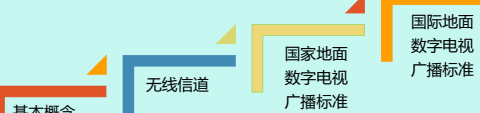


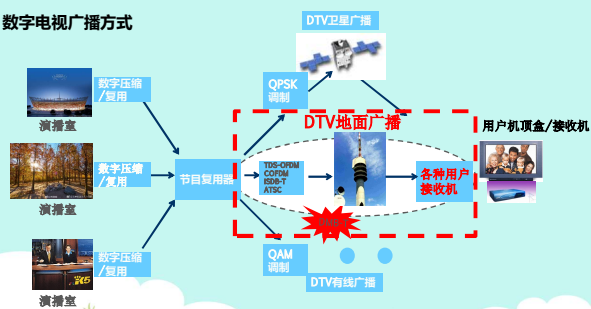
地面数字电视广播系统与技术标准

地面数字电视广播系统与技术标准

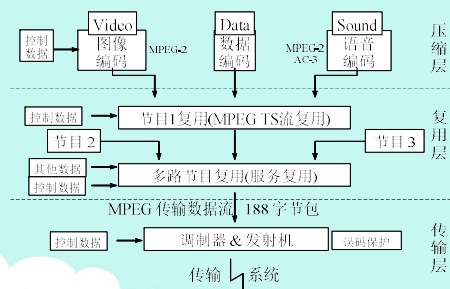
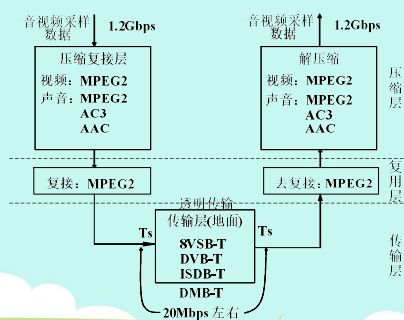


(一)、基本概念

一、数字电视广播方式



二、数字电视系统组成



	数字电视广播	模拟电视广播
信源编解码 (压缩层)	良好的信源编解码压缩技术	无信源压缩
复用问题 (复用层)	编码后的视频、音频、辅助数据信号分别打包后复合成单路串行的传输流	无复用器 视频、音频信号分别传输
信道编解码 调制解调 (传输层)	通过纠错、均衡来提高数字电视信号的抗干扰能力；同时采用高阶调制技术提高传输效率	模拟电视的图像使用行、场同步信号模拟信号；调制方式一般采用调幅或调频

三、地面数字电视广播系统（地面 Terrestrial , DTTB)

- DVB-T / 8-VSB/ISDB-T
- 空中免费数字电视（广播）
- 支持移动接收
- 覆盖范围大
- 接入方便快捷



四、地面电视广播是指利用超短波进行传输、覆盖的一种广播方式。

1、系统基本组成

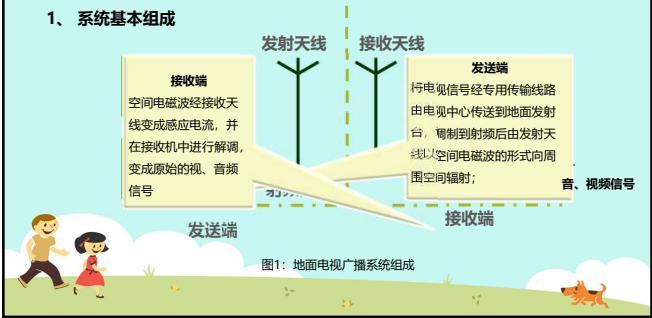



图1：地面电视广播系统组成

- 制作、播出的电视节目由**电视播控中心**传送到**发射台**。
- **发射台**的主要构成部分是发射塔，发射塔的下方是发射机房，顶端安装有发射天线。
 - **发射机**的主要任务是对电视及伴音信号进行射频调制。
 - **发射天线**用于将射频信号变成电磁波并向周围空间辐射。
- 在电磁波覆盖区域，可利用**接收天线**和**接收机**将电磁波转换成视、音频信号，并通过扬声器和显示器将其还原成声音和图像。



五、数字地面传输（较模拟传输）的优点

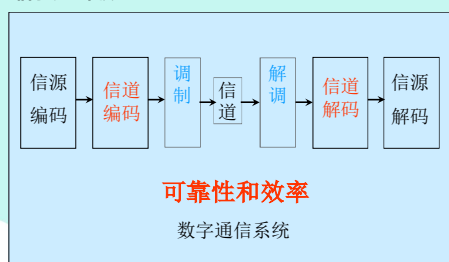
- 1、克服模拟传输的缺陷
 - 无噪声图像
 - 无重影
 - 无传输接力中的噪声累加
- 2、提高信道传输能力
- 3、便于存储、处理和交换，实现网络化应用
 - 多种多媒体节目
 - 其它数据业务



(二)、无线信道



一、数字通信系统基本模型



二、数字电视的广播信道

➤ 地面 Terrestrial (本节重点)

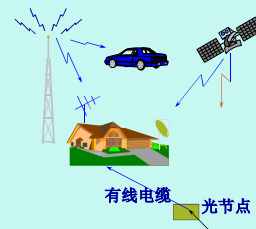
最基本的广播方式，具有简单接收和移动接收的能力，能够满足人们所要求的“信息到人”。

➤ 有线 Cable

解决“信息到户”，特别是在城镇等人口居住稠密地区。(如DVB-C)

➤ 卫星 Satellite

着重于解决大面积覆盖。(如DVB-S)

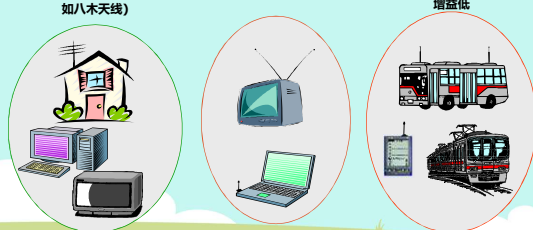


三、地面数字电视接收方式

固定
(室外定向天线,
如八木天线)

便携
(室内天线)

移动
(全向)
增益低



信道存在多径，移动还带来时变

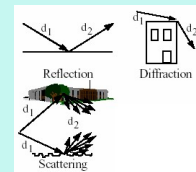
四、无线信道

1、电波传播方式：反射、绕射和散射

➤ 反射：遇到比波长长得多的物体时发生反射

➤ 绕射：遇到尖锐的障碍物阻挡时发生绕射

➤ 散射：遇到粗糙表面小物体或其他不规则物体时，在所有的方向散射能量，如树叶、路灯杆



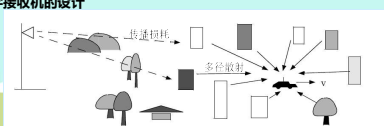
2、大尺度效应和小尺度效应

➤ 大尺度效应:

- 包括视距路径损耗/绕射、阴影和雨或植被造成的衰落等效应
- 用来预测无线覆盖范围

➤ 小尺度效应:

- 短距离 (几个波长以内) 或短时间 (秒量级) 内接收信号强度经历的剧烈变化
- 产生原因: 无线信号的多径传播
- 用于传输技术的选择和数字接收机的设计

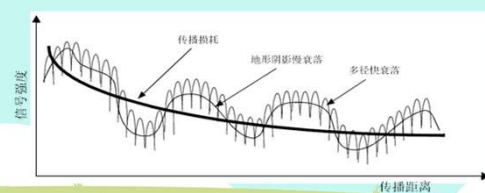


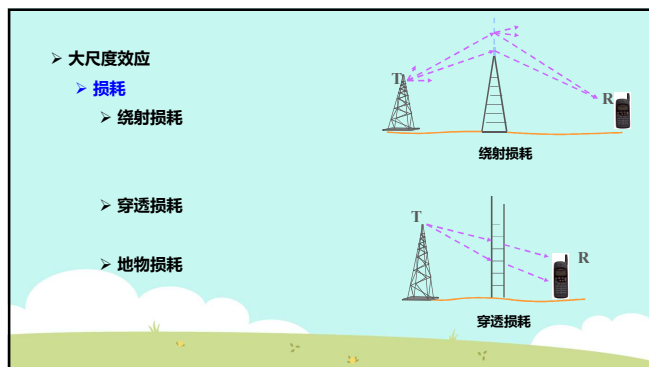
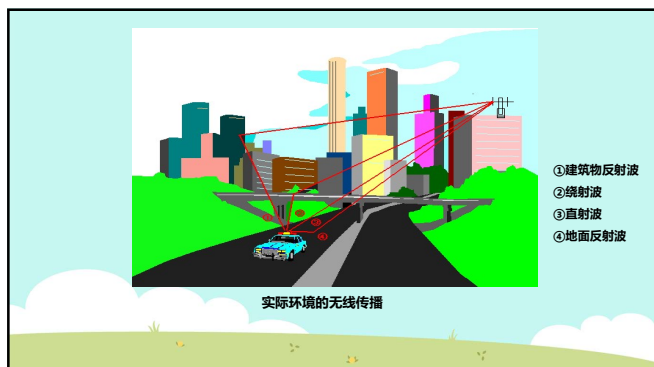
➤ 大尺度效应和小尺度效应

➢ 空间传播损耗: Path loss (大尺度)

➢ 阴影效应: 由地形结构引起, 表现为慢衰落(大尺度)

➢ 多径效应: 由移动体周围的局部散射体引起 (小尺度)的多径传播, 表现为快衰落。





➤ 大尺度效应

➤ 阴影衰落：遇有高大建筑物、树林、地形起伏等障碍物的阻挡

- 接收场强均值随着地区位置改变出现较慢的变化，这种变化称为慢衰落。
- 衰落均值变动服从对数正态分布
- 衰落强度与载波频率有关：频率越高绕射损耗越大、穿透建筑物能力强。

➤ 小尺度效应

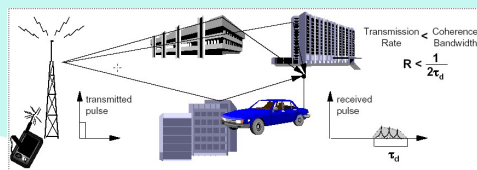
➤ 由于信号从不同路径传播到接收机上引起的

➤ 常用两种特性：

- **多径时延扩展**：各路径有不同延迟，带来码间干扰
- **多普勒频移**：接收机或发射机的移动引入多普勒频移，时变信道

➤ 多径时延扩展：

- 一个离散脉冲变成一个连续信号脉冲
- 多径时延分布是一个随机变量，也只能从统计的观点来研究



- **多普勒频移**：单一频率的信号经过时变性信道后会呈现为具有一定带宽和频率包络的信号。称为信道的频率弥散性 (frequency dispersion)，也就是多普勒效应。多普勒效应引起的附加频率偏移称为多普勒频移。

➤ 接收机或发射机的运动会造成多普勒频移

➤ 多普勒频移与移动速度v、信号载波频率fc、入射角θ

$$f_d = v \cos \theta / \lambda = \frac{v f_c}{c} \cos \theta = F_d \cos \theta$$

- 多普勒频移导致时变信道，或称信道具有时间选择性衰落，时间选择性会造成信号失真

(三)、国家地面数字电视广播标准

- 国家地面数字电视广播标准 (DTMB) 概述
- 国家地面数字电视广播标准 (DTMB) 原理



一、中国地面数字电视广播传输标准要求

- **标准要求:**
 - 满足地面数字电视传输要求
 - 具有我国自主知识产权
 - 在功能上具有可扩展性
 - 研制相应的试验系统,以验证所建议的传输标准
- **产业要求:**
 - 自主性: 能自主的传输标准体系,可持续发展的产业技术壁垒。
 - 经济性: 自己的专用芯片; 共享国际技术设备资源

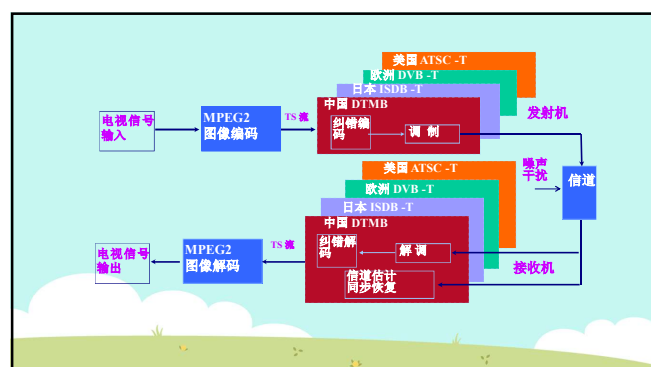
➢ 用户要求:

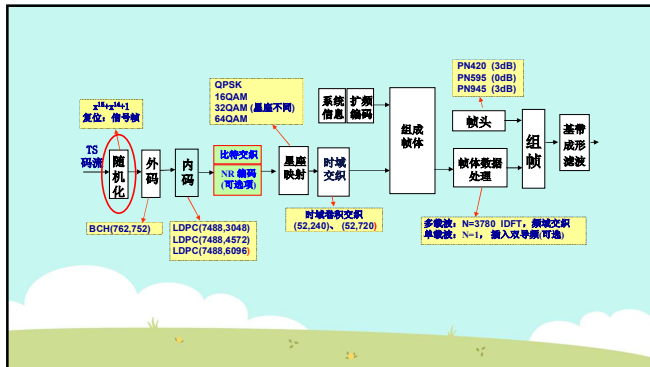
- 高码率 大于 20Mbps ; 低码率大于 5Mbps ; 支持室内接收、固定接收和移动、便携接收;
- 具有信号覆盖半径不少于16/35公里的单频组网能力;
- 整体性能指标应优于或相当于相应的国外现有标准的性能。
- 支持传输HDTV、SDTV、音频、数据、短信息等多媒体业务;
- 具有实现定时接收和双向交互业务以及对用户的个性化信息服务等系统功能的可扩展性。

二、中国地面数字电视传输标准

(Digital Television Terrestrial Multimedia Broadcast ,DTMB)

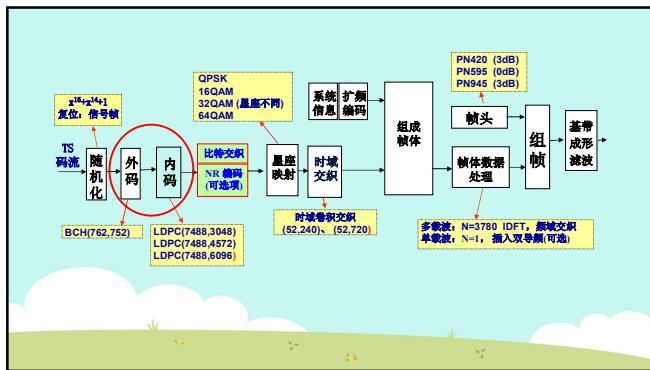
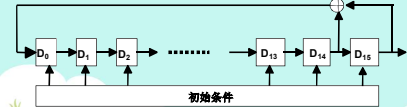
- DTMB基于**TDS-OFDM**基础性发明专利,具有完整的自主知识产权
- DTMB系统性能先进, 高清电视移动接收居国际领先水平
- DTMB和国外标准接口相同, 专用芯片国内量产, 形成产业链





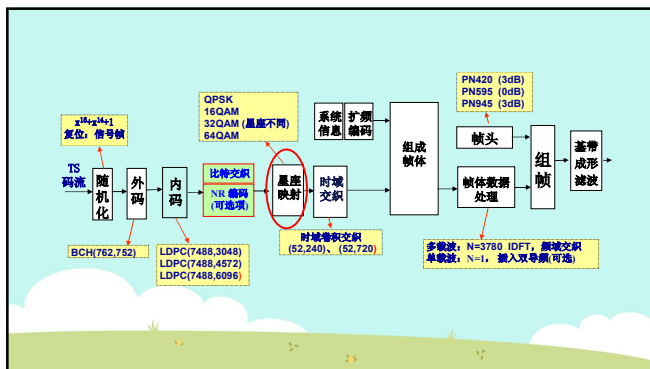
2、数据加扰

- PN序列生成
 - 扰乱码采用 15 阶 PN 序列: $x^{15}+x^{14}+1$
 - 每个信号帧进行复位
- PN序列扰乱
 - 各优先级码流分别进行扰乱
 - 输入的 MPEG2 TS 码流与 PN 序列进行逐位模二加后产生数据扰乱码。



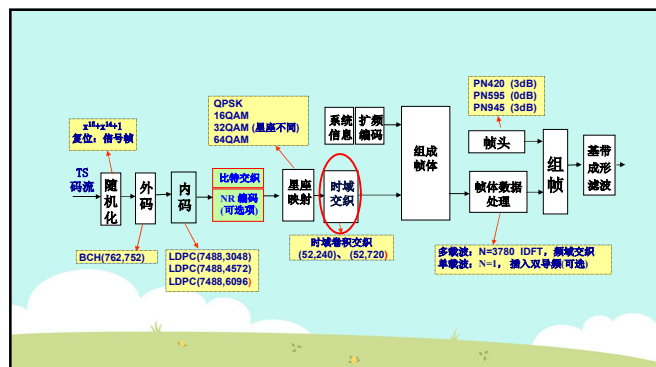
> 3. FEC 码 (BCH+LDPC)

编号	码率	信息比特	块长[比特]	调制	每个信号帧 LDPC 码数
码率1	0.4	3008	7488	QPSK	1
码率2	0.6	4512	7488	64QAM	3
码率3	0.8	6016	7488	16QAM	2



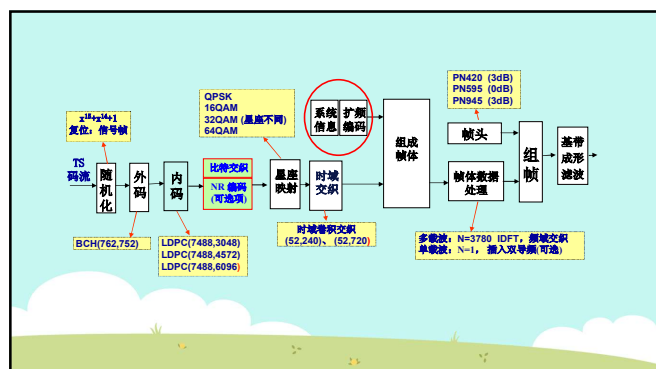
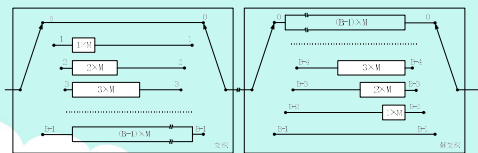
4. 符号映射

- 支持五种星座图: 64QAM, 32QAM, 16QAM, 4QAM, 4QAM-NR
- 32QAM+0.8编码
- 64QAM+0.6编码
- 多载波系统偏爱64QAM, 而不使用32QAM



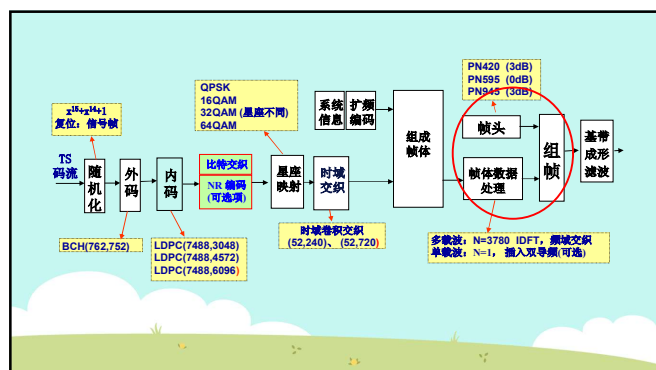
5. 时域符号交织

- 时域交织编码是在多个信号帧之间进行，采用卷积交织
- 模式0: $B = 0, M = 0$, 无交织 (可选)
- 模式2: $B = 52, M = 240$, 延时 = 170 信号帧
- 模式3: $B = 52, M = 720$, 延时 = 510 信号帧



6. 传输参数 (TPS) 插入

- 携带系统配置参数和系统同步信息
- TPS 信号在时域或频域插入
- 多载波: 36 个子载波
- 单载波: 36 个时域符号
- TPS 符号为 BPSK 调制 (I/Q 幅度相同的 QPSK)



7.1 PN 帧头结构

帧头 (420 个符号)	帧体 (含系统信息) (3780 个符号)
帧头 (595 个符号)	帧体 (含系统信息) (3780 个符号)
帧头 (945 个符号)	帧体 (含系统信息) (3780 个符号)

PN420

前同步 83 个符号	PN255	后同步 217 个符号
------------	-------	-------------

PN595

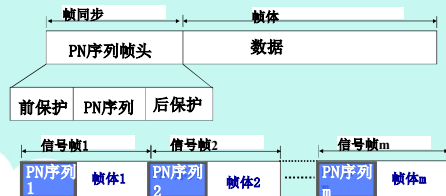
1023 个符号的 PN595 符号		
--------------------	--	--

PN945

前同步 217 个符号	PN511	后同步 217 个符号
-------------	-------	-------------

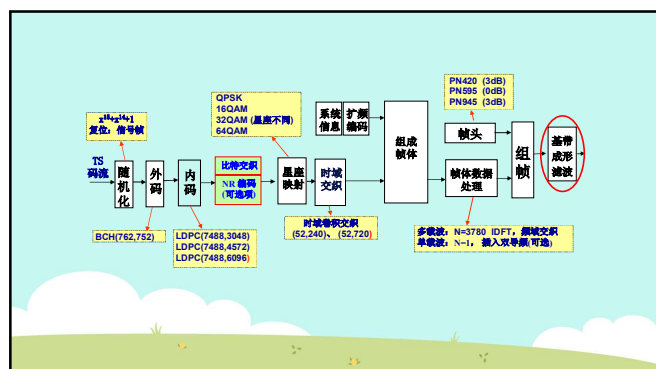
7.2 PN帧头保护技术

- 有保护的PN序列适应高速移动造成的频率偏移
- PN序列的扩频增益提高同步鲁棒性
- PN时域级联处理适应大范围电波反射造成的干扰



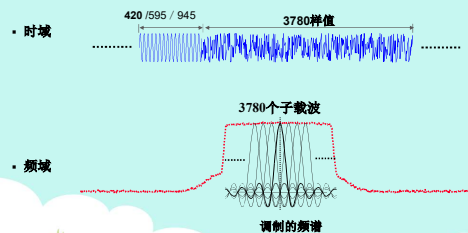
8. 帧头数据IFFT 块参数(多载波)

- IFFT 块
 - 时域信号块长度: 500us
 - 时域符号率: 7.56M
 - 频域子载波频率间隔: 2KHz
 - 有效子载波数 (4K模式): 3780
 - 子载波调制可以是0 (TPS频率)、QPSK、16QAM和64QAM 格式



9. 脉冲整形和基带上变换

10. 基带信号



11. 调制 RF 信号

$$S(t) = \text{Re}[\exp(2\pi F_c t)U(t)]$$

其中, $S(t)$ — RF 信号

F_c — 载波频率

$U(t)$ — 脉冲成型基带信号, 由下式定义:

$$U(t) = P(t) * [PN(i) + IDFT(k)]$$

其中, $P(t)$ — SRRC滤波器的脉冲成型函数

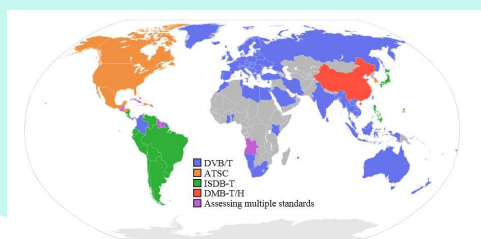
$PN(i)$ — 帧同步PN序列

$IDFT(k)$ — IDFT块样值

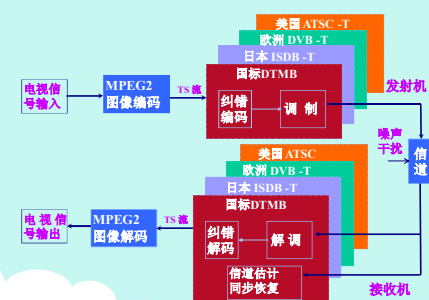
(四)、国际地面数字电视广播标准



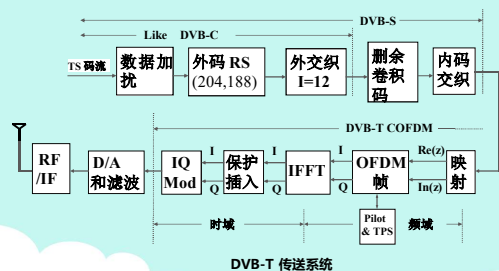
数字电视地面传输标准使用情况



地面数字电视传输系统

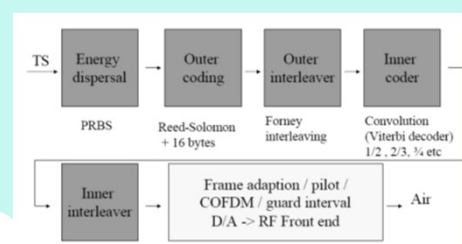


一、DVB-T



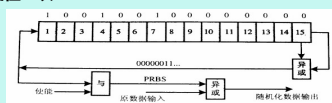
❖ DVB-T信道带宽可以支持6MHz / 7MHz / 8MHz

➤ DVB FEC和COFDM



➤ 数据加扰

- 称为数据随机化或者能量扩散
- Pseudo Random Binary Sequence – PRBS
- 信源码流中可能会出现长串的连“0”或连“1”
- 每8个TS 数据包扰码初始值复位一次
- TS包头字节0x47不进行扰码

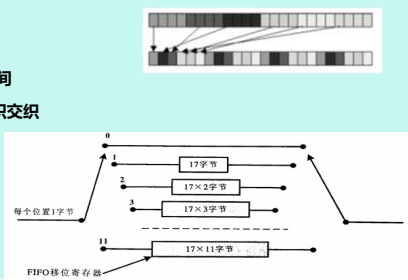


➤ Reed Solomon (RS)编码

- RS 属于循环分组编码。
- RS (255, 239, t=8) 的截短码
- RS 码即能纠编码块中的随机误码，特别是也能纠多个突发误码
- DVB-T RS 纠错包长为 204 bytes，其中 188 byte 有用信息。(ATSC 使用 RS (207, 187))
- 每 204byte 包中能纠 8bytes 的误码。

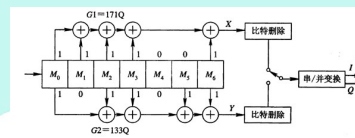
外交织

- 在RS码和卷积码之间
- 以字节为单位的卷积交织
- 12个支路



卷积编码 Convolutional Code

- 外交织后数据以字节为单位
- 转换成比特后进入卷积编码
- (2, 1, 7) 删余卷积编码
- 1/2码率, 删余形成1/2、2/3、3/4、5/6和7/8五种码率



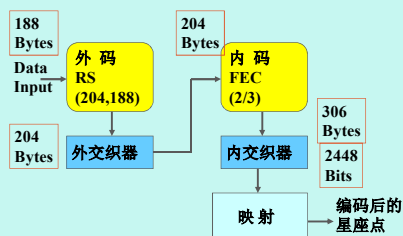
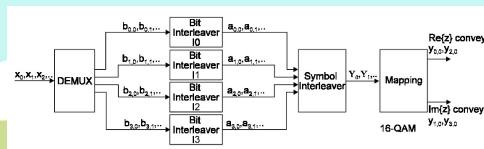
删余编码 Puncturing Codes (FEC)

- 按缩减 Puncturing 图从卷积编码的 X 和 Y 输出中选择最后的码字

Code Rates r	Puncturing pattern	Transmitted sequence (after parallel-to-serial conversion)
1/2	X: 1 Y: 1	$X_1 Y_1$
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	$X_1 Y_1 Y_2$
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3$
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3 Y_4 X_5$
7/8	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 X_5 Y_6 X_7$

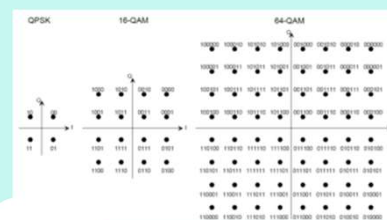
内交织 Inner Interleaver

- 包含比特交织和符号交织
- 比特交织 (Bit Interleaver)
 - 对星座点不同Bit位的交织
- 符号交织 (Symbol Interleaver)
 - 对于OFDM不同子载波的交织
- 以16QAM为例:



星座映射

- 3种基本的映射: 每个符号分别对应2 / 4 / 6比特编码后数据



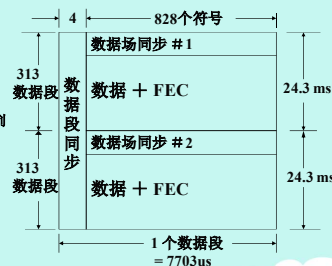
➤ ATSC-FEC

- 外码 RS 码: RS (207, 187, $t=10$)
- 外交织: 52个RS块字节交织。
交织深度 $\approx 1/6$ 数据场 (4ms)
- 内码: $R=2/3$ 网格编码 (Trellis Code), 即: 1 输入比特经
 $R = 1/2$ 卷积编码后变为 2 bit, 另 1 输入bit 经预编码后仍输出 1 bit.
- 内交织: 网格编码交织 — 12 个相同的网格编码和预编码器进行交织。

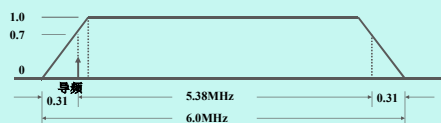
➤ ATSC 帧结构

➤ 信号结构分3级:

- 数据段: 826 个符号 + 4个段同步
- 数据场: 313 个数据段, 第一个数据段为数据场同步 + 接收机中均衡器所需的训练序列
- 数据帧: 2个数据场



➤ ATSC 8VSB 频谱



- 导频: 发一小载波 (310 kHz), 用作接收载波恢复。接收端通过窄带滤波, 使用中频锁相环技术锁定在发送导频。

➤ ATSC 8-VSB 系统

- 占用带宽: 5.38 MHz ($R = 10.3\%$)
- 符号码率: $2 \times 5.38 = 10.76$ MSps
- 净荷数据码率: 19.39 Mbps
- 在频带低端边缘有一个导频信号 (310 kHz)
- 级联的信道编码 (TCM + RS)
- 用梳状滤波器或数字陷波器抑制同频 NTSC 干扰

(五)、总结

➤ ATSC

- 优点: 接收灵敏度高; 频带效率高。
- 缺点:
 - 美国 ATSC 系统最初的设计目标是用于室外固定接收的地面广播和有线分配系统, 不支持便携和移动接收, 室内接收效果也不好。
 - 美国 ATSC 不支持分级调制, 换句话说, 在调制层面上不支持不同优先级的业务。
 - 不支持单频网 SFN
 - 信道估计: 训练序列 和 时域均衡
 - 采用的国家和地区: 美国、加拿大、墨西哥、阿根廷、韩国、台湾, 其中正式播出的只有美国

> DVB-T

- COFDM在长多径和强多径环境下性能明显优于ATSC
- DVB-T 设计目标是室内室外固定接收，并且提供便携接收而非移动接收。因此，它的移动接收效果也不理想。如何提高DVB-T移动接收能力是一个研究热点。
- 支持分级调制
- 支持单频网
- 信道估计：频域导频
- 采用的国家和地区：
 - 澳大利亚、芬兰、德国、荷兰、葡萄牙、西班牙、瑞士、瑞典、英国、新加坡（以上10个国家已播出）；
 - 奥地利、比利时、克罗地亚、捷克、丹麦、爱沙尼亚、法国、匈牙利、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、新西兰、挪威、菲律宾、波兰、俄罗斯、斯洛伐克、斯洛文尼亚、乌克兰、南非、越南（以上32国宣布采用）；
 - 马来西亚、印尼、南美和拉美一些国家已基本明确选用。

国际
数字
电视
标准
比较

系统	ATSC	DVB-T	ISDB-T
调制方式	8-VSB	COFDM 星座图采用QPSK、 16QAM和64QAM。 分频调制：多分频率星座 图（16QAM和64QAM）。 保护间隔：OFDM符号的 1/32、1/16、1/8 & 1/4。 2种OFDM模式：2k和8k。	BST-OFDM 星座图采用DQPSK、QPSK 、16QAM和64QAM。 分频调制：在13个分频上有 三种不同的调制。 保护间隔：OFDM符号的 1/32、1/16、1/8 & 1/4。 3种OFDM模式：2k、4k和8k
带宽	6M	8M	6M
净荷速率 (Mbit/s)	19.4	18.1(6M带宽)	17.7
频谱效率 (bit/s/Hz)	3.3	3.1	3.0
接收灵敏度 (Eb/N0)	9.7dB	10.4dB	10.4dB

国际
数字
电视
标准
比较

系统	ATSC	DVB-T	ISDB-T
外码	RS (207, 187, t = 10)	RS (204, 188, t = 8)	
外码交织	52 RS块	12 RS块	
内码	2/3 TCM	多速率删除卷积码，码率：1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 约束长度 = 7	
内码交织	12: 1 格形码交织	卷积交织和频率交织	卷积交织，频率交织，和选择的时间交织

Thank You !