

# 一种新型雨天智能关窗装置设计与研究

沈晔超, 杨浩, 王亮

(安徽机电职业技术学院, 安徽 芜湖 241002)

**摘要:**为了研究智能化和可控制化的雨天智能关窗装置,结合AT89C51单片机、YL-83雨水传感器、SG3525驱动芯片的特性设计控制系统,选用PLA塑料3D打印制作模型样机,采用雾化装置模拟不同降水条件下的雨水量。试验证明,该雨天智能关窗装置可以在无须人为干预的自动模式或通过手机控制的主动模式2种条件下实现窗户的开关,具有防止人为产生水滴导致的误触发和雨过天晴后自动开窗通风功能,完全可以满足用户的个性化需求,具有一定的实用价值。

**关键词:**单片机;雨水传感器;驱动芯片;开关模块;供电模块;智能家居

**中图分类号:**TP23;TU855 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2020)03-0036-04

## Design and Study on a New Intelligent Window Closing Device in Rainy Weather

SHEN Yechao, YANG Hao, WANG Liang

(Anhui Technical College of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhu, Anhui 241002, China)

**Abstract:** To study an intelligent and controllable window closing device in rainy days, a control system was designed based on the characteristics of AT89C51 microcontroller, YL-83 rain sensor and SG3525 driving chip. The PLA plastic 3D printing was used to make the model prototype and the atomizer was used to simulate the rainfall under different precipitation conditions. The test proves that the intelligent window closing device can realize the window opening and closing operations under conditions of an automatic mode without human intervention or of an active mode controlled by mobile phones. The utility model has the functions of preventing false triggering caused by artificial water drops and of automatically opening the window after the rain. It can completely meet the user's personalized needs and has a certain practical value.

**Keywords:** SCM; rain sensor; drive chip; switch module; power supply module; intelligent home

## 0 引言

目前人们的生活节奏越来越快,早出晚归的工作非常普遍。由于白天上班期间不在家中,无法发现突然发生的降雨沿着打开的窗户进入房间,造成家中装饰的浸水损失。随着科学技术的发展,以家居生活管理集成和日常事务管理系统为主要特点智能家居<sup>[1-2]</sup>逐渐步入人们的生活。近年来,许多专家学者对智能家居进行了大量研究,仲小英<sup>[3]</sup>、李泽业等<sup>[4]</sup>、王晶晶<sup>[5]</sup>、陈星等<sup>[6]</sup>分别研究了智能门禁、WiFi远程控制、激光温度传感器、情境感知服务在智能家居系统中的应用,Hu等<sup>[7]</sup>、Sfar等<sup>[8]</sup>、Nauta<sup>[9]</sup>、Swetha等<sup>[10]</sup>通过分析室内运动跟踪传感器、马尔科夫逻辑网络机器学习方法、社交机器人、卫生服务的主动监测与智能家居的结合,探索了智能家居

未来可能发展方向。但智能家居系统中关于自动关窗装置的研究相对较少。既有关窗装置主要通过传感器检测温湿度、雨滴等周围环境,利用控制核心处理器驱动预置关窗程序,实现窗体的自动闭合<sup>[11]</sup>;自动关窗的触发时机取决于传感器和控制核心的设置阈值<sup>[12]</sup>,当降雨量大于阈值时窗户关闭,小于阈值时窗户打开,雨水识别不够人性化,当遇到阵雨时容易造成窗户频繁打开、关闭。同时,既有相关设备关窗过程采用电机直接驱动,关窗过程采用匀速控制,冲击强、噪音较大,智能化和控制化可靠性上也需要进一步改善。本研究基于AT89C51单片机的特点,设计自动模式下无须用户人为干预的雨天智能关窗装置,通过传感器接收下雨的信号,在降雨的情况下能够自动关闭窗户,给我们的日常生活带来极大的便利。

收稿日期:2020-04-14

基金项目:安徽省工业机器人技术高水平教学团队(2018jxtd154);安徽省校企合作实践教学基地——安徽机电职业技术学院安徽埃夫特智能装备有限公司工业机器人实践教育基地(2018sjjd119)。

作者简介:沈晔超(1987—),男,安徽芜湖人,讲师,硕士,研究方向:机械电子工程、工业机器人技术。

### 1 雨天智能关窗装置构架思路

雨天关窗装置采用外接电源供电,以传感器接收外界天气信号的变化,当传感器检测发现外界降雨发生的时候,芯片收到相关指令信号,通过发送信号带动电机旋转,实现窗户的开关,其技术路线如图1所示。



图1 雨天智能关窗装置技术路线

在具有自动接收雨水信号,控制窗户关闭功能的同时,也可以使用手机进行人为的关窗/开窗调节控制,便于用户在雨过天晴之后通过手机远程遥控开窗,进行室内空气的换气,保持室内空气清新,更加简单快捷方便。特别适用于某些处于高处,人们往往无法触及的窗户的开关,避免了主人攀爬梯子关闭/打开高处窗户的烦恼。手机与雨天智能自动关窗装置连接迅速,站在远处就可以实现窗户的开关,手机控制系统技术路线如图2所示。

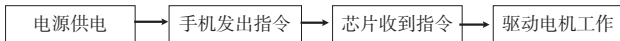


图2 手机控制系统技术路线

结合控制系统功能布局,设计雨天智能关窗装置的初步外形结构如图3所示。

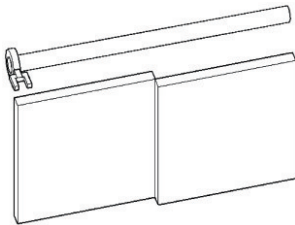


图3 雨天智能关窗装置的初步外形结构

### 2 雨天智能关窗装置控制结构原理

雨天智能关窗装置的控制核心主要有雨天传感器和控制芯片电路2个重要的组成部分。当雨天传感器与5V电源接通,电源灯亮起后,传感器进入工作状态,此时,雨天传感器的感应板上会检测是否存在存积水滴。若未见水滴,开关指示灯由亮转灭,DO输出高电平状态;当外界的水滴落在感应板上时,开关指示灯由灭转亮,DO输出由高电平变为低电平;当外界水滴停止滴落,同时擦拭除去感应板上剩余的水滴(雨过天晴),DO再次由低电平恢复为初始高电平状态。装置的核心控制电路在接收到传感器的信号后可以驱动电机作用,系统响应非常迅速快捷。利用与单片机AD口相连的AO模

拟输出信号,还可以间接反映出落在雨天传感器感应板上水滴的疏密程度和水滴大小(雨量大小)。

控制芯片电路用于控制电机的速度。如图4所示,当控制电路发送来“关窗”的信号后,外部控制电路可对串联谐振式电源进行多功能控制,从而实现绝缘栅双极型晶体管脉宽调制、正弦波脉宽调制信号生成以及过流保护功能。通过在引脚15上串联电阻R1,可以把引脚11/14的信号合并输出,最大占空比也由此得到大幅度的提升。限流电阻R2/R3分别连接在Q1/Q2的基极和引脚14/15之间,能够有效地避免流经Q1/Q2的正向基极电流超越控制器所允许最大电流的上限。加速电容C1/C2能够快速Q1、Q2的导通速度。外接由恒流源充电的软启动电容,实现了快速启动、及时关窗的功能。其他主要引脚的功能如表1所示。

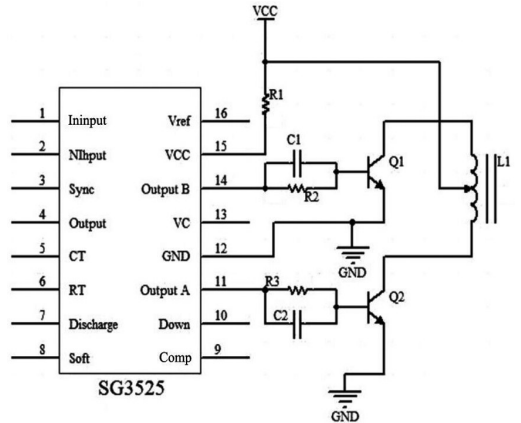


图4 控制芯片原理

表1 主要引脚功能

序号	引脚序号	作用
1	引脚1	误差放大器反向输入端
2	引脚2	误差放大器同向输入端
3	引脚5	振荡器定时电容接入端
4	引脚6	振荡器定时电阻输入端
5	引脚8	软启动控制端

雨天智能关窗装置还包括为其他模块供电的供电模块。在驱动机构与供电模块之间串接设置开关模块,开关模块采用继电器实现并与单片机的输出端相连接,用于控制驱动机构的供电。在窗户处于关闭状态或检测到天气转晴后,关闭驱动机构的供电,减少驱动机构里芯片等电子元器件的能耗。晴天的检测采用光强度传感器来实现,其光强度触发条件可根据用户需求进行自定义。光强度传感器与雨水传感器集成在一起,采集信号并发送至单片机中。雨天智能关窗装置的主要原理如图5所示。

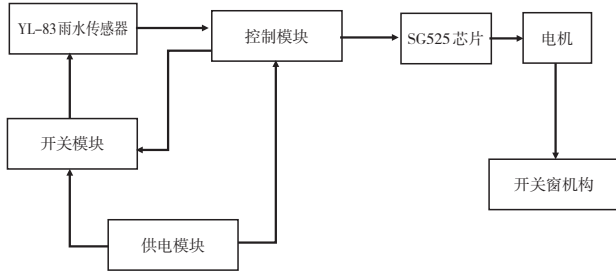


图5 雨天智能关窗装置主要原理

### 3 雨天智能关窗装置模型样机制作

雨天智能关窗装置主要由开关窗机构、驱动机构、控制模块3部分构成,控制模块选用AT89C51单片机,单片机通过驱动机构控制开关窗模块实现开关窗。采用雨水传感器YL-83进行外界天气降雨情况检测,雨水传感器设置在窗户外侧的合适位置,用竖杆等支架安装后进行固定,其灵敏度高、准确性强,可将检测到的数据及时发送至单片机中。单片机根据接收到的雨水信号实施快速响应,控制驱动机构完成关窗动作。

驱动电机和电机驱动模块共同构成了驱动机构,其中电机驱动模块的输入/输出端与控制模块的输出端/驱动电机分别相连。目前既有的驱动电路控制电机大多采用简单供电方式。为使电机做到快速转动控制,该雨天智能关窗装置采用专业的SG3525驱动芯片进行电机驱动,通过控制芯片的PWM脉冲调制信号可以更加稳定匀速地控制电机转速。控制模块与喇叭、通信模块连接,用于在开窗关窗时给出提醒信号和实现手机远程遥控功能。为了实现通讯功能的多项覆盖,可根据用户需要内置WiFi模块、5G/4G/3G/2G通信模块,用于将开窗关窗的动作信号发送至手机中,方便用户及时监控。雨天智能装置的电路设计如图6所示。

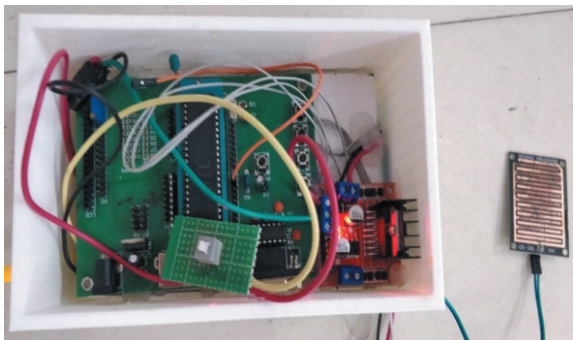


图6 雨天智能装置的电路实物

选用PLA材料3D打印制作电路外层保护壳和窗户模型,对控制、驱动电路进行封装,完整的模型样机如图7所示。

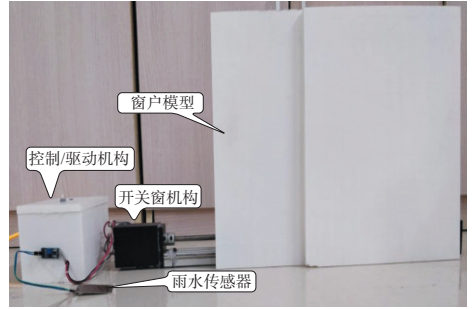


图7 雨天智能关窗装置模型样机实物

### 4 试验现象及结果

使用家用电源向雨天智能关窗装置供电,利用雾化器对YL-83雨水传感器喷洒小水滴,模拟雨天降水过程。在小水滴刚接触到YL-83雨水传感器时,驱动机构并没有启动关窗动作,这是因为在控制系统中加入了防止误触发的功能,避免因为楼上晾衣、浇花等人为操作洒落的水滴造成系统的误触发。在经过一段时间水量的累积后,开关窗机构在控制信号的驱动下启动,直至窗户完全关闭后电机停止运动,如图8所示。窗户关闭后,在YL-83雨水传感器上的水滴消失(雨过天晴)的条件下,通过手机远程通信或WiFi通信可以操作手动打开窗户进行通风、换气,能够有效地提升用户的使用体验。



图8 雨天智能关窗装置关窗后的外形实物

### 5 结语

基于AT89C51单片机的雨天智能关窗装置采用YL-83雨滴传感器,内部由SG3525驱动芯片智能控制,恒流源充电,实现软启动。通过传感器接收下雨的信号,在降雨的情况下能够自动关闭窗户,关窗过程无须人为干预,给我们的日常生活带来极大的便利。与此同时,还增设了手机通信功能,在半自动模式下,雨过天晴后可以通过无线通信模块提醒用户,经用户确认后,窗户再次开启,减少既有相关设备误操作,避免阵雨时频繁开关窗的可能。在手动模式下,能够通过手机控制芯片进行窗户的



开关,大大降低了高处窗户开关的困难程度,减少了高处开关窗的危险。电机调速过程采用双极性的控制方式,由芯片直接调节占空比,应用SPWM调控,更加适合交流变频调速系统,与既有相关设备的电机直接驱动关窗过程相比,新型智能雨天关

窗装置将匀速关窗调整为变速关窗,起步阶段窗户关闭速度较快,靠近窗框时速度逐渐降低直至最终停止,减小关窗时窗户和窗框之间的冲击,减低关窗噪音,具有一定的实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 张佑春,张晓娟,朱炼.基于LonWorks与ZigBee技术的智能家居系统构建[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2015,17(2):102-105.
- [2] KLEIN I.Connecting the Smart Home[J].Residential Systems,2019,20(12):28-29.
- [3] 仲小英.基于物联网的智能家居安全监控系统设计[J].自动化与仪器仪表,2020(3):92-95.
- [4] 李泽山,郭改枝.基于树莓派和Arduino的WiFi远程控制智能家居系统设计[J].现代电子技术,2019,42(24):167-171+175.
- [5] 王晶晶.智能家居多激光传感控制器设计[J].激光杂志,2020,41(3):152-155.
- [6] 陈星,黄志明,叶心舒,等.智能家居情境感知服务的运行时建模与执行方法[J].软件学报,2019,30(11):3297-3312.
- [7] HU Yang,DOMINIQUE T,TAYLOR A,et al.Smart home in a box:usability study for a large scale self-installation of smart home technologies[J].Journal of reliable intelligent environments,2016,2(2):93-106.
- [8] SFAR H,BOUZEGHOUB A,RADDAOUI B.Early anomaly detection in smart home:a causal association rule-based approach[J].Artificial intelligence in medicine,2018,91(9):57-71.
- [9] NAUTA J,MAHIEU C,MICHIELS C,et al.Pro-active positioning of a social robot intervening upon behavioral disturbances of persons with dementia in a smart nursing home[J].Cognitive Systems Research,2019,57(10):160-174.
- [10] SWETHA N,NTHONY M J,ATRICIA W A H.Health smart homes: user perspectives[J].Studies in Health Technology and Informatics,2019,266(8):127-135.
- [11] 王勋,商国旭,王钰之,等.基于C51单片机的智能窗户设计[J].赤峰学院学报(自然科学版),2020,36(3):64-66.
- [12] 吴志豪,沈志豪,詹海鸿,等.基于单片机的雨天智能关窗器设计[J].计算机产品与流通,2019(4):101.

(上接第21页)

- [15] 郑顺林,王良俊,万年鑫,等.密度对不同生态区马铃薯产量及块茎空间分布的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版).2017,45(7):15-23.
- [16] 王友生,岳云,李效文,等.不同肥力水平和种植密度对定西秸秆覆盖马铃薯生产的影响[J].西北农业学报.2019,28(2):198-203.
- [17] 田丰,张永成,张凤军,等.不同肥料和密度对马铃薯光合特性和产量的影响[J].西北农业学报.2010(6):95-98.
- [18] 胡建军,温学飞,张宏,等.基于“3414”模型对宁夏盐池县马铃薯氮磷钾效应的研究[J].中国农学通报,2011,27(15):90-96.
- [19] 门福义,郭淑敏,刘梦芸,等.马铃薯高淀粉生理基础的研究——块茎淀粉含量与糖的代谢[J].中国马铃薯,1993(3):129-133.
- [20] MAREK K.Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation[J].Turkish Journal of Agriculture & Forestry,2014,38(3):299-310.
- [21] 蒋颖.遵义市贵乌瑞它主要高产栽培技术研究[D].贵阳:贵州大学,2010.
- [22] NURMANOV Y T,CHERNENOK V G,KUZDANOVA,et al. Potato in response to nitrogen nutrition regime and nitrogen fertilization.[J]. Field Crops Research,2019,231:115-121.
- [23] 高媛,韦艳萍,樊明寿,等.马铃薯的养分需求[J].中国马铃薯,2011,25(3):182-187.
- [24] 孙宁,边少锋,孟祥盟,等.氮肥施用量对超高产玉米光合性能及产量的影响[J].玉米科学,2011,19(2):67-69.
- [25] 彭承界.鄂马铃薯5号脱毒原种种植密度及施肥量最佳水平组合[J].中国马铃薯,2012,26(4):222-225.
- [26] 袁安明,张小静.氮磷钾配比对马铃薯脱毒微型薯生长和产量的影响[J].中国马铃薯,2012,26(4):225-227.
- [27] 田再民,杨立罕,冯琰,等.不同施肥方式对马铃薯生长及产量的影响[J].西南农业学报,2013(4):1741-1743.
- [28] 王晴晴,田长彦,赵振勇,等.不同施氮量对蓖麻产量和生物及营养性状的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(3):150-154.
- [29] 丁安明,崔法,李君,等.小麦单株产量与株高的QTL分析[J].中国农业科学,2011(14):2857-2867.
- [30] 王国兴,徐福利,王渭玲,等.氮磷钾及有机肥对马铃薯生长发育和干物质积累的影响[J].干旱地区农业研究,2013(3):106-111.