

北京高等教育精品教材建设项目立项

— 普通高等院校 —

电子信息类系列教材

*ShuZi YiDong
TongXin XiTong*

数字移动 通信系统

© 张玉艳 于翠波 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

北京高等教育精品教材建设项目立项
普通高等院校电子信息类系列教材

数字移动通信系统

张玉艳 于翠波 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

数字移动通信系统 / 张玉艳, 于翠波编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 2
(普通高等院校电子信息类系列教材)
ISBN 978-7-115-18970-7

I. 数… II. ①张…②于… III. 数字通信: 移动通信—通信系统—高等学校—教材 IV. TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第197117号

内 容 提 要

本书较全面地介绍了移动通信不同发展阶段的数字移动通信系统, 基本内容包括 GSM 的网络结构及接口, GSM 协议栈结构, GSM 物理层的工作原理, GSM 的用户鉴权和加密过程、位置更新和漫游、切换管理、呼叫管理; GPRS 系统的网络结构及接口, GPRS 协议栈分层结构和主要工作过程, GPRS/EDGE 的异同点比较; WCDMA 和 TD-SCDMA 系统的网络结构及接口, 物理层的主要特性; 最后介绍了第三代移动通信系统的高速解决方案及移动通信的发展趋势。

本书可作为普通高等院校通信工程、电子信息等专业相关课程的教材, 也可作为通信工程技术人员的技术参考书。

北京高等教育精品教材建设项目立项

普通高等院校电子信息类系列教材

数字移动通信系统

-
- ◆ 编 著 张玉艳 于翠波
责任编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.25
字数: 417 千字 2009 年 2 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2009 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18970-7/TN

定价: 30.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着中国经济的持续发展,移动通信在中国飞速发展。中国人口众多,即使在较低的移动通信普及率情况下,移动通信绝对用户数也不可小视,如何保证庞大的移动通信网络可靠地运行是我们需要面对的问题。而且随着用户的不断增长,在信息时代,对图像、语音和数据相结合的多媒体业务和高速数据业务的业务量需求将会大大增加,对通信业务多样化的需求与日俱增。如何实现 GSM 向第三代移动通信系统的过渡和融合,提供更先进的业务,如何在充分考虑现有系统的功能基础上根据市场的需求进行更新,这都是业界关注的问题。

因此,为使读者全面理解移动通信系统的技术现状和发展趋势,本书在内容组织上分为 4 个部分。其中,第 1 部分为第 1 章,概要介绍移动通信发展的不同阶段,GSM 的特点、规范、GSM 业务;GPRS、EDGE 的概念,第三代移动通信系统(3G)的特点及 3G 的演进路径。第 2 部分为第 2~5 章,主要介绍与 GSM 网络结构、工作原理相关的内容,包括 GSM 的基本网络结构、GSM 无线信道、GSM 各功能实体之间所采用的信令,以及与漫游、安全和呼叫相关的通信过程。第 3 部分为第 6~10 章,主要介绍与 GPRS/EDGE 网络结构、技术相关的内容,包括 GPRS 网络与 GSM 网络的关系,GPRS 的网络结构及接口,GPRS 网络中的主要工作过程,GPRS 网络中成熟的数据业务应用,以及增强型数据速率 GSM 业务(EDGE)。第 4 部分为第 11~13 章,主要介绍与第三代移动通信系统及演进相关的内容,包括 WCDMA 系统的网络结构及接口功能,TD-SCDMA 系统采用的关键技术,以及第三代移动通信系统的演进趋势。

全书在内容选取和编写上具有以下特点。

(1) 全面系统地讨论了 GSM 的网络结构、各接口的协议及 GSM 的工作原理,分析了 GPRS 网络与 GSM 的关系,GPRS 网络的体系结构、协议及工作原理,并探讨了 EDGE 技术与 GPRS 技术的异同。

(2) 内容紧扣移动通信发展的需求和未来移动通信的发展趋势,分析了不同移动通信系统支持的业务,讨论了第三代移动通信系统(WCDMA/TD-SCDMA)的网络结构、接口和物理层的工作原理,介绍了系统中采用的关键技术。本书的最后展示了 3G 无线系统的高速解决方案和第三代移动通信的演进途径。

(3) 本书叙述摒弃烦琐的理论推导和分析计算,力求通过本书的学习建立 GSM、GPRS 网络及第三代移动通信系统的完整概念,掌握相应的工作原理。

(4) 为便于自学,在每一章中首先给出该章的主要内容介绍,编排了小结和练习题等内容。

本书由张玉艳策划,张玉艳、于翠波共同编写。其中第 1 章由于翠波、张玉艳编写,第 2~5 章由于翠波编写,第 6~13 章由张玉艳编写。王公仆、李坤江、向青梅对第 3 章及第 5 章的撰写提出不少建议,在此向他们表示感谢。

由于编者水平有限,书中的错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 11 月

目 录

第1章 概述	1
1.1 移动通信发展简介	1
1.2 全球移动通信系统 (GSM)	3
1.2.1 GSM 的技术规范	3
1.2.2 GSM 的主要特征	4
1.2.3 GSM 的业务	5
1.3 GPRS 与 EDGE	7
1.4 第三代移动通信及其演进	10
1.4.1 第三代移动通信	10
1.4.2 第三代移动通信业务	12
1.4.3 第三代移动通信演进	13
小结	15
练习题	16
第2章 GSM 系统的网络结构	17
2.1 概述	17
2.2 无线子系统的设备功能	18
2.2.1 基站收发信机	18
2.2.2 基站控制器	20
2.3 网络子系统的设备功能	20
2.4 运行维护子系统	21
2.5 移动台	22
2.6 号码管理	25
2.6.1 识别码	25
2.6.2 各识别码在系统资料库中的位置	28
2.7 接口及协议	29
2.8 双频网的网络结构	30
小结	31
练习题	32
第3章 GSM 的无线信道	33
3.1 频率资源	33
3.2 物理信道与逻辑信道	34
3.3 信道的组合方式	39
3.4 突发脉冲序列与时隙格式	42
3.5 GSM 信道编码与交织	43
3.6 帧偏离、定时提前量与半速率信道	46
小结	47

练习题	47
第4章 GSM 网络的信令与协议	49
4.1 信令系统	49
4.2 GSM 协议集	52
4.2.1 GSM 网络中的协议	52
4.2.2 GSM 系统的接口	53
4.3 无线接口信令协议	55
4.4 Abis 接口的分层结构	58
4.5 A 接口的分层结构	59
4.6 MAP 与 INAP	61
小结	61
练习题	62
第5章 漫游、安全和呼叫管理	63
5.1 概述	63
5.2 用户鉴权和加密	64
5.2.1 鉴权	64
5.2.2 加密	66
5.2.3 用户身份保护	67
5.3 位置更新和漫游管理	68
5.4 切换	71
5.4.1 BSS 内部切换	71
5.4.2 外部切换	73
5.5 呼叫管理	75
5.5.1 主叫信令流程	76
5.5.2 寻呼流程	80
5.5.3 被叫信令流程	80
5.6 移动台的状态	83
5.6.1 网络选择	83
5.6.2 小区选择	84
5.6.3 小区重选	86
5.7 GSM 网络中的数据业务实现	87
小结	88
练习题	88
第6章 GPRS 网络结构	89
6.1 概述	89
6.2 GPRS 网络结构	90
6.2.1 GPRS 网络结构与网元功能	90
6.2.2 GPRS 网络中其他数据单元	91
6.3 GPRS 网络接口	92

6.3.1 GPRS 网络新增接口	92
6.3.2 GPRS 接口功能和协议栈	93
6.4 GPRS 骨干网	97
小结	98
练习题	98
第 7 章 GPRS 协议结构	99
7.1 概述	99
7.1.1 GPRS 传输平面协议层	99
7.1.2 GPRS 控制平面协议层	102
7.2 物理层	103
7.2.1 GPRS 帧结构	103
7.2.2 GPRS 逻辑信道	104
7.2.3 GPRS MS 多时隙特性	106
7.2.4 GPRS 编码方式	108
7.3 RLC/MAC 协议层	113
7.3.1 MAC 层协议	113
7.3.2 TBF 的建立	114
7.3.3 RLC 层协议	116
7.4 LLC 协议层	117
7.5 SNDCP 协议层	119
小结	121
练习题	122
第 8 章 GPRS 网络中主要工作过程	123
8.1 概述	123
8.2 GPRS 移动台移动管理状态	124
8.2.1 GPRS 移动管理状态	124
8.2.2 GPRS 移动管理状态间转换	126
8.3 GPRS 系统中的小区选择与重选	127
8.3.1 GPRS 系统中的小区选择	127
8.3.2 GPRS 系统中的小区重选	128
8.4 GPRS 附着/去附着	130
8.4.1 GPRS 附着过程	130
8.4.2 GPRS 去附着过程	132
8.5 GPRS 路由区更新	133
8.6 PDP 上下文管理	135
8.6.1 GPRS 系统中的会话管理	135
8.6.2 PDP 上下文激活/去激活	136
8.6.3 PDP 上下文修改	139
小结	140

练习题	142
第 9 章 GPRS 应用	143
9.1 概述	143
9.2 短消息业务	144
9.2.1 GPRS 系统中的短消息业务	144
9.2.2 短消息业务系统结构	146
9.3 WAP 业务	147
9.3.1 WAP 网关	148
9.3.2 WAP 业务系统结构	151
9.3.3 WAP 承载业务	152
9.4 多媒体消息业务	153
9.4.1 MMS 概述	153
9.4.2 MMS 网络体系结构	154
9.4.3 MMS 支持的基本业务	155
小结	156
练习题	157
第 10 章 EDGE	158
10.1 概述	158
10.2 EGPRS	160
10.2.1 EGPRS 特点	160
10.2.2 EGPRS 与 GSM 系统的共用	163
10.3 EGPRS 网络结构和无线接口	165
10.3.1 EGPRS 网络结构	165
10.3.2 EGPRS 无线接口和协议	165
10.4 EGPRS 调制	167
10.5 EGPRS 信道编码	169
10.5.1 EGPRS 信道编码	170
10.5.2 EGPRS 编码方式的特性参数	174
10.6 链路质量控制	175
10.6.1 链路质量控制的精确测量	175
10.6.2 增量冗余功能	177
10.6.3 LA 算法	179
10.7 EGPRS 系统中 RLC/MAC 数据块的传送	182
10.7.1 TBF 的建立	182
10.7.2 EGPRS 中的 RLC 协议	186
10.7.3 EGPRS 系统中 RLC 确认模式下数据块的传送	187
小结	187
练习题	189
第 11 章 WCDMA 移动通信系统	190

11.1 概述	190
11.2 WCDMA 网络结构与接口	193
11.2.1 UMTS 系统结构	193
11.2.2 基于 R99、R4、R5/R6 的核心网结构	196
11.3 WCDMA 空中接口	206
11.3.1 Uu 接口协议结构	206
11.3.2 物理层	207
11.3.3 数据链路层	215
11.3.4 无线资源控制层	218
11.4 WCDMA 系统关键技术	220
11.4.1 RAKE 接收机	220
11.4.2 软切换	221
11.4.3 快速功率控制	223
11.4.4 信道编码	226
小结	228
练习题	229
第 12 章 TD-SCDMA 移动通信系统	230
12.1 概述	230
12.2 TD-SCDMA 空中接口	231
12.2.1 TD-SCDMA 空中接口协议结构	231
12.2.2 TD-SCDMA 物理层	233
12.2.3 TD-SCDMA 物理信道	237
12.2.4 传输信道编码和复用	238
12.2.5 扩频与调制	240
12.2.6 TD-SCDMA 系统的码分配	240
12.3 TD-SCDMA 系统关键技术	241
12.3.1 智能天线技术	241
12.3.2 联合检测技术	244
12.3.3 接力切换	245
12.3.4 动态信道分配	246
12.3.5 软件无线电	247
小结	247
练习题	248
第 13 章 3G 无线系统的高速解决方案	249
13.1 概述	249
13.2 高速下行分组接入 (HSDPA)	250
13.2.1 HSDPA 系统中的关键技术	250
13.2.2 HSDPA 的物理层	252
13.2.3 HSDPA 的 MAC 层结构	252

13.3 高速上行分组接入 (HSUPA)	253
13.3.1 HSUPA 关键技术	253
13.3.2 HSUPA 的物理层	255
13.3.3 HSUPA 的 MAC 层结构	256
13.4 第三代移动通信演进	257
13.4.1 未来移动通信关键技术	257
13.4.2 3GPP LTE 技术	260
13.4.3 IMT-Advanced	261
小结	264
练习题	265
参考文献	266

第 1 章 概 述

了解移动通信的发展现状,把握移动通信的发展趋势,应该是学习“数字移动通信系统”这门课程的基础。本章主要内容如下:

- 移动通信不同发展阶段的特点;
- 全球移动通信系统(GSM)的发展历程、技术规范, GSM 的业务;
- GPRS、EDGE 的特点, GSM、GPRS 及 EDGE 的关系;
- 第三代移动通信的发展过程, 第三代移动通信系统的业务特点;
- 第三代移动通信的演进路径。

1.1 移动通信发展简介

1897 年是人类移动通信元年。这一年, M.G.马可尼在陆地与一只拖船之间完成了一项无线通信试验, 由此揭开了世界移动通信历史的序幕。

现代移动通信的出现, 为人们带来了无线电通信的更大自由和便捷, 其已经成为现代社会中不可或缺的生活必需品和通信手段。现代移动通信技术的发展始于 20 世纪 20 年代, 大致经历了 6 个发展阶段。

第 1 阶段从 20 世纪 20 年代至 40 年代, 为早期起步阶段。在这期间, 首先在短波几个频段上开发出专用移动通信系统, 其代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2MHz, 到 20 世纪 40 年代提高到 30~40MHz。可以认为这个阶段是现代移动通信的起步阶段, 特点是专用系统开发, 工作频率较低。

第 2 阶段从 20 世纪 40 年代中期至 60 年代初期。在此期间, 公用移动通信业务开始问世。1946 年, 根据美国联邦通信委员会(FCC)的计划, 贝尔系统在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网, 称为“城市系统”。当时使用 3 个频道, 间隔为 120kHz, 通信方式为单工。随后, 西德(1950 年)、法国(1956 年)、英国(1959 年)等相继研制了公用移动电话系统。美国贝尔实验室完成了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡, 接续方式为人工, 移动通信网的容量较小。

第 3 阶段从 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期。在此期间, 美国推出了改进型移动电话系统(Improved Mobile Telephone Service, IMTS), 使用 150MHz 和 450MHz 频段, 采用大区制、中小容量, 实现了无线频道自动选择, 并能够自动接续到公用电话网。西德也推出了具有相同技术水平的 B 网。可以说, 这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段, 其特点是采用大区制、中小容量, 使用 450MHz 频段, 实现了自动选频与自动接续。

第 4 阶段从 20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期。20 世纪 70 年代, 美国贝尔实验室发明了

蜂窝小区和频率复用的概念，现代移动通信开始发展起来。1978 年，开发了高级移动电话系统（Advanced Mobile Phone System, AMPS），这是第一种真正意义上的具有随时随地通信的大容量蜂窝移动通信系统。其他工业化国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网。日本于 1979 年推出 800MHz 汽车电话系统（HAMTS），在东京、大阪、神户等地投入商用。西德于 1984 年完成 C 网，频段为 450MHz。英国在 1985 年开发出全接入通信系统（Total Access Communication System, TACS），首先在伦敦投入使用，以后覆盖了全国，频段为 900MHz。法国开发出 450 系统。加拿大推出 450MHz 移动电话系统（Mobile Telephone System, MTS）。瑞典等北欧四国于 1980 年开发出 NMT-450（Nordic Mobile Telephone, NMT）移动通信网，并投入使用，频段为 450MHz。这些系统都是双工的基于频分多址（Frequency Division Multiple Access, FDMA）的模拟制式系统，被称为第一代蜂窝移动通信系统。

这一阶段的特点是蜂窝状移动通信网成为实用系统，并在世界各地迅速发展。移动通信大发展的原因，除了用户要求迅猛增加这一主要推动力之外，还有几方面技术进展所提供的条件。首先，微电子技术在这一时期得到长足发展，这使得通信设备的小型化、微型化有了可能性，各种轻便电台被不断推出；其次，提出并形成了移动通信新体制。随着用户数量的增加，大区制所能提供的容量很快饱和，这就必须探索新体制。在这方面最重要的突破是贝尔试验室在 20 世纪 70 年代提出的“蜂窝网”的概念。蜂窝网，即所谓的小区制，如图 1-1 所示，由于其实现了频率再用，大大提高了系统容量。可以说，蜂窝网的概念真正解决了公用移动通信系统容量要求大与频率资源有限的矛盾；第三，随着大规模集成电路的发展而出现的微处理器技术日趋成熟，以及计算机技术的迅猛发展，从而为大型通信网的管理与控制提供了技术手段。

第 5 阶段从 20 世纪 80 年代中期开始至 90 年代后期。20 世纪 80 年代中期，随着日益增长的业务需求，推出了数字移动通信系统。第一个数字蜂窝标准 GSM（Global Standard for Mobile Communications）是基于时分多址（TDMA）方式，于 1992 年由欧洲提出。美国提出了两个数字移动通信标准，分别为基于 TDMA 的 IS-54 和基于窄带 DS-CDMA 的 IS-95。日本第一个数字蜂窝系统是个人数字蜂窝（PDC）系统，于 1994 年投入运行。在这些数字移动通信系统中，应用最广泛、影响最大的是采用 TDMA 技术的 GSM 系统和采用 CDMA 技术的 IS-95 系统。从此移动通信跨入了第二代数字移动通信系统时代。

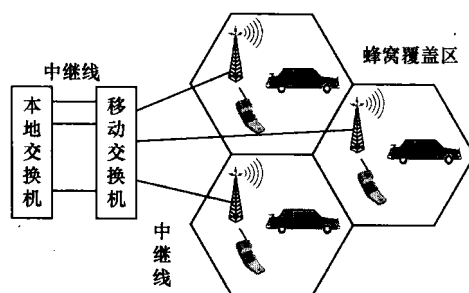


图 1-1 蜂窝通信示意图

第 6 阶段从 20 世纪 90 年代后期至今。20 世纪 90 年代后期，移动通信业务和移动通信用户呈高速增长趋势。随着全球经济一体化和社会信息化的进展，在移动通信中多媒体业务和 IP 业务的比例高速增长，这使得第二代移动通信系统在系统容量和业务种类上逐渐趋于饱和，在未来很难满足个人通信的要求。为了适应用户对不同业务，如会议、多媒体、数据接入、互联网等的要求，移动通信需要高至 2Mbit/s 的数据速率和更严格的服务质量（QoS）。另一方面，近 10 年技术的进步，特别是微电子、数字信号处理等方面的进步，以及 CDMA 方式在移动通信中的应用等，为移动通信的发展创造了技术条件。市场和技术的双重驱动，为第三代移动通信系统的顺利构筑提供了基础。

20 世纪 90 年代末开始是第三代（3G）移动通信技术发展和应用阶段。1999 年 11 月 5 日在芬兰赫尔辛基召开的 ITU TG8/1 第 18 次会议上最终确定了 3 类共 5 种技术标准作为第三代移动通信的基础，其中 WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 是 3G 的主流标准。国际电信联盟（ITU）在 2000 年 5 月批准了针对 3G 网络的 IMT-2000 无线接口的 5 种技术标准。

随着信息社会对无线 Internet 业务需求的日益增长，第三代移动通信系统 2Mbit/s 的最高传输速率已远远不能满足需求，第三代移动通信系统正逐步采用各种增强型技术。3G 无线系统高速解决方案需要数据传输具有非对称性、峰值速率高、激活时间短等特点，能够更加有效利用无线频谱资源，增加系统的数据吞吐量。

2003 年后，WP8F 开始了 E3G 和 B3G 频率需求和候选频段的工作，在 2005 年 10 月 18 日结束的 ITU-R WP8F 第 17 次会议上，ITU 给了超 3G 技术一个正式的名称 IMT-Advanced。按照 ITU 的定义：IMT-2000 技术和 IMT-Advanced 技术拥有一个共同的前缀“IMT”，表示移动通信；当前的 WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA 及其增强型技术统称为 IMT-2000 技术；未来的新的空中接口技术，叫做 IMT-Advanced 技术。根据 ITU 的工作计划，在 2008 年年初将开始公开征集下一代通信技术 IMT-Advanced 标准，并开始对候选技术和系统作出评估，最终选定相关技术作为 4G 标准。

1.2 全球移动通信系统（GSM）

GSM 全称数字蜂窝全球移动通信系统（Global System for Mobile Communication），它依照欧洲电信标准组织（ETSI）制定的 GSM 规范研制而成，是第二代移动通信技术（2G）。其开发目的是让全球各地可以共同使用一个移动电话网络标准，让用户使用一部手机就能行遍全球。

1.2.1 GSM 的技术规范

GSM 系列规范是由欧洲电信标准组织（European Telecommunications Standards Institute, ETSI）组建的不同工作组和专家组编写而成的。为了保证 GSM 网络内现有的和将来的业务开展，在制定标准时必须考虑兼容性的要求。GSM 的发展历程是与 GSM 标准不断完善 step 调相一致的。

1. GSM 的发展历程

1978 年：确定公用频段。

1982 年：召开欧洲邮政和电信会议（CEPT），成立了移动通信特别研究组（GSM），开发泛欧蜂窝移动通信系统的标准，其缩写词 GSM 后来成为全球移动通信系统的通用表示法。

1985 年：由移动通信特别研究组提出的一系列建议被采纳。

1986 年：建议采用场强仪对空中接口的不同无线技术进行检测。

1987 年：选定时分多址（TDMA）和频分多址（FDMA）一起作为接入方法。

1990 年：发布第一阶段 GSM 规范。

1991 年：完成 phase1 标准，支持 13kbit/s 语音业务和最高 9.6kbit/s 速率数据业务，GSM 开始进入商业服务。1 800MHz 频段的欧洲公共电信业务规范也制定完成，命名为 DCS1800 系统，与 GSM900 统称 GSM。

1995 年：完成 phase2 标准，支持 ISDN 并增补了一些业务。

1996 年：制定 phase2+ 标准，并且每年更新版本，完善标准，其中具有标志意义的版本如下：

GSM96 版：采用新信道编码方式使数据传输速率达 14.4kbit/s，提出高速电路交换数据（High Speed Circuit Switch Data, HSCSD）技术。HSCSD 适用于语音和图像等实时性数据业务，如会议电话业务等。

GSM97 版：提出 2.5G 的通用分组无线业务（General Packet Radio Service, GPRS）技术。GPRS 基于分组交换技术，只要在 GSM 网上增加一些 GPRS 节点，就可提供高速率数据业务。GPRS 能提供 Internet 和其他分组网络的全球性接入，是 GSM 网迈向 3G 重要的一步。

GSM99 版：提出 2.75G 的 GSM 演进的增强数据速率（Enhanced Data rate for GSM Evolution, EDGE）技术，主要能够使用宽带服务，让使用 900MHz、1 800MHz、1 900MHz 频段的网络提供第三代移动通信网络的部分功能，并且能大大改进目前在 GSM 上提供的标准化服务。

2. GSM 规范

GSM 标准共有 12 章规范系列，主要内容如下：

- 01 系列：概述
- 02 系列：业务方面
- 03 系列：网络方面
- 04 系列：MS-BS 接口（空中接口第 2、3 层）
- 05 系列：无线路径上的物理层（空中接口第 1 层）
- 06 系列：语音编码规范
- 07 系列：对移动台的终端适配
- 08 系列：BS 到 MSC 接口（A 和 Abis 接口）
- 09 系列：网络互连
- 10 系列：暂缺
- 11 系列：设备和型号批准规范
- 12 系列：操作和维护

1.2.2 GSM 的主要特征

GSM 从 1991 年开始投入使用，到今天为止，已经在 100 多个国家运营，成为欧洲和亚洲大多数国家实际上的蜂窝移动通信标准。跟以前所采用的模拟蜂窝移动通信网相比较，GSM 数字移动通信网具有较强的保密性和抗干扰性、音质清晰、通话稳定，并具备容量大、频率资源利用率高、接口开放、功能强大等优点。GSM 的主要特点可以归结如下。

（1）频谱效率高：由于采用了高效调制器、信道编码、交织、均衡和语音编码技术，使系统具有高频谱效率。

（2）容量大：由于每个信道传输带宽增加，使同频复用载干比要求降低至 9dB，故 GSM 的同频复用模式可以缩小到 4/12 或 3/9，甚至更小（模拟系统为 7/21）；加上半速率语音编码

的引入和自动话务分配以减少越区切换的次数，使 GSM 的容量效率（每兆赫每小区的信道数）比模拟的 TACS 高 3~5 倍。

(3) 开放的接口：GSM 标准所提供的开放性接口，不仅限于空中接口，而且包括网络之间以及网络中各个设备实体之间的接口，如 A 接口和 Abis 接口。

(4) 高安全性：通过鉴权、加密和临时移动用户识别号（Temporary Mobile Subscriber Identity, TMSI）的使用，达到安全的目的。

(5) 以 SIM 卡为基础的漫游：漫游是移动通信的重要特征，它标志着用户可以从一个网络自动进入另一个网络。GSM 可以提供全球漫游，在 GSM 中，漫游是在 SIM 卡识别号以及被称为 IMSI（International Mobile Subscriber Identification Number）的国际移动用户识别号的基础上实现的。

(6) 与 ISDN、PSTN 等的互联：通常利用现有的接口，如 ISUP 或 TUP 等与其他网络互联。

GSM 工作频段分配如表 1-1 所示。

表 1-1 GSM 工作频段

工作频段	900MHz 频段		1 800MHz 频段	1 900MHz 频段
	G1 频段 (原E-GSM)	P 频段		
上行频率	880~890MHz	890~915MHz	1 710~1 785MHz	1 850~1 910MHz
下行频率	925~935MHz	935~960MHz	1 805~1 880MHz	1 930~1 990MHz
双工间隔	45MHz	45MHz	95MHz	80MHz
载频间隔	200kHz	200kHz	200kHz	200kHz

目前，我国陆地蜂窝数字移动通信网 GSM 主要采用 900MHz 与 1 800MHz 频段。

1.2.3 GSM 的业务

GSM 业务就是 GSM 为满足用户的通信要求而向用户提供的电信服务。按照 ISDN 对业务的分类方法，GSM 对提供的业务进行了分类，主要分为基本业务和附加业务两大类。图 1-2 所示为 GSM 业务分类示意图。基本业务按功能又可分为电信业务或称用户终端业务（Teleservices）和承载业务（Bearer Services），这两种业务是独立的通信业务，如图 1-3 所示。

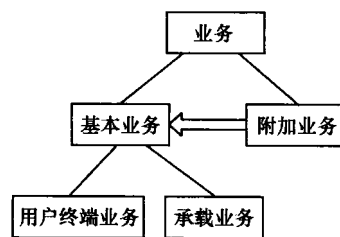


图 1-2 GSM 业务分类

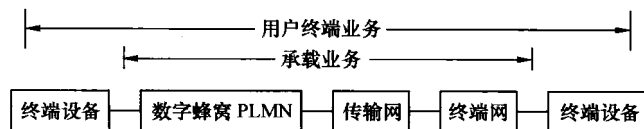


图 1-3 GSM 支持的基本业务

1. 用户终端业务

用户终端业务是指为用户通信提供的包括终端设备功能在内的完整能力的通信业务。GSM 主要提供的电信业务有以下几类，如表 1-2 所示。

表 1-2

GSM 主要的电信业务

用户信息类型	电信业务码	电信业务名称
语音传输	11	电话
短消息	21	MS 终接的点对点短消息业务
	22	MS 起始的点对点短消息业务
	23	小区广播短消息业务
传真	61	交替语音和三类传真
	62	自动三类传真
紧急呼叫	12	

在 GSM 所提供的业务中，最重要的业务是电话业务，它为数字移动通信系统的用户和其他所有与其联网的用户之间提供双向电话通信，即电话业务可以使网内的移动用户互相通话，也可以使网内的移动用户与其他网络的用户互相通话。

紧急呼叫是由电话业务引伸出来的一种特殊业务。在移动网络覆盖范围内，此业务可使移动用户通过一种简单的手续接到就近的紧急业务中心，比如只需按一个特殊号码到消防中心、急救中心等。使用紧急业务可以不收费，也不需要鉴别使用者的识别号码。目前，在我国没有提供紧急呼叫业务。

短消息业务分为 3 类，包括 MS 起始、MS 终接的点对点短消息业务以及小区广播短消息业务。点对点的短消息业务由短消息业务中心完成存储和前转功能。短消息业务中心是与 GSM 在功能上完全分离的实体。

传真业务有两类：交替语音和三类传真、自动三类传真。交替语音和三类传真是指语音与三类传真交替传送的业务；自动三类传真是指能使用户经 GSM 网以传真编码信息文件的形式自动交换各种函件的业务。

2. 承载业务

承载业务提供用户接入点，即用户与网络接口间的信号传输能力，主要包括同步或异步的电路型数据业务。GSM 主要提供的承载业务如表 1-3 所示。

表 1-3

GSM 的承载业务

承载业务码	承载业务名称	透明属性
21	异步 300bit/s 双工电路型	T 或 NT
22	异步 1.2kbit/s 双工电路型	T 或 NT
24	异步 2.4kbit/s 双工电路型	T 或 NT
25	异步 4.8kbit/s 双工电路型	T 或 NT
26	异步 9.6kbit/s 双工电路型	T 或 NT
31	同步 1.2kbit/s 双工电路型	T
32	同步 2.4kbit/s 双工电路型	T 或 NT
33	同步 4.8kbit/s 双工电路型	T 或 NT
34	同步 9.6kbit/s 双工电路型	T 或 NT
41	异步 PAD 接入 300bit/s 电路型	NT
42	异步 PAD 接入 1.2kbit/s 电路型	T 或 NT
44	异步 PAD 接入 2.4kbit/s 电路型	T 或 NT

续表

承载业务码	承载业务名称	透明属性
45	异步 PAD 接入 4.8kbit/s 电路型	T 或 NT
46	异步 PAD 接入 9.6kbit/s 电路型	T 或 NT
61	交替语音/数据	注 1
81	语音后接数据	注 1

注 1: 承载业务 61 和 81 中的数据为 3.1kHz 信息传送能力的承载业务 21~34。

注 2: 表中“T”表示透明;“NT”表示不透明。

3. 附加业务

附加业务是对基本业务的改进和补充,它不能单独向用户提供,而必须与基本业务一起提供。同一附加业务可应用到若干个基本业务中,附加业务是基本电信业务的增强或补充。附加业务包括号码识别、呼叫提供(呼入/呼出限制、呼叫转移等)、呼叫完成、多方通话、集团、计费、附加信息传递、呼叫限制等业务类型,下面列出常用的附加业务。

(1) 计费提示(AOC)

(2) 呼出限制

① 呼出限制(BAOC):禁止除紧急呼叫外的所有打出去的电话;

② 呼出限制(BOIC):限制所有打出去的国际电话;在国外漫游时,只能向访问地移动用户和固定用户发出呼叫;

③ 呼出限制(BOIC-exHC):限制所有打出去的国际电话,除了那些打到 HPLMN 国家的电话。

(3) 呼入限制

① 呼入限制(BAIC):禁止移动台接听所有电话;

② 漫游呼入限制(BIC-Roam):当漫游在 HPLMN 之外时,限制所有来话。

(4) 呼叫转移

① 遇忙呼叫前转(CFB);

② 无应答呼叫前转(CFNA);

③ 无条件呼叫前转(CFU)。

(5) 呼叫完成

① 呼叫保持(HOLD);

② 呼叫等待(CW)。

(6) 号码识别

① 主叫线识别显示(CLIP);

② 主叫线识别限制(CLIR)。

1.3 GPRS 与 EDGE

1. 通用分组无线业务(GPRS)

GPRS(General Packet Radio Service)是通用分组无线业务的英文缩写,也是通常所指的 2.5G 移动通信系统之一。GPRS 是 GSM Phase 2.1 规范实现的内容之一。GPRS 网络引入了数