

## LCD 显示器特性文件质量分析

江新忠, 洪亮, 朱明

(河南工程学院, 郑州 450007)

**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了质量评价。

**关键词:** 液晶显示器; 色彩管理; 质量评价; 色差

**中图分类号:** TS803; TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0080-04

### Quality Analysis of LCD Monitor Profile

JIANG Xin-zhong, HONG Liang, ZHU Ming

(Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** Same color has significant difference among different monitors. Monitors and their color management document were calculated and adjusted by experiment test, according to the basic principles of color management on monitor and its standard process in application. The monitor profile was also evaluated in quality.

**Key words:** LCD; color management; quality evaluation; color difference

目前, 印前系统中都把显示器作为预打样的设备, 依靠屏幕显示的色彩来调整图像色彩<sup>[1]</sup>。近年来, 随着液晶显示器 LCD 技术的不断发展, 不论是在颜色的准确性和稳定性、色域空间的大小、显示均匀性方面, 还是在观看角度方面都有了很大提高<sup>[2]</sup>。文中以 LCD 为研究对象分析其生成的特性文件质量。

## 1 实验

### 1.1 条件

实验的液晶显示器为方正 FGC82 型号 19 寸 LCD 显示器, 测评仪器是爱色丽 Eye-One Pro 分光光度仪, LCD 显示器特性文件生成软件是 i1Profiler 软件, LCD 显示器颜色评价软件是 basIColor display, 运行平台为 Windows XP 系统。

### 1.2 准备

在显示器色彩管理前, 清洁显示器屏幕; 打开 LCD 显示器, 预热半小时, 使其呈色稳定; 关闭显示器的色彩管理功能和屏幕保护程序<sup>[3]</sup>。

### 1.3 步骤

1) 启动 basIColor display 软件, 连接 Eye-One

Pro, 使用软件中的 Review 检测功能生成色彩管理前的色差分析图。

2) 启动 i1Profiler 软件, 校正并生成 LCD 显示器 ICC 特性文件, 同时将该 ICC 文件立即设置为当前 LCD 显示器系统的配置文件。

3) 用分光光度计分别记录下 LCD 显示器当前 9 个区域中心点的亮度及色度。

4) 再次启动 basIColor display 软件, 使用软件中的 Review 检测功能生成色彩管理后的色差分析图和 Gamma 曲线图。

## 2 LCD 显示器特性文件质量评价

通过对 Gamma 值、显示器均匀性和色彩还原能力这 3 个参数的测评, 能够全面了解一个基于 LCD 制作的显示特性文件对显示器的色彩还原和传递的能力<sup>[4]</sup>。

### 2.1 Gamma 值测评

Gamma 值是反应三刺激值与数字驱动值之间的特殊关系曲线<sup>[5]</sup>。颜色刺激值与数字驱动值之间成

收稿日期: 2012-06-11

基金项目: 2012 年河南省教育厅自然科学研究重点项目(12A510004)

作者简介: 江新忠(1968—), 男, 河南郑州人, 河南工程学院讲师, 主要研究方向为印刷工艺。

指数关系<sup>[6]</sup>:

$$R = k_r \left( \frac{d_r}{2^n - 1} + d_{r0} \right)^\gamma$$

$$G = k_g \left( \frac{d_g}{2^n - 1} + d_{g0} \right)^\gamma$$

$$B = k_b \left( \frac{d_b}{2^n - 1} + d_{b0} \right)^\gamma$$

式中:  $R, G, B$  表示颜色三刺激值;  $d_r, d_g, d_b$  称为数字驱动值(即表示颜色的参数,取值  $0 \sim 255$ );  $\gamma$  为反应液晶显示器对各梯度层次与输出亮度之间的关系;  $k_r, k_g, k_b$  为通道的放大系数;  $d_{r0}, d_{g0}, d_{b0}$  为各通道的暗电流;  $n$  为颜色位数,一般为 8。

根据上述颜色刺激值与数字驱动值之间成指数关系用 Gamma 曲线图直观表示液晶显示器显示特性。Gamma 曲线图共有红、蓝、绿 3 种颜色的曲线,如果显示特性文件能够很准确的反应显示器的特性,理论上 3 条线完全重合,并且完全呈一对角线是最为理想的。basIColor display 软件检测生成 LCD 显示器特性文件的 Gamma 曲线见图 1, RGB 曲线几乎完美地重合在一起,从  $0 \sim 100\%$  的灰度颜色都很中性。这表明色彩管理后 Gamma 曲线的优化比较出色,使得液晶显示器在颜色输出时基本保持了一致性,符合校正要求。

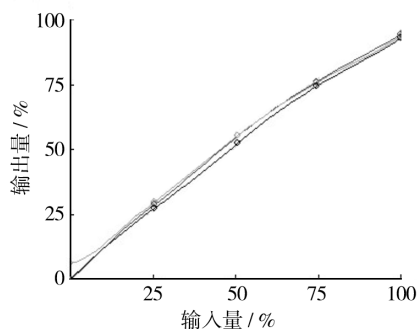


图 1 ICC 文件 RGB 曲线截图

Fig.1 ICC files RGB curves screenshot

## 2.2 显示器均匀性测评

显示器均匀性测评是量化彩色显示器整个表面上的色彩变化和亮度变化。在确定显示器是否适用于处理具有色彩精确要求的工作以及确定显示器上最精确的区域以进行关键性色彩评估时,该信息非常有用。测试中将 LCD 显示器的屏幕平均分为 9 个区域,见图 2,用分光色度计分别记录下每个区域中心点的亮度以及色度(整理见表 1)。

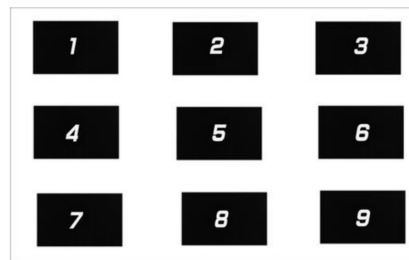


图 2 显示器屏幕区域划分

Fig.2 Display screen division

表 1 显示器均匀性数据

Tab.1 Display uniformity data

| 取样区<br>域序号 | 亮度<br>/(cd · m <sup>-2</sup> ) | 亮度△<br>/(cd · m <sup>-2</sup> ) | 白点<br>/K | 白点△<br>/K |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|
| 1          | 16                             | -2                              | 6 679    | 187       |
| 2          | 16                             | -3                              | 6 705    | 213       |
| 3          | 16                             | -3                              | 6 599    | 108       |
| 4          | 17                             | -1                              | 6 489    | -3        |
| 5          | 19                             | 0                               | 6 492    | 0         |
| 6          | 18                             | 0                               | 6 439    | -52       |
| 7          | 24                             | 5                               | 6 881    | 389       |
| 8          | 18                             | 0                               | 6 740    | 248       |
| 9          | 22                             | 4                               | 6 783    | 291       |

一般来说 LCD 显示器的屏幕测试数据差异越小越好。从表 1 中数据分析可知, LCD 显示器屏幕上的第 4, 5, 6 区域的亮度和白点与标准值差异接近于 0, 质量非常好; 第 1, 2, 3, 8, 9 区域的亮度和白点与标准值差异较小, 质量好; 第 7 个区域即屏幕左下角的亮度和白点质量相对来说较差。整体来说, LCD 显示器均匀性比较好。后面色彩再现能力测评时尽量选择 LCD 显示器的屏幕均匀性好的区域以避免误差。

## 2.3 色彩再现能力测评

真实地还原色彩是显示器的天职, 所以把色彩再现能力作为最重要的项目进行测试。色彩再现能力主要包括色差分析和灰度再现程度。

basIColor display 软件只提供作为测试色差的 24 个色块(主要包括 9 个灰度等差色块、红绿蓝与黄品青等相关的 16 个色块, 见表 2), 当然也可以按照其规则自定义更多的代表性色块。该实验采用软件自身提供的 24 个色块测试色差, 同时可进行色差分析和灰度再现程度评价。

### 2.3.1 色差分析

通常采用色彩信息量化(即  $\Delta E$  值)衡量显示器

表 2 选取色块色差对比数据  
Tab.2 Selected color difference comparison data

| 取样<br>色块 | 参考数据 |     |     | 色彩管理前 |       |        |                 | 色彩管理后 |       |        |                 |
|----------|------|-----|-----|-------|-------|--------|-----------------|-------|-------|--------|-----------------|
|          |      |     |     | 测量数据  |       |        | 色差              | 测量数据  |       |        | 色差              |
|          | R    | G   | B   | L     | a     | b      | $\Delta E_{94}$ | L     | a     | b      | $\Delta E_{94}$ |
| 0        | 255  | 255 | 255 | 100   | 0     | 0      | 0.00            | 100   | 0     | 0      | 0.00            |
| 1        | 224  | 224 | 224 | 89.1  | 0.7   | -1.0   | 1.20            | 90.4  | 0.2   | 0.1    | 0.51            |
| 2        | 192  | 192 | 192 | 76.3  | 0.9   | -3.9   | 4.09            | 79.3  | 0.4   | -0.9   | 1.11            |
| 3        | 160  | 160 | 160 | 63.5  | 2.1   | -6.7   | 7.09            | 67.8  | 0.2   | -0.4   | 0.81            |
| 4        | 128  | 128 | 128 | 51.4  | 2.8   | -6.5   | 7.10            | 55.5  | -0.2  | -0.4   | 0.86            |
| 5        | 96   | 96  | 96  | 38.3  | 2.2   | -3.9   | 4.61            | 42.7  | -0.0  | -0.5   | 1.09            |
| 6        | 64   | 64  | 64  | 23.3  | 1.5   | -5.6   | 6.10            | 27.4  | -0.5  | 0.0    | 0.78            |
| 7        | 32   | 32  | 32  | 8.1   | 1.2   | -3.4   | 4.13            | 12.1  | -1.1  | -0.6   | 1.86            |
| 8        | 0    | 0   | 0   | 1.0   | 0.5   | -3.7   | 3.72            | 1.7   | -1.1  | -1.2   | 1.89            |
| 9        | 128  | 0   | 0   | 26.9  | 46.8  | 28.7   | 3.01            | 28.8  | 48.2  | 36.2   | 1.27            |
| 10       | 255  | 0   | 0   | 56.3  | 80.4  | 64.0   | 1.45            | 55.8  | 79.5  | 72.7   | 0.60            |
| 11       | 255  | 128 | 128 | 68.6  | 53.7  | 20.5   | 1.57            | 70.4  | 47.4  | 23.8   | 0.65            |
| 12       | 0    | 128 | 0   | 43.3  | -48.1 | 39.3   | 2.81            | 47.4  | -51.2 | 48.3   | 1.03            |
| 13       | 0    | 255 | 0   | 87.0  | -82.5 | 75.1   | 1.18            | 86.8  | -80.8 | 84.0   | 0.26            |
| 14       | 128  | 255 | 128 | 90.1  | -57.9 | 44.3   | 1.24            | 90.3  | -53.9 | 47.9   | 0.71            |
| 15       | 0    | 0   | 128 | 10.5  | 42.6  | -69.4  | 0.72            | 12.8  | 39.5  | -67.5  | 0.41            |
| 16       | 0    | 0   | 255 | 26.9  | 69.5  | -113.7 | 1.38            | 31.0  | 61.7  | -110.3 | 0.27            |
| 17       | 128  | 128 | 255 | 55.5  | 27.6  | -67.9  | 1.69            | 60.4  | 21.9  | -62.4  | 0.93            |
| 18       | 0    | 128 | 128 | 45.0  | -29.6 | -15.5  | 3.03            | 49.3  | -33.4 | -9.7   | 0.81            |
| 19       | 0    | 255 | 255 | 89.6  | -55.3 | -15.5  | 1.43            | 90.0  | -52.8 | -15.9  | 0.18            |
| 20       | 128  | 0   | 128 | 29.7  | 55.5  | -38.4  | 0.55            | 31.9  | 56.5  | -36.2  | 0.58            |
| 21       | 255  | 0   | 255 | 61.0  | 93.2  | -57.6  | 0.63            | 61.8  | 90.3  | -58.8  | 0.17            |
| 22       | 128  | 128 | 0   | 49.9  | -6.6  | 45.6   | 3.46            | 53.9  | -9.3  | 55.4   | 1.16            |
| 23       | 255  | 255 | 0   | 97.8  | -14.3 | 87.8   | 1.14            | 97.3  | -14.4 | 97.9   | 0.18            |

特性化与标准值之间差距的大小,  $\Delta E$  数值越小越好,  $\Delta E$  数值越高说明色彩失真。

将 basICColor display 检测色彩管理前后色差图数据整理见表 2, 选取表 2 中 24 个色块的色差数值绘制色彩管理前后色差比较图见图 3, 用来直观地显示 LCD 显示器的色彩精度。

色彩评价中对色差的通常界定:  $\Delta E$  小于 1 是肉眼无法辨别的差异, 说明色彩再现精度非常高;  $\Delta E$  大于 1 而小于 3, 属于可辨不可辨之间, 这样的精度可接受的;  $\Delta E$  大于 3, 差异明显可见。

统计这些色块的测量值与标准值之间的色差, 根据色差计算及其统计数据, 色彩管理前色差平均值为 2.64, 色差最大值为 7.10, 色差大于 3 的色块占到 41.67%, 色差小于 1 的色块只占到 16.67%。色彩管理后 11 ICC 文件色差平均值为 0.75, 色差最大值为

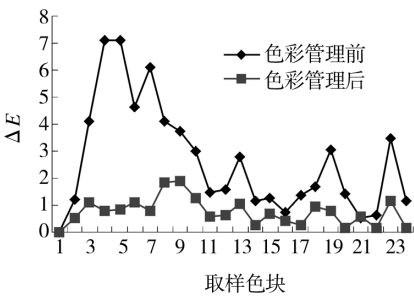


图 3 LCD 显示器色彩管理前后色差的对比  
Fig. 3 LCD display color difference comparison before and after color management

1.89, 所有色块的色差都在 0~2 之间。其中色差小于 1 的色块占到 70.83%, 说明液晶显示器色彩管理后色彩再现精度非常高, 完全符合 GB /T 7705 — 1987<sup>[7]</sup> 标准。

### 2.3.2 灰度的再现程度

选择一定数量的灰度级别的色块(等量 RGB 下产生),在显示特性文件下给出标准的数字信号,测量显示器响应的色彩数值,统计显示器响应的 LAB 值与标准值之间的色差是否在接受的范围内,用以评价显示特性文件的对灰度的再现程度。

实验采用标准等差灰度分级法将 256 级平均分为 9 份(如表 2 所示取样色块为 0~8 的 9 个取样色块),灰度测量数值见表 2。从表 2 可以看出色彩管理后 Lab 数值中代表颜色 ab 值都很小,说明显示器显示的灰度颜色不偏色;色彩管理后灰度的色差变动范围小(见图 4),没有大幅度波动,所有的中性灰色

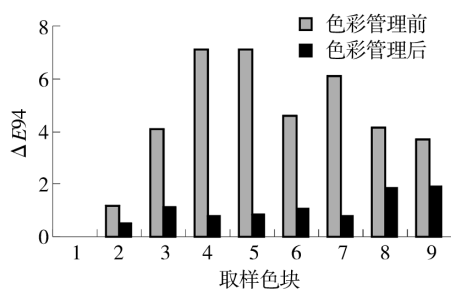


图 4 LCD 显示器色彩管理前后灰度色差的对比  
Fig. 4 LCD display gray color difference comparison before and after color management

彩偏差都在可接受的范围内。

## 3 结语

该实验选择普通的 LCD 显示器进行测试,有一定的适用范围,但选用 LCD 显示器做软打样,最好是选用经过 SWOP 国际认证显示器,如 EIZO, APPLE, NEC 等品牌<sup>[8]</sup>。总之文中对 LCD 显示器特性文件质量分析进行的规范化操作,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<sup>[9]</sup>;同时该次试验也为更好地探索显示器色彩管理和质量评价规范化的研究奠定基础。

### 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.

TIAN Quan-hui, LIU Jun. Printing Color Management [M]. Beijing: Printing Industry Publishing House, 2007.

[2] 贺文琼. LCD 显示器颜色特性文件质量分析[J]. 包装工程, 2006, 27(8): 41—42.

HE Wen-qiong. LCD Display Color Profile Quality Analysis[J]. Packaging Engineering, 2006(8): 41—42.

[3] 梁静,邓晶绿. 基于 ProfileMaker 的 CRT 显示器色彩校正方法[J]. 出版与印刷, 2010 (1): 40—43.

LIANG Jing, DENG Jing-lu. Based on ProfileMaker CRT Display Color Calibration Method for [J]. Publishing and Printing, 2010(1): 40—43.

[4] 翁星光,唐正宁. 基于 LCD 显示特性文件质量三维评测系统研究[J]. 包装工程, 2007, 28(5): 59—61.

WENG Xing-guang, Tang Zheng-ning. LCD Based Display Profile Quality Evaluation System Based on Three-dimensional[J]. Packaging Engineering, 2007 (5): 59—61.

[5] 大石严,田村彻. 显示技术基础[M]. 北京:科学出版社, 2003.

BOULDER Yan, TAMURA Tetsu. Display Technology [M]. Beijing: Science Press, 2003.

[6] 刘浩学. 显示器的颜色计算和色彩管理[J]. 北京印刷学院学报, 2003(12): 3—7.

LIU Hao-xue. Calculation of Color and Its Color Management [J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2003(12): 3—7.

[7] 全国印刷标准化技术委员会. 常用印刷标准解读[M]. 北京:印刷工业出版社, 2005.

The National Standardization Technical Committee printing. Printing Standard Interpretation [M]. Beijing: Printing Industry Publishing House, 2005.

[8] 柯建加. 印前色彩管理系统校正和特性化[J]. 广东印刷, 2008(6): 24—26.

KE Jian-jia. Color Management System Calibration and Characterization for [J]. Guangdong Printing, 2008(6): 24—26.

[9] 李凯,孙红光. 显示器色彩管理规范化的研究[J]. 浙江科技学院学报, 2010(6): 192—196.

LI Kai, SUN Hong-guang. The Display Color Management Standardization Study [J]. Journal of Zhejiang University of Science and Technology, 2010(6): 192—196.