

文章编号:1007-2780(2010)05-0699-03

使用多色 LED 补色的背光源

刘 波, 章小兵

(安徽华东光电技术研究所, 安徽 芜湖 241002, E-mail: liubo1220@yahoo.com.cn)

摘 要: 采用白色 LED 灯作为主要光源、橙色灯和蓝色灯作为补色光源设计了背光源系统。用线性拟合的方法得到亮度不同情况下 3 种灯的 PWM 波形高电平持续时间的比例关系。根据该关系进行调光, 可以得到色温在 $6\,500\pm100\text{ K}$ 以内, 色坐标 u' 在 0.198 ± 0.01 以内, v' 在 0.468 ± 0.01 以内的标准白色光。在温度变化时, 根据颜色传感器 TCS230 数据微调橙灯和蓝灯的 PWM 高电平时间, 维持红、绿和蓝 3 颜色通道输出的脉冲个数比例关系恒定则颜色不变。

关 键 词: LED 背光; 补色; PWM 调光
中图分类号: TM923.01 **文献标识码:** A

Backlight Unit with Multi-Color LEDs Used for Color Complementation

LIU Bo, ZHANG Xiao-bing

(Huadong Optics and Electronics Institute of Anhui, Wuhu 241002, China, E-mail: liubo1220@yahoo.com.cn)

Abstract: A kind of backlight unit is designed in this paper, in which the white LEDs are used as the main light source, and the orange LEDs and blue LEDs are used as the color-complementation light source. The proportion of high levels of three PWM control pulses is gained on the condition of different lightness by the method of linear matching, and then the three PWM pulses can be adjusted according to the proportion. By this way, the standard white light source can be obtained, of which the color temperature u' is in $6\,500\pm100\text{ K}$, the color coordinate u' is in 0.198 ± 0.01 , and v' is in 0.468 ± 0.01 . The high level time of three PWM pulses can be adjusted appropriately according to the color data of TCS230 when the temperature is changed. The color will keep steady on the condition of the pulses number of the three color channels keeping their proportion fixed.

Key words: LED backlight; mending color; adjusting lightness of PWM

1 引 言

随着 LED 技术的成熟, 各种颜色的 LED 纷纷研发出来, 同时成本也在大幅下降。输出电流在 300 mA 以上的 LED 驱动电路常见的有电感式开关电源^[1-2]和线性电源驱动方式^[3-4], 也有用开关电源和线性电源联合驱动的方式。线性电源

驱动电路中几乎没有地弹和纹波, 对电路产生的干扰小, 常用在对电磁兼容要求高的场合。

多颜色 LED 混色补色的背光技术是当前研究的热点。早在 2000 年, 日本就已生产出多芯片型 LED 背光产品。随后, 各大公司相继推出以多芯片型 LED 为背光的高性能 LCD^[5]。但具体怎样混色补色, 现在公开的文献还很少。

虽然红绿蓝 3 种颜色 LED 灯混合出的背光色域宽,但存在红边现象。本文采用白色 LED 灯作为主光源,然后用橙灯和蓝灯作为补色光源,得到出屏白场色温在 $(6\,500\pm100)\text{K}$ 以内,色坐标 u' 在 0.198 ± 0.01 以内, v' 在 0.468 ± 0.01 以内的标准白光。

2 补色电路框图

白灯 LED 是用蓝光激发黄色荧光粉而得到白光,由于液晶屏对短波分量的衰减要大于长波分量,故白灯 LED 发出的光出屏后颜色偏黄,既需要补蓝光,同时也要补红光。

在流过典型电流 20 mA 的情况下,常温下橙灯电压是 2 V ,蓝灯电压是 3 V ,白灯电压是 3 V 。3 种灯都是 8 个一串。橙灯在典型电流情况下工作只需要 16 V 左右即可,其驱动电路线性恒流源效率不到 60% ,由于橙灯是补色的,故此功率损耗最大不到 1 W ;白灯和蓝灯的线性电源效率超过 85% 。

3 种 LED 灯各用一路线性恒流源驱动,每路设置总和电流 200 mA ,保证每串 LED 灯的电流是其典型电流 20 mA ,如图 1 所示。每路线性恒流源独立采用同频率的 PWM 调光信号,它们的频率是固定的,占空时间随调光亮度不同而改变。以 FPGA 作为控制器,根据上位机的调光指令调整 PWM 占空比,从而控制背光亮度;采样颜色传感器的数据,微调橙灯和蓝灯的 PWM 占空比,保

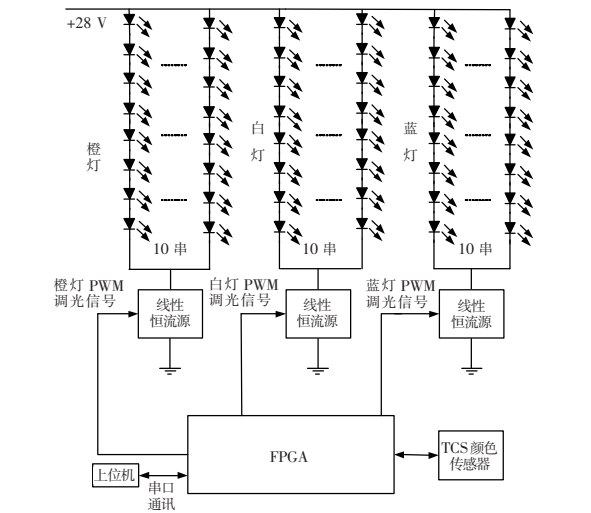


图 1 LED 橙灯和蓝灯补色电路框图

Fig. 1 Block diagram of orange and blue LEDs color-complement circuit

证在温度发生变化时色温不变。

3 PWM 调光与补色

3.1 橙灯和蓝灯补色前的准备工作

图 2 为白灯及补色彩灯的 PWM 调光波形图。应保证驱动电路满足以下条件:

- (1)驱动电压应该能够保证 LED 灯恒流所必需的电压输出;
- (2)驱动电路的输出电流应该具有导通时间上的一致性,这样可以做到亮度线性调节;
- (3)在昼模式下,白光应该逐渐升高,而补色的蓝灯和橙灯应该按白光变化比例逐渐增加。

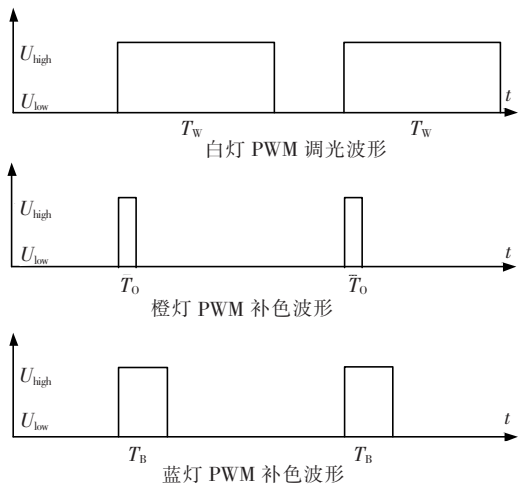


图 2 白灯及补色彩灯的 PWM 调光波形图

Fig. 2 PWM adjusting light wave of white and mending color LEDs

3.2 在 SS-230 平板显示系统综合分析仪器上混光

图 3 为 SS-230 平板显示综合分析系统的照片。实验时,调白光从低亮度到高亮度,橙灯和蓝灯也按比例逐渐增加,保证色温在 $(6\,500\pm30)\text{ K}$,色坐标 $u'=0.198, v'=0.468$ 。记录从低亮度到

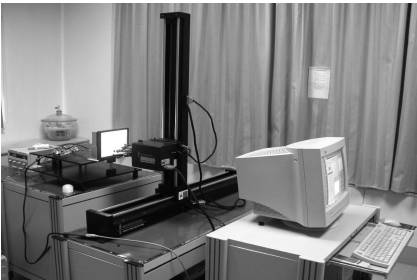


图 3 SS-230 平板显示综合分析系统

Fig. 3 SS-230 analysis system of flat display

高亮度调光过程中,白灯、橙灯和蓝灯的调光 PWM 波形高电平持续时间的数据,共记录 40 组数据。

3.3 数据拟合

根据记录的 40 组数据,可以得出在不同亮度

情况下 3 种灯的调光 PWM 高电平时间。下面拟合出 3 种光的调光高电平时间与亮度的关系,见图 4。

图 3 中 3 根不间断曲线的表达式如下:

$$\begin{aligned} W &= 10^4 \left[-0.863\,8 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^3 - 1.363\,7 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^2 + 2.325\,1 \left(\frac{L}{1\,000} \right) + 0.049\,4 \right] \\ O &= 10^3 \left[4.858\,5 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^3 - 4.508\,8 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^2 + 8.97 \left(\frac{L}{1\,000} \right) + 0.201\,7 \right] \\ B &= 10^4 \left[-0.220\,2 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^3 - 0.641\,7 \left(\frac{L}{1\,000} \right)^2 + 1.284\,4 \left(\frac{L}{1\,000} \right) + 0.059\,8 \right] \end{aligned} \tag{1}$$

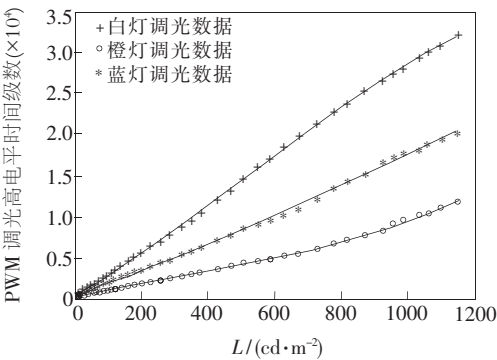


图 4 亮度与 3 种灯的调光级数的关系

Fig. 4 Relative between lightness and high level time

式(1)中, L 是亮度, W 、 O 和 B 是白灯、橙灯和蓝灯 PWM 波形高电平时间级数,调光周期为 $500\,\mu\text{s}$,高电平时间级数是 $(7\text{FFF})_{16} = (32\,767)_{10}$ 级。如白灯高电平时间级数是 $7\text{EE}0$,则它的调光 PWM 波形中高电平时间是:

$$\begin{aligned} (500)_{10} \times \frac{(7\text{EE}0)_{16}}{(7\text{FFF})_{16}} &= \\ \left(500 \times \frac{32\,480}{32\,767} \right)_{10} &= 495.6\,\mu\text{s} \end{aligned} \tag{2}$$

3.4 颜色闭环控制

根据所得到的拟合曲线,在背光灯温度恒定并且与做拟合曲线时的背光灯温度一致的情况下,在全亮度范围内调光可以得到标准白色光源。但

是要保证背光 LED 灯温度不变是不可能的,随着 LED 灯温度变化,白灯、橙灯和蓝灯的衰减不一样,色温会有漂移现象。

记录颜色传感器在 200 个调光周期,即 $100\,\text{ms}$ 内,红、绿和蓝 3 颜色分量输出的脉冲个数,这些数据作为 3 颜色分量的亮度值。

在温度变化时,根据颜色传感器测量出的红、绿和蓝三色亮度数据,微调橙灯和蓝灯的 PWM 波形高电平时间,使红、绿和蓝三色亮度比值恒定,则色温保持不变。

4 结 论

在 SS-230 平板显示系统综合分析仪器上,从低亮度到高亮度变化测量出 40 个点,调整 3 种灯的 PWM 脉冲高电平时间,得到标准白色光源。然后采用线性拟合的方法得到亮度不同情况下 3 种灯的 PWM 波形高电平持续时间的比例关系,根据该关系调光可以保证整个亮度范围内背光源是标准白色光。根据颜色传感器输出的红、绿和蓝 3 颜色通道数据,微调橙灯和蓝灯的 PWM 高电平时间,维持红、绿和蓝 3 颜色通道数据的比例关系不变则色温恒定。采用以上办法得到出屏白场色温在 $(6\,500 \pm 100)\,\text{K}$ 以内,色坐标 u' 在 0.198 ± 0.01 以内, v' 在 0.468 ± 0.01 以内的标准白色光。

参 考 文 献:

[1] Grootes P. LED light source for backlighting with integrated electronics; USA, US7317403B2 [P]. 2008-01-08.

[2] Yoo Y T. Backlight unit and driving method using the same; USA, US0097067 A1[P]. 2007-05-03.

[3] 王凤岩,许建平,贺明智. 超高亮 LED 的驱动 [J]. 电源技术应用, 2005, (9):43-48.

[4] Mick P J. LED brightness control system for a wide-range of luminance control; USA, US6987787 [P]. 2006-01-17.

[5] 王晓明. LED 用于 LCD 背光源的前景展望 [J]. 现代显示, 2005, (6):24-28.