

ITU-R BT.1120-6 建议书

高清晰度电视演播室信号数字接口

(ITU-R 42/6 号研究课题)

(1994-1998-2000-2003-2004-2005)

范围

本高清晰度电视 (HDTV) 接口工作于两种标称时钟频率上, 即 1.485 GHz 和 2.97 GHz。接口的不压缩有效负载定义于 ITU-R BT.709 建议书的第 1 和第 2 部分内。本接口也可应用于携载打包的数据。

国际电联无线电通信全会,

考虑到

a) 在 ITU-R BT.709 建议书内, 对 1125 行和 1250 行系统 HDTV (高清晰度电视) 已经确立了演播室标准, 标准中包含有有关常规电视的系统以及像素平方通用图像格式 (CIF) 逐行扫描的系统;

b) ITU-R BT.709 建议书中包含下列 HDTV 演播室标准, 以覆盖宽广的应用范围:

常规电视系统方面:

— 总行数 1125, 2:1 隔行扫描, 场频 60 Hz, 有效行 1035;

— 总行数 1250, 2:1 隔行扫描, 场频 50 Hz, 有效行 1152;

CIF 系统 (1920×1080) 方面:

— 总行数 1125, 有效行 1080;

— 图像频率 60、50、30、25 和 24 Hz, 包括逐行、隔行和帧分段传输;

c) ITU-R BT.709 建议书中, 给出了 1920×1080 HD-CIF 格式作为新装置的优选格式, 它与其他应用场合的互操作性十分重要, 其运行目标是实现一个惟一的世界性标准;

d) HD-CIF 系统提供一种通用的数据率特征, 可以为使用惟一的数字接口创造条件;

e) 已经开发出或是正开发着基于上面的系统的整体设备范围, 现在或是不久能有商品面市, 包括广播环节和工业场合必需的全部设备;

f) 有许多节目在应用上述设备按上述系统进行制作, 并且在广播和其他业务的发展中, 对 HDTV 制作装置的需求增长着;

g) 极其希望应用数字技术和数字连接, 以达到和保持 HDTV 所需的性能水平;

h) 对 HDTV 制作装置建立接口规范显然很有益,

建议

1 本建议书中说明的规范应被用于基本的数字编码以及 HDTV 演播室信号的比特并行接口和比特串行接口。

第 1 部分

符合 ITU-R BT.709 建议书第 1 部分
的 HDTV 信号的接口**1 数字表示****1.1 编码特性**

数字化的信号应遵从 ITU-R BT.709 建议书第 1 部分中说明的特性。

1.2 数字信号的构成

见第 2 部分第 1.2 节。

表 1
数字编码参数

序 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
1	编码信号 Y , C_B , C_R 或 R , G , B	这些信号来自伽玛预校正的信号, 即来自 E'_Y , E'_{CB} , E'_{CR} 或 E'_R , E'_G , E'_B 也见 ITU-R BT.709 建议书第 1 部分	
2	样点结构 — R , G , B , Y	正交, 逐行逐帧重复	
3	样点结构 — C_B , C_R	正交, 逐行逐帧重复, 两者相互重合, 与 Y 样点隔点重合。第一个有效色差样点与第一个有效 Y 样点重合	
4	有效行数	1035	1152
5	取样频率 ⁽¹⁾ — R , G , B , Y (MHz)	74.25	72
6	取样频率 ⁽¹⁾ — C_B , C_R	亮度取样频率的一半	
7	每行样点数目 — R , G , B , Y	2200	2304
	— C_B , C_R	1100	1152
8	每行有效样点数目 — R , G , B , Y	1920	
	— C_B , C_R	960	

表 1（续）

序 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
9	第一个有效 Y , C_B , C_R 取样时刻相对于模拟同步定时基准 O_H 的位置 ⁽²⁾ （见图 6）	192 T	256 T
10	编码格式	每样点 8 或 10 比特（优选 10 比特）的每一个图像分量信号为均匀量化的 PCM 编码	
11	量化级分配 ⁽³⁾ — 图像数据 — 定时基准	1.00 至 254.75 0.00 和 255.75 ⁽⁴⁾	
12	量化级 ⁽⁵⁾ — 消隐电平 R , G , B , Y — 消色电平 C_B , C_R — 标称峰值 — R , G , B , Y C_B , C_R	16.00 128.00 235.00 16.00 和 240.00	
13	滤波器特性	见 ITU-R BT.709 建议书	

(1) 取样时钟必须与行频锁定。行频容差为±0.001%，对于 1125/60/2:1，以及±0.0001%，对于 1250/50/2:1。

(2) T 是亮度取样时钟的周期，或是亮度取样频率的倒数。

(3) 在同时应用 8 比特和 10 比特系统时，为减少混淆，10 比特系统中的两个低位比特读做两个小数点比特。8 比特系统中的量化级标度为 0 至 255，级差是 1，10 比特系统中的量化级标度为 0.00 至 255.75，级差是 0.25。8 比特字出现在 10 比特系统中时，对 8 比特字附加两个 0 值的低位比特。

(4) 8 比特系统中，应用前 8 个高位比特。

(5) 这些量化级指精确的标称图像电平。信号处理时有时会使信号电平偏离这些量化级的范围。

2 数字接口

接口在单个信号源与单个目的端之间提供单向连接。数据信号为二进制信息形式，相应地编码的信号有：

- 图像数据（8 比特或 10 比特字）；
- 定时基准和标识码（8 比特或 10 比特字，但 1250/50/2:1 系统只采用 10 比特字）；
- 附属数据（见 ITU-R BT.1364 建议书）。

2.1 图像数据

通过 C_B 和 C_R 分量的时分复用， Y 、 C_B 、 C_R 都以 20 比特字进行处理。每个 20 比特字对应一个色差样点和一个亮度样点。复用的组织方法如下：

$$(C_{B1} \ Y_1) (C_{R1} \ Y_2) (C_{B3} \ Y_3) (C_{R3} \ Y_4) \dots$$

其中， Y_i 表示一行内第 i 个亮度有效样点， C_{Bi} 和 C_{Ri} 表示与 Y_i 样点同位置的 C_B 和 C_R 分量的色差样点。需要指出，由于色差信号的取样频率是亮度信号取样频率的一半，所以色差样点的序号“ i ”只取奇数值。

对应于数字量化级 0.00 至 0.75 和 255.00 至 255.75 的数据字保留用于数据标识目的，不得作为图像数据出现。

在 1125/60/2:1 系统中，除了上述的对 Y 、 C_B 、 C_R 信号以 20 比特字进行处理外，对 R 、 G 、 B 信号是以 30 比特字进行处理的。

2.2 相对于模拟波形的图像定时关系

一个数字行占 m 个时钟周期，数字行开始于相应行中模拟同步信号的基准跳变 (O_H) 之前 f 个时钟周期处。数字有效行开始于基准跳变 (O_H) 之后 g 个时钟周期处。 m 、 f 和 g 的值列出于表 2 中，行时间期内详细的定时关系见图 6 和表 2。

数字场的起始由对于数字行规定的起始位置确定，场时间期内的详细定时关系见图 1 和表 3。

表 2
行时间期定时规范

符 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
	隔行比	2:1	
	每行有效 Y 样点数	1920	
	亮度取样频率 (MHz)	74, 25	72
a	模拟行消隐 (μs)	3.771	6.00
b	模拟有效行 (μs)	25.859	26.00
c	模拟整行 (μs)	29.630	32.00
d	模拟有效图像结束与 EAV 起始之间的间隔 (T)	0-6	24
e	SAV 结束与模拟有效图像起始之间的间隔 (T)	0-6	24
f	EAV 起始与模拟定时基准 O_H 之间的间隔 (T)	88	128
g	模拟定时基准 O_H 与 SAV 结束之间的间隔 (T)	192	256
h	图像数据块 (T)	1928	
I	EAV 持续期 (T)	4	
j	SAV 持续期 (T)	4	
k	数字行消隐 (T)	280	384
l	数字有效行 (T)	1920	
m	数字整行 (T)	2200	2304

注 1 — 符号 a 、 b 、 c 表示的模拟规范的参数值是指标称值。

注 2 — T 是亮度取样时钟的周期，或是亮度取样频率的倒数。

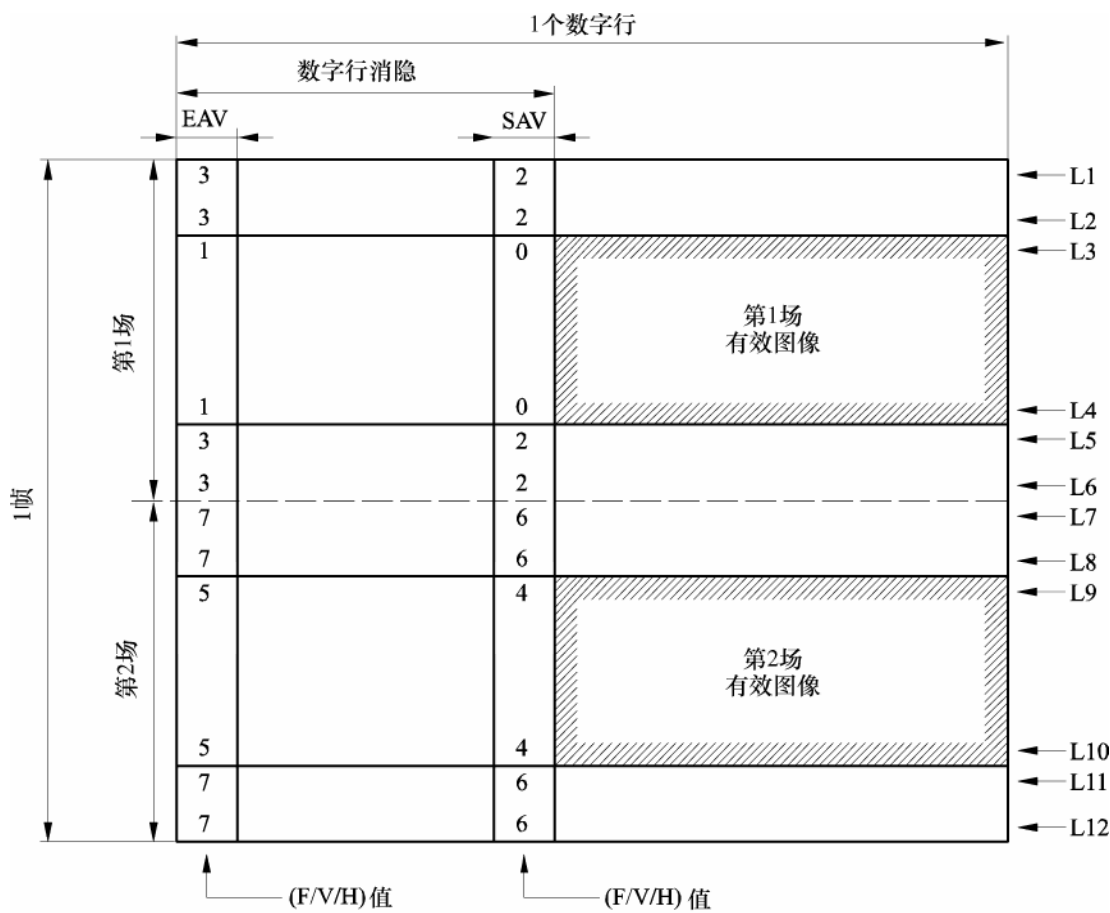
2.3 图像定时基准码 (SAV 和 EAV)

有两种定时基准码，一种在每个图像数据块的起始（有效图像起始，SAV），另一种在每个图像数据块的结束（有效图像结束，EAV）。如图 1 所示，这些码与图像数据是邻接的，并在场/帧消隐期间仍然存在。

每个定时基准码由 4 个字的序列组成，字内的比特分配给出于表 14。前 3 个字为固定前缀，第 4 个字运载的信息定义出场识别 (F)、场/帧消隐期 (V) 和行消隐期 (H)。在 8 比特系统中，只使用比特序号 9 至 2 的 8 个比特；然而，在 1250/50/2:1 系统中要求使用全部 10 比特。

比特 F 和 V 与数字行起始处的 EAV 同步地改变状态。

图 1
场定时关系



注 1 — EAV 和 SAV 中 (F/V/H) 的值反映 F、V 和 H 比特的状态；该值以 F、V、H 组成的 3 比特字用二—十进制记数 (BCD) 表示 (F 对应 MSB, H 对应 LSB)。例如，数值 3 代表的比特为 F=0, V=1 和 H=1。

1120-01

如表 15 所示，保护比特 P₀ 至 P₃ 的值取决于 F、V 和 H 的值。这种安排可以使接收器上能纠正 1 比特误码和检知 2 比特误码，不过如表 16 所示，这只是针对前 8 个高位比特。

表 3
场时间期定时规范

符 号	定 义	数字行号数	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
	有效行数	1035	1152
L1	第 1 场首行	1	
L2	第 1 数字场消隐末行	40	44
L3	第 1 场有效图像首行	41	45
L4	第 1 场有效图像末行	557	620
L5	第 2 数字场消隐首行	558	621
L6	第 1 场末行	563	625
L7	第 2 场首行	564	626
L8	第 2 数字场消隐末行	602	669
L9	第 2 场有效图像首行	603	670
L10	第 2 场有效图像末行	1120	1245
L11	第 1 数字场消隐首行	1121	1246
L12	第 2 场末行	1125	1250

注 1 — 第 1 数字场消隐指第 1 场中有效图像之前的场消隐期，第 2 数字场消隐指第 2 场中有效图像之前的场消隐期。

2.4 附属数据

见第 2 部分第 2.4 节。

2.5 消隐期数据字

见第 2 部分第 2.5 节。

3 比特并行接口

对于 1125/60/2:1 系统，表示图像信号的数字码字借助于 20 或 30 对屏蔽导线并行地传输。20 对导线应用于传输由亮度 Y 和时分复用的色差 C_B/C_R 分量组成的信号集合，30 对导线应用于传输 R 、 G 、 B 信号或是传输带有附加数据流（辅助信道）的 Y 、 C_B/C_R 分量。一对附加的屏蔽导线运载 74.25 MHz 的同步时钟。

对于 1250/50/2:1 系统，表示图像信号的数字码字借助于 20 对信号线并行地传输，每对线运载一个比特流，其中 10 对用于亮度数据，10 对用于时分复用的色差数据。20 对线也能运载附属数据。第 21 对线提供 36 MHz 同步时钟。

数据信号是以不归零码（NRZ）形式实时（无缓存）传输的。

3.1 时钟信号和时钟对数据的定时关系

1125/60/2:1 系统中，时钟信号用方波传输，如图 8 和表 4 中所示，时钟信号的正跳变发生在数据元宽度的中间点。

1250/50/2:1 系统中, 时钟信号用 1:1 占空比的 36 MHz 方波传输, 时钟信号的跳变沿与数据的跳变沿重合 (见图 2)。如图 2 和表 4 中所示, 时钟的逻辑高电平对应于出现 Y 和 C_B 数据样点, 逻辑低电平对应于出现 Y 和 C_R 数据样点。

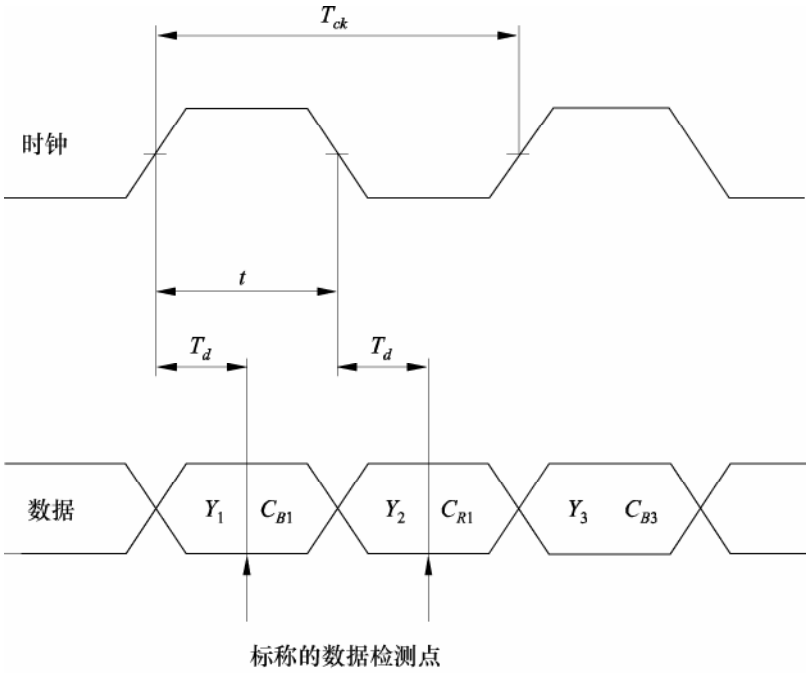
表 4
时钟信号规范

参 数	数 值	
	1125/60/2:1	1250/50/2:1
Y, R, G, B 信号的取样频率 (MHz)	74.25	72
时钟周期, T_{ck} 标称值 (ns)	$1/(2200 f_H)$ 13.468	$1/(1152 f_H)$ 27.778
时钟脉冲宽度, t 容差	$0.5 T_{ck}$ $\pm 0.11 T_{ck}$	$0.5 T_{ck}$ (标称值)
时钟抖动	$\pm 0.04 T_{ck}$ 内 指隔行系统的一场内和逐行系统的一帧内平均时间而言	± 0.5 ns 内
数据定时, T_d 容差	$0.5 T_{ck}$ $\pm 0.075 T_{ck}$	$0.25 T_{ck}$ (标称值)

注 1 — f_H 为行频。

注 2 — 表中为发送端 (信号源) 的规定值。

图 2
1250/50/2:1 系统中时钟对数据的定时关系



3.2 接口的电特性

传输 Y 和 C_B/C_R 分量的场合下，接口使用 21 个线路驱动器和 21 个线路接收器。每个线路驱动器为平衡输出，相应的线路接收器为平衡输入。1125/60/2:1 系统中，传输 R 、 G 、 B 分量或者传输带有附加数据流（辅助信道） Y 、 C_B/C_R 分量场合下，接口使用 31 个线路驱动器和 31 个线路接收器。

虽然不强制采用 ECL 技术，但 1125/60/2:1 系统中线路驱动器和接收器必须是 ECL10 k 兼容的；1250/50/2:1 系统中必须是 ECL100 k 兼容的；也即必须容许驱动器或接收器采用 ECL。

当随机信号产生如图 3 中眼图所示的状态时，接收器必须能正确地检知数据。

表 5
线路驱动器特性

序 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
1	输出阻抗 (Ω)	110, 最大	100, 最大
2	共模电压 ⁽¹⁾ (V)	$-1.29 \pm 15\%$	$-1.3 \pm 15\%$
3	信号幅度 ⁽²⁾ (V)	0.6 至 2.0 p-p	0.8 至 2.0 p-p
4	上升和下降时间 ⁽³⁾	$\leq 0.15 T_{ck}$	$< 3 \text{ ns}$
5	上升与下降时间之差	$\leq 0.075 T_{ck}$	$\leq 1.0 \text{ ns}$

注 1 — T_{ck} 为时钟周期（见表 4）。

⁽¹⁾ 相对于地测量。

⁽²⁾ 在具有假想电缆标称阻抗的电阻负载上测量，1125/60/2:1 中是 110 Ω ，1250/50/2:1 中是 100 Ω 。

⁽³⁾ 在具有假想电缆标称阻抗的电阻负载上测量 20% 至 80% 幅度点之间的时间。

表 6
线路驱动器特性

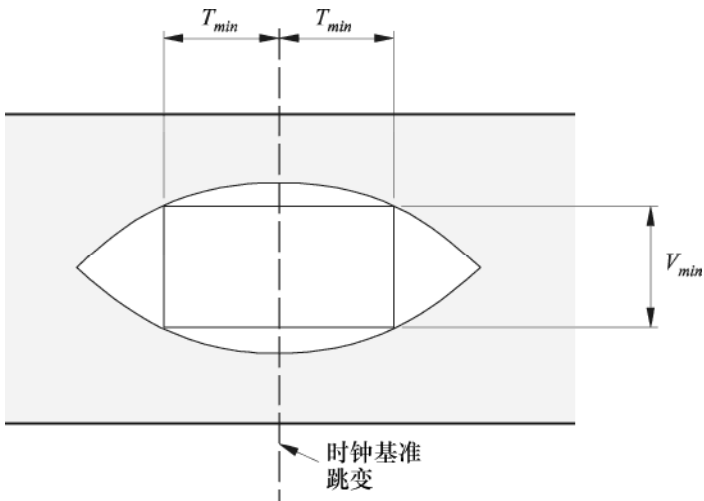
序 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
1	输入阻抗 (Ω)	$110 \pm 10\%$	$100 \pm 10\%$
2	最大输入信号电压 (V)	2.0 p-p	
3	最小输入信号电压 (mV)	185 p-p	
4	最大共模电压 ⁽¹⁾ (V)	± 0.3	± 0.5
5	延时差 T_{min} ⁽²⁾	$0.3 T_{ck}$	4.5 ns

注 1 — T_{ck} 为时钟周期（见表 4）。

⁽¹⁾ 包含从直流到行频 (f_H) 范围内的干扰。

⁽²⁾ 接收的时钟与数据之间的延时差在此范围内时（见图 3），必须能正确地检知数据。

图 3
对应于最小输入信号电平的理想眼图



注 1 — 1125/60/2:1 系统中，必须正确地检测数据的眼图窗口宽度中包括 $\pm 0.04 T$ 时钟抖动、 $\pm 0.075 T$ 数据定时和导线对之间的 $\pm 0.18 T$ 传播延时差。

1250/50/2:1 系统中，时钟抖动、数据定时和导线对之间传播延时差的总和不可超过 4.5 ns。



3.3 机械特性

3.3.1 插接件

接口使用多芯插接件，依靠电缆插头上的两个螺丝和设备插座上的两个螺杆锁住插接件。电缆插接件使用针尖插头，设备插接件使用针孔插座。插接件和电缆必须采用屏蔽。

1125/60/2:1 系统中，使用 93 芯插接件，接点安排如表 20 和 21 所示，插接件的机械规范如图 11、12 和 13 所示。

1250/50/2:1 系统中，使用 50 芯 D 型插接件，接点安排如表 7 和图 4 所示（作为参考，对于印刷电路板（PCB）接头建议的触点布置示于图 5）。

3.3.2 连接电缆

1125/60/2:1 系统中，根据传输信号集合（见表 21），可以使用 21 信道或 31 信道两种多芯电缆类型。电缆由双绞线对构成，每对双绞线有各自的屏蔽。另外，包含一个总屏蔽层。每对双绞线的标称特性阻抗为 110 Ω 。电缆最大长度达 20 m 时，它的特性应满足图 3 所示的眼图状态。

1125/60/2:1 系统中，使用 21 芯平衡导线对的电缆，每个导线对的标称特性阻抗为 100 Ω 。当使用高质量电缆时，电缆长度可达到 30 m。

表 7

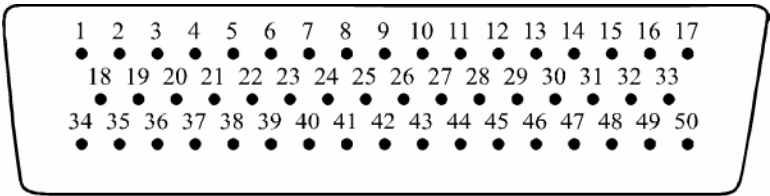
1250/50/2:1 中插接件接点安排

接 点	信 号 线	接 点	信 号 线	接 点	信 号 线
1	时钟 A (CKA)			34	时钟 B
2	地	18	地	35	地
3	数据 9A (D9A)	19	地	36	数据 9B
4	数据 8B	20	数据 8A	37	数据 7A
5	数据 6A	21	数据 7B	38	数据 6B
6	数据 5B	22	数据 5A	39	数据 4A
7	数据 3A	23	数据 4B	40	数据 3B
8	数据 2B	24	数据 2A	41	数据 1A
9	数据 0A	25	数据 1B	42	数据 0B
10	地	26	地	43	地
11	数据 19A	27	地	44	数据 19B
12	数据 18B	28	数据 18A	45	数据 17A
13	数据 16A	29	数据 17B	46	数据 16B
14	数据 15B	30	数据 15A	47	数据 14A
15	数据 13A	31	数据 14B	48	数据 13B
16	数据 12B	32	数据 12A	49	数据 11A
17	数据 10A	33	数据 11B	50	数据 10B

注 1 — 数据 9-数据 0 代表亮度信号 (Y) 的每位比特, 数据 19-数据 10 代表时分复用色差信号 (C_R/C_B) 的每位比特。后缀 19 至 0 表示比特号 (比特 19 为 C_R/C_B 的 MSB, 比特 9 为 Y 的 MSB)。A 和 B 分别对应于图 9 中的端子 A 和 B。

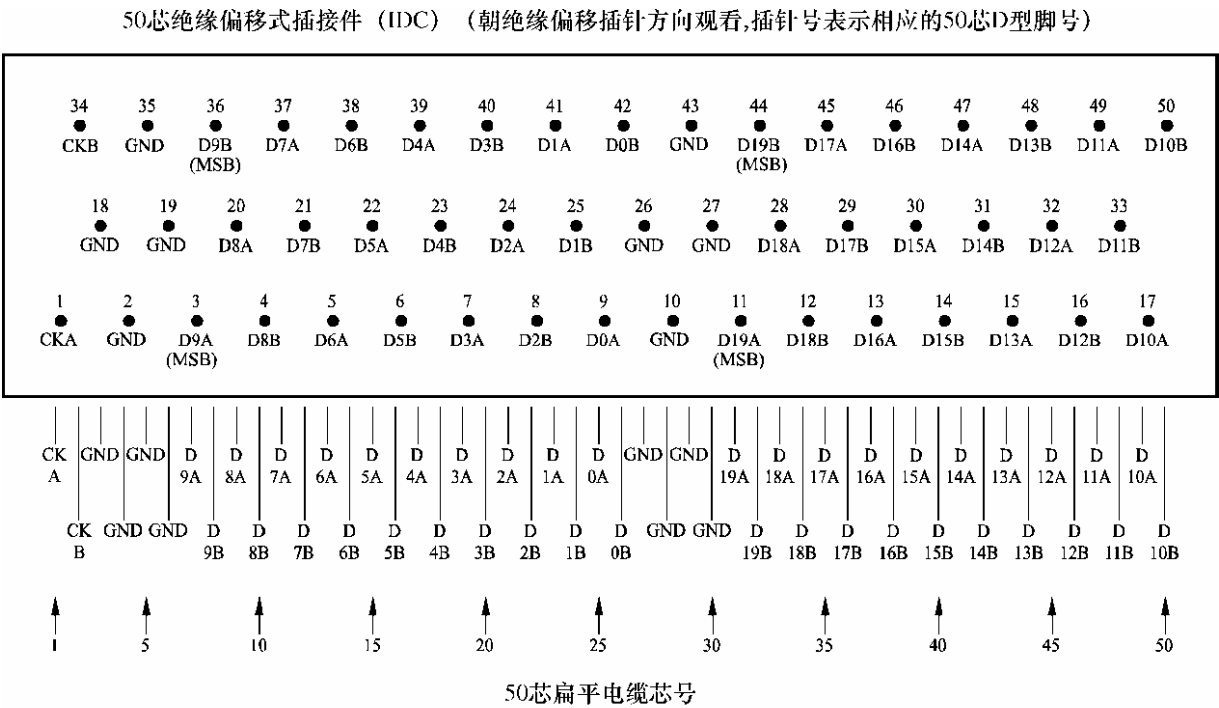
图 4

1250/50/2:1 中包容插针 (插脚) 的插接件插座啮合面



注1 — 垂直或水平安装时插接件的优选定向是接点1处于最上端。

图 5
1250/50/2:1 中对 PCB 接头建议的接点布置



1120-05

4 比特串行接口

4.1 数据格式

比特串行数据由图像数据、图像定时基准码、行号数数据、误码检测码、附属数据和消隐数据组成。每个数据字长为 10 比特，在串行化之前由并行数据表示。按照第 4.2 节使两个并行数据流（也即亮度数据 Y 和色差数据 C_B/C_R ）复用和串行比。

4.1.1 图像数据

图像数据应为 10 比特字，代表第 1 节中定义的图像系统的 Y、 C_B/C_R 信号。

4.1.2 图像定时基准码

图像定时基准码 SAV 和 EAV 的格式与第 2 节中定义的格式相同。

4.1.3 行号数数据

行号数数据由指明行号数的两个字组成。行号数数据的比特分配如表 22 所示。行号数数据的位置应紧接在 EAV 之后。

4.1.4 误码检测码

见第 2 部分第 4.1.4 节。

4.1.5 辅助数据

见第 2 部分第 4.1.5 节。

4.1.6 消隐数据

见第 2 部分第 4.1.6 节。

4.2 传输格式

见第 2 部分第 4.2 节。

4.2.1 字复用

两个并行数据流应按数据字逐字复用，形成单个 10 比特并行流，顺序为： C_B ， Y ， C_R ， Y ， C_B ， Y ， C_R ， $Y...$ （见图 14 和表 8）。

表 8
数据流定时规范（见图 14）

符 号	参 数	数 值	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
T	并行时钟周期（ns）	1000/74， 25	1000/72
T_s	复用的并行数据时钟周期	$T/2$	
m	并行数据流中的数字行	2200	2304
k	并行数据流中的数字行消隐	280	384
n	并行数据流中的附属数据或消隐数据	268	372
m_s	复用的并行数据流中的数字行	4400	4608
k_s	复用的并行数据流中的数字行消隐	560	768
n_s	复用的并行数据流中的附属数据或消隐数据	536	744

4.2.2 串行化

见第 2 部分第 4.2.2 节。

4.2.3 信道编码

见第 2 部分第 4.2.3 节。

4.2.4 串行时钟

表 9 中规定了串行时钟频率，是并行时钟频率（见表 4）的 20 倍。

表 9
串行时钟频率

参 数	数 值	
	1125/60/2:1	1250/50/2:1
串行时钟频率（GHz）	1.485	1.400

4.2.5 比特串行数字校验场

见第 2 部分第 4.2.5 节。

4.3 同轴电缆接口

见第 2 部分第 4.3 节。

4.3.1 线路驱动器特性（信源端）

见第 2 部分第 4.3.1 节。

4.3.2 线路接收器特性（目的端）

见第 2 部分第 4.3.2 节。

4.3.3 传输线特性

见第 2 部分第 4.3.3 节。

4.3.4 插接件

见第 2 部分第 4.3.4 节。

4.4 光纤接口

见第 2 部分第 4.4 节。

第 2 部分

符合 ITU-R BT.709 建议书第 2 部分的 HDTV 信号的接口

本部分规定了表 10 中所列系统的数字接口。在 60、30 和 24 Hz 系统中，也包括这些值除以 1.001 的图像频率，这些系统的参数值列于括号中。

表 10

基于 CIF 格式的 HDTV 系统（见 ITU-R BT.709 建议书第 2 部分）

系 统	采 集 (Hz)	传 送
60/P	60 逐行	逐行
30/P	30 逐行	逐行
30/PsF	30 逐行	帧分段
60/I	30 隔行	隔行
50/P	50 逐行	逐行
25/P	25 逐行	逐行
25/PsF	25 逐行	帧分段
50/I	25 隔行	隔行
24/P	24 逐行	逐行
24/PsF	24 逐行	帧分段

1 数字表示

1.1 编码特性

进行数字化的信号应符合 ITU-R BT.709 建议书第 2 部分中说明的特性。

1.2 数字信号的构成

信号 R 、 G 、 B 、 Y 、 C_R 和 C_B 的数字表示可以用下列关系式得到。在以 8 比特与 10 比特量化得到的数据之间，需进一步研究它们间的转换关系。

$$\begin{aligned} R_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_R + (16 \times D) + 0.5 \}] / D \\ G_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_G + (16 \times D) + 0.5 \}] / D \\ B_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_B + (16 \times D) + 0.5 \}] / D \\ Y_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_Y + (16 \times D) + 0.5 \}] / D \\ C_{Bd} &= [\text{Int} \{ (224 \times D) \times E'_{C_B} + (128 \times D) + 0.5 \}] / D \\ C_{Rd} &= [\text{Int} \{ (224 \times D) \times E'_{C_R} + (128 \times D) + 0.5 \}] / D \end{aligned}$$

其中，对应于 8 比特或 10 比特量化， D 分别取值 1 或 4； E'_G 、 E'_B 、 E'_R 、 E'_Y 是使模拟的 R 、 G 、 B 和 Y 信号归一化成 0.0 至 1.0 范围后的信号，而 E'_{C_R} 和 E'_{C_B} 是使模拟的色差信号归一化成 -0.5 至 +0.5 范围后的信号。

2 数字接口

接口在单个信号源与单个目的端之间提供单向连接。数据信号为二进制信息形式，相应地编码的信号有：

- 图像数据（8 比特或 10 比特字）；
- 定时基准和标识码（8 比特或 10 比特字）；
- 附属数据（见 ITU-R BT.1364 建议书）。

2.1 图像数据

通过 C_B 和 C_R 分量的时分复用， Y 、 C_B 和 C_R 都以 20 比特字进行处理。每个 20 比特字对应一个色差样点和一个亮度样点。复用的组织方法如下：

$$(C_{B1} \ Y_1) (C_{R1} \ Y_2) (C_{B3} \ Y_3) (C_{R3} \ Y_4) \dots$$

其中， Y_i 表示一行内第 i 个亮度有效样点， C_{Bi} 和 C_{Ri} 表示与 Y_i 样点同位置的 C_B 和 C_R 分量的色差样点。需要指出，由于色差信号的取样频率是亮度信号取样频率的一半，所以色差样点的序号“ i ”只取奇数值。

对应于数字量比级 0.00 至 0.75 和 255.00 至 255.75 的数据字保留用于数据标识目的，不得作为图像数据出现。

除了上述的对 Y 、 C_B 、 C_R 信号以 20 比特字进行处理外，对 R 、 G 、 B 信号是以 30 比特字进行处理的。

表 11
数字编码参数

序 号	参 数	系 统									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
1	编码信号 Y, C_B, C_R 或 R, G, B	这些信号来自伽玛预校正的信号，即来自 E'_Y, E'_{CB}, E'_{CR} 或 E'_R, E'_G, E'_B 。见 ITU-R BT.709 建议书第 2 部分									
2	样点结构 — R, G, B, Y	正交，逐行和逐帧重复									
3	样点结构 — C_B, C_R	正交，逐行和逐帧重复，两者相互重合，与 Y 样点隔点重合 ⁽¹⁾									
4	有效行数	1080									
5	取样频率 ⁽²⁾ (MHz) — R, G, B, Y	148.5 (148.5/1.001)	74.25 (74.25/1.001)			148.5	74.25			74.25 (74.25/1.001)	
	— C_B, C_R ⁽³⁾	74.25 (74.25/1.001)	37.125 (37.125/1.001)			74.25	37.125			37.125 (37.125/1.001)	
6	每行样点数目 — R, G, B, Y	2200				2640				2750	
	— C_B, C_R	1100				1320				1375	
7	每行有效样点数目 — R, G, B, Y	1920									
	— C_B, C_R	960									
8	第一个有效 Y, C_B, C_R 取样时刻 相对于模拟同步定时基准 O_H 的位置 ⁽⁴⁾ (见图 6)	192 T									

表 11（续）

序 号	参 数	系 统									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
9	编码格式	每样点 8 或 10 比特的每一个图像分量信号为均匀量化的 PCM 编码									
10	量化级分配 ⁽⁵⁾										
	— 图像数据	1.00 至 254.75									
	— 定时基准	0.00 和 255.75 ⁽⁶⁾									
11	量化级 ⁽⁷⁾										
	— 消隐电平 R, G, B, Y	16.00									
	— 消色电平 C_B, C_R	128.00									
	— 标称峰值										
	— R, G, B, Y	235.00									
	— C_B, C_R	16.00 和 240.00									
12	滤波器特性	见 ITU-R BT.709 建议书									

⁽¹⁾ 第一个有效色差样点与第一个 Y 样点位置重合。

⁽²⁾ 取样时钟必须与行频锁定。行频容差为±0.001%。

⁽³⁾ C_B, C_R 取样频率是亮度取样频率的一半。

⁽⁴⁾ T 是亮度取样时钟的周期，或是亮度取样频率的倒数。

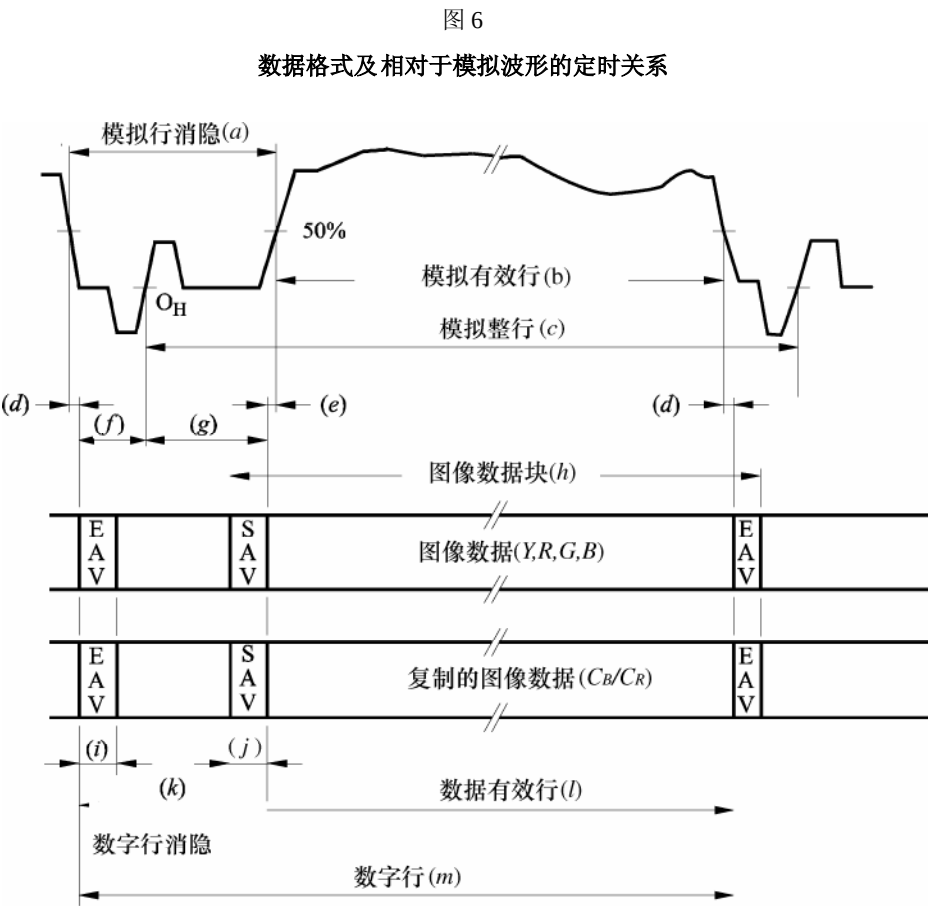
⁽⁵⁾ 在同时应用 8 比特和 10 比特系统时，为减少混淆，10 比特系统中的末两个低位比特读做两个小数点比特。8 比特系统中的量化级标度为 0 至 255，级差是 1，10 比特系统中的量化级标度为 0.00 至 255.75，级差是 0.25。8 比特字出现在 10 比特系统中时，对 8 比特字附加两个 0 值的低位比特。

⁽⁶⁾ 8 比特系统中，应用前 8 个高位比特。

⁽⁷⁾ 这些量化级指精确的标称图像电平。信号处理时有时会使信号电平偏离这些量化级的范围。

2.2 相对于模拟波形的图像定时关系

一个数字行占 m 个时钟周期，数字行开始于相应行中模拟同步信号的基准跳变 (O_H) 之前 f 个时钟周期处。数字有效行开始于基准跳变 (O_H) 之后 g 个时钟周期处。 m 、 f 和 g 的值列出于表 12 中，行时间期内详细的定时关系见图 6 和表 12。



1120-06

隔行系统和帧分段系统中，数字场/段的起始由数字行起始方面规定的位置予以确定。场/段时间期内的详细时间关系见图 7a) 和表 13a)。

逐行系统中，数字帧的起始由数字行起始方面规定的位置予以确定。帧时间期内的详细时间关系见图 7b) 和表 13b)。

2.3 图像定时基准码 SAV 和 EAV

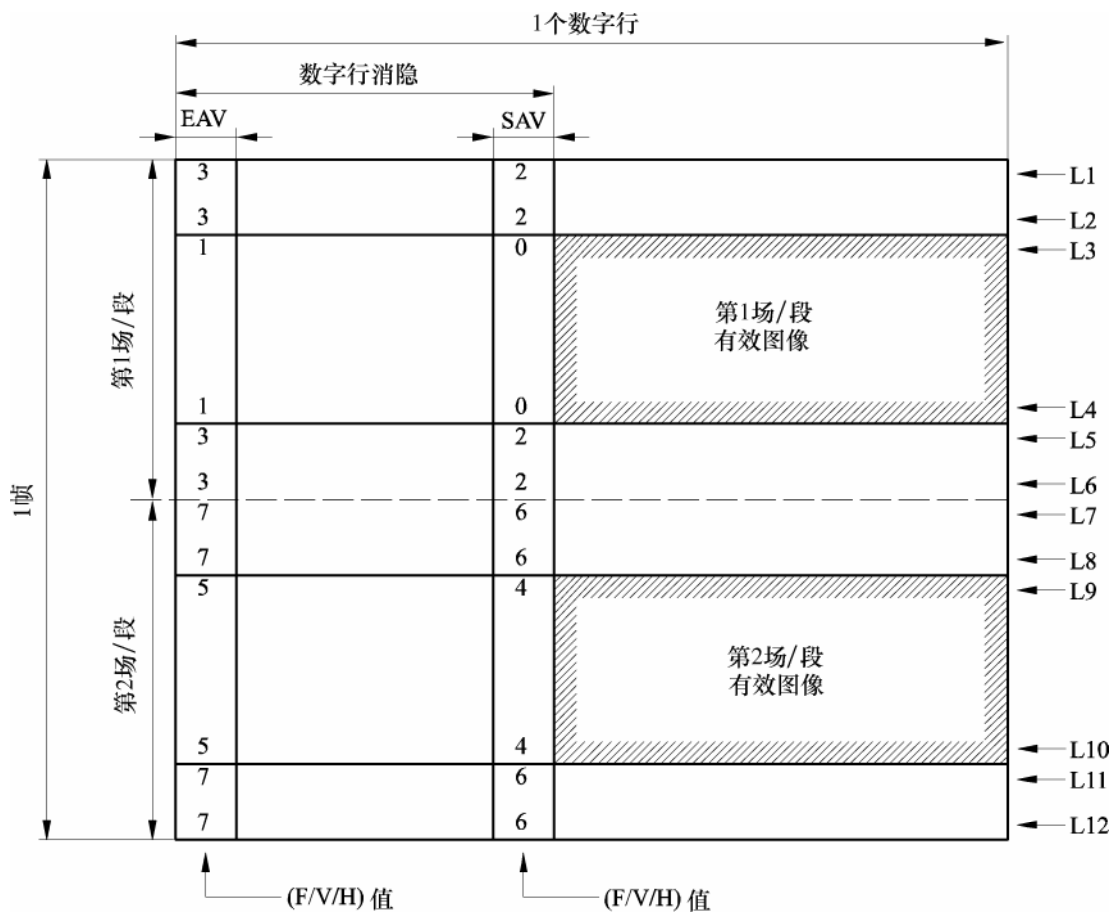
有两种定时基准码，一种在每个图像数据块的起始 (SAV)，另一种在每个图像数据块的结束 (EAV)。如图 7 中所示，这些码与图像数据是邻接的，并在场/帧/段消隐期间仍然存在。

表 12
行时间期定时规范

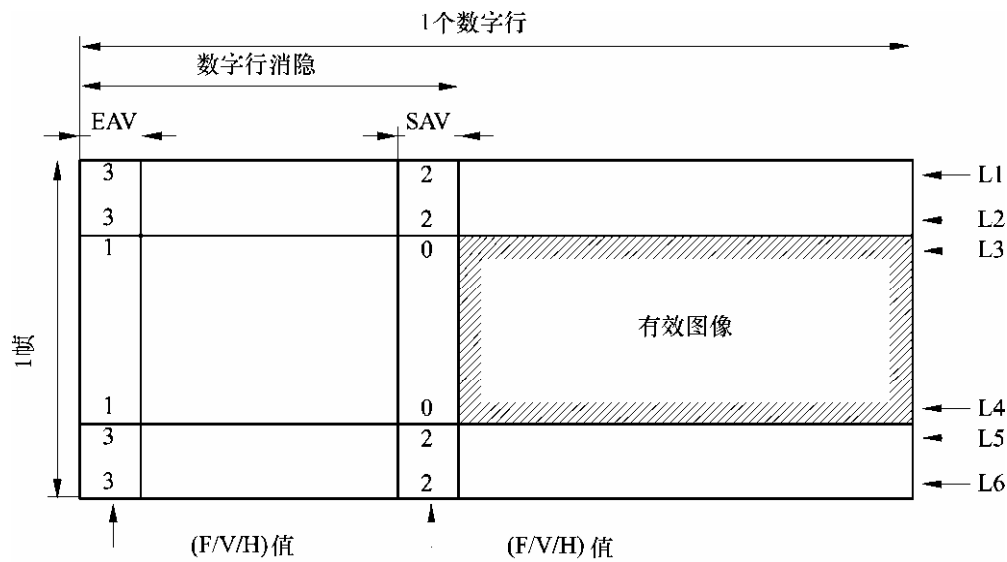
符 号	参 数	数 值									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
	每行有效 Y 样点数目	1920									
	亮度取样频率（MHz）	148.5 (148.5/ 1.001)	74.25（74.25/1.001）			148.5	74.25			74.25（74.25/1.001）	
<i>a</i>	模拟行消隐（ <i>T</i> ）	+12			+12			+12			
		280			280			280			
		−0			−0			−0			
<i>b</i>	模拟有效行（ <i>T</i> ）	+0									
		1920									
		−12									
<i>c</i>	模拟有效行（ <i>T</i> ）	2200				2640				2750	
<i>d</i>	模拟有效图像结束与 EAV 起始之间的间隔（ <i>T</i> ）	0-6									
<i>e</i>	SAV 结束与模拟有效图像起始之间的间隔（ <i>T</i> ）	0-6									
<i>f</i>	EAV 起始与模拟定时基准（O _H ）之间的间隔（ <i>T</i> ）	88				528				638	
<i>g</i>	模拟定时基准（O _H ）与 SAV 结束之间的间隔（ <i>T</i> ）	192									
<i>h</i>	图像数据块（ <i>T</i> ）	1928									
<i>i</i>	EAV 持续期（ <i>T</i> ）	4									
<i>j</i>	SAV 持续期（ <i>T</i> ）	4									
<i>k</i>	数字行消隐（ <i>T</i> ）	280				720				830	
<i>l</i>	数字有效行（ <i>T</i> ）	1920									
<i>m</i>	数字整行（ <i>T</i> ）	2200				2640				2750	

注 1 — 符号 *a*、*b*、*c* 表示的模拟规范的参数值是指标称值。
注 2 — *T* 是亮度取样时钟的周期，或是亮度取样频率的倒数。

图 7
图像定时基准码 SAV 和 EAV



a) 隔行系统和帧分段系统中的场/段定时关系



b) 逐行系统中的帧定时关系

注 1 — EAV 和 SAV 中 (F/V/H) 的值反映 F、V 和 H 比特的状态；该值以 F、V、H 组成的 3 比特字用二—十进制记数 (BCD) 表示 (F 对应 MSB, H 对应 LSB)。例如, 数值 3 代表的比特为 F=0、V=1 和 H=1。

每个定时基准码由 4 个字的序列组成，字内的比特分配在表 14 中给出。前 3 个字为固定前缀，第 4 个字运载的信息定义出场识别（F）、场/帧消隐期（V）和行消隐期（H）。8 比特系统中，只使用比特序号 9 至 2 的 8 个比特。

比特 F 和 V 与数字行起始处的 EAV 同步地改变状态。

如表 15 所示，保护比特 P_0 至 P_3 的值取决于 F、V 和 H 的值。这种安排可以使接收器上能纠正 1 比特误码和检知 2 比特误码，不过如表 16 所示，这只是针对前 8 个高位比特。

表 13

a) 隔行和帧分段扫描系统中的场/段时间期定时规范

符 号	定 义	数字行号数
	有效行数目	1080
L1	第 1 场/段首行	1
L2	第 1 数字场/段消隐末行	20
L3	第 1 场/段有效图像首行	21
L4	第 1 场/段有效图像末行	560
L5	第 2 数字场/段消隐首行	561
L6	第 1 场/段末行	563
L7	第 2 场/段首行	564
L8	第 2 数字场/段消隐末行	583
L9	第 2 场/段有效图像首行	584
L10	第 2 场/段有效图像末行	1123
L11	第 1 数字场/段消隐首行	1124
L12	第 2 场/段末行	1125

注 1 — 第 1 数字场/段消隐是指第 1 场/段中有效图像之前的场/段消隐期，第 2 数字场/段消隐是指第 2 场/段中有效图像之前的场/段消隐期。

b) 逐行扫描系统中的帧时间期定时规范

符 号	定 义	数字行号数
	有效行数目	1080
L1	一帧的首行	1
L2	数字帧消隐末行	41
L3	有效图像首行	42
L4	有效图像末行	1121
L5	数字帧消隐首行	1122
L6	一帧的末行	1125

表 14
图像定时基准码的比特分配

字 序	比 特 号									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
第 1 字	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
第 2 字	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第 3 字	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第 4 字	1	F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀	0	0
隔行和帧 分段系统	F=1, 第 2 场/段期间 =0, 第 1 场/段期间			V=1, 场/段消隐期间 =0, 其他时间				H=1, EAV 内 =0, SAV 内		
逐行系统	F=0			V=1, 帧消隐期间 =0, 其他时间				H=1, EAV 内 =0, SAV 内		

注 1 — 第 4 字中的 P₀、P₁、P₂、P₃ 为保护比特（见表 15）。

表 15
SAV 和 EAV 的保护比特

	SAV/EAV 比特状态		保护比特						
比特 (固定)	8 (F)	7 (V)	6 (H)	5 (P ₃)	4 (P ₂)	3 (P ₁)	2 (P ₀)	1 (固定)	0 (固定)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0

表 16

应用保护比特 (P_3 - P_0) 纠正误码

P_3 - P_0 的接收比特 5-2	F、V、H 的接收比特 8-6							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	000	000	000	—	000	—	—	111
0001	000	—	—	111	—	111	111	111
0010	000	—	—	011	—	101	—	—
0011	—	—	010	—	100	—	—	111
0100	000	—	—	011	—	—	110	—
0101	—	001	—	—	100	—	—	111
0110	—	011	011	011	100	—	—	011
0111	100	—	—	011	100	100	100	—
1000	000	—	—	—	—	101	110	—
1001	—	001	010	—	—	—	—	111
1010	—	101	010	—	101	101	—	101
1011	010	—	010	010	—	101	010	—
1100	—	001	110	—	110	—	110	110
1101	001	001	—	001	—	001	110	—
1110	—	—	—	011	—	101	110	—
1111	—	001	010	—	100	—	—	—

注 1 — 所应用的误码纠正提供 DEDSEC (2 比特误码检知, 1 比特误码纠正) 能力。如果检知表中用 “—” 表示的接收比特, 指明发生了一个不能纠正的误码。

2.4 附属数据

依照本建议书, 附属数据可任选地包括在数字接口的场消隐中。附属数据应符合 ITU-R BT.1364 建议书的总则。

EAV 终端和 SAV 始端之间的水平消隐间隔可被应用于传送附属数据包。

附属数据包可在 SAV 终端和 EAV 始端之间的垂直消隐间隔传送, 如下:

- 在连续系统中, 在线路 7 到 41 (包括线路 41) 期间;
- 在隔行系统中, 在线路 7 到 20 (包括线路 20) 期间和线路 569 到 583 (包括线路 583) 期间;

- 在任何如下的线路上,如上述标注的图像的垂直范围之外的线路以及不用来传送垂直消隐间隔信号的线路,这里的垂直消隐间隔信号可通过直接(D/A)转换在模拟域中表述(如数字垂直间隔时间编码(D-VITC))。

2.5 消隐期数据字

数字消隐期间不应用于定时基准码(SAV和EAV)或者不应用于附属数据(ANC)的数据字根据复用数据流中的合适位置,在这些位置上填充以对应于下列消隐电平的字:

- 16.00 对于Y、R、G、B信号;
- 128.00 对于 C_B/C_R (时分复用的色差信号)。

3 比特并行接口

描述图像信号的数字码字各比特通过20或30对屏蔽导线并行地传输。20对导线应用于传输由亮度Y和时分复用的色差 C_B/C_R 分量组成的信号集合,30对导线应用于传输R、G、B信号或是传输带有一个附加数据流(辅助信道)的Y、 C_B/C_R 分量。一对附加的屏蔽导线运载148.5 MHz(或148.5/1.001 MHz)的同步时钟用于60/P和50/P系统,运载74.25 MHz(或74.25/1.001 MHz)的同步时钟用于其他系统。

数据信号以NRZ码形式实时(无缓存)地传输。

3.1 时钟信号和时钟对数据的定时关系

时钟信号用方波传输,如图8和表17中所示,时钟信号的正跳变发生在数据元宽度的中间点。

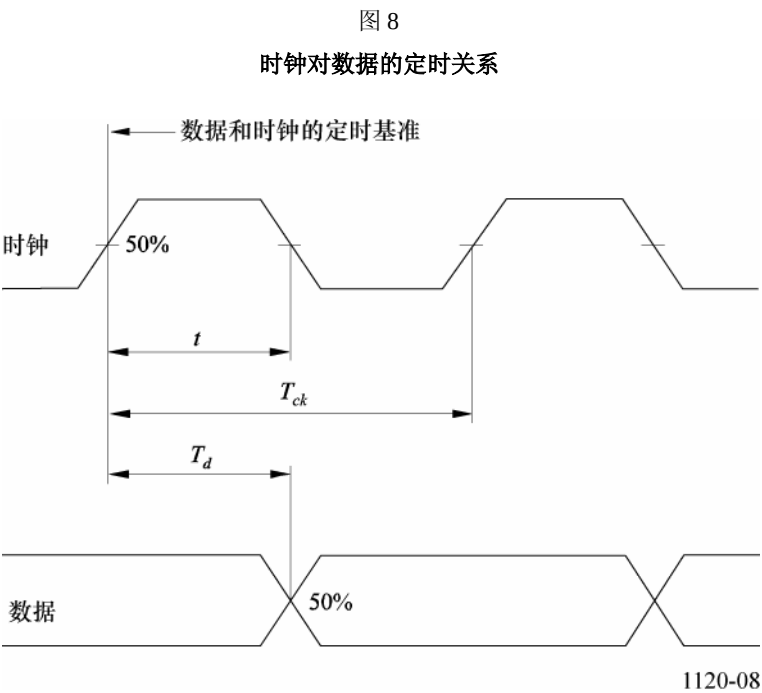


表 17
时钟信号规范

参 数	数 值									
	60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
Y、R、G、B 信号的取样频率（MHz）	148.5 （148.5/1.001）	74.25 （74.25/1.001）			148.5	74.25			74.25 （74.25/1.001）	
时钟周期， T_{ck}	1/（2200 f_H ）				1/（2640 f_H ）				1/（2750 f_H ）	
标称值（ns）	6.734 （6.741）	13.468 （13.481）			6.734	13.468			13.468 （13.481）	
时钟脉冲宽度， t	0.5 T_{ck}									
容差	$\pm 0.11 T_{ck}$									
时钟抖动	$\pm 0.04 T_{ck}$ 内 指隔行系统中的一个场/段内和逐行系统中的一帧内平均时间而言									
数据定时， T_d	0.5 T_{ck}									
容差	$\pm 0.075 T_{ck}$									

注 1 — f_H 为行频。

注 2 — 表中为发送端（信号源）的规定值。

3.2 接口的电特性

传输 Y 和 C_B/C_R 分量时，接口使用 21 个线路驱动器和 21 个线路接收器。每个线路驱动器为平衡输出，相应的线路接收器为平衡输入。传输 R 、 G 、 B 分量或是传输带有附加数据流（辅助信道）的 Y 、 C_B/C_R 信号时，接口使用 31 个线路驱动器和 31 个线路接收器。

虽然，不强制采用 ECL 技术，但对于应用 74.25 MHz（或 74.25/1.001MHz）同步时钟的系统必须是 ECL 10k 兼容的，也就是，必须容许驱动器或接收器采用 ECL。

当随机信号产生如图 10 中眼图所示的状态时，接收器必须能正确地检知数据。

表 18
线路驱动器特性

序 号	参 数	数 值
1	输出阻抗 (Ω)	110, 最大
2	共模电压 ⁽¹⁾ (V)	$-1.29 \pm 15\%$
3	信号幅度 ⁽²⁾ (V)	0.6 至 2.0 p-p
4	上升和下降时间 ⁽³⁾	$\leq 0.15 T_{ck}$
5	上升与下降时间之差	$\leq 0.075 T_{ck}$

注 1 — T_{ck} 为时钟周期（见表 17）。

⁽¹⁾ 相对于地测量。

⁽²⁾ 在具有假想电缆标称阻抗的电阻负载上测量，电阻负载为 110 Ω 。

⁽³⁾ 在具有假想电缆标称阻抗的电阻负载上测量 20%至 80%幅度点之间的时间。

表 19
线路接收器特性

序 号	参 数	数 值
1	输出阻抗 (Ω)	110 ± 10
2	最大输入信号电压 (V)	2.0 p-p
3	最小输入信号电压 (mV)	185 p-p
4	最大共模电压 ⁽¹⁾ (V)	± 0.3
5	延时差 T_{min} ⁽²⁾	$0.3 T_{ck}$

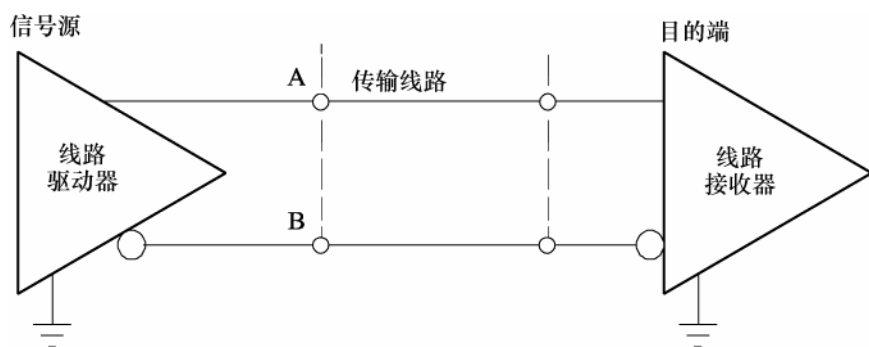
注 1 — T_{ck} 为时钟周期（见表 17）。

⁽¹⁾ 包含从直流到行频 (f_H) 范围内的干扰。

⁽²⁾ 接收的时钟与数据之间的延时差在此范围内时（见图 10），必须能正确地检知数据。

图 9

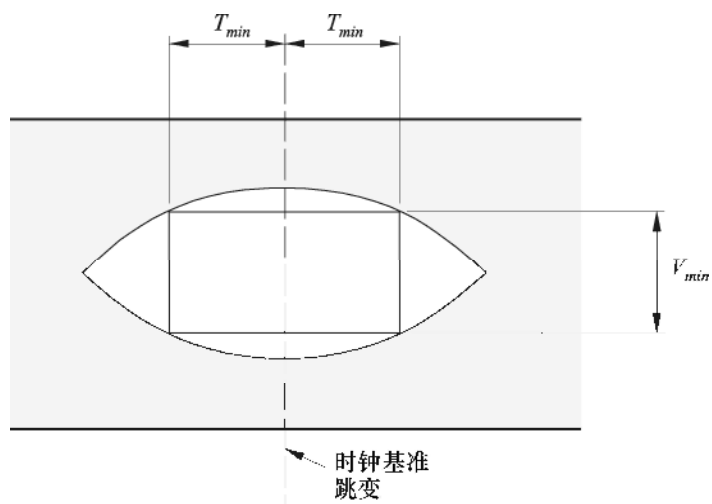
线路驱动器与线路接收器间的连接



1120-09

图 10

对应于最小输入信号电平的理想眼图



注 1 — 数据必须得到正确检测的眼图窗口宽度中包括 $\pm 0.4 T$ 时钟抖动、 $\pm 0.075 T$ 数据定时和 $\pm 0.18 T$ 导线对之间的传播延时差。

1120-10

3.3 机械特性（见注 1）

3.3.1 插接件

接口使用多芯插接件，依靠电缆插头上的两个螺丝和设备插座上的两个螺杆锁住插接件。电缆插接件使用针尖插头，设备插接件使用针孔插座。插接件和电缆必须采用屏蔽。

使用 93 芯插接件，接点安排如表 20 和 21 所示，插接件的机械规范如图 11、12 和 13 所示。

注 1 — 新的设计上，优选采用第 4 节中说明的比特串行接口。

表 20
插接件接点安排

接点	信号线	接点	信号线	接点	信号线	接点	信号线	接点	信号线	接点	信号线
1	时钟 A	17	GND	33	时钟 B						
2	XD 9A	18	GND	34	XD 9B	49	YD 4A	64	GND	79	YD 4B
3	XD 8A	19	GND	35	XD 8B	50	YD 3A	65	GND	80	YD 3B
4	XD 7A	20	GND	36	XD 7B	51	YD 2A	66	GND	81	YD 2B
5	XD 6A	21	GND	37	XD 6B	52	YD 1A	67	GND	82	YD 1B
6	XD 5A	22	GND	38	XD 5B	53	YD 0A	68	GND	83	YD 0B
7	XD 4A	23	GND	39	XD 4B	54	ZD 9A	69	GND	84	ZD 9B
8	XD 3A	24	GND	40	XD 3B	55	ZD 8A	70	GND	85	ZD 8B
9	XD 2A	25	GND	41	XD 2B	56	ZD 7A	71	GND	86	ZD 7B
10	XD 1A	26	GND	42	XD 1B	57	ZD 6A	72	GND	87	ZD 6B
11	XD 0A	27	GND	43	XD 0B	58	ZD 5A	73	GND	88	ZD 5B
12	YD 9A	28	GND	44	YD 9B	59	ZD 4A	74	GND	89	ZD 4B
13	YD 8A	29	GND	45	YD 8B	60	ZD 3A	75	GND	90	ZD 3B
14	YD 7A	30	GND	46	YD 7B	61	ZD 2A	76	GND	91	ZD 2B
15	YD 6A	31	GND	47	YD 6B	62	ZD 1A	77	GND	92	ZD 1B
16	YD 5A	32	GND	48	YD 5B	63	ZD 0A	78	GND	93	ZD 0B

注 1 — XD 9-XD 0、YD 9-YD 0 和 ZD 9-ZD 0 表示分量信号的每个比特。后缀 9 至 0 表明比特位（比特 9 为 MSB）。A 和 B 分别对应于图 9 中的端子 A 和 B。XD、YD、ZD 与分量信号间的关系在表 21 中规定。

注 2 — 每对线的屏蔽使用的接地接点（GND）处于该信号用的 A 与 B 接点之间，例如，第 17 接点用于时钟信号的屏蔽。电缆的总体屏蔽是通过对插接件外壳的电连接实现的，插接件外壳连接到设备的机架地上。

3.3.2 连接电缆

按照传输信号集（见表 21），可以使用第 21 通道或 31 通道两种类型的多通道电缆。电缆由双绞线对组成，每对双绞线有各自的屏蔽。另外，有一个整体屏蔽。每对双绞线的标称特性阻抗为 110 Ω。应用 74.25 MHz（或 74.25/1.001 MHz）同步时钟的系统中，最大电缆长度达 20 m 时，它的特性应满足图 10 中示明的眼图状态，应用 148.5 MHz（或 148.5/1.001 MHz）的系统中，最大电缆长度相应地为 14 m。

表 21
传输信号集和信号线分配

传输信号集	分量	信号线分配		电 缆
		10 比特系统	8 比特系统	
$Y, C_R/C_B$	Y	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	21 对线
	C_R/C_B	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	
带辅助信道的 $Y, C_R/C_B$	Y	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	31 对线
	C_R/C_B	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	
	辅助信道	YD 9-YD 0	YD 9-YD 2	
R, G, B	G	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	
	B	YD 9-YD 0	YD 9-YD 2	
	R	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	

图 11
93 针多针插接件（插头）

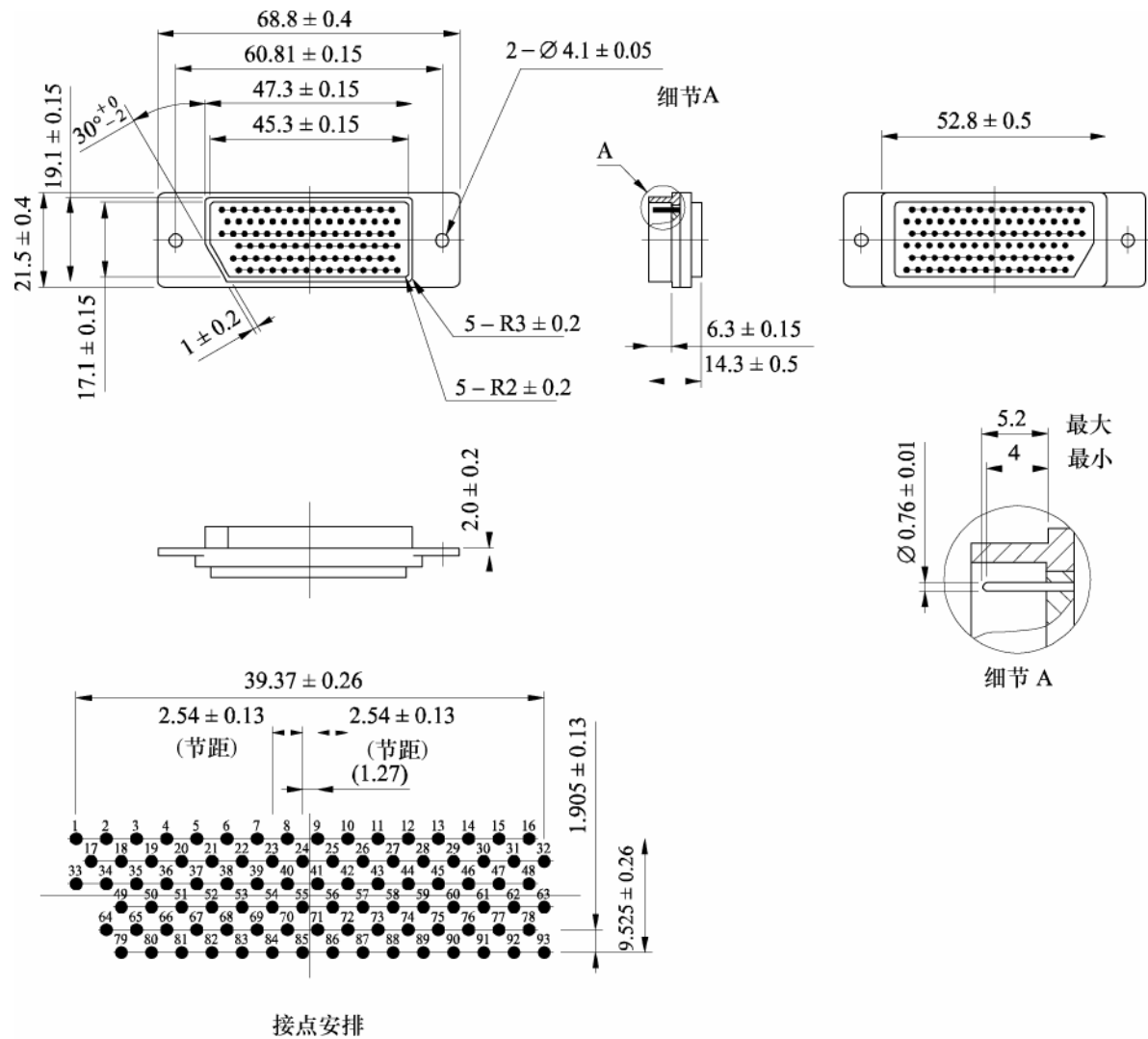


图 12

93 针多针插接件 (插座)

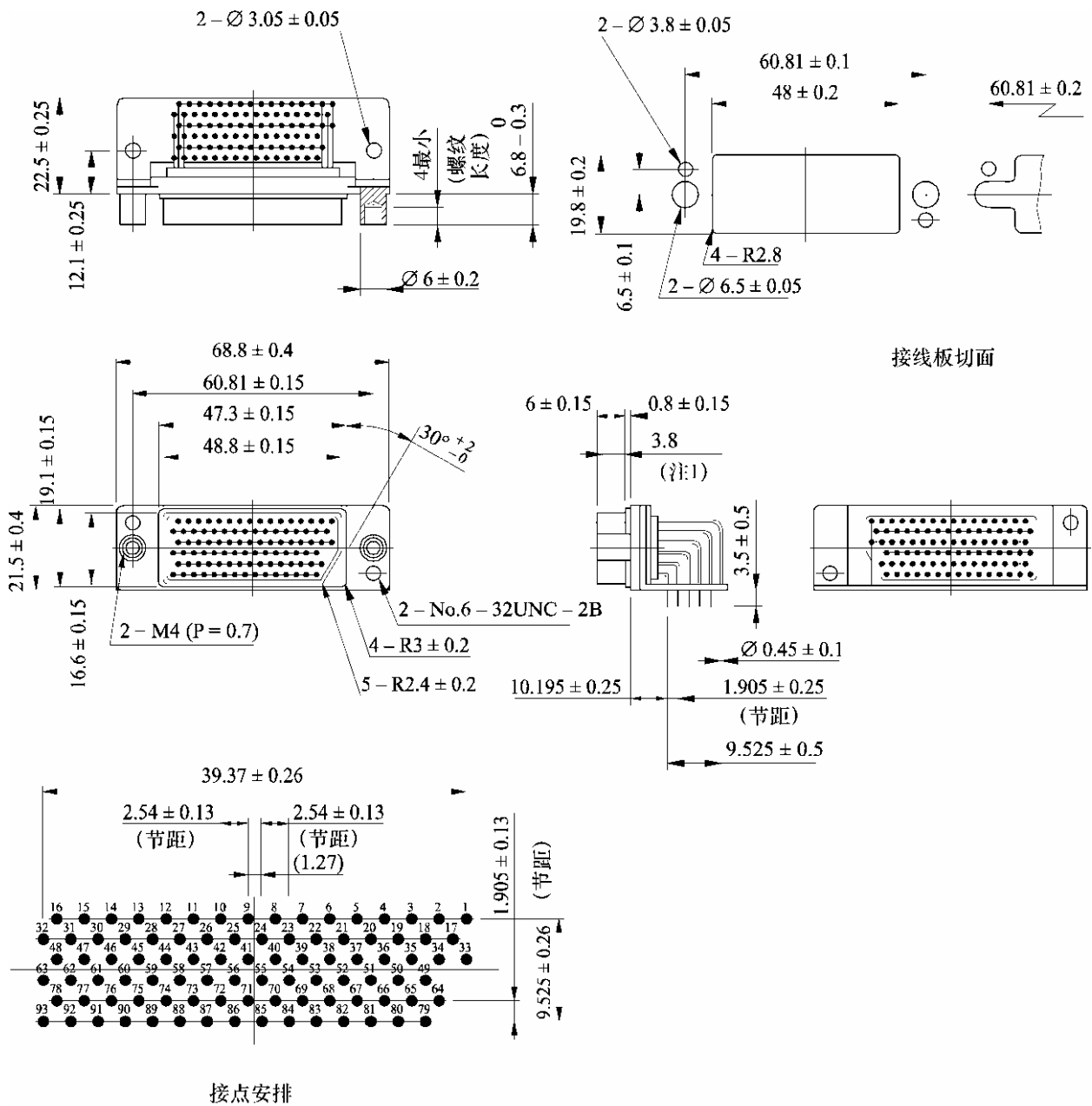
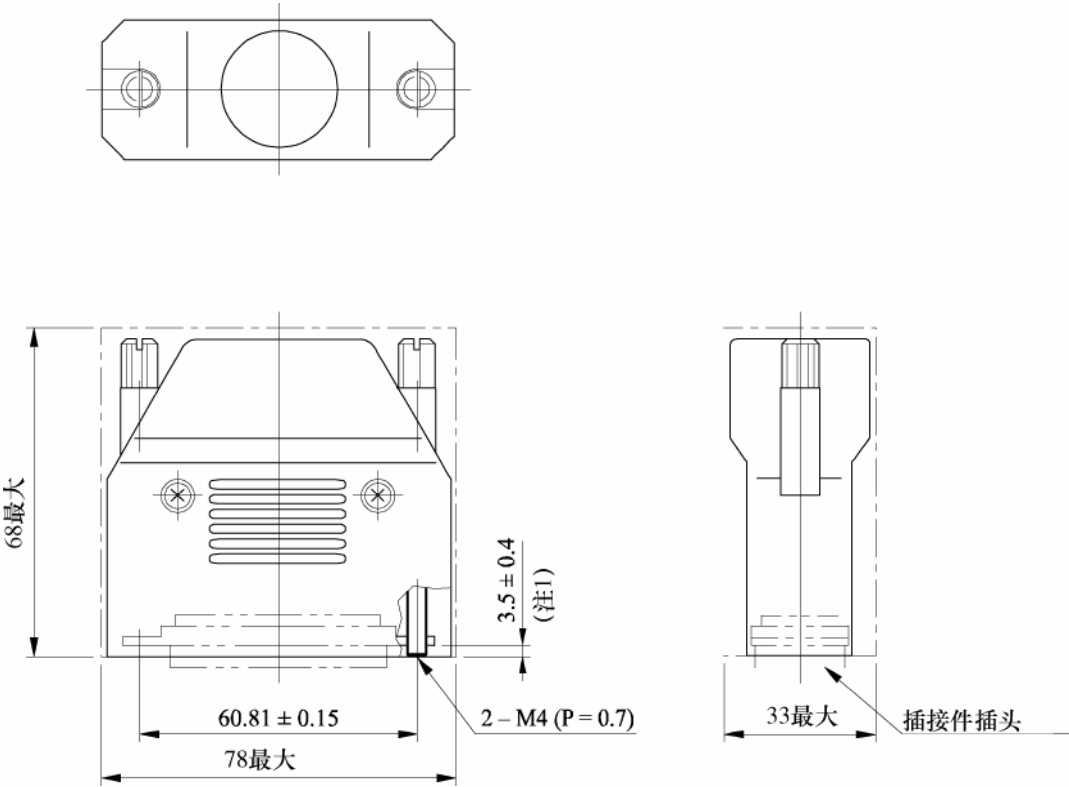


图 13
93 针多针插接件（外壳）



注 1 — 插接件插头上的螺丝凸出量。
注 2 — 适用外径：17.5 最小至 19.3 最大和 21.1 最小至 23.2 最大。

1120-13

4 比特串行接口

4.1 数据格式

比特串行数据由图像数据、图像定时基准码、行号数数据、误码检测码、辅助数据和消隐数据组成。每个数据为 10 比特字长，在串行化之前表示成并行数据。按照第 4.2 节使两个并行数据流（也即亮度数据 Y 和色差数据 C_B/C_R ）复用和串行化。

4.1.1 图像数据

图像数据应为 10 比特字，代表第 1 节中定义的图像系统的 Y 、 C_B/C_R 信号。

4.1.2 图像定时基准码

图像定时基准码 SAV 和 EAV 的格式与第 2 节中定义的格式相同。

4.1.3 行号数数据

行号数数据由指明行号数的两个字组成。行号数数据的比特分配如表 22 所示。行号数数据的位置应紧接在 EAV 之后。

表 22
行号数数据的比特分配

字	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
LN0	b8 反码	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	R	R
LN1	b8 反码	R	R	R	L10	L9	L8	L7	R	R

L0 (LSB) -L10 (MSB)：二进制码的行号数。

R：保留（置0）。

4.1.4 误码检测码

误码检测码为循环冗余校验码（CRCC），用以检测有效数字行、EAV 和行号数数据中的误码，它由两个字组成，决定于下列多项式发生器式子：

$$EDC(x)=x^{18}+x^5+x^4+1$$

校验码的初始值置 0，计算起始于数字有效行的第一个字，结束于行号数数据的末一个字。计算两个误码检测码，一个用于亮度数据（YCR），一个用于色差数据（CCR）。误码检测码的比特分配如表 23 所示。误码检测码的位置应紧接在行号数数据之后。

表 23
误码检测码的比特分配

字	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
YCR0	b8 反码	CRCC8	CRCC7	CRCC6	CRCC5	CRCC4	CRCC3	CRCC2	CRCC1	CRCC0
YCR1	b8 反码	CRCC17	CRCC16	CRCC15	CRCC14	CRCC13	CRCC12	CRCC11	CRCC10	CRCC9
CCR0	b8 反码	CRCC8	CRCC7	CRCC6	CRCC5	CRCC4	CRCC3	CRCC2	CRCC1	CRCC0
CCR1	b8 反码	CRCC17	CRCC16	CRCC15	CRCC14	CRCC13	CRCC12	CRCC11	CRCC10	CRCC9

注 1 — CRC0 是误码检测码的 MSB。

4.1.5 附属数据

附属数据应符合 ITU-R BT.1364 建议书的总则。

4.1.6 消隐数据

数字消隐时间期内未应用于 SAV、EAV、行号数数据、误码检测码和辅助数据的消隐数据字，应填充以对应于下列量化级的 10 比特字：

- 16.00 用于 Y 数据；
- 128.00 用于 C_B/C_R 数据。

4.2 传输格式

在数据字复用、并行—串行变换和加扰之后，两个并行数据流通过单个通道以比特串行形式传输。

4.2.1 数据字复用

两个并行数据流应当以 C_B 、Y、 C_R 、Y、 C_B 、Y、 C_R 、Y... 的顺序逐字地复用成单路 10 比特并行数据流（见图 14 和表 25）。

4.2.2 串行化

字复用的并行流中 10 比特字的 LSB 位应当在比特串行格式中首先传输。

4.2.3 信道编码

信道编码方法应当是 NRZ 码加扰后的反转码（NRZI）。串行比特流应使用下列多项式发生器式子进行加扰：

$$G(x)=(x^9+x^4+1)(x+1)$$

加扰器的输入信号应为正逻辑。（高电平代表数据 1，低电平代表数据 0。）

4.2.4 串行时钟

表 24 中规定出串行时钟频率，是并行时钟频率（见表 17）的 20 倍。

表 24
串行时钟频率

参 数	数 值									
	60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
串行时钟频率 (GHz)	1.485，对于 双链路操作 2.97，对于单 链路操作 (2.97/1.001)	1.485 (1.485/1.001)			1.485，对于 双链路操作 2.97，对于单 链路操作 (2.97/1.001)	1.485			1.485 (1.485/1.001)	

4.2.5 比特串行数字校验场

用于测试电缆均衡和锁相环路（PLL）锁定的数字测试信号在附件 1 中说明。

图 14
数据流

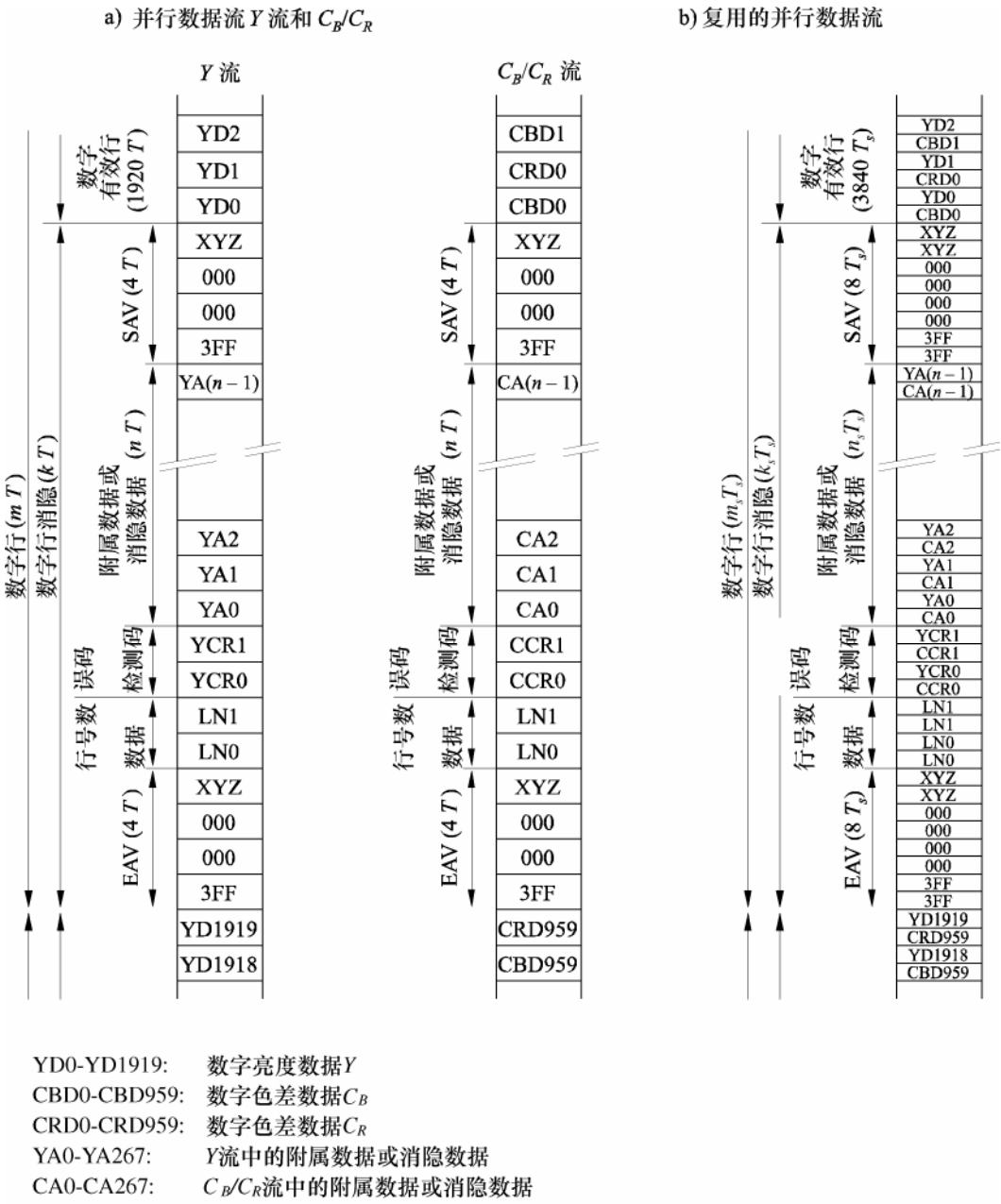


表 25

数据流定时规范（见图 14）

符 号	参 数	数 值									
		60/P ⁽¹⁾	30/P	30/PsF	60/I	50/P ⁽¹⁾	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
T	并行时钟周期（ns）	1000/148.5 (1001/148.5)	1000/74.25 (1001/74.25)			1000/148.5	1000/74.25			1000/74.25 (1001/74.25)	
T_s	复用的并行数据时钟周期	$T/2$									
m	并行数据流中的数字行	2200				2640				2750	
k	并行数据流中的数字行消隐	280				720				830	
n	并行数据流中的附属数据或消隐数据	268				708				728	
m_s	复用的并行数据流中的数字行	4400				5280				5500	
k_s	复用的并行数据流中的数字行消隐	560				1440				1660	
n_s	复用的并行数据流中的附属数据或消隐数据	536				1416				1456	

⁽¹⁾ 这类系统的参数值在研究中。

4.3 同轴电缆接口

在点到点的连接中，同轴电缆接口由一个信号源和一个目的端构成。同轴电缆接口规定出线路驱动器（信号源）、线路接收器（目的端）、传输线和插接件的特性。

4.3.1 线路驱动器特性（信号源）

表 26 中列出线路驱动器特性。线路驱动器应有不平衡输出电路。

表 26
线路驱动器特性

序 号	参 数	数 值
1	输出阻抗	75 Ω，标称值
2	直流偏置 ⁽¹⁾	0.0 V±0.5 V
3	信号幅度 ⁽²⁾	800 mV _{p-p} ±10%
4	回波损耗	≥15 dB ⁽³⁾ ，≥10 dB ⁽⁴⁾
5	上升和下降时间 ⁽⁵⁾	<270 ps（20%至 80%）
6	上升与下降时间之差	≤100 ps
7	输出抖动 ⁽⁶⁾	$f_1=10\text{ Hz}$ $f_3=100\text{ kHz}$ $f_4=1/10\text{ 时钟频率}$ $A1=1\text{ UI}$ （UI：单位时间间隔） $A2=0.2\text{ UI}$

⁽¹⁾ 由信号幅度的中间点定义。

⁽²⁾ 通过 1 m 同轴电缆在连接的一个 75 Ω 电阻负载上测量。

⁽³⁾ 在 5 MHz 至 $f_c/2$ 频率范围内（ f_c 为串行时钟频率）。

⁽⁴⁾ 在 $f_d/2$ 至 f_c 频率范围内。

⁽⁵⁾ 由 75 Ω 电阻负载上测得的 20%至 80%幅度点之间的时间确定。波形的上升和下降边沿的过冲不应超过 10%幅度。

⁽⁶⁾ 1 UI 对应于 $1/f_c$ 。抖动规范和抖动测量方法应遵从 ITU-R BT.1363 建议书 — 符合 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 建议书的比特串行信号的抖动规范和抖动测量方法。

由于信号在水平行存在大的直流分量（病理信号）引起的输出幅度偏摆，不应超出平均峰值信号包络之上或之下 50 mV。（实际上，这个规范规定了最小输出耦合时间常数。）

4.3.2 线路接收器（目的端）

表 27 中列出线路接收器特性。线路接收器应有不平衡输出电路。当线路接收器连接于在第 4.3.1 节中容许的极端电压界限下工作的线路驱动器上时，并当线路接收器通过第 4.3.3 节中容许的最坏条件的电缆进行连接时，必须能正确检知接收到的数据。

表 27
线路接收器特性

序 号	参 数	数 值	
1	输入阻抗	75 Ω，标称值	
2	回波损耗	$\geq 15\text{ dB}^{(1)}$ ， $\geq 10\text{ dB}^{(2)}$	
3	干扰信号	$\pm 2.5\text{ V}_{max}$	直流
		$< 2.5\text{ V}_{p-p}$	5 kHz 之下
		$< 100\text{ mV}_{p-p}$	5 kHz 至 27 MHz
		$< 40\text{ mV}_{p-p}$	27 MHz 之上

⁽¹⁾ 在 5 MHz 至 $f_d/2$ 频率范围内。

⁽²⁾ 在 $f_d/2$ 至 f_c 频率范围内。

4.3.3 传输线特性

有关规范在表 28 中给出。

表 28
传输线特性

序 号	参 数	数 值	
1	传输损耗 ⁽¹⁾	对于 1.485 Gbit/s 操作， $\leq 20\text{ dB}$ ， 1/2 时钟频率上	对于 2.97 Gbit/s 操作， $\leq 30\text{ dB}$ ， 1/2 时钟频率上
2	回波损耗	$\geq 15\text{ dB}^{(2)}$ ， $\geq 10\text{ dB}^{(3)}$	
3	阻抗	75 Ω，标称值	

⁽¹⁾ 损耗特性为 $\sqrt{f}$ 。

⁽²⁾ 在 5 MHz 至 $f_c/2$ 频率范围内。

⁽³⁾ 在 $f_c/2$ 至 f_c 频率范围内。

4.3.4 插接件

插接件的机械特性应符合 IEC（国际电工委员会）169-8 中规定的标准 BNC 类型规范，其电特性应给出 $75\ \Omega$ 的特性阻抗，可用频率范围可达 3.5 GHz。

4.4 光纤接口

光纤接口只应使用单模光接口，并应遵从 ITU-R BT.1367 建议书（符合 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 建议书的信号用的串行数字光纤传输系统）中的总则。

为了应用本建议书，需要有下列规范：

上升和下降时间： $<270\ \text{ps}$ （20%至 80%信号幅度）

输出抖动（见注 1）： $f_1 = 10\ \text{Hz}$

$f_3 = 100\ \text{kHz}$

$f_4 = 1/10$ 时钟频率

$A1 = 0.135\ \text{UI}$

$A2 = 0.135\ \text{UI}$

输入抖动有待规定。输入抖动的测量使用短线缆（2 m）。

注 1 — 抖动规范和抖动测量方法应遵照 ITU-R BT.1363 建议书。

4.5 60/P 和 50/P 中双链路工作的比特串行接口

接口是由一个装置与另一个装置之间两个单向连接构成的。单向连接内所载的数据对应于高清晰度电视信号和相关的数字数据。两个连接称为链路 A 和链路 B。名词“链路”旨在根据第 4 节内的技术规范定义格式化的串行比特流。双链路接口的总数据率为 2.970 Gbit/s 或 2.970/1.001 Gbit/s。

4.5.1 信源样点序号

如表 11 中所示，Y 分量每行包含 2 640（50/P）或 2 200（60/P）个总样点， C_B 和 C_R 分量每行包含 1 320（50/P）或 1 100（60/P）个总样点。各样点的标记，Y 分量为 0-2 639 或 0-2 199， C_B 和 C_R 分量为 0-1 319 或 0-1 099，单个样点用后缀标记，诸如样点 Y135 或 C_B429 。

4.5.2 接口中的数据流和复用结构

视频数据通过链路 A 和链路 B 分成两个数据流传输。每个链路的串行数据流包含两个信道，第 1 信道（Y 信道）和第 2 信道（ C_B/C_R 信道）。串行数据映射入这两个信道。名词“信道”旨在对如何利用链路内的第 1 信道和第 2 信道做出规定。

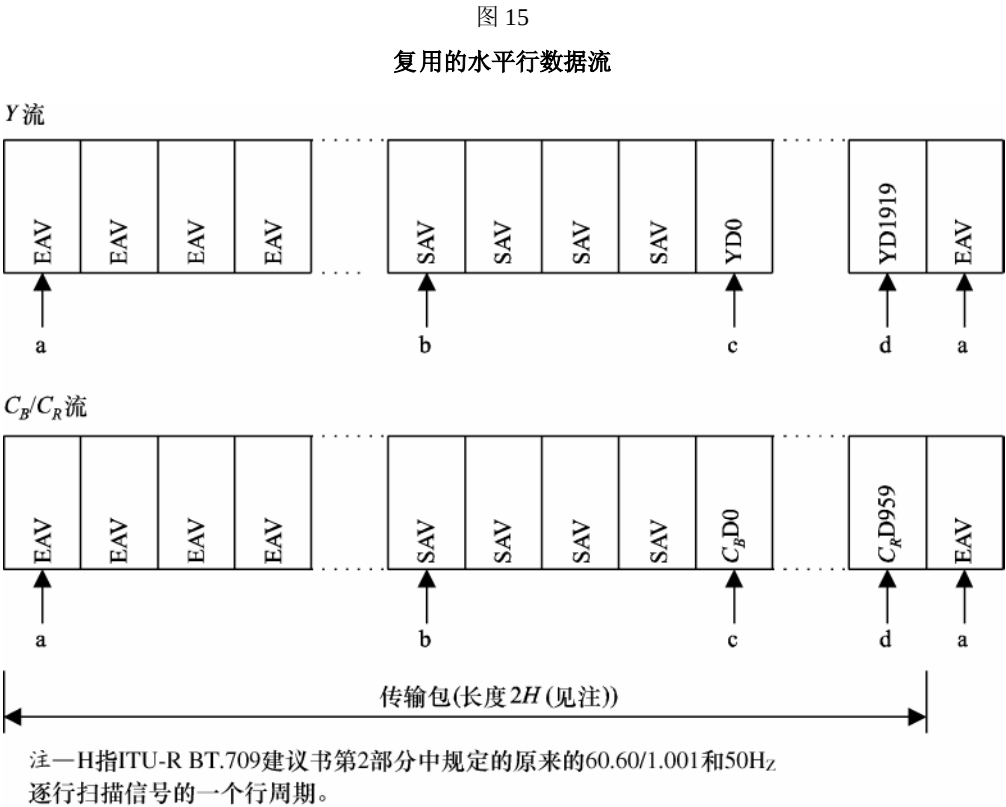
由 4:2:2 图像取样结构所产生数据的映射，如图 15 和图 16 所示。信源图像的每一行交替地在双链路接口的链路 A 和链路 B 之间映射。

4.5.3 定时基准信号和行序号

F（场/帧）、V（垂直）、H（水平）、P3、P2、P1、P0（奇偶校验位）比特及链路 A 和链路 B 的接口行序号，应如图 15 和图 16 所示。

注 1 — 在每个接口上，这一处理要求缓存器具有最小一个水平行的缓存量，以使最小传输延时为两个水平行的时间。

注 2 — 图 15 示出亮度信号和色差信号在一个传输包内的复用。

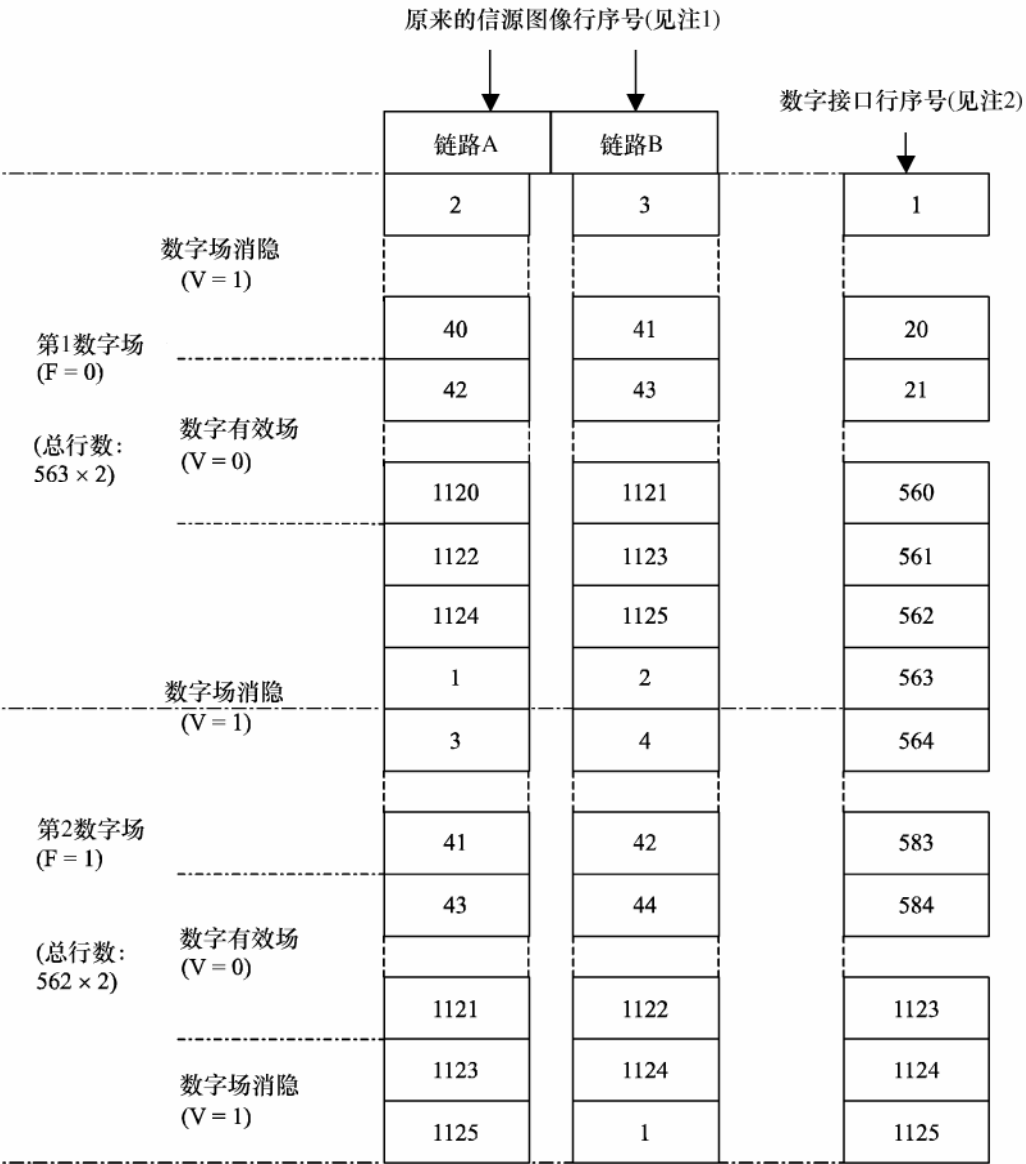


1120-15

图 15 示出 4:2:2 逐行扫描的数据结构。

帧 频	每传输包内总字数	每传输包内有效图像数据总字数	字 序 号			
			a	b	c	d
60 (60/1.001)	2200	1920	1920	2196	0	1919
50	2640	1920	1920	2636	0	1919

图 16
双链路接口内的行序号和打包



注1——1125逐行扫描的行序号如ITU-R BT.709建议书第2部分中的规定。
注2——1125隔行扫描的数字行序号规定于ITU-R BT.709建议书第2部分内。
接口上携带的行序号应是接口的行序号，不是信源图像的行序号。

—4.5.4 信号定时的约定

在信源处，链路 A 与链路 B 之间的定时差不应超过 40 ns。

4.5.5 链路 A 和链路 B 的标识

链路 A 和链路 B 应依照 ITU-R BT.1614 建议书并结合表 29 中的规定，由有效负载标识符予以标识。技术规范中，链路 A 应为信道 1，链路 B 应为信道 2。

表 29

双链路高清晰度数字接口上 1920× 1080 视频有效负载的有效负载标识符规定

比 特	字 节 1	字 节 2	字 节 3	字 节 4
比特 7	1	隔行传输（0）或逐行传输（1）	保留	保留
比特 6	0	隔行图像（0）或逐行图像（1）	保留	双链路信道指派 Ch1（0）或 Ch2（1）
比特 5	0	保留	保留	保留
比特 4	0	保留	保留	动态范围 100%（0h），200%（1h），400%（2h）， 保留（3h）
比特 3	0	帧频	取样结构	保留
比特 2	1			比特深度
比特 1	1			8 比特（0h），10 比特（1h），12 比特（2h）， 保留（3h）
比特 0	1			

4.5.6 附属数据

附属数据应该映射入链路 A 和链路 B 的消隐区内，并应遵循 ITU-R BT.1364 建议书的规定。附属数据应优先映射到链路 A 上，然后映射到链路 B 上。

4.5.7 音频数据

音频数据应该映射入链路 A 和链路 B 的附属数据空间内，并应遵循 ITU-R BT.1365 建议书的规定。音频数据应优先映射到链路 A 上，然后映射到链路 B 上。

- 例 1：当 12 路声道的音频数据映射到双链路接口中时，全部 12 路声道均应映射到链路 A 上 — 禁止将 8 路声道映射到链路 A 上，4 路声道映射到链路 B 上。
- 例 2：当 20 路声道的音频数据映射到双链路接口中时，应该 16 路声道映射到链路 A 上，4 路声道映射到链路 B 上。

4.5.8 时间码

时间码应该映射入链路 A 和链路 B 的附属数据空间内，并应遵循 ITU-R BT.1366 建议书的规定。时间码应优先映射到链路 A 上，然后映射到链路 B 上。

4.5.9 双链路比特串行接口的应用

附录 1 示出其他信号格式中双链路高清晰度比特串行数字接口的某些 HDTV 应用。

第 2 部分
的附录 1

双链路高清晰度串行数字接口的应用

双链路高清晰度串行数字接口也能应用来传输表 30 中列出的 HDTV 信源信号格式。

表 30
HDTV 信源信号格式

信号格式取样结构	像素比特深度	帧频/场频
4:4:4 (RGB)	10 比特	30、30/1.001、25、24 和 24/1.001 Hz 逐行与帧分段 60、60/1.001 和 50 Hz 场隔行
4:4:4:4 (RGB+A)		
4:4:4 (RGB)	12 比特	
4:2:2 (Y C _B C _R)	12 比特	
4:4:4 (Y C _B C _R)	10 比特	
4:4:4:4 (Y C _B C _R +A)		
4:4:4 (Y C _B C _R)	12 比特	

注 1 — “A” 分量为辅助数据分量，由用户依据应用予以定义。A 分量应用于非图像数据的场合下，辅助信号的比特深度限制于最大 8 比特。

1 30/P、30/PsF、60/I、25/P、25/PsF、50/I、24/P 和 24/PsF 系统的 4:4:4 (RGB) 和 4:4:4:4 (RGB+A) 10 比特信号

1.1 信源样点序号

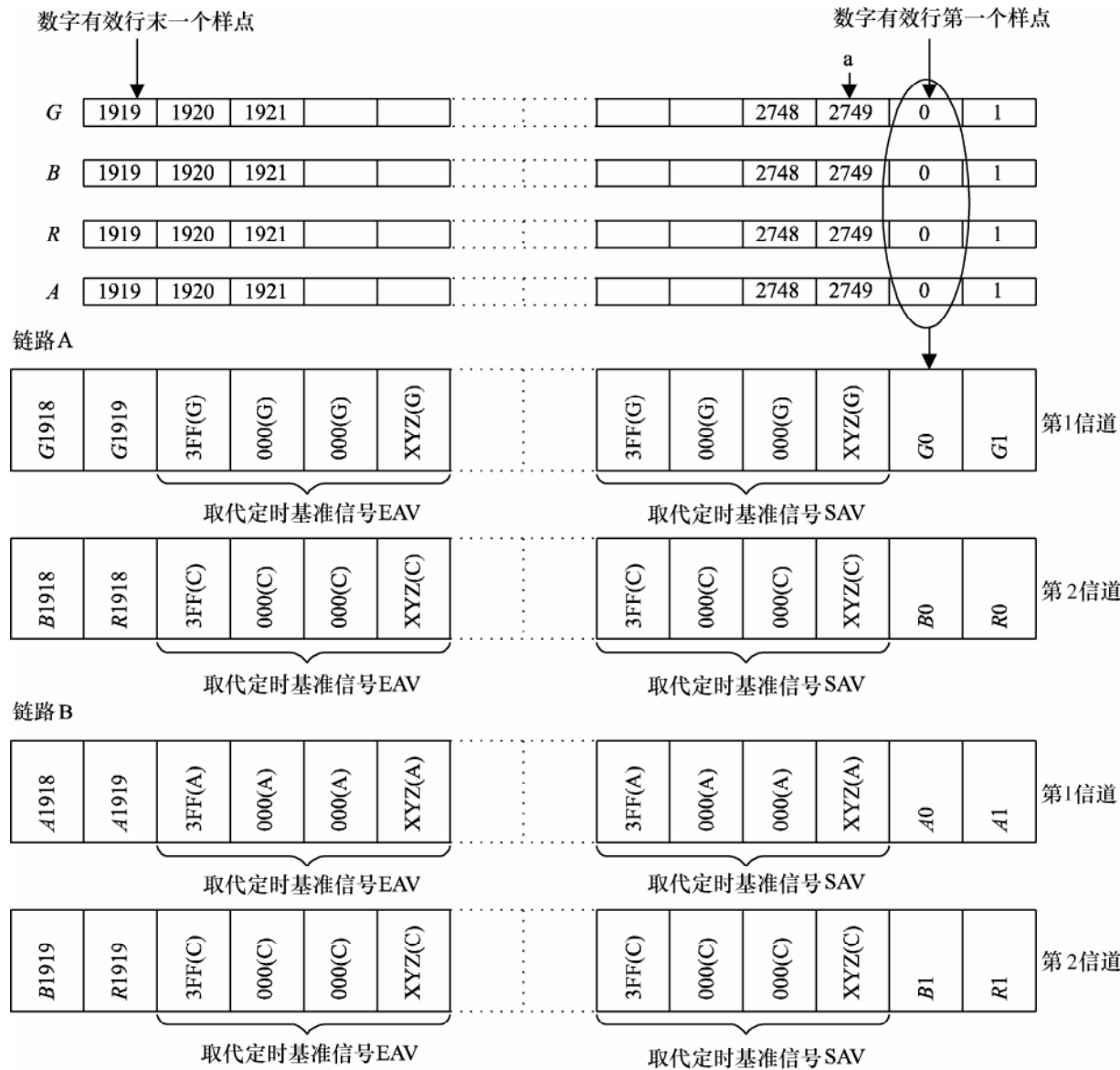
如表 11 所示，每行内的 G、B、R 和 A 分量由 2750、2640 或 2200 个总样点构成。各样点标记为 0-2749、0-2639 或 0-2199，单个样点用后缀标记，诸如样点 G135 或样点 B429。

1.2 接口中的数据流

如图 17 所示，链路 A 数据流包含全部 G 分量样点再加上 B 和 R 分量中的偶数序号（0，2，4，等等）样点，链路 B 数据流包含 B 和 R 分量中的奇数序号（1，3，5，等等）样点再加上全部 A 分量样点。

图 17

4:4:4 (RGB) 和 4:4:4:4 (RGB+A) 10 比特信号的复用结构



1120-17

帧频/场频	像素比特深度	每传输包内总字数	每传输包内有效图像数据总字数	字 序 号 a
60 或 60/1.001 场, 30 或 30/1.001 帧	10 比特	2200	1920	2199
50 场, 25 帧	10 比特	2640	1920	2639
24 或 24/1.001 帧	10 比特	2750	1920	2749

1.3 复用结构

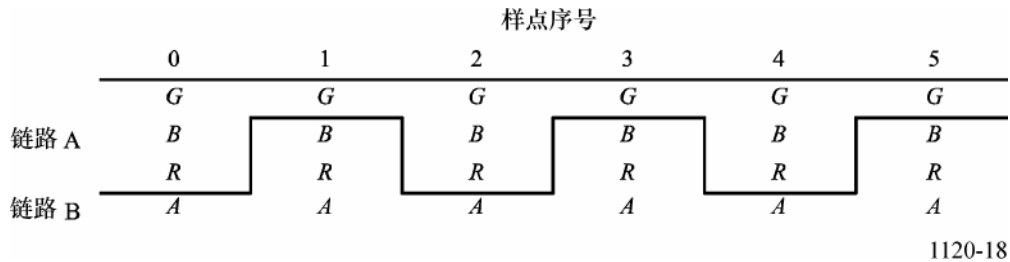
如图 18 所示，视频数据字应以下列次序传输：

链路 A 数据流：B0, G0, R0, G1, B2, G2, R2, G3...

链路 B 数据流：B1, A0, R1, A1, B3, A2, R3, A3...

图 18

4:4:4 (RGB) 和 4:4:4:4 (RGB+A) 10 比特信号的链路内容



1.4 辅助信号 (A)

辅助信号 (A) 的使用取决于应用场合。

如果辅助信号不存在，则辅助分量空位处的默认值应设定为 64_h 。如果辅助信号应用于传输图像信息，则数据字排列格式和帧频/场频应与接口上携带 RGB 分量的情况相同。如果辅助信号应用于传输非图像信号，则辅助信号的数据字应最大为 8 比特。

数据值 000_h 至 003_h 和 $3FC_h$ 至 $3FF_h$ 不许可使用。

2 30/P、30/PsF、60/I、25/P、25/PsF、50/I、24/P 和 24/PsF 系统的 4:4:4 (RGB) 12 比特信号

2.1 信源样点序号

如表 11 所示，每行内的 G、B 和 R 分量由 2750、2640 或 2200 个总样点构成。各样点标记为 0-2749、0-2639 或 0-2199，单个样点用后缀标记，诸如样点 G135 或样点 B429。各样点均以 12 比特量化，可按照 ITU-R BT.1361 建议书中的数字编码方程式予以实现。12 比特样点中的高位前 10 比特用后缀 2-11 标记，诸如样点 G135: 2-11 或样点 B429: 2-11，而 12 比特样点中的低位后 2 比特用后缀 0-1 标记，诸如样点 G135: 0-1 或样点 B429: 0-1。R、G 和 B 信号的低位后 2 比特映射到链路 B 的第 1 信道中，并用后缀标记，诸如 RGB 135: 0-1。R、G 和 B 信号的第 n 比特用后缀标记，诸如 G: n。RGB: 0-1 的数据结构在第 2.3 节中规定。

2.2 接口中的数据流

如图 19 所示，链路 A 数据流包含全部 G 分量样点中的高位前 10 比特再加上 B 和 R 分量内偶数序号 (0, 2, 4, 等等) 样点中的高位前 10 比特，链路 B 数据流包含 B 和 R 分量内奇数序号 (1, 3, 5, 等等) 样点中的高位前 10 比特再加上 R、G 和 B 分量内全部样点中的低位后 2 比特。

2.3 RGB: 0-1 在链路 B 第 1 信道上的数据映射

R、G 和 B 分量样点中的低位后 2 比特在链路 B 的第 1 信道上的映射，如表 31 所示。

表 31
RGB: 0-1 在链路 B 第 1 信道上的映射结构

比特序号										
字	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	(MSB)									(LSB)
	$\overline{B8}$	EP	G: 1	G: 0	B: 1	B: 0	R: 1	R: 0	保留	保留

MSB: 最高有效位;
LSB: 最低有效位;
比特 8 是比特 7 至比特 0 的偶校验比特;
比特 9 是比特 8 的补码;
比特 0 和比特 1 为保留比特（未定义前，保留比特应设定于 0）。

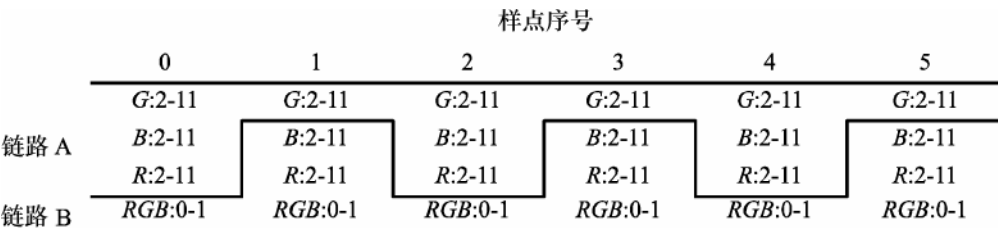
2.4 复用结构

如图 20 所示，视频数据字应以下列次序传输：

链路 A 数据流: B0: 2-11, G0: 2-11, R0: 2-11, G1: 2-11, B2: 2-11, G2: 2-11, R2: 2-11, G3: 2-11...

链路 B 数据流: B1: 2-11, RGB0: 0-1, R1: 2-11, RGB1: 0-1, B3: 2-11, RGB2: 0-1, R3: 2-11, RGB3: 0-1...

图 20
4:4:4 (RGB) 12 比特信号的链路内容



1120-20

3 30/P、30/PsF、60/I、25/P、25/PsF、50/I、24/P 和 24/PsF 系统的 4:2:2 (YCbCr) 12 比特信号

3.1 信源样点序号

如表 11 所示，每行内的 Y 分量由 2750、2640 或 2200 个总样点构成，每行内的 C_B 和 C_R 分量由 1375、1320 或 1100 个总样点构成。各样点的标记，Y 分量为 0-2749、0-2639 或 0-2199，C_B 和 C_R 分量为 0-1374、0-1319 或 0-1099，分别的样点用后缀标记，诸如样点 Y135 或样点 C_B429。各样点均以 12 比特量化，可按照 ITU-R BT.1361 建议书中的数字编码方程式予以实现。12 比特样点中的高位前 10 比特用后缀 2-11 标记，诸如样点 Y135: 2-11 或样点 C_B429: 2-11，而 12 比特样点中的低位后 2 比特用后缀 0-1 标记，诸如样点 Y135: 0-1 或样点 C_B429: 0-1。Y、C_B 和 C_R 信号的低位后 2 比特映射到链路 B 的第 1 信道上，并用后缀标记，诸如 YC_BC_R135: 0-1 和 Y136: 0-1。Y、C_B 和 C_R 信号的第 n 比特用后缀标记，诸如 Y: n。YC_BC_R: 0-1 和 Y: 0-1 的数据结构如第 3.3 节中的规定。

3.2 接口中的数据流

如图 21 所示，链路 A 数据流包含全部 Y 分量样点中的高位前 10 比特再加上全部偶数字号 C_B 和 C_R 分量样点中的高位前 10 比特。链路 B 数据流包含偶数字号样点上 Y 、 C_B 和 C_R 分量样点中的低位后 2 比特和奇数字号样点上 Y （仅 Y ）分量样点中的低位后 2 比特，再加上 A 分量。

3.3 $YC_B C_R$: 0-1 和 Y : 0-1 在链路 B 第 1 信道上的数据映射

Y 、 C_B 和 C_R 偶数样点中的低位后 2 比特和 Y （仅 Y ）奇数样点中的低位后 2 比特在链路 B 第 1 信道上的映射，如表 32、表 33 和图 22 所示。

表 32
 $YC_B C_R$: 0-1 链路 B 第 1 信道上的映射结构

字	比特序号									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	比特8	EP	Y: 1	Y: 0	C_B : 1	C_B : 0	C_R : 1	C_R : 0	保留	保留

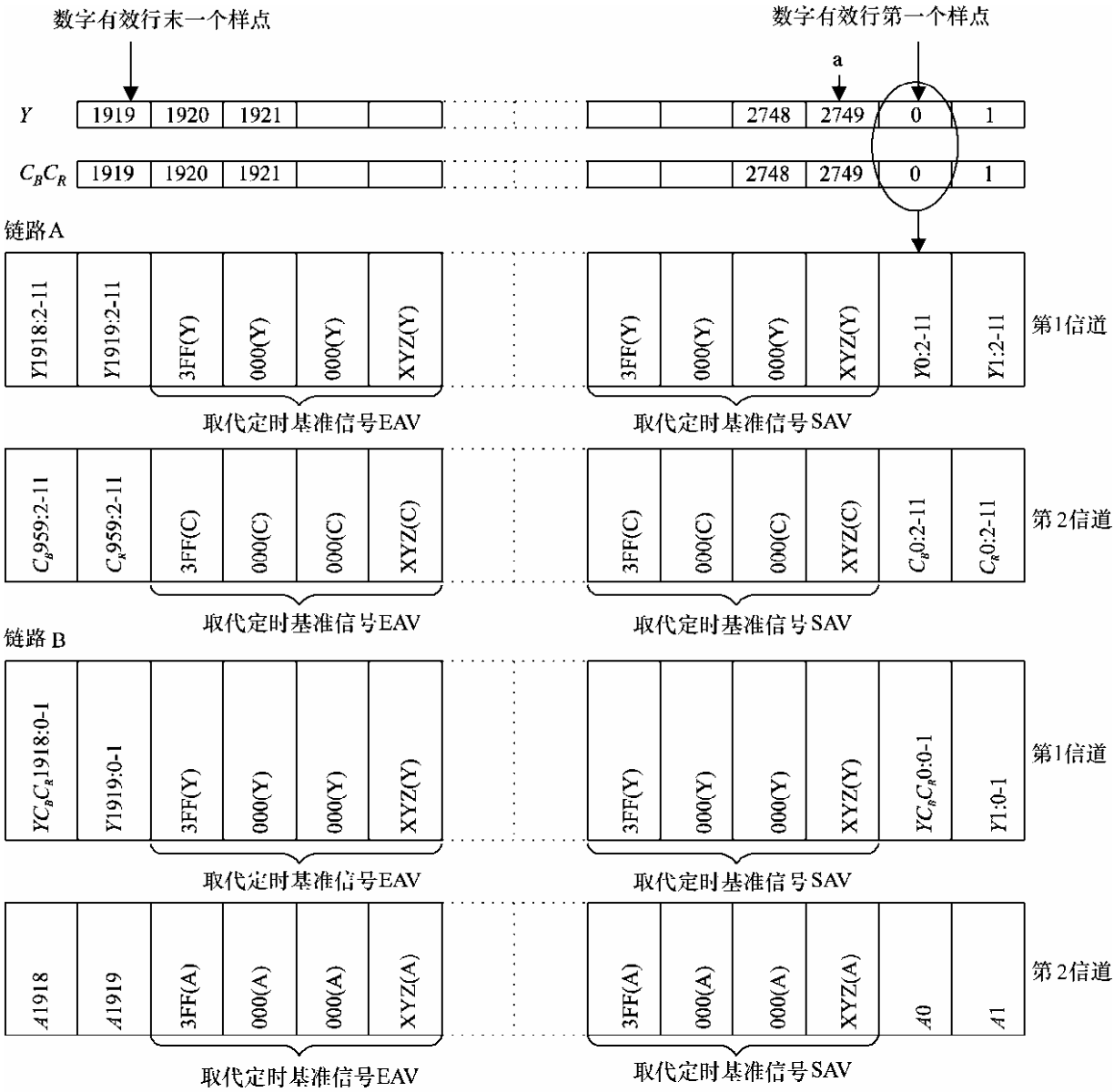
MSB: 最高有效位;
LSB: 最低有效位;
比特 8 是比特 7 至比特 0 的偶校验比特;
比特 9 是比特 8 的补码;
比特 0 和比特 1 为保留比特（未定义前，保留比特应设定于 0）。

表 33
 Y : 0-1 链路 B 第 1 信道上的映射结构

字	比特序号									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	比特8	EP	Y: 1	Y: 0	保留	保留	保留	保留	保留	保留

MSB: 最高有效位;
LSB: 最低有效位;
比特 8 是比特 7 至比特 0 的偶校验比特;
比特 9 是比特 8 的补码;
比特 0 和比特 1 为保留比特（未定义前，保留比特应设定于 0）。

图 21
4:2:2 (YC_BC_R) 12 比特信号的复用结构



1120-21

帧频/场频	像素比特深度	每传输包内总字数	每传输包内有效图像数据总字数	字 序 号 a
60 或 60/1.001 场, 30 或 30/1.001 帧	12 比特	2200	1920	2199
50 场, 25 帧	12 比特	2640	1920	2639
24 或 24/1.001 帧	12 比特	2750	1920	2749

3.4 复用结构

如图 22 所示，视频数据字应以下列次序传输：

链路 A 数据流： C_B0 : 2-11, $Y0$: 2-11, C_R0 : 2-11, $Y1$: 2-11, C_B2 : 2-11, $Y2$: 2-11, C_R2 : 2-11, $Y3$: 2-11...

链路 B 数据流： $A0$, YC_BC_R0 : 0-1, $A1$, $Y1$: 0-1, $A2$, YC_BC_R2 : 0-1, $A3$, $Y3$: 0-1...

图 22

4:2:2 (YC_BC_R) 12 比特信号的链路内容

		样点序号			
		0	1	2	3
链路 A		$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$
		$C_B:2-11$		$C_B:2-11$	
		$C_R:2-11$		$C_R:2-11$	
链路 B		$YC_BC_R:0-1$	$Y:0-1$	$YC_BC_R:0-1$	$Y:0-1$
		A	A	A	A

← 第1信道
← 第2信道

1120-22

3.5 辅助信号

见第 1.4 节。

4 30/P、30/PsF、60/I、25/P、25/PsF、50/I、24/P 和 24/PsF 系统的 4:4:4 (YC_BC_R)、4:4:4:4 (YC_BC_R+A) 10 比特信号

4.1 信源样点序号

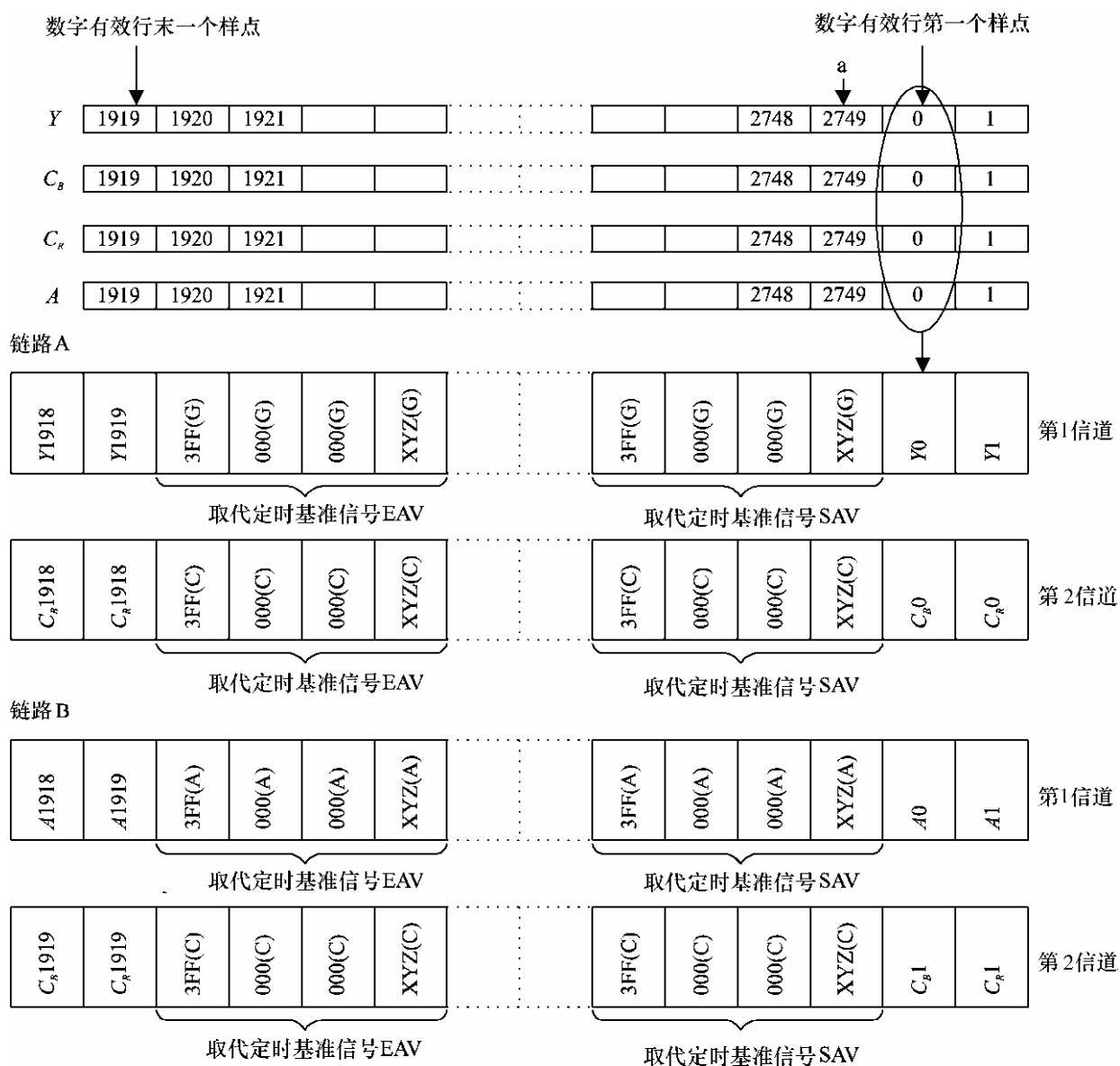
每行内的 Y 、 C_B 、 C_R 和 A 分量由 2750、2640 或 2200 个总样点构成。各样点标记为 0-2749、0-2639 或 0-21199，单个样点用后缀标记，诸如样点 $Y135$ 或样点 C_B429 。

4.2 接口中的数据流

如图 23 所示，链路 A 数据流包含全部 Y 分量样点再加上 C_B 和 C_R 分量中的偶数序号 (0, 2, 4, 等等) 样点。链路 B 数据流包含 C_B 和 C_R 分量中的奇数序号 (1, 3, 5, 等等) 样点再加上 A 分量样点。

图 23

4:4:4 (YCbCr) 和 4:4:4:4 (YCbCr+A) 10 比特信号的复用结构



1120-23

帧频/场频	像素比特深度	每传输包内总字数	每传输包内有效图像数据总字数	字 序 号 a
60 或 60/1.001 场, 30 或 30/1.001 帧	10 比特	2200	1920	2199
50 场, 25 帧	10 比特	2640	1920	2639
24 或 24/1.001 帧	10 比特	2750	1920	2749

4.3 复用结构

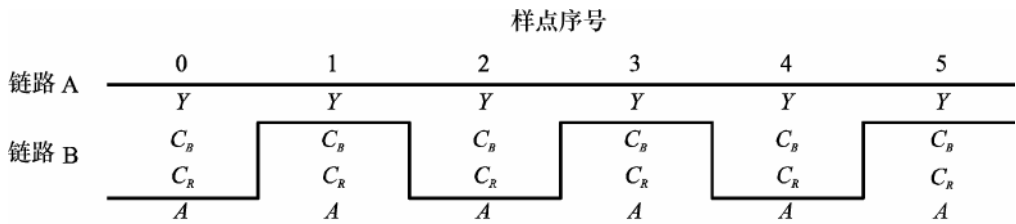
如图 24 所示，视频数据字应以下列次序传输：

链路 A 数据流： $C_B0, Y0, C_R0, Y1, C_B2, Y2, C_R2, Y3...$

链路 B 数据流： $C_B1, A0, C_R1, A1, C_B3, A2, C_R3, A3...$

图 24

4:4:4 ($YC_B C_R$) 和 4:4:4:4 ($YC_B C_R + A$) 10 比特信号的链路内容



1120-24

4.4 辅助信号

见第 1.4 节。

5 30/P、30/PsF、60/I、25/P、25/PsF、50/I、24/P 和 24/PsF 系统的 4:4:4 ($YC_B C_R$) 12 比特信号

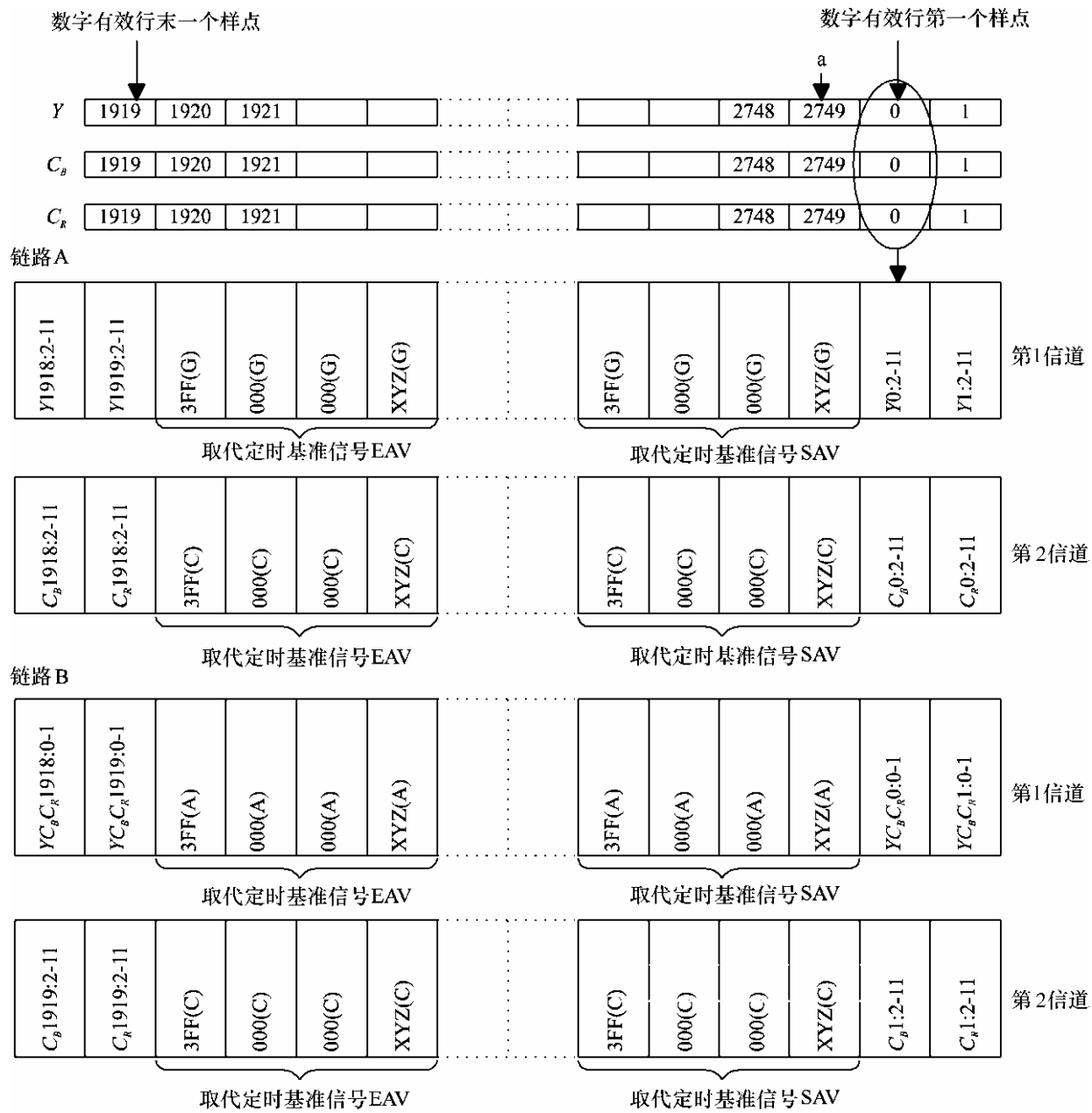
5.1 信源样点序号

每行内的 Y 、 C_B 和 C_R 分量由 2760、2640 或 2200 个总样点构成。各样点标记为 0-2749、0-2639 或 0-2199，单个样点用后缀标记，诸如样点 $Y135$ 或样点 C_B429 。各样点均以 12 比特量化，可按照 ITU-R BT.1361 建议书 中的数字编码方程式予以实现。12 比特样点中的高位前 10 比特用后缀 2-11 标记，诸如样点 $Y135$ ：2-11 或样点 C_B429 ：2-11，而 12 比特样点中的低位后 2 比特用后缀 0-1 标记，诸如样点 $Y135$ ：0-1 或样点 C_B429 ：0-1。 Y 、 C_B 和 C_R 信号的低位后 2 比特映射到链路的第 1 信道上，并用后缀标记，诸如 $Y135$ ：0-1。 Y 、 C_B 和 C_R 信号的第 n 比特用后缀标记，诸如 Y ： n 。 $YC_B C_R$ ：0-1 的数据结构如第 3.3 节中的规定。

5.2 接口中的数据流

如图 25 所示，链路 A 数据流包含全部 Y 分量样点中的高位前 10 比特再加上 C_B 和 C_R 分量中偶数序号(0, 2, 4, 等等)样点中的高位前 10 比特。链路 B 数据流包含 C_B 和 C_R 分量内奇数序号 (1, 3, 5, 等等) 样点中的高位前 10 比特再加上 Y 、 C_B 和 C_R 分量内全部样点的低位后 2 比特 (见图 25)。

图 25
4:4:4 (YCbCr) 12 比特信号的复用结构



1120-25

帧频/场频	像素比特深度	每传输包内总字数	每传输包内有效图像数据总字数	字 序 号 a
60 或 60/1.001 场, 30 或 30/1.001 帧	12 比特	2200	1920	2199
50 场, 25 帧	12 比特	2640	1920	2639
24 或 24/1.001 帧	12 比特	2750	1920	2749

5.3 复用结构

如图 26 所示，视频数据字应以下列次序传输：

链路 A 数据流：C_B0: 2-11, Y0: 2-11, C_R0: 2-11, Y1: 2-11, C_B2: 2-11, Y2: 2-11, C_R2: 2-11, Y3: 2-11...

链路 B 数据流：C_B1: 2-11, YC_BC_R0: 0-1, C_R1: 2-11, YC_BC_R1: 0-1, C_B3: 2-11, YC_BC_R2: 0-1, C_R3: 2-11, YC_BC_R3: 0-1...

图 26

4:4:4 (Y_{C_B}C_R) 12 比特信号的链路内容

		样点序号					
		0	1	2	3	4	5
链路 A		Y:2-11	Y:2-11	Y:2-11	Y:2-11	Y:2-11	Y:2-11
		C _B :2-11	C _B :2-11	C _B :2-11	C _B :2-11	C _B :2-11	C _B :2-11
		C _R :2-11	C _R :2-11	C _R :2-11	C _R :2-11	C _R :2-11	C _R :2-11
链路 B		YC _B C _R :0-1	YC _B C _R :0-1	YC _B C _R :0-1	YC _B C _R :0-1	YC _B C _R :0-1	YC _B C _R :0-1

1120-26

第 2 部分
的附录 2

2.97 Gbit/s 单链路应用于高清晰度电视

2.97 Gbit/s（标称值）串行数字接口能应用于以单链路传输高清晰度电视。

表 30 内定义的信号的映射参见第 2 部分的附录 1。为在单链路场合应用同样的映射，需进行下面的处理。

1 双链路到单链路的变换

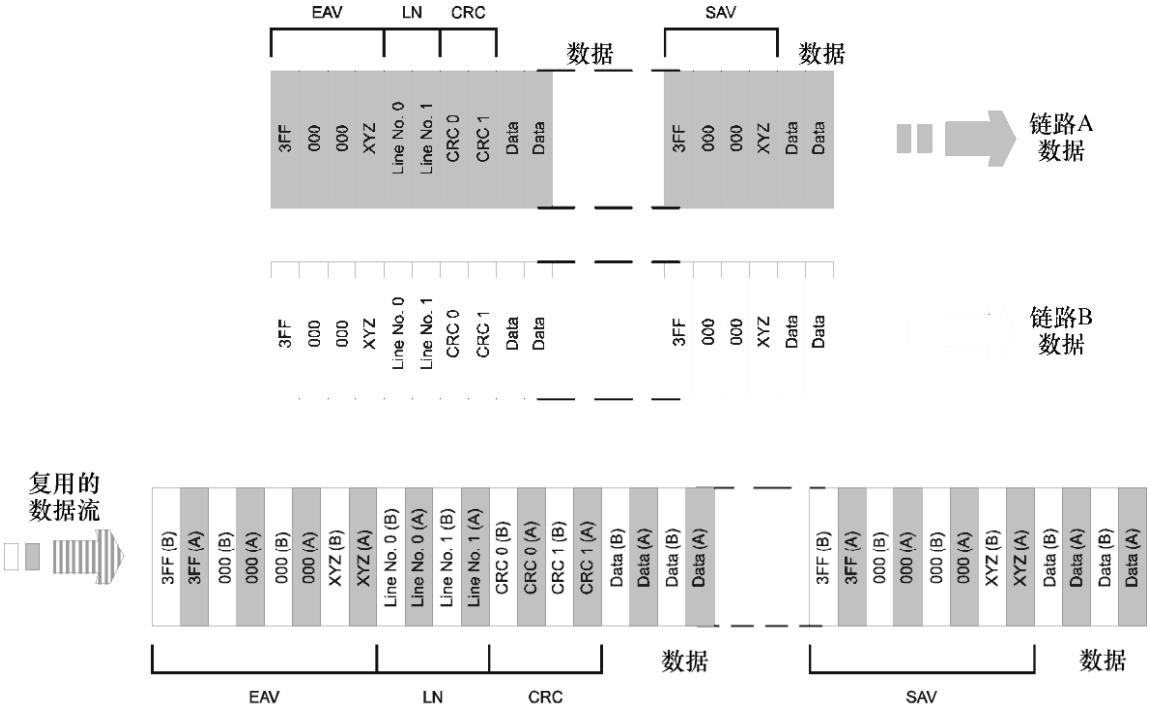
该变换是透明和可逆的。

1.1 链路 A 和链路 B 的复用

为保证单链路传输与双链路传输之间具有透明性，应采用下面的规则，即如图 27 所示地使双链路 A 的数据与双链路 B 的数据复用。

图 27

双链路到单链路的复用变换



1120-27

附 件 1

HDTV 数字接口用的比特串行数字校验场

1 范围

本附件规定了测试信号规范，以应用于对处理 HDTV 串行数字图像信号的设备的低频响应进行测定。虽然，一定的信号波形可以产生所需的低频测定效果，但定义了两种专门的信号，分别测试电缆均衡和 PLL 锁定情况。以往，这两种信号在口语上被称做“病理信号”。

2 总体考虑

对自动均衡器的加载是使用一种信号，它具有最大数的连续 1 或是连续 0，又以稀少出现的单个时钟周期的脉冲用相反电平加到该连续 1 或连续 0 上。对 PLL 的加载使用另一种信号，它具有最大的低频分量，也即在电平跳变之间有最长的时间。

2.1 本建议书中定义的串行数字信号的信道编码是通过下列两个函数的级联作用来实现加扰和编码成 NRZI 信号的：

$$G1(x) = x^9 + x^4 + 1 \quad G2(x) = x + 1$$

信道编码的结果是，当加扰器 $G1(x)$ 在特定的数据字到达的时间上处于某个状态时，在 $G2(x)$ 的输出数据中能得到长串的 0。这种状态可在有规律的基础上出现，所以，连续应用特定的数据字可以规律地产生低频分量的效果。

2.2 虽然，在 EAV/SAV 定时基准序列 (TRS) 的数据字期间会发生最为长串的并行数据 0 (40 个连续 0)，然而，TRS 数据字的加扰与所需的加扰器状态相一致而使某个加载条件出现的概率是低的。在此种一致情况发生的场合，生成此种条件的时间也是很有限的，不致使均衡器和 PLL 最大地加载。

2.3 在数字图像信号的数据部分 (EAV 或 SAV 中的 TRS 字和 ANC 数据标志字除外)，对样点值加有限值，要排除数据量化级 0.00 至 0.75 和 255.00 至 255.75 (在 10 比特字的十六进制表示中是 000_h 至 003_h 和 $3FC_h$ 至 $3FF_h$ ，在 8.2 的十六进制记数中是 00.0_h 至 $00.C_h$ 和 $FF.0_h$ 至 $FF.C_h$) (见注 1)。这种限制的结果在于，当样点值 128.00 (200_h 或 80.0_h) 后面跟随 1.00 (004_h 或 01.0_h) 与 1.75 (007_h 或 $01.C_h$) 之间的一个数值时，在加扰器输入端的最长串 0 是 16 (比特)。这种状况会在 NRZI 输出端产生出多达 26 个连续 0，它 (亦) 不是最大加载情形。

注 1 — 在本附件内，数字字的内容表示成十进制形式和十六进制形式。十进制形式中，前 8 个高位比特作为整数部分，末 2 个附加比特作为小数部分。十六进制形式中，采用 10 比特的十六进制表示和 8.2 的十六进制记数两种形式。例如，比特模式 100 100 0101 可表示成 145.25、 245_h 或 91.4_h 。

2.4 其他特定的数据字结合特定的加扰器状态能产生一种重复的低频串行输出信号，直至下一个 EAV 或 SAV 影响加扰器状态。就是这类数据字结合组成了本附件中定义的测试信号。

2.5 由于分量数字信号的 Y/C 交织性质，在无噪声环境中通过定义一种具体的平坦彩色场，可以在整个有效图像区域内得到几何任意地交替的字对数据值。这类交替的字对数据值的某一些能产生所需的低频分量效果。

3 校验场数据

3.1 接收器均衡器测试的实现是通过产生一个具有最大直流分量的串行数字信号。在有效行期间对 C 和 Y 样点 (分别) 连续地施加序列 192.00 (300_h 或 $C0.0_h$)、102.00 (198_h 或 66.0_h)，一旦加扰器达到所需的起始条件，将重复产生 19 个连续的高 (低) 状态、后随一个低 (高) 状态。可以得到正极性或负极性的信号，极性由 19 个连续状态的电平指明。在大约半场的连续行中包含这种序列，经过几行后便可得到所需的加扰器起始条件，从而产生所需的均衡器测试条件。

3.2 接收器 PLL 测试的实现是通过产生一个具有最大低频分量和最小高频分量（也即电平跳变的频率最低）的串行数字信号。在有效行期间对 C 和 Y 样点（分别）连续地施加序列 128.00（200_h 或 80.0_h）、68.00（110_h 或 44.0_h），一旦加扰器达到所需的起始条件，将重复产生 20 个连续的高（低）状态、后随 20 个连续的低（高）状态。在大约半场的连续行中包含这种序列，经过几行后便可得到所需的起始条件，从而产生所需的 PLL 测试条件。

3.3 由于均衡器的测试工作是依靠产生带有偏置的串行信号，所以必须采取措施以确保能实现正、负极性两种偏置。为使逐帧改变偏置的极性，一个图像场内所有行中所有数据字之全部比特的总和必须为奇数。

为确保偏置的极性经常改变，使信号中单一个 Y 样点的数据字隔帧地从 120.00（198_h 或 66.0_h）改变到 100.00（190_h 或 64.0_h）（净改变 1 个数据比特）。这样，不论原来帧的比特总和为偶数或是奇数，偏置极性将以帧频交替变化。数值被替换的数据字是隔帧内第一有效图像行中的第一个 Y 样点。每种信号格式中作为极性控制字的特定字和特定行列出于表 29 中。

3.4 施加到 C 和 Y 样点上的序列 192.00（300_h 或 C0.0_h）、102.00（198_h 或 66.0_h）和 128.00（200_h 或 80.0_h）、68.00（110_h 或 44.0_h）分别产生紫色和灰色影调。使这两个序列之每一个中的 C 和 Y 顺序反转时，分别产生亮绿和暗绿影调。表 29 中示出两个序列之每一个中的一种顺序，但本附件容许对每一序列采用任一种数据值顺序。

如果反转第 3.1 节中说明的顺序，则第 3.3 节中说明的极性控制字改变为 128.00（200_h 或 80.0_h）。任一场合下，极性控制字处于第 3.3 节中规定的各场内第一有效图像行中的第一个 Y 样点上。

4 串行数字接口（SDI）校验场

对于各种信号标准，SDI 校验场中的数据分配如图 28 所示。特定的样点值分配如表 34 所示。在每一场中，从均衡器测试信号数据模式到 PLL 测试信号数据模式的信号过渡行，规定为若干行范围，而不是单个特定的行。虽然，在规定的范围内选择特定的行在技术上并无特殊意义，但逐帧和逐场（在隔行扫描信号格式场合下）的过渡点应保持一致。

表 34
SDI 校验场样点值

		第 1 部分		第 2 部分	
系统		1125/60/2:1	1250/50/2:1	60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF	60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P
每行有效 Y 样点数目		1920			
有效行数		1035	1152	1080	
均衡器 测试信号	首行	41（第 1 场）	45（第 1 场）	21（第 1 场/段）	42
		603（第 2 场）	670（第 2 场）	584（第 2 场/段）	
	末行（范围）	295-302 （第 1 场）	329-335 （第 1 场）	287-293 （第 1 场/段）	578-585
		858-865 （第 2 场）	954-960 （第 2 场）	850-856 （第 2 场/段）	
	数据值 ⁽¹⁾	样点			
	192.00 C _B	0...3836			
	102.00 Y	1...3837			
	192.00 C _R	2...3838			
	102.00 Y	3...3839			
	极性控制字	（隔帧）			
	数据值 ^{(1),(2)} 100.00 Y	行 41 样点 1	行 45 样点 1	行 21 样点 1	行 42 样点 1
PLL 测试信号	首行（范围） ⁽³⁾	296-303 （第 1 场）	330-336 （第 1 场）	228-294 （第 1 场/段）	579-586
		859-866 （第 2 场）	955-961 （第 2 场）	851-857 （第 2 场/段）	
	末行	557（第 1 场）	620（第 1 场）	560（第 1 场/段）	1121
		1120（第 2 场）	1245（第 2 场）	1123（第 2 场/段）	
	数据值 ⁽¹⁾	样点			
	128.00 C _B	0...3836			
	68.00 Y	1...3837			
	128.00 C _R	2...3838			
	68.00 Y	3...3839			

⁽¹⁾ 每对样点值的数据值顺序可以反转。如果样点顺序与本表中的顺序相反, 则极性控制字值是 (128.00 Y) (见第 3.4 节)。

⁽²⁾ 在隔帧的第一有效图像内, 对第一有效图像区的 Y 样点实施极性改变字的替换 (见第 3.3 节)。

⁽³⁾ 在两种测试模式之间提供过渡用的行号数范围。这些范围内的过渡点在各场中必须保持一致 (见第 4 节)。

图 28
串行数字接口校验场

		垂直消隐期
EAV	SAV	有效图像首行
水平消隐期		均衡器测试时前半有效场为 192.00、102.00 ⁽¹⁾
		PLL 测试时后半有效场为 128.00、68.00 ⁽¹⁾
		有效图像末行

⁽¹⁾ 每对样点值的数据值顺序可以反转（见第 3.4 节）。
