



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 更安全 更有效
more Clean more Security more Efficiency
更清洁 更安全 更有效
more Clean more Security 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——电力电子技术应用专题

ISSN 1006-6047



万方数据

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

2014 7

第34卷 第7期
Vol.34 No.7

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)

吴復立 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 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

目 次

电力电子技术应用专题

- 1 直通物理分离型 Z 源逆变器并网 张华强, 齐彩娟, 姚 统
- 9 滞后一拍输出方式下逆变器的最少拍控制 姚 玮, 吕征宇
- 15 基于 CDM 升压单元的高增益 Boost 变换器 苏东奇, 周维维, 罗全明, 等
- 21 谷值 V^2 控制 Boost 变换器原理及稳定性分析 何圣仲, 许建平, 周国华, 等
- 27 模块化多电平换流器的电容电压平衡方法 薛 畅, 申 科, 纪延超, 等
- 32 MMC-HVDC 直流侧故障特性仿真分析 张建坡, 赵成勇
- 38 模块化多电平换流器不对称桥臂的环流稳态分析 韩少华, 梅 军, 郑建勇, 等
- 43 组合级联式兆瓦级功率调节装置协调控制策略 苗 青, 吴俊勇, 艾洪克, 等
- 50 含 TCSC 的电网运行风险评估模型 赵 渊, 邱玉良, 宿晓岚
- 59 基于 PEBB 概念的链式结构 DSTATCOM 换流模块设计 杨 昆, 王 跃, 陶海军, 等
- 65 SVC 和 TCSC 控制器间动态交互影响分析 祁桂刚, 黎灿兵, 曹一家, 等
- 70 基于多工况综合留数及 H_2/H_∞ 的多回直流系统阻尼控制鲁棒设计方法 翁 华, 徐 政, 刘 昇, 等
- 76 多直流附加阻尼控制的控制敏感点挖掘 林 桥, 李兴源, 王 曦, 等
- 81 基于多目标 Pareto 粒子算法的感应滤波装置优化设计 刘文业, 罗隆福, 张志文, 等
- 88 基于 LCL 滤波器的双向储能变流器研究 叶曙光, 胡 蕊, 刘 钊, 等

国家科委(90)国科发情字 796 号文批准

第 34 卷 第 7 期(总第 243 期), 2014 年 7 月 10 日出版

- 93 多逆变器并网系统谐振特性分析 胡 伟,孙建军,马 谦,等
- 99 柔性直流输电系统交直流并列运行与孤岛运行方式间的切换控制
文 安,邓 旭,魏承志,等
- 107 逆变型微电源孤岛模式下的控制策略 胡 变,孙云莲
- 113 复数域中晶闸管-电动机系统复杂瞬态的数值计算
崔学深,张自力,李和明

特高压技术论坛

- 119 特高压直流输电线路直线塔重覆冰不平衡张力计算
宋 刚,张 彤
- 124 耦合因素对特高压交流同塔双回线路不平衡度的影响分析及相序
优化 张龙伟,吴广宁,朱 军,等

分析与研究

- 129 考虑负荷特性的输电网可靠性评估软件开发
赵书强,涂筱莹,王达飞,等
- 134 电力市场中考虑水头约束的抽水蓄能电站竞价模型
曾 鸣,王睿淳,王 良,等
- 139 一次调频与动态稳定协调优化 徐衍会,王珍珍,翁洪杰
- 144 计及网络传导能力与抗干扰能力的节点综合脆弱评估模型
雷 成,刘俊勇,魏震波,等
- 150 基于输电线路实时评估模型的电力系统静态安全在线风险评估
朱益华,罗 毅,段 涛,等

探讨与应用

- 157 基于翅片散热和 ZigBee 的开关柜触头温度测控系统
段建东,叶 兵,张青山,等
- 163 基于频率水印的智能电网实时数据认证方法
陈 晟,黄 茜,张 宇
- 168 基于 D5000 平台的调控操作与防误一体化系统
李功新,周文俊,林静怀,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 李 莉
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)84041205(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

❖ POWER ELECTRONICS APPLICATION COLUMN

- 8 Grid-connection of isolated shoot-through Z-source inverter *ZHANG Huaqiang, QI Caijuan, YAO Tong*
 14 Inverter deadbeat control with output pattern of one beat delay *YAO Wei, LÜ Zhengyu*
 20 Big voltage-gain Boost converter based on capacitor-diode multiplier *SU Dongqi, ZHOU Luowei, LUO Quanming, et al.*
 27 Principle and stability analysis of valley V^2 controlled Boost converter *HE Shengzhong, XU Jianping, ZHOU Guohua, et al.*
 31 Capacitor voltage balancing of modular multilevel converter *XUE Chang, SHEN Ke, JI Yanchao, et al.*
 37 Simulation and analysis of DC-link fault characteristics for MMC-HVDC *ZHANG Jianpo, ZHAO Chengyong*
 42 Steady-state analysis of unsymmetrical MMC bridge-arm circulating current *HAN Shaohua, MEI Jun, ZHENG Jianyong, et al.*
 49 Coordinated control of hybrid cascaded megawatt power regulation device *MIAO Qing, WU Junyong, AI Hongke, et al.*
 58 Operating risk assessment model of power grid with TCSC *ZHAO Yuan, QIU Yuliang, SU Xiaolan*
 64 Design of converter module based on PEBB for cascaded multilevel DSTATCOM *YANG Kun, WANG Yue, TAO Haijun, et al.*
 69 Analysis on dynamic interaction between SVC and TCSC controllers *QI Guigang, LI Canbing, CAO Yijia, et al.*
 75 Robust design of multi-HVDC system damping control based on synthetic residues of multiple operating conditions and H_2/H_∞ *WENG Hua, XU Zheng, LIU Sheng, et al.*
 80 Sensitive point digging for additional damping control in multi-HVDC system *LIN Qiao, LI Xingyuan, WANG Xi, et al.*
 98 Optimized inductive filter design based on multi-objective Pareto particle algorithm *LIU Wenyue, LUO Longfu, ZHANG Zhiwen, et al.*
 92 Bi-directional power conversion system based on LCL filter *YE Shuguang, HU Rui, LIU Zhao, et al.*
 98 Resonant characteristics of multi-inverter grid-connection system *HU Wei, SUN Jianjun, MA Qian, et al.*
 106 Switching control between AC-DC parallel and islanded operations of VSC-HVDC transmission system *WEN An, DENG Xu, WEI Chengzhi, et al.*
 113 Control strategy of inverter-based micro-sources in island mode *HU Wen, SUN Yunlian*
 118 Numerical calculation of SCR-motor system complex transient in complex domain *CUI Xueshen, ZHANG Zili, LI Heming*

❖ UHV TECHNOLOGY FORUM

- 123 Unbalanced tension calculation of UHVDC transmission lines and suspension towers with heavy ice-coating *SONG Gang, ZHANG Tong*
 128 Influences of coupling factors on imbalance of dual UHVAC transmission lines installed on same tower and optimization of phase sequence arrangement *ZHANG Longwei, WU Guangning, ZHU Jun, et al.*

ANALYSIS AND RESEARCH

- 133 Development of reliability evaluation software of power transmission grid considering load characteristics *ZHAO Shuqiang, TU Xiaoying, WANG Dafei, et al.*
 143 Bidding model considering constraints of water head for pumped storage plant in power market *ZENG Ming, WANG Ruichun, WANG Liang, et al.*
 143 Optimal coordination between primary frequency regulation and dynamic stability *XU Yanhui, WANG Zhenzhen, WENG Hongjie*
 156 Integrative evaluation model of node vulnerability considering network transmission ability and anti-interference ability *LEI Cheng, LIU Junyong, WEI Zhenbo, et al.*
 156 Online risk assessment based on real-time evaluation model of transmission line for static security of power system *ZHU Yihua, LUO Yi, DUAN Tao, et al.*

DISCUSSION AND APPLICATION

- 162 Online contact temperature monitoring and control system based on finned radiator and ZigBee for switch cabinet *DUAN Jiandong, YE Bing, ZHANG Qingshan, et al.*
 173 Data authentication based on frequency watermarking for smart grid *CHEN Sheng, HUANG Qian, ZHANG Yu*
 173 Integrated dispatch control and anti-misoperation system based on D5000 platform *LI Gongxin, ZHOU Wenjun, LIN Jinghui, et al.*

Competent Authorities China Huadian Corporation

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

Chairman DENG Jianling

Editor in Chief GUO Xiaojun

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

Publication Number ISSN 1006-6047

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment Press

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

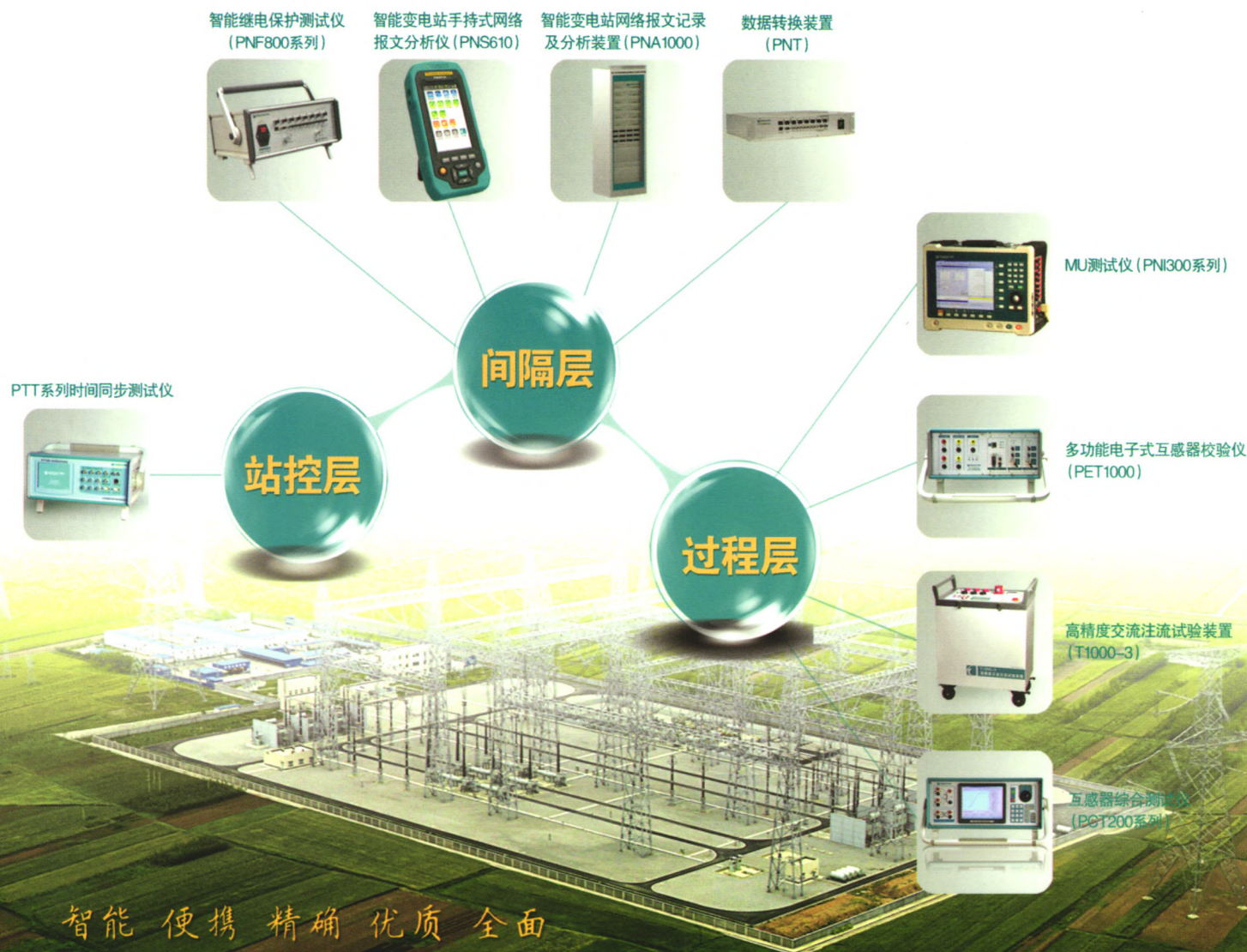
Post Code 210032

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

E-mail epae@sac-china.com

提供全面可靠的智能变电站测试解决方案

针对智能变电站，博电推出系列化的产品系列，高效服务智能电网建设，并引领智能电力测试技术的发展



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 浙江: 福建: 0571-88867519/0591-62700989

广东: 海南: 020-38477905/7099 江苏: 安徽: 025-83344652/4653

西藏: 四川: 云南: 028-85257761/6057 重庆: 023-68625013

贵州: 广西: 0771-5618014 山东: 0531-87923775

湖南: 湖北: 江西: 027-59521918/1919 黑龙江: 吉林: 0451-87535873

河北南: 河南: 山西: 0371-67170077/0078 新疆: 0991-6871822

内蒙古西: 陕西: 甘肃: 宁夏: 青海: 029-87662920 北京: 天津: 河北北: 010-83168518

上海: 021-62036771

南京技术服务部: 025-83344652/4653

<http://www.ponovo.cn>