

现代移动通信新技术

GPRS系统

编著

李 华
李 学 云
区 细 成
卢 斌

85

华南理工大学出版社

现代移动通信新技术 ——GPRS 系统

李 华 李学云 区细成 卢 斌 编著

 华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书首先简要介绍以 GSM 为代表的蜂窝移动通信系统,在此基础上,引入当今无线分组数据交换业务中的热门技术——GPRS,比较全面地自上而下介绍 GPRS 系统的基本概念、整体结构、网络结构、接口和协议、网管和计费以及呼叫的建立过程等,最后通过典型的应用实例描述了 GPRS 的具体实施方案,并展望了 GPRS 未来的发展方向和演变趋势。

全书内容新颖,简洁扼要,实用性较强,适合具有一定通信技术基础的工程技术人员和移动通信领域的相关设计人员阅读,也可作为通信专业高年级和研究生的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代移动通信新技术——GPRS 系统 /李华等编著. —广州:
华南理工大学出版社, 2001.5

ISBN 7-5623-1679-1

I. 现…

II. 李…

III. 移动通信 - 技术

IV. TN929.5

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 詹志青

各地新华书店经销

中山市新华印刷厂印装

*

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 5.125 字数: 133 千

印数: 1~3 000 册

定价: 15.00 元

前 言

从模拟移动通信到数字移动通信，移动通信已经历了两大发展阶段——第 1 代(1G) 和第 2 代(2G)；而 GPRS 的出现和进入实用，将使移动通信进入一个新的发展阶段——第 2.5 代(2.5G)。

GPRS 采用分组交换技术，在现有 GSM 网络上实现高速数据传输，最高数据速率可达 171.2 kb/s。这样的数据速率，将可以极大地满足日益增长的移动数据业务需求，并且可与 Internet 有效融合，实现移动 Internet，因而有很强的生命力。

鉴于 GPRS 是一种崭新的技术，目前国内尚无这方面的书籍。本书作者在追踪研究 GPRS 并收集了大量资料的基础上，编写了此书，希望对读者能起到抛砖引玉的作用。

本书共分 8 章，第 1、2 章简要介绍以 GSM 体制为代表的蜂窝移动通信系统，为后面各章作准备；第 3、4 章介绍 GPRS 的构成、网络结构和接口；第 5 章介绍 GPRS 无线网络结构；第 6 章探讨 GPRS 系统规划；第 7 章介绍两个典型的 GPRS 系统；第 8 章对移动通信技术未来的发展方向作了展望。

广东省电信规划设计院是国家甲级通信设计单位，

完成了广东移动网从 TACS 到 GSM 以及 GPRS 商用试验网工程的规划和设计任务，其中深圳、珠海 GSM 网工程设计还分别获国家优秀设计金质奖和银质奖，在移动通信领域积累了丰富的丰富经验。本书由该院一直从事移动通信工程设计工作的李华、李学云、区细成、卢斌等同志编写；肖群力、倪惠宁等同志对本书进行了审核；姚红英、余曦荣、林明峰等同志为本书做了许多辅助性工作；另外，华南理工大学韦岗教授也对本书进行了认真细致的审订，提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限以及编写时间比较仓促，书中难免有不足和错误之处，敬请读者批评指正。

作 者

2000 年 12 月

于广东省电信规划设计院

目 录

1	移动通信概述	(1)
1.1	蜂窝移动通信系统简介	(1)
1.2	移动通信技术的发展方向	(3)
1.3	移动数据通信技术	(4)
1.3.1	电路交换	(5)
1.3.2	分组交换	(7)
2	GSM 移动通信系统简介	(9)
2.1	系统结构	(9)
2.1.1	总体结构	(9)
2.1.2	接口和协议	(12)
2.1.3	无线接口的复用技术	(15)
2.2	GSM 系统业务	(17)
2.2.1	语音业务	(17)
2.2.2	数据业务	(17)
2.2.3	短消息业务	(18)
2.3	编码格式	(19)
2.3.1	语音编码	(19)
2.3.2	信道编码	(20)
2.4	计费	(21)
2.4.1	计费记录的产生	(21)
2.4.2	计费管理	(22)
2.5	网络管理	(23)
2.5.1	网络管理	(23)

2.5.2	用户管理	(24)
2.5.3	移动台管理	(25)
2.6	呼叫处理	(26)
2.6.1	基本概念	(26)
2.6.2	呼叫处理	(29)
3	GPRS 系统概述	(31)
3.1	GPRS 系统的基本原理	(31)
3.2	GPRS 系统结构	(33)
3.3	GPRS 系统的标准	(35)
3.4	GPRS 系统的性能和业务	(36)
3.4.1	GPRS 系统的性能特点	(36)
3.4.2	GPRS 系统提供的业务	(38)
4	GPRS 系统的网络结构及接口	(40)
4.1	GPRS 系统的网络结构	(40)
4.2	GPRS 系统的部件及功能	(44)
4.2.1	GPRS 支持节点 GSN	(44)
4.2.2	BSS 和 CSS	(45)
4.2.3	操作维护子系统 OMS	(50)
4.2.4	终端 MS	(53)
4.3	GPRS 系统的接口和信令	(54)
4.3.1	G 接口	(54)
4.3.2	GSN 的物理接口和协议	(56)
4.3.3	空中接口 Um	(60)
4.4	编码方案	(69)
4.5	协议结构	(73)
4.6	GPRS 网管和计费	(76)
4.6.1	用户管理	(77)
4.6.2	移动性管理	(78)

4.6.3	故障管理	(80)
4.6.4	安全管理	(82)
4.6.5	配置管理	(85)
4.6.6	计费管理	(86)
4.6.7	短消息(SMS)	(88)
4.7	GPRS 数据呼叫接续过程	(89)
4.7.1	MS 附着	(89)
4.7.2	MS 分离	(91)
4.7.3	PDP 上下文激活	(93)
4.7.4	PDP 上下文去活	(94)
4.7.5	负荷处理	(96)
4.7.6	短消息(SMS)接收和发送	(97)
4.7.7	小区更新	(99)
4.7.8	SGSN 路由区域(RA)更新	(99)
5	GPRS 系统的无线网络结构	(109)
5.1	GPRS 服务区(SA)	(110)
5.2	SGSN 服务区	(110)
5.3	SGSN 路由区(RA)	(110)
5.4	位置更新区(LA)	(110)
5.5	BSC 控制区	(111)
5.6	基站小区	(111)
5.7	GPRS 的组网	(111)
5.7.1	GPRS 系统的组网	(111)
5.7.2	GPRS 无线网组网(BSS)	(113)
5.7.3	GPRS 骨干网组网	(113)
6	GPRS 系统规划	(115)
6.1	概述	(115)
6.2	GPRS 系统容量的规划	(115)

6.3	SGSN 的规划	(118)
6.4	GGSN 的规划	(121)
6.5	PCU 的规划	(122)
6.6	IP 地址的规划	(123)
6.7	一些问题	(126)
7	典型的 GPRS 系统	(129)
7.1	华为 GPRS 系统解决方案	(130)
7.1.1	网络组成	(130)
7.1.2	各部件性能特点	(131)
7.1.3	提供的业务类型	(132)
7.1.4	计费	(133)
7.1.5	操作维护	(134)
7.2	Nokia(诺基亚)GPRS 系统解决方案	(135)
7.2.1	主要组件	(135)
7.2.2	Nokia GPRS 版本 1 的功能	(136)
7.2.3	资源共享	(137)
7.2.4	网络配置	(137)
8	移动通信技术发展展望	(139)
8.1	GSM 向第三代移动通信(3G)过渡	(139)
8.2	移动通信与 Internet 的融合	(142)
8.2.1	技术演进	(142)
8.2.2	业务融合	(143)
8.2.3	全 IP 网络	(145)
	缩略语	(147)
	参考文献	(153)
	后记	(154)

1 移动通信概述

移动通信可分为陆地、水上和航空移动通信三大类，其中陆地通信涉及的技术领域面广，技术新颖、难度高，网络能力也最强，其发展趋势代表着整个移动通信未来的方向。陆地移动通信主要有蜂窝移动通信、无绳电话、无线寻呼、集群移动通信、无中心选址通信、卫星移动通信等。本章主要对移动通信系统的历史、相关技术特点和未来发展作简要的概述，为后面各章的学习做准备。

1.1 蜂窝移动通信系统简介^[1]

20 世纪 60 年代末，美国贝尔试验室等机构提出了蜂窝系统的概念和理论。70 年代，大规模集成电路和微处理技术的广泛应用为蜂窝移动通信的实现提供了技术基础，表面组装工艺(SMT)的出现又加速了它的发展。到 70 年代末和 80 年代初，世界上出现了第一个蜂窝移动通信系统——模拟蜂窝移动通信系统。习惯上把模拟蜂窝移动通信系统称为第一代移动电话，包括美国的 AMPS、北欧的 NMT、英国的 TACS 和日本的 HCMTS 等。

模拟蜂窝通信系统的主要特征：

- 提出了蜂窝状小区制式的网络结构；
- 采用频率复用和 FDMA 技术，提高了频谱利用率和系统容量；
- 实现越区切换、越局切换和自动漫游；

- 模拟蜂窝网的发展标志着移动通信的一次革命。

但是，由于模拟蜂窝通信系统采用的多址技术为 FDMA，频谱利用率难以进一步提高，远远不能满足移动通信业务量的剧增，特别是在经济发达、经贸活跃的国家 and 地区更是如此；加上保密性能差、难以开拓新业务等缺点，适应不了业务和容量的需求，因此，第二代移动电话系统——数字蜂窝移动通信系统便应运而生，包括欧洲的 GSM、美国的 DAMPS、日本的 PDC 和北美的 IS-95CDMA 等制式。

数字蜂窝通信系统比模拟蜂窝通信系统具有更多优点：

- 频谱利用率高，容量为模拟系统数倍以上；
- 业务范围扩大，除提供话音外还可提供多种话音补充业务；
- 抗干扰性强；
- 保密性好；
- 容易实现国际漫游；
- 小型化，有利于向个人通信发展。

其中 IS-95CDMA 采用码分多址的调制方式，不同于其他移动通信系统的 TDMA 和 FDMA 方式，故具有下列优点：

- 频率利用率比 FDMA 和 TDMA 高很多；
- 采用空间、时间和频率分集技术来消除瑞利衰落和多径效应；
- 支持软切换和较软切换，提供了一个完全无缝隙的通话切换。

目前世界上的蜂窝移动通信正处在大力发展第二代移动通信系统和向第三代移动通信系统过渡的时期，在这一过渡时期中，出现多种通信技术，如 GPRS、EDGE、CDPD 等。

表 1.1 给出三种蜂窝移动通信系统制式的比较。

表 1.1 三种典型蜂窝移动通信系统的技术特点比较

项 目	TACS	GSM	IS-95CDMA
频段	900	900	800
多址方式	FDMA	TDMA	CDMA
话音编码方式	—	RPE-LTP	QCELP
调制方式	FM	GMSK	QPSK/QQPSK
信道带宽 (kHz)	25	200	1250
总载波数	1000	125	20
频率复用	7/21	4/12, 3/9	1/1
业务信道/小区	142	224, 297	500~800+
业务信道/载波	1	7.25*	25~40+
业务信道/扇区**	47	74, 99	500~800+
所需最低 C/I (dB)	18	9 (跳频)	-15
小区半径 (km)	2~20	0.5~35	1~30

注：系统总带宽为 $2 \times 25\text{MHz}$ 。

* 比 8 个时隙少 0.75，用于控制信道的开销；

** 基于 2% 的呼损率。

1.2 移动通信技术的发展方向^[1]

第二代蜂窝移动通信系统(如 GSM、IS-95CDMA 等)是采用电路交换技术，主要提供话音业务，同时支持短消息、三类传真等低速的数据业务。虽然目前话音业务仍是移动通信网的主要业务，但随着社会的发展，人们对移动数据通信的需求快速增长，移动数据通信、移动多媒体通信将逐渐成为移动通信的主流业务。为此，第二代 GSM 和 CDMA 系统在向第三代演进的过程中，重点引入了数据通信技术来提高系统的数据通信能力，以满

足现代社会对中、高速数据通信的需求。如 GSM 系统通过引入 GPRS 技术,数据传输速率最高可达 171.2 kb/s ;通过引入 EDGE 技术,数据传输速率最高可达 384 kb/s ;CDMA 系统演进到 cdma2000-1x 阶段时,数据传输速率也可达 144 kb/s 。

目前,移动通信正演进到业界所称的 2.5 代,总体来说数据传输速率最高可达几百 kb/s ,但仍将难以完全满足数据和多媒体业务发展的需要。因此,开发传输速率更高、带宽更宽的移动通信技术将继续成为通信业界的主要研究任务。

移动通信技术的发展方向之一是高速化和宽带化,21 世纪初将开始商用的第三代移动通信系统 IMT-2000,最高速率将可达 2 Mb/s ,预计以后可达 $10 \text{ M} \sim 20 \text{ Mb/s}$,而欧洲正在开发研究最高速率可达 155 Mb/s 的未来移动通信系统。

移动通信高速化、宽带化,需要更多的频谱资源。研究表明,随着技术的进步,更高频段的频谱完全可应用到移动通信领域,移动通信的频谱资源将可大大拓展,目前移动通信频段还处在 2GHz 以下,而未来移动通信频谱将向光谱迈进。

1.3 移动数据通信技术^[1,2,5]

电路交换和分组交换是通信技术中两种最基本的交换技术。电路交换最适合于话音等交互式实时通信,目前第二代蜂窝移动通信网(如 GSM、IS-95CDMA 等)就是采用电路交换技术的;电路交换也可支持数据通信(如 GSM 中的短消息业务),但用于突发性数据通信则通信效率和信道利用率都较低。

分组交换则适合于突发性的数据通信,随着交换机处理能力的增强,分组交换也可用于话音等交互式实时通信(如 IP 电话)。分组交换通信具有面向非连接、信道利用率高以及适合个性化通信等特点,因而是未来通信技术发展的方向。图 1.1 所示为电路

交换通信和分组交换通信的原理比较。

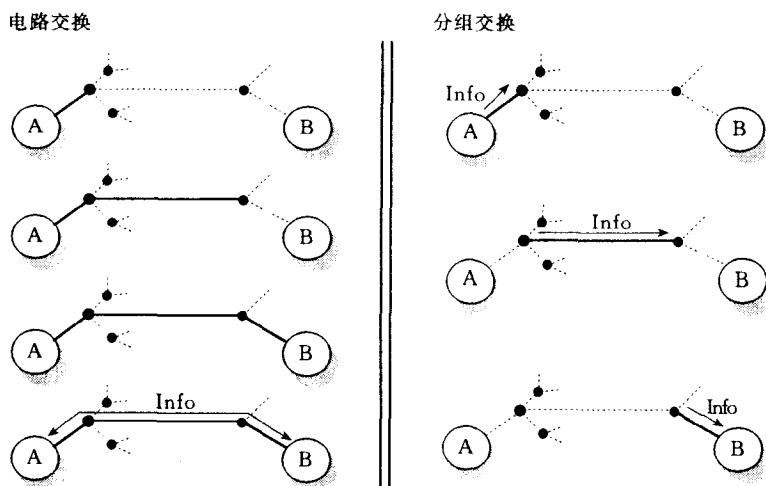


图 1.1 电路交换通信与分组交换通信的原理比较

1.3.1 电路交换

电路交换(Circuit Switching)是采用公共控制方式,在源端和目的端间实时地建立起电路连接,构成一条信息通道,专供两端用户通信。通信期间,信道一直为通信双方用户占有,通信结束,立即释放。端对端物理电路由若干条中间电路交换机连接起来的传输链路组成。链路可以是时分复用系统中的时隙,也可以是频分复用系统中的频带。

1.3.1.1 电路交换的呼叫过程

电路交换的呼叫过程包括:开始通信前,在接续建立阶段建立起电路(呼叫建立);传输结束,于摘线阶段拆除电路(呼叫拆除)。在呼叫过程中,需要传送适当的控制信令,让要求建立接续的用户与其相连的电路交换机连通,并要求有通知接续建立、

失败(电路忙时)及不能进一步发展的反应手段。为此,要规定相应的拆线协议和信令。

具体呼叫过程是:源端发一个“发请求”信令给与其直接相连的始发节点处理器或交换机,开始呼叫建立。“发请求”信令中携带源地址、目的地址,以及建立接续所需要的其他信息。经过交换机处理后,就接力般地一个站(节点)一个站(节点)地向通往目的端的路径上送去接续信令,直至目的端,从而建立起完整的路径,此时“振铃”信号就发到了目的端。若目的端准备接受呼叫,就“应答”,并将“开始发送”信息回送到源端,表明通信可以开始。源端从发出“发请求”到收到“开始发送”信息这段时间,叫接续时间或呼叫建立时间。完成通信后,源端或目的端发出“清除”信令给直接相连的交换机,该交换机启动“拆除”信号,释放电路。

1.3.1.2 电路交换的特点

电路交换特别适合于话音通信之类的交互式实时通信。电路交换网也可用来传输数据,其信息传输时延小,且一次连续的传输时延不变;信息在通路中传输是透明的,即交换机不对用户数据进行存储、分析和处理,交换机在处理方面的开销比较小,信息传输效率比较高,信息编码方法和信息格式不受限制。但是,总体看不适合数据通信的交换方式。因其电路接续时间较长,短报文通信效率低,网络资源——线路和交换设备不能充分利用;当线路被通信双方占用时,只能拒呼,造成呼损;增加资源,可以避免呼损;然而统计结果表明,通信的一半以上时间,线路是空闲的,包括去话时的来话中继线空闲、叫人空闲、讲话间隙空闲等;由于通信双方在信息传输速率、编码格式、同步方式、通信规程等方面要完全兼容,这就限制了各种不同速率、不同代码格式、不同通信规程用户终端设备之间的互通。

电路交换适用于传输信息量较大、通信对象又比较确定的用

户。

1.3.2 分组交换

分组交换(Packet Switching)是利用存储-转发原理,使不同终端的数据采用长度不大的等长标准数据格式,通过非专用的许多逻辑子信道进行数据的快速交换,即将信息分成为数据分组或信息包,再加上包含有目的地址、分组编号、控制比特等的分组头,沿不同路由进行传送;收端可按分组编号重新组装成原始信息。

分组交换的最基本思想是实现通信资源共享。网中任一对终端间存在好几条通路,同一信息各分组可实行并行传输,因而大大缩短了信息通过网络的时间。从而既能满足要求快速反应的语音通信之类实时通信业务的要求,又具备信道利用率高的特征。分组通信的实质是依靠高处理能力的计算机来充分利用宝贵的通信信道资源。

1.3.2.1 分组交换的主要特点

① 能向用户提供不同数据终端间灵活的通信环境。这些数据终端可以具有不同速率、不同代码、不同的同步方式和不同的通信控制规程。

② 能实现线路的动态统计时分复用,在一条物理线路上可以同时提供多条信息通路,中继线和用户线的利用率高。

③ 信息的传输时延较小,且变化范围不大,易较好满足实时通信要求,提供了实现快速响应的交互式通信的可能性。

④ 可靠性好。每个分组在网中传输时,可以在用户线和中继线上分段独立实施差错控制,使之传输中的比特误码率大大降低,可达 10^{-10} 以下;另外,由于网中传输信息路由可变动,能自动避开故障通路,所以不会因线路的局部故障而中断通信。

分组交换的不足之处在于:为保证分组的正确传输,需加控

制信息——分组头,增大开销,从而降低了传输效率,尤其是较长的报文,分组交换的传输效率还不如报文交换和电路交换;分组交换技术复杂,且要求交换机有较高的处理能力。

分组交换是数据通信与计算机相结合的产物,分组交换网节点就是一部专用计算机。因此,计算机速度足够快时,分组处理传输时间就非常短,可以进行实时通信。一般分组通过网络的时间,可以做到小于 0.2s 。

1.3.2.2 统计时分复用(STD M)

分组交换之具有很高的信道利用率,关键是能实现动态统计时分复用(STD M)方式。STD M 是一种根据用户有数据要传送时才给分配资源的按需分配(动态分配)信道的方法。在 STD M 中,当有多个终端共享传输线路时,每个终端发送数据都按需分配线路资源,而不是像预分配资源的时分复用(TDM)那样,把线路传输的时间轮流分配给每个用户一个固定的时隙。当用户有数据要传送,就分配线路资源;一旦停发数据,则线路另作它用。因此,这种动态分配线路资源可在同样传输能力条件下传送更多的信息。

另外,根据用户实际需要分配资源,可允许每个用户的数据传输速率高于其平均速率,最高可达到线路总传输能力。例如,4 个用户信息在速率为 9.6 kb/s 的线路上传输,平均速率 2.4 kb/s 。对预分配的 TDM,每个用户最高传输速率为 2.4 kb/s ;对于 STD M,则每个用户最高传输速率可高达 9.6 kb/s 。