



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:

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	李志军
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:

陈民武	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
张锦议	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: 20.00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

2021/5期(总第539期) 2021年3月10日出版

目 次

理论研究

- 1 多能互补综合能源未来发展方向的探讨 夏 屹 王继伟
- 3 基于等效电路的高压直流断路器均压电极设计 高志婷 杜道忠 王智勇 等
- 6 变电站综自系统冗余功能配置与应用 王子锐 宫向东 王 明
- 8 系统次同步分量对串联变压器的影响分析 杨 蕊 李 琳 孙佳安
- 11 NPC三电平逆变器的变环宽滞环控制策略* 张建伟 王 磊
- 15 模块化多电平换流器的调制策略研究 梁改革 张佳龙
- 19 考虑动态风速变异因子的风电功率预测 邓小亮 曹 伟 胡斌奇 等
- 24 用于电力电缆局部放电检测的频率可调振荡波电路研究 顾哲屹 刘亨洋
- 26 基于泛函网络的电力负荷预测研究 高 远 崔运光 李 涵
- 29 基于PSO-DBN的配电网单相接地故障选线方法 陈 霄 居 荣
- 32 基于粒子群优化算法和占空比扰动观察法的光伏阵列MPPT控制 杨 标 张晓虎
- 37 考虑用户出行行为和电池寿命的电动汽车负荷优化 熊道英 潘景晖 何勇君 等
- 40 改进型PID调节器在虚拟主轴控制中的应用研究 颜达勋
- 43 基于时序生产模拟的新能源消纳评估系统设计及应用 胡晓燕 张文嘉 许偲轩 等
- 46 分布式储能系统在电网中的应用及改进 徐偲喆
- 48 基于混合储能的虚拟惯量控制技术研究 董 京 宋华辉 王 磊 等

输配电工程

- 50 输电线路智能故障监测及预警系统设计与应用 曾华荣 毛先胤 马晓红 等
- 53 同走廊并行的不同电压等级不同塔输电线路运行感应电压及影响因素分析 包艳艳 张广东 刘 康 等
- 56 基于雾计算架构的电网调度自动化系统 李本瑜 赵 明 石恒初 等
- 59 一起直流线路故障后的再启动过程分析 蔡 然 黄 斌 李善文
- 61 同杆线路故障引起主变低后备保护动作分析 武冠英

- 64 一起500 kV线路保护远跳启失灵回路异常的分析与处理
 66 基于有效频带内暂态电流差值的配电网故障选线

纪 洁 胡 汉 刘怀宇 等
 钟 健 姚 康 董泽康

电气设备

- 69 基于LabVIEW的智能温度直流模件自动测试系统设计
 72 换流阀空冷器常见故障分析及运维作业探究
 75 一起330 kV变电站电压互感器故障分析
 77 SF₆密度校验及自动充放一体化装置的研制
 81 预制舱内设备快速就位技术方案探讨
 83 一起35 kV主变有载调压开关故障的分析
 86 变压器气体保护误动作原因分析
 89 基于调度自动化数据的高压开关设备动作特性重要表征参数提取
 92 小车开关一次导电部分隐蔽性发热隐患分析及对策
 95 交流接触器线圈温升不确定度分析
 97 一起玻璃钢电容型变压器套管故障分析
 99 基于虚拟现实技术的GIS电缆头制作培训系统设计与实现

范 文 周兆庆 徐 严 等
 李 阳 田松丰 闫运江 等
 包学成
 张俊武 李晓斌 王榕锋 等
 顾铭飞 袁涤非
 吕 强 王青霞 侯少帅 等
 蔡 伟 董家斌
 肖梁贤
 魏金清
 董旭良 季英瑞 韦 伟
 康健澄 李俊文 王瑞果 等
 姜黛琳 房 丹 刘 元 等

高压与绝缘技术

- 102 变压器绝缘油含气量超标处理方式分析
 104 基于Apriori算法的昆柳龙直流换流站SER事件智能分析方法研究
 107 一起35 kV高压电缆故障原因分析
 109 背靠背直流输电系统的QPC功能策略优化
 115 基于泄漏电流分析的氧化锌避雷器故障诊断与处理
 118 用于硅橡胶复合绝缘子老化检测的便携式单边磁共振传感器设计*
 122 植物绝缘油在电力系统中的应用现状及前景分析
 126 基于某换流站集装箱式融冰穿墙套管涡流事故分析

王一波 李学锋 潘 洁 等
 黄剑湘 李少森 孙 豪 等
 桑前浩 王臣玺
 叶响骏 薛海平 张庆武 等
 王少伟
 余长厅 龚文兰 徐显能 等
 张正渊 陈宏刚 王永奇 等
 张 豪

发电厂

- 128 某水电厂LCU供电装置故障原因分析与处理
 130 国内某核电厂蒸汽大气排放阀电动装置的改进
 132 三代核电厂SGTR事故应对改进分析
 135 核电厂电缆的电磁干扰防护原理和要求

艾宏亚
 詹大和
 富宏利
 濮 恺 顾 洁

智能信通技术

- 138 基于物联网的中置柜母线室风险诊断和保障策略研究
 142 智能变电站高级应用探析
 145 面向泛在电力物联网的毫秒级分层分区精准切负荷系统研究*
 149 核电站继电保护二次回路可视化技术
 152 基于能源消纳的居民用能特征提取方法研究

许 飞 吴 勇 刘凯鸣
 陈 洋
 柳 勇 王莹政 李思维 等
 王静涛 张 轩 邹 晓 等
 刘 钊 曹雪玮 孙 雪 等

电机

- 155 大型发电机定子下线后铁心绝缘损坏检测方法分析
 157 乏燃料水池冷却泵电机综合故障分析
 160 电流频谱技术在电机故障诊断中的应用
 162 基于可变撬棒电阻的双馈风机低电压穿越优化控制方法
 166 汽轮发电机转子风叶断裂原因分析与对策

祝 杰 张 卓 沈 兵
 公 群 李 愿 冯 宁 等
 王卫国
 张军民
 丁明江

ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.5

CONTENTS

Theoretical Research

- 1 Discussion on the Future Development Direction of Multi-energy Complementary Comprehensive Energy.....XIA Yi WANG Jiwei
- 3 Design of Equalizing Electrode for High Voltage DC Circuit Breaker Based on Equivalent Circuit GAO Zhiting DU Daozhong WANG Zhiyong et al
- 6 Configuration and Application of Redundant Function in Substation Integrated Automation System WANG Zirui GONG Xiangdong WANG Ming
- 8 Analysis of the Influence of System Sub-synchronous Components on Series Transformer..... YANG Rui LI Lin SUN Jian
- 11 Hysteresis Controller with Adjustable Band for Neutral-Point-Clamped Three-Level Inverter*ZHANG Jianwei WANG Lei
- 15 Research on the Modulation Strategy of Modular Multilevel ConverterLIANG Gaige ZHANG Jialong
- 19 Prediction of Wind Power Considering Dynamic Wind Speed Variation Coefficient.....DENG Xiaoliang CAO Wei HU Binqi et al
- 24 Research on Frequency Adjustable Oscillating Wave Circuit for Partial Discharge Detection of Power Cable..... GU Zheyi LIU Hengyang
- 26 Research on Load Forecasting Based on Functional Network..... GAO Yuan CUI Yunguang LI Han
- 29 Single Phase Ground Fault Line Selection Method in Distribution Network Based on PSO-DBNCHEN Xiao JU Rong
- 32 The Maximum Power Point Tracking Control of Photovoltaic Array Based on Particle Swarm Optimization Algorithm and Duty Cycle Disturbance Observation Method.....YANG Biao ZHANG Xiaohu
- 37 Electric Vehicle Load Optimization Considering User Travel Behavior and Battery Life XIONG Daoying PAN Jinghui HE Yongjun et al
- 40 Research on the Application of Improved PID Controller in Virtual Spindle Control..... YAN Daxun
- 43 Design and Application of New Energy Consumption Evaluation System Based on Time Series Production Simulation.....HU Xiaoyan ZHANG Wenjia XU Sixuan et al
- 46 Application and Improvement of Distributed Energy Storage System in Power Grid..... XU Sizhe
- 48 Research on Virtual Inertia Control Technology Based on Hybrid Energy Storage System DONG Jing SONG Huahui WANG Lei et al

Power Transmission and Distribution Engineering

- 50 Design and Application of Intelligent Fault Monitoring and Early Warning System for Transmission LineZENG Huarong MAO Xianyin MA Xiaohong et al
- 53 Analysis of Induced Voltage and Influencing Factors of Transmission Lines with Different Voltage Levels and Different Towers in Parallel on the Same Corridor BAO Yanyan ZHANG Guangdong LIU Kang et al
- 56 Power Grid Dispatching Automation System Based on Fog Computing ArchitectureLI Benyu ZHAO Ming SHI Hengchu et al
- 59 Analysis of Restart Process After a DC Line Fault CAI Ran HUANG Bin LI Shanwen
- 61 Analysis of a Transformer Low Voltage Backup Protection Action Caused by Line Fault on the Same Tower.....WU Guanying
- 64 Analysis and Treatment of a 500 kV Line Protection Remote Tripping Failure Circuit.....JI Jie HU Han LIU Huaiyu et al
- 66 Fault Line Selection of Distribution Network Based on the Difference of Transient Current in Effective Frequency Band..... ZHONG Jian YAO Kang DONG Zekang

Electrical Equipment

- 69 Design of Automatic Test System of Intelligent Temperature DC Module Based on LabVIEWFAN Wen ZHOU Zhaoqing XU Yan et al
- 72 Common Failure Analysis and Operation Research of air Cooler of Converter ValveLI Yang TIAN Songfeng YAN Yunjiang et al
- 75 Fault Analysis of Voltage Transformer in 330 kV Substation..... BAO Xuecheng

77	Development of SF ₆ Density Verification and Automatic Charging and Discharging Integrated Device.....	ZHANG Junwu LI Xiaobin WANG Rongfeng et al
81	Discussion on the Technical Scheme of Fast Installation of Equipment in Prefabricated Cabin	GU Mingfei YUAN Difei
83	Analysis of a 35 kV Main Transformer On-Load Voltage Regulating Switch Failure.....	LV Qiang WANG Qingxia HOU Shaoshuai et al
86	Analysis of Causes of Misoperation of Transformer Gas Protection	CAI Wei DONG Jiabin
89	Extraction of Important Characteristic Parameters of Action Characteristics of High Voltage Switchgear Based on Dispatching Automation System.....	XIAO Liangxian
92	Analysis and Countermeasures of Hidden Heat Dangers in the Primary Conductive Part of Removable Current Breaker.....	WEI Jinqing
95	Uncertainty Analysis of Coil Temperature-rise Measurement Result for AC Contactor.....	DONG Xuliang JI Yingrui WEI Wei
97	Analysis of a FRP Capacitive Transformer Bushing Fault	KANG Jieying LI Junwen WANG Ruiguo et al
99	Design and Implementation of GIS Cable Head Production Training System Based on Virtual Reality Technology	JIANG Dailin FANG Dan LIU Yuan et al

High Voltage and Insulation Technology

102	Analysis of Treatment Methods for Excessive Gas Content of Transformer Insulating Oil	WANG Yibo LI Xuefeng PAN Jie et al
104	Research on Intelligent Analysis Method of SER Events in Kunlilong DC Converter Station Based on Apriori Method	HUANG Jianxiang LI Shaosen SUN Hao et al
107	Analysis of a 35 kV High-voltage Cable Failure.....	SANG Qianhao WANG Chenxi
109	Optimization of QPC Function Strategy for Back to Back HVDC System.....	YE Shangjun XUE Haiping ZHANG Qingwu et al
115	Fault Diagnosis and Treatment of Zinc Oxide(ZnO) Arrester Based on Leakage Current Analysis	WANG Shaowei
118	Design of a Portable Unilateral Magnetic Resonance Sensor for Aging Detection of Silicone Rubber Insulators	YU Changting GONG Wenlan XU Xianneng et al
122	Application Status and Prospect Analysis of Plant Insulating Oil in Power System	ZHANG Zhengyuan CHEN Honggang WANG Yongqi et al
126	Analysis of Eddy Current Accident of Container-type Ice Melting Wall Bushing in a Converter Station	ZHANG Hao

Power Plant

128	Cause Analysis and Treatment of LCU Power Supply Device Failure in a Hydropower Plant	AI Hongya
130	Improvement of GCT-A Electric Device in A Domestic Nuclear Power Plant.....	ZHAN Dahe
132	Analysis on Improvement of Response to SGTR Accident in Third Generation Nuclear Power Plant.....	FU Hongli
135	Principles and Requirements for Electromagnetic Interference Protection of Nuclear Power Plant Cables	PU Kai GU Jie

Intelligent Information and Communications Technology

138	Research on Risk Diagnosis and Safeguard Strategy of the Bus Room in Centrally Installed Switchgear Based on Internet of Things	XU Fei WU Yong LIU Kaiming
142	Analysis on Advanced Application of Intelligent Substation.....	CHEN Yang
145	Research on Millisecond-level Hierarchical Partition Precision Load Shedding System for Ubiquitous Electric Internet of Things*	LIU Yong WANG Xuansheng LI Siwen et al
149	Visualization Technology of Secondary Circuit of Relay Protection in Nuclear Power Plant.....	WANG Jingtao ZHANG Xuan ZOU Xiao et al
152	Research on Feature Extraction Method of Residential Energy Consumption Based on Energy Consumption	LIU Zhao CAO Xuewei SUN Xue et al

Motor

155	Analysis on the Detection Method of the Core Insulation Damage of Large Generator Stator after Offline	ZHU Jie ZHANG Zhuo SHEN Bing
157	Comprehensive Defect Analysis of Cooling Pump Motor for Spent Fuel Pool.....	GONG Qun LI Yuan FENG Ning et al
160	Application of Current Spectrum Technology in Motor Fault Diagnosis	WANG Weiguo
162	A Low Voltage Ride-Through Control Method Based on Variable Crowbar Resistance for Doubly Fed Induction Fan.....	ZHANG Junmin
166	Analysis and Countermeasures of Fracture of the Rotor Fan Blades of the Turbo Generator	DING Jiangming