

服务 • 品牌 • 创新

中国核心期刊(遴选)数据库 CNKI中国学术期刊网络出版总库 中文科技期刊数据库 中国期刊方阵期刊

ISSN1002-1388  
CN50-1072/TM

# 电工技术

ELECTRIC ENGINEERING



2023/1

HINAC 华自科技

具有总包能力的电力自动化  
整体解决方案提供商



方案设计



产品制造



设备安装



增值服务



华自科技股份有限公司 (股票简称: 华自科技 股票代码: 300490)

HNAC TECHNOLOGY CO., LTD.

电话: 0731-88238888转8402

网址: www.cshnac.com 邮箱: hnac@cshnac.com

地址: 湖南省长沙市高新区麓谷麓松路609号

关注官方微信号, 回复“杂志”赢礼品!

ISSN 1002-1388





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 张德议 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(国内外公开发刊)

订阅: 全国各地邮局

邮发代码: 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

2023/1期(总第583期) 2023年1月10日出版

## 目次

### 理论研究

- 1 基于谐波模态分析的交流混合配电网分布式谐波治理 程 昆
- 4 基于软磁复合材料的轴向磁通永磁电机的铁耗分析\* 平佳齐 张志锋 武 岳
- 7 空调电源EMI滤波器谐振分析及优化 龚飞黄 陈 磊 陈恒林
- 11 光伏储能接入配电网的优化规划研究 李 斌 贾钰婷
- 16 基于双端行波原理的输电线路故障定位研究 王明会 朱浩钰 梁红敏 等
- 19 12 kV喷射式熔断器动力学特性分析\* 王飞鸣 赵义松 刘 松 等
- 24 级联H桥STATCOM的电流检测和控制技术仿真研究 杨彦磊
- 29 双馈风电机组谐波特性研究及联合仿真分析 张书涵 杨 靖 许国东 等
- 34 基于斩波技术的低噪声前置放大器研究 云 震 吴永鹏
- 38 基于换相开关的配电变压器三相不平衡治理研究 孙俐瑶 鲜于建川
- 42 基于智能电表和PMU混合量测的低压配电网状态估计方法研究 周索文渊
- 47 计及可控负荷需求响应的含光热电站多源发电系统优化调度 张炜宽 丁义轩
- 51 三相三线制有源电力滤波器的研究综述\* 谢华北 金 磊 宋朋骏 等
- 55 基于自适应算法的特种车辆低压无刷直流电机控制方法 孙金涛
- 58 适用于高原铁路的新型电缆牵引供电系统电气特性研究 龚康华 李朝兵 孙晓佳 等
- 61 基于AHP-EW的变压器健康状态画像研究\* 张立柱 高 慧 张林峰 等

### 输配电工程

- 65 基于ANSYS的架空输电线路铁塔结构振动模拟 李 鑫
- 68 虚拟现实电力培训系统场景渲染方法改进与实现\* 曾小平 黄志良 董俊根
- 72 可调节式输电线路接续管弯曲校直工具研制\* 黄双得 李欣江 曾小洋 等
- 75 节能导线分析 徐炳亮
- 78 核取样系统减压阀降低冲刷处理 邱 磊 李开盈 邵家泉 等



|     |                                |     |     |     |     |
|-----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 83  | 备自投装置开入、开出回路的改进*               | 裴超  | 王大磊 | 马晓  | 等   |
| 86  | 基于铝电解电容的UPS系统的健康状态评估方法         | 王愚  | 黄增柯 | 李绍坚 | 等   |
| 92  | 基于云边协同的配电网无功电压控制方法研究*          | 和鹏  | 段军鹏 | 马遵  | 等   |
| 97  | 电缆屏蔽线安装方式对集中式配网自动化应用的影响分析及对策研究 |     |     |     | 曾睿哲 |
| 100 | 基于GIM的高压架空输电线路杆塔等效模型构建*        | 夏顺俊 | 陈根华 | 郑熠珉 | 等   |
| 103 | 基于变分模态分解的配电网单相接地故障区段定位         |     |     |     | 杨海运 |
| 106 | 1000 kV输电线路架空地线取能电压仿真分析        | 邱舵  | 庞杰锋 | 兰五胜 | 等   |

电气设备

|     |                                 |     |     |     |     |
|-----|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 109 | 增容型断路器的温升特性研究                   | 张亦威 | 高翔  | 蒋亚  | 等   |
| 112 | 通风系统流量仪表校验设备的设计研究               | 杨健强 | 魏传胜 | 贾亚雄 | 等   |
| 115 | 油纸电容式穿墙套管末屏放电故障检查处理             |     | 郑云海 | 魏自强 | 黄进德 |
| 117 | 基于SIS TCS-900的检测试验分析和系统改进设计     | 项明  | 平志明 | 董乾钦 | 等   |
| 120 | 舰用铝合金电缆应用可行性分析                  |     | 邓海军 | 潘碧霞 | 宗俊  |
| 122 | 变压器套管将军帽发热的分析及处理                |     |     |     | 李超群 |
| 125 | RTU系统在变电站改造项目中的应用               |     |     |     | 姚辉  |
| 128 | 变压器油光谱监测系统中的实时数据存储              | 曹旺  | 万元  | 潘平衡 | 等   |
| 132 | 核电厂低压电缆老化状态监测指标分析与研究            | 雷成  | 高帆  | 杨磊  | 等   |
| 135 | 33 kV出线地埋电缆中间接头爆裂的原因分析          |     |     |     | 左大军 |
| 138 | 220 kV变电站立体防鸟害系统及其应用效果          | 汪新浩 | 徐俊  | 潘晓明 | 等   |
| 141 | 大型同步电动机变频启动电气系统调试常见问题及防范措施      | 刘冲  | 史振利 | 杨世强 | 等   |
| 145 | 大型灌排泵站智能绝缘干燥处理技术研究与应用           |     |     |     | 夏长虹 |
| 148 | 两种变压器油色谱分析方法对比                  |     |     |     | 赵伟程 |
| 152 | 户外环境对SF <sub>6</sub> 压力表的影响因素分析 |     |     | 刘杰  | 黄秀娟 |

高压与绝缘技术

|     |                               |    |     |     |     |
|-----|-------------------------------|----|-----|-----|-----|
| 155 | 基于EMTP的35 kV线路架设避雷线提高耐雷水平的研究* |    |     |     | 陈雅芳 |
| 159 | 电缆绝缘缺陷修复技术                    | 陈祺 | 马忠明 | 钱宽洪 | 等   |
| 161 | 特高压变电站站用低压交流断路器灵敏度分析          |    | 袁梦雅 | 王刚  | 王秋源 |

发电厂

|     |                             |     |     |     |     |
|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 166 | CANDU机组停堆棒电机低压配电盘柜故障原因分析及优化 | 王学智 | 戴宇青 | 王嘉麒 |     |
| 169 | 330 MW热电厂循环水泵运行方式的经济型分析     |     |     |     | 汪勇华 |
| 172 | 火电厂DCS系统软件升级的探索与实践          |     |     |     | 古栖铭 |
| 175 | 核电厂核岛380 V低压系统典型故障原因分析及维护建议 |     |     |     | 陈明杰 |
| 178 | 新投水电站二次系统缺陷分析               |     |     |     | 周琪  |
| 183 | 630 MW亚临界机组辅机故障减负荷控制策略逻辑优化* | 赵磊  | 包立军 | 赵太磊 | 等   |
| 187 | 大型煤电机组蒸汽储热发电调峰技术研究          |     | 邵光伟 | 姚升康 | 马毅  |

智能信通技术

|     |                             |     |     |     |     |
|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 190 | 基于载波伴听技术的台区数据共享方法研究         | 马振华 | 郭爱春 | 杨龙雨 | 等   |
| 194 | 无线对讲系统在石化厂动力中心的运用           |     | 程江华 | 赵光庆 | 曹怡恒 |
| 197 | 环网供电系统电力线载波通信信道特性分析         | 熊大凯 | 李颀  | 张选萍 | 等   |
| 202 | 基于物联网技术的电缆状态全息感知与报警系统的设计与实现 |     |     | 周小艺 | 李惠鸿 |

# ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.1

## CONTENTS

### Theoretical Research

- 1 Distributed Harmonic Control of AC/DC Hybrid Distribution Network Based on Harmonic Modal Analysis ..... CHENG Kun
- 4 Iron Loss Analysis of Axial Flux Permanent Magnet Motor Based on Soft Magnetic Composite Material\* ..... PING Jiaqi ZHANG Zhifeng WU Yue
- 7 Resonance Analysis and Optimization of EMI Filter for Air-Conditioner Power Supply ..... GONG Feihuang CHEN Lei CHEN Henglin
- 11 Study on Optimal Planning of Photovoltaic Energy Storage Access to Distribution Networks ..... LI Bin JIA Yuting
- 16 Research on Fault Location of Transmission Line Based on Double-Ended Traveling Wave Principle ..... WANG Minghui ZHU Haoyu LIANG Hongmin et al
- 19 Analysis of Dynamic Characteristics of 12 kV Jet Fuse\* ..... WANG Feiming ZHAO Yisong LIU Song et al
- 24 Simulation Study of Current Detection and Control Technology for Cascaded H-bridge STATCOM ..... YANG Yanlei
- 29 Research on Harmonic Wave Properties of DFIG Wind Turbines and United Simulation Analysis ..... ZHANG Shuhan YANG Jing XU Guodong et al
- 34 Research on Low Noise Preamplifier Based on Chopper Technology ..... YUN Zhen WU Yongpeng
- 38 Research on the Three-phase Unbalance Management of the Distribution Transformers Based on Commutation Switch ..... SUN Liyao XIANYU Jianchuan
- 42 Research on State Estimation Method of Low Voltage Distribution Network Based on Hybrid Measurement of Smart Meter and PMU ..... ZHOU Suowenyan
- 47 Optimal Dispatching of Multi Source Power Generation System of Photovoltaic Thermal Power Station Considering Demand Response of Controllable Load ..... ZHANG Weikuan DING Yixuan
- 51 Survey of Three-phase Three-line Active Power Filter\* ..... XIE Huabei JIN Lei SONG Pengjun et al
- 55 Low-voltage Brushless DC Motor Control Method for Special Vehicles Based on Adaptive Algorithm ..... SUN Jintao
- 58 Research on the Electrical Characteristics of a Novel Cable Traction Power Supply System Suitable for Plateau Railway ..... GONG Kanghua LI Chaobing SUN Xiaojia et al
- 61 Research on Transformer Health State Portrait Based on AHP-EW\* ..... ZHANG Lizhu GAO Hui ZHANG Linfeng et al

### Power Transmission and Distribution Engineering

- 65 Vibration Simulation of Overhead Transmission Line Tower Structure Based on ANSYS ..... LI Xin
- 68 Improvement and Implementation of Scene Rendering Method for Virtual Reality Power Training System\* ..... ZENG Xiaoping HUANG Zhiliang DONG Jungen
- 72 Development of Adjustable Bending and Straightening Tool for Connection Pipe of Transmission Line\* ..... HUANG Shuangde LI Xinjiang ZENG Xiaoyang et al
- 75 Analysis of Energy Saving Traverse ..... XU Bingliang
- 78 Reducing Erosion Treatment of Pressure Reducing Valve in Nuclear Sampling System ..... QIU Lei LI Kaiying SHAO Jiaquan et al
- 83 Improvement of the Input and Output Circuit of the Standby Automatic Switching Device\* ..... PEI Chao WANG Dalei MA Xiao et al
- 86 Health Status Assessment of UPS System Based on Electrolytic Capacitor ..... WANG Yu HUANG Zengke LI Shaojian et al
- 92 Research on Reactive Power and Voltage Control Method of Distribution Network Based on Cloud-edge Collaboration\* ..... HE Peng DUAN Junpeng MA Zun et al
- 97 Influence Analysis and Countermeasure Research on the Installation Method of Cable Shielding Wires on the Application of Centralized Distribution Automation ..... ZENG Ruizhe
- 100 Construction of Equivalent Model of High Voltage Overhead Transmission Line Tower Based on GIM\* ..... XIA Shunjun CHEN Genhua ZHENG Yimin et al
- 103 Single-phase Ground Fault Section Location in Distribution Network Based on Variational Modal Decomposition ..... YANG Haiyun

- 106 Simulation and Analysis of Energy Taking Voltage on Overhead Ground Wire of 1000 kV Transmission Line ..... QIU Duo PANG Jiefeng LAN Wusheng et al

## Electrical Equipment

- 109 Study on Temperature Rise Characteristics of Capacitive Circuit Breaker.....ZHANG Yiwei GAO Xiang JIANG Ya et al
- 112 Design and Research on Flow Meter Calibration Equipment for Ventilation System ..... YANG Jianqiang WEI Chuansheng JIA Yaxiong et al
- 115 Inspection and Treatment of End Shield Discharge Fault of Oilpaper Capacity Type Wall Bushing.....ZHENG Yunhai WEI Ziqiang HUANG Jinde
- 117 Detection Test Analysis and System Improvement Design Based on SIS TCS-900.....XIANG Ming PING Zhiming DONG Qianqin et al
- 120 Feasibility Analysis of the Application of Marine Aluminum Alloy Power Cable.....DENG Haijun PAN Bixia ZONG Jun
- 122 Analysis and Treatment of Heating of Transformer Bushing .....LI Chaoqun
- 125 Application of RTU System in Substation Reconstruction Project ..... YAO Hui
- 128 Real Time Data Storage in Optical Spectrum Monitoring System of Transformer Oil ..... CAO Wang WAN Yuan PAN Pingheng et al
- 132 Analysis and Research on Monitoring Index of Aging Status of Low-voltage Cable in the Nuclear Power Plant ..... LEI Cheng GAO Fan YANG Lei et al
- 135 Cause Analysis of the Burst of the Intermediate Joint of 33 kV Outgoing Buried Cable.....ZUO Dajun
- 138 Three-Dimensional Bird Hazard Prevention System in 220 kV Substation and Its Application Effect .....WANG Xinhao XU Jun PAN Xiaoming et al
- 141 Common Problems and Preventive Measures in Electrical System Commissioning of Large Synchronous Motor Frequency Conversion Starting .....LIU Chong SHI Zhenli YANG Shiqiang et al
- 145 Research and Application of Intelligent Insulation and Drying Treatment Technology for Large-scale Irrigation and Drainage Pumping Station .....XIA Changhong
- 148 Comparison of Two Methods of Transformer Oil Chromatographic Analysis ..... ZHAO Weicheng
- 152 Analysis of Influence Factors of Outdoor Environment on SF<sub>6</sub> Pressure Gauge ..... LIU Jie HUANG Xiujuan

## High Voltage and Insulation Technology

- 155 Research on Improving Lightning Resistance Level of 35 kV Line by Erecting Lightning Wire Based on EMTP\* .....CHEN Yafang
- 159 Cable Insulation Defect Repair Technology ..... CHEN Qi MA Zhongming QIAN Kuanhong et al
- 161 Sensitivity Analysis of Low-voltage AC Circuit Breaker for UHV Substation.....YUAN Mengya WANG Gang WANG Qiuyuan

## Power Plant

- 166 Analysis and Optimization of Low Voltage Panel Cabinet of CANDU Unit..... WANG Xuezhi DAI Yuqing WANG Jiaqi
- 169 Economic Analysis of Circular Water Operation in 330 MW Thermal Power Plant..... WANG Yonghua
- 172 Exploration and Practice of DCS Software Upgrade in Thermal Power Plant.....GU Qiming
- 175 Cause Analysis and Maintenance Suggestions on Typical Faults of 380 V Low Voltage System in Nuclear Island of Nuclear Power Plant ..... CHEN Mingjie
- 178 Defect Analysis of Secondary System of Newly-commissioned Hydropower Station .....ZHOU Qi
- 183 Logic Optimization of Auxiliary Unit Fault Load Reduction Control Strategy for 630 MW Subcritical Unit\* ..... ZHAO Lei BAO Lijun ZHAO Tailei et al
- 187 Research on Peak Load Regulation Technology of Steam Thermal Storage Power Generation for Large Coal Power Units ..... GAO Guangwei YAO Shengkang MA Yi

## Intelligent Information and Communications Technology

- 190 Research on Station Data Sharing Method Based on Carrier Listening Technology .....MA Zhenhua GUO Aichun YANG Longyu et al
- 194 Application of Wireless Intercom System in Power Center of Petrochemical Plant .....CHENG Jianghua ZHAO Guangqing CAO Yiheng
- 197 Analysis of Communication Channel Characteristics of Power Line Carrier in Ring Network Power Supply System .....XIONG Dakai LI Xie ZHANG Xuanping et al
- 202 Design and Implementation of Cable State Holographic Sensing and Alarm System Based on Internet of Things..... ZHOU Xiaoyi LI Huihong