



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 电力电气 电工技术 DIAN GONG JI SHU

半月刊 1980年创刊

2023/23期(总第605期) 2023年12月10日出版

目次

理论研究

- 1 SINC滤波器时序优化与分布式电流的同步采样 陈理辉
- 5 2 MW并网双馈感应风力发电系统原理分析与建模 冯艳丽
- 11 VSC-HVDC抑制电网功率振荡的控制策略 李明贤 沈圣炜 汪自立 等
- 15 地铁低压开关柜关键位置负荷温度模型的研究及应用 罗珊 张俊强
- 19 短路故障下单机无穷大系统的暂态稳定仿真分析 黄蓉 韩忠修
- 22 基于Saber的电动车LLC电源仿真 陈晓芸 张莹文
- 24 基于多点采样的交流伺服驱动器电流重构方法 王元鸿 姚文熙
- 29 基于定子分数槽集中绕组的感应电机起动转矩特性分析 张昊阳 骆皓 倪喜军 等
- 34 基于模糊PI的LLC谐振变换器混合控制研究 高俊岭 田琳 黄豪磊
- 37 基于固定时间判断的电流增量保护优化方案 谢悦海 王攀 常宝波
- 40 基于转子磁链观测的PMSM滑模观测器控制方法 王晓光 高博 杭晨辉 等
- 45 磷酸铁锂电芯过充产物实验研究及热失控判断方法* 罗磊鑫 杨力帆 张兴伟 等
- 50 实现3 kW功率与50 Mb/s速率的电能-数据同步无线传输的解耦设计技术* 杜娟 马红波 魏清新 等
- 56 双有源桥三重移相电感峰值电流优化 张可 张德华
- 59 基于ESO的PMSM鲁棒控制研究 徐春秀 刘文昌 肖会芹

输配电工程

- 63 基于海量数据的同期配电线路模型诊断分析 张志耿
- 65 城市电缆线路电压越限及无功补偿探讨 李鑫 刘炯 马海木呷 等
- 69 冻土地区输电铁塔接地电阻降低措施及测量技术分析 王睿 陈城 李健辉 等
- 72 基于“网上电网”的配电网网格化规划方法研究 陈耀东 鄢宇轩 刘鹏飞
- 75 基于离散小波变换的配网故障单端行波波头提取研究 雷杨 杨帆 杨志淳 等
- 78 基于改进电气几何模型的保山220 kV输电线路绕击跳闸率计算 段新杏 官贺 何光层 等
- 81 基于零序电流分布的配电网接地故障智能监测方法 单旭
- 84 基于北斗对时的35 kV及以下复杂输电线路二次带电核相技术研究 昂孙清 潘浩 普国友 等
- 87 基于柔性多状态开关互联的配电网平滑转供策略 冒如权 乌云翔

91	新疆地区±800 kV特高压直流线路导线选型研究	万宇鹏
94	一种轻量化YOLOv4输电线路防外力隐患检测方法*	周鹏杰 赵泽宇 袁斌等
98	基于智能数字化三维技术在变电站内电缆敷设的应用	王雷
102	考虑天气影响的防鸟刺受力分析及针刺选择	张传民 张东
106	输电线路地线双挂点改造解决方案	陆梦龙 陈想 黄延庆
109	一种光纤纵联保护复用通道故障自诊断方法	邵浚哲 王昭雷 檀林青等

电气设备

112	500 kV电子式互感器全寿命周期成本分析	陈国锴
114	光电流互感器故障引发交流滤波器差动保护动作问题分析	冯辉 党睿 姚毅杰
117	泵用电机振动故障诊断及处理措施	吴明
120	变压器差动保护校验软件的设计与应用	林长鹏 李兵 曹京旭
123	低压开关温升检测工位的量值溯源	林艳红
126	电力架线多旋翼无人机系统设计	乔平 郁舒雁 林宇龙
130	隔离断路器二次控制回路的自主顺序控制设计	查笑春 雷蓓 汪海光等
133	轨道交通环网供电继电保护控制方案优化	吴光龙 由恒远 郭攀
137	稳压器电加热器开关频繁跳闸的故障分析及改进措施	李洪伟
140	基于超声信号的变压器故障在线检测识别方法	罗孝辉
143	基于多站融合理念的低压交直流配电系统在110 kV变电站中的应用	谢兴利 贾东瑞
145	二次电压异常导致220 kV主变跳闸的事故分析	李根 万海逸
147	减少变电站负荷损失的低压脱扣器保护配置研究	谢欣玲
150	特高压换流站STATCOM装置在大电网故障时的输出响应研究	潘立邦 游俊良 肖志超
153	一起35 kV主变内部放电故障分析	李舟 刘爱文 刘奇

高压与绝缘技术

155	500 kV输电线路OPGW引下线弧光放电原因分析及防范措施研究	赵程光 史玉清
159	750 kV罐式断路器交流耐压试验放电分析	龚源 高立超 王海龙
162	基于拉普拉斯变换下的雷电冲击波过冲仿真分析	谭鹏 李涛 李玲等
167	冲击电流下土壤复视在参数特性研究	潘肱肱 刘征 张德祺等
169	热等离子体技术处理CO ₂ 的研究进展与未来展望	陈奇军
175	双回路交流特高压三柱换位塔设计试验研究	贾晓亚 申闯 杨宗奇
178	特高压变电站电缆沟火灾预警系统设计	董迪
181	一起特高压换流站400 kV直流穿墙套管闪络故障的治理方案	张亚 刘亚伟 林康立等
185	污秽分布对绝缘子串温度场影响	白张 岳嵩 王浩等

智能信通技术

189	220 kV变电站继电保护算法及站内通信组网技术探究	吴昊
192	图模数据解析下的配网单线图一键成图支持算法	肖钰
197	继电保护领域的无线通信技术应用探索	韩志勇 薛明军 俞春林等

发电厂

201	超额定功率负荷运行对核电机组影响研究	彭进
204	火电厂发电机励磁碳刷故障检修策略的研究	白家玮
207	电磁干扰导致硼表波动分析	杨连波 张海洋 何赛超等
210	核电厂乏燃料水池监测仪表可靠性提升	肖磊全 官辉 蒋铁成
213	基于多状态感知的转子集电环碳刷故障监测系统研究	赵健龙 周希 侯炜等
216	基于Etap的9H级燃机静态变频启动装置滤波器的研究	钱天人 黄琦
219	可免去海水碱度因素下脱硫系统经济节能运行的研究	孔明 周正一 阎路
221	某电厂发电机定子线棒漏水原因分析*	赵思洋 刘兵 何文敏等
225	汽轮机调节阀振荡异常诊断及处理	李冰天
228	黔中水利枢纽一期工程革寨1号泵站电气设计	何镡君

ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.23

CONTENTS

Theoretical Research

- 1 SINC Filter Timing Optimization and Distributed Current Sample SynchronouslyCHEN Lihui
5 Principle Analysis and Modeling of 2 MW Grid-connected Doubly-fed Induction Wind Generator FENG Yanli
11 Control Strategy of Power Oscillation Suppression by VSC-HVDC
.....LI Mingxian SHEN Shengwei WANG Zili et al
15 Load-temperature Model for Key Positions of Subway Low-voltage Switchgear LUO Shan ZHANG Junqiang
19 Transient Stability Simulation Analysis of a Single-machine Infinite System Under Short-circuit Fault
.....HUANG Rong HAN Zhongxiu
22 Saber-based Simulation of EV LLC Power Supply CHEN Xiaoyun ZHANG Yingwen
24 Current Reconstruction Method of AC Servo Driver Based on Multi-point SamplingWANG Yuanhong YAO Wenxi
29 Analysis of Starting Torque Characteristics of Induction Motors Based on Fractional Slot Concentrated Winding of
Stator and RotorZHANG Haoyang LUO Hao NI Xijun et al
34 Study on Fuzzy PI-based Hybrid Control of LLC Resonant ConvertersGAO Junling TIAN Lin HUANG Haolei
37 Optimization Scheme of Current Increment Protection Based on Fixed Time Judgment
.....XIE Yuehai WANG Pan CHANG Baobo
40 Sliding-Mode Sensorless Control of PMSM Based on Rotor Flux Estimation
.....WANG Xiaoguang GAO Bo HANG Chenhui et al
45 Experimental Study on Overcharging Product of Lithium Iron Phosphate Cell and Determination Method of Thermal
Runaway* LUO Leixin YANG Lifan ZHANG Xingwei et al
50 Decoupling Design Technology of Simultaneous Wireless Power and Data Transfer System with 3 kW Output Power
and 50 Mb/s Rate*DU Juan MA Hongbo WEI Qingxin et al
56 Triple Phase Shifting Optimization of Peak Current of Dual Active Bridge ConvertersZHANG Ke ZHANG Dehua
59 Study on ESO-based Robust Control of PMSM XU Chunxiu LIU Wenchang XIAO Huiqin

Power Transmission and Distribution Engineering

- 63 Diagnosis and Analysis of Synchronous Distribution Line Model Based on Massive Data ZHANG Zhigeng
65 Discussion on Voltage Violation and Reactive Compensation of Urban Cable Lines
.....LI Xin LIU Jiong MA Haimuga et al
69 Measures for Reducing Grounding Resistance of Transmission Towers in Permafrost Regions and Analysis of
Measurement TechnologyWANG Rui CHEN Cheng LI Jianhui et al
72 Grid Planning Method of Distribution Network Based on "Online Power Grid"
.....CHEN Yaodong YAN Yuxuan LIU Pengfei
75 Study on Single-terminal Traveling Wave Tip Extraction for Distribution Network Faults Based on Discrete Wavelet
Transform LEI Yang YANG Fan YANG Zhichun et al
78 Calculation of Shielding Failure Trip Rate for Baoshan 220 kV Transmission Line Based on Improved Electrical
Geometric ModelDUAN Xinxing GONG He HE Guangceng et al
81 Intelligent Monitoring Method of Distribution Network Grounding Faults Based on Zero-sequence Current
Distribution SHAN Xu
84 Beidou Timing-based Live-line Secondary Phase Checking Technology for Complex Transmission Lines of 35 kV and
BelowMAO Sunqing PAN Hao PU Guoyou et al
87 Smooth Transfer Strategy for Distribution Networks Based on Flexible Multi-State Switch Interconnection
.....MAO Ruquan WU Yunxiang
91 Study on Conductor Type Selection of ± 800 kV UHV DC Lines in XinjiangWAN Yupeng
94 A Light-weight YOLOv4-based Method of Detecting External Hidden Dangers of Transmission Lines*
.....ZHOU Pengjie ZHAO Zeyu YUAN Bin et al
98 Application of Intelligent Digital 3D Technology in Substation Cable Laying in Substation WANG Lei
102 Force Analysis and Needle Selection of Anti-bird Thorns Considering the Influence of Weather
.....ZHANG Chuanmin ZHANG Dong
106 Solution for Retrofitting Double Hanging Points of Transmission Line Ground Wire
.....LU Menglong CHEN Xiang HUANG Yanqing
109 A Fault Self Diagnosis Method for Multiplexing Channel of Optical Fiber Pilot Protection
.....PI Junzhe WANG Zhaolei TAN Linqing et al

Electrical Equipment

- 112 Life Cycle Cost Analysis of 500 kV Electronic Transformer..... CHEN Guokai
114 Analysis of Undesired Trip of AC Filter Differential Protection Caused by Optical Current Transformer Fault FENG Hui DANG Rui YAO Yijie
117 Diagnosis and Treatment Measures for Vibration Faults of Pump Motors..... WU Ming
120 Design and Application of Transformer Differential Protection Verification Software LIN Changpeng LI Bing CAO Jingxu
123 Measured Value Traceability of Temperature Rise Test of Low-voltage Switches..... LIN Yanhong
126 System Design of Multirotor UAV Applied in Power Grid String Construction QIAO Ping YU Shuyan LIN Yulong
130 Application of an Independent Sequential Control Circuit Design in Isolating Circuit Breaker..... ZHA Xiaochun LEI Bei WANG Haiguang et al
133 Optimization of Relay Protection Scheme for Rail Transit Power Supply WU Guanglong YOU Hengyuan GUO Pan
137 Fault Analysis and Improvement Measures for Frequent Trip of Electric Heater Switches for Pressure Compensator LI Hongwei
140 Ultrasound Signals-based Online Detection and Identification Method of Transformer Faults LUO Xiaohui
143 Application of Multi-station-integrated Low Voltage AC&DC Distribution System in 110 kV Substations XIE Xingli JIA Dongrui
145 Accident Analysis of 220 kV Main Transformer Tripping Caused by Abnormal Secondary Voltage..... LI Gen WAN Haiyi
147 Study on Protection Configuration of Low-voltage Release Device to Reduce Load Loss of Substation XIE Xinling
150 Study on Output Response of STATCOM Device in UHV Converter Station Under the Condition of Large Grid Fault..... PAN Libang YOU Junliang XIAO Zhichao
153 Analysis of an Internal Discharge Fault of 35 kV Main Transformer LI Zhou LIU Aiwen LIU Qi

High Voltage and Insulation Technology

- 155 Causal Analysis and Preventive Measures Study of Arc Light Discharge of 500 kV Transmission Line OPGW Lead Wire ZHAO Chengguang SHI Yuqing
159 Fault Analysis of AC Withstand Voltage Test of 750 kV Tank Circuit Breaker GONG Yuan GAO Lichao WANG Hailong
162 Simulation Analysis of Lightning Impulse Wave Overshoot Based on Laplace Transform..... TAN Peng LI Tao LI Ling et al
167 Characterization of Complex Soil Parameters Under Impulse Current PAN Feifei LIU Zheng ZHANG Siqi et al
169 Research Progress and Outlook of Thermal Plasma Technologies in CO₂ Conversion..... CHEN Qijun
175 Design and Test of Three-Pole-Composite Transposition Tower for UHV AC Double Circuit Transmission Lines..... JIA Xiaoya SHEN Chuang YANG Zongqi
178 Design of Fire Early Warning System for Cable Trench of Ultra-high Voltage Substations..... DONG Di
181 Scheme of Handling a Flashover Fault of 400 kV DC Wall Bushing in an Ultra High Voltage Converter Station ZHANG Ya LIU Yawei LIN Kangli et al
185 Influence of Pollution Distribution on Temperature Field of Insulator String..... BAI Zhang YUE Song WANG Hao et al

Intelligent Information and Communications Technology

- 189 Research on Relay Protection Algorithm and Network Technology of 220 kV Substation WU Hao
192 One-click Graphing Algorithm for Distribution Network Single-line Diagram Under Graph Model Data Analysis XIAO Yu
197 Applicative Exploration of Wireless Communication Technology in Relay Protection..... HAN Zhiyong XUE Mingjun YU Chunlin et al

Power Plant

- 201 Study on Influence of Operating at Over-rated-power Load on Nuclear Power Unit PENG Jin
204 Study on Maintenance Strategy for Excitation Carbon Brush Faults in Thermal Power Plant Generators BAI Jiawei
207 Analysis of Electromagnetic Interference Induced Boron Meter Fluctuation YANG Lianbo ZHANG Haiyang HE Saichao et al
210 Improving Reliability of Monitoring Instruments in Nuclear Plant Spent Fuel Pools..... XIAO Leiquan GUAN Hui JIANG Tiecheng
213 Study on Fault Monitoring System for Collector Ring and Carbon Brush of Rotor Based on Multistate Perception ZHAO Jianlong ZHOU Xi HOU Wei et al
216 Etap-based Study on Static Frequency Converter Filter of 9H Gas Turbines..... QIAN Tianren HUANG Qi
219 Study on Economical and Energy Saving Operation of Desulfurization System by Ingoing Seawater Alkalinity Factor KONG Ming ZHOU Zhengyi YAN Lu
221 Analysis of the Water Leaks on Generator Stator* ZHAO Siyang LIU Bing HE Wenmin et al
225 Diagnosis and Treatment of Abnormal Oscillation of Steam Turbine Control Valve..... LI Bingtian
228 Electrical Design of Gezhai No.1 Pump Station of First Phase Project of Central Guizhou Water Conservancy Project HE Kaijun