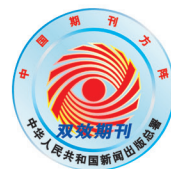


电工技术

ELECTRIC ENGINEERING



2022/20

CHINT

正泰仪表

4大提升

计量
更精准

安装
更便捷

外观
更新颖

绿色
节能

电能表/数显表/导轨表



正泰系列 **领先每一步**
仪表系列产品 **可靠新高度**

浙江正泰仪器仪表有限责任公司 400-817-7777 <http://im.chint.com>

ISSN 1002-1388



9 771002 138220



欢迎关注正泰仪表官方微信



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

2022/20期(总第578期) 2022年10月25日出版

目次

自动控制

- 1 基于矩阵不等式的电力系统混沌振荡鲁棒模糊控制研究*
叶剑涛 李宾宾 陈艺等
- 4 基于PLC的煤矿井下自动控制排水系统设计*
杨鹏里 郭刚 谢晓东
- 7 基于PLC和变频器的异步电机闭环调速系统*
程国栋
- 9 太阳能热泵能效测试研究*
周桐 吴振奎
- 13 基于模糊控制的氧化稀土浓度控制研究
尚海 王新春
- 16 SSD590全数字直流调速装置在糖厂输蔗机上的应用
祝建荣 岑跃
- 20 基于STM32的货车钩高测量装置的设计与优化*
杨锐哲 李爱莲 解韶峰
- 24 舰载三轴RCS测量设备伺服稳定设计
吴德军 王志宏
- 27 循环水泵变频节能改造的研究及应用*
李庆义 李福超 姚辉勇等
- 30 基于复合控制的变频压缩机负载扰动抑制
吴登照 刘慧博 雄浩名
- 33 磁悬浮轴承控制研究综述
卫朝阳

新能源系统与设备

- 36 基于SVM和决策树的动力电池寿命预测方法*
吕强 刘彩秋 何文刚等
- 39 分布式光伏补贴政策及电价研究
汪婷婷 王孟邻 黄增武
- 42 从负荷需求分析天然气分布式能源站装机方案
武云鹏 秦渊
- 45 基于混合储能的光伏微电网协调控制策略
祝龙记 郁子扬
- 49 新能源风光发电预测技术进展综述
高贵刚
- 53 基于相似性度量的风功率数据填补方法*
任子昱 刘景霞
- 56 基于Kmeans-SSA-LSSVM的光伏短期功率预测
周俊龙 田恒源
- 59 关于光伏电站直流汇流箱故障研究
程乐 孙鹏程 席瑞等
- 61 基于有限元和结构力学求解器方法的光伏固定支架结构承载力分析*
于方舟 刘屹然 李栋等
- 65 超级电容与双电源控制器组合装置的研制与测试*
贺建华 王励琛
- 69 基于深度学习的风电场短期功率预测*
刘璐 葛丽娟 李攀峰等

人工智能与传感技术

- 72 STM32单片机小车及其所搭载的线圈电磁炮设计*
林若萌 陈浩 黄栋如等
- 76 面向高空高压线路的带电作业机器人
张剑 李鑫 程翔等

79	一种采用等弧度绕线方式的放电监测传感器设计及应用	王双喜	唐家宾	颜斌等
83	基于物联网技术的隧道照明设备状态监测系统			孙文莉
87	基于BP神经网络的电抗器铁心柱轴向松动诊断*	陈梁远	黎大健	余长厅等
91	变电站接地装置的无人机自动巡检技术应用研究*	冯乙峰	张方峥	陆运全等
94	车辆段作业人员定位跟踪技术比较与分析			吴宝存
96	基于迁移学习的架空电力线路螺栓状态分类方法研究			李学渊

电力设备

100	整片单管式散热翅片冷却器效率降低的原因分析及处理	王鑫	韩文轩	陆奕丞等
103	城市轨道交通场段异常轨电位研究			李富强
106	直流换流阀母线接头发热研究与治理	王康	马元社	姚舒
109	声磁同步电缆故障定位中背景噪声抑制技术		王建华	贺瑞斌
112	330 MW机组脱硫设备检修及技术改造			何磊
115	基于VR技术的变电站一次设备故障分类方法	王思思	朱琛	刘小花等
118	基于滤波绕组的牵引变压器谐波抑制技术*	黄杰	聂蓉	陈湘令等

电力自动化

121	基于动态建模的低代码检修管理平台实现方案	周宁	张锦斌	胡川等
125	换流站交流滤波器选相分合闸状态监视方法			黎剑波 周宇聪
128	电动公交车充电站规划和充电策略研究			孙宇乐
133	RBF神经网络的关口计量装置故障诊断方法研究*	刘月骁	陆翔宇	李蕊等
137	基于电流注入法的小电流接地选线零序电流互感器二次回路的自动监测系统	张弘	石峥	王洋等
140	基于状态互监测的变电站远动通信可靠性提升方案设计与实现		蒋文辉	梁博 席禹
144	分散控制系统控制器传热分析及设计*	任晨曦	咸光全	张晓波等
149	基于分布式并行计算的电力系统不良数据识别方法	冷迪	邱子良	黄建华等
152	基于Android平台的配网无功补偿计算软件*	肖建华	罗苑萍	刘冬明等
155	考虑多种因素的短期电力负荷预测方法研究			文天依
158	基于“云边端”一体化系统的变电站现场高压设备在线监测方法	王英林	付佳宇	陶蕾
163	一种配变终端自动检测系统研制及应用	孙迅雷	吴梦超	杨旭凯等
167	基于人工智能的配电网设备负载预测分析系统			姜宇琦
170	基于幂-指数趋近率的三相PWM整流器滑模控制方法研究	徐鹏	付文聪	但远宏等
175	基于三相四桥臂的不均衡负载逆变仿真分析		豆童童	邱楠 孔德贺

系统解决方案

179	机械法地铁联络通道技术体系研究			陶艺冰	郝彩梦
181	地铁直流保护测试系统的研究与设计				郑芬
184	循环水泵自润滑一体过滤装置改造	孙宝宝	邢广华	张乘瑞等	
186	基于人工补偿功率的功率因数监测方案及应用展望	何铭潮	林炳城	谢金莲等	
189	基于工程深度指示算法的锂电池生产模型的构建与优化*		吕强	王颖超	何文刚
193	500 kV变电站主变压器水喷雾设计*	李静	张旭	滕驰等	
196	某抽水蓄能电站500 kV变压器高压套管末屏故障分析与处理	高学洪	高从闯	黄艳等	
198	VVER堆型主管道自动焊工艺研究	周丽君	罗静	张双健等	
201	县级供电企业台区运维服务一体化模式构建与实践	王银山	高鑫元	赵昱博等	
204	基于容错机制的电力系统故障诊断方法研究	白宇	王云飞	刘艳茹等	
208	多出线并发故障解决方案研究	向莉华	陈策富	王薛冬等	
213	基于FFT的电力谐波分析方法	黄冬梅	唐志涛	张晋轩等	
217	牵引变电所群贯通供电系统混合储能方案能量管理研究*		杜荣	雷万良	钱照国

ELECTRIC ENGINEERING

(Automatic Control) No.20

CONTENTS

Automatic Control

- 1 Research on Robust Fuzzy Control of Power System Chaotic Oscillation Based on Matrix Inequality* YE Jiantao LI Binbin CHEN Yi et al
4 Design of Automatic Drainage System in Coal Mine Based on PLC* YANG Pengli GUO Gang XIE Xiaodong
7 Closed-loop Speed Regulation System for Asynchronous Motor Based on PLC and Frequency Converter* CHENG Guodong
9 Research on Energy Efficiency Test of Solar Heat Pump* ZHOU Tong WU Zhenkui
13 Study on Concentration Control of Rare Earth Oxide Based on Fuzzy Control SHANG Hai WANG Xinchun
16 Application of SSD590 All-digital DC Speed Regulating Device in Sugar Mill Cane Conveyor ZHU Jianrong CEN Yue
20 Design and Optimization of Coupler Height Measuring Device Based on STM32* YANG Ruizhe LI Ailian XIE Shaofeng
24 Design of Servo System for Shipborne Three Axis RCS Measuring Equipment WU Dejun WANG Zhihong
27 Research and Application of Frequency Conversion Energy-saving Reconstruction of Circulating Water Pump* LI Qingyi LI Fuchao YAO Huiyong et al
30 Load Disturbance Suppression of Inverter Compressor Based on Composite Control WU Dengzhao LIU Huibo LUO Haoming
33 Survey of Magnetic Bearing Control WEI Zhaoyang

New Energy Systems and Equipment

- 36 Power Battery Life Prediction Method Based on SVM and Decision Tree* LV Qiang LIU Caiqiu HE Wengang et al
39 Research on Subsidy Policy and Price of Distributed Photovoltaic WANG Tingting WANG Menglin HUANG Zengwu
42 Analysis of Installation Scheme of Natural Gas Distributed Energy Station from Load Demand WU Yunpeng QIN Yuan
45 Coordinated Control Strategy of Photovoltaic Microgrid Based on Hybrid Energy Storage ZHU Longji YU Ziyang
49 Review of the Progress in Forecasting Technology for New Energy Wind and Solar Power Generation GAO Guigang
53 Wind Power Data Filling Method Based on Similarity Measurement* REN Ziyu LIU Jingxia
56 PV Short-Term Power Prediction Based on Kmeans-SSA-SVM ZHOU Junlong TIAN Hengyuan
59 Research on the Fault of DC Combiner Box in Photovoltaic Power Station CHENG Le SUN Pengcheng XI Rui et al
61 Bearing Capacity Analysis of Photovoltaic Fixed Bracket Structure Based on Finite Element and Structural Mechanics Solver Method* YU Fangzhou LIU Yiran LI Dong et al
65 Research and Test of the Combination Device of Super Capacitor and Dual Power Supply Controller* HE Jianhua WANG Lichen
69 Short-term Power Prediction of Wind Farm Based on Deep Learning* LIU Lu GE Lijuan LI Panfeng et al

Artificial Intelligence and Sensing Technology

- 72 Design of the STM32 Microcontroller Trolley and Its Coil Electromagnetic Gun* LIN Ruomeng CHEN Hao HUANG Liru et al
76 Live Working Robot for High-altitude and High-voltage Lines ZHANG Jian LI Xin CHENG Xiang et al
79 Design and Application of a Discharge Monitoring Sensor with Equal Arc Winding Mode WANG Shuangxi TANG Jiabin YAN Bin et al
83 Condition Monitoring System of Tunnel Lighting Equipment Based on Internet of Things Technology SUN Wenli
87 Fault Diagnosis of Axial Looseness of Reactor Core Column Based on BP Neural Network* CHEN Liangyuan LI Dajian YU Changting et al
91 Application Research of Unmanned Aerial Vehicle Automatic Inspection Technology for Substation Grounding Device* FENG Yifeng ZHANG Fangzheng LU Yunquan et al
94 Comparison and Analysis of Locating and Tracking Techniques for Operators in Metro Depot WU Baocun
96 Research on Bolt State Classification Method of Overhead Power Line Based on Transfer Learning LI Xueyuan

Electrical Equipment

- 100 Cause analysis and Treatment of Efficiency Reduction of Integral Single Tube Fin Cooler WANG Xin HAN Wenxuan LU Yicheng et al

- 103 Study on Abnormal Rail Potential in Urban Rail Transit Depots LI Fuqiang
 106 Research and Treatment of Heating of Bus Joint of DC Converter Valve WANG Kang MA Yuanshe YAO Shu
 109 Background Noise Suppression Technology in Cable Fault Location of Acoustic-Magnetic Synchronous Method
 WANG Jianhua HE Ruibin
 112 Maintenance and Technical Transformation of 330 MW Unit Desulfurization Equipment HE Lei
 115 Fault Classification Method of Primary Equipment in Substation Based on VR Technology
 WANG Sisi ZHU Chen LIU Xiaohua et al
 118 Harmonic Suppression Technology for Traction Transformer Based on Integrated Filter Windings*
 HUANG Jie NIE Rong CHEN Xiangling et al

Power Automation

- 121 Implementation Scheme of Maintenance Management Platform with Less Code Based on Dynamic Modeling
 ZHOU Ning ZHANG Jinbin HU Chuan et al
 125 Monitoring Method for the Status of Phase-selection Switching of AC Filters in Converter Station
 LI Jianbo ZHOU Yucong
 128 Research on Charging Station Planning and Charging Strategy of Electric Bus SUN Yule
 133 Research on Fault Diagnosis Method for Gateway Metering Device Based on RBF Neural Network*
 LIU Yuexiao LU Xiangyu LI Rui et al
 137 An Automatic Monitoring System for the Secondary Circuit of the Zero-Sequence Current Transformer of the Small
 Current Grounding Line Selection Based on the Current Injection Method
 ZHANG Hong SHI Zheng WANG Yang et al
 140 Design and Implementation of Substation Telecontrol Communication Reliability Improvement Scheme Based on
 Status Mutual Monitoring JIANG Wenhui LIANG Bo XI Yu
 144 Heat Transfer Analysis and Design of Distributed Control System Controller*
 REN Chenxi XIAN Guangquan ZHANG Xiaobo et al
 149 A Method for Identifying Bad Data in Power System Based on Distributed Parallel Computing
 LENG Di QIU Ziliang HUANG Jianhua et al
 152 Distribution Network Reactive Power Compensation Calculation Software Based on Android*
 XIAO Jianhua LUO Yuanping LIU Dongming et al
 155 Research on Short-term Power Load Forecasting Method Considering Multiple Factors WEN Tianyi
 158 On-line Monitoring Method of On-site High Voltage Equipment in Substation Based on "Cloud Edge End" Integrated
 System WANG Yinglin FU Jiayu TAO Lei
 163 Development and Application of Automatic Detection System for Distribution Transformer Terminal
 SUN Xunlei WU Mengchao YANG Xukai et al
 167 Distribution Network Equipment Load Forecasting and Analysis System Based on Artificial Intelligence JIANG Yuqi
 170 Research on Sliding Mode Control Method of Three-phase PWM Rectifier Based on Power Exponential Reaching
 Rate XU Peng FU Wencong DAN Yuanhong et al
 175 Simulation Analysis of Unbalanced Load Inverter Based on Three-phase Four Leg
 DOU Tongtong QIU Nan KONG Dehe

System Solution

- 179 Research on Technical System of Mechanic Method for Subway Communication Channel TAO Yibing HAO Caimeng
 181 Research and Design of Metro DC Protection Test System ZHENG Fen
 184 Reformation of Self-lubricating Integrated Filtration Device for Circulating Water Pump
 SUN Baobao XING Guanghua ZHANG Chengrui et al
 186 Power Factor Monitoring Scheme and Application Prospect Based on Manual Compensation Power
 HE Mingchao LIN Bingcheng XIE Jinlian et al
 189 Construction and Optimization of Lithium Battery Production Model Based on Engineering Depth Indication
 Algorithm* LV Qiang WANG Yingchao HE Wengang
 193 Design of the Water Spray System for the Main Transformers in a 500 kV Substation*
 LI Jing ZHANG Xu TENG Chi et al
 196 Fault Analysis and Treatment of High Voltage Bushing End Screen of 500 kV Transformer in a Pumped-storage Power
 Station GAO Xuehong GAO Congchuang HUANG Yan et al
 198 Research on Automatic Welding Process of VVER Reactor Main Pipeline
 ZHOU Lijun LUO Jing ZHANG Shuangjian et al
 201 Construction and Practice of the Integrated Mode of Operation and Maintenance Services in the County-level Power
 Supply Enterprises WANG Yinshan GAO Xinyuan ZHAO Yubo et al
 204 Research on Power System Fault Diagnosis Based on Fault Tolerance BAI Yu WANG Yunfei LIU Yanru et al
 208 Study on Solution of Simultaneous Fault with Multiple Outlines XIANG Lihua CHEN Cefu WANG Xuedong et al
 213 Power Harmonic Analysis Based on FFT HUANG Dongmei TANG Zhitao ZHANG Jinxuan et al
 217 Research on Hybrid Energy Storage Scheme and Energy Management of Interconnected Power Supply System of
 Traction Substation Group* DU Ying LEI Wanliang QIAN Zhaoguo