

中文核心期刊  
中国科技核心期刊

ISSN 2096-3203  
CN 32-1866/TM  
CODEN DGJIAA

# 电力工程技术

ELECTRIC POWER ENGINEERING TECHNOLOGY

福州—厦门1000 kV特高压交流工程  
长泰变电站



3

ISSN 2096-3203



国网江苏省电力有限公司 主办  
江苏省电机工程学会

2022年5月

第41卷 第3期 总第203期

# 电力工程技术

DIANLI GONGCHENG JISHU

第41卷 第3期(总第203期)

2022年5月28日出版

## 编辑委员会

顾问	严陆光	韩英铎	郑健超
	薛禹胜	黄其励	邱爱慈
	余贻鑫	李立涅	王锡凡
	郭剑波	陈维江	刘吉臻
	罗安	汤广福	唐屹峰
	王肃	陈刚	吴争
主任委员	沈国荣		
副主任委员	胡敏强	金保昇	鞠平
	孙玉坤	王海林	李来福
	李群	陈松林	
委员	于继来	卫志农	文劲宇
	王磊	王伟胜	王成山
	王秀丽	王恩荣	王黎明
	邓富金	艾芊	叶林
	叶辉	田杰	刘东
	刘玉田	刘国海	刘涤尘
	汤奕	汤涌	阮新波
	江林	严胜	吴峰
	何正友	张乔根	张保会
	李力	李强	李红斌
	李琼慧	李碧君	杨晓梅
	肖湘宁	邹云	陈昊
	陈杰	陈伟根	周波
	周克毅	欧开健	姚建国
	荆平	费益军	赵成勇
	赵剑锋	赵健康	郝思鹏
	袁宇波	夏成军	徐政
	徐青山	殷明慧	高小涛
	梁睿	章述汉	黄学良
	黄浩声	龚雁峰	程明
	董新洲	蒋平	谢明
主编	李群		

## 目次

### 面向新型电力系统的信息物理系统分析与控制专题

特约主编寄语	汤奕, 王琦(1)
基于事件驱动的配电信息物理连锁故障演化机理	黄植, 刘东, 陈冠宏, 翁嘉明, 殷浩洋, 王臻(2)
计及网络攻击影响的安全稳定控制系统风险评估方法	钱胜, 王琦, 颜云松, 封科, 夏海峰(14)
考虑虚假数据注入攻击的有源配电网分布式状态估计	黄崇鑫, 洪明磊, 伏帅, 邓松(22)
扁平化安全稳定控制系统薄弱环节辨识	李生虎, 周慧敏, 颜云松, 韩伟, 任建锋, 宋闯(32)
基于SoC FPGA硬件并行化计算的配电网电压控制技术	党皓天, 刘东, 陈飞, 赵现平, 刘斯扬, 王宏宇(39)
基于区块链与数据湖的电力数据存储与共享方法	曾飞, 杨雄, 苏伟, 肖小龙, 易文飞(48)

### 专论与综述

基于柔性工作点追踪的光伏低电压穿越控制策略	王琦, 徐俊杰, 李星硕, 李利秋, 成硕(55)
基于首末两端环流的电缆交叉互联箱缺陷识别定位方法	方春华, 郭凯歌, 方雯, 普子恒, 胡冻三, 陶玉宁(64)
计及下垂控制的潮流计算研究综述	易文飞, 卜强生(72)

### 电网运行与控制

考虑梯级耦合的水火电检修计划与机组组合协同优化	代江, 田年杰, 姜有泉, 张子涵, 刘明波, 谢敏(83)
考虑多控制目标的IIDG低压穿越控制方法	何晋, 李智轩, 左金花, 李维希, 孙琮岳, 李光耀(92)
特高压直流输电线路电压突变量保护优化	杨建明, 张庆武, 王杨正, 邹强, 王永平(102)
高比例新能源电网新能源功率优化分配方法	任冲, 柯贤波, 王吉利, 王国春, 赵荣臻(110)

### 配网与微网

冰蓄冷装置参与能量互补的微网自律协同控制研究	唐明, 李玉杰, 王林杰, 徐卓凌, 蒋伟毅, 陆水锦(118)
------------------------	----------------------------------

中文核心期刊  
中国科技核心期刊  
RCCSE中国核心学术期刊(A)  
WJCI科技期刊世界影响力指数报告来源期刊  
荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)收录期刊  
瑞典开放获取期刊目录数据库(DOAJ)收录期刊  
日本科学技术振兴机构数据库(JST)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(网络版)》(Ulrichsweb)收录期刊  
华东地区优秀期刊  
江苏省精品期刊

(双月刊)

基于自适应NSGA-II算法的配电网多故障抢修优化决策  
.....陈楚昭,孙云莲(125)  
基于虚拟线路补偿的主动配电网混合仿真接口实现方法  
.....鄂涛,尹忠东,王群飞(133)  
5G环境下配网差动保护采样数据缺失应对策略  
.....涂崎,沈冰,邹晓峰,金震,徐舒,侯炜(143)

### 高电压技术

风速对基于BOTDA架空导线覆冰监测有效性的影响  
.....徐志钮,李先锋,郭一帆,赵丽娟(152)  
基于激光诱导击穿光谱的绝缘子污秽度分析  
.....晋涛,芦山,刘星廷,何永琪,王希林,贾志东(163)  
基于VMD-WVD相位法的长电缆局放双端定位  
.....陈皇熹,方春华,普子恒,吴田(171)  
基于PDC法的干式套管用胶浸纸绝缘受潮状态评估  
.....张寒,万保权,胡伟,许佐明,尹朋博,司文荣(178)

### 智能电网技术

考虑数据不均衡的居民用户负荷曲线分类方法  
.....张慧波,王守相,赵倩宇,任杰,王海(186)  
计及耦合因素的电动汽车充电负荷时空分布预测  
.....程杉,赵子凯,陈诺,于子豪(194)  
基于CSO-SVR的低压架空线路谐波损耗评估  
.....孟安波,蔡涌烽,符嘉晋,陈德,殷豪,陈子辉(202)

### 电机与电器

基于GaN器件的直流配电网用户侧DC/DC变换器设计  
.....金浩哲,陈武(209)  
隧道敷设条件下超高压电力电缆热-流场耦合分析  
.....林梓圻,周贺,牛林华,付晓,刘耀中,孙秋芹(216)  
弱电网下并联逆变器稳定性及电能质量治理研究  
.....张成,赵涛,朱爱华,陶以彬,孙权,曹芸凯(224)

### 技术探讨

谐振式无线电能传输系统恒功率输出特性研究  
.....魏金成,廖师师,邱晓初,雷洪成,罗乐,谢邱虹(231)  
一种分段处理优选数据窗的双端测距算法  
.....张灏,薛明军,王学超,杨黎明,李玉平,陈福锋(237)  
基于混合气体热特性的GIL氮气使用配比研究  
.....庞乐乐,杨文勇,李鹏飞,郭晓飞,高鹏,梁睿(244)

# 电力工程技术

主管单位:国网江苏省电力有限公司  
主办单位:国网江苏省电力有限公司  
江苏省电机工程学会

出版单位:《电力工程技术》编辑部

编辑部主任:江林

值班编辑:李栋

地址:南京市江宁区帕威尔路1号

邮政编码:211103

电话:025-86556860(编辑)

025-86558553(编辑)

025-86558020(编务)

传真:025-86558020

投稿网址:www.epet-info.com

电子信箱:epet@ijournals.cn

创刊时间:1982年

发行方式:国内发行

发行单位:南京市邮政管理局

邮发代号:28-305

国内定价:26.00元

订 阅:全国各地邮政局(所)

印刷单位:南京茂华彩色印务有限公司

广告发布登记编号:广登32000000224

中国标准连续出版物号:ISSN 2096-3203

CN 32-1866/TM

国际刊名代码(CODEN):DGJIAA

微信公众号:



epet-1982

### 封面简介:

特高压交流输电是指交流1 000 kV及以上电压等级的输电技术,与常规500 kV交流输电相比,1 000 kV交流输电线路自然输送功率为4~5倍,输电距离为2~3倍,输送相同容量时的损耗只有1/3~1/4,走廊宽度只有1/2~1/3,具有输电容量大、距离远、损耗低、占地省的突出优势。

2022年3月24日,国网公司福州—厦门、驻马店—武汉1 000 kV特高压交流工程同时开工。福州—厦门工程起于扩建的1 000 kV榕城变电站,途经新建的1 000 kV长泰变电站,止于扩建的500 kV集美变电站。驻马店—武汉工程起于已建的1 000 kV驻马店变电站,止于在建的1 000 kV武汉变电站。两项工程计划于2023年建成投运。工程投运后将进一步提升电网安全稳定水平和能源资源优化配置、更好地服务经济社会发展。

# Electric Power Engineering Technology

Bimonthly Journal of State Grid Jiangsu Electric Power Co.,Ltd.

Vol.41 No.3 (Ser.203)

May 28, 2022

## CONTENTS

### Analysis and Control of Cyber Physical Systems for New Power Systems

- The evolution mechanism of the cyber-physical cascading failure of power distribution system based on event-driven  
..... HUANG Zhi, LIU Dong, CHEN Guanhong, WENG Jiaming, YIN Haoyang, WANG Zhen(2)
- Risk assessment method of security and stability control system considering the impact of cyber attacks  
..... QIAN Sheng, WANG Qi, YAN Yunsong, FENG Ke, XIA Haifeng(14)
- Distributed state estimation of active distribution network considering false data injection attack  
..... HUANG Chongxin, HONG Minglei, FU Shuai, DENG Song(22)
- Vulnerability differentiation to flat security and stability control system  
..... LI Shenghu, ZHOU Huimin, YAN Yunsong, HAN Wei, REN Jianfeng, SONG Chuang(32)
- Voltage control strategy for distribution network based on SoC FPGA hardware parallel computing  
.....DANG Haotian, LIU Dong, CHEN Fei, ZHAO Xianping, LIU Siyang, WANG Hongyu(39)
- Power data storage and sharing method based on blockchain and data lake  
..... ZENG Fei, YANG Xiong, SU Wei, XIAO Xiaolong, YI Wenfei(48)

### Thesis and Summary

- Photovoltaic low-voltage ride-through control strategy based on flexible power point tracking  
..... WANG Qi, XU Junjie, LI Xingshuo, LI Liqiu, CHENG Shuo(55)
- Defect identification and location method of cable cross-bonded box based on head-end circulation  
..... FANG Chunhua, GUO Kaige, FANG Wen, PU Ziheng, HU Dongsan, TAO Yuning(64)
- Overview of research on power flow calculation with droop control  
..... YI Wenfei, BU Qiangsheng(72)

### Power Grid Operation and Control

- Collaborative maintenance scheduling and unit commitment for hydropower and thermal power systems considering cascade hydropower coupling  
..... DAI Jiang, TIAN Nianjie, JIANG Youquan, ZHANG Zihan, LIU Mingbo, XIE Min(83)
- A low voltage ride-through control method of IIDG considering multiple control targets  
..... HE Jin, LI Zhixuan, ZUO Jinhua, LI Weixi, SUN Congyue, LI Guangyao(92)
- Optimization of voltage differential protection for UHVDC transmission line  
..... YANG Jianming, ZHANG Qingwu, WANG Yangzheng, ZOU Qiang, WANG Yongping(102)
- New energy power optimal distribution method for high proportion new energy power grid  
..... REN Chong, KE Xianbo, WANG Jili, WANG Guochun, ZHAO Rongzhen(110)

### Distribution Network and Micro-grid

- Autonomous coordinated control for microgrids considering multi-energy complementary with ice storage devices  
..... TANG Ming, LI Yujie, WANG Linjie, XU Zhuoling, JIANG Weiyi, LU Shuijin(118)
- Optimization strategy for multi-fault repair of distribution system based on adaptive NSGA-II algorithm  
.....CHEN Chuzhao, SUN Yunlian(125)

<b>Competent Authorities</b> State Grid Jiangsu Electric Power Co.,Ltd.	<b>Publication Number</b> ISSN 2096-3203
<b>Sponsor</b> State Grid Jiangsu Electric Power Co.,Ltd. Jiangsu Society for Electrical Engineering	<b>CODEN</b> DGJIAA
<b>Publisher</b> Editorial Department of Electric Power Engineering Technology	<b>Web Site</b> www.epet-info.com
<b>Chairman</b> SHEN Guorong	<b>E-mail</b> epet@ijournals.cn
<b>Editor in Chief</b> LI Qun	<b>Tel</b> 025-86556860, 86558553, 86558020
<b>Add</b> No.1 Power Road, Jiangning District, Nanjing	<b>Fax</b> 025-86558020
<b>Zip Code</b> 211103	<b>Distributed by</b> Nanjing Municipal Postal Administration
	<b>Subscription Code</b> 28-305
	<b>Subscription</b> Post Offices Across China

Implementation method of hybrid simulation interface for active distribution network based on virtual line compensation  
 ..... E Tao, YIN Zhongdong, WANG Qunfei(133)

Countermeasures for current differential protection in 5G-based active distribution network under sampling data missing scenario  
 ..... TU Qi, SHEN Bing, ZOU Xiaofeng, JIN Zhen, XU Shu, HOU Wei(143)

### High Voltage Engineering

Influence of wind speed on the effectiveness of monitoring of ice-covered overhead transmission line based on BOTDA  
 ..... XU Zhiniu, LI Xianfeng, GUO Yifan, ZHAO Lijuan(152)

Insulator contamination analysis based on laser-induced breakdown spectroscopy  
 .....JIN Tao, LU Shan, LIU Xingting, HE Yongqi, WANG Xilin, JIA Zhidong(163)

Double-ended positioning of partial discharge for long cable based on VMD-WVD phase method  
 .....CHEN Huangxi, FANG Chunhua, PU Ziheng, WU Tian(171)

Evaluation of dampness status of resin impregnated paper insulation for dry-type bushing based on PDC method  
 ..... ZHANG Han, WAN Baoquan, HU Wei, XU Zuoming, YIN Pengbo, SI Wenrong(178)

### Smart Grid Technologies

Residential user load curve classification method considering data imbalance  
 .....ZHANG Huibo, WANG Shouxiang, ZHAO Qianyu, REN Jie, WANG Hai(186)

Prediction of temporal and spatial distribution of electric vehicle charging load considering coupling factors  
 ..... CHENG Shan, ZHAO Zikai, CHEN Nuo , YU Zihao(194)

Harmonic loss evaluation of low voltage overhead lines based on CSO-SVR model  
 ..... MENG Anbo, CAI Yongfeng, FU Jiajing, CHEN De, YIN Hao, CHEN Zihui(202)

### Electrical Machines and Apparatus

Design of GaN-based user side DC/DC converter in DC distribution network  
 .....JIN Haozhe, CHEN Wu(209)

Thermal-fluid coupling analysis of ultra-high voltage cables laid in tunnel  
 .....LIN Ziqi, ZHOU He, NIU Linhua, FU Xiao, LIU Yaozhong, SUN Qiuqin(216)

Stability and power quality control of parallel inverters in weak current network  
 ..... ZHANG Cheng, ZHAO Tao, ZHU Aihua, TAO Yibin, SUN Quan, CAO Yunkai(224)

### Technology Discussion

Constant power output characteristics of resonant wireless power transmission system  
 ..... WEI Jincheng, LIAO Shishi, QIU Xiaochu, LEI Hongcheng, LUO Le, XIE Qihong(231)

A two-terminal fault location algorithm based on segmented processing of optimal data window  
 ..... ZHANG Hao, XUE Mingjun, WANG Xuechao, YANG Liming, LI Yuping, CHEN Fufeng(237)

N<sub>2</sub> proportion in GIL based on heat characteristics of gas mixture  
 ..... PANG Lele, YANG Wenyong, LI Pengfei, GUO Xiaofei, GAO Peng, LIANG Rui(244)