

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目: 基于单片机的节能窗控制系统设计

学生姓名: 罗滔

学 号: 201810300818

系 部: 电梯工程学院

专 业: 机电一体化技术

班 级: 机电 1181

指导老师: 叶慧芳

二〇二一年六月一日

基于单片机的节能窗控制系统设计

[摘要]

本设计主要针对一些节能门窗遇到的问题，如节能保温效果较差、控制方式比较单一，不能实现远程控制及成本过高等，设计一种能实现自动控制、手动遥控和手机短信控制的节能窗控制系统。本文主要完成了如下工作：首先是采用 ATmega8 芯片开发了节能窗主控制器，设计了节能窗控制电路、温湿度和光照度采集电路、百叶窗卷帘电机驱动电路、百叶窗步进电机控制电路，研究了一种特殊控制方法以调节百叶窗翅片开度，编写了节能窗控制程序，实现了节能窗自动控制功能。

[关键词] 节能窗 单片机 控制

目 录

一、绪论.....	4
(一) 课题研究的背景.....	4
(二) 国内外关于节能窗研究的现状.....	4
(三) 有关节能窗窗体结构的设计.....	5
(四) 课题研究意义.....	7
二、总体设计方案.....	7
(一) 系统设计要求.....	7
(二) 节能材料选择.....	8
(三) 节能窗总体设计.....	9
三、结论与展望.....	13
(一) 结论.....	13
(二) 展望.....	14
参考文献.....	15
致谢.....	16

一、绪论

随着人类社会工业和科技的日益发展壮大，如今人类对环境以及能源的重视也日渐加强。环境污染，能源紧张，都让我们不得不更加地重视节能减排，并且将之视为贯穿社会生活方方面面必须做好的工作任务。现阶段，在我国社会的总能耗中，其中有很大一部分能耗是建筑能耗，占了很大比例。根据第十一届科学技术协会公布的数据，这个比例已经高达 27%，占了近三分之一，而建筑能耗一半以上是采暖、空调的能耗。根据调查，将建筑的能耗主要分成七类，统计如图 1-1 所示。在建筑的围护结构中，各部件的传热系数数据相比较，窗的热损耗占建筑总热损耗 24%，几近总能耗的四分之一。窗既是热量散失的敏感部位，又关系着采光、通风、隔声、立面造型。因此窗节能是建筑节能的关键，这就对窗的节能提出了更高的要求。

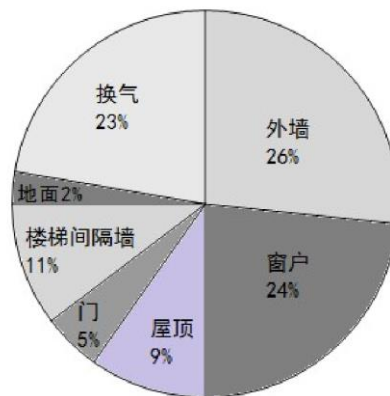


图 1-1 建筑物热量损失比例示意图

（一）课题研究的背景

窗不仅是建筑物的重要组成部分，承担采光、通风、围护、观景等重要功能，也直接影响着建筑室内的环境，是重要的家居之一。窗融入人们的生活中，时刻关系和影响人们。再加上快速发展的现代科技，不断提高的生活水平，促使人们追求更高的生活品质，渴望更健康的生活、更舒适安全的环境。

（二）国内外关于节能窗研究的现状

现在节能环保越来越受重视，人们在节能产品的研发方面也有了很大的突破。国外的一研究者通过把氧化钨薄膜沉积在半透明的金属层（Cr，Ag）上，偶然发现了稀硫酸溶液中阴极着色现象。而这将是人们在节能窗材料研究方面取得的一重大突破，从此人们开始了对节能窗材料的研究。初期的西方建筑，其门窗

主要以通风、采光为主，追求美观，大多使用单层玻璃，隔热、保温等热工性能比较差。随着能源危机的进一步爆发，人们也越来越关注环保节能问题，门窗的设计也越来越注重热工性能。表 1-1 是早期国外节能窗功能要求和技术变化。

表1- 1 国外节能窗的功能要求和技术变化

年代	20 世纪 70 年代以前	20 世纪 70 年代	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代
功能要求	挡光、挡风遮雨	限制能耗	节能、舒适	高效节能舒适
窗户结构	单玻	单框双玻璃	窗户构造	单玻
传热系数 (W/M^2K)	5.4-6.4	3.0-4.4	2.3-2.8	1.8
特点	隔绝传热的性能较差消耗能量大	绝热效果明显增强	隔绝传热性好、采光较差	隔绝传热、采光性能有改善

西方国家对节能窗的研究比较早，我国近几年才开始这方面的研究，很多节能技术相对比较落后，因此先进的技术需要从国外引进。就窗的保温性能而言，一般用传热系数 K 表示：K 越小，传热越小，能耗越低；K 越大，传热越大，能耗越高。从上世纪九十年代至今，国内外节能窗就传热性能效果的发展进度做了个横向比较，具体如表 1-2 所示。

欧洲门窗		国内门窗	
年份	传热系数	年份	传热系数
77 年	$K \leq 3.5$	1993 年	$K \leq 4.5$
84 年	$K \leq 2.8$	1998 年	$K \leq 3.5$
2001 年	$K \leq 1.9$	2005 年	$K \leq 2.7$
2012 年	$K \leq 1.0$	2012 年	$K \leq 2.3$

(三) 有关节能窗窗体结构的设计

1. 窗户节能因素分析

在建筑外围结构中，窗的保温性能是最低的。窗的每个部位对节能窗的效果都会有影响。影响窗户节能效果的主要首要原因首先是制窗的型材，不同的材料，热传导系数不同，制成节能窗之后所达到的节能效果也不同。各种材料都有自己的材质特性，能达到的截面设计也不相同，截面设计也很大程度上影响着窗的节能效果。影响窗节能效果另一重要因素是玻璃，玻璃占窗体的绝大部分面积，对窗的节能起很大的作用。最后还要考虑窗的密封性，密封性的好差主要取决于密封条的材质和设计。窗的保温性能由传热系数 K 表示，用 K 值的大小来衡量窗户的传热性能， K 值越小，则传热越少。根据建筑节能门窗工程技术规范要求，节能门窗要求如下：

$$K \leq 2.7 \text{ W/M}^2 \cdot \text{K} (\geq 4 \text{ 层建筑})$$

$$K \leq 2.5 \text{ W/M}^2 \cdot \text{K} (\leq 3 \text{ 层建筑})$$

通过上述分析可知，要提高窗户的节能性，必须要提高窗的密闭性能，以及改善材料的保温隔热性能。

2. 节能窗电机结构需求

节能窗就是希望它能给人们提供一个舒适的室内环境，给人们的生活带来便捷，所以我们要求节能窗能自动控制，自动控制窗的开度来调节室内的空气流通和室内温度，遇到恶劣的天气能自动控制窗的开和关。这时候我们就需要窗体自带电机来实现。由于窗户本身体积不大，我们对电机结构要尽量简化以及节省空间。窗户是直接关系到人们的生活的质量，因此我们要求该电机能承受过载能力高，可靠耐用、节能高效、振动小和噪音低。

3. 节能窗窗体结构设计

窗户和我们的生活息息相关，它不仅为房间提供采光，还装饰房间和环境，提高视觉的美学效果。因此，我们设计节能窗时要考虑实际的采光效果、方便开关和清洁等问题。本设计的节能窗是以普通窗为基础进行的改良窗，具有不占地面面积、结构紧凑坚固、操作简单耐用、启闭灵活方便和刚性强、密封性好、美观新颖等特点。窗的形状简称窗型，是影响节能窗性能的重要因素。根据实际使用经验和测试，固定窗节能性最好，其次为平开窗，最差的为推拉窗。根据意大利、德国等新推出的概念节能门窗进行本土化设计，本设计节能窗的机械结构采用机械联动的结构进行开启方式的切换，联动执手使得窗户可开可关还可以内倒。内倒能很好地通风和抗风，还能节省空间，方便挂窗帘，对窗户内部结构的

磨损也比较小，可以让窗户更耐用。

（四）课题研究意义

门窗作为建筑结构中不可缺少的部件，是室内与室外联系的重要环节。这对门窗的使用性能提出极高要求，既要满足防晒遮阳，又要达到采光照明；既需满足防水隔音，又能实现通风换气，同时还需具有一定装饰作用，以提高室内外视觉美感。门窗不仅是调节室内环境舒适度的关键工具，而且也是影响建筑节能的重要因素[1]。在建筑外围护结构中，门窗系统所占其总表面积为，但通过门窗损失的能量是墙体的倍、屋面的倍、地面的多倍，约占建筑围护部件总能耗的。表列出了建筑围护结构中主要部件的传热系数。可见，虽然所占面积比重不大，但门窗却是建筑节能中的薄弱环节，门窗节能已成为建筑节能的重要组成部分[2]。

本文希望设计一款基于单片机的节能窗。控制系统可以运用光照、温度、湿度等条件的变化，让窗自动开关闭合，实现窗的自动控制、手工控制以及远程控制。此控制系统成本低廉，结构简单，性能稳定，如果能实现和推行，可以大大提高节能窗的实用性，并可应用于普通家庭，让人们真正享受到节能窗带来的舒适、便捷和安心，既提高生活品质，又高效节能。

二、总体设计方案

（一）系统设计要求

本项目主要是现有节能门窗产品遇到的一些问题，结合一些意大利、德国等新推出的概念节能门窗进行本土化设计和改造，在确保其性能稳定可靠的前提下，以成本低，安装容易为宗旨，设计出一款节能的改进式的具有一定智能功能的窗控制器。

1. 节能保温方面

主要是通过窗体机械结构密封设计、窗户的双层玻璃和保温百叶窗卷帘三重设计有效隔离室内室外热量的切换从而实现室内保温达到节能功能。

2. 控制多样化

（1）自动模式

自动模式是通过传感器模块对室外的环境进行数据采集（温度、湿度和光照

度), 通过调节百叶窗的角度来达到我们自定义的室内舒适环境。这种模式的两个极限条件为: 当湿度超过某一程度的时候, 认为室外为下雨状态, 则百叶窗直接关闭。当室内温度超过舒适温度 25℃时, 我们认为室内的温度已经过高了, 则百叶窗直接关闭, 除此之外百叶窗通过光照度的和太阳光高度对百叶窗进行模糊控制实现自动控制。

(2) 人工模式

人工模式又分为遥控控制和手机短信远程控制。人们可以通过遥控器或者手机短信对百叶窗进行上升与下降控制, 多方面无死角的控制百叶窗, 做的真正的便于人们, 方便生活。

(二) 节能材料选择

1. 窗框材料

目前为止我国使用最广泛的是塑钢窗、木质窗和铝合金窗等节能窗。以前的门窗以木料材质为主, 承受力差, 不保温, 而且易老化, 现代建筑中已经很少使用。塑钢窗不耐火, 防火性差, 一旦燃烧会释放毒气, 老化、开裂、色变等等, 使用时间不长。在强光照或防火条件差的环境下, 塑钢都不是门窗的理想材质。而铝合金型材它具有以下优点:

①结构特殊: 多空腔的结构, 便于减少金属热传导引起热量散失, 提高空气的容积, 增强保温效果和减轻重量。

②强度大: 具有超高强度, 即便在大风情况下, 抗压变形性也很好。

③连接方便: 在型材搭接窗户框架时, 能方便使用辅助结构进行连接固定。

④制造方便: 可以通过铝合金型材生产线, 快速地批量生产。因此本设计的节能窗采用的是铝合金窗, 即采用断热空腔铝型材框架, 用加密封条增强密闭性, 达到更好的保温隔热效果。

2. 玻璃材料

窗户的玻璃是窗的主要热交换区域, 因此窗玻璃的材质直接影响窗能耗的大小, 比较好的节能窗玻璃可以阻隔紫外线、可见光和红外线等。目前市面上节能窗玻璃品种繁多, 节能效果也差异较大, 被广泛使用的主要有四类: 镀膜玻璃、LOW-E 玻璃、玻璃隔热贴膜和中空玻璃。通过光学透过率测试, 隔热计算公式为: 隔热率=53%的红外线阻隔率+3%的紫外线阻隔率+44%的可见光阻隔率。

(三) 节能窗总体设计

本设计节能窗的控制系统，尽力满足大众的需求，且低成本，易安装，好操作，不仅性能可靠稳定，还能有更好地节能效果。

(1) 通过对室外环境主要参数，温度、湿度和光照度的采集进行融合计算，由中央处理器进行比较，实现节能窗的自动调控功能。

(2) 通过超外差技术进行无线控制，为了避免节能窗因自动控制出现故障或者因人为因素而须强制开关节能窗的一种人工控制。

(3) 通过手机短信实现远程控制，解决人不在家也能控制节能窗的状态，更加灵活方便的监控窗的状态，解决生活给我们带来的后顾之忧。

1. 节能窗控制系统硬件设计

本设计控制系统主要由自动控制、遥控器控制、手机短信和触摸屏控制三部分组成。自动控制首先由 ATmega8 单片机作为的中央处理器，由温度采集电路、湿度采集电路和光照度采集电路组成环境检测系统，这些传感器对室内外环境进行采集信号。再控制电机驱动电路，433MHZ 超外差模块是射频通讯技术，对手机短信和遥控器信号的收发作用。手机短信和触摸屏控制是由 SM900A 手机模块、STM32 开发板、液晶显示屏 TFTLCD 和 433MHZ 超外差模块四大部分组成，由 GSM 模块为通信核心部件，可以实现远程控制。遥控器控制由 STC15W201S 单片机、按键和 433MHZ 超外差模块组成，采用无线网络技术进行短距离的一种控制方式。节能窗整控制系统的硬件结构框如图 2-1 所示。

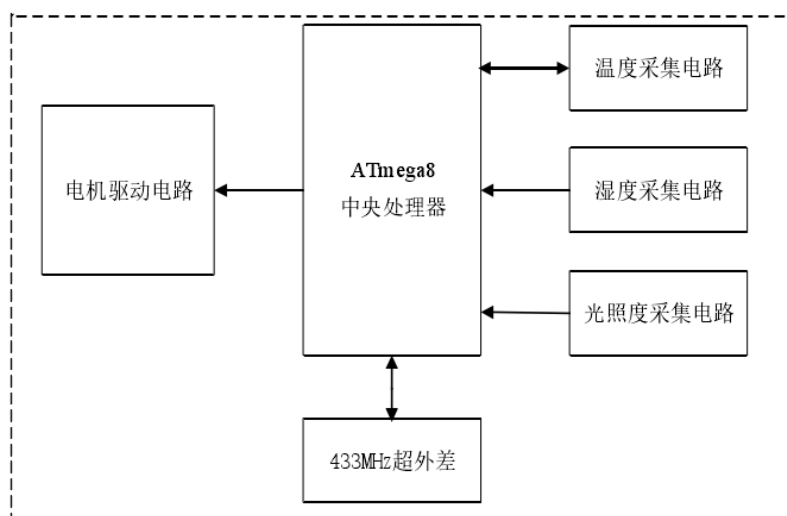


图 2-1 节能窗控制系统硬件结构图

2. 节能窗控制系统软件设计

根据要求，我们设计了如图 2-2 所示节能窗控制系统的控制流程，系统正常工作在自动模式下，人工控制是在自动控制出现故障或者因人为因素而强制去控制窗的打开和关闭的一种辅助控制方式。从控制源头就考虑了可能出现的多种问题，提供了出现故障的相应解决措施，做到控制无死区的状态，让人们更方便、灵活地控制窗户，实现系统设计目标，满足用户的需求。

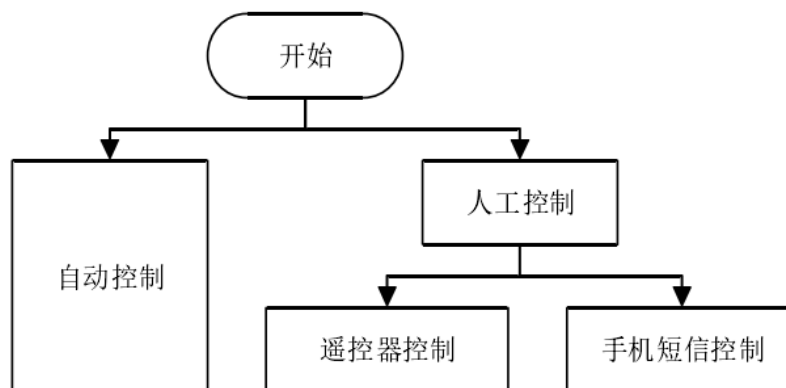


图 2-2 节能窗控制系统的控制流程

3. 控制系统硬件主要模块选型

(1) 执行机构（电机）选型

窗帘的拉动主要靠电机带动，电机输出动力的大小关系窗帘能否被拉动，因此电机的选择很关键。如果电机动力太小，就拉不动窗帘；如果动力太大，会损害窗帘，使整个窗帘系统过早劳损。本系统节能窗采用了两个电机，一个电机是用来控制节能窗百叶窗卷帘的上升和下降。百叶窗卷帘整体在上升过程中最小需要 50 N 的提拉动力，综合多方面因素将动力源选型为直流减速电机，输出转矩可达 80 N，采用 24 V 直流电压供电，空载转速 45 r/min，旋转限位开关和电机一体化的设计结构方便控制，百叶窗卷帘电机如图 2-3 所示。



图 2-3 百叶窗卷帘电机

(2) 控制处理器模块

这款新型单片机的芯片不仅集成了超大容量的存储器，还接入了丰富的硬件接口电路，更是继承了 MEGE 系列的各种优点。因为用的是 DIP28 和 TQFP/MLF32 等小引脚封装，这款全新的 AVR 高档单片机的价格却接近低端单片机。ATmega8 单片机有着以下优点：内部芯片存储器多，有数据存储器、工作存储器以及非易失性程序，有着丰富的外部接口，这使得其性能十分强大。这款单片机选用的 RISC 精简指令集性能好、功耗低、结构先进。无线控制信号，需要嵌入节能窗窗体内，这也是为了生活中使用的方便，故中央处理器选择 ATmega8。

(3) 液晶显示模块选型

本设计采用的是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板的液晶屏模块，这款 32 开发板十分小巧，但是它迷你却不简单，它的结构如图 2-4 所示。这款 MiniSTM32 开发板，结合 STM32 的优缺点，参考了使用中的实践经验，着重从产品功能和制造成本角度出发设计而成。



图 2-4 液晶显示模块

以上可以看出，MiniSTM32 开发板自带丰富的板载资源，而且设计非常灵活，让使用者的开发更简单。ALIENTEK MiniSTM32 V3 具有以下特点：

(1) 结构小巧。8*10*2（单位/cm）的板子尺寸，包括液晶屏幕在内，整块板子的体积只有 160 平方厘米。

(2) 设计灵活。开发板除了晶振外所有的 IO 口全部引出，而且 GPIOA 和 GPIOB 的 IO 口还可以按顺序引出，这让开发者扩展和使用都及其方便。而开发板特有的一键下载功能，让开发者可以直接在电脑上下载，无需再重复设置 B0、B1。

(3) 资源丰富。开发板芯片上集成的外设和接口多达十多种，让开发者能

充分利用板子，不受局限。

(4) 质量过硬。定制全铜镀金排针/排座+沉金 PCB+全新优质元器件+电源TVS 保护，使得其坚如磐石。

(5) 布局精简。每个接口都精心安排，而且用丝印标注，资源相互搭配，让使用者方便明了，充分开发。

(6) 短信接收及解码模块

短信接收及解码模块由 SM900A 手机模块、STM32 开发板和 ASK 信号发射模块三大部分组成，其中 SM900A 手机模块负责接收用户的手机控制口令(短消息)，并提醒 STM32 单片机接收到新的短消息。单片机和手机模块通过 AT 指令进行信息交互，当收到短消息时单片机会读取短消息内容，并根据相应内容作出以下反应：

A: 非控制口令删除短消息

B: 根据控制口令执行相应的 ASK 信号发射

最终达到按照用户的短信口令控制节能窗的目的。

ATK-SM900A 模块支持 5V-24V 的超宽工作范围，便于和其他的控制模块进行对接，其上还有 RS232 串口和 LVTTTL 串口，并带硬件流控制。如图 2-5 所示为 ATK-SIM900A 模块资源图以及其背面图。

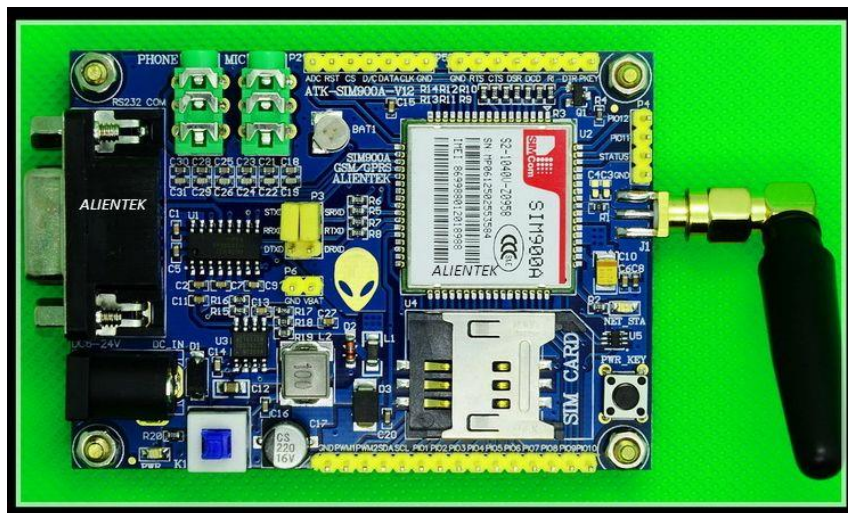


图 2-5 ATK-SIM900A 模块资源图

2.3.4 控制系统软件主要平台介绍

本系统使用 C 程序语言，采用模块化程序，程序结构清晰，便于功能扩展。

系统软件采用 RealView MDK 嵌入式软件开发环境。u Vision ID 平台可以支持 51、166、251 及 ARM（一种微处理器，英文全称为 Advanced RISC Machine）等近 2000 款微控制器应用开发。窗口的管理非常灵活，不仅可以在多个显示器上展示窗口，还原视图并进行调试，还可以同时创建和保存数个调试窗口，分别进行多个项目的工作，还能在视图内任意拖放窗口，简化了工作窗，大大提高了开发人员的工作效率，让整体开发进程变的更快捷、更高效。

ARM 公司发布的产品 Keil 5, 提供了最新的集成开发环境。RealView MDK 提供了最新的开发工具版本，无论是编译器还是调试工具，都能与 ARM 器件完美匹配。具软件开发分以下几步：

(1) 创建工程。在 KEIL 软件中创建一个工程文件，从 Project 菜单中进入“New”，在弹出的对话框里选择要新建的 Project 的存储位置，输入 Project 新建名字。之后鼠标左键单击保存。进入选型号界面，选取 STM32F030F4P6 型号单片机。

(2) 单片机型号选择。单击“Atmel”前的方框+，显示下拉菜单，找到并选中 AT89C51。之后鼠标左键单击确定。

(3) 新建 C 程序。点击 blob.png 后点左上角的保存按钮，输入文件名。

(4) 编写程序。调试完后将程序烧录至单片机。

三、结论与展望

(一) 结论

本次设计了节能窗的控制系统，主要是为了解决节能门窗遇到的一些问题，而进行了整个节能窗的方案设计。通过对节能窗的控制策略的研究，论证了控制方案的可行性。主要研究成果如下：

(1) 通过传感器模块对环境温度、湿度和光照度的数据采集，采用模糊控制

方法驱动步进电机控制百叶窗的开度，实现自动控制。

(2) 利用 433MHZ 射频通信技术，通过无线遥控器来控制百叶窗卷帘整体的上升、下降和模式的切换的功能，实现手动控制。

(3) 通过手机短信实现远程控制，手机发送指令就可以控制百叶窗卷帘整体的升降状态和模式的切换功能，而且能把执行的结果以短信方式回复到手机

上，实现人机交互通讯。

（二）展望

本设计具有良好的保温、隔音性能，控制多样化，其技术水平达到国内领先水平，超出国家节能标准，满足人们对于自动控制产品的需求，适用于房地产新开发房产和旧建筑物窗户替换等。在本设计研究结果的基础上，我们将继续进行研究新型节能窗技术的研究。

（1）在技术方面的研究方向

如何降低玻璃辐射（比如研发出低辐射的窗玻璃），如何提高中空玻璃的绝缘性（比如发现更适合中空玻璃的惰性气体），如何利用自然条件实现节能（比如暖边技术和阳光控制膜玻璃），窗体的每个部位都是有节能点，整窗考虑是重点。

（2）在自动控制方面的研究方向

如何自动监控燃气（比如能自动检测煤气等有害气体，一旦检测到，智能控制台中的处理器会对窗户做出指令，让其窗户开窗并开启风扇排气，并向主人和物业报告险情）；如何自动检测和控制火灾（如发生火灾时，传感器能及时检测到烟雾信号，智能控制器能自动打开门窗报警，并及时向业主和 119 消防系统报告险情）；如何防止小孩坠楼（比如传感器自动检测人体信息，如有小孩靠近非安全区，窗户自动关闭，确保孩子的人身安全）。

参考文献

- [1]王静,马进.基于单片机的智能窗控制系统研究[J].仪器仪表用户,2019,26(08):5-7.
- [2]陈露.MCU的智能鱼缸换水系统[J].科技创新与应用,2019(21):83-84.
- [3]刘炜焯.基于电子听诊器的心音分类系统[J].仪器仪表用户,2019,26(08):11-14.
- [4]张亦琼,倪茹.可嵌入式智能水族箱电控系统研制[J].仪表技术,2019(07):22-24+39.
- [5]卢彪,邱慧丽.基于无线传输技术的多传感器信息融合和信息采集系统的研究与设计[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2019,33(04):48-51.
- [6]桂彩云,党学立,王娟.智能自动浇花系统设计[J].电子测试,2019(13):32-34.
- [7]吴凯.高校能源监管智能系统的设计与实现[J].现代电子技术,2019,42(13):142-145.
- [8]梁海来.浅谈单片机在智能家电领域的应用[J].科技风,2019(20):98.
- [9]邵杰.单片机在电动执行机构中的应用和发展[J].科技创新与应用,2018(06):53-56.
- [10]苏健.电气传动控制系统中单片机技术的应用探讨[J].电子世界,2018(03):56-58.

致谢

毕业设计的工作是在叶老师的悉心指导下完成的，叶老师严谨的治学态度和几个月的学习研究中，受到了老师热心关注和支持。叶老师对基于单片机的节能窗控制系统设计的研究开发提出了宝贵意见，并在物质和精神上给予了大力支持。在我即将结束时，整个系统的硬件和软件系统已初步成型，这与支持我的老师和同学的关心是分不开的。值此毕业设计完成之际，谨向所有曾为我帮助和指导老师、同学和朋友们致以衷心的感谢！