



照明级白光LED的性能与应用

光源研究

杨 光 中国科学技术大学 (合肥 230029)

摘 要 基于LED的快速发展,文中介绍了可以替代高能耗白炽灯,甚至是荧光灯的照明级白光LED的性能特点、结构特征以及驱动要求等。对于实际的替代使用具有一定的参考意义。

关键词 照明级白光LED 性能特点 驱动要求

一般认为,作为性能优良的固体LED照明光源,白光LED是最具有应用前景的。因此世界上许多国家都投入了巨资,积极研究高功率、高效率的白光LED。目前已经有商品化的照明级白光LED,价格也在不断的下降。

1 白光LED的性能

所谓照明级白光LED是指单颗封装的、具有“瓦”

级的大功率、高性能的LED。其发光效率大于40 lm/W。相对于以往的小功率、低效率的白光LED,由于照明级LED在发光性能、封装结构和使用要求等方面都有所不同,因此在应用上就具有一定的独特性。

(1) 白光LED的特性

目前市面上可以见到的单颗封装单、多芯片型照明级白光LED的功率为1 W、3 W、5 W、10 W、15 W、20 W等系列产品。具体的综合电参数见表1所示。

表1 照明级白光LED的主要综合电参数

标称功率/W	开启电压/V	工作电压/V	工作电流/mA	光通量/lm	芯片数量/片	显色性 R_a
1	2.3	3.4~4.2	310	40~50	1	≥ 80
3	2.3	3.2~4.2	1050	70~80	3	
5		6.8~7	800	90~120	2	
10		14~17	700	200~300	4	
15		19~25	700	400~450	6	
20		25~34	700	700~800	8	

(2) 白光LED的曲线参数

图1给出了1 W白光LED的电压~电流曲线参数。

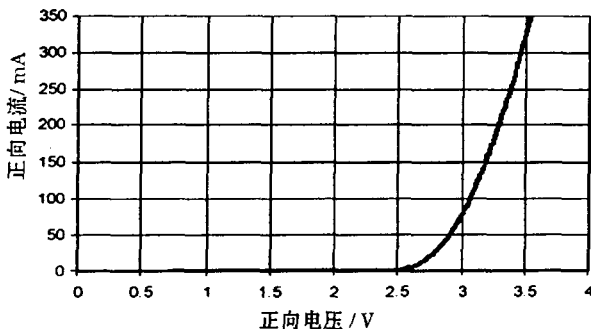


图1 白光LED典型的电压电流曲线

从图1曲线可见:当加在其上的正向电压小于开启电压时,正向电流很小,亮度很低。当加在其上的正向电压超过了开启电压时,LED开始导通并发光。随着正向电压的进一步加大,正向电流突然快速地

上升,发光的亮度也逐渐加大,正向电压与正向电流基本上呈现出线性的关系,因此必须要严格控制正向电流的大小,防止在使用的过程中超过其最大的电流而严重缩短其使用寿命,甚至于造成永久性的损坏。

(3) 白光LED的外形结构

常见单颗封装的照明级白光LED的外形结构见图2所示。由于其功耗较大,为防止工作时PN结温度过高而影响使用寿命,散热就成为能否安全、有效工作的主要问题,同时为了将芯片输出的白光尽量有效地取出来,提高LED的发光效率也是至关重要的问题。通常大功率的白光LED都是由单个或多个芯片按照并联或串联模式封装在同一散热基片上,外观呈现为六角形(见图2a)。当然,也有较小功率(1 W)的白光LED是采用贴片形式(见图2b),主要是用于某些特殊的应用场合,如数码相机的闪光灯。

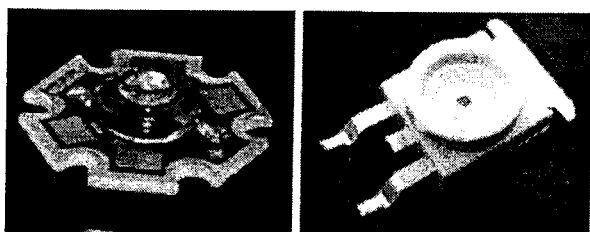


图2 两种常见的白光LED的外形结构

2 白光LED的应用

为了保证照明级白光LED不仅能得到良好的应用,而且能获得较高的使用效率,首先是需要使其满足一定的应用条件,其次是需要采用相适应的驱动电路来满足LED工作的参数配合要求。

(1) 应用条件

①驱动电路是一种专为LED供电的特种电源,要具有简单的电路结构、较小的占用体积以及较高的转换效率;

②驱动电路的输出电参数(电流、电压)要与被驱动的LED的技术参数相匹配,满足LED的要求,并具有较高精度的恒流控制和合适的限压功能。多路输出时,每一路的输出都要能够单独控制;

③具有线性度较好的调光功能,以满足不同应用场合对LED发光亮度调节的要求;

④在异常状态(LED开路、短路、驱动电路故障)时,电路能够对电路自身、LED和使用者都有相应的保护作用;

⑤驱动电路工作时,对其它电器的正常工作干扰少,满足相关的电磁兼容性要求。

(2) 线性驱动应用

线性驱动应用是一种最为简单和最为直接的驱动应用方式(图3)。在照明级白光LED应用中,虽然存在着效率低、调节性差等问题,但由于其电路简单、体积小并能满足一般要求,因此在一些特定的场合应用较多。

① 稳压电源VDD + 限流电阻R方式

图3a示出的稳压电源+限流电阻的驱动方式。电路的优点是结构简单、成本低。由于与LED串联的电阻上的附加损耗较大,并且线性稳压电源VDD自身的功耗也较大,因此两者叠加在一起所得到总体的效率很低($< 50\%$),加上控制LED电流的精度低、亮度不可调节,所以一般只应用于较小功率和短时间照明的场合,如LED手电筒、应急照明灯。

② 稳流电源VDD + 限流电阻R + 电子开关S方

式

图3b示出的驱动方式是图3a驱动方式的改进方式。其优点是不仅提高了LED电流的控制精度,而且LED的亮度也可以通过改变开关S的通断比来调节。然而,由于串联电阻和线性稳流电源的附加损耗均较高,因此所得到的总体效率仍然很低,具体的应用范围受到较大的限制。

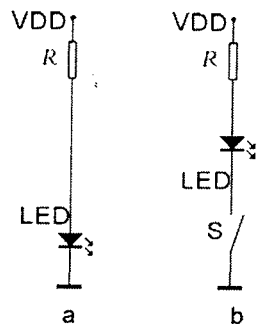


图3 线性驱动应用

(3) 开关型驱动应用

利用开关型驱动(图4)可以获得良好的电流控制精度和较高的总体效率。开关型驱动应用方式主要分为降压式和升压式两大类。

① 降压式开关驱动方式

降压式开关驱动是针对电源电压高于LED的端电压或者是多个LED采用并联驱动情况下的应用,电路见图4a所示。

电路的主要原理是利用按照要求通断的电子开关S所得到的斩波电流,来得到满足LED工作时要求的正向电流值,通过电流的负反馈作用(由 R_o 进行电流取样)使得流经LED的正向电流稳定在一定的范围内,同时可以兼有一定的调光功能。图4中的电感L的作用是起到S开通时储能和S关断后的续流作用,以减少流过LED正向电流的波动。

② 升压式开关驱动

升压式开关驱动是针对电源电压低于LED的端电压或者是多个LED采用串联驱动情况下的应用,电路见图4b所示。

电路的工作原理是利用按照要求通断的电子开关S的通断作用。在S开通时电源 V_{DD} 给电感L储能, S关断后L上的电压极性反转与电源电压 V_{DD} 相叠加来得到满足LED工作时要求的正向电流值和正向电压值,通过电流负反馈作用(由 R_o 进行电流取样),使得流过LED的正向电流稳定在一定的范围内,同时可以兼有一定范围的调光功能。

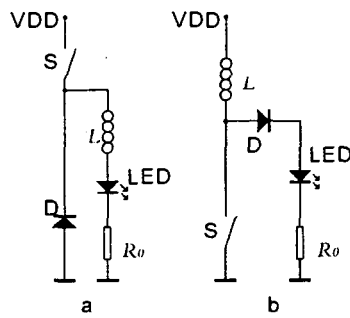


图4 开关型驱动应用

(4) 调光应用方式

照明级白光LED不适合采用线性手段来调节其发光的亮度，应该采用保持正向电流的幅值不变(LED的工作电流)，只改变正向电流单位时间内电流脉冲的宽度的方式来调光，因为这样不会改变其发光的光谱而造成白光的偏色。常用的调光应用主要采用以下几种方式(波形原理见图5)。

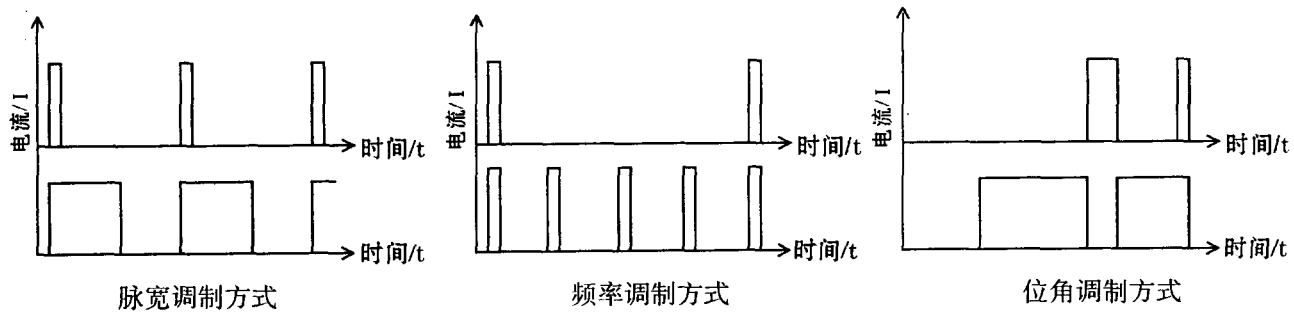


图5 调光应用方式

(5) 综合技术比较

采用不同的驱动方式和不同的电路构成所得到的电路的结果相差很大。表2给出了采用不同驱动方

式的电路特点、电路构成、优缺点以及电路效率的比较。通过表2可以得到一个较为直观的结果，归纳如下：

表2 照明级白光LED不同驱动方式的技术比较

驱动方式	线性型驱动		开关型驱动	
	稳压电源+限流电阻	稳压电源+限流电阻+电子开关	降压型	升压型
优点	电路简单，造价很低，占用空间小、无电磁干扰。	可以准确控制LED的电流、实现LED的温度补偿、可能有电磁干扰、具有一定的调光功能。	可以准确控制LED的电流、实现LED温度补偿、输入电压范围宽，无需散热器、装置体积小、效率高，具有较大范围的调光功能。	
缺点	电阻功耗大，不能方便地控制电流，不能调光。	成本较高，体积较大、电源的功耗较大。	电路的构成复杂，装置的成本高，占用的体积大，需要考虑电磁干扰问题，大电流时需要一定的散热空间。	
效率	很低，通常小于50%	较低，通常小于60%	较高，通常大于70%	

① 采用线性方式的驱动电路的综合效率最低，LED的亮度不可调，但是电路的构成较为简单；

② 采用开关方式的驱动电路的综合效率较高，可以有限的调节LED的亮度，但是电路的构成较为复杂，可能还伴有一定的高频干扰；

③ 线性限流加上电流控制开关的方式的效率中等，电路的复杂性也居于中等，可以局部调光。

以上三种驱动电路各有特点，各有优劣，具体选用那种方式需要根据实际应用来加以比较、权衡。

总之，照明级白光LED是一种 (下转第24页)

图2a将硅原料放入融池内进行融铸,待冷却后形成安定状态的多结晶柱体,我们称之为铸锭。然后,进行破锭和太阳能电池切片加工。

图2b是在被切的基本片上进行形成产生电位的p型和n型处理。另外,在电池片上印刷得到获取电流的电极而形成太阳能电池片。

即使单片的太阳能电池片也能产生电能,但是为了获取更高的电压,必须将电池片进行串联组配,同时为了获取较高的强度和耐候性,在太阳能电池的周边安装钢化玻璃、密封材和铝框。至此得到最终的太阳能电池板见图3所示。

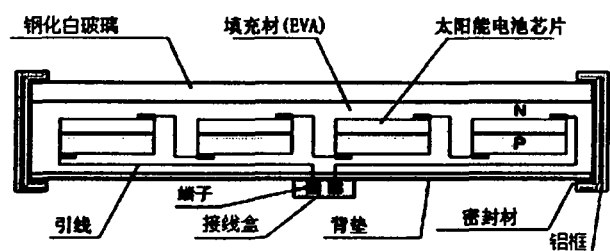


图3 太阳能电池板

3 太阳能控制器

太阳能控制器的作用是控制整个系统的工作状态,并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用。在温差较大的地方,合格的控制器还应具备温度补偿的功能。其他附加功能如光控开关、时控开关都应当是控制器的可选项。

4 蓄电池

蓄电池的作用是在有光照时将太阳能电池组发出的电能储存起来,到需要的时候再释放出来。由于太阳能电池板的输出能量极不稳定,所以必须配置蓄电池后才能工作。一般有铅酸蓄电池、Ni-Cd蓄电池、Ni-H蓄电池,它们的容量选择直接影响系统的可靠性以及系统价格。蓄电池容量的选择一般要遵循以下

原则:首先在能够满足夜晚照明的前提下,把白天太阳能电池组件的能量尽量存储下来,同时还要能够存储满足连续阴雨天夜晚照明需要的电能。蓄电池容量过小不能够满足夜晚照明的需要,蓄电池容量过大,一方面蓄电池始终处在亏电状态,影响蓄电池寿命,同时造成浪费。

5 照明灯具(LED)

目前多数太阳能灯选用LED作为光源,LED寿命长,可以达到100 000 h以上,工作电压低,非常适合应用在太阳能灯上。特别是LED技术已经实现了其关键性突破,其特性在过去5年中有很大地提高,性能价格比也有较大地提高。另外,LED由低压直流供电,光源控制成本低,调节明暗,频繁开关都是可能的,并且不会对LED的性能产生不良影响。控制颜色,改变光的分布,产生动态幻影都是可能的,所以它特别适合于在太阳能草坪灯上应用。

6 结束语

欧洲一些发达国家如德国早已使用太阳能,美国也已经开始大量使用。我国最权威的太阳能发电研究机构之一——教育部光伏系统工程研究中心曾列出这项技术的“节能清单”:全国每年新增户外照明灯5000万盏,如果太阳能灯能占到千分之一,一年就能给国家节省近7亿度电,等于给国家送了一个10万千瓦的发电站。我们期待着这种最清洁的能源在不久的将来能走进千家万户。

参考文献

- 1 傅黎,国际太阳能新闻,太阳能,2005(5)
- 2 马胜红,太阳电池、组件及光伏方阵、大众用电,2006(3)
- 3 刘宏,高亮度白光LED直流照明灯的研究,节能与环保,2005(8)
- 4 何天龙,新型太阳能灯设计研究与应用,江西能源,2005(1)

.....
(上接第6页)

新近开发的可用于替代普通照明的大功率固体发光器件,虽然受制于目前的价格,在一定程度上制约了应用的速度,但是由于其具有的优良性能,随着研发技术的不断进步,可以预言照明级白光LED一定具有良好的应用前景。本文通过对其性能特点、驱动参数、驱动要求、驱动电路效率等问题的讨论,对照明级白光LED的实际推广应用具有一定的参考价值。

参考文献

- 1 AVAGO TECHNOLOGICS, ASMT-Mx00 High Power LED Light Source Prelim Datasheet
- 2 OSRAM Opto, 高输出 OSTAR Lighting LED
- 3 周志敏等,LED驱动电路设计与应用
- 4 钟金元,LED驱动电路的研究,北京良业照明工程有限公司