

智能照明控制系统

基于 PWM 技术的 51 单片机 智能照明控制系统

摘要

本论文旨在论述智能路灯控制系统的设计及工作原理。该系统主要由单片机、光敏电阻、AD 芯片等相关元件组成。本系统提供两种工作模式：人工控制模式和自动控制模式。在人工控制模式下，操作员通过主控制台上的按钮设置路灯的亮度，所有控制及运行状态的信息均使用数码管显示。在自动控制模式下光敏电阻采集其所处环境的光强度。通过 A/D 转换器把模拟信号转变成数字信号传送给单片机，单片机接收信号后，进行处理之后将信号传送到数码管显示相应的光强。

关键字： 智能照明 PWM 技术光学传感器 A/D 转换器 51 单片机

一、 系统的方案选择及总体设计

1.1 方案比较

1.1.1 外电路分压型

此次课程设计中我们对手动调节 LED 亮度的方法首先想到的是用硬件实现，我们初步构想是用一个按键开关实现自动调节与手动调节的切换，然后在外电路接一个滑线变阻器与分压电阻的串联，再在滑线变阻器后接上开关电路，这样调节滑线变阻器就可以调节 LED 灯亮度了。

这个方案初期构想是实现起来简单不用额外增加一些程序，可实现的可能性比较高，而且易于控制。但是这个方案的缺点也是很明显的，实现这个方案要采购一些额外的元器件，这样在经济上就增加了额外的支出。而且，这样也增加了硬件电路的复杂性。

1.1.2 单片机按键控制型

这个方法是我们此次课程设计比较成熟的构想。通过软件的方法实现，运用 PWM 技术控制 LED 灯的亮度，以单片机键盘按键控制输出波的占空比，同时数码管显示占空比数值，这个人机交互的平台可以更好的控制输出占空比。

这个方案的实现是我们在掌握了 PWM 技术后作出的选择。这个方案的优点是不用在硬件电路上增加额外的电路，这样大大的降低了硬件电路的复杂度，同时也在经济上节约了一些资金。而且，这样让我们也能够在软件编程上有所突破，

让我们丰富了软件知识。最终我们也选择了此方案。

1.2 系统的工作原理

图 1 系统工件原理图

1.3 系统功能

- 1) 智能控制系统实现对周围环境光强的采集作用。
- 2) 智能控制系统能够随环境光线强度自动控制灯的亮灭。
- 3) 智能控制系统能够根据所定时间自动控制灯的亮灭。
- 4) 智能路灯系统能够根据环境光线的强度自动控制灯的亮度，即环境光线越强，则灯的亮度越暗，环境的光线越暗，则灯的亮度越亮。
- 5) 具有手动调节功能，即灯的亮度可以手动调节。

二、 智能路灯控制系统的硬件设计

2.1 智能路灯系统的总体介绍

智能路灯控制系统采用 msc51 系列八位单片机的 AT89C51 作为处理器，利用光学传感器检测环境的亮度并用 ADC0804 转化为数字号传给处理器，经过处理器的运算处理并通过 I/O 接口控制 LED 的亮灭。系统提供了六个按键和一个八位数码显示器的人-机界面，可以通过键盘来进行各种选择和设置。整个系统模块划分为：光学传感器模块，人-机界面模块，路灯开关模块。系统具有以下特点：

- 1) 根据周围环境光强度的情况控制路灯的打开和关闭；
- 2) 系统把一天的二十四小时分成了两段（二个时间点），在 18:00-6:00 时间段，LED 灯处于高亮状态，不随外界光强变化而变化；在其他时间段，LED 灯随外界光强变化而变化；
- 3) 可以灵活选择自动/人工两种工作方式；
- 4) 选择功能，通过按键可以手动选择是在数码显示管上是显示时间还是显示环境光强；
- 5) 在该系统中，我们选用的元器件都比较便宜，从而降低了经济成本。

2.2 系统总体硬件介绍

智能路灯控制系统的每个模块的硬件电路有：键盘部分的按键和 AT89C51 单片机 I/O 接口连接；显示部分通过单片机控制 74ls573 芯片显示到数码显示管上，单片机扩展槽 P3_0 口与相应的 LED 显示器的连接；光学传感器与 A/D 转换器 ADC0804 连接。

2.3 系统硬件仿真图

2.3.1 光线采集电路图

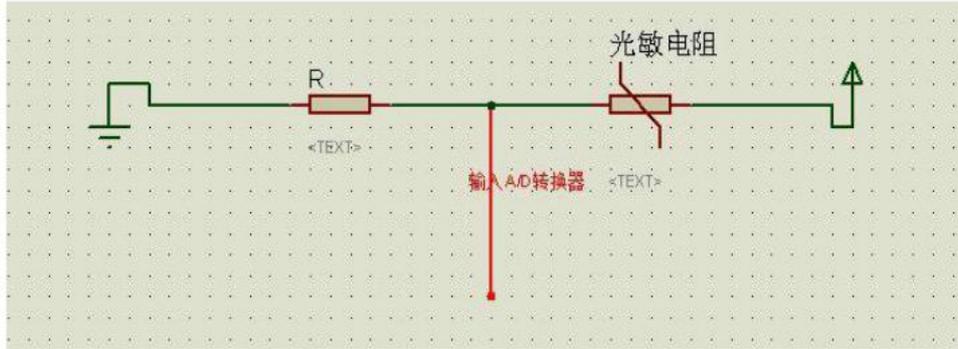


图 2 光线采集电路图

2.3.2 A/D 转换电路图

图 3 A/D 转换电路图

2.3.3 系统硬件仿真图

图 4 系统硬件仿真图

2.4 工作原理

系统通过光学传感器采集周围环境亮度转化为的电压值经过 A/D 转换后以数字信号的形式传送给处理器，处理器通过程序的计算判断是否亮灯以及是亮度的大小，然后经单片机的 I/O 接口向锁存器输出控制信号，控制路灯电路的开闭。

2.5 ADC0804 芯片介绍

ADC0804 是一种早期的模数转换器，因其价格低廉而在要求不高的场合得到广泛应用。ADC0804 是一个 8 位、单通道、低价格 A/D 转换器，主要特点是：模数转换时间大约 100us；方便的 TTL 或 CMOS 标准接口；可以满足差分电压输入；具有参考电压输入端；内含时钟发生器；单电源工作时（0V~5V）输入信号电压范围是 0V~5V；不需要调零等等。

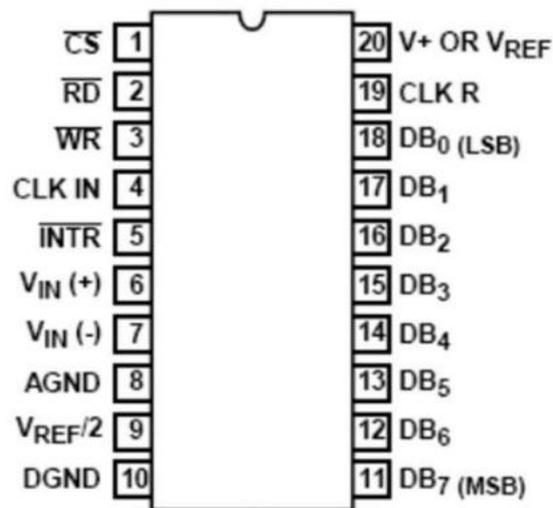


图 5 ADC0804 引脚图

对 8 位 ADC0804 而言，它的输出准位共有 $2^8=256$ 种，即它的分辨率是 $1/256$ ，假设输入信号 V_{in} 为 0~5V 电压范围，则它最小输出电压是 $5V/256=0.01953V$ ，这代表 ADC0804 所能转换的最小电压值。至于内部的转换频率 f_{CK} ，是由图 3

的 CLKR (19 脚)、CLK IN (4 脚) 所连接的 R、C 来决定, 频率计算方式是:
 $f_{CK} = 1 / (1.1 \times R \times C)$

动作大概可分成 4 个步骤区间——S0、S1、S2、S3, 每个步骤区间的图和动作方式如下:

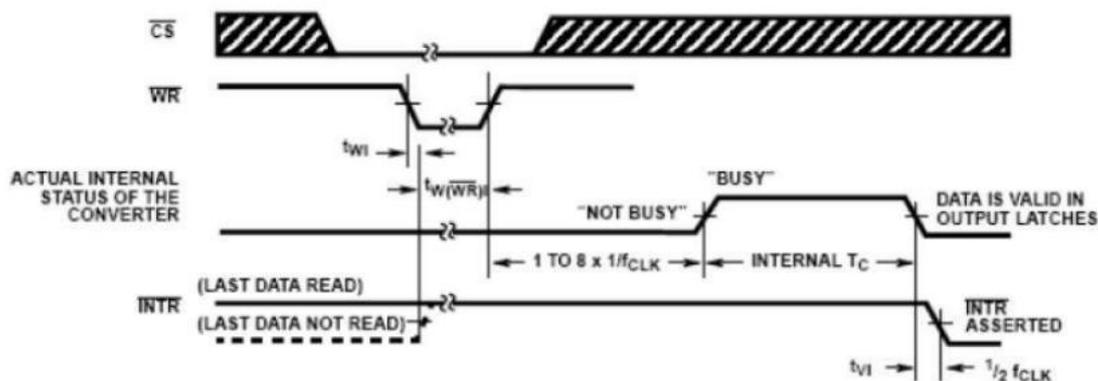


图 6 开始转换

步骤 S0: CS=0、WR=0、RD=1 (由 CPLD 发出信号要求 ADC0804 开始进行模拟/数字信号的转换)。

步骤 S1: CS=1、WR=1、RD=1 (ADC0804 进行转换动作, 转换完毕后 INTR 将高电位降至低电位, 而转换时间 > 100us)。

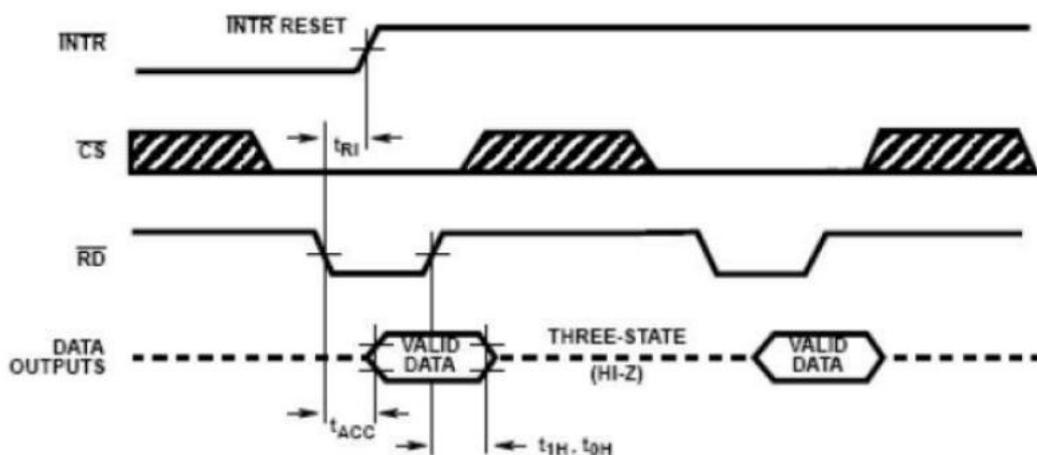


图 7 开始读取

步骤 S2: CS=0、WR=1、RD=0 (由 CPLD 发出信号以读取 ADC0804 的转换资料)。

步骤 S3: CS=1、WR=1、RD=1 (由 CPLD 读取 DB0~DB7 上的数字转换资料)。

CPLD (数字集成电路) 动作功能有: 负责在每个步骤送出所需的 CS、WR、RD 控制信号, 在单片机写操作过程中, ADC0804 只有数据总线, 为没有地址总线, 因此不使用 P0 口, 也不需要地址锁存器。当 AT89C51 向 ADC0804 发 WR (启动转换)、RD (读取结果) 信号时, 只要虚拟一个系统不占用的数据存储地址即可。

三、智能路灯控制系统的软件设计

3.1 系统总体软件介绍

为了简化系统电路以及提高系统的可靠性有许多功能都由软件实现,包括键盘的抗干扰功能,键盘的扫描方式,对传感器送来的电信号的值的判断,和用键盘手动控制 LED 灯的亮度以及定时控制路灯熄灭的计时控制程序。

3.2 人一机界面部分

单片机应用系统的人机对话是在应用系统与人之间的信息传递渠道。包括人对应用系统的状态干预与数据输入以及应用系统向人报告运行状态与运行结果。因此,其接口特点与单片机应用系统的特点以及用户的特点有关。

1)专用性。一般来说单片机应用系统都是专用计算机系统。人机通道外部设备配置水平完全根据系统功能要求而定,例如显示器位数、键盘数量、指示灯数目等。

2)小型廉价。单片机应用系统本身的特点是低成本,中小规模、环境适应性强、配置灵活。因此,相应的外部设备以配置小型、微型、廉价型为原则。

3)人机接口中一般都是数字逻辑控制电路。许多外部设备都有标准的接口控制与通信要求。

3.3 PWM 控制的基本原理

PWM (Pulse Width Modulation),即脉冲宽度调制的简称, PWM 是一种周期一定而高低电平的占空比可以调制的方波信号,当输出脉冲周期一定时,输出脉冲的占空比越大相对应的输出有效电压越大。在一个周期内的脉冲宽度(导通时间)为 T_1 , 周期为 T , 波形如图 3 所示。

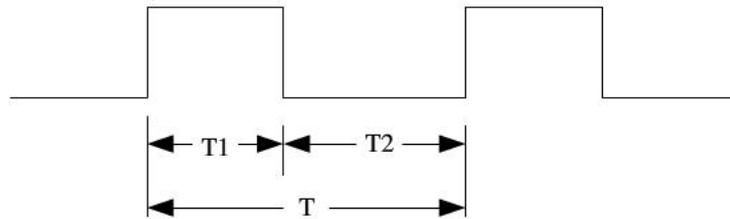


图 8 脉冲波形图

则输出电压的平均值为: $U=VCC \times T_1/T=\alpha VCC$

其中 $\alpha =T_1/T$ (正脉冲的持续时间与脉冲周期的比值)称为占空比, α 的变化范围为 $0 \leq \alpha \leq 1$, VCC 为电源电压。

当电源电压 VCC 不变的情况下,输出电压的平均值 U 取决与占空比 α 的大小,改变 α 的大小就可以改变输出电压的平均值,这就是 PWM 的工作原理。灯泡的亮度与加在灯泡两端的电压成比例,而灯泡两端的电压与可控硅的导通角成比例,这样通过调节 PWM 信号的占空比来控制可控硅的导通角。因此占空比越大,灯泡就越亮,当占空比 $\alpha =1$ 时,灯泡的亮度最高。

3.4 主程序部分

主程序流程图

图 9 主程序流程图

图 10 时器中断函数流程图

3.5 键盘部分:

键盘是一组开关(按键)的组合, 键盘接口必须确定是否有键按下, 按了哪一个键, 消除抖动以及键值处理等。所有这些问题均由硬件或软件来完成。键盘配置往往距离主机单元板较远, 因此还有长线传输中的干扰抑制问题。

3.5.1 键盘接口的抗干扰问题

从键按下到接触稳定要经过数毫秒的抖动, 键松开时也有同样的问题, 这样会引起一次按键多次读数问题。解决键抖动可使用硬件或软件方法, 常见的双稳态消抖电路和滤波消抖电路都是通过硬件来实现, 适合按键较少的系统。如果按键较多, 不能满足要求, 因此常采用软件的方法进行消抖。常用的有两种方法:

1)在第一次检测到有按键闭合时, 首先执行一段延时子程序, 然后再确认该按键电平是否仍保持闭合状态电平。如果保持闭合状态电平, 则确认为真正有按键按下, 从而消除了抖动的影响。

2)在第一次检测到有按键闭合时, 对它进行保存, 若以后若干次(比如 60 次)对按键采集的信息都相同的话, 则说明存在按键按下, 不是抖动。第二种软件去抖实现简单, 节约时间。本系统采用第一种方案。

3.5.2 键盘的功能

在此次设计中, 我们实现了不少功能, 如何在各种功能中进行有效、便捷的操作, 我们选择通过按键的方法实现在各个功能中进行切换。

K0 键我们是设置为一个总开关, 它可以对系统的各项功能进行总的控制, 具体的就是实现控制数码管显示和 LED 亮灭的一个功能, 但在总开关处于关闭状态的时候系统仍然是正常工作的。K1 键是一个手动控制和自动控制功能的切

换按键，但在选择自动控制模式的时候仅在系统时间在 18:00 之前有效。K2 是控制数码管时间显示与无显示之间的切换按键。K3 是控制数码管显示 8 位二进制所转化的十进制数值的按键。K6、K7 是控制占空比的按键，K6 的功能是增加占空比，K7 的功能是减少占空比。如图所示：

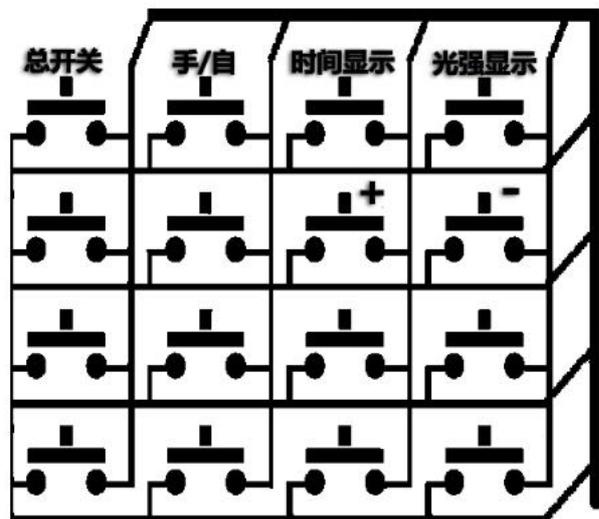


图 11 键盘布局图

四、 总结

到此为止，我们的《智能路灯控制系统的设计》已经完成了。在这几周的时间里，先后完成了资料的收集、设计方案的拟订、画图等多方面的工作。深深体会到了设计的复杂和艰辛，每当完成一部分设计、画出一个图形，都使我们受益匪浅。

我们主要做的工作是：介绍了自己的设计方案，主要是对其个部分的硬件电路进行设计，尤其是从光强采集电路到单片机控制 LED 的电路设计。还有其照明电路设计，并对 PWM 技术、单片机按键等进行了详细的介绍。最后是对该控制系统的软件设计。

此次设计全面培养了我们各方面的能力，熟悉的运用 Word、同时了解了 AD 转换芯片，更加巩固了专业知识，智能路灯控制系统电路的设计使我们对单片机有了深刻的认识。通过亲自设计，解决了以前学习中不了解的知识，同时也掌握了一定的设计技巧和方法，为今后的工作和学习打下了基础。

设计中也遇到了不少问题，例如路灯控制系统 AD 芯片的工作的原理都不太了解，PWM 的运用以前也从未接触过，所有这些不足使得在设计过程中难免出现错误，又缺乏实践经验，在参考资料和老师的指点下才得以完成。

由于水平有限，我们的设计还存在许多不足之处，有许多地方需要完善，还望各位老师多加批评指正。

