



电工技术 官方微信

主管单位：重庆西南信息有限公司
(原科技部西南信息中心)

主办单位：重庆西南信息有限公司
重庆市电机工程学会

编辑出版：《电工技术》编辑部

协办单位：重庆市电源学会

社长：陈伟

总编：徐书令

编委会(按姓氏拼音排列)

主编：谢开贵

委员：

白锐 蔡骏 曹永兴 陈艳波 程杉
丁力 董张卓 杜雄 苟小龙 郭成
郭春义 郝占军 何山 侯兴哲 汲胜昌
贾科 雷霞 雷志鹏 李更丰 李辉
李勇 李贞强 李振华 李志军 刘健
刘科研 刘志坚 卢啸风 吕干云 梅生伟
朴昌浩 齐波 谭向宇 唐文虎 唐震
王靖岳 王文林 王志新 魏钢 徐衍会
阳同光 杨博 杨国华 杨仕友 姚伟
张财志 张晓星 张张劲 郑涛 周超

执行委员：

安小宇 陈民武 邓军 樊启高 高一搏
郝建 李军徽 李小鹏 李永福 李元
凌志斌 刘铨 刘刚 刘继权 刘乾易
刘小康 陆帅 吕世轩 马红波 马辉
马志钦 宁文军 彭庆军 陶果 汪可
王洪彬 王森 王少华 王彤 王小宇
魏文斌 向月 谢旭琛 熊连松 许潇
许寅 颜勤 杨海马 杨贺钧 杨涛
伊力哈木·亚尔买买提 尹纯亚 尹文良
由佳欣 张璐 张施令 张伟明 张锦议
赵永宁 周三多 周玮 朱孟兆 左宗良

执行主编：何欣 (023)67039610

编辑部主任：陈胜 (023)67039613

编辑部：(023)63502993

E-mail: diangong@chinaet.net

市场部：(023)67039610

E-mail: matrevhx@sina.com

发行部：(023)63501714

地址：重庆市渝北区洪湖西路18号

邮编：401121

网址：www.chinaet.net

印刷：重庆紫石东南印务有限公司

发行：重庆市邮政局(国内外公开发行)

订阅：全国各地邮局

邮发代号：78-61

每期定价：40.00元 \$5.00

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-1388

国内统一连续出版物号：CN 50-1072/TM

广告经营许可证：(渝新两江)广准字(19)第007号

版权所有 不得转载

本刊常年法律顾问：重庆百君律师事务所 刘凡强

律师办公电话：(023)67621818

地址：重庆市渝北区洪湖东路财富大道2号财富A座7楼

凡发表在本刊的文章，若没有特殊声明，均视作者同意将信息网络传播权及转授权授予本刊

如有质量问题，请与重庆紫石东南印务有限公司联系退换

地址：重庆市北碚区蔡家岗镇嘉德大道99号(盈田·蔡家工谷27-2)

邮编：400707

EE 电力电气 电工技术 DIAN GONG JI SHU

半月刊 1980年创刊

2025/5期(总第635期) 2025年3月10日出版

目次

理论研究

- 电磁耦合式宽带电流探头时域信号还原技术研究
于闯 王美琪 相运城等
 - DBD等离子体辅助煤炭燃烧放电特性的影响因素研究
胡海波
 - 海上风电场有源滤波器谐波综合治理的研究与应用
王嘉毅 吕坤星 刘佳宁等
 - 并网型逆变器的功率环参数优化
田旭 魏璐然 伍晟焘
 - 基于形态加权动态时间规整的断路器故障辨识方法
夏杰 孙希盈 房林杰等
 - 低压侧两相短路变压器高压侧的电流关系研究*
王松 潘月月
 - 基于博弈论组合赋权和改进VIKOR法的电网数字化储备项目优选排序研究*
张艳 韩立芝 刘明红等
 - 分布式能源系统中的钒液流电池储能技术研究
王宁
 - 广域测量数据下的电力系统异常事件检测与识别方法研究
何小良 张心怡
 - 基于LSTM深度网络的配变负荷预测及调整研究
马妍 孔汉杰 赵建等
 - 往复荷载作用下型钢构件耗能特性分析*
李子扬 邢可江 韩宝莉等
 - 基于TPS双有源桥DC-DC回流功率优化*
陈明伟
 - 基于在线量测数据的低压配电变压器状态评价方法
孙文辉 潘明 徐梦潇等
 - 基于数据预测的微电网日前优化调度研究*
刘俊毅 罗淳 傅宇等
 - 基于改进FAHP的220 kV变电站EPC总承包项目风险管理研究
常加辰
 - 基于模糊C均值聚类和DBO-LSSVM的变压器故障诊断方法研究
王琮宇 冯馨瑜
 - 考虑跌落深度与可接受性的暂态电压稳定评估方法
张妍 潘本仁 谢国强等
 - 基于深度学习的无线通信信号调制识别技术研究
苗丽萍
 - 一种级联H桥储能变流器节能测试平台设计
王长华 梁顺发 胥军等
- ### 输配电工程
- 福外I线220 kV融冰接地隔离开关及信息系统的改造应用
刘凯
 - 基于GIM模型转点云的输电通道隐患预分析技术研究
杨思峰
 - 110 kV自立式铝合金抢修塔设计与真型试验研究*
张鸣 罗向源 王成华
 - 220 kV II香苏线风偏跳闸的研究分析
漫辰野 漫红伟 谢武

- 101 三跨线路环境中基于深度学习的汽车识别研究
 105 500 kV、220 kV同塔四回线路感应电压与感应电流仿真分析
 107 提高10 kV配电网供电可靠性的调度自动化技术研究
 111 含分布式电源配电网的继电保护方案研究
 114 输电线路驱鸟剂远程遥控投放装置设计
 117 基于WSN电力线单相接地故障定位算法的设计与实现
 120 基于事件触发的高压输电线路巡检无人机故障检测
 125 沙漠环境下220 kV立塔架线工艺优化研究
 128 基于人工智能图像处理的无人机光伏组件裂纹检测系统研究

裴 勉 盛 婕 王 阳等
 张家杭 郑沛沛 王礼伟
 陈彦恺 李 典
 刘长录 杨 琳 靳 福等
 周光远 刘云飞 杨 铭等
 彭添杰 周维龙
 刘晓林 孙亚鑫 朱子轩等
 张泊渠 赵田田 王国君等
 李华喜 陈鑫鑫 刘文阳

电气设备

- 131 24脉波移相变压器在大功率电源中的应用
 136 COT套管防雨罩拆装专用工具的研制
 139 户外环网柜灭火装置的研制
 141 基于COA-SVM变压器铁芯松动识别模型
 145 基于可逆PWM整流器的蓄电池充放电装置设计方法研究
 148 水力发电装置运行状态故障诊断与检修决策系统架构方案研究
 151 智能变电站联切常规保护小电源工程改造解决方案
 154 一起直流接地引起跳闸事故的分析与处理
 156 三相异步电动机常见故障与对策分析
 159 一起10 kV断路器拒动事件原因分析及预防措施
 163 一起三相不一致保护动作原因分析
 166 运行维护背景下基于特高频信号的开关柜局部放电检测与分析
 169 智能电表实时操作系统和非实时操作系统的分析和探讨
 171 正常运行厂变供电LGA模式下铁磁谐振抑制措施有效性研究

罗金良 杨 超 余龙海等
 杨 次 黄文彬 房 赛等
 潘 浩 陈建文 李建华
 熊 威 龚 康 张 鑫等
 岳 刚 杨海军 孙成慧
 曹 榛
 李思妤 陈静诗 苏家奇等
 陈 兵 蔡清亮 邵燕秋
 陈 杰 薛菁菁
 袁兴伟 罗 璐
 刘 云
 王书豪 王宇桥
 陈欢军 徐京生 江一奇等
 徐万长 李 岚 刘俊峰等

高压与绝缘技术

- 175 高压避雷器冲击试验系统设计及性能优化
 178 特高压换流站基建数智化管理
 183 基于EMD特征识别的接触网绝缘子泄漏电流在线检测
 186 建筑物防雷措施中外部防雷系统的试验研究

谢 宽
 汪旭旭 姚 斌 任昕元等
 刘德天 于 瀚 李铁鑫等
 叶 飞 许 轶 蔡承翰

智能信通技术

- 189 基于AES算法和RC4算法的能源互联网敏感数据加密传输方法
 193 LoRa技术分析亟待研究的问题*
 198 基于物联网技术的变电站直流系统蓄电池组监测研究
 201 基于物联网技术的城轨机电系统智能化控制设计
 204 苏北运河骨干通信光缆在线监测及预警系统
 207 许继以太网103规约测试软件开发与应用
 210 网络通信技术在智能变电站中的应用现状及展望

范凯迪 成慧娟 王潇炜等
 于华玮 何 磊
 贾 磊 李 君 李 强等
 周秩宇 李自立
 颜廷雪 张圣杰 王东杰
 陈春宇 周 飘 李 鹏
 陈桂芳 陈国友 雷海宁等

发电厂

- 214 火电厂330 MW锅炉热态动力场纠偏的试验研究及应用
 217 基于自反馈温控与自适应变径的核电厂透明软管加热装置的设计
 220 垃圾焚烧发电厂APS系统实施及调试综述
 225 核电厂安全厂用水泵异常启动研究

王 泽
 代景琪 石浩哲 林宇涵
 邱 波 牛亚东 韩舒飞等
 熊朋帆 徐辛酉 刘思琦

ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.5

CONTENTS

Theoretical Research

- 1 Study on Time Domain Signal Recovery Technology of Electromagnetic Coupled Wideband Current Probe YU Chuang WANG Meiqi XIANG Yuncheng et al
- 8 Study on the Influencing Factors of Discharge Characteristics of DBD Plasma Assisted Coal Combustion HU Haibo
- 12 Research and Application of Harmonic Comprehensive Treatment for Active Filters in Offshore Wind Farms WANG Jiayi LV Kunxing LIU Jianing et al
- 17 Optimization of Power Ring Parameters of Grid-connected Inverter TIAN Xu WEI Luran WU Shengtiao
- 21 Fault Identification Method for Circuit Breakers Based on Shape-based Weighted Dynamic Time Warping XIA Jie SUN Xiyang FANG Linjie et al
- 25 Current Relationship on the Transformer High Voltage Side Under Two-phase Short-circuit on the Low Voltage Side* WANG Song PAN Yueyue
- 29 Research on Optimal Ranking of Power Grid Digital Reserve Items Based on Game Theory Combination Weighting and Improved VIKOR Method* ZHANG Yan HAN Lizhi LIU Minghong et al
- 34 Research on Vanadium Flow Battery Energy Storage Technology in Distributed Energy Systems WANG Ning
- 37 Research on Detection and Identification Methods of Abnormal Events in Power Systems Under Wide Area Measurement Data HE Xiaoliang ZHANG Xinyi
- 40 Research on Load Prediction and Adjustment of Distribution Substation Based on LSTM Deep Networks MA Yan KONG Hanjie ZHAO Jian et al
- 44 Analysis of Energy Dissipation Characteristics of Steel Members Under Cyclic Loading* LI Ziyang XING Kejiang HAN Baoli et al
- 48 Based on TPS Dual Active Bridge DC-DC Reflow Power Optimization* CHEN Mingwei
- 52 A Method for Evaluating the Condition of Low-voltage Distribution Transformers Based on Online Measurement Data SUN Wenhui PAN Ming XU Mengxiao et al
- 58 Research on the Optimal Scheduling of Micro-grid Based on Big Data Prediction Model* LIU Junyi LUO Chun FU Yu et al
- 64 Research on Risk Management of EPC General Contracting Project for 220 kV Substation Based on Improved FAHP CHANG Jiachen
- 69 Research on Transformer Fault Diagnosis Method Based on Fuzzy C-mean Clustering and DBO-LSSVM WANG Qiongyu FENG Xinyu
- 72 Transient Voltage Stability Evaluation Method Considering Drop Depth and Acceptability ZHANG Yan PAN Benren XIE Guoqiang et al
- 79 Research on Modulation Recognition Technology of Wireless Communication Signals Based on Deep Learning MIAO Liping
- 83 A Design of Energy Saving Test Platform for Cascaded H Bridge Power Conversion System WANG Changhua LIANG Shunfa XU Jun et al

Power Transmission and Distribution Engineering

- 87 Renovation and Application of 220 kV Ice-melting Ground Isolation Switch and Information System for Fuwai I Line LIU Kai
- 90 Research on Potential Hazard Pre-analysis Technology of Transmission Channels Based on GIM Model Converted to Point Cloud Method YANG Sifeng
- 93 Design and Full-scale Model Test of 110 kV Self-standing Aluminum Alloy Emergency Repair Tower* ZHANG Ming LUO Xiangyuan WANG Chenghua
- 99 Cause Analysis of Wind Deflection Trip of 220 kV II Xiangshan-Suyuan Line MAN Chenye MAN Hongwei XIE Wu
- 101 Research on Vehicle Recognition Based on Deep Learning in Cross-line Environments PEI Mian SHENG Jie WANG Yang et al
- 105 Simulative Analysis of Induced Voltage and Current of 500 kV and 220 kV Four-circuits on One Tower ZHANG Jiahang ZHENG Peipei WANG Liwei
- 107 Research on Dispatch Automation Technology to Improve the Reliability of 10 kV Distribution Network Power Supply CHEN Yankai LI Dian
- 111 Research on Relay Protection Scheme for Distributed Power Distribution Network LIU Changlu YANG Lin JIN Fu et al
- 114 Design of Remote Control Delivery Device for Bird Repellent in Transmission Line ZHOU Guangyuan LIU Yunfei YANG Ming et al
- 117 Design and Implementation of Single-phase Ground Fault Location Algorithm for Power Lines Based on WSN PENG Tianjie ZHOU Weilong
- 120 Event-triggered Based FD for High-voltage Transmission Line Inspection UAVs LIU Xiaolin SUN Yaxin ZHU Zixuan et al

- 125 Optimization Research on 220 kV Tower Erection and Line Stringing Technology in Desert Environments ZHANG Boqu ZHAO Tiantian WANG Guojun et al
- 128 Research on Unmanned Aerial Vehicle Photovoltaic Module Crack Detection System Based on Artificial Intelligence Image Processing LI Huaxi CHEN Jinxin LIU Wenyang

Electrical Equipment

- 131 Application of 24-Pulse Phase-Shifting Transformers in High-Power Power Supplies LUO Jinliang YANG Chao YU Longhai et al
- 136 Development of a Special Tool for Disassembling and Assembling COT Sleeve Rain Cover YANG Ci HUANG Wenbin FANG Sai et al
- 139 Development of Automatic Fire Extinguishing Device for Outdoor H.V. Switchgear PAN Hao CHEN Jianwen LI Jianhua
- 141 Based on the COA-SVM Transformer Core Loosening Identification Model XIONG Wei GONG Kang ZHANG Xin et al
- 145 Research on the Design Method of Battery Charging and Discharging Device Based on Reversible PWM Rectifier YUE Gang YANG Haijun SUN Chenghui
- 148 Research on Architecture Scheme of Fault Diagnosis and Maintenance Decision System for Hydropower Plant Operation State CAO Zhen
- 151 Solution for the Engineering Transformation of Intelligent Substation to Cut off Conventional Protection for Small Power Sources LI Siyu CHEN Jingshi SU Jiaqi et al
- 154 Fault Analysis and Treatment of a Tripping Operation Caused by DC Grounding CHEN Bing CAI Qingliang SHAO Yanqiu
- 156 Common Faults and Countermeasure Analysis of Three Phase Asynchronous Motors CHEN Jie XUE Jingjing
- 159 Analysis of a 10 kV Circuit Breaker Failure Event and Optimization Measures YUAN Xingwei LUO Lu
- 163 Analysis of Reasons for Three Phase Inconsistent Protection Action LIU Yun
- 166 Local Discharge Detection and Analysis of Switch Cabinet Based on UHF Signal in the Background of Operation and Maintenance WANG Shuhao WANG Yuqiao
- 169 Analysis and Discussion of Smart Meter Real Time Operating Systems and Non Real Time Operating Systems CHEN Huanjun XU Jingsheng JIANG Yiqi et al
- 171 Study on the Effectiveness of Ferroresonance Suppression Measures in LGA Mode of Plant Transformer Power Supply Under Normal Operation XU Wanzhang LI Lan LIU Junfeng et al

High Voltage and Insulation Technology

- 175 Design and Performance Optimisation of High Voltage Surge Arrester Impact Test System XIE Kuan
- 178 Digital and Intelligent Management of Infrastructure of UHV Converter Stations WANG Xuxu YAO Bin REN Xinyuan et al
- 183 Online Detection of Leakage Current of Contact Network Insulators Based on EMD Feature Recognition LIU Detian YU Han LI Tiexin et al
- 186 Experimental Research on External Lightning Protection System in Lightning Protection Measures for Buildings YE Fei XU Yi CAI Chenghan

Intelligent Information and Communications Technology

- 189 Encrypted Transmission Method of Sensitive Data in Energy Internet Based on AES Algorithm and RC4 Algorithm FAN Kaidi CHENG Huijuan WANG Xiaowei et al
- 193 LoRa Technology Analysis and Urgent Research Issues* YU Huawei HE Lei
- 198 Research on Monitoring of DC System Battery Pack in Substation Based on Internet of Things Technology JIA Lei LI Jun LI Qiang et al
- 201 Intelligent Control Design of Urban Rail Electromechanical System Based on Internet of Things Technology ZHOU Zhiyu LI Zili
- 204 Online Monitoring and Early Warning System for the Backbone Communication Optical Cable of the Northern Jiangsu Canal YAN Tingxue ZHANG Shengjie WANG Dongjie
- 207 Development and Application of XJ Ethernet 103 Communication Protocol Testing Software CHEN Chunyu ZHOU Piao LI Peng
- 210 Application Status and Prospects of Network Communication Technology in Intelligent Substation CHEN Guifang CHEN Guoyou LEI Haining et al

Power Plant

- 214 Experimental Study and Application of Bias Correction of Thermal Dynamic Field of 330 MW Thermal Plant Boiler WANG Ze
- 217 Design of a Transparent Hose Heating Device for Nuclear Power Plants Based on Self Feedback Temperature Control and Adaptive Diameter Reduction DAI Jingqi SHI Haozhe LIN Yuhan
- 220 Research and Application of One-Button Start-Up of Automobile Turbine and Auxiliary Machine in Waste Incineration Power Plant QIU Bo NIU Yadong HAN Shufei et al
- 225 Research of Abnormal Startup of Essential Service Water Pump in Nuclear Power Plant XIONG Pengfan XU Xinyou LIU Siqi