

移动终端显示屏呈色性能的评价

蔡圣燕, 王姮

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 对主流品牌的移动终端显示屏进行呈色性能评价。**方法** 在分析目前移动终端用途的基础上, 找出各用途对应的标准, 并根据标准要求对 6 台中高端移动终端进行呈色性能评价。评价指标包括亮度、亮度均匀性、对比度、对比度均匀性和色域覆盖率。**结果** 6 台移动终端中有 5 台满足一般用途要求, 只有 1 台能满足屏幕打样要求; 部分移动终端显示屏的呈色性能达到或超过专业显示器。**结论** 目前主流品牌的中高端移动终端大部分符合国内通信行业推荐标准规定的移动终端显示屏呈色性能要求, 个别达到屏幕打样国际标准适用于移动终端的部分要求。

关键词: 移动终端; 显示屏; 亮度; 对比度; 均匀性; 色域

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)05-0102-05

Evaluation on Displays of Mobile Terminals

CAI Sheng-yan, WANG Heng

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: **Objective** To evaluate the display performance of mobile terminals of major brands. **Methods** Evaluation experiments were done on six mobile terminals and one professional display on the base of standards in terms of their application. The evaluation indexes included luminance, luminance uniformity, contrast, contrast uniformity and gamut coverage rate. **Results** The experiments showed that five mobile terminals met the requirements of common application and only one met the requirements of color proofing. On the other hand, it showed that some mobile terminals surpassed the professional displays in terms of color performance. **Conclusion** It was concluded that most mobile terminals met the requirements of common application and only very few met the requirements of color proofing.

KEY WORDS: mobile terminal; display; luminance; contrast; uniformity; gamut

自 2007 年开始, 智能化引发了移动终端基因突变。目前, 移动终端已经成为互联网业务的关键入口和主要创新平台, 新型媒体、电子商务和信息服务平台, 互联网资源、移动网络资源与环境交互资源的最重要枢纽, 渗透到社会生活的方方面面^[1]。显示屏是移动终端性能评价的一个重要方面^[2]。随着移动终端上多媒体视听功能和网络购物频率的迅速增加, 显

示屏呈色性能的重要性越来越凸显。例如网络购物, 屏幕间色差大会降低客户满意度, 增加退货几率。解决屏幕间色差问题需要色彩管理解决方案。尤其目前印刷行业已推出移动终端远程屏幕打样功能, 对移动终端显示屏的色彩管理提出了直接要求。目前已有个别移动终端品牌能够对显示屏进行色彩管理, 如美国 Datacolor 公司针对 Apple 公司平板电脑推出了

收稿日期: 2013-10-15

基金项目: 天津科技大学实验室开放基金项目(1106A214)

作者简介: 蔡圣燕(1973—), 女, 浙江人, 博士, 天津科技大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向为颜色科学和跨媒体图像再现。

颜色特性化软件 SpyderGallery^[3],中兴通讯公司申请了《用于移动终端的色彩管理方法及装置》的专利^[4]。

与此同时,人们质疑移动终端显示屏是否具备色彩管理所要求的条件,其实色彩管理本身对设备并没有要求。色彩管理只是描述设备的颜色特性,并建立其与标准色空间之间的颜色转换,从而实现各设备间呈色的一致性^[5]。对于显示屏而言,其呈色性能必须达到其使用要求才具备色彩管理条件。如果未能达到使用要求,色彩管理也爱莫能助。呈色性能的优劣评价取决于其使用要求。关于显示器性能评价方法研究或横向测评论文较多^[6-10],文中则着重于评价显示屏与相应标准的符合程度,在分析目前移动终端用途的基础上,找到各用途对应的标准,并根据标准要求对主流品牌的移动终端进行呈色性能的评价,为移动终端色彩管理做一些准备工作。

1 评价方案确定

通常移动终端用于网页浏览、期刊阅读、视频观看和网络购物等,这些用途要求显示屏的呈色性能达到一般显示器要求即可。目前适用于移动终端显示屏呈色性能的国际标准有 ISO 9241—303《人机交互作用的人类工效学 第 303 部分:电子可视显示器要求》^[11],其中规定的呈色性能指标有亮度不均匀性、颜色不均匀性、亮度反差和 gamma 值,但其要求太低,基本没有参考价值。国内通信行业推荐 YD/T 1607—2007《数字移动终端图像及视频传输特性技术要求 and 测试方法》规定了移动终端彩色平板显示的性能要求和测试方法,对亮度、对比度、对比度均匀性和色域覆盖率等 4 项指标做了明确要求^[12]。

在移动终端上实现屏幕打样功能要求其显示屏达到屏幕打样显示屏性能要求。屏幕打样国际标准 ISO 12646:2008/Amd 1:2010(E)《印刷技术——彩色打样用显示器——特性及观察条件》中适用于移动终端的呈色性能指标有亮度、亮度均匀性和对比度^[13]。

该实验采用国内通信行业推荐标准 YD/T 1607—2007 和屏幕打样国际标准 ISO 12646:2008/Amd 1:2010(E) 分别作为移动终端显示屏一般用途和打样用途的性能评价标准,对亮度、亮度均匀性、对比度、对比度均匀性和色域覆盖率等 5 项指标进行测

试。2 项标准对 5 项指标的具体要求见表 1。

表 1 2 项标准对各指标的具体要求
Tab.1 Requirements of two standards
on five performances

指标	YD/T 1607—2007 要求	ISO 12646 要求
亮度	普通显示设备: >70 cd/m ² , 高亮显示设备: >200 cd/m ²	≥80 cd/m ² , 最好达到 160 cd/m ²
亮度均匀性	无规定	显示 R = G = B = 255 时, 所有测量点与中心的亮度误差应 ≤5%, 不能超出 10%。 显示 R = G = B = 128 时, 所有测量点与中心的亮度误差应 ≤6.5%, 不能超出 13%。 显示 R = G = B = 64 时, 所有测量点与中心的亮度误差应 ≤7.5%, 不能超出 15%。
对比度	白点亮度/黑点亮度, ≥50 : 1	≥100 : 1
对比度均匀性	屏幕各点最小对比度与最大对比度之比 ≥70%	无规定
色域覆盖率	红绿蓝三色在 CIE 1976 色度坐标图(u, v)中形成的三角形面积与 NTSC 面积之比。要求 TFT: 45%; OLED: 55%	无规定

2 实验准备

实验选择了主流品牌的 6 台中高端移动终端,包括 2 台平板电脑(编号分别为 pad A 和 pad B)和 4 部手机(编号分别为 phone A, phone B, phone C, phone D)。另外还选择了 1 台专业液晶显示器(编号为 monitor)作为参考。

根据标准要求,实验中各指标测试都需要对屏幕进行多点测量。取点方式有 2 种:5 点取样法和 9 点取样法。5 点取样法是指对屏幕中心和 4 个角的位置进行测量,9 点取样法对屏幕上均匀分布的 9 个点进行测量。各设备的取点方式根据屏幕尺寸确定,小尺寸屏幕采用 5 点取样法,大尺寸屏幕采用 9 点取样法。该实验所有 4 部手机和 pad A 选用 5 点取样法, pad B 和专业显示器 monitor 选用 9 点取样法。

实验所用色度测量设备为 X-Rite il Basic Pro 分

光光度计,测量软件是 ProfileMaker 5 包含的 Measure-Tool。

3 呈色性能测试及结果

3.1 亮度测试及结果

通信行业标准和屏幕打样国际标准均对亮度有明确要求。根据标准要求,将移动终端显示亮度设为最大,保持常亮状态下显示全白图像(255,255,255),水平放置,分光光度计垂直于屏幕进行各点的亮度测量,计算平均值得到屏幕最大亮度。各设备亮度测试结果及其与标准的比较见图 1。通信行业标准对一般显示屏的最低要求为 70 cd/m²,通信行业标准对高亮设备的最低要求为 200 cd/m²。由于屏幕打样标准的最低要求(80 cd/m²)和最佳要求(160 cd/m²)在其范围内,因而未在图 1 上表示。

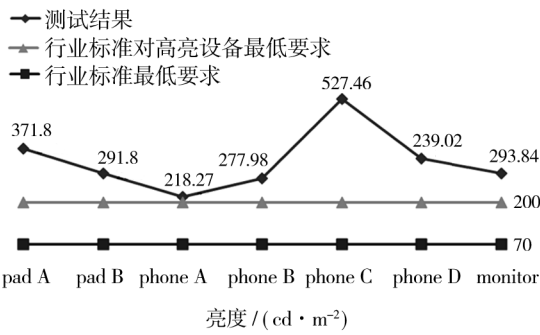


图 1 亮度测试结果与标准
Fig. 1 Measurement results and standard requirements of luminance

从图 1 可以看出,所有设备的亮度测试结果均达到通信行业高亮设备的要求,同时也满足屏幕打样国际标准。

3.2 亮度均匀性测试及结果

通信行业标准对亮度均匀性没有要求。根据 ISO 12646 规定,亮度均匀性测试包括对白(255,255,255)、灰(128,128,128)和黑(64,64,64)等 3 种颜色全屏显示分别进行测试。测试时分别对屏幕各点进行亮度测量,计算各点与中心的亮度误差百分比,其中最大误差百分比即是亮度均匀性评价结果。数值越大,均匀性越差(称为亮度不均匀性)。各设备白、灰和黑颜色显示的均匀性测试结果及其与标准的

比较分别见图 2—4。屏幕打样标准要求为 5%,警戒线为 10%,即要求显示白色时亮度均匀性小于等于 5%,不能超出 10%。图 3 和图 4 分别是灰和黑颜色显示的测量结果和标准比较。

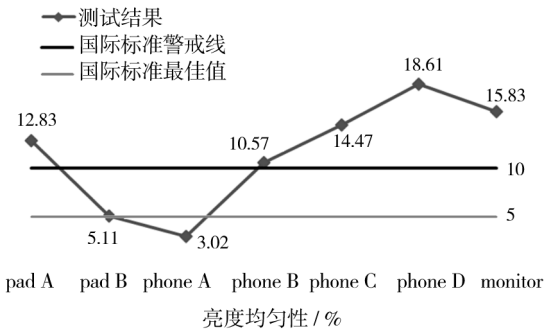


图 2 W255 显示的亮度均匀性测试结果与标准比较
Fig. 2 Measurement results and standard requirements of luminance uniformity for W255

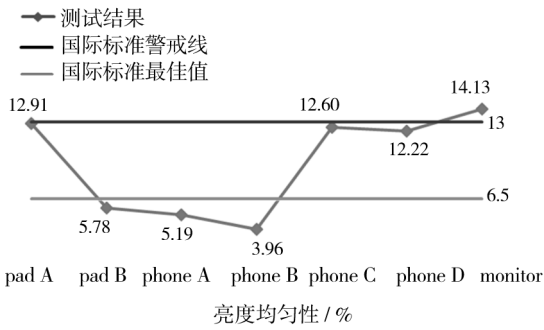


图 3 W128 显示的亮度均匀性测试结果与标准比较
Fig. 3 Measurement results and standard requirements of luminance uniformity for W128

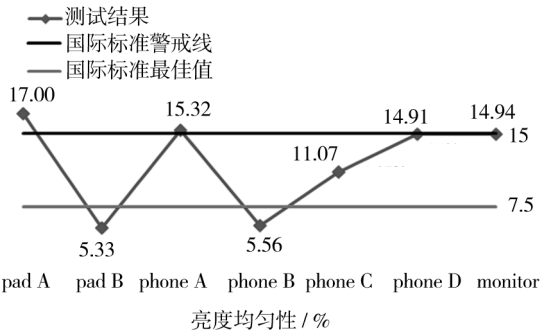


图 4 W64 显示的亮度均匀性测试结果与标准比较
Fig. 4 Measurement results and standard requirements of luminance uniformity for W64

从图 2—4 可以看出,显示白色时,只有 phone A 在最佳范围内,pad B 在警戒线范围内,其余 5 台设备

都超出警戒线。显示灰色时,有 3 台设备在最佳范围内,另有 3 台设备在警戒线范围内,只有 1 台设备不达标。显示黑色时,有 2 台在最佳范围内,3 台在警戒线范围内,2 台不符合。对于 3 个指标综合而言,只有 pad B 达到了屏幕打样国际标准。

3.3 对比度测试及结果

对比度是指显示器最大亮度与最小亮度之比^[14]。通信行业标准和屏幕打样国际标准均对对比度做了明确规定。对比度的测试方法是将屏幕保持常亮状态下显示全白图像(255,255,255),分光光度计垂直于屏幕进行各点亮度测量,计算平均值得到屏幕最大亮度值。同样测试全黑图像(0,0,0),得到最小亮度值,最后将两者相除得到对比度。各设备测试结果见图 5,屏幕打样国际标准为 100,通信行业标准为 50。

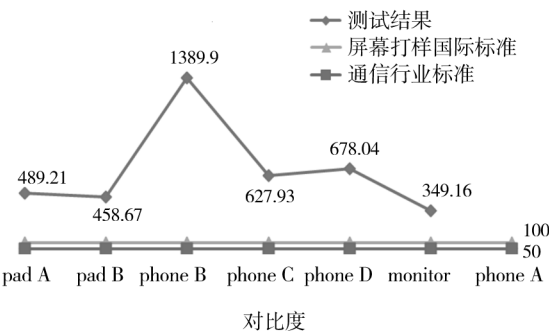


图 5 对比度测试结果与标准比较

Fig. 5 Measurement results and standard requirements of contrast

phone A 的黑场亮度测试结果为 0,理论上其对比度无限大。除此之外,phone B 的对比度最高(1389.90),专业显示器 monitor 的对比度最低(349.17)。全部设备的对比度都满足行业标准和国际标准。

3.4 对比度均匀性测试及结果

通信行业标准对对比度均匀性有明确规定,要求屏幕各点最小对比度与最大对比度之比大于等于 70%。屏幕打样国际标准未做规定。对比度均匀性的测试方法是首先按照对比度测试方法测出屏幕各点对比度,然后找出最小值和最大值,最小值与最大值之比即是对比度均匀性。数值越大,均匀性越好。各设备对比度均匀性测试结果见图 6,通信行业标准

为 70%。

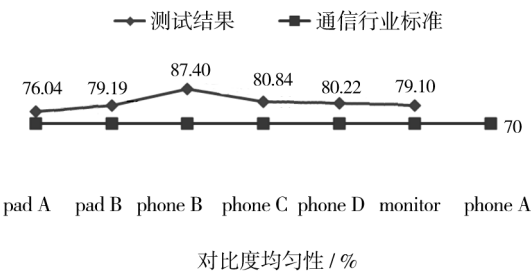


图 6 对比度均匀性测试结果与标准比较

Fig. 6 Measurement results and standard requirements of contrast uniformity

从图 6 可看出,phone B 的对比度均匀性最好,其余设备相差不多,都达到行业标准要求。

3.5 色域覆盖率测试及结果

屏幕打样标准对色域覆盖率未做规定。通信行业标准规定色域覆盖率为红绿蓝三色在 CIE 1976 色度坐标图(u,v)中形成的三角形面积与 NTSC 面积(值为 0.075 572)之比,要求 TFT 屏幕的色域覆盖率达到 45%,OLED 屏幕达到 55%^[15]。该实验用到的设备中未要求的类型(有 IPS 和 VA)均以 45% 为标准。各设备测试结果及与标准的比较情况见图 7。

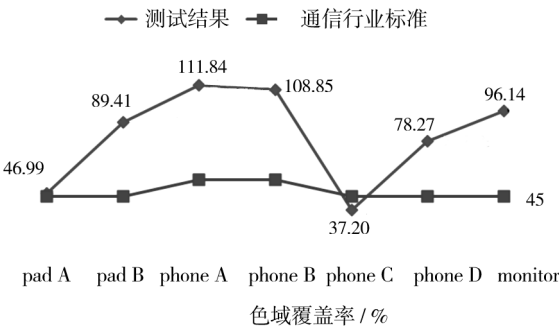


图 7 色域覆盖率测试结果与标准比较

Fig. 7 Measurement results and standard requirements of gamut coverage rate

从图 7 看到,只有 phone C 未达到行业标准要求,其余均符合要求。

4 综合测试结果

综合各设备针对 2 项标准的测试结果,见表 2。从表 2 可看出,对于通信行业标准规定的移动终

表 2 各设备对 2 个标准的达标情况

Tab.2 Devices performance relative to two standards

指标	通信行业标准	屏幕打样国际标准
亮度	全部符合	全部符合
亮度不均匀性	无规定	只有 pad B 符合
对比度	全部符合	全部符合
对比度均匀性	全部符合	无规定
色域覆盖率	只有 phone C 不符合	无规定

端显示屏呈色性能的 4 项指标,6 台移动终端只有 1 台未达标,其余 5 台都能达到要求。对于屏幕打样国际标准适用于移动终端的 3 项指标,只有 1 台平板电脑全部达标,即能用于屏幕打样。

另外,通过和专业显示器比较,可以看到部分移动终端显示屏的这 5 项指标已达到或超过专业显示器。值得注意的是,该专业显示器的亮度均匀性较差,未达到屏幕打样国际标准。

5 结语

主流品牌的中高端移动终端大部分符合国内通信行业推荐标准规定的移动终端显示屏呈色性能要求,个别达到屏幕打样国际标准适用于移动终端的部分要求。对这些符合相应使用要求的移动终端进行色彩管理,就可以实现屏幕颜色显示尽可能一致或进行屏幕打样。

参考文献:

[1] 工业和信息化部电信研究院. 移动终端白皮书[M]. 北京:工业和信息化部电信研究院,2012.
China Academy of Telecommunication Research of MIIT. White Paper on Mobile Terminal[M]. Beijing:China Academy of Telecommunication Research of MIIT,2012.

[2] 陈向真. 平板显示技术现状和发展趋势[J]. 光电子技术,2008,28(1):1—6.
CHEN Xiang-zhen. The Current Stage and Development Trend of FPD Technology[J]. Optoelectronic Technology, 2008,28(1):1—6.

[3] Datacolor C. The Introduction of Spyder[EB/OL]. [2013-10-31]. <http://spyder.datacolor.com/portfolio-view/spyder4elite/>.

[4] 贺菲菲. 用于移动终端的色彩管理方法和装置:中国,200710003623[P]. 2007-01-18.
HE Fei-fei. Color Management Methods and Equipments for Mobile Terminals;China,200710003623[P]. 2007-01-18.

[5] 田全慧,刘珺. 印刷色彩管理[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

TIAN Quan-hui, LIU Jun. Color Management of Printing[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005.

[6] 司占军,胡媛,张显斗. 专业显示器性能测试方法研究[J]. 包装工程,2012,33(5):102—106.
SI Zhan-jun, HU Yuan, ZHANG Xian-dou. Study on Performance Test Method of Professional Display[J]. Packaging Engineering, 2012,33(5):102—106.

[7] 赵元鸿. 平板显示器性能的测试与研究[D]. 长春:长春理工大学,2012.
ZHAO Yuan-hong. Test and Research on Performance of Flat Panel Displays[D]. Changchun:Changchun University of Science and Technology,2012.

[8] 张敏,张涛. TFT-LCD 显示器显示质量评测[J]. 光电子技术,2000,20(4):260—268.
ZHANG Min, ZHANG Tao. Test and Evaluation on TFT-LCD Displays[J]. Optoelectronic Technology, 2000, 20(4):260—268.

[9] 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 Soft Proof[J]. Printing Field, 2011(3):45—48.

[10] 王志宏,唐正宁,李婧伟,等. LCD 显示器显示特性分析[J]. 包装工程,2008,29(4):37—39.
WANG Zhi-hong, TANG Zheng-ning, LI Jing-wei, et al. Analysis of LCD Display Characteristic[J]. Packaging Engineering, 2008,29(4):37—39.

[11] ISO 9241—303, Ergonomics of Human-System Interaction-Part 303:Requirements for Electronic Visual Displays[S].

[12] YD/T 1607—2007, 数字移动终端图像及视频传输特性技术要求和测试方法[S].
YD/T 1607—2007, Technical Requirements and Test Methods for Visual Transmission Characteristics of Mobile Terminal[S].

[13] ISO12646:2008/Amd 1:2010(E). Graphic Technology-Displays for Color Proofing-Characteristics and Viewing Conditions[S].

[14] 王亚军. 移动终端平板显示器对比度均匀性测试方法研究[J]. 现代电信科技,2010(8):36—39.
WANG Ya-jun. Research on Measure Method of Panel Displays of Mobile Terminals[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 2010(8):36—39.

[15] 刘浩学,武兵,等. 印刷色彩学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
LIU Hao-xue, WU Bing, et al. Color Science and Technology[M]. Beijing:China Light Industry Press,2008.