

ICS 33 050 01

M 37



# 中华人民共和国通信行业标准

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

Technical Requirements and Test Methods for Visual Transmission  
Characteristics of Mobile Terminal

2007-04-16 发布

2007-10-01 实施

---

中华人民共和国信息产业部 发布

## 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义及缩略语	1
4 照相摄像设备技术要求	4
5 彩色平板显示设备技术要求	5
6 测试环境和测试设备	7
7 照相摄像设备测试	10
8 彩色平板显示设备测试	13
附录A (规范性附录) SFR (MTF) 测定与尼奎斯特频率极限计算程序	16
附录B (规范性附录) 灰阶测试图卡	17
附录C (资料性附录) 色彩还原准确度测试计算程序	19
参考文献	21

## 前 言

本标准非等效采用了ISO的相关标准:

ISO 7589 摄影 感光测定光源

ISO 12231-1997 摄影 电子照相机 术语

ISO 12233-2000 摄影 电子照相机 分辨率测量

ISO 21550-2004 摄影 摄影图片用电子扫描器 动态范围测量

参考了下列国内标准:

JB/T 10362-2002 数码照相机

GB/T 3978-94 标准照明体及照明观测条件

GB/T 5698--2001 颜色术语

GB/T 3977-1997 颜色的表示方法

GB/T 15068-1995 中国颜色体系

GB/T 3979-1997 物体色的测量方法

GB/T 7921-1997 均匀色空间和色差公式

GB/T 9403-1988 反射式灰度级测试图

GB 11501-89 摄影密度测量的光谱条件

GB/T 12822-91 摄影发射密度测量的几何条件

在此基础上,结合我国移动终端技术的发展与应用的实际情况制定了本标准。本标准充分体现了移动终端照相、摄像和彩色平板显示的功能特点及性能要求。

本标准的附录A和附录B为规范性附录,附录C为资料性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位:信息产业部电信研究院

沈阳敏像科技有限公司

本标准起草人:匡晓烜 史德年 徐宪洲 姚维煊 何桂立 王家庚

# 数字移动终端图像及视频传输特性技术要求和测试方法

## 1 范围

本标准规定了数字移动终端图像及视频传输特性的技术要求，规定了移动终端照相摄像和彩色平板显示的功能和性能要求；相应的测试环境、测试方法和测试要求。

本标准适用于具有照相摄像功能或彩色平板显示功能的移动终端，不适用于移动终端的相关硬件模块。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注有日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 7921-1997	均匀色空间和色差公式
ISO 12233-2000	摄影 电子照相机 分辨率测量
ISO 21550-2004	摄影 摄影图片用电子扫描器 动态范围测量

## 3 定义及缩略语

下列定义和缩略语适用于本标准。

### 3.1 定义

#### 3.1.1 移动终端图像及视频发送特性

移动终端使用多媒体数据类电信业务时，除传输传统的话音数据、文本数据外，还可能需传输视觉信息数据，这些数据主要包括图像及视频。考虑到图像及视频的源质量对整个多媒体业务端到端传输质量的影响，定义用于视觉信号源获取的移动终端摄像设备的相关性能为移动终端图像及视频发送特性。

#### 3.1.2 移动终端图像及视频接收特性

移动终端在进行除话音业务外的各种数据业务时，特别是在一些多媒体业务中，需要使用显示设备作为视觉信号的输出，如大部分移动终端的显示设备是彩色平板显示器。考虑到多媒体业务的终端接收质量和移动终端人机接口的重要性，定义用于显示包括图像及视频在内的各种业务信息的移动终端彩色平板显示设备的相关性能为移动终端图像及视频接收特性。

#### 3.1.3 电子影像传感器 (Electronic Image Sensor) :

电子影像传感器是一种可将光学影像转化为电子信号电子器件。

#### 3.1.4 数码摄像模组 (Camera module)

由镜头、影像传感器和信号处理单元构成的可以输出影像信号的组件。

#### 3.1.5 照相摄像设备的坏点 (defect)

坏点定义为移动终端在均匀照明条件下（拍摄场景中心亮度和四周亮度差 $\leq 10\%$ ）经过芯片感光 and 终端处理之后输出的数字图像文件中亮度与周围有明显差异的点。具体定义为，对摄像设备拍摄画面中的



每一个像素的光电转换能力进行分析,在中性灰场(反射率18%,参见6.3.5节)条件下,当某一像素的亮度值低于或高于其所在 $32 \times 32$ 个像素的亮度平均值的20%时,认作该像素为坏点。

#### 3.1.6 照相摄像设备的缺陷(Cluster defect)

在像素区域内,有两个或两个以上相邻坏点,被认作为缺陷。

#### 3.1.7 彩色平板显示设备的坏点

彩色平板显示设备的坏点以可以实现全彩色显示的像素为单位,包括黑色测试信号输入时的白色像素点和白色测试信号输入时的黑色像素点。

#### 3.1.8 像素(Pixel)

像素就是电子影像传感器上能单独感光的物理单元。

#### 3.1.9 有效像素(Effective Pixel)

电子影像传感器中,能进行有效光电转换并输出影像信号的像素为有效像素。有效像素的大小和数量决定了电子影像传感器的影像分辨能力。

#### 3.1.10 摄像设备光学有效像素总数

摄像设备内置的电子影像传感器将从镜头接收来的光信息转换成电子影像信号的有效像素总数。

#### 3.1.11 分辨率(Resolution)

分辨率是照相摄像设备空间频率的响应函数,表征摄像设备对被摄景物细节的分辨能力。分辨率的量度可用视觉分辨率、空间频率感应灵敏度(SFR)和调制传递函数(MTF50)等指标表达。

#### 3.1.12 视觉分辨率(Visual Resolution)

用摄像设备对ISO12233中规定的双曲检验测试图形进行拍照,人眼观察再现影像中,在双曲线数目发生变化处(如由5条→4条)的空间频率即为视觉分辨率。单位:Lw/PH(线宽/画幅)。

#### 3.1.13 尼奎斯特频率极限(Nyquist Limit)

当空间输入频率等于数码摄像设备采样频率的1/2倍时,输入信号将开始出现混叠,此时的空间频率即为尼奎斯特频率。单位:Lw/PH。

#### 3.1.14 空间频率(Spatial Frequency)

空间频率是描述波动过程在空间重复性的物理量。在干涉场中,空间频率就是单位长度内干涉条纹的数目。单位:Lp/mm。

#### 3.1.15 空间感应灵敏度SFR(Spatial Frequency Response)

输入信号空间频率在成像系统内感应输出函数的幅度特性。通常利用软件读取ISO12233图卡中黑色色条边缘区域输出影像幅度的对比曲线来确定。

#### 3.1.16 调制传递函数MTF(Modulation Transfer Function)

是像面光强度分布函数与物面光强度分布函数的傅立叶函数变换之比,这个比值函数的模量即为MTF,它综合反映了镜头的反差和分辨率的特性。通常用测SFR曲线来推算MTF。

#### 3.1.17 光源(Lamp-house)

一切能辐射可见光波长(380~780nm)范围内电磁波的物体都可能成为光源。

#### 3.1.18 白平衡(White Balance)

照相摄像设备对于不同光源照明条件下的被拍摄物体所得到的影像还原应具有与人眼在相同照明条件下观察被拍摄物体相符合的色彩再现。

### 3.1.19 光反射密度 (Reflection Density)

光反射密度是对所给介质的反射光强度和入射光强度的比倒数的以10为底的对数。即：

反射光强度和入射光强度比 $T$ =反射光强度/入射光强度

光反射密度 $D=\lg(1/T)$

### 3.1.20 灰阶 (Gray Scale)

摄像设备对不同光谱特性或等效光谱特性的灰度的分辨能力，通常用拍摄灰阶图卡来测试。

### 3.1.21 动态范围 (Dynamic Range)

摄像设备能够记录的从最黑到最白之间的最大的影调范围。动态范围越大，说明能被捕捉下来的层次越丰富。所有超出动态范围之外的曝光值都只能记录为黑或白。它实际上描述了摄像设备记录影像灰阶等级的能力。可用灰阶测试图卡的灰阶级数表达。

### 3.1.22 色彩还原准确度 (Color Accuracy)

色彩还原准确度是指用数值的方法表示两种颜色给人色彩感觉上的差别。本标准采用色彩还原误差的概念来表示色彩还原准确度。

对数字移动终端图像的色彩还原准确度测试是按ISO 17321和GB/T 7921-1997《均匀色空间和色差公式》中规定，采用马克贝斯色彩检验图 (Macbeth color checker) 来测定的。将测试图卡和所拍摄图像的色彩空间转换成CIE1976  $L^*a^*b^*$  色彩空间以测定两者之差异，即色彩还原误差。

### 3.1.23 像面亮度均匀度 (Imaging Uniformity)

用摄像设备拍摄亮度均匀的画面，画面中心和画面边缘的亮度差异程度。常用所拍摄的画面周边亮度相对于中心亮度之比来表述。

### 3.1.24 几何失真 (Geometrical Distortion)

摄像设备拍摄的画面相对于被拍摄图案的几何变形，也称为畸变。当所摄画面大于被摄图案时为正畸变，亦称枕形畸变，如图1所示。反之，为负畸变，亦称桶形畸变。其几何失真PHD按下式计算：

$$PHD = \frac{h_{corner} - h_{center}}{2h_{center}} \times 100$$

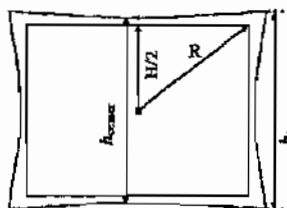


图1 几何失真定义

其中， $h_{center}$ 为正畸变像面中心畸变尺寸； $h_{corner}$ 为与 $h_{center}$ 对应的像面边角畸变尺寸。

### 3.1.25 对角线视场角 (Maximum Angle of Field of View)

在画面充满视场条件下，被摄画面对角线两端与摄像设备镜头中心连线的夹角为对角线视场角。

### 3.1.26 帧频 (Frame Rate)

帧频是单位时间产生完整图像的画面数。即单位时间对视频信号空间的行的全部扫描数。单位是帧/s。

## 3.2 缩略语

FPD	Flat Panel Display	平板显示器
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示器

STN	Super Twisted Nematic	超扭曲向列
CSTN	Color Super Twisted Nematic	彩色STN
TFT	Thin Film Transistor	薄膜晶体管
OLED	Organic Light Emitting Display	有机发光显示屏

#### 4 照相摄像设备技术要求

##### 4.1 照相摄像设备概述

移动终端照相摄像设备性能体现了移动终端图像及视频发送特性。移动终端照相摄像设备可包括一个或多个数字照相、摄像头，其中有效像素总数最大的摄像头为主摄像头，另外还可以专门设计用于可视电话等业务或其他用途的摄像头。

移动终端照相摄像设备按其调焦方式可分为以下几种：

定焦照相摄像设备，是指焦距确定不可变的摄像头，如果没有特殊说明，本标准适用于此类设备；

两级可调焦距照相摄像设备，是指焦距可调为正常模式和微距模式两种景深范围的摄像头，如果没有特殊说明，本标准适用于此类设备的正常模式；

自动调焦照相摄像设备，是指能够通过机械或光学方式自动调节焦距使被拍物体清晰的摄像头，如果没有特殊说明，本标准适用于此类设备；

手动光学变焦照相摄像设备，是指能够通过机械或其他方式改变镜头焦距的镜头，此类设备本标准暂不做要求。

另外，在本标准中，如果没有特殊说明，技术要求和测试方法都是针对主摄像头。

数码变焦是一种通过软件处理的方式模拟光学变焦使输出图像呈现缩放效果，本标准对数码变焦不做要求。

##### 4.2 电子影像传感器的缺陷

电子影像传感器不得有明显缺陷，移动终端输出图像缺陷数目总和不得超过总像素数的0.002%。

##### 4.3 光学有效像素总数

移动终端摄像设备的主摄像头光学有效像素总数应不小于30万像素。光学有效像素总数检测值不应低于厂家标称值的90%。

##### 4.4 视觉分辨率

针对不同有效像素总数的摄像头，其中心视场的水平、垂直分辨率应满足下列要求：

30万像素                      中心不低于200Lw/PH

130万像素                    中心不低于400Lw/PH

200万像素及以上          中心不低于500Lw/PH

右上45°、右下45°、左上45°、左下45°（参见ISO 12233规范及测试卡）不应低于中心视场分辨率测量值的60%。

##### 4.5 白平衡

在不同色温的光源条件下，移动终端照相摄像设备应能保证获得合适的色彩再现。在3400K和6500K色温光源照明条件下，所得图像RGB三色值偏差应不大于20。

##### 4.6 动态范围

移动终端照相摄像设备应能区分灰阶测试图卡上从黑到白10级不同灰度，并且全部20个色块灰度值单调递减。

#### 4.7 色彩还原准确度

移动终端照相摄像设备的色彩还原准确度用色彩还原误差的数值大小来表示。移动终端照相摄像设备对彩色图卡中的R、G、B 3个色块的色彩还原误差不应超过30%，平均色彩还原误差不应超过20%。

#### 4.8 像面亮度均匀度

移动终端照相摄像设备输出图像像面周边亮度平均值相对于中心亮度平均值之比应大于50%。

#### 4.9 几何失真

移动终端照相摄像设备所摄图像周边的枕形或桶形畸变绝对值均应不大于2%。

#### 4.10 对角线视场角

移动终端专用于或具备其他用途但也可以用于可视电话业务的摄像头，其对角线视场角应不小于60°。对于不用于可视电话业务的摄像头，本标准不做要求。

#### 4.11 帧频率

摄像设备在进行视频拍摄时的帧频率不应低于10帧/s，其固有帧频率在标准照明条件下也不应低于10帧/s。

### 5 彩色平板显示设备技术要求

#### 5.1 彩色平板显示设备概述

移动终端彩色平板显示设备性能体现了移动终端图像及视频接收特性。

移动终端彩色平板显示设备可包括一个或多个彩色显示屏，其中显示分辨率最大的彩色显示屏为主显示屏。

移动终端彩色平板显示设备按其材质主要可分为以下几类：

CSTN（彩色超扭曲向列）彩色液晶显示屏，CSIN液晶屏显示出来的图像具有不真实感，其亮度较暗，画面的质量较差，颜色也不够丰富，因此本标准对CSTN液晶屏的要求相对较低；

TFT（薄膜晶体管）液晶显示屏，其亮度和对比度高，色彩鲜艳丰富，色彩饱和度好，层次感强，背光明亮，本标准对TFT液晶屏给出了相应的要求；

OLED（有机发光显示屏）显示屏，OLED显示屏不是液晶技术，无需背光源，主动发光式显示，可视角度很大，本标准对OLED显示屏的要求主要参考TFT液晶屏给出。

以最终显示效果为出发点，本标准规定了统一的测试方法，但针对上述几种材质的特点给出了不完全相同的要求。如无特殊说明，相应技术要求和测试方法适用于上述材质的彩色平板显示设备。另外，在本标准中，如果没有特殊说明，技术要求和测试方法都是针对主显示屏。

对于其他例如DSTN（Double STN）、UFB（Ultra Fine & Bright）、TFD（Thin Film Diode）等HPD平板显示技术，可参考CSTN和TFT的技术要求和测试方法。对于显示原理与CSTN、TFT、OLED有较大差别的新型平板显示技术，本标准不作要求。

#### 5.2 坏点

分辨率小于320×240的移动终端彩色平板显示设备应无坏点；分辨率大于等于320×240的移动终端彩色平板显示设备可以有不超过1个坏点；对于分辨率大于等于640×480的彩色平板显示设备，本标准暂不作要求。

#### 5.3 物理尺寸

移动终端彩色平板显示设备的物理尺寸定义为，除用于屏幕固定的少量遮挡外，用户可以直接观察到的彩色平板显示设备显示区的对角线长度，单位为英寸。要求移动终端彩色平板显示设备的物理尺寸与标称或声明值的偏差小于3%。



#### 5.4 分辨率

移动终端彩色平板显示设备的分辨率应与标称或声明值无偏差。

#### 5.5 亮度

移动终端彩色平板显示设备的最大亮度，定义为屏幕显示白色RGB (255, 255, 255) 时（指输入信号为白色RGB，移动终端根据相应彩色平板显示器的能力显示，以下同）的亮度值，单位为 $\text{cd/m}^2$ （堪德拉每平方米）。移动终端彩色平板显示设备的最大亮度应满足以下要求：

材质	亮度要求
CSTN	$\geq 50$
TFT	$\geq 70$
OLED	$\geq 70$

#### 5.6 对比度

移动终端彩色平板显示设备的对比度定义为最大亮度和屏幕显示黑色RGB (0, 0, 0) 时的亮度值的比值，表示为“整数：1”。移动终端彩色平板显示设备的对比度应满足以下要求：

材质	对比度要求
CSTN	$\geq 15:1$
TFT	$\geq 50:1$
OLED	$\geq 50:1$

#### 5.7 对比度均匀性

移动终端彩色平板显示设备的对比度均匀性定义为彩色平板显示器上均匀分布的多个区域的对比度最小值与最大值之比。移动终端彩色平板显示设备的对比度均匀度应满足以下要求：

材质	对比度均匀度要求
CSTN	$\geq 50\%$
TFT	$\geq 70\%$
OLED	$\geq 70\%$

#### 5.8 色度

CIE1976色度坐标(u, v)中，以红色R(255, 0, 0)、绿色G(0, 255, 0)、蓝色B(0, 0, 255)三种颜色色度坐标的测试值为顶点。在CIE1976色度坐标中得到一个三角形，该三角形覆盖区域为显示屏的色域空间，该三角形面积和NTSC面积(0.075572)的比值称为色域覆盖率。要求该彩色平板显示设备的色域覆盖率满足以下要求：

材质	色域覆盖率要求
CSTN	30%
TFT	45%
OLED	55%

#### 5.9 可视角度

移动终端彩色平板显示设备可视角度定义为，屏幕对比度至少能达到10:1（对于STN材质的彩色平板显示器，要求对比度达到5:1）的可观测范围角度。

对于CSTN材质的彩色显示器，可视角度要求大于以垂直屏幕方向为参考的 $\pm 25^\circ$ ；对于TFT材质的彩色平板显示器，可视角度应大于以垂直方向为参考的 $\pm 35^\circ$ ；对于OLED材质的彩色平板显示器，可视角度应大于以垂直方向为参考的 $\pm 80^\circ$ 。

### 5.10 响应时间

移动终端彩色平板显示设备响应时间定义为：平板显示屏显示全白（90%），切换到全黑（90%），再切换回全白（90%）所经历的时间。

室温（见6.1节）条件下，对于CSTN材质的彩色显示器，响应时间应小于等于400ms；对于TFT材质的彩色平板显示器，响应时间应低于200ms；对OLED材质彩色平板显示器的响应时间不做要求。

## 6 测试环境和测试设备

### 6.1 测试环境

移动终端照相摄像设备测试应在如下的测试环境中进行，彩色平板显示设备测试也应满足相应的暗室条件：

- 暗室：测试的环境照度应小于 1 lx。
- 如无特殊规定，为保证摄像设备拍摄测试图卡时能够输出足够的信号，拍摄时测试图卡表面照度应在 700 ~ 1200 lx 之间。
- 在 D65 光源色温下，测试图卡上任何一点的照度与测试图卡中心照度差不大于 10%；在其他色温下，测试图卡上任何一点的照度与测试图卡中心照度差不大于 30%。
- 光源应采取必要的遮光措施，防止光源直射镜头。测试图卡周围（包括放置测试图卡的置具）应是低照度，以减少眩光。测试图卡背景采用黑或中性灰。
- 测试中可使用下列标准色温：D65 光源色温 6500K、泛光灯色温 3400K。实际测试环境的色温标准偏差应不大于 200K。
- 温度  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $50\% \pm 20\%$ 。

### 6.2 测试设备

移动终端照相摄像设备测试和彩色平板显示设备测试可能用到下列测试设备：

- 标准光源灯；
- 反射式灯光箱；
- 照度计；
- 色温计；
- 分光式色度计；
- 反射式光密度计；
- 帧频测试仪；
- 放大镜；
- 显微镜。

### 6.3 测试图卡

#### 6.3.1 概述

在移动终端照相摄像设备测试中，需要使用一些测试图卡作为移动终端照相摄像设备的拍摄像源。

#### 6.3.2 分辨率测试图卡

移动终端照相摄像设备的分辨率测试图卡使用ISO 12233-2000测试图卡，参见ISO 12233-2000。图卡的具体要求应符合ISO 12233-2000标准。



ISO 12233-2000定义了标准的分辨率测试图卡的内容、式样及其实现方法。在实际测试中,对于固定焦距的摄像设备,在景深(成像最佳像距)范围内按照分辨率测试图卡使用方法选择合适尺寸的分辨率测试图卡尽量充满视场拍摄,或按照ISO 12233的相关规定对测试结果进行校正。根据上述原则可以选定如图2所示合适尺寸的分辨率测试图卡。

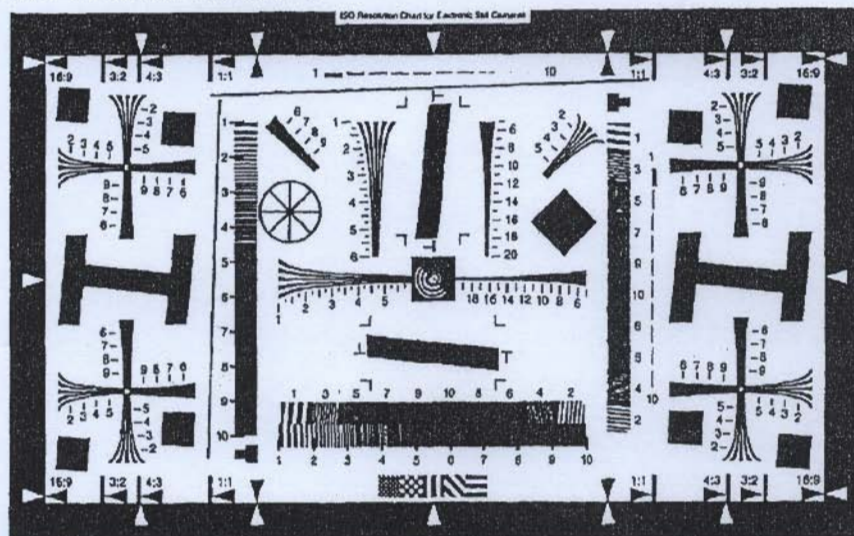


图2 分辨率测试图卡: ISO 12233

### 6.3.3 色彩测试图卡

移动终端照相摄像设备的色彩测试图卡使用GretagMacbeth ColorChecker图卡。测试图卡如图3所示,测试图卡中的各个色块的标准RGB值参见附录C。

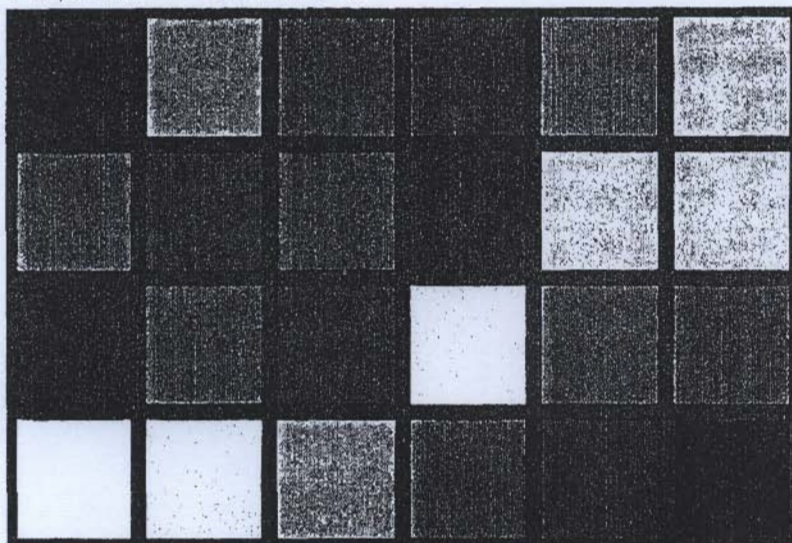


图3 色彩测试图卡: GretagMacbeth ColorChecker

### 6.3.4 几何失真测试图卡

几何失真测试图卡为一张底色为白色的图卡,上面绘制有黑色矩形方格图,如图4所示。图4中,打印线必须清晰且不能太细,具体要求为:

——图形为300Pireis/inch;

- 线宽为27Pireis;
- 水平方向10~20行;
- 保证水平方向与垂直方向的直线形成的图形为正方形,且垂直方向布满全图。

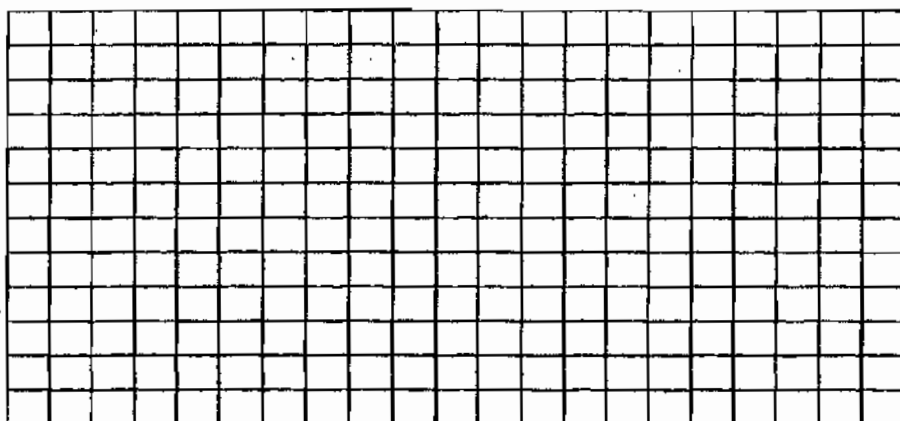


图4 几何失真测试图卡

MX 1.0

### 6.3.5 灰阶测试图卡

灰阶测试图卡底色为中灰,在取整数的近似条件下,均匀提取RGB(0,0,0)至RGB(255,255,255)共256级灰阶中的20级灰阶,用20个面积大小相等的矩形块分别填充上述20级灰度。每级反射密度相差0.1,图卡中设A、M、B 3个标定点相对应的反射密度是0.05、0.75和1.65,它们代表着高光、中性灰和阴影,背景密度和M点相同,如图5所示。

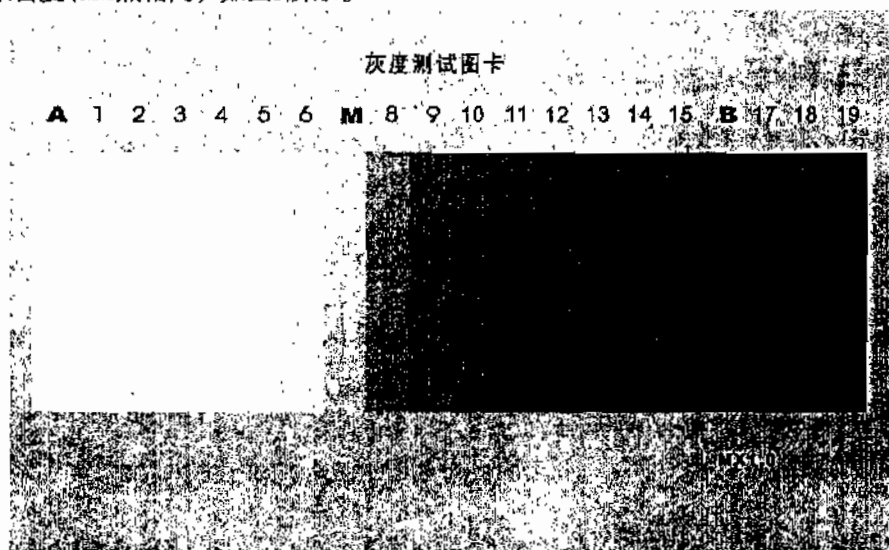


图5 灰阶测试图卡: MX2.0

### 6.3.6 中性灰测试图卡

中性灰颜色取6.3.5节中的M,整幅图像都为中性灰颜色,大小规格以拍摄时在景深范围内充满整个视场为宜。

### 6.3.7 全白测试图卡

白色取6.3.5节中的A,整幅图像都为白色,大小规格以拍摄时在景深范围内充满整个视场为宜。



## 6.4 测试信号源

### 6.4.1 概述

在移动终端彩色平板显示设备测试中,需要使用一些测试信号源作为显示设备的信号源输入。

### 6.4.2 显示设备测试信号源

根据测试项目的不同,使用相应的bmp或jpg格式图像事先输入到被测终端,以此作为测试信号源在测试中使用。

### 6.4.3 测试模板信号

测试模板信号主要有以下几类,其中纯色测试图像和灰度测试图像主要用来测试彩色显示屏的亮度、对比度和色彩性能,后两项分辨率测试图像主要用来验证显示屏的分辨率。以下测试模版图像信号分辨率等于移动终端彩色平板显示设备分辨率或使用分辨率为 $128 \times 128$ 的测试信号。

白色测试信号: RGB (255,255,255);

黑色测试信号: RGB (0,0,0);

红色测试信号: RGB (255,0,0);

绿色测试信号: RGB (0,255,0);

蓝色测试信号: RGB (0,0,255);

垂直分辨率测试信号: 1像素宽的水平黑白相间线条充满图像;



水平分辨率测试信号: 1像素宽的垂直黑白相间线条充满图像。



## 7 照相摄像设备测试

### 7.1 测试安排

本章的测试在拍摄测试图卡时需将被测终端固定,使测试图卡中心与被测终端的照相摄像设备光轴一致,并保持测试图卡与镜头的光轴垂直,调节测试图卡与镜头之间的距离,使图卡成像清晰,并尽量充满视场。

在本章的测试中,照相摄像设备镜头与测试图卡之间的距离建议在80~130cm之间,如果超出上述范围,需要在测试结果中明示。



测试图卡选取原则：图卡的大小应该根据测试距离的选择而选择，在确定的拍摄测试距离上，所选的图卡应可以在摄像设备上得到合适大小的图像（充满视场或按照相应要求）。

如无特殊说明，本章所有测试使用色温为6500K的标准测试环境（参见6.1节）。

本章测试的测试输出图像均为移动终端输出的jpg或bmp格式图像。

## 7.2 功能测试

按照移动终端用户说明书对摄像设备的技术要求进行验证性测试。

## 7.3 缺陷测试

在标准测试条件下拍摄中性灰测试图卡，终端输出图像经软件计算确定缺陷点的数目。

## 7.4 光学有效像素总数测试

ISO12233 的拍摄应按照 7.1 节的标准拍摄原则，并使水平方向的粗框与画面水平框平行，拍摄时让图卡的有效高度（ISO12233 粗框内侧的高度）正好占满画面。如果拍摄的稍小，则判读结果需要乘以全画面像素数/chart 有效高度所占的像素数，并要求图卡有效高度大于全画面高度的 1/2。

拍摄 ISO12233 规定的图卡中的倾斜图块，利用计算机软件测定其输出影像幅度对比曲线，按对比曲线测出水平尼奎斯特频率极限  $f_{\text{H}} (Lw/PH)$  和垂直尼奎斯特频率极限  $f_{\text{V}} (Lw/PH)$ 。摄像设备光学有效像素数  $N$  为：

$$N = f_{\text{H}} \times f_{\text{V}} \quad (\text{见附录 A})$$

## 7.5 视觉分辨率测试

按 7.4 节要求，对分辨率测试图卡 ISO12233 进行拍摄。具体测试方法可参考 ISO 12233。

截取中心水平分辨率  $J1$ 、 $K1$ ，中心垂直分辨率  $J2$ 、 $K2$  双曲线光楔图像，如图 6 所示。

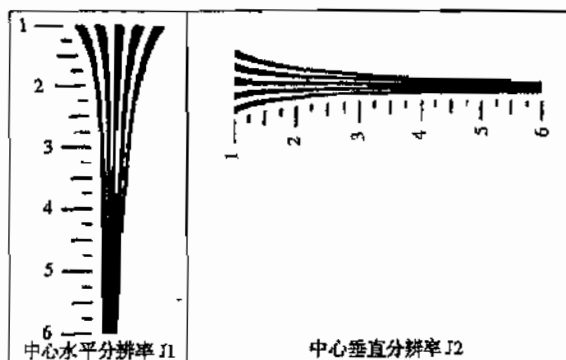


图6 视觉分辨率测试图卡〔部分〕

用目视的方法从低频向高频观察楔形图像线数的变化，当线数由 5→4 ( $J1$ ,  $J2$ ) 或由 9→8 ( $K1$ ,  $K2$ ) 时，此时的图像上对应的空间频率的刻度数即为视觉分辨率。

目视判读方法：

- 应使用标准显示设备将被判读的图象按实际像素进行显示（必要时可放大观察）；
  - 将线条数发生变化的空间频率作为判读的分辨率；
  - 判读时应从低频向高频开始判读，第一次发生线条数变化的频率就是判读结果；
- 得到的判读结果即为测试结果。

## 7.6 白平衡测试

在色温 3400K 和 6500K 照明条件下，按 7.1 要求对彩色图卡（Gertag Macheb color checker 彩色图卡）进行拍摄，将拍摄图像输入电脑，在色块 19~24 中截取面积不小于 30% 的区域，计算所截取区域的 RGB

平均值  $R$ 、 $G$ 、 $B$ ，并计算  $\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)$  得到 RGB 三色值偏差，19~24 这 6 个色块的 RGB 三色值偏差都应满足相应技术要求。

### 7.7 动态范围测试

动态范围测试即灰阶测试。按 7.1 要求对测试图卡 MX2.0 进行拍摄，将拍摄图像输入电脑中，在每个灰度条中截取面积不小于 30% 的灰度块，读出所截取的每个灰度块的灰度值，若两相邻灰阶之间的灰度值之差大于等于 8，则认为这两个灰阶是可以分辨的，从而可以得到从黑到白可分辨的灰阶的级数。

### 7.8 色彩还原准确度测试

按 7.1 要求对色彩还原测试图卡 (GertagMacbeth Colorchecker) 进行拍摄，将所拍摄图像输入电脑。取 13~15 三个色块，每个色块中截取面积不小于 30% 的色块，将测试图卡和所截取色块的色彩空间转换成 CIE  $L^*a^*b^*$  色彩空间，测  $R$ 、 $G$ 、 $B$  值，计算得出  $L^*a^*b^*$  值，用下式计算各项色彩还原误差：

$$\text{明度差} \quad \Delta L^* = L_1^* - L_2^*$$

$$\text{色度差} \quad \Delta a^* = a_1^* - a_2^*$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$$

$$\text{总色彩还原误差} \quad \Delta E^*a^*b^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

式中， $L_1^*$ 、 $a_1^*$ 、 $b_1^*$  为测试图卡的明度和色度； $L_2^*$ 、 $a_2^*$ 、 $b_2^*$  为所拍图像的明度和色度。

百分比色彩还原误差  $\Delta E = \Delta E^*a^*b^* / \text{标准色块的 } Lab \text{ 均方根}$

对三个色块的  $\Delta E$  进行算术平均，得到平均色彩还原误差。

### 7.9 像面亮度均匀度测试

测试方法：固定移动终端，摄像镜头与测试图卡距离在景深范围内，按 7.1 要求对中性灰测试图卡或全白测试图卡（本标准推荐使用中性灰测试图卡，也可以使用全白测试图卡进行测试）进行拍摄，将拍摄的图像输入电脑，使用测试软件进行分析，测  $R$ 、 $G$ 、 $B$  值，用下式计算亮度值：

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

分别计算 90% 视场 4 个角 A、B、C、D（如图 7 所示）40×40 像素采样框及视场中心 40×40 像素采样框亮度平均值  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_D$ 、 $I_E$  用 4 个角各自亮度平均值分别与中心亮度平均值之比来测试像面亮度均匀度，其计算公式为：

$$K_i = I_i / I_E \quad (i = A、B、C、D)$$

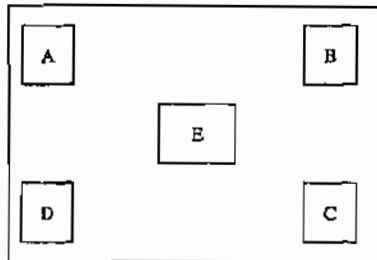


图7 像面亮度均匀度测试示意图

### 7.10 几何失真测试

按 7.1 要求对几何失真测试图卡进行拍摄，对拍摄的图像的周边畸变进行测定，算出几何失真值。

### 7.11 对角线视场角测试

测试方法：一把精度为0.5mm刻度清晰的直尺，摄像镜头距离直尺刻度面的距离为 $S$ ，在景深范围内，使直尺面垂直拍摄镜头轴线，在视场某对角线与直尺重合时拍摄，若拍摄覆盖的直尺量度为 $l$ ，则视场角 $\theta=2\arctan(l/2s)$ 。

### 7.12 帧频测试

在拍摄照明条件下，使用终端摄像设备拍摄一段长度不小于 10s 的视频片段。输出并用计算机软件分析该视频片段，要求其帧频率不低于 10/s。

在拍摄照明条件下，使用帧频测试仪对摄像设备的固有帧频率进行测试。

将摄像设备对准帧频测试仪的 LED 点阵。当图像显示为清晰、无暗条纹、无滚动亮斑时，定义其为稳定的图像。按如下两种情况进行测试：

——若图像显示有暗条纹时，摄像设备的帧频率高于当前的 LED 闪烁频率，应将 LED 点阵闪烁频率向上调整，并重复进行观察测试，直到获得稳定的图像；

——若图像显示有滚动亮斑时，摄像设备的帧频率低于当前的 LED 闪烁频率，应将 LED 点阵闪烁频率向下调整，并重复进行观察测试，直到获得稳定的图像。

当预览图像达到稳定时拍摄一幅图像，用计算机检查该图像，确认图像达到稳定要求则记录此时帧频测试仪上显示的稳定图像频率值，该值为被测试摄像设备的固有帧频率。

## 8 彩色平板显示设备测试

### 8.1 测试安排

色度指标测量值的精度为0.01。

### 8.2 坏点测试

分别输入白色、黑色测试信号图像，肉眼观察有无坏点并记录坏点个数。

### 8.3 物理尺寸测量

测量终端屏幕对角线长度，得到屏幕尺寸值，单位为英寸。

### 8.4 分辨率测试

按照移动终端声明的屏幕分辨率准备垂直和水平分辨率测试图像（宽度为1像素黑白相间的竖/横条组成的图像）。若终端支持图像的全屏显示，则准备与屏幕分辨率相同尺寸的测试图像；若不支持，则准备比屏幕分辨率小的尺寸的测试图像，建议使用 $128 \times 128$ 。若支持全屏，则使测试图像全屏显示，观察测试图像，清晰分辨测试横/竖条则验证屏幕分辨率为声明值；若不支持全屏，则使测试图像正常显示（不缩放），测量图像在被测维度的物理尺寸 $s_1$ 和整个屏幕该维度的物理尺寸 $s_2$ ，由 $x=128 \times s_2/s_1$ 得到屏幕在该维度的分辨率 $x$ ，考虑到物理尺寸测量误差， $x$ 与声明值差异小于5%即可验证。

### 8.5 亮度测试

调整移动终端显示亮度为最大，将移动终端显示平面水平向上放置，输入纯白测试图像（255，255，255）并保持彩色平板显示设备处于点亮状态，使用分光色度计垂直屏幕进行测量，测试亮度3次，平均得到屏幕最大亮度值 $L_{max}$ 。

### 8.6 对比度测试

测试方法：调整移动终端显示亮度为最大，输入纯黑测试图像（0，0，0），使用分光色度计垂直屏幕进行测量，测试亮度3次，平均得到屏幕全黑亮度值 $L_{min}$ ，计算屏幕对比度 $=L_{max}/L_{min}$ ，结合厂家声明值修正，即可验证对比度，表示方法为“整数：1”。

### 8.7 对比度均匀性

根据情况,可选取9个、16个或25个较小的区域进行对比度测量并计算对比度均匀性。如果选取9个区域,可参考以下选取方式(图中数值单位为像素):

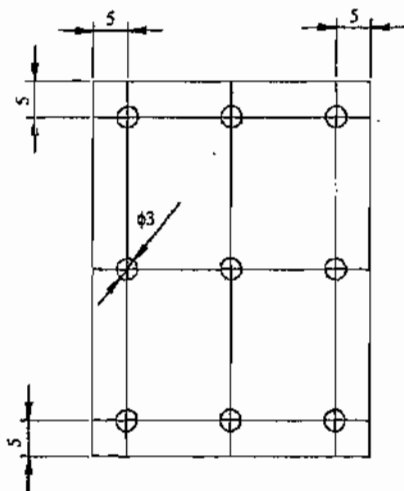


图8 对比度均匀度测试区域选取方式

按照8.4节对比度测量方法,分别测量屏幕上选取区域的对比度,选出其中的最大值和最小值,计算对比度均匀度:

$$\Delta L = L_{\min} / L_{\max} \times 100 (\%)$$

### 8.8 色度测试

分别输入Red/Green/Blue测试图像,使用分光色度计各测试色度坐标 $(x, y)$  3次,平均后按如下公式换算为CIE1976色度坐标 $(u', v')$ :

$$u' = 4x / (-2x + 12y + 3)$$

$$v' = 9y / (-2x + 12y + 3)$$

在CIE1976色度图中标出R/G/B的色度坐标,并以此3点为顶点做三角形。计算三角形 $\Delta RGB$ 面积 $S$ ,三角形 $\Delta RGB$ 称为该屏幕的色域空间,已知NTSC面积 $= 0.075572$ ,定义色域覆盖率 $Hue\% = S / 0.075572$ 。

### 8.9 可视角度测试

可视角度测试中需要放置被测终端和测试设备到合适位置,使分光色度计测试法线与被测终端屏幕的垂直法线成一个锐角角度 $\theta$ ,在测量过程中,分光色度计测试法线与被测终端屏幕的交点应在被测终端屏幕中心保持稳定;从 $\theta = 15^\circ$ 开始, $\theta$ 以 $5^\circ$ 为单位递增,分别测试屏幕对比度,得到最后一个对比度符合要求的 $\theta = \beta$ ,则得到可视角度 $\beta$ 。

按照上述测试方法在 $\phi = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 共4个方向上进行可视角度测量。

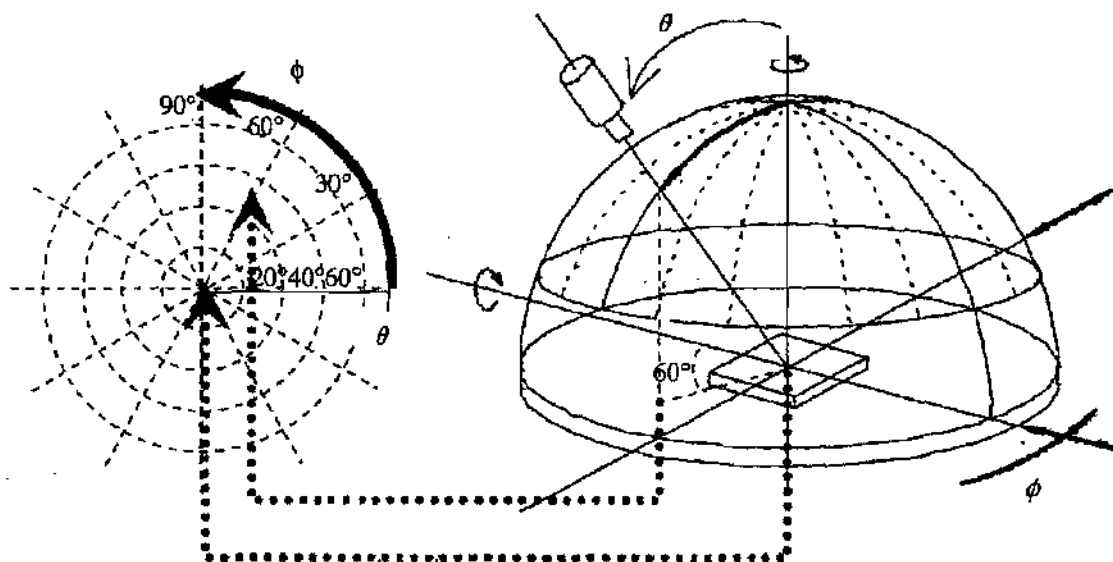


图9 可视角度测试

### 8.10 响应时间测试

响应时间的定义应为下图的 $T_r+T_f$ ，即显示从全白到全黑再到全白的切换过程中，亮度从90%切换到10%的时间与亮度从10%切换到90%的时间之和。

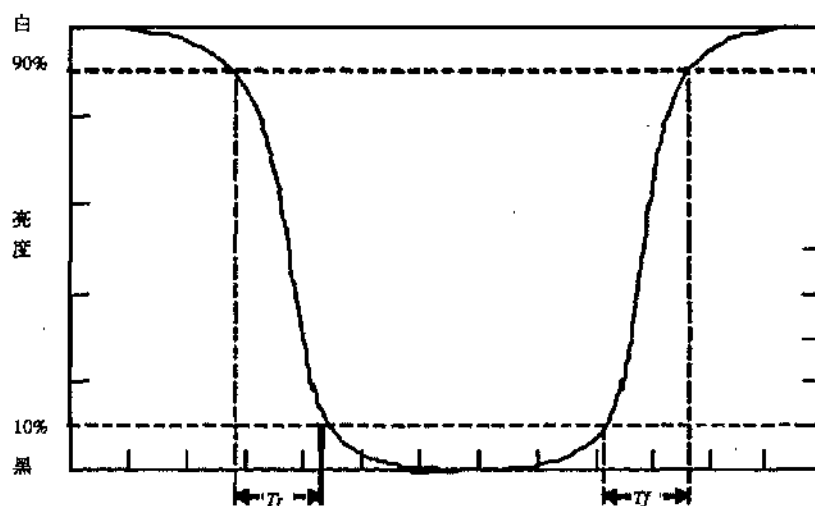


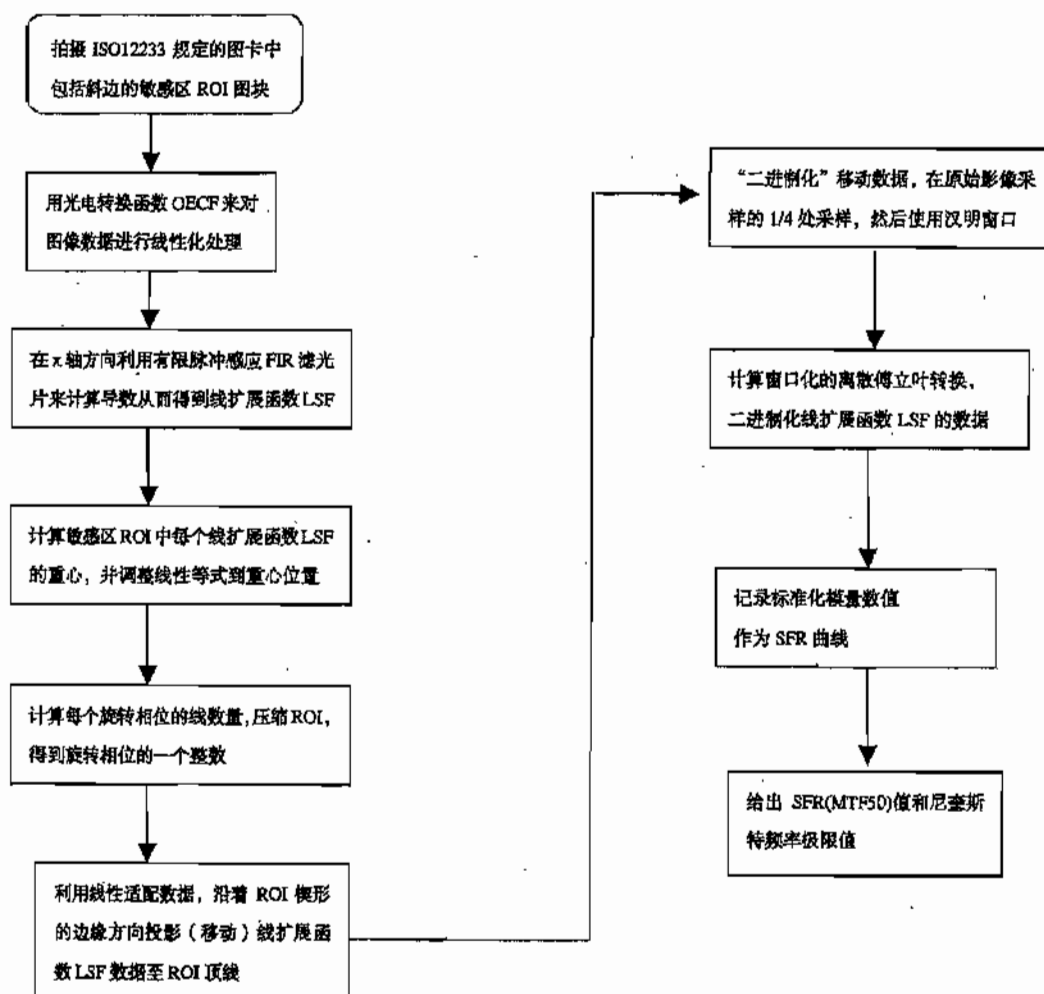
图10 响应时间测试

在终端中输入全白和全黑测试信号模版，手动切换使显示器按顺序显示白色、黑色、白色测试信号，并使用分光色度计精确测量和记录显示屏由白变黑到由黑变白变化曲线，测量 $T_r+T_f$ 得到响应时间。



附录 A  
(规范性附录)

## SFR (MTF) 测定与尼奎斯特频率极限计算程序



附录 B  
(规范性附录)  
灰阶测试图卡

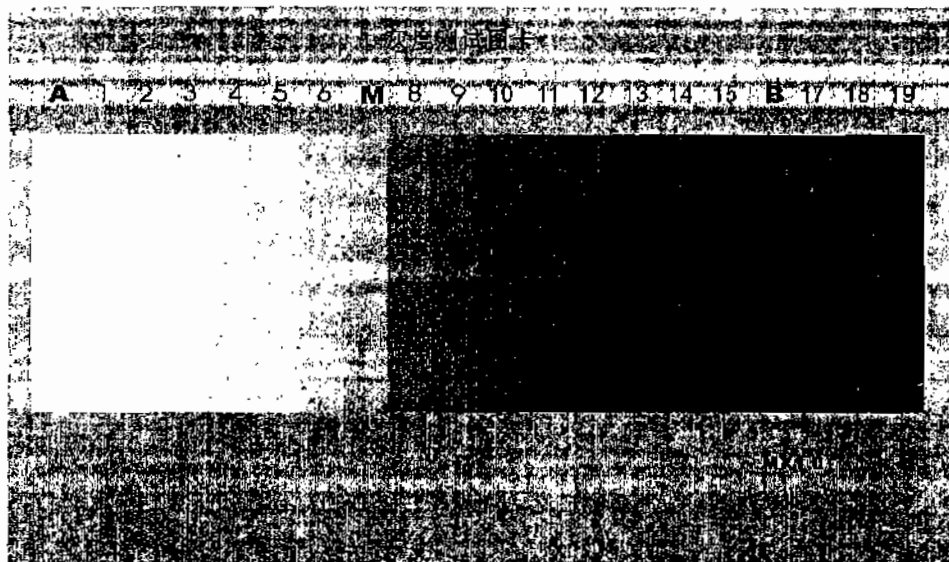


图 B.1 灰阶测试图卡

参照ISO21550 4.2.2款,本灰阶测试图卡选定20阶,每阶反射密度参照ISO21550附录A中反射密度数值,最低密度为0.05,最高密度为1.95,每阶相差0.1。

图卡中设A、M、B 3个标定点,相对应的反射密度为0.05、0.75和1.65,它们分别代表高光、中性灰( $T=18\%$ )和阴影的密度。图卡背景为中性灰,相当于M点的灰度。

当数字设备输出为24位色时,则描述一个像素是8bit,这样每一个像素可表达 $2^8$  (256)个灰阶等级。在取整数的近似条件下,利用计算机把三原色R、G、B (0、0、0)至R、G、B (255、255、255)灰度级近似均匀划分为20个整数等级,分别填充到20个面积大小相等的矩形块中,制成本灰阶测试图卡。

图卡尺寸: 600pixels/inch

印制材料应是光谱中性,耐退色,有ISO14524规定的容量。根据反射密度和R、G、B (0、0、0)至R、G、B (255、255、255)的线性特性,把灰阶测试图卡(Kodak Q-13图卡)中的灰阶编号,反射密度和灰度值见表B.1。

表 B.1 灰阶测试图卡各灰阶反射率、反射密度和灰度值

标号	反射率T (%)	密度值	灰度值
A	89.1	0.05	255
1	70.8	0.15	242
2	56.2	0.25	229
3	44.7	0.35	216
4	34.7	0.45	202
5	28.2	0.55	189
6	22.4	0.65	175
M	17.8	0.75	162

表 B.1 (续)

标号	反射率 $T$ (%)	密度值	灰度值
8	14.1	0.85	148
9	11.2	0.95	135
10	8.9	1.05	121
11	7.1	1.15	108
12	5.6	1.25	94
13	4.5	1.35	81
14	3.5	1.45	67
15	2.8	1.55	54
B	2.2	1.65	40
17	1.8	1.75	27
18	1.4	1.85	13
19	1.1	1.95	0

附录 C  
(资料性附录)  
色彩还原准确度测试计算程序

CIE1976LAB (或 $L^*a^*b^*$ ) 系统已成为世界各国正式采用, 作为国际通用的测色标准。适用于一切光源色或物体色的表示与计算。

其转换步骤:

1.RGB色彩空间转换成CIEXYZ色彩空间, 转换式:

$$X=0.490R+0.310G+0.200B$$

$$Y=0.177R+0.812G+0.011B$$

$$Z=0.000R+0.010G+0.990B$$

2.CIEXYZ色彩空间转换成CIE $L^*a^*b^*$ 色彩空间, 转换式:

$$L^*=116(Y/Y_0)^{1/3}-16$$

$$a^*=500(X/X_0)^{1/3}-(Y/Y_0)^{1/3}$$

$$b^*=200(Y/Y_0)^{1/3}-(Z/Z_0)^{1/3}$$

式中 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 是物体的三刺激值,  $X_0$ 、 $Y_0$ 、 $Z_0$ 是CIE标准照明体(光源)的三刺激值。

CIE规定了标准照明体三刺激值, 可查阅CIE相关资料得到相关 $X_0$ 、 $Y_0$ 、 $Z_0$ 。

由 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 变换为 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 时包含有立方根的函数变换, 经过这种非线性变换后, 原来的马蹄形光谱轨迹不再保持。转换后的空间用笛卡儿直角坐标体系来表示, 如图C.1所示。

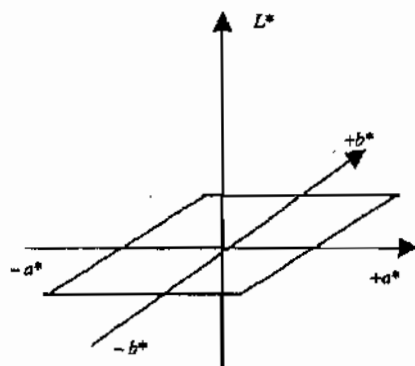


图 C.1 Lab 色彩空间示意图

图中,  $+a^*$ 表示红色,  $-a^*$ 表示绿色,  $+b^*$ 表示黄色,  $-b^*$ 表示蓝色, 颜色的明度由 $L^*$ 的百分数来表示。在CIE1976  $L^*a^*b^*$ 色彩空间里,  $L^*$ 表示明度,  $a^*$ 表示由绿到红的色彩过渡,  $b^*$ 表示由蓝到黄的色彩过渡。

由 $R$ 、 $G$ 、 $B$ 值用Photoshop软件测得相应的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值, 则各单项色彩还原误差和总色彩还原误差可用下式计算:

$$\text{明度差} \quad \Delta L^* = L_1^* - L_2^*$$

$$\text{色度差} \quad \Delta a^* = a_1^* - a_2^*$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$$

$$\text{总色彩还原误差} \quad \Delta E^*a^*b^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

百分比色彩还原误差  $\Delta E = \Delta E^*a^*b^*$  / 标准色块的  $Lab$  均方根

式中  $L_1^*$ 、 $a_1^*$ 、 $b_1^*$  为 Gretag Macbeth Color Checker 图卡各色块对应的明度值和色度值,  $L_2^*$ 、 $a_2^*$ 、 $b_2^*$  为测量值。

表 C.1 GretagMacbeth ColorChecker 图卡 13~15 和 19~24 色块的  $RGB$  值与  $L^*a^*b^*$  值对应表

编号	色块名称	$R$	$G$	$B$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
13	Blue蓝色	56	61	150	28.778	14.179	-50.297
14	Green绿色	70	148	73	55.261	-38.342	31.37
15	Red红色	175	54	60	42.101	53.378	28.19
19	White (0.5) 白	243	243	242	96.539	-0.425	1.186
20	Neutral (23) 灰	200	200	200	81.257	-0.638	-0.335
21	Neutral 6.5 (44) 灰	160	160	160	66.766	-0.734	-0.504
22	Neutral 5 (70) 灰	122	122	121	50.867	-0.153	-0.27
23	Neutral 3.5 (1.05) 深灰	85	85	85	35.656	-0.421	-1.231
24	Black (1.5) 黑	52	52	52	20.461	-0.079	-0.973



## 参 考 文 献

- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| ISO7589         | 摄影 感光测定光源            |
| ISO12231-1997   | 摄影 电子照相机 术语          |
| ISO12233-2000   | 摄影 电子照相机 分辨率测量       |
| ISO21550-2004   | 摄影 摄影图片用电子扫描器 动态范围测量 |
| JB/T10362-2002  | 数码照相机                |
| GB/T 3978-94    | 标准照明体及照明观测条件         |
| GB/T 5698-2001  | 颜色术语                 |
| GB/T 3977-1997  | 颜色的表示方法              |
| GB/T 15068-1995 | 中国颜色体系               |
| GB/T 3979-1997  | 物体色的测量方法             |
| GB/T 7921-1997  | 均匀色空间和色差公式           |
| GB/T 9403-1988  | 反射式灰度级测试图            |
| GB 11501-89     | 摄影密度测量的光谱条件          |
| GB/T 12822-91   | 摄影发射密度测量的几何条件        |
-

中华人民共和国  
通信行业标准  
数字移动终端图像及视频传输特性技术要求和测试方法  
YD/T 1607-2007

人民邮电出版社出版发行  
北京市崇文区夕照寺街14号A座  
邮政编码: 100061  
北京新瑞铭印刷有限公司  
版权所有 不得翻印

开本: 880×1230 1/16 2007年6月第1版  
印张: 1.75 2007年6月北京第1次印刷  
字数: 48千字

ISBN 978-7-115-1417/07-80

定价: 15元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67114922