

广播用CCD摄像系统电性能指标测量方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了CCD摄像系统电性能指标的测量方法。
本标准适用于广播用CCD摄像系统电性能指标的测量。

2 引用标准

- GB 3175 彩色肤色测试图, 透射式彩条测试图
- GB 6996.3 透射式电视线性测试图B型
- GB 6996.11 透射式电视区域测试图
- GB 3659 电视视频通道测试方法

3 测试用图卡

- 3.1 灰度卡: 从黑到白分11级, $\gamma = 2.2$, 反射率为89.9%。
- 3.2 分解力卡: 最高水平和垂直分解力标记为800电视线。
- 3.3 多波群卡(兆周卡): 0.5~10MHz分组标记。
- 3.4 圆环波带卡: 边缘处分解力为450线(垂直)和600线(水平)。
- 3.5 2T脉冲卡: 简单仿造标准的2T正弦平方波和条脉冲信号。
- 3.6 彩条卡(透射式): GB 3175。
- 3.7 肤色卡: GB 3175。
- 3.8 白窗卡: 白窗的宽高尺寸分别为图像宽高尺寸的十分之一。
- 3.9 线性卡: GB 6996.3。
- 3.10 区域卡: GB 6996.11。

4 测试用仪器仪表

4.1 光学器材和仪表

- a. 照度计: 符合CIE标准, 精度为 $\pm 2\%$ 。
- b. 色温计: 符合CIE标准, 在3200°K时, 读数误差不超过 $\pm 20^\circ\text{K}$ 。
- c. 3100 \pm 100°K标准灯箱。

4.2 测试仪器

- a. 彩色精密监视器 中心分解力600电视线, 带有R、G、B通道选择。
- b. 黑白精密监视器 水平中心分解力 ≥ 800 电视线, 水平边缘分解力 ≥ 500 电视线, 信

噪比 > 46dB。

- c. 波形监视器 有选行功能, 矢量相位精度 $\leq 2^\circ$ 。
- d. 视频杂波仪 带宽6MHz, 100kHz高通滤波器, 5MHz低通滤波器和 f_{sc} 陷波器。
- e. 矢量示波器 矢量相位精度 $\leq 1^\circ$, 增量精度 $\leq 0.5^\circ$ 。
- f. 测试信号发生器 带格子信号输出。

4.3 测试现场布置

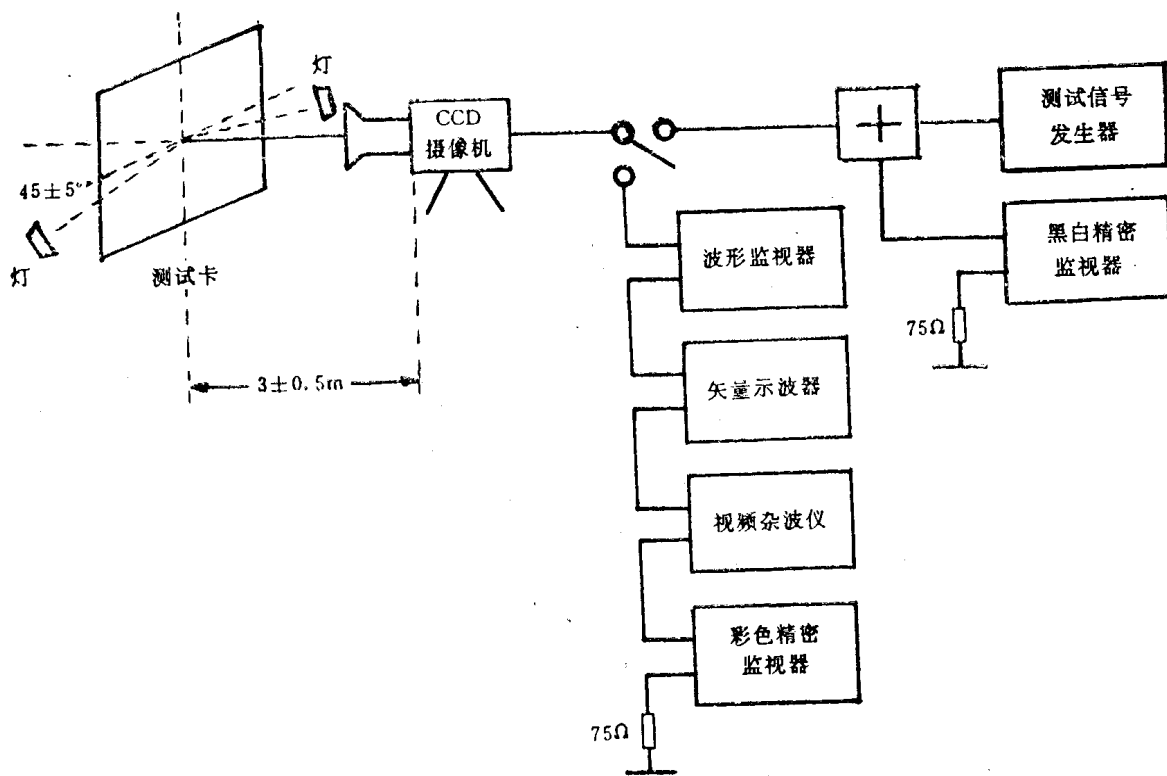


图 1 CCD摄像机特性测试方框图

5 测量条件

拍摄各种测试卡时, 应取其标准画面尺寸, 即令其定位三角对准监视器画面的边界。摄像机光轴应与测试卡垂直, 误差不超过 $\pm 5^\circ$ 。

5.1 标准照明条件

- 反射式测试卡: 卡面照度 $2000 \pm 201x$
色温 $3100 \pm 100^\circ K$
- 透射式测试卡: 卡面亮度不作规定
色温 $3100 \pm 100^\circ K$

5.2 摄像机标准工作状态列于表 1。

6 测量项目及方法

6.1 灵敏度

表 1

状态设定	滤色片	增益选择	γ 开关	DTL开关	chroma开关	MASKING开关
状态 I	3200°K	0dB	ON(0.45)	ON	—	—
状态 II	3200°K	+18dB	ON(0.45)	ON	—	—
状态 III	3200°K	0dB	OFF(1)	OFF	OFF	—
状态 IV	3200°K	0dB	ON(0.45)	OFF	—	—
状态 V	3200°K	0dB	OFF(1)	OFF	ON	OFF

6.1.1 定义

在照度为 $2000 \pm 20lx$ ，色温 $3100 \pm 100^\circ K$ 的照明条件下，摄像机增益为0dB时拍摄反射率为89.9%的灰度卡。当视频信号电平达 $0.7V_{p-p}$ (100%)时，镜头的相对孔径数（或光圈数）定义为灵敏度，以“F数”表示。

6.1.2 测量方法

摄像机设定为工作状态 I，摄取灰度卡，调好白平衡后接着调整光圈，使之在波形监视器上读出信号电平的规定值。然后，读取下述两种情况下的“F数”：

- a. 快门置OFF时，所得结果即为灵敏度测量值。
- b. 快门置1/125秒（或接近的数值）时，所得结果用以检验快门特性。

6.2 最低照度

6.2.1 定义

摄像机置增益+18dB，最大光圈，摄取反射率为89.9%的灰度卡，使视频信号电平达到600% ($0.7V_{p-p}$)时所需的照度称为最低照度。

6.2.2 测量方法

摄像机设定为工作状态 II，镜头光圈开至最大档。先以低照度摄取灰度卡，然后缓慢增加照度。当波形监视器上信号电平到达规定值后，量出此时灰度卡的照度，并记下最大光圈数。

6.3 分解力

6.3.1 定义

以亮度通道的中心分解力为代表，以在精密黑白监视器上人眼能够分辨的分解力卡水平方向和垂直方向最高读数（电视线）来表示。

6.3.2 测量方法

摄像机设定为工作状态 III，镜头光圈约置于5.6和8.0之间，拍摄分解力卡。在镜头最佳聚焦状态下，从精密黑白监视器上读取分解力数（以电视线表示）。

6.4 调制深度

6.4.1 定义

以0.5MHz的调制度为100%，读取5MHz的调制度作代表。另读取6MHz的调制度作参考。

6.4.2 测量方法

摄像机设定为工作状态III，镜头光圈约置于5.6和8.0之间，拍摄多波群卡。镜头调到最佳聚焦状态。在波形监视器上选取隔开的若干行，读取5MHz的调制度和6MHz的调制度，并分别取平均值。

6.5 信杂比

6.5.1 定义

以亮度通道标准增益的不加权信杂比S/N表示。

6.5.2 测量方法

摄像机设定为工作状态III，先拍摄灰度卡，调好黑白平衡，接着调整光圈将亮度信号幅度调至100%（ $0.7V_{p-p}$ ）。然后盖上镜头（或关闭光圈）切断光路。在波形监视器上确认黑电平为5%（ $35mV_{p-p}$ ）。由接入100kHz高通滤波器和5MHz低通滤波器及副载波 f_{sc} 陷波器的视频杂波仪读取增益分别为0dB，+9dB，+18dB时的不加权S/N。

6.6 固定图形杂波

6.6.1 定义

在黑白监视器上可能见到的黑条纹，白条纹或各种固定形状的污斑，与随机杂波混叠在一起，这是CCD摄像机特有的现象。这些条纹或污斑称为固定图形杂波（FPN）。

6.6.2 测量方法

可按下述两种方法之一进行。

a. 摄像机设定为工作状态II，拍摄灰度卡。黑电平取5%，降低照度，使亮度信号电平降至30%（ $210mV_{p-p}$ ）。在黑白监视器上观察FPN。以随机杂波的大小作参考，采用5级评分法来评定FPN的大小。

记分标准如下：

- 1分：FPN为主要杂波成份；
- 2分：FPN略强于随机杂波；
- 3分：FPN与随机杂波程度相当；
- 4分：FPN略弱于随机杂波；
- 5分：FPN不是主要杂波成份。

b. 摄像机设定为工作状态II，盖上镜头，切断进光。在黑白监视器上观察FPN，评分办法同前。

6.7 波形响应

6.7.1 限于2T脉冲卡，只是简单仿造而不是完全模拟2T正弦平方波和条脉冲信号，故目前本项测量只包括亮度通道的“过冲失真”，和“短时间波形失真”等两项。计算公式参照GB 3659中有关项目的规定。

“过冲失真”由下式计算：

$$\text{过冲失真} = \frac{a}{L} \times 100\%$$

式中L为“条脉冲”波形幅度，a为最大过冲量。

“短时间波形失真”由下式计算：

$$\text{短时间波形的幅度失真} = \frac{L - P}{L} \times 100\%$$

式中P为“2T”波形幅度，L为“条脉冲”波形幅度。

6.7.2 测量方法

摄像机设定为工作状态IV，拍摄透射式2T脉冲卡，调至最佳聚焦。在波形监视器上将条脉冲波形幅度置于100%，然后读出预冲、上冲和下冲三者中的最大值以及“2T”波形幅度，再由前述式子分别计算过冲失真，短时间波形的幅度失真。

6.8 色度特性

6.8.1 定义

测量摄像机拍摄透射式彩条卡所得信号的相位和幅度以表示色度特性。

6.8.2 测量方法

摄像机设定为工作状态V，拍摄透射式彩条卡，调好摄像机的黑、白平衡。黑电平保持5%（35mV_{p-p}），调整光圈，使在波形监视器上亮度信号幅度为100%（0.7V_{p-p}），然后在矢量示波器上显示PAL矢量图（N行或P行），使色同步信号对准100%位置，绘图记录各彩条的相位，并从波形监视器上读出各彩条信号的幅度（%）。必要时，还可拍摄肤色卡，以作主观评定。

9.9 垂直拖影

6.9.1 定义

拍摄过亮物体时，由于CCD器件的结构特点引起的垂直亮带称为垂直拖影。

6.9.2 测量方法

摄像机设置为工作状态III，拍摄透射式白窗卡，高亮度灯箱照明。先在摄像机镜头前插入一块ND3（1/1000衰减）的中性减光片，手动调整光圈，使波形监视器上白信号幅度达100%。然后移开中性减光片，用波形监视器选取靠近底部或顶部的一行信号，读出拖影信号的幅度值。设此值为S%则

$$\text{垂直拖影}(\%) = S \times 1/1000 (\%)$$

或者以dB数表示：

$$\text{垂直拖影}(\text{dB}) = -20 \lg \frac{S}{1000 \times 100} (\text{dB})$$

6.10 几何失真（含镜头）

6.10.1 定义

以线性卡的各区域标志圆相对于锁相测试信号发生器所提供的格子信号交叉点的偏离量表示。

6.10.2 测量方法

摄像机设定为工作状态I，拍摄线性卡（注意保持镜头光轴垂直于测试卡），将所拍线性卡信号与格子信号叠加一并显示在精密黑白监视器上。调整格子信号图形的上下左右位置，使中间格子交叉点重合于线性卡中间标志圆的圆心上。当存在几何失真时，可适当调整格子位置，尽量使II区各处的失真均匀对称于图像中央。失真量的读取方法按照线性卡GB 6996.3的规定。

6.11 动态范围

6.11.1 定义

高档CCD摄像机中设有动态对比度控制（即自动拐点控制）电路（简称DCC）可将动态范围扩展至600%。但伴随而来的是可能引起过荷开花现象，而使灰度卡图像的头两阶亮条无法区分开，因此对此种现象的观测可用来判断600%动态范围的优劣。

6.11.2 测量方法

摄像机设置为工作状态I，镜头光圈置于5.6档，拍摄灰度卡。调整照度，白电平达到标准值（ $0.7V_{p-p}$ ），在黑白图像监视器上显示正确的灰度卡图像。然后增大光圈两挡半（即置光圈刻度于2.8和2.0之中间，则约增大进光量至600%）并将DCC开关置ON。此时在图像监视器仍能够区分最亮的两阶亮条则说明动态范围足够。否则，缩小光圈至能分清此两亮条为止，记下此时的光圈数，计算出实际动态范围。

6.12 疵点

6.12.1 定义

CCD上失去感光作用的象素传感器在画面上形成的斑点称之为疵点。

6.12.2 测量方法

基本相同于FPN的测量方法a。

由ENC输出信号，在彩色监视器上观看疵点对图像质量的损伤程度，参考CCIR建议书500/3的评分标准；

- 5分：觉察不到；
- 4分：可觉察到，但损伤不明显，不使人讨厌；
- 3分：有轻微损伤，使人略感讨厌；
- 2分：有明显损伤，使人讨厌；
- 1分：损伤很明显，非常讨厌。

附加说明

本标准由广播电影电视部科技司提出。

本标准由广播电影电视部标准化规划研究所负责技术归口。

本标准由广播科研所电视分所起草。

本标准主要起草人：胡立平、刘宝华、周毅。