

QK1852940

# 中国电机工程学报

半月刊

第 38 卷 第 20 期

## Proceedings of the CSEE

SEMMONTHLY

Vol.38 No.20



10月  
2018  
2018-10-20 出版

ISSN 0258-8013



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



## 目 次

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

### · 大电网规划与运行 ·

- 并网双馈风电场次/超同步混合振荡现象及阻尼控制方案 ..... 苏田宇, 杜文娟, 王海风 (5919)  
高比例风电背景下计及  $N-1$  安全网络约束的发输电优化规划 ..... 张衡, 程浩忠, 张建平, 柳璐, 等 (5929)  
计及风电功率矩不确定性的分布鲁棒实时调度方法 ..... 周安平, 杨明, 翟鹤峰, 赵元春, 张程琳, 等 (5937)  
考虑天气因素的海上风电机组预防性机会维护策略优化方法 ..... 符杨, 许伟欣, 刘璐洁, 张升华, 等 (5947)  
弱交流电网下含 STATCOM 的 LCC-HVDC 系统的附加阻尼协调控制方法 ..... 郭春义, 蒋雯, 等 (5957)  
虚拟同步机场景下 OUF 与 OUV 检测盲区分析 ..... 徐华电, 苏建徽, 刘宁, 施永, 郭蕾 (5965)

### · 输变电技术 ·

- 并联机械式直流断路器的设计与控制 ..... 周猛, 向往, 饶宏, 许树楷, 黄润鸿, 林卫星, 文劲宇 (5975)  
具备潮流控制功能的直流断路器仿真建模研究 ..... 常彬, 高路, 闫鹤鸣, 庞辉, 林畅, 刘栋 (5983)  
基于预充电电容的新型混合直流断路器 ..... 叶晗, 陈武 (5992)  
输电检修与机组组合联合的区间鲁棒优化决策 ..... 李本新, 韩学山, 王士柏 (6001)

### · 发电 ·

- 准东煤掺烧  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  对灰分变化和灰熔融特性的影响 ..... 高满达, 孙保民, 苏逸峰 (6012)  
变截面管内燃煤烟气  $\text{PM}_{2.5}$  声波团聚实验研究 ..... 赵云, 董彩霞, 田章福, 曾新吾, 龚昌超, 何焰兰 (6021)  
 $\text{Cu}/\text{HZSM}-5$  催化剂低温 SCR 脱硝实验研究 ..... 王学涛, 胡海鹏, 张兴宇, 苏晓昕, 杨晓东, 等 (6029)  
相变胶囊无序堆积蓄热特性分析 ..... 张仲彬, 刘永强, 云爱霞 (6037)  
基于多分类相关向量机和模糊 C 均值聚类的有轨电车用燃料电池系统故障诊断方法 ..... 刘嘉蔚, 等 (6045)

### · 电力电子与电力传动 ·

- 计及焊料层疲劳累积效应的 IGBT 模块寿命评估 ..... 陈民铀, 陈一高, 高兵, 赖伟, 黄涛, 徐盛友 (6053)  
大功率沟槽栅场终止 IGBT 器件物理模型参数提取的新方法(英文) ..... 罗广孝, 齐磊, 张卫东 (6062)  
电流源变换器直流链电流纹波抑制策略研究 ..... 郭小强, 杨勇, 王学惠 (6071)  
双端口子模块 MMC 电磁暂态通用等效建模方法 ..... 徐义良, 赵成勇, 赵禹辰, 石璐, 许建中 (6079)  
一种感应耦合电能传输系统接收模块并联电流控制策略 ..... 张发聪, 史黎明, 殷正刚, 范满义, 姜龙斌 (6091)  
弱电网下考虑锁相环影响的三相并网系统相角补偿控制方法 ..... 杨苓, 陈燕东, 陈智勇, 罗安, 等 (6099)  
三相并网变流器在电网不对称故障时的有功功率安全运行区域 ..... 熊浩, 杜雄, 孙鹏菊, 籍勇亮 (6110)

### · 电机与电器 ·

- 基于定子磁链最优的五相永磁电机直接转矩控制 ..... 刘国海, 黄旭, 周华伟 (6119)  
应用迭代学习控制的压电电机定位台高精度跟踪 ..... 严刚峰 (6127)  
九开关双馈风力发电系统的恒定开关频率电流滑模控制方法 ..... 邱伟康, 陈宇, 文刚, 康勇 (6134)  
模块化多电平柔性直流换流阀寄生电容提取及分布特性研究 ..... 胡榕, 池浦田, 客金坤, 冯静波, 等 (6145)  
主动电磁轴承-刚性转子系统 PID 控制器设计方法 ..... 王忠博, 毛川, 祝长生 (6154)

### · 高电压技术 ·

- 直流 GIL 中盆式绝缘子表面电荷分布特性研究 ..... 薛建议, 王涵, 李科峰, 樊晓锋, 刘翔宇, 等 (6164)  
正极性直流电压下油纸绝缘针板电极局放脉冲波形与局放机理 ..... 李斯盟, 李清泉, 刘洪顺, 司雯, 等 (6173)  
恒压下 GIS 盆式绝缘子表面缺陷的长间隙性放电特性研究 ..... 王红梅, 丁登伟, 贾志杰, 唐铭泽, 等 (6188)

### · 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.20 (Ser. 607)

Oct. 20, 2018

**CONTENTS**

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

**• Large Power Grid Planning and Operation •**

- Sub/Super-synchronous Mixed Oscillation Phenomenon and a Damping Control Scheme of the DFIG-based Wind Farm Connected to a Power Grid ..... SU Tianyu, DU Wenjuan, WANG Haifeng (5919)  
Generation and Transmission Expansion Planning Considering  $N-1$  Security Constraints With High Penetration of Wind Power ..... ZHANG Heng, CHENG Haozhong, ZHANG Jianping, LIU Lu, et al (5929)  
Distributionally Robust Real-time Dispatch Considering Moment Uncertainty of Wind Generation ..... ZHOU Anping, YANG Ming, ZHAI Hefeng, ZHAO Yuanchun, ZHANG Chenglin, et al (5937)  
Optimization of Preventive Opportunistic Maintenance Strategy for Offshore Wind Turbine Considering Weather Conditions ..... FU Yang, XuWeixin, LIU Lujie, ZHANG Kaihua, et al (5947)  
A Supplementary Damping Coordination Control for LCC-HVDC System With STATCOM Under Weak AC Grid Conditions ..... GUO Chunyi, JIANG Wen, et al (5957)  
Non-detection Zone Analysis of Over/Under Frequency and Over/Under Voltage Islanding Detection With Virtual Synchronous Generators ..... XU Huadian, SU Jianhui, LIU Ning, SHI Yong, GUO Lei (5965)

**• Power Transmission and Transformation Technologies •**

- Design and Control of Paralleled Mechanical DC Circuit Breakers ..... ZHOU Meng, XIANG Wang, RAO Hong, XU Shukai, HUANG Runhong, LIN Weixing, WEN Jinyu (5975)  
Modeling and Simulation Study of A New Type of HVDC Circuit Breaker ..... CHANG Bin, GAO Lu, YAN Heming, PANG Hui, LIN Chang, LIU Dong (5983)  
A Novel Hybrid DC Circuit Breaker Based on Pre-charged Capacitors ..... YE Han, CHEN Wu (5992)  
Robust Optimal Coordination of Transmission Maintenance Scheduling With Unit Commitment Considering the Interval Uncertainty of Nodal Demands and Wind Power ..... LI Benxin, HAN Xueshan, WANG Shibo (6001)

**• Power Generation •**

- Influence of  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  on Ash Composition and Ash-forming Characteristics During Combustion of Zhundong Coal ..... GAO Mada, SUN Baomin, SU Yifeng (6012)  
Experimental Research of  $\text{PM}_{2.5}$  Removal From Coal Combustion by Acoustic Agglomeration in a Standing Wave Tube With Abrupt Section ..... ZHAO Yun, DONG Caixia, TIAN Zhangfu, ZENG Xinwu, GONG Changchao, HE Yanlan (6021)  
Experimental Study on Cu/HZSM-5 Catalyst for SCR Denitration at Low Temperature ..... WANG Xuetao, HU Haipeng, ZHANG Xingyu, SU Xiaoxin, YANG Xiaodong, et al (6029)  
Analysis of Thermal Energy Storage for Encapsulated Phase Change Material in Randomly Packed ..... ZHANG Zhongbin, LIU Yongqiang, YUN Aixia (6037)  
A Fault Diagnosis Method of Fuel Cell Systems for Tramways Based on the Multi-class Relevance Vector Machine and Fuzzy C Means Clustering ..... LIU Jiawei, et al (6045)

**• Power Electronics and Drives •**

- Lifetime Evaluation of IGBT Module Considering Fatigue Accumulation of Solder Layers ..... CHEN Minyou, CHEN Yigao, GAO Bing, LAI Wei, HUANG Tao, XU Shengyou (6053)  
A Novel Parameter Extraction Method for High-power Trench-gated Field-stop IGBT Physical Model ..... LUO Guangxiao, QI Lei, ZHANG Weidong (6062)  
Research on DC-link Current Ripple Reduction for Current Source Converter ..... GUO Xiaoqiang, Yang Yong, WANG Xuehui (6071)  
Generalized Electromagnetic Transient (EMT) Equivalent Modeling of MMCs With Arbitrary Two-port Sub-module Structures ..... XU Yiliang, ZHAO Chengyong, ZHAO Yuchen, SHI Lu, XU Jianzhong (6079)  
A Novel Current Control Strategy of Parallel Pickup Modules in Inductively Coupled Power Transfer Systems ..... ZHANG Facong, SHI Liming, YIN Zhenggang, FAN Manyi, JIANG Longbin (6091)  
The Phase Compensation Control Method Considering the Effect of Phase Locked Loop for Three-phase Grid-connected System in the Weak Grid ..... YANG Ling, CHEN Yandong, CHEN Zhiyong, LUO An, et al (6099)  
Active Power Safe Operation Region of Three-phase Grid-connected Voltage Source Converter Under Unbalanced Grid Faults ..... XIONG Hao, DU Xiong, SUN Pengju, JI Yongliang (6110)

**• Electric Machines and Apparatus •**

- Stator-Flux Optimization Based DTC for Five-phase Permanent Magnet Motor Drives ... LIU Guohai, HUANG Xu, ZHOU Huawei (6119)  
High Accuracy Tracking of Piezoelectric Electric Machinery Position Stage Using Iterative Learning Control ..... YAN Gangfeng (6127)  
Constant Switching Frequency Current Sliding Mode Control Method for Nine-switch-converter-based Doubly-fed Wind Generation System ..... QIU Weikang, CHEN Yu, WEN Gang, KANG Yong (6134)  
Research on Extraction and Distribution Characteristic of Parasitic Capacitance in MMC-HVDC Flexible Valve ..... HU Rong, CHI Putian, KE Jinkun, FENG Jingbo, et al (6145)  
A Design Method of PID Controller for Active Magnetic Bearings-rigid Rotor Systems ..... WANG Zhongbo, MAO Chuan, ZHU Changsheng (6154)

**• High Voltage Engineering •**

- Research on Charge Distribution Characteristics on Spacer Surface in DC GIL ..... XUE Jianyi, WANG Han, LI Kefeng, FAN Xiaofeng, LIU Xiangyu, et al (6164)  
PD Pulse Waveform Characteristics and PD Mechanism in Oil-pressboard Insulation With Needle-plate Model Under Positive DC Voltage ..... LI Simeng, LI Qingquan, LIU Hongshun, SI Wen, et al (6173)  
Research on Intermittent Discharge Characteristics of Defects on the Surface of Disc-insulators of GIS Under Long-time Constant Voltage ..... WANG Hongmei, DING Dengwei, JIA Zhijie, TANG Mingze, et al (6188)

**• 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 司风琪 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20期 2018年10月20日出版

版权所有

Proceedings of the CSEE

(Semimonthly, started in 1964)

Vol.38 No.20 Oct. 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  
穆钢 杨寿敏 李武华

Associate Editor-in-Chief Qiu Jiaju Zhu Baotian Zhang Dongxia  
Mu Gang Yang Shoumin Li Wuhua

编辑出版

Editor & Publisher

Editorial Board of Proceedings of the CSEE

地址 100192北京清河小营东路15号

Editorial office

Xiaoyingdonglu 15, Qinghe, Beijing

中国电力科学研究院院内

100192, China

编辑部主任 韩蕾

Director Han Lei

电话 010-82415657(传真)

Tel/Fax 86-10-82415657

86-10-82812534

010-82812534

86-10-82812545

010-82812545

86-10-82812974

010-82812974

E-mail pcsee@epri.sgcc.com.cn

电子邮件 pcsee@epri.sgcc.com.cn

http www.pcsee.org

网址 http://www.pcsee.org

Distributed Abroad by

China International Book Trading

印刷 北京科信印刷有限公司

Corporation(GUOJI SHUDIAN)

102208北京昌平七北路马连店甲6号

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