



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 刘铨 刘刚 刘继权  
刘小康 马辉 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·  
由佳欣 张施令 张锦议 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 电工技术

## DIAN GONG JI SHU

半月刊 1980年创刊

2024/22期(总第628期) 2024年11月25日出版

## 目次

### 自动控制

- 基于快速功率控制方法的光伏发电系统逆变器并网运行研究  
杨雨婷 杨敬之
- 基于PLC的风力发电变桨控制系统的设计与研究  
张珍
- 城东水厂PLC控制系统升级改造分析  
吴志臣 厉翔
- 嵌入式风机传动链状态监测系统研究  
晋成凤 曹玲燕 沈瑶宇 等
- 移动式电控消防水炮的供电系统  
李卓林 邓成中 王勃翰 等
- 矿业自动加药系统设计研究  
贾刘军 何仲生 江新飞
- 云储存技术在电气自动化控制中的应用  
居玮 刘大海 吕品

### 人工智能与传感技术

- 基于改进Transformer模型的短期风电功率预测  
陈月强 伍磊 黄桦
- 基于改进孤立森林算法的电力营销异常数据识别方法研究  
王宏宇 李学安
- 基于机载LiDAR点云数据的输电线路树障单木自动识别  
吴瑞琦
- 基于马尔可夫链蒙特卡罗的配电网综合电压无功优化  
张菲 苏赞
- 基于改进多核极限学习机算法的电力负荷预测方法研究  
保拉 李庆兵 侯保建 等
- 基于人工智能的电网监控助手研发与应用  
顾春阳 张乐
- 基于方差寻优定权的电量预测方法  
王洋 李江 张婧 等
- 基于数据驱动的配用电系统的智慧感知分析研究  
赵辉程 王宇之 曹刚

### 新能源系统与设备

- 物联网架构下的分布式光伏电力调度系统  
孟攀雷
- 分布式光伏发电系统并网保护优化方案  
杨胜 李建辉 李朝辉 等
- 风电机组辅助水电主导调频电网的频率动态特性研究\*  
何鑫 杨映海 周鑫 等
- 光储直柔技术在交通行业的应用研究与验证  
朱礼建 严建海 张保
- 基于PVsyst的工业园区屋面光伏发电系统设计与发电量预测\*  
宋雨航 许桂敏 张子泉 等

- 72 基于改进的AT-QRCNN-BiLSTM模型的多变量时序短期光伏功率区间预测研究  
 80 考虑高渗透率风电和SVG作用的电网暂态特性研究\*  
 87 双馈型风电变流器控制系统国产化研究  
 91 氢能混合动力列车能量管理控制策略优化  
 96 太阳能光伏组串阵列设计及排布分析\*  
 100 新能源场站一次调频试验分析

周文高 强毛泽民  
 郑娇娇 何鑫 刘翠等  
 刘勇 轩辕诗雨  
 李文荣 段慧达 孙士杰等  
 袁丽坚  
 戴金喻 超许梦华等

## 电力设备

- 103 串联电抗器在500 kV电网系统设计研究  
 105 多物理场耦合下单芯电缆中间接头压接缺陷及温度分布仿真分析  
 109 一种船用移动式电源系统的设计  
 112 一种智能电表用电故障监测保护系统  
 115 新能源电站35 kV箱式变压器长圆形线圈结构探讨  
 118 反激微型逆变器并网控制策略  
 122 基于STM32的介弹性材料可调高压驱动电源设计  
 127 阵面二次电源掉电故障延时启动电路设计  
 129 基于改进PSO-BP神经网络的变压器故障诊断方法

李飞科 史大军  
 鲁浩然  
 孟顺 蔡诚 孟庆国等  
 张波 徐京生 李倩  
 苏全  
 张传龙  
 朱应超 伍松 罗淇译等  
 宋敏燕 卢俊男  
 战泓廷 张王瑞 蒋景熙等

## 电力自动化

- 133 变电站内涝数值模拟研究  
 136 电力配网自动化系统配变终端架构设计  
 140 电力系统的潮流计算和可视化技术研究  
 142 改进型插值DFT算法的电力谐波智能化分析方法  
 147 基于差分进化算法的含大规模新能源电力系统频率协调控制  
 150 基于红黄绿颜色管理体系的网格化精准投资模型研究  
 156 基于监测装置的窃电用户检测研究  
 159 基于CNN的海上风电交流送出线路继电保护状态监测技术研究  
 162 基于电力载波通信的直流系统蓄电池组在线监测  
 165 考虑主动响应的交直流混合配电网电压分布式优化控制技术  
 169 输电线路高次谐波放大分析  
 172 数字化配电网供电负荷均衡自动化调度技术研究  
 175 基于动态价格激励的电网-负荷聚合商互动调峰研究

余江顺  
 孙伟乐  
 解慧力  
 李山  
 叶林 刘斌  
 叶晨 龙正雄 卿华等  
 赵艳龙 雷江平 刘一民等  
 王德星  
 李煜 陈柯  
 陆泓宇  
 严安  
 曹瑞  
 许涵慎 毛晓波

## 系统解决方案

- 178 高海拔地区旅游轨道交通电气设计挑战与实践\*  
 181 35 kV架空输电线路巡检联合轨迹设计与规划  
 184 岸桥拖令电缆断缆应急操作改造方案  
 186 高海拔地区微电网与储能调度优化综述\*  
 190 220 kV线路保护的电压低闭锁重合闸开入异常分析  
 193 基于T-DSCNN的故障选线方法研究  
 197 基于多特征量综合的接地故障检测方法  
 201 基于计量自动化系统的电力数据远程采集方法  
 204 面向电力实训基地的GW22虚拟3D课件研究与应用  
 208 特高压强电磁环境接地装置特性参数测量系统设计  
 212 新型电力系统建设背景下配电站房的数字化转型  
 214 某直流逆变站两起线路再启动事件过程分析  
 217 西山水厂深度处理工程电气设计

向往 林宗良 林彦凯等  
 张学禹 张晗  
 赵健宇 陈俊敏  
 白玛曲珍 刘梓轩  
 管彦赛 李海龙 庄新豪  
 鲁玉海  
 陈映孜  
 阿依古丽·艾甫力 李广场 于忠爽等  
 揣振国 袁乐 杨阳等  
 许海锋 陈婕 尹伟等  
 刘玉兴  
 祝金金 蔡孝文 饶雄文等  
 陈长发

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.22

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Research on Grid-connected Operation of Photovoltaic System Inverter Based on Fast Power Control Method..... YANG Yuting YANG Jingzhi  
4 PLC-based Pitch Control System for Wind Generations..... ZHANG Zhen  
6 Analysis of the Upgrade and Renovation of the PLC Control System in Chengdong Water Plant..... WU Zhichen LI Xiang  
9 Study on Embedded Condition Monitoring System for Wind Turbine Drivetrain..... JIN Chengfeng CAO Lingyan SHEN Yaoyu et al  
12 Power Supply System for Mobile Electronically Controlled Firefighting Water Cannons..... LI Zhuolin DENG Chengzhong WANG Bohan et al  
17 Design of Automatic Dosing System for Mining Industry..... JIA LiuJun HE Zhongsheng JIANG Xinfei  
21 The Application of Cloud Storage Technology in Electrical Automation Control..... JU Wei LIU Dahai LV Pin

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 24 Modified Transformer Model-based Short-term Power Forecasting of Wind Generations..... CHEN Yueqiang WU Lei HUANG Hua  
29 Modified Isolation Forest-based Abnormal Data Identification in Electric Marketing..... WANG Hongyu LI Xuean  
32 Automatic Recognition of Transmission Line Tree Obstacles and Individual Trees Based on Airborne LiDAR Point Cloud Data..... WU Ruiqi  
36 Markov Chain Monte Carlo-based Reactive Power Compensation for Bi-level Voltage Management of Distribution Networks..... ZHANG Fei SU Zan  
39 Modified Multi-kernel Extreme Learning Machine-based Electric Load Prediction..... BAO La LI Qingbing HOU Baojian et al  
43 Artificial Intelligence-based Power Grid Monitoring Aid Tool..... GU Chunyang ZHANG Le  
47 Electricity Consumption Prediction with Variance-based Optimum Searching Weighting..... WANG Yang LI Jiang ZHANG Jing et al  
51 Intelligent Perception Analysis of Distribution Systems Based on Data-driven..... ZHAO Huicheng WANG Yuzhi CAO Gang

### New Energy Systems and Equipment

- 54 Distributed Photovoltaic Power Dispatching System Under the Internet of Things Architecture..... MENG Panlei  
57 An Optimized Scheme for Grid-connection Protection of Distributed Photovoltaic Generation Systems..... YANG Sheng LI Jianhui LI Zhaohui et al  
60 Study on Dynamic Characteristics of Frequency in Wind Turbine-assisted Hydropower-dominated Power Grid\*..... HE Xin YANG Yinghai ZHOU Xin et al  
65 Applicative Study of PEDF Technology in Transportation Industry..... ZHU Lijian YAN Jianhai ZHANG Bao  
69 Design and Production Prediction of PVsyst-based Industrial Park Roof-top PV Generation System\*..... SONG Yuhang XU Guimin ZHANG Ziquan et al  
72 Multivariable Time-sequential Short-term Photovoltaic Power Interval Prediction Based on Improved AT-QRCNN-BiLSTM Model..... ZHOU Wen GAO Qiang MAO Zemin  
80 Study on Transient Characteristics of Power Grid Considering the Effects of High-proportion Wind Generations and SVG\*..... ZHENG Jiaojiao HE Xin LIU Cui et al  
87 Research on Domestication of Control System for Wind-power Converter..... LIU Yong XUANYUAN Shiyu  
91 Optimization of Energy Management Control Strategy for Hydrogen-Electric Hybrid Train..... LI Wenrong DUAN Huida SUN Shijie et al  
96 Design and Layout Analysis of Solar Photovoltaic String Arrays\*..... YUAN Lijian  
100 Analysis of Primary Frequency Regulation Test for New Energy Stations..... DAI Jin YU Chao XU Menghua et al

### Electrical Equipment

- 103 Study of Series Reactor for 500 kV System..... LI Feike SHI Dajun

105	Simulation Analysis of Crimping Defects and Temperature Distribution of Multi-physics Coupling Single-core Cable Joints	LU Haoran
109	Design of a Marine Mobile Power Supply System	MENG Shun CAI Cheng MENG Qingguo et al
112	A Monitoring and Protection System for Electrical Faults in Intelligent Electric Meters	ZHANG Bo XU Jingsheng LI Qian
115	Discussion on Structure of Long-circular Coil of 35 kV Box-type Boost Transformer for New Energy Power Plant	SU Quan
118	Control Strategy of Grid-tied Flyback Microinverters	ZHANG Chuanlong
122	Design of STM32-based Adjustable High-voltage Driving Power Source for Dielectric Elastomer Actuators	ZHU Yingchao WU Song LUO Qiyi et al
127	Design of Space-borne Array Power Supply Delay Start Circuit	SONG Minyan LU Junnan
129	Modified PSO-BP Neural Network-based Transformer Fault Diagnosis	ZHAN Hongting ZHANG Wangrui JIANG Jingxi et al

## Power Automation

133	Study on Numerical Simulation of Waterlogging of Transforming Substations	YU Jiangshun
136	Architecture Design of Distribution Transformer Terminal in Power Distribution Automation System	SUN Weile
140	Study on Calculation and Visualization of Power Flow in Electric Systems	XIE Huili
142	Power Harmonic Measurement System Based on Improved Interpolated DFT Algorithm	LI Shan
147	Differential Evolution Algorithm-based Coordinated Frequency Control of Large-scale New Energy Generation-integrated Electric Systems	YE Lin LIU Bin
150	Red-Yellow-Green Color Management-based Gridized Precise Investment Model	YE Chen LONG Zhengxiong QING Hua et al
156	Study on Detection of Electricity Thieving Users through Monitoring Devices	ZHAO Yanlong LEI Jiangping LIU Yimin et al
159	Research on the State Monitoring Technology of Relay Protection for Offshore Wind Power AC Transmission Lines Based on CNN	WANG Dexing
162	Power Line Communication-based Online Monitoring of DC Battery Packs	LI Yu CHEN Ke
165	Distributed Optimal Voltage Control of AC/DC Hybrid Distribution Networks Considering Active Response	LU Hongyu
169	Analysis of High Harmonic Amplification in Transmission Lines	YAN An
172	Research on Load Balancing Automation Dispatching Technology of Digital Distribution Network	CAO Rui
175	Research on Interactive Peaking Between Grid and Load Aggregator Based on Dynamic Price Incentive	XU Hanshen MAO Xiaobo

## System Solution

178	Challenges and Practices in Electrical Design for High-altitude Touristic Rail Transit*	XIANG Wang LIN Zongliang LIN Yankai et al
181	Joint Trajectory Design and Planning of 35 kV Overhead Transmission Line Inspection	ZHANG Xueyu ZHANG Han
184	Emergency Operation and Transformation Plan for Towing Cable Breakage of Quay Crane	ZHAO Jianyu CHEN Junmin
186	Review of Optimized Scheduling of Microgrid and Energy Storage in High-altitude Areas*	BAI Maquzhen LIU Zixuan
190	Analysis of Reclosing Abnormality of Low Pressure Latching for 220 kV Line Protection	GUAN Yansai LI Hailong ZHUANG Xinhao
193	T-DSCNN-based Faulty Line Determination	LU Yuhai
197	Ground Fault Detection by Utilizing Multiple Characteristic Variables	CHEN Yingzi
201	The Remote Acquisition Method of Power Data Based on the Metering Automation System	AYIGULI Aifuli LI Guangchang YU Zhongshuang et al
204	Applicative Study of GW22 Virtual 3D Courseware for Electric Training Base	CHUAI Zhenguo YUAN Le YANG Yang et al
208	Design of a Measurement System for Characteristic Parameters of Earthing Devices in Ultra-high Voltage Electromagnetic Environments	XU Haifeng CHEN Jie YIN Wei et al
212	Digitalization Retrofit of Distributing Station Buildings Under the Background of New Electric System Construction	LIU Yuxing
214	Analysis of Two Cases of Line Restart Process Encountered by an Actual HVDC Inverter Station	ZHU Jinjin CAI Xiaowen RAO Xiongwen et al
217	Electrical Design of Xishan Water Plant Advanced Treatment Project	CHEN Changfa