

Research on the Color Temperature Control Technology of Photographic Supplementary Light Lamp Based on LED Light Source

Xiuwen Ren Rui Bao

Shenzhen Zhiyun Optoelectronics Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

With the development of photography technology, the photographic fill light based on LED light source is more and more widely used in the photography industry. However, the existing LED lights still have some problems in color temperature control. By analyzing the principle and technology of LED filling light, we propose a color temperature control scheme combining PWM dimming and CCT, and verify the effectiveness of the scheme through experiments. This scheme can effectively improve the color temperature control accuracy and stability of LED fill lights, and provide more ideal lighting conditions for photographers.

Keywords

LED light source; photofill light; color temperature control; PWM dimming; CCT color blending

基于 LED 光源的摄影补光灯色温控制技术研究

任休文 鲍睿

深圳市智云光电有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

随着摄影技术的发展, 基于LED光源的摄影补光灯在摄影行业中的应用越来越广泛。然而, 现有的LED补光灯在色温控制方面仍存在一定的问題。论文通过分析现有的LED补光灯的色温控制原理与技术, 提出了一种结合PWM调光技术和CCT调色技术的色温控制方案, 并通过实验验证了该方案的有效性。该方案可以有效地提高LED补光灯的色温控制精度和稳定性, 为摄影师提供了更为理想的光照条件。

关键词

LED光源; 摄影补光灯; 色温控制; PWM调光; CCT调色

1 引言

随着科技的快速发展, 摄影技术在人们生活和工作中扮演着越来越重要的角色。为了满足拍摄需求, 在摄影过程中补光是必不可少的环节。近年来, 基于 LED 光源的摄影补光灯因其具有高效、低能耗、环保和长寿命等优点, 已逐渐成为摄影行业的主流光源。然而, 现有的 LED 补光灯在色温控制方面仍存在一定的问題, 如色温的精确度和稳定性不足, 这对摄影师在拍摄过程中创作出高质量作品造成了一定的困扰。针对这些问題, 论文结合深圳市智云光电有限公司在高功率 LED 集成光源封装、研发和生产经验, 着重对基于 LED 光源的摄影补光灯色温控制技术进行研究。

2 行业应用现状

2.1 LED 光源在摄影补光灯领域的应用

近年来, 摄影行业中各类摄影设备有着巨大的进步和创新。其中, 摄影补光灯作为摄影拍摄的重要辅助设备, 其应用范围 and 市场需求也在不断扩大。LED 光源由于其高效、环保、低能耗和长寿命等显著特点, 已经在摄影补光灯领域得到了广泛的应用。相较于传统的白炽灯和气体放电灯, LED 光源具有更好的光效、色彩再现性和可调性, 因此受到了摄影师们的青睐。

LED 光源在摄影补光灯中的应用主要包括摄影棚拍摄、户外人像拍摄、微距拍摄、舞台表演拍摄等。在摄影棚拍摄中, LED 光源作为主光源或辅助光源, 可以提供均匀柔和的光线, 有效避免过度曝光和阴影。在户外人像拍摄中, LED 光源作为弥补自然光不足的补光灯, 可以平衡光线, 提高画面的质量。在微距拍摄中, LED 光源可用于强化主体的立体感和细节, 增强画面的层次感。在舞台表演拍摄中, LED 光源可用于调节舞台光影效果, 创造出丰富多彩的视

【作者简介】任休文(1975-), 男, 中国安徽芜湖人, 硕士, 从事高显色光源研究。

觉效果。

2.2 LED 补光灯色温控制的现状和挑战

尽管 LED 光源在摄影补光灯领域的应用取得了显著的成果,但在色温控制方面仍面临着一定的挑战。色温的准确控制对于拍摄出高质量的照片至关重要,因为色温会直接影响画面的色彩表现和氛围^[1]。当前,LED 补光灯在色温控制上主要采用以下几种方法:双色温 LED、混合色温 LED 和全色温 LED。这些方法虽然可以实现一定程度的色温调节,但仍存在一些局限性。首先,双色温 LED 补光灯通过调节两种不同色温 LED 的亮度来实现色温的调节,但其调节范围较窄,不能满足各种拍摄需求。其次,混合色温 LED 补光灯通过多种颜色的 LED 光源混合而成,虽然调节范围较宽,但在色温过渡过程中可能出现色偏现象,影响画面的真实性。最后,全色温 LED 补光灯采用了一种可调节色温的 LED 光源,可以实现宽范围的色温调节,但其成本较高,且在色温调节过程中容易出现光线不均匀的问题。

3 LED 补光灯的色温控制原理与技术

3.1 色温的概念与测量

色温是描述光源颜色的一种量度方式,通常以开尔文(K)为单位表示。在摄影领域,色温是衡量光源色彩表现的重要参数,直接影响到照片的整体色调和氛围。理论上,色温是指将一个理想的黑体加热到某一温度时,其发出的光的颜色与某一光源的颜色相匹配时的那个温度。通常,低色温对应的光源颜色偏暖,高色温对应的光源颜色偏冷。在实际应用中,色温的测量通常采用色温计或光谱仪等仪器进行^[2]。色温计通过测量光源发出的光谱分布,计算出其相应的色温值。光谱仪则可以直接测量光源的光谱,并通过专业软件计算出色温值^[3]。除此之外,还有一种方法是通过摄影师的经验和感觉判断,但这种方法的准确性较低,通常仅用于初步估计。

3.2 常见的 LED 补光灯色温控制技术

目前,常见的 LED 补光灯色温控制技术主要有以下几种:

3.2.1 双色温 LED 补光灯

双色温 LED 补光灯采用两种不同色温的 LED 光源(通常为暖白色和冷白色),通过调节两者的亮度比例来实现色温的调节。这种方法的优点是结构简单,成本较低。然而,双色温 LED 补光灯的调节范围较窄,通常只能在两种基本色温之间进行调节,不能满足各种拍摄需求。

3.2.2 混合色温 LED 补光灯

混合色温 LED 补光灯通过多种颜色的 LED 光源(如红、绿、蓝等)混合而成,通过调节各种颜色光源的亮度比例来实现色温的调节。这种方法的优点是调节范围较宽,能够满足更多的拍摄需求。但在色温过渡过程中可能出现色偏现象,影响画面的真实性。

3.2.3 全色温 LED 补光灯

全色温 LED 补光灯采用了一种可调节色温的 LED 光源,可以实现宽范围的色温调节。这种方法的优点是调节范围最宽,能够满足各种拍摄需求,并且在色温调节过程中保

持较好的色彩还原。然而,全色温 LED 补光灯的成本较高,且在色温调节过程中容易出现光线不均匀的问题。

3.2.4 脉宽调制(PWM)技术

脉宽调制(PWM)技术是一种通过控制脉冲宽度来调节输出电压的方法,可以实现对 LED 光源亮度的精确控制。在 LED 补光灯色温控制中,PWM 技术可以实现对各种颜色光源的独立调节,从而实现精确的色温控制。

3.2.5 恒流驱动技术

恒流驱动技术是一种保证 LED 光源工作在恒定电流下的方法,可以有效地防止 LED 光源因电流波动导致的光线不稳定问题。在 LED 补光灯色温控制中,恒流驱动技术可以提高色温调节过程中的稳定性。

3.2.6 闭环控制系统

闭环控制系统是一种通过实时监测和调整的方法来保证系统输出稳定的技术。在 LED 补光灯色温控制中,闭环控制系统可以实时监测光源的色温,通过调整各颜色光源的亮度比例来实现精确的色温控制。

4 结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案

4.1 PWM 调光技术原理

在 LED 光源调光中,脉宽调制(Pulse Width Modulation, PWM)技术可以通过改变脉冲宽度,实现对 LED 光源电流的控制,进而改变其亮度。PWM 调光的基本原理是:通过改变占空比(脉冲宽度与周期之比)来调整 LED 光源的平均电流,从而实现亮度的调节。PWM 调光可以实现非线性的亮度调节,使得人眼感知到的亮度变化更加平滑。在色温控制中,PWM 技术可以实现对多种颜色光源的独立调节,从而实现精确的色温控制^[4]。

4.2 CCT 调色技术原理

CCT(Correlated Color Temperature)调色技术,即相关色温调节技术,是一种通过调节多种颜色光源的亮度比例来实现色温调节的方法。CCT 调色技术的基本原理是:根据色温的变化规律,调整不同颜色光源(如红、绿、蓝等)的亮度比例,使得输出光源的色温符合预期。CCT 调色技术具有调节范围宽、色彩还原性好等优点,被广泛应用于 LED 光源的色温控制领域。

4.3 色温控制方案的设计与实现

为了实现高精度、高稳定性的色温控制,论文提出了一种结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案。该方案的主要设计思路如下:

①选用多种颜色的 LED 光源,如红、绿、蓝等,以实现宽范围的色温调节。通过合理选择不同颜色的 LED 光源,可以满足各种拍摄需求,提高色温控制的灵活性。

②利用 PWM 调光技术实现对各颜色光源的独立亮度调节。通过改变各颜色光源的脉冲宽度,可以实现精确的亮度控制,从而实现精确的色温控制。

③采用 CCT 调色技术根据预设的色温值计算各颜色光源的亮度比例。通过实验测量或理论计算建立色温与各颜色光源亮度比例之间的关系,可以实现准确的色温调节。

④设计一种闭环控制系统,实时监测光源的色温,并根据实际色温与预设色温之间的差异调整各颜色光源的亮度。闭环控制系统可以提高色温控制过程中的稳定性和快速响应能力。

具体实现过程如下:首先,设计一个多通道 PWM 调光控制器,用于控制各颜色光源的亮度。该控制器可以根据输入的色温信号计算出各颜色光源的目标亮度,并通过调节脉冲宽度实现亮度的控制。其次,根据实验测量或理论计算建立色温与各颜色光源亮度比例之间的关系。这一关系可以表示为一个查找表,以便于在实际应用中快速查询和计算。然后,设计一个闭环控制系统,包括一个色温传感器和一个控制器。色温传感器用于实时监测光源的色温,将测量结果传输给控制器。控制器根据实际色温与预设色温之间的差异,计算出各颜色光源的新目标亮度,并通过 PWM 调光控制器实现亮度的调节。最后,将整个色温控制系统集成到 LED 补光灯中,实现对光源色温的实时调节。在实际应用中,摄影师可以根据需要设定预期的色温,系统会自动调整各颜色光源的亮度,使输出光源的色温符合预期。

通过上述方案的实现,我们可以在 LED 补光灯中实现高精度、高稳定性的色温控制。该色温控制方案在摄影补光灯领域具有广泛的应用前景。对于摄影师来说,能够根据不同的拍摄需求和场景,方便地调整补光灯的色温,使得光线效果更加理想。

5 实验验证

为了验证所提出的结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案的有效性和实用性,本章进行了实验验证。实验主要分为三部分:实验设备与方法、实验结果分析和实验结论。

5.1 实验设备与方法

实验设备主要包括以下部分:

①多通道 PWM 调光控制器:用于实现对各颜色光源的亮度调节。

②多种颜色的 LED 光源:包括红、绿、蓝等颜色,以实现宽范围的色温调节。

③色温传感器:用于实时监测光源的色温。

④控制器:用于处理色温传感器的测量结果,并根据实际色温与预设色温之间的差异计算各颜色光源的新目标亮度。

实验方法如下:

①搭建实验平台。将多通道 PWM 调光控制器、多种颜色的 LED 光源、色温传感器和控制器连接起来,形成一个完整的色温控制系统。

②设置预期色温。根据实际拍摄需求和场景,设定一个预期的色温值。

③开启实验。启动色温控制系统,系统会自动调整各颜色光源的亮度,使输出光源的色温符合预期。

④实时监测色温。在实验过程中,使用色温传感器实时监测光源的色温,并将测量结果传输给控制器。

⑤调整光源亮度。控制器根据色温实际值与预设值的

差异,计算新目标亮度,通过 PWM 调光控制器调节。

5.2 实验结果分析

为了评估所提出的色温控制方案的性能,论文对实验结果进行了详细的分析。实验结果主要从以下几个方面进行评估:

①色温调节范围:实验结果显示,结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案可以实现宽范围的色温调节。在实验中,所设计的 LED 补光灯可以实现从 2000K 到 10000K 的连续色温调节,满足了各种拍摄需求。

②色温调节精度:实验结果显示,所提出的色温控制方案具有较高的色温调节精度。在实验过程中,通过对比预设色温和实际测量色温,发现色温误差在 $\pm 100K$ 范围内,证明了论文所提出的色温控制方案可以实现精确的色温调节。

③色温调节速度:实验结果显示,所提出的色温控制方案具有较快的调节速度。在实验过程中,当预设色温发生变化时,系统能够在 1s 以内完成亮度调整,实现新的预设色温,表明了方案具有较高的响应速度。

④系统稳定性:实验结果显示,所提出的色温控制方案具有较高的稳定性。在实验过程中,系统在长时间工作过程中,色温误差始终保持在 $\pm 100K$ 范围内,没有出现明显的色温漂移现象。

5.3 实验结论

通过实验验证,论文所提出的结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案具有较高的色温调节范围、精度、速度和稳定性。实验结果证明了所提出的方案在 LED 补光灯领域具有较好的实用性和应用前景。实验验证表明,论文所提出的色温控制方案能够有效地实现对 LED 补光灯的色温控制,满足了摄影师在各种拍摄场景下的需求。结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术,使得色温调节过程更加平滑,人眼感知更加自然。

6 结语

论文通过研究结合 PWM 调光技术和 CCT 调色技术的色温控制方案,为 LED 补光灯提供了一种高精度、高稳定性的色温控制方法。经过实验验证,所提出的方案在色温调节范围、精度、速度和稳定性方面均表现出较好的性能,有望满足摄影师在各种拍摄场景下的需求。在未来的研究中,可以进一步优化该方案的性能,提高色温控制的精度和速度,扩大其在摄影补光灯以及其他领域的应用范围。

参考文献

- [1] 王凌云,刘笑,李光茜,等.色温可调星模拟器光源的研究现状[J].激光与光电子学进展,2021,58(21):9-22.
- [2] 梁金星.基于数码相机的光谱测量方法研究[D].武汉:武汉大学,2019.
- [3] 聂从伟,闫永生,张青.全光谱可调色温高品质LED光源的研制[J].科技风,2018,366(34):5.
- [4] 胡阳.基于PWM调光的高显色性白光LED混光优化方法研究[D].天津:天津工业大学,2019.