

1.能量信号：能量有限，功率为 0 的信号；功率信号：能量无限，功率有限的信号

$$E_{\infty} = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{t_1}^{t_2} |x[t]|^2 dt, \quad P_{\infty} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} |x[t]|^2 dt, \quad dBm = 10lg(mW)$$

$$e^{jw_0 n} = \cos w_0 n + j \sin w_0 n, |e^{jw_0 n}| = 1, E_{\infty} = \sum_{-\infty}^{\infty} |x[n]|^2 = \infty, P_{\infty} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{-N}^N |x[n]|^2 = 1 \therefore \text{功率信号}$$

2. 香农定理： $C = R_{max} = B \log_2(1 + SNR)$, $SNR_{dB} = 10lgSNR$; B :带宽, Hz ; R_{max} :信道最大容量, bps

3. 信号的传输速率和带宽的关系: $R_B = 2B$, R_B :波特率, B :带宽; 波特率 $R_B = \frac{1}{T}$, 比特率 $R_b = \frac{1}{T} \log_2 V$, 比特率=波特率 $\log_2 V$, 即 $R_b = R_B \log_2 V$

奈奎斯特定理 $R_{max} = 2H \log_2 V$, R_{max} :最大数据传输率, bps ; H :带宽; V :信号的电平级数

4.3dBd = (3 + 2.17)dB = 5.17dB 对称振子相对理想电源天线的增益为 2.17dB

5. 天线增益: $G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4\pi f^2 A_e}{c^2}$; G :增益, λ :波长, c :光速, 3×10^8 , f :频率, A_e :有效面积

6. 自由空间衰落: $L = \frac{P_t}{P_r} = (\frac{4\pi r}{\lambda})^2 \frac{1}{D_t D_r}$, 不计入天线影响, $D_t = D_r = 1$; $L_0 = 20lg(\frac{4\pi r}{\lambda}) = 32.45 + 20lgr + 20lgf$, r :传播距离, km , f :频率, MHz

各向同性天线: $L_{dB} = 10lg \frac{P_t}{P_r} = 20lg \frac{4\pi d}{\lambda} = -20lg\lambda + 20lgd + 21.98dB = 20lg \frac{4\pi fd}{c} = 20lgf + 20lgd - 147.56dB$, λ :波长

其他天线的 $L_{dB} = 20lg\lambda + 20lgd - 10lg(A_t A_r) = -20lgf + 20lgd - 10lg(A_t A_r) + 169.54dB$, A_t :发送天线有效面积, A_r :接收天线有效面积

Okumura/Hata 模型: $L_{dB} = 69.55 + 26.26logf_c - 13.82logh_t - A(h_r) + (44.9 - 6.55logh_t)(logd)$

f_c :载波频率, MHz ; h_t :发射天线高度, m ; h_r :接收天线高度, m ; d :传输距离, km ; $A(h_r)$:修正因子

中小城市: $A(h_r) = (1.1logf_c - 0.7)h_r - (1.56logf_c - 0.8)dB$

大城市: $A(h_r) = \begin{cases} 8.29[log(1.54h_r)]^2 - 1.1dB & f_c \leq 300MHz \\ 3.2[log(11.75h_r)]^2 - 4.97dB & f_c > 300MHz \end{cases}$

郊区: $L_{dB}(suburban) = L_{dB}(urban) - 2[log(f_c/28)]^2 - 5.4$

野外: $L_{dB}(open) = L_{dB}(urban) - 4.78(logf_c)^2 - 18.733(logf_c) - 40.98$

7. 两天线的 LOS 传输距离 $d(km) = 3.57(\sqrt{Kh_1} + \sqrt{Kh_2})$, $K = \frac{4}{3}$; h :天线高度, m

8. $\frac{E_b}{N_0} = \frac{\text{单位 bit 的信号能量}}{\text{单位赫兹的噪声功率}} = \frac{ST_b}{N_0} = \frac{S}{N_0 R}$; S :信号功率; R :数据率; T_b :每 bit 用时; $N_0 = kT$, 单位带宽下的热噪声功率

$N = kTB = -228.6(dBW) + 10lgT + 10lgB$; B :带宽; $k = 1.3803 \times 10^{-23} J/K$

信噪能流比 $\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} \frac{B_T}{R} = \frac{B}{C} (2^{\frac{C}{B}} - 1)$; B :带宽; C :信道容量; $\frac{C}{B}$:带宽利用率

$(\frac{E_b}{N_0})_{dB} = S_{dBW} - 10lgR + 228.6(dBW) - 10lgT$; R :数据率; T :温度

9. 接收机噪声基底 $RNF = N + NF = kTB + NF$; N :热噪声基底; NF :噪声系数; 接收机灵敏度 $Prx = RNF + SNR$

10.duration of RTS = CTS + DATA + ACK + 3SIFS, duration of CTS = DATA + ACK + 2SIFS

11.调制信号的带宽 (BT): 对 ASK, PSK 而言, $BT = (1+r)R$; 对 FSK 而言, $BT = 2DF + (1+r)R$; R : 比特率; $DF = f_c - f_1 = f_2 - f_c$

对多进制相移键控 MPSK, $B_T = (\frac{1+r}{L})R = (\frac{1+r}{\log_2 M})R$; 对多进制频移键控 MFSK, $B_T = (\frac{(1+r)M}{\log_2 M})R$

L , 单个信号包含的 bit 数; M , 不同信号个数;

带宽利用率 R/BT ：对于 MFSK：M 越大越低，设 $r=1$ ，则 $\eta = \frac{R_b}{B} = \frac{R_B \log_2 M}{B} = \frac{f_b \log_2 M}{M 2 f_b} = \frac{\log_2 M}{2M} \text{ bit/s} \cdot \text{Hz}$ ；对 MPSK：M 越大越高

12. 调制后的信号频率

多进制频移键控 MFSK，在 FHSS 中， $T_c \geq T_s$ ，慢跳频扩频

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 使用 M 个频率传输 M 个信号单元 ■ $s_i(t) = A \cos 2\pi f_i t \quad 1 \leq i \leq M$ ■ $f_i = f_c + (2i-1-M)f_d$ ■ f_c = 载波频率 ■ f_d = 频移距离 ■ M = 不同的信号单元个数 ■ $L = \log_2 M$ 每个信号单元包含的 bit 数 | <ul style="list-style-type: none"> ■ MFSK 中 ■ 每个频率的信号维持时长为 T_s ■ $T_s = LT$，其中 T 是一个 bit 的传输时间 ■ 每个信号包含 L bit ■ $M = 2^L, 2f_d = 1/T_s$ ■ 需要带宽，$W_d = 2Mf_d$ |
|---|--|

13. 流量控制

$A = \lambda h = \rho N$ ；其中 λ 代表呼叫发生的速率，h 代表持续时间， ρ 是信道利用率，N 是信道个数。A 的单位是 Erlangs

用户挂机 LCC 模型下，无限用户模型阻塞的概率 $P = \frac{A^N / N!}{\sum_{x=0}^N A^x / x!}$ ，即 ErlangB 公式，P 又称服务级数

14. 频率重用率 $\frac{K}{N}$ ，K 是蜂窝网络提供的频率数量，N 是 cell 分为 N 组，每组使用相同的频率(重用因子)，d：相邻蜂窝区的中心距离

$d = \sqrt{3}R, \frac{D}{d} = \sqrt{N}, \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$ ；D 是使用相同频率的 cell 的最小距离，R 是 cell 的半径；六角形面积 $S = 1.5R^2\sqrt{3}$