

一种远程 LED 照明监控系统的设计

柴万东<sup>1</sup>, 张立萍<sup>1</sup>, 孟散散<sup>2</sup>

(1. 赤峰学院 物理与电子信息工程学院, 内蒙古 赤峰 024000;  
2. 天津工业大学 电气工程与自动化学院, 天津 300387)

**摘要:** 利用 STC 单片机结合以太网驱动模块,设计一种基于以太网的远程发光二极管(LED)照明监控系统.该以太网驱动模块由 RTL8019 以太网芯片及相关外围电路组成,利用电量采集芯片 AD7755 对整个系统所耗电量进行采集,采用大功率 LED 恒流驱动方案,并利用可调光芯片 CAT4109 和脉宽调制(PWM)技术对 LED 灯实现调光.结果表明:设计的系统可实时采集系统所耗电量,可对灯的亮度、色温进行远程调节.

**关键词:** 发光二极管;以太网;脉宽调制;电量采集;远程监控

**中图分类号:** TM 923      **文献标志码:** A

作为继白炽灯、荧光灯和高强度气体灯之后的第四代光源,发光二极管(LED)因高亮度、低热量、长寿命、无毒、可回收等优点,被称为 21 世纪最有发展前景的绿色照明光源.我国科技部于 2006 年 10 月启动国家半导体照明工程,并在“十一五”能源规划中将绿色照明提上日程.在政府的大力支持和推动下,LED 照明技术取得了长足发展,逐渐取代传统的白炽灯、荧光灯、霓虹灯,被广泛应用于各种指示、显示、装饰、背光源、汽车车灯、普通照明和景观照明等领域.LED 独具的高频闪特性使 LED 的可控性大大增强<sup>[1]</sup>.高度普及的网络系统为实现远程控制提供了物质基础.互联网能满足控制系统的开放要求,可利用网络中的庞大资源提高控制精度,使 LED 照明的远程监控成为可能,为 LED 照明技术的研究和发展开辟新的领域.本文通过以太网通信方式实现对远程 LED 灯的开关、亮度、色温的调节,并实现系统所耗电量的实时采集显示.

1 系统设计方案

系统的整体设计框图,如图 1 所示.AC/DC 电源模块由 12 V 开关电源和电压转换电路组成,12 V 电源为 LED 灯提供正常工作所需电压,电压转换电路由 34063 芯片及其他外围器件组成,可以把 12 V 电压转换成 5 V 电压为其他模块供电.以太网控制模块主芯片为 RTL8019AS,负责完成以太网信息的物理层解析,以及实现电平变换.上位机监控模块实现对远端 LED 灯的实时监控,控制界面采用 VC++ 编写.电量计模块由 AD7755 及外围电路组成,采集系统所耗电量送给微控制单元(MCU)模块,MCU 经过处理后送给上位机监控模块进行电量显示.LED 驱动模块主芯片为 CAT4109,它是一款三通道高亮度恒流输出 LED 驱动器,每路通道由 MCU 输出的脉宽调制(PWM)信号控制,每路输出的最大电流为 175 mA.照明 LED 灯组由 3 个大功率 LED 灯组成,采用并联设计,每个 LED 灯的工作电压范围为 5~12 V,为更好地达到照明效果,设定照明 LED 灯组的供电电压为 12 V.

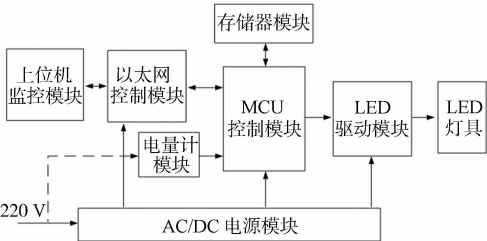


图 1 系统整体设计框图  
Fig. 1 Framework of the system design

## 2 系统硬件设计

### 2.1 MCU 控制模块及外围电路

MCU 控制模块的外围电路图,如图 2 所示.采用 STC89C54R<sup>+</sup> 单片机(台湾宏晶公司)作为控制核心.该单片机内置 16 KB 的 FLASH 和 8 KB 的 EEPROM,具有速度快、抗干扰能力强、功耗低、价格低廉等优点.外部晶振为 12 MB,为提高系统的响应速度和存储能力,系统外扩展一个 32 KB 的 EEPROM 存储器 62256,数据口通过锁存器 74HC573 与 MCU 控制核心单片机 STC89C54R<sup>+</sup> 的 P0 口相连<sup>[2]</sup>.设有 LED 驱动模块 PWM 调光接口及 AD7755 接口,分别与 LED 驱动模块主芯片 CAT4109 和电量计模块主芯片 AD7755 相连.

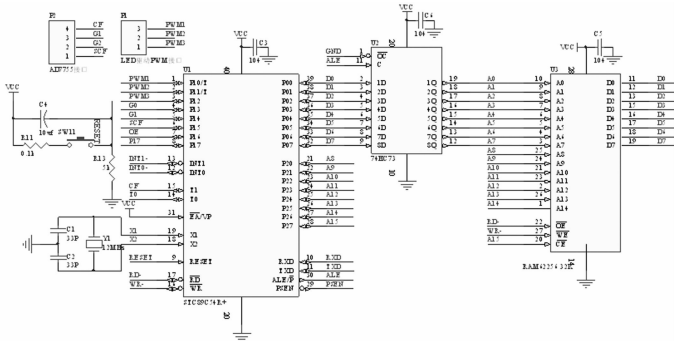


图 2 MCU 控制模块外围电路

Fig. 2 Circuit of MCU peripheral interface

### 2.2 以太网控制模块电路

以太网控制模块电路,如图 3 所示.模块主芯片为 10 MB 以太网芯片 RTL8019AS(台湾 Realtek 公司),该芯片为全双工通信方式<sup>[3]</sup>,支持 8 位、16 位两种数据总线方式,适用于 ethernet II, IEEE 802.3, 10Base5, 10Base2, 10BaseT 等多种以太网标准,内置 16 KB 的 SRAM,用于收发缓冲,降低对主处理的速率要求. RTL8019AS 的 8 位数据口与 MCU 模块的存储器数据口相连,与 MCU 之间交换数据. TPIN<sup>-</sup>, TPIN<sup>+</sup>, TPOUT<sup>-</sup>, TPOUT<sup>+</sup> 通过 20F001N 与网线接口 RJ45 相连. 20F001N 为脉冲网络变压器滤波器,用于实现 RTL8019AS 与网络接口 RJ45 的电平匹配<sup>[4]</sup>.

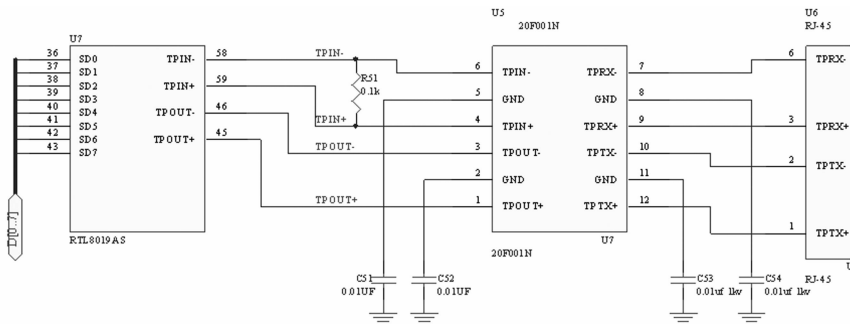


图 3 以太网控制模块电路设计

Fig. 3 Circuit of ethernet control module

### 2.3 AD7755 电量采集模块电路

电量计模块主芯片 AD7755 通过电流互感器和电压互感器接入外部电网,采集外部电压和电流,从而得到系统所耗电量. AD7755 电量采集模块电路,如图 4 所示. AD7755 的 CF 管脚与 MCU 单片机的定时器 T1 管脚相连, CF 引脚将电量以脉冲频率方式送给主控芯片<sup>[5]</sup>; G0, G1 管脚分别与主芯片 STC89C54R<sup>+</sup> 的 P1.3 和 P1.4 相连,以选择通道的增益. 由于系统电流波动范围较窄,为提高电流互感器对变化电流的监控精度,将 G0, G1 分别设为 0, 1, 芯片输入增益为 4, 对电流进行适当放大. SCF 引脚与主控单片机的 P1.5 管脚相连,以控制校验频率选择.

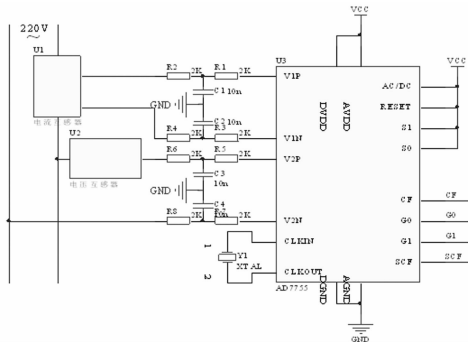


图 4 AD7755 电量采集模块电路

Fig. 4 Circuit of the AD7755 power collection module

### 2.4 LED 驱动模块电路

LED 驱动模块采用驱动芯片 CAT4109(美国安森美公司). 该芯片为恒流驱动芯片,具有三路独立的

PWM 调光接口,分别控制三路 LED 灯的亮度. LED 驱动模块电路图,如图 5 所示. 三路低功率电阻 R4,R5,R6 分别控制 LED1,LED2,LED3 三路恒流电流的输出大小,控制范围为 0~175 mA. 使引脚 OE 与单片机的 P1.6 管脚相连,控制芯片的通断<sup>[6]</sup>. 系统中,PWM 信号由主控制芯片的定时器产生,通过 P1.0,P1.1,P1.2 口传送给 CAT4109 的三路 PWM1,PWM2,PWM3 接口. CAT4109 的 3 个 LED 输出口连接三路 LED 灯具,LED 灯具的另一端接入 12 V 供电电压.

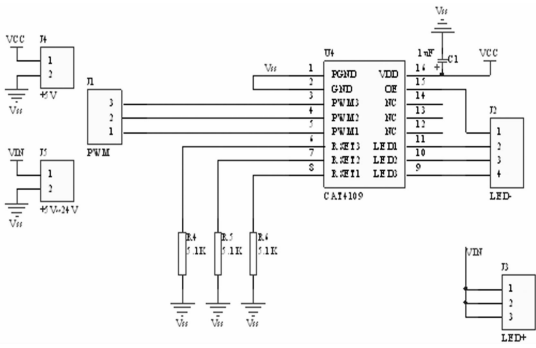


图 5 LED 驱动模块电路

Fig. 5 Circuit of LED driver module

3 系统软件设计

接收上位机数据进行 TCP 解包,并输出相应占空比的 PWM 信号,其流程图如图 6 所示. 采集电量进行 TCP 打包,并送给上位机,其显示流程图如图 7 所示.

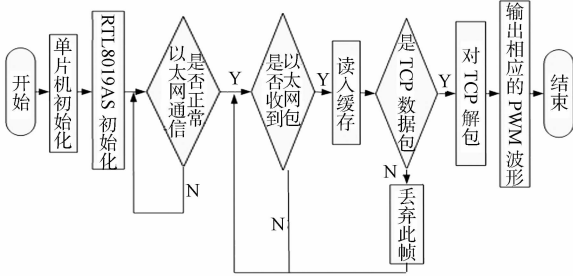


图 6 输出 PWM 信号流程图

Fig. 6 Flowchart of output PWM signal figure

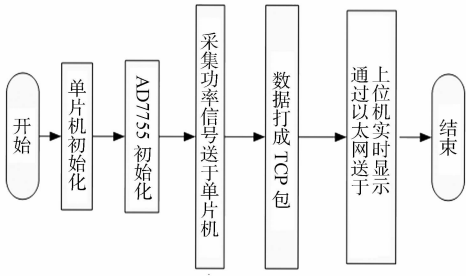


图 7 电量采集显示流程图

Fig. 7 Flowchart of electric parameters acquisition and display

系统上电后,首先,进行系统初始化,包括单片机初始化和 RTL8019AS 初始化;然后,系统检测上位机模块以太网与 MCU 的连接是否正常,只有连接正常,系统才能开始工作. 系统开始工作后,MCU 不断查询是否接收到上位机发来的以太网信息,若接收到指令信息,MCU 开始解读接收到的 TCP 数据包指令信息,输出相应占空比的 PWM 信号控制 LED 灯发出不同亮度的光. 系统设计了 11 个亮度等级,0%~100% 占空比的 PWM 信号分别对应 LED 灯的 11 种不同的工作状态. 当 PWM 信号占空比为 0 时,LED 处于关灯状态;当 PWM 信号占空比为 10% 时,LED 处于 10% 的亮度状态;当占空比为 100% 时,LED 灯处于最亮的状态.

系统开始正常工作后,电量计模块也开始正常工作,采集接入系统的电流和电压信号,转换为功率信号,以数字量形式送入 MCU 控制模块,MCU 将功率信号进一步处理,打成 TCP 数据包,通过以太网送给上位机进行实时显示. 根据上位机显示数据的变化情况,既可以得出系统所耗电量,又可以判断电路有无异常发生.

4 上位机监控界面的设计

系统上位机界面采用 VC++ 编写<sup>[7]</sup>,如图 8 所示. 控制界面分为远程 IP 地址设定、LED 灯控制、电量信息显示等 3 个部分. 远程 IP 地址设定部分可以设定系统所要连接网络的 IP 地址和端口号,系统可接入任何 Ipv4 网络. LED 灯控制部分实现对 LED 灯的调节,包括亮度和色温调节,亮度调节时,按一下增加或减少按钮,LED 的亮度以 10% 的等级增加或减少;色温调节是对红、绿、蓝 3 种颜色的 LED 灯亮度配比的调节,如果想要暖一点的色调,则黄灯调亮一些,想要冷一点的色调,则蓝灯亮一些. 例如,当需要 3 000 K



图 8 LED 远程监控界面

Fig. 8 Interface of LED remote monitoring

的色温时,对比色温带,分别调节蓝灯、黄灯的 PWM 占空比即可. 电量显示部分显示由电量采集模块采集的电量,用显示和停止按钮进行控制<sup>[8-10]</sup>.

## 5 结束语

设计一种远程监控 LED 灯照明的方法,通过以太网实现对 LED 灯的远程亮度和色温控制,并能实时显示所耗电量. 目前,随着网络技术的发达,在任何有网络覆盖的地方都可以使用该系统对 LED 照明系统进行远程监控. 系统还可以进一步扩展,若对设计稍作修改,还可以推广到类似的项目,如远程智能家居管理、远程自来水供水监控系统、远程摄像头控制管理系统等.

### 参考文献:

[1] 张嘉冬. 绿色光源:照明行业的新机遇[EB/OL]. [2013-01-11]. <http://www.alighting.cn/news/2013111/n186647971.htm>.

[2] 吴全玉,陈杰. 基于 RTL8019AS 的单片网络通信接口设计[J]. 现代电子技术,2008,31(22):47-49.

[3] 赵轩坤,杨日杰,龚思扬. 基于 MC34063 的隔离式 DC-DC 电路设计与实现[J]. 电子测量技术,2012(12):35-37.

[4] 史玉丽,郭改枝,马森. 基于 RTL8019AS 以太网通信接口的研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2011(5):581-585.

[5] 杨琴芝. 基于 STM32F 的多功能电能表的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2012:42-43.

[6] ON Semiconductor. 3-channel constant-current RGB LED driver with individual PWM dimming[EB/OL]. [2015-09-01]. <http://wenku.baidu.com/view/94f4b6c58bd63186bceb37.html/from=search>.

[7] 古万荣. Visual C++ 完全自学手册[M]. 北京:机械工业出版社,2009:79-410.

[8] 朱桂英. Visual C++ 网络编程开发与实战[M]. 北京:清华大学出版社,2012:486-492.

[9] 花魁,沈捷,周柱,等. 基于 DM6437 的图像采集与 VGA 显示系统设计[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2013,34(1):26-29.

[10] 刘祖隆,郭震宁,胡志伟,等. 调光方式对 LED 色温和光通量的影响[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2013,34(1):14-17.

## Remote Monitoring System Design for LED Lighting

CHAI Wandong<sup>1</sup>, ZHANG Liping<sup>1</sup>, MENG Sansan<sup>2</sup>

(1. Physics and Electronic Information Engineering Department, Chifeng College, Chifeng 024000, China;  
2. School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

**Abstract:** A design of light-emitting diode (LED) lighting remote monitoring system is presented in this paper, which based upon the ethernet driver module and utilize the control technique of STC microcontroller. The remote ethernet module is composed of ethernet IC RTL8019 and other peripheral circuits. Power consumption can be captured real-time by IC AD7755 brightness of LED adjusted via high power LED constant-current driving scheme and pulse width modulation (PWM) technology which using CAT4109 chip. Experimental results show that using this system, real-time power consumption of LED system can be acquisited accurately, the brightness and color temperature can also be adjusted by remote user through ethernet .

**Keywords:** light-emitting diode; ethernet; pulse width modulation; power acquisition; remote monitoring

(责任编辑: 钱筠      英文审校: 吴逢铁)