



# 第六部分 移动通信系统

---



# 主要内容

- GSM系统(2G)
  - 体系结构
  - 信令过程
- GPRS系统(2.5G)
- 3G网络
  - 技术标准 WCDMA, Cdma2000
  - 网络结构
- 4G网络
  - 技术标准 TDD-LTE, FDD-LTE, Wimax
  - LTE网络结构与协议栈
- 5G展望



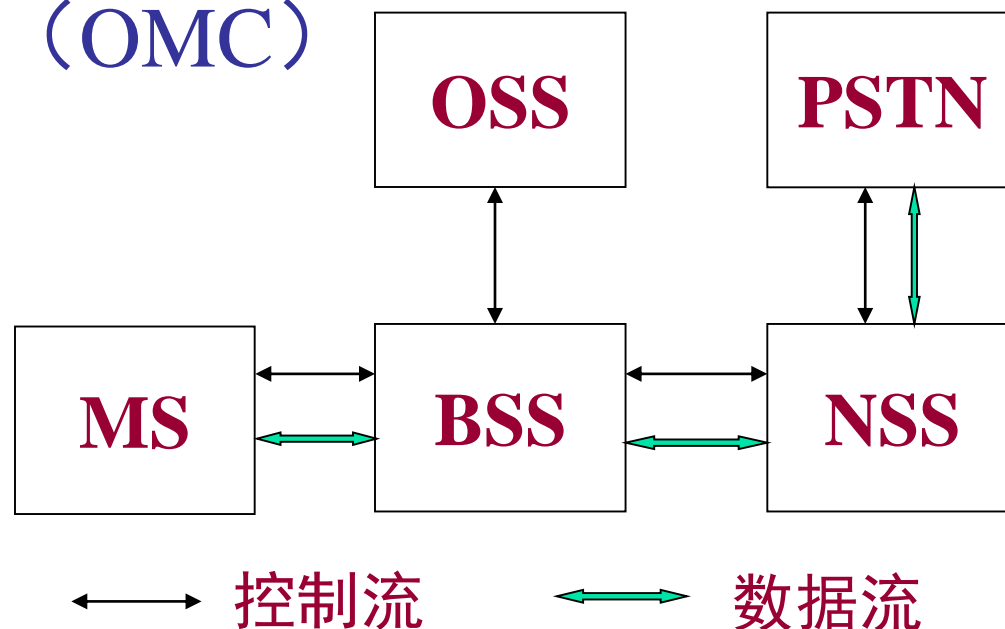
# GSM系统的体系结构

---

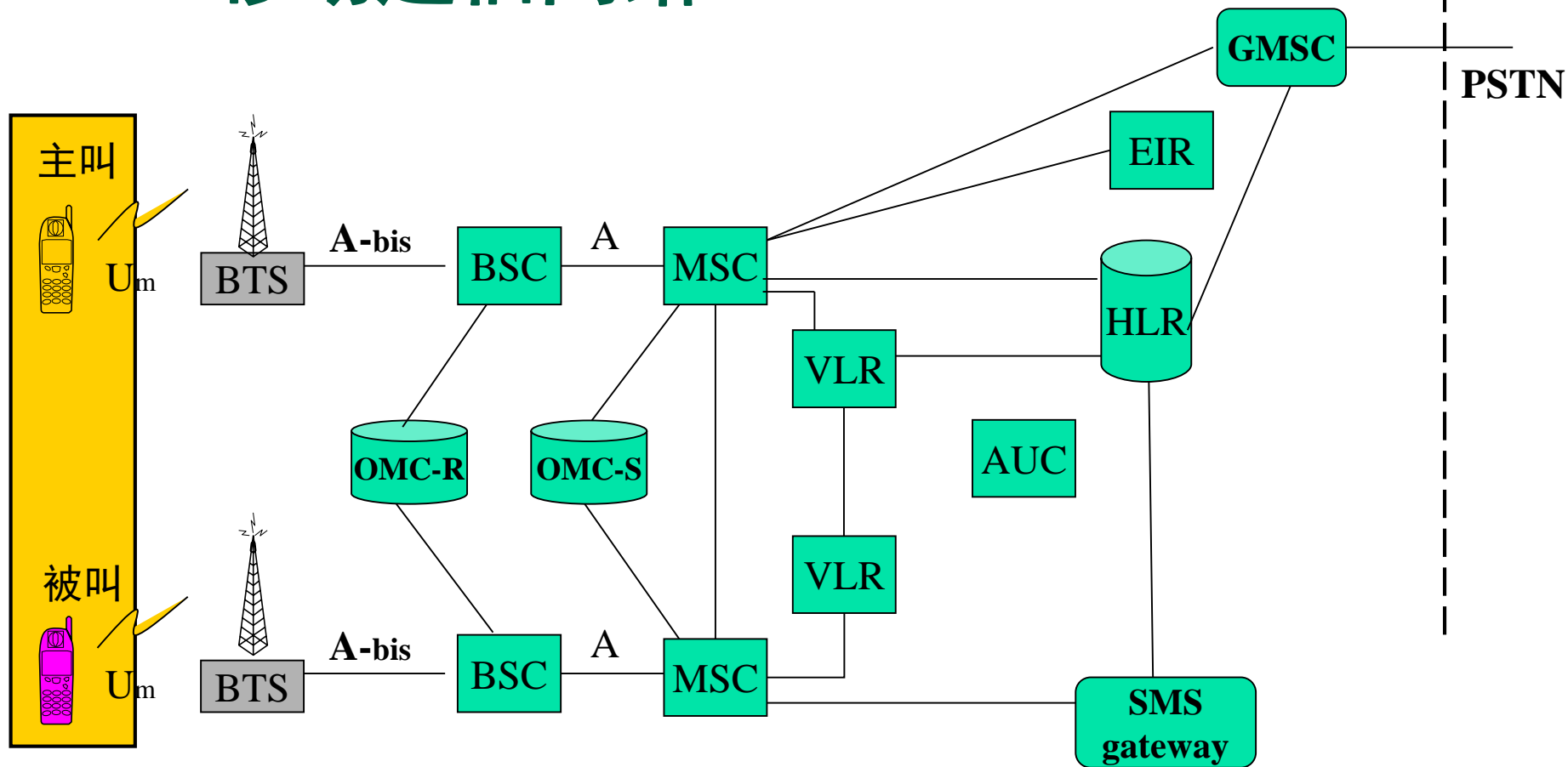
参看资料片“系统设备”

# GSM系统的网络结构

- 移动台 (MS)
- 无线基站子系统(BSS)
- 交换网络子系统 (NSS)
- 操作维护子系统 (OMC)



# GSM移动通信网络



## 移动台子系统 (MS)

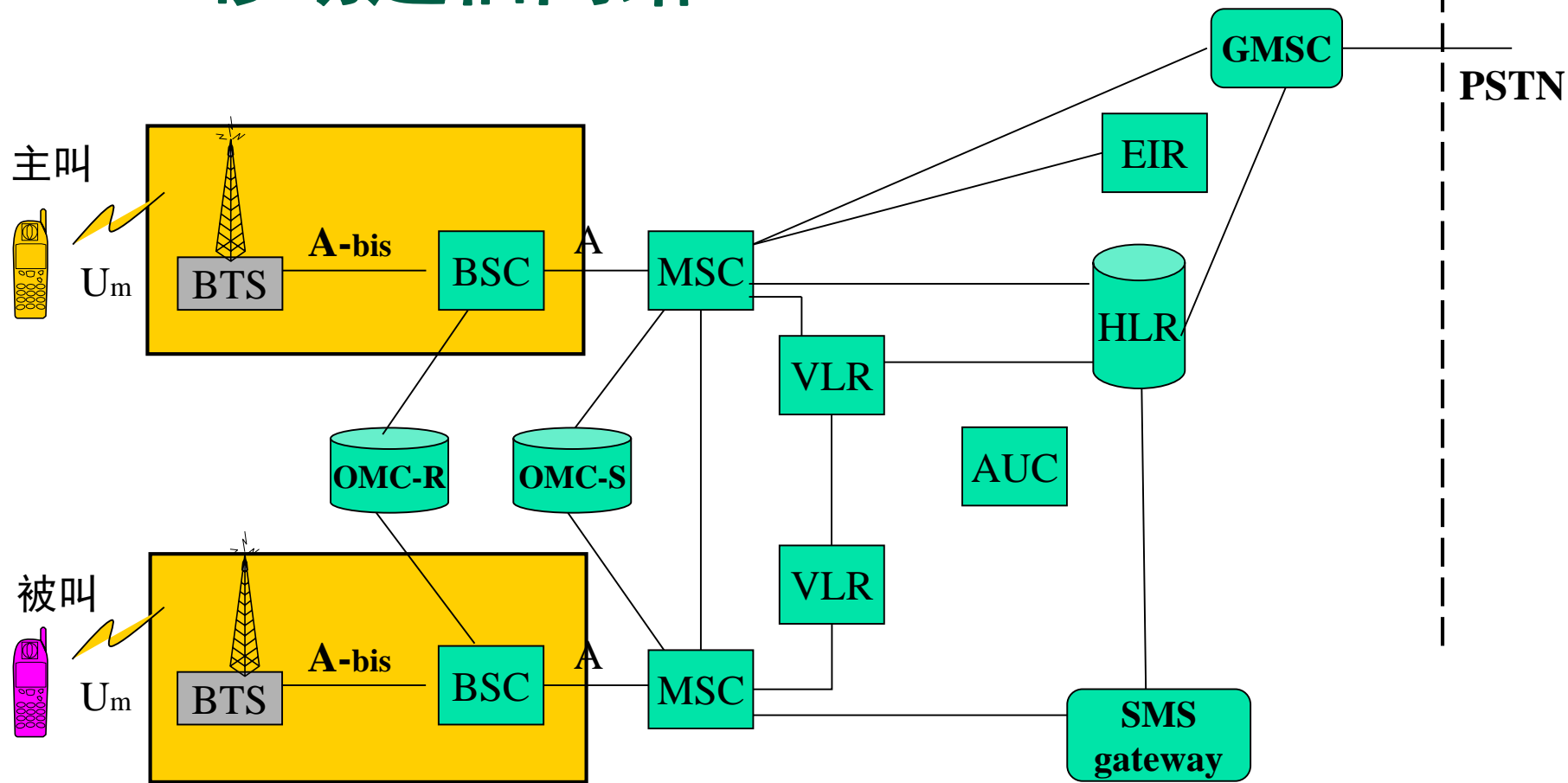
是移动客户设备部分，分手持机和车载台。  
包括移动终端(ME)，和手机客户识别卡 (SIM)，即SIM储值卡



# 移动台MS的组成

- 移动终端(ME)
  - 话音编码
  - 信道编码
  - 信息加密
  - 信息的调制和解调
  - 信息发射和接收
- 客户识别卡 (SIM)
  - 存贮了用户的各种信息，包括国际移动用户识别码IMSI号，PIN码，PUK码等，还包括鉴权和加密信息，呼叫限制，缩位拨号等。它与网络数据库中储存的信息相一致。

# GSM移动通信网络



## 无线基站子系统 (BSS)

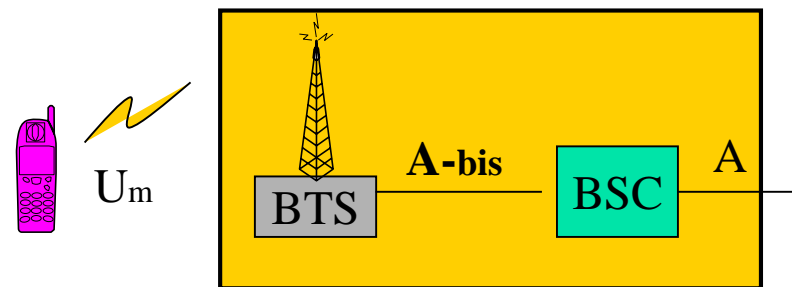
由MSC控制，与MS进行通信的系统设备。主要完成无线发送接收和无线资源管理等功能。

基站控制器 (BSC)      基站收发信机 (BTS)

# 基站收发信机 (BTS)

## ■ 功能

- 无线传输
- 完成无线与有线的转换
- 无线分集
- 无线信道加密



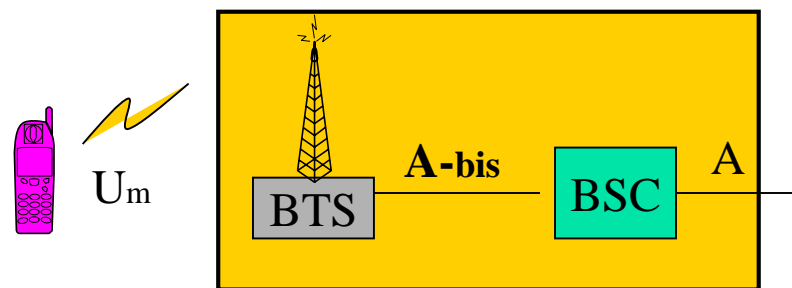


# 基站控制器 (BSC)

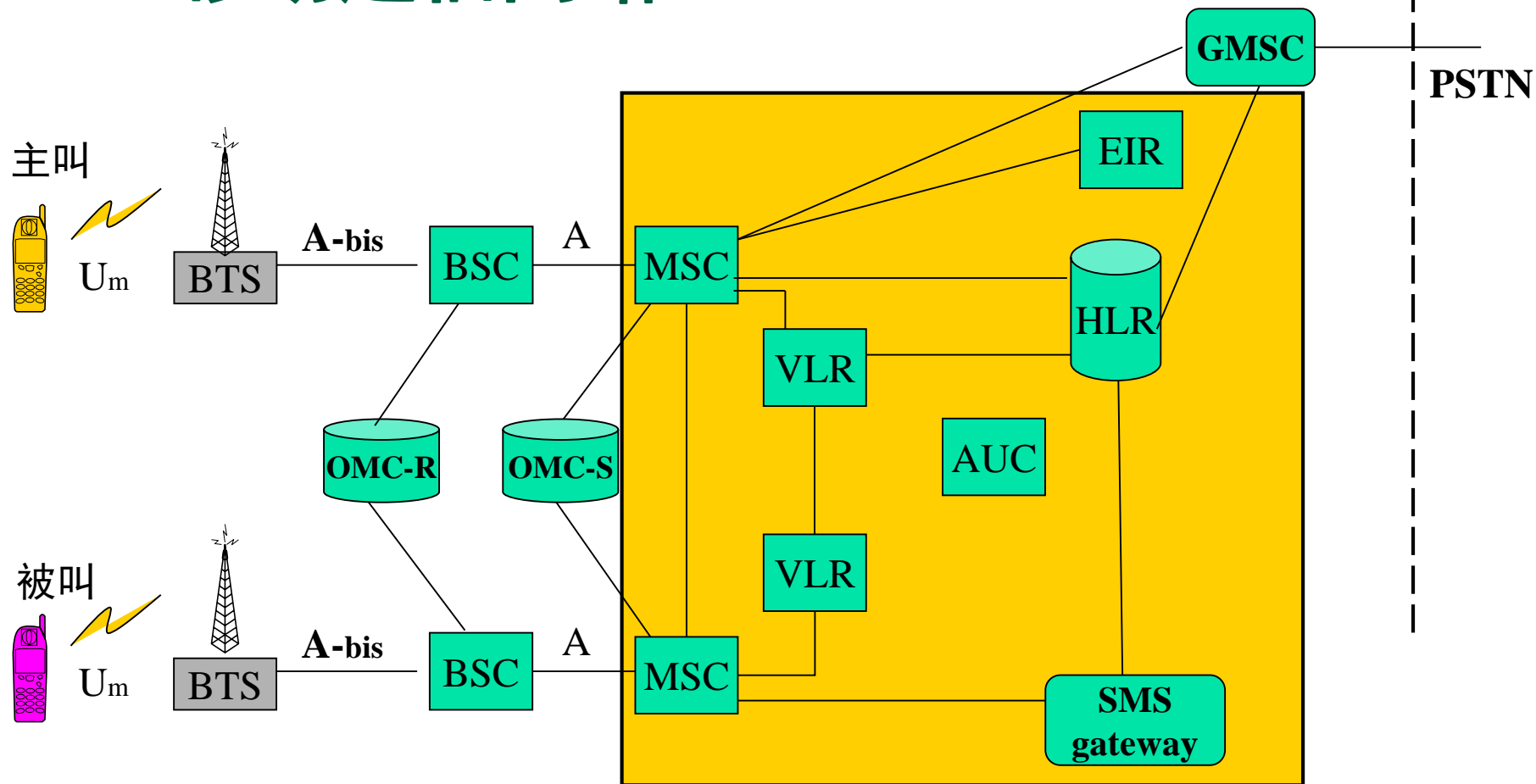
- 是BTS和MSC之间的连接点，也为BTS和OMC之间交换信息提供接口。
- 具有对一个或多个BTS进行控制的功能。

- 功能

- 无线网络资源的管理
- 实施呼叫和通信链路的建立和拆除
- 对本控制区内移动台越区切换的控制
- 小区配置数据管理
- 功率控制等



# GSM移动通信网络

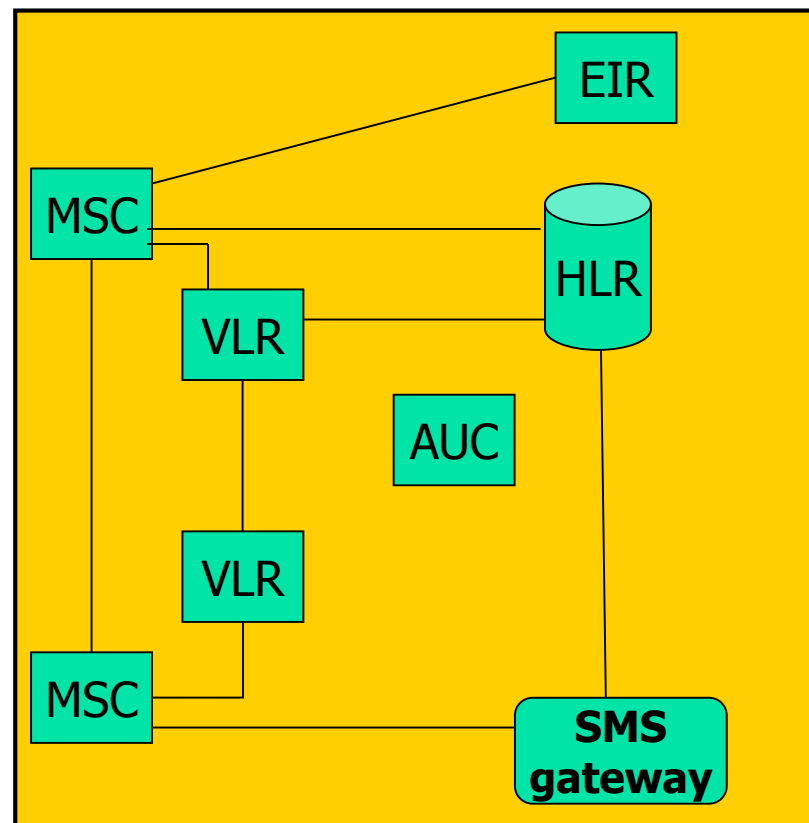


## 交换网络子系统（NSS）

主要完成交换功能和客户数据与移动性管理、安全性管理所需的数据库功能。

# 网络子系统的组成

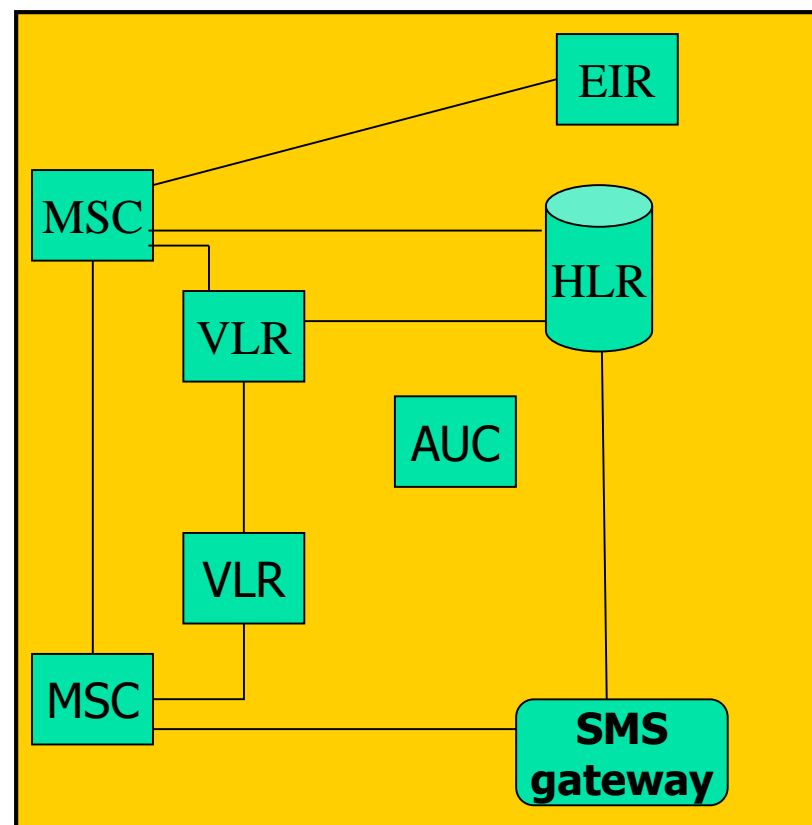
- 移动交换中心 (MSC)
- 归属位置寄存器 (HLR)
- 访问位置寄存器 (VLR)
- 鉴权中心 (AUC)
- 设备标志寄存器 (EIR)



# 移动交换中心 (MSC)

MSC是蜂窝通信网络的核心，其主要功能是对位于本MSC控制区域内的移动用户进行通信控制和管理。

- 信道的管理和分配
- 呼叫的处理和控制
- 用户位置信息的登记与管理
- 越区切换和漫游的控制
- 用户号码和移动设备号码的登记和管理





# 移动交换中心（MSC）

- 服务类型的控制
- 对用户实施鉴权
- 为系统中连接别的MSC及为其它公用通信网络（PSTN、ISDN和PDN）提供链路接口，保证用户在转移或漫游的过程中实现 无间隙的服务。

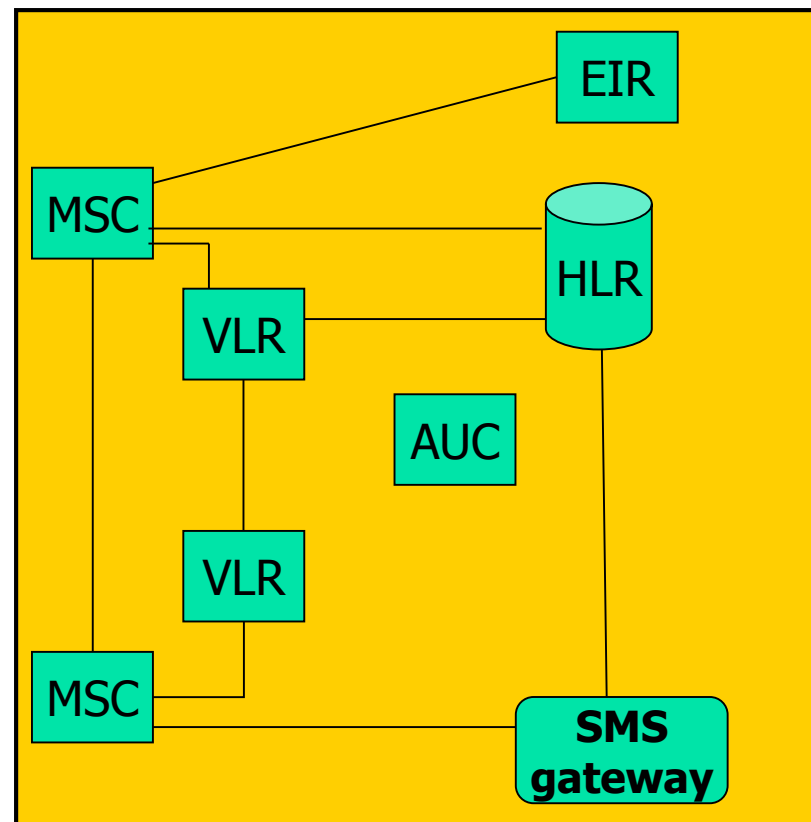
由此可见，MSC的功能与固定网络的交换设备有相似之处（如呼叫的接续和信息的交换），也有特殊的要求（如无线资源的管理和适应用户移动性的控制）。

# 归属位置寄存器 (HLR)

用来存储本地用户位置信息的数据库。在蜂窝通信网中，通常设置若干个HLR，每个用户都必须在某个HLR（相当于该用户的原籍）中登记。

## ■ 登记的内容

- 永久性的参数——如用户ISDN号码、移动设备号码IMSI、接入的优先等级、预定的业务类型以及保密参数等；
- 暂时性的需要随时更新的参数——即用户当前所处位置的有关参数。

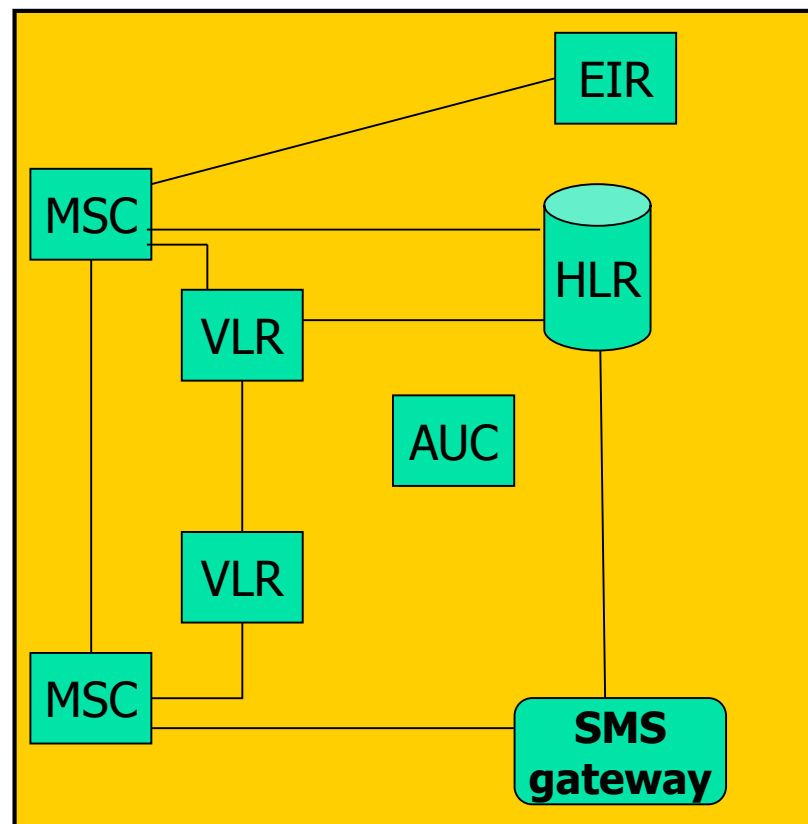


# 归属位置寄存器 (HLR)

用来存储本地用户位置信息的数据库。在蜂窝通信网中，通常设置若干个HLR，每个用户都必须在某个HLR（相当于该用户的原籍）中登记。

## ■ 目的：

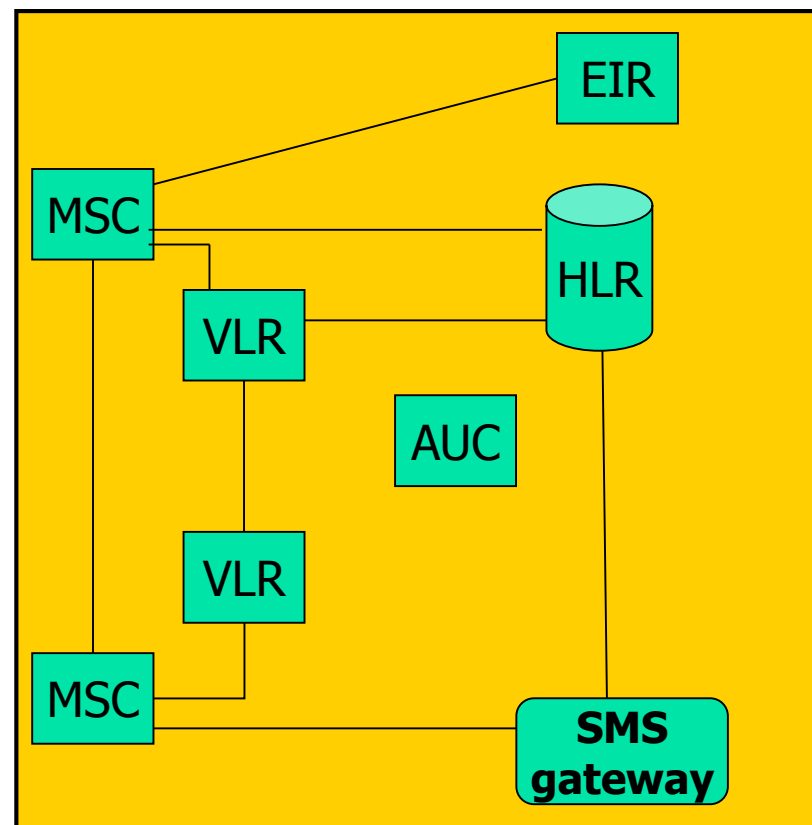
- 即使用户漫游到HLR所服务的区域外，HLR也要登记由该区传送来的位置信息。
- 保证当呼叫一个移动用户时（不知它处于哪一个地区），均可由该移动用户的HLR获知它当前处于哪一个地区，进而建立起通信链路。



# 访问位置寄存器 (VLR)

存储来访用户位置信息的数据库。一个VLR通常为一个MSC控制区服务，也可为几个相邻MSC控制区服务。

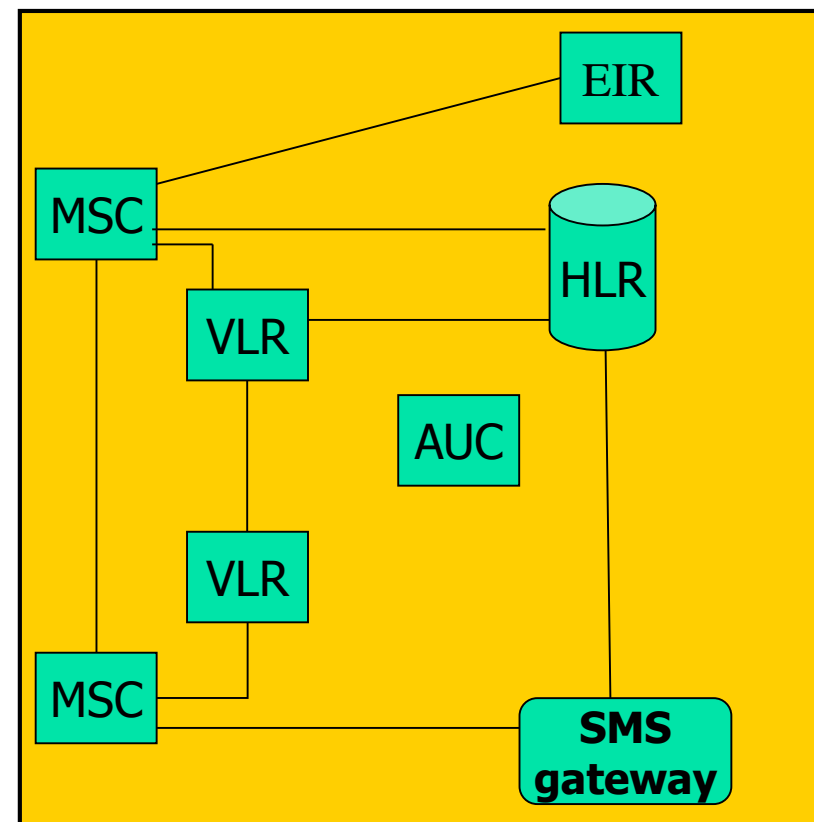
- 当移动用户漫游到新的MSC控制区时，向该地区的VLR申请登记。
- VLR从该用户的HLR查询有关参数，给该用户分配一个新的漫游号码 (MSRN)，并通知其HLR修改该用户位置信息，准备为其它用户呼叫此移动用户时提供路由信息。
- 如果移动用户由一个VLR服务区移动到另一个VLR服务区时，HLR在修改该用户的位置信息后，还要通知原来的VLR，删除此移动用户的位置信息。





# 鉴权中心 (AUC)

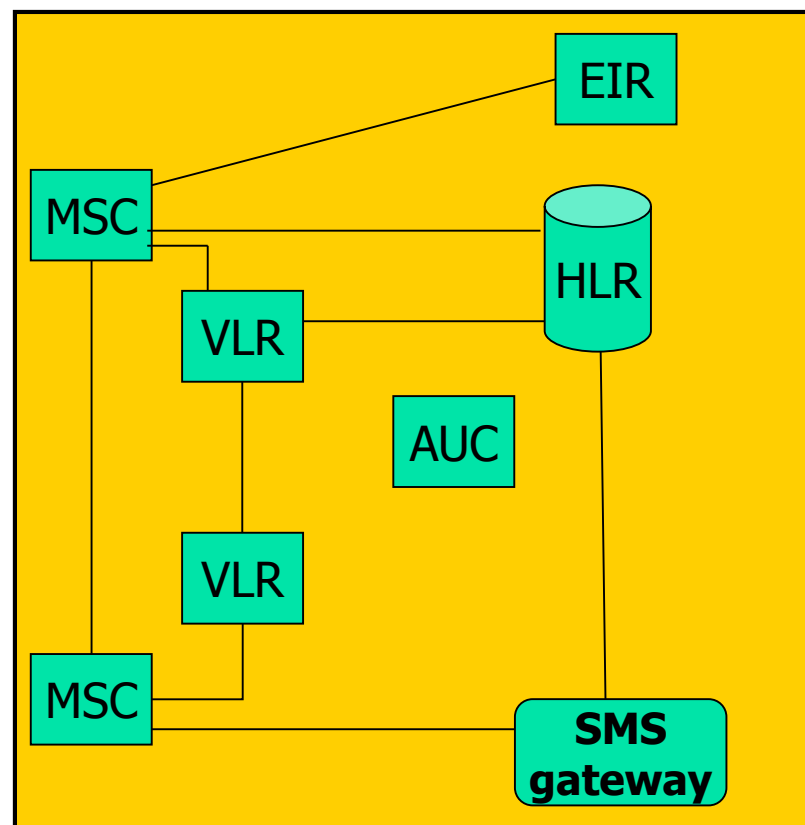
AUC的作用是可靠地识别用户的身份，只允许有权用户接入网络并获得服务。



# 设备标志寄存器 (EIR)

存储移动台设备参数的数据库。

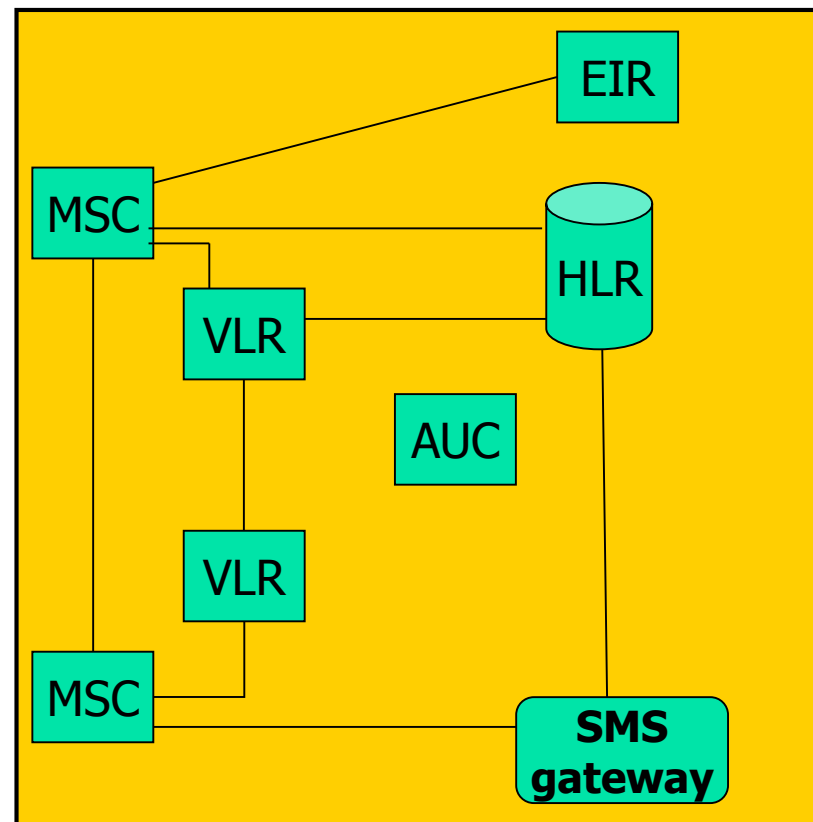
- 通过对用户的国际移动设备识别码IMEI (International Mobile Equipment Identification Number) 的识别，对移动设备进行鉴别和监视，并拒绝非法移动台入网。



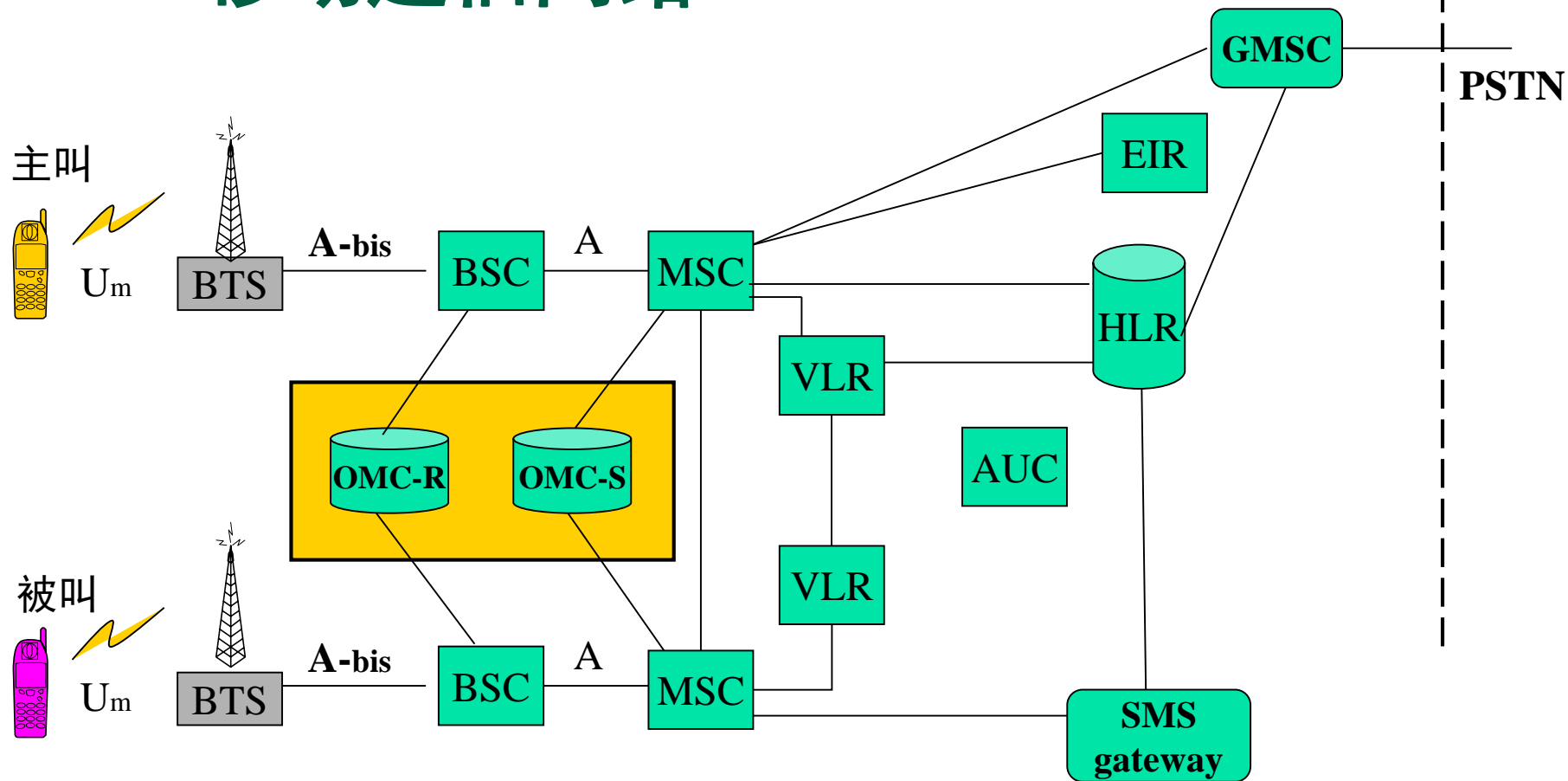


# 短信息业务中心 (SMS-SC)

- 点对点的短信息业务
- 广播式公共信息业务



# GSM移动通信网络



## 操作维护子系统（OMC）

主要是对整个GSM网络内各种部件进行功能监视、状态报告、故障诊断和设备管理。

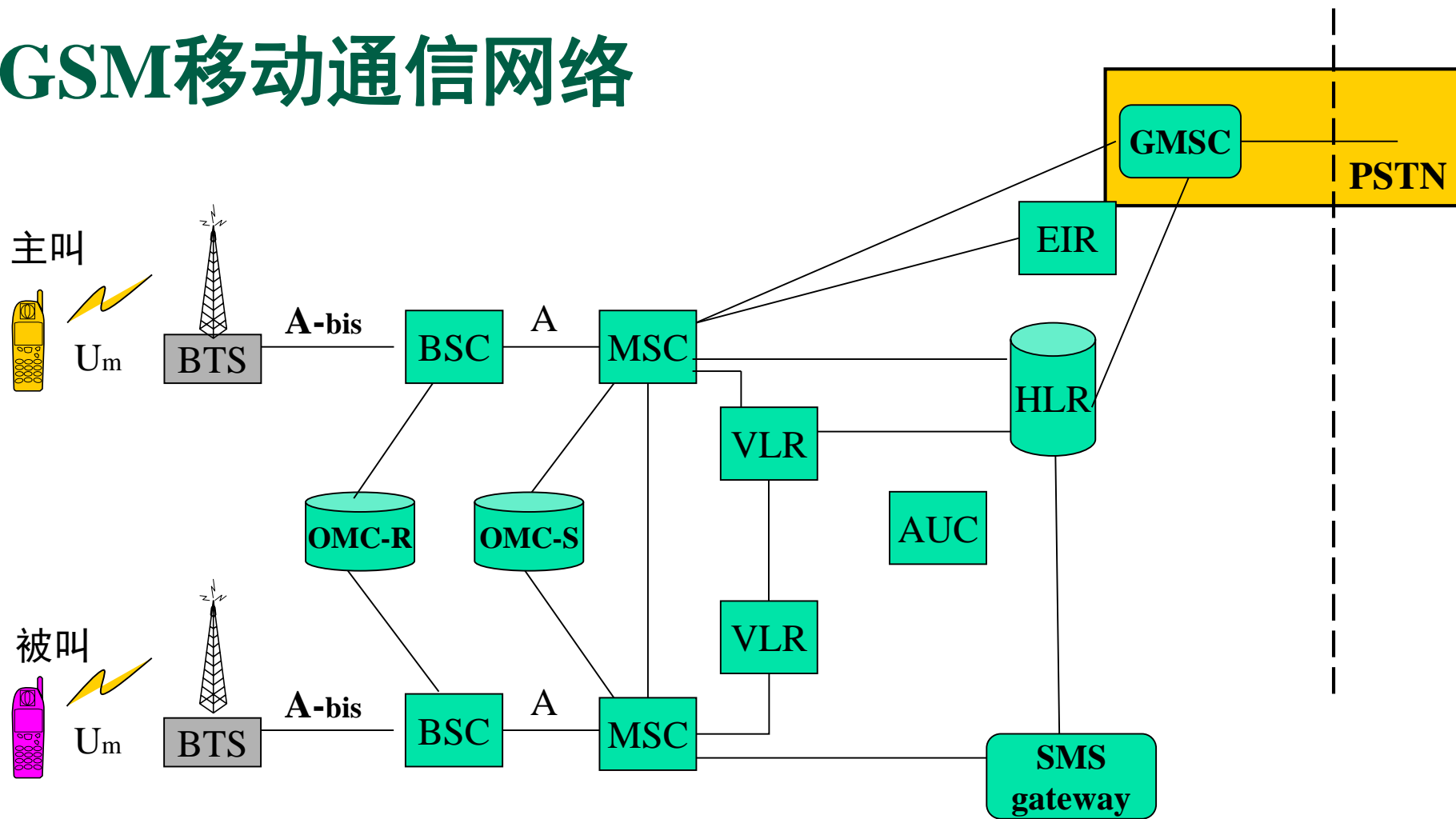


# 操作和维护中心（OMC）

OMC的任务是对全网进行监控和操作。

- 系统的自检、报警
- 备用设备的激活
- 系统的故障诊断与处理
- 话务量的统计和计费数据的记录与传递
- 各种资料的收集、分析与显示等。

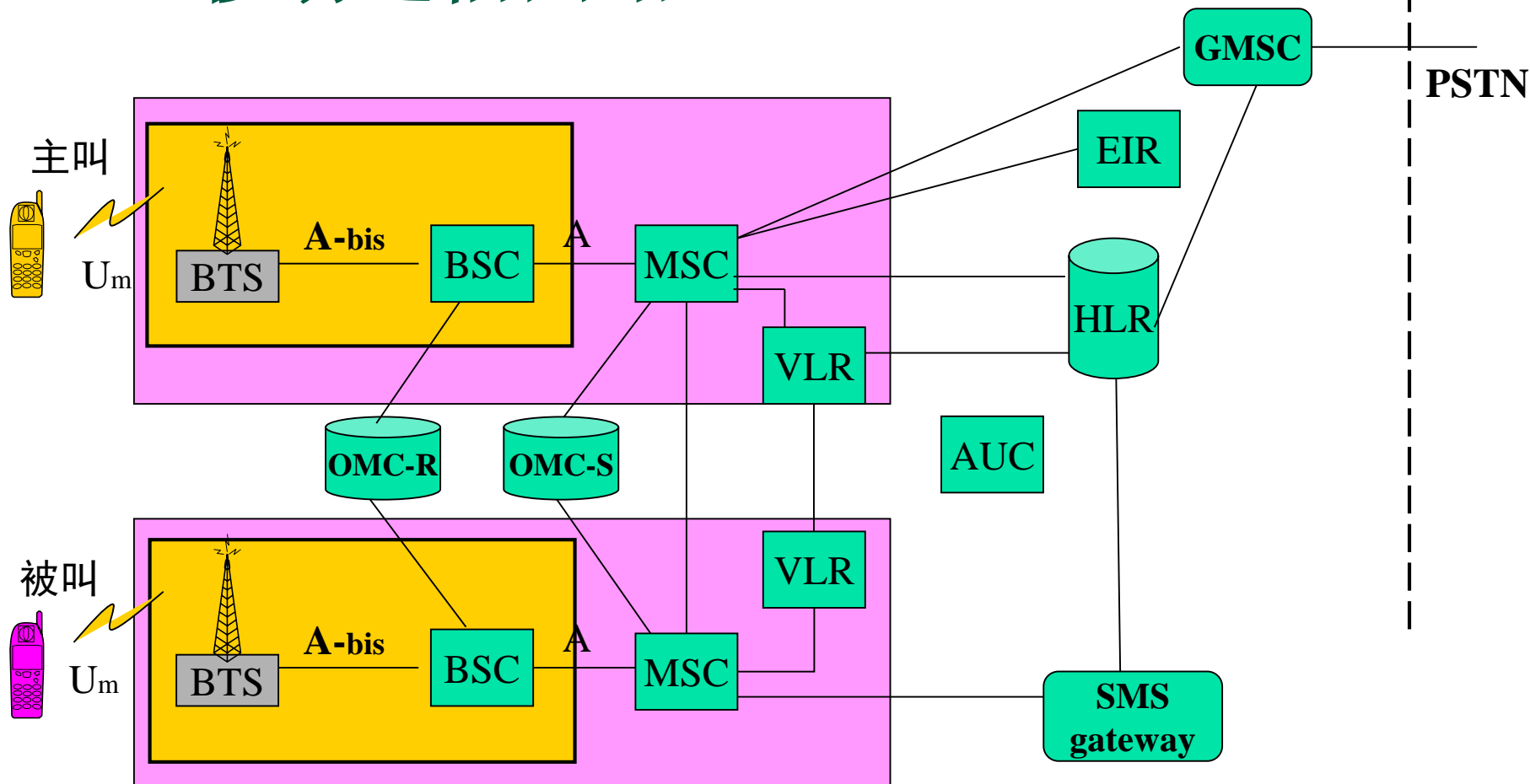
# GSM移动通信网络



## 网关交换中心（GMSC）

负责移动交换网络与固话网络（PSTN）的互联互通。需要进行呼叫接续控制（信令控制）和话音转发。

# GSM移动通信网络



手机  $\Leftrightarrow$  话机

BTS  $\Leftrightarrow$  用户电路

$N$ 个BTS+BSC=BSS  $\Leftrightarrow$  用户模块

$N$ 个BSS+MSC (VLR)  $\Leftrightarrow$  交换机

移动性支持  $\Rightarrow$  HLR

互通性支持  $\Rightarrow$  GMSC

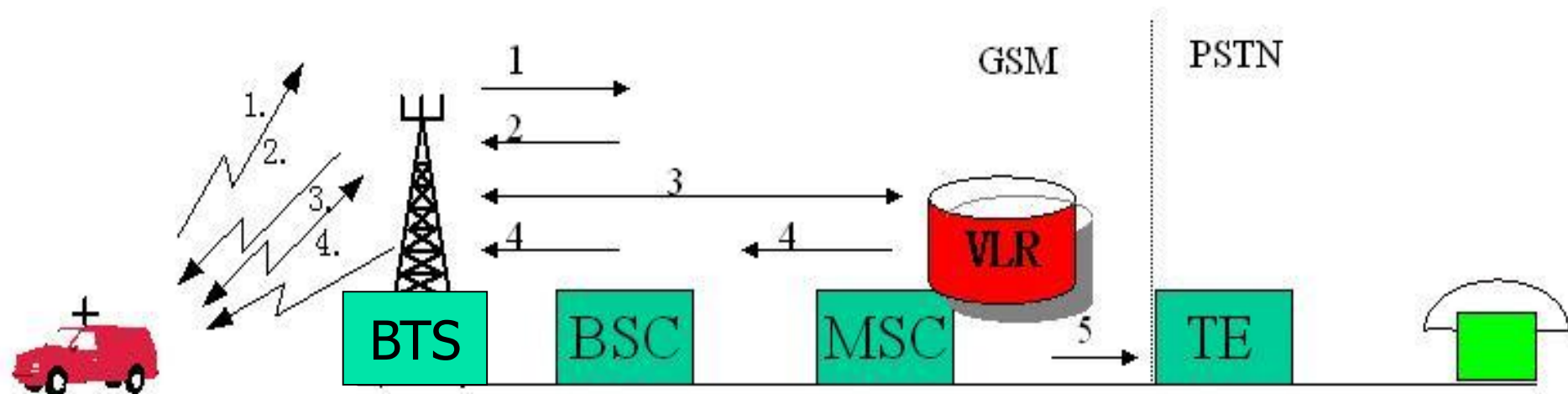


# GSM系统的信令过程

参看资料片“呼叫流程”、  
“系统接口”

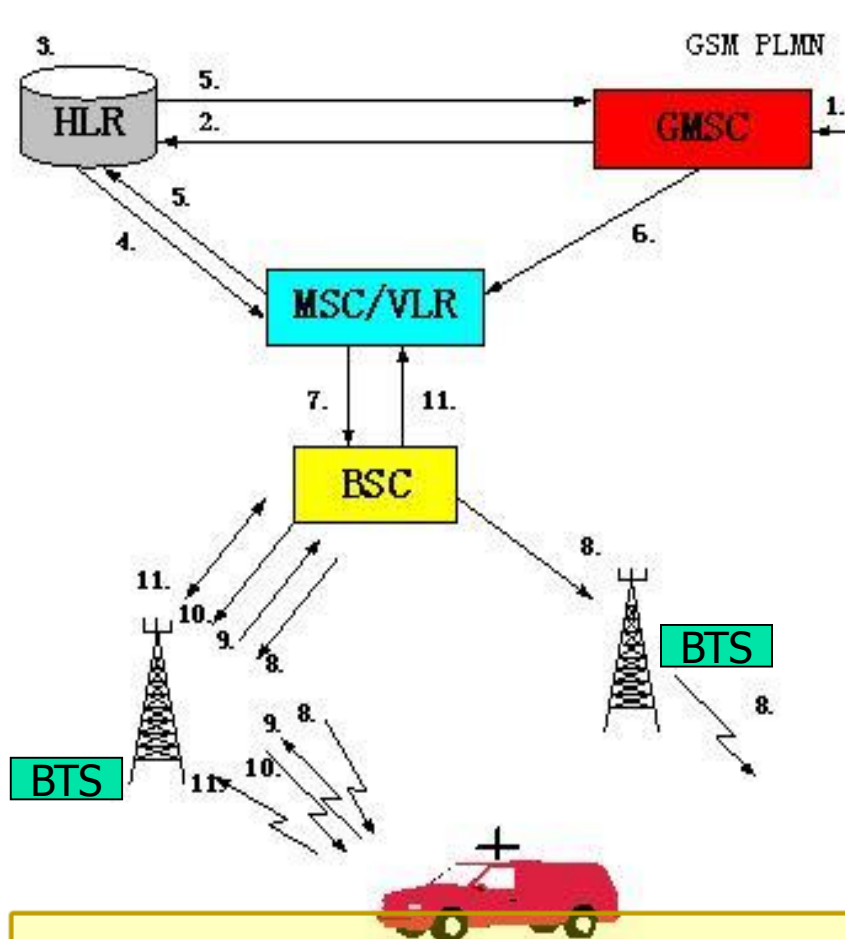


# MS至PSTN用户呼叫建立过程



1. MS使用RACH信道，要求系统分配一个SDCCH信道，用于控制呼叫的建立
2. BSC收到请求后，将分配的SDCCH号，经基站通过AGCH信道送回MS
3. MS在SDCCH信道上发呼叫信息，经BSS至MSC/VLR，从此，与建立呼叫有关的控制信息将在此信道传送，包括在MSC中将主叫MS置忙，完成鉴权程序等。
4. 若一切正常，MSC/VLR令BSC分配一空闲的TCH给该MS，TCH号由BSC通过BTS送到MS，并且被激活，同时，MSC—BSC—BTS的链路建立。
5. MSC/VLR将收到的被叫号码送到PSTN交换机，并建立至该交换机路由。

# PSTN用户至MS的呼叫建立过程



1. PSTN用户拨MS号码，被接至GMSC上。
2. GMSC分析MSISDN，建立与HLR之间的信令通路，并将MSISDN发往HLR以求得该用户的IMSI号码、目前所处位置，申请MSRN，以便将主叫连到被叫MS所在的MSC/VLR。
3. 在HLR中，MSISDN被译成IMSI，由IMSI发现目前所在的服务区(MSC/VLR)。
4. HLR建立一条至被叫MS目前所在MSC/VLR的信令通路，要求该MSC/VLR为主叫提供一个临时MSRN（该号码中包括了该MSC在网络中的地址号）以供GMSC连接至被叫所在MSC/VLR时使用。
5. MSC/VLR将临时分配的MSRN送回HLR，并由HLR转送给GMSC。

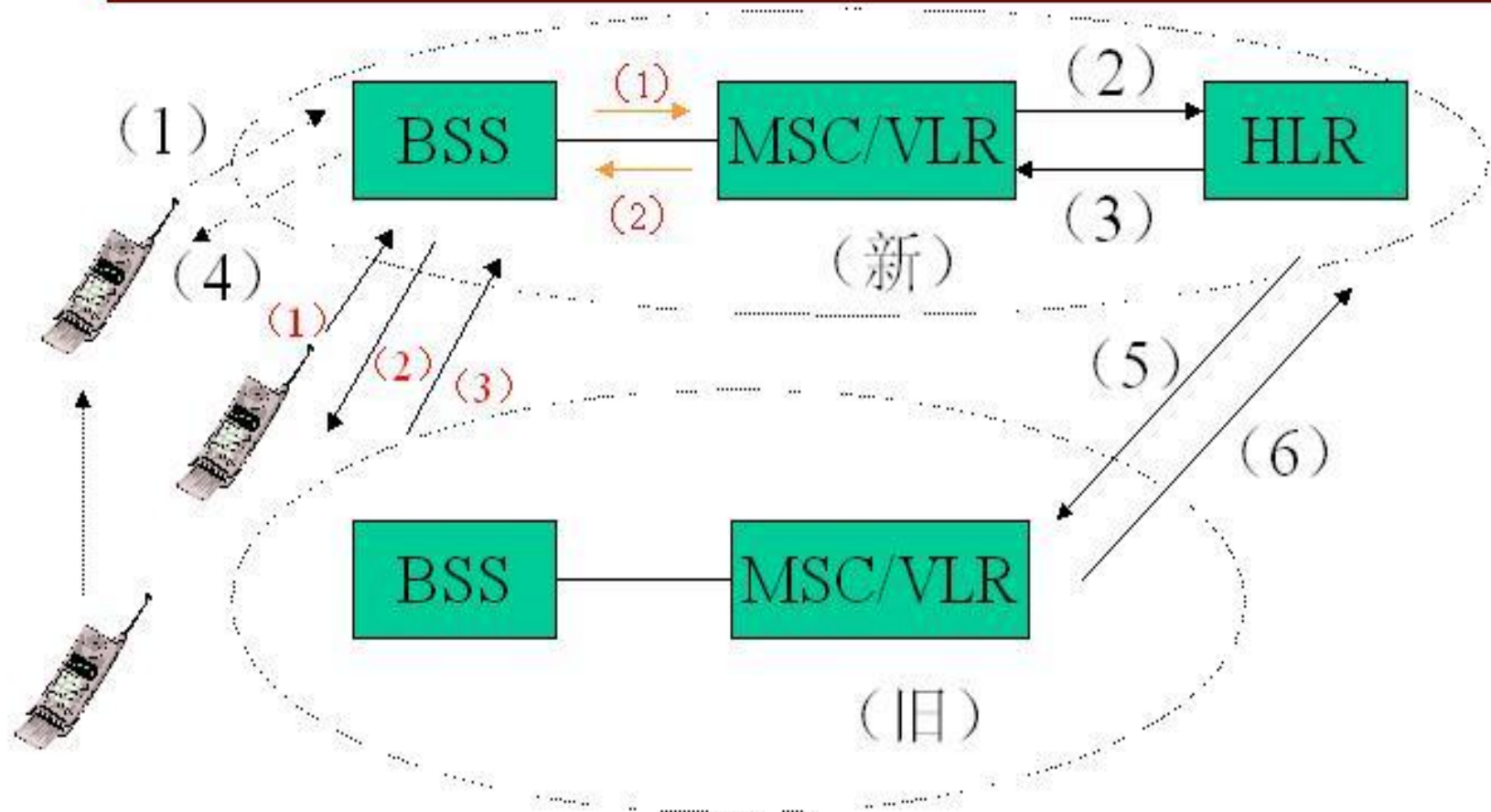
6. GMSC根据MSRN号码，将入中继上来的主叫连接到通往被叫所在MSC/VLR的出中继电路上，同时将MSRN送还该MSC/VLR。
7. MSC/VLR根据GMSC返回的MSRN在VLR中找到对应的IMSI及准确的位置。若被叫空闲，则MSC/VLR令相关的BSC在该LAI范围内对所有基站发寻呼命令，寻呼该被叫MS。

# 位置更新与鉴权

- MS从一个位置区移到另一个位置区时，必须进行登记，也就是说一旦MS发现其储存器中的位置区标识（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业务区间的位置更新。
  - 相同MSC不同位置区的位置更新。
- MS使用网络之前，网络检查其合法性的过程为鉴权。



# HLR/AUC中的位置更新和鉴权过程



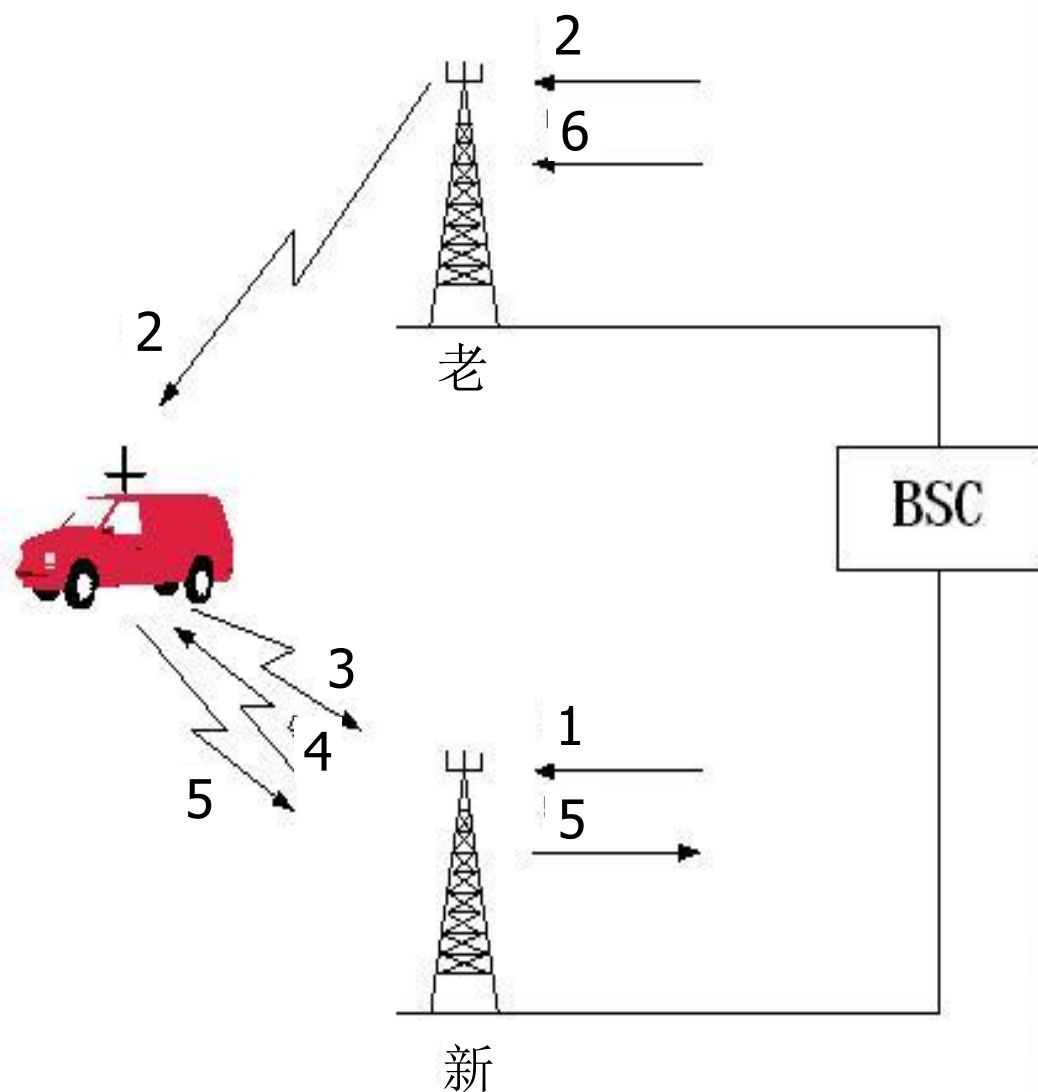
位置更新 (1) 位置更新请求 (2) 位置更新请求 (3) 位置更新接受  
(4) 位置更新确认 (5) 位置删除 (6) 位置删除接受

鉴权过程 (1) 发出接入请求 (2) 发随机数RAND (3) 将符号响应  
(SRES) 回送给MSC/VLR

# 切换Handover

- 将一个正处于呼叫状态中的MS转换到新的业务信道上的过程称为切换
- 切换是由网络决定的，一般在下列两种情况下要进行切换：
  - 一种是正在通话的客户从一个小区移向另一个小区；
  - 另一种是MS在两个小区覆盖重叠区进行通话，若当前占用的TCH所属小区业务特别忙，这时BSC通知MS测试它的邻近小区的信号强度、信号质量，决定将它切换到另一个小区。这是业务平衡所需要的切换。

# 同一BSC内小区间的切换



1. BSC令新小区的基站激活一TCH信道

2. BSC经原小区向MS发切换信息

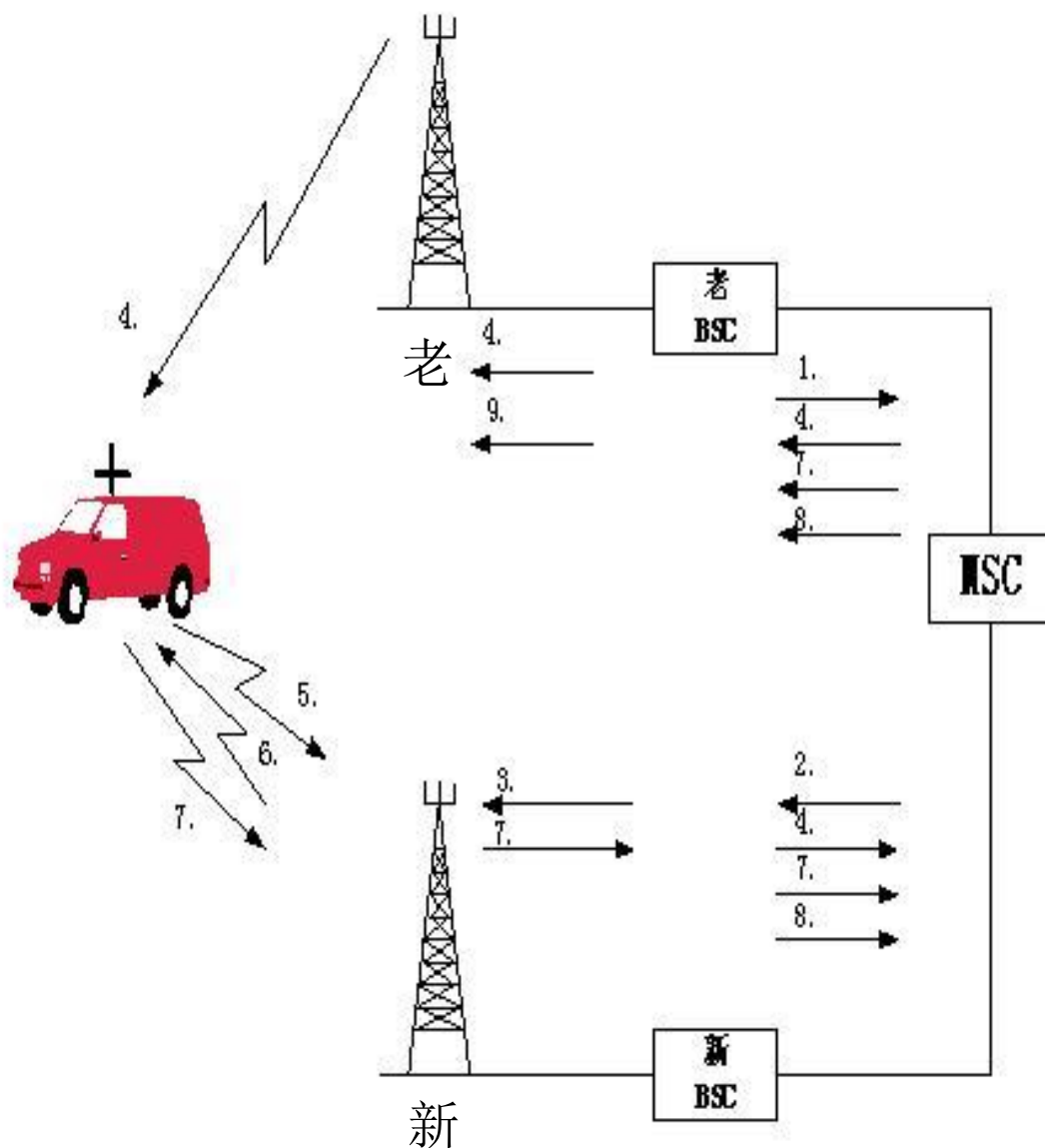
3. MS调协到新的频率上，在给定的时隙内发切换接入脉冲序列

4. 当新的基站收到这一突发脉冲序列后，即经FACCH信道发送有关同步、输出功率、时间调整等参数信道至MS。

5. MS接收此信息后，经新的基站向BSC发送切换完成消息。

6. BSC通知老基站释放其TCH信道。

# 同一MSC内不同BSC小区间切换

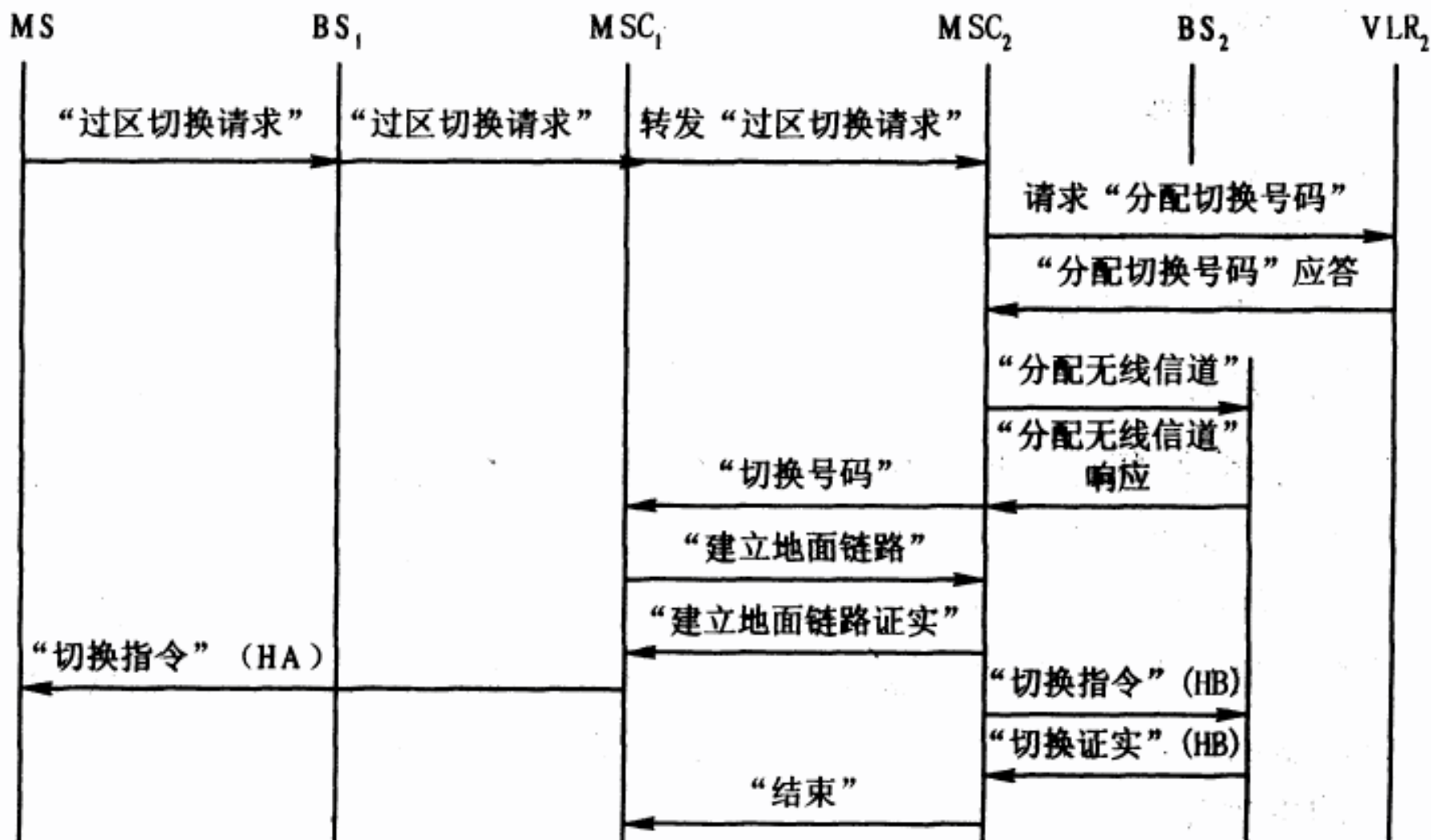


1. BSC决定要切换时，先向MSC发送包括新小区基站号在内的切换请求信息
2. MSC查出哪个BSC控制该基站，将切换请求发往该BSC。
3. 新BSC令该基站激活一TCH信道
4. 新BSC经过MSC、老BSC、老基站经FACCH发送切换频率、信道等信息。
5. MS调协到新的载频上，并在指定的信道上传送切换接入突发脉冲序列。
6. 当新基站检测到该信息后，同样由FACCH信道，向MS发定时、功率等级等信息
7. MS接收之后，经新BSC、MSC，向老BSC发送切换完成消息。
8. 新BSC通过MSC发送命令至老BSC，释放其TCH信道。
9. 老BSC令其基站释放TCH信道。





# GSM越区切换







# 主要内容

- GSM系统(2G)
  - 体系结构
  - 信令过程
- GPRS系统(2.5G)
- 3G网络
  - 技术标准 WCDMA, Cdma2000
  - 网络结构
- 4G网络
  - 技术标准 TDD-LTE, FDD-LTE, Wimax
  - LTE网络结构与协议栈
- 5G展望



# GPRS概述 (参看资料片“移动分组”)

- GSM采用电路方式, 提供9.6/14.4kbps的数据业务, 但一个用户只能分配一个信道
- GPRS按需动态占用资源, 速率可达171.2kbps
- 由GSM升级而成, 网络结构和接口基本保持不变
- 逻辑信道新增分组数据信道PDCH, 采用四种新的信道编码, 并支持多时隙(8个)传输方式
  - CS-1: 9.05kbps; CS-2: 13.4kbps
  - CS-3: 15.6kbps; CS-4: 21.4kbps
- GPRS采用流量+时间计费方式

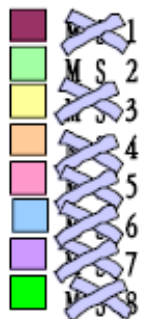


# GPRS业务

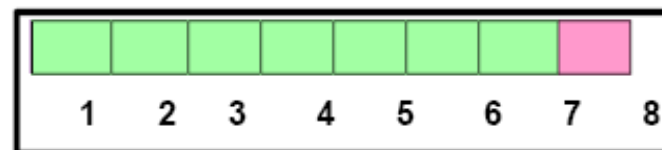
- 网络业务
  - 点对点
  - 点对多点
- 用户业务
  - 基于点对点
    - 信息点播（Web，信息查询）、E-mail
    - 会话业务、远程操作（电子商务，远程监控定位）
  - 基于点对多点
    - 新闻广播等

# GPRS传输速率实例

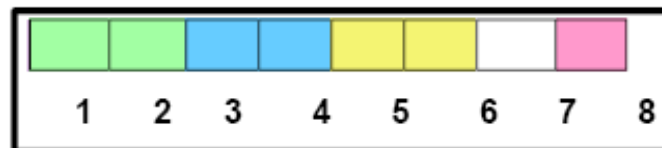
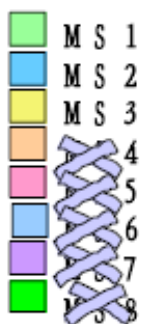
## GSM信道分配



## GPRS信道分配



$$7 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 94 \text{ kbps}$$

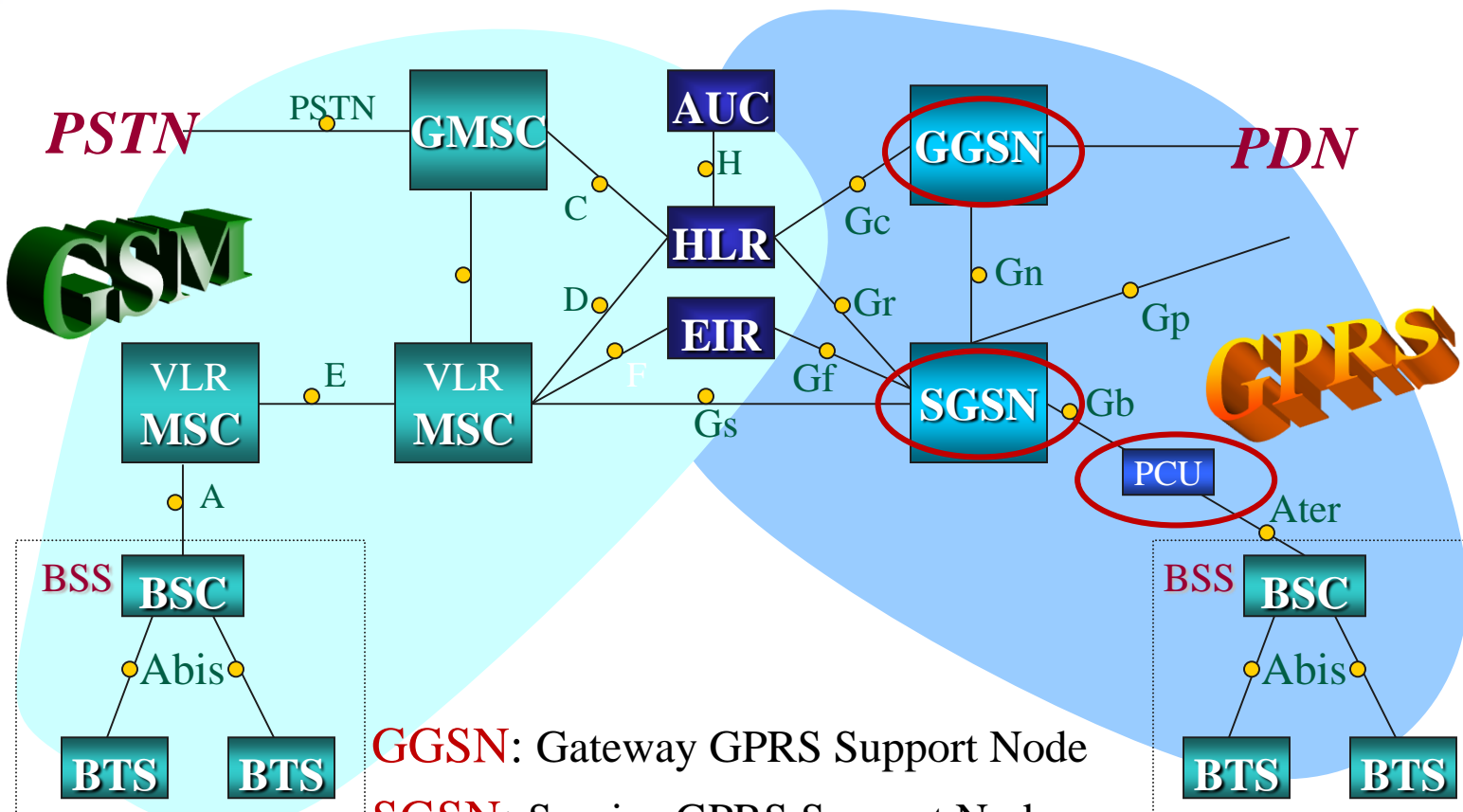


$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

# GPRS网络



**GGSN:** Gateway GPRS Support Node

**SGSN:** Service GPRS Support Node

**PCU:** Packet Control Unit

**GPRS:** General Packet Radio Service

**PDN:** Packet Data Network



# PCU

- Packet Control Unit
- 负责移动分组数据的组装和拆解。



# SGSN

- Service GPRS Support Node
- 功能类似于GSM中的 MSC/VLR
- 记录移动台的当前位置信息，对其进行鉴权、移动性管理和路由选择
- 负责动态IP分配与管理
- 在MS和GGSN之间完成移动分组数据的发送和接收。

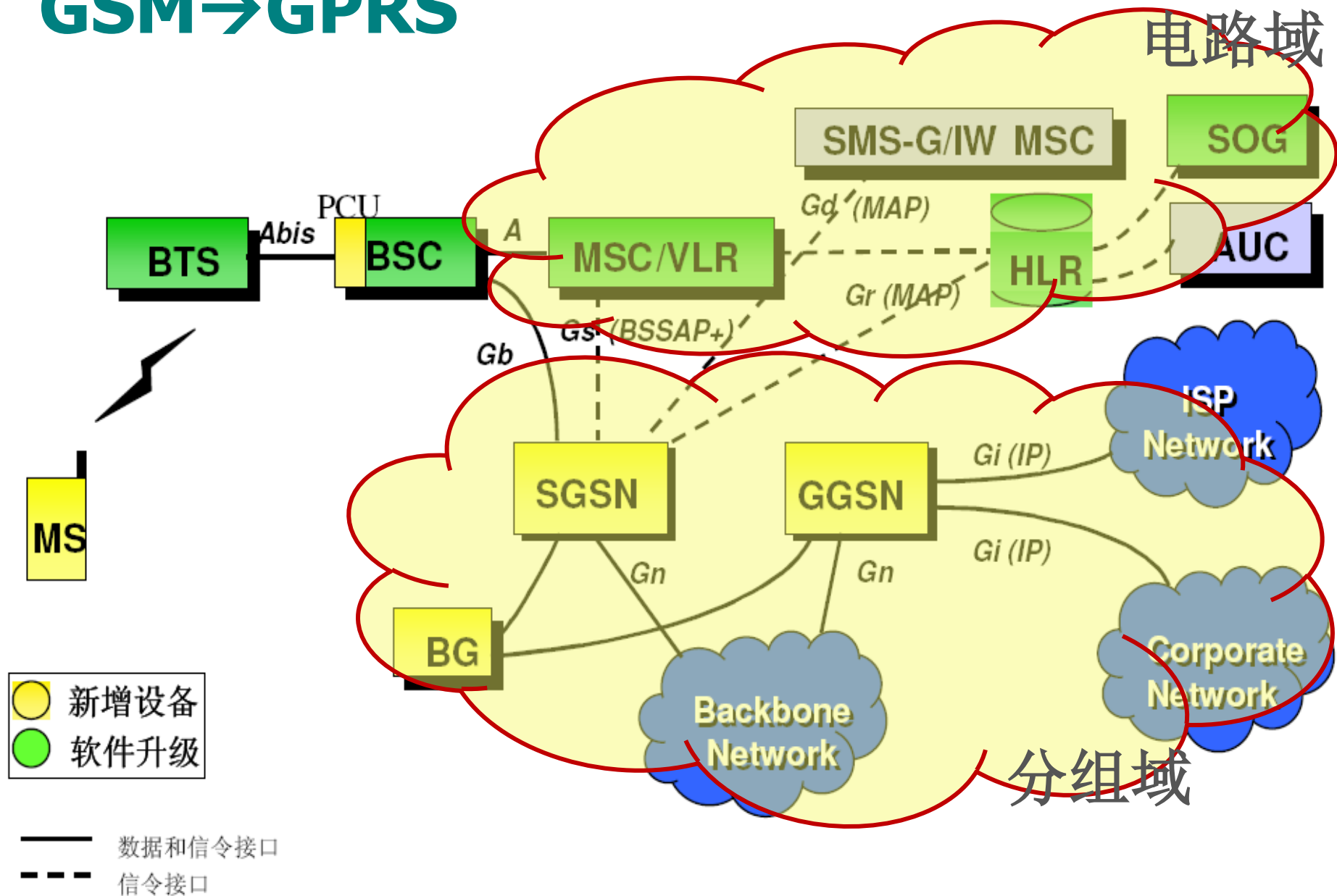


# GGSN

- Gateway GPRS Support Node
- 起网关作用，功能类似GMSC，提供GPRS和多种不同的数据网络的互连
- GGSN把GSM网中的GPRS分组数据包进行协议转换，从而可以把这些分组数据包传送到远端的TCP/IP或X.25网络。
- 由于分组业务没有明显的呼叫建立释放过程，因此，其协议流程更多的参照IP网络。唯一比较特别的是信道管理和IP管理部分



# GSM→GPRS



# EDGE与HSDPA

- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)
- 在GPRS基础上提高速率的一种标准
- 技术特点
  - 将GSM的4PSK改为8PSK, 使每个信道的传输速率由14.4kbps提高到48kbps
  - 多时隙捆绑, 最高速率可达384kbps
- 优点: 在GSM系统上, 对基站进行简单升级, 就可兼容原有业务的情况下开通EDGE业务
- HSDPA是EDGE升级版, 理论速率可达2-33Mbps



# 主要内容

- GSM系统(2G)
  - 体系结构
  - 信令过程
- GPRS系统(2.5G)
- 3G网络
  - 技术标准 WCDMA, Cdma2000
  - 网络结构
- 4G网络
  - 技术标准 TDD-LTE, FDD-LTE, Wimax
  - LTE网络结构与协议栈
- 5G展望



# 3G技术与标准

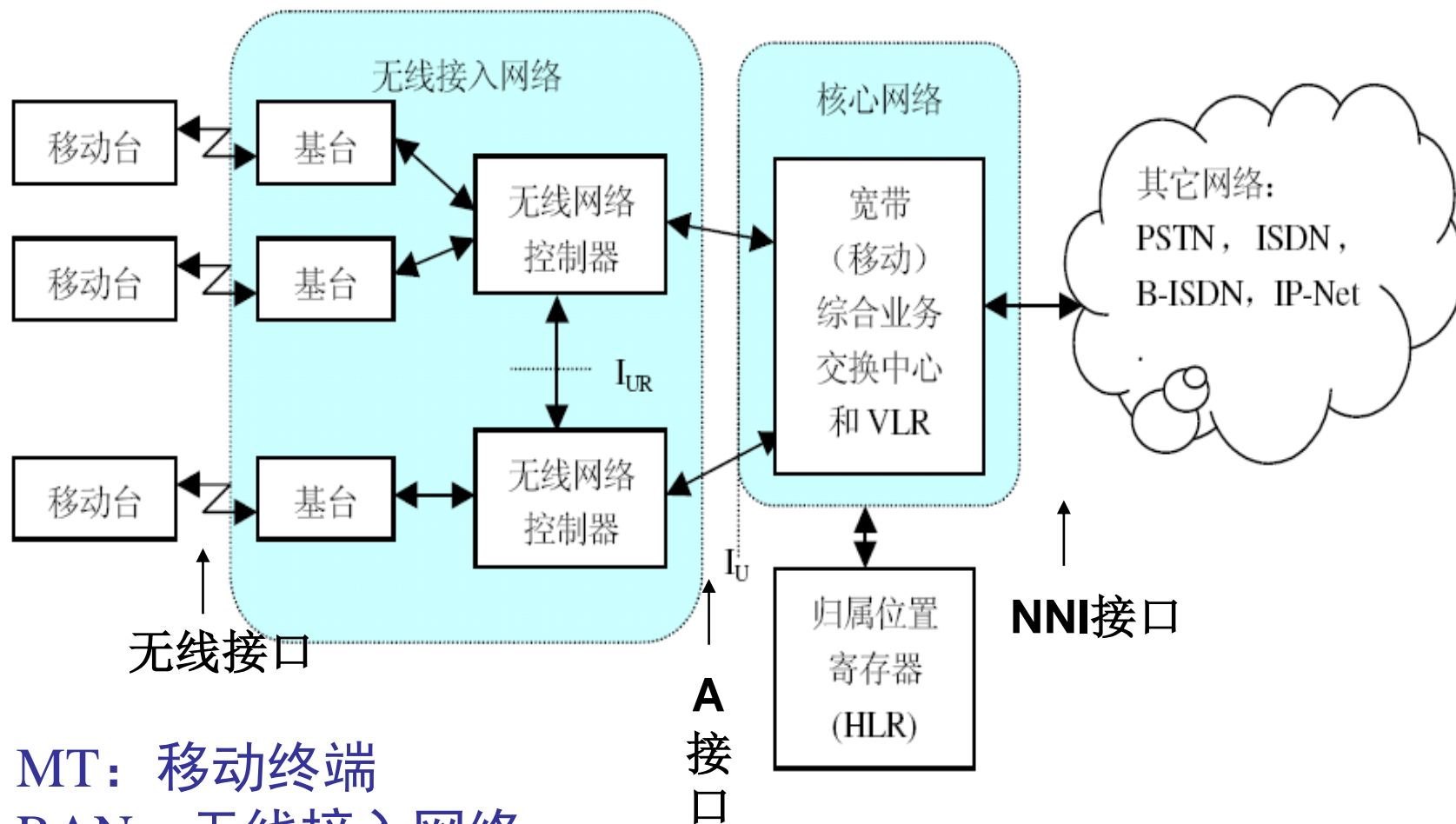
---



# IMT2000简介(参看资料片“IMT-2000”)

- IMT2000是第三代移动通信系统标准
  - 以支持移动多媒体通信为目标,
  - 多个标准并存 (IMT2000家族)。
- 频段为2000MHz, 使用日期为2000年。
- 使用频率: 1890-2030MHz, 2110-2250MHz
- 最高传输速率:
  - 144kbps (高速运动),
  - 384kbps (步行速度),
  - 2Mbps (室内环境)

# IMT2000网络结构

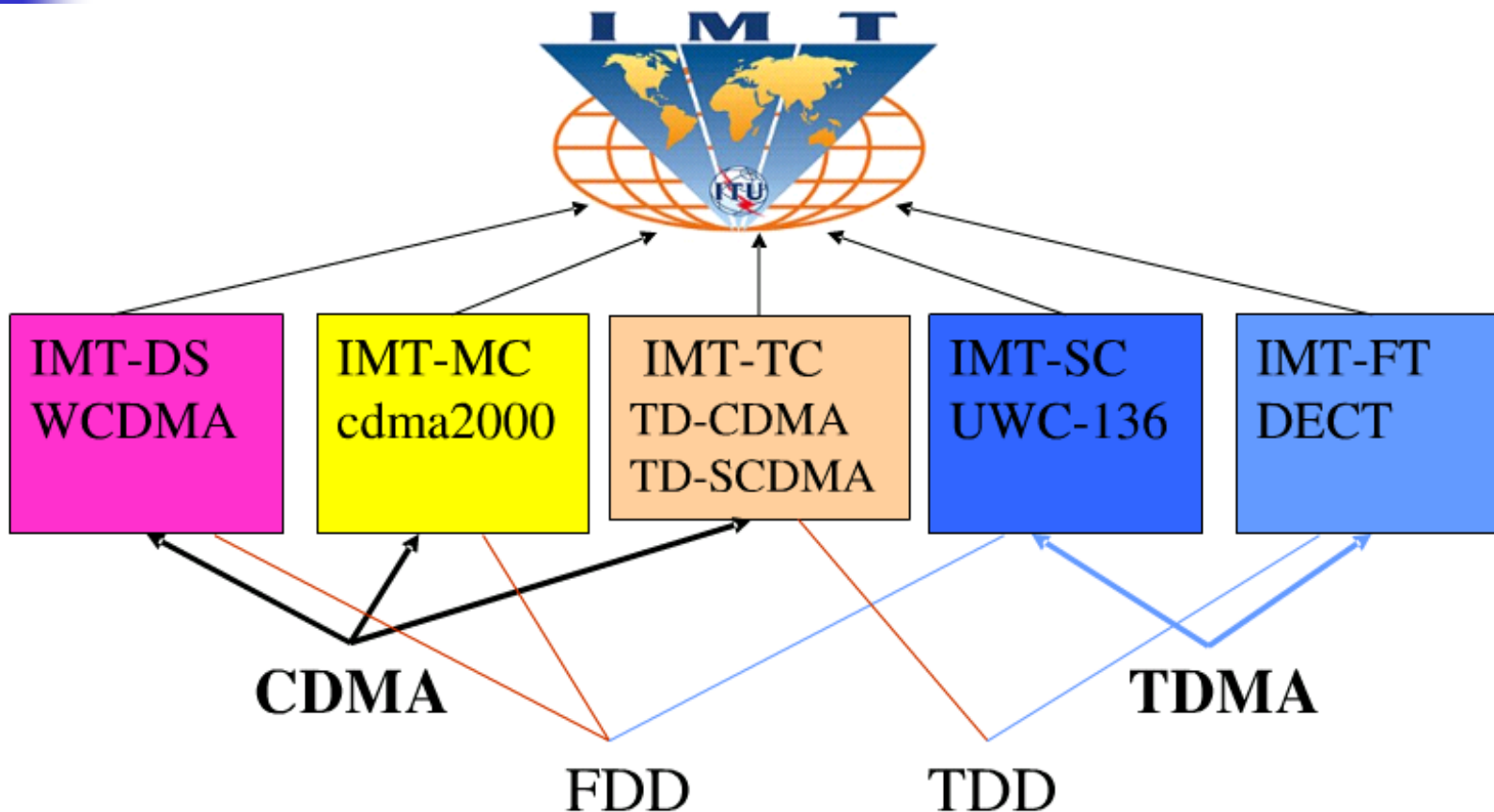


MT: 移动终端

RAN: 无线接入网络

CN: 核心网

# IMT2000无线接口标准



**cdma2000: 北美提出**

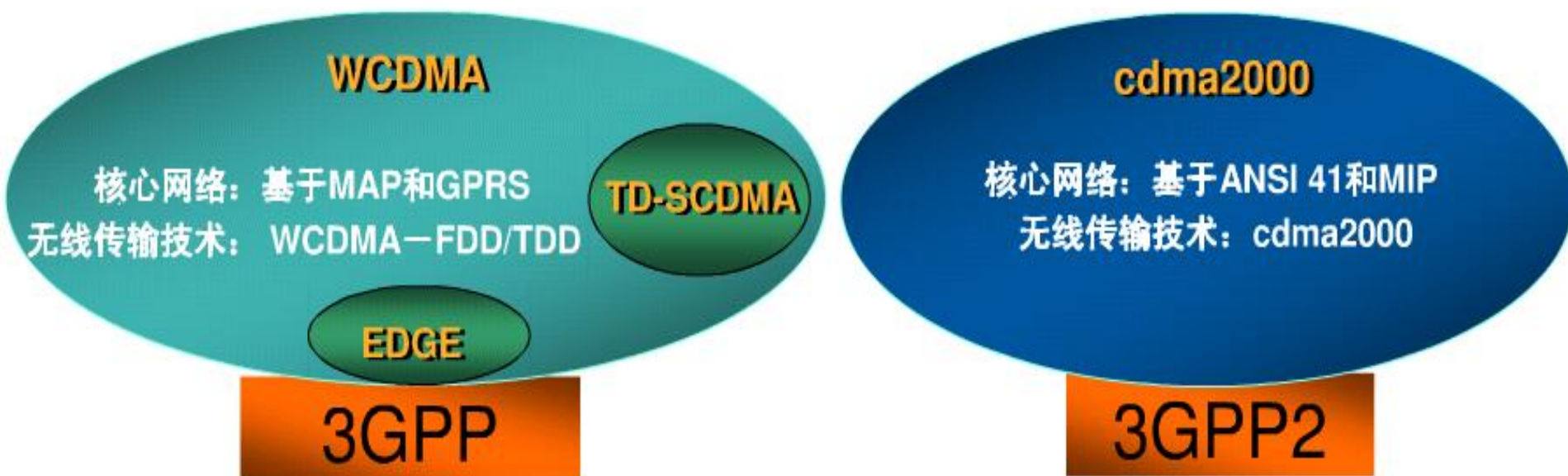
**WCDMA: 欧洲和日本提出**

**TD-SCDMA: 中国CATT提出**

# IMT2000接口标准化组织

3GPP2 发展cdma2000

3GPP 发展WCDMA、CDMA TDD和EDGE







# WCDMA技术

## ■ 特点

- 强调宽带技术，最小带宽5MHz
- BTS间不需要同步和GPS
- 正反向信道相干解调

## ■ 基本参数

- 码片速率：4.096/8.192/16.3843 Mcps
- 波道间隔：5/10/20 MHz
- 功率控制速率：1600 bps
- 编码方式：卷积码  $R=1/3, 1/2$ ,  $k=9$ 和Turbo Code

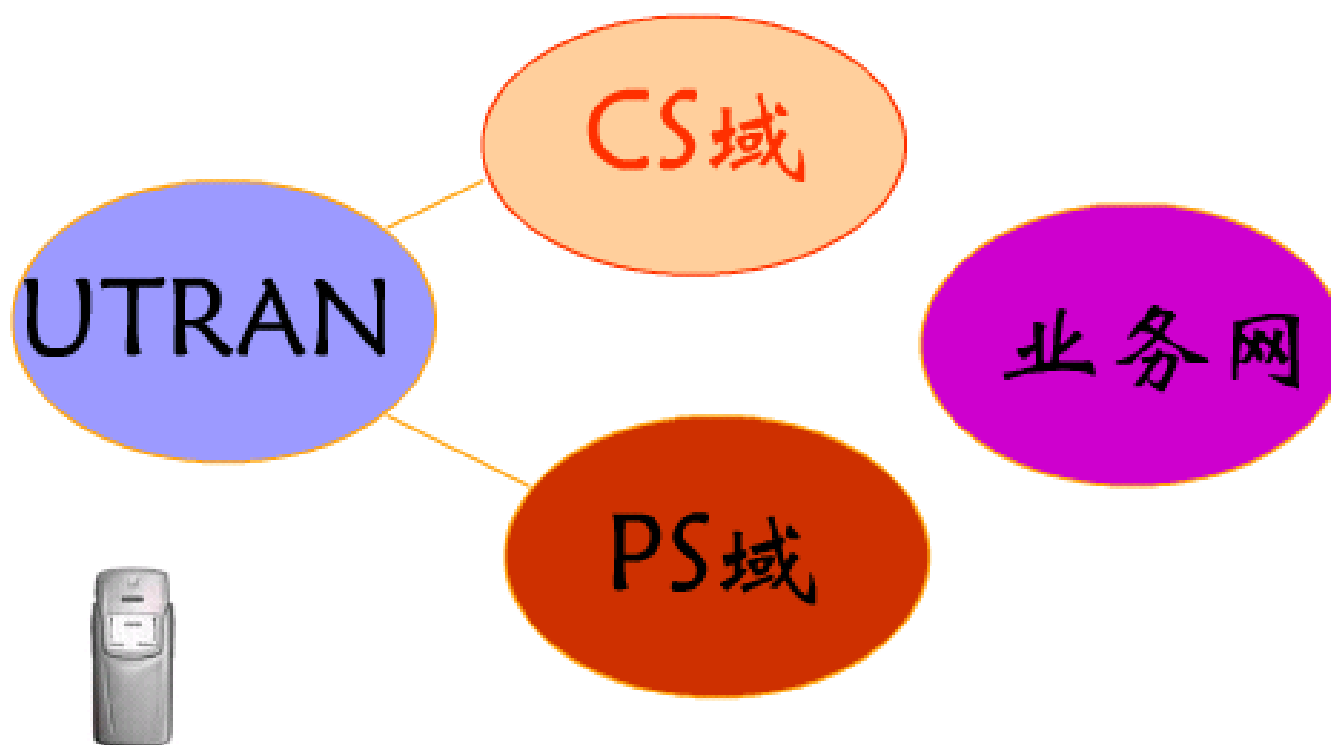
# cdma2000技术

- 以IS-95为基础
  - 相同的码片速率、软切换技术、功率控制技术
- 技术改进
  - 反向信道连续导频和相干解调
  - 多载波方式提高传输速率
- 基本参数
  - 码片速率:  $1.2288/3.686$  Mcps
  - 波道间隔:  $N \times 1.25/5$  MHz
  - 功率控制速率: 800 bps
  - 编码方式: 卷积码  $R=1/4, 1/3, 1/2, k=9$  和Turbo码

# TD-SCDMA技术

- 时分复用、时分双工、软件化智能天线、同步CDMA技术
  - 8个时隙，正反信道各4个时隙
  - 每个时隙16个地址码
  - 可变的双工信道速率
  - 采用16QAM和非对称传输支持2Mbps速率
- 基本参数
  - 码片速率：1.1136 Mcps
  - 语音传输：8kbps
  - 编码方式：语音为3/4卷积码

# 3G网络结构

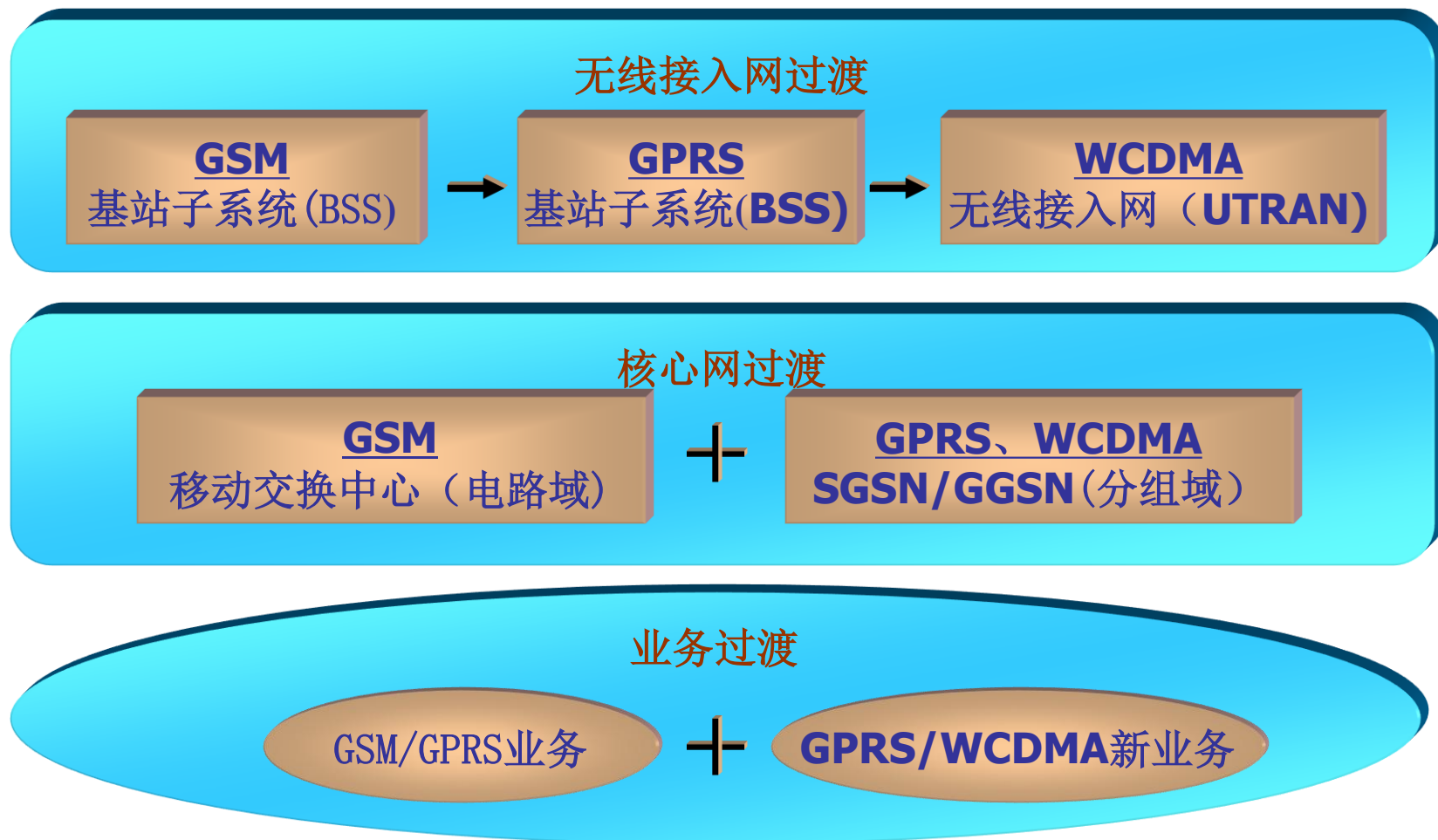




# WCDMA 与 cdma2000

---

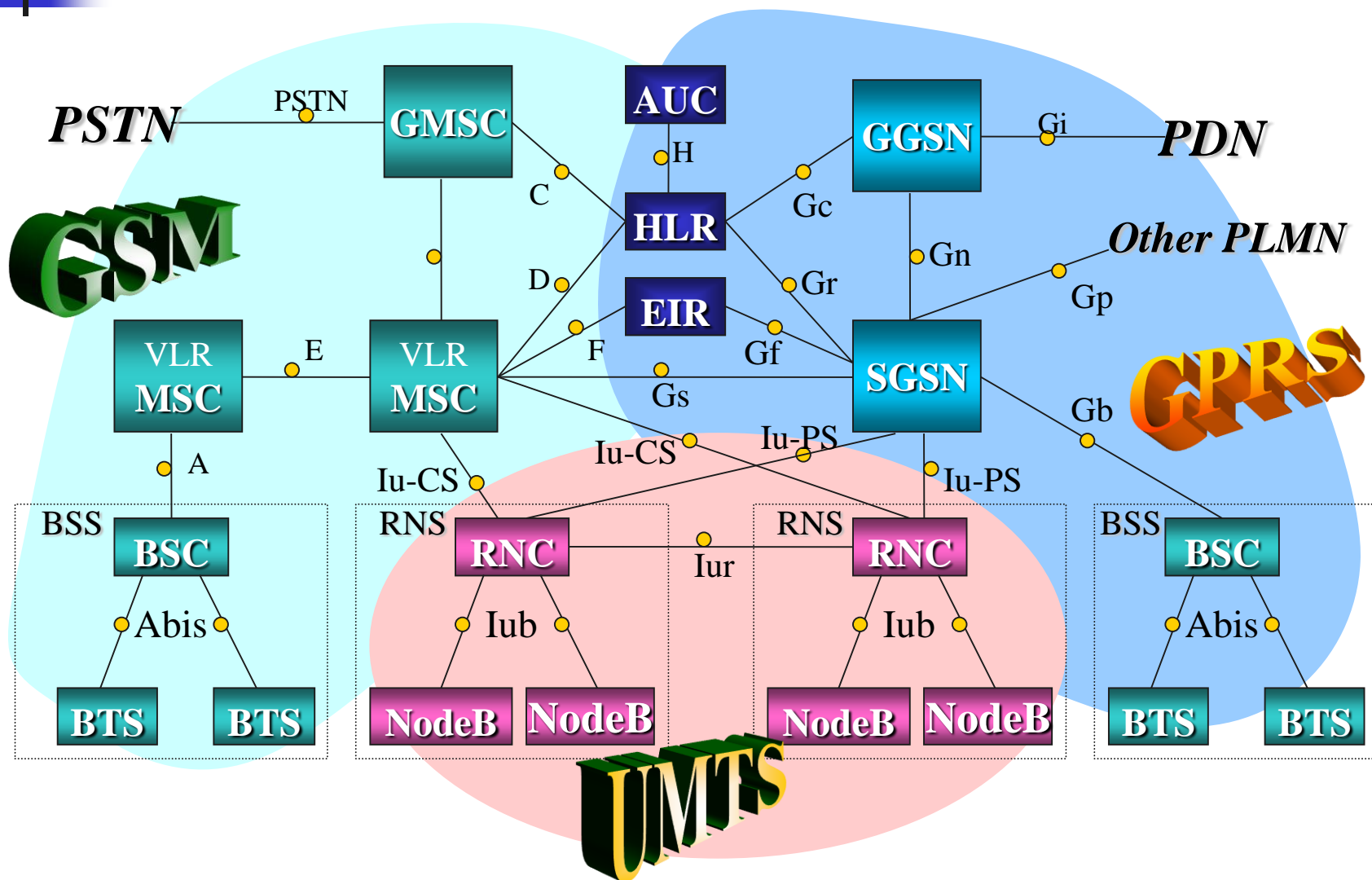
# GSM网络向WCDMA网络过渡方案



参看资料片 “**WCDMA**”

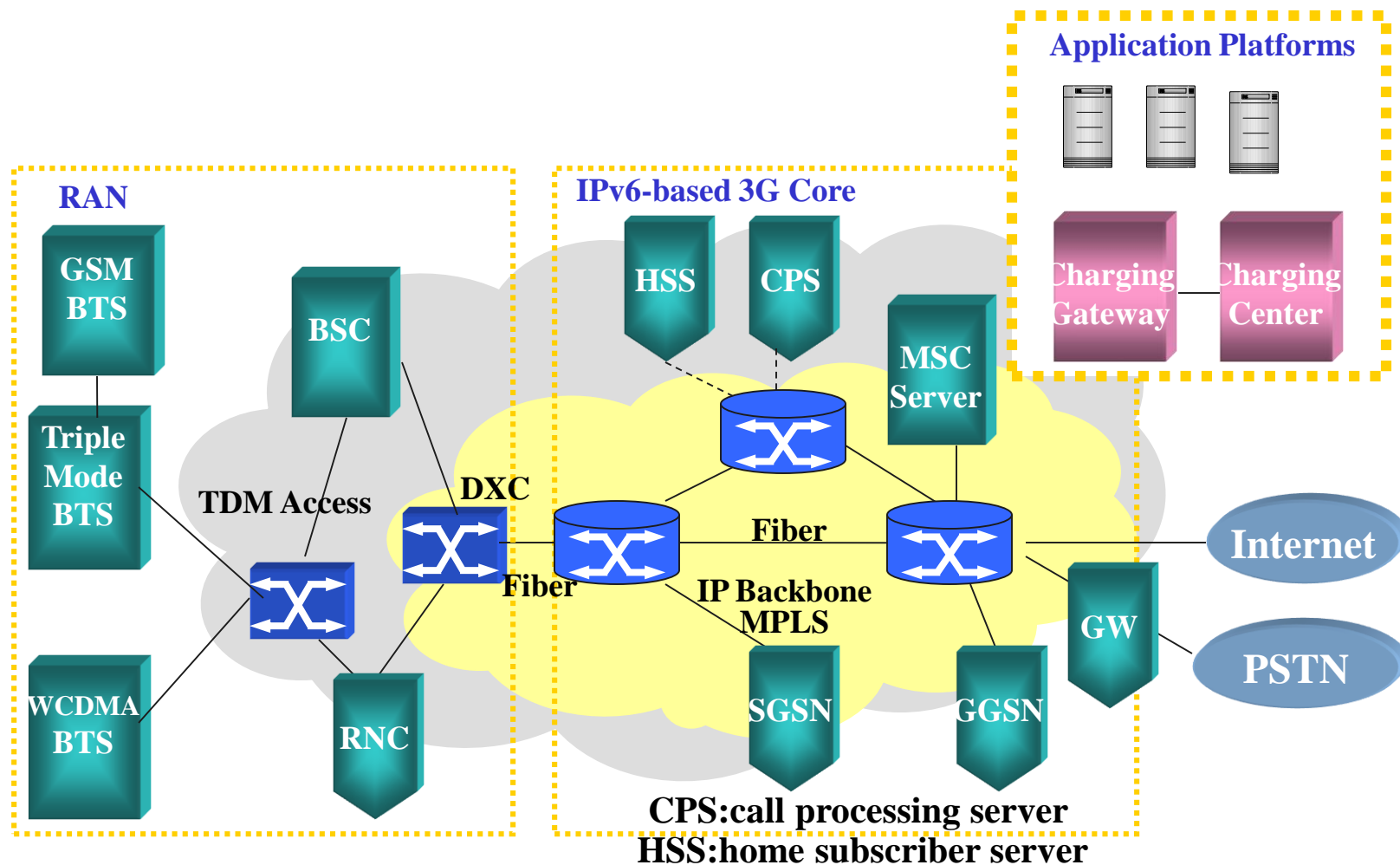


# GSM网络向WCDMA网络演进





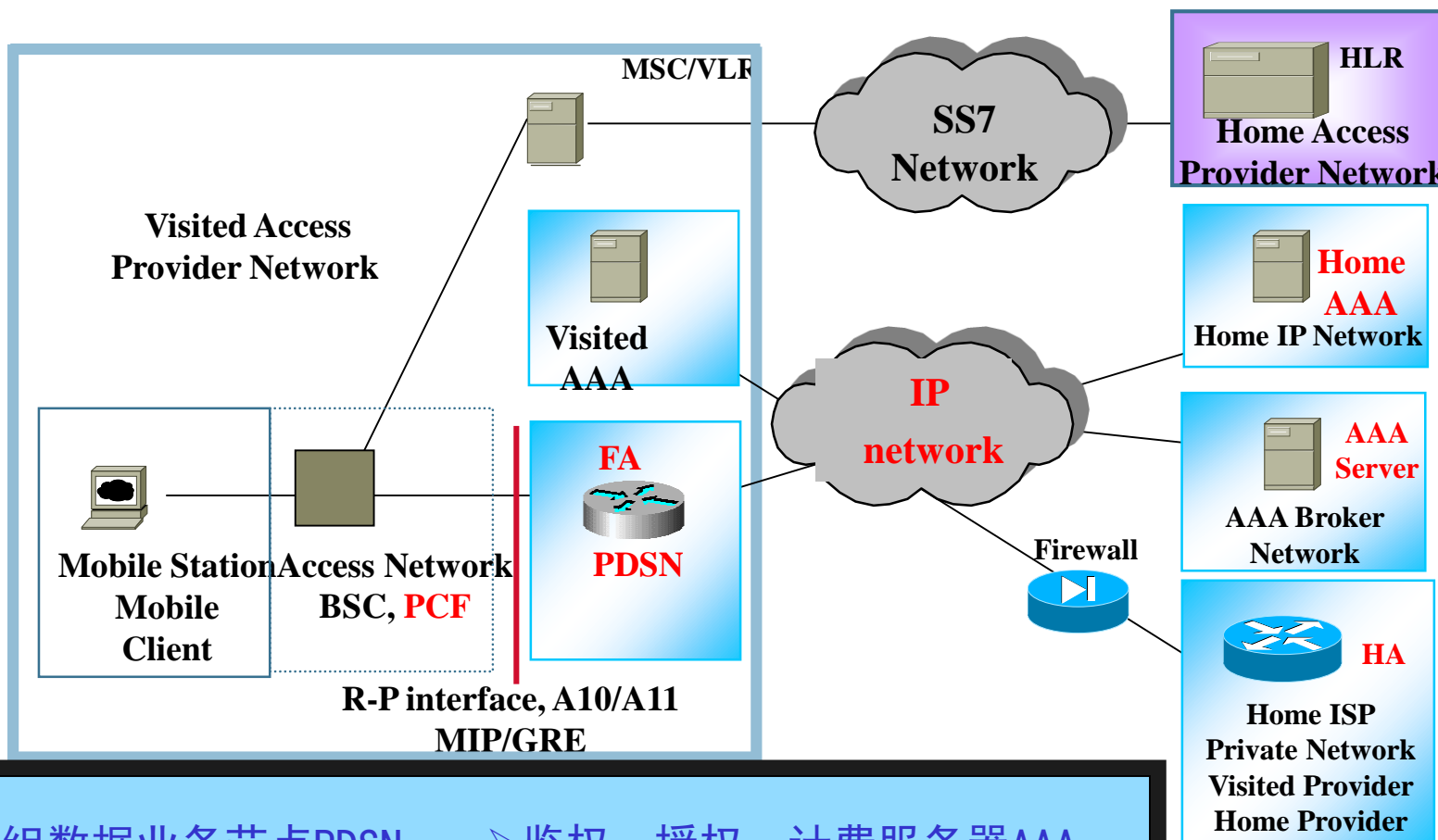
# 3GPP Rel4&5网络结构





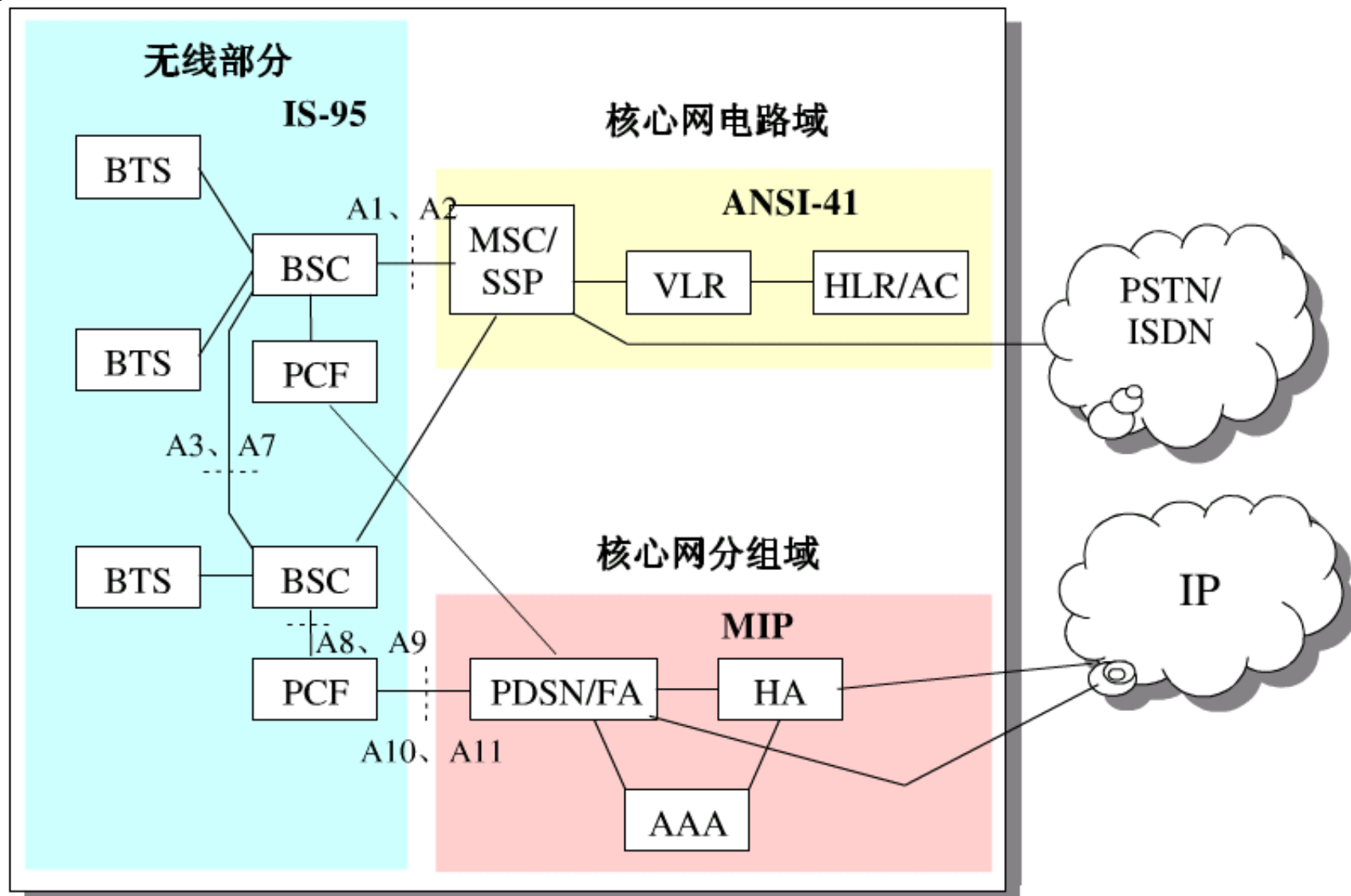
# CDMA20001X系统介绍（参看“移动分组”）

新增功能实体



- 分组数据业务节点PDSN
- 鉴权、授权、计费服务器AAA
- 归属代理HA
- 分组控制功能PCF

# CDMA2000网络系统





# 主要内容

- GSM系统(2G)
  - 体系结构
  - 信令过程
- GPRS系统(2.5G)
- 3G网络
  - 技术标准 WCDMA, Cdma2000
  - 网络结构
- 4G网络
  - 技术标准 TDD-LTE, FDD-LTE, Wimax
  - 网络结构与协议栈
- 5G展望



# 4G技术与标准

---



# 4G网络的定义

- 一种较广泛认同的定义：4G是一种**宽带接入**和分布式的**全ip架构**网络，是**集成多功能**的宽带移动通信系统。
- 2008年2月，国际电信联盟（ITU）发出通函，向各国和各标准化组织征集IMT-Advanced（4G的标准族）技术提案。  
IMT-A就是4G。
- 2012年，ITU-R WP5D会议正式审议通过了IMT-GCS，确定了官方的IMT-Advanced技术。至此，业界一致认为这是正式的4G标准，而之前的LTE和802.16e需未达到IMT-Advanced的性能要求，但关键技术具有4G特征，并能平滑演进到4G，所以将它们称为准4G，或3.9G，属于4G阵营。



**IMT-A技术的目标峰值速率为：低速移动、热点覆盖场景下1Gbit/s，高速移动、广域覆盖场景下100Mbit/s。**

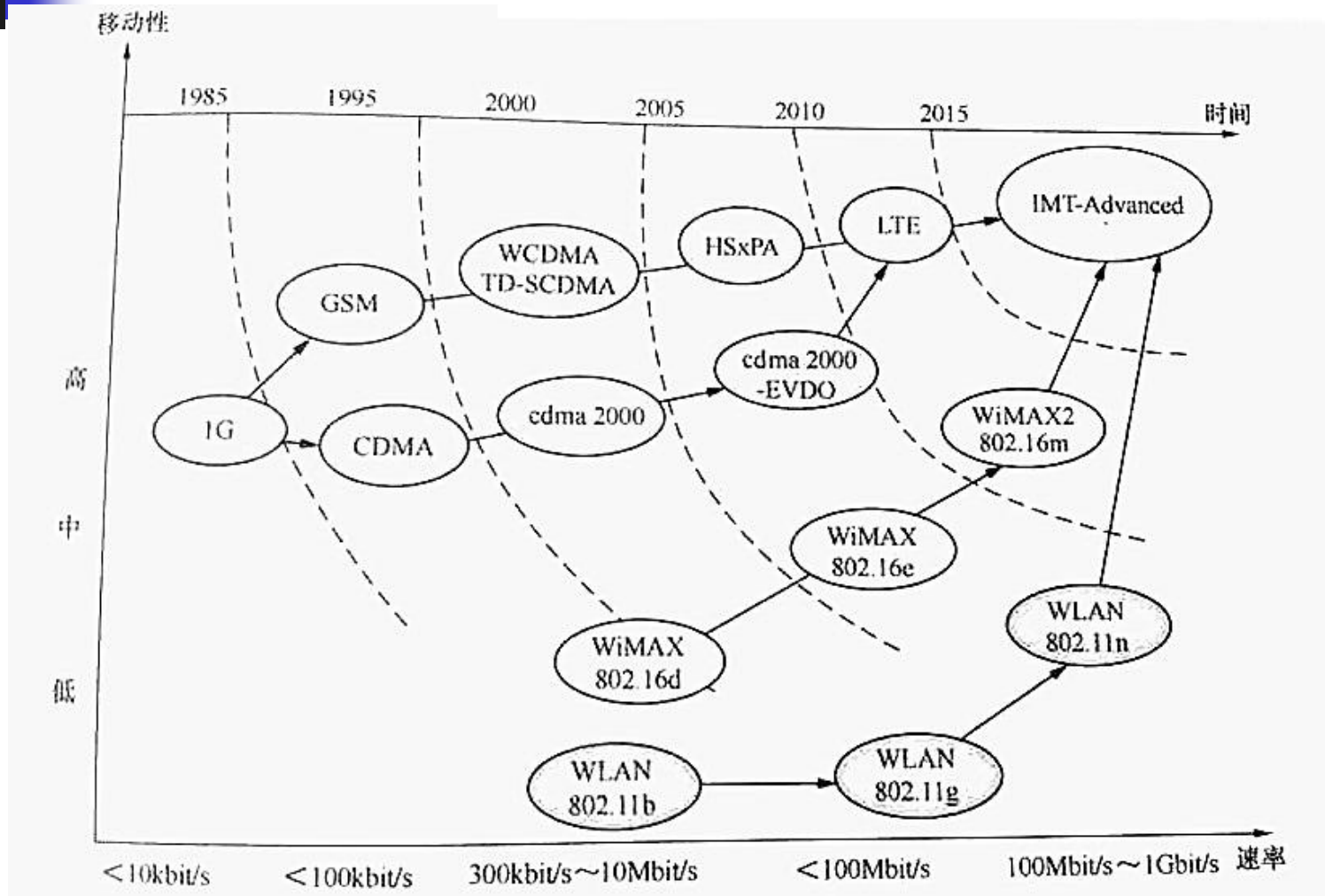
# 4G网络的特点

- (1) **多网络融合**：多种无线通信技术系统共存；
- (2) **全IP**：从单纯的电路交换向分组交换过渡，并最终演变为基于分组交换的全网络；
- (3) **容量更大**：预计其用户容量为3G系统的10倍；
- (4) **带宽更宽**：更高的单位信道带宽和频谱传输效率；
- (5) **无缝全球覆盖**：用户可在任何时间、任何点使用无线网络；
- (6) **智能灵活性**：用户的无线网络可以通过其他网络扩展其应用业务，自适应地变换不同信道，提供更高质量和个性化的服务；
- (7) **兼容性**：兼容多种制式的通讯协议和终端应用环境，及各种终端硬件设备。

# 4G的技术标准

- **LTE:** LTE(Long Term Evolution,长期演进)项目是3G的演进, 它改进并增强了3G的空中接入技术, 采用OFDM和MIMO作为其无线网络演进的唯一标准。
- **LTE-Advanced:** 它满足 ITU-R的IMT-Advanced技术征集的需求, 是3GPP形成欧洲IMT-Advanced技术提案的一个重要来源。
- **WiMax:** 全球微波互联接入, WiMAX的另一个名字是IEEE 802.16。  
WiMAX的技术起点较高, WiMax所能提供的最高接入速度是70M, 这个速度是3G所能提供的宽带速度的30倍。
- **HSPA+:** HSPA+是HSPA的衍生版, 能够在HSPA网络上进行改造而升级到该网络, 是一种经济而高效的4G网络。
- **WirelessMAN-Advanced:** WirelessMAN-Advanced事实上就是WiMax的升级版, 即IEEE 802.11m标准。

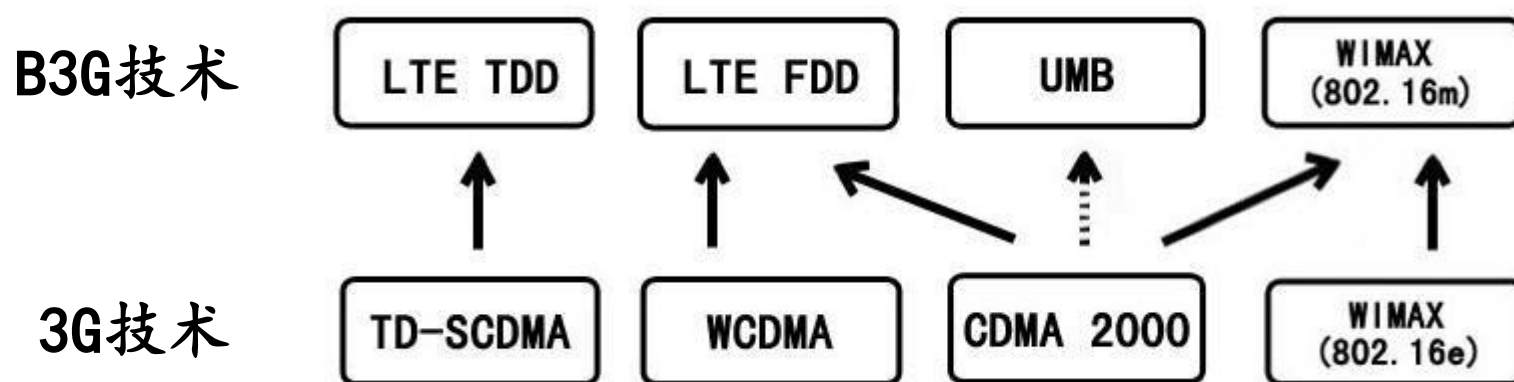
# 4G技术标准的演进过程



4G网络是蜂窝移动技术宽带化和无线宽带技术移动化的汇聚点



# 4G技术标准的演进过程



2008年，美国高通电信公司放弃了UMB技术研发，转为LTE的研发。4G标准的技术主要是**LTE**和**WIMAX**。



# LTE (Long Term Evolution)

- LTE即长期演进技术。它改进并增强了3G的空中接入技术，采用OFDM（正交频分复用技术）和MIMO（多入多出技术）作为其无线网络演进的技术方式。实现在20MHz频谱带宽下提供下行326Mbit/s与上行86Mbit/s的峰值速率。
- LTE最主要的两大分支是LTE-TDD（TD-LTE）和LTE-FDD（FD-LTE）。TD和FD分别代表时分双工和频分双工。
- TD-LTE是中国采用的LTE的技术方案。
  - 中国移动采用TD-LTE技术方案；
  - 中国联通和中国电信采取了FDD+TD混合LTE组网技术。



# WIMAX

- WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), 即全球微波互联接入。
- WiMAX也叫802.16无线城域网或802.16。WiMAX是一项新兴的宽带无线接入技术, 能提供面向互联网的高速连接, 数据传输距离最远可达50km。
- 802.16工作的频段采用的是无需授权频段, 范围在2GHz至 66GHz之间。

# 4G频谱

- 国际移动通信标准IMT-2000和IMT-Advanced频段可以通用。除原来已有的1G、2G和3G频段外，ITU-R为IMT划分了新的频段，具体包括如下4个频段。
  - 450~470 MHz（20 MHz带宽）
  - 698~806 MHz（108 MHz带宽）
  - 2300~2400 MHz（100 MHz带宽）
  - 3400~3600 MHz（200 MHz带宽）
- 2013年，随TD-LTE牌照的发放，工信部对TD-LTE的频谱进行了分配。
  - 中国移动共获得130MHz频谱资源，频段分别为1880~1900MHz、2320~2370MHz、2575~2635MHz；
  - 中国联通共获得40MHz频谱资源，频段分别为2300~2320MHz、2555~2575MHz；
  - 中国电信共获得40MHz频谱资源，频段分别为2370~2390MHz、2635~2655MHz。

# 4G通信系统的关键技术

- **正交频分复用技术（OFDM）**——OFDM技术的特点是网络结构高度可扩展，具有良好的抗噪声性能和抗多信道干扰能力，可以提供无线数据技术质量更高（速率高、时延小）的服务和更好的性能价格比。
- **软件无线电**——软件无线电是将标准化、模块化的硬件功能单元经一通用硬件平台，利用软件加载方式来实现各类无线电通信系统的一种开放式结构的技术。
- **智能天线（SA）**——智能天线具有抑制信号干扰、自动跟踪及数字波束调节等功能，被认为是未来移动通信的关键技术。智能天线成形波束可在空间域内抑制交互干扰，增强特殊范围内想要的信号，既能改善信号质量又能增加传输容量。
- **多输入多输出技术（MIMO）**——多输入多输出是指在基站和移动终端都有多个天线。MIMO技术为系统提供空间复用增益和空间分集增益。



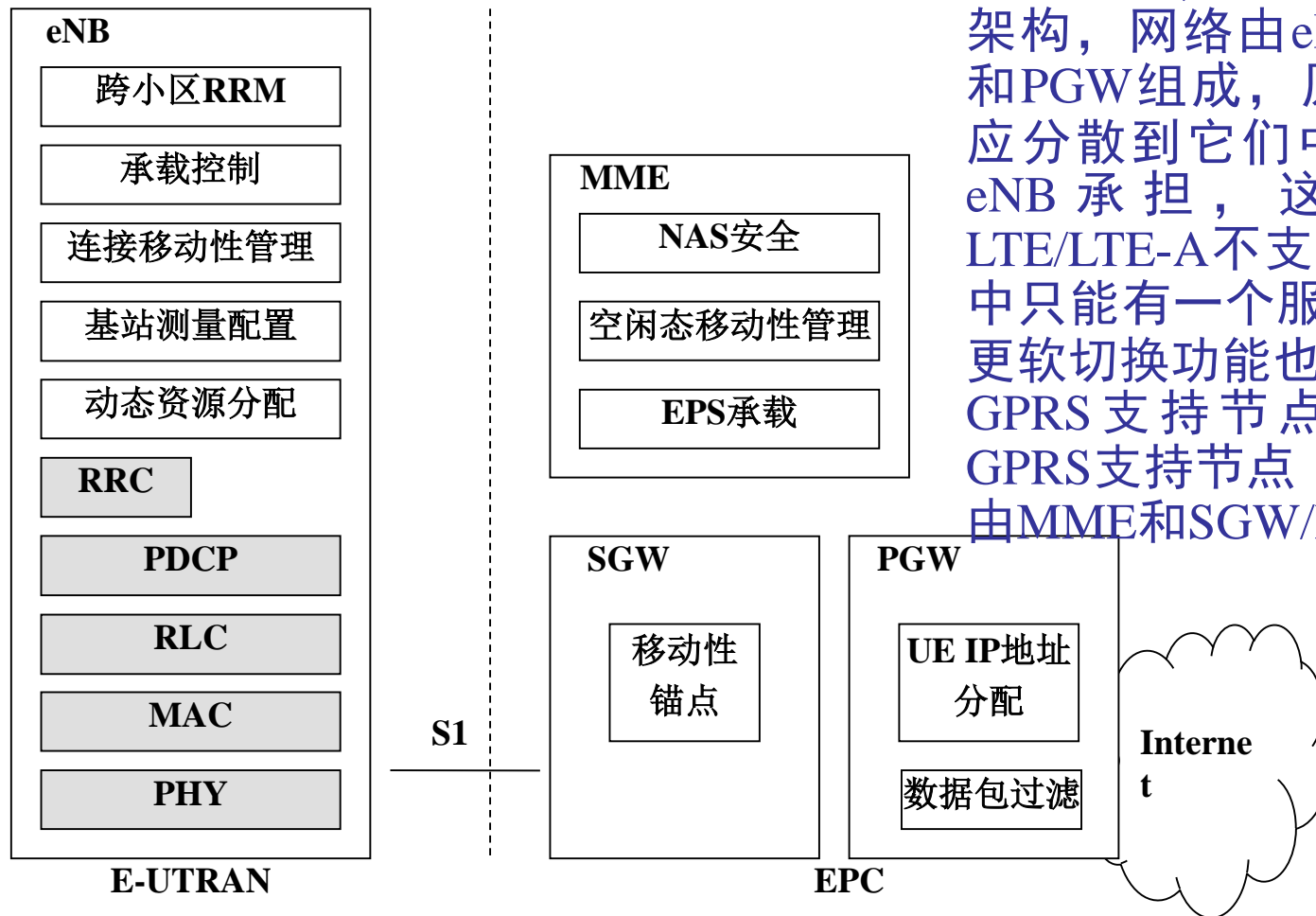
# LTE网络结构与协议栈

---



# LTE/LTE-Advanced网络功能

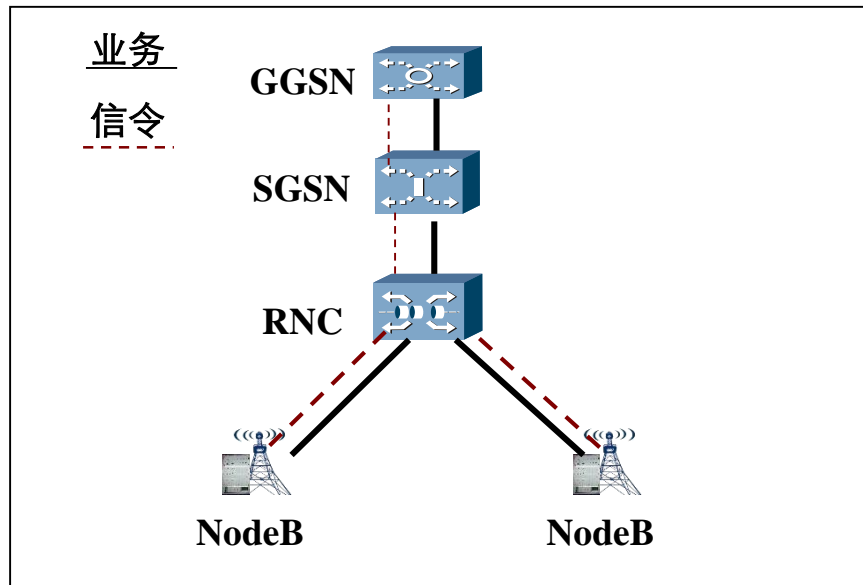
- 为减少网络处理节点从而减少相关处理时延，LTE采用了扁平化网络架构，网络由eNB、MME、SGW和PGW组成，原RNC的功能被相应分散到它们中，大部分功能被eNB承担，这同时也意味着LTE/LTE-A不支持软切换（激活集中只能有一个服务的eNB），上行更软切换功能也是可选的，原关口GPRS支持节点（GGSN）/服务GPRS支持节点（SGSN）的功能则由MME和SGW/PGW完成。



**LTE/LTE-A接入网与核心网节点功能划分**

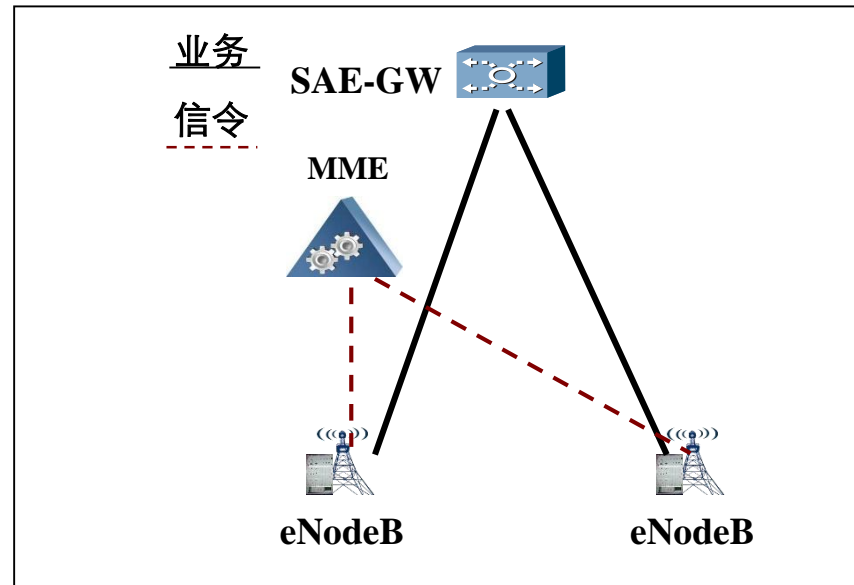
# LTE/LTE-advanced网络结构 (1)

传统网络

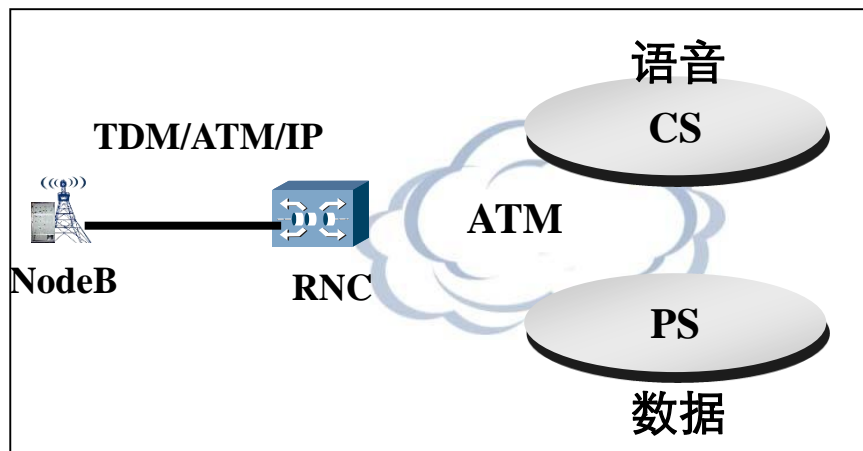


VS

扁平网络

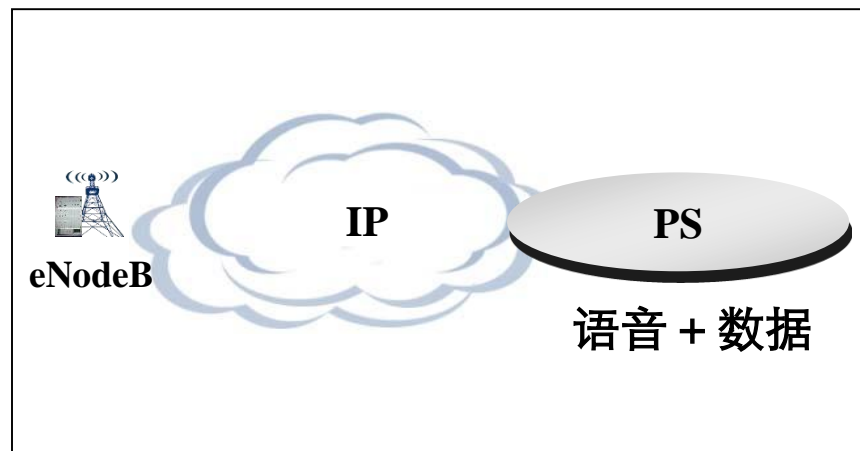


传统网络



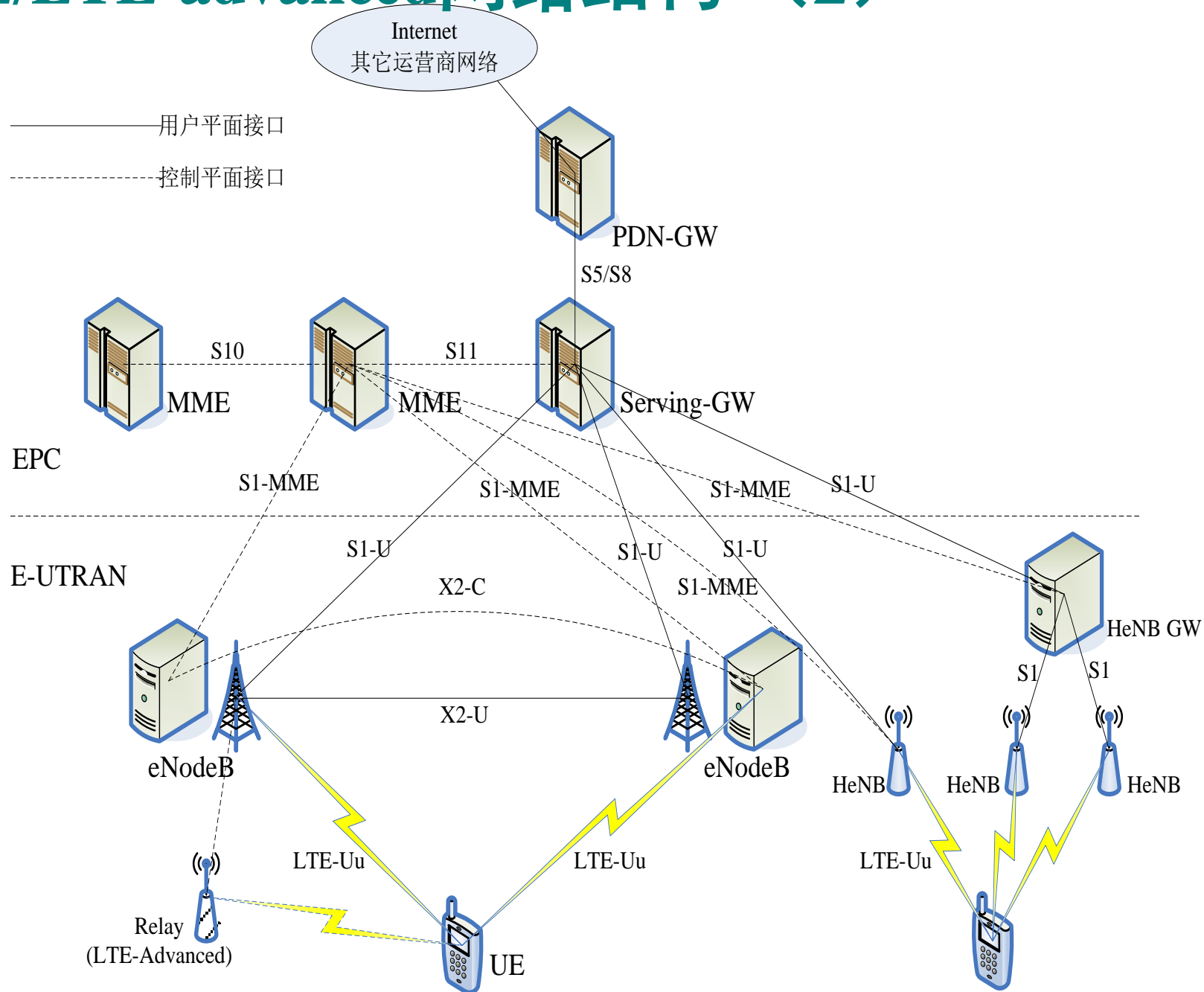
VS

业务(语音数据)全IP，承载全IP



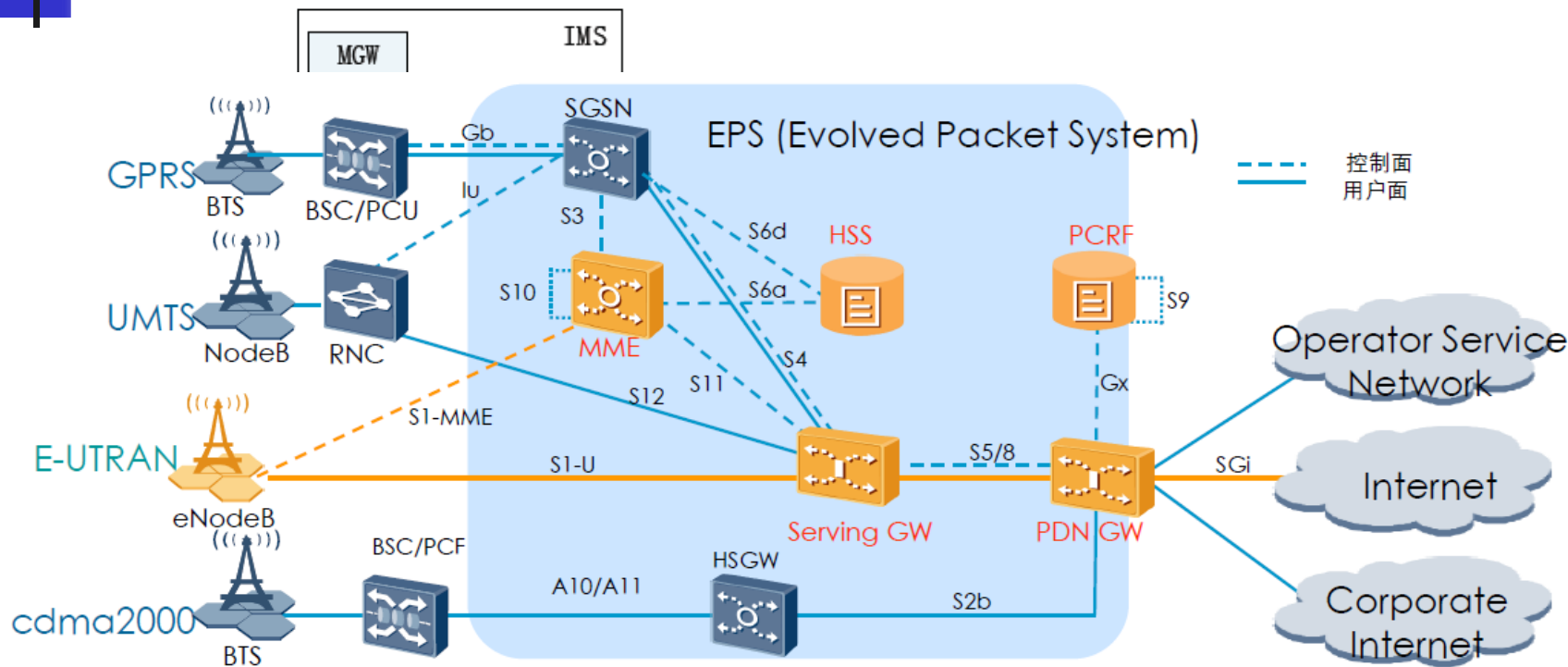


# LTE/LTE-advanced网络结构 (2)



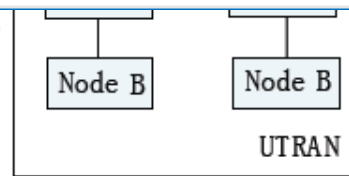
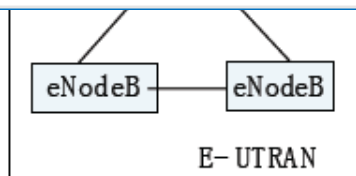


# 4G和3G混合组网的网络架构

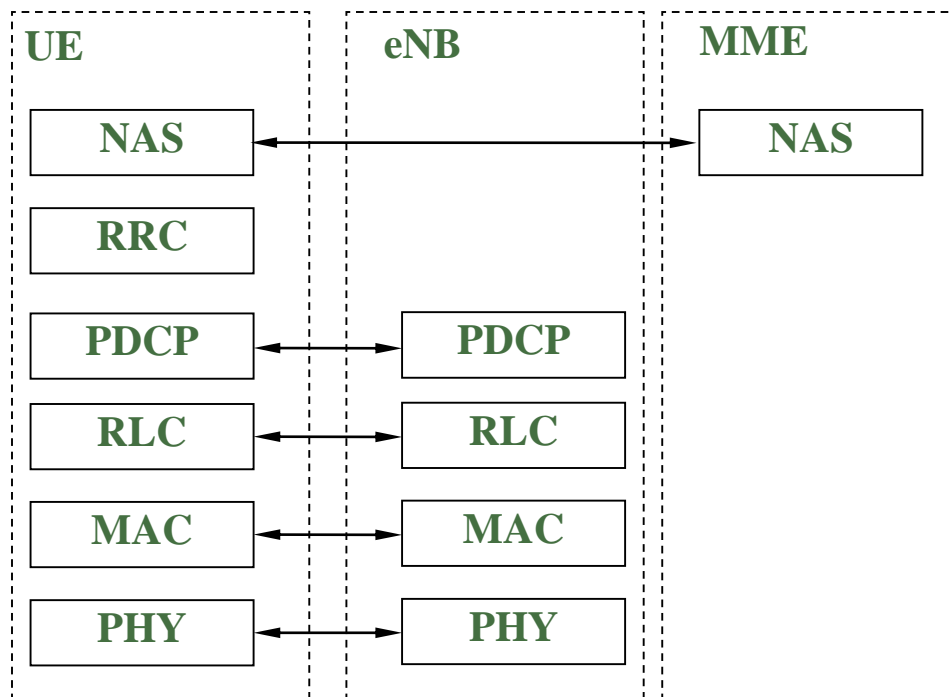


■功能扁平化，去掉RNC的物理实体，把部分功能放在了E-NodeB，以减少时延和增强调度能力（如单站内部分干扰协调，负荷均衡等，调度性能可以得到很大提高）

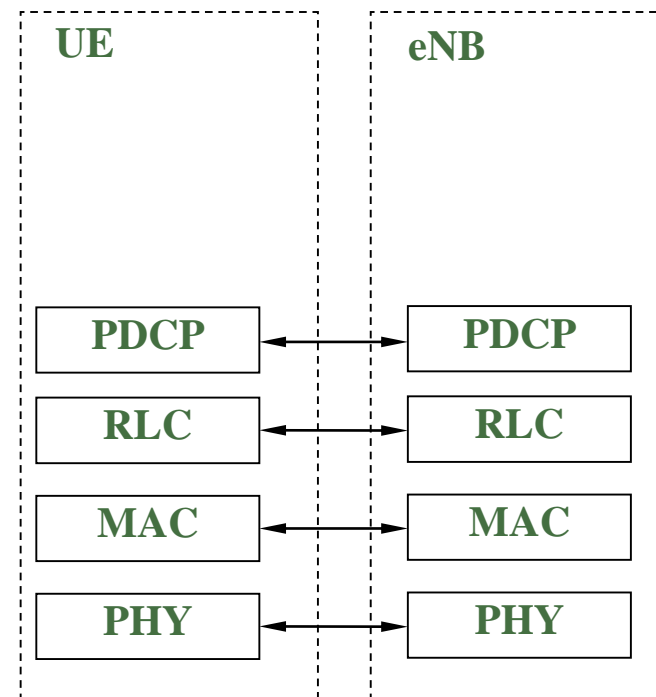
■把部分功能放在了核心网，加强移动交换管理，采用全IP技术，实行用户面和控制面分离。同时也考虑了对其它无线接入技术的兼容性。



# LTE/LTE-Advanced空中接口协议架构



(a) 控制面协议



(b) 用户面协议

# LTE的协议栈介绍

## LTE协议栈的两个面：

- › 用户面协议栈：负责用户数据传送
- › 控制面协议栈：负责系统信令传输

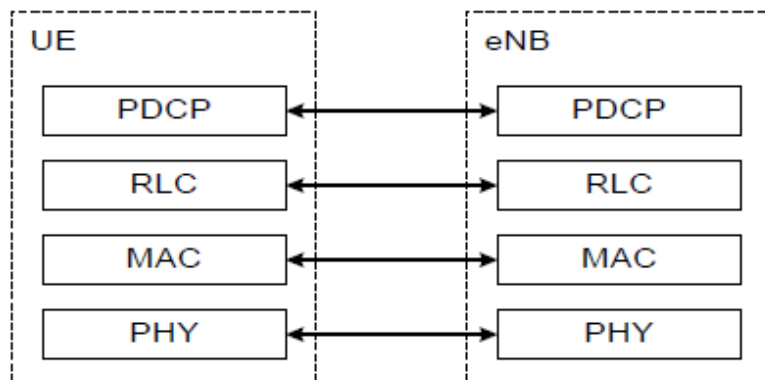
## 用户面的主要功能：

- › 头压缩
- › 加密
- › 调度
- › ARQ/HARQ

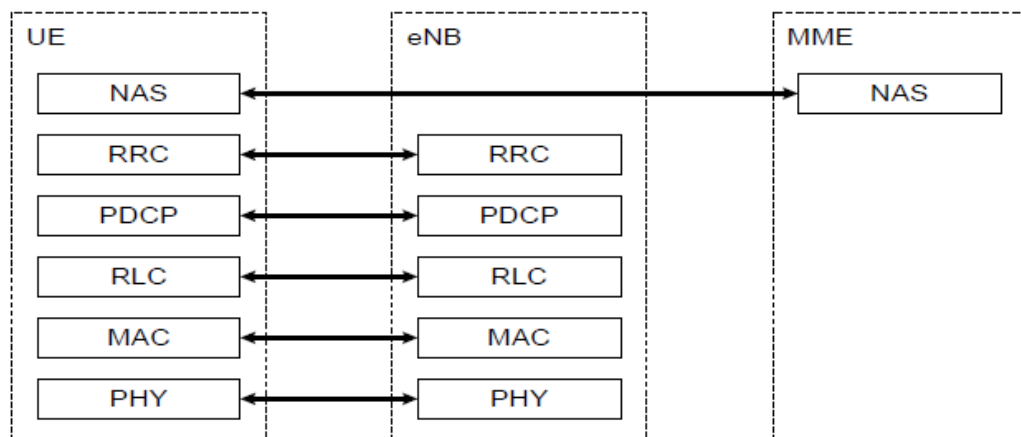
## 控制面的主要功能：

- ▣ RLC和MAC层功能与用户面中的功能一致
- ▣ PDCP层完成加密和完整性保护
- ▣ RRC层完成广播，寻呼，RRC连接管理，资源控制，移动性管理，UE测量报告控制
- ▣ NAS层完成核心网承载管理，鉴权及安全控制

用户面协议栈



控制面协议栈





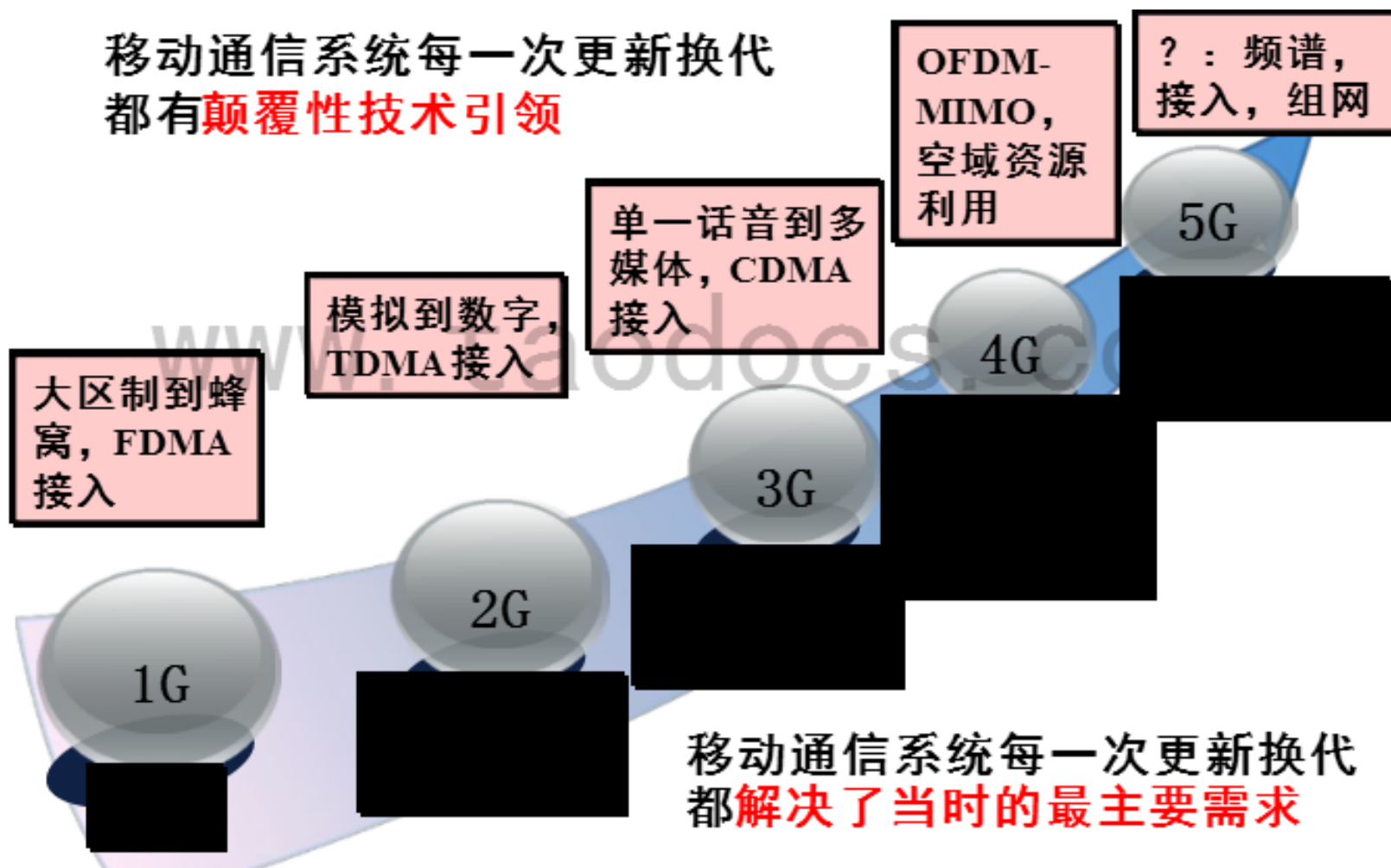
# 主要内容

- GSM系统(2G)
  - 体系结构
  - 信令过程
- GPRS系统(2.5G)
- 3G网络
  - 技术标准 WCDMA, Cdma2000
  - 网络结构
- 4G网络
  - 技术标准 TDD-LTE, FDD-LTE, Wimax
  - 网络结构与协议栈
- 5G展望



# 网络演进

移动通信系统每一次更新换代  
都有**颠覆性技术引领**





# ITU定义的IMT-2020(5G)需求



## 海量连接，从人到物

时延  
1ms

无人驾驶

物联

连接

1 million/Km<sup>2</sup>

农业

可靠性

99.999%

能源

教育

# 无人机，一种5G时代的综合性应用

## 5G使命：增强移动互联网并使能物联网





# 现在与未来的差距



时延

1

吞吐率

100

连接数

100万

移动性

500

网络架构

对比

## 深度创新，加速5G发展

产业创新



- 加速跨行业沟通与合作
- 应用与商业模式深度创新

技术创新



- 革命性、颠覆性的技术创新
- 空口频谱效率至少提升3倍

频谱支持



- 政府开放更多频谱资源
- 技术汇聚所有可用频谱

# 为实现5G全球统一标准共同努力

WCDMA  
EV-DO

## 5G标准进度与商用时间表



# 5G候选频段

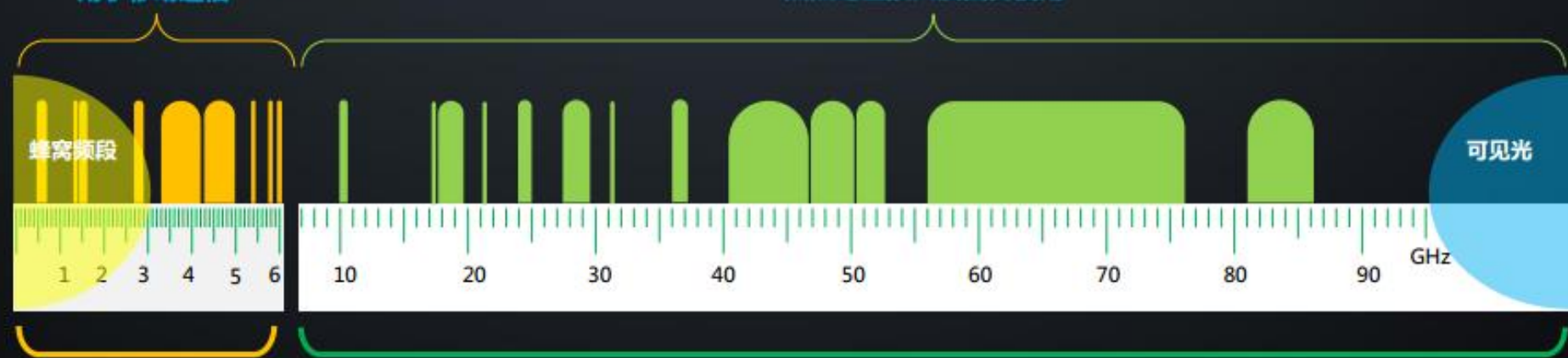
Bands Proposed (GHz)

Frequency Groups	10-20		20-30		30-40		40-50		50-60		60-70		70-80		80-90	
	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG	CPG	APG
10-20																
20-30			24.5	27.5			40.5	43.5					66	71		
30-40					31.8	33.4			45.5	48.9					81	86
40-50							39		47.2	50.4						
50-60									50.4	52.6						
60-70											59.3					
70-80													76			
80-90															86	

频谱：开放更多频谱，同时聚合低频与高频

## WRC15 (2015)

需求大于500M 6GHz以下频段  
用于移动通信



## 主要频段

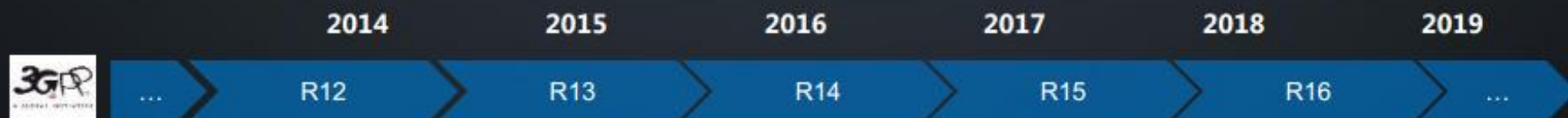
主要用于覆盖及移动性支持

## 补充频段

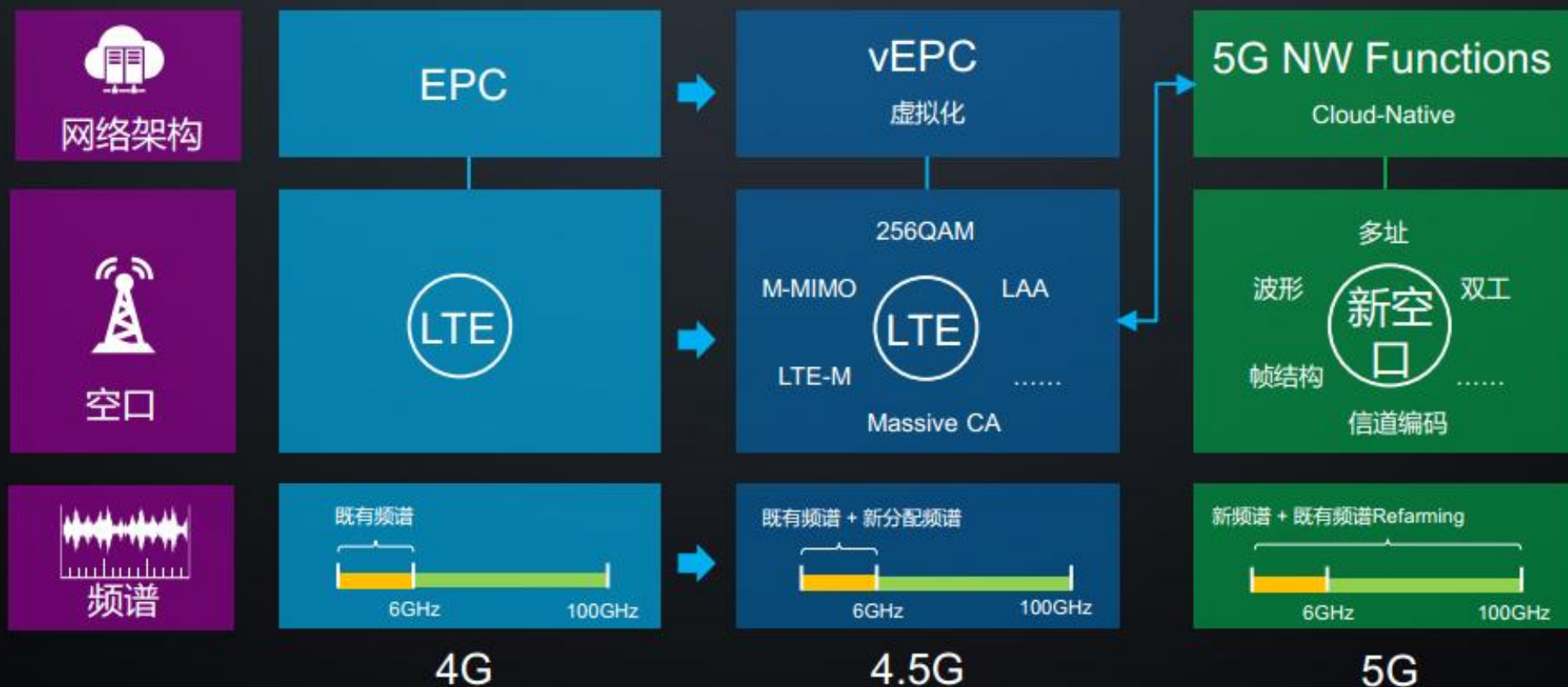
主要用于提升容量



# 5G需要革命性的技术创新



## 5G革命之路



# 5G高低频混合组网：低频独立组网，高频非独立组网



宏站 @ Sub6GHz

- 连接性 + 覆盖 + 移动性



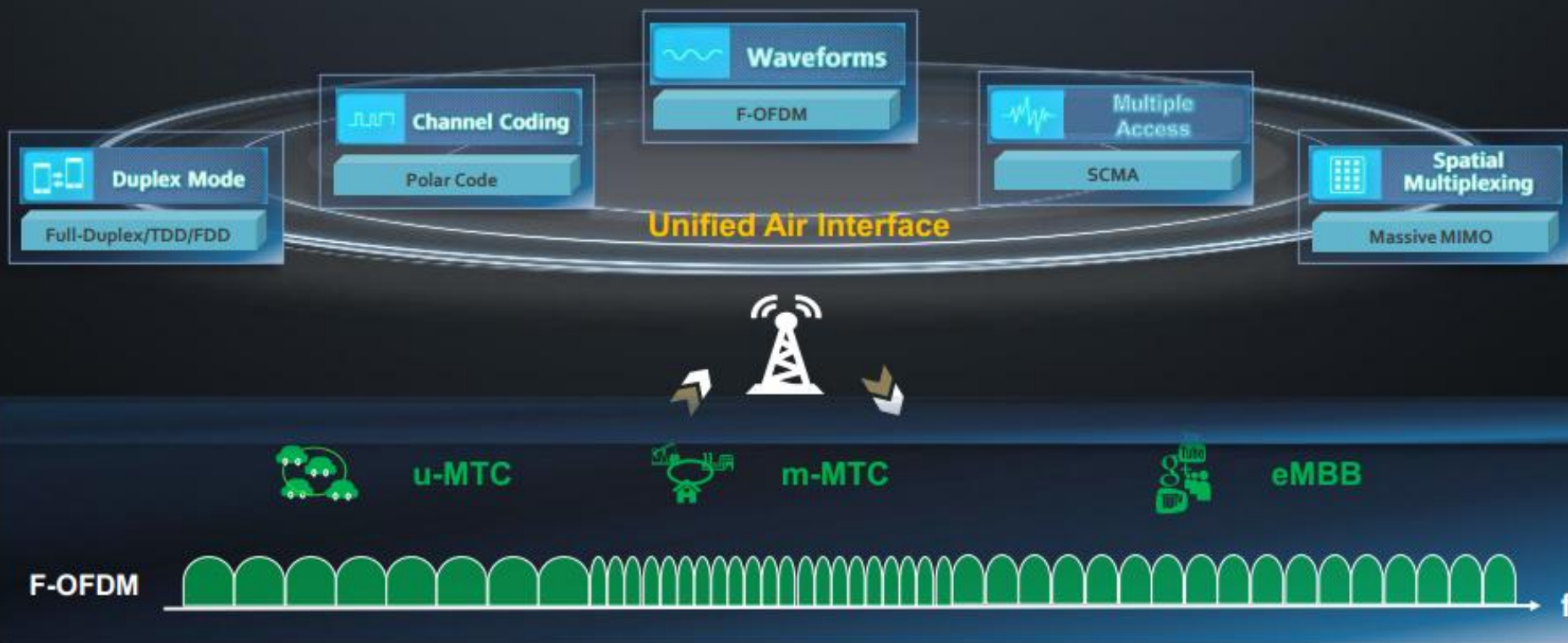
小站 @ Above 6GHz

- 热点地区分流

5G  
宏站

UP: 用户面

## 5G 统一新空口



5G 统一新空口,灵活支持各种5G应用,至少3倍频谱效率提升

# 国际上面向5G的研究计划

- 2020年无线网络容量增长约500-1000倍，产业需求巨大
- ITU-R已于2010年完成4G系统的标准制定，5G系统的研究提上日程；3GPP已于2012年底开始针对下一代移动通信系统Release12版本研究，提前谋求5G布局
- 欧盟将投资2700万欧元资助研究2020年及下一代无线移动通信系统——METIS计划
- 美国国家宽带计划，到2020年超过1亿美国家庭可以获得至少20Mbps/100Mbps的宽带接入速度

容量不足

能耗高

提升用户体验

移动通信的发展史表明,容量不足一直是无线通信系统发展中的主要问题

5G面临更大容量需求和频谱赤字



# 德国电信 & 华为: 实现70Gbps业界最高吞吐率

## 德国电信&华为发布业界首个5G网络切片样机

控制面用户面分离

网络功能灵活编排

超低时延及超高带宽调度能力



超低时延切片&超高带宽切片



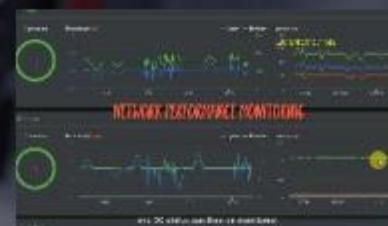
切片订购



能力编排



切片部署



性能监控



# 本章总结

- GSM的网络结构和网元功能
- GSM的信令过程
- GPRS在数据业务上的改进方式和相应的新增网元设备
- 3G网络的主要标准和特点
- WCDMA的网络结构和GSM向WCDMA的演进
- Cdma2000的网络结构
- 4G网络的主要标准与技术特点





# 课后研究

- 移动网络支持IoT的技术演进策略
  - NB-IoT技术



# 作业

---

- 1.移动通信过程中，切换和漫游的概念分别是什么？有何异同点？
- 2.从GSM-GPRS-WCDMA-LTE网络结构的变化，分析话音和数据交换技术的演进过程