



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



务实 求精 协作 创新

Practice, Improvement, Cooperation and Innovation

公司简介

南京南瑞继保电气有限公司专业从事电力保护控制的技术研究、产品开发、生产销售和工程服务。自2001年起连年入选国家重点布局软件企业、中国软件百强企业。公司已成为国内最大的专业服务于电力系统及工业领域的继电保护及控制系统的研发中心和产业基地之一。

南瑞继保开发了拥有自主知识产权的一系列电力自动化产品和系统,广泛应用在各种电压等级交、直流输变电领域,大型火电、水电、核电保护控制领域,以及石化、冶金、煤炭、轨道交通等大型工业领域中,目前产品已远销70多个国家和地区。



电网解决方案

电力系统继电保护
变电站综合自动化系统
直流输电控制保护系统
电网安全稳定控制系统
电网一体化监控系统
配网自动化系统



电厂解决方案

电厂继电保护
发电机励磁系统
发电厂监控系统
发电厂电气监控系统
发电厂分散控制系统
新能源发电控制系统
SFC静止变频器系统



工业企业解决方案

石油化工业保护测控系统
钢铁冶金行业保护测控系统
轨道交通行业保护测控系统
煤炭及其他行业保护测控系统
工业企业节能解决方案



一次设备及其智能控制解决方案

GIS智能汇控柜
交流系统电子式、光学互感器
直流系统电子式、光学互感器
合并单元、智能终端



电力电子解决方案

柔性直流输电系统
无功补偿SVG/SVC
直流融冰系统
串补系统
可控整流

服务电力系统 保障电网安全

南京南瑞继保电气有限公司

南京江宁区苏源大道69号 邮编: 211102
网址: www.nari-relays.com

电话: 025-87178911 52107703
传真: 025-52105511 87178700

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

2015 9
第35卷 第9期
Vol.35 No.9



9 771006 604158

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 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 毛科
江炳思

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 裘峰源
Lai, L. L.(英国) 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 周雅维 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

目次

分析与研究

- 1 基于极化电流行波方向继电器的行波方向比较式纵联保护技术及其在 750 kV 线路上的应用 董新洲, 罗澍忻, 施慎行, 等
- 6 结合多目标优化与灰色关联决策的负荷恢复方法 顾雪平, 赵宝斌, 刘文轩
- 14 大停电后电力系统黑启动分区两步策略 孙磊, 张璨, 林振智, 等
- 22 低输出电压纹波准单级反激 PFC 变换器 阎铁生, 许建平, 高建龙, 等
- 30 同塔四回线路单相接地故障距离保护 张旭, 徐振宇, 贺健, 等
- 37 非恒定磁链幅值给定的永磁同步电机直接转矩控制 唐校, 杨向宇, 赵世伟, 等
- 43 三相不平衡扰动源的定位 王同勋, 刘颖英, 孙媛媛, 等
- 49 一种高铁供电事故气象因素关联模型的分析方法 程宏波, 何正友, 王玘, 等
- 54 面向综合经济效益最大化的全厂负荷分配 王伟, 常浩, 石永锋, 等
- 61 基于数据融合与拓扑分析的多阶段月度网损计算 王峥, 刘创华, 刘怡然, 等
- 68 基于伪谱法的电力系统暂态稳定紧急控制 冯军基, 耿光超, 王云, 等
- 74 基于单箝位型子模块的 MMC 及拓扑改进方案 王朝亮, 许建中, 赵成勇, 等
- 81 基于冒泡原理的模块化多电平换流器快速电压均衡控制策略 喻锋, 王西田

第 35 卷 第 9 期(总第 257 期), 2015 年 9 月 10 日出版

87 基于自抗扰控制原理的 MMC-HVDC 控制策略

刘 炜,王朝亮,赵成勇,等

94 针对电压慢恢复现象的电机负荷建模方法

华嘉成,方 陈,柳劲松,等

清洁能源

100 光伏组件参数拟合及输出特性研究 韩 伟,王宏华,陈 凌,等

108 改进的光伏组件工程数学模型建模方法 李善寿,张 兴

113 基于自适应分支系数的并网光伏电站接地距离保护

张 尧,晁 勤,王厚军,等

118 配置储热的热电厂与风电场的调峰定价机制

吕 泉,李 玲,王海霞,等

125 风电场风机测量风速缺损值的组合填充模型

杜 杰,彭丽霞,刘玉宝,等

130 基于节点电压强弱性辨识的风电接纳能力评估 牟晓明,李卫星

136 含经 VSC-HVDC 并网海上风电场的交直流系统概率最优潮流

李逸驰,孙国强,杨 义,等

143 基于配电网静态电压质量机会性约束的可再生能源分布式发电

容量规划 周辛南,柯德平,孙元章

探讨与应用

150 油浸式变压器三维电磁-流体-温度场耦合分析方法

廖才波,阮江军,刘 超,等

156 基于 CIM/G 的电网潮流图自动生成关键技术研究及应用

赵家庆,张 亮,钱科军,等

163 发电机组涉网保护与限制配合的自动校核

宋 玮,刘桂林,吴国阳,等

经验交流

168 基于定子绕组改接的三相感应电动机轻载高效运行分析与试验

从 敏,王秀和,杨玉波

第三届全国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

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 王锦秀

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

ANALYSIS AND RESEARCH

- 5 PCTDR-based directional comparison pilot protection technology and its application in 750 kV transmission lines
DONG Xinzhou, LUO Shuxin, SHI Shenxing, et al.
- 13 Load restoration based on multi-objective optimization and grey incidence decision-making
GU Xueping, ZHAO Baobin, LIU Wenxuan
- 21 Two-step strategy for black-start zone partitioning of power system after blackout
SUN Lei, ZHANG Can, LIN Zhenzhi, et al.
- 29 Quasi single-stage flyback PFC converter with low output voltage ripple
YAN Tiesheng, XU Jianping, GAO Jianlong, et al.
- 42 Distance protection for single-phase grounding fault of four-loop transmission lines on same tower
ZHANG Xu, XU Zhenyu, HE Jian, et al.
- 42 Direct torque control with inconstant flux amplitude reference for permanent magnet synchronous motor
TANG Xiao, YANG Xiangyu, ZHAO Shiwei, et al.
- 48 Disturbance source locating for three-phase imbalance
WANG Tongxun, LIU Yingying, SUN Yuanyuan, et al.
- 67 Analysis method for meteorological factor associated accident model of high-speed railway
CHENG Hongbo, HE Zhengyou, WANG Qi, et al.
- 60 Power plant load distribution for optimal comprehensive economic benefit
WANG Wei, CHANG Hao, SHI Yongfeng, et al.
- 67 Multi-stage monthly transmission loss calculation based on data fusion and topology analysis
WANG Zheng, LIU Chuanghua, LIU Yiran, et al.
- 173 Transient stability constrained emergency control based on pseudo-spectral method for power system
FENG Junji, GENG Guangchao, WANG Yun, et al.
- 80 MMC based on single-clamp sub-module and improved topology schemes
WANG Chaoliang, XU Jianzhong, ZHAO Chengyong, et al.
- 86 Fast voltage balancing control based on bubbling principle for modular multilevel converter
YU Feng, WANG Xitian
- 93 ADRC-based controller for MMC-HVDC
LIU Wei, WANG Chaoliang, ZHAO Chengyong, et al.
- 99 Motor load modeling for voltage recovery delay phenomenon
HUA Jiacheng, FANG Chen, LIU Jinsong, et al.

❖ CLEAN ENERGY

- 107 Research on parameter fitting and output characteristics of PV module
HAN Wei, WANG Honghua, CHEN Ling, et al.
- 112 Improved method to build mathematic engineering model of photovoltaic module
LI Shanshou, ZHANG Xing
- 117 Grounding distance protection based on adaptive branch coefficient for grid-connected PV power station
ZHANG Yao, CHAO Qin, WANG Houjun, et al.
- 124 Peak regulation pricing mechanism between CHP-plant with heat accumulator and wind farm
LÜ Quan, LI Ling, WANG Haixia, et al.
- 129 Combined interpolation model for wind speed measurement missing of wind farm
DU Jie, PENG Lixia, LIU Yubao, et al.
- 135 Wind power accommodation capability evaluation based on bus voltage strength index identification
MOU Xiaoming, LI Weixing
- 142 Probabilistic optimal power flow of AC/DC system with offshore wind farm connected to grid via VSC-HVDC
LI Yichi, SUN Guoqiang, YANG Yi, et al.
- 149 DG planning based on chance constraint of distribution network static voltage quality for renewable energies
ZHOU Xinnan, KE Deping, SUN Yuanzhang

DISCUSSION AND APPLICATION

- 155 Comprehensive analysis of 3-D electromagnetic-fluid-thermal fields of oil-immersed transformer
LIAO Caibo, RUAN Jiangjun, LIU Chao, et al.
- 162 Key technologies of automatic power flow chart generation based on CIM/G and its application
ZHAO Jiaqing, ZHANG Liang, QIAN Kejun, et al.
- 167 Automatic check of coordination between grid-related unit protection and limiter
SONG Wei, LIU Guilin, WU Guoyang, et al.

EXPERIENCE COMMUNICATION

- 173 Analysis and experiment of light-load and high-efficiency operation based on stator winding connection mode change for three-phase induction motor
CONG Min, WANG Xiuhe, YANG Yubo

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
Chairman DENG Jianling	Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China
Editor in Chief GUO Xiaojun	Post Code 210032
Web Site http://www.epae.cn	Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349 (Fax)
	E-mail epae@sac-china.com



“扫一扫”关注北京博电微信公众平台

面向能源互联 服务智能电网

专注检测技术 献礼中国制造



智能变电站



传统变电站



特高压输变电检测



电力仿真



轨道交通检测



带电检测



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

内蒙古东、辽宁 024-31314420/31328422 浙江 福州 0571-88867519/0591-62700989

广东 海南 020-38105422 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 029-89379801 北京 天津 河北北 010-51926050

上海 021-62036771 南京技术服务部 025-83344652/4653

<http://www.ponovo.cn>