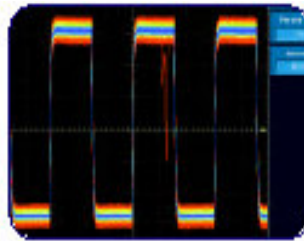


▶ ITU601 标准——
参数标准



目录

数字电视基础标准介绍之一.....	2
(ITU601 标准).....	2
第一部分 GB/T14857-93 主要讲述了那些问题.....	2
第二部分最新国际标准 ITU-R BT.601-5 与国际 GB/T14857-93 在内容上的差别	13
第三部分我国高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值	16
第四部分 IUT-R BT.601-5 建议书.....	21

数字电视基础标准介绍之一

(ITU601 标准)

ITU-R BT.601-5 “用于标准 4:3 和宽屏 16:9 幅型比数字电视演播室的编码参数”是数字电视最基础的标准之一。1993 年我国根据当时版本的国际标准,制定了相应的国家标准。那就是 GB/T14857-93 演播室数字电视编码参数规范。它等效采用国际电联(ITU)无线电咨询委员会(CCIR)第 601-3 号建议书(1992 年版)。于 1994 年 9 月 1 日开始正式实施。

这本资料共分四大部分。第一部分介绍 GB/T14857-93,主要讲述了那些问题,并指出其中的印刷错误。第二部分介绍最新的国际标准 ITU-R BT.601-5 与 GB/T14857-93 在内容上的差别。第三部分介绍一下我国高清晰度电视节目制作及交换用参数值。第四部分将最新的国际标准 ITU-R BT.601-5 提供给大家。

第一部分 GB/T14857-93 主要讲述了那些问题

GB/T14857-93 演播室数字电视编码参数规范规定了 625 行/50 场演播室彩色电视分量信号(Y、R-Y、B-Y 信号或者 R、G、B 信号)的数字编码方式及其参数。它适用于 625 行/50 场数字电视演播室,并可作为设计、生产、维护数字电视系统及其设备的技术依据。

它告诉我们数字电视主要采用分量信号编码。对标清只有 625 行/50 场和 525 行/60 场之分,而没有象模拟彩色电视那样分为 PAL、NTSC、SECAM 三大制式。

本标准包含对应于 4:2:2 模式和 4:4:4 模式的两组参数。4:2:2 模式指的是其亮度和色差信号的取样频率的比例为 4:2:2。它的基本参数适用于数字演播室设备间数字信号连接和国际节目交换。4:4:4 模

式指的是亮度和色差信号(或 R、G、B 信号)的取样频率的比例为 4:4:4。它所对应的基本参数适用于数字电视信号源设备和高质量的视频处理。

在 4:2:2 模式的编码参数中共规定 9 项内容。

1. 编号信号 Y、C_R、C_B

编码信号 Y、C_R、C_B 由 γ (伽马)预校正的 E'_Y、E'_R、E'_G、E'_B 形成。也就是说,用量化级表示的数字形式的 Y、C_R、C_B 由 γ 预校正后的亮度和色差信号运算并取整后得到。

$$\begin{aligned} Y &= \text{int}[219(E'_Y)] + 16; \\ C_R &= \text{int}[160(E'_R - E'_Y)] + 128; \\ C_B &= \text{int}[126(E'_B - E'_Y)] + 128; \\ Y &= 77/256 E'_R + 150/256 E'_G + 29/256 E'_B; \\ C_R &= 131/256 E'_R - 110/256 E'_G - 21/256 E'_B + 128; \\ C_B &= -44/256 E'_R - 87/256 E'_G + 131/256 E'_B + 128. \end{aligned}$$

下面介绍一下 γ 预校正问题。 γ 是进行视频信号处理时所要考虑的一个模拟系数。伽马预校正是为了使视频系统的最终显示能准确地再现原景色每个部分的亮度。阴极射线管(CRT)是固有的非线性器件。它的光输出大小是加到显示器上的电压的非线性函数。这个函数被称为器件的伽马。为了最终得到一个线性的响应,必须把一个校正系数加到电视系统中。因此,摄像机中的 RGB 信号要用阴极射线管倒置的函数进行伽马校正。伽马校正后的信号用 R'、G' 和 B' 表示。一小撇(') 表示已经进行了伽马校正,以补偿拾取和显示器件的转换特性。

目前,新的液晶(LCD)和等离子体(Plasma)等显示技术变得越来越流行。所以,人们会认为伽马校正未来将不需要。然而人们对亮度的视觉响应也是一个幂函数。强度大约以 1/3 次幂上升。为了得到最好的对比度显示和信噪比(S/N),视频编码采用同样的幂函数。这被称为概念编码。CRT 需要的伽马校正几乎是最佳的概念校正。图 1 示出按照数字高清晰度视频的主要标准,ITU-R BT.709 “用于制作和国际节目交换的 HDTV 标准的参数值”中规定的 0.45 次幂函数的伽马校正。这个伽马校正被提供到摄像机以校正 CRT 的非线性和供给概念编码。CRT 的非线性对应于 2.2~2.6 次幂函数,大多数的 CRT 其值

为 2.5。当整个系统的伽马值大约为 1.2 时,对典型的收看条件,接近于理想状态。这个响应大致上修正了人们的亮度感觉,它同时降低了数字化传输的视频信号所要求的比特数。

下面介绍一下在 GB/T15865-1995 摄像机测量方法国家标准中,对伽马校正的有关论述。伽马校正性能系用于亮度信号以补偿 TV 显示器阴极射线管的非线性特性。电视显示用阴极射线管的特性为指数函数。即, $I_0=AV^{\gamma}$,其中指数 γ 约为 2.2。这种非线性由分析仪(即摄像机)的 γ 校正来补偿,分析仪的特性由下式给出:

$$V=K(La)^{1/\gamma}$$

式中: V —摄像机输出信号;

K —常数(摄像机放大器增益);

La —摄像机输出端的亮度信号。

摄像机加上电光转换器的总特性为:

$$L_0=A[KLa]^{1/\gamma\gamma}=mLa$$

式中: L_0 —电视屏的亮度;

A —常数(电视机放大器增益);

m —荧光点亮度效率。

得出 mLa 的结果,说明可获得令人满意的正确的彩色重现。

在 GB3174-1995 “PAL-D 制电视广播技术规范”国家标准中,对伽马校正的描述为:基色信号电压 γ 校正值,约 0.4; $E'_{R、G、B}=(E_{R、G、B})^{0.4}$ 。

下面介绍 4:2:2 模式中的其它几项参数:

2. 整行取样数

对亮度信号(Y)的整行取样数为 864,每种色差信号(C_R, C_B)的整行取样数字为 432。

3. 取样结构

取样为正交结构,即取样点按行、场、帧重复,每行中的 C_R 和 C_B 取样点与 Y 的奇数(1,3,5.....)取样点重合。如图 2 中的(C)所示。 C_R, C_B 在水平方向是 Y 的一半,但垂直方向是一样的。 Y 的列数应为偶数。

4. 取样频率

亮度信号的取样点频率为 13.5MHz,每种色差信号的取样频率为 6.75MHz。一个亮度取样的时钟周期的额定值为 $1/13.5\text{MHz}=0.074\mu\text{s}=74\text{ns}$,用 T 表示。取样频率的容差应与 GB3174-1995 的第 3 条表 1 中的第 5 项(行频及其容差)相一致。即取样频率的容差应为 $\pm 0.0001\%$ 。

5. 编码方式

亮度信号和每种色差信号都采用线性量化的 PCM(脉码调制),每个取样值被 8(可选用 10)比特量化。但要注意,为了避免 8 比特和 10 比特表示之间的混淆。将 8 个最高位看作是整数部分,其它两位数看作分数部分。在没有示出分数部分时,应看作分数位有 00 的二进制值。分数部分为 01,在十进制中表示 $0.25_d(1/4)$,而在 16 进制表示 $0.4_h(1.6/4)$ 。

6. 每个数字有效行的取样数

每个数字有效行,即数字行正程期间,对亮度信号的取样数为 720,对每种色差信号的取样数为 360。结合上述第 2 条“整行取样数,以 625 行/50 场的 4:2:2 模式为例做进一步说明:整个一行 Y 的取样数为 864,两个色差信号的取样数各为 432,总取样数为 1728,从 0 到 1727。每个数字有效行包含有 720 Y ,360 C_R 和 360 C_B 个取样。每个有效行总共有 1440 个取样,从 0 到 1439。在数字消隐期间有 288 个字,从 1440 到 1727,如图 3 所示。

7. 模拟信号—数字信号行内时间关系

模拟信号与数字信号在行内的时间关系为:自数字有效行末尾至模拟信号行(同步)时间基点 O_H 为 12 个亮度时钟周期,即 $12T(T=74ns)$ 。

8. 视频信号电平与量化级之间的对应关系

量化级的范围为 $0\sim 255$,共 $256(2^8)$ 个量化级。对亮度信号共有 220 个量化级。黑电平对应于量化级 16,峰值白电平对应于量化级 235。对 625 行/50 场系统,700mV 的亮度信号对应于量化级 235。当模拟视频信号的亮度电平超过 700mV 时,对应的数字信号的量化级要超过 235,但视频信号的最高量化电平为 254。

每种色差信号占用量化级范围中间部分的 225 个量化级,零信号电平对应于量化级 128。色差信号所占的量化级为 $16\sim 240$ 。

9. 码字用法

0 和 255 两个量化级码字专用于同步。量化级 $1\sim 254$ 用于视频信号。

下面介绍一下 4:4:4 模式的编码参数。它共包括 7 项内容。

1. 编码信号 Y 、 C_R 、 C_B 或 R 、 G 、 B

编码信号 Y 、 C_R 、 C_B 由 Y 预校正的 E_Y' 、 $E_R' - E_Y'$ 、 $E_B' - E_Y'$ 形成,而编码信号 R 、 G 、 B 由 Y 预校正的 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 形成。与 4:2:2 模式相比,编码信号增加了 R 、 G 、 B 编码方式。

2. 每种信号的整行取样数

在 4:4:4 模式中,无论对亮度信号(Y),还是每种色差信号(C_R 、 C_B)或者基色信号(R 、 G 、 B)其整行取样数都为 864。

3. 取样结构

取样为正交结构,即取样点按行、场、帧重复。三种信号(Y、 C_R 、 C_B 或R、G、B)取样点结构完全重合,也与4:2:2模式的亮度信号的取样点重合。4:4:4模式的取样结构如图2中的(d)所示。

4. 每种信号的取样频率

三种信号(Y、 C_R 、 C_B 或R、G、B)的取样频率都为13.5MHz。取样的时钟周期的额定值为74ns。

5. 编码方式

亮度信号和每种色差信号或基色信号都采用线性量化的PCM(脉码调制)。每种取样值被8(可选用10)比特量化。

6. 用取样数表示的数字有效行的宽度

在数字有效行中,三种信号(Y、 C_R 、 C_B 或R、G、B)的取样数都为720。这与4:2:2模式不同,对4:4:4模式来说,亮度信号和每种色差信号的取样数没有差别。

7. 视频信号电平与量化级的8个最高有效位(MSB)之间的对应关系。

这一条对应于4:2:2模式的第8条。在第5条编码方式中规定,每个取样值可被8比特量化,也可能被10比特量化。但8比特对应于256个量化级,而10比特对应于1024个量化级。为了避免在8比特和10比特之间的表达方式上造成混淆,不管对8比特还是10比特的二进制数,8个最高有效位被看作整数部分,而如果存在另外两个比特,则被看作小数部分。没有小数部分出现,则应当假设有一个二进制值00的小数部分。所以在此条中,总量化级数仍为256。量化级范围是0~255。对R、G、B或亮度信号共有220个量化级。黑电平对应于量化级16,峰值白电平对应于量化级235。每种色差信号占用量化级范围中间部分的225个量化级。零信号对应于量化级128,每种色差信号所占的量化级为16~240。

对应于 4:2:2 模式中的第 7 条和第 9 条,在 4:4:4 模式中没有提及。这是因为无论是 4:2:2 模式还是 4:4:4 模式,在模拟信号与数字信号行内时间关系上和码字用法方面都是完全一样的。

在标准 GB/T14857-93 的附录 A 数字编码中所用信号的定义(补充件)中,共讲述了两个问题:A1 数字有效行与模拟同步基准的关系,A2 由原始(模拟)信号 E_R' 、 E_G' 和 E_B' 得到的数字信号 Y、 C_R 、 C_B 的定义。

A1 数字有效行与模拟同步基准的关系

在上述 4:2:2 模式的编码参数的第 7 条中已经规定,模拟信号与数字信号行内时间关系:自数字有效行末尾到模拟同步基准 O_H 为 12 个亮度时钟周期(12T)。在附录 A 的 A1 中,对数字有效行亮度信号的 720 个取样值与 625 行系统模拟同步基准的关系进一步以表格和图形方式作了更加明确地说明,如表 1、图 4、图 5 所示。

由表 1 可以看出,从模拟行基准点 O_H 开始,接着是 132T 的数字消隐期(只是数字消隐期的一部分),再后面是 720T 的数字有效行,紧接着是 12T 的数字消隐期的另一部分。 O_H 为上一模拟行的结束点和下一模拟行的起始点。

图 4 为 GB/T14857-93(ITU601-3)的表述,而图 5 为 ITU-R BT.601-5 中的表述。图 4 形象地标出了取样点的位置,而图 5 则明确地指出取样点的归属。如亮度取样点 720,从图 4 中可以看到它位于数字有效行的结束和数字消隐区的开始。但从图 5 中,可以明确地知道亮度信号的第 720 个取样点属于数字消隐区,而取样点的确切位置位于每个方框的起始点。从图 4 和图 5 都可看出:一个完整的数字行是以数字有效行的末尾为结束点,以数字消隐期的开始为下一个数字行的起点。

下面介绍附录 A 的第 2 个问题。

A2 由原始(模拟)信号 E_R' 、 E_G' 和 E_B' 得到的数字信号 Y、 C_R 、 C_B 的定义

在 A2 中共讲述四个问题:1.亮度信号(E'_Y)和色差信号($E'_R - E'_Y$)及($E'_B - E'_Y$)的结构;2.再归一化后的色差信号 E'_{CR} 和 E'_{CB} 的结构;3.量化;4.通过 E'_R 、 E'_G 和 E'_B 的量化构成 Y 、 C_R 、 C_B 。

A2.1 亮度信号(E'_Y)和色差信号($E'_R - E'_Y$)及($E'_B - E'_Y$)的结构

由 IUT-R BT.470-6 知,亮度信号和色差信号按以下公式构成:

$$E'_Y = 0.299E'_R + 0.587E'_G + 0.114E'_B$$

从上式;

$$\begin{aligned} (E'_R - E'_Y) &= E'_R - 0.299E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \\ &= 0.701E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (E'_B - E'_Y) &= E'_B - 0.299E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \\ &= -0.299E'_R - 0.587E'_G + 0.886E'_B \end{aligned}$$

将信号值归一化(取 1.0V 为最高电平)后,黑、白、饱和基色和其补色值列于表 2(附于资料后)。

A2.2 再归一化后的色差信号(E'_{CR} 和 E'_{CB})的结构

由表 2 可见, E'_Y 值的范围是 1.0~0, 而 $(E'_R - E'_Y)$ 值的范围是 +0.701 到 -0.701, $(E'_B - E'_Y)$ 值的范围是从 +0.886 到 -0.886。为了使色差信号的变化范围统一到 +0.5 到 -0.5, 引入了系数 K_R 和 K_B 。

$$K_R = 0.5/0.701 = 0.713; \quad K_B = 0.5/0.886 = 0.564$$

$$\begin{aligned} \text{则} \quad E'_{CR} &= 0.713(E'_R - E'_Y) = 0.500E'_R - 0.419E'_G - 0.081E'_B \\ E'_{CB} &= 0.564(E'_B - E'_Y) = -0.169E'_R - 0.331E'_G + 0.500E'_B \end{aligned}$$

式中 E'_{CR} 和 E'_{CB} 分别是再次归一化的红和蓝色差信号。符号 E'_{CR} 和 E'_{CB} 仅用于表示再次归一化的色差信号,它与亮度信号 E'_Y 有同样的标称峰峰幅度,于是被选作基准幅度。在分量信号未被归一化到 1~0 范围的情况下,例如当转换具有不等的亮度和色差幅度的模拟分

量信号时,需要有一个附加的增益系数,而增益系数 E'_R 和 E'_B 将被相应地改变。

A2.3 量化

在线性量化 8 比特二进制编码情况下,规定了 2^8 即 256 个等间隔量化级,因此二进制数的范围是从 00000000 到 11111111,其等效的十进制数从 0 到 255。

为了避免 8 比特和 10 比特表示方法之间的混淆,将 8 个最高有效位看作是整数部分,其它两位看作分数部分。例如,10010001 的比特形式表示为 145_d 或 91_h ,而 1001000101 表示为 145.25_d 或 91.4_h 。在没有示出分数部分时,应看作有 00 的二进制值。

在 4:2:2 模式中,0 与 255 级用于同步数据,而 1~254 级用于视频信号。

已知亮度信号占用 220 个量化级,黑电平在量化级 16,亮度信号量化的十进制数为:

$$\overline{Y}=219(E'_Y)+16$$

同样已知色差信号占有量化级范围中间的 225 级,而且零电平相当于第 128 级。所以色差信号量化的十进制数 C_R 和 C_B 为:

$$\overline{C_R}=224[0.713(E'_R-E'_Y)]+128$$

$$\overline{C_B}=224[0.564(E'_B-E'_Y)]+128$$

得:

$$\overline{C_R}=160(E'_R-E'_Y)+128$$

$$\overline{C_B}=126(E'_B-E'_Y)+128$$

量化后取 \overline{Y} 和 $\overline{C_R}$ 、 $\overline{C_B}$ 的最近的整数值,分别表示为 Y 和 C_R 、 C_B 。

$$Y=\text{int}[219(E'_Y)]+16$$

$$C_R=\text{int}[160(E'_R-E'_Y)]+128$$

$$C_B = \text{int}[126(E'_B - E'_Y)] + 128$$

int 为取整的意思,即取其最接近的整数值。

A2.4 通过 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 的量化构成 Y 、 C_R 、 C_B

在 Y 、 C_R 、 C_B 直接由 Y 预校正的分量信号 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 或直接以数字形式产生的情况下,量化和编码等效于:

$$E'_{RD}(\text{数字形式}) = \text{int}(219E'_R) + 16$$

$$E'_{GD}(\text{数字形式}) = \text{int}(219E'_G) + 16$$

$$E'_{BD}(\text{数字形式}) = \text{int}(219E'_B) + 16$$

得:

$$Y = 77/256 E'_{RD} + 150/256 E'_{GD} + 29/256 E'_{BD}$$

$$C_R = 131/256 E'_{RD} - 110/256 E'_{GD} - 21/256 E'_{BD} + 128$$

$$C_B = -44/256 E'_{RD} - 87/256 E'_{GD} + 131/256 E'_{BD} + 128$$

以上三式均应取其最接近的整数值。

这里要特别注意,上面 6 个公式是 ITU-R BT.601-5 中的表述。在 GB/T14857-93 中,对应的 6 个公式没有把 (E'_R 、 E'_G 、 E'_B) 与 (E'_{RD} 、 E'_{GD} 、 E'_{BD}) 很好地区分开来,容易产生概念上的混淆。

为了得到 4:2:2 的分量信号 Y 、 C_R 、 C_B 必须要对 4:4:4 的上述 C_R 、 C_B 信号进行低通滤波和次取样处理。应当指出按这种方法得到的 C_R 、 C_B 分量和在取样前通过模拟滤波得到的 C_R 、 C_B 分量之间应当存在微弱的差别。

A2.5 对 Y 、 C_R 、 C_B 信号的限制

以 Y 、 C_R 、 C_B 信号形式的数字编码能够表示比对应的 R 、 G 、 B 信号范围所指出的信号值在本质上有更大的范围。因此,可能出现:作为电子图像生成和信号处理的结果,产生的 Y 、 C_R 、 C_B 信号,虽然各自都正确,但当被变换到 R 、 G 、 B 时,将出现超出范围的值。为了防止这种现象的发生,对 Y 、 C_R 、 C_B 信号进行限制比等到信号变成 R 、 G 、 B 形式

时更方便、更有效。而且能够通过保持亮度和色调值,只牺牲饱和度的方法,将主观损伤减到最小。

在标准 GB/T14857-93 的附录 B 滤波特性(补充件)中,共给出三组滤波器特性曲线。1.用于取样频率为 13.5MHz 时的亮度或 R、G、B 信号滤波器的特性(如图 6 所示);2.用于取样频率为 6.75MHz 时色差信号滤波器特性(如图 7 所示);3.色差信号的取样速率由 4:4:4 变换为 4:2:2 的数字滤波器的特性(如图 8 所示)。前两种滤波器特性分别给出插入损耗/频率特性模板、通带内波动容限和通带内群时延容限。而第三种滤波器特性只给出插入损耗/频率特性模板和通带内波动容限。

对以上三种滤波器特性曲线的说明:1.波动和群时延的特性值是相对于其在 1kHz 的值,实线表示实际的限值,虚线给出理论设计所建议的限值。2.在数字滤波器中,实际与设计的限值相同。按设计,时延失真为零。3.在数字滤波器中(图 8a),幅频特性(在线性标度上)应在该半幅度点处(如图所示)斜对称。4.在用于编解码过程中的滤波器的建议中,已设想在数模转换后的后置滤波器里,对取样和保持电路的 SinX/X 特性进行校正。

在标准 GB/T14857-93 的附录 C 对实施附录 B 所建议的滤波器的一些指导(参考件)中,对上述三组滤波器作了进一步指导性的说明。

对用于编解码过程的滤波器的建议中设想,在数字—模拟转换之后的后置滤波器中,对 SinX/X 特性提供校正。滤波器加 SinX/X 校正器再加理论 SinX/X 特性三者合成的通带容限应与单独给予滤波器的容限一样。假如在设计过程中把滤波器、(SinX/X)校正器和时延均衡器看成一个独立单元,上述要求就容易做到。

由亮度和色度分量的滤波和编码造成的总时延应该是一样的。色差滤波器(附录 B,图 7)中的时延是亮度滤波器(附录 B,图 6)时延的两倍。因为采用模拟时延网络,并在通带容限内均衡这些时延有困难,建议时延差的大部分(取样周期的整数倍)应该在数字域中均衡。在校正其剩余时,应该注意,解码器中的取样和保持电路会引起半个取样周期的平坦时延。

幅度波动和群时延的通带容限是很紧的。目前的研究表明:必须保证能进行级联的大量编解码器工作而不使 4:2:2 编码标准所具有的高质量有损害。由于目前存在的测试设备的性能所限,工厂可能在生产中满足每个滤波器的容限在经济上有困难。但是,还是有可能设计能满足规定特性的滤波器。要求工厂在生产中做出努力,把每个滤波器都按规定的特性模板调整好。

附录 B 给出的规范是想尽可能在整个分量信号链中保持 Y、 C_R 、 C_B 信号的频谱含量。然而,很明显,在图像监视器中或在分量信号链的末端,色差信号频谱特性必然会受到所插入的慢滚降滤波器的影响。

下面讲述一下 GB/T14857-93 中的一些印刷错误。错误集中在附录 A 数字编码中所用的信号的定义(补充件)里的 A2.2 再归一化后的色差信号(E'_{CR} 、 E'_{CB})的结构部分(GB/T14857-93 第 4 页)。1.标准中的 A2.2 再归一化后的色差信号(E'_C 和 E'_C)的结构的标题应改为 A2.2 在再归一化后的色差信号(E'_{CR} 、 E'_{CB})的结构。2.GB/T-14857-93 第 4 页文字叙述(不包括表格)从上数第 11 行的 E'_C 应改为 E'_{CR} 。3.第 4 页第 12 行的 E'_C 应改为 E'_{CB} 。第 4 页第 13 行的 E'_C 与 E'_C 应改为 E'_{CR} 与 E'_{CB} 。

第二部分最新国际标准 ITU-R BT.601-5 与国际 GB/T14857-93 在内容上的差别

下面分四个方面进行论述:

一、因我国采用的标清标准为 625 行 50 场,所以在 GB/T14857-93 中,只规定了 625 行/50 场演播室彩色电视分量信号(Y、R-Y、B-Y 信号或 R、G、B 信号)的数字编码方式及其参数。而在 ITU-R BT.601-5 中,介绍了国际上通用的两种标清系统,即,不仅讲述了 625 行,50 场/秒系统,又给出了 525 行,60 场/秒系统的数字编码方式与参数。625 行,50 场/秒系统与 525 行,60 场/秒系统在基本参数上主要有两方面的区别。

1. 每个整行的取样数不同。在 625 行,50 场/秒系统,对亮度信号(Y)的整行取样数为 864;而在 525 行,60 场/秒系统,对亮度信号(Y)的整行取样数为 858。在 625 行,50 场/秒系统,对每种色差信号(C_R 、 C_B)的整行取样数为 432;而在 525 行,60 场/秒系统,对每种色差信号(C_R 、 C_B)的整行取样数为 429。从上面我们可以看到 625 行,50 场/秒系统,对亮度信号(Y)的整行取样数要比 525 行,60 场/秒系统多 $864-858=6$ 取样点。这是因为 625 行,50 场/秒系统标称行周期为 $64\mu\text{s}$ 。而 525 行,60 场/秒系统(M/NTSC)的标称行周期为 $63.5555\mu\text{s}$ 。两者相差 $64-63.5555=0.4445\mu\text{s}$
 $=444.5\text{ns}$ 。因亮度信号的取样频率为 13.5MHz ,取样时钟周期 $T=1/13.5\text{MHz}=0.074\mu\text{s}=74\text{ns}$ 。那么,444.5ns 对应于 $444.5/74=6$ 个取样周期。但要特别注意.在数字视频编码中,为了使 625 行,50 场/秒系统与 525 行,60 场/秒系统统一,两个系统数字有效行的取样数规定为完全一样,即每个数字有效行对亮度信号的取样数为 720。对色差信号的取样数为 360(4:2:2 模式)。
2. 模拟信号与数字信号行内时间关系:自数字有效行末尾到模拟行基准点 O_H 的时间不同。对 625 行,50 场/秒系统为 12 个亮度时钟周期,而 525 行,60 场/秒系统为 16 个亮度时钟周期。如上所述,因 625 行,50 场/秒系统与 525 行,60 场/秒系统的标称周期不同,而又要保证两个系统的数字有效行的取样数相同,这样自然就会使 625 行,50 场/秒系统与 525 行,60 场/秒系统的数字消隐期也相差 6 个亮度取样周期。对 625 行,50 场/秒系统数字消隐期为 $12+132=144$ 个亮度取样;而 525 行,60 场/秒系统的数字消隐期为 $16+122=138$ 个亮度取样周期、两者恰好相差 $144-138=6$ 个亮度取样周期。

二、GB/T14857-93 只规定了取样频率为 13.5MHz 的 4:2:2 模式和 4:4:4 模式的数字编码参数及对应的滤波器特性。而 ITU-R BT.601-5 不仅规定了取样频率为 13.5MHz ,还规定了取样频率为 18MHz 具有较高水平清晰度的 4:2:2 模式和 4:4:4 模式的数字编码基本参数及对应的滤波器特性。

在取样频率为 13.5MHz 和 18MHz 的对应数字参数中,两者的主要差别在于:1.整行的取样数不同。以 625 行,50 场/秒亮度信号(Y)的取样数为例,取样频率为 13.5MHz 时,取样数为 864;而取样频率为 18MHz 时,取样数为 1152。2.每个数字有效行的取样的取样数也不同。也以 625 行,50 场/秒对亮度信号(Y)的取样数为例,取样频率为 13.5MHz,每个数字有效行对亮度信号(Y)的取样数为 720;而当取样频率为 18MHz 时,取样数为 960。当然对每种色差信号,在 4:2:2 模式和 4:4:4 模式中的整行取样数和有效行取样数也有相应的改变。

三、在两个标准中图像信号取样和模拟行同步之间关系的图形表示中,对每个取样的表示方法也略有不同。在 GB/T14857-93 中,每个取样是以箭头(\uparrow)表示;而在 ITU-R BT.601-5 中,取样是以方框的形式表示。在取样点的所属关系上,后者表示的更加明确。但应特别注意:在 ITU-R BT.601-5 的图 1 中,取样点的确切位置应在每个方框的起始点,这与 GB/T14857-93 中的标注完全一致。

四、在两个标准中,对“通过 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 的量化构成 Y 、 C_R 、 C_B ”的 6 个公式也略有差别:

在 GB/T14857-93 中的 6 个公式为:

$$E'_R(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_R)+16$$

$$E'_G(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_G)+16$$

$$E'_B(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_B)+16$$

$$Y=77/256 E'_R+150/256E'_G+29/256E'_B$$

$$C_R=131/256 E'_R-110/256E'_G-21/256E'_B+128$$

$$C_B=-44/256 E'_R-87/256E'_G+131/256E'_B+128$$

前三个公式中的 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 应为归一化电平,而后三个公式中的 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 是量化级电平,两者都用相同的符号表示,极易造成混淆。而在 ITU-R BT.601-5 中则表达得非常确切,对应的公式如下:

$$E'_{RD}(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_R)+16$$

$$E'_{GD}(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_G)+16$$

$$E'_{BD}(\text{数字形式})=\text{int}(219E'_B)+16$$

$$Y=77/256 E'_{RD} + 150/256E'_{GD} + 29/256E'_{BD}$$

$$C_R= 131/256 E'_{RD} - 110/256E'_{GD} - 21/256E'_{BD} + 128$$

$$C_B= -44/256 E'_{RD} - 87/256E'_{GD} + 131/256E'_{BD} + 128$$

第三部分我国高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值

目前,我国尚没有制定“高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值”的国家标准。但在2000年6月6日发布了从2000年12月1日起实施的中华人民共和国广播电影电视行业标准GY/T 155—2000高清晰度电视节目及交换用视频参数值。

这个标准规定了我国高清晰度电视节目制作和交换中所涉及的基本视频参数值。可作为设计、生产、验收、运行和维护高清晰度电视节目制作系统及其设备的技术依据。HDTV节目制作的基本参数共分为6个方面:1.HDTV节目制作光电转换特性;2.HDTV节目制作图像特性;3.HDTV节目制作信号格式;4.HDTV节目制作模拟参数;5.HDTV节目制作数字参数;6.HDTV节目制作图像扫描特性。

下面就其主要参数做一简单介绍。

一、HDTV节目制作光电转换特性

1.源端总光电转换特性:

$$E'=1.099L^{0.45}-0.099 \quad \text{当 } 0.018 \leq L \leq 1.33$$

$$E'=4.500L \quad \text{当 } -0.0045 \leq L < 0.018$$

$$E'=-[1.099 \times (-4L)^{0.45}-0.099]/4 \quad \text{当 } -0.25 \leq L < -0.0045$$

式中L是由基准白电平归一化得到的基色信号电压,与光的强度成正比;E'是Y校正后的基色信号电压。

2. 色坐标(CIE1931)

基色:红 $x=0.640$ $y=0.330$
 绿 $x=0.300$ $y=0.600$
 蓝 $x=0.150$ $y=0.060$

3. 基准白,设定基色信号相等时($E_R=E_G=E_B$)的色度

D_{65} $x=0.3127$ $y=0.3290$

二、HDTV 节目制作图像特性

1. 幅型比:16:9
2. 行有效取样数:1920
3. 取样结构:正交
4. 帧有效行数:1080
5. 像素形状:方型(1:1)

三、HDTV 节目制作信号格式

基色信号的Y校正值: $Y=0.45$

亮度信号 E'_Y 的导出式(模拟编码)

$$E'_Y=0.2126 E'_R + 0.7152 E'_G + 0.0722 E'_B$$

色差信号 E'_{CB} 、 E'_{CR} 的导出式(模拟编码)

$$E'_{CB}=(E'_B - E'_Y)/1.8556$$

$$E'_{CR}=(E'_R - E'_Y)/1.5748$$

模拟 R、G、B 亮度及色差信号的量化表达式

对常规色域系统(R、G、B 输出信号限制在 0 到 1 之间的,受基色三角形限定的传输色域)

$$D'_R=\text{INT}[(219 E'_R + 16) \times 2^{n-8}]$$

$$D'_G=\text{INT}[(219 E'_G + 16) \times 2^{n-8}]$$

$$D'_B=\text{INT}[(219 E'_B + 16) \times 2^{n-8}]$$

$$D'_Y = \text{INT}[(219 E'_Y + 16) \times 2^{n-8}]$$

$$D'_{CB} = \text{INT}[(224 E'_{CB} + 128) \times 2^{n-8}]$$

$$D'_{CR} = \text{INT}[(224 E'_{CR} + 128) \times 2^{n-8}]$$

式中, n 为信号的量化比特数。INT(X)表示对 X 的小数部分进行四舍五入后取整。

对扩展色域系统(符合 ITU-R BT.1361 规定的宽传输色域)

$$D''_R = \text{INT}[(160 E'_R + 48) \times 2^{n-8}]$$

$$D''_G = \text{INT}[(160 E'_G + 48) \times 2^{n-8}]$$

$$D''_B = \text{INT}[(160 E'_B + 48) \times 2^{n-8}]$$

$$D''_Y = \text{INT}[(219 E'_Y + 16) \times 2^{n-8}]$$

$$D''_{CB} = \text{INT}[(224 E'_{CB} + 128) \times 2^{n-8}]$$

$$D''_{CR} = \text{INT}[(224 E'_{CR} + 128) \times 2^{n-8}]$$

量化后的 R、G、B 信号导出的亮度及色差信号表达式
对常规色域系统

$$D'_Y = \text{INT}[0.2126 D'_R + 0.7152 D'_G + 0.0722 D'_B]$$

$$D'_{CB} = \text{INT}[(-0.2126/1.8556 D'_R - 0.7152/1.8556 D'_G + 0.9278/1.8556 D'_B) \times 224/219 + 2^{n-1}]$$

$$D'_{CR} = \text{INT}[(0.7874/1.5748 D'_R - 0.7152/1.5748 D'_G - 0.0722/1.5748 D'_B) \times 224/219 + 2^{n-1}]$$

对扩展色域系统

$$D''_Y = \text{INT}\{[(0.2126 D''_R + 0.7152 D''_G + 0.0722 D''_B) - 48 \times 2^{n-8}] \times 219/160 + 16 \times 2^{n-8}\}$$

$$D''_{CB} = \text{INT}[(-0.2126/1.8556 D''_R - 0.7152/1.8556 D''_G + 0.9278/1.8556 D''_B) \times 224/160 + 2^{n-1}]$$

$$D''_{CR} = \text{INT}[(0.7874/1.5748 D''_R - 0.7152/1.5748 D''_G - 0.0722/1.5748 D''_B) \times 224/160 + 2^{n-1}]$$

四、HDTV 节目制作模拟参数

1. E'_R 、 E'_G 、 E'_B 、 E'_Y 标称电平:

基准白电平:700mV,基准黑电平:0mV

2. E'_{CB} 、 E'_{CR} 标称电平:±350mV

3. 同步信号形式:双极性三电平
4. 同步信号电平: $\pm 300\text{mV} \pm 2\%$

五、HDTV 节目制作数字参数

1. 编码信号: R、G、B 或 Y、 C_B 、 C_R
2. R、G、B、Y 取样结构:正交,取样位置逐行逐帧重复。
3. C_B 、 C_R 取样结构:正交,取样位置逐行逐帧重复,取样点相互重合,与亮度取样点隔点重合。即每行每帧第一个有效色差样点与第一个有效亮度样点重合。
4. 每行有效取样点数:R、G、B、Y:1920; C_B 、 C_R :960
5. 编码格式:线性,10 或 8 比特/分量样值。节目制作优选 10 比特编码。
6. 量化电平:

R、G、B、Y 黑电平:64(10 比特),16(8 比特)

C_B 、 C_R 消色电平:512(10 比特),128(8 比特)

R、G、B、Y 标称峰值电平:64 和 960(10 比特),16 和 240(8 比特)

7. 量化电平分配:
 - 视频数据:4~1019(10 比特),1~254(8 比特)
 - 同步基准 0~3 和 1020~1023(10 比特),0 和 255(8 比特)

六、HDTV 节目制作图像扫描特性

1. 帧总行数:1125
2. 隔行比:2:1(隔行),1:1(逐行)
3. 帧频:25Hz(隔行),24Hz(逐行)
4. 行频:28125.000Hz $\pm 0.0001\%$ (隔行),27999.000Hz $\pm 0.0001\%$
5. 每行总取样点数:

R、G、B、Y: 2640(隔行),2750(逐行)

C_B 、 C_R :1320(隔行),1375(逐行)

6. 模拟信号标称带宽:30MHz
7. R、G、B、Y 取样频率:74.25MHz
8. C_B 、 C_R 取样频率:37.125MHz

9. 取样时钟周期(T): $1/74.25\mu\text{s}$
 10. 负向行同步宽度(a): $44\pm 3T$
 11. 有效视频结束(b):
 $528(+6, -0)T, 1125/25/2:1$
 $638(+6, -0)T, 1125/24/1:1$
 12. 正向行同步宽度(c): $44\pm 3T$
 13. 箝位宽度(d): $132\pm 3T$
 14. 有效视频开始(e): $192(+6, -0)T$
 15. 升/降时间(f): $4\pm 1.5T$
 16. 有效行时间: $1920(+0, -12)T$
 17. 负向行同步脉冲幅度(S_m): $300\pm 6\text{mV}$
 18. 正向行同步脉冲幅度(S_p): $300\pm 6\text{mV}$
 19. 视频信号振幅(V): 700mV
 20. 整行时间(H): $2460T(1125/25/2:1), 2750T(1125/24/1:1)$
 21. 半行时间(g): $1320T(1125/25/2:1), 1375T(1125/24/1:1)$
 22. 场帧同步宽度(h): $880\pm 3T(1125/25/2:1), 1980\pm 3T(1125/24/1:1)$
 23. 场帧同步脉冲结束
(k): $308\pm 3T(1125/25/2:1), 638\pm 3T(1125/24/1:1)$
 24. 图像顶行(LT)

 $1125/25/2:1$:第一场(LT1):#21, 第二场(LT2):#584
 $1125/24/1:1$:#42
 25. 图像底行(LB)
 $1125/25/2:1$:第一场(LB1):#560, 第二场(LB2):#1123
 $1125/24/1:1$:#1121
 26. 帧消隐期(WBL): $45H$
 27. 场消隐期($1125/25/2:1$)
第一场(WBL1): $22H$, 第二场(WBL2): $23H$
 28. 帧起始行:#1
 29. 场起始行($1125/25/2:1$)
第一场:#1, 第二场:#564
- 图 9~图 15 附于本资料后
图 9.分量信号上的同步电平
图 10.行同步信号波形

- 图 11.行同步信号定时关系和波形
- 图 12.场/帧同步信号波形
- 图 13.场/帧同步信号细节
- 图 14.R、G、B、和 Y 信号的滤波特性
- 图 15. C_B 、 C_R 的滤波特性

第四部分 IUT-R BT.601-5 建议书

11B 部分:数字电视

ITU-R BT.601-5 建议书

用于标准 4:3 和宽屏 16:9 幅型比数字电视演播室编码参数
(ITU-R 206/11 课题)

(1982-1986-1992-1994-1995)

IUT(国际电信联盟)无线电通信全会

考虑到:

- a) 对于电视广播结构和节目制作者,在数字演播室标准方面有最多数目的重要参数值共用于 525 行和 625 行系统具有明显的好处;
- b) 一种世界范围兼容的数字方法会使设备的开发具有许多共同特点,运行会更经济,并便于国际间节目的交换;
- c) 兼容的数字编码标准的可扩展系列是符合需要的。这种系列的组成部分应当符合不同的质量级别,不同的幅型比,简化当前制作技术要求的附加处理并为将来的需要提供必要的条件;
- d) 基于分量编码的系统能够满足合乎需要的目标;
- e) 亮度和色差信号(或采用红、绿、蓝信号)的共位取样简化了数字分量信号的处理,符合当前制作技术的要求。

建议:

对于采用 525 行和 625 行系统的电视演播室,下述内容作为数字编码标准的基础。

1. 引言

这个建议书规定了视频信号数字编码的方法。它包括 13.5MHz 取样率,4:3 和 16:9 幅型比并具有足够满足当前传输系统的性能。另

一个用于 16:9 系统的 18MHz 取样率也被规定,它的要求对应较高的水平分解力。

首先提供适用于这个标准系列任何组成部分的规范。然后紧接着的部分 A 是 13.5MHz 取样的特性,而部分 B 是 18MHz 取样的特性。

2. 兼容的数字编码标准的可扩展系列

2.1 数字编码应当允许兼容的数字编码标准可扩展系列的编制和发展。它应当能够在系列的任何两个成员间实现简单地对接。

2.2 数字编码应当具有使用一个亮度信号和两个色差信号(或采用红、绿、蓝信号)

2.3 必须控制信号的频谱特性,以避免混淆并保持通带响应。滤波器的规范示于部分 A 的附录 2 和部分 B 的附录 2。

3. 适用于系列任何组成部分的技术规范

3.1 取样结构应当空间固定。作为例子,通常情况的正交取样结构规定在部分 A 和部分 B。

3.2 如果取样表示亮度和两个同时(产生)的色差信号,每对色差取样应当空间共位。如果取样用红、绿、蓝信号表示,它们应当共位。

3.3 每个系列成员采用的数字标准应当得到世界范围的承认,并在工作中应用。达到这个目标的条件之一是对于系列的每个组成部分,对于 525 行和 625 行系统规定的每行取样的数目应当是可兼容的(每行具有相同的取样数更为可取)。

3.4 应用这些规范,数字代码的内容以十进制和十六进制两种形式表示,分别用下标“d”和“h”表示。

为了避免在 8 比特和 10 比特之间的表达方法上造成混淆,8 个最高有效位被看作整数部分,而另外两个比特(如存在),被看成小数部分。

例如:比特样本 10010001 应当表示为 145_d 或 91_h ,而样本 1001000101 应当表示为 145.25_d 或 91.4_h 。

没有小数部分出现,应当假设有一个二进制值 00。

3.5 从基色(模拟)信号 E'_R 、 E'_G 和 E'_B 定义数字信号 Y 、 C_R 、 C_B 。这部分

描述:为了定义 Y 、 C_R 、 C_B ,从基色模拟信号 E'_R 、 E'_G 和 E'_B 构成这些信号的规则。信号的构成要通过下面在 3.5.5 节、3.5.3 节中描述三个阶段。其方法是以一个例子给出。实际上,从这些基色或其它模拟或数字信号的其它构成方法可能产生同样的结果。在 3.5.4 节中给出一个例子。

3.5.1 亮度(E'_Y)和色差($E'_R-E'_Y$)和($E'_B-E'_Y$)信号的结构

亮度和色差信号按下式构成:

$$\begin{aligned} E'_Y &= 0.299E'_R + 0.587E'_G + 0.114E'_B \\ (E'_R - E'_Y) &= E'_R - 0.299E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \\ &= 0.701E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \end{aligned}$$

而

$$\begin{aligned} (E'_B - E'_Y) &= E'_B - 0.299E'_R - 0.587E'_G - 0.114E'_B \\ &= -0.299E'_R - 0.587E'_G + 0.886E'_B \end{aligned}$$

使信号值归一化(即最大电平为 1.0V),白、黑、饱和基色和补色值示于表 1。

表 1 归一化信号值

状态	E'_R	E'_G	E'_B	E'_Y	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
白	1.0	1.0	1.0	1.0	0	0
黑	0	0	0	0	0	0
红	1.0	0	0	0.299	0.701	-0.299
绿	0	1.0	0	0.587	-0.587	-0.587
蓝	0	0	1.0	0.114	-0.114	0.886
黄	1.0	1.0	0	0.886	0.114	-0.886
青	0	1.0	1.0	0.701	-0.701	0.299
品	1.0	0	1.0	0.413	0.587	0.587

3.5.2 经再次归一化的色差信号(E'_{CR} 和 E'_{CB})的结构

E'_Y 值的范围是 1.0 到 0, 而 $(E'_R - E'_Y)$ 值的范围是 +0.701 到 -0.701, $(E'_B - E'_Y)$ 的值的范围是从 +0.886 到 -0.886。为了使色差信号的变化范围统一(即 +0.5 到 -0.5), 其系数计算如下:

$$K_R = 0.5/0.701 = 0.713; \quad K_B = 0.5/0.886 = 0.564$$

则:

$$E'_{CR} = 0.713(E'_R - E'_Y) = 0.500E'_R - 0.419E'_G - 0.081E'_B$$

而:
$$E'_{CB} = 0.564(E'_B - E'_Y) = -0.169E'_R - 0.331E'_G + 0.500E'_B$$

式中 E'_{CR} 和 E'_{CB} 分别是再归一化红和蓝色差信号(见注 1 和注 2)。

注 1—符号 E'_{CR} 和 E'_{CB} 仅用于指定再次归一化的色差信号, 即与亮度信号 E'_Y 有同样的标称峰峰幅度, 于是, 被选作基准幅度。

注 2—在分量信号未被归一化到 1~0 范围的情况下, 例如, 当变换具有不等的亮度和色差幅度的模拟分量信号时, 需要有一个附加的增益系数, 而增益系数 K_R 、 K_B 将被相应改变。

3.5.3 量化

在均匀量化 8—比特二进制编码情况下, 2^8 即 256 个相等间隔的量化电平被规定。所以, 可得到的二进制数字范围是从 00000000 到 11111111(在十六进制记数法时为 00 到 FF), 等效的十进制数字是从 0 到 255, 首尾都包括在内。

在这个建议书叙述的 4:2:2 系统, 0 和 255 量化级留给同步数据, 而量化级 1 到 254 可用于视频。

为了提供工作裕量, 亮度信号仅占有 220 级, 黑电平在 16 级。亮度信号的十进制值 Y , 量化前是:

$$Y = 219(E'_Y) + 16$$

而量化后, 对应的级数是最接近的整数值。

同样, 给色差信号 225 级, 零电平为 128 级, 色差信号的十进制值 C'_R 和 C'_B , 量化前是:

$$\overline{C'_R} = 224[0.713(E'_R - E'_Y)] + 128$$

$$\overline{C'_B} = 224[0.564(E'_B - E'_Y)] + 128$$

简化后为:

$$\overline{C'_R} = 160(E'_R - E'_Y) + 128$$

$$\overline{C'_B} = 126(E'_B - E'_Y) + 128$$

量化后,对应的级数是最接近的整数值。数字的等效值称为 Y 、 C_R 、 C_B 。

3.5.3 由量化的 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 构成 Y 、 C_R 、 C_B

在分量是从伽马预校正分量信号 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 直接得到或以数字方式直接产生的情况,那么量化和编码将等效为:

$$E'_{RD}(\text{数字形式}) = \text{取整}(219 E'_R) + 16$$

$$E'_{GD}(\text{数字形式}) = \text{取整}(219 E'_G) + 16$$

$$E'_{BD}(\text{数字形式}) = \text{取整}(219 E'_B) + 16$$

$$\text{那么, } Y = 77/256 E'_{RD} + 150/256 E'_{GD} + 29/256 E'_{BD}$$

$$C_R = 131/256 E'_{RD} - 110/256 E'_{GD} - 21/256 E'_{BD} + 128$$

$$C_B = -44/256 E'_{RD} - 87/256 E'_{GD} + 131/256 E'_{BD} + 128$$

以 256 为基数,取最接近的取整系数。为了得到 4:2:2 分量 Y 、 C_R 、 C_B 必须在上述 4:4:4 的 C_R 、 C_B 上进行滤波和次取样。但应注意:在以这种方法得到的 C_R 、 C_B 分量和在取样前通过模拟滤波得到的 C_R 、 C_B 分量之间应当存在细微的差别。

3.5.5 Y 、 C_R 、 C_B 信号的限制

以 Y 、 C_R 、 C_B 信号形式的数字编码能够表示比对应的 R 、 G 、 B 信号范围所支持的信号值在本质上有更大的范围。因此可能出现作为电子图像生成和信号处理的结果,产生 Y 、 C_R 、 C_B 虽然分别有效,但当被变换到 R 、 G 、 B 时,将出现超出范围的值。为了防止这种现象

的发生,对 Y 、 C_R 、 C_B 信号进行限制比等到信号变成 R 、 G 、 B 形式时更方便更有效。而且能够通过保持亮度和色调值,仅牺牲饱和度而最小化主观损伤的方法施加限定。

4. 13MHz 系列成员

下述系列成员在部分 A 中被定义:

- 当需要在两种幅型比中保持同样的模拟信号带宽和数字率时,4:2:2 的 13MHz 用于 4:3 幅型比和宽屏 16:9 幅型比系统。
- 4:4:4,13.5MHz 的 4:3 和 16:9 幅型比系统具有更高的彩色分解力。

5. 18MHz 系列成员

下述的系列成员在部分 B 中被定义:

- 4:2:2,18MHz 用于 16:9 幅型比系统,它比在 13.5MHz 系统取样,具有更高的水平分解力。
 - 4:4:4,18MHz 用于 16:9 幅型比系统,它具有较高的彩色分解力。
- 注 1. — 在 4:4:4 系列成员中,被取样的信号可能是亮度和色差信号(或红绿蓝信号,如采用)。

附件 1

对实施部分 A 的附录 2 和部分 B 的附录 2 所规定的滤波器的一些指导

对用于编码和解码过程的滤波器的建议中已设想,在数字—模拟校正之后的后置滤波器中,对 SinX/X 特性提供校正。滤波器加 SinX/X 校正器再加理论 SinX/X 特性(三者结合)的通带容限应与单独给予滤波器的容限一样。如果在设计过程中,把滤波器、 (SinX/X) 校正器和时延均衡器作为一个单元看待,上述要求就非常容易达到。

由亮度和色差分量的滤波和编码造成的总时延应该是一样的。色差滤波器(图 4a,4b)中的时延是亮度滤波器(图 3a,和 3b)时延的两倍。因为采用没有超出通带容限的模拟时延网络均衡这些时延有困难,建议时延的大部分(取样周期的整数倍)应该在数字域中均衡。在校正

其剩余时,应该注意,解码器中的取样和保持电路会引起半个取样周期的平坦时延。

幅度波动和群时延的通带容限是很紧的。目前的研究表明:必须保证能进行级联的大量编解码器工作而不使 4:2:2 编码标准所具有的高质量有损害。由于目前存在的测试设备的性能所限,工厂可能在生产中满足每个滤波器的容限在经济上有困难。但是,还是有可能设计能满足规定特性的滤波器。要求工厂在生产中做出努力,把每个滤波器都按规定特性模板调整好。

在部分 A 的附录 2 和部分 B 的附录 2 中给出的规范是想尽可能在整个分量链中保持 Y、 C_R 、 C_B 信号的频谱含量。然而,很明显,在图像监视器中或在分量信号链的末端色差信号频谱特性必然会受到所插入的慢滚降滤波器的影响。

附件 1 的部分 A

13.5MHz 系列成员

1. 用于 4:2:2,13.5MHz 系列成员的编码参数值

规范(见表 2)适用于系列的 4:2:2 成员,当需要保持同样的模拟信号带宽和数据率时,用于主数字演播室设备间的标准数字接口和 4:3 幅型比数字电视或宽屏 16:9 幅型比数字电视的国际节目交换。

表 2

参数	525 行,60 场/秒系统	625 行,50 场/秒系统
1. 编码信号:Y、 C_R 、 C_B	这些信号由 γ 预校正信号,即 E'_Y 、 $E'_R - E'_Y$ 、 $E'_B - E'_Y$ 得到(见 3.5 节)。	
2. 整行取样数: — 亮度信号(Y) — 每种色差信号(C_R 、 C_B)	858 429	864 432

3. 取样结构	正交,行、场、帧重复。每行中的 C_R 和 C_B 取样点与 Y 的奇数(1,3,5 等)取样点同位。	
4. 取样频率: — 亮度信号 — 每种色差信号	<p style="text-align: center;">13.5MHz 6.75MHz</p> 取样频率的容差应与相应彩色电视标准的行频容差相一致。	
5. 编码方式	亮度信号和每种色差信号都采用均匀量化的 PCM,每个取样 8(可选 10)比特。	
6. 每个数字有效行的取样数: — 亮度信号 — 每种色差信号	<p style="text-align: center;">720 360</p>	
7. 模拟对数字水平定时关系: — 从数字有效行末尾到 O_H	16 个亮度时钟周期	12 个亮度时钟周期
8. 视频信号电平与量化级之间的对应关系: — 范围 — 亮度信号 — 每种色差信号	(见 3.4 节)(十进制) <p style="text-align: center;">0~255</p> 共 220 个量化级,黑电平对应于量化级 16,峰值白电平对应于量化级 235。信号电平可能偶尔超过量化级 235。 在量化级范围中间部分的 225 个量化级,零信号电平对应于量化级 128。	
9. 码字用法	对应于 0 和 255 量化级的码字专用于同步。量化级 1~254 用于视频。	

2. 用于 4:4:4,13.5MHz 系列成员的编码参数值

列于表 3 的规范应用于系列的 4:4:4 成员,它适用于电视源设备和高质量视频信号处理应用。

表 3

参数	525 行,60 场/秒系统	625 行,50 场/秒系统
----	----------------	----------------

1. 编码信号: Y 、 C_R 、 C_B 或 R 、 G 、 B	这些信号由 γ 预校正信号, 即 E'_Y 、 $E'_R - E'_Y$ 、 $E'_B - E'_Y$ 或 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 得到	
2. 每种信号整行取样数	858	864
3. 取样结构	正交, 行、场、帧重复。三种取样结构重合, 也与 4:2:2 成员的亮度取样结构重合。	
4. 每种信号取样频率	13.5MHz	
5. 编码方式	均匀量化的 PCM, 每个取样 8(可选 10) 比特。	
6. 用取样数表示的数字有效行宽度	720	
7. 视频信号电平与每个取样量化级的 8 个最高有效位(MSB)之间的对应关系: — 范围 — R 、 G 、 B 或亮度信号 ⁽¹⁾ — 每种色差信号 ⁽¹⁾	(见 3.4 节)(十进制) 0~255 共 220 个量化级, 黑电平对应于量化级 16, 峰值白电平对应于量化级 235。信号电平可能偶尔超过量化级 235。 在量化级范围中心部分的 225 个量化级, 零信号电平对应于量化级 128。	

(1) 如采用

对部分 A 的附录 1

在数字编码标准中所用信号的定义

1. 数字有效行与模拟同步基准的关系

数字有效行亮度取样与模拟同步基准之间的关系示于:

— 图 1. 用于 625 行, 13.5MHz(见表 2);

— 图 2. 用于 525 行, 13.5MHz(见表 3)。

图中, 取样点发生在每个框的开始。

相应的色差取样数能够通过把亮度取样数除以 2 得到。为了安排数字有效行允许的变化,(12,132)和(16,122)被对称地选择。它们不构成数字行规范的一部分,而仅涉及模拟接口。

图 1. 16:9 或 4:3,13.5MHz,625 行(所有的图附于资料后)

图 2. 16:9 或 4:3,13.5MHz,525 行

对部分 A 的附录 2

滤波特性

图 3.用于取样频率为 13.5MHz 时的亮度或 RGB 信号滤波器的规范

a) 插入损耗/频率特性模板

b) 通带内波动容限

c) 通带内群时延容限

注 1— 在 b)和 c)中标出的最低值是在 1kHz(而不是 0MHz)。

图 4.用于取样频率为 6.75MHz 时,色差信号滤波器的规范

a) 插入损耗/频率特性模板

b) 通带内波动容限

c) 通带内群时延容限

注 1— 在 b)和 c)中标出的最低值是在 1kHz(而不是 0MHz)。

图 5.色差信号的取样速率由 4:4:4 变换为 4:2:2 的数字滤波器特性

a) 插入损耗/频率特性模板

b) 通带内波动容限

对图 3、图 4 和图 5 的注:

注 1 — 波动和群时延规定为相对于它们在 1kHz 的值。实线表示实际的限值,而虚线给出理论设计建议的限值。

注 2 — 在数字滤波器中,实际的和设计的限值相同。按设计,时延失真为零。

注 3 — 在数字滤波器中(图 5),幅度/频率特性(在线性标度上)应在半幅度点斜对称,如图所示。

注 4 — 在用于编码和解码处理的滤波器的建议中,已假定在数模转换后的后置滤波器中,提供了对取样保持电路的 SinX/X 特性的校正。

附件 1 的部分 B 18MHz 系列成员

1. 对于 4:2:2,18MHz 系列成员的编码参数值

规范(见表 4)适用于系列的 4:2:2 成员,它用于主演播室设备间的标准数字接口和比照取样频率为 13.5MHz 的 16:9 系统具有较高水平分解力的 16:9 幅型比的电视的国际节目交换。

表 4

参数	525 行,60 场/秒系统	625 行,50 场/秒系统
1.编码信号:Y、 C_R 、 C_B	这些信号由 γ 预校正信号,即 $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ 得到(见 3.5 节)。	
2.整行取样数: — 亮度信号(Y) — 每种色差信号(C_R 、 C_B)	1144 572	1152 576
3.取样结构	正交,行、场、帧重复。每行中的 C_R 和 C_B 取样点与 Y 的奇数(1,3,5 等)取样点同位。	
4.取样频率: — 亮度信号 — 每种色差信号	18MHz 9MHz 取样频率的容差应与相应彩色电视标准的行频容差相一致。	
5.编码方式	亮度信号和每种色差信号都采用均匀量化的 PCM,每个取样 8(可选 10)比特。	
6.每个数字有效行的取样数: — 亮度信号 — 每种色差信号	960 480	
7.模拟与数字水平定时关系: — 从数字有效行末尾到 O_H	为确定(见部分 B 的附录 1)	
8.视频信号电平与量化级之间的对应关系: — 范围 — 亮度信号 — 每种色差信号	(见 3.4 节)(十进制) 0~255 共 220 个量化级,黑电平对应于量化级 16,峰值白电平对应于量化级 235。信号电平可能偶尔超过量化级 235。 在量化范围中间部分的 225 个量化级,零信号电平对应于量化级 128。	

9.码字用法	对应于 0 和 255 量化级的码字专用于同步。量化级 1~254 用于视频。
--------	---

2.用于 4:4:4,18MHz 系列成员的编码参数值

表 5 给出的规范用于系列的 4:4:4 成员,它适用于电视源设备和高质量视频信号处理应用。

表 5

参数	525 行,60 场/秒系统	625 行,50 场/秒系统
1.编码信号:Y、 C_R 、 C_B 或 R、G、B	这些信号由 γ 预校正信号,即 $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ 或 E'_R, E'_G, E'_B 得到。	
2.每种信号整行取样数	1144	1152
3.取样结构	正交,行、场、帧重复。三种取样结构重合,也与 4:2:2 成员的亮度取样结构重合。	
4.每种信号取样频率	18MHz	
5.编码方式	均匀量化的 PCM,每个取样 8(可选 10)比特。	
6.用取样数表示的数字有效行宽度	960	
7.视频信号电平与每个取样量化级的 8 个最高有效位(MSB)之间的对应关系: — 范围 — R、G、B 或亮度信号 ⁽¹⁾ — 每种色差信号 ⁽¹⁾	<p style="text-align: center;">0~255</p> <p>共 220 个量化级,黑电平对应于量化级 16,峰值白电平对应于量化级 235。信号电平可能偶尔超过量化级 235。</p> <p>在量化级范围中心部分的 225 个量化级,零信号电平对应于量化级 128。</p>	

(1)如采用

对部分 B 的附录 1

在数字编码标准中所用信号的定义

1. 数字有效行与模拟同步基准的关系

规定这些参数绝对的数字,而要在不同标准保证一致的图像位置的几何形状,还需要进一步地研究。对于实际应用,当在模拟域,图像对同步的关系与由 13.5 和 18MHz 取样的数字表示变换的影像完全一样时,就得到了正确的关系。

对部分 B 的附录 2

滤波特性

图 6. 用于取样为 18MHz 时的亮度和 RGB 信号滤波器的规范

- a) 插入损耗/频率特性模板
- b) 通带内波动容限
- c) 通带内群时延容限

注 1— 在 b) 和 c) 中标出的最低值是在 1kHz(而不是 0MHz)。

图 7. 采用取样 9MHz 时,色差信号滤波器的规范

- a) 插入损耗/频率特性模板
- b) 通带内波动容限
- c) 通带内群时延容限

注 1— 在 b) 和 c) 中标出的最低值是在 1kHz(而不是 0MHz)。

图 8. 取样率从 4:4:4 变换到 4:2:2 的色差信号的数字滤波器的规范

- a) 插入损耗/频率特性模板
- b) 通带内波动容限

对图 6、图 7 和图 8 的注

注 1 — 规定的波动和群时延是相对于它们在 1kHz 的值。实线是实际的限值,而虚线给出理论设计建议的限值。

注 2 — 在数字滤波器中,实际的和设计的限值相同。按设计,时延失真为零。

- 注 3 — 在数字滤波器中(图 8),幅度特性(在线性标度上)应在半幅度点斜对称,如图所示。
- 注 4 — 在用于编码和解码处理的滤波器的建议中,已假定在数模转换后的后置滤波器中,提供了对取样保持电路的 SinX/X 特性的校正。

