

# 基于 DMX512 协议的 RGB 激光电脑灯的设计\*

于明<sup>1</sup> 朱万彬<sup>2</sup> 张歆东<sup>1</sup>

(1. 吉林大学 电子科学与工程学院, 吉林 长春 130012;

2. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033)

**摘要:** 传统电脑灯普遍使用金属卤化物光源, 这种光源发光效率低、发热量大且容易损耗。针对这一问题, 本文设计了一种以 RGB 三色激光器为光源的电脑灯。灯具包括电路系统、机械系统和光学系统, 采用 DMX512 协议为控制协议, 以单片机为核心构成控制系统。分析了 DMX512 协议的格式特点。说明了系统各部分的功能, 着重介绍了电路系统的软件实现, 针对所选用的 RGB 光源给出了光学混色系统。对照金属卤化物光源, 分析了使用激光光源的优势。

**关键词:** DMX512; 电脑灯; RGB 激光

## Design of Intelligent Beams Using RGB-laser Based on DMX512 Protocol

Yu Ming<sup>1</sup> Zhu Wanbin<sup>2</sup> Zhang Xindong<sup>1</sup>

(1. College of Electronic Science and Engineering, Jilin University, Changchun 130012;

2. State Key Laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033)

### Abstract

Metal halide which is widely used in intelligent beams as lamp-house, has low luminous efficacy, heats a lot and easily wears down. Aiming at these problems, this paper designs an intelligent beam using RGB-laser. This intelligent beam consists of electronic system, mechanical system and optical system. It is controlled by the DMX512 protocol. Controlling system is realized by single chip. The data format of DMX512 is introduced. Function of each part of the intelligent beam is analyzed, especially the controlling system and its software. Considering the RGB-laser used, there is an optical system mixing RGB beams. The advantages of the laser lamp-house compared with the traditional ones are analyzed.

**Key words:** DMX512; intelligent beam; RGB-laser

## 1 引言

电脑灯是一种应用于舞台表演领域的数字化照明设备, 能够通过颜色和明暗变换、频闪、追光等效果

烘托舞台氛围, 表现特定的艺术效果。随着电脑灯的发展, LED 和激光光源也逐渐应用到电脑灯上。与传统的气体放电灯或金属卤化物灯<sup>[1]</sup>相比, 激光电脑灯具有功率低、无紫外辐射和不易损耗的优点。本文设计了一种以 RGB 三色激光为光源的电脑灯, 通过对

基金项目: 文化部科技创新项目 (1-2010)

\* 通讯作者: 朱万彬, 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 应用光学国家重点实验室。

三束激光亮度的调节,实现全色光的输出。

灯具以 DMX512 控制协议为标准,采用单片机作为控制和处理单元,对 DMX512 信号进行接收和解码,再发送相应的指令给步进电机带动各受控端,完成灯头转动、快门开合等动作,实现照明功能。基于 DMX512 协议的控制系统使灯具的使用简单方便,同时对其他的 DMX512 灯具及控制台有良好的兼容性。

## 2 DMX512 协议简介

DMX512 协议是美国剧场技术协会 (USITT) 于 1990 年提出的一项灯光控制的数字化标准<sup>[2]</sup>。该协议由于其良好的适用性,被大多数的生产商和用户所接受,直至目前仍有大量的 DMX512 产品应用于舞台照明。

DMX512 信号格式如图 1。图中 MTBP 为数据包之间的空闲信号。数据包以起始标志 (BREAK) 开始,用于信号发送和接收的检测,起始标志通常大于  $88\mu\text{s}$ 。MAB 通常是一个  $8\mu\text{s}$  的高电平。MAB 之后的第一帧数据是起始码 (SC),为低电平。之后是搭载着控制信息的 512 个数据帧,每一帧数据可以控制一个通道。一个数据帧由 11 位组成,包括一个低电平的起始位、八个数据位 (D0-D7) 和两个高电平的结束位。故理论上一条 DMX512 数据线可以控制 512 个通道,每个通道最多可以有 256 个控制状态。DMX512 信号每一位的宽度为  $4\mu\text{s}$ ,典型传输速率为  $250\text{kb/s}$ 。

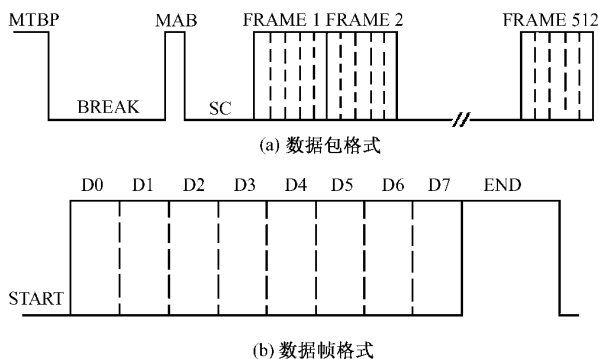


图 1 DMX512 信号格式

## 3 系统构成

系统总构成如图 2。整个系统包括电路部分、

机械部分和光学部分。其中 MCU 选用 8052 单片机,主要负责 DMX512 信号的接收和解码。经解码的控制信号按照各通道的地址编码分别发送给对应的受控端。发送到激光器的控制信号调节 RGB 激光器的输出功率,使得三束光经过光学系统混色后产生特定颜色的光输出。发送给步进电机驱动芯片的控制信号控制步进电机转动<sup>[3]</sup>,实现灯头 X 轴摆动、Y 轴俯仰运动、快门开合、图案板转动等动作。在各路控制信号的共同作用下即可在舞台上呈现出绚丽多彩的灯光效果。

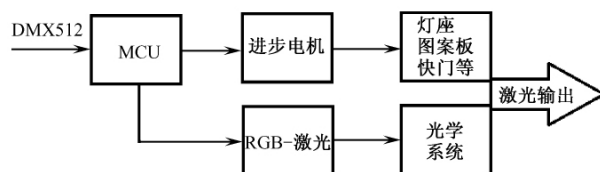


图 2 系统框图

## 4 软件实现

控制台发出的 DMX512 信号是通过串口输入给灯具的,故软件部分主要负责串口数据的接收和解码。实际工作时通常是多个灯具共用一路控制信号,为了让各个灯具的控制信息不至混淆,需要对各个灯具设置起始地址<sup>[4]</sup>,这对 DMX512 信号的接收十分重要。例如某系统中有三台电脑灯,通道数分别为 8、12、16。在将灯具接入系统前,分别设置其起始地址为 1、9、21,在软件控制下第一台电脑灯接收数据包中的第 1 到 8 帧数据,第二台电脑灯接收第 9 到 20 帧数据,第三台电脑灯接收数据包中的第 21 到 36 帧数据。

串口接收程序<sup>[5]</sup>流程图如图 3,图中  $n$  为当前读取数据帧的帧数, $a$  为本机起始地址, $b$  为本机通道数。首先打开串口,设置串口寄存器。数据包以 BREAK 信号为起始,故等待 BREAK 信号到来以开始数据包的接收。BREAK 信号的检测可以采用中断服务调用定时子程序完成,当低电平大于  $88\mu\text{s}$  时即检测到 BREAK 信号。SC 信号的检测同理。为防止误码,检测 BREAK 信号后是否有一帧低电平的 SC 信号。接下来从第一帧开始采用逐帧对照的方法找到对应本机起始地址的数据帧,找到后逐帧接收数据直至本机全部控制数据接收完毕。至此一个数据包接收完毕,继续等待下一个 BREAK 信号到来。

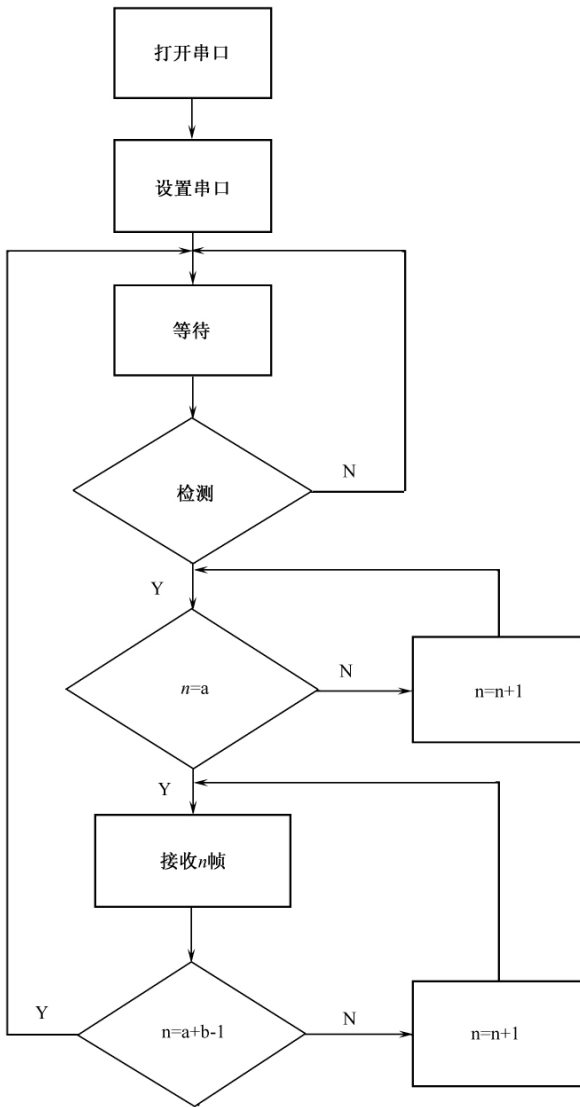


图 3 串口接收程序流程

软件部分另一个功能是将接收到的每一帧数据转换成步进电机驱动芯片和调光器能够识别的控制信号，即 DMX512 信号的解码。这部分程序根据灯具各通道的 DMX 数值与控制状态的对应关系而不同。例如通道 4 为灯头 Y 轴俯仰角的控制通道，DMX 值在 0 ~ 255 之间变化对应俯仰角 0 ~ 180° 的变化，则程序中可通过查表的方式将接收到的第四帧数据转换成步进电机驱动芯片能够识别的信号发送出去，使灯头俯仰角达到预期的位置。

### 5 光学系统

传统的电脑灯通常采用气体放电灯或金属卤化

物灯作为光源。这种光源功率一般在 500W 以上，有些大功率灯甚至超过 2000W。大功率的一个直接后果就是发热量大，这对灯具内部电子器件和舞台环境都是一个隐患。由于其发光光谱是连续的，故含有对人体有害的紫外辐射，这对演员的健康也十分不利。最后由其发光原理决定光源将随使用时间的增长逐渐损耗，缩短了灯具的使用寿命。

为了解决以上问题，本系统采用 RGB 激光作为光源。激光的发光效率相比金属卤化物灯要高出一个量级，这使得灯具的功率大大降低，同时也就降低了发热量。激光的频率集中，不含紫外辐射，不会对人体产生危害。激光光源也不易损耗，亮度衰减慢。

本系统选择半导体激光器作为光源，激光器的功率可根据具体照明需要进行选择，驱动电源部分要求驱动电流可调<sup>[6]</sup>。同时使用 RGB 三束激光作为光源，传统电脑灯中使用电机带动颜色盘转动的换色方式就不再适用了。这里通过激光器的驱动电流控制输出功率，改变 RGB 配比混合出不同颜色的输出光，相比颜色盘固定的有限种颜色，RGB 混色的全色光输出更加丰富多彩。

如图 4 的光学系统将三束不同频率光混合成一束。其中蓝绿光束平行，且与红光垂直。a、b 两玻璃片分别置于三束光相交成两直角的角分线上。a 玻璃片为下表面镀膜，镀膜材料能透射红光、反射绿光。b 玻璃片为上表面镀膜，镀膜材料能透射蓝光、反射红绿光。具体镀膜材料这里不做讨论。经过 a 玻璃片后红绿光汇成一束，再经 b 玻璃片反射后与蓝光汇成一束，RGB 三色混合成的光束再经过

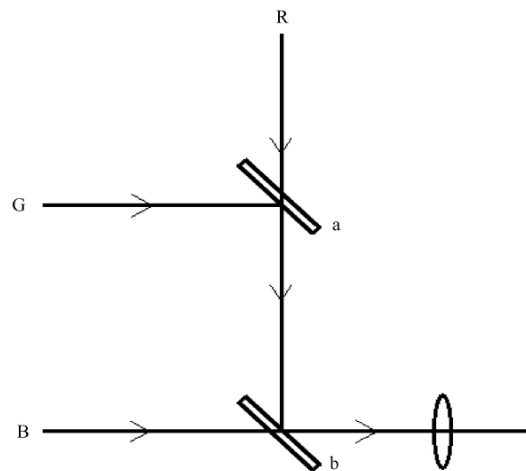


图 4 RGB 光束混合

透镜扩散后形成输出光。

## 6 结论

本文设计了一种以 RGB 三色激光为光源的电脑灯,以 DMX512 协议为基础构成控制系统,阐述了其软硬件构成和光学系统。这种灯具控制简单有效,兼容性好,所使用的 RGB 激光光源相对于传统的电脑灯在一定应用领域内具有明显优势,有一定的实用价值。

### 参考文献

[1] 吴业权. 金属卤化物灯的发光原理及其优缺点 [J].

电子制作,2003 (1): 42

[2] 方福波,刘有源,陈定方. DMX512 控制协议及其实现 [J]. 照明工程学报,2002,13 (3): 58~61

[3] 任慧,王坤,纪蕴宜. 舞台电脑灯用步进电动机控制技术的研究 [J]. 微电机,2007,40 (1): 68~70

[4] 韩振雷,齐立森. DMX512 灯光控制协议的传输特性及应用要点分析 [J]. 灯与照明,2009,33 (1): 44-46+53

[5] 马志梅等. 单片机的 C 语言应用程序设计 (第4版) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社,2007

[6] 刘洋,肖文,丛琳. 激光照明用驱动电源的设计 [J]. 光学与光电技术,2007,5 (5): 49~52

(上接第94页)

过优化的智能照明系统功率变化趋势。

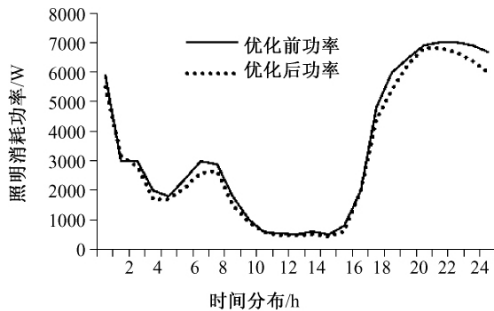


图4 优化前后照明功率对比

## 6 结论

Multi-Agent 技术在智能照明系统中的运用具有很大的优势,系统能够根据现场实际情况、人员变动以及天气光照等的变化,实时得进行照明器的调节,在保证足够照度的条件下,相应降低了智能建筑照明系统的能耗。

### 参考文献

[1] 卢望. 基于人体特征检测的智能照明系统 [D]. 浙江: 浙江工业大学,2006

[2] 桂要生,向桥,杨康. 基于红外技术的智能照明控制系统设计 [J]. 计算机与数字工程,2009,37 (8): 102~104

[3] 沈晓燕. 基于总线技术的智能照明监控管理系统 [D]. 山东: 中国海洋大学,2007

[4] 左为恒,周健,李昌春. 基于 Profibus-DP 的智能照明控制系统设计 [J]. 低压电器,2007 (6): 29~30

[5] 顾娜. 基于 CAN 总线的智能照明控制系统的研究与设计 [D]. 江苏: 江苏大学,2007

[6] Sharad CS, Alok KC, Surendra K et al. Development of an intelligent agent-based AGV controller for a flexible manufacturing system [J]. Adv Manuf Technol, 2007, 26 (8): 92~90

[7] Krall S, S. Strategic negotiation in multi-agent environments [J]. Cambridge, MA: MIT Press. 2001: 265~287

[8] Leila Amgoud, Henri Prade. Formal handling of threats and rewards in a negotiation dialogue [J]. Springer Berlin / Heidelberg. 2007 (4724): 235~246

## 中国照明学会《照明工程学报》新光源、新能源照明增刊征稿函

在照明领域,以 LED、无极灯、金卤灯为代表的新光源新能源照明取代传统光源,正引发照明行业的一场巨大变革。目前新光源新能源照明产品正在创新技术的驱动下不断实现更新换代,照明产品实现了节能升级的同时,光色、舒适度上也得到更好的提升,照明效果也更加多样化。绿色高效并孕育了无穷创新变革空间的新光源、新能源照明产业成为了全球的朝阳产业正日益崛起。为了充分反映新光源新能源照明在技术、设计、应用、配套等方面的最新研究成果,满足企业及客户的需求,2011年9月我们将编辑出版以 LED、无极灯、金卤灯为主题的《照明工程学报》新光源、新能源照明增刊,本刊汇集新光源、新能源照明领域的精华文章,邀请了业内专家为此撰写专题论文,全面论述了新光源新能源照明设计、生产、应用中的问题及解决方案。我们也希望通过本刊将新光源、新能源照明的新技术、新产品、推广出来,以此推动我国新光源新能源照明的发展。

投稿邮箱: zmgcqh@163.com