

系统设施中的台主同步和台主时钟 基准定时

应用文章

引言

如何调整系统的定时并进入到同步状态，这是系统设施中最基本也是极其重要的一项步骤。对于运行在模拟、数字和标准清晰度或者高清晰度视频环境中的多格式设施而言，同步亦变得更具有挑战性，也日益显得更为重要。SPG8000 和 TG8000 是泰克公司的

多格式测试信号发生器和台主同步发生器产品，这两款产品均配备有多种选件，从而可以充分满足各种系统设施中模拟视频、标准清晰度 (SD) 串行数字接口 (SDI)、高清晰度 (HD) 串行数字接口中多格式台主同步的应用需求。

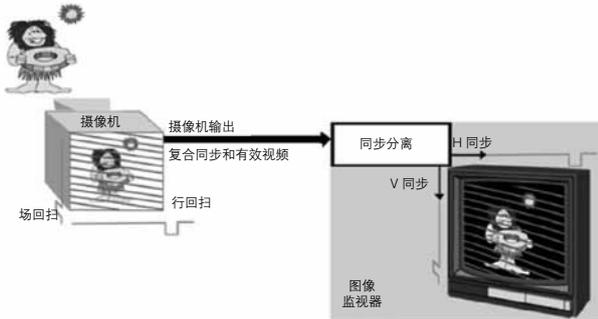


图 1. 同步过程。

要弄清楚同步是如何实现的，我们首先要了解模拟视频定时的基础以及模拟定时是如何工作的，参见图 1。为使图像在接收端准确再现，必须使摄像机和电视接收机处于同步状态，即使它们二者在同一时刻扫描图像的相同部分。在图像每一水平行的终端，电子束应当返回到图像的左侧。这一过程称为“水平回扫”或“行回扫”。行同步脉冲就是用来协调处理电子束的行回扫这一过程的。在图像的底部，当该场有效视频结束时，电子束应当返回到图像的顶端。场同步脉冲就是从垂直回扫或场回扫的起点（即图像的底部）开始工作的，场回扫脉冲宽度不同于行同步脉冲。和行回扫相比较，场回扫需要更长的时间来完成，因此场同步间隔期也就更长些。在行回扫和场回扫的进行期间，显示器的电子束处于关闭状态，这时屏幕上不会有任何显示，因此，行回扫期或场回扫期也统称为消隐期。将行同步脉冲与场同步脉冲组合后，就成为复合同步。它们的组合方式应当使接收机能够很容易地提取并区分行(H)同步和场(V)同步。在电视信号的最初开发期间，由于受到当时技术条件的限制，电路的设计必须尽量地简捷。因此，在电视接收机中就采用一种简单的微分电路以在同步分离器中提取行驱动

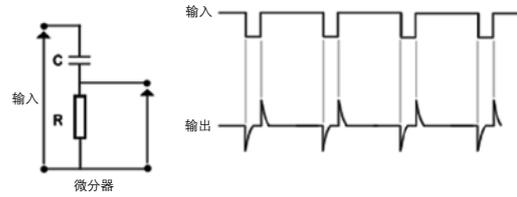


图 2. 提取行同步脉冲的简单微分电路。

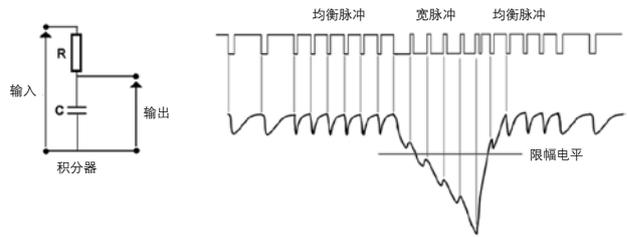


图 3. 提取场同步脉冲的简单积分电路。

脉冲信号。这样，在同步脉冲的两个边缘处就会分别产生两个尖脉冲，如图 2 所示。在这一过程中，行同步提取电路使用的是对应于行同步脉冲前沿所产生的负极性尖脉冲，以确保行同步锁定于负极性尖脉冲，而忽略掉对应于行同步脉冲后沿所产生的正极性尖脉冲。为了防止行驱动电路中图像漂移现象的发生，即为了确保场同步期间不至于丢失行同步信息，就要在整个场消隐期内始终保持行同步脉冲存在的连续性，而不应当中断。同时，还应当将场同步脉冲与行同步脉冲区分开来，采用的方法是场同步脉冲宽度要大于行同步脉冲的宽度。这样的场同步脉冲即所谓宽脉冲。为了使奇数场和偶数场的场同步波形的起始点一致，需要在宽脉冲的前后均插入均衡脉冲。这样，利用一种简单的积分电路就可以在同步分离器中提取场同步脉冲，如图 3 所示。

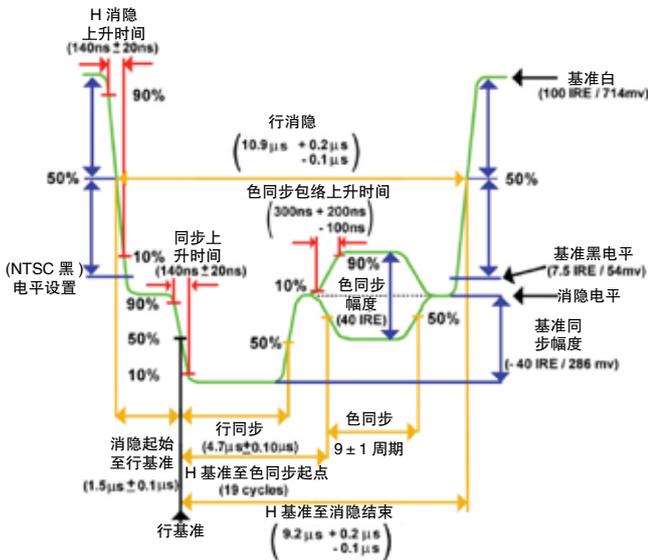


图 4. NTSC 行消隐图示 (SMPTE 170 标准)。

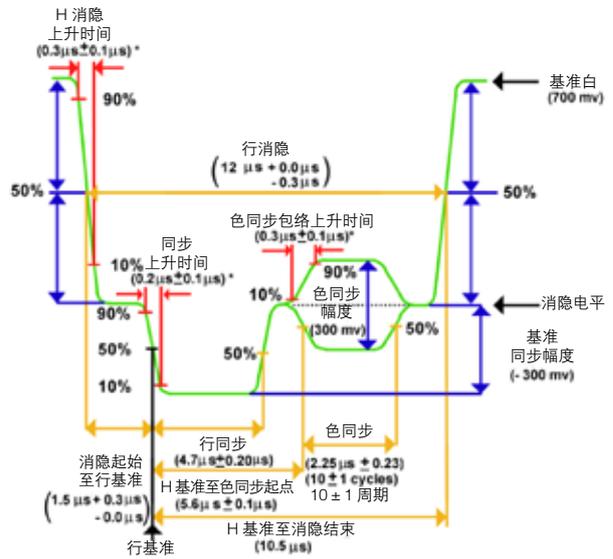


图 5. PAL 行消隐图示 (ITU-R.BT.470-6 标准——)*PAL-I 制式的上升 / 下落时间为 0.25ms + 0.05ms。

模拟视频定时

在模拟视频定时中，有一些用来使节目信号与基准信号必须同步的基本参数。这些基本参数有：

- 用于行定时的行同步
- 用于场定时的垂直（场）同步
- 用于彩色同步的副载波

在视频信号的每一行中，均存在着一个行消隐期。行消隐期由行同步、前肩和后肩组成。前肩定义为视频

电平设置为零的一小段时间，它可以用来防止同步提取时对视频信号造成干扰。行消隐期应有足够长的时间，以使回扫的电子束能够在下一行视频信号开始扫描前返回到显示器的左端。在电子束的回扫期间，电子束被消隐以避免在显示器上观察到扫描行。图 4 和图 5 给出了 NTSC 和 PAL 行消隐期的相对定时示意图。图中的彩色色同步叠加在行消隐期的后肩上。

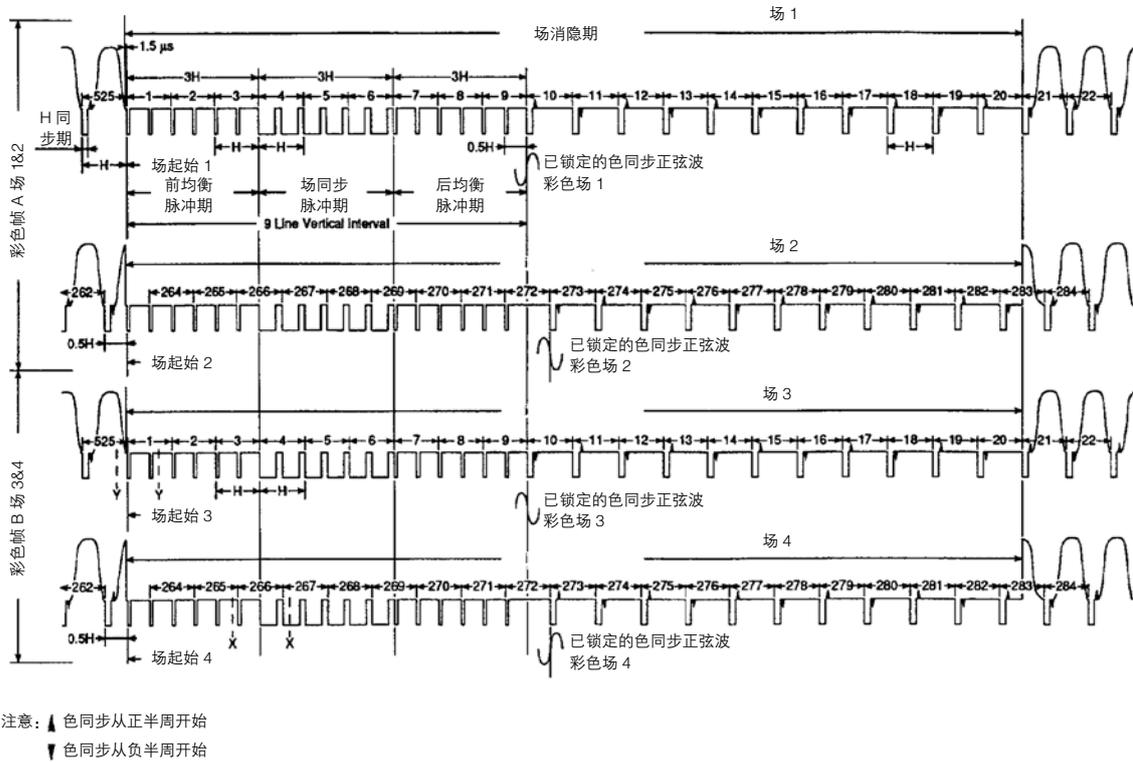


图 6. NTSC 制的场消隐期。

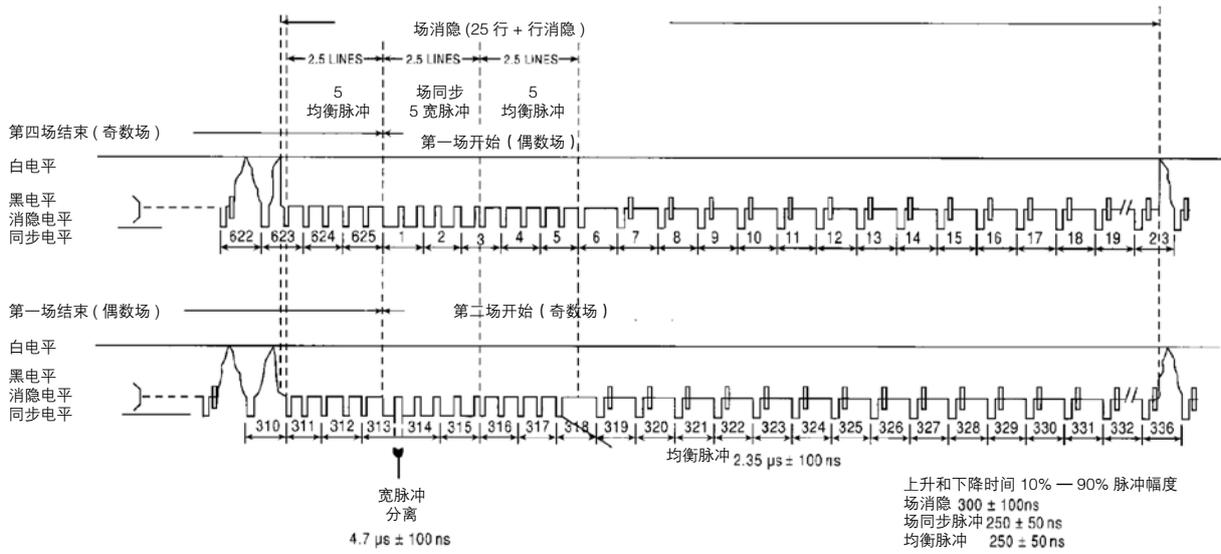


图 7. PAL 制场消隐期。

场定时中的垂直(场)同步

在场定时期间，场同步是从均衡脉冲和宽脉冲中提取的。在隔行扫描系统中，从场消隐中可以区分奇数场和偶数场。场消隐期时间较长，这样，显像管的电子束可以较为缓慢地返回到屏幕的顶部。场消隐期是一场有效图像的结束和下一场图像的开始之间的时间间隔，参见图 6 的 NTSC 制和图 7 的 PAL 制的场消隐期示意图。利用叠加在行消隐期后肩上的副载波色同步信号，可以检测图像中的彩色定时状况即副载波的定时。两路彩色信号之间是否同步，取决于这两路信号的彩色副载波的色同步相位是否一致。NTSC 制的色同步频率是 3.579545MHz，而 PAL 制的色同步频率是 4.43361875MHz。之所以这样选择彩色副载波

的频率，是为了便于区分色度信号和亮度信号，从而可以消除色度信号对黑白电视信号的干扰。图 6 显示的是交替场，对于 NTSC 制，它采用的是四场彩帧序列。也就是说，对于 NTSC 制，每经过四场循环之后，彩色副载波会恢复到与场同步完全相同的定时关系。而对于 PAL 制，需要每经过八场，才能使 PAL 行同步与副载波的关系恢复到原先的相位。无论是 PAL 制还是 NTSC 制，行同步与副载波之间相位关系对于识别正确的场序和彩色副载波的相位都是重要的，特别是当一路视频信号加入时或者某路视频信号被突然取代时，以及利用特技设备对视频信号进行编辑或者切换或组合时，更是如此。我们把这种重要的即行同步与副载波之间的相位关系称为副载波对行相位 (SCH 相位)。

同步锁相

黑场色同步信号通常用于系统设备的定时(同步锁相)。它是由行同步和场同步以及少许个 NTSC 或 PAL 彩色副载波(色同步)组合在一起的信号。黑场色同步术语来自于这样一个事实,即信号的有效图像部分在黑电平上, PAL 的黑电平为 0mV, NTSC 制为 7.5 IRE(美国的黑电平设置)或 0 IRE(日本的无黑电平设置, no-setup)。彩色同步提供了用于彩色成帧的一种同步基准。在有些情况下,也可以使用一种连续波(CW)来锁定 SPG。连续波信号是一种具有正弦波形状的锁相信号,通常可选用的频率为 1、5 或 10MHz,具体如何选用与设备有关。这种正弦波信号不含 H 和 V 的定位信息,因为它只是一种时钟信号。因此,当 CW 信号从 SPG 中移除而后再再次接入设备时,是无法保证 SPG 定时输出的锁定状态。

GPS 全球定位系统

利用从环绕地球轨道运行的多个卫星上获取的定时信息,即可将 GPS 系统用于同步定时。起初 GPS 系统使用 24 个环绕地球运行的轨道卫星,一般要使用四个或者更多个卫星信号以使 GPS 接收机能够计算出接收机所在处的位置和时间信息。每个卫星发送的报文提供了该报文被发送的时间信息以及报文发送时的卫星位置信息。GPS 接收机使用这些来自每个卫星的报文消息以确定信号由卫星传送到接收机的所需时间,从而可以计算出接收机到每个卫星的距离。因此 GPS 接收机可以确定当前它所处的位置信息,以及接收机内部时间与由卫星提供的日期时间(time of day)之间的时间差。SPG8000 或者 TG8000 中的 GPS7 模块提供有 10MHz 时钟信号,以及一次每秒一个脉冲和日期时间信息,可用于发生器内锁定系统定时并提供时间设置信息。全球各地的多点定位均可以用这种方式锁定在相同的基准时间上。有关 GPS 模拟的详细信息,可参考附录 A。

格式	A (像素)	B (像素)	C (像素)	D (像素)	数字行消隐 (像素)	数字行消隐 (μs)
1920x1080/60/1:1	44	44	44	148	280	1.886
1920x1080/59.94/1:1	44	44	44	148	280	1.887
1920x1080/50/1:1	484	44	44	148	720	4.848
1920x1080/60/2:1	44	44	44	148	280	3.771
1920x1080/59.94/2:1	44	44	44	148	280	3.775
1920x1080/50/2:1	484	44	44	148	720	9.697
1920x1080/30/1:1	44	44	44	148	280	3.771
1920x1080/29.97/1:1	44	44	44	148	280	3.775
1920x1080/25/1:1	484	44	44	148	720	9.697
1920x1080/24/1:1	594	44	44	148	830	11.178
1920x1080/23.98/1:1	594	44	44	148	830	11.19
1280/720/60/1:1	70	40	40	220	370	4.983
1280/720/59.94/1:1	70	40	40	220	370	4.988
1280/720/50/1:1	400	40	40	220	700	9.428
1280/720/30/1:1	1720	40	40	220	2020	27.205
1280/720/29.97/1:1	1720	40	40	220	2020	27.233
1280/720/25/1:1	2380	40	40	220	2680	36.094
1280/720/24/1:1	2545	40	40	220	2845	38.316
1280/720/23.98/1:1	2545	40	40	220	2845	38.355

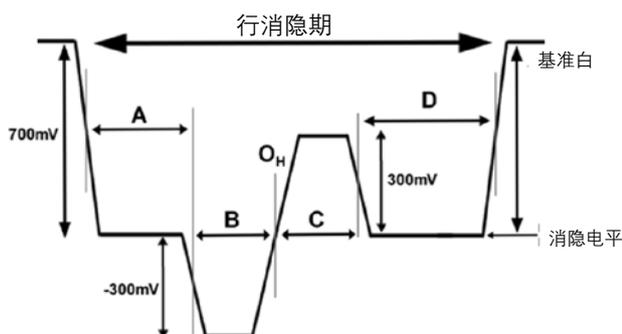


图 8. 高清晰度电视三电平同步信号。

HD 模拟行定时

在 HD 模拟行定时中，HD 三电平同步用来取代标准清晰度中的双电平复合同步脉冲。同步的基准点位于消隐期的脉冲上升沿上，不过该基准点的高度仍为三电平行同步高度的一半。三电平信号有着较快的上升时间边缘，这是因为随着高清晰度频率带宽的增加，对定时边沿的要求相应也应当更准确。因为这样可以改善抖动的状况和同步分离的性能。图 8 所示为一典型的三电平同步信号。由于存在着各种各样的 HD 格式，因此各种 HD 格式的定时间隔也可能有所不同。表 1 为各种不同的 HDTV(高清晰度电视)格式提供了相应的定时间隔(即消隐期的时间宽度)。

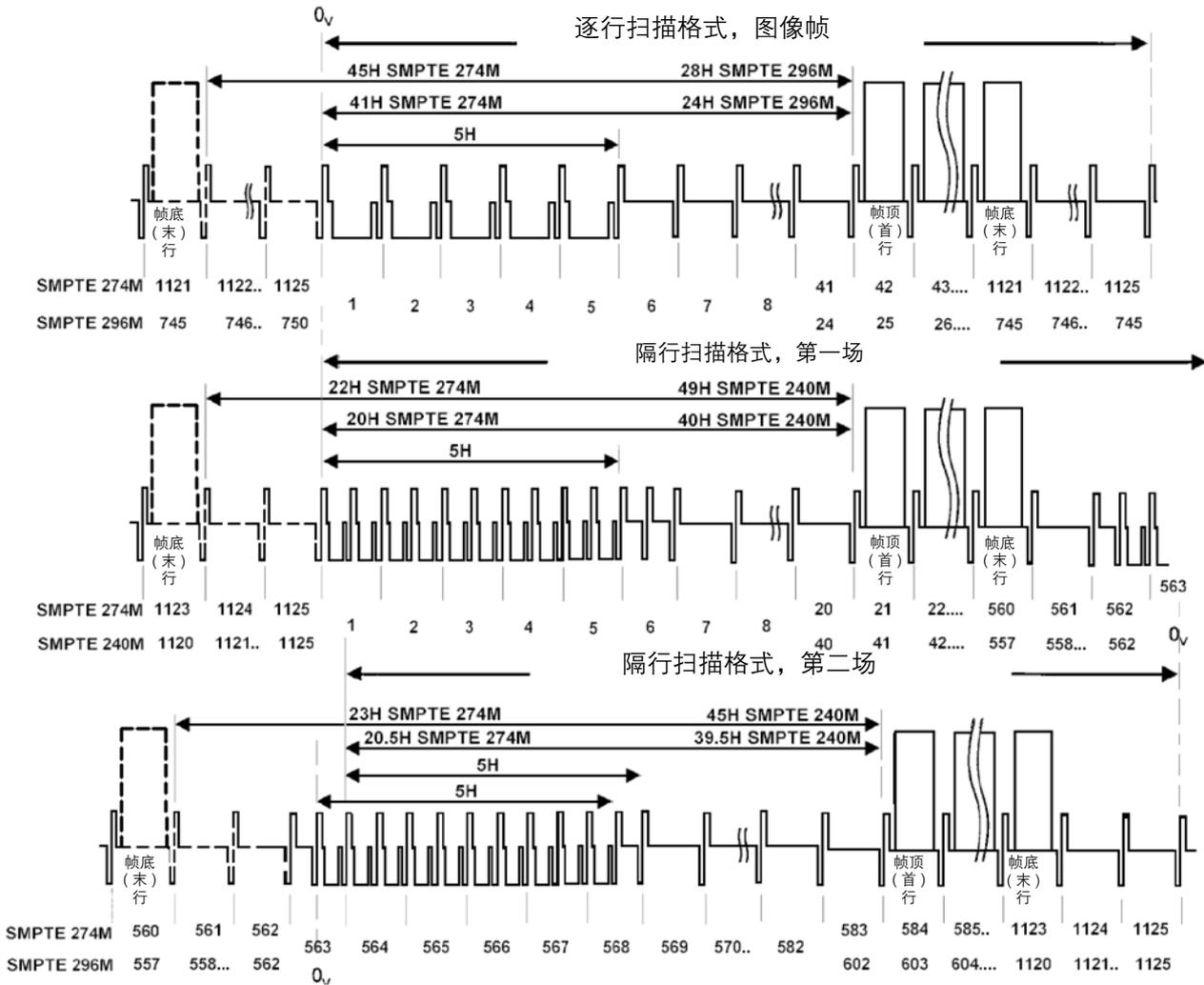


图9. 模拟 HD 场消隐期(SMPTE240M、274M 和 296M 标准)。

HD 模拟场定时

HD 中的模拟场消隐期要比标准清晰度电视简单些, 如图 9 所示。正如表 1 所示, 模拟高清有着各种格式, 包括隔行扫描格式和逐行扫描格式。

数字行定时

模拟同步信号不适合于数字电视环境。在数字电视中, 采用的是特定的编码字序列来代表有效视频的开始 (SAV), 而以另一种特定的编码字序列来表示有效视频的结束 (EAV)。在这种以保留值表示的编码字序列的数据包中, 以 3FF 编码字为开始, 其后是 000 和

000 编码字, 最后是 XYZ 编码字。XYZ 字包含有 F、V 和 H 相关信息, 参见表 2 所示。这个编码字序列的数据包用于数字视频信号的同步定时。对于 HD, 亮度信号和色差信号有着各自的编码字序列且二者交替传送, 即传送顺序为 3FF(C)、3FF(Y)、000(C)、000(Y)、000(C)、000(Y)、XYZ(C) 和 XYZ(Y)。图 10 给出了数字视频信号中 F、V 和 H 比特值的含义。场计数从数字视频信号的第一场中的第一行开始。图 10 给出了一幅数字视频帧中 F、V 和 H 比特值的空间布局示意图。

比特位	9(MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
功能	固定(1)	F	V	H	P3	P2	P1	P0	固定(0)	固定(0)
比特 9 — (固定比特)，始终固定为 1										
比特 8 — (F 比特)，在逐行扫描格式中永远为 0；在隔行扫描格式中第一场为 0，第二场为 1										
比特 7 — (V 比特)，V 为 1 时表示该行位于场消隐期间；V 为 0 时表示该行位于有效图象期间										
比特 6 — (H 比特)，H 为 1 表示该定时基准码为 EAV；H 为 0 表示该定时基准码为 SAV										
比特 5、4、3、2 — (保护比特)，为编码字序列的 F、V 和 H 比特中的数据提供有限的误码校正										
比特 1、0 — (固定比特) 预置为零，以使 10 比特量化和 8 比特量化兼容，即均具有相同的字值										

表 2. EAV/SAV 中“XYZ”字的格式。

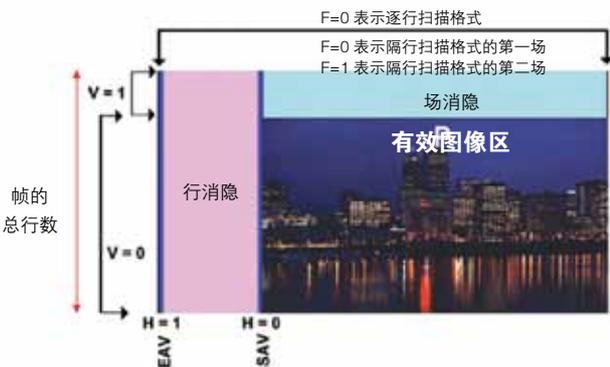


图 10. 数字视频帧中 V、F 和 H 比特值的空间布局示意图。

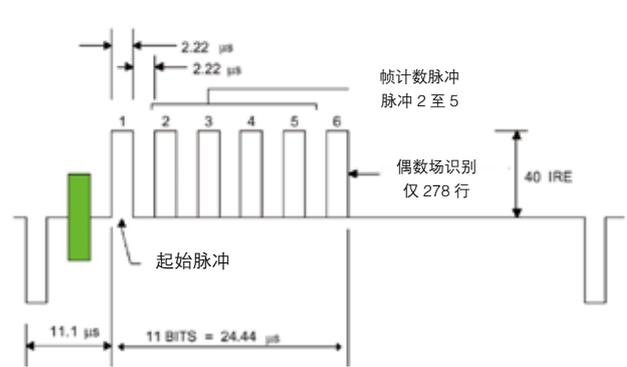


图 11. SMPTE 318M 定时基准同步行。

数字音频

在向数字电视转换时必须使系统设施中的数字音频信号保持同步。大多数专业数字音频系统使用 48kHz 取样频率以符合 AES/EBU 标准。重要的是确保所有的数字音频设备均处于同步状态，这样各个设备之间不会出现时钟速率的漂移。一旦时钟速率发生了漂移，那么音频信号中就可能出现喀哒声，这是因为时钟未对准导致各个设备之间不能正确地识别音频数据。因此，必须为所有的数字音频设备提供一种数字音频基准。通常使用一种 AES/EBU 信号作为基准，在某些情况下，也可以使用 48kHz 字时钟作为基准。泰克公司 SPG8000 音频信号发生器的选件 AG 可以提供 DARS(数字音频基准信号) 输出和字时钟输出，以及还有其它四路 AES/EBU 输出，这四路 AES/EBU 输出可以提供各种测试单音信号或者默音 (silence) 输出。这种音频发生器选件也可以锁定在数字视频基准时钟上，以确保音频和视频设备之间的同步。对于 625/50 行格式而言，因为每个视频帧包含有取样频率为 48kHz 的 1920 个音频样值，因此 25Hz 的视频与音频样值之间有着直接的对应关系。在 AES/EBU 数字音频结构中，192 个音频帧组成一个音频数据块，

每个视频帧恰巧对应 10 个音频接口帧。然而，对于 NTSC 制式而言，由于帧频为 29.97Hz(30/1.001)，因此，每一视频帧包含的音频样值数不是整数。不过，如果取 5 个 NTSC 视频帧，那么它就含有整数个音频样值 — 总数为 8008 个音频样值。为了解决数字音频与场频为 59.94Hz 的 NTSC 黑场色同步基准信号的同步问题，按照 SMPTE 318 标准的规定，可以使用一种可选的十场识别序列 (ten-field identification sequence)。这种十场识别序列也可以用在多格式环境中，以与场频为 23.976Hz 的运行设备同步。例如，帧频为 23.976Hz 的 1080 逐行扫描格式提供了一种电影帧直接转换为数字文件的方法。如图 11 所示，在 525/59.94Hz 的 NTSC 信号中的第 15 行和第 278 行中，插入了 SMPTE 318 定时基准。其中第一个脉冲 (1) 始终位于十场识别序列的起始处，脉冲 (2 - 6) 按表 3 定义并表示十场识别序列计数。最后一个脉冲 (6) 始终位于第 278 行，而永远不会出现在第 15 行。泰克公司 SPG8000 信号发生器平台提供了模拟同步锁相模块，能够与符合 SMPTE 318M 规范的信号锁定，利用 BG 选件还可以提供 SMPTE 318 输出基准信号。

十场序列	脉冲位置						行位置	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
0	1	0	0	0	0	0	行 15	场 1
1	1	0	0	0	0	1	行 278	场 2
2	1	1	0	0	0	0	行 15	场 1
3	1	1	0	0	0	1	行 278	场 2
4	1	1	1	0	0	0	行 15	场 1
5	1	1	1	0	0	1	行 278	场 2
6	1	1	1	1	0	0	行 15	场 1
7	1	1	1	1	0	1	行 278	场 2
8	1	1	1	1	1	0	行 15	场 1
9	1	1	1	1	1	1	行 278	场 2

表 3. SMPTE 318 十场定时序列。

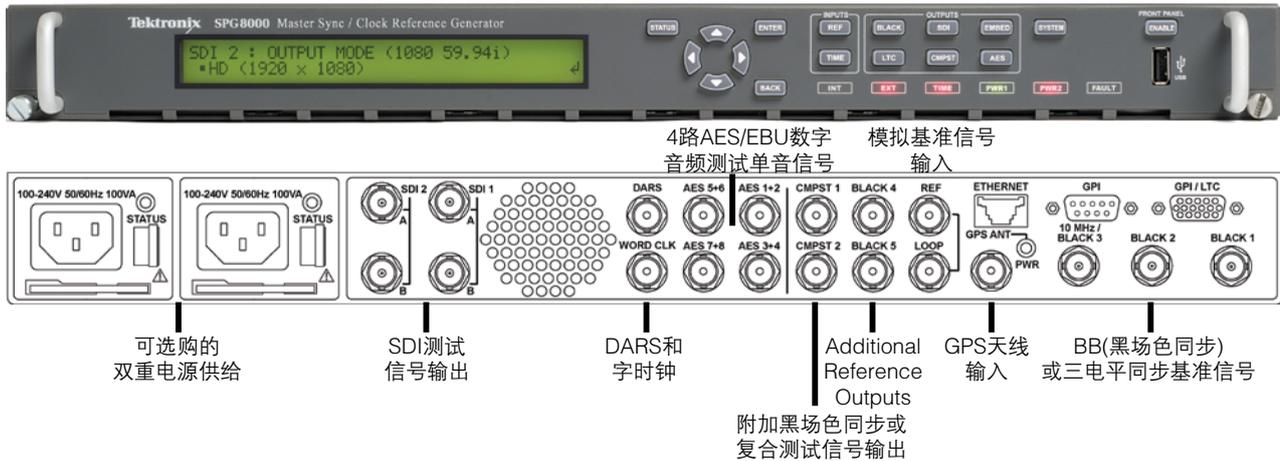


图 12. SPG8000 台主同步 / 锁相基准信号发生器。

SPG8000 解决方案

基于模拟和数字视频多标准的复杂性，应当充分满足用户在多格式应用环境中的灵活多样的同步需求。泰克公司 SPG8000 台主同步信号发生器平台如图 12 所示，它具有各种各样的选件，可以按照用户的需求进行配置，以提供一系列的测试信号和同步信号，并且可以按照用户运行环境的需求在提供信号输出的同时也确保信号的同步。SPG8000 的基本系统提供了三种各自独立的基准信号输出，这三种信号是 PAL/NTSC 黑场色同步和三电平同步。添置选件 BG 后可以增加四路基准输出，用户可以选择两路模拟测试信号输出 (PAL/NTSC)，也可以选择黑场色同步输出和三电平基准信号输出。这样，总共可以提供 7 种基准信号输出，所有这些信号，它们在时间上都是相互独立的。SGP8000 既可以用作台主信号发生器，也可

以在无基准信号输入的情况下自由运行，还可以锁定在某一基准信号 (例如黑场色同步、三电平同步或者 CW 信号) 上。另外，添加选件 GPS 后，SGP8000 就可以锁定在 GPS 定时基准信号上，同时提供日期时间 (time of day) 信息和同步时间码信号，有关 GPS 的详细信息，请参考附录 A。

SGP8000 可以提供多达四路线性时间码输出，或者将其中三路输入与一路输入进行组合配置，从而为整个系统设施中的各种设备提供定时基准信号。如果安装了 GPS 选件，那么也可以从 GPS 上获取日期时间 (time of day) 信息，以用来同步时间码输出。此外，SPG8000 还具有其它功能，如支持 NTP (网络时间协议) 服务器，以及可以向个人电脑和其它设备提供日期时间 (time of day) 信息。有关时间码配置的详细信息，请参看附录 B。

选件 SDI 提供了两路相互独立的可定时的通道，它具有两路 SDI 输出，可以将它们配置为 SD-SDI 输出，也可配置为支持 HD-SDI 输出或者 3G-SDI 输出（选件 3G 还可以提供 3Gb/s SDI 信号输出，同时支持 A 级和 B 级格式）。SDI 的输出信号可以是各种测试图案或者是全帧的位图图像，并且可以在图案上叠加文本、烧入时间码 (Burnt-in)、圆周和 Logo 图标等。此外，可以将每个通道的第二路 SDI 输出配置为黑场或者测试信号输出。在 SDI 信号中可以加入多至 16 个通道的嵌入音频，以及时间码、SMPTE 352 视频有效载荷标识符，用户还可以将 ANC 数据载荷添加在 SDI 流中。SPG8000 基本系统提供有 48kHz 字时钟输出，利用选件 AG 可以为带有 DARS(以与视频信号同步) 的 AES/EBE 数字音频信号提供支持，从而实现整个系统设施内的数字音频同步。

就系统设施内的关键 SPG 应用而言，无论是将它作为台主同步发生器还是备用同步发生器，确保整个系统同步信号的可靠性和强健性是至关重要的。否则，当同步信号丢失时，可能会引起系统内某些区域内的设备不能与系统内的其它部分保持锁相。因此，双重热交换的电源供给器件 (选件 DPW) 对于 SPG8000 是必要的，它可以提供主用和备用电源供给系统。如果主用电源失效，系统将自动切换到备用电源上，而不会影响 SPG 发生器的正常运行。在仪器的前面板上，提供有每个电源模块的状态指示。泰克公司使用了一种故障安全系统 (fail-safe system)，可以在日常定期查验备用电源的工作状态，这样，一旦必要时备用电源即可以随时投入运行。采用这种方式，可以延长备用电源的工作寿命，因为它不是处于连续工作状态而只是在必要时才会带负荷运行。用户还可以监视每个电源供给模块的温度加权小时单位 (temperature weighted hours, TWH)，以测定电源供给模块的预期寿命。一旦当电源模块的 TWH 超出 131400 时，电源模块的指示灯将呈橙色，表示此时应当替换电源供给模块。这两个电源供给模块均是可热替换的，用户可以十分方便地更换掉不能工作的电源，同时还能保证 SPG8000 发生器的连续正常运行。

SPG8000 可以自动选择三种帧重置 (Frame resets)，为不同视频格式同步信号的同时发生提供支持。这在后期制作设施应用中是十分有用的。在后期制作过程中，需要支持多种视频格式，例如 525/625/HD 等格式。仪器提供了可以同时输出不同视频格式并使多种帧频互不相同的视频信号同步的三种帧重置。参见表 4。例如，仪器可以同时发生并同时同步 525/59.94、625/50 和 1080p/24 这三种不同的视频格式。SPG8000 将自动改变帧重置到它们公倍数的频率上以提供适当的帧

帧重置 1	帧重置 2	帧重置 3
NTSC	PAL	1080p 24
525-270	625-270	1080sF 24
1080p 23.98	1080p 25	1080p 30
1080sF 23.98	1080i 50	1080p 60
1080 29.97	1080p 50	1080i 60
1080i 59.94	25fps LTC	720p 60
1080p 59.94		24fps LTC
720p 59.94		25fps LTC
30fps DF LTC		30Fps LTC
23.98fps LTC		

表 4. SPG8000 的帧重置 (Frame Resets)。

锁定 (Frame lock)。仪器为某一特定的视频格式组合选择最佳的帧重置频率。该信息可以在的前面板上的主机菜单中显示出来 — SPG8000: Frame Reset Status. 仪器支持的三种帧重置是：帧重置 1 运行在 2.997Hz 且支持 1/1.001 系统信号。这种帧重置可用于 NTSC、525 或者时钟频率为 (74.25/1.001)MHz 的 HD/LTC(线性时间码) 格式。帧重置 2 运行在 6.250Hz 并支持整数帧频信号系统，它可用于 PAL、625 和帧频为 50Hz 或 25Hz 的 HD/LTC 格式。帧重置 3 运行在 3.000Hz 并支持帧频为 60Hz、30Hz 或者为 24Hz 的 HD/LTC 格式。在 HD 设施中，由表 4 可以看出，帧重置是怎样锁定在 SPG8000 发生器中的每一输出格式的。

Stay Genlock® (锁相保持)

当 SPG8000 的外接基准信号受到短暂干扰时，利用它的 Stay Genlock® 特性可以避免出现 “synchronization shock，同步波动”，以确保 SPG8000 仍能维持其每一输出信号的频率和相位 (的稳定)。当外接基准信号恢复后，Stay Genlock® 能够通过缓慢地调整系统时钟而消除任何已积累的时钟漂移而保持在标准容限内，而不是 “硬性” 地返回到正确的相位上。当 SPG8000 的外接基准信号受到短暂干扰时，用户应当在仪器的配置菜单里配置 “Stay at Current Frequency” (停留在当前频率)，这样在基准时钟丢失时以启动 Stay Genlock 即锁相保持功能。否则 SPG 将返回到仪器内部的基准振荡器频率上。另外，当用户选择 GPS Holdover Recovery(延期恢复) 时，也可以因 GPS 信号的丢失而使用类似的系统。用户可以配置多种方法 (Stay Legal, Jam Phase 或者 Fast Slew) 以恢复丢失的 GPS 信号。具体如何选择则取决于用户的需求。更详细信息请参见附录 A。

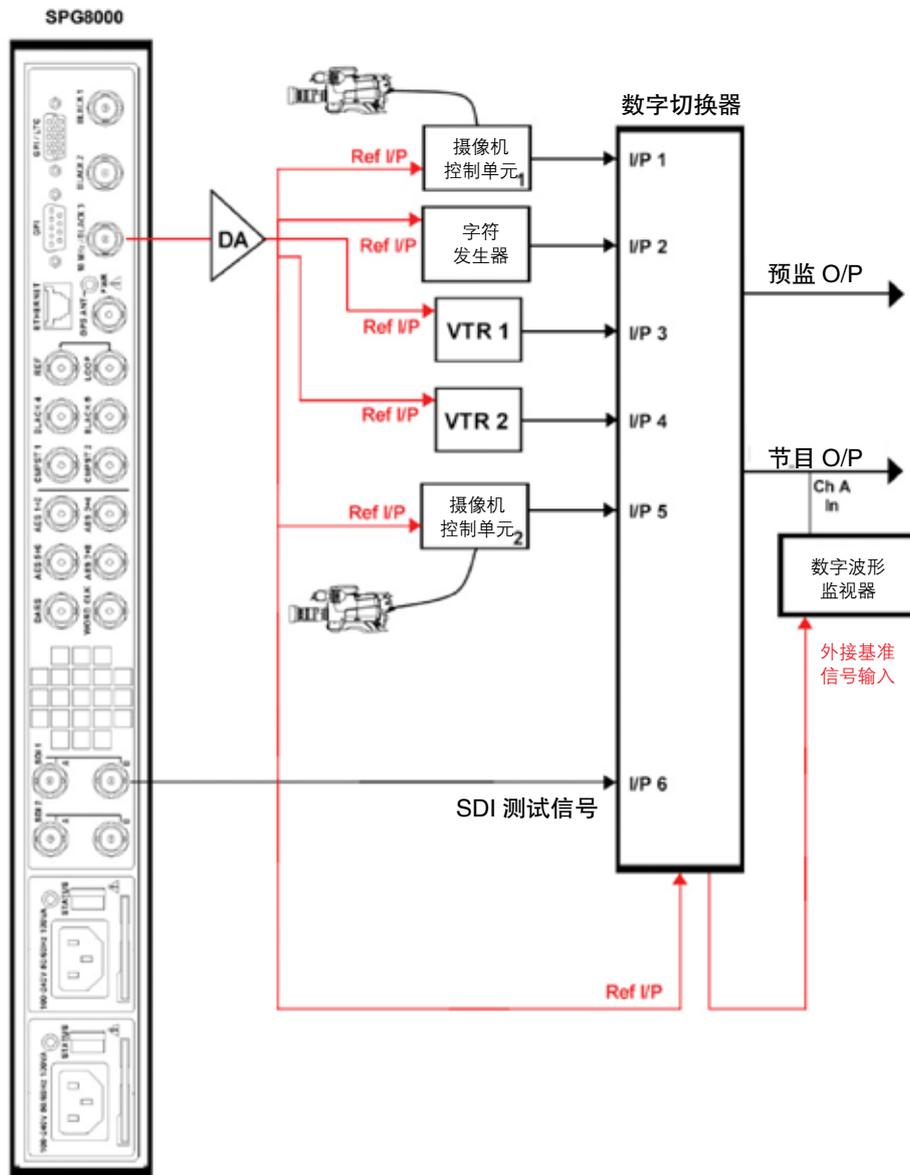


图 13. 基本模拟视频系统。

系统定时

如果将各种视频源组合在一起，必须使这些视频信号具有相同的定时。否则将会导致图像的滚动、跳跃、撕裂，或者呈现的彩色不正确。一个设计完善的系统必须确保系统设施中的所有信号均处于同步状态。这可以通过来自台主同步信号发生器 (SPG，例如 SPG8000) 的精确基准信号来实现。接着将这个基准信号送入到系统中的每个设备的基准输入端并使相位锁定，从而使每个设备的输出均与基准信号的定时处于同步状态。我们在规划设施的系统定时的时候，必须了解各个设备的处理时延以及各设备间连接电缆长度所引起的传输时延。一般来说，通过一英尺电缆的

传输时延大约为 1.5ns(一米长电缆的传输时延大约为 5ns)，当然，这与您使用的电缆类型有关。当电缆的长度很长时，这种传输时延将可能十分明显。图 13 给出了某一视频基本系统的框图。由图可见，我们在设计一个视频系统时，应当考虑可能引起时延的一些基本因素。首先，必须了解连接设备的电缆长度的传输时延，设备的处理时延以及如何对该设备进行定时调整。在图 13 所示的例子中，视频磁带录像机 (VTR) 应配备时基校正器，以便对 VTR 的输出定时进行调整，字符发生器应能通过软件对其输出定时进行调整，而摄像机则通过摄像机控制单元对其输出时延进行调整。总之，所有这些调整，均是为了保证系统有正确的定时。

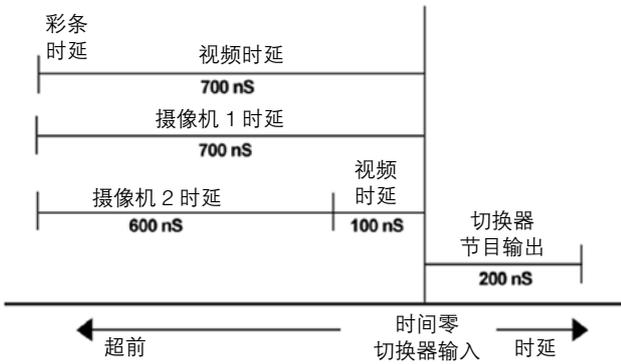


图 14. 演播室中的系统定时。

图 14 给出了该系统计算出来的时延量。重要的是要将各个设备的定时记录在案，以便掌握该系统的最大时延。每路信号均应在同一时刻到达切换器的输入端，我们把该点的时间点定义为时间零。由图 14 可见，摄

像机 1 输出的信号路径的电缆传输时延和处理时延最大，我们可以将它作为其它各路信号的时延参考。为此，我们需要在其它信号路径中插入适当的时延，以使各路信号在切换器的输入端同步。我们可以使用 SPG 黑场输出的定时调整为每一信号路径设置好相应的时延。在这种情况下，SPG8000 的各路定时相互独立的黑场输出可以用来对每一摄像机控制单元的时延进行调整，以确保这些摄像机的输出在切换器的输入端同步正确。字符发生器和每台 VTR 也要进行定时调整，可以使用分配放大器 (DA) 来为各个设备提供相同的基准信号输入。如果这些设备相互之间很靠近，那么也可以用环通的方式提供基准信号输入。需要注意的是，在系统中使用分配放大器的话，它会引入少量的处理时延。对设施内各项设备的内部定时调整可以用来确保切换器输入端的同步。SPG8000 可以调整彩条输出到切换器的输入定时。



图 15. NTSC 制的信号波形和矢量显示。

测量和调整系统定时

模拟视频信号的系统定时测量可以用波形监视器和矢量仪来进行，参见图 13。首先将波形监视器和矢量仪与切换器的输出端相连接。波形监视器和矢量仪均应当采用外接基准信号，以使这两件仪器均与外接的黑场色同步基准信号同步。必须注意的是，您选择的定时测量参考点应当位于模拟同步信号波形斜坡的 50% 幅度点上，不然的话，将会导致测量误差。用波形监视器和矢量仪察看切换器输出端的黑场基准信号，并将该处作为时间零基准，用来比较切换器输出的其它各路信号的定时状况。在进行定时测量时，我们应当先从各路信号的场定时的测量和调整开始。在波形监视器上选择 A 路输入，在波形监视器上选择 A 路输入并将波形显示设置为水平扩展 (H MAG) 和 1 场扫描模式以显示波形的场消隐期。同时对显示波形定位以使第一场的第一行位于波形监视器上易于识别的刻度标记处。而后将切换器的所有其它输入信号的波形与零时间黑场基准信号进行比较，对这些信号逐一调整场定时以使所有其它各路信号恰好与基准信号处于同一位置。场定时对齐之后，接着调整信号的行定时。选择切换器输出端的黑场基准信号，同时将波形监视器设置为 H MAG 和一行扫描模式以显示行同步脉冲。对波形定位使同步脉冲前沿的 50% 点位于监视器上易于识别的刻度标记处。



在矢量仪上也可以按照类似的步骤来进行，以确定彩色同步副载波的相位。对于 NTSC 制，应在矢量仪上将色同步相位设置在 9 点钟的位置上，并调整矢量仪的显示倍率 (MAG) 以使色同步幅度末端落在刻度盘的边沿上，如图 15 所示。这应当用黑场基准信号进行设置，然后就可以调整切换器所有其它输入信号的色彩同步相位并使之同相。至于 PAL 制，操作步骤基本相似，不过色同步的相位是行交替改变的，一行位于 $+135^\circ$ 处，而相邻行则位于 $+225^\circ$ 处，如图 16 所示。可能也需要扩展 PAL 色同步幅度，如图 17 所示，以使色同步末端沿着 135° 轴线落在刻度盘的边沿上。在矢量仪上可以选择 V 轴显示，这样可以使显示更为简洁，如图 18 所示。在设置好零时间基准信号的行同步脉冲和色同步脉冲后，就可以改变切换器的各路输入信号，使它们在波形监视器和矢量仪上均定位于相应的位置上。如果矢量仪具有 S/CH 测量功能，那么就可以直接测量基准信号与切换器的其它输入信号之间的 S/CH 相位。S/CH 相位对于编辑处理是非常重要的，较小的 S/CH 相位误差可以避免信号切换时的扰动。一旦完成了上述任务，您就可以在各视频源之间平滑地切换，实现“洁净”的编辑，不会出现图象滚动或水平方向上的跳动，也不会出现彩色的闪烁。



图 19. 数字 SDI 信号中的 EAV/SAV 同步字通过 WFM8300 时，屏幕上显示 Y 通道的 XYZ 脉冲波形。

数字域中的定时

可以使用数字波形监视器来数字信号的定时。测量两路数字信号的定时是一个较为简单的过程。例如可以使用泰克公司的 WFM8300/8200、WFM7200 或者 WFM5200 之类的数字波形监视器。被测试的两路 SDI 信号分别与波形监视器的通道 A 和通道 B 相连接，并用黑场色同步或三电平同步信号（如果需要的话）作为波形监视器的外基准。注意每路信号均应正确地予以终接。在波形监视器的配置菜单中，选择“pass EAV and SAV”（EAV 和 SAV 直通）模式，这时同步字 3FF、000、000、XYZ 就会显示在波形监视器上，如图 19 所示。当同步字由 3FF 跳变到 000 时或由 000 跳变到 XYZ 时，如果让信号通过相应的 SD 滤波器或者 HD 滤波器，显示器上会出现振铃波形。这样，就可以将 SAV 或 EAV 脉冲作为基准信号，对其定位使该基准信号位于波形监视器上容易识别的刻度标记处。利用这个定时基准点，而后将其它 SDI 信号与它作比

较，即通过定时调整使其它信号也处于相同的标记处。在数字视频信号中是没有场脉冲的，数字视频系统是按照 F、V、H 的取值来计算视频信号的定位。为了测量场定时，我们需要定义一个基准点。为简单起见，可以把有效视频的第一行作为基准，因为在通常情况下场消隐行是未被占用而处于空白状态的。用户在进行场定时测量时，可以将波形监视器设置为选行 (Line Select) 和两行扫描 (Sweep) 模式，选取 A 通道信号的第一场，通过选行使之出现场消隐期的最后一行和有效视频信号的第一行。对于 1080 隔行扫描格式的 HDTV，该行应当是第 20 行；而对于 1080 逐行扫描格式的 HDTV，则是第 41 行；720 逐行扫描格式是第 25 行。至于 525 隔行扫描格式信号，应当设置在第 19 行；对于 625 隔行扫描格式，则应是第 22 行。如果上述行没有显示在屏幕上，可调整视频输入源信号的场定时直至上述行正确显示在屏幕上。然后，选择波形监视器的通道 B 并使该通道输入信号场消隐的最后一行和有效视频的第一行出现在屏幕上。必要时调整场定时使两路信号的场定位在有效视频起始处对准。最后，返回通道 A 将波形监视器设置为 MAG 开启，注意观察 SAV 脉冲信号的幅度。如果这两个脉冲（分别对应上述两场的 SAV 脉冲）的幅度是相同的，那么它们就对应于相同的场。如果第二个脉冲（与第一个脉冲）的幅度不同，表示这两路信号分别处于（奇偶）相反的场，此时应当进行定时调整以使两个信号源之间的场匹配。场定时调整正确后，切换到通道 A 并设置波形监视器为一行扫描模式，我们可以开始测量数字行定时。利用行定位旋钮将 SAV 脉冲设置到显示器的容易识别的刻度标记上，或者使用光标模式并将光标设置在 SAV 脉冲上。在监视器的通道 B 输入中选择其它数字信号通道并将其定时与通道 A 相比较，调整精细定时旋钮以与通道 A 的定时位置相匹配。

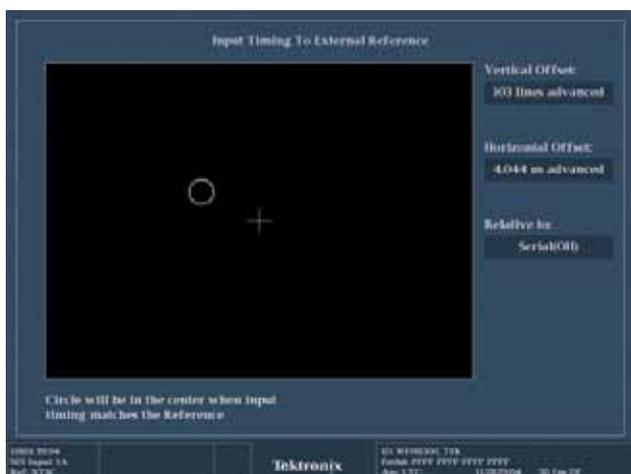


图 20. WFM8300 系列的定时显示。

泰克公司在 WFM8300/8200/7200 和 WFM52x0 波形监视器以及 WVR8300/8200/7200 和 WVR52x0 波形监测仪中开发出了一种简明的并享有专利的定时测量方法。在这种定时测量方法中，以一种简单的图像化的矩形窗口能够显示出外接基准信号和仪器输入信号之间的相对定时。仪器的测量读数，既可以用行数也可以用微秒 (μs) 数来表示两路信号之间的定时差。正如图 20 所表示的那样。对于 WFM/WVR8000 系列，其输入信号可以是 3Gb-SDI(需配置选件 3G)，也可以是 HD-SDI、SD-SDI 或者模拟复合信号(需配置选件 CPS)。至于外接基准信号既可以是黑场色同步信号，也可以是三电平同步信号。矩形显示代表 SDI 的一个输入帧，或者代表复合输入的一个彩色帧。位于矩形中心的十字线表示零偏置，而小圆周代表输入信号的定时。如果出现场定时错误，无论是超前还是滞后，可以用小圆周的垂直位移来表示；当出现行定时错误(H 定时)时，如果行定时错误少于一行的时间，

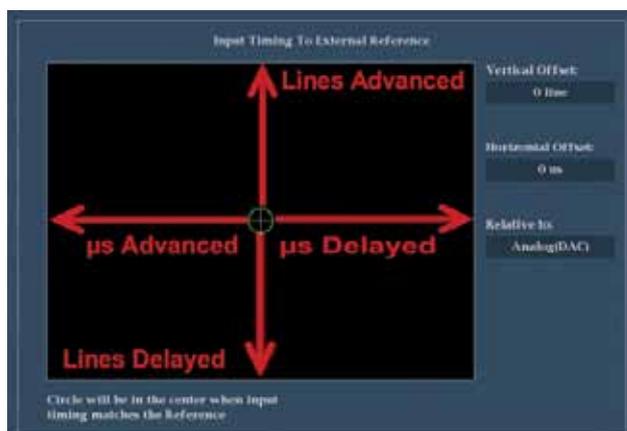


图 21. 定时显示图形的解释。

在屏幕上表现为小圆周的垂直位移，如图 21 所示。如果输入信号与基准信号的定时相同，那么小圆周将位于中心的十字交叉线处，同时圆周的颜色变为绿色。图中的“Relative to”(相对于)小框，则用来指示您选择的作为定时显示零基准点的基准信号。系统默认是模拟(DAC)，这表示使用的是数字/模拟转换器(DAC)以将数字信号转换为模拟信号，这样可以将数字信号的定时直接与模拟基准信号相比较，但必须将 DAC 的延时计入到测量值中。在模拟和数字混合的系统设施中，SMPTE RP168(同步视频切换时的场消隐切换点之定义)对上述方法作了说明。在这种方法中，数字/模拟转换器的延时必须计入到测量值中，参见图 22 所示。对于 SD-SDI DAC 这个延时可以认为是 $4.6 \mu\text{s}$ ，而 HD-SDI DAC 的延时是 $1.3 \mu\text{s}$ ，3Gb-SDI 则为 $0.0 \mu\text{s}$ 。3Gb-SDI 的这个“ $0.0 \mu\text{s}$ ”延时意味着对 3Gb/s 信号而言，模拟(DAC)和 Serial(OH)模式是等效的。

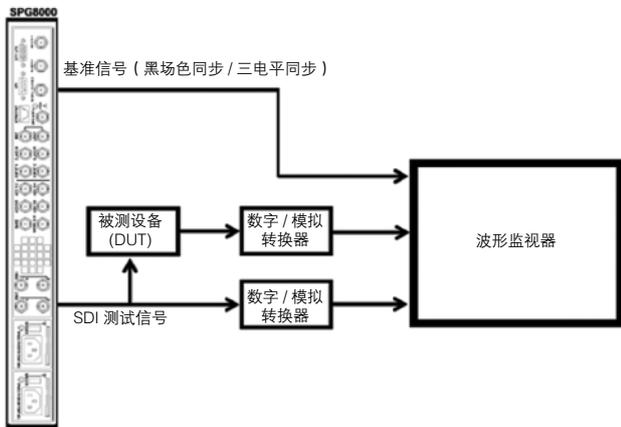


图 22. 模拟 (DAC) 的定时测量。

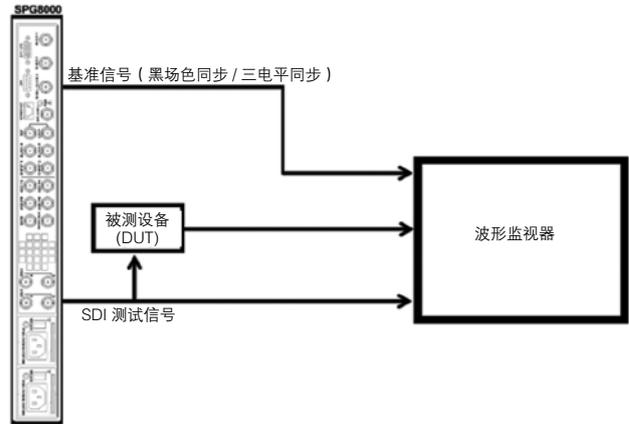


图 23. 利用 Serial(OH) 进行定时测量。

SDI 视频输出和具有模拟输入的波形监视器

如果要将 SDI 视频输出的定时与模拟输入基准信号进行比较, 也可以选择另外一种方法。即通过在数字域中提取行定时和场定时信息, 可以直接从 SDI 中获取同步信息, 并将它与模拟基准输入相比较。在这种情况下, 用户应当从定时测量菜单中选择 Serial(OH), 而后 “Relative to” 显示将会在屏幕上给出 Serial(OH) 显示, 参见图 23。

SDI 输出和带有 HD-SDI 输入的波形监视器

用户也可以使用 Saved offset (已保存的定时偏置)。在这种模式中, 您可以将某一路信号的定时保存在仪器中, 而后测量其它信号相对于这个 “已保存的定时偏置” 的定时。这个方法对于您要测量路由器的各路输入信号的定时是特别有用的。从路由器的多路输入中选择一路输入并将它作为主相对定时基准, 而后将该路信号送入到波形监视器或波形监测仪的输入端, 同时也将路由器使用的外基准信号送入到波形监视器的基准输入端。按下并保持 MEAS 按钮以显示定时配置菜单。选择 Saved Offset (已保存的定时偏置) 菜单, 按下仪器前面板上的 Select (选择) 按钮, 此时仪器

便会保存输入信号和外接基准信号之间的定时偏置。在定时配置菜单中, 选择 “Relative to:” (相对于) 项, 并将默认的选项 “Rear Panel” (后面板) 变更为 “Saved Offset”。此时在定时测量窗口中的小圆周将向十字线的中心处移动, 同时圆周也呈现为绿色。现在, 我们就可以将路由器的其它各路输入信号依次与波形监视器或者波形监测仪的输入端相连接, 以测量它们与主相对定时基准之间的相对定时偏置。您可以只须简单地调整各路输入信号的行定时和场定时控制旋钮直至圆周和十字线相叠加且圆周呈现为绿色。如果要进行更为精细的调整, 您可以直接从测量窗口的右侧边栏中获取定时读数来完成精确的定时调整。当上述各项步骤全部完成后, 路由器的每路输入信号均与主输入信号具有相同的定时。另外, 如果您的波形监视器中配置有选件 SIM, 您就可以选择 timing to the Other Input 即相对其它信号输入的定时。利用这种方式, 您可以在定时显示中直接对两路 SDI 信号进行定时比较。

这种直观的定时显示调整方法可以明显地节省您在进行视频系统定时调试时所花费的时间和精力。

多格式混合系统设施中的定时

以上介绍的一些基本方法，同样也可以应用到模拟演播室和数字系统的定时设备中。为了确保节目的质量，应当尽量减少各种不同格式之间的转换。在通常情况下，可以建立格式岛 (format islands) 以使信号保留为单一格式，信号就在这个特定的制作区域内进行处理。在混合系统设施中，定时是至关重要的，它可以使各个制作区域之间的设备具有最大的灵活性。如果将一对主基准 SPG 发生器与一台自动交换单元 (automatic change-over unit) 联用，可以确保整个系统设施内所有信号具有相同定时基准。图 19 勾画出了支持这一多格式混合系统的基本原理。由图可见，可以利用一个适当的模拟或者数字分配放大器将基准信号分配到整个系统中。有两种类型的数字分配放大器：a) Fan-out (分散式)，它提供环通输入和多路无需重新锁相 (non-reclocked) 的输出。b) Equalizing/Re-clocking (均衡/重锁相)，它具有一个附加的电路，用以恢复和均衡数字信号因长电缆传输造成的性能劣化。这样的信号将被再次锁相以提供完全再生的数字信号，并且可以提供多路输出。利用这种方式，可以将主基准信号送往各个适当的制作区域，例如演播室或者编辑室。而在演播室或编辑室内，可以使用台从 SPG 发生器使该区域内信号锁相。按照前文介绍的方法，将台从基准信号作为本区域内的定时发生设备。

相同的基本原理还可用于数字制作区。在某些情况下，数字设备可以使用数字基准，尽管系统的大多数设备仍然使用模拟黑场色同步信号，参见图 24 所示。有时也需要将信号由模拟视频转换为数字视频，这时就需要使用模拟 / 数字转换器 (ADC)。然后将这个数字信号送往数字路由器，为其所在的数字岛内提供信号分配。类似的，利用数字 / 模拟转换器 (DAC) 可以将数字信号转换为模拟信号，并通过模拟路由器进行信号分配。必须注意的是，在使用过程中，应当选择适当的 ADC 和 DAC，而且应当尽量减少信号格式的转换次数，以确保整个信号路径中的传输质量。在某些情况下，需要在系统内使用帧同步机以使外来信号源例如卫星馈送的信号同步。同样的，要使用基准信号以对系统内的这些外来视频信号源进行定时调整。然而，应当注意的是，像帧同步机这样的设备在信号传送路径内可能会引入好几场的处理时延。而与这些视频相关联的音频信号，它们可能只经历较为简单的处理过程，因此，与视频信号相比较，由音频处理引入的时延要小得多。为此，必须附加音频时延以补偿视频处理时延。有许多类型的数字视频设备可能带来大量的视频处理时延，因此，在相关联的音频路径中，可能需要插入音频时延以避免引起唇音同步问题。

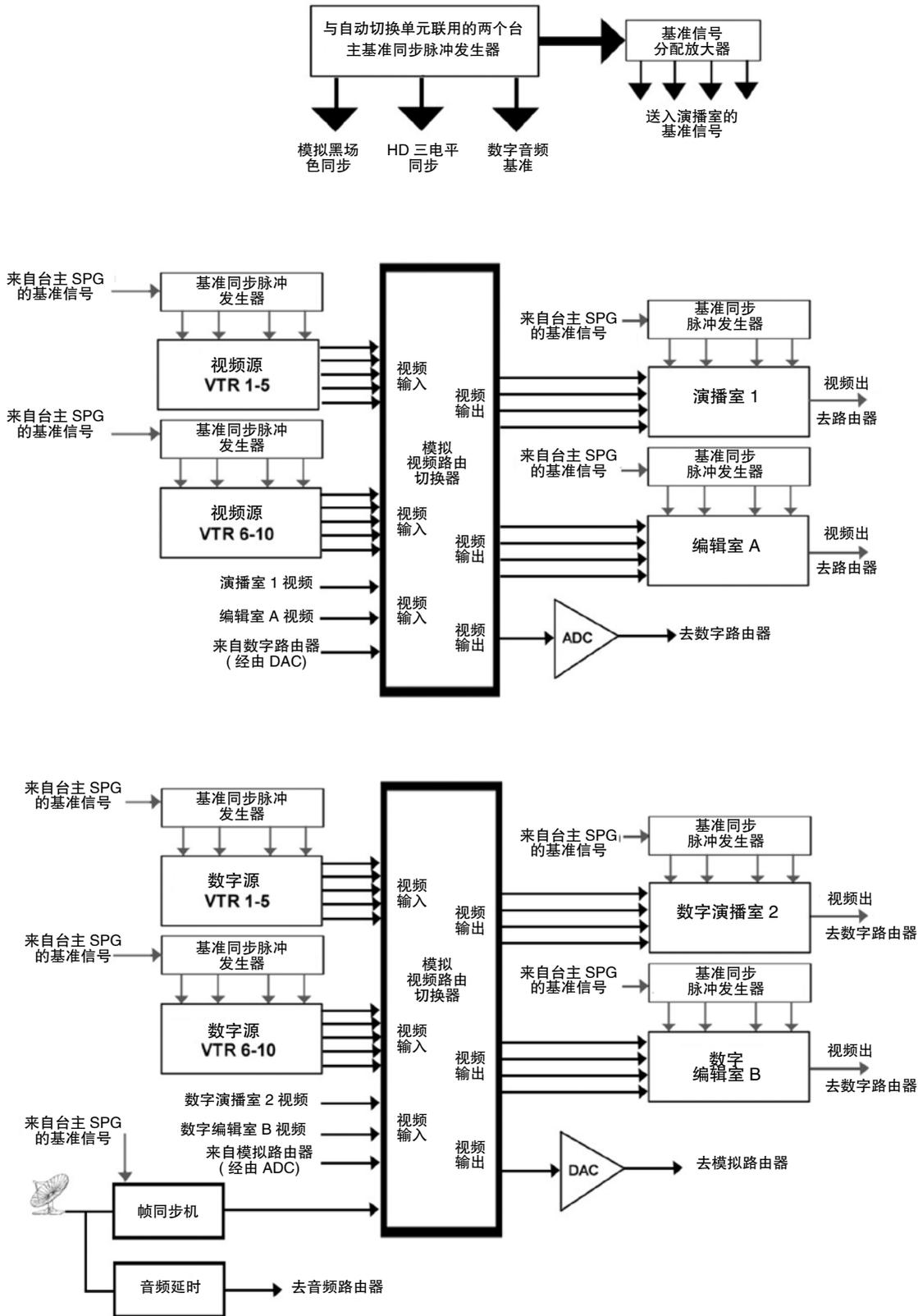


图 24. 多格式混合系统设施。

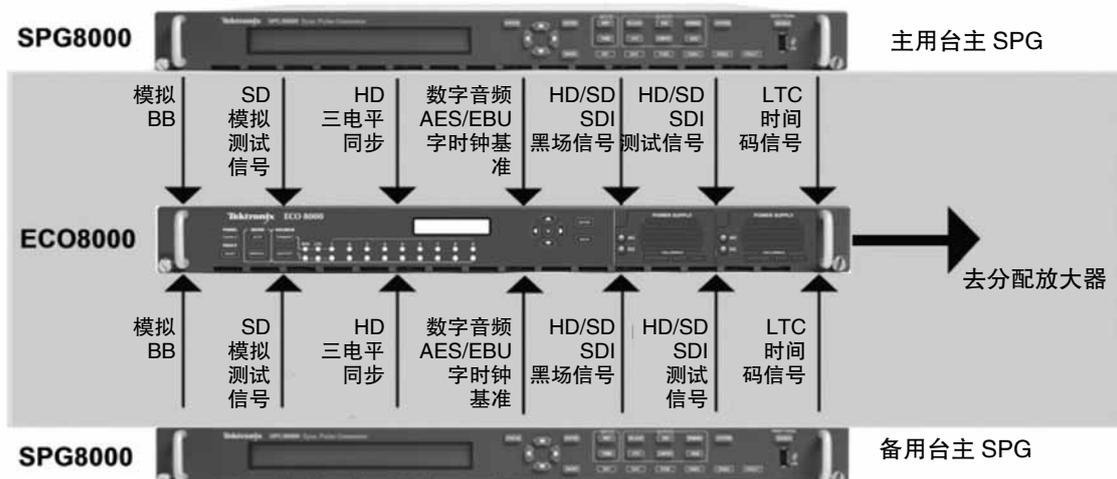


图 25. 与自动切换单元联用的两个台主同步脉冲发生器。

冗余同步

可以将两个台主基准信号发生器 SPG8000(主用和备用) 与一台自动切换单元 (ECO8000/8020) 组合在一起, 如图 25 所示。您可以对主用 SPG8000 进行设置以满足系统设施的定时需求。一旦将仪器配置为主用 SPG 之后就可以将它的设置克隆到备用 SPG8000 上。要完成这一项操作, 可以在仪器的系统菜单中选择 “the Backup/Restore” (备用 / 恢复) 功能即可实现。当备用操作完成后, 您可以将所有的仪器预置项和仪器上的所有用户数据拷贝到与 SPG8000 前面板相连接的 USB 设备上。一旦拷贝完成, 您就可以将 USB 设备从主用 SPG 上拔除, 再将该 USB 设备插入到备用 SPG8000 上。而后用户可以将数据从这个 USB 设备上传送到 SPG8000 中。这样, 已拷贝到 USB 设备中的所有仪器设置和信号文件现在就被复制到主用和备用 SPG 发生器中。

泰克公司 ECO8000/8020 能够检测到其主路输入端的同步信号是否丢失, 如果检测到其主路输入端的基准信号丢失, 该仪器将自动切换到备用台主 SPG 上。采用这种方式, 就能够确保 ECO8000/8020 输出端口上的同步信号始终存在, 从而避免了关键同步信号的丢失以对系统的定时造成影响。我们知道, 全系统内的同步对于确保系统性能是否良好是至关重要的。这就是为什么我们要设计一个具有冗余同步系统设施的原因所在, 因为这样的系统才是一个承受故障能力强、灵活而又健壮的容错系统。在许多广播电视和后期制作设施中, 均采用了自动切换单元, 例如泰克公司 ECO8000(参见图 26) 或者 ECO8020(图 27), 当它们检测到任何重要的有效信号源出现故障时, 它们能够自动地从主用 SPG 源切换到备用 SPG 源, 从而确保系统提供的服务因同步故障造成的损失最小。泰克公司 SPG8000 可以与另一台 SPG8000 组合在一起以提供备份, 用来预防定时系统中某个部件的失效。我们在将两台 SPG8000 发生器与一台 ECO8000 自动切换单元进行组合时, 应当将每台发生器的基准信号输出分别与 ECO8000 自动切换单元的主用和备用输入通道相连接, 而后将自动切换单元输出的基准信号通过分配以后送往整个系统设施。

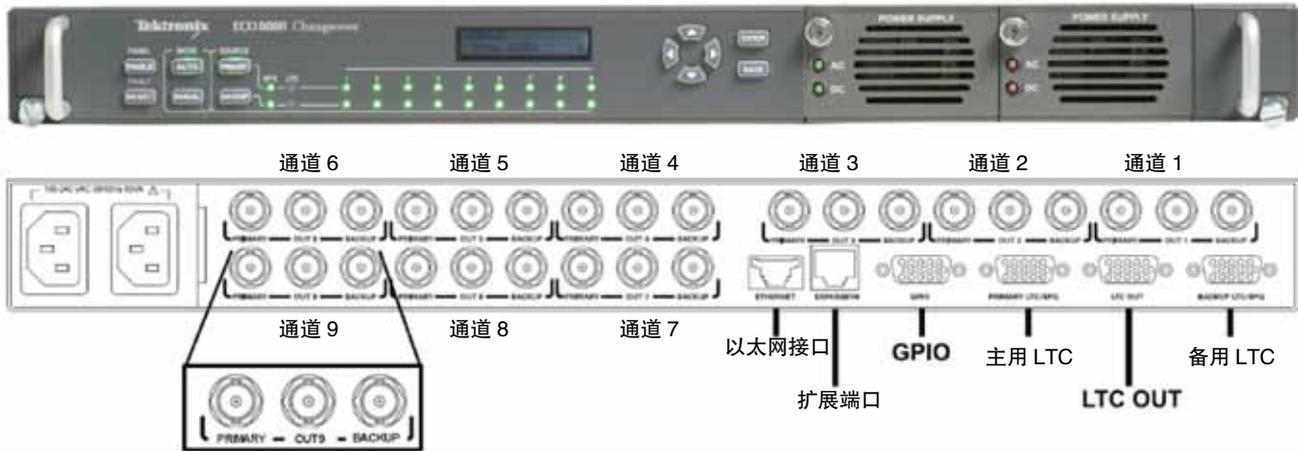


图 26. ECO8000 的前面板和后面板。

究竟需要将多少个通道配备为具有冗余功能，这与您工作设施中的系统配置有关。泰克公司为自动切换单元提供了各种配置选件以适合您的应用需求。ECO8000 最多有 9 个可以由用户配置的通道以及一个 LTC 切换输入通道，在配置通道时可以支持的信号格式有模拟黑场色同步（PAL 或者 NTSC）、HD 三电平同步、音频字时钟、AES/EBU 数字音频、SD-SDI、HD-SDI 或者 3G-SDI 等。ECO8000 基本系统支持三个带宽各为 50MHz 的通道，这 3 个通道具有电子快速切换功能，以尽量减少对信号的干扰，且当切换单元断电时能够提供继电器续接支持。ECO8000 的基本通道配置支持黑场色同步、HD 三电平同步、音频字时钟和 AES/EBU 数字音频信号。利用选件 REF 可以另行增加三个 50MHz 带宽的切换通道。如果购置了 HREF 选件，可以为高速率带宽 SDI 信号提供支持，即能够提供三个 3GHz 继电器切换通道。选件 REF 和 HREF 可以组合为多种方式以提供多达 9 个通道的支持。如果用户还需要增加通道数，那么可以将两台

ECO8000 切换单元配置为一个系统，或者使用一台 ECO8020 切换单元，它能够在 1RU 的外形结构中提供多达 20 个通道的配置。ECO8020 切换单元的基本系统支持 5 个带宽各为 50MHz 且具有电子快速切换功能的通道。这 5 个切换通道可以在切换时对信号的干扰降至最低，并且在切换单元断电时能够提供继电器续接支持。如果给 ECO8020 切换单元配备选件 HREF，那么可以增加 5 个 3GHz 继电器切换通道，以对高速率带宽 SDI 信号提供支持。当然，ECO8020 切换单元也可以配备选件 REF，它可以增加 5 个带宽各为 50MHz 且具有电子快速切换功能的通道。如果将选件 HREF 和 REF 相组合，这样 ECO8020 具有更多样化的配置选择，既可以增加带宽各为 50MHz 且具有电子快速切换功能的通道，也可以增加 3GHz 继电器切换通道。但是，组合后最多只能在 ECO8020 中安装 20 个通道。还有，如果需要继续增加通道数，那么可以将两台 ECO8020 仪器组合成为一个系统，这样的系统可以提供多达 40 个通道支持。

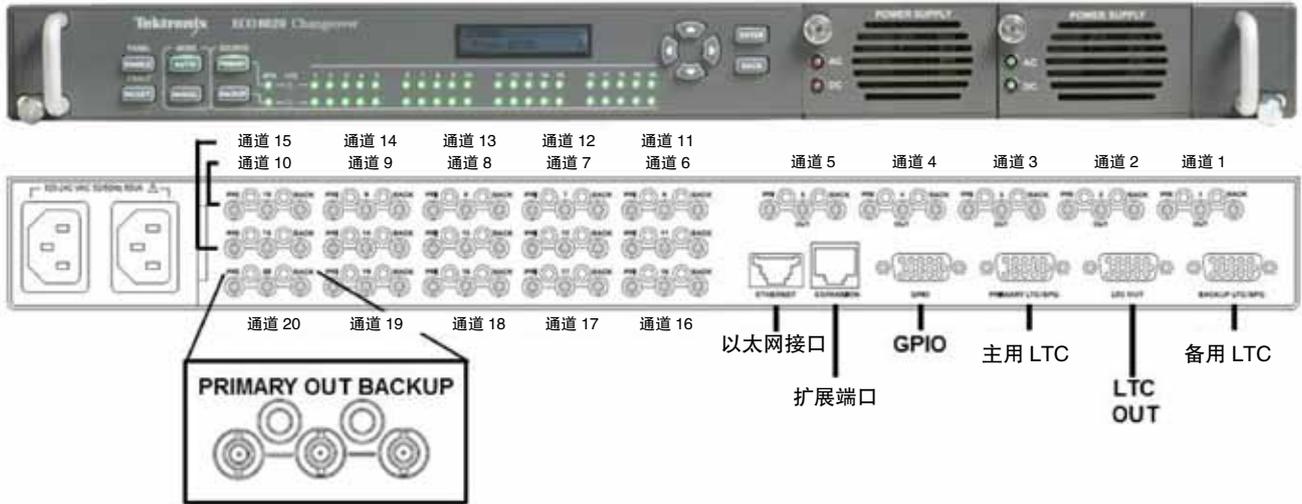


图 27. ECO8020 的前面板和后面板。

无论是 ECO8000 还是 ECO8020，在配备选件 LTC 后，可以支持四个通道的线性时间码（LTC）自动切换，从而为整个系统设施提供时间码信号冗余支持。利用这一特性，我们可以将两台切换单元组合在一起，这样最多可以提供 8 个 LTC 频道切换。

为了进一步增强 ECO 仪器的系统可靠性，利用选件 DPW，我们可以给 ECO 切换单元配置双重电源热替换系统。用户可以将其中一个电源供给模块指定给主机使用，而将另一电源模块用于备份。仪器上设有一

种简单的发光二极管指示，当 LED 亮绿灯时，表明电源工作正常；如果电源供给模块断电，则红色 LED 灯闪亮一段时间，表明电源工作出现故障，这时您要替换电源供给模块。无论是 ECO8000 还是 ECO8020，泰克公司均采用了一种故障安全系统（fail-safe system），可以在日常定期查验备用电源的工作状态，这样，在一旦需要时备用电源就可以随时投入运行。采用这种方式，可以延长备用电源的工作寿命，因为它不是处于连续工作状态而只是在必要时才会带负荷运行。

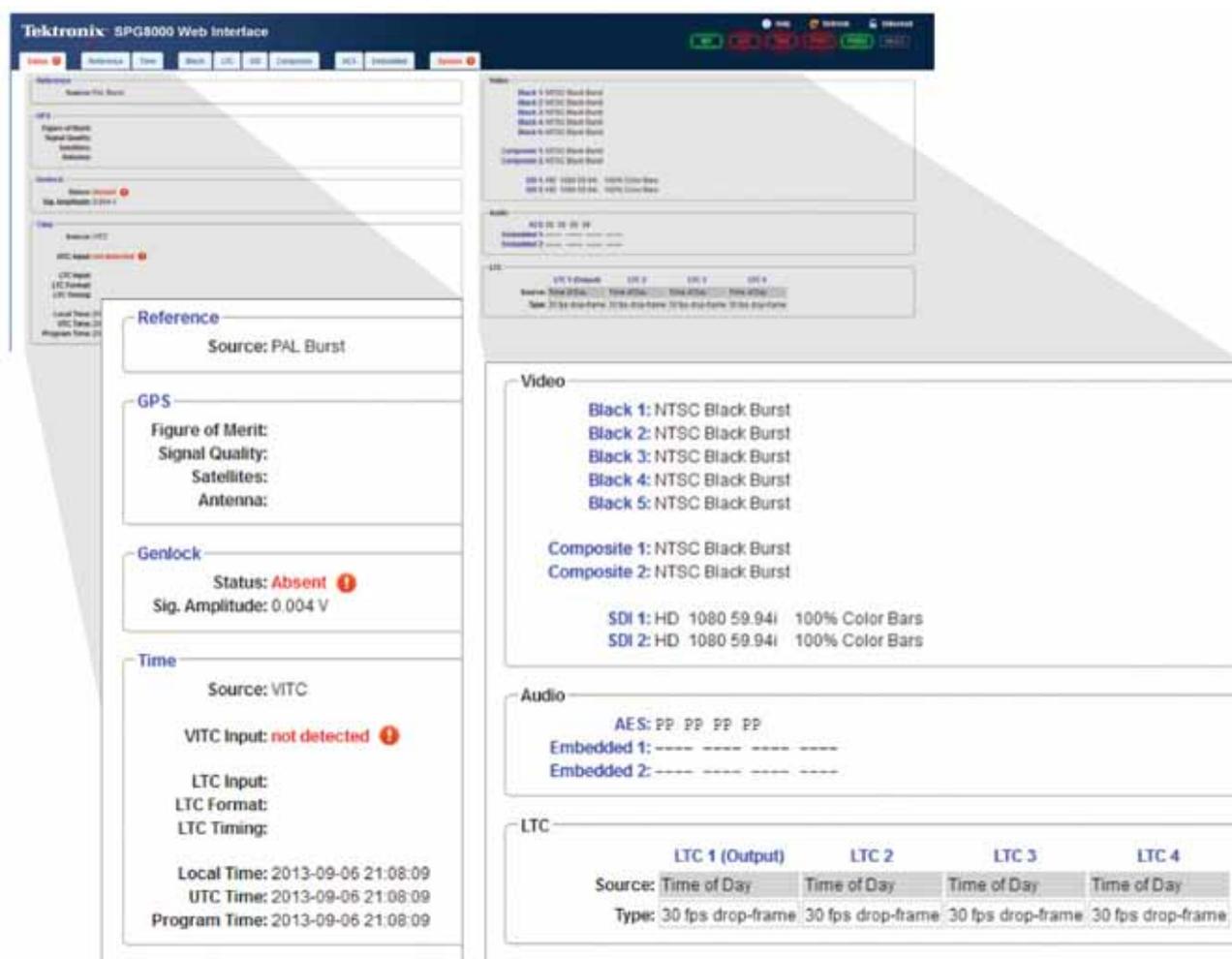


图 28. 用于仪器设置和状态监视的 Web 用户界面。

远程访问和控制

SPG8000、ECO8000 和 ECO8020 均提供有 web 界面，用户可以经由局域网 (LAN) 控制仪器的操作和运行。一旦仪器接入网络，就会获得仪器的 IP 地址，而后用户可以从系统菜单中激活 web 界面，从而对仪器进行配置。

在对仪器进行设置时，用户可能需要经由 web 页面以更加方便地对仪器中的各项菜单进行配置，而当仪器在工作时用户可以选择只读方式对仪器进行访问，但不允许对仪器的设置作出改动，当然，用户也可以选择禁止 web 界面访问。如果使用 web 浏览器，只需在地址栏中键入信号的 IP 地址，web 页面将被打开，显示状态和配置 (Status and configuration) 页面，如图 28 所示。在状态页面中，提供有 SPG8000 的运行概况，并在页面的右上角的图标中给出与仪器前面板相同的信息。

- 仪器内部和外接基准信号指示
- 时间状态指示
- 电源供给模块 (PWR1 和 PWR2) 的状态
- 故障指示

用户可能要求对 SPG 和 ECO 系统能够连续地进行监视，并将此作为网络管理系统的一部分，从而获知仪器的工作状态。SPG8000、ECO8000 和 ECO8020 均支持 SNMP(简单网络管理协议)，用户可以在 web 用户界面上的系统制表 (systems tab) 中下载这些仪器的 MIB(管理信息库)。

可以将以下设置作为 SPG8000 的 SNMP 陷阱：

- 主风扇故障
- 电压错误
- 温度错误
- GPS 信号丢失
- 锁相输入丢失
- 失锁 (loss of lock)
- 接近失锁
- VITC/LTC 丢失
- LTC 超出 SMPTE 规范
- GPS 品质因数
- 告警时间
- (PS1) 电源供给 1 故障
- (PS2) 电源供给 2 故障
- PS1 TWH(温度加权小时, Temperature Weighted Hours)
- PS2 TWH(温度加权小时, Temperature Weighted Hours)

应用文章

通过网络管理系统监视上述各种参数，用户可以跟踪 SPG 或者 ECO 的状态，利用这些信息可以隔离系统设施中的故障。例如在前一夜晚发生雷雨时致使 GPS 锁相丢失。

此外，用户还可以使用（通用接口）GPI/O 接口以提供告警信息，或者触发仪器的某项操作。

在 SPG8000 中可以设置以下 GPI 输入触发：

- 重置程序时间
- 再次获取 GPS 定位
- 拥塞同步 (Jam Sync)

还可以设置以下 GPI 输出告警：

- 硬件故障
- 电源供给故障
- 锁定故障
- 锁定警示
- 时间错误
- 时间警示
- 告警时间

GPI 或者 SNMP 告警可以向用户发出仪器中的状态和故障信息。可以通过这种方式告知用户同步系统中的潜在问题。这种信息可能是由于雷雨而丢失 GPS 信号的警示或者是仪器中的电源供给模块可能有潜在故障的警示信息。用户获知这种信息后，可以采用校正措施以解决这些问题，从而有助于保持系统的同步状态。

结语

由于电视的引入，也使信号定时成为模拟视频系统设施中的一个极其重要的组成部分。在模拟视频系统中，是将黑场色同步作为基准信号。在模拟视频向数字和高清晰度视频的转换过程中，又带来了多格式视频信号的同步问题，其中既有模拟信号，又有数字信号。在视频制作环境中，可能还需要其它类型的基准信号，例如 HD 三电平同步或者（HD/SD）SDI 黑场信号。除了视频的转换之外，还有音频的转换问题。本来音频信号在模拟系统中是不存在同步问题的，但转换为数字音频后，需要使用数字音频基准信号以使数字音频设备同步。以前在模拟系统中为我们所熟悉的同步基本技术也可用于多格式、多标准的环境中。泰克公司的台主同步发生器（SPG8000）和测试信号发生器（TG8000）能够为这样的复杂环境提供各种各样的基准信号和测试信号。而泰克自动切换单元（ECO8000/ECO8020）可以将两台 SPG8000 组合在一起，使同步系统成为既有主用也有备用的系统，从而进一步增强系统的同步可靠性。

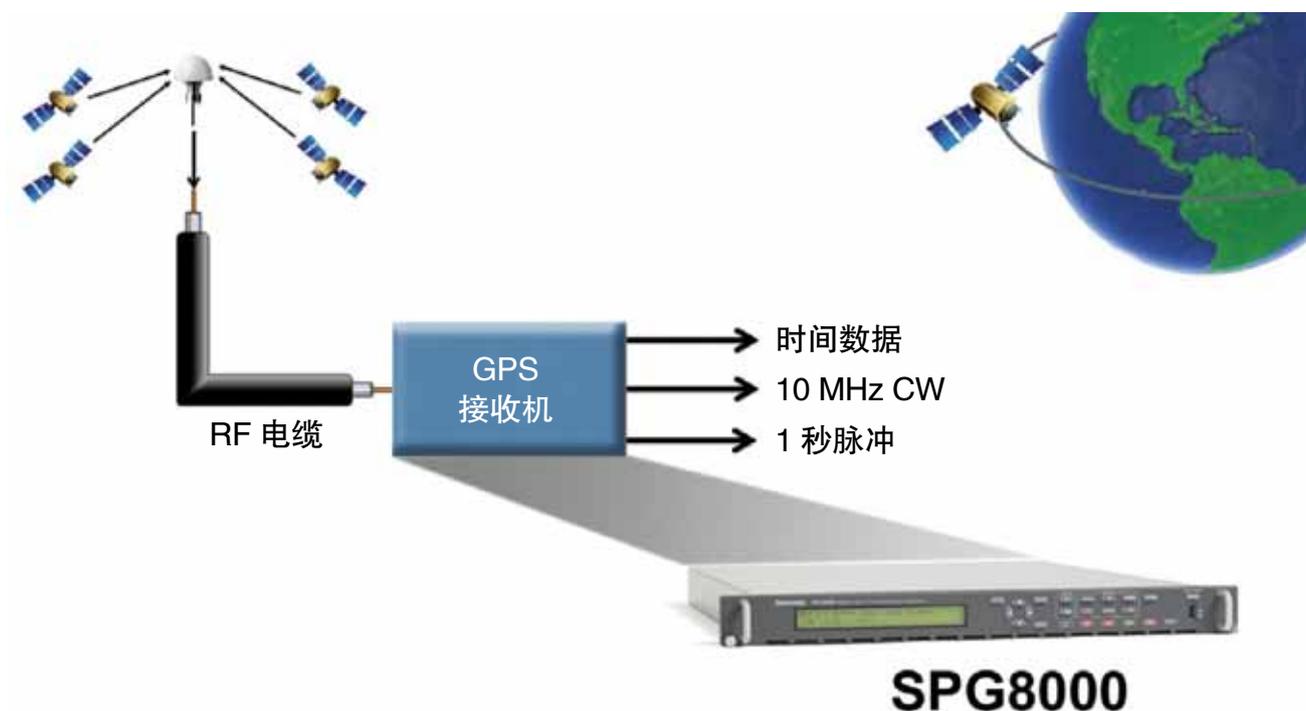


图 A1. SPG8000 安装选件 GPS 后的 GPS 接收机系统。

附录 A：全球定位系统 (GPS)

将 GPS 选件安装到 SPG8000 后还需要 GPS 天线（选件 ANT），GPS 天线应当安装在四周无遮挡的天空环境中，以便它能够直接接收到环绕地球轨道运行的多个卫星信号，如图 A1 所示。一些物体诸如大树和建筑物的遮挡可以会妨碍卫星信号的接收，从而使可接收的卫星数目受到限制，因此，应当仔细地作好规划以使天线安装在尽可能最佳的位置上。GPS 接收机装入到 SPG8000 机内。为了确保位于系统设施内的接收机能够顺利地解码出 GPS 信号，如果必要的话，用户应当选择合适的天线、馈送电缆的类型和长度以及带有电源的前置放大器。天线系统的选用和安装位置与工作环境以及安全性、还有管理部门的要求有关。因此，您在选择天线系统的各个部件时，应当全面衡量相关的各种因素，这一点是十分重要的。图 A2 给出了其中的一种方案。GPS 天线必须具有适当的增益以

接收卫星信号，也有可能需要放大卫星信号以使信号具有足够的强度，使信号能够沿馈送电缆传输并且能够滤除和抑制其它频率的干扰信号。例如，您可以选用 Trimble Bullet III，它采用 5V 直流供电，能够提供 35dB 的前置放大增益。SPG8000 内的 GPS 接收机可以提供 5V 或 3.3V 直流电源，以供不同的天线前置放大器选用。当然，如果您使用外接电源的话，也可以禁用 SPG 提供的直流电源。总之，应当仔细地选择供电方式，以确保提供的电压和电流能够满足天线系统的要求。在前面列举的例子中，用户可以使用 SPG 发生器的 5V 直流电源以驱动 Trimble 天线系统。GPS 信号的载波频率是 1575MHz，您可以根据馈送电缆的长度和电缆的型号计算出它的衰减量。SPG8000 要求接收的 GPS 信号强度高于环境噪声电平 18dB，我们仍使用前面的例子，天线系统的增益为 35dB，那么允许的电缆损耗是 $35\text{dB} - 18\text{dB} = 17\text{dB}$ 。

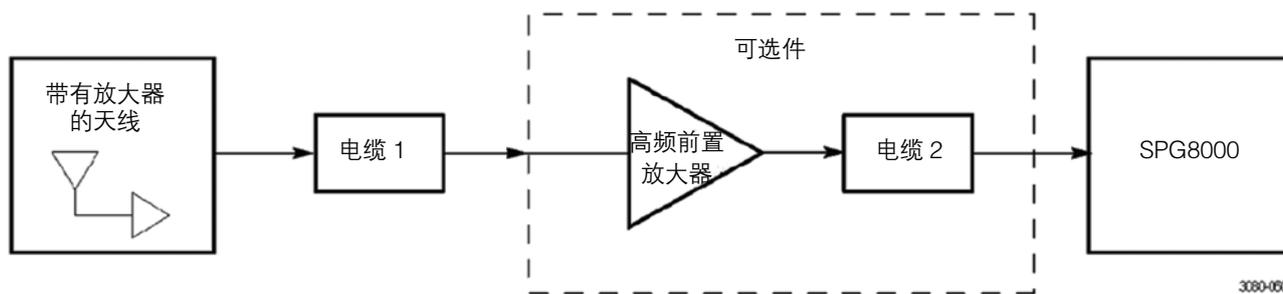


图 A2. 简化的 GPS 天线系统。

(单位长度) 电缆的衰减量主要决定于您使用的电缆型号。例如, 如果使用较细的同轴电缆, 例如 Belden 1855, 长度为 100 英尺时衰减量大约为 13dB; 而如果使用 RG11 型电缆如 Belden 7731, 长度为 100 英尺时衰减量只有 5.5dB。与此相对应的是, 假如使用 Belden 1855 电缆可允许的长度是 130 英尺, 那么换为 Belden 7731 电缆, 可允许的长度将会超出 300 英尺。如果必须要增加电缆长度, 您可以插入一个高频前置放大器, 就像图 A2 那样在信号路径中的可选框内增加该设备。这个放大器的插入位置是很重要的, 如果将它恰好就放置在 SPG8000 前面附近, 则在该点上因 GPS 信号衰减很大, 而导致 GPS 接收机解码出太多的噪声。如果在信号路径中插入 20dB 的放大器, 则相应可以补偿 20dB 多的电缆损耗。这相当于在前面例子中再增加一段 150 英尺长的 Belden 1855 电缆, 或者 360 英尺长的 Belden 7731 电缆。还有, 尽管 GPS 输入和绝大多数其它部件的阻抗均为 50Ω , 但在实际安装过程中, 通常既可以使用 50Ω 的电缆, 也可以使用 75Ω 的电缆。这种由阻抗失配而造成的反射损耗不会对系统有明显的影响, 因为 GPS 信号是窄带信号且电缆本身损耗又比较大。不过, 您不应当将多段阻抗不同的短电缆连接在一起, 这样可能会产生信号反射而导致信号劣化。对于复杂系统, 市场上有各种各样的高频前置放大器、有源和无源分配器、直流阻隔器 (DC blocks) 和滤波器可供选择, 总之, 要确保 GPS 信号 (高质量) 地传送到接收机。

一旦配置完成, GPS 信号与泰克公司 SPG8000 发生器相连通, 它可能需要几分钟才能使信号质量达到其正常接收水平。由表 A1 所示的品质因数 (FOM) 的大小可以基本了解 GPS 信号质量状况, 这一过程发生在仪器逐渐接近锁定 GPS 信号所必需的状态。FOM 为用户提供了衡量 GPS 锁定状态的一个简明的度量值。另外, 用户还可以通过 SPG8000 的菜单来查验接收机所获取的卫星数。在系统安装的初期的一段时间内, 重要的是监视最初那几天的品质因数, 以确保系统能够正常运行。

用户可以配置 SPG8000, 利用 GPS 接收机获取的 10MHz 和每秒一个脉冲的定时基准信号, 以将 GPS 信号作为系统的基准信号源。其它定时数据用作定时基准信号, 例如日期时间 (time of day) 和时间码, 这些将在附录 B 中进行讨论。一旦锁定了 GPS 信号, 仪器前面板上的绿色 LED 将发光。如果这个绿色 LED 处于闪烁状态, 则表明 FOM 数小于 6, 此时用户应当查验附加信息的状态显示以了解信号强度。GPS 信号与接收环境有关, 它也可能丢失, 这是因为大气条件发生变化或者可接收的卫星数受到限制的缘故。用户可以设置与 GPS 信号质量相关的触发告警。泰克公司 SPG8000 具有独特的功能即 “Hold Over Recovery”, 并将它作为 Stay Genlock (保持锁定) 系统的一个组成部分。

品质因数	指示	说明
0	无信号	表示没有检测到可用的卫星信号。在接收信号后短时间内为零是正常的，但如果持续时间超过一分钟，那么通常说明属于以下某一情况：天线或者电缆出现问题，接收天线与卫星之间的视线被阻挡，或者电源没有送达天线。
1	信号弱	表示已检测到卫星信号，但是信号质量太差，以致于不能提供有用的定时信息或者定位信息。在短时间内为 1 属于正常情况，但是如果持续为 1，则表示这种情况与 FOM 为零类似。
2	获取卫星	表示仪器正在从卫星中接收数据，它正在确定信号是否有用。
3	定位不良	表示仪器检测到当前的定位与已保存的位置不符。在这种情况下，仪器将自动转入 FOM 为 4 的状态，并再次获取定位信息。
4	获取定位	表示仪器正在获取多个固定的卫星位置，并取综合平均值进入到新的定位以保存到仪器的闪存中。如果您手动搜索新的位置，也将显示这个状态。这个状态通常会持续 60 秒并具有良好的信号质量。
5	调整相位	表示该仪器正在调整时基或者帧定时，以校正对准 GPS 信号。
6	已锁定 > 信号质量 ≤ 16	这个状态表明帧信号的相位在 GPS 信号的 150ns 范围内。箭头数（“已锁定”即 Locked 后的“>”数）用来指示信号的质量。该状态会随时间日期（time of day）而变化，这也是正常的，因为各个卫星要在它们的运行轨道上移动，而且也会随着气候和其它条件的变化而变化。
7	已锁定 >> 信号质量 >16	
8	已锁定 >>> 信号质量 >26	
9	已锁定 >>>> 信号质量 >42	
10	已锁定 >>>>> 信号质量 >68	
11	已锁定 >>>>>> 信号质量 >110	

表 A1. 信号质量的品质因数。

当 GPS 信号失去时用户可以通过 GPS Hold Over Recovery 系统的设置而采取某种措施以恢复同步。

- Stay Legal(保持合法): 调整模块的定时以匹配已恢复的 GPS 信号，同时保持在规定的频率偏置范围内，也在 NTSC 和 PAL 基准信号规定的频率变化速率的范围内。
- Jam Phase(阻塞相位): 调整模块的定时以立即匹配已恢复的 GPS 信号，然而，一般来说，这将导致系统的同步“扰动”(shock)。
- Fast Slew(快速调整): 调整模块的定时以匹配已恢复的 GPS 信号，这种方式的调整速率要比非跳跃式的合法速率快 25 倍。

Stay Legal 这种方式一般多被系统设施采用。在失去 GPS 锁定的事件中，用户更倾向于将基准信号保持在规定的容限内，这样在解码 GPS 信号的过程中而不会导致系统的同步扰动，从而能够维持系统的定时状态。至于 Jam Phase 模式，在室外电视转播车或者移动车辆中可以使用这种方式，这样有利于在系统加电时迅速建立 GPS 的锁定状态。采用这种方式有助于在移动系统设施内迅速地实现全系统的锁定，用户也不会特别在意同步扰动对系统的影响，因为此时每个设备均处于加电过程中。另外，用户也可以采用 Fast Slew 模式，它可以迅速地获取同步而锁定 GPS，而不会对系统造成大的同步扰动。在这种方式中，泰克公司 SPG8000 可以确保当 GPS 信号恢复后能够无扰动地校准频率和相位。不然的话，当同步信号失去时，一般 SPG 会返回到内部振荡器的自由运行频率上，而当基准信号再次恢复时，有可能会引起系统的同步扰动。

附录 B: 时间日期 (Time of Day)

泰克公司 SPG8000 可以提供各种定时基准信号。在 SPG8000 中安装 GPS 选件后, 用户就可以对仪器进行配置以使用 GPS 信号, 并将它作为外接时间基准信号。这种定时信息可以从卫星信号导出并提供 UTC (协调世界时) time of day 时钟的时间码输出, 同时作为视频输入的相位基准。GPS 时间的计时起点规定为 1980 年的元月 8 日的 00:00:00 (时分秒), 从这时起 GPS 信号的时间标记报告格式是以星期 (周) 数和秒数来提供。例如, 在 GPS 系统中, 2008 年 11 月 5 日的 06:25:00 UTC 就报告为 1504 周和 282314 秒。GPS 信令还提供了闰秒数的信息, 在这个例子中, 1980 年的元月 8 日至 2008 年 11 月 5 日之间共有 14 个闰秒发生。

为使视频系统同步, 还应当在 SMPTE 时间和 GPS 计时之间作出相对应的调整。SMPTE 的计时起点为 1980 年的元月 1 日的 0:00:00 (TAI, 国际原子时), 它被认为是所有帧被校准的 “big bang (大爆炸)” 时刻。从这时算起, 每 1001 秒恰好有 30000 个 NTSC 帧和 25025 个 PAL 帧。因此, 在我们举出的例子中, 我们需要另行增加 8040 天和 19 个闰秒, 也就是说, SMPTE 计时 (TAI) 和 GPS 计时之间的时间差总共为 1,604,557,533 秒, 它对应于 96,177,274,705,2947 个 NTSC 场。按照这样的计算方法, 我们可以确定对当前时间需要调整多少帧, 以在 SPG 中实现帧校准, 这可以使用 Jam Sync 模式来完成, 这种方式可以迅速地校准基准信号, 不过它会造成系统的同步扰动。另一种方法是, 可以对时钟进行缓慢的调整以逐渐地提供基准信号的校准。

当 GPS 信号作为外接定时基准信号使用时, UTC 信息可以用来导出时间码信息并将它作为 NTP 服务器使用。用户应当选择 Time of Day 基准以作为 GPS 信号中的时间和日期信息源。如果用户没有在 SPG 中安装 GPS 选件, 那么可以将 SPG 配置为内部模式。而后时间设置可以在内部模式中进行, 用户可以配置一种用户定义的主时间 (master time)。如果仪器输入的视频基准信号 (NTSC/PAL) 含有场消隐时间码 (VITC), 用户可以配置仪器以使用这种时间码信号并导出时间码基准信号输出。还有一种方法是, 可以将 SPG8000 LTC 1 配置为输入, 从该信号中获取时间码信息以用于各种时间码输出。

当您将来自 LTC 或者 VITC 输入的外接时间码信号用于定时基准时, 那么视频输出的相位基准将不会从这样的定时信号中导出。

闰秒信息

闰秒是一种二次调整, 它是用来补偿协调世界时 (UTC) 和平太阳时 (mean solar time) 之间的时间差而提出的。在通常情况下, 这种偶然性的调整是在 UTC 时的每年 6 月 30 日或者 12 月 31 日的 23:59:60 (时分秒) 进行的。全球各地在各自的时区内在同一时间作出这样的补偿调整。在某些情况下, 这也许给当地的时钟调整带来不便, 用户也可以推迟闰秒调整的时间, 但最多可推迟 24 小时单位。在 GPS 信号中, 提供了含有 GPS 时间和 UTC 时间之间的闰秒数的信令信息。到 2012 年 12 月 31 日, SMPTE 时间 (TAI, 国际原子时) 和 UTC 时间之间总共有 35 个闰秒。为了从 GPS 信号中获取闰秒信息, 需要在 SPG 发生器中安装 GPS 选件, 这样还可以每过 20 至 30 秒刷新一次。安装 GPS 选件后, 可以将这种闰秒信息保存在仪器内部, 一旦仪器重新启动或者 GPS 信号丢失时即可调用。

定时调整

SPG8000 当地时间调整提供了许多方式, 可用于各种时间码输出。例如, 在一个网络中, 也许有多个不同的技术设施位于不同的时区, 而当地的系统设施可能要求使用他们本地的时间区。您可以在 SPG 的配置菜单中设置时区偏置, 其格式为时:分:秒。这种方式在设置时间偏置时具有很大的灵活性, 您不仅可以设置以小时为单位的偏置量, 还可以设置分和秒的偏置量。在某些地区还使用了夏令时间 (DST), 在这种情况下, 需要在一年内对时间改变两次。用户可以在 SPG8000 中进行编程以通过从当前时间中增加或者减少特定的时间量来对 DST 时间进行调整, 您还可以为改变 DST 时间的数据和时间作出计划安排。另外, 除了对 Time of Day 进行调整和设置之外, 用户还可以使用节目时间, 可以将它配置为特定的时间, 而后作为任意输出信号的时间码源。例如, 用户在创建内容或者在原版内容制作时可以使用这种方式, 将您设置的特定时间码起始标记放置在节目素材的起始位置上。在 SPG8000 中, 用户设置的每个时间码源在时间上都是独立的, 您还可以为每路输出增加某一特定的定时偏置。采用这种方式, 就可以为网络中的不同时区建立不同的时间偏置。例如, 您就可以为各个广播电视运营商的所在不同时区设置相应的定时偏置, 这也为每一特定的时区偏置馈送节目带来了便利。

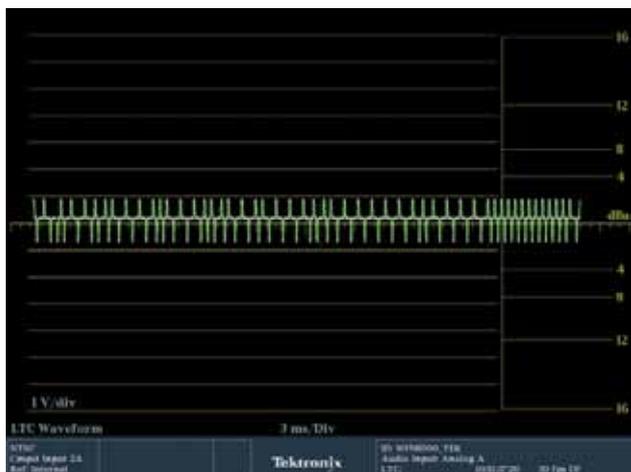


图 1B. 线性时间码的波形显示以及状态栏中的解码数据显示。

时间码

时间码是系统设施中的一种重要的基准信号，其作用是系统设施中的各种设备提供定时和控制码信息。有一些设备例如播放节目素材的服务器和自动播放系统需要使用时间码。时间码用来描述时间的方式是小时单位、分、秒和帧（其格式为 HH:MM:SS;FF），可以支持多种帧频，如 60, 59.94, 50, 30, 29.97, 25, 24 和 23.98 等。时间码信息可以用好几种方式在系统内传送。

线性时间码（LTC）

线性时间码是一种模拟低频信号，它最初是记录在磁带上，或者经由单独的接口作为单独的串行信号而传输。可以使用一种平衡式的 XLR 音频接口或者一种单端不平衡的 BNC 连接器输出接口来传送 LTC 信号。由 SPG8000 产生的一种 LTC 信号可以经由 15 芯遥控连接器连接到波形监视器的后面板。利用波形监视器可以观察到 LTC 信号的波形显示，这样可以查验 LTC 信号是否存在以及信号电平的大小，如图 1B 所示。LTC 信号的首选幅度是在 1 至 2 伏之间，但是也可以在更宽的范围内即 0.5 伏至 4.5 伏之间。还可以对波形监视器进行配置以解码 LTC 值。在波形监视器的配置菜单 Aux/ANC Data Settings->Time Code Source 中选择 LTC，如果存在 LTC 信息的话，这时时间码信息将被解码并显示在波形监视器的状态栏上，参见图 1B 所示。

LTC 码字由 80 个比特组成，如表 1B 所示，它支持各种帧频格式。

有三种类型的二进制组标志（二进制组 Flags），它们是 BFG0、BFG1 和 BFG2，具体的分类与它们的比特值定义的组信息的用途有关。在某些情况下，二进制组可用于数据和时间区信息，或者是带有时钟信息的页 / 行 (page/line) 多路复用。在波形监视器的辅助数据状态 (Aux Data Status) 显示中可以观察到这种附加信息的比特值，可以显示时间码标志 (Time Code Flags)、BG 标志和 BG 数据。

应用文章

比特值	30 帧比特	25 帧比特	24 帧比特
0	帧序号 1	帧序号 1	帧序号 1
1	帧序号 2	帧序号 2	帧序号 2
2	帧序号 4	帧序号 4	帧序号 4
3	帧序号 8	帧序号 8	帧序号 8
4	二进制组 1 LSB	二进制组 1 LSB	二进制组 1 LSB
5	二进制组 1	二进制组 1	二进制组 1
6	二进制组 1	二进制组 1	二进制组 1
7	二进制组 1 MSB	二进制组 1 MSB	二进制组 1 MSB
8	帧序号 10	帧序号 10	帧序号 10
9	帧序号 20	帧序号 20	帧序号 20
10	丢失帧	- “0”	- “0”
11	彩色帧	彩色帧	- “0”
12	二进制组 2 LSB	二进制组 2 LSB	二进制组 2 LSB
13	二进制组 2	二进制组 2	二进制组 2
14	二进制组 2	二进制组 2	二进制组 2
15	二进制组 2 MSB	二进制组 2 MSB	二进制组 2 MSB
16	秒数值 1	秒数值 1	秒数值 1
17	秒数值 2	秒数值 2	秒数值 2
18	秒数值 4	秒数值 4	秒数值 4
19	秒数值 8	秒数值 8	秒数值 8
20	二进制组 3 LSB	二进制组 3 LSB	二进制组 3 LSB
21	二进制组 3	二进制组 3	二进制组 3
22	二进制组 3	二进制组 3	二进制组 3
23	二进制组 3 MSB	二进制组 3 MSB	二进制组 3 MSB
24	秒数值 10	秒数值 10	秒数值 10
25	秒数值 20	秒数值 20	秒数值 20
26	秒数值 40	秒数值 40	秒数值 40
27	奇偶校验比特	二进制组标志 BGFO	奇偶校验比特
28	二进制组 4 LSB	二进制组 4 LSB	二进制组 4 LSB
29	二进制组 4	二进制组 4	二进制组 4
30	二进制组 4	二进制组 4	二进制组 4
31	二进制组 4 MSB	二进制组 4 MSB	二进制组 4 MSB
32	分数值 1	分数值 1	分数值 1
33	分数值 2	分数值 2	分数值 2
34	分数值 4	分数值 4	分数值 4
35	分数值 8	分数值 8	分数值 8
36	二进制组 5 LSB	二进制组 5 LSB	二进制组 5 LSB
37	二进制组 5	二进制组 5	二进制组 5
38	二进制组 5	二进制组 5	二进制组 5
39	二进制组 5 MSB	二进制组 5 MSB	二进制组 5 MSB
40	分数值 10	分数值 10	分数值 10

表 1B. LTC 比特值。

比特值	30 帧比特	25 帧比特	24 帧比特
41	分数值 20	分数值 20	分数值 20
42	分数值 40	分数值 40	分数值 40
43	二进制组标志 BGF0	二进制组标志 BGF2	二进制组标志 BGF0
44	二进制组 6 LSB	二进制组 6 LSB	二进制组 6 LSB
45	二进制组 6	二进制组 6	二进制组 6
46	二进制组 6	二进制组 6	二进制组 6
47	二进制组 6 MSB	二进制组 6 MSB	二进制组 6 MSB
48	小时数 1	小时数 1	小时数 1
49	小时数 2	小时数 2	小时数 2
50	小时数 4	小时数 4	小时数 4
51	小时数 8	小时数 8	小时数 8
52	二进制组 7 LSB	二进制组 7 LSB	二进制组 7 LSB
53	二进制组 7	二进制组 7	二进制组 7
54	二进制组 7	二进制组 7	二进制组 7
55	二进制组 7 MSB	二进制组 7 MSB	二进制组 7 MSB
56	小时数 10	小时数 10	小时数 10
57	小时数 20	小时数 20	小时数 20
58	二进制组标志 BGF1	二进制组标志 BGF1	二进制组标志 BGF1
59	二进制组标志 BGF2	奇偶校验	二进制组标志 BGF2
60	二进制组 8 LSB	二进制组 8 LSB	二进制组 8 LSB
61	二进制组 8	二进制组 8	二进制组 8
62	二进制组 8	二进制组 8	二进制组 8
63	二进制组 8 MSB	二进制组 8 MSB	二进制组 8 MSB
64	同步字 “0”	同步字 “0”	同步字 “0”
65	同步字 “0”	同步字 “0”	同步字 “0”
66	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
67	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
68	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
69	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
70	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
71	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
72	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
73	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
74	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
75	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
76	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
77	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”
78	同步字 “0”	同步字 “0”	同步字 “0”
79	同步字 “1”	同步字 “1”	同步字 “1”

表 1B. LTC 比特值。

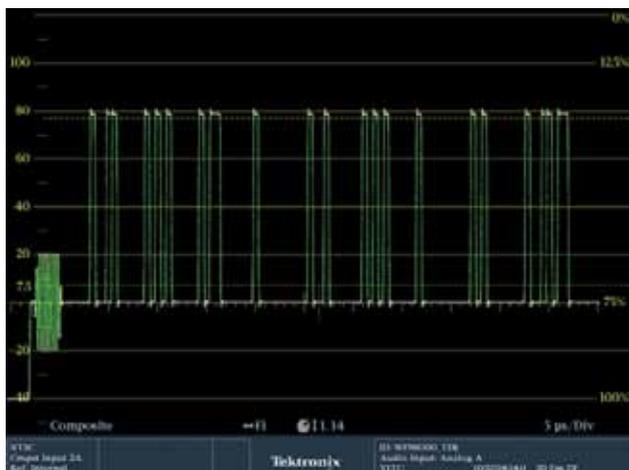
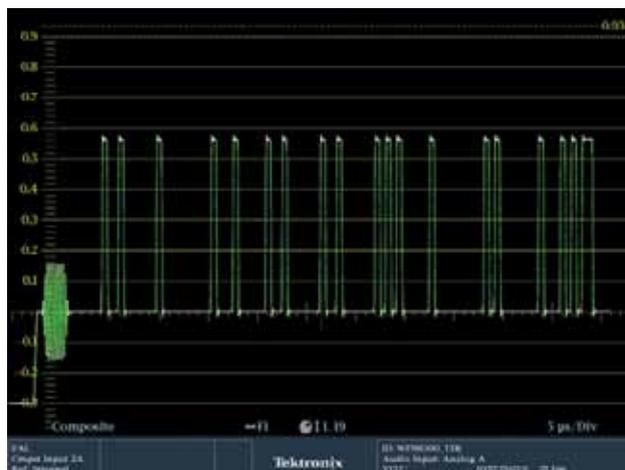


图 2B. NTSC 和 PAL 的场消隐时间码的波形显示。



场消隐时间码 (VITC)

泰克公司 SPG8000 可以将时间码信息插入到 525 行或者 625 行信号的模拟场消隐期间，这种时间码信号称为场消隐时间码 (VITC)。此外，这种模拟信号也可以在 SD-SDI 信号中数字化处理，这时一般称为 D-VITC。在 VITC 码字中传送的时间码信息所使用的比特数要比总数为 90 比特的 LTC 略为多一点。其中有两个附加的比特 (最高位两个比特) 用于同步码字 (“1, 0”), 随后是 8 个数据比特。VITC 信号有 8 个 10 比特组，它包含有时间码信息，另外还有一个附加的第九比特组，它提供的是循环冗余码 (CRC) 校验字。图 2B 给出了一个 VITC 信号的行选波形显示。利用这个波形显示您可以测量 VITC 信号的幅度和定时。一般说来，525 行格式信号的幅度应当是 70 至 90 IRE，而 625 行信号的幅度应当是 500 至 600mV，其定时起点对于 525 行格式距负极性同步为 10 μ S，对于 625 行距负极性同步为 11.2 μ S。通常 VITC 行插入到 525 行格式的 10 行和 20 行之间，首选的位置是第 14 行 (偶数场为 277 行)，也可以选择为第 16 行 (偶

数场为 279 行)。对于传统设备，必须在连续的两行 (14 和 16) 上提供 VITC 信号。如果是 625 行格式，VITC 可以位于第 6 行 (偶数场为 319 行) 和第 22 行 (偶数场为 335 行) 之间。首选行是 19 (332) 行和 21 (334) 行。用户使用波形监视器可以选择上述 VITC 插入行并可以解码出 VITC 信息，解码出的信息即时间码数值，它显示在波形监视器的状态栏中，参见图 2B 所示。无论是对于 525 行或是 625 行格式，前文提及的首选行均作为 VITC 解码的默认行。

在 SPG8000 中，可以将模拟黑场色同步基准 (NTSC/PAL) 输出的 VITC 信号加入到首选行序号 (默认的 VITC 插入行) 上，用户也可以插入到您选择的规定行序号上。时间码信息即 time of day 可以从 GPS 信号 (需要安装 GPS 选件) 中导出，且可以设置定时偏置，如果必要的话，可以计入不同时区的时间偏置量。此外，用户可以设置他们自己的节目时间，由节目时间设定时间码值的开始时间。利用这种方式，可以在节目素材中插入特定的时间码值，这需要设定特定的时间码起始值，例如可以是 01:00:00:00。

比特值	30 帧比特	25 帧比特	24 帧比特
0	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
1	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
2	帧 1	帧 1	帧 1
3	帧 2	帧 2	帧 2
4	帧 4	帧 4	帧 4
5	帧 8	帧 8	帧 8
6	二进制组 1 LSB	二进制组 1 LSB	二进制组 1 LSB
7	二进制组 1	二进制组 1	二进制组 1
8	二进制组 1	二进制组 1	二进制组 1
9	二进制组 1 MSB	二进制组 1 MSB	二进制组 1 MSB
10	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
11	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
12	帧 10	帧 10	帧 10
13	帧 20	帧 20	帧 20
14	丢失帧	- “0”	- “0”
15	彩色帧	彩色帧	- “0”
16	二进制组 2 LSB	二进制组 2 LSB	二进制组 2 LSB
17	二进制组 2	二进制组 2	二进制组 2
18	二进制组 2	二进制组 2	二进制组 2
19	二进制组 2 MSB	二进制组 2 MSB	二进制组 2 MSB
20	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
21	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
22	秒数值 1	秒数值 1	秒数值 1
23	秒数值 2	秒数值 2	秒数值 2
24	秒数值 4	秒数值 4	秒数值 4
25	秒数值 8	秒数值 8	秒数值 8
26	二进制组 3 LSB	二进制组 3 LSB	二进制组 3 LSB
27	二进制组 3	二进制组 3	二进制组 3
28	二进制组 3	二进制组 3	二进制组 3
29	二进制组 3 MSB	二进制组 3 MSB	二进制组 3 MSB
30	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
31	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
32	秒数值 10	秒数值 10	秒数值 10
33	秒数值 20	秒数值 20	秒数值 20
34	秒数值 40	秒数值 40	秒数值 40
35	场识别标志	二进制组标志 BGFO	场识别标志
36	二进制组 4 LSB	二进制组 4 LSB	二进制组 4 LSB
37	二进制组 4	二进制组 4	二进制组 4
38	二进制组 4	二进制组 4	二进制组 4
39	二进制组 4 MSB	二进制组 4 MSB	二进制组 4 MSB
40	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
41	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
42	分数值 1	分数值 1	分数值 1
43	分数值 2	分数值 2	分数值 2
44	分数值 4	分数值 4	分数值 4
45	分数值 8	分数值 8	分数值 8
46	二进制组 5 LSB	二进制组 5 LSB	二进制组 5 LSB

表 2B. VITC 比特值。

应用文章

比特值	30 帧比特	25 帧比特	24 帧比特
47	二进制组 5	二进制组 5	二进制组 5
48	二进制组 5	二进制组 5	二进制组 5
49	二进制组 5 MSB	二进制组 5 MSB	二进制组 5 MSB
50	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
51	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
52	分数值 10	分数值 10	分数值 10
53	分数值 20	分数值 20	分数值 20
54	分数值 40	分数值 40	分数值 40
55	二进制组标志 BGF0	二进制组标志 BGF2	二进制组标志 BGF0
56	二进制组 6 LSB	二进制组 6 LSB	二进制组 6 LSB
57	二进制组 6	二进制组 6	二进制组 6
58	二进制组 6	二进制组 6	二进制组 6
59	二进制组 6 MSB	二进制组 6 MSB	二进制组 6 MSB
60	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
61	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
62	小时数 1	小时数 1	小时数 1
63	小时数 2	小时数 2	小时数 2
64	小时数 4	小时数 4	小时数 4
65	小时数 8	小时数 8	小时数 8
66	二进制组 7 LSB	二进制组 7 LSB	二进制组 7 LSB
67	二进制组 7	二进制组 7	二进制组 7
68	二进制组 7	二进制组 7	二进制组 7
69	二进制组 7 MSB	二进制组 7 MSB	二进制组 7 MSB
70	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
71	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
72	小时数 10	小时数 10	小时数 10
73	小时数 20	小时数 20	小时数 20
74	二进制组标志 BGF1	二进制组标志 BGF1	二进制组标志 BGF1
75	二进制组标志 BGF2	场识别标志	二进制组标志 BGF2
76	二进制组 8 LSB	二进制组 8 LSB	二进制组 8 LSB
77	二进制组 8	二进制组 8	二进制组 8
78	二进制组 8	二进制组 8	二进制组 8
79	二进制组 8 MSB	二进制组 8 MSB	二进制组 8 MSB
80	“1” 同步比特	“1” 同步比特	“1” 同步比特
81	“0” 同步比特	“0” 同步比特	“0” 同步比特
82	CRC X8	CRC X8	CRC X8
83	CRC X7	CRC X7	CRC X7
84	CRC X6	CRC X6	CRC X6
85	CRC X5	CRC X5	CRC X5
86	CRC X4	CRC X4	CRC X4
87	CRC X3	CRC X3	CRC X3
88	CRC X2	CRC X2	CRC X2
89	CRC X1	CRC X1	CRC X1

表 2B. VITC 比特值。

DID	SDID	DC	用户数据字 (UDW)																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	B		
260h	260h	110h	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B8	B9	
			奇偶校验比特																B8		
			时间码数据参看表 4B																B7		
																			B6		
																			B5		
																			B4		
			Bit 3 = DBB 1								Bit 3 + DBB 2								B3		
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B2
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B0			

表 3B. 时间码附属包格式。

附属时间码

对于 SDI 格式而言, 无论是 LTC 还是 VITC 时间码信息, 均可以按照 SMPTE 12-2(附属数据空间中的时间码的传输) 的定义, 将它们的时间码作为附属数据包插入到场消隐区内。数据的格式应当符合 SMPTE 291(附属数据包和空间格式) 标准, 附属数据包以其识别标

志 (ADF) 即 000h、3FFh、3FFh 这三个字的序列开始, 随后是用户数据标识字 (DID)60h 和次级数据标识字 (SDID)60h。数据计数字 10h 表示使用 16 位用户数据字 (UDW) 作为时间码。附属数据包的最后部分是校验和。表 3B 给出了 ANC 时间码的数据结构, 时间码数据参见表 4B 所示。

ANC 时间码		
UDW	BIT	时间码值
1	4	帧 1
	5	帧 2
	6	帧 4
	7	帧 8
2	4	二进制 1 LSB
	5	二进制 1
	6	二进制 1
	7	二进制 1 MSB
3	4	帧 10
	5	帧 20
	6	标志
	7	标志
4	4	二进制 2 LSB
	5	二进制 2
	6	二进制 2
	7	二进制 2 MSB
5	4	秒数值 1
	5	秒数值 2
	6	秒数值 4
	7	秒数值 8
6	4	二进制 3 LSB
	5	二进制 3
	6	二进制 3
	7	二进制 3 MSB
7	4	秒数值 10
	5	秒数值 20
	6	秒数值 40
	7	标志
8	4	二进制 4 LSB
	5	二进制 4
	6	二进制 4
	7	二进制 4 MSB

ANC 时间码		
UDW	BIT	时间码值
9	4	分数值 1
	5	分数值 2
	6	分数值 4
	7	分数值 8
10	4	二进制 5 LSB
	5	二进制 5
	6	二进制 5
	7	二进制 5 MSB
11	4	分数值 10
	5	分数值 20
	6	分数值 40
	7	标志
12	4	二进制 6 LSB
	5	二进制 6
	6	二进制 6
	7	二进制 6 MSB
13	4	小时数 1
	5	小时数 2
	6	小时数 4
	7	小时数 8
14	4	二进制 7 LSB
	5	二进制 7
	6	二进制 7
	7	二进制 7 MSB
15	4	小时数 10
	5	小时数 20
	6	标志
	7	标志
16	4	二进制 8 LSB
	5	二进制 8
	6	二进制 8
	7	二进制 8 MSB

Table 4B. Time Code Data Mapped into ANC Data space.



图 1C. ANC 数据显示以及 SMPTE 12-2 时间码在状态栏中的显示。

如果被测信号中存在包含时间码的附属数据，泰克公司 WFM8300 波形监视器可以提供符合 SMPTE 12-2 标准的时间码信息的附属数据显示。图 1C 是 WFM8300 中的 ANC 数据查验器给出的时间码显示，它是从附属数据包中的用户数据字中提取的。另外，还可以在仪器的状态栏中提供已解码的时间码信息。

失落帧

时间码以小时、分、秒和帧给出，其格式为 HH:MM:SS:FF。时间码中的每个数值均为整数，对于帧频为整数的视频系统，例如帧频为 60、50、30、25、24 的系统而言，每一时间间隔内的帧数均为整数，这是没有问题的。然而，对于 NTSC 视频而言，其帧频为 30/1.001(29.97Hz)，这样，在整数时间码值和非整数的 NTSC 帧频之间有着微小的差值，显然，这将导致“real time”（实际时间）的偏离。当帧频为 30 Hz 时，一个小时内有 108000 个图像帧；而对于帧频为 29.97Hz 的 NTSC 视频而言，却只有 107892.11 帧。这就是说，在 1 小时内，帧频为 29.97Hz 和 30 Hz 之间的差值近似为 108 帧。为此，引入了失落帧 (Drop Frame, DF) 算法，目的在于以跳帧 (skipping frame) 的方式以使二者之间的差异带来的影响最小。具体方法是：除了“分”计时为 00、10、20、30、40 和 50 之外，当分计时为其它值时，最开始两帧（二进制为 00 和 01 的序号帧）则被略过。使用这种算法（在一小时内）总共有 110 帧被跨过，即用失落帧来补偿并减少了它们之间的时间差值，这个差值近似为 3.6 ms。在 24 小时内，时间的偏差将减少到 86 ms；而不采取失落帧补偿的话将是 86 秒。再采用 jam sync 同步方式可以进一步减少这个差值，这将跳越另外两帧。其它非整数帧例如 59.94、29.97 和 23.98 也可以用失落帧来补偿整数帧频和 1/1.001 帧频之间的定时差。仪器在应用失落帧算法时，波形监视器和同步信号发生器将显示出“DF”字符。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编: 201206
电话: (86 21) 5031 2000
传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编: 100088
电话: (86 10) 5795 0700
传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市徐汇区宜山路900号
科技大楼C楼7楼
邮编: 200233
电话: (86 21) 3397 0800
传真: (86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处
深圳市福田区南园路68号
上步大厦21层G/H/I/J室
邮编: 518031
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编: 610063
电话: (86 28) 6530 4900
传真: (86 28) 8527 0053

泰克西安办事处
西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层C座
邮编: 710065
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市解放大道686号
世贸广场1806室
邮编: 430022
电话: (86 27) 8781 2760/2831

泰克香港办事处
香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话: (852) 2585 6688
传真: (852) 2598 6260

更详尽信息

泰克维护着完善的、且不断扩大的资料库,其中包括各种应用指南、技术简介和其它资源,帮助工程师开发尖端技术。详情请访问 cn.tektronix.com



版权 ©2013 泰克公司。泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国和国外专利权保护,包括已发布和尚未发布的产品。以往出版的相关资料信息由本出版物的信息代替。泰克公司保留更改产品规格和定价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克有限公司的注册商标。所有其他相关商标名称是各自公司的服务商标或注册商标。