

显示器色彩管理规范化的研究

李 凯¹,孙红光²,李国能¹

(1.浙江科技学院 轻工学院,杭州 310023;2.武汉大学 印刷与包装系,武汉 430079)

摘 要: 针对同一色彩在不同显示器之间呈现出的差异,根据显示器色彩管理的基本原理和规范化应用流程,通过实验测量对显示器及显示器色彩管理文件进行了校正和规范,并对显示器特性文件进行质量评价,结果表明应用色彩管理在数字化流程中会使显示器获得更好的显示效果。

关键词: 显示器;色彩管理;特性文件;质量评价

中图分类号: TS801.3

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2010)03-0192-05

Research of color management standardization on monitor

LI Kai¹, SUN Hong-guang², LI Guo-neng¹

(1. School of Light Industry, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China;

2. Department of Printing and Packaging, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Because of the significant distinctness of the same color among different monitors, monitors and their color management document are adjusted and calculated by experiment test, according to the basic principles of color management on monitor and its standardizing process in application. The characteristic document of monitor is also evaluated in quality. The result shows that it can let the monitor get better effect by using color management in digital process.

Key words: monitor; color management; characteristic document; quality evaluation

色彩管理就是运用软、硬件相结合的方法在生产系统中进行颜色的规范化管理和调整,以保证在整个彩色复制过程中颜色的一致性。基于 ICC 的色彩管理流程包括校准、特征化和色彩转换三部分^[1]。

显示器是扫描图像能够正确再现的基础,目前某些高档扫描仪不仅支持分屏显示,而且要求在进行模式扫描时选定显示器的特性文件,因此在使用前首先要完成对显示器的色彩管理。针对同一颜色在不同显示器之间呈现的色彩差异,多年来业已开展了大量研究,但是关于显示器色彩管理的规范化工作相对较少。本研究通过对色彩管理文件进行校正和规范,从而使显示器具有更好的显示效果。

收稿日期: 2009-12-14

基金项目: 浙江省教育厅科研计划项目(Y200907882)

作者简介: 李 凯(1983—),男,陕西西安人,助教,硕士,主要从事颜色信息、数字图像处理、印刷工艺等研究。

1 显示器的校准

显示器在校准之前首先要进行屏幕清洁、显示器预热及参数的设定。通常显示器需要校正的参数包括亮度、伽玛值、白平衡(色温)。

对显示器白平衡的确定可以利用显示器白色区域的色温,或者是白色区域的三刺激值坐标来表示。普通电脑系统的显示器色温通常为 9 300 K 左右,但印前系统中为了使操作者在屏幕上看到的图像颜色与在承印纸张上输出图像的颜色尽可能相接近,一般要求显示器的色温为 5 000~6 500 K^[2]。Mac 机通常默认值为 6 500 K,这也是色度学中 ICC^[3] 推荐使用的标准照明体 D65 光源的色温值。

伽玛值的确定^[2]:伽玛值是表征系统输入值和输出值之间的一种比例关系,该值影响高光与暗调的分布情况。在没有色彩管理时,可以对照同一文件的最终印刷品和屏幕软打样图像来调整伽玛值,使其对比度一致。在使用色彩管理时,系统需要设定一个典型的伽玛值,一般把 Mac 机伽玛值设定为 1.8,PC 机伽玛值设定为 2.2。

1.1 黑场校正

黑场值关系到显示色彩的正确再现,由于现有测量仪器对显示器呈现的黑色及中性灰色在测量时存在误差^[4],因此实验前首先要对黑场进行设定。

设定黑场的办法通常为:在 Photoshop 软件中,全屏显示一个黑色的实地色块,应用选区工具在其内部建立一个可变区域,同时打开对话框将曲线目标值设置为(0,0),依次提高中心可变区域的亮度等级。如图 1 所示。

一台被校正好的显示器,完全可以看得到黑色区域从 0 级到 1 级的顺序变化,对于未经校正的显示器来说,可能需要从 5 级变化到 7 级才能看出差别来^[4]。如果从 0 级至 12 级都看不出级差变化,就必须重新对黑场进行设定。在整个调整过程中,一定要注意保持中性灰色的稳定,不能出现彩色感觉。

1.2 伽玛值判断

显示器的伽玛值是显示器的物理属性,固定不变,它是对亮度 and 对比度关系的一种反映,一般取值在 1.0~2.4 之间^[5],伽玛值不可校正。通过对显示器屏幕再现中性灰色能力的判断,从而确定伽玛值的正确与否,保证输出图像对输入信号的不失真显示。

通常伽玛值的判断方法如图 2 所示,绘制一个从白色(R255、G255、B255)到黑色(R0、G0、B0)的连续渐变图像,在全屏状态下观察显示器是否存在彩色感觉,即是否出现非中性灰色。在理想情况下,连续渐变图像将无级差均匀地显示出一系列中性灰色。

2 显示器特征化

显示器的特征化是指采用 IT8 色标来调整屏幕颜色从而模拟打样或实际印刷的效果,操作方法主要有目测调节法和仪器测量法^[6]。

2.1 目测调节法

通过操作系统所提供的一些相应功能来实现。如苹果电脑的操作系统中就内置了自动色彩校正功能,只要打开 Monitors & Sound 控制板,选择颜色选项和校准选项,用户就可根据提示,调整屏幕的亮度、对比度、白点、伽玛值等特性,创建一个用以处理图像显示的显示器特性文件。

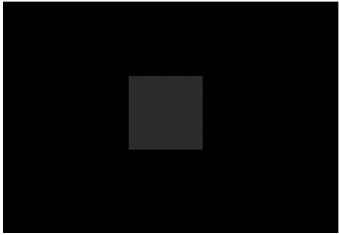


图 1 黑场测试图

Fig.1 Test plan for black point

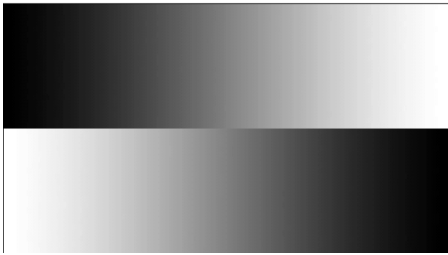


图 2 渐变测试图

Fig.2 Test plan for gradient

2.2 仪器测量法

通过软件及分光光度计或屏幕校正仪完成。仪器将 IT8 色标中的色块值传递给电脑,分光光度计再将实际测得的数据返回,系统以此为依据进行比较校正,之后建立一个标准的色彩特性文件。有了这个色彩特性文件,便可以知道显示器的色彩空间 RGB 与 CIELab 标准色彩空间之间的转换关系。

3 显示器特性文件的质量评价

在评价和编辑特性文件之前,需要设置一系列合理的观察条件,以便获得更好的转换效果。ISO 3664 标准对观察环境有着明确的规定^[7]。观察条件和环境设定后,便可以通过评价特性文件的质量来评价色彩管理的应用效果。由于屏幕上看到的任何颜色都是通过显示器特性文件转换得到的,因此显示器就是第一个需要校准的设备,在色彩管理体系中显示器还是作为单独一类设备来处理的。

3.1 主观评价法

主观评价方法是用眼睛判断显示器呈现的 24 个不同的 Macbeth ColorChecker 色块是与标准色块之间是否存在色相、饱和度的偏差。由于颜色视觉判断涉及个人心理、经验、喜好、知识背景等主观差异,因此存在极大的不稳定性,一般不用于精细判断。

3.2 客观评价法

测量显示器的伽玛值和黑场后,还需测量显示器显示颜色的准确性。显示器显示颜色的准确性一般采用测量测试色标来进行,根据 GretagMacbeth 公布的 Macbeth ColorChecker 色标 24 个色块的 Lab 值,在可以定义 Lab 颜色的应用软件(如 Photoshop)中制作对应的 Lab 图标。

利用 Macbeth ColorChecker 色块 Lab 值与显示器屏幕经特性文件转换后得到的 RGB 色块^[8]测定的 Lab 值进行色差比较^[9],判断二者之间的差异,从而确定显示器的色彩准确性。

4 实验结果与评估

4.1 实验仪器

实验所用设备:17 英寸戴尔 CRT 显示器一台。

实验工作平台和相关软件:Windows XP,Monaco OPTIX 屏幕校正系统,Profile Maker 和 Profile Editor 色彩管理软件。

4.2 实验准备

1) 将显卡驱动程序升级到最新版本,显示器的刷新频率调解到比最高值略低一级,实验中选择 85 Hz,色彩设置为 32 位真彩色。

2) 显示器预热时间定为 0.5 h 的,使仪器处于稳定状态,从而获得稳定的显示效果。

3) 关闭室内光源以防止灯光投射而影响分光光度计读数。

4) 关闭所有桌面图案,将显示器的背景色设置为中性灰,避免校正过程中对视觉的影响。

4.3 实验分析

4.3.1 显示器校正

准备工作完成后,即可进行显示器的校正。连接色度仪并确保载入合适的驱动程序(Monaco OPTIX 屏幕校正系统可以支持 Monaco OPTIX XR,Monaco OPTIX 和 Monaco SENSOR 三种测量设备),本次实验选用的是 Monaco OPTIX。

打开 Monaco OPTIX 后双击 Monitor,创建显示器配置文件,进行参数预设,阴极射线管显示器选择 CRT MonitorReference.txt 作为参考文件,色温选择 6 500 K 时白点在 CIE 坐标中的位置分别是: $X=0.314$, $Y=0.324$ 。由于选用的是 CRT 显示器,所以伽玛值使用 2.2(经验值)。在 Sample 窗口里选择 SpectroLino 测量密度仪,然后对 SpectroLino 测量密度仪进行白点校正。

校正过程中选择色温值 6 500 K,实验测量结果见表 1。

显示器亮度为 217.63 cd/m²,红、绿、蓝三通道值基本重合。将显示器对比度和亮度都置为 100%。手动调节显示器亮度,使测量值接近标准。实验中当亮度调节为 51 时,显示值最好。

4.3.2 显示器特性文件的制作

显示器校正完成后即可以进行特性文件的制作。软件自带 24 个样品色块,依次读取并测量色块 Lab 值从而确定显示器的色域。测量数据如表 2 所示。

表 2 显示器 Lab 值和实验测量值

Table 2 The Lab value of monitor and experiment							
测试色块序号	显示器			测量值			色差 ΔE
	L	a	b	L	a	b	
1	38.8	15.2	16.4	38.2	15.2	14.3	2.18
2	67.6	17.2	19.3	67.6	18.3	17.4	2.20
3	49.6	-3.1	-22.4	49	-2.7	-25.7	3.38
4	44.3	-13.3	22	43.9	-13.9	20.9	1.32
5	56.6	9.5	-24.4	56.4	10.3	-28.3	3.99
6	70.6	-32	0.7	70.7	-32.5	-2.8	3.54
7	64.2	35	59.6	64.5	36.1	60.2	1.29
8	41.4	9.1	-43.8	40.8	10.9	-48	4.61
9	53.2	49.1	18.6	52.9	50.3	17.5	1.66
10	30.4	24.5	-22.8	29.7	25.5	-25.5	2.96
11	74.1	-23.7	57.6	74.6	-25.2	57.6	1.58
12	73.4	20.4	69	73.7	21.2	69.9	1.24
13	29	21	-55.3	28.4	23.2	-58.9	4.26
14	55.6	-38.2	30.9	55.5	-38.6	30.2	0.81
15	43.5	59	30.5	43.4	59.3	30	0.59
16	84.5	3.8	80.9	85	2.5	81	1.40
17	52.5	51.8	-12.8	52	53.1	-15.7	3.22
18	50.4	-27.4	-29.6	50.5	-23.5	-25.7	5.52
19	97.1	-0.1	2.4	97	-0.2	-2.4	4.80
20	82	-0.4	0.7	82.2	-0.4	-3.1	3.81
21	67.8	0.3	0.9	67.7	0	-2.1	3.02
22	53	-0.5	0.4	52.7	-1.2	-2.2	2.71
23	37.1	-0.6	-0.2	36.9	-1.3	-1.9	1.85
24	21.3	0.2	0.2	20.7	0.2	-2.5	2.77

目标白点:6 500 K, $X=0.314$, $Y=0.324$;黑场亮度:0.24 cd/m²;白场亮度:214.88 cd/m²;平均色差:ΔE=2.69。

4.3.3 显示器特性文件的评估

实验中依次检测显示器设置的黑场值和伽玛值,结果良好,在 ISO 3664 规定标准照明条件下观察显示器所示颜色色相、饱和度、明度及灰平衡,效果良好^[10-11]。采用 Monaco OPTIX 软件测得 24 个样品色的 Lab 值见表 2,经计算其色差分布如图 3 所示。

由图 3 可知,24 个色标的色差值均小于 6,其中半数以上色差值小于 4(精细要求),因此校正后显示器在颜色输出时保持了一致性,完全符合校正要求。

表 1 显示器校正值

Table 1 Calibration value of monitor			
	色温 /K	X 坐标	Y 坐标
标准值	6 500	0.314	0.324
实验值	6 504	0.314	0.323

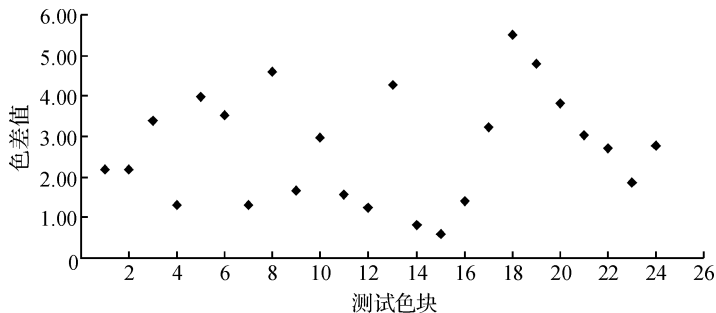


图 3 色彩管理后的显示色块和标准色块的色差分布图

Fig.3 The figure of color difference between display colors and standard colors after color management

5 结 语

通过实验证明,本文对显示器及显示器色彩管理文件进行的规范化校正,完全能够提高显示器色彩再现的一致性,而且方便易行,能够指导实践;同时本次试验也为将来更好地探索显示器色彩管理规范化的研究奠定了基础。

一般色彩管理完成后还可以编辑校正曲线及匹配显示器配置文件。在配制显示器配置文件时,调用已生成的新 ICC 特性文件(配置文件参数被列在每个配置文件名称的右方),注意只有白点值相同的配置文件才能匹配。

显示器是数字图像再现的基础设备,也是正确处理色彩、图像的根本保证,对显示器的校正是为了得到稳定而精确的色彩输出和正确评价,其校正过程即是对显示器特性转换文件的校正。掌握规范化的制作评价显示器特性文件的方法,对整个色彩管理流程起着至关重要的作用。本文研究的目的是实现显示器规范化的校正,促进 ICC 色彩管理的广泛接受,从而提高显示器的显示效果。

参考文献:

- [1] 田全慧,刘珺.印刷色彩管理[M].北京:印刷工业出版社,2007.
- [2] Anon. Color characterization data set development-press run guidelines[Z]. Color characterization data set development, CGATS recommended industry practice, Version1-August,2003;1-21.
- [3] 徐丹,蒙耀生,石教英.基于 ICC 标准的色彩管理的研究[J].软件学报,1998(10):740-747.
- [4] 张岩,燕其廷.显示器的校准和特性化[J].印刷杂志,2007(9):49-52.
- [5] 段昀.计算机显示与输出设备色彩管理系统的研究[D].西安:西安理工大学印刷包装工程学院,2007.
- [6] SHARMA A. Measuring the quality of ICC profiles[J]. The Seybold Report & Analyzing Publishing Technologies, 2005(1):10-16.
- [7] 梁炯.印刷中的标准观察条件[J].印刷杂志,1999(10):31-35.
- [8] 张艳萍.色彩管理中的颜色转换与颜色匹配[J].今日印刷,2003(12):39-41.
- [9] 宋月红,马燕满,梁韵诗,等.显示器颜色特性文件精度分析[J].北京印刷学院学报,2007,15(4):12-13.
- [10] SHARMA A, FLEMING P D. Evaluating the quality of commercial ICC color management software[J]. TAGA, 2002(4):1-29.
- [11] MCDOWELL D Q, STEELE L C. CGATS data evaluation protocol for printing process characterization[J]. SPIE, 1998,3300:283-285.