

奈氏准则和香农定理

内容总览

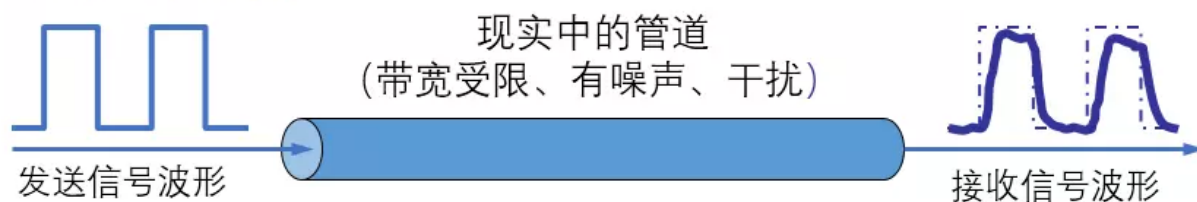


1.失真

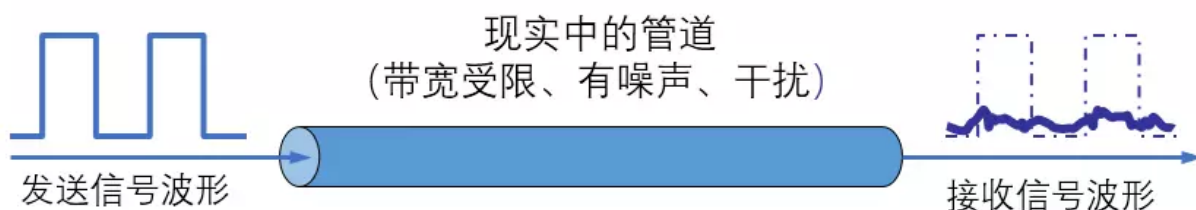
信号在传输过程中，由于实际信道有**噪声、干扰、带宽的限制**，导致接收端接收的信号和发送端发送的信号不一致，这就是失真现象。所谓失真就是失去了真实性。

下图表示两种不同程度的失真现象

有失真但可识别



失真大无法识别

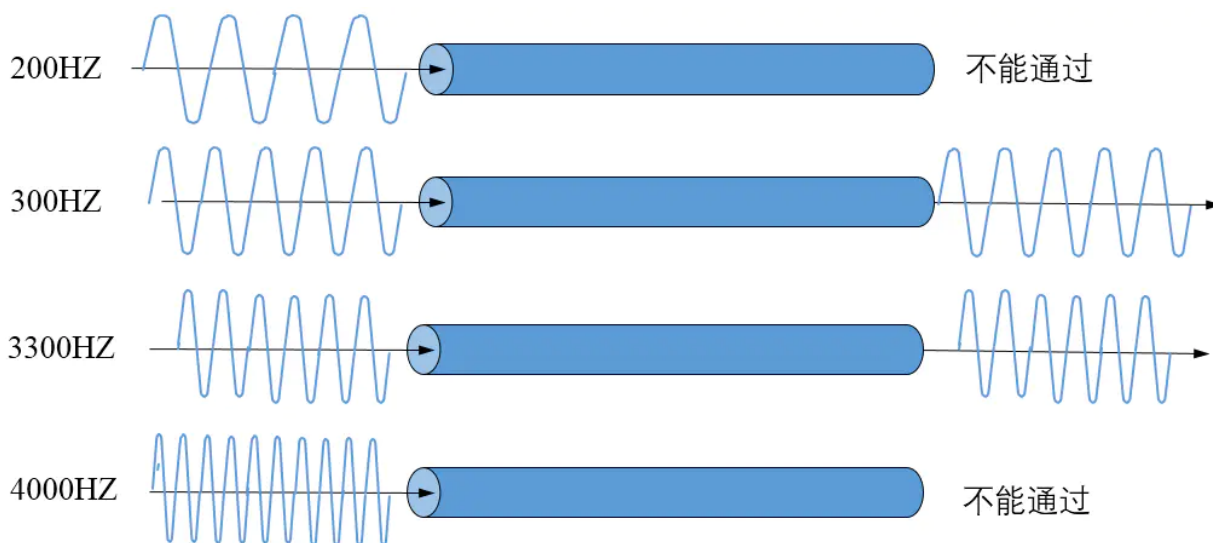


影响失真程度的因素：**码元传输速率、信号的传输距离、噪声干扰、传输媒体的质量。**

码元传输速率越大、信号传输距离越远、噪声干扰越大、或传输媒体质量越差，波形失真越严重。

2. (非重点、补充) 码间串扰

具体的信道所能通过的频率范围是有限的。对于信号带宽小的信号，由于实际信道的干扰等，会使信号衰减导致失真严重。而对于信号带宽过大的信号，如果信号中的高频分量在传输过程受到衰减，那么在接收端收到的波形前沿和后沿变得不那么陡峭了，每一个码元所占的时间界限也不再是很明确的。这样，在接收端接收到的信号波形就失去了码元之间清晰的界限（可以类比一排密集的点快速的移动，点与点之间的界限就会变得很模糊，就很难分辨有多少个点了，如果点分布的疏，移动慢速，就可以很清晰的分辨每一个点）。



码间串扰：**接收端收到的信号波形失去了码元之间清晰界限的现象。**

3. 奈氏准则

奈氏准则：**在理想低通（无噪声、带宽受限）条件下，为了避免码间串扰，极限码元传输速率为 $2W$ Baud， W 是信道带宽，单位是HZ。**

注：带宽只有在奈氏准则和香农定理中单位是HZ，其余都是b/s。

W 是信道带宽，单位：HZ。 V 是码元的离散电平数目，即共有几种码元。

(1) 在任何信道中，**码元传输速率是有上限的**，如果传输速率超过这个上限，就会出现严重的码间串扰问题，使接收端对码元的判决（识别）成为不可能。

(2) 如果信道的**频带越宽**，也就是能够通过的信号高频分量越多，那么就可以用更高速率传送码元而不出现码间串扰。对于上图，如果300HZ和3300HZ是该管道的上下限，那么管道的频带宽度就是3000HZ。

(3) 由于码元的传输速率受奈氏准则的制约，所以要提高数据的传输速率，就**必须设法使每个码元能携带更多的个比特量的信息**，这就需要多元制的调制方法。

4.香农定理

噪声存在于所有的电子设备和通信通道中。由于噪声随机产生，它的瞬时值有时会很大，因此噪声会使接收端对码元的判决产生错误。但是噪声的影响是相对的，若信号较强，那么噪声影响就相对较小。因此**信噪比**就很重要。

信噪比就是信号的平均功率和噪声的平均功率之比，常记于 S/N ，并用分贝（dB）作为度量单位。即

$$\text{信噪比 (dB)} = 10 \lg(S/N) \text{ (dB)}$$

香农定理：在带宽受限且有噪声的信道中，为了不产生误差，信息的数据传输率有上限值。

信道的极限数据传输速率 = $W \log_2(1+S/N)$ (b/s)

W 是带宽，单位：HZ。 S/N 是信噪比。

(1) 信道的**带宽越大或信道的信噪比越大**，则信息的极限传输速率就越高。

(2) 对一定的传输带宽和一定的信噪比，信息传输速率的上限就确定了。

(3) 只要信息的传输速率低于信道的极限传输速率，就一定能找到某种方法来实现无差错传输。

(4) 香农定理得出的是极限信息传输速率，实际信道能达到的传输速率要比它低很多。

5.小结

奈氏准则 香农定理

失真

由于信道有干扰、噪声导致接收端接收的信号和发送端发送的不一致。

影响因素：传输速率、噪声、传送距离、传输媒体质量。

码间串扰

接收端收到的信号波形失去了码元之间清晰界限的现象。

奈氏准则

在低通（无噪声、带宽受限）条件下，为了避免码间串扰，极限码元传输速率为 $2W$ 。

香农定理

信噪比（ S/N ）：信号的平均功率和噪声的平均功率的比值。

信噪比(dB) = $10 \lg(S/N)$ (dB)。

极限数据传输速率 = $W \log_2(1 + S/N)$ (b/s)。