

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802225

基于 ARM 的开关柜环境湿度检测及除湿系统

张 鹏

(江苏安全技术职业学院 徐州 221000)

摘要: 针对传统开关柜、接线端子以及电子元器件容易受环境影响,潮湿的空气进入柜体接触到电子设备形成凝露,降低了绝缘性能,造成事故,同时不能实时智能控制处理,造成资源浪费。设计了基于 ARM 的新型开关柜环境湿度检测及除湿系统。该系统以 STM32 为核心,利用湿度传感器网络检测湿度参数,通过 RS485 传递参数数据,上位机实时显示数据,设置阈值参数,控制中心作出除湿处理。该系统通过 4 组数据与高精度湿度检测仪器对比,最小相对误差为 0.06%,最大相对误差 0.1%,准确度为 0.1。能够真实呈现开关柜内的湿度状况。在 48 min 内,根据无有本除湿系统对比,湿度分别下降到 67.2%和 50%。从实验结果来看,系统准确度高,实时准确显示柜内湿度,智能除湿效果明显,能很好地检测处理开关柜环境湿度。

关键词: 湿度检测;智能除湿;STM32;实时检测;远程控制

中图分类号: TN06;TP934 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1010

Environmental humidity detection and dehumidification system of switchgear based on ARM

Zhang Peng

(Jiangsu College of Safety Technology, Xuzhou 221000, China)

Abstract: Aiming at traditional switchgear, terminal and electronic components easily affected by the environment, moisture into the cabinet contacts with electronic equipment to produce condensation, reducing insulation performance, causing accidents, while not real-time intelligent control and processing, resulting the waste of resources. A new type of environmental humidity detection and dehumidification system for switchgear based on ARM is designed. The system takes STM32 as the core, uses the humidity sensor network to detect the humidity parameters, transmits the parameters data through RS485, displays the data in real time by the host computer, sets the threshold parameters, and the control center makes the dehumidification process. Comparing the four groups of data with the high precision humidity measuring instrument, the minimum relative error is 0.06%, the maximum relative error is 0.1%, and the accuracy is 0.1%. It can really show the humidity in switchgear. In 48 minutes, humidity was reduced to 67.2% and 50%, respectively, according to the comparison of the non dehumidification system. From the experimental results, the system has high accuracy, real-time and accurate display of humidity in the cabinet, intelligent dehumidification effect is obvious, can be very good detection and processing of the switchgear ambient humidity.

Keywords: humidity detection; intelligent dehumidification; STM32; real-time detection; remote control

0 引言

随着现代技术的发展,电子产品应用广泛,对电子产品的维修保养等后期使用问题显得更加重要,特别是容易受环境影响的高低电压设备和电子产品设备等,潮湿的空气进入柜体接触到电子设备形成凝露,降低了绝缘性能,易造成事故。国内外开关柜的除湿技术一般有开关柜的摆放位置调整、放置干燥剂、提高柜体材料的隔热性能、除湿机等方

法。物理调节方法在一定程度上减少了受潮程度,只能辅助,不能从根本上消除;放置干燥剂虽然成本低,但需要定期更换,而且不能实时检测处理湿度,有很大的盲目性;常用的除湿装置占用地方大,不能实时显示,处理方式单一,不能很好地实时显示处理柜内湿度。本文设计关键是利用 ARM 处理技术,通过传感器采集数据,实时检测柜内的湿度数据,比较具体环境湿度设置的阈值,通过 STM32 处理器启动处理装置或者停止处理装置,处理装置工作采取将

水分冷凝成水经排水管道排出柜外^[1]。同时,可以远程控制设置阈值,处理装置的启动或者停止,更有效地控制柜内湿度。本系统有利于控制开关柜内的湿度,并实时检测参数、显示参数,一目了然,并能够智能控制、远程控制,成本低、无污染、智能化程度高,大大减少了开关柜内的湿度,防止因柜内湿度过大造成的设备老化及电气短路事故,提高了设备的使用年限。

1 开关柜环境湿度检测及除湿系统结构

新型开关柜环境湿度检测及除湿系统主要包括 STM32 处理器模块、湿度检测采集模块、液晶显示模块、上位机检测设置模块和除湿模块等 6 个部分。通过湿度检测数据采集模块采集开关柜内的环境湿度数据,传入 STM32 处理模块,处理分析数据,做出处理,同时可以通过液晶显示模块显示当前湿度值。通过 RS485 传到上位机,上位机显示比较分析数值,并且可以设置湿度阈值远程控制除湿系统^[2-5]。系统结构如图 1 所示。

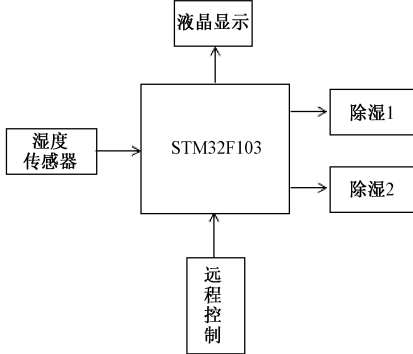


图 1 系统结构

2 系统硬件设计

2.1 主控模块

本设计主控处理器选用基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103C8T6 芯片。STM32F103 系列微处理器的低成本、低功耗,高性能,同时卓越的计算性能和先进的中断响应系统、丰富的片上资源能够满足本设计需求^[6]。

2.2 湿度数据采集模块电路

本系统的核心是开关柜湿度数据采集、处理,其数据的准确性对于系统的精确性及及时除湿有着至关重要的作用。本系统选用高分子薄膜电容的 HS1101 湿敏电容传感器,其灵敏度高、全互换、响应快、滞后量小和便于集成等特点,保证了快速、精确地响应开关柜的湿度。原理是将湿度变化带来电容容值的变化,通过振荡器将容值变化转变为频率变化,被单片机识别处理。其中由 555 及其外围电路组成多谐振荡器,当接入电源,HS1101 的等效电容通过 RP1 和 R1 充电一直到上限阈值 8 V,555 的 3 脚输出变为低电平,然后通过 R1 放电到 4 V,555 的 3 脚变为高电平。HS1101 的不停充放电,555 的 3 脚产生方波输出。

充电时间计算公式:

$$t_1 = C(RP_1 + R_1)\ln 2 \quad (1)$$

放电时间计算公式:

$$t_2 = CR_1\ln 2 \quad (2)$$

3 脚产生的方波频率计算公式:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{C(RP_1 + 2R_1)\ln 2} \quad (3)$$

根据相对湿度与频率的线性关系来查出湿度值,从而显示处理开关柜内的湿度。

为了提高抗干扰,本设计通过光耦将采集信息传给 STM32 的 45 脚 PB8^[7-8]。具体电路如图 2 所示。

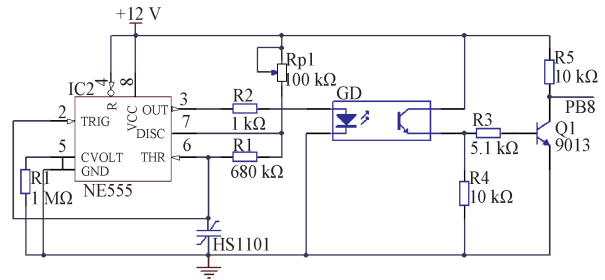


图 2 湿度检测电路

2.3 LCD 湿度显示模块

本文采用 84×48 点阵,可以显示 4 行汉字的 NOKIA LCD_5110,来实时显示湿度数据信息,对比阈值湿度值。LCD_5110 的 SCLK、SDIN、D/C、SCE 分别接 STM32F103C8T6 的 PB15~PB12,RST 接 PB4。具体连接如图 3 所示。

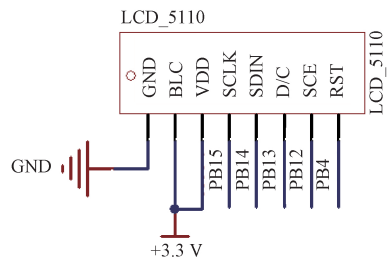


图 3 LCD_5110 与 STM32F103C8T6 连接图

2.4 除湿处理模块

当出现湿度值大于阈值,开启除湿装置,将潮湿的水气吹入除湿通道进行冷凝排出柜外。当湿度值降到设定值以下时,除湿装置停止。STM32F103C8T6 将检测到的实时湿度数据与阈值比较,输出信号,通过继电器来控制除湿装置进行除湿处理。STM32F103C8T6 的 PB7 输出控制信号^[9-13],通过三极管 Q2 的导通与截止来控制继电器线圈通电与否,来控制常开点的吸合与断开,从而控制除湿系统的启动与停止。二极管 D1 起到保护电路的作用。电路如图 4 所示。

2.5 上位机通信模块

为了更快、更稳定地传输、控制湿度数据,本文采用

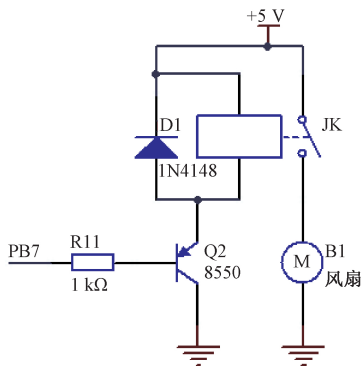


图 4 除湿处理电路

RS485 通信模式,检测湿度数据通过 RS485 通信与上位机连接,显示开关柜实时湿度数据,同时可以远程控制检测模块,根据具体情况调整湿度阈值。选用 MAX3485 芯片实现信息收发^[14-15]。MAX3485 芯片的 RO、RE、DI 接 STM32F103C8T6 的 PA11、PA8、PA12。RS485 通信电路连接图如图 5 所示。

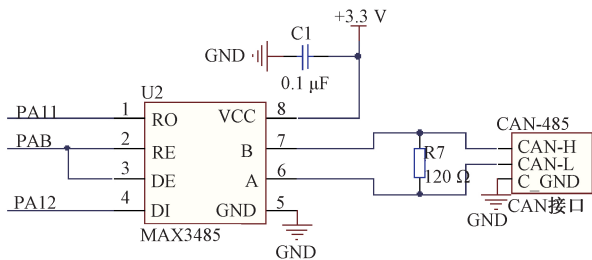


图 5 RS485 通信电路

3 系统软件设计

新型开关柜环境湿度检测及除湿系统的软件系统主要包括 STM32 处理器初始化程序、湿度数据采集程序、显示程序、上位机通信程序及除湿处理程序^[16-17]。开机系统初始化,湿度传感器开始工作,采集湿度数据,湿度数据采集成功后,将数据传入处理器进行处理比较,如果小于阈值则继续实时监测湿度数据;如果大于阈值,开始启动除湿装置直至监测到湿度值小于阈值,除湿装置停止运行,继续时刻监测湿度数据,重复进行数据检测,在这个过程中实时将数据传送到上位机,同时上位机也可以根据实际情况来改变阈值的大小来调节开关柜环境中的湿度。主要流程分别如图 6 和 7 所示。

4 实验分析

湿度变化带来湿度传感器电容的变化,湿敏电容值的变化转变为 555 振荡器电压频率信号的变化。通过实际检测数据显示 A 对比高精度检测仪器 B 得出数据,每 0.5 h 记录一次数据,共 4 组数据,对比如表 1 所示。

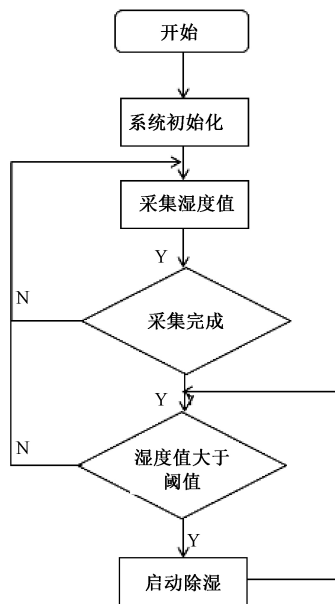


图 6 湿度数据采集及除湿软件流程

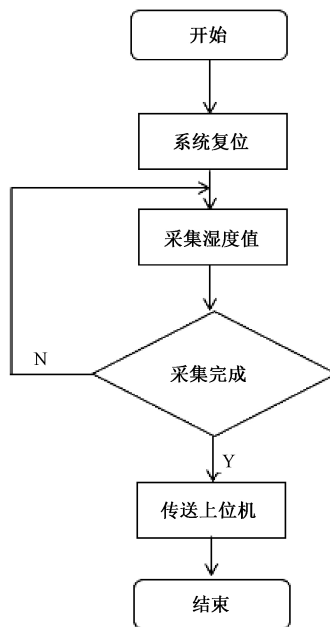


图 7 远程通信软件流程

表 1 实际检测数据与高精度检测仪器数据对比

| 序号 | 测得频率/ | 显示湿度 A/ | 检测数据 B/ | 相对误差/ |
|----|-------|---------|---------|-------|
| | Hz | (%RH) | (%RH) | % |
| 1 | 6 685 | 51.32 | 51.36 | 0.07 |
| 2 | 6 689 | 51.30 | 51.34 | 0.07 |
| 3 | 6 692 | 51.27 | 51.30 | 0.06 |
| 4 | 6 689 | 51.29 | 51.34 | 0.10 |

通过与高精度湿度检测仪器对比,最小相对误差为 0.06%,最大相对误差 0.1%,准确度为 0.1。表明该设计具有较小的测量误差,较好的准确度,能够真实呈现开关柜内的湿度状况。

同时比较有无检测及除湿系统,在同种环境条件下,每 10 min 测得一次数据,记录数据,通过 jupyter notebook 软件利用 Python 中的 matplotlib.pyplot 包绘制折线图对比,如图 8 所示。有本除湿装置的系统,在 48 min 时无本除湿系统的湿度下降到 67.2%,有本除湿系统的湿度下降到 50%,同时在除湿的速度方面,由于无除湿系统除湿的速度相对缓慢,由于温度的变化及湿度随着湿度的下降在 80% 左右速度相当,但在 70% 左右相差很大,无除湿系统的需要接近 40 min,而有该系统的在 15 min 左右。多组数据比较和多次测量结果显示,本系统有更好的重复性。

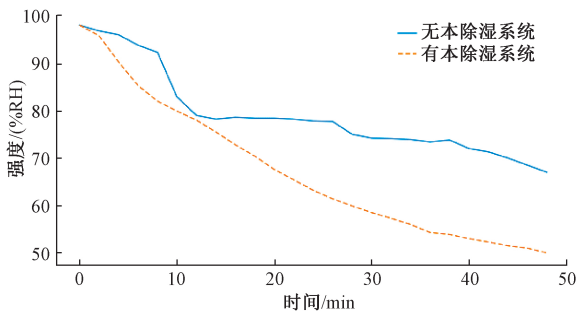


图 8 除湿效果对比图

由于本次设计未特殊处理柜内外温度不同对湿度控制的影响,特别是在 10 min 左右时数据的误差,从曲线可以看出,将给湿度数据的检测带来一定的误差,将来在改善设计,全面考虑的时候逐渐消除本误差。

5 结 论

本文基于 ARM 的开关柜环境湿度检测及除湿系统,采用 STM32F103 系列微处理器分析处理湿度传感器检测湿度数据,作出及时处理。实时智能化的检测柜内湿度值,上位机远程控制阈值,检测数据,自动处理湿度,将顶层的湿气排出柜外,将下面的湿气冷凝成水通过导管排出柜外。有效改变了传统的除湿方式中的操作复杂、自动化程度低、实时性、准确性低及集成化低的缺点,从实验数据分析可以看出,本系统测量误差小、准确度高,能很好地呈现柜内湿度值。对比有无该系统柜内湿度变化,可以看出有本系统的开关柜除湿效率明显提高,除湿效果明显,降低了凝露的产生。

在实际的开关柜应用中,还应该增加湿度传感器的节点,在开关柜的不同的位置增加相关的湿度传感器,运用多

传感器的模糊控制优化信息,作出不同的处理,更加精确。在以后的设计中应根据实际的情况布置湿度传感器的数量及位置,以便更好地适应不同场景的开关柜的使用。

参考文献

- [1] 杨威.基于 ZigBee 的开关柜无线温湿度监测系统[D].西安:西安工业大学,2014.
- [2] 郑志建.基于 STM32 的自动滴灌系统研发[D].哈尔滨:黑龙江大学,2018.
- [3] 王萍,詹彤,唐闰臣.基于 ARM 单片机的水情采集器设计[J].电子测量与仪器学报,2006,20(3):98-101.
- [4] 江涛.嵌入式环境监测系统的设计与实现[J].电子测量技术,2018,41(11):131-135.
- [5] 林涛.高压开关柜温湿度控制器的模块化设计与实现[J].自动化应用,2018(5):96-98.
- [6] 陈素芹,余红英,万鸾飞,等.基于 STM32F103C8T6 的 USB 直流充电器设计[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2016,33(2):45-48.
- [7] 谢东日,徐敏捷,刘孙相与,等.高压开关柜改进型温湿度预警与在线监测系统[J].微型机与应用,2013,32(24):63-65,68.
- [8] 苏宝林.基于电容传感器的湿度检测系统的设计[J].仪表技术与传感器,2018(7):58-60.
- [9] 王庆春,何晓燕.基于 FPGA 的温湿度测量系统设计[J].电子测量技术,2016,39(12):113-117.
- [10] 王维杰.电力箱体智能除湿系统的研究与应用[D].济南:山东大学,2017.
- [11] 吴英俊,马丽军,郑悠,等.基于在线采集技术的开关柜湿度数据研究[J].电子技术与软件工程,2016(6):230-231.
- [12] 周强强,李津.变电站智能端子箱防凝露控制系统的研究与应用[J].广东电力,2013,26(8):73-77.
- [13] 魏访,郑朝霞.基于无线传感器网络的工业环境温湿度监测系统[J].仪表技术与传感器,2018(5):55-57,82.
- [14] 潘璐璐.基于 STC12 系列单片机的智能温湿度控制系统的设计与实现[D].成都:电子科技大学,2014.
- [15] 宋吉成,傅银娣,陈浩均.高压开关柜温湿度远程监测系统的设计[J].电子技术,2014,43(1):55-57.
- [16] 杨龙,刘清倦.多路温湿度传感器采集及显示系统设计[J].电子器件,2014,37(2):297-301.
- [17] 李珍,夏经德,付斌.基于单片机的大棚温湿度监测系统[J].国外电子测量技术,2018,37(7):66-69.

作者简介

张鹏,硕士、讲师,主要研究方向为电子技术、自动控制等。

E-mail:zhangpeng2335@163.com