

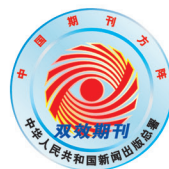
服务·品牌·创新

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

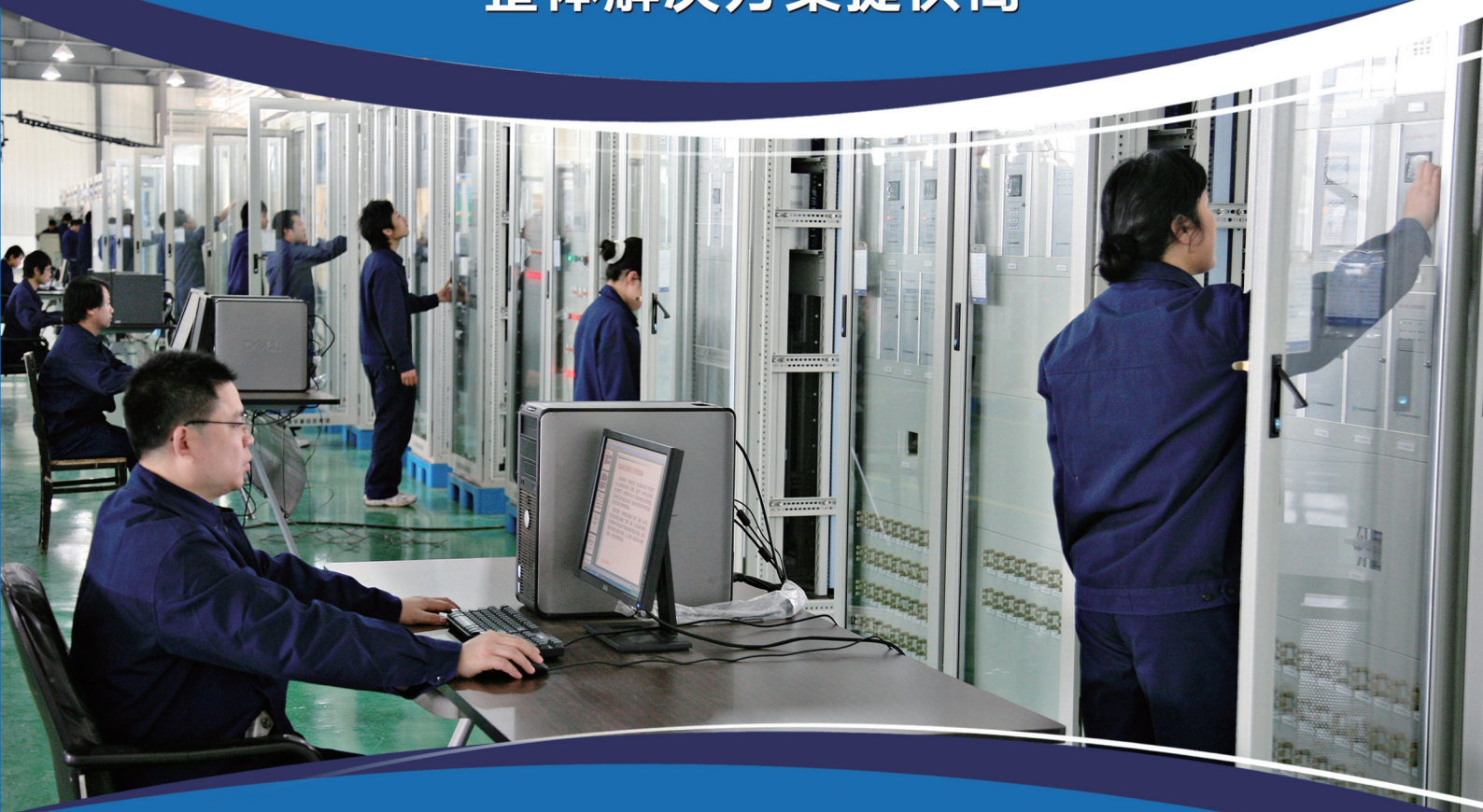
ELECTRIC ENGINEERING



2022/23

HNAC 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



9 771002 138220



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	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
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, 若无特殊声明, 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

2022/23期(总第581期) 2022年12月10日出版

目次

理论研究

- 1 基于FPGA的滤波技术在高可用性无缝环网中的应用
赖冲鑫 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 徐靖楠
- 11 混合谐振PWM无桥PFC变换器的研究与设计
顾诗雅 马红波
- 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
王安庆
- 24 基于扰动观测器的永磁同步电机电流谐波抑制方法*
刘小俊
- 28 三电感开关电容高增益Boost变换器*
陈资函 吴奇雨 孙梓雅
- 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 邵璜
- 36 基于VSC的多端直流输电系统的动模平台设计
王唯 王映祺
- 41 融合相似性与差异性特征的电能质量综合评估方法研究
李昕 刘洋 谭冠岗 葛茗瑞
- 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*
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 董婷
- 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 白志红
- 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 赵国新
- 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
季时宇 亢玫慧 张宇 等
- 72 基于数学几何法的GIS设备故障图像检测的研究
王昊 邓福亮 董晓崇 等
- 76 基于Buck变换器的扩流电路的研究
刘晨翔 杨金土 朱佳伟 等
- 79 开绕组无刷双馈风力发电机直接转矩控制策略研究
金石 曹萌

输配电工程

- 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 刘生 万光芬
- 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
陈笑梅 袁忍顺
- 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
童玲 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 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
- 121 配电网小电阻接地对可靠性影响分析
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	刘源	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		张千千	李玉珍
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	杨伟等
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	赵承志
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	张伟龙等
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	侯松生等

电气设备

153 汽轮机振动异常波动分析与处理*			孔维阳
156 500 kV超导限流器励磁系统的设计	陈瑞新	高向东	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			杜晓舟
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	马建胜	卢炳均等
174 相同容量能效2级、1级干式配电变压器共用线圈设计		宋云翔	潘明
176 基于MR技术的电气开关指示位置快速识别方法		方陈涛	王贤湖
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			鲁志冲
184 电气设备中SF ₆ 气体泄漏的检测与监测			尧阳
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			王秋实
201 1000 kV配电装置电气布置核心尺寸确定及优化			洪志鹏
204 500 kV GIS断路器打压频次异常解体分析	刘羽超	李靖翔	游俊良
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	徐焕煊	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	刘颖
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
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	张文鋈等
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 火电厂辅机配电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 Network LAI Peixin XIE Jinlian HU Mingjian et al
- 5 Research on a Harmonic Injection Modulation Strategy to Optimize the Operating Characteristics of MMC-HVDC ZHOU Bin XU Jingnan
- 11 Research and Design of Hybrid Resonant PWM Bridgeless PFC Converters GU Shiya MA Hongbo
- 16 Simulation Study on Brushless DC Motor Speed Regulation System Based on Simulink* ZHU Jing FENG Guosheng LI Hongbo et al
- 19 Mechanical Performance Analysis of Offshore Wind Turbine Pile Foundation Based on Fluid Structure Interaction WANG Anqing
- 24 Current Harmonic Suppression Method for Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Disturbance Observer* LIU Xiaojun
- 28 A Triple Inductive and Switched Capacitor High Gain Boost Converter* CHEN Zihan WU Qiyu SUN Ziya
- 32 Research on Improved Direct Torque Control Algorithm Based on Sliding Mode Control SHEN Yujun FENG Fei SHAO Ying
- 36 Design of Dynamic Model Platform for Multiple Terminal Flexible DC Transmission System Based on VSC WANG Wei WANG Yingqi
- 41 Research on Power Quality Comprehensive Assessment Method Based on Similarity and Difference Features LI Xin LIU Yang TAN Guangang
- 46 Research on Low Frequency Oscillation Characteristics of High-speed Railway EMUs in Grid-connected Operation System GE Mingrui
- 51 Statics and Modal Analysis of Permanent Magnet Synchronous Motor Roter* CUI Bo FENG Guosheng MIAO Guiyin et al
- 54 Design and Analysis of Low Torque Ripple Ferrite Permanent Magnet Synchronous Reluctance Motor CAO Lei DONG Ting
- 60 Decoupled Control Strategy of Modular Multilevel Converter Based on Moving Average Algorithm DONG Yinuo BAI Zhihong
- 65 Study on Speed Estimation Algorithm for Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Fractional Sliding Mode KUANG Yungeng ZHAO Guoxin
- 69 Research on Optimization of Power Grid Frequency Stability Control for UHV DC Stability Control Measures JI Shiyu KANG Jihui ZHANG Yu et al
- 72 Research on GIS Equipment Fault Image Detection Based on Mathematical Geometry Method WANG Hao DENG Fuliang DONG Xiaodong et al
- 76 Study on Diffuser Circuit Based on Buck Converter LIU Chenxiang YANG Jintu ZHU Jiawei et al
- 79 Research on Direct Torque Control Strategy of Open Winding Brushless Doubly Fed Generator JIN Shi CAO Meng

Power Transmission and Distribution Engineering

- 83 Research and Development of Automatic Identification Device for External Hidden Dangers of Transmission Lines HUANG Qian
- 86 Research and Application of Regional Power Supply Interconnection Technology in Shore-Based Power Engineering ZHANG Hao LIU Sheng WAN Guangfen
- 90 Rapid Detection of Dangerous Points on Transmission Lines Under the Grading Mode of Point Cloud Tower Section YU Zhaodong
- 93 Research on Eccentric Application of Transmission Tower Foundation QIN Jianhua
- 97 Application of Intelligent Short Message in New Distribution Automation System CHEN Xiaomei YUAN Renshun
- 99 Influence of Ballastless Track of Heavy Load Railway on Transmission Performance of ZPW-2000A Track Circuit SHAO Yuming
- 102 Research on Developments of Over-temperature Early Warning Technology of Power Cable Joint for Medium and High Voltages* LI Tao
- 108 Research on Optimal Configuration of Distribution Automation Terminals TONG Ling ZHAO Zhijun
- 111 Safety Distance Evaluation Method of Substation Construction Machinery and Equipment Based on Three-Dimensional Laser Point Cloud CUI Lu GU Shaoping LI Xin et al
- 115 Detection Method of Clamp Sheath of Overhead Line in Distribution Network Based on GFPN-YOLOv5* LI Yunshuo DUAN Xiangjun LI Jia et al
- 121 Analysis of the Influence of Small Resistance Grounding on Distribution Network Reliability TIAN Jiahao YAO Linpeng
- 123 Research on Protection of Photovoltaic DC Transmission Line Based on Fault Ride Through Characteristics ZHAO Zhongqi LIU Yuan CHEN Meng
- 127 "Emission Peak Carbon Neutrality" Oriented Integrated Distribution Network Line Loss Calculation Method in Real Time ZHANG Qianqian LI Yuzhen
- 130 Research on the Corresponding Relationship Between Power Cable Ampacity and Mechanical Ventilation Volume in Tunnel Laying ZHANG Yong
- 134 Research on Shenzhen-Hong Kong 400 kV Power Interconnection ZHENG Nanchen FU Xiaodong YANG Wei et al
- 137 Simulation Analysis of Electric Field Distribution Characteristics of 10 kV Overhead Lines* ZHANG Yao LI Zisen YAN Qin et al
- 142 TCN Train Communication Network Flash off Test System ZUO Ziang ZHAO Chengzhi

- 145 Research on Improving Operation Reliability of 110 kV Multi-branch Transmission Lines Based on Switching Tower* WANG Zhaoyang XIE Ying ZHANG Weilong et al
 149 Analysis of Fatigue Characteristics of Cable Joints on Bridges.....XIE Shiting ZHANG Lei HOU Songsheng et al

Electrical Equipment

- 153 Analysis and Treatment of Abnormal Vibration Fluctuation of Steam Turbine*KONG Weiyang
 156 Design of Excitation System for 500 kV Superconducting Fault Current Limiter..... CHEN Ruixin GAO Xiangdong YU Zhen et al
 160 Research on Appearance Quality Improvement of VPI Stator Bar of Hydro Generator..... LI Jun CHENG Erhao
 163 Analysis of AC Filter Switch Tripping Event Caused by a Single Capacitor FaultDU Xiaozhou
 167 Design of an Intelligent Crane Operation Integrated Early Warning Device for Electric Power Construction Site..... LI Hongkun WANG Guishan ZHANG Liang et al
 170 Analysis of the Interturn Short Circuit Fault of the Generator Outlet Potential TransformerSUN Yabing MA Jiansheng LU Bingjun et al
 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 Analysis of an Abnormal Partial Discharge of Switchgear SANG Qianhao CAI Wei YANG Yong et al
 181 Principle and Application of Chromatographic Detection Technology for Transformer Oil LU Zhichong
 184 Detection and Monitoring of SF₆ Gas Leakage in Electrical Equipment YAO Yang
 188 Analysis of Common Faults of Oil Chromatographic On-line Monitoring Device..... ZHANG Zhengdong SONG Bo GAN Qiang
 191 Comparative Analysis and Study on Combustion and Flame Retardant Characteristics of Cable Flame Retardant Tape ZHENG Xiaohong HE Jian ZHENG Yubing et al
 195 Research on Measuring Equipment of Deep Foundation Pit Based on 3D Scanning YU Runhua ZHANG Tao ZHANG Bin et al
 197 Analysis and Design of an EMC Enhanced Safety Isolation Barrier..... WANG Qiushi
 201 Determination and Optimization of Core Size of Electrical Layout of 1000 kV Power Distribution Equipment HONG Zhipeng
 204 Disintegration Analysis of Abnormal Pressure Frequency of 500 kV GIS Switch.....LIU Yuchao LI Jingxiang YOU Junliang
 208 Research and Application of Multi Magnetic Circuit and Multi-channel Thermal Cycle Test Device for Rated Voltage 10 kV Cable..... CHEN Cai

High Voltage and Insulation Technology

- 212 Analysis of Two-stage Line Protection Action in Multi Terminal Hybrid UHVDC Transmission System..... ZHANG Baohong XU Huanhuan YU Jingdong
 215 Analysis on the Predictive Action Problem of DC Commutation Failure Caused by Frequent Input of AC Filter HE Maohui FENG Xuan JIANG Haoran et al
 218 Leak Analysis and Treatment of Gas Insulated Metal Closed Combination Electrical Appliances in Substation XIE Qingkuan XU Weilong YAN Qian
 220 Analysis of Cable Insulation Breakdown in Capacitive Voltage Transformer ZHAO Chengguang
 224 Research on Engineering Cost Analysis and Design Optimization of UHV AC Transmission Line Project.....ZHANG Qian LIU Fuhai LIU Hao
 227 Research on Overvoltage Characteristics of Transient Case in Ultra-high Voltage GIS and Suppression Measures ZHANG Wenjie YU Hang
 231 Preliminary Analysis of Insulation Coordination Between 35 kV Composite Insulator and Line Arrester.....FAN Yongwei ZHANG Dading
 233 Logic Analysis and Optimization of AC Bus Splitting Operation in HVDC Project WANG Yujun ZHAO Xiao
 236 Abnormal Cause Analysis and Improved Measures of Flexible DC Inner Current.....WANG Chentao JIAO Shi LAI Guisen et al
 239 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.....QIAN Suhua PAN Xiaoming CHEN Zhiyong et al
 247 Effect of Expanding Rate in Cable Joint on Stress and Electric Field Distribution of Stress Cone*..... RONG Yiping TANG Xiaoguang XU Xiaolong et al
 252 Simulation Study on Induced Voltage of Metal Sheath Circuit Defect of High Voltage Single Core Cable WANG Renjian SUN Ming
 256 Study on Center of Gravity of the Tower Type Post Insulator's Porcelain Insulation BodyLIU Yunzheng ZOU Deshi GUO Chengjiu

Power Plant

- 259 Exploration of 30% Rated Load Depth Peak Regulation of 660 MW Supercritical Pure Coagulation Unit.....LIU Deyang
 262 Design and Research on New Mechanical Penetration in Nuclear Power Plant ZHAO Wenbin CHEN Xiaoxia ZHAO Danfeng et al
 266 Modular Planning Method for Electrical Integration Monitoring System of Power PlantZHOU Wei CHEN Liang ZHANG Wenjun et al
 269 Research and Practice of Lean Management Based on Power Consumption Reduction in Thermal Power Plant CHEN Jianjun
 273 Study on Commissioning Test of Emergency Diesel Generator in Hualong No.1 Nuclear Power Plant HONG Qixu ZHAO Zhenhua CHEN Fujie et al
 275 Research on the Application of Condensate Throttling Assisted Frequency Modulation in One Million Units of STP..... QIN Mingyang
 279 Analysis and Treatment of Unit Outage Caused by Grounding Fault of Auxiliary Motor Allocation Box Motor in Thermal Power Plant PENG Rong
 281 Research on Load Measurement of Substation DC System Retrofitted in Power Plant XIA Haiming FAN Ming
 284 Evaluation and Improvement Strategy of Turbine Generator's Leading Phase Capacity MA Mingrui