

专业显示器性能测试方法研究

司占军¹, 胡媛¹, 张显斗²

(1. 天津科技大学, 天津 300222; 2. 杭州电子科技大学, 杭州 310018)

摘要: 对 2 种应用广泛的专业显示器的时间稳定性、空间均匀性、色域、色品恒定性、通道独立性及色温 6 个方面的性能进行了测试, 并比较了这 2 台显示器的显示性能的优劣。测试结果表明: 在时间稳定性、色品恒定性及通道独立性方面, 专业显示器 B 略优于专业显示器 A; 在空间均匀性方面, 专业显示器 A 较好; 而在其他特性方面, 两者相差不大。总体来说, 2 种专业显示器的性能均比较稳定。

关键词: 专业显示器; 空间均匀性; 色域; 色温

中图分类号: 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)05-0102-05

Study on Performance Test Method of Professional Display

SI Zhan-jun¹, HU Yuan¹, ZHANG Xian-dou²

(1. Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 2. Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Two kinds of professional displays widely used were tested to get performance from 6 aspects of time stability, space uniformity, color gamut, color product constant qualitative, channel independence, and color temperature. The two sets of monitors' display performance were compared. Test results showed that professional display B is slightly better than professional display A on the performance of time stability, chroma stability, and channel independency; professional display A has better uniformity; and both have little difference in other performances. In general, performances of the two kinds of major display are relatively stable.

Key words: professional display; space uniformity; gamut; color temperature

随着低碳环保理念在印刷工业的深入, 用屏幕软打样部分替代数码打样, 来进行印刷过程控制和印刷产品质量的预测, 是发展的必然趋势, 而要做好屏幕软打样的首要前提就是选择一台性能优越的专业显示器。目前在印刷领域主要使用的专业显示器品牌有 EIZO、NEC、三星、华硕等。

笔者以目前应用较为广泛的 2 种专业显示器 A 和 B 的性能判断为研究目标, 设计了一套系统的专业显示器性能测试方法, 用于判断专业显示器的性能优势, 给予印刷企业选择的判断依据。

1 显示器测量标准及实验准备

IEC(国际电工委员会)和 VESA^[1](视频电子标

准协会)分别定义了用于显示器性能测试的规范, 其中 IEC 61966-4^[2]专门针对跨媒体颜色测量及管理中的液晶显示器性能评价方法做了相应规范。实验主要依据 IEC 61966-4 规范, 分别对专业显示器 A 及专业显示器 B 的显示性能进行测试评价对比。

测量环境: 暗室, 墙壁为 Munsell N5 中性灰。测试对象: 专业显示器 A 和专业显示器 B, 测试之前未做任何校正。分辨率: $1\ 920 \times 1\ 200$ 。计算机主机: CPU, Intel Pentium Dual-Core E6600, 3.06 Hz; 内存为 2 G; 显卡, NVIDIA GeForce GT 220; 位深为 8 位; 操作系统: Windows XP; 测量仪器: X-Rite Eye-one Display; 色域制作及数据获取软件: ProfileMaker; 辅助观察显示颜色的软件: PowerPoint; 数据分析软件: Matlab。

收稿日期: 2011-09-20

基金项目: 天津市应用基础及前沿技术研究计划—自然科学基金重点项目(2012)

作者简介: 司占军(1971-), 男, 河北人, 天津科技大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向为印刷色彩及图形、图像处理数字出版技术。

根据 IEC 规范,显示器显示性能评价实验中所搭建的实验装置见图 1。

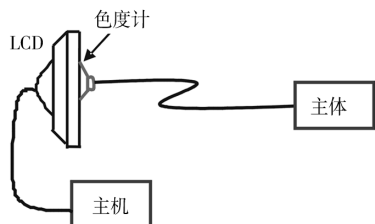


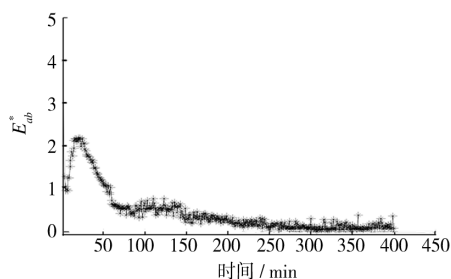
图 1 实验装置

Fig. 1 Schematic diagram of the experimental facility

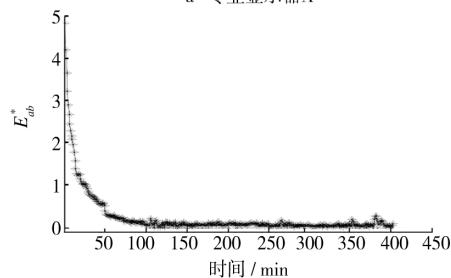
2 显示器预热时间稳定性实验及结果分析

显示器预热时间稳定性^[3]是指显示器从开机时刻起,显示颜色的色度信息随时间的变化情况。显示器色度信息随时间的变化越小,显示器的预热时间稳定性越好。图 1 所示的实验装置,从开机起的 4 h 内,每隔 1 min 对被测试的专业显示器上显示的白色色块测量一次。

专业显示器 A 和 B 的白色色差随时间的变化情况见图 2,其中参考 $L^* a^* b^*$ 值为显示器最后 100



a 专业显示器 A



b 专业显示器 B

图 2 专业显示器的白色色差随时间的变化

Fig. 2 White color difference of professional display

A and B varied with time

min 测量值的平均值。从图 2 中可以看出,专业显示器 A 的白色色差首先随着时间的增加而增加,然后递减至稳定,而专业显示器 B 的白色色差则一直处于递减趋势。从色差的角度分析,专业显示器 B 的时间稳定性略好于专业显示器 A,100 min 之后其色差基

本上趋于 0,而专业显示器 A 的对应色差在 100~200 min 之内仍有一定大小的数值,200 min 之后才基本稳定下来,但在 100 min 之后,其色差基本在 0.5 以下,低于普通观察者视觉阈值,满足实际应用的需求。

3 显示器空间均匀性实验及结果分析

显示器空间均匀性^[4]是指显示器屏幕各个像素的驱动值相同时,其所显示颜色的色度信息随屏幕空间的变化情况。显示器的空间均匀性越好,同一驱动值在屏幕上不同位置对应的色度信息越一致,色差越小。

将显示器的屏幕划分见图 3,将交界处的 25 个点

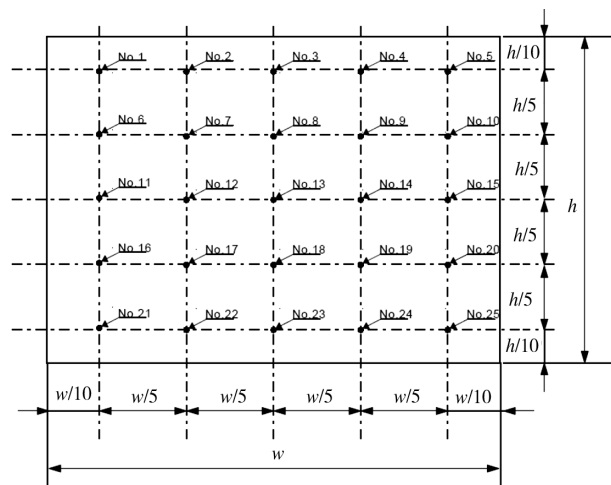


图 3 空间均匀性测量点分布

Fig. 3 Test points distribution of space uniformity test

作为测量点。在显示器开机预热 3 h 后,将显示器整个屏幕分别设置为白色、灰色(128,128,128)、黑色、红色、绿色和蓝色,然后用色度计测量每种颜色对应屏幕上的 25 个点的 CIE XYZ 三刺激值。选取平均 $L^* a^* b^*$ 值为参考值,计算屏幕 25 个测量值与参考值间的色差。

专业显示器 A 和专业显示器 B 对应的白、灰、黑、红、绿和蓝色屏幕的空间均匀性色差统计结果分别见图 4 和表 1~2,空间坐标(1,1)点和(5,5)点分别对应于屏幕的左下角和右上角,其他坐标点对应空间位置依次类推。从图 4 中可以看出,专业显示器 A 4 个角落的空间均匀性色差较大,中心区域的色差相对较小;而专业显示器 B 屏幕中间的屏幕均匀性色差也较大。

表 1~2 为专业显示器 A 和 B 显示白、灰、黑、

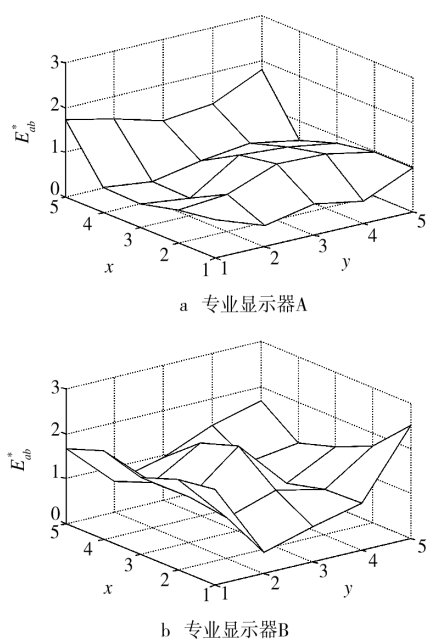


图 4 专业显示器的屏幕均匀性

Fig. 4 Screen uniformity of professional display A and B

红、绿和蓝 6 种颜色对应的平均空间均匀性色差及标

表 1 专业显示器 A 25 个区域白灰黑红绿蓝对应的空间均匀性平均色差及标准偏差

Tab.1 Average color difference and standard deviation of W, K, R, G, and B space uniformity at 25 areas for professional display A

空间坐标	1	2	3	4	5
5	1.74(1.24)*	1.49(1.08)	1.19(0.74)	1.30(0.95)	1.80(0.88)
4	0.57(0.23)	0.44(0.24)	0.62(0.39)	0.77(0.52)	0.57(0.34)
3	0.53(0.25)	0.39(0.23)	1.11(0.88)	1.01(0.55)	0.83(0.46)
2	0.74(0.35)	0.83(0.50)	1.25(0.56)	1.20(0.75)	0.98(0.46)
1	0.86(0.35)	0.48(0.15)	0.70(0.50)	0.49(0.25)	0.97(0.52)

表 2 专业显示器 B 25 个区域白灰黑红绿蓝对应的空间均匀性平均色差及标准偏差

Tab.2 Average color difference and standard deviation of W, K, R, G, and B space uniformity at 25 areas for professional display B

空间坐标	1	2	3	4	5
5	1.67(1.03)	0.69(0.41)	0.94(0.55)	1.40(0.72)	1.69(1.14)
4	1.97(0.96)	1.00(0.51)	1.61(0.74)	0.93(0.70)	1.10(0.49)
3	1.72(1.01)	1.02(0.49)	1.89(0.85)	0.80(0.33)	1.36(0.90)
2	2.03(1.11)	0.89(0.58)	1.24(0.64)	1.00(0.48)	1.71(1.16)
1	2.15(1.48)	0.47(0.35)	0.78(0.58)	1.04(0.40)	2.52(1.98)

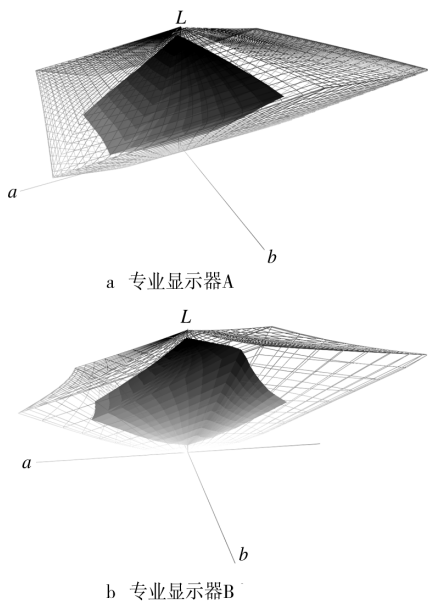
* : 括号中数据为该区域对应白、灰、黑、红、绿和蓝色空间均匀性色差对应的标准偏差。

准偏差,可以看出各个位置都具有较大的标准偏差,说明这 2 种显示器不同颜色具有不同的空间均匀性。实际上专业显示器 A 和 B 在 25 个空间区域所有颜色对应的平均色差及标准偏差分别为 0.91 ± 0.53 和 1.34 ± 0.78 ,可以看出整体上专业显示器 A 的屏幕均匀性优于专业显示器 B。

4 显示器色域实验及结果分析

显示器色域是指显示器所能显示的颜色范围^[5]。在印刷中专业显示器主要用于软打样,用户比较关心的是显示器与印刷机色域的匹配情况,即显示器色域是否能完全包含并大于印刷机色域,显示器色域越大对软打样越有利。研究中显示器和印刷机的色域都是通过 ProfileMaker 软件制作的。

专业显示器 A 和 B 的色域与某企业曼罗兰 R705 平张印刷机的色域比较见图 5,从图 5 可以看出



(网格:显示器色域,实体:印刷机色域)

图 5 2 种专业显示器与某企业印刷机色域的比较

Fig. 5 Comparison of professional display with printer in color gamut

这 2 种显示器的色域都明显大于印刷机的色域,足以用于印刷机的软打样。

5 显示器的色品恒定性实验结果分析

显示器色品恒定性^[6-7]是指主色、二次色或三次

色在不同驱动值情况下,所显示色块对应色品坐标的变化情况。显示器的色品恒定性越好,显示器的显色越准确。测量时在被测试显示器上分别显示红、绿、蓝、青、品、黄和灰色的渐变颜色色块,其驱动值从 0~255 以 16 为间隔,用色度计测量各个色块对应三刺激值并计算其色品坐标。

专业显示器 A 和 B 不同色系对应的色品坐标的分布情况见图 6,从图 6 可以看出这 2 台显示器在不

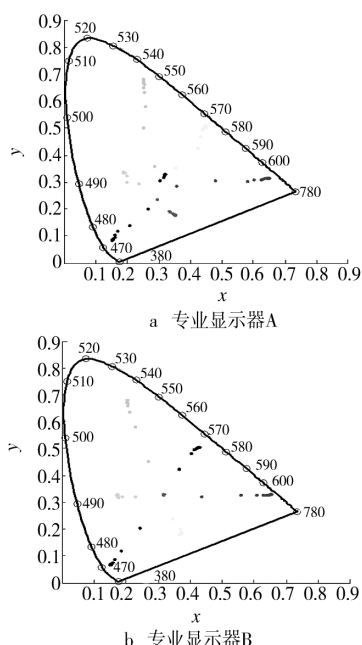


图 6 2 种专业显示器红、绿、蓝、青、品、黄和灰色的色品坐标分布

Fig. 6 Chroma coordinates distribution of R, G, B, C, M, Y, and K of professional display A and B

同色系上的色品坐标都有一定的波动性,但总体上专业显示器 B 有更多的颜色点在色品图中重合,离散点也基本分布在各个色系与白色的连线上,因此专业显示器 B 的色品恒定性略好于专业显示器 A。

6 显示器的通道独立性实验结果分析

显示器的通道独立性^[8]也可称为通道相加性,指显示器显示颜色时各个通道间互不干扰,表现在色度上是指混合通道驱动值作用下对应颜色的三刺激值应与 3 个通道单独作用时的三刺激值之和相等。利用色品恒定性实验中的测量结果,测量时在被测试显示器上分别显示红、绿、蓝、青、品、黄和灰色得渐变颜色色块,驱动值从 0~255 以 16 为间隔。利用红、绿、

蓝混合相加分别得到青、品、黄和灰色通道的三刺激值,然后分别计算青、品、黄、灰通道实际测量的和被红、绿、蓝混合相加得到的三刺激值对应的 $L^* a^* b^*$ 值,并计算其对应色差,色差越小,则表明显示器通道独立性越好。

显示器的通道独立性实验结果见图 7,从图 7 可

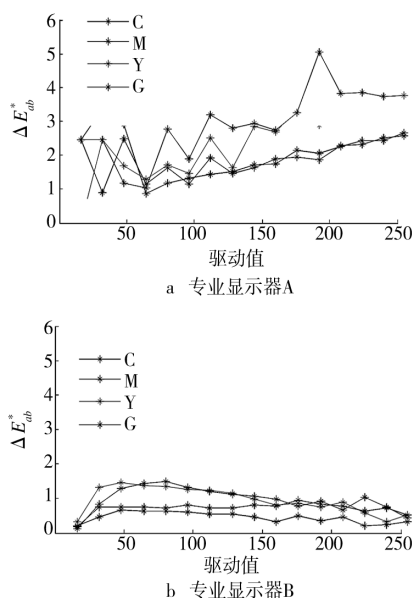


图 7 专业显示器 A 和专业显示器 B 青、品、黄和灰色的相加性色差

Fig. 7 Accumulative color difference of C, M, Y, and K of professional display A and B

以看出专业显示器 B 对应颜色的色差较小,即其通道独立性明显好于专业显示器 A。

7 显示器色温特性实验及其结果分析

显示器的色温设置直接影响着所显示颜色的整体偏移情况,色温越高,显示器所显示颜色整体偏蓝,色温越低,则所显示颜色整体偏红。色温可调节并不是所有的专业显示器都具备的条件,此处仅以专业显示器 A 的色温特性实验为例进行说明。

为了考察专业显示器 A 色温设置值与实测色温值的一致性,从显示器 A 所能设置的最小色温 3 000 K 到最大值 15 000 K,以 200 K 为间隔进行设置。在每种设置下,令显示器全屏显示为白色,待显示器稳定 2 min 后,用色度计对显示器中心区域的白色色块连续测量 5 次,计算 5 次测量结果对应的平均三刺激值,再利用 McCamy^[6]公式计算各个色温设置下对应

的实际色温,结果见表 3。

表 3 专业显示器 A 手动设置色温与实际色温比较

Tab.3 Comparison between set and actual color temperature of professional display A			K		
设置色温	实际色温	偏离大小	实际色温	偏离大小	设置色温
3 000	2 960	40	9 400	8 462	938
3 200	3 147	53	9 600	8 581	1 019
3 400	3 312	88	9 800	8 712	1 088
3 600	3 510	90	10 000	8 838	1 162
3 800	3 694	106	10 200	8 932	1 268
4 000	3 896	104	10 400	9 090	1 310
4 200	4 074	126	10 600	9 225	1 375
4 400	4 254	146	10 800	9 346	1 454
4 600	4 427	173	11 000	9 465	1 535
4 800	4 625	175	11 200	9 602	1 598
5 000	4 815	185	11 400	9 761	1 639
5 200	5 007	193	11 600	9 913	1 688
5 400	5 159	241	11 800	10 051	1 749
5 600	5 343	257	12 000	10 079	1 921
5 800	5 495	305	12 200	10 242	1 958
6 000	5 681	319	12 400	10 392	2 008
6 200	5 861	340	12 600	10 435	2 166
6 400	6 064	336	12 800	10 600	2 200
6 600	6 229	371	13 000	10 691	2 309
6 800	6 389	411	13 200	10 774	2 426
7 000	6 578	423	13 400	10 954	2 446
7 200	6 723	477	13 600	10 941	2 659
7 400	6 905	495	13 800	11 109	2 691
7 600	7 039	561	14 000	11 173	2 827
7 800	7 235	565	14 200	11 282	2 918
8 000	7 367	633	14 400	11 362	3 038
8 200	7 515	685	14 600	11 528	3 072
8 400	7 702	698	14 800	11 509	3 291
8 600	7 885	715	15 000	11 707	3 293
8 800	8 030	770	5 000	4 647	353
9 000	8 130	870	6 500	5 870	630
9 200	8 266	934			

从表 3 可以看出,在低色温设置下,实际色温与设置色温相差不大,但随着色温的增加,实际色温与设置色温的偏离越来越大,在 15 000 K 时,其偏离达到 3 293 K。另外整体上实际色温较设置色温偏小,简而言之,实际色温达不到设置色温值。

考虑到显示器经色温设置改变后,显示器需一段时间后才能稳定下来,以及在印刷应用中用户经常将显示器设置为 D50(5 000 K)或 D65(6 504 K),实验将显示器的色温设置为 5 000 K 和 6 500 K,待显示器稳定 3 h 后分别利用上述同样方法测量其对应的实际色温,结果见表 3 末尾最后 2 组数据。可以看出,在这 2 种色温设置下,实际色温与实测色温仍有

较大偏差。所以在实际应用中,用户应意识到实际色温与设置色温相比偏小的规律,具体在设置时,可将色温设置为高于目标色温一定大小的数值,以弥补显示器在色温设置上的缺陷。

8 结论

对目前在图像、印刷领域得到广泛应用的 2 种专业显示器,在时间稳定性、空间均匀性、色域、色品恒定性和通道独立性方面进行了比较评价,结果表明,在时间稳定性、色品恒定性及通道独立性方面,专业显示器 B 略优于专业显示器 A,而专业显示器 A 取得了较好的空间均匀性,在其他特性方面两者相差不大。总体来说,专业显示器的性能均比较稳定。

在竞争越来越激烈的印刷市场上,选择一台性能优越的专业显示器有助于印前工作者更好地进行设计以及屏幕软打样,是实现低碳印刷的必要前提。

参考文献:

[1] VESA. Flat Panel Display Measurements Standard[S]. Version 2.0,2001.

[2] IEC 61966—4,Colour Measurement and Management in Multimedia Systems and Equipment —Part4[S].

[3] 徐海松. 颜色信息工程[M]. 杭州:浙江大学出版社,2005. XU Hai-song. Color Information Engineering[M]. Hangzhou:Zhejiang University Publishing Company,2005.

[4] 胡媛,张显斗. 软打样用显示器的性能测试方法[J]. 印刷杂志,2011(3):45—48. HU Yuan, ZHANG Xian-dou. Performance Testing Methods of Displays for Softproof[J]. Printingfield,2011 (3):45—48.

[4] DIAZ J A,JIMÉNEZ J R,HITA E,et al. Optimizing the Constant-channel Chromaticity and Color Gamut of CRT Displays by Control of Brightness and Contrast Levels [J]. Appl Opt,1996,35 (10):1711—1718.

[6] McCAMY C S. Correlated Color Temperature as an Explicit Function of Chromaticity Coordinates [J]. Color Research and Application,1992,17(2):142—144.

[7] JIMÉNEZ J R,RECHE J F,DIAZ J A,et al. Optimization of Color Reproduction on CRT-color Monitors[J]. Col Res Appl,1999,24(3):207—213.

[8] KIM H,PARK S,KIM S. Fabrication of Brightness Optimizer for CRT Color Monitors[J]. Col Res Appl,2003, 28(6):468—472.