



# 第十八章 移动网络运行



主讲人：牛凯

[niukai@bupt.edu.cn](mailto:niukai@bupt.edu.cn)



- 前两章，我们介绍了蜂窝移动通信网与无线自组网的基本结构与构成。建立移动通信网络的目的是配合物理层在用户移动的前提下完成移动通信业务，满足用户的QoS要求。这就是在已建立的移动通信网上进行网络运行的目的，也是本章所要讨论和介绍的内容。
- 一般的，网络运行大致可以分为以下四个部分：移动业务的呼叫建立与接续、移动性管理，无线资源管理，安全性管理(第19章介绍)

## 18.1 移动通信中的业务类型

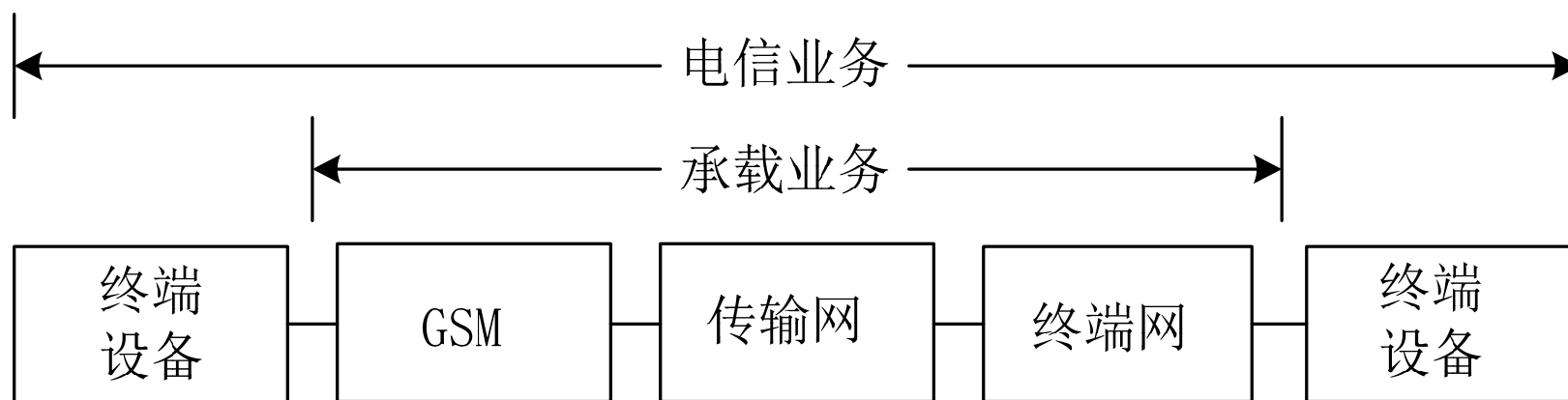


- 移动通信中开展的业务与固定网上的业务基本是类似的，也是由移动用户的需求驱动决定。但是由于在客观条件上受到信道动态性和用户动态性的限制，在业务的类型、数量、速率、宽带乃至QoS要求上均比固网要差一些。
- 本节将主要介绍欧洲体系的GSM、GPRS以及WCDMA系统中的业务以及在智能网上开展的增值业务。



## 18.1.1 2G中的GSM业务

- GSM提供的业务可以分为两类：基本通信业务和补充通信业务。这两类业务是独立的通信业务。
- 基本通信业务又根据在网络中接入位置的不同划分为电信业务与承载业务。如下列图形所示。





## 18.1.1 2G中的GSM业务

- GSM提供的主要电信业务如下：
  - (1) 话音业务
  - (2) 短消息业务
  - (3) 小区广播式短消息业务
  - (4) 可视图文接入
  - (5) 智能用户电报传送
  - (6) 传真
- GSM设计的承载业务不仅可以在移动用户之间完成数据通信，更重要的是为移动用户与PSTN、ISDN用户提供数据通信服务，而且还能与其它陆地公用数据网(电路型、分组型)互连互通。



## 18.1.2 2.5G中的GPRS业务

- **1. GPRS 近期可提供的业务**
  - 接入因特网(采用PC+GPRS手机)和基于PDA的数据业务
  - WAP over GPRS
  - 短消息业务
- **2. GPRS 今后可提供的业务**
  - (1) E-mail业务、Telnet登陆业务、FTP文件传输业务、Web浏览业务
  - (2) 信息检索业务、信息查询、电子号码簿服务;
  - (3) 电子商务、电子银行、电子股票交易、信用卡确认;
  - (4) 电子监控;
  - (5) GPS自动定位跟踪业务;
  - (6) 集团、企业自认证与代认证业务;
  - (7) 网络游戏。



## 18.1.3 WCDMA的业务

- **1.引言**

WCDMA业务一般采用欧洲通用移动通信系统UMTS提出的标准和要求，与GSM以及其他2G移动通信系统相比较UMTS提出允许对无线承载特性进行协商。

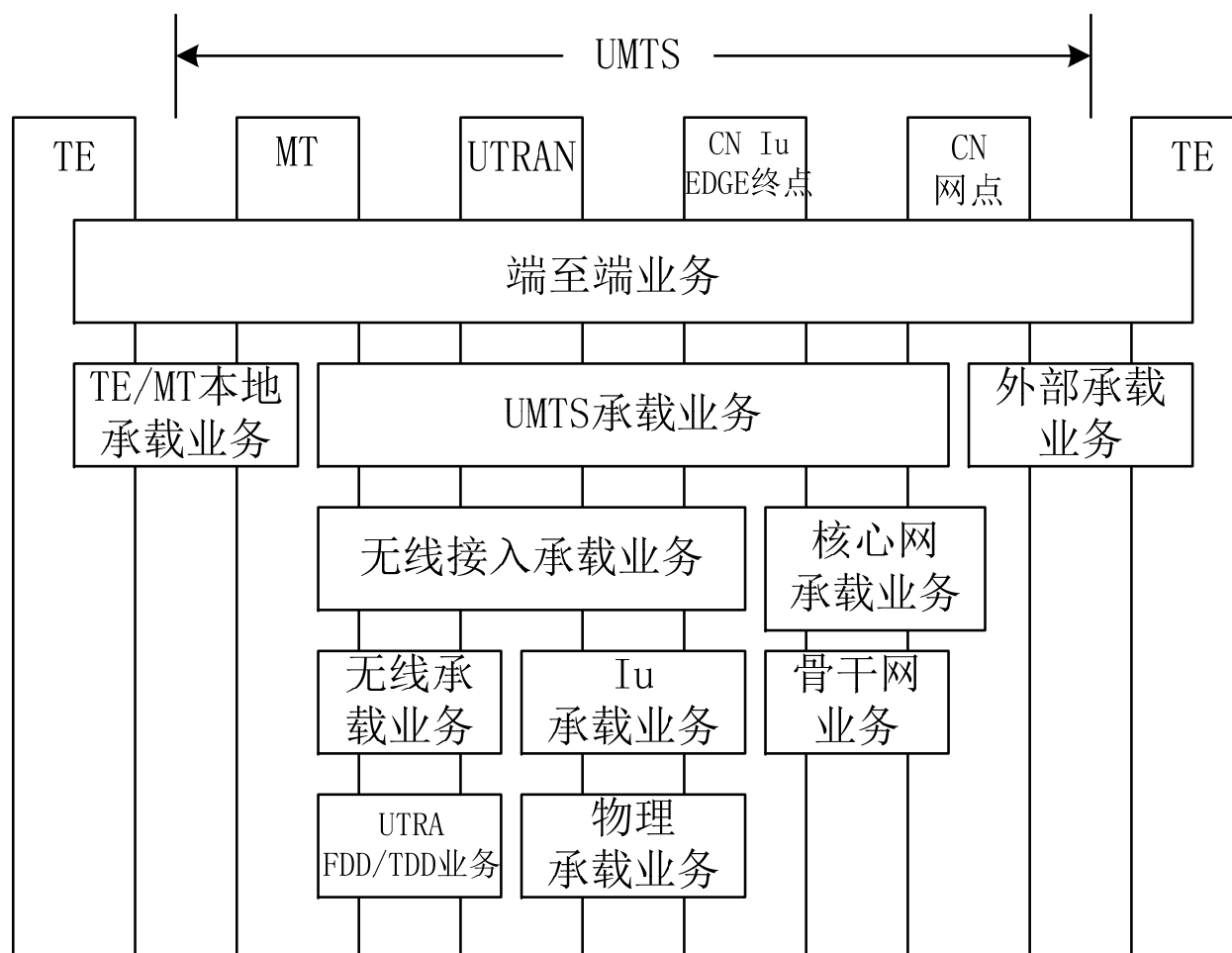
- **2.UMTS承载业务**

- UMTS允许用户或应用为所要传送的信息协商最适当的承载特性，也允许在已建立连接后，通过再协商来改变承载特性。
- 承载协商是由应用发起，而再协商则可能是由应用或网络发起(比如在切换时)。
- 承载性能直接影响服务价格，承载类型、承载的参数和参数值与应用及发送/接收两者之间的网络直接相关；

# 18.1.3 WCDMA的业务



## • UMTS承载业务的体系结构







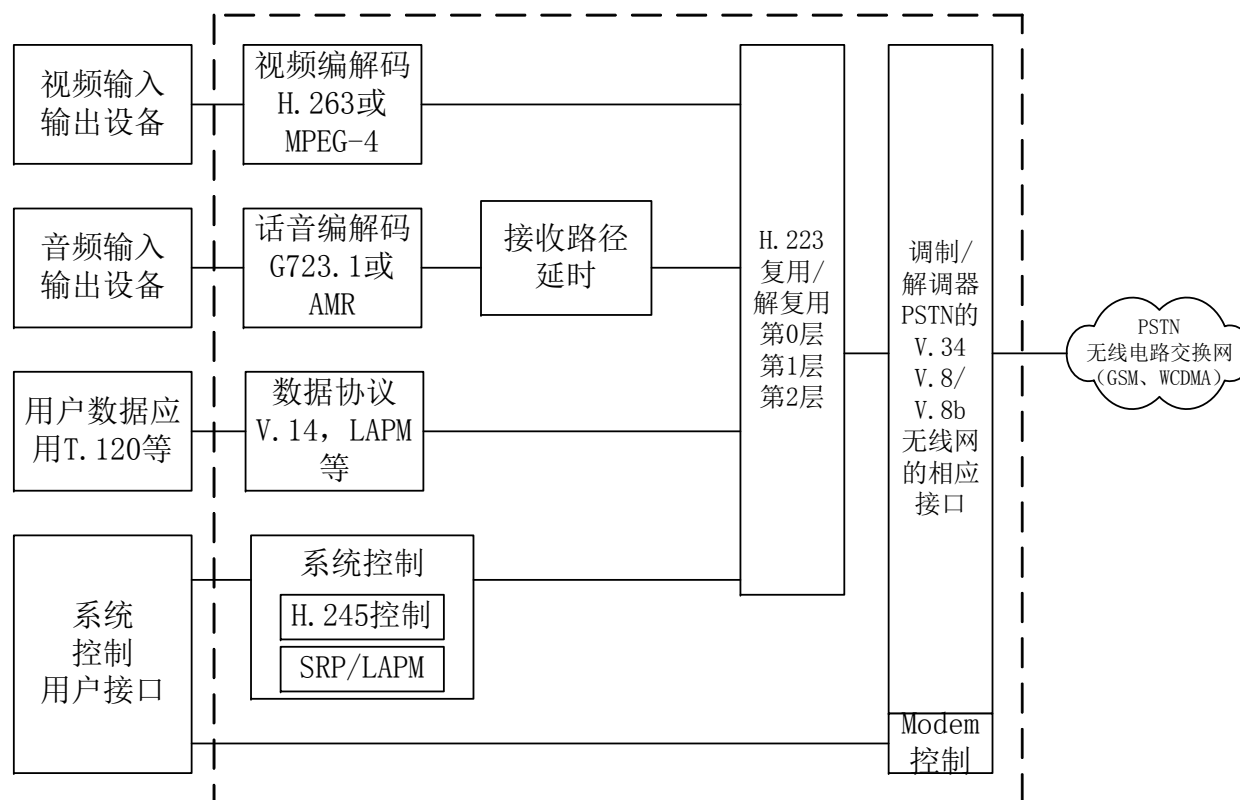
## 18.1.3 WCDMA的业务

- **4. WCDMA(UMTS)的QoS类型**
  - UMTS中依据QoS定义了四种类型：会话类业务、数据流类业务、交互类业务和后台(背景)类业务。
  - (1) WCDMA中的主要会话类业务：
    - 自适应多速率AMR语音编码
    - 可视电话。
  - (2) 数据流类业务
    - 它是将数据转换成为一个稳定均匀而连续的流来处理的技术。
    - 最典型业务有两类：网页广播 和视频点播 。
  - (3) 交互类业务，它是一类典型的数据通信机制，它采用终端用户请求——响应模式，要求响应时延小且有较低的误码率。



## 18.1.3 WCDMA的业务

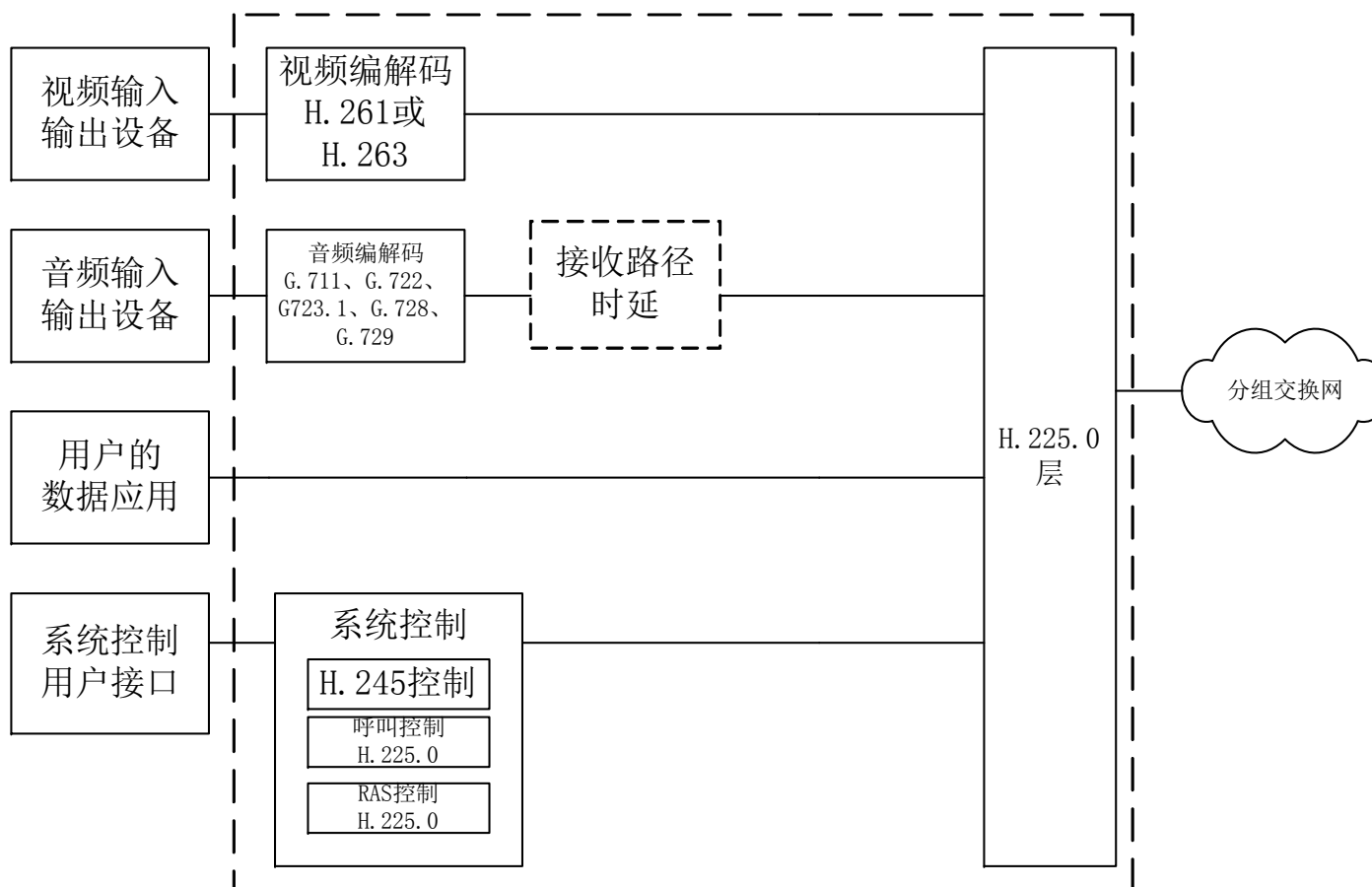
- (4) 后台(背景)类业务，它包含电子邮件发送、短消息、数据库下载等。其数据传送可以以后台方式进行，这是因为这类业务不需要立即动作，时延可以在几秒、几十秒乃至分钟以上，但误码率要求低。
- **5. WCDMA中多媒体业务建议标准**
- (1) 用于电信业务交换的ITU-T H.324建议：





# 18.1.3 WCDMA的业务

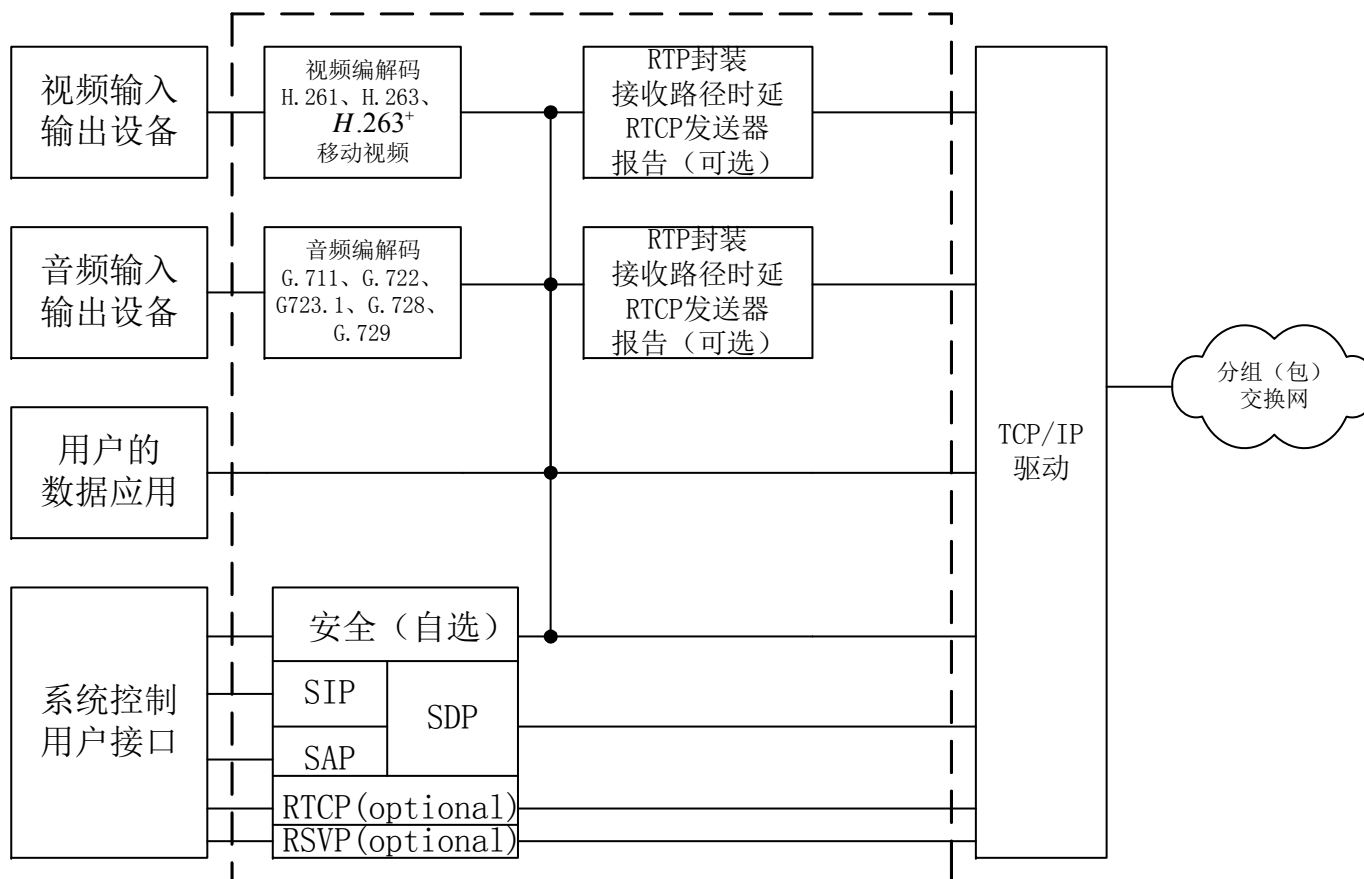
## • ITU-T H.323建议概览:





# 18.1.3 WCDMA的业务

## • (2) IETF多媒体体系结构





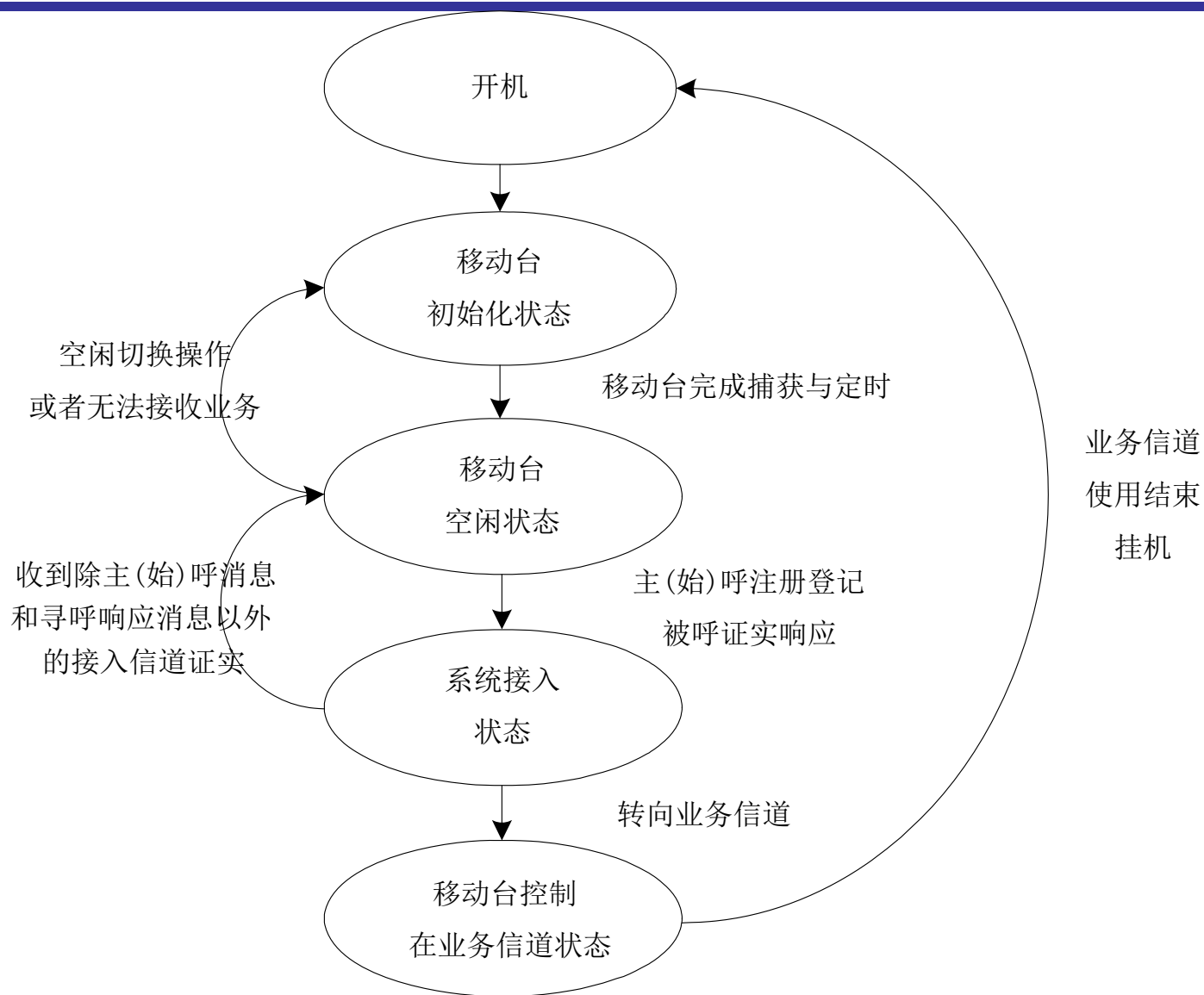
## 18.2 呼叫建立与接续

- 这一节将主要讨论如何利用已有的移动通信硬件和软件平台开展用户所需的业务
- 主要包含有如下几个方面：
  - 支持通信业务的呼叫建立与接续；
  - 移动性网络管理，包括位置登记、更新、越区切换和用户漫游；
  - 无线资源管理，主要包含接入控制、负载控制、功率控制、资源预留、业务QoS保证以及分配调度等。

## 18.2.1 呼叫建立与接续的基本原理



- 任何一个移动通信系统其网络运行的主要功能是要能够支持该移动通信系统业务的正常运行。
- 这包含支持呼叫建立和释放、寻呼、信道分配和释放等呼叫处理过程，并能支持补充业务的激活、去激活以及登记和删除等业务操作。
- 移动台呼叫处理的基本原理可以以下列状态图表示：





- 从移动台呼叫处理完成的功能上看有下列五个部分：呼叫请求与建立、鉴权与加密、分配并建立信道、进行正常通信和结束通信与挂机。
- 下面给出以移动用户为主叫方的基本流程。

步骤	MS	BTS	BSC	MSC
1) 呼叫请求	→	→	→	
2) 信道分配	←	←		
3) 呼叫建立起请求	→	→	→	→
4) 鉴权请求	←	←	←	
5) 鉴权响应	→	→	→	→
6) 加密指令	←	←	←	
7) 加密准备	→	→	→	→
8) 发送目的地地址	→	→	→	→
9) 路由响应	←	←	←	
10) 分配业务信道	→	→	→	
11) 建立业务信道	←	←		
12) 可占用/忙信道	←			
13) 接受呼叫	←	←	←	
14) 建立连接	→	→	→	→
15) 正常通信	←			→
16) 通信结束				→



## 18.2.2 GSM系统的呼叫建立与接续

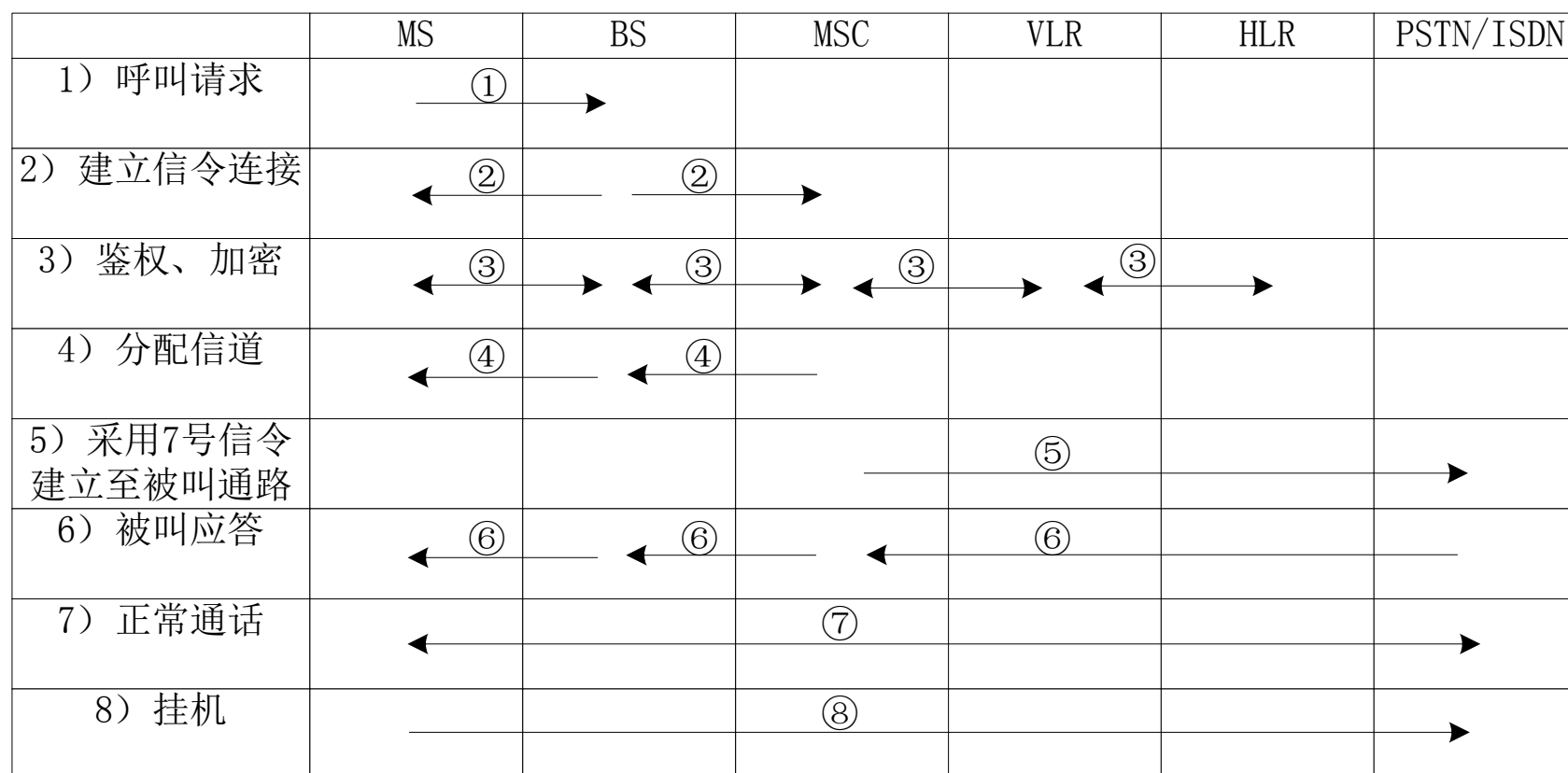


- GSM中移动至移动且MS为主叫方的呼叫建立与接续的基本流程。

步骤	信道类型	MS	BTS	BSC	MSC	第三层子层类别
1) 呼叫请求	RACH	——→	——→	——→		RRM
2) 信道分配	AGCH	←——	←——			RRM
3) 呼叫建立起请求	SDCCH	——→	——→	——→	——→	CM
4) 鉴权请求	SDCCH	←——	←——	←——		MM
5) 鉴权响应	SDCCH	——→	——→	——→	——→	MM
6) 加密指令	SDCCH	←——	←——	←——		RRM
7) 加密准备	SDCCH	——→	——→	——→	——→	RRM
8) 发送目的地地址	SDCCH	——→	——→	——→	——→	CM
9) 路由响应	SDCCH	←——	←——	←——		CM
10) 分配业务信道	SDCCH	——→	——→	——→		MM
11) 建立业务信道	FACCH	←——	←——			MM
12) 可占用/忙信道	FACCH	←——				CM
13) 接受呼叫	FACCH	←——	←——	←——		CM
14) 建立连接	FACCH	——→	——→	——→	——→	CM
15) 正常通信	TCH	←——			——→	
16) 通信结束	TCH	——→			——→	

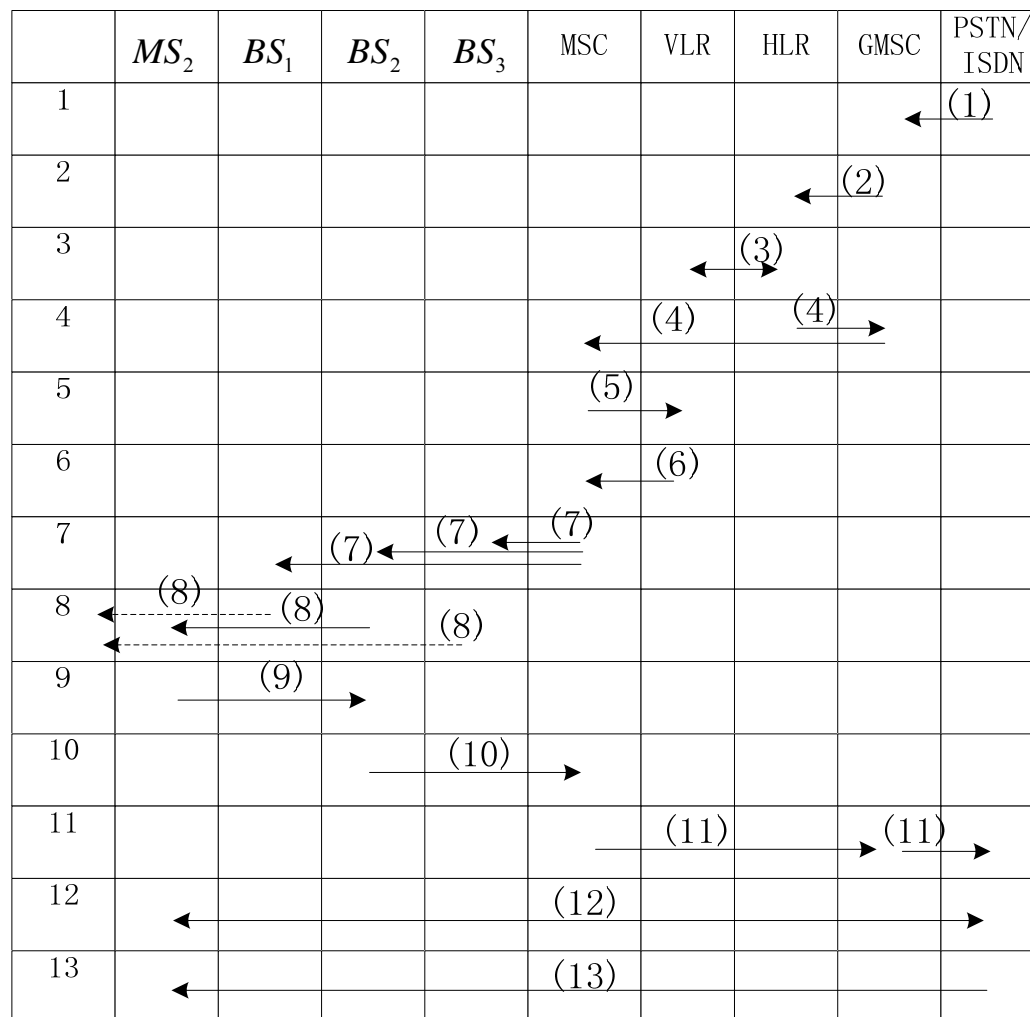


- 下面进一步给出GSM中移动用户至本地网固定用户的呼叫流程，在这一流程中，简化了呼叫与接续流程的具体步骤而增加参与流程的网络实体功能部分。





- 以下出一个GSM中由本地固定网用户呼叫移动用户的呼叫与接续流程。





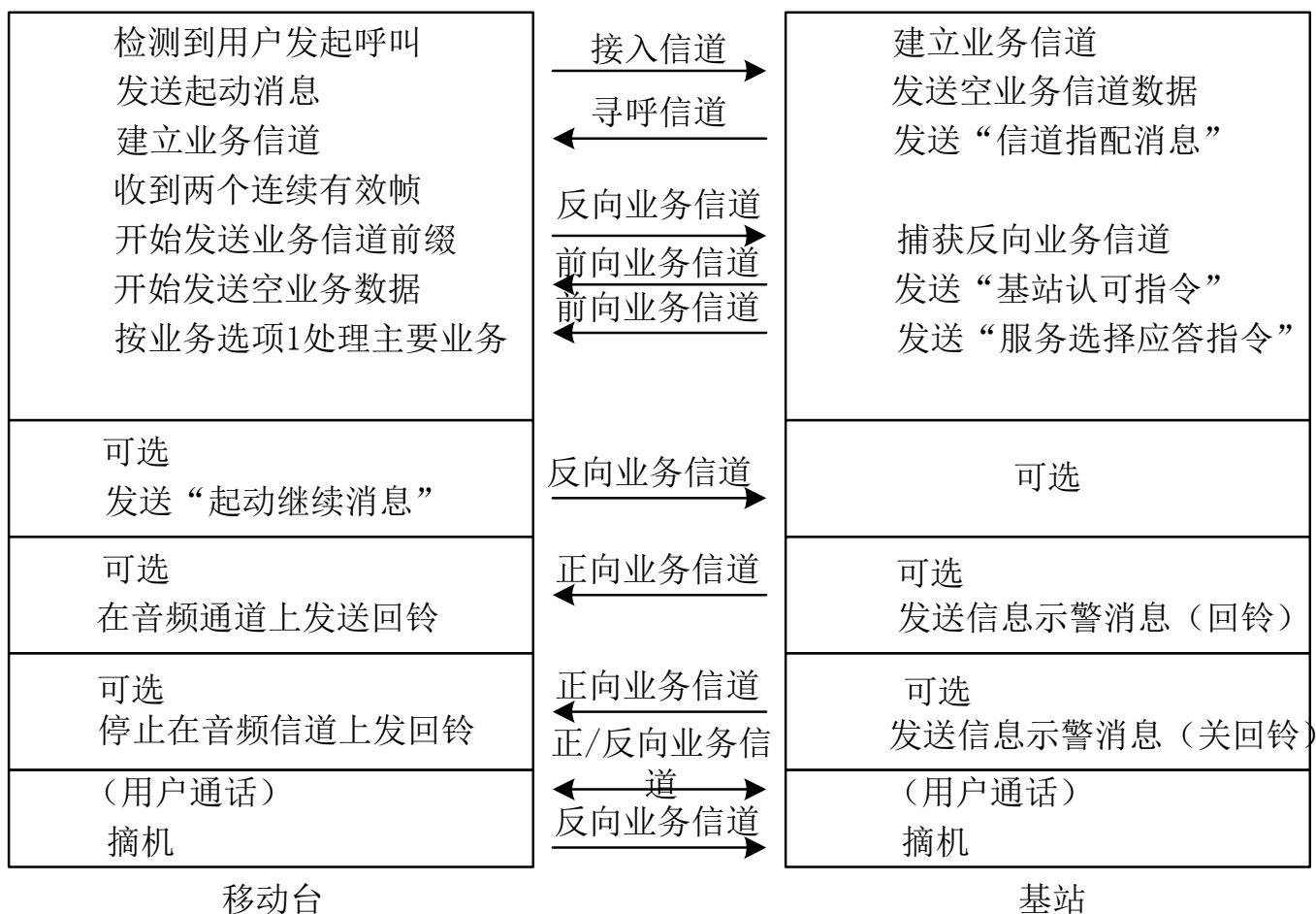
• 图中主要流程说明如下：

- (1) 通过7号信令接收来自本地固定网用户的呼叫；
- (2) GMSC向HLR询问被叫移动用户所在MSC地址(即MSRN)；
- (3) HLR请求被访问的VLR分配MSRN，并通知HLR；
- (4) GMSC从HLR获得MSRN后，可重新寻找路由建立至被访MSC通路
- (5)(6) 被访的MSC从VLR中获取有关用户数据；
- (7)(8) MSC通过位置区内所有基站BS向移动台发送寻呼消息；
- (9)(10) 被叫移动用户发回寻呼响应消息；
- (11) 被叫移动用户通过MSC向本地固定网主叫发送应答与连接消息，并建立通信链路；
- (12)正常通话；
- (13)挂机。

## 18.2.3 IS-95/CDMA2000系统的呼叫与接续



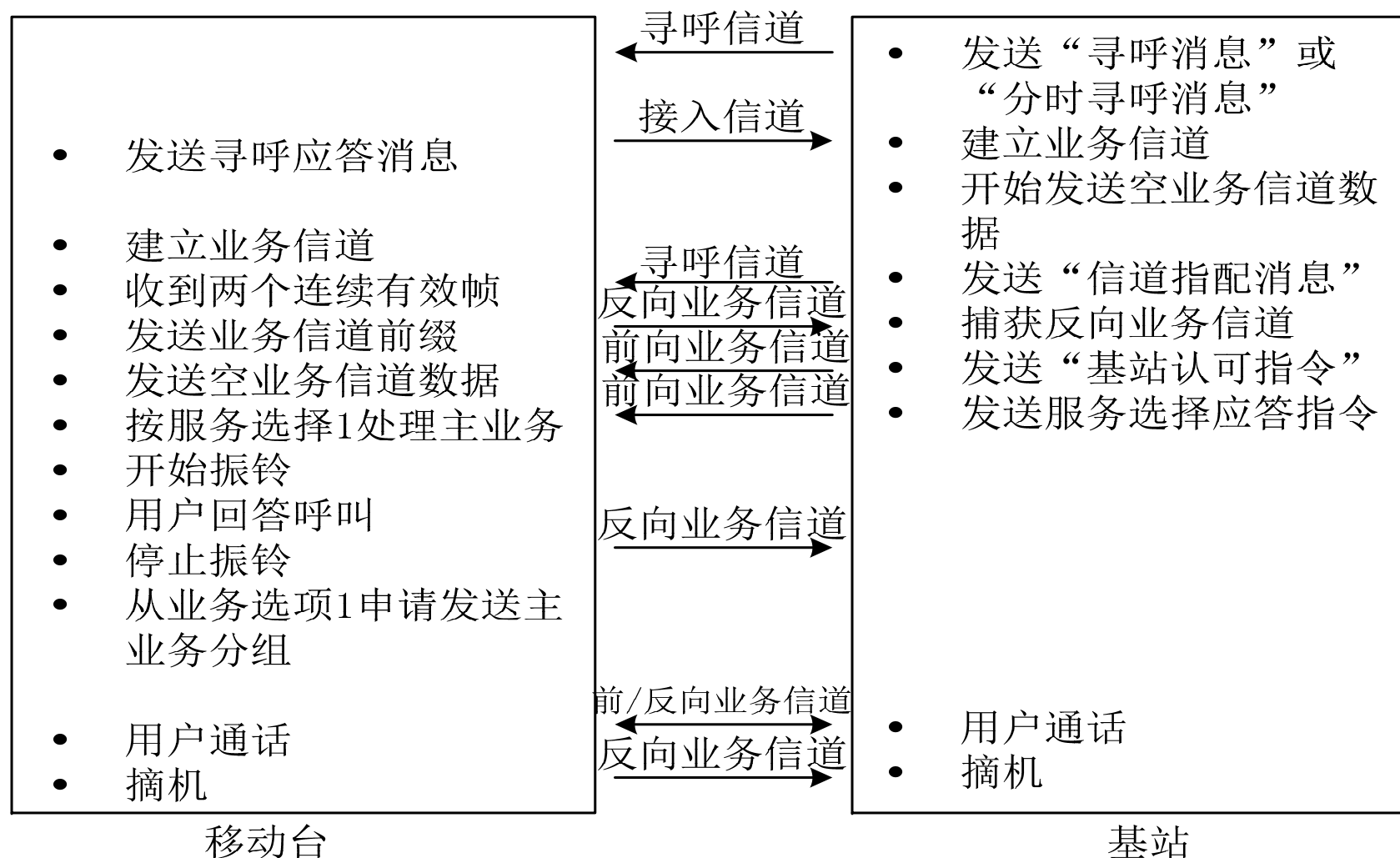
- IS-95/CDMA2000 MS起呼的简单呼叫流程：



## 18.2.3 IS-95/CDMA2000系统的呼叫与接续



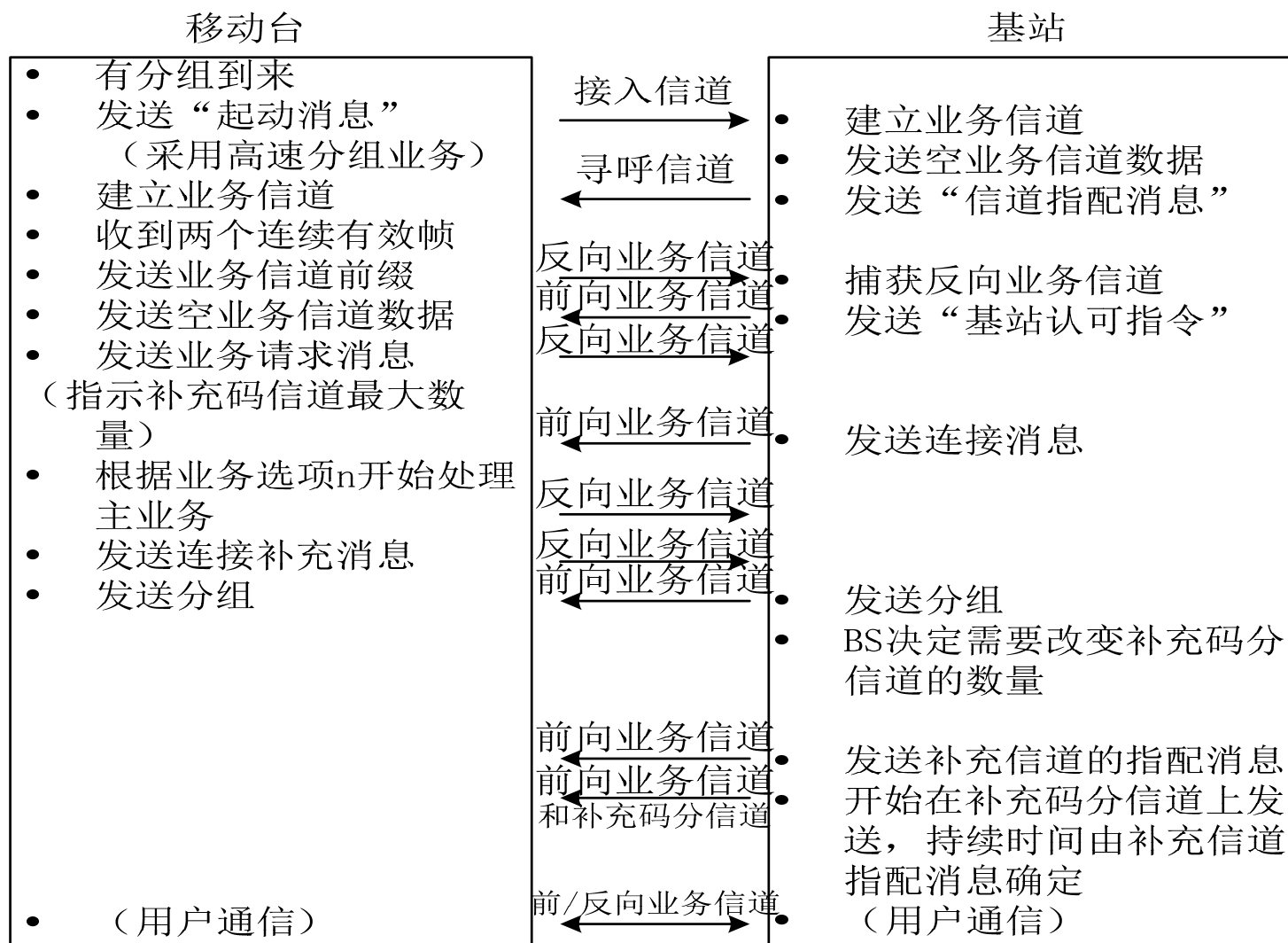
- IS-95/CDMA2000 MS终止呼叫时的简单呼叫流程:



# 18.2.3 IS-95/CDMA2000系统的呼叫与接续



- CDMA2000 MS始呼在前向补充码分信道上发送时的流程:









## 18.3 移动性管理

- 移动通信是由动态(移动)的终端通过动态的连接点而构成一个动态的通信链路。
- 利用“动态”性满足“移动服务”是实现移动性网络的一项核心技术，它就是移动性管理。其内容大致包含下列三个部分：
  - (1) 小区选择与位置登记。它是移动台开机后，首先需要进行的建立过程。
  - (2) 越区切换。它是移动台在联机通信状态下，保持不间断、无缝隙通信的一种有效手段。
  - (3) 小区重新选择与用户漫游。它是当移动台已选择本地小区后，又离开该小区，进入某个服务区内另一个较远的小区(处于不同的MSC之间)，但仍需要实现移动通信的基本保证。

## 18.3 移动性管理



- 移动性管理即根据移动台所处的状态，可以分为两大类型：
  - (1) 移动台处于空闲(待机)状态
  - (2) 移动台处于联机(通话)状态。



## 18.3.1 位置登记

- 位置登记是指网络跟踪、保持移动台所处的位置并存贮其位置信息，一般是存贮在两个寄存器中。
- 位置登记主要包含以下过程：
  - (1) 位置更新。
  - (2) 位置删除。
  - (3) 周期性位置更新。
  - (4) 国际移动用户识别号码IMSI的位置更新。
- 位置登记的目的是允许移动台在网络中选择一个最适合的小区，比如具有最强的信号或最大的信噪比等。



## 18.3.1 位置登记

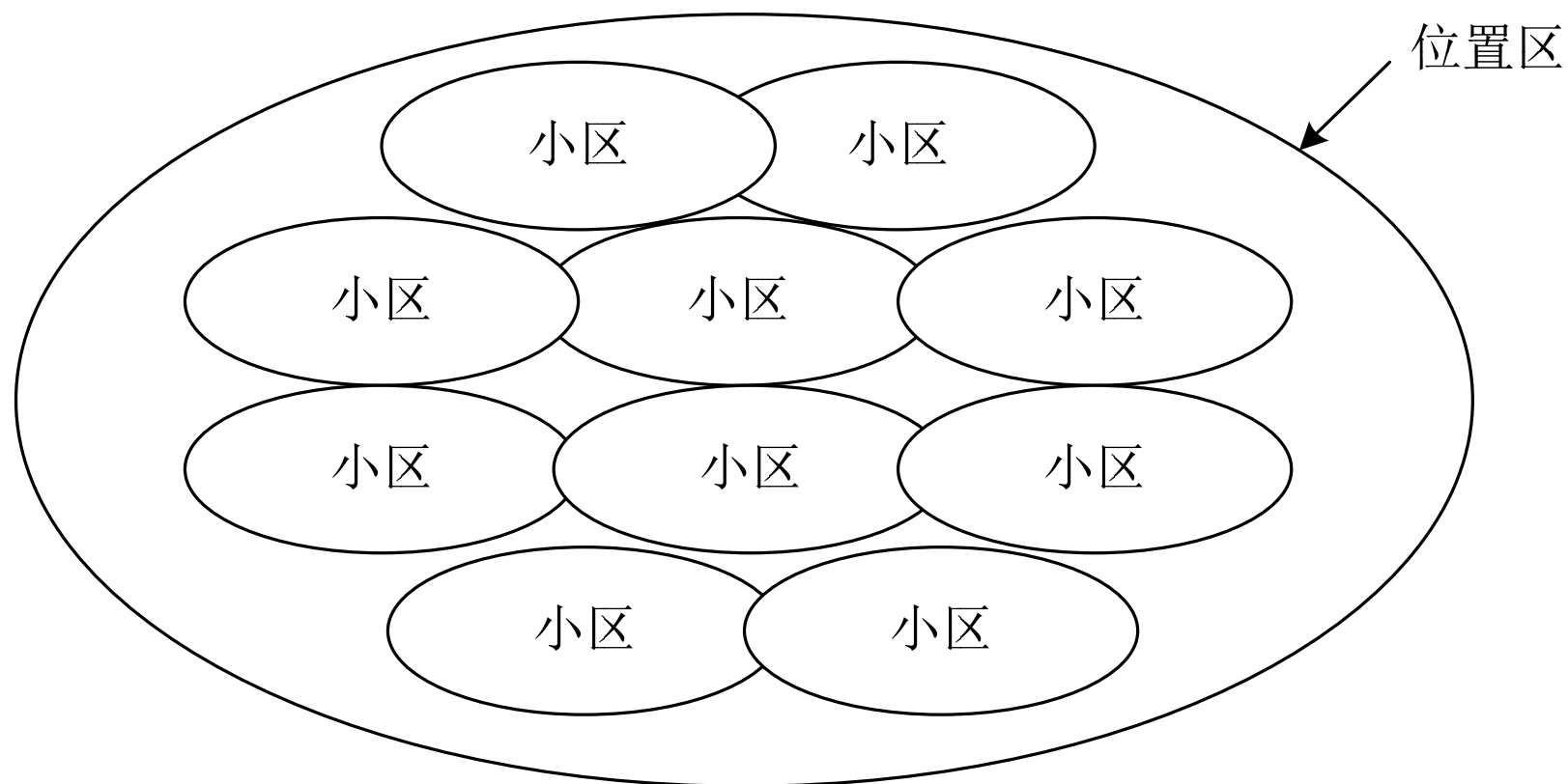
- 移动台在“待机”(空闲)状态, 执行小区选择/重新选择的位置登记处理过程, 捕捉小区、建立通信链路、完成位置登记或将漫游后的重选位置告知网络。
- 小区选择是移动台刚开机时进行的过程, 而重新选择小区则是移动台已经选择了小区后才进行的。
- 在移动台开机后, 要经历以下几个主要步骤:
  - (1) 搜索系统载波, 移动台可以搜索系统全部或有选择的(存贮器中或用户身份卡中)信道进行搜索;
  - (2) 选择信号功率(或信噪比)最大的几个信道;
  - (3) 从上述已选择的信道中收集相关数据;
  - (4) 若有需要, 则在位置区进行登记;



- 位置登记需要蜂窝系统中的多项参数，其中最常用的有：
  - (1) 在广播信道上的接收信号电平；
  - (2) 小区状态，是否由于资源拥塞、链路传输失败、切换等因素而禁止接入；
  - (3) 网络身份，若几个网络使用同一个频段、覆盖同一区域时；
  - (4) 地理区域，有些按地区分类的注册用户是可用的；
  - (5) 定时器参数；
- 位置登记中的位置区方法：使用位置区的概念来进行自动位置管理。

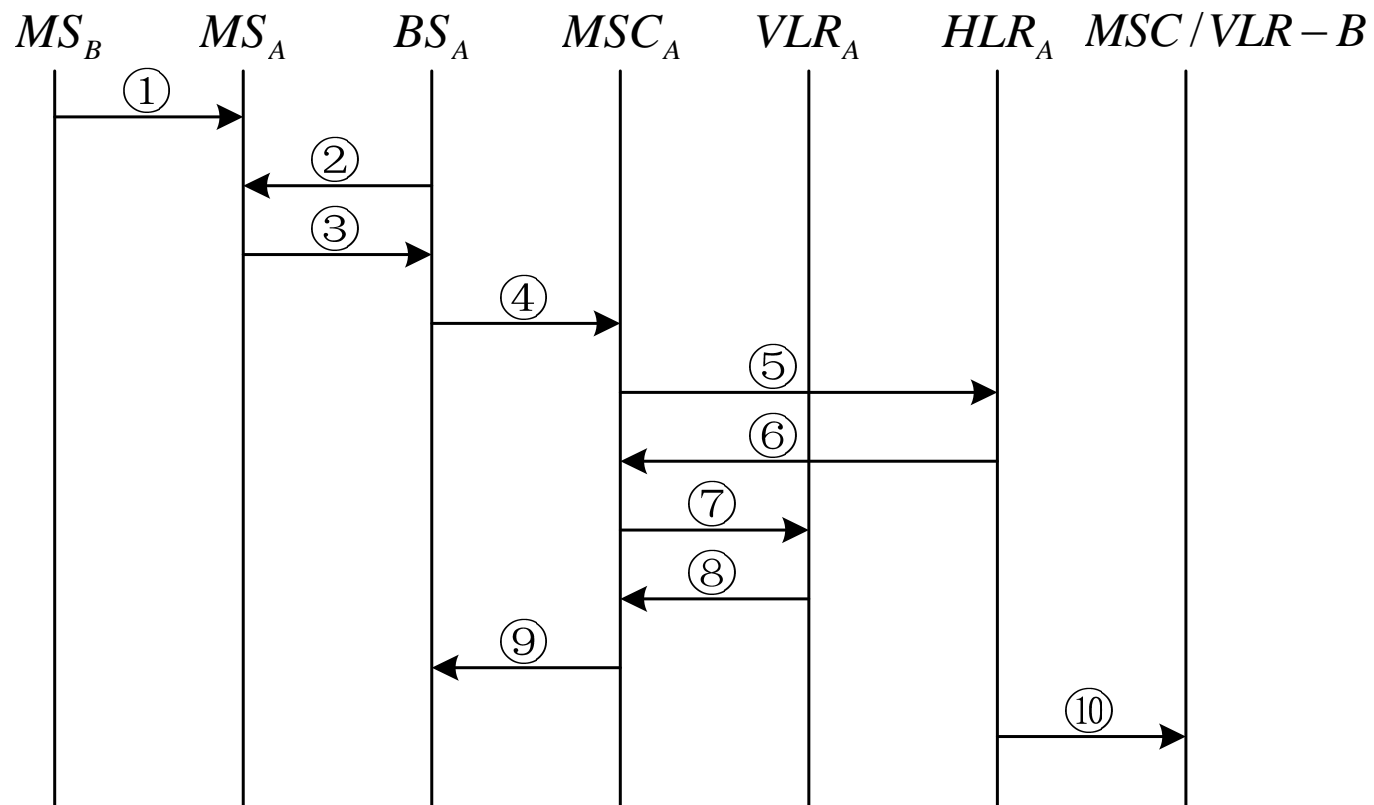


- 下图为位置区结构





- 目前第一代、第二代蜂窝移动通信中广泛应用的位置管理办法是使用位置区来进行自动的位置管理。网络跟踪用户所在位置区，就能大致确定用户所在的大致范围。
- 在蜂窝移动通信系统中，目前应用广泛的是一种基于跨位置区的位置更新和周期性位置更新相结合的混合方法。移动台每次跨越位置区都要进行一次位置登记，另外还要加上定期的周期性位置更新。
- 例：GSM中的位置登记过程基本流程如下：





## 18.3.2 越区切换

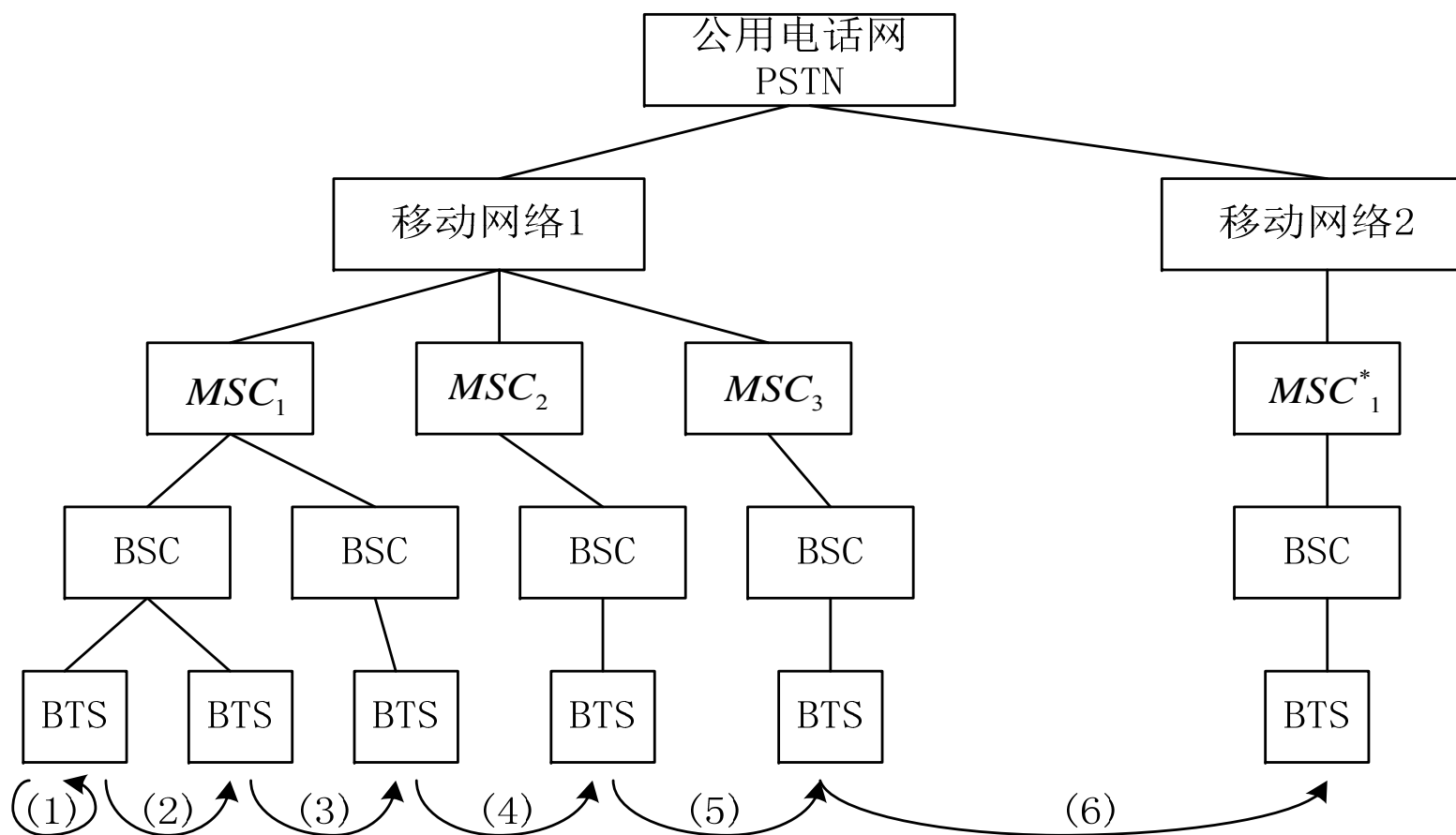


- 切换是指将一个正在进行中的呼叫与通信从一个信道、小区过渡至另一个信道、小区，并且保证通信不产生中断的一项技术。
- 切换允许在不同的无线信道之间进行，也允许在不同的小区之间进行。
- 在蜂窝式移动通信网中，切换是保证移动用户在移动状态下，实现不间断通信的可靠保证；
- 切换也是为了在移动台与网络之间保持一个可以接受的通信质量，防止通信中断；
- 切换，特别是由网络发起的切换，其目的是为了平衡服务区内各小区间业务量，降低高用户小区的呼损率的有力措施；
- 切换可以优化无线资源(频率、时隙与码)的使用；切换可以及时减小移动台的功率消耗和对全局的干扰电平的限制。



## 18.3.2 越区切换

- 从网络角度看切换可以按下列方式分类：





## 18.3.2 越区切换

- 切换实现方案主要有下列三种类型：
  - (1) 网络控制切换。
  - (2) 移动台控制切换
  - (3) 由移动台和网络共同控制的切换
- **1. 切换的基本原理**
  - 在一次呼叫的通信期内(传输用户的数据或信令)进行的切换一般可以分为三个阶段：链路监视和测量，目标小区的确定和切换触发以及切换执行。三个阶段依次执行，并且目标小区的确定一般在测量阶段就开始了。



## 18.3.2 越区切换

- 每个阶段还必须满足一定的限制条件
- 另外，为了实现实时切换，切换处理时间、目标小区的确定时间必须足够短。
- 最后，切换的执行阶段应尽可能的快，以便使无线链路发生中断的概率降至最低，同时还要保证切换后通信质量不下降。
- (1) 链路监测和系统参数收集阶
  - 在切换过程中需要一组测量数据和收集一些系统参数，将它进行处理再用于切换触发和对目标小区的确定算法上。

## 18.3.2 越区切换



- (2) 目标(候选)小区选择与确定(以IS-95为例)
  - 移动台将小区名单进行处理、列表、分类。
  - 如果一个基站符合下列标准之一时，移动台将做出下列处理选择：选中或撤销。
  - 导频信号的信号功率超过事先给定的门限值，则被选中；移动台首先收到一条包含某个基站网络身份的消息，
  - 其次收到该基站发出的信号功率超出了事先给定的门限值，则亦被选中；
  - 如果与某基站相对应的经计算所得到时延超过事先给定的门限，则将从小区列表中撤销、删除该基站；
  - 如果一个移动台将一个基站归入候选小区名单，而这时该候选名单已满额，则应将小区中计算时延首先到期(超过门限)的基站从表中删除。



## 18.3.2 越区切换

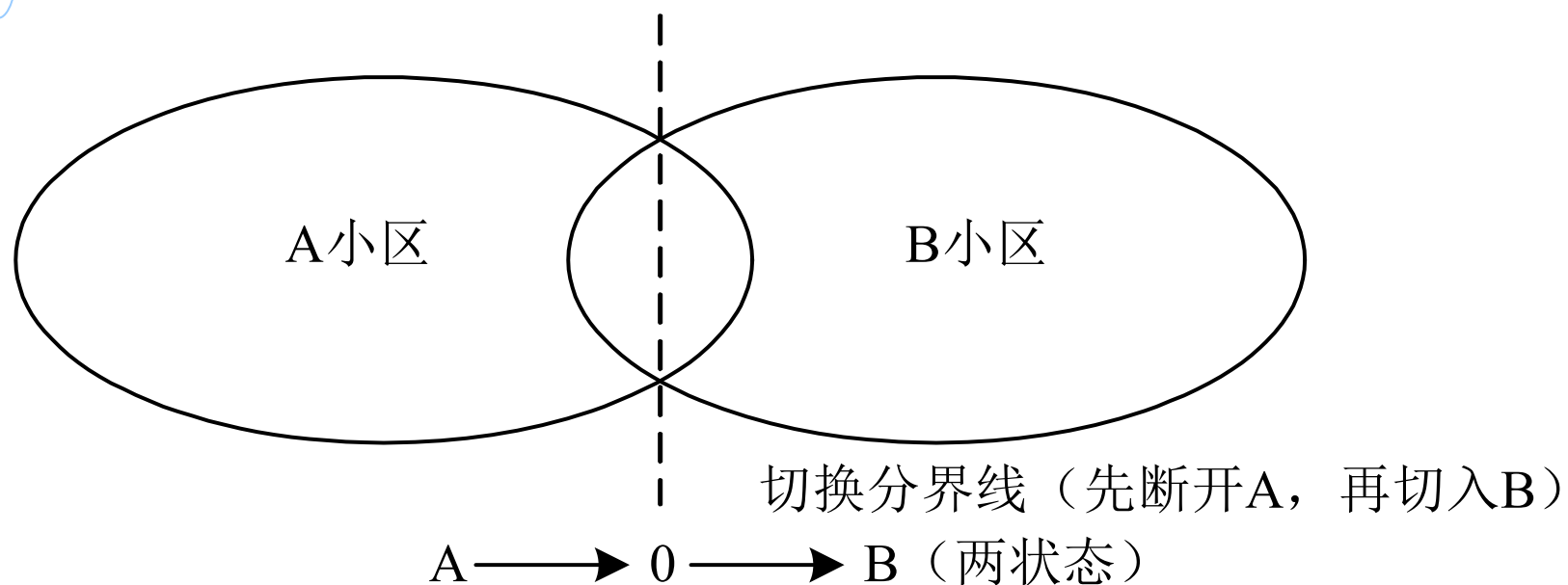
- (3) 触发切换
- 触发切换是建立在对当前运行基站和对邻近基站的一次监测和参数收集、处理判决后才进行的。
- 监测参数数据与触发标准一般基于下列三个变量：测量平均窗口的持续时间、信号功率或信号质量的门限电平以及滞后余量。
- 触发切换算法如下：
  - i) 信号相对功率法。
  - ii) 采用门限的信号相对功率法。
  - iii) 采用滞后量的信号相对功率法。
  - iv) 采用滞后余量和门限的信号相对功率法。



## 18.3.2 越区切换

- (4) 切换执行
- 当一次切换被触发以后，一个新的信道将被建立，通信将被转移到新的链路，同时原来信道将被释放。切换处理过程可以根据新链路的建立途径进行分类：
  - i) 硬切换。
  - ii) 无缝切换
  - iii) 软切换。
- 硬切换基本原理图如下所示：

## 18.3.2 越区切换



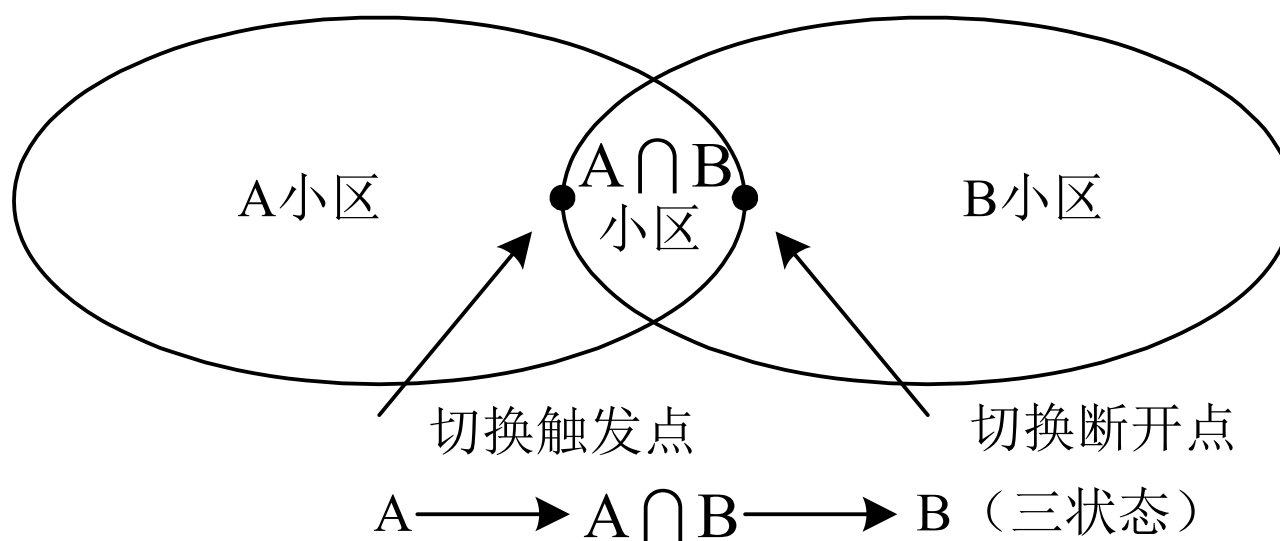
- 其特点为在A、B小区分界线上“先断后切”，两状态(AB)出现暂时中断，它出现在两个不同载波频率的小区间。





## 18.3.2 越区切换

- 软切换基本原理图如下：



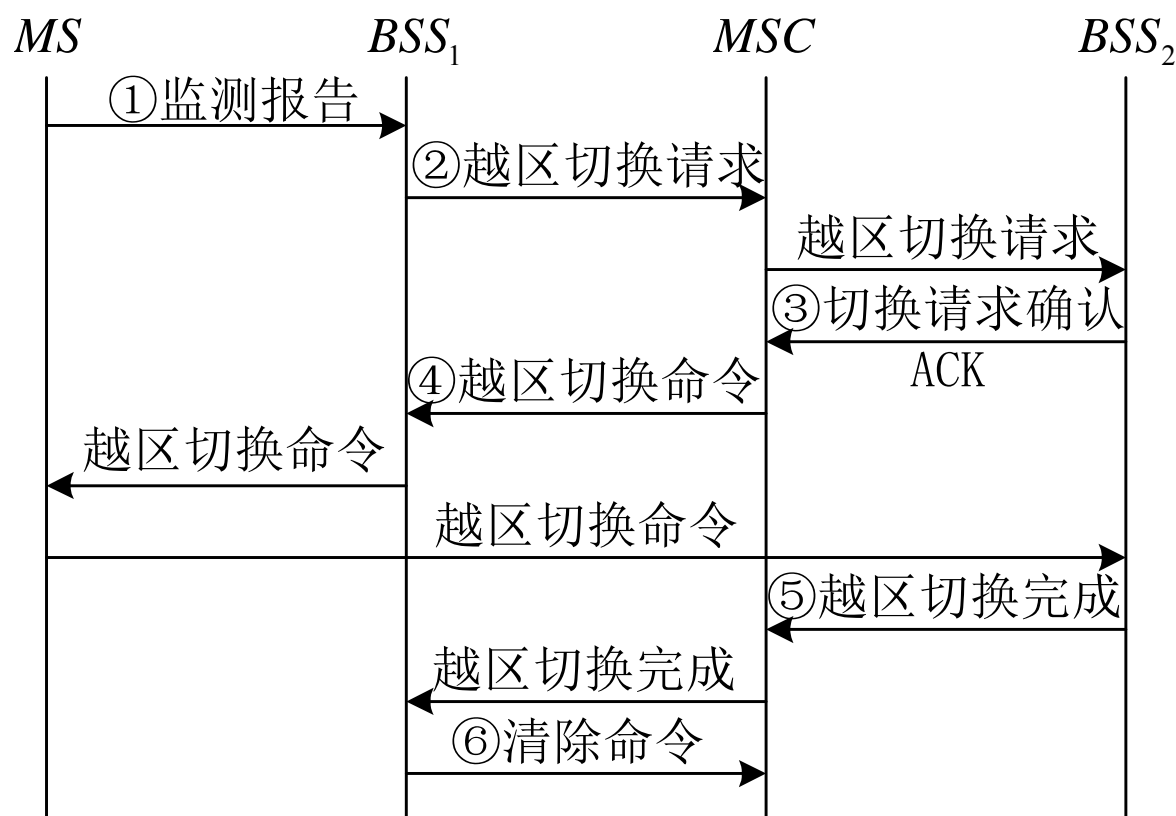
- 其特点为“先切后断”，三状态(AABB)，无中断。它一般出现在具有同一载波频率的CDMA(IS-95等)系统中。



## 18.3.2 越区切换

### • 2. 实际切换过程

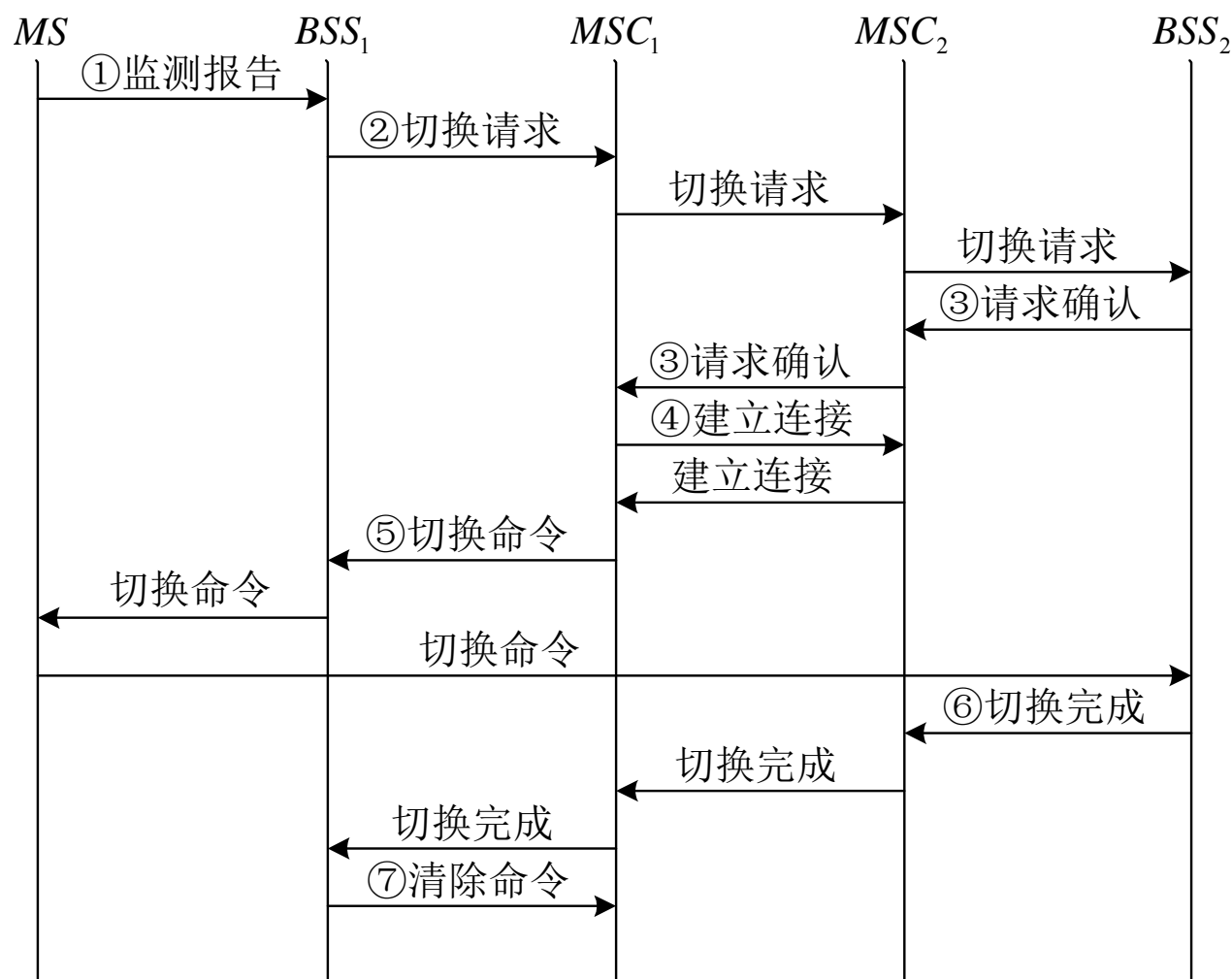
- 例1：GSM中，单个MSC内的两个BSC之间的越区硬切换，其原理性简化流程图如下。





## 18.3.2 越区切换

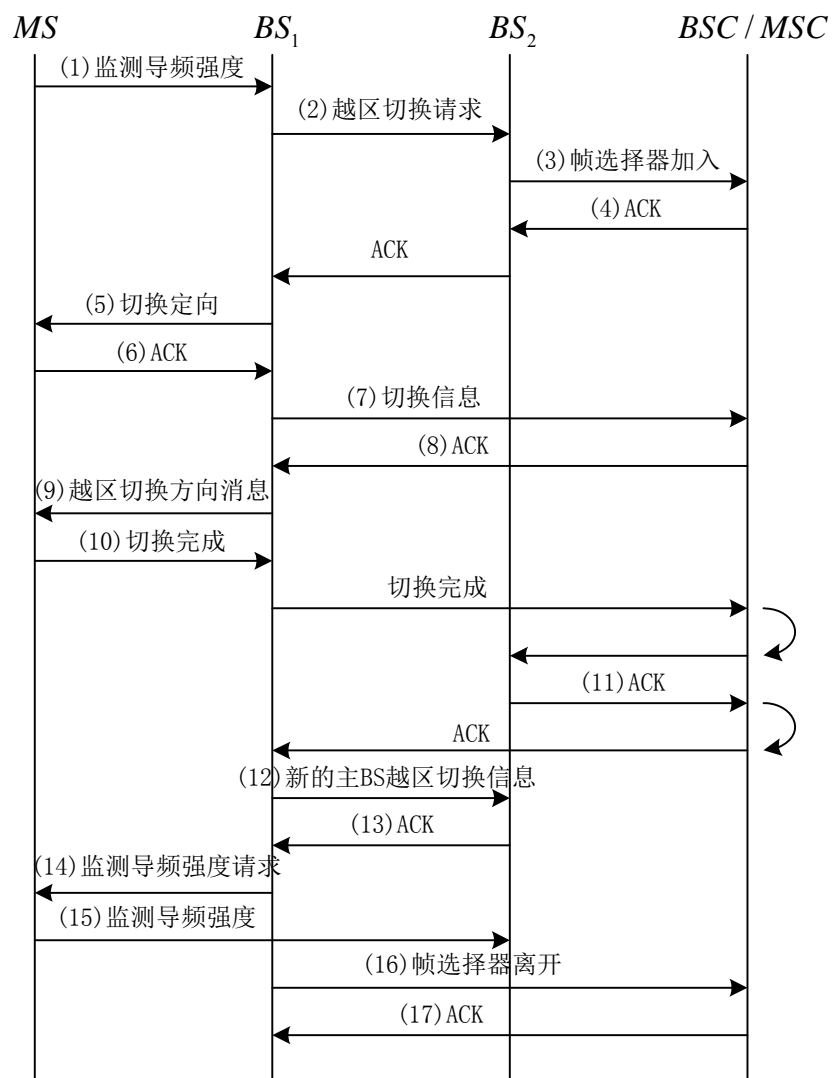
- 例2：GSM中，两个MSC间的切换。





## 18.3.2 越区切换

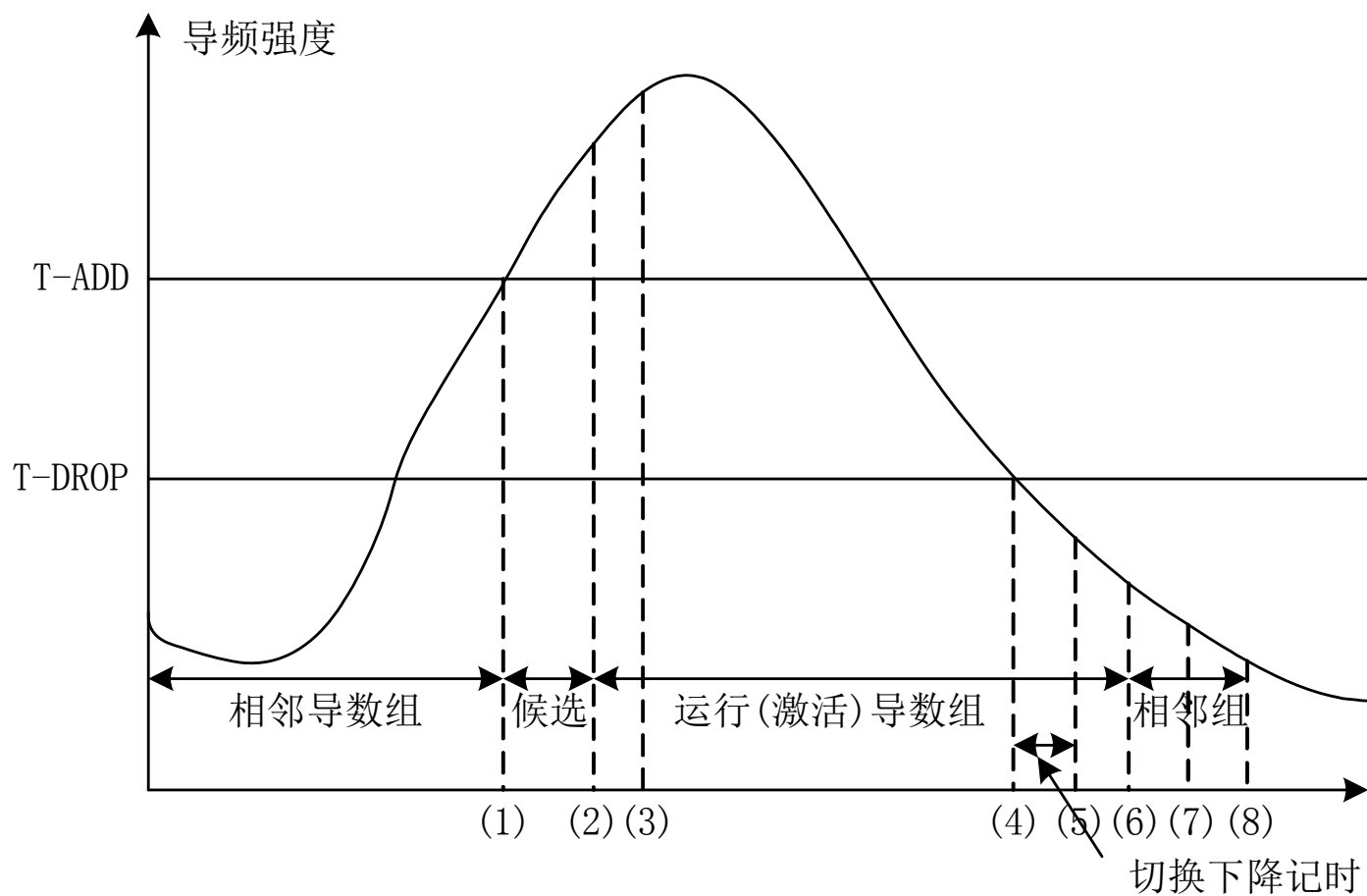
- 例3：CDMA(IS-95)中两个BS间的软切换。



## 18.3.2 越区切换



- 在CDMA(IS-95)软切换阈值的工作过程如下:





## 18.3.2 越区切换

### • 3. WCDMA 系统中的切换

#### – (1) WCDMA 系统中切换的分类。

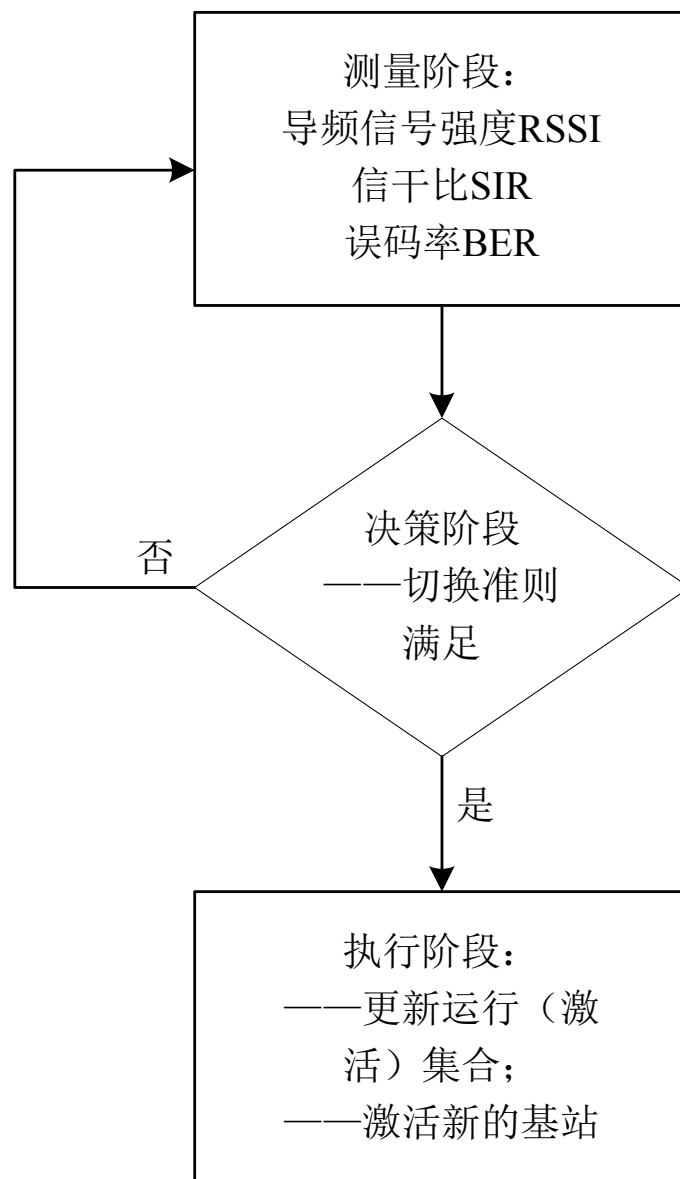
- 更软切换，它产生在同一基站(Node B)的具有相同频率载波的不同扇区之间(地址码起始相位不一样)；
- 软切换，它产生在同一个无线网络控制器RNC(即BSC)内不同的无线接入点Node B(即BTS)之间的切换；
- 硬切换，在WCDMA中主要是指一次只有一种业务信道有效(被激活)的切换，通常产生在不同频率CDMA信道间；
- 异频切换，是指两个载频频率之间的切换；
- 不同系统之间的切换。它是指两个不同移动通信系统之间的切换。

## 18.3.2 越区切换



- (2) WCDMA系统中的切换过程。
  - 切换可以归结为三个主要步骤与过程 ,可概括为： 测量、决策和执行。
  - 切换步骤可用下列简化的基本程序图来表示：

## 18.3.2 越区切换





## 18.3.2 越区切换



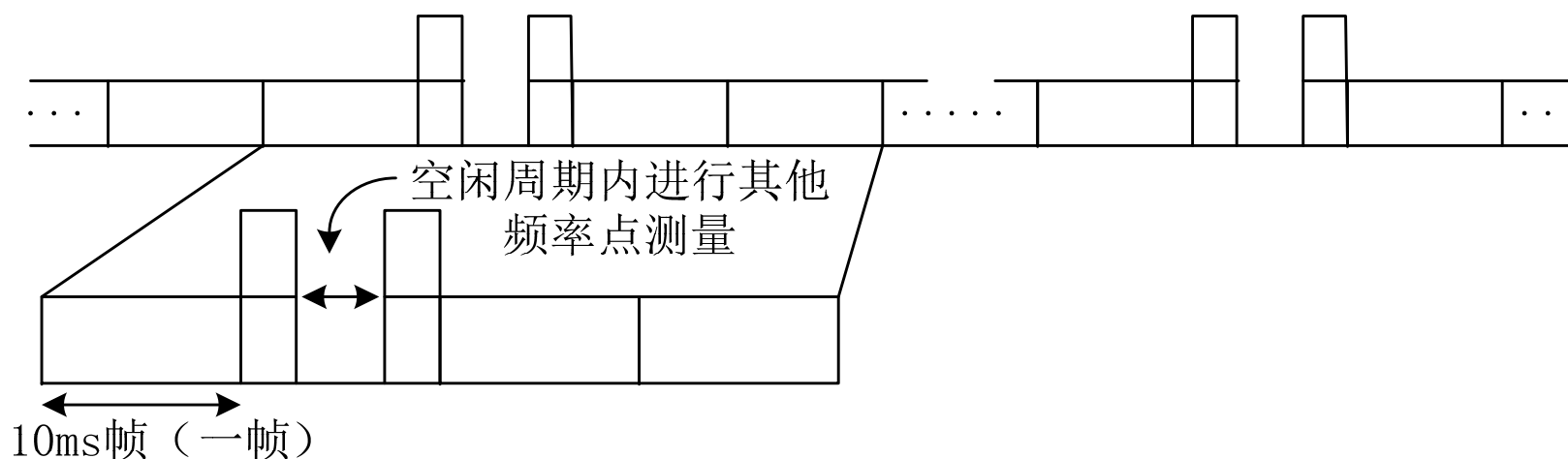
### – (3) 切换的测量

- 测量的目的为切换决策收集信息、提供决策依据。
- 测量的是平均值而非瞬时值，其周期取决于移动台运动速度。
- 不同导频集需不同频率测量，运行(激活)集合测量最频繁，候选集合次之，剩余集合最不频繁。
- 在测量阶段中，移动台完成下行链路的主要参量比如信号质量以及本小区和邻近小区的信号强度的测量，基站则是完成上行的信号质量与强度的测量。



## 18.3.2 越区切换

- 在WCDMA的导频切换的测量中可以采用两种方案来实现，即双模式接收机和压缩模式。
- 压缩模式则通常是在一个10ms帧内发送信息被压缩，它可周期性的出现，如下图所示：

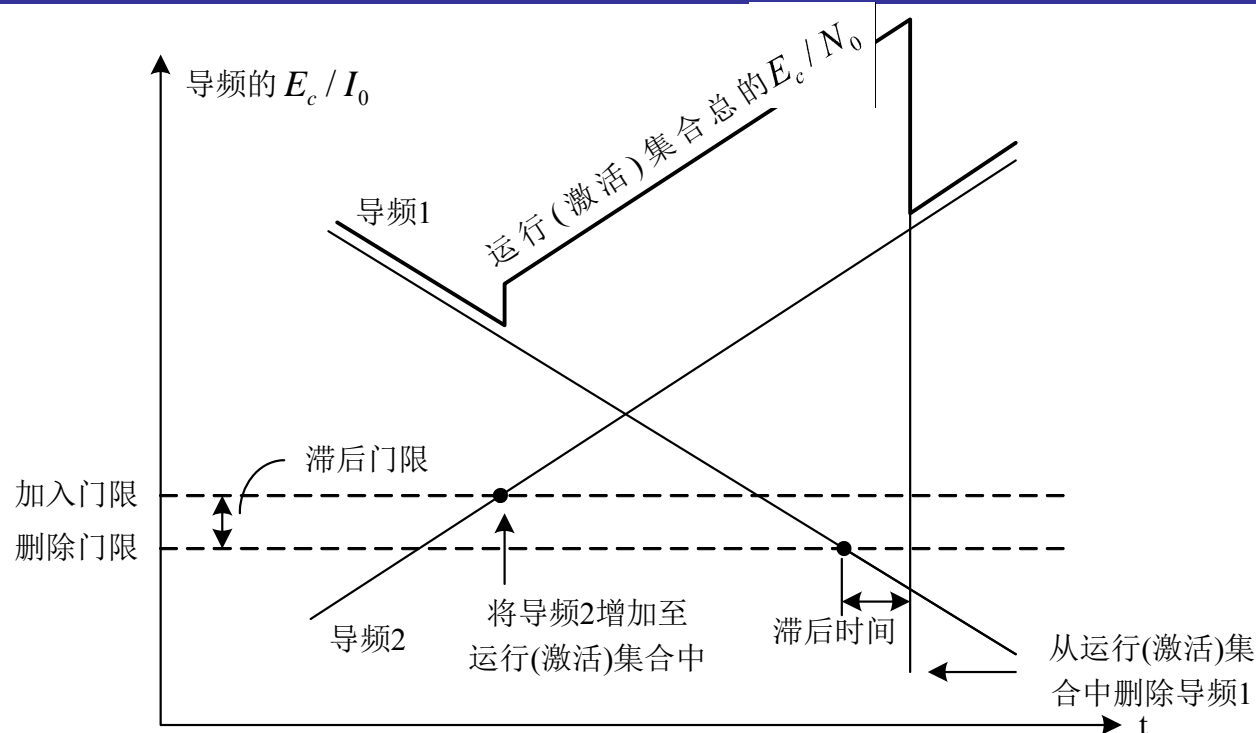




## 18.3.2 越区切换

- (4)WCDMA切换的决策。
  - 对于3G的WCDMA，由于存在不对称的多媒体数据业务，因此需要更多的决策参数，其中至少需要以下三个方面参数：衰落特性、上行链路干扰、下行链路干扰。
  - 下面，我们给出IS-95和WCDMA中的两个切换决策过程的简化例子，来进一步加以说明切换决策过程。
  - 例4：在IS-95中有两个线性上升(导频2)与线性下降(导频1)基站导频强度，其切换参数与切换过程如下：

## 18.3.2 越区切换

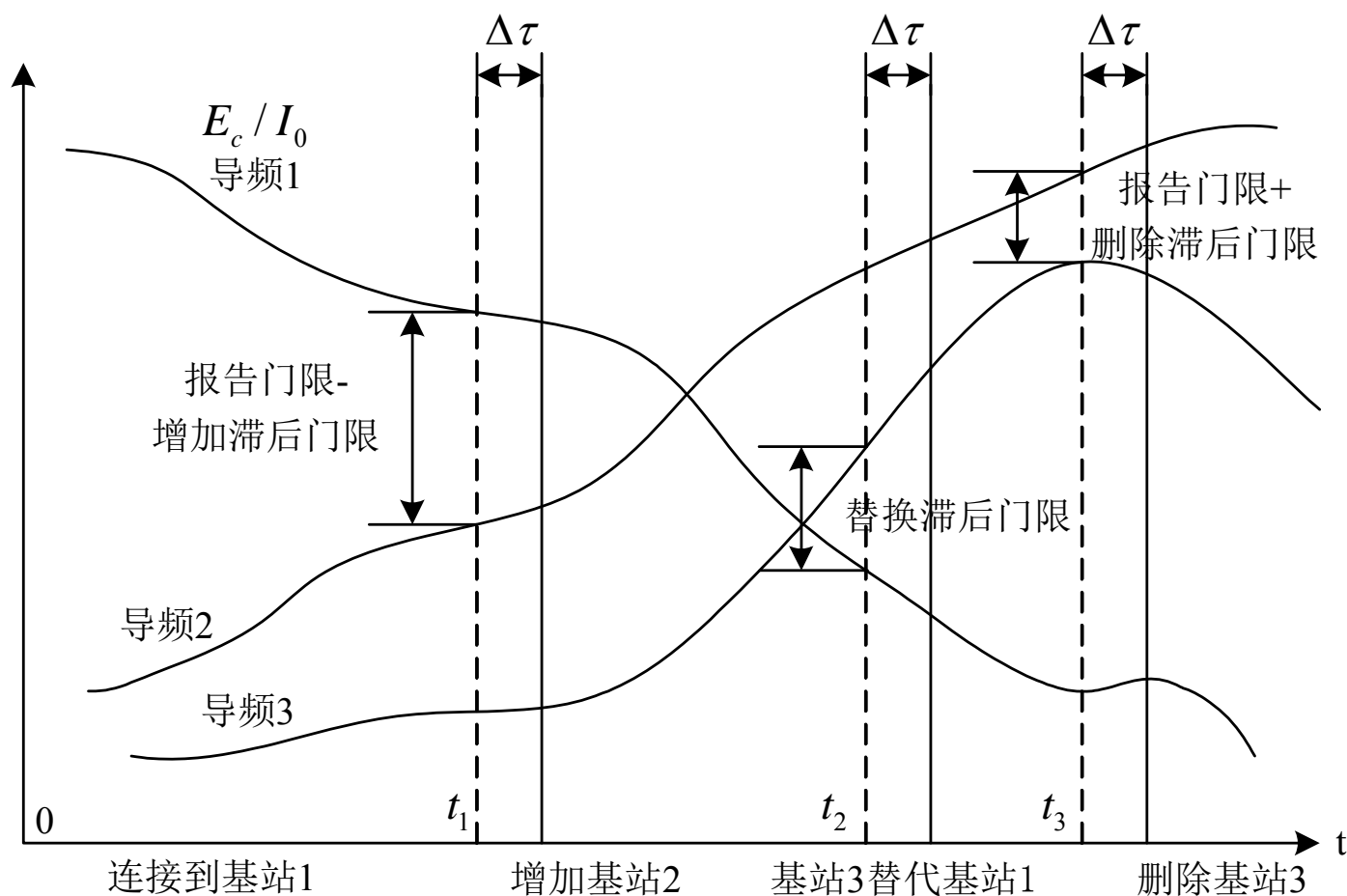


- 由图可见，从运行(激活)集合中加入和删除导频信号均将产生时延，当基站2导频信号强度超过加入门限时，移动台进入软切换状态，当基站1导频低于删除门限时经一滞后时间后被删除。



## 18.3.2 越区切换

- 例5：考虑同时有三个基站时WCDMA的切换决策过程。





## 18.3.2 越区切换

- 比较例4和例5，即IS-95与WCDMA中的切换过程，可以发现两者有如下的共同与不同之处——相同点：两者均属于CDMA中的基站之间的切换；不同点：门限方式有所不同。IS-95采用的是绝对门限，即加入门限T-ADD与删除门限T-DROP；WCDMA则采用的是相对门限值。
- 相对于IS-95，WCDMA中另外应需解决的问题还有随着用户移动速度的增加和业务速率的提高，WCDMA必须进一步加快对导频强度测量的速度和对切换信令处理的速度。



## 18.3.2 越区切换

- (5) 切换的执行
  - 在切换的执行时，将主要遇到三个问题：分集合并、切换同步与执行处理的时延。
  - 宏分集合并。宏分集合并在哪里完成以及如何完成大致可以分为以下几类：在RAKE接收机中、在信道译码器中、在信道译码器后以及在信源编译码器后。
  - 切换期间的同步。软切换的同步要求和解决方案取决于网络的同步和扩频码的设计。
    - 在同步网络中比如IS-95以及CDMA2000系统中，其网络同步是在码片级达到几个毫秒，因此切换过程不需要考虑软切换所涉及的基站之间的时间差别。
    - 对于异步网络，比如WCDMA，它对切换同步会有一些特殊要求。

## 18.3.2 越区切换



- (6) 切换的执行时延
  - 它有下列几个部分：到达新基站的信令、新基站对移动台反向链路信令的捕获以及在新信道上启动传输。
  - 这个处理过程大致要花费200~300ms。且当总时延超过300ms时，系统容量开始降低。因此在切换测量和执行中，时延影响不可忽视。



## 18.4 无线资源管理RRM(Radio Resource Management)



- 在移动通信系统中，无线资源管理是负责空中接口资源的利用。
- 从确保移动通信系统的服务质量QoS、获取规划覆盖区域和提高系统的容量角度来看，无线资源管理是移动通信系统中一个必不可少的重要组成部分。
- 本节将重点介绍资源管理的基本概念、无线资源管理的特色和基本内容、无线资源管理的主要方法和实现算法。



## 18.4.1 资源管理的基本概念

### • 1. 什么是系统资源

- 系统资源是指保证通信系统实现正常通信所需的物理条件，。
- 它一般可以分为两大类：传输资源，网络资源。
- 传输资源是指在传输过程中，载荷信息的信号所占用信道的主要物理参量亦即在信道接口上的处理能力；网络资源它是指通信网络的节点占用的物理资源与交换机的信息处理能力。
- 无论是传输还是网络交换，其物理资源主要包含以下几种类型：
  - 频率资源(F)
  - 时间资源(T)



## 18.4.1 资源管理的基本概念

- 码资源(C)
- 功率资源(P)
- 地理资源(G)
- 空间资源(S)
- 存贮资源(R)
- 实现系统资源管理的目的：
  - 提高系统有效性，扩大通信系统容量；
  - 提高系统可靠性，保证通信业务QoS性能；
  - 保障通信系统的保密、安全性能；逐步实现通信系统的性能优化。



## 18.4.1 资源管理的基本概念

- 2. 实现资源管理的主要技术指标
  - 服务质量QoS, 它包含带宽、时延、时延抖动以及业务/数据包丢失等;
  - 服务等级GoS;
  - 系统指标, 主要包含吞吐量、公平度、资源利用率等; 另外还有健壮性、可度性、灵活性以及兼容性等。
  - 决定资源管理的一些主要因素有四个:
    - (1) 用户业务需求以及业务的QoS需求与通信系统网络节点与交换的处理能力间的矛盾;
    - (2) 用户业务需求以及业务的QoS需求与通信系统传输信道(空中接口)资源的有限性矛盾;



## 18.4.1 资源管理的基本概念

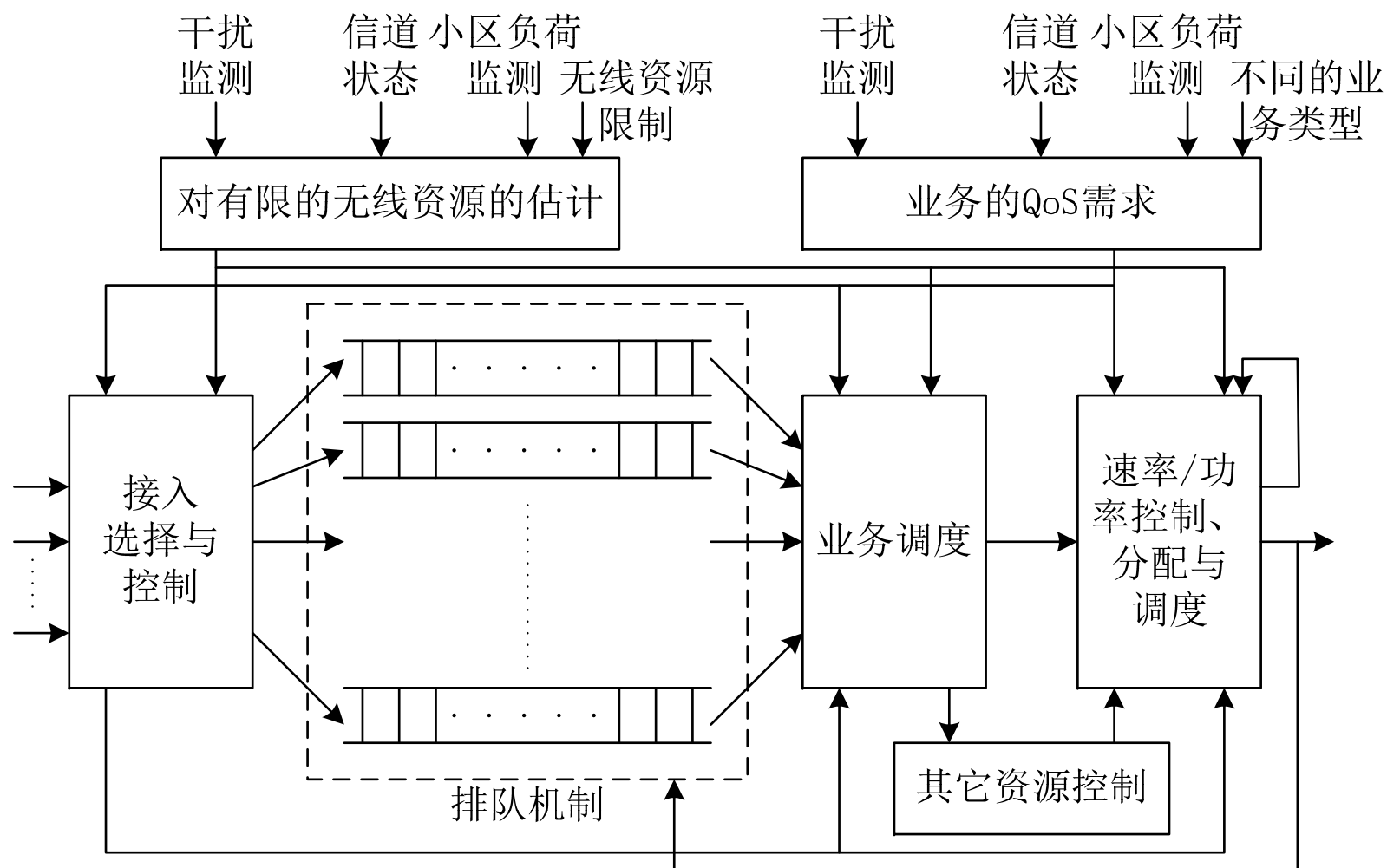
- (3) 用户业务需求以及业务的QoS需求与通信系统传输信道的时变动态性之间的矛盾；
- (4) 用户业务需求以及业务的QoS需求与通信用户位置动态可变性之间的矛盾。
- 依据以上四个基本矛盾，引入了下列三种类型的通信系统的资源管理。
  - 在固定(有线、核心)网络中系统与网络的瓶颈在网络节点与交换处理的资源的控制、调节与分配方面。主要解决上述四个矛盾中的第(1)类型矛盾。
  - 在无线接入网中，由无线信道与接口的资源，特别是频带资源有限，对系统构成了瓶颈，它主要解决上述四个矛盾中的第(2)类型矛盾。
  - 在移动网中，它不仅要考虑无线信道与接口资源的有限性，而且还有进一步考虑到由于用户的随机移动而带来的后果。因此它要同时考虑上述四类矛盾中的后三者。



## 18.4.2 无线资源管理

- 1. 移动通信中无线资源管理的类型
  - 根据移动通信中业务的类型，可以将无线资源管理分为：电路型业务，分组(包)型业务。
- 2. 无线资源管理的基本组成
  - 无线资源管理，一般是包含以下三个基本部分：资源控制，资源分配，资源调度。
- 3. 无线资源管理原理性结构如下图

## 18.4.2 无线资源管理



## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 重点介绍两大类型业务即电路型和分组型业务的无线资源管理：
  - 电路型业务
    - 关于接入控制和负荷控制。
  - 分组业务
    - 分组业务将是未来移动通信中的主要业务，其无线资源管理相对比较不够成熟，它仍是目前需进一步研究和完善的技术，因此将重点介绍一些基本的调度与分配方法和算法。



## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 1. 接入控制(Admission Control, AC)
  - 它是指新用户到达时接入呼叫或业务请求，并判断是否允许接入，并分配相应的资源的整个过程。
  - (1) 接入控制的基本原理。
  - (2) 当前对于码分多址CDMA系统的接入控制算法大致可以归纳为四种类型：
    - (i) 基于接收信号的功率 $S$ 、总干扰功率测量 $I$ 以及信干比 $SIR$ 的控制算法。
    - (ii) 基于系统或基站(小区)容量分析模型的接入控制算法。
    - (iii) 基于等效带宽的接入控制算法。
    - (iv) 基于可行性接入控制算法。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法

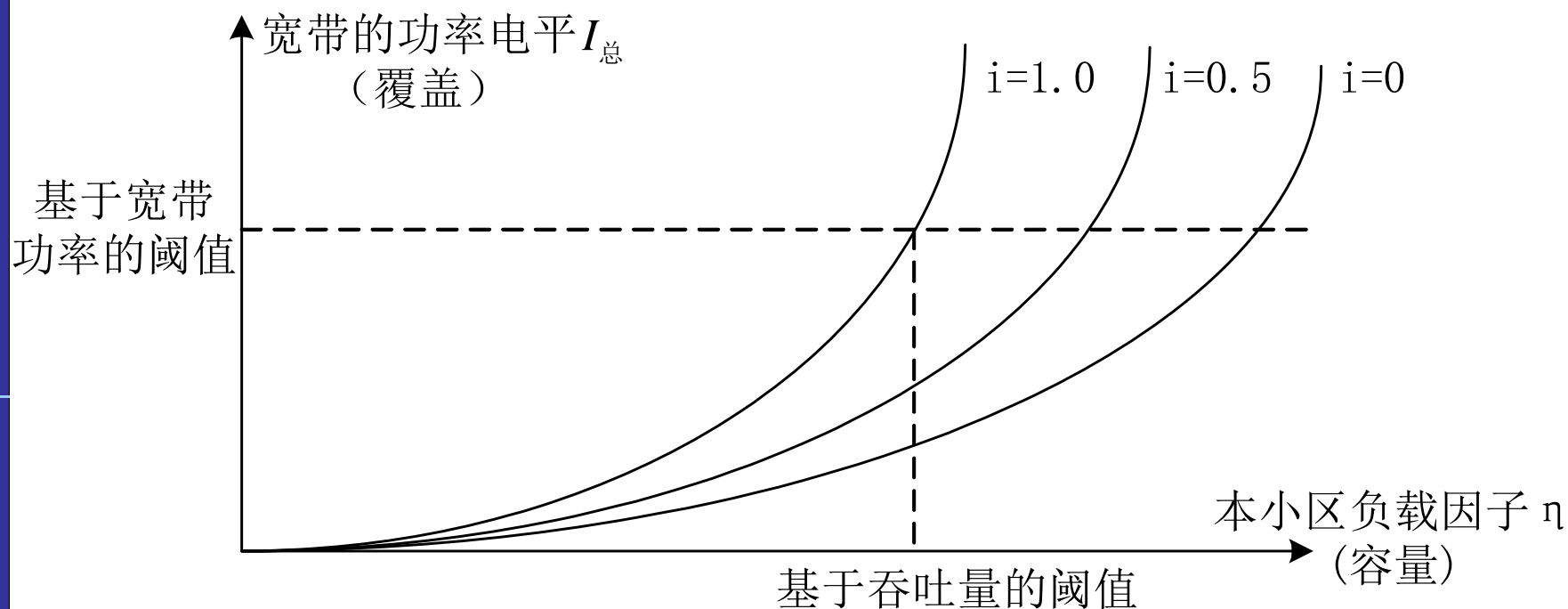


- (3) 接入控制的性能评价准则
  - 为了能比较各类CAC方法与算法的性能，通常给出下列评价标准：
    - 掉线率
    - 阻塞率
    - 加权中断
    - 绝对吞吐量。
- 2. WCDMA系统中的接入控制
  - (1) 上行链路的负载
    - 基于宽带接收功率的负载估计
    - 基于吞吐量的负载估计

# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 下面图形给出基于宽带接收功率和基于吞吐量的负载估计：



## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- (2) 下行链路的负载
  - 基于功率负载的估计
  - 基于吞吐量的负载估计
- (3) 基于宽带功率的接入控制
- (4) 基于吞吐量的接入控制
- 3. 负载控制(Load Control, LC)
  - WCDMA中的负载控制
    - 在WCDMA中为降低负载，可能采取的措施有：下行链路快速负载控制；上行链路快速负载控制；切换到另一个WCDMA载波或切换到GSM；降低实时用户的比特率。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法

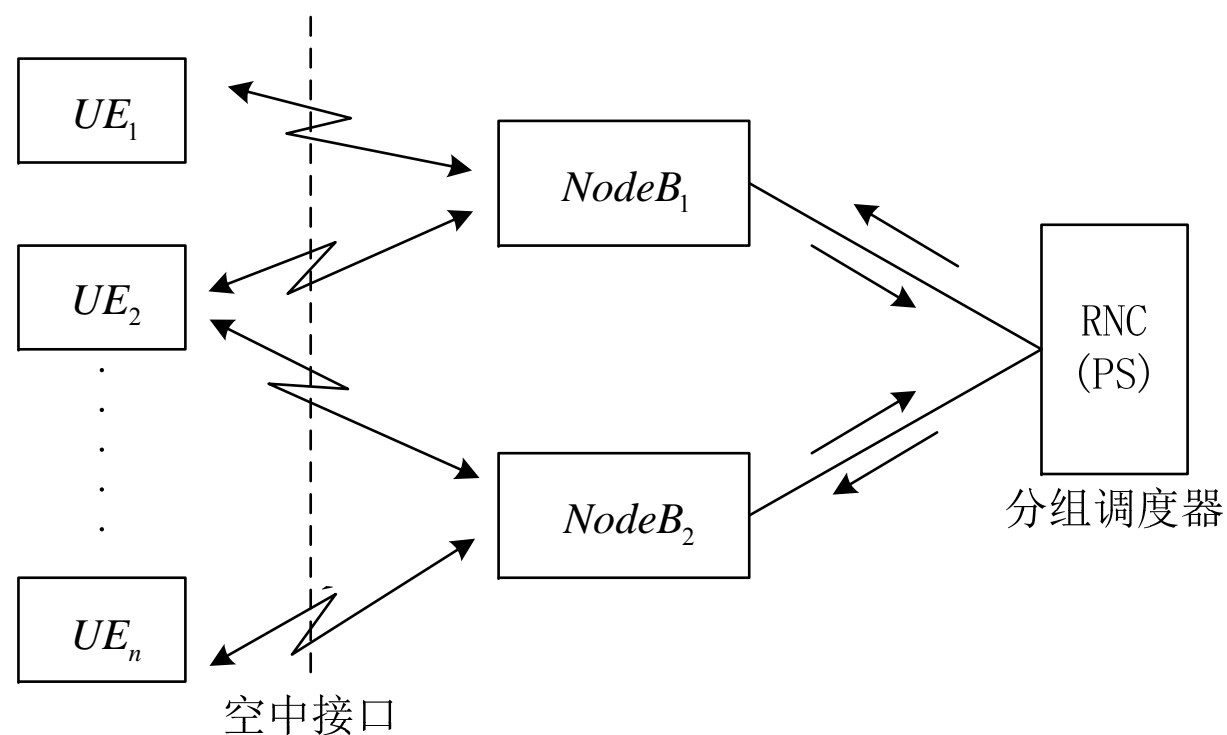


- 4. 分组调度、分配算法
- (1) 分组调度算法的类型
  - 系统总吞吐量最大化算法
  - 轮询算法
  - 比例公平调度算法

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- (2) WCDMA资源管理的分组数据分配与调度
  - 下图为WCDMA中的分组接入



### 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- WCDMA分组接入允许非实时承载业务动态使用公共、专用或共享信道，其功能由分组调度器控制，实现对多个基站(小区)间的调度，并同时考虑软切换；
- WCDMA中分组数据的分配与调度是由RNC中的分组调度器PS控制；
- WCDMA共有三类传输信道可供分组数据传输：公共传输信道、专用传输信道和共享传输信道

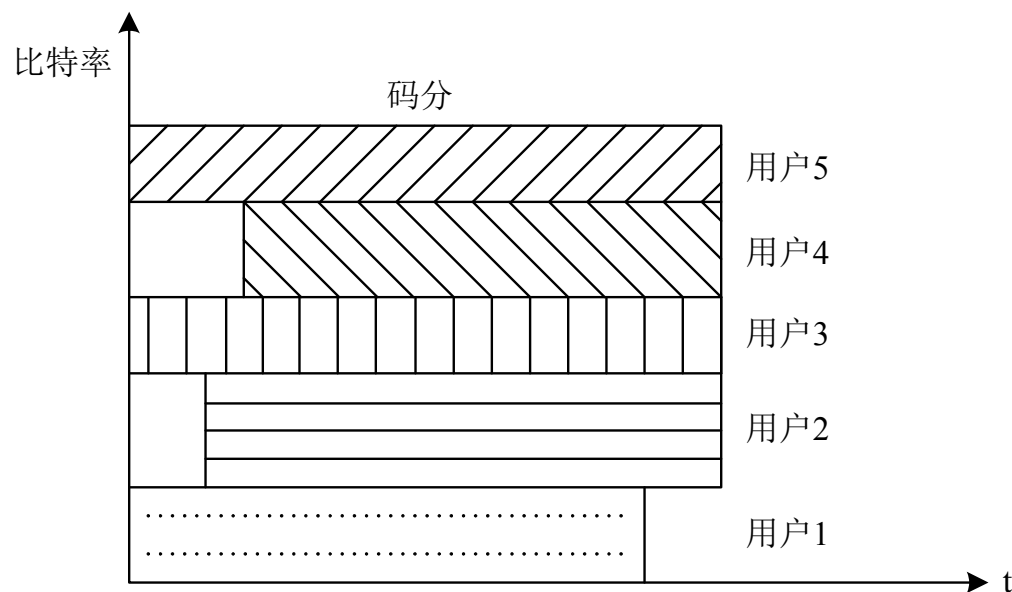
### 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 在3G中上、下行分组调度算法侧重点是不一样的。在上行中主要采用并行的码分调度，而在下行中则主要采用串行的时分调度，或时分、码分混合调度。
- 并行的码分调度。
  - 在并行的码分调度方式中，多个用户可以同时拥有较低比特率的信道进行传输。
  - 码分调度原理如下



# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法

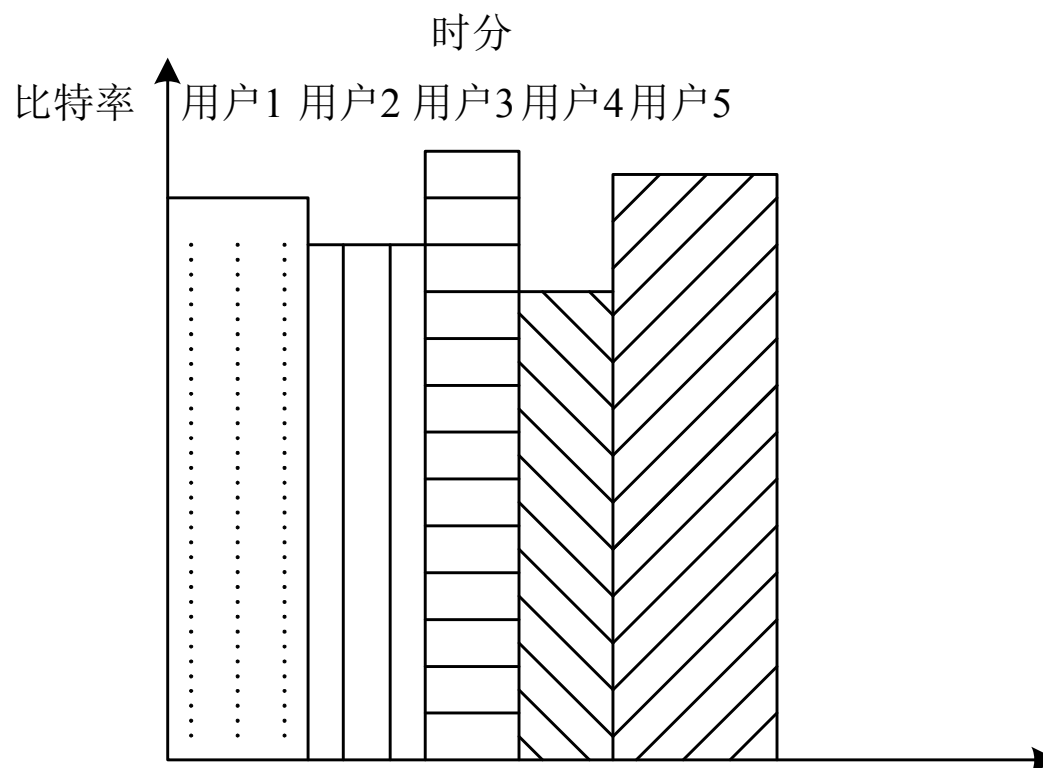


- 码分调度更适合于时延敏感的业务。
- 在码分调度中当激活用户增加导致所需容量增大时，可减小给单个用户分配的比特率
- 在信道传输条件恶化时，可以采用减少用户的数量。
- 码分调度在信道相对稳定时是静态的；而在衰落变化较快时，是动态的。

# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 串行的时分调度。
  - 时分调度原理如下：



### 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 时分调度更适合于时延不敏感的业务。
- 在时分调度中，每个用户可具有较高速率、使用时间短但时隙可以不相等。
- 当系统存在很多突发分组时，可通过时分调度选择信道条件最好的用户传输以提高系统吞吐量。
- 在时分调度中通常是采用速率控制。
- 时分通常用于3G的下行链路，。
- 在3G的下行链路往往还采用低速率的码分专用信道和高速的时分共享信道混合使用。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- (3) OFDMA系统中的分组调度
- 在以LTE、WiMax等为代表的第四代移动通信系统中，MIMO和OFDMA是最重要的关键技术。与CDMA系统相比，OFDMA系统可以在时频域上根据信道响应对多用户数据进行分组调度，如果引入MIMO，则可以进一步利用空域资源进行调度，获得系统容量的提升。
- 基于MIMO-OFDMA的分组调度，在空域、频域、时域、功率域以及多用户域中进行整体优化，极大扩展了调度的优化空间。这种分组调度，也称为机会式调度，可以根据信道动态变化特性、用户动态性、业务动态性以及网络动态性，进行多维多重联合优化，使多用户的业务需求与网络的信道状态获得最大匹配。总而言之，MIMO-OFDMA系统中的机会调度能够获得三方面的增益。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 功率增益
- 对于OFDMA用户的上行发送信号，可以将功率集中于时频分离的多载波与时隙，从而获得功率增益。假设整个频段被N个用户分为N个资源块，则可以获得 $10\lg N(\text{dB})$ 增益。
- 多用户增益
- 由于OFDMA用户经历不同的频率选择性衰落信道，因此只要用户数充分多，则系统总能够选择信道状态较好的用户进行调度，从而系统吞吐率维持在峰值状态，从而能够获得多用户分集增益。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 空间复用/分集增益
- MIMO-OFDMA系统通过分组调度，还能够获得空间复用/分集增益。第12章已经论述，MIMO系统的空间分集/复用增益往往会受到信道相关性的影响，如果信道强相关，则MIMO性能增益会有显著下降。采用分组调度方法，能够有效减轻信道相关性的不利影响，将多用户分集增益与空间复用/分集增益进行有机组合，进一步提高系统性能。

# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 以下行调度为例，下图给出了一般的MIMO-OFDMA系统分组调度原理结构。

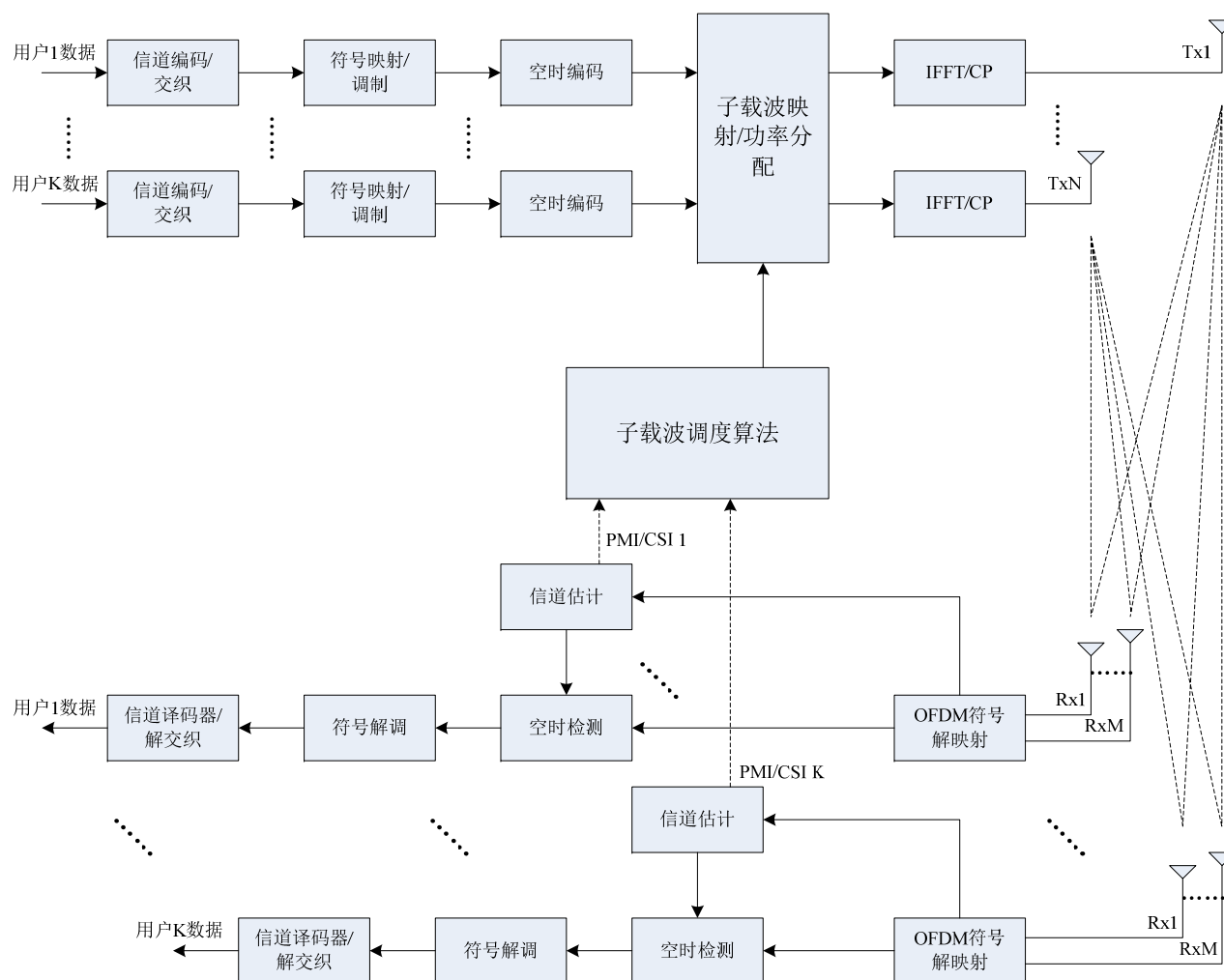


图18.34  
MIMO-OFDMA调度原理

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- OFDMA资源分配模型考虑的因素众多，例如：子载波分配、功率/速率自适应、比例公平性以及业务特性等，下面按照从简单到复杂的顺序，概要介绍各种因素的优化模型
- 动态子载波分配模型

该模型较简单，假设 OFDMA 系统中， $B$  是系统总带宽，每个用户的 QoS 需求和数据速率要求都是固定的，第  $k$  个用户第  $n$  个子载波的信道响应为  $h_{k,n}$ ，

信道响应的幅度为  $|h_{k,n}|$ ，则信道增益矩阵为

$H = \left\{ |h_{k,n}|^2, k=1,2,\dots,K, n=1,2,\dots,N \right\}$ ，其中  $K$  是总用户数目， $N$  是可用子载波数

目。则子载波分配可以建模如下公式。



# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



$$\arg \max \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N c_{k,n} |h_{k,n}|^2$$

$$\text{约束: } \forall k, n, c_{k,n} \in \{0,1\}$$

$$\forall n, \sum_{k=1}^K c_{k,n} = 1$$

$$\forall k, \sum_{n=1}^N c_{k,n} = S$$

上述问题归结为数学中的分配问题，可以采用匈牙利算法获得最优解，但一般的，最优算法的复杂度较高，为  $O(N^4 \sim N^3)$  量级，难以实用化，因此一些学者提出各种基于排序、比较和简单运算的次优算法，能够以较低复杂度逼近最优解。

# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 功率自适应模型
- 功率自适应是指在给定各用户服务质量 (QoS) 要求的情况下, 最小化基站的总发射功率。用户的QoS要求包括: 用户的最小数据速率要求, 用户的最大误比特率要求等。功率自适应在保证用户传送速率的情况下, 最小化总发射功率, 其系统模型可以表示如下。

$$\arg \min \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \frac{c_{k,n}}{|h_{k,n}|^2} f_k(d_{k,n})^{\psi}$$

$$\text{约束: } \forall k, n, d_{k,n} \in \{0, 1, \dots, M\}$$

$$\forall k, n, c_{k,n} \in \{0, 1\}^{\psi}$$

$$\forall k, R_k = \sum_{n=1}^N c_{k,n} d_{k,n}^{\psi}$$

---


$$\forall n, \sum_{k=1}^K c_{k,n} = 1$$

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 对于功率自适应资源分配问题，如果是单用户，则有最优的比特、子载波以及功率分配算法。最优算法的思想是：每次迭代分配1比特给用户的某个子载波，被选择的子载波满足条件：增加一个比特以后总功率增加最少。对于多用户的情况，由于各用户速率要求的约束，很难获得低复杂度的最优算法，因此文献中提出诸多较好的次优算法。

# 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 速率自适应模型
- 速率自适应是指在给定用户总发射功率的情况下，最大化系统的和速率容量，为了确保用户之间的公平性，可以引入用户之间比例公平约束。速率自适应的数学模型表示为。

$$R_k = \sum_{n=1}^N c_{k,n} \log_2 \left[ 1 + \frac{p_{k,n} |h_{k,n}|^2}{N_0 B / N} \right]$$

$$\arg \max \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \frac{c_{k,n}}{N} \log_2 \left[ 1 + \frac{p_{k,n} |h_{k,n}|^2}{N_0 B / N} \right]$$

$$\text{约束: } C_1 : \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N p_{k,n} \leq P_{total}$$

$$C_2 : \forall k, n, p_{k,n} \geq 0$$

$$C_3 : \forall k, n, c_{k,n} = \{0, 1\}$$

$$C_4 : \forall n, \sum_{k=1}^K c_{k,n} = 1$$

$$C_5 : R_1 : R_2 : \cdots : R_K = r_1 : r_2 : \cdots : r_K$$

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 上述优化模型的目标函数为系统和速率容量，约束条件为总功率约束，为子载波功率分配的取值范围约束，、约束意义上，为比例公平约束，确保各用户之间的公平性。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 公平性调度模型
- 公平性为一种用户间的平衡关系，确保用户是否被公正地对待，没有公平性约束的系统常常导致一部分用户性能富余，另一部分用户性能恶化，出现两极分化现象。常见的公平性约束有：比例公平、对数效用公平、最小比例速率最大化公平等。常用到的数学模型如下：
- 比例公平又可以分为时隙绝对比例公平和长期比例公平，时隙比例公平约束可以表示为下式。

$$R_1 : R_2 : \cdots : R_K = r_1 : r_2 : \cdots : r_K$$

长期比例公平可以表示为下式。

$$\bar{R}_1 : \bar{R}_2 : \cdots : \bar{R}_K = r_1 : r_2 : \cdots : r_K$$

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 其调度准则一般为：瞬时可达速率与已获得的平均速率比值越大的用户，优先级越高。本质上，比例公平调度的目标是希望获得这样一个目标解，在最优速率比例中对于一个用户增加 $x\%$ 的平均吞吐率，则导致其它用户平均吞吐率的累积分布降低超过 $x^0\%$ 。
- 对数效用公平与最小比例速率最大化公平的模型如下两式所示。

对数效用公平模型： 最小比例速率最大化公平模型：

$$\arg \max \sum_{k=1}^K \log R_k$$

$$\arg \max \min_k R_k$$

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 业务特性要求
- 前面大多数优化模型都可以归结为下列公式。

$$\arg \max \left[ \alpha_{k,n} U_{k,n} (R_{k,n}) + \beta_{k,n} \right]$$

- 因此优化目标主要是在QoS/公平性约束条件下，最大化系统和效用函数。但这些优化模型一般都假设业务队列无限长，没有充分考虑时延约束、业务速率要求等业务特性，其最优解往往不稳定。



## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 一般的，考虑业务队列特性后，可以得到最优吞吐率调度模型如下。

$$\arg \max \sum_{k=1}^K q_k \sum_{n=1}^N \frac{c_{k,n}}{N} \log_2 \left[ 1 + \frac{p_{k,n} |h_{k,n}|^2}{N_0 B / N} \right]$$

$$\text{约束: } \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N p_{k,n} \leq P_{total}$$

$$\forall k, n, p_{k,n} \geq 0$$

$$\forall k, n, c_{k,n} = \{0, 1\}$$

$$\forall n, \sum_{k=1}^K c_{k,n} = 1$$

在某些条件下，已经证明考虑时延约束的调度策略所获得的系统吞吐率要大于单纯和效用函数最大化策略的指标。

### 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 另一种经常采用的业务特性是最小速率要求，其约束条件如下式所示。

$$\forall k, R_k \geq \gamma_k$$

其中， $\gamma_k$  是第  $k$  个用户的业务最小速率。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 接入控制与分组调度联合优化模型
- 前面我们介绍了几种主要的调度模型，尽管调度能够提高系统容量，但前提是调度器需要事先确知系统容量的扩展范围，而这是接入控制的主要目标。
- 尤其是在动态变化的移动信道和网络环境中，通过接入控制预测网络容量域，采用调度算法达到容量域是紧密关联的两个最优化问题。因此必须通过联合优化接入控制和分组调度，才能够保证网络容量的最大化。

## 18.4.3 无线资源管理的几种主要方法与算法



- 一般的，尽管分组调度模型大多可以归结为凸优化问题及其变种，但接入控制与分组调度的联合优化往往是非凸问题，可以采用下列步骤逼近最优解。
- 首先，基于系统稳定性约束，根据调度策略，求解满足系统和效用函数最大化的用户数据速率；
- 然后，根据接入控制确定的用户速率，基于与业务属性相关的调度模型，进行策略优化，保证系统稳定性。
- OFDMA系统中的分组调度还有很多问题需要深入研究，尤其是集中式/分布式MIMO场景下的调度优化，以及Ad hoc等分布式网络的调度问题，这些优化模型是近年来学术界的研究热点。

## § 18.5 跨层优化



- 现代通信网络一般都采用分层模型，网络协议栈是由多层处理不同网络功能的协议模块构成的。
- 为了保持系统的模块化特性，一般只有相邻层之间才能进行通信。对于固定通信网络而言，分层协议结构，能够有效屏蔽底层协议细节，保证各层协议的功能独立，简化协议设计。
- 但对于移动通信网络而言，如果保持严格的模块化特性，则协议栈效率比较低，甚至有可能产生负面影响。

## § 18.5 跨层优化



- 总而言之，对于移动网络，跨层优化具有三方面的技术优势。
- 移动信道的动态性对分层协议设计提出新的挑战。例如对于分层结构而言，高层TCP模块往往将无线链路衰落造成的数据丢包误认为网络拥塞造成的丢包，只有采用跨层优化，才能够适配信道动态性，避免协议层间处理的错误。
- 跨层结构有利于机会调度的充分应用，提高系统性能。例如只有物理层、MAC层联合优化，综合利用信道状态信息、发射功率等参数，对无线资源进行多维多重优化，才能够充分逼近网络容量。
- 跨层优化有利于协作通信机制的应用。由于电磁波在开放空间传播，因此每个节点实际上是广播数据信息，采用跨层结构，便于多个节点同时处理多数据分组，进行协作分集，从而提高了网络性能。这一点采用分层结构较难实现。



## § 18.5 跨层优化

- **18.5.1 协作平面**
- 为了提高无线协议栈的效率，首先引入协作平面的概念。协作平面是协议栈的纵向剖分，应用层间协同算法，处理不同协议层相同或类似的问题。如图所示，一般的，协作平面可以分为如下四类：

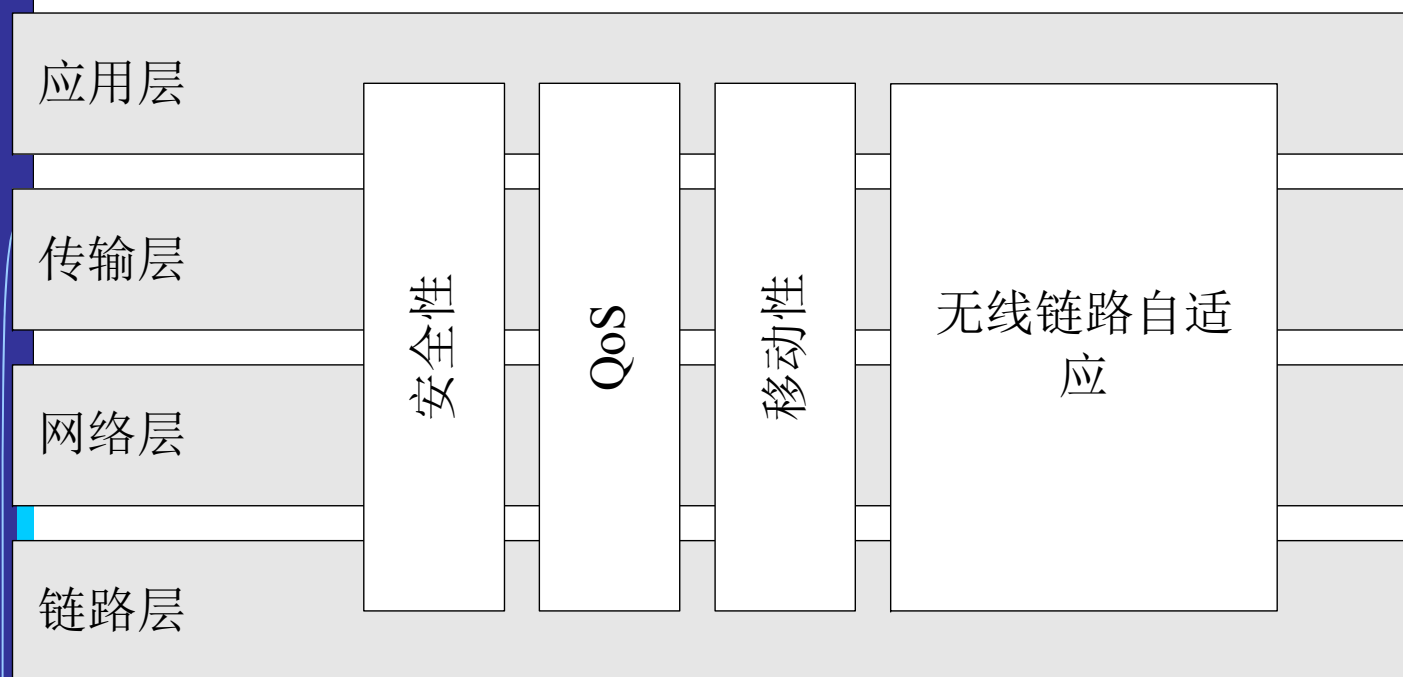


图18.35协作平面

## § 18.5 跨层优化



- 1. 安全性平面
- 这个平面的主要目的是取消在移动通信系统中常常出现的多层安全加密解密操作，统一归并为一个处理平面。
- 为了避免反复处理数据分组，从而节省功耗，降低时延，层间的协同操作可以将多层的加密减少为一个，并且通过协同操作，决定需要进行哪一层加密。
- 2. QoS平面
- QoS平面负责在整个协议栈中分配系统QoS的要求和限制，协调它们的效果。



## § 18.5 跨层优化



- 3. 移动性平面
- 移动性平面解决由于终端移动造成的问题，如TCP拥塞控制、Mobile IP和链路层移动解决方案之间交互性差的问题，还有跨网段移动的问题。
- 4. 无线链路自适应平面
- 这个平面的主要功能是物理层的自适应技术。

## § 18.5 跨层优化



- **18.5.2 跨层接口**
- 为了便于不同协议层之间的信息交互，跨层设计需要引入新的接口，称为跨层接口。这种设计明显违背了分层结构原则，但这些跨层接口方便了不同协议层的信息共享与交互，使无线协议栈具有更多灵活性，能够适应信道、网络、业务与用户的动态性。
- (1) 上传信息流
- 上传信息流是指高层协议运行需要底层协议的某些参数、测量值、状态等信息，因此引入从底层到高层的新接口。

# § 18.5 跨层优化

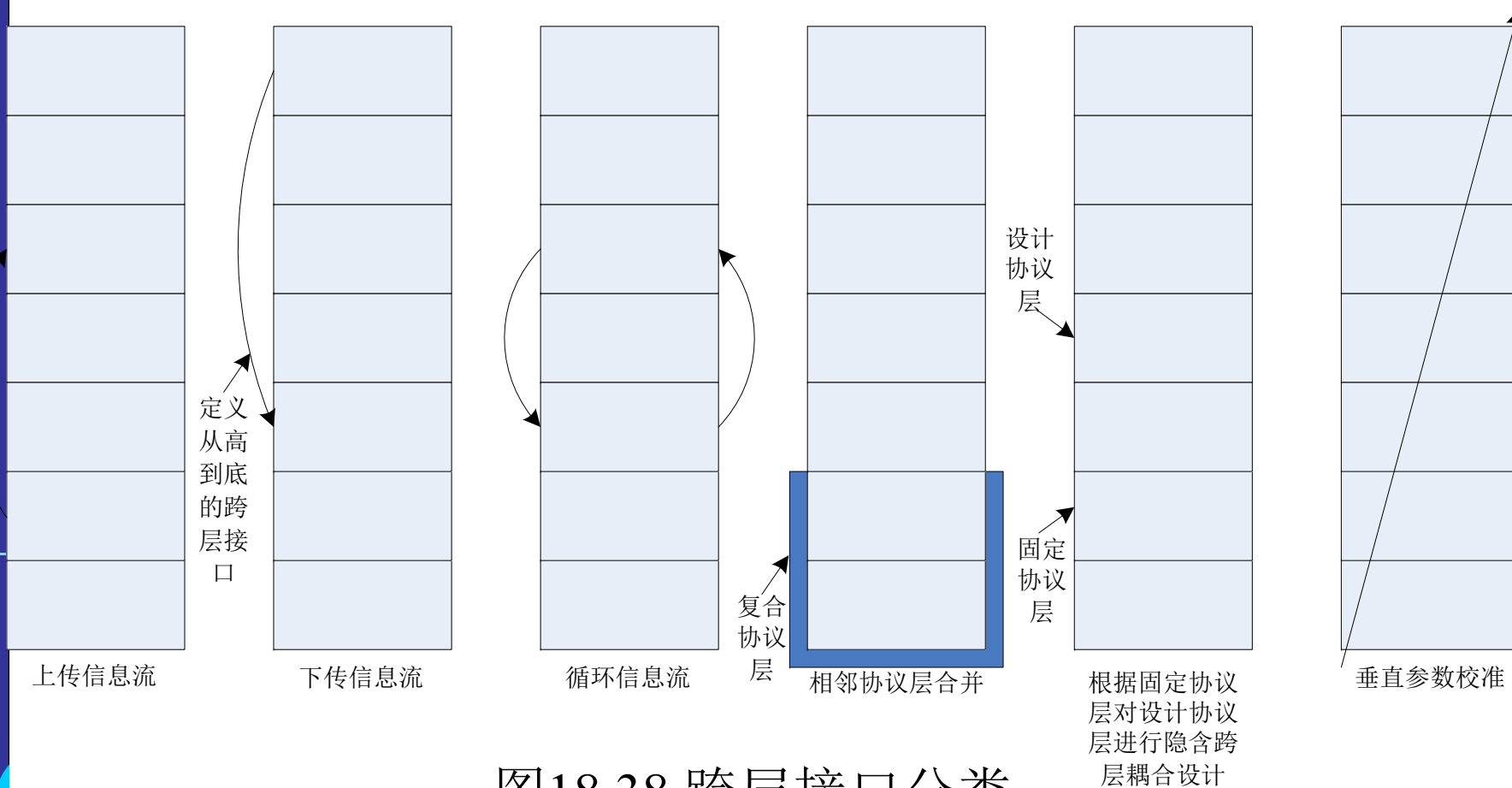


图18.38 跨层接口分类

## § 18.5 跨层优化



- (2) 下传信息流
- 下传信息流是指底层协议运行时，需要上层协议通过跨层接口，直接进行参数配置、信令或状态控制。
- (3) 循环信息流
- 循环信息流是指两个不同协议层运行时，需要相互协作，直接进行数据与信息的共享和交互。
- (4) 相邻协议层合并
- 这种形态是指两个或多个相邻协议层合并为一个复合协议层，新协议层能够提供原协议层的各种功能。

## § 18.5 跨层优化



- (5)隐含耦合设计
- 这种方式指协议设计时，对两个或多个协议进行耦合设计，但运行时不引入新的协议接口，即隐含形式的跨层设计。
- (6)垂直参数校准
- 垂直参数校准是指整个协议层进行跨层参数调整，由于应用层的性能取决于下面各个协议层参数，因此进行联合参数调整，比单独调整某些参数，能够获得更好的系统性能。

## § 18.5 跨层优化



- **18.5.3 通信机制与优化方法**
- **1.跨层设计的通信机制**
- 跨层设计的通信机制可以分为两类：通知机制与用户驱动机制。
- 一般而言，跨层通信往往需要利用新的跨层接口，在不同协议层之间进行消息传递与数据共享。

# § 18.5 跨层优化



表18.6跨层通信机制以及系统参数

	跨层机制	系统参数
应用层	用户驱动通知	应用层优先级
传输层	拥塞与丢包标记	TCP包头校验和
		TCP包头消息(可选)
	拥塞窗缩减	拥塞窗
	数据重传	错误数据包的序号(SN)
	超时重启或暂停	RTT(环回时间)估计
	接收窗控制	接收窗
网络层	拥塞与丢包标记	ICMP消息
		IP包头消息(可选)
数据链路层	拥塞监测	平均队列长度
	丢包检测	ACK列表
物理层	拥塞监测	系统负载估计(小区内干扰、BS发射功率)



## § 18.5 跨层优化

- **18.5.3 通信机制与优化方法**
- 1.跨层设计的通信机制
- **链路层拥塞与丢包监测**
- 通过负载估计对移动网络中的业务队列进行管理，防止拥塞。
- **网络与传输层拥塞与丢包标记**
- 为了在网络层传递拥塞标记，可以对IP包头扩充或定义ICMP消息。
- **用户驱动的通知机制**
- 某些情况下，用户需要控制下载速度。此时可以在应用层根据用户要求，设定每种业务的带宽需求表征其优先级，并通知下层协议。基于这些参数，TCP接收端可以针对每种业务调整接收窗。



## § 18.5 跨层优化



- **18.5.3 通信机制与优化方法**
- **2.跨层优化方法**
- 基于前面讨论的跨层通信机制，可以引入各种跨层优化方法，提高TCP性能，为上层协议提供更好的QoS性能。
- 链路层差错控制
- 这种优化方法，链路层不是简单的重传数据包，而是根据丢包率PER估计，采用自适应FEC，在发端选择合适的FEC编码方式重传数据包。
- 物理层自适应编码调制(AMC)
- 这种方法在物理层使用AMC增强TCP吞吐率性能。此时AMC模块可以与链路层的数据包队列(长度为K)协作。

## § 18.5 跨层优化



- 18.5.3 通信机制与优化方法
- 2.跨层优化方法
- *链路层队列控制*
- 通过队列管理和丢包控制，也能够提高TCP性能。例如OFDMA系统的链路层效率由一个时隙传送的链路层单元数目 $m$ 以及相应的SINR决定。
- *无线链路数据重传*
- 有学者提出链路层截短ARQ与物理层AMC的联合优化方法，增强链路频谱效率。

## § 18.5 跨层优化



- **18.5.3 通信机制与优化方法**
- **2.跨层优化方法**
- **物理层功率估计与控制**
- 这种方法通过估计下一帧的功率需求，确定调度优先级和策略。
- **应用层的视频重建和自适应**
- 这种优化方法依赖于用户感知的视频质量。
- **物理层多用户分集**
- 在移动网络的上行，每个用户的应用层数据可以分批打包映射到其发送队列，并且设定有超时门限的定时器。

## § 18.5 跨层优化



- **多小区共道干扰控制**
- 例如OFDMA系统中，移动用户的主要干扰就是多小区系统的共道干扰，因此小区间干扰协调是LTE、WiMax等系统的重要技术。
- **MAC层多用户调度**
- 如上一节所述，对于OFDMA系统而言，MAC层调度需要充分考虑跨层信息，才能够跟踪系统动态变化，提高整体性能。

## § 18.5 跨层优化



- 尽管跨层设计能够有效适应无线系统的动态特性，提高系统吞吐率和时延性能，但并非简单的跨层组合就能够提高系统性能。为了评价跨层设计的性能，通常采用三类指标。
- 信息交互：跨层设计必须考虑不同协议层之间的信息交互。
- 功能依赖：跨层设计必须考虑不同协议联合优化的功能依赖、参数耦合问题。
- 稳定性：系统稳定性分析也是跨层设计的重要指标。

## § 18.5 跨层优化



- 尽管跨层优化具有诸多好处，也必须付出一定的代价，例如联合优化往往需要计算多变量代价函数，会引入额外时延；对于不同协议层状态和能力的抽象会引入一些通信开销；某些跨层方法的模块化特性不好，难以进行管理和优化。

## § 18.6 无线定位



- 基于位置的服务(LBS: Location-Based Service)一直是一项重要的移动网络服务。随着移动互联网的蓬勃发展, LBS与无线通信系统的各项服务结合, 催生出多个前景广阔的应用领域
- **18.6.1 无线定位原理**
- 无线定位以电磁波作为测量工具, 从发送电磁波信号的物理传播过程当中提取环境信息, 然后完成定位。因此, 定位首先是一个几何测量问题, 同时也是一个信号检测估计问题。
- 作为一个几何测量问题, 定位系统需要有一定的几何结构形成坐标系。一般来说, 三边测量、多点测量和三角测量是三种典型的定位几何结构

# 18.6.1 无线定位原理

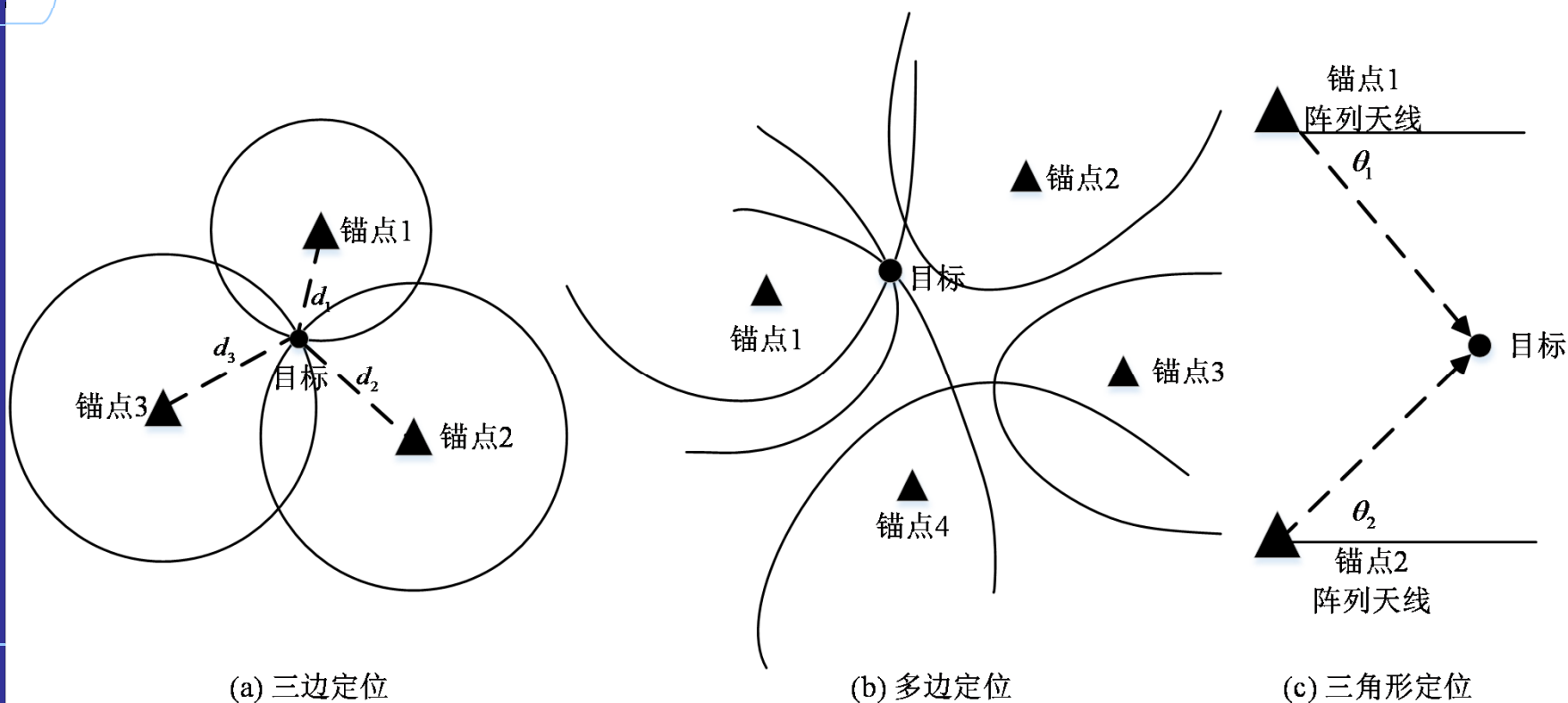


图18.39 三种定位模式图





## 18.6.1 无线定位原理

- 将二者联合考虑的定位体系，其原则是将信号接收信号的一些特征与定位对象的位置之间建立映射。
- 代表方法为指纹技术(fingerprinting techniques)。其中比较典型的就是基于参考信号强度 (RSS: Reference Signal Strength)的定位方式。
- 当然这种方式受限于电磁波的传播特性和具体无线传播环境，而且映射建立一般要通过预测量来得到，系统与具体环境的耦合度较高。

# 18.6.2 定位技术演进

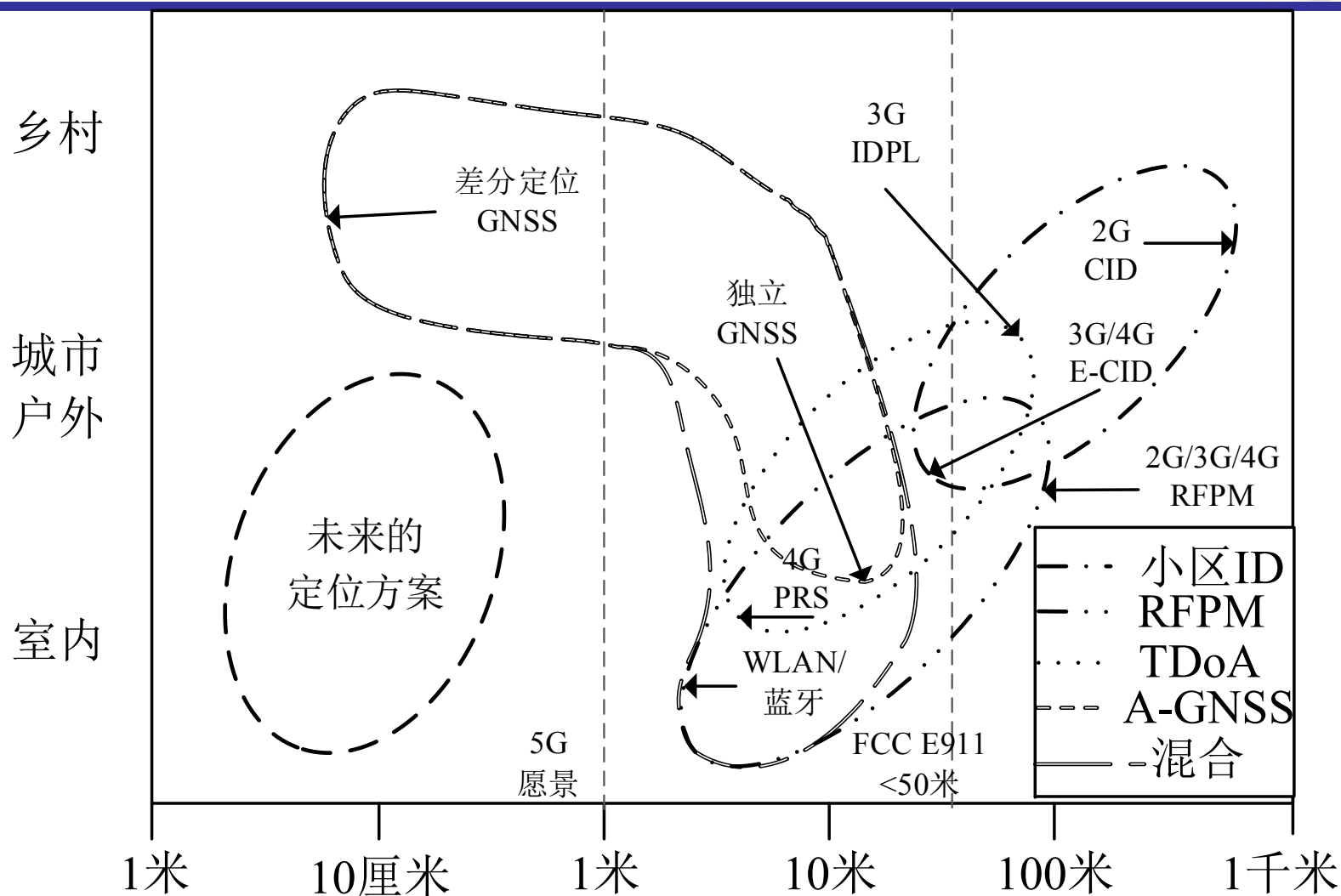


图18.40 各代移动通信系统定位技术精度及场景



## 18.6.2 定位技术演进

- 5G中定位技术的目标是建立亚米级精度的室内定位系统。这既是为了填补技术空缺，也是为了实现5G的各项愿景。5G定位技术具有以下特点：
- 利用5G的室内分布式网络结构。
- 利用5G NR的空口信号。
- 利用大规模天线技术。
- 适应5G NR的信道特点。

## 18.7 本章小结



- 本章讨论移动网络运行。主要内容有以下五个方面：
- 首先介绍了移动网络中业务的主要类型：包括GSM与GPRS中的业务以及3G WCDMA中的四种类型业务：会话型、流媒体型、交互型和后台型，并简介了3G中多媒体业务建议标准。
- 其次介绍了移动通信网中的呼叫与接续，包含其基本原理以及在GSM、IS-95、CDMA2000和WCDMA中呼叫、接续的基本流程。

## 18.7 本章小结



- 第三介绍移动性管理，包括位置登记、漫游和越区切换基本原理以及在GSM、IS-95、CDMA2000和WCDMA中的移动性管理内容和方案。
- 第四介绍移动通信中的无线资源管理，包括其基本原理和主要组成部分，并重点讨论和介绍了电路交换业务的无线资源管理，同时也介绍了分组类型业务的无线资源管理。。
- 最后简要介绍无线定位技术的基本原理，并总结了移动通信网络中定位技术的精度与应用场景。

# 参考文献



- [18.1] H. Holma, A. Toskala, WCDMA FOR UMTS—Radio Access for third Generation Mobile Communication, 中译本: 《WCDMA技术与系统设计》(周胜等译), 机械工业出版社, 2002.1。
- [18.2] T. Ojanpera, R. Prasad, WCDMA: Towards IP Mobility and Mobile Internet, 中译本: 《WCDMA面向IP移动与移动因特网》(邱玲等译), 人民邮电出版社, 2003.9。
- [18.3] 杨大成等, 《CDMA2000-1x移动通信系统》, 机械工业出版社, 2003.1。
- [18.4] S. Tabbane, Handbook of Mobile Radio Network, 中译本: 《无线移动通信网络》(李新付等译), 电子工业出版社, 2001.12。
- [18.5] K. Pahlavan, P. Krishnamurthy, Principles of Wireless Networks: A Unified Approach, 中译本: 《无线网络通信原理与应用》(刘剑等译), 清华大学出版社, 2002.11。



谢谢！