



中华人民共和国国家标准

GB/T 17439—1998
eqv ITU-R 723:1990

在三次群中传送馈送质量分量编码 数字电视信号传输技术规范

Specification for transmission of component-coded
digital television signals for contribution-quality
applications at the third hierarchical level



1998-07-24 发布



C200005765

1999-05-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
在三次群中传送馈送质量分量编码
数字电视信号传输技术规范

GB/T 17439—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 25 千字

1999年3月第一版 1999年3月第一次印刷

印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-15541 定价 10.00 元

*

标 目 365—54

前 言

本标准等效采用 ITU-R 建议书 723(1990 年版)《在 ITU-T 建议书 G. 702 三次群中馈送质量分量编码数字电视信号的传输技术要求》,技术内容与原文基本相同,但有些省略,编写格式按 GB/T 1.1—1993 标准化工作导则要求。

本标准等效采用 ITU-R 建议书 723,取消了原建议书中我国不采用的 525 行和 32.064 Mbit/s 信道的有关内容,其他技术内容基本一致。本标准是关于数字电视码率压缩编码的重要标准,它的制定对于我国发展数字电视广播具有推动作用,应作为分量编码数字电视信号传输技术和传输系统的技术依据。

本标准由广播电影电视部提出。

本标准由广播电影电视部标准化规划研究所归口。

本标准起草单位:广播电影电视部标准化规划研究所。

本标准主要起草人:闫洪奇、李熠星、刘星宇。

中华人民共和国国家标准

在三次群中传送馈送质量分量编码
数字电视信号传输技术规范

GB/T 17439—1998
eqv ITU-R 723:1990

Specification for transmission of component-coded
digital television signals for contribution-quality
applications at the third hierarchical level

1 范围

本标准规定了分量编码数字电视信号在三次群中传输规范,其传输质量可达到馈送质量。本标准规定了 34~45 Mbit/s 码率压缩编码的技术要求。

本标准适用于符合 GB/T 14857—93 规定的分量编码数字视频信号。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,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/T 14857—93 演播室数字电视编码参数规范

ITU-R BT. 656 工作于 ITU-R BT. 601 建议书[部分 A]中 4:2:2 级的 525 行及 625 行电视系统中,用于数字分量视频信号的接口(其中 525 行部分不引用)

3 术语

3.1 馈送 contribution

演播室质量,可用于电视节目的后期制作,如慢转换、色键和慢动作等。

4 技术要求

34~45 Mbit/s 分量编码数字视频信号传输中降低比特率的编解码器的技术要求如表 1。

表 1 34~45 Mbit/s 编解码的技术要求

视频 输入/输出	标准	分量形式的 625 行数字视频
	编码	按 GB/T 14857—93 规定的 4 : 2 : 2 级
	接口	按 ITU-R BT. 656 建议的并行比特或串行比特
信号预处理	水平	全数字有效行:亮度信号(Y)720 个取样点,每个色差信号(C_R,C_B)360 个取样点
	垂直	625 行:每场 288 行 第一场:23~310 行 第二场:336~623 行
	预处理的范围	GB/T 14857—93 中, Y,C_R,C_B 的值的范围是 0~255,为处理方便加入 -128 的偏置,以 8 bit 2 的补码的整数形式表示(包括符号位)
编 码	方式	使用三种方式(场内、场间、带运动补偿的帧间),使用下面三种处理方式:8×8 场内块(场内方式);当前 8×8 场内块与前场参考块之间相差分得到的差分块(场间方式);当前 8×8 场内块与前帧相同奇偶性的场中参考块之间差分得到的差分块(帧间方式)(见附录 A)
	离散余弦变换	离散余弦变换(DCT)应用于三个分量 Y,C_R,C_B 的 8(行)×8(样值)的矩形块(见附录 B)
	块预测	每个按场间方式处理的块,其参考块由没有运动补偿的前场像素确定;每个按帧间方式处理的块,其参考块从前帧得出,其位置为应用位移矢量由当前块的位置导出(见附录 C)
	运动补偿	运动补偿应用于“宏块”中,每一个宏块(对于 Y 有两个相邻的 8×8 块以及两个在同一位置的 C_R 和 C_B 的两个相邻 8×8 块)被指定一个唯一的半像素精度的位移矢量(见附录 D)
	量化	每一系数使用不同的量化特性,其参数要适应于缓冲器占有率、块的临界性及块的种类(亮度/色度),特性曲线接近均匀(见附录 E)
	可变速长编码(VLC)	VLC 用来编码已量化的 DCT 系数和运动信息(暂不作规定)
	缓存器存储量	1572864 bit
图像帧结构		(暂不做规定)
视频数据误差保护		RS(255,239)交织因数 2(见附录 F)
声音和数据		允许下列容量: —— 34.368 Mbit/s 信道为 2048 kbit/s —— 44.736 Mbit/s 信道为 1544 kbit/s
信道帧结构		34.368 Mbit/s 和 44.736 Mbit/s 信道的帧结构暂不做规定

附录 A
(标准的附录)
场内、场间及帧间方式

采用两种处理方法:

A1 场内方式(图 A1)

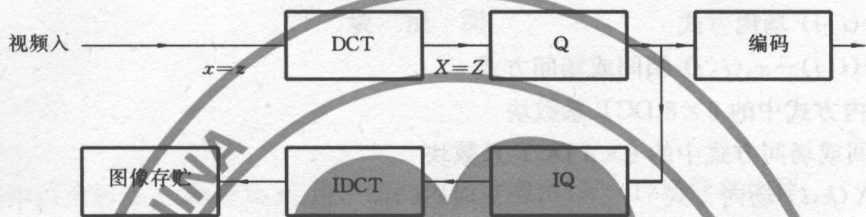


图 A1 场内方式

A2 场间和帧间方式(图 A2)

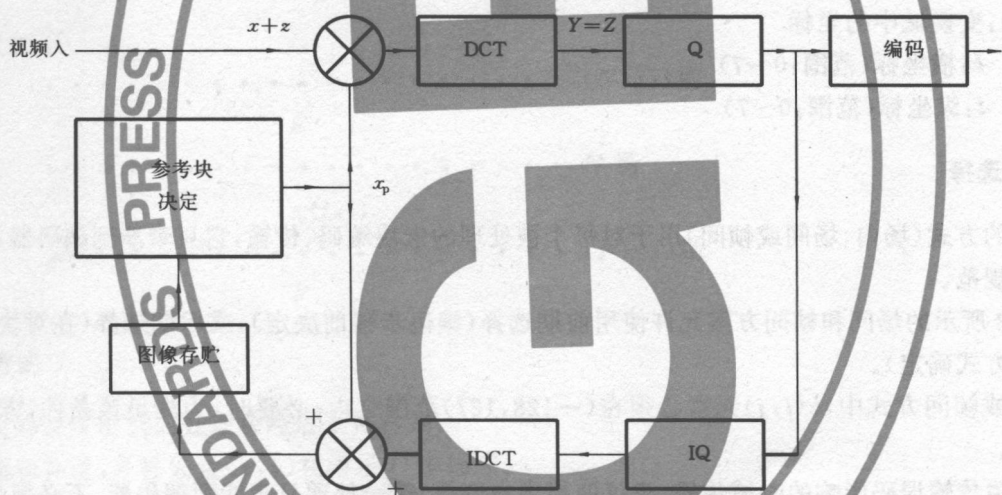


图 A2 场间和帧间方式

A3 各个模块的定义

DCT:离散余弦变换(8×8 块)

IDCT:反离散余弦变换(8×8 块)

Q:量化(见附录 E)

IQ:反量化,将应于传输量化电平的重建值指配给系数,IQ 模块由相应的传输信息建立起 DCT 系数块(见附录 F)。

图像存储

用于存储:

- 被解码的当前场,这一场用来作为编码下一图像的参考。
- 前两个被解码的场,用于确定当前的参考块。
- 前两个被解码的场,用于确定当前的参考块。

参考块:

——场间方式:参考块根据附录 C 中描述的内差处理由前场像素计算得到。

——帧间方式:参考块由前帧中与当前场的奇偶相同的场获得,它的位置由当前块按运动矢量所给的位移得出。运动矢量指标在附录 D 中详述。附录 C 给出对帧间方式参考块的精确计算。

A4 标志号

$x(i, j)$: 8×8 像素块

$x_p(i, j)$: 8×8 参考块

$z(i, j)$: $=x(i, j)$ 场内方式

$=x(i, j) - x_p(i, j)$ 帧间或场间方式

$X(k, l)$:场内方式中的 8×8 DCT 系数块

$Y(k, l)$:帧间或场间方式中的 8×8 DCT 系数块

$Z(k, l)$: $=X(k, l)$ 场内方式

$=Y(k, l)$ 帧间或场间方式

(i, j) :图像域中的坐标

i :横坐标(范围:从左到右 $0 \sim 7$)

j :纵坐标(范围:从上到下 $0 \sim 7$)

(k, l) :变换域中的坐标

k :横坐标(范围: $0 \sim 7$)

l :纵坐标(范围: $0 \sim 7$)

A5 方式选择

所选的方式(场内、场间或帧间)用于对每个被处理的宏块编码、传输,它只牵涉到编码器,因此方式选择不需规范。

图 A2 所示的场间和帧间方案允许使用前期选择(编码步骤前决定),或后期选择(在对块编码之后依据两种方式确定)。

场间或帧间方式中, $z(i, j)$ 元素必须在 $(-128, 127)$ 范围之内:必要时,为满足该条件,方式选择要强制进行。

为避免传输误码影响的时域传播,建议使用场内刷新,这一处理只牵涉到编码器,不必规定。

附录 B

(标准的附录)

离散余弦变换

对每一组分量(Y, C_R, C_B),离散余弦变换(DCT)应用于由 8 个样点 $\times$ 8 行组成的块。对每个块,要处理的数据是当前的样点,或当前场样点与由参考块而得的样点的差分(见附录 C)。正变换由下式计算:

$$Z(k, l) = \frac{1}{4} C_k C_l \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 z(i, j) \cos \frac{\pi(2i+1)k}{16} \cos \frac{\pi(2j+1)l}{16}$$

反变换如下:

$$z(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{k=0}^7 \sum_{l=0}^7 C_k C_l Z(k, l) \cos \frac{\pi(2i+1)k}{16} \cos \frac{\pi(2j+1)l}{16}$$

用附录 A 的标志得到:

$$C_k=1/\sqrt{2}, \quad k=0; \quad C_l=1/\sqrt{2}, \quad l=0; \\ =1, \quad \text{其他} \quad =1, \quad \text{其他}$$

$Z(0,0)$ 称为直流系数,其他系数为交流系数。

DCT 输入表示为 8 bit 的二进制补码整数(包括符号位)。DCT 输出表示为 12 bit 二进制补码数,其整数部分为 11 bit(包括符号位)。

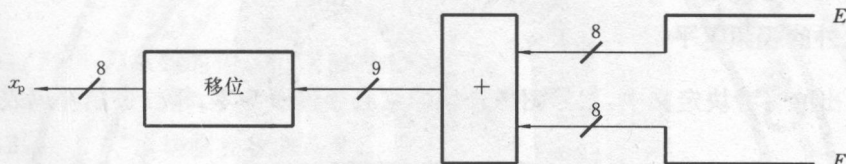
附录 C

(标准的附录)

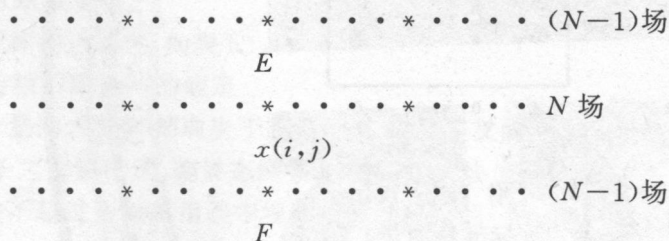
块 预 测

C1 场间方式

对于第 N 场中的当前块 x ,参考块 x_p 用下面的内插方案由 $(N-1)$ 场像素计算:



E 和 F 定义如下:



C2 帧间方式

参考块的位置由当前处理块经过平移得到。

对于运动补偿,平移矢量 (x,y) 在附录 D 中描述。

非整数矢量的内插方法:

当坐标 (x,y) 是整数时,参考块的定义很清晰。若一个坐标中有非零小数部分,则要用内插法来建立参考块。

这个方法如下述,精确到半像素:

$$\begin{array}{ccc} A+ & .P & +B \\ Q. & .R & .S \\ C+ & .T & +D \end{array}$$

A,B,C,D :是前帧的重建像素(奇偶性相同的场),整数坐标。

P,Q,R,S,T :前帧经内插的像素(奇偶性相同的场)。

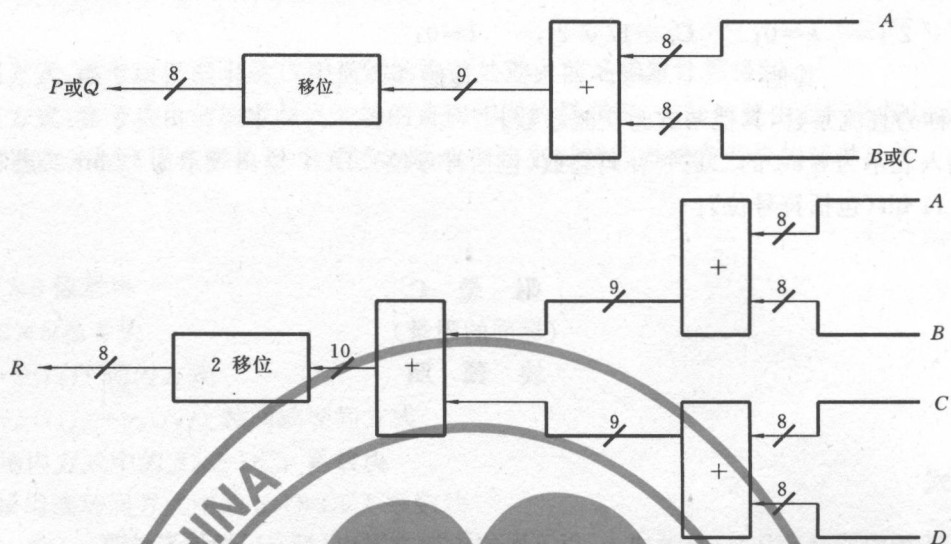
指配给经内插的像素的值是:

$$P=[(A+B)/2]$$

$$Q=[(A+C)/2]$$

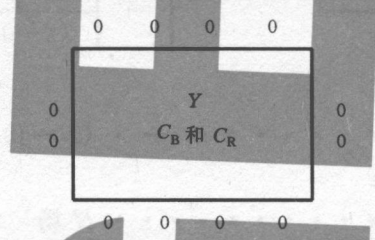
$$R=[(A+B+C+D)/4]$$

图解如下:



C3 活动图像之外的视频电平

前两段中给出的参考块定义中,正程图像外的像素必须设置为零,用二进制补码表示(8 bit):



附录 D
(标准的附录)
运动补偿

对属于一个宏块的各块只用一个运动矢量。
下面给出运动补偿的参数:

搜索范围	±15.5 像素,±7.5 行
分解力	1/2 像素,1/2 行
可能的矢量数	1 953(允许的搜索范围内的全部矢量)

估算方法只与编码器有关,不需规定。
运动矢量指向前帧像素,用于帧间预测。
假设矢量分量定义为:

- x 由左到右递增, $-15.5 \sim +15.5$,
- y 由上到下递增, $-7.5 \sim +7.5$ 。

矢量的 x 分量用 6 bit 二进制补码数表示,整数部分是 5 bit(包括符号位)。 y 分量用 5 bit 二进制补码数表示,整数部分是 4 bit(包括符号位)。它使用差分可变长编码方式。

应用于 C_R, C_B 块的运动矢量由宏块亮度运动矢量导出如下:

- 垂直坐标与亮度矢量的一样,
- 水平坐标等于亮度矢量的一半。

四等分像素点处色差信号样点是按附录 C 在与亮度信号样点相重合的同一位置的样格处经内插获得。所必需的平均色差信号样点使用同样的方法获得,但基于原来色差信号样格。最终处理等效于双线性内插,1/4 像素精度。

附录 E
(标准的附录)
DCT 系数的量化

E1 交流系数量化

每个系数采用不同的量化特性,量化分两步完成。

E1.1 相对系数的计算

$$C(k,l) = 2Z(k,l)/S(k,l,m,f)$$

这里:

$S(k,l,m,f)$: (k,l) 系数的传输门限值,如下式所示:

$$S(k,l,m,f) = 2^{n(k,l,m,f)/16}, \quad n(k,l,m,f) \text{ 为整数}$$

$m=0,1,2,3$ 由块临界状态而定。

f : 传输因数,与缓冲器占有量有关。

E1.2 相对系数量化

量化规律接近线性,如表 E1。

E1.2.1 传输门限矩阵的确定

每个分量的 S 矩阵都取决于图 E1a 和 E1h 定义的两个分量的相对可视矩阵 V ,传输因数 f 在每个 DCT 块的条之前被传送,临界态因数 m 为每个宏块传送。

为提供不超过传输复用器中视频可行的码率的一个平均值, f 值按缓冲器占有量计算。 m 值每宏块用 2 bit 编码。

实现 f 的计算和 m 值的选择的模块只在编码器中,其相应的信息被传送解码器。

参照图 E2a,E2b,E2c,每个分量的标量控制参数 $n(k,l,m,f)$ 由下述方法获得:

$$p(k,l,m) = \text{Min}[p_0(k,l) + T_r(m), T_h(m)]$$

其中: $p_0(k,l)$ 由 $V(k,l) = 2^{p_0(k,l)/8}$ 定义,

其中: p 为 0~52 之间的整数。

$T_r(m)$ 和 $T_h(m)$ 是由临界态 (m) 确定的参数,定义如下:

临界态	变换 $T_r(m)$ [Y, C_R, C_B 系数]	Y 的限值 $T_h(m)$	C_R, C_B 限值 $T_h(m)$
0	+8	无(即 44+8)	无(即 26+8)
1	+2	无(即 44+2)	无(即 26+8)
2	0	34	16
3	0	24	9

因此, $n(k,l,m,f)$ 由下式给出:

$$n(k,l,m,f) = \text{Min}[n'(k,l,m,f), 175]$$

其中:

$$q(k,l,m,f) = \text{Min}[2p(k,l,m) - 48, f] + f$$

$$n'(k,l,m,f) = \text{Max}[q(k,l,m,f), 0]$$

E1.2.2 数据精确度

数据:	总计(包括符号位)
交流 DCT 系数 $Z(k,l)$	12 bit
相对系数 $C(k,l)$	12 bit
量化系数	11 bit

E1.2.3 量化系数范围

数据:	范围($2^{1/16}$ 的幂次)
传输门限 $n(k,l,m,f)$	0~175
传输因数 f	0~175($2^{1/8}$ 的幂次)
相对可视度 $p_0(k,l)$	0~44
传输因数为块的每个条传输,每个用 8 bit 编码。	

E1.2.4 量化特性

表 E1 定义了亮度和色差信号近似线性规律的量化电平。

E2 直流系数量化

直流系数 $Z(0,0)$ 的量化使用与交流系数同样的处理方法,但直流系数的标量因数 $n(0,0,m,f)$ 被限定在(0,48)范围内。

表 E1 量化器近似线性特性

量化规律是对称的,所以该特性仅给出正输入值。

输入值 $C(k,l)$ 或间隔	量化电平	量化值 $C'(k,l)^{1)}$	输入值 $C(k,l)$ 或间隔	量化电平	量化值 $C'(k,l)^{1)}$
0	0	0			
1	1	1	512:515	384	513
2	2	2	516:519	385	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	255	255	1 020:1 023	511	1 021
256:257	256	256	1 024:1 031	512	1 027
258:259	257	⋮	1 032:1 039	513	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
510:511	383	510	2 040:2 047	639	2 043

1) 反量化器输出。

$p_0(k,l)$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	2	8	12	18	22	28
1	0	6	6	10	16	18	22	34
2	0	6	10	14	18	20	24	38
3	2	6	12	16	18	20	26	40
4	6	12	14	16	20	22	28	42
5	10	14	14	18	22	24	30	42
6	14	16	16	18	22	24	34	44
7	14	18	18	20	24	30	38	44

图 E1a 亮度相对可视矩阵 $V(k,l)=2^{p_0(k,l)/8}$

$p_0(k,l)$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	3	4	6	8	8	11
2	0	1	2	3	6	8	9	13
3	2	2	3	4	7	9	10	16
4	3	4	5	5	8	10	12	16
5	5	6	6	7	9	11	13	17
6	8	7	9	9	11	14	16	21
7	10	11	11	11	14	16	19	24
8	12	12	12	12	17	18	20	26

图 E1b 色度相对可视矩阵 $V(k,l)=2^{p_0(k,l)/8}$

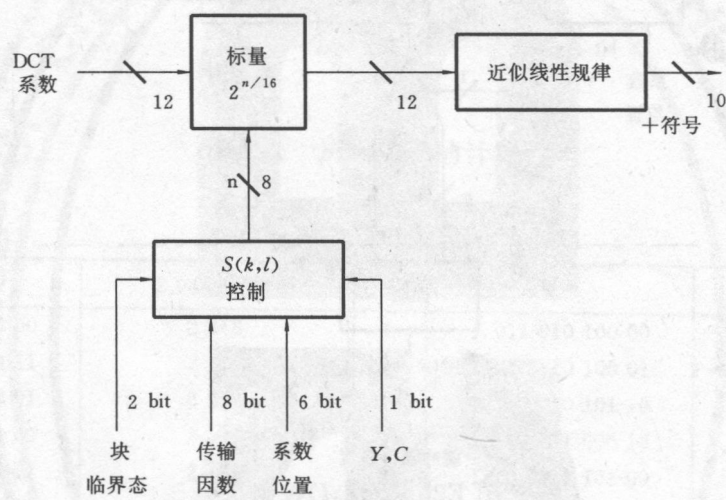
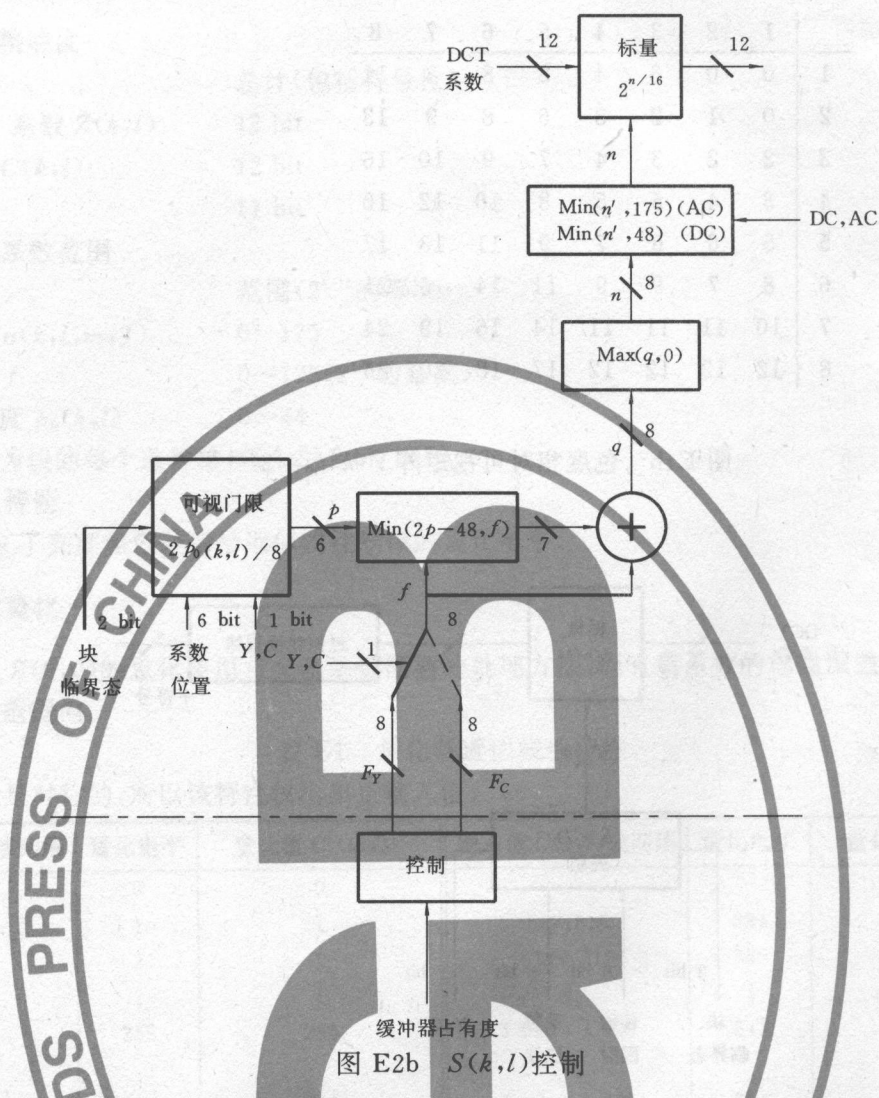


图 E2a



E3 反量化

重建 DCT 系数由下式给出：

$$Z'(k,l) = C'(k,l) \cdot S(k,l,m,f) \cdot 1/2$$

其中：

$S(k,l,m,f) = 2^{n(k,l,m,f)/16}$ ，同第 1 中定义

$C'(k,l)$ ：相当于被传输量化器电平的量化值

$n(k,l,m,f)$ 如下表示：

$$n(k,l,m,f) = 16q + r$$

q, r 为整数, $0 \leq r < 16$

故： $Z'(k,l) = (C'(k,l) \cdot 2^q) \cdot 2^{r/16}$

或： $Z'(k,l) = D(k,l) \cdot 2^{r/16}$

其中： $D(k,l) = C'(k,l) \cdot 2^q$

$2^{r/16}$ 的 12 位值由表 E2 给出，可以看出，量化器中使用同一组数值。

$D(k,l) = C'(k,l) \cdot 2^q$ 是在对 12 bit $C'(k,l)$ 值进行二进制 q bit 左移后得到。结果中只有最右边的 12 bit 是重要的，用于下面的乘法中。

$Z'(k,l)$ 是 $D(k,l)$ 与 $2^{r/16}$ 相乘的值，取前 12 bit。

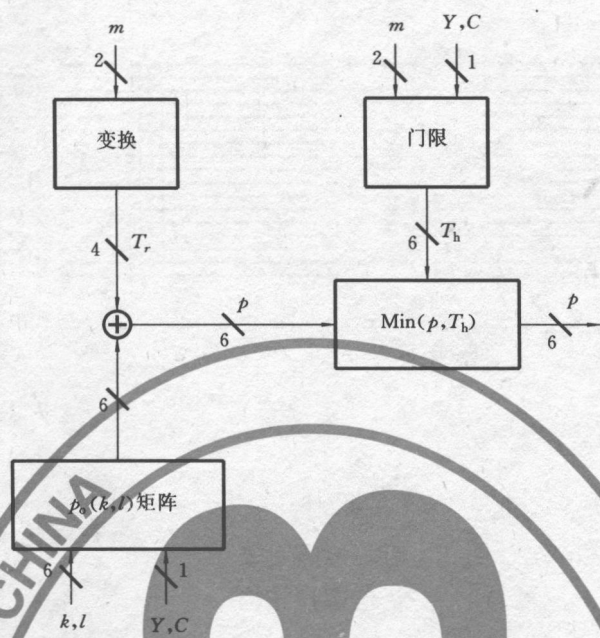


图 E2c $p(k, l, m)$ 的计算

表 E2 $2^{r/16}$ 的值

r	$2^{r/16}$	$2\,048 \cdot 2^{r/16}$	r	$2^{r/16}$	$2\,048 \cdot 2^{r/16}$
0	1.000 000 000 00	2 048	8	1.011 010 100 00	2 896
1	1.000 010 110 11	2 139	9	1.011 110 100 01	3 025
2	1.000 101 110 01	2 233	10	1.100 010 101 10	3 158
3	1.001 000 111 00	2 332	11	1.100 111 000 10	3 298
4	1.001 100 000 11	2 435	12	1.101 011 101 00	3 444
5	1.001 111 011 11	2 543	13	1.110 000 011 01	3 597
6	1.010 011 000 00	2 656	14	1.110 101 011 00	3 756
7	1.010 110 101 10	2 774	15	1.111 010 100 10	3 922

附录 F
(标准的附录)
前向误差保护

传输信号由一个用于纠正 8 字节误差和有 2 字节交织的 RS(255,239)编码来避免传输误差。
RS 编码发生器的多项式如下：

$$\prod_{i=0}^{15} (x + \alpha^i)$$

这里 α 是二进制原始多项式 $x^8+x^4+x^3+x^2+1$ 的一个根。数据字节($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$)与 GF(256) 即 256 个元素的有限场中 $d_7\alpha^7+d_6\alpha^6+\dots+d_1\alpha+d_0$ 的元素是相同的。

前向误差校正编码的冗余度是 6.69%。

视频编码器输出的数据流被安排在 239 列、16 行的矩阵中。

RS(255,239)编码按照每一个 2 行字节计算,同时将 16 字节误差控制组加到相应的行上。读入和传输(读出)字节第一列开始进行,其序列如图 F1 所示。

在 FEC 解码器中,检错与纠错按如图 F1 设置的接收比特流所获得的矩阵进行。

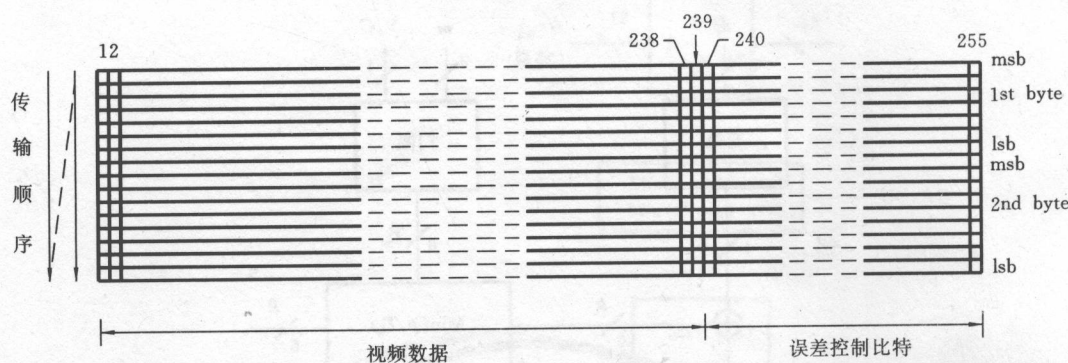


图 F1

附录 G
(标准的附录)
信道帧结构

信道帧用以同步视频信息的纠错块(见附录 F),并将声音、数据信道与已纠错的视频及链路管理的适当信息和视频、声音与数据通道检验复用在一起,如需要,还应把解码器端的视频时钟同步,复用在一起。

- 34.368 Mbit/s 信道的信道帧结构暂不做规定。
- 44.736 Mbit/s 信道的信道帧结构暂不做规定。

版权专有 不得翻印

*

书号:155066·1-15541

定价: 10.00 元

*

标 目 365—54