

数字电视技术A

章文辉

第二讲、MPEG-2压缩编码回顾

- 一、视频图像压缩编码方法概述

问题1、视频图像压缩编码可采用的方法？

- 降低分解力
 - 空间（**Spatial**）：发送小的图像
 - 时间（**Temporal**）：减少每秒的图像帧数
- 变换编码
 - 离散余弦变换（**Discrete Cosine Transform**）
- 主观视觉特性
 - 4:2:2 和 4:2:0 色度亚取样格式
 - 量化矩阵



去P11答题

1、图像压缩编码采用的方法

- 熵编码 (**Entropy Coding**)
 - 游程编码 (**Run length coding**)
 - 哈夫曼编码 (**Huffman coding**)
- 预测编码 (**Predictive Coding**)
 - 运动估计 (**Motion Estimation**)
 - 差分编码 (**Differential Coding**)



去P11答题

2、MPEG-2 编码

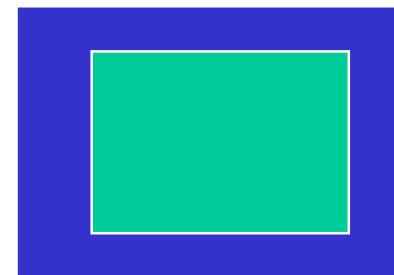
- 帧内编码
- 帧间预测编码
- 从ITU-R BT 601串行数字视频分量开始
- 270 Mbps 码率



去P11答题

帧内编码

- ITU-R BT 601 525/30/2:1 720 x 486
- ITU-R BT 601 625/25/2:1 720 x 576
- MPEG-2 422P@ML 30 fps 720 x 512
- MPEG-2 422P@ML 25 fps 720 x 608
- MPEG-2 30 fps (类似标准) 704 x 480
- SIF (30fps, 25 fps) 352 x 240, 288
- CIF (30 fps) 352 x 240
- HHR, 2/3-HR, 3/4-HR 352, 480, 528 x 480, 576
- QSIF (30fps, 25 fps) 176 x 128, 144
- QCIF (30 fps) 176 x 144



减少尺寸

帧内编码

I



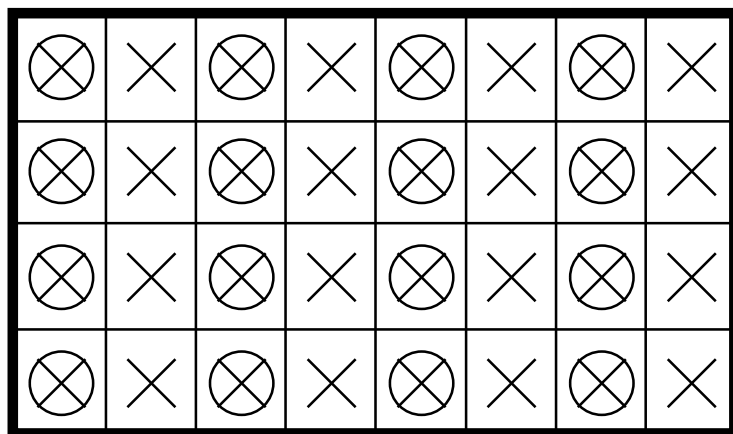
减少尺寸

II

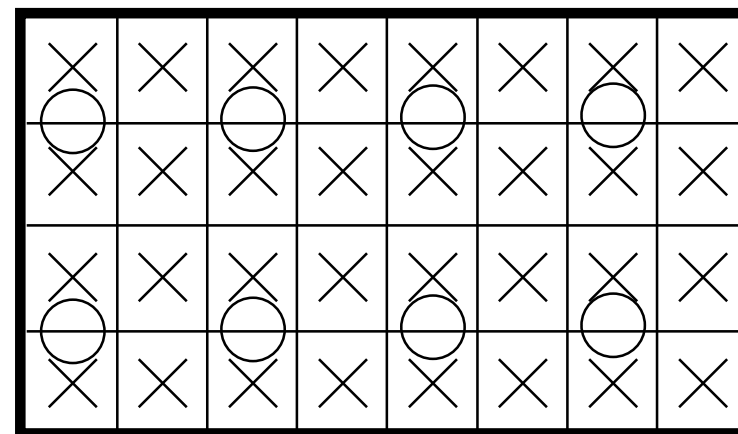


色度亚取样

4:2:2和4:2:0 色度亚取样



4:2:2



4:2:0

× 1 亮度取样 Y

○ 2 色度取样 Cb, Cr

帧内编码

I



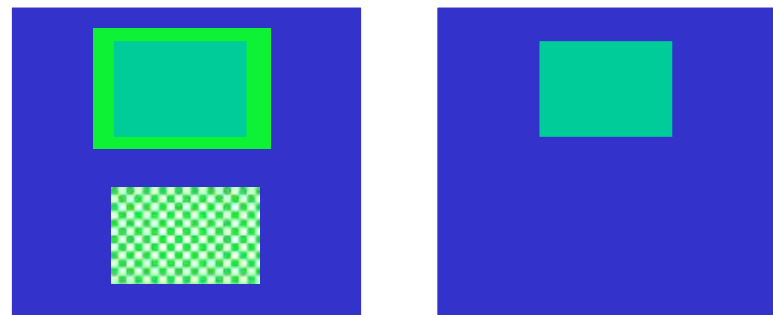
减少尺寸

II



色度亚取样

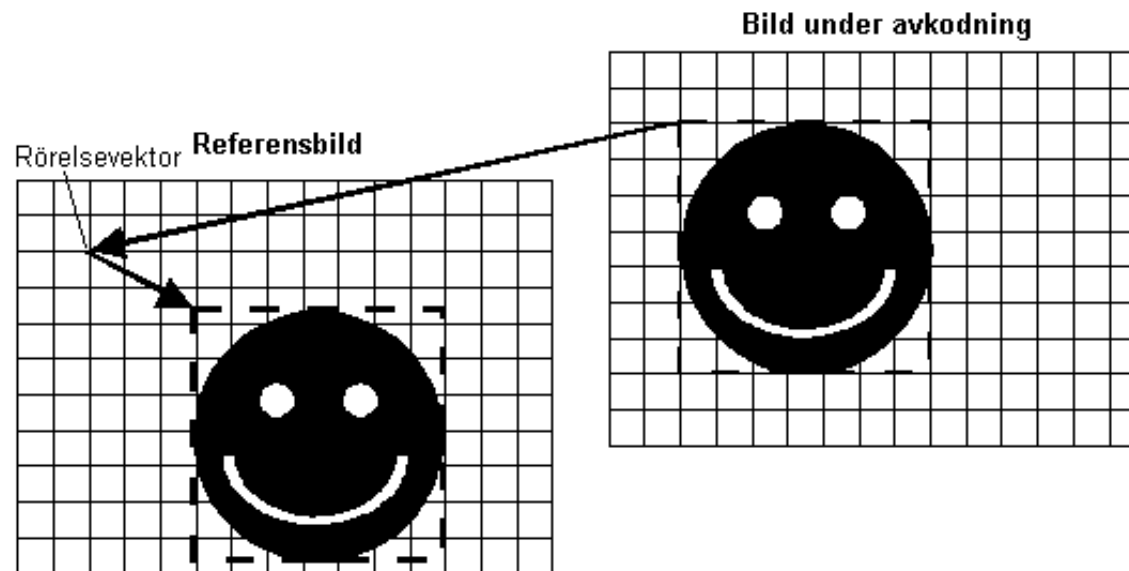
III



变换编码和量化以及熵编码

2、MPEG-2编码

- 帧内编码
- 帧间预测编码
- 基于运动估计和运动补偿的帧间预测编码



(3) 问题2: MPEG-2与MPEG-1有什么区别?

MPEG-2是MPEG-1的**兼容和扩展**。可广泛用于各种速率（2~20Mbps）和各种分辨率的情况，而且可接受隔行扫描的输入信号。

在MPEG-2中，视频序列可以是**隔行扫描**的，也可以是逐行扫描的，而在MPEG-1中视频序列只能是逐行的。在MPEG-2中图像的色度格式还包括**4:2:2**和**4:4:4**格式,在MPEG-1中，图像的色度格式是**4:2:0**。



去P20答题

二、MPEG 标准

- **MPEG-1 ISO/IEC11172**
- **MPEG-2 ISO/IEC13818**

1、 MPEG-1

MPEG是**ISO**下属的活动图像专家组（**Moving Picture Expert Group**）的简称，是**ISO**和**IEC**两个国际组织的联合技术委员会领导下的专家组。成立于**1988**年，负责制定视频及其伴音的编码标准。

MPEG-1 是**1991**年**11**月提出了编码的建议草案，于**1992**年下半年被正式批准为国际标准，主要用于数字存储媒介的活动图像及其伴音，比特率为**1.5Mbps**。

MPEG-1标准的目标:

- (1) 在图像和声音的质量上必须高于可视电话和会议电视的声像质量，至少应达到**VHS**家用录像机的声像质量；
- (2) 压缩后的数码率应能存储在光盘、数字录音带**DAT**或可写磁光盘等媒体中；
- (3) 压缩后的码率应与目前的计算机网络传输码率相适配，为**1.2Mbps~1.5Mbps**。
- (4) 在通信网路上能适应多种通信网路的传输。

2、MPEG-2。

MPEG-2是由**ISO/IEC**之下的**MPEG**专家组与**ITU**（国际电信联盟）的**ATV**的图像编码专家组共同开发的压缩编码标准，**MPEG-2**标准也是**ITU-T**的建议。标准的制订工作于**1990**年开始，全称为“运动图像及有关声音信息的通用编码”，并于**1994**年公布。

MPEG-2广泛应用于**DVD**、**SDTV** 和 **HDTV**中。美国的**ATSC**、欧洲的**DVB**、日本的**ISDB**都已把**MPEG-2**作为信源编码标准。我国制定的数字卫星电视和数字有线电视、数字地面电视的标准中，采用**MPEG-2** 标准。

(1) MPEG-2 标准组成

第一系统部分，是关于多路音频、视频和资料的复用和同步的规定；

第二视频部分，主要涉及各种比特率的数字视频压缩编码的规定；

第三音频部分，数字音频信号的压缩编码的规定。

MPEG-2

- **MPEG-2 ISO/IEC 13818/Recommendation H.222.0 (1994)**
 - **Part 1 Systems**
 - **Part 2 Video**
 - **Part 3 Audio**
 - **Part 4 Conformance testing (for 1, 2 and 3)**
 - **Part 5 Software simulation**
 - **Part 6 System extensions - DSM-CC**
 - **Part 7 Audio extension - NBC mode**
 - **Part 8 VOID - (withdrawn)**
 - **Part 9 System extension RTI**
 - **Part 10 Conformance extension - DSM-CC**
 - **Part 11 Intellectual Property Management and Protection on MPEG-2**
 - **Standard describes decoder methodology and bit stream syntax**

(2) 兼容性

MPEG-2标准支持不同分辨率格式之间的兼容。

符合规定的**MPEG-2**视频解码器，应能够解码

MPEG-1比特流，即后向兼容**MPEG-1**。**MPEG-2**

提供的空间可分级方法允许在低分辨率即底层中

使用**MPEG-1**编码，即兼容**MPEG-1**。

3、视频部分

问题3：什么是Levels /Profiles？

为了解决通用性和特殊性的矛盾，MPEG-2标准规定了四种输入图像格式，称为级（Levels），分为低级、主级、高1440级和高级，提供了灵活的信源格式。

MPEG-2还规定了不同的压缩处理方法，称为类（Profiles）由简单类、主类、信杂比可分级类及空间可分级类等。



去P33答题

MPEG-2 Level & Profile

HIGH 1920 x 1080 x 30 1920 x 1080 x 25		4:2:0 80 Mb/s I, P, B				4:2:0, 4:2:2 100 Mb/s I, P, B
HIGH-1440 1440 x 1080 x 30 1440 x 1080 x 25		4:2:0 60 Mb/s I, P, B			4:2:0 60 Mb/s I, P, B	4:2:0, 4:2:2 80 Mb/s I, P, B
MAIN 720 x 480 x 30 720 x 576 x 25	4:2:0 15 Mb/s I, P	4:2:0 15 Mb/s I, P, B	4:2:2 50 Mb/s I, P, B	4:2:0 15 Mb/s I, P, B		4:2:0, 4:2:2 20 Mb/s I, P, B
LOW 352 x 248 x 30 352 x 288 x 25		4:2:0 4 Mb/s I, P, B		4:2:0 4 Mb/s I, P, B		
LEVEL PROFILE	SIMPLE	MAIN		SNR	SPATIAL	HIGH

MPEG-2 Level & Profile



MPEG-2 **MP@ML** video encoding 1.5 to 15 Mbps



HDV 1080i
HDV 720p

4:2:0**MP@H-1440** 25Mbps 19Mbps long GOP

4:2:0		
80 Mb/s I, P, B		
4:2:0		
60 Mb/s I, P, B		
4:2:0	4:2:2	4:2:0
15 Mb/s I, P, B	50 Mb/s I, P, B	15 Mb/s I, P, B
4:2:0		4:2:0
4 Mb/s I, P, B		4 Mb/s I, P, B
MAIN		SP



MPEG IMX格式, MPEG-2
4:2:2P@ML 50兆码流纯I帧压缩



MPEG2 **4:2:2 P @ ML**压缩, 一个I帧与B帧构成一个GOP,码率18Mb/s。



4、MPEG-1/ MPEG-2的视频结构

MPEG对视频码流规定了层次结构，共分为六层。

最高层是视频序列（**Video Sequence**）

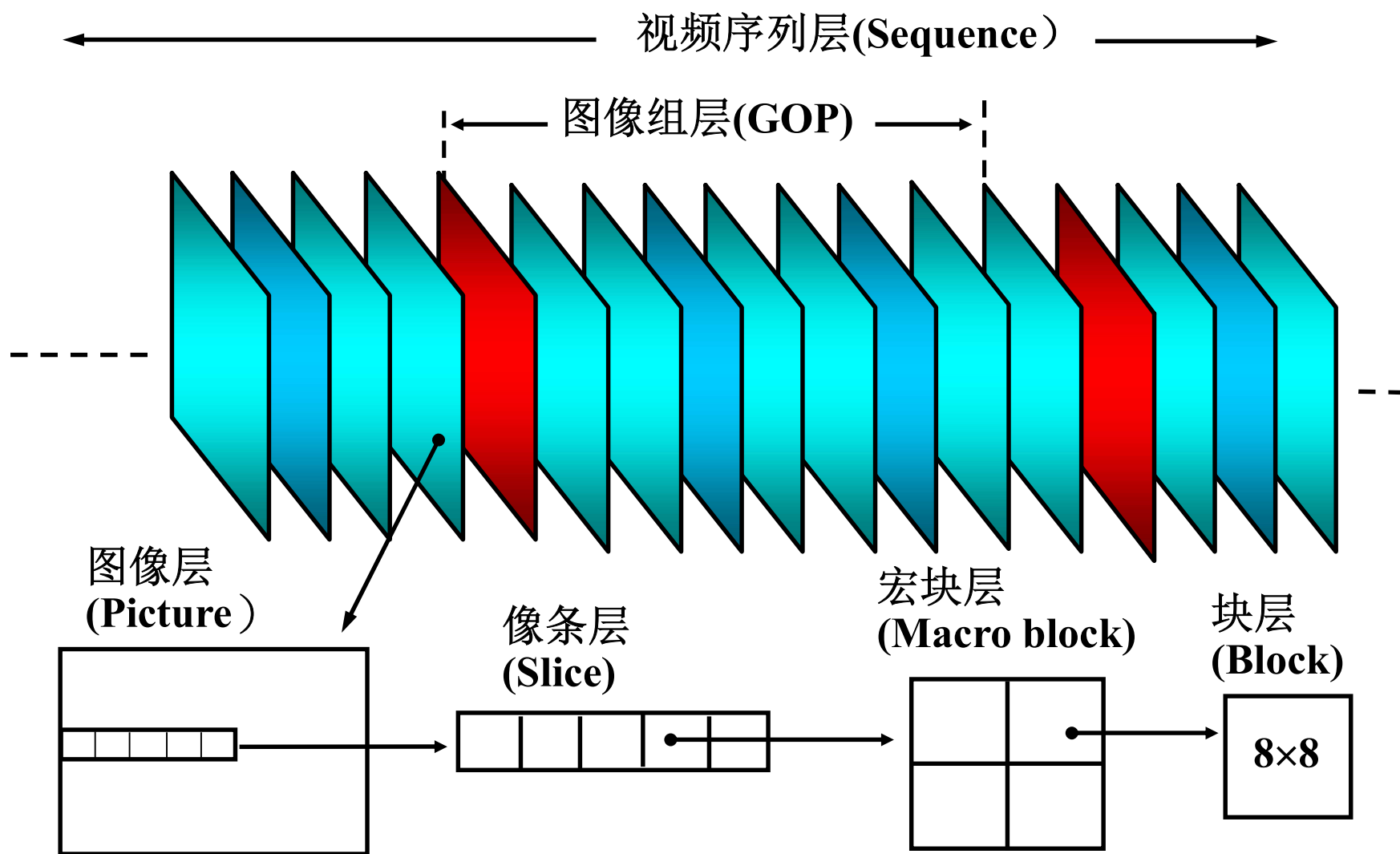
其次是图像组（**Group of Pictures**）

图像（**Pictures**）

像条（**Slice**）

宏块（**Macro block**）

最低层是像块（**Block**）



1) . 视频序列 (VS)

视频序列也称图像序列，它是随机选取节目的一个基本单元。从节目内容看，一个视频序列大致对应于一个镜头，切换一个镜头，即表示开始一个新的序列。

2) . 图像组(GOP)

图像组是将一个图像序列中连续的几个图像组成一个小组，简称为GOP。它是对编码后的视频码流进行编辑的存取基本单元。

3) . 图像(P)

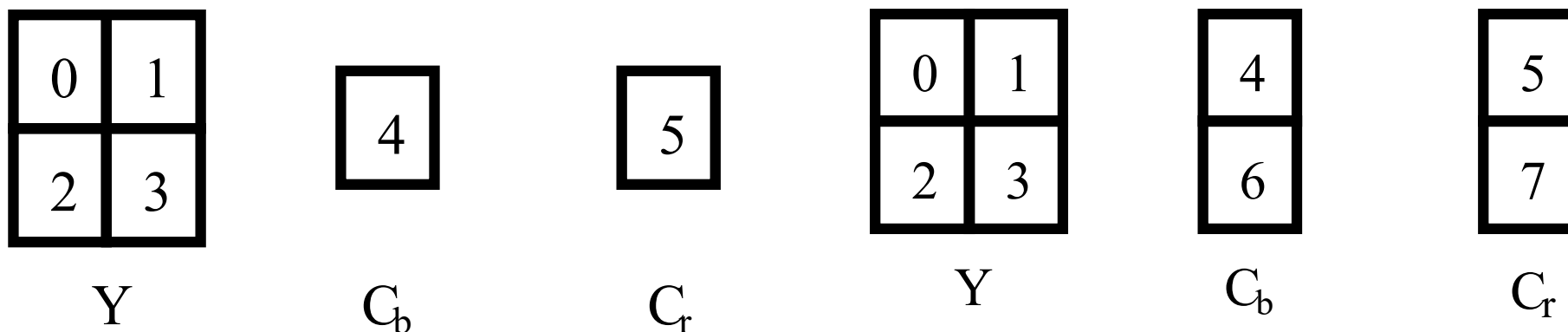
图像是一个独立的显示单元，也是图像编码的基本单元。可分为I、P、B三种编码图像，分别对应三种压缩编码模式，即帧内压缩编码（I帧编码）、前向预测编码（P帧编码）和双向预测编码（B帧编码）。

4) . 像条(SLICE)

像条由一系列连续的宏块组成。像条是发生误码后且不可纠正时，数据重新获得同步从而能正常译码的基本单元。

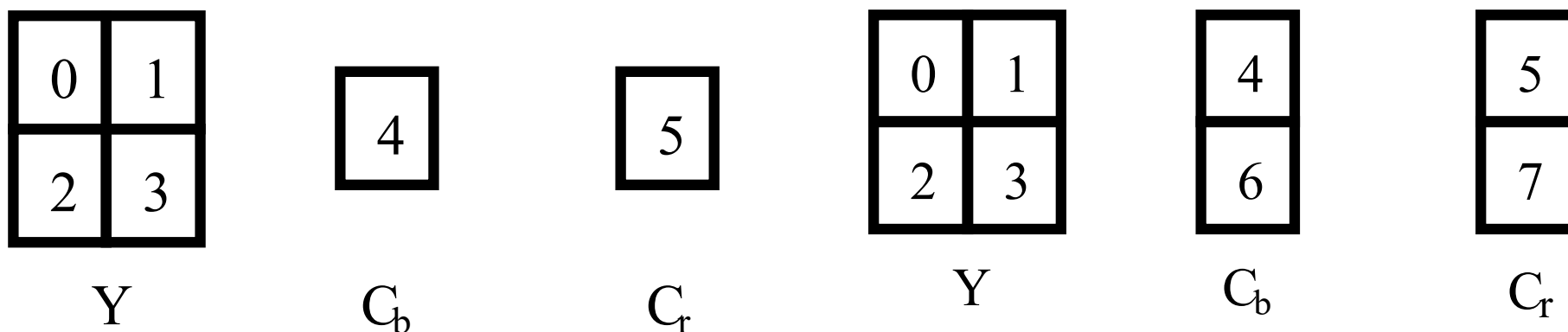
5) . 宏块(MB)

宏块是运动预测的基本单元。运动估计以宏块为单位得到最佳匹配宏块的运动向量。运动预测只对亮度数组进行，色差数组使用和亮度数组相同的运动向量。



6) . 块

块是DCT变换的基本单元。一幅图像以亮度数据数组为基准被分成为若干个 8×8 像素的数组，简称为块。可以是亮度块或色差信号块。



问题4:

MPEG图像压缩编码 与JPEG有什么不同?

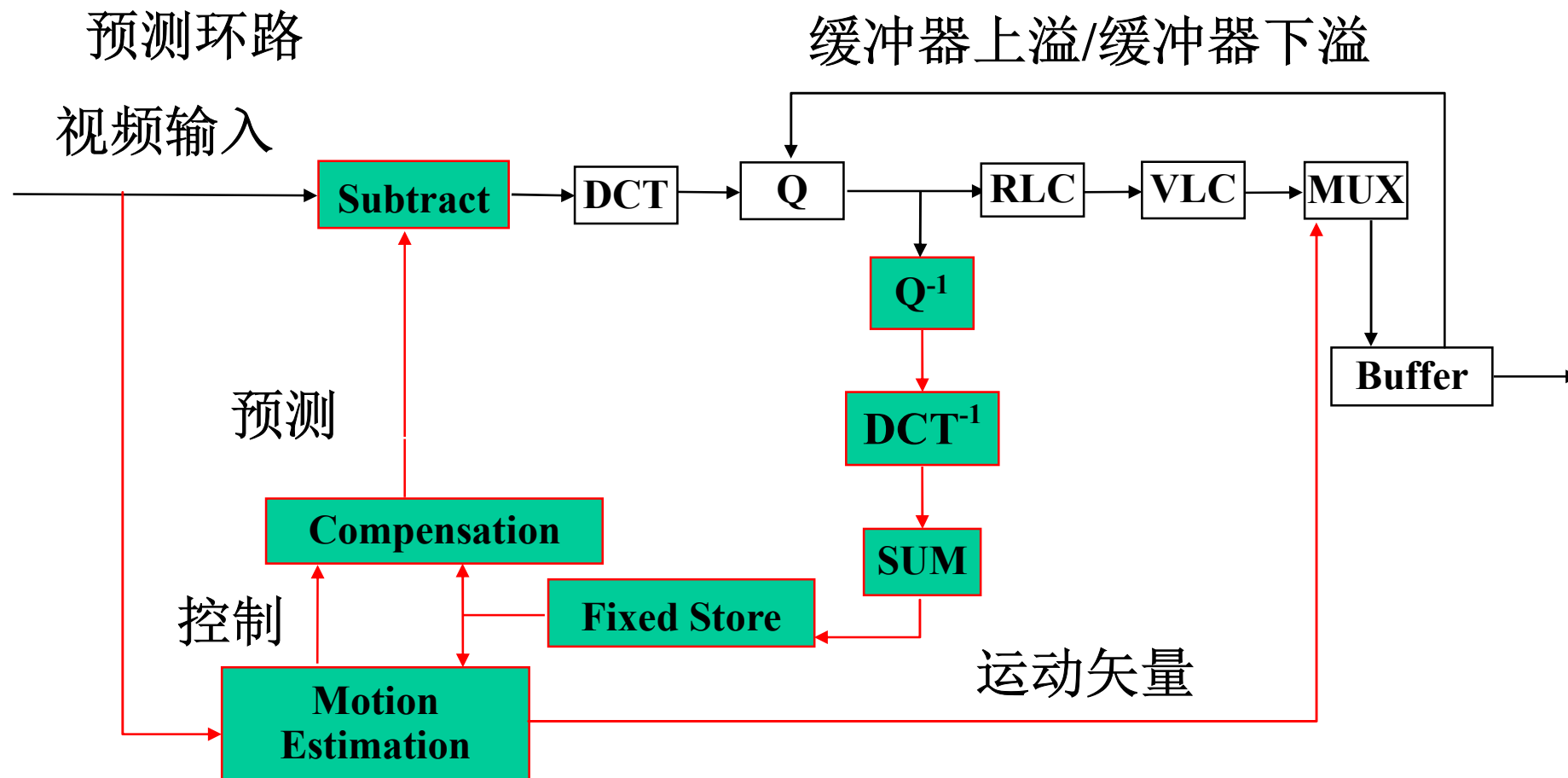
MPEG算法达到了很高的压缩比，但仍保持了很好的图像质量，单靠帧内编码是不可能达到的。

在**MPEG-2**压缩编码算法中，不仅包括了**JPEG**算法中的**DCT**、**自适应量化**和**熵编码**等一系列帧内编码方法，更重要的是利用了**帧间运动补偿技术**。



去P38答题

5、帧间预测编码 (运动补偿)



7、相对JPEG,MPEG算法达到了很高的压缩比，但仍保持了很好的图像质量，重要的是利用了（ ）。

- ☐ A 离散余弦变换
- ☐ B 帧内编码
- ☐ C 帧间运动补偿技术
- ☐ D 熵编码
- ☒ E

1)、问题5: MPEG-2标准中三种类型图像各有什么特点?

I帧/P帧/B帧

I帧——帧内编码图像，仅利用该帧图像本身信息进行编码，即直接进行**DCT**变换、量化和熵编码。压缩比不高



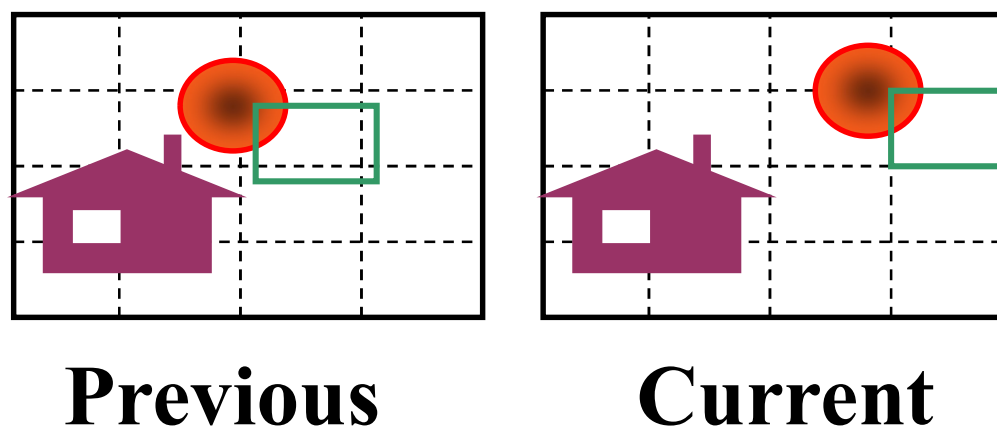
去P46答题

1)、MPEG-2标准中三种类型图像

I帧/P帧/B帧

P帧——预测编码图像，根据前面最靠近的**I**帧或者另一个**P**帧进行预测，属于前向预测；

由于使用运动补偿，**P**帧比**I**帧压缩更大，并可作为后面**P/B**帧的基准，会传播误码。压缩比大于**I**帧的压缩比

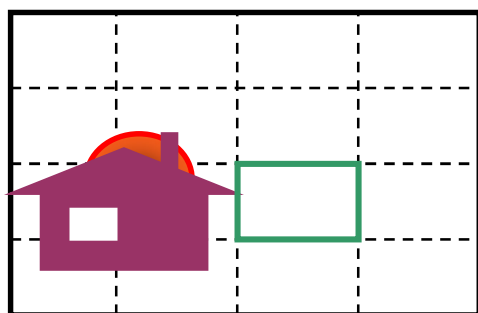


1)、MPEG-2标准中三种类型图像

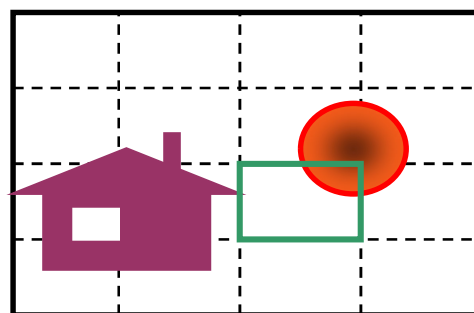
I帧/P帧/B帧

B帧——双向预测编码图像,它既用过去的帧作基准,也用未来的帧作基准,即前向和后向预测都有,预测精度较高。

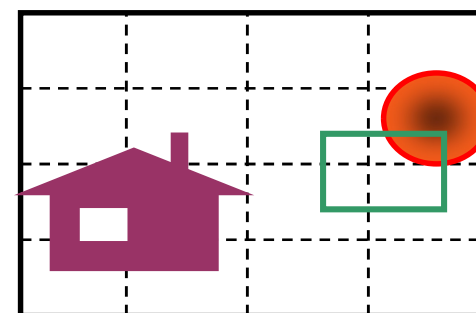
B帧压缩最大,且不传播误码;



Previous



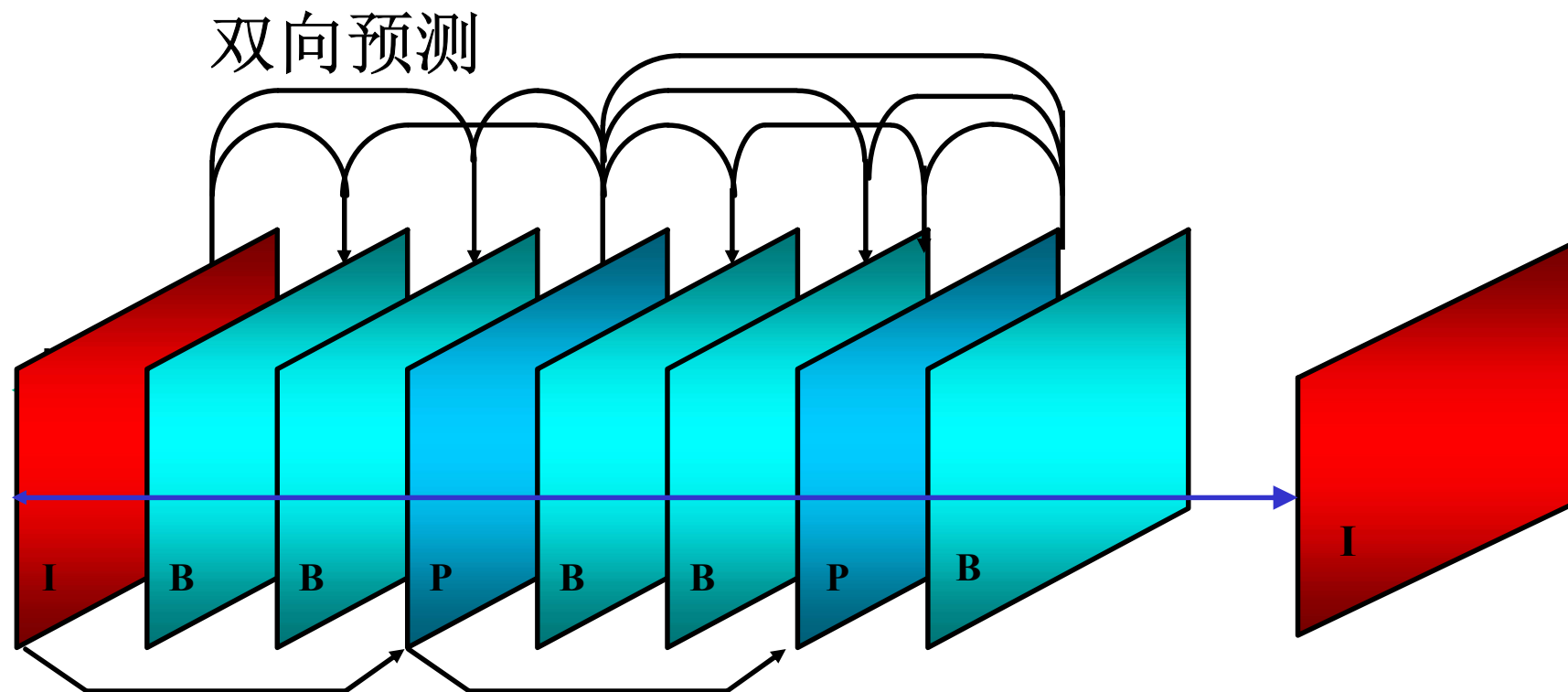
Current



Next



图像类型和图像组（GOP）



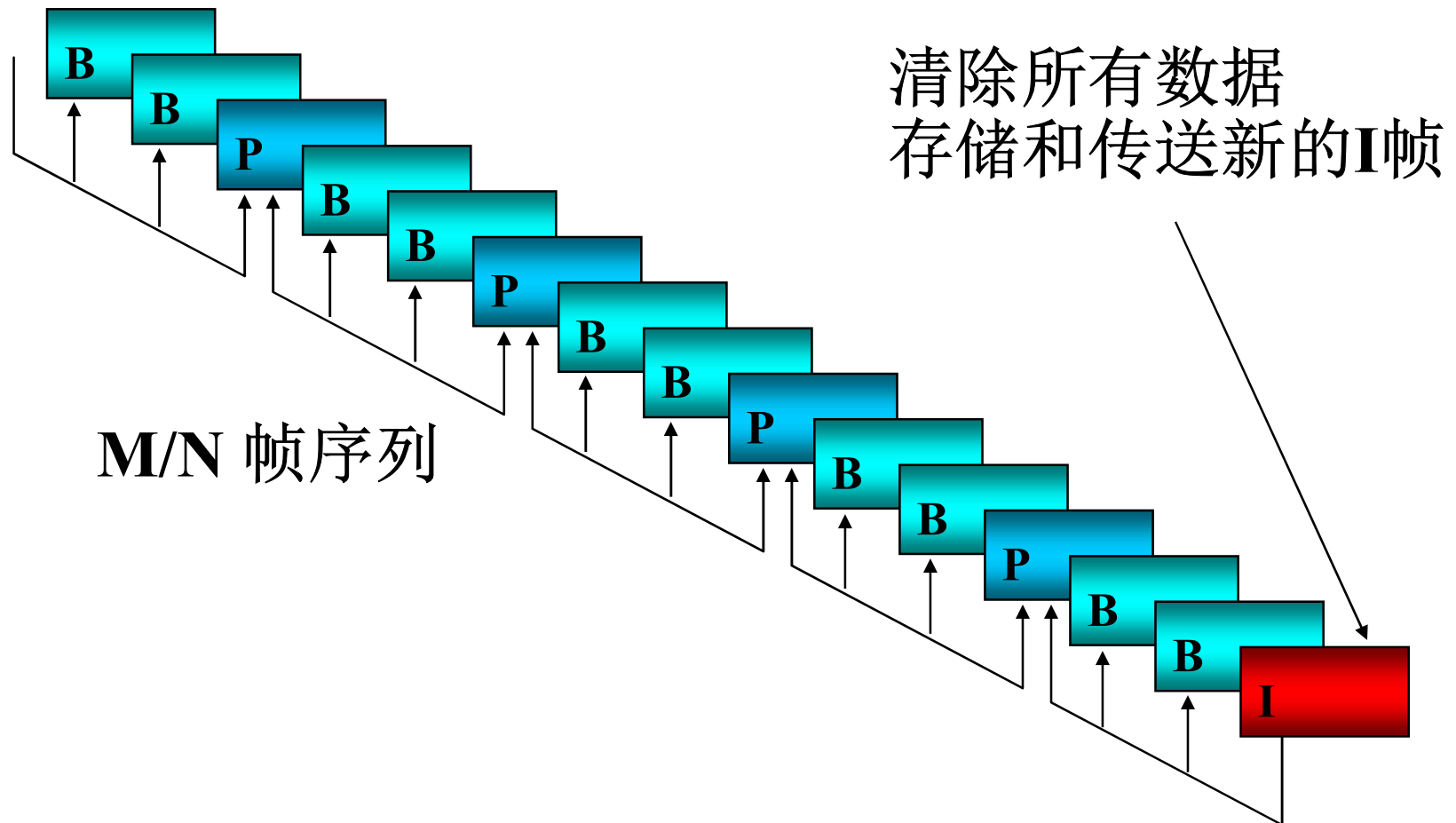
I帧 图像: 只由帧内宏块组成

Prediction

P 帧图像: 包含前向运动补偿、帧内宏块

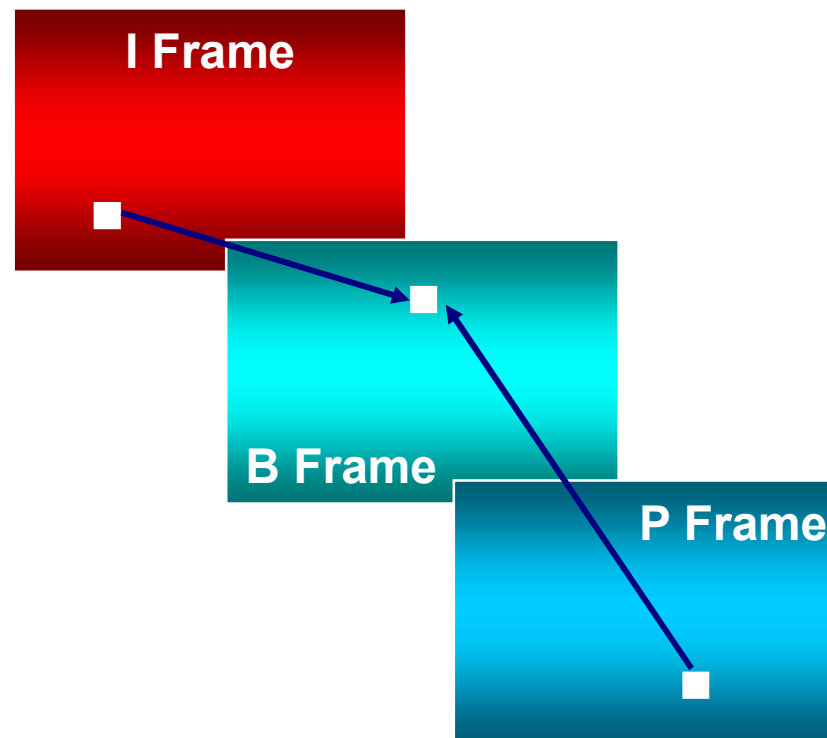
B 帧图像: 包含前向、后向和双向运动矢量和帧内宏块

GOP 15/3 帧序列



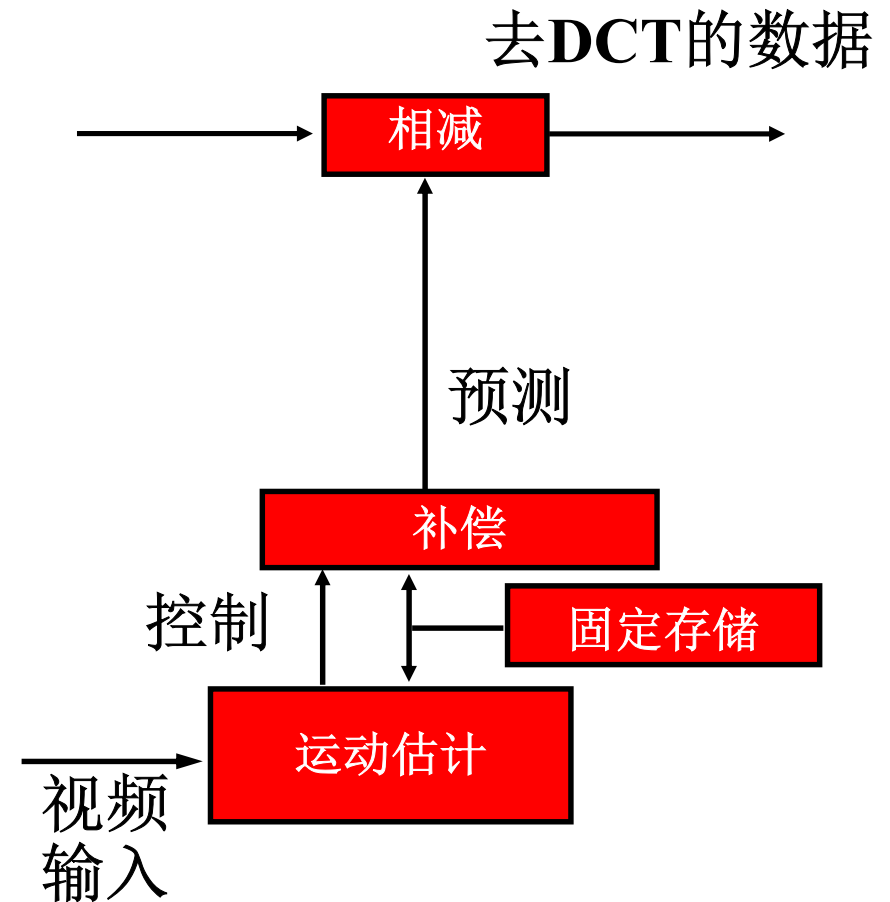
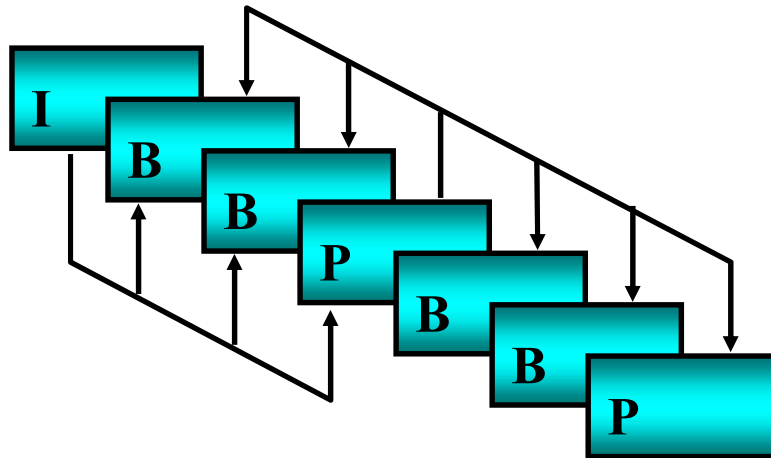
宏块搜索

- 宏块与前一帧进行匹配比较.
- 如果找到一个匹配的宏块, 只需要对运动矢量进行编码.
- 编码器以1/2像素精度搜索.
- 比特率得到极大减小.
- 匹配可以从I和P帧进行前向和后向预测.



运动补偿 (帧内编码)

- **I** 帧无运动矢量.
- **P** 帧从**I**帧和**P**帧预测.
- **B** 帧是前向和后向预测.



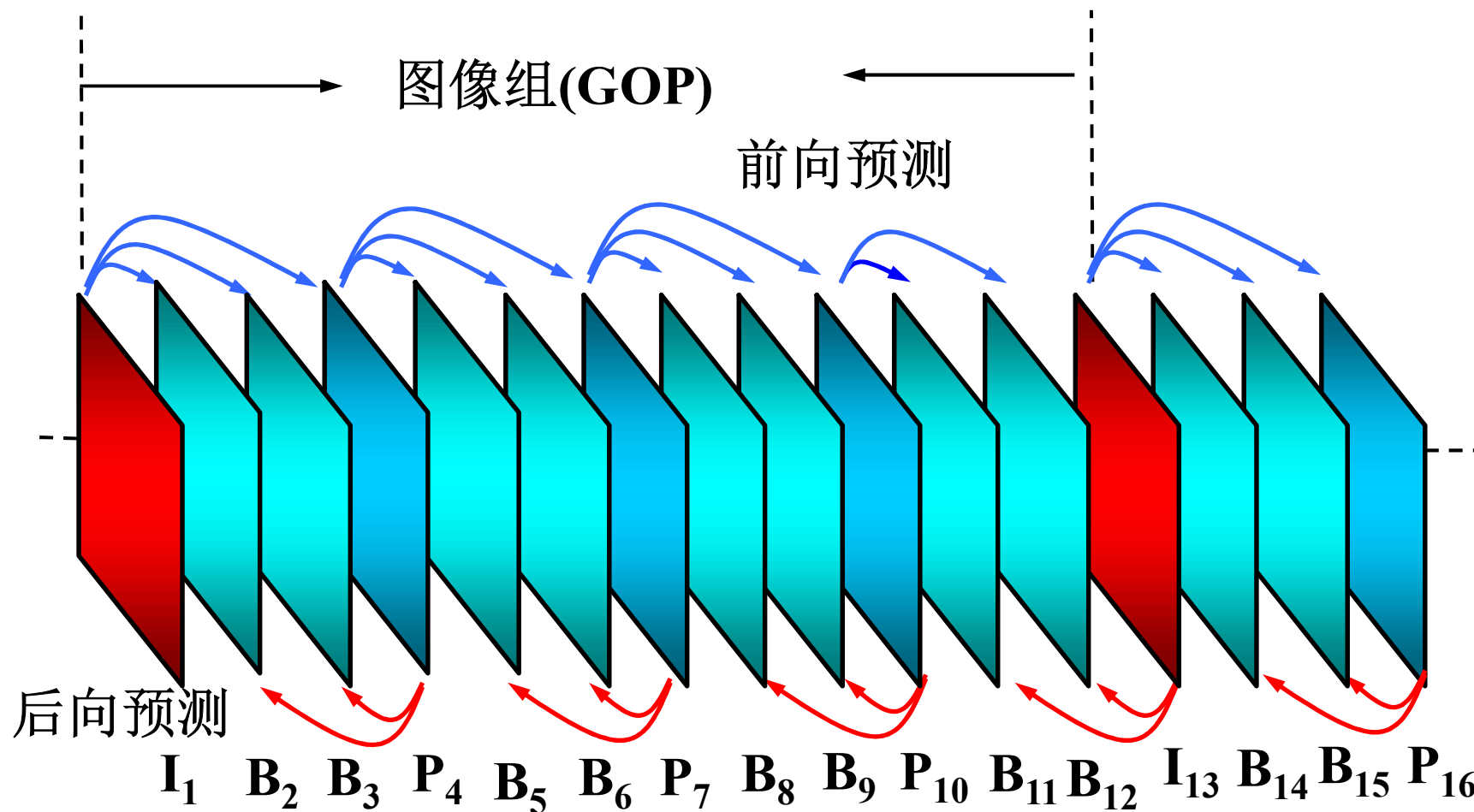
问题6：为什么MPEG-2编码要帧重排？



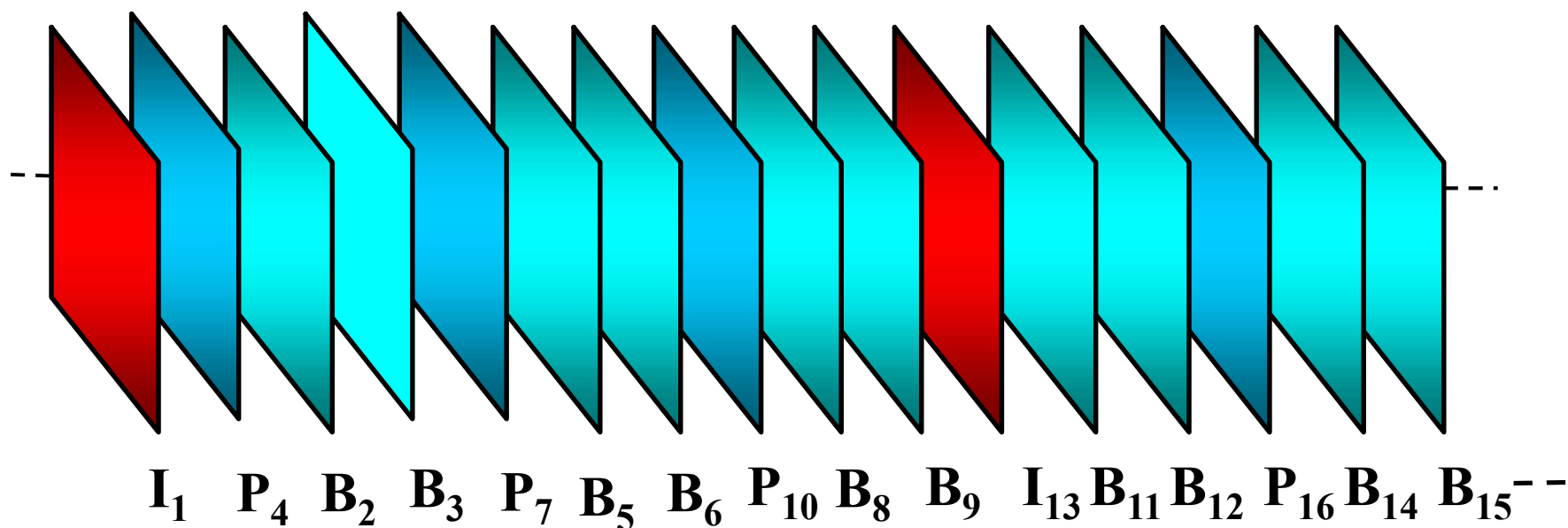
去P58答题

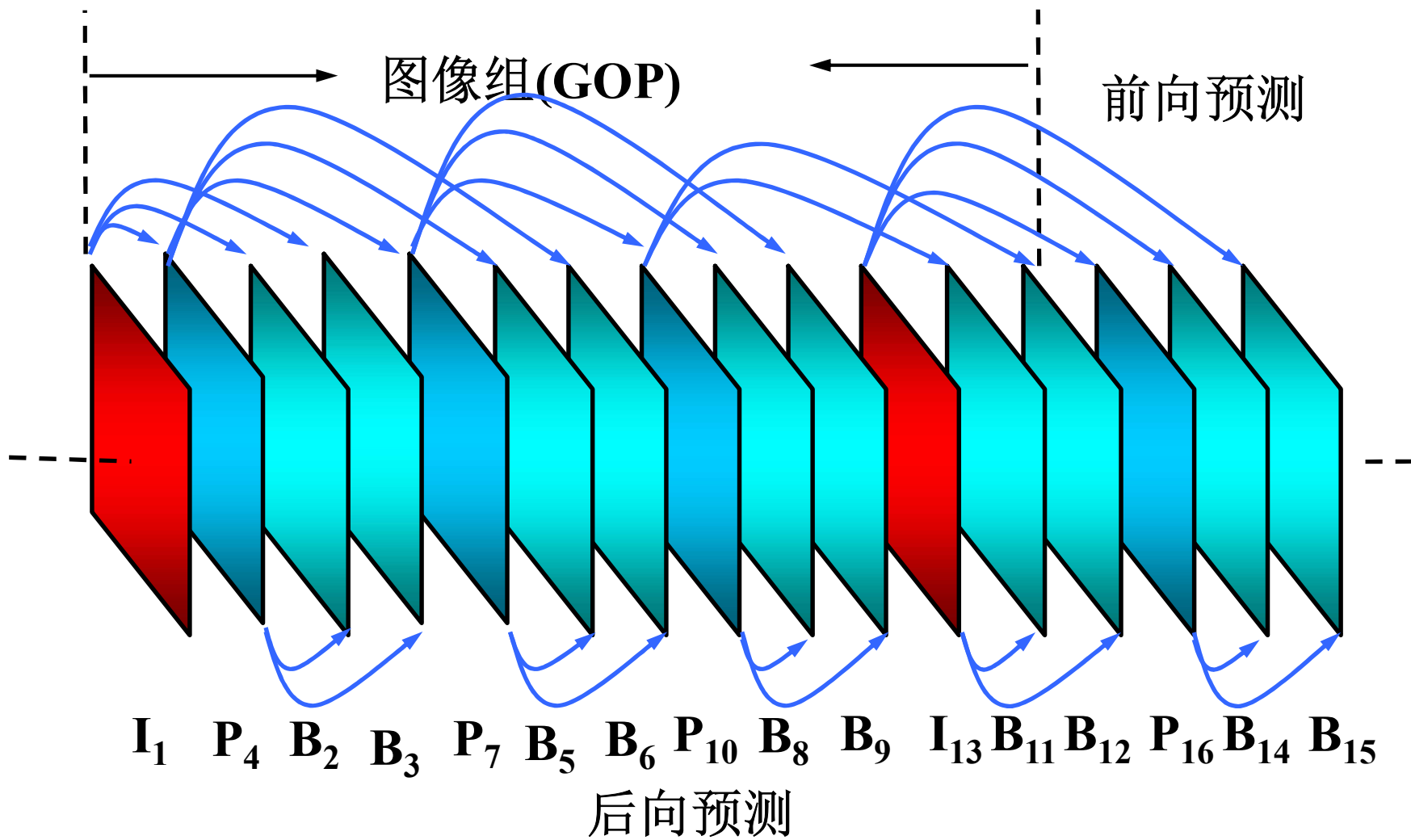
6、MPEG-2压缩编码解码过程

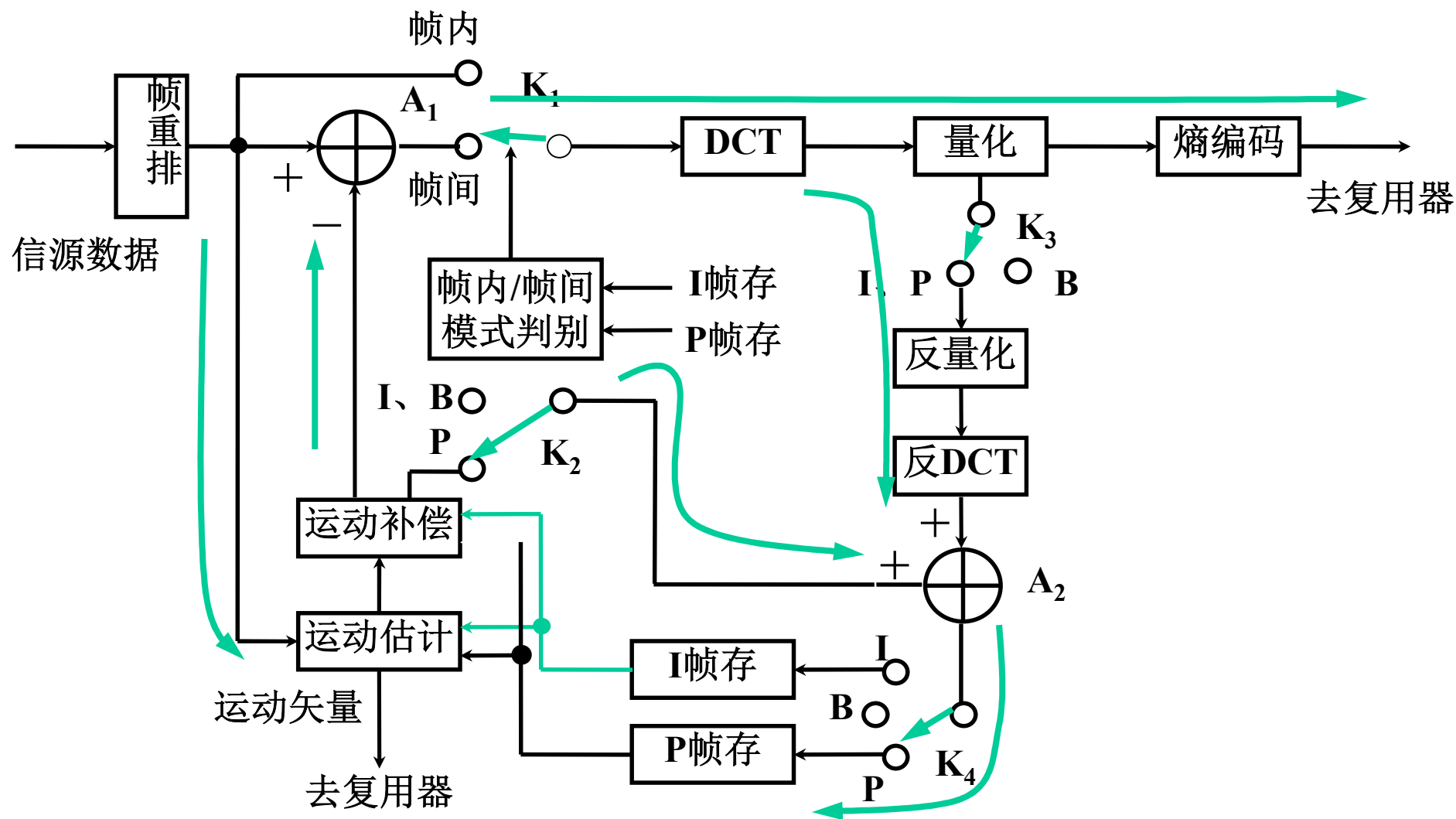
1) MPEG-2编码



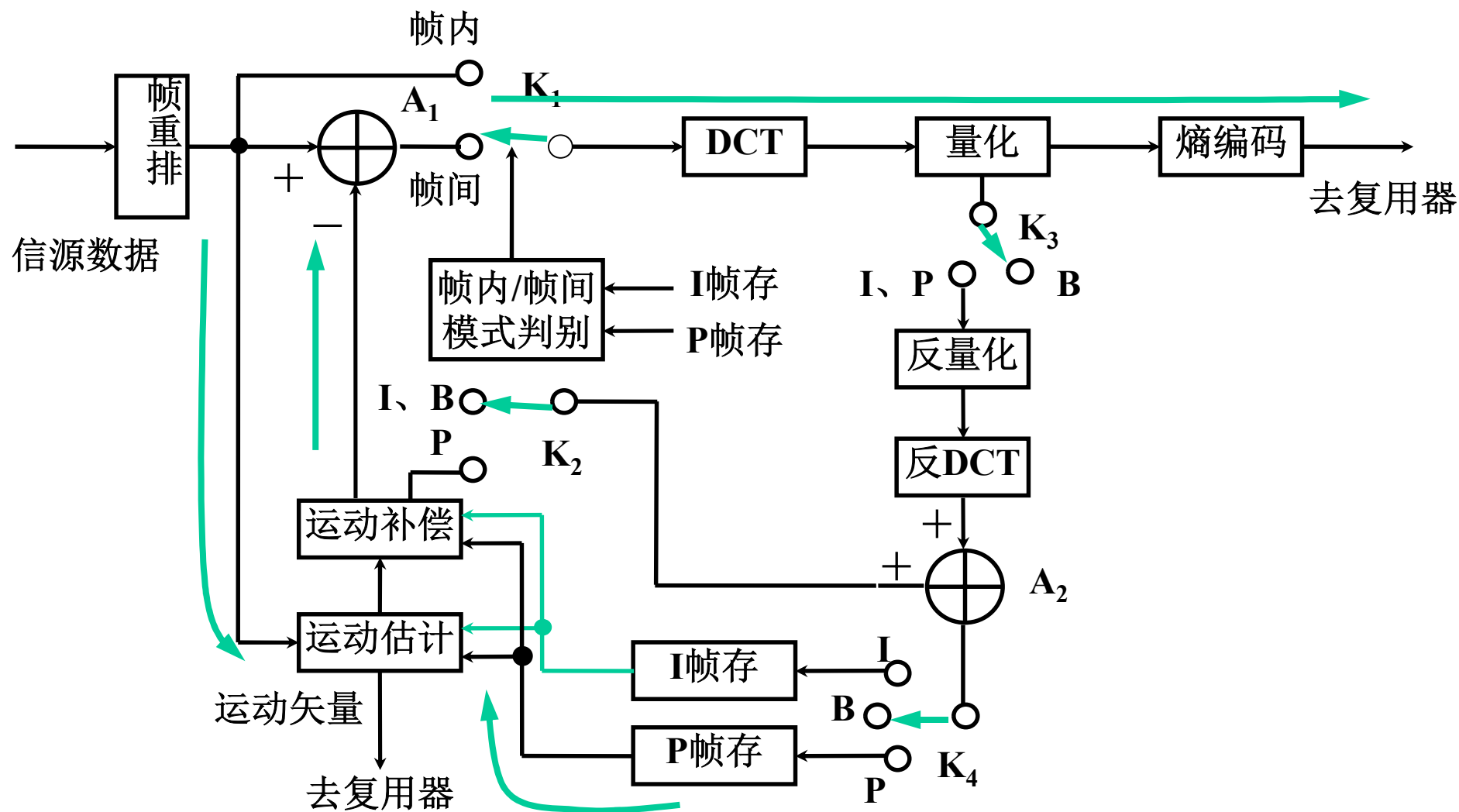
由于**B**帧是双向预测帧(前向预测和后向预测)，在后向预测时，需要用它将来的一个帧作为参考帧。因此需要把原始图像顺序重新排列后再送入编码器，这称为**帧重排**。





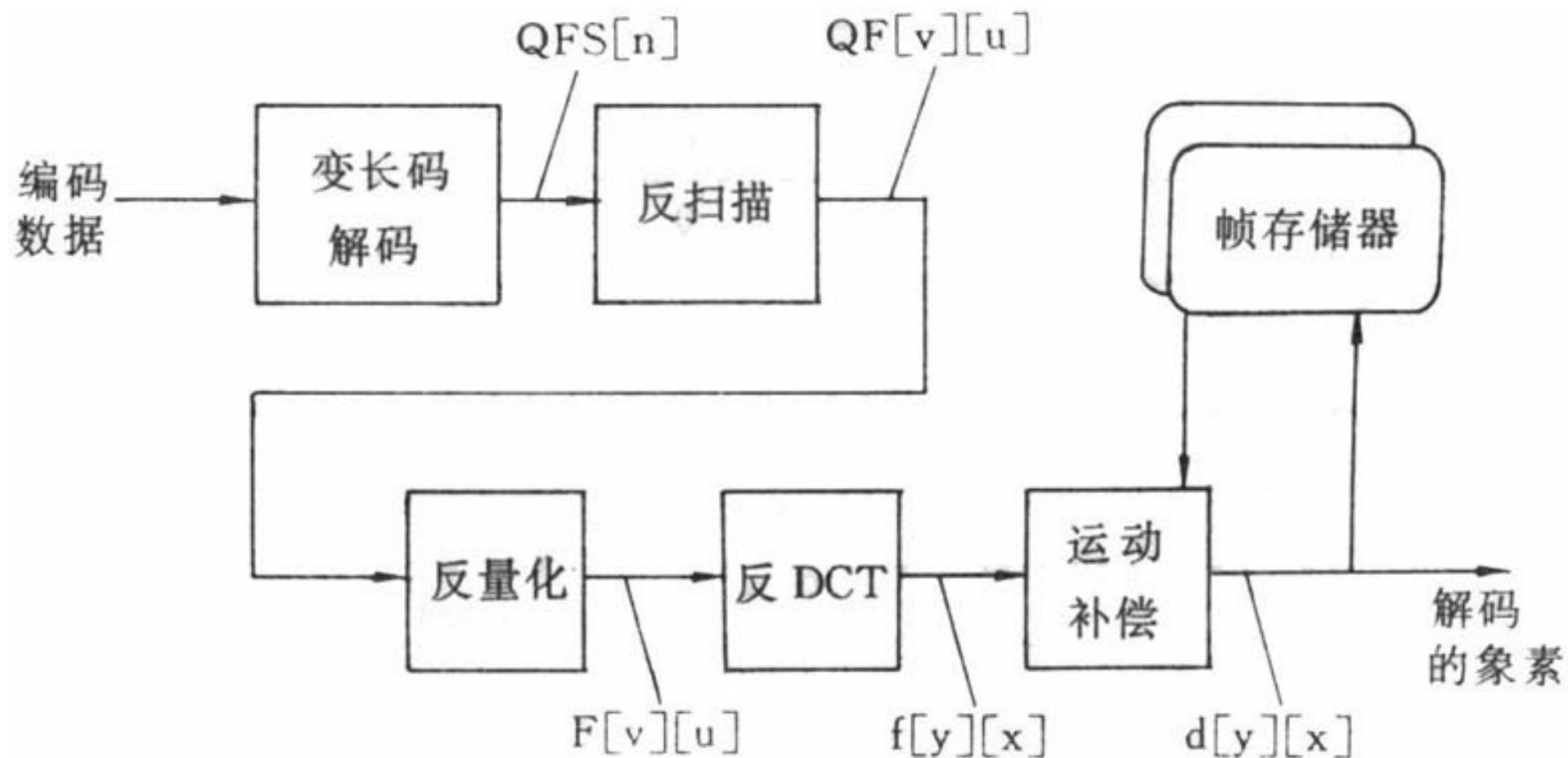


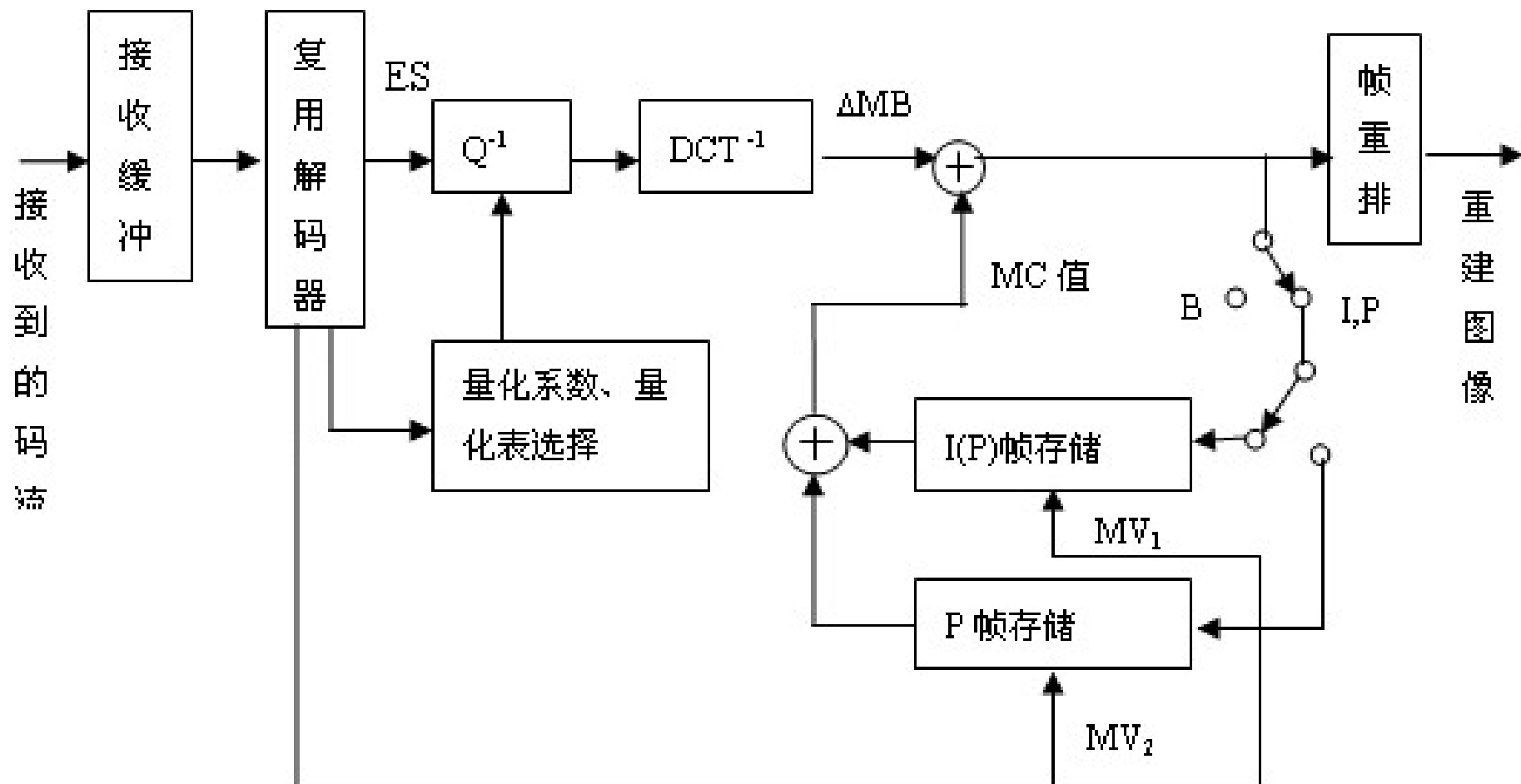
MPEG-2编码器框图——P帧编码



MPEG-2编码器框图——B帧编码

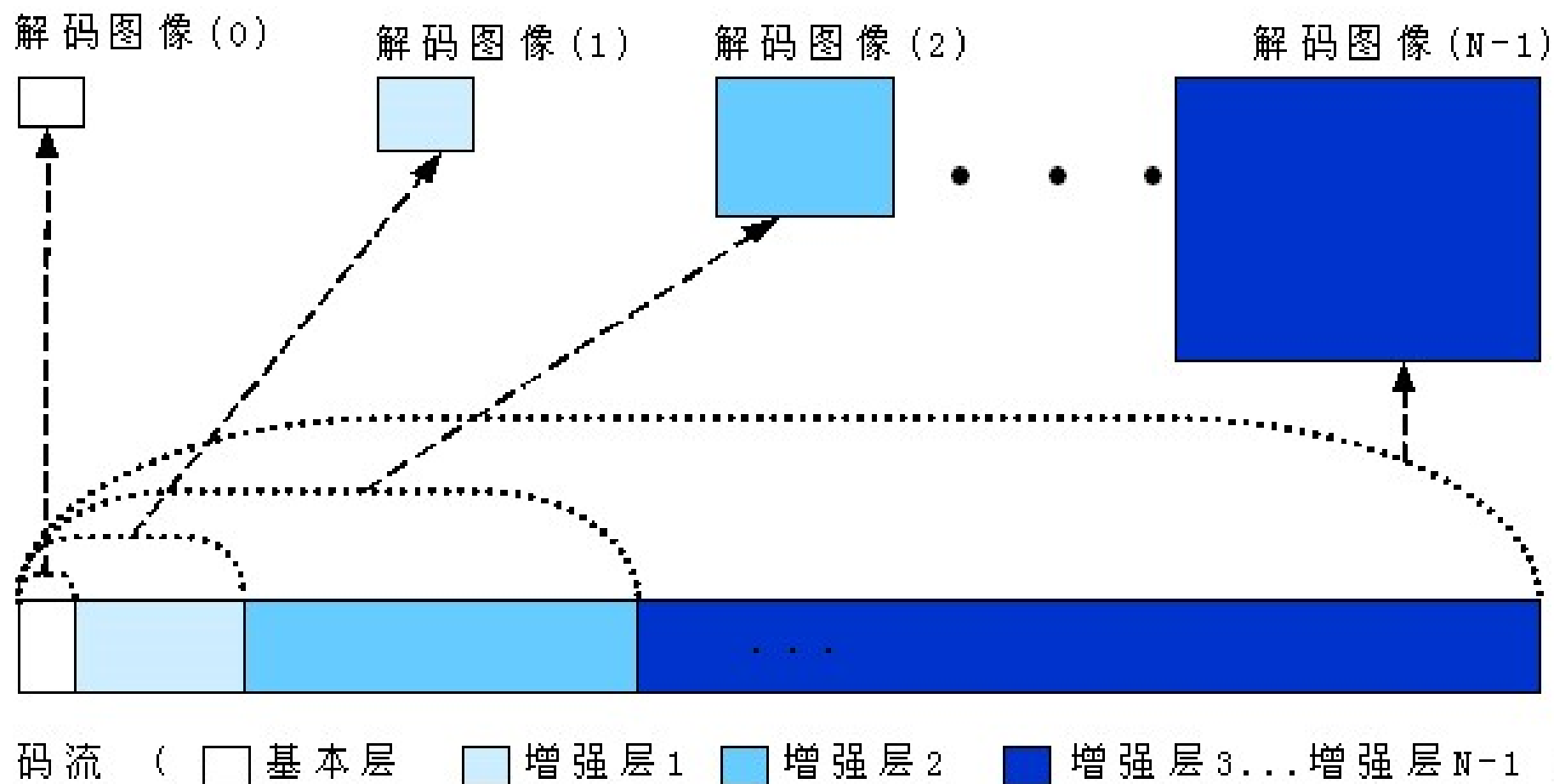
2、MPEG-2解码





7、MPEG-2的可分级编码

什么是可分级编码？

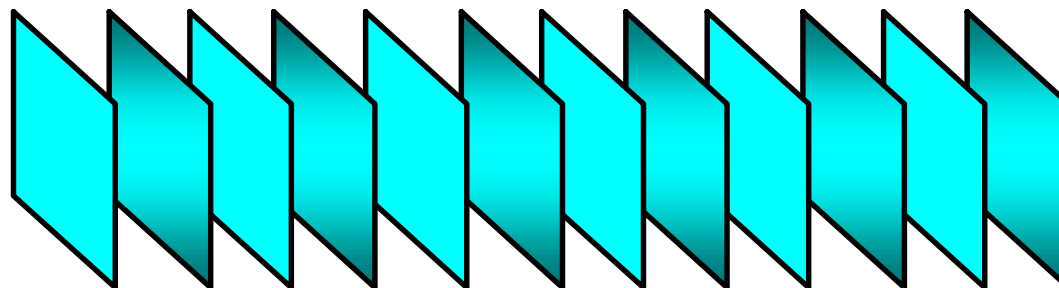


问题7：有哪几种可分级编码类型？

时间可分级

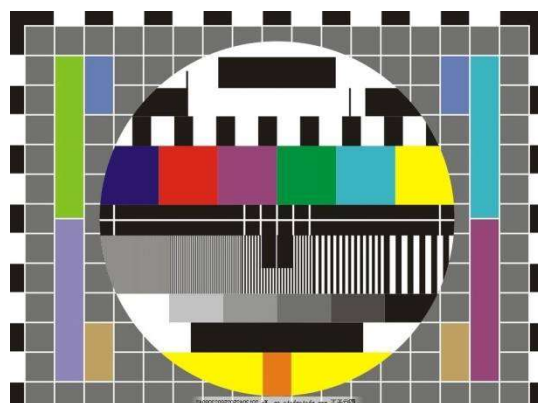
Temporal Scalability

30 帧/秒
15 帧/秒
7.5 帧/秒

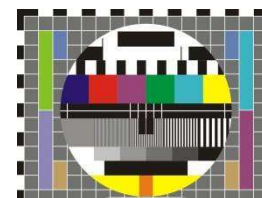


空间可分级

Spatial Scalability



SDTV



SIF



QSIF



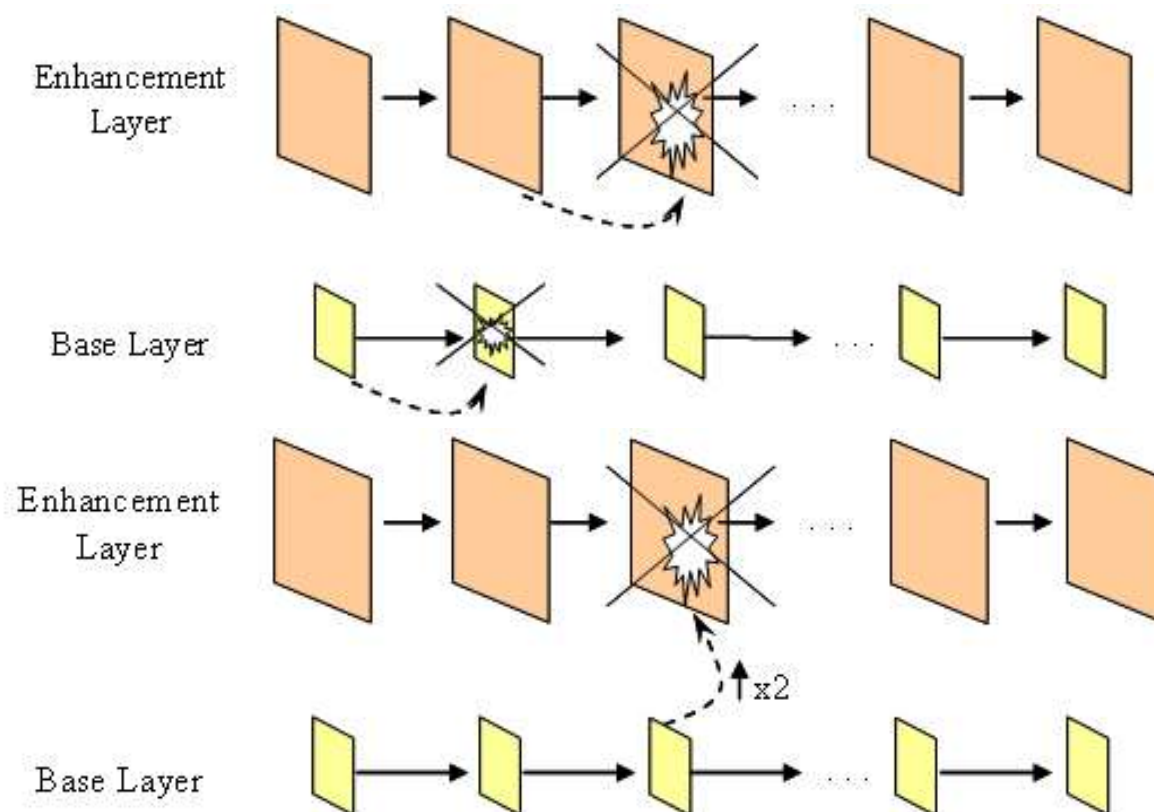
信噪比可分级

Quality Scalability



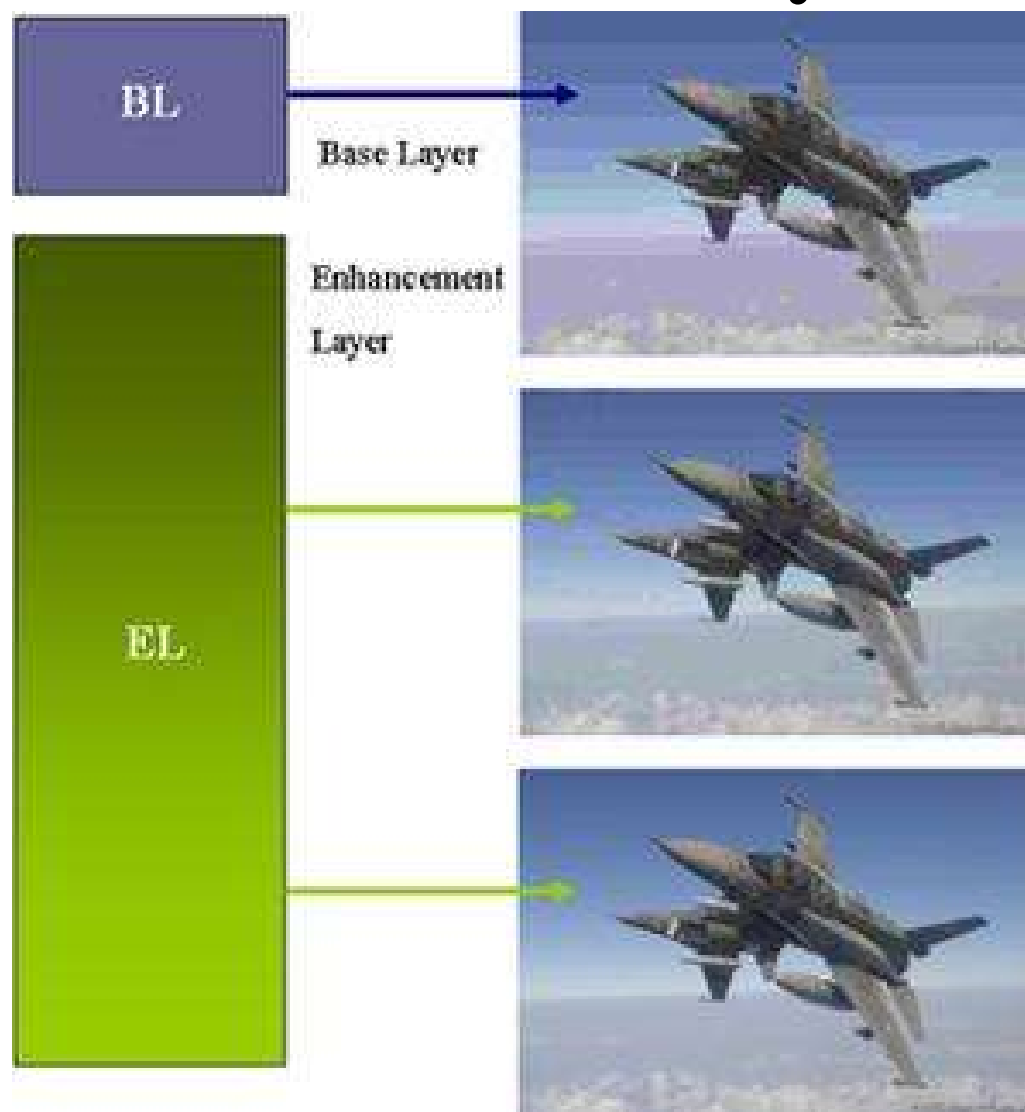
小结

错误隐藏

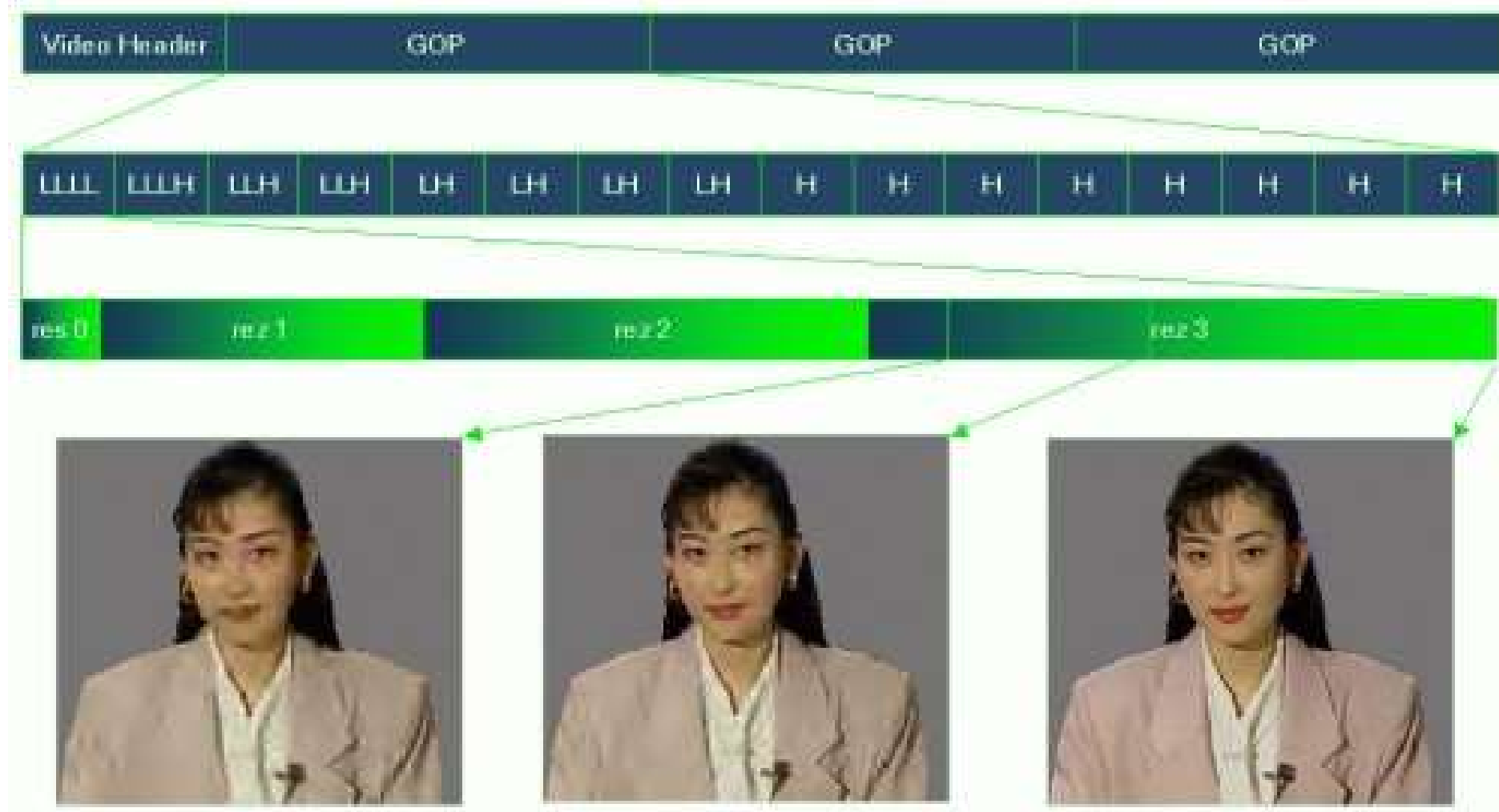


1、SNR可分级（SNR scalability）

- SNR分级的目的主要是提供传输两层业务的应用，这两层提供相同的图像分辨率但有不同的质量等级。



SNR 可分级



1、SNR可分级（SNR scalability）

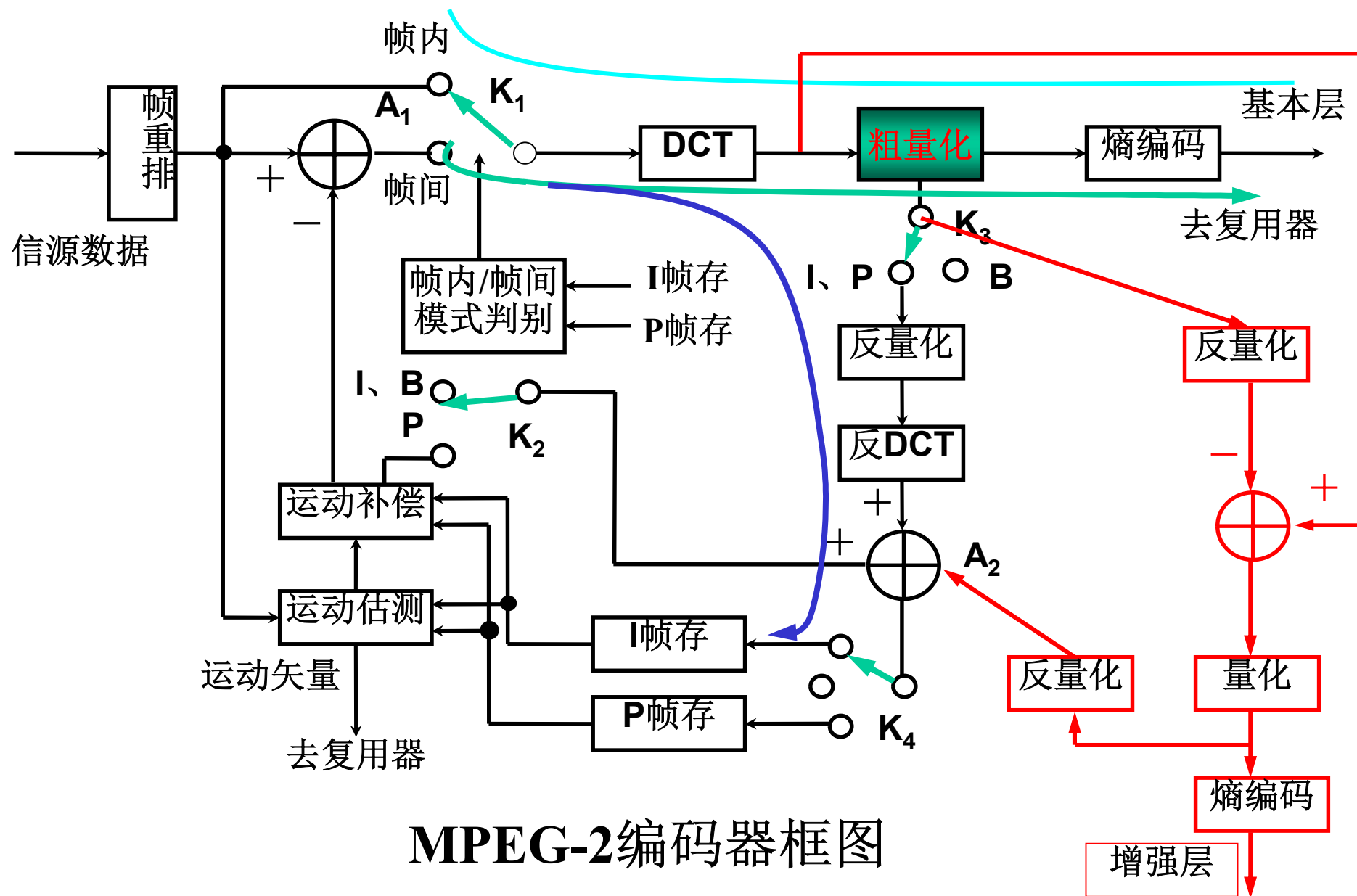
- (1) 底层编码

底层的编码在帧内/帧间判决、自适应量化和缓存调整方面和不分级MPEG-2编码类似。帧内宏块或帧间编码中的误差预测块经过DCT变换，其系数量化首先使用较粗的量化器，然后量化系数进行VLC编码，并与需要的辅助信息如宏块类型、运动矢量等一起传送。

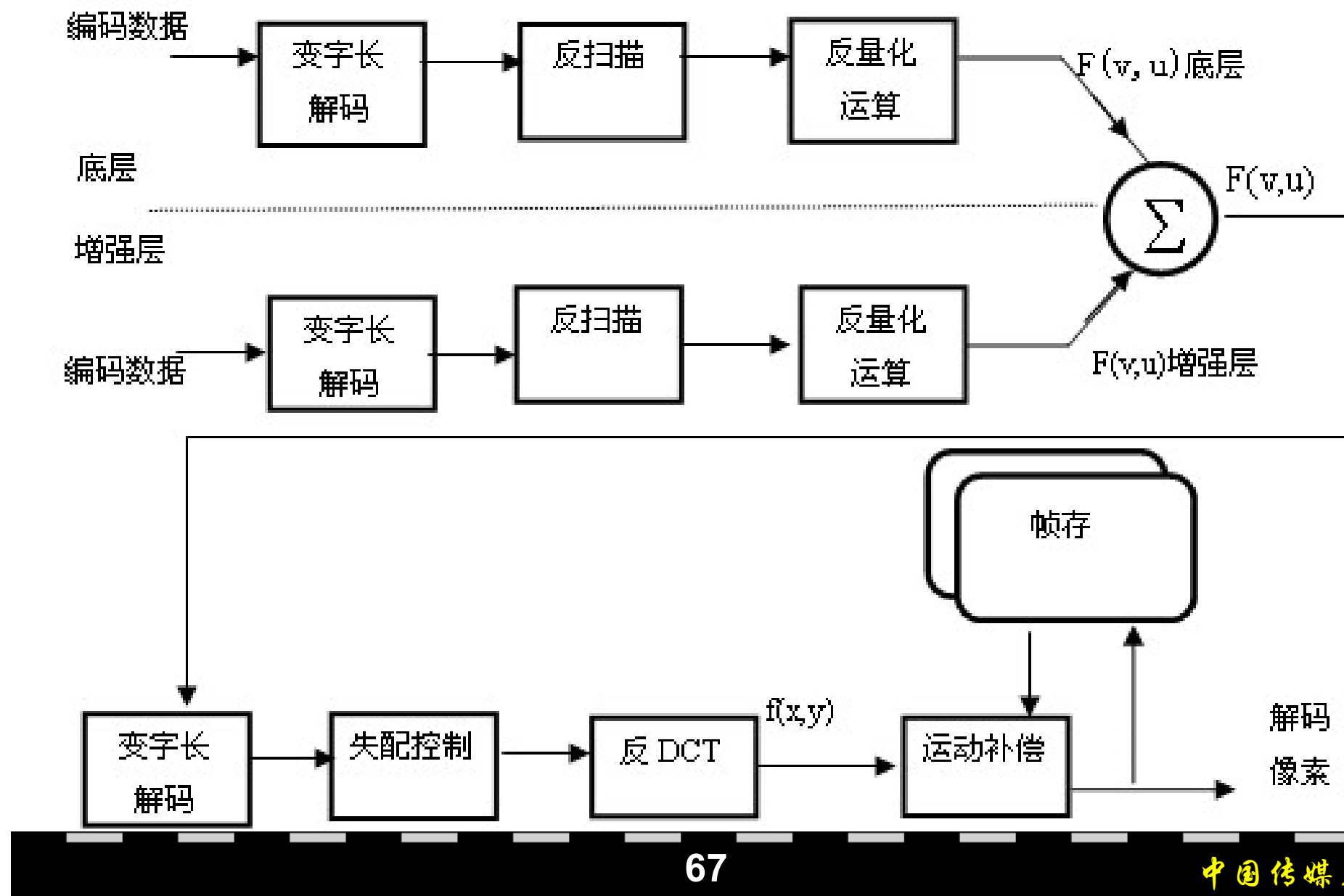
1、SNR可分级（SNR scalability）

(2)增强层编码

在增强层编码中，首先对底层输出的量化后的DCT系数进行反量化，然后用未量化的DCT系数和反量化系数后的DCT系数相减求差值，得到修正系数。对修正系数进行量化，并进行VLC编码后与辅助信息一起构成增强层。

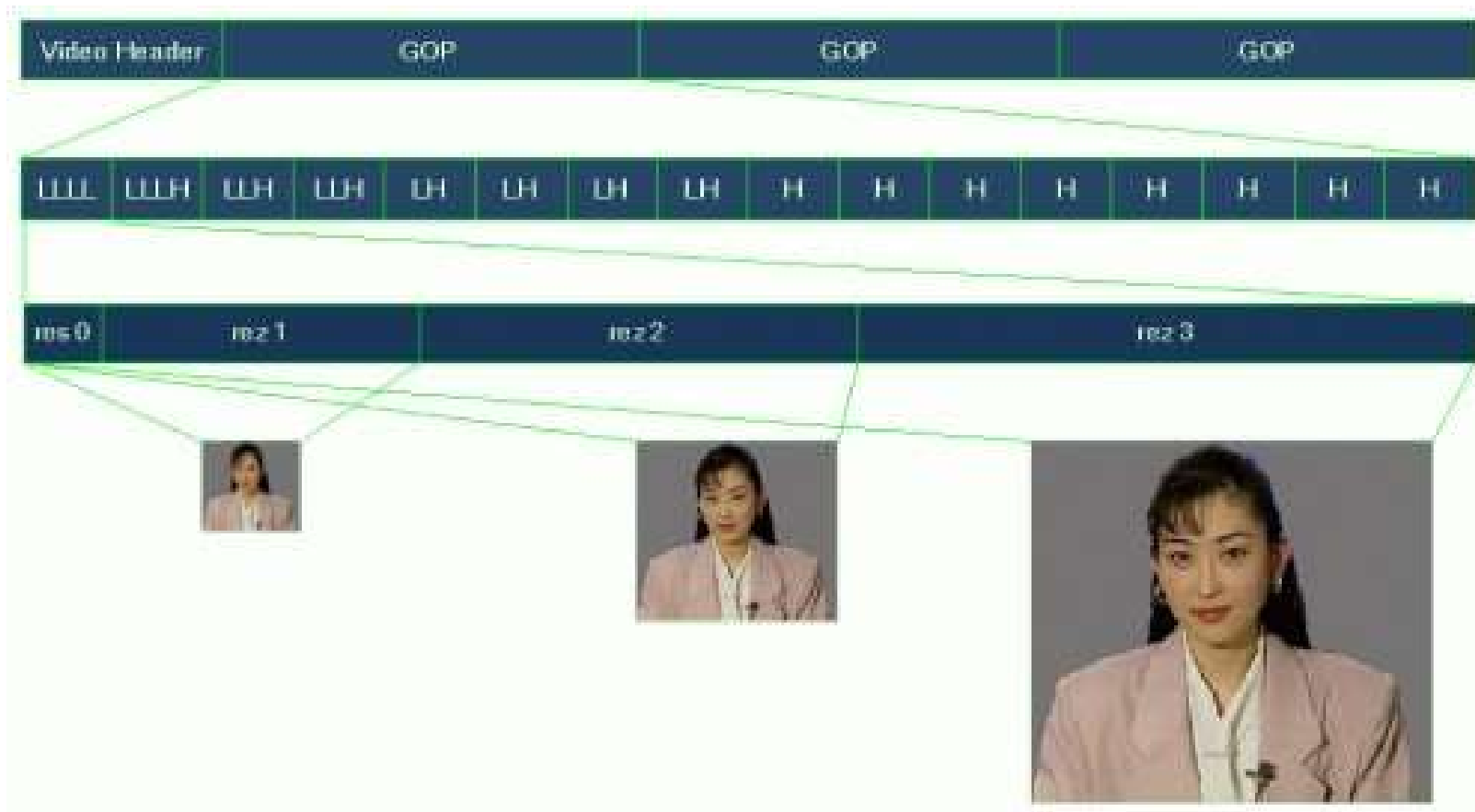


(3)、SNR可分级 (SNR scalability) 解码

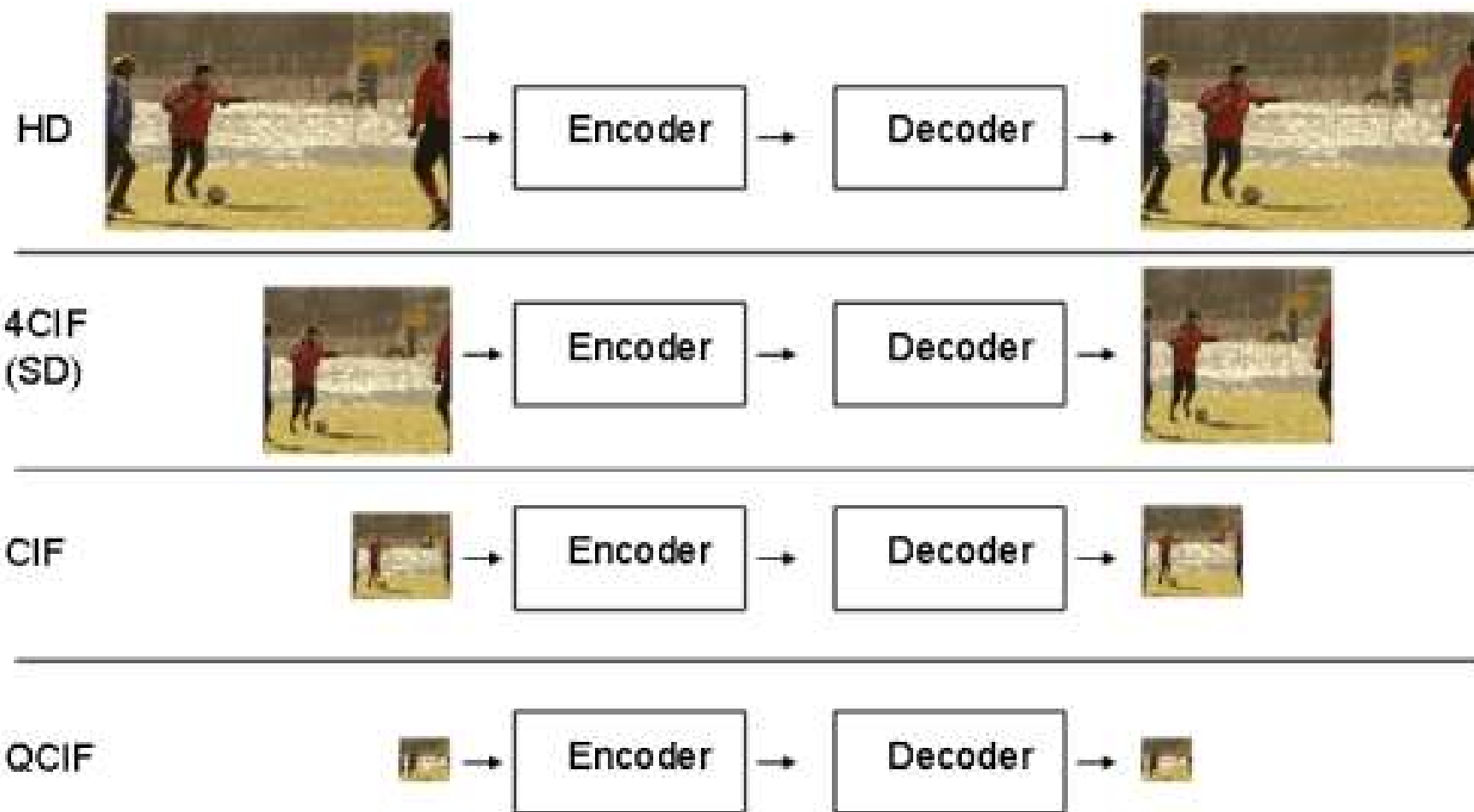


2、空间可分级

- 根据图像规格将视频序列分成基本层和增强层，分别有不同的图像分辨率，但有相同的图像精度。

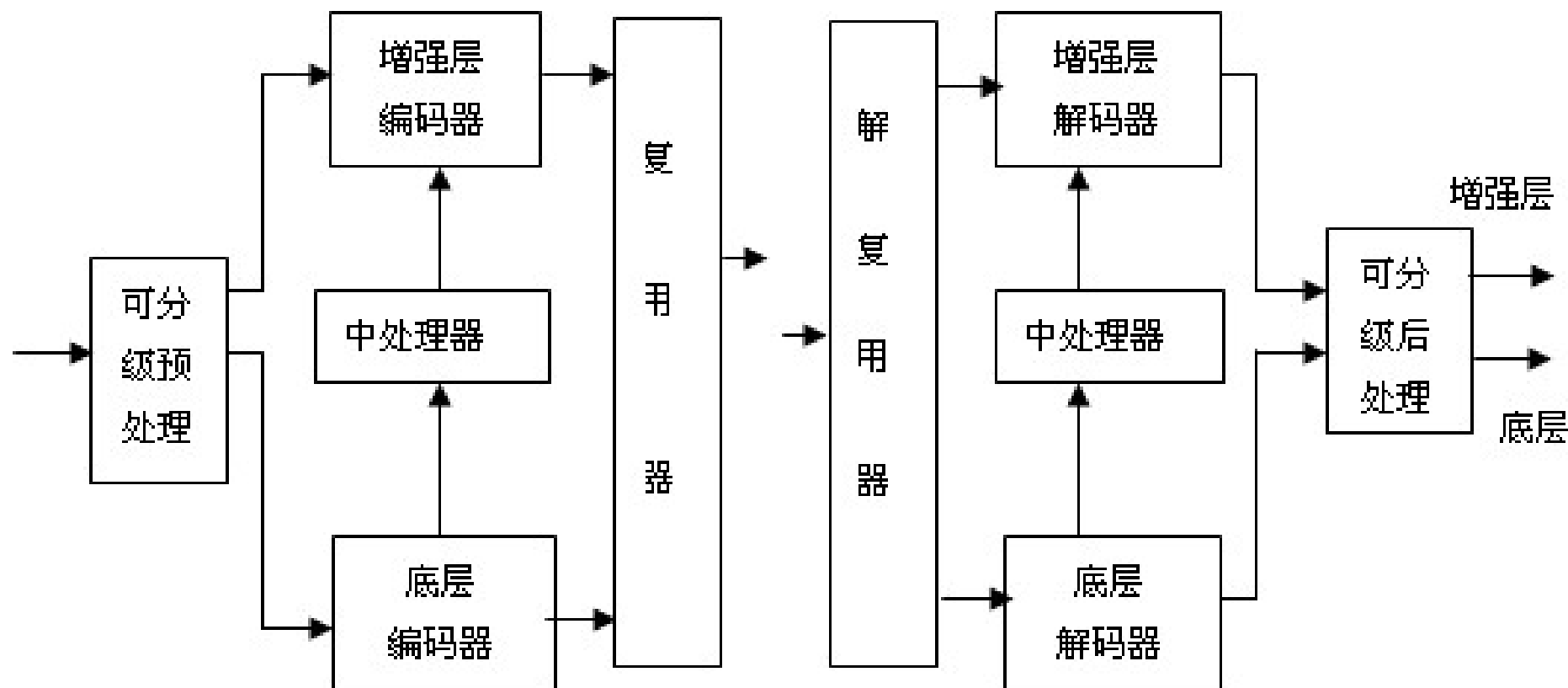


2、空间可分级

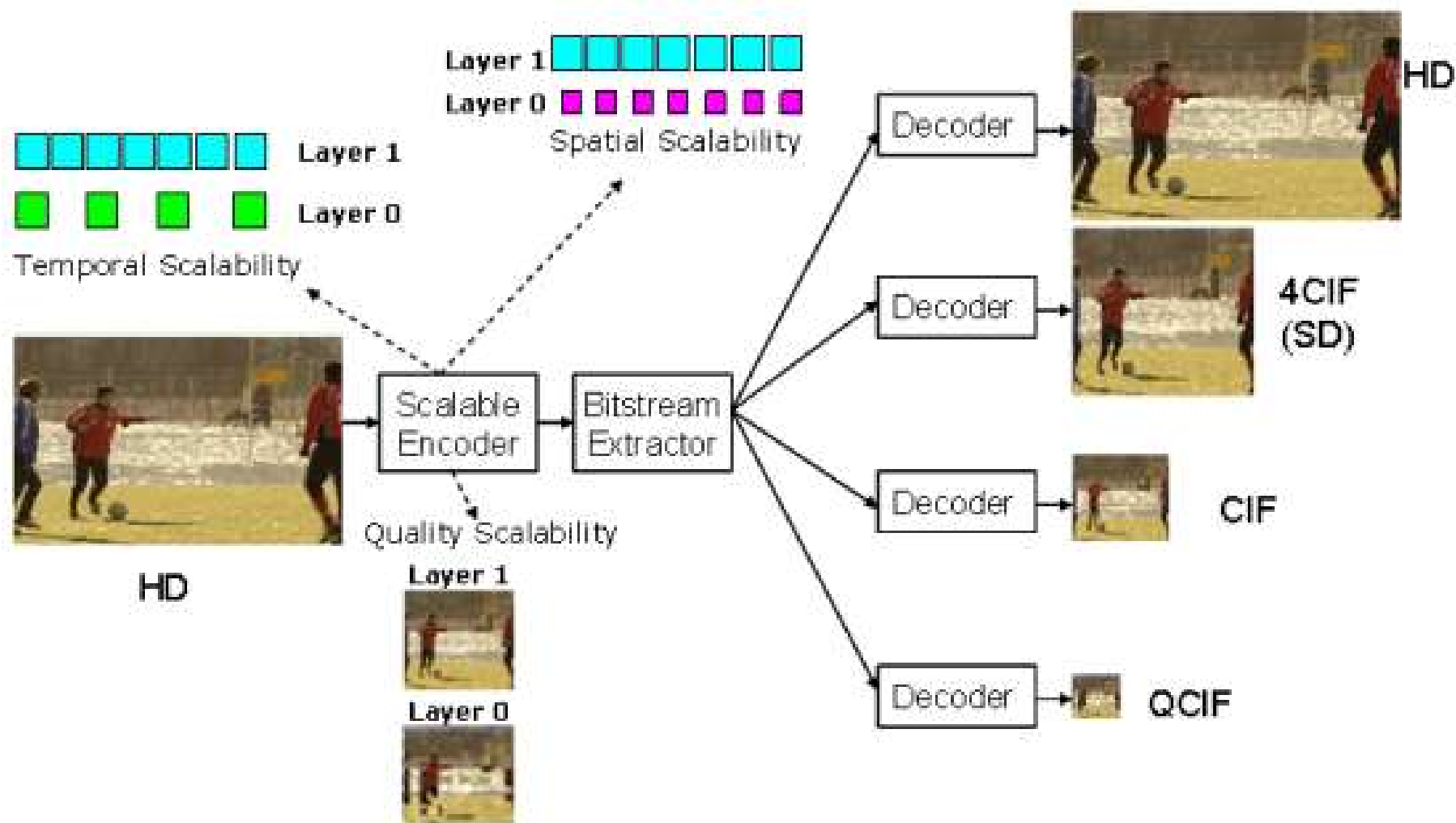


2、空间可分级

- 空间可分级编解码框图

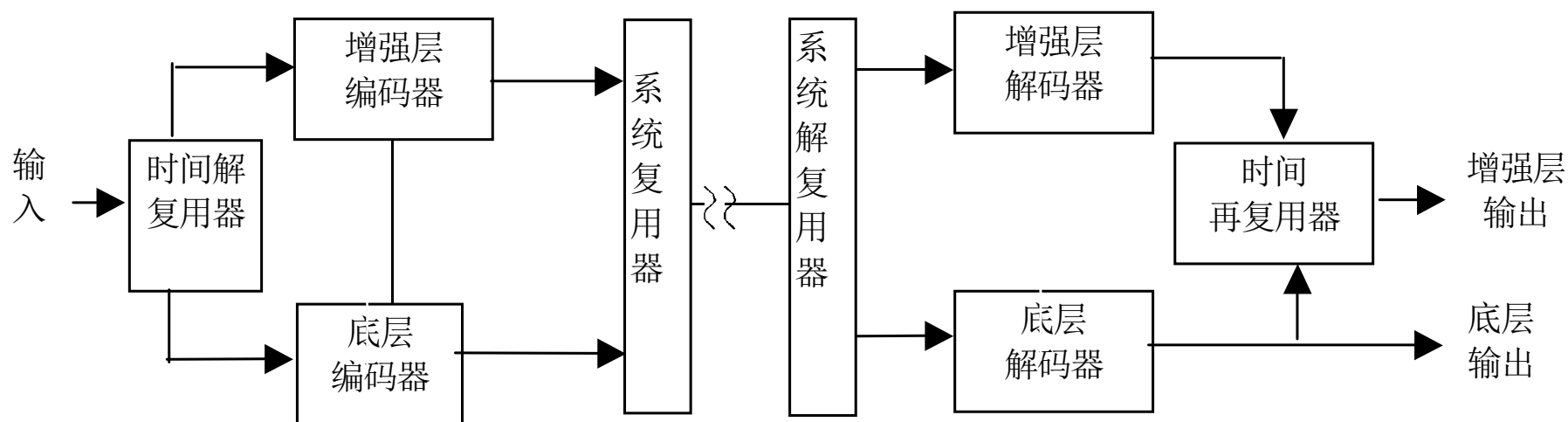


空间可分级的分层传输



3、时间可分级（temporal scalability）

- 增强层使用的预测是依据底层样点数据进行的，使用了运动矢量；
- 各层具有相同的帧尺寸和色度格式；
- 各层具有不同的帧频；



4、混合可分级性

- 混合可分级性（ **hybrid scalability**）是空间、**SNR**和时间可分级的混合
- (1)空间和**SNR**混合可分级的应用
- ①底层提供基本质量的**SDTV**分辨率；
- 增强层1利用**SNR**可分级帮助产生更高质量的**SDTV**分辨率；
- 增强层2结合相对于增强层1产生的高质量**SDTV**进行空间可分级编码，产生出**HDTV**的分辨率和格式。

- ② 底层提供可视电话/低清晰度质量;
- 利用空间可分级增强层1提供基本质量的SDTV分辨率;
- 增强层2利用SNR可分级帮助产生高质量SDTV。

- ③ 底层提供标准电视分辨率;
- 利用空间可分级增强层1提供基本质量的
HDTV;
- 增强层2使用**SNR**可分级帮助产生高质量
HDTV。

4、混合可分级性

- (2) 空间和时间混合可分级的应用
- ①底层提供**SDTV**分辨率；
- 利用空间可分级增强层**1**提供隔行的基本**HDTV**；
- 增强层**2**利用时间可分级帮助产生全时间分辨率的逐行**HDTV**。

- ②底层提供半时间分辨率的基本逐行**HDTV**格式；
- 利用时间可分级增强层1帮助产生全时间分辨率的逐行**HDTV**；
- 增强层2利用空间可分级提供高空间分辨率逐行**HDTV**（全时间分辨率）。

- ③底层提供基本隔行**HDTV**格式；
- 利用时间可分级增强层**1**帮助产生全时间分辨率逐行**HDTV**；
- 增强层**2**利用空间可分级提供高空间分辨率逐行**HDTV**（全时间分辨率）。

4、混合可分级性

- (3) 时间和**SNR**可分级的应用
- ①底层以较低的时间分辨率提供基本的逐行**HDTV**;
- 利用时间可分级增强层1帮助产生基本质量的全时间分辨率逐行**HDTV**;
- 增强层2利用**SNR**可分级帮助产生高质量的

- ②底层提供基本的隔行**HDTV**;
- 利用**SNR**可分级增强层**1**帮助产生高质量的隔行**HDTV**;
- 增强层**2**利用时间可分级帮助产生全时间分辨率（高质量）的隔行**HDTV**。

课程小结

- 降低码率的方法
- **MPEG与JPEG不同**
- **MPEG-2的兼容性**
- **Profile @ Level**
- 三种类型的图像帧
- 帧重排
- **MPEG-2的可分级编码**

- 作业1（2020年3月10日）
- 1、数字电视前端系统由哪些基本单元构成？
- 2、数字电视系统主要涉及哪几大类标准和关键技术？
- 3、说明卫星、有线以及地面数字电视广播前端系统框图的异同点？
- 4、什么是数字电视广播？
- 5、说明MPEG-2视频压缩编码的几个重要环节？
- 6、对视频图像进行压缩编码可采取哪些方法？
- 8、视频编码器参数MP@ML、4:2:2P@ML分别表示什么意思？
- Page132~133: 5-4、5-5、5-6、5-7、5-8;

作业1（2020年3月10日）

- 课本P132~P133：5-4、5-5、5-6、5-7、5-8
- 5-4、简述MPEG-1和MPEG-2的区别。
- 5-5、MPEG-2中的型（Profile）和级是（Level）如何定义的？
- 5-6、简述MPEG-2视频压缩中的I、B、P图像编码原理。
- 5-7、在压缩和解压缩过程中引起图像失真的主要原因是什么？
- 5-8、MPEG-2中定义了哪几种可分级编码？

作业要求

- 每次按点名册序号依次确定**10**名同学提交作业；
- 点名册在百度网盘的课程课件目录；**(序号1~10)**
- 作业写在纸上，拍摄电子版发送到电子邮箱：
- zhangwenhui808@126.com
- 作业提交时间为课程周的周六**24:00**前；
- **未提交电子版作业的同学待开学后统一提交。**