

数字电视显示设备性能测量

前言

我国数字电视从1999年50年大庆开始试播数字高清晰度电视到今年60年大庆正式播放地面数字高清晰度电视，历经了10年的时间。在这期间，我国成功地完成了卫星、有线和地面数字电视的传输和广播，同时在我国家电市场上被不同成像原理的电视机和显示终端如LCD、PDP数字高清晰度电视和投影机所占领。为适应数字电视的快速发展和保证数字电视的质量，我国投入了大量的物力和技术力量，并制定了相关的技术标准。

本讲的主要内容：

- 1、有关我国数字电视标准的制定情况；
- 2、对不同成像原理的电视显示终端的性能、技术参数要求及相应的测量方法进行介绍；
- 3、数字电视显示设备的节能要求。

一、有关我国数字电视标准的制定情况

1、演播室

- (1) GY/T 156-2000 演播室数字音频参数（声道定义和参数neqITU-R BT .1383）
- (2) GB/T14857-93 演播室数字数字电视编码参数规范（idt ITU 601-3:1992）
- (3) GY/T 155-2000 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值(neq ITU-R BT .709-3)
- (4) GY/T 157-2000 演播室高清晰度电视数字视频接口

2、信源编码

(1) 音频编码

- GB/T14919-1994 数字声音信号源编码技术规范
 - GB/T17191-1997 信息技术 具有1.5Mbit/s数据传输率的数字存储媒体运动图像及伴音的编码 第3部分：音频 (idt ISO/IEC 11172-3 即MPEG-1第3部分)
 - GB/T17975.3-2002 信息技术运动图像及伴音及伴音信号的通用编码第3部分：音频(idt ISO/IEC 13818-3: 1998 即MPEG-2第3部分)
 - SJ/T11368-2006 多声道数字音频编解码技术规范
- 中央电视台 有线 SDTV: ISO/IEC 11172-3Layer2 (MPEG-1第3部分的层2)
HDTV:Dolby AC-3 北京地区地面 SDTV、HDTV: ISO/IEC 11172-3Layer2
- GY/Txxxxx-xxxx 数字电视环绕声伴音测量方法

(2) 视频编码

- GB/T 17975-2000 信息技术运动图像及其伴音信号的通用编码第2部分：视频（idt ISO/IEC13818-2：1996，即MPEG-2第2部分）
（中央电视台SDTV、HDTV）
- GB/T 20090.2-2006 信息技术先进音视编码 第2部分：视频（AVS）

(3) 系统

- GB/T 17975-2000 信息技术运动图像及其伴音信号的通用编码第1部分：系统（idt ISO/IEC13818-2：1996，ITU-T H.222.0共用，MPEG-4、H.264/AVC和AVS采用）（即MPEG-2第1部分）
- GY/Z 175-2001 数字电视广播业务信息规范
- GY/T229.3-2008 地面数字电视传输流复用和接口技术规范
- GY/T231-2008 数字电视广播电子节目指南规范
- GY/xxxx-xxxx 数字电视中数据广播技术要求 and 测量方法

3、信道编码和调制

(1) 卫星数字电视

GB/T 17700-1999 卫星数字电视广播信道编码与调制标准
(eqv ITU-R BO.12110) (DVB-S)

(2) 有线数字电视

GY/T 170-1999 有线数字电视广播信道编码与调制规范 (eqv ITU-J 83) (DVB-S)

(3) 地面数字电视

GB 20600-2006 数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制

GB/T xxxxx-xxxx 数字电视地面广播信号覆盖评估和测量方法

GB/T xxxxx-xxxx VHF/UHF频段地面数字电视地面广播频率规划准则

GB/T xxxxx-xxxx 地面数字电视广播传输系统实施指南

4、数字电视接收显示设备

- SJ/T 11157-1998 广播电视接收机测量方法 第2部分：伴音通道电性能测量一般测量和单声道测量方法
- SJ/T 11335-2006 《卫星数字电视接收器测量方法》
- SJ/T 11334-2006 《卫星数字电视接收器通用规范》
- SJ/T 11338-2006 《数字电视液晶背投影显示器通用规范》
- SJ/T 11339-2006 《数字电视等离子体显示器通用规范》
- SJ/T 11340-2006 《液晶前投影机通用规范》
- SJ/T 11341-2006 《数字电视阴极射线管背投影显示器通用规范》
- SJ/T 11342-2006 《数字电视阴极射线管显示器通用规范》
- SJ/T 11343-2006 《数字电视液晶显示器通用规范》
- SJ/T 11344-2006 《数字电视液晶背投影显示器测量方法》
- SJ/T 11345-2006 《数字电视阴极射线管显示器测量方法》
- SJ/T 11346-2006 《电子投影机测量方法》
- SJ/T 11347-2006 《数字电视阴极射线管背投影显示器测量方法》
- SJ/T 11348-2006 《数字电视平板显示器测量方法》

- GB/T 7400.11-1999 《数字电视术语》
- SJ/T 11324-2006 《数字电视接收设备术语》
- SJ/T 11325-2006 《数字电视接收及显示设备可靠性试验方法》
- SJ/T 11326-2006 《数字电视接收及显示设备环境试验方法》
- GB/Z 19871-2005 《数字电视广播接收机电磁兼容 性能要求和测量方法》
- GB/T 134-1998 《数字电视图像质量主观评价方法》
- GY/T 216-2006 《数字电视用户管理系统功能要求和接口规范》
- GY/T 148-2000 《卫星数字电视接收机技术要求》
- GY/Z 175-2001 《数字电视广播条件接收系统规范》
- SJ/T 11327-2006 数字电视接收设备接口规范 第1部分：射频信号接口
- SJ/T 11328-2006 数字电视接收设备接口规范 第2部分：传送流接口
- SJ/T 11329-2006 数字电视接收设备接口规范 第3部分：复合视频信号接口
- SJ/T 11330-2006 数字电视接收设备接口规范 第4部分：亮度、色度分离视频信号接口
- SJ/T 11331-2006 数字电视接收设备接口规范 第5部分：模拟音频信号接口
- SJ/T 11332-2006 数字电视接收设备接口规范 第6部分：RGB模拟基色视频信号接口
- SJ/T 11333-2006 数字电视接收设备接口规范 第7部分：Y_PB_PR_R模拟分量视频信号接口

5、已报批和正在制定的标准

- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视接收机通用技术条件
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视接收机测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视接收器通用技术条件
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视接收器测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 数字电视接收设备测试信号规范
- GB/Txxxxx-xxxx 数字电视标准码流分析仪技术规范
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视数字视频接口技术规范
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视标准测试发射机技术规范
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视标准测试接收机测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视音视频同步性技术要求和测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视亮度与色差信号时间差技术要求和测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 数字电视机道分离测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 地面数字电视调谐器技术要求和测量方法
- GB/Txxxxx-xxxx 数字电视机道分离技术规范

二、数字电视显示设备的性能和测量方法

数字电视显示终端又称为数字电视显示器，数字电视终端的显示方式与模拟电视的显示方式基本相同，目前主要有阴极射线管（CRT）显示器、等离子体（PDP）显示器、液晶（LCD）显示器、有机发光二极管（OLED）显示器、表面传导型电子发射显示器（SED）、发光二极管显示器（LED）；另外还有阴极射线管（CRT）型背投影显示器、硅基液晶（LCOS）投影（含前投影、背投影）显示器、液晶投影（含前投影、背投影）显示器、数字光学处理（DLP）投影（含前投影、背投影）显示器和激光投影机等等。详见图1。

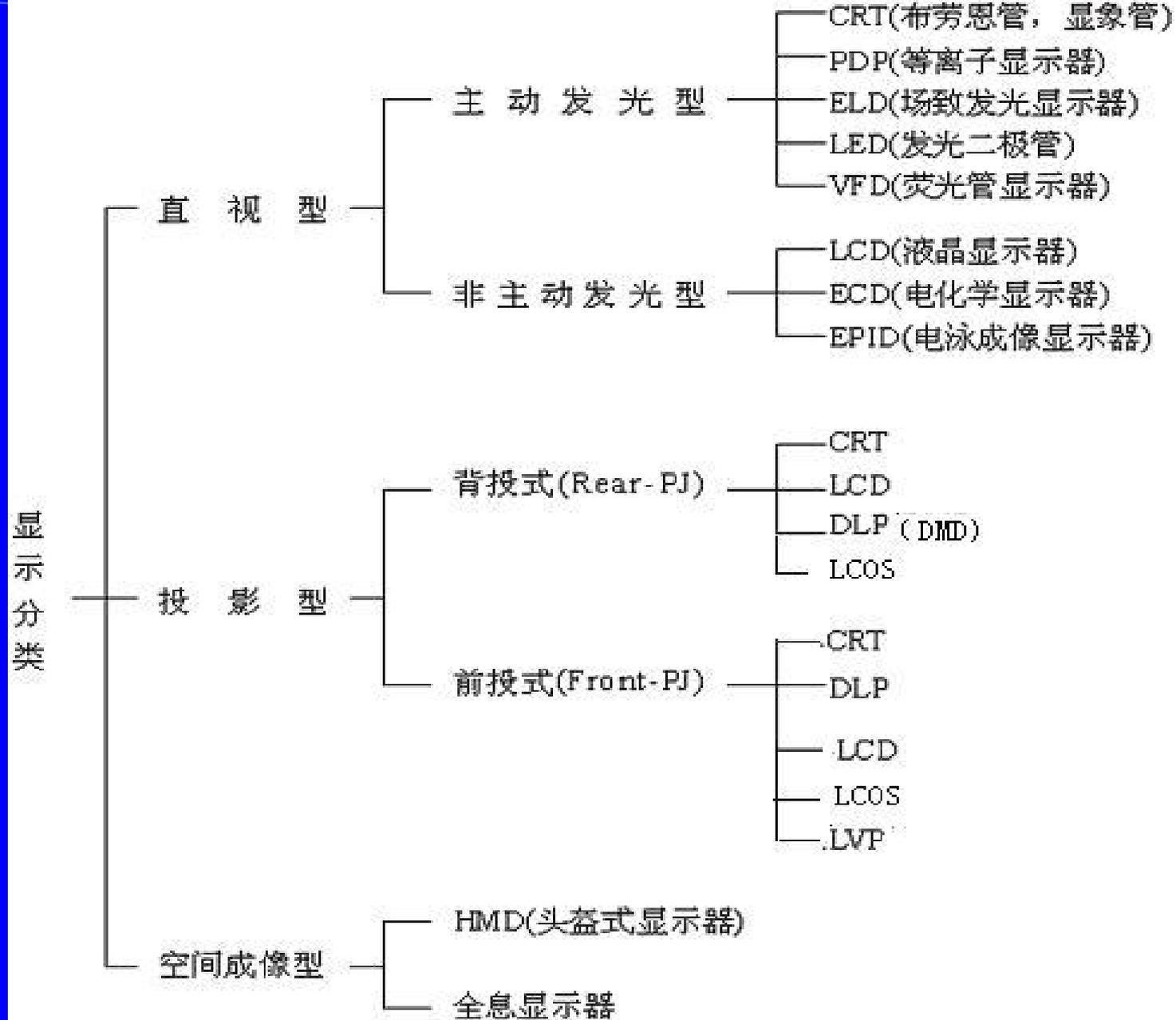


图.1 显示设备的分类

1、分类

(1) 按发光类型区分

a 主动发光型显示器

- 阴极射线管（简称CRT）显示器
- 等离子体显示器（简称PDP）
- 发光二极管显示器（简称LED）
- 有机发光二极管显示器（简称OLED）
- 表面传导型电子发射显示器（简称SED）

B、被动发光型显示器

- 液晶显示器（简称LCD）
- LCD 投影显示器
- 数字光学处理（简称DLP）投影显示器
- 硅基液晶（简称LCOS）投影显示器
- CRT型背投影显示器

(2) 按观看的光学方式

a、直视式显示器

CRT显示器、PDP显示器、LCD显示器、OLED显示器、SED显示器、LED显示器等。

b、投影式显示器

— 前投影式显示器，包括有：

LCD 投影显示器、LCOS投影显示器 DLP投影显示器

— 背投影式显示器，包括有：

LCD 背投影显示器、LCOS背投影显示器 DLP背投影显示器
CRT背投影显示器

(3) 按寻址方式区分

a、电子束扫描寻址方式

- CRT直视式显示器
- CRT型投影显示器

b、数字寻址方式

- LCD、PDP、OLED等平板显示器
- LCD、DLP、LCOS投影显示器

(4) 按显示器的分辨力区分

a、固定分辨力显示器

- LCD、PDP、SED、LED、OLED等显示器
- LCD、LCOS、DLP投影显示器

b、可变分辨率显示器

- CRT型显示器
- CRT投影显示器
- 激光投影显示器

(5) 按图像信号的激励方式分

a、模拟信号激励方式

- CRT直视式显示器
- CRT型投影显示器

b、数字/模拟相结合的激励方式

- LCD显示器
- LCD投影显示器
- LCOS投影显示器

c、数字激励方式（子场（帧）驱动方式）

- PDP显示器
- DLP投影显示器

2、数字电视显示终端的主要技术参数和相应测量方法

- 在所制定的各项数字电视显示终端标准规范中，每一项规范包括：范围、规范性的引用文件、名词术语、一般要求、基本技术和性能要求、测量方法、检验规则、标志、包装、运输、贮藏及规范性附录等内容。
- 在相应的测量方法中，规定了测量条件、测试仪器的要求、测量项目、测量方法及步骤、测量结果的表达等内容。
- 现以GB/T《地面数字电视接收机通用技术条件》、GB/T《地面数字电视接收机测量方法》 SJ/T11343《数字电视液晶显示器通用规范》、SJ/T11339《数字电视等离子体显示器通用规范》、SJ/T 11348-2006《数字电视平板显示器测量方法》及前投影机 and 背投影机有关规范为主加以叙述。并对它的不同之处着重叙述。

2.1 输入图像格式

图像格式是个广泛的概念，数字电视图像格式一般指图像水平方向和垂直方向的有效像素数；图像格式描述了组成一幅图像的像素点阵数，常用 1920×1080 ； 1366×768 ； 1280×720 ； 720×576 等表示。

显示输入的图像格式见表1。

在我国的GB/T14857-1993《演播室数字电视编码规范》中，已规定SDTV图像格式为 $720 \times 576i/50$ ，在GY/T155-2000《高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值》已规定我国的HDTV图像信号格式为 $1920 \times 1080i$ 。因此数字电视平板显示器若为SDTV，必须支持的输入图像格式为 $720 \times 576i/50$ ，并应向下兼容其它显示格式；若为HDTV，必须支持的输入图像格式为 $1920 \times 1080i/50$ ，同时也应兼容 $720 \times 576 i$ 的图像显示格式或其它低于 $1920 \times 1080i$ 的图像显示格式。

有计算机显示功能的显示器，也应至少支持VGA： 640×480 ；SVGA： 800×600 ；XGA： 1024×768 ；SXGA： 1280×1024 ；UXGA： 1600×1200 中的一种显示格式。对与宽屏16：9的显示器可支持 WXGA 1280×768 WSXGA 1600×1024 WSXGA+ 1680×1024 WXGA+ 1920×1200

还有其他多种数字图像格式，有的国家或地区的SDTV和HDTV分别采用 $720 \times 480i/60$ 和 $1280 \times 720p/60$ 、 $1920 \times 1080i/60$ 、 $1920 \times 1080p/60$ 图像格式。

表1 显示输入的图像格式

输入图像格式	显示图像参数描述				
	隔行比	扫描行数	行频 kHz	场频 Hz	幅型比
720×576 i	2:1	625	15.625	50	4:3
720×576 p*	1:1	625	31.25	50	4:3
1280×720 p*	1:1	750	45	60	16:9
1280×720 p*	1:1	750	37.50	50	16:9
1920×1080 i	2:1	1125	28.125	50	16:9
1920×1080 i*	2:1	1125	33.75	60	16:9
1920×1080 i*	2:1	1250	31.25	50	16:9

注： 不带*的图像显示格式为首选项。

2.2 基本功能要求

在功能要求中，分为必备和可选两种：

- 必备功能是该产品比有的功能，也是最基本的要求。
- 可选功能是根据用户和市场需求，生产企业可以增加的功能，虽不作必备的要求，但对增加的功能，在检测中进行考核。
- LCD、PDP显示器的基本功能见表 2。

表2 LCD、PDP显示器的基本功能

序号	功能	要求
1	遥控	必备
2	中文菜单显示	必备
3	场频变换	可选
4	计算机显示功能	可选
5	多画面	可选
6	画面冻结	可选
7	色温选择	可选
8	无信号自动关机	可选
9	16:9和4:3幅型比变换	可选

2.3 接口要求

- 数字电视显示器和接收机的接口要求分必备接口和可选两种，因目前LCD、PDP显示器产品主要和视盘机、卫星数字电视接收器、有线数字电视接收器相连接显示视频图象。因此在必备接口中规定了复合视频输入、Y、 P_B 、 P_R 输入、音频信号输入（左声道和右声道）接口，可显示SDTV、HDTV的图象和声音；对于可选接口，企业根据用户和市场的需要，可选择性的增加接口，如：Y/C信号输入接口、D-sub 15针（VGA）输入接口，多路独立音频信号输出接口、数字音视频输入接口（DVI、HDMI）等。当然地面数字电视接收机RF射频输入接口必备；若只有显示器功能，可不具有RF射频输入接口。
- 对于数字音视频输入/输出接口，我国还没有制定相应的标准。各生产LCD、PDP电视机的企业采用了HDMI输入接口或DVI输入接口。但因涉及专利等问题，因此在标准中没有规定。
- 主要接口要求见表3。

表 3 LCD、PDP 显示器接口要求

序号	接口要求	类型	技术要求
1	RF输入接口	可选 接收机必备	按SJ/T11327—2006的要求
2	复合视频输入接口	可选	按SJ/T11329—2006的要求
	Y/C输入接口	可选	按SJ/T11330—2006的要求
	Y、P _B 、P _R 输入接口	必备	按SJ/T11333—2006的要求
	R、G、B输入接口	可选	按SJ/T11332—2006的要求
3	音频输入接口：左声道、右声道	必备	按SJ/T11331—2006的要求
4	复合视频输出接口	可选	按SJ/T11329—2006的要求
5	D—sub 15针（VGA）输入接口	可选	按SJ/T11332—2006的要求
6	音频输出接口：左声道、右声道	可选	按SJ/T11331—2006的要求
7	数字音、视频输入接口	可选	待定

2.4、常温性能要求

数字电视显示终端的常温性能主要包括电性能、光性能和声性能。电性能、和声性能已在其他章节做了讲解，本章主要对数字电视显示终端的光性能进行讲解。

光性能主要包括有：亮度、对比度、重显率、清晰度、亮度均匀性、色域覆盖率、可视角、像素缺陷、运动图像拖尾时间、漏光等多项性能指标；这些性能指标和测量方法、测试信号、显示器（电视机）的调整、测试仪器的精度、测量时亮度计的视场角等因素有密切的关系。因此在测量方法中都做了严格的规定。如：

- 测量环境：测量应在不受来自外界电磁场干扰的室内进行。如果干扰可影响测量结果，测量应在屏蔽室内进行。测量光性能时应在暗室中进行，杂散光照度 $\leq 1 \text{ lx}$ ；照射到被测图像上的杂散光应小于或等于被测图像亮度的1%。

IEC61947和IEC 61988及美国ANSI/NAPM IT7.228中规定：在不透光的房间，任何位置的照度 $\leq 1 \text{ lx}$ ，屏幕上来自外界光小于被测亮度的1%，屏幕上黑色处来自外界光小于被测值的10%。

日本：暗室来自外界的光 $< 5 \text{ lx}$ 。

➤ 显示器（电视机）的调整：

—— 图像对比度和亮度的调整

输入如图2所示的极限八灰度等级信号，调整对比度和亮度控制器位置，调整到极限八灰度等级信号能够清晰分辨的极限状态。如果不能得到上述状态，应调整到最佳图像质量。此时对比度和亮度的位置分别定义为“正常对比度位置”和“正常亮度位置”。因极限8灰度信号首先是美国国家标准学会提出的，又称ANSI极限8灰度信号。

—— 色温的调整

将显示器色温置于出厂位置，如果没有预置的位置设置，应调整到最佳图像质量。

—— 彩色（饱和度）和色调控制

将显示器控制器置于出厂位置，如果没有预置的位置设置，将其调到中心位置。

➤ 测量亮度计时的视场角：

亮度计或色度计的视场角非常小时，也就是覆盖被测屏幕的像素的面积非常小时，随着亮度计或色度计测试显示区域的不同亮度值也不同。因此覆盖被测屏幕的像素数的面积至少为5x5像素面积。

➤ 对于电视机其他调整详见SJ/T 11348-2006的有关规定。

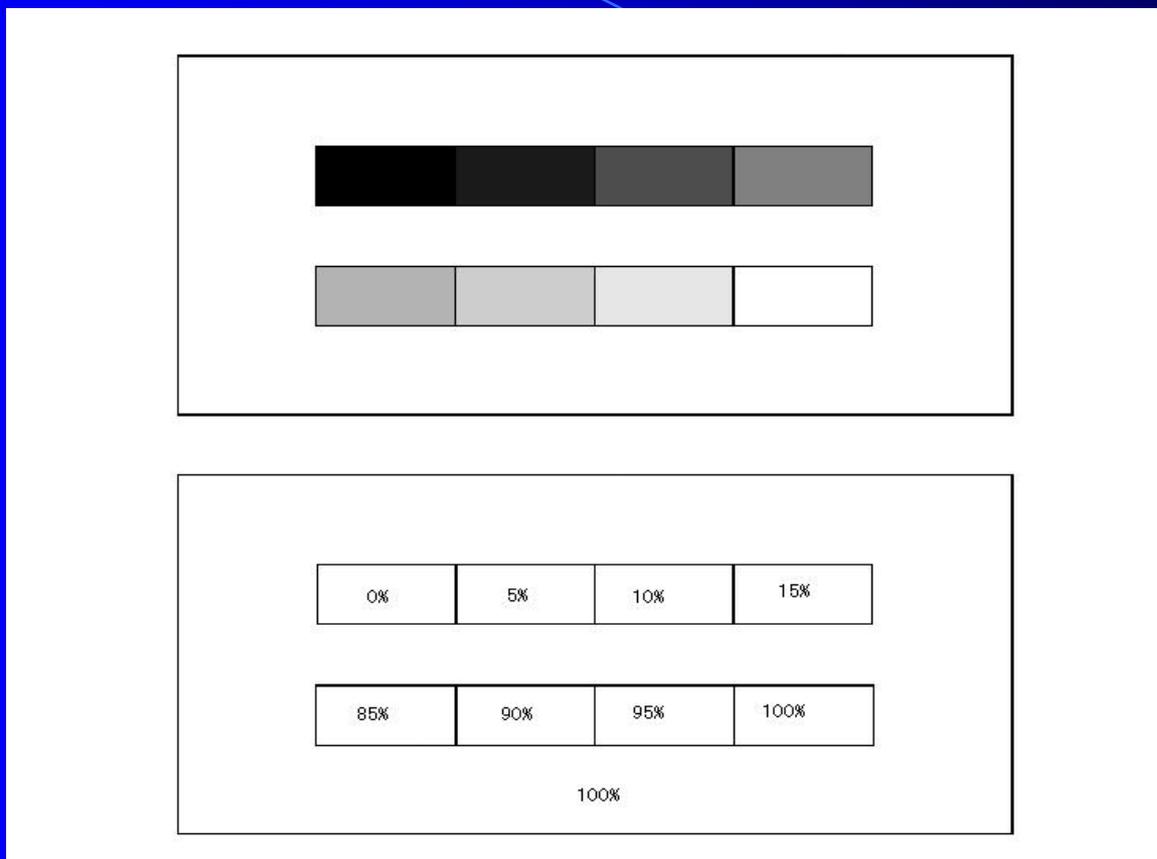


图2 极限八灰度等级信号

(1) 亮度

亮度是表征发光物体的明亮程度；是人眼对发光器件的主观感受。在本规范中，亮度是表征图像亮暗的程度；是指在正常显示图像质量的条件下，重显大面积明亮图像的能力。

表征亮度的单位为坎德拉/平方米（ cd/m^2 ），过去叫尼特（nit）。

在测量电视机或显示器的亮度时，因对电视机调整状态不同，表征屏幕亮度的参数指标也不同，主要有四种：

- 有用峰值亮度：用图3所示的白窗口信号作为测试信号。在正常亮度和对比度控制位置，用亮度计在白窗口内测量的亮度值称为“有用峰值亮度”。
- 有用平均亮度：用图4所示的100%全白场信号作为测试信号，同样在正常亮度和对比度控制位置，用亮度计在屏幕中心位测量的亮度值称为“有用平均亮度”。
- 最大峰值亮度：用图3所示的白窗口信号作为测试信号，在对比度最大控制位置，用亮度计在白窗口内测量的亮度值称为“最大峰值亮度”。
- 最大平均亮度：用图4所示的100%全白场信号作为测试信号，在对比度最大控制位置，用亮度计在屏幕中心位测量的亮度值称为“最大平均亮度”。

- 因液晶电视采用外光源，像素均匀分布在显示屏幕上，用寻址方式显示图像。在对比度和亮度控制正常位置，有用平均亮度和有用峰值亮度是一样的；最大平均亮度和最大峰值亮度是一样的；对于正常观看电视图像节目而言，只有有用平均亮度才有实际意义。因此，在我国的SJ/T 11343-2006《数字电视液晶显示器通用规范》和《地面数字电视接收机通用技术条件》标准中只规定它的有用平均亮度值 $\geq 350 \text{ cd/m}^2$ 。
- PDP和CRT一样，采用R、G、B荧光粉自发光，若亮度调的较高，则消耗功率大，寿命降低；因此在PDP电视机的电路里，设有亮度、功率自动控制电路，当亮度达到一定的值，因受功率限制，亮度不能再增加；另外屏幕越大，亮度越低。所以，在SJ/T11339—2006《数字电视等离子体显示器通用规范》和《地面数字电视接收机通用技术条件》中规定PDP电视机的有用平均亮度为：
 - 当屏幕 $\leq 127\text{cm}$ （50英寸）时，有用平均亮度 $\geq 60 \text{ cd/m}^2$ ；
 - 当屏幕 $> 127\text{cm}$ 时，有用平均亮度 $\geq 40 \text{ cd/m}^2$ 。

➤ 对于CRT电视机，由于采用R、G、B自发光，并以扫描方式显示图像，受高压束电流的限制，亮度也比较低，并且屏幕中心的亮度与屏幕边缘的亮度也不同，大面积的亮度与峰值亮度也不同，因此在SJ/T 11342-2006《数字电视阴极射线管显示器通用规范》和《地面数字电视接收机通用技术条件》中规定CRT电视机的亮度为：

有用峰值亮度 ≥ 80 cd/m²

有用平均亮度 ≥ 60 cd/m²

最大峰值亮度 ≥ 350 cd/m²

最大平均亮度 ≥ 80 cd/m²

在这里我们没有规定CRT的屏幕尺寸，考虑到要接收或显示数字电视信号的显示器，一般都是SDTV或HDTV，屏幕尺寸都比较大，因此没有像模拟电视机那样，按屏幕尺寸规定亮度值。

在 SJ/T11348-2006 《数字电视平板显示器测量方法》、SJ/T11345-2006 《数字电视阴极射线管显示器测量方法》分别规定了LCD、PDP和CRT电视机亮度的测量方法。采用如图3和图4所示的图形信号进行测试。

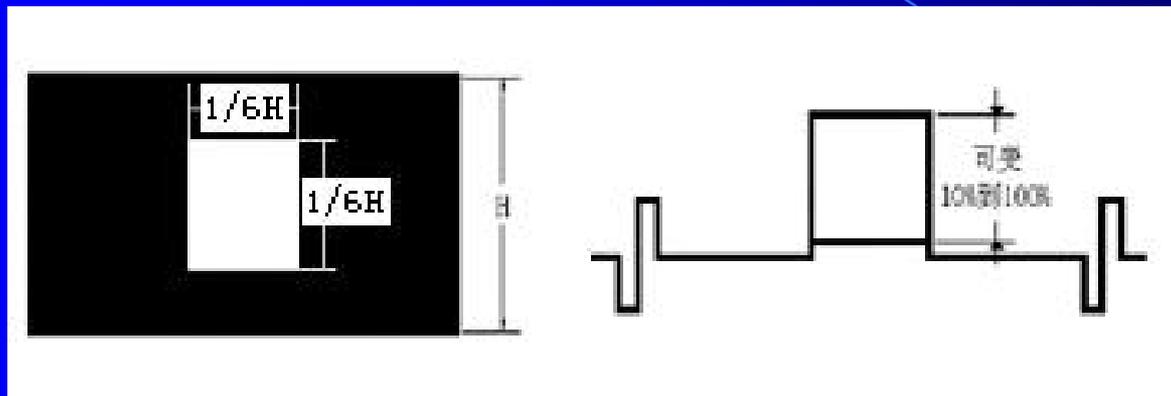


图3 白窗口信号



图4 全白场信号

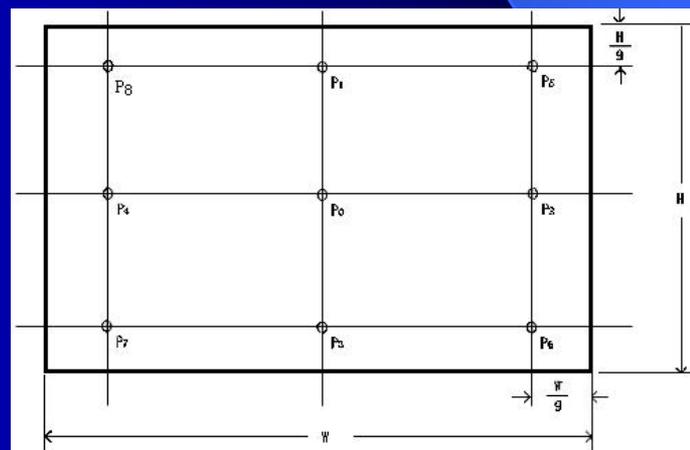


图5 亮度、亮度和色度均匀性、测量点示意图

➤ CRT显示器亮度测量步骤如下：

- a) 输入如**图4**所示的全白场信号，用亮度计测量屏幕中心的亮度值，所测得的值为“有用平均亮度”；
- b) 将视频信号换成如**图3**所示的白色窗口信号，测量白色窗口的亮度值，所测得的值为“有用峰值亮度”；
- c) 将对比度控制器调整在最大位置上，重复a) 和b) 的步骤。

在最大对比度位置上，用全白场信号测得的亮度值和用白色窗口信号测得的亮度值分别为“最大平均亮度”和“最大峰值亮度”

➤ 平板显示器亮度测量步骤如下：

- a) 将显示器按要求调整到规定的标准工作状态。
- b) 将如**图3**所示的全白场信号输入到显示器，用亮度计测量**图5**所规定的 P_0 点上的亮度值，有用平均亮度；
- c) 将白窗口信号输入到显示器，用亮度计测量白色窗口的亮度值，所测得的值为有用峰值亮度

对于正常观看电视图像时，在一定亮度的范围内，亮度值越大，则显示的图像越清晰，但亮度值超过一定的范围，亮度再增加，反而使图像清晰度下降；并且长时间在高亮度状态下观看电视，则眼睛感到疲劳，尤其是青少年，会使视力下降，诱发其它眼睛疾病。此外亮度太高，不仅浪费能源，还会降低显示屏的使用寿命。对于消费者在室内观看图像时，环境光较暗，电视机有用平均亮度在 $50\sim 80\text{ cd/m}^2$ 范围内观看比较适宜。电影院银幕的平均亮度大约为 $30\text{—}45\text{ cd/m}^2$ ，室外观看电视图像时要求画面的平均亮度大约为 300 cd/m^2 。

目前家电市场上的LCD电视机的亮度大小是由电路控制的；由于LCD的成像原理的原因，不能完全还原重显较暗场时的图像，也就是说当图像电平较低时，如在0%电平时，而不能显示全黑色图像；目前虽然广泛采用插帧（或插黑）技术，并增加刷新频率，但有的出现漏光现象，降低了对比度。为了使显示图像明亮、增加图像的层次感和提高清晰度，把LCD电视机的亮度调整的较高，使图像的过渡边缘生硬、不柔和，有油墨画的感觉。

(2) 光输出

光输出是表示投影机投出光的强度，单位用流明（lm）表示。

对于前投影机发光的强度不像背投影机或电视机那样，因为前投影机投射到屏幕的图像大小随着距离的远近不同，投射的图像面积越大，而显示的图像亮度则越暗。图像面积越小显示的图像亮度越亮。电视机的屏幕大小是固定的，所显示的图像亮度只随图像内容而变化。

投影机的光输出的大小和光源功率（即灯泡的瓦数）有直接关系，灯泡的瓦数越大，则光输出越大。因此，在SJ/T11340-2006中规定投影机的光输出有企业标准规定。

若采用美国国家标准IT7.228所规定的测量方法进行测量，则所测得的光输出，则用ANSI流明表示。

在我国的SJ/T11346-2006中规定的测量方法如下：
输入100%全白场测试图（见图4）。分别在图4的9个点 $P_0 \sim P_8$ 上测量各自的照度值 $L_0 \sim L_8$ ，以勒克斯 L_x 表示。
 $L_0 \sim L_8$ 的9个读数的平均值 L_a 再乘以投影图像的面积 S ，就是该投影机的光输出 L 。

测量点的范围应至少为 5×5 个像素。

IEC、美国、日本和我国测量光输出的方法都相同。

(3) 对比度

对比度是表征在一定的环境光照射下，物体最亮部分的亮度与最暗部分亮度之比。电视机或显示器的对比度是指：在同一幅图像中，显示图像最亮部分的亮度和最暗部分的亮度之比。对比度越高，重显图像的层次越多，图像清晰度越高。

测量方法：HDTV采用如图6所示的黑白窗口信号（16：9）进行测量，SDTV可采用图7所示的4：3的黑白窗口信号。

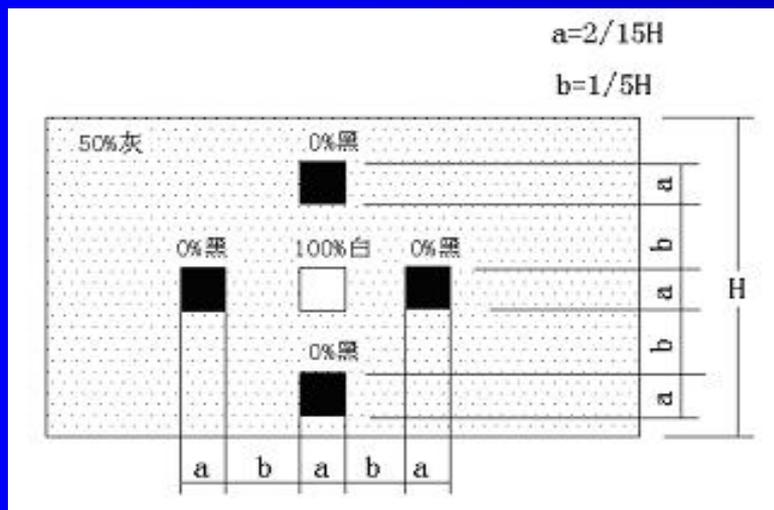


图6幅型比为16：9的黑白窗口信号

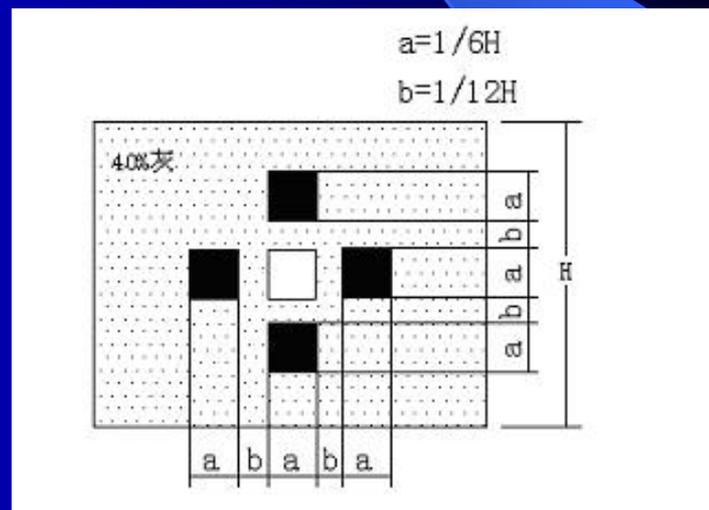


图7幅型比为4：3的黑白窗口信号

测量方法如下：

- a) 将显示器调整到规定的标准工作状态。
- b) 将如图6（或图7）的黑白窗口信号输入到显示器，分别测量 L_0 ， L_1 ， L_2 ， L_3 和 L_4 的亮度值，见图8。
- c) 用下式计算对比度 Cr ：

$$Cr=L_0/L_bw$$

式中： L_bw — L_1 ， L_2 ， L_3 ， L_4 的平均值。

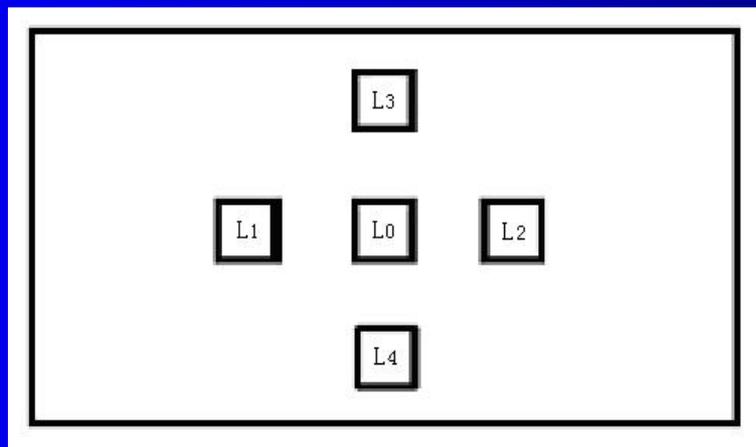


图8 对比度测量点示意

为了使不同成像原理的各种类型的显示器（或电视机）的对比度有可比性，在所制定的规范中，对CRT、PDP、LCD电视机（包括DLP、LCD、LCOS、CRT背投影机及前投影机）的对比度都规定了相同的测量方法。

在上述条件下，不同的成像器件中的对比度一般在100:1~300:1之间。因人眼的分辨能力一般在200:1左右，当然少数视力较好的人，可达到250:1以上，所以规定对比度为150:1的最低要求。当然各生产企业可以做的更高些，但必须满足150:1的最低性能要求，以满足正常视力人员的观看效果。

图像对比度对重显图像质量至关重要，适当的图像对比度可以使图像层次分明，观察图像时有一定的层次感，因此人们总是千方百计提高图像对比度，例如：为了减小环境光对图像对比度的影响，采用黑底技术，荧光粉着色技术、褐色玻璃等，通过上述措施使当前显示器件的图像对比度有了很大的改进与提高；

图像对比度适度就可以了，因为正常的摄像机摄取景像的对比度只有100倍，因此平板显示器和平板电视机的图像对比度只要大于150倍，就可以满足人眼的视觉要求，过高的对比度并不能明显改善图像质量；

但目前家电市场上，对比度的叫法较多，如：ANSI对比度、通断比（ON / OFF）等。对比度的值从几千比一到一万比一不等。当然这其中也有生产企业过于夸大宣传和媒体炒作的的原因，但主要是采用的标准不同，测试信号、测试条件、测试环境等不同而造成的。

(4) ANSI对比度

ANSI是American National Standard Institute的英文缩写，是指美国标准协会制定的测量方法，即采用美国国家标准所规定的测量方法的对比度。即：ANSI/NAPM I18.227-1997音视频系统 电子投影 — 固定分辨力投影机，ANSI/NAPM I17.227音视频系统 电子投影 — 可分辨力投影机的标准中规定对比度的测量方法。

测量方法如下：

- a) 首先将显示器调整到规定的标准工作状态。
- b) 将图9所示的16个相等矩形组成的黑白棋盘图形输入到显示器，用亮度计分别测量8个白方格的亮度分别为： $L_{w1} \sim L_{w8}$ ，取平均值为 L_w ；然后测量8个黑方格的亮度分别为： $L_{B1} \sim L_{B8}$ ，取平均值为 L_B 。

ANSI 对比度 = L_w/L_B ，归一化取整数。

该方法和我国采用的标准中对比度测量相比较，测试条件和调整方法基本相当，只是采用的测试信号不一样。用该测量方法所测得的对比度值的误差比我国的大，所测得的对比度值比我国的小。

该测量方法对于不是玻璃屏幕的成像器件（如前投影机 and 背投影机）测量的数值还比较准确，但对于玻璃屏幕的成像器件如：PDP、LCD和 CRT，因有较厚的玻璃，采用16个相等矩形的黑白棋盘图形，则白方块的亮度，通过玻璃的厚度折射到黑方块，因此测量黑方块的亮度包括了白方块的亮度通过玻璃折射到黑块的亮度，这样测量的数据不够准确，因此在 IEC 60107-1和IEC 61988-2-1等离子体显示器的测量方法中规定用黑白窗口信号。白窗口和黑窗口之间有一点距离，这样白窗口亮度通过玻璃折射到黑窗口的亮度就会减弱，影响较小，测量方法比较准确，重复性较好。为了对不同成像器件的电视机的对比度值有可比性，所以在对固定分辨力不是由玻璃为成像器件的投影机中可采用此方法。经多次测量，这种方法测量由玻璃为成像器件电视机的对比度值比ANSI标准测量的对比度值要提高10%左右。

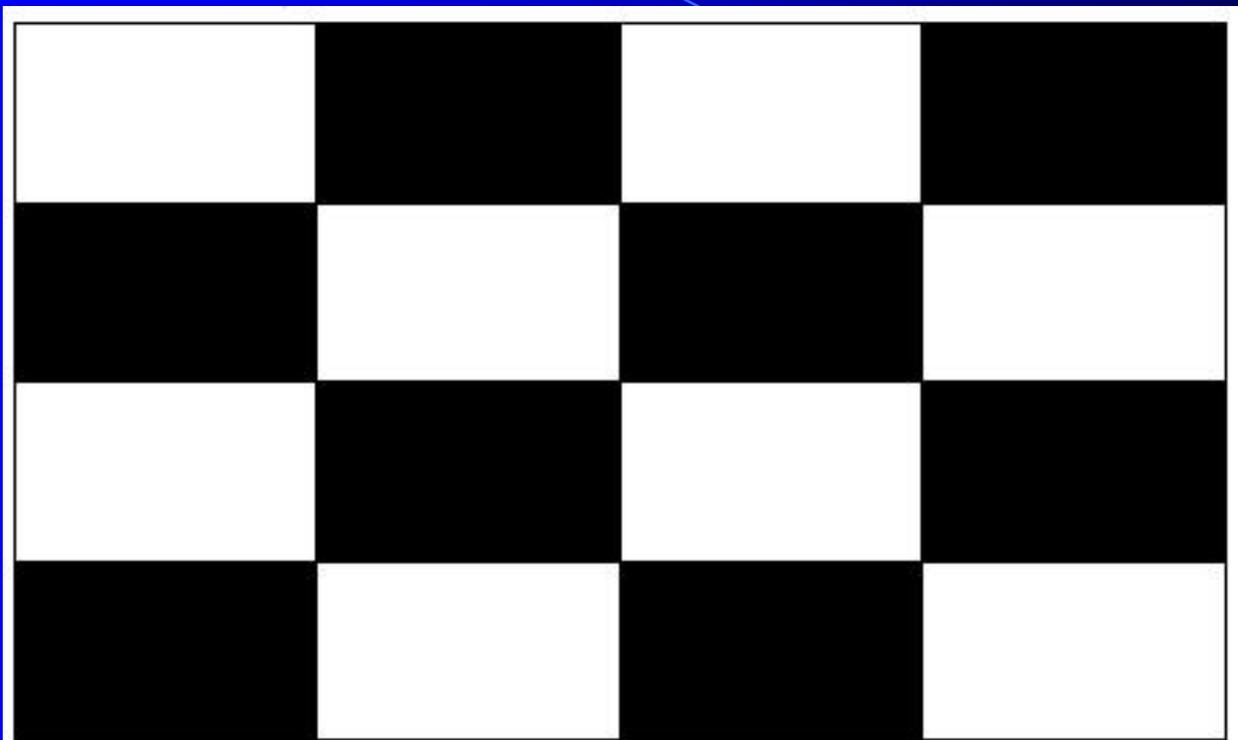


图9 16个黑白棋盘格信号

(5) 通断比

通断比是表示：显示屏显示100%全白场图像时，测量如图10所示 $L_0 \sim L_8$ 9个点的亮度的平均值 L_{max} 与显示0%全黑场图像时，测量图9所示的 $L_0 \sim L_8$ 9点的亮度的平均值 L_{min} 之比，即： L_{max}/L_{min} ，并进行归一化。

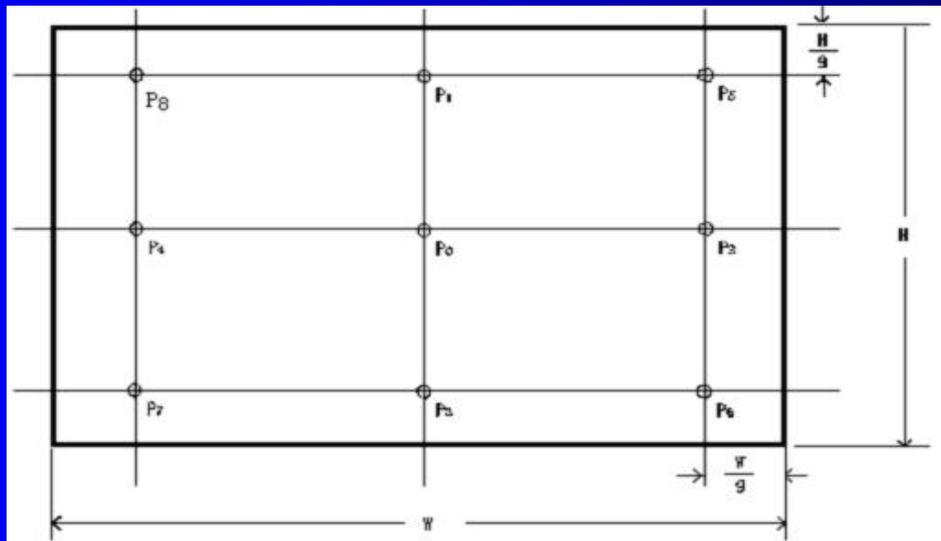


图10 测量通断比的位置图

用通断比表示对比度要比按我国标准测量的对比度和ANSI对比度大得多,一般可在1000:1~2000:1。但目前在我国家电市场上或媒体宣传的液晶电视机、等离子体电视机、投影机的对比度为5000:1,甚至10000:1,因这些对比度值没有给出相应的测量条件、测试环境、测试信号、测量方法和所用测量亮度计的精度等,这些值如何得来的,没有具体说明,对此也就毫无实际意义了。对于观众正常观看电视图像节目而言,是观看同一幅图像中的对比度,而不是观看全屏最亮和全屏最暗两幅图像的对比度,因此对电视用通断比表征对比度是不合适的。

但用全白场信号/全黑场信号,在正常对比度和亮度控制位置测得的对比度反映了对比度的动态范围,尤其是对显示平均图像电平(APL)为10%~20%的图像时,这个对比度值越大越好。

图像对比度是电视机或显示器重显图像质量的重要参数之一。较高的图像对比度可以使图像层次分明,增加图像的纵深感,提高图像的清晰度。对LCD电视机来说,因图像暗场时对比度较低,使图像层次感、纵深感较差,影响了重显图像的质量。但不惜成本的提高对比度也毫无意义,即使再高的对比度,人眼也不能分辨出来;同时过高的对比度并不能明显改善图像质量,相反可能降低图像的清晰度。

我们参考了美国、日本、IEC的测量方法、测试信号和测量条件及参数值，并根据人眼的视觉特性及多种因素确定的。以显示视频的不同成像器件的显示器能够适应的亮度和对比度范围，与自然界的景物相比要受到限制。因为视频信号是摄像机摄取环境光照明的物体反射一部分照明的入射光线，物体的亮度是摄像机镜头看见的东西，也就是刺激摄像机影像传感器的东西，在户外明亮、充满阳光时，高反射率的物体的阴影区域的黑色物体，景色的对比度范围可达到20000:1，但在人工照度环境中，将大大低于户外的水平，在给定的范围中，如在演播室，物体的亮度的范围可以从2000 lx 到低于1 lx ，则对比度值可达2000:1，实际摄像机的动态范围有限，缩减了对于大对比度范围的采集能力，因此所显示的视频信号的对比度也将大大降低，一般在500:1。

在人体工程上研究人眼的视觉特性表明：决定人眼所能看到的不同物体层次使物体反射的是亮度比而不是亮度差（亮度比是任意两个亮度值相除，差则是相减）。人眼所能观察到的物体的亮度比，由于不同人群有所差别，约从150~250之间。有的人可能更低。因此计算机视频采用8bit取样，即 $2^8=256$ 级。对绝大多数数字视频，用16表示黑色，从16~235表示视频不同级的白色亮度，也就是考虑到人眼所能分辨的灰度级。综合以上的各种因素，并考虑国际标准，因此规定了我国各种不同成像原理的显示器，对比度的参数值150:1，这样便于消费者在选购产品时进行比较。

(6) 亮度均匀性

亮度均匀性是指屏幕中心与屏幕其它地方，尤其是屏幕边缘所显示亮度均匀性的程度。对于CRT，因成像原理是采用可变分辨力的扫描方式，亮度均匀性比较差。显像管制造工艺的不同，亮度均匀性也不同。纯平的CRT的亮度比超平的CRT的均匀性差，对于最近研制出的超薄的CRT，据有关资料介绍，屏幕边缘处的亮度均匀性、聚焦等性能比普通的CRT还差些。

对于固定分辨力，以寻址方式显示图像的LCD、DLP、PDP、LCOS等成像器件的电视机，亮度均匀性要优于CRT。

对于LCD，因采用背光源，由于背光源的灯管排列不均匀和发光特性不一致性，造成全屏亮度均匀性差，但优于CRT。PDP全屏亮度均匀性较好，优于LCD。

对于前投影机，受光机引擎、镜头等器件的优劣的影响，亮度均匀性也有较大的差异。对于背投影机，同样受到光机，一次或两次的光反射和投影屏幕等器件的优劣的影响，亮度均匀性等指标也不同。

为了使不同成像原理的显示器（或电视机），在测量条件、测试环境、测试仪器、测量方法都采用统一的方法，但在特性参数要求上有所不同。

测量方法：

- a) 将显示器调整到规定的标准工作状态；
- b) 将全白场信号输入到显示器，用亮度计测量图 11 所规定 $P_0 \sim P_8$ 各个点的亮度值分别为 $P_0 \sim P_8$
- c) 用以下公式计算亮度均匀性 P_i ：

$$P_i = L_i / L_0 \times 100\%$$

式中：

i —— (0...8) 点中的任意一个点数。

边角的平均值：

$$\frac{L_5 + L_6 + L_7 + L_8}{4} \times 100\%$$

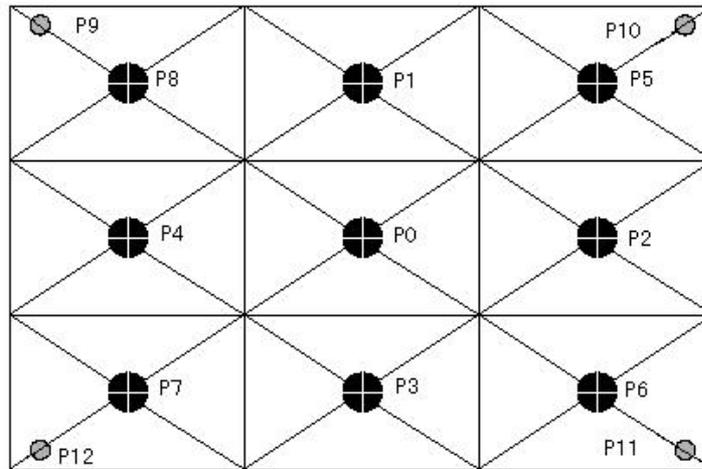


图11 测亮度均匀性示意图

对于PDP和LCD的平板电视机不测边角亮度均匀性的平均值。

规定LCD亮度均匀性的平均值： $\geq 75\%$

规定PDP亮度均匀性的平均值： $\geq 75\%$

对于CRT电视机要测边角的平均值，并规定了参数。即：

亮度均匀性： $\geq 50\%$

边角的平均值： $\geq 50\%$

(7) 彩色电视的三基色和三基色原理

在自然界中呈现的万紫千红的颜色，是人眼所感觉的颜色。在人眼的视觉理论研究中，眼睛的视网膜的中心部分，布满了锥体视觉细胞，它既有区别亮度的能力，又能区别颜色的能力。因此他能看到自然界中的五颜六色，尤其是雨后的彩虹，黄、青、绿、紫、红、蓝的颜色给人以美的感觉。

在彩色电视机中，就是利用人眼的视角特性，把自然界的五颜六色重现在电视机的屏幕上。经过对人眼识别颜色的研究表明：人的视角对于单色的红、绿、蓝三种形式的色刺激具有相加的混合能力，例如：用适当比例的红光和绿光相加混合后，可产生与单色黄相同的彩色视角效果；同样用适当比例的红和蓝相加混合后，可产生与单色紫（品红）相同的彩色视角效果用适当比例的蓝和绿相加混合后，可产生与单色青相同的彩色视角效果；并发现自然界中所有的万紫千红的颜色都可以用红、绿、蓝这种颜色以适当的比例相加混合而成。如图12所示。

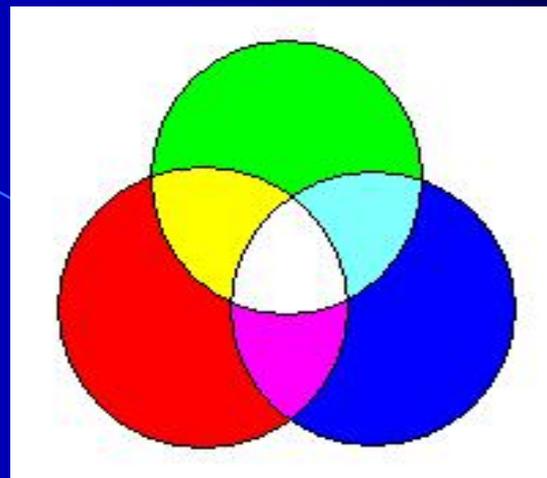
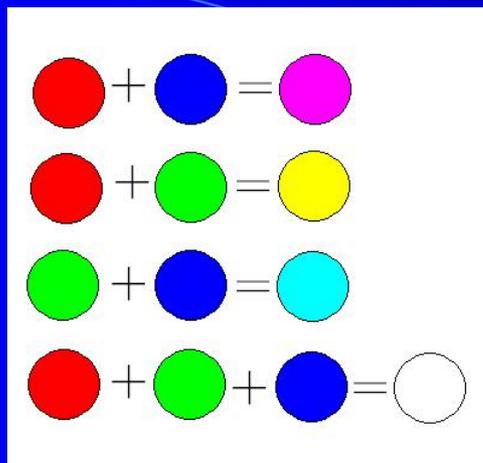


图12混色原理

人眼对于红、绿、蓝的相加混合可分为三种情况：

- 1) 红、绿、蓝三色同时进入人眼，并投射在视网膜上同一区域的色刺激，称为光谱混合法（如3LCD投影机）。
- 2) 红、绿、蓝三色相继进入人眼，并投射在视网膜上同一区域的色刺激，称为时间混合法（如单片DLP色轮技术）。
- 3) 以人眼不能分辨的“镶嵌”方式进入人眼的色刺激，称为空间混合法（如CRT、PDP电视机）。

在彩色电视色度学中，把红（R）、绿（G）、蓝（B）称为三基色。

三基色定义：红、绿、蓝三种颜色之间是相互独立的，其中任一色均不能由其它两种颜色混合而成；它们又是完备的，即所有的其它颜色都可以由红、绿、蓝三种颜色按不同的比例相加混合而得到。

从三基色定义可以看到，如果用C代表混合而得到的颜色，则可用下面代数式表示一种颜色相加混合的结果：

$$C = R (R) + G (G) + B (B)$$

在该式中R、G、B是三个系数，表示为混合颜色C中（R）、（G）、（B）三个基色所用的量分别是多少，也就是说可以用数量表示任何一个颜色，即用一组（R、G、B）之值表示一个颜色，它们之间的大小决定了混合色C对人眼刺激程度的强弱，用亮度表示，单位为 cd/m^2 ；它们之间的比例关系，表示为彩色之间的差异，常用色调描述。在色度学中，颜色是用波长表示的。如红色的波长为 $630\text{nm}\sim 700\text{nm}$ 。绿色的波长为 546nm ，蓝色的波长为 435.8nm ；表征彩色的浓淡程度称为色饱和度，用百分数表示，例：最大的红基色的饱和度为100%。

由图11中可以看出，红色与绿色相加混合成黄色，黄色和蓝色相加混合后得到白色(或灰色)；红色与蓝色相加混合成品红色(紫色)，品红色和绿色相加混合得到白色(或灰色)；绿色与蓝色相加混合成青色，再和红色相加混合得到白色(或灰色)；在色度学中分别把黄色和蓝色、红色和青色、绿色和品红色(紫色)相互称为补色。也就是说三基色红、绿、蓝相对应的补色分别是青色、品红色、黄色。在彩色电视中，常用的彩条信号即：黄色、青色、绿色、品红色、红色、蓝色就是由红、绿、蓝三基色和它们对应的补色组成的。

补色的定义：当两种颜色混合得到白色（或灰色），称为这两种颜色互为补色。

从基色的定义看：青色、品红色、黄色分别是由两种基色混合而成的，只能称为补色，而不能称为基色。

从上述分析可以得出三基色原理包括下述主要内容：

自然界的任何彩色可以用红、绿、蓝三基色相加混合而成；根据三色系数的不同，由于人眼的视觉特性，可以分辨出彩色的亮度、色调和色饱和度；而亮度等于三个基色亮度之和；当由两种成分相加的混合色中，如果一种成分连续变化，混合色也将连续变化；当两种成分相加的混合得到白色或灰色时称这两种颜色互为补色。

彩色电视从二十世纪初到现在，经过几十年的研究和发展，从摄像、传输到显示技术都是利用三基色原理，把自然界中的五颜六色的景物显示到电视机屏幕上，供观众欣赏。就目前而言，在世界范围内，无论是模拟彩色电视机还是数字电视接收机，无论是扫描型（CRT）电视机还是固有分辨力电视机（LCD、PDP），无论是直视型电视机还是投影型电视机，都是利用三基色原理。对于CRT、PDP电视机，选用红、绿、蓝三色荧光粉作为三基色，利用荧光粉发出的三基色光进行混合而成；对于LCD（包括直视型和投影型）、DLP、LCOS投影机都是通过光学系统滤光分色，分出红、绿、蓝三基色信号后经信号调制再相加混合而形成彩色图像。

美国TI公司的单片DLP投影机，为了增加亮度和彩色鲜艳度，将由过去的RGB三段色轮改造成R、G、B、C（青）、Y（黄）、M（品红）六段色轮，并在驱动和显示电路上，实现单独对R、G、B、C、Y、M进行补偿，以提高投影机的亮度和彩色鲜艳度，同时也可以根据用户的需要进行修正。

随着数字化处理技术的发展，近几年对显示器的色度处理方法也越来越多，可以根据显示器内部电子装置的需要，将一些信号从一种形式变换成另一种形式，以便完成各种处理任务。例如有一个方式是：首先将这些信号实时的一个像素一个像素变换它的发光和它的发光强度和它的色度坐标 u' v' （或 x y ）进行独立处理，最后变换成电子信号，传送给显示设备进行显示。这样最大的优点就是将信号源信号的校正与参数设置和显示器的标准和设置隔离开来，可以独立的对某种颜色进行修改和校正，可以消除灰度、色调和饱和度之间的相互作用而产生的误差，可以允许因观众喜好不同而和信号源有一定的误差等优点；还有的是通过对电路的设计，可以单独对红、绿、蓝和它们对应的补色分别进行修正，获得更明亮、更鲜艳的彩色，以符合某些观众对颜色的喜好。

但无论采用哪种彩色的补偿修正方法，以红、绿、蓝作为彩色电视的三基色原理是不会改变的。因彩色电视系统到目前为止，在前端摄像机采集景物图像的颜色，演播室的节目制作和中间的节目传输都是采用红、绿、蓝三基色；而在终端显示部分，只是有些企业为扩大彩色重显效果，在电视机的信号处理部分分别采用“六色”或“五色”或“四色”技术，但在终端显示还是以R、G、B三基色相

加混合重现彩色图像。因此只能说是，对三基色合成的彩色信号，进行六色处理。最后以R、G、B三基色进行显示。

(8) 色温和相关色温

在日常生活中，我们人眼看到的物体景物的颜色（例如纸是白的，草是绿的等）说成是物体的特征，用来区分物体。在物理学上，我们眼睛看到的景物则是用光谱辐射亮度和彩色刺激函数表示的；正是因为它们在眼睛里造成了白色或彩色的感觉。所有的这些感觉是投射到物体上的光线和物体表面两者相互作用的结果。投射到物体景物上的入射光线可来自一个和多个光源，有一类光源是由于高温辐射发出光线，称为温度辐射体。例如：蜡烛燃烧时释放能量而产生的温度约 1600°C ，白炽灯靠电能通过的灯丝而产生的温度（卤钨灯）达 $2500\sim 3000^{\circ}\text{C}$ ，太阳能产生的温度（表面温度）达 $5500^{\circ}\text{C}\sim 6000^{\circ}\text{C}$ 。

为了能说明这些温度辐射体，制造出了一种近似实现理想化辐射体模型，研究它对实际光源在一定程度上适用的一些规律，把这个理想化辐射体的光源称谓黑色辐射体。如果把黑体不同的温度辐射光的色坐标绘制到国际照明委员会1931年的色度坐标图上，把各点连成一条曲线，称为黑体轨迹（又称为普朗克曲线），如图12所示。

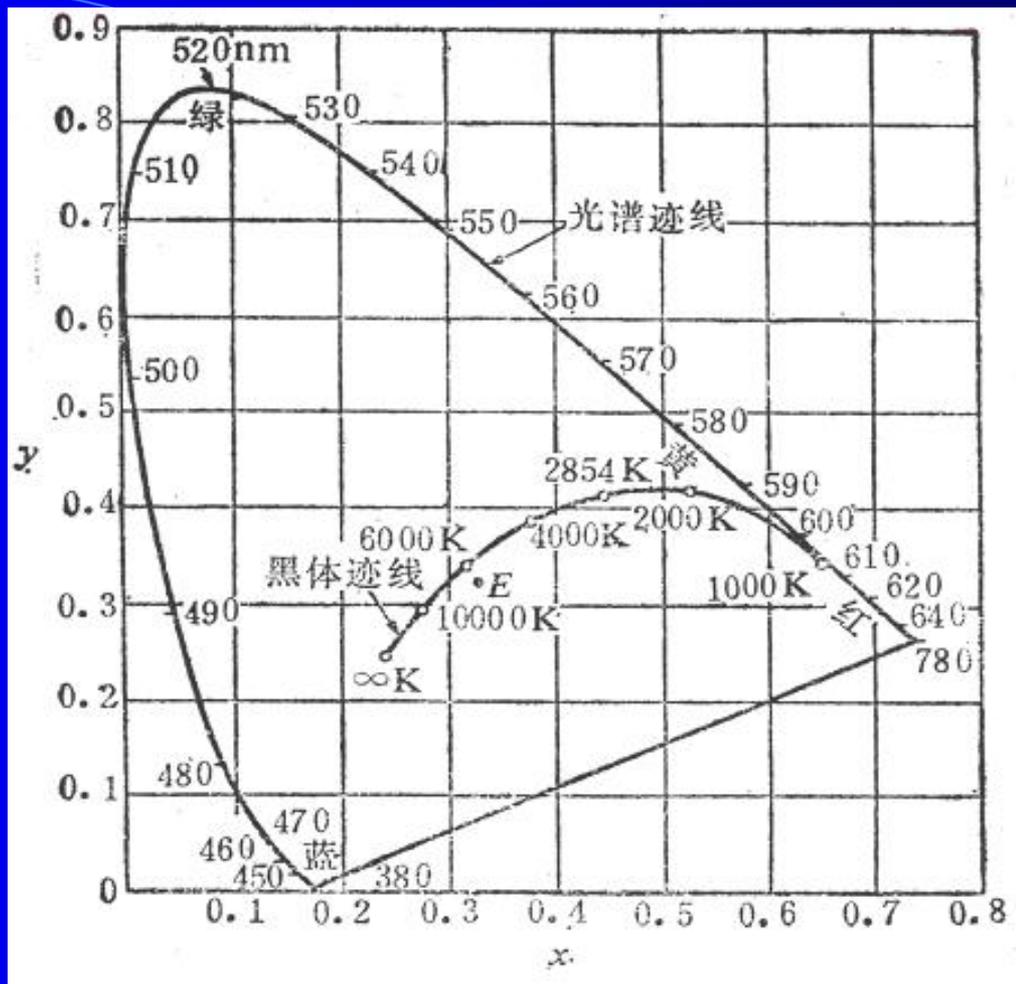


图12 标准色度图上黑体轨迹（普朗克曲线）

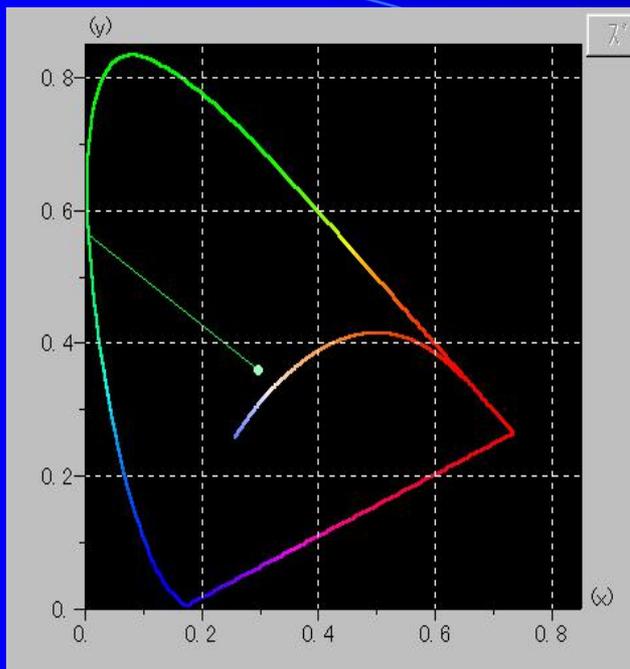


图13a x y色度坐标图上黑体轨迹

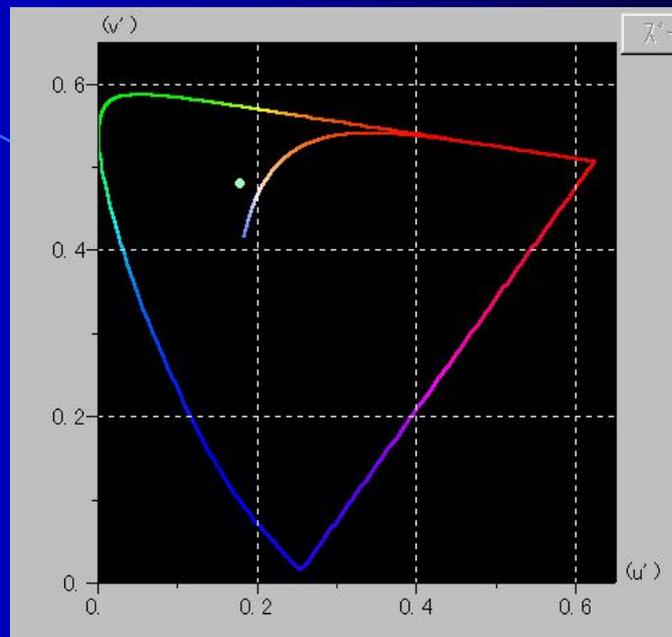


图13b 在 u' v' 色坐标图上黑体轨迹

图13 标准色度图上黑体轨迹（普朗克曲线）

在图13a和13b 中可以看出，在温度较低时呈现橙黄色，温度较高逐渐为白色；温度到万度以上，则呈蓝色。由此可见，由光的颜色也可以推断出温度的高低。从光的颜色与温度的各种关系，引出“颜色色温”，简称色温。一个光源的色温值，是指这光源所发出的光的颜色与某个温度的黑体所发出的光的颜色相同或最接近，则黑体的这个温度就定义该光源的色温。对于白炽灯光源来说，可以和黑体发光的光达到很完美的匹配，白炽灯光源的色坐标几乎落在黑体轨迹上。而对其他类型的光源往往不能落在黑体轨迹上，就要找到这个光源的色坐标点到黑体轨迹的最近距离点所对应的黑体色温，称为光源的相关色温。色温表明光源色度信息，而不表明光源的温度信息。色温的单位为开氏度（K）。

CIE 1931年的 x 、 y 色度坐标图是一个非均匀色度空间，所以从某一坐标点到黑体轨迹的最短距离，不是从这点向黑体轨迹所作的垂线，而是一根有一定角度的斜线，如图14所示。这些斜线称为等相关色温线，在每一条线上的相关色温都有一样的数值，即等于它与黑体轨迹的交点上所对应的黑体的色温值。

一般物体是不发光的，只有在一定的光源照射下，才能看见它的形状和颜色。可以说物体的颜色依赖于照明它的光源的颜色。为此，为了确切地描述物体的颜色，必须首先指明在什么光源下呈现的颜色。光源所发出的光的颜色的温度与黑体轨迹上的温度相同时，则该光源的色温常称为绝对色温，也就是说黑体轨迹上任意点的色温都可称为绝对色温；光源所发出的光的颜色的色温的色坐标点不落在黑体轨迹上，而落在如图14所示的斜线上，把该光源所发出的光的颜色的色温定义为相关色温。用相关色温可考核相同型号电视机或显示器显示白色时色度坐标的一致性。

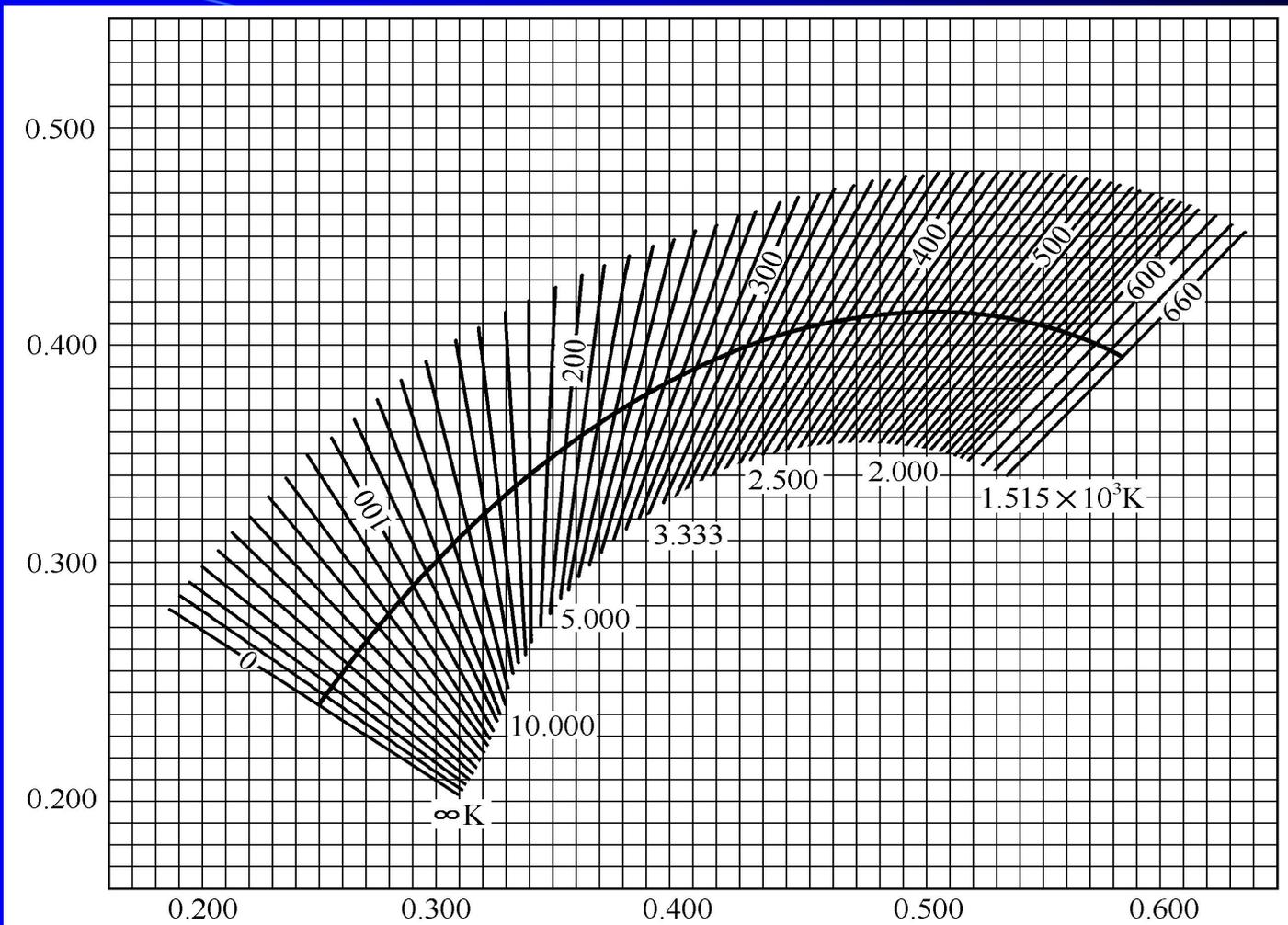


图14 x 、 y 色度坐标图上的黑体轨迹和相关色温线

由此可见，电视机屏幕所发出光的颜色的温度都为相关色温。把电视机屏幕显示的白色用6500K或9300K相关色温表示。在CIE 1931年 x 、 y 色度坐标图上每个色温值用 x 、 y 坐标点表示，在CIE 1976年 u' 、 v' 色度坐标图上每个色度值用 u' 、 v' 坐标点表示。

在目前我国市场上销售的电视机或高清晰度显示器出厂时都被设置为较高的色温，尤其是液晶电视机更为明显。高色温能产生略带蓝色色调的白色，类似日光灯发出的“冷白色”。冷白色色温一般为9300K左右，在这种情况下，显示的图像较明亮，彩色较鲜艳。但在一些多媒体显示器、照相机和部分电视机中，标准色温设置为6500K，重显图像比较柔和，接近于自然图像色彩，因此各国演播室多采用6500K（D65）作为广播标准，我国演播室也采用6500K（D65）作为广播标准；而亚洲人长着黑褐色的眼睛，因此讨厌偏黄以及偏红、偏绿的颜色，喜欢高色温比较鲜艳的图像，多选为9300K作为电视机的标准白色；反过来，长着蓝色眼睛的欧美人讨厌偏蓝色以及紫色，喜欢低色温，多选为6500K作为电视机的标准白色。因此在我国市场上销售偏蓝色色温的电视机，工厂都设置了两种色温，即“冷色”9300K和“暖色”6500K供消费者自由选择。

図27 xy色度図上の黒体軌跡と等色温度線・等偏差線

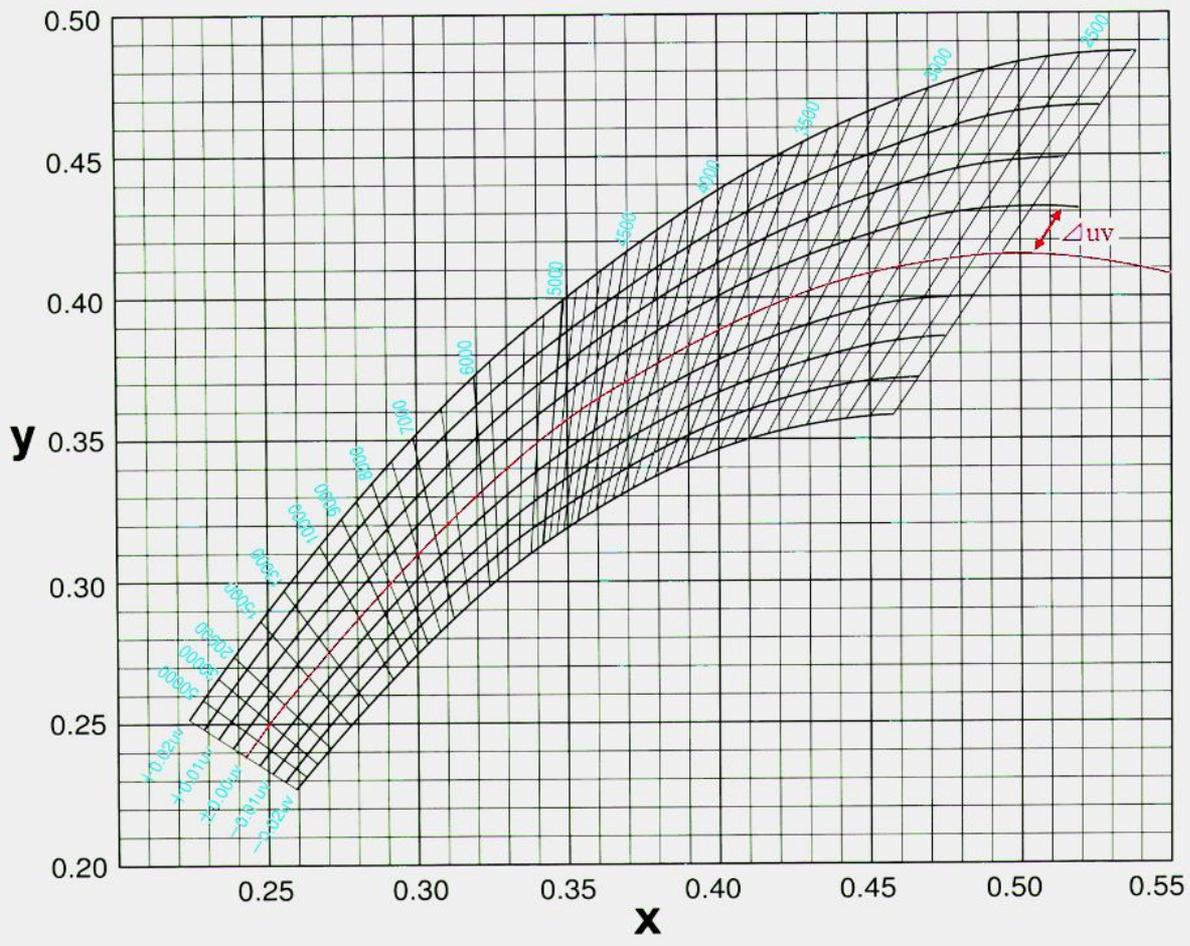


图15 在x y色坐标图上的相关色温等温线

在这里需要说明的是：有的生产厂家把“白色”色温调得较高，甚至达到15000K或更高。这样虽然增加了电视机图像的透亮度，但重显肤色失真较大，给人不真实的感觉。另一方面，根据人眼的视觉特征，长时间观看高色温的图像，造成眼睛的疲劳，影响视力下降，对青少年影响更为严重，因此不提倡使用高色温。

为限制生产企业把色温调得过高，保护消费者的健康，在电视机或显示器的标准中规定了两种相关色温，即9300K和6500K，并给予了适当的误差范围，即

$$9300\text{K}: \quad u' = 0.189 \pm 0.015$$

$$v' = 0.447 \pm 0.015$$

$$6500\text{K}: \quad u' = 0.198 \pm 0.015$$

$$v' = 0.468 \pm 0.015$$

(9) 色域和色域覆盖率

我们人眼看到的自然界万紫千红的颜色，从色度学上讲，各种颜色是由不同的波长所决定的。国际照明委员会（CIE）1931年公布了人眼可见光谱从380nm~780nm的色域，如图15所示x, y坐标图。CIE1931色度坐标图是非均匀的色度坐标空间，因该坐标系统对颜色误差的分辨力有较大的缺陷。经过几十年研究，1976年国际照明委员会又公布了以 u' v' 色度坐标图，即1976 u' v' 色度坐标图，如图16所示；把该色度坐标变成均匀色度坐标空间。

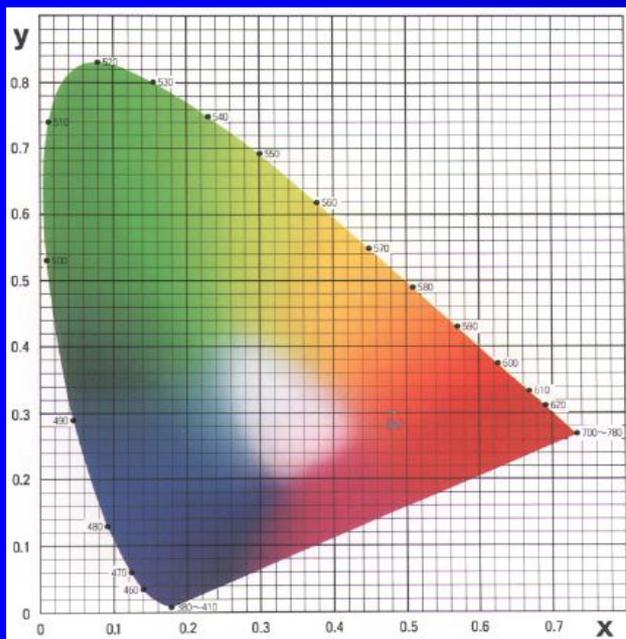


图15 CIE 1931x, y坐标图

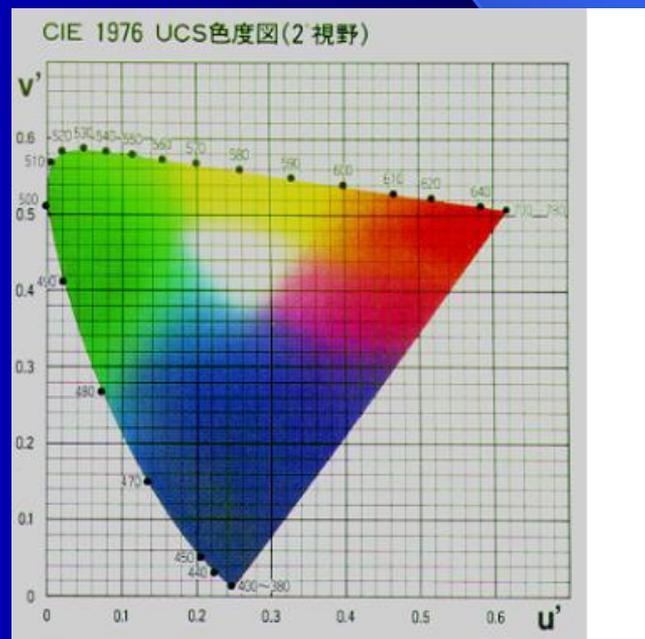


图16 1976 u' v' 坐标图

上述两个色度坐标空间系统，分别表示了在不同色度坐标系统中人眼在自然界中所能看到可见光谱轨迹图。在不同的色度坐标 $(x\ y)$ 或 $(u'\ v')$ 中可见全部光谱轨迹所对应的面积，即为人眼所能看到可见光最大色域。该色域为一多边形面积，即为光谱的波长从380nm~780nm光谱的光的色域，经过计算，该色域面积为0.1952。

在目前不同的成像原理的显示器中，如LCD、PDP或LCD、DLP投影机，都表明显示的彩色数可达16.7百万彩色数或10.7亿多彩色数，甚至更大。这些彩色数是对色度信号进行数字化处理的概念，如对红、绿、蓝色度信号各8bit取样，则表示彩色数为 $2^{8 \times 3} = 256 \times 3 \approx 16.7$ 百万，若对红、绿、蓝各10 bit取样的系统，则表示彩色数为 $2^{10 \times 3} = 1024^3 \approx 10.7$ 亿，若对红、绿、蓝各12位的系统，则表示彩色数为 $2^{12 \times 3} = 687$ 亿彩色，若对红、绿、蓝各16位的系统，则彩色数更大。从理论上讲CRT模拟系统，则彩色数将是无穷大。在所有的显示器中，显示的彩色的色域不是由彩色数的多少来决定的，而是由显示器重现还原的红、绿、蓝三基色在CIE 1976 $u'\ v'$ 色度坐标图中的R、G、B的色度坐标构成的三角形面积大小来决定的。

对于市场上以不同成像原理的各种显示器、投影机或彩色电视机无论有多少数量的彩色，对它重现还原的彩色，在CIE色度坐标空间都是可以度量的。在CIE1976 u' v' 色度空间坐标中，测量三基色R、G、B所对应的 u' v' 色度坐标所包围的三角形的面积，即为显示系统重现还原的彩色最大色域。

色域覆盖率定义为：在CIE1976均匀色度空间（ u' v' ），显示终端设备显示的色域面积（即三基色R、G、B三角形的面积）占 u' v' 色度空间全部光谱（从380nm~780nm）面积0.1952的百分数。

该百分数值越大，说明重现还原的彩色越多，彩色越鲜艳。

色域覆盖率的测量：

按规定把被测LCD电视机调整到正常工作状态，然后分别将R、G、B三个基色的全场信号加到电视机，用色度计分别测量屏幕中心红色的 u'_r 、 v'_r 的坐标；绿色的 u'_g 、 v'_g 的坐标，蓝色的 u'_b 、 v'_b 的坐标，然后计算 R、G、B三角形的面积 S_{rgb} ，用下列公式进行计算：

$$S_{rgb} = \frac{1}{2} [(u'_r - u'_b)(v'_g - v'_b) - (u'_g - u'_b)(v'_r - v'_b)]$$

色域覆盖率用 C_p 表示，则用R、G、B三角形的面积 S_{rgb} 除以0.1952，乘以100%。即：

$$C_p = \frac{S_{rgb}}{0.1952} \times 100\%$$

然后再按上述公式计算 S_{rgb} 和 C_p 。

目前市场上的LCD彩色电视机或显示器的彩色还原能力比用红、绿、蓝三色荧光粉自发光CRT、PDP电视机或显示器较差，也就是它的色域覆盖率较小。在标准中规定LCD电视机的色域覆盖率 $\geq 32\%$ 。经测试，有些的色域覆盖率达不到32%的要求，采用LED背光源的色域覆盖率可达到32%以上。

对于PDP、CRT电视机的色域覆盖率一般在32%~46%。[图17](#)是色域覆盖率为36%的举例图。

举例：

在某一显示设备测得如下的 (u', v') 坐标：

$$\text{红: } u_r' = 0.443 \quad v_r' = 0.529$$

$$\text{绿: } u_g' = 0.124 \quad v_g' = 0.576$$

$$\text{蓝: } u_b' = 0.186 \quad v_b' = 0.120$$

则有：

将上述值代入公式，则有：

$$\begin{aligned} S_{rgb} &= \frac{1}{2} \{ (0.443 - 0.186)(0.576 - 0.120) - (0.124 - 0.186)(0.529 - 0.120) \} \\ &= \frac{1}{2} \{ (0.257 \times 0.456) - (-0.062 \times 0.409) \} \\ &= \frac{1}{2} \{ 0.11488 + 0.02536 \} \\ &= 0.07012 \end{aligned}$$

$$C_p = \frac{S_{rgb}}{0.1952} = \frac{0.07012}{0.1952} \times 100\% = 36\%$$

色域覆盖率 $C_p=36\%$ 示例如图14中红线所构成的三角形面积。

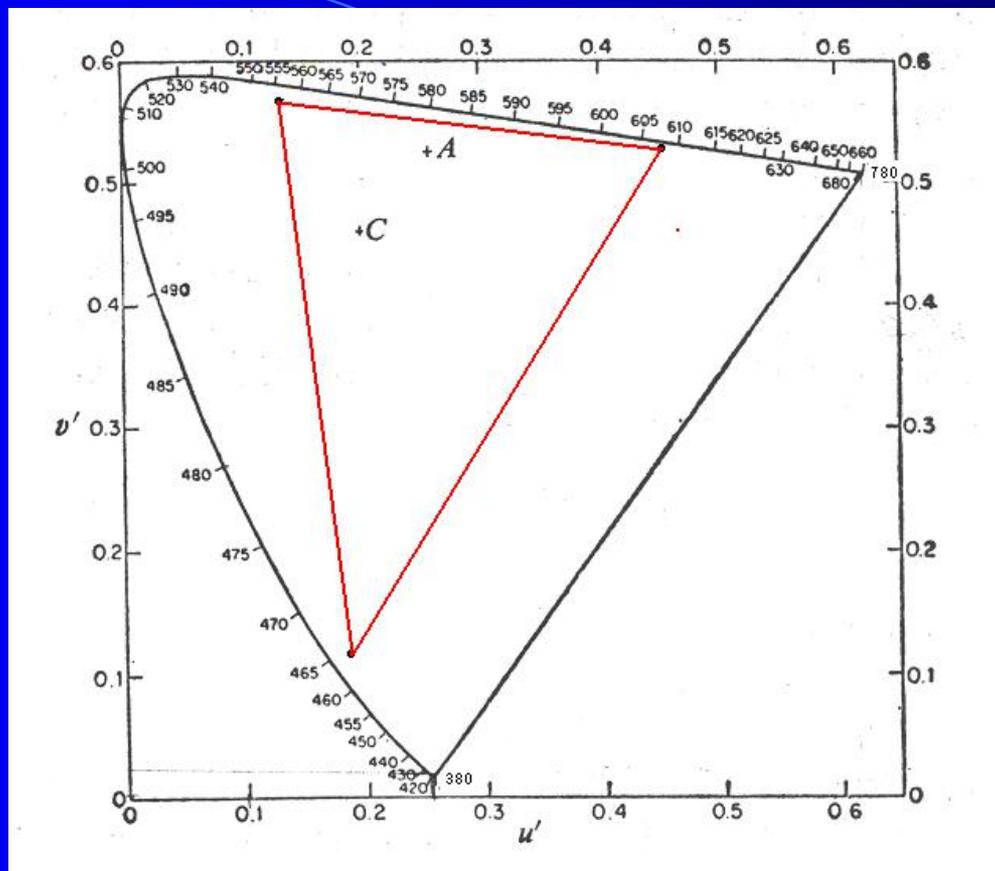


图17 色域覆盖率 $C_p=36\%$ 示例图

如果测量的是CIE 1931 (x、y) 值，而不是CIE 1976 (u' , v') 值，那么对测量得到的每个 (x、y) 值，转换至 (u' , v') 坐标系统的值，可使用下面公式进行变换。

$$u' = \frac{4x}{3 - 2x + 12y}$$
$$v' = \frac{9y}{3 - 2x + 12y}$$

然后再按上述公式计算 S_{rgb} 和 C_p 。

(10) 白平衡和白平衡误差

电视机或显示器的白平衡是表示在显示不同亮度的图像时，显示图像的相关色温保持不变，不出现附加的颜色。当白平衡不好时，会产生色调畸变，重显不同亮度的黑白图像时，出现附加的颜色，重显图像会偏向某一基色或二基色的合成色。白平衡的好与不好用白平衡误差表示。

白平衡误差是考核彩色电视机或显示器重显不同亮度时白色色度坐标的一致性。用色度坐标误差 $\Delta u'$ $\Delta v'$ 表示。

在评价或考核电视机的白平衡时，采用图2所示的白窗口信号，以10%为步进，从10%~100%改变窗口信号的电平，测量每个电平下的白色窗口的色度坐标（ u' 、 v' ），并计算每个电平的色度坐标（ u_i' 、 v_i' ）与50%灰电平时的色度坐标（ u_o' 、 v_o' ）之差 $\Delta u'$ 和 $\Delta v'$ 。 $\Delta u'$ $\Delta v'$ 的绝对值越大，则白平衡越差。

在不同的电视机或显示器中，CRT电视机的白平衡调整最复杂，因CRT电视机的白平衡误差比LCD、PDP电视机要大。

在SJ/T11343和SJ/T11339和地面数字电视接收机的有关标准中规定白平衡误差参数值：

$\Delta u'$ 不劣于 ± 0.020

$\Delta v'$ 不劣于 ± 0.020

(11) 白色色度不均匀性

电视机或显示器的白色色度不均匀性是表示在满屏显示白色图像时，屏幕中心与其它屏幕位置的显示白色的一致性程度。用色度坐标误差的均方

根表示，即： $\Delta u'_i v'_i = \sqrt{\Delta u_i'^2 + \Delta v_i'^2}$ 该值越大，说明白色色度不均匀性越差。

测量方法是：在正常对比度和亮度位置，加入全白场信号，测量如图4所示， P_0 点色度坐标为 $u' v'$ ，然后再分别测量 $P_1 \sim P_8$ 各点的色度坐标 $u_1' \sim u_8'$ ， $v_1' \sim v_8'$ ，求其从 P_0 点到 P_8 各点色度坐标的平均值为 $u_0' v_0'$ 与在 $P_1 \sim P_8$ 点中测量 $u' v'$ 的最大偏差。如果用 $u_d' v_d'$ 代表与平均值的最大偏差。则白色不均匀行为：

$$\Delta u' v' = \left[(u_d' - u_0')^2 + (v_d' - v_0')^2 \right]^{1/2}$$

在SJ/T11343和SJ/T11339和地面数字电视接收机的有关标准中规定的白色色度不均匀性 $(\Delta u' v') \leq 0.015$ 。

在规范中规定的彩色显示特性的项目是相互关联和制约的，例如：如果把显示的基准白色调的偏黄，虽然色域覆盖率较大，但相关色温、白平衡及白平衡误差、色度均匀性的性能就要变坏，甚至达不到指标要求。因此在调整电视机的彩色色度性能时，包括全部的显示特性要相互兼顾，使总的显示特性达到最佳效果，以满足各项参数指标的要求。

(12) 可视角

我们在观看LCD、PDP电视或CRT、LCD、DLP、LCoS背投影电视时，会发现在距对屏幕中心的左右和上下位置不同时，看到的电视图像的亮度、对比度、图像的层次感及图像颜色会发生变化，偏离中心位置越大，则图像变化越严重，甚至不能看清楚图像，颜色发生严重畸形等现象；而对CRT电视机来说，这种情况不明显。因此对这些电视机，在观看图像时，有一个适宜观看的“角度范围”称为可视角。当然这个“角度范围”是一个空间范围，但为了论述和测量的方便，我们只讨论在屏幕中心的水平和垂直方向上的可视角。

在国际电工委员会公布的IEC 60107-1《电视广播接收机测量方法 第1部分：一般考虑 射频和视频电性能测量以及显示性能的测量》和IEC 60107-7《电视广播接收机测量方法第7部分 HDTV测量》中规定了可视角的定义，即：在屏幕中心的亮度减小到最大亮度的 $1/3$ 时（也可以是 $1/2$ 或 $1/10$ 时）的水平和垂直方向的视角。也就是说，首先测量屏幕中心点的亮度为 L_0 ，然后水平移动测量仪器的位置，面对屏幕，在屏幕中心点的左边和右边的水平方向，分别测量屏幕中心点的亮度为 $1/3 L_0$ 时，得到的左视角和右视角的和，即为水平可视角；同样垂直地上下移动测量仪器的位置，分别在上边和下边测量屏幕中心点的亮度为 $1/3 L_0$ 时，得到的上视角和下视角的和，即为垂直可视角。

比较上述三种情况下（即 $1/2 L_0$ 、 $1/3 L_0$ 、 $1/10 L_0$ ）可视角，并对静止图像和活动图像在三种可视角的情况进行了视看和主观评价，认为在 $1/3 L_0$ 的图像亮度、对比度、彩色及图像质量还可以接受。因此在我国的标准中规定LCD、PDP电视机及CRT、LCD、DLP背投影电视的可视角为 $1/3L_0$ 时的可视角。这样对不同的成像原理的终端显示器或电视机的可视角都是一样的，便于消费者在选购电视机时进行比较。就可视角而言，当然越大越好。

目前在我国家电市场上，有时企业宣传LCD电视机的可视角在水平方向为 $160^\circ \sim 170^\circ$ ，但它没有给出明确的定义和相应的测量方法。就目前LCD液晶板的技术水平，在 $1/3L_0$ 时，在水平方向的可视角为 $80^\circ \sim 120^\circ$ 的范围，垂直方向为 $60^\circ \sim 80^\circ$ 的范围。

在通常情况下，水平方向的可视角基本上是对称的，即左视角和右视角基本相等，但在垂直方向上的上视角和下视角不完全对称，一般是上视角大于下视角。对于背投影电视的可视角一般较小，尤其是CRT背投影电视，水平可视角一般在 45° 左右，而垂直可视角一般在 30° 左右；对3LCD、DLP的可视角要好于CRT背投影电视。PDP电视机采用荧光粉自发光，因此它的可视角比较大，一般水平可视角大于 160° ，垂直可视角大于 120° 。

可视角的测量方法。

将色度计的光轴调到与显示屏中心区域正交垂直，测试距离 D 为显示器屏幕高度 H 的3倍（HDTV）或4倍（SDTV）。色度计的位置应能水平和垂直地移动，保持观察距离不变，亮度计位置如图18和图19所示。测得的水平可视角为 S_1 和 S_2 之间的夹角，垂直可视角为 S_3 和 S_4 之间的夹角。

在通常情况下，水平方向的可视角基本上是对称的，即左视角和右视角基本相等，但在垂直方向上的上视角和下视角不完全对称，一般是上视角大于下视角。在标准中规定：

LCD水平方向的可视角 $\geq 100^\circ$ ，垂直方向的可视角 $\geq 80^\circ$

PDP水平方向的可视角 $\geq 130^\circ$ ，垂直方向的可视角 $\geq 80^\circ$

CRT背投影电视机水平方向的可视角 $\geq 90^\circ$ ，垂直方向的可视角 $\geq 30^\circ$

LCD背投影电视机水平方向的可视角 $\geq 90^\circ$ ，

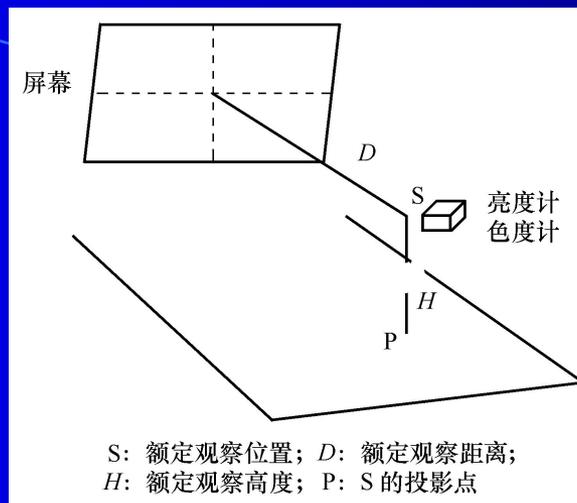


图18额定观察位置

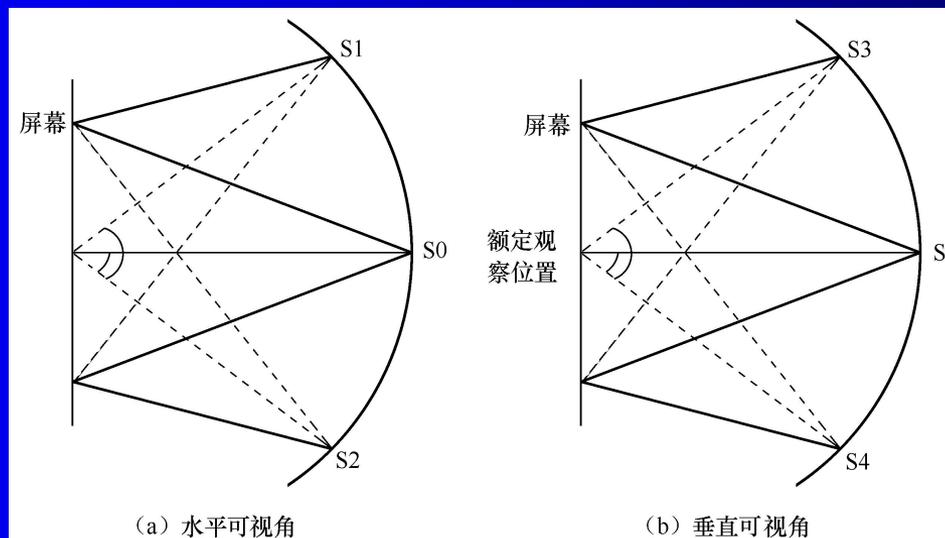


图19 可视角的测量

(13) 亮度均匀性与视角的关系

由于显示器屏幕的方向性，显示器的亮度会随视角的变化而改变。亮度均匀性与视角的关系本条是在屏幕中心的亮度减小到 $L_0 / 3$ 时，得出水平可视角和垂直可视角，然后再从这些视角上观察屏幕亮度的均匀性。

亮度均匀性与视角的关系测量方法

1) 将亮度计放在 **图18**规定的测量位置。

亮度计的位置应能水平和垂直地移动，且保持观察距离不变，亮度计位置如图19所示。

2) 将显示器调整到规定的标准工作状态。

3) 将全白场信号输入到显示器，在额定观察位置 S_0 用亮度计测量**图4**所规定的 P_0 点的亮度水平移动测量仪的位置，至 S_1 和 S_2 处，当 P_0 点的亮度变为 $1/3$ 时得到左视角和右视角。然后从左视角和右视角的位置按测量亮度的均匀性的方法进行测量。

4) 垂直上、下移动测量仪的位置，至 S_3 和 S_4 处，当 P_0 点的亮度变为 $L_0/3$ 时，得到上视角和下视角。然后从上视角和下视角的位置测量亮度的均匀性。

5) 如果在 S_0 和房间的地板之间的下视角不足以测量 $1/3$ 亮度，只要不影响显示性能，可倾斜屏幕以增加角度。然后从上视角、下视角的位置测量亮度的均匀性。

在地面数字电视接收机的有关标准中规定亮度均匀性与视角的关系 $\geq 50\%$ 。

(14) 色度与视角的关系

显示器屏幕上显示图像的色度随着视角的变化而改变。

测量方法

- 1) 将显示器调整到规定的标准工作状态；
- 2) 将全白场信号输入到显示器，用色度计在S0位置上测量P₀和P₅~P₈的色度坐标 (,) ；
- 3) 从相应于 1/3 亮度的右视角 S1 位置，测量上述各点的色度坐标；
对其它相应于 1/3 亮度的视角位置 S2, S3 和 S4, 重复 b) 的测量；
由下式计算这些位置的色差：

$$\Delta uk' = uk_i - u_{0i}$$

$$\Delta vk' = vk_i' - v_{0i}$$

在式中： $\Delta uk'$ 、 $\Delta vk'$ —— 坐标差值；

k' —— 观察位置数 (1, 2, 3 和 4) ； , —— S₀处的色度座标。

i —— 点数 (0, 5, ...8)

在地面数字电视接收机的有关标准中规定色度与视角的关系：

$\Delta u'$ 不劣于 ± 0.020

$\Delta v'$ 不劣于 ± 0.020

(15) 像素缺陷

对于平板电视，包括有LCD电视机，PDP电视机，LCD背投影电视，DLP背投影电视和LCoS背投影电视及LCD、PDP、LCoS前投影机，它们都是以像素显示图像，它们的像素数都是相对固定的，例如：720×576、1280×720、1366×768、1920×1080等，每个像素点都是以RGB三个基点构成，可以显示全部的颜色，并以寻址方式显示图像，而不像CRT那样采用可变扫描方式显示图像。因此这种以像素成像的显示器，称之为固定分辨力显示器（或电视机或投影机）。

对这些以像素数显示图像的显示器，图像的成像原理是不同的，但它们有一个共同点，即在数十万——数百万的像素点中，在正常工作状态的成像过程中由于不同因素的影响，可能在显像中出现缺陷（又称为坏点）。

像素缺陷是指显示器在正常工作状态时，显示器的屏幕上不能正常显示图像的像素点，一般分为亮点和暗点。亮点又称为不熄灭点，是指屏幕无论在黑色背景下，还是在白色背景下，永不熄灭的白亮点、闪亮点和带颜色的亮点，包括绿亮点、红亮点、蓝亮点、黄亮点、青亮点、品红亮点等；尤其是白亮点、绿亮点、黄亮点在黑色或灰色背景下，人眼比较敏感，令人讨厌。暗点是指在白色或灰色背景下，显示出黑色点、灰色点。坏点也会出现在红场、蓝场、绿场或其他颜色的背景下。为了使不同的成像原理的电视机的像素缺陷有一个可比性，对它们的像素缺陷要求是一样的。其要求见表4。

表4 像素缺陷

像素缺陷	不发光点缺陷	A区 ≤ 2 个	在 $1/9H \times 1/9V$ 的面积内不能连续出现2个不发光点
		A区+B区 ≤ 8 个	
	不熄灭缺陷点	A区 0个（白发光点或绿发光点） ≤ 2 个（红、蓝或其他发光点）	
		A区+B区 ≤ 4 个 在 $1/9H \times 1/9V$ 的面积内不能连续出现2个白色或绿色发光点	

A区和B区如图20所示。

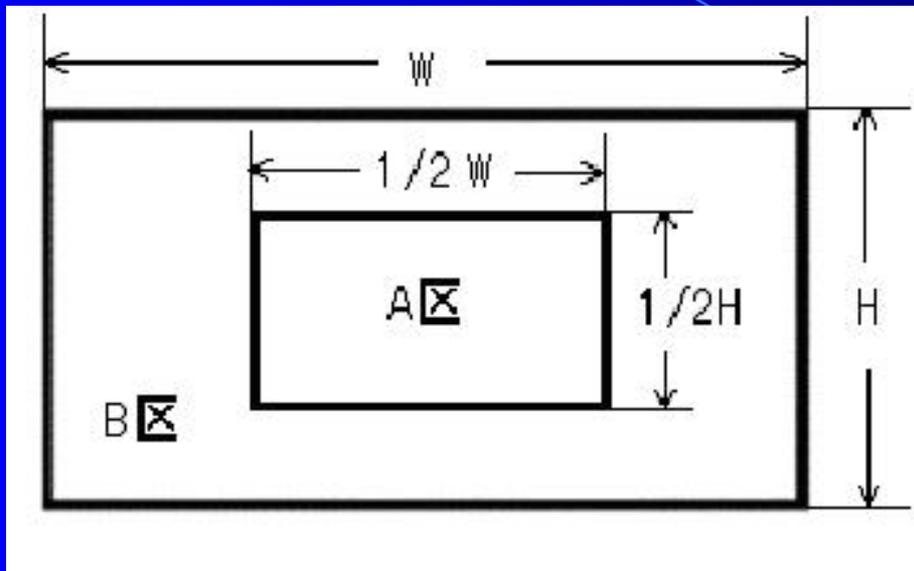


图20 A区和B区示意图

图中： H 为显示屏幕的高度， W 为显示屏幕的宽度。

像素缺陷的测量

视频测试信号：全黑信号、全白及R、G、B三基色信号
测量步骤如下：

- 1) 将显示器调整到规定的标准工作状态；
- 2) 然后显示器分别输入全白信号及R、G、B三基色信号，用放大镜观察屏幕A、B区（A区：位于屏幕中心且宽度、高度分别为屏幕宽度、高度一半的区域，B区：屏幕中除A区外的区域），计算不正常发光点的像素点数，并记录；显示器输入全黑信号，用放大镜观察屏幕A、B区，计算不熄灭点的像素点数，并记录。

(16) 漏光

漏光是在全黑场信号下测量显示器屏幕的亮度。漏光主要发生在液晶电视机或液晶显示器上，是指液晶显示屏显示黑色图像时，在屏幕的四周或边沿出现微弱的亮光，使屏幕的四周看起来比中心亮。漏光现象是LCD液晶显示器特有的缺陷，产生漏光的原因也是多方面的。在黑屏幕上的漏光除较多的出现在屏幕的四周外，有的还会出现在屏幕的其他位置上，把这种现象称为液晶电视的漏光。一般CRT、PDP电视机不会出现漏光现象。

漏光是液晶电视成像原理所带来的固有缺陷。由于漏光现象的存在使显示的黑色图像不黑，造成对比度降低，亮度均匀性变差，图像层次感模糊，清晰度下降。

漏光的测量

视频测试信号：全黑场信号。

1. **测量步骤：**将显示器调整到规定的标准工作状态，将全黑场信号输入到显示器，在屏幕上选取亮度最亮点进行测试，用亮度计测量显示屏上该位置的亮度值。
2. 在SJ/T11343—2006和地面数字电视接收机的有关标准中规定在显示0%的黑色图像时，漏光应小于或等于 4cd/m^2 。

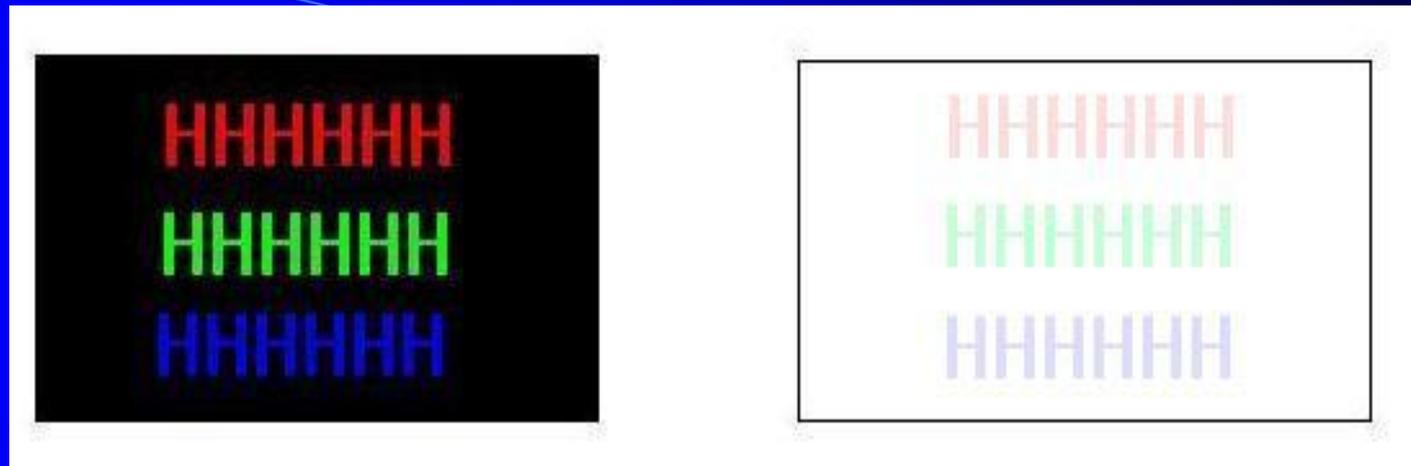
(17) 残留影像

残留影像是指在屏幕上长时间显示同一静止图像，当图像移去后，在屏幕上显示图像的地方，留下移去图像的微弱图像（或图像的负像）。

在不同成像原理的电视机中残留影像现象或多或少都存在，只不过有的比较严重，有的比较轻微。采用扫描方式的CRT电视机残留影像比较轻微，在正常使用条件下，一般看不到残留影像；但对固定分辨力的LCD、PDP电视机则都能看到残留影像，尤其是PDP电视机更为严重。因PDP电视机是通过R、G、B荧光粉自发光，而荧光粉主要是磷光体发光来显示图像，磷光体的发光寿命有限，在长时间发光后，磷光体的亮度就会降低；当长时间显示静止图像时，会使屏幕产生图像的残留，形成残留影像。例如：若长时间连续显示如图21 (a) 所示的字符，仅有局部荧光体（红、绿、蓝）成为字符显示部分的颜色。因此当屏幕显示图21 (b) 白色图像时，局部将出现人眼可辩的带色的字符颜色；因红、绿、蓝三色荧光体发光效率不同，残留影像的深浅也不同。

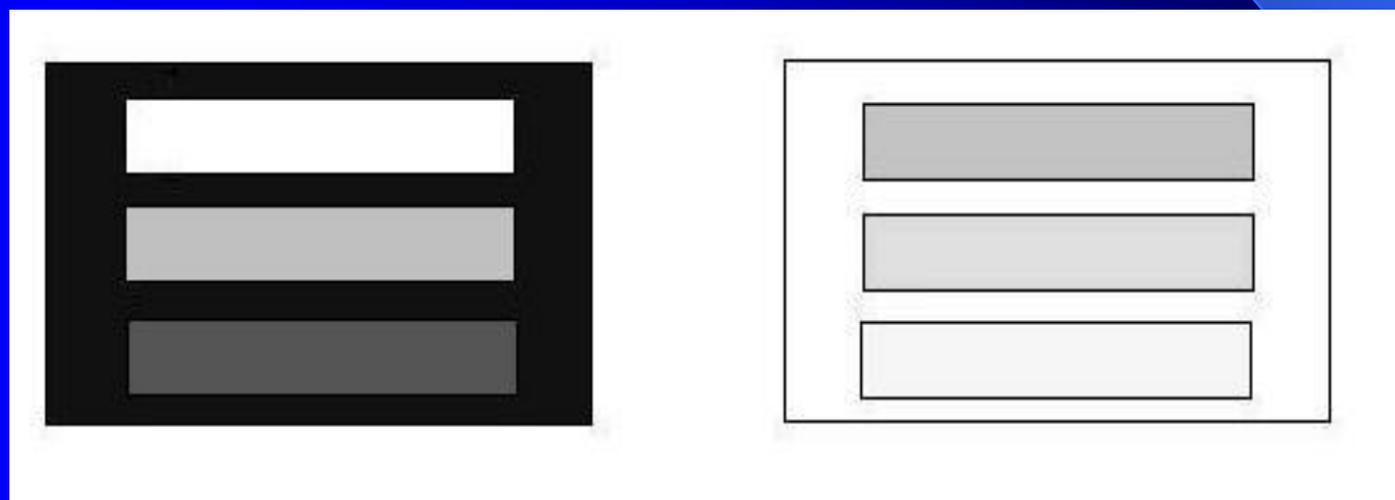
残留影像的深浅的程度与显示图像的亮度、对比度成正比，也就是说，显示图像的内容越亮，残留影像越明显；因显示图像越亮，荧光体的老化趋势越快，长时间显示不同亮度等级的图像时，如图21 (c) 所示；图像越亮部分，越容易形成残留影像如图21 (d) 所示

为了便于说明，在图21 (b)、(d) 中的残留影像是被夸大的。实际上，我们所看到的残留影像是很轻微的，这取决于使用时间的长短和亮度的大小。



(a) 显示的字符图像

(b) 图 (a) 的残留影像



(c) 显示不同亮度图像

(d) 图 (c) 的残留影像

图21 显示图像及其残留影像

残留影像的测量:

视残留影像频测试信号: 棋盘格信号、全白场信号、全黑场信号。

测量步骤

- 将显示器调整到规定的标准工作状态。
- 将全白场信号输入到显示器, 用亮度计测量图22所规定的 P_0 、 P_1 、 P_2 点上的亮度值, 分别以 L_{W0} 、 L_{W1} 、 L_{W2} 表示。
- 将全黑场信号输入到显示器, 用亮度计测量图22所规定的 P_0 、 P_1 、 P_2 点上的亮度值, 分别以 L_{B0} 、 L_{B1} 、 L_{B2} 表示。
- 将棋盘格信号输入到显示器, 连续显示3 h。
- 将全白场信号输入到显示器, 持续5min后, 用亮度计测量图22所规定的 P_0 、 P_1 、 P_2 点上的亮度值 (1 min内完成测量), 分别以 K_{W0} 、 K_{W1} 、 K_{W2} 表示。
- 将全黑场信号输入到显示器, 用亮度计测量图22所规定的 P_0 、 P_1 、 P_2 点上的亮度值 (1 min内完成测量), 分别以 K_{B0} 、 K_{B1} 、 K_{B2} 表示。
- 用以下公式计算残留影像:

亮残留影像:

$$\frac{\max[(K_{W2} + K_{W1})L_{W0}, (L_{W1} + L_{W2})K_{W0}]}{\min[(K_{W2} + K_{W1})L_{W0}, (L_{W1} + L_{W2})K_{W0}]}$$

暗残留影像:

$$\frac{\max[(K_{B2} + K_{B1})L_{B0}, (L_{B1} + L_{B2})K_{B0}]}{\min[(K_{B2} + K_{B1})L_{B0}, (L_{B1} + L_{B2})K_{B0}]}$$

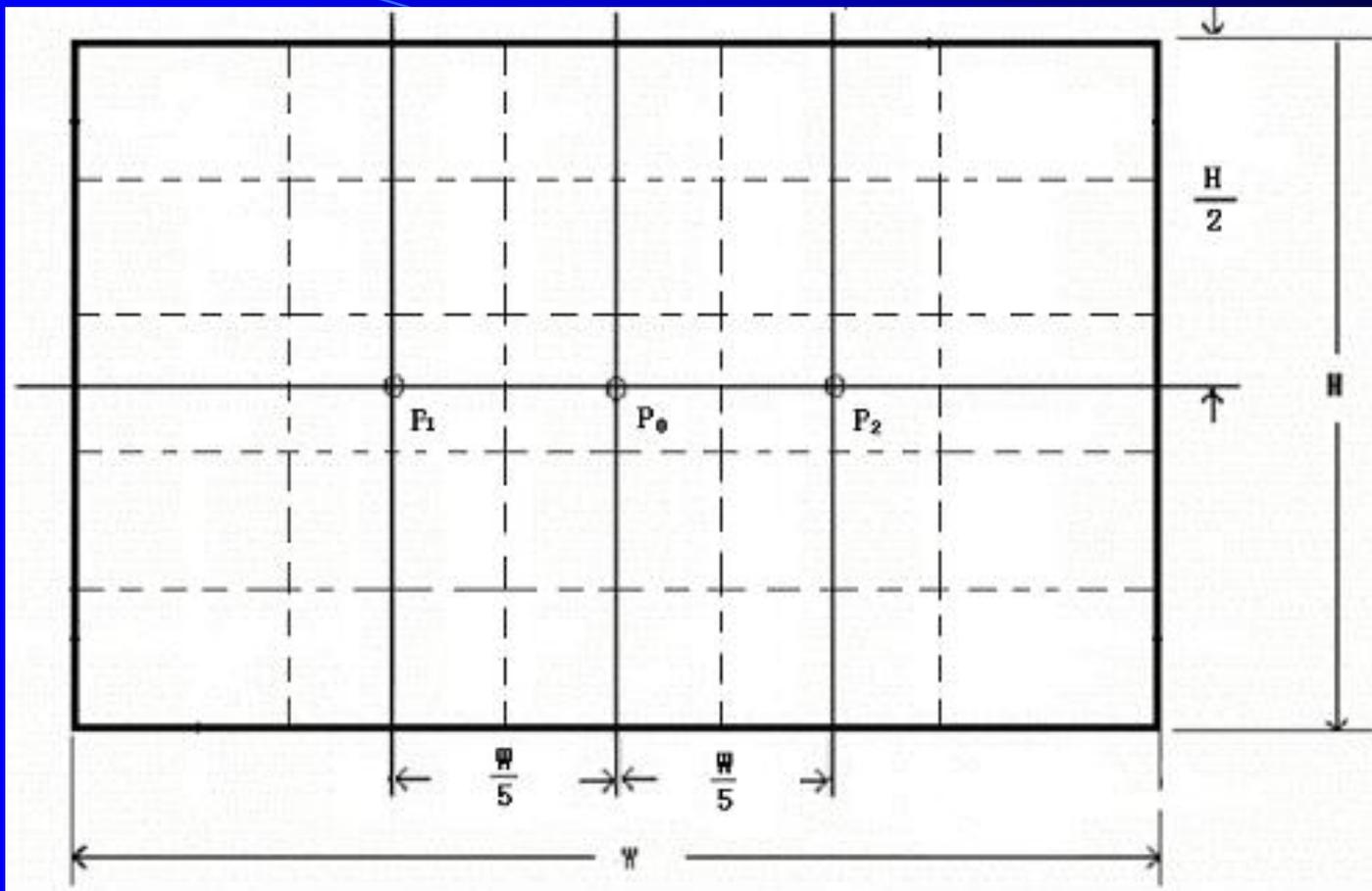


图22 残留影像测量点示意图

(18) 响应时间

响应时间是用来描述显示器件的字段或像素亮度变化相对于激励信号变化反应快慢的一组参数，它包括开启时间（turn-on time）、关断时间（turn-off time）、上升时间（rise time）和下降时间（fall time）。如图23所示。

在图23中 t_{11} 为开启时间，是指从施加趋亮激励信号的时刻开始到亮度增加到稳定后亮度的90%时所需的时间。

t_{22} 关断时间，指从施加趋暗激励信号的时刻开始到亮度下降到稳定后亮度的10%时所需的时间。

t_{12} 为上升时间，指施加趋亮激励信号后，亮度从10%增加到90%所需的时间。

t_{21} 为下降时间，指施加趋暗激励信号后，亮度从90%减少到10%所需的时间。

在这里需要说明的是各电视机生产企业在LCD电视机或显示器的说明书上给出的响应时间，如8ms、4ms等不同的值，因没有给出响应时间的定义和相应的测量方法，只能做为参考。因响应时间的定义和相应的测量方法不同，则响应时间的值差别很大。因单纯的响应时间对观看运动的电视图像意义不大，所以在我国电视机或显示器的有关标准中没有规定相应的参数值。

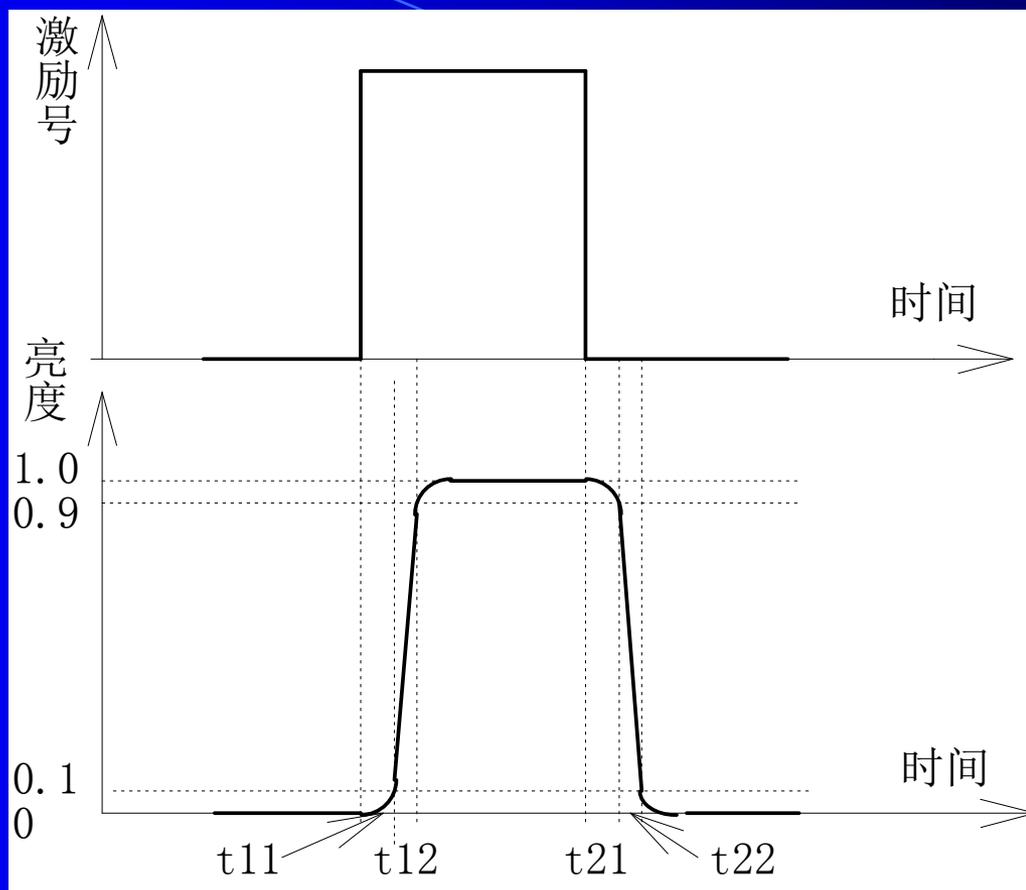


图23 响应时间示意图

(19) 运动物体拖尾时间

运动图像拖尾时间是用来描述显示活动图像时显示器对驱动信号反应快慢的一个参数。相对于静止背景有一物体运动时，运动物体在背景上或背景在动物体上留下残影的现象称为拖尾。出现拖尾时，人们在运动方向上察觉到的物体长度与其实际长度将不相等，两者之差称为拖尾长度，当拖尾长度为正值称正拖尾，当拖尾长度为负值称负拖尾。拖尾长度除与显示器的特性有关外，与运动物体的速度成比例，拖尾长度与物体运动速度之比称为拖尾时间。

运动物体亮度比静止背景亮度高的场合下的拖尾时间称为亮拖尾时间，运动物体亮度比静止背景亮度低的场合下的拖尾时间称为暗拖尾时间。

从图23中可以看出：

暗拖尾时间（或称趋亮拖尾时间） $T_1 = t_{11} + t_{12} - t_{21}$ ；

亮拖尾时间（或称趋暗拖尾时间） $T_2 = t_{21} + t_{22} - t_{11}$ ；

趋亮趋暗的物理过程对某些显示器件并非对称，对应的拖尾时间不尽相同，因此分别定义，分别测量。

由于具有运动图像拖尾时间，使显示运动图像时的清晰度下降，图像质量变差。因LCD电视机具有较长的运动图像拖尾时间，尽管它的静态清晰度可达到720电视线，甚至可达1080，符合我国HDTV的要求，但它的动态清晰度只能达到600~650电视线。为了减小LCD的运动图像拖尾时间，生产厂家采用了很多新技术，如：插黑帧技术、增加刷新频率，采用LED背光源等，使他的运动图像拖尾时间明显降低，由原来的数十毫秒降低到8ms，甚至更小。因此，在GB/T《地面数字电视接收机通用技术条件》中，规定运动图像拖尾时间 $\leq 16\text{ms}$ 。

在这里需要说明的是电视机的运动图像拖尾时间不等于它的响应时间，但它的响应时间越小，则它的运动图像拖尾时间较短，不成线性比例关系。图24给出了水平运动图像拖尾的示意图，可以看到足球的后边的拖尾现象，图25给出了垂直运动图像拖尾的示意图，可以看到海豚的尾巴后边的拖尾现象。



图24水平运动图像拖尾的示意图



图25 垂直运动图像拖尾的示意图

运动图像拖尾时间的测量

(1) 测试信号

➤ 亮拖尾时间（正）测试信号

亮拖尾时间（正）测试信号见图26。它的基本组成是处于较低亮度（ L ）背景上的30个具有相同较高亮度（ H ）的长方块。每3个长方块组成一个图形单元，共有10个图形单元。每单元的3个长方块上下等间隔排列，上、下两块左右对齐，中间一块与上下两块错开一定距离，不同单元错开的距离是不相同的。10个图形单元又分为两组，每组各有5个图形单元。同组的5个图形单元上下排列，从上到下分别称为第1、2、3、4、5单元。两组左右分开，水平对齐，分别称为左组和右组。这些图形以相同的恒定速度（每场移动 d 个像素）沿水平方向移动，当它们移出边界时，会从相对的边界移入画面，如此循环不息。各单元上下之间及每单元亮块的上下之间的区域，填充相同的亮度 C 。

$$C = L + (H - L) \times 0.1$$

C 称为参考亮度。较高亮度 H 为100%（700mV），较低亮度 L 为0%（0mV），参考亮度 C 为10%（205mV）

第3、第4图形单元之间的间距较大，并安置亮度分别为 H 和 L 的两个方块，用于需要时检测 H 、 L 、 C 的具体亮度。

各图形单元中间亮块的左边界全在上下亮块右边界的右方，两者呈分离状态，分开的程度各不相同。左组1到5单元，分开间距依次为 $0.2d$ 、 $0.4d$ 、 $0.6d$ 、 $0.8d$ 和 $1.0d$ ；右组1到5单元，分开间距依次为 $1.2d$ 、 $1.4d$ 、 $1.6d$ 、 $1.8d$ 和 $2.0d$ 。在测试卡的左右两侧与图形单元相对应的位置上标注了数值：0.2、0.4、...、1.0和1.2、1.4、...、2.0，以方便读数。

➤ 亮拖尾时间（负）测试信号

亮拖尾时间（负）测试信号见图27。其图形的组成与图26几乎完全相同，不同之处仅仅在于：各图形单元中间亮块的左边界全在上下亮块右边界的左方，两者呈交错状态，交错的程度各不相同。左组1到5单元，交错深度依次为 $0.2d$ 、 $0.4d$ 、 $0.6d$ 、 $0.8d$ 和 $1.0d$ ；右组1到5单元，交错深度依次为 $1.2d$ 、 $1.4d$ 、 $1.6d$ 、 $1.8d$ 和 $2.0d$ 。此外，图形顶部的标记中，“(+)”变成“(-)”，表示此卡用于测量负的拖尾时间。

➤ 暗拖尾时间（正）测试信号

暗拖尾时间（正）测试信号图见图28。它的图形与图26完全相同，但高低亮度设置相反。30个长方块都具有较低的亮度 L ，它们活动经过的背景具有较高的亮度 H 。而参考亮度 C 为90% (665mV)，即： $C = L + (H - L) \times 0.9$ 。

➤ 暗拖尾时间（负）测试信号

暗拖尾时间（负）测试信号图参见图29。它的图形与图27完全相同，而亮度设置则与图28相同。

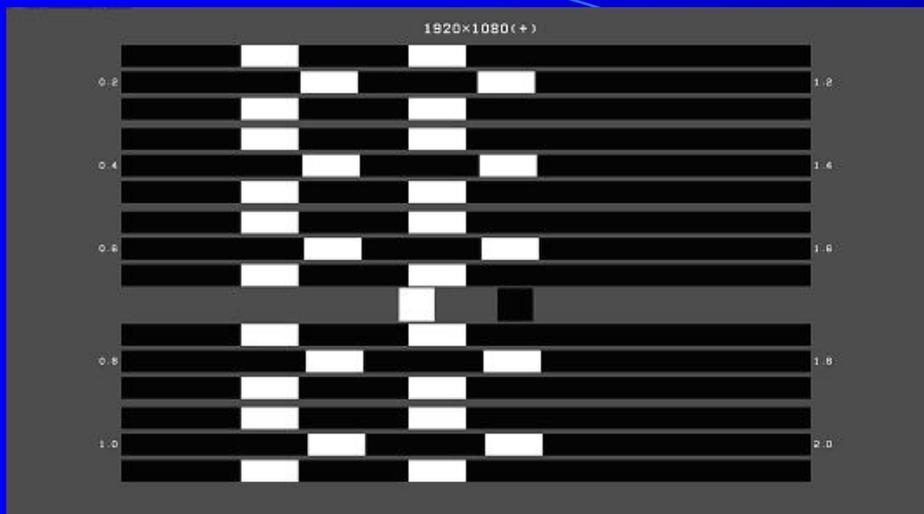


图 26 亮拖尾时间（正）测试图

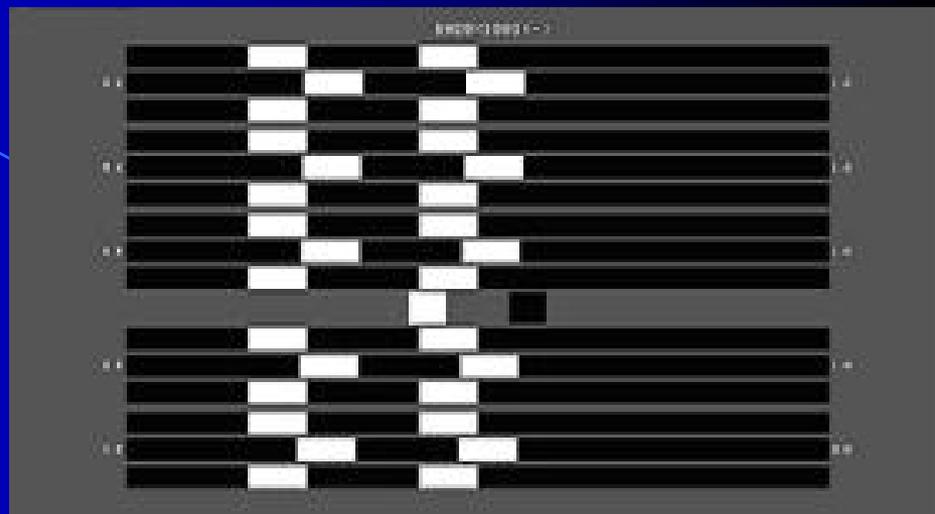


图 27 亮拖尾时间（负）测试图

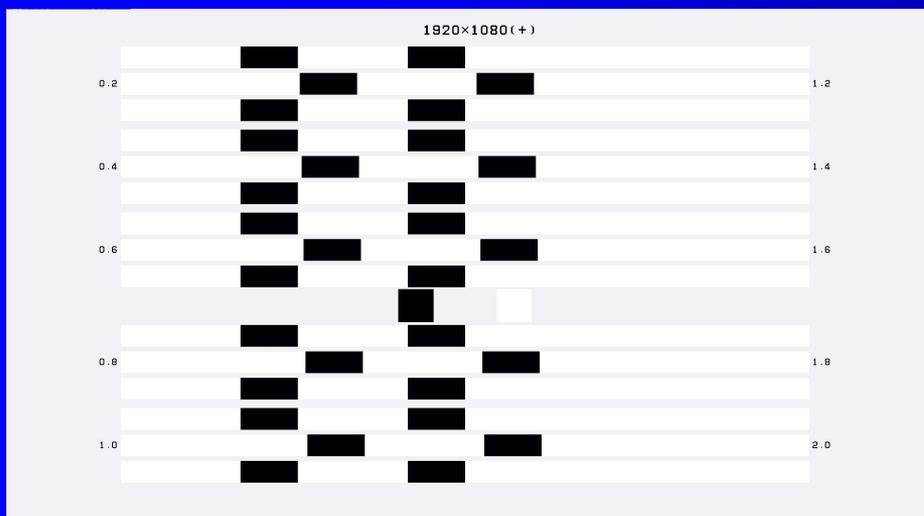


图 28 暗拖尾时间（正）测试图

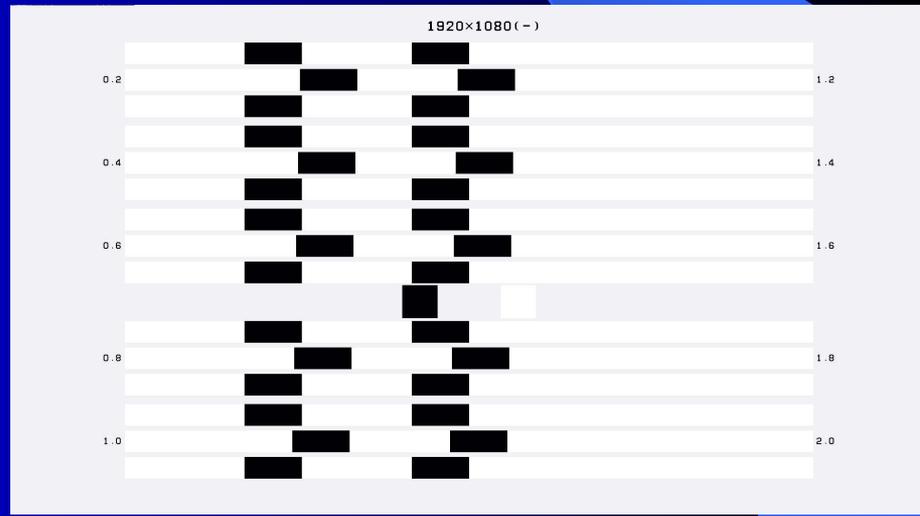


图 29 暗拖尾时间（负）测试图

(2) 测量步骤

- 1) 将显示器调整到规定的标准工作状态。
- 2) 将如图26亮拖尾时间（正）测试信号如图26 输入到显示器，在显示器屏幕正前方适当距离观察画面上的移动单元；
- 3) 观察到正好处于临界状态的图形单元时，则该图形单元对应的读数乘以输入信号场周期，即为测得的亮拖尾时间（正）；
- 4) 若未观察到正好处于临界状态图形单元，却有两个图形单元接近临界状态，那么对应读数的中间值乘以输入信号场周期，即为测得的亮拖尾时间（正）；
- 5) 若观察到的各图形单元都呈分离的状态，将如图27亮拖尾时间（负）测试信号输入到显示器，在显示器屏幕正前方适当距离观察画面上的移动单元；
- 6) 观察到正好处于临界状态的图形单元时，则该图形单元对应的读数乘以输入信号场周期，即为测得的亮拖尾时间（负）；
- 7) 若未观察到正好处于临界状态图形单元，却有两个图形单元接近临界状态，那么对应读数的平均值乘以输入信号场周期，即为测得的亮拖尾时间（负）；
所测亮拖尾时间为正值或负值；

- 8) 将如图28暗拖尾时间（正）测试信号输入到显示器，在显示器屏幕正前方适当距离观察画面上的移动单元；
 - 9) 观察到正好处于临界状态的图形单元，则该图形单元对应的读数乘以输入信号场周期，即为测得的暗拖尾时间（正）。
 - 10) 若未观察到正好处于临界状态图形单元，却有两个图形单元接近临界状态，那么对应读数的中间值乘以输入信号场周期，即为测得的暗拖尾时间（正）；
 - 11) 若观察到的各图形单元都呈分离的状态，将如图29暗拖尾时间（负）测试信号输入到显示器，在显示器屏幕正前方适当距离注视画面上的移动单元；
 - 12) 观察到正好处于临界状态的图形单元，则该图形单元对应的读数乘以输入信号场周期，即为测得的暗拖尾时间（负）；
 - 13) 若未观察到正好处于临界状态图形单元，却有两个图形单元接近临界状态，那么对应读数的平均值乘以输入信号场周期，即为测得的暗拖尾时间（负）；
所测暗拖尾时间为正值或负值。
- 测试结果用亮拖尾时间和暗拖尾时间表示，单位为毫秒（ms）。

(20) 清晰度

电视机的清晰度是表征电视机图像质量的一个重要技术参数，无论是模拟电视机还是数字电视机都把提高图像清晰度作为研究、设计的主要目标之一；它也是区分普通电视机、SDTV和HDTV的关键指标。因电视机的图像是给观众用眼睛观看的，它是一个主观因素，因此在我国的相关标准中把清晰度定义为：人眼能察觉到的电视图像细节清晰的程度，用电视线表示。

从上世纪80年代开始，以美国为首的发达国家，包括西欧、日本和我国等国家，投入巨大的财力、物力和人力，开始研究数字电视，到目前为止，已有美国的ATSC、西欧的DVB、日本的ISDB—T和我国2006年8月公布的GB 20060-2006《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》数字电视制式标准。各国不遗余力的研究数字电视的主要目的之一就是给观众带来高清晰度的图像，让观众欣赏到高清晰度电视节目，聆听高保真的声音，要和模拟电视机有显著的区别，即图像清晰度要高（约为模拟电视机的两倍），更符合人眼的宽视野，就象在足球场、剧院看到的效果，有身临其境的感觉。因此要求显示的屏幕更大、更宽，屏幕的幅型比为16:9。在此基础上各国根据自己的国情和需要对数字高清晰度电视分别给出了自己的定义和技术规格要求。

★ 国际上对数字高清晰度电视机的定义

1) 国际电信联盟 (ITU)

数字高清晰度电视机应具有在水平方向和垂直方向的清晰度大约是常规电视的两倍；图像宽高比为16:9；主观的图像质量与隔行扫描的HDTV演播室的标准相当。

2) 国际无线电咨询委员会 (CCIR)

当观看距离约为屏幕高度的3倍时，该系统能使显示的图像效果等于或接近于视力正常的观众观看原始景物或表演时所取得的印象。

3) 美国消费电子协会 (ECA) 规定的高清晰度电视接收机的要求

- 能够接收ATSC（美国数字电视标准）地面数字广播和解码所有的（18种）ATSC视频图像格式；
- 输出的图像格式：具有1280×720P/60Hz（逐行扫描），1920×1080i /60Hz（隔行扫描）；
- 图像的幅型比：能够显示16:9宽高比的图像；
- 音频：接收、解调并输出Dolby AC-3音频信号。
- 接口：DVI/HDMI

(4) 美国ATSC的标准中对高清晰度电视的定义：

高清晰度电视具有在水平方向和垂直方向的清晰度大约是常规电视（NTSC）的两倍，图像宽高比为16：9，图像质量按ITU-R 1125建议书定义的：其主观的图像质量与隔行扫描的HDTV演播室的标准相同。支持1280×720P/60Hz（逐行扫描）、1920×1080i /60Hz（隔行扫描），最终实现1920×1080p /60Hz（逐行扫描）；在声音方面具有CD质量的数字音频，如5.1声道，杜比AC-3环绕声的效果。

美国分别给出了HDTV的TELEVISION、TUNER、MONITOR的高清标志，如图30所示。



图30 美国高清标志

(5) 欧洲 EICTA（欧洲通信家电工业联合会）公布的高清晰度标准的要求：

- 显示器：横长型屏幕，具有720物理线以上的显示能力；
- 接口：支持模拟Y、Pb、Pr和DVI，或者基于HDMI的HDTV信号输入；
- 支持720P（分辨力为 1280×720 、50帧/秒和60帧/秒）和1080I（分辨力为 1920×1080 、50场/秒和60场/秒）规格的HDTV信号；
- 在DVI和HDMI方面，支持版权保护技术HDCP。
- 高清显示器标志“HDTV Ready”见图31所示，凡带有该标志的显示器均支持HDTV电视并能够进行HDTV显示。



图31 欧洲高清显示器标志

(6) 日本 JEITA

数字高清晰度电视机基本条件：内装符合数字高清晰度电视调谐器、能显示数字高清晰度电视图像信号和幅型比（光栅最大有效画面）为16:9。但前投型投影机除外。此外，对平板显示屏接收机，须标明平板显示屏方式，并应称之为“数字高清晰度等离子体电视机或数字高清晰度液晶电视机”。

备注：

- ❖ 作为CRT接收机，须能完全解码扫描线数1125i和720p，并能将它们以1125i或720p显示。
- ❖ 作为平板显示屏接收机，须能完全解码扫描线数为1125i和720p，并能以650以上垂直像素数进行显示。
- ❖ 现阶段，数字高清晰度电视广播限定为扫描线数为1125i和720p。

(6) 我国对数字高清晰度显示器（或接收机）要求

- ❖ 能接收、解调、解码GB 20060传输的高清晰度信号调制的射频信号；
- ❖ 显示符合GY/T155规定的数字高清晰度电视视频信号；
- ❖ 显示图像宽高比为16:9；
- ❖ 显示的图像清晰度：对固有分辨力的平板电视包括有LCD、PDP及LCD、DLP、Lcos背投影机以及家用的前投影机的图像清晰度在水平方向和垂直方向大于等于720电视线，对于扫描方式的CRT显示器，图像中央部分的水平方向和垂直方向大于等于620电视线，边角大于等于450电视线
- ❖ 解码输出多声道环绕声的数字声音信号。

高清显示器标志有两种，如图32所示。



图32 中国高清显示器标志

★ 清晰度和像素、图像信号的分辨力、显示屏的固有分辨力之间的相互关系。

(1) 像素

像素是组成一幅图像的全部可能亮度和色度的最小图像单元。

对于彩色显示屏，每个像素可以分红、绿、蓝3个像元。在数字电视系统的显示设备中，组成一幅彩色图像的各像素必须由三基色相加混色才能获得全部可能的亮度和色度，因而每个像素是由红、绿、蓝3个像元合在一起组成的。对CRT型彩色显像管用阴罩的中心节距（相临两相同色点间的距离）表示。

(2) 输入图像信号的分辨力（信源分辨力）

图像信号的分辨力是指信号所能提供图像细节的能力。

在数字电视系统中，图像信号分辨力通常用组成一帧图像的像素点阵即水平和垂直方向的像素数的乘积表示。根据我国数字电视的相关标准中规定：HDTV信号的图像信号分辨力为 1920×1080 。如果用电视线表示，经计算，在垂直方向有1080个像素点，最多可形成1080黑白横线，于是在垂直方向上的清晰度可达1080电视线；在水平方向有1920个像素点，全屏宽度最多可形成1920黑白竖线，因HDTV的图像宽高比为16:9，按电视线的计算法则，将1920除以宽高比，同样也为1080电视线；即输入图像信号的清晰度在垂直和水平方向的清晰度为1080电视线。

(3) 显示器件的固有分辨力

显示器件的图像分辨力标志显示器件再显细节的能力。因显示器件的成像原理不同，其分辨力有不同的表示。

对各种显像器件，如面阵电荷耦合器件(CCD)、液晶显示器件(LCD)、等离子体显示器件(PDP)、数字微镜显示器件(DLP)、硅基液晶显示器件(LCoS)和有机发光二极管显示器件(OLED)等新型的显示器件用垂直和水平方向的像素数表示，如 720×576 ， 1024×768 ， 1280×720 ， 1920×1080 等。因对每一块显示屏的分辨力是由设计、生产工艺所决定的，称为显示器件固有分辨力。

对CRT而言，用阴罩的中心节距表征显示图像细节的能力。

(4) 像信号传输处理电路

当数字高清晰度图像信号（或数字高清晰度信号调制的射频信号）加入到HDTV以后，输入的图像信号要经过若干电路的传输和加工处理（如解调、解码、D/A或A/D变换，图像格式的变换、放大等），才能送到显示屏幕成像，这些经电路的传输加工处理或多或少的会降低输入图像信号的分辨力。例如：受信道带宽限制，高分辨力图像信号的带宽降低，而使最终的清晰度下降。

上述（2）、（3）、（4）三种因素相互作用，制约了数字高清晰度电视清晰度，因此可以说：图像的清晰度绝不会超过输入信号的图像分辨力（清晰度），也不会超过显示屏的图像分辨力，图像信号传输处理电路最好的也只能保持输入信号的分辨力，而实际上往往会降低信号的图像分辨力，而使图像清晰度下降。

★ 数字高清晰度显示器（或接收机）清晰度的理论值

（1）数字电视图像垂直清晰度的理论值

在电视图像的垂直方向上若能重现各一个像素高的黑、白相间水平线组，则图像垂直清晰度等于黑、白线条数，这是图像垂直清晰度的最高值，用(L_v)表示。此时，黑、白线条数等于数字图像垂直方向上有效像素数(N_v)，与一帧图像1个正程扫描行相对应，即：

$$L_v = N_v \text{ 电视线}$$

如果 $N_v = 1080$ ，则 $L_v = 1080$ 电视线。

（2）数字电视图像水平清晰度的理论值

在电视机图像的水平方向若能重现各一个像素宽的黑、白相间垂直线组，则图像水平清晰度(L_H)为理论最高值。此时，黑、白线条数等于数字图像水平方向有效像素数(N_H)。因1电视线相当于1电视扫描行，故数字图像水平方向上清晰度理论最高值的电视线数等于水平方向上与图像高度相等的宽度内的有效像素数，即：

$$L_H = N_H \times (h / w) \text{ 电视线}$$

式中， h 、 w 分别为图像的高度和宽度。

例如：按我国的有关标准，对HDTV的图像的分辨力为 1920×1080 ，幅型比为16: 9，

则 $L_H = 1920 \times 9/16 = 1080$ 电视线。

(3) 数字图像信号的视频带宽对应的图像清晰度的理论值

在我们所熟悉的模拟电视系统中，对于图像水平清晰度通常以视频信号带宽来衡量，因视频带宽与清晰度的电视线之间存在着线性转换关系，转换系数因不同的电视制式而稍有差别。对我国的PAL/D来说，每1MHz带宽约合80电视线，PAL/D的视频带宽为6MHz，因此信号源的图像水平清晰度为 $80 \times 6 = 480$ 电视线。对于数字电视的高清晰度电视，每1MHz带宽约为29电视线，因HDTV的模拟信号视频带宽为30MHz，所以水平清晰度为 $29 \times 30 = 870$ 电视线。

按取样定理，取样频率(f_s)不低于模拟视频信号最高频率(f_h)的2倍，即可不丢失信息。为避免取样造成频谱重叠，实际传输的视频基带信号的上限频率(f_m)低于 f_h ，称 f_m 为模拟视频信号标称带宽的上限频率。因 f_m 低于 f_h ，故对应的图像清晰度理论上限值 L_H' 也低于 L_H ，即为：

$$L_H' = L_H \times f_m / f_h \text{ 电视线}$$

例如：对HDTV，分辨力为 1920×1080 ，取样频率(f_s)74.25 MHz，根据取样定理，基带信号的上限频率 f_h 为37.125 MHz，图形信号标称带宽 f_m 为30 MHz，则分辨力为 1920×1080 ，取样频率(f_s)74.25 MHz，根据取样定理，基带信号的上限频率 f_h 为37.125 MHz，图形信号标称带宽 f_m 为30 MHz，则：

$$L_H' = 1080 \times 30 / 37.125 = 872.72 \approx 870 \text{ 电视线}$$

从以上分析可以看到实际的数字高清晰度，输入的高清晰度信号因受到信号处理、传输、显示器件等诸多因素的影响，重显的实际清晰度一般达不到理论值。

对于固有分辨力显示器件的数字高清晰度电视，因它的各像素在水平、垂直方向的尺寸可相同，全屏均匀分布，又以寻址方式工作，各像素可单独访问和激励。因此当输入信号的图像分辨力与显示屏的固有分辨力相同时，图像信号传输处理电路最为简单，基本上能保持输入信号原有的图像清晰度，此时信号的图像分辨力和显示屏的固有分辨力得到充分的发挥，显示的图像清晰度可能达到图像分辨力原有的水平，即可达到理论值。反之，当高分辨力的图形信号加到低固有分辨力的显示屏显示时，则处理电路较为复杂，需经过由高图像格式下变换到低图像格式，显示的清晰度最高达到显示屏的图像清晰度；当低分辨力的图像信号加到高固有分辨力显示屏显示时，则需要由低图像格式上变换到高图像格式，经过复杂的电路变换后，显示的图像的最高清晰度只能达输入信号图像的清晰度。

★ 我国数字高清晰度显示器（或接收机）的清晰度

我国数字电视的SDTV和HDTV图像清晰度见表5。

表5 SDTV和HDTV图像清晰度（单位：电视线）

数字电视图像		固有分辨力 显示器件	CRT	
			中心	边角
SDTV	水平	≥ 450	≥ 450	≥ 400
	垂直	≥ 450	≥ 450	≥ 400
HDTV	水平	≥ 720	≥ 620	≥ 450
	垂直	≥ 720	≥ 620	≥ 450

主要原因：

- ▶ 我国信号源的图像格式只有 1920×1080 ，没有 $1280 \times 720P$ ；
- ▶ 美国、西欧等国已把逐行扫描的 $1280 \times 720p$ 作为一种数字电视 HDTV 的图像格式，若加到 1280×720 的显示屏上，水平方向上清晰度可以达到理论值 720 电视线；
- ▶ 我国的数字电视 HDTV 的信源图像分辨力为 1920×1080 ，清晰度的理论值 1080 电视线。将 720 电视线作为要求达到的清晰度值，即和美国、西欧等国要求相一致，同时相对我国信号源的最高清晰度 1080 电视线值留有 $1/3$ 的余量；
- ▶ 我国的数字电视 HDTV 的视频带宽为 30MHz，而 720 电视线相对应的视频带宽为 24.75 MHz，为 30MHz 的 0.83，这样给处理电路的设计也带来较大的余量，保证批量生产的一致性；
- ▶ 为对清晰度的主观评价和测量带来方便，减少测量误差。

对可变分辨力的CRT电视机的清晰度

- ❖ 目前家用CRT电视显像管中心节距大多在0.6mm以上。受到信号处理电路，激励电路的带宽的影响，显示1920×1080的高清晰度图像的清晰度比较低，虽然减小荧光粉点和阴罩孔尺寸，提高其分辨力尚有余地，但亮度也会降低，增加了制造工艺的难度，提高成本；
- ❖ CRT显示屏幅型比为16:9的CRT一般为36英寸，若继续加大屏幕尺寸，则受体积、重量等限制，屏幕不易过大；
- ❖ 考虑到我国国情和诸多实际因素，尽管它显示静止图像清晰度较低，但在看动态图像时，则清晰度基本上和静态清晰度相同，而对平板显示的LCD、PDP虽然静止图像清晰度较高，但显示动态清晰度则较低。
- ❖ 全面考虑CRT电视机的性能如对比度、亮度、色域覆盖率、彩色还原性等技术参数，规定数字CRT高清晰度电视机的清晰度在水平和垂直方向大于等于620电视线，边角的水平和垂直方清晰度大于等于450电视线。
- ❖ 尽管CRT按标准规定达到清晰度要求的值，但因它的屏幕尺寸较小，视野范围较窄，还不能完全达到数字高清晰度电视的临场感效果和身历其境的感觉。

清晰度的测量

(1) 清晰度测试图

➤ SDTV复合测试图

图33为我国信息产业部部标《数字电视平板显示器测量方法（SJ/T 11348-2006）》等一组标准中推荐的SDTV复合测试图图例。其图像格式为 720×576 ，图像宽高比为4：3，相关参数符合《GB/T 14857演播室数字电视编码参数规范（idt ITU 601-3: 1992）》中的规定。

SDTV复合测试图的四周为护边框、满屏标志和重显率标度，95%重显率带有黑色三角形标示。整个测试图的背景为灰底白格，中央十字形中心定位测试图中心。这些测试信号单元用来监视图像满屏、调整和测试图像同心度、重显率、检查扫描质量、会聚和色纯等。

中部大圆内， 90° 、 270° ； 0° 、 180° ； 43.2° 和 223.2° 方向，共3组6簇楔形线簇，分别测试图像中部的水平、垂直和斜向清晰度电视线数。其中，斜向清晰度楔形测试线簇对应斜向清晰度最高值，因SDTV像素呈扁平状，故其所在方向略小于 45° 和 225° 。

四角小圆内， 90° 、 270° ； 0° 、 180° 方向，各2组4簇楔形线簇，分别测试图像四角的水平和垂直清晰度电视线数。

四角小圆内， 90° 、 270° ； 0° 、 180° 方向，各2组4簇楔形线簇，分别测试图像四角的水平和垂直清晰度电视线数。

左上、右上、左下和右下，各3个垂直或水平线组，分别粗略测试图像中间部位的水平和垂直清晰度电视线数所在范围。

测试图上方设100/0/100/0彩条信号，一方面用来监测被测数字电视系统或设备是否处于正常的彩色工作状态，另一方面按与背景垂直格线中央对正的彩色过渡沿标注，测定亮度/色度时延不等性。其正和负值分别对应色滞后和色超前的ns数。

测试图下方为灰度八阶梯信号，用来调整图像亮度和对比度，检测亮度信号通道线性以及动态白平衡等。

左、右两侧，各设极限八灰度等级信号，分别用来检查暗场和亮场可重显的灰度层次。它们的下面，设灰度线性变化的循环滚动信号，用来监测被测系统或设备是否处于正常运动工作状态。二者中间标注图像格式。整个测试图的平均图像电平约为50%。

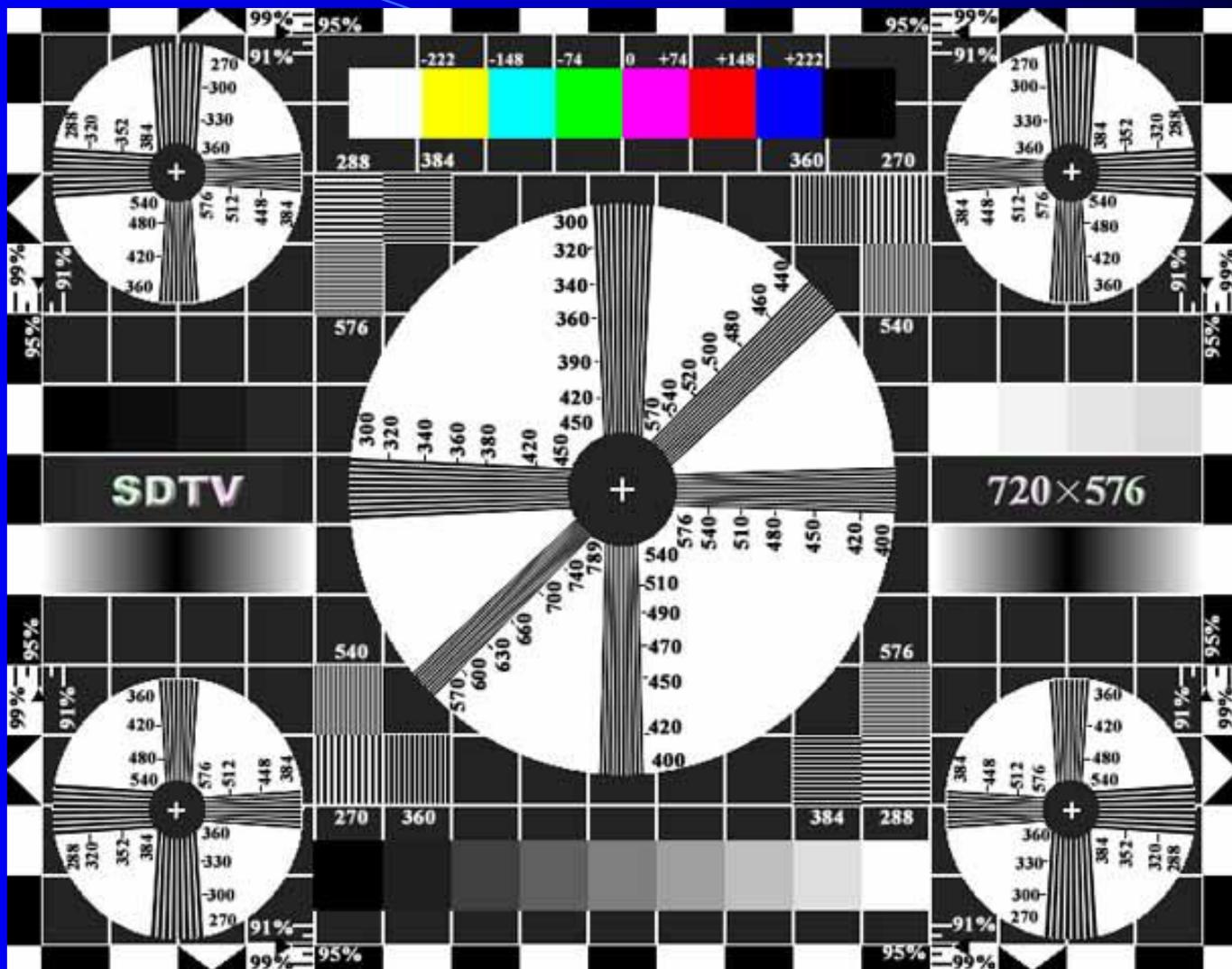


图33 SDTV复合测试图图例

➤ 的HDTV复合测试图

图34为我国信息产业部部标SJ/T 11348-2006《数字电视平板显示器测量方法》等一组标准中推荐的HDTV复合测试图图例。其图像格式为 1920×1080 ，图像宽高比为16:9，相关参数符合《GY/T 155 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值（neq ITU-R BT.709-3）》中的规定。

四周为护边框、满屏标志和重显率标度，95%重显率带有黑色三角形标示。整个测试图的背景为灰底白格，中央十字形中心定位测试图中心。这些测试信号单元用来监视图像满屏、调整和测试图像同心度、重显率、检查扫描质量、会聚和色纯等。

中部大圆内， 90° 、 270° ； 0° 、 180° ； 45° 和 225° 方向，共3组6簇楔形线簇，分别测试图像中部的水平、垂直和斜向清晰度电视线数。其中，斜向清晰度楔形测试线簇对应斜向清晰度最高值，因HDTV像素呈正方形，故其所在方向为 45° 和 225° 。

四角小圆内， 90° 、 270° ； 0° 、 180° 方向，各2组4簇楔形线簇，分别测试图像四角的水平和垂直清晰度电视线数。

左上、右上、左下和右下，各6个垂直和水平线组，分别粗略测试图像中间部位的水平和垂直清晰度电视线数所在范围。

测试图上方设100/0/100/0彩条信号，一方面用来监测被测数字电视系统或设备是否处于正常的彩色工作状态，另一方面按与背景垂直格线中央对正的彩色过渡沿标注，测定亮度/色度时延不等性。其正和负值分别对应色滞后和色超前的ns数。

测试图下方为灰度十阶梯信号，用来调整图像亮度和对比度，检测亮度信号通道线性以及动态白平衡等。

左、右两侧，各设极限八灰度等级信号，分别用来检查暗场和亮场可重显的灰度层次。它们的下面，设灰度线性变化的循环滚动信号，用来监测被测系统或设备是否处于正常运动工作状态，二者中间标注图像格式。

整个测试图的平均图像电平约为50%。

(2) 图像清晰度的测量

测试图像清晰度由专业人员观测，且不受观看方法和距离的限制，不过须按相关标准，使用符合要求的测试图，在被测系统处于正确的测试状态下进行，并须把测试图中心调至屏幕几何中心且完整而无几何畸变地充满显示屏，然后再正确地观测图像清晰度值。

将显示器调整到规定的标准工作状态。将复合测试图信号输入到显示器，观测显示图像的楔形线簇，记录显示器正确显示楔形线对应的刻度值。

为更清楚的说明图像清晰度测定方法，图35为图36中圈出部分的放大。依楔形清晰度测试线簇测定图像清晰度时，应以尚可清晰分辨楔形线簇全部线条且线条数尚未减少的最高值为准，而不能只着眼楔形线簇中央少数几条线。由于组成数字电视图像的最小单元是空间上离散分布的像素，清晰度测试图上的黑白线条不一定处处等宽和处处连续，只要线条数不减少，不能误判为线条不完整，而误读图像清晰度值。

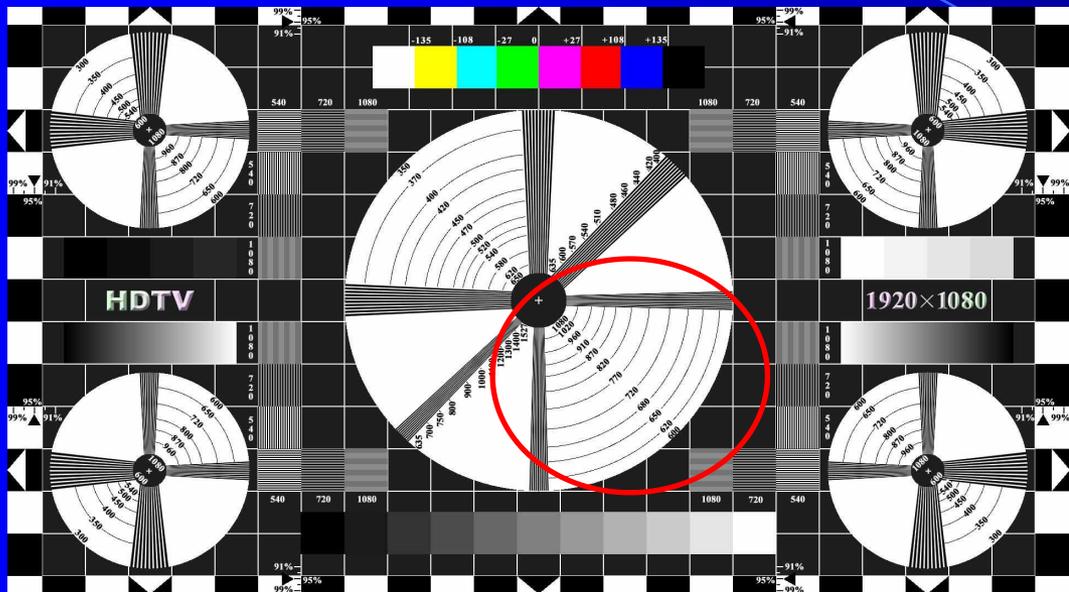


图35 HDTV复合测试图图例

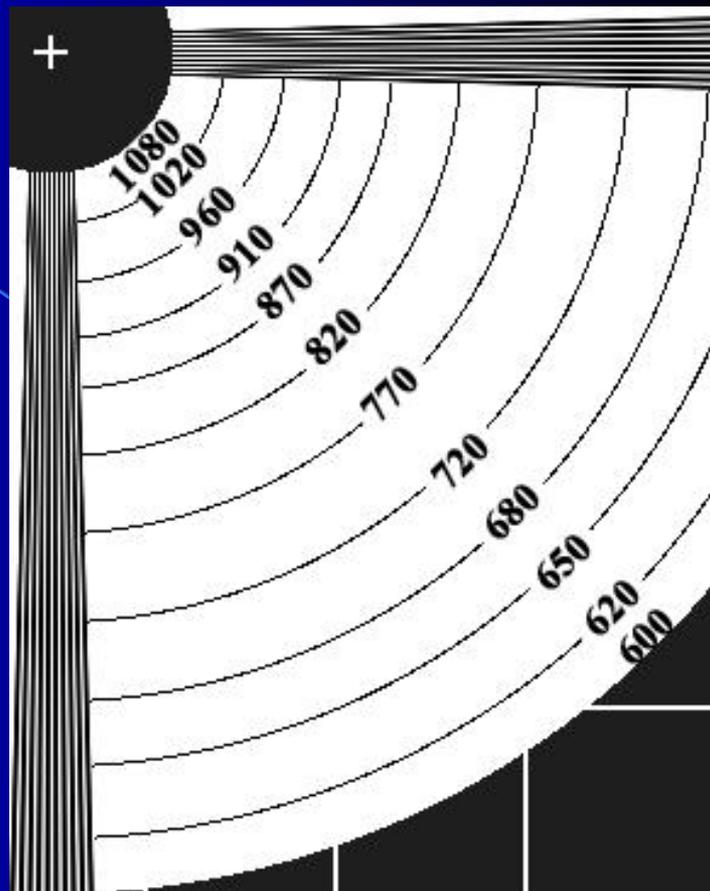


图36 HDTV复合测试图局部放大

三、数字电视显示设备的节能要求

电视显示设备（包括电视机）在我国有近1亿台，是量大而耗能家电产品，使用节能环保型家电对控制能源消耗和温室气体排放有重要意义。为适应目前世界范围内大力提倡节能环保的要求，我国首先对家电产品制定了节能标准，节能环保家电是世界性发展趋势。其中对电视显示设备（包括电视机）制定的节能标准有：

- 1、国家强制性标准 GB 12021.7-2005彩色电视广播接收机能效限定值及节能评价值（2005.7.18.公布，2006.3.1实施）
- 2、国家强制性标准 GBxxxxx-xxxx 平板电视能效限定值及能效等级
- 3、国家标准 GB/Txxxxx-xxxx 音视频及相关产品功率测试方法
第1部分 电视相关功率的测量
- 4、国家强制性标准 GBxxxxx-xxxx 数字电视接收器能效限定值及能效等级

1、在节能的有关标准中，常用的术语和定义

- (1) 开机功率：电视机接通电源，并生成声音和/或图像。
- (2) 被动待机状态(待机)：电视机连接着电源，即不产生声音，也不产生图像，但是可以通过遥控器或其他信号切换到关机或开机状态。
- (3) 被动待机功率：电视机在被动待机状态下测得的有功功率(W)。
- (4) 开机功率：电视机在开机状态下测得的有功功率(W)。
- (5) 能效指数：电视机的能源效率测量值与基准值之比，简称能效指数。
- (6) 能效限定值：电视机所允许的最低能效指数和最大被动待机功率。
- (7) 节能评价值：节能电视机所允许的最低能效指数和最大被动待机功率。
- (8) 平均功率：电视机在符合相应状态规定的APL分布的信号下消耗的功率的平均值。动态视频的情况下：含有规定的APL分布的视频信号在一定时间下测的功率。

2、CRT电视机

国家强制性标准 GB 12021.7-2005 《彩色电视广播接收机能效限定值及节能评价》（2005.7.18.公布，2006.3.1实施）

(1) 2006.3.1实施能效限定值：

最大待机状态能耗9W；

能效指数1.5；

节能评价：最大待机状态能耗3W，能效指数1.1；

(2) 2009.3.1实施能效限定值：

最大待机状态能耗5W； 能效指数1.0；

节能评价：最大待机状态能耗1W，能效指数0.75。

3、平板电视机

(1) 执行标准：GB xxxxx-xxxx 《平板电视能效限定值及能效等级》。

(2) 强制性条款：

平板电视能效限定值：能效等级的**3级**（低于该指标不准生产、销售）。

平板电视被动待机功率限定值：

被动待机功率限定值

时 间	2012年1月1日之前	2012年1月1日及之后
待机状态能耗 (W)	≤ 1.0	≤ 0.50

(3) 平板电视节能评价价值（推荐性条款）：能效等级的**2级**（达到或超过可为节能产品）。

(3) 平板电视机能效等级:

一级: 目标型节能产品

二级: 节能型产品

三级: 市场准入产品

平板电视机能效等级

能效指数 (EEI)	能效等级		
	1级	2级	3级
液晶电视能效指数 (EEI_{LCD})	1.4	1.0	0.60
等离子电视能效指数 (EEI_{PDP})	1.2	1.0	0.60

(4) 平板电视机能源效率 Eff (cd/W) 的计算

$$Eff = \frac{L \times S}{P_k - P_S}$$

P_k : 开机功率 (W) ;

L : 屏幕平均亮度 (cd/m²) ;

S : 屏幕有效发光面积 (m²)

P_S : 信号处理功率 (W) ; $Y P_B P_R$ 输入, P_S 取6w , 模拟RS输入 P_S 取10w , 数字RS输入 P_S 取17w

(5) 液晶电视能效指数的计算

$$EEI_{LCD} = \frac{Eff}{Eff_{LCD_ref}}$$

Eff_{LCD_ref} : LCD能源效率基准值, 等于1.10 cd/m²

(6) 等离子体电视能效指数的计算

$$EEI_{PDP} = \frac{Eff}{Eff_{PDP_ref}}$$

PDP能源效率基准值

固有分辨率 (像素数)	水平固有分辨率≥1920, 且 垂直固有分辨率≥1080	其他
Eff_{PDP_ref} (cd/W)	0.320	0.450

(7) 平板电视能源效率和被动待机功率测量方法

1) 测量环境

同2.4

2) 测量信号

a. 视频测量信号

- ❖ 极限八灰度信号：见图2.
- ❖ 17%APL白窗口信号：见图37。
- ❖ 动态视频信号

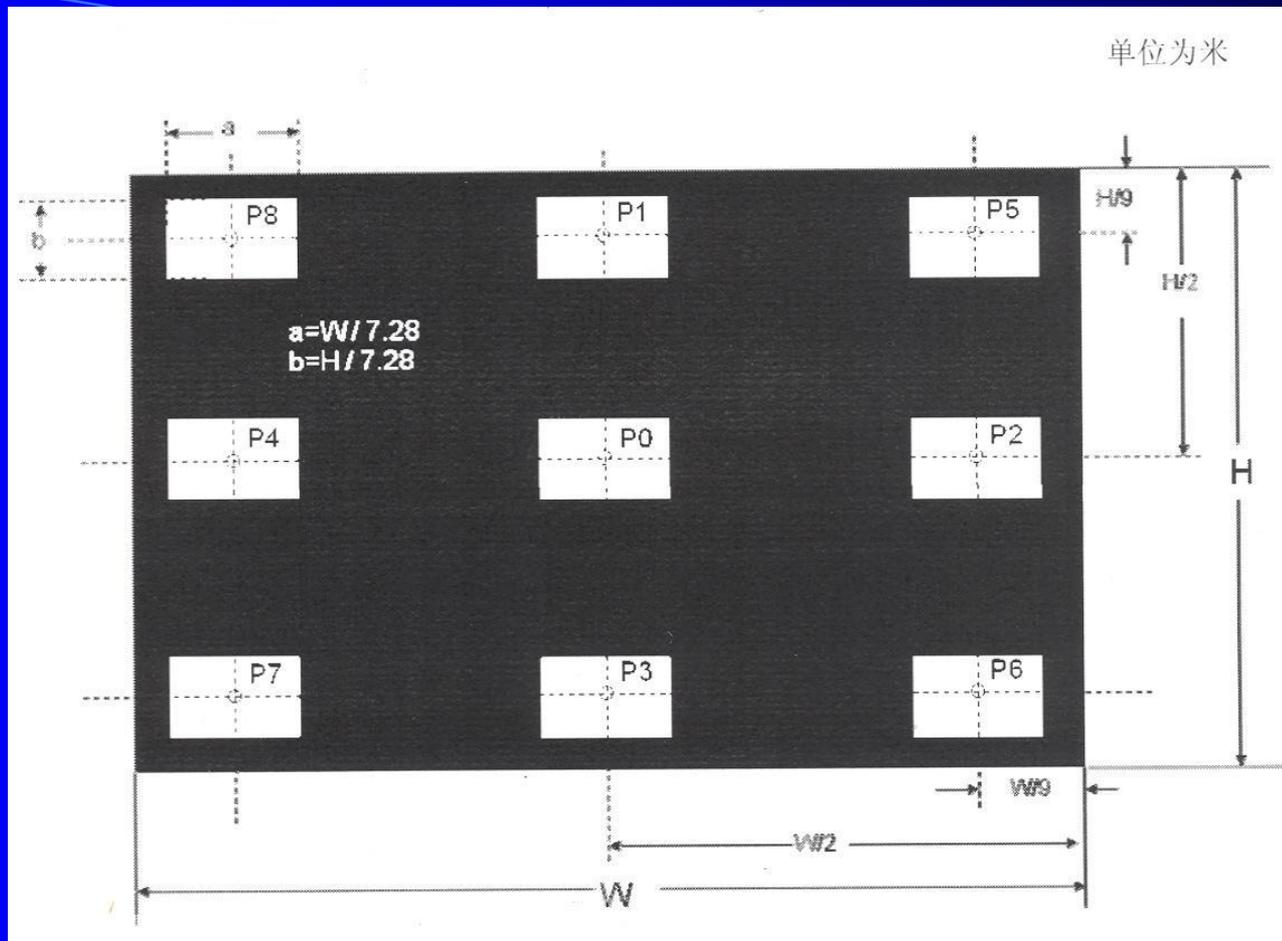
为IEC 62087-2008定义的50Hz活动测量序列，信号长度10min。

b) 音频测量信号

频率为1kHz的正弦信号。

3) 平板电视工作状态的调整

- ❖ 如果电视机有附加功能，如DVD 联网、录像、计算机、游戏机等，能够被用户关闭的附加功能应调整到关闭状态。
- ❖ 任何通过环境光亮度自动调整画面亮度、色彩等输出的功能，都调整到关闭状态。
- ❖ 其他调整同2.4.



图中：W—屏幕有效发光面宽度； H—屏幕有效发光面高度
a—白窗口宽度； b—白窗口高度； P₀~ P₈—亮度测试点

图37 九点亮度测量用17%APL白窗口信号示意图

❖ 平板电视能源效率测量步骤:

- 将电视机接通电源，输入信号，生成图像和声音。
- 按规定，将电视机调整到标准工作状态。
- 输入图37规定的信号，用亮度计测量所规定的 $P_0 \sim P_8$ 各个点上的亮度值，分别记为 $L_0 \sim L_8$ ，按下式计算屏幕的平均亮度：

$$L = \frac{1}{9} \sum_{i=0}^8 L_i$$

在式中 L_i ——第 i 点的亮度(cd/m^2)； i 为测量点的编号。

- 输入规定的动态视频测试信号，用电度计（或具备数字积分功能的功率计）测量播放此视频中平板电视的积分功率值（记为 P_w ，单位Wh），测量时间（记为 T_k ，单位h）。用下式计算开机功率：

$$P_k = E_k / T_k$$

式中：

E_k ——播放动态视频时电度计测量的积分功率值，单位为瓦时（Wh）；

T_k ——开机功率测量时间，单位为小时（h）。

❖ 平板电视被动待机功率测量步骤:

- 将电视机接通电源，输入信号，生成图像和声音。
- 按规定，将电视机调整到标准工作状态。
- 关闭电视机的附加功能，将电视机从工作状态调节到被动待机状态。
- 处于待机状态至少5min之后，开始监测功率计读数至少5min，若在此期间读数波动小于5%，则认为读数已经稳定，可以直接记录功率读数为被动待机功率。
- 如果功率计读数不能达到稳定。则需要使用具有功率平均功能的功率计监测不小于5min，测得的平均功率为被动待机功率；或者使用电度计（或具备数字积分功能的功率计）监测不少于5min（保证在积分时间内采样多于200次），并按照下式计算得到被动待机功率：

$$P_d = E_d / T_d$$

式中：

P_d —— 被动待机功率，单位为瓦特（W），精确到0.01W；

E_d —— 被动待机状态实测的电能消耗，单位为瓦时（Wh）；

T_d —— 被动待机状态测量时间，单位为小时（h）。

❖ 平板电视平均功率测量步骤:

(国家标准 GB/Txxxxx-xxxx 音视频及相关产品功率测试方法
第1部分 电视相关功率的测量)

- 将电视机接通电源，输入信号，生成图像和声音。
- 按规定，将电视机调整到标准工作状态，开机预热30分钟以上；
- 输入符合IEC 62087-2008定义的50Hz活动测量序列的动态视频测试信号，信号长度10min。
- 用瓦时计记录1/6h(10min)消耗的电量 W_{10} ；
- 按下式计算出平均功率，用 W 表示。

$$P_0 = W_{10}/t$$

P_0 —平均功率，用 W 表示；

W_{10} —10min消耗的电量，用Wh表示。

t —测量时间，1/6h(10min)

结束语

为保证我国数字电视显示终端，包括数字电视接收机和显示器的图像质量，制定了相应标准，规定了技术参数和相应的测量方法。本节主要对数字电视显示终端的显示特性和光性能的技术参数和相应的测量方法及数字电视显示设备的节能要求进行了详细的讲解。数字电视显示特性和光性能是观众可以直接看到和感受到的，是反应数字电视机图像质量优劣的重要技术参数。同时对规定每项技术参数的目的，影响该项的主要因素及有关的内容，如：三基色原理，像素、分辨力和图像清晰度的关系，世界各国对HDTV的定义也进行了讲解；对数字电视显示终端涉及到的声性能没有讲述，而涉及到的其他内容，如：电磁兼容性、安全性、环境适应性等因没有单独的相应的数字电视标准，它的技术要求和相应的测量方法基本上和模拟电视相同，如需要，可参考有关资料。

参考资料

- 1、 中国电子视像行业协会， 数字电视知识解读， 人民邮电出版社 2006年9月
- 2、 郝允祥， 张保洲， 等． 光度学． 北京： 北京师范大学出版社， 1988.
- 3、 海因维希·朗格著． 色度学与彩色电视． 张永辉等， 译． 北京： 中国电影出版， 1985

谢谢

深圳市君辉电子有限公司

电话：0755-23217122 传真：0755-23217622

邮箱：jake.yu@junhuiyiqi.com

网站：www.junhuiyiqi.cn

地址：深圳市龙华新区工业路上油松尚游公馆1821-1822室