第一、二章—无线通信系统概述

移动通信：通信双方或至少一方是处于移动中进行信息交换的通信方式

核心概念是利用**电磁波**取代了传统电缆作为信息传输的媒介，大大拓展了通信产业的应用范围

移动通信系统是**有线、无线相结合**的通信方式

**移动通信网络**包含三部分：接入网、承载网、核心网

移动通信和**卫星通信**、**光纤通信**一起被列为现代通信领域的三大新兴的通信技术手段

**典型无线系统的频率**

FM无线电-87-108MHz 广播电视—VHF (48-223MHz)UHF (470-806MHz)

GSM移动电话--900MHz/1.8GHz GPS—1.5GHz/1.2GHz

WiFi蓝牙微波—2.4GHz 车载防撞雷达—25GHz、77GHz

射电天文望远镜—1400-1427MHz

典型无线通信系统及其代表性技术——无线通信发展史

1G——语音——模拟蜂窝——**2.4kbps**

**AMPS**（1983）—美国第一套蜂窝电话系统—FDMA—900M—30k—2.4kbps

2G——语音文本—数字蜂窝——**9.6kbps**

**GSM**——TDMA——900M——200k——9.6kbps

CDMA(IS-95)——CDMA——800M——1.25M——14.4kbps

PDC——TDMA——800M

(2.5G) GPRS——无线分组交换——首次支持互联网服务**——**171.2kbps

(2.75G) EDGE——数据增强——384kbps

3G——多媒体服务——**384kbps——CDMA标志**

TD-SCDMA——CDMA——2k-2Mbps

CDMA2000、WCDMA——CDMA——384kbps

过渡：HSDPA（下行增强）、HSUPA（上行增强 ）

4G——移动互联网——**100-200Mbps（下行）75Mbps（上行）**

5G**——**数据、连接、用户体验

**5G典型应用场景**

增强移动宽带——峰值速率达到4G速率的100-1000倍

超可靠低延迟通信（3G响应为500ms，4G为50ms，5G要求0.5ms）

海量机器通信——链接密度提升10-100倍，达到每平方公里百万个

无线通信系统实例

广播系统——单工——范围广——数据量大（视频）/小（语音） <几百M

寻呼系统——单工——范围广——数据速率低（文本、6.4kbps）——<1GHz

卫星通信—— \ ——范围极广—时延长———————————— 1~300G

移动蜂窝——双工——范围较大——数据量大——移动性高——< 2G

无绳电话——双工——范围小（住宅范围）——数据量小—— 1~3G

典型数据速率

• 无线传感器网络: < 1kbps; 中央汇聚节点: ~10Mbps

• 语音通信: 5-64kbps（依赖于语音编码方式）

• 计算机外设之间的通信: 1Mbps

• 无线局域网: 宽带互联网接入, ~ 1-100 Mbps

• 无线个域网: >100 Mbps

覆盖范围/用户数

•无线体域网: 1米；

•无线个域网: 不超过10米，室内场景；

•无线局域网: 不超过100米，大概在10用户

•蜂窝移动通信系统: 微蜂窝（500米），宏蜂窝（10-30千米）；

•卫星通信系统: 覆盖整个国家，甚至大洲

第三章-无线蜂窝系统

大区制的存在问题：1.大区制移动通信网无法适应飞速发展的通信需求（**频谱利用率低**）2.覆盖范围有限：受**地球曲度**限制，同时受限于移动**终端的发送功率**，上行信号传输距离也有限

蜂窝的由来：对于同样大小的服务区域，采用正六边形构成小区所需的小区数最少，无重叠区（理论上），故所需的频率组数也最少，最经济

中心激励与顶点激励：基站位于小区中心，有时会有辐射阴影；在顶点上设置基站，并采用三个互成120°的定向天线，以避免辐射阴影

形成簇的条件——**小区数N必须满足的公式**

****

1.相邻簇，同频小区距离相等且最大2.能彼此邻接且无空隙覆盖整个面积

系统容量 = 系统可以容纳的用户数—— M为系统信道复用次数，S为系统可用的双向信道数，k为每个小区分配的信道数

**切换策略**

参数：MS最小可用信号功率，

切换启动强度——可调参数

 ▲过大，则可能来不及切换则通信中断▲过小，则可能切换过于频繁

设计思路：把握好切换所需用时与距离之间的关系，接收信号强度是距离的函数。中断临界点是经过切换用时后，正好信号强度降落到

同频干扰：同频复用比 ，D为同频小区间距，R为小区半径

信干比：

其中i0为第一层同频干扰小区，典型值取(全向天线取6，120°取6/3)

**改善系统容量**：**核心为信干比公式**——系统容量主要受同频干扰影响

1.小区分裂：保证Q不变（则信干比不变），增加簇的数量（小区等比缩小）

代价：更多的基站，更多的切换操作…

2.扇区划分：保证小区大小不变，提高信干比从而提高复用因子1/N

代价：增加每个基站上的天线数目，降低了中继效率（将大的信道池转换成了多个小组）

3.微小区：大功率中心基站由小区边缘的低功率发射器代替。由于发射功率降低，只覆盖单个区域，因此同频干扰也降低了很多，因此可以提高复用因子

代价：需要多个低功率发射器，且基站复杂度提高。

**中继与服务等级**

**中继**：大量用户共享相对少的信道时，中继系统为每个用户按需分配信道

**服务等级**（GOS）：中继系统**最忙碌时**，用户进入系统的能力。

用呼叫阻塞概率（LCC呼叫阻塞清除/不排队）或呼叫延迟一段时间的概率（LCD呼叫阻塞延迟/排队等待）描述

**话务量强度与呼损率（ErlangB公式）**

**其中C是中继系统信道数，B是呼损率，A是话务总量**

第四章—大尺度衰落和路径损耗

等效天线：ERP——等效发射功率——将EIRP中的等效全向天线替换为半波偶极子天线  单位为dB

**Friis公式——（自由空间理想情况）**

**对数形式（参考点，一般形式）：**

需满足**远场条件:** d>df ,D为天线最大尺寸（对角线）

**双线模型：，d范围要远大于天线高度和**

**断点模型——自由空间传播+地面反射**

****

**绕射：**

**菲涅尔区：**直射路径与第n个菲涅尔区的绕射**路径的差值**为**n个半波长**

**第n个同心圆半径：**

**菲涅尔参数与绕射路程差：**

**则可得知n个菲涅尔区被遮挡：**

**对数阴影效应：**

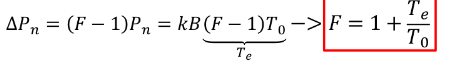
**中断率： **

**衰落余量：**

**噪声系数：**

**热噪声功率**：

**等效噪声温度**：



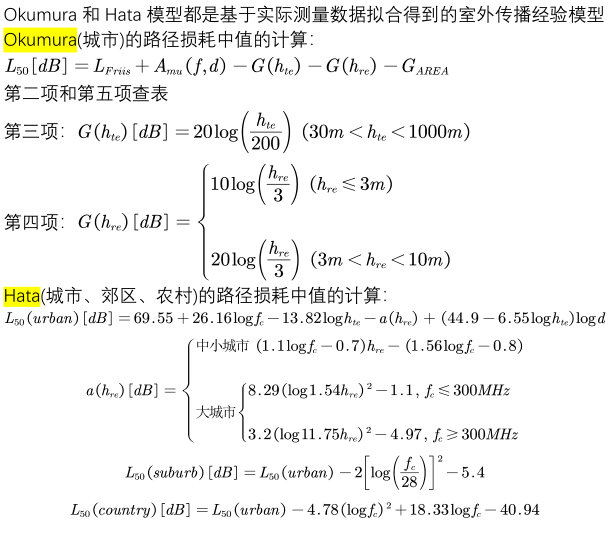
**输入端等效噪声功率Pn**:



**负性负载:**

**负性**元件组成的**天线**可以视为**单位增益0dB**

**级联噪声系数**：

****