

ISSN 0258-8013

CODEN ZDGXER



QK1831851

# 中国电机工程学报

半月刊

第 38 卷 第 12 期

## Proceedings of the CSEE

SEMIMONTHLY

Vol.38 No.12



6月  
2018

2018-06-20 出版

ISSN 0258-8013



9 770258 801186



中国电机工程学会主办  
THE CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

万方数据



目 次

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

· 智能电网 ·

- 基于分布式图计算的台区负荷预测技术研究.....蒋玮, 黄丽丽, 祁晖, 冯伟, 杨乐, 汪梁, 等 (3419)
- 基于信息间隙决策理论的多源联合优化机组组合.....汪超群, 韦化, 吴思缘 (3431)
- 海上风电场集群接入系统组网优化.....符杨, 刘阳, 黄玲玲, 魏书荣, 刘璐洁 (3441)
- 恒压充电模式下独立光伏储能系统的鲁棒稳定控制器设计.....秦岭, 谢少军, 罗松 (3451)
- 基于虚拟调速器的多端直流虚拟同步机控制策略.....王伟宇, 李勇, 曹一家, 李欣然 (3461)
- 直流输电系统虚拟并联电阻阻尼控制策略研究.....万勋, 李云丰, 彭敏放 (3471)
- 电力系统谐波分析的全分量校正方法.....耿中行, 张伏生 (3481)

· 大电网规划与运行 ·

- 基于线路相位差同趋性的电力系统自适应失步解列断面实时搜索方法.....顾卓远, 汤涌, 卜广全, 等 (3488)
- 考虑功率裕度与系统稳定性的直流电网自适应下垂控制.....彭乔, 刘天琪, 张英敏, 李保宏, 唐铄雅 (3498)
- 增补 P/Q 节点直接计算电压崩溃点的潮流方法.....万凯遥, 姜彤 (3507)

· 智能配用电 ·

- 基于下垂特性调节的直流配电网稳态分析.....解大, 喻松涛, 陈爱康, 张延迟, 顾承红, 赵祖熠, 李岩 (3516)
- m 序列调制的正弦离散伪随机动态测试信号的完备性分析.....王学伟, 王艳君 (3529)
- 未来直流配电网电压等级序列研究.....段建东, 魏朝阳, 周一, 杨青 (3538)

· 继电保护、通讯及自动化 ·

- 光伏系统直流电弧故障检测方法及其抗干扰研究.....吴春华, 徐文新, 李智华, 徐立娟, 柏同杨 (3546)
- 电力通信耦合网络建模及其脆弱性分析.....王涛, 孙聪, 顾雪平, 秦晓辉 (3556)
- 钳位双子模块型模块化多电平换流器交流侧故障对直流侧的影响分析.....戴志辉, 朱惠君, 严思齐, 等 (3568)

· 发电 ·

- 大数据挖掘技术在燃煤电站机组能耗分析中的应用研究.....刘炳含, 付忠广, 王鹏凯, 王永智, 高学伟 (3578)
- 集成新型锅炉烟气热能回收系统的 600MW 机组全工况性能分析.....张国柱, 刘明, 张钧泰, 等 (3588)
- 汽轮机排汽通道气动性能优化及凝汽器换热特性分析.....曹丽华, 司和勇, 董恩伏, 胡鹏飞, 宁哲, 等 (3597)
- 仿生波浪前缘叶片在核电汽轮机中的应用.....陈桐, 谢诞梅, 杨长柱, 张恒良, 熊扬恒, 杜海芬, 张敬 (3605)
- 一种联合锂电池健康和荷电状态的新模型.....朱丽群, 张建秋 (3613)
- 袋型阻尼密封动力特性分析及对转子稳定性的影响.....孙丹, 李胜远, 艾延廷, 周海仑, 王志 (3621)

· 电力电子与电力传动 ·

- PWM-PFM 混合控制 LCC 谐振变换器研究.....曹靖, 许建平, 陈一鸣, 林磊明 (3629)
- 模块化多电平换流器的降阶小信号模型研究.....李正, 郝全睿, 尹晓东, 王淑颖 (3638)
- 交流系统不对称时 MMC 系统小信号稳定性研究.....杨佳艺, 赵成勇, 郭春义 (3651)
- 应用于 LCC-HVDC 弱受端的链式 STATCOM 改进控制策略研究.....姚为正, 刘刚, 胡四全, 孙健, 等 (3662)
- 电网电压不平衡下电流源并网变换器控制研究.....郭小强, 张雪 (3671)

· 电机与电器 ·

- 基于转子齿偏移的四相横向磁通永磁电机齿槽转矩削弱方法.....张昌锦, 陈志辉, 梅庆泉, 段津津 (3680)
- 共直流母线开绕组异步电机零序环流抑制策略研究.....杨淑英, 姚乐, 张兴, 李浩源, 谢震 (3688)
- 基于不平衡系数辨识的电磁轴承-刚性飞轮转子系统不平衡补偿控制.....王忠博, 祝长生, 陈亮亮 (3699)
- 考虑多点接地故障的变压器铁心均匀化建模方法.....周利军, 刘桓成, 高仕斌, 江俊飞, 李威, 郭蕾 (3709)

· 英文概述见论文电子版

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

Vol.38 No.12 (Ser. 599)

Jun. 20, 2018

## CONTENTS

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

### • Smart Grid •

- Research on Load Forecasting Technology of Transformer Areas Based on Distributed Graph Computing ..... JIANG Wei, HUANG Lili, QI Hui, FENG Wei, YANG Le, WANG Liang et al (3419)
- Multi-power Combined Unit Commitment Based on Information Gap Decision Theory ..... WANG Chaoqun, WEI Hua, WU Siyuan (3431)
- Optimization of Grid Integration Network for Offshore Wind Farm Cluster ..... FU Yang, LIU Yang, HUANG Lingling, WEI Shurong, LIU Lujie (3441)
- Design of Robust Controller for Stand-alone Photovoltaic Energy Storage System in Constant Voltage Charging Mode ..... QIN Ling, XIE Shaojun, LUO Song (3451)
- The Virtual Synchronous Generator Technology Based on Virtual Governor for Multi-terminal Direct Current System ..... WANG Wei, LI Yong, CAO Yijia, LI Xinran (3461)
- Virtual Parallel Resistor Damping Control of VSC Based HVDC System ..... WAN Xun, LI Yunfeng, PENG Minfang (3471)
- The Calibrating Method of Total Harmonic Components of Power System ..... GENG Zhongxing, ZHANG Fusheng (3481)

### • Large Power Grid Planning and Operation •

- Real-time Searching Method of Adaptive Out-of-step Splitting Surfaces for Power System Based on the Line Phase Difference With the Same Trend Variatio ..... GU Zhuoyuan, TANG Yong, BU Guangquan, et al (3488)
- Adaptive Droop Control of VSC based DC Grid Considering Power Margin and System Stability ..... PENG Qiao, LIU Tianqi, ZHANG Yingmin, LI Baohong, TANG Shuoya (3498)
- A Direct Calculation Method of Voltage Collapse Points by Supplement of a New Type of P'Q Bus ..... WAN Kaiyao, JIANG Tong (3507)

### • Smart Electric Power Distribution and Utilization Technologies •

- Steady-state Analysis for the DC Distribution Network With Droop-control ..... XIE Da, YU Songtao, CHEN Aikang, ZHANG Yanchi, GU Chenghong, ZHAO Zuyi, LI Yan (3516)
- Completeness Analysis of m Sequence Modulating Sine Discrete Pseudo-random Dynamic Test Signals ..... WANG Xuewei, WANG Yanjun (3529)
- Research on Voltage Level Sequence of Future DC Distribution Network ..... DUAN Jiandong, WEI Zhaoyang, ZHOU Yi, YANG Qing (3538)

### • Power System Relaying, Communication and Automation •

- Study on Detection Method and Its Anti-interference of DC Arc Fault for Photovoltaic System ..... WU Chunhua, XU Wenxin, LI Zhihua, XU Lijuan, BAI Tongyang (3546)
- Modeling and Vulnerability Analysis of Electric Power Communication Coupled Network ..... WANG Tao, SUN Cong, GU Xueping, QIN Xiaohui (3556)
- Influence of Clamp Double Submodule-modular Multilevel Converter AC-side Faults on DC-side Quantities ..... DAI Zhihui, ZHU Huijun, YAN Siqu, et al (3568)

### • Power Generation •

- Big Data Mining Technology Application in Energy Consumption Analysis of Coal - fired Power Plant Units ..... LIU Binghan, FU Zhongguang, WANG Pengkai, WANG Yongzhi, GAO Xuewei (3578)
- Performance Analyses of a 600MW Coal-Fired Power Plant Integrated With a Novel Boiler Exhaust Heat Recovery System at Overall Working Conditions ..... ZHANG Guozhu, LIU Ming, ZHANG Juntao, et al (3588)
- Aerodynamic Performance Optimization in Exhaust Passage and Analysis of Heat Transfer Characteristics of Condenser in Steam Turbine ..... CAO Lihua, SI Heyong, DONG Enfu, Hu Pengfei, NING Zhe, et al (3597)
- Application of Biologically Inspired Wavy Leading Edge in Nuclear Steam Turbine Cascade ..... CHEN Tong, XIE Danmei, YANG Changzhu, ZHANG Hengliang, XIONG Yangheng, DU Haifen, ZHANG Jing (3605)
- A New Model of Jointed States of Charge and Health for Lithium Batteries ..... ZHU Liquan, ZHANG Jianqiu (3613)
- Analysis of the Rotordynamic Characteristics of Pocket Damper Seals and Impact on Rotor Stability ..... SUN Dan, LI Shengyuan, AI Yanting, ZHOU Hailun, WANG Zhi (3621)

### • Power Electronics and Drives •

- Study of PWM-PFM Hybrid Controlled LCC Resonant Converter ..... CAO Jing, XU Jianping, CHEN Yiming, LIN Leiming (3629)
- Research on Reduced-order Small-signal Model of Modular Multilevel Converter ..... LI Zheng, HAO Quanrui, YIN Xiaodong, WANG Shuying (3638)
- Small-signal Stability Analysis of Modular Multilevel Converter Under Unbalanced Grid Conditions ..... YANG Jiayi, ZHAO Chengyong, GUO Chunyi (3651)
- Research on Improved Control Strategies of STATCOM for LCC-HVDC Weak Receiving Station ..... YAO Weizheng, LIU Gang, HU Siquan, SUN Jian, et al (3662)
- Control of Grid-connected Current Source Converter Under Unbalanced Grid Voltage ..... GUO Xiaoqiang, ZHANG Xue (3671)

### • Electric Machines and Apparatus •

- Cogging Torque Reduction of Transverse Flux Permanent Magnet Motors by Shifting Rotor Teeth ..... ZHANG Changjin, CHEN Zhihui, MEI Qingxiao, DUAN Jinjin (3680)
- Research on Scheme of Zero-sequence Currents Suppression for Open-end Winding Induction Motor With Common DC Bus ..... YANG Shuying, YAO Le, ZHANG Xing, LI Haoyuan, XIE Zhen (3688)
- Unbalance Compensation Control of Active Magnetic Bearing-Rigid Flywheel Rotor System Based on Unbalance Coefficients Identification ..... WANG Zhongbo, ZHU Changsheng, CHEN Liangliang (3699)
- A Homogenization Modeling Method of Transformer Cores Considering Multi-point Grounding Faults ..... ZHOU Lijun, LIU Huancheng, GAO Shibin, JIANG Junfei, LI Wei, GUO Lei (3709)

• 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：谢明亮 郑健超 周孝信 郭剑波 刘 伟

委 员：丁 明 马伟明 王成山 王 东 司凤琪 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 束国刚 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 38 卷 第 12 期 2018 年 6 月 20 日出版

版权所有

Proceedings of the CSEE

(Semimonthly, started in 1964)

Vol.38 No.12 Jun. 20, 2018

© 2018 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<br>穆 钢 杨寿敏 李武华                                       | Associate Editor-in-Chief | Qiu Jiaju Zhu Baotian Zhang Dongxia<br>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<br>中国电力科学研究所有限公司院内                             | Editorial office          | Xiaoyingdonglu 15, Qinghe, Beijing<br>100192, China                                        |
| 编辑部主任   | 韩 蕾                                                              | Director                  | Han Lei                                                                                    |
| 电 话     | 010-82415657(传真)<br>010-82812534<br>010-82812545<br>010-82812974 | Tel/Fax                   | 86-10-82415657<br>86-10-82812534<br>86-10-82812545<br>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<br>102208北京昌平七北路马连店甲6号                                | Distributed Abroad by     | China International Book Trading Corporation(GUOJI SHUDIAN)<br>P.O.Box 399, Beijing, China |
| 国内发行    | 北京报刊发行局                                                          | Publication Number        | ISSN 0258-8013                                                                             |
| 国外发行    | 中国国际图书贸易总公司                                                      | 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