

《无线通信》复习提纲

一、 基础知识点

- 1、处于空闲模式下的手机所需的大量网络信息来自 BCCH 信道。
- 2、模拟移动通信系统采用的多址方式是 FDMA，GSM 移动通信系统采用的多址方式为 TDMA。
- 3、GSM 网常采用的切换方式是移动台辅助的网络控制。
- 4、移动通信系统一般由移动交换局(MSC)、基站(BS)和移动手机(MS)组成。
- 5、我国目前有三大运营商获得了 3G 牌照，其中，WCDMA 是由中国联通在运营。
- 6、当移动台由一小区进入相同频率相同 MSC 的另一小区时会发生软切换，而当移动台穿越工作于不同频率的小区时则发生硬切换。
- 7、慢衰落是由于在电波传播路径上受到建筑物及山丘等的阻挡所产生的阴影效应而产生的损耗。
- 8、TD-SCDMA 系统采用了智能天线、联合检测、同步 CDMA、接力切换及自适应功率控制等诸多先进技术。
- 9、利用一定距离的两幅天线接收同一信号，称为空间分集。
- 10、某系统扩频后信号带宽为 10MHz ，原始信号带宽为 10kHz ，则处理增益为 30dB 。
- 11、根据通信原理中香农公式原理，采用扩频通信的基本原理是用频带换取信噪比。
- 12、扩频码需具有正交性，扰码则需要有良好的自相关性。
- 13、常用的多址技术有四种：频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)、空分多址(SDMA)。
- 14、接收分集技术主要有空间分集、频率分集、时间分集和极化分集等。
- 15、移动台可以任意移动但不需要进行位置更新的区域称为位置区。
- 16、GSM 系统中，接口速率为 2.048Mb/s 的是 A 接口。
- 17、WCDMA 系统中采用的扩频方式是直接序列扩频。
- 18、GMSK 信号是通过在 FM 调制器前加入高斯低通滤波器而产生的，其目的在于对 MSK 的带外频谱特性进行改进，使其衰减速度加快。
- 19、RAKE 接收机的特点是利用多个并行相关器检测多径信号，按照一定准则合成一路信号供解调用，其本质是利用多径现象来增强信号。
- 20、移动信道的时变多径传播特性，将引起严重的码间干扰，需要采用均衡技术来克服。
- 21、移动通信的电波传播方式主要有直射、反射、绕射和散射等。
- 22、按照调制方式分，数字调制可分为振幅键控、频移键控、相移键控和扩频调制。
- 23、频率再用=频率复用是蜂窝移动通信网络解决用户增多而被有限频谱制约的重大突破。
- 24、QAM 调制是多进制调制。
- 25、蜂窝系统的小区分裂是为了增大频率复用。
- 26、GPRS 系统中具有会话管理功能的网元有 GGSN、SGSN。
- 27、GSM 系统中 SCH 用于向移动台发送供移动台同步和对基站进行识别信息。
- 28、由于附近建筑物或其他障碍物的反射造成某一点的信号的矢量为零，我们把这种现象称为：合成波的衰落。
- 29、呼叫中的移动台的最详细位置信息存在于 VLR；呼叫建立是有哪个网络实体完成：BSS。
- 30、功率控制给移动台带来的好处是：克服远近效应，降低干扰，延长电池寿命。
- 31、实际应用中，GMSK 和 QPSK 是用得最多的数字调制方式。
- 32、GSM 系统中采用卷积码纠正随机干扰，采用交织编码抗突发干扰。
- 33、目前，最基本的展宽频谱的方法有 3 种：直接序列扩展、跳变频率扩展和跳变时间扩展。
- 34、在 GSM 系统中，突发脉冲序列共有 5 种，分别是普通突发脉冲、频率校正脉冲、同步突发脉冲、接入突发脉冲和空闲突发脉冲。

- 35、在移动通信中采用何种调制方式，主要考虑频带利用率、功率效率、已调信号恒包络、易于解调和带外辐射等因素。
- 36、陆地移动通信蜂窝网采用的小区形状是正六边形。
- 37、W-CDMA 系统采用的多址方式为 FDMA/CDMA。
- 38、分集合并技术有 3 种基本的方式：选择合并、最大比值合并和等增益合并。
- 39、度量通信系统通话业务量或繁忙程度的指标是话务量。
- 40、主叫用户呼叫数字公用陆地蜂窝移动通信网中用户所需拨打的号码是移动用户 ISDN 号码 MSISDN。
- 41、个人通信是人类通信的最高目标，它是用各种可能的网络技术实现任何人在任何时间、任何地点与任何人进行任何种类的信息交换。
- 42、TD-SCDMA 的基本物理信道特性由频率、时隙和码片决定。
- 43、CDMA 优点的是软容量、保密性好、低功率。
- 44、移动通信系统包括网络交换子系统、无线基站子系统和移动台子系统。
- 45、在移动通信系统中，除了一些外部干扰外，自身还会产生各种干扰，主要的干扰有互调干扰、邻道干扰和同频干扰，其中同频干扰是移动通信系统中特有的。
- 46、多径效应在时域上将造成数字信号波形的展宽。
- 47、根据切换发生时，移动台与原基站以及目标基站连接方式的不同，可以将切换分为软切换和硬切换两大类。
- 48、当信号的带宽小于相关带宽时，发生非频率选择性衰落；当信号的带宽大于相关带宽时，发生频率选择性衰落。
- 49、IMT-2000 中的 3 种主流技术标准：CDMA、WCDMA 和 TD-CDMA。
- 50、移动通信中，其主要工作方式有：单工通信、双工通信、半双工通信和移动中继方式。
- 51、在移动通信中，根据不同距离内信号强度变化的快慢，信道分为大尺度衰落和小尺度衰落。
- 52、由于多径环境和移动台运动等因素，使得移动信道对传输信号在时间、频率和角度造成了色散。
- 53、时间选择性衰落是由多普勒效应引起的，信道在时域具有选择性。
- 54、信号包络在单位时间内以正斜率通过中值电平的次数，即包络衰落速率。
- 55、决定移动台接收信号大小的因素人为建筑物和地形地貌。
- 56、移动台相对基站间的运动会造成相对速度，即频率色散，典型多普勒扩展适用于室外传播信道；平坦多普勒扩展适用于室内传播信道。
- 57、调制就是对消息源信息进行编码的过程，其目的就是使携带信息的信号与信道特性相匹配以及有效的利用信道。
- 58、高斯最小移频键控是一种恒包络调制方式，可以采用功率效率高而便宜的非线性功率放大器实现。高斯最小移频键控信号就是基带信号经过高斯低通滤波器的 MSK 信号。

二、 简述概念

- 1、论述各类移动通信系统(如 GSM、CDMA)中采用的抗干扰措施有哪些，这些措施分别用来克服哪些方面的干扰？

移动通信系统中采用的抗干扰措施是多种多样的，主要有：

 - (1) 利用信道编码进行检错和纠错(包括前向纠错 FEC 和自动请求重传 ARQ)是降低通信传输的差错率，保证通信质量和可靠性的有效手段；
 - (2) 为克服由多径干扰所引起的多径衰落，广泛采用分集技术(包括空间分集、频率分集、时间分集以及 RAKE 接收技术等)、自适应均衡技术和选用具有抗码间干扰和时延扩展能力的调制技术(如多电平调制、多载波调制等)；
 - (3) 为提高通信系统的综合抗干扰能力而采用扩频和跳频技术；
 - (4) 为减少蜂窝网络中的共道干扰而采用扇区天线、多波束天线和自适应天线阵列等；

- (5) 在 CDMA 通信系统中, 为了减少多址干扰而使用干扰抵消和多用户信号检测器技术。
- 2、说明多径衰落对数字移动通信系统的主要影响。
- (1) 信息信号分散, 信噪比低, 传输语音和数据质量不佳;
 - (2) 可能引入尖锐的噪声, 造成传输数据大量出错;
 - (3) 不同路径传来的信号互相相关, 难以直接叠加。增加接收电路单元的复杂度, 从而提高系统的建设和运营成本。
- 3、GSM 通信网的网络结构及各部分功能?
- (1) 移动台: 用户使用的设备;
 - (2) 基站子系统: 通过无线接口与移动台相接, 进行无线发送和接收及无线资源管理, 另一方面基站子系统与网络子系统移动交换中心相连, 实现移动用户与固定用户之间或移动用户之间的通信连接;
 - (3) 网络子系统: 对 GSM 移动用户之间的通信和移动用户与其他通信网用户之间的通信起着管理作用, 主要包括: 交换、移动性管理和安全性管理。
- 4、说明 MIMO 通信的含义、原理和特点。
- 含义: 多输入多输出系统; 即在发送端和接收端都采用多天线的通路系统。
- 原理: 空间复用增益; 空间分集增益; 信号合并增益; 空间复用提高传输速率, 空间编码提高传输质量, 提高信道容量。
- 特点: 能够增加无线范围并提高性能; 可以提高信道容量(利用空间复用增益), 同时提高信道可靠性(利用空间分集增益)。
- 5、什么叫移动通信? 移动通信有哪些特点?
- 移动通信是指通信双方至少有一方在移动中进行信息传输和交换, 包括移动体和移动体之间的通信、移动体和固定点之间的通信。
- 移动通信的特点有:
- (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, 而其业务的需求却与日俱增;
 - (4) 移动通信系统的网络结构各种各样, 网络管理和控制必须有效;
 - (5) 移动通信设备必须能够在移动环境中使用。
- 6、移动通信包括哪些基本技术? 各项技术的主要作用是什么?
- (1) 调制技术: 广泛用于 2G 移动通信系统中, 提高频谱利用率, 易于采用相干或非相干解调, 抗干扰能力强, 适用于衰落信道中传输;
 - (2) 移动通信系统中电波传播特性的研究, 建立传播预测模型;
 - (3) 多址方式: 在频谱资源有限的条件下努力提高通信系统的容量;
 - (4) 抗干扰措施: 保证网络在运行时保证干扰电平和有用信号相比不超过预定的门限值, 或者保证传输差错率不超过预定的数量级;
 - (5) 组网技术: 满足运行环境, 业务类型, 用户数量和覆盖范围等要求。
- 7、双工通信的特点是什么?
- (1) 特点: 同普通有线电话很相似, 使用方便。
 - (2) 缺点: 在使用过程中, 不管是否发话, 发射机总是工作的, 故电能消耗很大, 这对以电池为能源的移动台是很不利的。针对此问题的解决办法是: 要求移动台接收机始终保持在工作状态, 而令发射机仅在发话时才工作。这样构成的系统称为准双工系统, 也可以和双工系统兼容。这种准双工系统目前在移动通信系统中获得了广泛的应用。
- 8、什么是软切换? 软切换有哪些优点和缺点?
- 软切换是指需要切换时, 移动台先与目标基站建立通信链路, 再切断与原基站之间的通信链路的

切换方式，即先通后断。

优点：提高切换成功率，增加系统容量，提高通信质量。

缺点：导致硬件设备的增加，占用更多的资源，当切换的触发机制设定不合理导致过频繁的控制消息交互时，也会影响用户正在进行的呼叫质量。

9、蜂窝通信系统采用了哪些技术？它与无线寻呼、无绳电话、集群系统的主要差别是什么？

蜂窝通信系统采用的技术有：频率再用、小区分裂、越区切换。

它与无线寻呼、无绳电话、集群系统的主要差别有：

- (1) 无线电寻呼系统是单向通信系统，通话双方不能直接利用它对话。
- (2) 无绳电话以有线电话网为依托，是有线电话网的无线延伸。
- (3) 集群移动通信属于调度系统的专用通信网，具有一定的限时功能，主要以无线用户为主，一般采用半双工，用频道共用技术来提高系统的频率利用率。
- (4) 蜂窝移动通信属于公众移动网，采用全双工工作方式，除了无线用户之间的通信外，还有大量的无线用户与有线用户之间的通信，采用频道再用技术来提高系统的频率利用率。

10、基站和移动业务交换中心有何作用？

基站是以多信道共用方式在移动通信中提供通信服务的关键设备，其中主要由收发信道盘等组成。

移动业务交换中心除具有一般市话交换机的功能之外，还有移动业务所需处理的越区切换、漫游等处理功能。

11、什么是切换？引起一个切换的 2 个原因是什么？(本题 15 分)

切换：将正处于通话状态的 MS 转移到新的业务信道上(新的小区)的过程称为“切换”。

原因：

- (1) 信号的强度或质量下降到由系统规定的一定参数以下，此时移动台被切换到信号强度较强的相邻小区；
- (2) 由于某小区业务信道容量全被占用或几乎被占用，这时移动台被切换到业务信道容量较空闲的相邻小区。

12、什么是多径效应？

移动通信电波传播最具特色的现象是多径衰落，或称多径效应。

无线电波在传输过程中会受到地形、地物的影响而产生反射、绕射、散射等，从而使电波沿着各种不同的路径传播，这称为多径传播。

由于多径传播使得部分电波不能到达接收端，而接收端接收到的信号也是在幅度、相位、频率和到达时间上都不尽相同的多条路径上信号的合成信号，因而会产生信号的频率选择性衰落和时延扩展等现象，这些被称为多径衰落或多径效应。

13、改善同频道干扰的措施有哪些？

- (1) 调整基站发射功率或天线高度，使重叠区落在人烟稀少的地区，但实际操作很难把握；
- (2) 使用频率偏置技术；
- (3) 使用抗噪声技术；
- (4) 采用时延均衡技术。

14、分集技术的基本思路是什么？

分集技术是一种利用多径信号来改善系统性能的技术。其理论基础是认为不同支路的信号所受的干扰具有分散性，即各支路信号所受的干扰情况不同，因而，有可能从这些支路信号中挑选出受干扰最轻的信号或综合出高信噪比的信号来。其基本思想是利用移动通信的多径传播特性，在接收端通过某种合并技术将多条符合要求的支路信号合并且输出，从而大大降低多径衰落的影响，改善传输的可靠性。对这些支路信号的基本要求是：传输相同信息、具有近似相等的平均信号强度和相互独立衰落特性。

15、OFDM 有什么优点和缺点？

优点:

- (1) 有比较高的带宽效率;
- (2) 瑞利衰落对码元的损伤是局部的, 一般都可以正确恢复;
- (3) 当 $T_s \gg t$ (多径信道的相对延时) 时, 系统因延时所产生的码间干扰就不那么严重, 系统一般不需要均衡器;
- (4) 由于是多个窄带载波传输, 当信道在某个频率出现较大幅度衰减或较强的窄带干扰时, 也只影响个别的子信道, 而其他子信道的传输并未受到影响;
- (5) 由于可以采用 DFT 实现 OFDM 信号, 极大简化了系统的硬件结构。

缺点:

- (1) 发射信号的峰值功率和平均功率比值 (PAPR) 过大, 过大的 PAPR 会使发射机的功率放大器饱和, 造成发射信号的互调失真;
- (2) OFDM 信号对频率的偏移十分敏感, OFDM 的优越性能是建立在子载波正交的基础上的, 移动台移动会产生多普勒频谱扩展, 这种频率漂移会破坏这种正交性, 造成子信道之间的干扰;
- (3) 在接收机为了确定 FFT 符号的开始时间也是比较困难的。

16、对分散信号合并的方式有哪几种?

- (1) 最佳选择式: 从几个分散的信号中选择信噪比最好的一个作为接收信号;
- (2) 等增益相加式: 把几个分散信号以相同的支路增益直接相加的结果作为接收信号;
- (3) 最大比值合并: 控制各支路增益, 使它们分别与本支路的信噪比成正比, 即根据各支路的信噪比来设置增益值, 然后再相加以获得接收信号。

17、描述通话务量、服务等级和信道数之间的关系。

根据话务理论, 呼损率 (B)、共用信道数 (N) 和流入话务量 (A) 三者的定量关系, 可用爱尔兰 B 公式表示为:

$$B = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}} \times 100\%$$

18、说明 RAKE 接收机的工作原理。

每个相关器和多径信号中的一个不同延时的分量同步, 输出就是携带相同信息但延时不同的信号。把这些输出信号适当的时延对齐, 然后按某种方法合并, 就可以增加信号的能量, 改善信噪比。

19、什么是时延扩展和相关带宽? 并说明两者的关系。

时延扩展: 多径能量从初值衰落到比最大能量低 XdB 处的时延。

相关带宽: 频率间隔靠的很近的两个衰落信号存在不同的时延, 这可使两个信号变得相关, 使得这一情况经常发生的频率间隔取决于时延扩展。这一频率间隔称为相关带宽。

关系: 相关带宽取决于时延扩展

20、扩频通信的定义是什么? 其理论基础是什么?

定义: 扩频通信技术是一种信息传输方式, 用来传输信息的信号带宽远远大于信息本身的带宽; 频带的扩展由独立于信息的扩频码来实现, 并与所传输的信息数据无关; 在接收端则用相同的扩频进行相关解调, 实现解扩和恢复所传的信息数据。该项技术称为扩频调制, 而传输扩频信号的的系统为扩频系统。

理论基础: 香农定理

21、无线电波传播基本机制是什么?

无线电波在陆地传播环境传输时, 不同的环境和地貌类型将引起能量的吸收和穿透, 无线电波会出现直射、反射、折射、绕射和散射等现象。

22、试说明直接序列扩频系统如何有效抑制窄带干扰?

扩频信号对窄带干扰的抑制作用在于接收机对信号的解扩的同时, 对干扰信号的扩频, 这降低了干

扰信号的功率谱密度。扩频后的干扰和载波相乘，积分（相当于低通滤波）大大地削弱了它对信号的干扰，因此在采样器的输出信号受到干扰的影响就大为减少，输出的采样值比较稳定。

三、 计算题

- 1、 若载波频率为 900MHz ，移动台速度 $v = 60\text{km/h}$ ，求最大多普勒频移。

解：由已知 $v = 60\text{km/h} = \frac{60 \times 10^3}{3600} \text{m/s} = \frac{100}{60} \text{m/s}$

当移动台运动方向与入射波一致时， f_d 最大，此时 $\cos \theta = 1$

$$f_m = \frac{v}{\lambda} = \frac{vf}{c} = \frac{\frac{100}{60} \times 900 \times 10^6}{3 \times 10^8} = 50\text{Hz}$$

- 2、 电波在自由空间传播时，载波频率是 35GHz ，距离是 2km ，其自由空间的传播衰耗是多少 dB ？当通信距离增大一倍时，则传播衰耗是多少？

解：因为 $L_f = 32.45 + 20 \lg f + 20 \lg d$

所以当 $d = 2\text{km}$ 时，代入上式可得：

$$L_f = 32.45 + 20 \lg 35000 + 20 \lg 2 = 129.3\text{dB}$$

当距离增加一倍时：

$$L_f = 32.45 + 20 \lg 35000 + 20 \lg 4 = 135.4\text{dB}$$