



电力自动化设备

Electric Power Automation Equipment

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)、英国《科学文摘》(SA, INSPEC)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊



致力于发展智能电网、数字化电厂、水电及新能源、轨道交通及公共事业、节能减排、智能电力设备等产业

为能源领域提供全面解决方案

自动化、智能化成就未来

Be Automation Be Intelligence Be Future

更清洁 more Clean
更安全 more Security
更有效 more Efficiency

详情请访问<http://www.sac-china.com>, 或致电400-8817-018

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

★ 本期特别推荐 张保会, 等: 电力系统暂态稳定性闭环控制(六)——控制地点的选择

ISSN 1006-6047



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

主办

2015

第35卷 第1期
Vol.35 No.1

1

电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI



编辑委员会

名誉主任委员 李庆奎

特邀顾问 云公民 肖 鹏 杜至刚

主任委员 邓建玲

副主任委员 张 涛 王日文 姜家仁 孙耀唯

胡红升 唐义良 张东晓 黄源红

名誉编委 (按姓氏笔画排序)

王维俭 王锡凡 卢 强 史世文 严 璋

李文毅 杨以涵 杨奇逊 吴青华(英国)

吴复立 余贻鑫 辛耀中 宋永华 宋璇坤

张 宁 张丽英 张树文 陈 陈 陈德树

周有庆 周孝信 侯卫东 洪 军 洪佩孙

贺家李 钱清泉 徐文远(加拿大) 崔吉峰

韩英铎 韩祯祥 程时杰 舒印彪 袁峰源

Lai, L. L. (美国) Lee, S. T. (美国)

Phadke, A. (美国)

编委 (按姓氏笔画排序)

丁 明 马文龙 王成山 王增平 韦 化

文劲宇 文福拴 尹项根 冯庆东 朱守真

任晓辉 庄 荣 刘玉田 刘向杰 刘俊勇

刘宪林 关守仲 许立昌 孙元章 孙宏斌

严干贵 束洪春 邱夕兆 何奔腾 闵 勇

张 尧 张伯明 张言苍 张 波 张保会

张道农 陆于平 陈云仑 陈星莺 林中达

林湘宁 周 浩 周维维 赵争鸣 赵建国

胡敏强 段献忠 袁 越 贾宏杰 夏 清

高仕斌 郭效军 唐 炬 黄 震 曹一家

康重庆 康 勇 董新洲 粟小华 程浩忠

廖瑞金 颜汉荣 薄志谦(英国) 穆 钢

鞠 平

主编 郭效军

英文编审 许立昌

万方数据

目 次

专家论坛

1 电力系统暂态稳定性闭环控制(六)——控制地点的选择

张保会, 王怀远, 杨松浩

电力电子技术应用专题

6 双馈风电变流器 IGBT 模块功率循环能力评估

李 辉, 秦 星, 刘盛权, 等

13 模块化多电平换流器模块冗余优化配置方法

王宝安, 谭风雷, 商 姣

20 采用不同子模块的 MMC-HVDC 阀损耗通用计算方法

薛英林, 徐 政, 张哲任, 等

30 桥臂交替导通型多电平换流器的晶闸管换向方法

郭 捷, 胡鹏飞, 周月宾, 等

36 大规模多节点模块化多电平柔性直流输电换流阀控制周期优化

设计方法 韩 坤, 吴金龙, 刘欣和, 等

44 不平衡工况下链式 STATCOM 的运行极限分析

谭树龙, 杨 耕, 耿 华

50 基于无源性理论的 H 桥级联 STATCOM 非线性控制策略

徐 榕, 于 泳, 杨荣峰, 等

58 无传感器混合式 LLC 电路同步整流数字控制策略

刘和平, 李金龙, 苗铁如, 等

65 伪连续导电模式单电感双输出反激变换器

周 群, 何莹莹, 许建平, 等

71 高效的 LLC 谐振变换器变模式控制策略

潘海燕, 贺 超, 蒋友明, 等

国家科委(90)国科发情字 796 号文批准

第 35 卷 第 1 期(总第 249 期), 2015 年 1 月 10 日出版

- 79 CLL 谐振变换器谐振电路参数优化设计 吴建雪, 许建平, 陈章勇
- 85 过移相和欠移相对 12 脉波整流系统的影响及抑制措施
高 蕾, 孟凡刚, 杨世彦, 等
- 94 基于电源电流和负载电流检测的前馈加反馈的三相四线制 APF
控制策略 梁莹玉, 刘建政, 许杏桃, 等

分析与研究

- 101 基于有限交叠多分区的站域后备保护方案
马 静, 史宇欣, 马 伟, 等
- 107 输电线路瞬时性故障的恢复电压直流偏移特性研究
罗勳华, 黄 纯, 戴永梁, 等
- 112 基于负荷区域划分的配电变电站规划模型 彭 文, 杜晓东, 石 敏
- 118 广域环境下基于 Q 型因子学习方法的电网节点聚合规律
郝广涛, 韩学山, 梁 军, 等
- 128 基于加权秩和比法的电能质量综合评估 付学谦, 陈皓勇
- 133 基于改进的 Benders 分解与透视割平面的机组组合算法
郑海艳, 简金宝, 全 然, 等
- 139 直流配电网拓扑结构及控制策略 杜 翼, 江道灼, 尹 瑞, 等
- 146 一种引入熵函数进行组合赋权的直流落点选择方法
陈晶腾, 林 韩, 蔡金铨, 等
- 153 基于多目标模块度的多层次电压控制分区方法
宋 越, 程浩忠, 张 健, 等
- 159 含多微源的微电网离网运行小信号稳定性分析
李 洋, 张 辉, 苏 冰, 等
- 165 基于千安级冲击电流的回路电阻测量系统
周 鑫, 鲁铁成, 罗容波, 等

现场运行

- 170 直流起励过程中绝缘监测系统对转子接地保护的影响及对策
李华忠, 陈 俊, 张琦雪, 等

南京市工商行政管理局广告许可证号: 3201004810048

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) 收录期刊
中国科技核心期刊
RCCSE 中国核心学术期刊(A)
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

电力自动化设备

(月刊, 1973 年创刊)

主管单位 中国华电集团公司
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 电力自动化设备杂志社
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 玲、李 莉
广告部主任 王 虹
发行部主任 段 炼
本期栏目统筹 任思思
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)
传 真 (025) 83537349
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 25.00 元, 全年 300.00 元
国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(100048)
国外发行代号 MO-4802
中国标准连续出版物号 ISSN 1006-6047
CN 32-1318/TM
国际刊名代码(CODEN) DZSHFK

CONTENTS

❖ EXPERT'S VIEWS

- 12 Closed-loop control of power system transient stability(6):control location selection
ZHANG Baohui,WANG Huaiyuan,YANG Songhao

❖ POWER ELECTRONICS APPLICATION COLUMN

- 12 Assessment of power cycling capability for converter IGBT module of DFIG system
LI Hui,QIN Xing,LIU Shengquan,et al.
- 19 Optimal configuration of modular redundancy for MMC
WANG Baoan,TAN Fenglei,SHANG Jiao
- 29 General method of valve loss calculation for MMC-HVDC with different submodules
XUE Yinglin,XU Zheng,ZHANG Zheren,et al.
- 35 Thyristor-switch strategy of alternate-arm multilevel converter
GUO Jie,HU Pengfei,ZHOU Yuebin,et al.
- 43 Optimized design of converter valve control period for large-scale multi-node MMC-based HVDC-flexible
HAN Kun,WU Jinlong,LIU Xinhe,et al.
- 78 Analysis of operating limit for cascaded STATCOM in unbalanced condition
TAN Shulong,YANG Geng,GENG Hua
- 57 Strategy based on passivity theory for nonlinear control of STATCOM with cascaded H-bridges
XU Rong,YU Yong,YANG Rongfeng,et al.
- 64 Digital synchronous rectification control of sensorless hybrid LLC circuit
LIU Heping,LI Jinlong,MIAO Yiru,et al.
- 70 Single-inductor dual-output flyback converter of pseudo continuous conduction mode
ZHOU Qun,HE Yingying,XU Jianping,et al.
- 78 Efficient variant mode control of LLC resonant converter
PAN Haiyan,HE Chao,JIANG Youming,et al.
- 152 Optimal design of resonant circuit parameters for CLL resonant converter
WU Jianxue,XU Jianping,CHEN Zhangyong
- 93 Influence of over/under phase-shift on 12-pulse rectifier system and its countermeasures
GAO Lei,MENG Fangang,YANG Shiyan,et al.
- 100 Feedforward-feedback control strategy based on detection of power current and load current for three-phase four-wire APF
LIANG Yingyu,LIU Jianzheng,XU Xingtao,et al.

ANALYSIS AND RESEARCH

- 106 Substation backup protection scheme based on multiple limitedly overlapped divisions
MA Jing,SHI Yuxin,MA Wei,et al.
- 111 DC offset characteristics of recovery voltage for transient transmission line fault
LUO Xunhua,HUANG Chun,DAI Yongliang,et al.
- 117 Distribution substation planning model based on load region division
PENG Wen,DU Xiaodong,SHI Min
- 127 Grid node aggregation law based on Q-factor learning in wide-area environment
HAO Guangtao,HAN Xueshan,LIANG Jun,et al.
- 132 Comprehensive power quality evaluation based on weighted rank sum ration method
FU Xueqian,CHEN Haoyong
- 138 Unit commitment algorithm based on improved Benders decomposition and perspective cut
ZHENG Haiyan,JIAN Jinbao,QUAN Ran,et al.
- 145 Topological structure and control strategy of DC distribution network
DU Yi,JIANG Daozhao,YIN Rui,et al.
- 152 DC-link location selection by combination weighting based on entropy function
CHEN Jingteng,LIN Han,CAI Jinding,et al.
- 164 Multi-level voltage control partitioning based on multi-objective modularity
SONG Yue,CHENG Haozhong,ZHANG Jian,et al.
- 164 Small-signal stability analysis of islanded microgrid with microsources
LI Yang,ZHANG Hui,SU Bing,et al.
- 174 Loop resistance measuring system based on kA-level impact current
ZHOU Li,LU Tiecheng,LUO Rongbo,et al.

SITE OPERATION

- 174 Influences of insulation monitoring system on rotor grounding protection during DC excitation process and countermeasures
LI Huazhong,CHEN Jun,ZHANG Qixue,et al.

Competent Authorities China Huadian Corporation

Publication Number ISSN 1006-6047

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

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment Press
Add 8 Xinghuo Road,Pukou District,Nanjing,China

Chairman DENG Jianling

Post Code 210032

Editor in Chief GUO Xiaojun

Tel 86-25-51859278,83537347,83537349(Fax)

Web Site <http://www.epae.cn>

E-mail epae@sac-china.com

2015

北京博电
智能电力检测设备专业制造商
【国家火炬计划重点高新技术企业】

马年集异彩 羊岁撰新篇
祝全国新老客户新年快乐!

北京博电新力电气股份有限公司

北京博电「PONOVO」--中国智能电力检测设备专业制造商。北京博电2001年注册成立，于2011年改制为现代股份制企业，总部坐落于中关村高科技产业园区。自主研发的智能电力检测设备涵盖继电保护、综自、变送器、电流互感器、电压互感器、开关、电能质量、仿真、变压器、汽轮机、输电线等方面。产品广泛应用于智能变电站、特高压直流输电、智能电网检测验证机构、城市轨道交通、航空航天等行业和领域。

欲了解产品详情，敬请致电博电总部或各地派出机构

24小时技术服务热线: 400-680-0650

电话: 010-58731010 传真: 010-58731816

地址: 北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦C座 100098

内蒙古、辽宁 024-31314420/31328422

广东、海南 020-38477905/7099

西藏、四川、云南 028-85257761/6057

贵州、广西 0771-5618014

湖南、湖北、江西 027-59521918/1919

河北南、河南、山西 0371-67170077/0078

内蒙古西、陕西、甘肃、宁夏、青海 029-87662920

上海 021-62036771

<http://www.ponovo.cn>

浙江、福建 0571-88867519/0591-62700989

江苏、安徽 025-83344652/4653

重庆 023-68625013

山东 0531-87923775

黑龙江、吉林 0451-87535873

新疆 0991-6871822

北京、天津、河北北 010-83168518

南京技术服务部 025-83344652/4653