

节能灯光控制系统的开发

专业：计算机科学与技术 学生：林文叶 指导老师：吴景东

摘要

随着社会的快速进步，人们为了提高生活质量和生活舒适度，对灯光照明的需求也日益增长，同时对所需能源也不断增加。以及人们对于低碳生活和绿色生态的进一步认识，从而推动了传统的照明方式快速地向智能控制照明方向的转变。根据资料显示，我国用于照明的用电量就占了全部用电量的 12%，特别是一些耗电量大的单位，例如我国各大高校，其照明消耗占该校总用电量的 30%~40% 以上，以至于造成照明量大与电能消耗量高的现象。在国家“十二五”建设规划的倡导下，将“建设节约型校园”划为大学生必学课题，对学校的照明系统进行改造，向节约型、智能化方向转变。

本文主要围绕节能照明控制展开，主要研究针对我国各大高校照明系统的控制策略，并设计相应的智能灯光控制系统，主要是对大学校园中耗电量最高的照明系统进行改造，从而达到节约型、智能化的校园。从节能能源的角度来看，现在的各大高校普遍存在着“长明灯”的浪费现象，为了能够达到节能效果，故本课题设计一种相比传统照明系统较为节能的控制系统，能够克服传统照明方式所不能很好实现的“人走灯灭，人进灯亮”的现象，而导致一些不必要的浪费。本系统搭建了一套较为完整的基于 ARM7 控制系统。通过硬件和软件两部分来实现教室灯光的节能效果，本系统是基于 ARM7 开发板作为硬件平台，进行设计智能灯光控制系统；其中，硬件模块包括独立的时钟控制系统、光照强度采集系统、AD 转换、PWM 调光、红外对管人数计数以及 LCP 显示屏模块。软件模块是基于 ADS 的开发环境，主要以 C 语言编程为主。通过 JLINK 接口将 ARM7 芯片的仿真与 ADS 编译环境进行连接。

本文采用了红外对管对进出教室的人员进行计数，然后结合当前教室里面的人数和学校的正常作息时间以及采用光敏电阻采集到的环境光照强度，在利用 PWM 调光技术合理的控制 LED 灯的亮暗程度，对教室灯光进行智能控制，避免教室出现大量用电的浪费现象，达到节能效果。最终再将所检测到的环境光通过 AD 转换后的值、时间值以及用红外对管检测到的人员数量值显示在 LCD 液晶显示屏上。

关键词：ARM7 光照强度采集 红外对管人数计数 节能控制

目 录

1 绪论	3
1.1 研究背景、目的及意义	3
1.2 国内外研究现状	4
1.3 本文研究的内容	4
2 嵌入式系统介绍以及元器件选择	5
2.1 嵌入式系统	5
2.2 开发工具	6
2.3 元器件的选择	8
3 系统需求分析	12
3.1 系统总体框架图	12
3.2 系统功能需求分析	12
3.3 系统性能需求分析	14
4 系统硬件电路设计	15
4.1 环境光采集电路	15
4.2 PWM 调光电路	16
4.3 红外对管计数电路	16
5 系统软件设计与实现	17
5.1 环境光采集模块的设计与实现	18
5.3 时钟电路模块的设计与实现	20
5.4 PWM 调光技术的设计与实现	22
5.5 红外对管模块的设计与实现	23
5.6 液晶显示模块	26
6 系统测试	28
6.1 系统测试的方案和安排	28
6.2 按功能测试模块	28
6.3 整体模块	31
结论	37
参考文献	38

1 绪论

1.1 研究背景、目的及意义

1.1.1 该课题的研究背景

在现代科学技术的高速发展下，人们的生活水平在不断提升的同时，也使得人们对生活的质量要求也不断增强，而且对能源的需求量也不断增长，能源问题也越来越受到人们的重视。但能源的消耗对于环境也造成了很大的影响，因此人们对于绿色环境、低碳生活的意识也不断加深。特别是我国的各大高校，能源消耗量占据着很大的一部分，尤其是电能的消耗最为严重，所以现在的智能化照明方式也越来越受到人们的重视。本文提出一种基于 ARM7 的嵌入式处理器，还有各种智能传感器，主要通过采集环境的光照强度和当前教室的人员情况，来实现智能化、节约型的校园^[1]。

现在的各大高校，虽然说每个系的教室通常都有相应的管理人员进行管理，并且目前教室的灯光管理还是普遍是人工手动来控制，但由于学校的教室都很多，使得管理员对每间教室不能及时的进行控制以及管理不到位，经常会出现教室没人了但灯还亮着或者白天光线充足的时候也亮灯以及教室人员较少的时候整个教室都亮灯的情况，也造成了一些不必要的电能消耗。

1.1.2 该课题的研究目的及意义

国家“十二五”建设规划提出建设“节约型校园”，而教室作为高校中学生学习的重要场所，在建设“节约型校园”起到重要作用。^[2]所以高校也要当好节能的好榜样，但是就我国教室灯光控制系统的目前状况来说，显然是不合理不理想的，因为大多数高校依然是采用较为古老费事的传统的人工手动控制方法。在我国各大高校里，尽管教室里面没有一个人，教室里面的灯还是亮着的现象是还是很普遍的，这些现象造成的电能的浪费还是很严重的，也造成了一些不必要的开销，而且这种浪费现象与目前社会上提倡的节能理念相违背。^[3]所以，我们必须在确保照明质量不受影响的情况下，采取措施来克服教室照明存在的用电浪费现象。

目前高校节能的首要考虑问题应该是提高教室灯具用电效率，不要以为一只灯只有 40W，应该不怎么耗电，如果每间教室有 9 只灯的话，而且学校这么多教室，没有进行合理的照明控制的话，这每天都要浪费掉多少电量呢？所以说设计

一款既能够让高校节约大量的电能开销又简单实用的节能控制器就具有很好的实现了。

1.2 国内外研究现状

由于能源危机，全球生态环境越来越差，节约资源和合理利用资源已经变成如今的发展趋势。这一切的转变都改变了人们的生活观以及价值观。中国的能源危机，能源问题日益突出，同时制约着经济的快速发展。中国作为人口大国，势必是耗电量大户，因此，要想缓解国家用电紧张以及降低能源消耗，就要推广绿色光源的使用。说到照明节能，往往会联想到节能灯具，将普通灯具换成节能灯无疑是最简便的节能方法，但是“长明灯”的现象仍然是我们不想看到的，^[4]而且节能灯的价格还是普通灯具的好几倍，让学校大规模进行更换灯具的代价太大了，换下来的那些普通灯具也造成了另一种浪费，这种对于我国很多高校来说也是行不通的，如果我们在更换节能灯的基础上再对教室灯光进行智能控制，那样也能够更好的达到节能效果。

1.3 本文研究的内容

本课题是基于 ARM7 开发板的节能灯光控制系统的开发，主要研究针对公共环境，如教室、广场等大型的照明控制系统，有效控制教室照明灯，实施智能化控制，降低用电量的浪费，可以提高能源的利用率。主要研究现代智能灯光控制系统是否能够代替现有的传统灯光照明系统，从而来实现各大高校教室照明系统的智能化、节约型，并提高用电的效率。根据作息时间以及一些智能化传感器达到自动控制效果，同时还能降低费用。通过不断的调试以及试验，达到实用性、可靠性的目的，实现对教室的智能控制。本课题主要要实现的功能有：

（1）利用光敏电阻对环境光进行采集，根据采集到的光照值的强弱，判断是否开、关灯。

（2）利用时钟电路，判断是哪个时间段，看是上课时间段还是晚上自习时间段又或者是深夜时间段。

（3）由红外对管进行人数计数，判断是进还是出教室，确定教室里的人数，控制灯光的亮暗。

（4）最后用 PWM 脉冲调宽进行调光，设置灯光的亮暗程度。

2 嵌入式系统介绍以及元器件选择

2.1 嵌入式系统

2.1.1 嵌入式系统简介

随着嵌入式系统被广泛使用于各个领域，在各行各业中也逐渐被人所熟悉，而且在生活中也越来越广泛的应用，同时它也正以不同的形式改变着我们的生活。嵌入式系统主要是由嵌入式处理器、嵌入式操作系统、相关支撑硬件以及应用软件系统构成。相比一些通用的计算机系统，它具有低功耗、低成本、可靠性高、占用空间小、体积小以及功能强大等特点。

嵌入式系统的组成部分包括嵌入式操作系统、应用软件系统以及最重要的嵌入式处理器等，与传统的计算机系统有所不同，它具有如下主要特点^[5]：

（1）嵌入式系统具有功耗低、成本低以及体积小等特点，将其嵌入硬件系统中，能够很好的降低功耗，主要运用到功能较单一的控制设备上。

（2）嵌入式系统能够很好的集中软硬件系统，能够有效的提高其运行速度。

（3）在实时多任务操作系统中能够完成多任务并在较短的时间内响应中断，达到有效控制。

2.1.2 ARM7 简介

ARM 是“Advanced RISC Machines”的英文缩写。ARM 公司是一家微处理器的知名产权供应商，它与其他半导体公司不同的是只设计芯片而从不生产，只是将设计方案授权给行业内较有影响力的半导体公司，由他们生产芯片。目前 ARM 授权使用已经超过了 100 多家，其中包括了 NXP、Sony、LG、Intel 和 IBM 等大公司。

ARM 架构是一个 32 位精简指令集（RISC）处理器体系架构^[6]，由于 ARM 具有的节能特点，具有低成本、高性能和低功耗等特性，使它成为了嵌入式系统的理想选择，所以被广泛使用于嵌入式系统设计中，应用于便携式设备如：PDA、移动电话多媒体播放器等。^[7]

采用了 RISC 架构的 ARM 微处理器包涵如下几个特性：

（1）支持 16 位/32 位的双指令集合，还可以配合多种微处理器。

（2）其使用成本低、耗能低、整体结构小、性能实用高效。

（3）执行指令速度快，并使用大量的寄存器。

- (4) 寄存器能够进行大量数据的操作。
- (5) 查询效率较高，并且进行寻址简单灵活。
- (6) 且具有较为固定的指令长度^[8]。

其中，ARM7TDMI、ARM7TDMI-S、ARM720T、ARM7EJ-S 统称为 ARM7 微处理器系列。该系列处理器提供 16 位 Thumb 压缩指令集和软件调试方法。目前 RISC 处理器应用最广泛的嵌入式处理器是 ARM7TDMI，它属于低端 ARM 处理器核。

2.2 开发工具

2.2.1 开发技术

在整个系统界面的设计中，使用 C 语言开发技术，C 语言程序开发语言是一种结构化编程、具有递归功能的过程式和变量作用范围的语言，且面向对象广、运用较为简单、使用起来比较安全的语言。^[9]之所以选用 C 语言编程，而不选用汇编语言，其优势有：C 语言的表达方式较灵活；描述问题迅速，可读性好、易于调试和修改、且执行效率高；以及 C 语言可以直接访问物理地址，也可以直接对硬件进行操作，且不仅具有高级语言的功能还具有低级语言的其他功能。

2.2.2 开发环境

本设计以 ADS1.2 为主要的软件开发环境,通过 JTAG 口配合 JLINK 调试器对程序进行调试和烧录。其中，ADS 集成开发环境是 ARM 公司推出的 ARM 处理器的嵌入式系统开发软件，最常用的版本就是 ADS1.2，它具有用户多、编译效率高等特点^[10]。ADS1.2 可以进行软件编程和硬件仿真，且采用的是混合编程技术方法，它是由 Code Warrior IDE 和 AXD 调试器两个软件组成的^[11]。在 CodeWarrior IDE 编好程序之后，再通过 JLINK 调试器将编写的程序进行编译和烧写。本系统所用到的 JLINK 工具包括 J-Flash ARM 和 J-Link ARM 两种，其中 J-Link ARM 是用来检测是否有将 USB 口接入到 JLINK 中，而 J-Flash ARM 则是用来将程序烧写进去，在 AXD 环境中对程序进行调试。

用户可以在 CodeWarrior IDE 集成开发环境中进行程序的编写和对程序进行编译，其窗口如图 2-1 所示。对程序进行调试的话，则会通过 JLINK 调试器跳入到 AXD 开发环境中，在 AXD 环境下，用户可以查看寄存器的值，也可以在里面设置断点让程序执行到该断点时停止运行，AXD 具有控制程序单步走、分块和全速运行等调试方法，如图 2-2 所示。

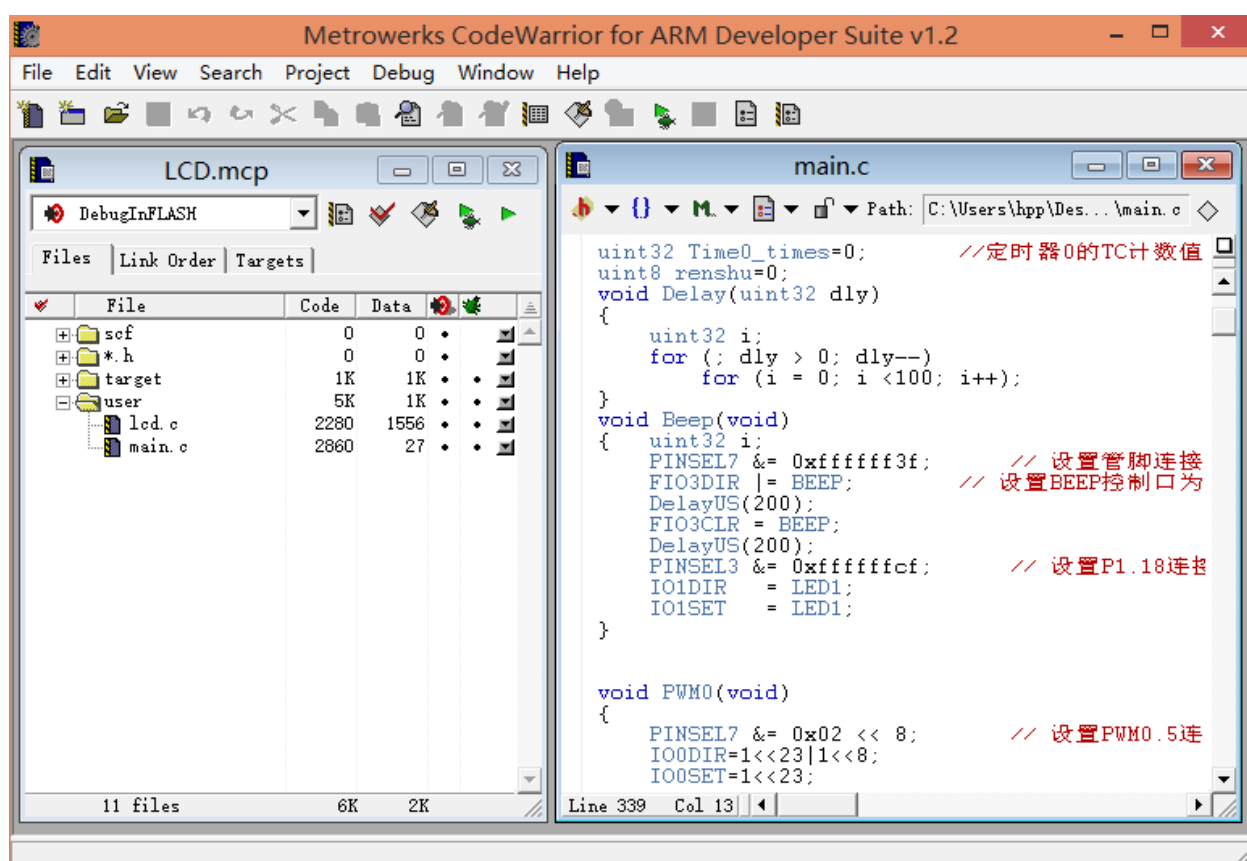


图 2-1 CodeWarrior IDE 开发环境

图 2-2 AXD Debugger 主窗口

2.3 元器件的选择

2.3.1 FQ-2478

FQ-2478 开发板是采用的 CPU 是以 LPC2478 为核心的，是 NXP 基于 ARM7 系列的微处理器而设计用来进行工业测控的基本平台。开发板应用到的晶振为 12MHZ，经 PLL 电路 6 倍频生成 72MHZ，产生的时钟信号为全系统提供使用，系统的构成框图如图 2-3 所示^[12]。

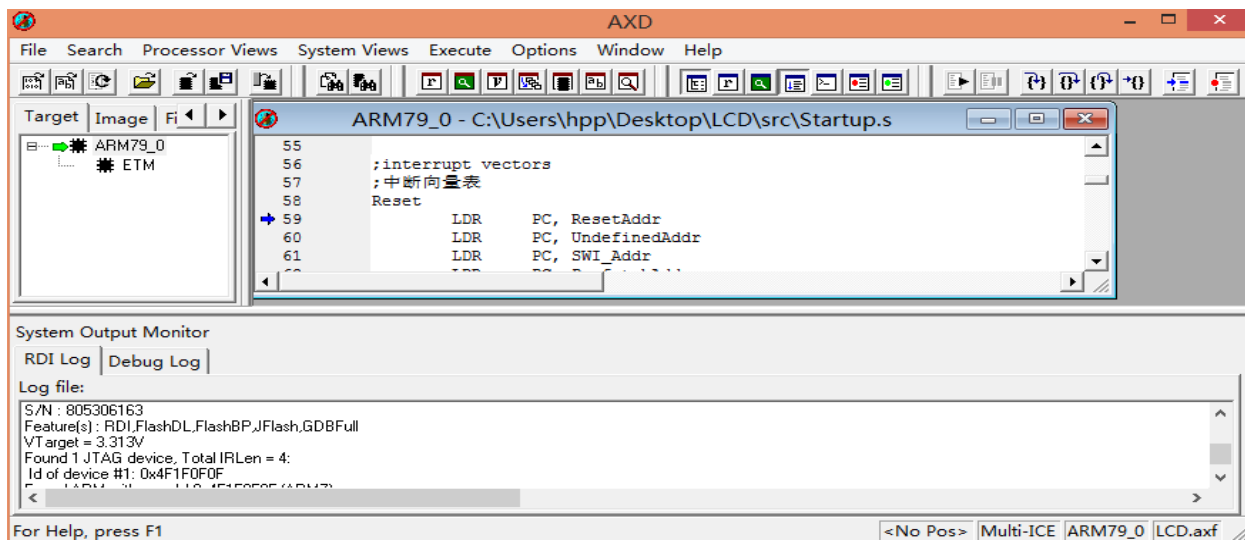
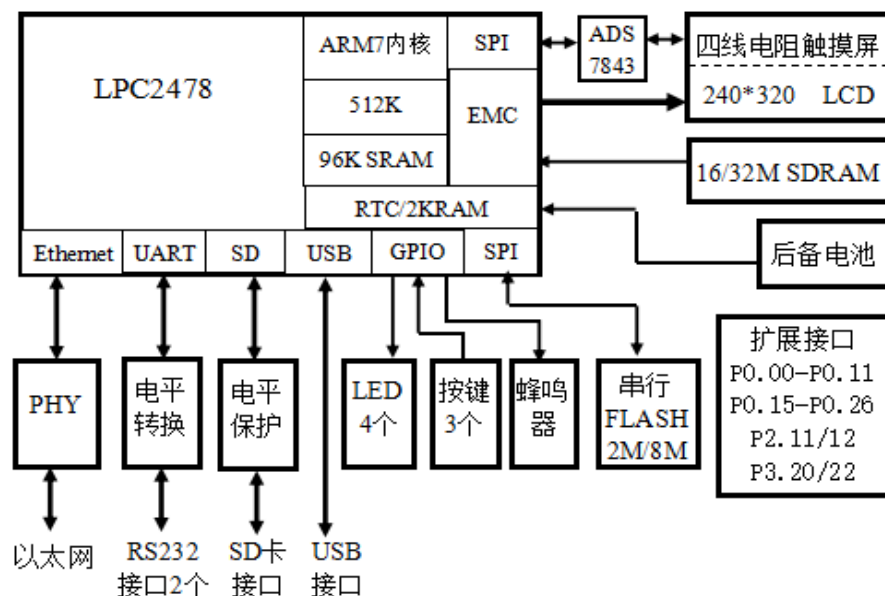


图 2-3 FQ-2478 开发板系统构成框图



FQ-2478 开发板为其他产品的开发提供了很多丰富的资源，因为开发板具有很强的通用性，可以为本次毕业设计提供实现节能灯光控制的所需资源。根据本设计要实现的功能，主要运用到资源有 GPIO 口、PWM 脉冲调宽、AD 转换等。

FQ-2478 开发板上使用的是 2.8 英寸、320×240 的 LCD 彩色触控显示屏，但本设计只要用到显示的功能不用能够实现触摸的效果。在 LCD 的程序中是没有自带的中文字库，所以在使用它本身自带的函数来显示中文字符之前，必须通过 JLINK 调试器将中文字库写入 ARM 内部的 FLASH 中。本设计在 LCD 显示屏上实现实时更新用采集器采集到的数据。有显示 AD 值、日期、时间以及教室的人数。

2.3.2 光敏电阻

一般情况下人们又将光敏电阻称为光敏电阻器或者光导管，制作光敏电阻器是采用半导体的光电导效应的，光敏电阻的阻值是会随着光照强度的增大而减小的，且具有光线增强、电阻减弱，光线减弱、电阻增大的特性。^[13]一般运用于光的检测、控制以及光电转换。

为了增加其灵敏度，通常将光敏电阻的两电极做成梳状的形式。为了避免受潮影响灵敏度，通常会在表面喷涂或者涂敷很薄的光敏电阻体光敏电阻和梳状的欧姆电极，接触阴线。在黑暗条件下，它的阻值会达到很高，当有光线照射时，它阻值会立马降低，只要光线一消失立马恢复回原来的阻值。光敏电阻器对光的

灵敏程度与人眼所能看到的可见光($0.4\sim 0.76$) μm 很接近,只要人眼看见的光,都会让电阻的阻值发生改变。光敏电阻无极性,当作一个纯粹的电阻器件,在使用时可以加直流电压,也可以加交流电压;关于半导体的导电性与半导体内的载流子数目的多少有关。经常应用于光控电路,在设计过程中其光源一般是用白炽灯光或者自然光来控制,这样还能够对设计进行较好的简化。

由光敏电阻的特性,可以将光敏电阻器归为以下三种:

(1) 紫外光敏电阻器:对紫外线较为敏感,由硫化镉、硒化镉光敏电阻器等组成,主要用于紫外线的探测。

(2) 红外光敏电阻器:光敏电阻器包含硫化铅、碲化铅、硒化铅、铋化铟等,被广泛运用于科学研究、工农业生产以及国家的国防等领域。

(3) 可见光光敏电阻器:光敏电阻器主要由硒、硫化镉、碲化镉、碲化铋、砷化镓、硅、锗、硫化锌等组成。主要用于光电控制系统,如路灯、教室灯光的照明系统自动控制灯的亮灭情况,自动给水和自动停水装置,机械上的自动保护装置和“位置检测器”,极薄零件的厚度检测器,照相机自动曝光装置,光电计数器,烟雾报警器,光电跟踪系统等方面。^[14]

本设计中运用到的是第三种可见光光敏电阻器,来控制教室灯光的亮灭状态。该光敏电阻如图 2-4 所示。



图 2-4 光敏电阻

2.3.3 红外对管

红外对管主要是红外线发射管和红外线接收管的总称。红外发射管也称作红外线发射二极管,光谱功率分布为 $830\sim 950\text{nm}$ 。红外接收管具有有单向导电性,且可见光干扰不到它,有大的感光面积,高灵敏度,属于光敏二极管,正常情况只对红外线有反应。其中,红外发射管有三个常用的波段,分别为:850NM、875NM、940NM,根据波长的特性,运用的范围也有差异,850NM 的波长主要应用在红外

线监控设备领域上，875NM 主要应用在医疗设备领域，而波长为 940NM 则应用在红外线控制设备领域，如：红外线光电开关、红外线遥控器、光电计数等设备上。

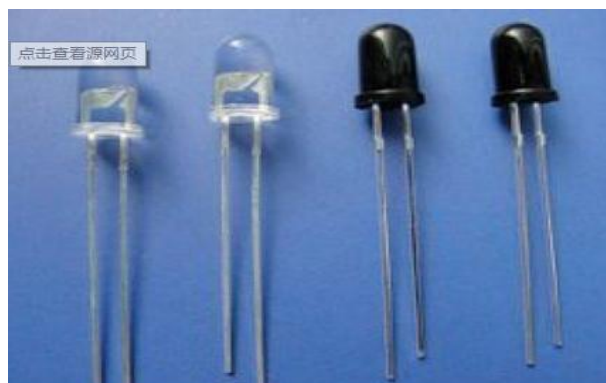
对红外发光管要如何检测以及怎么正确使用呢？给出了点方法，首先不能管子的极性搞混掉，通常情况下引脚较长的那根为正极，另一根引脚则为负极。若是无法根据引脚的长度进行辨别的话呢（例如引脚被剪短的），可以用万用表进行测量对正反方向的电阻进行确认，当测得正向电阻较小时，黑表笔所连接的那根引脚则为正极。

对于红外发光二极管更应该要注意的是：它的封装材料硬度较低，且耐高温性能差，在焊接的过程中焊点应当要尽量远离引脚的根部，避免对管子造成损坏，同时焊接的温度不能太高，且焊接要尽可能快一点，在焊接时最好用金属镊子夹住引脚的根部，不要用手去碰到导致烫到手，还能够较好的做到散热效果。特别是在焊接之前就要将引脚弯折程度固定好，在焊接期间不能将力作用在管体与引脚上，以免焊接不牢固或者影响其功能。

红外线接收管的接法需要注意，在使用红外对管的过程中，在连接接收管电

路时要给接收管能正常工作以及度。当红外线接向电压时，接收是导通的，是接

本文用到的 940NM 的波长，用数，其红外对管



加反向偏压，才能获得高的灵敏。接收管接的是正部分电路电路收不到信号的。红外对管是用来进行人数计如图 2-5 所示。

图 2-5 红外对管

3 系统需求分析

目前,我国嵌入式技术的发展十分迅速,特别在实时控制系统方面更为突出。本系统采用 ARM7 系列 LPC2478 芯片主控制模块的核心部件,为智能灯光控制而设计的。再结合光敏电阻和红外对管等设计与实现基于 ARM7 嵌入式的节能灯光控制系统,可以实现的功能有环境光的采集、PWM 调光、人数计数、时钟控制、显示功能,实现教室照明系统的自动化控制。

3.1 系统总体框架图

本系统主要是以 ARM7 开发板 LPC2478 芯片为主要核心,它的外围电路主要包括:环境光采集电路、AD 转换电路、时钟电路、PWM 调光电路、红外对管电路、以及 LCD 显示电路。其中环境光采集电路测量的是当前教室光线的强弱程度;时钟电路模块主要用于生成时钟信号,供全系统使用;红外对管电路模块主要采集当前教室里面人数的多少;而显示模块主要是显示当前教室的光线强度值、当前的时间以及教室里面的人数。系统总体框架图如图 3-1 所示。

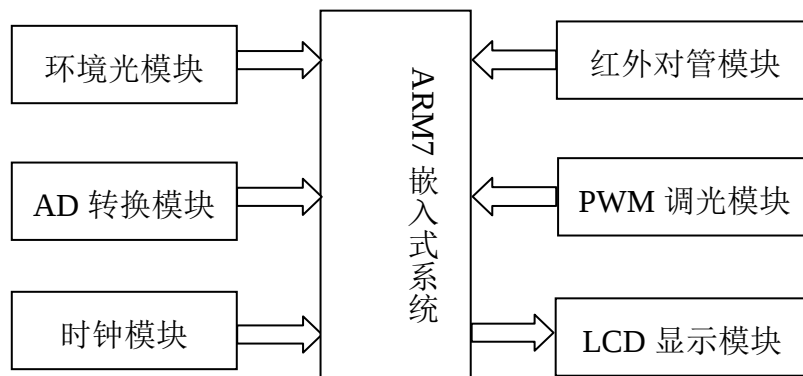


图 3-1 总体框图

3.2 系统功能需求分析

3.2.1 环境光采集功能

在环境光采集这个模块中用到光敏元件来对光信号进行采集,其中常见的光敏器件主要包括:光敏电阻、光敏二极管以及光敏三极管。且教室环境光的采集对于传感器的灵敏程度要求并不是很高以及其他相关的因素,所以本设计采用的

是光敏电阻来进行光信号的采集。

3.2.2 AD 转换功能

该模块要与环境光采集模块一起执行的，由光敏电阻采集到光照强度之后，再将采集到的数值通过 AD 模块把电压值转换成电流值，最后再将转换后的数据在 LCD 屏幕上显示。

3.2.3 时钟模块电路功能

时钟电路一般是有晶体振荡器、晶震控制芯片和电容等器件所构成的。且时钟电路的应用范围非常广泛，主要应用于计算机、电子表等时钟电路中。而在本系统中，所要用到的时钟电路已经嵌入到 ARM7 开发板上了，所以不用再外接时钟电路，只要对时钟电路进行编程就行了。

3.2.4 PWM 调光功能

PWM 调光技术——脉冲宽度调制，是一种采用简单的数字脉冲，反复开关白光驱动的一种调光技术^[15]。采用一个专用 PWM 接口能够产生任意占空比的脉冲信号，该信号通过一个电阻连接到 EN 接口驱动。设置相同的周期，改变其占空比，教室灯光的亮暗程度也会随着改变。当 PWM 调光时，输出电容会产生很大的纹波。在 PWM 调光时会产生人耳可听得到的噪音，为避免其噪音则利用白光 LED 驱动器，所提供的调光频率要超出人耳所能听见的范围。

3.2.5 红外对管转换功能

利用两组红外对管，先将一对红外对管安置在门外，另一对安置在门内，通过红外线对人体信号进行检测；当有人经过时就会挡住发射管发出的红外信号，使得接收管接收不到红外线信号，从而发送出信号标志。然后再根据接收到的信号判断先接收到的是哪个信号，若先接收到的是门外的信号，后接收到的是门内的信号则是进门；反过来为出门。以此来进行计数。

3.2.6 LCD 显示功能

本系统的 LCD 显示模块，在 LCD 上可以显示数字、字符、英文以及中文等相关信息。同时也可以对所要显示的文字或者符号进行填充颜色，使得看起来视觉效果比较好。本设计要在显示屏上所要显示的信息如下：其中第一行显示的是采

集到当前教室光照强度值，第二行显示的是月日和周几，第三行显示当前的系统时间时分秒，最后一行则显示当前教室里面的人数值。

3.3 系统性能需求分析

一个系统性能的好坏将关系到系统后面的使用等一系列问题，所以有必要在系统的性能上进行更加深入的分析，通过更加严格的性能分析，才能定义出有优良性能的系统来。为了使系统能够更好的运行，结合实际情况，对系统定制了在环境恶劣的时候系统还能够稳定的工作，不受其影响；以及系统能够实时响应等性能需求，以确保系统能够在极限环境下稳定运行且不出差错。

4 系统硬件电路设计

本设计是基于 ARM7 系列的 LPC2478 芯片作为主控制模块的核心部件，针对我国各大高校的教室照明系统所存在的一系列问题，对传统的照明方式进行改造，从而实现对教室照明系统起到节能和智能化的控制。其主要任务是用红外对管判断是否进出教室和环境光等外界因素，根据采集到的环境的光照强度以及采集到的教室人数来判断是否要开灯，要开灯的话应该开多大亮度；结合学校的正常作息，白天上课的时候当光线足够量的时候不管有没有人都不亮灯；晚上的时候先判断有没有人，如果没人也不亮灯；超过晚上十点之后为休眠模式，不管教室有没有人直接灭灯。通过合理有效的方法控制教室灯光，实现节能效果。

用来采集光线的光敏电阻应该要避开灯光直射，以免影响到环境光的采集；安置红外对管时应注意要将发射管和接收管放置同一水平上且两对对管之间要有一定的距离，若距离过近的话，会影响人数的检测。

4.1 环境光采集电路

在环境光采集模块中，由光敏电阻对环境光进行采集，光敏电阻一端连接电源，另一端连接 LCP2478 的 P0.23 的 AD[0] 转换口，将采集到的光照值进行转换。当光线暗的时候采集到的值较小，反之较大。与 FQ-2478 开发板的电路连接图如图 4-1 所示。

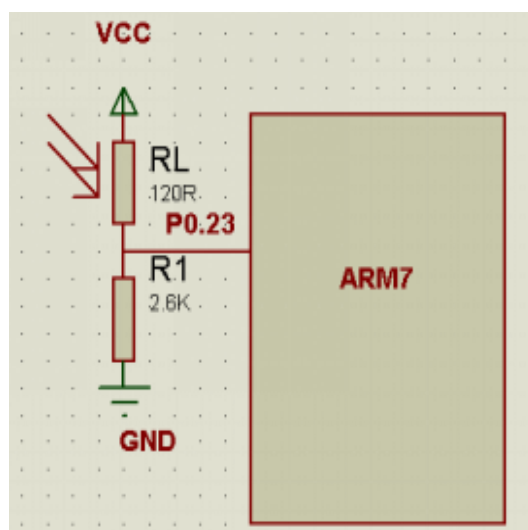
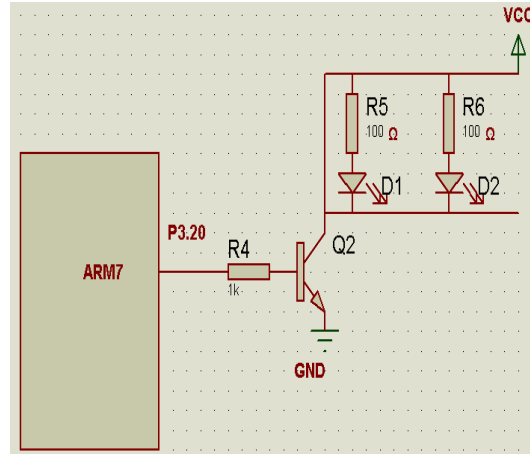


图 4-1 环境光采集电路

4.2 PWM 调光电路

在 PWM 调光技术模块中，用到了开发板上已有的资源 PWM 口，通过改变它的占空比从而控制灯的亮度。其中 LED 一端接电源，另一端通过放大器连 P3.20PWM5 口。

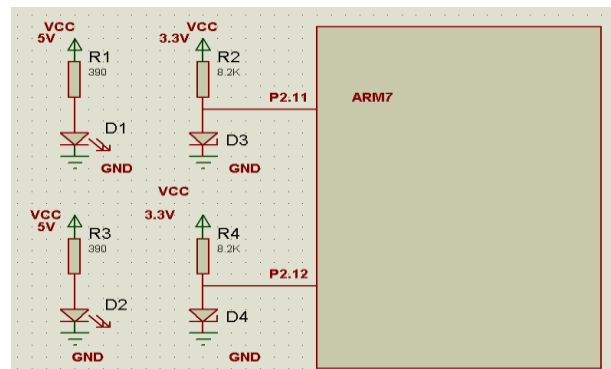


亮度。其中 LED 端通过放大器连 P3.20PWM5 口。板的电路连接图

图 4-2 PWM 调光电路

4.3 红外对管计数电路

在人数计数模块中使用的是红外对管进行检测，设定无人经过时为低电平；当有人经过时，会挡住了发射管发射的红外信号，使得接收管无法接受到信号，此时接收管电压门外以及门内各对管，从而来判断红外线发射管正极则接地；而接断口而负极接电对管接 FQ-2478



为高电平。在安置一对红外极接电源而负极管正极接中源。且门外的 P2.11 中断 1

的信号为信号 2。连接电路图如 4-3 所示。

图 4-3 人数计数电路

5 系统软件设计与实现

本系统是以 ARM7 嵌入式为硬件系统平台的，一个完整的系统还要加上相应的软件。正常情况下用户软件的开发与系统硬件的设计两者之间是密不可分、相辅相成的，在确定系统硬件和串口的 IO 方式之后，软件程序就可以独立完成系统的设计与开发。在进行程序设计的过程中，最为关键的是采用一个怎样的程序设计结构。

在系统设计过程中，主程序通常都是一个无限循环的过程，设计过程中循环调用子程序。其中，功能子程序和中断子程序统称为子程序，功能子程序和中断子程序两者之间可以互相嵌套和调用，在中断子程序中能够调用功能子程序。在系统软件设计中，尽可能的将每个功能模块写成子程序的形式，然后在主程序中对子程序进行调用。在编程的过程中用到的功能模块主要包括：环境光采集、AD 转换、时钟电路、PWM 调光、红外对管以及 LCD 显示相关模块。其系统功能流程图如图 5-1 所示。

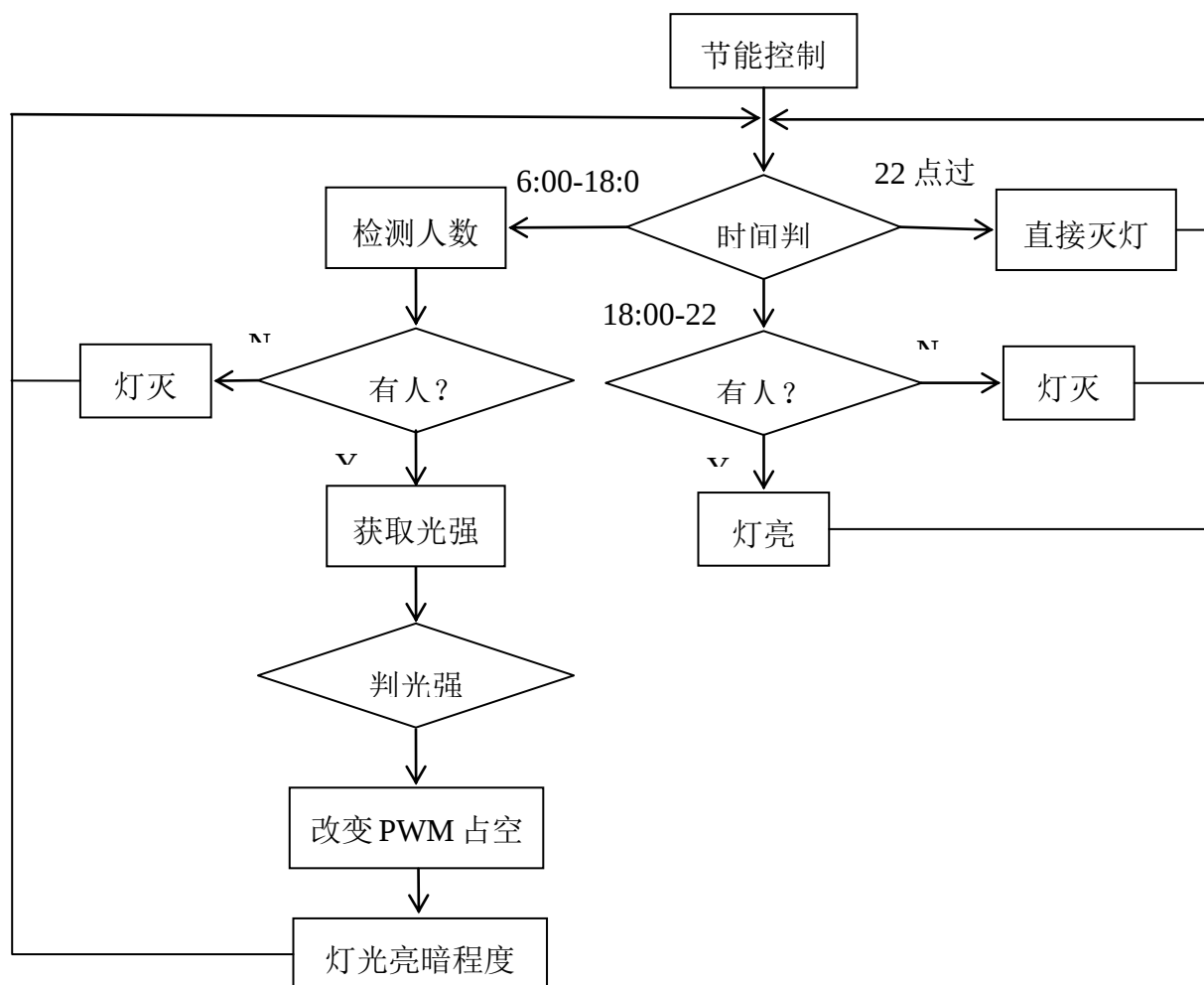


图 5-1 系统控制流程图

5.1 环境光采集模块的设计与实现

5.1.1 环境光采集模块功能

该模块的功能主要对环境光的采集，利用传感器将光转化为电能，通过光敏电阻实现将光信号转化为电信号的功能。

5.1.2 环境光采集模块流程图

该模块主要是对环境光进行采集，将采集到的值通过 AD 转换模块将数值进行转换之后，将转换后的值设置一定范围，通过 PWM 技术来调节灯光的亮度，环境光采集模块的流程图如图 5-2 所示。

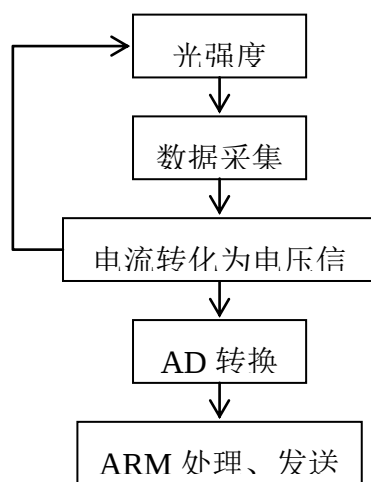


图 5-2 环境光采集流程图

5.2 AD 转换模块的设计与实现

5.2.1 时钟电路模块功能

FQ-2478 开发板本身就具有 AD 转换的功能，所以利用已有的资源，实现所要实现的功能，主要是将采集到的数据通过 AD 转换口进行模数转换。

5.2.2 AD 模块流程图

在设计该模块时，主要用到 AD 数值转换算法，要先对 ADC 串口进行初始化以及配置其参数。设置 ADC 模块通道和工作转换模式 BURST 模式，读取 AD 转换结果清除其标志位，再通过查询的方式，判断是否转换结束，最后再提取 AD 值进行数值转换。AD 转换模块的流程图如下页图 5-3 所示。

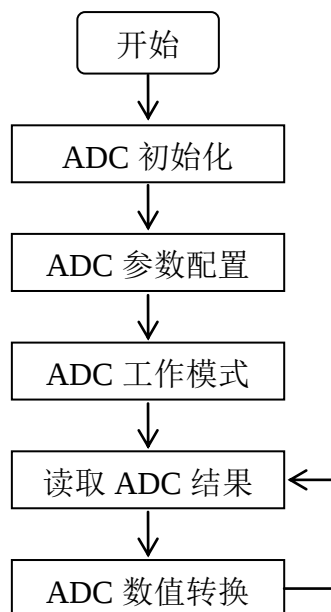


图 5-3 AD 转换流程图

其 ADC 转换模块的数值转换部分代码如下：

```

ADC_Data=ADDR0;           //读取 ADC 结果，并清除 DONE 标志位
while((AD0STAT & (1<<0))==0); //查询 AIN0 转换是否结束
ADC_Data=ADDR0;
ADC_Data=( ADC_Data>>6)&0x3ff; //提取 AD 转换值
ADC_Data= ADC_Data*258;   //数值转换
ADC_Data= ADC_Data/1024;
  
```

5.2.3 AD 转换模块说明

AD 转换电路是已经嵌入到开发板上的，只要将编好程序烧进去就可以了。将采集到的环境光进行转换，通过 AD 转换之后，最终将最后的结果在 LCD 屏幕上显示。

5.3 时钟电路模块的设计与实现

5.3.1 时钟电路模块功能

时钟模块先对初始化 LCP，设定秒值增量中断产生；对时间进行更新获取时间值，在主函数中设定它的初始时间。还包括对时间进行写操作和读操作以及两者之间的相互转换，最终能够将时间值显示在显示屏上面，以便我们多其他数据

能够更好的操作。

5.3.2 时钟电路模块流程图

时钟模块主要实现的是对实时时钟的初始化,运用到 RTC 时钟源设定秒值增加而产生中断,在函数入口设定时间指针对时间寄存器初始化,启动 RTC。再通过 RtcTimeSnd 函数更新时间并读取 RTC 的时间值,并最终实时显示在 LCD 屏上。时钟电路模块的流程图如图 5-4 所示:

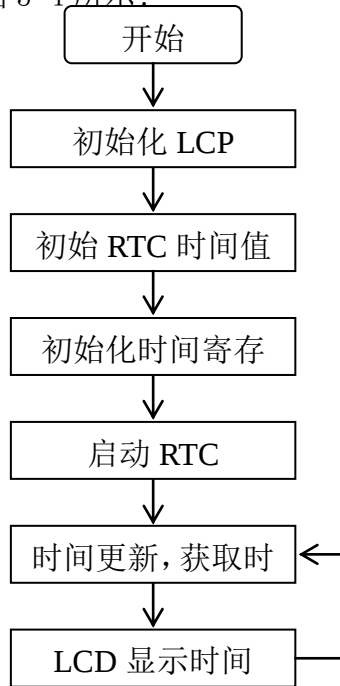


图 5-4 时钟电路模块流程图

其中, 获取时间的代码如下:

```
Bak = (datas >> 16) & 0xffff;    // 获取 年
    Timer[0] = bak;
bak = (datas >> 8) & 0x0f;        // 获取 月
    Timer[1] = bak;
bak = datas & 0x1f;               // 获取 日
    Timer[2] = bak;
bak = (times >> 16) & 0x1f;       // 获取 小时
    Timer[3] = bak;
bak = (times >> 8) & 0x3f;        // 获取 分钟
    Timer[4] = bak;
```

```
bak = times & 0x3f;           // 获取 秒钟  
Timer[5] = bak;
```

5.3.3 时钟模块说明

在本设计中，设定的时间参数是二进制或者十六进制的形式，而显示在 LCD 屏上的是十进制，所以在程序中还要对数据进行进制的转换。因教室灯光的使用特性，还要运用到时间模块，利用时间可以对节能灯光进行更有效的控制。更够更好的体现出实时时钟的重要性。

5.4 PWM 调光技术的设计与实现

5.4.1 PWM 的功能

PWM 调光技术主要是设置周期以及占空比，通过改变它的占空比大小来改变灯光的亮度。在本设计中该模块是在高电平时才有效，PWM 脉冲是先高电平然后再低电平，高电平部分就是其占空比，所以当占空比越大，高电平持续的时间就越久，相对应灯的亮度也越大；反之灯亮度越小。

5.4.2 PWM 调光的流程图

该调光模块主要是设置不同占空比的值来改变灯光的量度。先将 PWM 口写进开发板的 P3.20 口，然后对 PWM0 进行初始化。其中，将 PWM 设置为单边沿的，以及每次改变占空比时都要将数据进行锁存；最后再根据转换后的 AD 值的大小改变其占空比。PWM 调光的流程图如图 5-5 所示：

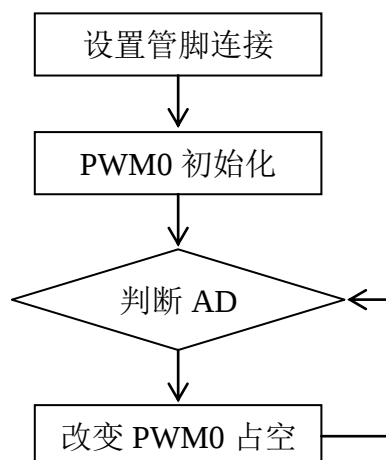


图 5-5 PWM 调光流程图

5.4.3 PWM 调光模块说明

在本设计中，要实现的是控制灯的亮暗程度，通过 PWM 口改变它的占空比，结合采集到的环境光值，来改变灯光的亮度；光线值越大，灯则不亮或者亮度较暗，PWM 宽小；反之光线值越小，灯亮，PWM 宽大。

5.5 红外对管模块的设计与实现

5.5.1 红外对管的功能

本设计主要采用外部中断方式来进行人数计数，将红外对管的接收管接到外部中断 EINT1 和 EINT2 的串口中，通过接收到信号来产生中断，在中断服务程序中实现人数加减操作的功能。同时本设计还考虑到当环境光强足够亮的情况，不管教室里是否有人都不开灯；而光线不足的时候，当教室里有人时再根据光线值才判断开怎样亮度的灯，没人的话则不开灯。红外对管分别在门外安置一对门内也安置一对。设定门外的信号为 Flag1，门内的信号为 Flag2，判断先接收到的是哪个信号，从而得出是进门还是出门，其中当有人经过时状态为 1，没人经过状态为 0。然后计算出人数。

5.5.2 红外对管的流程图

红外对管对出教室的人数计数流程图如图 5-6 所示：

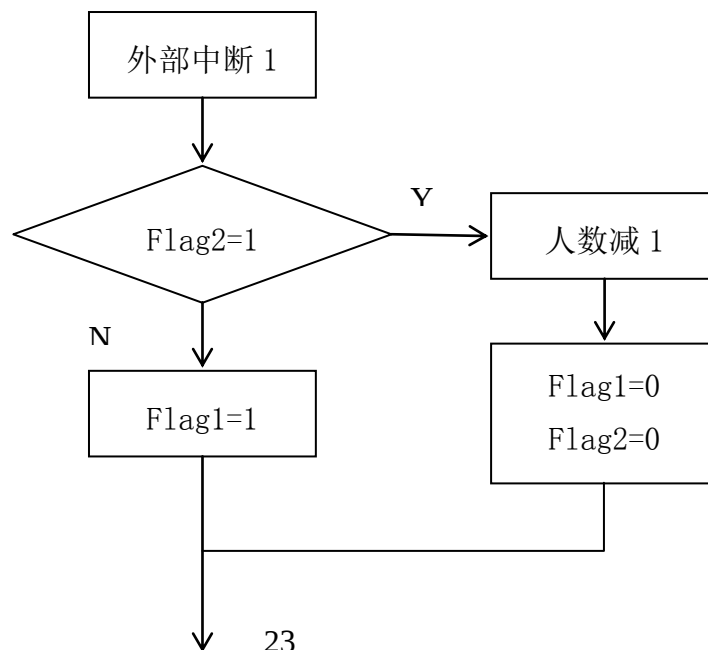


图 5-6 出教室的人数计数流程图

红外对管对进教室的人数计数流程图如图 5-7 所示：

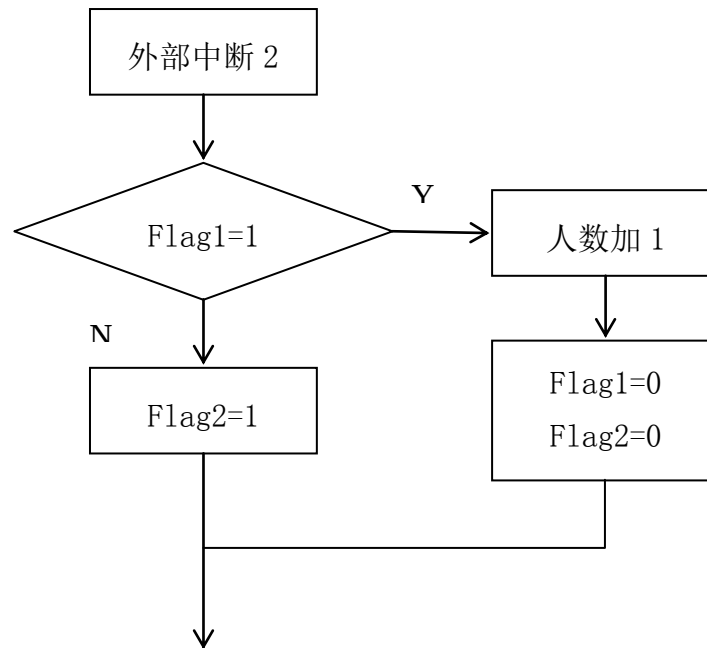


图 5-7 进教室的人数计数流程图

红外对管模块进出教室人数计数的代码如下：

```
void __irq IRQ_Eint1(void)           //外部中断 EINT1 服务函数
{
    if(Flag2==1)
    {
        renshu--;
        if(renshu<0)
        {
            renshu=0;
        }
        display3();
        Flag2=0;
    }
}
```

```

        Flag1=0;
        DelayMS(200);
    }
    else
    {
        Flag1=1;
    }
    EXTINT=1<<1;           //清除 EXTINT1 中断标志
    VICIntEnClr=1<<15;     //关闭 EINT1 中断
    VICVectAddr=0;         //结束中断
}

void __irq IRQ_Eint2(void) //外部中断 EINT2 服务函数
{
    if(Flag1==1)
    {
        renshu++;
        display3();
        Flag1=0;
        Flag2=0;
        DelayMS(200);
    }
    else
    {
        Flag2=1;
    }
    EXTINT=1<<2;           //清除 EXTINT2 中断标志
    VICIntEnClr=1<<16;     //关闭 EINT2 中断
    VICVectAddr=0;         //结束中断
}

```

5.5.3 红外对管模块说明

红外对管模块主要是对进出教室的人员进行数量的统计。其中，会出现几种情况：就是当同时有多个人并行进或者出教室的时候，又该怎么对人员进行统计；

出现人员逗留情况以及当一个人进去而另一个出来且感应到的信号间隙并不长又该怎么统计。目前，本设计的计数模块只能先实现单个人进出教室的情况，还做不到多人并行进出的统计。

5.6 液晶显示模块

整个显示屏上的数据显示为运行过程的一个重要通道，通过屏幕上显示的数据，这样才能更好的了解到运行的状态，在整个系统的运行过程中能够便于操作。

5.6.1 液晶显示模块的功能

该显示模块主要是通过从芯片中读取程序，主要显示几个模块，分别是采集到的光照值通过 AD 转换后的数据、时间（包括年、月、日、星期、时、分、秒）以及教室里面的人数进行显示。且具有时刻更新的功能。

5.6.2 液晶显示模块流程图

该模块主要实现的是将所有的数据显示在屏幕上，有利于对教室照明系统更好的管理。对 LCD 初始化，除了在屏幕上显示一些特定的字符以及框架之外，事先设置好在屏幕上要显示信息的位置，在将要显示的信息显示在屏幕上，且能够做到实时更新。液晶屏显示的流程图如图 5-8 所示：

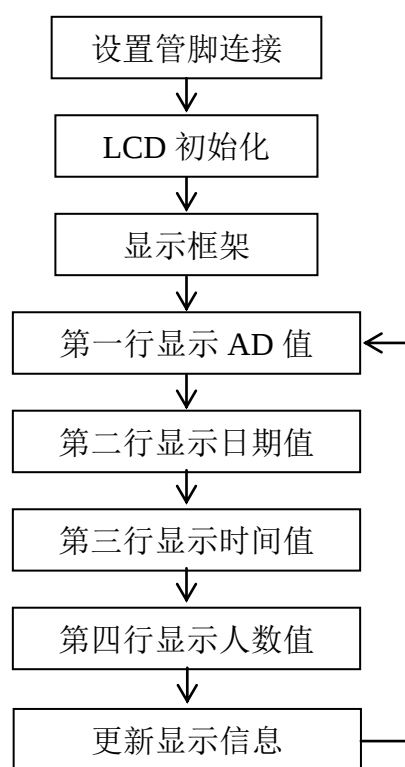


图 5-8 液晶显示模块流程图

5.6.3 显示模块说明

LCD 显示屏主要是实现数据的读和写操作，将读取到的数据显示到屏幕上，在屏幕上，先设置了一下显示屏的界面，使其看起来比较美观，接下来就将采集到的数据通过显示屏来显示，第一行要显示的是 AD 的数据，第二行是显示的是日期，第三行显示当前时间，第四行显示的是当前教室里的人数。且每一行都有固定的显示位置。当采集到的数据改变时，显示屏上也会立刻更新。这样能够更直观的对整个运行有个了解。

6 系统测试

6.1 系统测试的方案和安排

系统测试是先对单个模块进行测试，然后再整合所有模块进行整体测试。先测试本次设计要运用到的开发板 ARM7 开发板是否能够正常使用以及 LCP2478 芯片是否正常运行，再对各个模块逐一测试看是否能够正常使用，光敏电阻是否更够检测到光线，且采集的值以及通过 AD 转换的值是否符合要求；利用 PWM 调光技术改变它的占空比是否能够调节教室灯光的亮度；红外对管检测到的信号是否正确等。最后再进行整体测试。

6.2 按功能测试模块

6.2.1 环境光采集模块测试

将环境光采集模块的相关电路在电路板上焊接好之后，将程序烧进 ARM7 芯片中，供电，当环境光的光强改变时，通过 AD 转换之后，在显示屏上可以看到光线值的变化，当光线越亮时，采集到的值也就越大，反之则越小。当光线较暗时采集到的 AD 值的测试结果如图 6-1 所示；当光线较亮时采集到的 AD 值的测试结果如

图 6-2 所

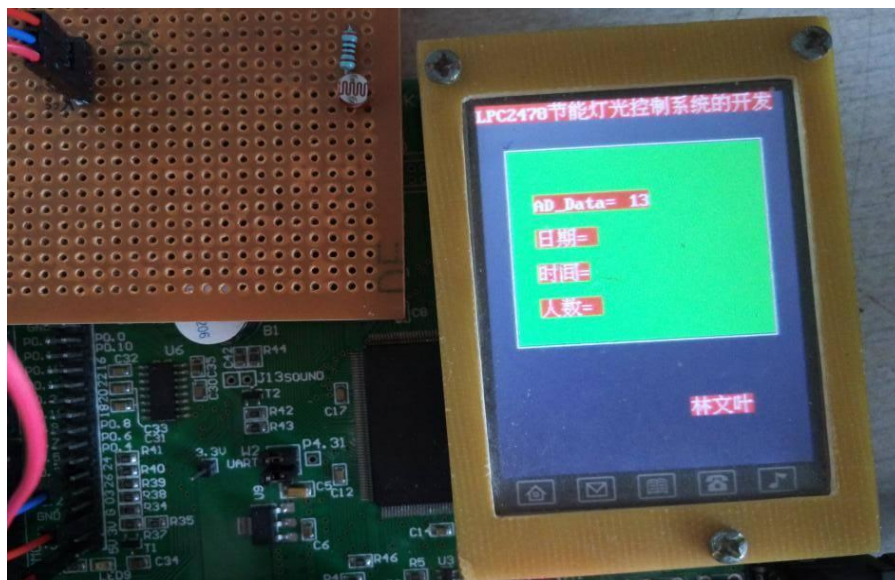


图 6-2 所示。

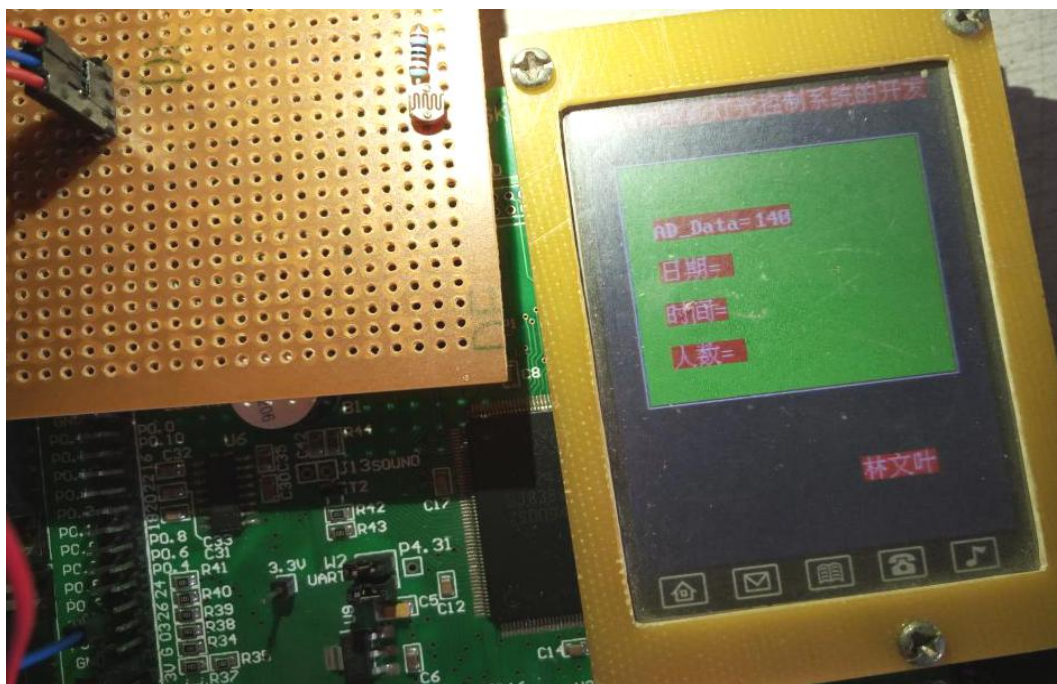


图 6-1 光线较暗时的测试图

图 6-2 光线较亮时的测试图

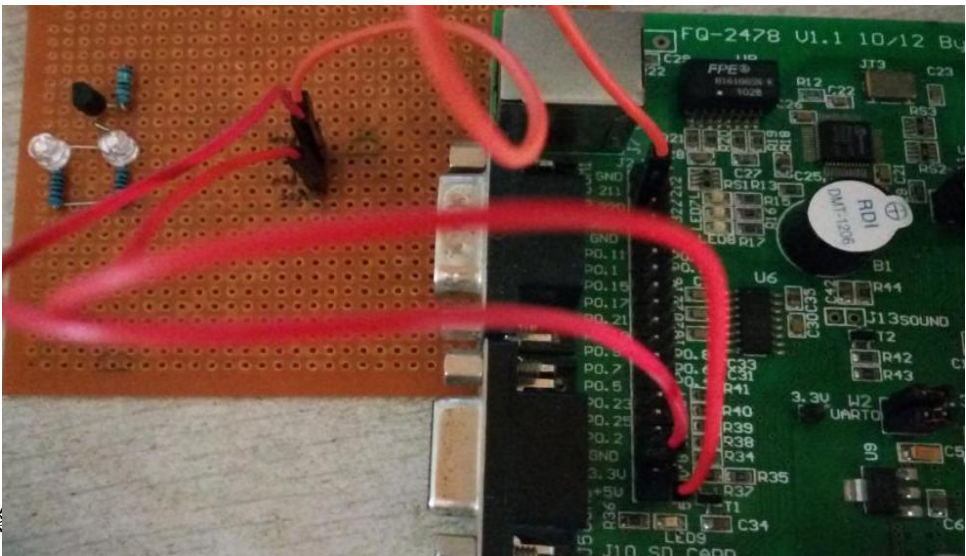
6.2.2 PWM 调光技术模块

PWM 口通过放大器接 LED 灯，将电路焊接好之后，将程序烧写进去，供电，通过改变其占空比的值，LED 灯的亮度也会随之改变，且占空比越大，灯越亮，反之则越暗；当占空比为 0 时，灯是不亮的。PWM 宽度比例为 0 时的检测结果如图所示 6-3 所示。

图 6-3 占空比为 0 时的测试图

6.2.3 红外对管模块测试

将红



外对管模块的电路在电路板焊接好后，再将程序烧进 ARM7 中，供电，红外线的接收管连接 LCP 的外部中断 1 和 2，当人经过时是否能检测到信号。根据接收到的信号判断先接收到的是哪个信号，而且判断接收到的信号是否符合要求，如果先检测到信号 1 再检测到信号 2，则表示进教室；如果先检测到的是信号 2 再检测到信号 1，则表示出教室。红外对管进出教室的人数计数测试如图 6-4 所示。

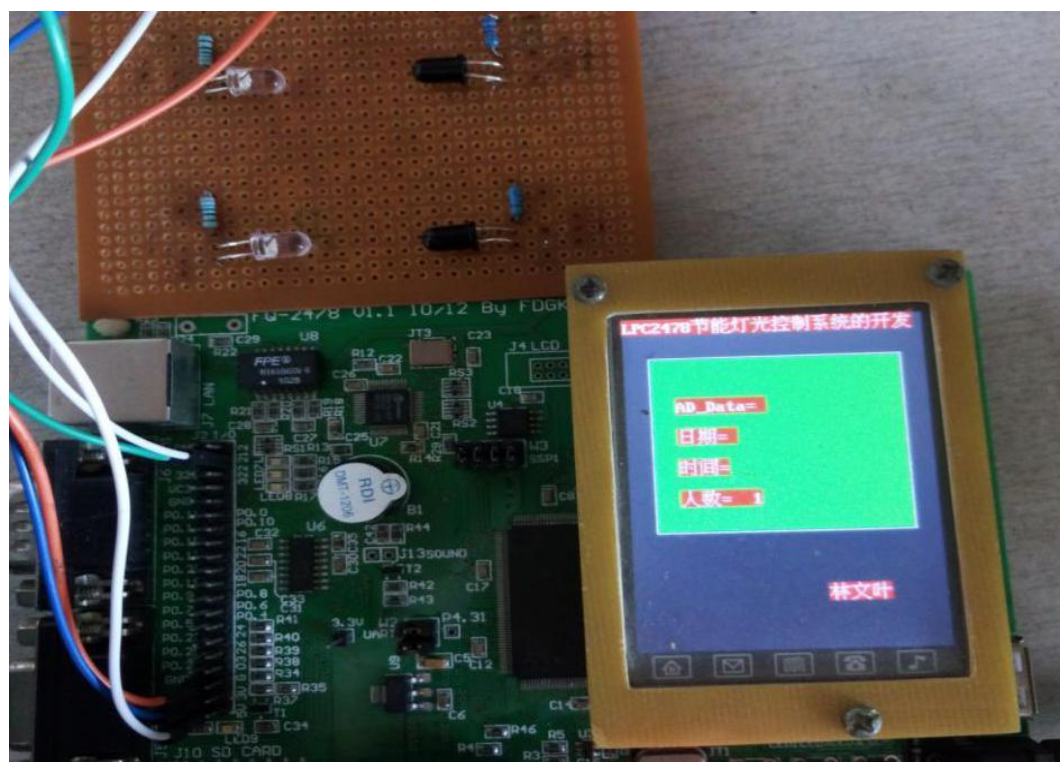


图 6-4 人数计数测试

6.3 整体模块

软件设计调试完成以及硬件电路焊接也完成之后，将硬件和软件进行整合，对本系统进行整体测试。其中，在本设计中还运用到时间，根据不同时间段对教室灯光进行控制，结合环境光以及教室里的人数控制灯的亮度，从而对教室节能灯光的控制更加有效。按照电路图连接好电路后进行系统测试，系统整体设计图如图 6-5 所示。

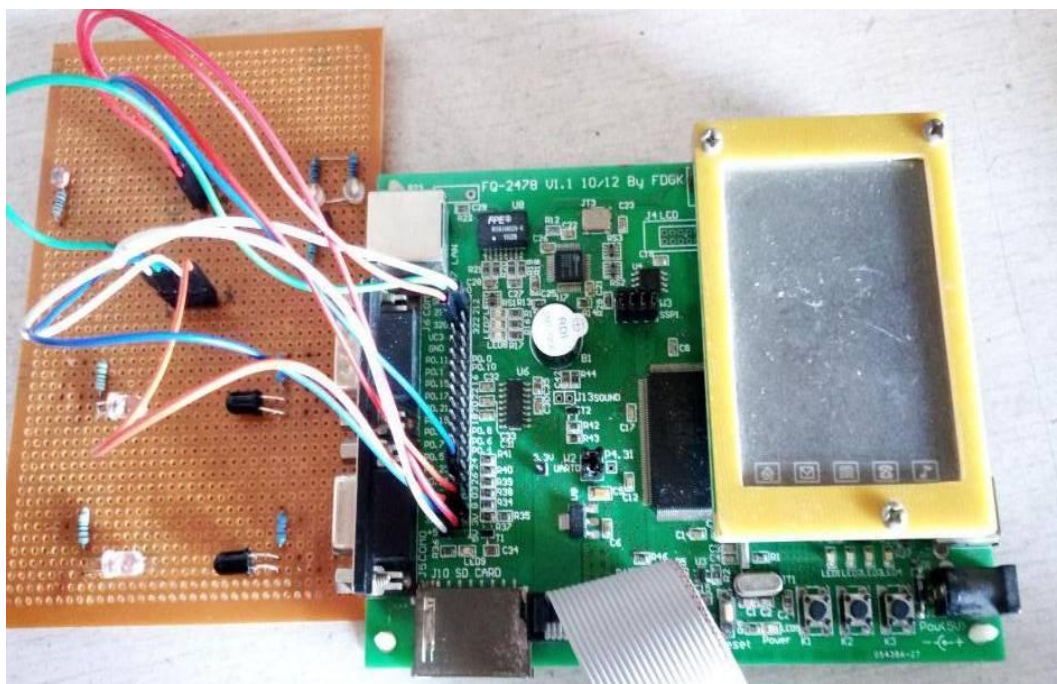
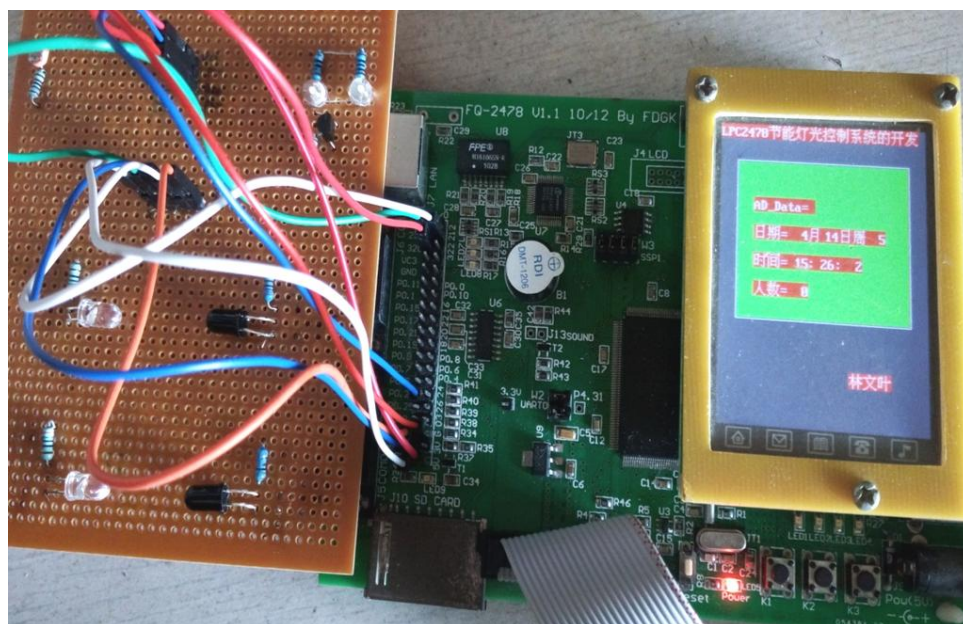


图 6-5 系统整体设计图

(1) 白天 6:00-18:00

在 6:00-18:00 这个时间段里,通过光敏电阻来采集光照强度,当光线充足时,不管教室里有无人都不开灯的情况,测试结果如图 6-6 所示。光线不足时且有人的情况测试结果如图 6-7 所示。

图 6-6 光线充足时测试图



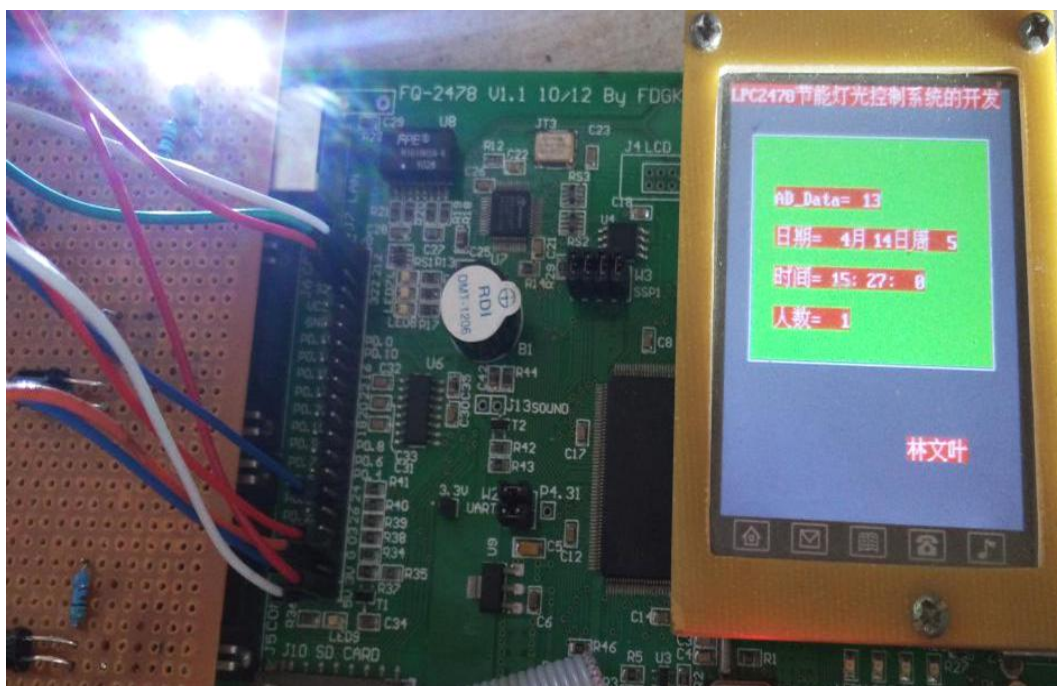


图 6-7 光线不足且有人时测试图

(2) 18:00-22:00

在 18:00-22:00 这时间段正好是自习时间，通过判断教室是否有人情况来决定是否要亮灯，当教室里面有人时才开灯否则不开灯。当教室有人的情况下测试结果如图 6-8 所示。



图 6-8 有人情况下的测试图

(3) 22:00 过后

本系统采用的是全自动的控制，在晚上 10 点之前我们会根据教室里面是否有人要采取是否要亮等情况。但只要超过 22:00，不管教室是否有人，则强制关灯，让教室的灯具进入睡眠状态。测试结果如图 6-9 所示。

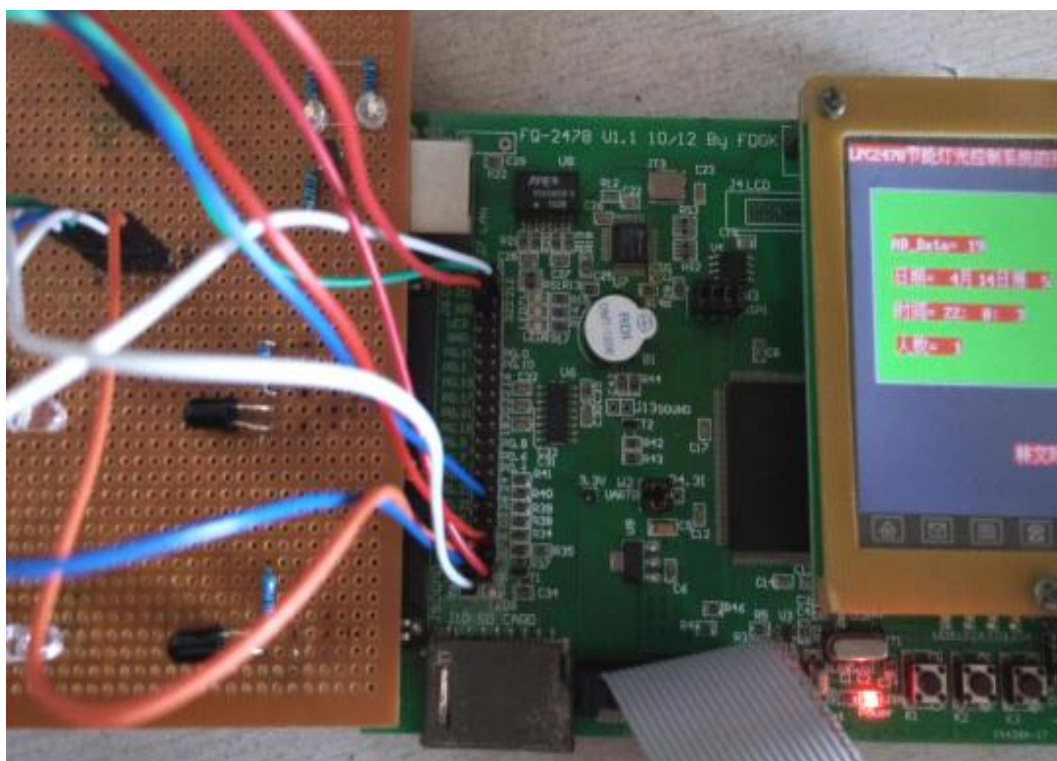


图 6-9 睡眠状态测试图

结论

在这次的毕业设计过程中，为毕业设计付出了很多的时间和精力，也遇到了很多的问题，不过还好最终系统总算是能够实现了。在这段时间里学到了许多平时并没有接触过以及在课堂上以及书上并没有学到的知识，课本上的理论知识与实际动手操作还是有区别的。通过这次的毕业设计，我明白了：理论与实践相结合的重要性，在这期间不断的查阅资料以及问老师之后，让我对这些理论知识有了大概的了解，同时将理论知识应用于实际操作当中，更便于我们对知识的理解。

本设计应用到 ARM7 嵌入式的 FQ-2478 开发板，因为在这之前从来都没有接触过这开发板，虽然之前有上过关于嵌入式的课程，但由于操作芯片的不同，关于所对应各个引脚的功能和设定其工作方式成为一件较困难的内容。对于 FQ-2478 开发板，老师给了我们一些关于开发板的介绍手册以及一些简单的例子，利用这些例子来熟悉开发板的一些串口资源。根据这些内容让我对开发板有了一个全新的认识，并协助我完成了这次的毕业设计作品。

在软件编程上面，由于我编程方面的不足，在这期间也给我造成了较大的困难。这主要是因为平日的学习生活中，在编程方面的练习不够认真。其实在编程部分就是要不断的修改以及不断编译，这过程也需要一定的耐心。以及在电路焊接的过程中，我发现自己也存在一些不足，在红外对管的接收管焊接中，对它没有足够的了解将极性给接反掉了，导致接收不到信号。我意识到在这过程中不管遇到什么问题，都要考虑全面，不忽略每一个细节。最后，通过老师的指导后，和查阅资料，以及结合动手实践等方法，最终也实现了节能灯光的控制系统。

总体来说，本系统主要实现的是照明系统的节能效果，主要通过这几个模块也达到了预期的设计要求。由于时间有限，本系统还存在一些不足之处，可以进行改善；如果有充足的时间，还可以在本系统上添加多人同时进出教室人员的检测和分析，以及教室里面人员位置的移动等功能，以上这些不足之处希望在今后能够继续研究，使设计的软件功能能进一步扩展和完善。

参考文献

- [1] 郭成.基于嵌入式系统的教室电器集中节能控制系统的开发[D].成都:电子科技大学软件工程专业, 2015.
- [2] 陈九江.教室照明系统的智能控制[J].黑龙江大学自然科学报告,2006, 23(3):314-316.
- [3] 肖博.红外智能计数节能控制开关的设计[J].郑州航空工业管理学院,2015, (6):46-49.
- [4] 周瑶.高校教室灯光节能控制系统的设计[D].郑州:郑州大学物理电子学专业,2010.
- [5] 周立功.ARM 微控制器基础与实战[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003:1-120.
- [6] David Walsh.A DSP co-processor for the ARM RISC processor [J].Electronic engineering,1997,69(842):251-253.
- [7] 王田苗.嵌入式系统设计与实例开发[M].北京:清华大学出版社,2002:17-20.
- [8] 赵星寒,刘涛.从 51 到 ARM——32 位嵌入式系统入门[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:8-28.
- [9] 仲进安.《嵌入式 C 语言程序设计》课程教学新模式的研究与实践[J].桂林电子科技大学电子工程与自动化学院,2011,1(1):1-4.
- [10] 张绮文,解书钢.嵌入式常用模块与综合系统设计[M].北京:电子工业出版社,2008:76-77.
- [11] 杨斌.嵌入式系统应用开发基础[M].北京:电子工业出版社,2011:336-345.
- [12] 周立功.LPC2468 器件用户手册[Z].广州:广州周立功单片机发展有限公司,2007.
- [13] 王彦华,刘希璐.光敏电阻原理及检测方法[J].商丘职业技术学院,2012,12(2):101-102.
- [14] 乔建良.智能光敏电阻检测装置研究与设计[D].南京理工大学通信与信息系统专业,2006.
- [15] 贾冬颖,王巍.基于 STC 单片机 LED 智能照明系统的设计[J].天津工业大学,2010,21(2):71-73.
- [16] 李秋洁."微机原理及接口技术"课程教学探讨[J].教育教学论坛,2015(4):127-128.