

具有环境检测的智能窗帘设计

卢亚平, 宋天麟

(苏州大学 应用技术学院, 江苏 苏州 215325)

摘要: 随着社会物质条件的不断改善,人们早已不单单要求拥有一个简洁的物理空间,而更为关注居家环境的安全、方便与舒适。以单片机作为控制核心,通过 I/O 口控制继电器实现窗帘的开合。同时配有 PM2.5 检测、环境温湿度检测、环境空气质量检测等功能。并使用了触摸屏技术代替了传统的按键。使得更贴合人们的操作习惯。在机械结构设计方案基础上,详细分析了硬件电路的设计及软件程序。整个系统结构简单,成本低廉,安全可靠。

关键词: 自动窗帘;单片机;环境检测;空气质量;PM2.5;触摸屏

DOI:10.3969/j.issn.1000-3886.2015.03.030

[中图分类号] TP272/278 [文献标志码] A [文章编号] 1000-3886(2015)03-0092-03

Design of a Smart Curtain Capable of Environmental Monitoring

LU Ya-ping, SONG Tian-lin

(College of Applied Technology, Suzhou University, Suzhou Jiangsu 215325, China)

Abstract : With the rapid improvement of social material conditions, people do not just require a neat physical space, they pay closer attention to a safe, convenient and comfortable home environment. With MCU serving as the control core, this paper realizes opening and closing of the curtain through the I/O port control relay. Other functions are also available, such as PM2.5 detection, environmental temperature and humidity measurement, and monitoring of environmental air quality. Touch screens are used in place of traditional keys to match with operation habits of people. Based on the design scheme for the mechanical structure, this paper analyzes details of hardware circuit and software programs. The whole system has the advantages of simple structure, low cost, and safe and reliable operation.

Keywords: automatic curtain; MCU; environmental monitoring; air quality; PM2.5; touch screen

0 引言

随着社会节奏的加快,人们生活中的方方面面都变的更为紧密。生活节奏逐渐加快的同时,人们也对传统的住宅提出了更高要求。如今,人们早已不单单要求拥有一个简洁的物理空间,而更为关注居家环境的安全、方便、舒适。目前,生活中主要是通过手动拉开、关闭窗帘,采用这种方法必定会给使用者带来不便,特别是行动不便的人们。室内的温度、湿度也由于窗帘的存在影响着人们的生活。同时,随着近几年大气层的破坏和污染,一些大城市持续地阴霾天气,人们开始关注 PM2.5 值,环境中大量的有毒、有害物质在大气中长时间停留,通过窗户及窗帘进入室内,严重影响了我们的生活质量^[1]。

1 研究目的及意义

研究一款具有环境检测功能的自动窗帘控制系统。该窗帘可以实现对室内外环境的检测,通过对环境的判断自动控制窗帘开合,并通过显示器件呈现给用户当前室内的环境参数,使之窗帘更加人性化,智能化。系统配有环境温湿度检测、环境空气质量检测、室外紫外线、PM2.5 等功能,并使用了触摸屏技术代替了传统的按键,使得更贴合人们的操作习惯。自动窗帘中加入环境检测传感器的目的是提醒用户,特别是敏感人群在室外环境较差时应尽量避免高强度户外锻炼,外出时做好防护措施,从而提高

用户居住生活质量。

2 涉及环境参数

2.1 室内温湿度

据生理学家研究,室内温度过高时,会影响人的体温调节功能,引起体温升高、脉搏加快、心率加速等。冬季,如果室内温度经常保持在 25℃ 以上,人就会神疲力乏、头晕脑涨、思维迟钝、记忆力差。如果室内温度过低,则会使人代谢功能下降,脉搏、呼吸减慢,呼吸道粘膜的抵抗力减弱,容易诱发呼吸道疾病。因此,科学家们研究认为,最佳室温分别定为 11℃ 和 30℃。

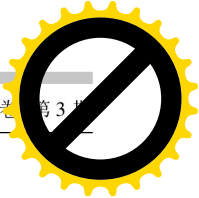
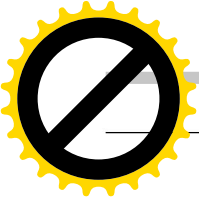
在注意室内温度调节的同时,还应注意室内的湿度。室内湿度过低时,因上呼吸道粘膜的水分大量散失,人会感到口干、舌燥,甚至咽喉肿痛、声音嘶哑和鼻出血等,并易患感冒。所以,专家们研究认为,室内合适得湿度是 40% 到 60% 之间。

2.2 室外空气质量

空气质量是依据空气中污染物浓度的高低来判断的,污染物排放是影响空气质量的最主要因素之一,包括车船尾气、工业生产排放、垃圾焚烧等。根据国家《环境空气质量标准(GB3095-1996)》定义了空气污染指数,我国当前采用的空气污染指数(API)分为五级,API 值小于等于 50,说明空气质量为优,相当于达到国家空气质量一级标准,符合自然保护区、风景名胜区的空气质量要求。API 值在 50~100 区间,表明空气质量良好,相当于达到国家空气质量二级标准。API 值在 100~200 区间,表明

定稿日期: 2014-10-08

基金项目: 专利号: ZL201320875151.2



空气质量为轻度污染,儿童、老人、呼吸系统等疾病患者及一般人群停止或减少户外运动。API 值大于 200,表明空气质量较差,一定时间接触后,对人体危害较大。

2.3 室外光照度(紫外线)

室内阳光的充足度非常重要,冬天需要足够的阳光来照射,进行室内杀菌取暖,而在夏天又不宜长时间暴晒,特别是炎热的中午。在夏日的阳光下曝晒后,室内温度迅速上升,家具、地板等物品变形退色。夏天外出如果不注意紫外线强度,胳膊、肩膀、后背,还有脸常常有火辣辣的感觉,这些地方皮肤先是发红,然后变黑,最后一点点脱皮,几天以后皮肤难忍的症状才慢慢恢复,人却变黑了。这些都是阳光中紫外线对人体的伤害。

2.4 项目研究目标及主要内容

本控制系统提出可以根据光照强度、温湿度大小、空气质量等级等来控制窗帘,主要完成以下几大功能^[2]:

(1) 半自动控制:半自动手动控制是在需要关闭或打开窗帘的时候,只需要人工按一下“正转”或“反转”按键后,窗帘到位自动停止。

(2) 早晚开关自动控制:窗帘的开启和关闭,可通过设置定时时间,来控制窗帘的关闭和打开。一般设置早上 6:30 自动开启窗帘,晚上 8:00 自动关闭窗帘。当然用户可根据不同的季节和不同的生活习惯设置定时时间。实现“天黑关闭,天亮打开”的智能管理,不产生误动作。

(3) 遮阳自动控制:通过 DS1302 计时芯片判断春夏秋冬四季,根据不同的季节执行不同的控制方案,夏天当光照强度达到一定值时,自动关闭窗帘,冬天则要保证充足地阳光。环境光照度的采集通过光敏电阻和运放电路,由单片机输出电平控制电机的正转和反转。

(4) 污染检测智能控制:当检测到湿度较大、尘埃较多,空气质量重度污染或阴霾天气(PM2.5 较大)时,窗帘无条件关闭,并提醒业主注意关闭窗户,减少外出,若外出要带好口罩。

3 总体方案设计

3.1 机械结构设计方案

整个系统的开发设计应考虑耐磨损、噪音低、运转平稳、免维护等方面因素。结构设计如图 1 所示。采用交流同步电动机作为动力,它具有运行稳定,适合低速大型设备等优点。传动箱内安装行星变速机构,降低电机的转速,采用两只微动开关断开,控制电机的转动与停止,采用双绕组电容运行方式,实现同步电机的正转与反转,以达到控制窗帘的效果。电机与电源之间采用接插件方式,电机与传动箱采用锁紧片咬口连接方式,传动箱与窗帘之间采用扣环连接方式。

3.2 传动箱结构

以现有家庭常用传动箱箱体为研究对象,考虑结构优化技术,以减轻质量,提高箱体的刚、强度为目标对传动箱体结构设计,如图 2 所示。采用同步齿型带传动,达到高控制精度和高稳定性的要求。在齿型带上安装二个滑车,当电机带动齿型带转动时,二个滑车就会在相反方向运动,实现窗帘双开或双关的要求。

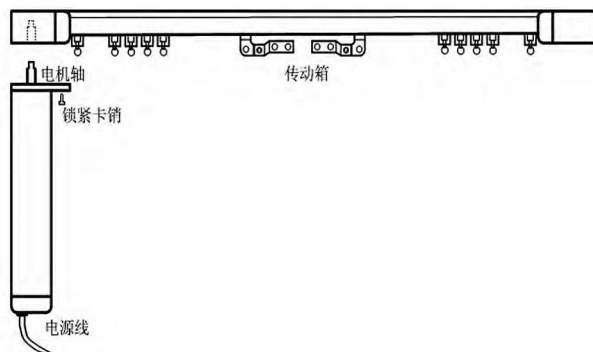


图 1 传动箱与电机连接方式

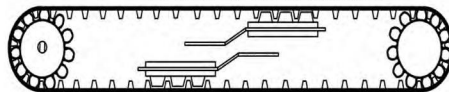


图 2 传动箱结构

3.3 窗帘整体设计

整体设计效果图如图 3 所示,电机由控制盒控制,控制盒一般安装在窗户的旁边,控制盒上安装显示界面,以便能给用户及时显示各环境参数。同时温湿度传感器安装在室内,光照度和空气质量传感器安装在室外。

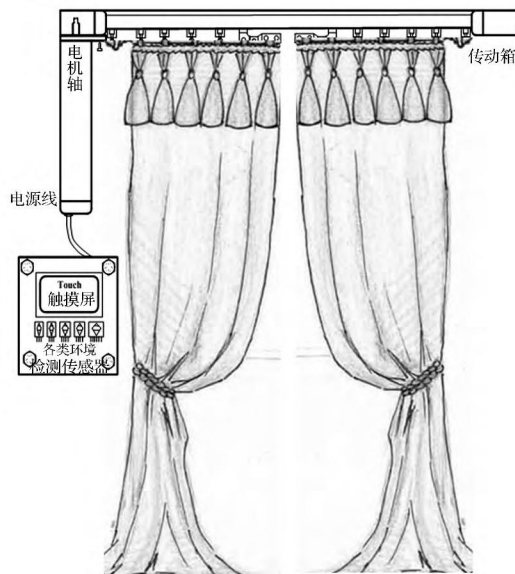


图 3 整体设计效果图

4 控制系统设计方案

4.1 系统整体结构规划

该自动控制系统具有检测环境功能,并通过显示设备呈现给用户。当系统检测到环境参数符合窗帘开合参数时就向继电器发出控制信号,由继电器驱动窗帘做出相应地开合动作。为满足系统人机交互性能友好,采用 TFT 液晶显示和触摸屏技术,同时系统还配有室外光亮度检测、空气质量检测、温湿度检测等功能,可以实现对周围环境空气的动态测量。其硬件结构框图如图 4 所示。同时采用 DS1302 外部时钟电路,它可以对年、月、日、周、日、时、分、秒进行计时,且具有闰年补偿等多种功能,为系统提供一个精确的时间^[3-4]。

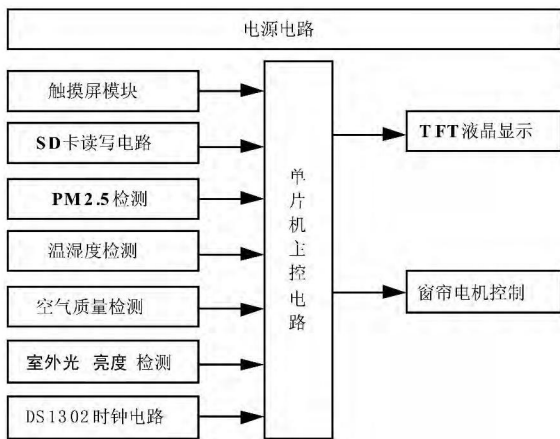


图4 系统整体结构规划

4.2 显示输出电路设计

显示电路是应用系统的关键部分,是构成人机对话的基本方式。系统采用3.5寸LCD TFT彩色液晶屏,TFT全称为薄膜场效应晶体管,该液晶显示器上的每个液晶像素点都是由集成在基板上的薄膜晶体管来驱动的。该显示输出涉及触摸技术和SD卡快速存储技术,其中采用屏幕触摸技术是为了在系统软件程序协调下实现对电动窗帘智能化、人性化的控制,满足用户的使用习惯。采用SD卡存储是为了提供更多的存储空间,丰富显示图象,满足用户视觉。主电路如图5所示^[5]。

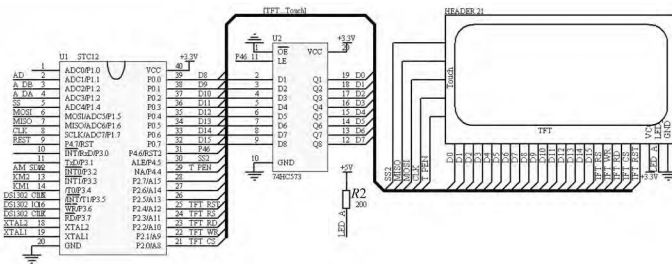


图5 TFT液晶显示电路

4.3 窗帘电机控制电路设计

继电器控制电路为输出模块,单片机将环境参数处理后控制继电器动作,继电器模块与电动窗帘的外部控制接口连接,从而实现对窗帘的控制,其中电动窗帘内部有自己的控制器。控制电路设计图如图6所示。

图6中KM1端与单片机的I/O口连接,Q1、Q2两个三极管组成达林顿管。将前级Q1三极管的发射极与后级三极管的基极相连,组成达林顿管是为了提高I/O的驱动能力。单片机I/O只须提供一个较小的驱动电流就能使Q2三极管进入饱和状态从而使得K1继电器吸合,控制电机正转打开窗帘。同样,当KM2端得电使K2继电器吸合,控制电机反转关闭窗帘^[6-7]。

5 系统软件设计

整个系统由单片机STC12LE5A60S2为控制核心,多传感器信息融合,组成检测单元,提高系统描述环境的能力。继电器模块与电机组成执行单元,根据获取的环境信息,有效、完整、可靠地完成了窗帘开关动作。使用单片机C语言编程和Keil uVision2编译器软件,采用模块化设计思路,即分模块设计,有利于

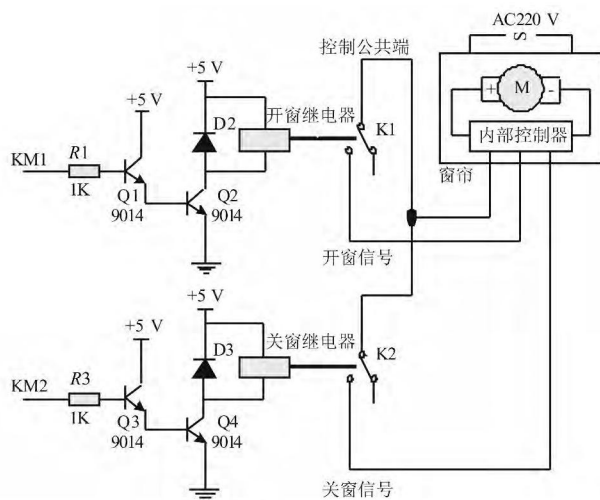


图6 电机控制电路

程序的调试和后续的维护升级。程序设计思路如图7所示,通过带触摸TFT液晶屏设置窗帘早晚开关时间,并显示环境参数,窗帘根据设定的时间定时开关窗帘。白天的空气质量、PM2.5值、温湿度和光照度四个参数,只要其中一个超标,都会导致窗帘无条件关闭(与关系),只有都不超标时才打开窗帘^[8-9]。

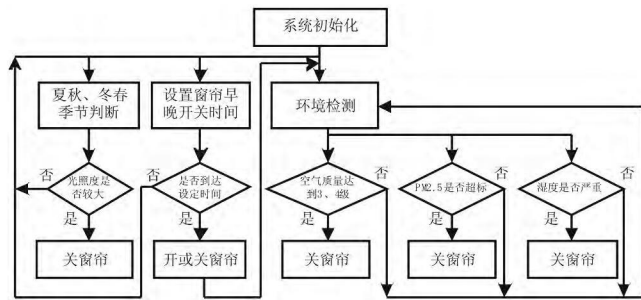


图7 程序设计思路

6 系统测试

采用轻质龙骨搭建窗帘的承重架,支撑传动箱和电机。采用硬质铝合金板材制作触摸屏外壳和各传感器支架架。经过焊接完成电路板的调试,在电路各处电压处于



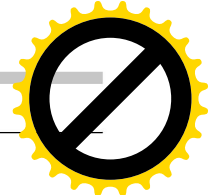
图8 部分传感器和控制盒外壳

合理值范围内进行软件的编程调试,测试效果如图8所示^[10]。

7 结束语

本设计研究具有环境检测功能的自动窗帘控制系统,以单片机为核心,通过I/O端口控制继电器,实现与电动窗帘外部接口的连接,并配以TFT液晶触摸屏和一系列环境参数检测装置以及在系统软件程序协调下实现对电动窗帘智能化、人性化的控制。

(下转第114页)



因环境噪声等其他因素引起的干扰信号,使得信号显现更加平滑、规整。

4.2 超声波回波信号峰值时间的测量

通过上面的分析可以知道,应用 Morlet 复小波变化理论变化,可以将超声波信号的模能够完全包络,下面介绍如何检测包络曲线的峰值,从而通过微处理器准确检测超声波回波峰值的到来时间。借助先进的测量工具可以发现,对于某一具体确定的障碍物而言,超声波回波信号的波形基本上不随测量距离的远近而发生很大的变化,也就是说,经过小波变换以后,超声波回波的包络曲线具有较好的一致性,波形形状基本不变,只是幅值略有不同。超声波峰值检测原理^[6]如图4所示,其基本原理是首先通过 Morlet 复小波变换得到图4所示的包络检测曲线,然后利用通过微分电路可接收到的超声波信号变换成交流信号,再利用过零检测电路将交变变换成矩形波,然后该信号送入微处理器外部中断入口,通过定时器/计数器外部中断方式就可以准确测定超声波峰值到来时间,从而消除或者极大的减小因超声波回波时间检测所导致的测量误差。

包络峰值时间点的检测方法测量超声波回波到来时间与信号幅值无关,只与回波峰值到来时间有关,该检测方法具有优良的传输时间检出特性。

5 结束语

利用常规超声波测距的基本原理,通过在进行系统改进,增设温度补偿或标准校正装置,减小因环境变化和外界扰动对实际测量系统精度的影响。同时根据回波传输的特点,利用 Morlet 复小波原理,应用回波包络峰值检测法,获得比传统 Hilbert 检测方法更加实用、能够体现回波信号特征包络曲线,能够更加准确测量出超声波回波峰值时间的到来时间,实现精确测距。试验结果表明,在有效测量范围内,该方法消除或降低了因测量环境温度影响和超声波回波时间测量所导致的测量误差,使测量能够达到一般工业测距精度的要求,具有实际推广和应用价值。

(上接第94页)

整体结构简单,成本低廉,安全可靠。使得电路具有较高的可靠性和稳定性,且结构简单、操作方便、高人性化、高智能化和低功耗的优点。能够更好地贴近普通用户。

本设计为省级大学生实践创新训练计划项目,并申请了国家实用新型专利。该项目在一般窗帘的基础上进一步研究,将环境参数融入到设计理念中,采用了柔性化设计思维,用户可以方便地调整各项参数,提高了系统的人性化。同时本控制器还可与现有市场上的电动窗帘外部控制端口连接,使得原本的手动电动窗帘改变为自动控制,比起一整套家居智能化系统,本设计具有成本低、安装方便、更适合企事业单位。未来将在现有研究成果的基础上,升级微处理器处理能力,提高人机界面的友好度,进一步优化操作。

参考文献:

- [1] 王春武,刘春玲,姜文龙,等.基于单片机的无线智能窗帘控制器的设计[J].吉林师范大学学报:自然科学版,2010,31(1):93-95.
- [2] 魏立峰,王宝兴.单片机原理与应用[M].北京:北京大学出版

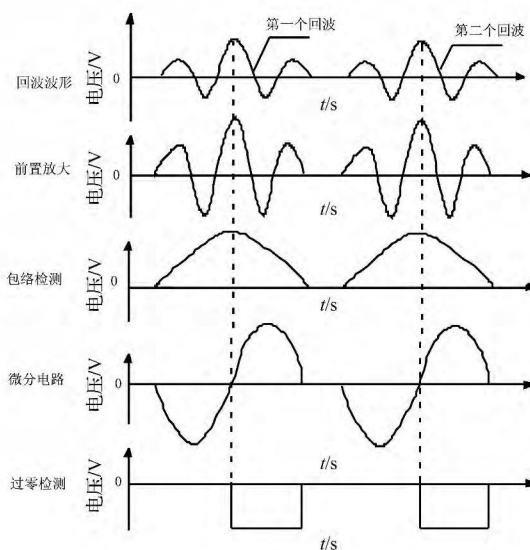


图4 回波包络峰值检测波形

参考文献:

- [1] 李戈,孟祥杰,王晓华,等.国内超声波测距研究应用现状[J].测绘科学,2011,34(7):60-62.
- [2] 韩丽茹.提高超声波测距精度方法综述[J].电讯技术,2010,50(9):132-135.
- [3] 庞京玉,王骏.高精度超声波测距系统开发[J].现代计算机,2009,30(3):198-200.
- [4] 卜英勇,何永强,赵海鸣,等.一种高精度超声波测距仪测量精度的研究[J].郑州大学学报:工学版,2006,27(3):86-89.
- [5] 杨文献,姜节胜.基于复小波变换的超声信号分析技术研究[J].西北工业大学学报,2004,22(4):510-514.
- [6] 陈亦文,邱公伟,魏勇.基于小波包分析的时变谐波分析[J].仪器仪表学报,2005,26(5):457-459.

【作者简介】赵浪涛(1974-),男,甘肃会宁人,硕士,副教授,主要从事控制理论与工程方面的教学和研究工作。

社,2006.

- [3] 徐爱钧.单片机原理与应用——基于 Proteus 虚拟仿真技术[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [4] 海涛,李啸驰,龙军,等. ATmega 系列单片机原理及应用—C 语言教程[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [5] 康华光,陈大钦.电子技术基础(模拟部分)[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [6] 陈晓燕,庞涛,康若鑫.基于 MCU 的多机通信智能窗帘设计[J].测控技术,2012,31(6):76-78.
- [7] 夏军,唐民钦.基于 ZigBee 技术的智能窗帘控制器设计[J].广西科学院学报,2014,30(1):4-7.
- [8] 钱云,郑舒予,秦雷.基于 ATMEGA16 单片机的智能窗帘控制系统设计[J].微计算机信息,2009,25(10):24-25.
- [9] 孙利新,王阿川,张亨,等.基于视觉手势识别技术的智能窗帘研究[J].微型机与应用,2012,31(20):48-50.
- [10] 苏腾云,刘玉良,姚齐国,等.基于单片机和手机短信的窗帘智能遥控系统[J].福建电脑,2012,28(2):27-28.

【作者简介】卢亚平(1982-),男,江苏人,实验师、硕士,专业:机械工程及自动化,工作于苏州大学应用技术学院,主要从事自动控制研究。宋天麟(1963-),男,江苏人,副教授、硕士,工作于苏州大学应用技术学院,主要从事机电一体化研究。