

基于物联网的智能衣柜系统

陈少勇, 王佳权, 王 皓, 黄启俊, 常 胜, 何 进, 王 豪

(武汉大学物理科学与技术学院, 武汉 430072)

摘 要:为解决因存放环境过于潮湿导致衣物发霉及梅雨天气无法及时烘干清洗后的湿衣物的问题,文中设计基于物联网的智能衣柜系统解决上述问题。系统以 STM32 为控制核心,内嵌智能控制算法,实现杀菌消毒、去潮防霉、无损烘干等功能。利用物联网技术,结合云服务器与手机 APP,实现远程查看、控制衣柜系统运行状态等功能。实验结果显示,系统能够有效防止衣物霉变,对湿透的衣物进行无损烘干,保证衣柜内部环境为最适宜衣物存放的状态。

关键词:智能衣柜;去潮防霉;无损烘干;物联网;云服务器

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Intelligent wardrobe system based on Internet of things

CHEN Shao-yong, WANG Jia-quan, WANG Hao, HUANG Qi-jun, CHANG Sheng,
HE Jin, WANG Hao

(School of Physics Science and Technology, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In order to solve the problem of moldy clothing caused by excessive moisture in the storage environment, it is impossible to dry the wet clothes after washing in the rainy season. This paper designs the intelligent wardrobe system based on the Internet of things to solve the above problems. STM32 system acted as the control core, embedded intelligent control algorithm to achieve sterilization deworming, to the tide mold, non-destructive drying and other functions. The use of Internet of things technology, combined with cloud servers and clients, achieved remote viewing, control wardrobe running status and other functions. The experimental results show that the system can effectively prevent mold mildew, achieves the non-destructive drying of wet clothes to ensure that the wardrobe for the environment for the most suitable clothing storage state.

Key words: smart wardrobe; tiding mold; non-destructive drying; Internet of things; cloud server

0 引言

经济的不断发展,各式各样功能的衣柜成为人民生活的必需品。目前国内的衣柜种类从仅具备储物功能的衣柜发展到后续的烘干衣柜,衣柜种类层出不穷^[1-2]。

简单的储物衣柜在长期存放衣物的过程中容易出现衣物潮湿发霉的现象,不利于衣物的保存;目前国内的智能是在传统衣柜内部加入烘干模块,采用手动定时的方法控制系统工作时间,自动化程度较低,而且在烘干过程中有可能使衣物受损。衣物在烘干过程中,用户无法通过 PC 端、手机 APP 端查看

系统当前状态,无法远程控制,并未真正实现智能控制。

针对目前市面上智能衣柜所存在的问题,本系统将物联网技术与云存储技术相结合,对传统衣柜进行功能升级对衣柜结构和功能进行改造和升级,使衣柜在存储衣物的同时具备无损烘干、杀菌防霉、远程控制等功能,并使用智能控制算法实现衣柜全自动控制。

收稿日期: 2017-05-02

基金项目: 湖北省科技支撑计划(2015CFB536)

作者简介: 陈少勇(1992-),男,在读硕士研究生,主要从事智能家居方向的研究。

1 系统整体设计

1.1 系统架构设计

本系统的功能包括:空气温湿度检测、祛潮防霉、无损快速烘干、杀菌消毒、远程监控、语音提醒、状态显示等。系统由衣柜控制终端、手机 APP、云服务器组成。系统架构图如图 1 所示。云服务器用于衣柜终端和手机客户端之间的数据联接;手机客户端用于实时远程查看、控制衣柜运行状态,实现对衣柜终端的入网设置;衣柜控制终端控制传感器检测衣柜内部的温湿度情况,执行去潮防霉、杀菌消毒、无损烘干程序,并通过无线路由向云端发送系统运行状态。

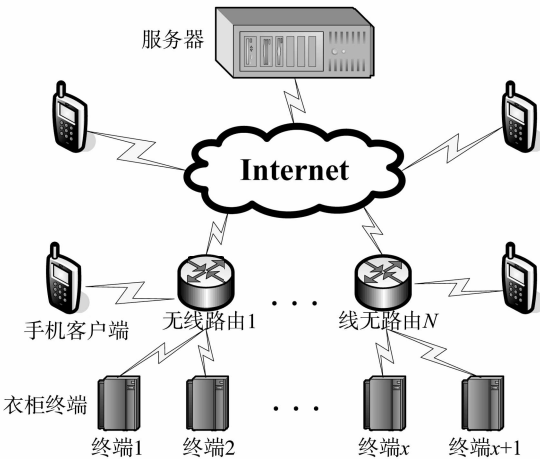


图 1 系统架构

1.2 衣柜系统智能化设计

为提高用户使用体验,系统工作模式分白天模式、夜晚模式、一键工作模式和自动工作模式四种工作模式。为避免影响影响用户休息,系统开启夜晚模式,语音模块在夜晚被关闭,白天开启。一键工作模式是用户按下按键后系统会处理烘干祛湿、杀菌消毒的一系列工作。自动工作模式是最常用工作模式,用于实时检测衣柜所处环境以及自动做出对应操作。

1.3 衣柜结构设计

衣柜整体结构如图 2 所示。对衣柜结构进行了一定的改造,分为湿衣物存放区和干净衣物存放区。在衣柜的底部安置智能衣柜终端控制系统。在处理器控制下,温湿度传感器实时监控衣柜内温湿度情况,在处理器控制下对衣柜内进行杀菌消毒、祛潮防霉、无损快速烘干等操作,使衣柜内部为保存衣物的最佳环境。

2 系统硬件设计

智能衣柜控制终端主要由电源模块和核心控制

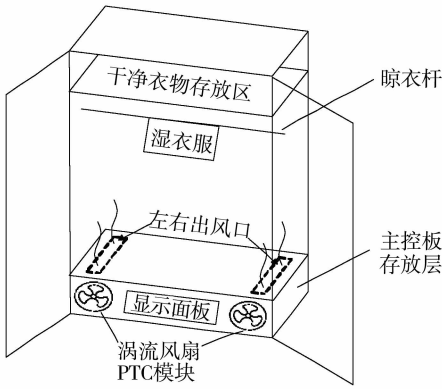


图 2 衣柜结构图

板组成。电源模块包括三种降压电路。核心控制板以 STM32 为核心,控制外设各个功能模块(烘干祛湿模块、杀菌消毒模块等)进行工作。具体硬件架构如图 3 所示。

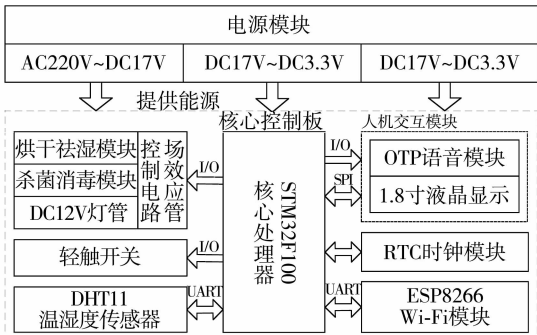


图 3 系统硬件架构

2.1 处理器模块

系统使用基于 Cortex-M3 内核的 STM32F100R8T6 作为核心处理器^[3],其内含 51 个通用 I/O、RTC(Real Time Clock,实时时钟模块)、2 路 I²C、3 路 USART、64kFlash、8k RAM 的硬件资源。可以满足温湿度数据采集、系统工作模式的控制和系统当前状态的显示工作,同时芯片内置的 RTC 模块可为系统提供准确的时间信息。

2.2 烘干祛湿防霉模块

PTC(Positive Temperature Coefficient)模块^[2]具有无明火、高效率、最高温度可控的安全优势,使用在家具领域最为合适。故系统采用 PTC 模块和涡流风扇构成衣柜内部的暖风对流模块。当处理器检测到衣柜内部放入湿衣物或者系统检测衣柜内部环境可能会使衣物出现霉变现象,则控制 PTC 加热模块和涡流风扇联合使用产生暖风,以实现烘干祛湿去潮防霉的作用。

2.3 杀菌模块

目前常规的衣物杀菌消毒有以下三种方式:臭

氧杀菌、紫外线杀菌和等离子杀菌。三种杀菌机原理各有不同,臭氧杀菌采用强氧化性对细菌进行快速灭活,但又由于臭氧具备强氧化性会对人的呼吸道等部位造成损失^[3],所以不适宜应用于本系统中;紫外线杀菌是通过破坏细菌或病毒中的 DNA 或 RNA^[4],从而实现杀菌目的。但紫外线使用不当会造成使用者眼睛或皮肤受伤,所以不适宜应用于本系统中;等离子发生器的主要工作原理是将低电压通过升压电路升至正高压及负高压,利用正高压及负高压电离空气产生大量的正离子及负离子,正离子与负离子在空气中进行正负电荷中和的瞬间产生巨大的能量释放,导致其周围细菌结构的改变或能量转换,使得细菌死亡,实现其杀菌的作用,等离子在杀菌过程中不会产生任何影响人类身体健康的物质^[5-6]。故考虑安全性和杀菌效果,系统最终选用等离子作为系统的杀菌消毒方式。

2.4 门感应模块

衣柜门感应模块由两枚轻触微动开关,用于检测衣柜柜门的状态,实时判断衣柜柜门是否被开启,一旦检测到柜门开启则说明衣柜有可能被放入湿衣物,于是系统便开始自动检测湿度变化,判断是否放入湿衣物。

2.5 温湿度传感器

在 GB/T 18883-2002《室内空气质量标准》中设定标准:夏季温湿度为 23℃ ~ 27℃,45% ~ 80%;冬季温湿度为 15℃ ~ 25℃,35% ~ 65%。故系统选用 DHT11 集成温湿度传感器。该传感器是一款内含已校准数字信号输出的温湿度复合传感器。以其超高测量范围(湿度 20% ~ 90%,温度 0℃ ~ 50℃)、稳定性以及可快速开发能力,充分满足系统需求。

2.6 人机交互模块

人机交互模块由一枚 1.8 英寸的液晶显示屏和一个 OTP(One Time Programmable)语音模块组成。液晶显示屏实时显示系统工作模式、检测数据和当前时间,语音模块用于提示用户系统当前处于何种工作状态。

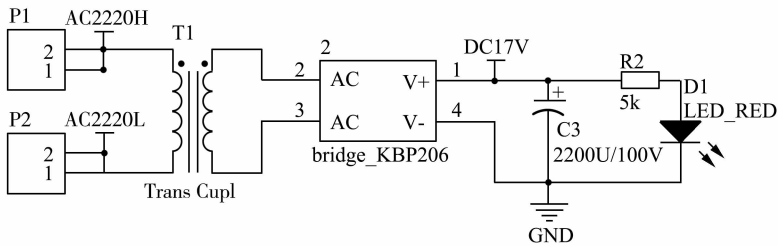


图5 AC220V ~ DC17V 降压电路

2.7 Wi-Fi 模块

Wi-Fi 模块用于实现智能衣柜系统与云服务器、手机 APP 的数据交互、系统远程控制功能。鉴于系统传输的数据量较小,同时考虑到性价比,本系统选用组网方式和网络拓扑灵活的 ESP8266,采用数据透明传输模式,实现系统联网和数据通信。

2.8 电源模块

系统中处理器、温湿度传感器、液晶显示屏、OTP 模块、Wi-Fi 模块所使用电压均为 DC3.3V,等离子发生器和涡流风扇使用电压为 DC12V,PTC 模块使用电压为 AC220V。根据系统需求设计如图 5 所示的 AC220V ~ DC17V 电路,同时挑选 TPS54231 芯片设计 DC12V 和 DC3.3V 降压电路,具体如图 6-7 所示。

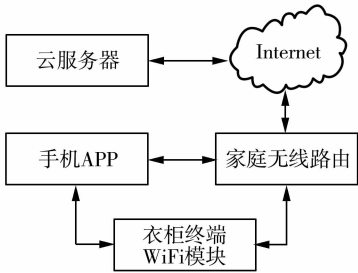


图4 Wi-Fi 数据交互框图

2.9 安全防护模块

作为一款家用电器,系统的安全性是整个系统的核心要求,系统设置了硬件防护和软件防护两种方式。硬件防护:短路保护和温控保护。一旦系统短路,其内置的一枚 250V/10A 保险丝便会立即熔断,避免了系统由于短路造成的火灾事故出现;PTC 由于其物理特性,该器件在稳定工作时温度保持恒定,一旦温度超过预设值,温控保护装置立即切断电源。软件防护:衣物在烘干过程总对温度有一定的要求,一旦温度过高可能会损坏衣物。故系统实时检测柜内温度,一旦温度过高则自动关闭烘干模块,防止由于温度过高导致衣物损坏。

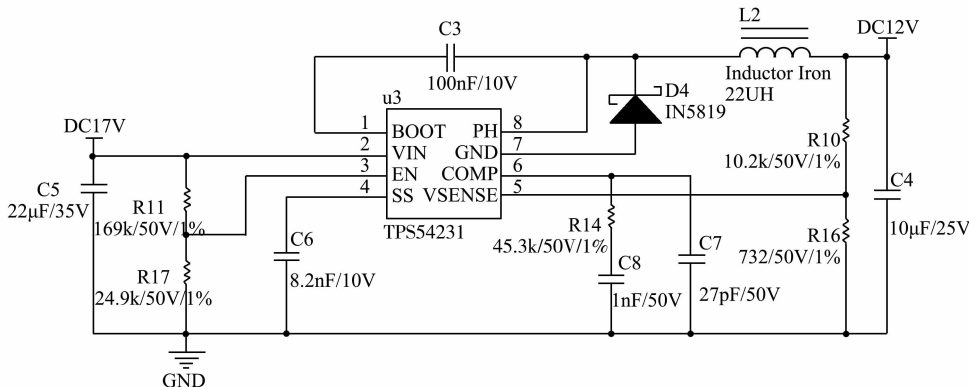


图6 DC17V ~ DC12V 降压电路

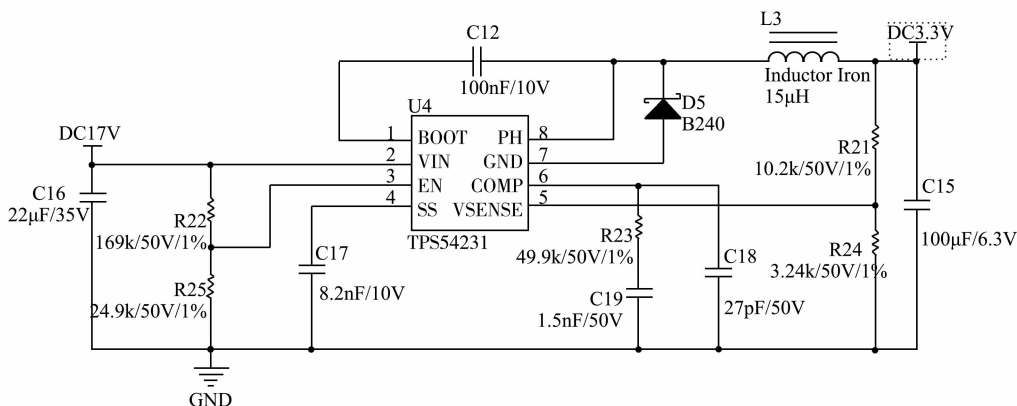


图7 DC12V ~ 3.3V 降压电路

3 系统软件设计

3.1 系统主控制流程设计

当衣柜系统上电后,系统各模块初始化完毕,系统检测衣柜内部环境,若湿度过高则开启去潮防霉衣物养护程序;若检测到衣柜内部被放入湿衣物,则运行无损烘干、杀菌消毒控制程序;在这两个程序运行过程中实时通过 Wi-Fi 模块发送当前系统状态,同时通过显示屏显示系统当前工作参数,控制程序结束后通过语音播报一次提示信息。图 8 为系统主控制流程。

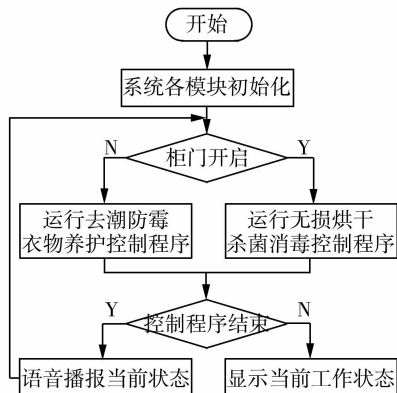


图8 系统主控制流程

经过上述的处理控制后,Wi-Fi 模块进行远程的数据传输与接收工作。Wi-Fi 模块以串口方式将数据传输给处理器,处理器根据指令类型执行相应的控制程序,具体流程如图 9(a)所示。衣柜系统连接网络成功后,实时向服务器发送系统当前运行数据,具体工作流程如图 9(b)所示。

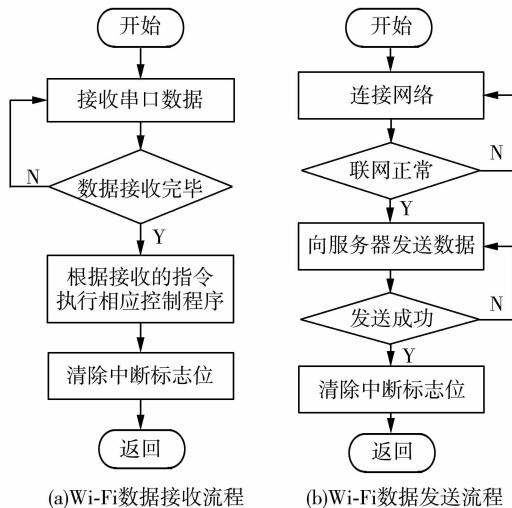


图9 Wi-Fi 数据处理流程

3.2 智能控制算法设计

智能检测与控制算法主要包含稳定数据算法、

祛潮防霉、杀菌消毒、无损快速烘干等功能。稳定数据算法:处理器每 2 秒采集一组衣柜内部的温湿度数据,连续采样 10 组数据,然后进行从低到高排序,取中间五组数据,获得其平均值,从而得到一个较稳定的数据,为系统后续各算法提供良好的数据基础。

去潮防霉算法:已知在室内湿度长期大于 60% 的情况下衣物容易发霉,同时在 40% ~ 60% 是保存衣物的最佳环境,于是在运行去潮防霉算法时,控制衣柜内湿度持续保持小于 60% 的状态,具体控制算法如图 10(a) 所示;为了避免结束阈值设置过低或过高,而过度烘干导致衣物受损或者衣物未烘干的情况出现。同时为了避免在烘干过程中温度过高,烘坏衣物,算法实时监控温度值,一旦温度超过所设阈值则关闭 PTC 发热模块。根据上述要求系统设计了无损烘干算法:该算法主要特征是不同的室内环境湿度对会有不同的烘干结束阈值。算法具体流程如图 10(b) 所示。

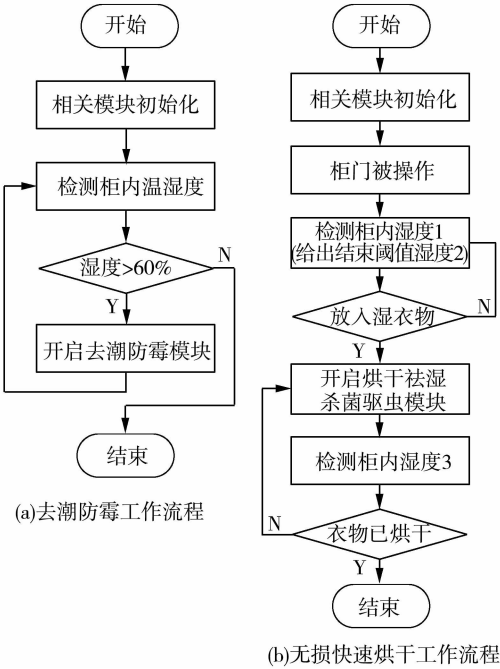


图 10 智能控制算法流程

3.3 手机 APP 端设计

用户可通过手机客户端随时随地查看和控制衣柜终端的运行状态。当手机和衣柜终端处于一个局域网内,手机可直接连接衣柜终端的无线模块,实现两者之间的数据通信;若手机与衣柜终端不在一个局域网内,手机客户端则通过云服务器访问衣柜终端,手机端通过云服务器采集衣柜终端的数据。在实际操作过程中,手机客户端与衣柜终端进行绑定后,发送无线路由器的网络接入信息到衣柜终端,衣柜终端自动接入网络。手机客户端程序设计如图

11 所示。

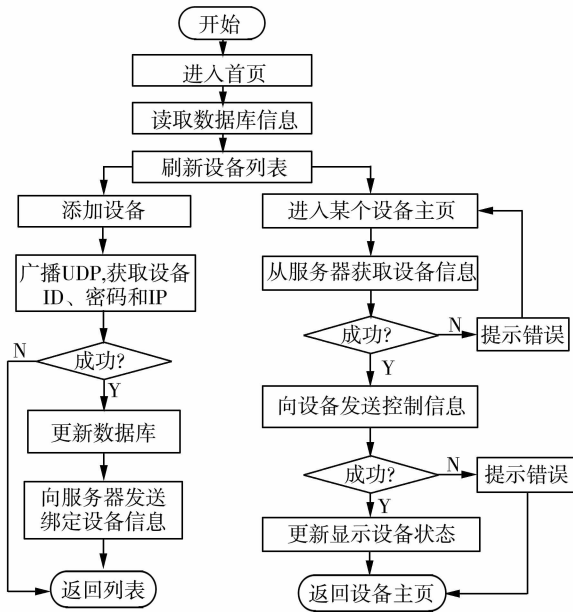


图 11 手机客户端程序设计图

3.4 云服务器

云服务器是手机 APP 与衣柜系统之间实现的数据交互的基础,用户通过云服务器实现远程注册、登录访问等操作。云服务器运行情况直接影响衣柜控制系统的稳定性和可靠性。服务器与手机 APP 进行连接后,手机端向服务器发送数据信息,服务器根据接收信息类型,做出相应响应。云服务器响应一个手机端请求的操作流程如图 12 所示。

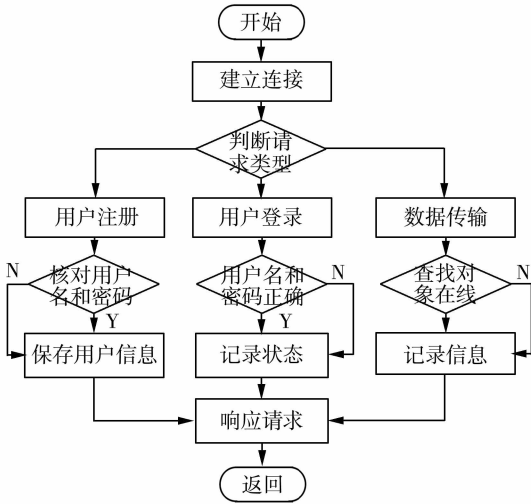


图 12 云服务器响应手机客户端请求流程

3.5 终端入网一键配置程序

终端入网一键配置程序是通过手机 APP 实现对衣柜终端的无线网络设置,使衣柜终端连入家庭无线网络的程序设计。本系统采用 TI 公司设计的 SmartConfig 技术,具体设计流程如图 13 所示。

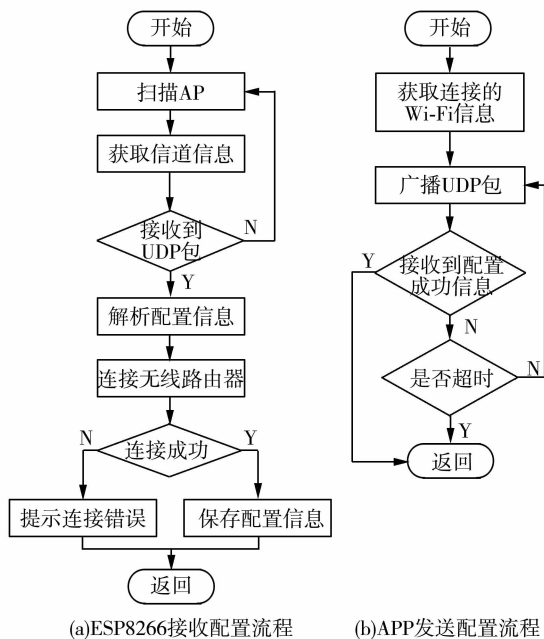


图 13 终端入网一键配置程序

4 系统测试

在进行湿衣物的烘干测试中,设计了三组测试实验。主要区分条件:不同环境湿度下和不同数量的湿衣物会对烘干结果产生什么影响。第1组和第2组主要区分不同环境湿度对衣物烘干时间的影响;第1组和第3组主要区分不同数量湿衣物对烘干时间和烘干结束阈值的影响。第1组、第3组烘干环境为:室内温度20℃,湿度48%;第2组烘干环境为:室内温度20℃,湿度63%。第1、2组烘干1件刚清洗过后的事T-shirt,第3组烘干3件湿T-shirt。测试效果如图14所示。

对比第1组和第2组测试数据可知,室内湿度越大,烘干衣物耗费的时间越长,烘干湿度结束阈值越低;对比第1组和第3组实验可知,烘干衣物数量越多,耗费的烘干时间则越长,同时烘干的湿度结束阈值越低。

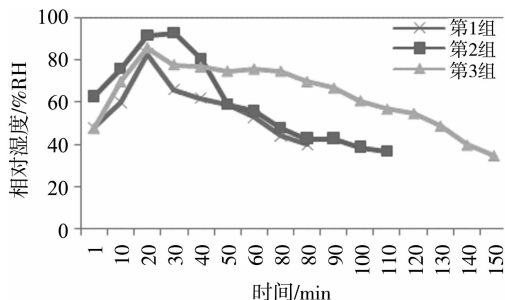


图 14 烘干湿衣物过程湿度变化数据

5 结束语

本文提出了一种基于物联网技术的智能衣柜系统,本系统具备杀菌驱虫、祛湿防霉、无损烘干、液晶显示与语音提示等功能;并且可通过手机APP实时查看系统运行状态、实现远程控制。可以通过增加APP连接端口,实现衣柜终端与家庭内其他智能家具的连接。实际测试显示,系统祛湿烘干效果明显,无损烘干衣物功能烘干效果良好,系统可实现全自动控制,操作简单,内置多重安全防护装置可保证系统长期安全运行。

参考文献:

- [1] 毛毅. 智能衣柜设计研究与制作[J]. 家居与室内装饰, 2011(6):100-101.
- [2] 彭生辉. 室内智能快速烘干衣柜的创新设计[J]. 科技创新与应用, 2015, 2(1):61-62.
- [3] 王永虹,徐炜,郝立平. STM32系列ARM Cortex-M3微控制器原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.
- [4] 李创辉,欧阳杨,陈华,等. PTC电加热器在恒湿恒温空调机上的应用研究[J]. 洁净与空调技术, 2014, 12(4):6-10.
- [5] 李福松. 消毒鞋柜技术的推广应用于规范[J]. 江苏科技信息, 2014(2):71-72.
- [6] 彭生辉. 基于紫外线杀菌的衣物消毒架设计[J]. 山东工业技术, 2015(3):273.
- [7] 谭明. 常压低温等离子体的医学应用研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2010.
- [8] 贾建平,刘克富,朱业湘,等. 大气压下低温等离子体灭菌消毒技术的研究[J]. 高电压技术, 2007, 33(2):116-119.

责任编辑:肖滨

(上接第13页)

但是全局寻优的过程依然非常耗时。未来研究的方向应该是,寻找更快速更有效的全局优化算法或者从视频浓缩的全局寻优问题的特点入手设计更为合适的全局搜索算法。

参考文献:

- [1] Making a Long Video Short: Dynamic Video Synopsis[C]. CVPR'06, Jun. 2006:435-441.

- [2] Pritch Y, Rav - Acha A, Peleg S. Nonchronological video synopsis and indexing[C] // IEEE Transactions on Software Engineering, 2008:1971-1984.
- [3] Fu W, Wang J, Gui L, et al. Online video synopsis of structured motion[J]. Neurocomputing, 2014, 135(8):155-162.
- [4] Vural U, Akgul YS. Eye - gaze based real - time surveillance video synopsis[J]. Pattern Recognition Letters, 2009, 30:1151-1159.

责任编辑:么丽苹