



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



致力于发展“电网自动化、电厂及工业自动化、轨道交通自动化、信息与安全技术、电力电子”等产业

为智慧电力提供整体解决方案

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

详情请访问 <http://www.sac-china.com>, 或致电 400-1-600268

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

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

2020

第40卷 第4期
Vol.40 No.4

4



万方数据

电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



4月
2020年
第40卷第4期
(总第312期)
2020年4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 刘宪林 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

▶▶ 交直流电力系统保护控制与安全运行关键技术专题

1 特约主编寄语 和敬涵

◆ 直流系统故障分析与保护

2 基于突变能量比值的多端柔性直流电网闭锁式纵联保护方案
林湘宁,刘琦,范理想,等

9 柔性直流电网故障限流技术分析与探讨 刘剑,何雨微,徐祥海,等

◆ 提升交直流系统安全稳定性的控制技术

17 单相跳闸对换相过程的影响机理及连续换相失败抑制方法
赵盛,李博通,李斌,等

25 交直流混联电网系统保护策略校核与辅助决策方法
石正,许寅,吴翔宇,等

32 基于VSC-HVDC异步互联系统联网转孤岛运行稳定控制策略
陈启超,李晖,吴文传,等

◆ 大电网安全评估与预警技术

40 融合知识库和深度学习的电网监控告警事件智能识别
孙国强,沈培锋,赵扬,等

48 基于响应轨迹最大李雅普诺夫指数动态特征的暂态稳定在线监测
黄丹,孙华东,周勤勇,等

56 考虑安控措施的交直流电力系统动态等值边界确定方法
杨瑞,和敬涵,许寅,等

63 一种识别电力系统关键输电线路的方法 康忠健,李昌超,于洪国,等

71 考虑新能源出力不确定性的可用输电能力在线评估方法
鲍颜红,张金龙,江叶峰,等

▶▶ 综述

77 深度学习在泛在电力物联网中的应用与挑战 谢小瑜,周俊煌,张勇军

▶▶ 电动汽车技术专题

88 时滞环境下基于电动汽车与电热泵的协调频率控制
李晓萌,贾宏杰,穆云飞,等

96 考虑移动特性的电动汽车最优分时充电定价策略
陈中,刘艺,周涛,等

103 基于主从博弈和贪心策略的含电动汽车主动配电网优化调度

张 潇,栗 然,马 涛,等

111 基于模块分割式电池的换电站充电策略优化

毛海鹏,张勇军,王浩林,等

► 微电网专题

118 基于Z源电力弹簧和简化情感控制的微电网电压和频率控制方法

龙 军,郑宇琦,卢 泉,等

125 考虑机组灵活性的独立微网日前日内协调优化调度 黄弦超,封 钰

132 弱交流/多端柔性直流混联的群岛电网有功/无功联合优化

王晓辉,李 澍,钟宇军,等

138 信息系统对微电网能量调度经济性的影响量化方法

王妍彦,杨晓东,张有兵,等

► 分析与研究

146 基于Q学习算法的综合能源系统韧性提升方法

吴 熙,唐子逸,徐青山,等

153 基于秩次集对分析理论的空间负荷预测方法

肖 白,张 婕,姜 卓,等

159 多相多边形无刷励磁机及旋转整流系统的运行状态分析

郝亮亮,张 扬,屈天龙,等

166 虚拟同步发电机接入电力系统的阻尼转矩分析

马燕峰,郑力文,霍亚欣,等

172 一种单相双输入九电平逆变器及其调制策略

王要强,王 哲,周成龙,等

178 基于积分比分布的单相接地故障熄弧时刻识别策略

何柏娜,宁家兴,黄桂春,等

185 基于TMR传感器的非接触式高压直流电流测量方法

项宇锴,陈坤隆,洪周良,等

191 基于综合附加阻尼的直流配电系统稳定性提升方法

王 琳,彭 克,刘 磊,等

197 计及电器状态关联规则的非侵入式负荷分解

徐伟枫,华锦修,余 涛,等

204 基于分形理论与聚类分析的小电阻接地系统高阻接地保护方法

曹文思,吴 擎,徐铭铭,等

210 基于相变储能系统主动响应能力挖掘的配电网经济调度

杜进桥,李 艳,随 权,等

218 非线性有限元法在出线装置复合绝缘结构电场计算中的应用 张施令

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)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 王锦秀

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 国内外公开发行业

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

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



关注微信



访问官网

广告发布登记通知书编号:广登32010000078

SPECIAL COLUMN: KEY TECHNOLOGIES OF PROTECTION, CONTROL AND SECURE OPERATION OF AC-DC HYBRID POWER SYSTEMS

- 16 Blocking pilot protection based on ratio of superimposed energy for VSC-MTDC grid
LIN Xiangning, LIU Qi, FAN Lixiang, et al.
- 16 Analysis and discussion of fault current limiting technology in flexible DC grid
LIU Jian, HE Yuwei, XU Xianghai, et al.
- 55 Influence mechanism of single-phase tripping on commutation process and suppression strategy of continuous commutation failure
ZHAO Sheng, LI Botong, LI Bin, et al.
- 31 Assessment of system protection strategy and aided decision scheme for AC/DC hybrid power systems
SHI Zheng, XU Yin, WU Xiangyu, et al.
- 39 Stability control strategy for conversion from grid-tied to island operation of asynchronous interconnected power grids based on VSC-HVDC
CHEN Qichao, LI Hui, WU Wenchuan, et al.
- 47 Intelligent recognition of power grid monitoring alarm event combining knowledge base and deep learning
SUN Guoqiang, SHEN Peifeng, ZHAO Yang, et al.
- 55 Online monitoring of transient stability based on largest Lyapunov exponent dynamic characteristics of response trajectory
HUANG Dan, SUN Huadong, ZHOU Qinyong, et al.
- 62 Determination method of dynamic equivalent boundary for AC-DC power system considering security control actions
YANG Rui, HE Jinghan, XU Yin, et al.
- 70 Identification method of key transmission lines in power system
KANG Zhongjian, LI Changchao, YU Hongguo, et al.
- 76 Online assessment method of available transfer capacity considering uncertainties of renewable energy output
BAO Yanhong, ZHANG Jinlong, JIANG Yefeng, et al.

SUMMARY AND SURVEY

- 87 Application and challenge of deep learning in Ubiquitous Power Internet of Things
XIE Xiaoyu, ZHOU Junhuang, ZHANG Yongjun

ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY COLUMN

- 110 Coordinated frequency control based on electric vehicles and heat pumps considering time-delay
LI Xiaomeng, JIA Hongjie, MU Yunfei, et al.
- 102 Optimal time-of-use charging pricing strategy of EVs considering mobile characteristics
CHEN Zhong, LIU Yi, ZHOU Tao, et al.
- 110 Stackelberg game and greedy strategy based optimal dispatch of active distribution network with electric vehicles
ZHANG Xiao, LI Ran, MA Tao, et al.
- 117 Charging strategy optimization of swapping station based on modular split batteries
MAO Haipeng, ZHANG Yongjun, WANG Haolin, et al.

MICROGRID COLUMN

- 124 Voltage and frequency control method of microgrid based on Z-source ES and simplified BELBIC
LONG Jun, ZHENG Yuqi, LU Quan, 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

- 131 Day-ahead and intra-day coordinated optimal scheduling of stand-alone microgrid considering unit flexibility
HUANG Xianchao, FENG Yu
- 184 Joint optimization of active / reactive power for hybrid island power grids with weak AC system and VSC-MTDC
WANG Xiaohui, LI Shu, ZHONG Yujun, et al.
- 145 Quantitative method for impact of information system on economic of microgrid energy scheduling
WANG Yanyan, YANG Xiaodong, ZHANG Youbing, et al.

ANALYSIS AND RESEARCH

- 152 Q-learning algorithm based method for enhancing resiliency of integrated energy system
WU Xi, TANG Ziyi, XU Qingshan, et al.
- 158 Spatial load forecasting method based on rank set pair analysis
XIAO Bai, ZHANG Jie, JIANG Zhuo, et al.
- 165 Operating state analysis of multi-phase angular brushless exciter and rotating rectifier system
HAO Liangliang, ZHANG Yang, QU Tianlong, et al.
- 171 Damping torque analysis of virtual synchronous generator connected to power system
MA Yanfeng, ZHENG Liwen, HUO Yaxin, et al.
- 177 Single-phase double-input nine-level inverter and its modulation strategy
WANG Yaoqiang, WANG Zhe, ZHOU Chenglong, et al.
- 184 Identification strategy of arc extinguishing time of single-phase grounding fault based on integral ratio distribution
HE Baina, NING Jiaying, HUANG Guichun, et al.
- 190 Contactless HVDC current measurement method using TMR-based sensors
XIANG Yukai, CHEN Kunlong, HONG Zhouliang, et al.
- 196 Stability improvement method for flexible DC distribution system considering comprehensive additional damping
WANG Lin, PENG Ke, LIU Lei, et al.
- 203 Non-intrusive load decomposition considering association rules of appliances' state
XU Weifeng, HUA Jinxiu, YU Tao, et al.
- 224 Protection method based on fractal theory and cluster analysis for grounding fault with high resistance of low resistance grounding system
CAO Wensi, WU Qing, XU Mingming, et al.
- 217 Economic dispatch of distribution network based on active response capability mining of phase change material energy storage system
DU Jinqiao, LI Yan, SUI Quan, et al.
- 224 Application of nonlinear finite element method in electric field calculation of composite insulation structure of transformer outlet
ZHANG Shiling

《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



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



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



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



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



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

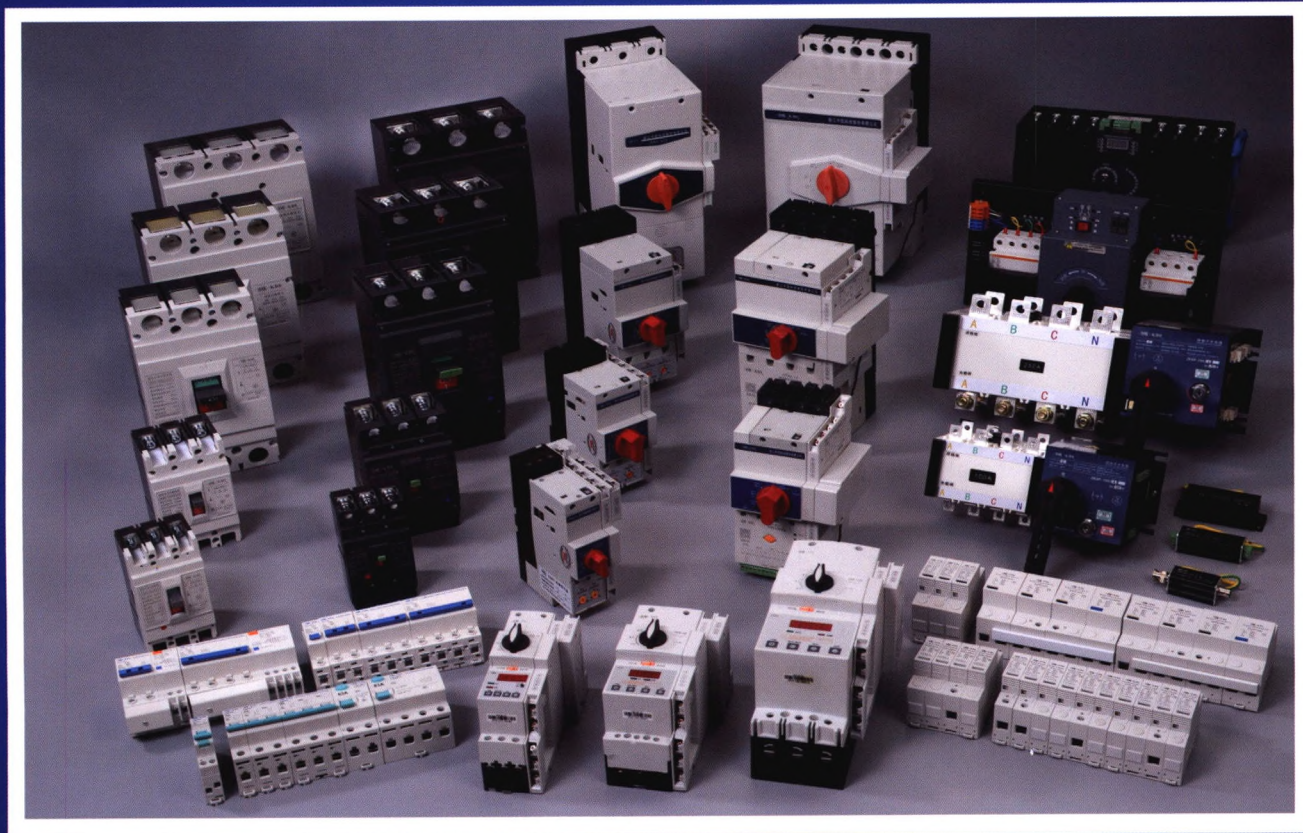


⑦ 智能配电系统专题

专题特约主编:天津大学王守相教授

中凯KB0是CPS多功能电器的

创造者和开拓者



中凯微信公众平台



中凯官网二维码

浙江中凯科技股份有限公司
Zhejiang Zhongkai Science Technology Stock Co., Ltd.

销售热线 : 0577-62771926 销售传真 : 0577-62774233
地址 : 浙江省乐清市柳市镇东风工业区奋进路9号
网址 : www.KB0.cn 电子邮箱 : zhongkai@KB0.cn
全国24小时免费客户服务热线 : 400-826-8770