



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	张懿议
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

邮发代号：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 电工技术

DIAN GONG JI SHU

## 自动控制

半月刊 1980年创刊

总第532期 2020年11月25日出版

## 目次

### 自动控制

- |    |                        |             |
|----|------------------------|-------------|
| 1  | 反馈式浸入式水口变渣线控制          | 俞晓光         |
| 3  | 机房空调冷凝器风机正反转自动控制技术研究   | 杨超          |
| 5  | 基于P320控制器的LCI控制系统研制    | 吴加坤 吴敌 王洋   |
| 8  | 城市轨道交通地铁打磨车打磨控制系统设计    | 张慧涛         |
| 10 | 吊车稳钩控制系统的建模与仿真         | 种法友 肖力      |
| 13 | 1000 MW机组脱硝系统控制策略优化及应用 | 刘宗奎 李刚 高建强等 |
| 16 | 智能电气阀门系统先进PID控制器       | 李俊 王辉 郑书剑等  |
| 19 | 全自动高空玻璃清洁系统的设计*        | 贾志豪 杨颖 宋连港等 |
| 22 | 核电厂蒸汽排放系统控制逻辑设计与优化     | 李德银 潘江      |
| 24 | 迷你智能型RTSE控制器设计         | 柳金森 刘辉 高柏勇等 |

### 人工智能与传感技术

- |    |                        |            |
|----|------------------------|------------|
| 28 | 一种数控机床专用电能分析模块的开发*     | 黄迪 黄云鹰 樊响  |
| 31 | 电厂机组空冷岛环境监测系统的研究与设计    | 张海龙        |
| 34 | 人脸识别技术在变电所环境监测系统中的应用   | 章琦 杨智海 詹宇等 |
| 37 | 基于人工智能技术的电力设备安全管理平台研究  | 王超 张晓枫 陈曦等 |
| 39 | 基于姿态传感器的高压隔离开关分合闸系统的应用 | 朱晓伟        |

### 新能源系统与设备

- |    |                                   |              |
|----|-----------------------------------|--------------|
| 42 | 凝汽器传热管查漏方式及其优化措施                  | 赵忠伟          |
| 44 | 风力发电场35 kV小电阻接地系统继电保护误动原因分析及改进策略  | 程俊           |
| 47 | 海上升压站应急电源系统切换逻辑缺陷分析及优化            | 张少鹏 王团结 宋慧慧等 |
| 51 | 全范围模拟机开发数据协同管理                    | 冉晓隆 李程       |
| 54 | “风光+抽蓄”运行模式可再生新能源消纳研究             | 章浩 刘天慧 徐标等   |
| 56 | 电网末端风电场SVG设备高低压穿越功能改造与测试          | 李思宇 方磊 张保平等  |
| 59 | 一种无漏电流非隔离光伏并网逆变器研究                | 侯志           |
| 63 | 66 kV海上风电场用三芯XLPE绝缘海底电缆设计方案的可行性分析 | 刘鑫伟 刘娅       |

66	堆芯热功率仪表显示波动问题分析与处理	黄 灿
69	核电厂除氧器水位控制调节阀振荡问题分析	池毓凯 裘国相
71	储能应用中的BMS系统设计*	陆 凡 刘 东
75	某核电站1号发电机转子绕组对地绝缘低的原因分析及处理	张亚峰

## 电力自动化

78	基于变电运行的倒闸事故及危险点预控技术的应用探索	周慧峰
80	配网自动化建设对供电可靠性影响	陈梓坚
83	电缆故障的查找方法	王永强 安 娜
85	基于超声波信号的架空线路带电巡检技术研究	周东伟
87	CIM与IEC61850 SCL融合的配电网拓扑建模方法	朱正谊 方 磊 张冬冬
90	高压电力电缆试验方法与检测技术探讨	陈 冰
92	基于TOPSIS的电力通信网关键节点识别方法研究	赵汝英 张小飞 郑珞琳
95	基于射频检测技术的敞开式变电站局部放电监测及定位探究	胡 勇
98	变电站直流系统直流互窜事件分析*	全杰雄 温才权
101	基于配电自动化的合解环决策分析研究	靳一林 孙 健
103	6.3 kV高压电缆绝缘强度低问题分析	黄东松 孙 帅
105	一种有效发现站用电及消防系统缺陷隐患的设备运维策略	孟庆凯 潘 雄 潘晓柏等
108	基于GIS的配网非测控区故障快速定位方法的研究	王 鹏
111	电压异常数据挖掘及智能分析系统研发与应用	袁 辉 王开林 崔广巍
113	基于电力物联网的110 kV输电线路舞动监测技术研究	郭 帆 范子健 禹文卓
116	基于概率分布的低压台区线损异常原因判定方法*	张之涵 许泽宁 吕 东
120	基于LoRa的智能配电系统设计	张 洛

## 电力设备

122	电压切换装置运行分析及事故防范措施	杨顺建
124	一种利用拉绳的旁路负荷开关操作装置设计	石膏峰 肖溢鹏 谭程凯等
126	三相四线有功电能表的几种误接线计量分析	李明珠 孙苇庭 张梦瑶等
129	高压电缆户外终端状态感知与运维边缘计算分析装置的研制	严有祥 曾 麟 谢 维等
132	变电站GIS设备的故障类型及预防措施	向 宇
135	隔直装置在220 kV变电站的应用	吴小科 江浩田 上官海洋等
138	一种“三线”搭挂临时性便捷装拆隔离工具	潘自力 黄 平 陈晓枫
140	同步相量测量装置评估与测试	朱天翼 赵施阳 卢盛阳等
143	220 kV变压器高压侧断路器失灵保护的改进措施	沈立彦
145	火电厂煤场缝式煤槽给煤效率低下的原因分析及解决方案	晋奉吉 李子龙 余国民
147	开关柜凝露因素试验分析	周 渠 何建森 甘性伟等
149	10 kV高压电能质量在线监测装置技术发展趋向	张 策 韩久鹏 韩 帅等
151	抗饱和PT在变电站6 kV系统的应用	王勇煊 姜俊莉 李林卿等

## 系统解决方案

153	水电站作业人员管控和风险预控系统研发与应用	陈 新 王 林 曾 厉
156	海工系统可靠性分析及概率安全分析	张 柳 杨 铭
159	320 MW机组硼酸制备系统运行经验及改进意见	周 兵
161	基于多约束目标优化的呼伦贝尔能源基地煤电开发潜力研究	刘天慧 章 浩 季时宇
163	热处理对激光快速制造高速钢微观组织与力学性能的影响	杨一倩
165	基于大数据的协议库存预测模型的实践与应用	章光东 孙楷淇 魏 柱等
168	建筑施工用电安全问题研究	程建华 包凤永

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.22

---

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Control of Variable Slag Line of Submerged Entry Nozzle with Feedback..... YU Xiaoguang  
3 Research on Automatic Control Technology of Positive and Negative Rotation of Air Conditioner Condenser Fan in Computer Room ..... YANG Chao  
5 Development of LCI Control System Based on P320 Controller ..... WU Jiakun WU Di WANG Yang  
8 Design of Grinding Control System for Subway Grinding Car for Urban Rail ..... ZHANG Huitao  
10 Modeling and Simulation of Crane Hook Control System..... CHONG Fayou XIAO Li  
13 Control Strategy Optimization and Application of Denitration System For 1000 MW Unit .....  
..... LIU Zongkui LI Gang GAO Jianqiang et al  
16 Advanced PID Controller of Intelligent Electric Valve System ..... LI Jun WANG Hui ZHENG Shujian et al  
19 Design of Automatic Upper Air Glass Cleaning System\* ..... JIA Zhihao YANG Ying SONG Liangang et al  
22 Design and Optimization of Control Logic of Steam Discharge System in Nuclear Power Plant ..... LI Deyin PAN Jiang  
24 Design of a Mini-Intelligent RTSE Controller ..... LIU Jinmiao LIU Hui GAO Boyong et al

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 28 Development of A Special Electric Energy Analysis Module for CNC Machine Tools\*.....  
..... HUANG Di HUANG Yunying FAN Xiang  
31 Research and Design of Environmental Monitoring System for Air Cooling Island of Power Plant Units .....  
..... ZHANG Hailong  
34 Application of Face Recognition Technology in Substation Environmental Monitoring System .....  
..... ZHANG Qi YANG Zhihai ZHAN Yu et al  
37 Research on Power Equipment Safety Management Platform Based on Artificial Intelligence Technology .....  
..... WANG Chao ZHANG Xiaofeng CHEN Xi et al  
39 Application of High-Voltage Isolating Switch Opening and Closing System Based on Attitude Sensor ..... ZHU Xiaowei

### New Energy Systems and Equipment

- 42 Leak Detection Method and Optimization Measures of Condenser Heat Transfer Tubes ..... ZHAO Zhongwei  
44 Cause Analysis and Improvement Strategy of Relay Protection Misoperation of 35 kV Low Resistance Grounding System in Wind Farm ..... CHENG Jun  
47 Analysis and Optimization of Switching Logic Defects in Emergency Power Supply System in Offshore Booster Station ..... ZHANG Shaopeng WANG Tuanjie SONG Huihui et al  
51 Collaborative Management of Full-scope Simulator Development Data ..... RAN Xiaolong LI Cheng  
54 Research on Renewable Energy Consumption in "Wind Solar+ Pumped Storage" Operation Mode .....  
..... ZHANG Hao LIU Tianhui XU Li et al  
56 Transformation and Test of High and Low Voltage Crossing Function of SVG Equipment in Wind Farm at the End of Power Grid ..... LI Siyu FANG Lei ZHANG Baoping et al  
59 Research on a Leakage-free Non-isolated Photovoltaic Grid-connected Inverters ..... HOU Zhi  
63 Feasibility Analysis on the Design of 66 kV Three-core XLPE Insulation Submarine Cable for Offshore Wind Farm ..... LIU Xinwei LIU Ya  
66 Analysis and Treatment of Display Fluctuation of Core Thermal Power Meter ..... HUANG Can  
69 Analysis on Oscillation of Water Level Control Valve of Deaerator in Nuclear Power Plant .....  
..... CHI Yukai QIU Guoxiang  
71 Design of BMS System in Energy Storage Application\* ..... LU Fan LIU Dong  
75 Cause Analysis and Treatment of Low Ground Insulation of Rotor Winding of No.1 Generator in A Nuclear Power Plant ..... ZHANG Yafeng

### Power Automation

- 78 Application Exploration of Pre-Control Technology for Switching Accidents and Dangerous Points Based on Substation Operation ..... ZHOU Huifeng

- 80 Influence of Distribution Network Automation Construction on Power Supply Reliability..... CHEN Zijian  
83 Cable Fault Finding Method..... WANG Yongqiang AN Na  
85 Research on Live Line Inspection Technology of Overhead Lines Based on Ultrasonic Signals ..... ZHOU Dongwei  
87 Distribution Network Topology Modeling Method Based on the Integration of CIM and IEC61850 SCL .....  
..... ZHU Zhengyi FANG Lei ZHANG Dongdong  
90 Discussion on Test Method and Detection Technology of High Voltage Power Cable ..... CHEN Bing  
92 Research on Identification Method of Key Nodes in Power Communication Network Based on TOPSIS .....  
..... ZHAO Ruying ZHANG Xiaofei ZHENG Luolin  
95 Research on Partial Discharge Monitoring and Location of Open Substation Based on Radio Frequency Detection  
Technology ..... HU Yong  
98 Analysis of DC Inter-channeling Event in DC System of Substation\*..... QUAN Jiexiong WEN Caiquan  
101 Research on Decision-Making Analysis of Closing Loops Based on Distribution Automation ..... JIN Yilin SUN Jian  
103 Analysis of Low Insulation Strength of 6.3 kV High Voltage Cable ..... HUANG Dongsong SUN Shuai  
105 An Equipment Operation and Maintenance Strategy for Effectively Discovering Hidden Dangers of Station Power and  
Fire Protection System Defects ..... MENG Qingkai PAN Xiong PAN Xiaobo et al  
108 Research on the Fast Fault Location Method in Non-Measurement and Control Area of Distribution Network Based on  
GIS ..... WANG Peng  
111 Development and Application of Anomaly Voltage Data Mining and Intelligent Analysis System.....  
..... YUAN Hui WANG Kailin CUI Guangwei  
113 Research on 110 kV Transmission Line Galloping Monitoring Technology Based on Power Internet of Things.....  
..... GUO fan FAN Zijian YU Wenzhuo  
116 Judgment Method of Abnormal Line Loss in Low-Voltage Station Area Based on Probability Distribution\* .....  
..... ZHANG Zhihan XU Zening LV Dong  
120 Design of Intelligent Power Distribution System Based on LoRa ..... ZHANG Luo

## Electrical Equipment

- 122 Operation Analysis and Accident Prevention Measures of Voltage Switching Device..... YANG Shunjian  
124 Design of a Bypass Load Switch Operating Device Using Drawstring .....  
..... SHI Xiaofeng XIAO Yipeng TAN Chengkai et al  
126 Measurement Analysis of Several Wrong Wiring of Three-Phase Four-Wire Active Electric Energy Meter .....  
..... LI Mingzhu SUN Weiting ZHANG Mengyao  
129 Development of State Sensing and Edge Computing and Analysis Device for Outdoor Terminal of High Voltage Cable  
..... YAN Youxiang ZENG Lin XIE Wei et al  
132 Fault Types and Preventive Measures of GIS Equipment in Substation ..... XIANG Yu  
135 Application of Isolation Device in 220 kV Substation..... WU Xiaoke JIANG Haotian SHANGGUAN Haiyang et al  
138 A "Three-line" Temporary Convenient Assembly and Disassembly Isolation Tool.....  
..... PAN Zili HUANG Ping CHEN Xiaofeng  
140 Evaluation and Test of Phasor Measurement Unit ..... ZHU Tianyi ZHAO Shiyang LU Shengyang et al  
143 Improvement Measures for Failure Protection of Circuit Breaker on High Voltage Side of 220 kV Transformer .....  
..... SHEN Liyan  
145 Cause Analysis And Solution of Low Coal Feeding Efficiency of Slotted Coal Trough in Coal Yard of Thermal Power  
Plant..... JIN Fengji LI Zilong YU Guomin  
147 Test Analysis of Condensation Factors in Switchgear..... ZHOU Qu HE Jiansen GAN Xingwei et al  
149 Technical Development Trend of 10 kV High Voltage Power Quality Online Monitoring Device .....  
..... ZHANG Ce HAN Jiupeng HAN Shuai et al  
151 Application of Anti-saturation PT in 6 kV System of Substation ..... WANG Yonghuan JIANG Junli LI Linqing et al

## System Solution

- 153 Development and Application of Management and Control and Risk Pre-control System for Hydropower Station  
Operators ..... CHEN Xin WANG Lin ZENG Li  
156 Reliability Analysis and Probabilistic Safety Analysis of Marine Engineering System..... ZHANG Liu YANG Ming  
159 Operation Experience and Improvement Opinions of Boric Acid Preparation System for 320 MW Nuclear Power Unit  
..... ZHOU Bing  
161 Research on the Development Potential of Coal Power in Hulunbeir Energy Base Based on Multi-Constrained  
Objective Optimization ..... LIU Tianhui ZHANG Hao JI Shiyu  
163 Effect of Heat Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of Laser Rapid Manufacturing High Speed  
Steel ..... YANG Yiqiao  
165 Practice and Application of Agreement Inventory Forecast Model Based on Big Data .....  
..... ZHANG Guangdong SUN Kaiqi WEI Zhu et al  
168 Research on Safety of Electricity Use in Building Construction ..... CHENG Jianhua BAO Fengyong