

# 基于 NRF24L01 的隧道灯控系统设计\*

侯杏娜 陈寿宏 吕健富

(桂林电子科技大学 桂林 541004)

**摘要:**为解决驾驶员从隧道外部进入隧道内部的眼睛对光照亮度的适应问题,提高驾驶的安全性,设计通过 STC12C5A60S2 单片机控制光强采集模块 BH1750 实时采集外部环境光强,将数据经过 NRF24L01 无线方式发送、接收,PT4115 驱动 LED 发光的方法,实现了基于单片机的隧道灯控系统的设计。系统包含有一个主机和 4 个分机,最终实验测试结果表明,本设计能较好的实现测量隧道外部的的光强来控制 LED 发光强度,从而使得内部的亮度随着外部的亮度渐变的功能,具有一定的实用性和创新性。

**关键词:**STC12C5A60S2;隧道灯;BH1750;NRF24L01

**中图分类号:** TN919.3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 580.20

## Design of tunnel light control system based on NRF24L01

Hou Xingna Chen Shouhong Lv Jianfu

(Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** In order to solve brightness adaptation problems of driver go into tunnel's interior from the outside, improve driving safety, a feasible scheme is given by this paper. It uses BH1750 to acquire real-time light intensity of tunnel's outside, along with, used NRF24L01 to send and receive data, and uses PT4115 to drive LED. The system includes a host and four extension, the final test results show that this design can achieve better measurement of tunnel external light to control the LED light intensity, thus making the internal brightness with the brightness gradient outside the function, has certain practical and innovative.

**Keywords:** STC12C5A60S2; tunnel lamp; BH1750; NRF24L01

### 1 引言

公路隧道是一种特殊的管状构路段,与普通公路环境相比,其具有隧道内外亮度差异大的特点,降低了道路的通行能力,交通事故发生率成倍增加。当驾驶员进入隧道时,会出现一定时间的视盲效果,出隧道的时候也一样。因此,要保障行车安全,且使驾驶员驾车经过隧道时有较舒适的视觉环境,公路隧道应科学地安装照明系统<sup>[1-3]</sup>。

### 2 系统总体设计及原理

系统实现的功能和组成为:

1) 系统共包含 1 个主机及相应分机,通过无线方式控制,即主机分别独立控制各个分机,每个分机分别独立。

2) 主机(安装在隧道外部)通过对日光的采集,分别控制隧道内的各个分机的灯光对应不同的日光强度以实现灯光的渐变。

3) 各分机分别返回各自的灯亮情况(是否正常)给主机。

系统组成如图 1 所示。安装在隧道外的光强采集模块采集隧道外的光强信息传输给主机,主机经过处理后,

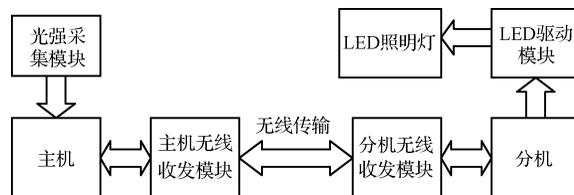


图 1 系统组成

收稿日期:2016-12

\* 基金项目:广西自动检测技术与仪器重点实验室项目(YQ15101)资助

通过无线收发模块发送命令给分机,分机接收到命令后,输出相应占空比和周期的 PWM 信号对 LED 驱动模块进行控制,以控制 LED 的亮度。

### 3 硬件设计

#### 3.1 单片机接口电路设计

由于本设计包含一个主机和多个分机,且每个分机相互独立,则需使用多个单片机,单片机接口电路都包含最

小系统和不同的外围电路。

主机的单片机接口电路如图 2 所示。P0 口的低 5 位作为显示器的驱动口与 NOKIA5110 液晶显示屏连接。P1.1 和 P1.0 与光强检测模块的数据线、时钟线相连。P2 口低 6 位与无线模块的 CE、CSN、SCK、MOSI、MISO、IRQ 接口相连, MOSI 和 MISO 分别是 SPI 数据输入端和从 SPI 数据输出端, IRQ 是可屏蔽中断脚, 当数据接收和发送成功时此管脚被置低, 通过写“1”清除中断。

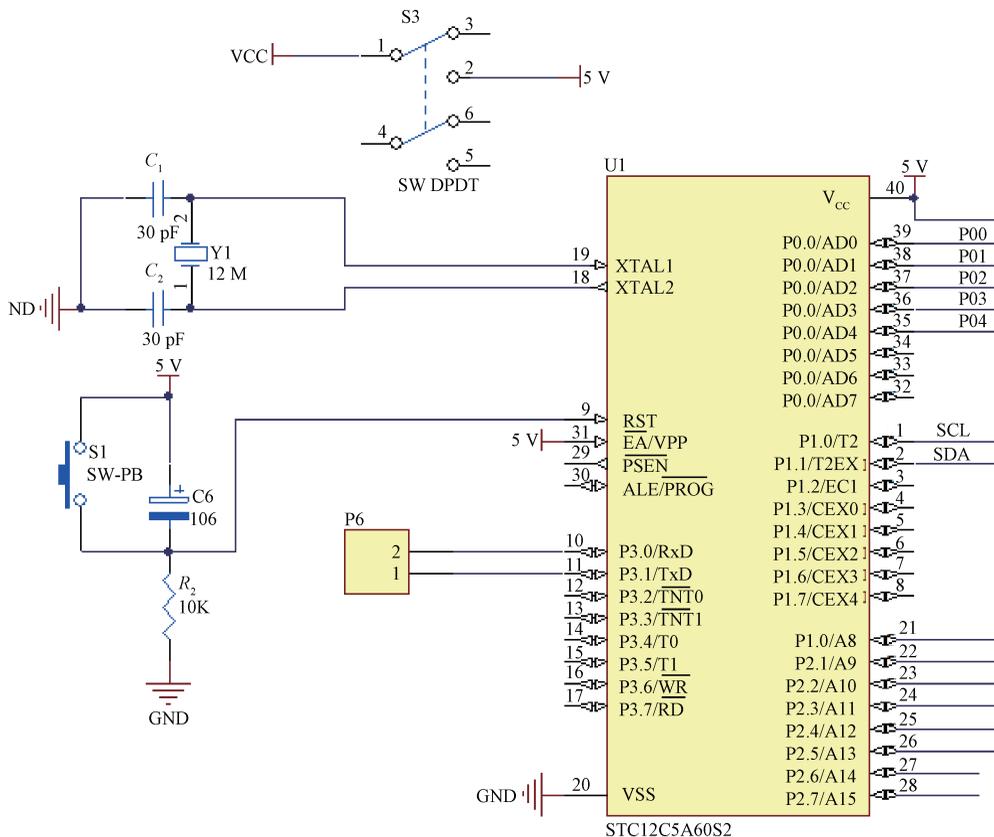


图 2 主机的单片机接口电路

#### 3.2 光强检测电路设计

BH1750FVI 芯片与外部电路的连接电路如图 3 所示。SCL 和 SDA 分别为芯片的 IIC 总线时钟线和 IIC 总线数据线,单片机的 I/O 口与这两根线接在一起,由于 I/O 口的驱动电流较小,需增加两个上拉电阻,以增大驱动电流。单片机通过对时钟线 and 数据线读写命令就可从芯片中读取光强数据。

#### 3.3 LED 驱动电路设计

LED 驱动部分电路如图 4 所示,设计选择 PT4115 作为驱动芯片<sup>[4-6]</sup>。PT4115 是一款大功率的用于 LED 灯驱动的降压恒流芯片,它可用来驱动一个或几个 LED 灯,最大输出 1.2 A 的电流; DIM 引脚输入 PWM 信号来实现调节光亮度,当 DIM 脚的电压低于 0.3 V 即低电平时,芯片关断,不输出 LED 电流,高于 2.5 V 即高电平时,芯片打开,输出 LED 电流。

### 4 软件设计

系统软件如图 5 所示包括光强检测单片机程序、无线收发子程序<sup>[7-10]</sup>、PWM 调光子程序、显示装置单片机程序等。

无线收发程序中,通过子程序形式保存,供主程序调用。数据转换完成后,将值暂存在发送缓冲区 tx\_buf 中,然后通过 NRF24L01 发送,相关程序代码如下:

```

/* 函数功能:发送 tx_buf 中数据 */
void nRF_SendPkt (unsigned char * tx_buf )
{
    CE=0; //StandBy I 模式
    NRFWrite_Buf(WRITE_REG + TX_ADDR, RX_ADDR, TX_ADDR_WIDTH); //接收地址
    NRFWrite_Buf(WRT_REG + Rx_ADDR_P0 , Rx_Addr0 , TX_ADDR_Width); //数据
}
    
```

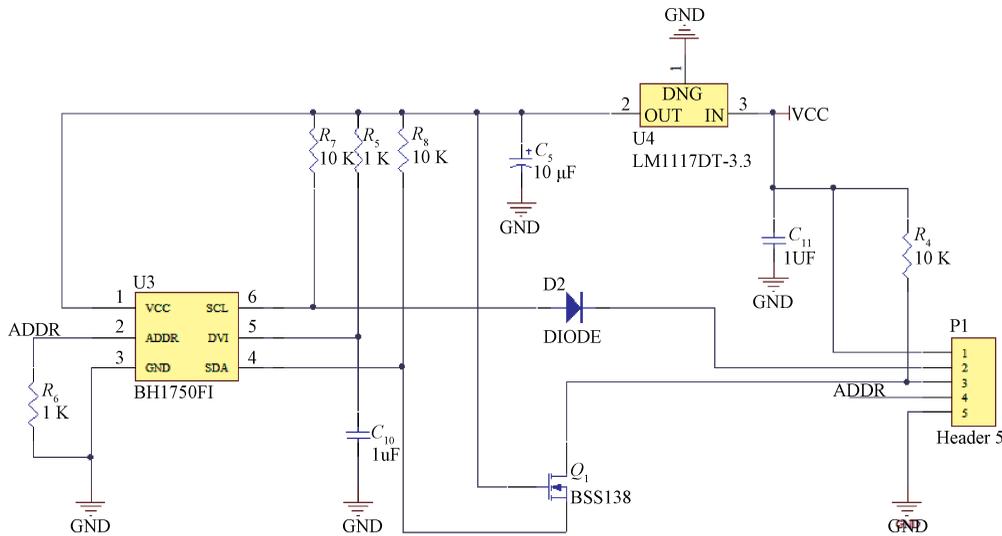


图3 光强检测电路

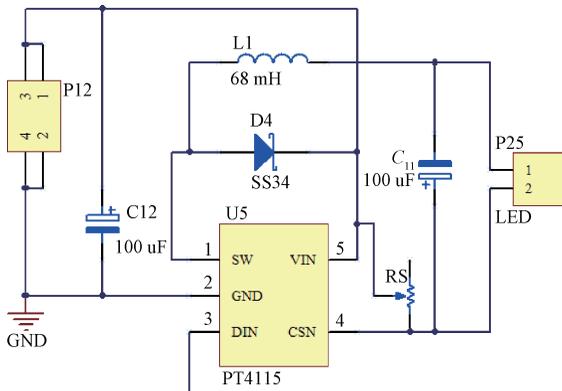


图4 LED驱动电路

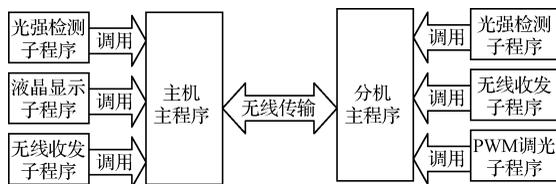


图5 系统软件

表1 不同环境下测试的光强

环境	光照强度/lx
晴天阳光下	65 535 以上
晴天室内	100~2 000
阴天室外	2 000~10 000
室外有些许阳光时	10 000~50 000
晚上室内白炽灯	50~300

## 6 结论

本文设计了一个基于单片机和 NRF24L01 无线传送的隧道灯自动控制系统, 包含有 1 个主机 4 个分机, 主机在隧道外部采集光强并传送数据控制分机调节灯, 分机返回是否正常给主机, 在主机显示。该设计有结构简单、成本低和能实时测量的优点, 但也有不足之处。如无线收发模块 NRF24L01 的传输距离不够远; 光强检测范围不够大等, 可在后续设计中进一步改进。

## 参考文献

- [1] 许景峰, 宗德新, 胡英奎. 天然光光纤照明系统在隧道照明中的应用[J]. 照明工程学报, 2012, 23(1): 3-6.
- [2] 金基宇, 王虹元, 金桂月, 等. 基于 ZigBee 的 LED 智能照明系统[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(10): 76-81.
- [3] 唐涛. ZigBee 技术与应用设计[J]. 数字通信世界, 2013, 64(2): 78-81.
- [4] 侯杏娜, 陈寿宏, 唐万顺. 基于 NRF24L01 的降雨量实时采集无线监测系统[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(8): 2372-2376.
- [5] 陈寿宏, 周晓亮, 梁光发. 基于单片机的空调控制器的设计[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(1): 86-88.

```
NRFWrite_Buf(WR_TX_Pload, TxDate, Tx_Data_Width); CE=1; //置高 CE 激发数据发送
Delay(10); }
```

## 5 系统测试结果和数据分析

系统实测数据如表 1 所示。先测试光强采集范围和无线单向发送, 经过测试发现在不同环境下的光照强度各不相同。

经测试, 系统的无线传输距离在有墙壁等阻挡的情况可达 10 m; 在空旷的情况可达 20~40 m, 由于这种无线模块式内置的 PCB 天线, 且不加功放, 所以传输距离很短, 再加上电磁干扰, 传输距离只有十几米。

- [6] 原玉磊,张超,杨宇飞.一种基于单片机的授时系统[J].国外电子测量技术,2010,29(12):81-84.
- [7] 李长才,肖金球,张少华.基于nRF24L01的无线多点温度监测报警系统设计[J].电子测量技术,2016,39(6):94-97.
- [8] 何素梅,傅锦良,吴海彬.LED隧道照明自动调光系统的设计[J].电子测量与仪器学报,2015,29(4):622-629.
- [9] 郭兰英,梁波,张生瑞.一种新的隧道照明系统控制策略[J].西北大学学报:自然科学版,2009,39(4):571-574.
- [10] 侯维岩,秦朝晖,王海宽.面向无线/有线工业网络集成的协议转换器架构[J].仪器仪表学报,2011,32(6):1252-1257.

#### 作者简介

侯杏娜,1982年出生,讲师,主要研究方向为测试技术及计算机应用。

陈寿宏,1981年出生,高级实验师,硕导,主要研究方向为边界扫描测试等。

E-mail: 314258527@qq.com

## R&S 先进 IC 测试方案,全面助力万物互连时代的 IC 设计应用

——R&S 公司成功举办 2016 射频集成电路测试技术研讨会

2016年12月12日—16日,罗德与施瓦茨公司在北京、上海和深圳3个城市成功举办了“2016年R&S射频集成电路测试技术研讨会”。260多名来自各种IC设计企业的用户代表参加了本次研讨会,共同交流和分享了IC测试领域的产品和方案,不仅提升了罗德与施瓦茨在IC行业的产品竞争力,而且对整个IC设计行业的发展和进步起到了促进作用。

在本次活动中,R&S的技术专家详细介绍了其领先的针对IoT和通用IC设计与测试的产品和解决方案,包括最新IoT芯片测试技术,通用无线收发芯片测试技术,无线芯片的时域测试技术,放大器芯片设计优化与测试技术,收发芯片内部电路测试难点及解决方案等,涵盖了IoT、射频微波IC、THz、在片测试及各种微波电路的测试优化等。同时,还在现场展出了网络分析仪、信号源、信号与频谱分析仪、示波器、噪声系数分析仪等明星产品,用于各种方案的演示和交流。

研讨会受到了业界众多IC设计和测试开发人员的广泛支持和欢迎,甚至不少高层管理人员也亲自来到现场参与沟通和交流。来宾不仅认真听取专家的技术方案介绍,还

积极地在展台仪器边进行交流和互动,了解详细的技术方案、指标和应用。

集成电路产业是国家战略性新兴产业,是国民经济和社会信息化的重要基础。当前我国集成电路产业发展处于关键时期,国家高度重视我国集成电路产业的发展并出台了一系列政策。《国家集成电路产业发展推进纲要》和《中国制造2025》的出台,为我国集成电路产业实现跨越式发展注入了强大动力,中国集成电路产业面临着前所未有的发展机遇。可以预见,未来十年将是中国IC产业发展的又一个黄金十年。

罗德与施瓦茨公司(R&S公司)作为全球最大的电子和无线移动通信测试设备厂商之一,自进入中国的三十多年来,罗德与施瓦茨在无线通信、国防军工、通用电子领域提供了大量品质卓越的测试设备和先进的技术解决方案,为中国电子行业的发展起了极大的推动作用,同时也树立了R&S非常好的口碑和形象。R&S的产品和方案也正是IC产品设计和开发所需要的重要一环。R&S本次研讨会专门针对IC企业需求和当前应用热点而设计,R&S的产品及RFIC测试解决方案能够为客户提供便利和帮助,助力IC企业的发展。