386)
- 适用于鼠笼异步发电机的多功能串联补偿器.....姜飞, 涂春鸣, 帅智康, 侯尊, 刘子维, 郭祺 (3393)
- 结合 DFIG 功率特性研究风电并网对系统功角稳定性的影响.....罗煦之, 易俊, 张健, 王安斯 (3401)
- 基于电压跌落程度及变阻值的 DFIG 低电压穿越综合策略.....李凤婷, 陈伟伟, 樊艳芳, 张玉, 齐尚敏 (3408)
- 含分布式风电场的配电网电压波动分析与抑制.....崔嘉, 杨俊友, 李连富, 赵永兵, 李洪志 (3414)
- 大规模风电集中接入电网的自组织临界态辨识指标提取.....李明, 唐晓军, 但扬清, 蔡万通, 刘文颖 (3421)
- 大型光伏电站静态电压稳定性分析.....杜潇, 周林, 郭珂, 杨明, 刘强, 邵念彬 (3427)
- 基于扩展 QV 节点潮流的光储联合日前计划.....刘泽槐, 翟世涛, 张勇军, 杨家豪, 刘文泽 (3435)
- 基于配电网电能质量健康评估策略的分布式光伏接入方法.....左伟杰, 马钊, 周莉梅, 袁海文, 宋德祥 (3442)
- 无需互联通信的直流微电网实时功率协调控制策略.....欧阳丽, 周丽红, 何海滨 (3449)
- 基于温控负荷控制技术的新能源优化利用方法.....王东, 曾沅, 穆云飞, 王莹 (3457)
- 直流微电网节点阻抗特性与系统稳定性分析.....刘晓东, 胡勇, 方炜, 刘雁飞 (3463)
- 无需虚拟正交量的单相并网逆变器矢量控制.....元才, 王萍, 贝太周, 王慧慧, 李楠 (3470)
- 改进型 Z 源逆变器的并网控制策略.....林宏健, 苏宏升 (3477)
- 基于最大流最小截集定理的解列断面搜索方法.....夏成军, 陈翠琼, 涂亮, 门银 (3485)
- 计及汇聚特性的光伏电站群集中外送输电容量优化配置方法.....崔杨, 李焕奇, 严干贵, 张节潭, 穆钢, 王茂春 (3491)
- 考虑风电和光伏发电影响的电力系统最优旋转备用容量确定.....殷桂梁, 张雪, 操丹丹, 刘静文 (3497)

广义电源多目标优化配置与运行.... 潘超, 孟涛, 蔡国伟, 尹杭, 等 (3505)
考虑基态-差异化特征的台区无功优化配置策略

..... 欧阳森, 陈欣晖 (3513)
适合我国国情的智能电网评价指标体系及计算方法

..... 赵良, 李立理, 何博, 张义斌 (3520)
含间歇性电源的电源规划方案综合评价

..... 钟嘉庆, 赵楠, 张晓辉, 苏孝明 (3529)
计及风资源约束的双天气模态海上风电系统可靠性评估

..... 鲁宗相, 程丽娟, 乔颖, 杨文斌, 孙长江 (3536)

· 智能用电技术 (特约栏目主编 刘建明、杜蜀薇) ·

面向私人电动汽车的城市公共充电网络运营服务能力评估方法与
仿真研究..... 夏露, 刘畅, 李斌, 郑灵国, 胡进永, 马澄斌 (3543)

交通特性在电动汽车并网研究中的考虑..... 梅杰, 高赐威 (3549)
多目标分层分区的电动汽车有序充放电优化控制

..... 李敏, 苏小林, 阎晓霞, 张艳娟, 吴富杰, 李丹丹, 刘孝杰 (3556)
基于过程回声状态网络的电力用户用电模式分类研究

..... 杨劲锋, 肖勇, 马千里, 阙华坤, 王家兵, 秦州, 蒋佳军 (3563)

· 自动化 ·

基于 MMC 的统一潮流控制器交流侧故障特性及保护方案
..... 郑涛, 吴丹, 宋洁莹 (3570)

基于电压序量变化量的超高压混合线路故障测距方法
..... 姜宪国, 李博通, 张云柯, 李仲青 (3578)

接地极线路短路故障快速识别及故障测距研究
..... 束洪春, 田鑫萃, 张泽宁 (3584)

考虑电压测量误差的故障概率定位方法
..... 林芳, 肖先勇, 李国栋, 汪颖, 吕金炳 (3592)

YNvd 接线平衡变压器的电气分析与负序差动保护
..... 张艳霞, 赵冉, 张亚洲, 高瑾, 蒙高鹏 (3598)

基于 S 变换的输电线路故障快速选相方法
..... 刘栋, 邹贵彬, 王昕, 高厚磊, 马跃洋 (3603)

面向配电网故障检测的无线传感网络可靠路由方法
..... 刘耀先, 孙毅, 武昕, 韦磊, 段泉圣 (3609)

基于复杂网络理论的电力通信网拓扑脆弱性分析及对策研究
..... 刘涤尘, 冀星沛, 王波, 唐飞 (3615)

应用 IEEE 1588 的配电网终端队列时延不对称通信路径的时钟同步补偿
算法..... 钱超, 徐迅, 梅军, 喻洁, 郑建勇, 王勇, 稽文路, 张明 (3622)

一种改进的 GOOSE 报文 HMAC 认证方法 (英文)
..... 王智东, 王钢, 许志恒, 童晋方, 石泉 (3627)

· 高电压技术 ·

GIS 中 VFTO、VFTC 统计特性试验和仿真方法研究
..... 段韶峰, 赵琳, 李志兵, 詹花茂, 李成榕, 姚林志 (3634)

基于 ANSYS-免疫算法的超导可控电抗器档位容量优化设计
..... 陈柏超, 余长斤, 魏亮亮, 薛钢, 胡南南, 任丽, 袁佳歆 (3641)

330 kV 双回复合杆塔的电场分布与均压特性
..... 王青于, 王浩然, 杨熙, 王加龙, 彭宗仁 (3649)

融冰绝缘地线架设对变电站接地网的安全影响分析
..... 陈奎, 吴广宁, 曹晓斌, 李瑞芳, 易志兴, 罗蜀彩 (3656)

2015 年度《电网技术》主要审稿单位..... (1)
2015 年度《电网技术》刊登稿件排行..... (2)

2015《电网技术》高被引论文 TOP100..... (3)
第 39 卷 (2015) 总目次..... (7)

General Catalogue of Vol.39, (2015)..... (17)
第 39 卷 (2015) 作者姓名检索表..... (34)

《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 39 卷 第 12 期 (总第 385 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

编辑部主任: 宋书芳 010-82812532

副主任: 刘浩芳 010-82812536

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 岷 010-82812465

编 辑: 010-82812523/2543/2980/2981/2982

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

E-mail: pst@epri.sgcc.com.cn

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: ISSN 1000-3673

CN 11-2410/TM

广告经营许可证号: 京海工商广字第 0168 号

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2015, Vol. 39 No. 12 (Ser. 385)

Contents

· Power System ·

Impacts of Tie-Line Power Oscillation Theory on System Stability Measurement of North China-Central China UHV AC/DC Power Grid	Li Jing, Li Xiaojun, Tang Xiaojun, Luo Hongmei, Zhang Zhen'an, Zhang Jian, Liu Bing, Rao Yufei, Li Yong (3327)
Study on Wind Turbine Generators Tripping Caused by HVDC Contingencies of Wind-Thermal-Bundled HVDC Transmission Systems	Tu Jingzhe, Zhang Jian, Liu Mingsong, Yi Jun, He Qing, Luo Xuzhi, Ma Shicong, Bu Guangquan (3333)
Direct Circulating Current Suppressing Strategy for MMC Under Unbalanced AC Grid Conditions	Yu Feng, Wang Xitian, Zhang Yang, Wang Zhibing (3339)
Analysis on Maintenance and Operation of Earth Electrode Shared by Some HVDC Systems	Lin Shaobo, Wang Huawei, Wang Mingxin, Xie Guoping, Zhang Min, Li Xinnian, Sun Xu, Lei Xiao (3346)
Amplitude and Frequency Characteristics of Very Fast Transient in UHV Substation With Hybrid Reactive Power Compensation	Han Mingming, Li Qingquan, Liu Hongshun, Wang Guan, Zhao Li, Li Bin (3353)
Review of Wind Power Integration Control With Energy Storage Technology	Jiang Quanyuan, Gong Yuzhong (3360)
A Control of Hybrid Energy Storage System for Suppressing Fluctuation of Wind Power Based on Primary-Secondary Scale Intersection Cutting Effect	Wang Jingbiao, Chao Qin, Wang Yibo, Wang Chunqi, Yang Yang, Yin Zhimin, Meng Long, Hu Yawei (3369)
Adaptive Energy Control Strategy for Hybrid Energy Storage System Based on Multiport DC/DC Converters	Tian Mingjie, Wu Junyong, Hao Liangliang, Xiong Fei, Zhang Jurui, Zhang Jiao (3378)
A Joint Optimal Operation Model of Wind Farms and Pumped Storage Units Based on Cost-Benefit Analysis	Zhang Liudong, Yin Minghui, Bu Jing, Song Kunlong, Zou Yun (3386)
A Multi-Functional Series Compensator to Squirrel Cage Induction Generator	Jiang Fei, Tu Chunming, Shuai Zhikang, et al (3393)
Research on Influence of Integrated Wind Plants on Power Angle Stability Based on Output Characteristic of DFIG	Luo Xuzhi, Yi Jun, Zhang Jian, Wang Ansi (3401)
A Integrated Control Strategy for LVRT of DFIG Based on Voltage Dip Levels and Dynamic Resistance	Li Fengting, Chen Weiwei, Fan Yanfang, Zhang Yu, Qi Shangmin (3408)
Voltage Fluctuation Analysis and Mitigation of Distribution Network Containing Distributed Wind Farm	Cui Jia, Yang Junyou, Li Lianfu, Zhao Yongbing, Li Hongzhi (3414)
Extraction of Physical Indicators to Identify Grid Self-Organized Critical State With Centralized Large-Scale Wind Power	Li Ming, Tang Xiaojun, Dan Yangqing, Cai Wantong, Liu Wenyong (3421)
Static Voltage Stability Analysis of Large-Scale Photovoltaic Plants	Du Xiao, Zhou Lin, Guo Ke, Yang Ming, et al (3427)
A Joint Day-Ahead Scheduling for Photovoltaic-Storage Systems Based on Extended QV Bus-Type Power Flow	Liu Zehuai, Zhai Shitao, Zhang Yongjun, Yang Jiahao, Liu Wenzhe (3435)
Grid-Connection of Distributed Photovoltaic Generation Method Based on the Power Quality Health Status of Distribution System	Zuo Weijie, Ma Zhao, Zhou Limei, Yuan Haiwen, Song Dexiang (3442)
Real-Time Power Coordinated Control Strategy for DC Microgrid Without Communication	Ouyang Li, Zhou Lihong, He Haibin (3449)
An Optimization Method for New Energy Utilization Using Thermostatically Controlled Appliances	Wang Dong, Zeng Yuan, Mu Yunfei, Wang Ying (3457)
Analysis of Node Impedance Characteristics and Stability in DC Microgrids	Liu Xiaodong, Hu Yong, Fang Wei, Liu Yanfei (3463)
Vector Control of Single-Phase Grid-Connected Inverters Without Virtual Orthogonal Quantities	Qi Cai, Wang Ping, Bei Taizhou, Wang Huihui, Li Nan (3470)
Grid Connection Control of An Improved Z-Source Inverter	Lin Hongjian, Su Hongsheng (3477)
A Searching Method for Power System Controlled Islanding Surfaces Based on Maximum Flow-Minimum Cut Theorem	Xia Chengjun, Chen Cuiqiong, Tu Liang, Men Kun (3485)
An Optimization Method to Determine Integrated Power Transmission Capacity of Clustering Photovoltaic Plants Based on Clustering Effect	Cui Yang, Li Huanqi, Yan Gangui, Zhang Jietan, Mu Gang, Wang Maochun (3491)
Determination of Optimal Spinning Reserve Capacity of Power System Considering Wind and Photovoltaic Power Affects	Yin Guiliang, Zhang Xue, Cao Dandan, Liu Jingwen (3497)
Multi-Objective Optimal Configuration and Operation of Generalized Power Sources	Pan Chao, Meng Tao, Cai Guowei, Yin Hang, Liu Xu (3505)
Reactive Power Optimal Configuration Strategy in Transformer Areas Based on Normal State-Differential Characteristics	Ouyang Sen, Chen Xinhui (3513)

Study on Smart Grid's Evaluation Index System and Calculation Method Suited to China's Situation	..... Zhao Liang, Li Lili, He Bo, Zhang Yibin (3520)
Comprehensive Evaluation of Generation Planning Scheme Involving Intermittent Generation	..... Zhong Jiaqing, Zhao Nan, Zhang Xiaohui, Su Xiaoming (3529)
Offshore Wind Power System Reliability Evaluation Considering Wind Resource Constraints and Double Weather Patterns	..... Lu Zongxiang, Cheng Lijuan, Qiao Ying, Yang Wenbin, Sun Changjiang (3536)
· Smart Electricity Consumption Technology ·	
Evaluation Methodology and Simulation of Service Capability of Urban Public Charging Network for Private Electric Vehicles	..... Xia Lu, Liu Chang, Li Bin, Zheng Lingguo, Hu Jinyong, Ma Chengbin (3543)
Considerations of Traffic Characteristics in Research of Grid Integration of Electric Vehicles	..... Mei Jie, Gao Ciwei (3549)
Coordinated Charging and Discharging of Plug-in Electric Vehicles Based on Multi-Layered and Multi-Regional Optimization	..... Li Min, Su Xiaolin, Yan Xiaoxia, Zhang Yanjuan, Wu Fujie, Li Dandan, Liu Xiaojie (3556)
Process Echo State Network for Pattern Classification of Electricity Customers	..... Yang Jinfeng, Xiao Yong, Ma Qianli, Que Huakun, Wang Jiabing, Qin Zhou, Jiang Jiajun (3563)
· Automation ·	
The AC Side Fault Characteristics and Protection Scheme of the Unified Power Flow Controller Based on MMC	..... Zheng Tao, Wu Dan, Song Jieying (3570)
A Fault Location Method for Extra-High Voltage Mixed Lines Based on Variation of Sequence Voltage	..... Jiang Xianguo, Li Botong, Zhang Yunke, Li Zhongqing (3578)
Research on Short-Circuit Fault Identification and Fault Location Algorithm for HVDC Electrode Line	..... Shu Hongchun, Tian Xincui, Zhang Yining (3584)
Probabilistic Fault Localization Method Considering Voltage Measurement Errors	..... Lin Fang, Xiao Xianyong, Li Guodong, Wang Ying, Lü Jinbing (3592)
Electrical Analysis and Negative Sequence Differential Protection of YNvd Connected Balance Transformer	..... Zhang Yanxia, Zhao Ran, Zhang Yazhou, Gao Jin, Meng Gaopeng (3598)
A Fast Faulty Phase Selection Method Based on S-Transform	..... Liu Dong, Zou Guibin, Wang Xin, Gao Houlei, Ma Yueyang (3603)
A Reliable WSN Routing Method for Distribution Network Fault Detection	..... Liu Yaoxian, Sun Yi, Wu Xin, Wei Lei, et al (3609)
Topological Vulnerability Analysis and Countermeasures of Electrical Communication Network Based on Complex Network Theory	..... Liu Dichen, Ji Xingpei, Wang Bo, Tang Fei (3615)
Communication Path Queue-Induced Asymmetry Algorithm for Clock Synchronization on IEEE 1588	..... Qian Chao, Xu Xun, Mei Jun, Yu Jie, Zheng Jianyong, Wang Yong, Ji Wenlu, Zhang Ming (3622)
An HMAC Based Authenticated Method for GOOSE Packets (in English)	..... Wang Zhidong, Wang Gang, Xu Zhiheng, et al (3627)
· High Voltages ·	
Experimental and Simulation Study on Statistical Characteristics of VFTO and VFTC in GIS	..... Duan Shaofeng, Zhao Lin, Li Zhibing, Zhan Huamao, Li Chengrong, Yao Linzhi (3634)
Optimal Gear Capacity Design of Superconducting Controllable Reactor Based on ANSYS-Immune Algorithm	..... Chen Baichao, Yu Zhangting, Wei Liangliang, Xue Gang, Hu Nannan, Ren Li, Yuan Jiaxin (3641)
Electric Field Distribution and Voltage-Sharing Characteristics of Composite Tower in 330 kV Double Circuit Transmission Lines	..... Wang Qingyu, Wang Haoran, Yang Xi, Wang Jialong, Peng Zongren (3649)
Analysis of Ice-Melting Insulated Ground Wire Influence on Substation Grounding Safety	..... Chen Kui, Wu Guangning, Cao Xiaobin, Li Ruifang, Yi Zhixing, Luo Shucai (3656)

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

Director of Editorial Board: Song Shufang

Associate Director of Editorial Board: Liu Haofang

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

Sieyuan®

- 集成产品开发系统
- 博士后科研工作站
- 产品全生命周期管理系统
- 高压电器工程技术研究中心
- 产品全面通过KEMA专业认证
- 国家火炬计划重点高新技术企业

思源电气550kV GIS全面通过国家高压电器质量监督检验中心和荷兰KEMA全套型式试验



使电能传输与分配更安全、更可控、更高效

思源电气作为国内拥有输配电完整一二次产业链的设备制造商和综合方案解决商，向全球客户提供一流的电气设备与服务，帮助客户安全、可靠、高效地使用和维护电力。



- 气体绝缘组合电器
- 变电站自动化系统
- 中高压断路器
- 中高压隔离开关
- 电力电容器
- 电能质量设备
- 电力电抗器
- 电力自动化设备
- 在线监测设备
- 互感器及套管
- 电力测试设备

思源电气股份有限公司
SIEYUAN ELECTRIC CO.,LTD.

地址：上海市华宁路3399号

邮编：201108

网址：www.sieyuan.com

邮箱：webmaster@sieyuan.com

电话：021-61610502

销售热线：021-61610977