



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

2022/16期(总第574期) 2022年8月25日出版

## 目次

### 自动控制

- 1 密闭式纯水冷却设备切泵过程水力特性研究 肖佳伟 张辉亮 段小辉等
- 6 基于Simulink的动态矩阵预测控制算法在电厂中的应用研究\* 李艳萍 胡洋 刘佳君等
- 10 磁悬浮支撑转子系统PID寻优控制\* 戴建兴 安跃军 安辉等
- 16 基于ATO模式轨道站台门控制系统设计 刘先振 雍盛贵 马乾
- 19 600 MW机组高压加热器导波雷达液位计的应用 柴赞
- 21 总磷总氮在线分析仪系统设计 徐光建 刘先振 雍盛贵

### 人工智能与传感技术

- 24 基于AI技术的电力生产管理自动化系统研究 陈学伟 王伟 田新成等
- 27 全自动驾驶模式下的综合监控系统改造 胡信超 赵玉才
- 30 基于人工智能的配电室智能管理系统设计 李波
- 33 并联电容器母线电流在线监测传感器关键技术研究\* 赵东生 黄缙华 尚观远等
- 37 基于智能图像分析的变电设备状态识别技术研究\* 李虎舜 陈富国 陈亮

### 新能源系统与设备

- 42 基于全寿命周期成本的光伏+储能投资效益分析 赵淑敏 陈俊
- 46 用于促进新能源消纳的最低运行成本优化调度方法 孙峰 赵清松 袁鹏等
- 49 分布式光伏发电系统设计 王雷 韩磊 杨涛
- 51 基于分布式风电的10 kV线路低电压治理 刘旭鹏 马楠 李海波等
- 54 基于扰动观察法的光伏MPPT技术的仿真分析\* 赵梦珏
- 57 基于DFIG风电机电系统频率波动特征的惯性动态响应控制策略\* 杨涛
- 61 基于RCNN-SVR组合模型短期风电功率预测 欧旭鹏 任涛 张亮等
- 66 基于层次分析法分布式光伏经营模式分析 邵焯楠 晏阳 汪曦等
- 68 工业厂区建设光伏发电项目的探索及应用 刘英飞 刘强
- 71 基于弃新能源惩罚成本的分段函数式计算方法 王海亮 代璐 陈兆乐等
- 74 水风光一体化开发的研究现状及必要性分析 余瑶
- 77 不同DFIG接入比的并网系统暂态稳定性分析\* 匡洪海 王凯 常宇瑞等

## 电力设备

- 81 一种应用于机载供电的新型两级三相PFC设计
- 85 机场航站楼柴油发电机组工程的实施
- 87 基于单片机的激光粉尘分析仪的设计
- 89 一种带电作业用快速固定绝缘包毯设计
- 91 基于Multisim的多功能数字钟设计
- 94 开关柜防倾倒转运车的研制
- 97 一种带电接分段引线辅助绝缘装置
- 99 基于状态检修模式下SF<sub>6</sub>断路器管理分析
- 102 SOC芯片内置液晶驱动模块应用探讨
- 105 HDB-5型液压碟簧机构频繁打压缺陷分析及处理
- 108 SiPM信号放大电路仿真研究
- 112 500 kV电容式电压互感器受潮故障原因
- 116 一种配网旁路作业辅助装置
- 119 基于Creo二次开发的电气柜自动布线数字化设计

- 李永 黄超 游富淋
- 宋胜利
- 雍盛贵 徐光建 陈冲等
- 刘欣宇
- 杨雨潇 高翔
- 朱亮亮 张永熙 于一三等
- 王俊豪 闫坤 赵品贤等
- 潘中伟 黄建波 文武甲
- 尹章专 卢玉凤 司浩天等
- 朱瑞超 吴晓彬 李轩
- 张菁 任熠 王建飞等
- 王波
- 闫坤 王俊豪 赵品贤等
- 马忠明 冯新颖 李存超

## 电力自动化

- 123 基于卫星定位技术的输电线路弧垂观测施工工法与应用\*
- 127 智慧能源站一体化监控平台研究与应用
- 130 网络安全监测在变电站监控系统中的应用研究
- 134 某电厂机组主变差动保护误启动事件分析
- 136 考虑机组最优排序的电力系统动态经济调度
- 140 继电保护装置单板自动测试系统及方法
- 144 开关量信号输出电路和控制方法的研究与应用
- 147 一种基于特征工程的变电站指针式表计识别算法

- 韩启云 焦剑 王军龙等
- 刘胜利 彭博 曾文珺等
- 赵中华 马莉
- 王鑫 魏彦勋 沈晓晖
- 田程 张飞 任晓颖等
- 薛冬 丁琳 吴焱等
- 刘勇 汪亮 邹志强等
- 郭嘉华 刘希喆

## 系统解决方案

- 150 地质雷达在城市地下管线探测中的应用\*
- 153 一种无害化智能灭鼠装置的研制及应用
- 155 “双碳”目标下的核电电力市场差分进化算法竞价策略
- 159 石化企业10 kV配电系统小电阻接地的应用
- 162 单母线分段合环操作的关键点
- 164 设备蓄电池运行监测系统
- 166 变频电源在海上油气平台电网中的应用
- 168 640 MW发电机定子绕组接地故障分析及其改进措施
- 171 一种车辆段停送电安全管控解决方案
- 174 油浸式变压器油温控制方法研究
- 177 高原电气化铁路牵引变电所接地安全测试评估与分析
- 180 DL/T 860客户端调试软件的设计和实现
- 183 利用开关柜二次仪表室的新型二次电缆敷设方法
- 186 低压台区的同期线损管理及降损策略
- 189 风电场35 kV集电线路自然融冰闪络故障分析

- 刘入源 叶唐进 张宇等
- 王建山 付君 丁伟等
- 王海帝 李思成 魏云冰
- 李晨
- 周新强 翟涛
- 黎长富 陈旭 杨一文等
- 徐正海 万光芬 李国香等
- 屈少平 张庆力 胥高升
- 蔡必波
- 雷剧璋
- 邢挺 卜建英 刘丽洲
- 黄伟 李忠安
- 曹云强 杜王毅
- 杨道 赵建设 刘丁华
- 师威浩 王立明 高俊磊

# ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.16

---

## CONTENTS

### Automatic Control

- 1 Study on Hydraulic Characteristics of Closed Pure Water-Cooling System During Pump Cutting Process ..... XIAO Jiawei ZHANG Huiliang DUAN Xiaohui et al
- 6 Application of Dynamic Matrix Predictive Control Algorithm in Power Plants Based on Simulink\* ..... LI Yanping HU Yang LIU Jiajun et al
- 10 PID Optimal Control of Magnetically Suspended Rotor System\* ..... DAI Jianxing AN Yuejun AN Hui et al
- 16 Design of Control System for Rail Platform Door Based on ATO Mode ..... LIU Xianzhen YONG Shenggui MA Qian
- 19 Application of Guided Wave Radar Level Gauge in High Pressure Heater of 600 MW Unit ..... CHAI Yun
- 21 System Design of Total Phosphorus and Total Nitrogen Online Analyzer ..... XU Guangjian LIU Xianzhen YONG Shenggui

### Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 24 Research on Automation System of Electric Power Production Management Based on AI Technology ..... CHEN Xuewei WANG Wei TIAN Xincheng et al
- 27 Transformation of ISCS in Fully Automatic Driving Mode ..... HU Xinchao ZHAO Yucai
- 30 Design of Intelligent Management System for Power Distribution Room Based on Artificial Intelligence ..... LI Bo
- 33 Research on Key Technology of On-line Monitoring Sensor for Shunt Capacitor Bus Current\* ..... ZHAO Dongsheng HUANG Jinhua SHANG Guanyuan et al
- 37 Research on Status Recognition Technology of Substation Equipment Based on Intelligent Image Analysis\* ..... LI Hunao CHEN Fuguo CHEN Liang

### New Energy Systems and Equipment

- 42 Benefit Analysis of Photovoltaic + Energy Storage Investment Based on Life Cycle Cost ..... ZHAO Shumin CHEN Jun
- 46 Optimal Scheduling Method for Least Operating Cost for Promoting the Consumption of New Energy ..... SUN Feng ZHAO Qingsong YUAN Peng et al
- 49 Design of Distributed PV Energy System ..... WANG Lei HAN Lei YANG Tao
- 51 Low Voltage Management of 10 kV Line Based on Distributed Wind Power ..... LIU Xupeng MA Nan LI Haibo et al
- 54 Analysis and Simulation of Photovoltaic MPPT Based on Disturbance Observation Method\* ..... ZHAO Mengjue
- 57 Inertia Dynamic Response Control Strategy Based on Frequency Fluctuation Characteristics of DFIG Wind Turbine System\* ..... YANG Tao
- 61 Short-term Wind Power Prediction Based on RCNN-SVR Combined Model ..... OU Xupeng REN Tao ZHANG Liang et al
- 66 Analysis of Distributed Photovoltaic Business Model Based on Analytic Hierarchy Process ..... SHAO Yanan YAN Yang WANG Xi et al
- 68 Exploration and Application of Photovoltaic Power Generation Project in Industrial Plant Area ..... LIU Yingfei LIU Qiang
- 71 Piecewise Functional Calculation Method Based on the Penalty Cost of Abandoning New Energy ..... WANG Hailiang DAI Lu CHEN Zhaole et al
- 74 Research Status and Necessity Analysis of Hydro-Wind-Solar Integrated Development ..... SHE Yao
- 77 Transient Stability Analysis of Grid Connected System with Different DFIG Access Ratio\* ..... KUANG Honghai WANG Kai CHANG Yurui et al

### Electrical Equipment

- 81 A Two-stage Three-Phase PFC Applied to Aircraft Power Supply ..... LI Yong HUANG Chao YOU Fulin
- 85 Implementation of Diesel Generator Set Project in Airport Terminal ..... SONG Shengli
- 87 Design of Laser Dust Monitor Based on MCU ..... YONG Shenggui XU Guangjian CHEN Cong et al
- 89 Design of Fast-fixed Insulating Blanket for Live Working ..... LIU Xinyu

91	Design of Multifunctional Digital Clock Based on Multisim .....	YANG Yuxiao GAO Xiang
94	Development of Anti-dumping Transfer Vehicle for Switch Cabinet .....	ZHU Liangliang ZHANG Yongxi YU Yisan et al
97	An Auxiliary Insulation Device for Live Connection Sectional Lead .....	WANG Junhao YAN Kun ZHAO Pinxian et al
99	Management Analysis of SF <sub>6</sub> Circuit Breaker Based on Condition-based Maintenance Mode .....	PAN Zhongwei HUANG Jianbo WEN Wujia
102	Discussion on the Application of SOC Chip Built-in Liquid Crystal Drive Module .....	YIN Zhangzhuan LU Yufeng SI Haotian et al
105	Analysis and Treatment of Frequent Pressure Defects of HDB-5 Hydraulic Disc Spring Mechanism .....	ZHU Ruichao WU Xiaobin LI Xuan
108	Research on Simulation of SiPM Signal Amplifying Circuit .....	ZHANG Jing REN Yi WANG Jianfei et al
112	Reasons for 500 kV Capacitive Voltage Transformer Damped Fault .....	WANG Bo
116	A Kind of Auxiliary Device for Bypass Operation of Distribution Network .....	YAN Kun WANG Junhao ZHAO Pinxian et al
119	Digital Design of Electrical Cabinet Automatic Wiring Based on Creo Secondary Development .....	MA Zhongming FENG Xinying LI Cunchao

## Power Automation

123	Construction Method and Application of Transmission Line Sag Observation Based on Satellite Positioning Technology* .....	HAN Qiyun JIAO Jian WANG Junlong et al
127	Research and Application of Integrated Monitoring Platform for Smart Energy Stations .....	LIU Shengli PENG Bo ZENG Wenjun et al
130	Application of Network Security Monitoring in Substation Monitoring System .....	ZHAO Zhonghua MA Li
134	Analysis of Misstartup Event of Differential Protection of Main Transformer in a Power Plant .....	WANG Xin WEI Yanxun SHEN Xiaohui
136	Dynamic Economic Dispatch of Power System Considering Optimal Unit Scheduling .....	TIAN Cheng ZHANG Fei REN Xiaoying et al
140	Single Board Automatic Test System and Method for Relay Protection Device .....	XUE Dong DING Lin WU Yan et al
144	Research and Application of Switching Quantity Signal Output Circuit and Control Method .....	LIU Yong WANG Liang ZOU Zhiqiang et al
147	Substation Pointer Meter Identification Algorithm Based on Feature Engineering .....	GUO Jiahua LIU Xizhe

## System Solution

150	Application of Ground Penetrating Radar in Urban Underground Pipeline Detection* .....	LIU Ruyuan YE Tangjin ZHANG Yu et al
153	Manufacture and Application of a Harmless Intelligent Rodent Control Device .....	WANG Jianshan FU Jun DING Wei et al
155	Bidding Strategy of Differential Evolution Algorithm in Nuclear Power Market under the Goal of "Double Carbon" .....	WANG Haidi LI Sicheng WEI Yunbing
159	Application of Low Resistance Grounding in 10 kV Distribution System in Petrochemical Enterprises .....	LI Chen
162	Key Points of Single Bus Section Closing Operation .....	ZHOU Xinqiang ZHAI Tao
164	Equipment Storage Battery Operation Monitoring System .....	LI Changfu CHEN Xu YANG Yiwen et al
166	Application of Variable Frequency Power Supply in Offshore Oil and Gas Platform Power Grid .....	XU Zhenghai WAN Guangfen LI Guoxiang et al
168	Analysis of Grounding Fault of Stator Winding of a 640 MW Generator and Its Improvement Measures .....	QU Shaoping ZHANG Qingli XU Gaosheng
171	A Safe Management and Control Solution for Power Shutdown and Transmission in Depot .....	CAI Bibo
174	Research on Oil Temperature Control Method of Oil-immersed Transformer .....	LEI Juzhang
177	Evaluation and Analysis of Grounding Safety Test for Traction Substation of Plateau Electrified Railway .....	XING Ting BU Jianying LIU Lizhou
180	Design and Implementation of DL/T 860 Client Software .....	HUANG Wei LI Zhongan
183	Novel Cable Laying Method Using the Instrument Room in Switch Cabinet .....	CAO Yunqiang DU Wangyi
186	Synchronous Line Loss Management and Loss Reduction Strategy in Low Voltage Station Area .....	YANG Xiao ZHAO Jianshe LIU Dinghua
189	Fault Analysis of Wind Farm 35 kV Current Collecting Line Flashover Caused by Natural Ice Melting .....	SHI Weihao WANG Liming GAO Junlei