

# WCDMA 无线网络容量规划

ISSUE 1.0



无线产品课程开发室

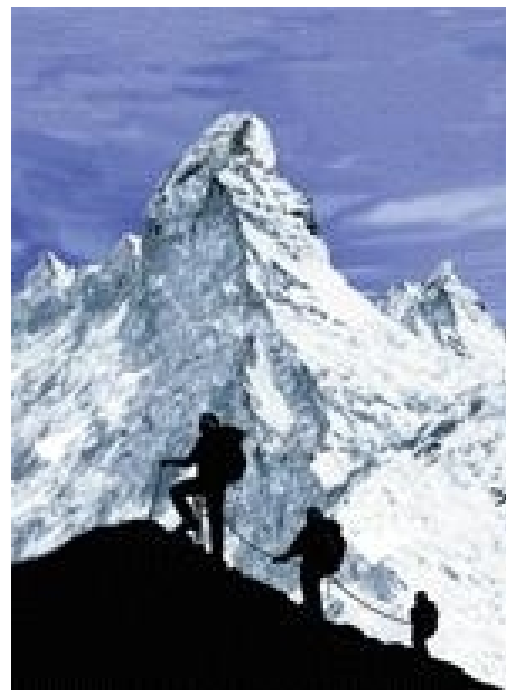


# WCDMA系统的容量特点

- WCDMA 是一个自干扰系统
- WCDMA 系统的容量与覆盖息息相关
- WCDMA 网络的容量具有软容量特性
- WCDMA 网络的容量规划是在一定话务模型下的规划

学习完本课程，您将能够：

- 掌握**3G**话务模型的参数。
- 了解限制**WCDMA**网络容量的因素
- 了解多业务容量估算的方法和流程
- 理解网络容量增强的关键技术



# 课程内容

## 第一章 话务模型

### ▶ 第二章 上行容量分析

### ▶ 第三章 下行容量分析

### ▶ 第四章 多业务容量估算

### ▶ 第五章 网络估算流程

### ▶ 第六章 容量增强技术



# 第一章 话务模型



- **第一节 话务模型概述**
- **第二节 CS话务模型**
- **第三节 PS业务模型图**
- **第四节 PS话务模型参数**



# 业务概述

- WCDMA系统支持多种业务
  - 可变速率业务
  - 混合业务
  - 高速数据分组业务
  - 不对称业务；
  - 大容量和灵活的业务承载



# 业务QoS类型

实时类	会话类	须保持流中信息实体间的时间关系。较小的延迟容限、要求数据速率的对称。	语音业务、可视电话、视频游戏
	流类	须保持流中信息实体间的时间关系。通常为单向性业务、对误差容限有较高的要求、对速率有较高的要求。	流式多媒体
非实时类	交互类	请求-响应模式，须保持数据的完整性。对误差容限有较高的要求、对延迟容限的要求相对低一些。	网页浏览、网络游戏
	后台类	信息接收目的端并不在某一时间内期待数据的到达，保持数据的完整性。有较小的延迟约束、要求实现无差错传送。	Email的后台下载.



# 话务模型建立目的

- 为了确定系统配置，首先要确定空中接口的呼叫容量。
- 在数据应用中，不同的传输模型将产生不同的系统容量。
- 我们需要建立一个满足客户的期望数据传输模型，才能对网络作出正确的规划。
- 为了建立正确的模型，需要运营商提供一些统计参数作为参考。

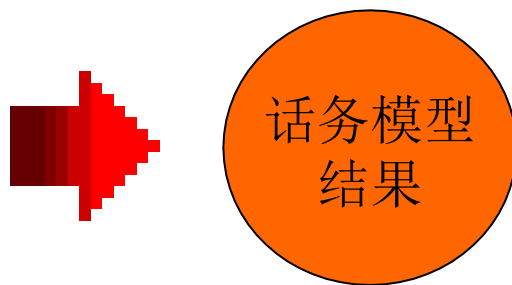
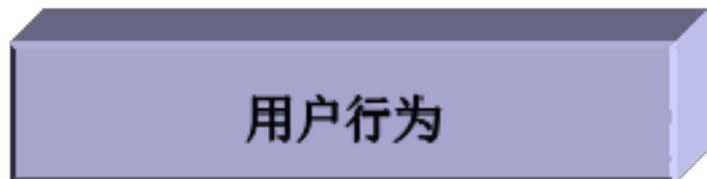




# 话务模型

- 业务模型研究主要是从数据传输的角度，每种业务具有怎样的容量特性、用户使用某业务时期望怎样的效劳质量。
- 在数据应用中，用户行为研究主要是研究预测**3G**可以提供哪些种类的业务、每种业务的有多少人使用、某业务的使用者使用该业务的频繁程度、用户在不同区域的分布等。

# 话务模型研究内容





# 典型业务特征描述

- 典型业务主要包括如下特征参数：
- 用户类型（室内、车内、室外）。
- 用户的平均移动速度。
- 业务类型。
- 上下行业务速率。
- 扩频因子。
- 业务的信号时延要求
- 业务的QoS质量要求

# 第一章 话务模型



- 第一节 话务模型概述
- **第二节 CS话务模型**
- 第三节 PS业务模型图
- 第四节 PS话务模型参数



# CS话务模型

- CS业务的代表业务是话音业务，话音用户到达是服从Poisson分布的，其时间间隔服从负指数分布。
- 模型关键参数：
  - 渗透率
  - BHCA平均忙时呼叫次数
  - 平均呼叫持续时间  $s$
  - 激活因子
  - 业务平均速率〔kbps〕



# CS话务模型参数

- 平均每用户忙时话务量〔Erlang〕 = BHCA × 平均呼叫持续时间 / 3600
- 平均每用户忙时吞吐量〔kbit〕〔G〕 = BHCA × 平均呼叫持续时间 × 激活因子 × 平均速率
- 平均每用户忙时吞吐率〔bps〕〔H〕 = 平均每用户忙时吞吐量 × 1000 / 3600

# 第一章 话务模型



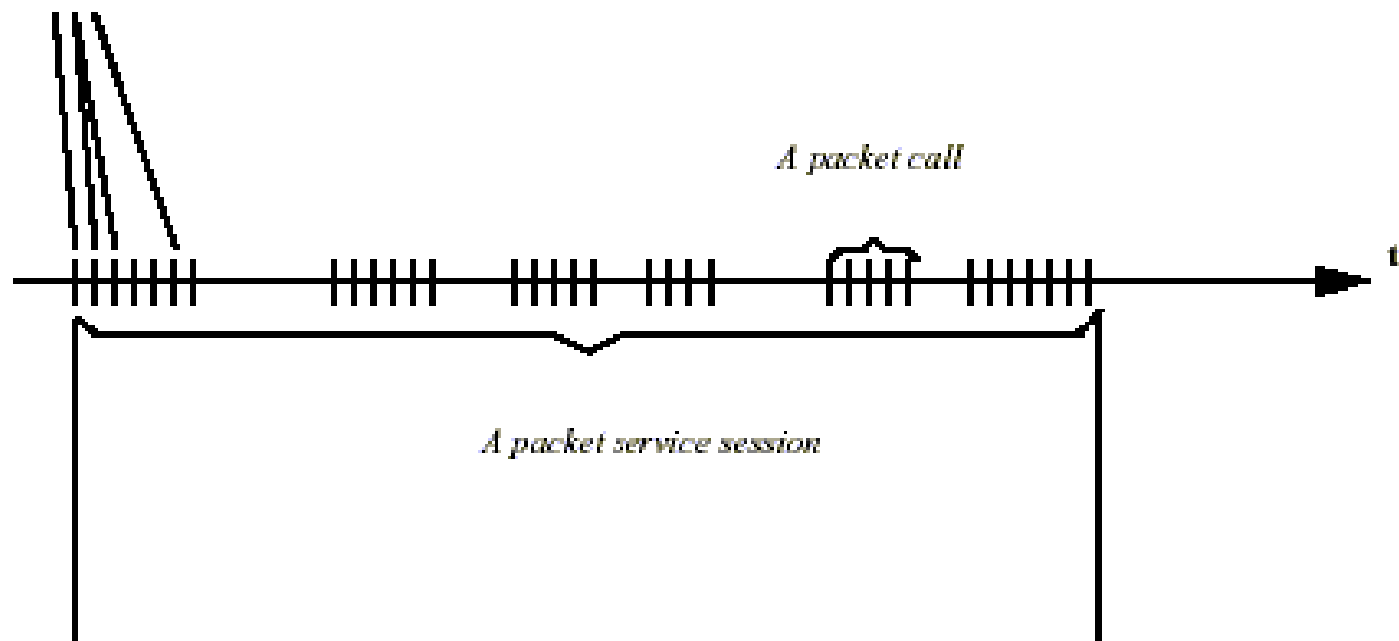
- 第一节 话务模型概述
- 第二节 CS话务模型
- **第三节 PS业务模型图**
- 第四节 PS话务模型参数



# PS业务模型图

最常用的模型是 ETSI UMTS30.03 中描述的包业务会话过程模型

The instans of packet arrivals  
to base station buffer



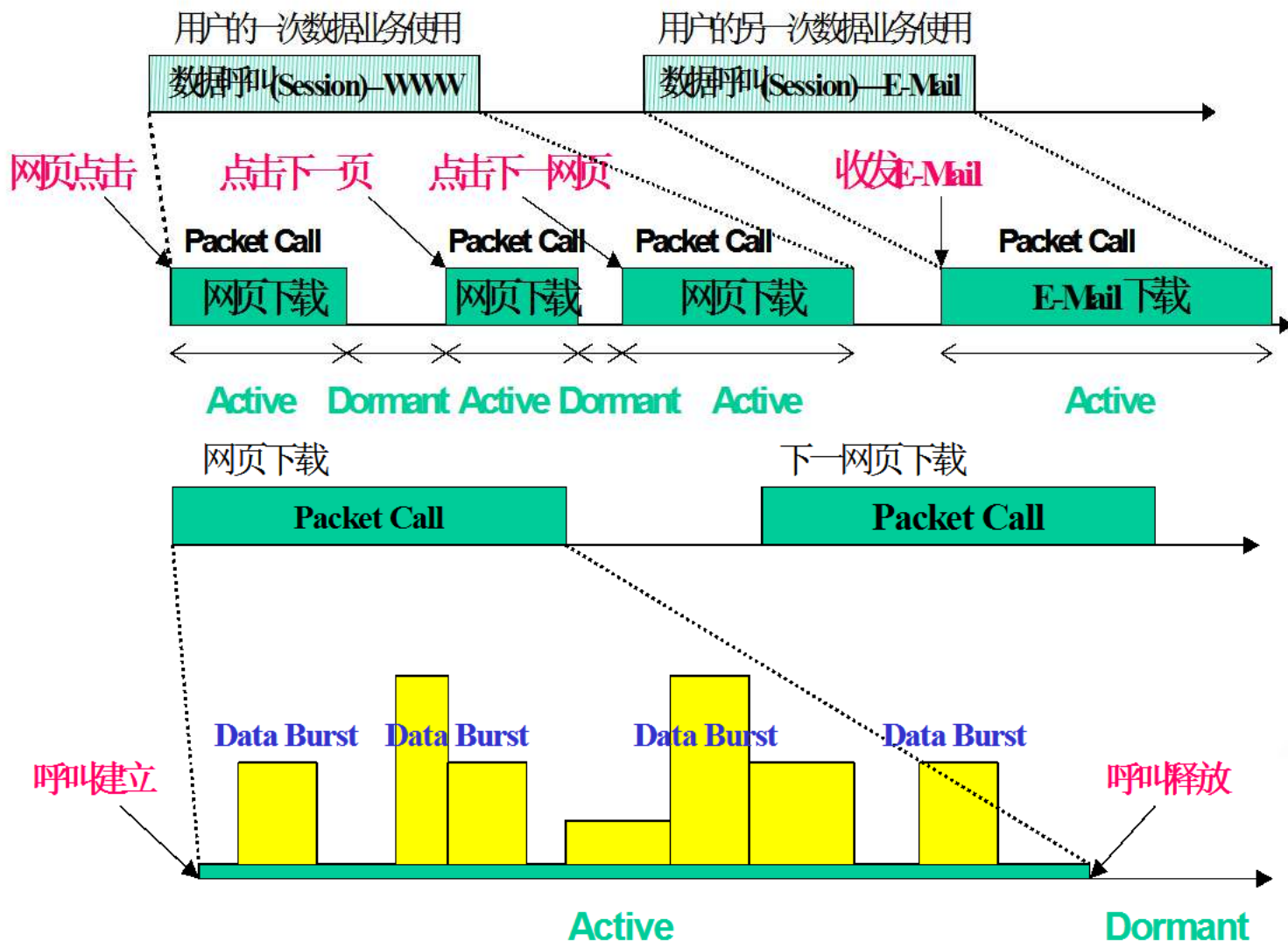
First packet arrival  
to base station buffer

Last packet arrival  
to base station buffer





# PS业务示意图

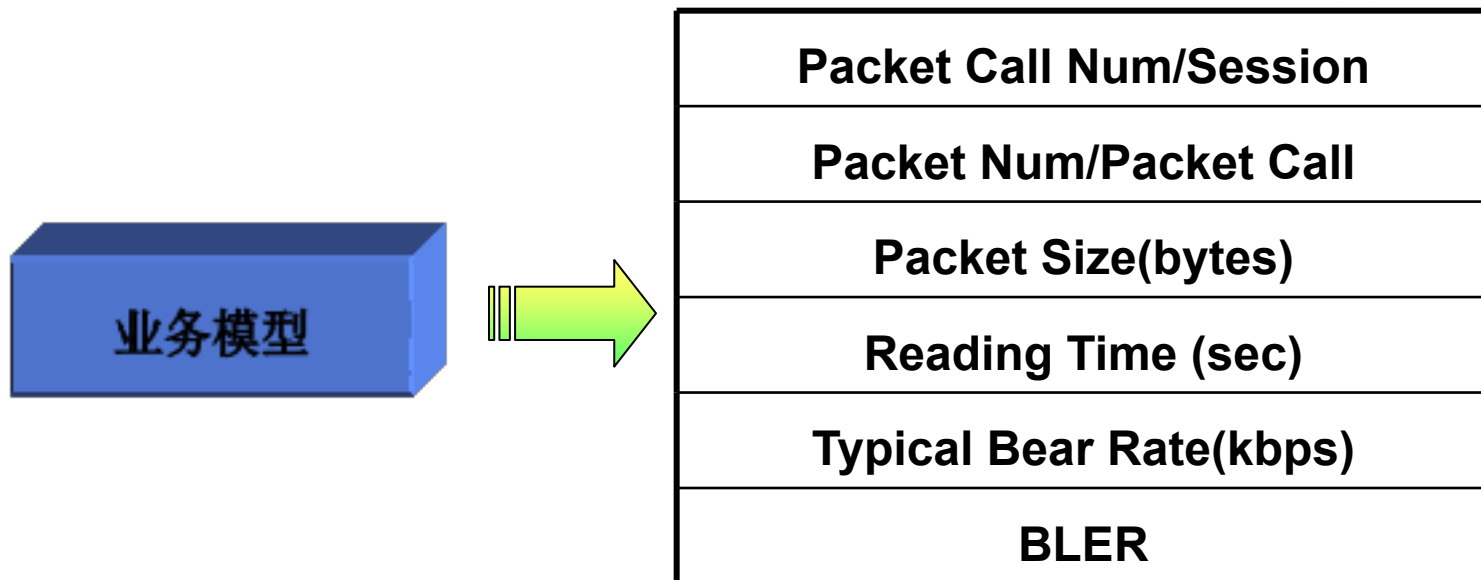


# 第一章 话务模型



- 第一节 话务模型概述
- 第二节 CS话务模型
- 第三节 PS业务模型图
- **第四节 PS话务模型参数**

# PS业务模型参数





# 参数确定

**业务模型根本参数确定：**

**通过从仿真及实际运行网络中获取大量的根本参数样本数据**

**对样本数据进行处理，得到各参数的概率分布**

**与标准的分布函数相比较，取最接近的标准概率分布为相应的参数分布**

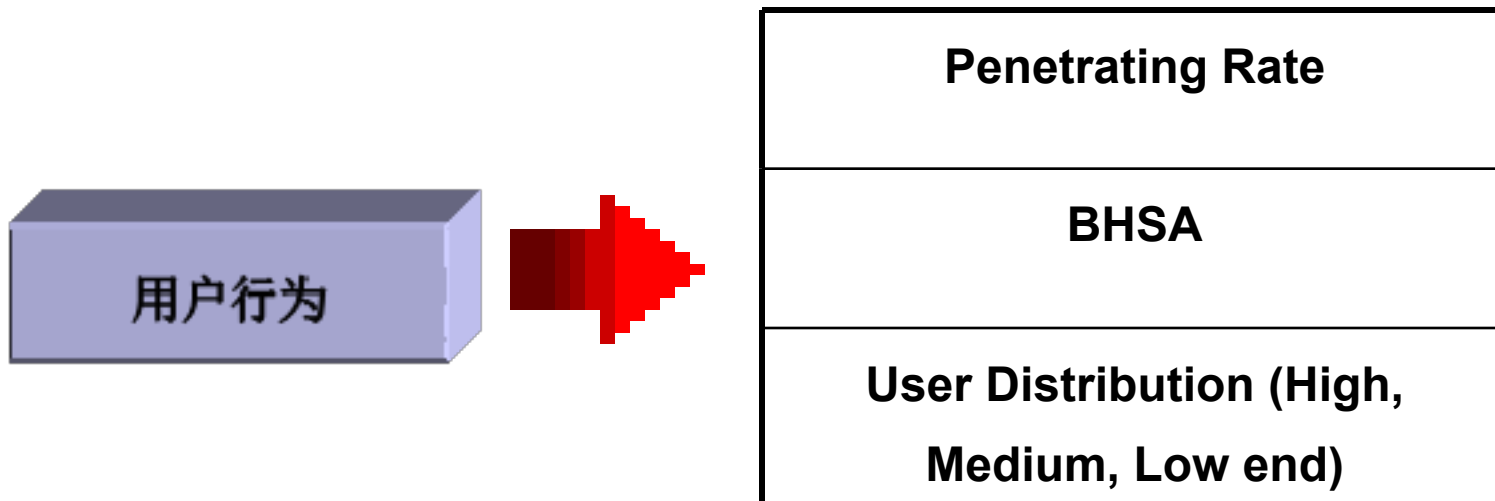


# PS业务模型参数

- Typical Bear Rate(kbps):
- 承载速率在实际传送过程中是可变的。
- BLER:
- PS域业务，在计算数据传输时间时需要考虑误块造成的重传，假设业务源的数据量为N，空中接口误块率为BLER，那么在空中接口上总共需要传输的数据量为:

$$\frac{N + N * BLER + N * BLER^2 + N * BLER^3 + \dots}{1 - BLER} = \frac{1}{1 - BLER} * N$$

# PS用户行为参数



# PS用户行为参数

- Penetrating Rate: 渗透率
- 所有网内注册用户中开通该业务用户的比例。
- BHSA: 该业务的单用户忙时 Session 次数
- User Distribution (High, Medium, Low end)
- 将用户按其ARPU的上下分为高端、中端、低端用户，不同运营商、不同应用场合会有不同的用户分布。





# PS业务模型衍生参数

- **Session 业务量 (Byte) :** 业务的单次Session平均业务量

$$\text{Session业务量} = (\text{PacketSize}) * (\text{PacketNum} / \text{PacketCall}) * (\text{PacketCallNum} / \text{Session})$$

- **数据传输时间 (s) :** 业务单次Session中用于传输数据的时间

$$\text{数据传输时间} = \frac{1}{1 - \text{BLER}} * \frac{\text{Session业务量} * 8 / 1000}{\text{典型承载速率}}$$

- **Holding Time (s) :** 业务单次Session平均持续时间

$$\text{HoldingTime} = (\text{PacketCallNum} / \text{Session} - 1) * \text{ReadingTime} + \text{数据传输时间}$$





# PS话务模型衍生参数

- 激活因子：业务满速率发送的时间在单次Session持续时间内所占的比重。

$$\text{激活因子} = \frac{\text{数据传输时间}}{\text{HoldingTime}}$$

- 每用户忙时吞吐量 (Kb)：

$$\text{BusyHourThroughput / user} = \text{BHSA} * \text{Session业务量} * 8 / 1000$$



# 话务模型例如

即点即播式移动视频 (流)	渗透率	BHSA	Busy Hour Throughput/user (kbit)	典型承载速率 kbps	BLER	激活因子
上行	22.0%	0.100	<u>2.304</u>	8	10%	<u>0.1798</u>
下行	22.0%	0.100	<u>102.528</u>	64	10%	<u>1.0000</u>
即点即播式移动视频 (流)	Packet Call Num/Session	Packet Num/Packet Call	Packet Size (bytes)	Reading Time (sec)	Session业务量 Byte	Holding Time
上行	2	3	480	14.6000	<u>2880</u>	<u>17.8000</u>
下行	1	267	480	0.0000	<u>128160</u>	<u>17.8000</u>

$$Data\_Erlang = \sum (\text{典型应用环境下不同等级用户比例} \times \text{渗透率} \times \frac{\text{典型应用环境下用户峰值吞吐量}}{\text{承载速率} 3600} \times \text{该业务激活因子})$$

# 思考题



1. 话务模型包含哪两局部？
2. CS话务模型的主要参数有哪些？
3. PS业务模型的主要参数有哪些？
4. 数据业务等效Erlang的计算公式？

# 本章小结

- 本章主要讲述了话务模型主要研究内容
- CS业务话务模型的主要表现参数
- PS业务模型的结构和主要参数，及对应的衍生参数
- 数据业务等效Erlang的计算方法。



# 课程内容

## ▶ 第一章 话务模型

---

## ▶ 第二章 上行容量分析

---

## ▶ 第三章 下行容量分析

---

## ▶ 第四章 多业务容量估算

---

## ▶ 第五章 网络估算流程

---

## ▶ 第六章 容量增强技术

---



# 根本原理

- 在WCDMA系统中，所有小区可共用相同频谱，这一点对提高
  - WCDMA系统容量非常有利。但也正是同频复用的原因，系统存在
  - 多用户间的干扰，这种多址干扰那么又限制系统的容量。
- 
- 无线系统容量是由上、下行链路共同决定的，规划容量时，必须从上行链路和下行链路两个方面进行分析。





# 上行干扰分析 -- 上行干扰构成

$$I_{TOT} = I_{own} + I_{other} + P_N$$

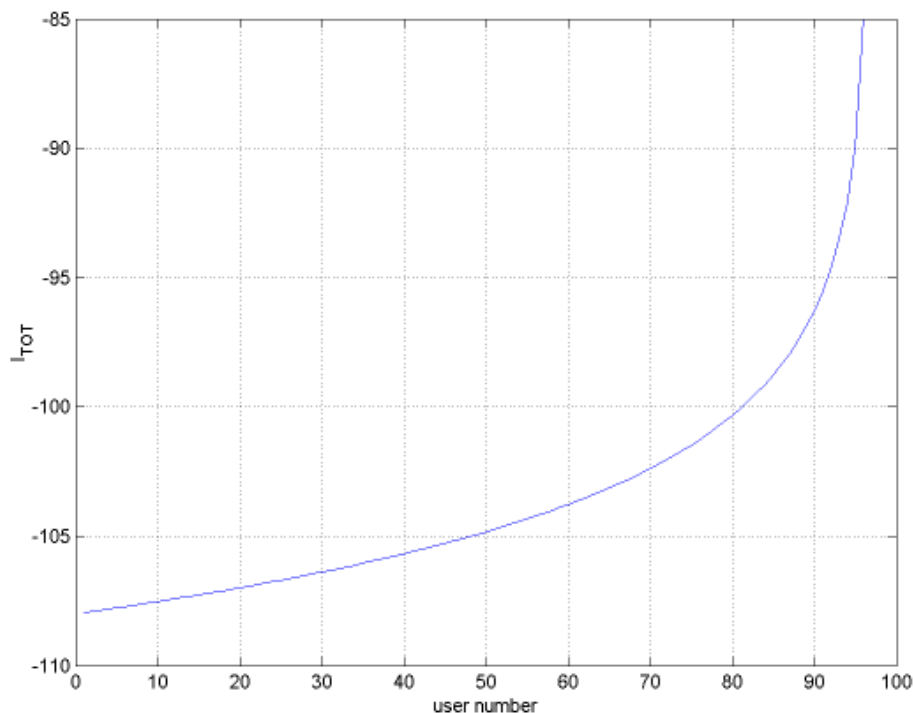
- $I_{own}$ : 来自本小区用户的干扰
- $I_{other}$ : 来自邻近小区用户的干扰
- $P_N$ : 接收机噪声底

# 上行干扰分析

求得

$$I_{TOT} = P_N \cdot \frac{1}{1 - (1+i) \cdot \sum_1^N L_j}$$

- 假设
  - ➔ 所有用户为 12.2 kbps 话音用户，解调门限  $E_b/N_0 = 5\text{dB}$
  - ➔ 话音激活因子  $v_j = 0.67$
  - ➔ 邻区干扰因子  $i = 0.55$







# 上行干扰分析 -- 上行负载因子

- 定义上行负载因子

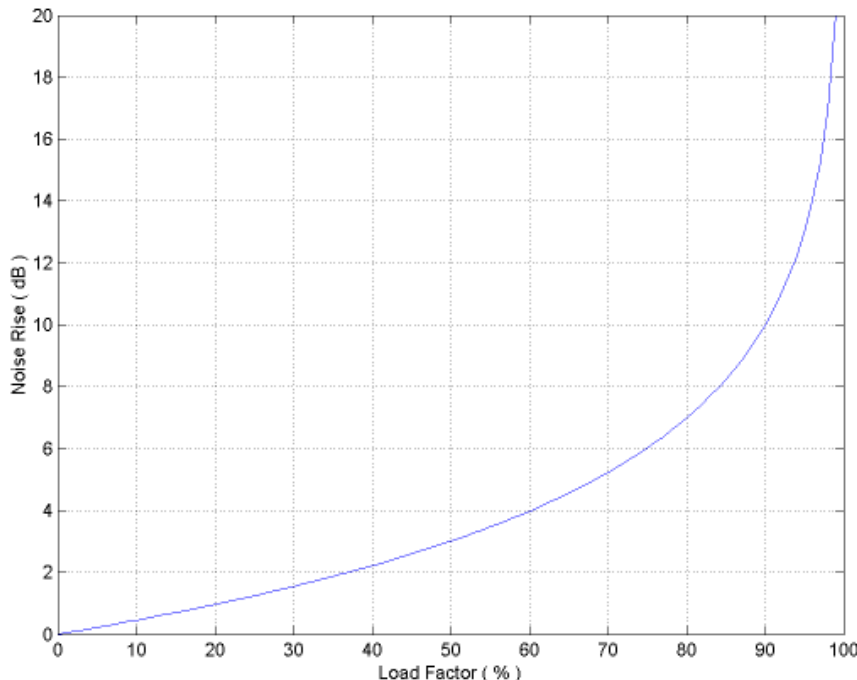
$$\eta_{UL} = (1+i) \cdot \sum_1^N L_j = (1+i) \cdot \sum_1^N \frac{1}{1 + \frac{1}{(EbvsNo)_j} \cdot \frac{W}{R_j} \cdot \frac{1}{v_j}}$$

- 负载因子等于 1 时，ITOT 到达无穷大，此时对应的容量称为极限容量
- 在前述假设下，极限容量约为 96 个用户



# 上行干扰分析 -- 负载因子与干扰

- 根据前述关系，噪声上升：
$$NoiseRise = \frac{I_{TOT}}{P_N} = \frac{1}{1 - (1+i) \sum_1^N L_j} = \frac{1}{1 - \eta_{UL}}$$



50% 负载 — 3dB  
60% 负载 — 4dB  
75% 负载 — 6dB



# 上行干扰分析 -- 当前方法的局限

- 前述理论分析显式或隐式地使用了以下简化
- 没有考虑软切换的影响
- 处于软切换状态的用户，产生的干扰略小于普通用户
- 没有考虑 AMRC 和混合业务的影响
- AMRC 降低局部用户的话音业务速率，使它们产生的干扰降低，增加了系统支持的用户数。（代价是这些用户的通话质量有所降低）
- 不同的业务具有不同的数据速率和解调门限，虽然原那么上仍可利用上述方法进行分析，但会使计算过程复杂化
- 由于移动传播环境的时变特性，即使是同一业务，解调门限也是时变的



# 上行干扰分析 -- 当前方法的局限

- 理想功控假设
  - 实际系统的功控命令有一定误码，使得功控过程非理想，降低系统容量
- 假设用户分布均匀，邻区干扰恒定
- 要考虑以上各种因素的影响，系统仿真是更为精确的方法：
  - 静态仿真：Monte\_Carlo 方法
  - 动态仿真

# 课程内容

## ▶ 第一章 话务模型

---

## ▶ 第二章 上行容量分析

---

## ▶ 第三章 下行容量分析

---

## ▶ 第四章 多业务容量估算

---

## ▶ 第五章 网络估算流程

---

## ▶ 第六章 容量增强技术

---





## 下行干扰分析 -- 下行干扰构成

$$I_{TOT} = I_{own} + I_{other} + P_N$$

- $I_{own}$ : 来自本小区用户的干扰
- $I_{other}$ : 来自邻近小区用户的干扰
- $P_N$ : 接收机噪声底



# 下行干扰分析 -- 下行干扰构成

- 接收机底噪 PN
$$PN = 10\lg(KTW) + NF$$
- K: 波尔兹曼常数,  $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
- T: 开氏温度, 常温为 290 K
- W: 信号带宽, WCDMA 信号带宽 3.84MHz
- NF: 接收机噪声系数
- $10\lg(KTW) = -108\text{dBm}/3.84\text{MHz}$
- $NF = 7\text{dB}$  (UE 典型值)
- $PN = 10\lg(KTW) + NF = -101\text{dBm}/3.84\text{MHz}$



# 下行干扰分析 -- 下行干扰构成

- I<sub>own</sub> 本小区干扰
- 下行各用户用相互正交的 OVSF 码区分，在没有多径的静态传播条件下，没有相互干扰
- 在多径传播条件下，会有一局部能量无法被 RAKE 接收机检测而成为干扰信号。定义正交化因子  $\alpha$  来描述这一现象

$$(I_{own})_j = (1 - \alpha_j) \cdot \frac{P_T}{PL_j}$$

- 式中， $P_T$  为基站发射总功率， $N$  包括专用信道发射功率和公共信道发射功率  
$$P_T = P_{CCH} + \sum_1^N P_j$$





# 下行干扰分析 -- 下行干扰构成

- 邻区干扰  $I_{other}$
- 邻区基站的发射信号会对当前小区的用户造成干扰。由于使用的扰码不同，这些干扰都是非正交的
- 假设业务均匀分布，所有基站的发射功率相等。系统中共有  $K$  个邻区基站，其中第  $k$  个基站到用户  $j$  的路径损耗为  $PL_{k,j}$ 。那么有：

$$(I_{other})_j = P_T \cdot \sum_1^K \frac{1}{PL_{k,j}}$$



# 下行干扰分析

$$\begin{aligned} I_{TOT} &= I_{own} + I_{other} + P_N \\ &= (1 - \alpha_j) \frac{P_T}{PL_j} + P_T \cdot \sum_1^K \frac{1}{PL_{k,j}} + P_N \end{aligned}$$

同样假设功控理想，有

$$(EbvsNo)_j = \frac{P_j / PL_j}{(I_{TOT})_j} \cdot \frac{W}{R_j} \cdot \frac{1}{v_j}$$

得到

$$P_j = (EbvsNo)_j \cdot \frac{R_j}{W} \cdot v_j \cdot (I_{TOT})_j \cdot PL_j$$

# 下行干扰分析

因为 
$$P_T = P_{CCH} + \sum_1^N P_j$$

有

$$\begin{aligned} P_T &= P_{CCH} + \sum_1^N \left[ (EbvsNo)_j \cdot \frac{R_j}{W} \cdot v_j \cdot (I_{TOT})_j \cdot PL_j \right] \\ &= P_{CCH} + \sum_1^N \left[ (EbvsNo)_j \cdot \frac{R_j}{W} \cdot v_j \cdot PL_j \right] \cdot \left[ (1 - \alpha_j) \frac{P_T}{PL_j} + P_T \cdot \sum_1^K \frac{1}{PL_{k,j}} + P_N \right] \\ &= P_{CCH} + \sum_1^N \left[ (EbvsNo)_j \cdot \frac{R_j}{W} \cdot v_j \right] \cdot \left[ (1 - \alpha_j) P_T + P_T \cdot \sum_1^K \frac{PL_j}{PL_{k,j}} + P_N \cdot PL_j \right] \end{aligned}$$

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/917050162011006063>