



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 曹永兴 陈艳波 程杉  
董张卓 杜雄 房兆源 郭成  
郝占军 何山 侯兴哲 汲胜昌  
贾科 李辉 李勇 李振华  
李志军 刘健 吕干云 梅生伟  
朴昌浩 齐波 谭向宇 唐震  
王志新 魏钢 杨博 杨国华  
杨仕友 张晓星 张志劲 郑涛  
曾宇

执行委员:

安小宇 陈民武 邓军 樊启高  
郝建 李军徽 李永福 李元  
凌志斌 刘铖 刘刚 刘继权  
刘小康 马红波 马志钦 彭庆军  
陶果 汪可 王洪彬 王少华  
王小宇 谢旭琛 熊连松 杨海马  
杨涛 伊力哈木·亚尔买买提  
由佳欣 张施令 张懿议 朱孟兆

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: 30.00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, 若无特殊声明, 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 电工技术

DIAN GONG JI SHU

半月刊 1980年创刊

2023/16期(总第598期) 2023年8月25日出版

## 目次

### 自动控制

- 1 基于机器学习的浸没式液冷机房散热控制系统研究 沈斌 刘世桐 孙奕等
- 4 基于PLC的自动配料装置的设计与实现 徐铭昊
- 7 一种基于分裂电容的LCL型并网逆变器阻尼策略 封晨
- 11 基于模糊PI的永磁同步电机弱磁控制策略 魏杰杰
- 16 改进光伏并网逆变器双闭环控制策略 郑佳钰 干树川
- 20 基于改进A\*算法的仓库物料车路径规划 彭哲 杨兴果

### 人工智能与传感技术

- 26 基于相似性权系数改进Bagging-DNN的负荷时序预测方法 陈静 邓真平 刘兰兰等
- 30 对多功能智慧灯杆模块化与标准化的相关探讨 冯涛 王澍 罗庆等
- 33 基于改进多种群遗传算法的锂电池参数辨识\* 王亚涛 陆玮 倪松挺等
- 37 基于重载铁路的PHM平台建设方法 赵宝 吕壮壮 王亚军等
- 42 基于机器视觉的指针式仪表读表方法研究 曹朔 唐云 白新奎等
- 48 基于传感器网络技术的低压配电网拓扑识别与故障监测设计 许芯明

### 新能源系统与设备

- 51 直流光伏变换器的研究与应用 张向阳 李永恒 黄刚等
- 54 提升VVER型核电机组蒸汽发生器排污净化系统冲洗水流量研究 杨宏野 黄兵 黄国兴等
- 57 考虑光伏电源接入的配电网继电保护方案探析 丁然 杨道罗
- 60 新能源机车应用背景下的电池储能系统配置方法 史彦辉 杨国强 于立志
- 63 电动汽车充电站负荷预测系统的设计与开发\* 王涛云 皮凯云 石航等
- 67 光伏发电项目系统接入技术探讨 赵晓君
- 74 液冷储能电池冷却系统的研究\* 张辉亮 肖佳伟 张滢月等
- 78 计及需求侧资源和碳捕集的电网低碳经济调度 王玉梅 周永鑫 张继秋
- 83 冲击性负荷对“双高”电网暂态电压影响的研究\* 康定毅 崔荣喜 杨小婷等

### 电力自动化

- 88 便携式运维网关在电力监控系统作业中的推广应用

钟勇

- 92 两级三相光伏并网逆变器研究策略
- 99 基于MATLAB仿真的微机保护算法分析
- 102 水电站智能巡检系统的开发及应用\*
- 105 特高压换流站通信规约解析功能研究
- 111 电网新能源在线安全校核技术的实践应用
- 114 级联多电平逆变器输出电压和电流采集方案研究与应用
- 118 变电站巡视系统设计与应用研究
- 123 基于电力调度网络发令系统建构和应用
- 127 变电站直流系统级差配合分析和验证系统设计
- 130 电压互感器二次回路中性点击穿保险在线监测技术分析
- 133 基于层次分析法和遗传算法的配电网多目标主动重构研究

- 林 果 马文闯 程玉洲等
- 施泽京 胡水林 郝晓红等
- 吴建华 白永福 谢永生等
- 施纪栋 吴 磊 冯 轩等
- 汪春燕 杜露露 李杨月等
- 禹双强 邹志强 徐 冬等
- 马占业 李宝潭 齐文娟等
- 何洋洋
- 李 超 毛良华
- 戴向峰
- 王月茹 吴 哲 王星海等

## 电力设备

- 137 一种AR电力巡检平台的设计与应用
- 140 一种换流变远程智能巡视系统方案
- 146 三相电力变压器相间阻抗偏差超限问题研究
- 149 DIMMER防窃电功能跨平台移植方法探讨
- 154 110 kV变压器差动保护装置检验方法研究
- 157 一种阻燃B<sub>1</sub>级防火中压电力电缆的设计、检测与应用
- 160 变压器套管渗油原因分析及处理
- 163 GIL中金属尖端缺陷的PD频率特性及传播特性研究
- 166 基于集成传感器实现“一键构图”功能装置的开发与应用\*
- 168 一种快速布置及收纳式多功能安全围栏的研制和应用
- 171 220 kV变电站主变跳闸故障分析及处理办法
- 173 变电设备红外测温特殊案例分析
- 176 220 kV变电站GIS隔离开关气室放电故障分析
- 179 抽油机专用抗冲击节能降碳立体卷铁心变压器设计及应用
- 182 低压电气设备可靠性分析精细化管理实践
- 185 快速融冰短接工具的研制和应用
- 189 嵌入式继电保护装置HMI应用程序设计
- 191 无人机意外坠落自动保护装置

- 胡旭波 徐泽华 雷 俊等
- 郑宁敏
- 于翔霖 欧 强 郭妥当
- 钱红斌 徐京生 卢晓雄等
- 杨 华
- 于思杰
- 尹秀刚 池锐敏 张 勋
- 徐英花 吴勇峰
- 王锐凤 张力恺 林俊超
- 樊三军 杨 艳 曹 俊
- 房 政
- 蔡 伟 杨殿成 廖 圣等
- 黄亚艺
- 温 伟 杨中地
- 王镜洪 吴东方 朱梓楨等
- 卢兴福 樊三军 杨 艳
- 袁登厅 王 浩
- 吴润锐 李泽玮

## 系统解决方案

- 194 一起ATS无法切换导致站用交流母线失压的故障分析
- 197 “双碳”背景下大型供电企业发展策略探讨
- 200 印度尼西亚电网频率波动对机组运行影响分析
- 203 发电企业数据治理架构研究设计
- 206 电磁搅拌电源死区补偿系统设计与实现
- 210 基于期权收益看涨的发电容量充裕性机制研究
- 214 基于FLAC3D的斜锚短桩抗拔静载试验模拟桩岩接触面参数影响研究
- 217 变电二次线智能检测技术及实践应用
- 220 一起供电系统内网甩负荷事故原因
- 222 基于JavaWeb的继电保护装置程序包在线管理系统
- 224 融合基层计量现场业务的低压计量箱精益化管理体系搭建与实践
- 227 基于变电站母线合环与电流三相偏移度的母线缺陷检测\*
- 231 变电检修班组精细化管理模式研究
- 235 海上多平台互联电力系统保护功能和保护配置优化
- 238 基于边缘自治决策终端的台区柔性直流互联控制系统
- 242 基于牵引-补偿变压器的同相供电综合补偿方案
- 246 改进DRSN的抽油机轴承故障诊断系统\*

- 谢楷成 刘建荣 姚军锋
- 杨嘉伟 范孝然 周 霖
- 李正兴 陈 思 安 亮
- 高 英
- 袁 鹏 汪 亮 陈 浪
- 李 健 齐 阳 潘政耀
- 刘 泉 秦培原 高一然等
- 翟成昊 周建平
- 李庆义 李福超 姚辉勇
- 王 浩 袁登厅 任 杰等
- 白闻强 马 蓉 季淑琴等
- 林典茂
- 张华欣 袁元缘 蔡 宏等
- 倪群辉 侯 炜 刘倪宣等
- 缪 欣 黄海悦
- 黄大锐 刘骆川
- 朱文杰 苗芳荣 李云飞等

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.16

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Research on Heat Dissipation Control System of Submerged Liquid Cooling Room Based on Machine Learning ..... SHEN Bin LIU Shitong SUN Yi et al  
4 Design and Implementation of Automatic Batching Device Based on PLC ..... XU Minghao  
7 A Damping Strategy of LCL Grid Connected Inverter Based on Split Capacitor ..... FENG Chen  
11 Weakening Control Strategy for Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Fuzzy PI ..... WEI Jiejie  
16 Improve Dual Closed-loop Control Strategy for Photovoltaic Grid-connected Inverters ..... ZHENG Jiayu GAN Shuchuan  
20 Improved A\*Algorithm-based Path Planning for Warehouse Material Trucks ..... PENG Zhe YANG Xingguo

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 26 Improved Bagging-DNN Load Time-series Forecasting Method Based on Similarity Weight Coefficient ..... CHEN Jing DENG Zhenping LIU Lanlan et al  
30 Discussion on Modularization and Standardization of Multifunctional Intelligent Lamp Pole ..... FENG Tao WANG Shu LUO Qing et al  
33 Parameter Identification of Lithium Battery Based on Improved Multi-Population Genetic Algorithm\* ..... WANG Yatao LU Wei NI Songting et al  
37 Construction Method of PHM Platform Based on Heavy Haul Railway ..... ZHAO Bao LV Zhuangzhuang WANG Yajun et al  
42 Research on the Method of Pointer Meter Reading Based on Machine Vision ..... CAO Shuo TANG Yun BAI Xinkui et al  
48 Design of Topology Identification and Fault Monitoring for Low-Voltage Distribution Network Based on Sensor Network Technology ..... XU Xinming

### New Energy Systems and Equipment

- 51 Research and Application of DC Photovoltaic Converter ..... ZHANG Xiangyang LI Yongheng HUANG Gang et al  
54 Study on the Flushing Water Flow Rate of Steam Generator Sewage Purification System of VVER Type Nuclear Power Unit ..... YANG Hongye HUANG Bing HUANG Guoxing et al  
57 Analysis of Relay Protection Schemes for Distribution Networks Considering the Connection of Photovoltaic Power Sources ..... DING Ran YANG Daoluo  
60 Configuration Method of Battery Energy Storage System Under the Background of New Energy Locomotive Application ..... SHI Yanhui YANG Guoqiang YU Lizhi  
63 Design and Development of Load Prediction System for Electric Vehicle Charging Station\* ..... WANG Taoyun PI Kaiyun SHI Hang et al  
67 Discussion on System Access Technology for Photovoltaic Power Generation Projects ..... ZHAO Xiaojun  
74 Study on the Liquid Cooling System for Energy Storage Batteries\* ..... ZHANG Huiliang XIAO Jiawei ZHANG Yingyue et al  
78 Low Carbon Economic Dispatch of Power Grid Considering Demand Side Resources and Carbon Capture ..... WANG Yumei ZHOU Yongxin ZHANG Jiqin  
83 Research on the Impact of Shock Load on Transient Voltage of "Double High" Power Grid\* ..... KANG Dingyi CUI Rongxi YANG Xiaoting et al

### Power Automation

- 88 Application of Portable Operation and Maintenance Gateway in Power Monitoring System ..... ZHONG Yong  
92 Research Strategy of Two-stage Three-phase Photovoltaic Grid-Connected Inverter ..... LIN Guo MA Wenchuang CHENG Yuzhou et al  
99 Analysis of Microcomputer Protection Algorithm Based on MATLAB Simulation ..... SHI Zejing HU Shuilin HAO Xiaohong et al  
102 Development and Application of Intelligent Patrol Inspection System for Hydropower Station\* ..... WU Jianhua BAI Yongfu XIE Yongsheng et al  
105 Research on Analysis Function of Communication Protocol of UHV Converter Station ..... SHI Jidong WU Lei FENG Xuan et al  
111 Practical Application of New Energy Online Security Checking Technology for Power Grid ..... WANG Chunyan DU Lulu LI Yangyue et al  
114 Research and Application of Detection Scheme of Output Voltage and Current for Cascaded Multilevel Inverter ..... YU Shuangqiang ZOU Zhiqiang XU dong et al

- 118 Research on Design and Application of Substation Patrol System ..... MA Zhanye LI Baotan QI Wenjuan et al  
 123 Construction and Application of Power Dispatching Network Command System ..... HE Yangyang  
 127 Design of Differential Coordination Analysis and Verification System for Substation DC System .....  
 ..... LI Chao MAO Lianghua  
 130 Technical Analysis of On-line Monitoring for Neutral Tap Breakdown Protection in Secondary Circuit of Voltage  
 Transformer ..... DAI Xiangfeng  
 133 Research on Multi-objective Active Reconfiguration of Distribution Network Based on Analytic Hierarchy Process and  
 Genetic Algorithm ..... WANG Yueru WU Zhe WANG Xinghai et al

## Electrical Equipment

- 137 Design and Application of an AR Electric Power Patrol Platform ..... HU Xubo XU Zehua LEI Jun et al  
 140 A Remote Intelligent Inspection System Scheme for Converter Transformer ..... ZHENG Ningmin  
 146 Research on Overlimit Problem of Impedance Deviation for Three-phase Power Transformer .....  
 ..... YU Xianglin OU Qiang GUO Tuodang  
 149 Discussion on Cross-platform Transplantation Method of DIMMER's Anti-theft Function .....  
 ..... QIAN Hongbin XU Jingsheng LU Xiaoxiong et al  
 154 Test Method for Differential Protection Device of 110 kV Transformer ..... YANG Hua  
 157 Design, Test and Application of a Type of Fireproof Medium Voltage Power Cable with Class B<sub>1</sub> Flame Retardance .....  
 ..... YU Sijie  
 160 Causal Analysis and Treatment of Transformer Bushing Oil Leakage ..... YIN Xiugang CHI Ruimin ZHANG Xun  
 163 Study on the Frequency Characteristics and Propagation Characteristics of PD of Metal Tip Defects in GIL .....  
 ..... XU Yinghua WU Yongfeng  
 166 The Development and Application of "One-key Composition" Functional Device Based on Integrated Sensor\* .....  
 ..... WANG Ruifeng ZHANG Likai LIN Junchao  
 168 Development and Application of a Multifunctional Safety Fence with Quick Layout and Storage .....  
 ..... FAN Sanjun YANG Yan CAO Jun  
 171 Analysis and Solution for Tripping Faults of 220 kV Substation Main Transformer ..... FANG Zheng  
 173 Special Case Analysis of Infrared Temperature Measurement in Substation .....  
 ..... CAI Wei YANG Diancheng LIAO Sheng et al  
 176 Analysis of Discharge Fault in the GIS Isolating Switch Air Chamber in a 220 kV Substation ..... HUANG Yayi  
 179 Impact Resistant Energy-saving and Carbon Reducing Three-dimensional Coil Iron Core Transformer Specially  
 Designed for Pumping Machine ..... WEN Wei YANG Zhongdi  
 182 Low Voltage Electrical Reliability Analysis Fine Management Practice .....  
 ..... WANG Jingqi WU Dongfang ZHU Zizhen et al  
 185 Development and Application of a Quick Ice Melting Short Connection Tool ..... LU Xingfu FAN Sanjun YANG Yan  
 189 Embedded Relay Protection Device HMI Application Design ..... YUAN Dengting WANG Hao  
 191 Automatic Protection Device for Accidental Fall of Unmanned Aerial Vehicle ..... WU Runrui LI Zewei

## System Solution

- 194 Fault Analysis of a Case of AC Bus Voltage Loss Caused by Failure of ATS Switching .....  
 ..... XIE Kaicheng LIU Jianrong YAO Junfeng  
 197 Discussion on the Development Strategy of Large-scale Power Supply Enterprises under the Background of "Double-  
 carbon" ..... YANG Jiawei FAN Xiaoran ZHOU Lin  
 200 Analysis of the Impact of Frequency Fluctuation on Operation of Power Generator in Indonesia Power Grid .....  
 ..... LI Zhengxing CHEN Si AN Liang  
 203 Research and Design of Data Governance Architecture for Power Generation Enterprises ..... GAO Ying  
 206 Design and Implementation of Dead Zone Compensation System for Electromagnetic Stirring Power .....  
 ..... YUAN Peng WANG Liang CHEN Lang  
 210 Generation Capacity Abundance Mechanism Based on Return Call Option ..... LI Jian QI Yang PAN Zhengyao  
 214 Study on Influence of Rock-Pile Interfacial Parameters on FLAC3D-based Simulation of Static-load Uplifting Test of  
 Inclined Anchor Short Pile ..... LIU Quan QIN Peiyuan GAO Yiran et al  
 217 Intelligent Detection Technique for Substation Secondary Line and Its Practical Application .....  
 ..... ZHAI Chenghao ZHOU Jianping  
 220 Causes of a Load Rejection Accidents in the Power Supply System's Internal Network .....  
 ..... LI Qingyi LI Fuchao YAO Huiyong  
 222 JavaWeb-based Online Management System for Relay Protection Device Packages .....  
 ..... WANG Hao YUAN Dengting REN Jie et al  
 224 Construction and Practice of Lean Management System for Low-voltage Metering Box Integrating Grass-roots  
 Metering Field Business ..... BAI Wenqiang MA Rong JI Shuqin et al  
 227 Bus Defect Detection Based on Substation Closing and Three-phase Imbalance\* ..... LIN Dianmao  
 231 Research on Refined Management Mode of Substation Maintenance Team .....  
 ..... ZHANG Huaxin YUAN Yuanyuan CAI Hong et al  
 235 Optimization of Protection Functions and Protection Configurations for Offshore Multi-Platform Interconnected Power  
 Systems ..... NI Qunhui HOU Wei LIU Nixuan et al  
 238 Flexible DC Interconnection Control System Based on Edge Autonomous Decision Terminal .....  
 ..... MIAO Xin HUANG Haiyue  
 242 Comprehensive Compensation Scheme of Cophase Power Supply Based on Traction Compensation Transformer .....  
 ..... HUANG Darui LIU Luochuan  
 246 Fault Diagnosis System of Pumping Unit Bearing Based on Improved DRSN\* .....  
 ..... ZHU Wenjie MIAO Fangrong LI Yunfei et al