

# 教室智能 LED 照明系统设计\*

方凯磊, 张东, 孙亚萍

(杭州师范大学 钱江学院 信息与机电工程分院, 浙江 杭州 310036)

**摘要:** 针对学校教室照明的舒适性、节能性以及智能化管理的需求, 设计了一种新型教室智能 LED 照明系统。系统以 PC 机作为中央控制器, 以 PIC16F873A 作为微控制器, 利用 RS485 作为通信网络, 实现整个教学楼教室 LED 灯的自动开/关灯和 PWM 调光。

**关键词:** LED; LabVIEW; PIC16F873A; RS485

中图分类号: TP303

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)21-0080-03

## Design of intelligent LED lighting system of the classroom

Fang Kailei, Zhang Dong, Sun Yaping

(College of Information and Electrical Engineering, Qianjiang College, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China)

**Abstract:** According to the requirement of comfort, energy saving and intelligent management of university classroom illumination, a novel intelligent LED lighting system is designed in this paper. PC is adopted as the system control core, the PIC16F873A is the key of micro-controller, RS485 is used for data transmission between classroom nodes and PC, which is the base to form the communication network. PWM dimming and manual/automatic douse the lights are realized.

**Key words:** LED; LabVIEW; PIC16F873A; RS485

目前大部分学校的照明系统均存在电能浪费现象, 例如, 白天照度达标的时候很多教室内的灯仍然全部打开; 或者教室内只有几个人甚至没人时, 灯仍全部或部分开启, 这些现象造成了学校电力资源的巨大浪费。同时, 现在学校教室内照明普遍采用的是传统的荧光日光灯, 在节能和环保方面均存在问题: 附加的镇流器功耗较大, 开启时需要辅助高压; 日光灯管内置的水银在废弃时无法处理, 成为污染环境的公害。

近年来, LED 照明作为 21 世纪的新型光源发展迅速, LED 具有诸多优点, 如保健护眼、高效节能、环保无污染、寿命长以及控制灵活。随着技术的发展, 大功率 LED 灯成本不断下降, 其市场会有爆炸性的发展<sup>[1]</sup>。

本文设计了一套教室绿色智能照明系统, 该系统设计分为上位机和下位机, 上位机采用 PC 机作为中央控制器, 通过 LabVIEW 软件实现照明系统的智能管理; 下位机采用 PIC16F873A 作为微控制器, 通过采集各个教室内各处光线强弱来自动调节教室各点 LED 灯光亮度; 为了减少系统成本, 系统采用现成的网线实现

RS485 通信, 并利用软件协议来实现上位机与多个教室下位机之间远距离数据通信的准确性和可靠性。

### 1 系统总体设计

系统设计将以杭州师范大学钱江学院 5 号教学楼为研究对象, 开发一套绿色智能照明系统, 其系统架构如图 1 所示。

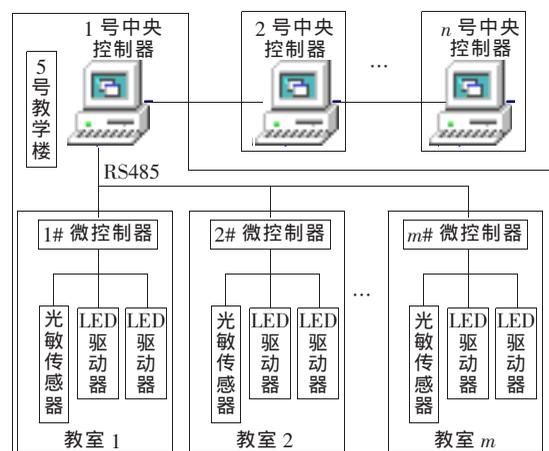


图 1 绿色智能照明系统架构图

\* 基金项目: 杭州师范大学钱江学院科研基金项目(2010QJL04)

该系统主要包括下位机系统(微控制器电路)的设计、上位机(中央控制器)管理系统的设计以及它们之间的通信程序设计。该照明系统在每栋教学楼设立一个中央控制站(PC机)作为整个系统的智能管理监控中心,在每个教室独立设置一个由微控制器(PIC16F873A)和多个LED驱动器以及光敏/电流传感器组成的模块化设计单元。每个设计单元中的微控制器通过采集本教室内各点光线强弱来调节教室各处LED日光灯的电流,使教室的照明稳定舒适,以利于节电和保护视力。而各个教室LED灯和光敏传感器的数目则由教室本身面积大小决定。

同时,中央控制器(PC机)通过LabVIEW软件实现照明系统的智能化管理,如:每学期初可由工作人员将本学期教室的实际上课情况输入系统,系统经过处理后自动将该教学楼的每个教室的熄灯定时时间发送给各个下位机,以实现自动熄灯管理。另一个常用功能是,中央控制器为每个教室的LED工作情况建立工作日志并实现故障报警功能,工作人员可随时监控每个LED的工作情况,一旦有故障,可及时进行维护修理。此外,为了减少系统成本,系统采用现有的RS485作为通信网络,并利用软件协议来实现上位机与多个教室下位机之间远距离数据通信的准确性和可靠性。

## 2 下位机系统设计

每个教室采用模块化设计,包括一个PIC16F873A微控制器、LED驱动器、LED灯以及光敏/电流传感器等主要器件。该单元模块主要实现教室内光线的采集与处理、LED的自动调光控制、手/自动熄灯控制以及与上位机之间的通信功能。模块单元设计如图2所示,为了减少成本,每个LED驱动器为两路LED灯串联供电。

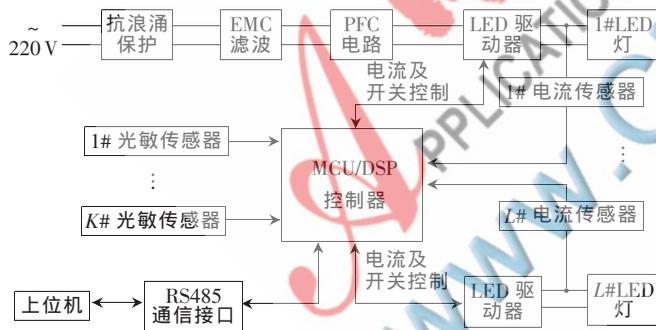


图2 模块单元设计框架

### 2.1 硬件电路设计

下位机电路主要包括PIC16F873A单片机最小系统、光敏电阻采样电路、电流采样电路、LED驱动电路、D/A调压电路、RS485通信接口电路等。

LED驱动电路采用英飞特电子有限公司的EUC-025S035DS作为LED低压恒流驱动器,它包含一个高效率的电源转换器和内部电路来实现市电调光兼容性,具有高效率、高可靠性、长寿命、输入电压范围宽、低压恒流等优点,并具有良好的线性调光功能。

D/A调压电路采用一个PWM与一个低通滤波器结

合,用作简单廉价的D/A转换器,实现LED的调光控制信号。电阻/电容值用计算机模拟仿真后分别选择为10kΩ和4.7μF。

RS485通信接口电路采用MAX487芯片,选择异步工作方式,采用标准的NRZ码,串行信息的编码方式采用的是1位起始位、8位数据位和1位停止位,波特率值选为19.2Kb/s。

### 2.2 软件程序设计

软件程序设计主要由主程序、A/D采样程序、PWM程序、RS485通信程序以及中断服务程序等组成。系统开始工作后主程序首先对单片机内部及外部的资源初始化,然后根据接收到的PC机指令,执行相应的处理。PC机向单片机发送5个命令:0x01~0xfa表示PC机分别选择1号~250号教室PIC控制器开始进行操作;0xff表示PC机完成对当前教室的控制,结束本次通信;0xfb表示PC机发送开灯信号,相应继电器吸合控制LED亮;0xfd表示PC机发送灭灯信号,相应的继电器断开控制LED灭;0xfe表示PC机发送省电模式信号,PIC进入休眠状态,以低功耗方式运行。

系统初始化包括对PIC单片机各个I/O端口方向功能设置、A/D工作方式设置、异步串行通信波特率和工作方式设置、PWM周期设置,以及允许A/D转换中断和串行接收中断等。A/D采样程序、PWM程序、RS485发送程序均在中断服务程序中完成。

### 3 上位机管理系统设计

LabVIEW是一种图形化的编程语言,它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受,视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW集成了与满足GPIB、VXI、RS-232和RS-485协议的硬件及数据采集卡通信的全部功能。它还内置了便于应用TCP/IP、ActiveX等软件标准的库函数,是一个功能强大且灵活的软件<sup>[2]</sup>。考虑到本项目采用RS485通信并且要实现多路的数据采集和设备控制,因此本系统上位机智能管理软件采用LabVIEW平台开发,其主要的功能界面如下:

(1) 上位机通过图3所示的输入界面获取某教室使用情况,经软件处理分析后得到该教室开/熄灯时刻表,并根据该时刻表来控制该教室内LED的开/关灯。



图3 某教室课表输入界面

(2) 上位机通过 RS485 通信获取各个教室的 LED 工作情况, 实时监控各个 LED 灯的状态, 并记入日志。若照明系统出现故障, 能及时故障报警, 如图 4 所示。



图 4 某教室 LED 灯状态监控界面

#### 4 RS-485 多机通信网络

要实现一栋楼宇内的智能照明控制, 需要解决多个教室微控制器间远距离通信的问题, 因此本项目采用 RS-485 通信, 并通过相应的软件协议来保证数据通信的准确性和可靠性。

RS-485 收发器采用平衡发送和差分接收, 具有抑制共模干扰的能力, 加上接收器具有高的灵敏度, 能检测低至 200 mV 的电压, 故传输信号能在千米以外得到恢复。使用 RS-485 总线, 一对双绞线就能实现多站联网, 构成分布式系统, 设备简单、价格低廉、能进行长距离通信的优点使其得到了广泛的应用。本文设计的多机通信结构如图 5 所示。

本系统设计的教室智能 LED 照明系统具有如下特点:

(1) 舒适环保: 采用绿色环保的 LED 灯来取代传统的日光灯, 辅以自动调光技术使光线稳定舒适, 有利于保护视力。

(2) 高效节能: 采用高效率的开关电源技术、手/自动熄灯定时控制技术, 可以节约电能 20%~50%。

(3) 模块化设计: 楼宇内各个房间之间保持独立, 每

个房间为基本模块设计单元, 具有良好的扩展性。

(4) 智能控制中心: 每栋楼宇都配有一个中央智能管理中心, 负责管理和监控整个楼宇的照明系统, 并具有良好的用户界面。

该系统也可适用于写字楼、工厂、商场、学校、居家等室内照明场所, 具有较高的实用价值和良好的推广应用前景。

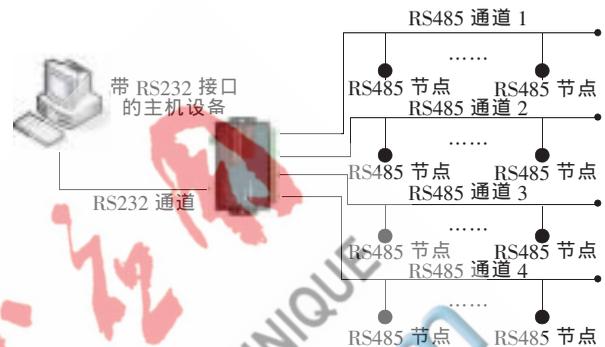


图 5 RS485 多机通信结构

#### 参考文献

- [1] Chen Poyent Development of an energy efficient street light driving system, sustainable energy technologies [C]. ICSET 2008:761-764.
- [2] 孙亚萍, 张慧熙. 基于 LABVIEW 的自动热测试系统设计[J]. 杭州师范大学(自然科学版), 2009(12): 23-27.
- [3] 袁朝辉, 马煜. 基于虚拟仪器的城市景观照明分布式控制系统设计实现[J]. 电子技术应用, 2010(5): 100-103.
- [4] Microchip Technology Inc. MPLAB® IDE 用户指南. <http://www.microchip.com> 2005.

(收稿日期: 2011-06-08)

#### 作者简介:

方凯磊, 男, 1990 年生, 在读本科生, 主要研究方向: 电子信息工程。

孙亚萍, 女, 1980 年生, 讲师, 硕士研究生, 主要研究方向: 信息与机电工程。