

摄像头测试指导手册

文件状态:	文件标识:	
<input checked="" type="checkbox"/> 草稿	当前版本:	V1.0
<input type="checkbox"/> 正式发布	作者:	杨超
<input type="checkbox"/> 正在修改	完成日期:	2008-12-3

审核记录

编制单位		编制人员	杨超	编制日期	2008-12
会签	审核人签字（含日期）		审核人签字（含日期）		
批准					

修订记录

章节号	修改内容	修改人	修改日期	版本号	审核人	审核时间

目 录

测试环境和测试设备:	4
摄像设备测试项目:	7

测试环境和测试设备:

测试环境

摄像设备测试应在如下的测试环境中进行:

- 暗室: 测试的环境照度应小于 1 lx 勒克斯 (Luxes)
- 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范围应在 700~1200 lx 勒克斯 (Luxes) 之间, 测试时饱和度和均匀度可根据实际调节;
- 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, 减少炫光, 测试时应尽量避免外界光线照射。测试图卡背景采用黑或吸光型中性灰。
- 测试中可使下列标准色温: 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。色温从 2700k—7500k 可调换, 国际照明学会 (CIE) 所认可的七色人工 E 光。
- 温度 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $50 \pm 20\%$ 。
- 测试距离可根据实际任意调整。

测试设备

摄像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
- 分光式色度计
- 反射式光密度计
- 帧频测试仪
- 放大镜

- 显微镜

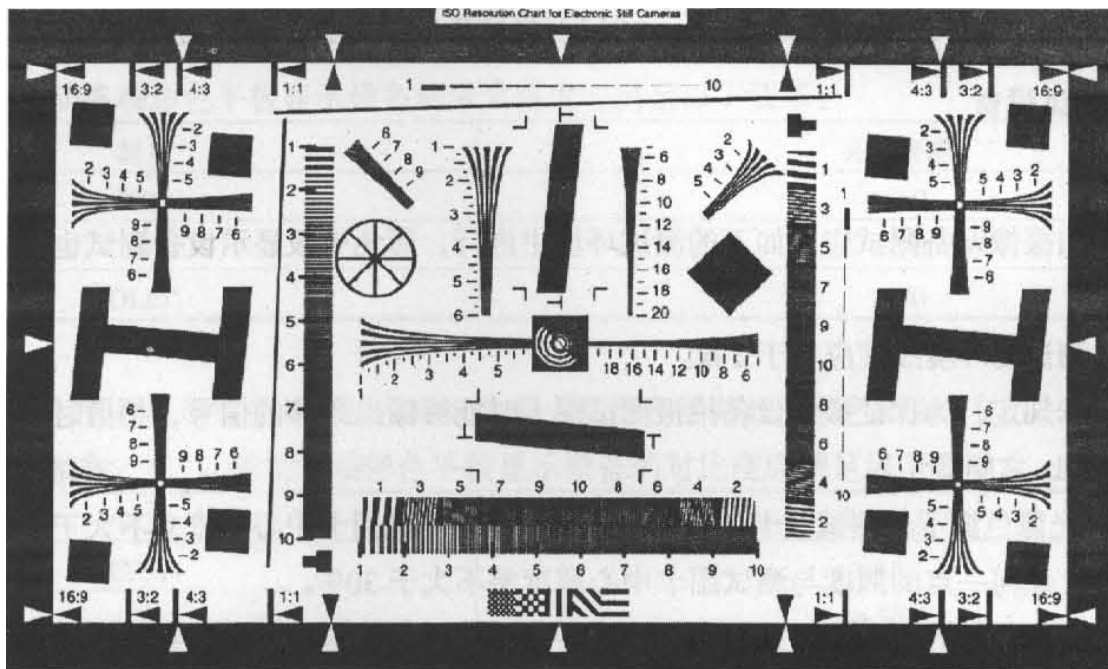
测试图卡

在摄像设备测试中，需要使用一些测试图卡作为摄像设备的拍摄像源。

- 分辨率测试图卡

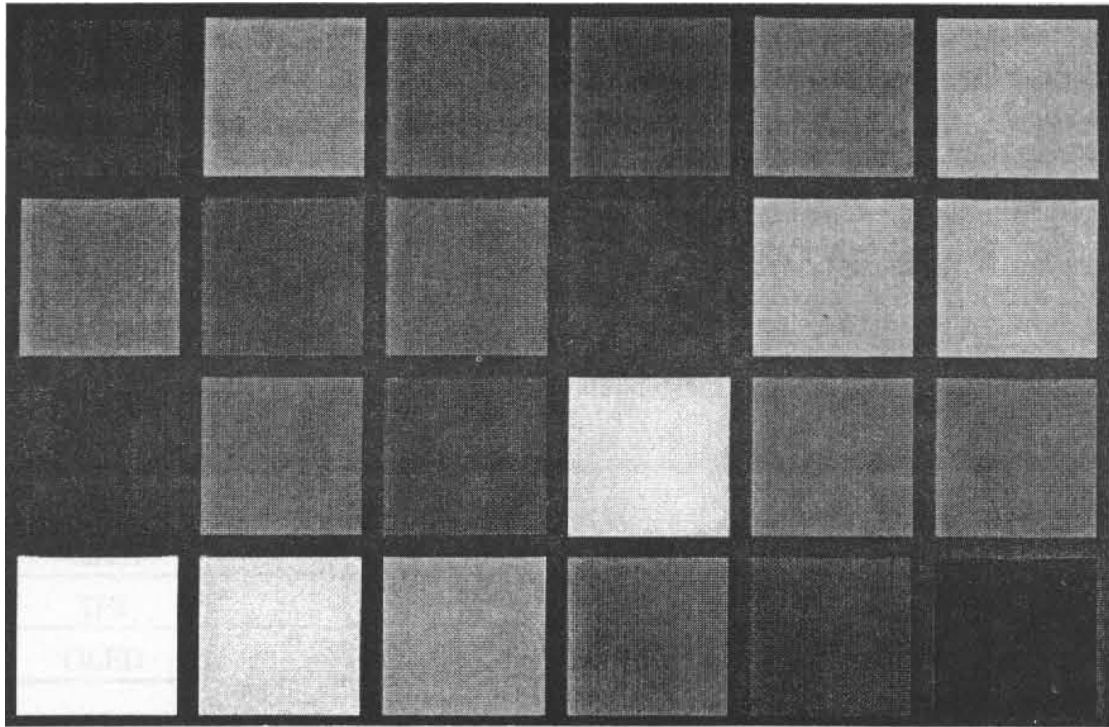
摄像设备的分辨率测试图卡使用 ISO 12233-2000 测试图卡，参见 ISO12233-2000。图卡的具体要求应符合 ISO12233-2000 标准。

ISO12233-2000 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（成像最佳相距）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所示合适尺寸的分辨率测试图卡。



- 色彩测试图卡

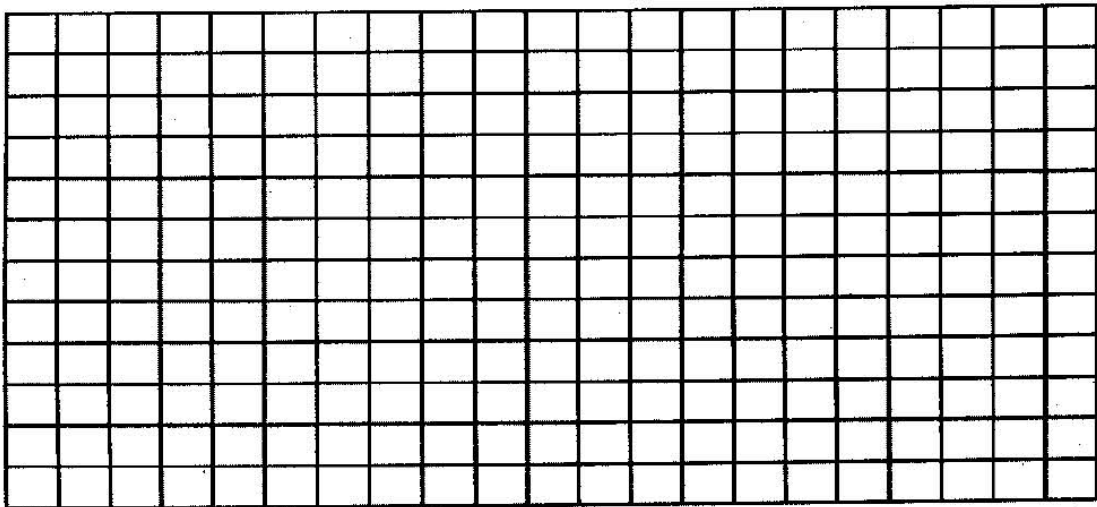
摄像设备的色彩图卡使用 GretagMacbeth ColorChecker 图卡。测试图卡中的各个色块的标准 RGB 值参见附录 C。



● 几何失真测试图卡

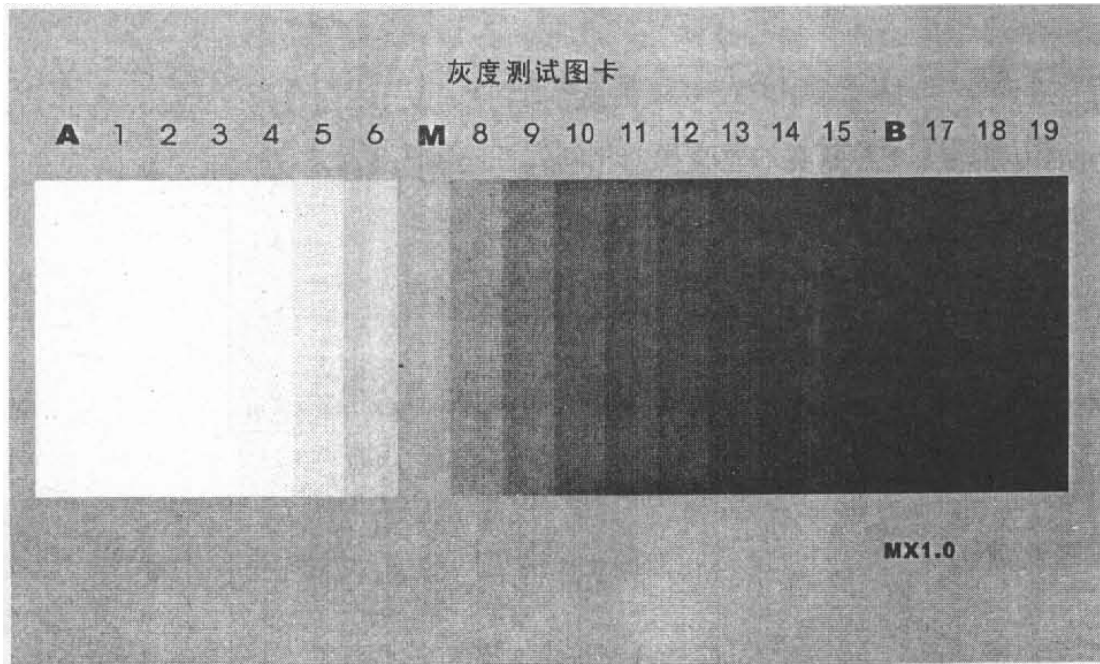
几何失真测试图卡为一张底色为白色的图卡，上面绘制有黑色矩形方格图，打印线必须清晰且不能太细，具体要求为：

- ◆ 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。



● 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、B3 个标定相对应的反射密度是 0.05、0.75 和 1.65，它们代表着高光、中性灰度和阴影，背景密度和 M 点相同。



- 中性灰测试图卡

中性色颜色取灰阶测试图卡中的 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。

- 全白测试图卡

白色取灰阶测试图卡中的 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。

摄像设备测试项目：

测试安排

本测试在拍摄测试图卡时需要将被测终端规定，是测试图卡中心与被测终端的摄像设备光轴一致，并保持测试图卡与镜头的广州垂直，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。

摄像设备镜头与测试图卡之间的距离建议在 80~130CM 之间，如何超出上述范围，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，所选的图卡可以在摄像设备上得到合适大小的图像（充满视场）

如无特殊说明，所有测试使用色温为 6500K 的标准测试环境。

功能测试

对摄像设备的技术要求进行验证性测试。

步骤如下：

- 1) 摄像头的外观：对于数码产品来说，外观是相当重要的，这直接关系到产品的安全性、耐用性和便携性；对模具的造型、材料、精细度等方面进行评价。从外观上看，观察有没有划痕、污点；
- 2) 摄像头的配置：摄像头的硬件配置直接影响着实际视频效果。
- 3) 摄像头的易用性：一款摄像头是否需要安装驱动，驱动安装是否顺利，操作是否复杂，直接关系到用户的切身利益。
- 4) 摄像头的实拍性能：最直观的表现摄像头性能好坏的标准。
- 5) 摄像头的独有特色：附加功能或者独有技术，可以为用户带来增值的享受，花更少的钱做更多的事，估计是每个消费者都乐意的。

图片效果测试

● 人物拍摄效果

步骤如下：

- 1) 使用摄像头对人物进行拍摄
- 2) 截图来考察摄像头的实际人物拍摄能力，色彩还原度以及采样率

检查标准

- 1) 检查实际拍摄效果，摄像头有无因为当时环境的光线问题而出现曝现象
- 2) 检查摄像头人物肤色表现是否自然，亮度控制是否得当，有没有出现过曝现象

● 静物拍摄效果

步骤如下：

- 1) 使用摄像头对静物（如：模型）进行拍摄

检查标准

- 1) 拍摄静物模型检查摄像头的抓拍、捕捉能力。
- 2) 检查摄像头拍摄的静物模型颜色饱和度
- 3) 检查静物模型的色彩是否能够较好的还原出来，主体三种颜色所占的比例是否都能很好的进行区分，效果是否令人满意的。

● 文字拍摄效果：

步骤如下：

- 1) 使用摄像头对文字进行拍摄

检查标准

- 1) 检查摄像头的文字拍摄能力以及是否会出现镜头畸变
- 2) 检查摄像头拍摄的字体清晰，没有毛边和锯齿
- 3) 检查摄像头拍摄的整体效果

● 微距拍摄效果：

步骤如下：

- 1) 使用摄像头进行微距拍摄（如：对一块电路板），达到 3MM 的超近距离

检查标准

- 1) 检查摄像头的微距拍摄能力
- 2) 检查摄像头拍摄电路板的芯片有无发生畸变现象，周围针脚是否清晰，周围的贴片电容是否都拍摄的十分清晰。

● 远景拍摄效果：

步骤如下：

- 1) 使用摄像头进行远景拍摄

检查标准

- 1) 检查摄像头的远景能力是否可以看清远处的细节，是否广角。
- 2) 检查摄像头拍摄远景颜色过度是否自然，远处的暗部细节是否清晰，有没有因为光线过强而发生曝现象。

● 夜视拍摄效果：

在夜拍模式测试项目中，大多数摄像头因为感光模块的原因对光线要求比较高，

所以在低照度环境下，表现出来的性能都不是很理想，这个时候采用了夜视灯的摄像头就有很大的优势。

步骤如下：

- 1) 使用摄像头进行夜视拍摄

检查标准

- 1) 检查摄像头的低照度下的拍摄效果
- 2) 检查摄像头曝光是否充足，色彩还原较真实，色彩饱和度是否高，有无明显的锯齿，周围线条是否清晰，有没有畸变现象产生

- CPU 实际占用率

CPU 占用率的高低直接影响到用户进行多任务处理时的速度，

步骤如下：

- 1) 使用摄像头进行拍摄

检查标准

- 1) 检查摄像头对系统资源的占用情况，如果摄像头占用过多的 CPU 资源，那么当需要处理大型任务或者多任务处理的时候，系统是否会变得很慢

亮点&坏点&噪亮点测试

- 亮点

步骤如下：

- 1) 先将变焦关掉，图片的精细程度设为最精细，分辨率调至最高，对比度也调为最高，准备好后用厚布遮挡镜头，拍照（同时可以检查自动对焦，因为全黑时对焦是很快的，对焦不了当然有问题了），得到了一个全黑的图片。
- 2) 用同样的方法，将场景设置为：夜景，背光，文字和运动各拍一张照片。

检查标准

- 1) 检查有没有固定的白点，如果有，那肯定是亮点了。

- 坏点

步骤如下：

- 1) 找张纯白的纸，首先找块布遮挡着镜头，将对比调节为最高（+2）场景设定为文字，对着光源，按下拍摄键，在镜头对焦完毕的一瞬间，将布拿开，白照片

得到了（当然了，这并不是全白的），多拍几张。

检查标准

1) 检查如果发现有固定的黑点，那不用说了，坏点！

● 噪亮点

噪亮点关系到摄像的成像质量、夜景拍摄能力，绝不允许有噪亮点的出现，闪光灯开启要及时迅速，各类图片成像与实际试验场景的实物进行对比，观测图片的清晰度和色彩还原能力。

步骤如下：

1) 先将变焦关掉，图片的精细程度设为最精细，分辨率调至最高，对比度也调为最高，准备好后用厚布遮挡镜头，拍照（同时可以检查自动对焦，因为全黑时对焦是很快的，对焦不了当然有问题了），得到了一个全黑的图片。

2) 用同样的方法拍摄 320*240 的全黑的图片，选项->图片编辑器->修饰->浮雕，将场景设置为：夜景，背光，文字和运动各拍一张照片。

检查标准

1) 检查有没有固定的白点，要是有的，那就是暗噪点

2) 检查图片的清晰度和色彩还原能力

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。

光学有效像素总数测试

ISO12233 的拍摄应按照测试安排的标准拍摄原则，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/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 $f_{\text{水平}}$ （ L_w/P_H ）和垂直尼奎斯特频率极限 $f_{\text{垂直}}$ （ L_w/P_H ）。摄像设备光学有效像素数 N 为： $N=f_{\text{垂直}} \times f_{\text{水平}}$

比如照片像素是 1600*1200，那就是 1600*1200=1920000，越等于 200 万，那就

是 200 万像素的设想头。

摄像头像素取决于其镜头和影像传感器（CCD），假设摄像头镜头和传感器都是理想状态下，可从图像的最大分辨率判别摄像头的像素：以下是最大分辨率对应的摄像头像素：

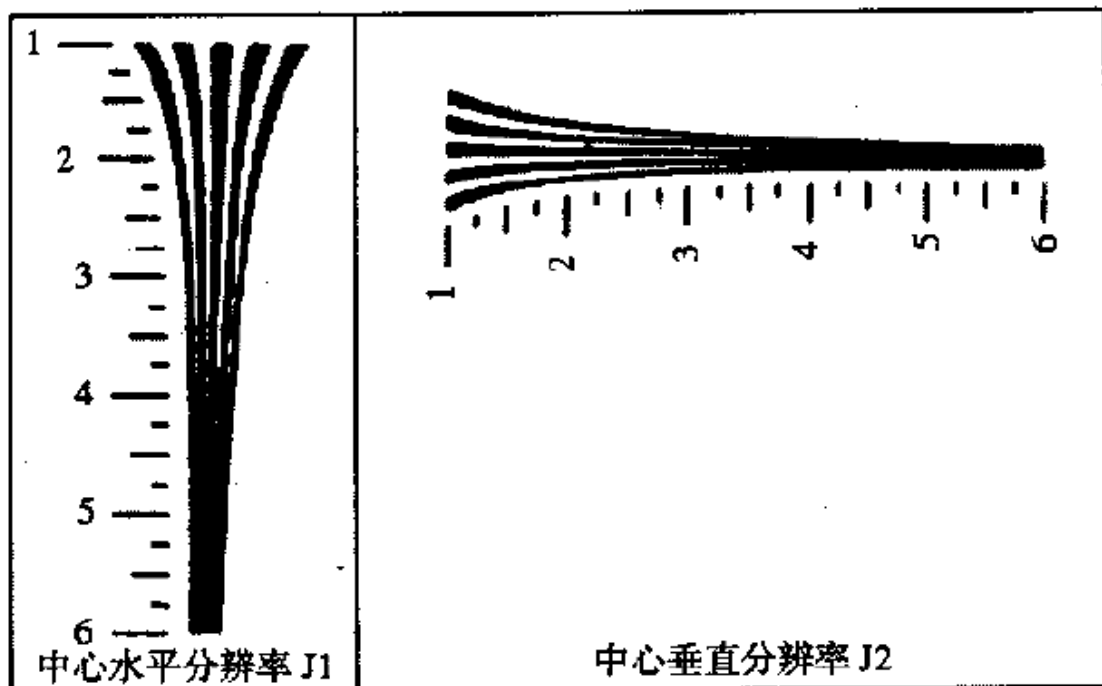
最大分辨率	摄像头像素
640*480	30 万像素
1280*960	130 万像素
1600*1200	210 万像素
2048*1536	320 万像素
2560*1920	500 万像素
3264*2448	800 万像素

步骤如下：

- 1) 用摄像头各分辨率拍摄照片，然后查看照片像素是多少。

视觉分辨率测试

光学有效像素总数测试要求，对分辨率测试图卡 ISO12233 进行拍摄，具体测试方法可参考 ISO12233. 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。



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

5-→4 (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像按实际像素进行显示（必要时可以放大观察）

将线条数发生变化的空间频率向高频开始判读，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。

步骤如下：

- 1) 计算机读出拍摄图片，选择其中一个特定区域；
- 2) 在该特定区域处的位置中央取一条直线，沿着该直线的方向依次读出这条直线上各像素点的像素亮度值；
- 3) 判断当前像素点的像素亮度值是否超过默认白色的亮度值；
- 4) 如果当前像素点的像素亮度值超过默认白色的亮度值，则用拍摄图片中当前像素点所在默认白色条纹参照标准图片中对应的特定区域，分析出所述默认白色条纹代表的像素个数；
- 5) 得到所述默认白色条纹对应的线条分辨数；
- 6) 分析剩下的默认白色条纹所对应的线条分辨数，并从得到的全部数据中选出摄像头最多能分辨出的线条数。

白平衡测试

在色温 3400K 和 6500k 照明条件下，按测试安排要求对彩色图卡进行拍摄，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。

动态范围测试

动态范围测试即灰阶测试。按测试安排要求对测试图卡 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。

色彩还原准确度测试

按测试安排要求对色彩还原测试图卡进行拍摄，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：

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

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

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

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

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 $\Delta E = \Delta E^*a^*b^* / \text{标准色块的 Lab 均方根}$ 对三色块的 ΔE 进行算术平均，得到平均色彩还原误差。

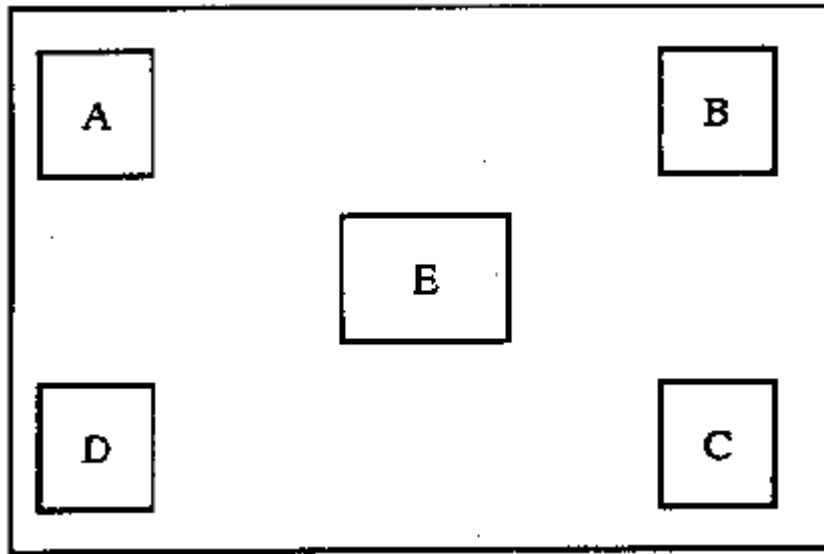
像面亮度均匀度测试

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，按测试安排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 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：

$$K_1 = I_i / I_E \quad (i = A, B, C, D)$$



几何失真测试

按测试安排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。

对角线视场测试

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 1，则视场角 $\theta = 2\arctan(1/2s)$

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副图像，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。

其他：

对于镜头的测试有

1. 杂光（仪器 DNP VIEWER 和 EIAJ test chart F）
2. Resolution 解析度（Light Box 和 ISO 12233 chart）
3. Distortion 畸变（仪器 DNP VIEWER 和 EIAJ test chart I）
4. Flare（点光源都能测试）
5. Light leaking 漏光（A light source）

对于 CMOS Image Sensor 的测试有

1. AWB 白平衡（Light box 和 GretagMacbeth ColorChecker 和 IMATEST）
2. Gray 灰阶（Light box 和 KODAK testing card）
3. 动态范围（Light box 和 ISO14524 动态范围测试卡）
4. AE 曝光收敛范围（Light source Box）
5. 色彩还原 Color（DNP，color bar，IMATEST）
6. 工频干扰 Flicker（50, 60 HZ 光源）
7. 暗角测试 Lens shaing（另一种说法是相对照度，Relative illumination，一般直接对着 DNP 看就行）
8. 坏点&黑点测试（defect pixel and particle，一般的图象软件都有查找坏点的功

能)

9. 信号噪点比 (SNR, 用 IMATEST 和 GretagMacbeth ColorChecker 可以得到精确数值