

# 《广播电视技术概论》

## 第一章概述小结

**一、广播的定义：**一种“**定点发送、群点接收**”的通信方式。

“广播”的两层含义：

- 1、**泛指：**通过无线电波或有线系统向广大听众或观众传送节目的过程。
- 2、**特指：**声音广播。

**二、广播电视的特点：**

- 1、**形象化：**以声音和图像的形式来传递信息。
- 2、**及时性：**以电波传播的速度来传送信息。
- 3、**广泛性：**覆盖范围最广泛的一种传播媒介。

**三、广播电视的发展沿革**

1、**三代广播：**（第一代）AM-调幅声音广播，（第二代）FM-调频声音广播，（第三代）

DAB-数字声音广播。

2、**三代电视：**（第一代）黑白电视广播，（第二代）彩色电视广播，（第三代）数字电视和高清晰度电视广播。

**四、广播电视系统的基本组成和作用**

1、**节目制作与播出：**利用必要的广播电视设备及技术手段制作出符合标准的广播电视节目信号，并按一定的时间顺序（节目表）将其播出到发送传输端。

2、**发送与传输：**将广播电视节目信号进行一定的技术处理（如编码、调制等）后，经过某种传输方式（如地面射频传输、卫星广播、有线传输等）传送到接收端。

3、**接收与重现：**接收广播电视节目信号，并对其进行必要的处理和变换，最终还原成图像及声音。

**4、监测网：**对广播电视链路中的各个环节进行信号的监测，及时了解播出安全的播出的质量情况。

## 五、广播电视的基本传输方式

**1、地面无线电开路传输：**主要业务有调幅中、短波广播、调频广播、VHF/UHF 频段电视广播等。

(1) **调幅广播：**中波 MW 调幅广播的频率范围是 526.5~1605.5 kHz，每个频道的带宽为 9 kHz，共划分为 120 频道；主要是地波传播。短波广播 SW 的频率范围是 2.3~26.1 MHz，每个频道带宽是 10 kHz，；主要是天波传播。

(2) **调频广播：**频率范围为 87~108 MHz，每套调频节目所占带宽为 200 kHz 空间波直线传播（视距）。

(3) **VHF/UHF 地面电视广播：**每个频道带宽是 8 MHz，共安排了 68 个标准频道，从 DS-1 到 DS-68，其中，甚高频（米波）VHF 的标准频道从 DS-1 到 DS-12；特高频（分米波）的标准频道从 DS-13 到 DS-68，空间波直线传播（视距）。

**2、有线网络传输：**利用同轴电缆、光缆等媒介进行传输，通过一定的分配网络，为用户提供多套广播电视节目的网络系统。

(1) **CATV 增补频道划分：**111-167MHz 有 Z-1 ~Z-7 的 8 个频道，223-463MHz 有 Z-8~Z-37 的 30 个频道，566-606MHz 有 Z-38~Z-42 的 5 个频道，合计 42 个增补频道。

### (2) 双向 HFC 网波段划分表

波段	频率范围	业务内容	
R	Ra: 5.0-20.2MHz	上行业务 (上行)	上行窄带数据业务、网络管理
	Rb : 20.2-58.6MHz		上行宽带数据业务

	Rc : 58.6-65.0MHz		上行窄带数据业务、网络管理 (上行)
<b>X</b>	65-87 MHz	过渡带	
<b>FM</b>	87-108MHz	下行业务	广播业务
<b>A</b>	110-1000MHz		模拟电视及数字电视广播 网络管理控制 (下行) 下行宽带数据业务

### (3) 现有CATV系统下行参数表

上限频率	标准频道	增补频道	可传模拟电视套数
300MHz	DS-6~DS-12	Z-1~Z-16	23
450MHz	DS-6~DS-12	Z-1~Z-35	42
550MHz	DS-6~DS-22	Z-1~Z-37	54
750MHz	DS-6~DS-42	Z-1~Z-42	79
860MHz	DS-6~DS-56	Z-1~Z-42	93

**3、卫星传输：**利用地球同步卫星上的转发器进行信号的传输。

广播电视卫星传输主要使用频段：

- (1) C 频段 (3.7 ~ 4.2 GHz)：有 24 个频道。
- (2) Ku 频段 (11.7~12.75 GHz)：有 24 个频道。

### 4、增加两种新的传输方式：

- (1) 因特网广播
- (2) 移动多媒体广播

## 六、广播电视制播设备和技术

**1、声音信号：**录音室（或播音室）、传声器、拾音技术、调音台、录音设备、声音节目的编辑加工设备、高质量的监听系统等。

**2、图像信号：**演播室、摄像机、录像机、编辑制作设备、视频切换台等。

## **七、接收与重现**

**1、接收设备：**在接收端接收所传送的信号，并经过一定的处理及变换后送往显示器或扬声器进行音像重现的设备。

**2、三种基本接收方式：**有线接收、地面无线接收、卫星接收。

**3、终端设备：**（1）扬声器：将音频信号转换成声音信号的电—声转换设备。（2）显示器：将视频信号转换成光图像的电—光转换设备。

## **八、广播、电视监测**

**1、监测方式：**固定监测、流动监测、遥控监测。

**2、传输方式：**无线传输、有线传输、卫星传输。

**3、工作频段：**中波广播、短波广播、调频广播、地面电视、有线电视、卫星电视。

**4、监测数据：**开路监测（服务区内某接收点动态监测）、闭路监测（通路有限范围内信号传输的监测）。

**5、四个监测网：**卫星数字电视监测网、有线广播电视监测网、无线广播电视监测网、海外广播电视监测网。

## **第二章声音广播基础知识小结**

**一、声音：**物体振动产生的声波通过介质对人耳产生的感觉。

### **（一）声音产生和传播**

**1、声音的产生：**粒子波动运动的结果，由物体机械振动或气流扰动引起弹性媒质发生

波动产生。

**2、声音的传播：**必须通过空气或其它的媒质形成声波进行传播。

**3、声音的传播特性：**(1) 声源的方向性，(2) 声波的反射和折射，(3) 声波的衍射与散射。

## (二) 描述声波的基本参量

**1、频率：**空气密度和压力每秒钟变化的次数，常用符号 $f$ 表示，单位是赫兹(Hz)。

**2、周期：**一个声波完成一次振动所需要的时间，用符号 $T$ 表示，单位为秒(s)。

**3、波长：**声波在一个周期的时间内传播的距离，用符号 $\lambda$ 表示，单位通常为米(m)。

**4、传播速度：**声波每秒内传播的距离，用符号 $v$ 表示，单位为米/秒(m/s)。

## (三) 表征声音强弱的参量

**1、声压：**声波引起的交变压强，单位是帕( $\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ ) **基准声压** $=2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 。

**2、声功率：**声源在单位时间内向外辐射的总声能，**声源辐射功率**。单位是瓦(W)。

**3、声强：**声波能流密度，穿过垂直于声波传播方向上单位面积内的声功率，用符号 $I$ 表示，单位是 $\text{W}/\text{m}^2$ 。**基准声强**(参考声强) $=10^{-12} \text{W}/\text{m}^2$ 。**声强与声压的平方成正比关系。**

## (四) 声音的三要素

**1、响度(声音的大小)：**人耳对声音强弱的主观感觉。可用声压级表示。与声波的幅度密切相关。

**2、音调(声音频率的高低)：**人耳对声音高低的感受。与声波的基波频率密切相关。

人能听到声音的范围是 20Hz~20kHz。

**3、音色(声音的特色)：**人耳对各种频率、各种强度的声波的综合反应。与声波的频谱(波形)密切相关。

## (五) 电平和分贝的概念

**1、电平的定义：**某点功率 $P_1$ 与选定基准功率 $P_0$ 之比的对数关系，用分贝表示。

$$P_1(\text{dB}) = 10\lg(P_1/P_0) \quad [\text{dB}]$$

**2、电平的性质：**描述功率的物理量。

**3、绝对电平：**由于可采用不同的基准电平 $P_0$ ，所以形成不同的分贝制。

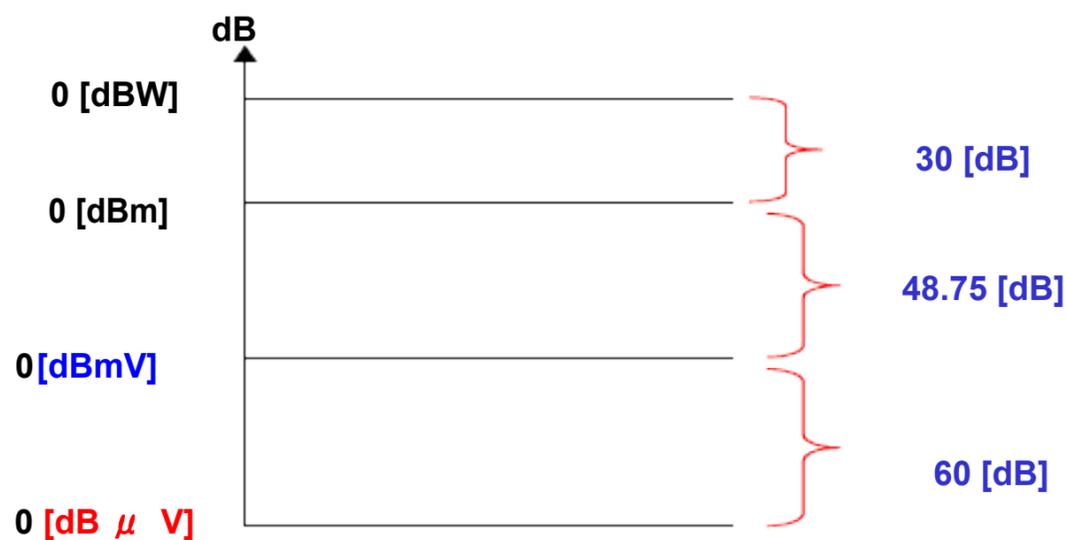
当 $P_0=1[\text{W}]$ 时，则称 $P_1(\text{dB})$ 的值为以分贝瓦  $[\text{dBW}]$ 为单位的绝对功率电平。

当 $P_0=1[\text{mW}]$ 时，则称 $P_1(\text{dB})$ 的值为以分贝毫瓦 $[\text{dBm}]$ 为单位的绝对功率电平。

在射频和视频系统中，若阻抗同为 $z=75\Omega$ 时，则电平 $P_1(\text{dB}) = 10\lg(P_1/P_0) = 10\lg[(U_1^2/z) / (U_0^2/z)]$

$$= 20\lg(U_1/U_0) + 10\lg(z/z) = 20\lg(U_1/U_0) [\text{dB}]。$$

当 $P_0=(1\text{mV})^2/75\Omega=0.0133\mu\text{W}$ 时，则称 $P(\text{dB})$ 的值为以分贝毫伏 $[\text{dBmV}]$ 为单位的绝对电压电平。当 $P=(1\mu\text{V})^2/75\Omega=0.0133\text{pW}$ 时，则称 $P(\text{dB})$ 的值为以分贝微伏 $[\text{dB}\mu\text{V}]$ 为单位的绝对电压电平。



在音频系统中，若阻抗同为 $z=600\Omega$ 时，当 $P_0=(0.775\text{V})^2/600\Omega=1[\text{mW}]$ ，则称 $P_1(\text{dB})$ 的值为以分贝音频单位 $[\text{dBu}]$ 为单位的绝对电压电平。

**4、相对电平：**用分贝表示两个电平的相对大小。设测量点2和测量点1处的功率分别为 $P_2$ 和 $P_1$ ，电压分别为 $U_2$ 和 $U_1$ ，阻抗分别为 $z_2$ 和 $z_1$ ，则 $P_2$ 相对于 $P_1$ 的相对电平可表示为

$$\begin{aligned} A[\text{dB}] &= 10\lg(P_2/P_1) = 10\lg P_2 - 10\lg P_1 = P_2[\text{dB}] - P_1[\text{dB}] \\ &= 10\lg[(U_2^2/z_2) / (U_1^2/z_1)] = 20\lg(U_2/U_1) + 10\lg(z_1/z_2) \end{aligned}$$

当  $z_2 = z_1$  时,  $A[\text{dB}] = 20\lg(U_2/U_1)[\text{dB}]$

$A[\text{dB}] > 0$ , 放大器;  $A[\text{dB}] < 0$ , 衰减器;  $A[\text{dB}] = 0$ , 保持器。

### 5、常用分贝制之间的转换:

$$0[\text{dBW}] = 30[\text{dBmW}], 0[\text{dBmW}] = 48.75[\text{dBmV}], 0[\text{dBmV}] = 60[\text{dB}\mu\text{V}]$$

### 6、电信号分贝值的几种表示方法:

(1) 功率放大倍数 =  $10\lg P_o/P_i$  (dB)

(2) 功率信噪比 =  $10\lg S/N$  (dB)

(3) 电压放大倍数 =  $20\lg U_o/U_i$  (dB)

(4) 功率电平级 =  $10\lg P/P_r$  (dB)

(5) 电压电平级 =  $20\lg U/U_r$  (dB)

### 7、分贝速算简表

真数x	$10\lg x[\text{dB}]$	$20\lg x[\text{dB}]$
1	0	0
2	3	6
3	4.75	9.5
4	6	12
5	7	14
6	7.75	15.5
7	8.5	17
8	9	18
9	9.5	19
10	10	20

## 二、传声器和扬声器

### (一) 传声器

1、**作用**：将声音振动转变为相应的电流变化的换能器件。**声能 $\Rightarrow$ 机械能 $\Rightarrow$ 电能**

2、**常用**：动圈传声器和电容传声器。

3、**原理**：（1）声波接收器：感应外界的声波并将其转换成相应的机械振动（**声能 $\rightarrow$ 机械能**），（2）力/电换能器：将机械振动转换成相应的电信号（**机械能 $\rightarrow$ 电能转换**）。

## （二）扬声器

1、**作用**：将按声音变化的电信号转换为声音信号的换能器件。**电能 $\Rightarrow$ 机械能 $\Rightarrow$ 声能**

2、**种类**：电动式、压电式、舌簧式等。

3、**原理**：（1）通过交变电流的音圈在电磁力作用下产生振动，**电能 $\rightarrow$ 机械能转换**，（2）振膜随着音圈振动，产生声音，**机械能 $\rightarrow$ 声能转换**。

## 三、立体声原理

### （一）双耳听觉特性

1、**立体声**：具有层次分明、具有立体感（方位感和深度感）的声音效果。

2、**人耳辨别声源方向的两个物理因素**：（1）声音到达左右耳的**时间差**（或**相位差**）；（2）声音到达左右耳的**声级差**（或**强度差**）。

3、**立体声广播中实际立体声效果实现方式**：使用声级差方式实现，便于和单声道系统兼容。

**（二）立体声的拾音方式**：（1）A-B 方式，（2）X-Y 方式，（3）M-S 方式，（4）仿真头方式，（5）多声道拾音方式。

### （三）立体声的听声

1、**最佳听声位置**：左右扬声器连线为底边的等腰三角形的顶点。

2、**双声道听声系统**：利用两个扬声器的声级差产生的声像分布实现立体声效果。利用声级差的方法有利于立体声和单声道之间兼容。

## (四) 多声道环绕声

### 1、5.1 声道

- (1) 聆听者前面 3 个声道：L= 左，C= 中，R= 右。
- (2) 聆听者后面 2 个声道：LS= 左环绕，RS= 右环绕。
- (3) 聆听者前面增加.1 声道（大约 150Hz 以下超低音）：LFE=低音炮。

2、**6.1 或 7.1 声道**：在 5.1 声道基础上增加 1 或 2 个环绕声，放置在左环绕和右环绕之间。

## 四、数字音频技术基础

### (一) 数字音频基本概念

#### 1、模拟信号和数字信号

- (1) **模拟信号**：在时间和幅度上都连续变化的信号。
- (2) **数字信号**：在时间和幅度上都离散的信号。

#### 2、模拟信号和数字信号两者之间的区别

信号	信号基本特征	信息表示方法
模拟信号	<b>无限连续性</b> ：函数的取值为无限多个，信号的 定义域和值域都是连续的。	<b>准确比例性</b> ：待传递的信息可准确表示且 包含在信号的波形之中（ <b>比例关系</b> ）。
数字信号	<b>有限离散性</b> ：函数的取值为有限多个， 信号的 定义域和值域都是离散的。	<b>近似对应性</b> ：待传递的信息只能近似表示， 且包含在码元的不同组合之中（ <b>对应关系</b> ）。

### (二) 声音信号数字化

1、**取样**：将时间轴上连续的信号成为时间上离散的脉冲序列，即将信号在时间域离散化。

(1) **奈奎斯特取样定理**：要想取样后能够不失真地恢复出原信号，则取样频率必须大于信号最高频率的二倍。  $f_s \geq 2 f_m$

①取样后的频谱中，各个周期之间相互不重叠。

②采用一个截至频率为  $f_s/2$  的低通滤波器可将原始信号的频谱恢复。

(2) **数字音频取样频率**：①数字卫星广播：32kHz，②CD：44.1kHz，③演播室：48kHz。

**2、量化**：在幅度轴上将连续变化的幅度值用有限位的数字表示，即将信号幅度离散化。

(1) **量化比特数 (n) 与十进制的量化等级数 (M) 之间的关系**： $n = \log_2 M$

**量化比特数 =  $\log_2$  量化等级数**

(2) **数码率 = 取样频率 (fs) × 量化比特数 (n) (bps, 比特/秒)**

(3) **存储量 = ( 取样频率 × 量化比特数 × 声道数 ) / 8 ( Byte, 字节 )**

(4) **量化信噪比**：

①**单极性的信号 (如亮度信号)**： $SNR[dB] = 10.76 + 6n$  [dB]

②**双极性的信号 (如声音信号)**： $SNR[dB] = 1.76 + 6n$  [dB]

**3、编码**：将已量化的信号幅值用二进制或多进制数码表示。

(1) **信源编码 (Source Encoding)**：解决模拟信号的数字化、降低冗余度和提高数字信号的有效性所进行的编码。主要任务：① A/D 变换，② 压缩编码。

(2) **信道编码 (Channel Encoding)**：提高数字传输可靠性、降低误码率、按一定规则加入冗余码元所进行的编码。主要任务：① 码型变换，② 差错控制。

### (三) 数字信号处理系统组成

**1、前置低通滤波器**：将输入信号中高于某一频率（即取样频率的一半）的频谱分量滤除，以保证取样后不发生频谱重叠。

**2、模/数 (A/D) 转换器**：对滤波之后的模拟信号进行取样、量化和编码，将模拟信号

转换为数字信号。

**3、数字信号处理器：**对数字信号按预定要求进行各种处理，包括滤波、变换、检测、谱分析、估计、压缩、识别等，以便获得人们所希望的信号。

**4、数/模（D/A）转换器：**将处理之后的数字信号转换成模拟信号。

**5、模拟低通滤波器：**滤除信号中不需要的高频分量，平滑成所需的模拟输出信号。

#### **（四）音频信源编码**

**1、压缩机理：**（1）去除信号中的“冗余”部分，包括在时域和频域都存在的信息冗余度；（2）去除声音中与听觉无关的“不相关”部分，对于人耳感觉不到的不相关部分不编码、不传送。

#### **2、MPEG 音频压缩标准**

（1）**两种编码方法：**①**掩蔽型通用子频带集成编码与频分复用** MUSICAM（Masking Pattern Adapted Universal Subband Integrated Coding And Multiplexing）。②**自适应频谱感知熵编码** ASPEC（Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding）。

（2）**三个层次（编码算法序列）：**①MP1：简化的 MUSICAM，②MP2：标准 MUSICAM，③MP3：ASPEC 算法与算法 MUSICAM 结合。

#### **3、MPEG-1 音频编码标准**

（1）**数据率：**32kbps~384kbps，

（2）**四种声音模式：**单声道、双声道、立体声、联合立体声。

#### **4、MPEG-2 两种音频编码标准**

（1）**MPEG-2 BC：**兼容 MPEG-1 音频压缩编码算法。应用层次：L1、L2、L3。工作模式：5.1 声道环绕声。

（2）**MPEG-2 NBC/ MPEG-2 AAC：**与 MPEG-1 不兼容，结合使用多种最新技术，在

极低数据率时实现广播级的音频质量。应用层次：主要类型、低复杂度类型、可变化取样频率类型。工作模式：最高 48 声道。

#### (1) **MPEG-2 音频编码标准发展和扩展**

- ①多声道环绕声编码（5.1 声道）和多语言（7 种）节目编码；
- ②低（半）取样频率（LSF）低比特率编码。（16、22.05、24kHz）。

#### 5、**MPEG-4 音频编码标准**

##### (1) **包含对人工合成和自然两种不同声音素材进行压缩编码的多种算法。**

- ①**基于内容的编码**：引入音频对象，实现基于内容的编码。
- ②**三种编码形式**：传统的自然音频编码、结构音频缩码和合成/自然混合编码。

(2) **支持不同质量要求的信号等级**：高保真、中等质量音乐、宽带语言、电话质量语言、很低比特率语言、合成音乐、合成语言。MPEG-4 支持的数据率为 **2 ~ 64kb/s**。

##### (3) **增加了通信用途**：用于各种传输线路和连接方式，可以各种数据率传送信息。

#### **(五) 数字音频的信道编码**

##### **1、差错控制的三种方式：**

(1) **前向纠错 (FEC)**：信源代码本身包含检错纠错能力，发送端发送的数据内包括信息码元以及供接收端自动发现错误和纠正误码的监督码元。

(2) **自动请求重发 (ARQ)**：解码器对接收码组逐一按编码规则检测其错误。如果无误，向发送端反馈“确认”ACK 信息；如果有错，则反馈回ANK 信息，以表示请求发送端重复发送刚刚发送过的这一信息。

(3) **混合纠错 (HEC)**：上述两种方式的有机结合，发送端发出的信息内包含有给出检错纠错能力的监督码元，当误码量少在纠错能力内时，实行自动纠错；误码量超过纠错能力时，不论错码多少，接收端能通过反馈信道请求发送端重发有关信息，即利用ARQ 方式

进行纠错。

## 2、数字音频常用信道编码

(1) **奇偶校验码**：最简单的线性分组码。在每个分组后的信息码组后面附加上1bit 监督码元作为奇偶校验位，使得总码长 $n$ （包括  $k$  个信息码元和 1 个监督码元）中的码重为偶数（偶校验）或奇数（奇校验）。

(2) **循环冗余校验码**（CRC）：具有循环性的线性分组码。编码简单且误判概率很低，在通信系统中得到了广泛的应用。

(3) **里德 - 所罗门码**（RS）：一种适合于多进制的、具有强纠错能力的、非二进制纠错码；以符号为单位进行编译码和检纠错的循环码。

(4) **交织**（Interwave）：为达到纠正突发错误，使差错分布均匀，将相邻信息单元在时域和频域上尽可能分开传送所采取的措施。本质上是一种将数据序列顺序进行变换，使突发差错信道变成独立随机突发差错信道的方法。

(5) **交叉交织里德-所罗门编码**（CIRC）：不需要反馈信道且实时性好的里德-所罗门编码。

(6) **误码掩蔽**：采用数据替换掩错。利用连续信号的相关性，当误码范围过大而接收端无法纠正时，可以利用前面已接收、存储的相关数据来代替。

## 第三章广播中心技术小结

### 一、广播电台和广播中心

**1、广播系统基本组成**：(1) **音源采集**：各种声音的信号源。(2) **自动化制播系统**：由各种工作站、服务器、硬盘阵列、局域网组成，承担节目的制作和播出。(3) **自动化监测系统**：由各种工作站、服务器、局域网组成，完成各工艺节目质量的监测。(4) **传音链路**：采

用电缆、光缆、微波、卫星等，将所需的声音节目传送到节目发送部门。(5) **发射台**：将音频节目信号调制成频带信号，并完成向受众的传送。

**2、发展趋势**：(1) 内容信息化，(2) 服务现代化，(3) 渠道多元化。

### **3、广播中心组成**：

(1) **节目制作中心**：制作各种符合要求的广播节目。

①**前期制作**：通过素材采集、录音、摄录形成节目素材的工艺过程。

②**后期制作**：对节目素材编辑、剪接、复制、配音、合成等制作成可供播出的完整节目成品的一系列工艺过程。

(2) **播控中心**：按一定的时间顺序将所需的声音节目播出，传送到节目传输部门。

①**节目播出**：根据广播节目表的安排，按顺序进行编排，并按时播出各种节目。

②**节目传送**：将节目信号通过电缆、光缆、微波、卫星传送到广播发射台等。相应的传音链路称为演播室至发射机链路STL (Studio Transmitter Link)。

## **二、声音采集技术**

**(一) 录音技术**：把声能转变为其它形式的能量而加以存储，以便在不同的场合和时间进行重放的技术。

1、**三类存储媒介**：(1) **磁记录**：磁性材料，如磁带、磁盘等，(2) **光记录**：感光材料，如光盘等。(3) **固体记录**：半导体存储器件。

### **2、声音的获取方式**：

(1) **采访用传声器** (话筒)；

(2) **采访机**：包括磁带录音机、数字磁带录音机 DAT、微型光盘 MD、固态采访机 (采用闪存的小型数字采访机)。

(3) **电话采集系统**：自动将电话通话内容记录在电脑硬盘上，以便剪接、整理，日后

进行播出的专用系统。由计算机部分、语音压缩采集卡和录音软件组成。

#### (1) **CD 抓轨系统:**

①**CD 抓轨:** 把一些不能直接复制的CD 音频文件借助第三方软件复制到硬盘并成为计算机文件。

②**CD 抓轨转换软件:** 专为电台开发的 CD 抓轨和音频格式转换软件, 可以直接将 CD 上的歌曲抓取到软件界面中进行播放, 并且能够很方便的实现各种音频格式之间的转换。

### 3、光盘记录技术

(1) **记录原理:** 声音电信号⇒调制⇒激光束⇒ 照射 CD 光盘的感光树脂⇒ 留下由一个个记录标志组成的螺旋形光迹⇒ 记录下数字声音信号。

(2) **读出原理:** 读出激光束⇒照射⇒记录层的光迹⇒扫过不同凹坑点⇒反射光的密度强弱也随之相应变化⇒ 形成一个连续的光信号流⇒光电转换器件⇒数字电流信号⇒放大、整形和处理⇒数字声音信号

### 4、磁带录音机的基本工作原理

(1) **消磁:** 超音频信号⇒消音磁头⇒产生磁场⇒抹去磁带原有信息。

(2) **录音:** 输入的信号⇒录音放大器放大+超音频信号⇒录音磁头⇒磁信号⇒磁带记录。

(3) **放音:** 磁带信号⇒放音磁头⇒电信号⇒ 放大器⇒扬声器。

**5、磁带录音机两种消音方法:** (1) 恒磁场消音法, (2) 交变磁场消音法 (超声波消音法)。

**6、数字磁带录音特点:** (1) 所记录的电信号是数字信号, 是比特, 而不是信号波形;

(2) 不必考虑线性失真问题; (3) 必须提高记录信息的密度, 带宽是模拟式磁带录音机的 30 倍以上。

**7、广播转播车功能:** (1) 现场信号处理: 话筒、调音台、录音机、音频处理器、周边

设备。(2) 现场扩音。(3) 现场信号回传：微波、卫星。

## 8、对播音室（录音室）的声学要求

**播音室：**(1) 应有适当的混响时间，而且房间中声音扩散均匀。(2) 应能隔绝外面的噪声。

**控制室：**有一定的空间和一定的混响时间，以便工作人员逼真地监听节目的音质。

## 9、混响和混响时间

(1) **混响：**声源停止发声后，在声场中由迟到的反射声形成的声音的“残留”现象。

(2) **混响时间：**当一个连续发声的声源，在达到稳态声场后声源突然停止发声，则从声源停止发声到室内声能密度衰减到原来的百万分之一（60dB）时所经历的时间。

(3) **混响时间的影响：**混响时间长，丰满度增加，清晰度下降。

## 三、广播节目制作技术

**1、数字音频工作站DAW定义：**以微型计算机为控制设备，以硬磁盘为记录媒介的非线性数字音频系统。

**2、基本原理：**通过数字声卡，对输入的模拟音频信号进行模拟/数字取样，转换为计算机的数字声音文件，由计算机对声音进行各种处理，完成声音的加工功能。

### 3、组成：

(1) **主机：**核心中央处理器（CPU）和中央存储器（CM）。

(2) **硬磁盘：**外部存储器。

(3) **数字信号处理器（DSP）：**负责音频信号的数字化处理，并直接将数字信号送硬磁盘储存。在数字状态下对音频进行各种特技处理。

(4) **各种接口：**A / D 转换器接口、D / A 转换器接口和控制接口，以实现对各种功能的选择或操作。

(5) **相关软件模块**：利用处理软件对声音数据进行操作。

**4、特点**：(1) 以专业的要求录入和播放声音；(2) 良好的操作平台；(3) 全面快捷的声音编辑功能；(4) 具备声音效果处理功能。

**5、分类**：(1) 录制工作站；(2) 编辑工作站；(3) 播出工作站；(4) 审听工作站；(5) 广告工作站。

## 四、节目处理技术

**1、音质评价术语**：11个词汇描述。分成优、良、中、差、劣五个等级。

清晰（模糊）；丰满（单薄）；圆润（尖硬）；明亮（粗糙）；柔和（灰暗）；融合（发散）；平衡（不平衡）；临场感（临场感差）；真实（失真）；立体效果明显（立体效果不明显）；总体音质效果理想（总体音质效果不理想）。

**2、声音的频谱特性**：人耳的听音范围为20Hz~20KHz，可划分为三个频段：(1) 低频段（500Hz以下）、(2) 中频段（500Hz-7Hz），(3) 高频段（7KHz以上）。

### 3、声音的处理

(1) 对于语言信号的处理：选择适当的传声器，确定传声器的数量、位置和角度，选择传声器的指向性。

(2) 对于音乐的声音信号处理：注意传声器的使用、拾音方式选择和调音技术三个方面。

**4、声音处理设备**：对音频信号进行修饰、加工处理的设备。

**(1) 压缩器**：当输入信号超过称为阈值增益就下降，信号被衰减的自动音量控制器。

**(2) 限幅器**：峰值限制（峰值切削）的声音处理装置。

**(3) 噪声门**：当输入信号电平超过了门限时电路导通，且门限可以调整的电子门电路。

**(4) 均衡器**：利用人的心理声学特性，对声音信号进行修饰和美化的谐波发生器。

**(5) 听觉激励器:** 为更加逼真反映现场感而加入一定特定成分“失真”信号的谐波发生器。

**(6) 延迟器:** 将主声延迟一定时间后再送入声场的设备。

**(7) 混响器:** 调节声音混响, 增加音乐节目临场感和空间感的声处理装置。

**5、满刻度电平FSD:** 数字音频网络保证信号转换不引起电平的变化规定的数字域信号电平。

(1) **0 dBFS 的定义:** 模拟域中 A/D 转换器 (ADC) 最大的不削波信号电平所对应的数字域信号电平。

(2) **对应关系:** 大多数设备 0 dBFS 对应于模拟电平的+24dBu。有些设备 0 dBFS 对应于模拟电平的+15dBu。

## 五、广播节目播出技术

### (一) 节目的三种播出方式

1、**直播:** 节目不经过录音制作工序播出方式。**“播录”:** 播音员在进行直播的同时, 也可同时进行录音, 以便日后多次重播。

2、**录播:** 事先录制好节目, 需要用放音机将节目播出方式。

3、**转播:** (1) 实况转播: 节目源来自节目演出的现场, 播音员在现场进行播音解说的播出方式。(2) 台际转播: 节目源来自其它电台的播出方式。

### (二) 调音控制台

1、**作用:** 将多种输入信号按一定的要求进行加工处理、组合后输出。

2、**组成:** (1) **输入部分:** 对输入信号进行放大和处理。(2) **输出部分:** 对各个输出通道的信号进行放大、主音量控制等。(3) **监听部分:** 监听调音或录音的质量。

3、**主要技术指标:** (1) **增益:** 在 80dB~90dB 的范围之内。(2) **频率特性:** 一般不均

匀度应小于 1.5dB。(3) **非线性失真**: 一般应保持小于 1%。(4) **噪声**: 输入通道放大器为低噪声放大器。(5) **串音率**: 一般应高于 70dB。

## **六、广播中心网络化**

### **(一) 广播台网**

**1、广播台网定义**: 以现代信息技术和广播数字技术为基础的, 实现广播电台内容生产、运营和管理等综合业务的信息化网络平台。将整个广播中心以计算机网络为基础的传播方式, 完成节目的录制、制作、播出工作。

**2、广播电台相对独立的四个网络**: (1) 广播制播网, (2) 播控传输网, (3) 综合业务网, (4) 广播门户网。

**3、主要系统**: (1) 节目制作播出系统, (2) 新闻业务系统, (3) 办公自动化系统。

### **(二) 网络化制播系统**

**1、基本功能**: (1) 音频节目录制; (2) 音频节目播出; (3) 音频节目管理。

**2、扩展功能**: (1) 节目录制监测; (2) 广告节目管理; (3) 异地节目传送。

**3、主要特点**: (1) 高质量、高效率。(2) 利用计算机技术进行节目制播。(3) 保证不间断安全优质播出, 制播成本较低。(4) 完善的数据库功能。

**4、存储区域网络 (SAN)**: 由盘阵以及光纤交换机设备构成的存储子网。SAN 上的存储空间可由以太网主网上的每一系统所共享。

**5、廉价冗余磁盘阵列 (RAID)**: 通过将多个存储设备按照一定的形式和方案组织起来, 能获取了比单个存储设备更高的速度、更好的稳定性、更大的存储能力的存储设备的解决方案。RAID磁盘阵列共分8级, 常用为RAID 0、 RAID 1、 RAID 3和 RAID 5。

### **(三) 节目数字存储与交换系统**

**1、数字化转储系统设计目标**:

- (1) 音频资料高保真数字化。
- (2) 高效可靠的批处理流程。
- (3) 集中统一的转储质量控制。
- (4) 对生产过程进行完整记录。

## **2、音频资料转储工作流程：**

- (1) 音频资料数据带和元数据准备。
- (2) 老化录音磁带恢复处理。
- (3) 加载音频磁带，启动数据采集。
- (4) 转储质量审听。
- (5) 生成输出数据包。
- (6) 进行刻录。
- (7) 生成日志文件。

## **七、广播中心的安全播出**

### **1、保证数据的安全措施：**

- (1) 采用双服务器群集技术；
- (2) 采用RAID容错磁盘阵列柜；
- (3) 主干网交换机与服务器连接采用双通道结构，互为备份；
- (4) 应用软件设置相应权限；
- (5) 建立严格的防病毒责任制；
- (6) 防止非法操作及误操作，严禁安装和运行无关或来路不明的软件；
- (7) 与外部网络互连时必须设置防火墙等措施。

### **2、保证播出的安全措施：**

- (1) 播出工作站采用双机热备份;
- (2) 主站采用网络播出, 备站采用本地硬盘播出;
- (3) 备用播出工作站中始终保持3天的播出节目单和节目内容。

### 3、环境安全中应该注意事项:

- (1) 要注意广播中心的用电安全;
- (2) 防雷接地系统应符合要求;
- (3) 温湿度控制适宜。

## 第四章声音广播系统小结

### 一、无线电广播基础知识

#### (一) 广播电视波段(频段)划分

- 1、**中波(中频)**: 526.5kHz (570m) 至 1605.5kHz (187m), 国内声音广播。
  - 2、**短波(高频)**: 2.3MHz (130m) 至 26.1MHz (11.5m), 国外声音广播。
  - 3、**米波(甚高频VHF)**: 48.7MHz (6.16m) 至 223MHz (1.35m), 又分为 I、II、III 三个波段。
  - 4、**分米波(特高频UHF)**: 470MHz (0.64m) 至 958MHz (0.31m), 主要用于地面电视广播, 可容纳 56 个频道, 它又分为IV、V两个波段。
    - (1) IV波段 470MHz —566MHz, DS-13 ~DS-24
    - (2) V波段 606MHz —798MHz, DS-25 ~DS-48
  - 5、**微波**: 可分为特高频 UHF (分米波)、超高频 SHF (厘米波)、极高频 EHF (毫米波)。
- 卫星广播通常使用波段: (1) C 波段 (3.9~6.2GHz), (2) Ku 波段(11.7~12.2GHz)。

#### (二) 无线电波的传播特性

## 1、电波的传播途径：

- (1) 天波传播—经过电离层反射后到达接收点；
- (2) 空间波传播—经过对流层在自由空间传播；
- (3) 地波传播—沿地球表面传播。

## 2、各波段电波传播的特点：

**(1) 中波传播特点：**白天主要由地波传播。晚间D层消失，天波由E 电离层反射可传到较远距离。

**(2) 短波传播特点：**主要由天波传播。有衰落现象。传播的距离很远，可达上万公里。

**(3) 超短波**（米波和分米波）**传播特点：**只能靠空间波视距传播。传播距离一般只有几十公里。发射天线架得越高传播效果越好。

**(4) 微波传播特点：**只能靠视距传播。传播距离只有几十公里，可用中继形成微波链路传输。

## (三) 覆盖网和传输网

**1、覆盖网：**扩大节目覆盖范围的网络。由转播台、差转台和同步卫星实现。

**2、传输网：**台际节目信号传输的网络。通常主用光纤链路，备用微波链路。

## (四) 调制和解调

**1、调制：**在发送端，将要传送的信息（调制信号）运载到高频率的交变电流（载波）上的过程。

涉及到三种信号：（1）载波：受调制的高频交变电流信号。（2）调制信号：调制载波的信号。（3）已调波：调制后的载波信号。

**2、解调：**在接收端，从已调波上将它运载的信息检取出来的过程。

**3、模拟调制方式：**调幅（AM）、调频（FM）和调相（PM）。

**4、数字调制方式：**幅度键控（ASK）、频移键控（FSK）和相移键控（PSK）。

### **（五）调幅技术**

**1、定义：**用调制信号（音频信号或视频信号）去控制改变高频载波信号的振幅，从而使高频载波的振幅随调制信号的变化而变化。调幅过程实质上是将调制信号的频谱进行“搬移”操作，搬至载频的两边。

#### **2、分类：**

(1) **普通调幅AM：**主要应用于中波调幅广播（MW）。

(2) **平衡调幅DSB-AM：**“只传两个边带，不传载波”。主要应用于调频立体声广播副信道差信号（ $S = L - R$ ）对 38 k Hz 副载波的调制。彩色电视中的色度信号对彩色副载波的调制。

(3) **单边带调幅SSB-AM：**只用一个边带依然保持调制信号的特征，并可节省一半带宽。主要用于短波广播中。

(4) **残留边带调幅VSB-AM：**主要用于电视广播中对图像信号对图像载波的调制。上边带0~6 MHz全传，下边带0~0.75 MHz全传，0.75 ~1.25 MHz减传，1.25 MHz ~6 MHz不传。发射总带宽为  $1.25 + 6.5 + 0.25 = 8$  MHz。

**3、频谱结构：**（1）**载波分量**  $f_c$ ，（2）**上边带**  $f_c - F_m \sim f_c$ ，（3）**下边带**  $f_c \sim f_c + F_m$ 。

#### **4、两个重要参数：**

(1) **调幅度**  $m_a$ ：反映调幅波振幅变化的相对程度。

(2) **通频带**  $B=2 F_m$ ：反映已调波的有效带宽（最高话音频率的两倍）。

### **（六）调频技术**

**1、角度调制：**高频载波的相位受到调制信号的控制的调制方式的统称。

(1) **角度调制分类：**调频（FM）和调相（PM）两种；

(2) **角度调制共性**：①高频已调波的振幅 $U_c$ 稳定；②高频已调波的总相角 $\Phi(t)$ 随调制信号变化。

**3、调频定义**：高频载波的瞬时频率按调制信号的变化而变化，而且幅度保持不变。

**4、调频指数**： $m_f = \Delta\omega_f / \Omega = \Delta f_m / F = \text{最大频偏} / \text{调制频率}$

$m_f$ 实质是最大的相位偏离值，表示在调频过程中，瞬时相位 $\Phi(t)$ 变化幅度，反应了调制深度，单位是[弧度]。

**5、有效带宽**： $B = 2(m_f + 1)F = 2(\Delta f + F)$

调频广播标准规定 $B = 200 \text{ kHz}$ ；电视广播中伴音标准规定 $B = 250 \text{ kHz}$ 。

## 6、调幅和调频的主要区别

- (1) **高频载波振幅**：调幅的振幅是变化的。调频是等幅波。
- (2) **高频载波频率**：调幅高频载波频率不变；调频频率变化。
- (3) **已调波频带宽度**：调频比调幅波宽得多。
- (4) **声音质量**：调频比调幅好。
- (5) **传输距离**：调幅的传输距离和覆盖范围比调频大。

## (七) 广播发射台

### 1、发射台的基本任务：

(1) **产生高频振荡激励电能**，由高频振荡器将电源的能量转换为高频振荡的能量，产生高频电流或电压；

(2) **控制高频振荡电能**，用传送的节目信号（基带信号）去调制高频振荡，使高频电能按所传送信号的变化而变化；

(3) **将受控高频振荡电能转换为空间电磁波**，由天线向空间发射。

### 2、广播发射台的构成：

- (1) **发射机**: 用被传送的音频信号对其载波进行调幅, 并放大到额定功率电平。
- (2) **馈线和天线**: 馈线-将发射机输出的已调制的高频电流送到天线上去的装置。天线-将已调制的高频电流的能量转换成电磁波的形式辐射出去的设备。为了使天线输入阻抗与馈线阻抗相匹配, 在天馈线之间一般装有调配装置。
- (3) **节目传输分配系统**: 节目传输系统-经电缆、光缆、微波、卫星、短波、调频中继将电台节目信号送到发射台。节目分配系统-将 STL 送来的信号分配到发射机和监听、监测设备。
- (4) **附属设备**: 冷却系统-采用强制冷却使发射机耗散功率产生的热量尽快散发。假负载-当发射机调整和功率计校正时, 为发射机提供一个标准的负载电阻, 并能承受发射机送来的全部功率。监控、监测设备(调试检测)-测试发送设备技术指标, 供监听、监测发射机工作状态。控制台-切换被传送的信号到发射机的输入端; 对发射机进行开、关机等主要操作; 对发射机主要工作状态和运行质量进行监测。
- (5) **变电配电系统**-为了不间断地向各种设备供电, 发射台一般都有两路电源, 用一备一, 并设有配电装置。

## 二、中、短波广播发射技术

### 1、板极调幅发射机的组成

- (1) **激励器**: 产生发射机的发射频率(载频)。
- (2) **高频放大器**: 对高频信号进行放大。
- (3) **被调级(高末级)**: 用音频信号对高频载波进行幅度调制, 并进行功率放大。
- (4) **音频处理器**: 按发射机的要求, 对音频信号进行加工处理。**音频处理器三个作用**:
  - ①压缩节目动态范围, 提高平均调幅度。
  - ②防止过调制。
  - ③改善传输系统的信杂比。
- (5) **音频放大器(调幅器)**: 把微弱的、经过加工处理的音频信号放大到所需的电平。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/025004014030011133>