



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:** 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

2022/8期(总第566期) 2022年4月25日出版

## 目次

### 自动控制

- 1 电液驱动船用岸电电缆输送装置电控系统设计\* 龙芬 董锐
- 3 安钢电炉精炼炉控制系统优化 王清云 王慧强 张雷等
- 6 泵站综合自动化的应用研究 居智炎 马修凤
- 9 一种分布式的告警处理方法 陶洪强 李婷婷 解凯等
- 11 乙烯精馏塔提馏段温度控制系统 王蕊
- 14 基于S7-1500 PLC的电石炉出炉机控制系统设计 刘凌夫
- 17 智能照明控制系统的设计与实现 韩兆儒 李祺颖 李涛哲
- 20 基于591全数字直流调速装置内置PID功能模块实现造纸机分部传动的负荷分配 祝建荣
- 22 秦二厂固体废物处理系统的优化改进 吴刚

### 新能源系统与设备

- 26 光伏电站增容改造工程技术分析 蔡玮
- 28 基于风水互补的微电网故障分析\* 罗云雷 王斌 刘德文等
- 31 区块链技术在分布式可再生能源电力交易中的应用与展望\* 安文 李希年 彭荣武等
- 34 基于风电接入的电力系统两阶段节能改造\* 蹇钰 邱广兰 端柯羽等
- 37 大数据技术在核电设备缺陷分析中的运用 孙儒渊
- 39 基于虚拟同步发电机的光伏发电系统惯性控制与仿真\* 许顺孝
- 43 核电站新型响应时间测量装置的研究及应用 李广桥 户滕 张骏等
- 46 基于VSG的无PLL光储并网预同步控制策略\* 沈志雨 董哲 李俊洁
- 50 基于EEMD的混合储能平抑光伏输出电压波动 杨海涛 邵天章 尹志勇
- 53 改进的模糊层次分析法在风电场集电线路方案评估中的应用 邵文妍 丁秀香
- 56 基于改进模糊度函数分区的光伏地区电压协调控制研究\* 李赫 谭为先 王振浩

### 人工智能与传感技术

- 62 五自由度机械臂的运动学建模和轨迹规划研究\* 王裕民 秦飞舟

67	基于改进模型的表面肌电信号分类方法*	朱一帆 吕东瀚 张勇
70	基于自动分类的一种智能医疗垃圾桶设计	宋永吉 李晓婷
72	基于VR的沉浸式模拟驾驶系统设计	李伟锋 王泽程 路向阳等
77	江都四站智能安防设计方案	任杰
80	一种考虑经济最优的虚拟电厂系统*	徐丹露 缪宁杰 王彬栩等

## 电力设备

83	一种适用于各种尺寸开关柜静触头的新型接地线*	陈广锡 孔晓利 阮琛奕等
85	用于高低压开关柜的手持式电动摇把的分析及设计	叶青峰 肖拥东 刘瑞芳等
87	新型便携式避雷器带电无线测试与诊断评估技术研究及应用	彭峰 刘宇 杨丹青等
90	高压避雷器在线监测仪带电更换方法研究及更换装置研制	孟晨旭 李新海 梁伟杰等
93	新型舌型压紧式接地线夹的研制及应用	孔晨华 牛炜 张建军等
96	变电站10 kV转运小车的结构改进*	尤敏 韩鹏 李雄等
98	电力电子冷却系统管路用可调节支撑装置研究	段小辉 张滢月 谢小冬等
101	空压机在电力电子水冷却系统中的应用	谢小冬 李何伟 王宇
104	一种智能融冰刀闸的研制与应用	张振 尹文阔 杨芳
108	厢式车侧帘式货物运输防护装置研制及应用	陈耀标 王晓敏 王亚祝
110	混合式直流断路器用真空机械开关及驱动电路的研发	韩伟 孟凡非 衣陈晨
114	一种W型退销器的设计	王扬 许国伟 苏奕辉等

## 电力自动化

116	基于大数据驱动的配电网故障诊断与探索性预测模型	任鞅 张无名 杨磊等
119	特高压柔性直流MMC故障子模块的高可靠旁路方法*	徐攀腾 朱博 喻文翔等
125	考虑配电变压器杂散电容效应的10 kV电缆线路分布式测距方法	张利
129	智能变电站采样数据高速插值同步方法与实现	陈从靖 霍银龙 陈新之
132	基于泛在电力物联网的无人值班变电站消防远程集中监控系统	王志磊 李华魁
134	基于VMD与HT分析的小电流接地系统故障选线技术分析	李晨
142	基于物联网技术的电能采集与控制终端和电力营销信息系统的集成与优化	罗义钊
145	小电流接地故障仿真分析及选线方法研究	李国艺 潘明 刘毅

## 系统解决方案

149	基于网源协同的300 MW机组负荷快调及综合调频技术研究	董鹏 杨柏依 李念震等
153	10 kV小电流开关柜温升试验研究与技术改进措施	李剑胜
156	高速磁浮电气仿真平台的设计	鲍旭红 唐俊同 许义景
159	卡拉奇“华龙一号”机组功率振荡原因分析	王晓琳 杨琦 费兴伟等
161	电气试验中变压器绕组错误接线的分析	周晓梅
164	华龙一号厂用保护配置及功能优化研究	游建宏 马铁军 倪群辉等
167	居住区配电工程中10 kV开关柜刀闸的选用	许磊
170	电力行业智慧能源站交直流微网系统设计研究	韩本帅 石嫔
173	基于深度学习的通流升压试验辅助系统设计	汪勤 高虎 吴旻等
176	基于改进差分进化聚类算法与电气量的电网故障诊断	吴军华 高鹏 谭华
179	重载铁路典型牵引变电所电能质量测试与评估	方鸿波

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.8

---

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Design of the Electric Control System of the Shore Power Cable Conveying Device for the Electro-hydraulic Drive Ship\* ..... LONG Fen DONG Kun
- 3 Optimization of Control System for EAF Refining Furnace in Angang ..... WANG Qingyun WANG Huiqiang ZHANG Lei et al
- 6 Application Research on Comprehensive Automation of Pumping Station ..... JU Zhiying MA Xiufeng
- 9 A Distributed Alarm Processing Method ..... TAO Hongqiang LI Tingting XIE Kai et al
- 11 Temperature Control System for Stripping Section of Ethylene Distillation Tower ..... WANG Rui
- 14 Control System Design for Calcium Carbide Furnace Discharging Machine Based on SIEMENS S7-1500 PLC ..... LIU Lingfu
- 17 Design and Implementation of Intelligent Lighting Control System ..... HAN Zhaoru LI Qiying LI Taozhe
- 20 Load Distribution of Partial Transmission of Paper Machine Based on the 591 All-digital DC Speed Control Device Built-in PID Function Module ..... ZHU Jianrong
- 22 Improvement and Optimization of Solid Waste Disposal System in Qinshan No.2 Plant ..... WU Gang

### New Energy Systems and Equipment

- 26 Technical Analysis on Capacity Expansion and Reconstruction Project of Photovoltaic Power Station ..... CAI Wei
- 28 Fault Analysis of Micro-grid Based on Wind and Hydraulic Interaction\* ..... LUO Yunlei WANG Bin LIU Dewen et al
- 31 Application and Prospect of Blockchain Technology in Distributed Renewable Energy Trading\* ..... AN Wen LI Xinian PENG Rongwu et al
- 34 Two Stage Energy Saving Transformation of Power System Based on Wind Power Access\* ..... JIAN Yu QIU Guanglan DUAN Keyu et al
- 37 Application of Big Data Technology in Defect Analysis of Nuclear Power Equipment ..... SUN Ruyuan
- 39 Inertial Control and Simulation of Photovoltaic Power Generation System Based on Virtual Synchronous Generator\* ..... XU Shunxiao
- 43 Research and Application of Response Time Measuring Device for Nuclear Power Plant ..... LI Guangqiao HU Teng ZHANG Jun et al
- 46 Pre-synchronization Control Strategy for PLL Free Optical Storage VSG Grid-connected\* ..... SHEN Zhiyu DONG Zhe LI Jiaojie
- 50 EEMD-based Hybrid Energy Storage that Suppress Fluctuations of Photovoltaic Power Output ..... YANG Haitao SHAO Tianzhang YIN Zhiyong
- 53 Application of Improved Fuzzy AHP in Scheme Assessment of Wind Farm Collecting Power Line ..... SHAO Wenyan DING Xiuxiang
- 56 Research on Voltage Coordinated Control in Photovoltaic Area Based on Improved Sensitivity-Modularity Function Partitioning\* ..... LI He TAN Weixian WANG Zhenhao

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 62 Research on Kinematics Modeling and Trajectory Planning of 5-DOF Manipulator\* ..... WANG Yumin QIN Feizhou
- 67 Classification Method of SEMG Based on Improved Model\* ..... ZHU Yifan LV Donghao ZHANG Yong
- 70 Design of an Intelligent Medical Trash Bin Based on Automatic Classification ..... SONG Yongji LI Xiaoting
- 72 Design of Immersive Driving Simulation System Based on VR ..... LI Weifeng WANG Zecheng LU Xiangyang et al
- 77 Intelligent Security Design Scheme for Jiangdu Fourth Station ..... REN Jie
- 80 A Virtual Power Plant System Considering Economic Optimum\* ..... XU Danlu MIAO Ningjie WANG Binxu et al

## Electrical Equipment

- 83 Novel Type of Grounding Wire Suitable for Static Contacts of Various Sizes of Switch Cabinets\* ..... CHEN Guangxi KONG Xiaoli RUAN Chenhuan et al
- 85 Analysis and Design of Hand-held Electric Crank for High and Low Voltage Switches ..... YE Qingfeng XIAO Yongdong LIU Ruifang et al
- 87 Research and Application of Novel Portable Live Wireless Test and Diagnostic Evaluation Technology for Lightning Arrester ..... PENG Feng LIU Yu YANG Danqing et al
- 90 Research on Live Replacement Method of On-line Monitor of High Voltage Arrester and Development of Replacement Device ..... MENG Chenxu LI Xinhai LIANG Weijie et al
- 93 Development and Application of Novel Tongue Type Pressing Grounding Wire Clamp ..... KONG Chenhua NIU Wei ZHANG Jianjun et al
- 96 Structural Improvement of 10 kV Transfer Trolley in Substation\* ..... YOU Min HAN Peng LI Xiong et al
- 98 Research on an Adjustable Support Device for Pipeline of Power Electronic Cooling System ..... DUAN Xiaohui ZHANG Yingyue XIE Xiaodong et al
- 101 Application of Air Compressor in Power Electronic Water Cooling System ..... XIE Xiaodong LI Hewei WANG Yu
- 104 Development and Application of an Intelligent Ice-melting Knife Gate ..... ZHANG Zhen YIN Wenkuo YANG Fang
- 108 Development and Application of Side Curtain Cargo Transportation Protection Device for Van ..... CHEN Yaobiao WANG Xiaomin WANG Yazhu
- 110 Research and Development of Vacuum Mechanical Switch and Driving Circuit for Hybrid DC Circuit Breaker ..... HAN Wei MENG Fanfei YI Chenchen
- 114 Design of W-type Ejector ..... WANG Yang XU Guowei SU Yihui et al

## Power Automation

- 116 Distribution Network Fault Diagnosis and Exploratory Prediction Model Based on Big Data Drive ..... REN Yang ZHANG Wuming YANG Lei et al
- 119 Highly Reliable Bypass Method for UHV Flexible DC MMC Fault Submodule\* ..... XU Panteng ZHU Bo YU Wenxiang et al
- 125 Distributed Ranging Method for 10 kV Cable Line Considering Stray Capacitance Effect of Distribution Transformer ..... ZHANG Li
- 129 High-speed Interpolation Synchronization Method and Realization of Sampled Data in Intelligent Substation ..... CHEN Congjing HUO Yinlong CHEN Xinzhi
- 132 Remote Centralized Monitoring System for Unattended Substation Fire Protection Based On Ubiquitous Power Internet of Things ..... WANG Zhilei LI Huakui
- 134 Technical Analysis of Fault Line Selection for Small Current Grounding System Based on VMD and HT Analysis ..... LI Chen
- 142 Integration and Optimization of Power Acquisition and Control Terminal and Power Marketing Information System Based on Internet of Things Technology ..... LUO Yizhao
- 145 Research on Line Selection Method and Analysis of Small Grounding Fault Simulation ..... LI Guoyi PAN Ming LIU Yi

## System Solution

- 149 Research on Fast Load Regulation and Comprehensive Frequency Regulation Technology of 300 MW Units Based on Network-Source Coordination ..... DONG Peng YANG Boyi LI Nianzhen et al
- 153 Research on Temperature-rise Test and Technical Improvement Measures of 10 kV Small Current Switchgear ..... LI Jiansheng
- 156 Design of the High-Speed Maglev Electrical Simulation Platform ..... BAO Xuhong TANG Juntong XU Yijing
- 159 Cause Analysis of Power Oscillation of Karachi HPR1000 ..... WANG Xiaolin YANG Qi FEI Xingwei et al
- 161 Analysis of Wrong Wiring of Transformer Winding in Electrical Test ..... ZHOU Xiaomei
- 164 Study on Configuration and Function Optimization of Plant Protection for HPR100 ..... YOU Jianhong MA Tiejun NI Qunhui et al
- 167 Selection of 10 kV Switch Cabinet Blade in Residential Area Power Distribution Project ..... XU Lei
- 170 Design and Research on AC-DC Microgrid System of Intelligent Energy Station in Power Industry ..... HAN Benshuai SHI Pin
- 173 Design of an Auxiliary System for Injecting Current and Applying Voltage Based on Deep Learning ..... WANG Qin GAO Hu WU Min et al
- 176 Power Grid Fault Diagnosis Based on Improved Differential Evolution Clustering Algorithm and Electrical Quantities ..... WU Junhua GAO Peng TAN Hua
- 179 Power Quality Test and Evaluation for Typical Traction Substation of Heavy Haul Railway ..... FANG Hongbo