责任编辑：韩汝水

LED智能照明控制系统的设计*

Design of LED Intelligence Lighting Control System

杨军平 吴欣慧 秦长海 河南安阳工学院电子信息与电气工程系(河南安阳455000)

摘要：给出了基于μPD78F0034 LED智能照明控制系统的硬件设计和恒流驱动电路 、软件设计。通过理论分析，提出了合理的稳压电源、连接方式、灯体结构的设计方法，解决了LED的驱动电源、连接方式和散热三个问题。试安装一年结果表明，照明效果稳定，节能超过50%。

关键词：智能照明；LED；μPD78F0034

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2009.06.010

*河南省自然科学基金项目(0511014000)

2009年4月22日收到本文修改稿。杨军平：讲师，主要从事电子技术的教学与研究。

引言

LED作为第三代半导体照明光源，具有工作电压低，耗电量小，发光效率高、寿命长等优点。与传统的白炽灯、荧光灯相比，节电达到90%以上。被认为是21世纪的照明光源。

用LED替代白炽灯或荧光灯，环保无污染，使用安全可靠，便于维护。LED是一个非线性器件，当LED导通时，只要LED上的电压稍微变大，电流就会增加很多。因此，即使电压发生微小变化也会大大影响LED器件的工作，使电流过大甚至导致发热损坏。恒流源驱动是最佳的LED驱动方式。采用恒流源驱动，LED上流过的电流将不受电压变化、环境温度变化，以及LED参数离散性的影响，从而能保持电流恒定，充分发挥LED的各种优良特性。 目前广泛采用的恒流源有两种形式：一种是线性电源改进型恒流源，另一种是开关电源式恒流源。线性电源改进型恒流源的线性损耗大，适用范围小；开关电源式恒流源的可靠性较差，适应范围小，而且成本高。为克服这两种电源的缺点，我们采用了深圳光华源公司的新型恒流源器件HA22004P作为其驱动元件。目前公共建筑的照明灯具控制大多仍采用手动开关，有些使用光控和声控开关，其故障率较高，只适应于白炽灯，不适合于路灯的照明使用。从节能和提高照明效果的角度，本文阐述了一套LED智能照明和恒流驱动控制系统设计方案，可以根据不同的工作环境的要求亮度来自动控制照明的开关和亮度。特别是在大功率LED照明系统上采用恒流源驱动，具有提高用电效率，节约电能的效果。

系统硬件设计

基于μPD78F0034为主控器件设计的LED智能照明控制系统的框图如图1所示，其主要由传感器单元、控制器单元、LED驱动电路和照明系统四部分组成。μPD78F0034芯片用于

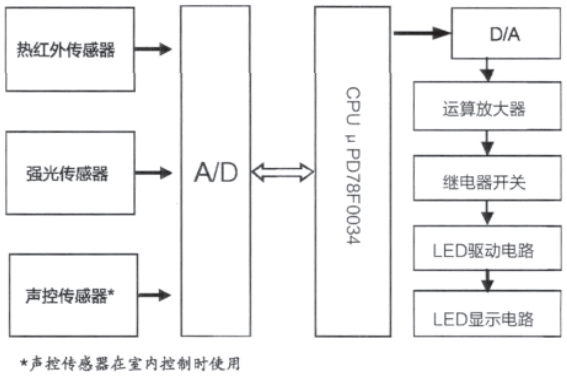

图1 LED智能照明控制系统框图

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

对来自于热红外传感器、强光传感器、声控传感器检测到的信号经过A/D转换得到的信号数据进行计算处理，将处理过的信号经D/A转换，运算放大去驱动LED驱动电路和显示电路。

热红外传感器

热红外传感器有三个关键性的元件：菲涅尔滤光透镜，热释电红外传感器(PIR)，匹配低噪放大器。菲涅尔透镜一是聚焦作用，即将热红外信号折射在PIR(热释电红外传感器)上，第二个作用是探测警戒区内红外线能量的变化，并由系统内固化软件对所采集的数据进行运算加工，由控制系统内的控制软件通过控制逻辑来决定是否发出开灯信号。热释电红外传感器(PIR)将透过滤光晶片的红外辐射能量的变化转换成电信号，即热电转换。因此在被动红外探测器的警戒区内，当无人体移动时，热释电红外感应器感应到的只是背景温度，当人体进人警戒区，通过菲涅尔透镜，热释电红外感应器感应到的是人体温度与背景温度的差异，信号被采集到伺服系统以后，由软件对该新采集的数据与系统内存中已经存在的前期探测数据进行延时比较，以判断是否真的有人等红外线源进入警戒区，还是只是环境波动，甚至是元件自身内部噪声的影响，以免发生误判断。 匹配低噪放大器的作用是当探测器上的环境温度上升，尤其是接近人体正常体温(37℃)时，传感器的灵敏度下降，经由它对放大器的增益进行补偿，增加其灵敏度。另外由于距离等衰减因素的存在，温度传感器和内部软件的初始数据并不需要定在37℃这个点上，而是要综合环境因素，元件灵敏度、最近线性区段来定初始值。环境噪声探测，主要是通过探测环境中人类日常活动所产生的噪声，并与红外线部分的数据在系统内部进行或运算，以补偿在环境温度非常接近人体时红外探测不敏感而无法判定是否有人进入需要照明的区域。

强光传感器

光敏电阻的光谱响应峰值比较接近人视觉敏感区的波长。并且当光照强度减弱时，它的响应时间相对增加，装置在光照强度变化时，输出状态保持相对稳定。所以在多种光电探测器中选择了光敏电阻。考虑到光敏电阻对温度变化较为敏感，偏置电路中的电阻可以采用与探测元件温变系数相近的光敏电阻，以防止工作点漂移。

声控传感器

声控传感器部分由声控传感器、音频放大器、选频电路、延时开启电路和可控硅电路组成。利用声音的相对比较，判断是否启动控制电路的开启，使用调节器可以调节给定声控传感器的初始值，声控传感器不断地把外界声音的强度与给定强度比较，超过给定的强度时，向主机发送“有声音”信号，否则发送“没有声音”的信号。

控制单元

控制单元采用单片机作为照明系统的控制核心，选用日本NEC公司的μPD78F0034芯片作为主控模块，该芯片具有8位无符号乘法指令及16位除法指令，给软件编程带来了很大的方便。

根据国家标准民用建筑照明设计标准(GBJ133-90)，我们控制室内亮度在200lx左右。

本控制器设置了3套传感系统和严密的软件控制，其工作方法如下所述。

首先通过被动热释电红外探测器和环境噪声探测是否有人，并探测环境亮度。如果没人，所有LED灯均不开。如果有人，分成两种情况：

• 若需要照明的环境的照度X>200 lx时，LED照明灯具处于关闭状态；

• 若需要照明的环境的照度X＜200 lx时，LED照明灯具处于开启状态，并且随着环境照度调节LED灯具的照度。

根据声音的大小判断是否需要启动驱动电路。

驱动电路

我们选用AP-28320发光二极管驱动器，制作一体化半导体灯的专用电源变换器，用于安装在半导体灯内部，串联驱动1串10～40支1瓦大功率发光二极管工作，220V交流市电供电，输出320mA稳定的单向脉动恒定电流。驱动器使用高频脉宽调制开关变换电路实现恒流控制，变换效率高，可达85%以上，工作稳定。驱动器为全密闭模块封装结构，适合在高湿度，高粉尘，强震动，对防爆有一定要求等环境下使用，非常适合室内使用，经过软件升级也可用于建筑物公共区间照明使用。

目前成熟应用的都是单粒1W的LED，很显然，做这样一个半导体灯要用50只发光管。50只LED全部串联，或者并联都存在一些问题。如果全部串联连接，如果有一粒LED开路

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

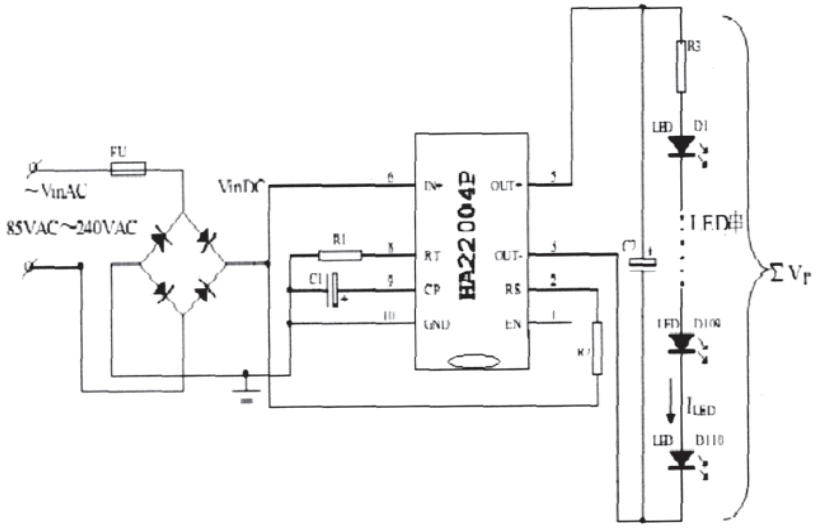

图2 LED智能照明控制系统驱动电路

损坏，则整灯不亮，而且50支LED全部串联，其驱动电压至少要150V，安全性减低。如果全部并联连接，有一路开或短路，则电流不均衡，影响灯具使用寿命。

从驱动技术和发光管的特性来看，多只发光管组应该优先使用串联方案。这样，只要驱动器给的电流合适，所有发光管的电流都是一样的。发光管串联使用大家常常担心一个问题，就是一个发光管开路整串都不亮了。我们对样灯打过高压，也作了突波实验。从应用实践上看，只要驱动不失控，给发光管的电流合适，发光管很少见到开路的情况，即使发光管本身质量不好出故障，一般就是自己不亮，但还是保持通路，其他管照样亮。而且发光管都有很强的过电流的能力，比如300mA的1瓦发光管短时间加600mA的电流也不会坏。所以，使用发光管时应以串联为主，这样发光管才有稳定、一致的电流，对提高灯的寿命有利。 由于管数太多，全部串联其驱动电压太高，不得不连串带并，混联。专用的LED驱动器一般是电流源，既然LED驱动器提供的是一个恒定的电流，多串并联时就必须辅以外部均流措施，均衡地把驱动器提供的总电流分配给每一串，最简单的办法就是每一串里串一个电阻均流。多串并联时首先是要使各串发光管的总管压降尽可能地保持一致，然后再串入电阻牵制电流的偏移。电阻上的压降太大功耗增加，压降太小均流效果不好，一般可以取串连管总管压降的5%左右。驱动电路如图2所示，C1为平滑电容，R1为电流整定电阻，R2为灵敏度整定电阻，R3为限流电阻；VF为每个LED正向压降，$\Sigma V_F \leqslant 0.9Vin$。

显示电路

我们将400个LED分10组，每组40个。每组采用一个AP-28320作为电流源，用单片机控制可控硅的输出来调节LED的发光亮度。可在可控硅两端并联阻容吸收回路，用来吸收AP-28320与可控硅产生的谐波干扰。连接方式如图3。我们采用1W的白光LED，发光效率601m／W，预计室内亮度在2001x左右。

考虑到室外亮度越低，对室内亮度的补偿越小，所以我们安装400个LED，全部点亮其室内亮度可达2081x。

解决散热问题主要靠合理的灯体结构设计。解决方案是使用薄金属板做基板，LED可以按照使用的发光管的数目在铝板上打好孔径和发光管外径相同的孔，两个孔间距离为0.7mm，再将发光管紧配合镶嵌到金属扳上，发光管引脚在金属板后面相连。灯的外壳也用金属材料制作，装好发光管的金属板和金属外壳紧密装配，这样，灯具工作时产生的热量可以通过金属板传导到金属外壳上，金属外壳暴露在空气中，热量可以通过辐射和对流散去。为了既减小灯的体积又保证较大散热面积，灯体外壳可以采用带肋条的散热片结构。

系统软件设计

程序采用模块化设计思想。以主程序为核心设置功能模块子程序，简化了设计结构。运行过程中通过主程序调用各功能模块子程序，因为灯具控制实时要求不高，循环控制即可满足要求。该系统的工作软件主要完成以下功能：信号输入模块实现相应传感器信号输入单片机数据通道，在控制系统软件中，分别将红外线探测器的信号与声音传感器的信号经过整流放大数字化后处理成开关的布尔型**数**

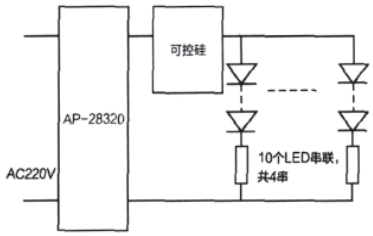

图3 LED照明系统控制模块

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

据，然后相或，经过整流放大的环境补光，光强度探测系统产生的信号分两路，一路为布尔值，并与前两路信号处理后产生的输出进行与运算，由此产生决定灯具开关的开关信号，另外一路将环境数据A／D转换，然后作为系统调节亮度的控制信号编码输出到系统的输出模块，达到控制LED发光亮度的目的，实现智能照明的目的。

测试结果

用ADS2102CA数字示波器对系统进行测试，其测试波形如图4所示。测试结果显示，即使5W MR16 LED灯驱动电路的输入交流电压纹波大于8.5V，输出LED电流仍保持1A。光的转化率级计算可达17%，对深度的调光，且颜色和其他特性不会因调光而变化。

结语

采用μPD78F0034芯片来开发LED智能照明控制系统，不仅能够有效的实现LED照明系统智能化控制，还能够达到节能降耗的目的，并为LED照明技术的发展和推广应用提供了可能。该系统曾在实验室进行长达一年的实验，节能效果超过45%，从使用情况看，该控制系统稳定性好、可靠性高、故障率很低。此方法具有精度高、稳定性好、功能易于扩展等优点，为智能照明控制系统的设计提供一种新的设计方法，它在新型室内照明和城市照明中有非常好的应用前景。

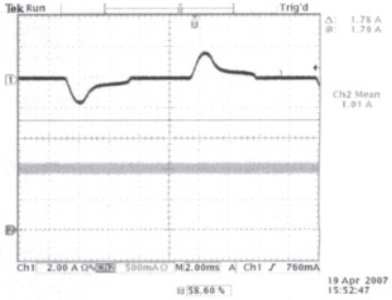

图4 LED的5W MR16 LED灯具的测试波形

参考文献：
[1] 丁镇生. 传感及其遥控遥测技术应用[M]. 北京：电子工业出版社，2002：52-54
[2] 唐志平. 供配电技术[M]. 北京：电子工业出版社，2005.1：35-44
[3] 张淑清. 单片微型计算机接口技术及其应用[M]. 北京：国防工业出版社，2002.2：125-128
[4] 赵玲，朱安庆. LED智能节能照明控制系统的设计[J]. 半导体技术，2008.2
[5] 王海伦，叶冬芬. 基于单片机控制的教室照明智能控制系统[J]. 机电一体化，2005.1

上接37

一步改造和完善。当局将面临选择：是全面引进国外ADS-B空管技术，还是在现有体制上改造，还是自主研发ADS-B技术。无论采用何种方式，都涉及到全面更新机载设备、调整空管地面设施的结构、研发和生产技术产品等，必须协调各方，整体推进，还需要航空宏观政策的政策支持。出于兼容现有机载设备、兼顾终极发展目标的考虑，政策取向也会有所侧重。近期待实现和完善的目标有：

• ADS-B技术实验计划的安排；

• 机载设备全面更新；

• 实验基础上制定ADS-B应用规则和服务程序；

• 制定陆地区域ADS-B地面系统的技术规范；

• 西部地区ADS-B监视为主、雷达监视为辅的管制策略(限制雷达布局)[11]；

• 雷达管制地区建立基于ADS-B航迹处理的应急备份系统；

• 积极推进空中交通管制一体化建设[12]。

结语

ADS-B系统对空中交通管制的发展具有十分重要的意义。根据冲突检测和交通态势图显示，实现飞行器相互监视和指挥能力，增加了航行的安全性。通过有效减小飞行器在空域内的最小间隔增大空域容量，提高了空域资源的利用率。ADS-B良好的通信功能和监视手段能更准时、及时、连续的掌握飞行器动态，有效实施管制。我国航空事业起步较晚，技术力量薄弱，因地制宜，大力科学推进ADS-B系统的实施有望迅速带来显著的经济效益和军事效益。EPW

参考文献：
[1]王璇. 2007年美国国内航班延误[J]. 中国民用航空，2008(2):76.
[2]新浪. 军民两用技术与产品[J]. 国防，2007(10):7
[3]张军. 现代空中交通管理[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2005
[4]潘卫军. 空中交通管制基础[M]. 北京：中国民航飞行学院出版社，2002
[5]李自俊. ADS-B广播式自动关监视原理及未来的发展和应用[J]. 中国民航飞行学院学报，2008(5):11-14
[6]时宏伟. ADS-B数据链应用技术的综合评述[J]. 空中交通管理，2007(6):13-16
[7]王党卫. 广播式自动相关监视[J]. 导航，2002(4):32-40
[8]刘国毅. 加强空域管理，提升空域整体效益[J]. 空中交通管理，2007(11):39-40
[9]吕茂辉,陈志杰.自动相关监视目标的跟踪算法研究[J].无线电工程，2008(1):44-46
[10]ICAO.Comparative Analysis of ADS-B data Links[R].AN-Conf/11-IP/12. Montreal,CANADA: ICAO,2003
[11] Yang E. 多路相关监视在广域的跟踪和同步应用[C]. IEEE RADAR Conference，2002
[12]苏英振. 积极推进空中交通管制一体化建设[J]. 国防，2008(6):59-60

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net