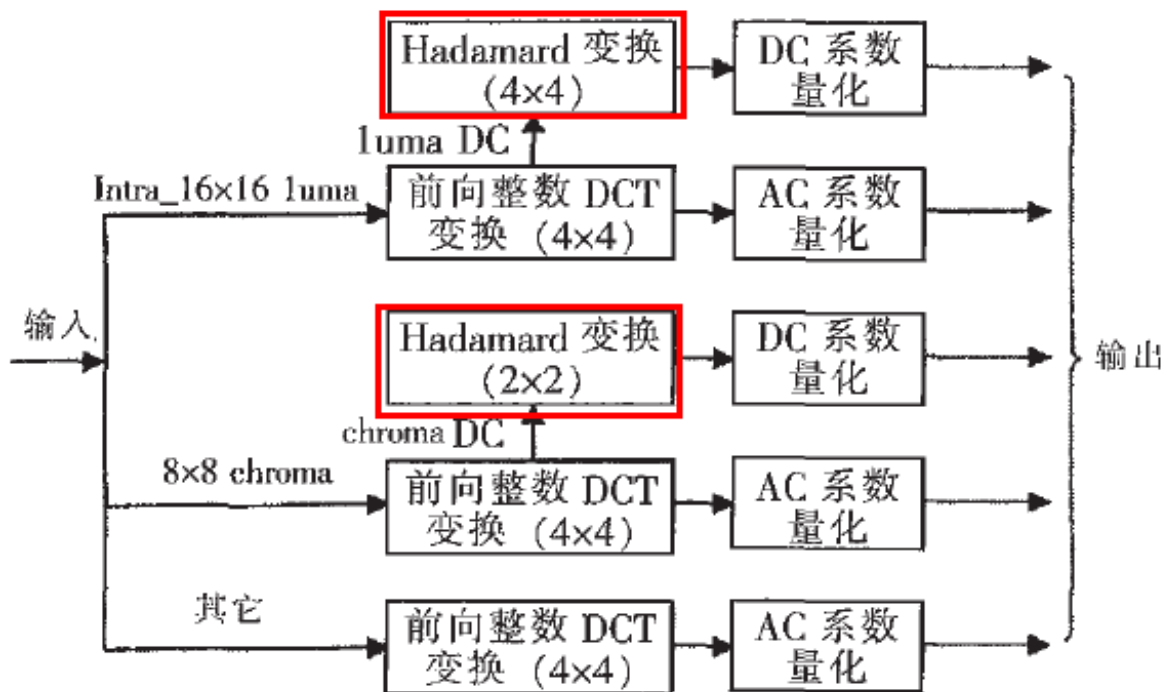


A、变换量化过程总体介绍

经过帧内（16x16和4x4亮度、8x8色度）和帧间（4x4~16x16亮度、4x4~8x8色度）像素块预测之后，得到预测块的残差，为了压缩残差信息的统计冗余，需要对残差数据进行变换和量化操作。变换和量化的总体操作过程如下图：



对于Intra_16x16的亮度块，通过16(4x4)个4x4的前向DCT变换，然后对得到的16个DC系数再进行4x4的Hadamard变换，然后对于16个DC系数和240个AC系数进行量化（DC和AC的量化公式略有不同，为了控制量化死区大小，详见量化器设计）。

对于8x8的色度块（帧内、帧间），进行4x4的DCT变换后，得到4个DC和60个AC系数，同样对于DC系数先进行2x2的Hadamard变换后，分别对DC和AC系数进行量化。

由于变换块越大，编码的效率越高，且图像的细节信息越能得以保留。所以H.264在HD档次中，支持进行8x8的DCT变换（设置标志transform_size_8x8_flag=1），且不需要对DC系数进行Hadamard变换，DCT变换后对DC和AC系数进行统一的量化处理。

然后对于其他尺寸的变换块（不是Intra_16x16、8x8色度，没有transform_size_8x8_flag=1标志），则简单采用4x4的DCT变换，然后直接对DC和AC系数进行统一量化。

B、量化介绍

量化是通过多对一的映射，降低比特率。主要有均匀量化、非均匀量化和自适应量化。根据最优量化器设计准则：最佳量化区间的边界值为相邻两个最佳量化值的平均数，最佳量化值为所在量化区间的均值。

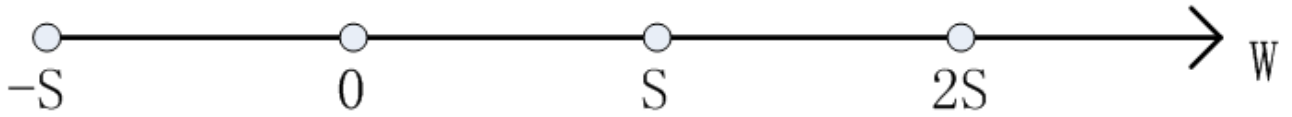
1、简单的定长标量量化器公式如下：

$$Z = \text{int}(|W|/S) * \text{sng}(W)。$$

其中W表示输入值，S是量化步长，int(x)表示小于等于x的最大整数，sng(x)表示x的符号，取值-1、0、+1。

反量化公式：

$$W = S * Z ;$$



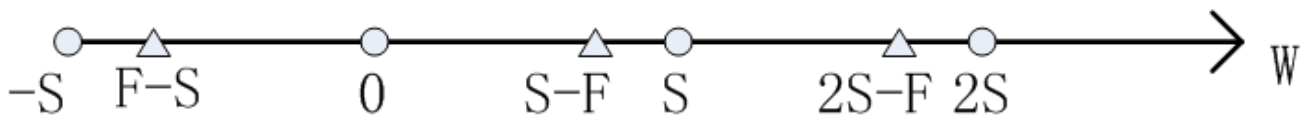
如图：在量化区间 $[n*S, n*S+S)$ 中，残差量化值为 $n*S$ 。量化步长 S 决定了量化的效果， S 越大，量化器的压缩效率越高，但是相应的图像的失真越高。但是对于上述量化器，对于区间 $[0, S)$ 的残差值，被量化成0，明显不符合最优量化器设计准则，所以引入量化偏移量 f 。

2、变形量化器：引入量化偏移量 f ，公式如下：

$$Z = \text{int}((|W| + f) / S) * \text{sng}(W);$$

反量化公式如下：

$$W = S * Z ;$$



如图：在量化区间 $(F-S, S-F)$ 中，量化值是0；在 $[S-F, 2S-F)$ 中，量化值为 S 。由于区间 $(f-S, S-f)$ 的残差量化为0， $[S-f, 2S-f)$ 的残差量化为 S ，所以此量化器就可以通过调节 f 的值，调节量化区间的最佳量化值，使得最佳量化值满足是该区间的均值（ W 是非均匀分布时也可以调节 f 达到最佳量化器的要求），因此 f 可以控制量化区间的偏移量。H.264的参考模型建议对于帧间预测时， $f=S/6$ ；对于帧内预测是， $f=S/2$ 。

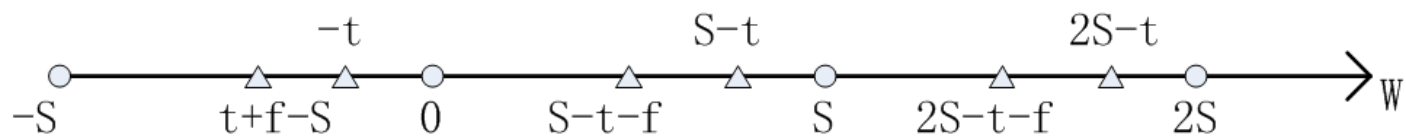
对于残差值属于 $(f-S, S-f)$ 时，量化值是0，所以区间 $(f-S, S-f)$ 被称为量化死区，通过 f 可以控制量化死区的大小。由于经过DCT变换后，残差值大量处于量化死区，且量化死区的残差值往往对应高频细节信息，在实际应用中，往往需要对量化死区的高频或者大量出现的残差信息特殊处理，所以需要根据实际控制量化死区的大小。但是由于 f 同时控制着量化偏移量和量化死区，具有耦合性，所以为了解耦合，在JVT-K026中提出一种解耦合的量化器。

3、变形量化器：引入参数 t 控制量化死区，公式如下：

$$Z = \text{int}((|W| + f + t) / S) * \text{sng}(W);$$

反量化公式：

$$W = (S * |Z| - t) * \text{sng}(Z)。$$



如图：在量化区间 $(t+f-S, S-t-f)$ 中，量化值是 $-t$ ；在区间 $[S-t-f, 2S-t-f)$ 中，量化值是 $S-t$ 。该量化器通过 f 控制量化值（即：量化值相对于量化区间断点的偏移量），确定量化偏移量满足最优量化器后，通过 t 控制量化死区的大小。