

TD-SCDMA系统关键无线技术

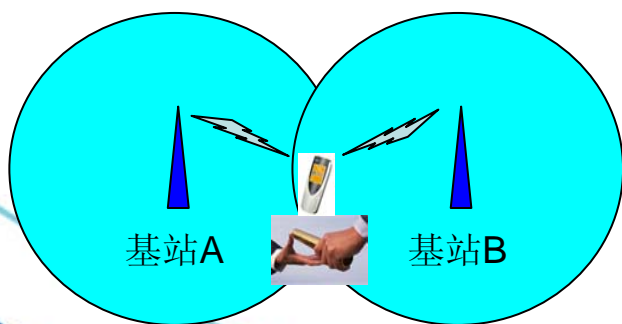
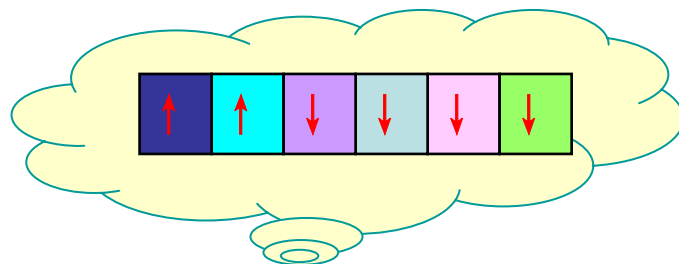
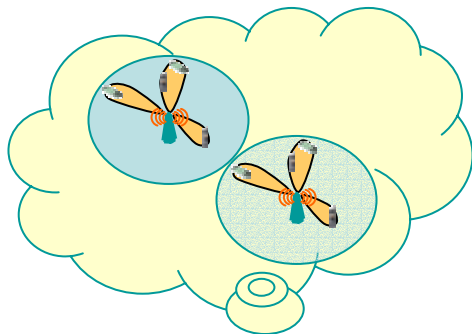
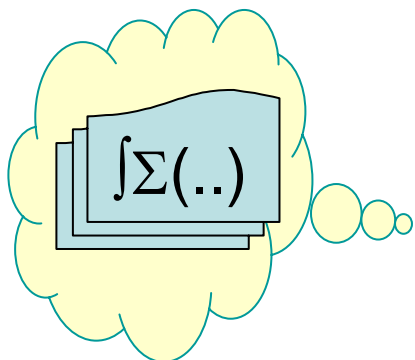
大唐移动通信设备有限公司

周德锁

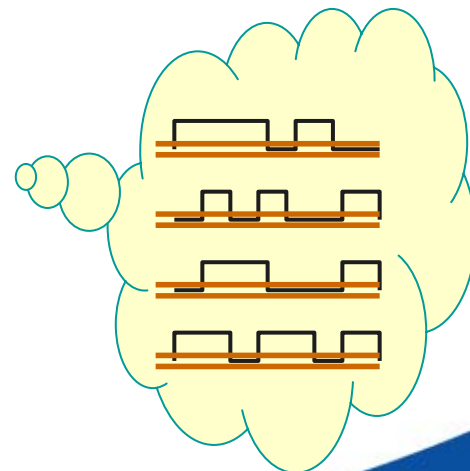
zhoudesuo@datangmobile.cn

2005年7月

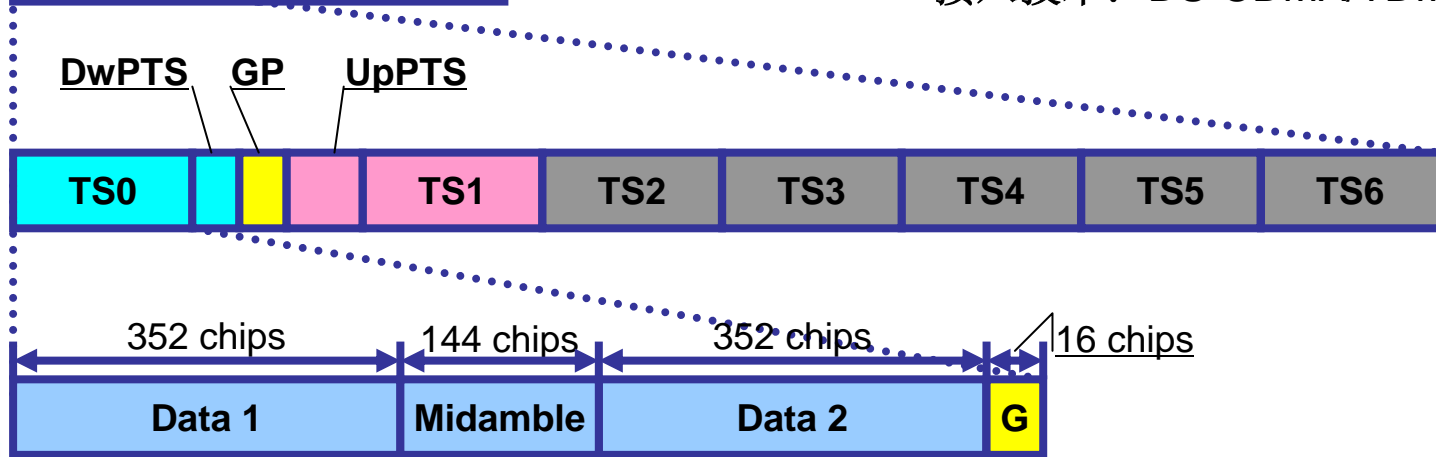
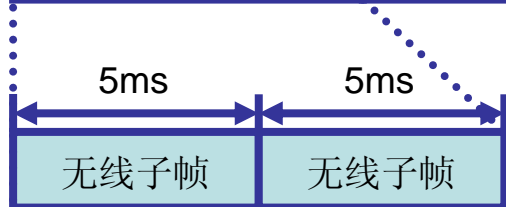
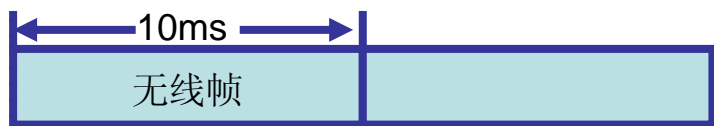
TD-SCDMA系统主要关键无线技术



- | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|---|-----|
| ■ | 时 | 分 | 双 | 工 | 方 |
| ■ | 智 | 能 | 天 | 线 | ✓ |
| ■ | 联 | 合 | 检 | 测 | ✓ |
| ■ | 上 | 行 | 同 | 步 | ✓ |
| ■ | 接 | 力 | 切 | 换 | ✓ |
| ■ | 动 | 态 | 信 | 道 | 分 |
| ■ | 软 | 件 | 无 | 线 | 配 ✓ |
| ■ | 低 | 码 | 片 | 电 | |
| ■ | ... | ... | ... | 率 | |



TD-SCDMA系统帧结构



码片速率: 1.28 Mcps
频宽: 1.6 MHz
调制方式: QPSK/8PSK/16QAM
双工方式: TDD
接入技术: DS-CDMA/TDMA/FDMA

第一转换点位于**GP**，第二转换点位于**TS_i**结束点， $i \geq 1$

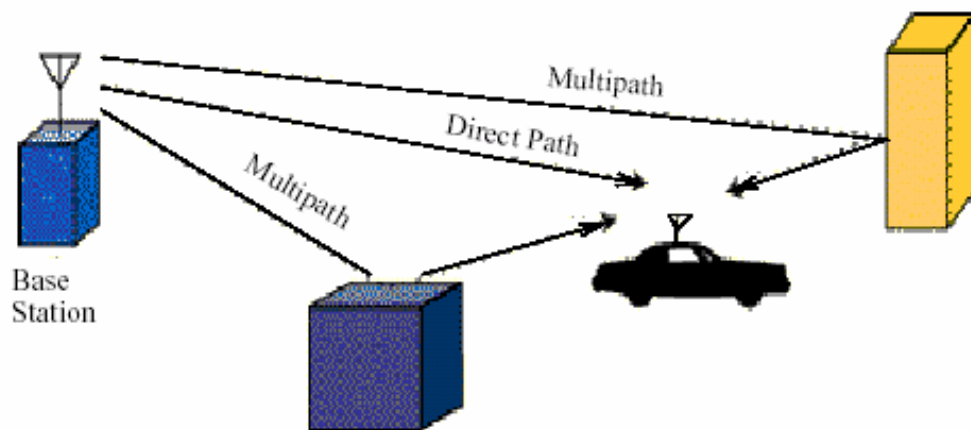
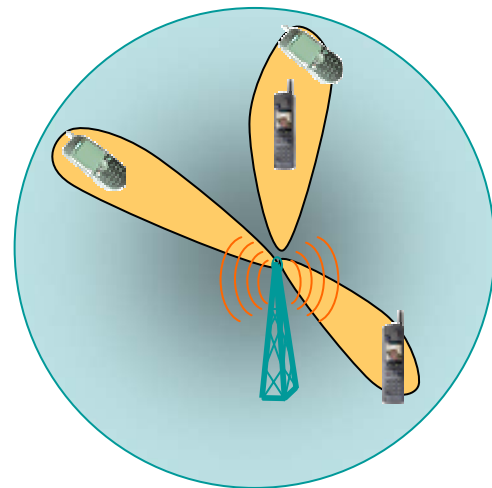
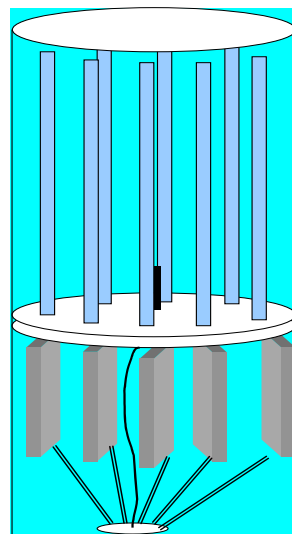
下行
 上行
 上/下行
 保护间隔

关键技术之一：智能天线

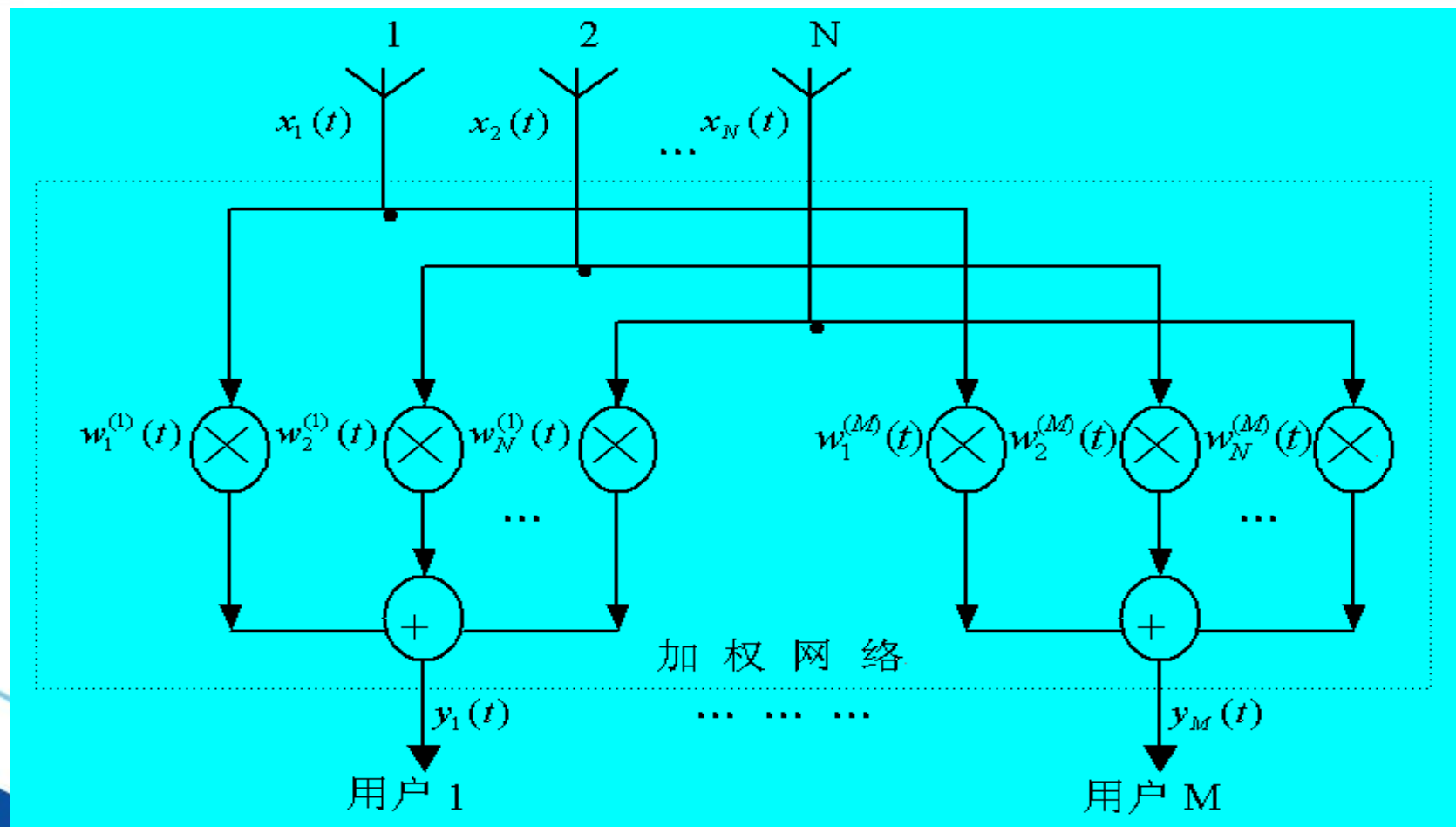
- 智能天线基本概念与原理
- 智能天线实现方式和关键点
- 智能天线具有的优势
- 智能天线对设备和系统的影响

智能天线基本概念与原理

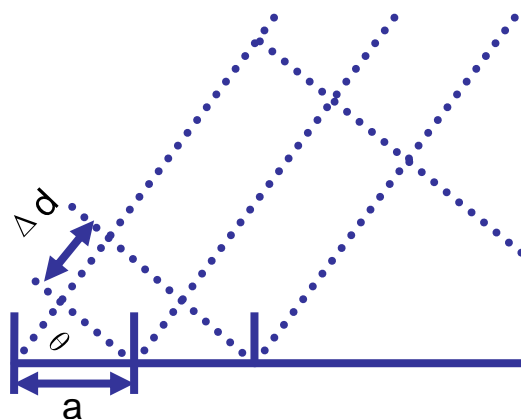
- 智能天线是由多根天线
阵元组成天线阵列
- 智能天线的原理是通过调节各阵元信号的加权幅度和相位来改变阵列天线的方向图，从而抑制干扰，提高信干比。
- 能实现天线和传播环境与用户和基站之间的最佳匹配。



智能天线组成结构



智能天线数学原理



$$\Delta d = a \cdot \cos \theta$$

$$\Delta \phi = 2\pi \Delta d / \lambda$$

无波束赋形

$$S(t) = A e^{j\phi} \sum e^{jk \Delta \phi}$$

波束赋形

对每个天线阵元信号相位
加权，对第k根阵元加权相位
 $e^{-jk \Delta \phi}$

$$S(t) = K \cdot A e^{j\phi}$$

功率叠加

幅度叠加

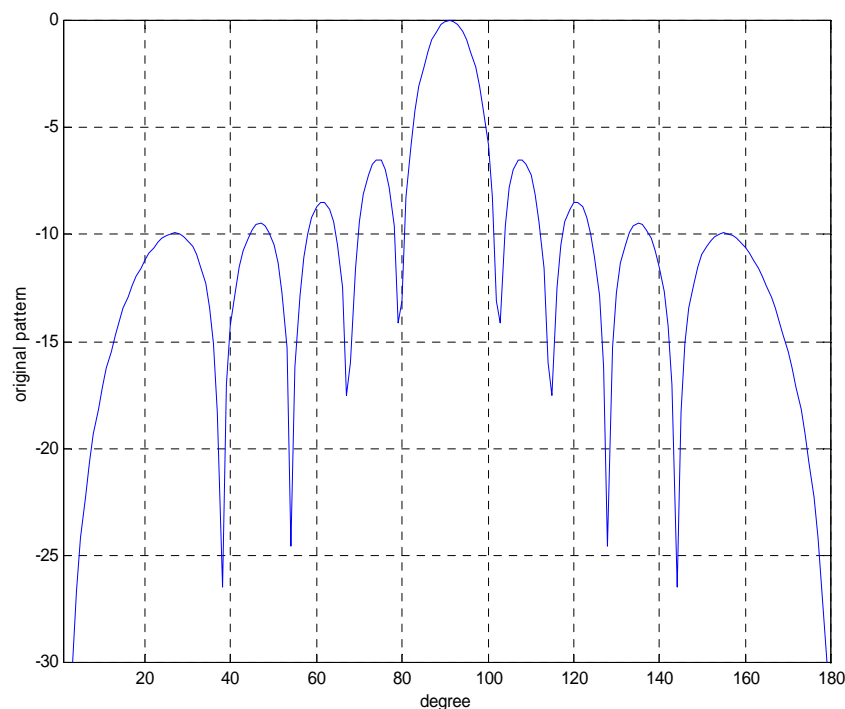
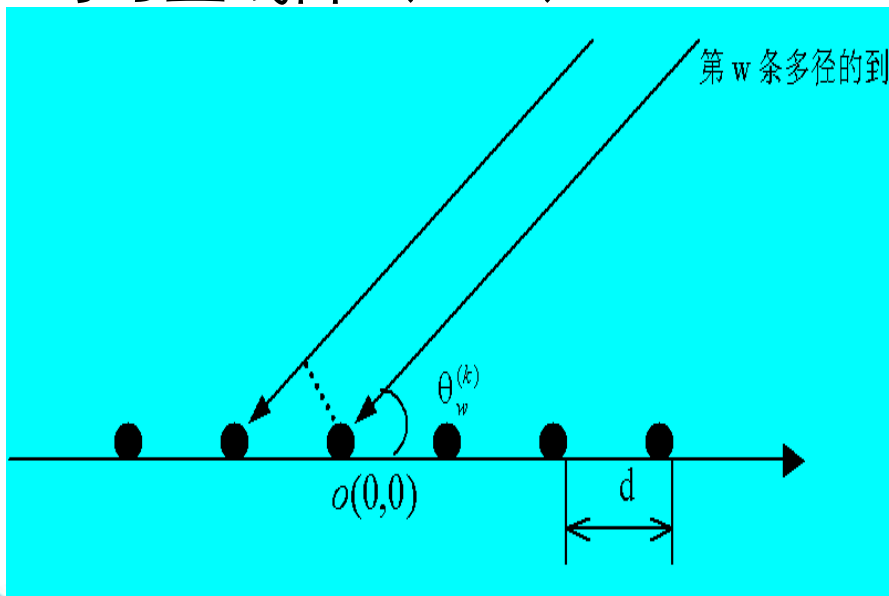
阵列类型

- 从维数来看：线阵/面阵
- 从形状来看：直线阵/弧线阵
- 从阵元间距来看：均匀/非均匀阵

实现方式之一：均匀直线阵

方向向量 (1)

均匀直线阵 (ULA)

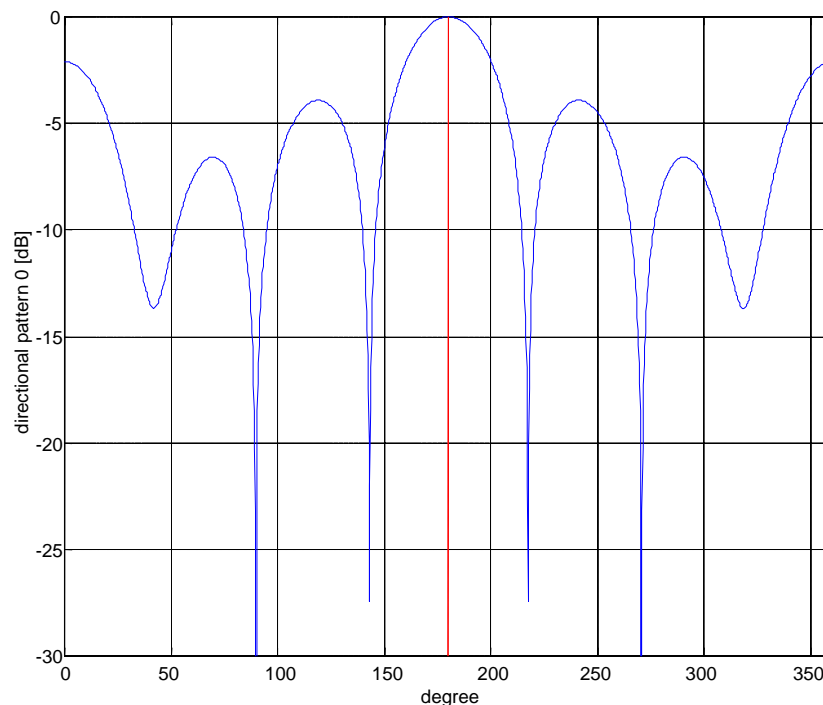
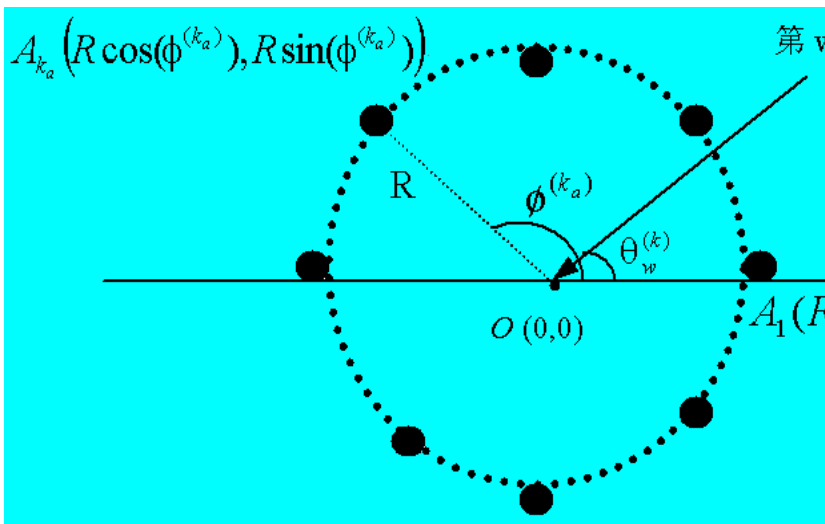


$$\mathbf{a}(\theta_w^{(k)}) = \left(1 \cdots e^{j \frac{2\pi(k_a-1)d}{\lambda} \cos(\theta_w^{(k)})} \cdots e^{j \frac{2\pi(K_a-1)d}{\lambda} \cos(\theta_w^{(k)})} \right)^T$$

实现方式之二：均匀圆阵

方向向量 (2)

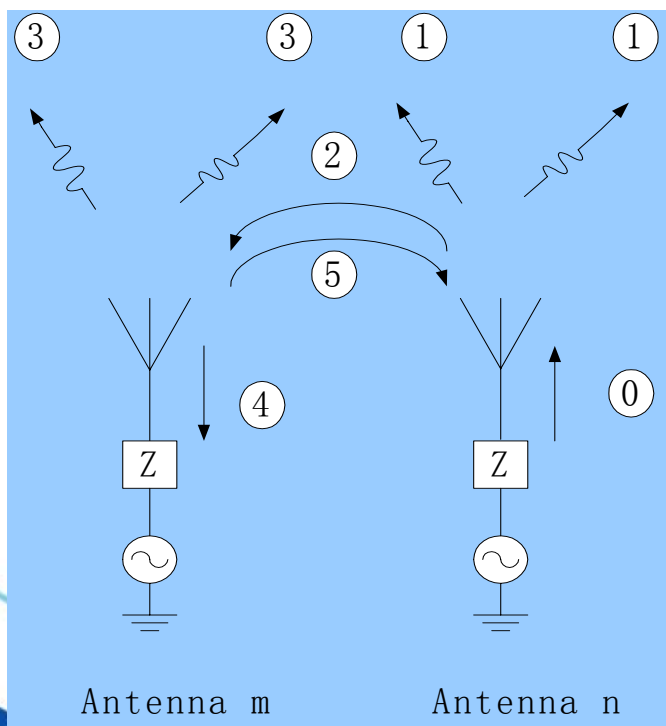
均匀圆阵 (UCA)



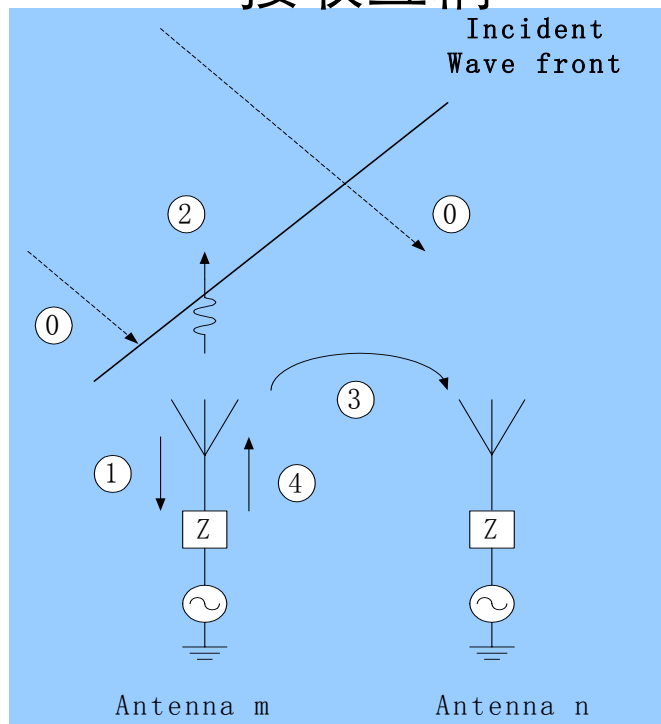
$$\mathbf{a}(\theta_w^{(k)}) = \begin{pmatrix} e^{j\frac{2\pi R}{\lambda}\cos(\theta_w^{(k)} - \phi^{(1)})} & \dots & e^{j\frac{2\pi R}{\lambda}\cos(\theta_w^{(k)} - \phi^{(k_a)})} & \dots & e^{j\frac{2\pi R}{\lambda}\cos(\theta_w^{(k)} - \phi^{(K_a)})} \end{pmatrix}^T$$

实现关键点之一：去耦

发射互耦



接收互耦



分析方法：IEMF、MOM、AEP

互耦的影响

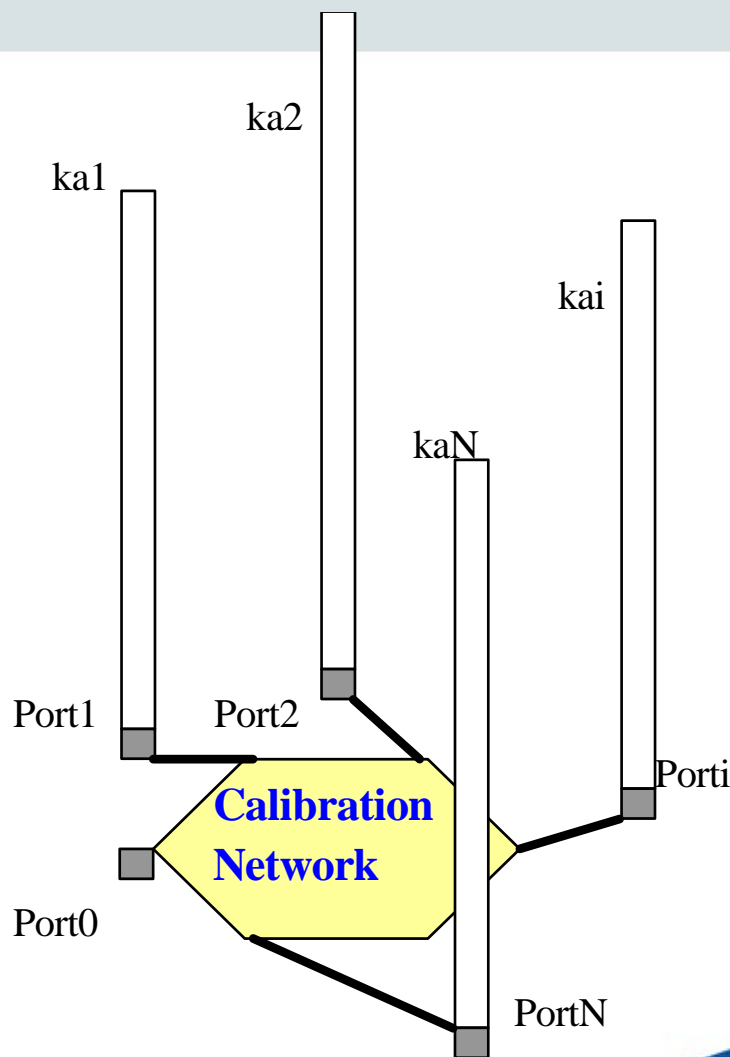
- 对赋形的影响：导致副瓣增大
- 对DOA估计的影响：影响MUSIC谱
- 对小区容量的影响：降低用户数

实现关键点之二：校准

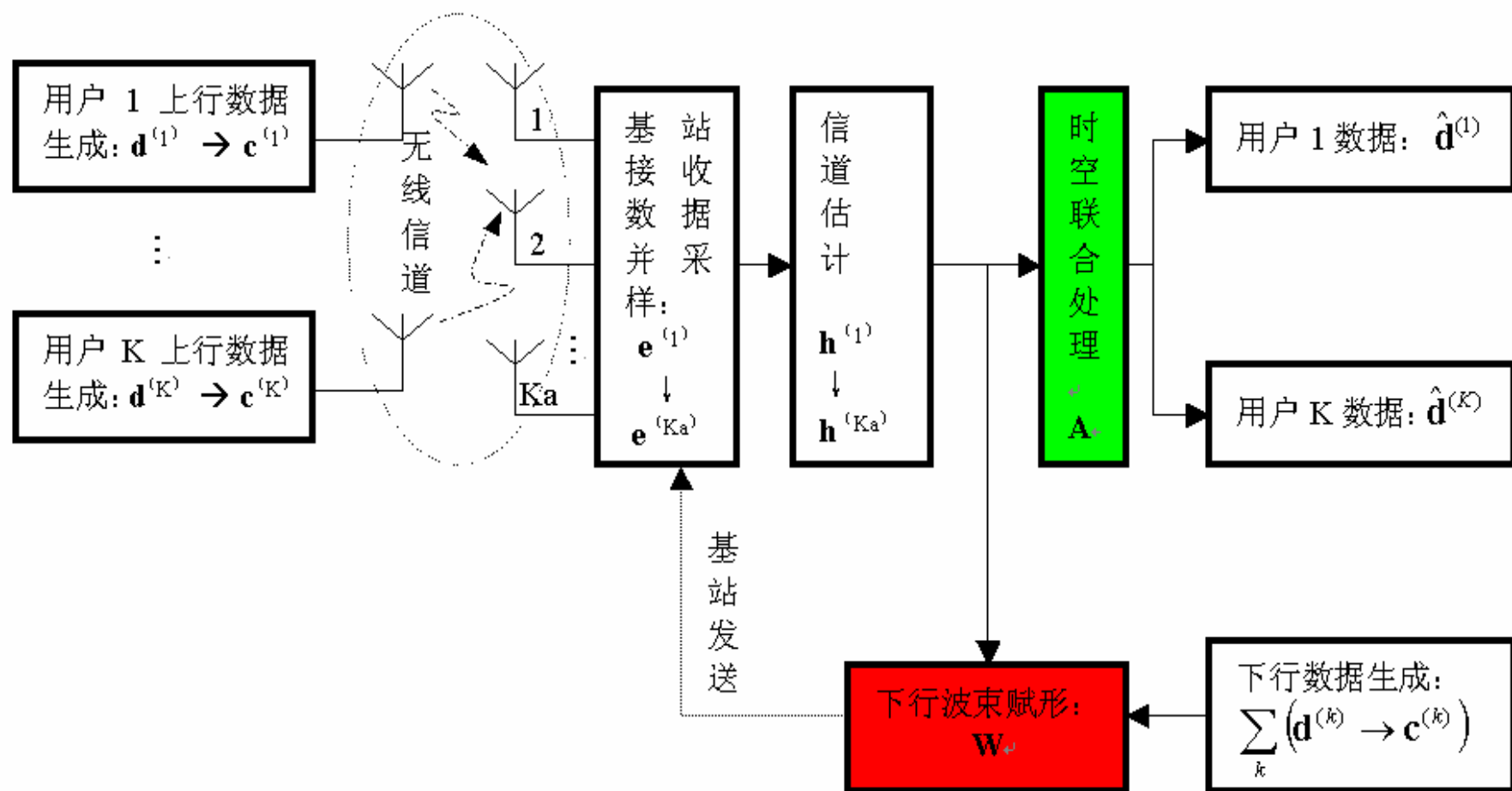
校准必要性：为了使智能天线能准确地接收和发射信号，必须要保证各阵元的射频馈电缆和射频收发信机之间基本没有区别，这需要对每条发射及接收链路进行相位及幅度补偿，即射频校准。

校准方法

- 采用导频天线
- 采用校准网络
- 自校准

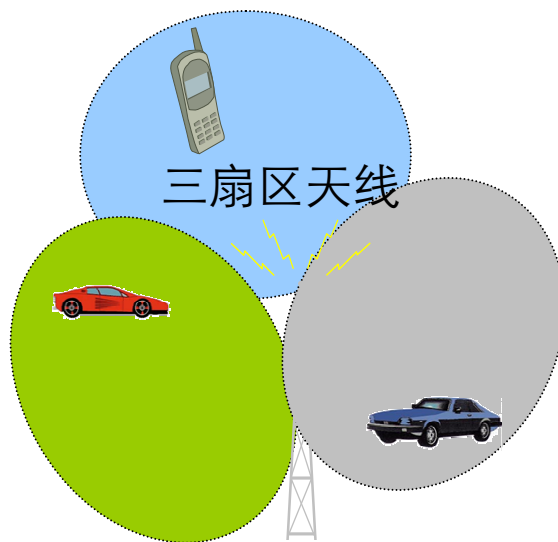
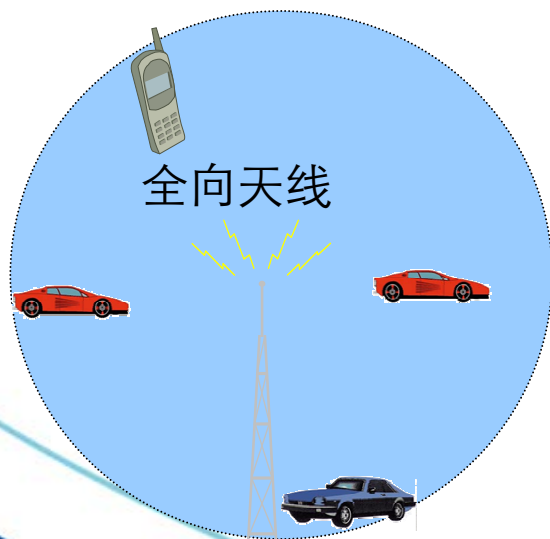


在上、下行链路中的应用



与其它天线方式特点的比较

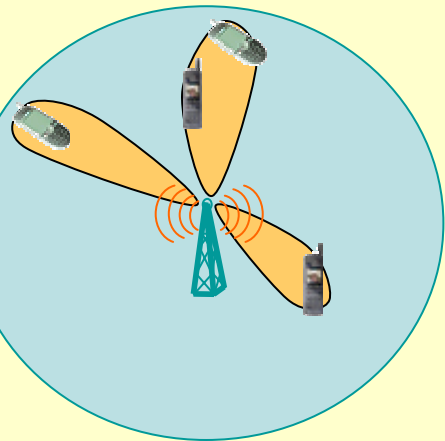
- 全向天线
- 扇区天线
- 空间分集天线
- 自适应天线



智能天线的优势

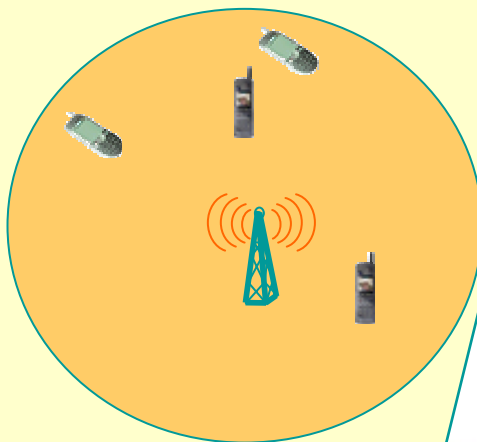
使用智能天线 ...

- ✓ 能量仅指向小区内处于激活状态的移动终端
- ✓ 移动终端在整个小区内处于受跟踪状态



不使用智能天线 ...

- ✓ 能量分布于整个小区内
- ✓ 在没有激活状态的移动终端的地区内，干扰并没有得到减少



智能天线的优势

- ✓ 提高了基站接收机的灵敏度
- ✓ 提高了基站发射机的等效发射功率
- ✓ 降低了系统的干扰
- ✓ 增加了**CDMA**系统的容量
- ✓ 改进了小区的覆盖
- ✓ 降低了系统的成本

智能天线的优越性（1）

- 提高基站接收机的灵敏度 ($10\lg N$ dB)
- 提高基站发射机的等效发射功率 ($20\lg N$ dB)

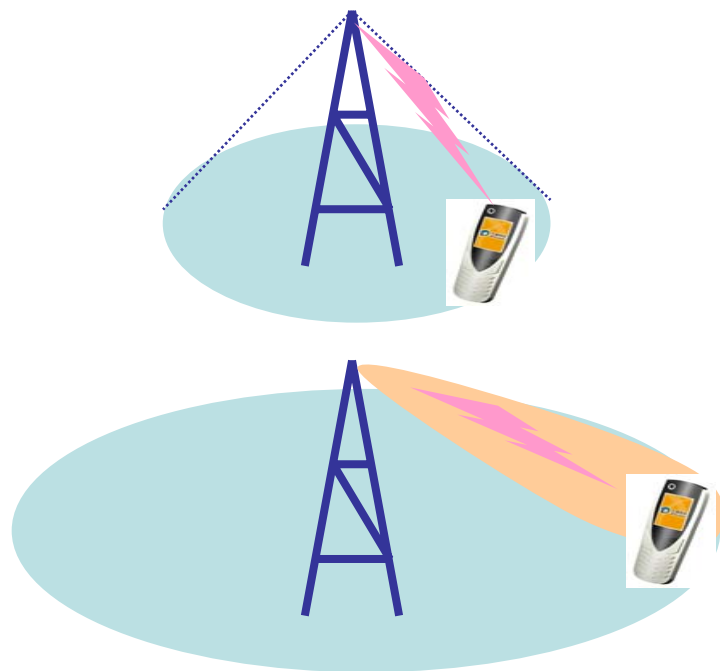
智能天线的优越性（2）

改进了小区覆盖：

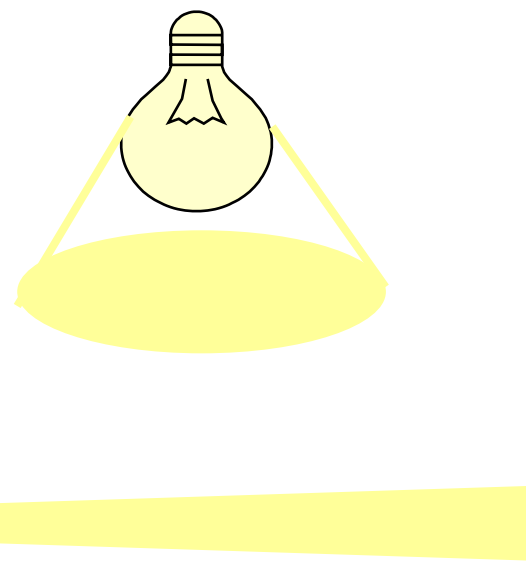
（1） 对使用普通天线的无线基站，其小区的覆盖完全由天线的辐射方向图确定。

（2） 智能天线的辐射方向图完全可以用软件来控制，使网络覆盖需要调整或由于新的建筑物等原因使原覆盖改变的情况下，均可能非常简单地通过软件来优化。

能量集中



上行：提高基站接收灵敏度
下行：能量集中，增大覆盖距离

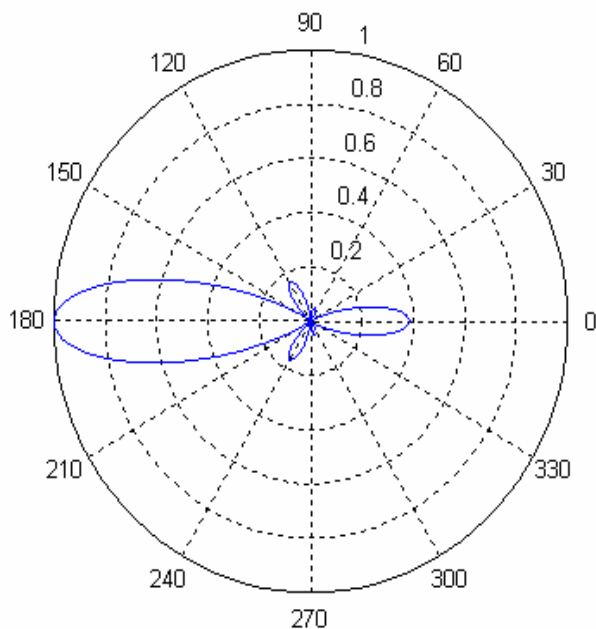


手电筒照射距离更远

智能天线的优越性（3）

降低了系统的干扰

$$\gamma = \frac{P_{\max}}{P_{\text{mean}}} = \frac{\max(P(\theta))}{\text{mean}(P(\theta))} = \frac{\max(P(\theta))}{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P(\theta_n)}$$



$$\gamma = 6.2351 = 8(dB)$$

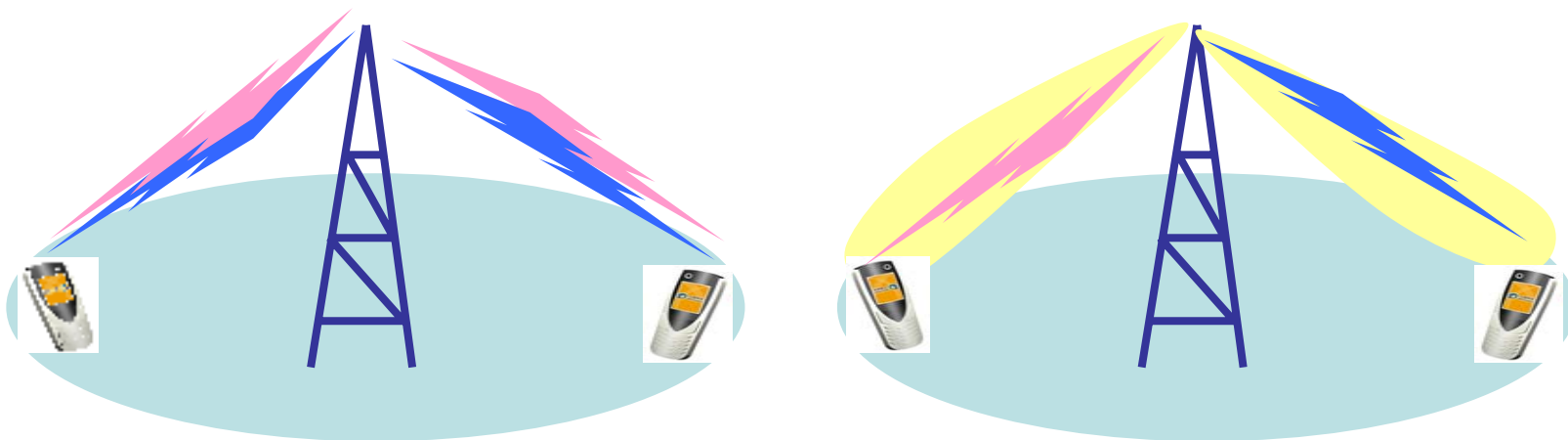
干扰抑制度

智能天线的优越性（4）

增加了接收信噪比：

$$Gain_{Array} = \frac{SINR_{Array,Out} / SINR_{Array,In}}{SINR_{1,Out} / SINR_{1,In}} = \frac{SINR_{Array,Out}}{SINR_{1,Out}} = M$$

干扰抑制



上行: 基站接收信号有方向性, 对接收方向以外干扰有很强的抑制作用

下行: 波束赋形后低旁瓣泄漏大大减小对小区内/小区间其他用户信号的干扰

智能天线的优越性（5）

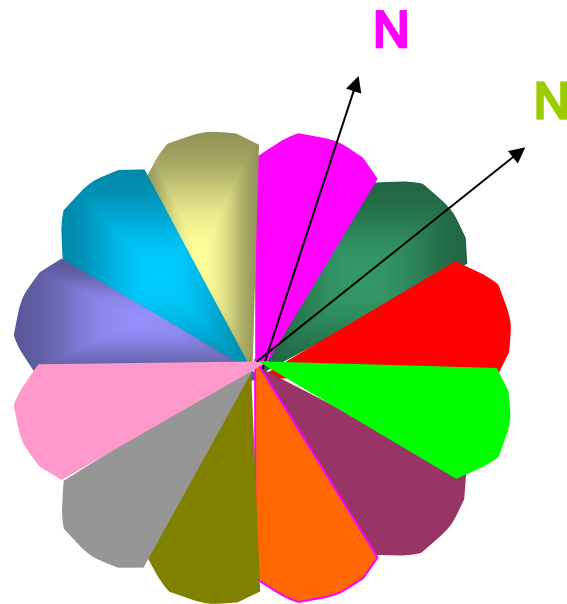
增加了CDMA系统的容量：

全向小区容量： **N**

三扇区容量： **$3N$**

智能天线赋形小区容量： **$5 \sim 6N$**

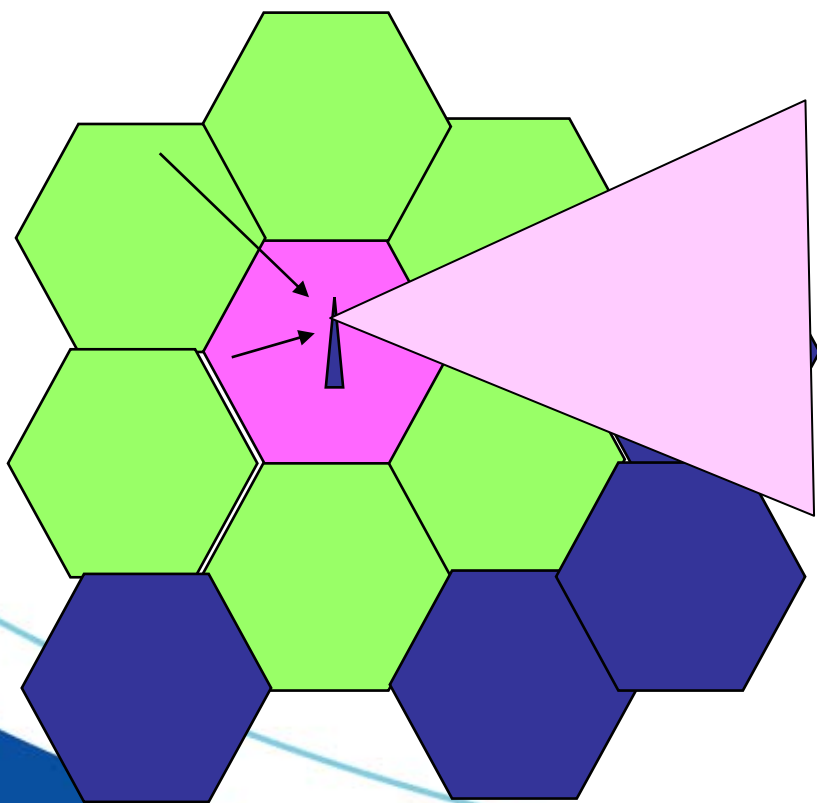
空分多址小区容量： **$L \times N$**



$$L \leq \frac{m}{2} \cdot \left(10 \lg(SF) - \frac{E_b}{N_0} \right)$$

智能天线的优越性（6）

智能天线小区的容量计算

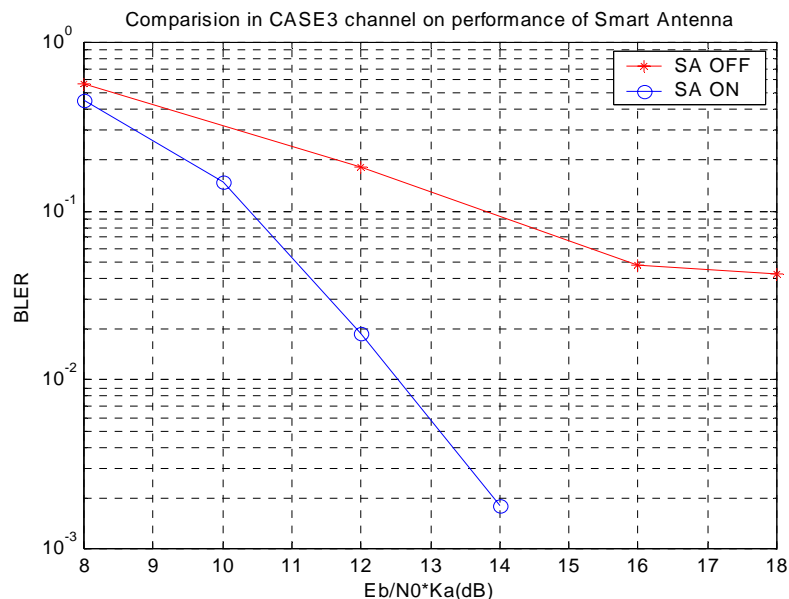


$$\frac{E_b}{N_0} \leq 10 \lg(SF) + \frac{E_b}{N_0 + \frac{2(L-1)E_b}{m}}$$

$$\approx 10 \lg(SF) - \lg\left(\frac{2L}{m}\right)$$

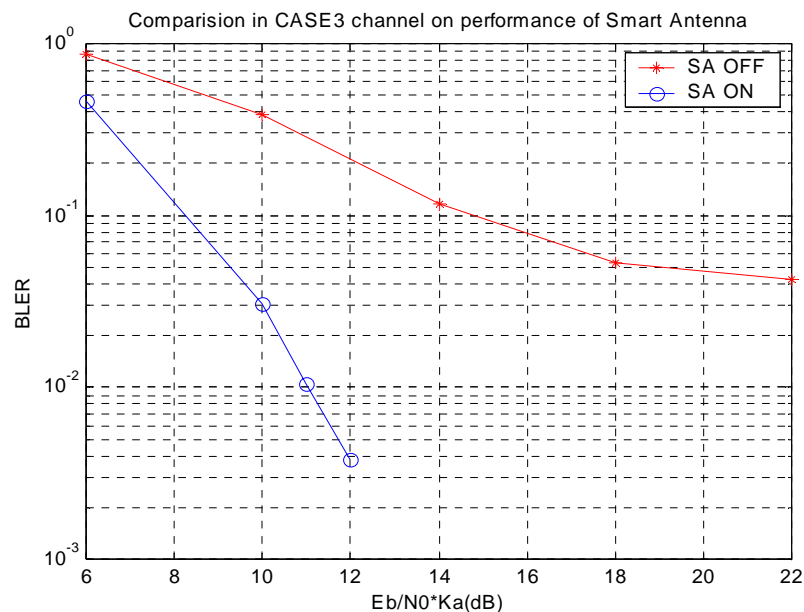
$$L \leq \frac{m}{2} \cdot \left(10 \lg(SF) - \frac{E_b}{N_0} \right)$$

上行链路智能天线增益



上行链路多天线接收产生链路性能增益

下行链路智能天线增益

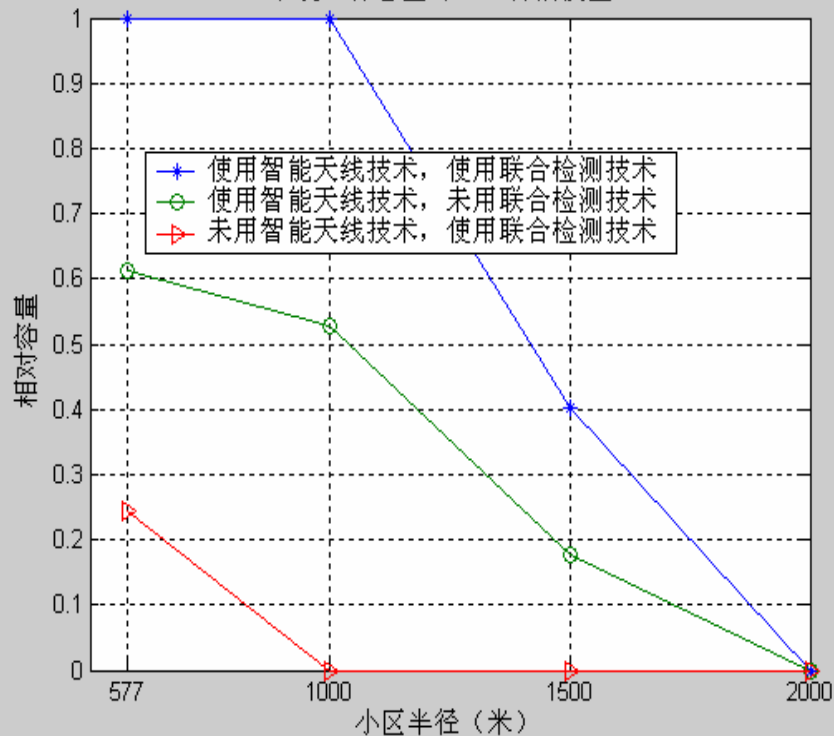


下行链路波束赋形产生链路性能增益 (约6dB)

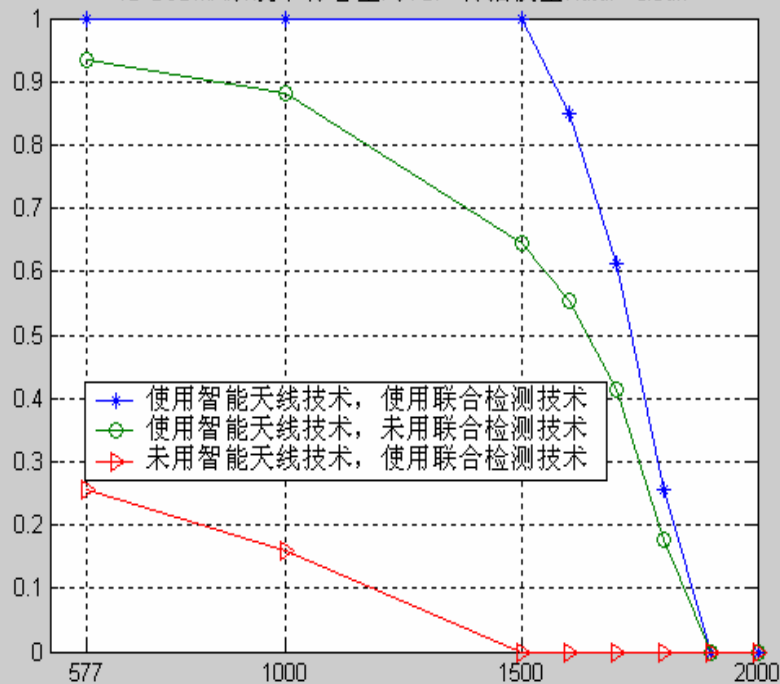
8用户（满码道）的性能：不使用智能天线技术，误块率只能降到0.05左右，不能满足QOS要求；采用智能天线技术后，误块率能够降到 10^{-3} 量级，性能得到明显改善

智能天线/系统容量增强

TD-SCDMA系统上行容量对比, 传播模型Hata, urban



TD-SCDMA系统下行容量对比, 传播模型Hata, urban



智能天线的优越性 (7)

实现单基站定位

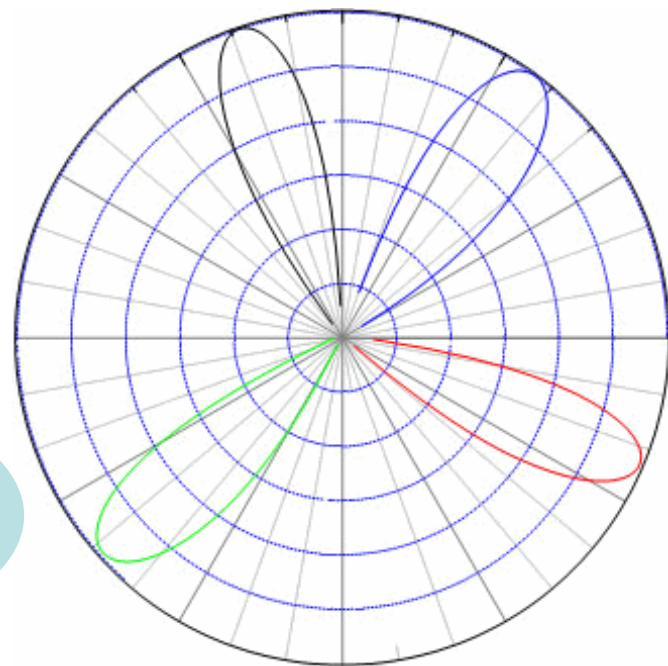
用户的定位 (DOA)

估计每个用户的主到达方向

估计每个用户的各多径的到达方向



基于智能天线的单小区
定位，无需GPS、只需
一个小区参与定位，是
最经济的定位方式



智能天线定位方法

- 波束扫描法
- 特征值分解法

智能天线对设备和系统的影响

- 智能天线对设备的影响
- 智能天线系统性能的影响

智能天线对设备的影响

- 降低了实现复杂
- 增加设备可靠性
- 降低了无线基站的成本

智能天线系统性能的影响

- 增加小区覆盖
- 增加系统容量
- 改善链路质量
- 改善频谱效率
- 减低**RRM**复杂性
- 降低系统成本

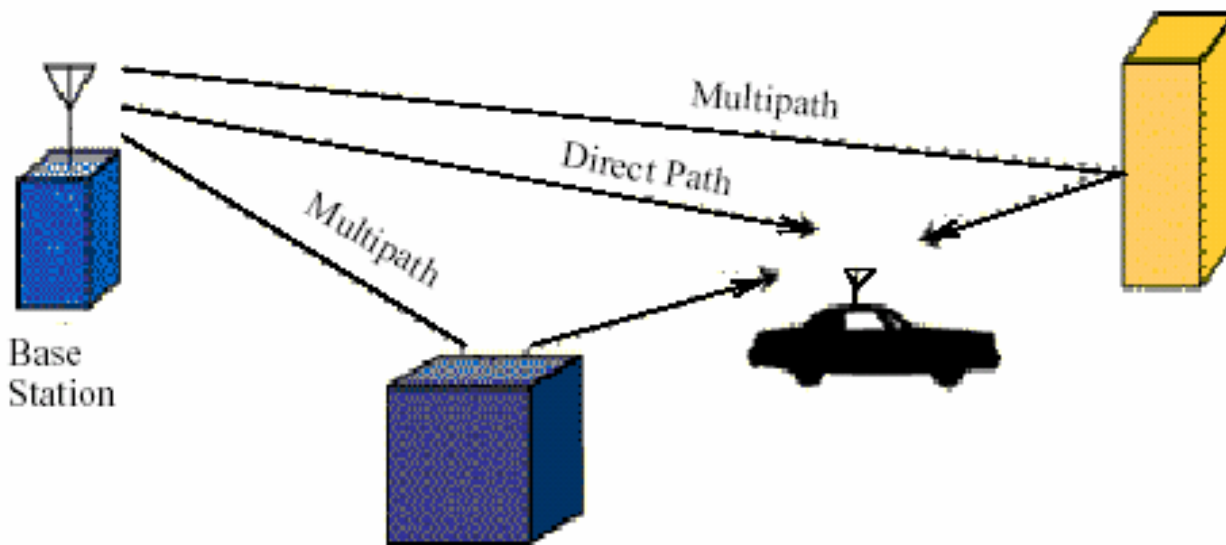
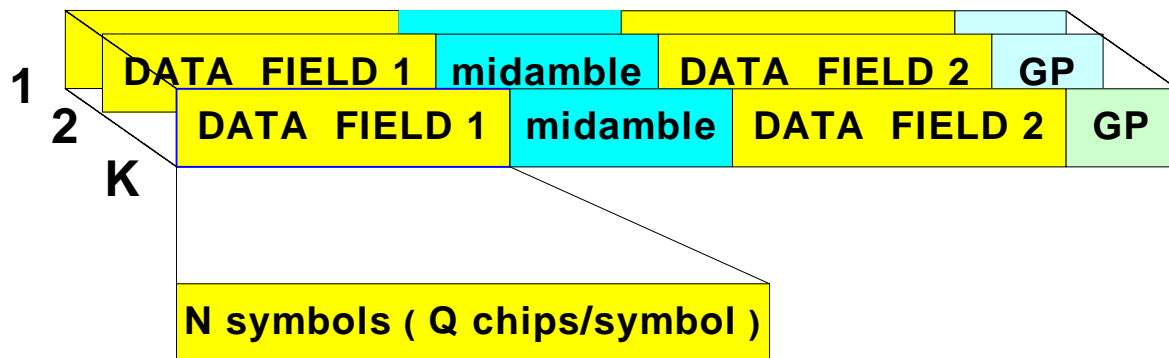
Q&A



关键技术之二：联合检测

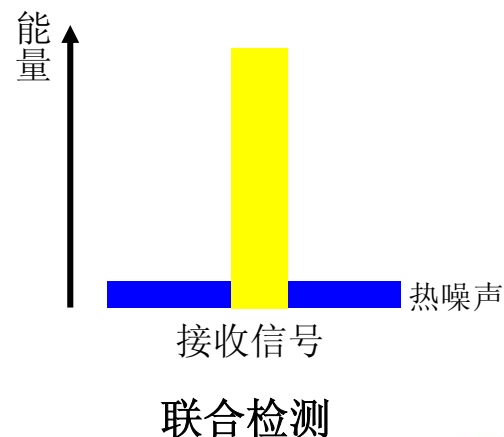
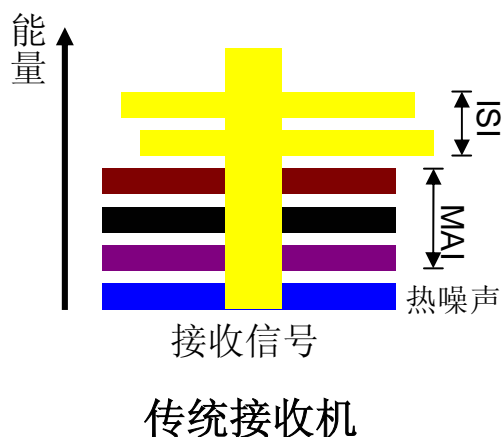
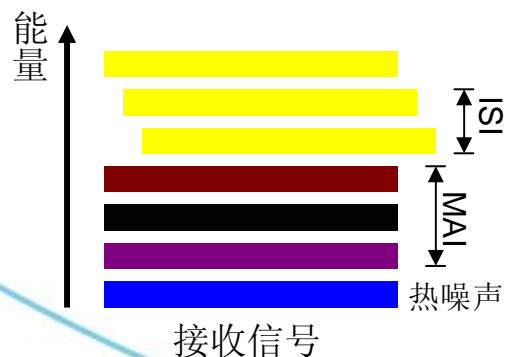
- 联合检测基本概念
- 联合检测系统模型
- 联合检测信道估计方法
- 信号检测算法
- 联合检测优势

联合检测基本概念(1)

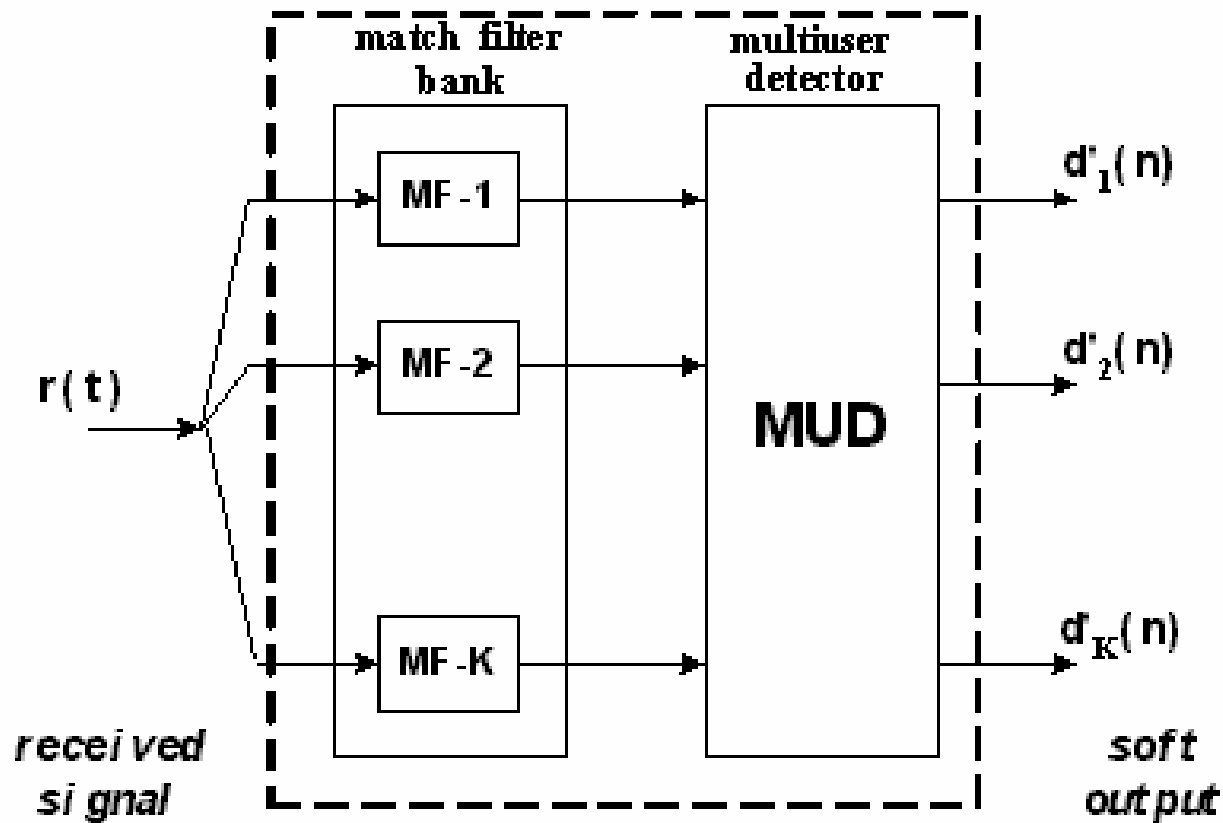


联合检测基本概念(2)

- 利用接收到的多个用户的信号，实现目标用户信号的判决
- 优势
 - 抑制ISI（符号间干扰）与MAI（多址干扰）
 - 抑制远近效应，降低功率控制要求



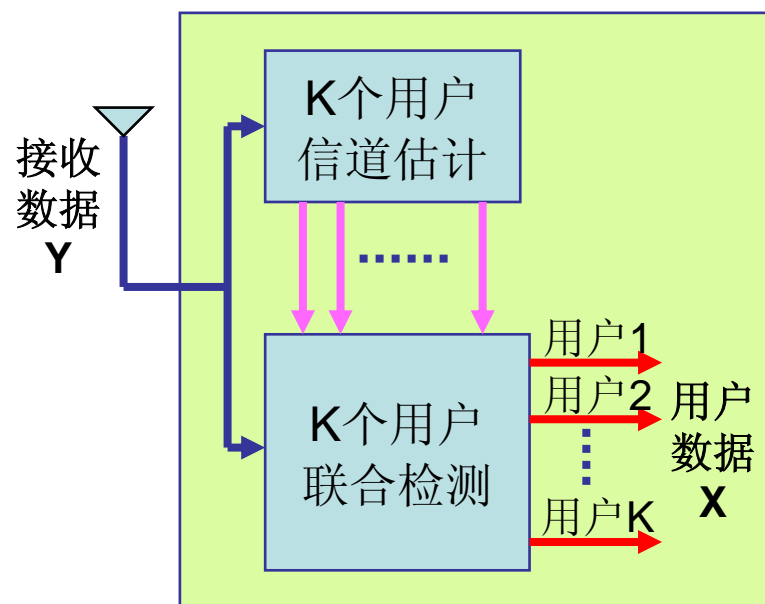
联合检测基本概念(3)



联合检测实现原理

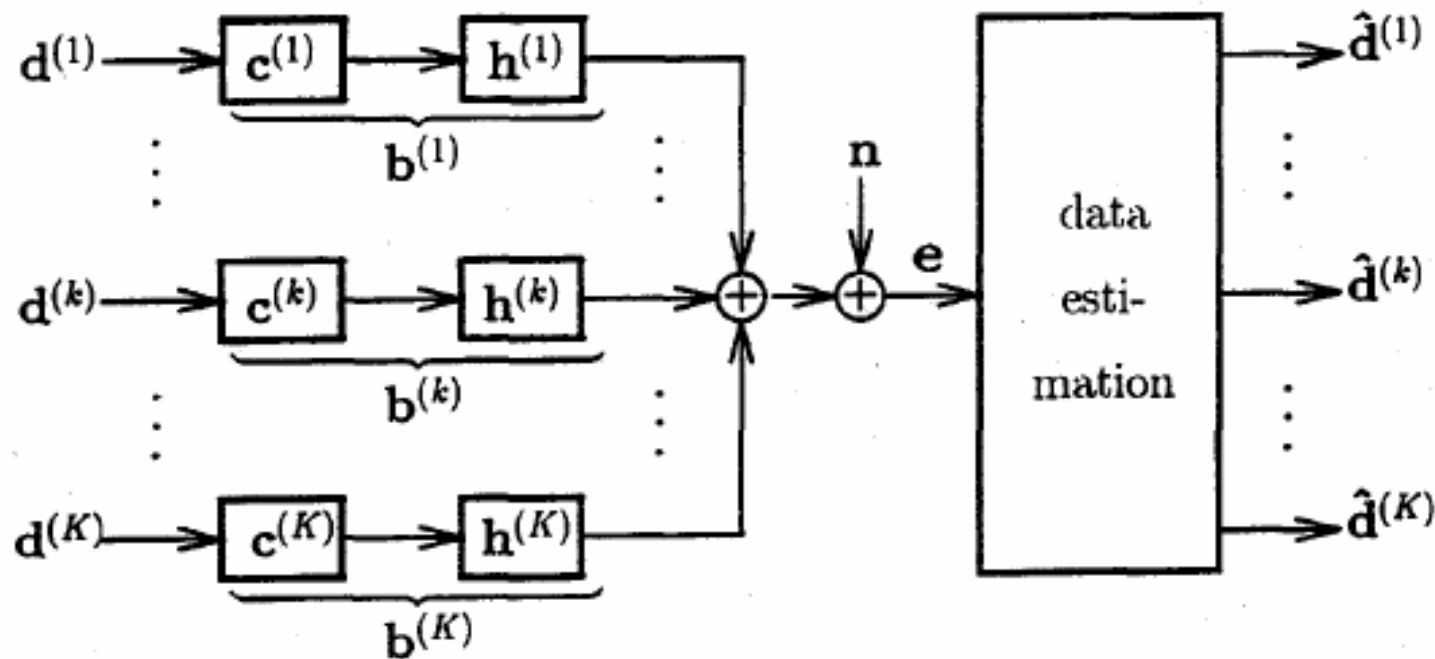
- 原理:

- 充分利用对多用户信道的估计, 根据某种信号估计准则, 估计同时工作的多个码道的用户信息, 在多个用户中检测、提取出所需的用户信号



$$Y = AX + N, \text{ 信号检测理论}$$

联合检测系统模型(1)

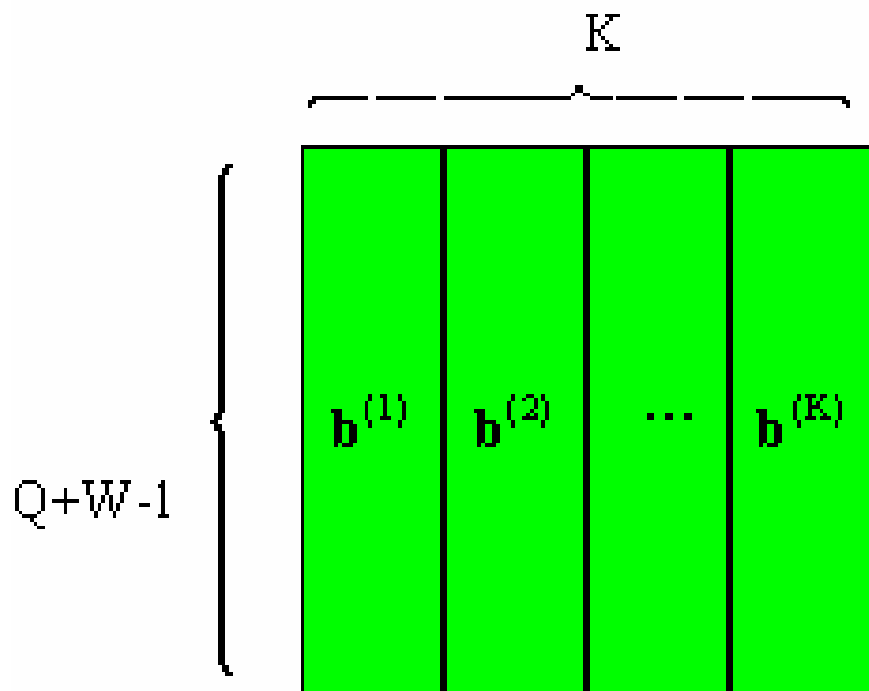


$$\mathbf{e} = \mathbf{A}\mathbf{d} + \mathbf{n}$$

联合检测系统模型(2)

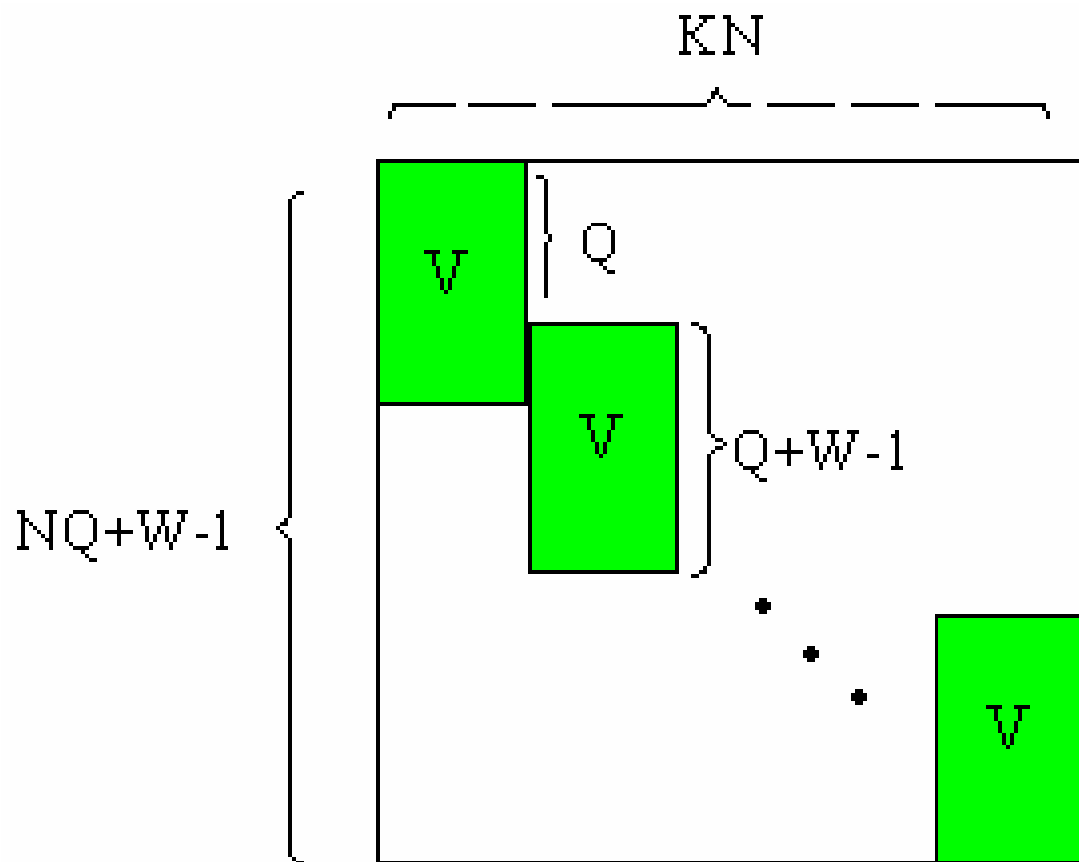
$$\mathbf{V} = \left(\mathbf{b}^{(1)} \ \mathbf{b}^{(2)} \ \dots \ \mathbf{b}^{(K)} \right)$$

V矩阵:

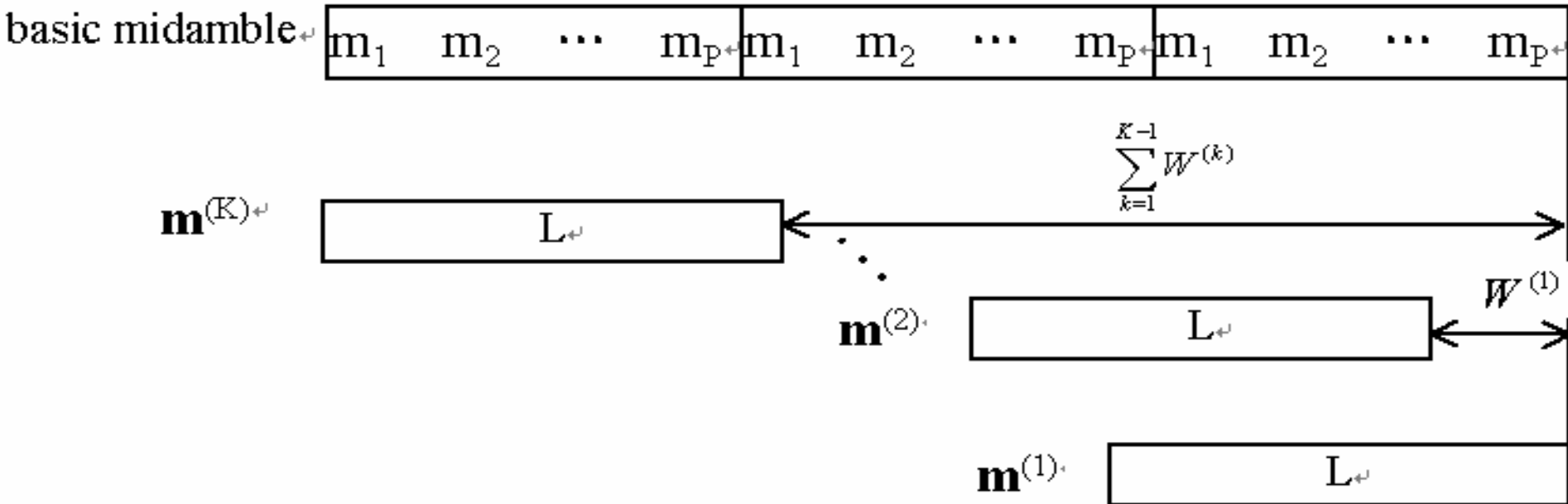


联合检测系统模型(3)

A矩阵:



联合检测信道估计(1)



$$\mathbf{m} = (m_1 \ m_2 \ \dots \ m_P)$$

$$m_i^{(k)} = m_{\left(i + P - W_{\max} - \sum_{j=1}^{k-1} W^{(j)} - 1 \right) \% P + 1}$$

$$\mathbf{m}^{(k)} = (m_1^{(k)} \ m_2^{(k)} \ \dots \ m_L^{(k)})$$

$$; i = 1 \dots L, k = 1 \dots K$$

联合检测信道估计(2)

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{h}} &= \left(\mathbf{G}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{G}\right)^{-1} \mathbf{G}^H \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{e}_m \\ &= \mathbf{G}^{-1} \mathbf{e}_m \quad \rightarrow \quad F^{-1}\{F(\mathbf{e}_m) / F(\mathbf{m})\} \\ &= \mathbf{G}^{-1} (\mathbf{G} \mathbf{h} + \mathbf{n}_m) \\ &= \mathbf{h} + \mathbf{G}^{-1} \mathbf{n}_m\end{aligned}$$

联合检测算法

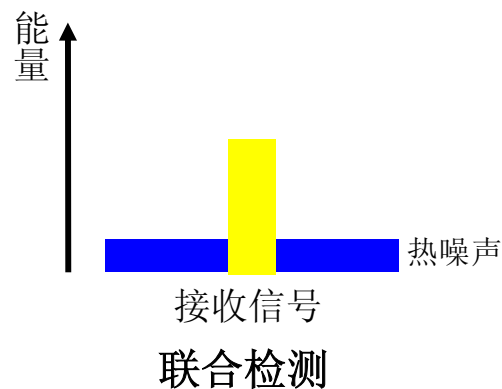
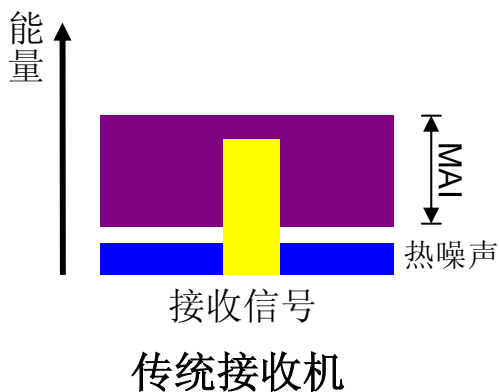
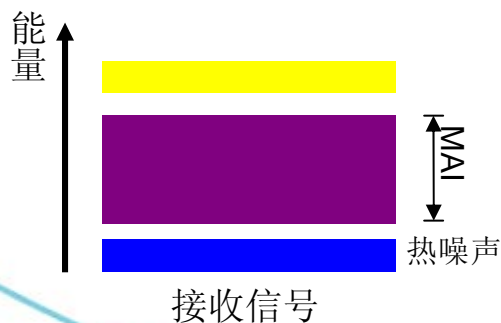
- 线性检测
 - WMF
 - ZF-BLE
 - MMSE-BLE
- 判决反馈检测
 - ZF-DF
 - MMSE-DF

联合检测优势：抗远近效应



传统接收机：
小信号被淹没

联合检测：
小信号依然能够解调

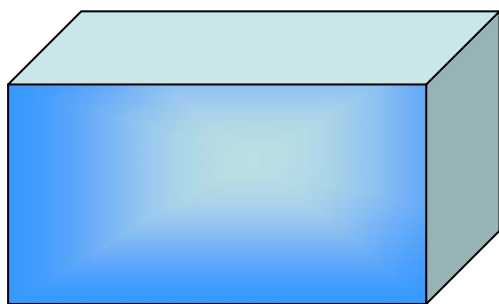


JD的TD-SCDMA实现优势

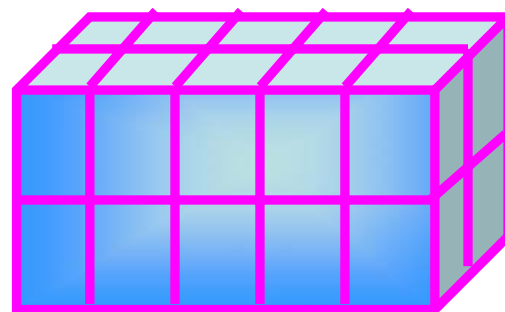
每时隙内码道数少

上行同步

计算量小!



大的家具



组合家具

联合检测对系统和设备的影响

- 对系统的影响
- 对设备的影响

Q&A



关键技术之三：接力切换

- 接力切换基本概念与原理
- 接力切换实现过程和关键点
- 接力切换具有的优势
- 接力切换对设备和系统的影响

接力切换基本概念与原理

- 接力切换基本定义：接力切换使用上行预同步技术，在切换过程中，UE从源小区接收下行数据，向目标小区发送上行数据，即上下行通信链路先后转移到目标小区。
- 接力切换原理：利用上行同步技术，在切换测量期间，使用上行预同步的技术，提前获取切换后的上行信道发送时间、功率信息，从而达到减少切换时间，提高切换的成功率、降低切换掉话率的目的。
- 接力切换 (Baton Handover) 是TD-SCDMA移动通信系统的核心技术之一。

接力切换实现过程

①测量过程

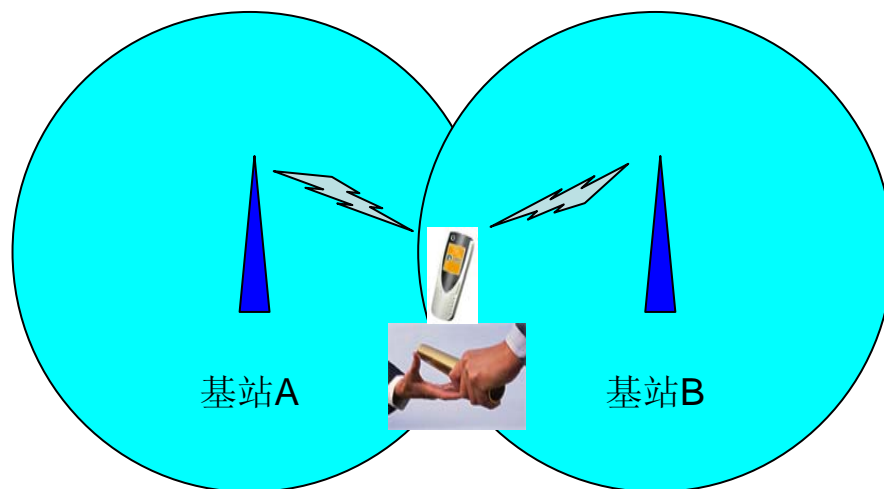
①预同步过程

②判决过程

③执行过程

接力切换实现关键点

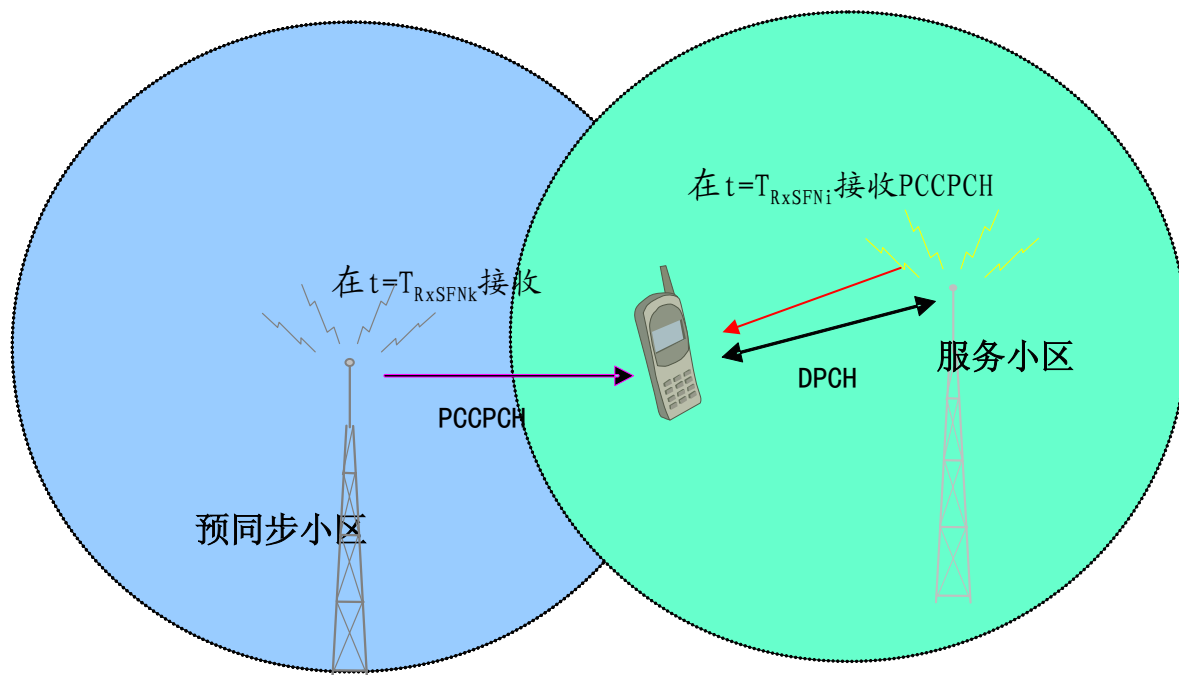
- **UE**上行预同步
- 上下行分别转移



接力切换关键--预同步(1)

开环预同步:

开环预同步中移动台只是通过接收到的信息计算上下行同步时间。



接力切换关键--预同步(2)

*同步*小区的观测时差计算:

$$\text{SFN-SFN OTD} = \text{TRxTSk} - \text{TRxTSi}$$

*非同步*小区的观测时差计算:

$$\begin{aligned} \text{SFN-SFN OTD} = \\ \text{Offset} \times 12800 + \text{TRxTSk} - \text{TRxTSi} \end{aligned}$$

接力切换关键--预同步(3)

预同步保持:

下行接收DwPTS时间调整量

$$\Delta = t_d - t_{d0}$$

上行UpPCH时间提前量

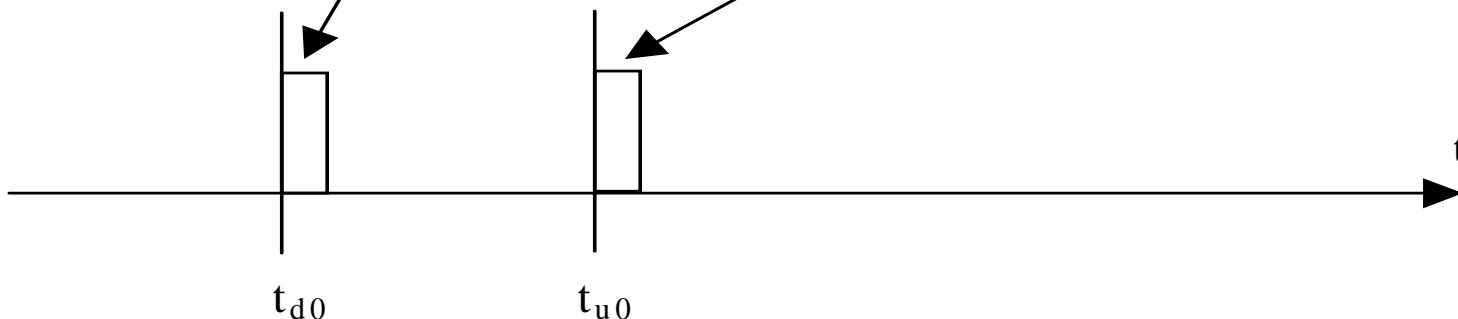
$$t_u = t_{u0} - 2\Delta$$

接力切换关键--预同步(4)

同步建立时

目标基站的 DwPTS

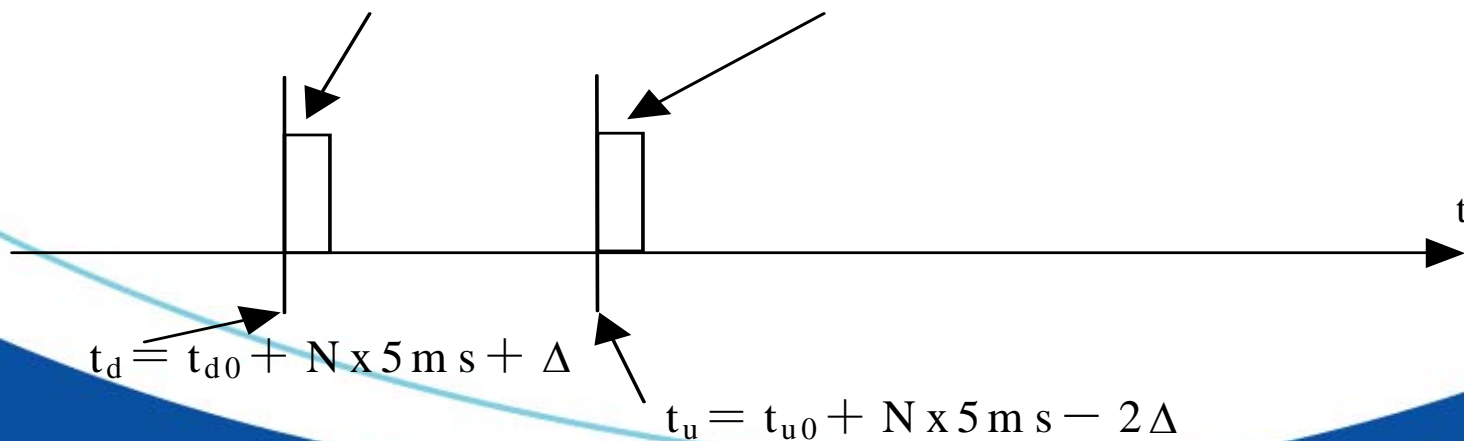
终端的 UpPTS



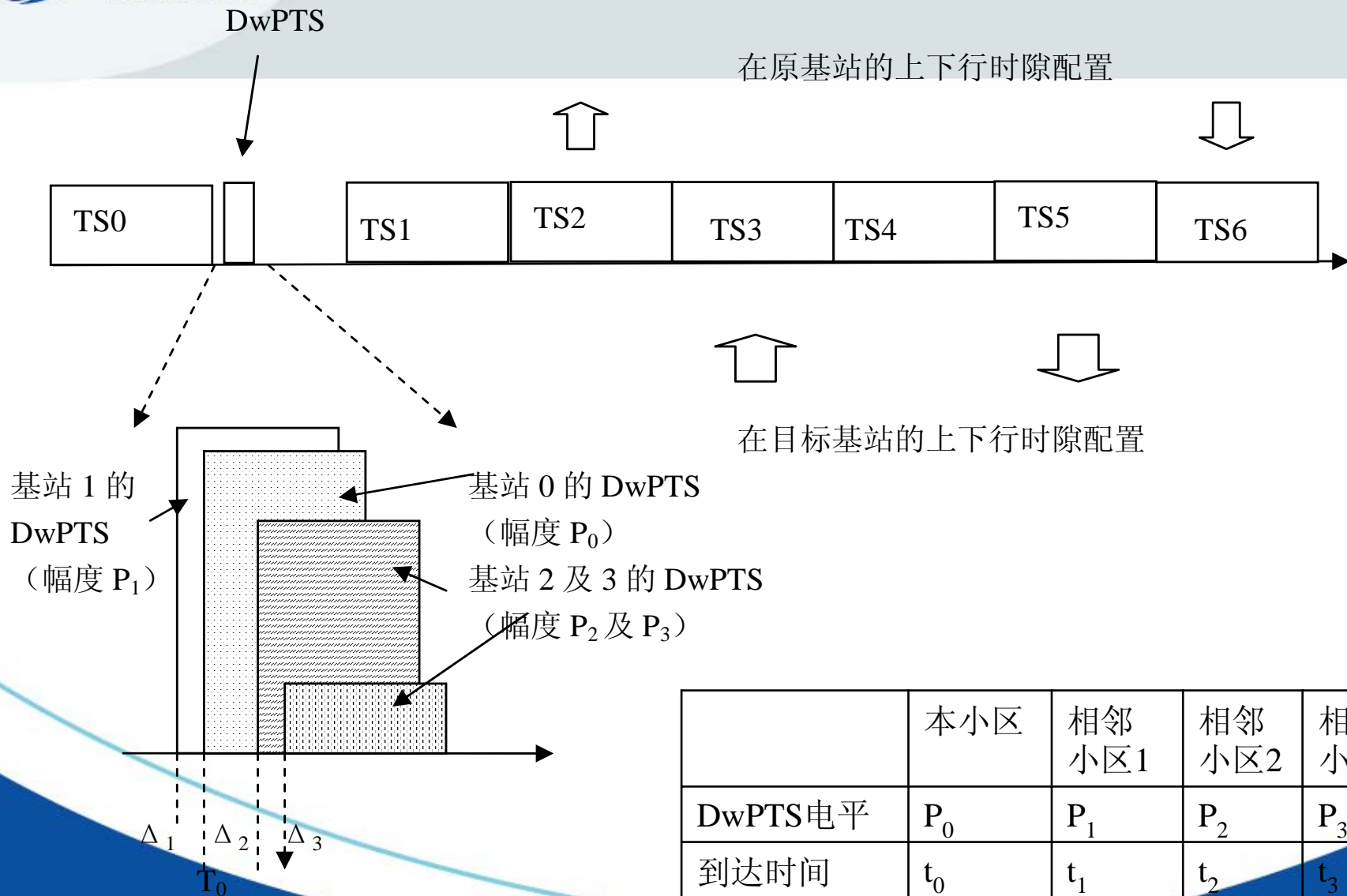
在 $N \times 5\text{ms}$ 后

目标基站的 DwPTS

终端的 UpPTS



接力切换关键_UE测量



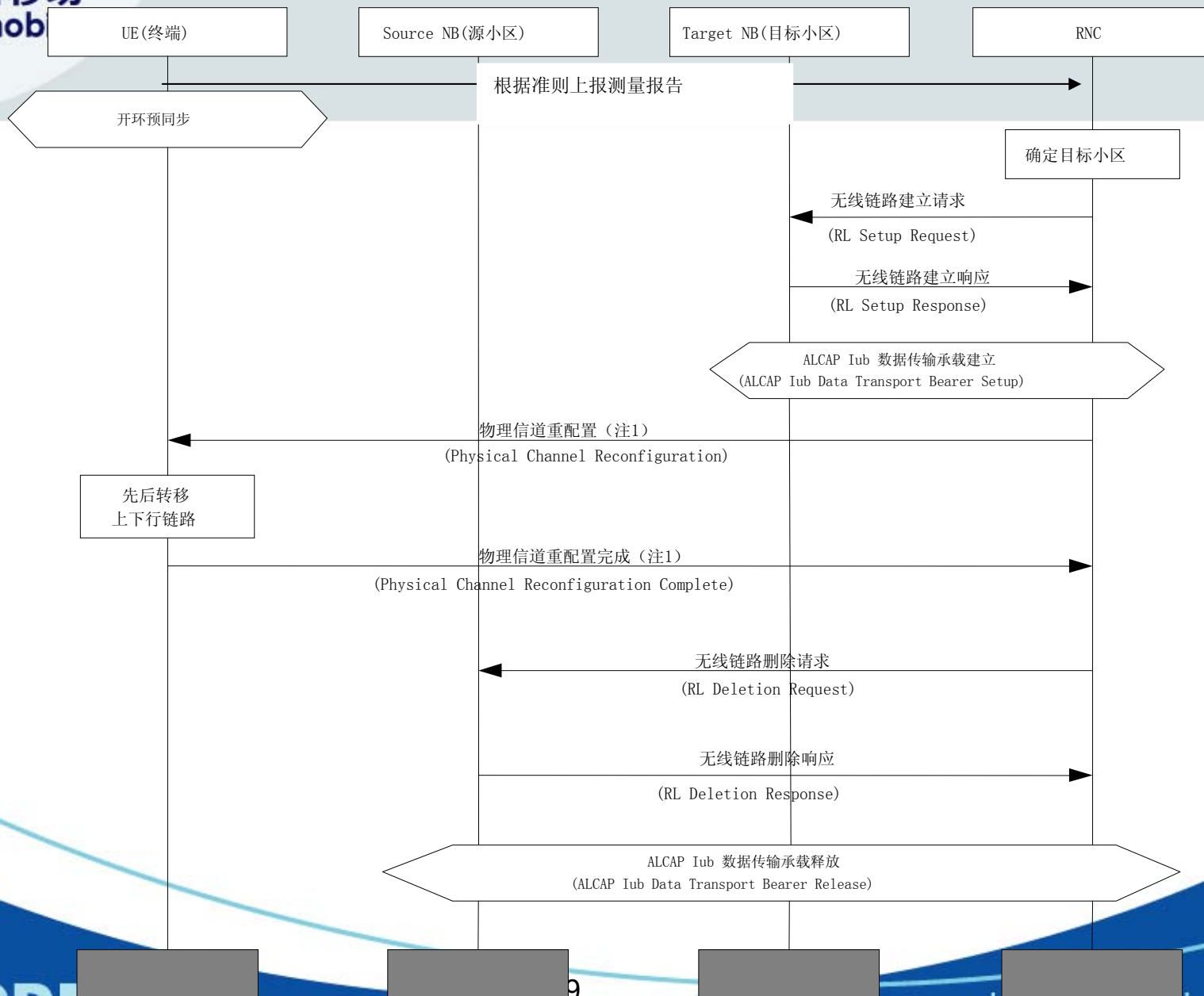
接力切换过程—判决

- 1.切换判决过程主要是RNC根据切换判决算法，确定移动台是否需要切换，以及切换到哪个小区。
- 2.切换判决算法主要依据移动台测量的P-CCPCH功率或信噪比，一些算法加入负荷等网络信息。
- 3.切换判决算法可以使用绝对门限、相对门限以及两种结合的方法。

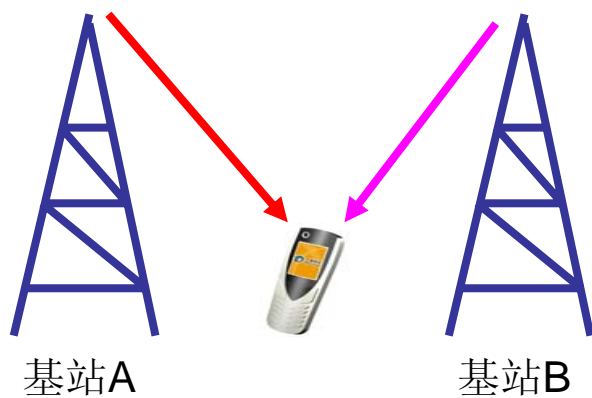
接力切换过程—执行

- 1: RNC判决移动台切换后，在目标小区为移动台分配信道。
- 2: RNC通知目标小区为移动台建立无线链路。
- 3: RNC通过Iub口同时原基站和目标基站发送数据
- 4: RNC通知UE将物理信道重配置到目标小区。
- 5: UE执行重配置，使用新的信道重配置完成。
- 6: RNC收到重配置完成后通知原服务小区将无线链路释放。

接力切换过程—信令流程



上行预同步



与基站**B**预先取得上行同步

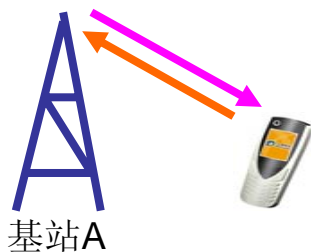
$$\Delta t = t_B - t_A$$



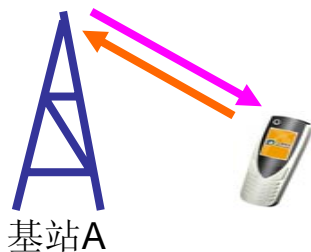
接力赛：步伐同步调整

三种切换技术比较(切换前)

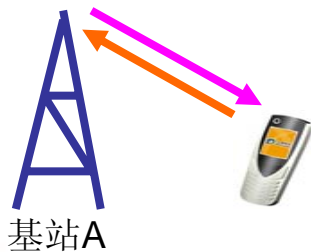
接力切换



硬切换



软切换



三种切换技术比较(切换中)

接力切换



硬切换



软切换
(长期保持)



软切换浪费资源!

三种切换技术比较(切换后)

接力切换



硬切换



软切换



接力切换优势

高切换成功率

高资源利用率

软切换 ⊕ 硬切换

接力切换充分利用同步网络优势，在切换操作前使用预同步技术，使移动台在与原小区通信保持不变的情况下与目标小区建立同步关系。

在切换操作中大大减少因失步造成的丢包，这样在不损失容量的前提下，极大的提升了通信质量。

实际测试结果已验证了接力切换的性能优势！

接力切换对设备和系统的影响

对设备的影响：未增加系统复杂性，对系统或设备能力无新增要求或需求。

对系统的影响：提高了系统切换性能，未增加系统的干扰。

	无接力切换干扰时的UE接收信噪比	有接力切换干扰时的UE接收信噪比
	-1.3741dB	-1.3453dB

信噪比仅降低了0.0288dB。

Q&A



关键技术之四：动态信道分配

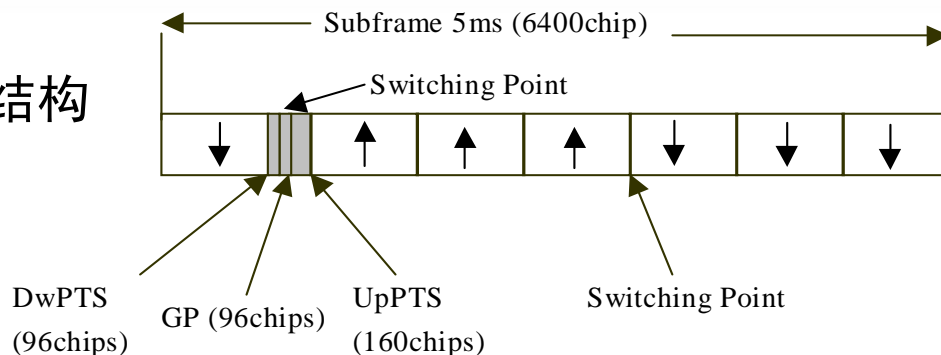
- 动态信道分配基本概念与原理
- 动态信道分配实现过程和关键点
- 动态信道分配具有的优势
- 动态信道分配对设备和系统的影响

动态信道分配基本概念与原理

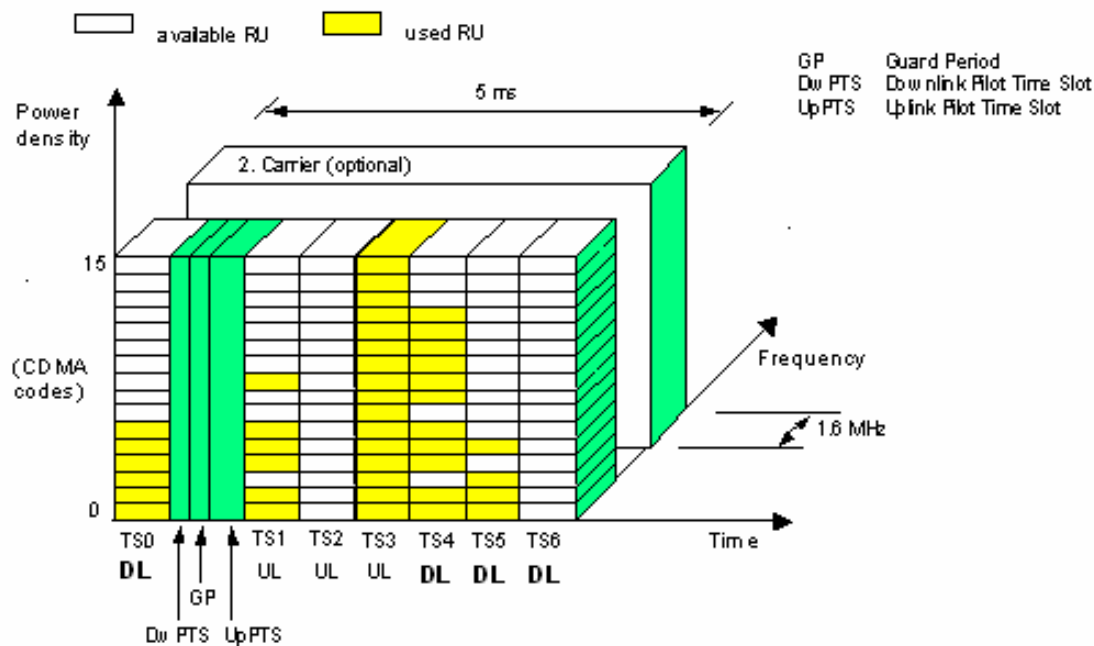
- **DCA**技术主要研究的是频率、时隙、扩频码的分配方法，对**TD**系统而言还可以利用空间位置和角度信息协助进行资源的优化配置；
- DCA可使系统资源利用率最大化和提高链路质量。
- DCA是一种最小化系统自身干扰的方法，其减小系统内干扰的手段更为多元化。

TD-SCDMA资源结构

- TD-SCDMA 系统子帧结构



- TD-SCDMA系统资源分布



动态信道分配的方法和策略

主要方法 { 慢速**DCA**
快速**DCA**

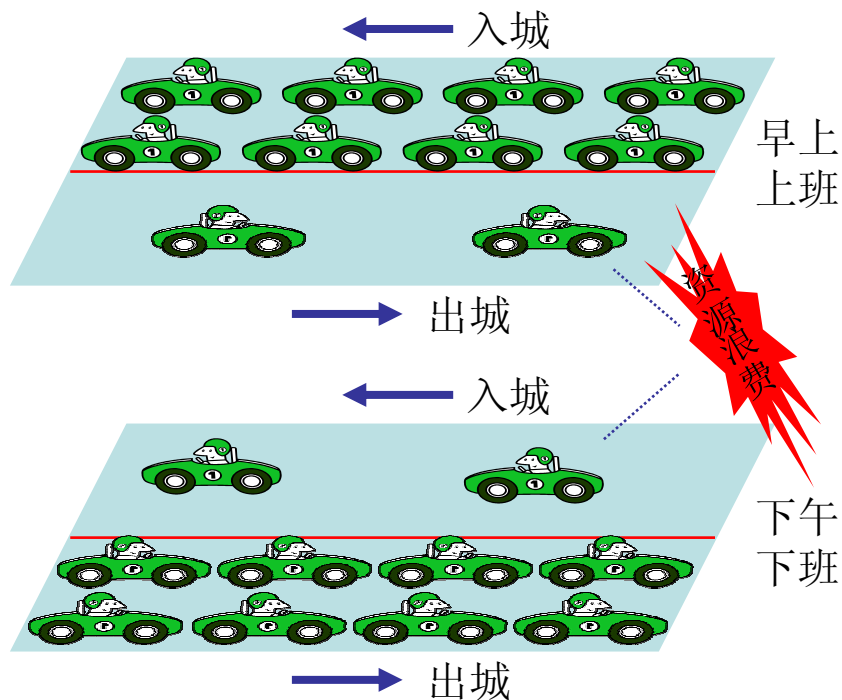
策略：

业务构成、系统负荷、网络性能指标、
信道和干扰的变化情况

TD-SCDMA高效支持非对称业务



 上行  下行



灵活分配上/下行时隙比例，高效支持非对称业务

划分小区的上下行时隙比例

- 根据系统容量最大化求解**N**个小区的最佳时隙分配方案是一个数学中的最优化问题；计算量 **3^N** ；
- 划分不对称的上下行时隙比例是为了更好的支持不对称数据业务；
- 有多种成熟的优化算法可以选择，比如模拟退火算法等，但是要注意算法的复杂度；

划分小区的上下行时隙比例

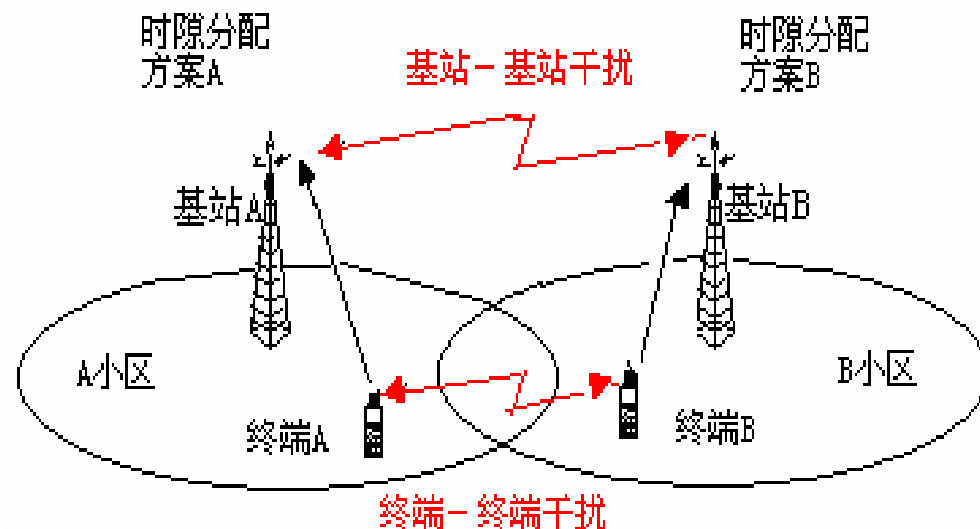
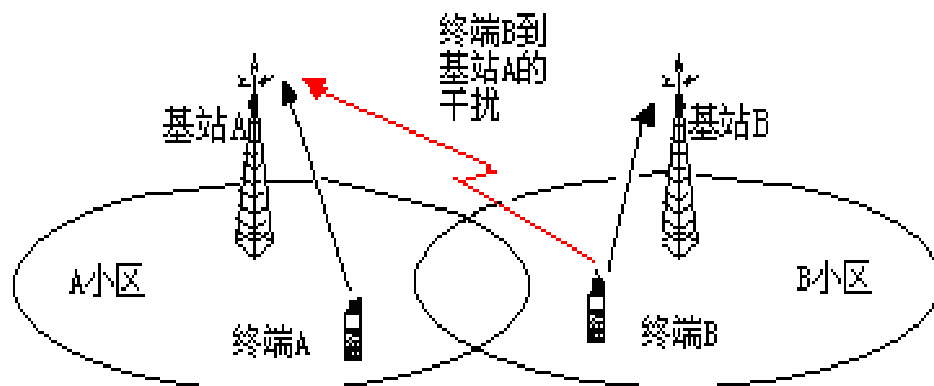
影响优化结果的关键点是：

- (1) 业务模型
- (2) 业务量模型
- (3) 交叉时隙的容量损失

SDCA主要考虑两点

- 使时隙的上下行传输能力和业务上下行负载的比例关系相匹配，避免因资源单向受限造成的容量损失；
- 避免交叉时隙干扰而导致系统容量的损失。

- 系统时隙划分一致时的干扰情况
- 系统时隙划分不一致时的干扰情况
- 研究表明交叉时隙内的干扰非常严重，尤其是基站—基站的干扰严重影响通信质量，如果不做特殊的处理，交叉时隙内的强干扰会导致较大的容量损失。



关键点之一：SDCA算法设计

- 上下行时隙调整的触发条件（单小区模型）
- 调整算法（多小区模型）
- 调整周期（确定具体执行慢速DCA的间隔时间）

单小区时隙调整触发条件(1)

➤ 模型建立

由假设和定义，有

$$\eta = \begin{cases} \frac{C_{down} + C_{down} \times \frac{1}{\lambda}}{6} & \gamma \leq \lambda \\ \frac{C_{up} + C_{up} \times \lambda}{6} & \gamma > \lambda \end{cases}$$

模型的求解目标就是在给定 γ 和 λ 时，如何调整 τ ，使得 η 极大化。

单小区时隙调整触发条件(2)

项目	当前 τ 值	上下行时隙分配	$\gamma - \lambda$	由④或⑤得到的触发条件	调整动作
1	5	1: 5	< 0	—————	上行时隙不能为0, 此情况不考虑
2			≥ 0	$\gamma - \lambda \geq 1.5$	向右调整时隙使 $\tau = 2$
3	2	2: 4	< 0	$\gamma - \lambda \leq -1.5$	向左调整时隙使 $\tau = 5$
4			≥ 0	$\gamma - \lambda \geq 0.5$	向右调整时隙使 $\tau = 1$
5	1	3: 3	< 0	$\gamma - \lambda \leq -0.5$	向左调整时隙使 $\tau = 2$
6			≥ 0	—————	下行时隙数不小于上行时隙数, 此情况不考虑

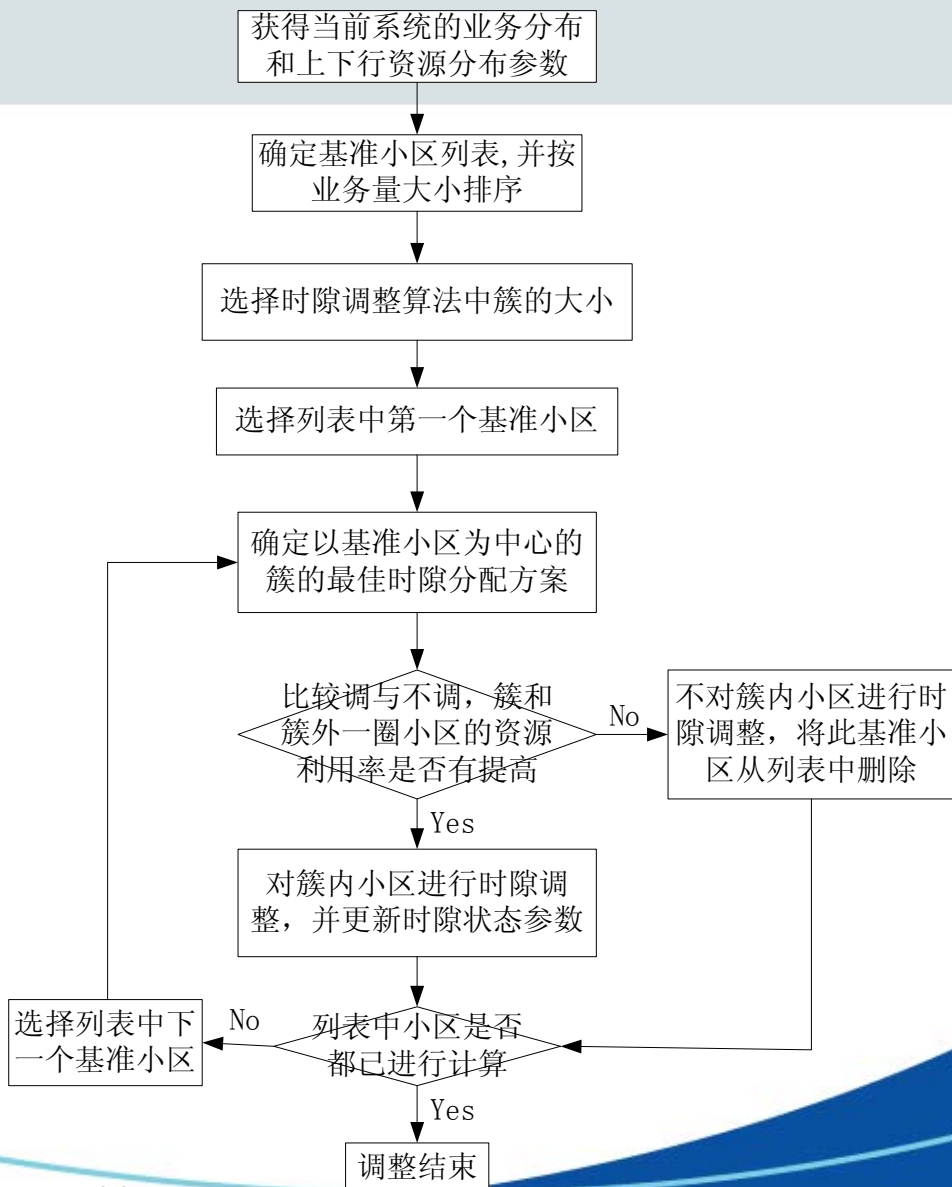
时隙上下行调整策略

调整策略分析：

- 考虑多小区情况下可能有交叉时隙
- 这需要看调整后是否使系统的容量得到提升
- 将交叉时隙中强干扰的影响等效为交叉时隙容量的损失，例如无交叉时隙促在时小区容量为1，有交叉时隙时上行容量设为 α ，下行为 β ($0 \leq \alpha$ 、 $\beta \leq 1$)。用此方法模拟交叉时隙强干扰的影响。

时隙上下行调整算法设计(1)

调整的原则：以满足时隙调整要求且负荷比较重的热点小区为基准，以基准小区的业务上下行比例作为时隙上下行划分的依据，具体时隙调整以簇为单位进行；比较调与不调两种情况下，簇内小区和簇外一圈小区总的资源利用率，当利用率有提高时就对簇内小区进行时隙调整。



- 算法运算量分析

- 算法运算次数:

$$W = \begin{cases} 0 & M = 0 \\ 3 & M = N \\ 3^S & \text{其他} \end{cases}$$

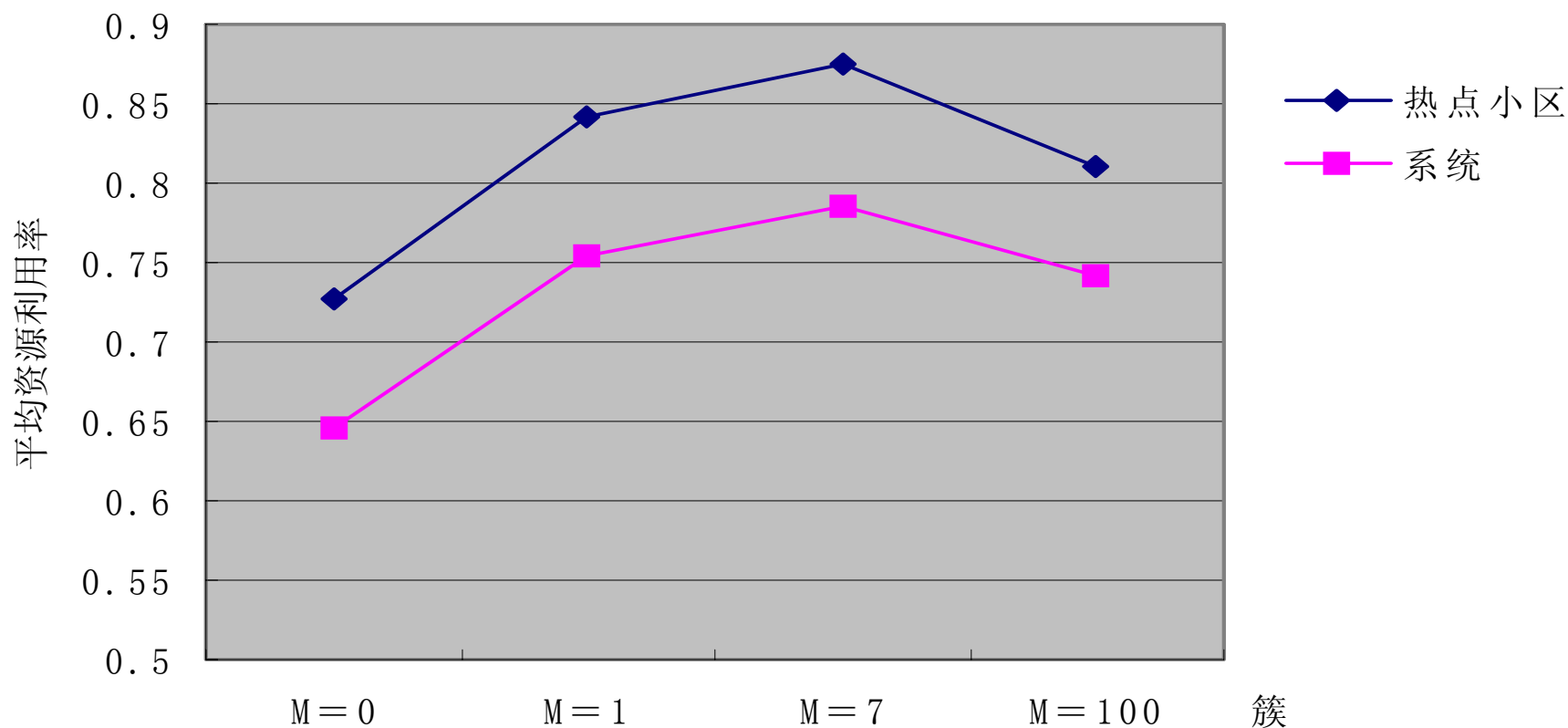
- N : 系统中小区数目 (通常有 $100 < N < 500$)
- M : 簇中小区的个数, $M = (0, 1, 7, 19, \dots, N)$
- S : 满足时隙调整条件的热点小区数
- W : 总的运算次数

时隙上下行调整周期设计 (3)

- 对于业务变化相对稳定的地区可以采用人工控制的方法进行时隙调整过程；
- 对于其他情况，可考虑确定一个自适应的时间阈值，或者满足调整小区数量门限，据其进行调整。

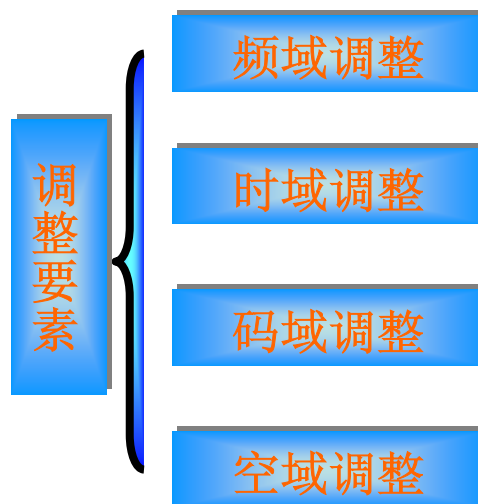
慢速动态信道分配仿真分析

不同M值下热点小区和系统总的资源利用率比较



快速动态信道分配

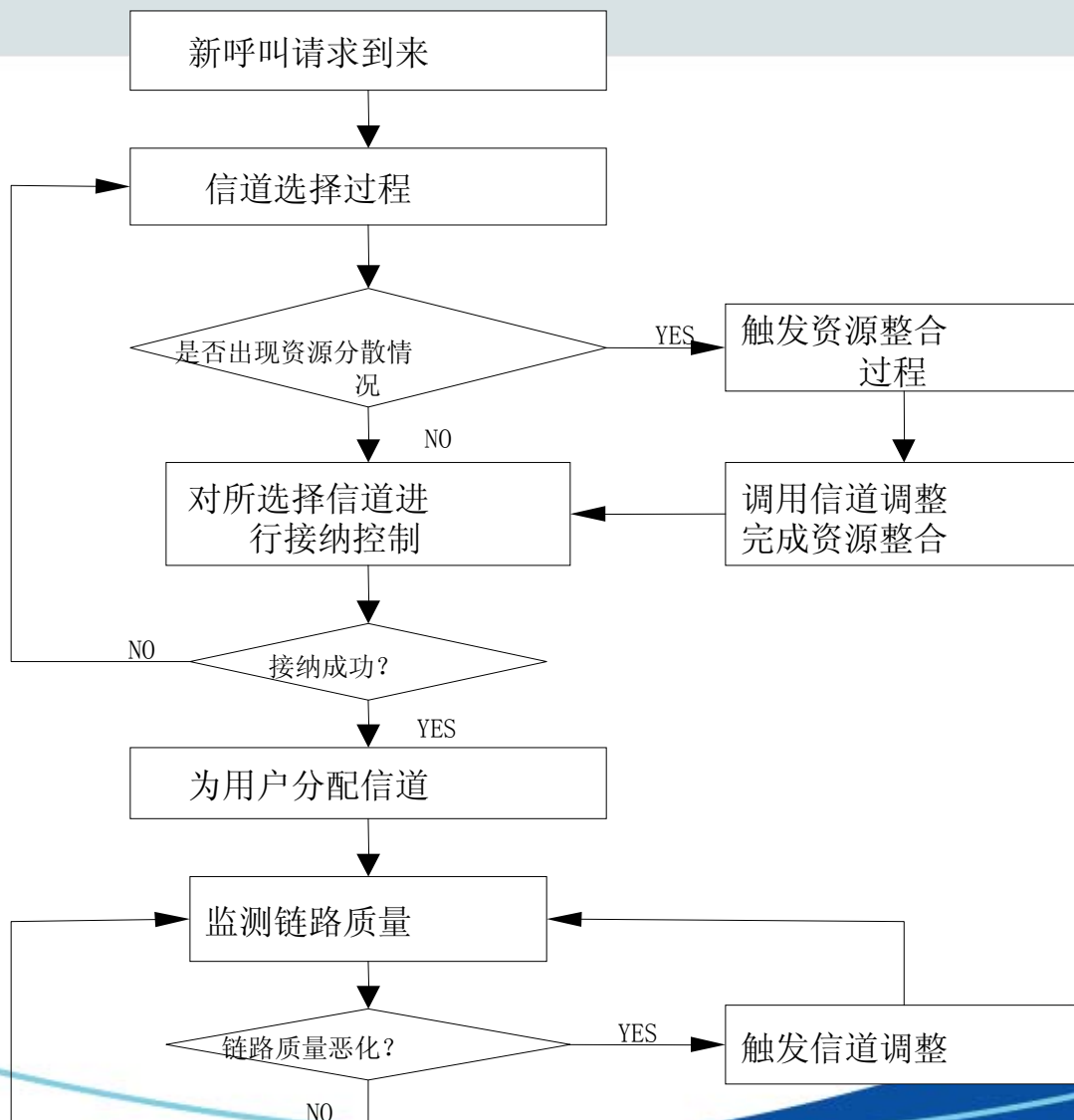
- 定义：
 - 在终端接入和链路持续期间，对信道进行动态地分配和调整
- 方法：
 - 信道选择
 - 信道调整
 - 资源整合



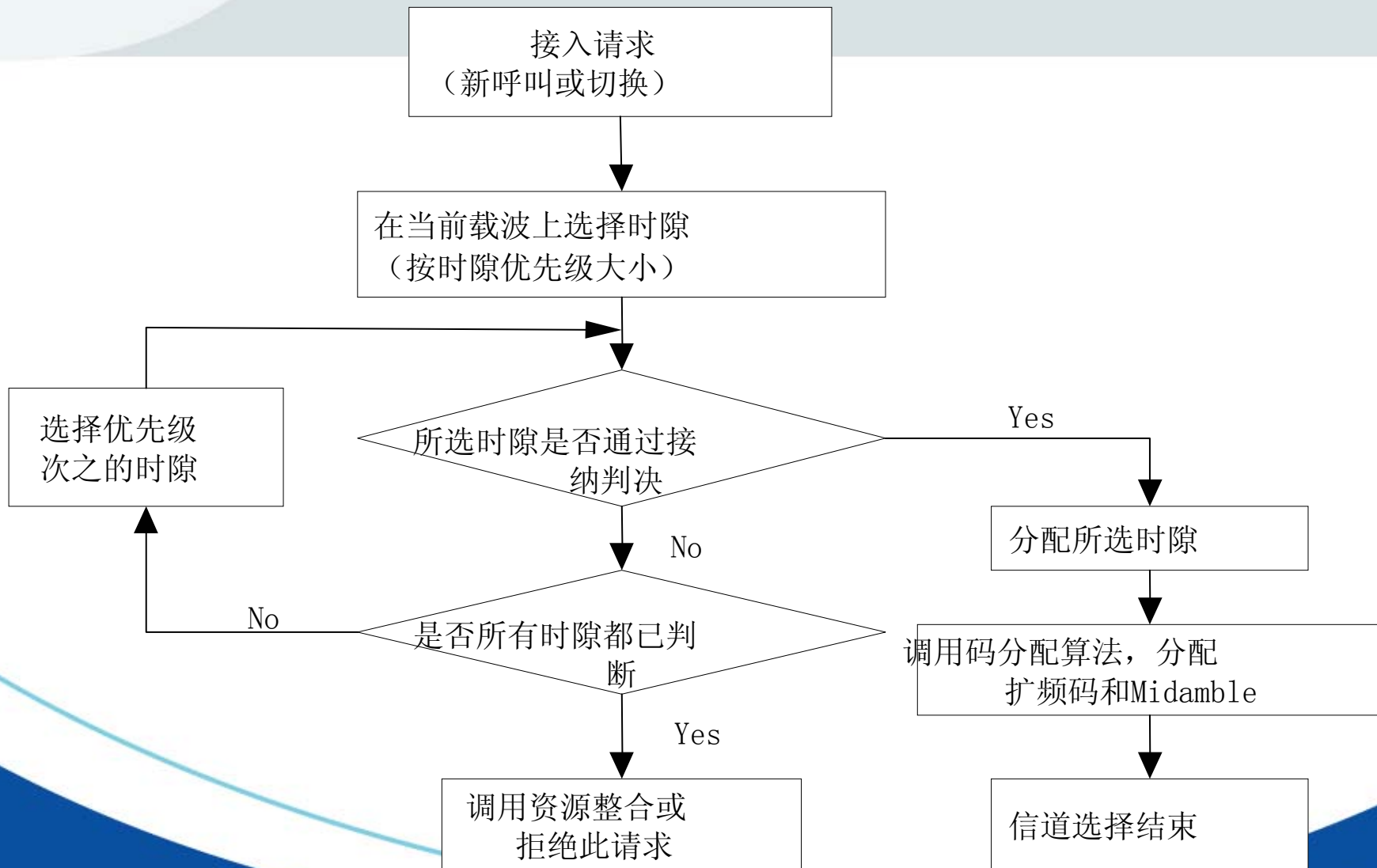
快速动态信道分配过程

包括：

- 信道选择
- 信道调整
- 资源整合



信道选择



信道调整

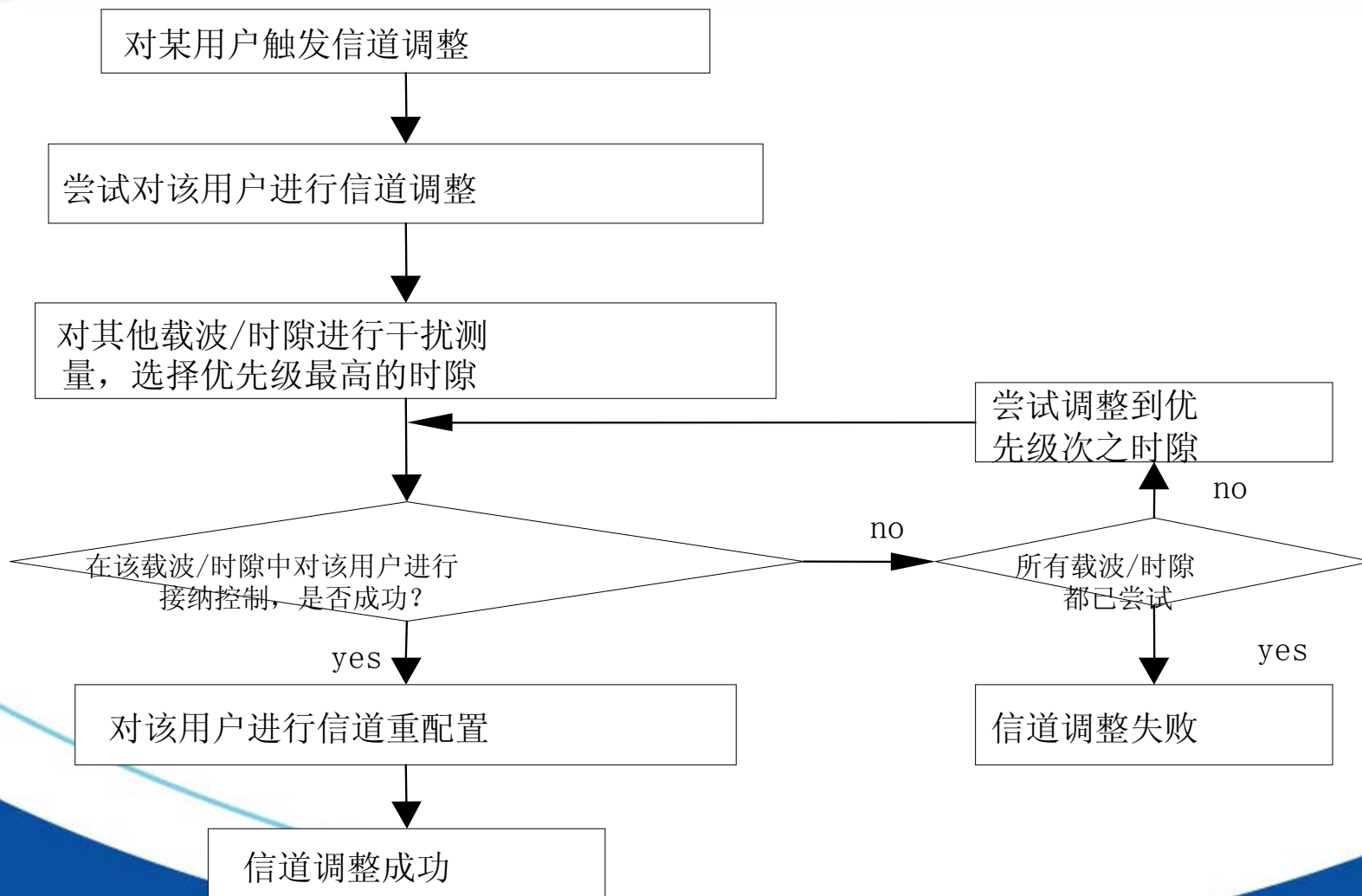


在通话过程中，信道调整可降低掉话率或改善通话质量

信道调整触发原因

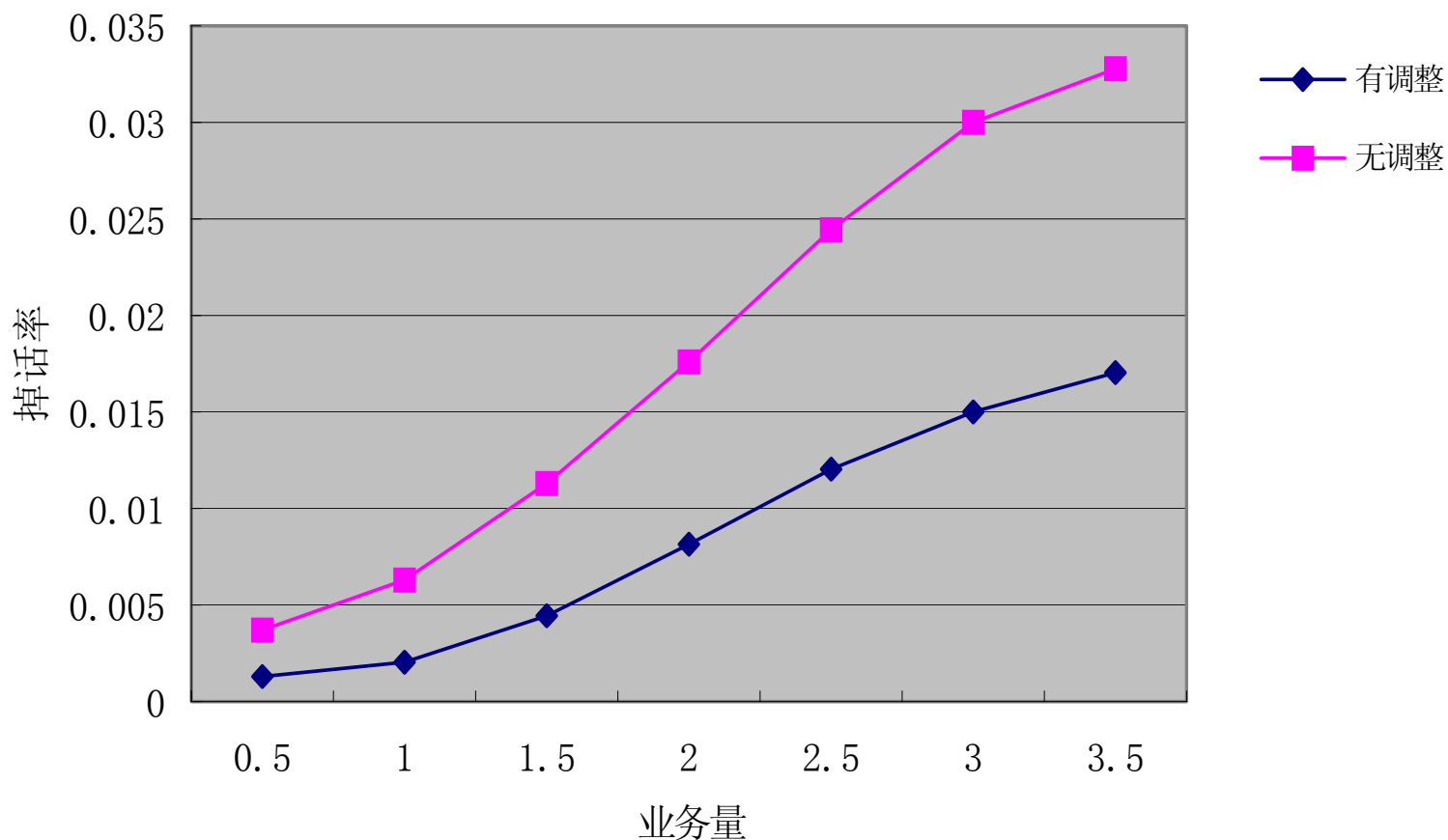
- 信道质量恶化且功率控制失效
- 信道质量恶化且不宜执行切换
- 码分配占用了过多的“虚码道”
- 资源整合时调用信道调整
- **RRM**其它算法触发

信道调整 流程



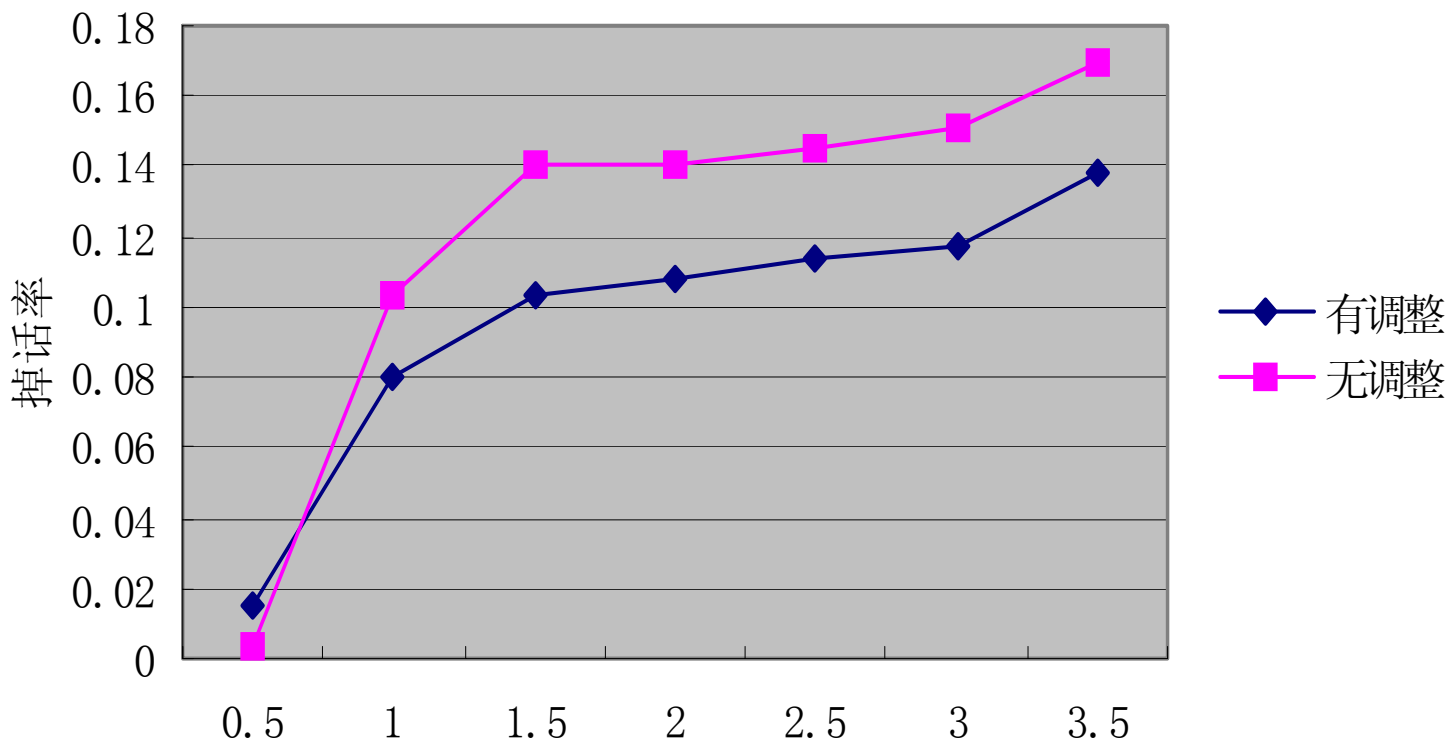
信道调整仿真结果及分析

信道调整对掉话率的改善（上行12.2k业务）



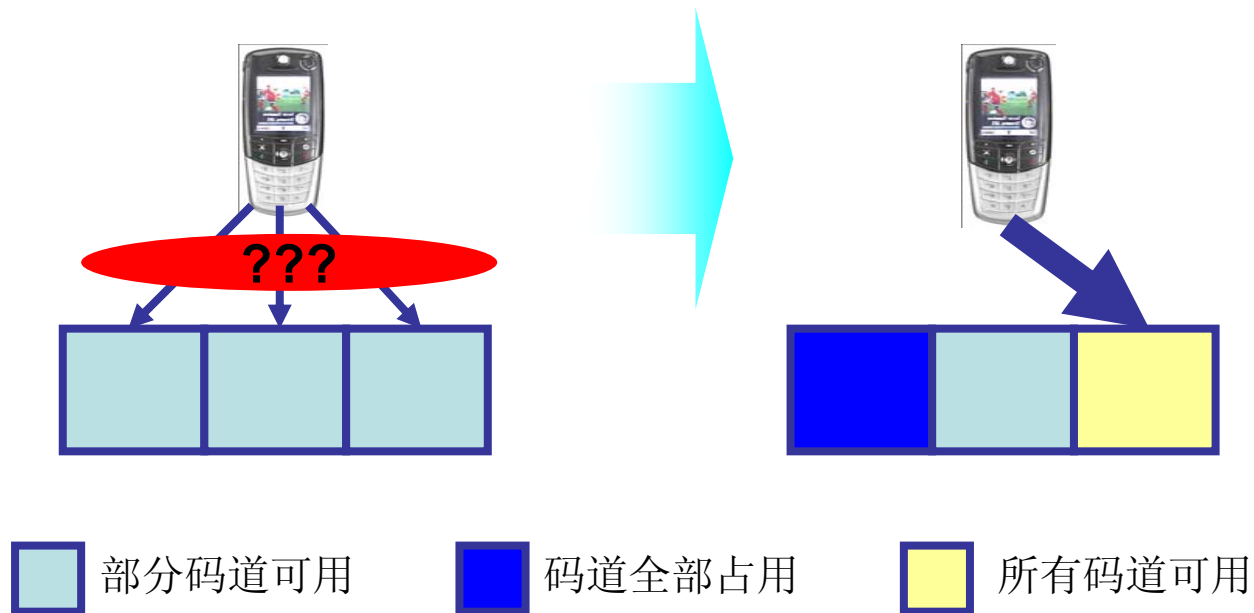
信道调整仿真结果及分析

信道调整对掉话率的改善（128K下行流业务）



大量仿真表明，DCA对系统的掉话率改善4-6%，极大提高了系统性能。

资源整合

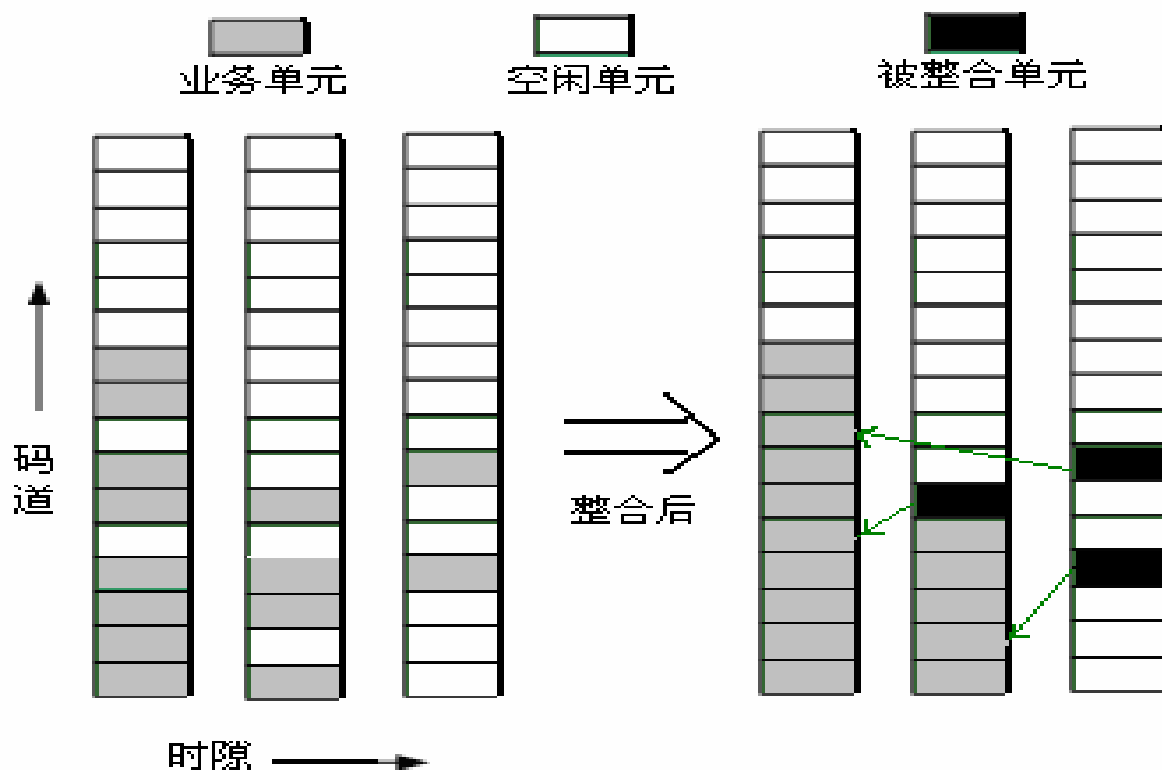


资源整合提高了宽带业务服务接入率，降低了终端复杂性

资源整合

- 资源整合过程就是通过信道调整把新呼叫所需要的资源尽量集中在一个时隙的过程，从而提高大带宽业务的接入成功率、切换成功率，提高系统容量和资源利用率。
- 被移出的用户在新时隙中被接纳前也需要做接纳判决，如果不能通过接纳判决，则整合操作失败。
- 资源整合是在用户接入过程执行的，对处理时延有较严格要求。
- 资源整合在工程上使算法设计和实现简单、有效；能够配合终端支持多种业务，降低终端的复杂性。

系统资源整合示意图



资源整合策略

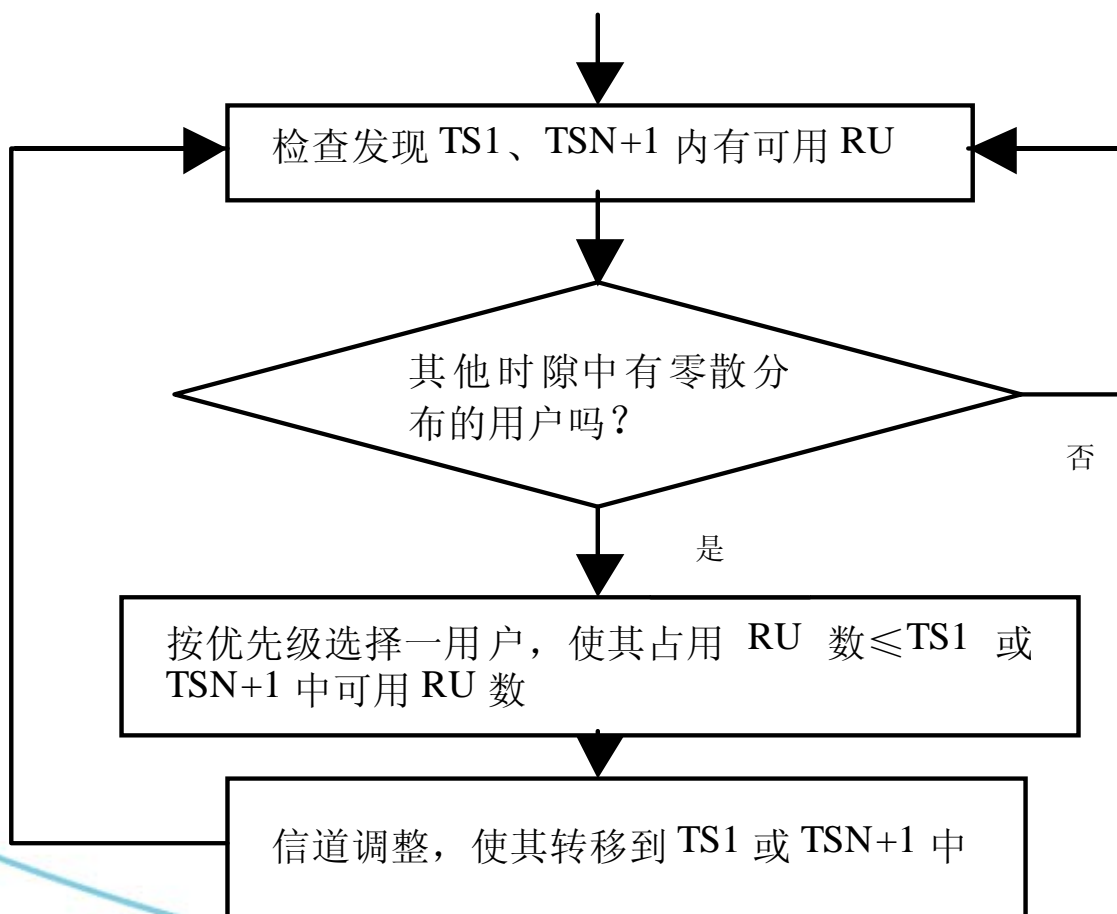
- 尽量不断开已建立的连接，而将某些连接调整到其它的时隙中，如果其它时隙不能接受，则考虑降低低优先级非实时业务的传输速率、释放资源，甚至可以断开某些低优先级业务的连接。
- 可以根据运营商的策略决定是否允许高优先级用户抢占低优先级用户的资源。如果运营商采用所有业务或用户共享全部或者至少是部分网络资源的策略，则应该允许资源抢占。

资源整合的触发

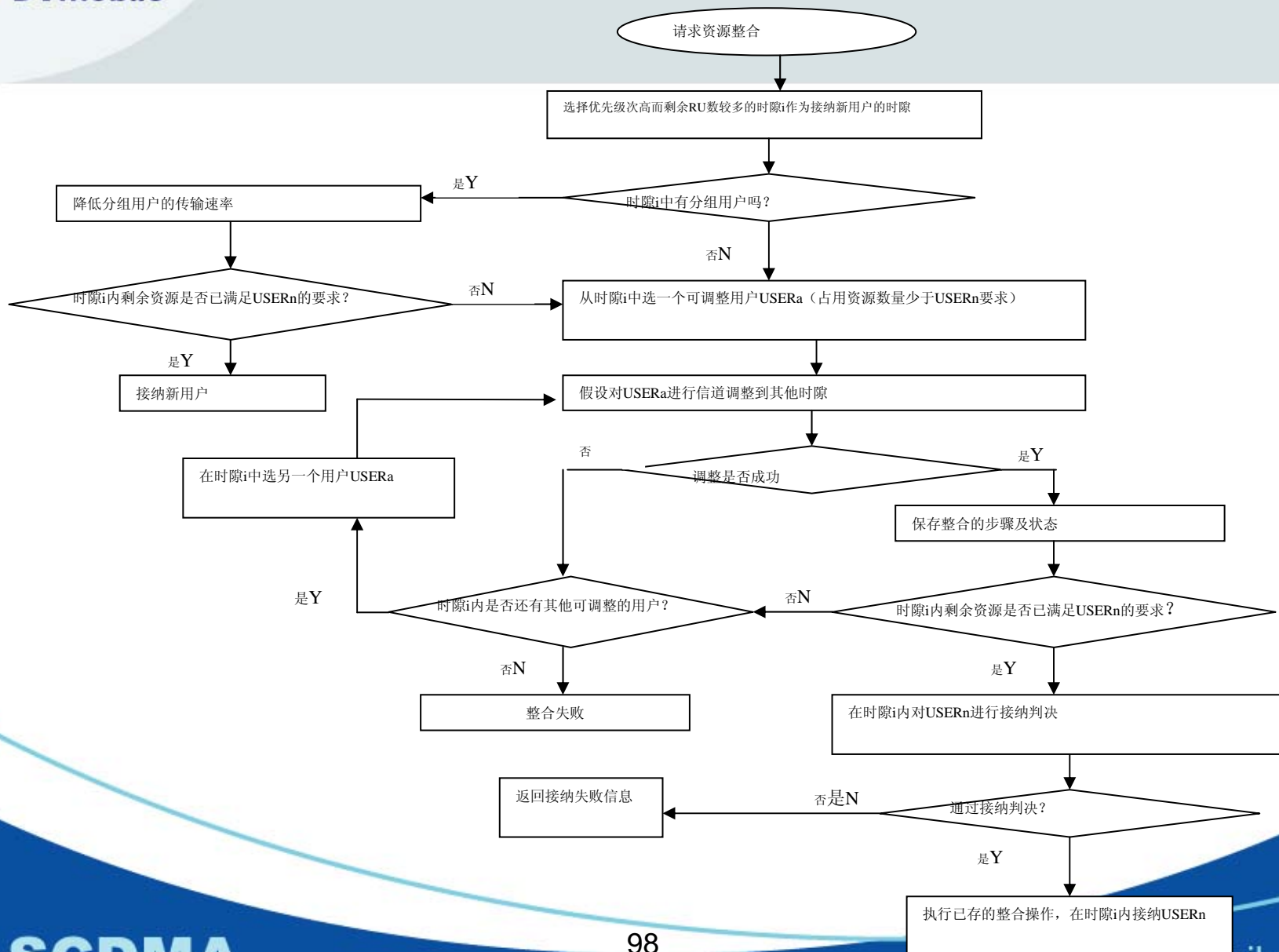
资源整合动作的触发方式：

- 系统通过周期性的检测或在有码道释放时进行检测，一旦系统中零散分配的**RU**数占总**RU**数的比例达到某个阈值时，即触发整合动作。（减少接入时延）
- 在实时高速率业务申请到来时，如果现有资源不能满足要求，则需要资源进行整合。（系统及信令开销少）

资源整合的流程

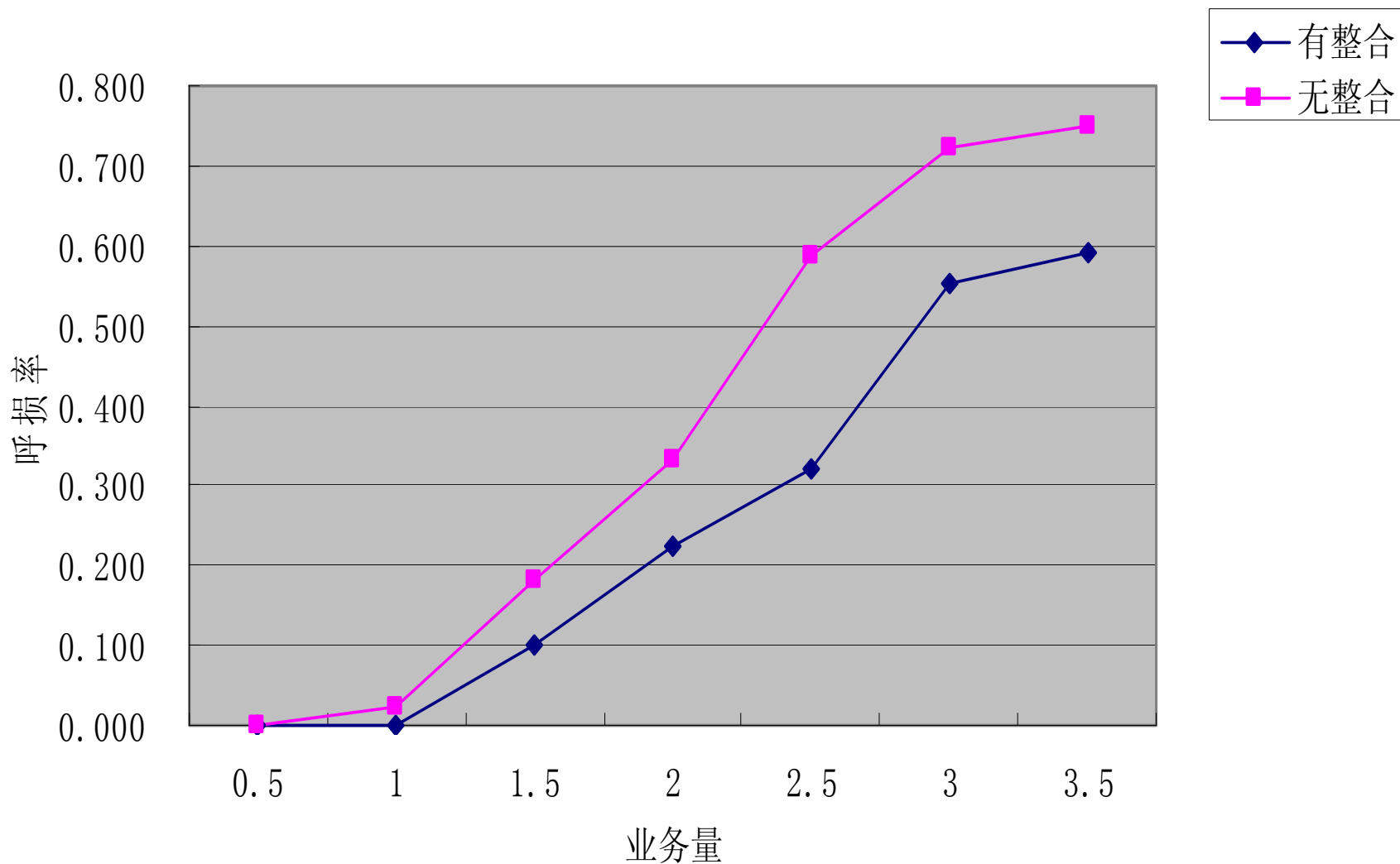


资源整合的流程



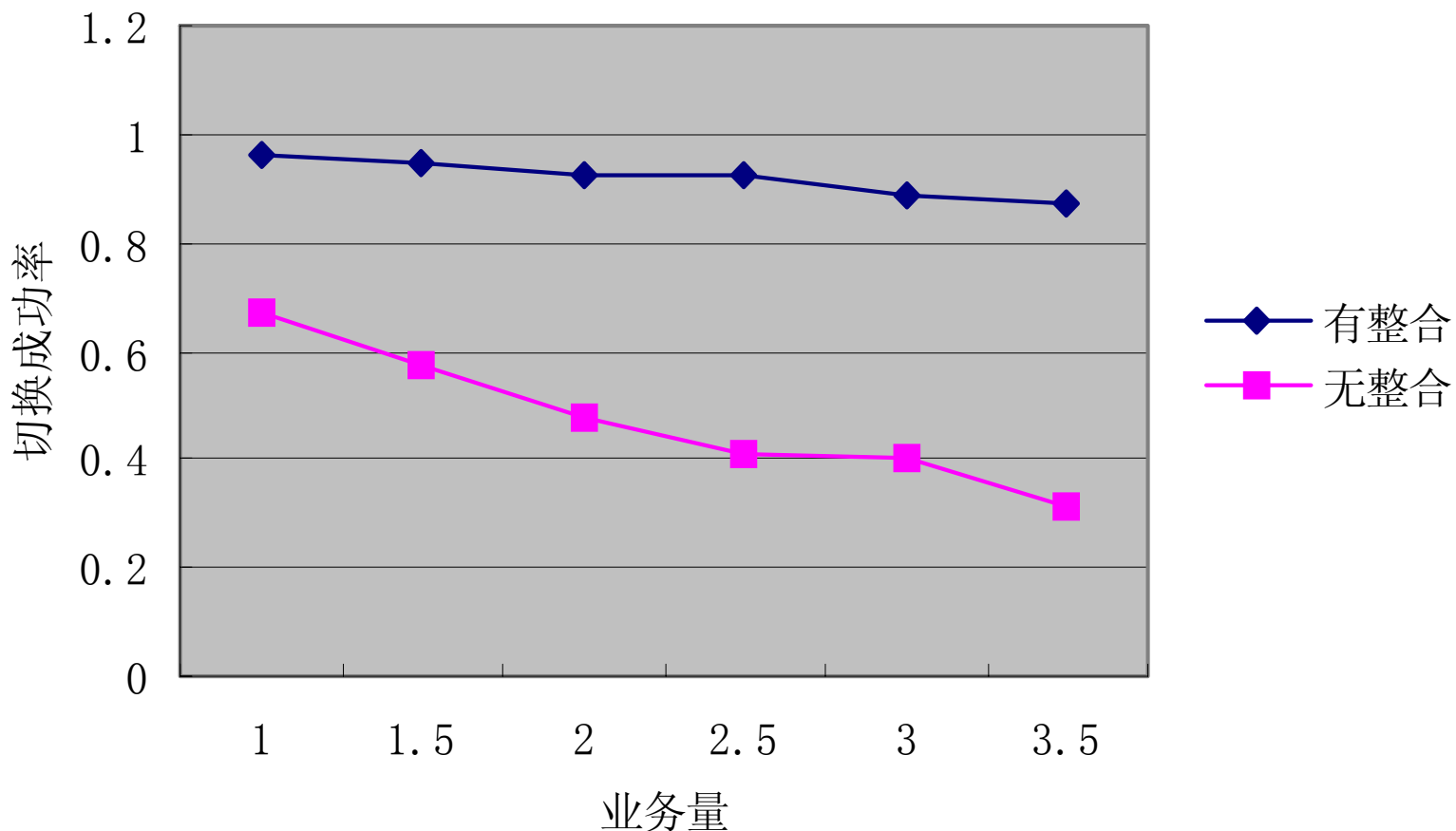
资源整合仿真结果分析

资源整合对下行128K业务呼损率的改善



资源整合仿真结果分析

资源整合对流类业务的切换成功率的影响



DCA的优势（一）

能够高效率地利用有限的无线资源，因为：

- 能根据业务特征灵活分配系统资源
- 最小化系统内干扰，从而提高实际系统的资源利用率

DCA的优势（二）

DCA技术能够支持多种业务QoS需要，尤其是高速率的、上下行不对称的多媒体业务，主要依靠下面几种手段

1. Code pooling
2. Time slot pooling
3. 上下行时隙转换点的调整

DCA对设备和系统的影响

与不开进行DCA相比，DCA增加了一点设备处理能力和系统信令负荷，但与所获得的性能增益相比，对整个系统而言，性价比有很明显的提高。

Q&A



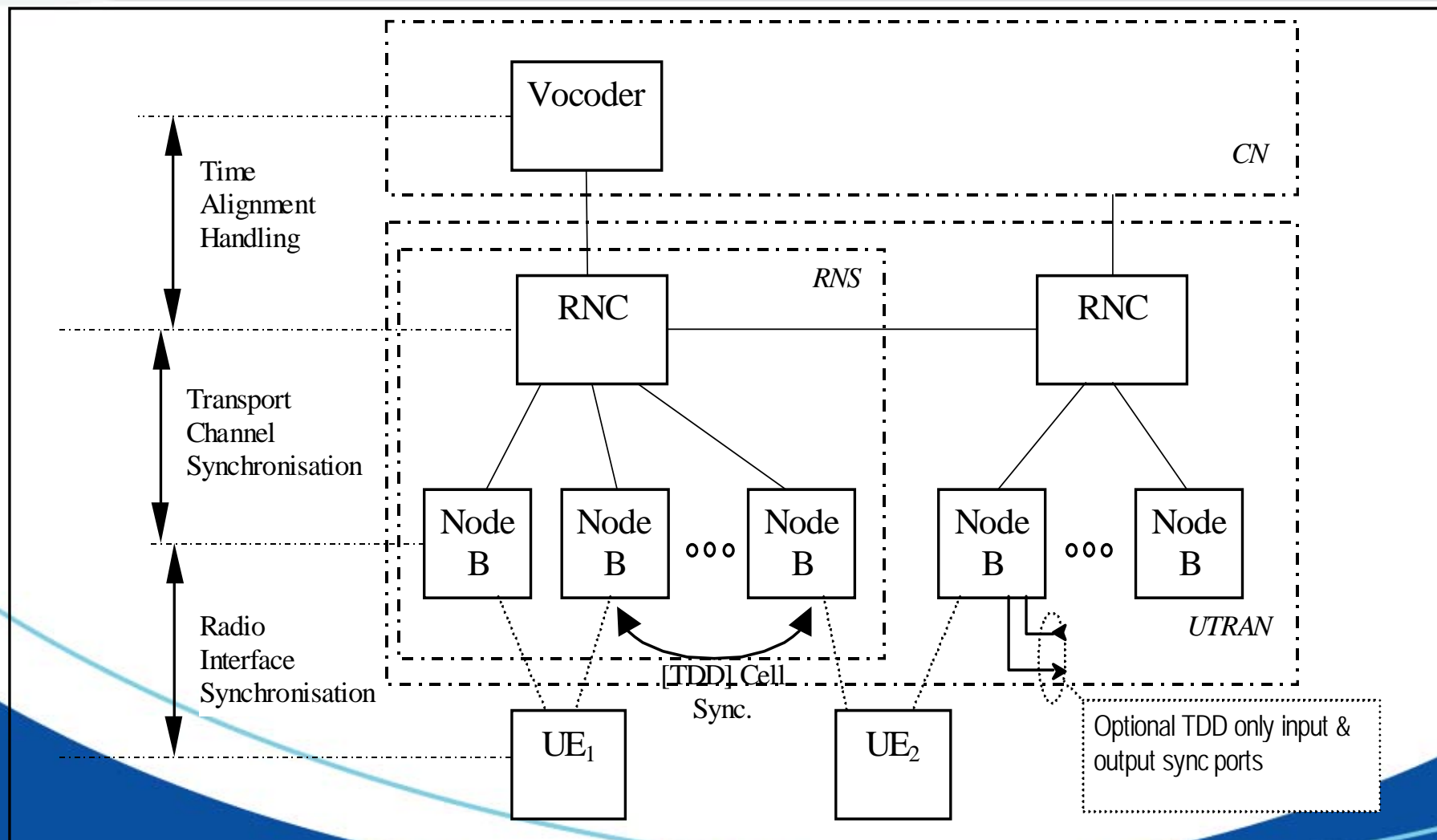
关键技术之五：上行同步

- **TD-SCDMA系统同步的概念与层次**
- 上行同步基本概念与原理
- 上行同步实现过程和关键点
- 上行同步具有的优势
- 上行同步对设备和系统的影响

TD系统同步的概念与层次

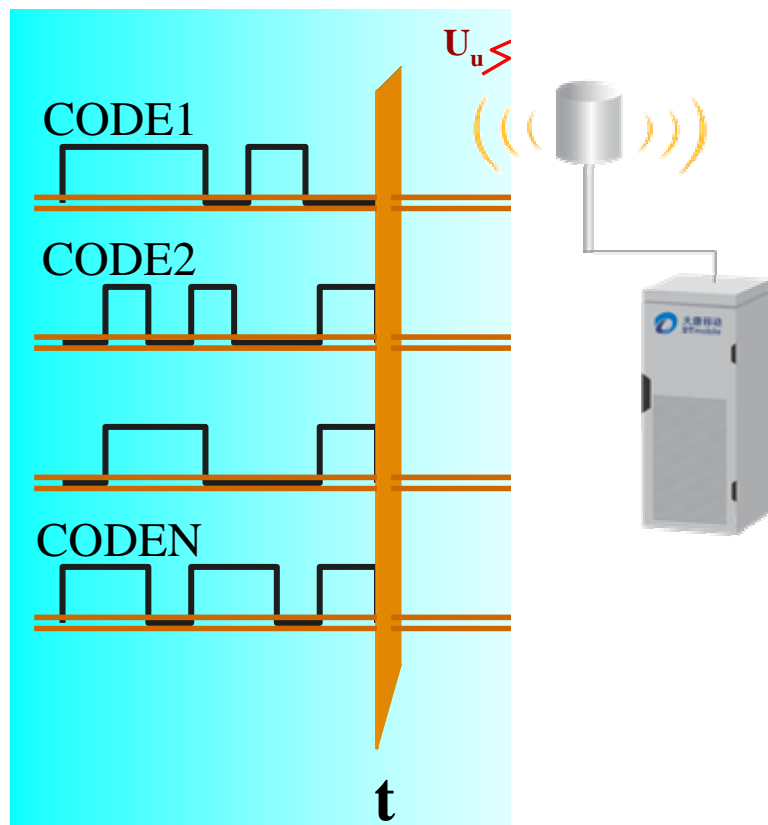
- 网络同步
- 节点间同步
- 传输信道同步
- 无线接口同步 ✓

系统同步层次示意图



上行同步

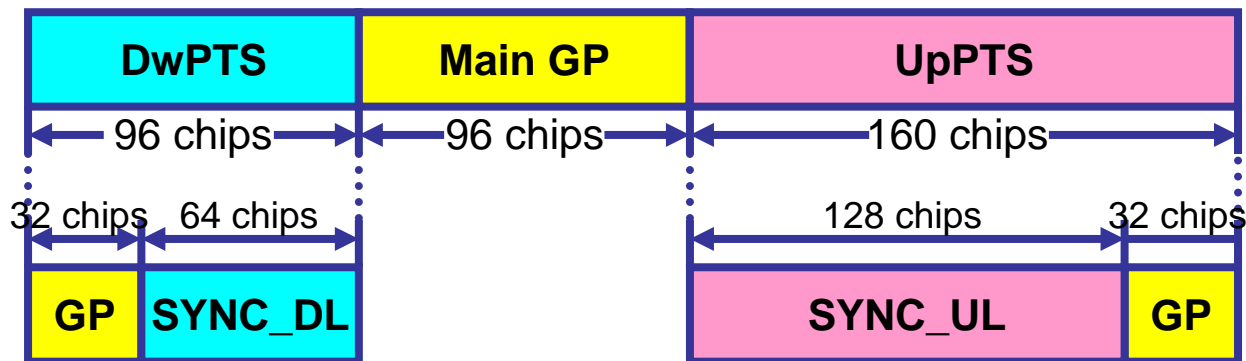
- 基本概念原理
 - 同一时隙不同用户的信号同步到达基站接收机
 - 充分利用Walsh码的正交性
- 优势
 - 最大限度的克服MAI
 - 简化基站解调设计方案，降低基站成本



上行同步关键点之一：同步建立

- 在上行同步建立之前，UE必须利用DwPTS上的SYNC_DL信号建立与当前小区的下行同步
- 在上行同步建立过程中，UE首先在特殊时隙UpPTS上开环发送UpPCH信号
- UE根据路径损耗估计UE与Node B之间传输时间来确定上行初始发送定时，或者以固定的发送提前量来确定初始发送定时
- Node B在UpPTS上测量UE发送UpPCH的定时偏差
- 然后转入闭环同步控制，Node B将UpPCH的定时偏差在下行信道FPACH上通知UE
- UE调整定时偏差发送PRACH或上行DPCH，建立上行同步

TD-SCDMA特殊时隙



DwPTS: 下行同步与小区搜索, $75 \mu s$

Main GP: 上/下行保护间隔, $75 \mu s$

UpPTS: 上行同步、随机接入, $125 \mu s$

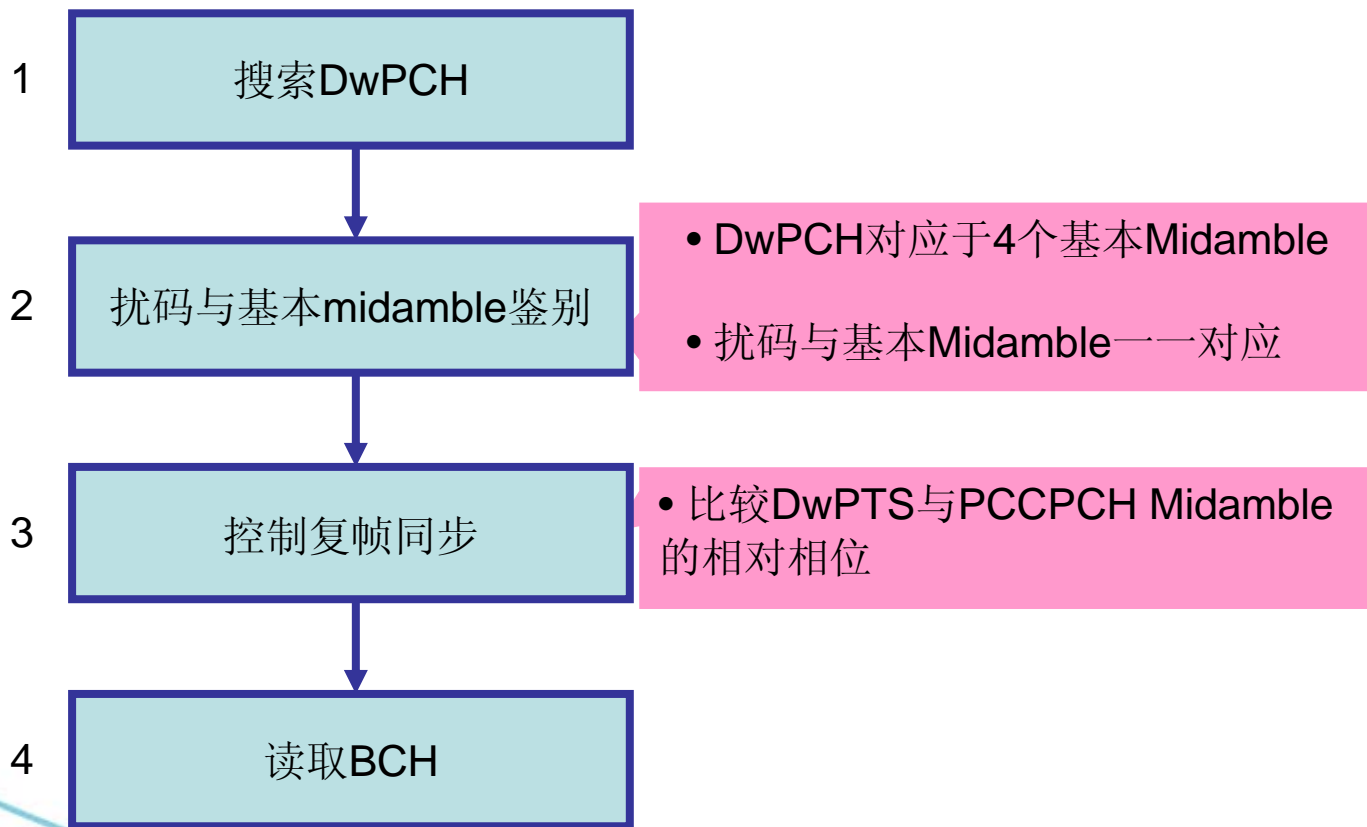
■ 下行 ■ 上行 ■ 保护间隔

TD-SCDMA物理层过程

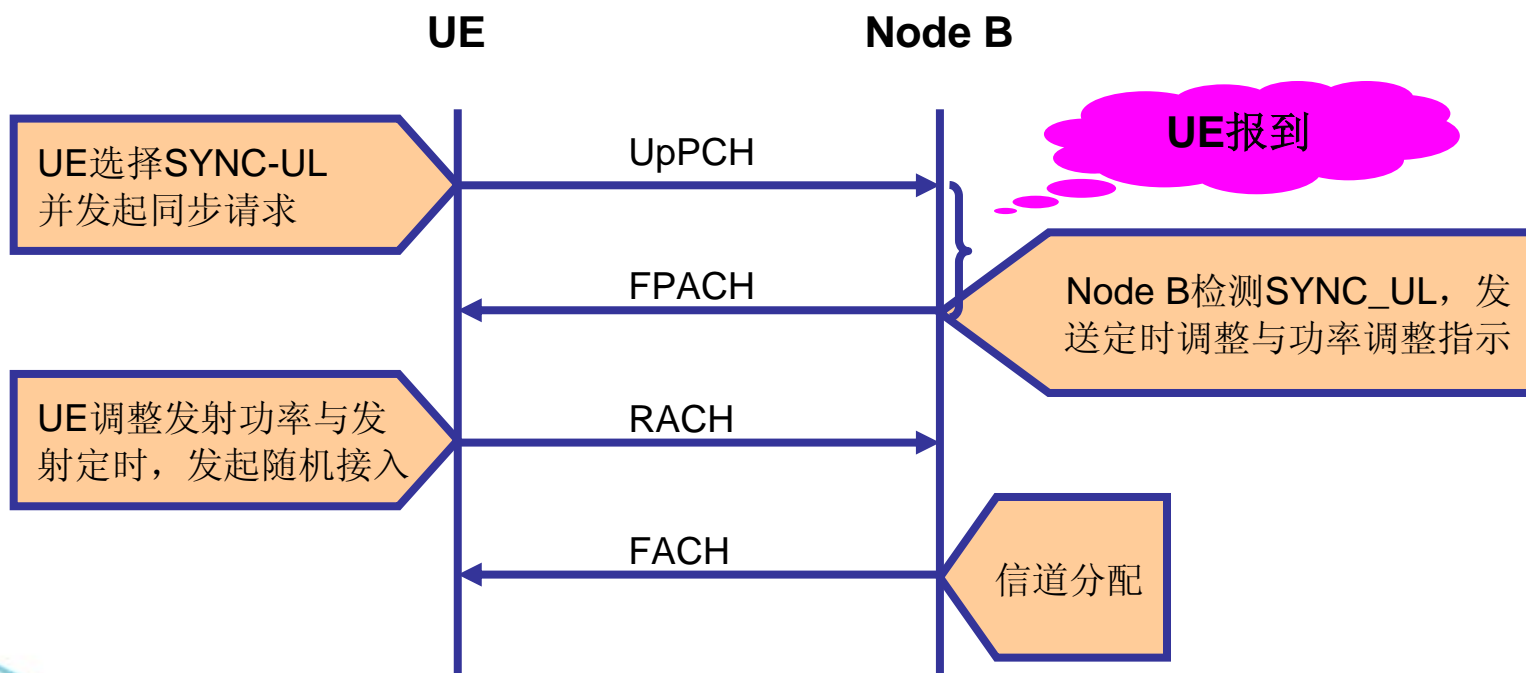
物理层过程



小区搜索

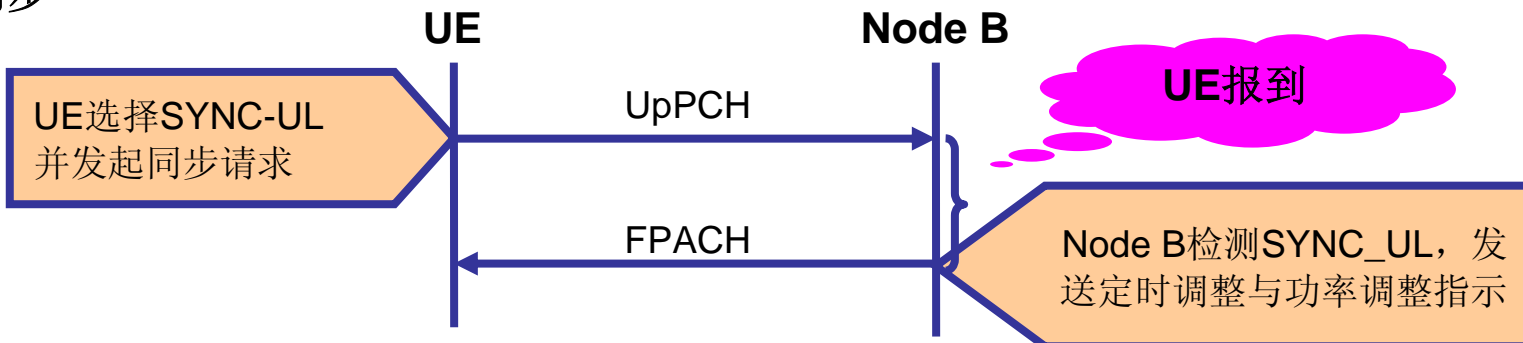


随机接入

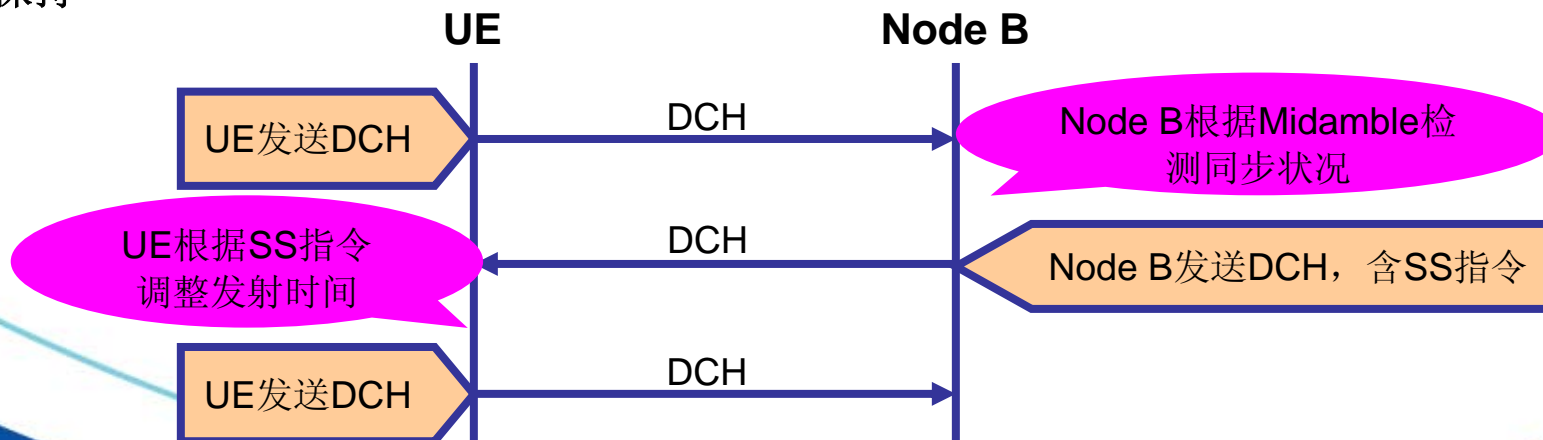


上行同步

初始同步



同步保持



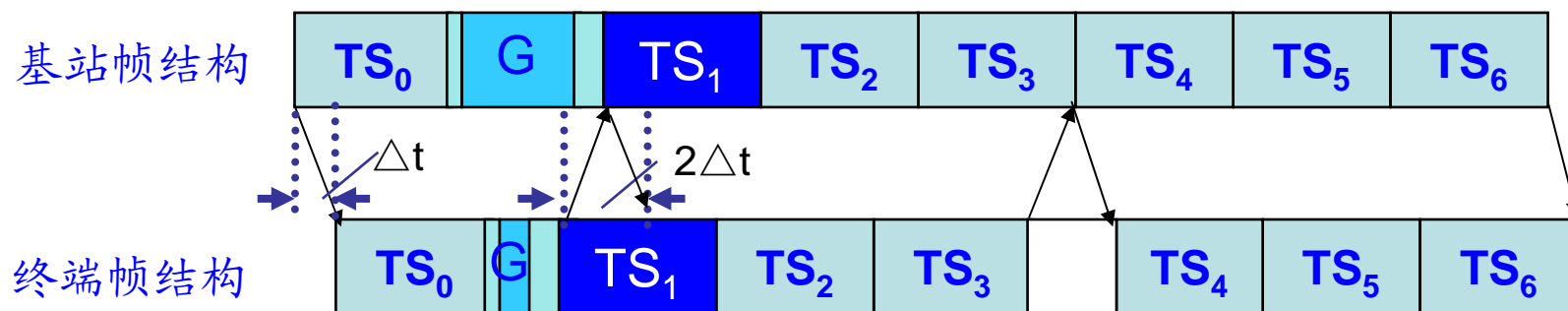
上行同步关键点之二：同步保持

- Node B利用每个UE的Midamble测量路径时延的起始位置、终止位置和主径位置。
- Node B依据测量结果来形成物理层命令SS：
 - 首先保证所有路径时延落在信道估计窗口内
 - 其次要求主径往期望的位置移动
 - SS命令有3种情况：往前调整，往后调整和不调整
- Node B在下行链路将SS命令通知UE
- UE根据SS命令调整下次发送定时，发送定时以固定步长进行调整，最小调整步长为 $1/8\text{chip}$
- 调整步长和调整周期由高层设定

同步控制过程

- 开环同步控制
- 闭环同步控制
- 外环同步控制

开环同步过程：时间提前



$$\text{定时提前量} TA = 2 \Delta t$$

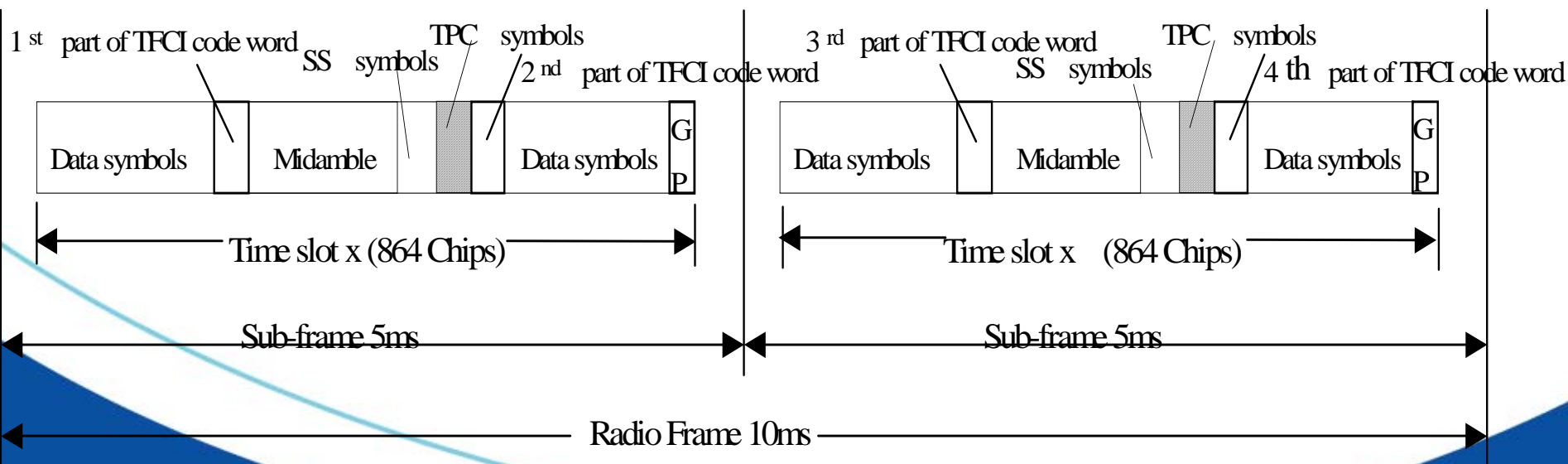
闭环同步控制过程(1)

- 同步测量并上报;
- 与目标值比较;
- 产生**SS**命令;
- **UE**接收并调整。

闭环同步控制过程(2)

同步控制命令的编码

功控命令	QPSK编码	8PSK编码
“Up”	11	110
“Down”	00	000
Do nothing”	01	011



上行外环同步控制

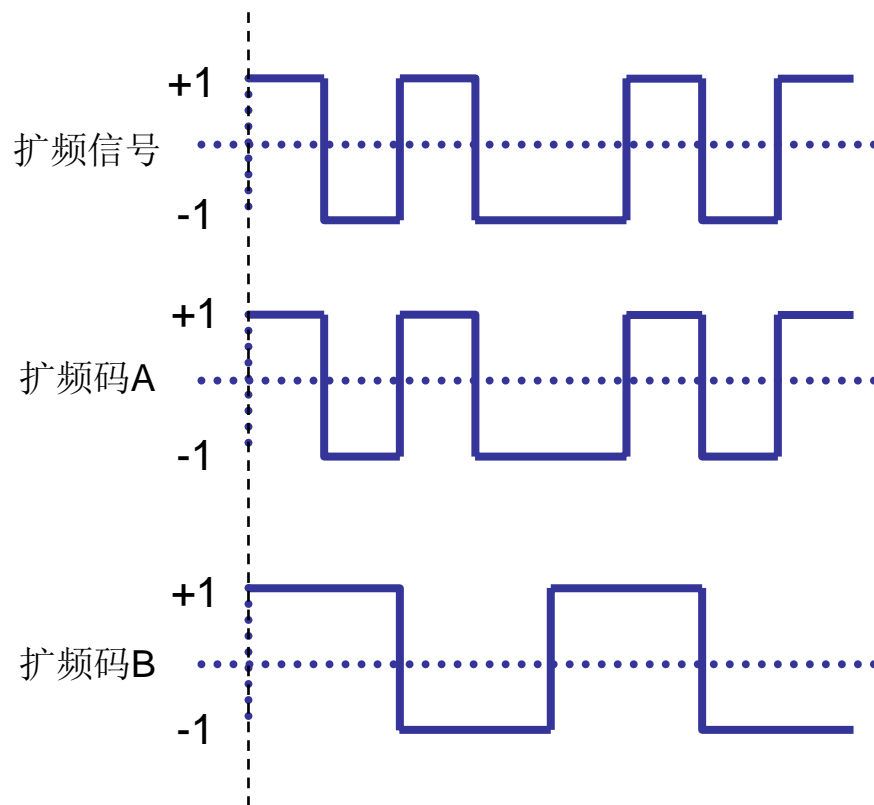
峰值位置目标值调整

同步调整必须满足下面的规则：

- 1.保证整个信道冲激响应（**CIR**）在信道估计窗内；
- 2.调整用户的目标值尽可能接近时隙的目标值。

实际CIR可能超出信道估计窗的范围，可能包括以下两种情况（a）：如果M1汇报CIR的起始点等于0，则认为CIR的起始点已经在估计窗的外面。（b）：如果M1汇报CIR的结束点等于 w ，则认为CIR的结束点已经在估计窗的外面。

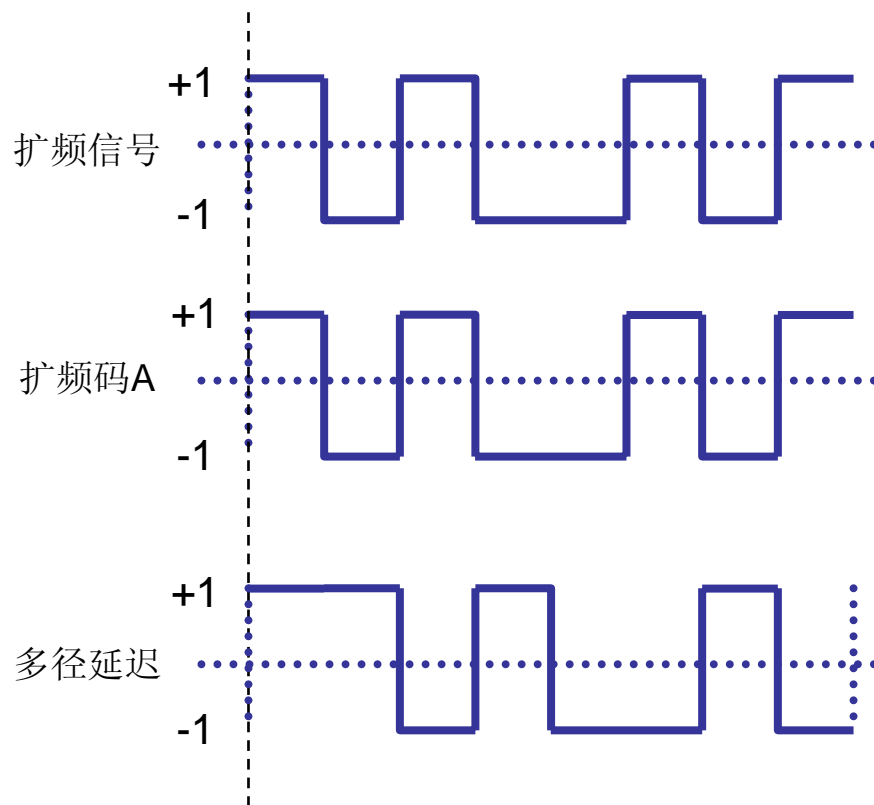
上行同步优势之一：克服多址干扰



$$\sum a_i a_i = 8$$

$$\sum a_i b_i = 0$$

多径效应的困扰



$$\sum a_i a_i = 8$$

$$\sum a_i a'_i = -4$$

上行同步优势之二：降低复杂性

- 简化数据处理
- 降低设备复杂性

- 要求系统有较高的定时精度
- 在多径条件下，理想同步不能得到
- 只能得到主径的同步，将其它径看作干扰或噪声

Q&A



TD-SCDMA系统技术演进介绍

- HSDPA技术 ✓
- OFDM技术
- MIMO技术
- 上行增强
- 多频点
- 多种定位方式
- 基于空中接口同步
- MBMS&IMS
- PTT方式

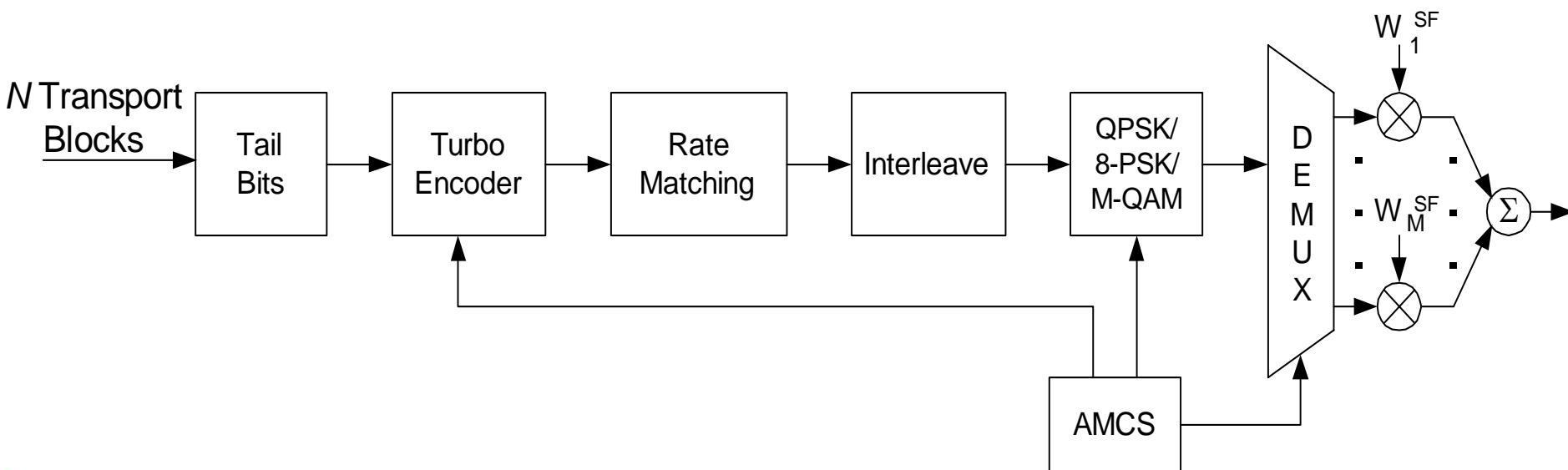
HSDPA概述

- HSDPA是3GPP Release 5 RAN的一个重要特性。
- 它通过AMC和HARQ等链路自适应技术实现更高的数据吞吐量，降低时延和提高峰值速率。
- 相对R4，PDCP，RLC和MAC都未作变化，在Node B引入MAC-hs完成调度及HARQ相关操作。
- 物理层引入HS-PDSCH，HS-SCCH和HS-SICH三个信道。
- RRC和NBAP协议需要提供相应流程支持。

HSDPA特性

- 传输信道HS-DSCH
- 物理信道HS-PDSCH, HS-SICH (uplink), HS-SCCH (downlink)
- **AMC + HARQ + 16QAM+快速调度**
- 增加MAC-hs实体
- 2.8 Mcps for (5 TSs, 16 codes/TS)
- 传输信道向物理信道的映射采用不同于R4业务信道的编码链

主要技术：AMC

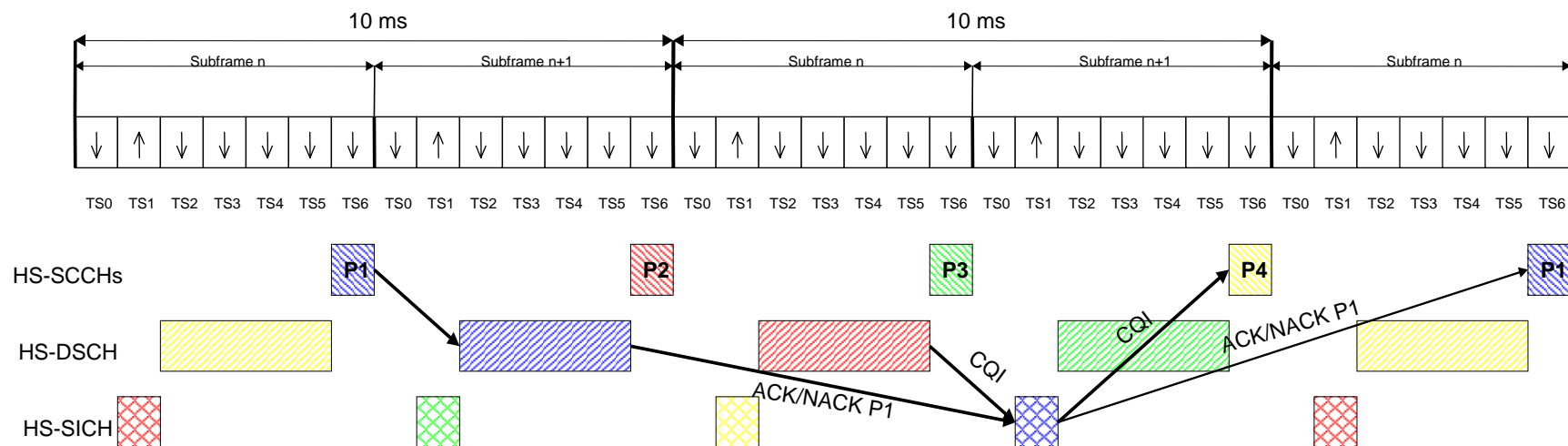


AMC简单原理图

主要技术：AMC

- 采用AMC技术的主要好处是：
 - 合适位置的用户可以得到较高的数据率，提高了小区系统的平均吞吐量。
 - 由于链路自适应是基于调制/编码方式的变化而不是基于发射功率的变化，因此降低了干扰变化。
- HSDPA中引入了16QAM调制。

4 SAW HARQ中的定时关系示例



新增信道

Transport channel:

HS-DSCH (Downlink, shared traffic)

Physical channel:

HS-PDSCH (Downlink, shared traffic)

HS-SCCH (downlink, shared control message)

HS-SICH (Uplink, shared indicator)

HS-DSCH信道特性

- 仅在下行链路存在;
- 可以使用 **beam forming**;
- 除了采用功率控制技术以外还可以采用链路自适应技术;
- 可以在小区进行广播;
- 总是伴随有一个**DPCH**和一个或者多个**HS-SCCH**.

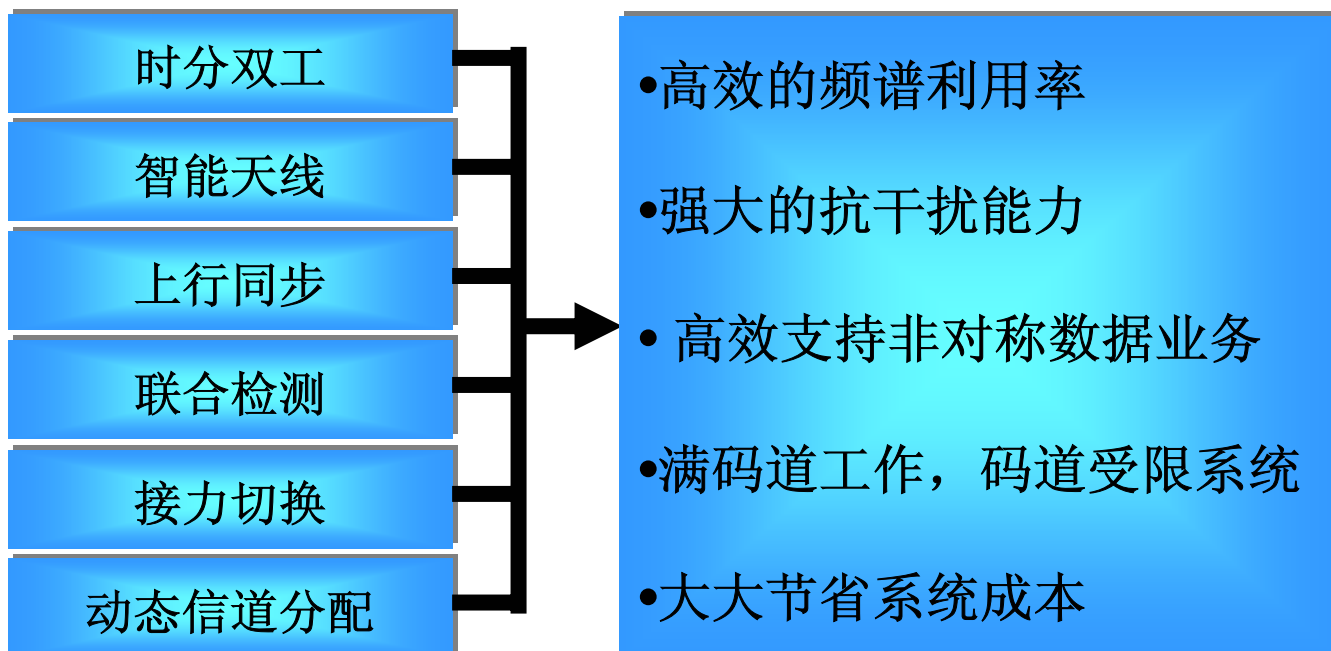
信道小结

- HS-SCCH总是和一个HS-SICH相伴随，HS-SCCH和HS-SICH的伴随关系由高层预先定义，并对所有的UE是一致的。
- HS-DSCH总是伴随一个下行的DPCH和一个或多个HS-SCCH信道。UE需要有能力同时监测最多4个HS-SCCH信道。
- HS-PDSCH信道不携带任何L1 控制命令(TFCI,SS,TPC)
- HS-SCCH和HS-SICH信道都携带TPC和SS，但不携带TFCI。

Q&A



总 结



3G中的战斗机!

祝TD-SCDMA取得圆满成功！



谢谢!

