

文章编号: 1002-2082(2004)03-0025-02

CRT 曝光式数码彩扩光学系统研究

丁旭明, 梁志毅, 马丽华, 熊望娥

(中科院 西安光学精密机械研究所, 陕西 西安 710068)

摘要: CRT 曝光式数码彩扩设备是近几年发展起来的光机电算一体化的高科技产品。它由四部分组成: 计算机主机系统、光学系统、电控系统和彩色扩印系统。其中光学系统是该设备的重要组成部分。它是一个长焦距、大视场的投影光学系统。叙述了数码彩扩光学系统设计的特点、难点及设计结果。

关键词: 数码彩扩; 投影光学系统; 大视场

中图分类号: O43

文献标识码: A

Study on the Optical System of CRT Digital Color Printer

DING Xu-ming, LIANG Zhi-yi, MA Li-hua, XIONG Wang-e

(Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, CAS, Xi'an 710068, China)

Abstract: CRT digital color printer is a high-technique product developed in recent years, which deals with optics, mechanics, electronics and computer technology. It consists of four main parts, which are called main computer system, optical system, electronic-control system and color printing system. The optical system is a projective optical system with long focus and large field of view, and is an important part of the equipment. The feature, difficulty and result of the design of the optical system are figured out in this paper.

Keywords: digital color printer; projective optical system; large field of view

引言

CRT 曝光式数码彩扩设备是近几年随着数码相机迅速发展起来的光机电算一体化的高科技产品。它将摄影技术、图像处理和计算机控制等高技术融为一体。与传统的彩扩机相比,它具有以下几个显著优点:

(1) 与彩色打印机相比,其耗材便宜,成本为彩色打印的 10%~20%。

(2) 与数码相机配套,能充分发挥数码相机的优势,具有单照单扩、随照随扩的功能。

(3) 与胶片扫描仪相匹配,不仅能对胶片进行扩印,而且可以修饰胶片上的图像,能对图像进行校正处理。

(4) 成像清晰,色彩逼真,相片保存时间长。

(5) 明室桌面式操作,学习使用方便。

1 数码彩扩的原理及组成

CRT 曝光式数码彩扩系统的原理: 软件系统将各种格式的数字图像(可来自数码相机、光盘等)读入计算机主机并显示在彩色显示器上; 将显示器上显示的图像当作一个虚拟底片, 经过光学系统的曝光, 成像于普通相纸上; 曝光后的相纸经过传统的彩色冲印工艺冲洗后, 得到成片。如图 1 所示。

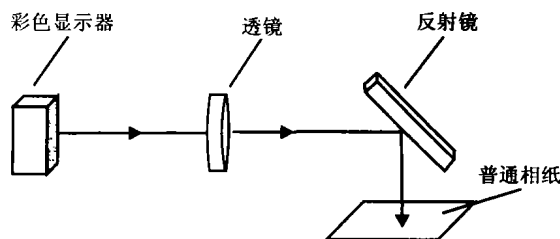


图 1 数码彩扩系统的原理

Fig. 1 Principle of digital color printing system

收稿日期: 2003-03-03

作者简介: 丁旭明(1940-), 男, 上海人, 中科院西安光机所研究员, 主要从事光学工程设计工程。

CRT 曝光式数码彩扩设备主要由计算机主机系统、光学系统、电控系统和彩色扩印系统 4 部分组成。如图 2 所示。

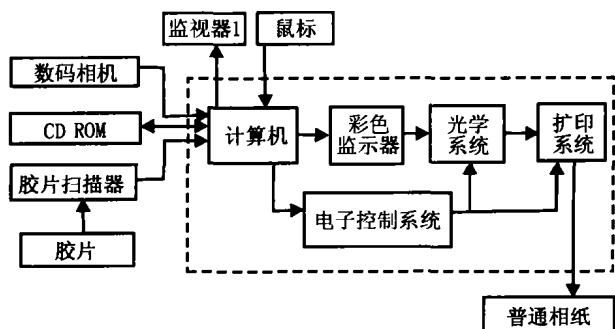


图 2 数码彩扩系统框图

Fig. 2 Frame figure of digital color printing system

一张高质量的相片要求图像清晰、彩色逼真和无图像失真,而光学系统成像质量好坏直接影响到上述要求。

这里简要说明一下 CRT 曝光式数码彩扩中的颜色校正问题。数码彩色扩印采用减色法工作原理。在光学系统中装有黄、品、青三种滤色片,而 CRT 显示器上的彩色图像是由红、绿、蓝(CRB)三基色采用加色法得到的。通过光学系统投射到相纸上的颜色会出现偏差,这就要调整彩色显示器上的颜色,然后用品、青、黄滤色片来校正。通过调整各滤色片对应的曝光时间,就可得到彩色逼真、层次分明的照片。

2 光学系统技术要求及方案

根据数码彩扩机的总体要求,提出对光学系统的技术要求:

- (1) 显示屏尺寸:13"×9.45"(Φ16")
- (2) 相纸尺寸A: 11.34"×8.27"(Φ14")
B: 6"×4.33"(Φ7.4")
- (3) 放大倍率: $M_A=1.14^{\times}$; $M_B=2.17^{\times}$
- (4) 分辨率: $N=15$ Lp/mm
- (5) 共轭距: $L=800\sim 1000$ mm
- (6) 要求彩色校正片放在镜头中间,且镜头前半部分到显示器的两种倍率距离相等。

我们仅对 $M=1.4^{\times}$ 光学系统作一介绍。

设 $L=1\ 000$ mm, $M=1.14^{\times}$, 则

$$\begin{cases} l=L/1+\frac{1}{M}=-532.71 \\ l'=467.29 \end{cases}$$

$\therefore f'=248.93$ mm

视场角 $2\omega=42^{\circ}$

从上面计算看出,该投影光学系统是一个长焦距、大视场光学系统。

我们选择了一种复杂化奥索曼泰和双高斯联合型对称式结构,这是 6 组 8 片对称式光学系统,如图 3 所示。

除了外形尺寸满足上述要求外,对成像质量提出下列要求: $N_{D_w}=15$ Lp/mm; $MTF\geq 0.4$; 光学畸变 $\leq 0.1\%$; 色差校正采用宽波段 g-c 校正,即 $\lambda=4\ 358\sim 6\ 563$ nm。

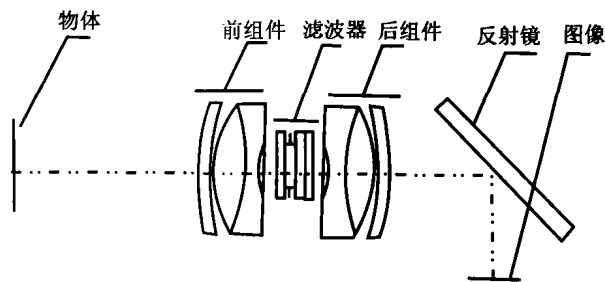


图 3(a) $M=1.14^{\times}$ 的光学系统

Fig. 3(a) The optical system of $M=1.14^{\times}$

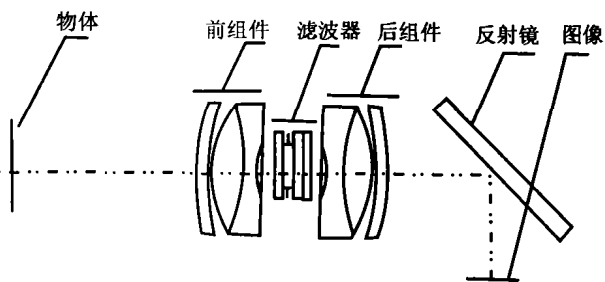


图 3(b) $M=2.17^{\times}$ 的光学系统

Fig. 3(b) The optical system of $M=2.17^{\times}$

3 光学系统设计特点

(1) CRT 数码彩扩系统具有两种倍率彩扩功能,能输出 14"和 7.4"相片。由于显示屏是固定的,所以要求两种倍率镜头前半部分(即显示器到活动颜色校正片之间)距离相等,后半部分上下布置对应不同的像面距离。

(下转第 44 页)

件(*.Bmp)进行了仿真处理,所需时间在规定范围之内,完全满足实时处理要求。

参考文献:

[1] L Powell. Design of a laser beam line expander[J].

Applied Optics,1987,26:3705-3709.

[2] 阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京:电子工业出版社,2001,204-208.

[3] 周长发. 精通 Visual C++ .NET 图像处理编程[M]. 北京:电子工业出版社,2002.

(上接第26页)

(2) 颜色校正片放到镜头中间,尺寸可减小到Φ40 mm左右;若放到镜头前或镜头后,由于视场增大,尺寸就会达到Φ80 mm以上,制作成本也会大大降低。颜色校正片有品、青、黄3种,分为活动和固定2类。

(3) 由于视场大,且投影接近1:1,轴外像差(如场曲)校正很困难。作为商品化的民品,要求成本低,光学材料不希望选用价格贵的镧系玻璃。这样就增加了像差校正的难度。

(4) 宽波段色差校正。我们采用g-c波段(即λ=4358~6563 nm)校正色差,与CRT颜色相匹配。由于该物镜焦距长(f'≈250 mm),二级光谱比较大,成为影响像质的主要像差之一,因此要对二级光谱进行校正,使二级光谱尽量小。

4 设计结果

通过对像差及外形尺寸综合平衡,得到了符合设计要求的两种倍率镜头。

4.1 外形尺寸

(1) 从显示屏到滤光片,两种倍率的镜头均为529 mm。

(2) 从显示屏到相纸距离:

M = 1.14× 时, ∑L ≈ 1 000 mm

M = 2.17× 时, ∑L ≈ 760 mm

4.2 成像质量

(1) MTF:

在M=1.14×的情况下,当N_{中心}=15 Lp/mm时,MTF≥0.4;当N_{Dw}=15 Lp/mm时,MTF≥0.4。

在M=2.17×的情况下,当N_{中心}=15 Lp/mm时,MTF≥0.7;当N_{Dw}=15 Lp/mm时,MTF≥0.5。

(2) 光学畸变

M=1.14×时, D_{T'}=0.04%

M=2.17×时, D_{T'}=0.02%

我们认为成像质量不错,性能价格比较好。

5 结论

CRT曝光式数码彩扩系统的研制成功,填补了国内彩扩设备的空白。它是传统彩扩设备的换代产品,是一种新型彩扩设备,可广泛地应用于广告、彩扩店、旅游景点和公安等部门。

参考文献:

[1] 马丽华. CRT曝光式数码彩扩技术的研究[D]. 西安:中科院西安光学精密机械研究所,2001.

[2] 王大珩. 彩色电视中的色度学问题[M]. 北京:中国科学技术情报研究所,1973.

[3] 王之江. 光学技术手册[M]. 北京:机械工业出版社,1987. 1070-1077.