

普通电话线路带宽约 3KHz，在保证不失真的情况下，其最大码元速率是多少？如果采用 16 进制调制方式，最大信息传输速率是多少？

根据 P18 的公式 2.1 有： $RB=2fN=2BN$ 则有： $RB=2 \times 3=6 \text{ KB}$

如果采用 16 进制调制方式，根据 P11 的公式 1.3 有： $Rb=RB \log_2 N$

则有： $Rb=RB \log_2 N=6 \times \log_2 16=24 \text{ Kb/s}$

答：最大码元速率是 6 KHz 最大信息传输速率是 24Kb/s

设在 200 μ S 内传输了 500 个二进制码元，求比特率是多少？如果在 10S 内有 8 个误码，其误码率是多少？

解： $RB=500 \times 10^6 \div 200=2.5 \times 10^6 \text{ B}$ $Rb=RB \log_2 N=2.5 \times 10^6 \text{ bit/s}$

$Pe=8/(10 \times 2.5 \times 10^6)=3.2 \times 10^{-7}=3.2 \times 10^{-5} \%$ 答：比特率是 2.5 $\times 10^6$ bit/s。

如果在 10S 内有 8 个误码，其误码率是 3.2 $\times 10^{-5} \%$ 。（12 分）

(2) 码元传输速率、信息传输速率、误码率、误信率

码元传输速率：每秒钟传输码元的数目，单位是波特 (Baud)。

信息传输速率：每秒钟传输的信息量，单位是比特/秒 (bit/s)。

M 进制的码元速率 R_{BM} 与信息速率 R_b 的关系： $R_{BM} = \frac{R_b}{\log_2 M} (B)$ 或 $R_b = R_{BM} \log_2 M (bit/s)$

误码率： $P_e = \frac{\text{错误接收码元数}}{\text{传输总码元数}}$

误信率： $P_b = \frac{\text{错误接收信息量}}{\text{传输信息总量}}$

通信系统的八大性能指标之一

5. 信号的衰减与增益

衰减与增益通常用分贝 (dB) 的形式来表示，定义为： $d = 10 \lg \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right)$

其中， P_{in} 为输入端信号功率； P_{out} 为输出端信号功率。

【例】把 10mW 功率信号加到输入端并在输出端测得功率 5mW，衰减约为 $d = 10 \lg \left(\frac{10}{5} \right) \approx 3(dB)$ 。

6. 信息及其度量

信息是消息中包含的有意义的内容。它可以度量，用“信息量”来表示。

(1) 信息量的定义

信息量 I 与消息出现的概率 $P(x)$ 有关， $I = \log_2 \frac{1}{P(x)} = -\log_2 P(x)$ 。消息出现的概率越大，信息量越小。

(2) 信息量的单位

信息量的单位是由信息量计算公式中对数底数决定的。当底数为 2 时信息量的单位为比特 (bit)。

1. 空分交换——在数字交换网络中，任一输入线与任一输出线（或任一复用线 与任一复用线）之间的信息交换，称为空分交换。

2. 移动通信——移动通信是指通信的双方，至少有一方是在移动中进行信息交换的。

3. 分组交换——分组交换是用分组来传输和交换信息的。它是将用户传送的数据划分成一定长度，每个部分叫一个分组，在每个分组的前面加一个分组头。

4. 多址连接——多址连接是指在卫星的覆盖区内，各地球站通过同一个卫星，能同时实现多个方向多个地球站之间相互联系通信的一种方式。

5. 同步卫星——卫星的运转周期与地球自转周期相同，与地球上任一点都保持相对静止这样的卫星称为同

步卫星

2、什么是 WAP 技术？它有什么特点？

答：WAP 技术是将移动电话与互联网结合起来，使人们可以通过移动终端随时随地的接入互联网，它是专门为窄带宽、高延时、小屏幕、有限存储容量、低处理能力的无线环境量身定做的。 它的特点是：

(1) 独立于网络标准（可以在 GSM、GPRS、CDMA 上运行） (2) 适用于无线数据的传输机制。 (3) 开放的标准，独立于生产厂商。

(4) WAP 可以从服务器上下载应用，能快速提供新的服务。 (5) 移动互联网可以通过掌上服务，把用户和互联网结合在一起。

3、GPRS 是什么？它有什么优点？GPRS 服务会怎样收费？

答：GPRS 是通用分组无线业务，它是 GSM 标准化组织制定的一套标准，以实现移动分组数据业务。 GPRS 的优点是：

① 速度快。最高可达 171Kbit/s，支持 IP 协议，与数据网络建立连接的时间仅几秒钟。

② 利用率高。GPRS 具有按需分配频率资源和网络传输资源，用户时间利用率高，资金利用率高。

③ GPRS 可以充分利用现有的无线网络覆盖，投资少，功能强。 GPRS 服务是按流量计费的。

4、简述卫星通信系统的基本工作过程。

答：地球站 A 与地球站 B 传送电话信号的卫星通信系统基本工作过程如下： (1) 当甲地用户与乙地用户通话时，要把甲地的市内通信线路送来的电话

信号在发端地球站 A 的终端设备中进行多路复用，成为多路复用电话的基带信号，在发信设备的调制器中对中频载波（如 70MHz）进行调制、中频滤波，然后再由发信设备进行上变频，把 70MHz 的已调波变换成微波载频（f1）的已调波。载频为 f1 的已调波在经射频功率放大送入地球站 A 的发射天线发向空间的通信卫星。

(2) 通信卫星把经天线接收的信号首先进行低噪声放大，然后变成另一微波载频（f2）的已调波，在经卫星发信机功率放大，再由卫星发射天线发回接乙地收地球站 B。

(3) 接收地球站 B 将收到卫星发回的微弱信号用高增益天线接收后首先由地球站 B 接收设备的低噪声放大器进行放大，在将载频为 f2 的已调波进行下变频，变成载频为中频（如 70MHz）的已调波后，再中频滤波、解调成为多路复用的基带信号，该信号再终端设备中进行多路分解后，经市内通信线路送给收端用户。

5、试画出光波分复用（WDM）系统的示意图，并简述其基本原理。 答：光波分复用（WDM）系统的示意图如下：

波分复用是将不同波长的光载波信号（携带各种类型的信息）在发送端经复用器（亦称合波器）汇合在一起，并耦合到光线路的同一根光纤中传输；在接收端经分波器（亦称解复用器或去复用器）将各种波长的光载波分离后由光接收机相应的处理而恢复原信号，如图所示。

二、名词解释

1.解调:从已调信号中恢复出原调制信号的过程。

2.扩频:扩展频谱通信（简称扩频通信）技术是一种信息传输方式，其信号所占有的频带宽度远大于所传信息必需的最小带宽；频带的扩展是通过一个独立的码序列来完成，并用编码及调制的方法来实现的，与所传信息数据无关；在接收端则用同样的码进行相关同步接收、解扩及恢复所传信息数据。

3.信息:消息中的有效内容，其含量用信息量衡量。或以适合于通信，存储或处理的形式来表示的知识或消息

4.复用:多个用户同时使用同一信道进行通信而不互相干扰。

5.蓝牙技术:蓝牙（Blue Tooth）是一种短距离无线通信技术，是实现语音和数据无线传输的全球开放性标准。其使用跳频（FH/SS）、时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）等先进技术，在小范围内建立多种通信与信息系统之间的信息传输。

6.调制:调制是将基带信号的频谱搬移到某个载频频带再进行传输的方式。 7.基带:基带是由消息转换而来的原始信号所固有的频带。

8.接入网:由核心网和用户驻地网之间的所有实施设备与线路组成，是为传送电信业务提供所需传送承载能力的实施系统，可经维护管理（Q3）由电信管理网进行配置和管理，主要接口包括:用户网络接口（UNI）、业务节点接口（SNI）和维护管理接口（Q3）。 三、简答题 1.简述多普勒频移

移动台（如超高速列车、超音速飞机等）的运动达到一定速度是，固定点接收到的载波频率将随运动速

度不同而产生不同的频移，即产生多普勒效应

3. 简述 MPLS 的基本概念

MPLS 协议的关键是引入了标记 (Label) 的概念。标记是一种短的易于处理的、不包含拓扑信息、只具有局部意义的信息内容。

4. 简述统计时分复用的概念。

采用动态分配或按需分配资源的方式可以克服预分配资源方式的缺点，即当用户有数据需要传输时才分配线路资源，而当用户没有数据传输时，信道资源可以为其他用户所用，该方式成为统计时分复用。

消息与信息的关系

消息是信息的表现形式，而信息是消息中所包含的有意义的内容。 2. 信号的时域和频域特性

信号的时域特性和频域特性分别从时间和频率两个角度对同一个信号的描述。通过“傅里叶分析理论”实现时域与频域的相互转换。 3. 信号的带宽

一个信号所包含的最高频率 f_h 与最低频率 f_l 之差，称为信号的带宽，它反映了信号所拥有的频率范围。 4. 电平

通信中常用电平表示某点信号的强弱，它是一个相对的概念。某点的功率电平定义为该点信号的功率与一个基准参考点的功率的比值。

7. 通信系统可分为信源、发送设备、传输媒介 (信道)、噪声源、接收设备和信宿。信源的作用是把各种消息转换成原始电信号。

发送设备的任务是把信源发出的原始电信号变换成适合在传输媒介上传输的传输信号，即完成信源与传输媒介之间的匹配。

传输媒介用以传送信息。

噪声源不是人为加入的设备，而是通信系统中各种设备以及信道中所固有的。接收设备的作用是完成发送设备的反变换处理，以便恢复原始电信号。

信宿的作用是将原始电信号转换成相应的消息。 8. 通信系统的质量指标

(1) 主要指标

一个是有效性 (指信息传输的速度)，另一个是可靠性 (指信息传输的质量)。

对于数字系统，有效性可用传输速率来度量，传输速率一般用码元传输速率 (传码率) 和信息传输速率 (传信率) 表征。可靠性可用差错率来度量，一般用误码率和误信率表征。

(2) 码元传输速率、信息传输速率、误码率、误信率

9. 通信系统的分类及传输方式

(1) 按传输媒介可以分为有线通信系统和无线通信系统两大类。如微波中继通信系统、短波通信系统、卫星通信系统、移动通信系统都属于无线通信系统；而光纤通信系统属于有线通信系统。

(2) 根据传输媒介 (信道) 中传输的信号不同，可分为：模拟通信系统与数字通信系统 模拟通信系统：信道中传输的是模拟信号。 数字通信系统：信道中传输的是数字信号。(区分是模拟通信系统还是数字通信系统的标准是信道中传输的是什么信号)。

根据基带信号的不同种类，数字通信可以分为两类：数据通信和模拟信号数字化通信。数字通信系统的特点 (至少掌握三点)：1) 抗干扰能力强。在中继通信中，数字信号通过再生，可以消除噪声积累；2) 传输差错可以控制。通过信道编码技术使误码率降低，提高传输质量；3) 占用较宽频带：同样一路电话信号，模拟系统需要 4kHz 带宽而数字系统需要 64kHz；4) 易于加密处理，且保密性强；5) 技术较复杂

(3) 按照消息传递的方向与时间的关系，通信可以分为单工；半双工；全双工。单工通信是指消息只能单方向传输的工作方式，因此只占用一个信道。半双工通信是指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收和发。全双工通信是指通信双方可以同时进行收发消息的工作方式。

(4) 接收、发双方保持步调的方法，通信分为异步传输和同步传输。异步传输：收发双方的时钟各自独立并允许有一定的误差。

同步传输：要求双方时钟严格一致。为求收发时钟严格一致，发送方的编码中隐含着供接收方提取的同步时钟频率。

异步传输和同步传输的区别：1) 异步传输的单位是字符而同步传输的单位是帧；2) 异步传输对时钟要求较低，技术简单，但需要很多起始位和终止位，所以效率低，主要适用于低速数据传输。同步传输对双方时钟要求较高，技术实现较为复杂，但具有较高的传输效率，常用于高速数据传输。 10. 多路复用技术所谓“复用”，指将若干个彼此独立的信号合并为一个可在同一信道上传输的信号。多路复用可以提高线

路利用率。多路复用技术可以分为频分复用系统（Frequency Division Multiplexing, FDM, 不同的信号占用不同的频率段进行传输）；时分复用系统（Time Division Multiplexing, TDM, 不同的信号占用不同的时间段进行传输）；码分复用系统（Code Division Multiplexing, CDM, 不同的信号占用不同的地址码进行传输）。

11. 调制与解调

调制（modulation）就是用基带信号去控制高频载波的某个参数，使其随着基带信号的变化而变化。调制两点目的：（1）把基带信号调制成适合在信道中传输的信号；（2）实现信道的多路复用，提高线路利用率。

原基带信号称为调制信号，高频信号称为载波信号，经过调制后的信号称为已调信号。

第4章 光纤通信系统

一、主要内容

光纤通信系统

一、主要内容

1. 光的本质：光波是一种频率较高的电磁波，紫外线、可见光、红外线都属于光波。

光通信：凡是利用光波作为载波的通信方式，均称为光通信。光纤通信：采用光导纤维（光纤）作为传输媒介的光通信。光纤通信的特点（至少掌握三点）：（1）频率高，频带宽，传输容量大；（2）损耗小，中继距离长；（3）保密性能好，泄露小；（4）抗干扰能力强；（5）线径细，重量轻；（6）不怕高温，防爆、防火性能强；（7）成本低、寿命长。

2. 光纤的结构和导光原理

光纤由纤芯、包层和涂敷层三部分组成，核心部分是纤芯和包层，称为裸光纤。纤芯和包层的材料都是高纯度 SiO_2 ，并掺杂有微量的其他材料。对纤芯的掺杂是为了提高光折射率，对包层的掺杂是降低光折射率。纤芯的折射率比包层稍高。

2. 光纤的结构和导光原理 光纤由纤芯、包层和涂敷层三部分组成，核心部分是纤芯和包层，称为裸光纤。纤芯和包层的材料都是高纯度 SiO_2 ，并掺杂有微量的其他材料。对纤芯的掺杂是为了提高光折射率，对包层的掺杂是降低光折射率。纤芯的折射率比包层稍高。

光纤的导光原理：利用光的全反射来传输光信号。因此必须使得纤芯为光密媒质，而包层为光疏媒质，使进入光纤的光有可能全部限制在纤芯内部传输。

3. 光纤的类型

（1）按折射率分布不同，光纤可以分为阶跃型光纤（Step-Index Optical Fiber, SIF）和渐变型光纤（Graded-Index Optical Fiber, GIF）。

在阶跃型光纤中，纤芯和包层的折射率各自沿半径方向保持一定，且在纤芯和包层交界处折射率呈阶跃型变化。

在渐变型光纤中，纤芯的折射率随半径增大而逐渐减小，包层的折射率保持均匀，并且在纤芯与包层的交界处，两者的折射率相等。

（2）按传输模式不同，光纤可以分为多模光纤和单模光纤。

多模光纤是指能传输多个模式的光纤，其折射率可以是阶跃型也可以是渐变型，单模光纤是指光纤中只传输一种模式的光纤，其折射率分布为阶跃型的。

（3）按使用波长分类：短波长光纤、长波长光纤和超长波长光纤等 短波长光纤是指波长为 850nm 的光纤。长波长光纤是指波长为 1310nm 的光纤。超长波长光纤是指波长为 1550nm 的光纤。

微波通信是指利用微波作为载波的通信技术。微波是指频率在 300MHz~300GHz 无线电波。

根据波长或频率的不同，微波可以分为分米波（UHF）、厘米波和毫米波。微波通信的分类：微波中继通信、卫星通信、移动通信、散射通信。

3. 微波中继通信

微波中继通信：借助于地面架设的微波中继站进行远距离通信的一种通信方式，又称为微波接力通信。微波中继通信只是微波通信的一种。

为什么地面微波通信需要使用中继？（1）传播有损耗（2）微波的直线传播和地面的曲面表面。微波中继通信的特点（至少掌握三点）：（1）频带宽，容量大；（2）受外界干扰影响小；（3）天线增益高，方向性强；（4）通信灵活性大；（5）投资少，见效快

4. 微波的视距传播特性

（2）等效地球半径

对于不同高度的大气，随着压力、温度和湿度不同，大气的折射率也不同。因此实际电磁波传播时会不断地发生折射现象，使得传播轨迹不是直线而是曲线。

如果按照电磁波的曲线传播轨迹来进行有关分析和计算，将带来极大不便，因此人为引入等效地球半径的

概念。引入等效地球半径的概念后，大气折射的最后效果可以看成电磁波在一个等效半径为 $0RKR_e$ 的地球上空沿着直线传播， K 为等效地球半径系数。

5. 微波中继通信系统

(1) 系统组成

微波站可分为终端站、中继站、分路站和枢纽站四种。终端站是处于微波线路两端的微波站，是系统的终端。

中继站是线路的中间转接站，只对微波信号进行放大和转发，不能上、下话路（插入或分出信号）。分路站除了具有中继站的功能外，还可以实现上、下话路。当要实现两个方向以上的分出或插入微波信号时需要枢纽站。

(2) 微波波道及其频率配置

微波波道：一套对通的微波收发信机构成的一条微波通信通道。常见的有两种频率配置：单波道频率配置，多波道频率配置。多波道频率配置有两种配置方案：交错制和分割制。

第 6 章 卫星通信

一、主要内容

1. 概念

卫星通信是指利用人造卫星作为中继站，以实现两个或多个地球站之间通信的一种无线通信方式。卫星通信使用微波频段，频率分配：**C**波段（6/4GHz）；**Ku**波段（14/12GHz）；**Ka**波段（30/20GHz）。卫星通信的特点（至少掌握三点）：（1）覆盖区域大，通信距离远；（2）频带宽，通信容量大；（3）便于多址连接；（4）通信质量好，可靠性高；（5）通信机动灵活；（6）电路使用费用与通信距离无关

(1) 按卫星的结构分类

可分为无源卫星和有源卫星两类。

无源卫星：没有任何电子设备，通过其金属表面对无线电波进行反射来完成中继任务。

有源卫星：一般采用太阳能电池和化学能电池作为能源，这种卫星装有收、发信机等电子设备。

(2) 按卫星的运行轨道分类

赤道轨道卫星：其轨道平面与赤道平面重合。

极轨道卫星：其轨道平面与赤道平面垂直，这种卫星穿过地球南、北两极上空。倾斜轨道卫星：其轨道平面相对于赤道平面是倾斜的。

(3) 按卫星离地面最大高度分类

低轨卫星（Low Earth Orbit Satellite，简称 LEO）： $h < 5000\text{km}$ ，运行周期为 2~4 小时。中轨卫星

（Middle Earth Orbit Satellite，简称 MEO）： $5000\text{km} < h < 20000\text{km}$ ，运行周期 4~12 小时。高轨卫星

（Geostationary Earth Orbit Satellite，简称 GEO）： $h = 35780\text{km}$ ，运行周期 24 小时，又称为静止轨道。

(4) 按卫星与地球上任一点的相对位置分类

非同步卫星：运行周期不等于（通常小于）地球自转周期，其轨道倾角、轨道高度、轨道形状（圆形或椭圆形）可因需要而不同。从地球上看来，这种卫星以一定的速度在运动，称为移动卫星或运动卫星。

同步卫星：又称静止卫星，是指在赤道上空约 35786km 高的圆形轨道上与地球自转同向运行的卫星。同步卫星的优点：1) 距地面高达，覆盖范围广，只需三颗卫星适当配置，就可建立除两极地区以外的全球性通信；2) 相对于地球是静止的，因此地面站天线易于保持对准卫星，不需要复杂的跟踪系统；信号频率稳定，不会因卫星相对于地球运动而产生多普勒频移。

同步卫星的缺点：1) 两极地区为通信盲区；2) 卫星离地球较远，传输损耗和传输时延较大；3) 同步轨道只有一条，能容纳卫星的数量有限；4) 同步卫星的发射和在轨测控技术比较复杂。

3. 卫星通信系统的组成
一条卫星通信线路由五部分组成：发端地球站；上行线路；卫星转发器；下行线路；收端地球站。其中，上行线路和下行线路就是无线电波传播的路径。

4. 同步通信卫星的组成及工作原理
一个同步通信卫星主要由天线系统、通信系统（转发器）、遥测指令系统、控制系统和电源系统五大部分组成。

(1) 天线系统

天线包括两类：通信系统用的通信天线，常采用定向天线；遥测指令系统用的遥测指令天线，一般是全向天线

(2) 转发器

转发器通常分为透明转发器和处理转发器两大类。

透明转发器：只是单纯地完成转发任务，不作其他处理。处理转发器除了转发信号外，还具有信号处理功能。

(3) 遥测指令系统 遥测指令系统分为遥测和遥控指令两部分。 (4) 控制系统

包括位置控制和姿态控制两部分。位置控制系统用来消除“摄动”的影响。姿态控制是使卫星对地球或其它基准物保持正确的姿态，即卫星在轨道上的姿势。

(5) 电源系统

平时主要使用太阳能电池，当卫星进入地球的阴影区（即星蚀）时，则使用化学能电池。 5. 地球站的基本组成

由六个分系统组成：天线系统、发射系统、接收系统、终端系统、监控系统、电源系统。 6. 卫星移动通信系统

卫星移动通信系统由三部分组成：(1) 通信卫星，由一颗或多颗卫星组成；(2) 地面站；(3) 移动终端。按照卫星的运行轨道，卫星移动通信系统可以分为三类：(1) 低轨道卫星移动通信，代表系统有铱系统和全球星系统；(2) 中轨道卫星移动通信；(3) 静止轨道卫星移动通信。 7. 卫星导航定位系统

概念：以人造卫星为导航台的无线电定位系统。 分类：美国的全球定位系统（GPS）、欧盟的伽利略系统、俄罗斯的格洛纳斯系统和中国的北斗卫星导航系统，使用范围最广的就是美国的 GPS 系统。

第 7 章 移动通信系统

一、主要内容

1. 概念

移动通信是指通信双方或至少其中一方在运动状态中进行的通信。几个概念：(1) 邻道干扰：相邻或邻近频道信号之间的相互干扰。(2) 同道干扰，也称同频干扰，是指相同频率信号之间的干扰。(3) 远近效应：在 CDMA 系统中，许多移动台共用一个频率发送或接收信号，近地强信号干扰远地弱信号的现象称为远近效应。解决远近效应的方法是功率控制。

移动通信的特点（至少掌握三点）：(1) 电波传播环境恶劣；(2) 噪声和干扰严重；(3) 无线频谱资源非常紧缺；(4) 环境条件差，对设备要求高。 2. 移动通信系统的基本结构

移动通信系统可以分为三部分：移动台；基站系统；网络系统。

基站系统由基站控制器（Base Station Controller，BSC）和基站收发信机（Base Transceiver Station，BTS）两部分组成。一个 BSC 可以控制一个 BTS 也可控制多个 BTS 每个小区必有一个 BTS 但不是必有一个 BSC 可以多个小区共用一个 BSC

移动交换中心简称为：Mobile Switching Center，MSC。它是移动通信系统的核心。主要功能：一是对位于本 MSC 控制区域内的移动用户进行通信控制和管理；二是提供与固定网的接口。

归属位置寄存器简称为：Home Location Register，HLR 每个移动用户都应在入网所在地的 HLR 中登记注册。在 HLR 中主要存储两类信息：一是有关用户的参数，如预定的业务、记账信息等；二是有关用户当前的位置信息。

访问位置寄存器简称为：Visitor Location Register，VLR VLR 用来存储进入其控制区域内外来移动用户的有关数据。一旦移动用户离开该 VLR 的控制区域，则临时存储的数据就会被删除。因此，VLR 可看作是一个动态用户的数据库。 3. 移动通信网的网络结构

(1) 大区制

一个城市只设一个基站，该基站覆盖整个通信服务区。

大区制的特点：设备较简单，投资少，见效快，但频率利用率低，扩容困难。

(2) 小区制：蜂窝网

将整个通信服务区域（比如一个城市）划分为若干个子覆盖区，称为小区。每个小区设置一个低功率基站，负责与本小区的移动用户通信。

小区制的优点：用户终端小巧且电池使用时间长，辐射小，服务性能较好，频谱利用率较高，用户容量大等。

小区制的频率再用技术：指一个频率可以在不同的小区内重复使用。

频率再用技术的方法：若干个小小区组成一个区群，区群内的每个小区占用不同的频率。另一个区群可重复使用相同的频带。

小区分裂：为了适应用户数不断增长的需要，通过小区分裂技术将小区划小，以提高频率利用率。 4. 越区切换

概念：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。

分类：一般分为两大类：1) 硬切换：移动台先中断与旧基站的连接，再与新基站建立连接。**GSM** 只能使用硬切换。2) 软切换：移动台先与新基站建立连接，再中断与旧基站的连接。软切换要求切换前后信道不发生变化，**CDMA**使用软切换。

(1) 频率利用率高，系统容量大

CDMA 系统是一个干扰受限而非资源受限系统，任何在干扰方面的减少都将直接转变为容量的增加。在 **CDMA** 系统中，采用了话音激活、功率控制、扇区划分等技术来减少系统中的干扰，从而提高了系统容量。

话音激活技术：用户发射机所发射的功率根据用户话音编码器的输出速率来作调整。当用户讲话时，话音编码器的输出速率高，发射机所发射的平均功率大。当用户不讲话时，话音编码器的输出速率低，发射机所发射的平均功率就很小。

功率控制分为上行链路功率控制和下行链路功率控制：上行链路功率控制主要是实时调整移动台的发射功率，使任一移动台无论处于何种位置，发射信号到达基站时具有相同的信号电平；下行链路功率控制主要是实时调整基站向移动台发射的功率，使任一移动台无论处于什么位置，收到的基站信号电平刚好达到信噪比所要求的门限值。

扇区划分技术是指位于小区中心的基站利用天线的定向特性把小区分成不同的扇面，采用不同的天线进行接收。通过扇区划分，可以降低扇区中各用户之间的多址干扰。

通信系统的分类及传输方式 (1) 按传输媒介可以分为有线通信系统和无线通信系统两大类。如微波中继通信系统、短波通信系统、卫星通信系统、移动通信系统都属于无线通信系统；而光纤通信系统属于有线通信系统。(2) 根据传输媒介(信道)中传输的信号不同，可分为：模拟通信系统与数字通信系统模拟通信系统：信道中传输的是模拟信号。数字通信系统：信道中传输的是数字信号。(区分是模拟通信系统还是数字通信系统的标准是信道中传输的是什么信号)。根据基带信号的不同种类，数字通信可以分为两类：数据通信和模拟信号数字化通信。数字通信系统的特点(至少掌握三点

1) 抗干扰能力强。在中继通信中，数字信号通过再生，可以消除噪声积累；2) 传输差错可以控制。通过信道编码技术使误码率降低，提高传输质量 3) 占用较宽频带：同样一路电话信号，模拟系统需要 4kHz 带宽而数字系统需要 64kHz;

4) 易于加密处理，且保密性强；5) 技术较复杂 (3) 按照消息传递的方向与时间的关系，通信可以分为单工；半双工；全双工。单工通信是指消息只能单方向传输的工作方式，因此只占用一个信道。半双工通信是指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收和发。全双工通信是指通信双方可以同时进行收发消息的工作方式。(4) 接收、发双方保持步调的方法，通信分为异步传输和同步传输。

异步传输：收发双方的时钟各自独立并允许有一定的误差。

同步传输：要求双方时钟严格一致。为求收发时钟严格一致，发送方的编码中隐含着供接收方提取同步时钟频率。

异步传输和同步传输的区别：

1) 异步传输的单位是字符而同步传输的单位是帧；2) 异步传输对时钟要求较低，技术简单，但需要很多起始位和终止位，所以效率低，主要适用于低速数据传输。同步传输对双方时钟要求较高，技术实现较为复杂，但具有较高的传输效率，常用于高速数据传输。10 多路复用技术所谓“复用”，指将若干个彼此独立的信号合并为一个可在同一信道上传输的信号。多路复用可以提高线路利用率。多路复用技术可以分为频分复用系统，不用的信号占用不同的频率段进行传输)；时分复用系统(不用的信号占用不同的时间段进行传输)码分复用系统，不用的信号占用不同的地址码进行传输)

11 调制与解调

调制(modulation)就是用基带信号去控制高频载波的某个参数，使其随着基带信号的变化而变化。调制两点目的：

(1) 把基带信号调制成适合在信道中传输的信号；

(2) 实现信道的多路复用，提高线路利用率。原基带信号称为调制信号，高频信号称为载波信号，经过调制后的信号称为已调信号。

通信的工作方式有几种？简述其工作原理是什么？

通信方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信三种。工作原理：是指把消息(message)从一地有效地递到另一地，即信息(information)传递的全过程。2 数字通信系统与模拟通信系统比较有哪些优点缺点？

数字通信系统优点：(1) 抗干扰、抗噪声能力强，无噪声积累。(2) 便于加密处理，保密性强。(3) 差错可控。(4) 利用现代技术，便于对信息进行处理、存储、交换。(5) 便于集成化，使通信设备微型化。

数字通信缺点：(1) 数字信号占用的频带宽。(2) 对同步要求高，系统设备比较复杂。3 现代通信有哪些方面主要技术？

1.2.1 移动通信 移动通信的主要技术有：组网技术、多址技术、调制解调技术、语音编码技术、交织技术、分集技术、自适应性技术，网络管理技术等。在后面我们将介绍数字移动通信的基本技术和几种具体通信系统。

1.2.2 光纤通信 的新技术主要有：光器件技术、光放大技术、光接入技术、光同步数字传输网技术、相干光通信技术、光波复用技术、全光通信技术等。

1.2.3 多媒体通信 多媒体通信主要技术有：音频数据压缩编码技术、视频数据压缩编码技术、宽带网络技术、信息差错控制技术、数据过滤技术、多媒体传输技术及应用系统技术等。

1.2.4 Internet 技术 Internet 是世界上最大的计算机互联网络，它允许全球千百万人同时相互通信，共享资源。实际上，Internet 是一个以统一标准协议(TCP/IP)连接全球范围内许多国家、部门与组织的计算机通信网络。Internet 技术主要包括计算机网络技术、网络互连技术、网络管理技术、寻址技术、网际协议及传输控制协议等。

1.2.5 宽带综合业务数字网(BISDN) 宽带综合业务数字网集合了许多通信领域的最新技术，如帧中继技术、交换式多兆比特数字业务(SMDS)、异步转移模式(ATM)、光纤分布式数据接口(FDDI)、分布式排队双总线(DQDB)及接入网技术等。

1.2.6 智能网(IN) 智能网是当今通信领域研究的重要方面，它代表着未来通信网络发展的方向，IN是计算机技术与通信网络相结合的产物。它从更高更新的层次来定义通信过程及具体业务(智能业务)，它能为广大用户迅速、灵活地提供各种可能业务，并能快速生成新业务。IN 主要内容有：概念模型、应用协议、业务交换、业务控制、业务数据、业务管理、业务生成；以及 IN 与移动网、宽带综合业务数字网、因特网互联技术。

1.2.7 其它技术 除以上几个主要技术外，卫星通信技术(特别是移动卫星通信技术)、个人通信技术、宽带住宅技术(智能大厦)等都是目前通信领域中研究与应用的热点技术。1、理解电话通信中一次呼叫处理的全过程。

主叫用户摘机呼叫——送拨号音，准备拨号——拨号——号码分析(交换机)——接至被叫用户——向被叫用户振铃——被叫应答和通话——主叫先挂机，通话结束——被叫先挂机，通话结束

2、简述组建电话网有哪些要求。

对组建电话网的要求：(1)保证网内每个用户都能任意呼叫网内的其它用户(2)保证满意的服务质量(3)能不断适应通信新业务和通信新技术的发展(4)投资和维护费用尽可能低 1 短波通信系统中抗干扰的途径大致有几方面？

1)采用实时选频系统。2)尽可能提高系统的频率稳定度，以压缩接收的通频带。3)采用定向天线或自适应调零天线。4)采用抗干扰能力强的调制和健控制度。5)采用“跳频”通信和“突发传输”技术。

2 短波通信系统中差错控制方式有哪几类？并简述每类的基本原理。

(1) 一类称为反馈纠错方式，即根据线路接收端的要求而自动重发的检错方式，简称 ARQ 方式；自动重发检错 ARQ

在发送端对所传信息进行编码，加入少量监督码元以便在接收端检测接收数据的差错。如果检测到含有差错的码组，这个码组将不被送到用户，与此同时把要求重发的信号(ARQ 信号)送往发送端。发送端接收到 ARQ 信号后，就重发已发生差错的那部分信息。(2) 另一类称为前向纠错方式，简称 FEC 方式。前向纠错 FEC

在发送端对所传信息进行编码，这种编码通常采用较复杂的编码方式，以便于接收端根据编码规则自动纠正一定长度的传输差错。

(3) 在这两类基础上有派生出混合纠错(HEC)方式。混合纠错 HEC

把 FEC 和 ARQ 设备串联起来，就构成了 HEC 差错控制系统。此时，少量差错将在接收端自行纠正；当差错严重超出 FEC 的纠错能力时，就向发送端发出要求重发的信号，使发送端重发。显然，这种混合纠错系统由于采用了 FEC，使高差错率段增加了单位时间传送的信息量。其缺点是系统复杂，成本较高。

3 简述理想的软件无线电台发射信号的过程 理想的软件无线电台发射信号的过程是：

◆分析传输信道和临近信道的能量分布特征◆探测传播路径，选择传输信道；◆构造合适的信道调制方式；◆将天线波束自动指向合适的传输方向；◆选择合适的功率后发射信号 4 简述理想的软件无线电台接收信号的过程。

理想的软件无线电台接收信号的过程是：

(1) 分析传输信道及其临近信道的能量分布特征，调整接收信道；(2) 识别接收信号的模式；(3) 自动将天线方向图的零点指向干扰，保持有用信号有一定的天线增益；(4) 评估有用信号多径的动态特性，并对此多径信号相干相加和自适应均衡；(5) 进行解调与前向纠错。

5 微波通信系统中使用的中继站有哪些？简述每类中继站的工作基本原理

□微波中继站的中继方式可以分为：(1) 直接中继(2) 外差中继(3) 基带中继

直接中继：是将收到的射频信号直接移到其他射频上，无须经过微波—中频—微波的上下变频过程。

外差中继：将射频信号进行中频解调，在中频进行放大，然后经过上变频调制到微波频率，发送到下一站。

基带中继：它不仅需要下变频，还需要调制解调电路，因此基带中继可以上下话路，同时由于数字信号的再生消除了积累的噪声，传输质量得到保证。因此基带中继是数字微波中继通信的主要中继方式。

6 微波通信系统频率配制原则是什么？

频率的分配原则：

(1) 在给定的可用频率范围内尽可能多安排波道数量，这样可以在这条微波线路上增加通信容量；(2) 减少各波道间的干扰，以提高通信质量；(3) 有利于通信设备的标准化、系列化。

1 卫星通信系统有哪几种通信分配方式？简述各自的工作原理 预分配(PA)方式

1 在预分配的卫星通信系统中，卫星信道是预先分配给各地球站的。其中、特别把在使用过程中不再变动的预分配称为固定预分配方式，相反，对应于每日通信业务量的变化而在使用过程中不断改变的预分配称为动态预分配方式；

按需分配(DA)方式

1 把所有信道归各站所公有，信道的分配是根据各地球站提出申请而临时决定的。2 按需分配的优点是信道利用率高，特别是在地球站数目多，而每站业务量小的场合更是如此。

2 简述移动卫星通信系统和固定通信系统的区别？

(1) 卫星移动通信系统的卫星轨道应尽量避免在此两个圆环内。(2) 在系统设计时应考虑多径衰落余量，降低了系统的容量。(3) 需要合理的多址连接方式和信道分配方式、调制解调和编码技术。(4) 移动台小型化

1 光纤通信系统中抖动的性能参数有哪些？怎样消除或抑制光纤通信系统中的抖动。

根据 ITUT 建议和我国国标，抖动的性能参数主要有：(1) 输入抖动容限是指误码率符合要求的情况下，系统所允许的输入信号码流中的最大抖动。(2) 输出抖动是指当系统无输入抖动时，系统输出信号抖动特性。(3) 抖动转移特性定义为系统输出信号的抖动与输入信号中具有对应频率的抖动之比

控制或抑制抖动的方法

一是，对数字信号采用合适的线路编码，使“0”“1”码的分布比较均匀；二是，采用“缓冲存储器”和再定时技术，利用跟踪滤波器或模拟锁相环路的功能，抑制信号的抖动。1. 组网技术包括哪些主要问题？

(1) 对于给定的频率资源，大家如何来共享？即采用什么样的多址技术，使得有限的资源能传输更大容量的信息。(2) 由于传播损耗的存在，基站和移动台之间的通信距离总是有限的。(3) 如何将服务区内的各个基站互连起来，并且要与固定网络(如 PSTN ISDN B-ISDN等)互连，从而实现移动用户与固定用户、移动用户与移动用户之间的互连互通？也就是说，移动通信应采用什么样的网络结构？(4) 移动通信的基本特点是用户在网络覆盖的范围内可任意移动。这就要解决下面两个问题：一是当移动用户从一个基站的覆盖区移动到另一个基站的覆盖区时，如何保证用户通信过程的连续性，即如何实现有效的越区切换？二是用户在移动网络中任意移动，网络如何管理这些用户，使网络在任何时刻都知道，该用户当前在哪个地区的哪一个基站覆盖的范围内，即如何解决移动性管理的问题？(5) 如何在用户和移动网络之间，移动网络和固定网络之间交换控制信息，从而对呼叫过程、移动性管理过程和网络互连过程进行控制，以保证网络有序运行，即在移动通信网中应采用什么样的信令系统？

2. 什么叫越区切换？越区切换包括哪些主要问题？软切换和硬切换的差别是什么？

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。该过程也称为自动链路转移 ALT(Automatic Link Transfer) 越区切换通常发生在移动台从一个基站覆盖的小区进入到另一个基站覆盖的小区的情况下，为了保持通信的连续性，将移动台与当前基站之间的链路转移到移动台与新基站之间的链路。

越区切换包括三个方面的问题：① 越区切换的准则，也就是何时需要进行越区切换；② 越区切换如何控制；③ 越区切换时的信道分配。

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。在越区切换时，可以仅以某个方向(上行或下行)的链路质量为准，也可以同时考虑双向链路的通信质量。

3. 详细阐述越区切换有那些准则？

(1) 相对信号强度准则(准则 1): 在任何时间都选择具有最强接收信号的基站。如图 2-23 中的 A 处将要发生越区切换。这种准则的缺点是: 在原基站的信号强度仍满足要求的情况下, 会引发太多不必要的越区切换。(2) 具有门限规定的相对信号强度准则(准则 2): 仅允许移动用户在当前基站的信号足够弱(低于某一门限), 且新基站的信号强于本基站的信号情况下, 才可以进行越区切换。如图 2-23 所示, 在门限为 Th_2 时, 在 B 点将会发生越区切换。在该方法中, 门限选择具有重要作用。(3) 具有滞后余量的相对信号强度准则(准则 3): 仅允许移动用户在新基站的信号强度比原基站信号强度强很多(即大于滞后余量(Hysteresis Margin))的情况下进行越区切换。(4) 具有滞后余量和门限规定的相对信号强度准则(准则 4): 仅允许移动用户在当前基站的信号电平低于规定门限并且新基站的信号强度高于当前基站一个给定滞后余量时进行越区切换。

1. 什么叫移动通信?移动通信有哪些特点?

(1) 通信双方有一方或两方处于运动中的通信。

(2) 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, 而移动通信业务量的需求却与日俱增 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. 移动通信设备(主要是移动台)必须适于在移动环境中使用

2. 单工通信与双工通信有何区别?各有何优缺点

单工通信, 是指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。单工通信常用于点到点通信。同频单工是指通信双方(如图 1-1 中的电台甲和电台乙)使用相同的频率 f_1 工作, 发送时不接收, 接收时不发送。平常各接收机均处于守候状态, 即把天线接至接收机等候被呼。当电台甲要发话时, 它就按下其送受话器的按讲开关(PTT) 一方面关掉接收机, 另一方面将天线接至发射机的输出端, 接通发射机开始工作。当确知电台乙接收到载频为 f_1 的信号时, 即可进行信息传输。双工通信, 是指通信双方可同时进行传输消息的工作方式, 有时亦称全双工通信, 如图 1-2 所示。图中, 基站的发射机和接收机分别使用一副天线, 而移动台通过双工器共用一副天线。双工通信一般使用一对频道, 以实施频分双工(FDD)工作方式。这种工作方式使用方便, 同普通有线电话相似, 接收和发射可同时进行。

1. 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?

1 蜂窝通信系统采用了频道再用技术。频率再用技术。越区切换技术。
2 无线寻呼 单工模式 集群通信 半双工模式 蜂窝通信、无绳电话为双工通信 4.移动通信包括哪些主要技术?各项技术的主要作用是什么?

1. 4. 1 调制技术调频技术的应用曾对模拟移动通信的发展产生过极大的推动作用, 迄今, 这种调制技术仍广泛应用于许多模拟移动通信系统中。

在实际应用中, 有两类用得最多的数字调制方式: (1) 线性调制技术, 主要包括 PSK QPSK DQPSK OK-QPSK $\pi/4$ -DQPSK 和多电平 PSK 等。(2) 恒定包络(连续相位)调制技术, 主要包括 MSK GMSK GFSK 和 TFM

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/886124241021010232>