

GSM技术基础

第一章	GSM系统组成
第二章	GSM的空中接口
第三章	GSM的关键技术
第四章	GSM 位置管理、呼叫和切换
第五章	GSM测试基础



GSM技术基础

第一章

GSM的系统组成

R&S 中国培训中心

© 2002

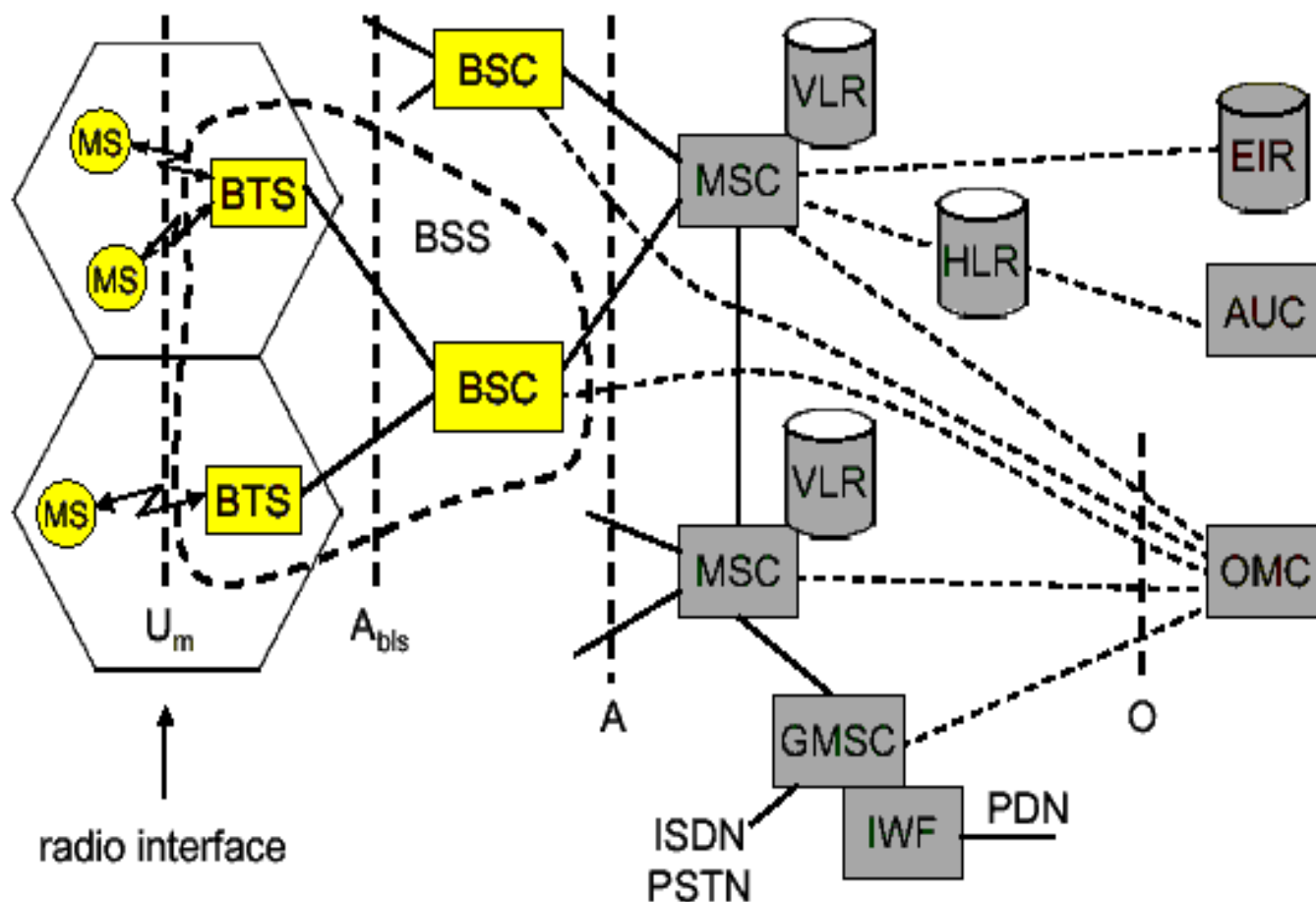
www.rohde-schwarz.com.cn

GSM系统组成

- GSM是公共陆地移动网络 (PLMN)
- ❖ 组成子系统：
 - ❖ 交换网络子系统(Net Switch Subsystem)
 - ❖ 无线基站子系统 (Base Station Subsystem)
 - ❖ 移动台 (Mobile Station)
 - ❖ 操作与维护子系统 (Operation & Maintain Subsystem)

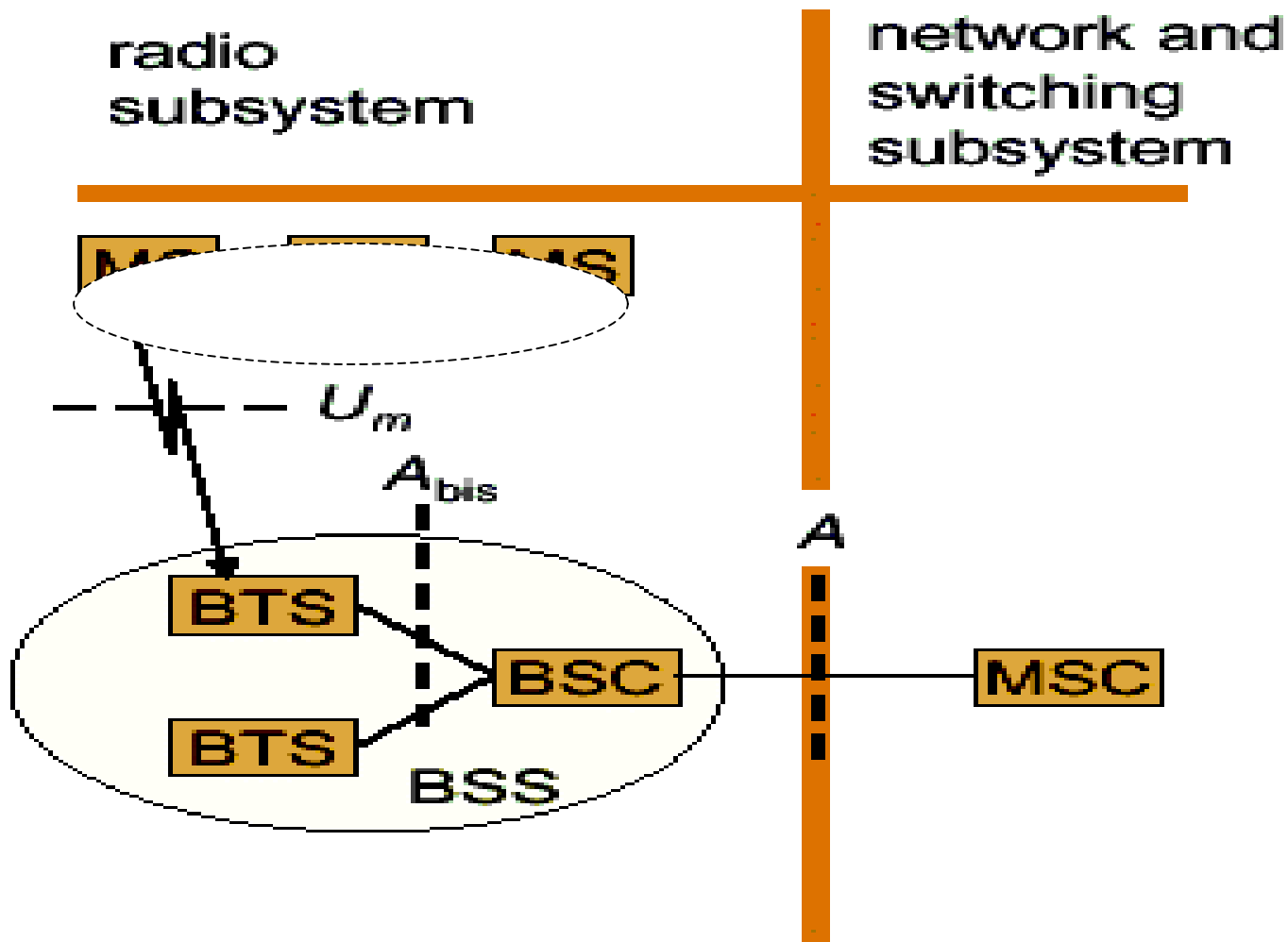
GSM系统组成

- 组成与接口



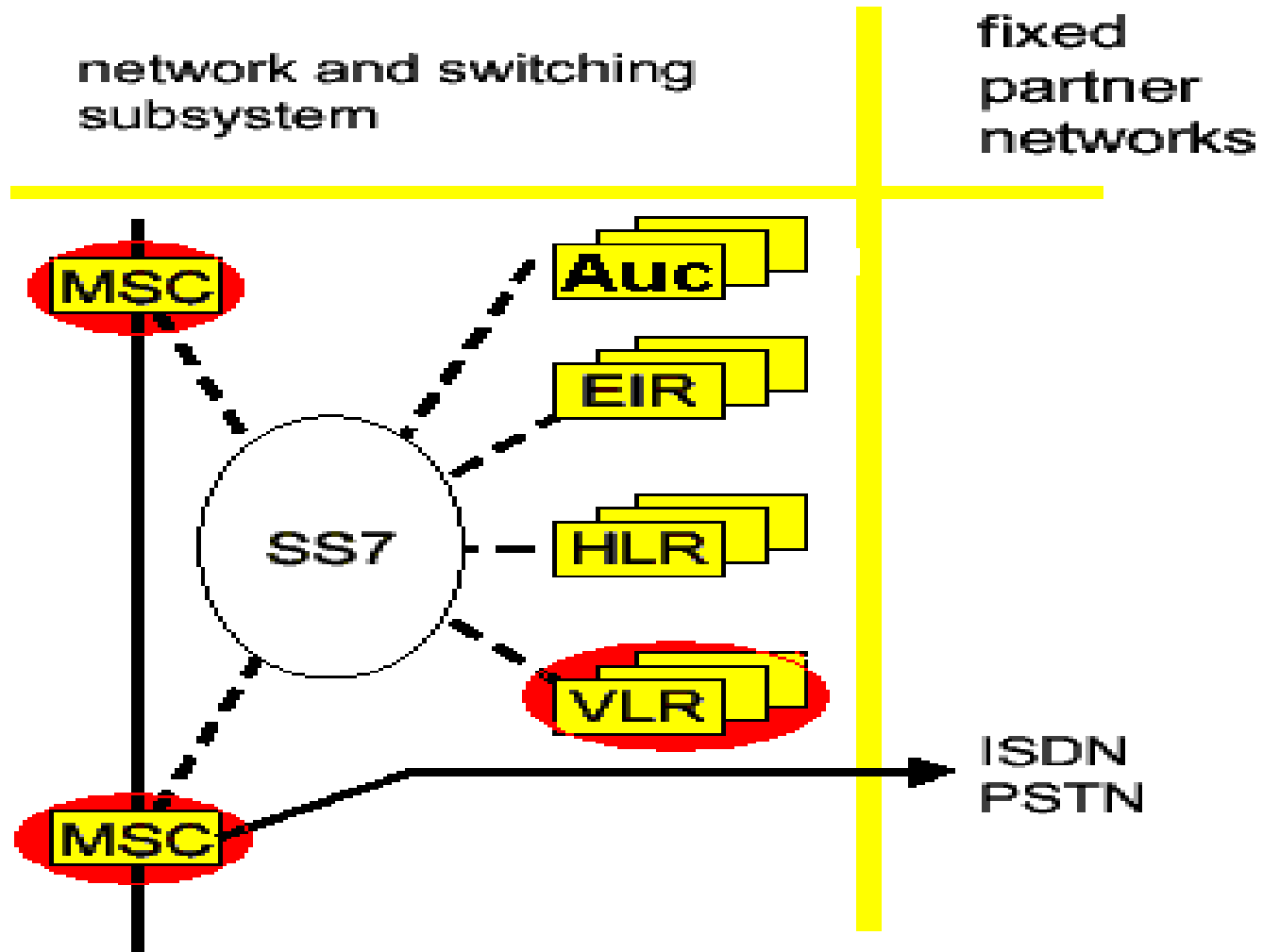
GSM系统组成

- 无线基站子系统



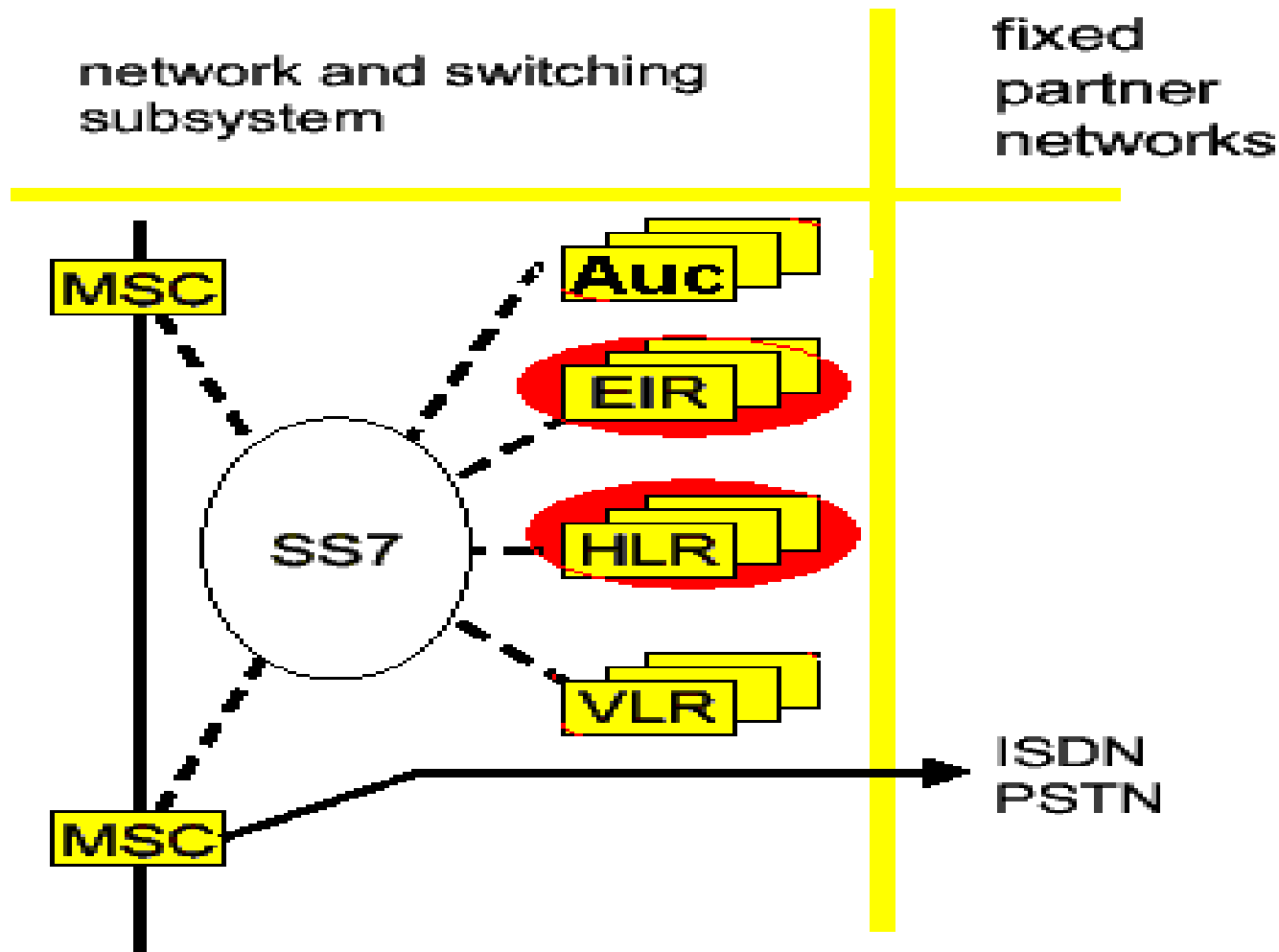
GSM系统组成

- 交换网络子系统 (MSC,VLR)



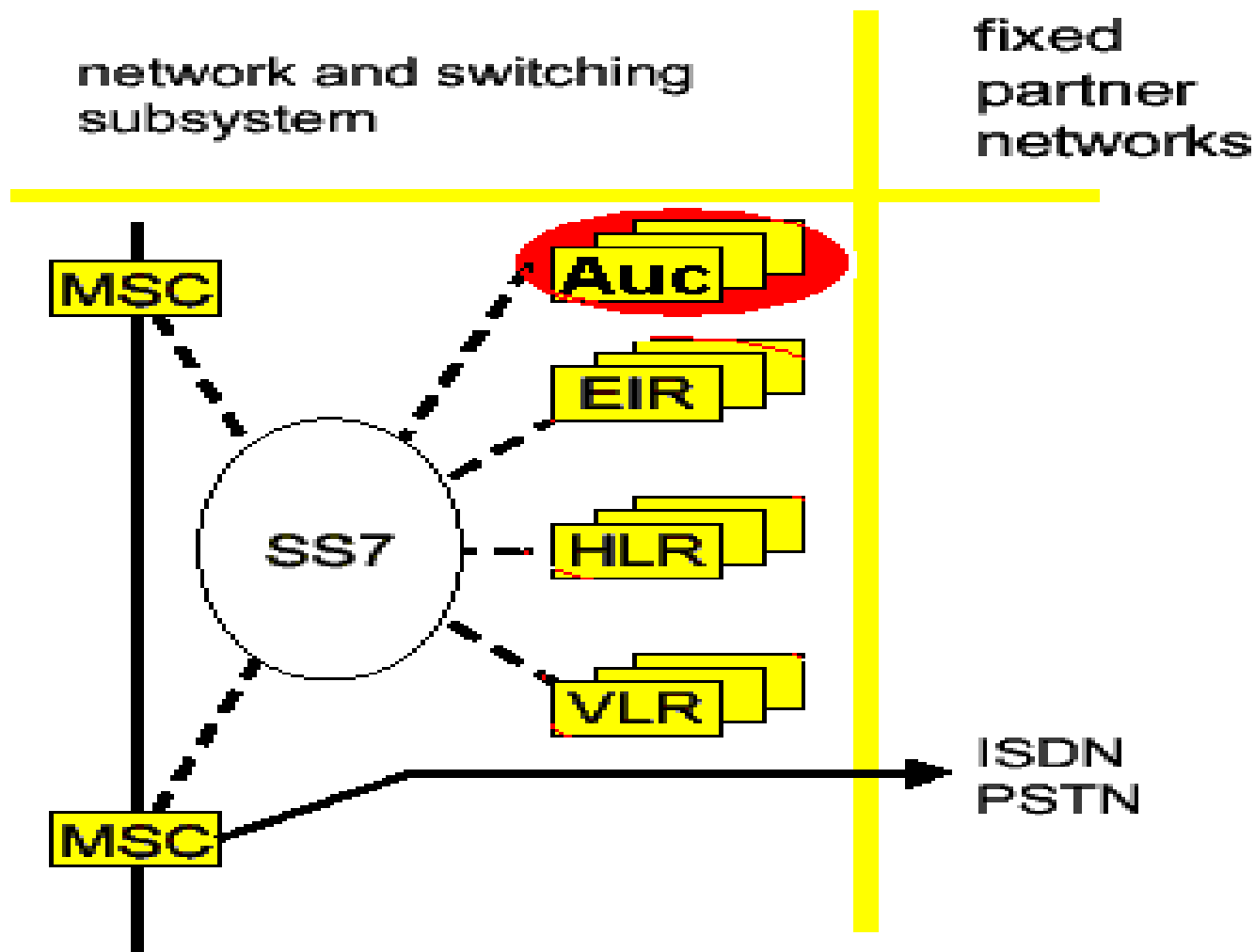
GSM系统组成

- 交换网络子系统 (HLR,EIR)



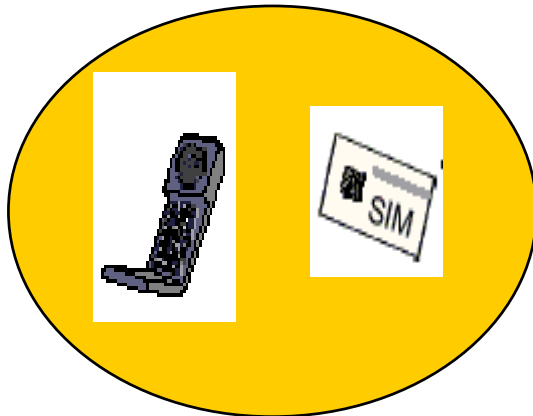
GSM系统组成

- 交换网络子系统 (AuC)



GSM系统组成

- 移动台，操作与维护子系统

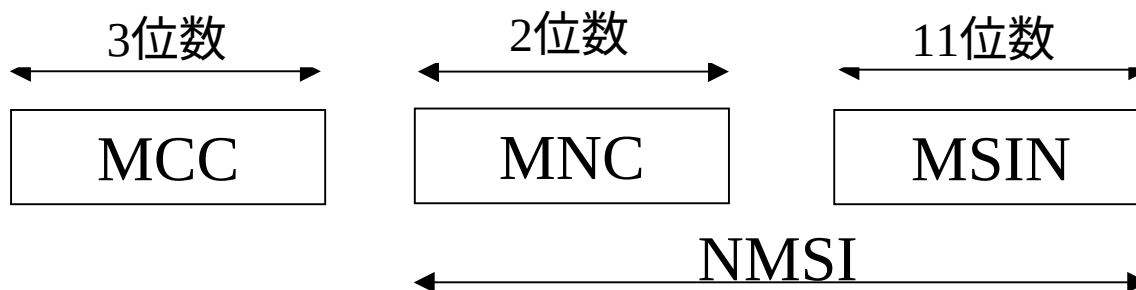


GSM系统组成

- GSM系统中的数字标识
 - 移动台ISDN号： (MS-ISDN)



- 国际移动客户识别码： (IMSI)



GSM系统组成

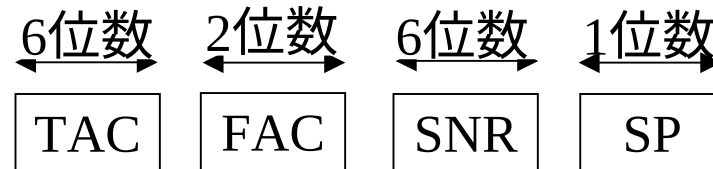
- GSM系统中的数字标识
 - TMSI （临时移动台标识码）
 - 在当前VLR中分配，标识MS
 - 建立呼叫，位置更新时使用
 - 成功鉴权后获得该标识
 - 代替IMSI在空中传输，提高安全性
 - MSRN （移动客户漫游号码）
 - 该号码由VLR在呼叫建立或位置更新时临时分配给MS
 - 结构类似于MSISDN, Max15位数
 - VLR区域内有效
 - GMSC通过此号码选路由，将呼叫接至被叫当前MSC/VLR

GSM系统组成

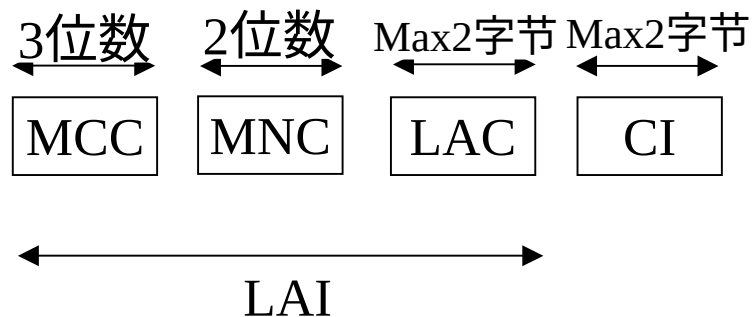
- GSM系统中的数字标识

- IMEI (国际移动台设备识别码)

- 唯一地识别一个移动台设备的编码，其结构：



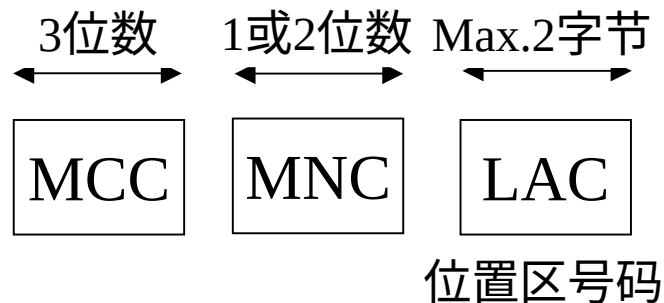
- CGI (全球小区识别码)



GSM系统组成

- GSM系统中的数字标识

- LAI （位置区识别码）
 - 用于移动客户位置更新



- BSIC(基站识别码)



GSM技术基础

第二章

GSM的空中接口

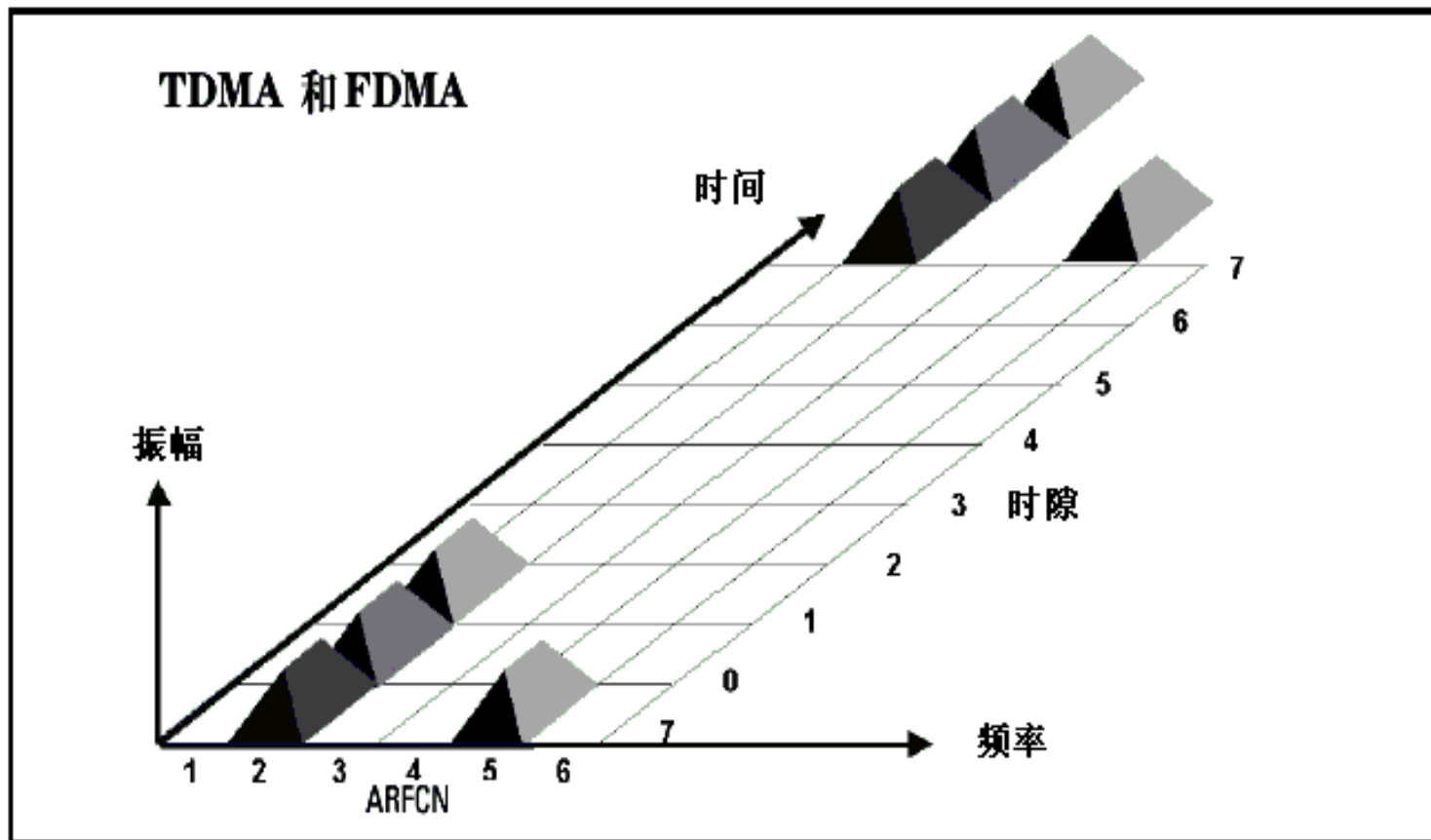
R&S 中国培训中心

© 2002

www.rohde-schwarz.com.cn

GSM的空中接口

- 频分多址 (FDMA) + 时分多址 (TDMA)



GSM的空中接口

● 射频信道参数

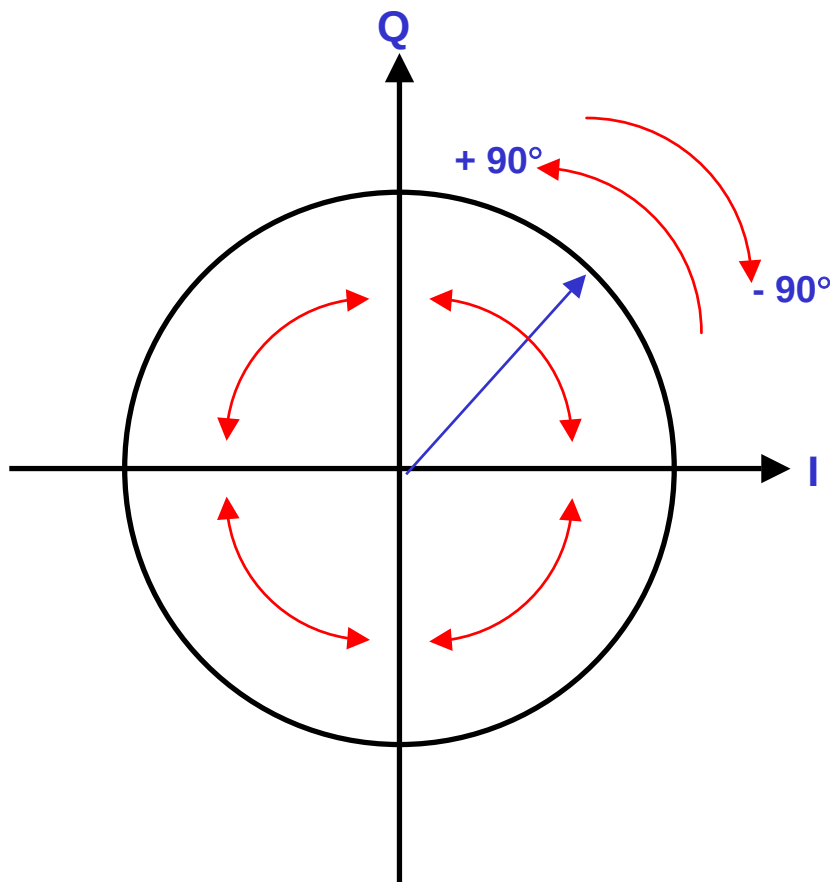
	GSM 900		DCS 1800	PCS 1900
频率范围(MHz):	P- GSM	E- GSM		
上行 (移动台发射):	890 - 915	880 - 890	1710 - 1785	1850 - 1910
下行 (基站发射):	935 - 960	925 - 935	1805 - 1880	1930 - 1990
上下行间隔 (MHz):	45	45	95	80
收发延迟(时隙):	3	3	3	3
频带(MHz):	2x25	2x10	2x75	2x60
频道个数:	124	49	374	299
频道号(ARFCN):	1-124	975 - 1023 以及0	512 - 885	512 - 810
频道间隔:	200KHz			
调制方式:	GMSK, B*T = 0.3			
数据传输速率:	270.833 kbit/s			
比特持续时间:	3.69us			

P- GSM: Primary GSM

E- GSM: Extended GSM

GSM的空中接口

- GMSK 高斯最小频移键控调制



相移 $+90^\circ$ 逻辑“1”
相移 -90° 逻辑“0”

$$\Delta\omega_C = \frac{\Delta\Phi}{T_{\text{Bit}}} = \Delta\Phi * f_{\text{Bit}}$$

$$2\pi \Delta f_C = \frac{2\pi}{4} * f_{\text{Bit}}$$

$$\Delta f_C = \frac{1}{4} * f_{\text{Bit}}$$

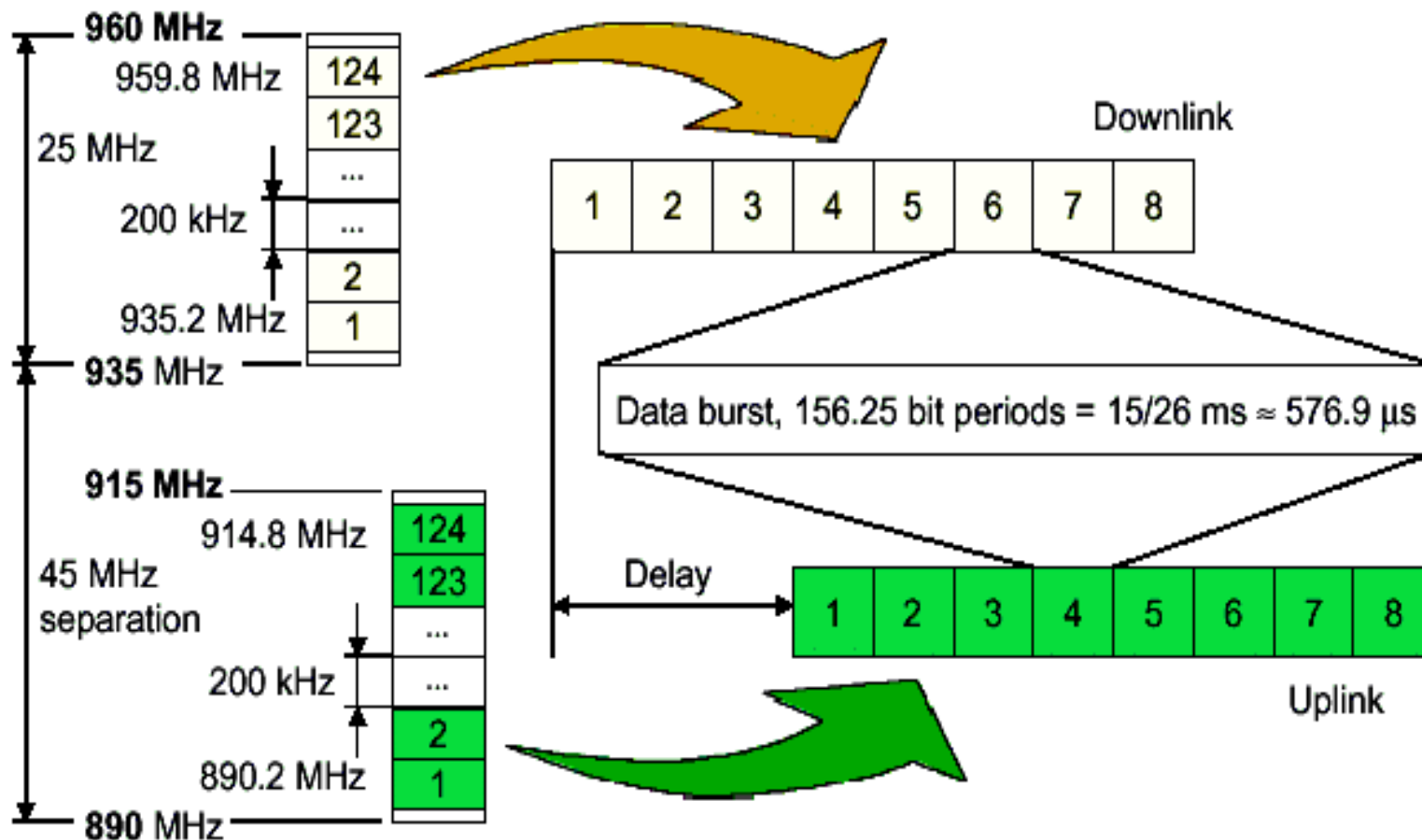
GSM的空中接口

● 不同GSM频段的信道表

CH 975 880.2 925.2		CH 1023 889.8 934.8	CH 0 890.0 935.0	CH 1 890.2 935.2	CH 2 890.4 935.4	CH 124 914.8 959.8	GSM900: E-GSM + P-GSM
CH 512 1710.2 1805.2	CH 513 1710.4 1805.4	CH 514 1710.6 1805.6				CH 885 1784.8 1879.8	GSM1800
CH 512 1850.2 1930.2	CH 513 1850.4 1930.4	CH 514 1850.6 1930.6				CH 810 1909.8 1989.8	GSM1900
CH 955 876.2 921.2	CH 956 876.4 921.4	CH 957 876.6 921.6				CH 974 880.0 925.0	R - GSM
CH 259 450.6 460.6	CH 260 450.8 460.8	CH 261 451.0 461.0				CH 293 457.4 467.4	GSM450
CH 306 479.0 489.0	CH 307 479.2 489.2	CH 308 479.4 489.4				CH 340 485.8 495.8	GSM480

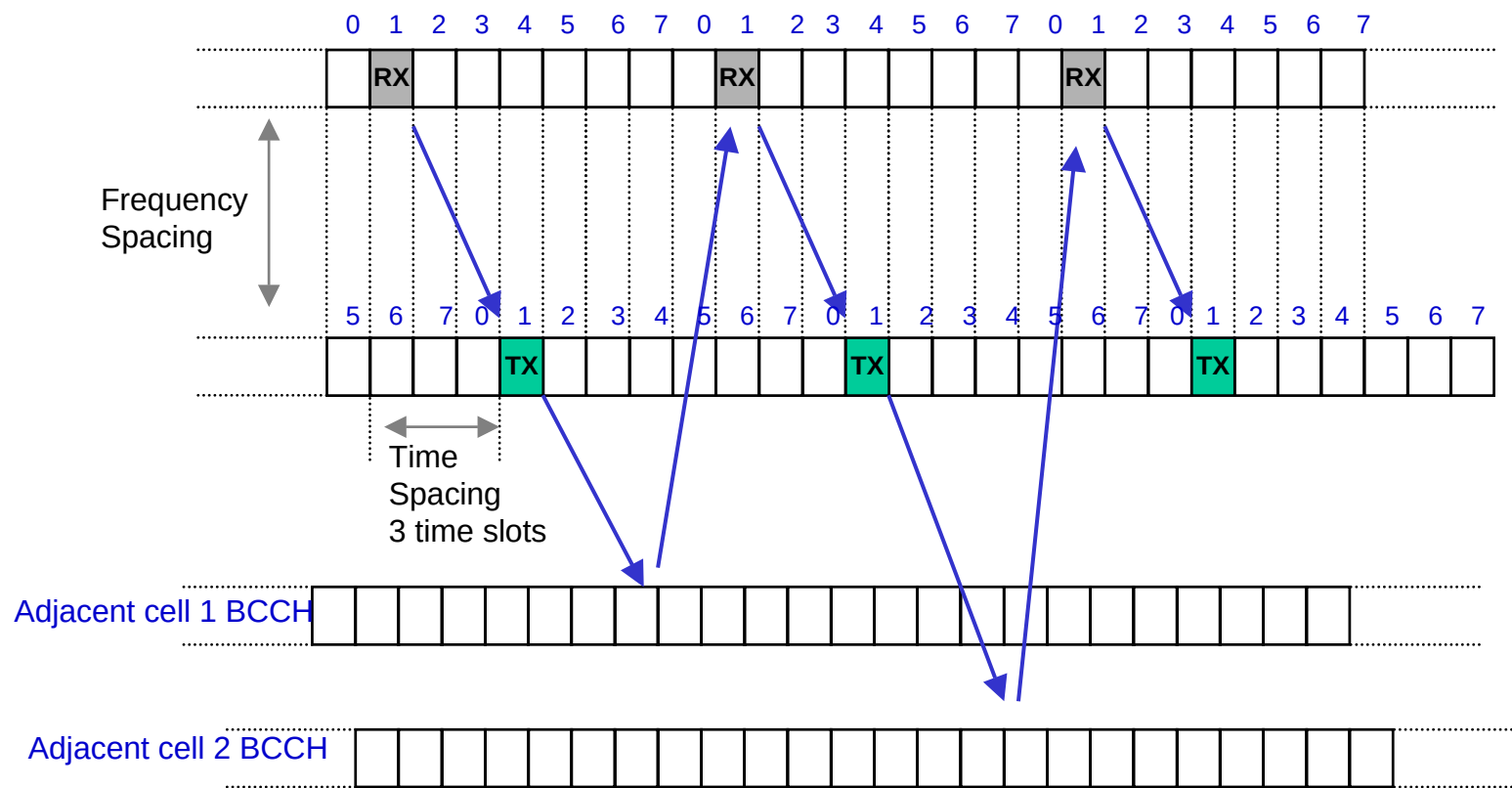
GSM的空中接口

- 载频、时隙与TDMA帧结构



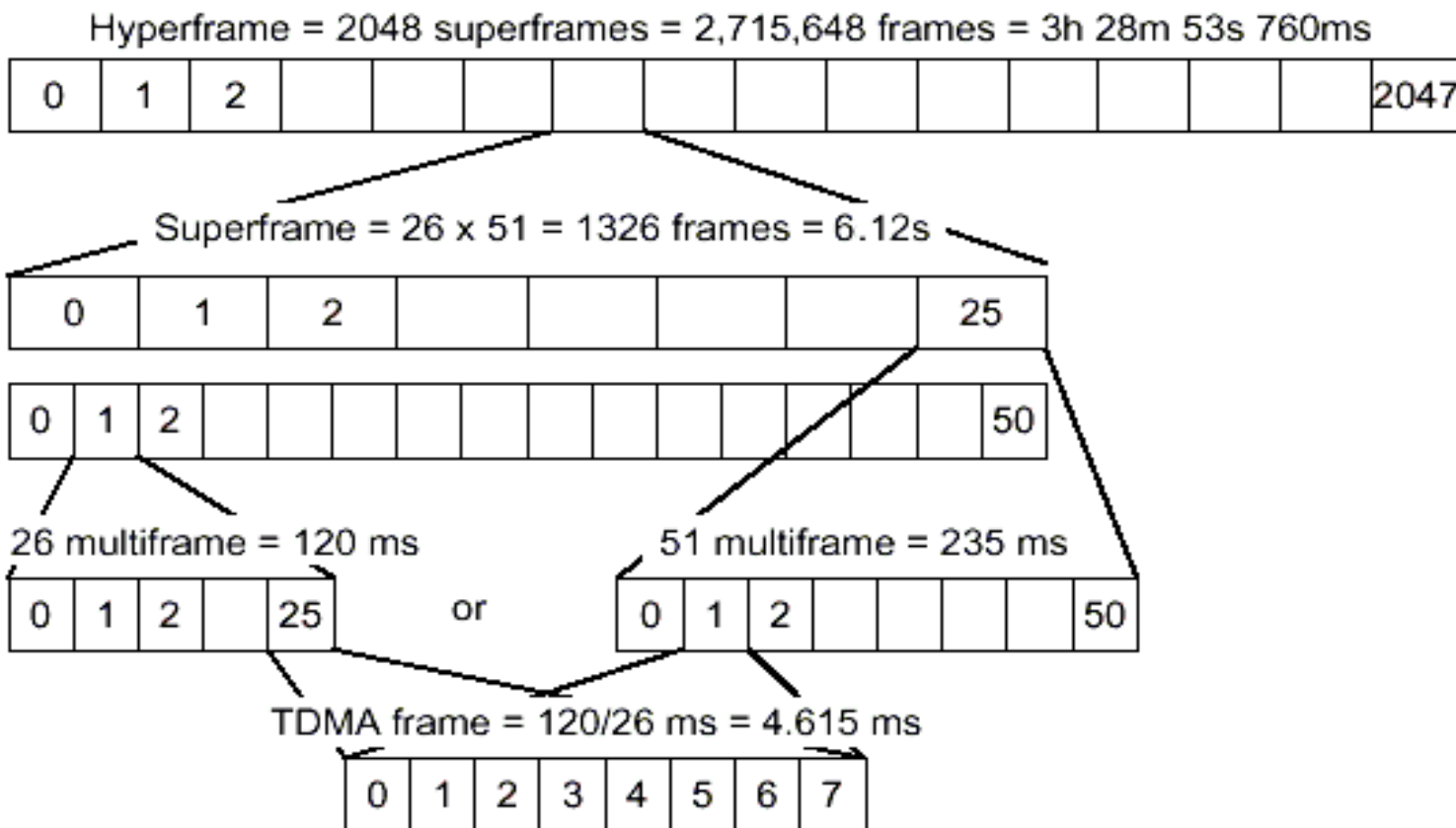
GSM的空中接口

- 上下行频率间隔与时间延迟



GSM的空中接口

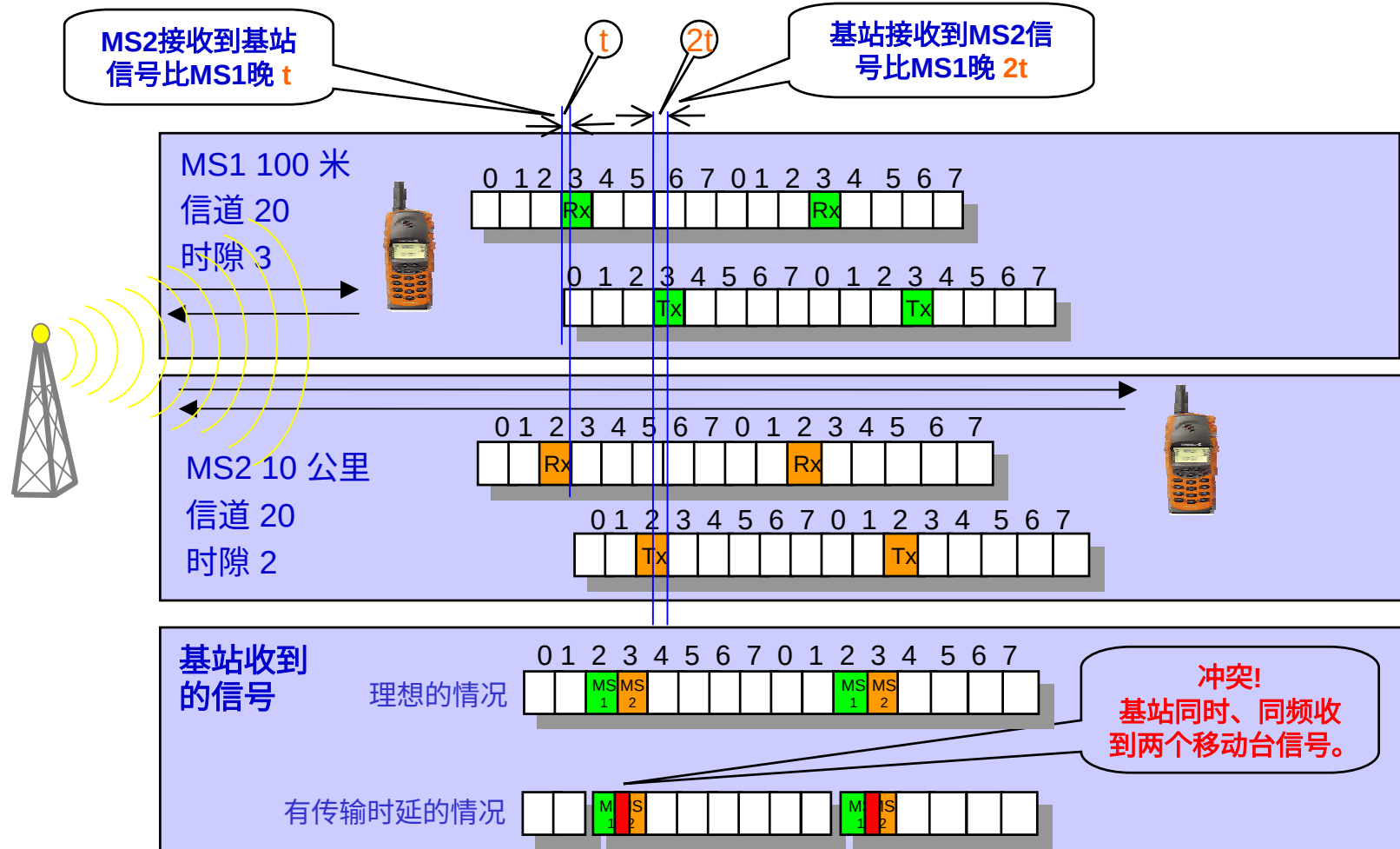
- 载频、时隙与TDMA帧结构



[illegible]

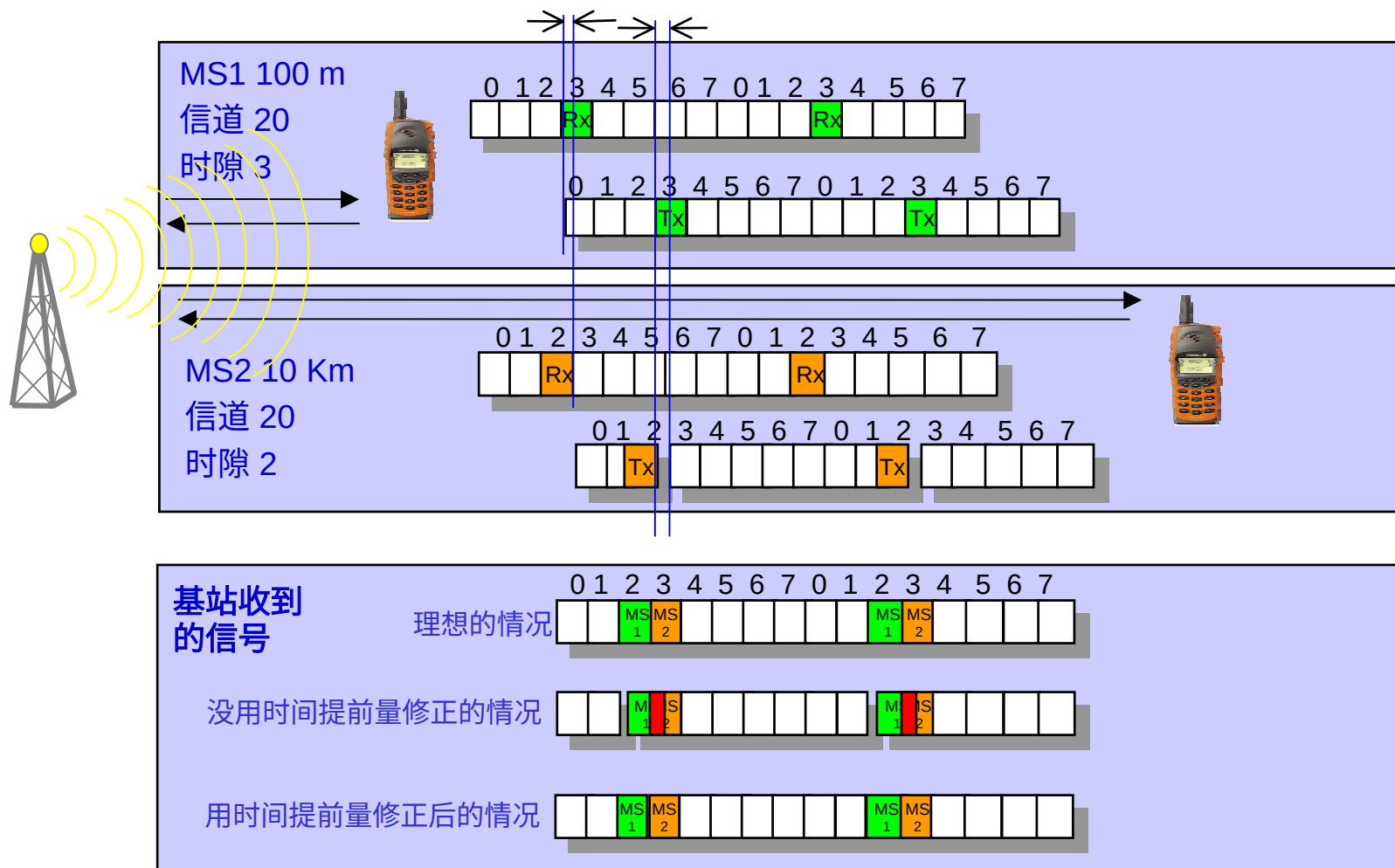
GSM的空中接口

● 延迟纠正—时间提前量 (Timing Advance)



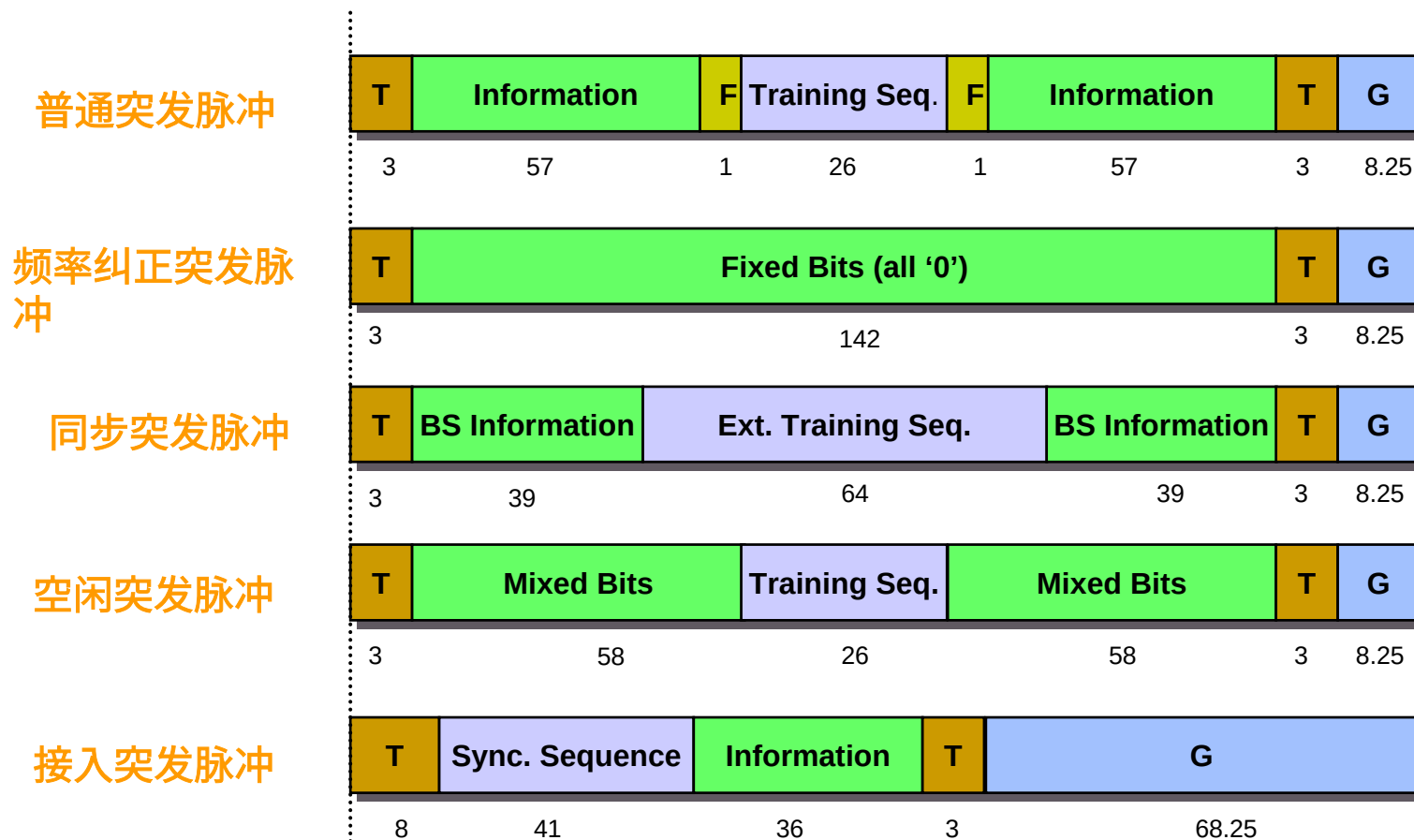
GSM的空中接口

● 时间提前量 (Timing Advance)



GSM的空中接口

● 突发脉冲 (burst) 类型



GSM的空中接口

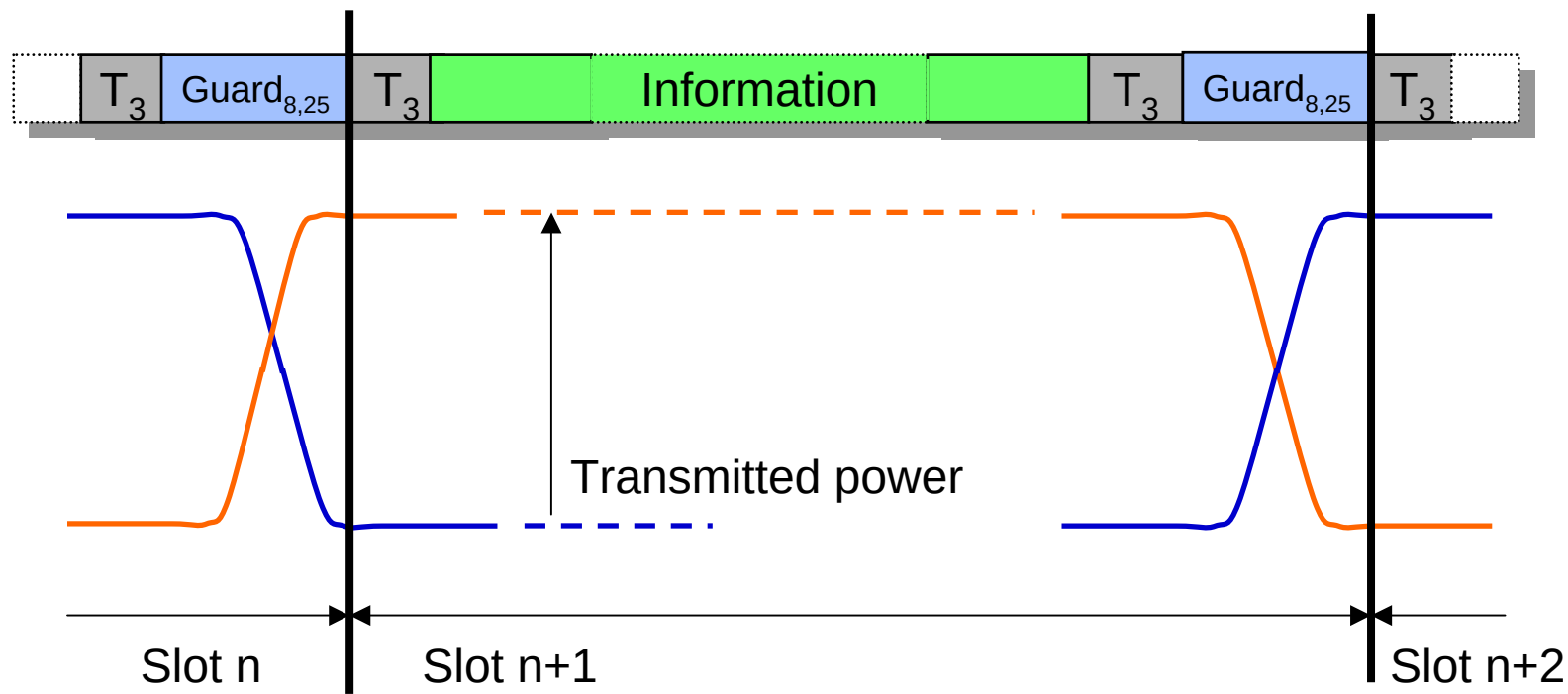
● 普通突发脉冲

普通突发脉冲用来在业务信道和控制信道（随机接入信道除外）上传送信息。

- 尾比特（Tail bits）
- 借用标志（Stealing Flags）
- 信息比特（Information bits）
- 训练序列码（Training sequence code）
- 保护间隔（Guard bit）

GSM的空中接口

- 保护间隔



GSM的空中接口

- 频率纠正突发脉冲 (FB)

移动台通过频率纠正突发脉冲实现与基站周期性的频率同步

- 同步突发脉冲 (SB)

移动台通过同步突发脉冲实现与基站的时间同步，获得当前空中传输的TDMA帧的帧号和基站色码

GSM的空中接口

- 接入突发脉冲 (AB)

移动台通过接入突发脉冲向基站系统发送接入信息

- 空闲突发脉冲 (DB)

基站在BCCH的空闲时隙中发送空闲突发脉冲（无任何信息），移动台通过接收该脉冲进行功率测量

GSM的空中接口

- 逻辑信道：（业务信道和控制信道）

- TCH （业务信道）

业务信道用来传送用户业务数据流，包括话音、传真和数据。

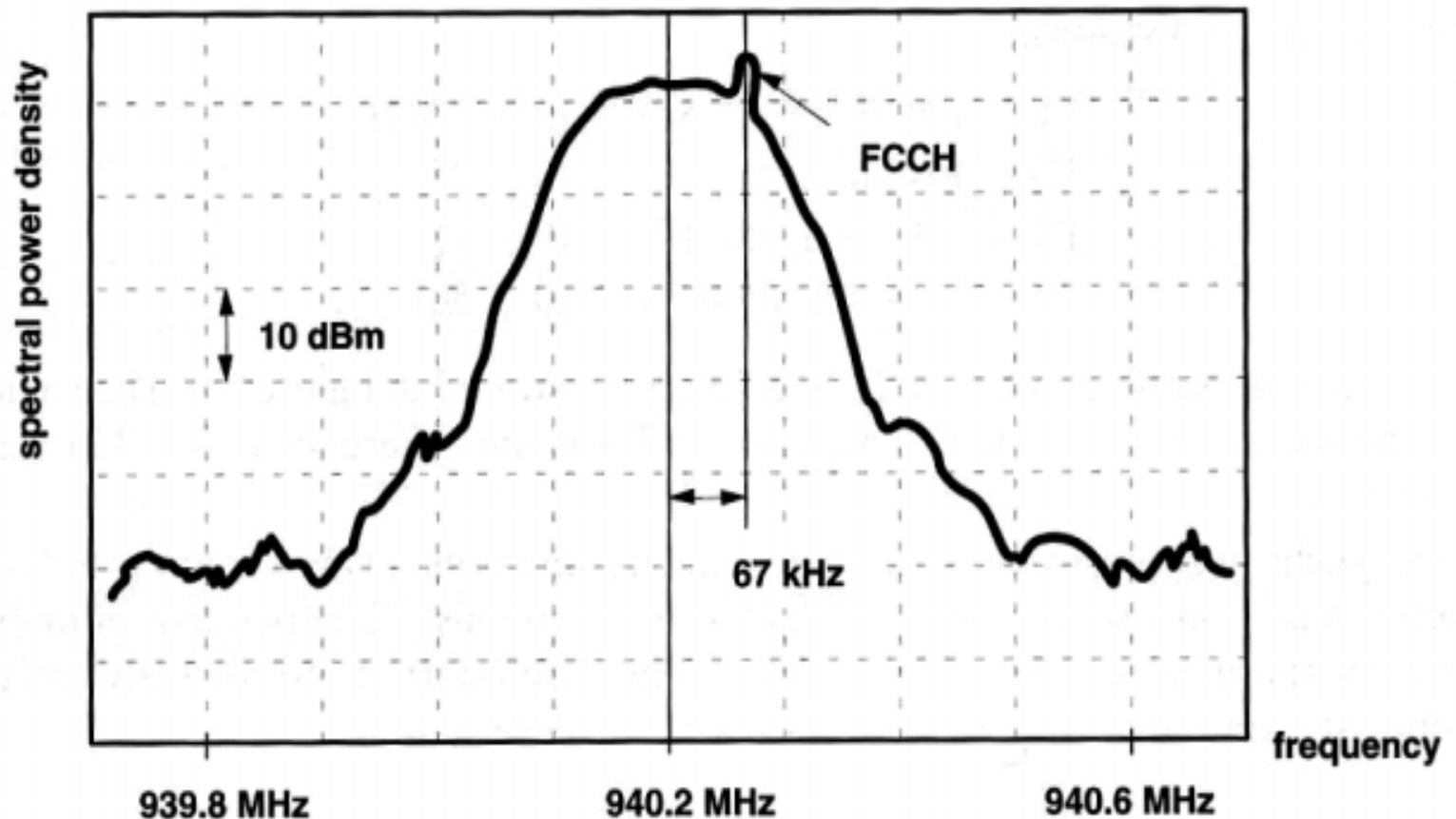
控制信道：

- BCH （广播信道）

广播信道在系统中充当灯塔的角色，发送小区基本信息及参数。
空白时间段填充空闲突发脉冲供手机进行功率测量。

GSM的空中接口

- 逻辑信道（控制信道）
 - BCH的频谱



GSM的空中接口

- 逻辑信道 （控制信道）

- CCCH （公共控制信道）

CCCH通过发射和接收控制信息，管理移动台的接入和呼叫过程。
。包括以下逻辑子信道：

- 寻呼信道（PCH）
 - 随机接入信道（RACH）
 - 接入确认信道（AGCH）

GSM的空中接口

- 逻辑信道（控制信道）

- DCCH（专用控制信道）

专用控制信道是指对应于业务信道的控制信道，具体控制某个业务信道的建立，维持和释放。包括：

- 独立专用控制信道（SDCCH）
 - 慢速随路控制信道（SACCH）
 - 快速随路控制信道（FACCH）

GSM的空中接口

- 逻辑信道与物理信道:

物理信道 - 通过频域和时域描述

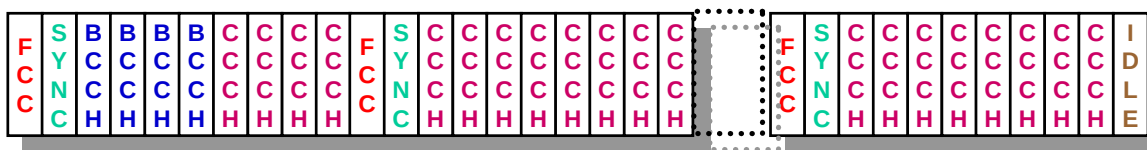
- 频点号
- 时隙号

逻辑信道 - 映射在物理信道上

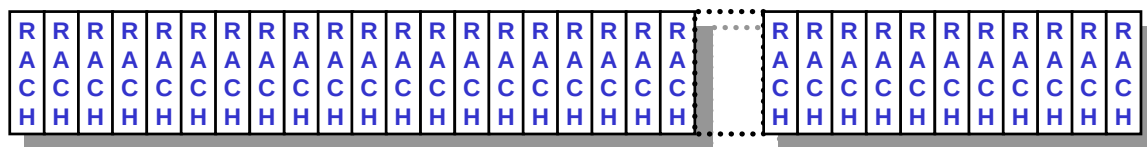
- 业务信道
- 控制信道

GSM的空中接口

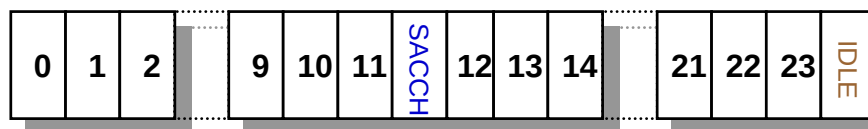
- 逻辑信道与物理信道的映射



BCH与CCCH在TS0上的复用（下行51帧）



RACH在TS0上的复用（上行51帧）



TCH与SACCH在任意TS上的复用（26帧）

GSM技术基础

第三章

GSM的关键技术

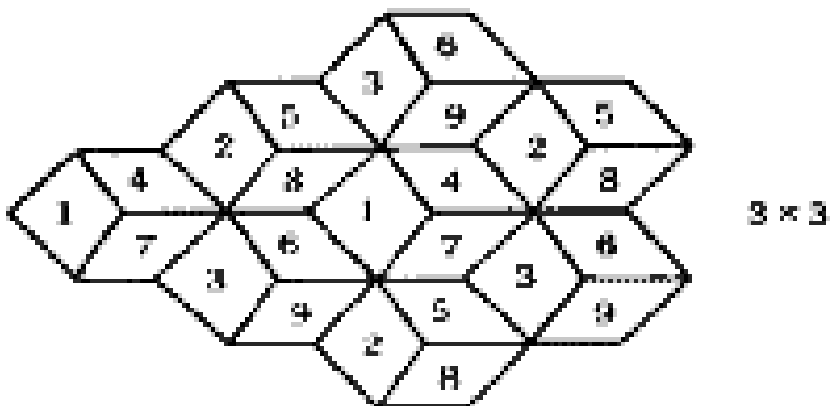
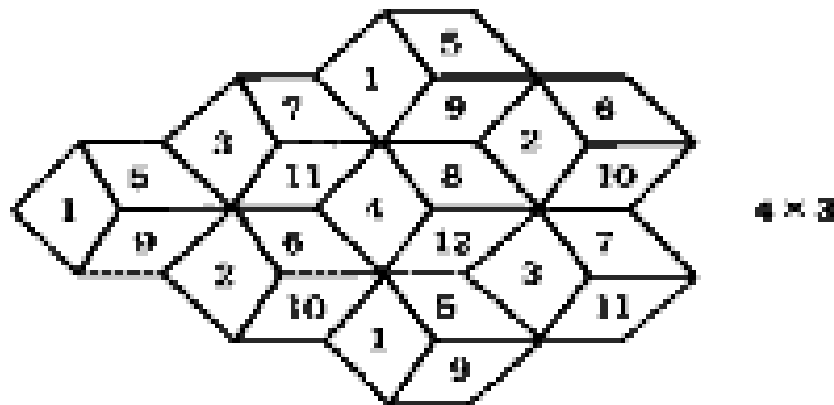
R&S 中国培训中心

© 2002

www.rohde-schwarz.com.cn

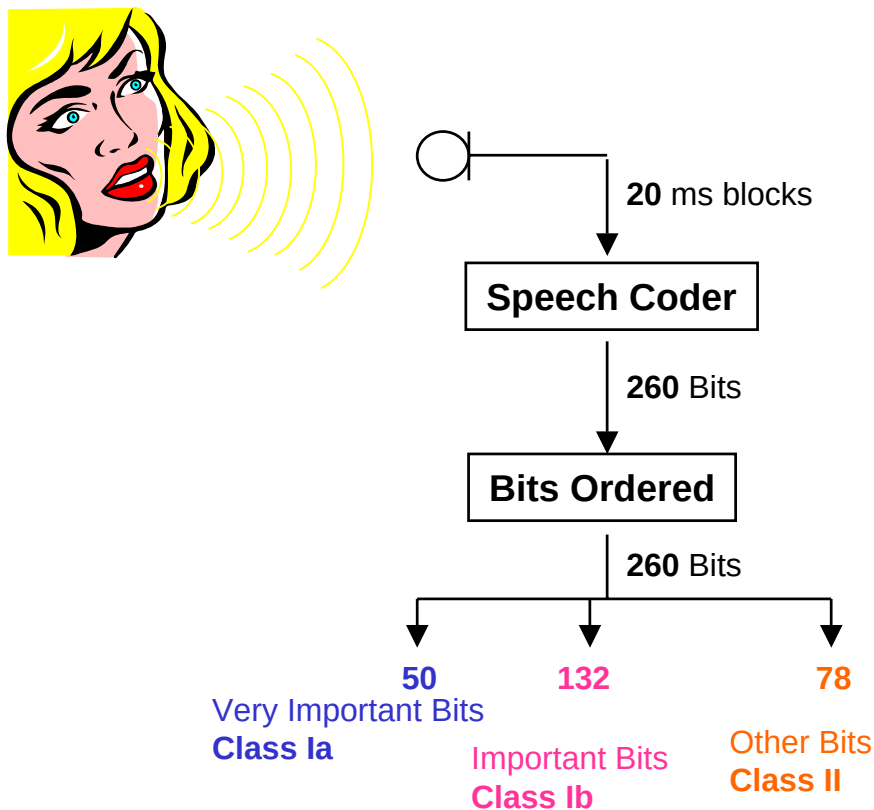
GSM的关键技术

- 频率复用和小区



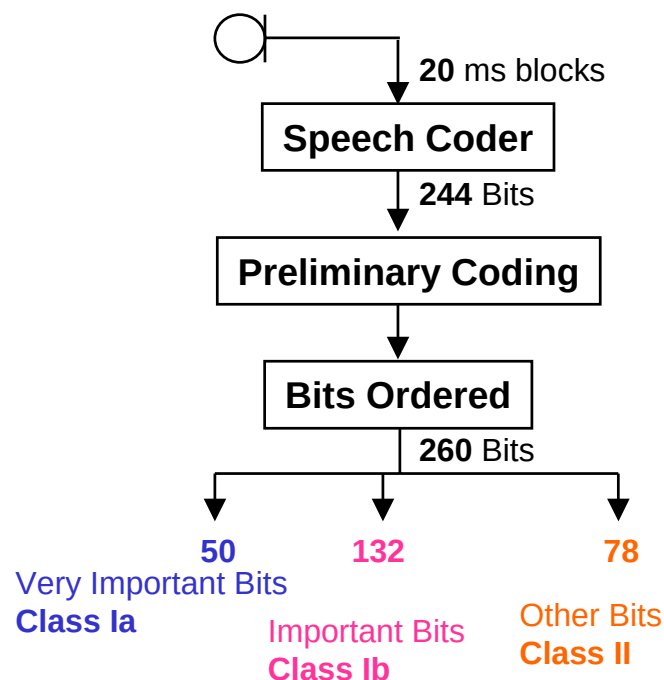
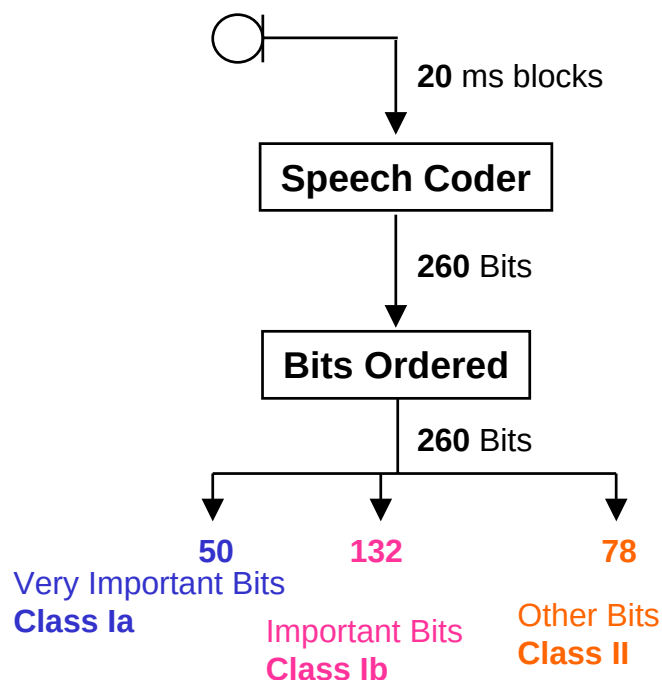
GSM的关键技术

- 语音编码（信源编码）



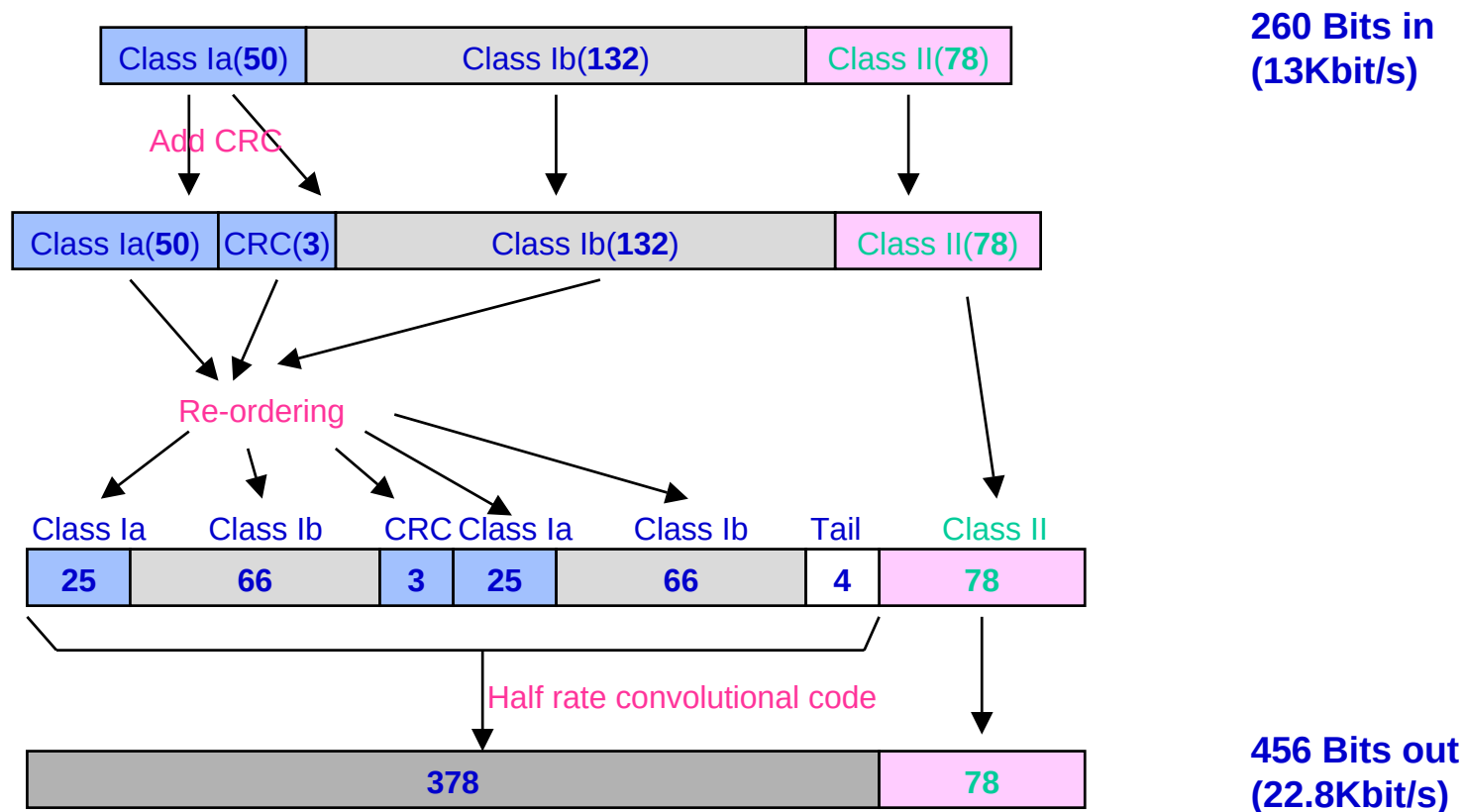
GSM的关键技术

- 全速率和增强型全速率语音编码



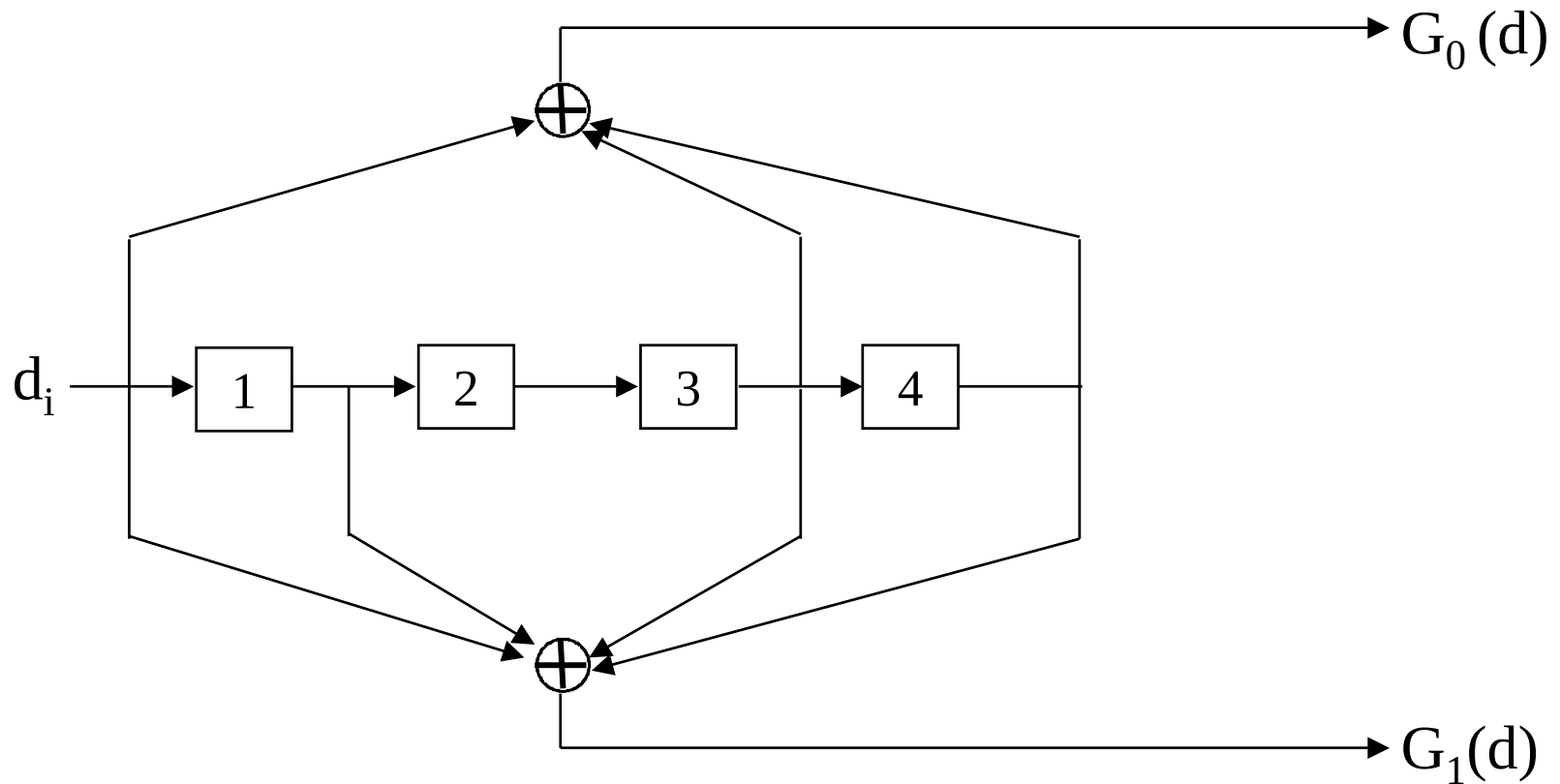
GSM的关键技术

- 信道编码



GSM的关键技术

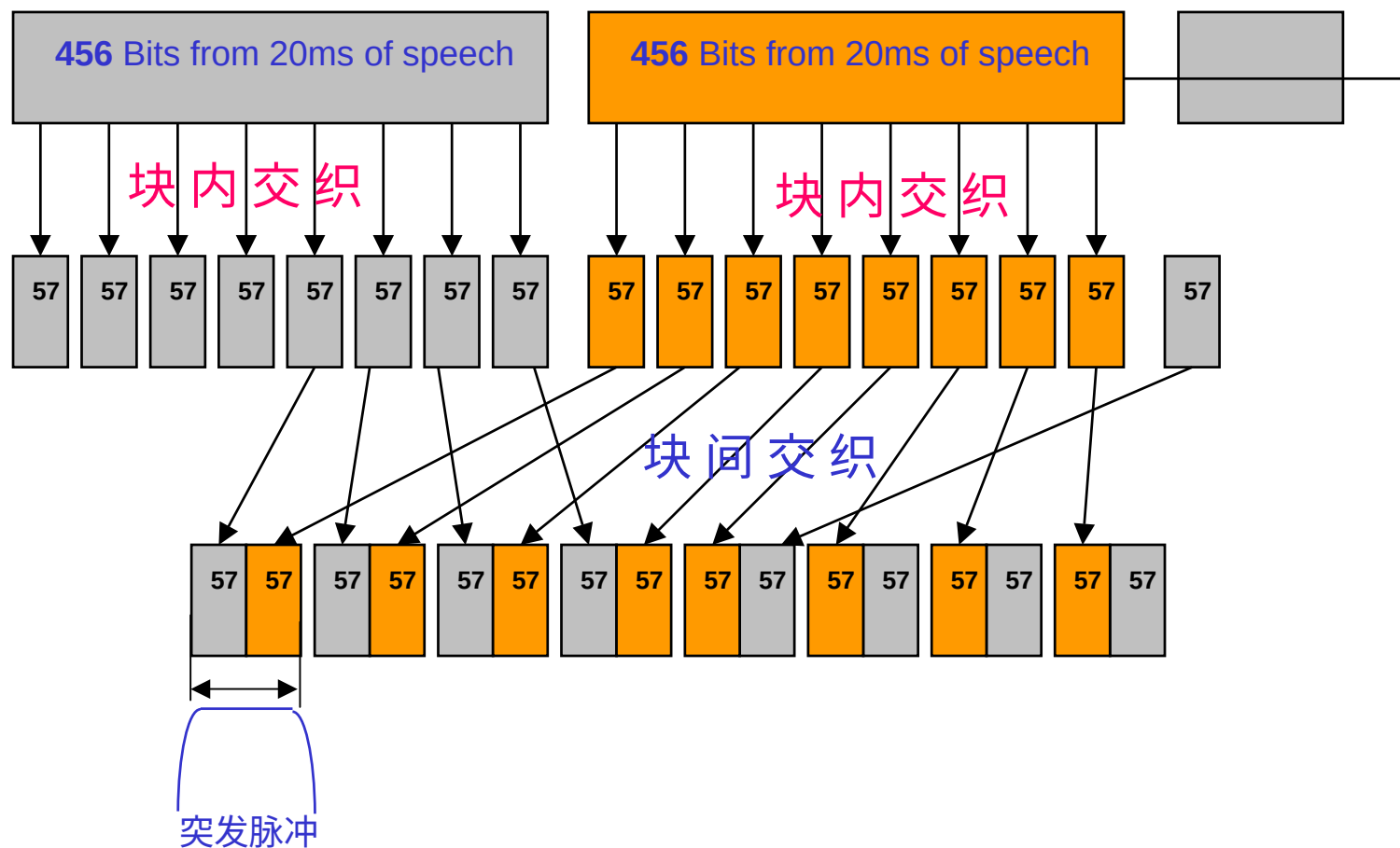
- ## ● 卷积码编码 (约束长度: 5, 编码速率1/2)



1比特数据输入生成2比特具有冗余信息的数据输出

GSM的关键技术

● 数据交织



GSM的关键技术

● 跳频技术

功能：

- 改善衰落。
- 改善处于多径环境中的移动台的通信质量
- 相当于频率分集。

种类：

- 基带跳频
- 射频跳频

GSM的关键技术

- DTX和DRX

Discontinuous Transmission(DTX, 非连续发射)：

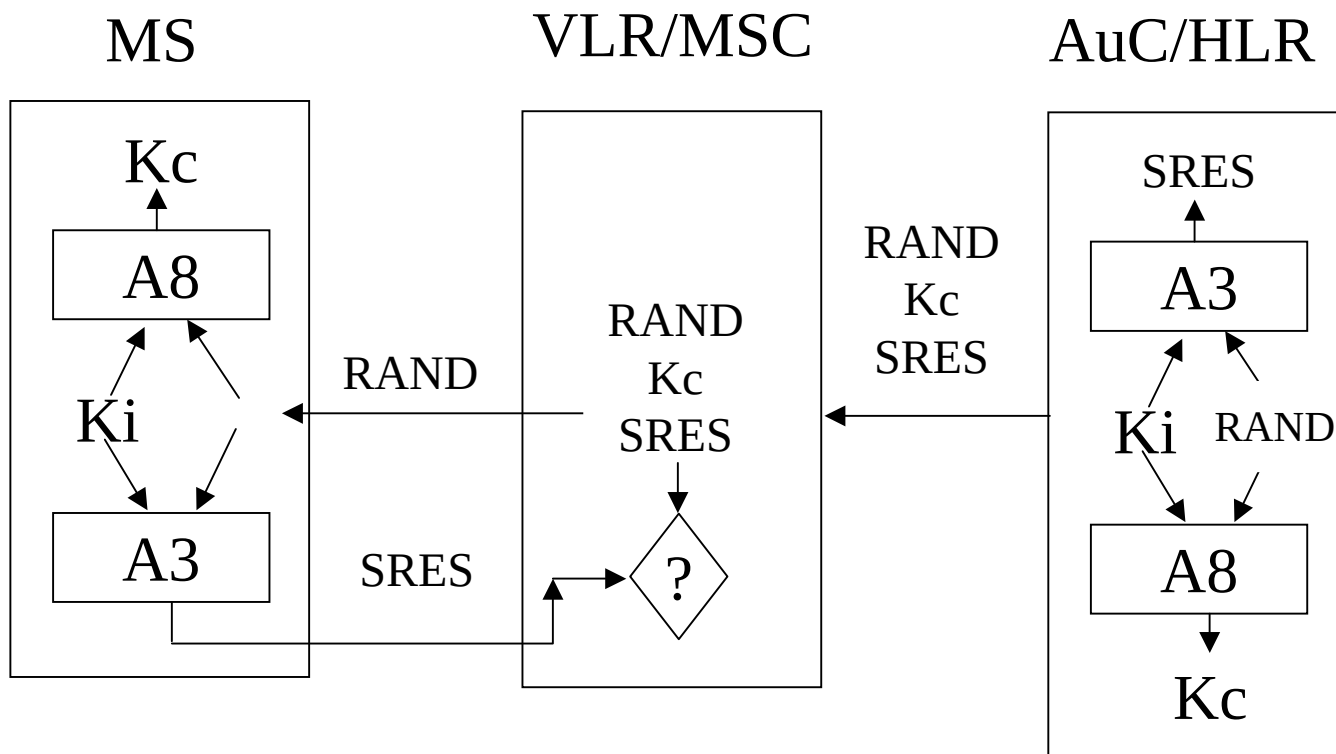
- 一种在通话中的省电模式。
- 当语音不激活时，发送端只发射很少的信息。
- 接收端产生舒适噪声。

Discontinuous Reception(DRX, 非连续接收)：

- 一种在待机时的省电模式。
- 手机基于其IMSI被分成不同的寻呼组。
- 从网络来的寻呼信息会以预定的间隔发送。

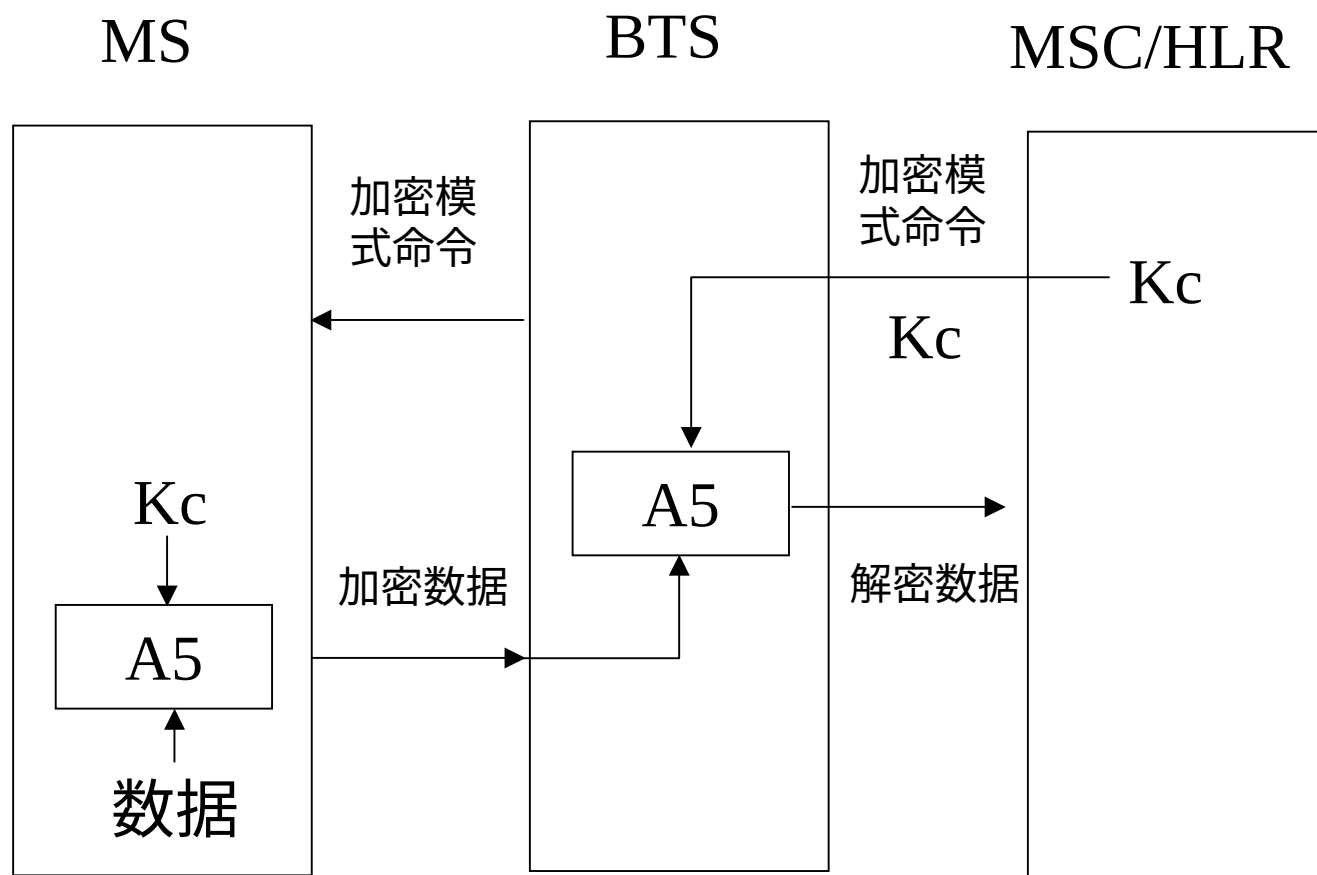
GSM的关键技术

- 鉴权与加密



GSM的关键技术

- 鉴权与加密



GSM技术基础

第 四 章

GSM位置管理、呼叫和切换

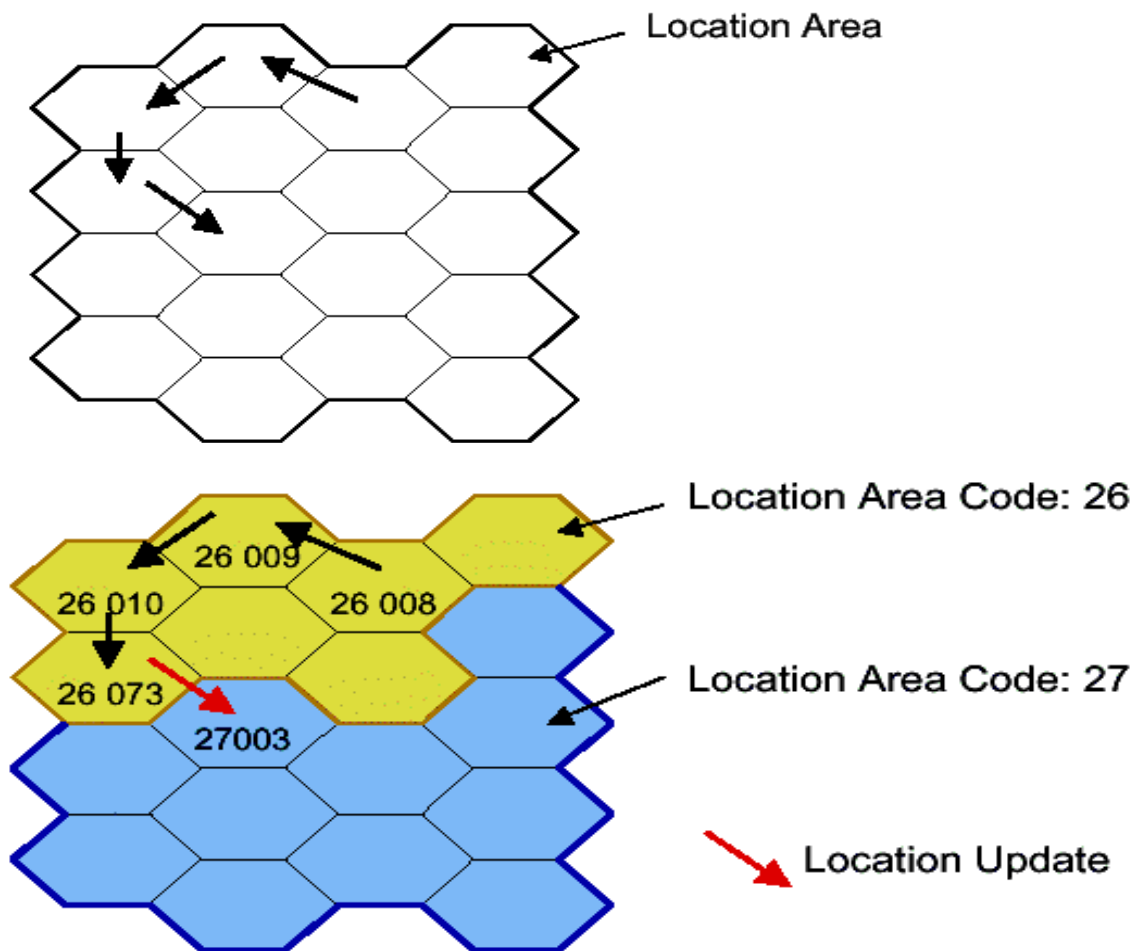
R&S 中国培训中心

© 2002

www.rohde-schwarz.com.cn

GSM位置管理、呼叫和切换

- 寻呼与位置更新



GSM位置管理、呼叫和切换

- 寻呼与位置更新

MS从一个位置区（LA）移到另一位置区时，必须进行登记，也就是说一旦MS发现其存储器中的LAI与接收到的LAI发生了变化，便执行登记，这个过程就叫“位置更新”。

- 不同MSC/VLR业务区间的位置更新
- 同MSC/VLR不同位置区的位置更新

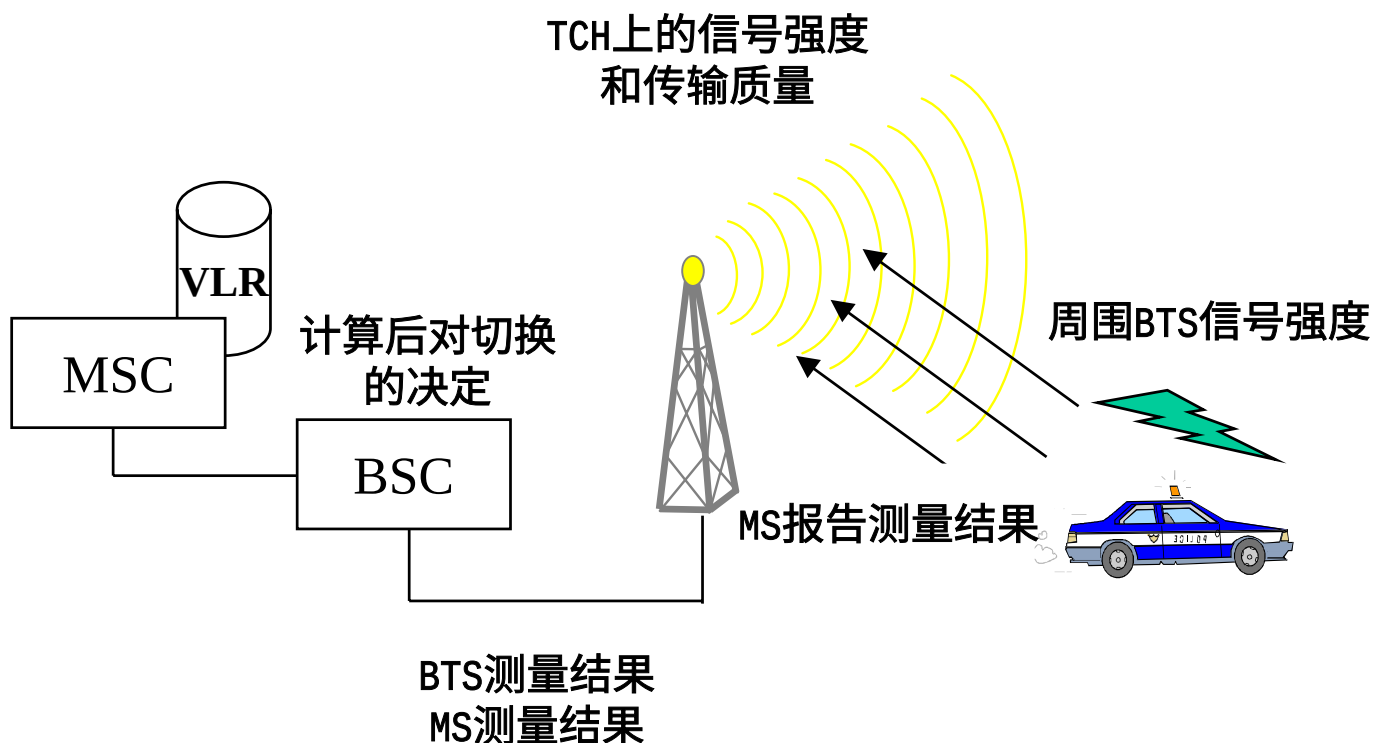
- 周期性登记
 - 手机未能正确从网络中分离的后果。
 - 解决方法。

- 移动台状态
 - MS开机，网络作“附着”标记
 - MS关机，从网络中“分离”。
 - MS忙

GSM位置管理、呼叫和切换

● 切换：

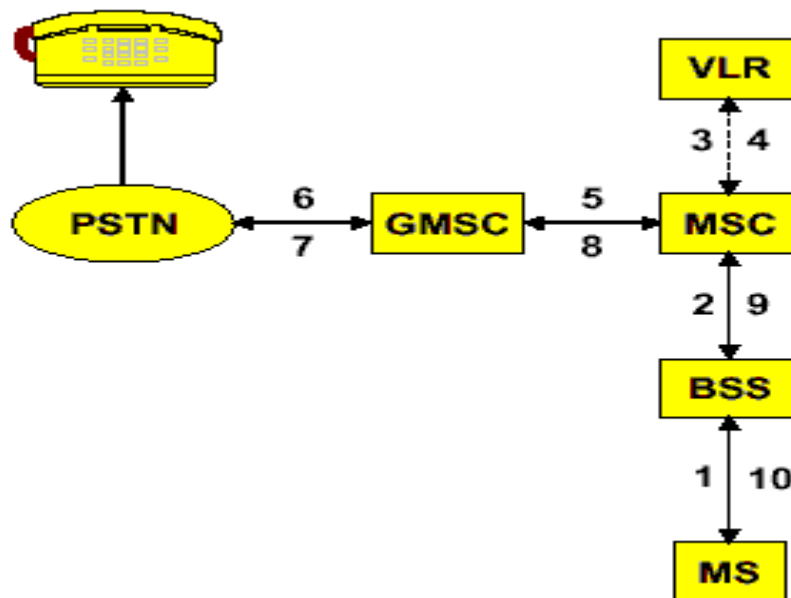
将一个正处于呼叫建立状态或忙状态的MS转换到新的业务信道上的过程称为切换，由网络决定。



- 呼叫处理
 - 呼叫初始化
 - MS在RACH信道上发送“信道请求”
 - BSS在AGCH上发送“立即分配”
或者“立即分配拒绝”，并限制MS继续呼出
 - MS根据相应参数，转入指定分配信道

● 呼叫处理

- MS发起呼叫(MOC)
 - 1, 2 连接申请
 - 3, 4 安全检查
 - 5 - 8 申请资源
 - 9, 10 建立链路

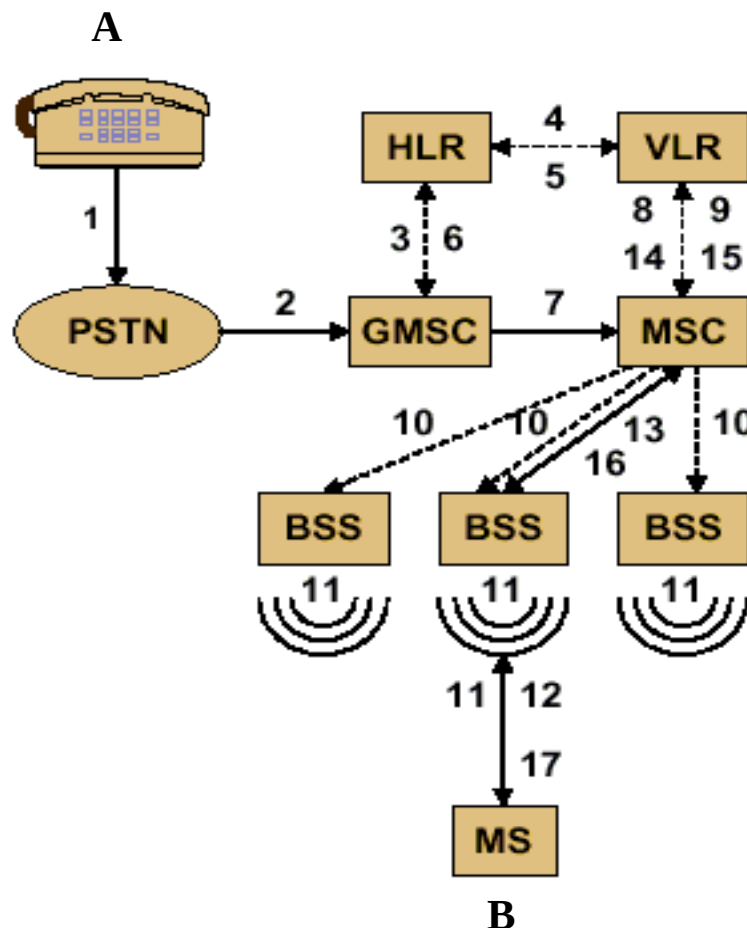


GSM位置管理、呼叫和切换

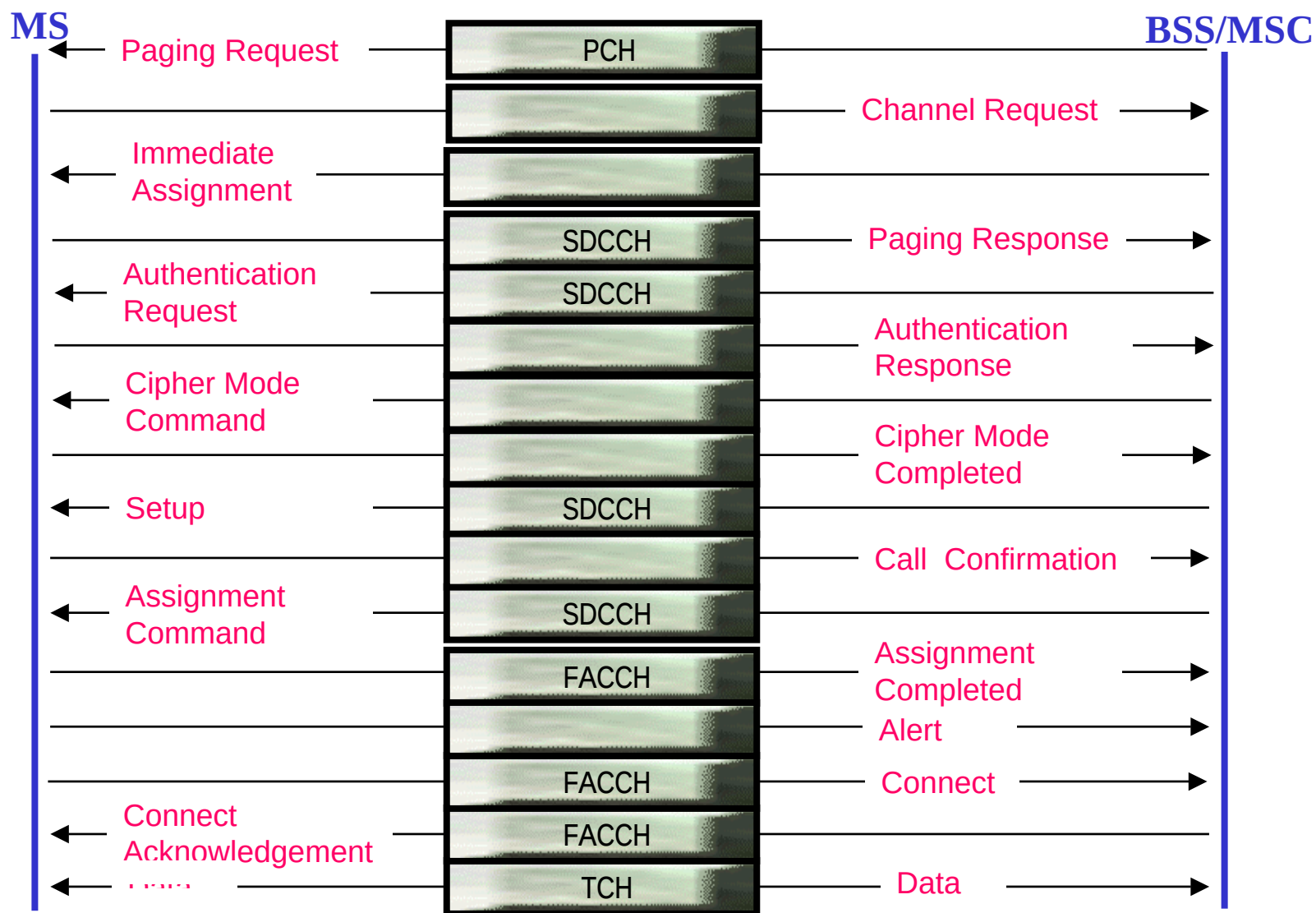
● 呼叫处理

- MS接受呼叫 (MTC)

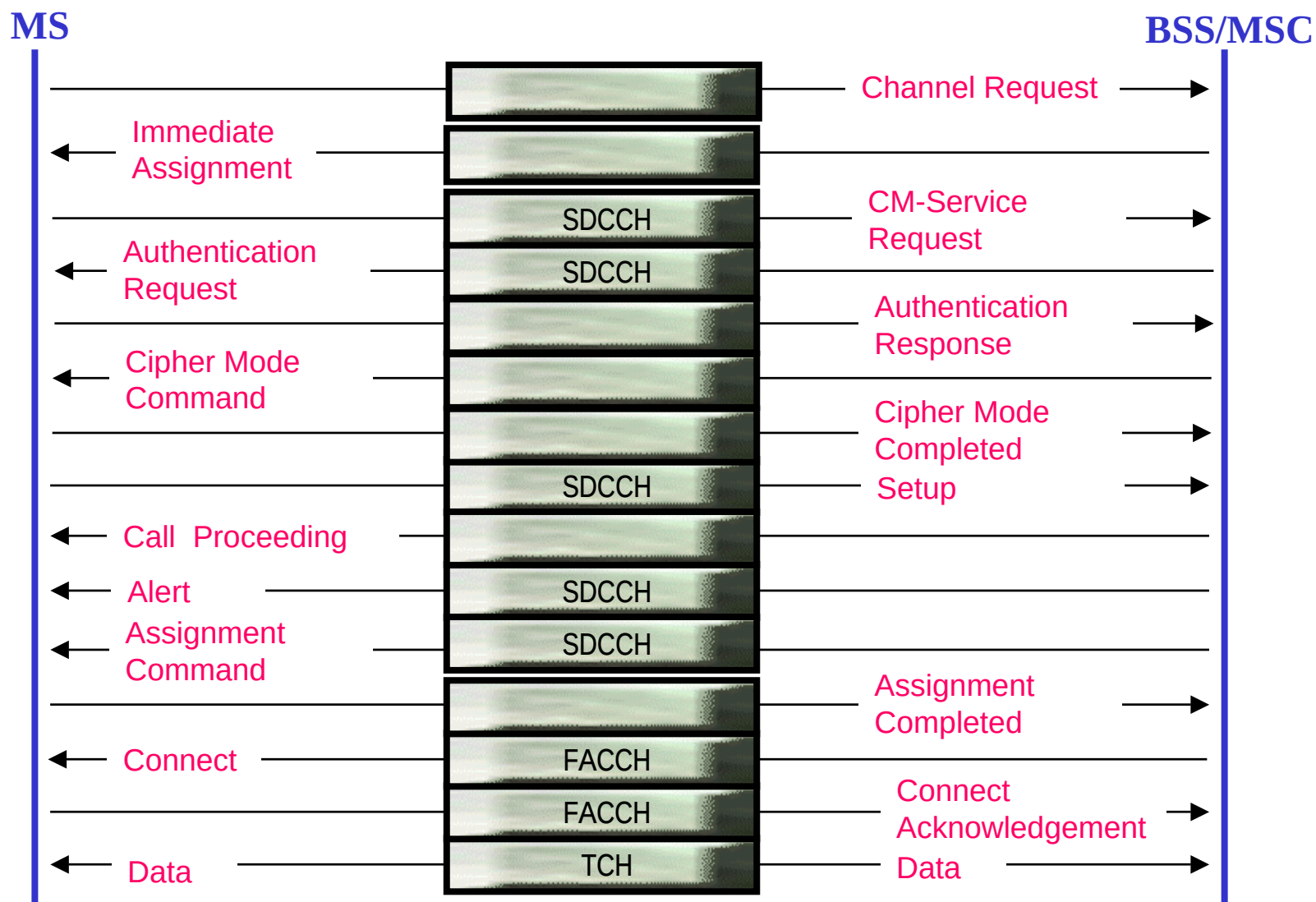
- 1, 呼叫GSM用户
- 2, 将呼叫前转至GMSC
- 3, 建立到HLR的信令链接
- 4, 5从VLR申请MSRN
- 6, GMSC得到服务的MSC信息
- 7, 将呼叫前转至MSC
- 8, 9得到手机的当前状态
- 10, 11寻呼手机
- 12, 13手机应答
- 14, 15安全检查
- 16, 17建立呼叫连接



移动台被呼信令流程



移动台主呼信令流程



GSM技术基础

第五章

GSM测试基础

R&S 中国培训中心

© 2002

www.rohde-schwarz.com.cn

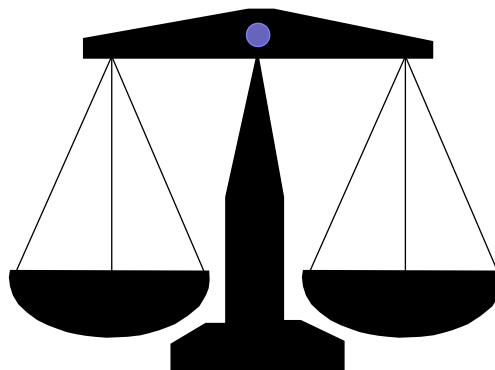
GSM射频测试主要分为：

- 发射机测试
- 接收机测试

ETSI 关于GSM的测试标准：

GSM 11.10 Mobile Station conformance specification.

- GSM测试原则



在这两个因素间求平衡：

- 1) 在不同的环境下保持高质量的无线信道连接，低质量的话路连接会造成话音质量的下降甚至掉话。
- 2) 不能干扰其他用户、GSM信道以及其他频谱资源。

GSM测试基础

- 保持话路连接

一、TX: 功率测量

大输出功率的优点：

- ☺ 克服空中损耗
- ☺ 降低对接收机的灵敏度要求。



大输出功率带来的问题：

- ☹ 手机侧：电池损耗大，减少待机时间。
- ☹ 网络侧：扩大了小区覆盖范围，引入相邻区间干扰。

因此，GSM规范对移动台的输出功率有严格的规定，移动台的输出功率是可变的，网络侧可以根据环境条件要求移动台调整自己的发射功率来满足系统需求。

GSM900的功率控制

Power Control Level (PCL)	Reference Level	Power Class 1	Power Class 2	Power Class 3	Power Class 4	Power Class 5
0-2	39 dBm	± 2 dB	± 2 dB			
3	37 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 2 dB		
4	35 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB		
5	33 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 2 dB	
6	31 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	
7	29 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 2 dB
8	27 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
9	25 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
10	23 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
11	21 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
12	19 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
13	17 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
14	15 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
15	13 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
16	11 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB
17	9 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB
18	7 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB
19---31	5 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB

GSM1800的功率控制

Power Control Level (PCL)	Reference Level	Power Class 1	Power Class 2	Power Class 3
29	36 dBm			± 2 dB
30	34 dBm			± 3 dB
31	32 dBm			± 3 dB
0	30 dBm	± 2 dB		± 3 dB
1	28 dBm	± 3 dB		± 3 dB
2	26 dBm	± 3 dB		± 3 dB
3	24 dBm	± 3 dB	± 2 dB	± 3 dB
4	22 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
5	20 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
6	18 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
7	16 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
8	14 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
9	12 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
10	10 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
11	8 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
12	6 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
13	4 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
14	2 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB
15---28	0 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB

GSM1900的功率控制

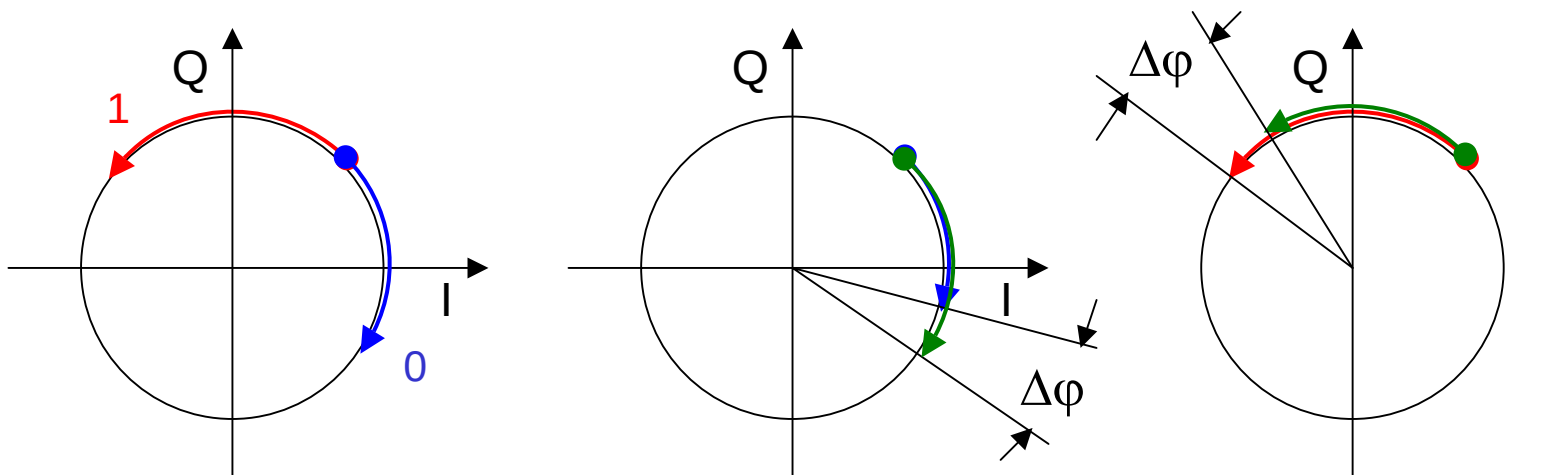
Power Control Level (PCL)	Reference Level	Power Class 1	Power Class 2	Power Class 3
30	33 dBm			± 2 dB
31	32 dBm			± 2 dB
0	30 dBm	± 2 dB		± 3 dB
1	28 dBm	± 3 dB		± 3 dB
2	26 dBm	± 3 dB		± 3 dB
3	24 dBm	± 3 dB	± 2 dB	± 3 dB
4	22 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
5	20 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
6	18 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
7	16 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
8	14 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
9	12 dBm	± 3 dB	± 3 dB	± 3 dB
10	10 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
11	8 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
12	6 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
13	4 dBm	± 4 dB	± 4 dB	± 4 dB
14	2 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB
15--29	0 dBm	± 5 dB	± 5 dB	± 5 dB

GSM测试基础

- 保持话路连接

二、TX: 调制质量测量（频率误差、相位误差测量）

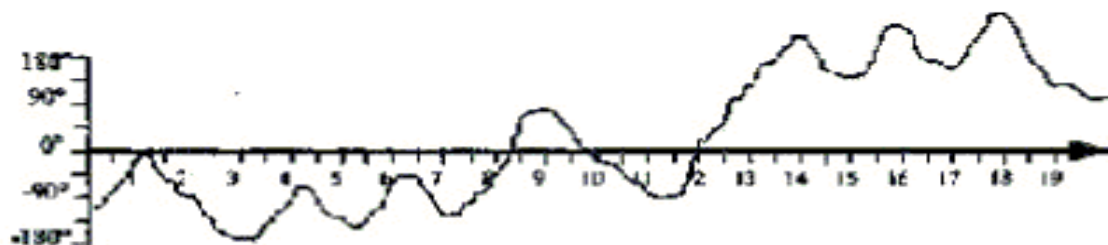
输出信号的质量与输出信号功率同样重要。调制质量测量包括频率误差、相位误差等的测量。



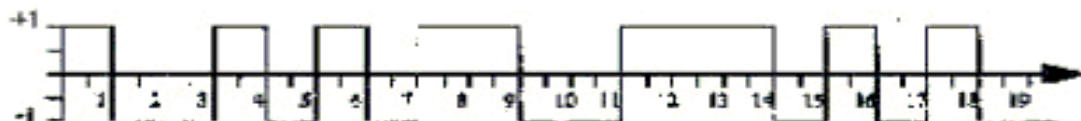
GSM测试基础

频率、相位误差

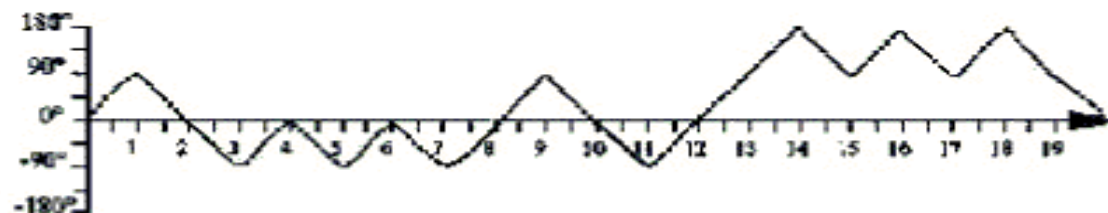
图一



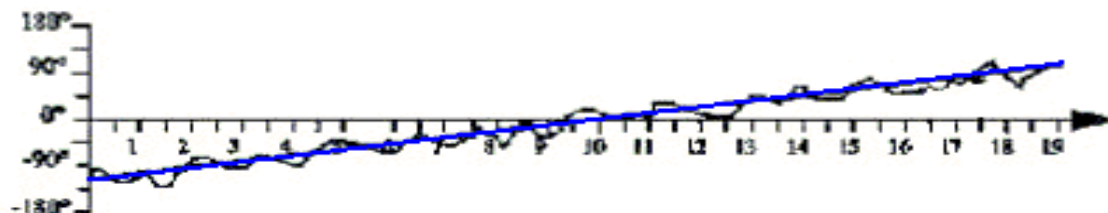
图二



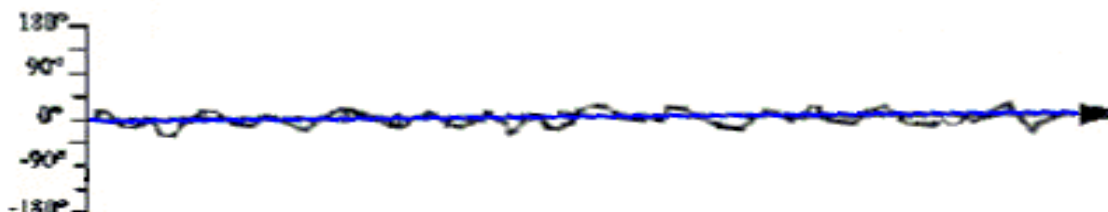
图三



图四



图五



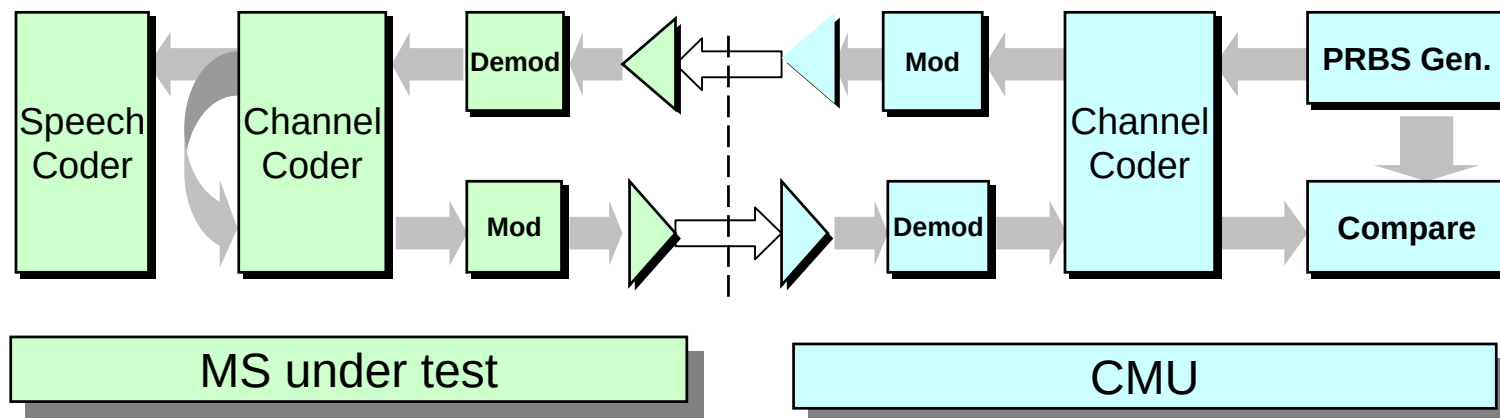
- 保持话路连接

三、RX: 接收机性能（接收灵敏度测量：BER测量）

- 接收机应具有良好的抗同频、邻频以及其他无线设备干扰的能力。
- 应考虑接收机的动态范围，灵敏度，线性区间，以及抗多径衰落等能力

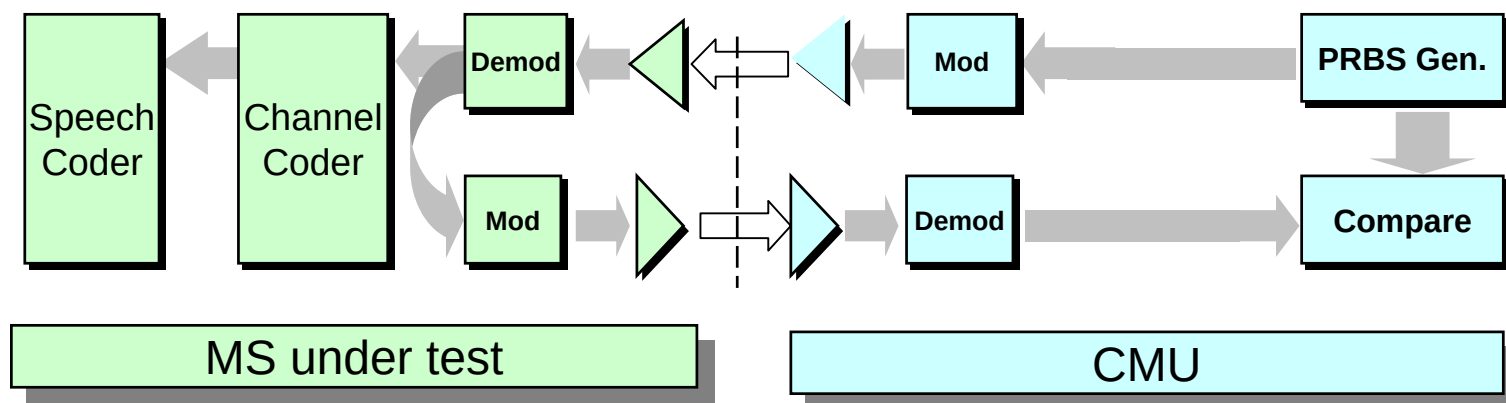
BER和RBER

- 手机使用Loop A 或 Loop B环回模式。
- 环回在信道编/解码器之后，语音编解/码器之前。



Fast BER

- 手机使用Loop C环回模式。
- 环回在GSM解调器之后，信道编/解码器之前。

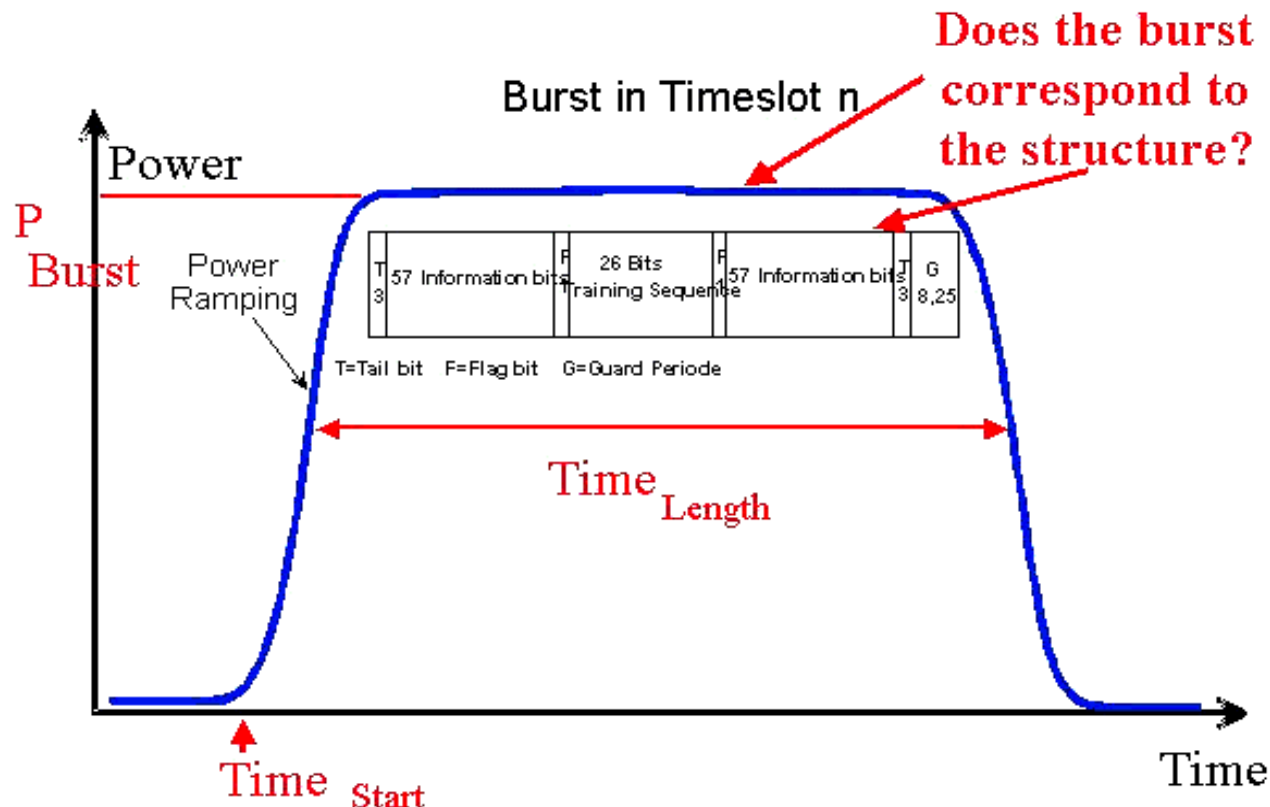


GSM测试基础

- 不干扰其他用户（时域）

四、功率斜坡（Power Ramp）测量

发射机只能在规定的时隙中发射，而不能将能量泄漏到相邻的时隙。



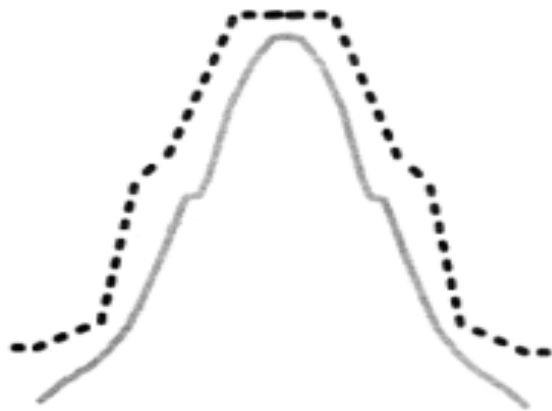
GSM测试基础

- 不干扰其他用户（频域）

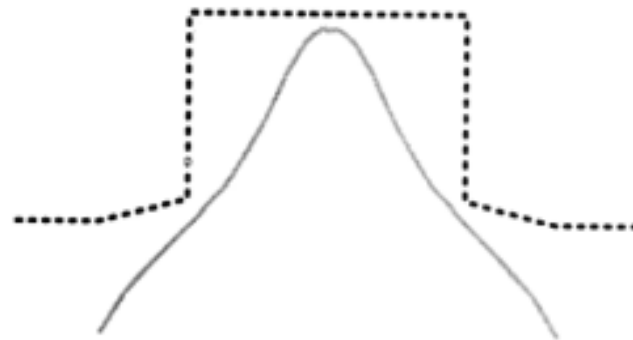
五、频谱测量

GSM发射机只能占用所分配的频段，功率不能泄漏到相邻频段。

- 调制频谱测量（Spectrum due to modulation）
- 瞬态频谱测量，也叫开关频谱（Spectrum due to switching）

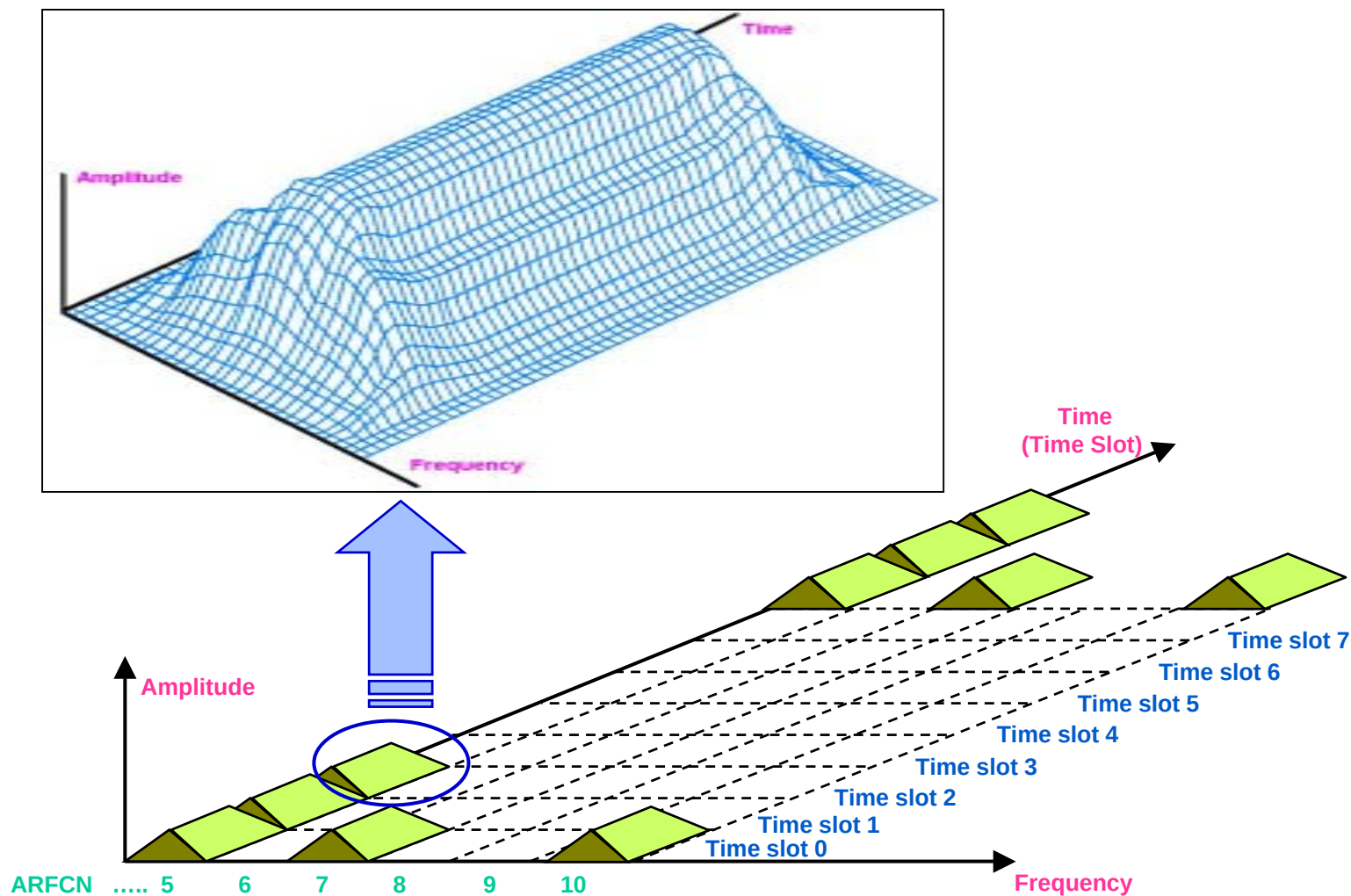


Spectrum due to modulation

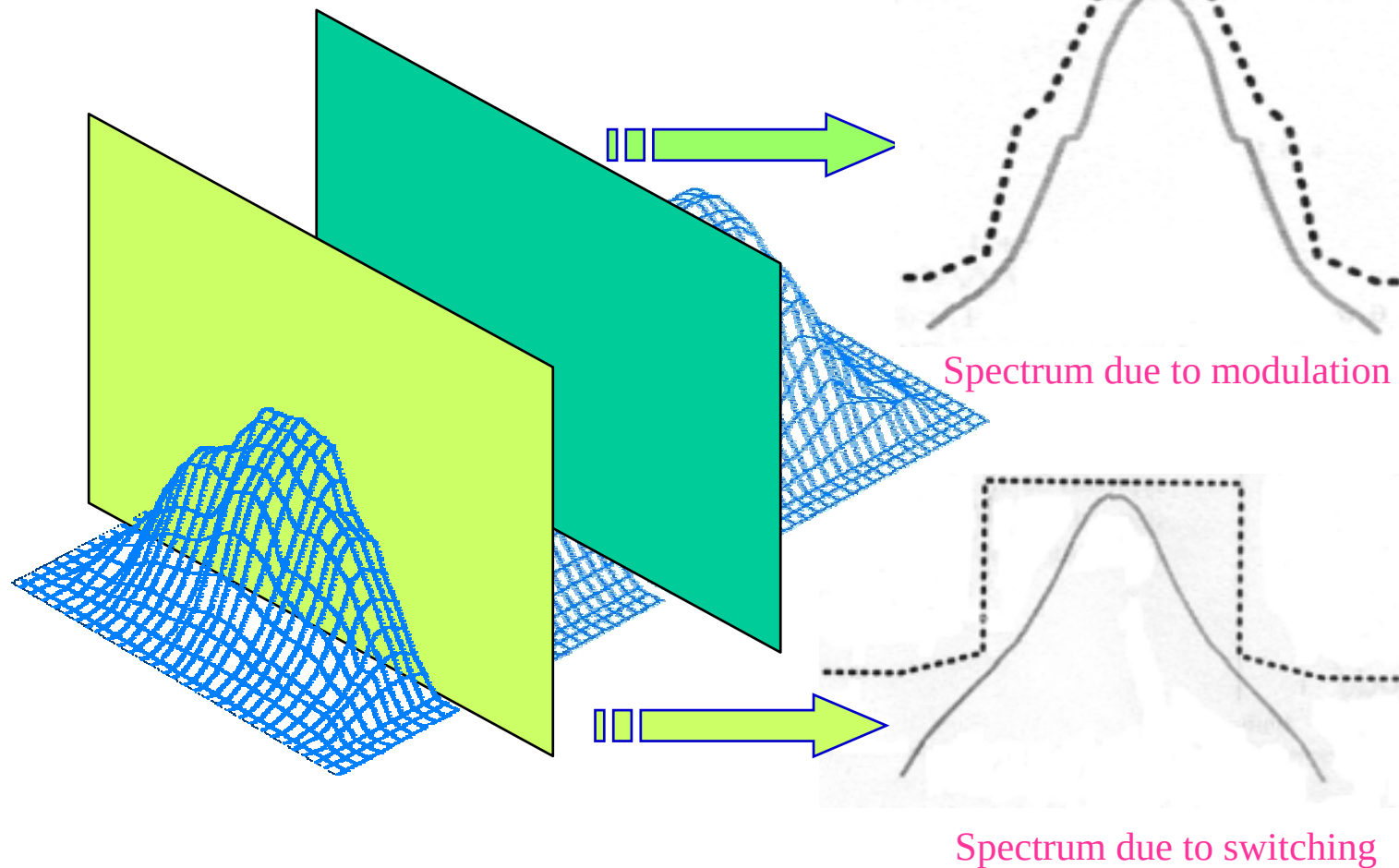


Spectrum due to switching

GSM测试基础



GSM测试基础



GSM测试基础

● 移动台的测量报告

六、接收电平（ RxLev ）、接收质量（ RxQual ） 检查

移动台和基站都会测量接收信号的电平(RxLev)和质量(RxQual) ， 来决定越区切换和调整发射端的输出功率。

RxLev值	相应的信号强度
63	> -48dBm
62	-49 dBm to -48 dBm
61	-50 dBm to -49 dBm
.....	
2	-109 dBm to -108 dBm
1	-110 dBm to -109 dBm
0	< -110 dBm

RxQual值	误码率（BER）
0	0% to 0.2%
1	0.2% to 0.4%
2	0.4% to 0.8%
3	0.8% to 1.6%
4	1.6% to 3.2%
5	3.2% to 6.4%
6	6.4% to 12.8%
7	12.8% to 100%