



电力自动化设备

Electric Power Automation Equipment

中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD核心期刊 美国《工程索引》(Ei)核心期刊 英国SA/INSPEC、俄罗斯AJ、美国CSA、荷兰Scopus收录期刊

中国华电集团有限公司

CHINA HUADIAN CORPORATION LTD.

SAC 国电南京自动化股份有限公司
GUODIAN NANJING AUTOMATION CO.,LTD.

创造者
创造|担当|搏击



热烈庆祝南自建厂80周年

- 1940 建厂重庆
- 1946 动迁南京
- 1968 水转电
- 1987 首套微机保护
- 1999 成功上市
- 2002 归属华电
- 2008 整体上市
- 2020 科改示范行动



★ “庆祝南自建厂80周年”特别学术专辑：电力系统广义同步稳定性与宽频谐振稳定性

ISSN 1006-6047



南京电力自动化研究所有限公司 主办
国电南京自动化股份有限公司

2020 9
第40卷 第9期
Vol.40 No.9



万方数据

电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



9月
2020年
第40卷第9期
(总第317期)
2020年9月10日出版

编辑委员会

主任委员 王宏志
副主任委员 张东晓 周顺宏 胡红升 王凤蛟 经海林
名誉编委 (按姓氏笔画排序)
王维俭 王锡凡 卢强 严璋 杨以涵
杨奇逊 吴青华 吴复立 余贻鑫 辛耀中
宋永华 宋璇坤 张丽英 张伯明 陈 陈
陈德树 罗 安 周有庆 周孝信 洪佩孙
贺家李 钱清泉 徐文远 韩英铎 韩祯祥
程时杰 舒印彪
编委 (按姓氏笔画排序)
丁 明 于继来 卫志农 王成山 王守相
王克文 王增平 韦 化 文劲宇 文福拴
尹项根 艾 芊 艾 欣 卢志刚 朱守真
刘天琪 刘玉田 刘向杰 刘明波 刘俊勇
刘究林 刘 健 江全元 孙元章 孙宏斌
毕天姝 阮新波 严干贵 严 正 李生虎
李永丽 李庚银 李 斌 束洪春 别朝红
何正友 辛焕海 闵 勇 张 尧 张 兴
张 波 张保会 张道农 陆于平 陈星莺
陈维荣 陈皓勇 邵能灵 林中达 林湘宁
和敬涵 周 浩 周维维 赵争鸣 赵建国
赵剑锋 赵晋泉 胡家兵 胡敏强 段献忠
袁 越 贾宏杰 夏 清 徐丙垠 徐 政
徐殿国 高仕斌 高厚磊 郭创新 郭效军
唐 炬 涂春鸣 黄学良 梅生伟 曹一家
符 杨 康重庆 康 勇 董朝阳 董新洲
程浩忠 曾祥君 曾 嵘 谢少军 蔡泽祥
廖瑞金 薄志谦 穆 钢 鞠 平
主 编 郭效军

“电力系统广义同步稳定性与宽频谐振稳定性”专辑

- 1 特约主编寄语 徐 政
- ▶▶ 广义同步稳定性的分析与控制
- 3 电力系统广义同步稳定性的物理机理与研究途径 徐 政
- 10 电力电子并网装备的同步稳定分析与统一同步控制结构
黄林彬,辛焕海,鞠 平,等
- 26 薄弱电网下新能源设备并网锁相同步方式综述
胡 彬,吴 超,年 珩,等
- 35 基于QT1结构的三相增强型锁相环技术 马 茜,汪玉婷
- 42 电压源变换器接入电网的小扰动稳定机理分析
邢光正,吴 琛,陈 磊,等
- 50 弱电网中低电压穿越控制策略导致的双馈风机失稳机理分析
袁 辉,宋晓喆,孙福寿,等
- 57 含非同步机电源交流电网暂态稳定性的电磁暂态仿真研究
李晓栋,徐 政,张哲任
- 64 适用于中低压配电网的VSG多机协同鲁棒运行控制方法
张从越,窦晓波,何国鑫,等
- 72 基于TOPSIS算法的多VSG单元协同控制策略
孟建辉,赵彭辉,王 毅,等
- 80 基于虚拟同步电机控制的固态变压器对多控制类型分布式电源接入的适应性分析
李 振,吕志鹏,盛万兴,等
- 88 非同步机电源渗透率对同步机之间功角稳定性影响的简化模型分析
喻哲扬,张君黎,徐 政
- 95 考虑饱和影响的电力系统广域阻尼控制器设计
聂永辉,李兵兵,高 磊,等
- 102 考虑系统故障响应轨迹的交直流混联电力系统暂态能量计算方法
陈 星,黄天啸,吴翔宇,等
- 110 振荡中心侵入机群场景下的刚性外推策略
李振兴,王振宇,翁汉琨,等

宽频谐振稳定性的机理分析与控制

- 118 风电参与的电力系统次同步振荡机理研究综述和展望
薛安成,付潇宇,乔登科,等
- 129 电力系统次同步振荡检测与在线定位技术综述
吴 熙,陈 曦,吕 万,等
- 142 锁相环控制对永磁直驱风机并网次同步振荡稳定性的影响——控制参数安全域
任必兴,杜文娟,王海风,等
- 148 基于自抗扰控制的直驱风电场次同步振荡抑制策略
高本锋,易友川,邵冰冰,等
- 156 风电场内机群间次同步振荡相互作用
徐衍会,滕先浩
- 163 双馈风电并网系统高频谐振机理及抑制策略
刘其辉,董楚然,于一鸣
- 170 双馈风机系统的切换型混沌振荡及其非光滑分岔特性
薛安成,付潇宇,王嘉伟,等
- 177 溪洛渡直流送端系统中PSS对次同步振荡的影响及应对措施
刘昕宇,徐 政,邢法财,等
- 184 基于超导磁储能装置的MMC-HVDC系统直流振荡抑制方法
马文忠,丁安敏,周冠宇,等
- 190 弱电网下计及直流母线和镜像频率耦合扰动的三相LCL型并网逆变器序导纳建模及稳定性分析
朱益良,蒲俊楷,葛兴来,等
- 197 一种扩展LCL型并网逆变器有效阻尼区的超前补偿方法
华 铤,林 桦,肖建杰,等
- 203 基于附加单位延时反馈的LCL型并网变换器鲁棒电流控制策略
王 祺,秦文萍,张 宇,等

低惯量系统频率稳定性的分析与控制

- 211 低惯量电力系统频率稳定分析与控制研究综述及展望
文云峰,杨伟峰,林晓煌
- 223 改善含风电场虚拟惯量互联电力系统稳定性的自适应鲁棒滑模控制策略
杨 涛,廖 勇,汤梦阳

第三届国家期刊奖提名奖获奖期刊
中国国际影响力优秀学术期刊
中文核心期刊
《工程索引》(Ei)核心期刊
中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊
英国《科学文摘》(SA, INSPEC)收录期刊
美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊
俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI)收录期刊
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)来源期刊
第四届华东地区优秀期刊
中国电力报刊协会优秀期刊

EPAE 电力自动化设备杂志社
EPAE Periodical Press

主管单位 中国华电集团有限公司
主办单位 南京电力自动化研究所有限公司
国电南京自动化股份有限公司
编辑出版 《电力自动化设备》编辑部
地 址 南京高新技术产业开发区星火路8号
邮政编码 210032
社 长 康鲁豫
编辑部主任 李育燕
编辑部副主任 李 莉、李 玲
广告部主管 张芳芳
发行部主管 于娜娜
本期栏目统筹 任思思、李 玮
美 术 编 辑 卞金晶
电 话 (025)51859278(社长室)
(025)83537347,51859279(编辑部)
(025)83537349(广告部)
(025)51859280(发行及读者服务部)
(025)51183898(平面设计部)

网 址 www.epae.cn
电子信箱 epae@sac-china.com
发行范围 国内外公开发行
印 刷 中闻集团南京印务有限公司
国内发行 江苏省邮政局
邮发代号 28-268
订 阅 处 全国各地邮局
国内定价 每期35.00元,全年420.00元
海外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(100048)

海外发行代号 MO-4802

ISSN 1006-6047
中国标准连续出版物号 CN 32-1318/TM

国际刊名代码(CODEN) DZSHFK



关注微信



访问官网

Special Issue: Generalized Synchronous Stability and Wideband Resonance Stability of Power Systems

ANALYSIS AND CONTROL OF GENERALIZED SYNCHRONOUS STABILITY OF POWER SYSTEMS

- 9 Physical mechanism and research approach of generalized synchronous stability for power systems *XU Zheng*
- 25 Synchronization stability analysis and unified synchronization control structure of grid-connected power electronic devices
HUANG Linbin, XIN Huanhai, JU Ping, et al.
- 41 Overview of phase-locked synchronization methods of renewable energy equipment in weak and distorted grid
HU Bin, WU Chao, NIAN Heng, et al.
- 41 Three-phase enhanced PLL based on QT1 structure *MA Qian, WANG Yuting*
- 162 Analysis of small disturbance stability mechanism for grid-connected voltage source converter
XING Guangzheng, WU Chen, CHEN Lei, et al.
- 56 Analysis of LVRT control strategy-oriented DFIG instability mechanism in weak grid
YUAN Hui, SONG Xiaozhe, SUN Fushou, et al.
- 63 Electromagnetic transient simulation study on transient stability of AC power grid with non-synchronous machine sources
LI Xiaodong, XU Zheng, ZHANG Zheren
- 71 Cooperative robust operation control method of multi-VSG available for low- and medium-voltage distribution network
ZHANG Congyue, DOU Xiaobo, HE Guoxin, et al.
- 79 Collaborative control strategy of multiple VSG units based on TOPSIS algorithm
MENG Jianhui, ZHAO Penghui, WANG Yi, et al.
- 87 Adaptability analysis of VSM controlled SST to distributed generation with multiple control types
LI Zhen, LÜ Zhipeng, SHENG Wanxing, et al.
- 94 Simplified model analysis of influence of penetration rate of non-synchronous generator source on angle stability of synchronous generators
YU Zheyang, ZHANG Junli, XU Zheng
- 101 Design of wide-area damping controller for power system considering saturation
NIE Yonghui, LI Bingbing, GAO Lei, et al.
- 109 Transient energy calculation method of AC-DC hybrid power system considering post-fault trajectory
CHEN Xing, HUANG Tianxiao, WU Xiangyu, et al.
- 117 Inflexible extrapolation strategy when oscillation center into generator group
LI Zhenxing, WANG Zhenyu, WENG Hanli, et al.

MECHANISM ANALYSIS AND CONTROL OF WIDEBAND RESONANCE STABILITY

- 128 Review and prospect of research on sub-synchronous oscillation mechanism for power system with wind power participation
XUE Ancheng, FU Xiaoyu, QIAO Dengke, et al.

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

Sponsor Nanjing Electric Power Automation Research Institute Co., Ltd.
Guodian Nanjing Automation Co., Ltd.

Chairman WANG Hongzhi

Editor in Chief GUO Xiaojun

Web Site www.epae.cn

Publication Number ISSN 1006-6047

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment
Editorial Department

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

Post Code 210032

Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349

E-mail epae@sac-china.com

- 141 Review of detection and online localization technology of sub-synchronous oscillation in power system
WU Xi, CHEN Xi, LÜ Wan, et al.
- 147 Influence of PLL control on sub-synchronous oscillation stability of grid-connected PMSG: control parameter safety region
REN Bixing, DU Wenjuan, WANG Haifeng, et al.
- 155 Subsynchronous oscillation mitigation strategy based on ADRC for D-PMSGs based wind farm
GAO Benfeng, YI Youchuan, SHAO Bingbing, et al.
- 162 Interaction of sub-synchronous oscillation between wind turbine clusters in wind farm
XU Yanhui, TENG Xianhao
- 169 High frequency resonance mechanism and suppression strategy of doubly-fed wind power grid-connected system
LIU Qihui, DONG Churan, YU Yiming
- 176 Switched chaotic oscillation and non-smooth bifurcation characteristics of DFIG system
XUE Ancheng, FU Xiaoyu, WANG Jiawei, et al.
- 183 Impact of PSS on subsynchronous oscillation in Xiluodu DC sending end system and its countermeasures
LIU Xinyu, XU Zheng, XING Facai, et al.
- 202 Superconducting magnetic energy storage based DC oscillation mitigation method in MMC-HVDC system
MA Wenzhong, DING Anmin, ZHOU Guanyu, et al.
- 196 Sequence admittance modeling and stability analysis for three-phase LCL-type grid-connected inverter with DC bus and MFC disturbance under weak grid
ZHU Yiliang, PU Junkai, GE Xinglai, et al.
- 202 Lead compensation method for extending valid damping region of LCL-type grid-connected inverter
HUA Ting, LIN Hua, XIAO Jianjie, et al.
- 210 Robust current control strategy for LCL-type grid-connected converter based on additional unit time-delay feedback
WANG Qi, QIN Wenping, ZHANG Yu, et al.

ANALYSIS AND CONTROL OF FREQUENCY STABILITY OF LOW INERTIA SYSTEMS

- 222 Review and prospect of frequency stability analysis and control of low-inertia power systems
WEN Yunfeng, YANG Weifeng, LIN Xiaohuang
- 228 Adaptive robust sliding mode control strategy for improving stability of interconnected power system with virtual inertia of wind farm
YANG Tao, LIAO Yong, TANG Mengyang

《电力自动化设备》部分重点专题汇集

近年来，结合中国能源与电力领域发展的新形势，《电力自动化设备》追踪行业热点问题，陆续推出了诸多重点专题。现整理部分专题信息如下，欢迎读者参阅。未来《电力自动化设备》亦将继续推出更多热点专题，敬请关注！



- ① 大型交直流混联电网运行控制与保护专题
专题特约主编：清华大学董新洲教授、中国电科院汤涌教授级高工、中国电科院卜广全教授级高工、清华大学王宾副研究员



- ⑤ 新能源与新负荷背景下的电网安全专题
专题特约主编：河海大学鞠平教授、余一平副教授



- ② 综合能源系统安全分析与优化控制技术专题
专题特约主编：河海大学卫志农教授、天津大学王丹副教授、河海大学孙国强副教授



- ⑥ 多能协同综合能源系统专题
专题特约主编：清华大学郭庆来副教授、广州供电局刘育权教授级高工



- ③ “智能电网+”专题
专题特约主编：河海大学鞠平教授、秦川副教授



- ⑦ 智能配电系统专题
专题特约主编：天津大学王守相教授



- ④ 智能电网与能源互联网环境下的信息物理融合系统专题
专题特约主编：浙江大学文福拴教授、香港中文大学（深圳）赵俊华教授