



电工技术 官方微信

主管/主办单位: 重庆西南信息有限公司  
(原科技部西南信息中心)

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:

李剑

委员:

曹永兴	董张卓	杜雄
房兆源	侯兴哲	汲胜昌
李辉	李勇	刘健
吕干云	梅生伟	朴昌浩
谭向宇	唐震	王志新
杨国华	杨仕友	张晓星
张志劲	郑涛	

执行委员:

邓军	郝建	李军徽
李永福	刘刚	刘继权
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
杨涛	张施令	张镜议
朱孟兆		

执行主编: 何欣 (023)67039621

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

邮发代码: 78-61

每期定价: 15.00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

总第521期 2020年6月10日出版

## 目次

### 理论研究

- 1 某县级供电局降低线损措施 刘金旺
- 3 基于极板腐蚀缺陷铅酸蓄电池温度场的研究 刘建荣
- 6 淋雨环境下棒-板电极空间电场分布研究  
向奕同 陈攀 王晓峰 等
- 9 考虑风储协调运行的频率控制策略研究  
何光层 张栋梁 朱红杰 等
- 14 基于LLC的隔离型PFC设计与控制 王泽峰 杨得秋 张军明
- 17 VFTO仿真中隔离开关电弧模型研究\* 宋坤宇 刘春 王增彬
- 23 基于BP神经网络的风电功率预测研究\* 范静仪 施建强 惠子轩
- 26 基于改进调制积分观测器的相控断路器基波提取方法  
吕冬春 刘军 李孝尊 等
- 30 变电站所用电压偏差分析与挡位调整 程勇 劳迪明 杨攀
- 32 多直流协调控制系统测试方法的研究与应用  
王倩倩 杜小磊 许静静 等
- 35 大电网经济调度降维优化算法研究 何伊妮 唐羿轩 龚舒 等
- 38 基于PFC与LLC两级结构的车载充电机(OBC)控制策略研究  
戴慧纯 叶雪韬 寿以宁 等
- 43 永磁同步电机极弧系数选取\* 陈可 杨奇飞 周惠芳
- 45 基于CAMOCS算法的多目标无功优化 谢海波 易平安

### 输配电工程

- 48 鲁西换流站柔性直流单元控制系统软硬件架构分析  
钟昆禹 张杰 吴建山
- 51 微网孤岛控制研究分析 姜志慧 张添 谭江平等
- 54 柔性直流换流站中阀直流过流保护设计 罗远峰 陈小平等
- 56 基于UDP配电自动化双向认证设计与实践  
王胜飞 王兴念 张全忠 等
- 60 基于单位成本效用的配电网电压合格率治理评价  
杨博 贾博 姜万超 等

- 63 基于光电探测的人身安全高风险工程现场作业区域防护装置 郑沁茹 许慧娟 田 洪  
66 电力调度录音系统与SCADA系统时间同步的实现 王佳明

## 电气设备

- 68 MNS型抽屉式低压开关柜母排三相短路事故分析 刘 强 周中锋 刘 辉 等  
71 新型手车式大电流真空断路器动静触头电场分析与仿真 叶 露 李婷婷 王晓智 等  
74 轨道交通主变电所主变差动保护误动事故分析 刘宁宁 韩本帅  
77 电流互感器复合误差测量与校验 张 敏 温 涛 李 欢  
80 变电站交直流一体化电源容量选择系统的设计与实现 宁晓光 惠 炜  
82 三绕组变压器各侧出口短路电流分析与研究 洪志敏 柴星海 陈 鹏 等  
85 一起110 kV电容式电压互感器异常诊断分析 余立伟  
88 一种串联补偿间隙保护优化设计 兰福生 苏 晓 黄燕珠  
91 电力变压器局部过热实例分析与处理 杨 磊  
94 变压器油的隔膜保护方法 王一波 陈 蒂 夏绪卫 等  
96 新型脱离器功能的创新与改进研究 王华云 蔡木良 郑蜀江 等  
99 110 kV变压器套管击穿故障的诊断与分析 赵世钦 周 健 张 健  
101 控制单元电路板电子防插错技术研究 陈铁年  
104 变电站35 kV消弧线圈档位的选择与计算分析 阳 丽

## 高压与绝缘技术

- 107 配网台区分级雷电防护措施研究及应用 倪 旻 邱 辉 史 进 等  
110 复合绝缘子老化状态红外光谱分析方法 邝 凡 尹 成 叶堂柱  
114 不同受电弓滑板材料电弧烧蚀特性对比研究 段绪伟 李宇星 魏文赋 等  
117 110 kV电石炉变压器高压套管发热原因分析与处理 刘英飞 刘 强  
119 ±800 kV晋桥直流913#~928#区段线路地线覆冰厚度值分析 马 俭  
121 500 kV GIL筒体外壳腐蚀原因分析及处理 杨立影 吴 滔 刘家壁 等

## 发电厂

- 124 给水泵汽轮机润滑油系统进水异常分析 朱志龙  
126 核电厂蒸汽发生器水装量控制功能分析研究 郝朋飞 陈海桥  
130 风电机组变桨用超级电容测试系统设计 张利元 王会龙 刘 强

## 智能信通技术

- 133 PDCA闭环型的企业大数据安全架构框架模型研究 梁 段 周英耀  
136 智能变电站二次设备效能模糊综合评估方法研究 赵晓东 李 锋 付雷雷 等  
140 本钢南芬厂区集控站设计 徐 洋 唐伟波 姜延奇 等  
142 基于载波通信的台区区分技术研究及应用 陈迪松  
144 数字全景地图在业扩报装现场勘查中的应用研究 贺 明 李 森  
148 数据网关机与主站通信中断问题分析与处理 李海猛 吴金花  
150 智能变电站过程层网络可靠性探究 赵如国 徐晓杰 石 勇 等  
152 依托数据冗余校验的数字化变电站继保设备防误研究 吴金其 胡雷剑  
155 基于三维数字化平台的变电站智能可视化运维系统研究 罗克伟

# ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.11

---

## CONTENTS

### Theoretical Research

- 1 Measures to Reduce Line Loss in a County Power Supply Bureau..... LIU Jinwang  
3 Study on Temperature Field of Lead-acid Battery with Plate Corrosion.....LIU Jianrong  
6 Study on Space Electric Field Distribution of Rod-Plate Electrodes in Rain Environment .....  
..... XIANG Yitong CHEN Pan WANG Xiaofeng et al  
9 Research on Frequency Control Strategy Considering Coordinated Operation of Wind Power Storage.....  
..... HE Guangceng ZHANG Dongliang ZHU Hongjie et al  
14 Design and Control of LLC-Based Isolated PFC Converter..... WANG Zefeng YANG Deqiu ZHANG Junming  
17 Research on Arc Model of Disconnecting Switch in VFTO Simulation\*..... SONG Kunyu LIU Chun WANG Zengbin  
23 Wind Power Prediction Based on BP Neural Network\*.....FAN Jingyi SHI Jianqiang HUI Zixuan  
26 Fundamental Extraction of Phase-controlled Circuit Breaker with Improved Modulated Integral Observer.....  
.....LV Dongchun LIU Jun LI Xiaozun et al  
30 Analysis of Deviation of Electric Voltage Used in Substation and Gear Adjustment .....  
.....CHENG Yong LAO Diming YANG Pan  
32 Research and Application of Test Method for Multi DC Coordinated Control System.....  
.....WANG Qianqian DU Xiaolei XU Jingjing et al  
35 Research on Optimization Algorithm for Large-Scale Economic Dispatch..... HE Yini TANG Yixuan GONG Shu et al  
38 Research on Control Strategy of On-board Charger (OBC) Based on PFC and LLC Two-level Structure .....  
..... DAI Huichun YE Xuetao SHOU Yining et al  
43 Selection of Pole Arc Coefficient of Permanent Magnet Synchronous Motor\*.....CHEN Ke YANG Qifei ZHOU Huifang  
45 Multi-Objective Reactive Power Optimization Based on Chaotic Adaptive Multi-objective Cuckoo Search Algorithm ..  
..... XIE Haibo YI Pingan

### Power Transmission and Distribution Engineering

- 48 Research on Software and Hardware Architecture of VSC-HVDC Control System in Luxi Converter Station .....  
.....ZHONG Kunyu ZHANG Jie WU Jianshan  
51 Research on Micro-network Island Control..... JIANG Zhihui ZHANG Tian TAN Jiangping et al  
54 Design of Valve DC Overcurrent Protection in Flexible DC Converter Station .....  
.....LUO Yuanfeng CHEN Xiaoping LEI Zhaoyu  
56 Design and Practice of Bidirectional Authentication for DAS Based On UDP.....  
.....WANG Shenfei WANG Xingnian ZHANG Quanzhong et al  
60 Governance Evaluation of Distribution Network Voltage Qualification Rate Based on Unit Cost Utility.....  
..... YANG Bo JIA Bo JIANG Wanchao et al  
63 Protective Device for On-site Operation Area of Human Safety High-risk Project Based on Photoelectric Detection .....  
..... ZHENG Qinru XU Huijuan TIAN Hong  
66 Realization of Time Synchronization between Power Dispatching Recording System and SCADA System .....  
..... WANG Jiaming

### Electrical Equipment

- 68 Analysis of Three-phase Short Circuit Accident of MNS Drawer Type Low Voltage Switch Cabinet Busbar.....  
.....LIU Qiang HOU Zhongfeng LIU Hui et al  
71 Electric Field Analysis and Simulation of an Novel Type of Handcart Large Current Vacuum Circuit Breaker .....  
..... YE Lu LI Tingting WANG Xiaozhi et al

- 74 Analysis of a Maloperation Accident of Main Transformer Differential Protection of Rail Transit Main Substation .....LIU Ningning HAN Benshuai
- 77 Composite Error Measurement and Verification of Current Transformer.....ZHANG Min WEN Tao LI Huan
- 80 Design and Implementation of Capacity Selection System of Integrated AC and DC Power Supply in Substation .....NING Xiaoguang HUI Wei
- 82 Analysis and Research on Short Circuit Current on Each Side of Three Winding Transformer .....HONG Zhimin CHAI Xinghai CHEN Peng et al
- 85 Diagnosis and Analysis of an Abnormal 110 kV Capacitive Voltage Transformer .....SHE Liwei
- 88 Optimal Design of the Gap Protection for the Series Compensation Device... LAN Fusheng SU Xiao HUANG Yanzhu
- 91 Analysis and Treatment of Local Overheating of Power Transformer .....YANG Lei
- 94 Diaphragm Protection Method of Transformer Oil .....WANG Yibo CHEN Di XIA Xuwei et al
- 96 Research on the Innovation and Improvement of New Type Disconnecter Function.....WANG Huayun CAI Muliang ZHENG Shujiang et al
- 99 Diagnosis and Analysis of Breakdown of 110 kV Transformer Bushing.....ZHAO Shiqin ZHOU Jian ZHANG Jian
- 101 Research on Electronic Anti-insertion Technology of Control Unit Board .....CHEN Tienian
- 104 Selection and Calculation Analysis of Tap Position of 35 kV Arc Suppression Coil in Substation ..... YANG Li

## High Voltage and Insulation Technology

- 107 Research and Application of Classified Lightning Protection Measures in Distribution Network Area .....NI Min QIU Hui SHI Jin et al
- 110 Infrared Spectrum Analysis Method of Composite Insulator Aging State ..... KUANG Fan YIN Cheng YE Tangzhu
- 114 Study on Pantograph Arcing Erosion Characteristics of Pantograph Strip Material .....DUAN Xuwei LI Yuxing WEI Wenfu et al
- 117 Cause Analysis and Treatment of High Voltage Bushing Heating in 110 kV Calcium Carbide Furnace Transformer..... LIU Yingfei LIU Qiang
- 119 Analysis of Icing Thickness of Ground Wire in the 913#~928# Section of  $\pm 800$  kV Puqiao DC Line ..... MA Jian
- 121 Cause Analysis and Treatment of 500kV GIL Shell Corrosion..... YANG Liying WU Hao LIU Jiabi et al

## Power Plant

- 124 Analysis of Abnormal Water Inflow in Lubricating Oil System of Feed Pump Turbine .....ZHU Zhilong
- 126 Research on Function Analysis of Water Inventory Control of Steam Generator in Nuclear Power Plant.....HAO Pengfei CHEN Haiqiao
- 130 Design of Super capacitor Test System for Wind Turbine Pitching .....ZHANG Liyuang WANG Huilong LIU Qiang

## Intelligent Information and Communications Technology

- 133 Research on Enterprise Big Data Security Architecture Framework Model Based on PDCA Closed-loop.....LIANG Duan ZHOU Yingyao
- 136 Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method for the Efficiency of Secondary Equipment in Intelligent Substation .. ZHAO Xiaodong LI Feng FU Leilei et al
- 140 Design of Centralized Control Station in Nanfen Plant of Benxi Steel.....XU Ping TANG Weibo JIANG Yanqi et al
- 142 Research and Application of Distinguish Technology Based on Carrier Communication.....CHEN Disong
- 144 Study on the Application of Digital Panoramic Map in Field investigation of Power Business Expansion .....HE Ming LI Sen
- 148 Analysis and Treatment of Data Network Shutdown and Master Station Communication Interruption .....LI Haimeng WU Jinhua
- 150 Research on the Process-level Network Reliability of Intelligent Substation .....ZHAO Ruguo XU Xiaojie SHI Yong et al
- 152 Research on Error Prevention of Relay Protection Equipment in Digital Substation Based on Data Redundancy Check... WU Jinqi HU Leijian
- 155 Research on Intelligent Visualization Management System for Substation Base on Three-digital Platform...LUO Kewei