

第一章概论

1、移动通信的特点。

1、移动通信必须利用无线电波进行信息传输 2、移动通信是在复杂的干扰环境中运行的 3、移动通信可以利用的频谱资源非常有限 4、移动通信系统的网络结构多种多样，网络管理和控制必须有效 5、移动台必须适合于在移动环境中使用

2、移动通信按多址方式分为频分多址（ FDMA），时分多址（ TDMA），码分多址（ CDMA）。按信号形式分为模拟网和数字网。

3、移动通信的传输方式分：单向传输（广播式）、双向方式（应答式）。双向传输工作方式有单工、双工、半双工。

4、单工通信：通信双方电台交替地进行收信和发信。根据收、发频率的异同，又可分为同频单工和异频单工。例：寻呼系统。

5、双工通信：指通信双方可同时进行传输消息的工作方式。双工通信一般使用一对频道，以实施频分双工（ FDD）工作方式，接受和发射可同时进行，故耗电量较大。为了缓解这个问题和减少对系统频带的要求，可在通信设备中采用同步的半双工通信方式，即时分双工（ TDD）。故频分双工（ FDD）和时分双工（ TDD）相结合。例：手机。（ FDD: 用不同载频来区分两个通信方向。 TDD: 收、发采用同一载频，通过时间上的交替使用同一载频来区分两个通信方向。）

6、半双工通信，移动台采用类似单工的“按讲”方式，即按下按讲开关，发射机才工作，而接收机总是工作的。基站工作情况与双工方式完全相同。例：对讲机。

7、数字移动通信系统有哪些优点？

答：数字通信系统的主要优点可归纳如下：（1）频谱利用率高，有利于提高系统容量。 （2）能提供多种业务服务，提高通信系统的通用性。 （3）抗噪声、抗干扰和抗多径衰落的能力强 （4）能实现更有效、灵活的网络管理和控制。 （5）便于实现通信的安全保密。 （6）可降低设备成本和减小用户手机的体积和重量。

8、若干年来，移动通信基本上围绕着两种主干网络在发展，这就是基于话音业务的通信网络和基于分组数据传输的通信网络。

9、蜂窝式组网的目的是解决常规移动通信系统的频谱匮乏，容量小，服务质量差，频谱利用率低等问题。

10、蜂窝式组网放弃了点对点传输和广播覆盖模式，将一个移动通信服务区划分成许多以正六边形为基本几何图形的覆盖区域，称为蜂窝小区。

11、频率复用：把若干相邻的小区按一定的数目划分成区群（Cluster），并把可供使用的无线频道分成若干个（等于区群中的小区数）频率组，区群内各小区均使用不同的频率组，而任一小区所使用的频率组，在其它区群相应的小区中还可以再用，这就是频率再用。

12、频率再用距离是和区群所含小区数有关的，区群所含的小区数越少，频率再用距离越短，相邻区群中使用相同频率的小区之间的同道干扰越强。

13、当移动台从一个小区进入另一相邻的小区时，其工作频率及基站与移动交换中心所用的接续链路必须从它离开的小区转换到正在进入的小区，这一过程称为越区切换。

14、无绳电话是一种以有线电话网为依托的通信方式，是有线电话网的无线延伸。

15、分组无线网（ GPRS）是利用无线信道进行分组交换的通信网。分组：是由若干个比特组成的信息段，包括“包头”和“正文”两部分。分组传输方式是存储转发方式的一种，要产生额外的时间延迟，因此，分组无线网特别适用于实时性要求不严和短消息比较多的数据通信。如果要用分组无线网传输分组话音，则必须保证时间延迟不大于规定值。

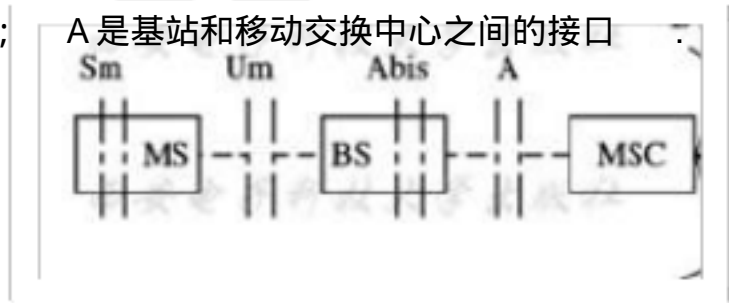
16、GSM Global System for Mobile communications 全球移动通信系统

17、在调制方式上，泛欧 GSM蜂窝网络采用 GMSK 美国的 IS-95 蜂窝网络采用 QPSK和 OQPSK

18、通常认为：TDMA系统的通信容量大于 FDMA系统，而 CDMA系统的通信容量又大于 FDMA和 TDM系统。
（ CDMA>TDMA>FDMA）

19、在 GSM系统中，分组模式成为通用分组无线业务 (GPRS)。

20、蜂窝系统所用的各种接口 :Sm 是用户和网络之间的接口， 也称人机接口； Um是移动台与基站收发信台之间的接口， 也称无线接口或空中接口； A是基站和移动交换中心之间的接口



“无线接口 Um” (也称 MS-BS接口) 是人们最为关注的接口之一， 因为移动通信网是靠此接口来完成移动台和基站之间的无线传输的， 它对移动环境中的通信质量和可靠性具有重要的影响。

第二章 调制解调

1、调制的目的是把要传输的模拟信号或数字信号变换成适合信道传输的高频信号。

2、FSK信号的带宽： $B = |f_2 - f_1| + 2f_s$

3、最小移频键控 (MSK)

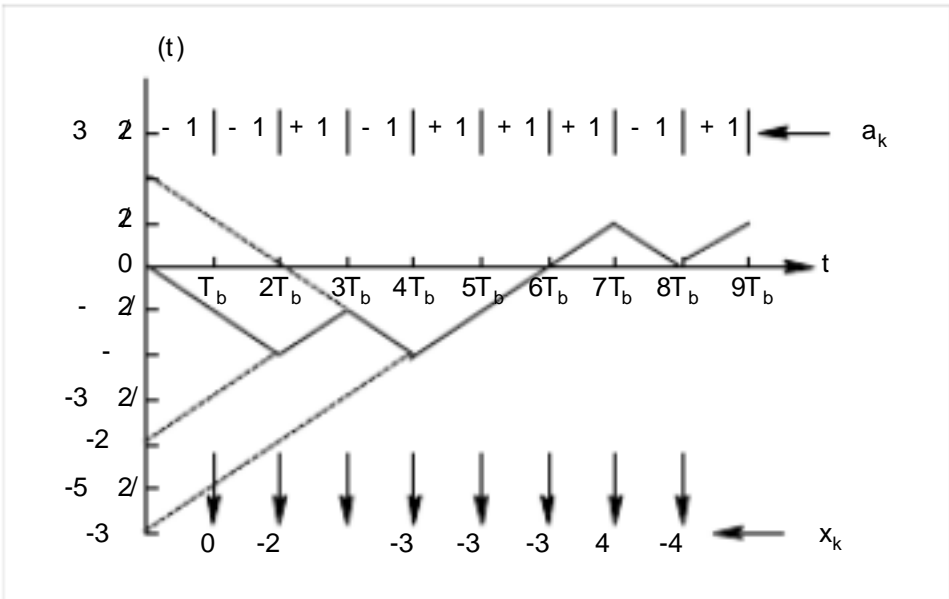
MSK是一种特殊形式的 FSK, 其频差是满足两个频率相互正交 (即相关函数等于 0) 的最小频差，并要求 FSK信号的相位连续，其频差 $f=f_2-f_1=1/2T_b$, 即调制指数为： $h = \frac{\Delta f}{1/T_b} = 0.5$ ，式中， T_b 为输入数据流的比特宽度。

MSK的信号表达式为： $S(t) = \cos\left[\omega_c t + \frac{\pi}{2T_b} a_k t + x_k\right]$

$$\theta_k = \frac{\pi}{2T_b} a_k t + x_k$$

式中 x_k 是保证 $t=kT_b$ 时相位连续而加入的相位常量。

在给定输入序列 { a_k } 情况下，MSK的相位轨迹如图所示。画图时：序列中“+1”时相位增加 $\pi/2$ ，“-1”时相位减小 $\pi/2$ 。



$$x_k = x_{k-1} + (a_{k-1} - a_k) \frac{k\pi}{2}$$

4、MSK特点： 频率调制，振幅不变。 两个频率相互正交。传号频率 $f_m=f_c+f_d$ ；空号频率 $f_s=f_c-f_d$ 在每一个码元周期内，相位线性变化 $\pi/2$ 。 码元变化时刻，相位是连续的。

5、MSK的功率谱具有较宽的主瓣。旁瓣衰减速度比 QPSK快得多。

6、最简单的产生高斯最小频移键控 (GMSK) 信号的方法是通过在 FM调制器前加入高斯低通滤波器 (称为预制滤波器)。

7、GMSK通过引入可控的码间干扰 (即部分响应波形) 来达到平滑相位路径的目的，它消除了 MSK相位路径在码元转换时刻的相位转折点。(GMSK信号在码元转换时刻其信号和相位不仅是连续的而且是平滑的)。GMSK信号在一个码元周期内的相位增量，不象 MSK那样固定为 $\pm \pi/2$ ，而是随输入序列的不同而不同。

8、对于方型 QAM来说，它可以看成是两个脉冲振幅调制信号之和。

9、扩频通信技术是一种信息传输方式，在发端采用扩频码调制，使信号所占有的频带宽度远大于所传信息必需的最

小带宽，在接收端用同样的扩频码进行相关解扩及恢复所传信息数据。这一处理使接收机输出的信噪比相对于输入信噪比大有改善，从而提高系统的抗干扰能力。

10、目前扩频通信系统可分为：直接序列扩频（ DS）、跳频（ FH）、跳时（ TH）、线性调频（ Chirp ）以及上述几种方式组合。

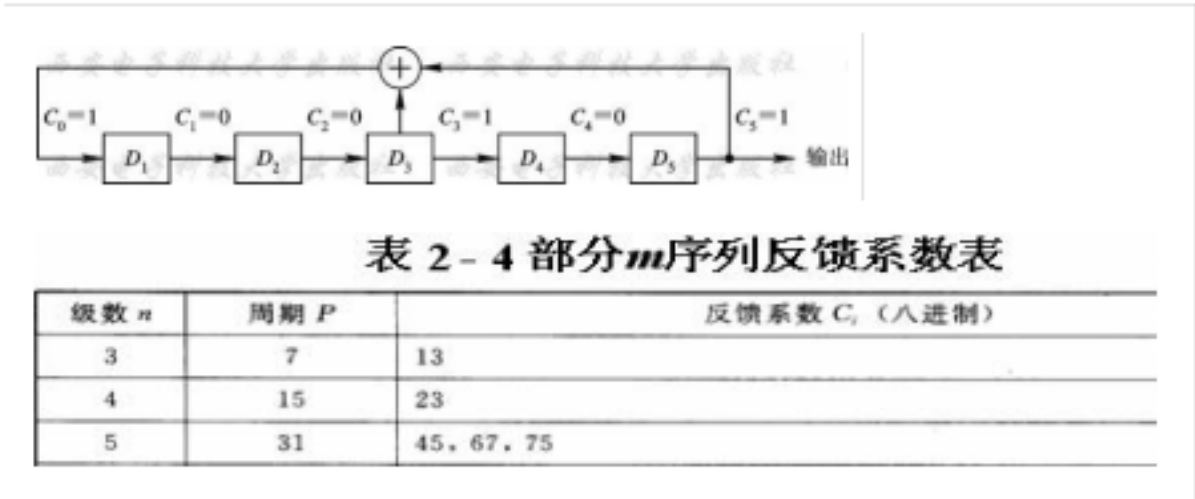
11、直接序列（DS）扩频，就是直接用具有高码率的扩频码（ PN）序列在发端去扩展信号的频谱。而在接收端，用相同的扩频码序列去进行解扩，把展宽的扩频信号还原成原始的信息。

12、二进制的 m序列是一种重要的伪随机序列，有优良的自相关特性，有时称为伪噪声（PN）序列。

13、m序列是最长线性移位寄存器序列的简称。顾名思义，m序列是由多级移位寄存器或其延迟元件通过线性反馈产生的最长的码序列。在二进制移位寄存器中，若 n 为移位寄存器的级数，n 级移位寄存器共有 2^n 个状态，除去全 0 状态外还剩下 $2^n - 1$ 种状态，因此它能产生的最大长度的码序列为 $2^n - 1$ 位。产生 m序列的线性反馈移位寄存器称作最长线性移位寄存器。（给出 n 值，求出各种状态，并判断码元“ 1 ”“ 0 ”的个数。）

14、m序列的周期 P 不能取任意值，必须满足 $P = 2^n - 1$ ，式中，n 是移位寄存器的级数。在 CDM 蜂窝系统中，使用了两种 m序列，一种是 n=15，称作短码 m序列；另一种是 n=42，称作长码 m序列。

15、反馈系数 Ci 是以八进制表示的。使用该表时，首先将每位八进制数写成二进制形式。最左边的 1 就是 C0(C0 恒为 1)，从此向右，依次用二进制数表示 C1，C2，...，Cn。有了 C1，C2，... 值后，就可构成 m序列发生器。表中 n=5，反馈系数 Ci=(45)8，将它化成二进制数为 100101，即相应的反馈系数依次为 C0=1，C1=0，C2=0，C3=1，C4=0，C5=1。



16、m序列是一种随机序列，具有随机性，其自相关函数具有二值的尖锐特性，但互相关函数是多值的。

17、用 m序列的特性来证明：

$$R(\tau) = \begin{cases} 1 & \tau = 0 \\ -\frac{1}{P} & \tau \neq 0, \tau = 1, 2, \dots, P-1 \end{cases}$$

证明：自相关系数为：
$$R(\tau) = \frac{A - D}{P} = \frac{A - D}{A + D}$$

式中，A 为对应位码元相同的数目；D 为对应位码元不同的数目。

当 $\tau = 0$ 时，因为 { an } 与 { an-0 } 的码序列完全相同，经模 2 加后，全部为“ 0”，即 D=0，而 A=P。因而有

$$R(0) = \frac{P - 0}{P} = 1, \text{ 当 } \tau = 0 \text{ 时}$$

当 $\tau \neq 0$ 时，对于 m序列，其码长为 $P = 2^n - 1$ ，在这里 P 也等于码序列中的码元数，即“ 0 ”和“ 1 ”个数的总和。其中“ 0 ”的个数因为去掉移位寄存器的全“ 0 ”状态，所以 A 值为 $A = 2^{n-1} - 1$ 。“ 1 ”的个数 (即不同位) D 为 $D = 2^{n-1}$ ，根据移位相加特性，m序列 { an } 与位移后的序列 { an- } 进行模 2 加后，仍然是一个 m序列，所以“ 0 ”和“ 1 ”

的码元个数仍差 1。可得 m序列的自相关系数为
$$R(\tau) = \frac{(2^{n-1} - 1) - 2^{n-1}}{P} = -\frac{1}{P}, \quad \tau \neq 0$$

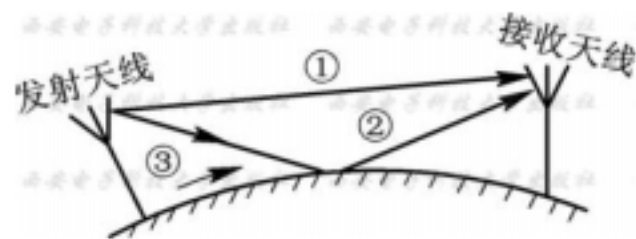
因此，m序列的自相关系数为

$$P(\tau) = \begin{cases} 1 & \tau=0 \\ \frac{1}{P} & \tau \neq 0, \tau=1, 2, \dots, P-1 \end{cases}$$

18.多载波传输首先把一个高速的数据流分成若干个低速的子数据流，然后，每个子数据流经过调制和滤波，去调制相应的子载波，从而构成多个并行的已调信号，经过合成后进行传输。

第三章 移动信道的传播特性

1、电波传播方式沿路径 从发射天线直接到达接收天线的电波称为直射波，它是 VHF和 UHF频段的主要传播方式；沿路径 的电波经过地面反射到达接收机，称为地面反射波； 路径 的电波沿地球表面传播， 称为地表面波



2、直射波传播可按自由空间传播来考虑。所谓自由空间传播系指天线周围为无限大真空时的电波传播，它是理想传播条件。

3、自由空间传播损耗 L_{fs} 可定义为：
$$L_{fs} = \frac{P_T}{P_R} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$
 或 $[L_{fs}] \text{ (dB)} = 32.44 + 20\lg d(\text{km}) + 20\lg f(\text{MHz})$ 式中， d 的单

位为 km，频率单位以 MHz计。

4、视线传播极限距离

天线的高度分别为 h_t 和 h_r ，两个天线顶点的连线 AB 与地面相切于 C 点。由于地球等效半径 R_e 远远大于天线高度，不难证明，自发射天线顶点 A 到切点

C 的距离 d_1 为 $d_1 \approx \sqrt{2R_e h_t}$

同理，由切点 C 到接收天线顶点 B 的距离 d_2 为 $d_2 \approx \sqrt{R_e h_r}$ ，可见，

视线传播的极限距离 d 为 $d = d_1 + d_2 = \sqrt{2R_e} (\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})$

在标准大气折射情况下， $R_e=8500\text{km}$ ，故 $d = 4.12(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})$

式中， h_t 、 h_r 的单位是 m, d 的单位是 km

5、多径效应使接收信号包络变化接近瑞丽分布。

6、信号电平发生快衰落的同时，其局部中值电平还随地点、时间以及移动台速度作比较平缓的变化，其衰落周期以秒级计，称作慢衰落或长期衰落。

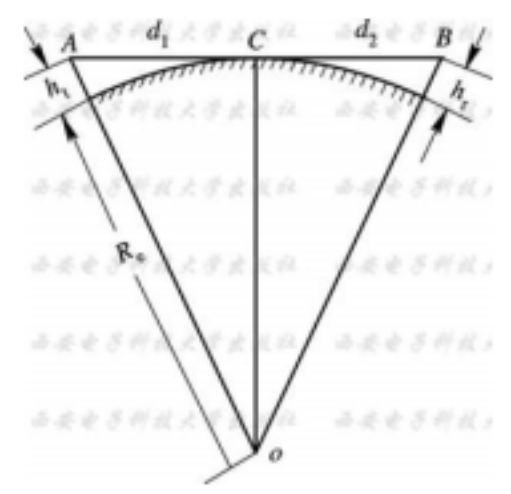
7、为了计算移动信道中信号电场强度中值（或传播损耗中值），可将地形分为两大类，即中等起伏地形和不规则地形，并以中等起伏地形作传播基准。

8、所谓中等起伏地形，是指在传播路径的地形剖面图上，地面起伏高度不超过 20m，且起伏缓慢，峰点与谷点之间的水平距离大于起伏高度。其他地形如丘陵、孤立山岳、斜坡和水陆混合地形等统称为不规则地形。

9、在计算各种地形、地物上的传播损耗时，均以中等起伏地上市区的损耗中值或场强中值作为基准，因而把它称作基准中值或基本中值。

10、随着频率升高和距离增大，市区传播基本损耗中值都将增加。郊区场强中值大于市区场强中值。或者说，郊区的传播损耗中值比市区传播损耗中值要小。

11、基准天线高度指基站天线高度为 200m，移动台天线高度为 3m。



12、当移动台天线高度大于 5 m 以上时，其高度增益因子 $H_m(h_m, f)$ 不仅与天线高度、频率有关，而且还与环境条件有关。

13、中等起伏地市区接收信号的功率中值 P_p (不考虑街道走向) 可由下式确定： $[P_p] = [P_0] - A_m(f, d) + H_b(h_b, d) + H_m(h_m, f)$,

f) , 式中, P_0 为自由空间传播条件下的接收信号的功率, 即 $P_0 = P_T \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 G_b G_m$

式中: P_T ——发射机送至天线的发射功率; λ ——工作波长; d ——收发天线间的距离; G_b ——基站天线增益; G_m ——移动台天线增益。

任意地形地区的传播损耗中值 $L_A = L_T - K_T$

式中, L_T 为中等起伏地市区传播损耗中值, 即 $L_T = L_{fs} + A_m(f, d) - H_b(h_b, d) - H_m(h_m, f)$

14、在标准大气折射下, 发射天线高度为 200m, 接收天线高度为 2m, 试求视线传播极限距离。

解: 标准大气折射情况下 $d = 4.12(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r})$

故由题得 $h_t = 200\text{m}$, $h_r = 2\text{m}$ 带入得: $d = 4.12(\sqrt{200} + \sqrt{2}) = 64.1\text{km}$ 。

13. 某移动通信系统, 基站天线高度为 100 m, 天线增益 $G_b = 6\text{dB}$, 移动台天线高度 3m, $G_m = 0\text{dB}$ 市区为中等起伏地, 通信距离为 10km, 工作频率为 150 MHz, 试求: (1) 传播路径上的损耗中值; (2) 基站发射机送至天线的功率为 10 W, 试计算移动台天线上的信号功率中值。

解 (1) 根据已知条件, $K_T = 0$, $L_A = L_T$, 由式 $L_T = L_{fs} + A_m(f, d) - H_b(h_b, d) - H_m(h_m, f)$ 可分别计算如下:

由 $[L_{fs}] (\text{dB}) = 32.44 + 20\lg d(\text{km}) + 20\lg f(\text{MHz})$, 得自由空间传播损耗

$[L_{fs}] = 32.44 + 20\lg f + 20\lg d = 32.44 + 20\lg 150 + 20\lg 10 = 96\text{dB}$

查得市区基本损耗中值 $A_m(f, d) = 25\text{dB}$

得基站天线高度增益因子 $H_b(h_b, d) = -8\text{dB}$

移动台天线高度增益因子 $H_m(h_m, f) = 0\text{dB}$

把上述各项代入可得传播路径损耗中值为

$L_A = L_T = L_{fs} + A_m(f, d) - H_b(h_b, d) - H_m(h_m, f) = 96 + 25 + 8 = 129\text{dB}$

(2) 可求得中等起伏地市区中接收信号的功率中值

$$\begin{aligned} [P_p] &= \left[P_T \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 G_b G_m \right] - A_m(f, d) + H_b(h_b, d) + H_m(h_m, f) \\ &= [P_T] - [L_{fs}] + [G_b] + [G_m] - A_m(f, d) + H_b(h_b, d) + H_m(h_m, f) \\ &= [P_T] + [G_b] + [G_m] - [L_T] \\ &= 10\lg 10 + 6 + 0 - 129 \\ &= -113\text{dBW} = -83\text{dBm} \end{aligned}$$

第四章 抗衰落技术

1、所谓分集接收, 是指接收端对它收到的多个衰落特性互相独立 (携带同一信息) 的信号进行特定的处理, 以降低信号电平起伏的办法。

2、分集有两重含义: 一是分散传输, 使接收端能获得多个统计独立的、携带同一信息的衰落信号; 二是集中处理, 即接收机把收到的多个统计独立的衰落信号进行合并 (包括选择与组合) 以降低衰落的影响。

3、在移动通信系统中可能用到两类分集方式: 一类称为“宏分集”; 另一类称为“微分集”。

4、就可构成不同的合并方式。常用的有以下三种方式: 选择式合并、最大比值合并、等增益合并。

合并性能: 最大比值 > 等增益 > 选择式合并

5、所谓 RAKE接收机, 就是利用多个并行相关器检测多径信号, 按照一定的准则合成一路信号供解调用的接收机。

一般的分集技术把多径信号作为干扰来处理, 而 RAKE接收机采取变害为利的方法, 即利用多径现象来增强信号。

- 6、在信息码元序列中加入监督码元就称为差错控制编码，也叫纠错编码。纠错编码是以降低信息传输速率为代价来提高传输可靠性的。
- 7、为检测 e 个错码，要求最小码距 ；为纠正 t 个错码，要求最小码距 ；为纠正 t 个错码，同时检测 e 个错码，要求最小码距 。
- 8、在 CDM移动通信系统中，采用卷积码纠正随机差错，采用交织编码纠正突发差错。
- 9、试画出 $(2, 1)$ 卷积编码器的原理图。假定输入的信息序列为 01101（0 为先输入），试画出编码器输出的序列。
- 10、交织编码不像分组码，它不增加监督元，亦即交织编码前后码速率不变，因此不影响有效性。

第五章 组网技术

- 1、常规的多址方式有三种：频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA)、码分多址 (CDMA)。
- 2、频分多址是指将给定的频谱资源划分为若干个等间隔的频道（或称信道）供不同的用户使用。在单纯的 FDMA系统中，通常采用频分双工（FDD）的方式来实现双工通信，即接收频率 f 和发送频率 F 是不同的。移动台到移动台之间不能直接通信，而必须经过基站中转。
- 3、在 800 MHz 频段，收发频率间隔通常为 45 MHz。
- 4、在话音通信中，业务量的大小用话务量来量度。话务量又分为流入话务量和完成话务量。流入话务量 A 为 $A=S \cdot C$ ，式中： C 的单位是（次/小时）； S 的单位是（小时/次）；两者相乘而得到 A 应是一个无量纲的量，专门命名它的单位为“爱尔兰”（Erlang）。Erl
- 5、1 爱尔兰就表示平均每小时内用户要求通话的时间为 1 小时。
- 6、一个信道实际所能完成的话务量必定小于 1 爱尔兰。也就是说，信道的利用率不可能达到百分之百。
- 7、完成话务量的性质与计算：

设在观察时间 T 小时内，全网共完成 C_1 次通话，则每小时完成的呼叫次数为 $\lambda_0 = \frac{C_1}{T}$

完成话务量即为 $A_0 = S \cdot \lambda_0 = \frac{1}{T} C_1 \cdot S$ ；式中， $C_1 S$ 即为观察时间 T 小时内的实际通话时间。

- 8、最忙 1 小时内的话务量与全天话务量之比称为集中系数，用 k 表示，一般 $k=10\% \sim 15\%$ 。设通信网中每一用户每天平均呼叫次数为 C （次/天），每次呼叫的平均占用信道时间为 T （秒/次），集中系数为 k ，则每用户的忙时话务量为 $a = C \cdot T \cdot k \cdot \frac{1}{3600}$ ；在用户的忙时话务量 a 确定之后，每个信道所能容纳的用户数 m 就不难计算：

$$m = \frac{A/n}{a} = \frac{\frac{A}{n}}{C \cdot T \cdot k}$$

全网的用户数为 $m \cdot n$ 。

- 9、空闲信道的选取方式主要可以分为两类：一类是专用呼叫信道方式（或称“共用信令信道”方式）；另一类是标明空闲信道方式。
- 10、什么是专用呼叫信道方式？优缺点及应用。这种方式是指在网中设置专门的呼叫信道，专用于处理用户的呼叫。优点是处理呼叫的速度快；但是，若用户数和共用信道数不多时，专用呼叫信道呼叫并不繁忙，它又不能用于通话，利用率不高。因此，这种方式适用于大容量的移动通信网，是公用移动电话网络所用的主要方式，我国规定 900MHz 蜂窝移动电话网就采用这种方式。
- 11、时分多址是指把时间分割成周期性的帧，每一帧再分割成若干个时隙（无论帧或时隙都是互不重叠的）。在频分双工（FDD）方式中，上行链路和下行链路的帧分别在不同的频率上。在时分双工（TDD）方式中，上下行帧都在相同的频率上。
- 12、TDMA系统既可以采用频分双工（FDD）方式，也可以采用时分双工（TDD）方式。
- 13、码分多址是以扩频信号为基础的，利用不同码型实现不同用户的信息传输。
- 14、带状网可进行频率再用。若以采用不同信道的两个小区组成一个区群（在一个区群内各小区使用不同的频率，

不同的区群可使用相同的频率)，称为双频制。 若以采用不同信道的三个小区组成一个区群，称为三频制。 从造价和频率资源的利用而言， 当然双频制最好； 但从抗同频道干扰而言， 双频制最差， 还应考虑多频制。

15、频率复用：频率复用也称频率再用，就是重复使用频率，在 GSM网络中频率复用就是，使同一频率覆盖不同的区域（一个基站或该基站的一部分（扇形天线）所覆盖的区域），这些使用同一频率的区域彼此需要相隔一定的距离（称为同频复用距离），以满足将同频干扰抑制到允许的指标以内。

16、设某基站有 8 个无线信道，移动用户的忙时话务量为 0.01 爱尔兰，要求呼损率 $B = 0.1$ 。问若采用专用信道方式能容纳几个用户？信道利用率为多少？若采用单信道共用和多信道共用方式，那么容纳的用户数和信道利用率分别为多少？试将这三种情况信道利用率加以比较。

解：1) 采用专用道共用方式（即专用呼叫信道方式）：一个信道专门用于呼叫，其余信道采用共用方式 $n=8-1=7$ 查表 5-2，得 $A=4.666$, $m = A / (n \times a) = 66$ 可以容纳用户数 $n \times m = 466$ ，查表 5-2 得，信道利用率约为 60%

2) 采用单信道共用方式： $m=11$, 可以容纳 $m \times 8 = 88$ 个用户查表 5-2, 得 $A=0.111$ ，信道利用率是 10%

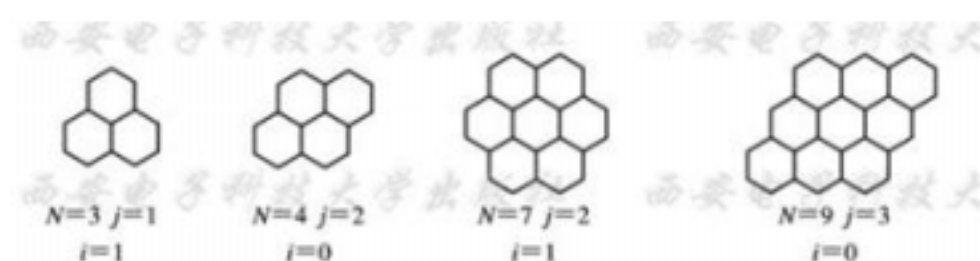
3) 采用多信道共用方式： $n = 8$, $m = 70$ ，可以容纳 $n \times m = 560$ 个用户。查表得，信道利用率是 63.0 %

比较：采用多信道共用的方式信道利用率最高，采用单信道共用的方式信道利用率最低。

17、为什么说最佳的小区形状是正六边形？答：全向天线辐射的覆盖区是个圆形。为了不留空隙地覆盖整个平面的服务区，一个个圆形辐射区之间一定含有很多的交叠。在考虑了交叠之后，实际上每个辐射区的有效覆盖区是一个多边形。根据交叠情况不同，覆盖区可以是正三角形，正方形，正六边形。在服务区面积一定的情况下，正六边形小区的形状最接近理想的圆形，用它覆盖整个服务区所需的基站数最少，也就最经济。

18、区群的组成应满足两个条件：一是区群之间可以邻接，且无空隙无重叠地进行覆盖；二是邻接之后的区群应保证各个相邻同信道小区之间的距离相等。满足上述条件的区群形状和区群内的小区数不是任意的。可以证明，区

群内的小区数应满足下式： $N = i^2 + ij + j^2$



(会画)

19、自某一小区 A 出发，先沿边的垂线方向跨 j 个小区，再向左（或向右）转 60° ，再跨 i 个小区，这样就到达同信道小区 A。在正六边形的六个方向上，可以找到六个相邻同信道小区，所有 A 小区之间的距离都相等。设小区的辐射半径（即正六边形外接圆的半径）为 r，则从图可以算出同信道小区中心之间的距离为：

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{3r \sqrt{(j + i/2)^2 + (\sqrt{3}i/2)^2}} \\ &= \sqrt{3(i^2 + ij + j^2)} r \\ &= \sqrt{3N} r \end{aligned}$$

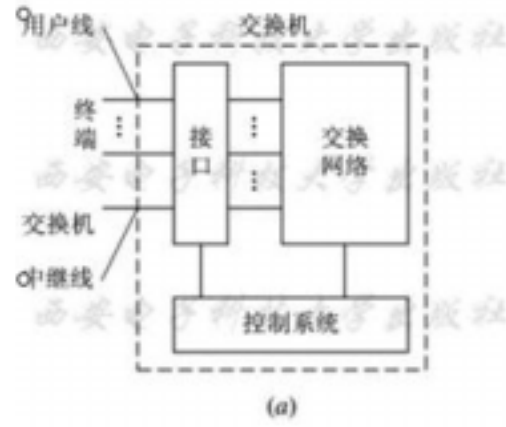
可以看出群内小区数 N 越大，同信道到小区的距离就越远，抗同频干扰的性能也越好。

20、小区的分裂。在整个服务区中，每个小区的大小可以是相同的，这只能适应用户密度均匀的情况。事实上服务区内的用户密度是不均匀的。

21、中心激励和顶点激励

22、通常每个基站要同时支持 50 路话音呼叫，每个交换机可以支持近 100 个基站，交换机到固定网络之间需要 5000 个话路的传输容量。

23、交换机通常由交换网络（或称接续网络）、接口和控制系统组成。交换网络的作用是在控制系统的控制下，将任一输入线与输出线接通。接口单元把来自用户线或中继线的各种不同的输入信令和消息转成统一的机内信令，以便控制单元或交换网络进行处理或接续。控制系统主要负责话路的接续控制，另外还负责通信网络的运行、管理和维护功能。



24、移动通信网络中使用的交换机通常称为移动交换中心 (MSC)。它与常规交换机的不同之处是：MSC除了要完成常规交换机的所有功能外，它还负责移动性管理和无线资源管理（包括越区切换、漫游、用户位置登记管理等）。

25、在数字移动通信系统中，将移动性管理、用户鉴权及认证从MSC中分离出来，设置原籍位置寄存器（HLR）和访问位置寄存器（VLR）来进行移动性管理。HLR中存储的用户信息分为两类，一类是有关用户的参数信息，另一类是关于用户当前位置的信息。VLR是存储用户位置信息的动态数据库一个VLR可以负责一个或若干个MSC区域。

26、MSC为移动交换中心，它是无线电系统与公众电话交换网之间的接口设备，完成全部必须的信令功能以建立与移动台的往来呼叫。其主要责任是：路由选择管理；计费 and 费率管理；业务量管理；向归属位置寄存器(HLR)发送有关业务量信息和计费信息。

27、HLR和VLR的概念及功能。

HLR为归属位置寄存器，负责移动台数据库管理。其主要责任是：对在HLR中登记的移动台（MS）的所有用户参数的管理、修改等；计费管理；VLR的更新。

VLR为访问位置寄存器，是动态数据库。其主要责任是：移动台漫游号管理；临时移动台标识管理；访问的移动台用户管理；HLR的更新；管理MSC区、位置区及基站区；管理无线信道（如信道分配表、动态信道分配管理、信道阻塞状态）。

28、人机接口（Sm接口）是用户与移动网之间的接口。空中接口Um是移动台与基站收发信机之间的无线接口，是移动通信网的主要接口。

29、与通信有关的一系列控制信号统称为信令。其作用是：保证用户信息有效且可靠的传输。信令分为两种：一是接入信令；另一种是网络信令。在通信系统中，接入信令是指移动台至基站之间的信令。网络信令称为7号信令系统(SS7)。

30、按信号形式不同，信令分为数字信令和音频信令。

31、采用有证实信息传输方式时，帧的交换过程分为三个阶段：连接建立；数据传输和拆线。

32、越区（过区）切换 (Handover 或 Handoff) 是指将当前正在进行的移动台与基站之间的通信链路从当前基站转移到另一个基站的过程。

33、越区切换分为两大类：一类是硬切换，另一类是软切换。硬切换是指在新的连接建立以前，先中断旧的连接。而软切换是指既维持旧的连接，又同时建立新的连接，并利用新旧链路的分集合并来改善通信质量，当与新基站建立可靠连接之后再中断旧链路。

34、什么是移动台辅助的越区切换。

在该方式中，网络要求移动台测量其周围基站的信号质量并把结果报告给旧基站，网络根据测试结果决定何时进行越区切换以及切换到哪一个基站。IS-95 和 GSM系统采用了移动台辅助的越区切换。

35、位置管理包括两个主要的任务：位置登记 (Location Registration) 和呼叫传递 (Call Delivery)。

第七章时分多址数字蜂窝网

1、GSM Global System for Mobile communications 全球移动通信系统。

2、GSM蜂窝系统的主要组成部分可分为：移动台；基站子系统；网络子系统。基站子系统由基站收发台和基站控制器组成；网络子系统由移动交换中心、操作维护中心、原籍位置寄存器、访问位置寄存器、鉴权中心和移动设备识别寄存器等组成。一个MSC可管理多达几十个基站控制器，一个基站控制器最多可控制256个基站收发台（BTS）。

3、GSM系统的主要接口是指 A接口、Abis 接口和 Um接口。

4、Um接口 (空中接口) 定义为移动台 (MS)与基站收发信机 (BTS) 之间的无线通信接口，它是 GSM系统中最重要、最复杂的接口。

5、什么叫 IMSI, 说明与 TMSI之间的联系。

答：在 GSM系统中，每个用户均分配一个惟一的国际移动用户识别码 (IMSI)。此码在所有位置 (包括在漫游区) 都是有效的。通常在呼叫建立和位置更新时，需要使用 IMSI。考虑到移动用户识别码的安全性，GSM系统能提供安全保密措施，即空中接口无线传输的识别码采用临时移动用户识别码 (TMSI) 代替 IMSI。两者之间可按一定的算法互相转换。访问位置寄存器 (VLR) 可给来访的移动用户分配一个 TMSI(只限于在该访问服务区使用)。

6、GSM系统能提供 6 类 10 种电信业务。

7、短消息业务包括移动台之间点对点短消息业务以及小区广播短消息业务。点对点短信业务是由短消息业务中心完成存储和前转功能。短消息的业务中心是与 GSM系统相分离的独立实体，它不仅服务于 GSM用户，也可服务于具备接受短消息业务功能的固定网用户。

8、GSM系统中，由若干个小区 (3 个、4 个或 7 个) 构成一个区群，区群内不能使用相同的频道，同频道距离保持相等，每个小区含有多个载频，每个载频上含有 8 个时隙，即每个载频有 8 个物理信道，因此，GSM系统是时分多址 / 频分多址 (TDMA/FDMA)的接入方式。

9、GSM系统的频段分为：上行 890—915MHz和下行 935—960MHz, 计算系统的收发频率间隔，物理信道数目

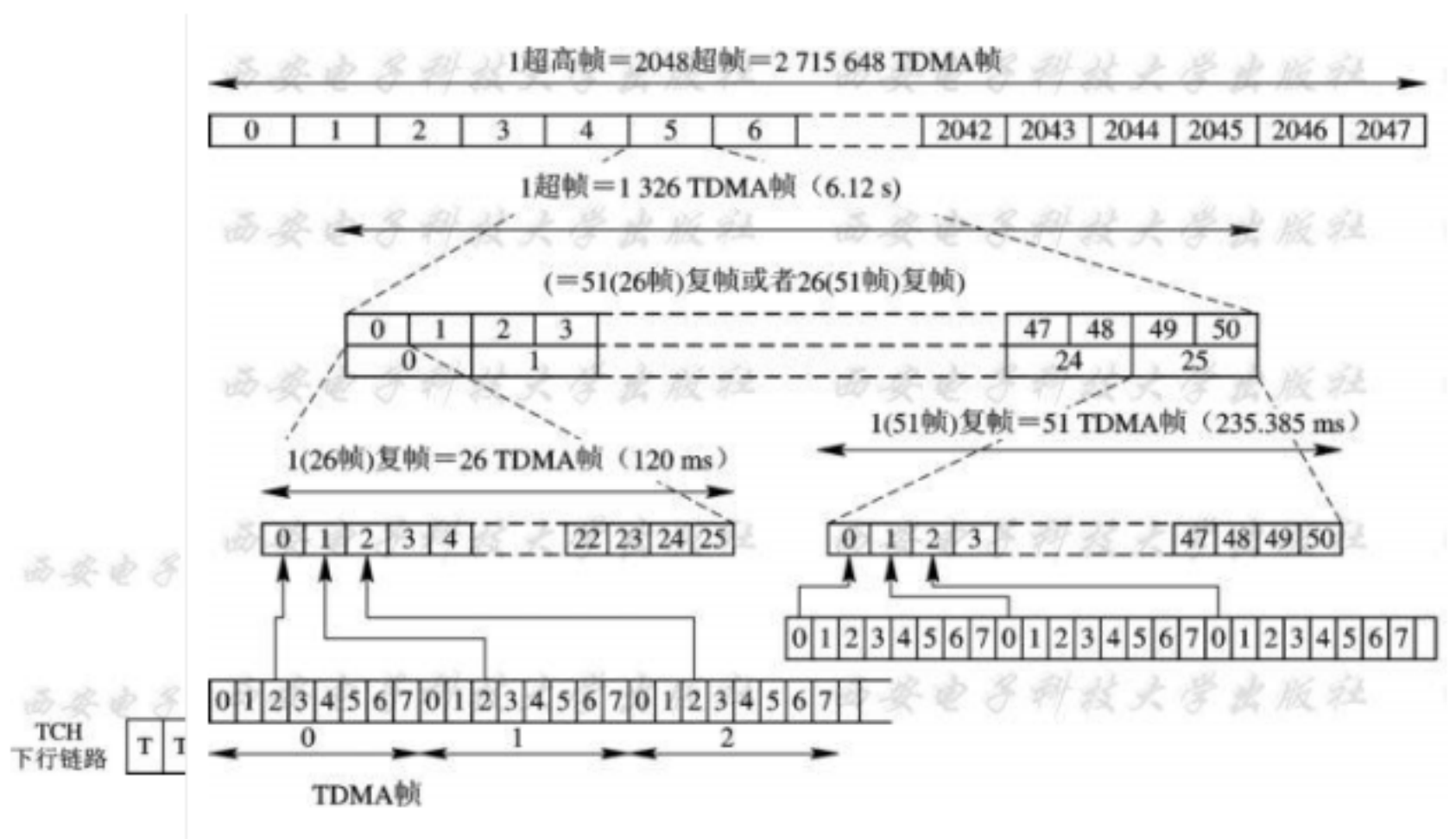
解：(1) 系统的收发频率间隔为 $960-915=45\text{MHz}$ ，每个载频上含有 8 个时隙，即每个载频有 8 个物理信道，由于载频间隔是 0.2MHz，因此 GSM系统整个工作频段分为 124 对载频。因此 GSM系统的物理信道有 $124 \times 8=992$ 个。

10、GSM的调制方式是高斯型最小移频键控 (GMSK)方式，这一调制方案由于改善了频谱特性。

11、GSM系统小区覆盖半径最大为 35km, 最小为 500m, 前者适用于农村地区，后者适用于市区

12、蜂窝通信系统要传输不同类型的信息，按照逻辑功能而言，可分为业务信息和控制信息。

13、每一个 TDMA帧分 0~7 共 8 个时隙，帧长度为 $120/26 = 4.615\text{ms}$ 。每个时隙含 156.25 个码元，占 $15/26 = 0.577\text{ms}$ 。



由若干个 TDMA帧构成复帧，其结构有两种：一种是由 26 帧组成的复帧，这种复帧长 120 ms，主要用于业务信息的传输，也称作业务复帧；另一种是由 51 帧组成的复帧，这种复帧长 235.385 ms，专用于传输控制信息，也称作控制复帧。由 51 个业务复帧或 26 个控制复帧均可组成一个超帧，超帧的周期为 $51 \times 26 \times 4.615 \times 10^{-3} = 6.12\text{s}$ 。由 2048 个超帧组成超高帧，超高帧的周期为 $2048 \times 6.12 = 12528\text{s}$ 。

14、载有编码语音的业务信道分为全速率语音业务信道 (TCH/FS) 和半速率语音业务信道 (TCH/HS)，两者的总速率分别为 22.8 kb/s 和 11.4 kb/s。

15、GSM系统中，控制信道英语传送信令和同步信号，主要分为三种：广播信道、公共控制信道和专用控制信道

16、信道的组合方式：(1) 业务信道的组合方式，业务信道的复帧含 26 个 TDMA帧。上行帧在时间上比下行帧推后

3 个时隙。

(2) 控制信道的组合方式，控制信道的复帧含 51 帧，其组合方式类型较多，而且上行传输和下行传输的组合方式也不相同。

17、数字化语音信号在无线传输时主要面临三个问题：一是选择低速率的编码方式，以适应有限带宽的要求；二是选择有效的方法减少误码率，即信道编码问题；三是选用有效的调制方法，减小杂波辐射，降低干扰。

18、为了提高频谱利用率，GSM系统采用了话音激活技术。此技术也被称为间断传输 (DTx) 技术，其基本原则是只有在有话音时才打开发射机，这样可以减小干扰，提高系统容量。采用 DTx 技术，对移动台来说更有意义，因为在无信息传输时立即关闭发射机，可以减少电源消耗。

19、所谓位置登记 (或称注册)，是通信网为了跟踪移动台的位置变化，而对其位置信息进行登记、删除和更新的过程。位置信息存储在原籍位置寄存器 (HLR)和访问位置寄存器 (VLR) 中。

20、鉴权是为了确认移动台的合法性，而加密是为了防止第三者窃听。

21、所谓过区切换，是指在通话期间，当移动台从一个小区进入另一个小区时，网络能进行实时控制，把移动台从原小区所用的信道切换到新小区的某一信道，并保证通话不间断 (用户无感觉)。

22、GSM系统采用的过区切换办法称之为移动台辅助切换 (MAHO)法。

23、过区切换主要有三种不同的情况：同一个 BSC控制区内不同小区之间的切换；同一个 MSC/VLR业务区内，不同 BSC控制区的小区之间的切换这种切换由 MSC负责控制切换过程；不同 MSC/VLR控制区的小区之间的切换，这是一种最复杂的切换。

24、GPRS——通用分组无线业务。GPRS目标是提供高达 115.2kb/s 速率的通用分组无线业务。优点：仅在实际传送和接收时才使用无线资源。资费的合理性，用户只需按数据通信量付费即可。

25、GPRS业务的网络需要增加两个主要单元：SGSN(GPRS服务支持节点)和 GGSN(GPRS网关支持节点)。SGSN的工作是对移动终端进行定位和跟踪，并发送和接收移动终端的分组。GGSN将 SGSN发送和接收的 GSM分组按照其他分组协议 (如 IP) 发送到其他网络。

第八、九章 码分多址移动通信系统

1、CDMA蜂窝系统的多址干扰分两种情况：一是基站在接受某一移动台的信号时，会受到本小区和邻近小区其他移动台所发信号的干扰；二是移动台在接收所属基站发来的信号时，会受到所属基站和邻近基站向其他移动台所发信号的干扰。

2、CDMA蜂窝系统功率控制的原则是：当信道的传播条件突然改善时，功率控制应作出快速反应，以防止信号突然增强而对其他用户产生附加干扰；相反，当传播条件突然变坏时，功率调整的速度可以相对慢些。

3、三种多址复用方式的通信容量：
$$n_{(\text{cdma})} = 20n_{(\text{fdma})} = 4n_{(\text{tdma})}$$

4、CDMA系统在基站到移动台的传输方向上设置了导频信道 (1 个)、同步信道 (1 个)、寻呼信道 (7 个)和正向业务信道 (55 个)；在移动台到基站的传输方向上设置了接入信道和反向业务信道。

5、CDMA系统中基站和移动台支持三种切换方式：软切换、CDMA到 CDMA的硬切换和 CDMA到模拟系统的切换

第十章 移动通信的展望

1、什么是个人通信？

2、实现个人通信的途径有哪些？