

奈氏准则与香农公式

i Info

在本质上，这两个公式提供的是将数字信号调制为模拟信号过程中，由于模拟信道物理特性而受到的速率上限。即是说，公式提供的是，模拟信道带宽与数字信道最大传输速率之间的转换关系。

奈氏准则 Nyquist 定理

其中涉及很多通信原理相关的内容，推导起来很麻烦，这里备考不需要想太多，把他当做一个结论记住即可。其描述的是，在理想模拟信道中，码元传输速率（波特率，Hz 或 Baud）的上限，受到信道频率带宽的影响，最大速率通常是其带宽的 2 倍。

$$C_{\max} = 2 \times W \times \log_2 V$$

理想情况下的传输速率
(带宽有限, 没有噪声)
单位 b/s

模拟信道带宽
单位是 Hz (1/s)

码元种类数(几进制)

码元传输速率
(波特率)

奈氏准则的结论：

- 任何信道中，码元传输速率是有上限的；超过该界限之后，会无法清晰地识别码元（码间串扰）；通常而言，信道频带越宽，高频分量越多，码元传输速率越高
- 仅限制码元传输速率，未对信息传送进行限制，可通过让码元携带更多比特量来提高传输速率

香农公式

信道是有噪声的，香农公式进一步考虑了信道中的噪声，给出了在有噪声的信道中，信息传输速率的上限。

$$C_{\max} = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

信噪比
S 为信号功率
N 为噪声功率

香农公式结论：

- 带宽和信噪比确定，则传输速率上限确定；并且信道带宽越大或信噪比越小，极限传输速率越高

□ 低于极限传输速率，可以实现无差错传输（实际传输速率比理论值要低）

公式中提到的信噪比是信号和噪声的功率之比，也可以用“分贝”的形式表示，换算关系如下。通常 30dB，对应 1000 倍的信噪比。

$$\text{dB 分贝} = \lg \left(\frac{S}{N} \right) \times \frac{10 \text{ dB 分贝}}{\text{B 贝尔}}$$

单位是贝尔 B