

LED 照明灯的智能控制

目 录

摘要及要求.....	1
一. 绪论.....	1
二. 系统方案设计与论证.....	1
2.1 系统实现方法.....	1
2.2 方案论证与选择.....	2
2.3 系统总体设计流程.....	2
三. 系统硬件设计.....	3
3.1 电源模块.....	3
3.2 LED 驱动模块.....	4
3.3 键盘控制模块.....	5
3.4 液晶显示模块.....	6
3.5 串行口通信模块.....	6
3.6 温度控制模块.....	7
3.7 光强控制模块.....	8
四. 系统软件设计.....	8
五. 系统测试及结果分析.....	10
六. 设计总结.....	10
七. 参考书目.....	12

摘要及要求

随着 LED 灯的发展, 针对其性能的设计越来越多, 为此我们对 LED 灯进行智能照明系统有了更精确的认知和理解。在选择单片机时, 该智能灯照明系统采用 Atmega16 单片机为核心, 采用高效率大功率 LED 驱动芯片 SN3350 为主要组成部分的 LED 照明灯智能控制系统。该系统输入电压为直流 24V, 可以负载 3—5 个 LED 灯, 输出平均电流 $350\text{mA} \pm 8\%$, 有输出过流保护, 开路保护, 输入过压保护等基本功能。

同时, 为使设计更全面和更具有竞争力, 我们还增加了以下扩展功能系统:

1. 温度检测保护系统: 对温度传感器的设定是当温度高于 60°C 时, 关闭 LED 灯; 当温度低于 55°C 时; 重新打开 LED 灯。
2. 光感应系统: 当光线较强时, 关闭 LED 灯; 当光线较弱时, 打开 LED 灯。
3. 输出电流可调: 调整档有 200mA, 300mA, 350mA, 精确率很高, 而且其效率在 75% 以上。
4. 人机交流界面: 可手控调节功能, 进行选择来显示其内部温度、光强、电流状况并进行目的性的调控。
5. 预留数据接口: 使其具有可升级功能及联网控制功能, 通过在网络显示对单片机功能和性能进行调整和改进。

一. 绪论

1.1 研究课题的背景

随着现代科技的飞速发展,LED 灯的智能照明控制越来越广泛的喜爱和应用。由于体积小,功耗低等基本特征,因此在照明、家电、工业应用、仪器仪表、汽车灯等产品中都有其身影。最近几年大功率高亮 LED 增势迅猛,逐渐成为主流产品。美国市场研究公司 Communications In-dustry Researchers(CIR)预测,全球 LED 的市场规模年均增长率超过 30%,2009 年市场规模将超过 100 亿美元。近年来,随着 LED 在照明、小尺寸面板背光源以及室内照明等新应用领域逐渐扩展,高亮度 LED 过去数年一直处于高速增长阶段,在 LED 中的比重将逐步加大,已成为 LED 主流产品。

目前我国的产业优势主要在封装,从封装产值区域分布来看,我国在 2008 年封装产值约 25 亿美元,已经超越日本、台湾成为全球最大的封装地区,并具备市场与技术核心竞争能力。但是国家和政府对此的重视却不多,如果台湾和日本等国家地区从经济危机中缓解或走出,随时可能会形成日本独大、台湾地区与美国齐进、欧韩中“平分秋色”的分布格局,我们将再一次失去主导权和先机。因此我们应在已有的产业优势上升级,向封装的高档产品努力,同时在通用照明技术方向上多下功夫,突破 LED 产业的技术专利壁垒,培育新兴市场的竞争优势。

作为电子专业的学生,为了能更好地对专业有更深入的理解,有必要通过对实际产品的设计和制作,去熟悉设计过程,综合学过的知识,加强动手能力掌握从系统级、模块级到芯片级的整个设计思路和实现手段。

1.2 开发的意义

随着科技的发展和对 LED 灯的需求条件日益提高,我们有必要对其功能和控制进行更具竞争力的设计和开发。同时,使我们对专业知识有了更深刻的理解和认识。唯有如此,LED 智能照明系统才能日趋完善,中国在世界科技领域才能日益提高。

二. 系统方案设计与论证

2.1 系统实现方法

根据设计要求，系统分为驱动电路、电路状态检测、电路保护控制、实时数据显示等几个部分，为使系统功能更为人性化，我们对系统状态显示部分进行了优化，使之操作更为简单。通过对各个功能设计出相应模块，并将相应程序输入，实现其功能。而对扩展功能的实现，我们经过讨论和对不同电路设计和模块的验证，确定下来采用光强控制、温度检测和外设串行口等功能。

2.2 方案论证与选择

方案一：采用 51 单片机

51 单片机的种类很多，而且其应用 C 语言使编程简单易懂，在很多设计中都得以采纳，应用很广泛。它的内部 CPU 处理器，有 128 个 8 位用户数据存储单元和特殊功能寄存器，4KB 的程序存储器，32 根可编程 I/O 线，具有片外扩展功能等。而且价格低廉，简单易懂。

方案二：采用 ATmega16 单片机

Atmega16 单片机具有高性能，低功耗的 8 位 AVR 处理器，先进的 RISC 结构，基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间，Atmega16 的数据吞吐率高达 1 MIPS/MHz，从而可以缓减系统在功耗和处理速度之间的矛盾。相对于 51 单片机而言，无法进行更好地处理。

Atmega16 AVR 内核具有丰富的指令集和 32 个通用工作寄存器。所有的寄存器都直接与运算单元(ALU) 相连接，使得一条指令可以在一个时钟周期内同时访问两个独立的寄存器。这种结构大大提高了代码效率，并且具有比普通的 CISC 微控制器最高至 10 倍的数据吞吐率。用于边界扫描的 JTAG 接口，支持片内调试与编程，三个具有比较模式的灵活的定时器/计数器(T/C)，片内/外中断，可编程串行 USART，有起始条件检测器的通用串行接口，8 路 10 位具有可选差分输入级可编程增益(TQFP 封装)的 ADC，具有片内振荡器的可编程看门狗定时器，一个 SPI 串行端口，以及六个可以通过软件进行选择的省电模式。而 51 单片机的吞吐率和串行口却不能与之相比。

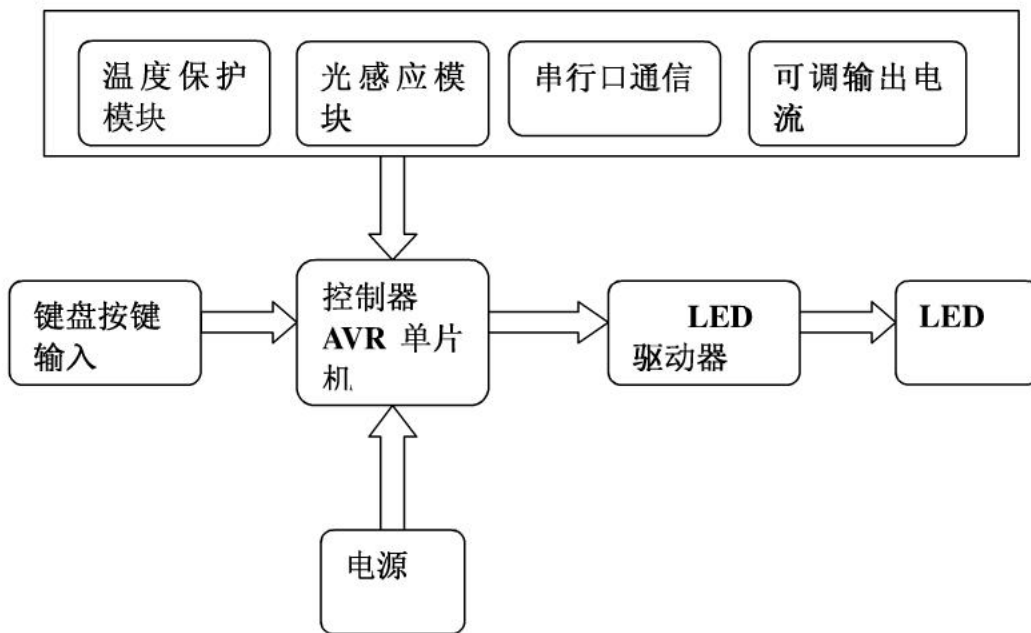
相对于 51 单片机来说，结构不同，AVR 可以同时取 RAM 里的数和 FLASH 里的数。AVR 稳定性比 51 好，用 AVR 比较方便。程序量比较大，非易失性程序和数据存储器，内存比较大，和同级别的 51 比，内部带 EEP，内部晶振，内部复位都有，基本上单个芯片就

可以控制外围器件了，不要扩展。他们的指令集不同，AVR 的速度快，I/O 驱动能力更大还可以直接驱动 LED，而且性价比很高。

AVR 单片机的外设特点中有 8 路 10 位 ADC 转换、面向字节的两线接口、两个可编程的串行 USART、可工作于主机/ 从机模式的 SPI 串行接口、四通道 PWM、独立振荡器实时计数等功能。其特殊处理器的特点，I/O 封装，速度等级等使得对这个设计中的模块功能更具有针对性和优越性。

通过对方案一和方案二比较，以及我们对设计的要求，我们觉得采用 Atmega16 更合适。

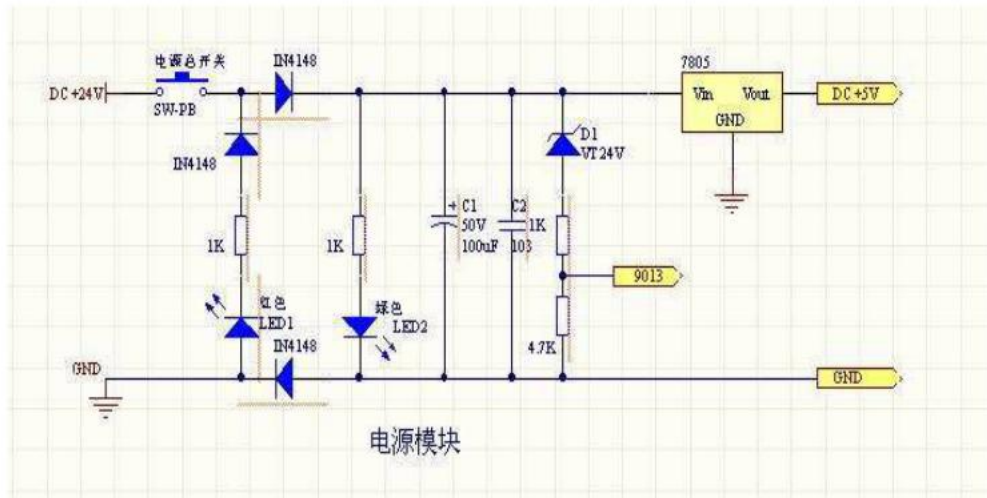
2.3 系统总体设计流程图



三. 系统硬件设计（主要单元电路设计）

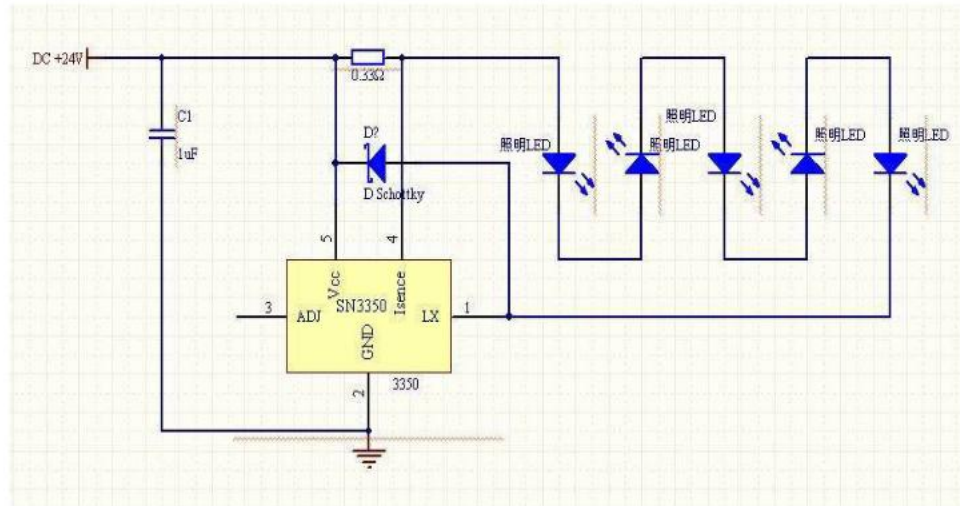
系统的硬件设计主要包括七个模块，分别是：电源模块，LED 驱动模块，键盘控制模块，液晶显示模块，串行口通信模块，温度控制模块和光强控制模块。各个模块的器件和功能一下都做了介绍。

3.1 电源模块



该模块可以为系统提供稳定的电能，并具有稳压、反接检测、过压保护、开路保护的功能。其中 7805 为三端稳压集成电路，此电路有三条引脚输出，分别是输入端、接地端和输出端，可以为控制核心——AVR 单片机提供直流 5V 的电能；IN4148 为续流二极管；D1 是稳压二极管，使检测端 ADC1 可以检测到相对稳定的电压值，为 AVR 单片机提供电路工作状态的电压值数据；电解电容 C1 具有过滤电源中低频谐波的作用，瓷片电容 C2 则具有过滤高频谐波的作用；绿色指示灯 LED 1 点亮时，说明电源模块工作正常，当红色指示灯 LED 2 点亮时，说明电源已反接，应更换正负极。

3.2 LED 驱动模块



该电路作为 AVR 单片机的控制电路，(用三极管 9013 将信号进行放大，继而)控制电磁继电器使其对 LED 驱动电路的控制。红色信号灯 LED 3 点亮时说明继电器工作，AVR 单片机已经开始对继电器进行控制。

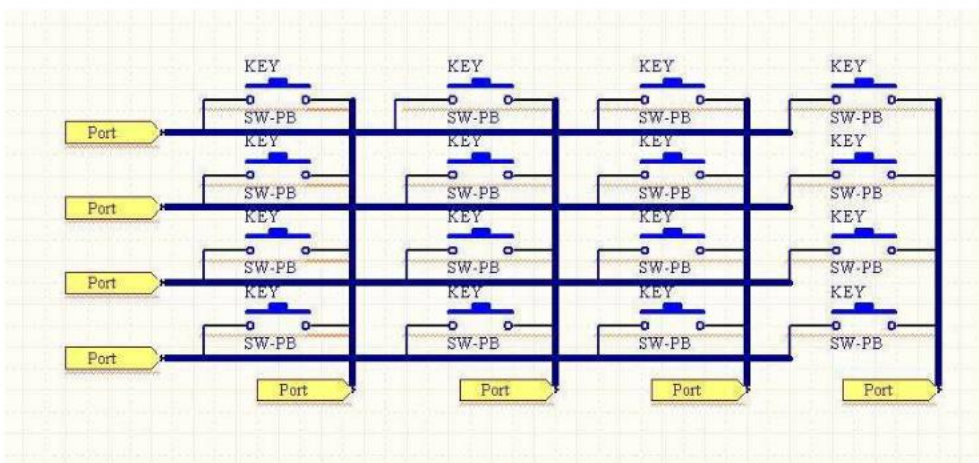
其中 SN3350 是专门为 LED 设计的高效率驱动器，其体积小、效率高、性价比高，并具有以下特点：

	特点	优势
1	700mA 恒流驱动能力	恒流效果好，LED 灯串中如果 LED 短路，对恒流效果基本没有影响；
2	电压输入范围 6-40V	非常适合 24V 通用电压系统应用，内置关键技术，可以 40V 电压输入，有利于电路的保护；
3	过流保护	当异常情况出现时候，电流不会无限增大，可以有效保护 LED 灯，使系统不会因为过流受到影响；
4	过温保护	异常情况时候，芯片温度超过 140℃时自动关断，保护芯片系统；
5	体积小，温升高	有利于节省 PCB 面积和省去散热设计；
6	外围器件简单	只需要一个电阻一个二极管和一个电感即可配套，可以节省 PCB 面积和器件成本；
7	高达 95%的效率	使 LED 灯更具有竞争力

8	高达 1MHz 的频率	可以满足要求更高的系统。
---	-------------	--------------

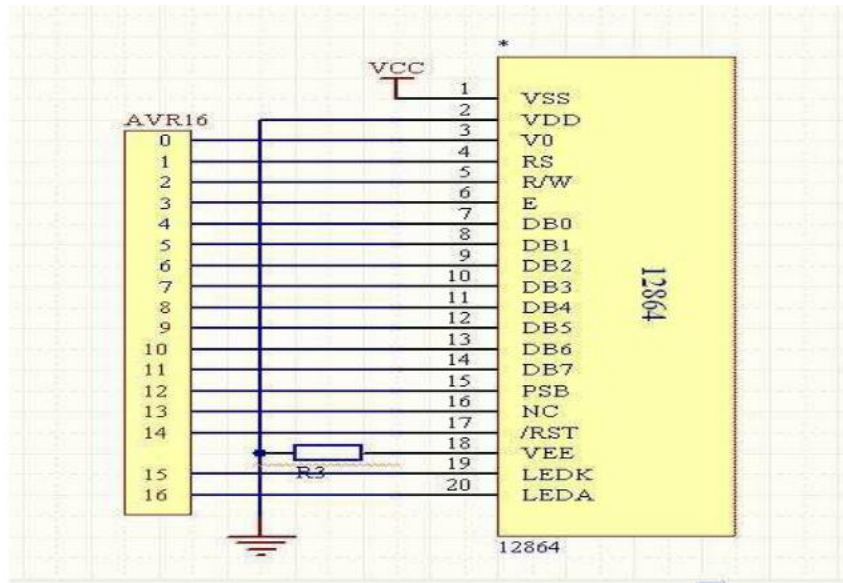
利用该驱动芯片，可以实现对 LED 的驱动以及实现输出过流保护的功能，并利用 AVR 单片机可以直接输出 PWM 波的功能，对 3 号管脚 A D J 端进行控制对电流进行控制，即对 LED 照明灯的控制。而它的电压适用范围和性能对整个系统及其功能都适用。

3.3 键盘控制模块



该模块作为系统的人机接口的输入模块，提供对智能系统中各个功能的切换、电流调整、系统控制的功能。

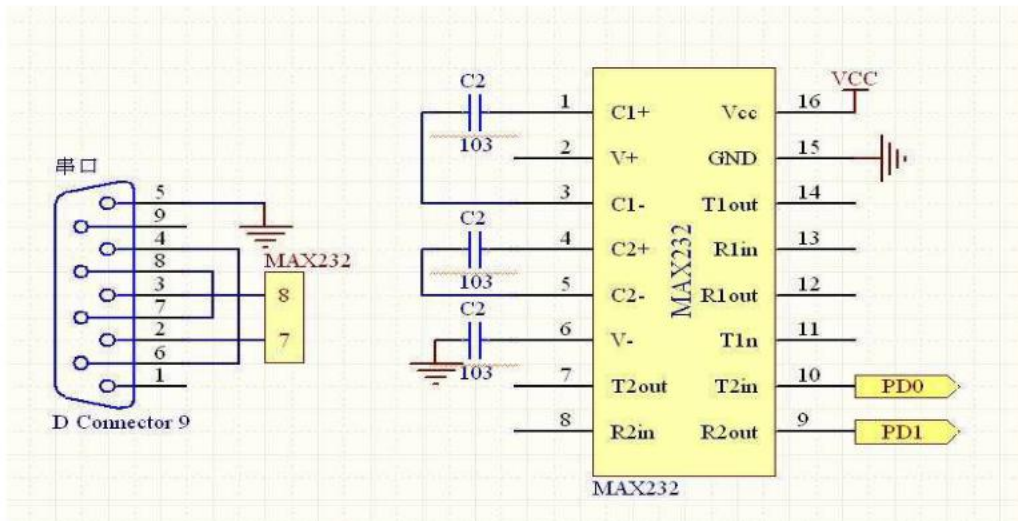
3.4 液晶显示模块



OCM12864 液晶显示模块是 128×64 点阵型液晶显示模块,可显示各种字符及图形,与MCU接口直接连接,具有 8 位标准数据总线、6 条控制线及电源线。具有功能齐全、使用方便、价格合理等优点。

由于液晶屏与单片机联系,通过键盘对液晶屏进行调控,可以更直观地对系统进行认识和调节。

3.5 串行口通信模块



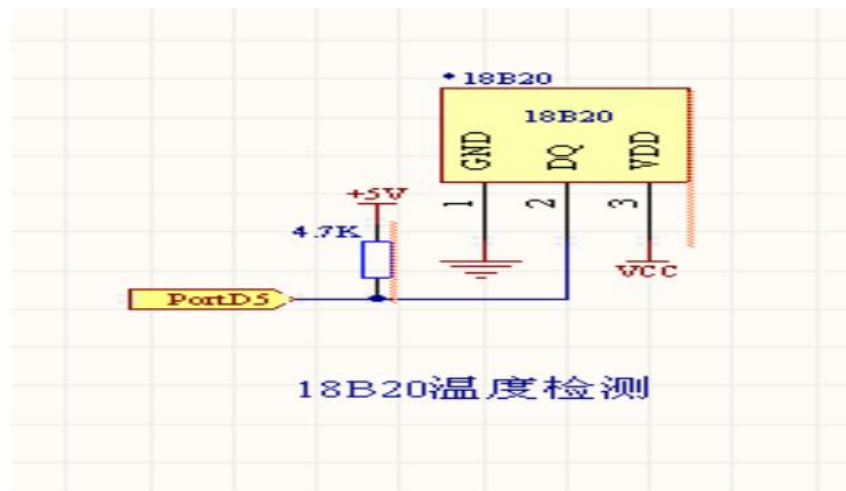
MAX232 是一款将电脑的 RS-232 标准串口设计的单电源电平转换芯片,使用+5v 单电源供电。该芯片具有以下几个特点:

	芯片特点
--	------

1	符合所有的 RS-232C 技术标准;
2	只需要单一 +5V 电源供电;
3	片载电荷泵具有升压、电压极性反转能力, 能够产生+10V 和-10V 电压 V+、V- ;
4	功耗低, 典型供电电流 5mA;
5	内部集成 2 个 RS-232C 驱动器 ;

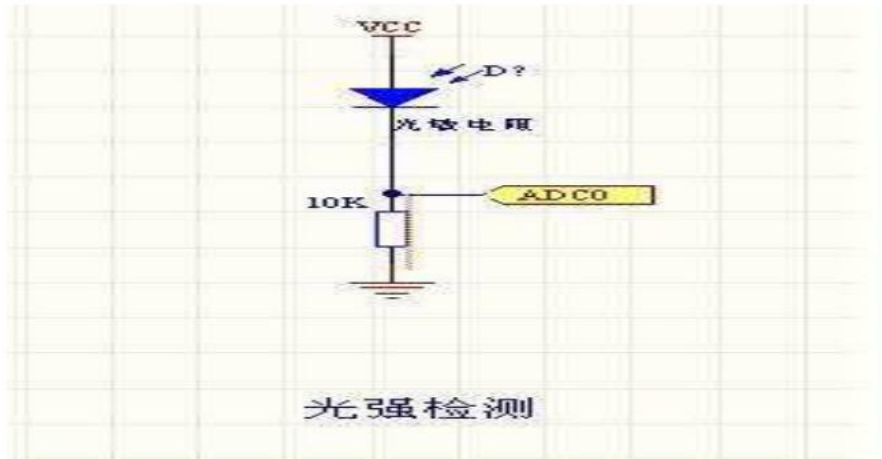
使用此芯片可以将 AVR 单片机作为下位机与上位机相连, 起到数据传输和系统升级的作用。当连接到网络上时, 网络会显示其内部功能情况, 并可以据此对其功能进行适当的调整和改进。

3.6 温度检测模块



18B20 作为一款数字温度传感器, 具有最高为 12 位的分辨率, 精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。封装方式较小, 电压适用范围较宽等优点。分辨率可以设定, 用户设定的报警温度存储在 EEPROM 中, 掉电后依然保存。根据温度传感器 DS18B20 的 2 号管脚的 D Q 端 (温度输入、输出端口) AVR 单片机可以实时采集到温度信息。利用该传感器完全可以使题目: 当温度高于 60°C 时, 关闭 LED 灯; 当温度低于 55°C 时, 重新打开 LED 灯的要求得到满足。

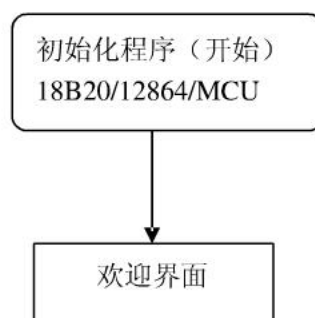
3.7 光强检测模块

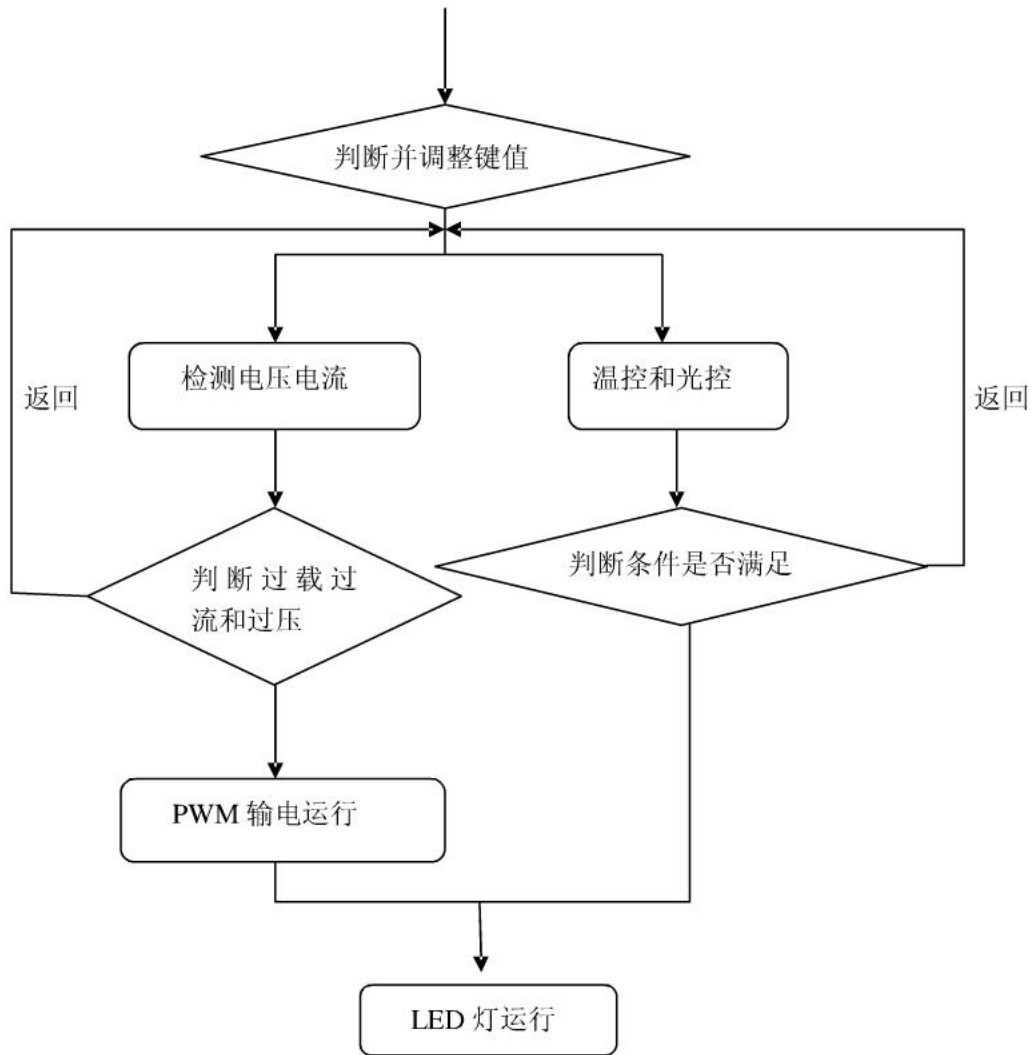


该模块利用光敏电阻来采集光照强度的信息，经过 9013 三极管将信号进行放大，并将放大后的信号传送给 AVR 单片机，从而达到采集光照强度的目的。当光照强度达到规定值时，单片机根据程序会出现中断，从而使 LED 灯熄灭；而光照强度小于这个值时，LED 会一直保持灯亮。我们设计时将光强分为五个档次，分别是较软、弱、适中、强、较强，而对应不同的档次，将其输入到程序中而 LED 灯会根据程序状况出现不同程度的现象。

四、系统软件设计

设计中由于以 ATmega16 单片机为核心，采用 C 语言编程，之后把编程好的程序下载到单片机中。由键盘选择控制使用功能，从而实现对 LED 灯照明的控制，使其具有输出过流保护，开路保护，输入过压保护等基本功能和光控的显示及对温度反应的自我保护等扩展功能。主程序控制流程图如下：





五. 系统测试及结果分析

通过对成品的不断调试和改造，我们终于完成了对 LED 智能照明灯的设计，使其具有可以负载 5 个 LED 灯，输出平均电流 $350\text{mA} \pm 8\%$ 。

输出过流保护，当电流超过 700mA 时，系统会及时断电 LED 灯会自动熄灭，对电路和系统进行保护。当出现开路或输入过压时，系统的绿灯熄灭红灯亮，出现提示并且能够自我保护。

为了使设计更具有竞争力我们还设计了温度控制系统和光强度控制系统、输出电流可调并具有外设串行口通信等功能，且效率在 75% 以上。而液晶屏显示和人机交流界面分为自动和手动两方面，使我们更容易的对系统功能进行判断和调控。

温度检测保护系统，通过键盘调控和液晶屏，对热敏电阻进行加热，我们可以直观

的看出当温度高于 60℃时，关闭 LED 灯；当温度低于 55℃时；重新打开 LED 灯。

光感应系统，们设计时将光强分为五个档次，分别是较软、弱、适中、强、较强，而对应不同的档次，会相应的出现不同的现象。当光线较强时，LED 灯将会自动关闭；当光线弱或适中等情况时，LED 灯会自动闪亮。

输出电流可调，可以通过键盘调控对电流输出进行调整。分别调整出 200mA，300mA，350mA，经过对电流测量知道其精确度很高，而不同的电流强度对应的灯的亮度随着变化。

串行口通信，为了使 LED 灯智能照明系统更具现代性，我们通过设置串行口通信将其可以与网络连接，显示系统的内部功能和数据状况，并且可以通过网络对其进行控制和改进。

六. 设计总结

通过一个多月对 LED 智能控制照明灯的设计，我们对一些专业知识的认知和理解有了很大提高。通过各种方案的讨论及尝试，再经过多次的整体软硬件结合调试，不断地对系统进行优化，设计出来的 LED 照明灯不仅实现了它的基本要求，经过我们的一番讨论和设计也实现了一些扩展功能。

在最初的准备阶段，我们查阅了许多国内外相关文献，以及网站咨询，对 LED 灯的智能照明发展、趋势与原理、作用等有了相当的理解。

硬件设计中，为使模块更加简单和实用，经过多次的调试和改造使整个系统简单紧凑，安装、维护和使用都十分方便，控制精确、性能稳定，成本也较低廉。

软件设计部分虽然尽了很大的努力，使得程序能够运行和实现，但我们很清楚自己还是有很大差距。同时由于时间仓促，使得在有些方面的设计和应用不能尽意。比如在串行口通信模块，虽然可以与网络连接进行调控和改进，但有些方面仍然不太成熟。这使我们认识到自己知识的贫乏和不足，我们会更加努力学习专业知识，拓宽知识面，加深认知程度。

尽管本系统在设计上完成而且具有一定扩展功能，但我们认识到有些知识和对软件的认识还有很大不足，以后定会努力学习。期间，为使设计顺利完成，我们得到了许多同学和老师的帮助，在此我们予以感谢。

七. 参考书目

- [1] 周兴华 《AVR 单片机 C 语言高级程序设计》中国电力出版社 2008 年 3 月第一版

[2]张蓬 蒋亮 孙玉林 《protel DXP 电路设计入门与应用》 机械工业出版社 2008 年 6 月第一版. 第三次印刷

[3] 王卓然 耿德根 《深入浅出 AVR 单片机》 中国电力出版社 2008 年 6 月第一版

[4]刘海成 《AVR 单片机原理及测控工程应用》 北京航空航天大学出版社 2008 年 3 月第一版

[5] 沈文 黄力岱 吴宗峰 《AVR 单片机 C 语言开发应用实例—TCP/IP 篇》 清华大学出版社 2005 年 7 月第一版

[6] 李广弟 《单片机基础》 北京航空航天大学出版社 2001 年 7 月第 2 版

[7] SI-EN TECHNOLOGY WWW.SI-EN.COM