**通信原理知识点总结（整理By葫芦娃）**

**第一章 绪论**

1.通信的目的是传递消息中所包含的信息。

2.消息中所包含的有效内容是信息。

3.通信是进行信息的时空转移，即把消息从一方传送到另一方。

4.画出通信系统一般模型：

5.连续消息是指消息的状态连续变化或不可数的，如连续变化的语音、图像等；

离散消息是指消息的状态是可数的或离散的，如符号、数据等。

6.经过调制过的信号叫已调信号，又称带通信号，它有两个特征：一是携带信息，二是适应在信道中传输。

7.信源编码有两个基本功能：一是提高信息传输的有效性，即通过某种数据压缩技术设法减少码元数目和降低码元速率；二是完成A/D转换。

8.信道编码的目的是增强数字信号的抗干扰能力。

9.与模拟通信相比，数字通信具有以下一些优点：（1）抗干扰能力强，且噪声不积累；（2）传输差错可控；（3）便于用现代DSP技术对数字信息进行处理、变换、存储；（4）易于集成，使通信设备微型化，重量轻；（5）易于加密处理，且保密性好。数字通信的缺点是：一般需要较大的传输带宽。

10.连续波调制分为线性调制（AM,DSB,SSB,VSB）、非线性调制（FM,PM）、数字调制（ASK,FSK,PSK,DPSK）。

脉冲调制分为脉冲模拟调制（PAM,PDM,PPM）和脉冲数字调制（PCM,DM,DPCM,ADPCM）。

11.按传输媒质分类，通信系统包括有线通信和无线通信两大类。

12.按复用方式分类，传输多路信号有频分复用、时分复用、码分复用三种方式。

13.按消息传递的方向与时间关系，通信方式可分为单工、半双工和全双工通信。

14.按数据代码的排列顺序可分为并行传输和串行传输。

并行传输是将代表信息的数字信号码元序列以成组的方式在两条或两条以上的并行信道上同时传输。优点：节省传输时间，速度快；缺点:需要N条通信线路，成本高。

串行传输是将数字信号码元序列以串行方式一个码元接一个码元地在一条信道上传输，优点：只需一条通信信道，费用低；缺点：速度慢，需要外加同步措施。

15.通信系统的主要指标是有效性和可靠性。

有效性是指传输一定信息量时所占用的信道资源（频带宽度和时间间隔），或者说是传输的“速度”问题；而可靠性是指接受信息的准确程度，也就是传输的“质量”问题。

16.模拟通信系统的有效性可以用带宽来度量，可靠性通常用输出信噪比来度量；

数字通信系统的有效性可以用码元速率、信息速率和频带利用率表示，可靠性可用误码率、误信率表示。

17.信息量是对消息发生的概率（不确定性）的度量。等概率发送时，信源的熵有最大值。

**第四章 信道**

1. 按传输媒质不同，信道包括无线信道和有线信道。无线信道利用电磁波在空间中的传播传输信号，有线信道利用人造的传导电或光信号的媒体来传输信号。

2.根据通信距离、频率和位置的不同，电磁波的传播主要分为地波、天波、和视线传播三种。频率较低的电磁波趋于沿弯曲的地球表面传播，有一定的绕射能力，这种传播方式称为地波传播；利用电离层反射的传播方式称为天波传播。电磁波不能到达的其他区域称为寂静区；频率高于30MHz的电磁波将穿透电离层，因此只能类似光波那样作视线传播。

3.电磁波在大气层内传播时会受到大气的影响。第一个谐振点是由于水蒸气吸收产生的，在23GHz；第二个谐振点是由于氧气吸收产生的，在62GHz；第三个谐振点是由于氧气吸收产生的，在120GHz。

4.散射现象具有强的方向性，散射的能量主要集中于前方，故常称其为前向散射。散射传播分为电离层散射、对流层散射、流星余迹散射。

5.目前在民用无线电通信中，应用最广的是蜂窝网和卫星通信。

6.传输电信号的有线信道主要有三类，即明线、对称电缆、同轴电缆。

7.在多模光纤中，光的传播路径（传播模式）有很多种。它的色散有三种：材料色散、模式色散、波导色散。

8.由于信道中的噪声是叠加在信号上的，因此称其为加性噪声或加性干扰。

9.调制信道的模型分为两类，特性随机变化的信道称为随参信道；信道特性基本不随时间变化或变化极小的信道称为恒参信道。

10.可以用错误概率来描述编码信道的特性，这种错误概率叫转移概率。编码信道中产生错码的原因以及转移概率的大小主要是由于调制信道不理想造成的。

11.恒参信道的主要传输特性通常可以用其振幅-频率特性和相位-频率特性来描述。信号的频率失真会使信号的波形产生畸变，引起相邻码元波形之间发生部分重叠，造成码间串扰。信道的相位特性不理想会产生相位失真，对数字信号的影响很大。以上两种失真都是线性失真，因此可以用线性网络进行补偿。

12.随参信道具有的共同特性：（1）信号的传输衰减随时间而变；（2）信号的传输时延随时间而变；（3）信号经过几条路径到达接收端，而且每条路径的长度（时延）和衰减都随时间而变，即存在多径传播现象，它对信号的影响称为多径效应，，导致数字信号的码间串扰增大，引起的衰落叫快衰落。（信号包络因传播有了起伏的现象叫衰落）。

结论：发射信号为单频恒幅正弦波时，接收信号因多径效应变成包络起伏的窄带信号。

13.噪声按性质分类，可分为脉冲噪声、窄带噪声和起伏噪声三类。

14.经过信道传输后的数字信号分为三类：确知信号、随相信号和起伏信号。

15.信道容量是指信道能够传输的最大平均信息速率。离散信道容量有两种度量单位，一种是用每个符号能够传输的平均信息量最大值表示信道容量C；一种是用单位时间（秒）内能够传输的平均信息量最大值表示信道容量；连续信道信道容量的香农公式： 。当给定S/N0时，若带宽B趋于无穷大，信道容量不会趋于无限大，而只是S/N0的1.44倍。

**第五章 信道**

1.调制是把信号转换成适合在信道中传输的形式的一种过程，广义上分为基带调制和带通调制。

2.载波调制就是用调制信号去控制载波的参数的过程。调制信号是指来自信源的消息信号（基带信号），未受调制的周期性震荡信号称为载波，载波调制后称为已调信号。

3.任何调制过程都是一种非线性的变换过程。

4.只有AM信号的解调方法是非相干解调，DSB、SSB、VSB信号的解调方法是想干解调。

5.SSB多次滤波的原因：载频较高时，采用一级调制直接滤波的方法已经不可能实现SSB调制。所以可以采用多级DSB调制及边带滤波的方法，增大过渡带的归一化值，以利于滤波器的制作，经单边带滤波后再在要求的载频上进行变频。

6.SSB调制相移法原理图：

技术难点：宽带相移网络(w)的制作，必须精确相移π/2。

7.VSB的滤波器特性H(w)在±必须具有互补对称（奇对称）特性，相干解调时才能无失真地从残留边带信号中恢复所需的调制信号。

8.公式的集合：

9.解调与调制的实质一样，都是频谱搬移。

10.相干解调时，为了无失真地恢复原基带信号，接收端必须提供一个与接收的已调载波严格同步（同频同相）的本地载波（相干载波），它与接收的已调信号相乘后，经过低通滤波器取出低频分量，即可得到原始的基带调制信号。

相干解调器适用于所有线性调制信号的解调。

11.包络检波器原理图:

属于非相干解调，不需要相干载波，广播接收机中多采用此法。RC要满足如下关系： 。

AM信号几乎无例外地采用包络检波。

12.制度增益G= 。G越大，解调器的抗噪声性能越好；同时，G的大小也反映这种调制制度的优劣。

13.各种制度增益大小:

(大信噪比，100%调制时)

14.解调器的门限效应：当输入信噪比低于门限值时，输出信噪比不是按比例随着输入信噪比下降，而是急剧恶化。是由包络检波器的非线性解调作用引起的。

相干解调方法不存在门限效应，因为信号与噪声可以分别解调，解调器输出端总是单独存在有用信号项。

15.与调幅技术相比，调角最突出的优势是较高的抗噪声性能。代价是更宽的带宽。

16.角度调制信号的一般表达式为： 。

(一般表达式)

(一般表达式)

17.单音调制FM与PM

=

=

18.由于NBFM信号最大频偏较小，占据的带宽较窄，但是其干扰性比AM系统要好很多，所以得到广泛应用。对于高质量通信需要采用宽带调频。

19.卡森公式： 。

<<1时，可近似为 。

>>1时，可近似为 。

20.调频信号的产生有两种方法。直接调频是用调制信号直接控制载波振荡器的频率，使其按调制信号的规律线性地变化；间接调频是先将调制信号积分，然后对载波进行调相，即可产生一个NBFM信号，再经过多次倍频得到WBFM信号。倍频器的作用是提高调制指数，从而获得WBFM。

间接法的优点是频率稳定度好。缺点是需要经过多次混频和倍频，电路复杂。

21.调频信号的相干解调仅适用于窄带调频信号，且需同步信号，因此应用范围受限；非相干解调不需要同步信号，且对于NBFM和WBFM都适用，因此是FM系统的主要解调方式。

>>1时，可近似为 。

调频广播常取=5，则制度增益为450。

22.大信噪比之下，WBFM系统有更高的抗噪声性能。

23.对于调频系统来说，增加传输带宽就可以改善抗噪声性能。

在大信噪比情况下，调频系统的抗噪声性能比调幅系统优越，且其优越程度将随传输带宽的增加而提高。

但是，FM系统以带宽换取输出信噪比改善不是无止境的。随着传输带宽的增加，输入噪声功率增大，在输入信号功率不变的条件下，输入信噪比下降，下降到一定程度时候就会出现门限效应，输出信噪比将急剧恶化。

24.各种模拟调制系统性能比较

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 调制方式 | 传输带宽 | 设备复杂程度 | 主要应用 |
| AM |  |  |  |
| DSB |  |  |  |
| SSB |  |  |  |
| VSB |  |  |  |
| FM |  |  |  |

①抗噪声性能方面： > > 。

②频带利用率方面： > 。

③特点与应用：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 调制方式 | 优点 | 缺点 |
| AM |  |  |
| DSB |  |  |
| SSB（VSB） |  |  |
| FM |  |  |

25.复用就是解决如何利用一条信道同时传输多路信号的技术。有两种方法：频分复用FDM与时分复用TDM。

26.在一条物理线路上传输多路话音信号的多路载波电话系统，由12路电话复用为一个基群，5个基群复用为一个超群，10个超群复用为一个主群。每路电话信号的频带限制在300Hz-3400Hz，每路电话信号取4000Hz作为标准带宽。

**第六章 数字基带传输系统**

1.未经调制的数字信号所占据的频谱是从零频或很低频率开始，称为数字基带信号。这种不经载波调制而直接传输数字基带信号的系统，称为数字基带传输系统。把包括调制和解调过程的传输系统称为数字带通传输系统。

2.请画出六种数字基带信号（假定波形为1011001）：

①

②

③

④

⑤

⑥

3.基带传输的传输码的码形选择原则（主要的2条）：

①

②

4.AMI码优点：①没有直流成分，且高、低频分量少，能量集中在频率为1/2码速处；②编解码电路简单，且可利用传号极性交替这一规律观察误码情况。

缺点：出现长连0时造成提取定时信号的困难。

5.HD码除了具有AMI码的优点外，同时还将连0码限制在3个以内，使得接收时能保证定时信息的提取。

6.双相码波形只有极性相反的两个电平，含有丰富的位定时信息，且没有直流分量，编码过程也简单。缺点是占用带宽加倍，使频带利用率降低。

7.数字基带传输系统方框图：

8.所谓眼图，是指通过用示波器观察接收端的基带信号波形，从而估计和调整系统性能的一种方法。

**第七章 数字带通传输系统**

1.这种用数字基带信号控制载波，把数字基带信号变换为数字带通信号的过程称为数字调制。

2.键控法分为振幅键控ASK、频移键控FSK、相移键控PSK三种。

3.AM信号非相干解调方式:

AM相干解调方式:

2FSK非相干解调:

2FSK相干解调：

2PSK键控法调制：

2PSK相干解调：

2PSK相干解调时由于载波恢复过程中存在着180°的相位模糊，所以可能会出现解调出来的信号正好相反的现象，即倒π现象。

2DPSK相干解调：

4.二进制数字调制系统的性能比较

①误码率方面：同一调制方式， > 。

②抗加性高斯白噪声方面： > > 。（相同的信噪比r下，相干解调的2PSK系统误码率最小）。

③频带宽度： 最低。

④对信道特性变化的敏感性： 最差。

5.选择

①抗噪声性能是最主要因素：选 ， 最不可取。

②要求较高频带利用率： 最不可取。

③要求较高功率利用率： 最不可取。

④传输信道是随参信道： 最好。

1. **数字传输**
2. 把模拟抽样信号变换成量化后的离散抽样信号，即量化信号。
3. 量化输出电平和量化前信号的抽样值一般不同，即量化输出电平有误差，这个误差常称为量化噪声。并用信号功率与量化噪声之比来衡量此误差。给定的信号最大幅度，量化电平数越多，量化噪声越小，信号量噪比越高。
4. 均匀量化器对于小输入信号很不利。
5. 非均匀量化，信号抽样值小时，量化间隔也小，信号抽样值大时，量化间隔也大，在进行量化前先将信号抽样值压缩，在进行均匀量化。
6. 把从模拟信号抽样量化直到变换成为二进制符号的基本过程称为脉冲编码调制PCM。抽样和保持电路作在一起，叫抽样保持电路。
7. 与频分复用相比，时分复用的优点：便于实现数字通信，易于制造，适于采集成电路实现，生产成本较低。
8. 将低次群合并成为高次群的过程称为复接，将高次群分解为低次群称为分接。
9. 差错控制编码
10. 按照加性干扰引起的错码分布规律的不同，信道可以分为三类：随机信道，突发信道，混合信道。
11. 产生突发错码的主要原因之一是脉冲干扰。差错控制技术可以分一下四种：检错重发、向前纠错、反馈校验（不需加入差错控制码元）、检错删除。
12. 采用检错重发的通信系统称为自动要求重发系统（ARQ），它与前向纠错相比优点是：①监督码元较少即能使误码率降到很低，码率较高。②检错的复杂程度低③能适应不同特性的信道。缺点：①ARQ需重发，传输效率低。②不能用于单向信道。
13. 为检测e个错码，最小码距do>=e+1；
14. 为纠正t个错码，最小码距do>=2t+1；
15. 为检测e个错码，纠正t个错码，且e>t，最小码距do>=e+t+1；
16. 汉明码是一种能够纠正以为错码且编码效率较高的线性分组码。
17. **H**为监督矩阵，**G**为典型生成矩阵。

第十三章

1.在数字通信系统中，同步包括：载波同步，码元同步，群同步和网同步。