

**HUAWEI®**

华为技术与产品丛书

无线通信技术

**V2.0**

## 无线通信技术

资料版本： T1-001246-20010312-C-2.0

BOM 编码： 31120146

---

华为技术有限公司为客户提供全方位的技术支持，用户可与就近的华为办事处或用户服务中心联系，也可直接与公司总部联系。

### 华为技术有限公司

地址：深圳市科技园科发路华为用户服务中心大厦      邮编：518057

网址：<http://www.huawei.com>

客户服务电话：0755-6540036、8008302118

客户服务传真：0755-6540035

客户服务邮箱：[support@huawei.com](mailto:support@huawei.com)

# 版权声明

华为技术有限公司©2001

版权所有，保留一切权利。




非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

®、HUAWEI®、华为®、C&C08®、EAST8000®、HONET®、视点®、ViewPoint®、Intess®、ETS®、万维通快车站®、DMC®、SBS®、TELLIN®、InfoLink®、Netkey®、Quidway®、SYNLOCK®、Radium®、雷霆®、®、M900/M1800®、TELESIGHT®、Quidview®、NETENGINE™、Musa™、视点通™、OptiX™、Airbridge™、Tellwin™、Inmedia™、VRP™、DOPRA™、iTELLIN™ 均为华为技术有限公司的商标，不得仿冒。

Copyright© 2001 by Huawei Technologies Co., Ltd.

All Rights Reserved.

No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means without prior written consent of Huawei Technologies Co., Ltd.

®、HUAWEI®、华为®、C&C08®、EAST8000®、HONET®、视点®、ViewPoint®、Intess®、ETS®、万维通快车站®、DMC®、SBS®、TELLIN®、InfoLink®、Netkey®、Quidway®、SYNLOCK®、Radium®、雷霆®、®、M900/M1800®、TELESIGHT®、Quidview®、NETENGINE™、Musa™、视点通™、OptiX™、Airbridge™、Tellwin™、Inmedia™、VRP™、DOPRA™、iTELLIN™ are trademarks of Huawei Technologies Co., Ltd.

您的意见是我们  
最宝贵的财富

为了我们能更好地为您服务，请您按照以下格式填写  
您对我们资料的意见，并传真至：**0755-6540035 华**  
**为公司资料开发部**，我们将对好的建议给予奖励。

《华为技术与产品丛书 无线通信技术》

版本：T1-001246-20010312-C-2.0

1. 请您对以下表格中列举的各项进行评价，并将评价结果填写在相应单元。（打“√”）

项目 评价	很好	好	一般	差
使用方便				
表达清楚				
内容完整				
内容正确				
结构合理				
图表说明				
装帧形式				
总体满意				

2. 您认为我们应该在以下哪些方面进行改进？（打“√”）

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 改进结构编排   | <input type="checkbox"/> 表达应更详细             |
| <input type="checkbox"/> 改进目录结构   | <input type="checkbox"/> 表达应更简洁             |
| <input type="checkbox"/> 增加图形说明   | <input type="checkbox"/> 专业性不要太强            |
| <input type="checkbox"/> 增加典型实例   | <input type="checkbox"/> 改进索引方法             |
| <input type="checkbox"/> 提供更多帮助信息 | <input type="checkbox"/> 增加“step by step”描述 |

请您对以上改进建议进行详细说明：

3. 您对本手册的哪些内容比较满意？

4. 其他建议：

为了我们能够及时与您联系，请填写有关您本人的以下信息：

姓名：\_\_\_\_\_ 职称：\_\_\_\_\_ 电话：\_\_\_\_\_

单位：\_\_\_\_\_ E\_mail：\_\_\_\_\_


地址：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

# 前 言

## 内容介绍

华为公司集中全部力量专注于通信核心技术的研究与开发，基本形成了自主的核心技术体系。华为的通信产品广泛涵盖了交换、无线、传输、宽带技术、接入、数据通信等领域，提供了通信网的全方位解决方案，并在多个产品领域跻身世界领先或先进行列。

为了帮助大家更好地了解华为产品，华为公司编写了“华为技术与产品丛书”，这套丛书包括：

- 1、《通信技术概论》
- 2、《程控交换技术》
- 3、《智能网》
- 4、《SDH 和 WDM 光传输技术》
- 5、《数据通信技术》
-  6、《无线通信技术》
- 7、《宽带交换技术》
- 8、《接入网技术》
- 9、《电信支撑网》
- 10、《本地电话网的网络规划技术》

本套丛书深入浅出地介绍了华为产品的原理、结构、特点和业务性能等，尝试用通俗易懂的语言将复杂的电信网络展现在具有不同知识结构的读者面前。程加斌、常占红同志编著了《无线通信技术》。

## 读者对象

本套丛书适合下列人员阅读：

- 华为公司员工
- 华为公司用户
- 电信管理和技术人员

# 目 录

第一章 无线通信的基本概念 .....	1-1
1.1 概述 .....	1-1
1.2 无线通信使用的频率和波段 .....	1-1
1.3 无线通信系统的组成 .....	1-2
1.3.1 发信机 .....	1-2
1.3.2 天线 .....	1-3
1.3.3 收信机 .....	1-3
1.4 无线通信的工作方式 .....	1-3
1.5 移动通信系统分类简介 .....	1-5
1.5.1 无线寻呼系统 .....	1-5
1.5.2 无绳电话系统 .....	1-6
1.5.3 集群调度通信系统 .....	1-7
1.5.4 无线接入系统 .....	1-8
1.5.5 蜂窝移动通信系统 .....	1-13
1.5.6 卫星移动通信系统 .....	1-15
第二章 移动通信技术概论 .....	2-1
2.1 多址方式 .....	2-1
2.2 均衡与分集技术 .....	2-6
2.3 调制解调技术 .....	2-6
2.4 话音编码 .....	2-7
2.5 信道编码 .....	2-8
2.6 交织、加密和跳频 .....	2-10
2.7 切换技术 .....	2-12
2.8 功率控制技术 .....	2-13
第三章 GSM数字蜂窝移动通信系统 .....	3-1
3.1 GSM系统概述 .....	3-1
3.2 GSM系统的基本特点 .....	3-2
3.3 GSM系统的结构与功能 .....	3-3
3.3.1 移动台（MS） .....	3-3
3.3.2 基站子系统（BSS） .....	3-4
3.3.3 网络子系统（NSS） .....	3-6
3.3.4 操作子系统（OSS） .....	3-7
3.4 GSM系统的无线覆盖区结构 .....	3-9

3.5 GSM系统的接口 .....	3-11
3.6 Um接口的基本特征 .....	3-15
3.6.1 主要特性参数 .....	3-15
3.6.2 GSM系统的信道类型和帧结构 .....	3-16
3.7 GSM系统的协议 .....	3-24
3.7.1 协议的基本概念 .....	3-24
3.7.2 MSC七号协议的分层结构 .....	3-24
3.7.3 系统协议的分层结构 .....	3-25
3.7.4 A接口协议的分层结构 .....	3-26
3.8 GSM系统的编号方案 .....	3-27
3.9 GSM系统的主要业务 .....	3-31
3.9.1 电信业务 .....	3-31
3.9.2 承载业务 .....	3-32
3.9.3 补充业务 .....	3-33
3.9.4 智能业务 .....	3-33
3.10 呼叫接续过程举例 .....	3-34
3.10.1 一般鉴权过程 .....	3-35
3.10.2 位置更新流程 .....	3-36
3.10.3 移动用户呼叫移动用户主叫侧接续流程（一） .....	3-37
3.10.4 移动用户呼叫移动用户被叫侧接续流程（二） .....	3-38
3.10.5 移动用户呼叫移动用户挂机过程 .....	3-39
3.10.6 固定用户呼叫移动用户接续流程 .....	3-40
3.10.7 固定用户呼叫移动用户挂机过程 .....	3-43
3.10.8 接续过程中各类信道的作用 .....	3-44
3.11 DCS1800简介 .....	3-44
<b>第四章 GPRS系统 .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 GPRS简介 .....	4-1
4.2 GPRS系统的结构 .....	4-1
4.3 GPRS系统的主要接口 .....	4-5
4.4 GPRS系统的基本特点 .....	4-6
4.5 GPRS业务种类 .....	4-7
4.5.1 承载业务 .....	4-7
4.5.2 短消息业务 .....	4-8
4.5.3 网络应用业务 .....	4-8
4.6 GPRS对3G的支持 .....	4-9
<b>第五章 第三代移动通信系统 .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 移动通信的发展 .....	5-1

5.2 2G向3G的演进 .....	5-3
5.2.1 标准组织 .....	5-3
5.2.2 3G演进策略 .....	5-3
5.3 3G业务 .....	5-5
5.3.1 3G业务特征 .....	5-5
5.3.2 3G业务分类 .....	5-5
5.4 3G体制 .....	5-9
5.4.1 多种技术体制 .....	5-9
5.4.2 技术融合 .....	5-10
5.4.3 三种主要技术体制比较 .....	5-11
5.5 3G频谱情况 .....	5-13
5.6 WCDMA系统简介 .....	5-15
5.6.1 系统结构 .....	5-15
5.6.2 接口 .....	5-17
5.6.3 R99版本核心网接口 .....	5-19
<b>第六章 华为M900/M1800移动通信系统 .....</b>	<b>6-1</b>
6.1 华为M900/M1800系统的特点 .....	6-1
6.2 华为M900/M1800 MSC（含VLR/SSP） .....	6-2
6.2.1 概述 .....	6-2
6.2.2 功能特点 .....	6-3
6.2.3 主要接口 .....	6-4
6.2.4 提供的业务 .....	6-4
6.3 M900/M1800 HLR（含AUC和EIR） .....	6-6
6.3.1 结构原理 .....	6-6
6.3.2 主要功能 .....	6-7
6.3.3 主要特点 .....	6-8
6.4 M900/M1800 BSC .....	6-9
6.4.1 结构原理 .....	6-9
6.4.2 主要功能 .....	6-9
6.4.3 主要特点 .....	6-11
6.5 M900/M1800 BTS .....	6-13
6.5.1 结构原理 .....	6-13
6.5.2 主要功能 .....	6-14
6.5.3 主要特点 .....	6-15
6.6 M900/M1800 OMC .....	6-17
6.6.1 概述 .....	6-17
6.6.2 功能特点 .....	6-18



6.7 M900/M1800短消息业务中心 .....	6-21
6.7.1 概述 .....	6-21
6.7.2 组网应用 .....	6-21
6.8 M900/M1800 GSN .....	6-23
6.8.1 概述 .....	6-23
6.8.2 功能特点 .....	6-23
6.8.3 结构原理 .....	6-25
6.8.4 接口协议 .....	6-31
6.9 M900/M1800 PCU .....	6-34
6.9.1 概述 .....	6-34
6.9.2 功能特点 .....	6-35
6.9.3 接口特性 .....	6-36
6.10 GPRS计费网关简介 .....	6-38
缩略语 .....	7-1

# 第一章 无线通信的基本概念

## 1.1 概述

利用电磁波的辐射和传播，经过空间传送信息的通信方式称之为无线电通信（Radio Communication），也称之为无线通信。利用无线通信可以传送电报、电话、传真、数据、图像以及广播和电视节目等通信业务。

## 1.2 无线通信使用的频率和波段

无线通信初创时期使用的频率较低，频率范围较窄，波段主要限于长波和中波。随着科学技术的不断进步，使用的频率范围逐步扩大。目前无线通信使用的频率从超长波波段到亚毫米波段（包括亚毫米波以下），以至光波。无线通信使用的频率范围和波段见表1-1。

表1-1 无线通信使用的电磁波的频率范围和波段

频段名称	频率范围	波段名称		波长范围
极低频（ELF）	3~30Hz	极长波		100~10Mm（ $10^8\sim10^7\text{m}$ ）
超低频（SLF）	30~300Hz	超长波		10~1Mm（ $10^7\sim10^6\text{m}$ ）
特低频（ULF）	300~3000Hz	特长波		1000~100km（ $10^6\sim10^5\text{m}$ ）
甚低频（VLF）	3~30kHz	甚长波		100~10km（ $10^5\sim10^4\text{m}$ ）
低频（LF）	30~300kHz	长波		10~1km（ $10^4\sim10^3\text{m}$ ）
中频（MF）	300~3000kHz	中波		1000~100m（ $10^3\sim10^2\text{m}$ ）
高频（HF）	3~30MHz	短波		100~10m（ $10^2\sim10\text{m}$ ）
甚高频（VHF）	30~300MHz	超短波 （米波）		10~1m
特高频（UHF）	300~3000MHz	微波	分米波	1~0.1m（ $1\sim10^{-1}\text{m}$ ）
超高频（SHF）	3~30GHz		厘米波	10~1cm（ $10^{-1}\sim10^{-2}\text{m}$ ）
极高频（EHF）	30~300GHz		毫米波	10~1mm（ $10^{-2}\sim10^{-3}\text{m}$ ）
至高频（THF）	300~3000GHz		亚毫米波	1~0.1mm（ $10^{-3}\sim10^{-4}\text{m}$ ）
		光波		$3\times10^{-3}\sim3\times10^{-5}\text{mm}$ （ $3\times10^{-6}\sim3\times10^{-8}\text{m}$ ）

在一些欧、美、日等西方国家常常把部分微波波段分为L、S、C、X、Ku、K、Ka等波段（或称子波段），如表1-2所示。

表 1-2 无线通信中所使用的部分微波波段的名称

频率和波长 波段代号	频率范围	波长范围
L	1~2GHz	30~15cm
S	2~4GHz	15~7.5cm
C	4~8GHz	7.5~3.75cm
X	8~13GHz	3.75~2.31cm
Ku	13~18GHz	2.31~1.67cm
K	18~28GHz	1.67~1.07cm
Ka	28~40GHz	1.07~0.75cm

1.3 无线通信系统的组成

无线通信系统一般由发信机、收信机及与其相连接的天线（含馈线）构成，如图1-1所示。

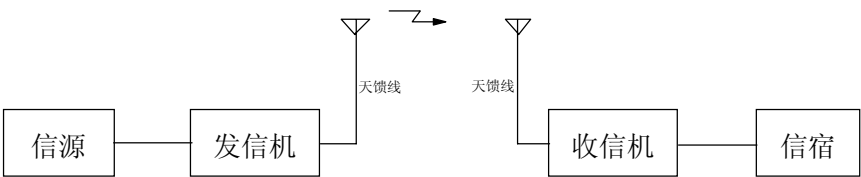


图1-1 无线通信系统的组成

1.3.1 发信机

发信机的主要作用是将所要传送的信号首先对载波信号进行调制，形成已调载波；已调载波信号经过变频（有的发射机不经过这一步骤）成为射频载波信号，送至功率放大器，经功率放大器放大后送至天（馈）线。一种短波发信机的组成框图如图1-2所示。

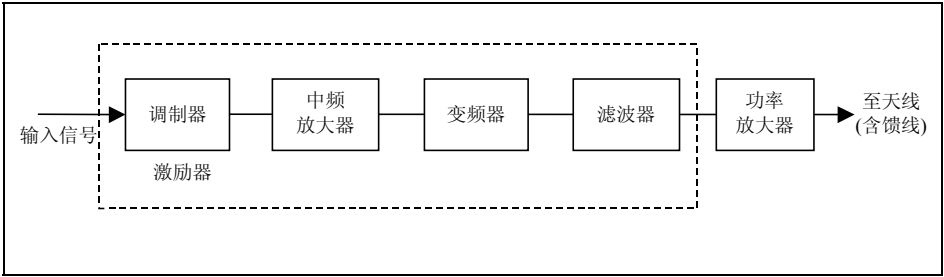


图1-2 一种短波发信机的组成框图

1.3.2 天线

天线是无线通信系统的重要组成部分。其主要作用是把射频载波信号变成电磁波或者把电磁波变成射频载波信号。按照规范性的定义，“天线就是把导行模式的射频电流变成扩散模式的空间电磁波的传输模式转换器，及其逆变换的传输模式转换器”。馈线的主要作用是把发射机输出的射频载波信号高效地送至天线。这一方面要求馈线的衰耗要小；另一方面其阻抗应尽可能与发射机的输出阻抗和天线的输入阻抗相匹配。

1.3.3 收信机

收信机的主要作用是把天线接收下来的射频载波信号首先进行低噪声放大，然后经过变频（一次、两次甚至三次变频）、中频放大和解调后还原出原始信号，最后经低频放大器放大输出。一种短波收信机的组成框图如图1-3所示。

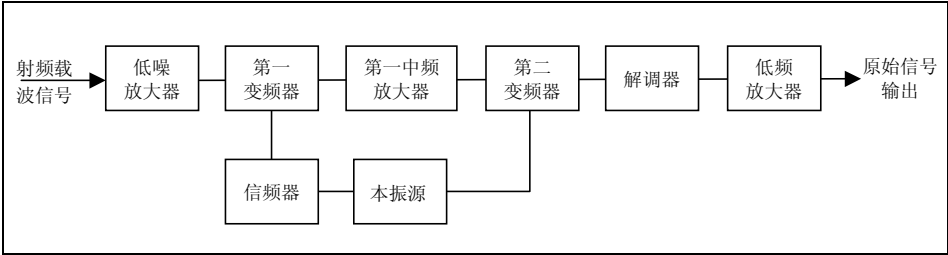


图1-3 一种短波收信机的组成框图

这里需要说明的是目前实用的无线通信系统，大多数采用双工通信方式，即通信双方各自都有发信机、收信机以及与其相连的天（馈）线，而且收发信机做在一起（且带有双工器）。

1.4 无线通信的工作方式

无线通信的工作方式可分为单向通信方式和双向通信方式两大类，而后者又分为单工通信方式、双工通信方式和半双工通信方式三种。

1. 单向通信方式

所谓单向通信方式就是通信双方中的一方只能接收信号，而另一方只能发送信号，不能互逆。收信方不能对发信方直接进行信息反馈。陆地移动通信系统中的无线寻呼系统就采用这种工作方式，BP机（或称BB机）只能收信而不能发信。

2. 双向通信方式

1) 单工通信方式

所谓单工通信就是指通信的双方只能交替地进行发信和收信，不能同时进行，如图1-4所示。

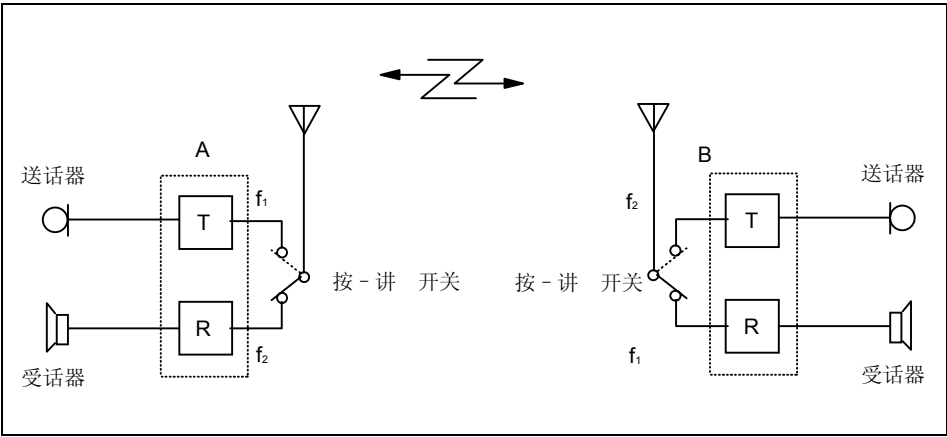


图1-4 单工通信方式示意图

常用的对讲机就采用这种通信方式，平时天线与收信机相连接，发信机也不工作。当一方用户讲话时，接通“按一讲”开关，天线与发信机相连（发信机开始工作）。另一方的天线接至收信机，因而可收到对方发来的信号。

2) 双工通信方式（全双工通信方式）

所谓双工通信就是指移动通信双方可同时进行发信和收信。这时收信与发信必须采用不同的工作频率，称为频分双工（FDD）。用户使用时与“打电话”时的情况一样。这时通信双方的设备一般通过双工器来完成这种功能。图1-5给出了双工通信方式的示意图。

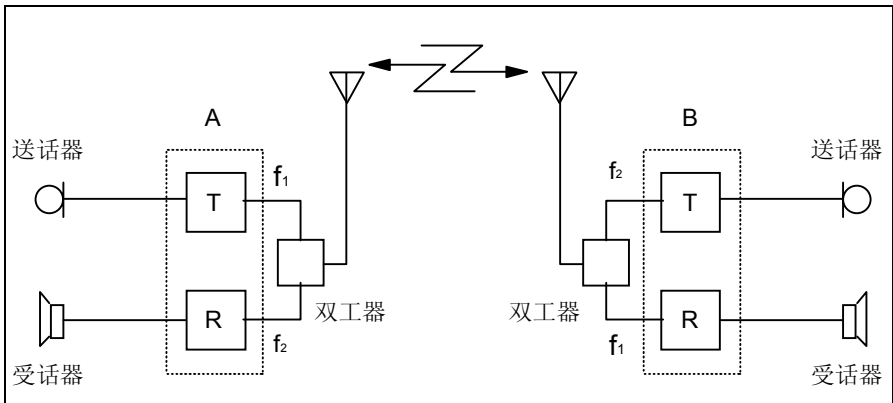


图1-5 双工通信方式示意图

3) 半双工通信方式

这种通信方式与双工通信相类似。其中一方使用双频双工通信方式，另一方则使用双频单工方式，发信时要按下“按一讲”开关，如图1-6所示。

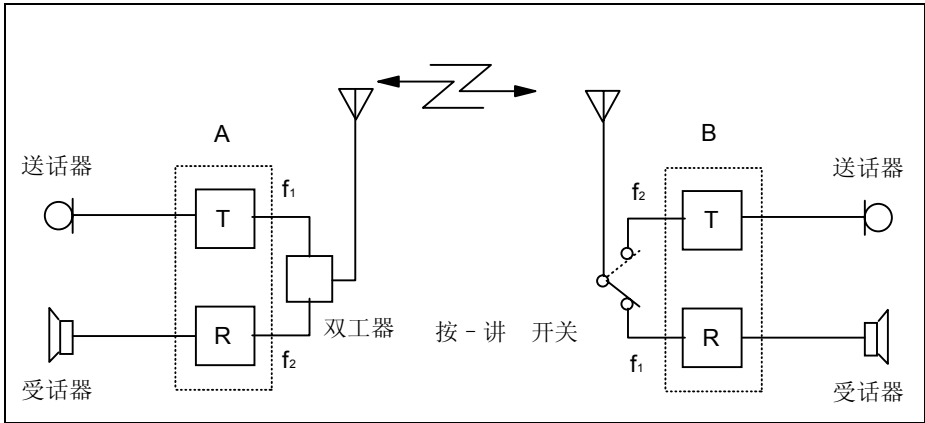


图1-6 半双工通信方式示意图

1.5 移动通信系统分类简介

移动通信是指利用无线信道进行移动体之间或移动体与固定体之间的相互通信。通常移动通信是一个有线和无线相结合的通信系统。由于其“可移动性”特点，使人们随时、随地地进行各种信息交互成为可能。

1.5.1 无线寻呼系统

无线寻呼系统是一种传送简单信息的单向通信系统，它由寻呼控制中心、基站和寻呼接收机（俗称BB机或BP机）三部分组成，如图1-7所示。

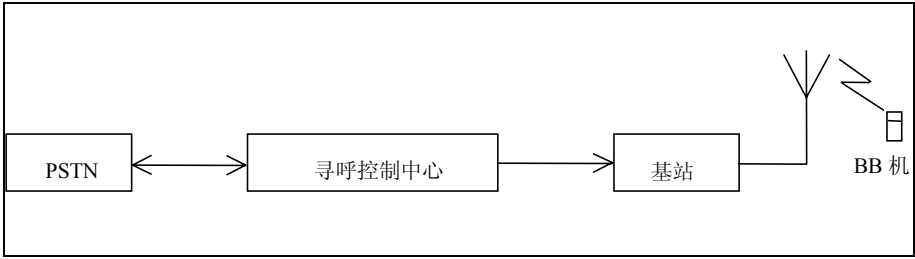


图1-7 无线寻呼系统的网络结构

这里所说的简单信息，是指可以由BB机的液晶显示器显示的汉字或由数字和字母组成的一组代码，用来表示主叫用户的电话号码、姓名和与呼叫相关的内容。所谓“单向”，是指该系统仅为公用电话交换网（PSTN）用户呼叫BP机提供服务，被叫用户若想回话，则需通过“打电话”来进行。因此，无线寻呼系统可视为公众电话交换网的延伸和补充。

当用户寻呼BP机时，可通过公用电话交换网拨叫寻呼台的电话号码及被叫寻呼机的号码。系统首先进行鉴权，确认是否为有权用户，然后再将呼叫信息按一定格式编码后，由基站发射机发出。若被叫用户非本系统的合法用户，则呼叫信息不予发送。

由于BP机体积小、重量轻、费用低廉，所以寻呼系统得到了广泛的应用。

1.5.2 无绳电话系统

无绳电话系统是电话网的一种无线延伸，它由基站和手机组成，如图1-8所示。

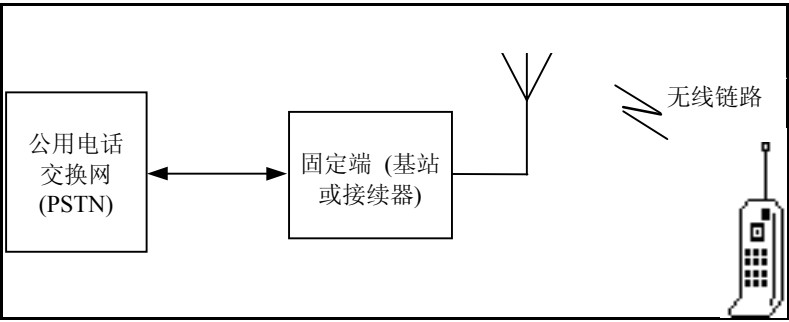


图1-8 无绳电话系统的组成

无绳电话为了防止彼此干扰，发射功率较低。一般而言，基站输出功率小于1W，手机发射功率小于0.5W，所以有效服务范围有限，通常在室外开阔地带约为200m，楼群间约为100m，室内约为50m。

早期的无绳电话只是将与PSTN相连的用户线路以无线的方式加以延伸，给市话用户提供了一定范围内的有限移动性，并且最初只是用于家庭内部。80年代末，英国提出了第二代无绳电话系统（CT2），将无绳电话系统的应用范围由室内推向了室外、由模拟系统发展为性能优良的数字系统，形成了

公用无绳电话系统。目前，CT2具有二种基站，提供二种类型的服务。一种是家用基站，每个基站对应一个电话号码，注册手机可以实现双向呼叫；另一种是公共场所使用的公用基站（通常将之安装在话务量较高的热点地区）。CT2系统的结构如图1-9所示。

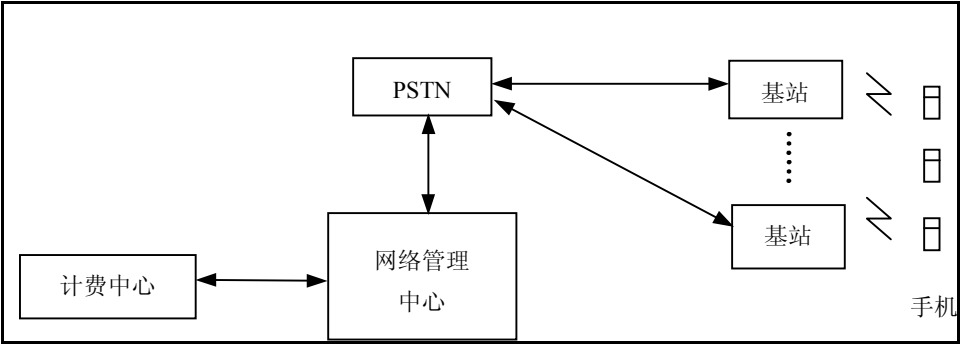


图1-9 CT2系统的结构

1.5.3 集群调度通信系统

集群（Trunking）调度通信系统是一种专用移动通信系统，由控制中心、基站、调度台、移动台组成，如图1-10所示。

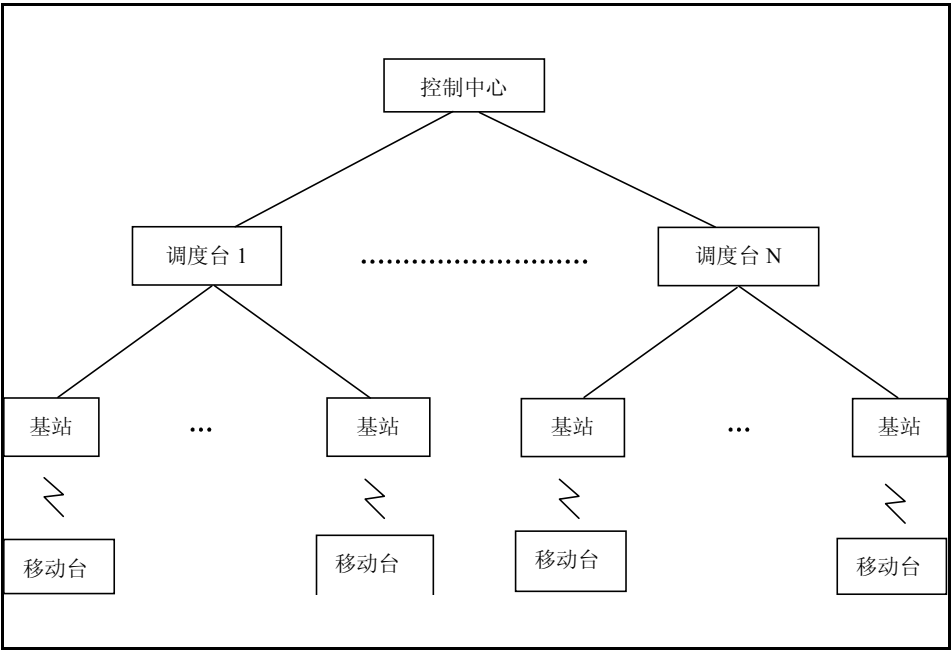


图1-10 集群调度系统的结构

集群调度系统是一个多信道工作的系统，一般均采用自动信道选择方式。其最大特点是集中和分级管理并举，系统可供多个单位同时使用。系统设一个控制中心以便集中管理，每个单位又可以分别设置自己的调度台进行相应的管理，这既实现了系统及频率资源的共享，又使公用性和独立性兼而有之。



### 1.5.4 无线接入系统

#### 1. 用户环路与无线接入系统

在市话网中，传统上把从市话交换机到用户电话机之间的连接线路称为用户环路或本地环路。近年来，国际电信联盟电信标准部（ITU-T）将交换机端口至用户终端之间的所有设施称之为用户接入网（AN）又称用户接入系统。传统的用户接入系统往往采用电缆（双绞线）进行连接。这段线路虽然不长，但占整个市话网基础设施投资的50%左右，采用电缆连接时的运营维护费用甚至高达整个网络运营维护费用的70%。在我国市话用户急剧增长的情况下，市话局交换机的扩容还比较容易办到，而用户接入系统的建设却不易实现。如敷设电缆或架设明线，不仅投资大，施工不易，而且费时费力。因此，用户接入系统的发展就成了市话网发展的瓶颈问题。在无线通信技术日新月异和应用范围日益扩大的今天，人们自然就提出了用无线取代有线来迅速解决用户接入的问题。我们把采用无线通信技术来连接市话交换机与用户电话机的设施称为无线接入系统。目前，无线接入系统受到越来越多的通信设备生产厂家和通信网络运营商的重视。各厂家纷纷推出各种各样的无线接入系统，运营商也在考虑采用无线接入系统来迅速解决日益增长的用户装机要求。现在，也有的专家把无线接入系统概念的外延进一步扩大，将利用无线通信技术把用户接入市话网的系统都称之为无线接入系统。这样一来，我们所熟知的蜂窝移动通信系统、无绳电话系统、集群移动通信系统、移动卫星通信系统等在广义上都可纳入无线接入系统的范畴。应明确指出的是：本小节讨论的无线接入系统不是广义上的无线接入系统，而是指固定用户采用无线通信技术接入市话交换机的无线接入系统，有时又称之为无线本地环路（WLL）。

#### 2. ETSI建议的无线接入系统结构

根据ETSI的建议，无线本地接入系统结构如图1-11所示。

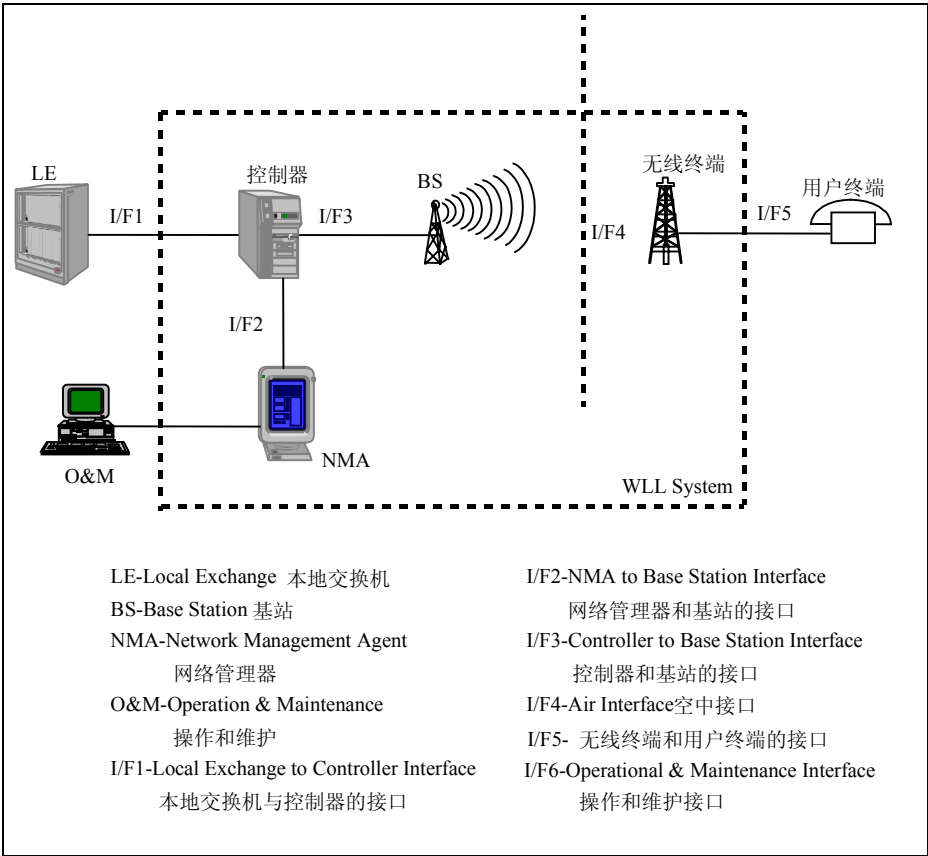


图1-11 ETSI建议的无线本地环路系统结构

无线接入系统一般由以下几个部分组成：

a) 本地交换机（Local Exchange）

这里的“本地交换机”除代表各种交换机外还代表不同的固定网络，根据业务提供者的需要，可包括电话网、租用线路网和数据网。

b) 控制器（Controller）

控制器主要功能是：

连接无线接入系统到本地交换机（固定网络）；

控制基站；

提供到NMA的接口。

c) 基站（Base Station）

其包括所有用于接收并传送用户终端信息和信令的无线设备；

其具有维护和测量无线信道的功能。

d) 无线终端（Radio Termination）

其具有如下功能：

具有提供空中接口的能力；

支持标准ISDN、PSTN或租用线路；

根据不同应用支持多种用户终端。

**e) 用户终端 (Customer Terminal)**

用户终端可以是标准的ISDN终端或PSTN终端。

**f) 网络管理器 (Network Management Agent)**

网络管理器用于处理用户数据和参数等。无线接入系统中的NMA具有管理无线接入系统的各种功能。

### 3. 无线接入系统的基本特点

与有线用户环路相比，无线接入系统具有如下特点：

**1) 建设速度快**

对于无线接入系统，一般只需要安装基站和架设天线，用户设备也很简单，因而建设周期短。而对于有线用户环路，则需要敷设电缆，或架设明线，建设周期长。

**2) 安装灵活方便**

除了基站和天线外，无线接入系统一般并不需要特别的场地和设施；只要在基站的覆盖区内，不需要特别的定位和精确的规划就可以建立通信；对于临时性的紧急需要，只要安装好相关设备，就可以快速投入使用。另外，在不宜或不易架设明线和敷设电缆的区域，采用无线接入系统更能显出其优点。

**3) 造价低廉**

随着大规模集成电路和数字信号处理技术的发展，无线接入系统终端设备的价格较有线线路的材料费和相应的施工费用要低得多，而且日常维护费用也大为降低。

**4) 安全性好，抗灾害能力强**

通常有线电缆和明线容易发生故障，且查找困难。在发生地震、洪水、台风等自然灾害时，无线接入系统的抗灾能力较有线接入系统强。另外，无线接入系统易于恢复通信联系，减轻灾害造成的损失。

**5) 适于PCS的发展**

无线接入系统可以使用户随时随地与电信网中的其他用户进行通信，不受用户终端安装地点的制约。无线接入系统是未来个人通信不可缺少的组成部分。

#### 4. 无线接入系统的应用范围

无线接入系统的应用范围主要有以下几种：

##### 1) 人口稀疏的农村和边远地区

在这类地区，如果采用有线用户环路把用户接入市话网，则无论是敷设电缆还是架设明线都是投资大而效益低的事情。而采用无线接入系统是一种比较好的解决办法。无线接入系统的最初发展也正是为了解决农村电话网的问题而促成的。

##### 2) 城市繁华商业区和新兴居民区

在这类地区，电话的需求量极大。原有的市话接入网已不能满足要求，而新建市话接入网，则投资大、时间长。若采用无线接入系统，则可以在短时间内迅速解决这一问题。

##### 3) 难以架设有线电缆的地区

在山区和部分城区，因受具体环境的制约，埋设电缆或架设明线都较困难，采用无线接入系统是比较明智的解决办法。

##### 4) 在需要迅速建立应急通信的地区

在伐木、开矿、采油现场或遇到自然灾害的紧急情况下，无线接入系统能迅速灵活地向该地区提供电信业务。

综上所述，无线接入系统既不是用来代替现在的市话网，也不是用来代替现在的移动通信网。它只是用来作为二者的延伸和补充，在一些特殊情况下加以应用。因而也就确定了它所应具有的功能和应采用的技术。只有这样理解，才能恰如其份地评价各种无线本地环路的优劣，并能发挥其固有的优势，利用它去解决一些其他办法难以解决的问题。

#### 5. 无线接入系统的种类

无线接入系统的功能和应用范围与移动通信、卫星通信、微波通信等都是有一定区别的。因此，不能把现有的蜂窝移动通信、无绳电话等完全用作无线接入系统，一般来说，都要对其进行一定的改造，以适应无线接入系统的使用要求和技术特点。归纳起来，现有的无线接入系统大致可分为以下六类：

##### 1) 基于蜂窝移动通信系统的无线接入系统（固定蜂窝系统）

在希望迅速建立用户环路，而又没有本地交换局的情况下，可以直接把蜂窝移动通信系统用作无线接入系统，也称为固定式蜂窝系统。但这种直接采用蜂窝移动通信系统作为无线本地环路的方式存在一些固有的缺点，蜂窝移动通信系统的一些功能，如越区切换、漫游、位置登记和功率控制等在无线接入系统中是不需要的。因此，必须简化蜂窝移动通信系统的不必要的功能，重新设计以符合无线接入系统的使用要求并降低系统成本。这种系统称为基

于蜂窝移动通信系统的无线接入系统。

目前，这类系统已有多家产品供应市场。采用模拟移动通信系统的有美国Telnlar公司的固定蜂窝系统，该系统可与NMT-900、TACS、AMPS等制式的系统相连。另外，Ericsson公司的RAS1000系统和Motorola公司的WLL则是由模拟蜂窝移动通信系统派生的无线接入系统，它们均可以直接接入市话网。

## 2) 基于无绳电话系统的无线接入系统

欧洲的DECT系统原是由于通信密度高的城市人口稠密地区，提供微蜂窝的慢速移动通信。基于DECT的无线接入系统的一个特点是容易接纳多路通信设备，适于组成集团使用的（如办公楼使用的）低成本无线接入系统。这类系统的典型产品是Ericsson公司和Alcatel公司由DECT派生的无线接入系统以及华为公司的ETS1900系统。

## 3) 基于集群移动通信系统的无线接入系统

对于中小城市和农村地区，由于话务量较小，可以利用已建成的集群移动通信系统的多余容量供固定用户使用。这种方式简单易行且收效较快。基于集群移动通信系统的典型产品有Motorola公司的智慧区（Smart Zone）和智慧网（Smart net）系统。

## 4) 基于一点对多点微波通信系统的无线接入系统

采用时分多址（TDMA）方式的一点对多点微波通信系统是在农村实现无线本地环路的较理想的方案。这种系统站与站之间的典型跨距为5~50km。基于一点对多点微波通信系统的无线接入系统，若有120个话音信道，则能够支持多达2000个用户。

## 5) 基于卫星移动通信系统的无线接入系统

在遥远的边疆、沙漠和海岛地区，在缺少有线通信设施的条件下要进行通信联络，采用静止卫星通信是一种可行的方案。目前已采用INMARSAT的小型卫星终端（如Min-M站）进行无线接入。近年来发展十分迅速的中低轨道移动卫星通信的出现，也有望解决这一问题。这种无线接入系统费用较高。

## 6) 基于同步码分多址（SCDMA）的WLL

基于SCDMA的无线接入系统是北京信威通信技术有限公司研制开发的并完全拥有自主知识产权的一种无线接入系统，其主要技术特点是采用同步码分多址（SCDMA）、智能天线（Smart antenna）和软件无线电（Software radio）技术来实现无线接入的。

# 6. 无线接入系统的工作频段和覆盖范围

## 1) 工作频段

由于900MHz和1.9GHz无线电波的传播方式主要是视距传播，频带较宽，而450MHz无线电波具有一定的绕射能力，频带较窄。所以，用于城市的无线

接入系统（业务量密度较大，服务区较小）一般工作在900MHz和1.9GHz频段，而用于农村的无线接入系统（业务量密度较小，服务区较大）一般工作于450MHz频段，以覆盖较大的范围。

## 2) 覆盖区半径

由于城市的业务量密度较高，用于城市的无线接入系统一般均采用小区制；而农村地区由于业务量密度较低，用于农村地区的无线接入系统一般均采用大区制。华为公司的ETS450无线接入系统得到了广泛应用。

## 1.5.5 蜂窝移动通信系统

蜂窝移动通信系统可以提供与有线电话相比拟的高质量的服务。在蜂窝移动通信系统中，每个基站发射机的覆盖范围都限制至一个称为“蜂窝（Cell）”即无线小区的很小的地理范围内，蜂窝移动通信系统使用一种称为“越区切换”的复杂的交换技术，可以使用户从一个蜂窝移动到另一个蜂窝时不会中断通话。

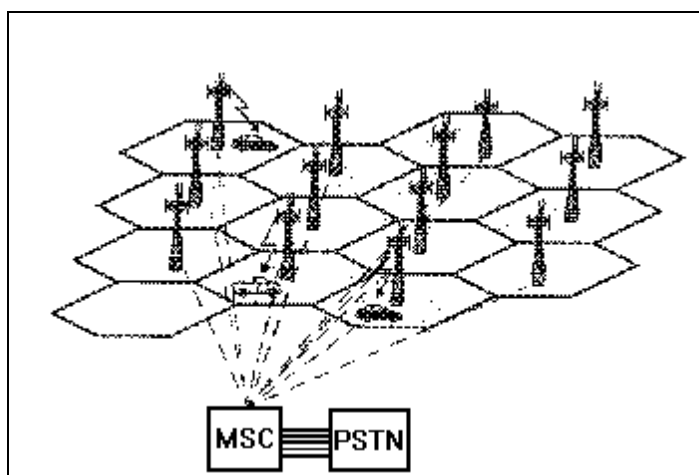


图1-12 蜂窝移动通信系统示意图

图1-12给出一个由移动台（MS）、基站（BS）和移动交换中心（MSC）组成的基本的蜂窝系统（图中，塔代表在移动用户与MSC之间提供无线接入的基站）。移动交换中心有时也称为移动电话交换局（MTSO），因为它在蜂窝系统中负责将所有的移动电话与PSTN相连接。每个移动台通过无线电波和其所在蜂窝中的基站进行通信，在通话期间，当其运动到另一个蜂窝内时，可以越区切换到新的基站继续通信。移动台包括一部无线电收发信机、天线和控制电路。既可以安装在汽车上，也可以是便携式手机。基站由若干套无线电收发信机组成，以便进行双工通信。它通过电话线或微波线路，以并行的方式将移动电话与MSC相连接，起一个桥梁的作用。MSC协调所有基站的工作，并将整个蜂窝系统连接到PSTN。典型的MSC可以管理100,000个蜂窝用户，处理5000个同时进行的通话，还可以承担所有的计费及系统维护功

能。在大城市中，一个蜂窝移动通信系统通常包括有几个MSC。

公共空中接口（CAI）标准规定了基站与移动电话间的通信接口标准，它确定了四种不同的信道。从基站到移动电话的语音传输信道称为前向（下行）语音信道（FVC），从移动台到基站的语音传输信道称为反向（上行）语音信道（RVC）。负责建立、控制通话过程的两个信道是前向（下行）控制信道（FCC）和反向（上行）控制信道（RCC），控制信道只负责建立一个通话并将其转移到一个未使用的语音信道上，控制信道本身不用于语音通信方面，只发送和接收通话的建立和拆除以及服务请求方面的有关数据消息。

基于频率再用（Frequency Reuse）的概念，蜂窝系统要求相邻蜂窝区域内的前向（下行）频率控制信道（FCC）各不相同。通过将为数不多的FCC规定为公共空中接口中的一部分，则可由多家公司生产蜂窝移动台。这样，蜂窝移动台在任何时候都能迅速搜索所有可能的前向（下行）控制信道，并最后确定信号最强的信道，从而确定所处的小区。一旦发现最强信号，移动台会锁定这一特定的FCC。MSC在所有的FCC上广播相应的系统数据，就能把信号发送给蜂窝系统的所有用户。当MSC从PSTN上接收到一个对移动用户的呼叫时，它可以使得被叫移动用户将会接收到信号。

当打开移动台（如手机）时并不能马上进入呼叫或被叫，手机首先搜索前向（下行）控制信道组（群）以确定出信号最强的信道，然后对该控制信道进行监控。一旦信号电平过低，则又重新搜索控制信道以找出最强的基站信号。对每一种蜂窝系统，其控制信道一般均在覆盖的整个几何区域内来定义并标准化，典型的做法是将系统可利用的信道总数的5%左右用作控制信道（其它约95%的信道用于语音和数据传输）。控制信道标准化使得在一个国家或地区内不同的覆盖区域里有相同的控制信道组（群），因此每一部移动电话都搜索相同的控制信道组（群）。当有对移动用户的呼叫时，MSC就向蜂窝系统相关区域内的所有基站发出命令，然后把移动用户识别号（MIN）和移动用户的电话号码作为一个寻呼信息在相关基站内的所有前向（下行）控制信道上广播。移动台接收到它所监测的基站发出的信息后，再通过反向（上行）控制信道回送确认信息。基站转发移动台发送的确认信息，通知MSC建立了链路。然后，MSC再指导基站将通话转移到该蜂窝内的一个未使用的空闲语音信道上。这样，基站通知移动台将频率改变至一对未使用的前、反向（下行、上行）语音信道，同时在前向语音信道上还发送另外一些信息，使移动电话产生振铃音，以提醒用户接电话。所有这些步骤均在几秒内完成，用户根本不会注意到。

当移动台主叫时，移动台在反向（上行）控制信道上发送其移动用户识别号（MSIN）、自己的电话号码和被叫电话号码。基站接收到这些数据并传送至MSC，后者确认这一请求，通过PSTN连接被叫方，再指导基站和移动用户转移到一对未使用的空闲前、反向（下行、上行）语音信道上开始进行通话。

当移动用户在通话过程中逐渐进入或离开某一基站的覆盖区时，为了保证通话质量，MSC自动调整移动台的发射功率。如果这样仍不能满足通话质量的

要求，MSC会通过一定的程序，让另一个离移动台较近的基站接替原基站继续和移动台通信，并相应地改变移动台和基站之间的信道。这就是所谓的“越区切换”。通过在语音信道中插入特别的控制信令，基站和MSC可以在通话过程中对移动台进行控制。

所有蜂窝系统都能提供一种称为“漫游（Roaming）”的服务。这种业务可以使用户在交费服务区之外的其它服务区内继续得到同样的通信服务。当移动用户离开其注册区域而进入另一个城市或地理区域时，它作为漫游者在新的服务区进行注册。如果某一漫游者已交费且拥有漫游权，则MSC将其登记为合法漫游者。一旦登记注册，漫游移动用户即可在该地区进行双向通信，就如同在其原注册区域内一样。

### 1.5.6 卫星移动通信系统

#### 1. 利用同步卫星的移动通信系统

目前利用静止卫星作为中继站而实现移动通信的系统只有INMARSAT（国际海事卫星系统）。该系统利用分别位于大西洋、太平洋和印度洋赤道上空的四颗静止卫星（大西洋两颗，太平洋和印度洋各一颗）、网络协调站、岸站和用户终端站可实现除两极以外的全球绝大部地区的移动通信。用户终端站是一系列的VSAT（Very Small Aperture Terminal），即一系列的小型或微型站。这些VSAT装在飞机、轮船、车辆上或个人携带（最小的便携站只有笔记本大小）可进行移动通信。这是目前业已实用化的卫星移动通信系统。大量的VSAT与一个大的岸站协调工作构成一个卫星移动通信网，可支持双向话音、数据、图象等移动通信业务。

#### 2. 利用低轨道（LEO）卫星的移动通信系统

利用低轨道（LEO）卫星系统是实现卫星终端微型化的方案之一。由于低轨道（LEO）卫星及其发射成本较低，其可把山岳地区和人口密度稀少的地区覆盖起来，构成范围广泛的服务区域。据测算，低轨道（LEO）移动卫星通信系统的收费与陆地蜂窝移动通信系统差不多。

卫星移动通信系统的示意图如图1-13所示。



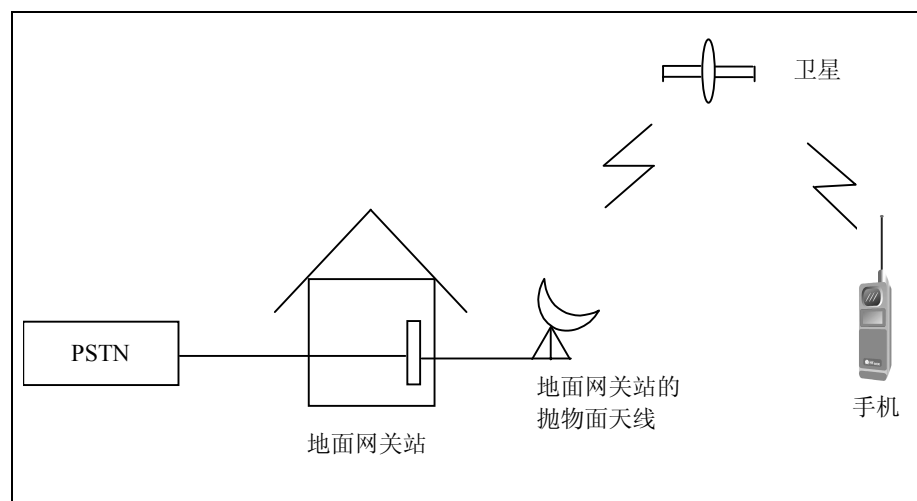


图1-13 卫星移动通信系统示意图

## 第二章 移动通信技术概论

移动通信就是指移动体之间、移动体与固定体之间的通信。按照移动体所处运动区域的不同，移动通信可分为陆地移动通信、海上移动通信和空中移动通信。而目前实际使用的移动通信系统有航空（航天）通信系统、航海通信系统、陆地移动通信系统和国际卫星移动通信系统（INMARSAT）。而陆地移动通信系统又包括无线寻呼系统、无绳电话系统、集群移动通信系统和蜂窝移动通信系统等。而目前的移动通信系统以数字移动通信系统发展最为迅速，应用最为广泛，这里将主要结合GSM数字移动通信系统来介绍相关技术。图2-1为GSM移动通信系统中话音信号从发射到接收的处理过程，其中涉及许多处理技术和控制技术，下面以此为线索分别予以介绍。

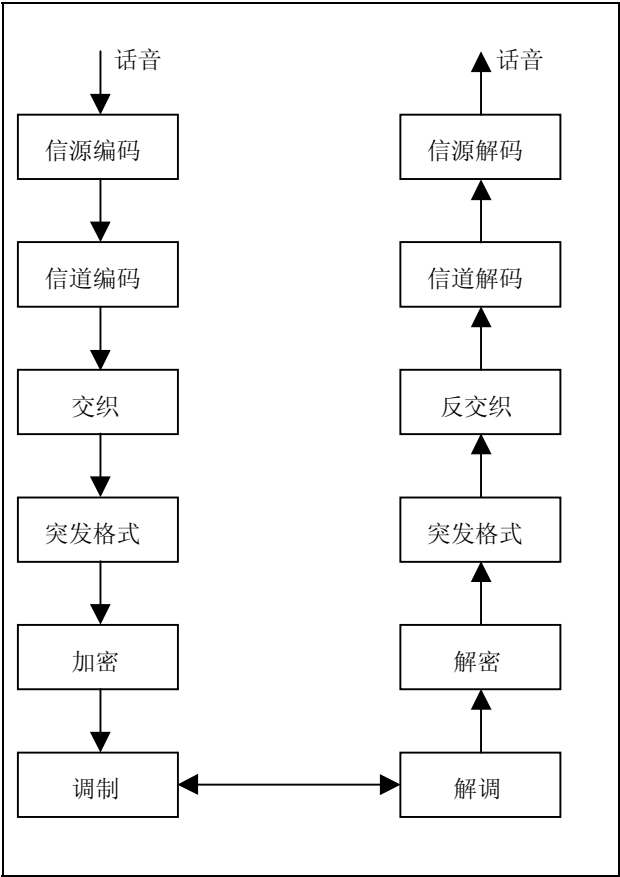


图2-1 话音输入和输出的流程图

### 2.1 多址方式

使用多址方式旨在使许多移动用户同时分享有限的信道资源（如无线电频谱资源），即将可用的资源（如可用的信道数目）同时分配给众多用户共同使

用，以达到较高的系统容量。多址系统的设计主要有两个问题：一是多路复用，也就是将一条通路变成多个物理信道；二是信道分配，即将单个用户分配到某一具体信道上去。

在移动通信系统中，常用的多址方式有：频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）以及它们的混合应用方式等。下面对它们的原理作简要介绍。

1. 频分多址（FDMA）

FDMA是按照频率的不同给每个用户分配单独的物理信道，这些信道根据用户的需求进行分配。在用户通话期间，其它用户不能使用该物理信道。在频分全双工（FDD）情形下，分配给用户的物理信道是一对信道（占用两段频段），一段频段用作前向信道，另一段频段用于反向信道。在频分多址方式中，N个信道在频率上严格分割，但在时间和空间上是可以重叠的，如图2-2所示。TACS系统和AMPS系统均采用FDMA/FDD方式工作。

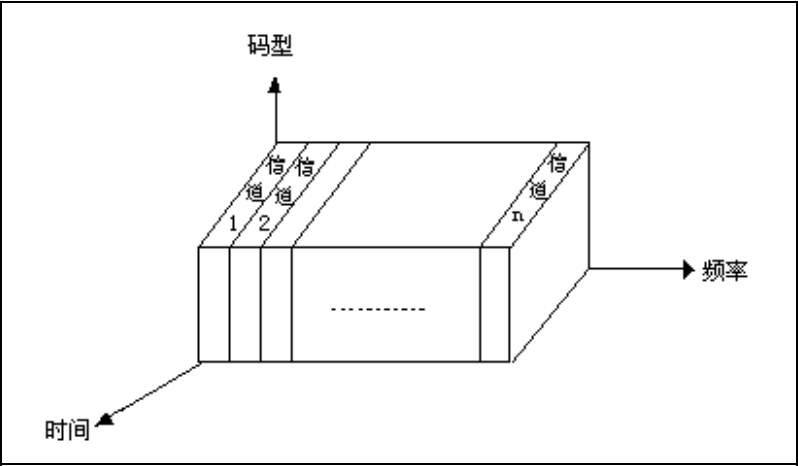


图2-2 FDMA示意图

FDMA方式有以下的特点：

- 1) FDMA信道的带宽相对较窄（25~30kHz），但相邻信道间要留有防护带。
- 2) 同TDMA系统相比，FDMA移动通信系统的复杂度较低，容易实现。
- 3) FDMA系统采用单路单载波（SCPC）设计，需要使用高性能的射频（RF）带通滤波器来减少邻道干扰，因而成本较高。FDMA的成本较TDMA系统高。

2. 时分多址（TDMA）

TDMA系统把每个无线载波按时间划分成若干时隙，每个时隙仅允许一个用户发射或接收信号。每个用户占用一个周期性重复的时隙，如图2-3所示。每条物理信道可以看作是每一帧中的特定时隙。在TDMA系统中N个时隙组

成一帧，每帧由前置码、消息码和尾比特组成，如图2-4所示。在TDMA/FDD系统中，相同或相似的帧结构单独用于前向（下行）或反向（上行）传输。一般情况下，前向（下行）信道和反向（上行）信道的载波频率不同。

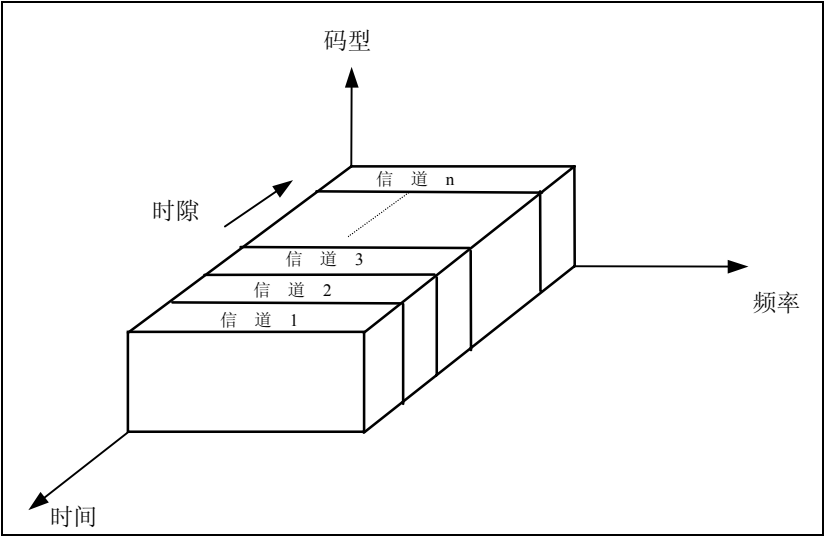


图2-3 TDMA示意图

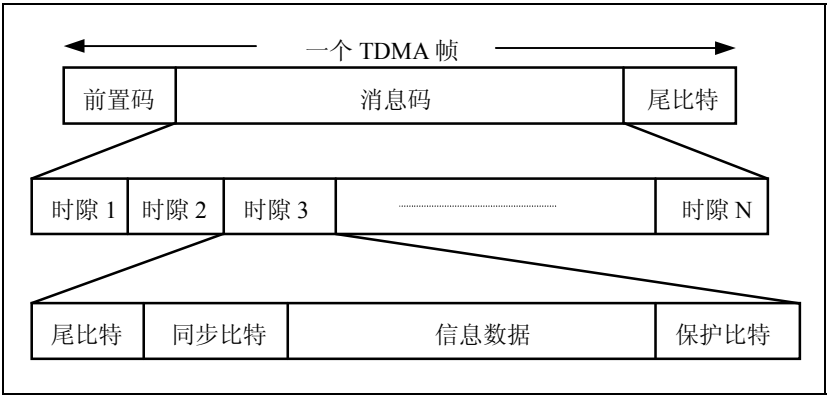


图2-4 TDMA帧结构

在一个TDMA的帧中，前置码中包括地址和同步信息，以便基站和用户都能彼此识别对方信号。采用保护时间后可使接收机在不同时隙和帧之间同步。TDMA有如下一些特点：

- 1) TDMA系统中几个用户共享单一的载频，其中，每个用户使用彼此互不重叠的时隙。每帧中的时隙数取决于几个因素，例如调制方式、可用带宽等等。
- 2) TDMA系统中的数据发射不是连续的，各移动台发送的是周期性突发信号，而基站发送的是时分复用信号。由于用户发射机可以在不用的时间（绝大部分时间）关掉，因而耗电较少。
- 3) 由于TDMA系统发射是不连续的，移动台可以在空闲的时隙里监听其它

基站，从而使其越区切换过程大为简化。通过移动台在TDMA帧中的空闲时隙监听，可以给移动台增加链路控制功能，如使之提供移动台辅助越区切换（MAHO，mobile assisted handoff）等。

- 4) 同FDMA信道相比，TDMA系统的传输速率一般较高，故需要采用自适应均衡，用以补偿传输失真。
- 5) TDMA必须留有一定的保护时间（或相应的保护比特）。但是，如果为了缩短保护时间而使时隙边缘的发送信号压缩过快，则发射频谱将展宽，并将对相邻信道构成干扰。
- 6) 由于采用突发式发射，TDMA系统需要更大的同步报头。TDMA的发射是分时隙的，这就要求接收机对每个数据突发脉冲串保持同步。此外，TDMA需要有保护时隙来分隔用户，这使其与FDMA系统相比有更大的报头。
- 7) TDMA系统的一个优点是在每帧中可以分配不同的时隙数给不同的用户。这样，通过基于优先级对时隙进行链接或重新分配，可以满足不同用户的带宽需求。

3. 码分多址（CDMA）

在码分多址（CDMA）系统中，所有移动台使用相同载频，并可以同时发射，如图2-5所示。每个移动台都有自己的地址码，与其他移动台的地址码近似正交。接收机则进行时间相关操作以检测期望的特定地址码，而其它地址码字均被接收机当作噪声。

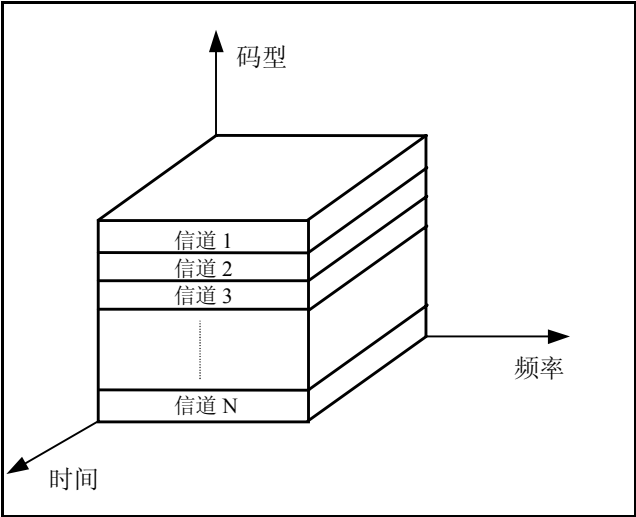


图2-5 CDMA示意图

在CDMA系统中，接收机接收的多个用户功率决定了去相关后的噪声大小。如果在一个小区内不对每个用户的功率加以控制，那么它们在基站接收机处是功率不等的，这将会产生远近效应。所以，CDMA系统中，必须采用严格

的功率控制技术。

最常用的码分技术是基于直接序列扩频（DS）技术，DS是最早发展的扩频通信方式，这种扩频方式与常规的数字通信的不同之处在于发信端和收信端各增加了一个环节。即在发信端，首先把信码与伪随机序列进行“模二加”处理，由于伪随机序列的速率远大于信码的速率，故已调信号的频谱被扩展。而在接收端采用一个与发端码型完全相同的伪随机序列码。在严格同步的条件下，该序列码以及本振信号一起与接收信号进行混频、解扩，从而得到窄带的且仅受信码调制的中频信号，然后此信号经中放滤波，解调后恢复成原来的信码。直接序列扩频通信是在收、发两端的伪随机序列码的结构相同且同步的条件下才能通信，否则收到的只是噪声。

CDMA有如下一些特点：

- 1) CDMA系统中许多用户共享同一频率；既可用TDD（时分双工）方式，又可用FDD（频分双工）方式。
- 2) 与TDMA或FDMA不同，CDMA系统的容量极限是所谓的软极限。CDMA系统用户数目的增加只是以线性方式增加背景噪声。这样，CDMA系统中的用户数目没有绝对的限制。然而，用户数目的增加会使系统性能逐渐降低，而用户数减少则能使系统性能逐渐变好。
- 3) 由于信号扩展到较大的频谱范围内，多径衰落的影响会显著减小。如果扩谱带宽大于信道的相干带宽，则内在的频率分集会缓解小范围衰落的影响。
- 4) CDMA系统中的信道传输速率非常高，因而时隙的持续时间非常短，通常远小于信道的时延扩散。由于PN序列具有较低的自相关性，超过一个时隙以上的多径分量将被作为噪声处理。通过采集接收信号的各个时延分量，使用RAKE接收机可以提高接收性能。
- 5) 由于CDMA采用同信道小区（co-channel cells），因而可以用宏观空间分集的方法来提供软切换。软切换可以通过由MSC或BSC同时监控特定用户的来自两个或更多基站的信号来实现。在任意时刻MSC或BSC可以选择最佳信号而不用改变频率。
- 6) CDMA系统存在自阻塞（self-jamming）问题。当不同用户的扩展序列不是彼此严格正交时，对特定PN码的解扩而言，接收机对所需信号的判决统计受到来自系统其他用户的发射信号的非零贡献的影响，从而引起自阻塞。
- 7) 如果对所期望用户信号检测到的功率小于其它不期望的用户，则CDMA接收机会产生远近效应。使用功率控制技术可以解决远近效应。
- 8) 不需要复杂的频率分配和管理。许多码分信道共用同一个载波频率，不需要动态分配，其频率分配和管理都很简单。
- 9) 小区呼吸功能。指的是负荷量动态控制，重负荷小区通过降低导频信号

功率，缩小覆盖范围，而轻负荷小区可适当扩大覆盖，增大容量。

## 2.2 均衡与分集技术

移动通信系统需采用一些信号处理技术以改善通信质量，均衡、分集是两种比较重要的技术。

### 1. 均衡

由于实际的传输信道特性的不理想而引起数字信号的线性畸变，可以对信道的频域或时域的某些特性进行补偿来尽量减小这种线性畸变。而这就是均衡的基本概念。均衡器可分为频域均衡器和时域均衡器，也可分为人工均衡器和自动均衡器（自适应均衡器）。

### 2. 分集

分集是为了减小由于衰落而造成通信质量恶化的一种技术。分集通常分为显分集和隐分集两大类。前者主要有空间分集、角分集、极化分集、频率分集、时间分集等；后者主要通过一些抗衰落（主要是抗频率选择性衰落）的编码调制技术，如时频相编码等来实现。目前应用最为广泛而效果较好的是空间分集。所谓空间分集就是采用两付以上的天线，相隔一定距离，分别进行接收，然后把收到的互相独立的信号进行合并，从而改善接收信号的质量。

## 2.3 调制解调技术

调制是使信息载体的某些特性随信息变化的过程，并能使所要传送的信息适合于信道的特性，达到最有效和最可靠的传输。就话音业务而言，经过话音编码所得到的数字信号必须经过调制才能实际传输。在无线通信系统中是利用载波来携带话音编码信号，即利用话音编码后的数字信号对载波进行调制。当载波的频率按照数字信号“1”、“0”变化而对应地变化，这称为移频键控（FSK）；相应地，若载波相位按照数字信号“1”、“0”变化而对应地变化则称之为移相键控（PSK）；若载波的振幅按照数字信号“1”、“0”变化而对应地变化，则称之为振幅键控（ASK）。然而通常的FSK在频率转换点上的相位一般并不连续，这会使载波信号的功率谱产生较大的旁瓣分量。为克服这一缺点，一些专家先后提出了一些改进的调制方式，其中有代表性的调制方式是最小移频键控（MSK）和高斯预滤波最小移频键控（GMSK）。

众所周知，移动通信必须占用一定的频带，然而可供使用的频率资源却非常有限。因此，在移动通信中，有效地利用频率资源是至关重要的。为了提高频率资源的利用率，除采用频率再用技术外，通过改善调制技术而提高频谱利用率也是我们必须慎重考虑的一个问题。鉴于移动通信的电波传播条件极其恶劣，衰落导致接收信号电平的急剧变化，移动通信中的干扰问题也特别严重，除邻道干扰外，还有同频道干扰和互调干扰，所以移动通信中的数字

调制技术必须具有优良的频谱特性和抗干扰、抗衰落性能。

目前在数字移动通信系统中广泛使用的调制技术，主要有以下两大类。

### 1. 连续相位调制技术

这种调制技术的射频已调波信号具有确定的相位关系且包络恒定，也称之为恒包络调制技术。它具有频谱旁瓣分量低、误码性能好、可以使用高效率的C类功率放大器等特点。属于这一类的调制技术有平滑调频（TFM）、最小移频键控（MSK）和高斯预滤波最小移频键控（GMSK）。其中高斯预滤波最小移频键控（GMSK）的频谱旁瓣低，频谱利用率高，而其误码性能与差分移相键控（DPSK）差不多。因而得到了广泛的应用。

### 2. 线性调制技术

这包括二相移相键控（BPSK）、四相移相键控（QPSK）和正交调幅（QAM）等。这类调制技术频谱利用率较高但对调制器和功率放大器的线性要求非常高，因此设计难度和成本较高。近年来，由于放大器设计技术的发展，实现了高效而实用的线性放大器，这才使得线性调制技术在移动通信中得到实际应用。

上述两类调制技术在数字移动通信系统中都有应用，欧洲的GSM系统采用的是GMSK调制技术。在GMSK系统中，MSK已调信号通过Gaussian滤波器后，频率的迅速变化被平滑，这样就会减小信码的能量扩散到相邻信道。在前向信道上传输信号的一部分是我们所需的用户信码，其处在指配的时隙TS和射频帧号上。利用突发数据序列中提供的同步数据，先确定对应的TS，然后再进行解调，解调输出的二进制信号再进行解密、去交织，信道解码，最后还原成话音信号。

## 2.4 话音编码

通信系统中的话音编码在很大程度上决定着话音的质量和系统的容量，因此，具有十分重要的地位。标准的有线传输采用脉冲编码调制（PCM），每秒钟抽样8000次，每次抽样值用8bit来表示，总的码率是64kbps。由于PCM对抽样值之间的关系不作任何假设性分析，因此包含许多冗余信息，编码效率较低。在移动通信系统中，频率资源是非常宝贵的，话音信号编码的速率越低，则在给定频带内可容纳的话音信道就越多。

为了满足带宽受限的移动通信系统的要求。人们利用语音过程本身的冗余度、听力特性等知识提出许多高效话音编码方法，这些话音编码的目的都是尽可能减小传输速率和提高话音质量。

目前话音编码大致可以分成两大类，即波形编码和参数编码。常用的波形编码有脉冲编码调制（PCM）、增量调制（DM）和自适应差分脉冲编码调制（ADPCM）等。参数编码主要有线性预测编码及其改进型（如规则脉冲激励



励长期预测编码RPE-LTP、矢量和激励线性预测编码VSELP等)。

GSM声码器采用规则脉冲激励长期线性预测编码(RPE-LPC)，声码器将话音分成20ms的块，每块共有260比特，传输速率为13kbit/s。80年代后期，经过对各种不同声码器的综合性能评估，选定了这种类型的声码器。对半速率声码器也作了预先考虑，也包括在GSM规范内。

GSM采用声码器是利用了这样一个实际情况，在一般私人谈话中，每人平均讲话时间少于总时间的40%。在声码器中，利用话音激活检测(VAD)和不连续发送(DTX)功能，这样可延长移动台电池工作寿命，又由于GSM系统发射机在寂静期不工作，可降低瞬时无线电干扰。GSM采用舒适噪声子系统(comfortable noise subsystem)可在接收机末端产生背景噪声来补偿由于DTX而形成的静寂。

## 2.5 信道编码

信道编码就是在所传送的数字信号流中增加一些冗余比特，进行纠错编码，以减小传输过程中所产生的比特差错率。通常用于信道编码的纠错编码方式有两种，即分组码和卷积码。按传统方式在进行信道编码时一般不考虑所要采用的调制方式，即信道编码与调制方式分开考虑，但新出现的网格编码调制方法则将编码与调制放在一起考虑，可实现较大的编码增益。

### 1. TCH/FS、SACCH及FACCH信道编码

为改善话音质量，对声码器输出的信码再进行信道编码。在1帧260比特中，最重要的有50比特，称为Ia类比特，外加3比特校验位作保护。这样，在接收机中错误检查很方便。紧接着第一个53比特(50个Ia类比特+3奇偶校验比特)的132重要比特，被重新排序，并在其尾部加入4个零比特，形成一个189比特的数据块。对这数据块，进行码率为1/2，约束长度为5的卷积编码，得到一个378比特的序列。最不重要的78比特不加任何保护，直接传输，这样，在20ms的1帧内，形成456比特的数据块。对声码器输出的信码再进行信道编码改善了GSM话音信号的质量，但经过信道编码，其速率变为22.8kbit/s。具体的信道编码方式见图2-6。

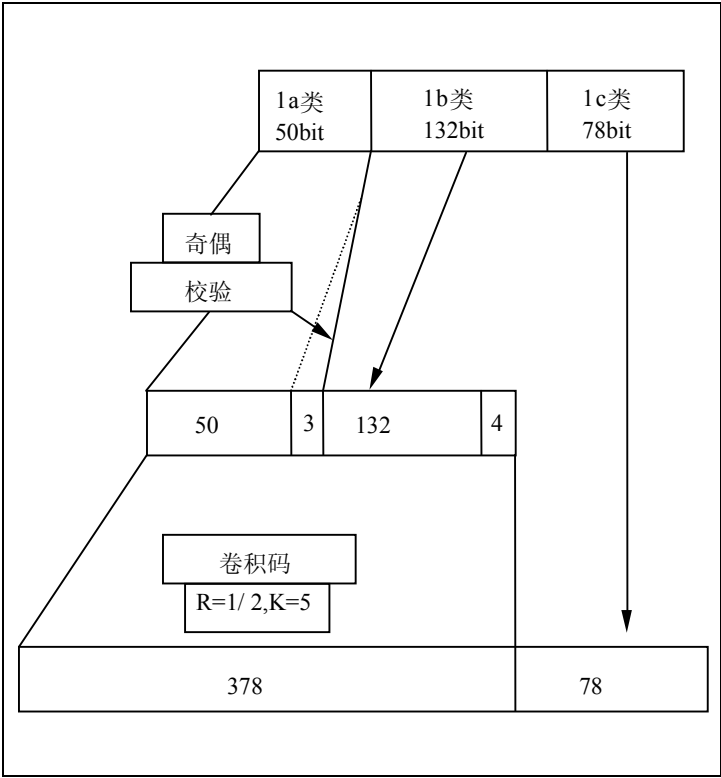


图2-6 GSM全速率语音的纠错编码

2. 数据信道的信道编码

GSM全速数据信道按修改后的ITU-T V.110协议，对60比特的用户信码进行5 ms交织。240比特的用户信码加上4个尾比特后，进行码率为1/2，约束长度为456比特的信道编码，并将之分成4个114比特的突发码块，用于连续时隙的交织。

3. 控制信道编码

GSM控制信道信码的长度为184比特，先利用截矩Fire循环码进行编码，然后再进行半速卷积编码，编码所用的生成多项式为 $G_5(X) = (X^{23}+1)(X^{17}+X^3+1) = X^{40}+X^{26}+X^{23}+X^{17}+X^3+1$ ，产生184比特的信码和40比特的校验码。再加上4位的尾比特产生228比特的数据块。然后，再对其进行 $k=5$ 的半速卷积编码（CC（2，1，5）），卷积编码的生成多项式为 $G_0(X) = 1+X^3+X^4$ 和 $G_1(X) = 1+X+X^3+X^4$ （和1a类TCH数据编码所用的多项式一致）。卷积编码后得到的456比特，再利用同样方法得到的其它8个连续帧内的TCH信码进行交织。

2.6 交织、加密和跳频

1. 交织

为了使突发误码对接收信号的影响尽量降低，采用交织技术使误码离散化，使突发差错信道变为离散差错信道，接收端纠正随机离散差错，从而改善整个数据序列传输质量。在每20ms的话音数据帧或控制信息帧的456比特的已编码数据块，再分成8个57比特的子数据块，将这8个子块分别置于8个连续的TCH时隙内。若一个突发数据块受到干扰或衰落的影响产生突发误码时，信道编码通过纠错仍能保证足够的信息被正确接收。每个TCH时隙载有2个57比特的数据块，它们分别属于2个不同20ms（456比特）的话音（或数据）信息。图2-7说明了话音帧如何在时隙内交织。注意，TS0数据由声码器第几帧（图中以“a”表示）的第零个子块和声码器的（n-1）帧（图中以“b”表示）的第4子块的各57比特构成。

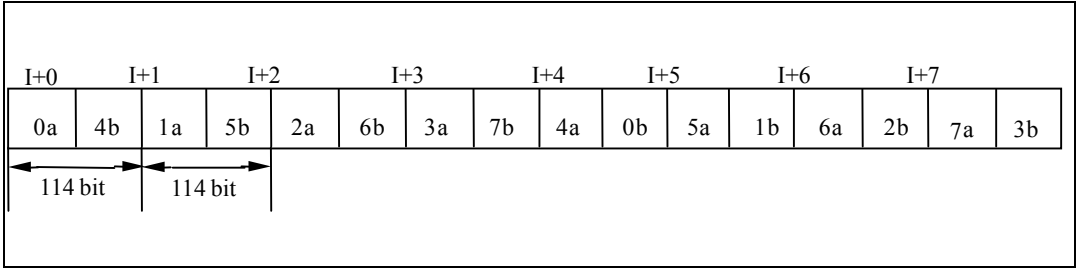


图2-7 TCH/SACCH/FACCH数据交织

2. 加密与鉴权

GSM采用仅由特定移动台和基站收发信台掌握的加密算法对8个已交织处理的数据块进行加密，为了进一步保证通信的保密性能，每次通话的加密算法是不同的。GSM采用A5加密算法，用于对每TS内发送的114比特的已编码数据进行特定的变换。另外为了防止无权用户接入网络，采用A3算法对每个移动台进行鉴权，

3. 跳频

一、基本概念

跳频就是手机和基站都按照一个相同的频点序列来收发信息，这个频点序列就是跳频序列。在一个频道组内各跳频序列应是正交的，各信道在跳频传输过程中不能碰撞。当跳频速率小于信息比特速率时，成为慢跳频；当跳频速率大于或等于信息比特速率时，成为快跳频。

通常情况下，属于某一特定物理信道的所有突发数据块都用同一载频发射。但是，若小区内多径效应严重，网络管理人员可将该小区定为跳频小区，这

时,在该小区内采用慢跳来对付多径的影响和干扰影响。跳频以帧为基础进行,因此,最大跳频速率为每秒217.6跳,可用的跳频信道为64个,跳频的实施完全由业务提供者决定。

## 二、跳频的作用

### 1、频率分集:

移动无线传输在遇到障碍时不可避免地会遭受短期的幅度变化,这种变化成为瑞利分布,不同频率的信号遭受的衰落会不同,而且随着频率差别增大,衰落更加独立,通过跳频,一个信息按几个频率发送出去,突发脉冲就不会被瑞利衰落以同一种方式破坏,从而提高了传输的性能。

### 2、干扰源分集:

跳频的第二个优点是与码分多址相关系的干扰源分集特性。在业务量密集区,系统的容量受频率复用产生的干扰限制,相对干扰比 $C/I$  ( $C$ 为载波电平,  $I$ 为干扰电平)可能在呼叫之间变化很大,特别是 $I$ 的变化依赖于此频率是否被附近蜂房的另一呼叫使用,它还随着干扰源距离、电平等的变化而变化。我们考虑一个实际系统,其中一个呼叫感觉到的干扰是由许多其他呼叫引起的干扰电平的平均值,因此,对于一给定的总和,干扰源的数量越多,系统的性能肯定越好,这就是干扰源分集原理。

## 三、各种跳频方法的比较

1、帧跳频:即每个TDMA帧频点变换一次,这种方式下,每一个载频可以看做一个信道,在一个小区中BCCH载频不参与跳频,其它不同的载频应有不同MAIO,它是时隙跳频的特例。帧跳频可通过射频跳频和基带跳频来实现,射频跳频时,TRX的发射TX和接收RX都参与跳频;基带跳频时,TRX的发射TX不参与跳频,而是通过基带信号的切换来实现发射的跳频,但其接收必须参与跳频。由于发射为固定频点,基带跳频的优点便体现在:

(1) 对TRX的发信机可不作跳频要求。

(2) 可用空腔合路器实现。

合路器从其实现形式来说有两种,混合合路器和空腔合路器,这两种合路器各有其特点。混合合路器的优点是宽带合路,信号频率间隔不受限,支持射频跳频,容易实现;缺点是每经过一次合路功率损耗3dB,这对大功率信号来说是很不利的,因此混合合路器通常只做到四合一。空腔合路器的优点是插损小,能将更多的载频合成到一路。缺点是信号频率的最小间隔受限,不支持射频跳频。

基带跳频的缺点:如果有 $N$ 个TRX参与跳频,如果有一个载频坏掉,则下行误码变为 $1/N$ ,会导致断话或话音不通。

2、时隙跳频:即每577us变化一次频率,这种方式下,每一个载频的8个时隙就是8个信道;BCCH载频其它时隙也可参与跳频,但BCCH所用的频点不能参与跳频;同一小区相同载频的不同时隙可有不同的MAIO,但不同载频

的相同时隙不能有相同的MAIO。

## 2.7 切换技术

切换是指将一个正在进行中的呼叫从一个无线信道切换到另一个无线信道，以保证通信不中断。

切换判决和目标小区选择是切换操作的基本参数，首先，切换的目的是保证当通话中的MS越出其当前蜂窝小区时，现有通话不中断；另外，当通话中的MS改变小区能够明显地避开强干扰时，以及当“优选小区”拥塞时，MS切换到邻近小区。根据上述不同的切换目的，可以有多种切换判别方法。

为保证通话目的切换，其依据是上行和下行的传输质量。在数字系统中，传输误码率就是质量指标。另外还包括无线路径上的传输损耗，以及边缘地域的传播时延。GSM系统无线接口不能支持大的传播时延。当时延太大时，一次连接就会中断。上述参数的测量值是执行切换的判决基础。因此，MS和BTS都需要有规律地测量上行和下行传输质量和接收电平。MS把记录的结果以每秒两次的频度报告BTS。

另一个判决方法是把当前小区中MS的上行传输质量与邻近小区进行比较。由于这个比较过程十分复杂，目前大多是采用MS与邻近小区的路径损耗作为比较的依据。实际上，MS仅测量下行传输情况，根据无线传播的互易定理，可以假定上下行的传输损耗是一致的。

由于拥塞引发的切换过程，需要依据每个BTS的当前负载量进行判决，这个值只有MSC和BSC知道。这与前面两种切换过程大不相同。这个过程要求在给定小区内，由于话务量原因，命令一定量的MS切换，而不明确指明是哪些MS（通常是一些由于其它原因已经接近门限的MS）。因此，这类切换还要结合其它判决方法和相应的测量。

切换算法和目标小区选择方法是非强制性的。下列参数是切换判决中要涉及的：

- (1) 一些静态数据：如有相关MS、本区BTS以及邻近BTS的最大传输功率；
- (2) MS的实时测量值：当前信道的下行传输质量和接收电平，以及对邻近小区下行信道的接收电平；
- (3) BTS的实时测量值：当前信道的上行传输质量和接收电平，以及时间提前量；
- (4) 与话务量相关数据，如小区容量和负载等。

在这里值得一提的是GSM系统中的各类测量处理。为了有效地执行切换，要以尽可能高的频度进行测量。在GSM系统中要求至少每秒进行一次测量报告。MS不仅要报告当前业务小区，还要报告那些可能的切换候选小区的测量情况。在GSM系统中，MS可以同时报告六个邻近小区的测量情况。在GSM系统中，MS可以同时报告六个邻近小区的测量结果，以至少130bit /

3的传输速率，承载于当前TCH对应的SACCH上。SACCH的最大容量是269bit / s。当SACCH没有用于其它信令任务时，可以执行每秒两次的测量报告。MS在通话的同时不要监测邻近小区的电平，这个要求对GSM手持机带来了一些新的技术问题。TDMA制式下的GSM系统，使MS完成这个工作十分方便。它仅需要用一个接收器，在上下行脉冲收发的间隔间，执行对邻近小区的测量。

切换允许在不同的小区之间进行，也允许在同一小区的不同无线信道之间进行。根据切换在时隙、载频、小区、BSC或MSC等不同实体之间发生，可分为下列几种情况：

#### (1) 小区内部切换

指一小区（基站）的物理信道之间的切换，包括同一载频或不同载频的时隙之间切换。

#### (2) 小区之间切换（BSC内部切换）

指同一基站控制器BSC所控制的不同小区（基站）之间的信道切换。

#### (3) MSC之间切换（PLMN内部切换）

指同一公用陆地移动通信网PLMN覆盖区内的不同移动业务交换中心MSC之间的信道切换。此类切换可分为两种：

- 基本切换过程：呼叫从起始建立的那个MSC—A切换到另一个MSC—B。
- 后续切换过程：呼叫从起始建立的那个MSC—A切换到另一个MSC—B后，再从MSC—B切换到第3个MSC—C或切换回MSC—A。

#### (4) PLMN之间切换

指不同公用陆地移动通信网PLMN之间的信道切换。从技术角度考虑，这个切换是可行的，但从运营部门的管理角度考虑，这种切换涉及到在不同国家之间进行的话，也许会受到限制。

在切换过程中，MS需要重调它的频率和时间提前量，因而产生了不同的切换模式：同步切换和非同步切换。当切换前后的小区同步，即它们的TDMA时隙在起止时间上完全一致，MS能够很简单地计算出新的时间提前量，这称为同步切换。如果切换前后的小区不同步，那么计算时间提前量需要BTS参与，这称为非同步切换，它需要更长的时间才能完成切换过程。

## 2.8 功率控制技术

控制无线路径上的发射功率的目的是在达到较好的传输质量的情况下，降低发射功率。这样做，既能保持传输质量高于给定门限，又能降低移动台和基站的平均广播功率，减少对其它信道的干扰。

功率控制分为上行功率控制和下行功率控制，上下行功率控制独立进行。上

行功率控制控制的对象是移动台（MS），下行功率控制的对象是基站（BTS）。同一方向的连续两次控制之间的时间间隔由操作维护中心（OMC）设定。

移动台功率控制的目的是调整MS的输出功率，使BTS获得稳定接收信号强度，以降低相邻信道用户的干扰，减少BTS多路耦合器的饱和度，降低移动台功耗，并能达到克服“远近效应”的目的；基站功率控制目的是调整BTS输出功率，使MS获得稳定接收信号强度，以减小相邻小区的干扰，降低基站功耗。

GSM\_0508协议规定的功率控制算法是，对应于上行、下行链路，分别设定接收电平上限阈值、接收电平下限阈值、接收质量上限阈值和接收质量下限阈值，并分别设定计数器P、N，当连续接收P个测量信号MR中有N个超过上述阈值，则进行功率调整，超过上限阈值则下调，超过下限阈值则上调。

华为公司在动态功率控制算法（简称为HW\_1算法）取得了自己的专利，下面我们重点介绍HW\_1功率控制算法执行过程。

### 1. 移动台功率控制

移动台功率控制分为两个调整阶段：Initial初始调整和Stationary稳态调整。稳态调整是功率控制算法执行的常规方式，初始调整使用于呼叫接续最开始的时刻。当一个接续发生，MS以所在小区的名义功率输出（名义功率即在收到功率调整命令之前，MS发射功率为所在小区BCCH信道上广播的系统消息中MS最大发射功率MS\_TXPWR\_MAX\_CCH。而如果MS不支持这一功率级别，则采用与之最接近的可支持的功率级别，如在建立指示消息中上报的MS类标Classmark所支持的最大输出功率级别）。但因为BTS可同时支持多个呼叫，必须在一个新的接续中尽快降低接收信号强度，否则该BTS支持的别的呼叫的质量会由于BTS多路耦合器饱和而恶化，并且另外小区的呼叫质量也会由于强干扰而受到影响。因此初始阶段功率控制调整的目的就是尽快降低MS发射功率直到得到稳定的MR，使MS能依据稳态功率控制算法进行调整。

上行功率控制中所必须选择的参数：期望的理想上行链路接收电平、理想上行链路接收质量，均由OMC数管台设定，可以根据小区的实际情况动态进行数据配置。接收到一定数量的上行MR后，通过插值、滤波等处理方法得到实际上行链路接收电平及接收质量，与理想上行链路接收电平及接收质量相比较，通过功率控制算法，计算出MS应调整至的功率级别。如果与当前MS输出功率级别不同，且满足一定的应用限制条件（如功率调整步长限制、MS输出功率范围限制等），则发送功率调整命令。上行功率控制调整的实质是使插值滤波得到的实际上行链路接收电平及接收质量不断逼近于OMC设定的理想上行链路接收电平及接收质量。对MR进行插值、滤波的目的是处理丢失的MR、消除野点（毛刺），以保证功率控制算法的稳定性。

初始阶段功率控制与稳态阶段功率控制的差别在于：初始阶段的期望上行链

路接收电平及接收质量与稳态阶段的不同；滤波器长度不同；初始阶段仅进行向下调整等。

## 2. 基站功率控制

基站功率控制为可选的功能。基站功率控制与MS功率控制基本相同，基站功率控制仅使用稳态功率控制算法。

基站功率控制分为静态功率控制与动态功率控制，动态功率控制是在静态功率控制的基础上的微调。由GSM\_0505协议规范规定基站静态功率级别分为0~6级（2dB/级），基站可输出的最大功率为46dBm（40W），第6级则为34 dBm。静态功率级别由数管台的小区属性表中定义，即规定了当前动态功率控制的最大输出功率值 $P_n$ 。动态功率控制级别数设定为0~15级，因此动态功率控制的范围为 $P_n \sim P_n - 30$ （dBm）。当动态功率控制达到最大值仍不能满足要求，应该调整静态功率控制级别以提高动态功率控制的最大输出功率值 $P_n$ 。



## 第三章 GSM数字蜂窝移动通信系统

### 3.1 GSM系统概述

GSM是第二代蜂窝移动通信系统，也是全球第一个对数字调制方式、网络结构和业务种类进行标准化的数字蜂窝移动通信系统。在GSM以前，欧洲各国的第一代蜂窝移动通信系统采用不同的标准，导致用户无法实现泛欧漫游。提出GSM的原始目的是实现泛欧蜂窝移动通信业务，并通过利用ISDN来实现广域网业务。但GSM的成功已超出了人们原先的估计，现在GSM是全球应用最广泛的第二代蜂窝移动通信系统。

GSM于1991年首次在欧洲亮相，目前在拉丁美洲、南美洲、非洲、大洋洲和亚洲的许多国家（包括中国在内）均已采用GSM标准及其衍生物DCS1800标准。DCS1800工作于1.8GHz到2.0GHz频段，支持个人通信业务（PCS）。

GSM系统采用用户识别卡（即SIM卡：Subscriber Identify Module）。SIM卡是一个存储器，其中存储了诸如用户识别码、鉴权及加密信息和一个4位数的个人身份识别码等与用户相关的信息。用户通过SIM卡可在任一个GSM终端上得到系统的服务。SIM卡一般均做成智能卡（IC）形式。若不插入SIM，所有GSM移动台都不能接入系统工作（紧急呼叫业务除外）。GSM是通过SIM卡来确定用户的身份。用户将其SIM卡插入任一可使用的终端中，无论他在何地，都可通过此终端进行GSM呼叫，也可接受对该用户的呼叫。GSM系统可由系统提供空中加密措施。这一点与易被监听的模拟蜂窝通信系统不同，GSM的无线传输几乎不可能被窃听。GSM发射机发出的是已加密的数字比特流，相应的密钥只有蜂窝系统运营者知道，每一用户的密钥随时改变。所有运营者和GSM设备制造商在开发GSM设备或订购GSM系统以前，都必须签署谅解备忘录（MoU），MoU是一个国际协议，它允许不同国家的运营者共享加密算法和其它相关信息。

## 3.2 GSM系统的基本特点

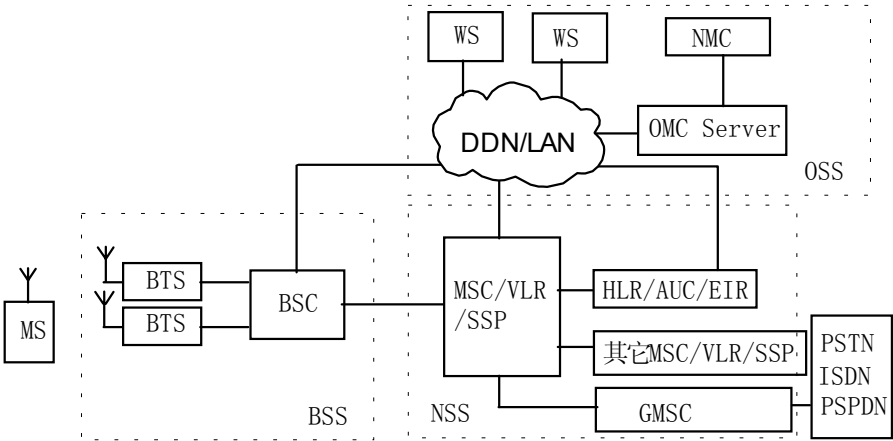
GSM系统完全遵循欧洲电信标准学会ETSI制定的GSM技术规范，任何一家厂商生产的GSM数字移动通信设备都必须符合GSM技术规范。

GSM系统作为一种开放式结构和面向未来设计的系统，具有下列主要特点：

- GSM系统由几个分系统组成，并且可与各种公用通信网（PSTN、PDN、ISDN等）互通、互连。各分系统之间及系统与各种公用网之间都定义了明确而详细的接口标准，保证任何厂商提供的GSM系统或子系统能够互连。
- GSM系统能够提供跨国自动漫游，相互签署了漫游协议的GSM运营商，其用户可进入对方的GSM系统而与国别无关。
- GSM系统除提供用户终端业务（如话音业务和紧急呼叫等）外，还可提供各种承载业务、补充业务和与ISDN相关的业务。
- GSM系统具有加密和鉴权功能，能确保用户的通信保密和网络安全。
- GSM系统具有灵活方便的网络结构，频率再用率高，移动交换机的话务处理能力强，能满足用户对大容量、高密度业务的要求。
- GSM系统抗干扰能力较强，在覆盖区域内通信质量好。
- GSM用户终端设备（手机和车载台）采用超大规模集成电路（VLSI）和数字信号处理器（DSP），体积更小、重量更轻、功能更强。

3.3 GSM系统的结构与功能

GSM系统由三个相互联接的主要子系统构成，并通过一定的网络接口和用户联接。三个子系统是基站子系统（BSS）、网络子系统（NSS）及操作子系统（OSS）。移动台（MS）也是一个子系统，但通常视作BSS的一部分。



- OSS: 操作支持子系统

MSC: 移动交换中心

AUC: 鉴权中心

BTS: 基站收发信台

DDN: 数字数据网

SSP: 业务交换点

ISDN: 综合业务数字网

GMSC: 移动关口交换中心
- NSS: 网络子系统

VLR: 拜访位置寄存器

EIR: 设备识别寄存器

MS: 移动台

LAN: 局域网

PSPDN: 分组交换公用数据网

OMC Server: 操作管理中心服务器
- BSS: 基站子系统

HLR: 归属位置寄存器

BSC: 基站控制器

NMC: 网络管理中心

OMC: 操作维护中心

PSTN: 公用电话网

图3-1 GSM系统结构框图

图3-1为GSM系统的结构框图。其中BSS负责在NSS和MS之间提供和管理传输通路，特别是包括MS与GSM系统的功能实体之间的无线接口管理。NSS负责通信业务的管理，保证MS与相关的公用通信网或其它MS之间建立通信。也就是说NSS不直接与MS互通，BSS也不直接与公用通信网互通。MS、BSS和NSS组成GSM系统的实体部分。OSS则为运营商提供对这些实际运行部分的控制、维护和管理。

3.3.1 移动台（MS）

移动台（MS）是GSM移动通信网中用户实用的设备，移动台的类型主要有车载台和手持台（手机）。随着GSM标准的手机进一步向小型、轻巧和多功能方向发展，手机用户所占比重将越来越大。

移动台（MS）除提供通过无线接口进入GSM系统的常规无线通信功能和相关处理功能外，还必须提供与使用者之间的接口。比如提供通话呼叫所需要

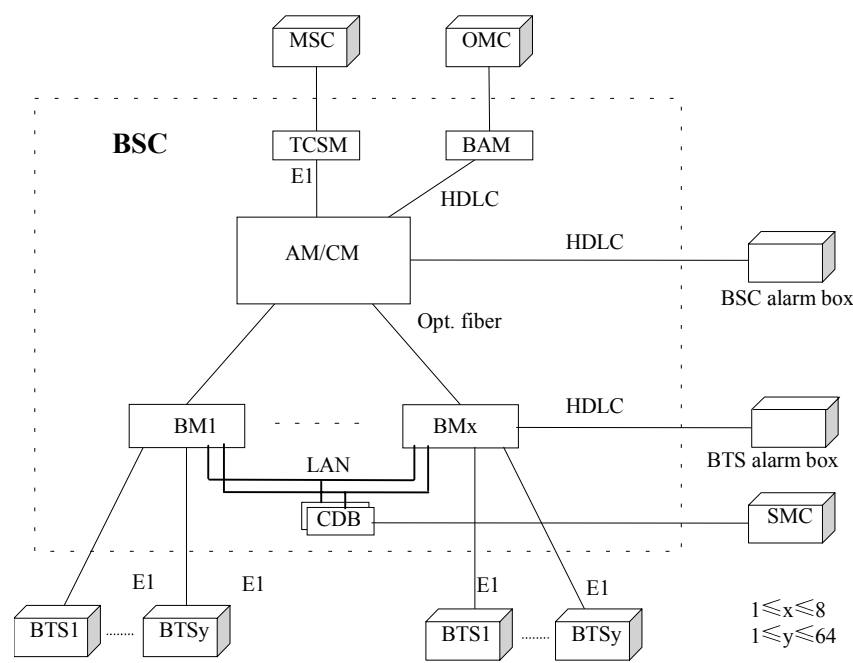
的话筒、扬声器、显示屏和键盘；进行数据通信时还需要提供与其它一些终端设备之间的接口，如与个人计算机和传真机之间的接口。

移动台（MS）的另外一个重要部分是SIM卡，GSM系统通过SIM卡来识别用户，SIM卡包含存储在无线用户一侧的所有与用户有关的信息。SIM卡的应用使移动台不是固定地束缚于一个用户，为建造不同电信网之间的大范围可移动个人通信系统奠定了一个良好的基础。

3.3.2 基站子系统（BSS）

BSS是GSM系统中与无线方面关系最密切且最直接的基本组成部分。它通过无线方式发送和接收信息，并进行无线资源的管理。另一方面，BSS与NSS中的移动交换中心（MSC）相连，实现移动用户之间或移动用户和市话用户之间的通信连接，传送系统信息和用户信息等。为了对BSS部分进行操作、维护和管理，还要建立BSS和OSS之间的通信连接。

BSS由基站收发信台（BTS）和基站控制器（BSC）两部分功能实体组成。每个BSS有多个BSC，一个BSC可控制多达数百个的BTS。BTS可以直接和BSC相连，也可以通过基站接口设备（BIE）采用远端控制的连接方式与BSC相连，其连接链路可以是无线的，也可以是有线的。需要说明的是，BSS还应包括码变换器（TC，有时又称TRAU）和相应的子复用设备（SM）。码变换器一般置于BSC和MSC之间，这样组网的灵活性较高且可以减少传输设备的数量。一种大容量的BSS组网方式如图3-2所示。



MSC: 移动交换中心	BSC: 基站控制器	BTS: 基站收发信台
BAM: 后管理模块	OMC: 操作维护中心	HDLC: 高速数据链路控制
SMC: 短消息中心	AM/CM: 管理通信模块	BM: 基本模块
CDB: 中心数据库	LAN: 局域网	Opt.fiber: 光纤链路
BSC alarm box: BSC告警箱	BTS alarm box: BTS告警箱	

图3-2 一种大容量BSS组网图

### 1. 基站收发信台（BTS）

BTS是基站收发信台，也是BSS的重要组成部分。其由BSC控制，完成BSC与无线信道之间的转换，实现BTS与MS之间空中接口的无线传输及相关的控制功能。BTS主要由基带单元、载频单元、控制单元和天馈单元等部分组成。基带单元主要用于必要的话音和数据速率适配以及信道编码等；载频单元主要用于调制/解调以及射频信号的发送和接收等；控制单元则用于BTS的操作与维护。天馈单元主要用于射频信号的分路/合路以及将射频信号变成电磁波或者将电磁波转换为射频信号。当BSC与BTS不设在同一处时，传输单元是必须的，以实现BSC与BTS之间的远端连接；若BSC与BTS置于同一处，传输单元可以省去。

### 2. 基站控制器（BSC）

BSC是BSS的控制部分，负责所有的无线接口管理，主要是无线信道的分配、释放和切换管理。一台BSC实际上为一台小型交换机，当MS在同一BSC控制下的两个BTS间进行越区切换时，切换过程由BSC处理，这就大大地降低了MSC的处理负担。

大容量BSC主要由以下几部分组成：

- AM/CM模块  
AM/CM模块仅见于大容量BSC，它完成各BM的模块间通信，是BSC的话路交换和信息交换的中心。
- BM模块  
BM模块主要完成呼叫处理、信令处理、无线资源管理、无线链路的管理和电路维护等功能。
- TCSM模块  
TCSM主要完成码编码/速率适配和子复用功能。
- 中心数据库模块CDB

CDB模块是一个业务处理中心，支持广播短消息业务。

- 后管理模块

BAM模块是BSC和OMC之间通信的桥梁，OMC通过BAM模块对BSC进行操作维护。

### 3.3.3 网络子系统（NSS）

NSS处理外部网络和移动用户呼叫的交换，并对一些相关的用户数据库进行管理和操作。NSS的功能主要包括GSM系统的核心交换功能和用于用户数据与移动性管理、安全性管理所需的数据库功能，它对GSM系统移动用户之间及移动用户和其它通信网用户之间的通信起着管理作用。NSS由一系列功能实体组成，整个GSM系统内部，即NSS的各功能实体之间和NSS与BSS之间都通过No.7信令系统来传递信令。该No.7信令系统应符合ITU-T有关建议和GSM有关标准的规定。

#### 1. 移动交换中心（MSC）

MSC是整个GSM网络的核心，它控制所有BSC的业务，提供交换功能及和系统内其它功能的连接，MSC可以直接提供或通过移动网关GMSC提供和公共电话交换网（PSTN）、综合业务数字网（ISDN）、公共数据网（PDN）等固定网的接口功能，把移动用户与移动用户、移动用户和固定网用户互相连接起来。

MSC从GSM系统内的三个数据库，即归属位置寄存器（HLR）、拜访位置寄存器（VLR）和鉴权中心（AUC）中获取用户位置登记和呼叫请求所需的全部数据。另外，MSC也根据最新获取的信息请求更新数据库的部分数据。作为GSM网络的核心，MSC还支持位置登记、越区切换、自动漫游等具有移动特征的功能及其它网络功能。

对于容量比较大的移动通信网，一个NSS（网络子系统）可包括若干个MSC、HLR和VLR。当某移动用户A进入到一个拜访移动交换中心（VMSC），为了建立对该移动用户A的呼叫，要通过移动用户A所归属的HLR（归属位置寄存器）获取路由信息。

#### 2. 拜访位置寄存器（VLR）

VLR服务于其控制区域内的移动用户，其中存储着进入其控制区域内已登记的漫游移动用户的相关信息，为已登记的漫游移动用户提供建立呼叫接续的必要条件。VLR从该移动用户的归属位置寄存器（HLR）中获取并存储必要的数据库。一旦该移动用户离开其控制区，则重新在另一个VLR登记，原VLR删除临时记录的该移动用户的数据。所以，VLR可看作是一个动态的数据库。

VLR功能一般总是在每个MSC中综合实现的，也就是说，VLR实际上是集成在MSC内部的。

### 3. 归属位置寄存器（HLR）

HLR是GSM系统的中央数据库，存储着该HLR控制的所有注册登记的移动用户的相关数据。一个HLR能够控制若干个移动交换区以至整个移动网，所有移动用户的重要静态数据均存储在HLR中，其中包括移动用户识别号码、访问功能、用户类别和补充业务功能等数据。HLR存储并提供移动用户实际漫游所在的位置区信息，以便任何入局呼叫都能取得被叫用户的路由信息，从而接通被叫用户。

### 4. 鉴权中心（AUC）

GSM系统采取了特别的安全措施，如用户鉴权、无线接口上的信息加密等。AUC存储着鉴权信息和加密密钥，用来防止无权用户接入系统并保证通过无线接口进行通信的移动用户的通信安全。

AUC属于NSS的一个功能单元，可以与HLR集成在一起，专用于GSM系统的安全性管理。

### 5. 设备识别寄存器（EIR）

EIR存储着移动设备的国际移动设备识别码（IMEI），通过核查白色清单、黑色清单和灰色清单这三种表格（其中分别列出了准许使用的、出现故障需监视使用的、失窃不准使用的移动设备的IMEI），使得运营商对于不管是失窃还是由于技术故障或误操作而危及网络正常运行的移动台，都能采取及时的防范措施，以确保网络内所使用的移动设备的唯一性和安全性。

### 6. 操作维护中心（OMC）

OMC用于对GSM系统内每一MS、BSC和MSC工作情况进行监控和维护。OMC主要有以下三个功能：

- 对系统内所有通信设备和网络的运行进行维护。
- 对所有费用和帐单处理情况进行管理。
- 对系统内所有移动设备进行管理。

## 3.3.4 操作子系统（OSS）

OSS主要完成移动用户管理、移动设备管理以及网络操作和维护等功能。

移动用户管理包括用户数据管理和呼叫计费管理，OSS通过OMC和其它功能实体完成这一功能。用户数据管理一般由HLR来完成，SIM的管理也可认为

是用户数据管理的一部分。但是，作为相对独立的SIM管理，还必须根据运营商对SIM的管理要求和模式采用专门的SIM个人化中心来完成。呼叫计费可以由移动用户所访问的各个MSC或GMSC分别处理，也可以采用通过HLR或独立的计费设备来集中处理计费数据。

移动设备管理是由EIR来完成的，EIR与NSS其它功能实体之间通过No.7信令网络的接口相连。

网络操作和维护由OMC完成。从电信管理网（TMN）的发展角度考虑，OMC还应具备与上层TMN进行通信的功能，以保证GSM网络能与其它电信网络一起纳入先进、统一的TMN中进行集中操作、维护和管理。

可以认为，OSS已不包括与GSM系统的NSS和BSS部分直接相关的功能实体，而成为一个相对独立的管理和服务中心。其中主要包括网络管理中心（NMC）等功能实体。



3.4 GSM系统的无线覆盖区结构

GSM系统采用蜂窝小区结构，基站设置很多，移动台又没有固定的位置。移动用户只要在其覆盖区域内，无论移动到何处，GSM网络都必须能对其进行监视、管理和控制，以实现位置更新、越区切换和自动漫游等性能。

GSM系统的无线覆盖区域结构如图3-3所示。

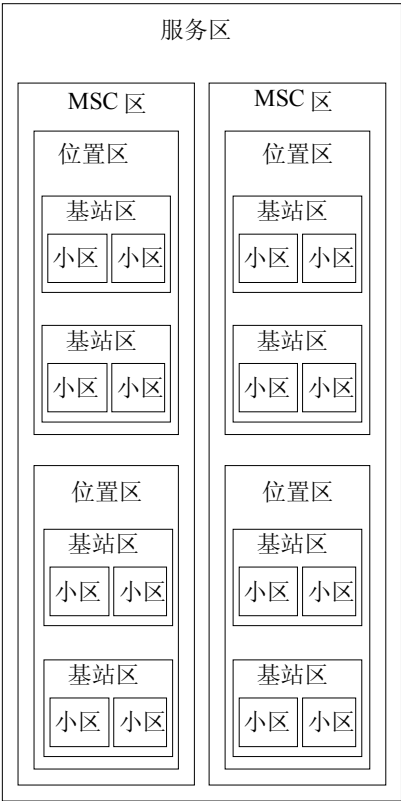


图3-3 GSM无线覆盖区域结构

1. 服务区

服务区是指移动网内所有MSC区的总和。服务区可能完全覆盖一个国家或是一个国家的一部分，也可能覆盖若干个国家。

2. MSC区

MSC区是指由一个MSC所控制的所有小区共同覆盖的区域的总和，由一个或若干个位置区组成。

### 3. 位置区

位置区是指移动台可以任意移动而不需要进行位置更新的区域，由一个或若干个小区（或基站区）组成。为了呼叫移动台，一般在一个位置区内的所有基站同时发送寻呼信号。

### 4. 基站区

由位于同一基站的一个或若干个基站收发信台（BTS）包括的所有小区覆盖的区域称为基站区。

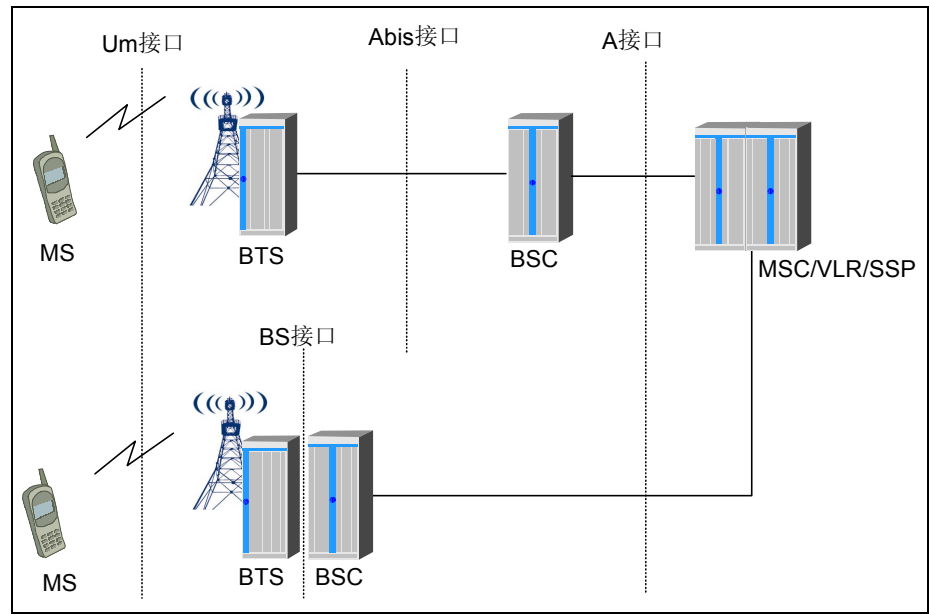
### 5. 小区

采用基站识别码或全球小区识别码进行标识的无线覆盖区域称为小区，当基站采用全向天线结构时，小区即为基站区。GSM小区也有大小之分，大者，小区半径可达35km，适用于农村地区；小者，小区半径可降至2km左右，适用于城市；再小者，小区半径可降到几百米，适用于城市高密度业务区。

3.5 GSM系统的接口

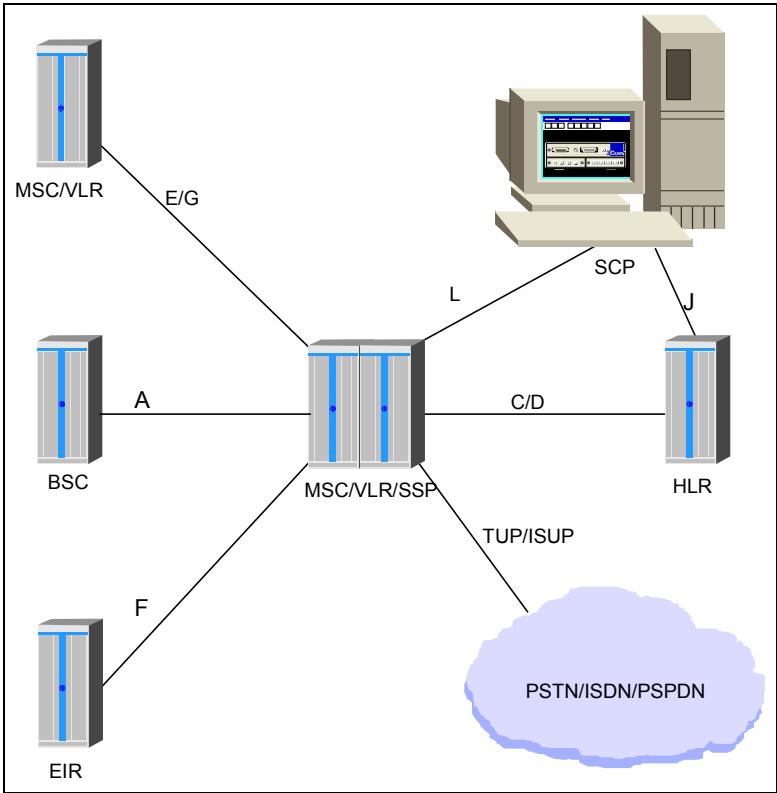
为了保证网络运营商能在充满竞争的市场条件下灵活选择不同供应商提供的系统设备，GSM系统在制定技术规范时就对其子系统之间及各功能实体之间的接口和协议作了明确的、规范性的严格定义，使不同供应商提供的GSM系统设备能够符合统一的GSM技术规范而达到互连、互通和灵活组网的目的。

GSM系统的接口如图3-4和图3-5所示。



MSC: 移动交换中心                      VLR: 拜访位置寄存器                      SSP: 业务交换点  
BSC: 基站控制器                      BTS: 基站收发信台                      MS: 移动台  
A接口: MSC与BSC之间的接口    Abis接口: BSC与BTS之间的接口  
BS接口: Abis接口的特例 (用于定义BSC与BTS间距离小于10米时的标准)  
Um接口: BTS与MS之间的空中接口

图3-4 GSM子系统的接口



MSC: 移动交换中心      VLR: 拜访位置寄存器      SSP: 业务交换点  
HLR: 归属位置寄存器    EIR: 设备识别寄存器      BSC: 基站控制器  
TUP: 电话用户部分      ISUP: ISDN用户部分      SCP: 业务控制点  
PSTN: 公用电话网      ISDN: 综合业务数字网      PSPDN: 分组交换公用数据网  
A: MSC/VLR/SSP与BSC之间的接口    F: MSC/VLR/SSP与EIR之间的接口  
E: MSC之间的接口                    G: VLR之间的接口  
C: MSC与HLR之间的接口               D: D为VLR与HLR之间的接口  
L: MSC/VLR/SSP与SCP之间的接口      J: HLR与SCP之间的接口

图3-5 GSM网络侧标准接口

下面主要介绍各接口的功能。

**A接口**

A接口定义为网络子系统（NSS）与基站子系统（BSS）间的通信接口。从系统上来讲，就是移动交换中心（MSC）与基站控制器（BSC）之间的接口，物理链路采用标准的2.048Mbit/s的数字传输链路实现。此接口传递的信息包括移动台管理、基站管理、移动性管理、接续管理等。

**Abis接口**

Abis接口定义了基站子系统（BSS）中基站控制器（BSC）和基站收发信台（BTS）之间的通信标准，用于远端互连方式。而图3-4中的BS接口是Abis接口的特例，用于定义基站控制器（BSC）与基站收发信台（BTS）间距离小于10米时的标准。BSC与BTS之间采用标准的2.048Mbit/sPCM数字链

路来实现。此接口支持所有面向用户提供的服务，并支持对BTS无线设备的控制和无线频率的分配。

### Um接口

Um接口（空中接口）定义为移动台与基站收发信台（BTS）之间的通信接口，用于移动台与GSM系统的固定部分之间的互通，物理链路是无线链路。此接口传递的信息主要包括无线资源管理信息、移动性管理信息和接续管理信息等。下一节将详细介绍其基本特征。

### C接口

C接口定义为MSC与HLR之间的通信接口。当移动台（MS）作被叫时，C接口用于MSC从HLR获得被叫MS的路由信息；当向MS传短消息时，C接口用于短消息中心关口MSC从HLR获得MS目前所在的MSC号码。

### D接口

D接口定义为VLR与HLR之间的通信接口。该接口用于与交换有关的移动台位置信息及用户管理信息。为保证移动用户在整个服务区内能够建立和接受呼叫，则必须要在VLR与HLR之间交换数据。如VLR需要告知HLR其所属的移动用户当前的位置信息，HLR需要把所有与VLR有关的业务数据发送给VLR。如果用户所在的VLR区域已经发生改变，HLR还需要删除移动用户在漫游VLR中的位置信息及业务数据；另外，用户对所使用业务的修改请求的实现（如补充业务操作）及运营者对用户数据的修改都要通过D接口交换数据。

### E接口

E接口定义为MSC与MSC之间的通信接口。当移动台（MS）在一个呼叫进行过程中，从一个移动交换中心（MSC）控制的区域移动到另一个移动交换中心（MSC）控制的区域时，为不中断通信需要执行切换过程。E接口正是用于MSC之间交换数据以启动和实现切换操作，同时还可用于传送短消息。

### G接口

G接口定义为VLR与VLR之间的通信接口。当移动用户漫游到新的VLR控制区域并且采用临时移动用户识别码（TMSI）而发起位置更新时，此接口用于当前VLR从前一个VLR取得IMSI及鉴权集。

### F接口

F接口定义为MSC与EIR之间的通信接口。当MSC需要检查国际移动设备识别码（IMEI）的合法性时，需要通过F接口和EIR交换与IMEI有关的信息。

### L接口

SSP与SCP之间的接口。通过该接口，实现业务交换功能（SSF）通知业务控制功能（SCF）进行补充业务调用。

### J接口

SCP与HLR之间的接口。业务控制功能（SCF）进行补充业务调用时，通过该接口实现与HLR之间的信息交换。

### B接口

B接口定义为VLR与MSC之间的通信接口。该接口用于移动交换中心（MSC）向拜访位置寄存器（VLR）询问移动台（MS）的当前位置信息和（或）业务信息的有关操作；或者通知拜访位置寄存器（VLR）更新移动台（MS）的当前位置信息的有关操作，或者用于补充业务或短消息的有关操作等。

通常，实用化的GSM系统结构一般把VLR和MSC集成在同一实体内，象大多数厂商一样，M900/M1800也采用这种结构。相应地，B接口变成一内部接口；C接口和D接口可以用同一物理连接；E接口和G接口也可以用同一物理连接。

### GSM系统与固定网的接口

其它公用电信网泛指公用电信网（PSTN），综合业务数字网（ISDN），公用分组交换数据网（PSPDN）和电路交换公用数据网（CSPDN）。GSM系统通过MSC与这些公用电信网互连，其接口必须满足CCITT的有关接口和信令标准及各个国家邮电运营部门制定的与这些电信网有关的接口和信令标准。

根据我国现有公用电话网（PSTN）的发展现状和综合业务数字网（ISDN）的发展前景，GSM系统与PSTN的互连方式采用No.7信令系统的TUP接口，GSM系统和ISDN的互连方式采用No.7信令系统的ISUP接口，其物理链路是由MSC引出的标准2.048Mbit/s数字链路实现。

## 3.6 Um接口的基本特征

GSM系统的无线接口即Um接口，也就是通常所说的空中接口（Air Interface）。

### 3.6.1 主要特性参数

GSM系统占有两个25MHz的频带，890~915MHz用于移动台到基站的传输（反向链路），935~960MHz用于基站到移动台的传输（前向链路）。根据我国的实际情况，国家无线电管理委员会（简称国家无委）确定我国的GSM实用频段为：905~915MHz用于前向链路，950~960MHz用于反向链路。GSM的双工方式为频分双工（FDD），多址方式为TDMA和FDMA混合多址方式，调制方式为 $BT=0.3$ 的高斯预滤波移频键控（GMSK）。前向和反向频带分成一系列带宽为200kHz的通道，每一通道用绝对射频信道号码（ARFCN）表示。ARFCN实际上为一前向和反向通道对，其间隔为45MHz，每一通道通过TDMA方式最多为8个移动台共享。

8个移动用户使用同一个ARFCN，每一个用户占用每帧的一个时隙（TS）。前向和反向链路上无线传输的数据速率为270.833kbit/s，考虑到GSM系统的一些附加控制信息，用户数据的实际传输速率为22.8kbit/s。每一个时隙（TS）的周期相等，均为 $576.92\mu s$ ，含有156.25比特，其中包括8.25比特的保护时间和总共6比特的发射机开、启时间。一个GSM帧的时长为4.615ms，其帧结构如图3-6所示。在25MHz的频带内，可用通道的总数为125，由于每一通道含8个时隙，故GSM系统总的业务信道数为1000。但实际上，GSM系统在其指配频谱的高端和低端，还各留了100kHz的保护频带，所以实际仅有124个通道可用。表3-1列出了GSM空中接口的主要参数。

表3-1 GSM空中接口标准

反向信道频段	890~915MHz
前向信道频段	935~960MHz
宽带通道数	124×2
收、发频率间隔	45MHz
收、发时隙间隔	3时隙
调制速率	270.833kbit/s
帧周期	4.615ms
每帧用户数（全速）	8
时隙周期	576.91s
比特时长（宽度）	3.6921s
调制方式	GMSK（BT=0.3）
载频间隔	200kHz
交织（最大延时）	40ms
话音编码比特率（全速）	13kbit/s

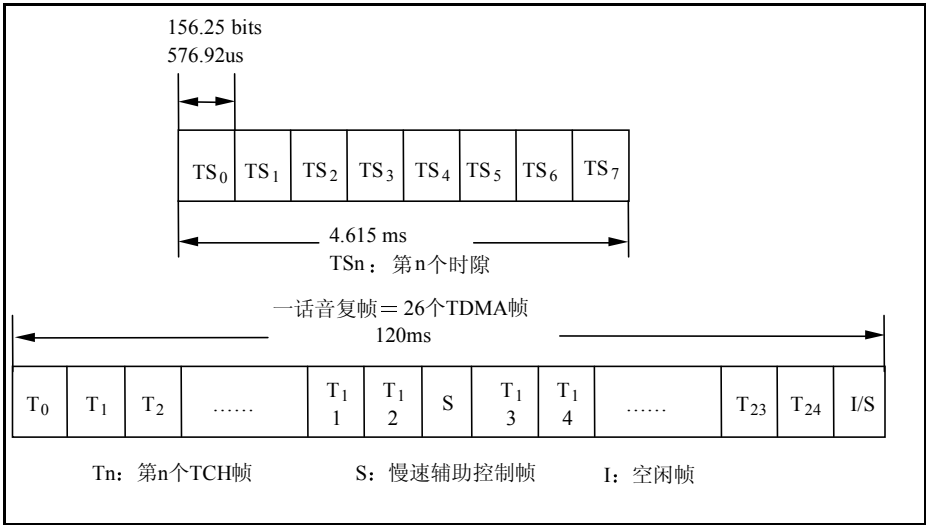


图3-6 话音信道帧和复帧结构

3.6.2 GSM系统的信道类型和帧结构

1. GSM系统的信道类型

不同的时隙号码与不同ARFCN可构成不同的前向和反向链路的双向物理信道。在GSM系统中，每一物理信道又可分时映射为不同的逻辑信道。也就是说，每一特定的时隙或帧，既可用来传输业务数据（语音、传真、可视图文



之类的用户数据），也可用于传输信令数据或控制信道数据（来自MSC、BS或移动用户）。GSM特别定义了许多不同的逻辑信道用于GSM网络物理层和数据链路层的连接。这些逻辑信道在高效地传输用户数据的同时，还可在第一ARFCN上提供一些网络的控制信息。GSM明确指配了一些时隙和帧用作特定的逻辑信道。

GSM的逻辑信道可分为业务信道（TCH）和控制信道（CCH）两大类。业务信道载有编码的话音或用户数据，其在前向和反向链路上的功能和格式是一致的。控制信道在基站和移动台间传送信令和同步数据，某些类型的控制信道仅定义在前向或反向链路上。在GSM系统中，TCH有6种不同的类型，CCH的类型则更多。下面分别介绍。

### (1) GSM业务信道（TCH）

GSM业务信道既可全速率工作，也可半速率工作；既可传送编码的话音，也可传送用户数据。若以全速率工作，用户信码包含在每帧的一个时隙中；若以半速率工作，用户信码映射到同一时隙，但交替在不同的帧中发射。也就是说，两个半速率信道用户可共享同一时隙，但交替在不同帧中发射。

在GSM系统中，对每个小区用作广播的ARFCN，其TDMA帧的TS0不能用于传送TCH信码（因为在多数情况下，该时隙留作传送突发控制信道信码）。每传送13个TCH的信码帧后，需传送1帧SACCH数据或空闲帧，图3-7说明了连续帧的传送过程。每26个连续的TDMA帧称为1个复帧，其中，第13帧和26帧用于传送SACCH数据或空闲帧。若采用全速TCH，则第26帧为空闲帧；若采用半速TCH，则第26帧为SACCH数据帧。

#### ① 全速业务信道

- 全速话音信道（TCH/FS）

全速话音信道传送用户语音，其数字编码后的原始信码速率为13kbit/s，经信道编码后，全速话音信道传送速率为22.8 kbit/s。

- 9600bit/s全速数据信道（TCH/F9.6）

全速数据业务信道传送用户数据的原始速率为9600bit/s，按GSM规范进行前向纠错编码后，9600bit/s的数据以22.8kbit/s发送。

- 4800bit/s全速数据信道（TCH/F4.8）

全速数据业务信道传送用户数据的原始速率为4800bit/s，按GSM规范进行前向纠错编码后，4800bit/s的数据以22.8kbit/s发送。

- 2400bit/s全速数据信道（TCH/F2.4）

全速数据业务信道传送用户数据的原始速率为2400bit/s，按GSM规范进行前向纠错编码后2400bit/s的数据以22.8kbit/s发送。

#### ② 半速业务信道

- 半速话音信道 (TCH/HS)

半速话音信道以全速率一半的速率传送数字话音信码。GSM规范对声码器性能作了预先考虑,使之能以6.5kbit/s的速率输出数字话音信码,经信道编码后,半速话音信码以11.4kbit/s的速率传送。

- 4800bit/s半速数据信道 (TCH/H4.8)

半速数据业务信道 (TCH/H4.8) 传送用户数据的原始速率为4800bit/s,按GSM规范进行前向纠错编码后,4800bit/s的数据以11.4kbit/s的速率传送。

- 2400bit/s半速数据信道 (TCH/H2.4)

半速数据业务信道 (TCH/H2.4) 传送用户数据的原始速率为2400bit/s,按GSM规范进行前向纠错编码后,2400bit/s的数据以11.4kbit/s的速率传送。

## (2) GSM控制信道 (CCH)

GSM系统主要有三种控制信道 (CCH),即广播信道 (BCH)、公共控制信道 (CCCH) 和专用控制信道 (DCCH)。每一控制信道由一系列逻辑信道构成,每一逻辑信道完成一些必要的GSM控制功能。

GSM的BCH和前向CCCH仅在一定ARFCN通道的特定时隙上传送,特定的BCH和前向CCCH分配在TS0,且仅在那些ARFCN通道用作广播信道的51帧的帧序列 (称为控制信道复帧) 的一定帧中广播。TS1到TS7仍传送TCH业务信码。这样,用作控制信道的那些ARFCN信道仍然能够有7个时隙传送全速用户信码。

GSM特别指定第34个ARFCN宽带通道作为广播信道。对每一广播信道,第51帧不含任何BCH/前向CCCH数据,可视为空闲帧。但是,反向CCCH能够接受移动用户在任意帧甚至空闲帧的在TS0发射的数据。另一方面,DCCH数据可在任一帧的任一时隙发送,甚至整个帧都可用于DCCH数据传输。下面,我们将详细描述GSM控制信道。

### ① 广播信道 (BCH)

每一小区的广播信道仅在特定ARFCN的前向链路上工作,且仅在一定GSM帧的第1时隙 (TS0) 传送数据。与双向链路的TCH不同,BCH仅用于前向链路。BCH用作基站附近移动台识别和锁定TDMA信道的标志信道。BCH为小区内所有移动台提供同步信息,并能被相邻小区的移动台接收并监视,这样,需越区切换的用户可判断接收到的功率并作出移动分配指针偏移 (MAHO) 决定。TS0用于传送BCH数据,同一ARFCN上GSM帧的其它7个时隙可用于传送TCH信码、DCCH数据,或填入“假”突发数据。小区内其它ARFCN的所有8个时隙都可用于传送TCH信码或DCCH数据。

BCH分为三种信道,下面分别加以描述。

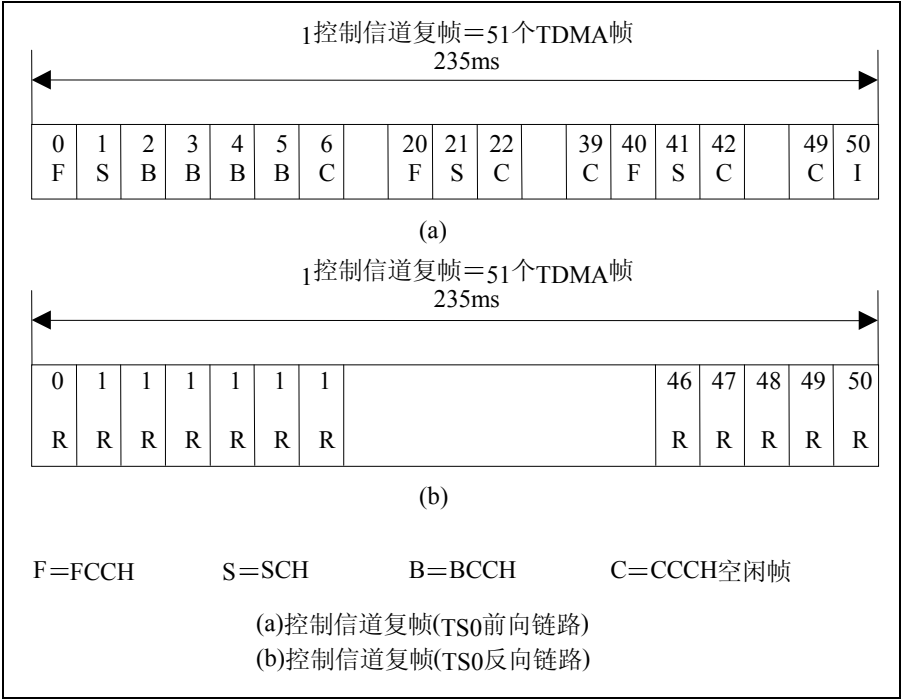


图3-7 控制信道帧和复帧结构

- 广播控制信道（BCCH）  
BCCH在前向控制信道上广播系统信息，如小区和网络识别信息，小区的工作参数（现行控制信道结构、可用信道和阻塞信息）等，BCCH也广播小区内正在使用的信道清单，控制信道复帧的第2到第5帧（每51帧中的4帧）传送BCCH数据。注意图3-7中，传送BCCH数据的TS<sub>0</sub>在一些特定帧中，而其它BCH信道（FCCH和SCH）、公共控制信道（CCCH）或空闲帧（第51帧）在其它帧中。
- 频率校正信道（FCCH）  
FCCH传送一种特殊的突发数据，它占用第1个GSM帧（0帧）的TS<sub>0</sub>，在控制信道的复帧中，每隔10帧重复一次。FCCH使每一移动台的本振频率与基站严格同步。
- 同步信道（SCH）  
SCH在紧随FCCH帧的下一个帧的TS<sub>0</sub>进行广播，其载有供移动台帧同步和基站收发信台识别的信息。帧号码（0~2715647）和基站识别码（BSIC）同时在SCH突发数据块中传送。在一个GSM系统中，每个BTS的BSIC是唯一的。由于移动台与基站的距离可能远达35km，移动用户的定时常需调整，以便基站接收到的信号能与基站时钟同步。基站通过SCH向移动台

传送粗略的定时步进命令。在控制信道复帧中，每隔10帧传送一次SCH。

## ② 公共控制信道（CCCH）

公共控制信道占用那些用来作BCH或空闲帧的TS<sub>0</sub>。CCCH由三种不同的信道组成，即寻呼信道（PCH）、随机接入信道（RACH）和允许接入信道（AGCH），第一种和第三种信道是前向信道，第二种信道是反向信道。CCCH是一个最常用的控制信道，用于寻呼某一移动用户，为用户指配信令信道和接收移动台的服务要求。下面，我们分别描述这些信道。

- 寻呼信道（PCH）

PCH用于寻呼基础小区内的所有移动台，通知某一被叫移动台表明有对它的呼叫。PCH发送被叫移动台的国际移动用户识别号（IMSI），移动台通过RACH做出应答。PCH也可用作小区广播，向小区内的所有移动台广播ASCII文本消息，作为GSM系统短消息业务（SMS）性能的一部分。

- 随机接入信道（RACH）

RACH是一个反向连接信道，用于移动台应答PCH对其的寻呼，也可用于移动台主叫。所有移动台的接入要求或对PCH寻呼的响应都在GSM帧的TS<sub>0</sub>内完成，BTS能接收每一帧（即使是空闲帧）TS<sub>0</sub>的RACH的要求，并指配一个独立专用控制信道（SDCCH）作为通话时的信令信道。这一过程由基站通过允许接入信道（AGCH）完成。

- 允许接入信道（AGCH）

AGCH用于从基站到移动台的前向信道，用于给移动台分配特定的物理信道（时隙和ARFCN）或专用控制信道。在移动台关闭控制信道以前，基站通过AGCH发出最后的CCCH信息，对移动台在前一CCCH中所发出的信息作出响应。

## ③ 专用控制信道（DCCH）

在GSM系统中专用控制信道共有3种，专用控制信道也是双向的，其前向和反向传输信息的格式和功能也是一样的。和TCH一样，除了BCH的ARFCN的TS<sub>0</sub>以外，DCCH可占用任一ARFCN的任一时隙。独立专用控制信道（SDCCH）用于提供必要的信令服务，慢速和快速辅助控制信道（SACCH和FACCH）用于监测通信过程中基站和移动台之间的数据传输。

- 独立专用控制信道（SDCCH）

SDCCH用于基站完成TCH分配之前的移动台和基站间的信号传输。一旦基站和MSC校验完移动台的合法性并为之分配信道之后，SDCCH当前的

任务就已完成。SDCCH可确保移动台和基站的正常连接。SDCCH可看作等待基站分配TCH之前，通过BCH建立一个新的呼叫并保持呼叫的一种临时信道。当移动台与基站完成帧同步后，SDCCH就用于发送鉴权信息和其它告警信息（非语音）。SDCCH自身可占用一物理信道传输信息，若BCH或CCCH业务要求较低时，也可占用BCH的TS<sub>0</sub>传输。

- 慢速辅助控制信道（SACCH）

SACCH总是映射到同一物理信道上辅助TCH或SDCCH工作，因此，在每一ARFCN上，系统自动传送其所有现行用户的SACCH数据，SACCH传送MS和BTS间的一般信息。在前向信道上，SACCH传送慢速但有序变化的控制信息给移动台，如发射功率电平指标、ARFCN上每一用户的特殊定时调整信息；在反向信息上，SACCH传送关于TCH的接收信号强度和质量以及相邻小区对TCH测量结果。SACCH在语音/专用控制信道复帧中的第13帧（若半速率传输则为第26帧）传输，这一帧的8个时隙为该ARFCN上的8个全速率用户（或16个半速率用户）传送SACCH数据。

- 快速辅助控制信道（FACCH）

FACCH传送紧急信息，其传送的信息类型和SACCH基本一致，但仅在由SDCCH来分配且有紧急信息需传送时（如越区切换）才分配FACCH。其通过从业务信道“借取”的帧来实现接续。具体方法是在TCH前向信道设置两个称为“借用”比特，以表示该帧传送的是FACCH数据而不是TCH信码。

## 2. GSM系统的帧结构

GSM系统的每一个用户在分配给它的时隙内传送突发数据序列共有5种可能的格式。图3-8为用于不同的控制信道和业务信道的5种突发数据格式。通用突发序列用于双向链路的TCH和DCCH的信息传输；频率校正信道（FCCH）和同步信道（SCH）突发序列用于在前向信道上特定帧（如图3-7所示）的TS<sub>0</sub>内广播频率和同步控制信息的传输；随机接入信道（RACH）突发序列用于所有移动台向基站提出入网请求；虚拟突发序列用于填充前向信道上未用时隙。

通用突发序列					
3 位起始比特	58 位信息比特	26 位训练比特	58 位信息比特	3 位尾比特	8.25 比特保护时间
频率校正信道突发序列					
3 位起始比特	142 位固定比特			3 位尾比特	8.25 比特保护时间
同步信道突发序列					
3 位起始比特	39 位信息比特	64 位扩展训练比特	39 位信息比特	3 位尾比特	8.25 比特保护时间
随机接入信道突发序列					
8 位起始比特	41 位同步比特	36 位信息比特		3 位尾比特	68.25 比特保护时间
虚拟突发序列					
8 位起始比特	58 位混合比特	26 位训练比特	58 位混合比特	3 位尾比特	8.25 比特保护时间

图3-8 GSM的突发序列

突发序列的数据长度为148比特，传输速率为270.833 kbit/s（每个突发序列的末尾还有8.25比特的保护时间）。在每个TS的148比特中，载有信息的比特共114个，分成两个位于突发序列头部和尾部的58比特的序列，中间部分为26比特的训练比特，移动台或基站在对用户数据解码前，利用接收到的训练序列来分析无线信道的特性以便进行自适应均衡。在训练序列的两边是称为借用标志的控制比特，这两个标志用来区分该TS传输的是话音（TCH）还是控制（FACCH）数据。在一帧内，GSM移动台利用一个TS发射，一个TS接收，还有6个共享TS可用于测量5个相邻基站及自身基站的信号强度。

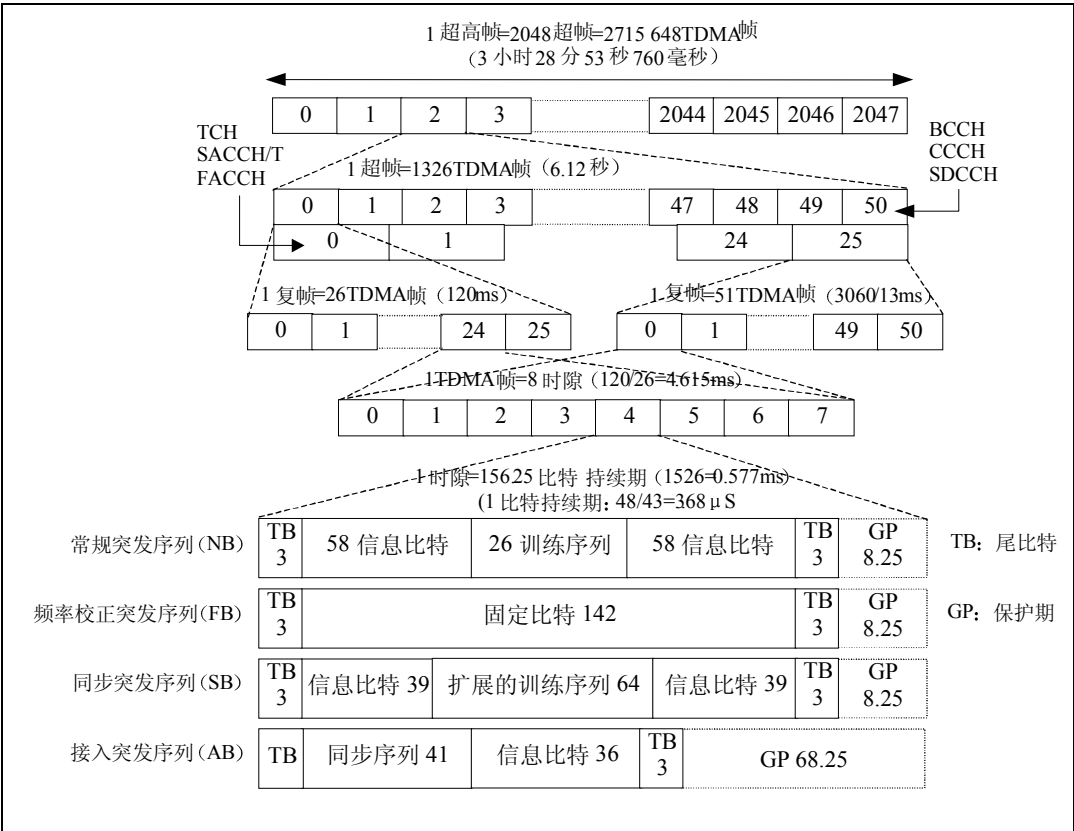


图3-9 GSM帧结构

由图3-9，每TDMA帧有8个时隙，帧周期为4.615ms，一帧共有 $8 \times 156.25 = 1250$ 比特，其中有一些比特周期是作为保护时间系统来使用。帧比特率为270.833kbit/s，或每秒216.66帧。第13帧或26帧不用于业务传输，作为控制信道使用。多个TDMA帧结构成复帧，多个复帧又构成超帧，多个超帧又构成超高帧（图3-9中未画出超高帧）。1个复帧含有26个TDMA帧或51个TDMA帧。一个超帧含有1326个TDMA帧。1超高帧含有2048超帧或2,715,648个TDMA帧。1个完整的超高帧大约持续3小时28分54秒，用于GSM的话音和数据加密。由于加密算法有赖于具体的帧号，1个超高帧含有相当多的帧号，故安全性能得到保证。

图3-9所示控制信道复帧含有51个TDMA帧（235.365ms），不同于业务/专用控制信道复帧含有26个TDMA帧（120ms）。这样，进一步加强了GSM的安全性，任一个GSM移动用户（无论在本小区或相邻小区），不论他们是否正在使用特定的帧或时隙，通过BCH都能接收到SCH和FCCH传送的信息。

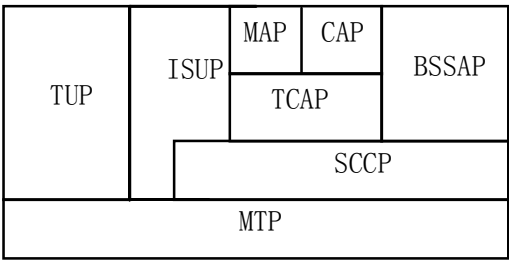
3.7 GSM系统的协议

3.7.1 协议的基本概念

协议是GSM各功能实体间的共同“语言”，通过各个接口相互传递有关的消息，为完成GSM通信和管理功能建立起有效的信息传输通道。GSM系统NSS部分局间移动信令的交互和话音传送是以No.7信令为支撑平台的。其中移动信令的支持是由MTP（消息传递部分）、SCCP（信令连接控制部分）、TCAP（事物处理部分）来完成的，在此基础上通过MAP信令来完成移动数据的传送和转接；话音的控制仍是由MTP（消息传递部分），TUP（电话用户部分）或ISUP（ISDN用户部分）的信令来完成的。在No.7信令系统的支撑下，GSM系统才能够完成其特有的移动通信功能。

3.7.2 MSC七号协议的分层结构

MSC的No.7信令协议分层结构如图3-10所示。



TUP: 电话用户部分      BSSAP: BSS应用部分  
ISUP: ISDN用户部分    SCCP: 信令连接控制部分  
MAP: 移动应用部分    CAP: CAMEL应用部分  
MTP: 消息传递部分    TCAP: 事务处理应用部分

图3-10 应用于GSM系统的No.7信令协议层

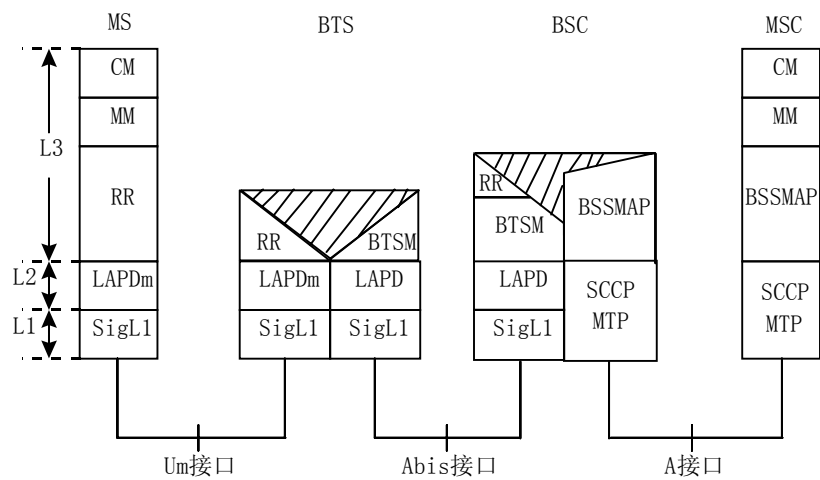
MSC与其它单元间的通信均由No.7信令系统支持。在NSS内部，与非呼叫相关的信令是采用移动应用部分（MAP），用于与NSS内部其它单元（如HLR）间的通信；与智能业务相关的信令采用CAP，用于与业务控制点（SCP）间的通信；与呼叫相关的信令则采用电话用户部分（TUP）和ISDN用户部分（ISUP），分别用于MSC间、MSC与PSTN及MSC与ISDN间的通信；BSSAP则用于MSC与BSC之间的信令连接。其中TUP和ISUP协议应符合各国制订的相应技术规范，MAP、BSSAP信令则必须符合GSM规范，CAP必须符合CAMEL规范。



3.7.3 系统协议的分层结构

GSM中不同的接口可能采用不同的物理链路，完成各自独特的功能。GSM系统各接口采用的分层协议结构同时考虑到了与ISDN的互通，符合开放系统互连（OSI）参考模型。分层的目的是允许隔离各组信令协议功能，按连续的独立层描述协议，每层协议在明确的服务接入点对上层协议提供它自己特定的服务。

MSC与其它网络单元的协议结构主要是基于No.7信令系统，在前面已经有介绍，下面给出了GSM系统中MS、BTS、BSC、MSC之间接口的分层协议基本结构示意图，如图3-11所示。



CM: 接续管理      BTSM: BTS的管理部分      MTP: 信息传递部分  
MM: 移动性管理      Um: MS与BTS间接口      MSC: 移动业务交换中心  
RR: 无线资源管理      Abis: BTS与BSC间接口      BSC: 基站控制器  
MS: 移动台      SCCP: 信令连结控制部分      BTS: 基站收发信台  
L1-L3: 信号层1-3      A: BSC与MSC间接口      BSSMAP: 基站子系统移动应用部分  
LAPDm: ISDN的Dm数据链路协议

图3-11 系统主要接口的协议分层结构

其中三层协议介绍如下：

(1) 信号层1（也称为物理层）

这是无线接口的最低部分，提供传送比特流所需的物理链路，为高层提供各种不同功能的逻辑信道，包括业务信道和控制信道，每个逻辑信道有它自己的逻辑接入点。

(2) 信号层2

主要目的是建立移动台和基站间可靠的专用数据链路，Um接口中的L2协议

基于ISDN的D信道接入协议（LAP-D），但作了改动，因而在Um接口中的L2协议称为LAPDm。

(3) 信号层3

主要传送控制和管理信息。L3包括三个基本子层：无线资源管理（RR）子层，移动性管理（MM）子层和接续管理（CM）子层。其中接续管理（CM）子层中含有多个呼叫控制（CC）单元，提供并行呼叫处理；还有补充业务（SS）单元和短消息业务管理（SMS）单元，用于支持补充业务和短消息业务。

3.7.4 A接口协议的分层结构

A接口信令协议的分层结构如图3-12所示。

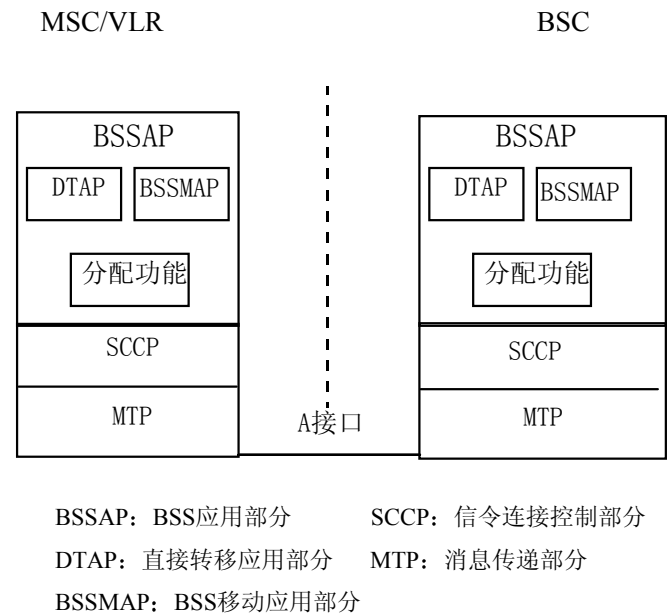


图3-12 A接口信令协议的分层结构

基站要自行控制或在MSC的控制下实现对蜂窝的管理这一无线功能，无线资源管理子层（RR）即是定义此功能的，无线资源管理子层（RR）消息在BSS中进行处理和传递，映射成BSS移动应用部分（BSSMAP）的消息在A接口中传递。

移动性管理子层（MM）和接续管理子层（CM）都至MSC终止，MM和CM消息在A接口中是采用直接转移应用部分（DTAP）传递，基站子系统（BSS）则透明传递MM和CM消息。

### 3.8 GSM系统的编号方案

GSM系统的号码计划应能满足下面几点要求：

- 任何PSTN、移动用户能够与GSM PLMN的移动用户互相进行呼叫，这意味着移动MSISDN号码应与每个国家使用的MSISDN号码计划相适应。
- 能够使每个运营部门开发自己独立的移动台号码计划。
- 号码计划不应限制移动台在不同GSM PLMN之间漫游的可能性。
- 能够在不改变分配给移动台的IMSI条件下改变移动台的MSISDN号码。

下面分别介绍GSM中的主要识别码。

- **国际移动用户识别码（IMSI）**

IMSI是在PLMN中唯一识别一个移动用户的号码，此号码在GSM系统所有服务区中都是有效的。在呼叫建立与位置更新时，需要用到IMSI，IMSI保存在HLR、VLR和SIM卡中。IMSI组成如图3-13所示。它的总长不超过15位数，采用十进制编码。

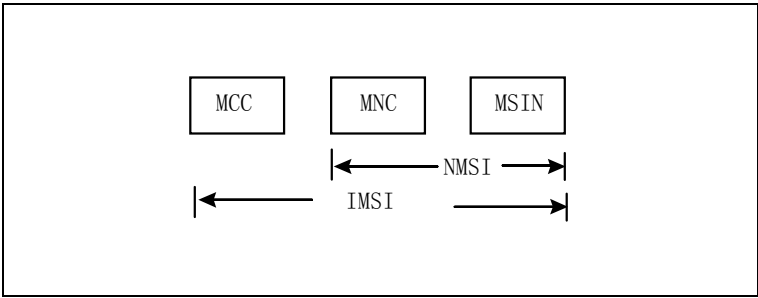


图3-13 IMSI组成

MCC—移动国家码，由3位数组成，唯一地识别移动用户所属的国家。中国的MCC规定为460。

MNC—移动网号，最多由2位数组成，识别移动用户所归属的移动通信网。

MSIN—移动用户识别码，唯一地识别某一移动通信网中的移动用户。

NMSI—国家移动用户识别码，由MNC和MSIN组成。

例如：MCC+MNC+MSIN=460+00+1895000000（共15位）。

• 临时移动用户识别码（TMSI）

给移动用户分配TMSI，主要考虑到移动用户的安全性。为了避免IMSI在空中被窃取，凡是在空中接口传递的IMSI都用TMSI代替。TMSI由VLR管理，与位置区相关。当某用户进入一个新的位置区进行位置更新时，由新位置区的VLR给来访的用户分配一个唯一的TMSI，在该用户离开该位置区时释放TMSI。TMSI在呼叫建立和位置更时都可以使用。TMSI总长不超过4个字节。结构由当地电信部门自定。

例如：35 6f 70 5e（可由运营商灵活配置）。

• 本地移动用户识别码（LMSI）

为了加速VLR对用户数据的查询，还可使用辅助性的本地移动用户识别码LMSI，它是在位置更新时，VLR暂分配给来访用户的一个唯一识别码。LMSI虽属可选，但如果在每次呼叫基础上分配移动用户漫游号码MSRN时，则需使用LMSI。LMSI由4字节组成，结构由运营部门自定。

例如：35 6f 70 5e（可由运营商灵活配置）。

• 国际移动设备识别码（IMEI）

IMEI唯一地识别一个移动台设备。组成如图3-14所示。

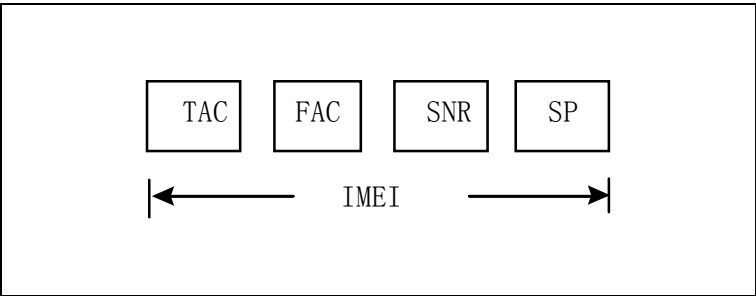


图3-14 IMEI的组成

TAC—型号批准码，由欧洲型号批准中心分配。

FAC—最后装配码，表示生产厂或最后装配所在地。由厂家自行编码。

SNR—序号码，这个数字的独立序号唯一地识别每个TAC和FAC的每个设备。

SP—备用。

例如：448886546703465（15位）。

• 移动台国际识别号码（MSISDN）

MSISDN是指主叫用户为呼叫移动用户而拨叫的号码，组成如图3-15所示。

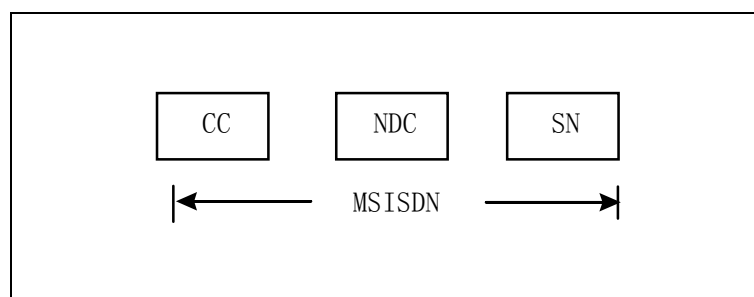


图3-15 MSISDN的组成

CC—国家码，即移动台登记注册的国家码，中国为86。

NDC—国内目的码，即网络接入号，每个PLMN可以分配多个NDC。

SN—移动用户号码。

由NDC和SN确定的国内有效MSISDN号码，由各个国家运营部门自己决定。

例如：NC+NDC+NC=86+139+01890000（共13位）。

- **移动台漫游号码（MSRN）**

当呼叫一个移动用户的时候，为使网络进行路由选择，VLR临时分配给移动用户的一个号码。在每次移动台有来话呼叫时，根据HLR的请求，临时由VLR分配一个MSRN，此号码只在某一时间范围（比如90秒）内有效。

MSRN的组成与MSISDN相同，最大为15位数。对于在某一特定区域漫游的移动台，MSRN号码在被访VLR区域内是唯一有效的。

例如：8613900189522（共13位）。

- **信道切换号码（HON）**

此号码用于两个移动交换区（MSC区）间进行切换时，为建立MSC间通话链路而临时使用的号码，它类似于MSRN的组成。

HON在格式上与MSRN一样。

- **位置区识别码（LAI）**

在检测位置更新和切换的需求时，要使用位置区识别码LAI，如图3-16所示。

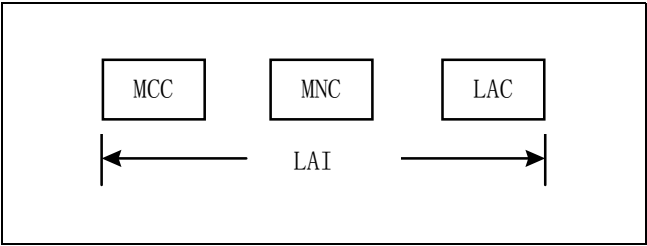


图3-16 LAI的组成

MCC—移动国家码，与IMSI中的MCC相同。

MNC—移动网号，与IMSI中的MNC相同。

LAC—位置区码，用于识别移动通信网中的一个位置区，最多为2个字节长度的16进制编码，全部为0的编码不用于表示某个位置区。LAC可由各运营部门自定。

例如：MCC+MNC+LAC= 460+00+71c0。

• 全球小区识别（GCI）

GCI是在所有GSM PLMN中作为小区的唯一标识，是在LAI的基础上再加上小区识别（CI）组成，CI为两字节长度的16进制编码。由各运营部门自定。

例如：LAI+CI=4600071c0527b。

• 基站识别色码（BSIC）

BSIC用于采用相同载频的、相邻的、不同的基站收发信台（BTS）的识别。特别用于识别在不同国家的边界地区采用相同载频的相邻BTS，BSIC为一个6比特编码，组成如图3-17所示。

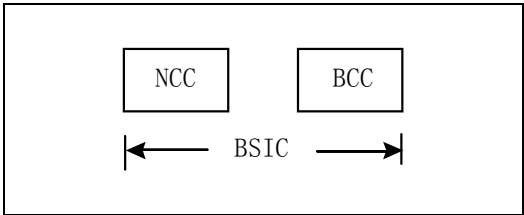


图3-17 BSIC的组成

NCC—网络色码，用来唯一识别相邻国家不同的PLMN。

BCC—基站色码，用来唯一识别采用相同载频的相邻BTS。

BSIC主要用于工程设计中。

例如：NCC+BCC=011897。

## 3.9 GSM系统的主要业务

GSM系统提供的业务种类主要有电信业务、承载业务、补充业务及智能业务，下面分别简单介绍。

### 3.9.1 电信业务

GSM系统提供的电信业务包括话音业务、短消息业务及传真业务。

#### 1. 语音业务

话音业务包括电话业务、紧急呼叫业务以及特服类紧急呼叫业务。

- 电话业务

电话业务是GSM系统提供的最重要的业务，向移动用户提供与PSTN网用户、ISDN网用户、PLMN网用户及模拟蜂窝移动用户之间的全自动电话业务以及各类特种业务。

- 紧急呼叫

根据GSM的专用术语，紧急呼叫是由电话业务演变来的一项独立业务，它允许移动用户在紧急情况下通过一种简单的拨号方式将紧急呼叫接入紧急服务中心。这种简单拨号方式可以拨叫紧急服务中心的号码，有些GSM移动台具备SOS键，一按此键就可接入紧急服务中心。此业务优先于其它业务，在移动台没有插入SIM或移动台处于锁定状态时，也可按此键接入紧急服务中心。

- 特服类紧急呼叫

特服类紧急呼叫业务允许移动用户在紧急情况下直接拨打特服类紧急号码（如110、119、120），依据用户所处基站位置就近接入相应的匪警中心110、火警中心119或急救中心120等特服中心。此类呼叫可以产生告警，并且可以选择设定是否对用户进行计费。此业务在移动台没有插入SIM卡或移动台处于锁定状态时，也可进行特服类紧急呼叫。

#### 2. 短消息业务

短消息业务，是目前GSM系统中唯一只利用信令信道即可完成的电信业务，它可同时与话音等业务并行。该业务给GSM移动用户提供了一种简单实用、拓展功能丰富的文字信息交互平台。从这一平台最基本的业务功能而言，点到点短消息业务实现了移动台用户之间的双向寻呼功能，短消息小区广播业务向移动用户提供各种公众广播文字信息。

GSM能传输的短消息业务主要包括：点到点的短消息业务以及点到多点的短消息业务。其中，点到点的短消息业务又包括短消息始发以及短消息终接业务；点到多点的短消息业务主要指短消息小区广播业务，即每隔一定时间间

隔对所在地理区域内的所有用户广播的短消息。

点对点短消息业务是由短消息业务中心完成存储并进行前转的，短消息业务中心是与GSM系统相分离的一个独立实体，它不仅可服务于GSM用户，也可服务于具备接收短消息业务功能的固定网用户。尤其是其把短消息业务与语言信箱业务相结合更能发挥这两种业务的优势。点对点短消息的传送应该在系统和移动台处于空闲或呼叫状态时进行，由控制信道传送短消息业务的信息，其信息量限制为160个ASCII字符（每个字符7比特）。

下面分别介绍各种短消息业务。

- 短消息始发

由移动用户发送到短消息中心的短消息业务。

- 短消息终接

由短消息中心发送给移动用户的短消息业务。

- 短消息小区广播

由短消息中心发送给位于同一个小区的移动用户的短消息业务。小区广播短消息业务是在GSM网络某一特定区域内以一定的时间间隔向移动台重复广播一些具有通用意义的短消息，如道路交通信息和气象信息等。移动台连续不断地监视广播信息，并在移动台上向用户显示广播信息。小区广播短消息也在控制信道上传送，其信息量限制为93个ASCII字符。

### 3. 传真业务

传真业务允许三类传真设备与GSM PLMN的移动台相连，在PSTN/ISDN到GSM PLMN或GSM PLMN内建立传真连接。

- 自动传真

指对三类传真的自动呼叫或应答功能。

- 交替语音传真

在对语音和传真都具有通信要求的情况下，移动交换机可支持先语音、后传真的通信过程。

#### 3.9.2 承载业务

数据通信特别是Internet在近十年来得到了长足的发展，同时整个电信网络正朝着宽带化、智能化、个人化的方向发展。目前GSM运营商愈来愈重视向用户提供更为优质的服务，向用户提供包括数据业务在内丰富的业务是改进服务的重要方面。

GSM系统从一开始就考虑兼容多种在ISDN中定义的承载业务，满足GSM移



动用户对数据通信服务的要求。GSM系统设计的承载业务不仅使移动用户之间的数据通信成为可能，更为重要的是能为移动用户与PSTN和ISDN用户之间通过数据通信服务，还能够实现GSM网络和公用数据网（PDN）的互通。在无线传输许可的条件下，GSM规范定义了10大类30多种数据业务，为用户提供多种速率的透明或不透明数据通信服务。

### 3.9.3 补充业务

补充业务是对基本电信业务的变换和补充。由于提供给用户的补充业务是以基本电信业务为基础的，补充业务不能作为一项独立业务提供给用户使用，而是要与具体的一项或多项基本业务一起提供给用户使用。

补充业务主要是允许用户选择怎样由网络处理呼入和呼出，或者给用户提供一些信息以使其能充分利用基本业务。

GSM的目标是提供最广泛的补充业务。按照GSM规范定义，补充业务包括号码识别类补充业务、呼叫转移类补充业务、呼叫完成类补充业务、多方会话类补充业务、社团类补充业务、计费类补充业务、呼叫限制类补充业务等。在GSM规范中定义了8大类近30种不同的补充业务。

### 3.9.4 智能业务

- 预付费（Pre-Paid Service）

运营者对用户不进行身份认证，运营者与用户之间只存在预付费预约关系，用户只需预先交纳一定数目的金额或通过购买有固定面值的资金卡（如充值卡、储值卡、续值卡）等方式，即可在系统中建立帐户，作为自己的通话费用。在呼叫建立时，基于用户帐户的金额决定接受或拒绝呼叫，在呼叫过程中实时计费并减少用户帐户上已预付的金额，实现为其呼叫和使用其他业务预先支付费用。

- 移动虚拟专用网（Mobile Virtual Private Network）

使用本业务的用户可以利用GSM网的资源建立一个移动专用网，即建立在一个用户群内进行相互通信联系的网络，该网络称之为虚拟专用网。

- 分区分时计费（Cell and Time Discount）

经事先预约，网络能根据用户发起或接收呼叫时所处的小区位置决定是否给予优惠费率。优惠费率小区通常位于业务量较低的郊区和山区。

- 智能语音催缴话费（Press by Voice）

该业务完成对欠费用户的催缴工作，送完录音通知后进行正常的呼叫接续。

- 发端呼叫筛选 (Originating Call Screening)

用户的发端呼叫由发端呼叫筛选能力所控制。

- 终端呼叫筛选 (Terminating Call Screening)

用户的终端受话由终端呼叫筛选能力所控制。

- 发端呼叫搜索 (Originating Hunting)

该业务将发端用户的所有呼叫重新路由至一可替代的目的地址。在一张表中预先定义了若干个可替代的被叫号码，发端呼叫将依次接续至表中所有的号码，直到该呼叫被应答或表中号码搜索完毕为止。

- 终端呼叫搜索 (Terminating Hunting)

该业务适用于被叫用户在其它电信网络中有多个号码的情况。对用户的呼叫将按一预定的号码表依次接续，直到该呼叫被应答或表中号码搜索完毕为止。

- 个人优惠业务 (Personal Discount)

该业务实现对某些用户进行独立计费。该业务用于控制呼叫的费率，费率的改变可以基于呼叫的累计次数。

- 按主叫位置选择路由 (Origin Depend routing)

该业务提供给被叫用户，可以使预约用户根据来话所处的地理位置情况，将呼叫接续至不同的地点。例如可将来话接续到离主叫最近的话机上。

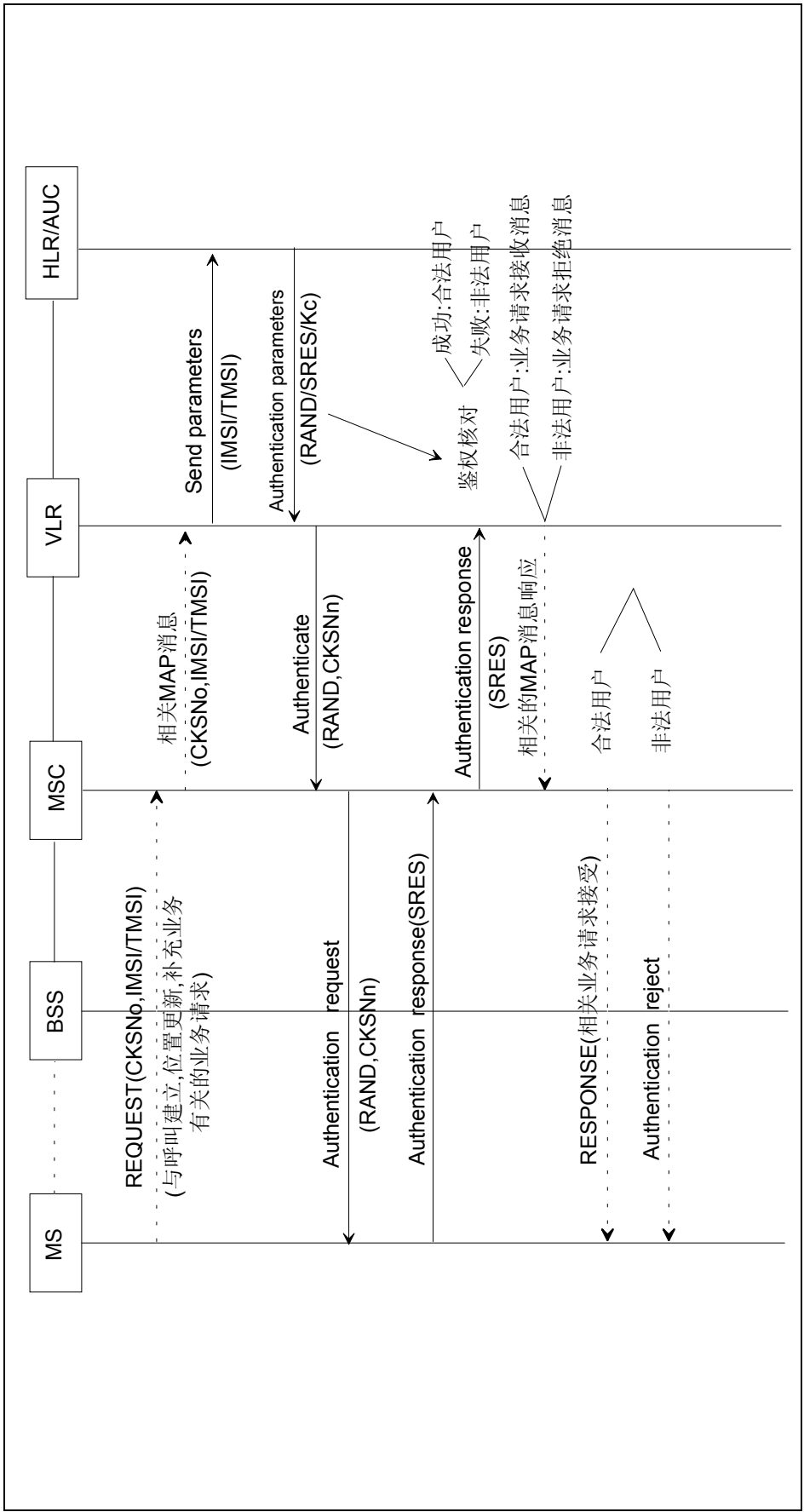
- 亲情号码 (Familiarity Number)

亲情号码业务允许用户自己定义几个（例如5个）首选号码，当业务用户呼叫这些号码时，可以得到比其他通话便宜的费率。同时业务用户可通过拨打一个管理号码来修改这些首选号码，以满足用户不断变化的需求。为了防止用户过于频繁地修改首选号码，可通过收取改号费用来加以控制。这是一种依靠新型的费率来吸引用户的新业务，对普通用户而言具有很大的吸引力。

### 3.10 呼叫接续过程举例

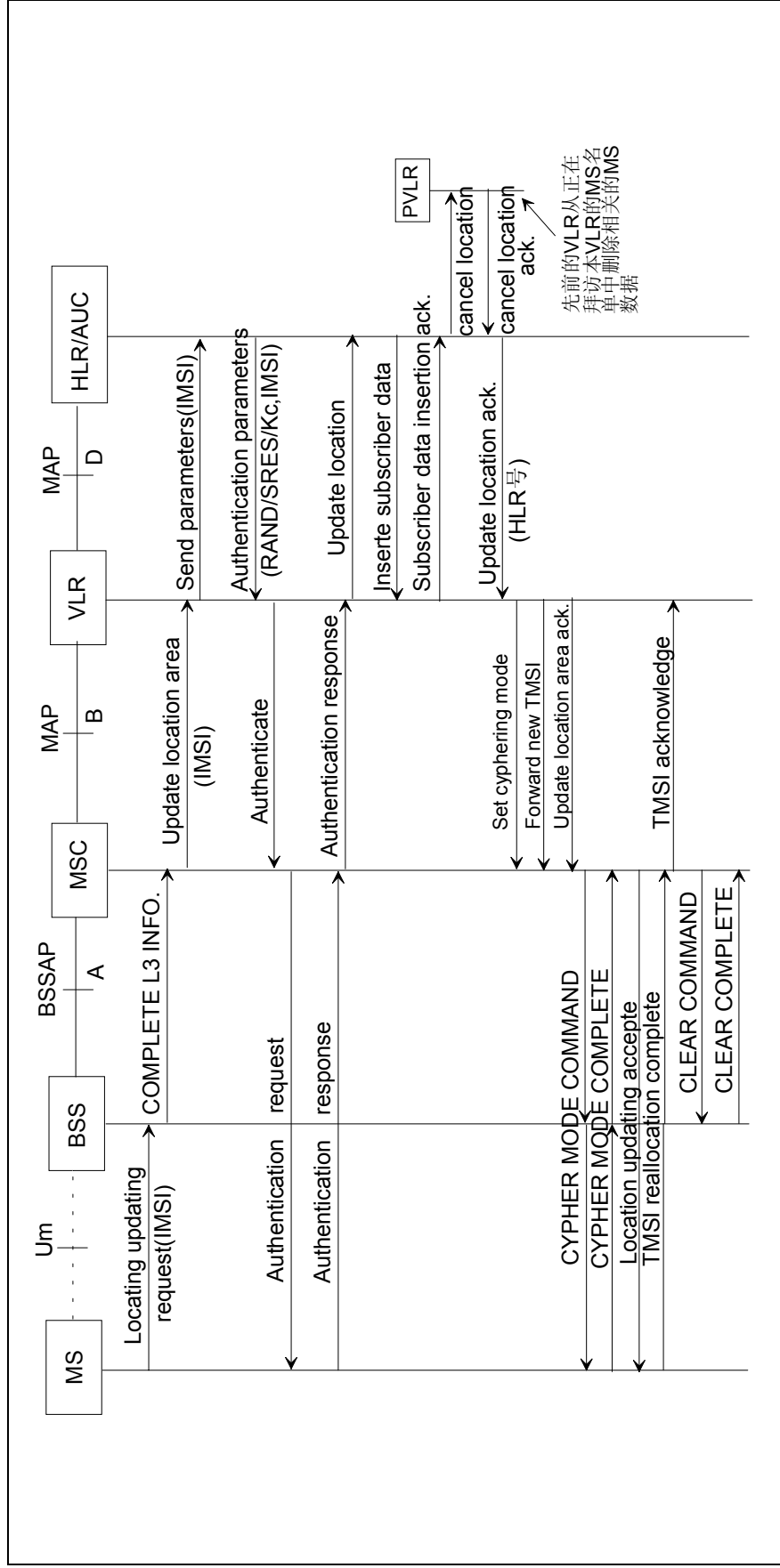
为了进一步加深对GSM系统的认识，下面对GSM系统主要的接续流程作一简单介绍。

3.10.1 一般鉴权过程



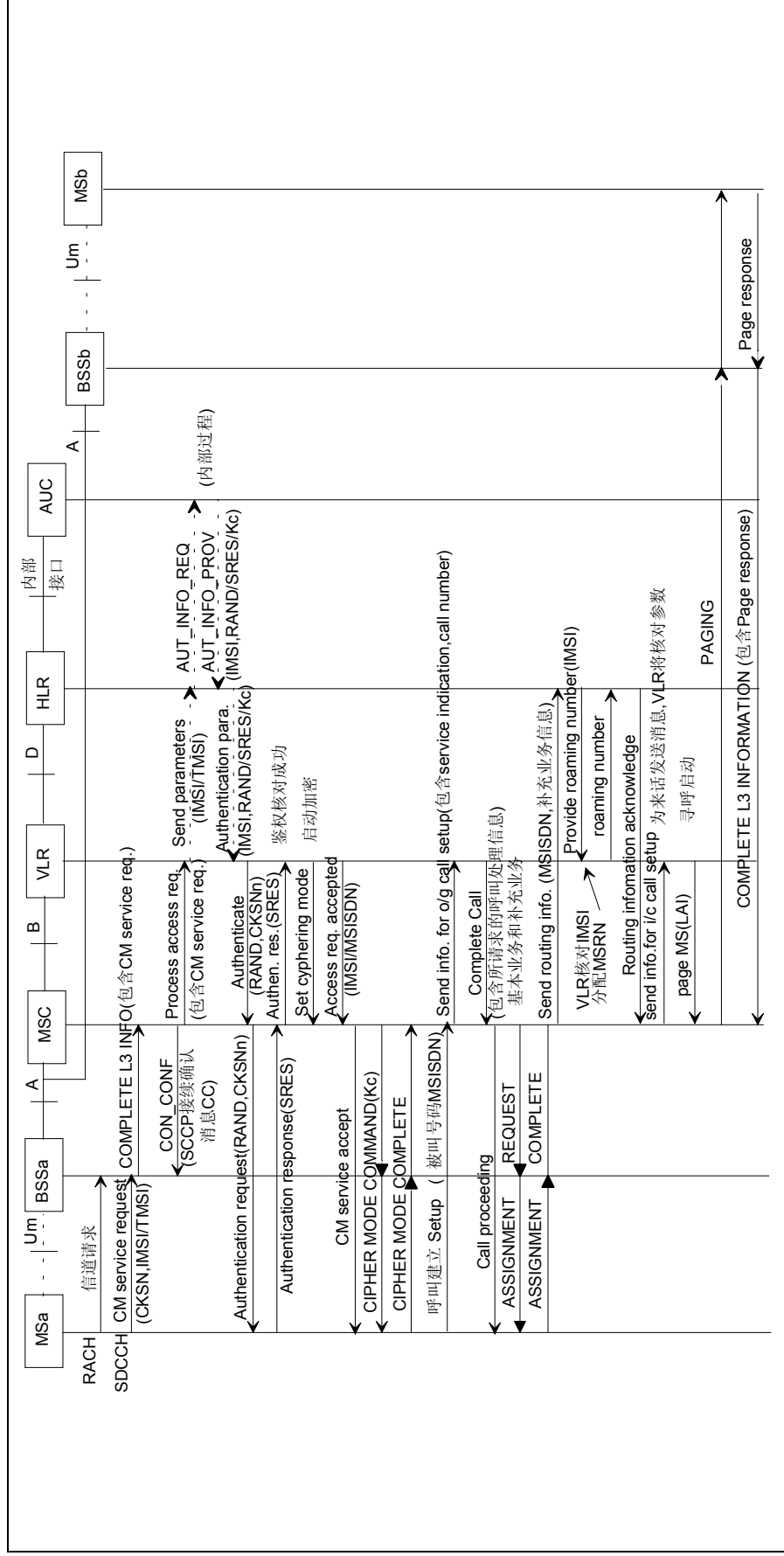
### 3.10.2 位置更新流程

位置更新涉及本VLR和HLR（当MS进入新的VLR或MS首次登录，或相关网络数据丢失后，且MS都使用IMSI来标识自己）。



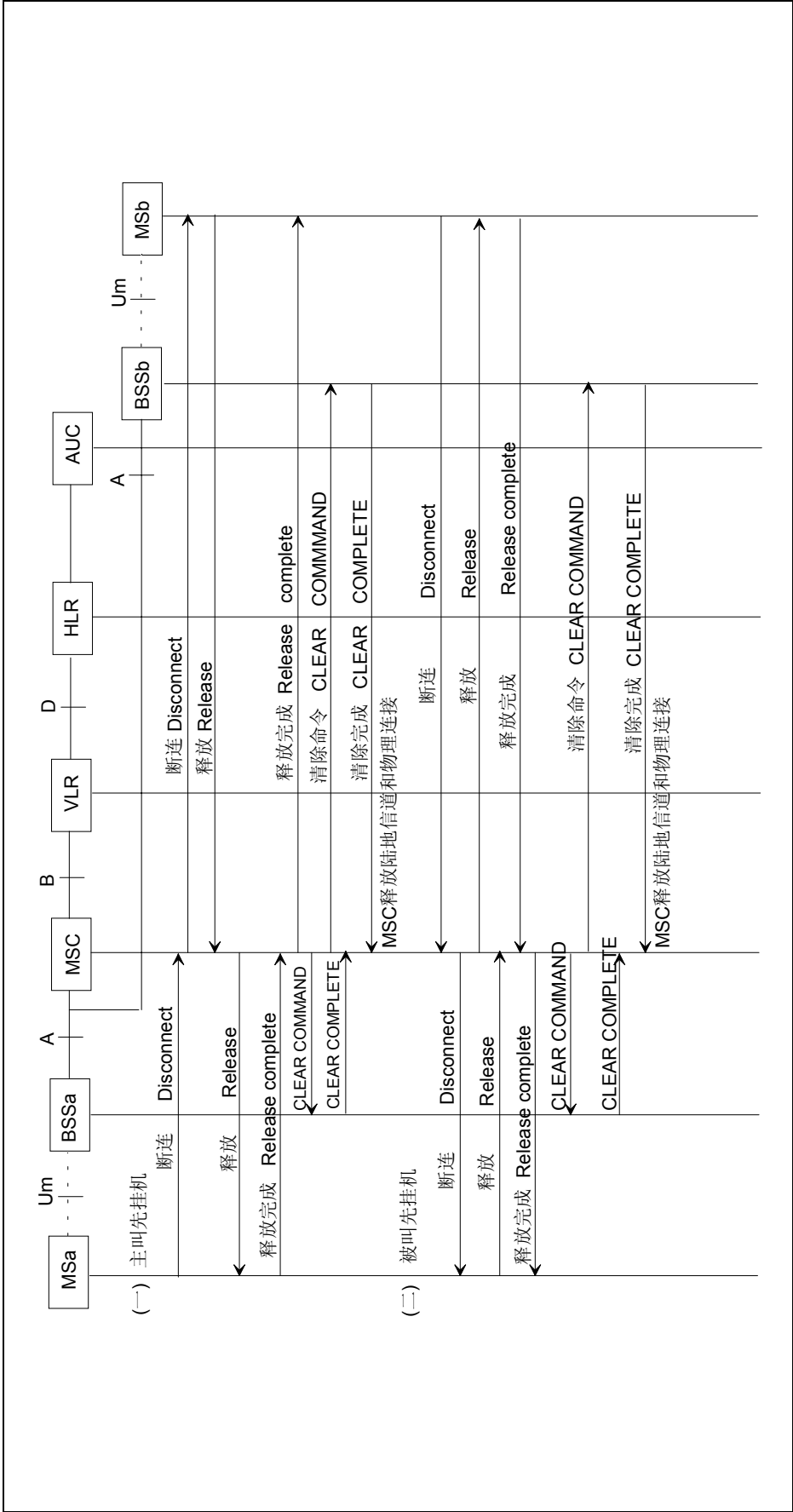
3.10.3 移动用户呼叫移动用户主叫侧接续流程（一）

主被叫MS在同一MSC内的情况。

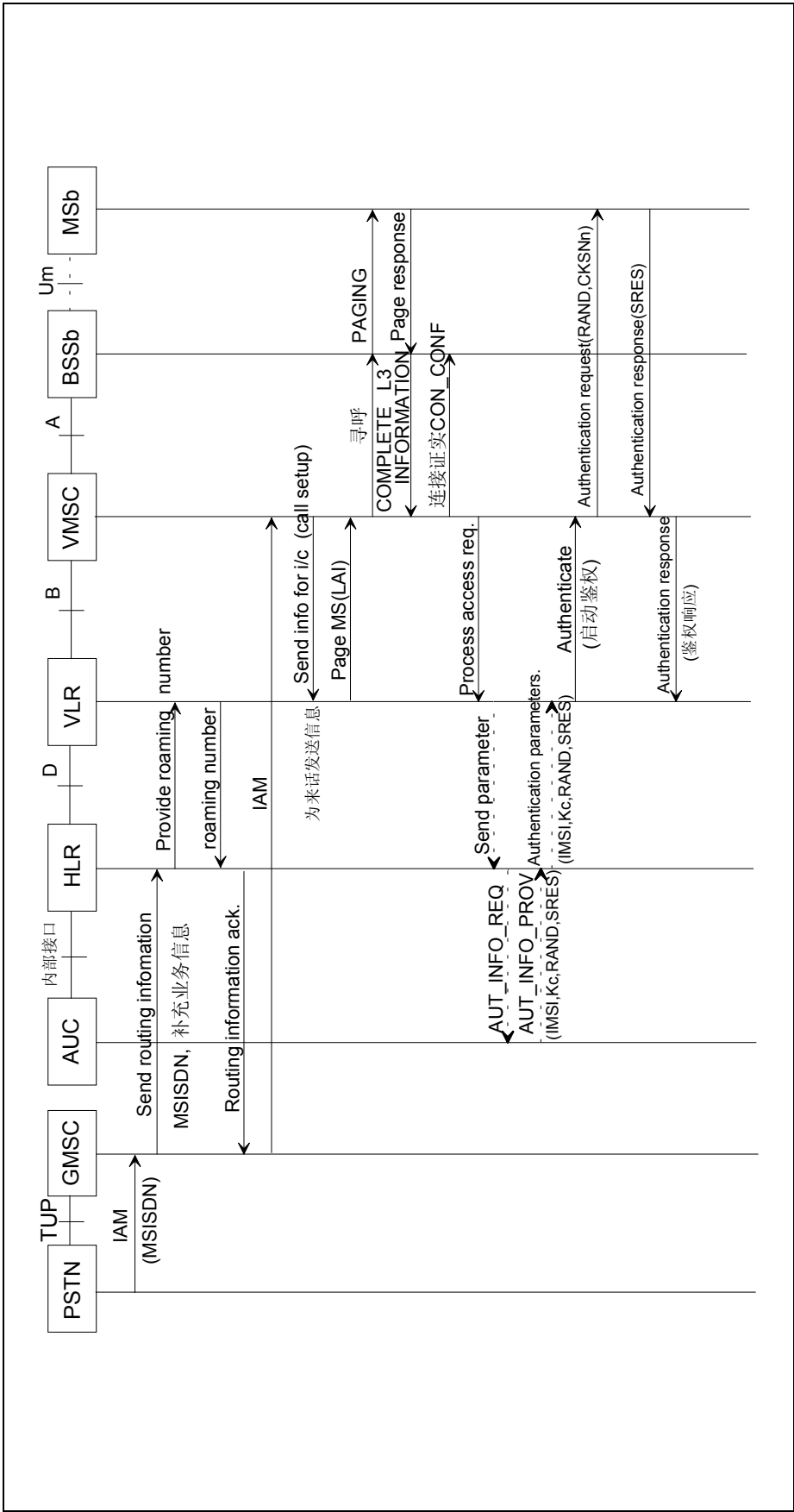




### 3.10.5 移动用户呼叫移动用户挂机过程

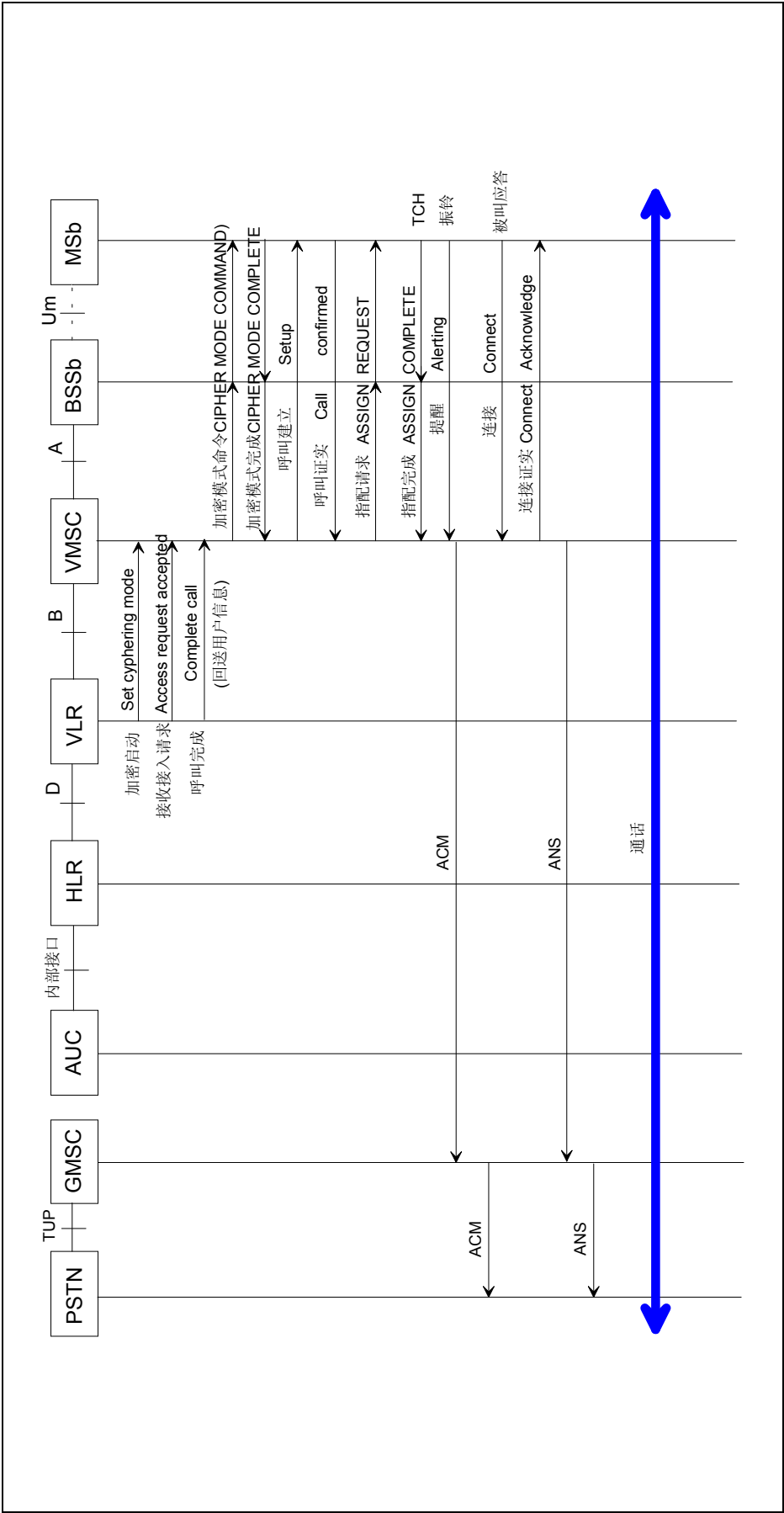


3.10.6 固定用户呼叫移动用户接续流程





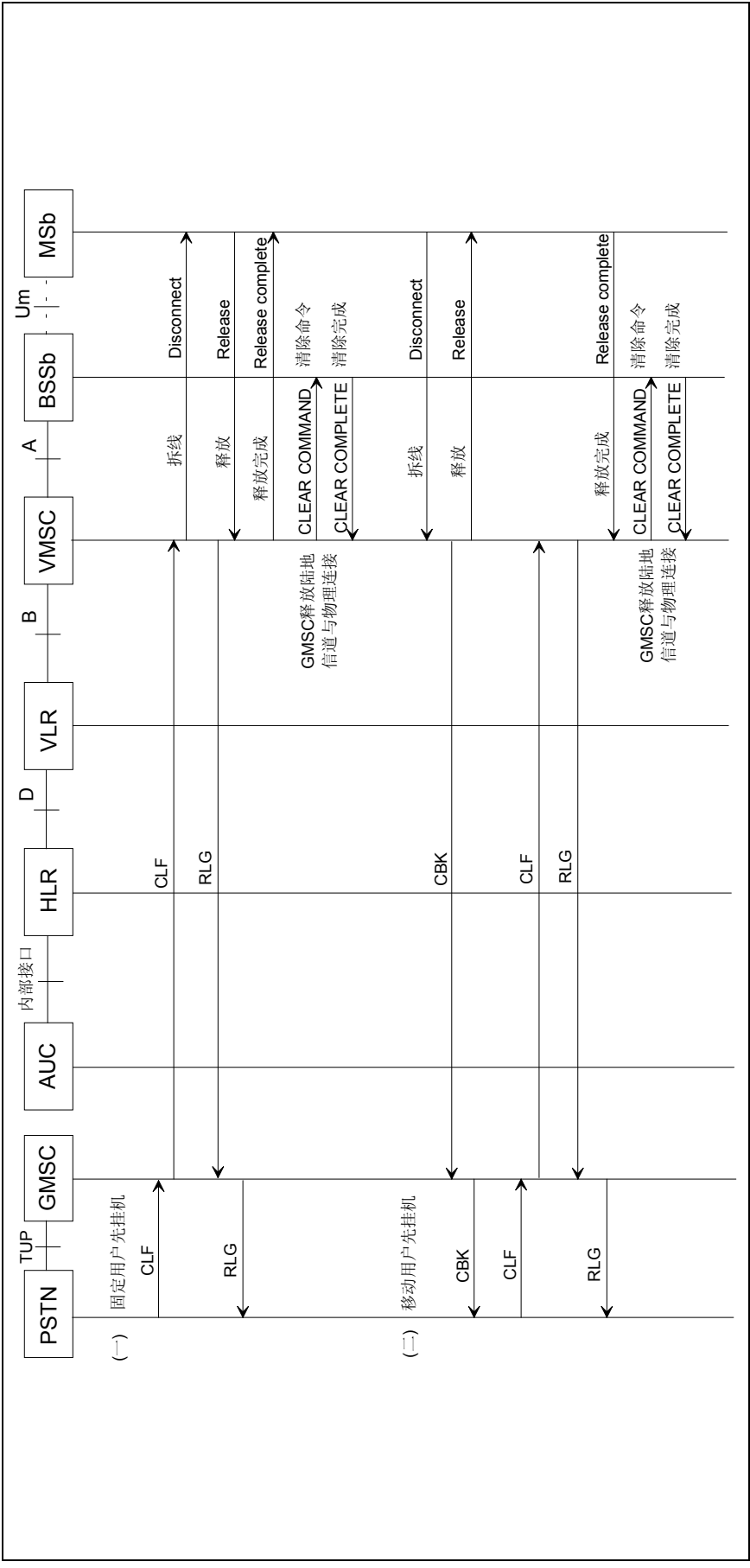
固定用户呼叫移动用户接续流程（续）



固定用户呼叫移动用户接续流程要点如下：

1. 通过No.7信令系统的ISUP/TUP，网关MSC（GMSC）接受来自固定网（ISDN/PSTN）的呼叫。
2. GMSC向HLR询问有关被叫移动用户正在访问的MSC地址（即MSRN）。
3. HLR请求被访问VLR分配MSRN，MSRN是在每次呼叫的基础上，由被访问的VLR分配并通知HLR。
4. GMSC从HLR获得MSRN后，重新寻找路由，建立至被访问MSC的通路。
5. 被访MSC向VLR申请并从VLR中获取有关用户数据。
6. 被访MSC根据移动台上次登记的位置区信息，通过该位置区内的所有基站，向被叫移动台发送寻呼消息。
7. 被叫移动台发回寻呼响应信息，在移动台与MSC之间建立信令连接。
8. 对移动台的识别码进行鉴权，如果需要加密，则设置加密模式等，进入呼叫建立开始阶段。
9. 分配业务信道。
10. 移动台振铃，并向主叫用户送回铃音
11. 移动用户摘机应答，向固定网发送应答（连接）消息，最后进入通话阶段。

3.10.7 固定用户呼叫移动用户挂机过程



### 3.10.8 接续过程中各类信道的作用

为了更好地理解不同业务信道和控制信道的作用，我们考虑GSM移动用户主叫的情况。首先，移动台必须与基站建立同步这是通过接收基站的FCCH、SCH和BCCH信息来逐步实现的，同步后，移动台能够锁定在某个合适的BCCH上。为发起呼叫，用户应拨入被叫号码，然后再按GSM手机上的“发送（send）”键，移动台在其锁定基站BCCH对应的RACH信道上，发出突发接入请求信息。基站收到后，在AGCH上发送接入允许响应信息，给移动台指配新的信道，进行专用控制信道（SDCCH）连接。移动台通过AGCH（与BCCH对应）能够收到基站指配给它的SDCCH信道所对应的绝对载频号（ARFCN）和该载频号上的时隙号（TN），并立即调整到该SDCCH信道上。调整到SDCCH以后，移动台首先搜寻SACCH（最多等待26帧或120ms），SACCH中含有移动台需要的时间提前量信息和发射功率控制命令。SACCH中包含的这些信息由基站根据其所接收的RACH信号的信号强度和时点给出的。只有在SACCH上收到定时调整信息后，移动台才能开始在SDCCH上发出申请业务信道的请求。SDCCH在移动台和基站间进行信息传递，进行用户鉴权，同时，PSTN通过MSC选择合适的路由。几秒钟后，基站命令移动台从SDCCH切换到指配的TCH上（即对应新的ARFCN和新的TN），移动台切换到TCH后，话音信码开始在前向和反向链路上传送，这时呼叫已成功地建立，SDCCH关闭。

若PSTN用户为主叫，处理过程完全类似。基站在PCH（与移动台锁定的BCCH对应）上广播寻呼信息，移动台检测到对它的呼叫，通过RACH发出收到寻呼的证实信息，然后基站通过AGCH给移动台分配新的物理信道实现SDCCH和SACCH连接，同时，完成PSTN和基站的连接。一旦移动台通过SDCCH完成了定时调整和鉴权，基站通过SDCCH分配新物理信道，完成TCH的分配。

## 3.11 DCS1800简介

在GSM的有限频段内，采用各种新技术虽然能够提高系统容量，但此有限容量的增加仍然不能满足用户的需求。所以，开发、使用新的频段是必要的。DCS1800由GSM标准演变而来，是与GSM兼容的微蜂窝系统，其网络结构、语言编码、调制技术、信令规程等绝大部分与GSM相同，仅在工作频段和某些射频技术上与GSM不同。DCS1800系统的基站通过Abis接口接入GSM网络的基站控制器。

DCS1800的工作频段为：1805~1850MHz用于前向链路（基站发，移动台收），1710~1755MHz用于反向链路（基站收，移动台发）。DCS1800系统在1.8GHz的工作频段上支持GSM空中接口规范，其电波传播方式为直接波传播，小区覆盖半径约为100~300m。所以我们说DCS1800是一种微蜂窝系统。

GSM与DCS1800可以独立组网，也可以有机地混合在一个网络内。若

DCS1800独立组网，需要建立一个新的全覆盖网，这是非常不经济的，也是不现实的。将DCS1800与GSM混合组网，能够以GSM为依托，根据容量的要求，逐步引入DCS1800系统，构成GSM和DCS1800双频网。这一方案既经济、又现实，显然比较符合我国的实际情况。其应用形式主要有两种，即“热点”微蜂窝和复合小区（分层小区）的体系结构。通常，现有移动通信网络的设计方法是平均分配小区区域内的话务量。然而，实际上一些区域的话务量远远超过平均值。“热点”一般是指宏蜂窝小区内一个范围相对较小、但话务密度相对较高的区域。通过在“热点”区域安装DCS1800微蜂窝系统，对于容量达到饱和的网络，可以增加系统容量，提高整个系统的服务等级（GOS）。分层小区体系结构是在采用了“热点”微蜂窝技术后，为了进一步增加系统容量，对覆盖区进行分层覆盖，将DCS1800微蜂窝系统安装在宏蜂窝的下层。这样，宏蜂窝完成上层较大范围的覆盖，为城市内高架桥和高层建筑物内的移动用户提供服务；而下层微蜂窝仅完成对地面较小范围的覆盖。

DCS1800与GSM混合组网时，应考虑DCS1800和已形成相当规模的GSM网络的双频兼容问题。其主要技术问题有：

### 1. 双频手机问题

DCS1800尽管支持GSM的空中接口协议，但两者的工作频段相差很大，因此，为了使用户在两个系统下都能工作，必须采用双频手机。双频手机用户的多少，将直接影响到网络容量增加的度和网络服务质量。

### 2. 双频段小区之间的小区切换

在DCS1800和GSM混合网络中，无线覆盖情况比较复杂，既有DCS1800和GSM分别覆盖的区域，也有两者都覆盖的区域。因此，切换问题也相应的比较复杂，切换原则和切换处理程序必须慎重考虑。

要实现这一切换，必须具备两个基本条件：一是能够在两个频段间进行自动切换的双频手机；二是BSS能够支持DCS1800和GSM间的自动切换。

目前，已在西欧、亚洲的一些国家已开通了若干个DCS1800网络，用户已达数百万。我国电信部门已在上海、北京和广东等地开通了DCS1800系统。

## 第四章 GPRS系统

### 4.1 GPRS简介

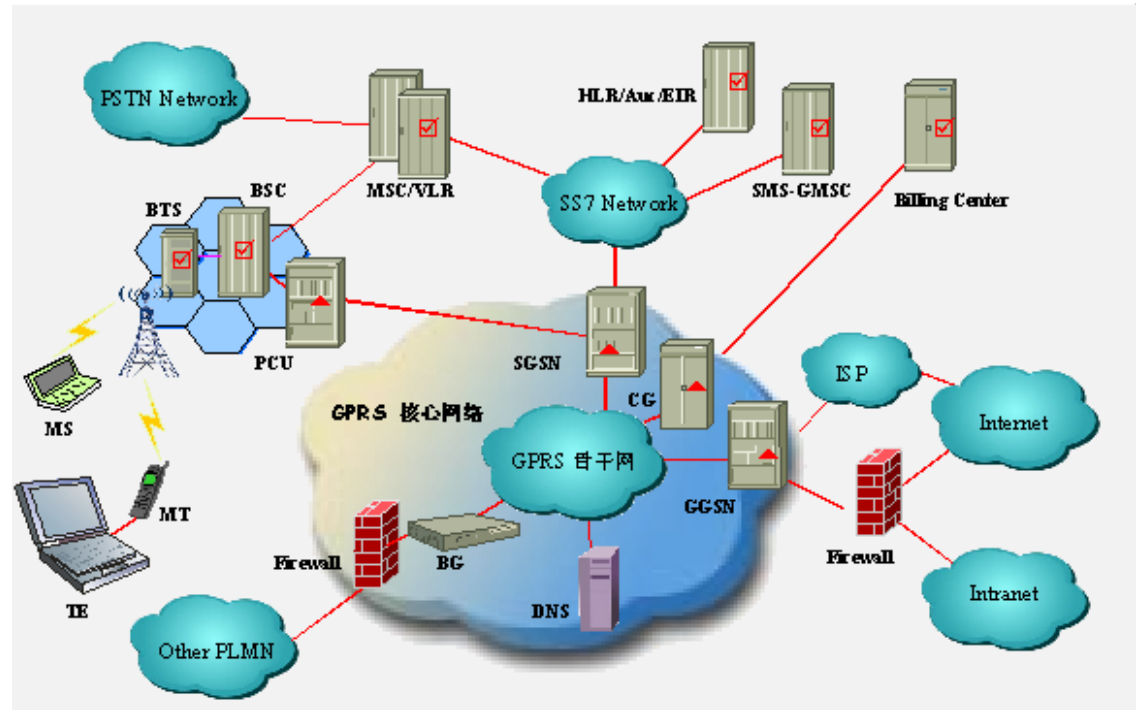
GPRS（General Packet Radio Service，通用分组无线业务）是在现有的GSM移动通信系统基础上发展起来的一种移动分组数据业务。GPRS通过在GSM数字移动通信网络中引入分组交换的功能实体，完成分组方式的数据传输。GPRS系统可以看作是在原有的GSM电路交换系统的基础上进行的业务扩充，以支持移动用户利用分组数据移动终端接入Internet或其它分组数据网络的需求。

GPRS为运营商提供了一种在数据传输方面比原有GSM电路交换网络效率更高的分组交换网络，给运营商带来了新的商机。由于GPRS可以共享GSM的基站系统，这样移动运营商在网络运营的初期只需以较小的投入就可以快速介入Internet业务市场，为用户提供丰富的分组数据业务。GPRS移动数据业务使得人们可以不受空间、地域的限制，随时随地获取所需要的信息，人们可以在移动中收发Email、访问Internet、进行电子金融和电子商务活动等。而且由于GPRS提供的只是对IP层的承载功能，运营商甚至用户自己可以生成更为丰富的增值业务，诸如远程控制、电子购物、车辆调度、新闻浏览、移动多媒体等丰富多彩的业务类型。

GPRS系统可以为用户提供更高的传输速率。GSM电路型数据业务只能提供9.6kbit/s的传输速率，这一速率远低于固定网中采用Modem上网的传输速率，因而大大限制了移动用户对数据业务的使用。而GPRS用户可以同时采用8个信道进行数据传送，采用CS-2编码方式最高速度可达115kbit/s，支持CS-3、CS-4之后理论速率还可以达到171kbit/s左右。这一速度已经超过了常用的Modem拨号上网的方式，因此GPRS网络开始运行之后，移动用户就可以用手机进行高速上网业务了。

### 4.2 GPRS系统的结构

GPRS网络可以看作是在现有的GSM网络上叠加的一个分组子网，所增加的新设备包括PCU（Packet Control Unit，分组控制单元）、SGSN（Serving GPRS Support Node，服务GPRS支持节点）、GGSN（Gateway GPRS Support Node，网关GPRS支持节点）、CG（Charging Gateway，计费网关）等节点。此外还需要对原有的GSM设备如BTS、BSC、MSC/VLR、HLR、SMC等进行软件升级，使其支持Phase II +接口协议。GPRS的网络构成如图4-1所示，对图中各实体说明如下：



- PCU: 分组控制单元

GGSN: 网关GPRS支持节点

BG: 边缘网关

ISP: Internet 服务提供商

BSC: 基站控制器

MS: 移动台

TE: 终端设备

HLR/AuC/EIR: 归属位置寄存器/鉴权中心/设备识别寄存器
- SGSN: 服务GPRS支持节点

CG: 计费网关

DNS: 域名服务器

MSC/VLR: 移动交换中心/拜访位置寄存器

BTS: 基站收发信台

MT: 移动终端

SMS-GMSC: 短消息中心-网关MSC

图4-1 GPRS网络构成图

TE（Terminal Equipment，终端设备）

TE是终端用户操作和使用的计算机终端设备，在GPRS系统中用于发送和接收终端用户的分组数据。TE可以是独立的计算机，也可以将TE的功能集成到手持的移动终端设备上，同MT（Mobile Terminal）合二为一。从某种程度上说，GPRS网络所提供的所有功能都是为了在TE和外部数据网络之间建立起一个分组数据传送的通路。

MT（Mobile Terminal，移动终端）

MT一方面同TE通信，另一方面通过空中接口同BTS通信，并可以建立到SGSN的逻辑链路。GPRS的MT必须配置GPRS功能软件，以使用GPRS系统业务。在数据通信过程中，从TE的观点来看，MT的作用就相当于将TE连接

到GPRS系统的Modem。MT和TE的功能可以集成在同一个物理设备中。

### MS (Mobile Station, 移动台)

MS可以看作是MT和TE功能的集成实体，物理上可以是一个实体，也可以是两个实体 (TE + MT)。

MS有三种类型：

- A类MS可以同时支持GPRS业务和其它的GSM业务；
- B类MS可以同时监测GPRS和GSM的控制信道，但同时只能进行一种业务（GPRS业务或GSM业务）；
- C类MS不能同时附着在GPRS网络和GSM网络上，只能互斥地执行这两种业务。

### SGSN (Serving GPRS Support Node, 服务GPRS支持节点)

SGSN是为了提供GPRS业务而在GSM网络中引进的一个新的网元设备，其主要的作用就是为本SGSN服务区域的MS转发输入/输出的IP分组，其地位类似于GSM电路网中的VMSC。SGSN与BSS间以帧中继连接，在使用GPRS时，SGSN建立包含与信息相符的移动性管理上下文 (CONTEXT)，比如手机的加密和移动。在PDP (Packet Data Protocol, 分组数据协议) 环境激活时，SGSN建立一个与所使用GGSN (Gateway GPRS Support Node, 网关GPRS支持节点) 之间的用于路由目的的PDP上下文。在具有Gs接口的情况下，SGSN可与MSC/VLR之间发送位置信息或接收电路寻呼。SGSN提供以下功能：

- 本SGSN区域内的分组数据包的路由与转发功能：为本SGSN区域内的所有GPRS用户提供服务。下行的分组数据包由SGSN通过BSS发送到MS，上行的数据包由SGSN通过GGSN发送到外部数据网；
- 加密与鉴权功能；
- 会话管理功能：GPRS中的数据业务功能主要包括业务控制功能和数据传送功能，其中业务控制主要依靠会话管理 (SM, Session Management) 来完成。会话管理功能主要包括移动用户的PDP Context的激活、去活、修改等功能，其目的是为分组数据包的传送提供上下文依据；
- 移动性管理功能；
- 同MS间的逻辑链路管理功能；
- 同GGSN、HLR、MSC、PCU、SMS-GMSC、SMS-IWMSC的接口功能；
- 话单产生和输出功能，主要体现用户对无线资源的使用情况。

此外，SGSN中还集成了类似于GSM网络中VLR的功能，当用户处于GPRS



Attach（GPRS附着）状态时，SGSN中存储了同分组相关的用户信息和位置信息。同VLR相似，SGSN中的大部分用户信息在位置更新过程中从HLR获取。

### GGSN（Gateway GPRS Support Node，网关GPRS支持节点）

GGSN提供数据包在GPRS网和外部数据网之间的路由和封装。用户选择哪一个GGSN作为网关，是在PDP Contexts激活过程中根据用户的签约信息以及用户请求的接入点名来确定的。GGSN根据PDP的估算（它包含GPRS用户的路由信息）与包数据网（比如X.25或IP地址）相连。路由信息用于接通PDU（协议数据单元）与手机所附着的当前点SGSN。GGSN可通过Gc接口向位置寄存器HLR请求位置信息，对于漫游的手机HLR可能与当前的SGSN不在一个PLMN内。GGSN主要提供以下功能：

- 同外部IP分组网络的接口功能，GGSN需要提供MS接入外部分组网络的关口功能，从外部网的观点来看，GGSN就好像是可寻址GPRS网络中所有用户的路由器，需要同外部网络交换路由信息；
- GPRS会话管理，完成MS同外部网的通信建立过程；
- 将移动用户的分组数据发往正确的SGSN的功能；
- 话单的产生和输出功能，主要体现用户对外部网络的使用情况。

### PCU（Packet Control Unit，分组控制单元）

PCU是在BSS侧增加的一个处理单元，主要完成BSS侧的分组业务处理和分组无线信道资源的管理，PCU一般位于BSC和SGSN之间。

### CG（Charging Gateway，计费网关）

CG主要完成从各GSN的话单收集、合并、预处理工作，并完成同计费中心之间的通信接口。在GSM原有网络中并没有这样一个设备，GPRS用户一次上网过程的话单会从多个网元实体中产生，而且每一个网元设备中都会产生多张话单。引入CG的目的就在话单送往计费中心之前对话单进行合并与预处理，以减少计费中心的负担；同时SGSN、GGSN这样的网元设备也不需要实现同计费中心的接口功能。

### BG（Border Gateway，边缘网关）

BG主要完成分属不同GPRS网络的SGSN、GGSN之间的路由功能，以及安全性管理功能。

### DNS（Domain Name System，域名服务器）

GPRS网络中存在两种域名服务器，一种是GGSN同外部网之间的DNS，主

要功能是对外部网的域名进行解析，其作用完全等同于固定Internet网络上的普通DNS；另一种是GPRS骨干网上的DNS，其作用主要有两点：一是在分组数据协议PDP地址上下文激活过程中根据确定的APN（Access Point Name）解析出GGSN的IP地址，二是在SGSN间的路由区更新过程中，根据旧的路由区号码，解析出老的SGSN的IP地址。

### 4.3 GPRS系统的主要接口

GPRS网络中的各网元实体之间增加了较多新的接口，如图4-2所示。

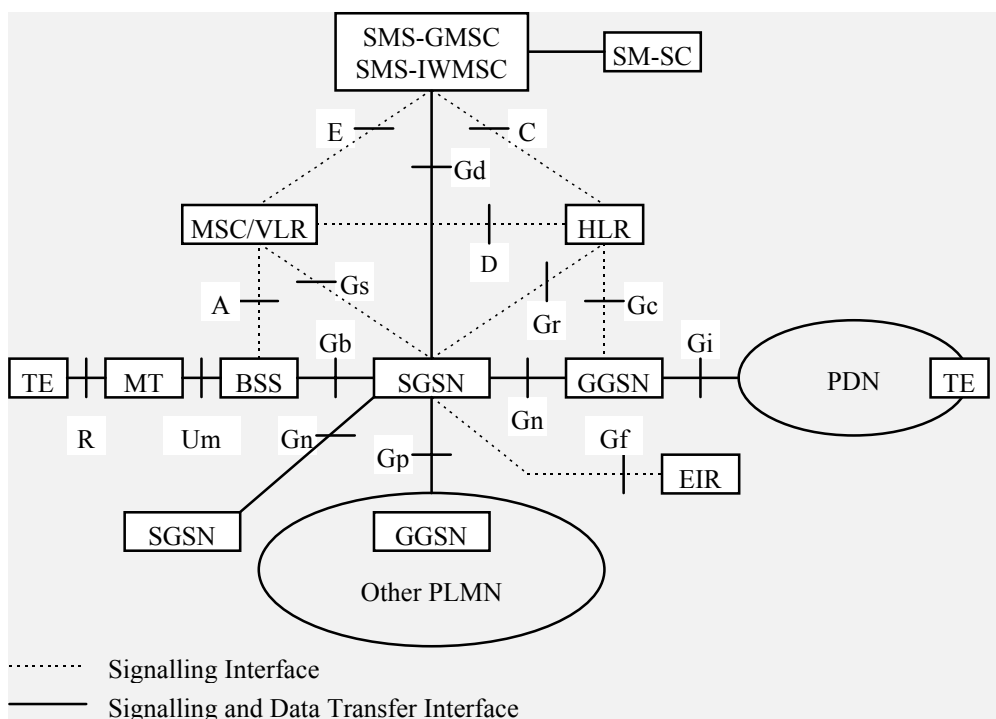


图4-2 GPRS系统接口

**Gb接口：**SGSN和BSS间接口（一般是SGSN和PCU之间的接口），SGSN通过该接口完成同BSS系统及MS之间的通信，完成分组数据传送、移动性管理、会话管理方面的功能。在目前的GPRS标准协议中，指定Gb接口采用帧中继作为底层的传输协议，SGSN同BSS之间可以采用帧中继网进行通信，也可以采用点到点的帧中继连接进行通信。

**Gs接口：**MSC/VLR和SGSN间接口，Gs接口采用7号信令上承载BSSAP+协议，SGSN和MSC配合完成对MS的移动性管理功能，包括联合的Attach/Detach、联合的路由区/位置区更新等操作。SGSN还接收从MSC来的电路型寻呼信息，并通过PCU下发到MS。对于C类手机来说，Gs接口提供与否对业务没有影响，但是对于A类、B类手机来说，Gs接口的提供有利于提高空中接口的利用效率。具体体现在：提供Gs接口有利于减少空中接口的信令传送，提高电路寻呼的效率（可以精确到小区）；而且在GPRS业务进行过程中，若不能提供Gs接口，将导致B类手机无法接收电路寻呼，从而降低

电路呼叫的接通率。

**Gr接口：**SGSN和HLR间接口，Gr接口采用7号信令上承载MAP协议的方式，SGSN通过Gr接口从HLR取得关于MS的数据，HLR保存GPRS用户数据和路由信息，当发生SGSN间的路由区更新时，SGSN将会更新HLR中相应的位置信息；当HLR中数据有变动时，也将通知SGSN，SGSN会进行相关的处理。

**Gd接口：**SMS\_GMSC、SMS\_IWMSC和SGSN间接口。通过该接口，SGSN能接收短消息，并将它转发给MS，SGSN和SMS\_GMSC、SMS\_IWMSC、短消息中心之间通过Gd接口配合完成在GPRS上的短消息业务。在缺少Gd接口的情况下，短消息只能通过原有的GSM网络下发。

**Gn接口：**GPRS支持节点间接口，即同一个PLMN内部SGSN间、SGSN和GGSN间接口，该接口采用在TCP/UDP协议之上承载GTP（GPRS隧道协议）的方式进行通信。

**Gp接口：**GPRS网站间接口，即不同PLMN网的GSN之间采用的接口，在通信协议上与Gn接口相同，但是增加了边缘网关（BG，Border Gateway）和防火墙，通过BG来提供边缘网关路由协议，以完成归属于不同PLMN的GPRS支持节点之间的通信。

**Gi接口：**GPRS和外部分组数据网间的接口。GPRS通过Gi接口和各种外部数据网如Internet/Intranet实现互联，在Gi接口上需要进行协议的封装/解封装、地址转换（如私有网IP地址转换为公网IP地址）、用户接入时的鉴权和认证等操作。

**Gc接口：**GGSN同HLR之间的接口，主要用于网络侧主动发起对手机的业务请求时，由GGSN向HLR请求用户当前SGSN地址信息。可以由GGSN直接向HLR提供信令接口，也可以通过GTP协议承载到SGSN，由SGSN通过其与HLR之间的接口（Gr）转发该信令请求。由于移动数据业务中当前网络侧主动向手机发起业务请求的情况不多，因此Gc接口目前作用不大。

**Gf接口：**SGSN同EIR的接口。

## 4.4 GPRS系统的基本特点

GPRS分组无线数据业务系统具有以下特点：

- ◆ 更为有效地利用无线资源：
  - 可动态地向单个用户分配位于同一载频上的1到8个时隙。
  - 每个时隙可以允许多个用户共享。
  - 无线接口资源可根据业务流量和运营者的选择在语音和数据业务之间共享。
  - 支持上行和下行的非对称传输。

- ◆ 由于不需要预先分配信道建立连接，因此能够更快地接入外部Internet等分组网络。
- ◆ 用户有数据需要发送的时候才占用信道资源，可以根据用户对网络资源的实际使用情况进行计费，因此用户可以一直在线。
- ◆ 提供对IP层协议的承载，基于IP之上的业务都可以在GPRS网络上提供，增加新的应用层业务时GPRS承载网络不需要进行任何改动。
- ◆ GPRS运营商可以根据用户的业务流量作为收费标准。
- ◆ 对现有GSM网上运行设备如MSC/VLR、HLR、BSC、BTS都只需要进行软件升级，不进行任何硬件改动。
- ◆ 可以同GSM话音业务共享现有的基站侧设备和无线资源，不改变现有网络的小区规划。
- ◆ 为用户提供端到端的分组方式（分组交换和分组传输）的数据业务，它能有效地利用网络资源。

## 4.5 GPRS业务种类

### 4.5.1 承载业务

GPRS标准定义了两种不同类型的数据承载业务：PTP（Point To Point，点对点数据业务）和PTM（Point To Multipoint，点对多点数据业务）。

#### PTP业务

GPRS提供的点对点数据业务（PTP）又可细分为两类：

(1) 点对点无连接网络业务（PTP-CLNS，Point to point-Connectionless network service）

这类业务用于在两个用户之间传送数据。用户之间信息传送不需要端到端的呼叫建立程序，送出的每个数据分组内包含目地地址，网络依据每个分组中指示的目地地址和当前网络拓扑结构选取路由，因而每个分组的传送与以前的分组和以后的分组没有任何关系。分组的传送采用无连接方式，但是在无线接口，可以通过确认方式提高分组传送的可靠性。

PTP-CLNS主要支持突发非交互式应用业务，是由IP（Internet Protocol，网际协议）协议支持的业务。

(2) 点对点面向连接网络业务（PTP-CONS，Point to point-Connection-oriented network service）

这类业务也是为两个用户传送数据分组，但需要建立逻辑虚电路连接

(PVC或SVC, 即永久虚电路或交换虚电路)。PTP-CONS业务要求有建立连接、数据传送和连接释放工作程序。在公共陆地移动网PLMN中, 移动用户从一个蜂窝移动到另一个蜂窝时, GPRS保持虚电路连接。当无线链路故障时, 必须拆除虚电路。

PTP-CONS 支持突发事件处理和交互式应用业务, 是由面向连接的网络协议X25支持的业务。在无线接口, 利用确认方式提高可靠性。(在GPRS中的点到点面向连接业务主要是指基于X.25的业务, 由于目前X.25在中国乃至全球范围内都很少使用, 因此GPRS主要提供基于IP的无连接分组业务。)

### 4.5.2 短消息业务

GSM短消息业务(SMS)可为用户提供短消息服务, 利用GPRS网络也可以向GPRS用户提供和GSM类似的短消息业务。

GSM电路域中的短消息传送必须使用信令信道, 因此短消息业务量增大时, 就会对话音业务的接续过程造成影响; 而采用GPRS进行短消息发送时, 在空中接口上可以采用分组数据业务信道进行传送。

### 4.5.3 网络应用业务

以GPRS承载业务支持的标准网络通信协议为基础, GPRS网站的运营商可利用用户到用户协议(用户之间提供对等服务), 为用户提供各种附加的电信业务, 即网络应用业务。

GPRS 网络应用业务主要包括:

(1) 基于PTP承载业务的网络应用业务, 例如:

- 访问数据库类: 信息是网络按需发送, 如Internet WWW业务等;
- 用户到用户通信的消息业务, 有存储转发功能和信息处理功能(信息编辑、处理和转换);
- 会话型业务: 用户到用户双向端到端实时信息通信, 如Internet Telnet业务等;
- 远端激活业务: 适用于小数据量数据处理业务, 如信用卡确认, 彩票交易, 电子监控, 远程读表(水、电、煤气), 监视系统等。

(2) 基于PTM承载业务的网络应用业务, 例如: (当前阶段不可实现)

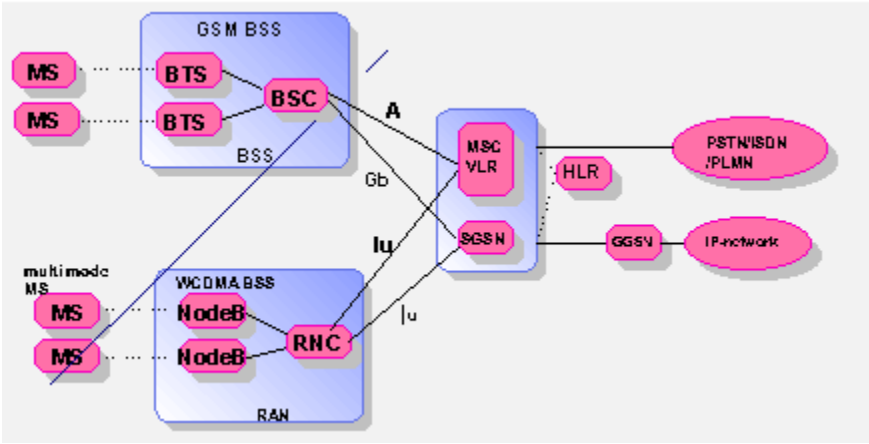
- 广播业务: 点对多点单向广播业务, 如新闻、天气预报, 业务报告, 各种广告业务(产品或服务性广告)等;
- 调度业务: 点对多点双向通信业务, 如公共调度业务、出租车调度等;
- 会议型业务: 多个用户之间实时多向信息传送业务;

- 与PTM承载业务相结合提供特殊服务业务；
- 为特殊地区服务业务：为特殊地区（协商规定的地区）信息传送业务；
- 存储转发类型业务：如规定交付时间，重复率等。

4.6 GPRS对3G的支持

GPRS为GSM系统向3G平滑过渡提供保障，可以保证在3G阶段重用现有GSM系统的设备，保护运营商在2G通信系统上的巨大投资。

GSM和GPRS设备在3G阶段的作用如图4-3所示。



- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Iu：无线接入网络与核心网络之间的接口 | RAN：无线接入网络      |
| RNC：无线网络控制器         | WCDMA：宽带CDMA    |
| MS：移动台              | BTS：基站收发信台      |
| BSC：基站控制器           | VLR：访问位置寄存器     |
| HLR：归属位置寄存器         | MSC：移动业务交换中心    |
| SGSN：服务GPRS支持节点     | GGSN：网关GPRS支持节点 |

图4-3 华为GSM/GPRS与3G系统

从图4-3可以看出，GSM/GPRS设备在3G阶段可以继续得到重用，BSS设备可以直接接入3G网络，核心网设备中SGSN也只需要进行软件升级，增加Iu接口，以接入WCDMA的基站系统；2G的MSC为了支持接入3G的RNC，需要一个IWU处理框（网间互连单元），以进行Iu接口和与原有A接口之间的协议转换。双模手机可以在两种基站系统之间切换和漫游。

## 第五章 第三代移动通信系统

### 5.1 移动通信的发展

移动通信技术为人们提供一种快速便捷的通信手段，尤其是半导体、集成电路及计算机技术的发展，以及市场的推动，使物美价廉、轻便可靠、性能优越的移动通信设备成为可能，促使移动通信朝第三代发展，部分厂家已经推出了实验产品。

第一代移动通信系统的主要特点是采用频分复用，语音信号为模拟调制，每隔30kHz/25kHz一个模拟用户信道。第一代系统在商业上取得了巨大的成功，但是其弊端也日渐显露出来：

- 频谱利用率低
- 业务种类有限
- 无高速数据业务
- 保密性差，易被窃听和盗号
- 设备成本高
- 体积大、重量大

为了解决模拟系统中存在的这些根本性技术缺陷，数字移动通信技术应运而生，这就是以GSM和IS-95为代表的第二代移动通信系统，从八十年代中期开始，欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网（GSM）的体系。随后，美国和日本也制订了各自的数字移动通信体制。北美采用IS-95数字蜂窝标准，使用800MHz或1900MHz频带和CDMA多址方式。美国、韩国、香港等地已经开通了商用窄带CDMA系统。由于窄带CDMA技术比GSM成熟晚等原因，使得其在世界范围内的应用远不及GSM，我国有北京、上海、广州、西安等地的窄带CDMA系统在试运行。但从发展前景看，CDMA由于自有的技术优势，已经发展成为第三代移动通信的核心技术。

数字移动通信网相对于模拟移动通信，提高了频谱利用率，支持多种业务服务，并与ISDN等兼容。第二代移动通信系统以传输话音和低速数据业务为目的，因此又称为窄带数字通信系统，主要以传输话音和低速数据业务为目的，其业务能力受到限制。为了解决中速数据传输问题，从1996年开始，又出现了2.5代的移动通信系统，如GPRS和IS-95B。

在数据和多媒体通信日益发展的今天，迫切需要网络提供多种类型、高质量的多媒体业务，能实现全球无缝覆盖，具有全球漫游能力，并以小型便携式终端在任何时候、任何地点进行任何种类的通信，这促使第三代移动通信系

统（3G）诞生，3G系统的目标可以概括为：

- 能实现全球漫游：用户可以在整个系统甚至全球范围内漫游，且可以在不同速率、不同运动状态下获得有质量保证的通信服务。
- 能提供多种业务：提供话音、可变速率的数据、活动视频，特别是多媒体业务。
- 能适应多种环境：可以综合现有的公众电话交换网（PSTN）、综合业务数字网、无绳系统、地面移动通信系统、卫星通信系统、提供无缝隙的覆盖。
- 足够的系统容量，强大的多种用户管理能力，高保密性能和服务质量。

为实现上述目标，3G系统对无线传输技术（RTT：Radio Transmission Technology）提出了以下要求：

(1) 高速传输以支持多媒体业务

- 室内环境至少2Mbit/s
- 室内外步行环境至少384kbit/s
- 室外车辆运动中至少144kbit/s
- 卫星移动环境至少9.6kbit/s

(2) 传输速率能够按需分配

(3) 上下行链路能适应不对称需求

第三代移动通信系统最早由国际电信联盟（ITU）于1985年提出，当时称为未来公众陆地移动通信系统（FPLMTS，Future Public Land Mobile Telecommunication System），1996年更名为IMT-2000（International Mobile Telecommunication-2000，国际移动通信-2000），意即该系统工作在2000MHz频段，最高业务速率可达2000kbit/s，预期在2000年左右得到商用。主要体制有WCDMA、cdma2000和UWC-136。1999年11月5日，国际电联ITU-R TG8/1第18次会议通过了“IMT-2000无线接口技术规范”建议，其中我国提出的TD-SCDMA技术写在了第三代无线接口规范建议的IMT-2000 CDMA TDD部分中。“IMT-2000无线接口技术规范”建议的通过表明TG8/1制定第三代移动通信系统无线接口技术规范方面的工作已经基本完成，第三代移动通信系统开发和应用将进入实质阶段。与此同时，IMT-2000许可证的发放工作也在世界各国开展起来。



## 5.2 2G向3G的演进

### 5.2.1 标准组织

3G的标准化工作实际上是由3GPP（3th Generation Partner Project，第三代伙伴关系计划）和3GPP2两个标准化组织来推动和实施的。

3GPP成立于1998年12月，由欧洲的ETSI、日本ARIB、韩国TTA和美国的T1等组成。采用欧洲和日本的WCDMA技术，构筑新的无线接入网络，在核心交换侧则在现有的GSM移动交换网络基础上平滑演进，提供更加多样化的业务，以UTRA（Universal Tetrestial Radio Access）作为无线接口的标准。

其后不久，在1999年的1月，3GPP2也正式成立，由美国的TIA、日本ARIB、韩国TTA等组成。无线接入技术采用cdma2000和UWC-136作为标准，核心网采用ANSI/IS-41。cdma2000技术在很大程度上采用了高通公司的专利。

因此，IMT-2000的网络采用了“家族概念”，受限于家族概念，ITU无法制定详细协议规范。我国的无线通信标准研究组（CWTS）是这两个标准化组织的正式组织成员。

### 5.2.2 3G演进策略

3GPP和3GPP2制定的网络演进策略总体上都是渐进式的：

- (1) 保证现有投资和运营商利益
- (2) 有利于现有技术的平滑过渡

从发展的角度说，由现有的第二代移动通信系统向IMT-2000演进的过程是至关重要的，它关系到现有网络的再使用和多种第二代数字网络体制向同一规范发展这两个主要问题。

对于电信网络的运营商来说，需要考虑如何充分利用现有第二代网络以使第三代的网络投资更加有效，有效的投资就意味着更高的利润，这也是衡量每一个公司运营状况的关键所在。对于第二代移动用户来说，随着生活方式的改变，现有的话音和短信息（SMS）服务已经不能满足信息时代的要求，从而成为IMT-2000的潜在用户。现有网络的再使用，使他们更加方便地在原有无线网上得到新业务，同时减少花费。

当前，采用TDMA方式的GSM和DAMPS（IS-136）在向第三代演进时，有趋同（convergence）的倾向。

#### 1. GSM向WCDMA的演进策略

GSM的演进过程是：目前的GSM→HSCSD（高速电路交换数据，速率14.4~64kbit/s）→GPRS（通用分组无线业务，速率144kbit/s）→最终以网络

业务覆盖再度平滑无缝隙地演进至IMT-2000 WCDMA。

### (1) 高速电路交换数据 (HSCSD: High Speed Circuit Switched Data)

HSCSD结构的有效容量是TCH/F容量的几倍,使得空间接口数据传输速率明显提高。HSCSD的好处在于更高的数据速率(高达64kbit/s,最大数据速率取决于生产厂家)并仍使用现有GSM数据技术,它以多信道数据传输技术实现较高的数据速率,只要现有GSM系统稍加改动就可使用,并且可以通过改动信道编码及协议使得每个信道的数据速率可达到14.4kbit/s。

### (2) 通用分组交换无线业务 (GPRS: General Packet Radio Service)

它是在GSM网络基础上叠加一个分组子网,从而向用户提供分组数据业务,主要优点是:

- 标准的无线分组交换Internet/Intranet接入,适用于所有GSM覆盖的地方。
- 可变的数据速率峰值,从每秒几个比特到171.2kbit/s(最大数据速率取决于生产厂家)。
- 由于按实际数据量计费,使用户可能全天在线上而只付实际传输数据量的费用。
- 现有业务的使用性以及新的应用。
- 无线接口上打包,优化无线资源共享。
- 网络构成的分组交换技术,优化网络资源共享。
- 具有延伸到未来无线协议的能力。

### (3) 宽带码分多址 (WCDMA: Wideband Code Division Multi Access)

WCDMA能够满足ITU所列出的所有要求,提供非常有效的高速数据,具有高质量的语音和图象业务。

但是,在GSM向WCDMA的演进过程中,仅核心网部分是平滑的。而由于空中接口的革命性变化,无线接入网部分的演进也将是革命性的。

## 2. IS-95向cdma2000的演进策略

从IS-95A(速率9.6/14.4kbit/s)→IS-95B(速率115.2kbit/s)→cdma2000 1X。IS-95B与IS-95A的区别主要在于可以捆绑多个信道。cdma2000 1X则有较大的改进,cdma2000与IS-95是通过不同的无线配置(RC)来区别的。cdma2000 1X系统设备可以通过设置RC,同时支持1X终端和IS-95A/B终端。因此,IS-95A/B/1X可以同时存在于同一载波中。对cdma2000系统来说,从2G到3G过渡,可以采用逐步替换的方式。即压缩2G系统的1个载波,使之转换为3G载波,向用户提供中高速速率的业务。这个操作对用户来说是完全透明的,由于IS-95的用户仍然可以工作在3G载波中,所以2G载波中的用户数并没有增加,也不会因此增加呼损。随着3G系统中用户量增加,可以逐步减

少2G系统使用的载波，增加3G系统的载波。通过这种方式，可以很好地解决网络升级的问题，网络运营商通过这种平滑升级，不仅可以向用户提供各种最新的业务，而且很好地保护了已有设备的投资。

cdma2000 1X能提供更大容量和高速数据速率（144kbit/s），支持突发模式并增加新的补充信道，先进的MAC提供改进的QoS保证。采用增强技术后的cdma2000 1X EV可以提供更高的性能。cdma2000 1X EV的演进方向目前包括2个分支：仅支持数据业务的分支cdma2000 1X EV-DO和同时支持数据和语音业务的分支cdma2000 1X EV-DV。

## 5.3 3G业务

### 5.3.1 3G业务特征

3G的业务从2G继承而来，并在新的体系结构下，又产生了一些新的业务能力，因此3G的业务种类繁多，业务特性差异很大。3G业务主要有如下特征：

- 对于语音等实时业务，普遍有QoS的要求
- 向后兼容GSM上所有的业务
- 引入多媒体业务的概念

### 5.3.2 3G业务分类

- 基本电信业务，包括语音业务、紧急呼叫业务、短消息业务及传真业务。
- 补充业务，与2G定义的补充业务相同。
- 承载业务，包括电路型承载业务和分组型承载业务。
- 智能业务，从2G系统继承的基于CAMEL机制的智能网业务。
- 位置业务，与位置信息相关的业务，如分区计费，移动黄页，紧急定位等。
- 多媒体业务，包括电路型实时多媒体业务，分组型实时多媒体业务，非实时存贮转发型多媒体消息业务等。

以上业务类之间可能有交叉，例如分区计费既是位置业务，又是智能业务。下面分别介绍各类业务。

#### 1. 基本电信业务

- 语音业务，对于电路交换语音业务，其QoS有保证，不需另外提供保障机制，对于分组交换语音业务，需要提供专门的QoS保障机制。
- 紧急呼叫，属于传统业务，用户可以不受网络鉴权的限制，发起对特定

紧急服务号码的呼叫。

- 短消息业务，包括点对点移动终止（MT）短消息业务，点对点移动发起（MO）短消息业务，小区广播型短消息业务。
- 电路型传真业务，包括交替语音和G3传真，自动G3传真业务。

## 2. 补充业务

- 呼叫偏转：呼叫偏转（CD）

呼叫偏转是一种特殊的呼叫前转，是一种由用户而不是网络决定的移动用户忙呼叫前转。

- 号码标识：主叫显示（CLIP），主叫限制（CLIR），连接号显示（CoLP），连接限制（CoLR）
- 呼叫前转：无条件呼叫前转（CFU），移动用户忙呼叫前转（CFB），无应答呼叫前转（CFNRy），移动用户不可及前转（CFNRc）
- 呼叫完成：呼叫等待（CW），呼叫保持（HOLD）

在用户通话（A-B）过程中，如果又有呼叫到通话方（A），A可以选择接听新的呼叫，此时原有的呼叫保持，A处于呼叫保持状态，而原有的呼叫的另一方（B）此时处于呼叫等待状态。A可以多次切换，使与其通话的两方交替处于呼叫等待状态。

- 多方会话：多方会话（MPTY）
- 选择通信：紧密用户群（CUG）
- 用户到用户会话：用户/用户信令（UUS）
- 计费：计费信息建议（AoCI），计费建议（AoCC）
- 呼叫限制：呼出限制（BAOC），国际呼出限制（BOIC），归属国外国际呼出限制（BOIC-exHC），呼入限制（BAIC），国外漫游呼入限制（BIC-Roam）
- 呼叫转移：直接呼叫转移（ECT）

直接呼叫转移同呼叫前转不同的是直接呼叫转移在呼叫中发生转移，而呼叫前转是在呼叫前发生转移；直接呼叫转移同呼叫等待/呼叫保持不同的是直接呼叫转移在呼叫转移后原有的呼叫结束，而呼叫等待/呼叫保持在转移后不结束原有呼叫，处于保持状态。

- 用户忙呼叫完成：用户忙呼叫完成（CCBS）
- 名字标识：主叫名显示（CNAP）

### 3. 承载业务

- 基本电路型数据承载业务  
异步电路型数据承载业务  
同步电路型数据承载业务
- 分组电路型数据承载业务

### 4. 智能业务

- 基本电路交换呼叫的CAMEL控制业务  
可以实现对呼叫的计费、鉴权等功能
- USSD的CAMEL控制业务
- SMS的CAMEL控制业务  
可以实现对短消息（SMS）的鉴权、计费、转移等功能
- 移动性管理的CAMEL控制业务
- 位置信息的CAMEL控制业务

### 5. 位置业务

位置业务是一种比较特殊的业务，是移动网上的一种特色服务，商业价值很大，种类十分丰富。在3G领域，由于定位精度的提高和开放体系结构的采用，其吸引力十分令人注目，被认为可能是3G的代表性应用。

位置业务业务分类如下：

- 公共安全业务

美国将从2001年10月1日开始提供增强紧急呼叫服务（Enhanced Emergency Services），FCC（联邦通信委员会）规定无线运营公司必须提供呼叫者位置经度和纬度的估算值，其精度在125米以内（在67%的估算值中）或者低于用根均方值的方法所得的结果。该类业务主要由国家制定的法令驱动，属于运营商为公众利益服务而提供的一项业务，业务的开通无需用户申请，对于运营商而言无利润可言，但可以提升运营商的形象，并且提供此类业务是移动通信技术进步的必然结果。除了紧急呼叫之外，还有路边援助，车辆在公路上发生故障也可以进行报障定位自动事故报告，车辆运行时发生事故，检测设备侦测到之后可以进行自动报告并提供地点等信息。

- 基于位置的计费

特定用户计费：用户可以设定一些位置区为优惠区，在这些位置区内打/接电话能够获得优惠。

接近位置计费：主被叫双方位于相同或者相近的位置区时双方可获得优惠。

特定区域计费：通话的某一方或者双方位于某个特定位置时可以获得优惠，用以鼓励用户进入该区域，如购物区等。

- 跟踪业务

电话簿，可以表示同事及朋友的位置、是否繁忙等。

- 资产管理业务

可以对用户的资产的位置进行定位，从而实现动态的实时管理。

- 增强呼叫路由（Enhanced Call Routing）

增强呼叫路由（ECR）允许用户的呼叫根据其位置信息被路由到最近的服务提供点，用户可以通过特定的接入号码来完成相应的任务，例如要求接入到最近的加油站。

- 基于位置的信息业务（Location Based Information Services）

基于位置的信息业务可以让用户获得使用其位置信息进行筛选之后的信息，以下是一些可以应用的例子：城市观光提供旅游点间的方向导航或根据位置指示附近旅游点，查找最近的旅馆、银行、机场、汽车站、休息场所等，定点内容广播可以向特定区域范围内的用户发出信息，主要应用是广告类业务：比如向某商场附近范围内的用户发出该商场的商品广告用以吸引顾客。同时还可以针对用户进行筛选，比如某港口管理机构可以向港口区域内的工作人员发出调度信息；也可以提供向导信息，如向观光园区内的游客发出各种活动安排等等。

- 移动黄页

移动黄页同ECR类似，但它指示按照用户的要求提供最近的服务提供点的联系方式。如顾客可以输入词条“餐馆”用来进行搜索，并且可以输入条件如：“中餐”、“3公里之内”等进行搜索匹配。输出的结果可以

是联系电话或者地址等等。

- 网络增强业务（Network Enhancing Services）

该类业务尚待定义，可以考虑的是合法监听。

## 6. 多媒体业务

在3G中的多媒体业务首先发展的将是分布式的多媒体业务。语音业务由于所需的带宽较少，将首先发展起来，尤其是压缩率高的MP3将广泛应用，而视频业务，出现应用的首先是基于低码率，小图象的MPEG4制式的单向视频应用，如实时的广告业务，或电影的片段广告。

多媒体业务的分类描述如下：

- 电路型实时多媒体业务：在电路域上实现的多媒体业务，主要使用H.324协议实现。
- 分组型实时多媒体业务：在分组域上实现的多媒体业务，主要使用SIP协议实现。
- 非实时多媒体消息业务：此种业务称MMS，属于短消息业务的自然发展，它使用户可以发送或接收由文字、图象、动画、音乐等组成的多媒体消息，为了保持互操作性，它必须兼容现有的多媒体格式。

## 5.4 3G体制

### 5.4.1 多种技术体制

在3G上，ITU的目标是：建立IMT-2000系统家族，求同存异，实现不同3G系统上的全球漫游。

#### 1. 网络部分

在1997年3月ITU-T SG11的一次中间会议上，通过了欧洲提出的“IMT-2000家族概念”。此概念是基于现有的网络，已经有至少两种主要标准，即GSM MAP和IS-41。

#### 2. 无线接口

ITU-R第8研究组的TG8/1任务组负责推进IMT-2000无线电传输技术（RTT）的评估、融合工作。在1998年1月TG8/1特别会议上，提出并开始采用“套”的概念，不再像网络部分那样使用“家族概念”，其含义是无线接口标准可

能多于一个，但并没有承认可以多于一个，而是希望最终能统一成一个标准。至1998年9月，RTT提案共有16个：

- (1) UTRA WCDMA（欧洲）
- (2) DECT（欧洲）
- (3) cdma2000（美国）
- (4) UWC-136（美国）
- (5) WIMS WCDMA（美国）
- (6) WCDMA/NA（美国）
- (7) WCDMA（日本）
- (8) TD-SCDMA（中国）
- (9) Global CDMA（同步）（韩国）
- (10) Global CDMA（异步）（韩国）
- (11) LEO卫星系统SAT-CDMA
- (12) ESA的宽带卫星系统SW-CDMA
- (13) 混合宽带CDMA/TDMA卫星系统SW-CTDMA
- (14) ICO全球通信公司的ICO RTT
- (15) INMARSAT的卫星系统Horizons
- (16) Iridium LLC公司的卫星系统INX。

其中前10种为IMT-2000地面系统RTT提案，后6种RTT反映了将MSS（卫星移动通信业务）纳入IMT-2000的努力。提案充分反映了很多国家对IMT-2000未来制式确定的关心与力争施加有效影响的基本愿望。但从市场基础、后向兼容及总体特征看，欧洲ETSI的UTRA WCDMA及美国cdma2000这两个提案，最具竞争力，RTT融合的关键也在于这两个提案的融合能否取得有效的进展。

#### 5.4.2 技术融合

IMT-2000既包括地面移动通信业务（TMS），又包括卫星移动通信业务（MSS）。建议一个全球统一、融合得更好的第三代移动通信标准，对运营商、制造商、用户及政策规划管理部门均更有利，也为世界各国所欢迎。

目前，IMT-2000的RTT标准的制定工作已进入最后的实质性阶段，就16个RTT候选方案来看，地面移动通信融合的最终结果是：对于FDD模式，以欧洲ETSI的WCDMA（DS）与美国TIA的cdma2000最具竞争力；而对于TDD模式，欧洲的ETSI UTRA提出的TD-CDMA与中国CATT提出的TD-SCDMA是



进一步融合的主要对象。1999年3月底，爱立信和高通公司就IPR达成的一系列协议，为推广全球CDMA标准扫除了知识产权方面的严重障碍。1999年5月底，运营者协调集团OHG（全球31个主要操作运营者与11个重要制造商）提出的涉及IMT-2000的融合提案对促进其主要参数（码片速率、导频结构及核心网协议以GSM-MAP、ANSI-41为基础）统一起了积极作用，就统一码片速率达成一致，对FDD-DS-CDMA取3.84Mcps，对FDD-MC-CDMA即FDD-cdma2000-(MC)取3.6864Mcps。

1999年11月，在芬兰赫尔辛基召开的第18次会议上，通过了“IMT-2000无线接口技术规范”建议，该建议的通过表明TG8/1在制定第三代移动通信系统无线接口技术规范方面的工作已基本完成。第三代移动通信系统的开发和应用将进入实质阶段。到目前，主要的技术体制有：UTRA FDD、UTRA TDD和cdma2000，UTRA FDD采用WCDMA，UTRA TDD采用TD-CDMA，而将TD-SCDMA和UTRA TDD进行融合，分别将TD-CDMA和TD-SCDMA称为3.84Mcps TDD和1.28Mcps TDD。下面将对三种主要技术WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA作进一步介绍。

### 5.4.3 三种主要技术体制比较

#### 1. WCDMA的技术特点

核心网基于GSM/GPRS网络的演进，保持与GSM/GPRS网络的兼容性。

核心网络可以基于TDM、ATM和IP技术，并向全IP的网络结构演进。

核心网络逻辑上分为电路域和分组域两部分，分别完成电路型业务和分组型业务。

UTRAN基于ATM技术，统一处理语音和分组业务，并向IP方向发展。

MAP技术和GPRS隧道技术是WCDMA体制移动性管理机制的核心。

空中接口采用WCDMA：信号带宽5MHz，码片速率3.84Mcps，AMR语音编码，支持同步/异步基站运营模式，上下行闭环加外环功率控制方式，开环（STTD、TSTD）和闭环（FBTD）发射分集方式，导频辅助的相干解调方式，卷积码和Turbo码的编码方式，上行BPSK和下行QPSK调制方式。

#### 2. cdma2000技术体制

cdma2000体制是基于IS-95的标准基础上提出的3G标准，目前其标准化工作由3GPP2来完成。

电路域——继承2G IS95 CDMA网络，引入以WIN为基本架构的业务平台。

分组域——基于Mobile IP技术的分组网络。

无线接入网——以ATM交换机为平台，提供丰富的适配层接口。

空中接口采用cdma2000兼容IS95：信号带宽 $N \times 1.25\text{MHz}$ （ $N=1,3,6,9,12$ ）；码片速率 $N \times 1.2288\text{Mcps}$ ；8k/13k QCELP或8k EVRC语音编码；基站需要GPS/GLONASS同步方式运行；上下行闭环加外环功率控制方式；前向可以采用OTD和STS发射分集方式，提高信道的抗衰落能力，改善了前向信道的信号质量；反向采用导频辅助的相干解调方式，提高了解调性能；采用卷积码和Turbo码的编码方式；上行BPSK和下行QPSK调制方式。

### 3. TD-SCDMA技术体制

TD-SCDMA标准由中国无线通信标准组织CWTS提出，目前已经融合到了3GPP关于WCDMA-TDD的相关规范中。

核心网基于GSM/GPRS网络的演进，保持与GSM/GPRS网络的兼容性。

核心网络可以基于TDM、ATM和IP技术，并向全IP的网络结构演进。

核心网络逻辑上分为电路域和分组域两部分，分别完成电路型业务和分组型业务。

UTRAN基于ATM技术，统一处理语音和分组业务，并向IP方向发展。

空中接口采用TD-SCDMA。

TD-SCDMA具有“3S”特点：即智能天线（Smart Antenna）、同步CDMA（Synchronous CDMA）和软件无线电（Software Radio）。关键技术有：智能天线+联合检测、多时隙CDMA+DS-SS、同步CDMA、信道编译码和交织（与3GPP相同）、接力切换等。

三种主要技术体制的对比情况如表5-1所示：

表5-1 三种主要技术体制比较

制式	WCDMA	cdma2000	TD-SCDMA
采用国家	欧洲、日本	美国、韩国	中国
继承基础	GSM	窄带CDMA	GSM
预计试用期	日本2001年	韩国2000年底	
同步方式	异步	同步	异步
码片速率	3.84Mcps	$N \times 1.2288\text{Mcps}$	1.28Mcps
信号带宽	5MHz	$N \times 1.25\text{MHz}$	1.6MHz
空中接口	WCDMA	cdma2000兼容IS-95	TD-SCDMA
核心网	GSM MAP	ANSI-41	GSM MAP

5.5 3G频谱情况

国际电联对第三代移动通信系统IMT-2000划分了230MHz频率，即上行1885~2025MHz、下行2110~2200MHz，共230MHz。其中，1980~2010MHz（地对空）和2170~2200MHz（空对地）用于移动卫星业务。上下行频带不对称，主要考虑可使用双频FDD方式和单频TDD方式。此规划在WRC92上得到通过，如图5-2所示。

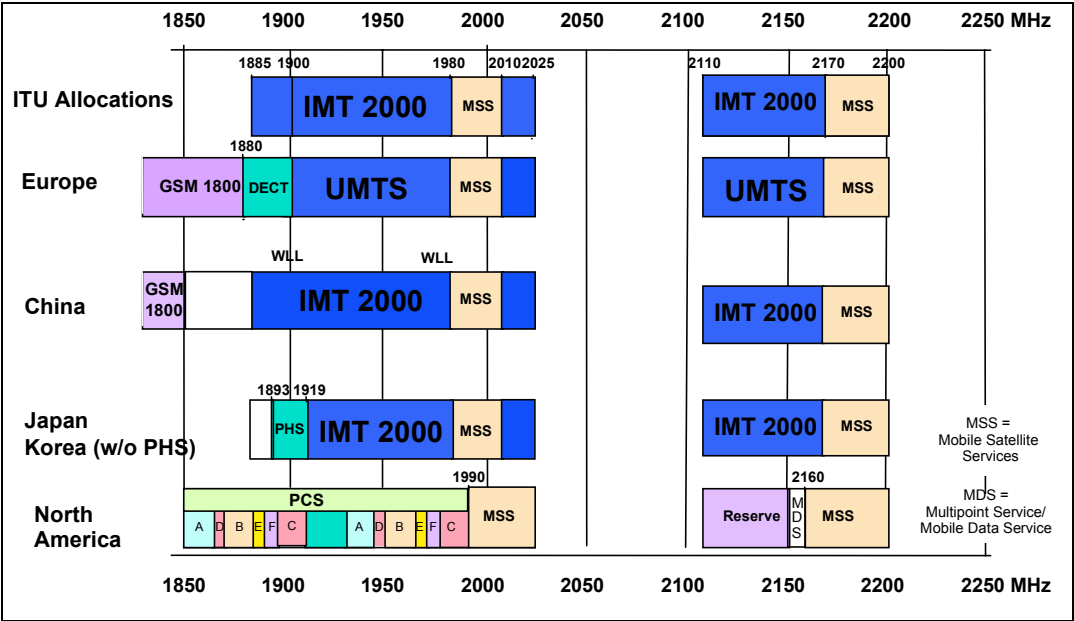


图5-2 WRC-92的频谱分配

欧盟对第三代移动通信的问题亦十分重视，欧洲电信标准化协会早在十多年前就开始了第三代移动通信标准化的研究工作，成立了一个由运营商、设备制造商和电信管制机构的代表组成的“通用移动通信系统（即UMTS）论坛”，1995年正式向ITU提交了频谱划分的建议方案。

欧洲情况为陆地通信为1900~1980MHz、2010~2025MHz和2110~2170MHz，共计155MHz。

北美情况比较复杂，如图5-2所示，在3G低频段的1850~1990MHz处，实际已经划给PCS使用，且已划成2×15MHz和2×5MHz的多个频段。PCS业务已经占用的IMT-2000的频谱，虽然经过调整，但调整后IMT-2000的上行与PCS的下行频段仍需共用。这种安排不大符合一般基站发高收低的配置。

日本1893.5~1919.6MHz已用于PHS频段，还可以提供2×60MHz+15MHz=135MHz的3G频段（1920~1980MHz，2110~2170MHz，2010~2025MHz）。目前，日本正在致力于清除与第三代移动通信频率有冲突的问题。

WRC1992划分的频谱，已经得到各标准化组织的支持，如3GPP和3GPP2分别在WCDMA和cdma2000的标准中给出了IMT-2000 WRC1992频谱的使用方

法。在2000年的WRC2000大会上，在WRC-92基础上又批准了新的附加频段：806-960 MHz、1710-1885 MHz，如图5-3所示。

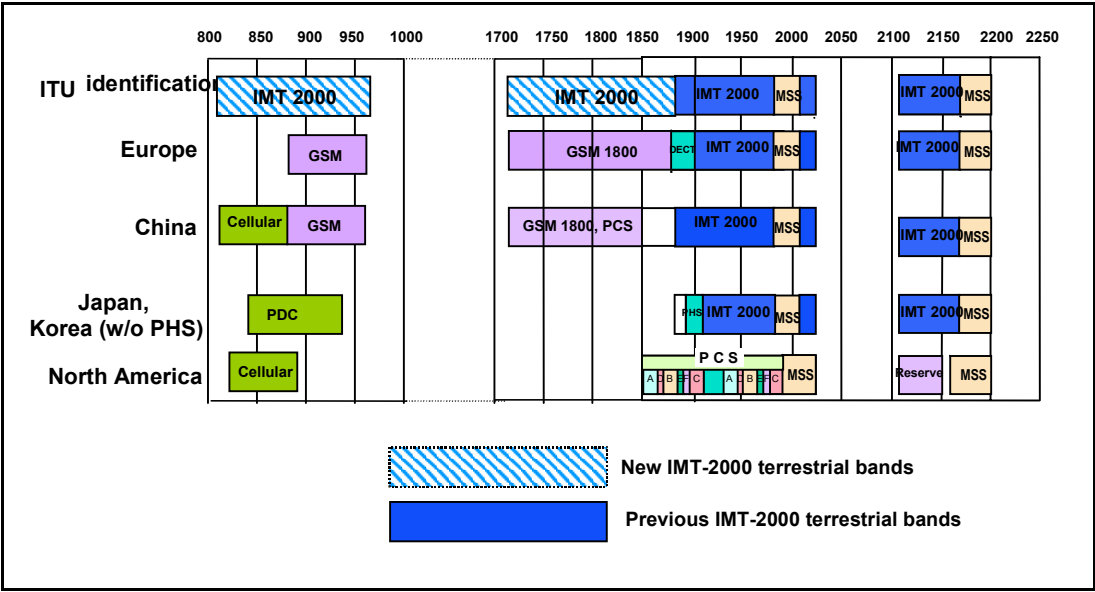


图5-3 WRC2000对IMT-2000的频谱安排

WCDMA FDD模式使用频谱为（3GPP并不排斥使用其他频段上行：1920～1980MHz，下行：2110～2170MHz。而美洲地区：上行：1850～1910MHz，下行：1930～1990MHz。

WCDMA TDD（包括High bit rate和Low bit rate）模式使用频谱为（3GPP并不排斥使用其他频段）：

- (1) 上下行1900～1920MHz和2010～2025MHz
- (2) 美洲地区：上下行1910～1930MHz

特殊情况下（如两国边界地区）可能会出现TDD和FDD在同一个频带内共存的情况，3GPP TSG RAN WG4正在进行这方面的研究。

cdma2000 中只有FDD模式，目前共有7个Band class，其中Band Class 6为IMT-2000规定的1920～1980MHz/2110～2180MHz的频段。

在我国，根据目前的无线电频率划分，1700～2300Mhz频段有移动业务、固定业务和空间业务，该频段内有大量的微波通信系统和一定数量的无线电定位设备正在使用。1996年12月，国家无委为了发展蜂窝移动通信和无线接入的需要，对2GHz的部分地面无线电业务频率进行重新规划和调整，但还是与第三代移动有冲突，如公众蜂窝移动通信1.9MHz带宽的频段和无线接入的频段均占用了IMT～2000的频段中的一部分。因此，必须做好IMT-2000频段的规划调整工作，第三代移动通信才能与现有的各种无线通信系统共享有限的频率资源。

## 5.6 WCDMA系统简介

### 5.6.1 系统结构

UMTS（Universal Mobile Telecommunication Systems）是采用WCDMA空中接口的第三代移动通信系统，它采用了与第二代移动通信系统相同的结构，网络单元可以分为无线接入网络（RAN：Radio Access Network）和核心网（CN：Core Network），RAN处理所有与无线有关的功能，而CN处理UMTS系统内所有业务与外部网络的交换和路由。上述两个单元与用户设备（User Equipment, UE）一起构成了整个UMTS 系统，如图5-4给出了其基本结构。实际上在3GPP TS 23.002的定义中包含三个版本，它们略有差别，这将在下一节详细介绍。

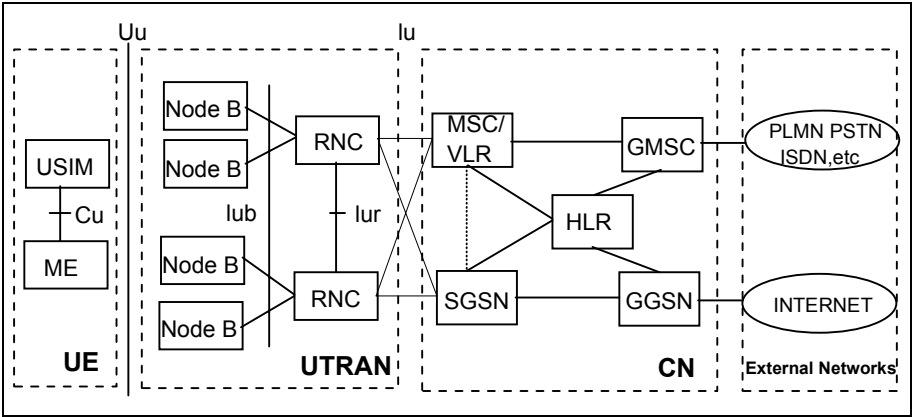


图5-4 UMTS网络单元构成示意图

从图5-4可以看出，UMTS系统的网络单元包括如下部分：

#### 1. UE（User Equipment）

UE是用户终端设备，它主要包括射频处理单元、基带处理单元、协议栈模块以及应用层软件模块等；UE通过Uu接口与网络设备进行数据交互，为用户提供电路域和分组域内的各种业务功能，包括普通语音、宽带语音、移动多媒体、Internet应用（如E-mail、WWW浏览、FTP等）。

UE包括两部分：

- ME（The Mobile Equipment）提供应用和服务。
- USIM（The UMTS Subscriber Module）提供用户身份识别。

#### 2. UTRAN

UTRAN（UMTS Terrestrial Radio Access Network，UMTS陆地无线接入网）

包括基站（Node B）和无线网络控制器（RNC）两部分：

#### (1) Node B

Node B是WCDMA系统的基站（即无线收发信机），包括无线收发信机和基带处理部件。通过标准的Iub接口和RNC互连，主要完成Uu接口物理层协议的处理。它的主要功能是扩频、调制、信道编码及解扩、解调、信道解码，还包括基带信号和射频信号的相互转换等功能。

#### (2) RNC（Radio Network Controller）

RNC是无线网络控制器，主要完成连接建立和断开、切换、宏分集合并、无线资源管理控制等功能。具体如下：

- 执行系统信息广播与系统接入控制功能。
- 切换和RNC迁移等移动性管理功能。
- 宏分集合并、功率控制、无线承载分配等无线资源管理和控制功能。

### 3. CN（Core Network）

CN负责与其他网络的连接和对UE的通信和管理，从逻辑上又可划分为CS域和PS域。CS域设备是指为用户业务提供“电路型连接”，或提供相关信令连接的实体。CS域特有的实体包括：MSC，GMSC，VLR，IWF。PS域为用户提供分组型数据业务，PS域特有的实体包括：SGSN和GGSN。其他设备如HLR（或HSS）、AuC、EIR等为CS域与PS域共用。主要功能模块如下：

#### (1) MSC/VLR

MSC/VLR是WCDMA核心网CS域功能节点，它通过Iu CS接口与UTRAN相连，通过PSTN/ISDN接口与外部网络（PSTN、ISDN、其它PLMN）相连，通过C/D接口与HLR/AUC相连，通过E接口与MSC/VLR、GMSC或SMC相连，通过CAP接口与SCP相连，通过Gs接口与SGSN相连。MSC/VLR的主要功能是提供CS域的呼叫接续、移动性管理、鉴权和加密等功能。

#### (2) GMSC

GMSC是WCDMA移动网CS域与外部网络之间的网关节点，是可选功能节点，它通过PSTN/ISDN接口与外部网络（PSTN、ISDN、其它PLMN）相连，通过C接口与HLR相连，通过CAP接口与SCP相连。它的主要功能是完成VMSC功能中的呼入呼出的路由功能。

#### (3) SGSN

SGSN是WCDMA核心网PS域功能节点，它通过Iu\_PS接口与UTRAN相连，通过Gn/Gp接口与GGSN相连，通过Gr接口与HLR/AUC相连，通过Gs接口与MSC/VLR相连，通过CAP接口与SCP相连，通过Gd接口与SMC相连，通过Ga接口与CG相连，通过Gn/Gp接口与SGSN相连。SGSN的主要功能是提供

PS域的路由转发、移动性管理、会话管理、鉴权和加密等功能。

#### (4) GGSN

GGSN是网关GPRS支持节点，通过Gn接口与SGSN相连，通过Gi接口与外部数据网络（Internet /Intranet）相连。GGSN提供数据包在WCDMA移动网和外部数据网之间的路由和封装。GGSN主要功能是同外部IP分组网络的接口功能，GGSN需要提供UE接入外部分组网络的关口功能，从外部网的观点来看，GGSN就好像是可寻址WCDMA移动网络中所有用户IP的路由器，需要同外部网络交换路由信息。

#### (5) HLR

HLR是WCDMA移动网归属位置寄存器，它通过C接口与VMSC/VLR或GMSC相连，通过Gr接口与SGSN相连，通过Gc接口与GGSN相连。HLR的主要功能是提供用户的签约信息存放、新业务支持、增强的鉴权等功能。

### 4. 网管

包括设备管理系统和网络管理系统。

设备管理系统完成对各独立网元的维护和管理，包括性能管理、配置管理、故障管理、计费管理和安全管理等业务功能。

网络管理系统能够实现对全网所有相关网元的统一维护和管理，实现综合集中的网络业务功能，具体同样包括网络业务的性能管理、配置管理、故障管理、计费管理和安全管理。

### 5. The external networks（外部网络）

外部网络可以分为两类：

- 电路交换网络（CS networks）：提供电路交换的连接，ISDN和PSTN均属于电路交换网络。
- 分组交换网络（PS networks）：提供数据包的服务，Internet属于分组数据交换网络。

#### 5.6.2 接口

从图5-4的UMTS系统网络构成示意图可以看出，WCDMA系统主要有如下接口：

##### 1. Cu 接口

Cu接口是USIM卡和ME之间的电气接口，Cu接口采用标准接口。

## 2. Uu接口

Uu接口是WCDMA的无线接口。UE通过Uu接口接入到UMTS系统的固定网络部分，可以说Uu接口是UMTS系统中最重要的开放接口。

## 3. Iu接口

Iu接口是连接UTRAN和CN的接口。类似于GSM系统的A接口和Gb接口。Iu接口是一个开放的标准接口。这也使通过Iu接口相连接的UTRAN与CN可以分别由不同的设备制造商提供。

## 4. Iur接口

Iur接口是连接RNC之间的接口，Iur接口是UMTS系统特有的接口，被用于对RAN中移动台的移动管理。比如在不同的RNC之间进行软切换时，移动台所有数据都是通过Iur接口从正在工作的RNC传到候选RNC。Iur是开放的标准接口。

## 5. Iub接口

Iub接口是连接Node B与RNC的接口，Iub接口也是一个开放的标准接口。这也使通过Iub接口相连接的RNC与Node B可以分别由不同的设备制造商提供。

WCDMA 核心网的接口（R99版本）如图5-5所示。



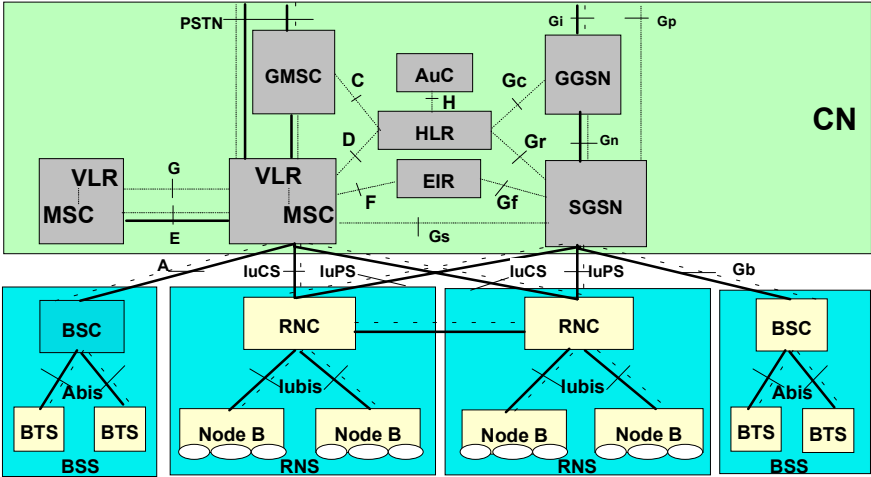


图5-5 R99网络结构图

5.6.3 R99版本核心网接口

R99版本核心网的接口及协议如见表 5-3。

表5-3 R99 核心网的外部接口名称与含义

接口名	连接实体	信令与协议
A	MSC—BSC	BSSAP
Iu-CS	MSC—RNC	RANAP
B	MSC—VLR	
C	MSC—HLR	MAP
D	VLR—HLR	MAP
E	MSC—MSC	MAP
F	MSC—EIR	MAP
G	VLR—VLR	MAP
Gs	MSC—SGSN	BSSAP+
H	HLR—AuC	
	MSC—PSTN/ISDN/PSPDN	TUP/ISUP
Ga	GSN—CG	GTP'
Gb	SGSN—BSC	BSSGP
Gc	GGSN—HLR	MAP
Gd	SGSN—SMS-GMSC/IWMSC	MAP
Ge	SGSN—SCP	CAP
Gf	SGSN—EIR	MAP

接口名	连接实体	信令与协议
Gi	GGSN——PDN	TCP/IP
Gp	GSN——GSN (Inter PLMN)	GTP
Gn	GSN——GSN (Intra PLMN)	GTP
Gr	SGSN——HLR	MAP
Iu-PS	SGSN——RNC	RANAP

- A接口

A接口指MSC与BSC之间的接口。BSS-MSC接口用于传送如下信息：

- BSS 管理
- 呼叫处理
- 移动性管理

- Iu-CS接口

Iu-CS接口是MSC与RNC之间的接口，具体定义在UMTS 25.41X序列技术规范中。RNC-MSC接口用于传送如下信息：

- RNS管理
- 呼叫处理
- 移动性管理

- B接口

B接口是MSC和VLR间的接口，其所依赖的信令方式没有具体规定。B接口实现的功能有：

- MSC从VLR中获得用户信息。
- 当MS进行位置更新操作时，MSC通知VLR记录位置信息。
- 当MS激活一个特定补充业务或修改业务相关数据时，MSC通过 VLR通知HLR更新数据。

- C接口

C接口是MSC与HLR之间的接口。在此接口上，MSC采用基于No.7信令方式的MAP协议来实现以下功能：

- 在MS被呼时，HLR将路由信息传递到GMSC。
- 短消息业务。

对于 CAMEL应用，本接口主要用于获取移动用户终呼时的路由信息，用户

状态，签约信息等。

- D接口

D接口是VLR与HLR之间的接口。本接口用于交换有关MS位置信息及用户管理信息，通过基于No.7信令系统中的MAP协议实现如下功能：

- 鉴权

- 位置更新

- 在呼叫建立时检索用户数据

- 补充业务

- VLR恢复

为支持移动用户能够在整个服务区内发起或接收呼叫，HLR和VLR间进行数据交换。当MS发生位置更新时，VLR通知HLR当前MS的位置，以及漫游号码。HLR则向VLR发送支持业务处理所需要的用户数据。同时，HLR指示MS以前所在的VLR删除该用户信息。HLR与VLR间的数据交换还发生在用户更新签约业务，或者管理者修改相关签约业务参数时。

对于CAMEL应用，本接口用以向拜访PLMN传送CAMEL用户数据以及提供MSRN。

- E接口

E接口指MSC与MSC之间的接口。通过基于No.7信令的MAP协议，本接口主要完成以下功能：

- 切换

- 短消息业务

- MSC间切换后的呼叫控制

MAP控制MSC间的切换。如MS通话时，从一个MSC区域移动到另MSC区域，这时为保证正常通话需要进行切换。MSC间通过MAP协议保证切换操作顺利进行。在切换操作完成后，MSC间传送一些A接口消息。

- F接口

F接口是MSC与EIR之间的接口。当MSC需要检查国际移动设备识别码（IMEI）的合法性时，需要通过F接口与EIR交换与IMEI有关的信息。本接口通过基于No.7信令的MAP协议实现以上功能。

- G接口

G接口是VLR与VLR之间的接口。通过基于No.7信令的MAP协议完成如下功能：

—位置更新：当MS漫游到一个新的VLR后，向前VLR索取IMSI。

—鉴权：将鉴权参数由先前VLR传送给当前的VLR。

- Gs接口

Gs接口是MSC与SGSN间的接口。Gs接口采用基于No.7信令（使用无连接的SCCP，没有TCAP）的BSSAP+协议来完成信令互通。SGSN可通过Gs接口向MSC/VLR发送MS位置信息。SGSN也可通过Gs接口接收到来自MSC/VLR的寻呼信息。通过Gs接口，MSC/VLR可向SGSN声明，MS正执行由MSC处理的业务。

- H接口

H接口是HLR与AuC之间的接口，接口形式没有具体标准。主要完成的功能是：当HLR接收到一个请求用户鉴权和加密数据的消息时，如HLR没有这些信息，则向AuC请求这些数据。

- MSC与外部网络的接口

这里是指MSC与PSTN/ISDN等外部网络的接口。由于MSC是基于普通的ISDN交换，在呼叫控制方面具有和固定网交换一样的接口。对于电路呼叫，GSM技术规范中给出的信令接口是SS7的TUP和ISUP。

- Ga接口

Ga接口是指GSN（包括SGSN/GGSN）与CG之间的接口，接口协议GTP'基于UDP/IP或者TCP/IP协议栈，主要完成计费信息的输出功能。

- Gb接口

为兼容GPRS而保留的接口。

- Gc 接口

Gc接口是GGSN与HLR之间的接口，实现GGSN与HLR之间的信息交互功能。有两种实现方法：一是基于MAP协议，在GGSN上直接出No.7信令接口；另一种方法是GGSN借助SGSN提供与HLR之间的MAP接口。这部分与GPRS相同。

- Gd接口

Gd接口在SGSN与SMS-GMSC/IW MSC之间的接口，基于MAP协议，实现短消息的收发功能。

- Ge接口

Ge接口是SGSN与SCP之间的接口，基于CAP协议实现分组域的智能业务。在R99中MSC与SCF之间的接口没有特定名称，它们之间通信采用CAP方式。

- Gf接口

Gf接口是SGSN与EIR之间的接口，当SGSN需要检查国际移动设备识别码（IMEI）的合法性时，需要通过Gf接口与EIR交换与IMEI有关的信息。本接口通过基于No.7信令的MAP协议实现以上功能。

- Gi接口

Gi接口是GGSN与外部数据网之间的接口，基于TCP/IP协议实现外部分组网络的互联功能。

- Gn/Gp接口

Gn/Gp接口是GSN与GSN之间的接口，基于GTP协议实现隧道传输功能，包括信令面GTP-C和用户面GTP-U。GTP-C完成隧道的管理和其它信令消息的传输功能，GTP-U传输用户面的数据包。

- Gr接口

Gr接口是SGSN与HLR之间的接口，本接口用于交换有关MS位置信息及用户管理信息，通过基于No.7信令系统中的MAP协议实现如下功能：

—鉴权

—路由区更新

—在会话建立时检索用户数据

—SGSN恢复

为支持移动用户能够在整个服务区内发起或接收呼叫，HLR和SGSN间进行数据交换。当MS发生路由区更新时，SGSN通知HLR当前MS的位置，以及漫游号码。HLR则向SGSN发送支持业务处理所需要的用户数据。同时，HLR指示MS以前所在的SGSN删除该用户信息。HLR与SGSN间的数据交换还发生在用户更新签约业务，或者管理者修改相关签约业务参数时。

- Iu\_PS接口

Iu-PS接口是SGSN与RNC间的接口，具体定义在UMTS 25.41x-series技术规范中。RNC-SGSN接口用于传送如下信息：

—RNC管理

—会话管理

—移动性管理

## 第六章 华为M900/M1800移动通信系统

### 6.1 华为M900/M1800系统的特点

华为M900/M1800 移动通信系统的主要特点如下：

- 同时支持GSM phase I 及phase II 协议和业务；
- 提供GSM900和DCS1800兼容设备；
- 经严格测试的MAP接口与A接口协议，保证可与不同厂家的设备互通；
- 采用模块式结构，可保证系统容量平滑扩展，充分保护用户的投资；
- 可提供集中网管，统一维护所有网络设备的OMC；
- 提供多种组网方式，组网方式经济、灵活；
- 系统与华为公司的交换机、智能网等产品采用统一平台，功能扩展非常方便。

下面对构成M900/M1800移动通信系统的各主要部分进行简要介绍。

## 6.2 华为M900/M1800 MSC（含VLR/SSP）

### 6.2.1 概述

M900/M1800 MSC/VLR/SSP系统硬件结构总体配置如图6-1所示，主要包括管理和通信模块（AM/CM）、交换模块（SM）、话单管理单元（BAU）和拜访位置寄存器（VLR）。

#### (1) AM/CM模块

AM/CM模块是MSC的话路交换和信令交换的中心。

#### (2) 后管理模块BAM

BAM是MSC和OMC之间通讯的桥梁，OMC通过BAM对MSC进行操作维护。BAM通过HDLC链路与MSC的控制系统进行通信，通过网卡直接或间接与OMC通信。

#### (3) SM模块

SM模块完成MSC中大部分的呼叫处理、信令处理和电路维护功能。

#### (4) BAU

话单管理单元（BAU）负责话单存储、与计费中心对接以及提供话单查询、浏览的功能。

#### (5) VLR

拜访位置寄存器（VLR）是一个实时数据库，它负责存储并管理当前活动在MSC/VLR区域中的移动用户的有关数据，并提供相关用户安全性管理的功能。

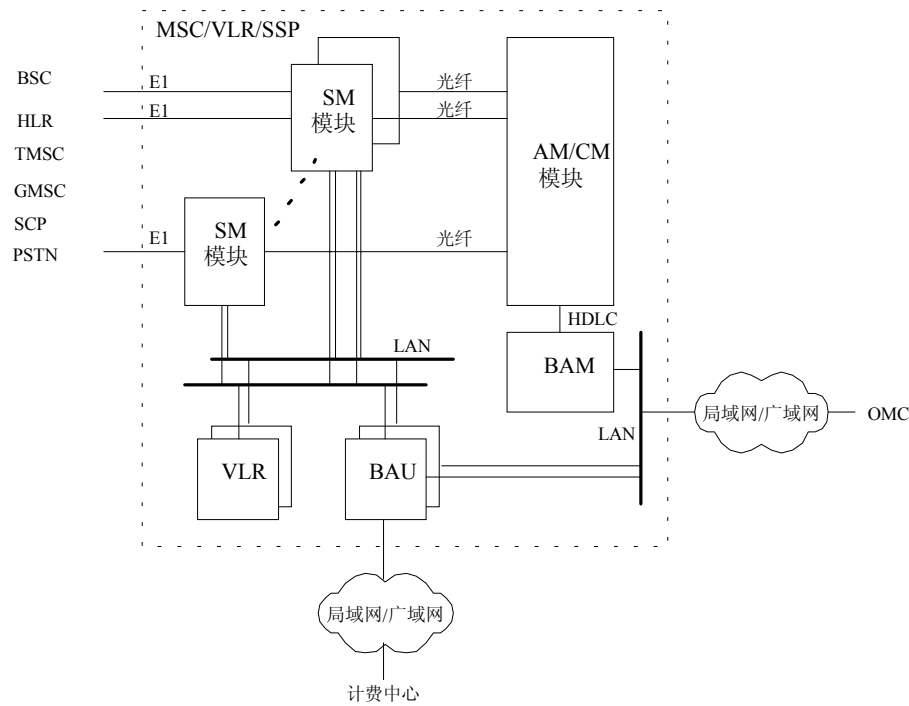


图6-1 MSC/VLR/SSP系统硬件结构图

M900/M1800 MSC集成了VLR，并且具有SSP功能，当与其它通信网互连时，还提供了网间适配功能（IWF），以便与对方网络特性相适应，从而可与PSTN、ISDN、PSPDN等网络交互工作，向用户提供更多的业务。

6.2.2 功能特点

MSC是物理上包含VLR、逻辑上包含SSP的移动交换中心，是NSS（网络子系统）的核心交换设备，为漫游到该MSC控制范围内的移动终端设备提供交换功能，为移动台的来去话提供路由、处理话务信令、收集计费信息、位置区登记、寻呼、话务管理等，支持基本的电信业务、承载业务、补充业务和智能业务。M900/M1800 MSC的主要特点如下：

- (1) 充分利用C&C08交换机的成熟技术，设备可靠性高；
- (2) 具有强大的处理能力，支持多种补充业务，并能支持智能业务，可逐步向宽带化、智能化平台过渡；
- (3) 采用模块化积木式结构，从而为增加处理能力和提高存储容量创造必要的条件；
- (4) 采用内置式VLR数据库，结构紧凑，VLR数据库采用建立在WINDOWS NT平台上的高性能和高可靠的数据库服务器；
- (5) MSC采用嵌入式接口设备。MSC可使用嵌入式回声抑制单元和独立设备



实现回声抑制功能。

(6) MSC的关键部件均采用全冗余配置（1+1），VLR数据库采用热备份方式，其它均采用N+1或N+M备份方式，可靠性高；

(7) 系统的各模块之间采用光纤连接，各模块之间相互干扰小，电磁兼容性（EMC）好；

(8) 广泛采用超大规模集成电路，减少系统复杂度，使系统的稳定性和可靠性进一步得到提高。

### 6.2.3 主要接口

#### 1. A接口

该接口是移动交换中心（MSC）与基站控制器（BSC）间的通信接口，其支持工作在900/1800MHz的GSM以及工作在900/1800MHz的基站设备的接入。

#### 2. 标准的MAP信令接口

该接口可实现移动用户自动漫游的功能。

3. 提供对PSTN/ISDN/PSPDN/PLMN等多种通信网的IWF接口，以实现网络之间的互连

### 6.2.4 提供的业务

#### 1. 电信业务

- 电话
- 紧急呼叫
- 传真
- 短消息

#### 2. 承载业务

承载业务提供了在两个网络终端接口间的信息传递能力，M900/M1800 MSC/VLR/SSP支持的承载业务包括双工电路型数据和PAD接入型数据，速率从300bit/s ~ 9600bit/s。

### 3. 补充业务

- 呼叫转移类业务
- 呼叫限制类业务
- 呼叫完成类业务
- 号码识别类业务
- 多方通信类
- 社团类
- 计费类

### 4. 智能业务

- 预付费业务（PPS）
- 移动虚拟专用网（Mobile Virtual Private Network）
- 无线电话广告（WAD）

### 6.3 M900/M1800 HLR（含AUC和EIR）

#### 6.3.1 结构原理

M900/M1800 HLR的硬件结构由两部分组成：HLR前置机和HLR数据库服务器，如图6-2所示。

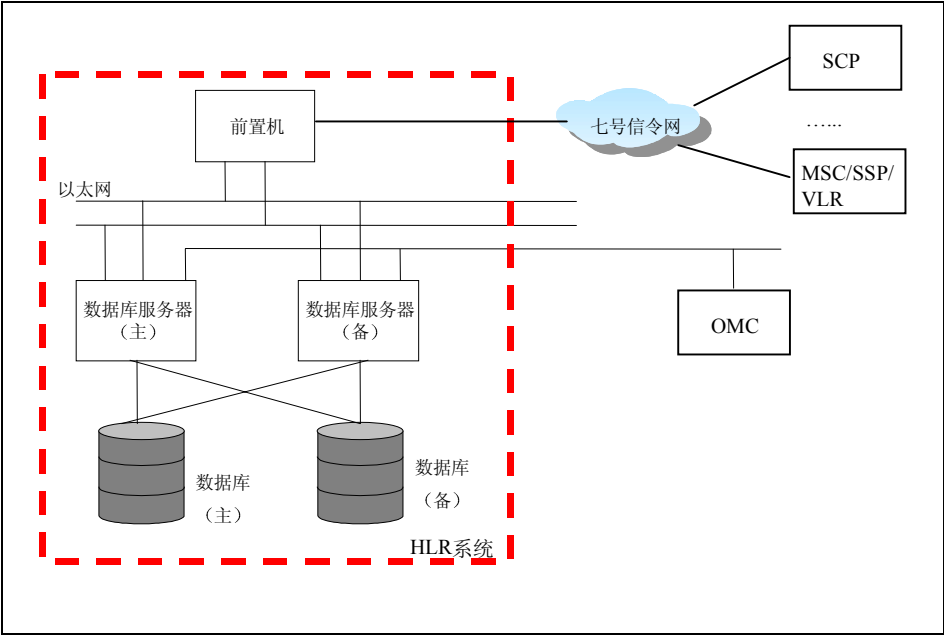


图6-2 M900/M1800 HLR基本结构图

- HLR前置机

HLR前置机是HLR的信令处理机，主要完成七号信令中MAP信息的处理功能。HLR前置机对外提供E1接口与GSM网络中的其他实体（MSC、VLR、SCP等）相连，进行七号信令消息的传输与交互。

- HLR数据库服务器

HLR数据库服务器完成用户数据的存储、查询和管理功能以及负责从OMC操作维护中心取用户数据。

HLR是GSM网络的核心数据库，其必须高可靠稳定运行。M900/M1800 HLR在硬件设计上充分考虑了这一要求，几乎所有硬件都采用了1+1的冗余配置方式。M900/M1800 HLR数据库服务器（数据库系统）采用HA（High Availability）双机冗余配置。正常时两台主机分别完成不同的任务，一台主机失效后，另一台主机接管其所有的任务。在整个系统内部，不存在单点：所有的设备按双备份形式进行工作，可以保证在任何一点故障的情况下进行系统切换，并保证应用程序稳定可靠运行。

前置机和数据库服务器通过以太网相连，局域网以主备用方式工作，两个网络配置了不同的网段，以提高系统的可靠性。

### 6.3.2 主要功能

#### 1. 位置更新功能

- (1) 当移动用户进入一个新的位置区时，更新移动台的位置信息；
- (2) 当移动台在新的VLR中登记时，删除移动台在原VLR中的相关数据；
- (3) 为VLR提供呼叫处理必须的数据；
- (4) 当HLR从与移动台有关的VLR中收到位置更新信息的同时，将位置删除消息送给原先的VLR（如果有的话），并且更新它的数据库（VLR地址等）。

#### 2. 鉴权功能

在对用户进行鉴权的情况下，M900/M1800 MSC中的VLR向M900/M1800 HLR中的鉴权中心（AUC）申请安全三元组RAND/SRES/Kc。在AUC中，每一个三元组随机产生一个新的鉴权参数RAND；利用A3算法，可以根据RAND和Ki算出响应SRES；利用A8算法，从Ki中算出通信密钥Kc。每一个三元组产生一个新的RAND/SRES/Kc，再传送给HLR。VLR从HLR中得到安全三元组，将之与移动台传送来的SRES/Kc相比较，完成鉴权处理。

#### 3. 设备识别功能

设备识别主要对移动台进行鉴别和监视，以便处理移动台的失窃、故障和未被认可等情况。这通过将IMEI存放于黑色、灰色和白色3个表格中的方式来实现。

##### (1) 白色清单

这是允许正常使用的全部IMEI清单。其描述的不是单个的IMEI，而是IMEI的范围。

##### (2) 灰色清单

这是怀疑有故障但允许使用，需监视其使用情况的IMEI清单，以免影响网络的正常运行。

##### (3) 黑色清单

这是不允许在网络中使用的全部IMEI清单。

#### 4. 业务管理功能

HLR支持电信业务、承载业务、补充业务和智能业务，其为网络和系统提供相应业务的用户管理功能：登记、删除、激活、去活、查询。

#### 6.3.3 主要特点

华为M900/M1800将归属用户位置寄存器（HLR）、鉴权中心（AUC）和用户设备识别寄存器（EIR）集成在一起，统称为华为M900/M1800 HLR。M900/M1800 HLR提供符合GSM技术规范的HLR/AUC/EIR的所有基本功能，如位置更新、漫游区域管理、鉴权、设备识别等；同时还向用户提供多种补充业务，如呼叫前转、呼叫限制等，使用户在通信时得心应手。

M900/M1800 HLR（含AUC和EIR）的主要特点如下：

- 开放的信令接口

M900/M1800 HLR基于C&C08交换机平台，对外提供No.7 MAP协议接口，通过No.7信令与PSTN/ISDN/PLMN等网络互连。

- 高可靠性

M900/M1800 HLR的硬件系统采用基于小型计算机Cluster结构的高可靠、双备份容错硬件平台，双机之间由高速数据链路连接。其软件平台采用Unix操作系统，结合Oracle强大的数据库管理功能，保证实时数据访问安全可靠。

- 支持虚拟HLR功能

M900/M1800 HLR支持虚拟HLR功能。所谓虚拟HLR功能是指对不同地理区域与管理范围的用户采用本地化的分布式管理，该功能可以满足不同行政区域管理的要求。

- 支持多种补充业务

M900/M1800 HLR支持呼叫前转、呼叫限制、呼叫完成、号码识别、会议电话、计费通知等多种补充业务。

- 可适应不同容量的需求

为适应运营商的需求，M900/M1800 HLR产品可支持最大100万用户访问能力。

## 6.4 M900/M1800 BSC

### 6.4.1 结构原理

M900/M1800 BSC的结构如图6-3所示，主要包括CDB、BAM、BM、TCSM和AM/CM五个部分，CDB为小区广播数据库，BM完成对话音等信息的交换功能，TCSM为码变换和子复用单元，BAM、AM/CM的作用与MSC中的BAM、AM/CM作用相似。

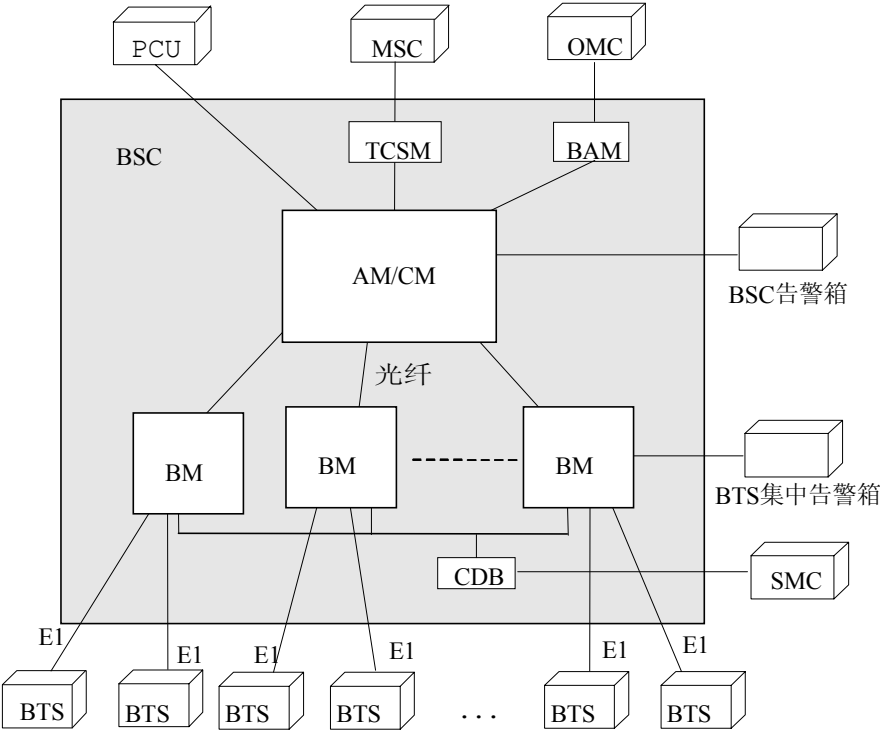


图6-3 BSC系统结构框图

### 6.4.2 主要功能

华为M900/M1800 BSC在基站子系统（BSS）内起控制器和集中器的作用，其最基本的功能主要有：

#### 1. 接口管理

BSC上接MSC，下连BTS。BSC所处位置的特殊性决定了它必须对这些接口进行管理。无论BTS是否和BSC放置在一起，BSC都要负责对Abis接口的信道分配，并负责监测Abis接口信道的占用和释放情况。另外，在A接口上，

BSC负责请求建立与释放SCCP链路，并当BSC一侧需要对A接口信道进行测试时，BSC送阻塞信号给MSC。

BSC还支持其与操作维护中心（OMC）之间的X.25接口，以实现告警处理、来自OMC的测量处理和OMC对BSS的软件装载。

## 2. 地面信道管理

BSC负责其与BTS之间地面信道的管理及其与MSC之间信道阻塞的指示等。

## 3. 无线参数及资源管理

BSC对无线参数实行统一管理，这些无线参数包括各BTS使用的载波频率、发射功率及接收信号的最大值/最小值的设置，也包括移动台接入GSM网络时的与无线传输有关参数的设置和调整等。

BSC还负责对无线接口上的业务信道、控制信道以及所有逻辑信道的资源管理，以实现对这些信道的分配、释放和链路监视等功能。

## 4. 操作维护功能

BSC除了与OMC相连外，通常还提供本地维护终端，对基站子系统进行定时或不定时的故障检测，以确保系统的正常运行。

BSC的另外一个操作维护功能是配合OMC实现对BSS部分软件的版本更新和BSS数据库数据的安全修改。

## 5. 观察、测量和统计

BSC的测量体现在以下几个方面：

- (1) 无线链路的测量；
- (2) 信令过程的测量；
- (3) 业务和信令过程的观察统计（在OMC请求下进行）。

BSC根据测量结果，判断移动台离基站的距离，决定是否进行功率控制，如何进行功率控制；BSC还可根据测量结果决定是否启动越区切换过程。另外，通过对业务和信令过程的观察统计，可以得到相应的话务量统计结果。这一结果对系统以后的扩容、小区分裂以及网络优化提供详细的第一手资料。

## 6. 跳频管理

当M900/M1800系统采用跳频工作方式时，BSC向BTS提供跳频序列和跳频所用的频率组。

## 7. 功率控制

BSC根据无线链路的测量的结果，调整BTS和移动台的发射功率。通过功率控制，可保证在确定的通信质量下，BTS和移动台的发射功率最小。这样，一方面最大限度的降低了移动台的发射功率，延长其电池的工作时间；另一方面，BTS和移动台发射功率的降低，也减少了系统内小区之间的相互干扰。

## 8. 切换功能

当移动台从一个小区移动到另一个小区时，仅依靠功率控制已经无法使话音质量得到满足，为保证通信过程的延续，BSC就启动越区切换。当小区内话务量太高或干扰太大时，也要启动越区切换。

### 6.4.3 主要特点

M900/M1800 BSC的主要特点如下：

- 采用多级分布分散群机控制方式，合理灵活分配模块功能；
- 基于华为C&C08交换平台、提供标准 A 接口，保证与不同厂家设备（MSC）的互连互通；
- 采用先进的大规模集成电路（ASIC/EPLD/FPGA），集成度高，工艺性好，可靠性高；
- 系统容量大，扩容方便；
- 系统处理能力强，在满配置以及正常话务模型下（BSS系统呼损2%、每用户话务量0.03Erl、平均通话时长60s），主处理器负荷 < 25%。在满足现有业务处理的情况下，为未来业务发展预留处理容量；
- 采用多种冗余运行方式，对重要的功能模块进行双机热备份，容错能力强，可靠性高；

主处理机采用双机热备份方式。

交换网络、基站接口设备采用1+1备份方式。

子复用设备等采用N+1备份方式。

- 组网方式灵活，提供链型、星型、树型和混合型组网；
- SMUX提供4：1（指一条64kbit/s时隙传输4路信息）的链路复用，Abis接口提供10：1、12：1、15：1（指TRX数量：E1数量）等多种复用方式，节省传输；
- 结构设计优越，采用积木式组合设计，易于扩容；



- 先进的切换、功率控制、信道分配算法，使系统业务处理性能优越；
- 系统支持动态数据配置功能，支持在线修改数据，支持在线扩容；
- BCCH载频互助、基带跳频载频互助和LAPD链路互助等功能使系统具有一定的防故障能力，保证系统的不间断运行；
- 采用流量控制、资源核查等保护性措施，使系统运行更加可靠稳定；
- 在支持电路业务的基础上，增加了对GPRS分组业务的支持；
- Abis接口的传输方式：提供地面和卫星传输两种方式，满足不同的用户需求；
- 话务流量调整：优化的信道分配方法可随着小区业务负载和无线环境的变化而对网络进行自适应调整；
- 优先级排队功能：寻呼和信道分配的多种优先级排队，满足不同层次用户对网络的需求；
- 切换功能：同步切换、非同步切换、双频切换；
- 流量控制：A接口和Abis接口上多种级别的流量控制机制；
- 支持M900、M1800及M900/M1800 混合基站，支持双频移动台接入；
- 同步方式：采用主从同步方式。

6.5 M900/M1800 BTS

6.5.1 结构原理

BTS负责处理无线链路上的第一层和第二层以及有关的控制功能，将移动用户和网络系统联系起来，BTS通过空中接口连接到移动台，通过Abis接口（远端BTS情况）或BS接口（BSC与BTS并置情况）连接到BSC。M900/M1800 BTS的逻辑结构如图6-4所示，主要由公共单元、载频单元和天馈单元三部分组成，各部分的功能如下：

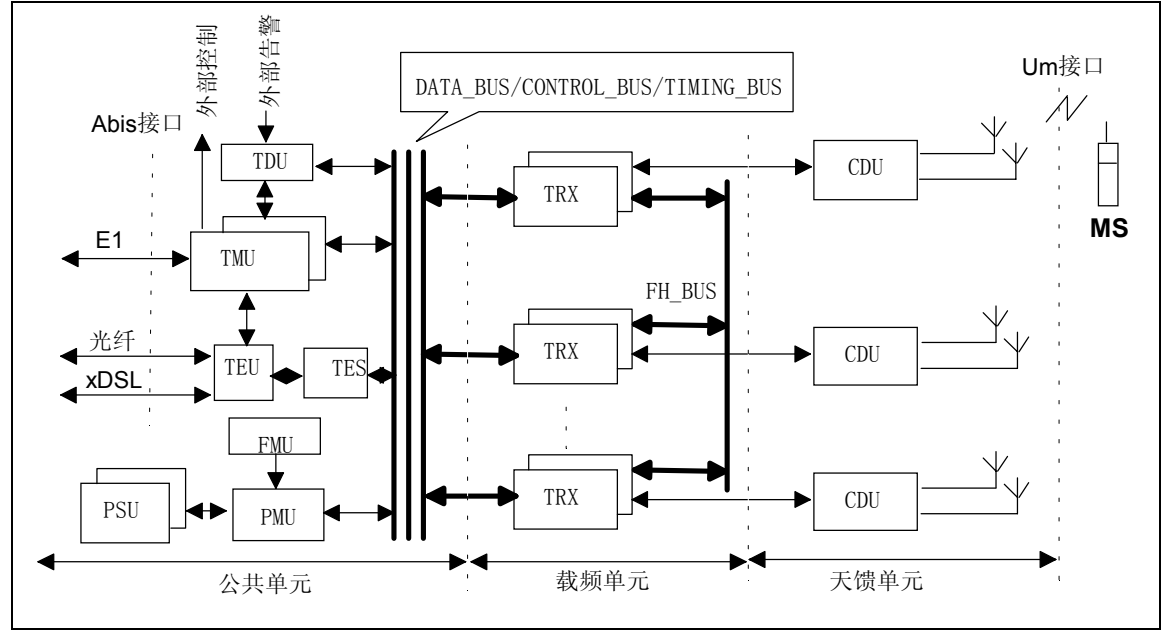


图6-4 M900/M1800 BTS逻辑结构

1. 公共单元

公共单元主要包括定时传输管理单元（TMU）、时钟分配单元（TDM）、传输扩展单元（TEU）、传输扩展供电单元（TES）、风扇监控单元（FMU）、供电模块（PSU）、电源监控单元（PMU）、开关盒（SWITCH BOX）、风扇盒（FAN BOX）和进风盒（AIR BOX）等。

2. 载频单元

M900/M1800 BTS 的显著特点是采用了模块化结构，即把负责一个载频的所有处理功能的软、硬件实体（包括基带处理、RF部分、功放和电源等）集成在一个插入式模块TRX模块内，完成基带信号处理部分和射频信号处理部分功能。

### 3. 天馈单元

天馈单元包括天线、合分路单元（CDU）、塔放及低损耗传输电缆等组成，完成射频信号的发送和接收功能，并提供天馈的告警检测功能。

## 6.5.2 主要功能

### 1. M900/M1800 BTS接口功能

在远端BTS中，基站接口设备（BIE）提供BTS到BSC的接口和BTS到BTS的接口。BIE的功能包括接口适配、多路复用和Abis接口信道的子复用。

### 2. 功率控制功能

M900/M1800 BTS在BSC的控制下，根据移动台和BTS的测量结果，确定移动台所需要的功率电平，并在下行链路上通知移动台。

### 3. 测量功能

M900/M1800 BTS定期测量无线链路的传输质量，并据此确定对移动台进行控制，同时将测量结果报告给BSC。

### 4. 信道编码和解码功能

根据话音和数据传输的不同情况，采用不同的编码和交织方案，这一信息由BSC在每次呼叫时发送给BTS，BTS据此完成相应的编码和解码功能。

### 5. 加密功能

M900/M1800 BTS完成对整个输出比特流的加密和解密工作。

### 6. 随机接入和寻呼功能

当移动台作为主叫时，BTS必须完成对移动台随机接入请求的检测，然后将相关信息传送给BSC；当移动台作为被叫时，BTS根据BSC传送来的信息，执行寻呼信息的发送。

### 7. 切换功能

BTS支持BSC完成切换功能，BTS本身不做切换识别或决策。但在切换过程中，BTS必须向BSC提供若干与切换相关的无线链路的参数，以便切换的正确进行。

## 8. 操作维护功能

M900/M1800 BTS设有一个“操作维护单元（OMU）”可完成其自身的操作维护功能，完成从BTS各个设备来的告警信息的收集，并把BSC或上级设备的命令传送给相关的BTS各个设备。

### 6.5.3 主要特点

#### 1. 适用范围广

M900/M1800 BTS支持星形、树形、链形、环形等网络的拓扑结构，也支持双层网、同心园、微蜂窝等多种蜂窝结构，还可由网络运营商自由配置成宏蜂窝、微蜂窝、微微蜂窝。M900/M1800 BTS有效的射频功率控制使越区切换更加平滑，使用户在小区覆盖范围内都可以获得优质的服务。

#### 2. 容量配置灵活

M900/M1800 BTS序列基站包括室外基站和微蜂窝基站等，最大组网能力S（24/24/24）（同步站点），无论在机场、车站、商业区等人口稠密地区，还是城郊、乡镇、高速公路等人口稀少的地区，都能够提供高质量的服务，并为运营商提供性能/价格比较高的工程解决方案。

#### 3. 话音质量较高

M900/M1800 BTS采用先进的语音编码技术、数字信号处理技术、自适应信道均衡技术、跳频技术和空间分集接收技术，从而提供较高质量的话音通信。M900/M1800 BTS还支持半速率语音编码，可提高频谱利用率，并进一步提高信道容量。

#### 4. 支持多种业务

M900/M1800 BTS支持语音业务、承载业务、短消息业务以及GPRS分组数据业务。

#### 5. 网管技术智能化程度高

M900/M1800 BTS提供远端维护、集中控制和环境监控功能，可实现真正的无人值守。故障差错定位功能较完善、本地人—机接口界面友好，智能化程度高，设备维护和操作更加方便。

#### 6. 兼容性好

M900/M1800 BTS完全符合GSM技术规范，可与任何符合GSM技术规范的

BSC互联。

## 7. 结构设计先进

M900/M1800 BTS采用开放式总线设计和模块化的结构设计，为产品的系列化奠定了坚实的基础。

## 8. 可靠性高

其采用的软、硬件容错技术，保证设备运行的高度可靠性。

## 6.6 M900/M1800 OMC

### 6.6.1 概述

M900/M1800操作维护中心（OMC）一般由两个功能单元构成：OMC-S（操作维护中心-交换部分），用于GMSC、MSC和HLR的操作维护；OMC-R（操作维护中心-无线部分），用于整个BSS的操作与维护。在M900/M1800系统中，OMC-S和OMC-R可以根据业务的需要分开或集中运行，以尽可能提高整体效率。

OMC提供对网络单元（设备）的访问控制功能，并向上级网管中心提供接口，OMC与网络单元合作执行这些功能。根据GSM网络结构特点，OMC的实现以集中维护为原则，每个系统设备（GMSC/MSC/HLR/BSC/BAU）实体都作为OMC的一个管理单元（网元），除BAU外，每个单元都通过BAM（后管理模块）接入OMC。BTS不作为OMC管理的网元，OMC对BTS的管理有两种方式：一种是远端管理方式，即OMC通过BSC实现对BTS的管理；另一种是近端管理方式，即BTS维护终端（运行于PC机上）直接通过串口连接到BTS上。服务器与各物理节点以局域网或广域网相连。

M900/M1800操作维护中心由OMC SERVER、（GMSC/MSC/HLR/BSC）BAM、WS、BAU以及它们之间的网络连接构成，系统的结构如图6-5所示。

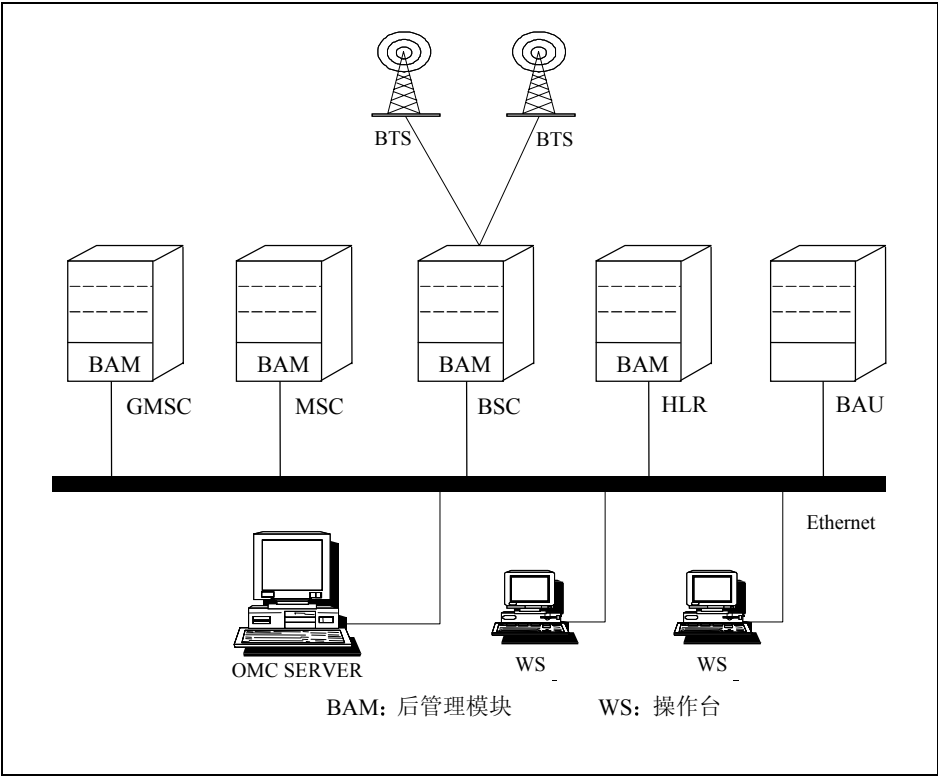


图6-5 OMC系统结构图

### 1. BAM

BAM用PC计算机或服务器实现，是网络系统设备（GMSC/MSC/HLR/BSC）上的后管理模块，负责完成与OMC系统的通信管理。BAM在OMC系统中主要有两方面功能，其一是作为OMC与主机系统的通讯桥梁，将来自OMC的维护操作命令转发到主机，将主机系统的响应定向到相应的OMC终端设备上。其二是作为Client/Server网络模型中的服务器。BAM除了完成对数据库的管理和对测试任务、话统任务的管理外，还同时完成告警信息、话务统计数据等的存储转发。将各种重要数据存储到硬盘中，并可根据需要转贮到光盘或OMC服务器中。因此，BAM也是OMC的一个重要组成部分。

### 2. WS

OMC操作台（WS）对GSM网元进行操作维护管理，它是一台运行Windows操作系统的计算机，其上运行的软件主要有OMC SHELL和各个业务台的客户端程序，包括数据管理、维护、测试、告警、话单管理、性能统计、用户管理、BTS维护等，通过系统提供的这些业务台，用户可以完成OMC系统提供的所有操作。

OMC操作台提供全中文的图形界面，所有的维护管理操作既可以在一个操作台上进行，也可以在多个操作台上分开进行。操作台的数目可根据系统容量灵活选配。

### 3. OMC SERVER

OMC服务器是一台运行SUN Solaris 操作系统的工作站，OMC服务器的数目可根据系统容量进行选配。OMC网络配置数据和用户数据存放在OMC服务器（OMC Server）上，其他诸如告警数据、话务统计报表数据等也存放在OMC服务器上。OMC服务器以Sybase为数据库平台。

### 4. BAU

话单管理单元（BAU）由一个机柜构成，包括主备两个服务器，接收并存储GMSC/MSC生成的话单，话单可以提供给WS浏览，同时也可以通过计费接口提供给计费中心。

## 6.6.2 功能特点

M900/M1800 OMC的系统设计以GSM 12系列建议书为基础，建立在电信管理和操作支持系统（TMOS）概念之上，具有功能齐全、界面友好、操作简单、带外设能力强、安全性好、可靠性高、系统配置灵活等优点；有很好的开放性和可扩充性，提供了多种远端/集中维护的方法和手段。

M900/M1800 OMC是M900/M1800 GSM设备的维护管理支持系统，整个系统

包括了配置管理、故障管理、性能管理、话单管理、安全性管理和移动用户管理等几大部分。它的网络结构是基于TCP/IP协议的局域网（LAN）、广域网（WAN）或拨号网。基于客户端/服务器（Client/Server）方式，运用多种技术手段，M900/M1800 OMC不仅实现了M900/M1800移动通信系统的配置、维护、告警、测试、性能统计、话单管理、软件加载、网络管理等功能，而且支持多点维护以及网管接口。

M900/M1800 OMC不仅提供了GSM技术规范中建议的业务功能，还根据实际网络运营需求提供了丰富的特殊业务功能，可按照网络运营者的专门要求，有效地操作与管理整个GSM移动通信网。

考虑到电信管理网（TMN）的概念和设想，M900/M1800 OMC主要提供下列业务：

- (1) 执行日常操作任务，如网络监视、改变路由计划等；
- (2) 充分利用全部网络单元（包括MSC、HLR和BSS）的负荷并进行适当平衡，同时保证运营商所要求的服务质量；
- (3) 支持运营商网络发展规划和整个网络的改造过程；
- (4) 支持现场的维护工作。

在M900/M1800系统中，虽然需要集中式操作与维护中心（OMC），但网络各功能实体仍具备采用终端进行直接操作与维护的功能，以便在OMC故障的情况下，也能进行现场操作与维护活动。

OMC提供对各功能实体的访问功能，并允许进行远程操作与维护。同时，OMC还提供与高层次的网络管理中心（NMC）之间的接口，以支持大型电信网运行所必需的功能（如网络状态显示、告警、统计等）。

为了适应用户的专门要求和实现系统的操作功能，OMC为用户提供友好的人机接口，所使用的操作与维护终端具备现代的窗口和图形显示功能，使操作人员在不需要任何手册的情况下也能进行操作与维护活动。

M900/M1800 OMC的主要特点如下：

### 1. 操作简便

M900/M1800 OMC集成了OMC发送和接收的功能，在任何一个集中操作维护终端上都可对网络进行远程操作和维护。

M900/M1800 OMC采用友好的人机界面设计，充分考虑了易操作性，全中文的图形界面，从而更加简便而直观。操作台运行于Windows98平台，易学易用；服务器运行于UNIX平台，并配以数据库管理系统，可保证系统的安全性和可靠性。



## 2. 数据的收集和分析详细可靠

M900/M1800 OMC可实时监视设备的运行状态，并提供实时可靠的告警信息和故障定位分析功能。其还对网络各接口的状态进行实时跟踪，提供对所管辖设备的性能统计资料和设备统计资料。同时还可进行组网分析，生成用户所需格式的统计报表。其还可以集中提取话单，实现计费数据向计费中心的远程自动传输并立即计费。另外，根据实际需要，配合使用某些监控设备，其还具有环境监控功能。

## 3. 控制安全可靠

M900/M1800 OMC可安装在任意一台PC机上（如办公室和值班室的PC机或便携机上），其客户端不保留数据，客户与服务器的通信速率要求在9600bit/s以上，可使用拨号网进行操作维护，这就使客户的操作维护不再局限于一个固定的地方，提供了一定的可移动性。另外，M900/M1800 OMC提供多级操作员权限管理，并能记录所有重要的操作，以保证控制的安全可靠。

## 4. 网络设备配置灵活

M900/M1800 OMC提供对网络设备的配置、更改和升级，提供对全网设备的参数配置。另外，M900/M1800 OMC还能将整个网络的拓扑结构分层显示，其图形化的界面和精心设计的表格使得操作使用十分灵活方便。

## 5. 提供开放性的接口

M900/M1800 OMC应用TMN的概念，可向上提供标准的网管接口，向下提供开放的操作维护接口。这些接口均具有很强的开放性。

## 6. 系统设计先进

M900/M1800 OMC采用面向对象的设计方法，使得增加新功能极其方便，这就能适应移动通信系统的未来发展（特别是GSM系统），以满足不同用户特定的需求。

## 6.7 M900/M1800短消息业务中心

### 6.7.1 概述

短消息业务（SMS）作为电话业务和数据业务的重要补充，其可为GSM移动通信系统的用户提供及时、方便、可靠、有效和经济的信息传送方式。

短消息业务包括移动台发起的短消息业务、移动台终止的短消息业务、小区广播短消息业务和中文短消息业务。

### 6.7.2 组网应用

M900/M1800 可以采用两种不同的方式支持短消息业务。

#### 1. 集成方式

这是在M900/M1800 MSC内部集成有短消息业务中心（SMC），可提供全部短消息业务，其组网示意图如图6-6所示。标准的MAP信令支持网络子系统（NSS）段短消息传送；而标准的短消息传输协议（SM-RP、SM-CP）则支持基站子系统（BSS）段短消息传送。

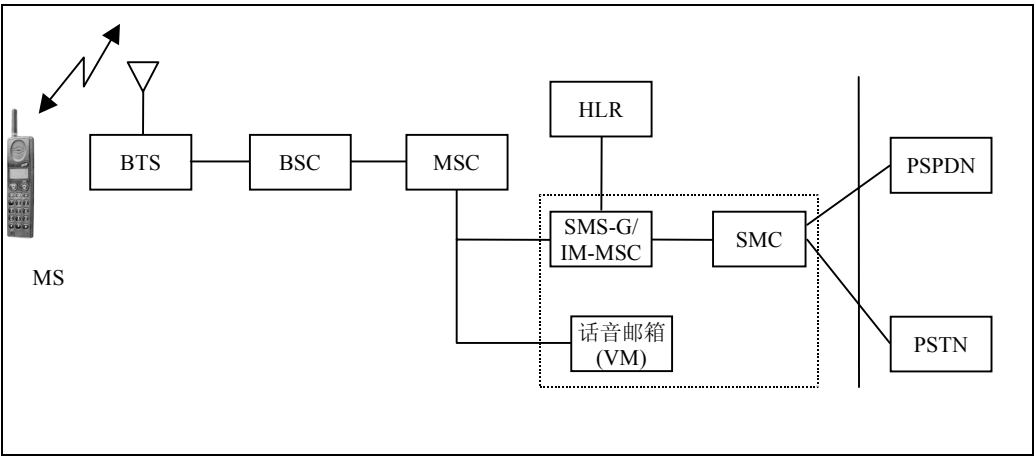


图6-6 短消息业务中心组网方式之一

#### 2. 独立方式

M900/M1800 MSC具有短消息入口/互通功能（SMS-G/IM），短消息业务中心作为一个独立的功能实体，通过此网关接入GSM系统。PSTN/ISDN/PSPDN等通信网上的寻呼台、个人计算机或其它数据终端与SMC相连，再以M900/M1800 MSC为网关完成与GSM网络的互通。图6-7为其以独立方式组网的示意图。

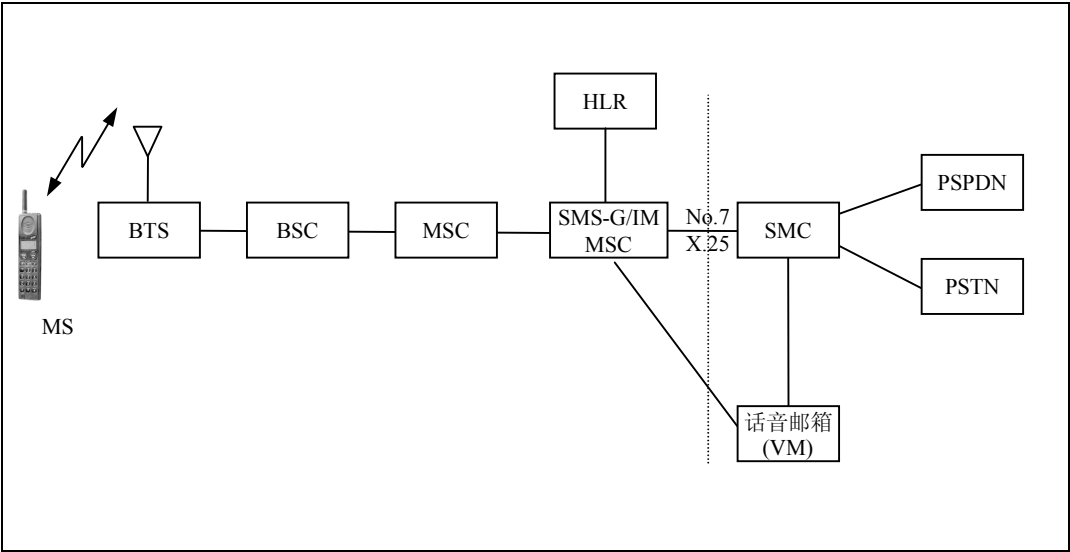


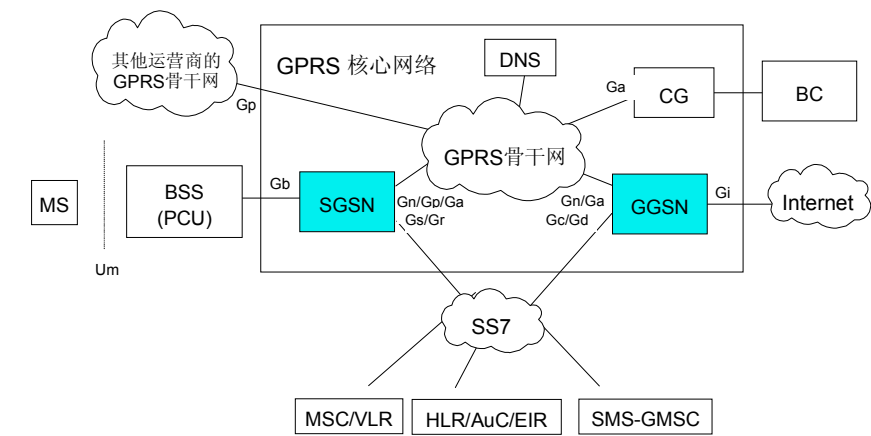
图6-7 短消息业务中心组网方式之二

华为M900/M1800两种方式的短消息业务中心均能提供全部短消息业务，可供50万用户使用。

6.8 M900/M1800 GSN

6.8.1 概述

M900/M1800 GSN（GPRS支持节点）是在华为移动通信产品和数据通信产品领域多年的研究成果的基础上，严格遵照国标和ETSI相关标准开发出来的GPRS核心网络设备。GSN从功能上可分为：SGSN（服务GPRS支持节点）和GGSN（网关GPRS支持节点），在GPRS网络中的位置如图6-8所示。



SGSN：服务GPRS支持节点      GGSN：网关GPRS支持节点      PCU：分组控制单元  
CG：计费网关      DNS：域名服务器      BC：计费中心  
BSS：基站子系统      MS：移动台      SS7：七号信令  
SMS-GMSC：短消息中心-网关MSC      MSC/VLR：移动交换中心/拜访位置寄存器  
HLR/AuC/EIR：归属位置寄存器/鉴权中心/设备识别寄存器  
Ga Gb Gc Gd Gn Gp Gi Gs Gr Um：各网元间的接口

图6-8 SGSN、GGSN在GPRS网络中的位置

SGSN通过帧中继（点到点或帧中继网）与基站子系统相连，通过七号信令网（承载MAP、BSSAP+）同MSC/VLR和HLR进行信令交互，通过GRPS骨干网与其他GSN相连，提供漫游区域内MS的分组数据转发功能和移动性管理功能。

GGSN主要通过广域网口完成同外部分组数据网的交互，通过GRPS骨干网与其他GSN相连，通过七号信令网（承载MAP）同HLR进行信令交互，提供GPRS系统的网关功能。

6.8.2 功能特点

华为M900/M1800 GSN集成实现了SGSN和GGSN的功能，组网时可以根据需

要将其配置成SGSN、GGSN、合一的GSN三种类型的实体，在配置成合一的GSN时，仍然可以通过标准的Gn/Gp接口同外部的SGSN和GGSN进行通信，从而增强了组网的灵活性。

SGSN和GGSN的功能如下：

#### SGSN（Serving GPRS Support Node，服务GPRS支持节点）

SGSN的作用是为本SGSN服务区域的MS转发输入/输出的IP分组，其地位类似于GSM电路网中的VMSC。SGSN提供以下功能：

- 本SGSN区域内的分组数据包的路由与转发功能，为本SGSN区域内的所有GPRS用户提供服务。下行的分组数据包由SGSN通过BSS发送到MS，上行的数据包由SGSN通过GGSN发送到外部数据网；
- 加密与鉴权功能；
- 会话管理功能；
- 移动性管理功能；
- 同MS间的逻辑链路管理功能；
- 同GGSN、HLR、MSC、PCU、SMS-GMSC的接口功能；
- 话单产生和输出功能，主要收集用户对无线资源的使用情况。

此外，SGSN中还集成了类似于GSM网络中VLR的功能，当用户处于GPRS Attach（GPRS附着）状态时，SGSN中存储了与分组相关的用户信息和位置信息。同VLR相似，SGSN中的大部分用户信息是从HLR获取的。

#### GGSN（Gateway GPRS Support Node，网关GPRS支持节点）

GGSN提供数据包在GPRS网和外部数据网之间的路由和封装功能。用户选择哪一个GGSN作为网关，是在PDP上下文激活过程中根据用户的签约信息以及用户请求的接入点名确定的。GGSN主要提供以下功能：

- 同外部IP分组网络的接口功能，GGSN需要提供MS接入外部分组网络的关口功能，从外部网的观点来看，GGSN就好像是可寻址GPRS网络中所有用户IP的路由器，需要同外部网络交换路由信息；
- GPRS会话管理，完成MS同外部网的通信建立过程；
- 将移动用户的分组数据发往正确的SGSN的功能；
- 话单的产生和输出功能，主要体现用户对外部网络的使用情况。

M900/M1800 GSN有如下特点：

- 1) 模块化结构保证系统容量平滑扩展，提供由单模块到多模块的平滑扩展

方案。

- 2) 处理能力高，用户容量大，能很好地满足快速增长的移动业务需求、网络建设和管理的需求和网络演进的需求。
- 3) 所有单板均采用冗余备份技术，关键单板采用了1+1的备份技术，确保系统可靠运行。
- 4) 支持几乎所有的标准接口，如Gb/Gn/Gi/Gs/Gr/Gd/Gp/Ga接口等，保证与不同厂家设备的互通。可选的Gs、Gd接口可以提高系统的效率和服务质量；标准的Ga接口（GTP' 协议）支持不同厂商CG之间的话单备份。
- 5) 提供包括全面的计费信息的话单，支持灵活的计费策略。还可根据运营商的需求配置主机话单中的可选项，使话单包含的内容既能够满足运营商的需求，又能够减少冗余数据对主机系统资源的占用，提高系统的效率。
- 6) 提供安全性功能，包括用户识别、鉴权和接入认证功能。
- 7) 提供MML（中、英文帮助信息模式切换）及全中文图形界面两种操作维护方式。多级操作模式和权限设定，安全性高；丰富的联机帮助信息，方便使用。
- 8) 提供华为GSM/GPRS系统统一维护的OMC系统和标准网管接口（如SNMP等），支持远程加载和软件升级。
- 9) 提供多种组网方式，支持SGSN、GGSN分离和合一组网。合一的GSN方案能够降低IP骨干网上负荷。
- 10) 业务功能丰富，提供短消息、分组承载业务、WAP业务等。
- 11) M900/M1800 GSN采用了高度模块化的实现方式，有利于将来根据需要，采用更新的技术对其进行容量上、功能上和接口类型上的扩展和改进。充分考虑了在3G阶段的重用性，只经过软件升级就可供3G接入网的接入，支持3G的业务和功能。

### 6.8.3 结构原理

M900/M1800 GSN可以根据需要将其配置成合一的GSN、SGSN、GGSN三种类型的实体，它们的逻辑结构如图6-9、图6-10、图6-11所示。

GSN由GOMU（GSN Operation and Maintenance Unit，GSN操作维护单元）及各协议处理单元构成，协议处理单元包括：

- GBIU（Gb接口处理单元）；
- GSPU（GSN信令处理单元）；
- IPPU（Gn Gp Gi接口处理单元）；

- GNPU（Gn接口处理单元）。

GSN的容量大小可通过配置各协议处理单元的数量进行灵活调整。

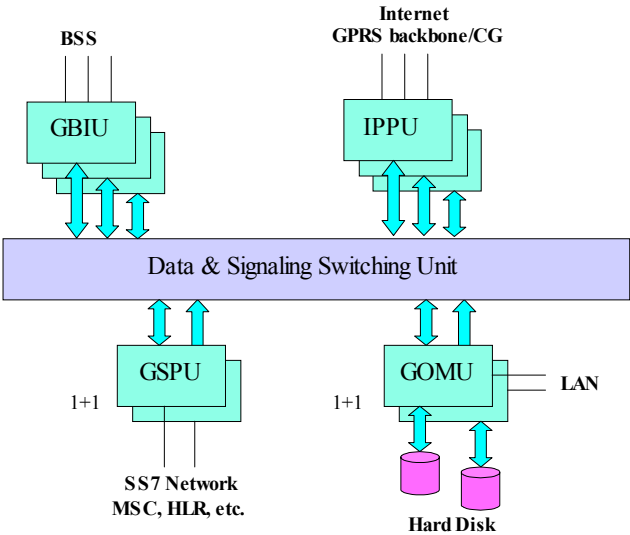


图6-9 合一的GSN系统结构图

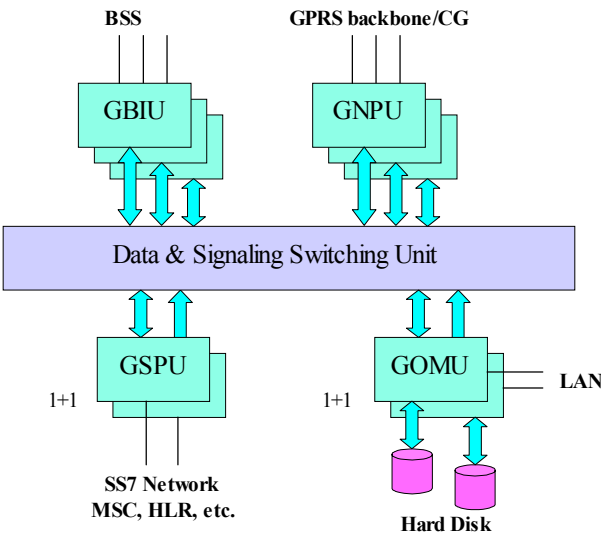


图6-10 SGSN系统结构图

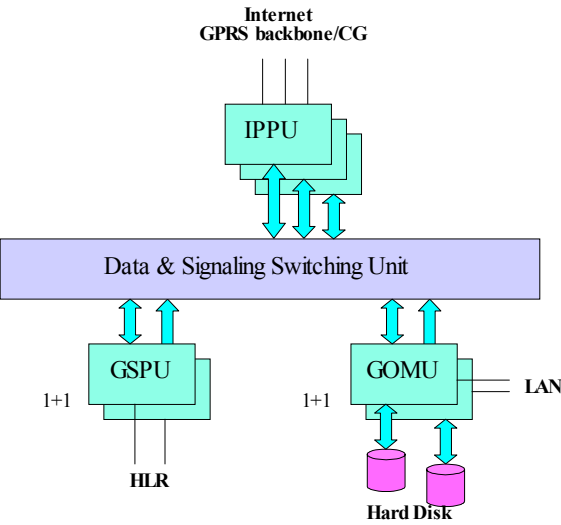


图6-11 GGSN系统结构图

1. GOMU

GOMU（GSN操作维护单元）主要完成配置管理、维护管理、告警管理、性能测量管理功能以及与用户的操作维护（OM）接口功能。

配置管理功能：通过提供给用户一系列配置命令，主要包括增加、删除、查询、浏览等，完成GSN数据配置的各种操作。

维护管理功能：维护管理功能模块同样提供一组管理命令，使得维护人员能够对系统主要设备、接口、链路等进行维护，包括查询状态、闭塞、解闭、复位等操作。

告警管理功能：告警管理功能模块完成对各接口板上报告警的实时处理，包括告警存盘、告警送OMC以及告警的实时显示和过滤等。

性能测量管理：性能测量管理功能模块主要包括对性能统计任务的管理、查询、输出测量结果和分析等功能；它提供一组相关命令，维护人员可以指定测量的时间、周期、测量哪些指标等。

OMC接口功能：GOMU负责与OMC的通信，保证GSN与OMC之间的消息及时、无差错地传递。对来自OMC的消息包，GOMU负责拆包之后发向指定的任务或单板；对于发向OMC的消息包，GOMU则负责打包，通过TCP协议发向OMC。

2. GBIU

GBIU（Gb接口处理单元）完成SGSN同PCU之间的分组接口协议处理功能。Gb接口为上层提供确认和非确认的数据通路，也为信令提供非确认的传送通



道。

在GBIU的LLC（逻辑链路控制协议层）进行分流操作，数据包直接交给本板上层的SNDCP（子网相关的收敛协议）进行处理，SNDCP解包完成以后，将把产生的IP包发给GNPU板或IPPU板上的GTP（GPRS隧道协议）层进行封装和发送处理，也可能直接交给IP层进行发送。

在SGSN的GBIU板上，计费模块从SNDCP获取与用户签约数据PDP上下文有关的计费信息；计费信息反映了MS对网络资源的使用情况。

### 3. GSPU

GSPU（GPRS信令处理单元）主要完成GPRS移动性管理功能（GMM，GPRS Mobility Management）、GPRS会话管理功能（SM，Session Management）、GPRS短消息处理功能（SMS）、GPRS用户数据管理功能以及GSN的MAP和七号信令处理功能。SGSN的GSPU板主要处理层三信令并完成和MSC/VLR、HLR、SMC等不同实体之间的交互，GGSN的GSPU板主要完成GGSN侧的会话管理。

GMM主要是实现用户的位置管理和安全管理等功能。包括三类基本流程：位置管理流程、安全流程和寻呼流程。位置管理流程包括路由区更新、联合RA/LA更新、附着、分离等流程。

SM实现了PDP激活、PDP修改和PDP去活。

SMS通过LLC完成短消息功能。

MAP功能支持Gr、Gd接口，主要完成的信令业务功能有：GPRS移动业务信令、安全性管理业务、用户数据管理、短消息信令、GPRS MAP网络侧PDP激活信令。

在SGSN的GSPU板上，计费模块从GMM模块获取与移动性管理有关的计费信息，从MAP获取与短消息有关的计费信息。

### 4. GNPU

GNPU（Gn接口处理单元）提供二层、IP层、TCP/UDP层的完整的网络协议栈，以及基于此协议栈的GTP协议用户面处理功能，控制面的信令传输功能，以及DNS域名解析功能。GNPU板对外提供两个以太网口。

Gn/Gp接口主要实现了GPRS的隧道协议，提供了下述功能：

- 封装传输GTP信令。

隧道管理信令：用于创建、修改、删除隧道。

移动管理信令：在SGSN之间的路由区更新时，用于配合从旧SGSN节点向新SGSN节点转发数据包。

位置管理信令：完成GTP和MAP之间的间接交互，配合网络激活过程的完成。

路径管理信令：检测节点之间的连通性，以及重启动。

GTP'信令：封装、传输话单，以及与计费有关的信令。

- 提供信令的可靠传输机制。
- 封装、传输T-PDU数据包。在SGSN节点，封装从Gb过来的上行数据包，通过GPRS骨干网传向GGSN节点。在GGSN节点，封装从Gi过来的下行数据包，通过GPRS骨干网传向SGSN节点。在SGSN之间的路由区更新时，封装SNDCCP缓存的数据包，通过GPRS骨干网从旧SGSN节点传向新SGSN节点。
- 对接收的数据包的序列号进行有效性检查。

DNS功能：DNS客户端驻留在GNPU单板上，它接收来自相关业务模块的域名解析请求，送给DNS服务器，并将结果返回给相应的模块。DNS核心部分使用UDP作为承载。为避免不必要的网络交互，客户端的DNS可直接查找高速缓存或者主机文件，如果找不到再向DNS服务器进行请求。

DNS服务器主要为GPRS骨干网提供域名解析服务，可分为下面两种方式：

#### 1) GPRS骨干网的APN解析功能

在这种方式下，DNS实际上是GPRS骨干网中的一个节点，如图6-12。

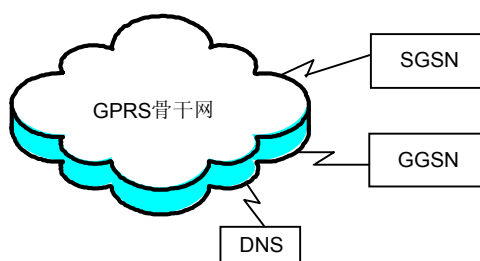


图6-12 DNS在GPRS骨干网中的位置

在PDP激活过程中，SGSN收到激活请求后，根据APN将请求传到相应的GGSN去。这时存在一个APN到IP地址的映射过程。SM构造该请求并将其传给DNS客户端，DNS客户端再向DNS服务器请求解析。这种情况下的域名的前缀格式通常为：“运营者标识.gprs”。

#### 2) GPRS骨干网的SGSN地址解析

这种情况下，DNS在网络中的位置与第一种情况一样。当手机进行SGSN之间的路由区更新时，新SGSN必须能够寻找到为手机服务的旧SGSN的IP地址，它根据旧SGSN的路由区信息造域名串，并以此向DNS服务器请求解析旧SGSN的IP地址。

**计费功能：**GNPU板通过数据配置可增加Ga接口，负责将其他单板（如GBIU、GSPU、未配置Ga接口的GNPU板）产生的话单通过Ga接口发往计费网关（CG）。

## 5. IPPU

IPPU（GnGpGi接口处理单元）完成Gn、Gp、Gi接口的所有协议处理功能。在IPPU板上集成了GNPU的所有功能，同时增加了Gi接口协议处理功能。IPPU提供了二层、IP层、UDP/TCP层完整的网络协议栈。在协议栈内嵌了防火墙，地址转换，IP中继等功能。IPPU对外提供三个以太网口。

Gi接口是GPRS骨干网和外部网（Internet或Intranet）的接口。在PDP上下文的管理过程中，它提供了鉴权、验证、地址分配等功能。在上行数据包转发过程中，Gi接口从GPRS骨干网接收手机用户的IP包，并将其转发到外部网。在下行数据包转发过程中，它接收外部网传向手机的IP包，并根据转发信息将其转发到GPRS骨干网，如果不存在转发信息，还可能触发网络侧激活过程。

**RADIUS功能：**移动用户上网，还必须解决的是如何对移动用户进行身份验证的问题。AAA（Authentication 验证、Authorization 授权、Accounting 计费）是常用的验证用户身份并对他们进行计费的方法之一。常用的AAA协议有：RADIUS、TACACS、TACACS+、Kerberos。M900/M1800 GSN系统支持RADIUS协议。RADIUS分为客户端和服务端，RADIUS客户端驻留在IPPU上，它接收手机带上来的验证，网络协议配置等信息，并按协议格式送到RADIUS服务器进行验证。将验证结果通过信令消息返回给手机。为了便于管理，客户端一般不存放客户的信息，所有有关客户的信息一般集中存放在服务器上，客户端只是负责接收用户所发过来的验证和计费请求，并将它们转化成服务器能够识别的格式，然后向服务器发出请求，服务器根据存放在数据库中的用户信息对用户进行身份验证，然后将验证的结果通过客户端转发给用户。服务器在接收到用户的计费请求并发出确认后便可以开始对用户进行计费了。当服务器通过对用户验证以后，可以根据设置对用户进行授权，授权的目的是为了保护RADIUS服务所在网络的安全性，同时它也可以给用户分配一个IP地址，该IP地址可以是私有地址，也可以是公有的IP地址。在图6-13中，当MS通过GPRS系统访问Intranet或Internet的时候，RADIUS服务器根据配置可能要对用户进行身份验证。如果通过ISP接入外部网络，则由ISP实施验证。GGSN完成RADIUS客户端的功能，而服务器则由ISP提供。

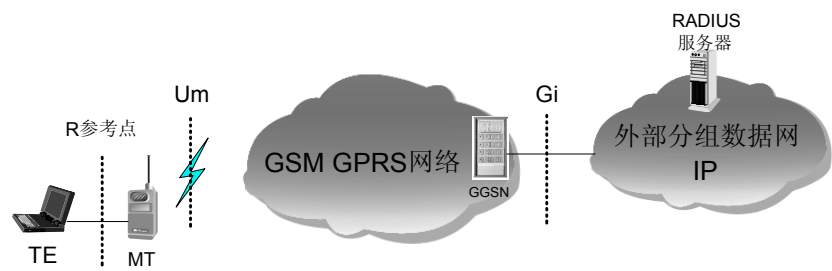


图6-13 RADIUS在GPRS网络中的位置

6.8.4 接口协议

M900/M1800 GSN的对外接口可以分为以下几类：

1. 七号信令类接口

GSN的七号信令类接口包括SGSN同MSC（Gs接口）、SGSN同HLR（Gr接口）、SGSN同SMS-GMSC（Gd接口）、SGSN同 SMS-IWMSC（Gd接口）之间的接口。这些接口的一个共同的特点就是都需要采用标准的七号信令做为底层承载协议，采用基于SS7的信令接口协议，有利于同GSM原有的网元设备兼容。表6-2是以上几类接口的协议栈。 七号信令类接口的物理层（MTP-1）采用E1上的64kbit/s PCM链路。

表6-2 SGSN的七号信令类接口协议栈

SGSN-MSC/VLR (Gs)	SGSN-HLR (Gr)	SGSN-SMS_GMSC SGSN-SMS_IWMSC (Gd)
	MAP	MAP
BSSAP+	TCAP	TCAP
SCCP	SCCP	SCCP
MTP3	MTP3	MTP3
MTP2	MTP2	MTP2
MTP1	MTP1	MTP1

2. IP类接口

GSN的IP类接口包括GSN同GPRS骨干网的接口（Gn/Gp）以及GGSN同外部分组网的接口（Gi），前者是GPRS网元之间的接口协议，而后者是GPRS网络同外部数据网之间的接口协议。相应的IP通信也有两种，一种是GPRS网内各组成部分之间的通信，而另一种则是GPRS用户同外部的Internet主机之

间的通信。这两种情况都基于Internet协议（IP）进行端到端的数据传输。

一个采用IP协议进行通信的接口必须具有一个IP地址，由于GPRS系统采用IP协议既用于终端用户的数据传输，又用于GPRS网内各节点之间的传输，因此不管是MS还是GPRS系统网元都需要IP地址。IP地址可以采用公有地址也可以采用私有地址，采用公有地址时，必须由Internet权威机构统一分配；采用私有地址时，可以在保留的私有地址号段（如10.\*.\*.\*等号段）内自行分配。采用私有IP地址时，若要同外部Internet网上的站点进行通信，需要进行地址转换。

M900/M1800 GSN的IP类端口物理层可以采用E1、ATM、以太网三种形式，当采用E1作为物理传输时，二层协议可以采用帧中继（FR）或PPP；相应的协议栈如表6-3所示。

表6-3 基于E1的IP协议栈

IP	IP
PPP	FR
E1	E1

采用ATM接口时，物理层采用的是155Mbit/s的光纤口（STM-1），二层采用ATM和ATM适配层协议进行承载，其协议栈如表6-4所示。

表6-4 基于ATM的IP协议栈

IP
AAL5
ATM
SDH(STM-1)

采用Ethernet接口时，可以有10Base-T和100BaseTX两种类型，其协议栈如表6-5所示。

表6-5 基于以太网的IP协议栈

IP	
LLC	
MAC	
10Base-T Ethernet	100BaseTX Ethernet

3. Gb接口

M900/M1800 GSN的Gb接口是分组在SGSN和BSS之间的通信接口，物理层采用E1，物理层之上是帧中继协议，其协议栈如表6-6所示。Gb接口除了承载用户IP之外，LLC协议层之上还将承载MS同SGSN之间的信令如GMM、SM信令。

表6-6 Gb接口协议栈

User IP
SNDCP
LLC
BSSGP
Network Service
Frame Relay
E1

## 6.9 M900/M1800 PCU

### 6.9.1 概述

PCU是BSS为支持GPRS而引入的新设备，它负责提供：

- 大部分分组无线资源管理功能
- 分组呼叫控制功能
- 数据包在Um接口和Gb接口上的传输
- Gb接口、G-Abis接口和Pb接口的支持

M900/M1800 PCU通过标准的Gb接口和SGSN相连，通过厂家自定义的Pb接口和华为的BSS系统相连，如图6-13所示。

M900/M1800 PCU的特点之一是多个BSC可以共用一个PCU，便于集中维护和节省用户投资。GPRS无线网络部分需在原有GSM基站子系统的基础上，新增处理分组数据的硬件设备PCU（Packet Control Unit）并对原有设备（BSC、BTS）进行软件升级。

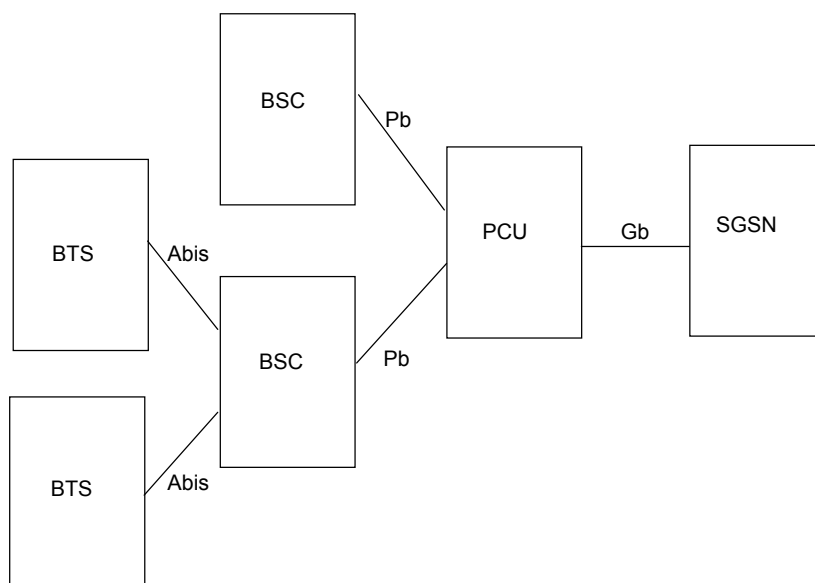


图6-13 M900/M1800 PCU组网示意图

华为M900/M1800 PCU采用模块化结构，如图6-14所示，主要由以下三种模块组成：

- POMU（PCU O&M Unit）是PCU的操作维护单元，对内负责RPPU的操

作维护功能。对外提供用户远程维护的接口。POMU采用热备份技术，以增加整个系统的可靠性。

- RPPU（Radio Packet Process Unit）无线分组处理单元，是PCU的主要组成部分，实现PCU所有的业务处理功能，并提供操作维护支持。每个RPPU单元可以仅仅和Pb接口相连，完成GPRS传输平台的RLC/MAC协议，也可以仅仅和Gb接口相连，完成GPRS传输平台的PCU侧Gb协议栈单，还可以同时和Gb接口和Pb接口相连，独立地完成GPRS传输平台中所有和PCU相关的协议栈。
- HSC为热切换控制板，为POMU提供热备份功能支持，使得POMU的热备份得以实现。

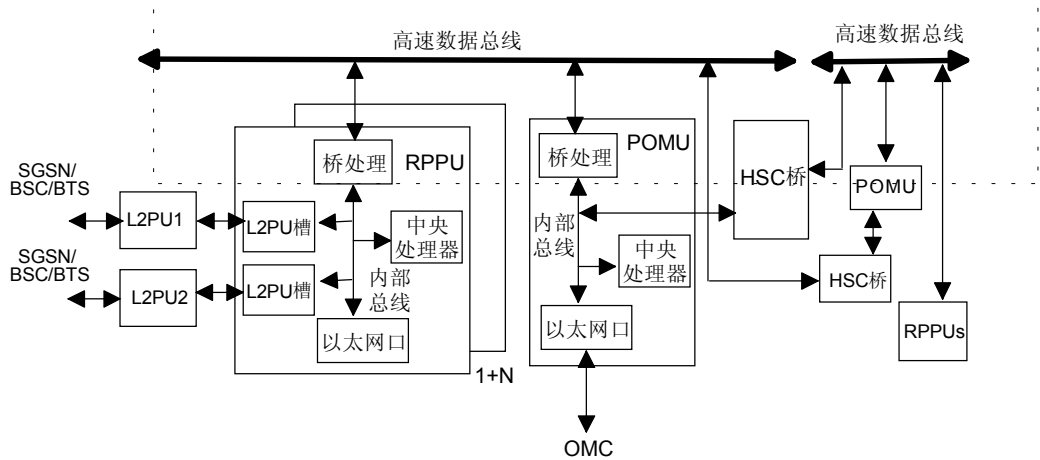


图6-14 PCU结构原理

6.9.2 功能特点

PCU是GPRS系统无线网络部分的功能实体，它和BSC、BTS一起完成在GPRS移动台和GPRS业务支持节点SGSN之间传送分组数据包的功能。

PCU的主要功能罗列如下：

- TRAU帧的接收、发送和同步
- RLC/MAC协议栈
- Gb接口协议栈
- Pb接口的管理
- 服务质量（QoS）管理
- 功控和编码方式转换
- 数据配置和操作维护



M900/M1800 PCU有如下性能特点：

- 采用模块化结构，支持网络平滑扩容
- 大容量，高处理能力
- 测量预处理
- 上行功率控制
- 下行功控控制
- 优异的G-Abis接口解决方案：Um口同步、支持CS3、CS4和EGPRS升级
- CS动态调整算法
- PDCH动态转换
- 灵活的组网方式

### 6.9.3 接口特性

#### 1. 分组数据信道PDCH

为了支持分组数据的传送，GPRS系统引入新的逻辑信道--分组数据信道PDCH（Packet Data Channel，分组数据信道）。

PDCH可以更细地划分成：分组广播控制信道PBCCH、分组公共控制信道PCCCH和分组数据业务信道PDTCH。PBCCH信道用于网络发送分组系统消息，PCCCH信道用于分组数据业务的接入和寻呼，PDTCH信道用于承载分组数据业务。

PDCH信道都是52复帧的结构。

在GPRS业务引进的初期，PBCCH信道和PCCCH信道不是必须的，GPRS手机可以从BCCH获取和分组业务有关的系统消息，从CCCH上收到分组寻呼和进行分组数据业务的接入。

在M900/M1800 GPRS系统中，支持在GPRS小区内引入两种新的信道类型：静态PDCH信道、动态PDCH信道。静态PDCH信道只能用于PDCH；动态PDCH信道在缺省时用做TCH，在有分组数据业务需求时可以转换为PDCH信道。动态PDCH的引入对于合理使用空中资源有很大的好处。静态PDCH信道和动态PDCH信道的数量可以从0个到小区内所有的信道。

#### 2. 编码方式

为了更有效地利用无线资源，GPRS系统引入了四种不同的无线信道的编码方式：CS-1、CS-2、CS-3和CS-4，其中CS-1就是SDCCH的编码方式，而其它编码方式提高了编码的信息量，但是降低了抗干扰的能力。M900/M1800

GPRS系统可以根据传输的质量，灵活地调整编码方式，以取得最佳的传输效果。

各种编码方式的传输速率如表6-7。

表6-7 编码方式的传输速率

编码方式	编码率	传输速率(kbit/s)	Abis接口16K时隙数
CS-1	1/2	9.05	1
CS-2	2/3	13.4	1
CS-3	3/4	15.6	2
CS-4	1	21.4	2

3. 手机的多时隙能力

在GPRS系统中，手机在进行上下行数据传输时，可以占用空中接口的1个至8个时隙，这主要由手机的硬件能力决定。

4. 功率控制

为了提高网络服务质量，降低分组数据业务在空中传输带来的干扰，GPRS在PDCH信道上也引入了功率控制机制。目前华为的GPRS系统支持上行链路的功率控制。

5. 分组系统消息

GPRS系统引入了分组系统消息，用于在一个小区内广播和分组业务相关的系统参数，分组系统消息只能在PBCCH信道发送。

GPRS手机在进入一个支持GPRS业务的小区时，首先从BCCH上收听系统消息13（SI13），如果该消息表明小区内存在PBCCH信道，那么手机就转向监听PBCCH信道，从PBCCH信道上得到全部的分组系统消息。否则手机从SI13获取和分组数据业务有关的系统参数。

6. 临时块流TBF

GPRS手机在某一段时间内，有可能只进行上行或者下行数据传输，这样的—个数据连接在GPRS系统称之为临时块流TBF（temporary block flow）。每个TBF可以承载一个或者数个LLC层的分组数据单元。手机可能同时存在上下行的TBF，一个TBF可以占用多个时隙，一个时隙可以为多个TBF共用。

## 7. GPRS网络规划

GPRS业务引入对网络规划提出了新的要求。一方面，分组数据业务和语音业务在空中接口上传输特性有相当大的差别，另一方面，GPRS业务又存在和标准的GSM业务共用相同的无线物理信道的情况，所以进行网络规划需要综合考虑各方面因素。

在引入GPRS业务的初期，GPRS的业务量相对较小，只需要配置少量的PDCH信道，对原有网络影响极小。一般说，可以采用和GSM语音业务相同的频率规划方案，并且结合GPRS的空中传输特性做以下特殊安排：优先将PDCH配置在BCCH载频上；尽量将PDCH配置在一个载频上；在载干比较为理想的情况下采用较高速率的编码方式。

在GPRS业务量相当可观时，可以对GPRS所有的无线信道进行独立的频率规划。此时需要综合采用功率控制、编码方式转换控制、小区选择、信道分配等多种手段来降低对语音服务的影响。

## 6.10 GPRS计费网关简介

M900/M1800 CG提供计费网关功能（CGF），是GGSN/SGSN设备和计费中心之间的联接桥梁，采用集中计费策略，实时收集多个GGSN/SGSN设备的话单数据。M900/M1800 CG由主备两台服务器组成，外挂磁盘阵列，如图6-15所示。如果与计费中心设备距离较远，通过广域网络连接。

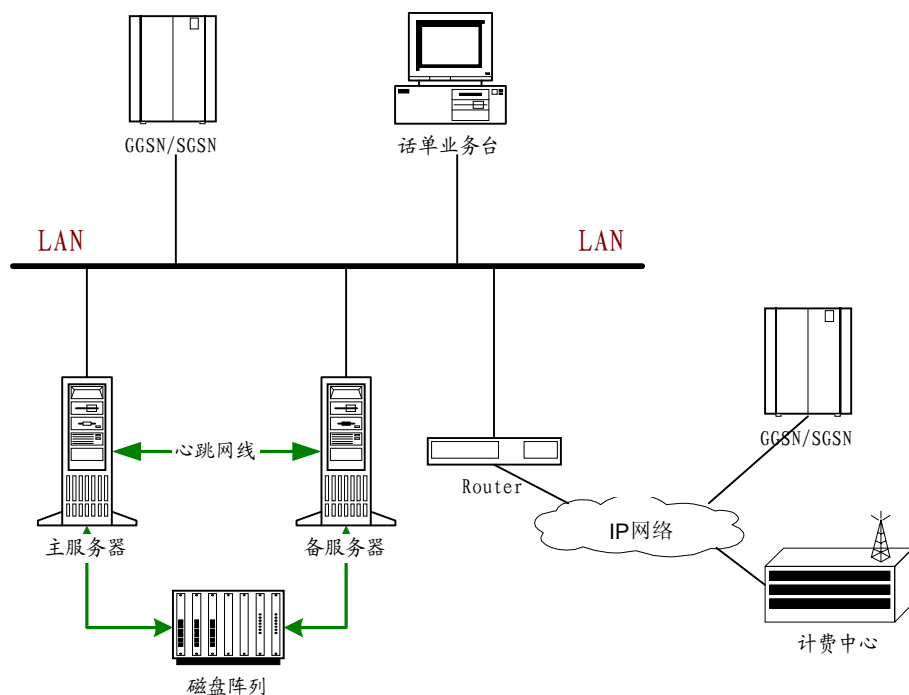


图6-15 计费网络结构

一个计费网关可以为多个GGSN和SGSN服务，GGSN产生G-CDR（数据业务话单），SGSN产生S-CDR（数据业务话单）、M-CDR（移动性管理话单）、S-SMT-CDR（移动台终止的短消息话单）、S-SMO-CDR（移动台发起的短消息话单）。

M900/M1800 CG具有以下特点：

1. CG是GPRS骨干网中的一个独立设备，可以采集多个GSN的话单数据，具体联接的GSN数取决于每个GSN的话单量大小以及CG的硬件配置。CG与GGSN和SGSN间的通信协议是标准的GTP'。
2. 采用高性能服务器，双服务器互为主备用，使系统具有很高的可靠性。
3. CG提供有话单业务台，支持多个话单业务台同时工作，实现近端和远端维护功能。
4. CG支持可扩展、可热插拔的磁盘阵列，可以根据用户需要平滑扩容磁盘存储空间。
5. CG存储硬盘采用容错技术，保证了计费数据的安全性。
6. CG由蓄电池供电，-48V直流电通过逆变器为CG供电，电源供电线路均采用双备份，从而避免断电危险。
7. 原始话单和经过预处理的话单分别存储在磁盘阵列中，并有多备份，提

供自动备份和手工备份的功能，在向MO（Magneto-Optical，磁光盘）或磁带机备份话单数据时，可以按指定的时间和频率自动完成备份工作，也可以随时进行手工备份。在进行话单备份时，可以选择对话单数据进行压缩后备份，以减少备份存储空间。

8. 提供计费网关的操作维护功能，完成：话单浏览、话单文件的备份和删除、实时告警显示、历史告警和日志的浏览、用户权限管理等功能。
9. 采取可靠性与安全性保障措施，在系统意外崩溃或再启动的情况下，可以恢复正常运行，并保证原始话单数据不会丢失。
10. CG日常运行信息可以通过完整详细的日志加以记录，在需要时还可以输出调试打印信息，以便快速定位错误原因。
11. 在支持话单脱机采集的同时，提供与计费中心之间的联机计费接口。计费中心可以通过FTP协议或FTAM协议与CG交互，完成话单文件的联机自动采集。

## 缩略语

### A

AB	Access Burst	接入脉冲
AC	Access Class (C0 to C15)	接入类别
ACC	Automatic Congestion Control	自动拥塞控制
ACCH	Associated Control CHannel	随路控制信道
ACK	ACKnowledgement	确认
ACSE	Association Control Service Element	相关控制业务单元
AGCH	Access Grant Channel	准许接入信道
AOC	Advice Of Charge	收费通知
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number	绝对载频号
ARQ	Automatic ReQuest for retransmission	自动重发请求
ASN.1	Abstract Syntax Notation One	抽象文法1
AUC	Authentication Centre (Center)	鉴权中心

### B

BA	BCCH Allocation	广播控制信道分配
BAIC	Barring of All Incoming Call	闭塞所有呼入呼叫
BAOC	Barring of All Outcomming Call	阻塞所有呼出呼叫
BCC	Base Transceiver Station (BTS) Colour Code	<b>BTS</b> 色码
BCCH	Broadcast Control CHannel	广播控制信道
BCD	Binary Coded Decimal	二进制编码的十进制
BER	Bit Error Rate	比特误码率
BFI	Bad Frame Indication	坏帧指示
BHCA	Busy Hour Call Attempt	忙时小时呼叫次数
BN	Bit Number	比特号
BOIC	Barring of Outcomming International Call	闭塞呼出的国际呼叫
BP	Burst Period	突发周期
BS	Base Station	基站
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BSIC	Base Station Identify Code	基站识别码

BSIC	Base transceiver Station Identity Code	BTS标识码
BSIC-NCELL	BSIC of an adjacent cell	邻近小区的BTS标识码
BSS	Base Station System	基站子系统
BSSAP	BSS Application Part	BSS应用单元
BSSGP	Base Station System GPRS Protocol	基站子系统GPRS协议
BSSMAP	BSS Management Application Part	BSS管理应用单元
BSSOMAP	Base Station System Operation and Maintenance Application Part	基站子系统操作维护应用部分
BA	BCCH Allocation	BCCH载频分配

## C

CA	Cell Allocation	小区（频点）分配
C/R	Command/Response field bit	命令/响应比特
CA	Cell Allocation	蜂房分配
CB	Cell Broadcast	蜂房广播
CBCH	Cell Broadcast Channel	蜂房广播信道
CC	Call Control	呼叫控制
CC	Country Code	国家代码
CCBS	Completion of Call to Busy Subscribers	完成对忙用户的呼叫
CCCH	Common Control Channel	公共控制信道
CCH	Control CHannel	控制信道
CCITT	Consulative Committee on International Telegraph and Telephone	国际电报电话咨询委员会
CCU	Channel Code Unit	信道编码单元
CEPT	Conference of European Post Telecommunication	欧洲邮电会议
CFU	Call Forwarding Unconditional	无条件呼叫转移
CI	Cell Identity	小区标识
CIR	Carrier to Interference Ratio	（信号）载干比
CKSN	Ciphering Key Sequence Number	密钥序列号
CLIP	Calling Line Identification Presentation	呼叫线路识别显示
CM	Connection Management	连接控制
CMD	CoMmanD	命令
CMIP	Common Management Information Protocol	公共管理信息协议
CMISE	Common Management Information Service Element	公共管理信息业务单元
COLP	Connected Line Identify Presentation	连接线识别显示
COLR	Connected Line Identify Restriction	连接线识别限制

COM	COMplete	完成
CP	Connection Protocol	连接协议
CR	Change Request	修改申请
CRC	Cyclic Redundancy Check (3 bit)	循环冗余校验
CSPDN	Circuit Switched Public Data Network	公用电路交换数据网
CUG	Closed User Group	闭合用户群
CW	Call Waiting	呼叫等待

## D

DB	Dummy Burst	空脉冲
DCCH	Dedicated Control Channel	专用控制信道
DCE	Data Circuit-Terminating Equipment	数据终接设备
DCS1800	Digital Cellular System at 1800MHz	1800MHz频段的数字蜂窝系统
DL	Data Link (layer)	数据链路（层）
DLCI	Data Link Connection Identifier	数据链路连接标识符
DRX	Discontinuous reception (mechanism)	非连续接收（机制）
DTAP	Direct Transfer Application Part	直接传输应用部分
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
DTMF	Double Tone Multiple Frequency	双音多频
DTX	Discontinuous transmission (mechanism)	非连续发射（机制）

## E

EA	External Alarms	外部告警
EIR	Equipment Identity Register	设备标识寄存器
EMC	ElectroMagnetic Compatibility	电磁兼容性
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory	可擦除、可编程存储器
ERR	ERRor	错误
ETR	ETSI Technical Report	ETSI技术报告
ETS	European Telecommunication Standard	欧洲电信标准
ETSI	European Telecommunication Standard Institute	欧洲电信标准协会

## F

FACCH	Fast Associated Control CHannel	快速随路控制信道
FB	Frequency correction Burst	频率校正脉冲



FCCH	Frequency Correction CHannel	频率校正信道
FCS	Frame Check Sequence	帧校验序列
FDMA	Frequency Division Multiple Access	频分多址
FH	Frequency Hopping	跳频
FN	Frame Number	帧号
FTAM	File Transfer Access Management	文件传送存取管理

## G

GMSC	Gateway Mobile-services Switching Centre	关口移动交换中心
GMSK	Gaussian Minimum Shift Frequency Keying	高斯予滤波最小移频键控
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GSM	Globe System for Mobile Communication	全球移动通信系统
GSM	Group Special Mobile	特别移动组
GSM PLMN	GSM Public Land Mobile Network	GSM公用陆地移动通信网
GSM900	GSM at 900MHz	900MHz的全球移动通信系统

## H

HDLC	High level Data Link Control	高级数据链路控制（协议）
HLR	Home Location Register	归属位置寄存器
HPLMN	Home PLMN	归属PLMN
HSN	Hopping Sequence Number	跳频序列号

## I

I	Information frame	I帧
ID	IDentification/IDentity/IDentifier	标识
IE	(signalling) Information Element	信息元素
IEI	Information Element Identifier	信息元素标识
IMEI	International Mobile station Equipment Identity	国际移动台设备标识
IMSI	International Mobile Subscriber Identify	国际移动用户识别号(国际移动用户标识)
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
ISO	International Organization for Standardization	国际标准组织
ISUP	ISDN User Part	ISDN用户单元(ISDN用户部分)
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟

IWF	InterWorking Function	互通功能
-----	-----------------------	------

## J

## K

Kc	Ciphering key	密钥
Ki	Individual subscriber authentication key	用户鉴权码

## L

L1	Layer 1	层一
L2R	Layer 2 Relay	层二中继
L3	Layer 3	层三
LA	Location Area	位置区
LAC	Location Area Code	位置区识别码
LAI	Location Area Identity	位置区标识
LAPD	Link Access Procedure of D Channel	D信道链路接入规程
LAPDm	Link Access Protocol on the Dm channel	Dm信道上的链路接入协议
LCS	Location Service	位置业务
LLC	Logical Link Control (layer)	逻辑链路控制（层）
LLC-PDU	Logical Link Control Packet Data Unit	逻辑链路控制层的分组数据单元
LPC	Linear Predictive Code	线性预测编码
LPLMN	Local PLMN	本地PLMN
LU	Location Update	位置更新

## M

M	Mandatory	必选
MA	Mobile Allocation	移动（频点）分配
MAC	Medium Access Control	介质接入控制
MAI	Mobile Allocation Index	移动分配索引
MAIO	Mobile Allocation Index Offset	移动分配指针偏移
MAP	Mobile Application Part	移动应用单元
MCC	Mobile Country Code	国家移动代码
ME	Mobile Equipment	移动设备

MHS	Message Handling System	消息处理系统
MM	Mobility Management	移动性管理
MMI	Man Machine Interface	人机接口
MNC	Mobile Network Code	移动网络码
MO	Mobile Originated	移动发起的
MoU	Memorandum of Understanding	MoU谅解备忘录
MS	Mobile Station	移动台
MSC	Mobile-services Switching Centre, Mobile Switching Centre	移动交换中心
MSCM	Mobile Station Class Mark	移动台类标
MSIN	Mobile Subscriber Identification Number	移动用户识别号
MSISDN	Mobile Station ISDN Number	移动台的ISDN号
MSRN	Mobile Station Roaming Number	移动台漫游号
MT	Mobile Terminated	移动终止的

## N

NB	Normal Burst	正规脉冲
NCC	Network (PLMN) Colour Code	PLMN网络色码
NCELL	Neighbouring (of current serving) Cell	邻近小区
NDC	National Destination Code	国内目的地代码
NM	Network Management	网络管理
NMC	Network Mobile Centre	网络管理中心
NSAP	Network Service Access Point	网络业务接入点
NT	Non Transparent	非透明

## O

O	Optional	可选的
O&M	Operations & Maintenance	操作维护
OAM	Operation Administration and Maintenance	运行管理和维护
OMC	Operations & Maintenance Centre	操作维护中心
OML	Operations and Maintenance Link	操作维护链路
OS	Operating System	操作系统
OSI	Open System Interconnection	开放系统互连
OSI RM	OSI Reference Model	OSI参考模型
OSS	Operation and Maintenance Support System	运行和维护支援系统

## P

PACCH	Packet Associated Control CHannel	分组随路控制信道
PAD	Packet Assemble-Disassembly	打包/拆包
PAGCH	Packet Access Grant CHannel	分组接入允许信道
PAGCH	Paging and Access Grant Channel	寻呼和准许接入信道
PBCCH	Packet Broadcast Control CHannel	分组广播控制信道
PCCCH	Pacekt Common Control CHannel	分组公共控制信道
PCH	Paging Channel	寻呼信道
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲码调制
PCN	Personal Communication Network	个人通信网
PD	Protocol Discriminator	协议标识
PDCH	Packet Data CHannel	分组数据信道
PDN	Public Data Network	公共数据网
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PH	PHysical (layer)	物理层
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement	协议实现一致性声明
PIN	Personal Identification Number	个人识别码
PLMN	Public Lands Mobile Network	公众陆地移动通信网
POMU	Packet Operation & Maintenance Unit	分组操作维护单元
PP	Point-to-Point	点到点
PPCH	Packet Paging CHannel	分组寻呼信道
PRACH	Packet Random Access CHannel	分组随机接入信道
PSI	Packet System Information	分组系统消息
PSPDN	Public Switched Packet Data Network	公用分组数据交换网
PSTN	Public Switched Telephone Network	公众电路交换电话网络

## Q

QoS	Quality of Service	业务质量
-----	--------------------	------

## R

RA	Rate Adaptation	速率适配
RACH	Random Access Channel	随机接入信道
REJ	REJect(ion)	拒绝

REL	RELease	释放
REQ	REQuest	请求
RF	Radio Frequency	射频
RFCH	Radio Frequency CHannel	射频信道
RFN	Reduced TDMA Frame Number	简化TDMA帧号
RFU	Reserved for Future Use	保留给未来使用
RLC	Radio Link Control	无线链路控制
ROSE	Remote Operation Service Element	远距离操作业务单元
RPE-LTP	Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction	规则脉冲激励-长期预测
RPPU	Radio Packet Process Unti	无线分组处理单元
RSL	Radio Signalling Link	无线信令链路
RXLEV	Received signal level	接收信号水平
RXQUAL	Received Signal Quality	接收信道质量

## S

S/W	SoftWare	软件
SABM	Set Asynchronous Balanced Mode	置异步平衡模式
SACCH	Slow Associated Control CHannel	慢速随路控制信道
SACCH	Slow Associated Control Channel	慢速相关控制信道
SAP	Service Access Point	服务接入点
SAPI	Service Access Point Indicator	服务接入点标识
SB	Synchronization Burst	同步脉冲
SCCP	Signalling Connection Control Part	信令连接控制单元(信令连接控制部分)
SCH	Synchronization CHannel	同步信道
SDCCH	Stand-alone Dedicated Control CHannel	独立专用控制信道
SFH	Slow Frequency Hopping	慢速跳频
SI13	System Information 13	系统消息13
SIM	Subscriber Identify Module	用户识别模块(用户识别卡)
SIM	Subscriber Identity Module	用户识别模块
SMG	Special Mobile Group	特别移动组
SMS	Short Message Service	短消息业务
SMS-SC	Short Message Service - Service Centre	短消息业务中心
SMS/PP	Short Message Service/Point-to-Point	点到点短消息
SMSCB	Short Message Service Cell Broadcast	小区广播短消息业务
SP	Signalling Point	信令点

SS	System Simulator	系统模拟器
SS	Supplementary Service	补充业务
SS7	Signalling System No. 7	7号信令系统
STP	Signalling Transfer Point	信令转接点

## T

TA	Terminal Adaptor	终端适配器
TA	Timing Advance (between an MS and its serving BTS)	定时提前量
TACH	Traffic and Associated Channel	业务和相关信道
TACS	Total Access Communication System	全接入系统
TAF	Terminal Adaptation Function	终端适配功能
TBF	Temporary Block Flow	临时块流
TCH	Traffic Channel	业务信道
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
TE	Terminal Equipment	终端设备
Tei	Terminal endpoint identifier	终端节点标识
TFI	Temporary Flow Identity	TBF的标识
TI	Transaction Identifier	事务标识
TLLI	Temporary Logical Link Identity	临时逻辑链路标识
TMN	Telecommunications Management Network	电信管理网络
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identify	临时移动用户识别码
TN	Timeslot Number	时隙号
TOA	Time of Arrival	到达时间
TRAU	Transcodubg and Rate Adaption Unit	码变换和速率适配单元(变码器)
TRX	Transceiver	收发信机
TS	Time Slot	时隙
TSC	Training Sequence Code	训练序列号
TUP	Telephone User Part	电话用户单元(电话用户部分)

## U

UPD	Up to date	更新
UA	Unnumbered Acknowledge	无编号确认
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	通用移动通信系统
USF	Uplink State Flag	上行链路状态标志

## V

VAD	Vocal Activity Detection	语音激活检测
VLR	Visitor Location Register	拜访位置寄存器
VLSI	Very Large Scale Integrated Circuit	超大规模集成电路
VMSC	Visited MSC	拜访MSC
VPLMN	Visited PLMN	拜访PLMN