

0 引子

0.1 格式/制式

格式是指表达、记录图像信息的方式，如视频标准中最基本的参数是扫描格式，规定了每行像素数、每帧行数、每秒场数和帧数。录像机的记录方式也称为格式，如D1、D5格式，DVCAM格式，DVCPRO及Digital-S格式等。

0.2 模拟电视存在的缺点

模拟电视存在着许多难以克服的缺陷：多次传输或复制后会形成噪声积累，信号的线性、非线性失真，亮色互扰，行间闪烁，爬行，微分相位和微分增益失真等等，致使图像质量不断下降。但这些缺陷大多可通过将模拟信号转变为数字信号进行处理、存储、控制和传输来解决。为了用数字处理和传输电视信号，首先要将模拟电视信号数字化，即对电视信号进行抽样、量化和编码。

0.3 电视信号

电视信号是通过摄像机对自然景物的扫描并经光电转换形成的。对于PAL制,扫描后的图像每秒包含25帧，1帧分为两场，每场有效行为287.5行，这就是说电视信号一经产生，实际上已对自然景物在时间轴及图像垂直方向上完成抽样，留给数字电视系统的是如何在水平方向上完成抽样和量化。

1 CCIR 601建议所确定的数字分量编码4:2:2标准

1.1 抽样频率的选择

电视信号数字化抽样频率的选择首先应满足奈奎斯特抽样定理，即抽样频率至少要等于视频带宽的两倍。对于数字分量编码,CCIR601建议亮度抽样频率为525/60和625/50三大制式行频公倍数2.25MHz的6倍，即13.5MHz。对现行电视制式而言，亮度信号的最大带宽是6MHz， $13.5\text{MHz} > 2 \times 6\text{MHz} = 12\text{MHz}$ ，所以它符合奈奎斯特定理。而色差信号的带宽比亮度信号窄得多，所以在分量编码时两个色差信号的抽样频率可以低一些。因同时考虑到抽样的样点结构应满足正交结构要求，两个色差信号的抽样频率均选为亮度信号抽样频率的一半，即6.75MHz，这样亮度信号与两个色差信号的抽样频率之比为 4:2:2。

1.2 数字分量视频信号有效行取样点数的确定

每行数字分量信号的取样点数为：

对于625行/50场制式：

每行亮度取样点=13.5Mhz/15625Hz=864点/行；每行每个色度取样点=6.75Mhz/15625Hz=432点/行。

对于525行/60场制式：

每行亮度取样点=13.5Mhz/15734.266Hz=858点/行；每行每个色度取样点=6.75Mhz/15734Hz=429点/行。

可见，这两种制式选用了相同的抽样频率，但每行取样点数却不相同。所以把两者取样点数之差别放在数字有效行以外的部分，而使每个数字有效行内的取样点数相同。

CCIR 601建议两种制式有效行内的取样点数亮度信号取720个，两个色差信号各取360个，即每个数字有效行包括720个亮度数据和720个色度数据(两个色度各360个),这样就统一了数字分量编码标准，使三种不同制式便于转换和统一。所以有效行亮度信号与两个色差信号的取样点数之比也为4:2:2(720:360:360)。

上述两点即为获取高质量的后期制作由CCIR 601建议所确定的数字分量编码标准：

亮度信号的抽样频率为13.5MHz，每个色差信号的抽样频率为6.75MHz，其抽样频率之比为4:2:2,或者说，每数字有效行亮度信号的取样点数是720个，每个色差信号的取样点数是360个，其取样点数之比也为4:2:2，这就是数字分量编码的4:2:2标准，也称为4:2:2格式。用作演播室数字设备及其联接或国际节目交换时的数字化标准。

1.3 4:1:1与4:2:0格式

除了标准的4:2:2格式之外，还有将色差信号的抽样频率取为3.375MHz的较低标准的4:1:1和4:2:0格式。另外还有为适合更高图像质量要求而将色差信号抽样频率取为13.5MHz的更高标准的4:4:4格式。只对4:2:2格式与4:1:1和4:2:0格式数字取样结构进行比较。

4:1:1和4:2:0格式不仅色差信号的取样频率相对于4:2:2格式来说减半,而且使场取样比减半，丢失了后期制作中的一些重要信号信息，如色键。由于彩色信号带宽信息的减半，此信号也就不再适合作高质量的多代编辑。然而，对于普通的新闻采访和窄带传输编码可采用4:1:1或4:2:0非标准取样方式，结果是牺牲带宽换得节省设备费用的益处。4:2:2格式同4:1:1规格及4:2:0格式系统相比,其高质量视频图像的效果是显而易见的。

2 ITU 656编码标准

国际电信联盟无线电通信部门656-3号建议书：

工作在ITU-RBT.601建议（部分A）的4:2:2级别上的525行和625行电视系统中的数字分量视频信号的接口

国际电联无线电通信全会考虑到：

- a)对于电视广播机构和节目制作者，在525行和625行系统的数字演播室标准方面有最多个数的相同重要参数有明显好处；
- b)一种世界范围兼容的数字方法将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)为实现上述目标，已以ITU-RBT. 601建议的形式对数字电视演播室的基本编码参数达成了协议；d)ITU-RBT. 601建议的实际实施要求规定接口和通过接口的数据流的细节；e)这些接口在525行和625行两型间应该具有最大的共同性；f)在ITU-RBT. 601建议的实际实施中，希望对接口的串行和并行两种形式都作出规定；g)这些接口所产生的数字电视信号有可能是对其它业务的潜在干扰源，必须对无线电规则No. 964给予应有的注意。建议凡在电视演播室里需要分量编码数字视频信号接口的地方，这些接口和通过它们的数据流应符合规定比

特并行和比特串行实施的如下说明：

1引言

本建议描述了运行在525行或625行制式并符合ITU-RBT. 601建议(部分A)中所规定的4： 2： 2编码参数的数字电视设备的互连方法。

第一部分：接口的通用信号格式

1， 接口的一般描述

接口为在单一信号源与单一终点之间提供单向互连。并行和串行接口通用的单一信号格式在第2 节中描述。数据信号采取编码成8 比特字(也可任选10 比特字’) 的二进制信息的形式。这些信号是：

- 1： 视频信号，
- 2： 定时基准信号，
- 3： 辅助信号。

2， 视频数据

表1 场间隔定义

			625	525
V-digital field blanking				
Field 1	Start (V = 1)		Line 624	Line 1
	Finish (V = 0)		Line 23	Line 20
Field 2	Start (V = 1)		Line 311	Line 264
	Finish (V = 0)		Line 336	Line 283
P-digital field identification				
Field 1	F = 0		Line 1	Line 4
Field 2	F = 1		Line 313	Line 266

注1： 信号F和V在数字行的开始时与有效视频定时基准码同步改变状态。

注2： 行数的定义见ITU-RBT. 470 建议。注意数字行的行号如在ITU-R BT. 601 建议(部分A)中描述的， 在011 之前改变状态。

2.1 编码特性

视频数据符合ITU-R BT.601 建议(部分A)和示于表I 的场消隐定义。

2.2 视频数据格式

8 个最高有效比特都是I 或都为0 的数据字用于标识目的， 所以256 个8 比特字中只有254 个(1024 个10 比特字中的1016 个)可以用于表示信号值。视频数据字是以27 兆字 / 秒的速率复用传送的， 其顺序是： Cb, Y, Cr, Y, Cb, Y, Cr, 其中， Cb, Y, Cr 这三个字指的是同址的亮度和色差信号取样， 后面的Y 字对应于下一个亮度取样。

2.3 接口信号结构

图I 示出了视频取样数据如何加入到接口数据流中。图I 中的取样标识符号符合ITU-RBT. 601 建议(部分A)的标识符号。

2.4 视频定时基准码(SAV,EAV)

有两个定时基准信号， 一个在每个视频数据块的开始(Start of ActiveVideo, SAV)， 另一个在每个视频数据块的结束(End of Active Video, EAV)， 如图I 所示。

每个定时基准信号由4 个字的序列组成， 格式如下：

FF 00 00 XY (数值以16 进制表示,FF 00 留供定时基准信号用。)头三个是固定前缀， 第4 个字包含定义第二场标识、场消隐状态和行消隐状态的信息。

定时基准信号内的比特的分配列于表2。

数据比特号 第一字 (FF) 第二字 (00) 第三字 (00) 第四字 (XY)

数据比特号	第一字 (FF)	第二字 (00)	第三字 (00)	第四字 (XY)
9 (MSB)	1	0	0	1
8	1	0	0	F
7	1	0	0	V
6	1	0	0	H
5	1	0	0	P3
4	1	0	0	P2
3	1	0	0	P1
2	1	0	0	P0
1 (注 2)	1	0	0	0
0	1	0	0	0

注1： 示出的数值是为10 比特接口的建议值。

注2： 为了与已有的8 比特接口兼容， D1和D0 比特的值末作规定。 F=0/1 第I/2 场时,V=0/1 其它处/场消隐时。 H=0/1 有效视频开始处(SAV)/有效视频结束处(EAV)P0, P1, P2, P3： 保护比特(见表3)MSB： 最高有效比特表I 规定了V 和F 比特的状态。 P0, P1, P2, P3 比特的状态决定于F, V 比特的状态， 见表3。 在接收机中， 这种安排容许纠正I 比特误码和检出2 比特误码。

F	V	H	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1

2.5 辅助数据

对在消隐期间以27 MWord / s 的速率同步插入到复用组中的辅助数据做了规定。辅助数据信号可以以10 比特形式只在行消隐期间传送，还可以以8 比特形式只在场消隐中的行的有效期间传送(应当指出：符合ITU-RBT. 657 建议的数字录像机既不记录行消隐期间的数据，也不记录场消隐期间的某些行)。数据值00. Xh 和FF. Xb (见第2. 2节)保留用于标识目的。所以不能在辅助数据中出现。
在场消隐期间的行有效部分载送的所有辅助数据信号必需加前缀：FF.x FF.x 除非作为一件特殊设备想要有的功能，辅助信号不应被设备改变。

2.6 消隐期间的数据字

在数字消隐期间出现不用作定时基准码或辅助数据的数据字时，应在复用起来的数据中的适当位置上填入相当于Cb, Y, Cr, Y 信号消隐电平 的80. 0h, 10. 0h, 80. 0h, 10. 0h 等序列。Horizontal Format

The overall format of one complete line of the digital video data stream includes the following sections. The horizontal scan is considered to start with the beginning of the EAV section.

- EAV - End of Active Video (timing reference signal) 2 samples (4 words)
- Horizontal blanking 134 samples (268 words)
- SAV - Start of Active Video (timing reference signal) 2 samples (4 words)
- Active video 720 samples (1440 words)

EAV Timing Reference Signal:

The EAV Timing Reference consists of four words in the following format:

P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	F	V	1(H)	E3	E2	E1	E0

where:

- F = Field select (defines which vertical scan during interlace scanning)
- V = Vertical blanking
- H = 1 indicating EAV
- E3 = V xor H
- E2 = F xor H
- E1 = F xor V
- E0 = F xor V xor H

Horizontal Blanking:

The horizontal blanking section consists of a repeating pattern: 1000 0000 0001 0000

SAV Timing Reference Signal:

The SAV Timing Reference consists of four words in the following format:

P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	F	V	0(H)	E3	E2	E1	E0

where:

- F = Field select (defines which vertical scan during interlace scanning)
- V = Vertical blanking
- H = 0 indicating SAV
- E3 = V xor H
- E2 = F xor H
- E1 = F xor V

$$E0 = F \text{ xor } V \text{ xor } H$$

Active Video:

The active video section consists of the Y, Cb, Cr data in the following sequence. The Y, Cb and Cr values are the scaled, offset, digitized versions of Y, U and V.

- Cr
- Y
- Cb
- Y

Vertical Format

The details of the vertical format are shown in the complete screen diagrammed below. The scan is of the interlace type which means that the odd lines are scanned first, followed by the even lines. The symbols "F" and "V" refer to the values contained in bits P8 and P7 of the EAV and SAV timing reference words.

