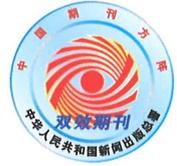


电工技术

ELECTRIC ENGINEERING



2020/20

CHNT

正泰仪表

4大提升

计量
更精准

外观
更新颖

安装
更便捷

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 138206



欢迎关注正泰仪表官方微信



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	张镜议
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，若没有特别声明，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530期 2020年10月25日出版

目次

自动控制

- 基于STM32的步进电机精准控制算法在切割机中的应用*
王晓峰 吕东瀚 范智浩
- 基于深度学习的电厂脱硝优化算法在工控机中的实现
朱谦 李磊 王涛等
- ET200S在航空滑油泵试验台的应用
王剑 胡协桂 丁龙等
- 基于单片机雨天自动关窗器的设计
伍春霞
- 基于PLC的游乐设施远程监控系统
韩喆 司晓霞
- 智能仿真建模技术在机场行李处理系统运行中的应用与研究
徐皞
- 西霞院水电站机组备用水源变频器控制系统改造
刘学鸽 屈伟强 张延智等
- 某研究堆考验回路DCS系统的设计与应用
金阳 覃甫军 李昌顺等
- 安全稳定控制系统在海南昌江核电的应用
韩瑜 赵江

人工智能与传感技术

- 基于改进Dijkstra算法的机器人路径规划研究
郭梦诗 史腾飞
- 燃煤电厂风速在线测量装置改造及应用
阴玉清
- 非局部均值算法在非接触式互动控制系统中的应用*
吉春波 赵晨希 余雷
- 基于NB-IoT技术的智慧停车验证平台设计*
张瑞怡 彭一梅 丁禾玥等
- 基于低功耗广域网技术的配电室设备温度在线监测系统研究
王虎森 程浩 马运亮
- 基于探地雷达法的变电站地下管线探测与识别技术研究
李靖翔 赵明 赖皓等

新能源系统与设备

- 基于层次分析法的电动汽车调度方法研究
陆牧君 王佳乐 杨嘉贤等
- 一种BMS对磷酸铁锂SOC修正策略设计
陈涛
- 浙江某数据中心天然气分布式能源供冷系统设计
李志统 刘靓侃 李忠

电力自动化

- | | | |
|----|-----------------------------|--------------|
| 44 | 一起10 kV间隔PT断线告警故障分析 | 张丹 |
| 46 | 行波法在高压输电线路故障定位检测中的应用 | 柏亭潇 张斌 董洪智等 |
| 48 | 基于随机森林算法的电力调度对象技能等级算法模型构建 | 王纪旋 王文林 |
| 50 | 刀闸辅助触点故障引起母差保护异常的分析 | 宁日红 |
| 52 | 10 kV母线电压信号异常分析 | 黄展 |
| 54 | 对一起110 kV变电站主变故障的分析 | 彭明洋 陈晓科 靳宇晖等 |
| 57 | 城市地下综合管廊电气设计 | 银智钢 |
| 61 | 小电流接地系统的接地故障处置方法 | 郑爱丽 |
| 63 | 大电流接地配电网高阻接地保护方法 | 李晓明 |
| 66 | ±1100 kV古泉换流站分系统调试关键技术优化与实践 | 杜琛瑀 孟进 王璐 |
| 68 | 基于暂态行波的配电线路绝缘隐患监测及故障定位系统研究 | 豆世均 朱永胜 赵姝泓等 |
| 70 | 考虑10 kV馈线长度及分支影响的配网调度定员分析 | 张敏 史文博 朱凯 |
| 72 | 充油电缆在线监测系统建设及运用 | 李春朋 王德富 雍学模等 |
| 75 | 倒闸操作二次电压异常风险分析及操作步骤优化 | 孟庆凯 潘雄 潘晓柏等 |
| 79 | 源网荷友好互动系统下的精准切负荷应用 | 方健 奚汉江 毛二斌 |
| 81 | 由直流电源故障引起进水口闸门误动作的原因分析及改进 | 唐世戡 |

电力设备

- | | | |
|-----|-------------------------------|--------------|
| 83 | 220 kV变电站母线金属氧化物避雷器故障分析* | 张德文 胡晓旭 |
| 85 | 750 kV三相一体变压器放电原因分析 | 樊新鸿 刘林壁 谢延凯等 |
| 88 | 基于FEM的铁轭宽度对空心电抗器的性能影响研究 | 唐军 朱定锋 向涛等 |
| 90 | 变压器励磁涌流成因及抑制措施 | 罗维求 |
| 93 | 真空断路器欠压线圈失效分析 | 庞国斌 李剑 刘锦等 |
| 95 | 高压架空线耐张线夹压接质量的状态评估 | 王逸琦 |
| 98 | 变压器有载机械调压开关的运行维护 | 向宇 |
| 101 | 变电站水喷雾自动灭火系统存在的问题及对策 | 邵心元 徐娟 郑庆梦等 |
| 103 | 一种基于微型压缩机的高压配电柜智能除湿装置设计与应用* | 邢军 |
| 105 | 一种旋转式绝缘防护用具存放柜设计 | 陈鑫 吕冬 庄晶等 |
| 107 | 电流互感器极性离线检测法的复频域分析及Simulink仿真 | 杨涛 |
| 110 | 变压器无载开关及调压方式的选择 | 王晓芳 |
| 112 | 某核电站#3发电机进相运行的安全分析 | 张亚峰 朱爱华 吕晨勇 |
| 115 | 基于振动声学的变压器分接开关及绕组变形在线诊断技术* | 罗传胜 宋运平 徐兆丹等 |
| 118 | 配电网电磁式电压互感器运行故障分析及试验研究 | 洪新春 余银钢 吴喜生 |
| 120 | 二次侧不等容V/X接牵引变压器的应用 | 肖思成 |
| 122 | 10 kV配电变压器高压侧缺相的仿真与分析 | 张煜晨 赵时桦 顾余锋 |

系统解决方案

- | | | |
|-----|------------------------------|-------------|
| 126 | 电工技术实践中常见故障分析与维修方法 | 刘春超 |
| 128 | 防爆LED高效照明在石化装置推广应用分析 | 赵生华 于博涛 牛明峰 |
| 131 | 压差式自回流多点均匀烟气取样系统的应用 | 龙飞 |
| 133 | 基于神经网络的钢轨焊接工序焊接参数的聚类分析 | 杨海山 张勇 |
| 136 | 民用航空台站低压操作电源故障案例分析 | 高扬 |
| 138 | 基于区块链的农业供应链管理平台设计* | 彭琛 陈永平 聂超凡 |
| 141 | 地铁直流保护测试装置及测试系统设计方案 | 顾伟 李兴建 于哲 |
| 143 | 模糊层次分析法在电站锅炉高温腐蚀影响因素定量分析中的运用 | 谷秋成 |
| 146 | 航空油泵用无刷直流电机驱动器过流保护技术研究 | 郑自伟 何苗 |
| 148 | 副井提升机电磁液压制动系统技改方案 | 梁福平 王迪 金有良等 |
| 150 | 高速电路PCB设计中增强电磁兼容性的方法 | 杨亭 田世锋 |
| 152 | 钣金国产新材料复合成形技术研究 | 李荣 |
| 155 | 一类大型机械摇臂的运动学分析 | 王志宏 |

一种基于微型压缩机的高压配电柜智能除湿装置设计与应用^{*}

邢 军

(国网安康供电公司, 陕西 安康 725000)

摘要: 为了解决高压配电柜长期受潮、凝露, 使柜内环氧绝缘件吸潮, 导致不可逆性能损伤, 影响配电设备的安全运行问题, 设计了一种基于微型压缩机的高压配电柜智能除湿装置。该装置具有手动、自动二种工作模式, 核心电路及压缩机等关键部件配置了完善的自检及保护功能, 并可通过无线通信接口进行远方遥控和遥测。该装置可外接辅助风机和加热器, 通过优化的软件控制策略, 极大地改善了柜内除湿效果, 已得到了现场运行验证。

关键词: 除湿装置; 压缩机; 配电柜; 控制策略

中图分类号: TM502 **DOI:** 10.19768/j.cnki.dgjs.2020.20.043

Design and Application of Intelligent Dehumidification Device for High-voltage Power Distribution Cabinet Based on Micro-compressor^{*}

XING Jun

(State Grid Ankang Electric Power Supply Company, Ankang 725000, China)

Abstract: In order to solve the problem of long-term moisture and condensation of high-voltage power distribution cabinets, which will make the epoxy insulating parts in the cabinet absorb moisture, cause irreversible performance damage and affect the safe operation of power distribution equipment, an intelligent dehumidification device for high-voltage power distribution cabinets based on micro-compressors was designed. The device had two working modes: manual and automatic. Key components such as core circuits and compressors were equipped with complete self-checking and protection functions, and could be remotely controlled and measured through wireless communication interfaces. The device can be externally connected with auxiliary fans and heaters. Through optimized software control strategies, the dehumidification effect in the cabinet has been greatly improved, which has been verified by on-site operation.

Key words: dehumidifying device; compressor; distribution box; control strategy

0 引言

目前, 国内高压开关柜除湿方式主要有以下几种: 第一种, 采用温湿度控制器, 通过提高柜内温度降低柜内相对湿度, 该方式并未降低柜内空气的含水量, 也无法覆盖开关柜的各个隔室, 一旦加热停止或环境温度下降, 潮湿空气反而会迅速凝露; 第二种, 采用基于半导体热-电制冷技术的配电柜除湿装置, 通过半导体热-电效应在其冷凝端形成局部凝露条件使柜内潮湿空气凝结成水并直接排出柜外, 逐渐减少柜内的绝对湿度以抑制凝露的产生, 此类装置除湿能力小、制冷系数低、相对功耗大, 对于不具备气密性的较大体积柜体应用效果很不理想。基于上述原因, 本文设计了一种基于微型压缩

机制冷技术及多达 37 条智能软件控制策略的配电柜除湿系统, 并辅以外接风机及加热器, 除湿效果相比传统除湿方式增强 10~20 倍, 并具有检测压缩机过压、过流、除霜、设备疲劳的保护及报警功能。

1 除湿装置的框架构成

除湿装置由智能监控电路、人机界面 HMI、微型压缩机、环境温湿度传感器、除霜温度传感器、远程 GPRS 通信线路、供电电路、外部风机、外部加热器等组成, 如图 1 所示。

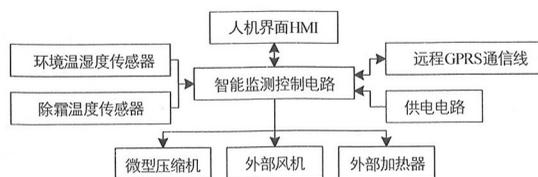


图 1 除湿装置系统框图

基金项目: 国家重点研发资助(2018YFC0809400)。

收稿日期: 2020-04-24

作者简介: 邢军(1967—), 教授级高级工程师, 从事智能电网及高压电气设备研究及设备管理工作。

2 除湿装置硬件设计的主要部件

2.1 微型压缩机

压缩机型的除湿机的工作原理流程如下。

(1)除湿机内循环。压缩机运行，排风口排出的高温高压气体进入冷凝器冷却，变成低温高压气体通过毛细管截留，变成低温低压液体，再通过蒸发器蒸发吸热变成低温低压的气体。

(2)除湿机外循环。压缩机工作，潮湿的空气通过风机从进风口吸入，经过蒸发器将其中的水分吸附在铝片上，变成干燥的空气经冷凝器从出风口吹出。

2.2 智能监测控制电路

智能监测控制电路由微处理器芯片、温湿度采集电路、压缩机过流检测电路、压缩机压力检测电路、光电隔离电路、压缩机驱动电路、加热器、风机驱动电路构成，如图 2 所示。核心 CPU 选择美国微芯公司的 DSPIC30F6010A 芯片，该芯片具有 DSP 引擎及电机控制 PWM 模块、正交编码器接口模块、AD 模块，具有 5 V 电源接口能力，极大满足了高压变电站抗 EMC 能力。

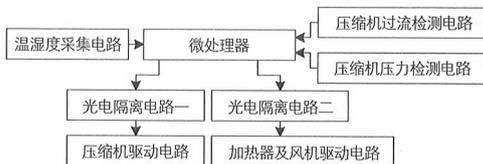


图 2 智能监测电路框图

2.3 温湿度传感器

温湿度传感器选择日本神荣 RHI112A 传感器。该传感器的环境温度测量范围为 0~60℃，测量精度为 0.5℃；环境湿度测量范围为 10%RH~90%RH，测量精度为 3%RH。

2.4 远程通信 GPRS 芯片

GPRS 芯片选择中兴通讯的 ME3612 芯片进行设计。该无线通信芯片采用 LCC 封装的基于 eMTC/NB-IoT/EGPRS 通信标准的移动通信网络模块。在 NB-IoT 制式下，该模块可提供最大 66 kb/s 上行速率和 34 kb/s 下行速率，且支持多种网络协议（PAP、CHAP、PPP）。

3 除湿装置软件设计

3.1 除湿装置软件流程

为保证程序设计的实时性和可靠性。程序设计采用 UC/OS-II 操作系统，根据产品的需要，程序设计了 5 个任务。

任务 1 为与后台进行 GPRS 通信；任务 2 为进行温度、湿度、电流、压力采集；任务 3 为根据采集的数据进行除湿、排风、加热操作处理；任务 4 为进行过压力、过流、除霜、设备疲劳保护及报警处理；任务 5 为初始化系统，进行显示

及按键相关操作处理。主要程序流程如图 3、图 4 所示。

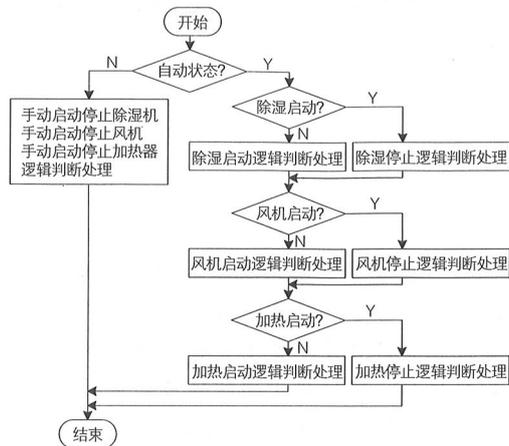


图 3 除湿、排风、加热处理流程图

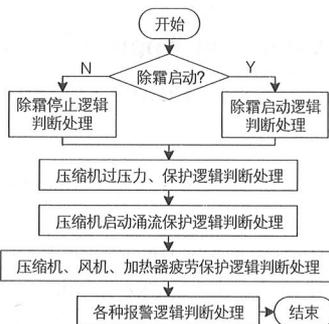


图 4 除霜、过压力、过流、设备疲劳处理流程图

3.2 除湿装置软件策略设计

为了充分发挥智能除湿机的除湿功效，并对硬件设备进行疲劳保护，构建科学的控制策略尤为关键。为此，制定了多达 37 条的智能软件控制策略。

4 现场运行及数据分析

除湿装置及风机安装在安全空旷地，可配置 1~2 台风机，以使柜内空气在各功能隔室间形成有效循环，达到最佳除湿和防凝露效果。除湿装置及风机在开关柜内的安装图如图 5 所示，其中箭头表示气流方向，除湿后的凝露水通过排水管排到配电柜外。

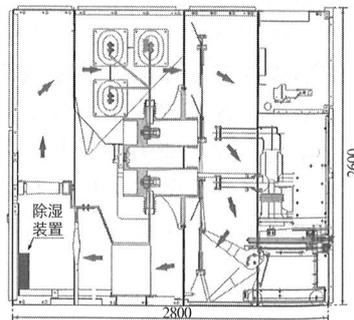


图 5 在开关柜中的安装图

(下转第 106 页)

区。

(2)存取口设有柜门,柜门有关闭状态和打开状态,处于打开状态时,控制器发送信号控制通风除菌装置断电,同时计时器暂停计时。

(3)柜体中每个隔间分别对应相应的工号,隔间内均设有显示屏和 RFID 读取器,通过读取绝缘防护用具电子标签的信息得到工具的出入库情况并显示在显示屏上。柜体中还设有传动装置,传动装置可带动中心转轴转动使相应工号的隔间通过存取口外露。

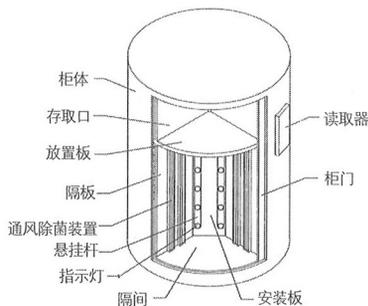


图 1 旋转式绝缘防护用具存放柜结构图

3 旋转式绝缘防护用具存放柜的优点

(1)柜体上设置有若干个隔间,每个工作人员可以有自己独立的安全防护用具存放柜,确保防护用具专人专用,避免了多人合用和混用对工器具带来的不利影响,同时缩短了个人绝缘防护用具出入库时间,确保出库的绝缘

防护用具符合工作人员的身材尺寸,提高绝缘防护用具出库正确率。隔间可以旋转,存放柜的结构比较紧凑,空间利用率高,节约库房空间。

(2)只需读取指纹或者其他电子标签,即可定位工作人员所需隔间,并通过旋转使存取口外露,节约防护用具的出库时间。

(3)通过 RFID 读取器读取绝缘防护用具电子标签信息,在显示屏上形成出入库记录,有利于防护用具的全寿命管理。

(4)第一放置区和第二放置区可以区分放置绝缘手套、绝缘外套、绝缘帽等放置要求不同的防护用具,提高了旋转式防护用具存放柜内部的空间利用率。

4 结语

配电网带电作业绝缘防护用具良好的存放保管和维护环境是保证配电网带电作业安全顺利进行的重要基础。本文设计的旋转式绝缘防护用具存放柜以解决个人防护用具混用、出入库耗时较长等问题为目的,是改善个人绝缘防护用具存放环境的一种新的解决方案。

参考文献

[1]刘欣宇,蔡剑彪,傅家伟.存放杆状绝缘工器具的抽屉式收纳柜研究分析[J].中国设备工程,2018(10):119-121.
 [2]GB/T18857-2008 配电线路带电作业技术导则[S].
 [3]DL/T 1145-2009 绝缘工具柜[S].
 [4]DL/T 974-2005 带电作业用工具库房[S].

(上接第 104 页)

基于微型压缩机的智能除湿装置在任家湾变电站 35 kV 开关柜防潮治理项目中投入运行,实际现场安装图如图 6 所示。除湿装置在 35 kV 变电站 3 台配电柜中的运行数据见表 1 (除湿目标是将配电柜内湿度降到 50RH%)。

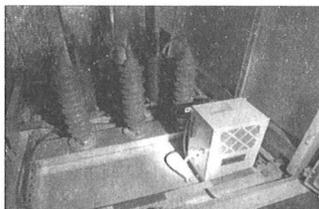


图 6 实际现场安装图

表 1 除湿数据表

序号	名称	运行前湿度/ (RH%)	运行后湿度/ (RH%)	除湿时间/ min
1	35kV 站用变	70.5	50	11.5
2	3464 任南开关	70.6	50	11.6
3	3502 II 号主变	68.5	50	10.4

由表 1 可知,除湿时间因 3 台配电柜除湿前湿度的不同而各不相同,除湿时间与柜体空间体积及密封程度相关。

5 结语

基于压缩机的配电柜除湿装置达到了预期设计目标,解决了目前配电柜除湿方案中存在的不足。经过大量试验室的试验数据及工程现场的测量数据佐证,该除湿装置除湿效果良好。

参考文献

[1]王琪,李志全,王建平,等.开关柜防凝露最优控制方法研究[C].山东电机工程学会,2011.
 [2]罗宣国,夏丽建.电气设备的防凝露技术研究[J].可再生能源,2014,32(4):489-452.
 [3]陈瑶,陈廉曹,束剑文,等.浅谈开关设备的防凝露措施[J].福建建设科技,2013(2):91.