

一、无线通信基础

考点一：无线电通信概述

【考法分析】

掌握电磁波的波长、频率和速度之间的关系，频段划分等。以填空题和判断题考察为主。其中：频段划分**每年必考**。

【要点分析】

- 同频率的电磁波 在不同介质中的传播速率不同。电磁波的波长 λ 、频率 f 和速度 v 之间的关系为 $v = \lambda f$
- 目前，移动通信使用的频段范围为：300MHz~3GHz，频段名称为：特高频 UHF。
- 下一代移动通信频段扩展至 6GHz~100 GHz。

【备考点拨】

熟记移动通信使用的频段范围为：300MHz~3GHz，频段名称为：特高频 UHF。每年必考。

考点二：无线电波的传播模式及机制

【考法分析】

掌握无线电波的传播特性，以填空题形式考察为主。

【要点分析】

- 电波在空间传播时会产生各种传播模式。无线电通信中主要的电波传播模式有地表波、天波和空间波 3 种；
- 地表波是指沿地球表面传播的电波传播模式；
- 天波是利用电离层的折射、反射和散射作用进行传播的电波传播模式；
- 空间波是指在大气对流层中进行传播的电波传播模式；
- 电磁波在空间中的传播机制有多种，通常由直射传播、反射传播、绕射传播和散射传播等。

【备考点拨】

熟记 3 种电波传播模式，并建立无线电传播环境复杂的思想。

考点三：自由空间的电波传播

【考法分析】

掌握电波在自由空间传播的特性，以填空题、判断题和计算题考察居多。

【要点分析】

- 在自由空间中，电波能量以球面波形式向空间扩散，总能量不变，但因扩展而造成衰减；
- 自由空间传播损耗关系式： $L_f = 32.45 + 20 \log f + 20 \log d$ ，其中： d 和 f 的单位分别为：km 和 MHz；
- 当传播距离增加一倍，或者信号的工作频率增加一倍时，都会使自由空间的传播损耗增加 6dB。

【备考点拨】

重要考点。透彻理解自由空间内电磁波传播特性。

考点四：电波传播的衰落特性---慢衰落

【考法分析】

重点掌握慢衰落特性。以填空题形式考察，每年必考。

【要点分析】

- 在无线通信系统中，由于地面反射、大气折射以及障碍物阻挡等因素的影响，导致了接收端信号的衰落。当衰落使接收信号电平缓慢起伏，则称为慢衰落；
- 慢衰落产生的原因主要是阴影效应和大气折射；
- 当电波在传输过程中遇到起伏的地形、建筑物、树林等障碍物时，在障碍物的后面便形成电波的阴影区。在移动通信系统中，阴影区中的信号强度很弱，使移动台接收到的信号场强中值发生缓慢衰落，这就是阴影效应，阴影效应所引起的衰落称为阴影衰落。
- 阴影效应的衰落速度与频率无关，主要取决于传播环境；
- 慢衰落服从对数正态分布；
- 慢衰落的标准偏差不仅与地形地物的高度及稠密度有关，而且与信号的工作频率有关；
- 当阴影效应以及大气折射使得多径信号相对时延发生变化时，会使同一地点的场强中值随时间呈现慢变化，这就是慢衰落。慢衰落的深度与地形和工作频率有关；
- “宏分集”主要用于蜂窝移动通信系统中，也称为“多基站”分集，是一种减小慢衰落影响的分集技术。

【备考点拨】

透彻理解慢衰落产生的原因及影响因素，消除技术等。

考点五：电波传播的衰落特性---快衰落

【考法分析】

重点掌握快衰落特性。以填空题形式考察，每年必考。

【要点分析】

- 在无线通信系统中，由于地面反射、大气折射以及障碍物阻挡等因素的影响，导致了接收端信号的衰落。当衰落使接收信号电平快速起伏，则称为快衰落。
- 快衰落产生的主要原因是多径衰落；
- 多径主要有直射波与反射波形成的多径，其次还有低空大气层大气效应造成的几种途径并存的多径；
- 快衰落是指接收场强包络的快变化，它呈现瑞利分布；快衰落的衰落速度与移动台的运动速度和工作频率有关。
- “微分集”是一种减小快衰落影响的分集技术。

【备考点拨】

透彻理解快衰落产生的原因及影响因素，消除技术等。

考点六：陆地无线信道的传播损耗

【考法分析】

了解无线信道的传播损耗理论，以选择题形式考察。非重要考点。

【要点分析】

- 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，称为基准中值或基本中值；
- 由电波传播理论可知，传播损耗取决于传播距离 d 、工作频率 f 、基站天线高度 h_b 和移动台天线高度 h_m 等；
- 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；
- 若移动台天线高度在 $1\text{m} \sim 4\text{m}$ 范围内， $H_m(h_m, f)$ 受环境条件的影响较小，移动台天线高度增高一倍时， $H_m(h_m, f)$ 的变化约为 3dB ；
- 市区的场强中值与街道走向（相对于电波传播方向）有关。纵向路线（与电波传播方向相平行）的损

耗中值明显小于横向路线（与传播方向相垂直）的损耗中值。

- 郊区的传播损耗中值比市区的传播损耗中值要小。
- 开阔地的传播条件优于市区、郊区及准开阔地，在相同条件下，开阔地上的场强中值比市区高近 20dB；

【备考点拨】

非重要考点。判断题和选择题能够识别即可。

考点七：多普勒效应

【考法分析】

掌握多普勒效应产生的原因及影响。以填空题考察居多。每年必考。

【要点分析】

- 由于移动台处于移动中，因而接收信号中存在附加的频率变化，这种频率变化就是多普勒频移，从而给系统引入调频噪声。
- 运动速度越快、工作频率越高，多普勒频移影响就越大。
- 多普勒频移是由移动用户高速运动而引起的传播频率的变化，其变化程度与移动用户的运动速率成正比。

【备考点拨】

透彻理解并熟记多普勒效应产生的原因及影响。

考点八：远近效应

【考法分析】

掌握在 CDMA 系统中远近效应的概念及其影响。以选择题形式考察居多。

【要点分析】

- 当两个移动台距基站的距离不同，却以相同的功率发送信号时，基站接收到的来自远端移动台的有用信号将可能淹没在近端移动台所发送的信号之中。这种由于发送点位置不同，而使得发信机与基站之间的路径损耗不同而引起的接收效果下降的现象被称为“远近效应”。
- 减小远近效应影响的技术“功率控制”。

【备考点拨】

透彻理解并熟记。

考点九：无线收发信机

【考法分析】

掌握无线收发信机的组成及各部件的功能。以简答题和填空题考察为主。

【要点分析】

- 在模拟通信中，发信机的基带处理电路主要是对信源送来的信号进行放大、滤波、均衡等处理；
- 在数字通信中，发信机的基带处理电路主要是对信源送来的信号进行信源编码、信道编码和放大等处理；
- 调制器的作用是将处理好了的基带信号携带到振荡器产生的高频振荡信号上去。

【备考点拨】

通过无线收发信机原理框图掌握各部件的功能作用。

考点十：天线与馈线

【考法分析】

掌握天线的作用及分类，天线的特性，以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 天线是无源器件。仅仅起转换作用而不能放大信号。
- 天线是互易的（具有可逆性），即同一天线既可用于发射天线，也可用作接收天线。同一天线作为发射或接收的基本特性参数是相同的。
- 天线的特性由机械特性和电气特性来描述，机械特性包括：天线的形状、尺寸、材料、重量、可靠性等；电气特性包括：天线的方向性、增益、极化方式、输入阻抗和工作带宽等。
- 天线的方向性通常用方向性图来表示。天线的方向性角越小，天线的方向性越强。
- 天线增益：如果参考天线是全向天线（如点源天线），增益的单位为 dBi；如果参考天线是对称阵子天线，增益的单位为 dBd。
- 天线增益是用来衡量天线朝一个特定方向收发信号的能力。相同条件下，增益越大，电波向正前方传播的距离越远。
- 常见的天线阻抗有 50Ω 和 75Ω 。
- 天线的带宽和天线的型式、结构、材料都有关系。一般来说，天线振子所用管线越粗，带宽越宽；天线增益越高，带宽越窄。
- 天线的极化是指天线辐射时形成的电场强度方向。电波的极化方式有 3 种：水平极化、垂直极化和圆极化。
- 天线倾角反映了天线接收哪个高度角来的电波最强。
- 驻波比是表示天馈线与基站匹配程度的指标。驻波比总是大于 1 的，一般要求天线的驻波比小于 1.5，驻波比是越小越好。

【备考点拨】

熟记天线的电气特性及对天线性能的影响。

考点十一：噪声

【考法分析】

了解通信系统中噪声的含义，以选择题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 信道的传输质量不仅取决于信号的功率，也受信道中的噪声和干扰的影响；
- 按噪声产生的原因可以分为外部噪声和内部噪声；
- 无线电通信系统中的任何器件和设备工作时，都会给系统引入热噪声。热噪声即白噪声，是由导体中电子的热震动引起的，它存在于所有电子器件和传输介质中。
- 热噪声是温度变化的结果，不受频率变化的影响。热噪声在所有频谱中以相同的形态分布，它是不能够消除的，由此对通信系统性能构成了上限。

【备考点拨】

透彻理解通信系统中噪声的含义。

考点十二：干扰

【考法分析】

了解通信系统中干扰的含义，以选择题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 交调干扰：当接收到有用信号时，可同时听到信号台和干扰台的声音，而信号频率与干扰频率间没有固定的关系；一旦有用信号消失，干扰台的声音也随之消失。
- 互调干扰：当两个或多个干扰信号同时加到接收机时，由于非线性作用，这两个干扰的组合频率有时会恰好等于或接近系统中频而顺利通过接收机，其中三阶互调最严重。
- 邻道干扰：在两个相邻或相近的波道，所传输的信号超过了波道的带宽，从而对临近波道所传播信号造成的干扰。
- 同频干扰：无用信号的载频与有用信号的载频相同，并对接收同频有用信号的接收机造成的干扰。

【备考点拨】

会判断每种干扰含义。

二、无线通信关键技术

考点一：基本调制方式

【考法分析】

了解数字调制的 3 种方式，以判断题和填空题考察为主。

【要点分析】

- 调制就是把信号源的信息搬到载波上，使其变为适合于信道传输的形式过程，就是使载波随信号而改变的技术。
- 调制方式按照调制信号的性质分为模拟调制和数字调制两类。基本的模拟调制有调幅、调频和调相。基本的数字调制有幅移键控、频移键控和相移键控。

【备考点拨】

根据教材中图 2-1 图表理解 3 种数字调制技术。

考点二：现代数字调制技术

【考法分析】

掌握 MQAM 调制技术原理。以填空题和判断题形式考察。

【要点分析】

- 四相相位调制利用载波的 4 种不同相位来表征输入的数字信息。
- 正交幅度调制 (QAM) 是在两个正交载波上完成两路信号幅度调制的方式。MQAM 是幅度和相位联合调制技术。
- MQAM 是一种频谱利用率很高的调制方式。M 的取值越大，频率的利用率就越高。

【备考点拨】

熟记 MQAM 中 M 值对频率利用率的影响。

考点三：双工技术

【考法分析】

本节知识点隶属无线常识。以选择题和判断题考察居多。

【要点分析】

- 半双工通信的信息可以进行两个方向上的传输，但同一时刻只允许一个方向上的信息传输；
- 在全双工系统中，双工技术解决收发信机之间上下行（前向和反向）划分的问题。双向通信信道可以以频率分开，即频分双工 (FDD)；也可以以时间分开，即时分双工 (TDD)；
- 采用 TDD 模式工作的系统很适于运用智能天线技术；
- FDD 系统的抗干扰性能要好于 TDD 系统。

【备考点拨】

本节知识点隶属无线常识，需透彻理解。

考点四：多址技术

【考法分析】

本节知识点隶属无线常识。以选择题和判断题考察居多。

【要点分析】

- 多址技术解决多用户无线接入信道的划分方式，目前应用于各通信系统的主要多址技术有：FDMA、

TDMA 和 CDMA；

- FDMA 为每一个用户指定了特定频率的信道，这些信道按要求分配给请求服务的用户。在呼叫的整个过程中，其他用户不能共享这一频段。
- TDMA 采用不同的时间来划分接入用户的信道，不同用户发射占用不同的时间；
- CDMA 技术利用正交性的码序列（即互不相关）来划分信道。不同用户传输信息所用的信号不是靠频率不同或时隙不同来区分，而是用各自不同的编码序列来区分。
- CDMA 是一个多址干扰受限系统，需要严格的功率控制，需要定时同步，可以实现软容量、软切换、系统容量大、抗衰落、抗多径能力强。

【备考点拨】

本节知识点隶属无线常识，需透彻理解。

考点五：抗干扰和抗衰落技术---信道编码

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考！

【要点分析】

- 在数字通信系统中，信道编码的目的是通过收发两端的配合，进行差错控制，减少误码率，保证通信质量。
- 目前，在数据传输中主要有 3 种差错控制的机制，即自动请求重发（ARQ）、前向纠错（FEC）和混合纠错（HEC）方式。其中，核心的技术是差错编码算法。
- 常用的信道编码有：奇偶校验、循环冗余校验、卷积编码与交织、Turbo 编码。
- 奇偶校验是一种校验代码传输正确性的方法，一维的奇偶校验算法只有检错能力，没有纠错能力（不能确定出错的位置）；二维奇偶校验算法是具有一定的纠错能力的。
- 循环冗余校验特征是信息字段和校验字段的长度可以任意选定；其漏检率低，便于实现；理论上 CRC 的检错能力有以下特点：①可检测出所有奇数个错误；②可检测出所有双比特的错误；③可检测出所有小于等于校验位长度的连续错误；④以相当大的概率检测出大于校验位长度的连续错误。
- 卷积码是非线性分组码，与线性分组码的根本区别在于，其编码结果不仅与本组码的码元有关，还与之前的多个码组相关。
- 卷积码的纠错能力随约束长度的增加而增强，差错率则随约束长度的增加而呈指数下降。
- 卷积码的纠错能力强，不仅可纠正随机差错，而且可纠正突发差错。
- 交织编码主要用来纠正突发差错，即使突发差错分散成为随机差错而得到纠正。通常，交织编码与卷积编码结合使用，从而具有较强的既能纠正随机差错又能纠正突发差错的能力。
- 交织编码的交织深度越大，则离散度越大，抗突发差错能力也就越强。但交织深度越大，交织编码的处理时间就越大，从而造成数据传输时延增大，也就是说，交织编码是以时间为代价的。
- Turbo 码实际上是一种并行级联卷积码。Turbo 码的一个重要特点是它的分量码采用递归系统卷积码，这也是它性能优越的一个重要原因。Turbo 码由于很好的应用了香农信道编码定理中的随机性编译码条件，因而获得了接近香农理论极限的译码性能。

【备考点拨】

熟记每种编码关键语句即可，具体原理作为了解。

考点六：抗干扰和抗衰落技术---均衡技术

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考！

【要点分析】

- 均衡通过均衡滤波器的作用，增强小振幅的频率分量并衰减大振幅的频率分量，从而获取平坦的接收频率响应和线性相位，以消除频率选择性失真；
- 由于无线信道的信道响应通常是时变的，因此均衡也应是自适应的；
- 自适应均衡技术可以从时域和频域两个方面分别进行均衡；
- 实现时域均衡的主体是横向滤波器；时域自适应均衡就是要找到符合信道状态的最佳抽头加权系数，以抵消信道产生的衰落。
- 频域自适应均衡可以在射频、中频或基带上实现均衡。

【备考点拨】

熟记每种均衡技术中关键语句即可，具体原理作为了解。

考点七：抗干扰和抗衰落技术---分集技术**【考法分析】**

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考！

【要点分析】

- 分集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方法。
- 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。
- 微分集可以分为：空间分集、频率分集、极化分集、场分量分集、角度分集和时间分集。
- 时间分集对于静止状态的移动台是无效的。
- 常用的合并方式有：选择式合并、最大比值合并和等增益合并。

【备考点拨】

熟记每种分集技术及其原因，了解三种合并方式的各自的特点。

考点八：抗干扰和抗衰落技术---扩频技术**【考法分析】**

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考。

【要点分析】

- 扩频通信的特点：①抗干扰和抗衰落、抗阻塞能力强；②采用码分多址通信时，频谱利用率高；③信号功率谱密度很低，有利于信号的隐蔽。
- 扩频通信系统有直接序列扩频和跳频两种工作方式。
- 直接序列扩频系统通过对伪随机序列直接与基带脉冲数据相乘来扩展基带信号。伪随机序列的一个脉冲或符号称为一个“码片”。
- 扩频系统的抗干扰能力可以用处理增益来衡量。处理增益越大，抗带内干扰的能力就越强。
- 在跳频扩频中，调制数据信号的载波频率不是固定的，而是扩频码变化。在时间周期 T 中，载波频率不变；但在每个时间周期后，载波频率跳到另一个频率上。跳频模式由扩频码决定。所有可能的载波频率的集合称为跳频集。
- 跳频扩频与直接扩频在频率占用上有很大的不同。一个直接扩频系统传输时占用整个频段，而跳频扩频系统传输时仅占用整个频段的一小部分，并且频谱位置随时间而改变。

【备考点拨】

透彻理解扩频技术的原理。

考点九：抗干扰和抗衰落技术---Rake 接收技术

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考。

【要点分析】

- Rake 接收是一种能分离多径信号并有效合并多径信号能量的接收机。
- Rake 接收机所做的就是通过多个相关检测器接收多径信号中的各路信号，并把它们合并在一起。

【备考点拨】

透彻理解 Rake 接收技术的原理。

考点十：抗干扰和抗衰落技术---联合检测技术

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考。

【要点分析】

- 联合检测技术在传统检测技术的基础上，充分利用造成多址干扰的所有用户信号及其多径的先验信息，把用户信号的分离当作一个统一的相互关联的联合检测过程来完成，从而具有优良的抗干扰性能，降低了系统对功率控制精度的要求，可以更加有效的利用上行链路频谱资源，显著提高系统容量，并削弱了“远近效应”的影响。
- 使用联合检测技术可以为系统带来的好处有：降低干扰、扩大容量、削弱“远近效应”的影响、降低功耗的要求。

【备考点拨】

透彻理解联合检测技术的原理。

考点十一：抗干扰和抗衰落技术---MIMO 技术

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考。

【要点分析】

- MIMO 原理：发射端通过空时映射将要发送的数据信号映射到多根天线上发送出去，接收端将各根天线接收到的信号进行空时译码从而恢复出发射端发送的数据信号。
- 根据空时映射方法的不同，MIMO 技术大致可以分为两类：空间分集和空间复用。
- 空间分集是利用多根天线将具有相同信息的信号通过不同的路径发送出去，同时在接收端获得同一个数据符号的多个独立衰落的信号，从而获得可靠的分集增益。
- 空间复用是指系统工作在 MIMO 天线配置下，能够在不增加带宽的条件下，相比单入单出系统成倍的提升信息传输速率，从而极大的提高了频谱利用率。
- MIMO 技术的主要优点：提高系统的容量；提高信道的可靠性。

【备考点拨】

透彻理解 MIMO 技术的原理。

考点十二：抗干扰和抗衰落技术---OFDM 技术

【考法分析】

抗干扰和抗衰落技术是历年考察重点，以判断题和填空题为主，每年必考。

【要点分析】

- OFDM 是一种多载波调制技术，通过减小和消除码间串扰的影响来克服信道的频率选择性衰落。
- OFDM 技术的优点：频谱效率高；带宽扩展性强；抗多径衰落；频谱资源灵活分配；实现 MIMO 技术较简单。
- OFDM 系统的信号带宽取决于使用的子载波的数量，因此 OFDM 系统具有很好的带宽扩展性。

【备考点拨】

透彻理解 OFDM 技术的原理。

考点十三：近距离无线通信技术应用

【考法分析】

了解每种近距离无线通信技术的简单原理，以选择题和判断题考察为主。

【要点分析】

- RFID 系统是一种非接触式的自动识别系统，通过射频无线信号自动识别目标对象，并获取相关数据；RFID 系统利用无线射频方式，在读写器和电子标签之间进行非接触式双向数据传输，以达到目标识别和数据交换的目的。
- 蓝牙是一种无线技术标准。蓝牙使用 2.4GHz~2.485GHz 的 ISM 波段的特高频无线电波。蓝牙使用跳频技术，将传输的数据分割成数据包，通过 79 个指定的蓝牙频道分别传输。蓝牙具有适配跳频的抗干扰能力，通常每秒跳 1600 次。蓝牙是基于数据包，有着主从架构的协议。
- ZigBee 技术的特点是近距离、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率，主要适合自动控制和远程控制领域，可以嵌入各种设备。ZigBee 技术采用自组织网，动态路由方式。
- Wi-Fi 是一种允许电子设备连接到一个无线局域网的技术，通常使用 2.4GHz 高频无线电波或 5GHz 超高频 ISM 射频频段。802.11n 采用智能天线技术和软件无线电技术，同时 802.11n 可以将 WLAN 的传输速率由 802.11a 及 802.11g 提供的 54Mbit/s，提高到 300 Mbit/s 甚至高达 600 Mbit/s。得益于将 MIMO 与 OFDM 技术相结合而应用的 MIMO OFDM 技术，提高了无线传输质量，也使传输速率得到极大提升。

【备考点拨】

理解各种无线通信技术的原理及特点。

三、移动性管理基础

考点一：小区选择和小区重选

【考法分析】

理解小区选择和小区重选过程，非重要考点。

【要点分析】

- MS 进行小区选择、重选是不需要网络参与的。小区重选滞后 CRH 只在两个小区分属于不同位置区时才起作用。
- 小区选择时判断标准：C1；
- 小区重选判断依据和标准：C2。

【备考点拨】

理解小区选择和小区重选过程，非重要考点。

考点二：位置更新

【考法分析】

掌握位置更新含义及场景，以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 为了使系统在所有时刻都知道移动用户的位置，位置更新过程是移动性管理中的主要过程。
- 当 MS 从一个位置区移动到另一个位置区时，发现其存储器中的位置区识别码 LAI 与接收到的位置区识别码 LAI 相比发生了变化，便向网络进行重新登记，这个过程就叫做“位置更新”；
- MS 在以下几种情况下进行位置更新：MS 选择新的小区作为服务小区；在附着/分离情景下；周期性位置更新。
- 如果在同一 MSC/VLR 内进行位置更新，HLR 并不参与位置更新过程；
- 当移动用户从一个 MSC/VLR 漫游到另一个 MSC/VLR 时，就要进行越局位置更新。此时，需要 HLR 参与位置更新过程。

【备考点拨】

熟记位置更新引起的三大原因。

考点三：鉴权与加密

【考法分析】

掌握鉴权和加密算法及相关参数，以选择题考察居多。

【要点分析】

- 在数字移动通信系统中，防止未授权的 MS 接入网络是通过授权实现的。
- 用户身份的鉴权主要是由 AUC 经过 A3、A8 算法产生鉴权三参数组（随机数 RAND、符号响应 SRES 和加密键 Kc）来完成的。鉴权算法 A3，加密算法 A8。
- 用户在每次登记、呼叫建立尝试、位置更新以及在补充业务激活、去激活、登记或删除之前均需要鉴权。
- 为防止账单产生错误计费，保证入局呼叫被正确传送，在 SIM 卡上设置了 PIN 码操作。

- 加密不能用于公共信道；当 MS 转到专用信道，网络还不知道用户身份时，也不能加密。
- TMSI 由 MSC/VLR 分配，并不断的进行更换，更换周期由网络运营商设置，更换的频率越快，保密性越好。

【备考点拨】

熟记鉴权和加密算法及相关参数。

考点四：切换控制

【考法分析】

掌握引起切换的原因。

【要点分析】

- 切换功能保持移动用户已经建立的链路不中断。
- GSM 系统采用的是 MS 辅助切换方式，即由 MS 监测判决，由交换中心控制完成。切换时基站和 MS 均参与切换过程中，切换与否主要由 BSS 决定。
- 一般导致小区切换的原因有：邻小区提供更好的链路；当前的链路质量非常差或 TA 太大。
- BSS 间的切换 MSC 间的切换都需要由 MSC 控制完成，BSS 内部切换由 BSC 控制完成。

【备考点拨】

理解切换的含义及其引起切换的原因。

四、WCDMA 移动通信系统

考点一：WCDMA 网络的特点

【考法分析】

掌握 WCDMA 网络的特点。

【要点分析】

- WCDMA 网络是一个宽带直扩码分多址系统，通过用户数据与扩频码相乘，把用户信息比特扩展到更宽的带宽上去；
- WCDMA 系统中 Gold 码在下行链路区分小区，在上行链路区分用户；
- WCDMA 中的声码器采用自适应多速率（AMR）技术。一共有 8 种信源速率的集成声码器；
- WCDMA 系统中使用的信道编码类型有卷积编码和 Turbo 编码 2 种；分组业务中使用 Turbo 编码；
- 功率控制解决的基本问题是远近效应；
- 切换的目的是为了当 UE 在网络中移动时保持无线链路的连续性和无线链路的质量。WCDMA 系统支持同频小区间的软切换、同频小区内扇区间的更软切换、同一无线接入系统内不同载频间的硬切换和不同无线接入系统间的切换。

【备考点拨】

结合后面知识点的学习理解 WCDMA 系统的特点。

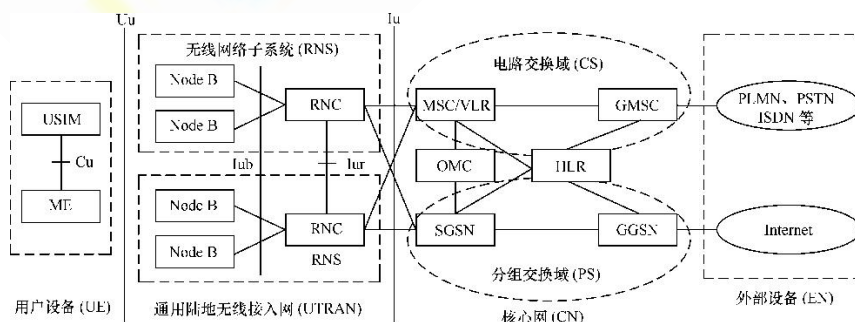
考点二：WCDMA 网络结构与接口

【考法分析】

掌握 WCDMA 网络结构、网元和接口名称、网元和接口的作用及功能。以简答题和填空题形式考察。

【要点分析】

- UMTS 网络系统的网元和接口



- UTRAN 接口与协议

接口名称	接口位置	协议
Iu	CN-UTRAN	RANAP
Iur	RNC-RNC	RNSAP
Iub	RNC-Node B	NBAP

Uu	Node B-UE	WCDMA
----	-----------	-------

【备考点拨】

重点掌握网元及接口，各网元功能了解。

考点三：WCDMA 系统中 Uu 接口协议结构

【考法分析】

了解 WCDMA 系统 Uu 接口协议结构以及各层协议的名称、功能和相互关系。以填空题为主。

【要点分析】

- Uu 接口协议用于在 UE 和 UTRAN 之间传送用户数据和控制信息、建立、重新配置和释放无线承载业务。
- 空中接口的协议结构分为 2 面 3 层，垂直方向分为控制平面和用户平面，控制平面用来传送信令信息，用户平面用来传送语音和数据。水平方向分为 3 层：物理层、数据链路层和网络层。
- 数据链路层（L2）又分为 MAC 子层、RLC 子层、PDCP 子层和 BMC 子层。

【备考点拨】

熟记 WCDMA 系统中 Uu 接口协议结构的层次划分。

考点四：物理层

【考法分析】

掌握 WCDMA 的物理信道帧结构。

【要点分析】

- 物理层的基本传输单元为无线帧，持续时间为 10ms。物理层的信息速率随着符号速率的变化而变化，符号速率取决于扩频因子。
- 物理信道可分为上行物理信道和下行物理信道；
- WCDMA 系统物理信道结构



【备考点拨】

了解 WCDMA 系统物理信道、逻辑信道和传输信道的关系。

考点五：WCDMA 系统的切换方式

【考法分析】

掌握 WCDMA 系统的几种切换方式及其特点。

【要点分析】

- 根据切换发生时移动台与源基站和目标基站连接方式的不同，WCDMA 系统采用的切换方式有：软切换、更软切换和硬切换。

- 软切换和更软切换的区别在于，更软切换发生在同一个 Node B 范围内，分集信号在 Node B 做最大增益合并；而软切换发生在 2 个 Node B 之间，分集信号在 RNC 做选择合并。
- 不同的 SIB 消息代表不同的小区系统消息。WCDMA 系统软切换原理时涉及到 SIB11。

【备考点拨】

熟悉 WCDMA 系统的切换方式及软切换和更软切换的区别，原理可以忽略。

考点六：WCDMA 系统安全

【考法分析】

掌握 WCDMA 系统安全策略。

【要点分析】

- TMSI 的使用是为了满足用户标识的保密性而引入的，即要求保证在空中接口链路上不暴露用户的 IMSI。
- 在 CS 域中，用户的临时身份标识是 TMSI。在 PS 域中，用户的临时身份标识是 P-TMSI。
- WCDMA 中的安全认证过程完全是双向的，提高了系统的可靠性。
- 加密键的生成是在鉴权过程中完成的，而加密算法的实现则是通过安全模式信令过程来完成的。用户数据的加密和空中接口信令的加密是双向的，分别在 RNC 和 UE 中完成。
- 完整性保护键的生成是在鉴权过程中完成的，完整性保护算法的实现是通过安全模式协商信令过程来完成的。

【备考点拨】

结合 GSM 的安全策略，熟记 WCDMA 系统安全策略。

五、TD-SCDMA 移动通信系统

考点一：TD-SCDMA 系统的主要特点

【考法分析】

掌握 TD-SCDMA 系统的特点。

【要点分析】

- TD-SCDMA 无线传输方案是 FDMA、TDMA 和 CDMA 3 种基本多址技术的综合应用。鉴于智能天线与联合检测技术相结合，相当于引入了空分多址技术。
- TD-SCDMA 采用 TDD 双工方式。TD-SCDMA 系统的信号带宽为 1.6MHz，载波间隔为 1.6MHz，码片速率为 1.28Mchip/s。
- TD-SCDMA 的基本物理信道特性由频率、码和时隙决定，其帧结构将 10ms 的无线帧分成两个 5ms 子帧，每个子帧中有 7 个常规时隙和 3 个特殊时隙。

【备考点拨】

结合后面知识点的学习理解 TD-SCDMA 系统的特点。

考点二：TD-SCDMA 空中接口协议结构

【考法分析】

了解 TD-SCDMA 系统空中接口协议结构。

【要点分析】

- TD-SCDMA 系统的空中接口的协议结构分为 3 层：物理层、数据链路层和网络层。其中：数据链路层由 MAC 子层、RLC 子层、PDCP 子层和 BMC 子层组成。
- 从不同协议层如何承载用户各种业务的角度将信道分为 3 类：逻辑信道、传输信道和物理信道。
- TD-SCDMA 系统中，物理信道是由频率、时隙、码字共同定义的。

【备考点拨】

结合第四章 WCDMA 系统的相关知识结合记忆。

考点三：TD-SCDMA 物理信道帧结构

【考法分析】

掌握 TD-SCDMA 物理信道帧结构及各组成部分功能。

【要点分析】

- 每个子帧由长度为 675 μ s 的 7 个常规时隙和 3 个特殊时隙组成。在 7 个常规时隙中，TS0 总是分配给下行链路，而 TS1 总是分配给上行链路。
- 在 TD-SCDMA 中，不管时隙的非对称性如何，每一子帧中只能有 2 个转换点。3 个特殊时隙 DwPTS、GP 和 UpPTS 总是处于时隙 TS0 与 TS1 之间。

- DwPTS：用于下行链路同步和初始小区搜索。DwPTS 由下行同步码（SYNC-DL）和 GP 组成，其中 SYNC-DL 用于区分不同的相邻小区。
- UpPTS：主要用于随机接入过程中 UE 与 Node B 的初始同步，即建立上行同步。UpPTS 由上行同步码（SYNC-UL）和 GP 组成，其中：SYNC-UL 用于在接入过程中区分不同的 UE。
- GP：较大的保护间隔可以防止 UpPTS 和 DwPTS 信号相互干扰，还可以允许 UE 在发出上行同步信号时进行一些时间提前。GP 的设计决定了 TD-SCDMA 系统小区的覆盖范围：GP 时长为 $75\mu\text{s}$ ，可确保小区覆盖半径为 11.25km。

【备考点拨】

熟记帧结构的组成及作用。

考点四：TD-SCDMA 突发结构**【考法分析】**

掌握 TDS 突发结构的组成及中间码的作用。

【要点分析】

- 在 TDMA 信道上一个时隙中的信息格式称为突发（Burst）；由 2 个长度分别为 352chip 的数据块、1 个长度为 144chip 的中间码和 1 个长度为 16chip 的 GP 组成。
- 突发结构中的中间码用来作为训练序列，在接收端进行信道解码时用于信道估计、测量，如上行同步的保持以及功率测量等，不携带用户信息。

【备考点拨】

熟记 TDS 突发结构的组成及中间码的作用。

考点五：N 频点技术**【考法分析】**

掌握 N 频点技术原理及技术特点。

【要点分析】

- 承载 P-CCPCH 的载频称为主载频，不承载 P-CCPCH 的载频称为辅载频。在同一个小区内，仅在主载频上发送 DwPTS 和 TS0；
- 主载频和辅助载频使用相同的扰码和基本中间码；
- 公共控制信道规定配置在主载频上，信标信道总在主载频上发送；
- 同一用户的多时隙配置应限定为在同一载频上；
- 同一用户的上下行配置在同一载频上；
- 副载频的 TS0 暂不使用；
- 主载频和辅载频的时隙转换点建议配置为相同。

【备考点拨】

透彻理解 N 频点技术的特点，易以判断题形式考察。

六、CDMA2000 移动通信系统

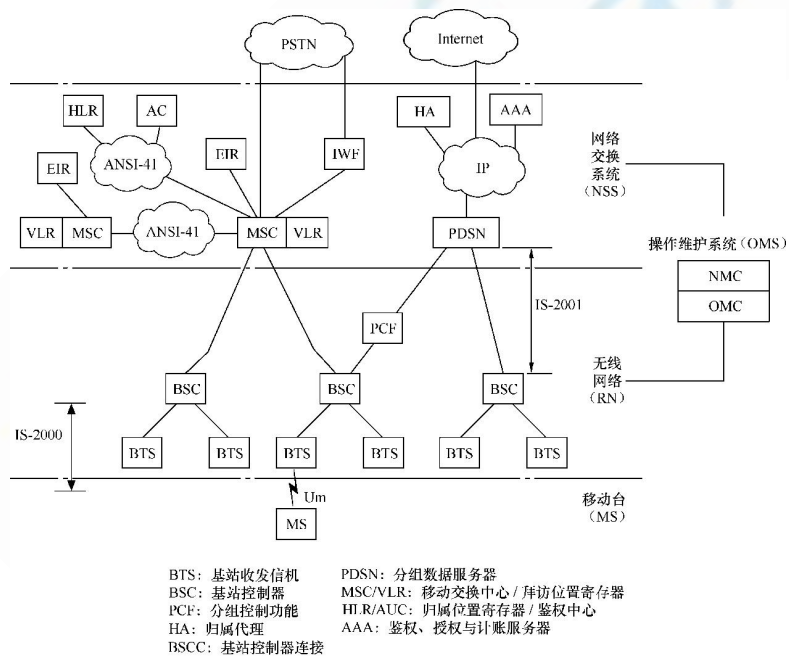
考点一：CDMA2000 1X 网络结构

【考法分析】

掌握 CDMA2000 1X 系统网络结构及各接口。

【要点分析】

● CDMA2000 1X 系统的网络结构图



● CDMA2000 1X 接口

- ✧ Um 接口 MS 与 BTS 间接口，承载信令和业务
- ✧ Abis 接口 BSC 与 BTS 间的接口，承载信令和业务
- ✧ A1 接口 承载 MSC-BSC 间信令
- ✧ A2 接口 承载 MSC-BSC 间业务
- ✧ A3 接口 SDU-BTS 间接口，承载信令和用户业务
- ✧ A7 接口 源 BSC 和目标 BSC 之间的信令接口
- ✧ A8 接口 承载 BSC-PCF 间的业务
- ✧ A9 接口 承载 BSC-PCF 间的信令
- ✧ A10 接口 承载 PCF-PDSN 间的业务
- ✧ A11 接口 承载 PCF-PDSN 间的信令

【备考点拨】

根据网络结构图熟记各接口。

考点二：IP 技术在 CDMA2000 1X 中的应用

【考法分析】

掌握 cdma 的两种业务接入方式。

【要点分析】

- CDMA2000 1X 提供了简单 IP 和移动 IP 两种业务接入方式。
- 简单 IP 方式：用户的 IP 地址一直保持到该移动台移出该 PDSN 的服务范围，或者移动台终止简单 IP 的分组接入。当移动台跨 PDSN 移动时，该移动台的所有通信将重新建立，通信中断。
- 移动 IP：移动台使用的 IP 地址是其归属网络分配的，不管移动台漫游到哪里，它的归属 IP 地址均保持不变。也就是说，用户在 cdma 2000 分组域网络中随意移动，移动 IP 可以保持用户为同一个 IP 地址。

【备考点拨】

理解简单 IP 和移动 IP 各自概念和区别。

考点三：CDMA2000 1X 空中接口

【考法分析】

了解 cdma2000 1x 系统空中接口协议结构。

【要点分析】

- cdma2000 1x 空中接口的协议结构包括物理层、数据链路层及高层，其中数据链路层又分为 MAC 子层和 LAC 子层。

【备考点拨】

结合 TDS、WCDMA 系统对比记忆。

考点四：WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA2000 系统对比

【考法分析】

掌握 WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA2000 系统在关键技术方面的区别。

【要点分析】

	WCDMA	CDMA2000 1x	TD-SCDMA
继承基础	GSM	窄带 CDMA	GSM

信号带宽	5MHz	1.25MHz	1.6MHz
信道间隔	5MHz	1.25MHz	1.6MHz
接入方式	单载波带宽直接序列扩频 cdma	单载波带宽直接序列扩频 cdma	FDMA/TDMS/CDMA
双工方式	FDD	FDD	TDD
码片速率	3.84Mcps	1.2288Mcps	1.28Mcps
基站同步方式	异步或同步	同步	同步
帧长	10ms	20ms	5ms 子帧
切换方式	软切换、硬切换	软切换、硬切换	硬切换、接力切换
语音编码	自适应多速率	可变速率	自适应多速率
空中接口协议	物理层、数据链路层和网络层	物理层、数据链路层和高层	物理层、数据链路层和网络层

【备考点拨】

熟记 WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA2000 系统在关键技术方面的区别。

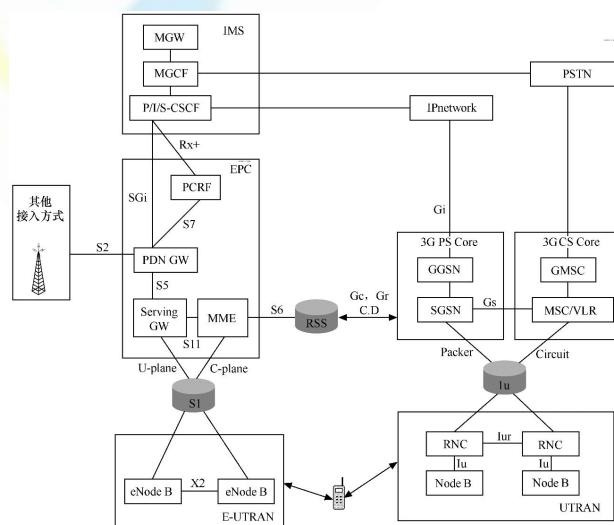
七、LTE 移动通信系统

考点一：LTE 系统结构及主要网元的功能

【考法分析】

掌握 LTE 网络结构图及其组成部分的功能作用。以简答题和选择题考察为主。

【要点分析】



- E-UTRAN 主要网元的功能及接口

- ① X2 接口：实现 eNodeB 之间的互联。主要目的是减少由于终端的移动引起的数据丢失。
- ② S1 接口：连接 E-UTRAN 与 CN。

③ LTE-Uu 接口：Uu 是 UE 接入到系统固定部分的接口，是终端能够移动的重要接口。

- eNode B 实现的功能

① 无线资源管理方面包括无线承载控制、无线接纳控制、连接移动性控制和 UE 的上行/下行动态资源分配；

② 用户数据流的 IP 头压缩和加密；

③ 当终端附着时选择 MME，无路由信息利用时，可以根据 UE 提供的信息来间接确定到达 MME 的路径；

④ 路由用户平面数据到 S-GW；

⑤ 调度和传输寻呼消息（来自 MME）；

⑥ 调度和传输广播信息（来自 MME 或者 O&M）；

⑦ 用于移动和调度的测量和测量报告的配置。

- 移动管理实体（MME）

① 安全管理功能，包括用户验证、初始化、协商用户使用的加密算法等；

② 会话管理功能，包括协商相关的链路参数和建立数据通信链路的所有信令流程；

③ 空闲状态的终端管理功能，主要是为了使得移动终端能够加入网络中，并对这些终端进行管理。

- 服务网关（S-GW）

① 3GPP 间的移动性管理，建立移动安全机制；

② 在 E-UTRAN 的 IDLE 模式下，下行分组缓冲和网络初始化；

③ 授权侦听；

④ 分组路由和前向转移；

⑤ 在 UE 和 PDN 间、运营商之间交换用户和 QoS 类别标识的有关计费信息。

- 分组交换网关（P-GW）

① 用户的分组过滤；

② 授权侦听；

③ UE 的 IP 地址分配；

④ 上下行服务管理和计费；

⑤ 基于总最大位速率的下行速率控制。

- 策略和计费规则实体（PCRF）

策略控制的主要功能是决定如何使用可用的资源，计费规则实体主要负责用户的计费信息管理。

- 归属用户服务器（HSS）

归属用户服务器是 3G 和 LTE 中的核心节点，主要存储用户的注册信息，由归属位置寄存器（HLR）和鉴权中心（AUC）组成。

【备考点拨】

熟记 LTE 系统结构及其各网元功能。

考点二：LTE 系统空中接口协议

【考法分析】

掌握 LTE 系统无线接口协议结构。

【要点分析】

- 空中接口是指终端和接入网之间的接口，一般称为 Uu 接口。空中接口协议主要是用来建立、重配置和释放各种无线承载业务的。

- LTE 系统的主要无线传输技术的区别体现在物理层。

- 与 R99/R4 协议层的分层结构基本一致，空口接口的协议结构分为两层三层，垂直方向分为控制平面

和用户平面，控制平面用来传送信令信息，用户平面用来传送语音和数据；水平方向分为三层：物理层、数据链路层和网络层，其中数据链路层又分为：MAC 子层、RLC 子层、PDCP 子层和 BMC 子层。

【备考点拨】

结合 3G 技术的知识点熟记 LTE 系统无线接口协议结构。

考点三：LTE 系统物理信道帧结构

【考法分析】

掌握 LTE 系统物理信道帧结构。

【要点分析】

- 类型 1 帧结构：每一个无线帧长度为 10ms，由 20 个时隙构成，每一个时隙长度为 0.5ms。一个子帧由相邻两个时隙组成，时长为 1ms。对于 FDD，在每一个 10ms 中，有 10 个子帧可以用于下行传输，并且有 10 个子帧可以用于上行传输。上下行传输在频域上进行分开。
- 类型 2 帧结构：每个帧的时长为 10ms，包含 20 个时隙。其中，每个时隙的时长为 0.5ms。一个子帧由相邻的两个时隙组成，时长为 1ms。TDD 帧结构引入了特殊子帧的概念。特殊子帧包括下行导频时隙（DwPTS）、保护周期（GP）和上行导频时隙（UpPTS）。特殊子帧各部分的长度可以配置，但总时长固定为 1ms。其中：子帧 0 和子帧 5 必须分配给下行。

【备考点拨】

熟记类型 1 帧结构和类型 2 帧结构的特点。

考点四：数据链路层

【考法分析】

掌握数据链路层各子层的功能。以判断题考察居多。

【要点分析】

- 数据链路层主要由 MAC、RLC 以及 PDCP 等子层组成。RLC 和 MAC 层都位于 eNodeB。
- MAC 层的功能
MAC 层向高层提供数据传输和无线资源配置服务，可以通过 RLC 子层并使用逻辑信道来接入这些服务，MAC 层提供功能如下：
 - ① 逻辑信道与传输信道之间的映射
 - ② RLC 协议数据单元（Protocol Data Unit，PDU）的复用与解复用，通过传输信道复用至物理层；对来自物理层的传输块解复用，通过逻辑信道至 RLC 层
 - ③ 业务量测量与上报
 - ④ 通过 HARQ 对数据传送进行错误纠正
 - ⑤ 同一个 UE 不同逻辑信道之间的优先级管理
 - ⑥ 通过动态调度进行的 UE 之间的优先级管理
 - ⑦ 传输格式选择
 - ⑧ 逻辑信道优先级管理
- RLC 层的功能
 - 1. 对上层 PDU 的数据传输支持确认模式（AM）、非确认模式（UM）和透明模式（TM）
 - 2. 通过 ARQ 机制进行错误修正
 - 3. 根据传输块（TB）大小对本层数据进行动态分段和重组
 - 4. 实现同一无线承载的多个业务数据单元的串接（FFS）
 - 5. 顺序传送上层的 PDU（切换时除外）

6. 数据的重复检测和底层协议错误的检测与恢复
7. eNode B 和 UE 间的流量控制等
- PDCP 层主要功能
 - (1) 协议头压缩与解压缩, 只支持 ROHC 压缩算法
 - (2) NAS 层与 RLC 层间用户面数据传输
 - (3) 用户面数据和控制面数据加密
 - (4) 控制面 NAS 信令信息的完整性保护

【备考点拨】

各子层功能晦涩难懂, 熟读。

考点五：RRC 层提供的服务与功能

【考法分析】

了解 RRC 提供的服务与功能, 以判断题形式考察。

【要点分析】

- (1) 广播 NAS 层和接入层 (AS 层) 的系统消息
- (2) 寻呼
- (3) RRC 连接建立、保持和释放
- (4) 安全功能, 包括 RRC 消息的加密和完整性保护
- (5) 点对点无线承载 (RB) 的建立、修改和释放
- (6) 移动管理功能, 包括 UE 测量报告、为了小区间和网络间移动进行的报告控制、小区间切换、UE 小区选择和重选及控制、eNode B 间上下文的传输
- (7) QoS 管理
- (8) 广播/组播业务的通知和控制
- (9) 用户和网络侧 NAS 消息的传输

【备考点拨】

RRC 层功能晦涩难懂, 熟读。

考点六：物理资源的相关概念

【考法分析】

掌握 LTE 系统中物理资源的相关概念。

【要点分析】

- 与 LTE 的物理资源相关的概念包括物理资源块、资源粒子、资源单元组和控制信道单元。
- 物理资源块 (PRB): 由 12 个连续的子载波组成, 并占用一个时隙, 即 0.5ms。PRB 主要用于资源分配。根据配置的扩展循环前缀或普通循环前缀不同, 每个 PRB 通常包含 6 个或 7 个符号;
- 资源粒子 (RE): 表示一个符号周期长度的一个子载波, 可以用来承载调制信息、参考信息或不承载信息;
- 资源单元组 (REG): 每个 REG 包含了 4 个资源粒子 RE;
- 控制信道单元 (CCE): 每个 CCE 对应 9 个 REG。
- REG 和 CCE 主要用于一些下行控制信道的资源分配。

【备考点拨】

透彻理解物理资源的相关概念。

八、下一代移动通信系统

考点一：下一代移动通信系统的需求

【考法分析】

掌握下一代移动通信系统的要求和下一代性能指标。

【要点分析】

- ITU-R 将 5G 移动网络业务划分为 3 类：增强移动宽带业务(eMBB)、超可靠低时延通信业务(uRLLC) 以及海量机器通信业务 (eMTC)。
- 连续广域覆盖场景是移动通信最基本的覆盖方式，以保证用户的移动性和业务连续性为目标，为用户提供无缝的高速业务体验。
- 热点高容量场景主要面向局部热点区域，为用户提供极高的数据传输速率，满足网络极高的流量密度需求。
- 低功耗、大连接和低时延、高可靠场景主要面向物联网业务，是 5G 新扩展的场景，重点解决传统移动通信无法很好支持的物联网及垂直行业应用。
- 低功耗、大连接场景主要面向以传感和数据采集为目标的应用场景，具有小数据包、低功耗、海量连接等特点。
- 低时延高可靠场景主要面向车联网、工业控制等垂直行业的特殊应用需求，需要为用户提供毫秒级的端到端时延和接近 100% 的业务可靠性保证。

【备考点拨】

透彻理解 5G 覆盖场景。

考点二：下一代移动通信系统网络结构

【考法分析】

了解网络虚拟化 NFV、SDN 和 RAN 架构的原理。

【要点分析】

- 网络虚拟化 NFV 本质上是通过抽象以及网络功能与物理硬件的隔离实现多用户间网络资源的共享。
- 从纵向看：NFV 架构主要包含 3 个层次的内容：基础设施层、虚拟层和虚拟网络功能实现层。
- 从横向看，主要分为两个域：业务网络域与管理编排域。
- SDN 的基本原理是将控制面和数据面分拆，网络智能的逻辑集中化，以及将物理网络通过标准接口从应用和服务中抽象出来。
- 网络切片是资源共享与隔离的基础。网络切片是网络资源虚拟化的核心。

【备考点拨】

简单了解各个技术原理。

九、微波与卫星通信系统

考点一：微波中继通信的特点

【考法分析】

掌握微波中继通信的特点，以填空题形式考察居多。

【要点分析】

- 微波频段的波长范围为 $1\text{m} \sim 1\text{mm}$ ，频率范围为 $300\text{MHz} \sim 300\text{GHz}$ 。
- 因其视距传输特性，当微波通信用于地面上远距离长途通信时，需要采用中继（接力）传输方式，称为微波中继（接力）通信。

【备考点拨】

熟记微波中继通信的特性。

考点二：微波传播特性

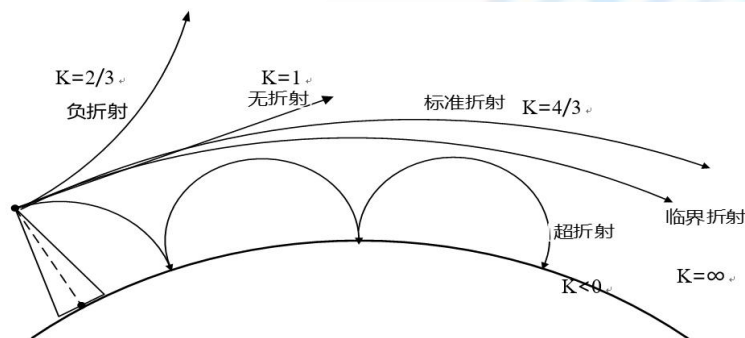
【考法分析】

掌握微波传播特性。以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 微波传播特性主要从地表的地形地物和大气对流层对微波影响这两方面展开。
- 地形地物对微波会产生反射、折射、散射、绕射和吸收现象。

- 系统设计时需要避免因反射波和直射波抵消而导致接收点接收信号趋近零的现象。需要适当设计天线的高度。
- 为了避免接收点的场强明显起伏，在进行微波中间站站址选择和微波线路设计时，应充分利用地形地物阻挡反射波。在确定了系统的工作频率和站间距离的情况下，接收点的场强随天线高度变化。并非天线越高收信效果越好，如果天线的高度调整得当，可以避免收信点接收信号趋近零的现象。
- 地表障碍物对微波视距传播的影响
若要求接收点的场强幅值等于自由空间强度值，则收发视距连线与障碍物最高点之间的垂直距离即传播余隙 H_c 应当大于或等于最小菲涅尔区半径 F_0 。
- 大气对微波传播的影响
氧气分子和水蒸气分子对电磁波的吸收；雨、雾、雪等气象微粒对电磁波的吸收和散射；对流层结构的不均匀性对电磁波的折射。
- 对流层不同高度的大气压力、温度和湿度不同，其折射率也不同。折射率的不同将造成微波传播射线弯曲。对流层折射率的变化，使其中的微波传播不是按直线而是按曲线前进，引入等效地球半径的概念，可以将电磁波射线看作直线。
- K 是反映对流层折射的重要参数。根据实际测量结果，温带地区 K 的平均值为 $4/3$ ，此时的折射称为标准折射。实际 K 值与当时的气象条件有关，可以在平均值的较大范围内变化。



- 在进行微波中间站站址选择和微波线路设计时，应考虑 K 减小到最小值时传播余隙是否足够。

【备考点拨】

熟记微波在不同场景下的传播特性。高频考点。

考点三：微波中继通信特点

【考法分析】

掌握微波中继通信特点。以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- 微波中继通信是利用微波作为载波并采用中继（接力）方式在地面上进行的无线电通信。
- 对于地面上的远距离微波通信，采用中继方式的直接原因有两个：
 - 一是微波传播具有视距传播特性；
 - 二是微波传播有损耗，在远距离通信时有必要采用中继方式对信号逐段接收、放大和发送。
- 微波中继通信有以下特点：
 - ① 通信频带宽，微波频段占用的频带约 300GHz，而全部长波、中波和短波频段占有的频带总和不足 30MHz，前者是后者的 10000 多倍。
 - ② 受外界干扰的影响小。
 - ③ 通信灵活性较大，微波中继通信采用中继方式，可以实现地面上的远距离通信，并且可以跨越沼泽、江河、湖泊和高山等特殊地理环境。

④ 天线增益高、方向性强，当天线面积给定时，天线增益与工作波长的平方成反比。

⑤ 投资少、建设快

【备考点拨】

透彻理解微波中继通信特点。

考点四：微波线路设计

【考法分析】

掌握系统内部干扰和外部干扰原理。以填空题和简答题形式考察。

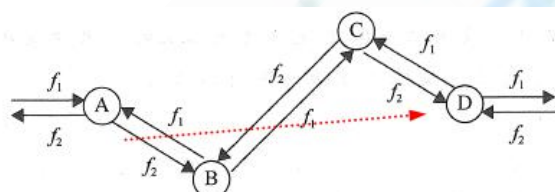
【要点分析】

- 二频制中频点配置原则：每个中间站两个方向的发信频率相同，两个方向的收信频率也相同，但收信和发信频率逐站更换一次。
- 系统内部干扰

在设计微波线路时，除考虑传输衰落外，还需考虑线路的干扰，这些干扰可能来自系统内部，也可能来自系统外部。内部干扰主要来自两个：越站干扰和旁瓣干扰。

（1）越站干扰

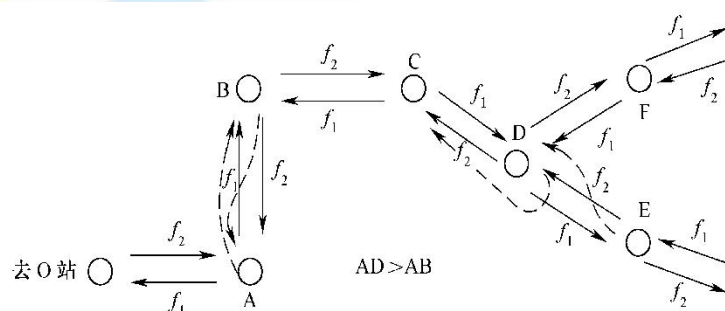
在下图所示的微波线路中，A 站发射的频率为 f_2 的信号可能超过 B、C 两站而被 D 站接收，造成对 D 站收信系统的干扰，称之为越站干扰，越站干扰属于同频干扰。



优化方法：将线路走向相互错开一定角度（一般不小于 15° ），避免电磁波传播方向（天线主瓣）与相邻各站的线路走向一致，即避免各站排成一条直线。通常选用“之”字形路由，使天线主瓣射线与 AD 连线的夹角大于天线主瓣的宽带。线路拐弯和分支处的夹角尽量不小于 90° 。

（2）旁瓣干扰

任何一个实用的微波天线的方向图中，除主瓣外还有多个旁瓣。由天线旁瓣发射信号或接收信号可能造成的干扰称为旁瓣干扰。



优化方法：调整相邻各站天线指向的相对角度。

【备考点拨】

熟记越站干扰和旁瓣干扰各自特点和优化方法。高频考点。

考点五：卫星通信频段的划分

【考法分析】

了解卫星通信频段的划分及使用 11/14GHz 频段优点。

【要点分析】

频段	上下行频段	备注
4/6GHz 频段	上行：5.925 ~ 6.425GHz 下行：3.7 ~ 4.2 GHz	转发器带宽可达 500MHz
7/8GHz 频段	上行：7.9 ~ 8.4GHz 下行：7.25 ~ 7.75 GHz	许多国家的政府和军事卫星用这样与民用卫星通信系统在频率上分开，避免互相干扰
11/14GHz 频段		(1) 不存在与地面网的干扰问题 (2) 对于相同尺寸的天线，11/14GHz 的波束宽度比 4/6GHz 更窄
20/30GHz 频段	上行：27.5 ~ 31GHz 下行：17.7 ~ 21.2GHz	

【备考点拨】

把握 11/14GHz 频段优点。易考点。

考点六：卫星通信的特点

【考法分析】

掌握卫星通信的特点。以填空题考察居多。

【要点分析】

卫星通信的主要特点如下：

- (1) 通信距离远，建站成本与通信距离无关。适当配置三颗静止卫星就能建立除两极以外的全球通信。
- (2) 以广播方式工作，便于实现多址连接；
- (3) 通信容量大，能传送的业务类型多；
- (4) 可以自发自收进行检测。

【备考点拨】

重点关注通信距离远的特点。

考点七：卫星通信系统的组成

【考法分析】

掌握卫星通信系统的组成。以填空题和简答题形式考察。

【要点分析】

- ✓ 卫星通信系统是由空间分系统、通信地球站、跟踪遥测及指令分系统和监控管理分系统等四大部分组成。
- ✓ 卫星通信系统的组成及功能

系统组成	功能及作用
空间分系统	通信卫星主要靠转发器和天线来完成中继作用
通信地球站	地球站是微波无线电收发信台
跟踪遥测及指令分系统	对卫星进行跟踪测量，控制其准确进入静止轨道上的指定位置，并在卫星正常运行期间定期对卫星轨道进行修正和位置保持
监控管理分系统	对定点的卫星进行通信性能的监测和控制

【备考点拨】

熟记卫星通信系统的组成。

考点八：通信卫星

【考法分析】

掌握通信卫星的组成及其各部分功能作用。以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- ✓ 通信卫星由天线分系统、通信分系统、遥测指令分系统、控制分系统及电源分系统等五部分组成。
- ✓ 卫星天线有两类：一类是遥测、指令和信标天线，它们一般是全向天线，以便可靠的接收指令与向地面发射遥测数据和信标。另一类是通信天线，按其波束覆盖区的大小，可分为：全球波束天线、点波束天线和赋形波束天线。
- ✓ 卫星上的通信分系统又称为转发器，是通信卫星中直接起中继站作用的部分。转发器通常分为透明转发器和处理转发器两大类。

【备考点拨】

熟记通信卫星的组成及其卫星天线、转发器的分类等知识点。

考点九：地球站的分类与特点

【考法分析】

掌握地球站品质因数的概念。常以判断题、填空题和计算题形式考察。

【要点分析】

- ✓ 地球站是卫星通信系统的重要组成部分，地球站的分类方法有很多，可以按照安装方式、传输信号的特征等等来分类。国际上通常根据天线尺寸及品质因数 G/T 值大小来分类分为：A 型标准站、B 型标准站和 C 型标准站。
- ✓ 地球站的品质因数是表征地球站对微弱信号接收能力的重要指标。 G/T 值越大，地球站性能越好，通信能力越强。换言之： G/T 值的大小直接关系到卫星接收性能的好坏， G/T 值越大，系统质量就越好，承担业务能力越强。
- ✓ 地球站的品质因数： $[G/T] = 10\lg G_R - 10\lg T$ 。其中： G_R 为接收天线增益， T 是等效噪声温度（K）。

【备考点拨】

熟记地球站品质因数的概念。会计算地球站品质因数。

考点十：甚小天线地球站

【考法分析】

掌握甚小天线地球站的组网方式和多址方式。以填空题和判断题考察为主。

【要点分析】

- ✓ VSAT 网的构成形式可以有单跳、双跳、单双跳混合以及全连接网等；
- ✓ VSAT 网可供选择的多址方式有固定分配、随机分配和可控分配等三种。

【备考点拨】

熟记甚小天线地球站的组网方式和多址方式。

十、WCDMA 无线网络规划与优化

考点一：WCDMA 网络规划原则与方法

【考法分析】

了解 WCDMA 网络规划原则与方法。尚未考察过。

【要点分析】

- ✓ WCDMA 系统是干扰受限系统，其覆盖不仅取决于最大发射功率，而且与系统负荷有关。
- ✓ WCDMA 系统中，发射机发射功率和小区容量之间的对应关系是渐近式的。

【备考点拨】

熟记 WCDMA 系统特点。

考点二：WCDMA 网络覆盖规划

【考法分析】

了解 WCDMA 网络覆盖规划。尚未考察过。

【要点分析】

- ✓ WCDMA 无线网络覆盖规划的关键指标包括：阻塞概率与覆盖率、接收信号功率、导频信号质量等。
- ✓ 对于上行无线链路，其覆盖范围主要受到链路预测中的最大路径损耗的限制。
- ✓ 下行链路的覆盖范围不仅与小区的接入用户数有关，还与所有用户的地理位置分布有关。
- ✓ 无线覆盖主要表现为上行链路覆盖受限。小区覆盖半径可由上行链路的覆盖半径决定。

【备考点拨】

熟记 WCDMA 网络覆盖规划特点。

考点三：WCDMA 网络容量规划

【考法分析】

了解 WCDMA 网络容量规划。尚未考察过。

【要点分析】

- ✓ 与 GSM 系统提供的硬容量不同，WCDMA 无线网络可以提供软容量。
- ✓ WCDMA 系统是一套典型的自干扰受限系统，它的容量与系统负荷、噪声、干扰水平密切相关。
- ✓ 影响 WCDMA 系统容量的主要因素包括基站端发射功率、邻区干扰水平、业务质量、终端性能、无线环境、用户类别、软切换比例、功率控制、公共信道与业务信道的功率配比等。
- ✓ WCDMA 的频率复用系数为 1，该系统是干扰受限系统，所以容量规划的实质是对干扰量的估计。对于下行负荷的估计，一个重要方面是对于基站发信功率的估计。
- ✓ 在实际网络规划中，提高 WCDMA 系统上下行容量的方法：①运营商启用新的频率，即采用新的频点，依靠增加第二、三载波来实现容量的增加；②使用功率分器，即一个扇区的功率可分配到更多的扇区中使用，通过减少每个用户的发射功率来实现站点容量的提高；③采用功率分集；④可以采用扇区化，即增加某个基站的扇区数，在话务量很高的密集城区、城区，增加基站的扇区数是提高容量的一种方法；⑤使用低比特率编码模式也可提高 WCDMA 系统的话音容量。

【备考点拨】

熟记 WCDMA 网络容量影响因素及提高容量的方法。

考点四：WCDMA 网络扰码规划

【考法分析】

了解 WCDMA 网络扰码规划。尚未考察过。

【要点分析】

- ✓ WCDMA 系统采用码分多址的无线接入方式，不需频率规划，但是由于 WCDMA 无线网络区分不同的用户和基站主要靠不同的扰码，所以需要进行扰码规划。
- ✓ 通过 WCDMA 无线网络的扰码规划，可以确定两个使用相同扰码的小区的复用距离，区分各小区。
- ✓ 移动台上行链路所取得的扰码是在建立链接时，由 RNC 负责分配。
- ✓ 下行链路扰码：用于区分不同的小区。可用于移动台的初始接入网络、小区重选及切换等。
- ✓ 扰码规划的主要思想是确定两个使用相同扰码的小区的最小无线传播距离，和 GSM 频率规划一样，这个距离成为复用距离。
- ✓ 3GPP 有关 WCDMA 的规范规定了用户终端在小区搜索过程中，采用主扰码而不是小区识别码（Cell ID）识别不同的小区，因此，每个小区需要分配、并且只能分配 1 个主扰码。
- ✓ 主扰码复用需要满足的原则是：在网络中的任意位置不会产生扰码冲突问题。

【备考点拨】

熟记 WCDMA 网络扰码规划思想。

考点五：WCDMA 网络优化的手段**【考法分析】**

掌握 DT 和 CQT 测试手段。以填空题形式考察。

【要点分析】

- ✓ 路测 (DT)：是指借助仪表，测试手机、测试车辆等工具，沿特定路线进行无线网络参数、运行数据和话音质量指标的测定与采集。
- ✓ CQT 测试是语音质量测试的方法之一，以用户的主观评价为主，即以主观评价的方法测试信道的语音质量。
- ✓ DT 和 CQT 在网络优化中起两方面作用：

①网络质量的评估：全网评估时，DT 可以模拟高速移动用户的通话情况。CQT 可以模拟一般用户的通话情况。由于 DT 可以记录全过程及测试路线上所有无线参数，因此可以全面完整地评估网络质量。CQT 可以在 DT 测试车辆无法进入的建筑物内部等区域测试，从用户的角度对网络质量进行评估。

②定点优化测试：DT 和 CQT 测试对故障点、掉话点的定位和优化后的效果进行验证了，但 CQT 的数据较少，而且对于发现故障点有一定的随机性。

【备考点拨】

根据工作现场实际熟记 WCDMA 网络优化的手段。

考点六：覆盖优化**【考法分析】**

掌握覆盖优化的常用优化方法和手段。

【要点分析】

- ✓ 影响蜂窝小区覆盖范围的因素有很多。如，接收机的灵敏度、基站周围的环境、天线系统的方向性和增益、当前的系统负荷等。
- ✓ 直放站（又叫中继器）属于同频放大设备，是在无线通信传输过程中起到信号增强的一种无线电发射中转设备。可以分为射频、光纤直放站以及宽带、窄带、移频直放站等几类。
- ✓ 塔顶放大器是一种低噪声放大器，通常放置在基站接收系统的前端，在接收信号未经过馈线衰减时就放大了接收信号，从而改善基站接收系统的性能。
- ✓ 室内覆盖系统原理是利用室内天线分布系统将移动基站的信号均匀分布在室内每个角落，从而保证室内区域拥有理想的信号覆盖。目前，实现室内覆盖的技术方案可分为以下三种：微蜂窝有线接入方式、宏蜂窝无线接入方式、直放站。

【备考点拨】

根据工作现场实际熟记覆盖优化的常用优化方法和手段。

考点七：容量优化**【考法分析】**

掌握容量优化的常用优化方法和手段。

【要点分析】

- ✓ 提高系统容量最简单、最有效的方法是增加一个或多个载波。
- ✓ 除了增加载波，提高容量的方法有：HSDPA、发射分集、波束赋形、增加扰码、扇区化和微小区。

【备考点拨】

根据工作现场实际熟记容量优化的常用优化方法和手段。

考点八：导频污染**【考法分析】**

掌握引起导频污染的原因及优化方法。

【要点分析】

- ✓ WCDMA 系统中，移动台通过识别基站以固定功率发射的主公共导频信道 P-CPICH 信号来区分基站的不同扇区。P-CPICH 不携带数据，主要用于切换判决，小区选择，小区重选择和切换测量等。
- ✓ 导频污染的主要特点：无主导小区，即终端收到了多个小区的导频信号，能量接近，激活集更新频繁发生。导频污染增加了网络干扰，同时使得切换算法不能有效工作。
- ✓ 导频污染的原因一般为：
 - (1) 系统设计不佳，比如导频信道发射功率偏大；
 - (2) 基站位置和天线倾角选取不当；
 - (3) 地理环境复杂，设计时考虑不充分。
- ✓ 导频污染的检测手段有实测和软件仿真两种。通常以实地路测为主。
- ✓ 导频污染的解决方案：①天线调整（天线方位角和下倾角）；②功率调整；③增加或减少基站数量；④增加系统的切换门限。

【备考点拨】

根据工作经验熟记引起导频污染的原因及优化手段。

十一、LTE 无线网络规划

考点一：LTE 无线网络规划流程**【考法分析】**

掌握 LTE 无线网络规划流程，以填空题形式考察为主。

【要点分析】

- ✓ LTE 无线网络规划流程可以分为网络需求分析、预规划、站址规划、网络无线仿真、小区参数规划等 5 个步骤；
- ✓ 网络需求分析是网络规划的重要步骤，依据建设网络策略，明确 LTE 网络指标要求。分析网络业务需求时可以从行政区划、人口经济状况、无线覆盖目标、所需容量目标和网络质量目标等几个方面入手。
- ✓ 网络预规划主要是通过覆盖和容量估算来确定网络建设的基本规模。

- ✓ 根据预规划结果，估算规划区域内需要建设的基站数目及基站位置。站址规划主要包括：基站选址、基站勘察、站点筛选、设备选型和基站规划参数设置等。站址规划主要依据无线环境、传输资源、电源、机房条件、天面条件及工程可实施性等方面综合确定。
- ✓ 仿真分析流程包括网络参数导入、传播预测模型、邻区规划、频率规划、PCI 规划、用户和业务模型配置等。

【备考点拨】

熟记 LTE 无线网络规划流程及其各部分内容。

考点二：LTE 无线网络规划目标

【考法分析】

掌握 LTE 网络的指标及含义。以选择题考察居多。

【要点分析】

- ✓ LTE 网络的重要指标有：小区负载、覆盖率、边缘速率、参考信号接收功率和参考信号-信号与干扰加噪声比和 EIRP。
- ✓ LTE 下行小区负载指物理下行共享信道（PDSCH）时频资源占用比例。上行小区负载定义为物理上行共享信道（PUSCH）时频资源占用比例。不同负载对网络、用户体验的影响不同，主要影响如下：
①本小区负载不对本小区用户产生干扰；②邻小区的负载对本小区产生干扰；③长期保持 100% 的负载，不会影响 LTE 网络稳定性，会使得动态小区间干扰协调（ICIC）功能失效。
- ✓ LTE 覆盖率主要考虑边缘覆盖概率和面积覆盖概率。边缘覆盖概率是指在覆盖区边缘上，接收信号强度大于接收门限的时间百分比。面积覆盖概率指在覆盖区域内，接收信号强度大于接收门限的位置占总覆盖区域面积的百分比。覆盖率表征了可以获得网络服务的重要指标。
- ✓ 边缘速率指在一定覆盖率条件下边缘用户所能达到的最大速率。上行边缘速率通常是指单用户边缘能达到的最大速率。下行边缘速率是指所有 RB 分配给一个边缘用户所能达到的最大速率。边缘速率用来表征 LTE 业务质量。
- ✓ RSRP 和 RS-SINR 是用来表征信号满足一定质量条件的重要覆盖指标。RSRP 为下行公共参考信号接收功率，反映信号场强情况；RS-SINR 为公共参考信号的信干噪比，表示有用信号相对干扰+底噪的比值。SINR 值越高，传输效率越高。
- ✓ EIRP 是施加到天线的功率与在给定方向上天线绝对增益的乘积；ERP 是施加到天线的功率与在给定方向相对于半波偶极子的天线相对增益的乘积。

【备考点拨】

熟记 LTE 网络的指标及含义。

考点三：LTE 网络覆盖规划

【考法分析】

掌握 LTE 网络覆盖的基本知识。以判断题考察居多。

【要点分析】

- ✓ LTE 系统链路预算的主要影响因素包括小区边缘用户业务速率、RB 配置、资源调度算法、发射功率、传输模式及天线类型、小区用户数等。
- ✓ LTE 基本参数包括系统带宽、RB 配置、天线类型、传输模式及 TD-LTE 上下行时隙及特殊时隙配置等。
- ✓ LTE 网络可灵活选择 1.4MHz、3 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz、20 MHz 等带宽进行组网。LTE 使用 OFDMA 多址方式，其子载波带宽为 15kHz，每 12 个连续的子载波组成一个 RB。
- ✓ 不同的 RB 配置对上下行链路的覆盖能力均有影响。对于上行链路公共信道和业务信道，同等条件下

RB 配置的增多会引起上行信道底噪的抬升，进而影响上行链路的损耗；对于下行链路公共信道和业务信道，同等条件下 RB 配置增多主要会引起下行底噪的抬升和 EIRP 的增大。

- ✓ 多天线技术是 LTE 移动通信系统的关键技术之一，LTE 网络存在多种传输模式和多种天线类型，选择不同种类传输模式和天线类型对覆盖性能影响较大。
- ✓ TDD 系统的上下行转换点可以灵活配置，从而更好的满足实际业务需求。根据不同场景业务需求，配比合适的上下行时隙，可以达到资源利用率最高。
- ✓ LTE 下行采用 OFDMA 技术，各个子载波正交；上行采用 SC-FDMA 技术，小区内的用户也相互正交，因此，理论上 LTE 网络的小区内干扰为零。实际网络中，小区间的干扰不能忽视，邻近小区对本小区的干扰随着邻小区负荷的增加而增大，系统的噪声水平相应提升，接收机灵敏度降低，基站覆盖范围会缩小。
- ✓ 基站覆盖能力与最大允许路径损耗有关，最大允许路径损耗可以通过链路预算得到。基站覆盖能力还与基站工程参数、无线传播环境等有关。

【备考点拨】

熟记 LTE 网络覆盖规划的影响因素。

考点四：容量的影响因素

【考法分析】

掌握容量的影响因素。以简答题和判断题考察为主。

【要点分析】

- ✓ 影响 LTE 系统容量的因素通常有两个：固定的配置和算法性能、网络结构。
- ✓ 固定的配置和算法性能有单扇区的频点带宽、天线技术、基站功率、小区间干扰消除技术、资源调度算法等；
- ✓ 网络结构：实际网络的信道环境和链路质量会影响 LTE 网络的资源分配和调制编码方式选择等。
- ✓ 系统承载的具体业务类型和组网方式不同带来信道环境和链路质量变化，不同的 eNodeB 硬件处理能力业务会影响 LTE 的容量。
- ✓ 因为 LTE 采用的 OFDM 技术在小区内正交传输，故不存在类似 CDMA 系统中的远近效应。
- ✓ LTE 系统在上行采取慢速功控，下行为了避免影响信道质量指示，仅采取半静态的功率分配方式。

【备考点拨】

透彻理解影响容量的因素。

考点五：LTE 网络容量规划

【考法分析】

了解 LTE 容量规划的基本原则。

【要点分析】

- ✓ 容量规划的基本原则：在 LTE 网络容量规划中，初期以覆盖目标为主，首先满足覆盖要求，分步建站，逐步提高系统容量；后期随着不同应用场景对容量需求的变化，灵活配置相对应的网络参数。
- ✓ 容量规划主要考虑两方面的问题，一是网络容量需求，二是单站所能提供的容量，二者相除即可满足容量需求所需的站点数目。
- ✓ 基站容量配置主要考虑系统带宽选择和基站载波配置这两个方面。

【备考点拨】

根据工作实际现场透彻理解 LTE 容量规划的基本原则。

考点六：LTE 容量评估指标

【考法分析】

掌握 LTE 容量评估指标及指标含义。以简答题形式考察居多。

【要点分析】

- ✓ LTE 系统资源采用链路自适应方式，不仅根据用户的信道质量来调整编码方式保证获得更高的频谱效率，还需要依据当前小区总体资源的占用情况以及用户的位置和信道质量，动态调整用户业务对资源的占用。
- ✓ LTE 系统容量评估指标主要有：最大并发用户数、小区峰值吞吐率、小区平均吞吐量、激活用户数、非激活用户数、单小区同时在线 RRC 连接用户数及 VoIP 用户数等。
- ✓ 最大并发用户数：系统每传输时间间隔最大同时可调度的用户数。
- ✓ 小区峰值吞吐率：将带宽都分配给一个用户，采用最高阶调制和编码方案，在最多天线数目前提下，单个用户能达到的最大吞吐率。
- ✓ 小区平均吞吐率：用户按照一定规律分布时，整个小区的平均吞吐量，小区整体吞吐量受整体无线环境的影响较大。
- ✓ 激活用户数：在一定的时间间隔内，在调度队列中有数据的用户。激活用户属于有 RRC 连接，可以在上下行共享信道传输数据的用户。
- ✓ 非激活用户数：有 RRC 连接，但处于失步状态的用户，如果需要数据传输，必须重新发起随机接入过程。
- ✓ 单小区同时在线 RRC 连接用户数：为激活用户数和非激活用户数之和。
- ✓ VoIP 用户数：网络内通过 VoIP 方式，满足指定要求的用户数目。

【备考点拨】

熟记 LTE 容量评估指标。

考点七：PCI 规划

【考法分析】

掌握 PCI 的作用及规划原则。以填空题和选择题考察为主。

【要点分析】

- ✓ PCI 是 LTE 系统中小区的标识，用来区分不同小区的无线信号。LTE 系统中有 504 个物理小区 ID，这些物理小区 ID 被分成 168 个小区 ID 组，SSS 序列，每组包含 3 个不同的 ID，对应 PSS 序列。
- ✓ 同一 PCI 可以在不同小区使用，但必须间隔足够的 PCI 复用距离。
- ✓ PCI 规划的目的就是在 LTE 组网中为每个小区分配一个 PCI，尽可能的复用有限数量的 PCI，同时避免 PCI 复用距离过小而产生的 PCI 之间的相互干扰。
- ✓ 小区间 PCI 规划原则：不冲突原则、不混淆原则、错开最优化原则、扩展性原则和可用性原则。
- ✓ 不冲突原则：同频的相邻小区不能使用相同的 PCI；
- ✓ 不混淆原则：任一个小区的同频邻区不能使用相同的 PCI；
- ✓ 错开最优化原则：如果相邻小区经过 PCI 模 3、模 6 后的值相等，相邻小区的参考信号在频域位置是相同的，将引起参考信号的小区间干扰。

【备考点拨】

熟记 LTE 网络中 PCI 规划原则。

考点八：TA 区规划

【考法分析】

掌握 TA 的作用。

【要点分析】

- ✓ 跟踪区 TA 是 LTE 核心网发送寻呼消息的区域，属于移动性管理范畴。任何一个小区的 TAI 在 LTE 系统内是全球唯一的。
- ✓ 在 LTE 系统中，为了减少 UE 位置更新引起的信令开销，进一步降低网络设备不必要的负荷，引入了 TA 列表的概念。
- ✓ TA 的范围大小取决于寻呼负荷及位置更新的信令开销。

【备考点拨】

结合 2G 中 LAC 的概念理解 TA 的作用。

考点九：干扰规划

【考法分析】

掌握小区间的干扰抑制技术。重要考点。

【要点分析】

- ✓ LTE 的干扰包括内部干扰和外部干扰。内部干扰通常只涉及一个系统，包括同频干扰和异频干扰。外部干扰指系统间干扰及其他随机干扰。
- ✓ 同频干扰存在小区内干扰和小区间干扰。在 LTE 网络中重点关注小区间的干扰抑制技术。
- ✓ 小区间的干扰抑制技术有：波束赋形天线技术、干扰随机化技术、干扰消除技术和小区间干扰协调技术。
- ✓ 干扰随机化就是将干扰信号随机化，主要的方法有加扰、交织和跳频等。
- ✓ LTE 系统与异系统间的干扰主要是由设备的射频特性不理想及器件的非线性造成的。根据产生的原理不同可分为：杂散干扰、阻塞干扰及互调干扰。

【备考点拨】

熟记小区间干扰抑制技术及其每种技术原理。

十二、LTE 无线网络优化

考点一：LTE 无线网络优化概述

【考法分析】

掌握 LTE 无线网络优化的特点。

【要点分析】

- ✓ LTE 无线网络优化是为了保证在充分利用现有网络资源的基础上，解决网络存在的缺陷，最终达到网络覆盖、容量、价值的最佳组合，保证网络高速发展，让用户感到真正的满意。
- ✓ LTE 使用 RSRP、RSRQ、SINR 进行覆盖和质量的评估。
- ✓ 因为工作频段不同，导致覆盖范围的差异显著，需要考虑天线模式对覆盖的影响。

- ✓ 除了需要考虑覆盖和干扰的影响外，还需考虑 PRACH 的配置模式对接入成功率指标带来的影响。
- ✓ LTE 系统支持 UE 对指定频点的测量，从而没有配置邻区关系的邻区也可能触发测量事件的上报；LTE 中可以通过设置黑名单来进行邻区的优化；邻区设置需要优先考虑优先级。
- ✓ 在速率优化时，需要考虑覆盖、干扰、UE 能力、小区用户数、带宽配置、天线模式、时隙比例配置、特殊时隙配置、功率配置、下行控制信道占用 OFDM 符号数量对速率的影响。
- ✓ LTE 系统增加了 X2 接口，并且采用了 MIMO 等关键技术，以及 ICIC 等算法，使得无线资源的管理更加复杂。

【备考点拨】

通过后面知识点的学习透彻理解 LTE 无线网络优化的特点。

考点二：LTE 无线网络优化内容

【考法分析】

掌握 LTE 无线网络全网优化内容。以简答题形式考察。

【要点分析】

- ✓ 在 LTE 项目中，可按簇进行优化和验收，每簇基站数建议不低于 15 个。建议当本簇中 90% 的站点通过单站验证后即可启动分簇优化，剩余的 10% 站点在开通后进行单站验证即可。
- ✓ 在工程优化阶段，网优调整的主要手段如下：
 - (1) 天线下倾角：主要应用于过覆盖、弱覆盖、导频污染、过载等场景；
 - (2) 天线方向角：主要应用于过覆盖、弱覆盖、导频污染、覆盖盲区、过载等场景；
天线的下倾角和方向角要视问题的严重程度和周边环境而定。
 - (3) 导频功率：主要应用于过覆盖、导频污染、过载等场景。
 - (4) 天线高度：主要应用于过覆盖、弱覆盖、导频污染、覆盖盲区等场景。
 - (5) 天线位置：主要应用于过覆盖、弱覆盖、导频污染、覆盖盲区等场景。
天线高度和天线位置两种调整方式工作量大，受天面的影响也比较大，一般在下倾角、方位角、功率都不明显的情况下使用。
 - (6) 天线类型：主要应用于导频污染、弱覆盖等场景。
 - (7) 增加塔放：主要应用于远距离覆盖场景。
 - (8) 站点位置：主要应用于导频污染、弱覆盖、覆盖不足等场景

【备考点拨】

根据工作实际熟记工程优化阶段网优调整的主要手段。

考点三：室内覆盖优化设计

【考法分析】

掌握室内外一体化覆盖方法。以填空题形式考察为主。

【要点分析】

- ✓ 小区外远处打、裙楼内打、从小区核心区由内向外打、室分外打、灯杆定点覆盖小微站挂墙定点覆盖、引入室分。

【备考点拨】

结合教材熟记室内外一体化覆盖方法。

考点四：高铁场景优化设计

【考法分析】

掌握高铁场景的特殊性及优化手段。以填空题形式考察。

【要点分析】

- ✓ 高铁场景的特殊性：信号穿透损耗大、多普勒效应产生的频移、切换频繁。
- ✓ 利用铁路线型覆盖的特点，高铁宏站场景采取链型小区连续覆盖的方案。
- ✓ 隧道覆盖方案包括 RRU+定向天线、RRU+泄露电缆。
- ✓ LTE 系统高铁隧道场景建议采用 RRU+泄漏电缆的覆盖方案，切换区域控制在隧道内或隧道外，避免在隧道口切换。
- ✓ 若隧道间距较小，建议采用泄露电缆覆盖隧道间空隙段；若连续隧道间距较大，则采用隧道口安装天线进行覆盖。

【备考点拨】

熟记高铁场景的特殊性及优化手段。