



智能绿色 LED 照明技术与应用

杨 丰,李高林,陆 宇,沈 立,艾占臣,程玉华,颜重光

(北京大学上海微电子研究院,上海 201203)

摘 要:介绍了智能绿色 LED 照明技术在通用照明、景观照明和 LED 显示屏中的应用,以及微电子芯片如微控制器、传感器接口芯片、无线收发芯片和 LED 驱动芯片等在智能绿色 LED 照明中所发挥的关键作用。

关键词:LED;智能;微控制器;传感器接口芯片;无线收发芯片;LED 驱动

Smart Green LED Lighting Technology and Applications

YANG Feng, LI Gao-lin, LU Yu, SHEN Li, AI Zhan-chen, CHENG Yu-hua, YAN Chong-guang

(Shanghai Research Institute of Microelectronics (SHRIME), Peking University,

Shanghai 201203, China)

Abstract: The application of intelligent green LED technology in general lighting, Landscape lighting and LED display are introduced. Microelectronic chip such as micro controller, sensor interface chip, wireless transceiver chip, sensor interface chip, wireless transceiver chip and LED driving chip and so on are played a key role in the intelligent green LED Light.

Keywords: LED; intelligent; micro controller; sensor interface chip; wireless transceiver chip; LED driver

中图分类号:TN383

文献标识码:B

文章编号:0219-2713(2012)08-0007-6

LED 作为新一代光源,具有低电压、低功耗、体积小、响应快、无污染、高可靠性和长寿命等一系列特点。由于它产生的光谱中没有紫外线和红外线,因而没有热量和热辐射,并可减少二氧化碳和其它温室气体产生,因而被认为是一种符合环保和节能的真正意义上的绿色照明光源。自上世纪 90 年

代以来,日本、美国、欧盟、韩国、中国台湾等国家和地区纷纷推出半导体照明计划,促进 LED 照明技术研发。与此同时,世界著名的照明光源厂商也积极介入,与半导体材料器件厂商联盟,大力开拓 LED 照明市场。在众多力量的推动下,LED 照明技术与产业取得了日新月异的进步,逐渐进入人们的日常生活^[1]。

绿色照明是美国国家环保局于上个世纪 90 年

收稿日期:2012-04-30



代初提出的概念。完整的绿色照明内包含高效节能、环保、安全、舒适等4项指标。近年来绿色LED照明理念受到人们的关注。市场上也诞生了以LED为光源的各种类型、别具特色的产品。智能照明也逐渐受到大家的重视,特别是物联网技术的发展,使得智能照明变得更加重要。智能照明不仅仅是指智能发光降低能耗,而且是涵盖传感、通讯、物联网等多种现代化技术。本文讨论智能绿色LED照明技术在通用照明、景观照明和LED显示屏中的运用以及微控制器、传感器接口芯片、无线收发芯片和LED驱动芯片等微电子芯片在智能绿色LED照明中所发挥的作用。

1 智能绿色LED照明技术

1.1 智能LED照明技术

LED具有很好的可控性,由此可以开发出智能LED照明技术,智能LED照明技术通过外部传感器和控制电路对LED进行实时监控与跟踪,自动平滑地调节LED发光的明暗和色彩,达到智能控制LED的目的。在智能控制软件上,有完备的控制协议和控制方法,完善的人机接口,故障的自我诊断和提示;在硬件上,具有多种通信能力的手段,如无线、电力载波、可见光、红外光。

智能LED照明技术具有如下优点:

- (1) 控制智能化 实现照明控制智能化,提高管理水平,减少维护费用;
- (2) 节能 通过合理的管理,根据不同日期、不同时间、不同的照度,按照各个功能区域的运行情况预先进行光照度的设置;
- (3) 美化环境 好的灯光设计可以营造出一种温馨、舒适的环境,增添其艺术的魅力;
- (4) 延长灯具寿命 大幅减少灯具无效照明时间,从而大大延长灯具寿命;
- (5) 照度的一致性 采用光敏传感器,可以达到室内的光线保持恒定;
- (6) 与其它系统联动 智能照明可与其他系统联动控制,例如BA系统,监控报警系统、车库刷卡系统。

1.2 绿色LED照明技术

绿色LED照明是将科学的控制技术与LED灯具相结合,带来巨大的经济效益,节约能源和资金;绿色LED照明会使人们得到高品质的照明环境,有益身心健康,改善学习、工作、生活条件;同时带来社会效益,减少空气污染,保护环境,体现现代文明的光文化。绿色LED照明要求节约能源,但绿色照明不能简单地停留在节能的水平上,而是要从更高层次去认识其深刻含义,同时满足对照明质量和视觉环境条件的更高要求。要通过照明工程系统设计实施绿色照明,其中LED光亮控制和驱动电路是其关键环节。同时,要尽量减少LED生命周期内的污染物排放,采用洁净自然光源和绿色材料,并要避免光污染^[2]。

1.3 智能绿色LED照明的网络化控制

单个LED灯具即使采用智能绿色LED照明技术之后,也只是一个点,效果相对有限;如能实现多点LED灯具的网络化控制,使之统一集中地照明管理控制,即由主控计算机对网络内的照明设备进行控制管理,并及时反馈给操作人员,对于充分发挥智能绿色LED照明技术优势与潜力有重要意义。

图1所示是楼宇LED照明网络控制方案^[3],总控制器通过以太网连接到以太网接入器,以太网接入器端通过Zigbee无线网控制每个灯具,以模块式的自动控制为主,手动控制为辅。图2所示是景观照明的智能网络化控制,通过灯光场景实时控制服务器、灯光场景编辑工作站、开关灯及照明监控工作站和配电柜测量控制节点与智能网桥通过TCP/IP以太网交换信息,实现智能控制,智能网桥再通过RS485总线传输控制信号到智能LED控制器,智能LED控制器再改变LED灯的开关、明暗和色彩。显示屏的智能绿色控制如图3所示,信息制作端和业务数据传输要显示的信息到服务器,传输的信息通过预览审核之后,再将信息加密,通过专用内网或者互联网传输到N多个LED显示屏上,再通过信息解密将要显示的内容显示在LED屏上。

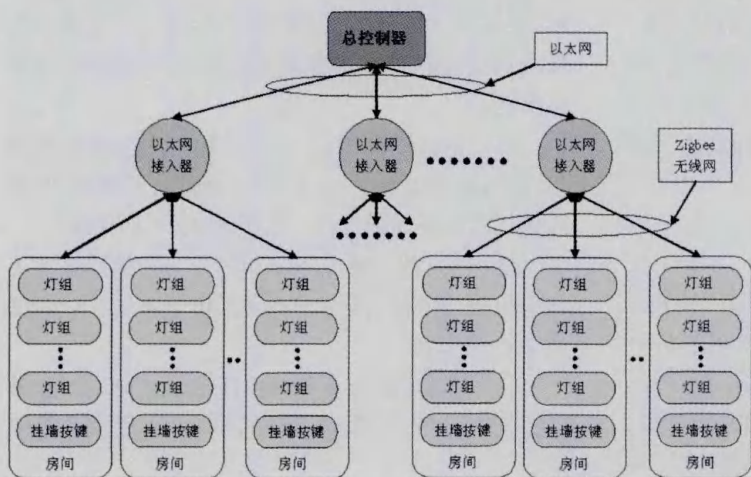


图1 写字楼LED照明网络方案

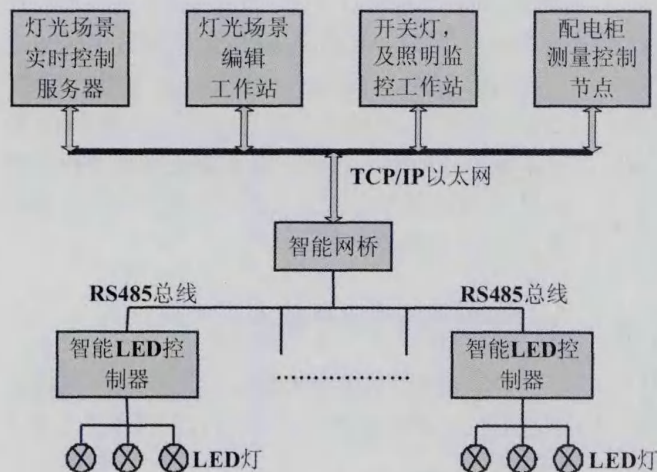


图2 景观照明的智能网络化控制

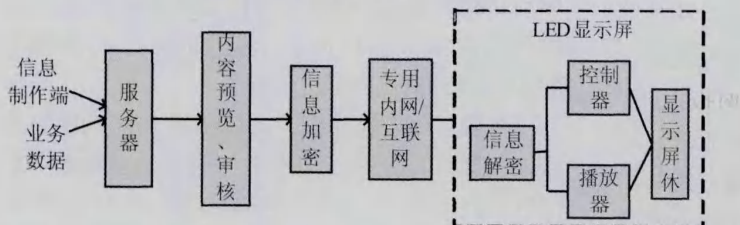


图3 LED显示屏的网络化控制

2 智能绿色LED照明技术的应用

2.1 通用照明应用

图4所示是宴会厅智能绿色LED照明应用,图(a)是宴会前迎宾时所营造的明亮欢快的灯光效

果;图(b)是宴会开始时的情形,光线集中于桌面,强调正餐的色、香、味;灯光角度和亮暗的不同,搭配形成立体的视觉效果;图(c)是分区控制下宴会厅的多种灯光效果,以适应不同场合的灯光需求,供工作人员选择;图(d)是宴会结束后,LED灯逐渐关闭后的场景。通过智能控制,不但节约了能耗,还达到了很好的艺术效果。



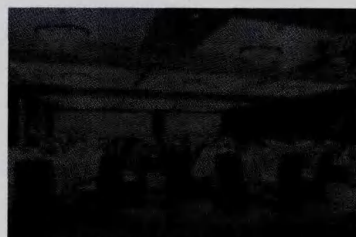
(a)



(b)



(c)



(d)

图4 宴会厅智能绿色LED照明控制

据统计,照明在楼宇建筑电力能耗中占的比例达40%以上,大幅度的降低照明用电可以大大的节约能量。LED本身比传统光源的效率,是很好的绿色照明光源,再加上智能控制,可以做到更加节

能。例如:中央调光控制;通过集中中央控制,调光、定时关闭LED;日光补偿控制;充分利用自然光,降低LED照明时间和亮度;红外线感应;人体红外线感应器实现人来灯亮,人走灯灭;事件控制;通过特殊事件预编程,精确管理照明。

2.2 景观照明中的应用

景观照明的目标是使景观照明与景观协调,因“景”制宜,因建筑特色制宜,达到美化环境的新水平。道路照明强调亮度,而景观照明侧重于环境的美化效果。智能绿色LED照明在景观中的应用包括。

(1) 自动开关灯 为了节省电力,降低功耗,通过预先编制好的时间表来开关景观照明,也可以通过光电传感器检测日光的照度值来控制开关灯,来达到无人值守,降低功耗的目的。

(2) 动态自动调光 智能控制系统通过网络自动获取当地当天的天气情况并根据当时的天气对照明场景的色彩,亮度做出自动调整,比如在雨天或者雾天,照明控制系统自动增加灯的亮度。在寒冷冬天,照明系统增加光线中使人感到暖和的红外光的比例,在炎热的夏天,照明系统增加光线中使人感到凉爽的蓝光的比例。

(3) 绿色能源 景观照明系统通常包括不同的灯具,比如:LED埋地灯,LED地砖灯,LED草坪灯,勾勒建筑物轮廓的LED护栏管,装饰植物的LED柔性灯带以及LED显示屏。其中前三类灯具功耗比较小,通常在10W以内,可以用太阳能作为能源给蓄电池充电,晚间再给LED供电。

(4) 故障智能诊断 快速定位故障芯片所在位置方便维修,对处于异常工作状态下的芯片,比如在芯片电流异常,灯具亮度过高或过低时及时报警。

(5) 无线系统 目前的景观照明系统通常是对单一建筑物进行设计的,以光纤和双绞线方式对各子系统进行控制。如果景观面积很大,比如公园或住宅小区,需要通过无线局域网(WLAN),WIFI,或者ZigBee技术和目前的静态控制结合的方式,方便经济地把各子系统连接起来,进行统一控制^[4]。

2.3 LED显示屏中的应用

LED在显示屏上具有独特的优势,例如可视

远、亮度高、可视角大、功耗低和寿命长。实现绿色低碳功耗化途径可以通过使显示屏硬件低功耗化具体实现。

(1) 继续提高RGB三色LED管芯的发光效率,研究新的封装结构或方式,提高取光效率,使器件达到同样发光强度而所需电流减小,功耗降低。

(2) 研发低导通电压驱动芯片,为降低整屏工作电压提供条件,例如显示屏工作电压从5V降低到4V,可节能20%。

(3) 将同步整流等低功耗技术引入显示屏开关电源当中,在降低输出电压的同时仍然能保持高效率。

(4) 整屏的智能驱动控制技术对亮度进行控制,根据周围环境光强自动控制显示屏亮度,节能的同时可提高观看舒适度。目前控制系统一般都有该功能,但实际应用效果不佳,难以进行无级调整或者会损害到显示效果,有待加强此方面的研究;与监控摄像头、传感器结合,采用图像识别技术,在显示屏服务范围内达到一定人流密度时才开机播放内容,无观众或者观众人数过少时则自动关闭屏幕,达到节能目的。

3 微电子芯片支撑技术

智能照明的实现需要微电子芯片技术。下面介绍几类在智能照明中得到广泛应用的微电子芯片。

3.1 微控制器

微控制器已被广泛应用以执行多种智能LED驱动功能。通过尽量降低外围器件数量和成本,或提供低成本单芯片方案,是智能绿色LED照明MCU研发的重点内容。

笔者目前正在研究一款低功耗、16位RISC的微控制器,包含有一个模拟比较器和直接驱动一个LED的大电流I/O引脚。该微控制器不仅适用于电池供电设备、系统监控以及白色家电等注重成本的应用,还适用于那些要求高性能和低功耗的应用。

3.2 传感器接口芯片

相对于传统白炽灯与气体放电光源,LED容易控制,非常适合与各类传感器结合,实现智能控制,如使用传感器来决定何时灯光应该打开、关掉或根

据环境情况调整为合适的光亮。图5所示是传感器在智能绿色LED照明中应用图,超声波、红外线、声敏、微波传感器接入外部信息,再传给微处理器。传感器在LED的应用中要解决的关键技术有:

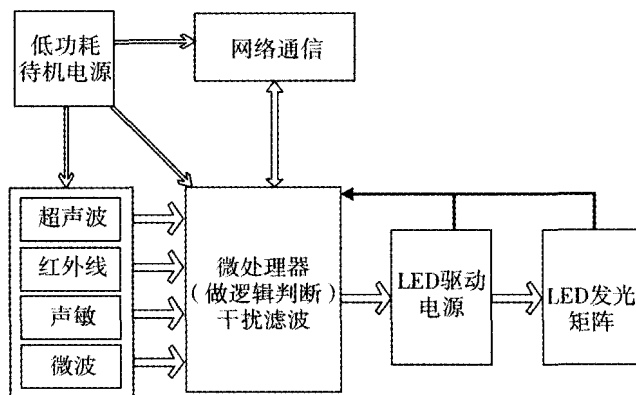


图5 传感器在智能绿色LED照明中应用

- (1) 低功耗/微功耗的待机电源;
- (2) 有效的干扰滤波算法和智能化控制;
- (3) 微功耗传感器模块、微处理器、网络通信模块。

以上都需要新型低功耗IC的支持,是芯片研究的主要内容之一。

良好的传感器接口芯片可以大大简化传感器系统的设计,使传感器能直接接收输入信号并执行激励、补偿、限幅和线性化工作,并以工程单位(标准波特率)通过一对串行口输出数据。由于绝大多数传感器产生的是低电平微弱信号,因此它们对来自周围环境中的干扰非常敏感,而且常常是非线性的,这就要求传感器接口芯片首先对信号进行预处理(放大、滤波、线性化)。传感器接口芯片主要由A/D转换、多工器(MUX)、可编程增益放大器(PGA)、电压基准(REFERENCE)、激励源(EXCITATIONS)、嵌入式微处理器(MICROPROCESSOR)、存储器(RAM、E2PROM)等单元组成。

3.3 无线收发芯片

在现在LED显示屏中,可以加入无线控制技术,通过用户远程输入信息,再通过无线发射系统发送信号,在LED显示屏终端接收发送过来的信号,再将信息显示在LED显示屏上,在这一系列控制中,关键是要开发无线收发芯片,为LED显示屏在无线控制上提供可靠的技术保障。目前在LED路

灯照明中,已将ZigBee无线技术运用于其中,结合嵌入式系统,针对城市路灯控制系统现状和节能及精确控制的实际需求,提出的无线组网、单点控制解决方案。具备低功耗、远距离、无线灵活组网、抗干扰、灯具故障自检等优点,可为广大路灯控制设备厂商提供定制的无线配套产品。

3.4 LED驱动芯片

LED照明是一个系统级的工程,包括LED灯珠、LED驱动电源、LED照明灯具等组成部分。LED驱动IC是LED驱动电源的核心,是实现LED照明必不可少的一部分。目前出台的一些标准对于LED路灯电源功率因数和转换效率有更高的要求。主要包括:在更宽的输入电压范围内能够提供稳定的输出电压,在全负载范围内能高效率工作,以及体积更小,功率密度更高等。

同时,LED照明驱动电路要求应用线路简约也急需新的拓扑结构的LED恒流驱动芯片,例如更加适合原边控制技术、源极驱动技术的芯片。另外,在以往的LED驱动电路中存在电解电容器寿命和驱动电路元器件多等问题,电解电容器的存在影响了整个系统的整体寿命,元器件多使电路的成本增长。HV LED可以很好的解决上述问题,同时它具有导通电流小、工作电压高、容易散热和易于市电驱动等优点。HV LED正在成为与LV LED并驾齐驱进入室内照明海量市场有竞争力的新宠。研发专门针对HV LED的驱动芯片非常必要,有一款正在开发针对HV LED的恒流驱动芯片,可以根据输入电压的不同让不同个数的LED分段点亮,使整个系统具有很好的功率因数,很好的效率和光效,整个应用电路简洁无需电解电容器和电感器^[9]。

4 结束语

随着未来几年LED照明的增长与普及,LED的高效率将会降低整个地球的能源消耗和照明成本。LED也开启了许多新的照明发展机遇,这些是普通灯具所不可能实现的,它将充分结合智能微控制器、传感器来确保我们“聪明”地使用能源,充分体现“绿色环保”的好处。

智能绿色LED照明的关键技术之一是集成电路芯片设计技术的不断创新和发展。

(下转第16页)



L_x , $1 L_x = 1 \text{ lm/m}$), LED 路灯交付使用三年光衰 30%, 仍可以勉强达到不低于 20 L_x 照度法规要求。

6 智能型多光源优势互补组合灯是发展趋势

蔡祖泉先生在世时评论:“LED 路灯够明, 但不够亮”的教导。我们分析后悟出了高光效每瓦流明很高的 LED 灯, 只是积分球内测出的“光通量”(流明 l_m)而已, 在 LED 灯发出的流明到被照明地面之间, 由于大气对 LED 狭光谱能量的吸收损失甚大, 所以到地面上 1.1m 处测出的照度, 很难达到 30 L 以上, 三年后光衰考虑在内, 能否达标 20 L 仍是大问题。

因 LED 价格较其他光源昂贵, 受成本限制不能加用太多 LED 颗数。

于是能否考虑发挥 HID 光源穿透性强的优势, 用小功率 HID 光源来满足照度(L_x)的基本要求; 然后又考虑到性价比优势的三基色荧光灯满足照明舒适度的要求, 在结合本文 LED 光引擎的特点, 组合成为多光源路灯。

天色渐暗到某阈值时, 智能型组合 LED 路灯自动亮起三种光源, 实现最优选舒适度照明, 待传感器侦知车稀人少时, 把发热温度最高的 HID 灯先熄灭, 甚至, 把三基色荧光灯调光降功率运行, 到后半夜无车无人时, 只保留部分 LED 光引擎工作, 维持社会治安要求下限的照明。

还可以智能化进一步侦知有一伙人突然出现在路上, 可以智能化调光做到人来前灯亮, 人走过

后灯调光转暗。这是法国专利用电源线载波智能化路灯, 是未来节能路灯发展方向之一。

7 结束语

针对目前 LED 路灯和 LED 隧道灯存在较严重的炫目问题, 分析了炫目产生的原因。介绍了最新研发的一种 LED 路灯专用的小炫目高效 LED 光引擎, 其实质是小功率的狭光束敬用投光灯具。并具体给出了基于 BP2802 芯片实现的不隔离式和隔离式的 LED 驱动电路, 广东凯乐斯公司将这种 LED 光引擎用于工程实践, 取得较好的社会和经济效益, 值得推广。

参考文献

- [1] ANSI/IESNA RP-16-05 Addendum b. Nomenclature and Definitions for Illuminating Engineering[S].
- [2] GB/T 24826-2009 普通照明用 LED 和 LED 模块术语和定义[S].
- [3] 施晓红, 陈超中, 李为军等. 聚集 LED 灯具和 LED 光源的基本概念[J]. 中国照明电器, 2010(10): 33-36.
- [4] 上海晶丰源明公司 BP 系列产品说明书[Z].
- [5] 陈大华, 龚仕宏等. 节能灯技术与低碳照明[ISBN 978-7-5349-4918-0][P].

作者简介

伍永乐(1970-), 在读中山大学 MBA 总裁博士班, 创建广东凯乐斯广电科技有限公司, 研究方向是低碳绿色照明。

(上接第 11 页)

北京大学上海微电子研究院在智能绿色 LED 照明领域进行了深入研究, 针对不同的应用场合研发了一系列专用集成电路和系统方案, 涵盖 LED 景观/灯饰照明、室内中小功率 LED 照明、户外大功率 LED 照明、智能化控制网络软件与硬件研发等多个方面, 争取为智能绿色 LED 技术发展做出应有的贡献。

参考文献

- [1] 杨清德. LED 照明工程与施工[M]. 北京: 金盾出版社, 2009.

- [2] 毛兴武. 新一代绿色光源 LED 及其应用技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [3] 百度文库酒店室内智能照明方案[Z].
- [4] 李江春, 肖辉. 浅谈 LED 景观照明智能控制及应用[J]. 建筑电气, 2010-03.
- [5] 颜重光, 主导未来通用照明市场的高压 LED[J]. 今日电子, 2011, 6(22).

作者简介

颜重光: 高工, 北京大学上海微电子研究院研究员。