

《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 伍萱 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 汪植生

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

· 大电网运行控制及柔性互联 ·

我国电网支撑可再生能源发展的实践与挑战

..... 陈国平, 李明节, 许涛, 张剑云, 王超 (3095)

调控云架构及应用展望 许洪强 (3104)

大规模新能源接入弱同步支撑直流送端电网的运行控制技术综述

..... 马进, 赵大伟, 钱敏慧, 朱凌志, 姚良忠, 汪宁渤 (3112)

基于随机优化理论的输电网规划研究综述

..... 张衡, 程浩忠, 曾平良, 张建平, 陆建忠, 李聪 (3121)

大规模多节点柔性直流控制保护仿真测试方法研究

..... 吴学光, 刘昕, 林畅, 刘栋 (3130)

基于深度学习的电力系统故障后暂态稳定评估研究

..... 胡伟, 郑乐, 闵勇, 董昱, 余锐, 王磊 (3140)

基于值集法对云南电网超低频振荡的稳定分析

..... 周靖皓, 江崇熙, 甘德强, 黄伟, 黄润, 吴琛, 张杰 (3147)

基于场景分区的随机潮流解析算法

..... 连浩然, 周保荣, 秦鹏, 王彤, 别朝红 (3153)

特高压交流 GIL 输电技术研究及应用

..... 李鹏, 颜湘莲, 王浩, 张乔根, 金光耀, 高煜, 穆双录 (3161)

特高压半波长线路输电能力与暂态稳定影响因素

..... 王安斯, 任大伟, 汤涌, 易俊, 张健 (3168)

特高压交流半波长输电线路保护体系

..... 周泽昕, 王兴国, 柳焕章, 郭雅蓉, 杜丁香 (3174)

高压直流断路器技术发展与实践 魏晓光, 杨兵建, 汤广福 (3180)

模块化多电平换流阀运行试验电路暂态特性研究

..... 高冲, 汤广福, 郑健超, 许彬, 杨俊, 贺之渊 (3189)

±800kV/6250A 特高压直流换流阀的研制

..... 欧阳文敏, 肖万芳, 王治翔, 张静, 纪锋, 周建辉 (3196)

新型电压源换流器直流故障穿越能力综合评价指标

..... 李道洋, 吴金龙, 张浩, 王先为, 马焱, 孙树敏, 李广磊 (3201)

常规直流输电系统改造用的混合直流输电技术

..... 许烽, 宣晓华, 江道灼, 黄晓明, 虞海泓, 陆翌, 裘鹏 (3209)

长控制链路延时特征下柔性直流输电系统动态性能改善方法

..... 邹常跃, 陈俊, 许树楷, 杨煜, 李巍巍, 黄润鸿 (3216)

我国特高压直流输电技术的巴西本地化工程实施方案

..... 刘云 (3223)

逆变型电源对故障分量方向元件的影响机理研究

..... 李彦宾, 贾科, 毕天姝, 闫人溢, 陈蕊, 杨奇逊 (3230)

基于 PMU 相量的次/超同步谐波识别方法

.....刘灏, 李珏, 毕天姝, 许苏迪, 杨奇逊 (3237)

用于配电网柔性互联的晶闸管控制曲折变压器

.....张春朋, 戚庆茹, 赵争鸣, 姜齐荣, 黄仁乐 (3244)

· 可再生能源发电及并网消纳技术 ·

风电场经 MMC-MTDC 系统并网的几个关键问题

.....刘天琪, 陶艳, 李保宏 (3251)

提高风电功率预测精度的方法乔颖, 鲁宗相, 闵勇 (3261)

大型风电机组最大功率曲线自校正方法

.....李悦强, 蔡旭, 贾锋 (3269)

考虑高风速截尾风险的海上风电场群输电关键设备选型优化

.....王健, 鲁宗相, 乔颖, 谢珍建, 孙文涛, 王海潜 (3277)

基于改进模糊 C 均值聚类算法的区域集中式光伏发电系统动态分群建模

.....盛万兴, 季宇, 吴鸣, 刘海涛, 寇凌峰 (3284)

基于 S-BGD 和梯度累积策略的改进深度学习方法及其在光伏出力预测中的应用黎静华, 黄乾, 韦善阳, 黄玉金 (3292)

基于多维动态规划的柔性光储参与主动配电网优化运行

.....葛乐, 陆文涛, 袁晓冬, 林林, 史明明 (3300)

孤岛微电网中虚拟机差异化故障穿越方法

.....段青, 盛万兴, 沈超, 帅智康, 马春艳, 黄文 (3307)

电池储能系统运行控制与应用方法综述及展望

.....李相俊, 王上行, 惠东 (3315)

· 智能配用电技术 ·

配电网的供电能力分布

.....肖峻, 张苗苗, 司超然, 余步鑫, 张宝强, 李方兴 (3326)

配用电数据分析及应用王鹏, 林佳颖, 郭岫, 栾文鹏, 林涛 (3333)

地区电网需求响应资源聚合与调控策略研究

.....沈瑜, 岳园园, 闫华光, 陈霄, 李德智, 易永仙, 郭炳庆 (3341)

直流配电网架构与关键技术马钊, 焦在滨, 李蕊 (3348)

低压直流配电系统谐振机理分析与有源抑制方法

.....林刚, 李勇, 王安雅, 李畅, 曹一家, 朱弘祺 (3358)

· 智能电网基础支撑技术 ·

规模化分布式储能的关键应用技术研究综述

.....李建林, 马会萌, 袁晓冬, 王展, 葛乐 (3365)

电网氢储能场景下的固态储氢系统及储氢材料的技术指标研究

.....刘海镇, 徐丽, 王新华, 刘双宇, 盛鹏, 赵广耀, 王博, 李慧, 等 (3376)

高温固体氧化物电解水制氢储能技术及应用展望

.....牟树君, 林今, 邢学韬, 周友 (3385)

基于盐穴储气的先进绝热压缩空气储能技术及应用前景

.....梅生伟, 公茂琮, 秦国良, 田芳, 薛小代, 李瑞 (3392)

能源互联网区块链应用的交易效率分析

.....邵雪, 孙宏斌, 郭庆来 (3400)

《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 10 期 (总第 407 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 岷 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: 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

2017, Vol. 41 No. 10 (Ser. 407)

Contents

• Operation Control and Flexible Interconnection of Large Power Grid •

Practice and Challenge of Renewable Energy Development Based on Interconnected Power Grids	Chen Guoping, Li Mingjie, Xu Tao, Zhang Jianyun, Wang Chao (3095)
Architecture of Dispatching and Control Cloud and Its Application Prospect	Xu Hongqiang (3104)
Reviews of Control Technologies of Large-Scale Renewable Energy Connected to Weakly-Synchronized Sending-End DC Power Grid	Ma Jin, Zhao Dawei, Qian Minhui, Zhu Lingzhi, Yao Liangzhong, Wang Ningbo (3112)
Overview of Transmission Network Expansion Planning Based on Stochastic Optimization	Zhang Heng, Cheng Haozhong, Zeng Pingliang, Zhang Jianping, Lu Jianzhong, Li Cong (3121)
Research on Modelling and Testing Methods of Large-Scale VSC-HVDC Control and Protection System	Wu Xueguang, Liu Xin, Lin Chang, Liu Dong (3130)
Research on Power System Transient Stability Assessment Based on Deep Learning of Big Data Technique	Hu Wei, Zheng Le, Min Yong, Dong Yu, Yu Rui, Wang Lei (3140)
Stability Analysis of Ultra-Low Frequency Oscillation of Yunnan Power Grid Based on Value Set Approach	Zhou Jinghao, Jiang Chongxi, Gan Deqiang, Huang Wei, Huang Run, Wu Chen, Zhang Jie (3147)
Probabilistic Power Flow Analytic Algorithm Based on Scenario Partition	Lian Haoran, Zhou Baorong, Qin Peng, Wang Tong, Bie Zhaohong (3153)
Research and Application of UHVAC Gas-Insulated Transmission Line	Li Peng, Yan Xianglian, Wang Hao, Zhang Qiaogen, Jin Guangyao, Gao Yu, Mu Shuanglu (3161)
Power Transmission Capability and Transient Stability Influence Factors of UHV Half-Wavelength Transmission Line	Wang Ansi, Ren Dawei, Tang Yong, Yi Jun, Zhang Jian (3168)
UHV AC Half-Wavelength Transmission Line Protection Scheme	Zhou Zexin, Wang Xingguo, Liu Huanzhang, Guo Yarong, Du Dingxiang (3174)
Technical Development and Engineering Applications of HVDC Circuit Breaker	Wei Xiaoguang, Yang Bingjian, Tang Guangfu (3180)
Research on Transient Characteristics of Operational Test Circuit for Modular Multilevel Converter Valves	Gao Chong, Tang Guangfu, Zheng Jianchao, Xu Bin, Yang Jun, He Zhiyuan (3189)
Research and Development of $\pm 800\text{kV}/6250\text{A}$ UHVDC Converter Valve	Ouyang Wenmin, Xiao Wanfang, Wang Zhixiang, Zhang Jing, Ji Feng, Zhou Jianhui (3196)
Comprehensive Evaluation Index of DC Fault Ride-Through Capability for Novel Voltage Source Converter	Li Daoyang, Wu Jinlong, Zhang Hao, Wang Xianwei, Ma Huan, Sun Shumin, Li Guanglei (3201)
Study on Hybrid HVDC Transmission Technology Used for Upgrading of Conventional HVDC Transmission System	Xu Feng, Xuan Xiaohua, Jiang Daozhuo, Huang Xiaoming, Yu Haihong, Lu Yi, Qiu Peng (3209)
Dynamic Performance Optimization of VSC-HVDC Considering Its Long Delay	Zou Changyue, Chen Jun, Xu Shukai, Yang Yu, Li Weiwei, Huang Runhong (3216)
Preliminary Study on Project Localization in Brazil Utilizing Chinese UHVDC Technologies	Liu Yun (3223)
Influence Mechanism of Inverter-Interfaced Renewable Energy Generators on Fault Component Based Directional Relay	Li Yanbin, Jia Ke, Bi Tianshu, Yan Renfu, Chen Rui, Yang Qixun (3230)
Subsynchronous and Supersynchronous Inter-Harmonic Identification Method Based on Phasor Measurements	Liu Hao, Li Jue, Bi Tianshu, Xu Sudi, Yang Qixun (3237)
Thyristor-Controlled Zigzag Transformer for Flexible Inter-Link of Distribution Networks	Zhang Chunpeng, Qi Qingru, Zhao Zhengming, Jiang Qirong, Huang Renle (3244)
• Renewable Energy Generation and Integration •	
Critical Problems of Wind Farm Integration via MMC-MTDC System	Liu Tianqi, Tao Yan, Li Baohong (3251)

Research & Application of Raising Wind Power Prediction Accuracy	..... Qiao Ying, Lu Zongxiang, Min Yong (3261)
Self-Correction Method for Maximum Power Curves of Large Wind Turbines	..... Li Yueqiang, Cai Xu, Jia Feng (3269)
Optimization of Essential Transmission Equipment Selection in Offshore Wind Farm Clusters Considering Truncation Risk of High Wind Speed	..... Wang Jian, Lu Zongxiang, Qiao Ying, Xie Zhenjian, Sun Wentao, Wang Haiqian (3277)
Dynamic Clustering Modeling of Regional Centralized Photovoltaic Power Plant Based on Improved Fuzzy C-Means Clustering Algorithm	..... Sheng Wanxing, Ji Yu, Wu Ming, Liu Haitao, Kou Lingfeng (3284)
Improved Deep Learning Algorithm Based on S-BGD and Gradient Pile Strategy and Its Application in PV Power Forecasting	..... Li Jinghua, Huang Qian, Wei Shanyang, Huang Yujin (3292)
Optimal Operation of Active Distribution Network Based on Photovoltaic and Energy-Storage System of Multi-Dimensional Dynamic Programming	..... Ge Le, Lu Wentao, Yuan Xiaodong, Lin Lin, Shi Mingming (3300)
Differentiated Fault Ride-Through Method for Synchronverter in Islanded Microgrid	..... Duan Qing, Sheng Wanxing, Shen Chao, Shuai Zhikang, Ma Chunyan, Huang Wen (3307)
Summary and Prospect of Operation Control and Application Method for Battery Energy Storage Systems	..... Li Xiangjun, Wang Shangxing, Hui Dong (3315)
▪ Smart Power Distribution and Utilization Technology ▪	
Supply Capability Distribution of Distribution Systems	..... Xiao Jun, Zhang Miaomiao, Si Chaoran, She Buxin, Zhang Baoqiang, Li Fangxing (3326)
Distribution System Data Analytics and Applications	..... Wang Peng, Lin Jiaying, Guo Shen, Luan Wenpeng, Lin Tao (3333)
Research on Aggregation and Optimization Strategies of Demand Response Resources for District Power Grid	..... Shen Yu, Yue Yuanyuan, Yan Huaguang, Chen Xiao, Li Dezhi, Yi Yongxian, Guo Bingqing (3341)
Network Structures and Key Technologies of DC Distribution Systems	..... Ma Zhao, Jiao Zaibin, Li Rui (3348)
Resonance Mechanism Analysis and Its Active Damping Suppression of LVDC Distribution System	..... Lin Gang, Li Yong, Wang Ziya, Li Chang, Cao Yijia, Zhu Hongqi (3358)
▪ Basic Support Technology of Smart Grid ▪	
Overview on Key Applied Technologies of Large-Scale Distributed Energy Storage	..... Li Jianlin, Ma Huimeng, Yuan Xiaodong, Wang Zhan, Ge Le (3365)
Technical Indicators for Solid-State Hydrogen Storage Systems and Hydrogen Storage Materials for Grid-Scale Hydrogen Energy Storage Application	..... Liu Haizhen, Xu Li, Wang Xinhua, Liu Shuangyu, Sheng Peng, Zhao Guangyao, Wang Bo, Li Hui, et al (3376)
Technology and Application Prospects of High-Temperature Solid Oxide Electrolyze Cell	..... Mu Shujun, Lin Jin, Xing Xuetao, Zhou You (3385)
Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage System With Salt Cavern Air Storage and Its Application Prospects	..... Mei Shengwei, Gong Maoqiong, Qin Guoliang, Tian Fang, Xue Xiaodai, Li Rui (3392)
Transaction Efficiency Analysis of Blockchain Applied to Energy Internet	..... Tai Xue, Sun Hongbin, Guo Qinglai (3400)

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