

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)

丰编·

谢开贵

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 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 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

执行主编: 何 欣 (023)67039621 **编辑部主任:** 陈 胜 (023)67039613 编辑部: (023)63502993

张施令 张镱议 朱孟兆

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条有限公司联系退换 地址, 重庆市北碚区蔡家岗镇嘉德大道99号(盈田 蔡家丁谷27-2) 邮编: 400707

电力电气 电工技术 **DIAN GONG JI SHU**

半月刊 1980年创刊

2022/23期(总第581期) 2022年12月10日出版

次 目

理论研究

1	基于FPGA的过滤技术在高可用性无缝环网中的应用	
	赖沛鑫 谢金莲 胡明健	等
5	一种以优化MMC-HVDC运行特性的谐波注入调制策略研究	
	周彬徐靖	· 村
11	混合谐振PWM无桥PFC变换器的研究与设计 顾诗雅 马丝	□波
16	基于Simulink的无刷直流电机调速系统仿真研究*	
	朱 婧 冯国胜 李宏博	等
19	基于流固耦合的海上风机桩基础受力性能分析 王妄	•
24	基于扰动观测器的永磁同步电机电流谐波抑制方法* 刘小	
28	三电感开关电容高增益Boost变换器* 陈资函 吴奇雨 孙科	
32	基于滑模控制的改进直接转矩控制算法研究 沈毓骏 丰 飞 邵 基于VSC的多端直流输电系统的动模平台设计 王 唯 王明	玻山
36 41	基于VSC的多端直流输电系统的动模平台设计 王 唯 王琳 融合相似性与差异性特征的电能质量综合评估方法研究	と存
41	融口相似任马左升任付证的电比则里综口厅门刀伍刎九 李 昕 刘 洋 谭冠	产台
46	高速铁路动车组并网运行系统低频振荡特性研究	
51	车用永磁同步电机转子静力学和模态分析*	, 7111
٠.	崔 博 冯国胜 苗贵银	等
54	低转矩脉动铁氧体永磁同步磁阻电机设计与分析 曹 磊 董	妙
60	基于滑动平均算法的模块化多电平变换器解耦控制策略	
	董一诺 白き	: 3
65	基于分数阶滑模自适应观测器的永磁电机转速估计策略研究	
	匡云鹏 赵国	前
69	面向特高压直流稳控措施的电网频率稳定控制优化研究	
7.0	季时宇 亢玖慧 张 宇	等
72	基于数学几何法的GIS设备故障图像检测的研究	r.c
70	王昊 邓福亮 董晓崇	等等
76 79	基于Buck变换器的扩流电路的研究 刘晨翔 杨金土 朱佳伟 开绕组无刷双馈风力发电机直接转矩控制策略研究 金 石 曹	可能
19	月 元 组 九 间 八 风 风 八 风 凡 风 且 攻	F)F.
協品	印由工程	

期能电上性

121 配电网小电阻接地对可靠性影响分析

83	输电线路外部隐患自动识别装置研究与开发		黄	谦
86	区域供电互联技术在岸电工程的研究与应用 张 昊 刘 望	生	万光	一芬
90	点云塔段分档模式下的输电线路危险点快速检测		余照	(东
93	输电铁塔基础偏心应用研究		覃建	华
97	新型配电自动化系统中的智能短信应用	梅	袁忍	い顺
99	重载铁路无砟轨道对ZPW-2000A轨道电路传输性能的影响		邵禹	铭
102	中高压电力电缆接头过温预警技术发展研究*		李	涛
108	关于配网自动化终端优化配置的研究 童 3	呤	赵志	、军
111	基于三维激光点云的变电站施工机械设备安全距离评估方法			
	崔 鲁 顾少平 善	李	鑫	等
115	基于GFPN-YOLOv5的配网架空线路线夹护套检测方法*			
	李运硕 段祥骏	李	佳	等

田家豪

姚林朋

123 基于故障穿越特性的光伏直流输电线路保护研究	赵忠啟	刘	魚 陈	梦
127 面向"碳达峰 碳中和"的一体化配电网线损实时计算方法		张千十	F 李丑	Б珍
130 隧道敷设电力电缆载流量和机械通风量对应关系研究			张	勇
134 深港400 kV电力系统互联研究	郑南琛 傅	晓东 核	万 伟	等
137 10 kV架空线路电场分布特性仿真分析*	张尧李	:子森 严	□ 秦	等
142 TCN列车通信网络闪断测试系统		左子昂	昂 赵承	总志
145 基于开闭塔的110 kV多分支输电线路运行可靠性提升研究*	王兆阳 解	. 颖引	长伟龙	等
149 电缆中间接头在桥梁上的结构疲劳特性分析	谢仕挺 张	. 磊 信	吴松生	等
由与心久				

电气设备

153	汽轮机振动异常波动分析与处理*					孔纟	住阳
156	500 kV超导限流器励磁系统的设计	陈瑞新	高后]东	余	振	等
160	水轮发电机VPI定子线棒外观质量改进研究			李	军	程耳	平号
163	一起单只电容器故障引发的交流滤波器开关跳闸事件分析					杜明	尧舟
167	一种适用于电力施工现场的智能吊车作业综合报警装置的设计	李洪坤	王贵	山	张	亮	等
170	发电机出口电压互感器匝间短路故障分析	孙亚冰	马廷	性胜	卢火	丙均	等
174	相同容量能效2级、1级干式配电变压器共用线圈设计	宋云	新	潘	明	顾人	卜虎
176	基于MR技术的电气开关指示位置快速识别方法	方院	ド涛	王贤	上湖	胡	科
179	一起开关设备局放异常分析	桑前浩	蔡	伟	杨	勇	等
181	变压器油色谱检测技术原理及其应用					鲁さ	ち冲
184	电气设备中SF。气体泄漏的检测与监测					尧	FE
188	油色谱在线监测装置常见故障分析	张正	东	宋	博	甘	强
191	电缆包带燃烧和阻燃特性的对比分析研究	郑晓红	何	剑	郑三	玉冰	等
195	基于三维扫描的深基坑测量设备研究	于润华	张	涛	张	斌	等
197	一种EMC增强型安全隔离栅的分析与设计					王和	火实
201	1000 kV配电装置电气布置核心尺寸确定及优化					洪志	た鹏
204	500 kV GIS断路器打压频次异常解体分析	刘羽	月超	李并	阜翔	游位	发良
208	额定电压10 kV电缆多磁路型多路热循环试验装置的研究与应用					陈	彩

高压与绝缘技术

212 一起特高压多端混合直流两段直流线路保护动作分析	张宝红 徐焕焕 余敬冬
215 交流滤波器频繁投入引发直流换相失败预测动作问题分析	何茂慧 冯 轩 蒋浩然 等
218 变电站气体绝缘金属封闭组合电器泄漏分析与处理	谢清宽 许伟龙 严 黔
220 电容式电压互感器内电缆绝缘层击穿分析	赵程光
224 特高压交流输电线路工程造价分析及设计优化研究	张 谦 刘福海 刘 颢
227 超高压GIS中瞬态外壳过电压特性研究及抑制措施	张文杰 于 航
231 35 kV复合绝缘子与线路避雷器绝缘配合浅析	范永威 张大顶
233 高压直流输电工程交流母线分裂运行跳闸逻辑分析及优化	王玉俊 赵 潇
236 特高压柔性直流内环电流异常原因分析及改进措施	王晨涛 焦 石 赖桂森 等
239 铝包覆型碳纤维复合芯导线在高压输电线路中的应用分析	赵庆周 杨 博 李子扬
243 氧化锌避雷器在线监测系统研究与设计	钱苏华 潘晓明 陈志勇 等
247 电缆终端头扩径率对应力锥应力及电场分布的影响*	荣以平 唐晓光 徐小龙 等
252 高压单芯电缆金属护套回路缺陷感应电压的仿真研究	王仁建 孙 铭
256 塔型支柱瓷绝缘件重心研究	刘运政 邹德仕 郭成久

发电厂

259 660 MW超临界纯凝机组30%额定负荷深度调峰探索			刘德扬
262 核电站新型机械贯穿件的设计研究	赵文斌	陈晓霞	赵丹峰 等
266 发电厂电气一体化监控系统的模块化规划方法	周 伟	陈 亮	张文鋆 等
269 基于火电厂降低厂用电率精益管理研究及实践			陈建军
273 华龙一号核电站应急柴油发电机调试试验探究	洪琪旭	赵振华	陈富杰 等
275 上汽某百万机组凝结水节流辅助调频应用研究			秦铭阳
279 火电厂辅机动配箱电机接地故障引起机组停运的分析与处理			彭 荣
281 发电厂变电站直流系统改造后负荷测量研究		夏海	明 范 明
284 汽轮发电机组进相能力评估及改善策略			马明锐

ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.23

CONTENTS

Theoretical Research

1	Application of Filter Technology Based on FPGA in High Availability Seamless Ring NetworkLAI Peixin XIE Jinlian HU Mingjian et al
5	Research on a Harmonic Injection Modulation Strategy to Optimize the Operating Characteristics of MMC-HVDC
11 16	ZHOU Bin XU Jingnan Research and Design of Hybrid Resonant PWM Bridgeless PFC Converters ————————————————————————————————————
19	Mechanical Performance Analysis of Offshore Wind Turbine Pile Foundation Based on Fluid Structure Interaction
24	Current Harmonic Suppression Method for Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Disturbance Observer*
28 32	A Triple Inductive and Switched Capacitor High Gain Boost Converter* CHEN Zihan WU Qiyu SUN Ziya Research on Improved Direct Torque Control Algorithm Based on Sliding Mode Control SHEN Yujun FENG Fei SHAO Ying Design of Dynamic Model Platform for Multiple Terminal Flexible DC Transmission System Based on VSC WANG Wei WANG Yingqi
36	Design of Dynamic Model Platform for Multiple Terminal Flexible DC Transmission System Based on VSC
41	Research on Power Quality Comprehensive Assessment Method Based on Similarity and Difference Features LI Xin LIU Yang TAN Guangang Research on Low Frequency Oscillation Characteristics of High-speed Railway EMUs in Grid-connected Operation System GE Mingrui
46	Research on Low Frequency Oscillation Characteristics of High-speed Railway EMUs in Grid-connected Operation System
51	Statics and Modal Analysis of Permanent Magnet Synchronous Motor Roter*
54	Design and Analysis of Low Torque Ripple Ferrite Permanent Magnet Synchronous Reluctance Motor
60	Decoupled Control Strategy of Modular Multilevel Converter Based on Moving Average Algorithm
65	Study on Speed Estimation Algorithm for Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Fractional Sliding Mode
69	Research on Optimization of Power Grid Frequency Stability Control for UHV DC Stability Control Measures
72	Research on GIS Equipment Fault Image Detection Based on Mathematical Geometry Method
76	Study on Diffuser Circuit Based on Buck ConverterLIU Chenxiang YANG lintu ZHU liawei et al.
79	Research on Direct Torque Control Strategy of Open Winding Brushless Doubly Fed Generator JIN Shi CAO Meng
79	wer Transmission and Distribution Engineering
79	wer Transmission and Distribution Engineering
79 Po	wer Transmission and Distribution Engineering Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines HUANG Qian Research and Application of Regional Power Supply Interconnection Technology in Shore-Based Power Engineering
79 Po 83	wer Transmission and Distribution Engineering Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines HUANG Qian Research and Application of Regional Power Supply Interconnection Technology in Shore-Based Power Engineering
79 Po 83 86 90	wer Transmission and Distribution Engineering Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90	wer Transmission and Distribution Engineering Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111 115	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111 115 121	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111 115 121 123 127	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111 115 121 123 127	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines
79 Po 83 86 90 93 97 99 102 108 111 115 121 123 127 130 134	Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines

145	Research on Improving Operation Reliability of 110 kV Multi-branch Transmission Lines Based on Switching Tower*
149	Analysis of Fatigue Characteristics of Cable Joints on BridgesXIE Shiting ZHANG Lei HOU Songsheng et al
	ectrical Equipment
153 156	Analysis and Treatment of Abnormal Vibration Fluctuation of Steam Turbine*
160 163 167	Research on Appearance Quality Improvement of VPI Stator Bar of Hydro Generator LI Jun CHENG Erhac Analysis of AC Filter Switch Tripping Event Caused by a Single Capacitor Fault Duxiaozhou Design of an Intelligent Crane Operation Integrated Early Warning Device for Electric Power Construction Site LI Hongkun WANG Guishan ZHANG Liang et al Analysis of the Interturn Short Circuit Fault of the Generator Outlet Potential Transformer SUN Yabing MA Jiansheng LU Bingjun et al Design of Common Coil for 2-level and 1-level Dry Distribution Transformers with Same Capacity and Energy Efficiency
170	Analysis of the Interturn Short Circuit Fault of the Generator Outlet Potential Transform MA light and Library LLI Biology at all Carlot and Ca
174	Design of Common Coil for 2-level and 1-level Dry Distribution Transformers with Same Capacity and Energy Efficiency Grade SONG Yunxiang PAN Ming GU Xiaohu
176	Rapid Identification Method of Electrical Switch Indication Position Based on MR TechnologyFANG Chentao WANG Xianhu HU Ke
179 181 184 188	SUN Yabing MA Jiansheng LU Bingjun et al Design of Common Coil for 2-level and 1-level Dry Distribution Transformers with Same Capacity and Energy Efficiency Grade SONG Yunxiang PAN Ming GU Xiaohu Rapid Identification Method of Electrical Switch Indication Position Based on MR Technology FANG Chentao WANG Xianhu HU Ke Analysis of an Abnormal Partial Discharge of Switchgear SANG Qianhao CAI Wei YANG Yong et al Principle and Application of Chromatographic Detection Technology for Transformer Oil LU Zhichong Detection and Monitoring of SF ₆ Gas Leakage in Electrical Equipment YAO Yang Analysis of Common Faults of Oil Chromatographic On-line Monitoring Device ZHANG Zhengdong SONG Bo GAN Qiang Comparative Analysis and Study on Combustion and Flame Retardant Characteristics of Cable Flame Retardant Tape
191	Comparative Analysis and Study on Combustion and Flame Retardant Characteristics of Cable Flame Retardant Tape
195	Research on Measuring Equipment of Deep Foundation Pit Based on 3D Scanning
197 201	Comparative Analysis and Study on Combustion and Flame Retardant Characteristics of Cable Flame Retardant Tape ZHENG Xiaohong HE Jian ZHENG Yubing et al Research on Measuring Equipment of Deep Foundation Pit Based on 3D Scanning
204	Disintegration Analysis of Abnormal Pressure Frequency of 500 kV GIS Switch
208	Disintegration Analysis of Abnormal Pressure Frequency of 500 kV GIS Switch LIU Yuchao LI Jingxiang YOU Junliang Research and Application of Multi Magnetic Circuit and Multi-channel Thermal Cycle Test Device for Rated Voltage 10 kV Cable CHEN Cai
	gh Voltage and Insulation Technology Analysis of Two-stage Line Protection Action in Multi Terminal Hybrid LIHVDC Transmission System
212	Analysis of Two-stage Line Protection Action in Multi Terminal Hybrid UHVDC Transmission System
218	Leak Analysis and Treatment of Gas Insulated Metal Closed Combination Electrical Appliances in Substation
220 224	Leak Analysis and Treatment of Gas Insulated Metal Closed Combination Electrical Appliances in Substation XIE Qingkuan XU Weilong YAN Qian Analysis of Cable Insulation Breakdown in Capacitive Voltage Transformer ZHAO Chengguang Research on Engineering Cost Analysis and Design Optimization of UHV AC Transmission Line Project ZHANG Qian LIU Fuhai LIU Hac Research on Overvoltage Characteristics of Transient Case in Ultra-high Voltage GIS and Suppression Measures ZHANG Wenjie YU Hang
227	Research on Overvoltage Characteristics of Transient Case in Ultra-high Voltage GIS and Suppression Measures
231	Tenninary Analysis of Insulation Coolumnation Detween 33 kV Composite Insulator and Line Artester
233	Logic Analysis and Optimization of AC Bus Splitting Operation in HVDC Project ································WANG Yujun ZHAO Xiac Abnormal Cause Analysis and Improved Measures of Flexible DC Inner Current ····································
	Application Analysis of Aluminum-Coated Carbon Fiber Composite Core Conductor in High-Voltage Transmission Lines ZHAO Qingzhou YANG Bo LI Ziyang
243	Research and Design of On-line Monitoring System for Metal Oxide Surge Arrester OIAN Suhua PAN Xiaoming CHEN Zhiyong et al
247	Effect of Expanding Rate in Cable Joint on Stress and Electric Field Distribution of Stress Cone*
252	Simulation Study on Induced Voltage of Metal Sheath Circuit Defect of High Voltage Single Core Cable
256	Study on Center of Gravity of the Tower Type Post Insulator's Porcelain Insulation BodyLIU Yunzheng ZOU Deshi GUO Chengjiu
Pο	wer Plant
259	Exploration of 30% Rated Load Depth Peak Regulation of 660 MW Supercritical Pure Coagulation UnitLIU Deyang Design and Research on New Mechanical Penetration in Nuclear Power Plant
266	Modular Planning Method for Electrical Integration Monitoring System of Power Plant
269	Research and Practice of Lean Management Based on Power Consumption Reduction in Thermal Power Plant
273	Study on Commissioning Test of Emergency Diesel Generator in Hualong No.1 Nuclear Power Plant ————————————————————————————————————
275	Research on the Application of Condensate Throttling Assisted Frequency Modulation in One Million Units of STP
279	Analysis and Treatment of Unit Outage Caused by Grounding Fault of Auxiliary Motor Allocation Box Motor in Thermal Power Plant PENG Rong
	Research on Load Measurement of Substation DC System Retrofitted in Power PlantXIA Haiming FAN Ming Evaluation and Improvement Strategy of Turbine Generator's Leading Phase Capacity