

中华人民共和国行业标准

PAL—D 电视广播附加双声道数字声技术规范

GY/T 129—1997

Technical specification for Transmission of two—channel Digital Sound with Broadcasting Television System PAL—D

1 范围

本标准规定了 PAL—D 制电视广播中附加播送 NICAM—728 数字立体声或两路数字单声信号的技术要求和格式。

本标准适用于 PAL—D 制地面无线电视广播和有线电视中附加数字立体声或两路数字单声信号的场合。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB	3174—1995	PAL—D 制电视广播技术规范
GY/T	106—92	有线电视系统技术规范
GB/T	16812—1997	NICAM—728 卫星电视信道副载波传送数字声技术规范

3 术语

3.1 NICAM—728 near—instantaneously companded audio multiplex—728

NICAM 是英文 near—instantaneously companded audio multiplex 的缩写,其含义为准瞬时压扩音频复用,728 表示数据传输速率为 728kb/s。

3.2 DQPSK differentially encoded quadrature phase shift keying

DQPSK 是英文 differentially encoded quadrature phase shift keying 的缩写,其含义为差分编码正交相移键控。

3.3 音频过载电平 audio frequency overload level

对于频率调制(FM),使频偏正好达到最大频偏,而对于数字音频信号,使量化幅度正好达到最大量化级时的输入音频信号电平,取 0.775 伏有效值作基准值(0dBu),以分贝表示的绝对电压电平,称为音频过载电平。

4 数据特性

4.1 数据格式

4.1.1 数据帧结构

将串行数据流按帧结构划分,每帧 728 比特,帧速率为 1 帧/ms。其中:

8	比特	帧同步字	8	kb/s
5	比特	控制信息码	5	kb/s
11	比特	附加数据	11	kb/s
704	比特	声音/数据及奇偶校验位	704	kb/s
		总码率:	728	kb/s

图 1a、1b 是传送立体声、两路单声信号的帧结构。

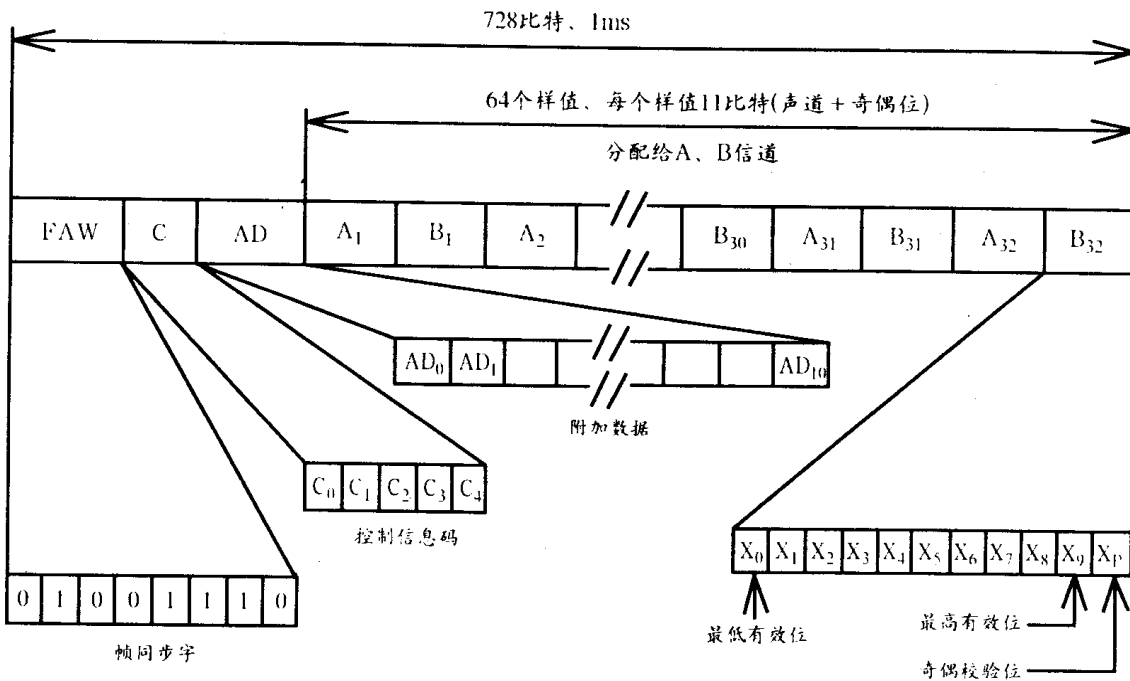


图 1a 传送立体声信号的帧结构(交织前)

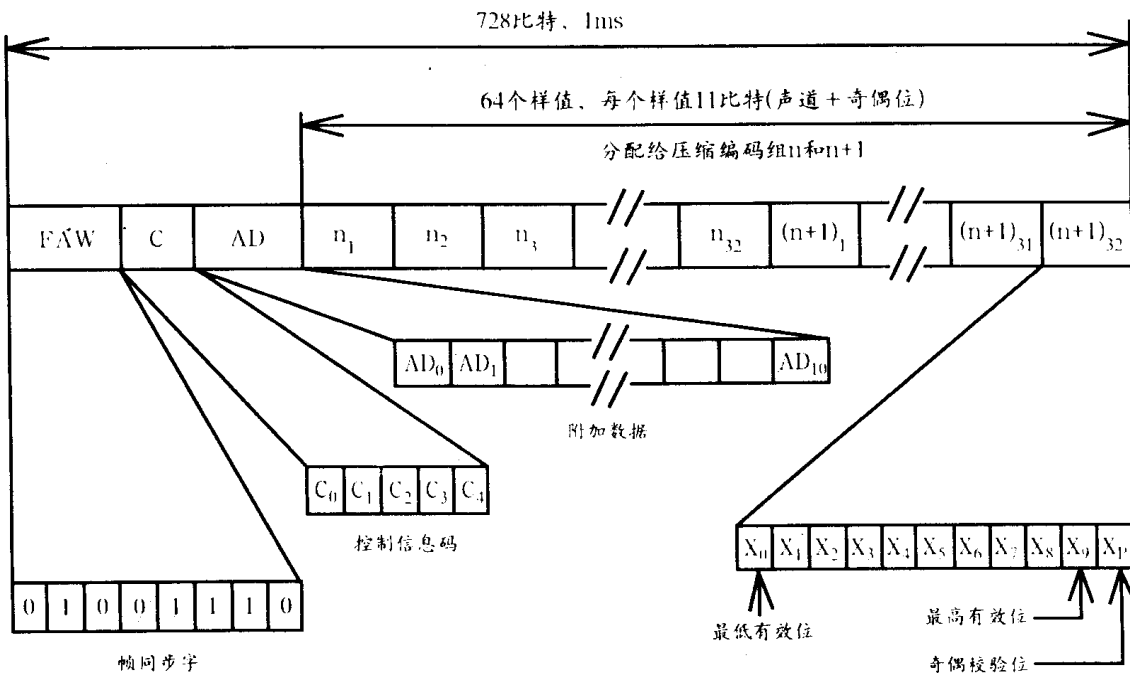


图 1b 传送两路单声信号的帧结构(交织前)

4.1.2 传送次序和比特交织

数据以帧同步字、控制信息码、附加数据、声音数据(或数字数据)为序传送。为了尽可能地降低传输过程中突发误码的影响,对声音数据进行比特交织处理。每帧 728 比特传送次序如下:

帧同步字	5 比特控制信息 $C_0 \rightarrow C_5$	11 比特附加数据 $A_0 \rightarrow A_{10}$	704 比特交织声音数据 ← 16 比特 →
1,2……7,8,	9,10,11,12,13,	14,15,16…… 22,23,24, ↑	25,69,113,157, …………… 685,
			26,70,114, …………… 686,
		44 比特,由	27,71,115, …………… 687,
		4 个 11 比特	28,72,116, …………… 688,
		的样值组成	……………
			……………
			↓ 68,112,156, …………… 728。

4.1.3 能量扩散加扰

为了使传输的数据流频谱成形,信号能量不集中于局部频段,采用了能量扩散加扰技术。实现方法是将伪随机序列发生器(PRSG)产生的伪随机序列代码与待加扰的数据串进行模 2 加,帧同步字不加扰,帧同步字之后的位是第一个加扰位。伪随机序列发生器如图 2 所示,生成多项式为: $X^9 + X^4 + 1$,每帧进行一次初始化,初始字为 111111111。

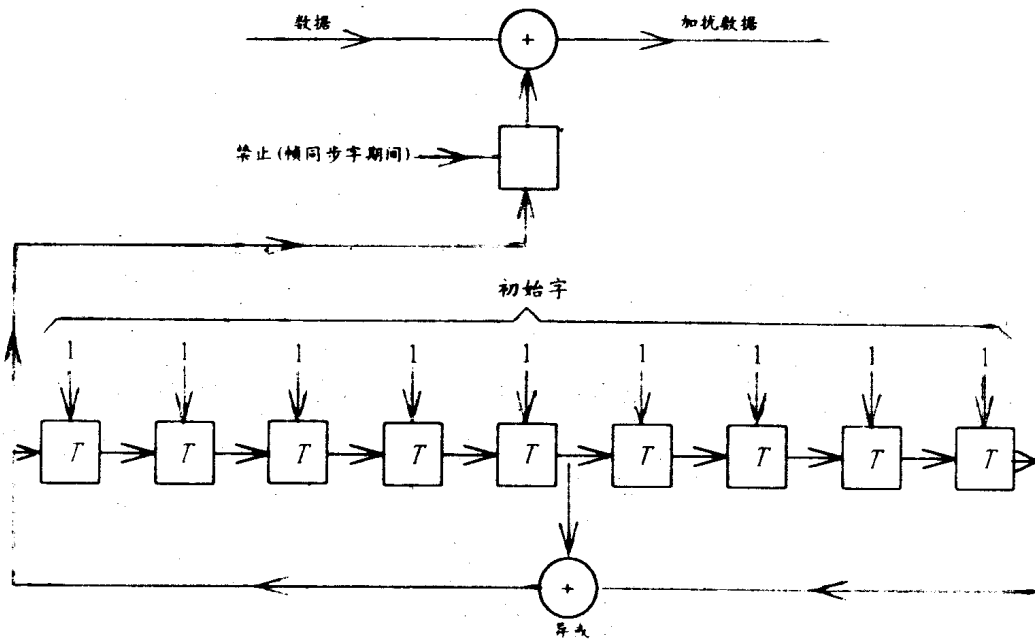


图 2 能量扩散加扰伪随机序列发生器

4.2 编码方式

4.2.1 帧同步字

帧同步字为 01001110,最左边的位先发送。

4.2.2 控制信息码

控制信息码由五位组成。其中帧标志位 C_0 规定了 16 帧的序列,前八个连续帧 $C_0=1$,后八个连续帧 $C_0=0$ 。16 帧序列的第 1 帧为 $C_0=1$ 的第一帧,第 16 帧为 $C_0=0$ 的最后一帧。

C_1, C_2, C_3 为应用控制位,规定了 704 比特数据块所载信息的类型(见表 1)。

C_4 是声音切换功能标志。 $C_4=1$ 时,FM 伴音与数字立体声是相同的节目或 FM 与第一声道的信号相同(两路单声/一路单声+数据时)。此时可进行 FM 伴音与数字声之间的自动切换(例如,

信号极差;数字声不能可靠接收时)或选择切换。 $C_4=0$ 表示 FM 伴音与数字声不同,切换被禁止。 $C_1、C_2、C_3、C_4$ 在 16 帧的序列里保持不变。

表 1 704 比特所载信息的类型

控制位				类型	收音选择	备用 (自动或使用者选择)
C_1	C_2	C_3	C_4			
0	0	0	1	立体声	A 和 B	FM
0	1	0	1	两路单声	M1 或 M2	FM(仅 M1)
1	0	0	1	一路单声+数据	M1	FM
1	1	0	1	数据 ¹⁾	FM	—
0	0	0	0	立体声	(A 和 B)或 FM	—
0	1	0	0	两路单声 ²⁾	M1 或 M2 或 FM	—
1	0	0	0	一路单声+数据	M1 或 FM	—
1	1	0	0	数据 ¹⁾	FM	—
X	X	1	X	未定义 ³⁾	FM	—

注:1) C_4 仅对数字信号载有声音信息时才有意义,本类型传送的是数据信息,尽管 $C_4=1$,但并无意义,故仅有模拟的 FM 伴音。
2)本类型提供了广播三种独立声音信息的可选性。
3) $C_3=1$ 提供了一种附加声音或数据编码模式的可选性。当 $C_3=1$ 时,如果接收机未装相应模式的解码器,仅能给出原有的 FM 伴音。
4)A、B、M1、M2 的说明见 4.2.4。

4.2.3 附加数据

11 位附加数据比特 AD_0 至 AD_{10} 尚未定义,以备后用。

4.2.4 声音/数据信息块

每帧中最后的 704 比特为声音或数据信息,每帧共传送 64 个声音样值(D_1 至 D_{64}),传送立体声时的帧结构见图 1a,传送两路单声信号时的帧结构见图 1b。

$C_1=C_2=C_3=0$, 传送立体声信号,奇数样值($D_1、D_3、\dots、D_{63}$)传送 A 声道(左声道),偶数样值($D_2、D_4、\dots、D_{64}$)传送 B 声道(右声道)。

$C_1=0, C_2=1, C_3=0$, 传送两路单声信号,奇数帧传送单声信号 M1,偶数帧传送单声信号 M2。

$C_1=1, C_2=0, C_3=0$, 奇数帧传送单声信号 M1,偶数帧传送 352 位透明数据。

$C_1=1, C_2=1, C_3=0$, 奇、偶帧各传送 352 位透明数据。

数据信息的格式根据不同的应用具体定义。

4.2.5 声音信号

4.2.5.1 准瞬时压扩

NICAM—728 系统传送的数字声信号的取样频率为 32kHz，每样值以 14 比特线性量化，以 2 的补码进行编码。为了提高传输效率，在发端，采用准瞬时压扩技术将每样值 14 比特压缩至 10 比特，在每样值 10 比特之后增加一个奇偶校验位用作错误检测和传送标度系数。

准瞬时压扩是以相邻 32 个样值为一组进行处理。以组中最大样值来确定标度系数，将 1ms 内的全部样值按标度系数对应的模式进行 14—10 比特线性压缩编码，通过标度系数将压缩模式的信息传送给接收机。图 3 表示数字声音信号 14—10 比特线性压扩编码方式。

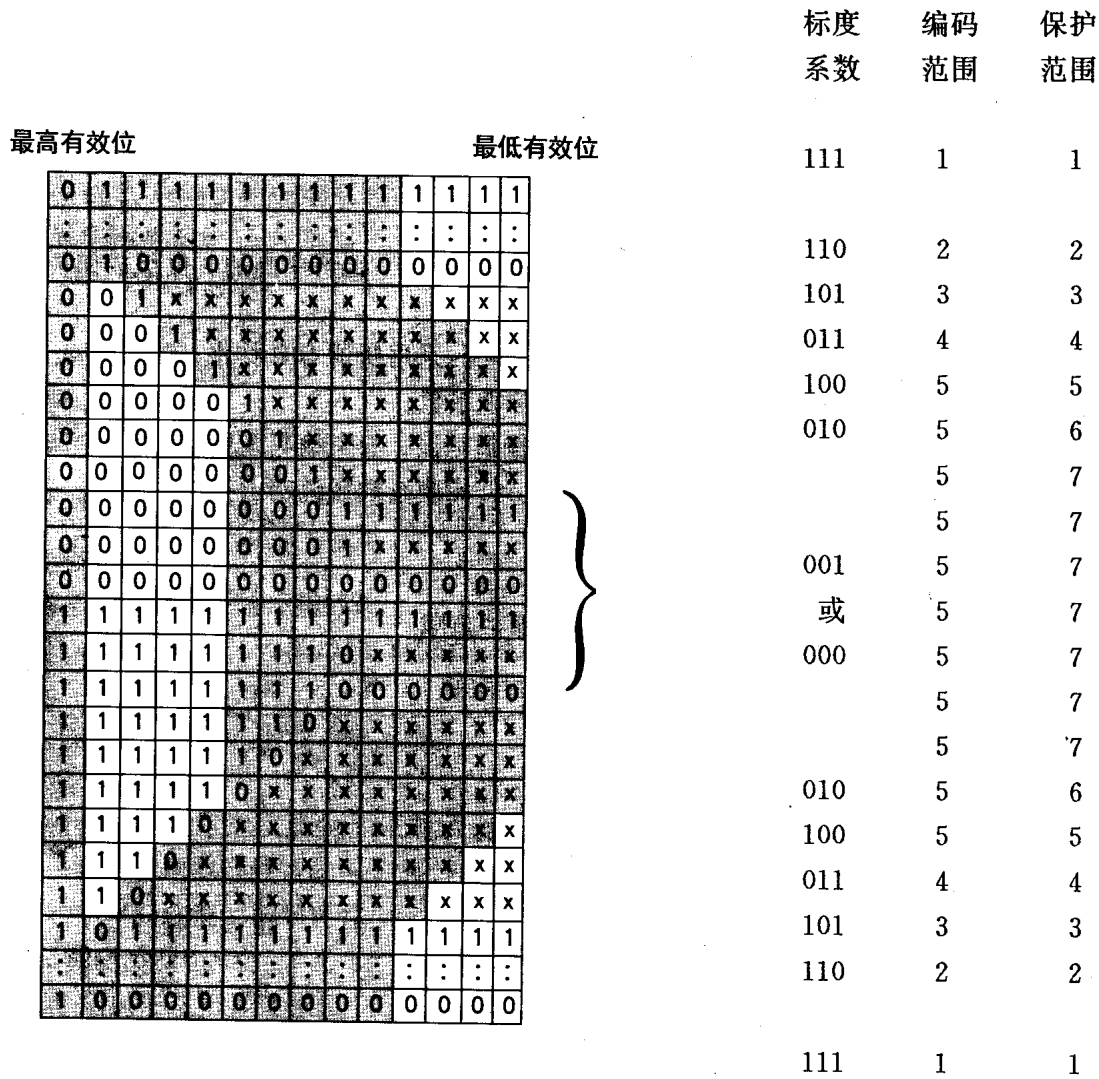


图 3 数字声音 14—16 比特压扩编码 □ 压缩掉的数码值 x=0 或 1

声音信号在压缩处理之前进行预加重处理。预加重遵循 CCITT J17 建议的规定(见附录 A)。表 2 为 NICAM—728 方式声音编码特性概要。

表 2 声音编码特性概要

取样频率	32kHz
初始分辨率	14 比特/样值
压扩特性	准瞬时压扩, 在 32 个样值(1ms)信息组中每样值 14 比特压缩至 10 比特
压缩样值的编码	2 的补码(见图 3)
预加重特性	CCITT J17 建议
音频过载电平	+22dB μ , 在 400Hz

4.2.5.2 误码保护

在每一压缩的 10 比特样值的末尾增加一奇偶校验位, 它与 10 比特中高的 6 位组成偶校验, 因此, 每样值由 10 比特增至 11 比特。

在实际传输过程中, 奇偶码还兼任传送标度系数的作用, 采用所谓 SIP 技术 (Signalling-in-Parity), 即在奇偶校验位中传送信息的技术来兼传送标度系数。

表 3 是与每个三位标度系数数字相关的编码范围和保护范围。五个编码范围表征了在准瞬时压扩过程中, 取样组被压扩的模式。除了表征编码范围之外, 标度系数还说明七个保护范围。这些信息可用于接收机中对样值的最高有效位提供额外保护。

表 3 编码范围和保护范围

编码范围	保护范围	标度系数	R_2	R_1	R_0
第一范围	第一范围		1	1	1
第二范围	第二范围		1	1	0
第三范围	第三范围		1	0	1
第四范围	第四范围		0	1	1
第五范围	第五范围		1	0	0
第五范围	第六范围		0	1	0
第五范围	第七范围		0	0	1
第五范围	第七范围		0	0	0

4.2.5.3 奇偶码兼传标度系数

通过修改传送声音信号样值的奇偶校验位来实现传送标度系数。

发送立体声信号时, 令与 A 取样有关的标度系数为 R_{2A} 、 R_{1A} 、 R_{0A} , 而与 B 取样有关的标度系数为 R_{2B} 、 R_{1B} 、 R_{0B} 。如果 P_i 为第 i 个取样的奇偶校验位, 则要根据以下关系式, 将标度系数的一位与 P_i 作模 2 加, 将 P_i 修改为 P_i' 。

$$\begin{aligned}
 P_i' &= P_i \oplus R_{2A} & i &= 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{1A} & i &= 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45, 51 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{0A} & i &= 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53 \\
 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{2B} & i &= 2, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 44, 50 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{1B} & i &= 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{0B} & i &= 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54
 \end{aligned}$$

发送单声(两路或一路)信号时,令与每帧中前 32 个取样有关的标度系数为 R_{2n} 、 R_{1n} 、 R_{0n} ,而与每帧中后 32 个取样有关的标度系数为 R_{2n+1} 、 R_{1n+1} 、 R_{0n+1} 。与传送立体声的情形一样,第 i 个取样的奇偶校验位 P_i 与相关的标度系数数字的某一位模 2 加而修改成为 P_i' ,但此时奇偶校验位的修改与数据块的结构关系如下:

$$\begin{aligned}
 P_i' &= P_i \oplus R_{2n} & i &= 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{1n} & i &= 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{0n} & i &= 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{2n+1} & i &= 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 52 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{1n+1} & i &= 29, 32, 35, 38, 41, 44, 47, 50, 53 \\
 P_i' &= P_i \oplus R_{0n+1} & i &= 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51, 54
 \end{aligned}$$

5 调制参数

5.1 视频和 FM 伴音的调制特性

视频信号和模拟伴音信号的特性除下述三点外,完全遵循 GB 3174—1995 和 GY/T 106—92 的要求。

——视频信号进入中频调制前滤除 5.85 MHz 及其附近频段的信号成分。滤波器的具体要求见附录 B。

——地面无线电视广播中 FM 载波电平相对于图象载波电平低 13dB~17dB。

——FM 调制的音频过载电平为 +12dBu(400Hz)。

5.2 数字声副载波的调制特性

5.2.1 调制类型

差分编码正交相移键控(DQPSK)。将串行数据流依次形成并行比特对,比特对与调制后载波相位变化的关系见表 4。

表 4 比特对与载波相位变化的关系

比 特 对	载波相位相对变化
0 0	0° (相位不变化)
0 1	-90° (滞后 90°)
1 0	-270° (滞后 270°)
1 1	-180° (滞后 180°)

5.2.2 总码率

5.2.2.1 总码率为 728kb/s。

5.2.2.2 长期稳定性优于 $\pm 1 \times 10^{-6}$

5.2.3 数字声载波频率

5.2.3.1 比图象载波频率高 5.85MHz。

5.2.3.2 数字声载波频率与图象载波频率差的长期稳定性优于 $\pm 1 \times 10^{-6}$ 。5.2.3.3 数字声载波电平比图象载波电平低 25dB \pm 3dB。

5.2.4 附加数字声的电视信号频带(相对于图象载波)分配示意图。

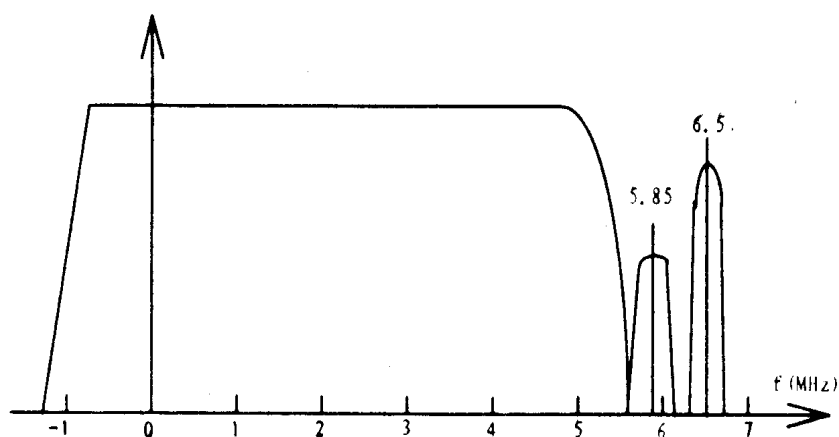


图 4 附加数字声的电视信号频带(相对于图象载波)分配示意图

5.2.5 频谱成形

正交调制的基带数据流经过幅频响应为 $H(f)$ 的低通滤波器进行频谱成形。该滤波器具有等群时延特性。

$$H(f) = \begin{cases} 0 & f > \frac{1+k}{2t_s} \\ \cos\left[\frac{\pi t_s}{2k}\left(f - \frac{1-k}{2t_s}\right)\right] & \frac{1-k}{2t_s} \leq f \leq \frac{1+k}{2t_s} \\ 1 & f < \frac{1-k}{2t_s} \end{cases}$$

$$\text{式中 } k=0.4, t_s = \frac{1}{364} \text{ms}$$

在接收端,采用相同特性的 40% 升余弦滚降滤波器。

5.2.6 发射系统的幅频特性

在比图象载波频率高 5.85MHz \pm 0.24MHz 的范围内与理想的频率响应的差在 ± 2 dB 之内。

5.2.7 发射系统的群时延特性

在比图象载波频率高 5.85MHz \pm 0.24MHz 的范围变化小于 100 ns。

音频预加重特性

本附录参照采用 CCITT J17 建议。

音频预加重特性曲线由公式(A1)决定, 根据(A1)式所计算的预加重特性曲线通过表 A1 中各点, 接收设备的去加重网络特性应与预加重网络特性互补。

$$L = 10 \lg \frac{75 + (\omega/3000)^2}{1 + (\omega/3000)^2} \dots\dots\dots (A1)$$

式中:L——插入损耗, dB;

ω ——音频信号的角频率。

表 A1

频 率 kHz	插入损耗 dB
0	18.75
0.05	18.70
0.2	18.06
0.4	16.48
0.8	13.10
2.0	6.98
4.0	3.10
6.4	1.49
8.0	1.01
10.0	0.68
∞	0

注:在测试频率为 800Hz 时, 所测试的预加重特性曲线与理论特性曲线误差应小于 0.25dB。

视频滤波器

视频滤波器应符合以下要求:

——幅频特性见表 B1 (1MHz 0dB):

表 B1 幅频特性

频 率 MHz	相对响应 dB
不大于 5	±0.5 以内
5.1	±1 以内
5.6	低于 -10
5.85	低于 -30
6.1	低于 -10

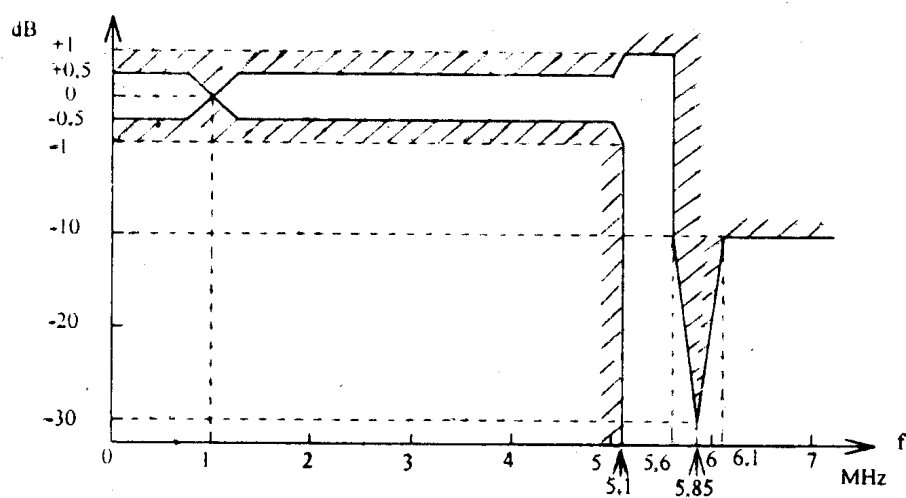


图 B1 视频滤波器的幅频特性要求

——群时延特性

相对于 0.25 MHz 的群时延差, 5 MHz 以内小于 ±50ns, 5.1 MHz 处小于 ±100ns。

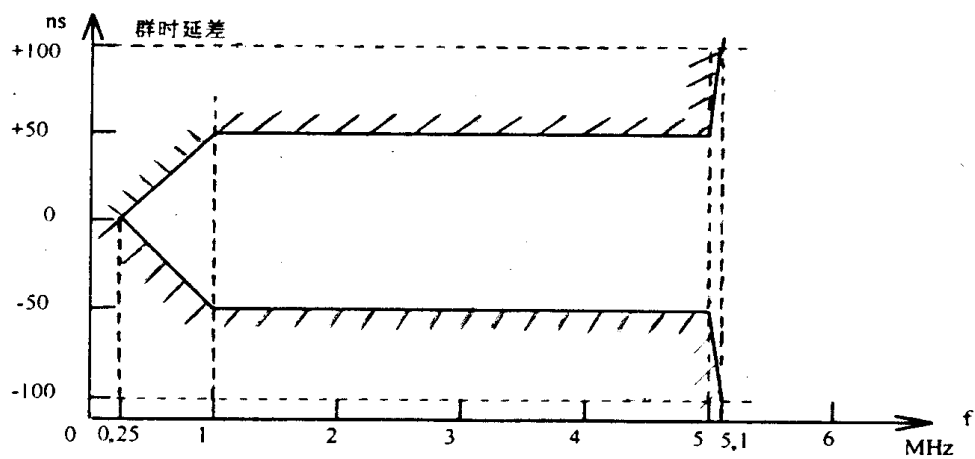


图 B2 视频滤波器的群时延特性要求