

## 2017 年春季学期数字电视技术 A 期末复习大纲

一、考试题型：选择题（10 分）、填空题（10 分）、缩写中英文全称（15 分）和综合题（65 分）

### 二、复习范围：

#### 1、数字电视有哪几种层次的码流？如何形成？各自特点？

ES 基本数据流：数字电视各组成部分编码后所形成的直接表示基本元素内容的流

PES 基本码流：按照一定的要求和格式打包的 ES 流

类型：

PS 节目流：将一个节目的多个组成部分按照他们之间的相互关系进行组织并加入各组成部分关系描述后的码流，主要用于节目存储

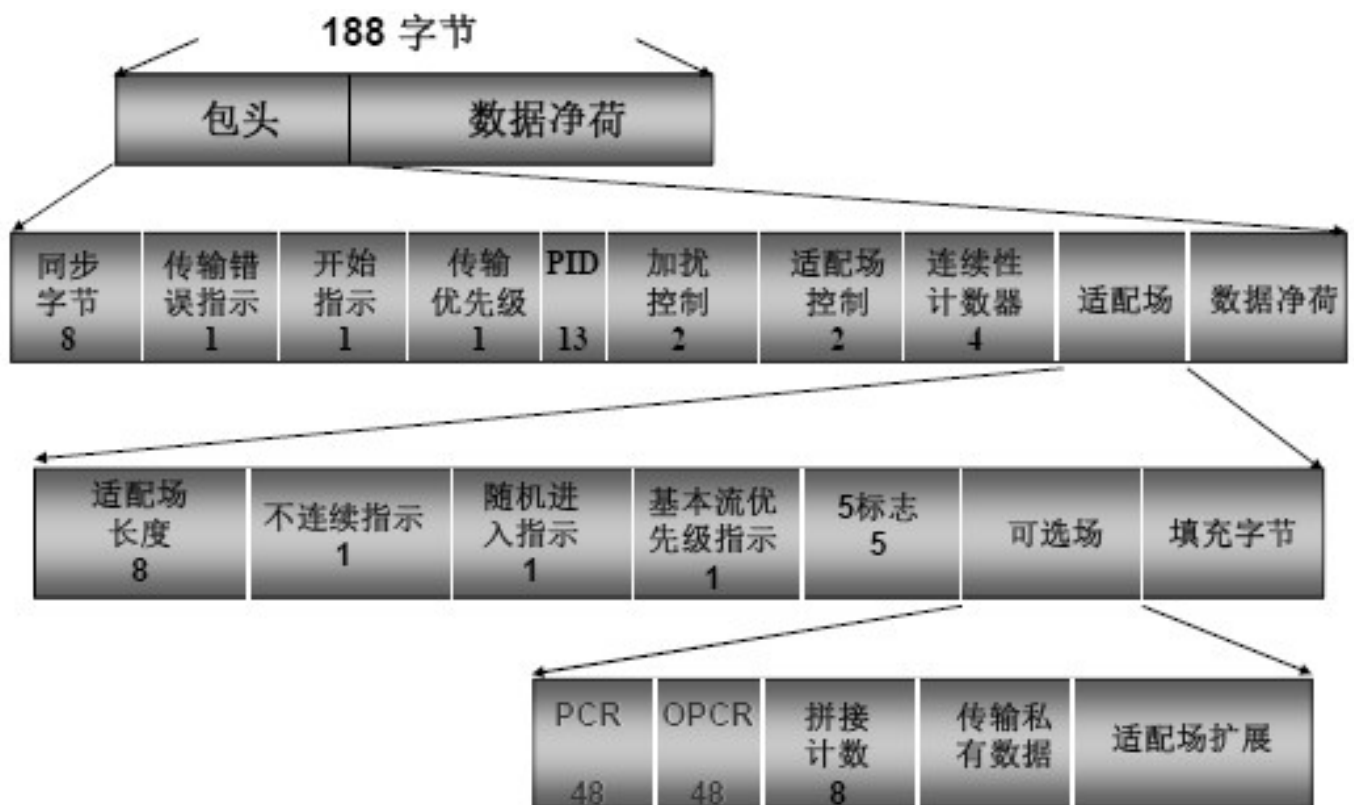
TS 传送流：将一个节目的多个组成部分按照它们之间的相互关系进行组织并加入各组成部分关系描述和节目组成信息，并进一步封装成传输包后的码流

#### 2、数字电视传输流有哪些优点？传输包的构成？

优点：

动态带宽分配、可分级性、可扩展性、抗干扰性、接收机成本低廉

传输包构成：



TS 包的净荷部分放置的是 PES 包，TS 包的包头提供关于传输方面的信息，例如，同步、有无差错、有无加扰、节目参考时钟（PCR）等标志

### 3、码流中时间信息的作用？什么是 DTS 和 PTS？原理与作用？

作用：

一是使每个基本数据流都能获得有效的时基矫正，其次，是把视音频基本流同步到一起做成节目

DTS（解码时间标记）：什么时间解码视频进入单元

PTS（显示时间标记）：什么时间向观众显示已解码的视频或音频进入单元

压缩使得视频信号失去同步——需要恢复视频信号行场同步

MPEG-2 压缩时，帧重排——需要回复视频帧顺序

音频与视频时分复用——视频与音频需要保持同步

#### PTS/DTS举例

- 3d 3f 2b ce c5

- 1d 3f 2b 7a 65

十六进制转换成二进制：

- 0011 1101 0011 1111 0010 1011 1100 1110 1100 0101

- 0001 1101 0011 1111 0010 1011 0111 1010 0110 0101

- PTS/DTS转换成十进制：

- PTS: 6707406690     DTS: 6707395890

- $\text{PTS}(\text{Sec}) = \text{PTS} \times 300 / 27000000 \text{Hz} = 74526.74(\text{Sec})$

- $\text{PTS}(\text{D:H:M:S:C}) = 00:20:42:06:74$

- $\text{DTS}(\text{Sec}) = \text{DTS} \times 300 / 27000000 \text{Hz} = 74526.62(\text{Sec})$

- $\text{DTS}(\text{D:H:M:S:C}) = 00:20:42:06:62$

### 4、什么是 PCR？原理与作用？

PCR：节目时钟参考

原理：编码器的 42bit 的系统时钟取样指示解复用器收到每个时钟基准时，解码器系统时间是否正确，如果复用器产生的 PCR 值不准确或者因为网络延时引起 PCR 延时，会出现同步错误

作用：使 MPEG 解码器与编码器同步

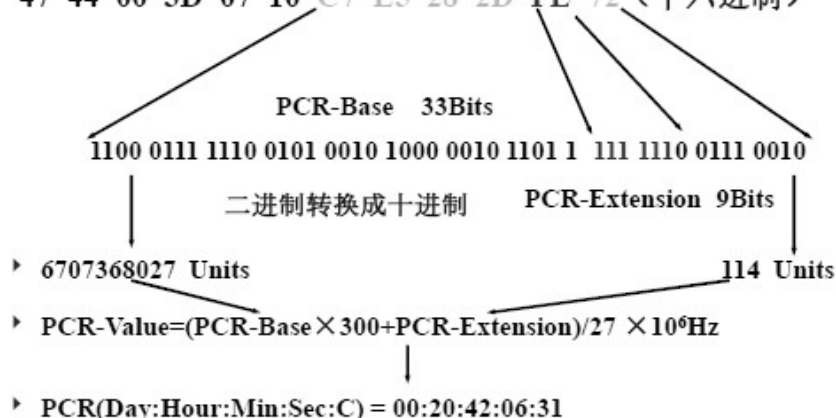
$\text{PCR}(i) = \text{PCR\_base}(i) \times 300 + \text{PCR\_ext}(i)$

$\text{PCR\_base}(i) = [(\text{system\_clock\_frequency} \times t(i)) \text{DIV} 300] \text{MOD} 2^{33}$  (33 位)

$\text{PCR\_ext}(i) = [(\text{system\_clock\_frequency} \times t(i)) \text{DIV} 1] \text{MOD} 300$  (9 位)

#### 4、PCR举例

- 47 44 00 3D 07 10 C7 E5 28 2D FE 72 (十六进制)



## 5、PSI 节目专有信息包含哪些内容？作用？

节目关联表 PAT：由 PID 为 0x0000 的 TS 包传送，为复用的每一路传送流提供其所包含的节目和节目编号，以及对应节目的节目映射表 PMT 的 TS 包的包标识符 PID 的值和网络信息表的 TS 包的包标识符 PID 的值

节目映射表 PMT：用于指示组成某一套节目的视频、音频和数据的 TS 包的 PID 值，以及在每路节目中包含有节目时钟 PCR 字段的 TS 包的 PID 值等

条件接收表 CAT：由 PID 为 0x0001 的 TS 包传送，提供在复用流中条件接收系统的有关信息，指定 CA 系统与它们相应的授权管理信息之间的联系，指定 EMM 的 PID 以及相关的参数

网络信息表 NIT：提供关于多组传输网络相关的信息，其中包含传送流描述符、通道频率、卫星发射器号码、调制特性等信息

传送流描述表 TSDT：由 PID 为 0x0002 的 TS 包传送，提供传送流的一些主要参数

专用段

描述符

## 6、DVB-ASI 接口概念及作用。DVB-ASI 最大码率计算。

DVB 的异步串行接口，已成为 MPEG-2 专业设备之间连接的主流接口，ETSI EN500083-9 标准定义了 75Ω 同轴电缆接口以及使用 LED 发射器的多模光纤接口。DVB-ASI 是一种固定码率的串行接口，时钟速率为 270Mbps，以包异步传输的方式传输 MPEG-2 数据

最大数据传输码率：

$$270\text{Mb/s} \times 8/10 \times 188/190 = 213.73\text{Mb/s}$$

$$270\text{Mb/s} \times 8/10 \times 204/206 = 213.90\text{Mb/s}$$

## 7、H.264 采用了哪些先进的技术措施？

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

## 8、H.264 帧内预测/帧间预测。

帧内预测：

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。帧内编码模式有亮度块 4×4 与 16×16 编码模式、色度块 8×8 编码模式

帧内预测：

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：不同大小和形状的宏块分割、多参考帧（SP SI）预测估计、高精度估计

## 9、整数 DCT 变换特点以及运算过程？CAVLC 编码。

整数变换：

改变换是一种整数变换，所有的运算都是整数运算而且没有精度损失

H.264 标准中对该变换的反变换有详细的说明，如果完全按照说明正确执行，解编码器之间不会出现误匹配

该变换的核心部分不需要乘法，仅仅需要加法和位移运算

例题见课后作业

CAVLC 编码：

首先对矩阵进行之字形扫描

①提取初始值

非零系数数目 TotalCoeffs

绝对值为 1 系数数目 TrailingOnes

最后一个非零系数前零的数目 TotalZeros

NC=1

②对非零系数和绝对值为 1 的系数编码

根据 NC，对 TotalCoeffs 和 TrailingOnes 查表进行编码

③对绝对值为 1 系数的符号编码

反向扫描，绝对值为 1 的系数的符号为+则编为 0，为-则编为 1

④对剩余非零系数幅度值 (Levels) 编码

反向扫描，根据  $i \geq 0$  时  $i = 2 \times i - 2$ ， $i < 0$  时  $i = 2 \times (-i) - 1$  转换非零系数幅度值

$LevelCode[i] / 2^{\text{suffixlength}} = \text{商} \dots \text{余}$ ，商查表 余转换自然二进制

⑤编码最后一个非零系数前的个数

查表，对 TotalZeros 编码

⑥对每个非零系数前零的个数编码

从最后一个非零系数开始，根据 Zerosleft 和 run\_before 查表编码

例题见课后作业

## 10、什么是 SP、SI 帧？有什么作用？

为了适应带宽自适应性和抗误码的要求定义了 SP 帧和 SI 帧

SP 帧编码原理与 P 帧类似，包含 I、P 宏块，基于帧间预测的运动补偿预测编码，参考不同帧重构相同图像；SI 帧基于帧内编码技术，只包含 I 宏块，重构方法与 SP 帧相同

作用：

SP 帧应用于内容相同编码参数不同的码流间切换，SI 帧应用于不同内容的码流拼接和随机进入。

SP 和 SI 帧都可应用于错误恢复。

## 11、人耳听觉特性？频域掩蔽，时域掩蔽？

人耳听觉特性：人耳听到的声音的响度与声音的频率有关，对于 3~4KHz 的声音感觉最灵敏

频域掩蔽：一个强纯音会掩蔽在其附近同时发生的弱纯音

时域掩蔽：一个强信号之前或之后的弱信号也会被遮蔽掉。时域掩蔽又分为超前掩蔽和滞后掩蔽，超前掩蔽很短，只有大约 5~20ms，滞后掩蔽可以持续 50~200ms

## 12、临界频带概念，子带编码的概念作用？

临界频带：如果掩蔽信号覆盖一定的频率范围，它的带宽逐渐增大时，掩蔽效应并不随着带宽的增大而改变，直到带宽增加到超过某个值，掩蔽效应就不再保持不变，这个带宽就是临界频带

子带编码：使用一组带通滤波器(band-pass filter, BPF)把输入音频信号的频带分成若干个连续的频段，每个频段称为子带。对每个子带中的音频信号采用单独的编码方案去编码。在信道上传送时，将每个子带的代码复合起来。在接收端解码时，将每个子带的代码单独解码，然后把它们组合起来，还原出原来的音频信号。

作用：第一，对每个子带信号分别进行自适应控制，量化阶的大小可以按照每个子带的能量电平加以调节。第二，可根据每个子带信号在感觉上的重要性，对每个子带分配不同的位数，用来表示每个样本值。

## 13、掌握 MPEG-1 音频 layer1/2/3 各自压缩原理，应用目标？

Layer I 是简单型，通常目标码率每通道 192kbit/s，立体声码率为 384kbit/s，压缩比为 1:4。

Layer I 被广泛应用在 VCD 的音频压缩方案中。

Layer II 是以 Layer I 为基础，但压缩编码的复杂度增加了。通常目标码率为每通道 128kbit/s，立体声码率为 256kbit/s，压缩比为 1:6。广泛应用于数字音频广播和数字电视演播室等数字音频专业的制作、交流、存储和传送。

Layer III 采用混合压缩技术，复杂度相对较高。Layer III 通过使用非均匀量化，自适应分割和量化后的熵编码来提高编码效率。目标码率为每通道 64kbit/s，立体声为 128kbit/s，压缩比为 1:12。

Layer III 在低码率下有高品质的音质，主要应用于较低码率的领域。

## 14、了解 MPEG-2 Audio/ MPEG-4 Audio。

## 15、信道编码的作用与要求。

作用：

信息的可靠传输

要求：

编码效率高，抗干扰能力强；

对数字信号具有良好的透明性；

频谱特性与传输信道的通频带有最佳的匹配性；

编码信号包含有数据同步信息和帧同步信息；

编码数字信号具有适当的电平范围；

误码的扩散蔓延小

## 16、信道模型的概念，差错控制编码的概念分类。

信道模型概念：

根据产生传输误码的特性，可分为：

随机信道——受到随机噪声干扰

突发信道——受到脉冲干扰

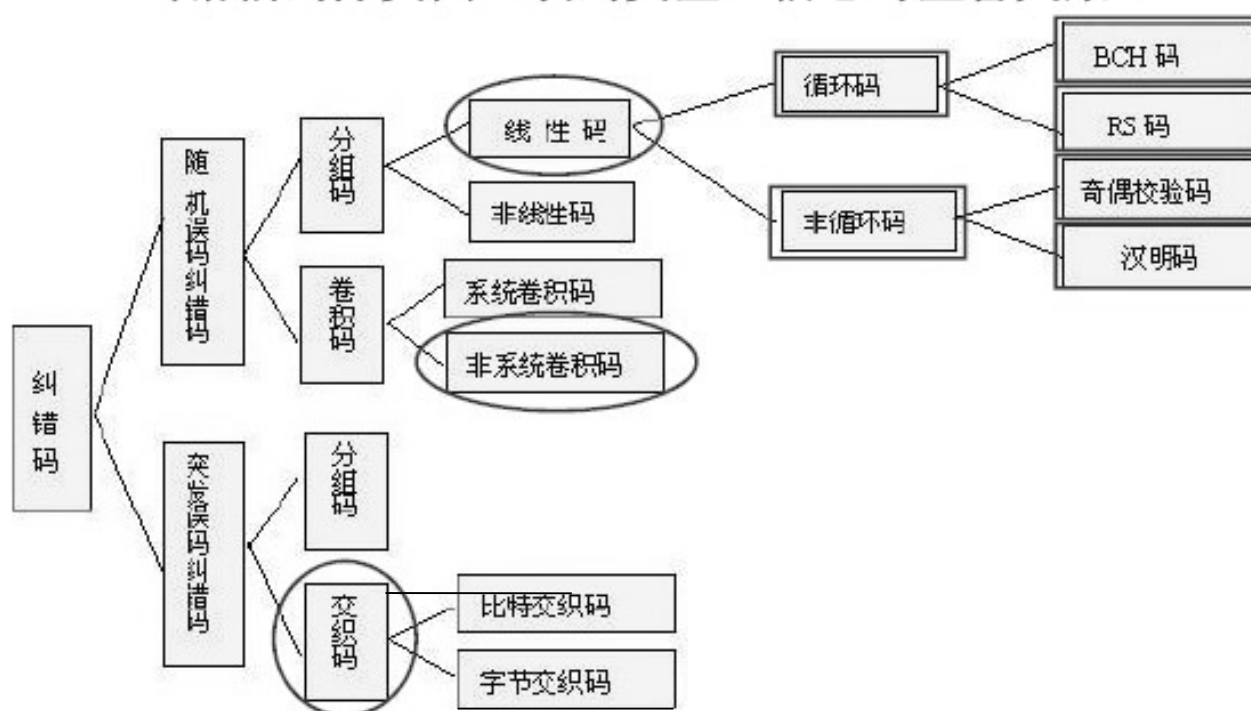
混合信道——实际信道中是随机和脉冲干扰并存

差错控制码概念：

为了消除误码造成接收端获取信息发生差错的影响，在信道编码中实施差错控制，使得出现误码时接收端能够检知并予以纠错

分类：

### • 纠错编码分类图（误码类型、信息与监督关系）



## 17、线性分组码的概念及分类。

概念：

在线性分组码中，信息码元与监督码元通过线性方程联系起来。许用码组称为群码，群码中线性方程的运算法则是以模 2 和为基础

分类：

见上图

## 18、循环码的编码原理与编码过程。

### (1) 循环码编码方法

根据给定的  $(n, k)$  值选定生成多项式  $g(x)$ ，从  $x^n+1$  的因式中选出一个  $n-k$  次多项式作为  $g(x)$ ；

$M(x)$  为信息码元多项式，其次数小于  $k$ ；

用  $x^{n-k}$  乘  $m(x)$ ，得到  $x^{n-k}m(x)$ ，次数小于  $n$ ；

用  $g(x)$  除  $x^{n-k}m(x)$ ，得到余式  $r(x)$ ，次数小于  $n-k$ ；

将余式  $r(x)$  与  $x^{n-k}m(x)$  相加，得到编码成的码组。

例题见课后作业

## 19、BCH 码的特点及应用。

特点：

BCH 码是循环码的一种，有纠多位随机误码的能力。它的码生成多项式  $g(x)$  与最小码距  $d_0$  之间有明确的联系，可以根据所要求的纠正  $t$  个误码的能力容易地构造 BCH 码。类似汉明码，码长  $n=2^m-1$ ——本原 BCH 码，或是  $2^m-1$  的因子——非本原 BCH 码。码长  $n$ 、监督码元  $n-k$  与纠错数  $t$  的关系如下：对于任何一个正整数  $m$  和小于  $m/2$  的纠错数  $t$ ，存在一种码长  $n=2^m-1$ ，监督码元数  $n-k \leq mt$  构成的 BCH 码，可纠正小于等于  $t$  个随机误码

应用：广泛

## 20、伽罗华域的概念与计算，RS 码概念、RS 编码及纠错原理。

概念：

$2^m$  元素有限域  $GF(2^m)$

非零元素  $\beta$  的升幂序列都是域中的非零元素，存在一个正整数  $k$ ，使任一非零元素的  $k$  次幂等于 1，使非零元素的  $k$  次幂等于 1 的最小正整数  $k$  称为  $\beta$  的阶

域或群中元素个数称为域或群的阶

阶为有限数值就称为有限域，有限域一般称为伽罗华域

伽罗华域  $GF(2^m) = G(q)$  中有 0 和 1 及其他  $q-2$  个非 0 元素，他们两两相异，非 0 元素的阶  $\leq q-1$ 。若某一元素  $a$  其  $a^{q-1}=1$ ，则称此元素为本原域元素，简称本原元

本元多项式满足以下条件： $p(x)$  不能再分解因式； $p(x)$  可整除  $x^n+1$ ， $n=2^m-1$ ； $p(x)$  不能整除  $x^q+1$ ， $q < n$

计算：



## GF(2<sup>3</sup>)加法运算

	0	a <sup>0</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>
0	0	a <sup>0</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>
a <sup>0</sup>	a <sup>0</sup>	0	a <sup>3</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>2</sup>
a <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>3</sup>	0	a <sup>4</sup>	a <sup>0</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>5</sup>
a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>4</sup>	0	a <sup>5</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>0</sup>
a <sup>3</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>0</sup>	a <sup>5</sup>	0	a <sup>6</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>4</sup>
a <sup>4</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>6</sup>	0	a <sup>0</sup>	a <sup>3</sup>
a <sup>5</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>0</sup>	0	a <sup>1</sup>
a <sup>6</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>0</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>1</sup>	0

## GF(2<sup>3</sup>)乘法运算

	a <sup>0</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>7</sup>
a <sup>0</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	a <sup>7</sup>
a <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>
a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>
a <sup>3</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>
a <sup>4</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>
a <sup>5</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>
a <sup>6</sup>	a <sup>6</sup>	1	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>
a <sup>7</sup>	a <sup>7</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>3</sup>	a <sup>4</sup>	a <sup>5</sup>	a <sup>6</sup>	1

RS 码概念:

RS 码是一种适合于多进制的具有强纠错能力的码, 为非二进制的 BCH 纠错码

在 (n, k) 码的 RS 码中输入数据流划分成 k×m 比特一组, 每组内包含 k 个符号, 每个符号由 m 比特组成

RS 码编码:

例题见课后作业

纠错原理:

例题见课后作业

### 21、RS 码在数字电视系统中的应用。

数字电视数据流信道编码:

DVB (204,188) t=8 能纠正 204 个字节中发生的 8 个有误码的差错字节

ATSC (207,187) t=10 加一个同步字节 能纠正 207 个字节中发生的 10 个有误码的差错字节



## 22、交织的概念及应用，交织深度。

概念：

交织码是针对突发误码的纠错码，借助交织技术可以将较长的突发误码离散成不相关的随机误码，再通过纠正随机误码的方法纠正随机误码，不添加监督位，在纠随机误码的基础上纠突发误码。缺点是引入延时，增加硬件电路。

交织深度：

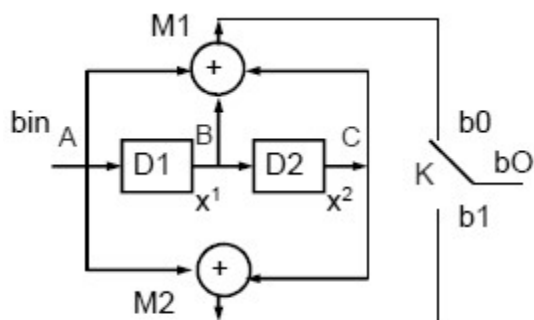
一般采用周期交织，包括块交织和卷积交织两种交织形式。序列内数据的交织间隔称为交织深度。在同样的交织深度下，卷积交织的传输延时比块交织小。

## 23、卷积码的概念，编码流程，码树图/状态图/网格图。

概念：

$(n, k, N-1)$   $k$  个信息比特编码成  $n$  个比特，当前码组内的  $n$  个码元的值取决于  $N$  个码组内的全部信息码元。 $N$  为卷积码编码的约束长度。有时用  $N \cdot n$  表示单位为位

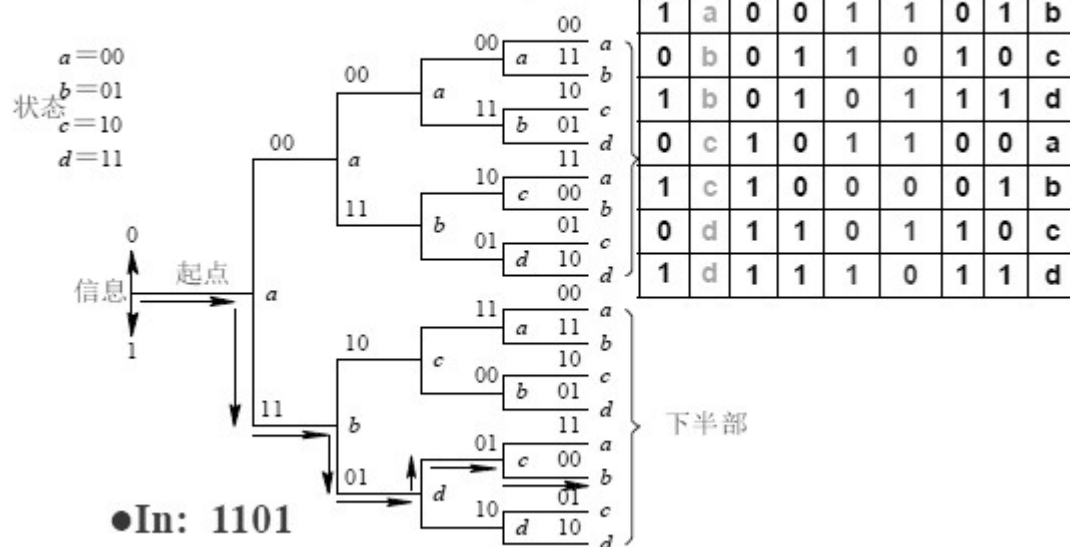
编码流程：



$$b_{0,i} = b_i + b_{i-1} + b_{i-2}$$

$$b_{1,i} = b_i + b_{i-2}$$

(1) 树状图

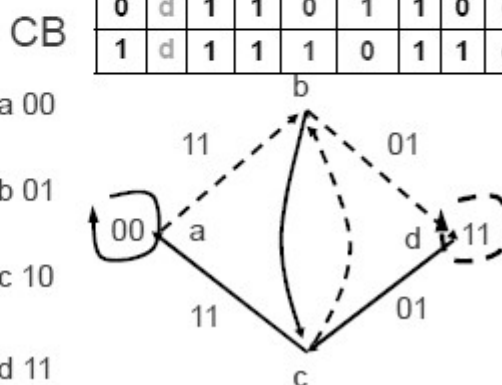
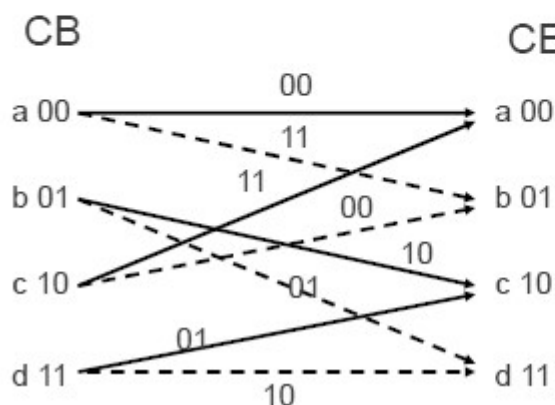


此法不实用：因为随信息位增多，分支数目按指数规律增长

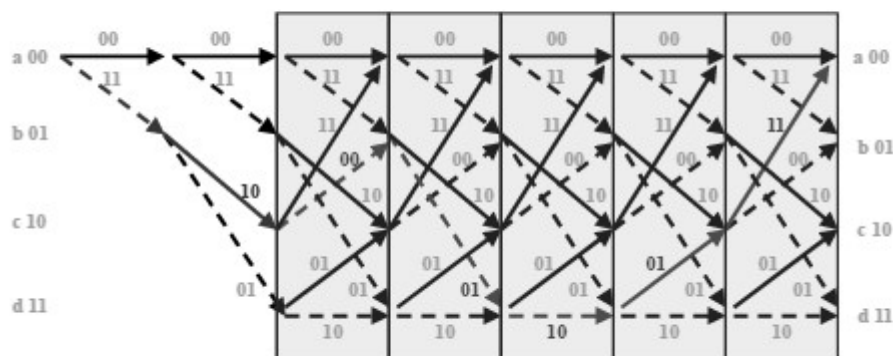
## (2) 状态图

A		C	B	b0	b1	C'	B'	
0	a	0	0	0	0	0	0	a
1	a	0	0	1	1	0	1	b
0	b	0	1	1	0	1	0	c
1	b	0	1	0	1	1	1	d
0	c	1	0	1	1	0	0	a
1	c	1	0	0	0	0	1	b
0	d	1	1	0	1	1	0	c
1	d	1	1	1	0	1	1	d

当前状态      输出b0 b1      下一状态



## (3) 网格图



bin: 1 0 1 1 1 0 0

## 24、卷积码的截短的概念，实际系统的应用及卷积码的编码效率。

纠错能力和有效传输码率之间的折中

$\eta$	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
截短方式	X:1 Y:1	X:10 Y:11	X:101 Y:110	X:10101 Y:11010	X:1000101 Y:1111010
DVB-S	I=X <sub>1</sub> Q=Y <sub>1</sub>	I=X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>3</sub> Q=Y <sub>1</sub> X <sub>3</sub> Y <sub>4</sub>	I=X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Q=Y <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	I=X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>4</sub> Q=Y <sub>1</sub> X <sub>3</sub> X <sub>5</sub>	I=X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>4</sub> Y <sub>6</sub> Q=X <sub>1</sub> Y <sub>3</sub> Y <sub>5</sub> Y <sub>7</sub>
DVB-T	X <sub>1</sub> Y <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> X <sub>3</sub> Y <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	X <sub>1</sub> Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> Y <sub>3</sub> Y <sub>4</sub> X <sub>5</sub> Y <sub>6</sub> X <sub>7</sub>

截短方式一栏内的“1”表示照样传输的比特，“0”表示省略不传输的比特。如编码效率=7/8 场合，每输入 7 个码元时，输出的 7 对 X、Y 中省略掉 6 个比特不传输，实际只传输 8 个比特，编码效率可达 87.5%

## 25、LDPC 码的概念与应用。

概念：

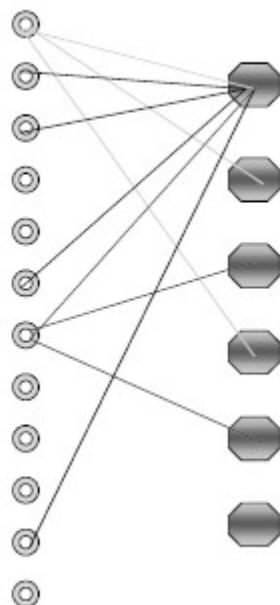
低密度奇偶校验码。是一种线性分组码，运用矩阵运算生成， $A=[\text{信息码}]G$ ， $HA^T=0$ 。它的监督矩阵是大矩阵、稀疏矩阵。

应用：

中国数字地面电视广播、DVB-S2、CMMB 中国移动多媒体广播

### LDPC码的H矩阵特点

- 大矩阵
- 稀疏



## 26、数字调制的概念与分类，MASK、MPSK，DPSK，MQAM，MVSF 各自特点。

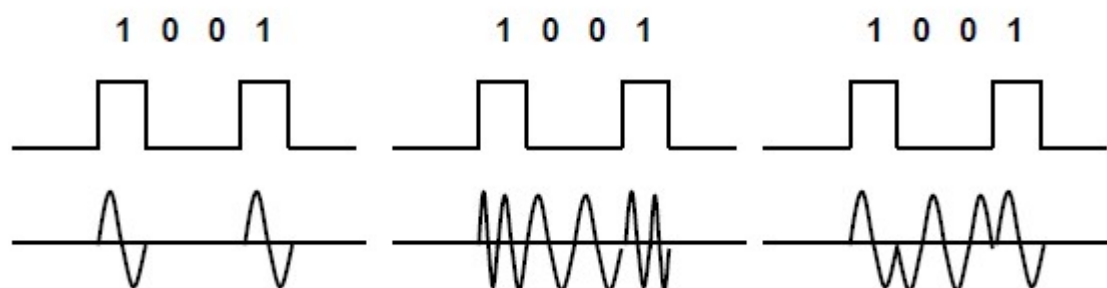
概念：

数字调制中，由于时间上离散，幅度上离散的数字信号改变载波信号的某个参量，使之做相应的离散变换

分类：

幅度键控 ASK、频移键控 FSK、相移键控 PSK

- **ASK、FSK、PSK/调幅、调频、调相**



MASK：多电平的 ASK，调制效率为 2ASK 的  $\log_2 M$  倍，抗干扰能力降低

MPSK：多进制相移键控

DPSK：利用前后相邻比特码元载波之间相位差表示调制信号的数字信息（差分编码）

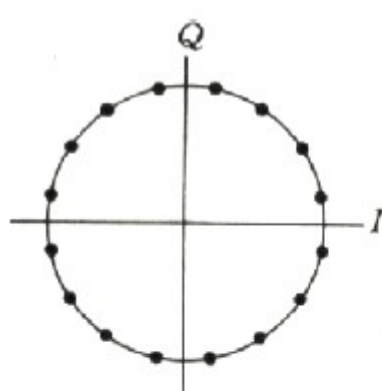
数字序列:

0	0	1	1	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0	1	1

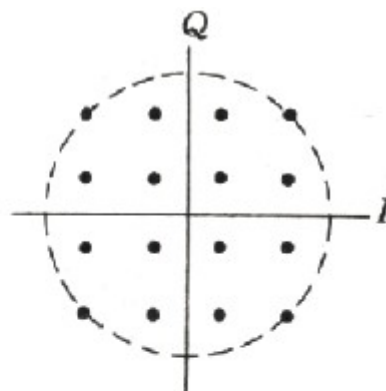
2DPSK相位: 0 0 0  $\pi$  0  $\pi$   $\pi$  0 0  $\pi$

$\pi$   $\pi$   $\pi$  0  $\pi$  0 0  $\pi$   $\pi$  0

MQAM: 正交振幅调制。在相同载波功率下对于相同的 M 值 MQAM 得抗干扰能力强于 MASK 和 MPSK



(a) 16PSK



(b) 16QAM

MQAM的特点:

- MQAM的星座图取矩形或十字形
- $M=4、16、64、256...$ 取矩形
- $M=32、128...$ 取十字形

MVSB:



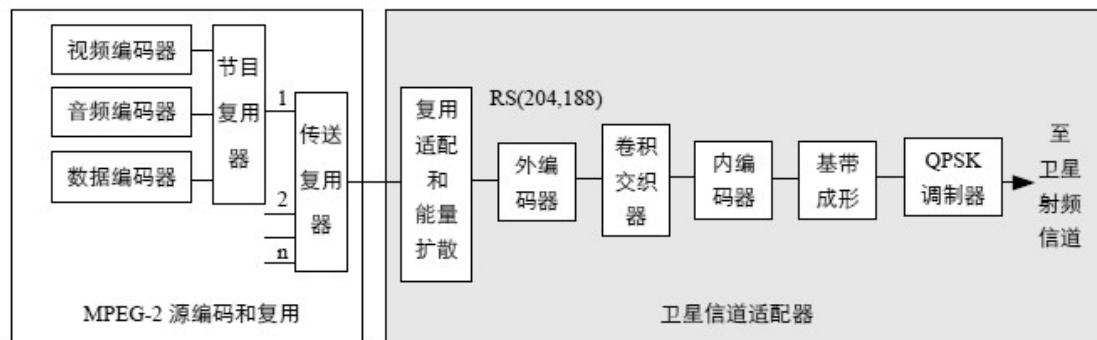
编码效率 MVSB:  $2\log_2 M / (1+\alpha)$  bit/s/Hz

MQAM:  $\log_2 M$  bit/s/Hz

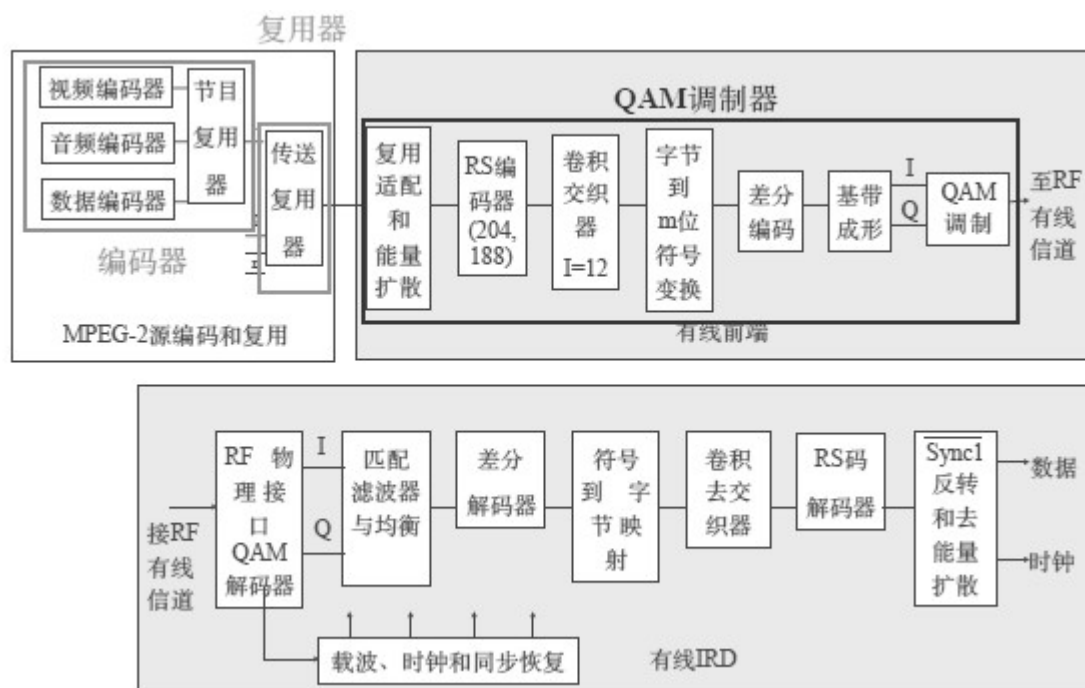
27、OFDM 原理与具体实现办法, COFDM 概念与应用。

## 28、DVB-S/C/T 系统框图，处理流程的共同及不同之处？

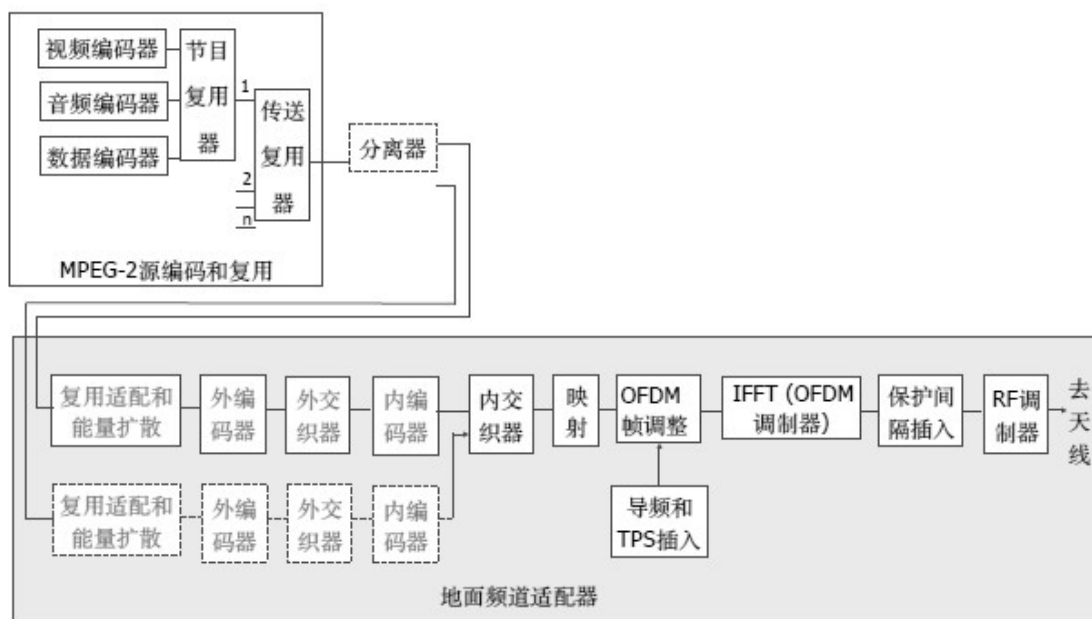
DVB-S:



DVB-C:



DVB-T:



## 29、随机化处理概念与作用。

概念：

“随机化”处理通常称为“扰码”，用较长的伪随机序列与数字基带信号序列逐比特地模 2 加，以改变原信号的统计特性，使其具有伪随机性质

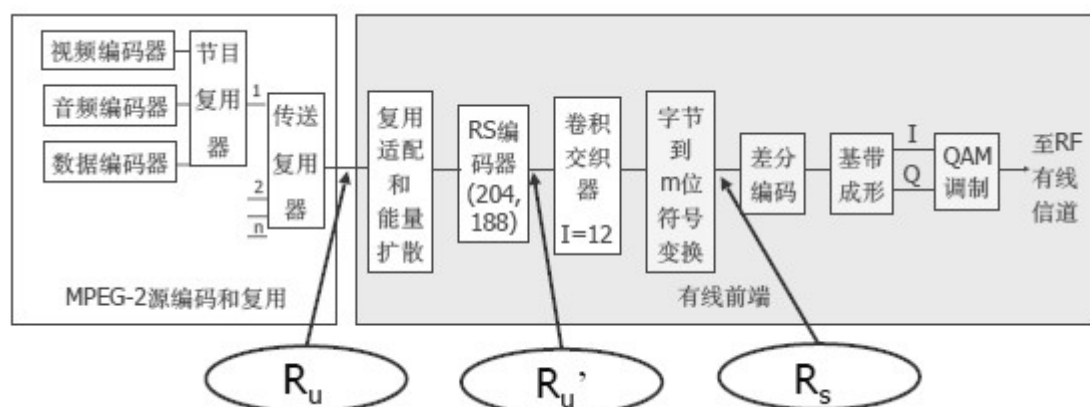
作用：

能量扩散。数字基带信号经随机化处理后具有伪随机性质，其已调波的频谱将分散开来，从而使干扰的程度大大减轻。

改善位定时恢复质量。用伪随机序列扰乱后，限制了连“0”码和连“1”码的长度，从而改善位定时回复的质量。

## 30、DVB-S/C 比特率与符号率的关系，有效码率计算。

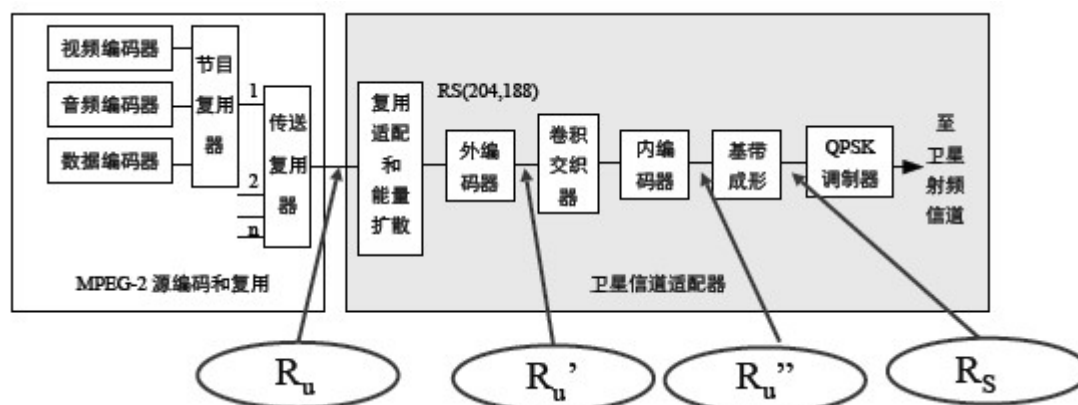
DVB-C：



有用比特率  $R_u$ 、总比特率  $R_u'$ 、符号率  $R_s$

$$R_u = R_u' \quad (188/204) = (\log_2 M) R_s \quad (188/204)$$

DVB-S：



有用比特率  $R_u$ 、 $R_s$  编码后比特率  $R_u'$ 、总比特率  $R_u''$ 、符号率  $R_s$

$$R_u = R_u' \quad (188/204) = R_u'' \quad \text{卷积码效率} \quad (188/204) = \text{卷积码效率} \quad (\log_2 M) R_s \quad (188/204)$$

## 31、DVB-T 的信道编码与调制方法。

编码：

①传送复用适配和随机化处理

定义、作用和工作原理

## ②外码——RS 码

线性分组码概念、RS 码参数、截短 RS 码

## ③外交织

交织概念、作用、方法

## ④内码——卷积码

卷积码概念、编码器结构、删除型卷积码

## ⑤内交织

内交织步骤、交织模式

## ⑥星座映射

均匀映射和非均匀映射

调制：

在 8MHz 的频道内采用 COFDM 多载波调制

## 32、COFDM 在 DVB-T 中的应用。COFDM 适合多径接收和移动接收的计算。

应用：

在 8MHz 射频带宽内设置 1075 (2k 模式) 或 6817 (8k 模式) 个载波，将高码率的数据流相应的分解成 2k 或 8k 路低码率的数据流，分别对每个载波进行 QPSK、16QAM 或 64QAM 调制。

COFDM 调制中，由每个 V 比特的符号对每个载波进行相应的调制，V=2 时为 QPSK 调制，V=4 时为 16QAM 调制，V=6 时为 64QAM 调制

## 33、DVB-T 保护间隔的插入与作用。

插入保护间隔可抗多径衰落。在每个 OFDM 信号前插入保护间隔，只要多径时延不超过保护间隔，子载波的正交性不受破坏。

保护间隔  $T_g$  可取 1/4、1/8、1/16 或 1/32 的  $T_s$ ，总的符号持续期  $T_u = T_g + T_s$

8k 模式下的符号有效持续期  $T_s = 8192T$ ， $T = 7/64\mu s$

2k 模式下的符号有效持续期  $T_s = 2048T$ ， $T = 7/64\mu s$

## 34、DVB-T 导频与 TPS 的加入办法与作用。

导频信号是在 OFDM 的固定载波位置上传输已知数据，用于帧同步、频率同步、信道估计、传输模式识别和跟踪相位噪声。分为连续导频、离散导频和 TPS (传输参数信令) 信号。

连续导频：以恒定的数量分布在每个 OFDM 符号内，2k 模式安排 45 个连续导频载波，8k 模式安排 177 个连续导频。作用：向接收端提供同步和相位误差估值信息

离散导频：以 12 个载波中的第 12 个为离散导频，逐个 OFDM 符号以此类推。作用：提供关于信道特性的信息，如频率选择性衰落、时间选择性衰落、干扰的动态变化情况

TPS：2k 模式，1 个 OFDM 符号在 17 个载波上传送 17 次内容相同的 1 比特信息；8k 模式，1 个 OFDM 符号在 68 个载波上传送 68 次内容相同的 1 比特信息。一帧 68 个 OFDM 符号中的 68 个



比特构成 TPS 块，传送 68 个比特信息。作用：用于给出与传输参数（信道编码和调制参数）有关的信令。包括星座图类型、分层信息、保护间隔、卷积码码率

35、DVB-T OFDM 的帧结构。

68 个 OFDM 符号构成一个 OFDM 帧，4 个 OFDM 帧组成一个超帧，一个超帧内可以传输整数个 204 字节的 RS 码传输包

36、DVB-T TS 包数目与有效码率计算。

一个超帧 DVB-T TS 包数目：

Table 16: Number of Reed-Solomon packets per OFDM super-frame for all combinations of guard interval, code rates and modulation forms

Code rate	QPSK		16-QAM		64-QAM	
	2K mode	8K mode	2K mode	8K mode	2K mode	8K mode
1/2	252	1008	504	2016	756	3024
2/3	336	1344	672	2688	1008	4032
3/4	378	1512	756	3024	1134	4536
5/6	420	1680	840	3360	1260	5040
7/8	441	1764	882	3528	1323	5292

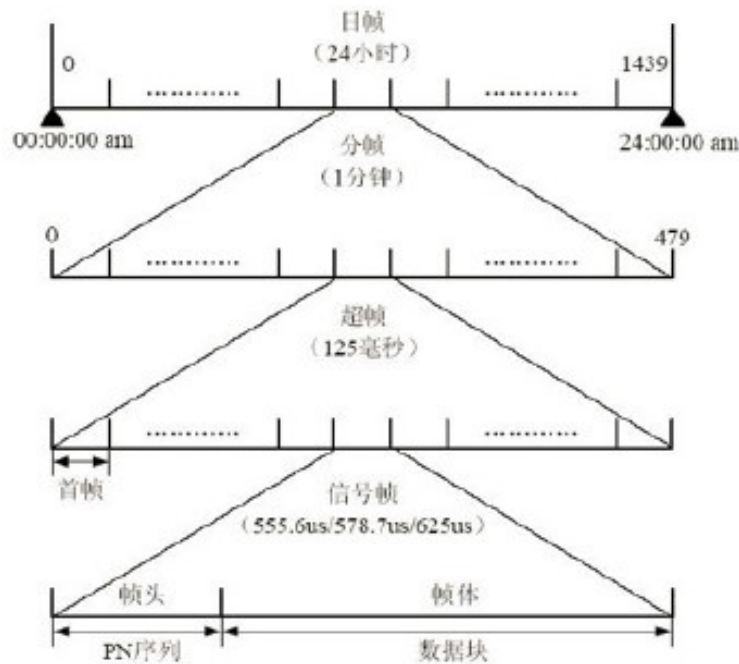
有效码率计算：

方法①由带宽倒推，方法②由 OFDM 符号特点

调制	编码效率	C/N (dB) (高斯信道)	比特率 (Mbit/s)			
			GI=1/4	GI=1/8	GI=1/16	GI=1/32
QPSK	1/2	3.1	4.98	5.53	5.85	6.03
QPSK	2/3	4.9	6.64	7.37	7.81	8.04
QPSK	3/4	5.9	7.46	8.29	8.78	9.05
QPSK	5/6	6.9	8.29	9.22	9.76	10.05
QPSK	7/8	7.7	8.71	9.68	10.25	10.56
16QAM	1/2	8.8	9.95	11.06	11.71	12.05
16QAM	2/3	11.1	13.27	14.75	15.61	16.09
16QAM	3/4	12.5	14.93	16.59	17.56	18.10
16QAM	5/6	13.5	16.59	18.43	19.52	20.11
16QAM	7/8	13.9	17.42	19.35	20.49	21.11
64QAM	1/2	14.4	14.93	16.59	17.56	18.10
64QAM	2/3	16.5	19.91	22.12	23.42	24.13
64QAM	3/4	18.0	22.39	24.88	26.35	27.14
64QAM	5/6	19.3	24.88	27.65	29.27	30.16
64QAM	7/8	20.1	26.13	29.03	30.74	31.67

37、国内地面电视广播系统的帧结构、系统框图、流程，有效码率计算。

复帧结构：

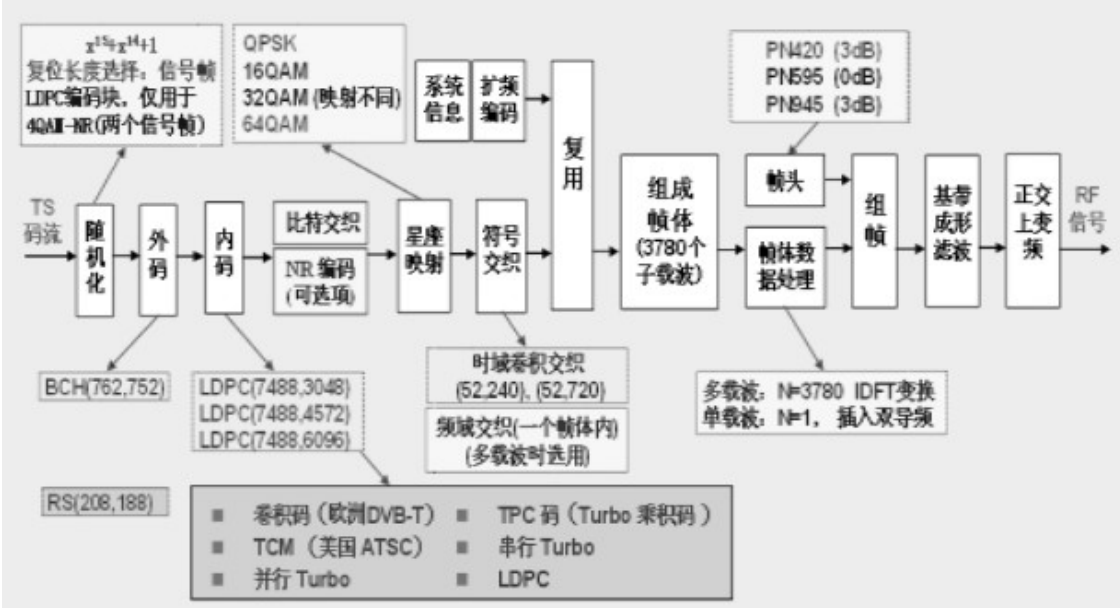


信号帧：

帧头和帧体两部分时域信号组成，两者的基带符号绿 7.56Msps  
帧头由 PN（伪随机）序列构成，有三种结构。采用 I 路和 Q 路相同的 4QAM  
帧体包含 36 个系统信息符号和 3744 个符号数据

帧头(420 个符号)(55.6μs)	帧体 (含系统信息和数据) (3780 个符号) (500μs)
a) 信号帧结构 1	
帧头(595 个符号)(78.7μs)	帧体 (含系统信息和数据) (3780 个符号) (500μs)
b) 信号帧结构 2	
帧头(945 个符号)(125μs)	帧体 (含系统信息和数据) (3780 个符号) (500μs)
c) 信号帧结构 3	

系统框图：



### 38、数字电视系统前端设备系统框图。

### 39、缩写中英文全称

GOP:	图像组 Group of Pictures
PMT:	节目映射表 Program Map Table
PAT:	节目关联表 Program Association Table
CAT:	条件接受表 Conditional Access Table
NIT:	网络信息表 Network Information Table
PTS/DTS:	显示时间标记 Present Time-Stamp 解码时间标记 Decoding Time-Stamp
PCR:	节目时钟参考 Program Clock Reference
CAVLC:	基于上下文的自适应可变长编码 context-adaptively switched sets of variable length codes
SFN:	单频网 Single Frequency Network
ES:	基本码流 Elementary Stream
PES:	打包基本码流 Paketized Elementary Stream
PS:	将一个节目多个组成部分按照他们的相互关系继续组织，并加入各组成部分关系描述后的码流，用于节目存储。 Program Stream
PSI:	节目专用信息 Program Specific Information
SI:	业务信息 Service Information
STC:	系统定时时钟
TS:	传送流 Transport Stream
ASI:	异步串行接口 Asynchronous Serial Interface
GI:	保护间隔 Guard Interval
MP@ML:	主型主级 Main Profile@Main Level
COFDM:	数据编码的正交频分复用 Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
LDPC:	低密度奇偶校验码 Low-Density Parity-Check Codes
TPS:	传输参数信令 Transmission Parameter Signaling
CBR/VBR:	固定比特率 Constant/Variable Bit Rate

### 三、重点掌握的作业题：

#### 作业 1（4）：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

#### 前端系统包括编码、复用和调制。

卫星和有线的复用和部分信道编码一致，但卫星的信道编码更加复杂，因为卫星传播干扰较大，需要更强的纠错能力，此外调制方法也不同，因为传输的信道不同。

地面和卫星的复用和信道编码相同，调制不同，地面采用多载波的 OFDM 调制方式，可抗多径干扰等。

## 作业 2 (3) : 子带编码的基本思想是什么? 使用子带编码的好处?

基本思想: 使用一组带通滤波器把输入音频信号的频带分成若干连续的频段, 每个频段称为子带。对每个子带中的音频信号采用单独的编码方案编码。在信道传送时, 将每个子带的代码复合。在接收端解码时, 将每个子带的代码单独解码, 然后再组合, 还原出音频信号。

好处: 第一, 对每个子带分别进行自适应控制, 量化阶的大小可以按照每个子带能量电平调节。第二, 可根据每个子带在感觉上的重要性来分配不同的位数表示样本值。

## 作业 3 (1) : 什么是 GOP? GOP 的类型和长度如何影响码流的码率和图像质量?

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。

### (2) : 数字电视有哪几种层次的码流? 两种类型的码流分别有什么作用?

层次:

ES 基本数据流: 数字电视各组成部分编码后所形成的直接表示基本元素内容的流

PES 基本码流: 按照一定的要求和格式打包的 ES 流

类型:

PS 节目流: 将一个节目的多个组成部分按照他们之间的相互关系进行组织并加入各组成部分关系描述后的码流, 主要用于节目存储

TS 传送流: 将一个节目的多个组成部分按照它们之间的相互关系进行组织并加入各组成部分关系描述和节目组成信息, 并进一步封装成传输包后的码流

### (5) : 什么是 DTS 和 PTS? 为什么要在码流中加入 DTS 和 PTS 这类时间信息?

DTS 解码时间标记: 表示该 PES 包内的帧在解码器中的解码时间

PTS 显示时间标记: 表示该 PES 包内的帧预定的显示时间

压缩使得视频信号失去同步, 所以需要恢复视频信号行场同步; MPEG-2 压缩时帧重排, 所以需要恢复视频帧顺序; 音频与视频时分复用, 所以视频与音频需要保持同步

(课本: 一个是使每个基本数据流中都能获得有效的时基矫正, 其次是把视音频基本流同步到一起做成节目)

### (6) : MPEG-2 码流的 PES 包头中的某个 PTS 字段区域包含 5 个十六进制数据分别为 “21 0A 17 64 B3”, 求该 PTS 的数值

十六进制转换成二进制:

0010 0001 0000 1010 0001 0111 0110 0100 1011 0011

(去掉第一组四个数, 第二组第四位, 第六组第四位, 第十组第四位)

二进制转换成十进制:

000000010100001011011001001011001 -> 42316377

PTS (sec) = PTS×300/27MHz=470.18 (sec)

PTS (D:H:M:S:C) =00:00:07:50:18

#### 作业 4 (3) : 什么是 PCR? 它在数字电视码流的什么地方传输? 有什么作用?

PCR 节目时钟参考, MPEG-2 标准规定解码器以系统时钟 27MHz 为时间基准, 并将系统时钟的采样值以 42 比特长度放在指定的 TS 包的包头中, 像解码端发送

PCR 在包头的自适应字段中周期性插入

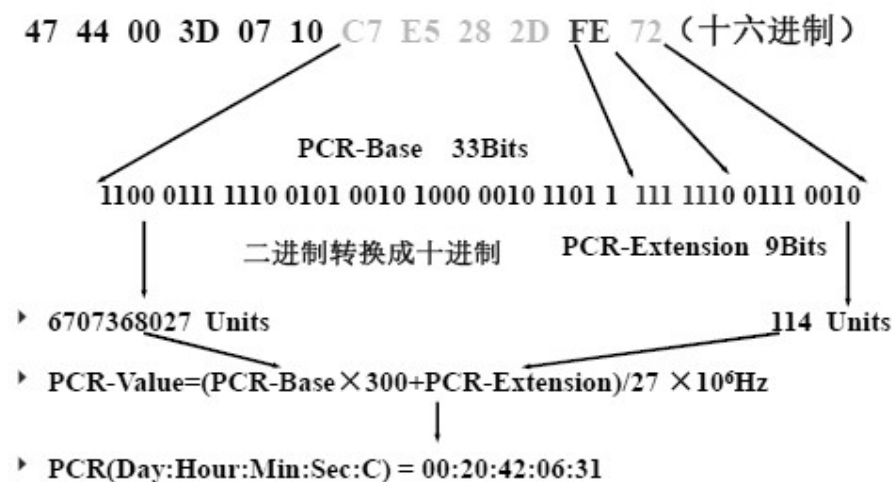
使 MPEG 解码器与编码器同步

补充: PCR 计算公式

$PCR(i) = PCR\_base(i) \times 300 + PCR\_ext(i)$

$PCR\_base(i) = [(system\_clock\_frequency \times t(i)) \text{DIV} 300] \text{MOD} 2^{33}$  (33 位)

$PCR\_ext(i) = [(system\_clock\_frequency \times t(i)) \text{DIV} 1] \text{MOD} 300$  (9 位)



#### (4) : 数字电视码流复用和再复用, 需要对哪些信息进行重组和调整?

复用时要进行码率控制, 有两种复用方式:

固定比特率 (CBR) : 控制量化级, 因为各路带宽相同, 数据量却不同

可变比特率 (VBR) : 量化精度固定, 可用帧平移或联合码率控制的方法进行码率控制, 帧平移利用不帧类型码率分布的差异减小各业务到达峰值的可能性以第一路视频业务为基准, 将后续接入业务相对前一业务滞前一帧, 联合码率控制开始工作时, 各编码器可用相同量化参数, 如果预测到复用后的码率超过目的码率, 则重新分配比特, 改变量化参数。

再复用, 不同通道输入的 PID (包标识符) 会可能冲突, 同事输入的节目的数量或内容会发生动态变化, 所以为保证每个节目的 PID 不冲突, 需要对 PSI 信息进行重构。

综上, 复用时要调整量化级, 帧的位置或量化参数。再复用时要重构 PSI 信息

#### 作业 5 (1) : 简要叙述解码器利用 PSI 信息对 TS 流进行解复用的过程

解码器首先利用码流中的 PAT 表 (节目关联表, 即 PID 为 0x0000 的 TS 包), 然后从中找到所选节目的 PMT 表的 PID 值, 再找到该 PID 对应的 TS 包, 从里面的 PMT 表中获得该节目的视频、音

频、辅助数据的 TS 包的 PID 值，从码流中解复用出视频、音频、辅助数据，并分别将这些数据输入到各自的缓冲器，而后解码器开始对视频、音频、辅助数据分别进行解码

## 作业 6 (2) : H.264 有哪些 Profiles? 分别针对哪些应用?

Baseline Profile 基本型：支持逐行扫描，适应那些低复杂度和低延迟的应用领域

Main Profile 主型：针对更高编码效率的应用，如电视广播，压缩效果达到了最佳，但是延迟比较高

Extended Profile 扩展型：支持除了 CABAC 算术编码外所有 H.264/AVC 特性，主要针对流媒体的应用

## 作业 7 (8) : H.264 的 SP 帧和 SI 帧有什么特点? 分别应用在哪些场合?

特点：

都是为了适应带宽自适应性和抗误码性能的需求而定义

SP 帧编码原理与 P 帧类似，包含 I、P 宏块，基于帧间预测的运动补偿预测编码，参考不同帧重构相同图像

SI 帧基于帧内编码技术，只包含 I 宏块，重构方法与 SP 帧相同

应用：

SP 帧应用于内容相同编码参数不同的码流间切换，SI 帧应用于不同内容的码流拼接和随机进入。

SP 和 SI 帧都可应用于错误恢复。

## (9) : H.264 编码标准的整数变换有什么特点?

根据所压缩数据类型的不同而采用三种不同的变换方式：

适用于帧内预测宏块  $4 \times 4$  亮度 DC 系数块的变换

适用于任何宏块色度  $2 \times 2$  DC 系数块的变换

适用于其他  $4 \times 4$  残差数据块的变换

如果需要，还可以选择与运动补偿块大小 ( $4 \times 8$ 、 $8 \times 4$ 、 $8 \times 8$ 、 $16 \times 8$ ) 相对应的变换

## 作业 8 (3) : H.264 的 $4 \times 4$ 残差块系数矩阵为 X，求整数变换后的系数矩阵 Y

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 3 & 3 \end{pmatrix}$$
$$\mathbf{Y} = \mathbf{C} \mathbf{X} \mathbf{C}^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 3 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} 7 & 8 & 9 & 7 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 4 & -7 & -8 & -3 \\ -1 & 2 & -3 & 1 \\ -3 & -1 & 1 & -4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -31 & -1 & -3 & 2 \\ -14 & 15 & 16 & 5 \\ -1 & 1 & 1 & -12 \\ -7 & 0 & -7 & 5 \end{pmatrix}$$

(5) 试对下面整数变换后的残差块进行 CAVLC 编码 (NC=1, 写出过程及结果)

$$\begin{pmatrix} 0 & -3 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

之字形扫描: 0, -3, 0, 2, -1, -1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0

①初始值设定

非零系数数目 TotalCoeffs=5

绝对值为 1 系数数目 TrailingOnes=3

最后一个非零系数前零的数目 TotalZeros=3

NC=1

②对非零系数和绝对值为 1 的系数编码

TotalCoeffs=5 TrailingOnes=3

Code=0000 100

③对绝对值为 1 系数的符号编码

反向扫描, 三个绝对值为 1 的系数的符号依次是+ (0) - (1) - (1)

Code=0000 100 011

④对剩余非零系数幅度值 (Levels) 编码

反向扫描, 依次编 2, -3

根据  $i \geq 0$  时  $i = 2 \times i - 2$ ,  $i < 0$  时  $i = 2 \times (-i) - 1$

LevelCode[i]/2<sup>suffixlength</sup>=商...余 (商查表 余转换自然二进制)

2 -> 2  $2/2^0=2$  -> 001

-3 -> 5  $5/2^1=2...1$  -> 0011

Code=0000 100 011 001 0011

⑤编码最后一个非零系数前的个数

TotalZeros=3 -> 111

Code=0000 100 011 001 0011 111



⑥对每个非零系数前零的个数编码

Zerosleft=3 run\_before=1 -> 10

Zerosleft=2 run\_before=0 -> 1

Zerosleft=2 run\_before=0 -> 1

Zerosleft=2 run\_before=1 -> 01

Zerosleft=1 run\_before=1

Code=0000 100 011 001 0011 111 101101

## 作业 9 (6-2) 有哪几种信道模型, 各有什么特点?

随机信道: 受到随机噪声干扰, 随机噪声一般是指加性高斯白噪声引起的 (AWGN), 造成的误码之间是统计独立的, 互不相关, 也称为无记忆信道

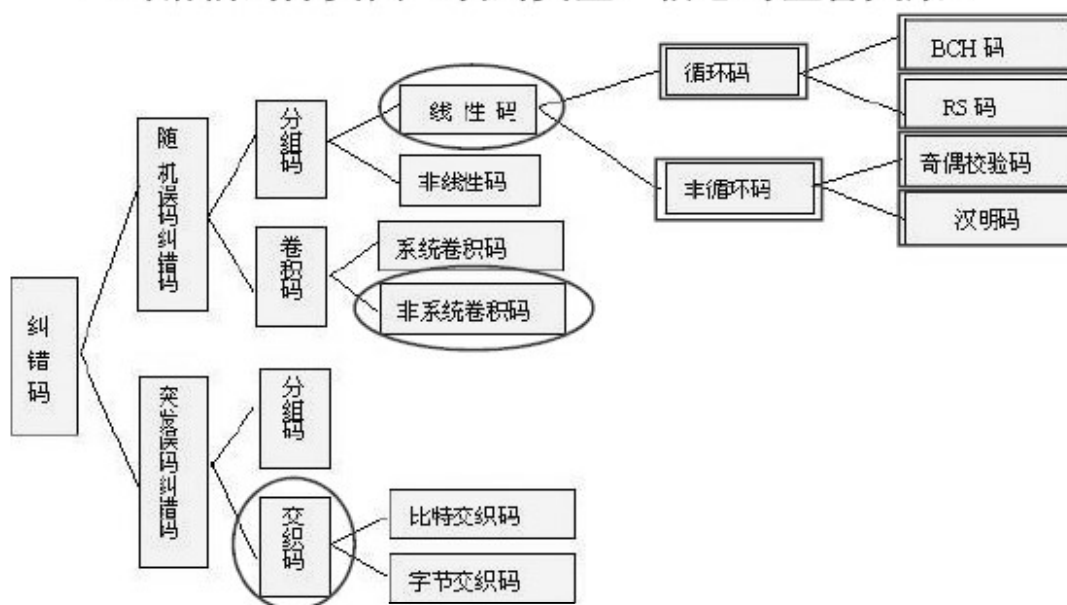
突发信道: 受到脉冲干扰, 引起的不是单个码元误码, 往往是一串码元内存在大量误码, 前后码元的误码之间表现间有一定的相关性, 也称为有记忆信道

混合信道: 实际信道中是随机和脉冲干扰并存, 或者以某个属性为主, 也称为复合信道

## (6-4) 何为差错控制编码, 纠错码有怎样的分类? 阐述分组码和卷积码的基本概念

为了消除误码造成接收端获取信息发生差错的影响, 在信道编码中实施差错控制, 使得出现误码时接收端能够检知并予以纠错

### • 纠错编码分类图 (误码类型、信息与监督关系)



纠错码按信息码元和监督码元之间的约束方式不同分为分组码和卷积码

分组码中  $r$  个监督码元只与本码组内  $k$  个信息码元有关, 用  $(n, k)$  表示

卷积码中  $r$  个监督码元还与前面  $N-1$  个信息码元有关, 用  $(r, k, N)$  表示

### (1) 循环码是如何进行编码的? 画出 (7,3) 循环码的编码电路并说明

先根据给定的 (7,3) 值选定生成多项式  $g(x)$  , 对  $x^7+1$  进行因式分解, 从因式中选出一个 7-3 次多项式作为  $g(x)$

$$x^7+1 = (x+1)(x^3+x^2+1)(x^3+x+1)$$

$$g(x) = x^4+x^2+x+1 \text{ 或 } x^4+x^3+x^2+1$$

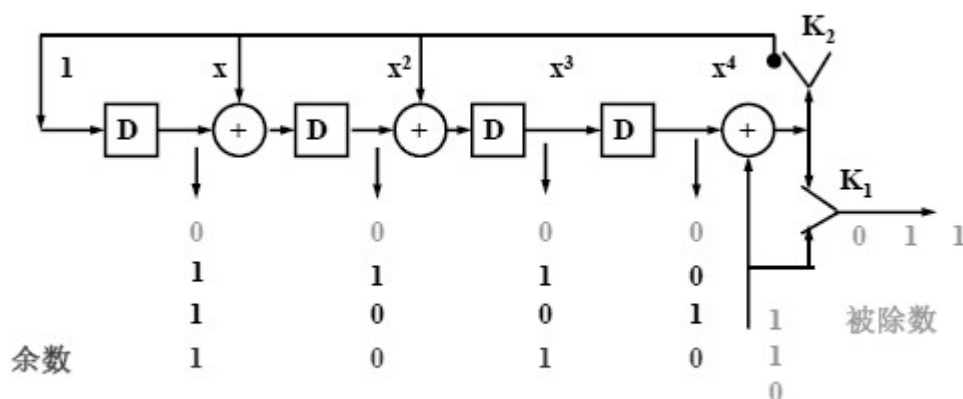
$m(x)$  为信息码元多项式, 其次数小于 3

用  $x^{7-3}$  乘  $m(x)$  得到  $x^{7-3}m(x)$  , 次数小于 7

用  $g(x)$  除  $x^{7-3}m(x)$  , 得到余式  $r(x)$  , 次数小于 7-3

将  $r(x)$  与  $x^{7-3}m(x)$  相加, 得到编码成的码组

## (7, 3) 循环码编码电路



$$g(x) = x^4 + x^2 + x + 1$$

例: 信息码元为 110

$$m(x) = x^2 + x$$

$$x^{7-3}m(x) = x^6 + x^5$$

$$x^{7-3}m(x) / g(x) = x^2 + x + 1 \dots x^2 + 1$$

$$r(x) = x^2 + 1$$

$$\text{编码 } x^6 + x^5 + x^2 + 1 \rightarrow 1100101$$

### (2) 说明循环码解码时如何实现检错和纠错

检错: 接收码组除以生成多项式, 若余项不为 0, 则出错

纠错: 接收码组除以生成多项式得到商和余项, 查表或运算得到差错值  $e(x)$  , 用  $r(x)$  减掉  $e(x)$  得到正确的原始码组  $t(x)$

**作业 10 (3) 在伽罗华域  $G(2^3)$  中, 有  $a^3 = a^1 + a^0$ , 求  $a^9 + a^3 = ?$   $a^4 + a^6 = ?$   $a^7 + a^5 = ?$**

$$a^4 = a^3 \cdot a^1 = a^2 + a^1$$

$$a^5 = a^3 \cdot a^2 = a^3 + a^2 = a^2 + a^1 + a^0$$

$$a^6 = a^5 \cdot a^1 = a^3 + a^2 + a^1 = a^1 + a^0 + a^2 + a^1 = a^2 + a^0$$

$$a^7 = a^6 \cdot a^1 = a^3 + a^1 = a^1 + a^0 + a^1 = a^0$$

$$a^9 = a^7 \cdot a^2 = a^2$$

$$a^9 + a^3 = a^2 + a^1 + a^0$$

$$a^4 + a^6 = a^2 + a^1 + a^2 + a^0 = a^1 + a^0$$

$$a^7 + a^5 = a^0 + a^2 + a^1 + a^0 = a^2 + a^1$$

**(4) 在伽罗华域  $G(2^8)$  中, 有  $a^8 = a^4 + a^3 + a^2 + a^0$ , 求  $a^{13} + a^9 = ?$   $a^{12} + a^8 + a^2 = ?$**

$$a^{14} + a^{10} + a^4 = ?$$

$$a^9 = a^8 \cdot a^1 = a^5 + a^4 + a^3 + a^1$$

$$a^{10} = a^9 \cdot a^1 = a^6 + a^5 + a^4 + a^2$$

$$a^{12} = a^{10} \cdot a^2 = a^8 + a^7 + a^6 + a^4 = a^4 + a^3 + a^2 + a^0 + a^7 + a^6 + a^4 = a^7 + a^6 + a^3 + a^2 + a^0$$

$$a^{13} = a^{12} \cdot a^1 = a^8 + a^7 + a^4 + a^3 + a^1 = a^4 + a^3 + a^2 + a^0 + a^7 + a^4 + a^3 + a^1 = a^7 + a^2 + a^1 + a^0$$

$$a^{14} = a^{12} \cdot a^2 = a^9 + a^8 + a^5 + a^4 + a^2 = a^5 + a^4 + a^3 + a^1 + a^4 + a^3 + a^2 + a^0 + a^5 + a^4 + a^2 = a^4 + a^1 + a^0$$

$$a^{13} + a^9 = a^7 + a^2 + a^1 + a^0 + a^5 + a^4 + a^3 + a^1 = a^7 + a^5 + a^4 + a^3 + a^2 + a^0$$

$$a^{12} + a^8 + a^2 = a^7 + a^6 + a^3 + a^2 + a^0 + a^4 + a^3 + a^2 + a^0 + a^2 = a^7 + a^6 + a^4 + a^2$$

$$a^{14} + a^{10} + a^4 = a^4 + a^1 + a^0 + a^6 + a^5 + a^4 + a^2 + a^4 = a^6 + a^5 + a^4 + a^2 + a^1 + a^0$$

**(5) (7,5) RS 码, 信息码是  $B_4, B_3, B_2, B_1, B_0$ , 生成多项式是:  $g(x) = (x+1)(x+a)$**

**①求生成监督码  $Q_1$  和  $Q_0$  的公式?**

**②画出编码电路框图**

**③若信息码是 101、100、010、100、111, 求出监督码字  $Q_1, Q_0$**

$$(a^0 = a^0 \quad a^1 = a^1 \quad a^2 = a^2 \quad a^3 = a^1 + a^0 \quad a^4 = a^2 + a^1 \quad a^5 = a^2 + a^1 + a^0 \quad a^6 = a^2 + a^0)$$

$$I(x) = x^4 B_4 + x^3 B_3 + x^2 B_2 + x^1 B_1 + x^0 B_0$$

$$C(x) = x^6 B_4 + x^5 B_3 + x^4 B_2 + x^3 B_1 + x^2 B_0 + x^1 Q_1 + x^0 Q_0$$

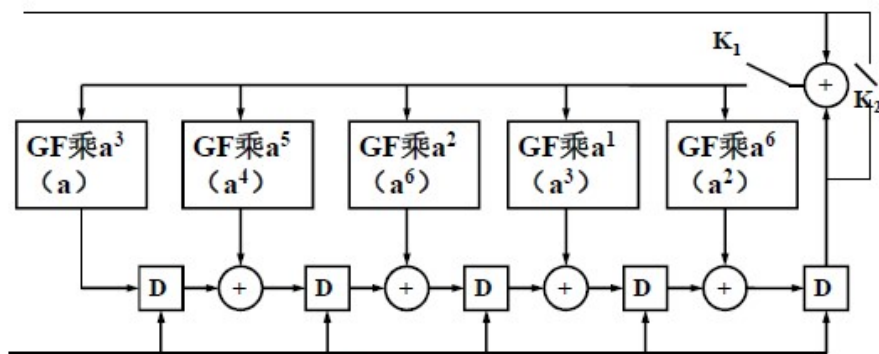
$$g(x) = (x+1)(x+a)$$

$$x=1: C(1) = B_4 + B_3 + B_2 + B_1 + B_0 + Q_1 + Q_0 = 0$$

$$x=a: C(a) = a^6 B_4 + a^5 B_3 + a^4 B_2 + a^3 B_1 + a^2 B_0 + a^1 Q_1 + a^0 Q_0 = 0$$

$$Q_0 = a^2 B_4 + a^3 B_3 + a^6 B_2 + a^4 B_1 + a^1 B_0$$

$$Q_1 = a^6 B_4 + a^1 B_3 + a^2 B_2 + a^5 B_1 + a^3 B_0$$



$B_4=101$  ( $a^6$ )  $B_3=100$  ( $a^2$ )  $B_2=010$  ( $a^1$ )  $B_1=100$  ( $a^2$ )  $B_0=111$  ( $a^5$ )

$$\begin{aligned}
 Q(x) &= x^r \cdot I(x) \text{ Mod } g(x) \\
 &= (x^6 a^6 + x^5 a^2 + x^4 a^1 + x^3 a^2 + x^2 a^5) \text{ Mod } (x^2 + a^3 x + a) \\
 &= a^2 x + a^2
 \end{aligned}$$

$Q_1=100$   $Q_0=100$

**作业 11 (6-11) BCH 码是具有什么特点的循环码？写出 (23,12) 码译码的生成多项式  $g(x)$  的表达式，其纠错能力多大？**

**作业 11 (6-13) 交织码为何能提高信道解码时纠正突发误码导致解码差错的能力，其编码技术的优缺点各是什么？**

交织器将已进行信道编码的输出数据流序列按一定规律重新排序，传输中发生的短促突发误码在接收端去交织而还原成原来的数据次序，突发误码内时间上紧邻的各个差错码元将随之离散成一个个孤立的随机误码，从而可由具有一定纠正随机误码能力的信道译码逐个予以纠正

优点：不添加监督位，在纠随机误码的基础上纠突发误码

缺点：引入延时，增加硬件电路

**(6-27) LDPC 码的含义是什么，与汉明码类比它的监督矩阵  $H$  有怎样的特点？**

低密度奇偶校验码。是一种线性分组码，运用矩阵运算生成， $A=[\text{信息码}]G$ ， $HA^T=0$

它的监督矩阵是大矩阵，行、列数都很大；是稀疏矩阵，各行格列的“1”都很少

**(1) (7,5) RS 码，信息码是  $B_4, B_3, B_2, B_1, B_0$ ，生成多项式是：  $g(x) = (x+1)$**

**$(x+a)$ ，若信息码是 101、100、010、100、111，监督码字 100、100**

**①求纠正一个符号错误的纠错方程**

**②如果码字  $B_3$  错成 011，说明检错和纠错过程**

$$S_0 = B_4 + B_3 + B_2 + B_1 + B_0 + Q_1 + Q_0$$

$$S_1 = x^6 B_4 + x^5 B_3 + x^4 B_2 + x^3 B_1 + x^2 B_0 + x^1 Q_1 + x^0 Q_0$$

$B_4=101$  ( $a^6$ )  $B_3=011$  ( $a^3$ )  $B_2=010$  ( $a^1$ )  $B_1=100$  ( $a^2$ )  $B_0=111$  ( $a^5$ )

$Q_1=100$  ( $a^2$ )  $Q_0=100$  ( $a^2$ )

$$R(x) = a^6 x^6 + a^3 x^5 + a^1 x^4 + a^2 x^3 + a^5 x^2 + a^2 x^1 + a^2$$

$$R(1) = E(1) = a^6 + a^3 + a^1 + a^2 + a^5 + a^2 + a^2 = a^2 + a^1 + a^0 = a^5 = E_i$$

$$\begin{aligned} R(a) = E(a) &= a^{12} + a^8 + a^5 + a^5 + a^7 + a^3 + a^2 \\ &= a^1 + a^0 + a^1 + a^2 + a^1 + a^0 + a^2 + a^1 + a^0 + a^0 + a^1 + a^0 + a^2 \\ &= a^2 + a^1 + a^0 = a^3 = E_i \cdot a^i \end{aligned}$$

$$E_i = a^5 \quad a^i = a^5 \quad i=5$$

$$E(x) = a^5 x^5$$

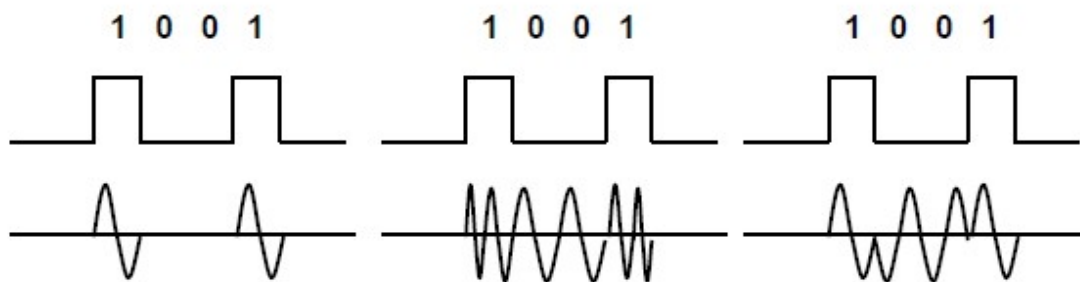
$$\begin{aligned} C(x) = R(x) + E(x) &= a^6 x^6 + a^3 x^5 + a^1 x^4 + a^2 x^3 + a^5 x^2 + a^2 x^1 + a^2 + a^5 x^5 \\ &= a^6 x^6 + a^2 x^5 + a^1 x^4 + a^2 x^3 + a^5 x^2 + a^2 x^1 + a^2 \end{aligned}$$

$$\text{纠错 } B_4 = 101 (a^6) \quad B_3 = 100 (a^2) \quad B_2 = 010 (a^1) \quad B_1 = 100 (a^2) \quad B_0 = 111 (a^5)$$

## 作业 12 (7-8) 何谓数字调制，画图说明 ASK、FSK、PSK 三种调制方式的基本原理

数字调制是由数字信号对高频载波进行调制，对于高频正弦载波，也有调幅、调频、调相三种基本调制方式，并派生出多种其他调制方式

### • ASK、FSK、PSK/调幅、调频、调相



## 作业 13 (8-1) 有线数字电视广播的传送层数据帧结构是怎样的？一个数据帧包含几个 188 字节的数据包，如何区分每个数据帧的划界？



每个数据帧包含 8 个 188 字节的数据包，一个数据包含有 1 字节同步字节和 187 字节随机化的有效载荷

每个数据帧由第一个包的同步字节划界，因为第一个包的同步字节为  $47_H = 138 = 10111000$ ，第 2~8 个包的同步字节码字为  $47_H = 01000111$ ，由此可区分每个数据帧的界限

### (8-3) 有线数字电视广播信道编码中数据随机化的作用是什么，具体怎样实施？

打碎传送层 TS 流中可能发生的长“1”长“0”，避免数据流品牌普在低频端有大的能量分布，不适应信道传输特性，不能提取时钟

用一个 PRBS（伪随机二进制序列）发生器产生一个 PRBS 流与输入数据流的逐个比特进行异或

**(1) 一个占用带宽 7.96MHz、滚降系数为 0.15，采用 128QAM 调制的 DVB-C 信道，其符号率是多少？RS 编码后和编码前的比特率分别是多少？**

$$R_s = B / (1 + \alpha) = 7.96 / 1.15 = 6.92 \text{ Mbaud}$$

$$R_s \text{ 编码后总比特率 } R_{u'} = R_s \cdot 7 \text{ bit/symbol} = 48.44 \text{ Mb/s}$$

$$\text{编码前 } R_u = R_{u'} \cdot 188 / 204 = 44.64 \text{ Mb/s}$$

**作业 14 (9-6) 什么是卫星信道多节目传输的 SCPC 和 MCPC 方式，他们的工作原理和适用场合各怎样，优缺点如何？**

SCPC 为单路单载波，在卫星片频道带宽内以分配的射频带宽调制单节目流到高频载波，频分复用方式分享卫星频道带宽。SCPC 传输的节目套数上回减少，且 TWTA 管的功率容量也不能最大利用，但容许各套节目在不同地点以各别的射频载波分别经各自上行站传输给共用的卫星转发器，适用于几个省级电视台频分复用同一个转发器。

MCPC 为多路单载波，在卫星频道带宽内利用时分复用合成多节目流，经数字调制后占一个频道的带宽。MCPC 能根据不同节目内容动态带宽分配，且能高效利用射频带宽的辐射功率，但几路节目应该在同一控制机房内将各别 TS 流（时分复用）打包成一路高比特率的总 TS 流，适用于中央电视台“村村通”系统中。

**(1) 36MHz 卫星转发器带宽，采用编码效率为 2/3 的内编码，试计算说明该转发器发送的码流能否被调制参数为 64QAM、占用带宽为 7MHz 的有线电视系统转发**

36MHz、2/3 内编码卫星：

$$R_s = B / (1 + \alpha) = 36 / 1.28 = 28.125 \text{ Baud/s}$$

$$R_{u''} = R_s \cdot \log_2 M = 2 R_s = 25.25 \text{ Mb/s}$$

$$R_{u'} = R_{u''} \times 2/3 = 37.5 \text{ Mb/s}$$

$$R_u = R_{u'} \times 188 / 204 = 34.599 \text{ Mb/s}$$

64QAM、7MHz 有线电视：

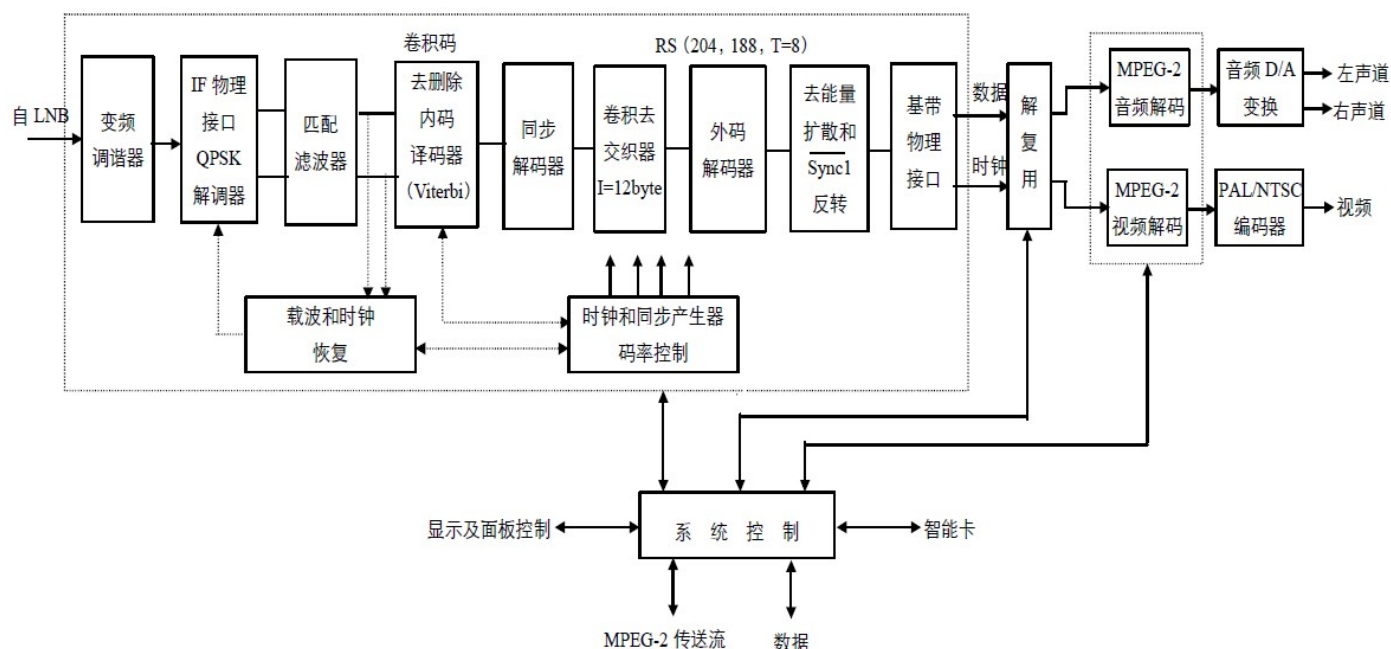
$$R_s = B / (1 + \alpha) = 7 / 1.15 = 6.09 \text{ Mbaud/s}$$

$$R_{u'} = R_s \cdot \log_2 M = 6 R_s = 36.54 \text{ Mb/s}$$

$$R_u = R_{u'} \times 188 / 204 = 33.657 \text{ Mb/s}$$

$34.599 > 33.657$  不能转发

**(2) 试画出几种不同方式转发多路单载波卫星节目的数字有线电视前端的系统框图**



### (3) 试画出接受转发 4 个单路单载波卫星节目的数字有线电视前端的系统框图

#### 作业 15 (2) 何谓 DVB-T 的 8K 模式和 2K 模式，各适合于什么场合？解释原因

2K：在 8MHz 射频带宽内设置 1074 个载波，将高码率数据流相应地分解成 2k 路低码率的数据流，分别对每个载波进行 QPSK、16QAM 或 64QAM 调制。适用于单个发射机和有限发射机间隔的小单频网

8K：在 8MHz 射频带宽内设置 6817 个载波，将高码率数据流相应地分解成 8k 路低码率的数据流，再对每个载波进行调制。适用于单个发射机和大、小单频网

#### (5) 试计算 DVB-T 工作在 2K 模式下，在 43 频道中心频率为 754MHz，移动接收的最高速度是多少？如改为 8K 模式，最高移动接收速度是多少？

2K：

$$\Delta f = 8\text{MHz} / 2k = 4\text{kHz}$$

$$f_{DM} = \pm (V_{max}/C) \quad f_C \leq \Delta f \cdot 6.25\%$$

$$V_{max} = (4\text{kHz} \times 6.25\% \times 3 \times 10^8 \text{m/s}) / 754\text{MHz} = 99.47\text{m/s} = 358\text{km/h}$$

8K：

$$\Delta f = 8\text{MHz} / 8k = 1\text{kHz}$$

$$f_{DM} = \pm (V_{max}/C) \quad f_C \leq \Delta f \cdot 6.25\%$$

$$V_{max} = (1\text{kHz} \times 6.25\% \times 3 \times 10^8) / 754\text{MHz} = 89.5\text{km/h}$$

#### (6) DVB-T 的 8K 模式下，1/16 保护间隔，组建单频网，两个发射机之间的最大距离应是多少？

$$\Delta f = 8\text{MHz} / 8k$$

$$T_s = 1/\Delta f = 1\text{ms} \quad T_g = 1/16 \quad T_s = 1/16 \text{ ms}$$



$$d_{\max}=300\text{m/us} \times T_g=18750 \text{ m}$$

**(7) DVB-T 采用 16QAM 映射, 内码码率 3/4, 保护间隔为 1/16, 求有效码率?**

$$R_s=B=7.61\text{Mbaud}$$

$$R_b=R_s \cdot \log_2 16=30.44\text{Mbps}$$

$$R_u=R_b \cdot 1/(1+1/16) \cdot 0.887 \cdot 3/4 \cdot 188/204=17.56\text{Mbps}$$

作业 16 (1) 我国地面数字电视系统中, 采用多载波调制模式, 信号帧长度为 4735 个符号, 保护间隔长度为 125us, 采用 0.6 前向编码效率, 采用 64QAM 子载波调制, 求系统净荷数据码率?

(2) 我国地面数字电视系统中, 采用单载波调制模式, 信号帧长度为 4375 个符号, 保护间隔长度为 78.7us, 采用 0.8 前向编码效率, 采用 16QAM 子载波调制, 求系统净荷数据码率?

三、答疑安排:

时间: 6 月 15 日、16 日下午 14: 00—15: 30 , 地点: 主楼 801 办公室。