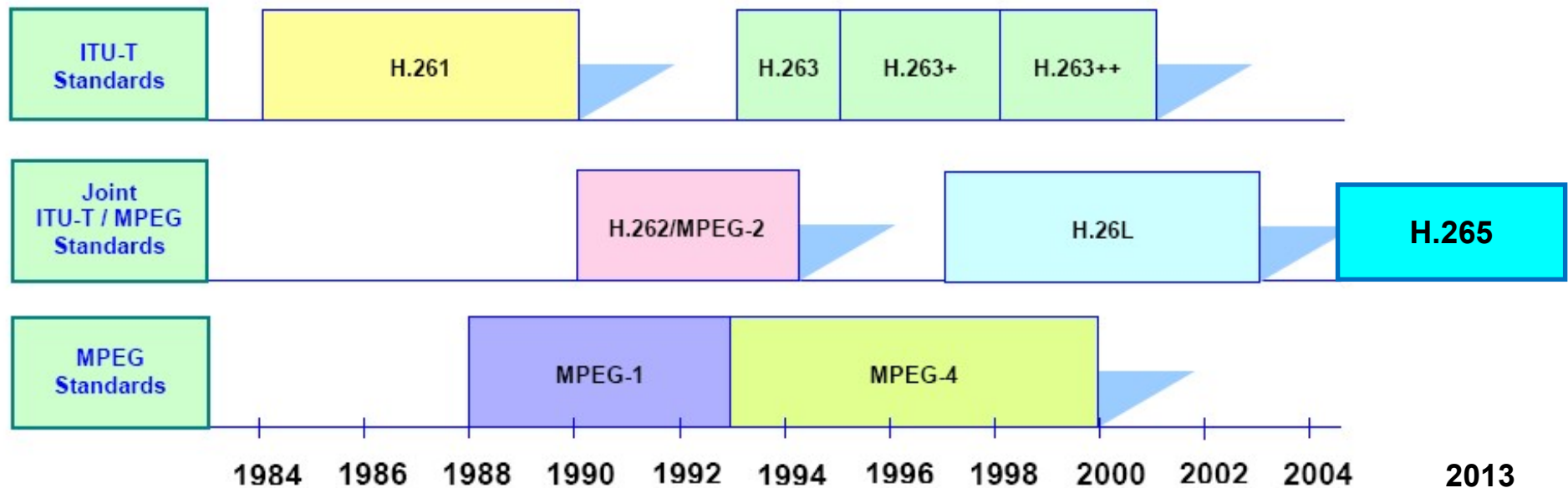


# 第五讲、H.264压缩编码标准

**Communication University of China**

# H.264概述1

- ITU-T、ISO/IEC;
- ITU针对可视会议等应用分别制定了H.261、H.262、H.263、H.263+、H.263++;
- ISO/IEC主要制定了MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4等标准;
- 由ITU-T视频编码专家组（VCEG）和ISO/IEC运动图像专家组（MPEG）联合组成的联合视频组（JVT, Joint Video Team）提出的新一代数字视频压缩标准。



# H.264概述2

- **H.264/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding)**  
**MPEG-4第10部分**;
- 注重实用，采用成熟的技术，要求**更高的编码效率**和简洁的表现形式;
- 注重对**移动和IP网络的适应**，采用分层技术，从形式上将编码和信道隔离开来，实质上是在源编码器算法中更多地**考虑到信道的特点**;
- 在**混合编码器的基本框架**下，对其主要关键模块都进行了重大改进;

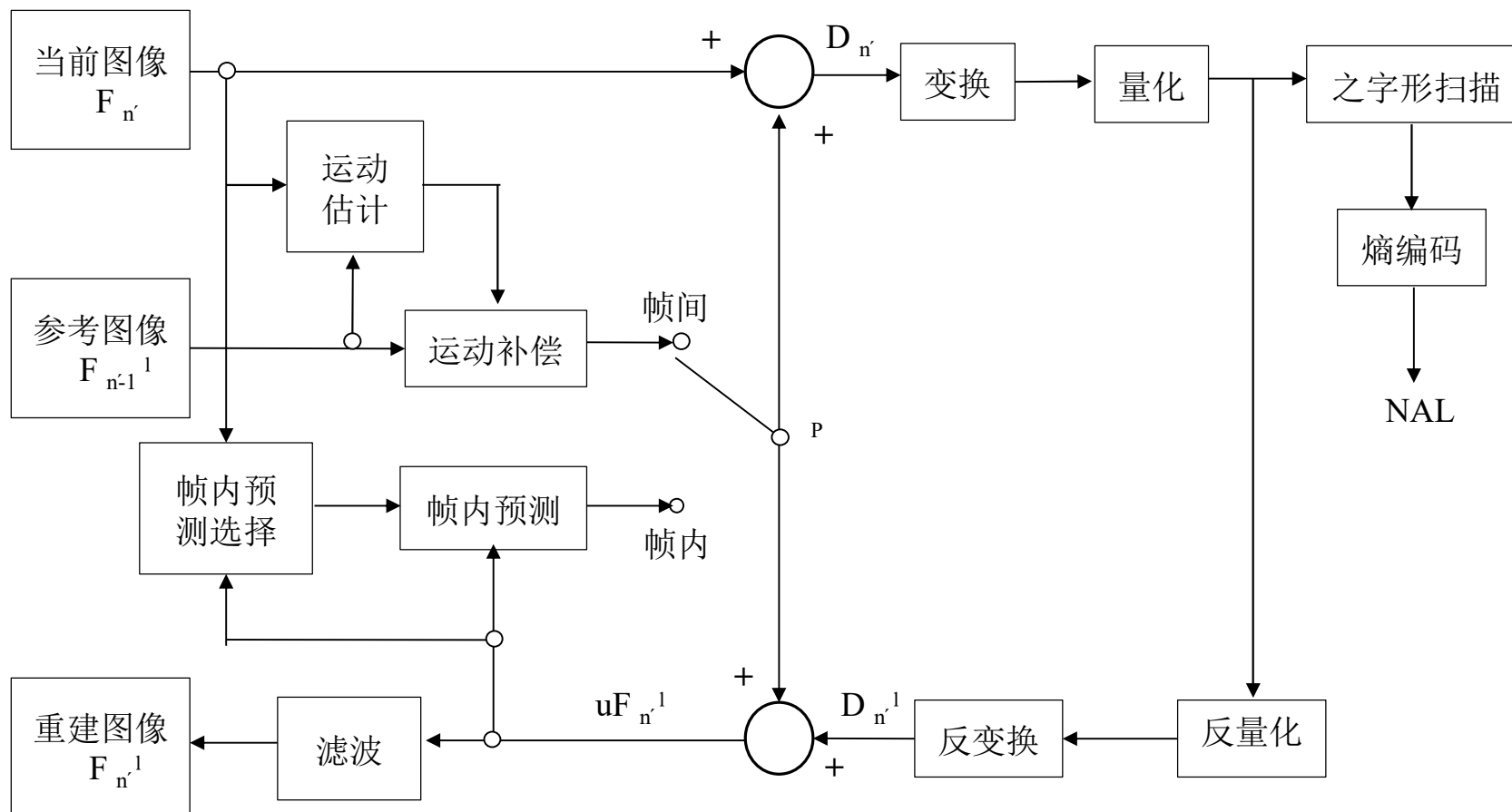
# 一、H.264编码原理

- H.264/AVC标准没有明确定义一个编解码器。
- 标准定义的是编码视频比特流的语法结构和对  
该比特流解码的方法。H.264标准的预测、变  
换、量化、熵编码等基本功能模块与前几个标  
准（MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261,  
H.263）并无太大区别。
- 变化主要体现在功能模块的具体细节上。

# H.264主要特点

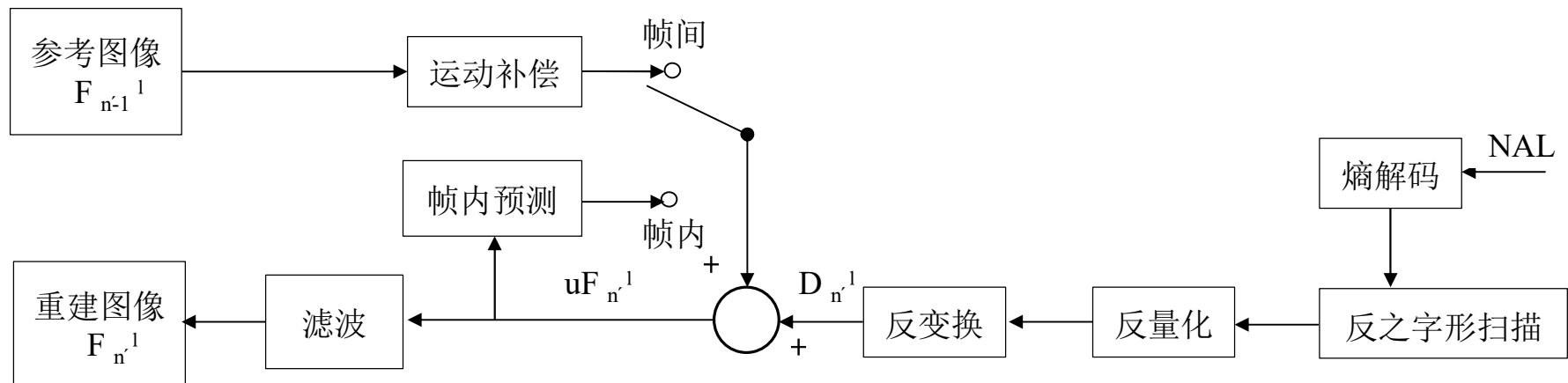
- 压缩效率高;
- 容错能力强;
- 网络适应性好;
- 计算复杂度高;

# 1、H.264/AVC编码器

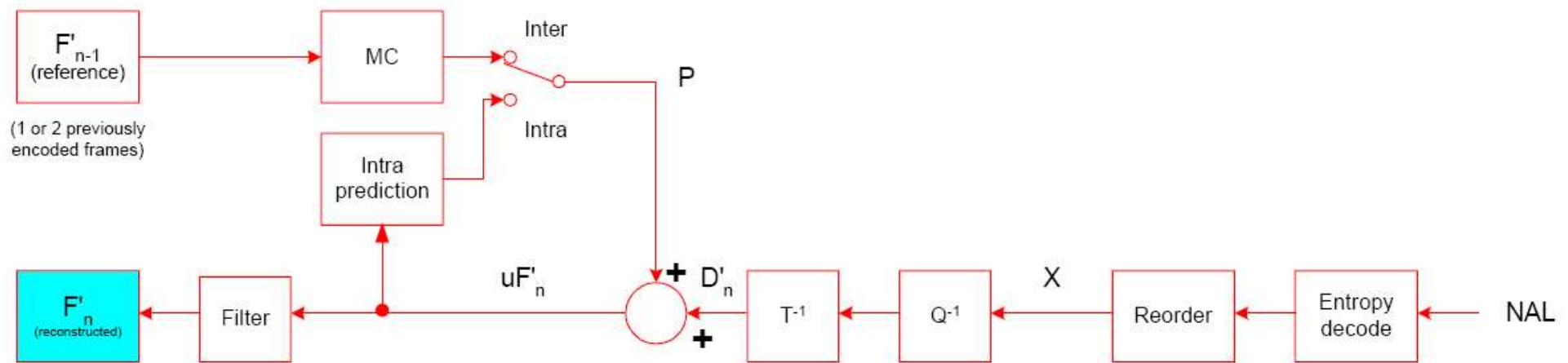


H.264编码框图

## 2、H.264/AVC解码器



H.264解码框图



### 3、H.264/AVC与其它编码标准的差异

- (1) 帧内预测

在空间域进行帧内预测，提高帧内编码的精确度；

- (2) 运动估计与运动补偿

不同尺寸的块和形状，高分辨率的子像素运动估计和选择多个参考帧；

- (3) DCT变换

- 使用整数的DCT变换；



### 3、H.264/AVC与其它编码标准的差异

- (4) 去块效应滤波
- 为消除块效应，增加了自适应消块滤波器
- (5) 熵编码技术

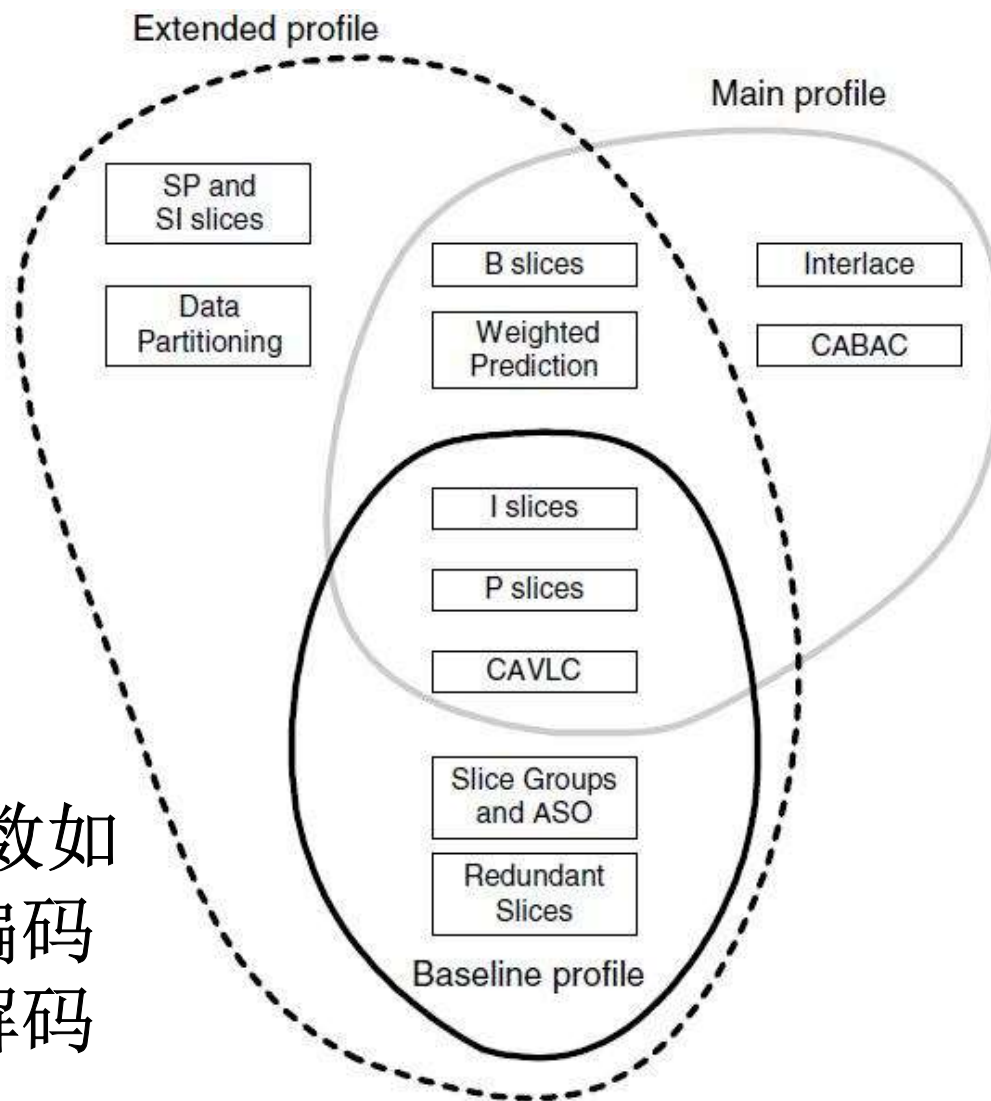
通用变长编码(UVLC, **universal variable length coding**)、基于上下文的自适应变长码编码(CAVLC, **context-based adaptive variable length coding**)或基于上下文的自适应二进制算术编码(CABAC, **context-based adaptive binary arithmetic coding**)。

## 4、H.264的Profiles

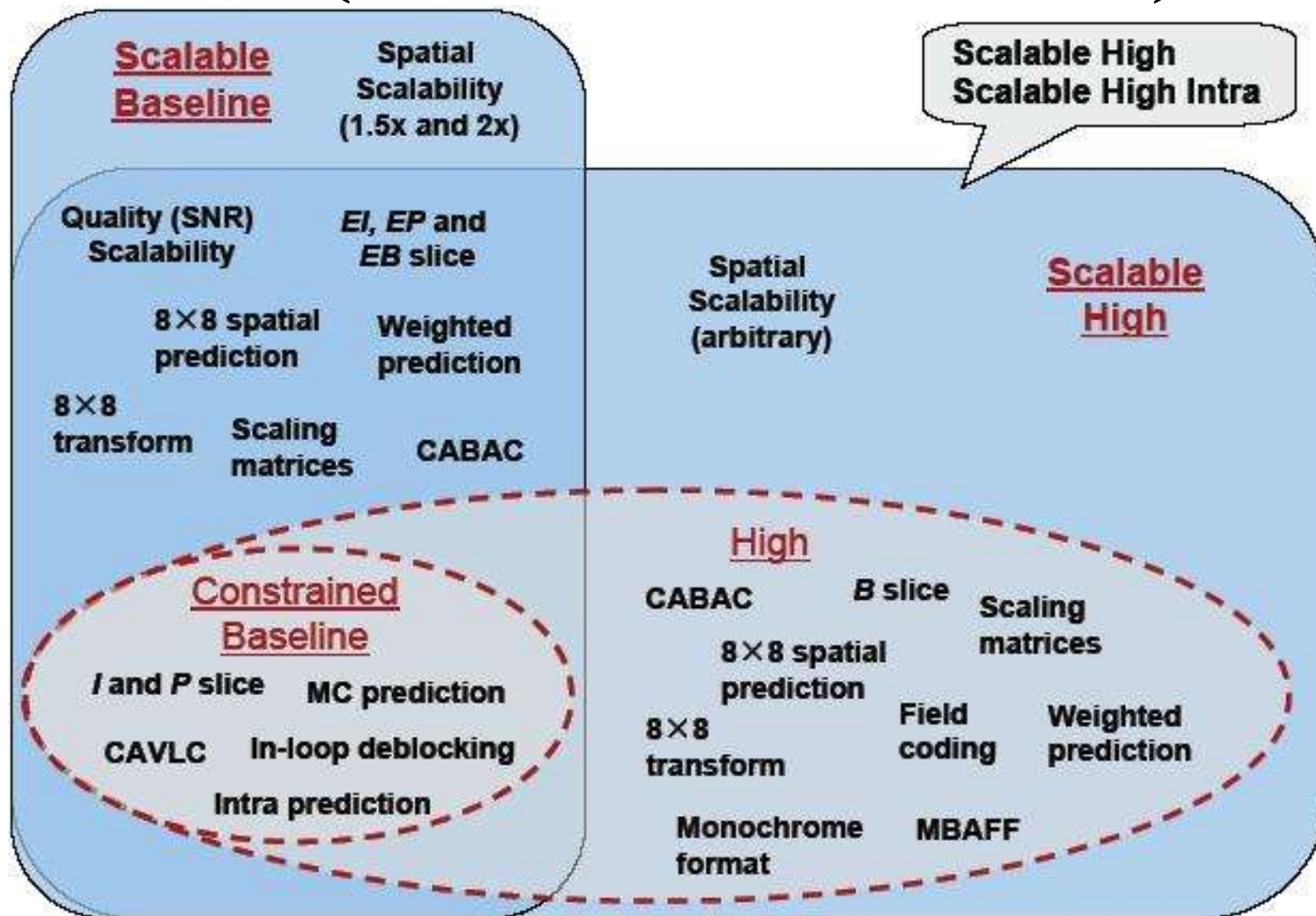
- **Baseline Profile, BP**版本简单、应用广；
- **Main Profile, MP**，采用多项提高图像质量和增加压缩比的技术措施，可用于**SDTV, HDTV, DVD**等。编码效率高，复杂度高。熵编码采用**CABAC**。
- **Extended Profile, EP**，可用于网络的视频流传输，编码效率高，实时性不高，流的播放实时性要求较高。去掉了**CABAC**，增加了流的工具群。

# H.264型和级

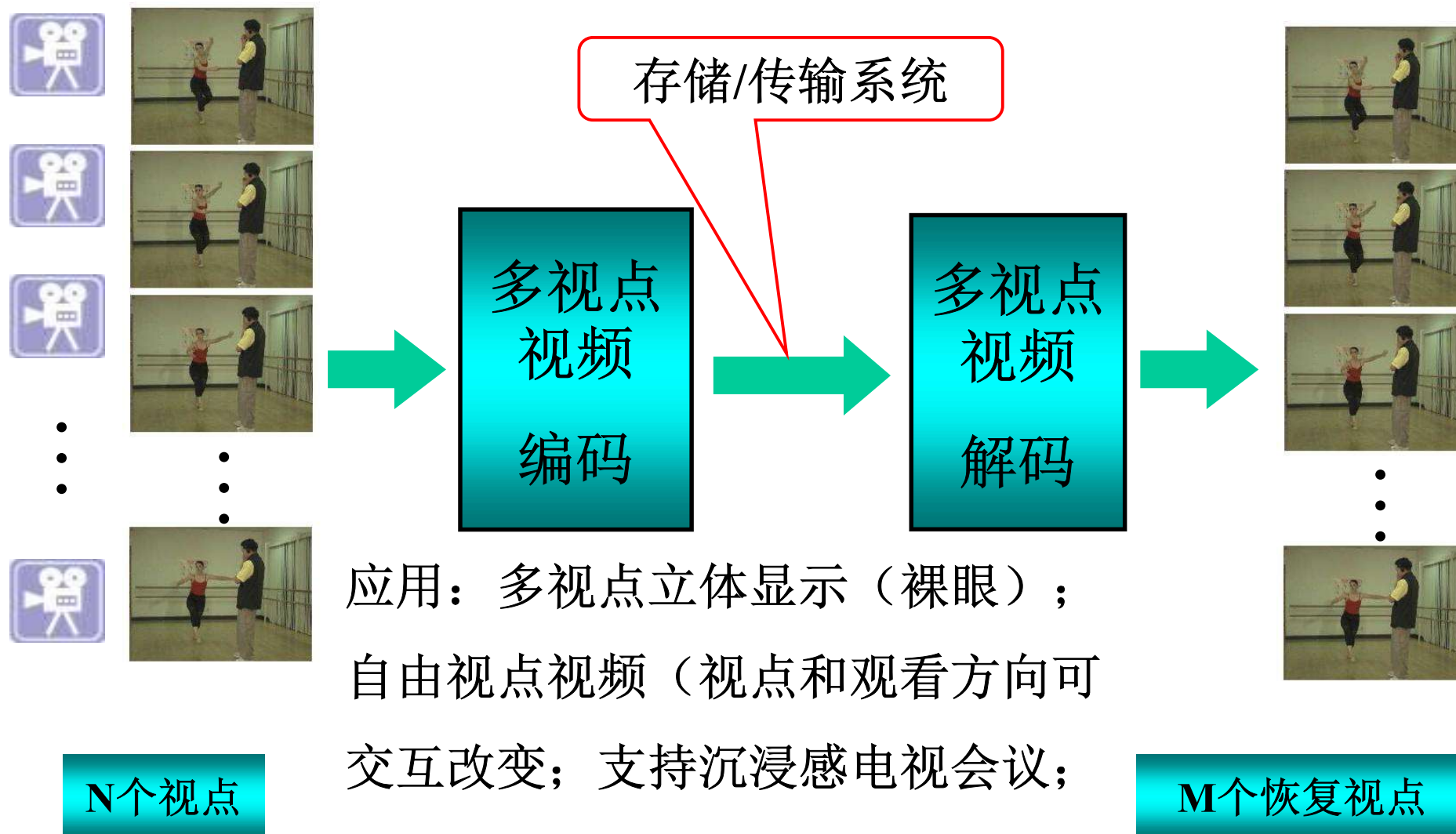
- 基本型:实时视频通信;
- 主型:数字广播电视与视频存储;
- 扩展型:流媒体;
- 级:每一型设置不同的参数如取样速率、图像规格、编码比特率等,成为对应编解码器的级。



# SVC (H.264/AVC AMD 2)



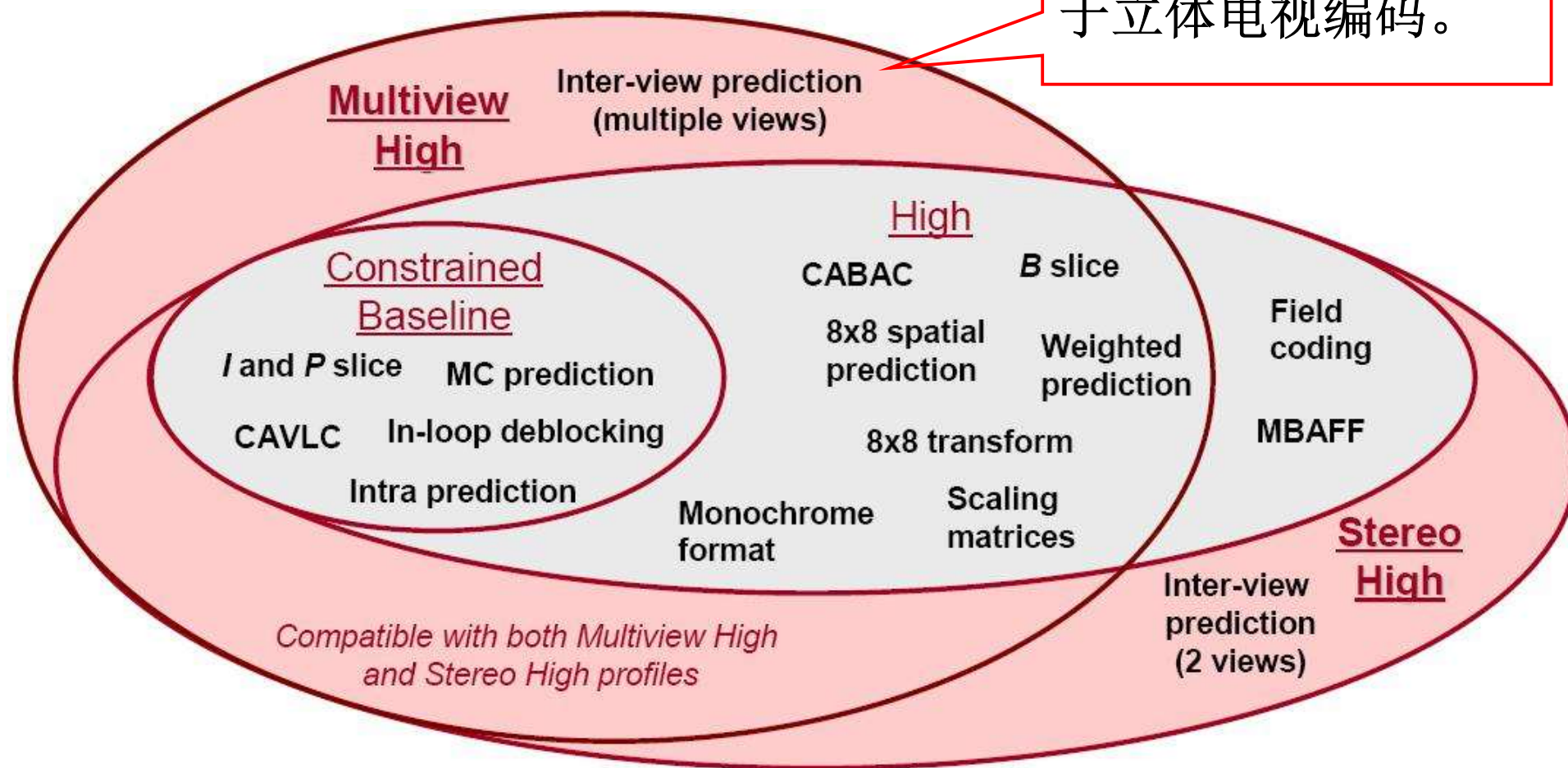
# 多视点视频编码(MVC)





# (MVC)H.264/AVC的第四个扩展

2个视点时，可应用于立体电视编码。

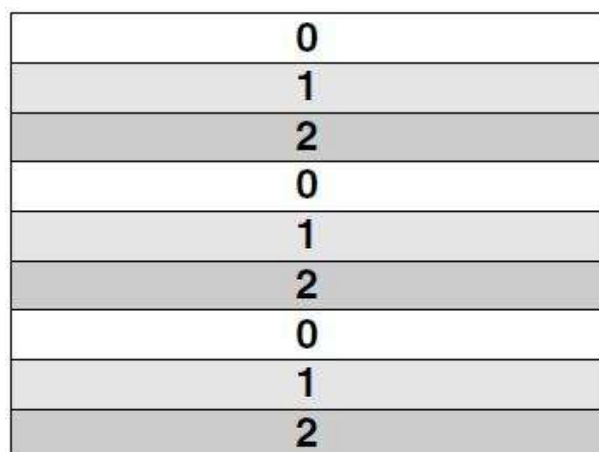


## 5、Slices(片)

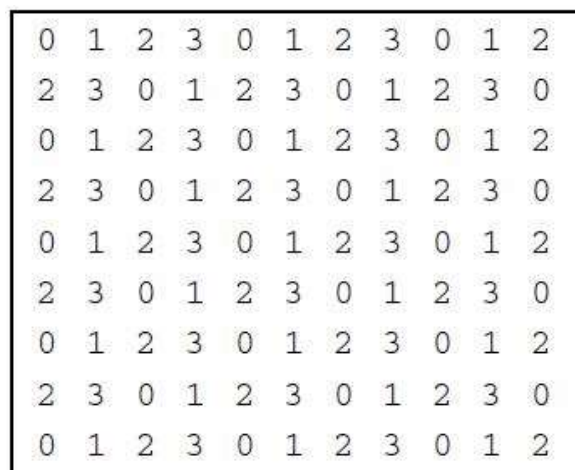
- **H.264**编码的结构——一个视频图像可以划分成一个或多个片进行编码,每片包含整数个宏块;
- **5种类型:I-Slices\P-Slices\B-Slices**  
**\SI-Slices\SP-Slices;**
- 目的:**限制误码的扩散和传播**,使编码片与片之间保持独立;
- **Slices Group(片组)**。

# Slices Group

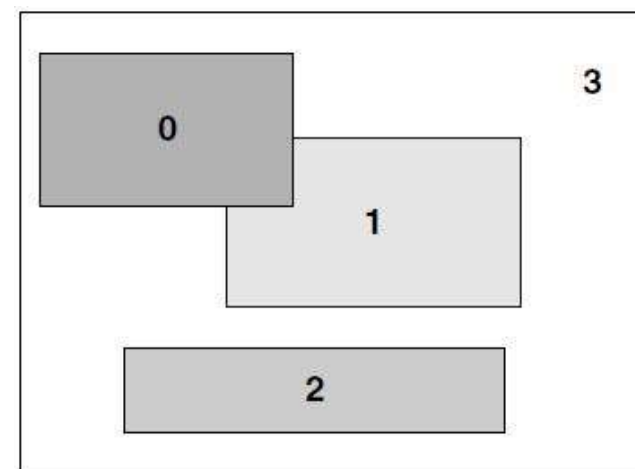
交错



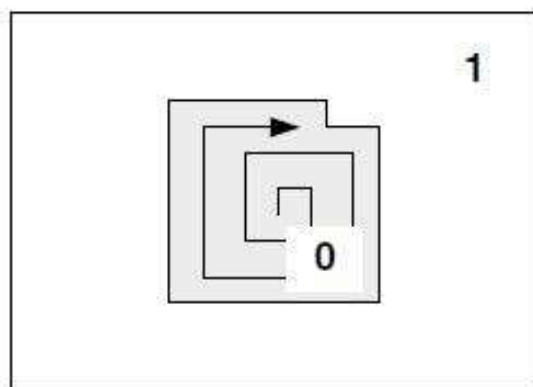
散乱



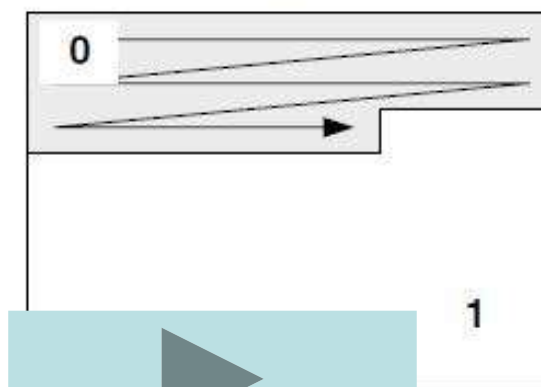
前景/背景



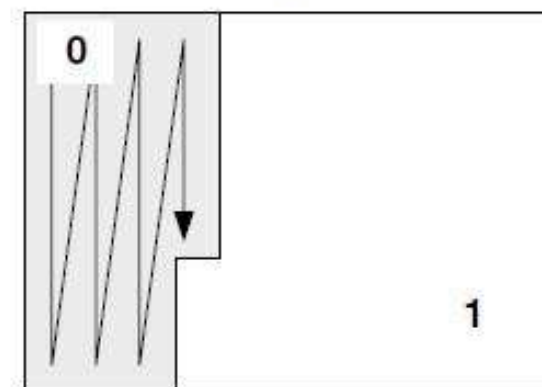
Box-out



Raster



Wipe



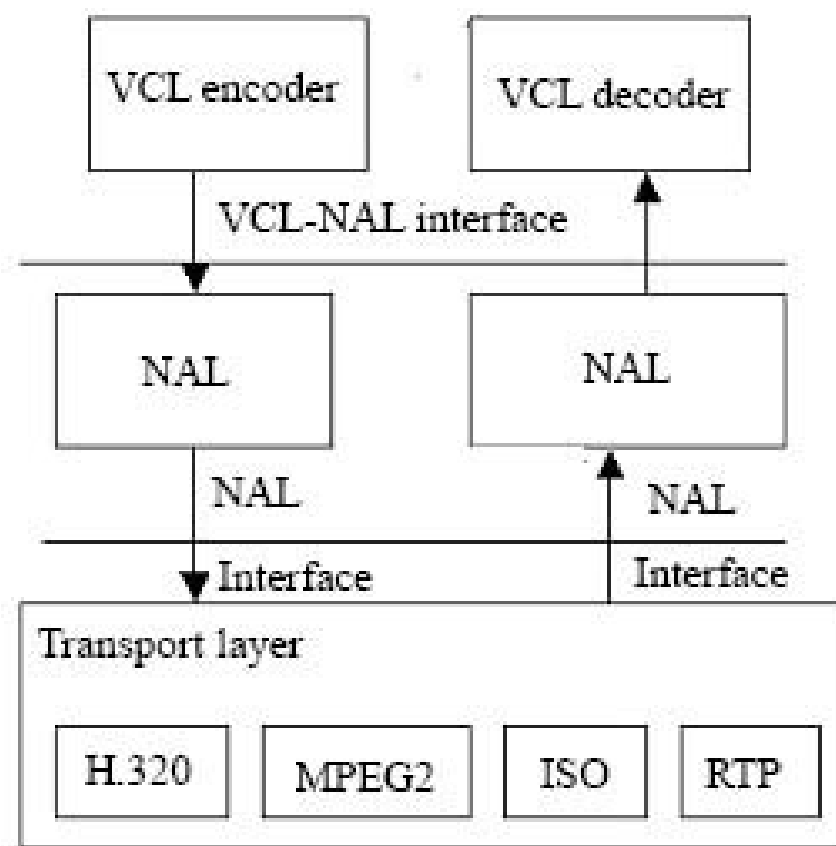


## 二、H.264采用的先进技术

- 分层设计;
- 帧内预测编码;
- 帧间预测编码;
- 整数变换;
- 量化处理;
- 去块效应滤波;
- 熵编码

# 1、分层设计

- 在网络传输环境中，其视频编码方案主要由以下两部分组成：**视频编码层VCL (video coding layer)**和支持视频在不同网络之间传输的**网络抽象层NAL (network abstraction layer)**。

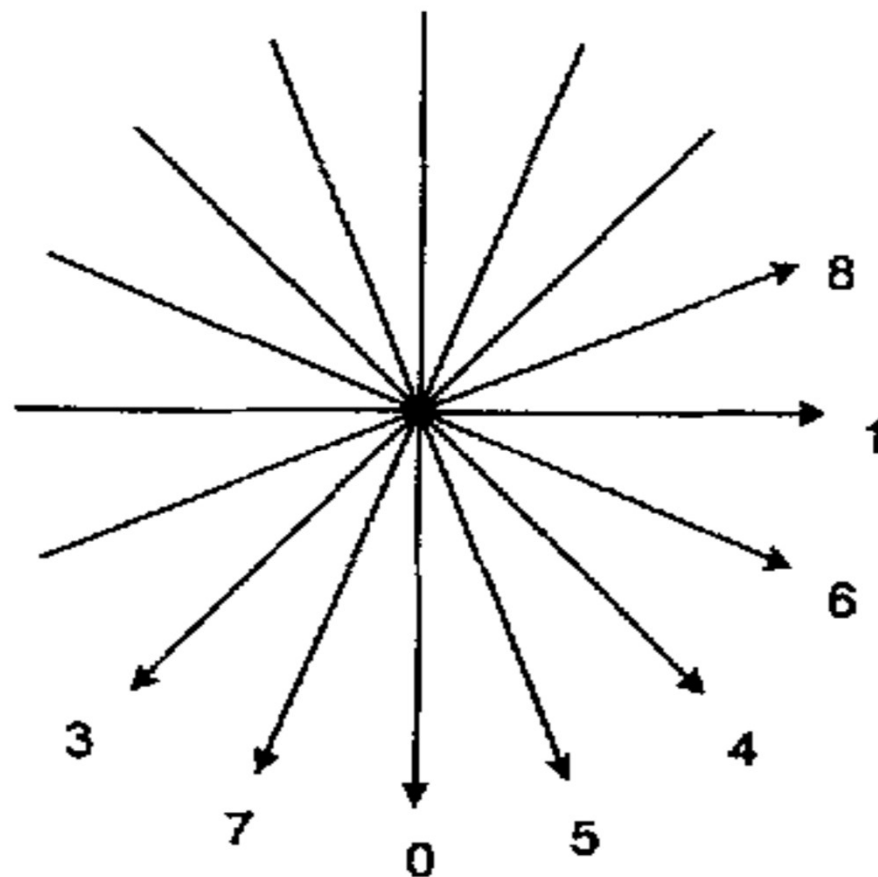


## 2、帧内预测编码

- **H.264**并不直接对图像块进行处理，而是根据邻近块的值来预测当前宏块的值，然后再对**预测值和原始值的差值**进行变换、量化和编码。
- **H.264**支持帧内编码模式：  
亮度块 $4 \times 4$ 与 $16 \times 16$ 编码模式；  
色度块 $8 \times 8$ 编码模式；

# (1)、 $4 \times 4$ 帧内预测模式

Q	A	B	C	D	E	F	G	H
I	a	b	c	d				
J	e	f	g	h				
K	i	j	k	l				
L	m	n	o	p				
M								
N								
O								
P								



M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

0(垂直) ☐ ☐ ☐ ☐ ..... 1(水平) ..... 2(DC)

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

3(下左对角线) ☐ ☐ ..... 4(下右对角线) ☐ ☐ ☐ ..... 5(右垂直)

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

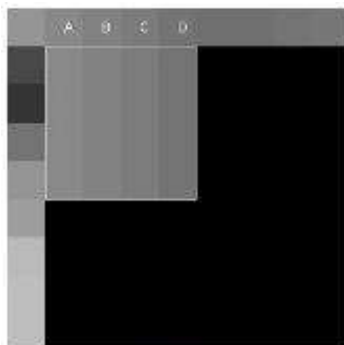
M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

M+	A+	B+	C+	D+	E+	F+	G+	H+
I+								
J+								
K+								
L+								

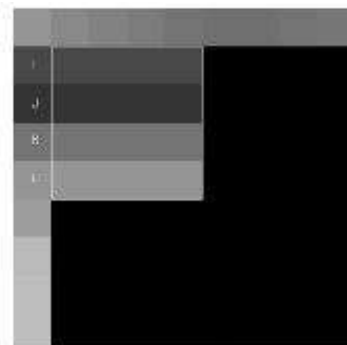
6(下水平) ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ..... 7(左垂直) ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ..... 8(上水平)

# 4×4预测块

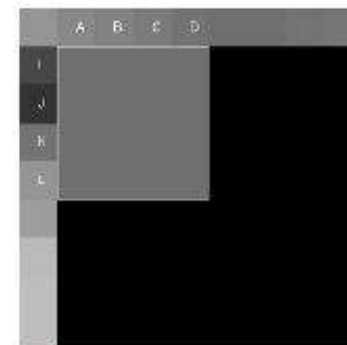
- SAE:  
绝对误差和



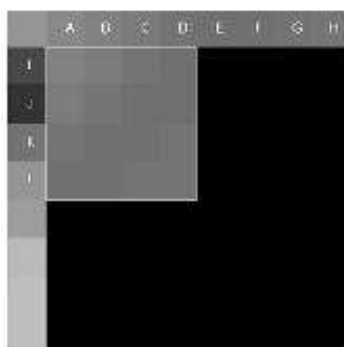
0 (vertical), SAE = 317



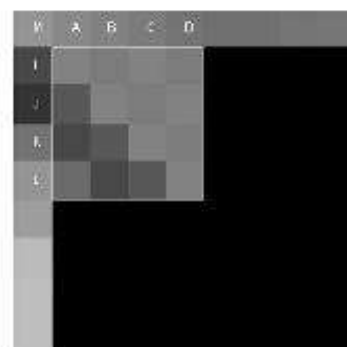
1 (horizontal), SAE = 401



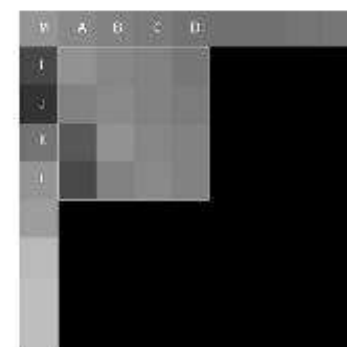
2 (DC), SAE = 317



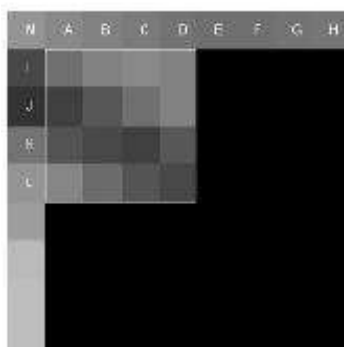
3 (diag down/left), SAE = 350



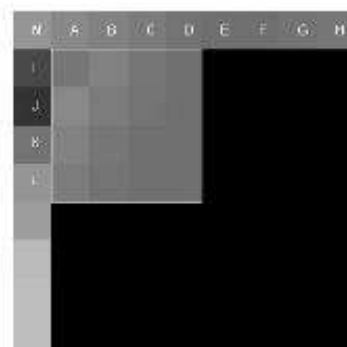
4 (diag down/right), SAE = 466



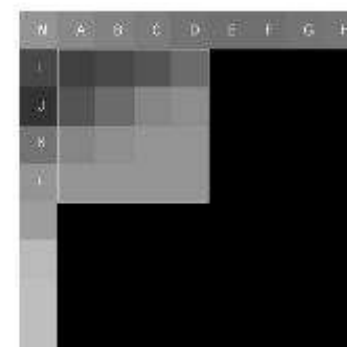
5 (vertical/right), SAE = 419



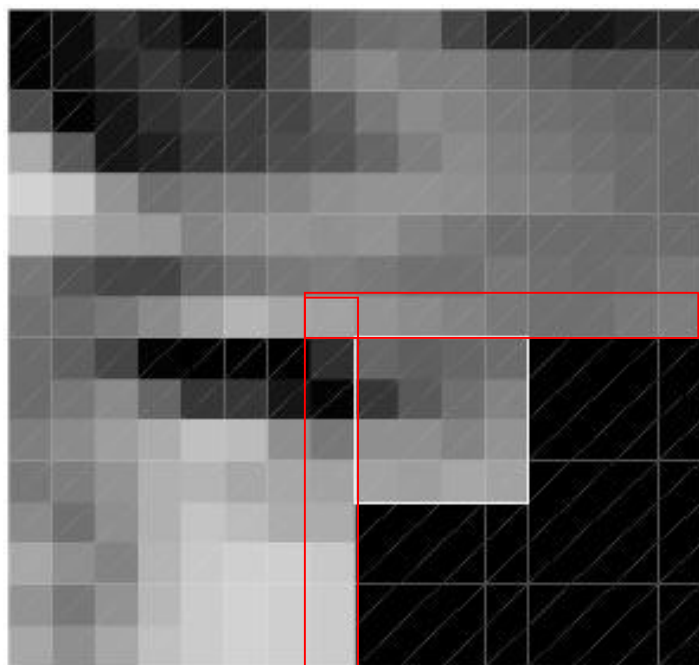
6 (horizontal/down), SAE = 530



7 (vertical/left), SAE = 351



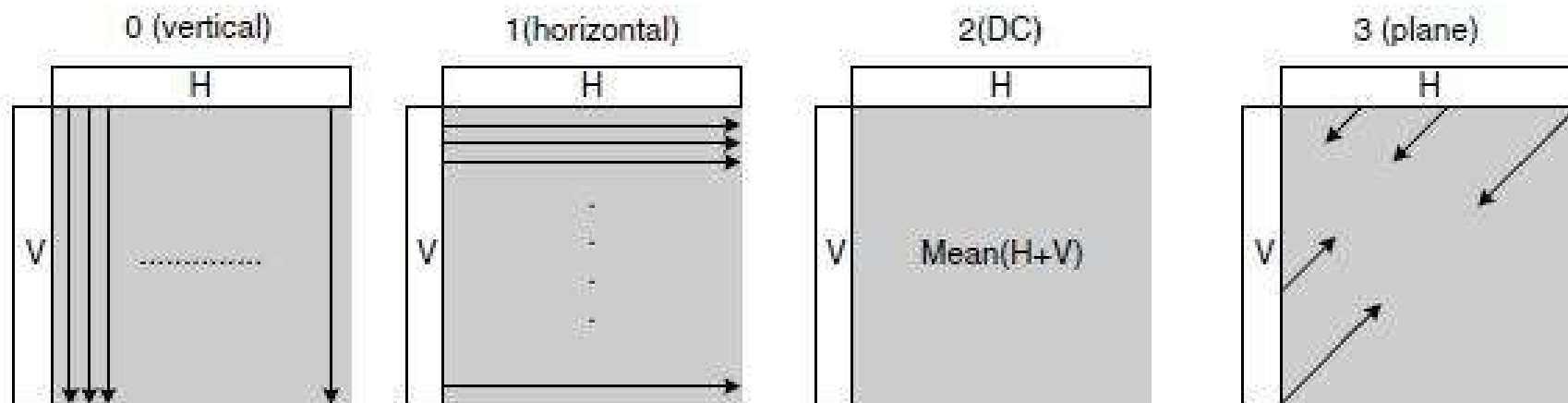
8 (horizontal/up), SAE = 203



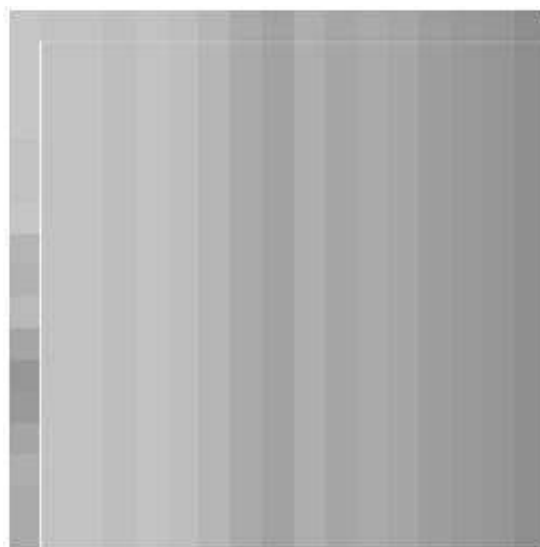
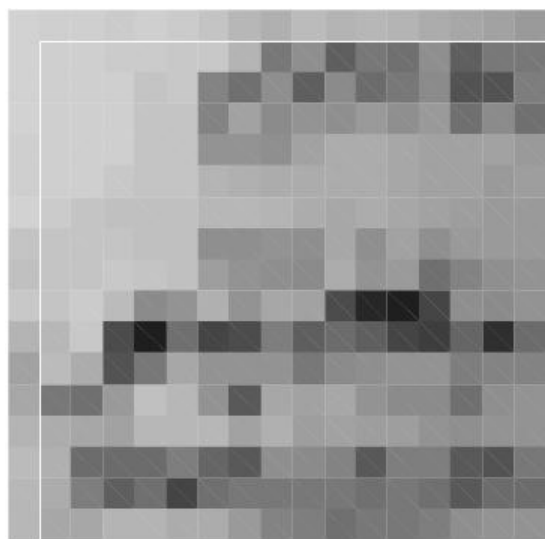
## (2) $16 \times 16$ 帧内预测模式

- 对于图像中的平坦区域，以  $16 \times 16$  为单位进行预测更有助于加快处理速度和降低码率。

**H.264** 提供了垂直预测、水平预测、直流预测和平面预测四种  $16 \times 16$  的预测模式。



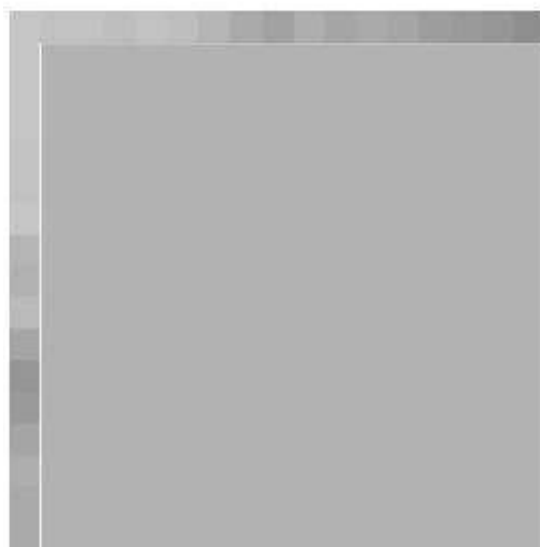
# $16 \times 16$ 预测块



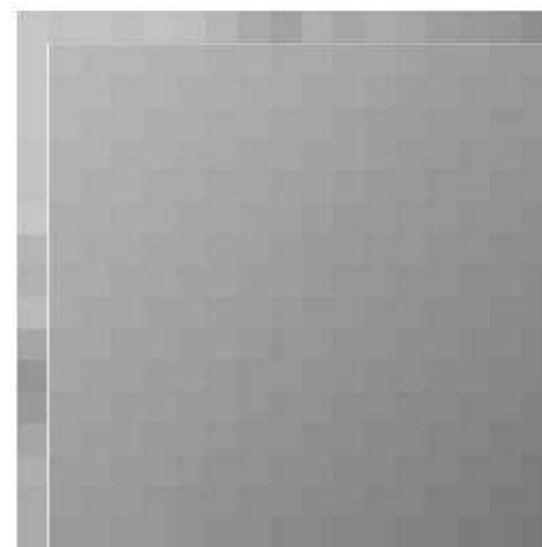
0 (vertical), SAE = 3985



1 (horizontal), SAE = 5097



2 (DC), SAE = 4991



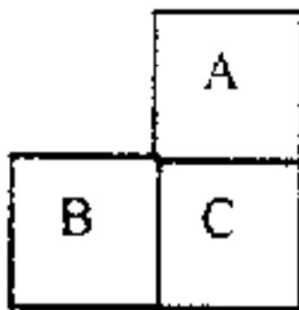
3 (plane), SAE = 2539



### (3)色度块的帧内预测及编码

- 每个帧内编码宏块的 $8 \times 8$ 色度分量由已编码左上方色度像素的预测而得，两种色度分量常用一种预测模式。4种预测模式类似于帧内 $16 \times 16$ 的4种预测模式，只是模式编号不同，其中DC为模式0，水平为模式1，垂直为模式2，平面为模式3。

## (4)帧内预测模式的编码方式传输



a

0	0	2	2
1	1	3	3
4	4	6	6
7	7	8	8

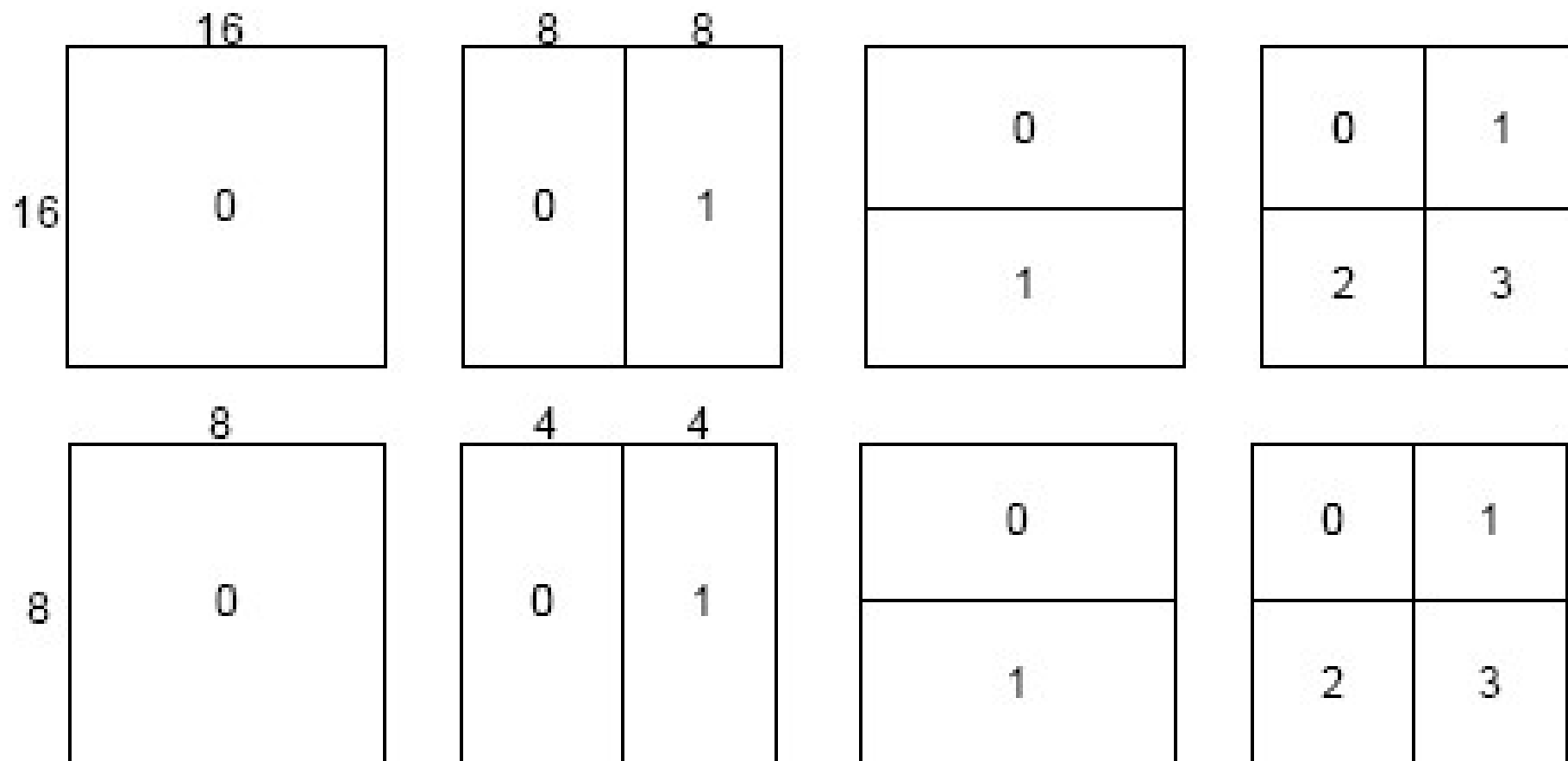
b



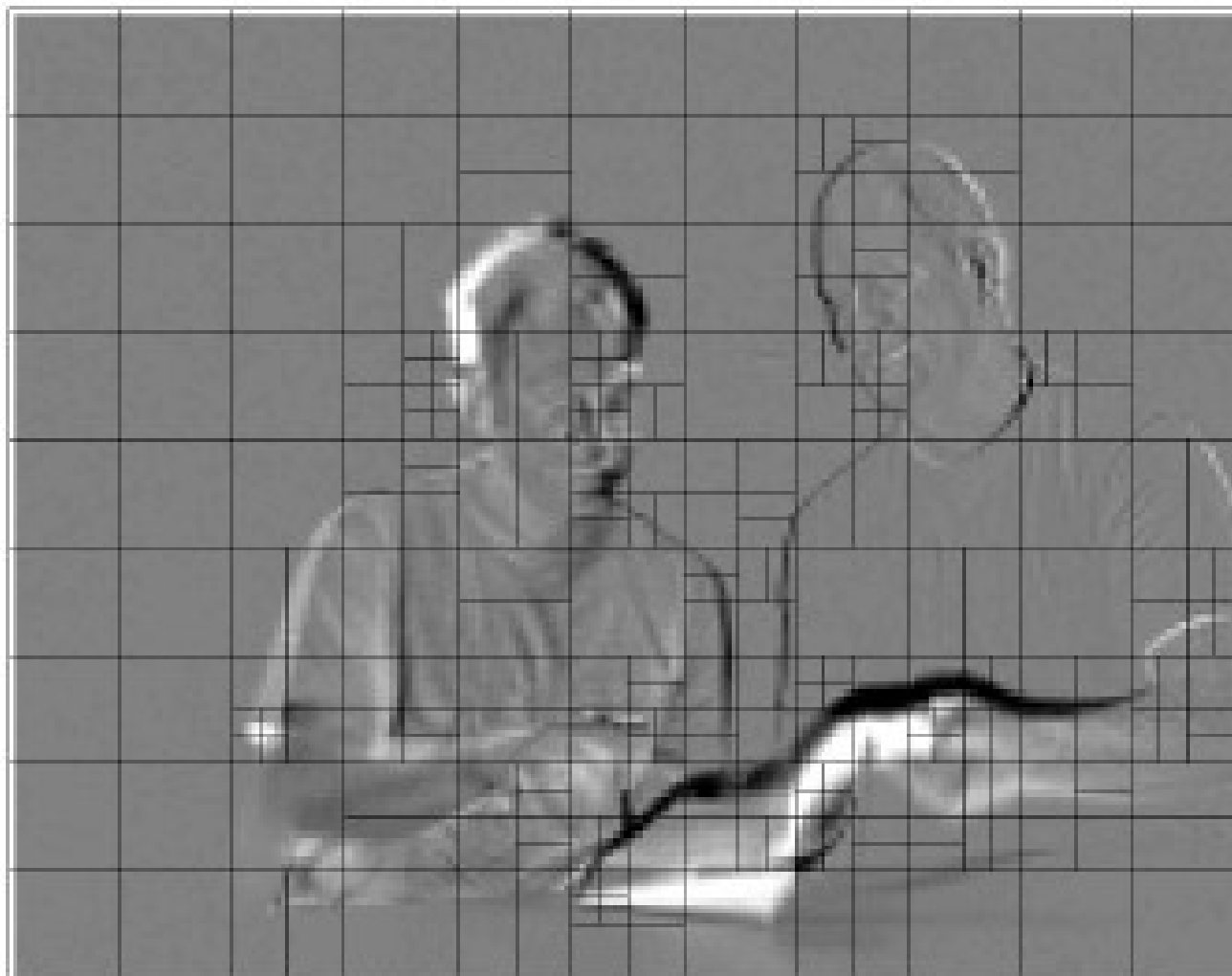
### 3、帧间预测编码

- **H.264**编解码器采用基于块的运动补偿。除了保留以前编码标准的主要特性外，同时还采用了一些新的特性来提高编码效率。其主要方法包括：
  - (1)在运动搜索时使用**不同大小和形状**的块进行搜索；
  - (2)使用**1/4像素精度**搜索，即使用高精度的运动矢量来表示图像块的运动方向和位移；
  - (3)使用**多个预测帧**进行帧间预测；
  - (4)引入**SP帧和SI帧**；

# (1)、树状结构运动补偿 (Tree Structured Motion Compensation)

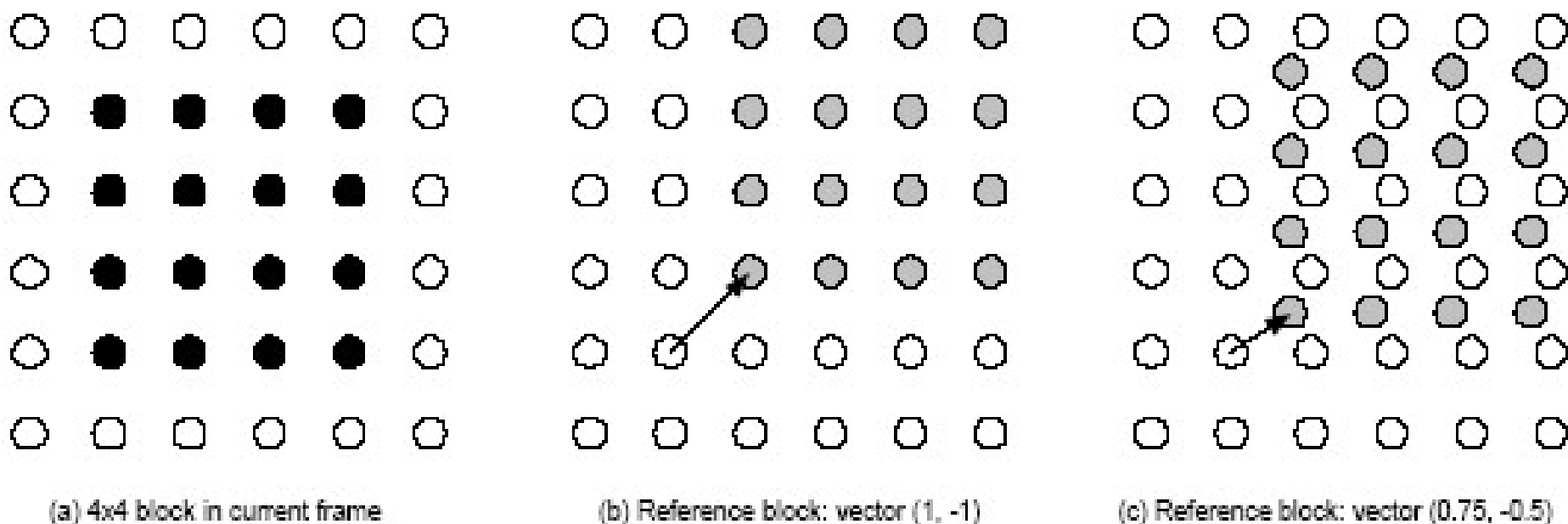


# 区域划分举例



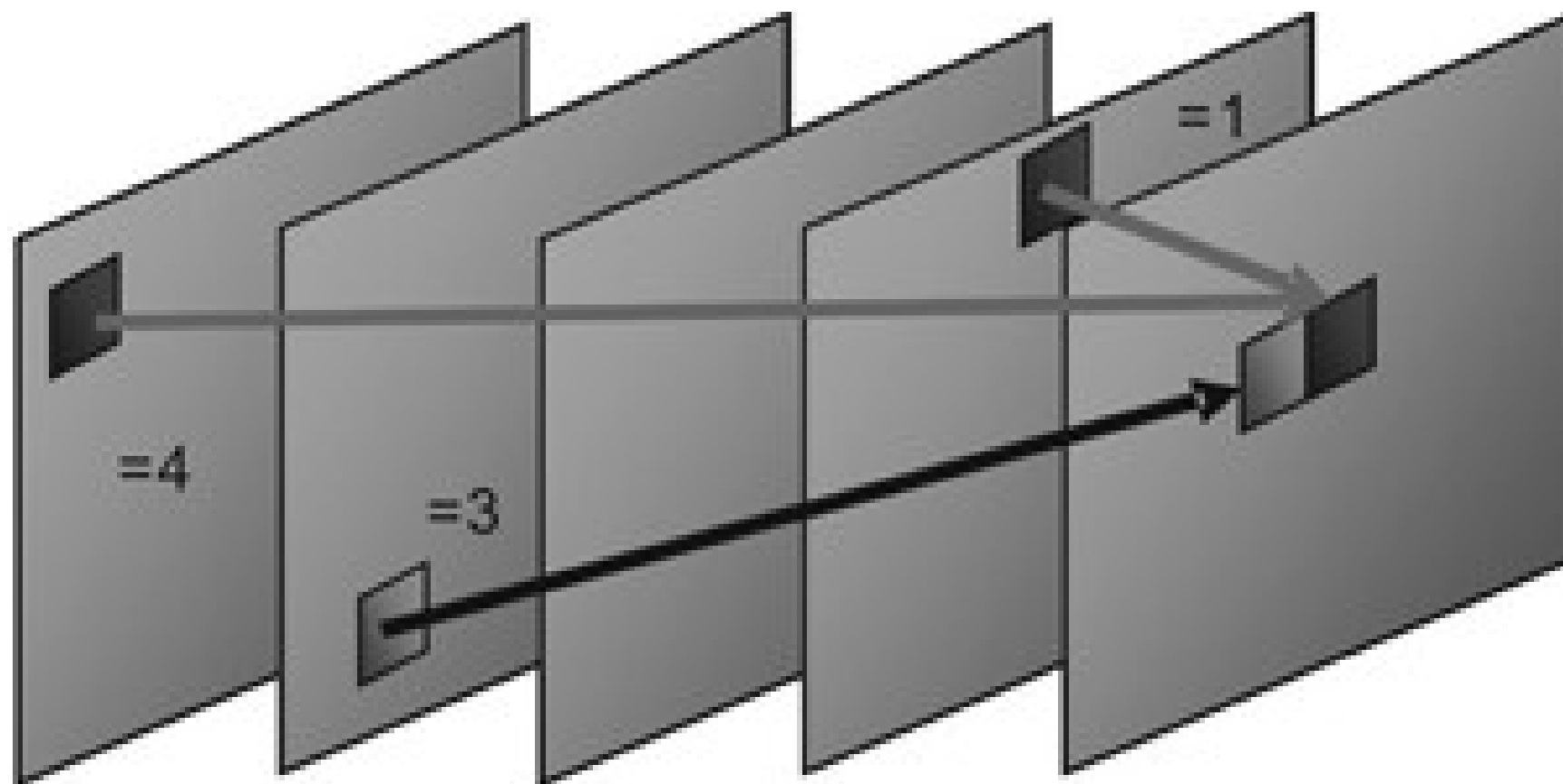
## (2)、1/4像素精度运动矢量

- H.264算法由于采用1/4像素精度来表示运动矢量的大小，因此能够更准确的得到预测块相对于原始块的位移，从而提高了预测精度，以达到压缩码率的效果，它能够节省20%的比特开销。



### (3)、多个参考帧进行帧间预测

- **H.264**标准中，在帧间编码过程中不只使用一个参考帧进行预测。编码器可以在多个参考帧中进行运动搜索，选择一个效果最好，与编码帧最相似的一帧作为参考帧。
- 可以得到更好的主观图像质量及编码效率。
- 增加处理延时而且编解码器需要更多的内存来储存参考帧。



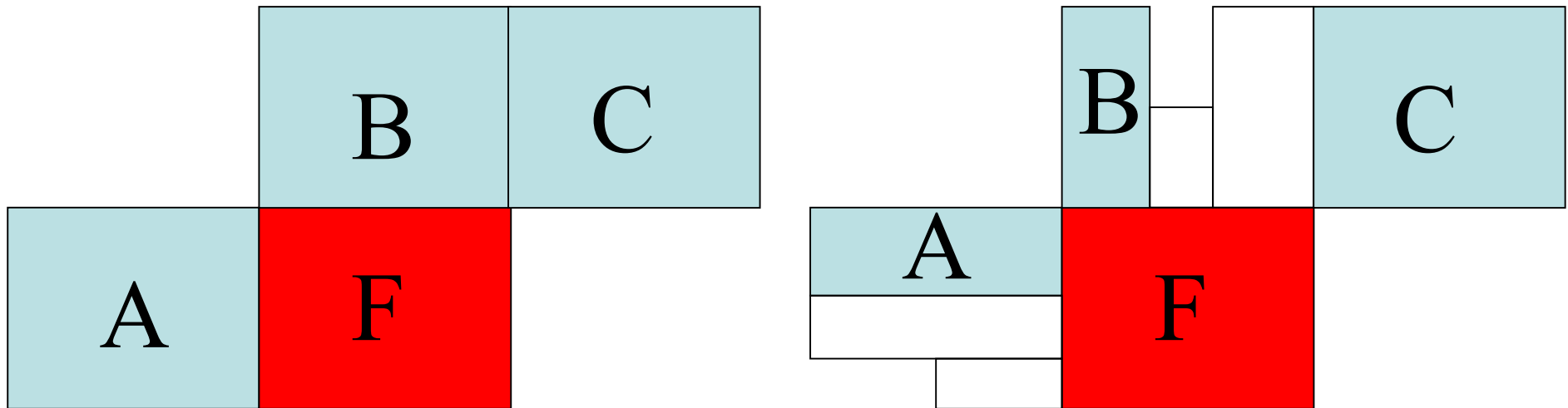
Four decoded frames as  
reference

Current frame



# MVP运动矢量预测

- 由于每个帧间的分割区域需要相应的运动矢量。**MV**可由邻近已编码的分割区域的**MV**预测得到。

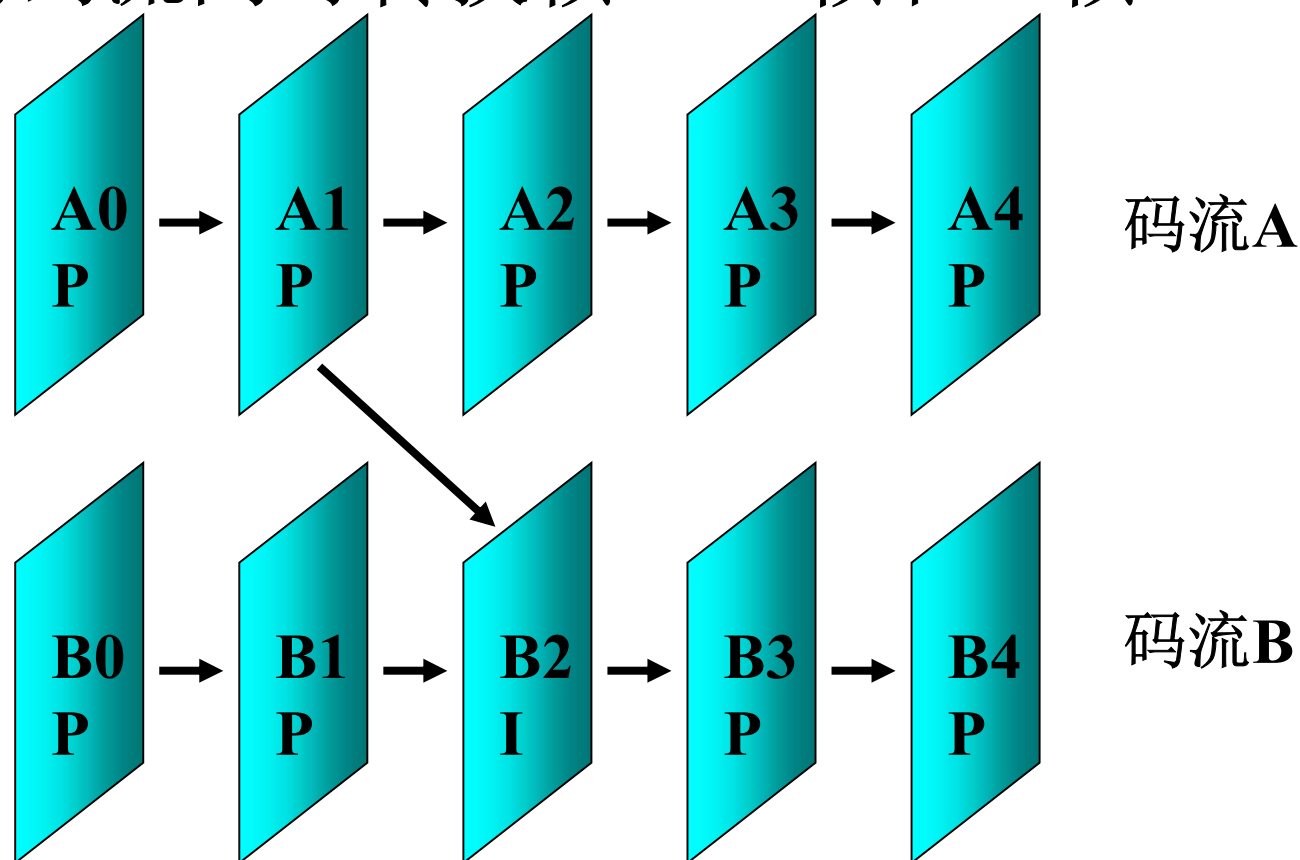


## （4）、引入**SP**帧和**SI**帧

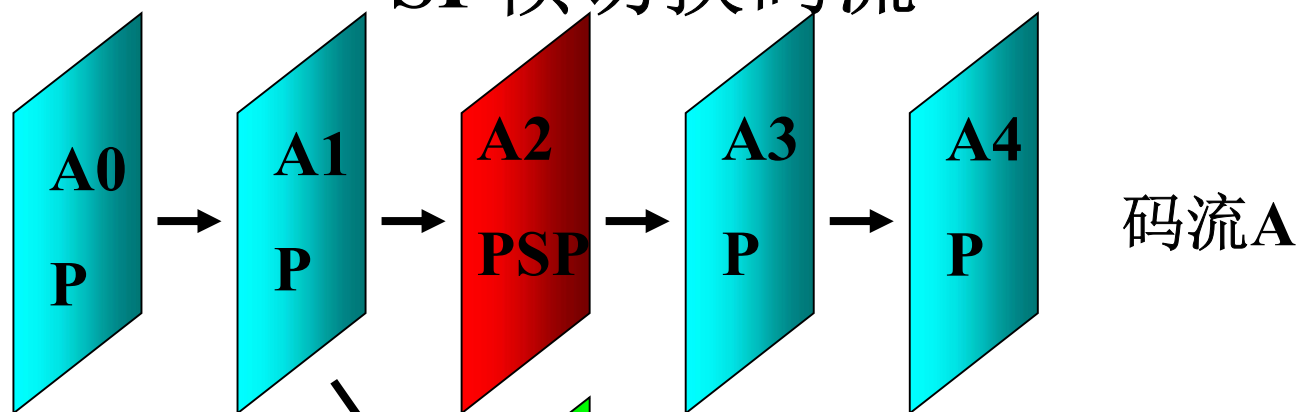
- 适应带宽自适应性和抗误码的要求定义：
- **SP**帧和**SI**帧；
- **SP**帧可以参考不同的参考帧重构图像。
- 应用：流切换、拼接、随机进入、快进快退、错误恢复。
- 编码效率低于**P**帧，高于**I**帧，改善网络亲和性，支持流媒体服务，具备强抗误码性能，适应干扰大、丢包率高的无线信道。

## (4)、引入SP帧和SI帧

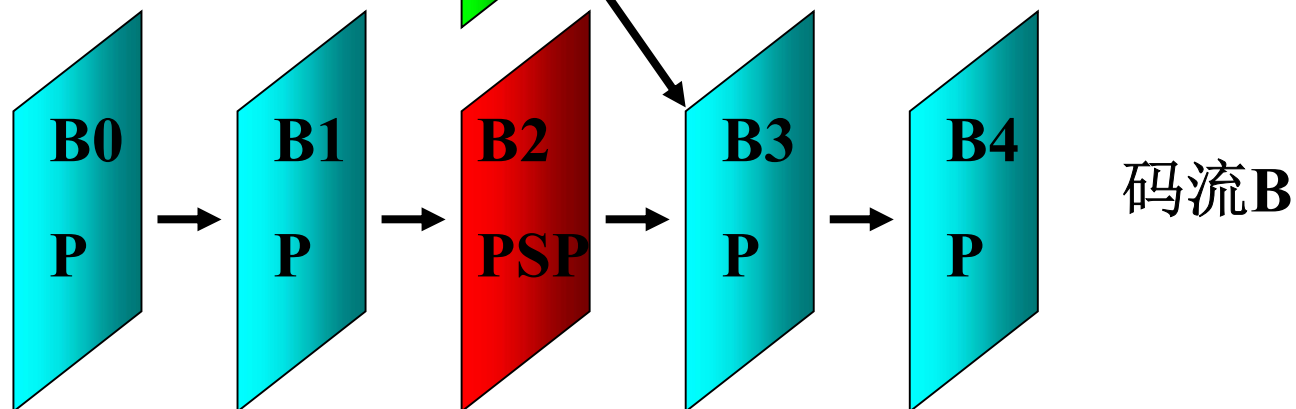
- **H.264**除了支持**I**帧、**P**帧和**B**帧外，还支持新的码流间可转换帧——**SP**帧和**SI**帧。



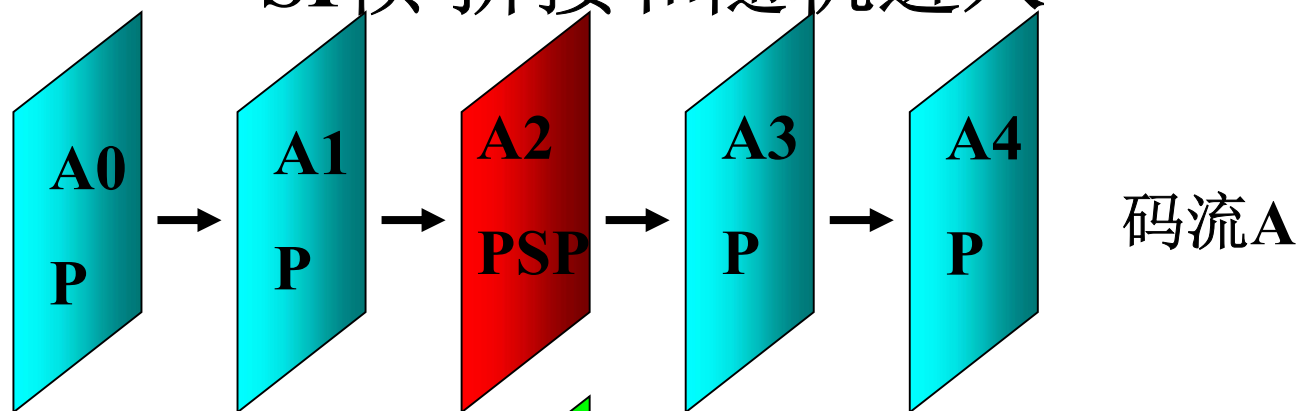
## SP帧切换码流



注：码流A和B是不同参数编码的同一内容节目。



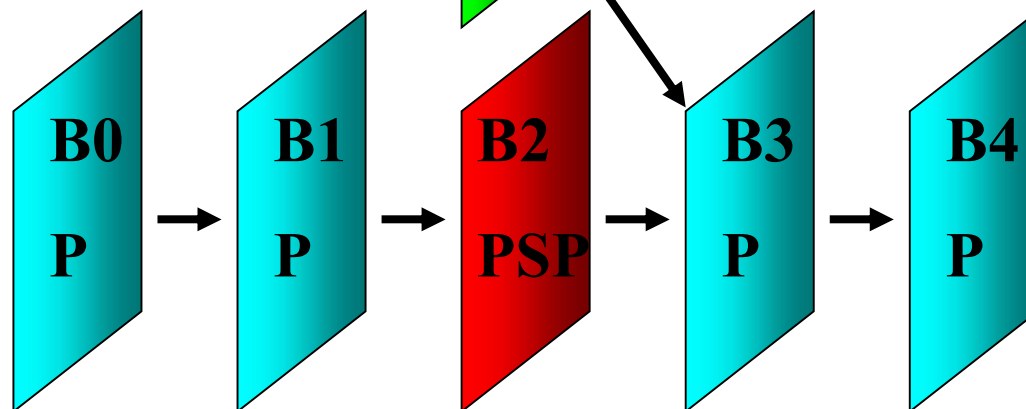
## SI帧 拼接和随机进入



码流A

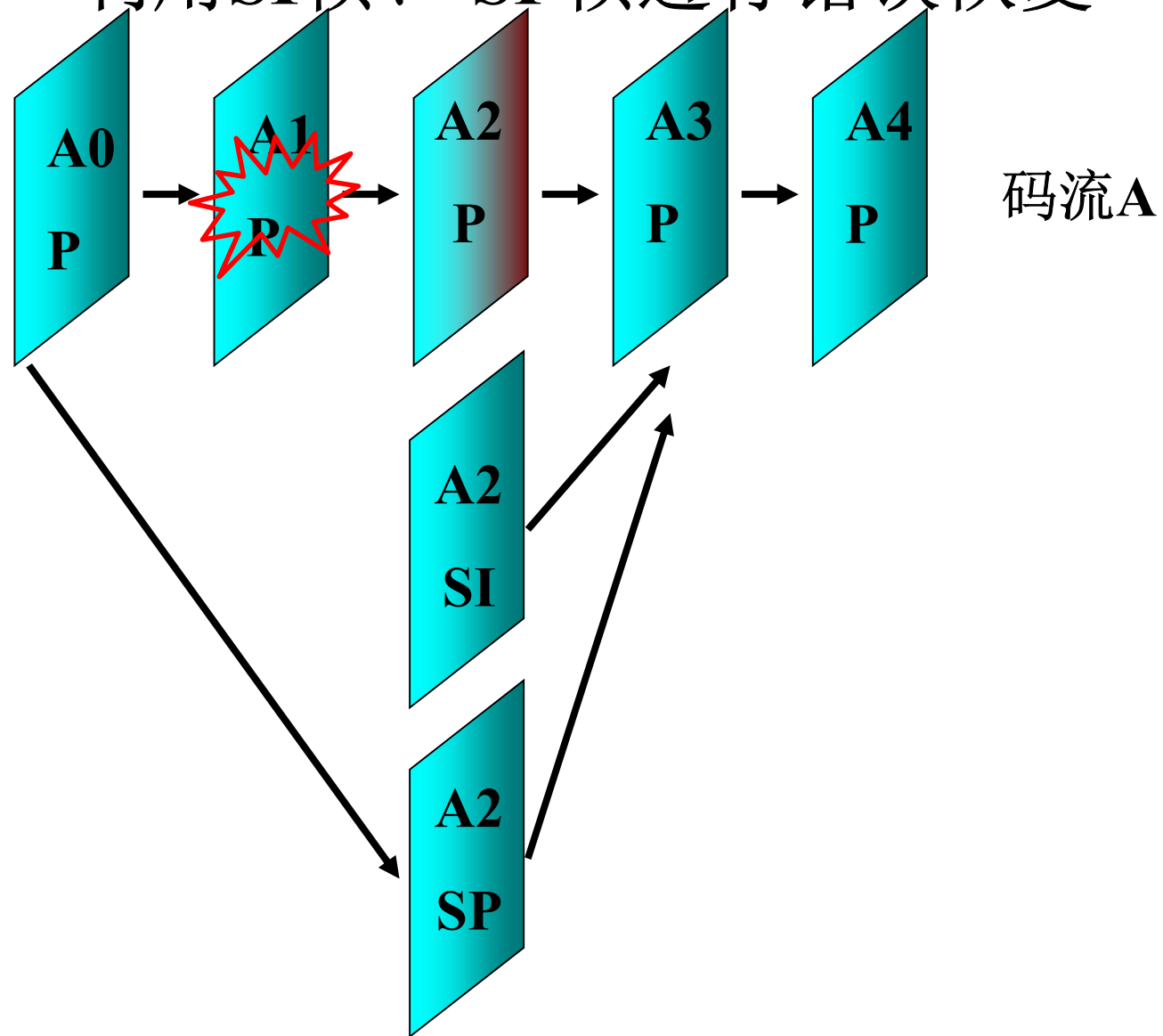


注：码流A和B是不同内容节目。

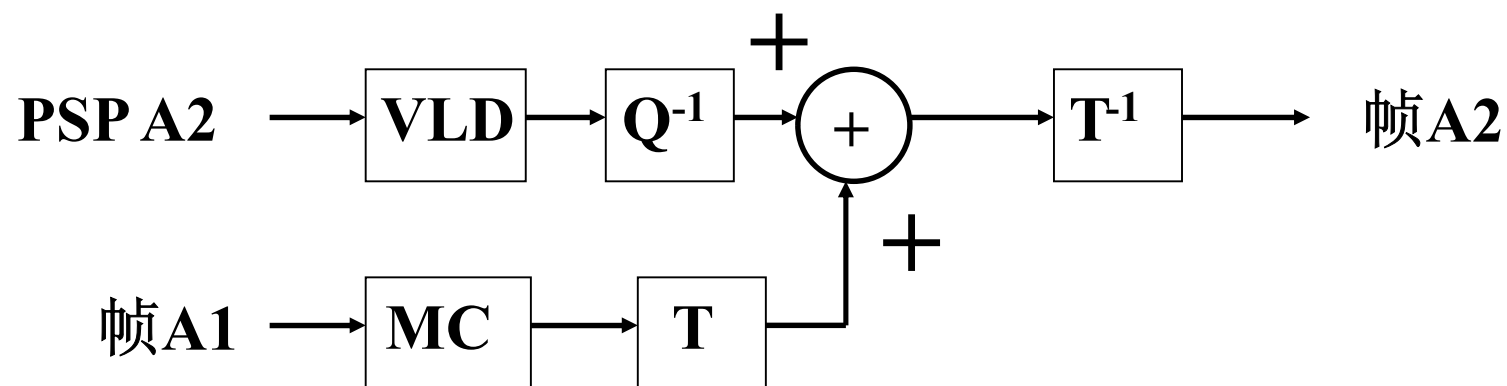
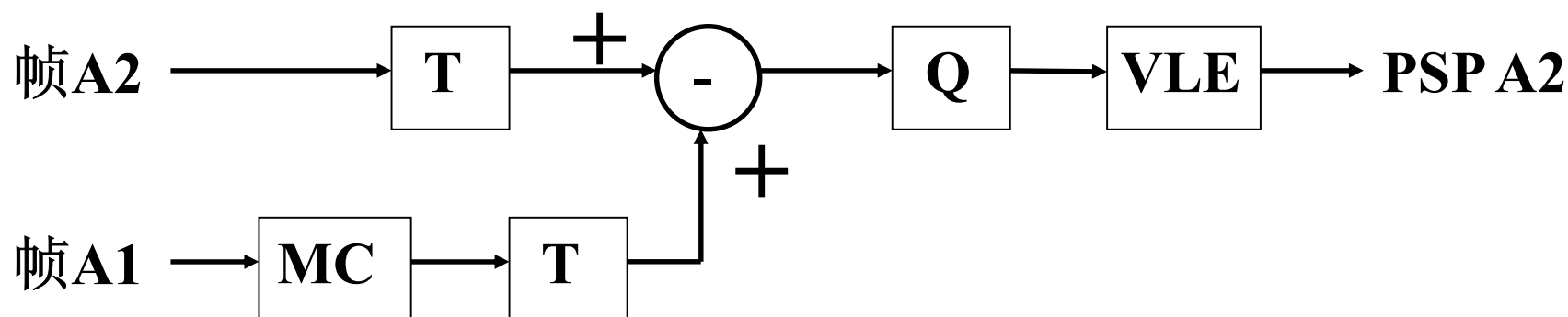


码流B

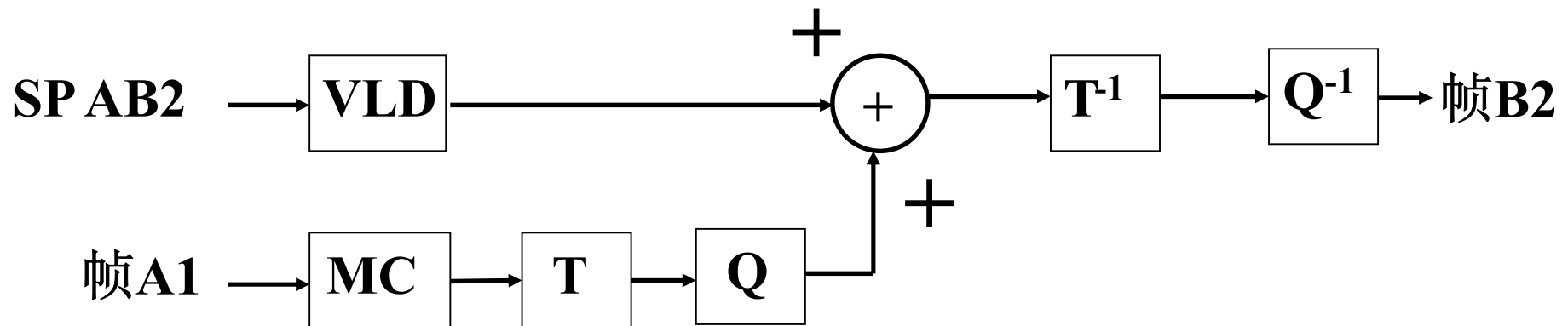
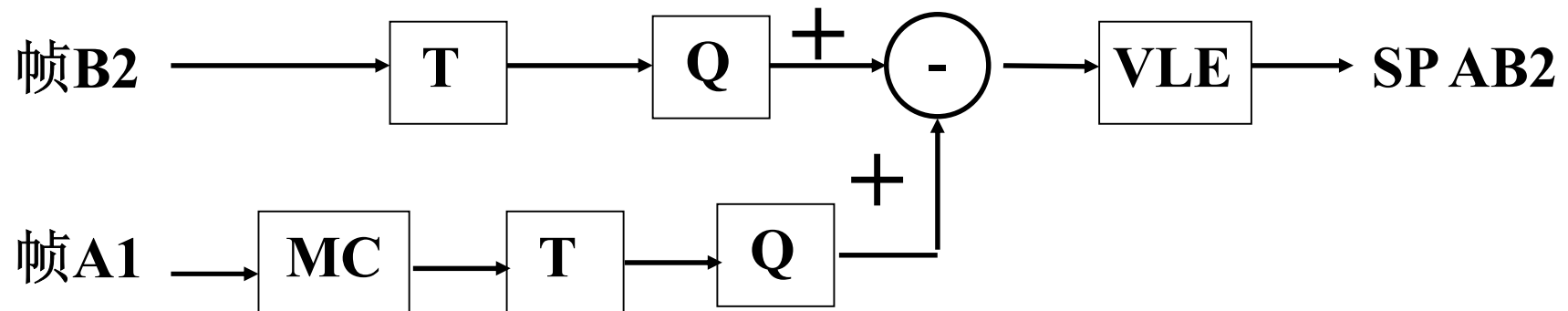
## 利用SI帧、SP帧进行错误恢复



# PSP A2的编码解码过程



# SSP AB2的编码解码过程





# 作业5（4月7日）

- 1、**H.264**与目前广泛应用的视频压缩标准相比有哪些突出的优点？有无缺点？
- 2、**H.264**有哪些**Profiles**？分别针对哪些应用？
- 3、什么是**H.264**的**Slices**？**Slices**有什么作用？  
**H.264**的**Slices**有哪几种类型？
- 4、**H.264**编码的分层设计分为哪几个层？分别有什么作用？

## 作业5 （4月7日）

- 5、**H.264**编码支持哪两种帧内编码模式？分别有什么特点？
- 6、在进行帧间预测编码处理时，**H.264**为什么采用不同大小和形状的块进行运动补偿？
- 7、**H.264**采用了哪些先进的技术措施？
- 8、**H.264**的**SP**帧和**SI**帧有什么特点？分别应用在哪些场合？