



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)

订阅：全国各地邮局

邮发代码：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512期 2020年1月25日出版

## 目次

### 自动控制

- |    |                             |     |     |
|----|-----------------------------|-----|-----|
| 1  | 化妆品灌装线智能上瓶系统的设计和            | 蔡旺  | 王新华 |
| 5  | 断相与相序保护继电器在对开式铁水罐罐盖装置控制中的应用 |     | 张小梅 |
| 7  | 空气压缩机电气控制系统的设计              |     | 白文强 |
| 9  | 某水电站桥式起重机变频控制系统异常停机故障的检修与处理 | 刘彦良 | 赵志强 |
| 12 | 基于CMPC的纯电动车后桥驱动电机的速度控制*     | 房泽平 | 吴娜  |
| 16 | 国产PLC在博物馆中央空调改造中的应用         | 李隆田 | 潘顺平 |
| 19 | 基于隧道盾构机的消防控制系统              | 高博  | 路亚缙 |
| 22 | 基于MCGS组态软件的加热炉温控系统          |     | 王蕊  |
| 25 | 广义系统的瞬态有限时间控制               | 张涛  | 陈健  |
|    |                             |     | 王东东 |

### 人工智能与传感技术

- |    |                               |     |     |      |
|----|-------------------------------|-----|-----|------|
| 29 | 小型化电力巡检机器人的材料与控制技术研究          | 何明  | 张斌  | 李思尧等 |
| 31 | 核电站一回路氢含量异常分析                 |     | 李虹秀 | 易晋松  |
| 33 | 色谱分析法在钢铁厂新投运110 kV变压器故障诊断中的应用 |     |     | 任立新  |
| 35 | 多功能电缆路径探测技术研究                 | 黄亮  | 毛昕儒 | 杨宏等  |
| 37 | 高频脉冲振荡法在电抗器检测中的应用             |     |     | 赵荣普  |
|    |                               |     |     | 李梦滔  |
|    |                               |     |     | 陈井锐等 |
| 39 | 焊接电源监测仪的设计与实现                 | 朱福星 | 高桂革 | 曾宪文  |
| 42 | 基于光学效应的变压器油中甲烷气体光声光谱检测技术      | 邓科  | 武晓蕊 | 李佳等  |
| 45 | 液晶面板行业中卡匣基板检测装置的原理及其应用        | 王鑫  | 吴钟鸣 |      |
| 47 | 基于物联网的辉光钟系统                   | 但永平 | 李卓  | 刘伟等  |
| 49 | 基于AMP测量法的低压绝缘监测与故障定位系统应用      |     |     | 王新亮  |
| 51 | 小型仿人双足机器人步态规划与仿真分析            |     |     | 张晨曦  |

### 新能源系统与设备

- |    |                      |     |      |
|----|----------------------|-----|------|
| 54 | 风电机组涉网特性改造项目高压穿越技术方案 | 王爱伟 | 李乐为  |
| 57 | 新能源发电成本与上网电价联动趋势分析   |     |      |
|    |                      | 杨敏  | 王宝   |
|    |                      |     | 奚振乾等 |

59	一种新能源电站功率预测子站的弱耦合Web通信架构	张铁男 朱 健
63	并网逆变器改进型模型预测直接功率控制*	刘偲艳
67	插电混动汽车最优充电的动态规划方法	刘 成 储 欣
71	大规模风电无功分配策略研究综述	王俊杰

## 电力自动化

74	城区无主分布式网络备自投实例	陈 颖 王 策 张 磊等
77	220 kV REB103型母差保护校验全过程解析	张 浩 宁雅枫 钱珏臻等
80	变电站直流系统的智能备自投	王 晓 曾 国 杨 铭等
82	10 kV配电网施工质量控制	张德志
84	变电站智能工器具管理系统的设计与应用	余 银 崔元旭
86	配电网OMS调度智能成票系统的设计与应用研究	刘玉文 郑 敏 白元禄等
90	配网抢修指挥中快速研判故障方法分析	于海平 徐 玮
92	一种新型恒压型ICPT系统	胡耀明 杨鑫鑫 荆 晓
94	提高配电网零序电流保护灵敏度的方法	雷文东 李晓明 夏小军等
96	提高变电运维操作安全性的管理策略	王绍群
98	现代移动巡检系统的应用及分析	赵宪中 颜恒生 侯梓浪等
100	绝缘固定杆在10 kV配电线路带电断、接引流线技术的应用	仓国斌 陈义忠
102	一种多端柔性直流输电系统与交流主网运行方式的配合策略	林 峰
104	广东电网负荷预测误差因素分析	丁 东 杨璧瑜 丁毅强

## 电力设备

107	APS改造中的设备创新应用	赵 峰 庞海宇 秦 伟等
109	M701F4型联合循环发电机组CCS负荷指令突变问题的研究	冯 涛
111	一起SF <sub>6</sub> 断路器分闸状态下绝缘击穿故障原因分析	张 婷 刘福春
113	换流站交流滤波器电容器异常分析及改善	古智鹏 游俊良 付 冲等
116	断路器控制线圈匝间绝缘故障检测仪的研发及应用	王昭雷 赵士建
118	2016-2018年西北电网750 kV交流断路器运行情况分析	宋朝晖 李文慧 丁彬等
122	电力系统两相接地故障继电保护装置调试及分析	孟 夏 金光明 张晓春等
125	模块化组装方式下的农配线路快速抢修恢复装置的应用	刘 武 操南圣 孙涛等
127	光纤连接器拔插工具的设计及运用	施武作 廖 翼 王 涛等
129	新型10 kV铠装式开关柜CT更换小车在变电检修工作的应用	胡浩莹 张志强 郑世明等
131	基于红外测温技术的电力变压器过热故障在线监测系统	吴 斌 沈正华
134	变电一次设备的全寿命周期技术经济模型分析	张 昕

## 系统解决方案

137	电加热器故障原因分析及改进方案	闫振华
139	电力建设项目设计阶段成本控制问题与对策研究	寇世磊
141	AHP在电力建设项目风险评价中的应用	王振宇
143	电厂脱硝CEMS系统优化与改造	李 滨 杨 阳

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.2

---

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Design and Control of Intelligent Bottle Loading System in Cosmetics Filling Line ..... CAI Wang WANG Xinhua  
5 Application of Phase Failure and Phase Sequence Protection Relay in Control of Bi-parting Hot Metal Ladle Lid Device ..... ZHANG Xiaomei  
7 Design of Electrical Control System for Air Compressor ..... BAI Wenqiang  
9 Maintenance and Processing of Abnormal Shutdown Fault of Frequency Conversion Control System of Bridge Crane in a Hydropower Station ..... LIU Yanliang ZHAO Zhiqiang  
12 Speed Control of Rear Axle Drive Motor for Pure Electric Vehicles Based on CMPC\* ..... FANG Zeping WU Na  
16 Application of Domestic PLC in the Reconstruction of Museum Central Air-conditioning ..... LI Longtian PAN Shunping RAN Hao  
19 Fire Control System Based on Tunnel Shield Machine ..... GAO Bo LU Yati  
22 Temperature Control System of Heating Furnace Based on MCGS Configuration Software ..... WANG Rui  
25 Transient Finite Time Control of Singular Systems ..... ZHANG Tao CHEN Jian WANG Dongdong

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 29 Research on Materials and Control Technology of Miniaturized Power Inspection Robot ..... HE Ming ZHANG Bin LI Siyao et al  
31 Analysis of Abnormal Hydrogen Content in Primary Circuit of Nuclear Power Station ..... LI Hongxiu YI Jinsong  
33 Application of Chromatographic Analysis in Fault Diagnosis of Newly Operated 110 kV Transformer in Steel Plant ..... REN Lixin  
35 Research on Detection Technology for Multi-functional Cable Paths ..... HUANG Liang MAO Xinru YANG Hong et al  
37 Application of High Frequency Impulse Oscillating Method in Reactor Detection ..... ZHAO Rongpu LI Mengtao CHEN Jingrui et al  
39 Design and Realization of Welding Power Supply Monitor ..... ZHU Fuxing GAO Guige ZENG Xianwen  
42 Photoacoustic Spectrum Detection Technology of Methane Gas in Transformer Oil Based on Optical Effect ..... DENG Ke WU Xiaorui LI Jia et al  
45 Principle and Application of Detection Device for Cassette Substrate in LCD Panel Industry ..... WANG Xin WU Zhongming  
47 Nixie Clock System Based on Internet of Things ..... DAN Yongping LI Zhuo LIU Wei et al  
49 Application of Low-voltage Insulation Monitoring and Fault Location System Based on AMP Measurement Method ..... WANG Xinliang  
51 Gait Planning and Simulation Analysis of Small Humanoid Bipedal Robot ..... ZHANG Chenxi

### New Energy Systems and Equipment

- 54 High Voltage Ride-Through Technical Scheme of Wind Turbine Network-Related Characteristic Transformation Project ..... WANG Aiwei LI Lewei  
57 Trend Analysis of Linkage Between New Energy Generation Cost and Grid-Connected Electricity Price ..... YANG Min WANG Bao XI Zhenqian et al  
59 Weakly Coupled Web Communication Architecture for Power Prediction Substation of New Energy Power Station ..... ZHANG Tienan ZHU Jian  
63 Improved Model Predictive Direct Power Control for Grid-Connected Inverter\* ..... LIU Siyan  
67 Dynamic Programming Method for Optimal Charging of PHEV ..... LIU Cheng CHU Xin  
71 Research Review of Reactive Power Distribution Strategy for Large-Scale Wind Power ..... WANG Junjie

## Power Automation

- 74 An Instance of Urban Non-master Distributed Network Automatic Stand-by Power Switching ..... CHEN Ying WANG Ce ZHANG Lei et al
- 77 Analysis of Whole Process of 220 kV REB103 Type Bus Differential Check ..... ZHANG Hao NING Yafeng QIAN Juezhen et al
- 80 Intelligent Standby Power Automatic Switching of DC System in Substation ..... WANG Xiao ZENG Guo YANG Ming et al
- 82 Quality Control of 10 kV Distribution Network Construction ..... ZHANG Dezhi
- 84 Design and Application of Intelligent Tool Management System in Substation ..... YU Yin CUI Yuanxu
- 86 Design and Application Research of Intelligent Operation Order Generation System for OMS Dispatching in Distribution Network ..... LIU Yuwen ZHENG Min BAI Yuanlu et al
- 90 Analysis of Fast Fault Diagnosis Method in Distribution Network Emergency Repair Command ..... YU Haiping XU Wei
- 92 A Novel Constant Voltage ICPT system ..... HU Yaoming YANG Xinxin JING Xiao
- 94 Method for Improving Sensitivity of Zero Sequence Current Protection in Distribution Network ..... LEI Wendong LI Xiaoming XIA Xiaojun et al
- 96 Management Strategy to Improve the Security of Substation Operation and Maintenance Operations ..... WANG Shaoqun
- 98 Application and Analysis of Modern Mobile Inspection System ..... ZHAO Xianzhong YAN Hengsheng HOU Zilang et al
- 100 Application of Insulation Fixed Bar in 10 kV Distribution Line Live Power Cut-off and Diversion Line Technology ..... CANG Guobin CHEN Yizhong
- 102 Coordination Strategy of Multi-terminal Flexible DC Transmission System and AC Main Network Operation Mode ..... LIN Feng
- 104 Analysis of Load Forecast Error Factors in Guangdong Power Grid ..... DING Dong YANG Biyu DING Yiqiang

## Electrical Equipment

- 107 Innovative Application of Equipment in APS Transformation ..... ZHAO Feng PANG Haiyu QIN Wei et al
- 109 Research on Sudden Change of CSS Load Command of M701F4 Combined Cycle Generating Unit ..... FENG Tao
- 111 Cause Analysis of Insulation Breakdown Fault of SF<sub>6</sub> Circuit Breaker in Opening State ..... ZHANG Ting LIU Fuchun
- 113 Analysis and Improvement of AC Filter Capacitor Abnormality in Converter Station ..... GU Zhipeng YOU Junliang FU Chong et al
- 116 Development and Application of Interturn Insulation Fault Detection Instrument for Control Coils of Circuit Breaker ..... WANG Zhaolei ZHAO Shijian
- 118 Operation Analysis of 750 kV AC Circuit Breaker in Northwest Power Grid from 2016 to 2018 ..... SONG Zhaohui LI Wenhui DING Bin et al
- 122 Debugging and Analysis of Two-Phase Grounding Fault Relay Protection Device in Power System ..... MENG Xia JIN Guangming ZHANG Xiaochun et al
- 125 Application of Rapid Repair and Restoration Device of Rural Distribution Lines in Modular Assembly Mode ..... LIU Wu CAO Nansheng SUN Tao et al
- 127 Design and Application of Plug-in Tool of Optical Fiber Connector ..... SHI Wuzuo LIAO Yi WANG Tao et al
- 129 Application of New CT Replacement Trolley of 10 kV Metal-clad Switchgear in Substation Maintenance ..... HU Haoying ZHANG Zhiqiang ZHENG Shiming et al
- 131 On-line Monitoring System For Overheat Fault of Power Transformer Based on Infrared Temperature Measurement Technology ..... WU Bin SHEN Zhenghua
- 134 Analysis of the Technology and Economy Model of the Whole Life Cycle of Primary Equipment ..... ZHANG Xin

## System Solution

- 137 Cause Analysis and Improvement Schemes of Electric Heater Fault ..... YAN Zhenhua
- 139 Research on Cost Control Problems and Countermeasures in Design Phase of Electric Power Construction Projects ..... KOU Shilei
- 141 Application of AHP in Risk Evaluation in Power Construction Projects ..... WANG Zhenyu
- 143 Optimization and Transformation of Denitration CEMS System in Power Plant ..... LI Bin YANG Yang