

GPRS 技术

吕 捷 编著
张力军 审

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

从 GSM 升级到 GPRS 系统, 运营商所需的硬件、软件升级投资相对较小, 能够最大限度地利用现有系统。由于 GPRS 是分组数据业务, 对用户接入互联网来说, 省去了拨号接入的环节, 可实现“随时在线, 按流量计费”; 对运营商而言, 可以提高资源利用率, 降低运营成本; 并可通过对 GPRS 系统中 SGSN 的软件升级, 共用 GGSN 实现 2G GSM 网络部分向 3G UMTS 网络部分的平滑过渡。

本书对 GPRS 的发展背景、总体结构和协议栈、GPRS 提供的业务、空中接口、传输、WAP 应用以及向第三代过渡等问题进行了比较全面和详细的分析和介绍, 是相关技术人员和高校相关专业学生学习和了解 GPRS 技术的很好的入门指导。

图书在版编目(CIP)数据

GPRS 技术/吕捷编著. - 北京: 北京邮电大学出版社, 2001. 8
ISBN 7-5635-0521-0

I. G… II. 吕… III. 移动通信 - 通信技术 IV. TN929. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 051314 号

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (100876)

电话传真: 010-62282185 (发行部) / 010-62283578 (传真)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷:

印 数: 1—5 000 册

开 本: 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张: 6.75

字 数: 181 千字

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0521-0/TN·234

定 价: 16.00 元

目 录

1 概述

1.1	GPRS 产生背景	1
1.1.1	IP 技术已成为未来的发展方向	1
1.1.2	移动数据通信市场的形成	4
1.1.3	向第三代移动通信迈进	8
1.2	GPRS 技术简析	9
1.3	GPRS 与其他移动数据通信技术的分析比较	13
1.3.1	GPRS 与 CDPD 系统的比较	13
1.3.2	HSCSD 与 GPRS 的比较	19

2 GPRS 的一些预备知识

2.1	GSM 系统简介	24
2.1.1	GSM 系统结构	25
2.1.2	GSM 的无线接口	33
2.1.3	GSM 安全管理	35
2.2	TCP/IP 协议模型	39
2.2.1	分层协议概念	39
2.2.2	TCP/IP 参考模型	42

3 GPRS 总体结构

3.1	传统 GSM 系统的缺点	45
3.2	问题的解决之道	46
3.2.1	Um 空中接口瓶颈	46
3.2.2	向 UMTS 的演进	48
3.2.3	接入外部数据网络	50
3.2.4	QoS (服务质量)	50
3.3	GPRS 网络结构	51
3.4	GPRS 接口	53
3.5	GPRS 骨干网络	55
3.6	GPRS 系统的功能	57
3.6.1	网络接入控制功能	57
3.6.2	分组路由选择和传输功能	59
3.6.3	移动管理功能	62
3.6.4	逻辑链路管理功能	62
3.6.5	无线资源管理功能	62
3.6.6	网络管理功能	63
3.7	各功能在 GPRS 系统中的实现	63
3.7.1	GPRS 服务支持节点 (SGSN) 的功能	65
3.7.2	GPRS 网关支持节点 (GGSN) 的功能	65
3.7.3	扩展 HLR 的功能	66
3.7.4	分组控制单元 (PCU)	66
3.7.5	信道编解码单元 (CCU)	67
3.8	GPRS 的特性	68

4 GPRS 服务

4.1	GPRS 用户描述	72
-----	-----------------	----

4.1.1	GPRS 服务类别	73
4.1.2	GPRS 服务质量 (QoS) 描述	74
4.2	GPRS 安全保证	79
4.3	GPRS 移动终端分类	81
4.4	GPRS 业务发展进程	82
4.5	GPRS 的计费	85

5 GPRS 协议栈结构

5.1	传输平面	87
5.1.1	Um 接口的传输平面协议	88
5.1.2	Gb 接口 (BSS-SGSN) 的传输平面协议	94
5.1.3	Gn 接口 (GGSN-SGSN) 的传输平面协议	96
5.1.4	Gi 接口 (GGSN-PDNs) 的传输平面协议	97
5.2	信令平面	98
5.2.1	移动台和 SGSN 之间 (Um 接口) 的信令平面	99
5.2.2	SGSN-HLR / EIR / SMS-GMS, GGSN-HLR 之间的信令平面协议	100
5.2.3	SGSN 和 MSC/VLR 之间 (Gs 接口) 的信令平面协议	103
5.2.4	GSN 之间的信令平面协议	103

6 GPRS 传输

6.1	GPRS 标识	107
6.2	GPRS 移动性管理	112
6.2.1	GPRS 中的路由区域	112
6.2.2	移动管理状态	113
6.2.3	GPRS 连接 (attach) 和去连接 (detach) ...	115

6.2.4	位置管理	118
6.2.5	SGSN 和 MSC/VLR 的交互	121
6.3	GPRS 会话管理	122
6.3.1	PDP 上下文激活	122
6.3.2	透明接入和非透明接入	125
6.4	用户数据传输	127

7 GPRS 空中接口

7.1	GPRS 空中接口概述	128
7.1.1	GPRS 空中接口的特点	128
7.1.2	GPRS 空中接口的一般描述 (GSM 依赖部分)	130
7.2	分组数据逻辑信道	132
7.2.1	GSM 逻辑信道	132
7.2.2	GPRS 分组逻辑信道	135
7.3	GPRS 物理信道定义	139
7.3.1	GSM 物理资源定义	139
7.3.2	GPRS 突发序列定义	140
7.3.3	GPRS 无线块结构定义	144
7.3.4	GPRS 复帧结构描述	145
7.4	GPRS 分组逻辑信道至物理信道的映射	147
7.4.1	GPRS 逻辑信道至物理信道的映射	147
7.4.2	GPRS 无线物理资源管理准则	152
7.5	GPRS 信道编码	155
7.5.1	信道编码概述	155
7.5.2	GPRS 的编码方案和过程	156
7.5.3	EGPRS 的信道编码方案和过程	158

7.6	GPRS 媒体接入层和无线链路控制层 (MAC/RLC)	166
7.7	GPRS 用户数据通过空中接口的传输	168
7.7.1	移动台发起的分组传输过程	168
7.7.2	GPRS 上行物理信道的映射过程	170
7.7.3	RLC/MAC 确认模式的动态分配	171
8	基于 GPRS 的 WAP 应用	
8.1	WAP 简介	173
8.2	基于 GPRS 的 WAP 应用的协议栈模型	174
8.3	基于 GPRS 的 WAP 应用的网络结构	178
9	GPRS 向第三代移动通信系统的演进	
9.1	GPRS 的局限性	182
9.2	GPRS 向 3G 的过渡——EDGE	184
9.2.1	EDGE 的主要无线接口参数	185
9.2.2	EDGE 分组交换传输模式 (EGPRS)	187
9.2.3	EDGE 电路交换传输方式 (ECSD)	191
9.2.4	EDGE 的承载服务	192
9.3	EDGE 的部署问题	193
9.4	第二代移动通信向第三代过渡	196
	索引	198
	参考文献	207

1

概述

GPRS (General Packet Radio Service) 也叫通用分组无线业务, 是 GSM Phase2 + 阶段引入的内容之一, 是 GSM 网络向第三代移动通信演进的第一步。在这一步中, 有两点重要的意义: 一是在 GSM 网络中引入分组交换能力, 二是将速率提高到 100 kbit/s 以上。GPRS 作为第二代移动通信向第三代过渡的技术是由英国 BT Cellnet 公司早在 1993 年就已经提出, 由 GSM Phase2 + (1997 年) 规范定义实现的内容之一, 是一种基于 GSM 的移动分组数据业务, 面向用户提供移动分组的 IP 或者 X.25 连接。

本章主要介绍了 GPRS 产生的背景: IP 技术在通信网络中正占据着越来越重要的地位; 移动数据业务的兴起及其日渐普及; GSM 移动通信系统不断向第三代系统演进。

1.1 GPRS 产生背景

1.1.1 IP 技术已成为未来的发展方向

通信世界正经历着 120 年前电话发明之后最重要的变化, 电信业在采用电路交换通信模式近一个世纪之后, 其技术整体趋势

正在逐渐向分组交换模式演化，IP（互联网协议）技术在未来的通信网络中，将占据越来越重要的位置。

电路交换、报文交换和分组交换是通信网上的三大交换技术。其中历史最为悠久、应用最为广泛的，是电路交换技术。报文交换源于电报通信，其最大的贡献在于提出了存储转发的概念。报文交换的传输单元为整个报文，由于报文长度差异很大，转发过程中用于临时存储报文的缓冲区的分配比较困难，而且长报文可能导致很大的时延，因此报文交换的应用范围比较有限。而分组交换在此基础上，采用了长度较为固定的分组（Packet）进行传输，在性能和效率之间取得了较好的平衡，因此得到了广泛的应用。以 TCP/IP 为核心的 Internet 是世界上最大的分组交换网络，而第三代移动通信的核心网也将采用分组交换方式。

电路交换技术最基本的特点是：通话前必须为通话双方分配一条固定带宽的通信电路，通话期间，这部分带宽由通话双方独享，不能再被别的用户使用。电路交换技术可以保证为用户提供足够的带宽，从而确保低时延、高可靠的实时通信服务质量（QoS）。其缺点是网络带宽利用率不高，无论用户是否处于讲话状态，分配的电路都将始终被占用。据统计，正常通话情况下，大约只有 40% 的时间为有声期（即电路实际被使用的时间），其余时间电路均被空占着，没有被用来传送信息。这对频率资源是一种极大的浪费，这一问题对数据通信来说尤为严重，因为数据通信和话音通信相比，有着完全不同的特性和要求。

首先，数据通信具有很强的突发性。这表现在短时间内会集中产生大量的信息，而很长一段时间内，又会根本没有任何信息需要传送。突发性可定量描述为峰值比特率和平均比特率之比，对于一般的数据传输，突发性可高达 50；文件检索和传送的突发性也可达 20。这样如果采用电路交换方式，按峰值速率分配电路带宽，会造成资源的严重浪费，若按平均速率分配带宽，则

在数据突发传送时，则会造成大量数据丢失。

其次，数据通信中，数据终端的形式多种多样，各种终端对传输速率的要求相差很大（如电传机的速率可能只有十几个字节每秒，而多媒体视频终端的速率可能会达到上百兆每秒），电路交换只能定义有限的几种标准带宽的电路，很难用有限类型的电路将不同类型和速率的数据终端有效地连接起来。

另外，数据通信的基本要求是数据无差错的传送到对端用户，对数据的差错率要求比较高，而对传输时延则没有特别严格的要求。

分组交换方式采用长度一定、结构统一的数据分组作为数据传输的基本单位。每个分组头（header）都带有地址、序号校验码等信息，用于检错纠错、排队、选路等处理。此外，分组交换采用存储转发机制，每个节点接收到来自其他节点的分组后，先将其暂存在缓冲区内，然后根据分组头中的地址信息选择下一步应将该分组转发到哪个节点。同一物理链路在不同时刻可以传送不同的通信会话的数据，也就是对物理链路可以进行统计复用（而不是电路交换方式中的链路独占）。

分组交换方式在通信之前不需要为通信双方分配一条独占的链路，可根据用户需要以及网络能够提供的带宽，为用户动态分配网络资源，从而极大地提高了网络带宽的利用率；由于存储转发机制可以根据网络的实际状态动态选择路由，这样即使某些节点或节点间的链路发生故障，数据仍能绕道达到目的地，从而提高了通信的可靠性，因此，分组交换方式是数据通信的理想选择。

世界上第一个采用分组交换技术的实用系统是美国国防部高级研究规划所（Advanced Research Projects Agency, ARPA）1969年研制成功的分布式计算机网络 ARPANET，也就是我们熟悉的 Internet 的前身。以 TCP/IP 为核心的 Internet 是目前世界上规模最

大、用户数最多的分组交换网络。

IP 技术和 ISDN, ATM 技术一样, 都是基于分组的。与 ISDN, ATM 不同的是, IP 技术是典型的由市场驱动发展起来的。IP 技术伴随着 Internet, 在全球范围内以惊人的速度获得了极其迅猛的发展, 世界上各大标准化组织、研究机构和设备制造企业都在进行战略调整, 将 IP 技术列为各自的研究和发展重点。ITU-T 也改变其初衷 (它曾经拒绝把 TCP/IP 立为 ITU-T 的正式建议), 宣布 ITU-T 的标准化工作全面转向 IP, 其大多数研究组都把对 IP 技术的研究列入了重点, 开始全方位的研究 IP 技术, 并进行标准化工作。

GPRS 是 GSM 在 Phase 2 + 阶段引入的通用分组数据业务。GPRS 核心网采用基于分组交换模式的 IP 技术来传送不同速率的数据及信令。

1.1.2 移动数据通信市场的形成

蜂窝移动通信自 20 世纪 80 年代大规模投入应用以来, 经过多年的发展, 已呈现出日趋繁荣的局面, 大大改变了人类的通信和生活方式。尤其近几年来, 全球移动电话用户数量更呈现出前所未有的高速增长态势。据统计, 1996 年底, 全球移动电话用户不到 1.5 亿, 且大多集中在发达国家; 1998 年底用户数已猛增到 2.83 亿, 增长了近一倍; 而到 1999 年底, 全球移动电话用户已超过了 4 亿户。目前, 全球移动电话每天以新增 25 万户的速度“爆炸式”增长。国际电信联盟的统计显示, 1998 和 1999 两年, 在全球新增电话用户中, 有 50% 以上是移动电话用户, 在发达国家, 这一比例更是高达 75%。如今, 欧洲许多国家的移动电话普及率已超过了 40%。

移动通信业务迄今为止仍是传统的话音通信占主导地位, 而且在相当长的时间内, 话音业务仍将是移动运营商主要的收益

点。但随着用户量和业务量的激增，运营商之间的竞争将加剧，单一话音业务的收益增长空间已经越来越有限，发展移动数据业务就成了各移动通信运营商的战略发展方向。

那么，什么是移动数据通信呢？我们可以这样理解：利用无线电波，通过空中进行信息传播的数据通信叫做无线数据通信，如果通信双方至少有一方处于移动状态，就称之为移动数据通信。

移动数据通信的种类很多，如表 1-1 所示，大致包括以下几类：

表 1-1 移动数据通信的分类

单向移动数据通信	• 单向移动数据通信广播 • 单向无线寻呼
双向移动数据通信	• 基于蜂窝电话系统的分组交换技术，如 CDPD, GPRS • 蜂窝电话网增值业务，如电路交换数据 (CSD), GSM 短信 (SMS), USSD, HSCSD 等 • 专用蜂窝移动数据网，如 ARDIS, Mobitex, RAM Mobile Data • 无线互联网，如 WAP, iMode 等 • 无线局域网 (WLAN, IEEE 802.11) 及家庭无线电技术 (Bluetooth 等) • 微蜂窝数字数据网 MCDN 和依附于 PHS, PACS 及 DECT 的数据通信系统 • 移动卫星通信系统，如 INMARSAT, MSAT, Iridium, Globalstar, Dyssey 系统等

需要注意的是：移动数据通信是一个广泛的概念，而不是某种单一系统，表 1-1 中所列的各类移动数据通信系统（或技术）无论从技术角度还是从服务角度来看，都不是并列或者相互独立的；一套完整的系统或服务的实现，可能需要几种移动数据通信技术的配合。例如：将蓝牙技术 (Bluetooth) 用于 GPRS/CDPD 系统的终端上，或者无线局域网与 GPRS/CDPD 互联。2000 年业界炒作得沸沸扬扬的 WAP 业务，就是既可以承载于 GSM 电路交

换数据业务 (GSM CSD) 之上 (实现时一般采用的都是这种方式), 也可以承载于 SMS, USSD 和 GPRS 之上。

移动数据通信的产生可以追溯至 19 世纪: 自 1890 年马可尼首先证明人们可以使用无线电波进行通信以后, 人们把用于有线电报的 Morse (莫尔斯) 码* 作了修改并将其应用于无线电报, 实现了最早的无线电报通信。当时无线电报通信多用于航海、军事领域, 通信双方均处于移动之中, 可以说它是人类历史上最早的移动数据通信系统。

但后来人们将注意力主要集中在直接的无线语音通信上, 移动数据通信的发展几乎是停滞不前了。

从图 1-1 中我们可以看到, 现代移动通信的发展源自人们对移动数据通信的需求, 然而长期以来 (20 世纪 20 年代至今) 持续发展的却是移动电话技术, 在移动通信诞生之后的大部分时间内, 移动通信网络只有很弱的数据能力甚至不具备数据能力; 直到移动电话通信发展到数字蜂窝通信时代, 数据业务也只不过作为移动通信网络的附加业务而存在 (1980 年以后, 数字移动通信网络一般以 ISDN 或者补充数据业务方式——通过 ISUP/TUP 信令, 为用户提供数据接入能力, 满足了一部分用户对移动数据通信的需求), 当然, 这个有趣的现象, 也许会随着 GPRS 时代的到来而终结。

随着 Internet 的发展, 人们看到了数据通信的巨大潜力, 移动与数据的结合已经成为移动通信的发展趋势。据预测, 到 2005 年移动通信业务量中话音所占的比重约为 30%, 其余 70% 将是移动数据业务。移动数据通信在沉寂了近一个世纪之后, 开始进入快速发展阶段。

* 莫尔斯码: 采用不同编码的脉冲代表不同的数字, 然后再按照一定规则, 不同数字组合成不同意义的文字或者字符, 最后形成文件, 代表通信的内容。

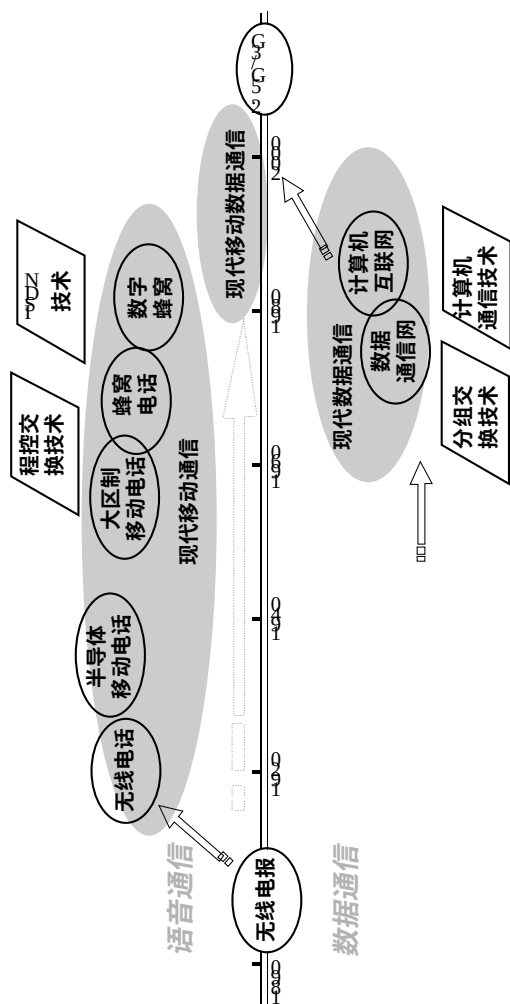


图 1-1 移动数据通信的演进历史

1.1.3 向第三代移动通信迈进

现在，第二代移动通信（GSM）仍在迅猛发展之中，但人们已经开始有了对第三代移动通信业务——主要是对高速移动数据通信——的需求。这是因为近年来信息技术的迅速发展，使得手提式、膝上型笔记本电脑、掌上电脑等便携式计算机大量涌现，移动手机也从单纯的语音终端发展为带有显示屏幕、可以收发数据的语音/数据终端。尤其是最近几年 IP 业务爆炸式的增长，使数据业务呈现出指数增长的态势。人们希望在移动状态下，通过便携式计算机或移动手机也能进行数据通信和接入因特网，这就形成了当前移动通信网发展的新趋势。具有宽带数据通信和多媒体通信能力是第三代移动通信的主要特征，这就要求网络必须能够提供快速分组交换能力。有了第三代移动通信系统，人们就可以进行高质量的图像通信，无论在公网还是在专网都可以高速的接入并使用各种信息和服务。

但是要等待第三代移动通信系统进入商用，至少还需要好几年的时间。GSM 网络将不可避免地向 WCDMA（宽带码分多址）演变^{*}，这种演进的过程大约需要 2~3 年，也就是说，主要的无线网络设备供应商最早也要到 2002 年之后才能提供商用的 WCDMA 系统。

除此之外，人们最关注的问题当然是如何从第二代移动通信网络演进到第三代。在第二代移动通信网络中，90% 以上的业务都是话音及其增值业务，而第三代技术则是为综合媒体通信而设

^{*} 截至 1998 年 6 月 30 日，提交到 ITU 的第三代移动通信无线传输技术（RTT）共有 10 种，其中 WCDMA 和 cdma2000 将是第三代移动通信的主流。WCDMA 是欧洲和日本提出的宽带 CDMA 技术，是 GSM 系统的演化方向；cdma2000 是北美提出的宽带 CDMA 技术，是窄带 IS-95 CDMA 系统的演化方向。

计，话音业务为其子业务。如此巨大的反差以及第二代网络已在全球完成的巨额投资并继续保持高速膨胀的事实，使人们不得不考虑两代网络之间平滑过渡的问题。权衡再三的结论是：通过技术的平滑过渡来提供业务的平滑过渡，而不是用第三代技术直接另起炉灶。基于 GSM 系统提出 GPRS 方案，是迎合平滑过渡策略的最主要的方案。

1.2 GPRS 技术简析

1. GPRS 的特点

GPRS 是 GSM Phase 2+ 阶段规定实现的内容之一，它的目标是提供高达 100 kbit/s 以上速率的分组数据业务。不少人认为，GPRS 网络建成后 GSM 网络将会被淘汰。这是错误的理解。其实，GPRS 只是一项移动通信技术，将它应用于今天的 GSM 网络，只是对 GSM 网络的一个升级而已。也就是说，GPRS 是对目前 GSM 网络的补充，它不会取代目前 GSM 网络支持的 CSD（电路交换数据）和 SMS（短消息）等数据业务。GPRS 是 GSM 向 3G 系统演进的重要一环，它既考虑了向第三代系统的过渡，同时又兼顾了现有的第二代系统，是第二代 GSM 系统过渡到第三代 WCDMA 系统的必经之路，所以 GPRS 也被称为“2.5 代技术”。

GPRS 采用分组交换方式，仅在实际传送和接收数据时才占用无线资源。使用 GPRS，在一个小区内，多个用户可以共享一条无线信道，同时进行通信，大大提高了信道的利用率，如图 1-2 所示。

GPRS 能够提供比现有 GSM 网 9.6 kbit/s 更高的数据传输速率，最高可达 170 kbit/s。巨大的吞吐量改变了以往单一面向文本的无线数据应用，使得包括图片、话音和视频在内的多媒体业

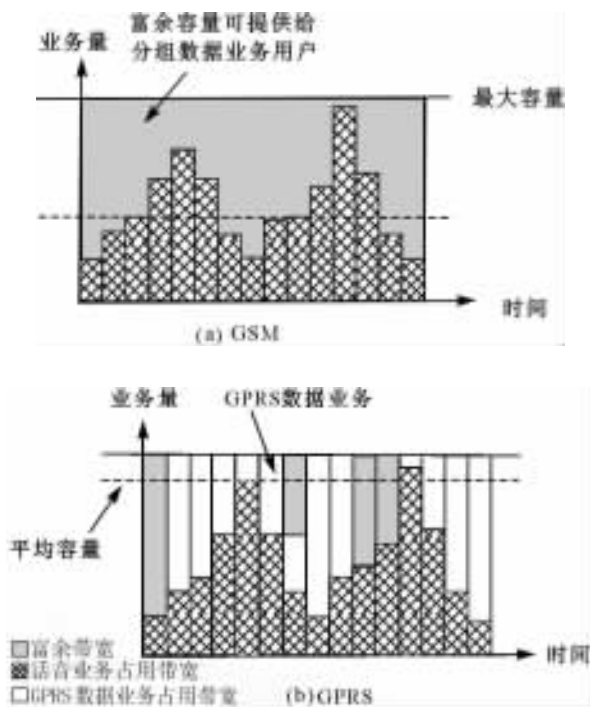


图 1-2 GPRS 提高无线信道利用率

务成为现实。GPRS 手机用户未来可随时收发电子邮件，发送彩色数码相片及大容量档案，以及玩网上游戏。需要注意的是，170 kbit/s 只是 GPRS 的理论速率，GPRS 的实际速率典型值比理论速率慢得多，介乎 14.4 ~ 43.2 kbit/s（上下行非对称速率）左右。

除了具有速度上的优势外，GPRS 还有“永远在线”的特点，即用户可随时与网络保持联系。举个例子，用户访问互联网时，点击一个超级链接，手机就在无线信道上发送和接收数据，主页

下载到本机后，没有数据传送，手机就进入一种“准休眠”状态，手机释放所用的无线频道给其他用户使用，这时网络与用户之间还保持一种逻辑上的连接，当用户再次点击，手机立即向网络请求无线频道用来传送数据，而不是像普通拨号上网那样断线后还得重新拨号才能上网冲浪。

GPRS 手机的计费是根据用户传输的数据量而不是上网时间来计算的，即只要你不下载、传输数据，哪怕你一直“在线”，也不需另外付钱，因而它的费用比按时计费的 WAP 手机更加合理。

另外，用 WAP 手机上网浏览网页，只能看专为 WAP 设计的网站，而现在这类网站还十分稀少，而 GPRS 手机则可以浏览普通的 Internet 网页，不仅方便了用户，也使 ICP 不需做任何改动，就可为移动用户提供服务。

将现有 GSM 网络升级至 GPRS 网络，需要在网络中增加两个主要单元：SGSN（GPRS 服务支持节点）和 GGSN（GPRS 网关支持节点）。SGSN 的工作是对移动终端进行定位和跟踪，实现和移动终端之间的分组发送和接收。GGSN 将来自 SGSN 的分组按照其他分组协议（如 IP，X.25）发送到其他非 GPRS 网络，或者将来自其他网络的分组转发给相应的 SGSN。为了使用 GPRS 业务，用户移动台必须是 GPRS 移动台或 GPRS/GSM 双模移动台，也就是说，用户必须更换现有的 GSM 手机（但不必更换 SIM 卡）。

2. GPRS 系统结构

GPRS 网络是基于现有的 GSM 网络实现的。为了实现 GPRS，需要在现有的 GSM 网络中增加一些节点，如 GGSN 和 SGSN。

GPRS 网络参考模型如图 1-3 所示。GSN（GPRS 支持节点）是 GPRS 网络中最重要的网络节点，有两种类型：一种为 SGSN（Serving GSN，服务 GSN），另一种为 GGSN（Gateway GSN，网关 GSN）。SGSN 的主要作用是记录移动台的当前位置信息，并在移

动台和 GGSN 之间完成移动分组数据的发送和接收。GGSN 主要是起网关作用，它可以和多种不同的数据网络连接，如 ISDN，PSPDN 和 LAN 等。有的文献中，把 GGSN 称为 GPRS 路由器。GGSN 可以把 GSM 网中的 GPRS 分组数据包进行协议转换，从而可以把这些分组数据包传送到远端的 TCP/IP 或 X.25 网络。

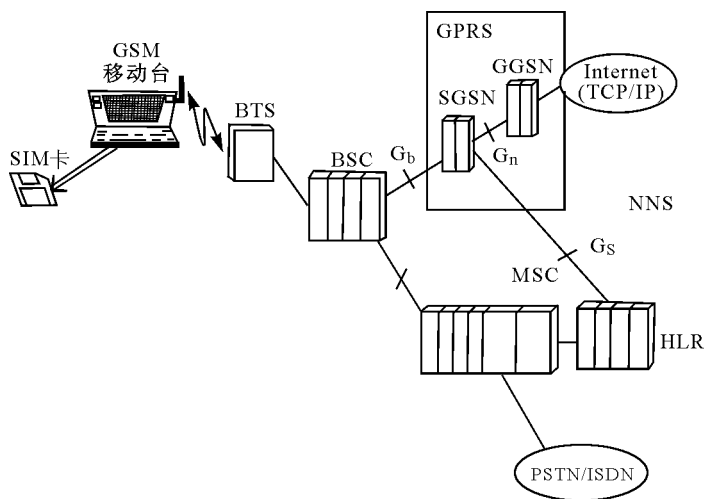


图 1-3 GPRS 的网络结构

现有的 GSM 网络主要是针对语音业务设计的，而 GPRS 则主要是用来提供非语音的数据业务的，GPRS 提供了移动网到 TCP/IP 网络或 X.25 网络的接口，可以把 GPRS 网络看作是一个 IP 子网。如图 1-4 所示。

在基于 IP 的互联网络中，路由器被用来分隔各个不同的子网。GPRS 网络中，GGSN 承担了类似于路由器的工作，使 GPRS 的特性对外部数据网来说是不可见的。移动终端就像 GPRS 子网中的普通主机，通过 IP 地址来识别。

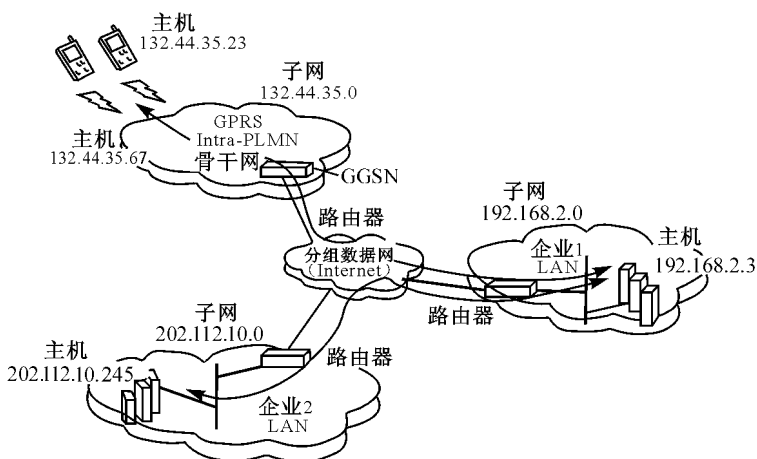


图 1-4 可以将 GPRS 网络看作是一个 IP 网的子网

1.3 GPRS 与其他移动数据通信技术分析比较

移动数据通信已成为移动通信的发展方向，其发展趋势一是在以话音为主的蜂窝移动通信系统中增加传送数据的能力（如 CDPD），二是移动通信与 Internet 的结合（如 WAP）。下面，我们简单的介绍一些目前比较常见的移动数据通信技术，并将其与 GPRS 技术进行一下简单的比较分析。

1.3.1 GPRS 与 CDPD 系统的比较

1993 年，美国移动通信公司（AMCI）等八大公司联合推出蜂窝数字分组数据通信（CDPD）系统的技术规范 1.0 版本。同年，AT&T 公司和 Ericsson 公司分别进行了 CDPD 基本功能的首次

应用。CDPD 在 AMPS/DAMPS 的基础上实现, 提供端到端(移动端到固定端、移动端之间)的 IP 连接, 它标志着无线移动分组数据传输(IP)成为现实。

CDPD 在现有的 AMPS 移动电话网上提供分组数据服务, 它与 AMPS 共用同一频带。信道理论速率为 19.2 kbit/s, 实际速率可达 10 ~ 13 kbit/s。CDPD 将数据分成定长的分组, 加上收发端地址及控制信息, 在 AMPS 的空闲话音信道上传送。当话音用户要求占用该信道时, CDPD 重新寻找新的空闲信道, 利用信道跳频技术, 自动跳到新的空闲信道传送数据。CDPD 系统主要由移动终端、固定终端、移动数据基站、管理服务器、信息服务器、网络管理系统等组成。CDPD 各部分之间的通信靠 TCP/IP 来连接。外部主机与 CDPD 网之间可采用 X.25 协议或 Internet 互连。

GPRS 和 CDPD 有着极其相似的网络结构和服务方式。二者都是在现有的蜂窝移动通信网络上进行必要的软/硬件升级后向用户提供永远在线的分组交换数据服务, CDPD 基于 AMPS/DAMPS 网络, 共用 AMPS 频率(800 MHz), 共享 AMPS/TDMA 网上的一些设备和网络设施; GPRS 则基于 GSM 网络, 共用 GSM 频率(900/1 800 MHz), 共享 GSM 网络的绝大部分基础设施。

CDPD 于 1997 年被中国电信总局数据局选定为国家公众无线分组交换网络的制式, 这主要是因为当时可选的系统类型里面, 实际上只有 CDPD 是现实可用的, GPRS 在当时尚无标准可言。CDPD 系统在北京、上海、深圳等大城市已建设完成并得到了一定程度的应用, 所采用的是 1995 年推出的 CDPD1.1 版本。但是, AMPS/DAMPS 网络主要铺设在北美, 所以从头开始铺设基础设施限制了 CDPD 在中国乃至全球的普及和推广应用。

相比之下, GSM 在第二代移动通信中的霸主地位日益确定, GPRS 在标准化程度、兼容性和厂家支持等多方面开始超过 CDPD。GPRS 的标准化工作于 1997 年(SMG # 24)取得重大进展,

10 月份 ETSI 发布了 GSM02.60 GPRS Phase 1 业务描述, 其余相关规范也相继出台。可以预见, 与 CDPD 相比, GPRS 更有希望成为移动数据通信系统中最大的亮点。*

GPRS 和 CDPD 系统的无线基本参数、业务和网络能力及 QoS 比较见表 1-2:

表 1-2 GPRS 和 CDPD 系统的无线基本参数、
业务和网络能力及 QoS 比较

内 容	GPRS	CDPD
工作频段(MHz)	890 ~ 915, 935 ~ 960 1 710 ~ 1 780, 1 805 ~ 1 880	824 ~ 825, 869 ~ 870 (我国可用)
频率复用	4 * 3	13(全向天线)
载频间隔(kHz)	200	30
每载波信道数	8(时隙)	1
每信道数据率(kbit/s)	四种编码方案: CS-1: 9.05; CS-2: 13.4; CS-3: 15.6; CS-4: 21.4	19.2
单终端多信道(时隙)能力	同一载波下的 1 ~ 8 个时隙	仅一个信道
调制方式	GMSK	GMSK
信道占用方式	按需分配(协商确定)	DSMA/CD
信道 FEC 编码	卷积码 CS-1(1/2); CS-2(2/3)	Reed-Solomon
ARQ	有	有
鉴权和加密	有	有(RC4)
功率控制	有	有
同频道干扰保护比	$C/I \geq 9$ dB	$C/I \geq 17$ dB (BLER = 5%)

* 事实上, 许多人认为, CDPD 正在逐渐走向消亡, 这种观点的证据之一就是去年 www.cdpd.org 在它的首页中写出了域名拍卖广告。

续 表

内 容	GPRS	CDPD
邻频道干扰保护比	$C/I \geq -9 \text{ dB}$	$C/I \geq -16 \text{ dB}$ (BLER = 5%)
互调衰减	$C/I \geq -70 \text{ dBc}$	$C/I \geq -62 \text{ dBc}$
基站接收灵敏度 (dBm)	参考灵敏度 - 104	- 116 (静态)
点对点 PTP 业务	无连接, 面向连接	无连接
点对多点 PTM 业务	有	有
QoS (优先级, 时延, 可靠性, 吞吐量等)	有	无
移动台类别	三类 (A, B, C)	数据 (相当于 GPRS C 类)
与话音业务关系	共享	独立, 或者仅数据 (相当于 GPRS C 类)
骨干网组网	GSN 之间通过 Gn 协议相连	通过路由器实现 MD-IS 之间互连
网间互连	通过 GGSN 与 IP 网和 X.25 互连	通过路由器与 IP 网互连; 通过路由器网关与 X.25 互连
用户多业务	通过 APN 选择相应的网络	无

我国国家无线电管理委员会已分配的移动数据工作频段是 821 ~ 825, 866 ~ 870 MHz。由于 CDPD 是工作在 AMPS 频段, 只有 1 MHz 频段 (869 ~ 870 MHz) 与我国国家无线电管理委员会分配的移动数据工作频段重合, 所以我国 CDPD 可用频段只有 1 MHz。为了适应 CDPD 的需求, 国家无委会把原定的 25 kHz 频道间隔改为了 30 kHz。CDPD 采用 13 小区频率复用, 平均每个小区只能有 2 ~ 3 个 19.2 kbit/s 频道可用。

GPRS 与 GSM 共用频段, 可用频段在 900 MHz 有 9 MHz, 1 800 MHz 有 10 MHz。GSM 采用 TDMA/FDMA 多址工作方式, 每个频道内有 8 个时隙 (即 8 个信道)。依据小区用户数量 (密度), GSM 可采用不同的小区频率复用方式。由于 GPRS 可用频

段宽，因此 GPRS 每个小区内可用于数据业务的信道数远大于 CDPD，容易满足组建公网对信道数的需要。

从表 1-2 中我们还可以看出，GPRS 和 CDPD 系统采用了相同的调制技术：GMSK 调制；都采用了 ARQ 检错重发、数据加密、移动站功率控制技术。

在信道 FEC（前向纠错编码）编码上：GPRS 采用卷积编码，推荐四种编码方式：CS-1 ~ CS-4，通过采用不同的纠错比特数适应不同传输信道质量要求。CS-1 和 CS-2 编码纠错能力比较强，适用于传输信道质量比较差的电路。CS-3 和 CS-4（无纠错）编码纠错能力差，适用传输信道质量好的电路使用，可以提供较高的“净数据传输速率”。CDPD 信道 FEC 编码只有一种 Reed-Solomon，不如 GPRS 灵活。

在 BLER（块差错率）都为 5% 时，GPRS 同频道干扰保护比（ $C/I \geq 9$ dB）和邻频道干扰保护比（ $C/I \geq -9$ dB）略优于 CDPD 同频道干扰保护比（ $C/I \geq 17$ dB），邻频道干扰保护比（ $C/I \geq -16$ dB），这是由于 GPRS 比 CDPD 频道占用带宽宽。

GPRS 基站接收灵敏度（参考灵敏度 - 104 dBm）低于 CDPD（- 116 dBm 静态），原因之一是 GSM 不同信道类型对应的误码率极限值不同，同时由于 CDPD 采用了空间分集技术提高了接收机灵敏度。

GPRS 支持的点对点网络业务有无连接网络业务（如 IP）和面向连接的网络业务（如 X.25）两种，而 CDPD 支持的点对点网络业务只有无连接网络业务一种，因此 GPRS 比 CDPD 支持的网络业务的能力更强。

GPRS 支持点对多点组播业务和点对多点群呼业务，而 CDPD 仅支持点对多点组播业务，不支持点对多点群呼业务，因此 GPRS 比 CDPD 支持点对多点业务能力更强。

与电路交换（CS）业务的关系：由于 GPRS 是在我国已建成

的 GSM 电话网基础上组建的，因此，GPRS 用户能共享 GSM 电话业务，短消息业务以及部分补充业务，可以充分利用现有网络资源。由于我国没有 AMPS 网络，因此 CDPD 移动数据网要求全部重建，无法共享现有电路交换（CS）业务。

服务质量 QoS：GPRS 可以协商确定服务优先级（有三级），传输时延等级（有三级），传输可靠性等级（有三级），还可以协商确定用户吞吐量等级（在 R 和 Gi 参考点测量，共 19 级），使运营者能为用户提供多种有效的服务。CDPD 没有上述功能。

无线部分：GPRS 基站系统只需进行软件更新，就可以利用现有的 GSM 基站。基站系统中需加入的部分为 PCU（分组控制单元），实现链路层 MAC（媒质接入控制）功能和 RLC（无线链路控制）功能。用户需更换新的 GPRS 终端。由于我国原本没有 AMPS 网络，CDPD 的基站系统以及用户移动终端要求全部重建，因此 CDPD 建网成本远高于 GPRS 网络。

与外部数据网互连：GPRS 通过 GGSN 节点通过 Gi 接口与 Internet 和 X.25 网互连，GGSN 具有路由功能。GPRS 网与外部数据网互连时通常要求设置防火墙，实现网络的安全性。CDPD 的 MD-IS（移动数据交换中心）通过路由器与 Internet 互连，由路由器完成路由功能。MD-IS（移动数据中心）通过路由器网关与 X.25 网互连，由路由器网关实现协议转换功能。CDPD 与外部数据网互连也要求设置防火墙。GPRS 网络和 CDPD 网络的选路机理都与移动 IP（Mobile IP）的选路机理相类似：

- GPRS 网络中的 GGSN 和 CDPD 网络中的 MD-IS 的 MHF（移动家区功能）相当于移动 IP 中的家区代理（Home Agent, HA）；
- GPRS 网络中的 SGSN 和 CDPD 网络中的 MD-IS 的 MSF（移动服务功能）相当于移动 IP 中的外地代理（Foreign Agent, FA）。

总体上说，GPRS 和 CDPD 与外部数据网的互连方式是十分相似的；不同的是，在骨干网内 GPRS（系统内）通过设置 GGSN 完

成路由功能，而 CDPD 通过 MD-IS 的 MHF（移动家区功能）来完成路由功能。

骨干网寻址：基于安全性考虑，GPRS 骨干网和 CDPD 骨干网一般都使用内部的 IP 地址空间，使其内部的 IP 地址对外部网络是不可见的。

从 GPRS 和 CDPD 比较结果我们可以看出：由于两个系统都是基于 IP 的网络，所以有许多相似之处：如基站系统与骨干网络节点之间都是经帧中继网互连；骨干（广域）网络组成，网间互连方式，以及部分无线参数性能等方面也有许多相似之处。

从技术角度来看，GPRS 提供的网络业务能力更强，提供的应用业务类型更加广泛，能够充分利用现有 GSM 网络的电路交换业务；不同的服务等级和移动终端类别能满足不同层次用户的需求；四种信道编码（CS-1 ~ CS-4）能适应不同传输信道质量及数据传输速率的需求，网络节点容量和扩容方式等方面 GPRS 都优于 CDPD。

GPRS 的最大优点是：由于 GPRS 的可用带宽是 CDPD 的十倍，因此 GPRS 每个小区内的信道数量远大于 CDPD，GPRS 的多时隙绑定能力可以提供较大的用户数据吞吐量，因此 GPRS 适用于组建公众移动数据网。由于 CDPD 的每个小区信道数量太少，用户吞吐量低，因此 CDPD 更适合组建专用移动数据网。

从经济角度来看，由于我国的 GSM 网络已经实现全国覆盖，GPRS 网络可以共用 GSM 频率，利用现有的基站系统，因此建设成本较低。而 CDPD 是基于 AMPS 制式的，我国公众移动网未采用这种制式，建设 CDPD 网络时，全部设备都需要重建。因此在我国组建 GPRS 网络比组建 CDPD 网络经济。

1.3.2 HSCSD 与 GPRS 的比较

HSCSD（High Speed Circuit Switch Data，高速电路交换数据业

务)是基于电路交换的点到点数据传输业务,可提供实时的高速数据传输,HSCSD 的主要特点为:

- 通过改变编码方式,实现单个物理信道上 14.4 kbit/s 的数据传输速率;
- 最多可绑定 8 个物理信道同时传输数据,数据传输速率最高可达 115.2 kbit/s。

HSCSD 的最大优点为:运营商无需添加新的硬件设备,只需对现有的 PLMN 系统软件进行修改就可实现该业务了。其主要缺点为,因为 HSCSD 采用资源独占的电路交换方式,而且可能同时占用多条信道,势必使本来就不宽裕的频率更加紧张。

HSCSD 与 GPRS 一样,都是 GSM 网络在 Phase 2 + 以后引入的增强型数据业务,两者最大的区别在于:HSCSD 基于电路交换方式(CSD),而 GPRS 基于分组交换方式(Packet)。这一区别决定了两者有着完全不同的适用范围:HSCSD 适合持续长时间的大数据量传输如文件传输、视频会议以及实时性业务等,而 GPRS 适合更广泛的突发性的数据访问,如互联网浏览、电子商务、收发电子邮件以及其他非实时性业务等。如表 1-3 所示。

表 1-3 HSCSD 和 GPRS 的比较

比较项目	HSCSD	GPRS
提供的业务	适合于实时性强的应用,如会议电视;以及持续时间较长的大数据量业务,如文件传输	适用于突发性的数据业务,小数据量的频繁传送,偶然出现的大数据量业务,如网页浏览等
业务质量和性能	数据业务的建立时间长,大于 20 s	数据业务的建立时间短,小于 3 s
数据速率	$4 \times 14.4 \text{ kbit/s} = 57.6 \text{ kbit/s}$ $8 \times 14.4 \text{ kbit/s} = 115.2 \text{ kbit/s}$ (理论值) (受限于 64 kbit/s 的交换矩阵)	CS-2 最大速率为 107.2 kbit/s (受限于 16 kbit/s 的 TRAU 子速率) CS-4 最大速率为 171.2 kbit/s

续 表

比较项目	HSCSD	GPRS
无线资源管理	一个用户可占用多个信道, 用户接入后即独占使用该业务信道, 无线资源的利用率较差	可动态占用资源, 一个用户可同时占用多个时隙, 一个时隙也可由多个用户共享 用户可一直保持与网络的连接, 仅当实际传送数据时才占用无线信道资源
网络设施的改造	初期投资少, 对于 TRAU, IWF 等速率适配设备需要进行硬件升级, 不需要增加新的网络单元, 其他部分主要是软件升级	初期投资大, 需增加 SGSN, GGSN 网络设施, BSC 需增加硬件设备, BTS, HLR, MSC 等需软件升级
计费	根据时长和占用的信道数计费	可灵活根据实际数据流量、连接时间或 QoS 等计费
网络规划	基于原有电路交换业务模型, 无线传输部分和网络易于规划设计	在无线传输部分方面缺乏经验, 数据业务量增加后, 网络规划困难

HSCSD 业务是将多个全速业务信道复用在一起, 以提高无线接口数据传输速率的一种方式。由于目前 MSC 的交换矩阵为 64 kbit/s, 为了避免对 MSC 进行大的改动, 限定入交换速率小于 64 kbit/s。这样, GSM 网络在引入 HSCSD 之后, 可支持的用户数据速率将达到 38.4 kbit/s (4 时隙, 9.6 kbit/s 信道编码), 57.6 kbit/s (4 时隙, 14.4 kbit/s 信道编码) 或 57.6 kbit/s (6 时隙, 透明数据业务)。HSCSD 适用于实时性强的业务如会议电视, 而 GPRS 则适合于突发性的业务, 业务应用范围较广。

HSCSD 作为电路交换数据业务, 无论是否有实时数据的传送, 连接建立后至少需要占用一个时隙 (即一条无线信道)。当数据业务量增加时, 对无线信道的需求也会大大增加。而对于 GPRS 业务来说, 用户只有在需要发送信息时才申请无线资源, 资源的利用率较高。

虽然在网络建设上 GPRS 相对 HSCSD 对于网络的改动更大,

但对于无线资源利用率的提高减少了对 BTS 的投资，即使在不增加频率资源和小区的情况下也可以提供高速的数据业务。运营者可以根据业务负荷和实际需要在话音和数据业务之间动态分配无线信道。

HSCSD 除了一些数据速率适配所必须的硬件更换之外几乎不需要对硬件设备进行改动；GPRS 则需要增加 SGSN 和 GGSN 两个网络实体以及 PCU (Packet Control Unit, 分组控制单元)，HLR 等网络设备也需要软件升级。但从发展的眼光来看，GPRS 的网络结构为第三代移动通信网络的建设打下了良好的基础。第一阶段的第三代核心网络将主要采用 GPRS 网络。

在以后的章节中，作者将一一介绍 GPRS 的网络结构、协议栈功能、所能提供的业务等，力求帮助读者建立一个较为清晰的整体概念。但因篇幅有限，本书不可能对 GPRS 的各个方面做极为详尽的介绍，而且本书的定位是 GPRS 技术的入门读物，希望能给对这一技术感兴趣的读者一些基本的概念，以及继续深入对其进行研究的方向，希望进一步了解 GPRS 技术各方面细节的读者可查阅 3GPP 或 ETSI 制定的 GPRS 相关的规范。

2

GPRS 的一些预备知识

GSM是目前最成功的移动通信系统之一，它从诞生之日至今，经历了以下几个阶段的演进：

(1) GSM Phase 1

GSM阶段1的标准公布于1991年。它定义了在手机环境中传送语音（只能以9.6 kbit/s的速率传送）和数据（速率范围：0.3~9.6 kbit/s）的核心内容，这也是GSM系统实现的基本业务。此阶段只有很少的一部分附加业务被定义。

(2) GSM Phase 2

GSM阶段2的标准制定完成于1995年。这一阶段的标准中定义了大量附加业务（如ISDN），并引入了半速率语音（half rate speech, 5.6 kbit/s）。

这一阶段标准制定的关键是向下的兼容性，符合阶段2标准的设备必须能在阶段1标准的网络中使用，同样，原来的设备在新的网络环境中也应该不受影响。

(3) GSM Phase 2 +

这一阶段中，GSM系统的功能被不断修改和加强，每年GSM标准化组织都会公布最新的变动结果。但大多是一些修补性的工作，新的特性和业务被不断加入，GSM系统本身并没有

太大的改变。

GPRS 就是在 GSM Phase 2 + 阶段引入的，GPRS 不可避免地继承了许多来自 GSM 的特性，了解了 GSM 系统，自然也就了解了 GPRS 系统的许多方面。因此，在系统介绍 GPRS 之前，让我们先对 GSM 系统做一个简单的介绍。

2.1 GSM 系统简介

移动通信的发展，可以追溯至 20 世纪 20 年代，当时主要在短波频段上实现了小容量的专用移动通信系统，其话音质量差，自动化程度低，且不能和公共电话网相连。

20 世纪 80 年代初，引入蜂窝技术之后，移动通信技术才向前迈进了一大步。蜂窝移动通信技术是美国贝尔实验室首先提出的，其目的是解决当时移动通信系统容量小、通信质量差、频谱资源有限且利用率低等问题。蜂窝技术的主要思想是：

1. 蜂窝小区覆盖和小功率发射

将一个移动通信服务区划分为许多基本形状为正六边形的覆盖区域，称之为蜂窝小区。蜂窝小区的范围不大，一个较低功率的发射机就可以为整个小区的用户进行服务了。

可根据用户密度和系统制式的不同设置小区的范围，基本的小区范围类型有（ r 为小区半径）：

- 超小区（ $r > 20 \text{ km}$ ）：适用于人口稀少的农村地区。
- 宏小区（ $r = 1 \sim 20 \text{ km}$ ）：适用于高速公路周围及人口稠密地区。
- 微小区（ $r = 0.1 \sim 1 \text{ km}$ ）：城市繁华地段。
- 微微小区（ $r < 0.1 \text{ km}$ ）：办公楼宇等移动用户稠密的应用环境。

小区越小，无线信道频率的利用率越高，用户容量就越大，

但小区间的干扰也越大。

2. 频率复用

由于无线信号在空气中传播时会产生传输损耗，因此蜂窝系统相隔一定距离的基站之间可以重复使用同一组工作频率，这就是频率复用。大城市中，移动用户数可能会有几十万甚至上百万，如果每个用户都采用自己的频道频率进行通信，将需要极大的频率资源，这几乎是不可能实现的。频率复用可以重复使用有限的频率资源，实现几乎是无限的可用频率，这样就缓解了频率资源紧张的矛盾，大大增加了系统容量。

3. 信道共享和越区切换

信道共享利用用户通话期间，信道占用的不连续性，使多个用户可以合理地选择、共享信道，提高信道的使用效率。

越区切换是指当用户从一个蜂窝小区移动到另一个蜂窝小区时，可以在不挂断、也不影响通信进程的情况下，实现信道的自动转接。

2.1.1 GSM 系统结构

GSM 系统是目前世界上最成功的移动通信系统之一。其系统结构如图 2-1 所示：

从图 2-1 中我们可以看出，GSM 系统主要由三个相互独立的子系统构成：移动台（MS）、基站子系统（BSS）和网络子系统（NSS）。

基站子系统为移动台和网络子系统提供了进行信息传输的通路，并对该通路进行管理（尤其是对无线接口进行管理）。网络子系统则对通信业务进行管理，负责建立移动台和相关固定电话网络之间，以及移动台和移动台之间的通信。移动台、基站子系统和网络子系统通过 Um 接口和 A 接口，组成 GSM 系统的信息

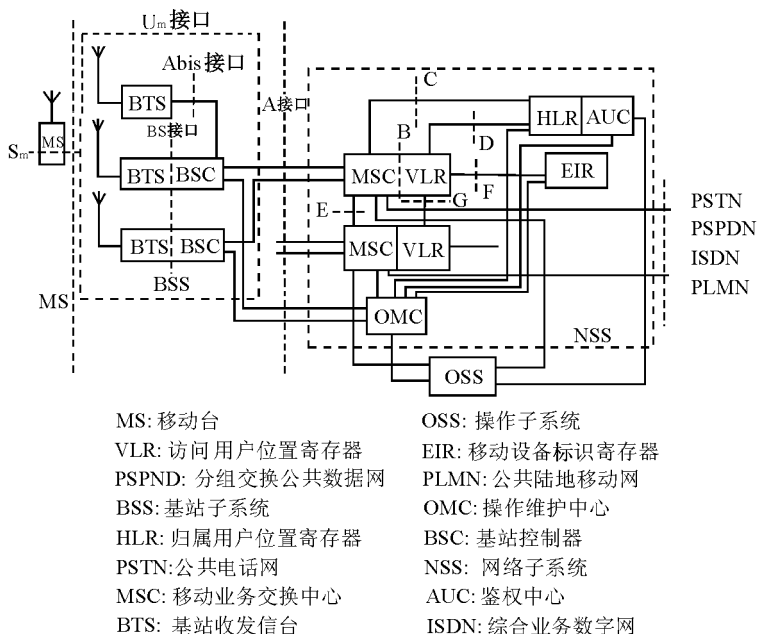


图 2-1 GSM 系统结构

传输实体部分。

1. GSM 移动台 (MS)

GSM 移动台包括移动台物理设备（即手机的裸机）和 SIM 卡两部分。

移动台的类型很多，除了车载台、便携式移动台，还有人们最熟悉的手持台——手机。手机用户占据了 GSM 用户的绝大多数。

任何类型的 GSM 移动台都具备以下基本功能：

- 无线接入 GSM 数字移动通信网，完成各种控制功能；
- 支持各种基本业务（电信业务和承载业务）和附加业务；
- 不连续接收和不连续发射；

- 加密功能，可对用户数据及信令进行加密；
- 话音编解码和信道编解码功能；
- 辅助基站子系统完成 APC、跳频及各种切换；
- 无线信道速率和用户数据速率之间的适配；
- 实现人机接口 (MMI) 所需的各种功能。

总而言之，除了和 GSM 系统通信，完成呼叫呼入/呼出处理外，移动台还需要和用户进行沟通，提供合理的人机交互接口，如话筒、扬声器、显示屏和按键等。此外，移动台还应该（不是必须的）提供与其他一些终端设备之间的接口，如 PC 机或传真机。

移动台的一个重要组成部分是用户识别模块，即我们常说的 SIM 卡。SIM 卡中存放着所有和用户有关的用户无线接口侧（和网络侧相对应）的信息，包括鉴权、加密信息。使用 GSM 系统进行呼入和呼出的移动台必须插入 SIM 卡，只有在处理紧急呼叫时（如呼叫 110 或 119），才可以在不插入 SIM 卡的情况下使用移动台。

SIM 卡其实是一张符合 ISO 标准的 IC 卡，由 CPU 和存储器（包括 RAM, ROM, EPROM 或 EEPROM）以及串行通信单元组成。

SIM 卡中存放的主要有三类信息：

- 与 SIM 卡本身以及和持卡者有关的信息；
- 进行 GSM 网络操作所需的信息，如 IMSI, TMSI, LAI, 加密键 K_c , 用户密钥 K_i , 鉴权算法 A3 和加密算法 A5 和密钥生成算法 A8 等；
- 缩位拨号码、网络承载性能、移动台设备参数、短消息业务信息等。

2. 基站子系统 (BSS)

基站子系统由基站收发信台 (BTS) 和基站控制器 (BSC) 两部分组成，如图 2-2 所示。基站子系统一方面通过 BTS 利用无线接口与移动台相连，负责信息的无线发送/接收和无线资源的

管理；另一方面，通过 BSC 和网络子系统（NSS）中的移动业务交换中心（MSC）相连，实现移动用户之间以及移动用户和固定电话网络用户之间的通信连接。

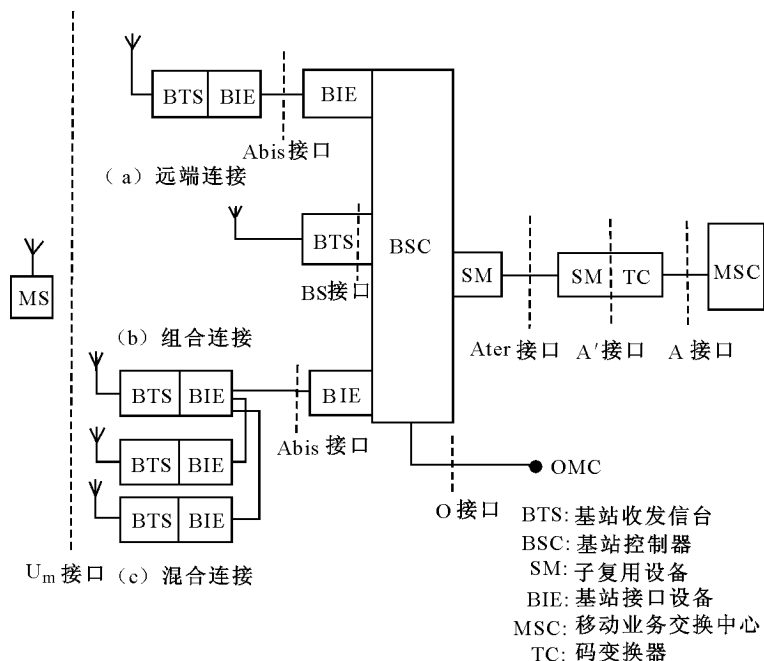


图 2-2 基站子系统组成

基站子系统中，基站收发信机和基站控制器不是一一对应的关系，根据话务量需要，一个基站控制器可以控制一个或者十几个基站收发信机。BTS 可以直接和 BSC 相连，也可以通过相应的接口设备（BIE，基站接口设备）采用远端控制的方式和 BSC 相连。BIE 可以支持 Abis 接口，透明传递用户数据信息和对 BTS 的控制信令，实现多路复用，提高传输资源利用率。

一个基站控制子系统中是否使用 BIE 传输设备和 BTS 与 BSC

之间的距离有关。如果他们之间的距离大于 15 m, 则必须采用 BIE; 如果在 15 m 之内, 则可以将 BTS 的载频单元以及操作维护单元通过基站接口 BS (为基站子系统的内部接口) 连接电缆直接和 BSC 内的终端控制单元 TCU 相连。

移动台将移动用户的话音用 RPE-LTP 编码方式编码后, 速率为 13 kbit/s, 移动台通过 Um 接口将其传送给 BTS, BTS 收到该信号后加 3 kbit/s 检测信息, 以 16 kbit/s 的速率送往 BSC。

为了实现 GSM 和 PSTN 用户之间的通信, BSC 和 MSC 之间还应该有一个码转换器 (TC) 单元, TC 物理上通常位于靠 MSC 的一侧, 但实际上它是基站子系统的一部分。TC 单元用于实现 GSM 系统和 PSTN 系统之间的码型和速率转换。GSM 用户在空中无线接口 (Um) 中采用 RPE-LPT 编码, 速率为 13 kbit/s, PSTN 用户的话音为 A 率 PCM 编码, 速率为 64 kbit/s; TC 单元的功能就是将 64 kbit/s 的 A 率 PCM 编码转换成 16 kbit/s 的 RPE-LPT 编码, 反之亦然。

(1) 基站收发信台 (BTS)

BTS 是基站子系统的无线部分, 由基站控制器 (BSC) 控制, 为某个小区的无线收发信设备服务, 实现 BTS 与移动台之间通过空中接口的无线传输以及相关的控制功能。

(2) 基站控制器 (BSC)

BSC 主要提供对 BSS 的控制功能, 如:

- 接口功能: 如和 MSC 的 A 接口, 和 BTS 的 Abis 接口, 和运营维护中心的 X.25 接口等;
- 地面信道管理功能: 在 Abis 接口上, 无线信道和地面信道之间的业务、信令连接均是一一对应的; BSC 根据其对于无线信道的监控列出空闲状态表, 根据 MSC 的请求为一个呼叫接通或释放 Abis 接口的信道;
- 无线信道管理功能;

- 操作和维护功能；
- 扩容功能。

3. 网络子系统 (NSS)

网络子系统 (NSS) 由六个功能单元组成：移动业务控制中心 (MSC)、访问用户位置寄存器 (VLR)、归属用户位置寄存器 (HLR)、鉴权中心 (AUC)、移动设备标识寄存器 (EIR) 和操作维护中心 (OMC)。

(1) 移动业务控制中心 (MSC)

MSC 是整个网络子系统的核心。首先，MSC 是交换机，MSC 通过 A 接口和其他 MSC 或 PSTN 建立连接、进行呼叫控制和计费。

MSC 具有号码存储、呼叫处理、路由选择、回波抵消和超负荷控制等功能。MSC 可以从 HLR，VLR 和鉴权中心 (AUC) 获取处理用户位置登记和呼叫请求所需的全部数据。反之，MSC 也根据其获取的最新信息请求更新数据库的部分数据。

MSC 中的移动电话子系统 (MTS) 可用于实现用户的移动性，包括移动用户的呼叫建立与控制、位置更新、切换、VLR/HLR 数据查询、移动应用协议 (MAP) 实现、信令连接、用户鉴权和话音加密等。

一个容量较大的移动通信系统中，其网络子系统中可能包含若干个 MSC，VLR 和 HLR，如图 2-3 所示。

同时和移动网络以及固定网络连接，负责移动网至固定网，以及固定网到移动网呼叫转接功能的 MSC 叫做网关 MSC (即 GMSC)。GMSC 是移动通信网和其他网络互联的接口，是其他网络呼叫区域内移动用户的固定入口点。GMSC 和 HLR 之间通过 7 号信令直接相连。当 GMSC 接收到数字移动接入号以后，能根据数字移动接入号中的 HLR 识别号，向 HLR 请求该用户的当前位置信息。若 HLR 给出的是用户号码，将呼叫接至被叫用户所在

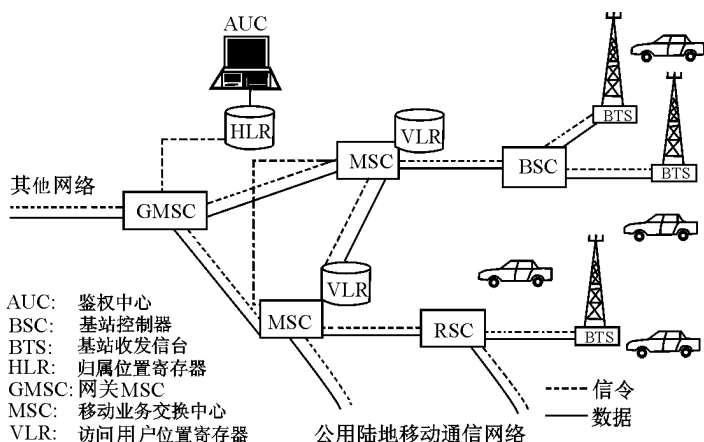


图 2-3 网络子系统组成

的 MSC，若得到的是漫游号码（MSRN），则完成漫游路由重选，转接至漫游用户所在 MSC。

(2) 访问用户位置寄存器（VLR）

MSC 通常和 VLR 集成在一起，VLR 中存放的就是和其集成在一起的 MSC 管辖范围内的用户的相关信息。VLR 负责用户的位置登记和位置信息的更新，MSC 根据用户在 VLR 中登记的位置，对其发起寻呼。VLR 中的数据是临时的（只有用户在其服务区内时，VLR 中才保留该用户的数据），HLR 中的数据则是相对固定不变的。但 HLR 中也有一个临时的数据库，用于存放用户的当前位置信息，在 HLR 中存放用户位置信息的目的是为了方便呼叫的转接。

(3) 归属用户位置寄存器（HLR）

HLR 是 GSM 系统的中央数据库，存储着该 HLR 控制区内所有用户的相关数据。一个 MSC/VLR 只能对应一个 HLR，但一个 HLR 可以控制一个或者若干个 MSC/VLR。

HLR 中存储着该 HLR 控制区内所有移动用户的静态和动态数据，静态数据包括：移动用户识别号码、访问能力、用户类别和补充业务等数据；动态数据包括：用户位置更新信息、漫游用户所在的 MSC/VLR 地址等，保证每个入局呼叫都能按最新的路径信息接续至被叫用户。

HLR 为每个归属用户至少存储一个可用的三参数组 (RAND, SRES, Kc)。

(4) 鉴权中心 (AUC)

GSM 系统采取了许多特殊的安全措施，如用户鉴权、对无线接口上的话音、数据和信号信息进行加密等。AUC 中存储着鉴权算法和加密密钥，用来防止非法用户接入系统，并保证通过无线接口进行通信的用户数据的安全。

鉴权中心可以保证各种加密参数的安全性，并以加密形式在 AUC 和管理中心 (OMC) 之间传输这些参数。鉴权中心可以根据 HLR 的请求，一次向 HLR 提供 5 组鉴权三参数组。鉴权三参数组 (RAND, SRES, Kc) 是根据随机数 RAND 及 Ki，再利用相应算法计算产生的，鉴权三参数组存储在 HLR 中，支持鉴权、保密功能。

(5) 移动设备识别寄存器 (EIR)

EIR 中存储着移动设备的国际移动设备识别码 (IMEI)。EIR 中有三种清单：白名单、黑名单和灰名单，分别列出准许使用的，失窃不准使用的、出现异常需要监视的移动设备的 IMEI 号码。AUC 根据 MSC 的要求，检查 IMEI 及其状态，并将结果报告 MSC，确保入网设备不是被盗用的或者故障设备，确保注册用户的安全。

(6) 运营与维护中心 (OMC)

OMC 用于对 GSM 系统进行集中操作与维护，允许远程接入对系统进行运行维护和管理，并提供和高层网络管理中心

(NMC) 之间通信的接口。

GSM 系统包括无线子系统 (基站子系统) 和交换网络 (网络子系统) 两种类型的实体, OMC 分别对这两种类型的实体进行操作和维护。其中, 对基站子系统进行操作和维护的部分叫做 OMC-R, 对网络子系统进行操作和维护的部分叫做 OMC-S。OMC-R 在构成上有操作维护处理器和操作维护终端两部分, 它和基站子系统的连接方式有:

- 基于 2.4 ~ 64 kbit/s 的 X.25 接口;
- 经 MSC 和 A 接口的 7 号信令网连接;
- 最好执行 TMN Q3 协议。

OMC-S 也由操作维护处理器和操作维护终端两部分组成, 负责对交换子系统进行操作和维护。

4. 操作子系统 (OSS)

操作子系统 (OSS) 是相对独立的对 GSM 系统提供管理和服务功能的单元, 包括移动用户管理、移动设备管理以及网络运营和控制等三种基本功能。

移动用户管理包括对 HLR 和 SIM 卡的数据管理以及计费管理。OSS 通过对 EIR 的控制实现对移动设备的管理。网络运营和控制是通过对 OMC 的控制实现的。

2.1.2 GSM 的无线接口

GSM 无线接口 U_m 是 GSM 移动台 (MS) 和基站收发站 (BTS) 之间的一个开放的接口, 可以兼容不同厂商的移动台和不同运营商的网络, 支持移动台的漫游。

GSM 无线接口中, 从 BTS 到移动台为下行传输, 从移动台到 BTS 为上行传输。无线接口上的信道根据不同定义可分为物理信道和逻辑信道。

1. 物理信道

GSM 将 900 MHz 和 1 800 MHz 频段按 FDMA (频分复用) 方式划分成许多载频, 再对每个载频进行时分复用, 将一个载频划分为 8 个时隙 (time slot), 其中的每一个时隙就是一个物理信道, 它相当于 FDMA (频分复用) 系统中的一个频道。

因此, GSM 系统中的每个载频有 8 个物理信道, 即信道 0 ~ 7 (时隙 0 ~ 7)。在一个时隙中发出的信息叫做一个突发脉冲序列。

2. 逻辑信道

BTS 和 MS 之间传递着大量的信息, 根据传送的信息种类的不同, 我们将信道定义为不同的逻辑信道。逻辑信道可分为两类: 业务信道和控制信道。

(1) 业务信道 (TCH): 用于传输用户的话音或数据 (包括加密或者压缩编码后的话音或数据)。

(2) 控制信道 (CCH): 用于传输信令或同步信息, 控制信道可分为以下三大类:

① 广播信道 (BCH)

- 频率校正信道 (FCCH): 此信道用于给用户传送校正移动台频率的信息。
- 同步信道 (SCH): 此信道用于传送移动台的帧同步 (TDMA 帧号) 和 BTS 的识别码 (BSIC) 的信息。
- 广播控制信道 (BCCH): 用于传输寻呼移动台分组, 寻呼信息复帧号和公共控制信道时隙号等。

② 公共控制信道 (CCCH)

- 寻呼信道 (PCH): 此信道用于寻呼 (搜索) 移动台。
- 随机接入信道 (RACH): 移动台通过此信道申请一个独立专用控制信道 (SDCCH), 可作为对寻呼的响应或移动

台主叫登记时的接入。

- 允许接入信道 (AGCH)：此信道用于为移动台分配一个独立专用控制信道 (SDCCH)。
- 小区广播控制信道 (CBCH)：下行信道，从 SDCCH 中借用时隙来传输短消息和广播信息。

③ 专用控制信道 (DCCH)

- 独立专用控制信道 (SDCCH)：此信道用于在分配业务信道之前的呼叫建立过程中传送系统信息。如移动台接入系统时的登记和授权都在此信道上进行。
- 慢速随路控制信道 (SACCH)：该信道和一个业务信道 (TCH) 或一个独立专用控制信道 (SDCCH) 相关，它是一个传送连续信息的数据信道，如传送移动台接收的服务小区及邻近小区的信号强度的测试报告。用于实现移动台参与的切换，此外，该信道还可用于移动台的功率管理和时间调整。是上下行双向信道。
- 快速随路控制信道 (FACCH)：该信道和一个业务信道相关。FACCH 在话音传输过程中如果突然需要用比慢速随路控制信道 (SACCH) 所能处理的高得多的速度传送信令消息，则需借用 20 ms 话音 (数据) 突发脉冲序列来传送信令，这种情况通常在切换时使用。因为话音译码器会重复最后 20 ms 的话音，因此这种中断是会被用户察觉的。

2.1.3 GSM 安全管理

GSM 设计了许多用于保护用户安全的方法，防止在空中接口泄漏用户识别码、位置信息和用户正在传递的信息。提供安全保证的主要环节有：

- 接入设备：鉴权

- 移动设备：设备识别
- 无线路径：加密
- 用户识别码：临时用户识别码 TMSI

1. 鉴权

鉴权实际上就是鉴别用户 SIM 卡的合法性，阻止非法用户接入网络的过程。

每次进行位置登记，呼叫建立（发起呼叫或接收呼叫），或执行某些补充业务的登记、删除之前需要先进行鉴权。

AUC 应 MSC/VLR 请求，生成用于鉴权的随机数（RAND），利用存储的 K_i 和 A3 算法产生符号响应（SRES），同时利用 A8 算法计算出密钥 K_c ；并将生成的三参数组（RAND, SRES, K_c ）存储在 HLR 中。HLR 中存储着每个用户的三参数组。当 MSC/VLR 请求时，HLR 将该三参数组传递给 MSC/VLR。

收到该三参数组后，MSC/VLR 向移动台发送 RAND，移动台使用该 RAND 以及与 AUC 相同的鉴权密钥 K_i 和算法，计算出符号响应 SRES。然后，将 SRES 回送给 MSC/VLR，验证其合法性。鉴权过程如图 2-4 所示。

2. 设备识别

进行设备识别的主要目的是防止盗用设备以及非法设备的入网使用。设备识别的过程如图 2-5 所示。

(1) MSC/VLR 向移动用户请求 IMEI（国际移动台设备识别码），并将 IMEI 发送给 EIR（设备识别寄存器）。

(2) 收到 IMEI 后，EIR 在其定义的三个清单中查找该 IMEI 在哪类清单中：

- 白名单：存放已分配给运营商的所有设备识别序列号。
- 黑名单：存放所有被禁止使用的设备的识别号。
- 灰名单：存放由运营商决定的，包括有故障的及未经型

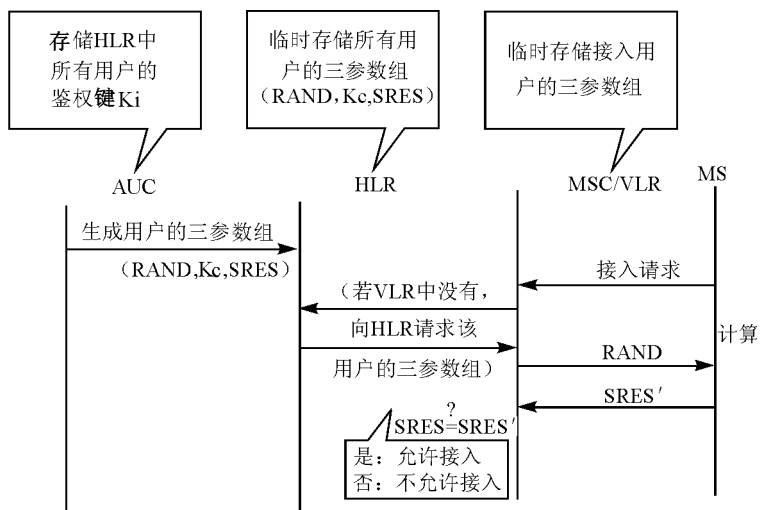


图 2-4 鉴权过程

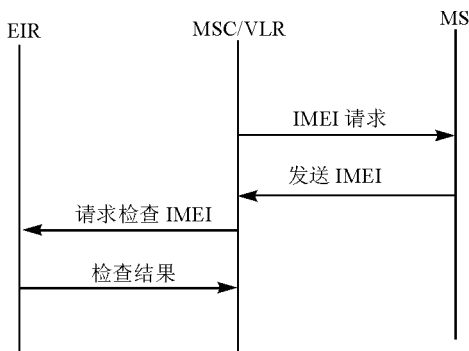


图 2-5 设备识别过程

号认证的移动设备。

(3) 最后，将设备鉴定结果送给 MSC/VLR，决定是否允许该设备入网。

3. 加密

GPRS 系统可对用户的数据进行加密，防止窃听。加密过程是受授权过程中产生的密钥控制的。密钥不在无线接口上传送，仅存放在 SIM 卡和 AUC 中，并由这两部分来完成，如图 2-6 所示。

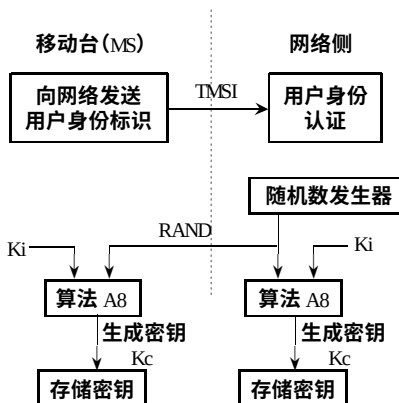


图 2-6 密钥生成过程

加密过程：将用 A8 算法生成的密钥和 TDMA 帧号作为输入参数，使用 A5 算法计算，产生出伪随机数，再将伪随机数与未加密的数据求模二加，即得到加密以后的数据，解密过程与之相似，如图 2-7 所示。

4. 用户识别号保密

IMSI 是用户的特征号码，为了防止 IMSI 在无线路径上被截获，实现用户识别号的安全保密性，VLR 为进行位置登记后的用户分配一个临时移动用户识别号 (TMSI)。在以后的无线传输中，用 TMSI 代替 IMSI 来标识该用户。TMSI 和 IMSI 的对应关系不是一成不变的，TMSI 仅在一个 VLR 区域内有效。

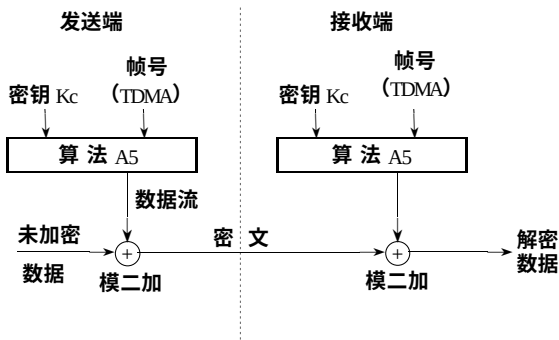


图 2-7 加密解密过程

2.2 TCP/IP 协议模型

TCP/IP 是 Internet 的核心，其中 IP 为网络层协议，TCP 为运输层协议。那么什么是网络层，什么是运输层呢？这就要从计算机网络的协议结构讲起。

2.2.1 分层协议概念

网络协议是网络标准化的核心内容，它直接关系到网络之间的互通性以及网络的传输性能。现代网络协议的一个重要特征是采用分层的结构，国际标准化组织（ISO）制定的著名的计算机网络开放式系统互连（OSI）7 层协议结构就是一个典型的例子。

分层协议结构的基本概念如图 2-8 所示。

分层协议中的每一层都有明确的功能分工，其中最高层为应用层，负责装配和处理应用业务消息，直接和上面的应用系统接口；最底层为物理层，定义物理传输媒体。每一层完成定义好的

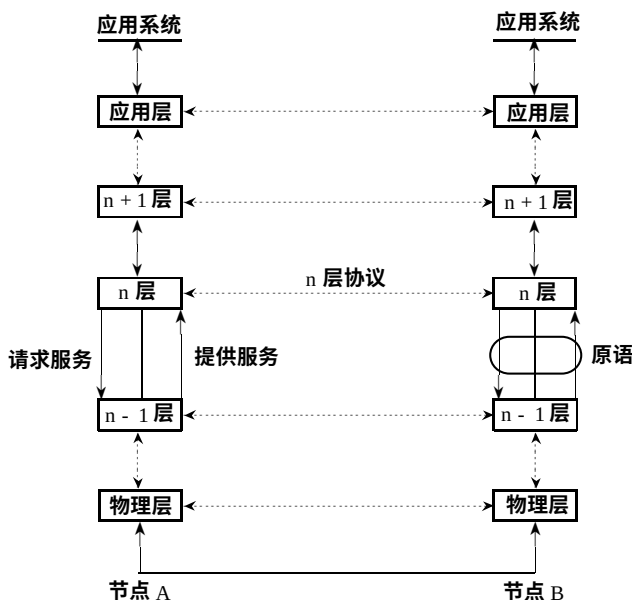


图 2-8 协议分层的概念

消息处理功能后，将有效消息传递给上一层，这一过程叫做“提供服务”，同时，每一层也可向其下一层“请求服务”。相邻层之间通过层间“原语”（primitive）交换信息，实现服务的请求和提供。两个网络节点中相同的层称为对等层。对等层之间的通信在物理上是通过其下层提供的连接实现的，但在逻辑上则是通过对等层之间相应的协议直接实现的（参见图 2-8 中的虚线）。各层协议完成各自的功能分工，并互相协同最终实现应用业务消息在不同节点之间的无差错传送。

分层协议结构中，相邻层间的接口为服务接入点（Service Access Point, SAP）。

分层协议的最大优越性在于它的灵活性和可扩充性。各层分

工明确，因此每层都可独立修改和更新，当推出新的应用业务时，只要增加相应的应用层协议就可迅速满足需要。

其实我们可以将协议看作不同网络节点对等层之间进行通信的规则，通常协议中包含以下几个方面的内容：

- 消息类型和格式、编码；
- 各种操作对应的消息收发顺序；
- 收到消息后节点应进行的处理；
- 相邻层之间的层间原语类型和参数、格式。

一个采用分层结构的协议体系也叫做协议栈（protocol stack），协议栈由各分层的协议组成。

协议栈中，每层协议的消息都采用逐层封装的方法构成，如图 2-8 所示。其中，每条消息都由两部分组成：消息头（header）和消息体（data）。

其中，消息头为该层协议实体加入的控制信息，如地址、消息序列号、消息类型等，又称为开销。各层协议定义基本内容实际上就是如何理解和处理该层消息的消息头。

消息体就是从上层传下来的消息，每层协议对消息体都不做任何处理，只透明传输。整个协议栈的消息处理过程为：

应用层将原始用户数据装配成应用层消息之后，向下传递，每经过一层，加一个头部，传至远端节点后，向上传递，每经过一层，去掉一个头部，最后将原始用户数据传送给应用层。通常，第二层消息除了消息头之外，还有一个尾部，用于差错校验。

这里我们需要注意的是一些术语：服务数据单元（Service Data Unit, SDU）是消息体，SDU 加上消息头之后就成为协议数据单元（Protocol Data Unit, PDU）。在不同的协议栈或协议层中，协议数据单元有不同的名称，如帧、分组、段、报文等，服务数据单元也可称之为净荷（payload）或用户数据。如 IP 分组实际上就是 TCP/IP 协议栈中，IP 层的协议数据单元（PDU）。

注意：每层消息都有一个最大允许长度，每个网络也有一个最大允许传送单元（Maximum Transfer Unit, MTU），因此，如果从上层传下来的消息太长，下层就将其拆分成多个 SDU，分别加上头部后向下传递，这称之为分段（segmentation），远端节点的逆过程称之为重组（reassembly）。

2.2.2 TCP/IP 参考模型

TCP/IP 参考模型由四层协议组成，如图 2-9 所示：

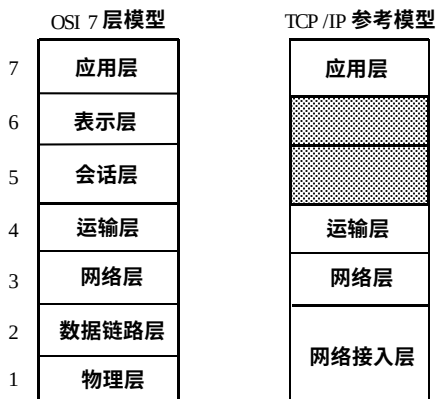


图 2-9 TCP/IP 参考模型

(1) 网络接入层：解决主机如何接入网络的问题。此层协议取决于所使用的网络的类型，如 X.25，帧中继（Frame Relay），局域网协议等。

(2) 网络层：定义全网统一的网络层协议，解决分组穿越多个网络的路由问题。在 Internet 中，网络层协议就是著名的 IP 协议。

(3) 运输层：运输层支持源主机和目的主机之间端到端的会话。Internet 中定义了两个运输层协议：TCP 和 UDP。

TCP 协议又称传输控制协议 (Transmission Control Protocol)，是一个支持可靠数据传输的面向连接的协议，TCP 协议要求在开始传送数据之前必须先建立端到端的可靠连接。TCP 协议具有检错和重发功能，主要用于数据、信令等要求较高可靠性的信息的传输。

UDP 协议又称用户数据报协议 (User Datagram Protocol)，是一个不可靠的无连接传送协议，主要用于对信息传送可靠性要求不高的应用，和 TCP 相比，UDP 传送信息的开销比较小。

(4) 应用层：Internet 中定义的主要应用由：远程终端 (telnet)、文件传输 (ftp)、电子邮件 (smtp)、域名服务 (DNS)、简单网络管理 (SNMP) 以及超文本传送协议 (HTTP) 等。

OSI 7 层模型是一个对网络研究和学习非常有用的模型，但实际上很少有人完全按照 OSI 7 层模型来开发产品，而 TCP/IP 协议却得到了广泛的使用。但 TCP/IP 的参考模型比较粗糙，尤其是网络接入层其实并不能算是一个协议层。实际应用中，应将其划分为数据链路层和物理层。这样就得到了 TCP/IP 改进以后的参考模型，如图 2-10 所示：

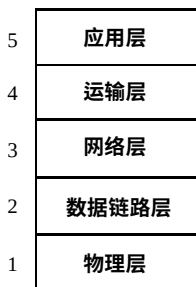


图 2-10 TCP/IP 改进参考模型

事实上，图 2-10 所示的模型正是 IP 网络的基本模型。

3

GPRS 总体结构

本章介绍在传统 GSM 网络中进行数据传输的主要缺陷，阐明引入 GPRS 的必要性，目的是使读者在了解 GPRS 的各项功能时，不但知其然，而且知其所以然。随后，介绍在 GPRS 网络中引入的新的网络元素，GPRS 网络中的高层功能及其在 GPRS 网络元素中的实现。

我们在上一章中讲到：GSM 网络主要由移动台 (MS)、基站子系统 (BSS) 和网络子系统 (NSS) 组成。GSM 网络通过移动交换中心 (MSC) 和外部网络互连，网络子系统中还包括归属位置寄存器 (HLR)，访问用户位置寄存器 (VLR) 和鉴权中心 (AUC)，它们中存放着处理用户位置登记和呼叫建立所需的全部数据。GSM 有两种类型的逻辑信道：业务信道 (TCH) 和控制信道 (CCH)。控制信道也叫信令信道，负责对移动台的接入、无线信道、业务提供以及移动台的移动性进行管理。

GPRS 网络在 GSM 网络的基础之上实现，对原有 GSM 网络的基站子系统以及网络子系统的设备及功能进行了改进和增强。包括：

- 在网络子系统中增加了两个网络节点：SGSN (GPRS 服务支持节点) 和 GGSN (GPRS 网关支持节点)。

- 对 HLR 和 VLR 的功能进行了扩展，使之可以支持 GPRS 用户数据和路由信息，以实现 GPRS 的移动性管理和路由管理。
- 增强了基站子系统的功能，以支持用户分组数据的传送；增加了业务信道和控制信道的种类，以支持 GPRS 的多种业务。

GPRS 和 GSM 一样，采用 FDMA（频分多址）和 TDMA（时分多址）的频率复用方式。邻近小区之间的频道复用采用 FDMA 方式，每个频道内采用 TDMA 方式。一个 TDMA 帧分为 8 个时隙，每个时隙对应一个无线物理信道。GSM 中，每个正在进行通话的用户必须独占一个时隙，而且只能占用一个时隙。而在 GPRS 中，8 个时隙中的每一个都可以被多个用户共享，而且每个用户最多可以占用全部 8 条信道进行数据传输，采用 CS-4 编码方案时（每信道 14.4 kbit/s 的净传输速率），如果用户占用全部 8 条信道进行传输，可实现 115 kbit/s 的“净数据传输速率”。

3.1 传统 GSM 系统的缺点

数据通信在现有的通信业务中正占据着越来越重要的地位，大量数据的传输（如应用程序下载，文件传送）、E-mail、远程监控、远程测试以及各种各样的多媒体数据业务在网络的日常流量中，已占据了越来越多的份额。移动通信系统，如 GSM，同样受到不断增长的数据业务需求的影响。GSM 曾被认为是 ISDN 的“移动手臂”，能使用 Q.931 信令，接入 ISDN 数据业务。而且 GSM 网络的通信路径是数字的，从而在用户端不需要任何调制解调器，就能够支持数据业务。电路数据交换（CSD）和短消息（SMS）是 GSM 提供的最为人们所熟知的两种数据业务。

但在 GSM 上开展数据业务还有许多困难，从用户角度看：

(1) GSM 中的数据传输速率被限制在 9.6 kbit/s (CSD 方式), 每条短消息 (SMS) 的长度被限制在 160 个字符, 数据的传输速率受到限制。

(2) GSM 是电路交换网络, 通信连接一旦建立, 该连接就被用户独占使用, 用户必须为之付费。我们可以想象: 当一个用户在互联网上“冲浪”时, 只有当他点击一个新的链接, 将一个新页面“down”到本地来的时候, 才需要网络传输数据, 而当他阅读一个页面时, 是不需要网络进行数据传输的。若采用电路交换方式, 则不管用户是否需要网络传输数据, 他都必须为占用的这部分网络资源付费。这不但是不经济的 (信道资源一旦被分配给一个用户——不管该用户是否使用该信道, 就不能再分配给其他用户, 这对本来就不宽裕的无线信道资源来说, 显然是极大的浪费), 而且是不合理的 (用户即使没有使用为他分配的信道, 也必须为之付费)。

(3) GSM 网络不能直接和分组数据网 (PDN) 互通。这样不仅导致费用的升高, 连接建立的时间也会增长, 一般需要 20 秒钟左右的连接建立时间。

这不仅给用户带来了不便, 运营商也同样面对着困难: Um 接口 (空中接口) 已经越来越成为移动通信中业务量增长的瓶颈, 空中接口资源的匮乏使运营商能够提供服务用户数受到限制 (在一个小区内), 运营商在不断寻觅能够更有效的使用无线频率资源的手段。

3.2 问题的解决之道

3.2.1 Um 空中接口瓶颈

为了使无线空中接口不再成为业务量增长的瓶颈, 人们想出

了各种各样的办法，但其中心任务都是为了解决两个问题：

1. 提高用户的数据传输速率
2. 提高无线频率资源的利用率

为了提高用户的数据传输速率，GPRS 中采用了以下两种方法：

(1) 制定了四种编码方案（coding schemes）以增加网络最大“净”数据传输速率。理论上“净”数据传输速率的增加是通过减少冗余来实现的，CS-4 几乎没有任何冗余（这意味着没有采取任何检错、纠错措施）。每种编码方式下单信道支持的传输速率及对于传输信道的载干比（C/I）的要求如表 3-1 所示：

表 3-1 GPRS 编码方案

RLC = Radio Link Control			
编码方式	每 RLC 单元的净荷 (bit)	数据传输速率 (kbit/s)	C/I (dB)
CS-1	181	9.6	≤ 6
CS-2	268	13.4	≤ 9
CS-3	312	15.6	≤ 12
CS-4	428	21.4	≤ 17

从表 3-1 可以看出，随着 RLC 单元净荷的增加，包头的信息减少，对于传输误码的矫正能力降低，对于无线通信链路质量即载干比 C/I 要求越高。

(2) 数据传输速率的增加还可以通过绑定物理信道的方法实现，GPRS 中，如果将 8 个物理信道都绑定给一个用户使用，那么这个用户得到的数据传输速率将是其仅使用一个物理信道时的八倍。

为了提高无线频率资源的利用率，GPRS 采用了频率资源动态分配的方法。

我们可以以一个简单的例子来说明资源的动态分配是如何提高资源的利用率的：假设一个运营商有两条通信信道，最多可提供 15 Erlang 的流量，运营商必须保证用户呼叫被阻塞的可能性（即用户发起呼叫时，资源已被占用的可能性）尽可能的小。在电路交换方式下，为了保证用户呼叫的阻塞率小于 2%，那么平均情况下的业务流量不能大于 9 Erlang，其余的资源就被浪费掉了。

采用动态资源分配的方法可以根据需要，将资源按优先级分配给各业务，用电路交换方式传送语音，将剩余资源动态按需分配给其他服务，使 GSM 话音信道中未能充分利用的资源也能得以使用。物理信道可以动态分配给 GSM 和 GPRS 用户，同样，一条物理信道也可以由若干个 GPRS 用户共享。这样不仅可以满足分组交换业务中数据突发性的要求，还可以实现上行和下行链路的非对称传输。这种资源分配方式尤其适用于实时性要求不高，突发性较强的数据传输方式。

GPRS 用户开机后，在终端用户和 SGSN 之间就建立了一条逻辑连接，该逻辑连接始终存在，但只有在实际进行数据传输时才占用宝贵的无线资源。

3.2.2 向 UMTS 的演进

GPRS 不仅可为移动运营商提供更为有效的频率资源使用方式，还提供了 GSM 向第三代移动通信系统平滑过渡的可能。

GPRS 是 GSM 移动电话系统向第三代移动通信系统迈进的一个重要步骤，根据 ETSI（欧洲电信标准化协会）对 GPRS 发展的建议，GPRS 从试验到投入商用后，分为两个发展阶段，第一阶段可以向用户提供电子邮件、因特网浏览等数据业务；第二阶段是 EDGE 的 GPRS，简称 E-GPRS，EDGE 是 GSM 增强数据速率改进的技术，它使用 8PSK（eight-phase-shift keying）调制方式

(GSM 和 GPRS 采用的是 GMSK 调制方式), 使每一个无线信道的速率达到 48 kbit/s, 既可以分别使用, 也可以合起来使用, 最多可同时使用 8 个信道。例如, 用一个信道可以通 IP 电话, 用两个信道可以上网浏览, 用 4~8 个信道可以开电视会议等等。8 个信道合起来可以支持 384 kbit/s 的数据传输速率。我们将在以后的章节中对 EDGE 进行更为详细的介绍。GSM 向第三代移动通信演进的路线为:

GSM→GPRS→EDGE→UMTS

UMTS (通用移动通信系统) 是在 GSM 系统的基础上实现的, 是欧洲开发的第三代移动通信标准 (UMTS 完全符合 ITU-T 制定的 IMT-2000 标准), 虽然现在还没有确定最后统一的标准, 但是世界上许多著名的厂商, 如诺基亚、爱立信、摩托罗拉、西门子、NTT 等都在致力于这方面的研究和开发, UMTS 是基于 IP 协议的通信结构体系, 集成了语音、数据及多媒体网络, 可以在世界上任何地方为任何人提供通用的个人通信业务, 包括电视会议、因特网接入和其他的宽带业务。

这种由现有的 GSM 系统升级到 GPRS, 再由 GPRS 平滑地过渡到 UMTS 第三代移动通信系统的解决方案, 可以充分地利用现有的移动通信设备, 每次只需对一部分设备进行更新, 逐步将整个网络过渡到第三代。GSM 系统加上 GPRS, 被称为是第 2.5 代的移动通信, 它采用通用的 IP 协议, 使灵活方便的移动通信和信息业务丰富的互联网密切结合, 无论是对厂商、运营者或是广大用户都是受到欢迎的一种方案。

向 UMTS 的平滑过渡是通过 GPRS 系统中网络子系统和基站子系统之间的相互独立性来实现的。由 GSM 升级到 GPRS, 需要在网络子系统中引入新的设备 (SGSN, GGSN), 而基站子系统只需做相应的功能增强就可以了, 不必也更换新的设备。如果运营

商想提供 UMTS 业务，他只需更新基站子系统，可以直接使用 GPRS 的网络子系统，而不必再将其更换为第三代的网络设备。

3.2.3 接入外部数据网络

GPRS 的网络子系统是基于分组交换数据网络的，可以直接接入 PDN（分组数据网络，如 Internet），实现快速的连接建立和数据传输，连接建立时间可控制在 $0.5 \sim 1$ s 的范围内。和 PDN 的直接连接还可以使移动通信网络侧更高的数据传输速率成为可能（和 PDN 的接口不再成为瓶颈）。

3.2.4 QoS（服务质量）

GPRS 运营商可为业务和用户划分优先级。可根据用户和业务对实时性及差错率的不同要求，在空中接口或接入网络中设置不同的服务级别，使运营商可以利用现有资源，更有效地为用户提供服务。

因此，GPRS 是为了解决 GSM 网络中一些无法克服的困难而引入的，GPRS 标准的制定和发展始终关注着第三代移动通信标准的发展，以保证 GPRS 向 UMTS 的平滑过渡。

GPRS 的引入可以分为两个阶段：阶段 1（Phase 1）和阶段 2（Phase 2）。Phase 1 的标准 1998 年 3 月在 ETSI 获得通过，该阶段定义了 GPRS 的核心功能和过程，包括：

- 点到点的数据传输（PTP）；
- GPRS 标识；
- GPRS 安全功能；
- GPRS 编码方案；
- 基于 GPRS 的短消息；
- 基于流量的计费方法；

- TCP/IP 和 X.25 承载能力。

Phase 2 则致力于实现以下功能：

- 点到多点的服务 (PTM)；
- 点到多点组播 (PTM-G) 和点到多点多播 (PTM-M)；
- 支持附加业务和网际互连功能。

3.3 GPRS 网络结构

GPRS 网络构建在 GSM 网络的基础之上。为了升级至 GPRS，GSM 网络侧 NSS（网络子系统）需要新增节点 SGSN，GGSN 以及新增节点与其他硬件设备相连接的接口。在 BSS（基站子系统）侧，因为 GPRS 与 GSM 采用相同的基本调制方式和无线信道传输速率，因此不需改动现有基站无线设备的硬件。但 BSS 设备需要增加新的 Gb 接口，用于与 SGSN 相连，由于 Gb 接口采用帧中继，原有 BSC 的电路交换设备无法使用，所以需增加相应的硬件设备——PCU（分组控制单元）。其升级结构如图 3-1 所示：

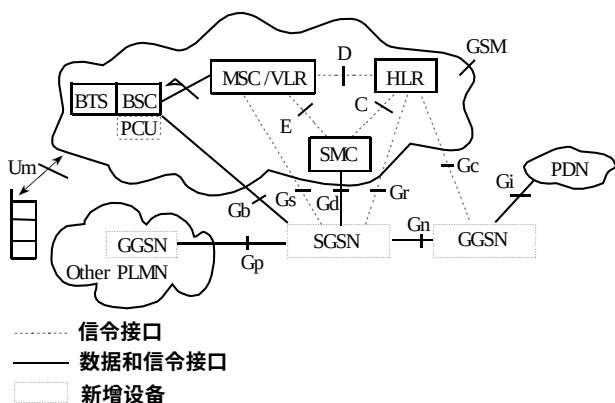


图 3-1 基于 GSM 的 GPRS 网络结构

1. 与 GSM 相比，GPRS 新增的主要设备

SGSN (GPRS 业务支持节点, Serving GPRS Support Node) : 主要功能是对移动终端进行鉴权和移动性管理, 建立移动终端到 GGSN 的传输通道, 接收从 BSS 传送来的移动终端分组数据, 通过 GPRS 骨干网传送给 GGSN 或者将分组发送到同一服务区内的移动终端。SGSN 还可集成计费网关、边缘网关 (负责实现不同 GPRS 网络之间的互连) 和防火墙的功能。

GGSN (GPRS 网关支持节点, Gateway GPRS Support Node) : 是连接 GPRS 网络与外部数据网络的节点。对于外部数据网络来说, 它就是一个路由器, 负责存储已经激活的 GPRS 用户的路由信息。GGSN 接收移动终端发送来的数据, 转发至相应的外部网络, 或接收来自外部数据网络的数据, 通过隧道 (tunnel) 技术, 传送给相应的 SGSN。另外 GGSN 还可具有地址分配、计费、防火墙功能。

PCU (分组控制单元, Packet Control Unit) : 用于分组数据的信道管理和信道接入控制。

SGSN 和 GGSN 两节点可分可合, 即它们的功能既可以由一个物理节点全部实现, 也可以由不同的物理节点来实现。它们都应有 IP 路由功能, 并能与 IP 路由器互连。

2. 为了升级至 GPRS, GSM 中需要进行改造的设备

BTS : 对于编码方式 CS-1 和 CS-2, 目前只需软件升级支持新的逻辑信道结构和编码方式即可。

BSC : 需要增加新的分组数据处理单元 PCU (Packet Control Unit) 模块。(PCU 可以作为 BSC 中的一个单元, 也可以是一台单独的设备。)

HLR : 需要软件升级支持 GPRS 的用户数据和路由信息以及

与 SGSN 的 Gr 接口。

MSC/VLR：如果需要实现 MSC 与 SGSN 的 Gs 接口，则需要对 MSC 做软件升级，否则无需对 MSC 进行改造。建网初期，可以先不实现 Gs 接口。另外 MSC 可以与 SGSN/GGSN 安装在一起，并逐步用 GPRS 核心网取代 MSC 的功能。

OMC：需要增加对新的网络单元进行网络管理的功能。

计费系统：由于 GPRS 采用了与电路交换业务完全不同的计费信息，采用按数据流量而不是按时长计费，因此需要升级原计费系统。

终端：因为 GPRS 和 GSM 采用不同的数据类型，所以需要采用支持 GPRS 的终端。

3.4 GPRS 接口

新的网络元素——如 GGSN 和 SGSN——的引入要求制定新的相应的接口。GPRS 系统中相关的接口都用 G 来标识。

从图 3-2 中我们可以看出，接口可以分为两大类：既可以传信令，也可以传数据的接口；只能传数据的接口。

Gn/Gp 接口：是 SGSN 与 GGSN 间的接口，其中，Gn 接口是 SGSN 和 GGSN 之间，或同一 PLMN 网中不同 SGSN 之间的接口；Gp 接口是不同运营商之间 SGSN 和 GGSN 之间互连的接口。Gn/Gp 接口都同时支持信令和数据信息的传输，底层采用 IP 协议，上层采用 GTP（隧道协议），用于建立 SGSN 和外部数据网（X.25 或 IP 网）之间通信的通道，实现移动终端和外部数据网的互连。Gp 接口除具有 Gn 接口的全部功能以外，还具有 PLMN 间相互通信所需的安全功能。

Gb 接口：是 BSS（PCU）与 SGSN 之间通信的接口。负责移动终端分组数据经 BSS 到 SGSN 的传输，同时也支持 SGSN 和 PCU 间的信令，可以透明传输从移动终端到 SGSN 的信令。Gb 接

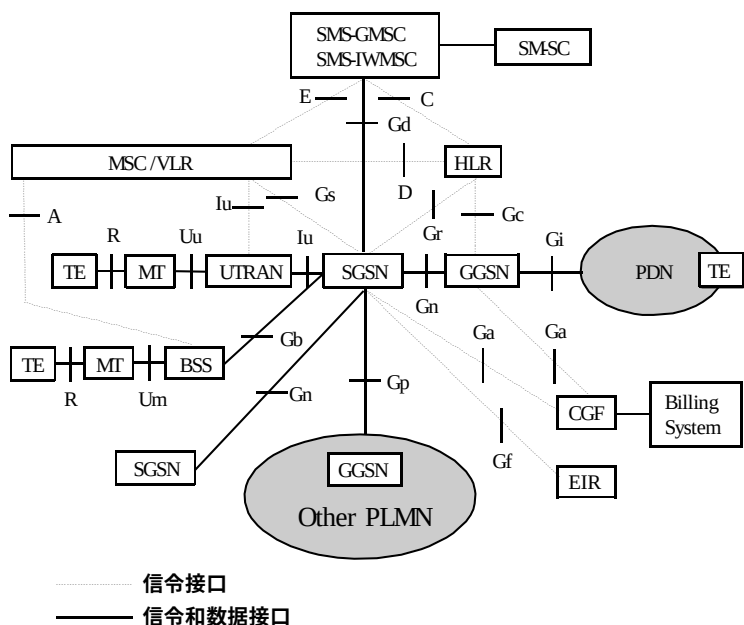


图 3-2 GPRS 中的接口

口底层采用帧中继协议。

Gd 接口：是 SGSN 与短消息中心之间（SMS-GMSC 和 SGSN 之间，或者 SMS-IW MSC 和 SGSN 之间）的接口，通过 MAP 信令传输，以支持通过 GPRS 分组业务信道传送短消息。

Gr 接口：是 SGSN 与 HLR 间的接口，通过 MAP 信令传送用户数据和位置信息等。HLR 中保存着 GPRS 的用户数据和路由信息（IMSI，SGSN 地址信息）。

Gs 接口：是 SGSN 与 MSC/VLR 间的接口，采用 BSSAP[⊕] 协议，它是用来支持联合的位置更新（我们将在 GPRS 的移动性管理中具体介绍联合位置更新）及利用分组信道传输寻呼消息。引入 Gs 接口一方面可以对提高无线频率资源以及网络资源的利用

率，另一方面可以协调分组业务和电路交换业务的实现，减少两个业务之间的相互影响。这是一个可选接口。

Gc 接口：是 GGSN 和 HLR 间的接口，以支持 GGSN 从 HLR 获得移动终端的位置信息，从而实现由网络发起的数据业务。这个接口也是可选接口。

Gi 接口：是 GGSN 与外部分组数据网间的接口，这个接口根据所互通的数据网不同而采用相应的协议。如果外部数据网是公共分组数据网（PSPDN），则 Gi 接口需支持 X.25 协议；如果外部数据网是 Internet，则 Gi 接口需支持 IP 协议。

Gf 接口：是 SGSN 和 EIR 之间的接口。SGSN 通过 Gf 接口访问 EIR 中存放的移动设备信息，EIR 中记录着三种不同的移动设备列表：

- 黑名单：存放禁止使用的移动设备（如已被盗的设备）的信息；
- 灰名单：存放使用受到监视的移动设备的信息；
- 白名单：存放正常使用状态下的移动设备的信息。

Gf 接口通过 MAP 协议实现。

R 接口：在本章 GPRS 功能一节中再做解释。

上述接口对于 GPRS 网络来说都应是开放的接口，其中 Gb，Gr 接口决定着多数厂家设备间能否互通，从而影响 GPRS 业务的实现。另外 Gn 接口影响着业务实现方式和组网方式。

3.5 GPRS 骨干网络

GPRS 骨干网络是基于 IP 的网络，提供 GPRS 内部和 GPRS 之间的通信，如图 3-3 所示。

在 GPRS 网络内部，同一个运营商之间的 SGSN 和 GGSN 之间可以相互通信，接口标准为 Gn；不同运营商之间的 SGSN 和

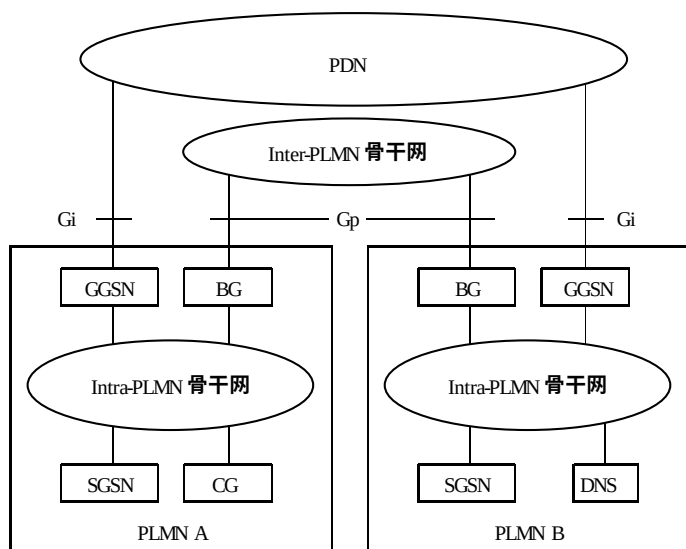


图 3-3 GPRS 骨干网络结构

GGSN 也可以互相通信，接口标准是 Gp。GPRS 骨干网采用自己的内部专用 IP 网络，以确保网络安全和 GPRS 网络的性能。

在 GPRS 网络之间，骨干网是基于 IP 的网络，如 Internet，或者使用租用线路互连的 IP 专用网络。移动网之间的骨干网类型和实施由运营商的漫游协议来决定，ETSI 没有定义。

专用 IP 网络使用内部 IP 地址，外部网络无法对其进行访问，所有的 GPRS 骨干网络互联，组成一个大的专用网络，这时内部地址必须要统筹安排。

GPRS 骨干网中，几个比较重要的元素为：

(1) 边界网关 (BG)：准确地说，边界网关在 GPRS 标准中并没有定义，而是由移动运营商达成的有关协议。边界网关包括防火墙 (加密特性在漫游协议中定义)，一台路由器 (用于选择

网络类型)，以及保证运营商之间互连互通所需的一些特殊功能。总而言之，边界网关的主要作用是确保不同运营商之间的 GPRS 网络的通信安全。

(2) 域名系统 (DNS)：域名系统主要用于 IP 网络，它的作用是提供逻辑域名（如：www.etsi.org.cn）和 IP 地址之间的映射。在 GPRS 网络中，DNS 用于提供逻辑接入点名和 GGSN IP 地址之间的映射。

(3) 计费网关 (Charge Gateway)：计费网关收集来自 SGSN 和 GGSN 的计费信息，并将计费信息送往运营商的计费系统。

3.6 GPRS 系统的功能

GPRS 网络中必须能够实现多种独立的功能，这些功能可被划分为六大类：

- 网络接入控制功能 (Network Access Control Functions)；
- 分组路由选择和传输功能 (Packet Routing and Transfer Functions)；
- 移动管理功能 (Mobility Management Functions)；
- 逻辑链路管理功能 (Logical Link Management Functions)；
- 无线资源管理功能 (Radio Resource Management Functions)；
- 网络管理功能 (Network Management Functions)。

3.6.1 网络接入控制功能

GPRS 规范中定义了一系列接入 GPRS 网络，使用 GPRS 业务的流程。接入请求可能是由外部网络发起的（呼入），也可能是由 GPRS 网络内部的用户通过无线接口发起的（呼出）。

R 参考点是终端设备 (TE) 和移动终端 (MT) 之间的接口。在这个参考点上终端设备可以连接到移动终端上，如笔记本电脑

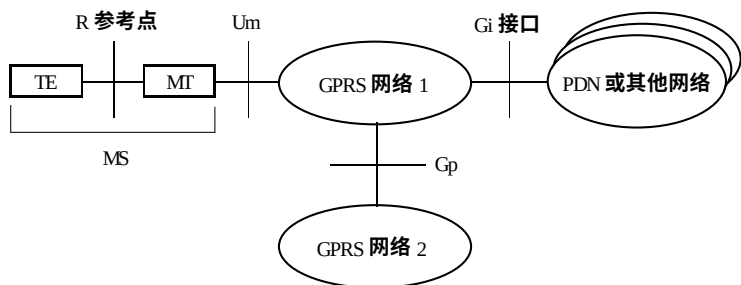


图 3-4 GPRS 网络接入接口和参考点

可以和 GSM 手机连接，利用 GSM 手机传输数据。R 参考点的物理特性遵循 ITU-T V.24，V.28 或者 PCMCIA PC 卡标准。

GPRS 运营商应能支持多种和外部分组数据网络互连的协议，如 X.25 和 IP；此外，GPRS 运营商还应负责定义相应的接入控制流程，根据系统容量决定允许接入的用户数。但这些与运营商的具体实现有关，不在 GPRS 规范所包括的范围内。

GPRS 规范中定义的网络接入控制功能可细分为六个基本功能：

(1) 注册功能 (Registration Function)

即 GPRS 用户和他所能使用的业务信息必须在 HLR 中进行注册。

(2) 身份鉴别和授权功能 (Authentication and Authorisation Function)

当用户请求服务时，网络必须根据他所提供的身份标识，检查他是否具有接入网络以及使用他所请求的业务的权限。

(3) 允许接入控制功能 (Admission Control Function)

如果 GPRS 用户请求得到某种服务，并且要求一定的服务质量。允许接入控制功能应判断现有可用网络资源是否能够为用户提供他所要求的服务质量的服务，如果可以，为用户预留这部分

资源，允许用户接入。

资源，尤其是空中接口部分的资源是非常有限的。为了在整个连接保持期间预留用户所需资源，允许接入控制功能必须和无线资源管理功能协同工作，无线资源管理功能用于判断所需的无线频率资源是否可用。

(4) 消息过滤功能 (Message Screening Function)

GPRS 用户建立和外部数据网络 (如 Internet) 的连接之后，可能会收到一些恶意的、或者用户不希望收到的数据包；当然，用户也可能会向网络发送一些恶意的，或者会造成某些不良影响的数据包。为了解决这个问题，GPRS 系统中引入了消息过滤功能，用于滤除那些不受欢迎的数据包。

消息过滤功能还可为位于指定位置的用户提供某种特殊服务。

GPRS phase 1 中，只定义了由网络控制的消息过滤功能。由用户控制或定义的消息过滤功能将在以后的阶段公布并实现。

(5) 分组终端适配功能 (Packet Terminal Adaptation Function)

GPRS 移动台从终端设备 (TE) 得到的数据包不一定适合在 GPRS 网络内部传输，分组终端适配功能将适配来自终端设备 (TE) 的数据包的结构及信令，使之适合在 GPRS 网络上传输。同样，当 GPRS 移动台接收到来自 GPRS 网络的数据包后，进行反向适配后传送给终端设备 (TE)。

(6) 计费数据采集功能 (Charging Data Collection Function)

该功能用于收集对用户进行收费的必要信息，如用户实际传输的数据流量 (按流量计费) 或者用户使用的业务 (按业务计费)。

3.6.2 分组路由选择和传输功能

数据包经过路由寻址，从源节点发送到目的节点，不同的数

据包可能通过不同的路径 (path) 到达同一目的地。

路由选择是指分组数据通信网中的网络节点转发数据包的过程，包括以下几个步骤：

- 确定目前哪些路径是可达的；
- 根据不同要求 (如路径最短，或时延最短)，选择一条最佳路径；
- 将数据包的格式适配为适合底层传输协议传输的格式；
- 通过选定的路径将数据包传送到其他系统或网络。

路由器是网络中基于 IP 地址进行路由寻址的设备，每个路由器中都存放着一张路由表，里面存放着它所知道的网络节点的信息。接收到一个 IP 数据包后，路由器根据路由表中的数据，决定下一步应将该 IP 数据包传送给哪一个网络节点，即决定该 IP 数据包“下一跳”的地址。

分组路由选择和传输功能可以划分为以下一些子功能：

(1) 转发功能 (relay function)

转发功能是指将收到的数据包传送给传输路径中的下一跳节点。

(2) 路由选择功能 (routing function)

路由器分析 IP 数据包头部的目的地址之后，决定该数据包下一跳节点的 IP 地址。IP 数据包的头部有一个字段为计数器，每经过一个路由器，计数器数值减 1，当计数器数值减为 0 时，就将该数据包丢弃，这样做是为了防止由于路由表故障使数据包转发在网络中出现死循环或超长路由，造成对网络资源不必要的浪费。

对外部数据网络来说，GPRS 系统中的 GGSN 就是一个路由器，实现 GPRS 骨干网和外部数据网络 (X.25 网、帧中继网或 ATM 网) 之间的路由寻址功能。

(3) 地址翻译和映射功能 (address translation and mapping)

function)

当需要在不同类型的网络之间进行数据传输时，由于两种网络通常采用不同的地址格式，这时就需要进行地址的翻译。地址翻译通常在网关（用于互连两种不同类型的网络）中进行。

地址映射则是指在相同类型的网络之间进行数据传输时，进行的地址转换。

(4) 封装功能 (encapsulation function)

当协议数据包传送给下一层协议时，执行封装过程。封装过程是指将原来的 PDU 当作用户数据，路由信息（地址）或控制信息（如，校验和）作为信息头，封装成新的 PDU 后向下层协议传输。如图 3-5 所示：

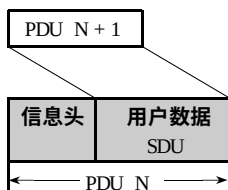


图 3-5 数据包的封装

(5) 隧道功能 (tunnelling function)

隧道传送是指在节点之间，透明的传送已封装好的数据包。透明传送是指除了转发，不对该数据包进行任何处理。GPRS 系统中，该功能用于在 GSN 之间，以及移动台和 SGSN 之间透明的传输用户数据。

(6) 压缩功能 (compression function)

因为 GPRS 系统中，无线资源是非常有限的。因此，在保证不损害信息完整性的前提下对其进行压缩，将大大提高传输效率以及对无线资源的利用率。

(7) 加密功能 (ciphering function)

加密功能用于加密 SGSN 和 GPRS 移动台之间传送的用户信息，保护用户数据的安全性。

(8) 域名服务器功能 (domain name server function)

域名服务器用于将逻辑主机名翻译成 GSN IP 地址。GPRS 系统中的每个 GSN 都有一个逻辑主机名，对应一个内部的 GSN IP 地址。

3.6.3 移动管理功能

移动管理功能用于跟踪移动终端的位置，我们将在第六章中，对 GPRS 的移动管理功能进行详细的分析和说明。

3.6.4 逻辑链路管理功能

面向分组的应用总是会遇到突发数据传输的情况。也就是说，面向分组的应用对资源的占用是不定的，需要传送数据时就占用一部分资源，不需要传送数据时，就把占用的资源释放掉。

逻辑链路管理的概念是：不管有没有数据传输，始终保持移动台和 SGSN 之间的逻辑无线连接（直到移动台或网络断开该连接为止）；但只有在实际传输数据时才为用户分配无线资源。这样可以更加有效的利用无线接口资源。

逻辑链路管理功能包括：

- 逻辑链路建立功能；
- 逻辑链路保持功能（用于监视和控制逻辑链路的连接状态）；
- 逻辑链路释放功能。

3.6.5 无线资源管理功能

因为无线频率资源是非常有限的（无线频率资源的不足已成

为 GSM 系统中业务增长的主要瓶颈)，因此必须对无线资源的分配，保持和释放进行合理的管理。可用的无线资源可以以动态或者静态方式分配给 GSM 或 GPRS 用户使用。

无线资源管理功能包括：

(1) Um 接口管理功能

该功能用于一个小区内无线资源分配的管理。

(2) 小区选择功能

移动台可利用该功能测量附近几个小区的信号质量，并选择一个小区作为自己的服务小区，和该小区的基站建立连接。该功能还可用于检测和避免候选小区内的呼叫阻塞。

(3) Um-tranx 功能：

Um 接口是 GSM 系统内以电路交换方式传送语音的接口。引入 Um-tranx 功能的目的是为了通过 Um 接口在 GPRS 移动台和基站子系统之间以分组交换方式来传送数据。Um-tranx 功能包括无线信道的媒体接入控制，在一条物理信道上复用多个分组，分组检错/纠错以及流量控制等。

(4) 路径管理功能

无线资源管理不仅包括对空中接口的管理，还包括对基站子系统 (BSS) 和 SGSN 之间的接口的管理。BSS 和 SGSN 之间的路径可以根据数据流量大小动态建立和释放，也可根据每个小区内最大可能的呼叫量静态确定。

3.6.6 网络管理功能

网络管理功能用于实现 GPRS 网络中的各种运营和维护功能。

3.7 各功能在 GPRS 系统中的实现

上一节中介绍的各种功能分别由 GPRS 网络中的各组成单元

来实现。

GPRS 网络的组成单元包括移动台 (Mobile Station)、基站子系统 (BSS, 包括 PCU 和 CCU)、GPRS 业务支持节点和 GPRS 网关支持节点。

各种功能在 GPRS 系统中的实现, 如表 3-2 所示, 各组成单元分别负责完成一定的功能。

表 3-2 GPRS 系统中各部分实现的功能

功 能	MS	BSS	SGSN	GGSN	HLR
网络接入功能					
登录(注册)					×
身份鉴别和授权	×		×		×
允许接入控制	×	×	×		
消息过滤				×	
分组终端适配	×				
计费数据采集			×	×	
分组路由选择和传输					
转发	×	×	×	×	
路由选择	×	×	×	×	
地址翻译和映射	×		×	×	
封装	×		×	×	
隧道传输			×	×	
压缩	×		×		
加密	×		×		×
移动性管理	×		×	×	×
逻辑链路管理					
逻辑链路建立	×		×		
逻辑链路保持	×		×		
逻辑链路释放	×		×		
无线资源管理					
Um 管理	×	×			
小区选择	×	×			
Um-Tranx	×	×			
路径管理		×	×		

3.7.1 GPRS 服务支持节点 (SGSN) 的功能

SGSN 在 GPRS 网络中的地位类似于 MSC/VLR 在 GSM 网络中的地位。

MSC/VLR 中存放着用户的鉴权以及当前位置信息。SGSN 继承了许多 MSC/VLR 的功能：

(1) SGSN 的服务区域包括位置区 (LA) /路由区 (RA)。只要 GPRS 移动台位于 SGSN 管辖的范围内, SGSN 就可以利用移动管理功能实时跟踪记录该移动台的位置。有关移动性管理在以后的章节中还会有更为详尽的介绍, 这里就不再多说了。

(2) 当接收到对移动台的入呼叫时, SGSN 负责激活对该移动台的寻呼过程。

(3) SGSN 负责实现接入控制功能, 包括身份识别和授权。

(4) 如果 GPRS 移动台和 GPRS 网络之间已建立连接, SGSN 就负责在没有数据传输的情况下保持它们之间的逻辑连接。这样, GPRS 既可以响应突发数据传输, 又可以动态的将无线资源分配给电路或分组交换业务使用。

(5) SGSN 负责采集系统的运行数据, 如流量控制数据。

(6) SGSN 还实现了和其他网络元素进行通信的接口：和 BSS 通信的 Gb 接口、和 GGSN 以及其他 SGSN 通信的 Gn 接口、和其他 GPRS PLMN 通信的 Gp 接口, 这几个接口都是既可以传信令, 也可以传用户数据的。此外, 还有和 MSC/VLR 通信的 Gr 接口、和 HLR 通信的 Gs 接口以及和 EIR 通信的 Gf 接口, 这几个接口是信令接口, 只用于信令传输。

3.7.2 GPRS 网关支持节点 (GGSN) 的功能

GGSN 实现的功能类似 GSM 网络中 GMSC 的功能：

(1) 实现和外部数据网络的接口 (Gi)。

(2) 维护路由表, 实现分组的转发和选路功能。GGSN 维护的路由表中存放着用户最后注册的 SGSN 的信息, 对该用户的呼叫请求通过 GGSN 转发给该 SGSN (SGSN 接收到该呼叫请求后, 激活在其服务区内对该移动台的寻呼过程)。

(3) 实现对分组数据的过滤。

(4) 除了 Gi 接口, GGSN 还实现了和 SGSN 通信的 Gn 接口以及和 HLR 通信的 Gc 接口。

3.7.3 扩展 HLR 的功能

扩展归属位置寄存器 (E-HLR) 中可以存放 GPRS 用户的用户信息以及路由信息。此外, 扩展 HLR 还应实现和 SGSN 进行通信的 Gs 接口以及和 GGSN 进行通信的 Gc 接口, Gc 接口是可选的。

3.7.4 分组控制单元 (PCU)

GPRS 的一个基本概念就是逻辑信道连接, 也就是说即使在没有数据传输的情况下, 也可以在 SGSN 和 GPRS 移动台之间建立、保持一条逻辑连接。

如果有数据传输, 那么若干个用户可以复用同一条物理链路, 若干条物理链路也可以绑定在一起, 给一个用户使用。最重要的是, 一个小区内的无线资源可以动态的分配给电路或分组交换业务使用。

为了实现上述功能, GPRS 网络中引入了分组控制单元 (PCU)。除了上面提到的功能之外, PCU 还具有:

- 信道接入控制功能, 如接入请求;
- 无线信道管理功能, 如功率和阻塞控制;

- PDU 的分段和重组 (Segmentation & Reassembly) 功能；
- 分组数据信道 (PDCH) 分配功能。

PCU 在 GPRS 中的物理位置很灵活，可根据需要或者现有网络条件将 PCU 放在 BTS，BSC 中或 GSN 侧，如图 3-6 所示。

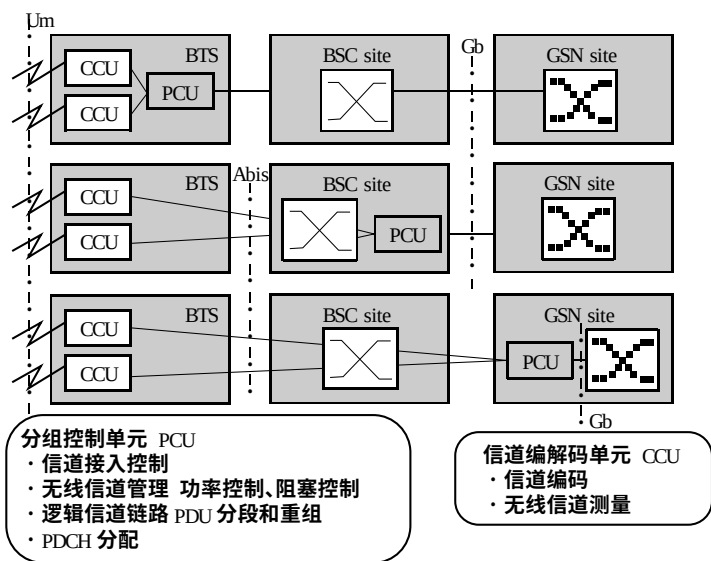


图 3-6 PCU 在 GPRS 网络中的位置

3.7.5 信道编解码单元 (CCU)

新的编码方案 (CS) 可以提高单个信道的“净”数据传输速率，该功能是由信道编解码单元 (CCU) 实现的。CCU 是基站收发台 (BTS) 的一个组成部分。CCU 的功能有：

- 信道编码功能，包括编码方案，前向纠错编码和交织传输；

- 无线信道测量功能，如对接收到的信号强度和到达时间进行测量。

3.8 GPRS 的特性

根据以上几个章节对 GPRS 的介绍，我们可以看出：与 GSM 相比，GPRS 具有许多独特的特性，对用户来说：

1. 速率

通过同时使用 8 个时隙，GPRS 理论上可获得的最大数据传输速率为 171.2 kbit/s。这是当前固定电信网络速度（56 kbit/s modem）的 3 倍，GSM 网络中电路数据交换业务速度（CSD，9.6 kbit/s）的 10 倍。

2. 立即性

GPRS 可以在其有效覆盖范围内实现即时收发数据，一旦有需求就可以立即发送或接收信息，不需要拨号建立连接。这就是为什么 GPRS 可以提供“随时在线”服务的原因。与电路交换数据相比，迅捷是 GPRS 的众多好处之一。立即性对那些对时间要求比较苛刻的应用来说是十分重要的，例如在远程信用卡认证过程中，令用户多等待 30 s 都是不能被接受的。

3. 新的更好的应用

GPRS 可以实现由于电路交换数据速度（9.6 kbit/s）和短消息长度（160 个字符）的限制而在 GSM 网络上不能开展的某些应用。GPRS 完全可以实现你所熟悉的、从浏览到通过移动网络聊天等多种互联网应用。当然还有 GPRS 的某些其他新型应用，例如移动文件传输和家庭自动化——可以远程访问和控制房间内的设备和机器。

4. 业务接入

使用 GPRS，用户需要：

- 拥有 GPRS 移动电话或移动终端（现有的 GSM 手机不支持 GPRS）；
- 向移动运营商申请开放 GPRS 业务；
- 懂得如何使用这种特别的移动电话去发送/接收 GPRS 信息，以及如何配置软件和硬件。

以上是 GPRS 的关键用户特性，其实从运营商的角度来看，GPRS 也有其不可替代的优点：

5. 分组交换（Packet Switching）

GPRS 在原有的基于电路交换的 GSM 网络的基础上增加了一些基于分组应用的接口。这就给用户提供了一个使用分组数据业务的选择。用分组交换来增强电路交换网络结构，是一个非常巨大的进步。而且 GPRS 是通过一种高效的方式来实现的——网络运营商只需要增加若干个新的网络节点，并且对软件进行升级，就可以充分利用现有网络设备提供 GPRS 业务。

6. 频谱效率

分组交换意味着 GPRS 只有当用户真正发送和接收数据的时候才会占用无线资源。而不是在某一固定时间内把无线信道专门分配给某一个移动用户，可用的无线资源可以同时被若干个用户共享。宝贵的无线资源的有效使用意味着大量的潜在用户可以共享相同的带宽，使得一个小区能支持更多的用户。当然，实际中所能支持的用户数量要取决于应用的类型以及数据传输量的大小。由于 GPRS 具有很高的频谱效率，不必建立只有在高峰时期使用的空闲容量。因此 GPRS 可以让运营商以动态灵活的方式最大限度地使用网络资源。

运营商可以将原先由电路交换数据（CSD）承载的业务转移

到 GPRS 上去，提高对无线信道的利用率；以及通过使用 GPRS 标准所支持的 GPRS/SMS 之间的接口，把原先由 SMS 发送的业务转移到 GPRS 上去，减轻 SMS 中心和信令信道的负担。

7. 移动互联网

GPRS 实现了真正意义上的移动互联网功能。在现有固定互联网上实现的业务（FTP，网页浏览，聊天，E-mail，TELNET）都会由于 GPRS 的存在而可以用于移动网络中。实际上，很多网络运营商正在考虑凭借他们自己的力量，通过使用 GPRS 帮助他们成为无线互联网业务提供商（ISP）。

因为采用相同的协议，GPRS 可以被看做是互联网的子网，能够使用 GPRS 的移动终端可以被视为移动主机。每一个 GPRS 终端都有一个自己的 IP 地址，并可以依据此来进行寻址。

4

GPRS 服务

本章主要介绍 GPRS 的用户描述 (subscriber profile)，安全特性，服务质量级别划分以及 GPRS 移动终端的几种类别。介绍利用 GPRS，运营商可以向用户提供哪些服务，或者说通过 GPRS，用户可以申请得到哪些服务。

本章在介绍 GPRS 所能提供的服务时，不涉及这些服务的具体实现，也就是说，可以把 GPRS 系统看作是一个“黑盒子”，如图 4-1 所示，只需知道它所能提供的功能，而不必了解实现这些功能的细节。

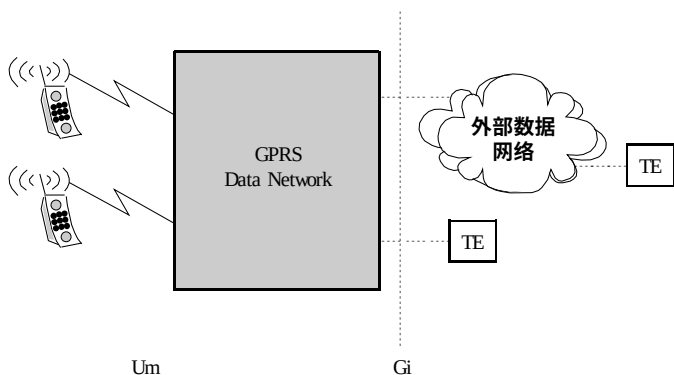


图 4-1 将 GPRS 系统看作是一个“黑盒子”

4.1 GPRS 用户描述

GSM 的用户描述 (subscriber profile) 中记录着用户在 GSM 运营商或 GSM 服务提供商那里登记使用的业务信息, 此外, 还记录着与业务相关的一些参数。

GSM 是一个多业务系统, 可依据用户要求传输的信息的特点, 提供各种服务: 不仅可以提供传统的话音和数据服务, 还可提供短消息以及附加服务。

电信网提供的服务包括基本业务和附加业务。附加业务修改、丰富了基本业务, 使用户可以更好的控制基本业务, 或简化基本业务的使用。

附加业务和基本业务主要区别在于:

(1) 附加业务一般都适宜和几种基本业务 (如对被叫计费、呼叫转移) 结合使用;

(2) 在现有许多网络中, 附加业务一般需要另外申请和付费。

当然, 随着时间推移, 一些附加业务有可能自动成为基本业务表中的一部分。

用户描述中还包括一些和业务相关的参数。这些参数可用于指示一条短消息已经到达短消息中心, 但尚未发送给用户; 也可用于说明用户订购的业务哪些可以同时使用, 哪些不可以同时使用。

GPRS 的用户描述的格式和用途与 GSM 的用户描述很相似, 但 GPRS 主要是用来提供非语音的数据业务的, 而 GSM 主要是用来提供实时的语音业务的, 因此 GPRS 用户描述的内容和 GSM 用户描述的内容并不相同。GPRS 的用户描述包括:

- 用户登记使用的服务类别 (PTP-CLNS, PTP-CONS);

- 用户要求得到的服务质量（QoS）描述（优先级、可靠性、延迟、吞吐量）。

当用户请求使用某种业务时，GPRS 系统会根据该用户的用户描述判断该用户是否具有按照他所要求的服务等级使用该业务的权利，如果有，才允许用户使用该业务。

4.1.1 GPRS 服务类别

GPRS Phase 1 阶段，只能为用户提供点到点的服务。

点到点的服务（Point-to-Point Service, PTP）*：支持两个用户之间的分组传送，发起该传送服务的用户被称为“服务请求者”，另一个用户被称为“服务接收者”。

GPRS 规范中定义了两种不同类型的 PTP 服务：

- 点到点无连接的网络服务（PTP-CLNS）；
- 点到点面向连接的网络服务（PTP-CONS）。

一个 GPRS 服务可以由 GPRS 终端发起（通过 Um 接口），也可以从外部数据网发起（通过 Gi 接口）。

1. 点到点无连接的网络服务（PTP-CLNS）

PTP-CLNS（Point-to-Point Connectionless Network Service）是一种数据报类型的服务，两个用户相互之间可能要传送多个数据报，其中每一个数据报都是独立的，不受在其之前或之后传送的数据报的影响。

点到点无连接的服务特别适合突发性的数据传输。

2. 点到点面向连接的服务（PTP-CONS）

PTP-CONS（Point-to-Point Connection Orientated Network Service）

* GPRS phase I（Release '97）中只定义了 PTP 服务；PTM 服务将在 GPRS phase II 中定义。

是面向连接的服务，也就是说，在两个用户开始传输数据之前，必须先建立起逻辑连接。点到点面向连接的服务要求 GPRS 具有建立和保持“面向连接的虚电路”的功能。

点到点面向连接的服务既可以用来传送突发性的数据，也可用于交互性的数据传输。

4.1.2 GPRS 服务质量 (QoS) 描述

QoS 的定义是：“决定用户对一项服务的满意度的服务性能的集合。”服务性能参数是决定 QoS 的关键，其中最重要的三个性能参数为：

- 传输速率；
- 准确性；
- 可靠性。

GPRS 点到点服务在正常网络运营环境中的 QoS 描述* 包括以下参数：

- 服务优先级；
- 可靠性；
- 延迟；
- 用户数据吞吐量。

这些参数可由 GPRS 用户和 GPRS 运营商协商决定，也可设置为缺省值，缺省值为网络所能提供的服务能力的最小值。

1. 服务优先级

服务优先级决定了当资源有限时，各种服务占用资源的先后顺序。如当 GPRS 网络出现拥塞时，哪些服务的数据包应首先被

* 在 GSM. Rec. 02.60 中定义。

丢弃。

GPRS 中定义了三种优先级：

- 高优先级 (high)；
- 一般优先级 (normal)；
- 低优先级 (low)。

优先级最高的服务享有资源的优先使用权；如果高优先级的服务已经得到了所需要的资源，将剩下的资源分配给一般优先级的服务；高优先级和一般优先级的用户都得到了所需资源之后，如果资源还有剩余，就将其分配给低优先级的服务。

2. 延迟

电路交换网络中，连接建立之后，用户数据（语音或数据）的延迟时间就是固定的。但 GPRS 网络子系统是一个分组交换网络，数据包可以通过不同路由，以存储转发的接力方式传送到目的地，这就使得数据包到达目的地所需的时间长短不一。对于有些应用，如 Internet 接入，延迟不是一个大问题；但对有些应用（如实时语音通话）来说，这却是不可忍受的。

注意：GPRS 并不是为实时业务设计的。但 GPRS 系统可以为用户提供实时的语音通信，这是通过时隙划分来实现的。即在 GPRS 系统中，采用 TDMA 方式传输语音（电路交换方式），采用分组的方式传输数据。

前面已经讲过，GSM 的一个载频分为 8 个时隙，在 GSM 系统中增加 GPRS 功能后，既可以增加新的载频，专门用于承载 GPRS 业务，也可以在现有 GSM 载频中分出若干个时隙供 GPRS 传输分组数据；还可以定义若干时隙供 GPRS 数据和 GSM 语音共享，在没有语音的情况下，这些时隙给 GPRS 用户使用，可提供较宽的数据传输带宽；当系统检测到新的语音呼叫请求时，自动减小 GPRS 数据传送带宽，空出一个时隙来处理这个语音请求。

这样就可以在尽量不影响话音呼叫服务等级的情况下，最大限度的提高系统资源的利用率。当然，为了保证数据传输的服务质量，也可以定义若干时隙只用于 GPRS 数据传输。

GPRS 系统中的时延包括空中接口的时延和 GPRS 网络内部的时延。

网络内部的时延包括：无线信道接入时延（上行）和无线信道分配时延（下行）；无线信道传输时延（上/下行）；GPRS 网络传输时延。如表 4-1 所示。

表 4-1 GPRS 网络内部的时延等级

延迟类别	SDU 大小 ≤128 字节		SDU 大小 ≤1024 字节	
	平均传输延迟(s)	95%传输延迟(s)	平均传输延迟(s)	95%传输延迟(s)
1	< 0.5	< 1.5	< 2	< 7
2	< 5	< 25	< 15	< 75
3	< 50	< 250	< 75	< 375
4(best effort)	未定义	未定义	未定义	未定义

SDU: Service Data Unit, 服务数据单元

注意：表中列出的只是 GPRS 网络内部的延迟时间，因为只有这部分延迟时间是可以由 GPRS 运营商来控制的。最大努力传送服务是指网络尽最大努力传输数据包，但不提供任何性能保证，服务性能不可预料的服务。最大努力传送服务（best effort）是对运营商最低级别的要求。

3. 可靠性

当一个数据包在 IP 网络上传输时，它有可能丢失、被重复传送或者被损坏，数据包到达目的地的顺序也有可能与其在发送端发送时的顺序不一致。

不同的应用对可靠性的要求不同，PTP-CLNS 服务对重复传送、丢包和数据包的无序到达并不敏感，也就是说，对可靠性的要求不是很高。但 PTP-CONS 服务要求建立面向连接的虚电路连接，对可靠性的要求就高得多了。

GPRS 网络支持三种不同的可靠性级别，如表 4-2 所示。

表 4-2 GPRS 网络支持的可靠性级别

可靠性级别	SDU 丢失概率	SDU 重发概率	SDU 失序到达概率	SDU 损坏概率	适用业务类型
1	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	对差错敏感,无纠错机制,有限的差错容忍能力
2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}	对差错敏感,无纠错机制,良好的差错容忍能力
3	10^{-2}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-2}	对差错不敏感,有纠错机制,良好的差错容忍能力

4. 吞吐量

GPRS 系统中可以用两个参数来衡量网络的吞吐量：

- 峰值吞吐量；
- 平均吞吐量。

(1) 峰值吞吐量级别

GPRS 的峰值吞吐量指单个 PDP 上下文* 的最大数据传输速率，有 9 个不同级别，如表 4-3 所示。级别 1 的峰值吞吐量最低，为 8 kbit/s，每增加一个级别，峰值吞吐量就翻倍，级别 9 的峰值吞吐量为 2 048 kbit/s。

* PDP 上下文的概念在《GPRS 传输》一章中会有具体的解释。

表 4-3 峰值吞吐量级别定义表

峰值吞吐量级别	每秒最大传送 bit 数
1	1 000 (8 kbit/s)
2	2 000 (16 kbit/s)
3	4 000 (32 kbit/s)
4	8 000 (64 kbit/s)
5	16 000 (128 kbit/s)
6	32 000 (256 kbit/s)
7	64 000 (512 kbit/s)
8	128 000 (1 024 kbit/s)
9	256 000 (2 048 kbit/s)

(2) 平均吞吐量级别：

GPRS 的平均吞吐量指单个 PDP 上下文所能提供的平均数据传输速率，有 19 个不同级别，如表 4-4 所示。级别 31 代表最大传送情况，级别 1 的平均数据传输速率为 100 bit 每小时（大约 0.22 bit/s）。除级别 31 外，级别越高，平均吞吐量越大，级别 18 的平均吞吐量可达 50 Mbit 每小时（约 111 kbit/s）。

表 4-4 平均吞吐量级别定义表

平均吞吐量级别	每小时平均传送 bit 数
1	100 (约 0.22 bit/s)
2	200 (约 0.44 bit/s)
3	500 (约 1.11 bit/s)
4	1 000 (约 2.2 bit/s)
5	2 000 (约 4.4 bit/s)
6	5 000 (约 11.1 bit/s)
7	10 000 (约 22 bit/s)

续 表

平均吞吐量级别	每小时平均传送 bit 数
8	20 000 (约 44 bit/s)
9	50 000 (约 111 bit/s)
10	100 000 (约 0.22 kbit/s)
11	200 000 (约 0.44 kbit/s)
12	500 000 (约 1.11 kbit/s)
13	1 000 000 (约 2.2 kbit/s)
14	2 000 000 (约 4.4 kbit/s)
15	5 000 000 (约 11.1 kbit/s)
16	10 000 000 (约 22 kbit/s)
17	20 000 000 (约 44 kbit/s)
18	50 000 000 (约 111 kbit/s)
31	Best effort

这两个参数都是针对 GPRS 会话* (session) (即单个 PDR 上文) 的, 可以在会话过程中重新协商。

4.2 GPRS 安全保证

无线网络没有固定网络安全, 这是因为任何人都可以在不影响运营商设备的同时, 侦听和发射无线电波。为了改进这种状况, 使网络可以防止欺骗性接入, 保证用户传输的信息的保密性, GSM 中定义了许多安全保证措施**, GPRS 继承并采纳了这

* GPRS 会话的概念在第六章中会有详细的描述。

** 有关安全性保证的内容, 在第 2 章《GPRS 的一些预备知识》中有详细的介绍, 这里只是大致总结一下。

些措施：

(1) 移动终端鉴别：防止未注册的用户接入。GPRS 继承了 GSM 的移动终端鉴别方法，采用 A3 算法，利用 Ki 密钥和一个随机数 (RAND) 在鉴权中心和 SIM 卡中生成加密响应 (SRES)，来确认 SIM 卡的有效性。

(2) 接入控制：根据运营商和用户事先协商好的条件，决定一个用户是否只能在指定区域内使用 GPRS 服务，享受一定级别的 QoS。

(3) 用户识别号 (IMSI) 的保密性：为了防止第三方知道用户的用户识别号，GSM 中通过使用 TMSI 来实现用户识别号的保密性。GPRS 中也采用了同样的方法，在无线传输路径中，用 PTMSI (分组-TMSI) 代替 IMSI，使得 IMSI 不必在不安全的无线传输路径中进行传输，从而保护了 IMSI 的安全。

(4) 用户信息加密：对用户在无线路径中传输的信息进行加密，防止第三方偷听。

注：和 GSM 一样，GPRS 中所有的安全功能几乎都涉及 SIM 卡，GPRS 手机使用的 SIM 卡和 GSM 手机的 SIM 卡相同，用户可直接在 GPRS 手机中使用原有 GSM 手机的 SIM 卡。

SIM 卡在 GSM 网络中可提供的安全保密功能如下：

(1) 用户个人身份号码 (PIN, Personal Identity Number)。PIN 用于控制对 SIM 卡的使用，只有输入正确的 PIN 码，移动台设备才能对 SIM 卡进行读取以及写入操作，才可以接入网络。每次呼叫结束或正常关机时，所有临时数据都将从移动台设备写入 SIM 卡中。

(2) 鉴权过程：鉴权过程用于在 GSM 网络和 SIM 卡之间，验证用户身份的合法性。鉴权过程一般在用户位置登记和发起入网呼叫时启动，防止非法用户越权使用，并可根据移动台设备情况关掉有故障的移动台，跟踪被盗移动台的位置，并阻断其

使用。

(3) 加密：主要用于无线接口，对用户数据进行加密处理。

(4) 使用临时移动用户识别号码 (TMSI)。当一个具有 IMSI 号码的移动台申请接入时网络指定一个 TMSI 给该用户，用于无线寻呼。TMSI 与 IMSI 之间没有固定不变的对应关系，保证了 IMSI 作为注册用户的特征号码之一不会轻易泄漏。

GSM 所有的安全功能都和 SIM 卡有关，实际上鉴权的主体是 SIM 卡而不是用户（或移动台设备）。而且 SIM 的设计使它很难被复制或伪造，可为网络 and 用户提供可靠的安全保障。

4.3 GPRS 移动终端分类

为满足未来用户的需要，GPRS 定义了三种不同的移动终端类别，A 类 (Class A)、B 类 (Class B) 和 C 类 (Class C)。

A 类：A 类的 GPRS 移动终端可同时使用 GSM 电路交换服务和 GSM GPRS 服务。用户可在通话的同时，通过 GPRS 链路收发数据。A 类的移动终端还允许传统 GSM 服务和 GPRS 服务的同时接入、激活和监控。

B 类：B 类的 GPRS 移动终端允许传统 GSM 业务和 GPRS 业务的同时接入、激活和监控。但不允许 GSM 和 GPRS 服务同时进行数据传输。例如，一个用户建立了 GPRS 数据连接，并且正在发送或接收数据包；这时，用户移动终端收到了一个来话指示，并且接听了该呼叫。当用户正在通话时，GPRS 虚拟连接被“挂起”或“示忙”，不可能用于数据传输。用户通话结束后，该 GPRS 虚连接才可能继续传输数据。

C 类：C 类的 GPRS 移动终端是一个纯粹的 GPRS 终端（只能支持 GPRS）或者既可支持 GSM 电路交换服务，也可支持 GPRS。后一种情况下，该移动终端必须在 GSM 和 GPRS 两种模

式之间来回切换，当切换至 GPRS 模式下时，用户可使用该终端发起或接收 GPRS 呼叫，但不能用其发起或接收 GSM 呼叫；同样，切换至 GSM 模式下时，用户可使用该终端发起或接收 GSM 呼叫，但不能用其发起或接收 GPRS 呼叫。

预计将来支持 GPRS 业务的终端将会包括移动电话、PC 卡、装有支持 TCP/IP 协议操作系统的笔记本电脑（如 Windows9x/NT/CE、MacOS 和 Linux）、个人数字助理（PDA）、以及一些专用设备。

4.4 GPRS 业务发展进程

引入一种新的业务，总是要经过许多步骤的。GPRS 业务的发展进程将包括标准化、基础设施的研制、网络试验、签订合约、网络实现、推出终端、应用的开展等。GPRS 的发展计划时间表大致如下：

- 1999 年，网络运营商开始进行网络试验并签署有关 GPRS 基础设施的商业合同；
- 2000 年，GPRS 基础设施并入 GSM 网络中；
- 2001 年，网络运营商开展 GPRS 商用业务，并且推广 GPRS，此后，新的 GPRS 特定的应用、更高的比特率、更大的网络容量解决方案、更好的终端性能成为可能，GPRS 的应用范围不断扩大；
- 2002 年，GPRS/EDGE 开始在实际应用中出现，GPRS 常规地加入到 GSM 移动电话系统中，并且应用率达到相当的程度；
- 2002 年到 2003 年，新一代的移动通信系统 UMTS 实现商用。

1. GPRS 可提供的信息内容相当广泛，其应用主要可分为：

(1) 横向应用

横向应用的特点是直接面向消费者，如 WWW 浏览、电子邮件收发、基于 WAP 的个人应用等。

(2) 纵向应用

纵向应用的特点是面向集团和企业，如信用卡确认 (POS)，保安系统 (电子监控)，GPS 自动定位跟踪业务 (运钞车定位跟踪)，电子商务，电子银行，远程商务洽谈，石油、天然气管道监测系统，气、水、电等远程读表，股票交易，仓库等要地的监控系统，调度系统，车队、船舶等的调度管理。

2. 具体地说，GPRS 可以为用户提供的应用有：

(1) 文本和图形信息

大量的内容，包括股票价格、体育新闻、天气、航班信息、新闻标题、催款通知、彩票结果、笑话、星象、交通、位置相关业务等在内的信息都可以被传送到移动电话用户。这些信息不一定要是文本的，也可以包含地图和图形或者其他类型的图像信息。

当传送长度一定的消息 (例如股票价格、体育比分或温度等消息) 时，160 个字符的短消息业务可以满足需要；然而当信息是细节描述性的消息 (例如星象或新闻故事等) 时，160 个字符就会显得太少了，只能接收到标题或没有实际内容的预报，不能满足用户的需求。当用户拥有 GPRS 设备时，可以用 GPRS 来获取细节描述性的消息，而 SMS 还可以继续被用于发送大多数简短的概括性信息。

(2) 静止图像

照片、图画、贺卡以及简报、静态网页等静止图像可以通过 GPRS 传送给移动用户。GPRS 可以从与 GPRS 无线设备相连的数

字镜头把图像直接贴到互联网网站上，允许几乎是实时的桌面出版。

(3) 活动图像

通信的发展方向是越来越少地使用文本，更多地使用图形、视频等多媒体方式来传送信息。无线通信也必然是这个趋势，从文本向图标、再向图片、再向视频消息转变，甚至可以通过移动设备来观看实时下载的电影。

在移动环境中传送活动图像有以下几个典型的应用：监视停车场或建筑，防止入侵者和小偷；从救护车向医院传送病人的活动图像。视频会议是活动图像的另外一种应用，它可以使人们不必集中到一个特定的物理场所内而召开一定规模的会议。

(4) 网页浏览

移动用户使用电路交换数据（目前 WAP 的主要承载方式）进行网页浏览的速度非常慢，数据从互联网服务器到达浏览器需要很长的时间，无法让用户满意。GPRS 的高速数据传输性能使其更加适于移动互联网浏览。

(5) 文件共享 / 合作工作

移动数据可以实现文件共享以及远程协同工作，允许不同的人在不同的地方共享同一份文档。移动数据还可以实现包括语音、文本、图片和视频在内的多媒体应用，可以应用在救火、对付抢劫、医疗、广告、建筑、新闻等活动中。

(6) 互联网 E-mail

通过 GPRS 实现的互联网电子邮件业务有两种处理方式，一种是不对消息进行存储的网关业务，另一种是存储消息的邮箱业务。在网关业务中，无线 E-mail 平台只是简单地把消息从 SMTP（互联网协议）翻译成为 SMS，并且发送到 SMS 中心。在邮箱 E-mail 业务的情况下，需要对 E-mail 进行存储，用户可以通过手机得到提示，然后去查看全文信息、回复信息或转发信息等。

通过把互联网 E-mail 与例如 SMS 或 GPRS 的告警装置链接起来，用户可以在接收到新 E-mail 的时候立即得到通知。

(7) 文件传递

GPRS 文件传递应用的信息源可以是 FTP, TELNET, HTTP 或 JAVA, 也可以是专用的数据库。无论需要传输什么类型的文件, 都需要集中的带宽。GPRS 可以根据需要, 将多个时隙绑定给一个用户使用, 因此能够在移动网络上满意地实现高速文件传递。

4.5 GPRS 的计费

灵活的资费政策是 GPRS 系统的一大特点 (也是其一大卖点)。GPRS 可以根据实际传送的数据量、提供的服务质量、连接建立的次数以及连接持续时间等采用不同的计费模式。以下是几种可能的 GPRS 计费方式:

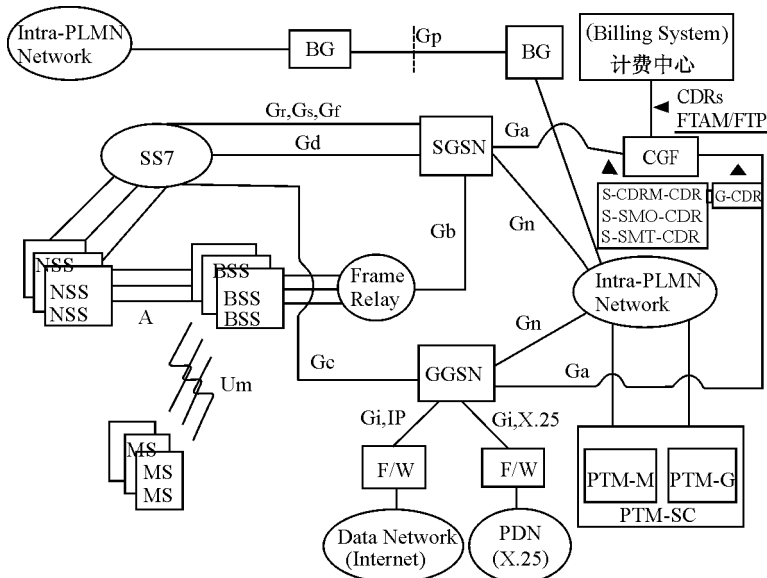
- 包月制收费: 用于 Internet 接入;
- 根据数据流量计费: 如文件传输;
- 根据使用时间计费: 如收发电子邮件;
- 按使用次数计费: 如金融数据传送或电子明信片等。

GPRS 的计费系统如图 4-2 所示。

GPRS 系统中的计费信息由 GPRS 网络中为某个移动台服务的所有 SGSN 和 GGSN 来收集提供。GPRS 运营商根据这些信息产生该用户的计费账单, 每个 GPRS 运营商收集和整理自己的计费信息。

SGSN 收集每个移动台在无线网内的计费信息, 而 GGSN 则收集每个移动台和外部数据网络通信的计费信息。SGSN 和 GGSN 还负责收集移动台用户使用 GPRS 网络内部资源的计费信息。计费信息由计费网关来收集和处理, 然后计费网关将所有计费信息传送到运营商的计费中心。对于匿名服务的接入, 将由业务提供

商付费。



F/W:防火墙

BG:边界网关

CGF: 计费网关 (功能单元)

Billing System:计费中心

CDR:Call Detail Record, 呼叫详细记录

SS7: No.7信令网络

Fram Relay: 帧中继

BSS: 基站子系统

NSS: 网络子系统

PTM-SC: 点对多点业务中心

PTM-M: 点对多点-多播业务

PTM-G: 点对多点-半组播业务

PLMN Network:公用大陆移动通信网

图 4-2 GPRS 的计费系统

5

GPRS 协议栈结构

本章主要介绍 GPRS 协议栈中定义的传输平面和信令平面。

5.1 传输平面

GPRS 中定义了一个分层的协议栈结构来实现用户信息的传送。同时，还定义了相应的控制机制，实现对信息传送的分级控制，如：检错、纠错、流量控制、复用和解复用、分段和重组等。

交换子系统的传输平面是基于分组交换的 IP 网络的。它通过 Gb 接口和基站子系统通信，保持彼此之间的相互独立，这就使得 GPRS 运营商向 UMTS 的过渡成为可能：运营商在网络子系统侧投资建设 GGSN 和 SGSN，不需对基站子系统作太大改动*，就可以为用户提供分组数据服务（即 GPRS 服务）。将来，运营商用 UMTS-BSS 替换掉现有的 GSM-BSS 后，不需对网络子系统侧的设备作太大改动，即可将系统升级至三代，可充分保护网络侧已有的投资。

* 如果 BSS 和 SGSN 通过帧中继（FR）连接的话，因为 GSM 系统的 BSS 不支持帧中继，所以需对 BSS 进行扩展。

GPRS 移动台和 SGSN 之间通过 SMDCP (SubNetwork Dependent Convergence Protocol) 协议建立逻辑连接。SMDCP PDU 通过 LLC (Logical Link Control, 逻辑链路控制) 层, 透明的经过基站子系统进行传输 (即 SMDCP PDU 不知道基站子系统的存在)。引入逻辑链路层的主要目的是在移动台和 SGSN 之间, 实现一个与用户无线子系统以及媒体接入技术无关的、相对稳定的接口。

GPRS 骨干网中采用“隧道”技术在 GSN 之间传输数据。

使用隧道传递的数据可以是不同协议的数据帧或包。隧道协议将其他协议的数据帧或包重新封装然后通过隧道发送。新的帧头提供路由信息, 以便通过互联网传递被封装的负载数据。

这里所说的隧道类似于点到点的连接 (可以想象, “隧道”就相当于两个通信节点之间的一条传输通道)。隧道技术使用点对点通信协议代替了交换连接, 通过路由网络来连接数据地址。隧道技术允许已授权的用户在任何时间、任何地点访问企业内部网络。通过隧道的建立, 可实现:

- 将数据流强制送到特定的地址;
- 隐藏私有的网络地址;
- 在 IP 网上传递非 IP 数据包;
- 提供数据安全支持。

GPRS 网络中用于实现隧道传送功能的协议叫做 GPRS 隧道协议 (GTP), GTP 在本章稍后的章节中还会有更详细的描述。

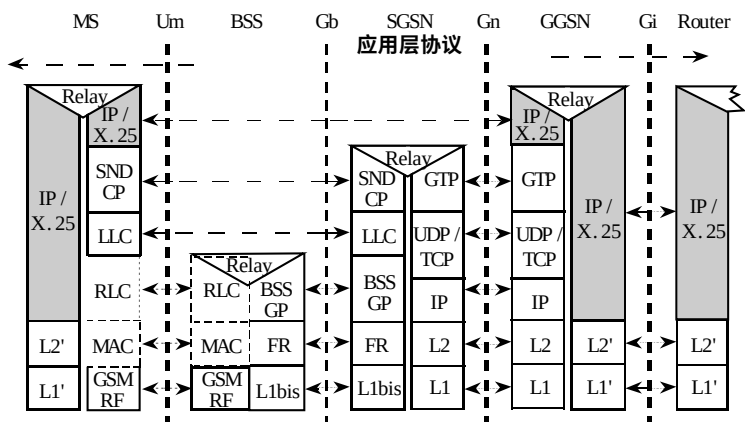
GPRS 传输平面结构如图 5-1 所示。

5.1.1 Um 接口的传输平面协议

1. 物理层

GPRS 系统 Um 接口的物理层可划分为无线射频层 (Radio Frequency) 和物理链路层, 如图 5-2 所示。

无线射频层是 GSM 的物理无线承载层, 其主要功能为:



BSSGP : BSS GPRS Protocol

GTP : GPRS Tunneling Protocol

LLC : Logical Link Control

MAC : Medium Access Control

RLC : Radio Link Control

SNDGP : Subnetwork Dependent Convergence Protocol

基站子系统 GPRS 协议

GPRS 隧道协议

逻辑链路控制协议

媒体接入控制协议

无线链路控制协议

依赖于网的汇聚协议

图 5-1 GPRS 传输平面

- 定义无线承载频率特性以及 GSM 无线信道的结构；
- 定义数据的无线调制方式（GSM-GMSK）；
- 定义射频的发送/接收特性以及性能要求。

GPRS 使用了 GSM 中定义的无线射频层，但将来可能会根据需要进行修改。

物理链路层提供移动台和网络之间的通信连接，使得多个移动台可以共享一条物理信道。物理链路层的主要功能有：

- 前向纠错编码，使系统可以检测并纠正传输中出现的误码；
- 逻辑信道的复用和映射；
- 无线子系统的连接控制和同步。

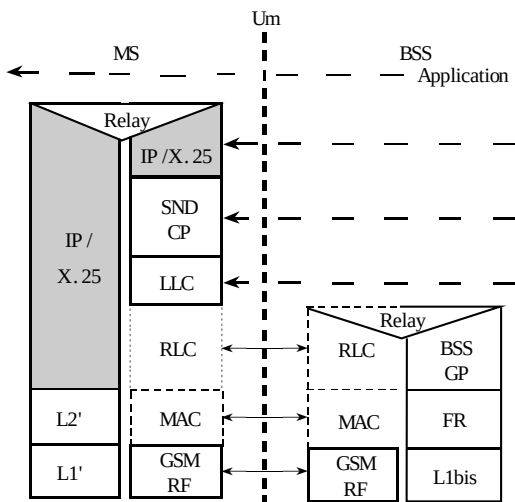


图 5-2 Um 接口的传输平面协议

2. 媒体接入控制层 (MAC 层)

媒体接入控制层 (MAC 层) 的主要作用是定义和分配空中接口的 GPRS 逻辑信道, 使得这些信道能被不同的移动台共享。MAC 采用时隙 ALOHA 预留协议对多个移动台接入进行控制, 并根据不同移动台的业务请求 (包括电路交换业务和 GPRS 业务) 通过无线资源管理协议对物理信道按 “容量指配” 原则进行动态分配。

GPRS 中定义的逻辑信道共有 3 类, 分别是公共控制信道、分组业务信道和 GPRS 广播信道。公共控制信道用来传送数据通信的控制信令, 具体又分为分组随机接入、寻呼、允许接入和通知等。分组业务信道用来传送分组数据。广播信道则是用来给移动台发送网络信息。媒体接入控制层和无线链路控制层 (RLC) 一起, 构成了 Um 接口 OSI 协议中的第二层——数据链路层。

GPRS Um 接口媒体接入控制层的主要功能有:

- 在网络控制下，实现数据信息以及控制信令信息在上行和下行链路中的有效复用；
- 实现移动台发起的信道接入（移动台为主叫），以及信道接入期间的冲突处理，包括冲突检测及恢复；
- 实现以移动台为终点的信道接入（移动台为被叫），包括信道的分配以及数据包的排队；
- 优先级处理。

3. 无线链路控制层

无线链路控制层（RLC）的主要功能是为上层协议提供可靠的无线通信链路，包括：

- 屏蔽掉媒体接入层（MAC），为逻辑链路控制层（LLC）提供与底层承载无关的通用接口；
- 根据需要，分段和重组逻辑链路层的数据包（LLC-PDU），如图 5-3 所示。
- 实现后向纠错功能，选择重发出错的数据包，这一过程也叫自动请求重发（Automatic Repeat Request, ARQ）。

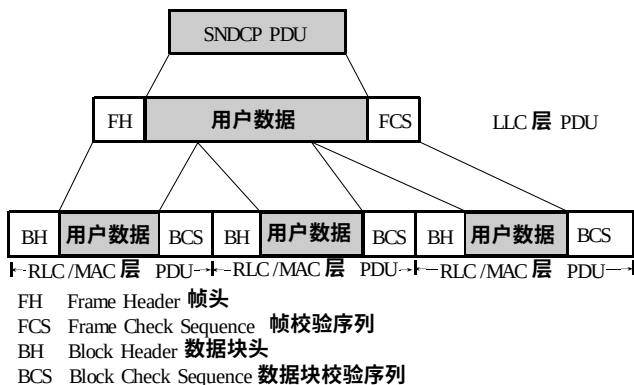


图 5-3 LLC PDU 拆分为 RLC 数据块

基站控制台 (BSC) 中的媒体接入层和无线链路控制层功能是由分组控制单元 (PCU) 负责实现的。

RLC/MAC 协议是在 GSM 04.60 [12] 规范中定义的。

4. 逻辑链路控制层

逻辑链路控制层 (LLC) 的主要功能是为上层协议提供与底层通信协议无关的、安全的、可靠的逻辑链路连接, 可用于传送信令、短消息以及 SMDCP PDU。

逻辑链路层提供两种信息传送方式: 有响应的传送方式和无响应的传送方式, 逻辑链路层可同时支持这两种方式。

在有响应的传送方式下, 接收端每接收到一个 LLC PDU 都会给出一个响应, 如果过了超时时间, 发送端仍未收到接收端发来的响应, 逻辑链路层将会重发这个数据包。

在无响应的传送方式下, 数据包发送出去之后, 一次传送就结束了, 接收端不会给出响应信息。信令信息和短消息就是采用这种方式传送的。

无响应的传送方式中, 如果传送过程中检测到数据包的数据域内出现错误, 用户可以选择将其丢弃或者忽略, 如何选择取决于传送的数据对错误的敏感度。

逻辑链路控制层和底层协议独立, 也就是说, 逻辑链路控制层可以运行在各种不同的无线接口协议之上。但为了达到最优的传输性能, 当运行在不同的底层协议上时, 需要对逻辑链路控制层的最大包长度和定时长度进行适配, 这种适配是通过移动台和 SGSN 之间的协商来实现的。除了 BSSGP 协议的控制消息, 逻辑链路控制层的最大 PDU 长度应不大于 1 600 字节。

逻辑链路层为用户提供了不同服务质量级别的传输时延长度及时延特性 (如时延抖动)。

逻辑链路层还可以支持数据的加密传输, 实现移动台 RLC/MAC 协议层之上, 以及 SGSN BSSGP 之上的直接数据加密。实现

了移动台和 SGSN 之间的加密信息传输服务，用户可以通过该服务，建立和 SGSN 之间的安全信息传送通路。

当移动台从 SGSN 管辖范围内的一个小区转移到另一个小区时，之前建立的逻辑链路连接依然保持不变；但当移动台进入由另一个 SGSN 管辖的小区内时，当前存在的连接被释放，移动台重新和其所所在小区的新的 SGSN 建立逻辑链路连接。

GPRS 的逻辑链路层协议在规范 GSM 04.64 中定义。

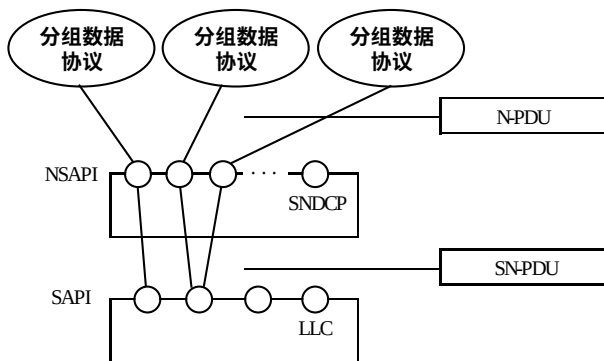
5. SNDCP

只有在网络层以上的协议才知道它们传送的内容是信令还是用户数据，网络层以下的协议不知道它们传送的数据的内容，传输时不做任何区分，以同样的方式进行传输。

网络层需要在多种不同的子网和数字链路上运行。GPRS 可以支持多种不同的网络层协议，使各种协议的实现对用户来说是透明的。为了保证在 GPRS 系统中引入新的网络层协议时不需对现有系统进行改造，实现网络层 PDU 在 GPRS 系统中的透明传输（即网络层 PDU 经过 GPRS 系统传送时，GPRS 不会对其做任何处理和改动）是引入 SNDCP（SubNetwork Dependent Convergence Protocol，依赖于子网的汇聚协议）的原因之一。

SNDCP 层可为多种不同的网络层协议提供服务，将来自不同的网络层实体的数据通过逻辑链路层提供的服务进行复用。如图 5-4 所示。

SNDCP 协议可为多种上层网络协议（IP，X.25，ATM）提供服务，提供数据的压缩/解压缩、高层分组头的压缩/解压缩、分组数据包的分段/重组等功能，保证网络层的协议数据单元（PDU）可以在 GPRS 网络中透明的传输。SNDCP 协议在 GSM 04.65 [14] 中有详尽的描述和定义。



NSAPI：是网络层业务接入点标识，用于标识 PDP 上下文；

SAPI：业务接入点标识，用于标识逻辑链路层向上层提供的服务（如信令传输、短消息和分组用户数据传输），SAPI 有不同的服务优先级。

图 5-4 利用 SNDCP 复用多种不同协议

5.1.2 Gb 接口（BSS-SGSN）的传输平面协议

Gb 接口允许多个用户采用帧中继方式复用同一条物理链路，有效带宽资源只有在用户实际进行数据传输时才临时分配给用户，数据传送结束后分配出去的带宽立即被收回。

1. 物理层协议

图 5-5 中的 L1 bis 代表 Gb 接口的物理层协议，L1 bis 是通过 E1/T1（PCMB0/PCM24）技术实现的。

2. 帧中继

Gb 接口的数据链路层是基于帧中继实现的。SGSN 和 BSS 通过帧中继虚电路进行连接，来自不同用户的 LLC PDU 统计复用这些虚电路。Gb 接口的用户数据和信令都是通过帧中继来传输的。

帧中继连接有以下特点：

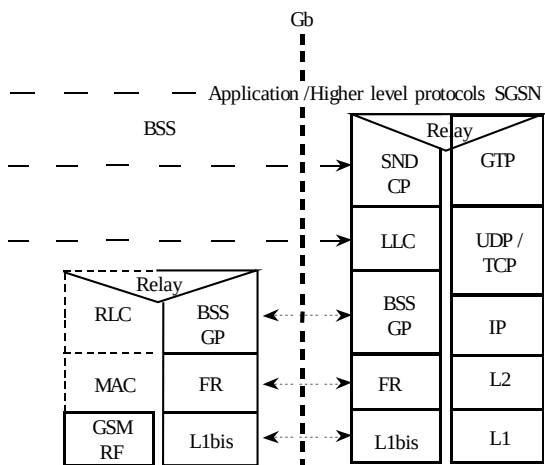


图 5-5 Gb 接口的传输平面协议

- 帧中继信息域的最大长度为 1 600 字节；
- 帧中继的地址长度为 2 个字节；
- 帧中继中采用了永久虚电路（Permanent Virtual Circuits, PVC）方式；
- Gb 接口可采用一条或多条永久虚电路来传送 BSSGP PDU。帧中继是在 GSM 05 系列中定义的。

3. 基站子系统 GPRS 协议（BSS GPRS Protocol, BSSGP）

BSSGP 用于在 BSS 和 SGSN 之间传送信令以及用户数据信息，其主要功能是在 BSS 和 SGSN 之间传送和路由选择以及服务质量（QoS）有关的信息。

BSSGP 协议与 SGSN 和 BSS 之间是一一对应的关系，也就是说，如果一个 SGSN 要管理多个 BSS，那么，SGSN 中对应每一个 BSS，都有一个相应的 BSSGP 设备。

BSSGP 在规范 GSM 08.18 中定义。

5.1.3 Gn 接口 (GGSN-SGSN) 的传输平面协议

Gn 接口构成了 GPRS 的骨干网。Gn 接口的传输层协议如图 5-6 所示。

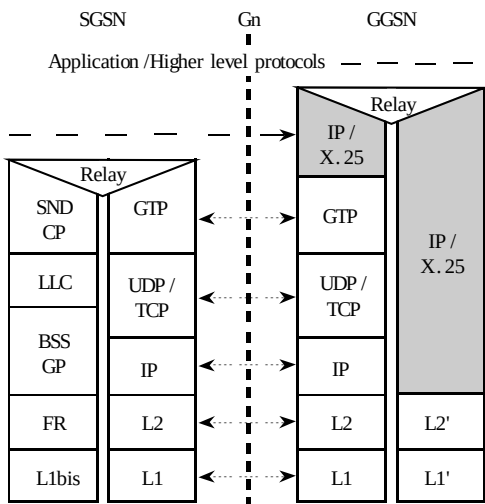


图 5-6 Gn 接口的传输层协议

Gn 接口的物理层协议 L1 和数据链路层协议 L2 都是依赖于设备提供商的。

Gn 接口中传递的 IP 数据包只能在 GPRS 骨干网内部使用。这是因为 GPRS 骨干网和 GPRS 用户使用的是不同的 IP 地址，这使得 GPRS 骨干 IP 网对用户来说是不可见的，反之亦然。GPRS 骨干网使用安全的 GPRS “隧道”来传送用户的 IP 或 X.25 数据流。GPRS 骨干网一开始可以是基于 IPv4 的，以后再逐步引入 IPv6。IPv4 在 RFC791 中定义。

所有来自移动用户以及外部网络的数据，在 GPRS 骨干网中，都通过“隧道”方式进行传输。

GPRS 骨干网的网络层协议是 IP 协议，传输层协议则是 TCP/UDP 协议。TCP 或 UDP 用于在 GPRS 骨干网络上承载 GPRS 隧道协议的协议数据分组。

TCP 提供了流量控制功能以及丢包、失序以及 GTP PDU 包损坏的保护功能，可以提供可靠的面向连接的数据传输。如果对可靠性的要求不是特别高，可以采用 UDP 协议来承载 GTP 包。UDP 仅提供对包损坏的保护功能。通常人们用 TCP 传送用户的 X.25 数据包，用 UDP 传送 IP 数据包以及 Gn 接口的信令。TCP 的详细描述和定义在 RFC 793 [42] 中，UDP 的详细描述和定义在 RFC 768 [39]。

GPRS 隧道协议（GTP）允许多种协议数据包在 GPRS 骨干网中的 GSN 之间通过“隧道”进行传输。GTP 可以根据实际需要扩展，这种扩展可以是非标准化的（私有的）。

GTP 既可以用于 Gn 接口（同一运营商的 GSN 之间），也可用于 Gp 接口（不同运营商的 GSN 之间）。GTP 根据所承载的协议需求，利用 TCP 或 UDP 协议来分别提供可靠的连接（如支持 X.25 的分组传输）和无连接服务（如 IP 分组）。

5.1.4 Gi 接口（GGSN-PDNs）的传输平面协议

对外部数据网来说，GGSN 的功能就是一台路由器。Gi 接口的传输平面协议如图 5-7 所示。

(1) L1, L2

L1 和 L2 代表 GPRS 系统和外部数据网络通信时所用的物理层和链路层协议。L1 和 L2 功能由 GPRS 和 PDN 运营商协商决定，不在 GPRS 建议定义的范围之内。

(2) IP / X.25

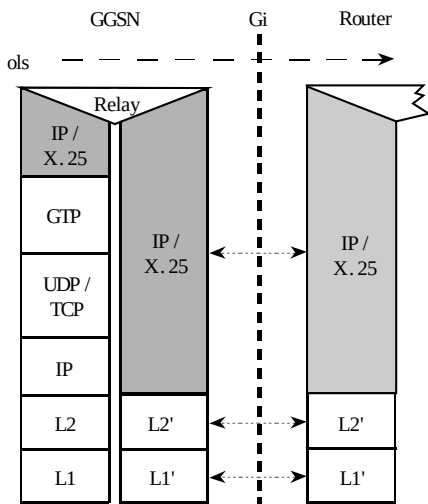


图 5-7 Gi 接口的传输平面协议

IP 和 X.25 是分组交换网络中的网络层协议。GGSN 在 Gi 接口至少应该支持这两种协议中的一种，完成一个数据网中的路由功能。GGSN 必须支持数据报格式的适配以及选路功能。

5.2 信令平面

信令平面的主要功能为传输信令，以控制和支持传输平面中定义的功能，包括：

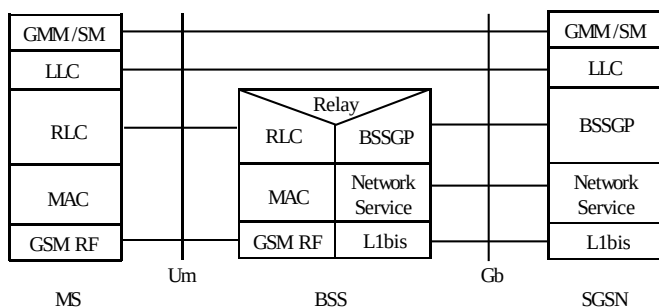
- 控制 GPRS 网络的接入，如对“attach”和“detach”操作的控制；
- 控制接入的属性，如激活一个 PDP 地址；
- 支持用户在 GPRS 网络内部的移动性；

- 根据用户需要，为其分配网络资源；
- 提供附加业务。

移动台和 SGSN 之间，SGSN 和 HLR 之间，SGSN 和 EIR 之间，SGSN 和 MSC/VLR 之间，SGSN 和 SMS-GMSC 或 SMS-IW MSC 之间，GSN 之间，GGSN 和 HLR 之间，都有信令的交互。

5.2.1 移动台和 SGSN 之间（Um 接口）的信令平面

GPRS 移动台和 SGSN 之间既有用户数据的交互，也有信令的交互。它们之间的信令平面如图 5-8 所示：



GMM: GPRS Mobility Management GPRS 移动性管理

SM: Session Management 会话管理

图 5-8 移动台和 SGSN 之间的信令平面

移动台和 SGSN 之间用户数据的传送采用 SNDCP 协议（在传输平面中定义），传送过程中，SNDCP 协议可以实现对用户数据的压缩、拆分和复用。SNDCP 通过业务接入点，利用逻辑链路层提供的服务来实现上述功能。

逻辑链路层协议不仅可以为 SNDCP 协议提供服务（在传输平面），还可以为 GPRS 移动管理和会话管理协议（在信令平面），以及短消息协议提供服务。

GPRS 移动管理和会话管理（GMM/SM）协议主要负责 GPRS 移动台和 SGSN 之间的移动性管理和会话管理，过程如下：

- 连接到 GSM（GPRS attach）；
- 路由区域更新；
- PDP 上下文激活和释放。

GSM 中，为了实现移动性管理，MSC/VLR 和归属位置寄存器（HLR）之间的信令交互是必不可少的，如实现位置更新和用户身份验证。同样，在 GPRS 中实现移动性管理也少不了 SGSN 和 HLR 之间的信令交互。因为 SGSN 是一个新的网络元素，为了和它进行通信，必须对现有的 HLR 进行扩展。

5.2.2 SGSN-HLR / EIR / SMS-GMS, GGSN-HLR 之间的信令平面协议

在 GSM 系统中得到广泛应用的 7 号信令在 GPRS 中仍然起着至关重要的作用。Gr（SGSN 和 HLR 之间的接口）、Gf（SGSN 和 EIR 之间的接口）、Gd（SGSN 和 SMS-GMSC 之间的接口）以及 Gc（GGSN 和 HLR 之间的接口）接口的实现都采用了 7 号信令。其中的消息传输部分（Message Transfer Part，MTP）以及信令连接控制部分（Signalling Connection Control Part，SCCP）和事务处理应用部分（Transaction Capabilities Application Parts，TCAP）都没有做任何改动。如图 5-9 所示。

1. 移动应用协议（Mobile Application Part，MAP）

该协议支持 Gr，Gf，Gd 和 Gc 接口上的信令传输，MAP 协议在 GSM 09.02 建议中定义，但为了实现 GPRS 中的移动性管理，对其功能进行了必要的扩展。

2. 消息传输部分（MTP）

MTP 是 7 号信令协议栈中 1 ~ 3 层的协议，MTP 的主要功能

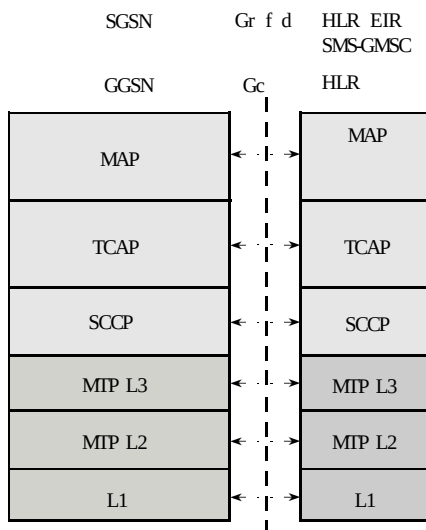


图 5-9 Gr, Gf, Gd, Gc 接口的信令平面

是提供一个可靠的信令传输系统，保证两个不同节点用户部分之间信令消息的传递无差错、不丢失、不错序、不重复。MIP 只负责信令消息的传输，可以分为三个功能级：

信令数据链路功能级：定义了传输信令的信令数据链路的物理、电气和功能特性以及链路接入方法，是信令传输的物理介质。

信令链路功能级：定义了信令消息在一条信令数据链路上传输的功能和流程。第二级功能和第一级功能的配合，为两点之间的信令消息传递提供了一条可靠的信令链路。它的功能包括：信令单元的定界、信令单元的定位、差错检测、差错校正、初始定位、信令链路差错率监视和流量控制等。

信令网功能级：定义了信令点之间传输信令消息的功能和流程。在消息的实际传递过程中，将消息传至适当的信令链路或

用户部分；当遇到故障时，完成信令网的重新组合；当遇到拥塞时，完成信令流量的控制。信令网功能包括信令消息处理和信令网管理两部分。

3. 信令连接控制部分 (SCCP)

SCCP 用于传递各种与电路无关的信令消息，它具有增强的寻址功能，可以在全球互连的不同 7 号信令网之间实现信令的直接传输。SCCP 既可以支持无连接业务，也可以支持面向连接的业务。

4. 事务处理应用部分 (TCAP)

TCAP 在 GPRS 中，主要是为 MAP 协议提供服务。TCAP 协议的用户有一个共同特点：需要和网络中的数据库联系，如果按传统的方法为这些应用专门设计一组消息类型，不但效率低，而且协议管理也比较复杂。因此，人们希望能够将消息传递功能和呼叫控制功能分离开，制定一个和传送电路无关的协议，该协议的流程和具体应用无关，——这就是 TCAP 协议。

消息传递部分 (MTP) 和信令连接控制部分 (SCCP) 是 TCAP 业务的提供者，TCAP 利用 SCCP 传送信息。当传输的信息量小，但实时性要求较高时，SCCP 采用无连接方式；当传送的信息量大、但实时性要求比较低时，SCCP 采用面向连接的方式。

因为 GTP 协议是 GSN 必须支持的协议，而 7 号信令是 HLR 与外界通信时使用的协议，GGSN 和 HLR 进行信令交互时：如果 GGSN 有 7 号信令接口，那么 GGSN 和 HLR 之间可以直接使用 MAP 协议；如果 GGSN 没有 7 号信令接口，那么同一移动网络中的任何具有 7 号信令接口的 GSN 都可以作为 GTP-MAP 协议的转换器，GGSN 可通过该 GSN 的转接，实现和 HLR 的信令交互。

5.2.3 SGSN 和 MSC/VLR 之间 (Gs 接口) 的信令平面协议

Gs 接口中采用了 A 接口 (在 GSM Rec. 09.16 中定义) 的 7 号信令协议, 但对基站子系统应用协议 (BSSGP) 进行了一些修改, 如图 5-10 所示。

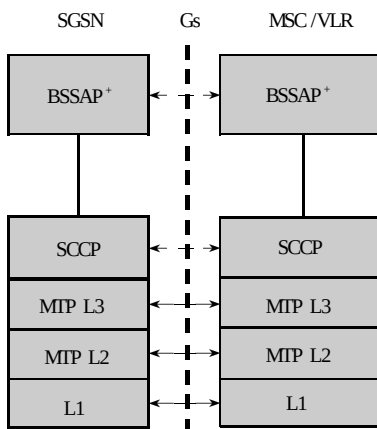


图 5-10 Gs 接口的信令平面协议

BSSAP+ 是 BSSAP 协议的一个子集, 运行在信令平面上, 支持 SGSN 和 MSC/VLR 之间的信令传输; 管理语音和数据连接的寻呼、优化移动用户的寻呼、负责 MS 的位置和路由更新等。BSSAP+ 在 GSM Rec. 09.18 规范中定义。

5.2.4 GSN 之间的信令平面协议

Gn 接口的信令平面协议如图 5-11 所示。

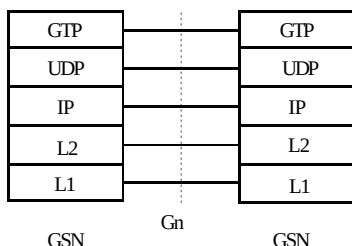


图 5-11 Gn 接口的信令平面协议

GSN 之间也需要进行信令交换，因为它们之间的通信是基于分组交换网络的，因此数据和信令的传输是在一起的，其协议栈结构也相似，如图 5-11 所示。

(1) GPRS 隧道协议

隧道协议用于在 SGSN 和 GGSN 之间或 SGSN 之间传送用户数据或信令。

(2) 用户数据报协议 (UDP)

该协议用于在 GSN 之间的信令消息传送，IP 骨干网可能采用 IPv4 或 IPv6 地址。

6

GPRS 传输

本章主要介绍 GPRS 系统中的移动性管理和会话管理。

GPRS 的移动性管理和 GSM 的移动性管理很相似，都是为了解决两个方面的问题：

- 移动台如何适应不断变化的环境；
- 网络交换子系统如何管理用户位置数据，从而有效地建立对用户的呼叫。

如果允许用户在各自独立运行的网络之间漫游，实现对 GPRS 用户移动性的自动管理，技术上难点主要集中在两个方面：

- 移动台以什么方式选择蜂窝和网络；
- 网络交换子系统如何管理用户的位置数据，主要是如何获取和更新 GPRS 用户的位置信息。

除了移动性管理，GPRS 系统中还应该实现会话管理（Session Management），GPRS 会话管理是指 GPRS 移动台和外部数据网之间的连接控制管理。

一个能够正常使用的 GPRS 移动台，如果没有开机，网络是无法得知它的位置的；这时尽管 SIM 卡和 HLR 中存放有该移动台的信息，但 VLR 中并没有和其相关的数据。移动台开机时，向 MSC/VLR 发送位置登记报文，同时更新 SGSN 中的位置信息

(GSM 系统只需更新 MSC/VLR 中的信息)。

GPRS 的用户信息可以分为 4 类：标识、位置、业务和鉴权数据。

这些信息在网络中的存储位置如表 6-1 所示：

表 6-1 用户信息类型及其存放位置

类 别	组 成	存放位置
标 识	IMSI	SIM 卡, HLR, VLR, SGSN, GGSN
	TMSI	VLR, SGSN
	IP 地址	MS, SGSN, GGSN
位 置	VLR 地址	HLR
	定位区 (LA)	SGSN, VLR
	SGSN	HLR, VLR
	路由区 (RA)	SGSN
业 务	基本业务 附加业务 电路交换承载业务 GPRS 业务	HLR
	基本业务 附加业务 电路交换承载业务	VLR
	GPRS 业务	SGSN
鉴权数据	Ki, 算法	SIM, AUC
	三参数组	VLR, SGSN, HLR

GPRS 移动台不仅仅是一个电话,它更像是一个内置了数据网络适配器的数据终端。和普通的连在网上的 PC 一样,GPRS 移动台也有自己的标识和地址,GPRS 系统使用的地址格式和 Internet 使用的地址格式一样,都是 IP 地址。

GPRS 移动台在接入网络之前,必须先通知网络,网络得到这

个通知之后,会为其分配一个 IP 地址。

GPRS 移动台连接到网络上的过程可以分为两个阶段:

(1) 连接到 GSM

这一过程也叫做 GPRS“attach”,GPRS 移动台开机后,向网络发送一个“attach”消息,SGSN 得到该消息后,向 HLR 请求有关用户数据并验证用户身份,决定是否允许移动台接入网络。

(2) 连接到 IP 网络

这一过程也叫 PDP 上下文激活,GPRS 移动台完成“attach”之后,网络会为其分配一个 IP 地址,使其成为 IP 网络的一部分。

一个 GPRS 用户可能有一个静态 IP 地址:该 IP 地址固定分配给某个用户,用户每次上网都使用同一个 IP 地址;或者有一个动态 IP 地址:每次开始新的一个会话时,网络都随机为用户重新分配一次 IP 地址。

6.1 GPRS 标识

标识在这里既可以做名词(n. identity),表示唯一确定一个用户的符号;也可以做动词(v. identify),表示唯一确定一个用户的过程。

GSM 和 GPRS 系统中都定义了一系列标识(n.)来唯一地标识(v.)一个用户,这些标识可用于用户的身份识别、鉴权以及跟踪。GSM 中定义的标识有:

(1) IMSI:国际移动用户识别码

GSM 系统中,IMSI 是唯一地识别一个移动用户的号码,是每个移动用户的唯一身份标识。IMSI 是一个长度为 15 位的号码,它永久性的标识一个注册用户,在包括用户漫游区域在内的所有地方都是有效的。用户不需要知道自己的 IMSI,IMSI 存储在 SIM 卡和 HLR 中,当用户进行漫游时,其漫游区域的 VLR 中也临时登记

有该用户的 IMSI。IMSI 必须出现在呼叫建立、位置更新以及其他所有和用户身份相关信令中,用于唯一标识用户。

IMSI 结构如图 6-1 所示。



图 6-1 IMSI 结构

- 移动国家码(MCC):由三个数字组成,唯一标识移动用户所属国家。中国的移动国家码为 460。
- 移动网号(MNC) 标识移动用户所属的移动网。我国 900 MHz TDMA 数字公用蜂窝移动通信网为 00。
- 移动用户识别码(MSIN):用于唯一识别 GSM 网络中的移动用户。

(2) MSISDN 移动台的 ISDN 号码

MSISDN 是用户呼叫 GSM 系统中的移动用户时需要拨出的号码,也就是移动用户的电话号码。

MSISDN 结构如图 6-2 所示。

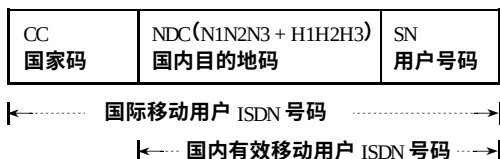


图 6-2 MSISDN 结构

我国 CC 为 86。国内有效移动用户 ISDN 号码为一个 11 位数字的等长号码,如:13910123456。

(3) IMEI:国际移动设备识别码

IMEI 用于唯一标识一个移动台设备,为一个 15 位数字的号码,其结构如图 6-3 所示。

TAC (6 位) 型号批准码	FAC(2 位) 工厂装配码	SNR(6 位) 序列码	SP(1 位) 备用
--------------------	-------------------	-----------------	---------------

图 6-3 IMEI 结构

- 型号批准码(TAC) 由欧洲型号认证中心分配;
- 工厂装配码(FAC) 由厂家编码,标识生产厂家及装配地;
- 序列号(SNR) 由厂家分配;
- 备用(SP)。

(4) TMSI 临时移动用户标识符

为了对 IMSI 保密,定义了 TMSI。TMSI 是一个 4 字节的 BCD 编码,只在一个移动区内(本地)有效;TMSI 在本地和 IMSI 是一一对应的,当呼叫建立和位置更新时,空中接口传输信令时使用 TMSI 来唯一标识用户,这就避免了 IMSI 在空中接口的传输,提高了 IMSI 的保密性。

(5) LAI 定位区标识

LAI 用于位置识别和位置更新。LAI 由三部分组成:

MCC + MNC + LAC

MCC 和 MNC 前面已经介绍过了。LAC 为定位区码,是一个 2 字节的 BCD 编码。

(6) CGI 全球小区标识

在 GSM 系统内唯一标识一个小区,CGI 包括 LAI 和 CI (小区标识,cell identity)。

$CGI = LAI + CI = MCC + MNC + LAC + CI$

CI 为一个 2 字节的 BCD 编码,由各 MSC 自定。

GPRS 系统中除保留了现有的 GSM 标识外,还引入了一些新的 GPRS 所特有的标识,如图 6-4 所示,这里只列出其中的一部分。

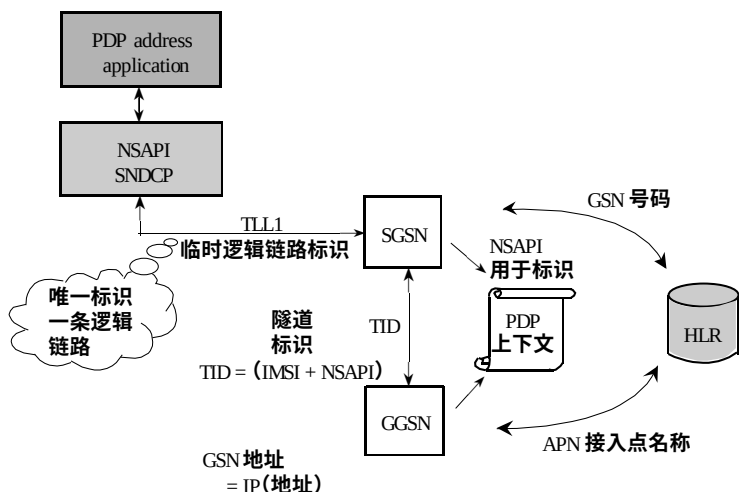


图 6-4 GPRS 中的标识

1. 与用户位置有关的标识

(1) 路由寻址区标识 (RAI)

该标识由运营商定义,通过 BCCH 信道广播。一个路由寻址区可以包括若干个小区。移动终端离开一个路由寻址区标识 (RAI) 覆盖的范围,就会触发一个路由寻址区更新过程。

GPRS 中路由寻址区标识的功能和 GSM 中 LAI 的功能相似,但比 LAI 更为精确,一个路由寻址区覆盖的范围是一个定位区的子集。

$$\text{RAI} = \text{LAI} + \text{RAC} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{LAC} + \text{RAC}$$

(RAC: Routing Area Code, 路由寻址区代码)

(2) 全球小区标识 (CGI)

全球小区标识 (CGI) 用于唯一的标识一个小区,该标识由 LAI 和 CI 组成,和 RAI 无关。如图 6-5 所示。



图 6-5 全球小区定位标识和路由寻址标识的比较

2. 用户身份标识以及与业务相关的标识

(1) 国际移动用户识别码 (IMSI)

国际移动用户识别码是分配给每个 GSM 用户的唯一号码，GPRS 也采用该识别码作为标识自己用户身份的手段。

(2) 分组临时用户移动标识符 (P-TMSI)

这个标识符分配给每个连接在 GPRS 网络上的移动台，P-TMSI 的作用类似 TMSI，结构也相似，都是由四个字节组成。P-TMSI 的结构和编码方式可以由运营商或设备制造商根据实际需要来决定。TMSI 和 P-TMSI 依靠它们前两个比特的值来区分；11 代表 P-TMSI；00，01，10 代表 TMSI。

(3) PDP 地址

一个 GPRS 用户可以用 IMSI 来唯一标识。

但在网络层，是通过一个或多个网络层地址来标识用户的。用户网络层的地址就是其 PDP 地址，该地址可临时或永久性地分配给一个用户。PDP 地址可以是 IPv4 地址，也可以是 X.121 地址。

PDP 上下文的激活、修改和使失效是移动管理过程的一部分，其实也就是 PDP 地址激活和使失效的过程。

(4) 网络层服务接入点标识 (NSAPI) 和临时逻辑链路标识符 (TLLI)

如何唯一标识移动台和 SGSN 之间的逻辑链路是 GPRS 中的一个重要问题。

在一个路由区 (RA) 内, 可以用 NSAPI/TLLI 标识符对来标识移动台和 SGSN 之间的逻辑链路。

NSAPI 是网络层服务接入点标识, 用于标识 PDP 上下文; TLLI 是临时逻辑链路标识, 用于定义一个路由区内, MS 和 SGSN 之间的一一对应关系。TLLI 只对该 MS 和 SGSN 是可见的, 也就是说, 其他网络元素或用户都觉察不到 TLLI 的存在。

NSAPI 用于标识 SMDCP 和上层协议之间进行通信的服务接入点。例如, 如果必须从移动台传送一个 IP 数据包到 SGSN, 该 IP 数据包被封装好之后通过 NSAPI 传送给 SMDCP 层。在 SGSN 和 GGSN 中, NSAPI 被用于标识和移动台相关的 PDP 上下文。

(5) 隧道标识符 (TID)

隧道协议用 TID 来标识一个 PDP 上下文, TID 是 IMSI 和 NSAPI 的组合, 可唯一标识一个 PDP 上下文。

(6) GSN 地址

每个 GSN 都有各自的 GSN IP 地址和相应的主机名 (DNS name)。每个需要和 HLR 或 VLR 通信的 GSN, 都需要有一个基于 SS7 的 GSN 号码。

GPRS 骨干网为每个 GGSN 都指定了一个唯一的接入点名称 (Access Point Name, APN)。

6.2 GPRS 移动性管理

6.2.1 GPRS 中的路由区域

GPRS 系统中的移动性管理和现有 GSM 系统中的移动性管理非常相似, 都用于跟踪一个移动台在 PLMN 网内的当前位置。不同的是, GPRS 系统中引入了一个新的和位置有关的概念: 路由区域 (RA)。

路由区域由一个或多个小区 (cell) 组成, 路由区域的范围不能比定位区域 (LA) 大, 也就是说, 路由区域包含在定位区域内, 最大可以和其所在的定位区域一样大。路由区域可以被认为是一个 IP 子网。

一个路由区域内有、而且只能有一个 SGSN; 但一个 SGSN 可以为多个路由区域提供服务。

路由区域由 RAI (路由区域标识) 来唯一标识, RAI 由运营商制订并在其标识的路由区域内进行广播。当移动台从一个小区进入另一个小区时, 它会监听系统中广播的 RAI, 确定自己是否跨越了路由区域, 如果用户从一个小区进入另一个小区的同时, 也从一个路由区域进入了另一个路由区域, 那么移动台就应发起一个路由区域更新过程。

$$RAI = MCC + MNC + LAC + RAC = LAI + RAC$$

$$LAI = MCC + MNC + LAC$$

6.2.2 移动管理状态

GPRS 定义了三种移动管理状态, 对 GPRS 用户的移动性管理体现为移动台在三种移动管理状态之间的相互转换。移动台总是处于三种状态之一, 这三种状态分别为:

- IDLE 状态;
- STANDBY 状态;
- READY 状态。

当移动台还未开机或者没有进行 GPRS 连接 (attach) 时, 处于 IDLE 状态; 当移动台正在进行数据传输时, 处于 READY 状态; 移动台已完成 GPRS 连接, 但没有传输数据时, 处于 STANDBY 状态。

三种移动管理状态之间的相互转移依赖于事件激活或者超时, 如图 6-6 所示, 当移动台处于 STANDBY 状态时, SGSN 知道

移动台所在的路由区域；当移动台处于 READY 状态时，SGSN 知道移动台所在的小区（cell）。

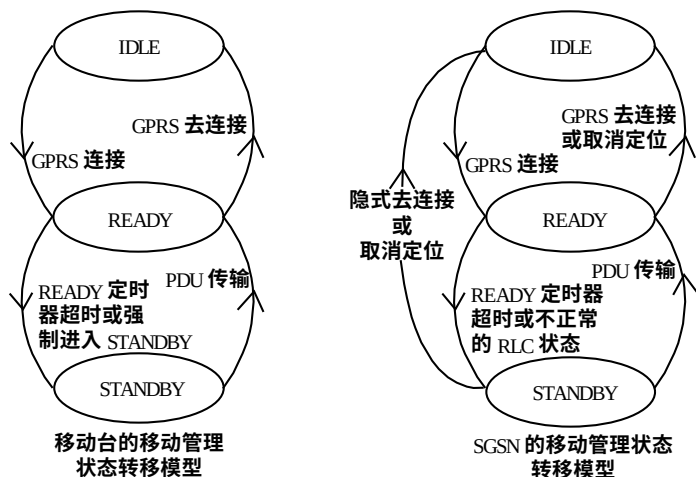


图 6-6 移动管理状态转移模型

1. 在 IDLE 状态下

当用户的手机处于关机状态时，它处于 IDLE 状态，网络对移动台此时所在的位置一无所知。用户开机以后，移动台所做的第一件事就是执行 GPRS 连接（attach）过程，完成之后，移动台处于 READY 状态。此时，移动台可以收发短消息；如果网络中实现了 VLR 和 SGSN 之间的接口，用户还可以通过 SGSN 接收电路交换业务的寻呼信息；但是这时用户还不可以上网浏览。用户此时还不能从外部网络收发数据包，这是因为此时用户和外部网络之间还没有可用的 PDP 上下文，移动台尚未建立与外部数据网络的连接。

2. 在 READY 状态下

(1) GPRS 连接（attach）过程已经执行过了，移动台和

SGSN 之间的移动管理上下文也已经建立，网络知道此时移动台在哪个小区中（定位精确到小区）。

(2) 移动台可以接收和发送数据，如果移动台要向外部 IP 网络发送数据，还需要激活一个 PDP 上下文。SGSN 无需进行寻呼就可以随时向移动台传送数据，移动台也可以随时向 SGSN 发送数据。

(3) 移动台可以“激活”或者“去激活”PDP 上下文。

在 READY 状态下，移动台只有在发送或接收数据时才占用无线资源，移动台采用非连续的传输方式（DTX/DRX），以节省移动台耗电，延长移动台电池的使用时间。

用户进入 READY 状态之后，启动一个定时器，当该定时器超时，以动态从 READY 状态转移到 STANDBY 状态。

3. 在 STANDBY 状态下

(1) 移动管理上下文已经建立（即已经执行了 GPRS 连接过程），网络知道此时移动台在哪个路由区域（定位精确到路由区域级）。

(2) 一旦移动台发送或接收数据，移动管理状态就转移到 READY 状态。

(3) 移动台可以通过 SGSN 接收电路交换服务的寻呼信息。

(4) 此时还不能进行数据传输（一旦进行数据传输，就不是 STANDBY 状态，而是 READY 状态了）。

STANDBY 状态中也有一个定时器，叫做移动台可达定时器，从移动台进入 STANDBY 状态起，该定时器就开始计时，如果定时器超时，网络就可以执行“去连接（detach）”过程，移动台进入 IDLE 状态，移动管理上下文被删除。

6.2.3 GPRS 连接（attach）和去连接（detach）

通过 GPRS “连接”和“去连接”过程，GPRS 移动台可以建立和结束与 GPRS 网络的连接。这两个过程都是由移动台发起

的，SGSN 对移动台发起的“连接”和“去连接”请求进行处理。GPRS“连接”成功执行的结果是移动台进入 READY 状态，移动管理上下文在 SGSN 中建立。

GPRS“连接”的建立过程如图 6-7 所示。

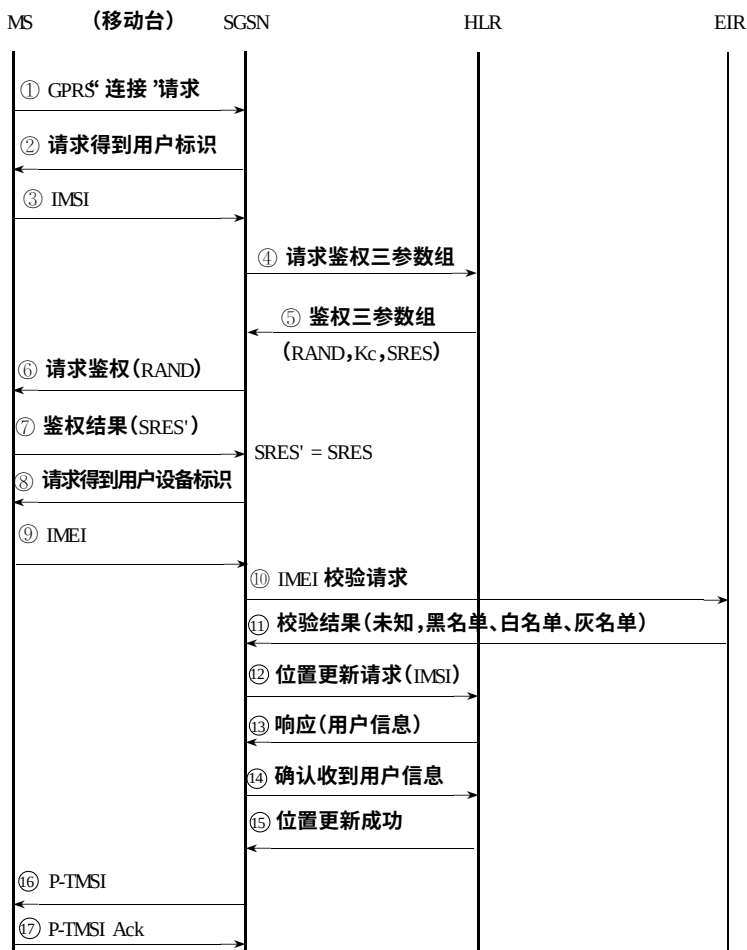


图 6-7 GPRS“连接”建立过程

(1) 移动台向 SGSN 发送 GPRS “连接请求”，网络知道了该移动台的存在；

(2) SGSN 向移动台发送用户标识请求；

(3) 移动台将自己的 IMSI 发送给 SGSN，此时，SGSN 中还没有用户的鉴权信息；

(4) SGSN 向 HLR 请求该用户的鉴权三参数组 (RAND, Kc, SRES)，鉴权中心负责生成所需的三参数组；

(5) HLR 将用户的鉴权三参数组发送给 SGSN；

(6) SGSN 向移动台发送鉴权请求 (请求参数为：RAND)，移动台 SIM 卡根据收到的 RAND 和约定算法，计算出 SRES'；

(7) 移动台将计算出来的 SRES' 返回给 SGSN，若 SRES' = SRES，则该用户为合法用户，否则不是；完成用户的身份鉴权之后，将检查用户设备 (IMEI) 的合法性；

(8) SGSN 向移动台发送 IMEI 请求；

(9) 移动台将自己的 IMEI 传送给 SGSN；

(10) SGSN 向 EIR 发送 IMEI 校验请求；

(11) EIR 向 SGSN 返回校验结果 (未知设备，在白名单中，在灰名单中，在黑名单中)；若校验结果为该移动设备在白名单中，则说明该用户设备可正常使用，此时应执行位置更新操作；

(12) SGSN 向 HLR 发送位置更新请求 (请求参数为：IMSI)；

(13) HLR 响应该请求，并将相关用户信息传送给 SGSN；

(14) SGSN 向 HLR 发送已收到用户信息的确认；

(15) HLR 返回一个位置更新成功响应；

(16) SGSN 至此已接受了 GPRS 连接，并向移动台返回一个 P-TMSI；P-TMSI 是 GPRS 移动台在通信过程中使用的“别名”，就像 TMSI 是 GSM 移动台的“别名”一样。

(17) 移动台确认它收到了该 P-TMSI。

TLI (临时逻辑链路标识) 是由 P-TMSI 派生出来的，TLI

用于标识移动台和 SGSN 之间的连接。

GPRS “连接” 完成之后，移动管理上下文就建立了。SGSN 可以开始跟踪移动台在 PLMN 中的位置了。此时，移动台可以收发短消息，但还不能收发其他数据。开始收发其他数据之前必须先激活 PDP 上下文。

如果 GPRS 用户希望结束 GPRS 网络中的一个连接，需启动 GPRS “去连接” 过程，GPRS “去连接” 过程将移动管理状态置为 IDLE，同时删除 SGSN 和移动台中的移动管理上下文。当 STANDBY 状态的定时器超时，也会隐式执行 GPRS “去连接” 操作。“去连接” 过程一般由移动台发起，但也可以由网络发起。

6.2.4 位置管理

位置管理其实就是当用户从一个小区进入另一个小区，或者从一个路由区域进入另一个路由区域时执行的一系列移动管理过程，此外，位置管理还包括周期性的路由区域更新，检查在一段时间内未发起路由区域更新请求的用户是否可达（处于 READY 或 STANDBY 状态）。

当移动台处于 READY 状态时，如果它从一个小区进入同一路由区域内的另一个小区，会触发一个“小区更新”的过程。这有些类似于 GSM 中的小区切换（handover）。小区更新过程中，所有的数据传输都将被暂停（halt）。如果此时移动台或者 SGSN 正在传送数据，那么在小区更新期间传送的数据将被缓存在 SGSN 的缓冲区中或者丢失重传。我们也把小区更新叫做小区重选。

如果移动台从一个路由区域的小区进入另一个路由区域的小区，就必须执行路由区域更新。前面已经讲到过，一个 SGSN 可能会同时管辖多个路由区域；当移动台进入的路由区域与其刚刚离开的路由区域归不同的 SGSN 管辖时，执行 Inter-SGSN 路由区域更新过程；当移动台进入的路由区域与其刚刚离开的路由区域

由相同的 SGSN 管辖时，执行 Intra-SGSN 路由区域更新过程。

Intra-SGSN 路由区域的更新过程如图 6-8 所示。



图 6-8 Intra-SGSN 路由区域的更新过程

(1) 移动台在网络中移动时，同时监听小区内的广播信息；当移动台从一个小区进入另一个路由区域内的小区，并且两个路由区域同属一个 SGSN 时，移动台向 SGSN 请求更新移动管理上下文。

(2) 移动台向 SGSN 发送路由区域更新请求。(步骤①)

(3) SGSN 对移动台进行鉴权：SGSN 向移动台发送一个随机数 (RAND)，移动台的 SIM 卡根据该随机数计算出 SRES' 后返回给 SGSN；SGSN 可能会为移动台分配一个新的 P-TMSI。(步骤②③)

(4) SGSN 判断是否允许移动台进入该路由区域，如果允许，向移动台发送“接受路由区域更新 (Routing Area Update Accept)”消息，该消息中可能包括新的 P-TMSI。

(5) 如果为移动台分配了一个新的 P-TMSI，移动台还需向 SGSN 返回一个“路由区域更新完成”消息。

Inter-SGSN 路由区域的更新过程比较复杂，如图 6-9 所示。

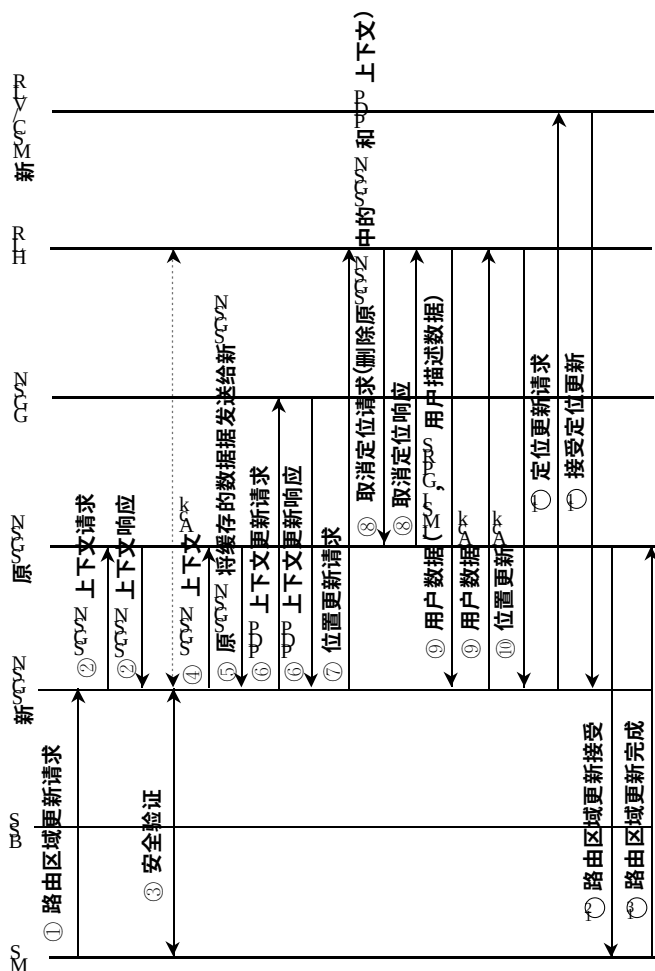


图 10.10 GPRS 路由区域更新过程

如果移动台在同一个地方呆了很长时间，它不会向网络发送路由区域更新请求，但网络需要知道该移动台是否仍然可达。这就是必须进行周期性路由区域更新的原因。移动台连接（attach）到 GPRS 网络之后，必须执行周期性路由区域更新过程，每隔一段时间，就向网络汇报一次自己此时所在的位置。

6.2.5 SGSN 和 MSC/VLR 的交互

GPRS 系统是对 GSM 数据传输特性的补充，电路交换网和分组交换网共存在同一个网络中，两个系统都独立的进行移动管理，这种情况可能会导致网络中数据流量的增加。如果移动台既可以支持电路交换，也可以支持分组交换（A 类和 B 类终端）。通过在 SGSN 和 MSC/VLR 之间引入 G_s 接口，就可以更加有效的使用网络资源，减少网络中的数据传输流量。

（1）联合的 GPRS/IMSI 连接和去连接（Combined GPRS/IMSI attach and detach）

当移动台执行联合的 GPRS/IMSI 连接过程时，移动台向 SGSN 发送连接（attach）请求，SGSN 负责将这一消息通知 MSC/VLR，MSC/VLR 记录下 SGSN 的地址。联合的 GPRS/IMSI 去连接过程与之类似。

（2）联合定位区（LA）/路由区域（RA）更新

如果当移动台从一个路由区域进入另一个路由区域的同时，也从一个定位区换到了另一个定位区，而且此时移动台没有和网络建立电路连接，那么可以通过 SGSN 执行联合定位区（LA）/路由区域（RA）更新，同时更新移动台的路由区域和定位区。

（3）通过 GPRS 网络进行电路交换服务的寻呼

当 MSC/VLR 接收到对移动台的呼叫或发送给该移动台的短消息时，如果 VLR 中有该移动台所在的 SGSN 的地址（说明移动台已经完成了 GPRS“连接”），那么 MSC/VLR 就可以向 SGSN 发

送寻呼请求，SGSN 通过 GPRS 寻呼信道发送电路交换寻呼信息；移动台使用 GSM 电路交换信道响应该寻呼。

6.3 GPRS 会话管理

GPRS 会话管理是指 GPRS 移动台和外部数据网之间的连接控制管理。PDP 上下文有两种状态：ACTIVE 和 INACTIVE，它们之间的相互转换关系如图 6-10 所示。

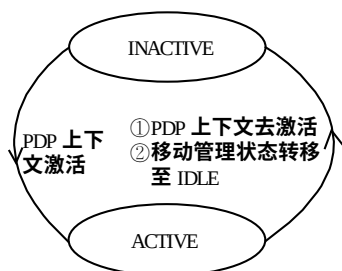


图 6-10 PDP 上下文状态转移图

6.3.1 PDP 上下文激活

如果移动台需要和外部数据网络进行数据交换，它必须首先进行 GPRS 连接（attach），连接成功之后，它还需要获得一个 IP 地址并和外部网络建立连接，也就是执行 PDP 上下文激活过程。

上网浏览时，网站内容以 IP 数据包的形式从该网站的 Web 服务器通过 Internet 传送到移动运营商的 GGSN；GGSN 再通过 SGSN 将其传送给移动台。这就要求 GGSN 必须知道用户在哪一个 SGSN 的服务范围内。

PDP 上下文激活之后，移动台就可以开始上网浏览了。此时移动台有一个 IP 地址，GGSN 知道通过哪个 SGSN 能够访问到该移动台。只有当移动台处于 READY 或 STANDBY 状态时，才可以

激活 PDP 上下文。

移动台的 IP 地址可以是静态的，即该 IP 地址固定分配给一个用户，用户每次上网都使用同一个 IP 地址；也可以是动态的，即每次开始一个新的会话时，网络都随机为用户重新分配一次 IP 地址。移动台采用何种地址在用户的用户描述（subscriber profile）中定义。

PDP 上下文激活的流程可以分为四步，如图 6-11 所示。

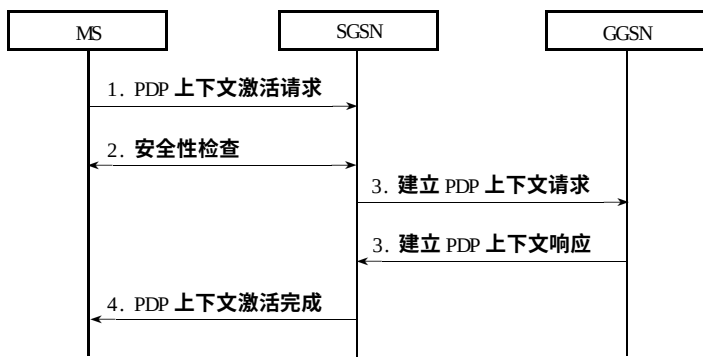


图 6-11 PDP 上下文激活过程

- (1) 移动台向 SGSN 发送激活 PDP 上下文的请求；
- (2) SGSN 进行移动台身份鉴别（IMSI）和设备检查（IMEI）；
- (3) 若身份鉴别和设备检查都通过了，SGSN 向 GGSN 发送“建立 PDP 上下文请求”，GGSN 返回“建立 PDP 上下文响应”。
- (4) SGSN 向移动台返回“PDP 上下文激活完成”消息，该消息中携带着移动台在 PDP 上下文中使用的 IP 地址。

下面我们对这四个步骤进行更为详细的描述。

PDP 上下文激活的第一步是移动台向 SGSN 发送 PDP 上下文激活请求。该请求中带有接入点名称（APN）和 IP 地址参数（如果 IP 地址为空说明为动态分配的 IP 地址）。APN 是 GGSN 中

网络接口的符号名，GGSN 通过 APN 标识的网络接口和外部数据网络相连。一个 GGSN 可以同时拥有若干个接入点，和若干个外部数据网相连。接收到来自移动台的 PDP 上下文激活请求后，SGSN 和 HLR 通信，检查用户的用户描述信息，用户描述中包括可达的 APN 的列表，以及该用户是使用静态 IP 地址还是使用动态 IP 地址的说明。

PDP 上下文激活的第二步是移动台身份鉴别（IMSI）和设备检查（IMEI），GPRS 连接（attach）过程中也有类似步骤，这里就不再赘述了。

PDP 上下文激活的第三步是 SGSN 得到需要与之通信的 GGSN 的地址，向它发送“建立 PDP 上下文请求”。SGSN 是通过域名服务器（DNS）得到 GGSN 的 IP 地址的。DNS 根据 APN 来判断相应的 IP 地址是什么。（GPRS 系统中 GGSN 的 APN 有些类似于 Internet 中的逻辑域名）。得到 GGSN 的 IP 地址后，SGSN 向其发送“建立 PDP 上下文请求”，该请求中带有 IP 地址（如果 IP 地址为空说明为动态分配的 IP 地址），APN 以及建议使用的 TID（隧道标识）等参数。

前面已经讲到过，APN 是和外部数据网络相关联的，它是 GGSN 和外部数据网络之间的一个物理或逻辑接口。

如果使用动态 IP 地址分配方式，GGSN 和外部数据网络元素就要负责为发送 PDP 上下文请求的移动台分配一个 IP 地址。该 IP 地址包含在 GGSN 返回给 SGSN 的“建立 PDP 上下文响应”消息中，该消息中还有最后确认使用的 TID 以及计费标识。

PDP 上下文激活的第四步是 SGSN 向移动台返回“PDP 上下文激活完成”消息，该消息中携带着移动台在 PDP 上下文中使用的 IP 地址。

PDP 上下文激活之后，移动台、SGSN 和 GGSN 中存储的信息如表 6-2 所示。

PDP 上下文激活之后，移动台或网络都可以将其“去激活”。

表 6-2 PDP 上下文信息表

移动台	SGSN	GGSN
PDP 类型	PDP 类型	PDP 类型
PDP 地址	PDP 地址	PDP 地址
NSAPI	IMSI	IMSI
APN	NSAPI	NSAPI
	APN	APN
	GGSN 地址	SGSN 地址
	计费标识	计费标识
		

6.3.2 透明接入和非透明接入

在前面的介绍中，我们总是假定 IP 地址是由 GPRS 运营商分配的，但事实上并不总是这样的。该 IP 地址可以由 GPRS 运营商提供，此时，GPRS 运营商也相当于一个 ISP，如图 6-12 所示：

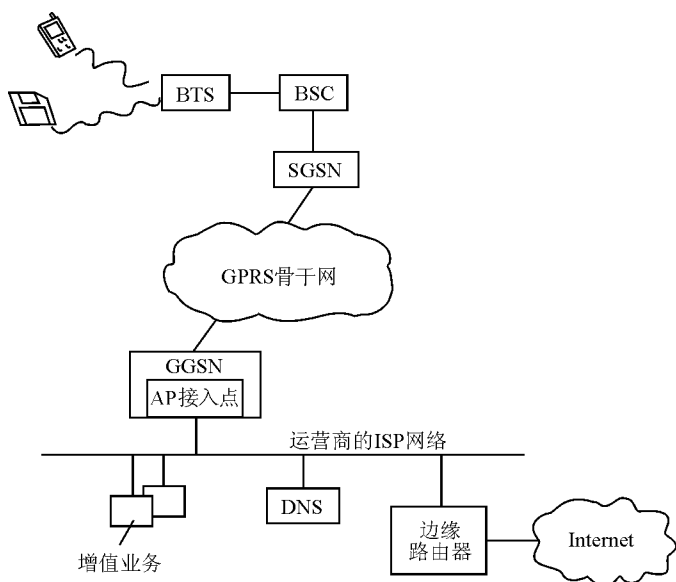


图 6-12 GPRS“透明”接入 Internet

GPRS 这种接入 Internet 的方式叫做“透明”接入方式。此外，还有一种“非透明”接入方式，即由公司内部网络或者 ISP 为移动台分配动态 IP 地址，如图 6-13 所示。

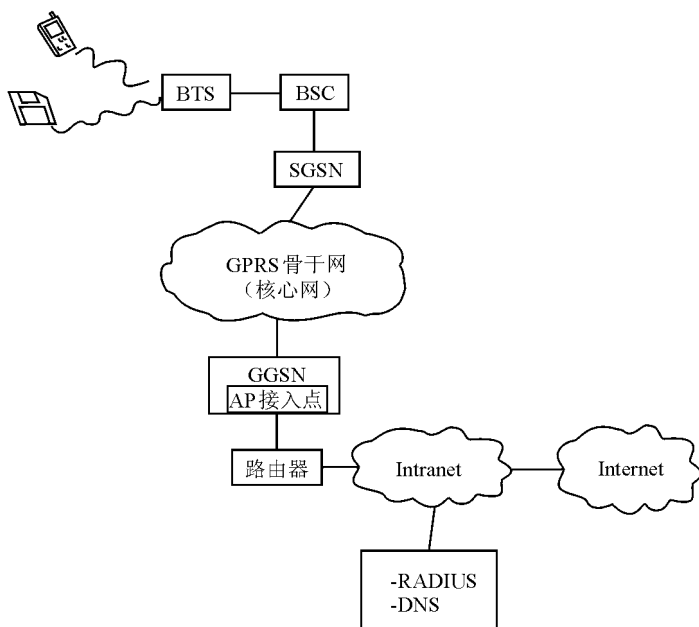


图 6-13 GPRS“非透明”接入 Internet

此时，移动运营商的 GGSN 与公司路由器或虚拟专用网 (VPN) 通过专线连接。由公司内部的 Radius 或 DHCP 服务器为用户分配 IP 地址。对用户来说，他认为自己拥有公司 Intranet 的 IP 地址，是直接和公司 Intranet 相连接的。

6.4 用户数据传输

移动管理上下文和 PDP 上下文建立之后，就可以在移动台和外部数据网络之间传输数据了，如图 6-14 所示。

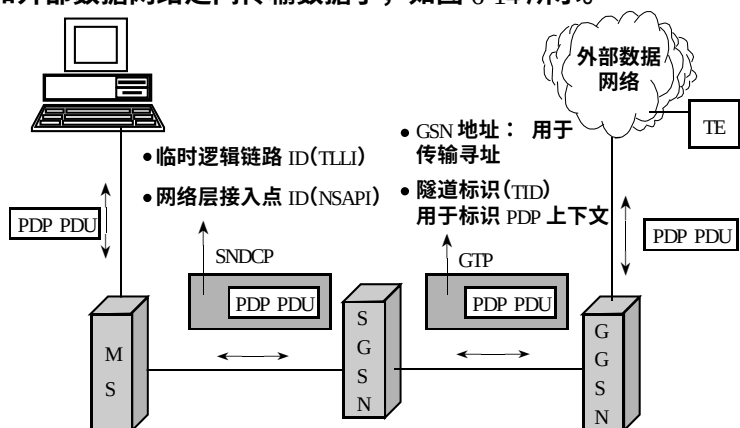


图 6-14 用户数据传输过程

移动台和外部数据网络之间传输的数据为 PDP 协议数据单元 (PDU)，PDP PDU 最大为 1 500 字节。如果 PDP PDU 比 1 500 字节小，可以正常传输，如果比 1 500 字节长，则传输时必须将其分段，如果不支持分段功能，就只能将其丢弃了。

GGSN 和 SGSN 之间，PDP PDU 经过封装后，利用隧道协议传输，GTP PDU 头中有 GSN 的地址，便于寻址。GTP PDU 的头部还包括隧道标识，用于唯一地标识一个 PDP 上下文。

SGSN 之间，PDP PDU 利用 SDNCP 协议传输，在这里，PDP 上下文通过临时逻辑链路标识 (TLLI) 和网络层接入点标识 (NSAPI) 来唯一标识。

7

GPRS 空中接口

本章以 GSM 基本知识为背景，分别描述了 GPRS 空中接口中的分组数据控制逻辑信道与物理信道；介绍了突发序列无线块结构（RadioBlockStructure）和 GPRS 复帧等基本概念，描述了 GPRS 逻辑信道至物理信道的映射；描述了在 GPRS 和 EGPRS 传输不同速率数据业务中起重要作用的多种调制编码方案 MCS（Modulation&Coding Scheme）；MAC 层与 RLC 层功能描述也是 GPRS 空中接口的一个重要部分；在章节的结尾，举例说明了数据通过 GPRS 信道在空中接口传输的过程。

7.1 GPRS 空中接口概述

7.1.1 GPRS 空中接口的特点

GPRS 系统与 GSM 系统的共同之处在于使用同一频带提供无线业务，但是不同的是 GSM 系统是电路交换系统，提供传统话音和电路交换方式的数据业务，GPRS 则是利用分组交换方式提供分组数据传输，所以必须修改和扩展原有 GSM 系统的数据传输和信令控制功能，以满足分组交换业务的需要，特别是通过功

能扩展达到有效利用有限无线资源的目的。GPRS 是个人移动通信从第二代 GSM 向第三代 UMTS 系统演进的桥梁，GPRS 依赖的基础仍然是传统的 GSM 系统，但是 EGPRS (Enhanced GPRS) 与 ECSD (Enhanced Circuit Switch Data) 结合后构成为 EDGE (Enhanced Data GSM Evolution) 系统，通过引入高阶调制的方法提供更高速度分组数据传输。GPRS 系统有不同的称呼，如以 IS-136 系统为基础发展的 GPRS 系统又称之为 GPRS-136，基本组成原理与 GPRS 系统相同。本章将以 GPRS 与 EGPRS 为主介绍 GPRS 系统空中接口。

总体来讲，作为 GPRS 系统重要组成部分的 GPRS 空中接口有以下主要特征：

- GPRS 可以为分组业务动态分配物理资源；
- 提供上下行无线链路不对称业务；
- 可以在一个 GPRS 物理信道 (PDCH) 上复用多个用户数据，体现和满足了分组交换业务的突发特性；
- 一个用户可以占用多个 GPRS 物理信道 (PDCH)，通过合并使用最多至 8 个 GSM 物理信道可以显著提高分组业务的数据传输速率；
- 采用多种编码方案，在不同信道状态下更有效传输不同数据速率的用户数据信息；
- EGPRS (E-GPRS: Enhanced-GPRS) 可以根据信道的不同状态动态选择使用 8PSK 或 GMSK 调制方式，达到有效利用信道传输更高数据速率的目的。

GPRS 系统空中接口在改进 GSM 系统的同时，仍然需要完成传统的信令功能，比如：

- 功率控制测量；
- 定时提前量测量；
- 小区选择；
- 信道编码等。

因为 GPRS 系统在提供传统 GSM (或 IS-136) 话音业务的同时, 依照 GPRS 的特性要求对系统进行了必要的功能修改和扩展, 所以在本章介绍 GPRS 空中接口内容中将有许多内容涉及 GSM 系统, 比如 GSM 系统的资源定义、信道划分和信道组合, 相信这将有助于描述和理解 GPRS 空中接口内容。

7.1.2 GPRS 空中接口的一般描述 (GSM 依赖部分)

GPRS 空中接口的 GSM 依赖部分由物理层和数据链路层的低层组成。GPRS 的空中接口又称为 Um 接口, 如果不考虑移动台 MS 与 SGSN 之间的关系, 则 GPRS 的空中接口由物理层、媒体接入控制层 (MAC) 和无线链路控制层 (RLC) 组成, 如图 7-1 所示。

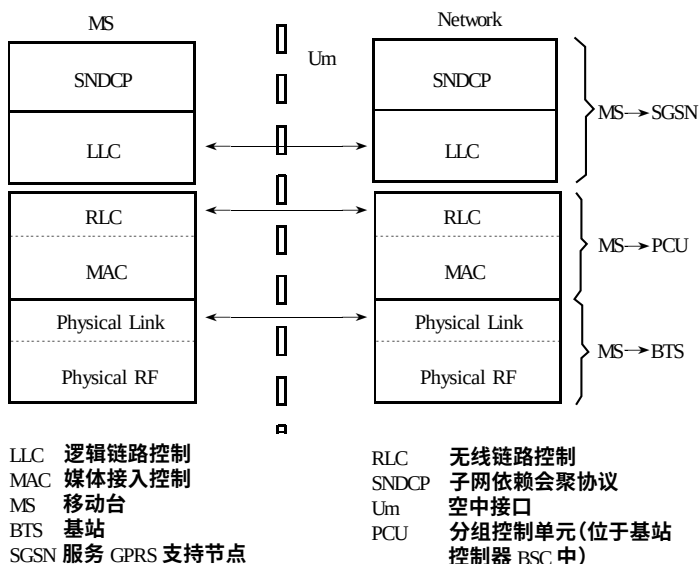


图 7-1 空中接口 Um

物理层分为两个子层：

1. 物理射频子层

物理射频子层包括：

- 载波频率特性；
- GSM 无线信道结构；
- 物理电波的调制与解调；
- 发射机与接收机特性和性能要求。

GPRS 对 GSM 物理射频层基本未作修改，仅在 EGPRS 系统中引入了 8PSK 高阶调制方法。

2. 物理链路子层

物理链路子层实现了信息通过物理信道在 BTS 和 MS 之间传递。GSM 物理链路子层为实现 GPRS 而做了修改，比如：支持多个移动台共享分组物理信道，建立无线块并在 4 个突发序列长度（分布于 4 个连续的 GSM 无线帧上）实现交织。分组逻辑信道和分组物理信道是构成物理链路子层的两个重要组成部分，将在后面详细介绍。物理链路子层的任务可以分为控制和处理功能：

(1) 处理功能

- 前向纠错；
- 数据单元成帧；
- 信道编码；
- 建立无线块和无线块交织；
- 物理链路阻塞检测。

(2) 控制功能

- 同步流程，比如时间提前；
- 无线链路信号质量判别；
- 小区选择（重选）；
- 功率控制；

- 监测和评估无线链路信号质量。

(3) 电池功率保持功能

- 不连续接收；
- 发射机功率控制。

下面，对上述特征中的一部分重点做进一步的解释，选择重点的原则是该部分内容对于增强移动台功能的作用是否明显，比如：可选择的编码方案使用户可以实现更高速率数据传输，所以编码方案是重点描述内容之一。

7.2 分组数据逻辑信道

7.2.1 GSM 逻辑信道

在介绍 GPRS 逻辑信道之前，我们首先了解一下 GSM 系统的逻辑信道划分。逻辑信道用来组织和构造通过空中接口来传输的信息，总体来讲，GSM 逻辑信道可以分为两大类：

1. 业务信道 (TCH)

GSM 业务信道携带经过加密的用户数据或话音，可以按照信道传输话音信息速率分为全速率业务信道半速率业务信道和增强速率业务信道，传输信息总速率分别为 22.8 kbit/s，11.4 kbit/s 和 69.6 kbit/s，也可以按照信道传输业务分为两大类：

(1) 话音业务信道，包含：

- 全速率 (TCH/FS, Traffic Channel/Full rate for Speech) 业务信道；
- 半速率 (TCH/HS) 业务信道；
- 增强型全速率 (TCH/EFS) 业务信道；
- 自适应全速率 (TCH/AFS) 业务信道；
- 自适应半速率 (TCH/AHS) 业务信道。

话音业务信道用于话音业务传输。

(2) 电路交换数据业务信道，包含：

- 传输 2.4 kbit/s 数据速率的全速率业务信道 TCH/F2.4；
 - 传输 4.8 kbit/s 数据速率的全速率业务信道 TCH/F4.8；
 - 传输 9.6 kbit/s 数据速率的全速率业务信道 TCH/F9.6；
 - 传输 14.4 kbit/s 数据速率的全速率业务信道 TCH/F14.4；
 - 传输 28.8 kbit/s 数据速率的全速率增强业务信道 E-TCH/F28.8；
 - 传输 32.0 kbit/s 数据速率的全速率增强业务信道 E-TCH/F32.0；
 - 传输 43.2 kbit/s 数据速率的全速率增强业务信道 E-TCH/F43.2；
 - 传输 4.8 kbit/s 数据速率的半速率业务信道 TCH/H4.8；
 - 传输 2.4 kbit/s 数据速率的半速率业务信道 TCH/H2.4。
- 数据业务信道分别用来传输不同速率的电路交换业务数据。

2. 控制信道 (CCH)

控制信道用来支持同步和传递信令，可以按功能划分为：

(1) 广播信道：定义三种逻辑信道，用来向小区内所有移动台广播信息。

① 频率校正信道 (FCCH)：用于频率同步。

② 同步信道 (SCH)：用于提供移动台 (MS) 帧同步和基站收发信台识别的信息，它包含两部分编码信息：一部分是由 6 个比特组成的基站收发信机识别码 (BSIC)，其中 3 个比特 (07) 表示 PLMN 网络色码，其余 3 个比特 (0~7) 表示基站 BS 色码，另外一部分 SCH 信息表示简化的 TDMA 帧号 (RFN)，占有 19 个比特。

③ 广播控制信道 (BCCH)：用于向移动台传递向其提供服务

务的 BTS 的通用信息：其中参数 CCCH_CONF 表示公共控制信道的组织结构信息；参数 BS_AG_BLK_RES 指示每个公共控制信道中为接入应答消息保留的块的数目；BS_PA_MFRMS 指示在向同一寻呼组的移动台发送寻呼消息间隔的 51 复帧的数目；BCCH 也用来指示是否支持 GPRS 功能。

(2) 公共控制信道 (CCCH)：利用共享物理信道为小区内的指定用户传递信令信息。

① 寻呼信道 (PCH)：用于且仅用于下行链路寻呼被叫移动台。

② 随机接入信道 (RACH)：用于且仅用于上行链路，完成独立专用控制信道的信道分配请求。

③ 接入应答信道 (AGCH)：仅用于下行链路，向移动台 (MS) 分配独立专用控制信道或直接分配业务信道。

④ 通知信道 (NCH)：仅用于下行链路，向移动台 (MS) 通知话音多播和广播呼叫业务控制信息。

(3) 专用控制信道 (DCCH)：用于鉴权、授权、交换测量报告与传送指令的功能。

① 独立专用控制信道 (SDCCH)：用于完成位置登记、位置更新和 SMS 与 CBCH (小区广播信道，用于下行链路 SMS 业务小区广播) 信道的安全功能，具体划分为：

- 独立专用控制信道 (SDCCH/8)：1/8 速率独立专用控制信道；
- 独立专用控制信道 (SDCCH/4)：1/4 速率独立专用控制信道，SDCCH/4 与 CCCH 信道组合使用。

② 慢速随路控制信道 (SACCH)：它与一条 TCH 或 SDCCH 联用，在传送用户信息期间传送某些特定信息，比如无线传输的测量报告，又分为：

- 慢速随路控制信道 (SACCH/TF)：用于在 BTS 和 MS 之间

交换测量报告、定时提前和功率控制信息，与 TCH/F 或 E-TCH/F 信道相关联；

- 慢速随路控制信道 (SACCH/TH)：与 TCH/H 相关联的控制信道；
- 慢速随路控制信道 (SACCH/C8)：与 SDCCH/8 相关联的控制信道；
- 慢速随路控制信道 (SACCH/C4)：与 SDCCH/4 相关联的控制信道；
- 慢速随路控制信道 (SACCH/M)：与 TCH/F 或 E-TCH/F 相关联的提供多时隙配置的控制信道。

③ 快速随路控制信道 (FACCH)：仅用于 26 复帧，与一条 TCH 信道联用，携带与 SDCCH 同样的信号，但只在未分配 SDCCH 时才分配 FACCH，通过从 TCH 信道借来的帧实现接续，传送诸如“越区切换”等指令信息。具体划分为：

- 快速随路控制信道 (FACCH/F)：与 TCH/F 相关联的控制信道；
- 快速随路控制信道 (FACCH/H)：与 TCH/H 相关联的控制信道；
- 快速随路控制信道 (E-FACCH/F)：与 E-TCH/F 相关联的控制信道。

图 7-2 示出了 GSM 逻辑信道结构。

7.2.2 GPRS 分组逻辑信道

GPRS 系统中逻辑信道完成类似 GSM 系统逻辑信道的功能，GPRS 逻辑信道映射到物理信道之后称之为分组数据信道 (PDCH)，以下分别介绍 GPRS 分组逻辑信道。

1. 分组业务信道 (PTCH)

PTCH 包括全速率 (PD-TCH-F) 和半速率 (PD-TCH-H) 分组

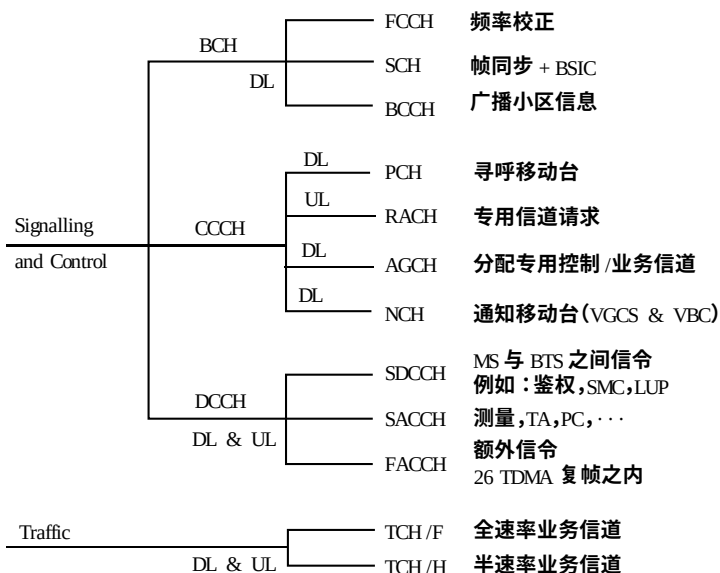


图 7-2 GSM 逻辑信道

业务信道。GPRS 分组业务信道 (PDTCH) 用于传输分组数据, 该信道可能分配给小区内的一个移动台或一组移动台 (当提供点到多点业务时), 为了实现在空中接口传输更高数据速率, GPRS 系统支持一个用户使用多个 PDTCH 信道。

2. 分组控制信道 (PCCH)

GPRS 也需要传递一般 GSM 常用的信令和控制信息, 有些功能, 如鉴权, 可以利用 SDCCH 完成, 同步功能利用 FCCH 和 SCH 完成。GPRS 依据经典 GSM 逻辑信道划分来定义分组信道, 从而满足了传输分组数据的特有要求。

分组广播控制信道 (PBCCH) 用于下行链路广播分组数据传输。

该逻辑信道是可选的, 因为同样的信息也可以通过广播控制信道 (BCCH) 来完成。BCCH 用来指示 PBCCH 信道存在与否,

如果 PBCCH 信道不存在，BCCH 将用来为分组数据传输发送广播信息。PBCCH 包含以下参数信息：

- BS_PBCCH_BLKs 用来指示在每个复帧中分配给 PBCCH 信道的块的号码（1 ~ 4）；
- BS_PCC_CHANs 表示携带 PCCCH 信道的物理信道号码；
- BS_PAG_BLKs_RES 用来指示在携带 PCCCH 信道的 PDCH 信道中不出现 PPCH 和 PBCCH 信道的无线块的号码（无线块的概念将在后面解释）；
- BS_PRACH_BLKs 用来指示在任何携带 PCCCH 信道的 PDCH 信道中以固定方式为 PRACH 保留的无线块的号码。

3. 公共控制信道

以下信道是分组公共控制信道（PCCCH）：

(1) 分组寻呼信道（PPCH）：仅用于下行链路被叫用户寻呼。寻呼信道不仅用于指示分组数据业务，而且也用于电路交换业务。这是归因于 A 类和 B 类的移动台可以同时处理 GSM 和 GPRS 信令。即使已经在传输分组数据，对于 A 和 B 类移动台仍然可以使用该信道为电路交换业务完成寻呼功能。

(2) 分组随机接入信道（PRACH）：仅用于上行链路，与 RACH 信道以相同方式工作。

(3) 分组接入应答信道（PAGCH）：仅用于下行链路，用于在用户分组数据传输之前向移动台分配资源。如果已经有分组在传输，需要改变下行链路传输的资源分配，可以通过 PACCH 信道完成。

(4) 分组通知信道（PNCH）：仅用于下行链路，用于 GPRS 阶段 II，用于在点到多点分组业务呼叫（PTM-M）初始化前通知相关的一组移动台。如果没有分配 PCCCH 信道，分组交换信息通过 CCCH 信道传输，一旦分配了 PCCCH 信道，它也可以为电路交换操作传递信息。

4. 专用控制信道

以下信道是分组专用控制信道（PDCCH）：

(1) 分组随路控制信道 (PACCH)：单向信道，PACCH/U 用于上行链路，PACCH/D 用于下行链路。用于在移动台和基站之间交换专用信令信息。信令包括功率控制和定时提前信息、资源分配和再分配消息等等。即使一个移动台分配了多个 PDTCH 信道，仅仅需要一个 PACCH 信道来传递所需信息。

(2) 上行链路分组定时提前控制信道 (PTCCH/U)：用于发送随机接入突发序列，使传递分组数据的移动台可以估计定时提前量。

(3) 下行链路分组定时提前控制信道 (PTCCH/D)：用于向多个移动台 (MS) 发送定时提前量更新，一个 PTCCH/D 信道与多个 PTCCH/U 信道成对使用。

图 7-3 示出了 GPRS 增加的逻辑信道结构。

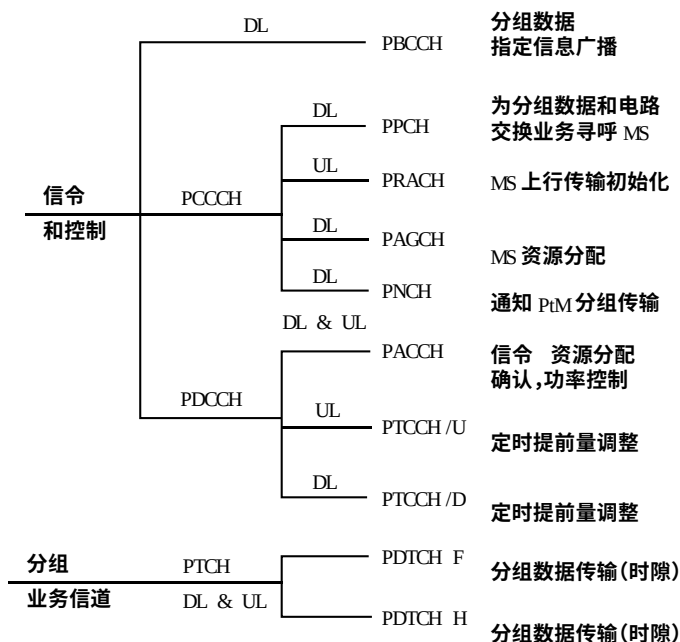


图 7-3 GPRS 增加的逻辑信道

7.3 GPRS 物理信道定义

7.3.1 GSM 物理资源定义

GSM 系统的物理资源使用了来源于无线频谱划分的一部分资源，可以分为时间域和频率域来定义。用频率变量来细分的物理资源定义为无线频率信道 (RFCH)，在时间域细分的物理资源有时隙 (Timeslot)、帧 (Frame)、复帧 (51 或 26 帧)、52 复帧 (用于 GPRS 业务)、超帧和超高帧，下面分别解释：

(1) 无线频率信道 (RFCH)：每一个无线频率信道都有一个特定的信道号码，根据网络频率规划，网络为每一个小区分配一定数量的无线频率信道，这些信道统称为小区分配 CA (Cell Allocation)，CA 中用于携带同步和 BCCH 信息的信道即是 BCH 信道，其他分配给指定移动用户的 CA 信道则称之为移动台分配 MA (Mobile Allocation)。

(2) 时隙与帧：GSM 系统采用时分多址 TDMA 方式，一个时隙的持续时间是 $15/26 \text{ ms}$ (约 0.577 ms)，8 个时隙构成一个 TDMA 帧 (持续时间为 $(60/13 \text{ 约 } 4.62 \text{ ms})$)，一个时隙用来发送一个指定类型的突发序列，不同的用户使用不同的时隙。

(3) 复帧：含 51 帧的复帧周期是 $3060/13 \approx 235.385 \text{ ms}$ ，专用于控制信道；含 26 帧的复帧周期为 120 毫秒，用于业务信道及随路控制信道，其中 24 帧突发序列用于业务，2 帧突发序列用于信令；52 复帧周期为 240 ms ，专用于 GPRS 信道。

(4) 超帧与超高帧：多个复帧构成超帧，可以是连续的 51 个 26 复帧，也可以是连续的 26 个 51 复帧，周期均为 1326 个 TDMA 帧，即 6.12 秒。2048 个超帧构成超高帧，用于加密数据和话音，一个超高帧周期包含 2715648 个 TDMA 帧，这些 TDMA

帧按序编号，依次为 0 至 2 715 647，帧号在同步信道中传送，帧号在 GSM 跳频算法中是必需的。

GPRS 系统的物理信道也是由时隙与帧等基本物理资源定义组成的，与 GSM 十分类似，但是 GPRS 定义了无线块的概念，这是在 GSM 系统中不存在的，下面从定义基本 GPRS 物理资源，从而理解 GPRS 系统的物理信道。

7.3.2 GPRS 突发序列定义

GPRS 突发序列 (Burst) 由常规突发序列、频率校正突发序列、同步突发序列、接入突发序列和填充突发序列组成。

1. 常规突发序列 NB (Normal Burst)

(1) GMSK 常规突发序列 NB (见表 7-1)

表 7-1 GMSK 常规突发序列 NB

比特号 (BN)	域长	内容
0 ~ 2	3	尾比特
3 ~ 60	58	加密比特 (e0 . e57)
61 ~ 86	26	训练序列比特
87 ~ 144	58	加密比特 (e58 . e115)
145 ~ 147	3	尾比特
148 ~ 156	8, 25	保护周期 (比特)

其中，尾比特定义如下：

$$(BN0, BN1, BN2) = (0, 0, 0)$$

$$(BN145, BN146, BN147) = (0, 0, 0)$$

训练序列比特是根据 TSC (Training Sequence Code 训练序列码) 码状态得到的调制比特。

(2) 8PSK 常规突发序列 NB (见表 7-2)

表 7-2 8PSK 常规突发序列 NB

比特号 (BN)	域长	内容
0 ~ 8	9	尾比特
9 ~ 182	174	加密比特 (e0 . e173)
183 ~ 260	78	训练序列比特
261 ~ 434	174	加密比特 (e174 . e347)
435 ~ 443	9	尾比特
444 ~ 468	24.75	保护周期

尾比特定义如下：

$(BN0, BN1..BN8) = (1, 1, 1; 1, 1, 1; 1, 1, 1)$

$(BN435, BN436..BN443) = (1, 1, 1; 1, 1, 1; 1, 1, 1)$

2. 频率校正突发序列 FB (Frequency correction Burst)

频率校正突发序列 FB 如表 7-3 所示。

表 7-3 频率校正突发序列 FB

比特号 (BN)	域长	内容
0 ~ 2	3	尾比特
3 ~ 144	142	固定比特
145 ~ 147	3	尾比特
(148 ~ 156)	8.25	保护周期 (比特)

其中，尾比特定义如下：

$(BN0, BN1, BN2) = (0, 0, 0)$

$(BN145, BN146, BN147) = (0, 0, 0)$

固定比特定义如下：

$(BN3, BN4 .. BN144) = (0, 0 .. 0)$

3. 同步突发序列

同步突发序列如表 7-4 所示。

表 7-4 同步突发序列

比特号 (BN)	域长	内容
0 ~ 2	3	尾比特
3 ~ 41	39	加密比特 (e0 . e38)
42 ~ 105	64	扩展训练序列比特
106 ~ 144	39	加密比特 (e39 .. e77)
145 ~ 147	3	尾比特
(148 ~ 156)	8.25	保护周期 (比特)

其中，尾比特定义如下：

$$(BN0, BN1, BN2) = (0, 0, 0)$$

$$(BN145, BN146, BN147) = (0, 0, 0)$$

扩展训练序列定义如下：

$$(BN42, BN43 \dots BN105) = (1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1)$$

4. 填充突发序列

填充突发序列如表 7-5 所示。

表 7-5 填充突发序列

比特号 (BN)	域长	内容
0 ~ 2	3	尾比特
3 ~ 144	142	混合比特
145 ~ 147	3	尾比特
(148 ~ 156)	8, 25	保护周期 (比特)

其中，尾比特定义如下：

$$(BN0, BN1, BN2) = (0, 0, 0)$$

$$(BN145, BN146, BN147) = (0, 0, 0)$$

混合比特定义为：

义为：

$(BN8, BN9..BN48) = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1)$

如果使用二选一同步训练序列“TS2”，则同步序列比特定义为：

$(BN8, BN9..BN48) = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1)$

6. 保护周期

提供保护周期是为了避免当移动台（MS）需要在连续的两个突发序列周期之间出现发送信号幅度滚降和上升时对其他信道造成的干扰。基站不需要在相邻突发序列之间降低或提高发送信号幅度，但是对于非使用时隙或者不连续发射（DTX）情况则需要具有这样的能力。当出现发送信号幅度降低和上升时，可以采用适当的发送比特流最小化对其他射频（RF）信道的干扰。

7.3.3 GPRS 无线块结构定义

GPRS 系统在 GSM 时隙基础上构造了无线块结构（Radio Block Structure），GPRS 无线块是在空中接口传输用户数据和信令的物理信道基本单位。多个用户逻辑信道数据可以复用在一个 GPRS 物理信道即分组数据信道（PDCH）中，所以无线块内必须存在信息用来指示块内包含的逻辑信道类型，同时是用来判断传输用户数据的所有者的方法。GPRS 无线块由以下三部分组成：

(1) MAC 头

由以下信息组成：上行链路状态标志 USF（仅用在下行链路 DL），用来指出下个上行链路（UL）无线块的所有者、内容类型

(数据或信令) 和用来标识无线块的所有者的临时块标识 TFI。

(2) 信息单元 (Payload)

信息单元可能是用户数据或者信令信息。RLC 数据由 RLC 头和 RLC 数据组成, RLC 头用于向接收端标识发送的移动台, RLC 数据来自于 1 个或几个逻辑链路控制层的协议数据单元 (LLC PDU)。信令信息内容是 RLC/MAC 层信令信息, 称为 RLC/MAC 控制块。

(3) 块校验序列 (BCS)

当 MAC 头和内容在物理层与高层间切换时, 需要计算块校验序列 (BCS), BCS 用于错误检测。

GPRS 无线块结构示意图如图 7-4 所示。

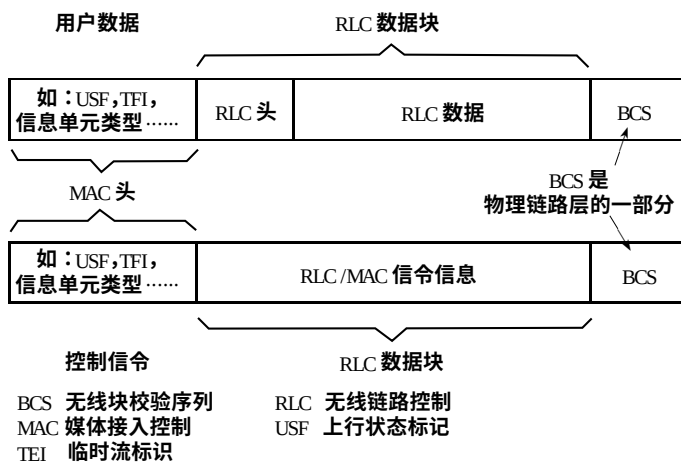


图 7-4 GPRS 无线块结构

7.3.4 GPRS 复帧结构描述

考虑到面向分组应用业务的突发性特征, 当定义 GPRS 物理

信道时，必须保证不同用户的逻辑信道可以复用和映射到同一物理信道，该物理信道才可以得到有效使用，这即是所谓物理信道共享。GPRS 共享物理信道是通过无线块（RadioBlock）来实现的。PDCH 复帧结构如图 7-5 所示。

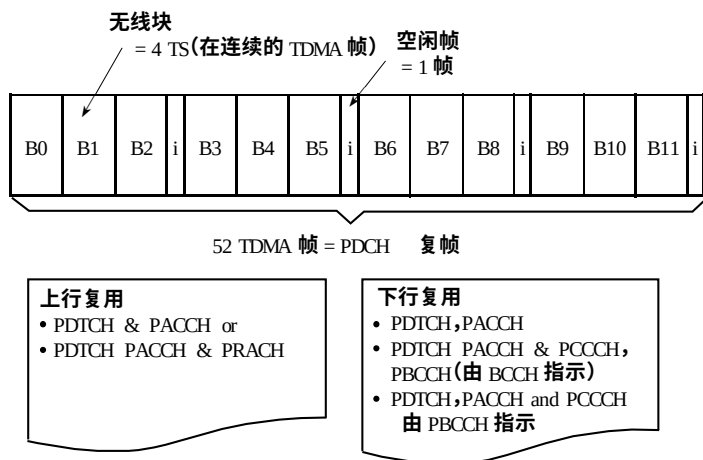


图 7-5 PDCH 复帧结构

(1) 逻辑信道使用无线块结构传输信息，一个无线块由 4 个连续 TDMA 帧中的 4 个突发（Burst）序列组成。

(2) 除了 PRACH 信道使用接入突发序列外，其他信道使用正常突发序列。

(3) 可以利用无线块头来判断消息类型，区别不同的逻辑信道。

(4) GPRS 无线块在 MAC 头部分包含移动台发送的移动台临时流标识 TFI（Temporary Flow Identifier），TFI 允许判断相应的 PDTCH 和 PACCH 信道分别归属相应的移动台。

7.4 GPRS 分组逻辑信道至物理信道的映射

7.4.1 GPRS 逻辑信道至物理信道的映射

GPRS 逻辑信道至物理信道的映射可以分为频域映射和时间域映射两个方面，因为 GPRS 在频域的信道映射与 GSM 采用慢跳频方法选择信道完全相同，在此仅描述时间域映射。GPRS 复帧由 52 个 TDMA 帧组成，GPRS 复帧被细分为 12 个无线块（B0，…，B11）和 4 个空闲帧，空闲帧用于手机进行 BSIC 识别和信号测量，每一个无线块由连续 4 个 TDMA 帧中的 4 个突发序列构成，GPRS 信道映射便是以无线块为最小单位进行，用于信道映射过程的无线块有序表次序定义为：B0，B6，B3，B9，B1，B7，B4，B10，B2，B8，B5，B11，表 7-7 将用分组信道映射列表说明：

表 7-7 分组信道映射列表

信道类型	子信道号码	方向	允许分配的时隙号	允许的 RF 信道号	突发序列类型	重复周期 (TDMA 帧)	TDMA 帧映射的交织块
PDTCH/F, PACCH/F		D&U	0…7	C0 … Cn	NB	52	B0(0…3), B1(4…7), B2(8…11), B3(13…16), B4(17…20), B5(21…24), B6(26…29), B7(30…33), B8(34…37), B9(39…42), B10(43…46), B11(47…50)
PDTCH/H, PACCH/H	0	D&U	0…7	C0 … Cn	NB	52	B0(0,2,4,6), B1(8,10,13,15), B2(17,19,21,23), B3(26,28,30,32), B4(34,36,39,41), B5(43,45,47,49)
	1	D&U	0…7	C0 … Cn	NB	52	B0(1,3,5,7), B1(9,11,14,16), B2(18,20,22,24), B3(27,29,31,33), B4(35,37,40,42), B5(44,46,48,50)

续 表

信道类型	子信道号	方向	允许的分配的时隙号	允许的 RF 信道号	突发序列类型	重复周期 (TDMA 帧)	TDMA 帧映射的交织块
PBCCH		D	0...7	C0 ... Cn	NB	52	B0(0...3), B3(13...16), B6(26...29), B9(39...42)
PRACH		U	0...7	C0 ... Cn	AB	52	B0(0)...B11(11), B12(13)...B23(24), B24(26)...B35(37), B36(39)...B47(50)
PPCH, PNCH		D	0...7	C0 ... Cn	NB	52	B1(4...7), B2(8...11), B3(13...16), B4(17...20), B5(21...24), B6(26...29), B7(30...33), B8(34...37), B9(39...42), B10(43...46), B11(47...50)
PAGCH		D	0...7	C0 ... Cn	NB	52	B0(0...3), B1(4...7), B2(8...11), B3(13...16), B4(17...20), B5(21...24), B6(26...29), B7(30...33), B8(34...37), B9(39...42), B10(43...46), B11(47...50)
PTCCH/D		D	0...7	C0 ... Cn	NB	416	B0(12,38,64,90), B1(116,142,168,194), B2(220,246,272,298), B3(324,350,376,402)
PTCCH/U	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	U	0...7	C0 ... Cn	AB	416	B0(12) B0(38) B0(64) B0(90) B0(116) B0(142) B0(168) B0(194) B0(220) B0(246) B0(272) B0(298) B0(324) B0(350) B0(376) B0(402)

注 1：NB 指正常突发序列，AB 指接入突发序列；

注 2：D&U 表示下行链路和上行链路；

注 3：“TDMA 帧映射的无线块”项括号中的帧号码是指系统帧号 FN 对信道重复周期取模计算后的结果；

注 4：每个基本无线块 BLOCK 由 4 个无线帧中的 4 个突发序列组成（PTCCH/U 信道除外，仅占用 PDCH 信道中的 1 个时隙）。

参照上述信道映射列表，同时按照信道方向（MS 至 BS 或 BS 至 MS 方向）作如下分类描述。

1. 上行链路（MS 至 BS 方向）信道映射

(1) 上行分组业务信道（PDTCH/U）和上行随路控制信道（PACCH/U）

① 步骤 1：PDTCH/U 和 PACCH/U 信道在物理信道 PDCH 上的具体位置由 MAC 层的资源分配消息来指定，一旦高层决定分配给一个 MS 物理信道 PDCH，则 MS 被分配给一个上行状态标记 USF（Uplink State Flag），由 3 个比特组成，分别表示 $R_0 \cdots R_7$ 。

② 步骤 2：下行链路 DL 无线资源伴随 USF（上行链路状态标识）出现。比如，有一个 52 复帧，用于传输 PDTCH 和 PACCH，在 52 复帧中有 12 个无线块，标号是 B_0 到 B_{11} ，每一个无线块有一个 USF-域。

③ 步骤 3：当移动台得到传输数据准许时，已经分配了一个 USF 号，该 USF 号不能再分配给其他用户。当 MS 接收到的下行链路中 PDCH 信道的无线块 $B(x)$ ($x = 0, 1, \cdots, 11$) USF-域等于分配给 MS 的号码时，它可以使用接着的上行块 $B(x+1)$ 或者连续的 4 个上行块 $B(x+1)$ 到 $B(x+4)$ ($x = 7$) 来传递数据，如果 USF_GRANULARITY 被设为 1，则连续使用 4 个上行无线块，否则仅使用上行块 $B(x+1)$ 。

④ 步骤 4：与 PDTCH/D 信道相关联的 PACCH/U 的出现由网

络以轮询的方式指示。

请注意：MS 的上行链路信道资源有多种分配形式，包括动态分配、扩展动态分配、固定分配和独占分配等，对于除了动态上行资源分配以外的其他形式，并不需要 MS 监视 USF，具体细节可以参见 GPRS 的 MAC 层功能定义。

(2) 上行分组定时提前控制信道 (PTCCH/U)

① 一个 MS 携带 PTCCH/U 信道的 PDCH 信道由上层协议资源分配消息定义。

② PTCCH/U 逻辑信道将被映射到分配给 MS 的 PDTCH 业务信道中的一个时隙。

③ 一个 MS 将被分配一个 PTCCH/U 子信道，信道号为 $0 \sim 15$ ，子信道号对应资源分配消息中指示的定时提前索引 TAI (Time Advance Index)。

(3) 上行公共控制信道 (PCCCH/U, 即 PRACH 信道)

① 相对于 PDCH 信道的无线块 $B(x)$ ($x = 0, \dots, 11$)，PRACH 信道分为 4 组 PRACH 块 $B(y)$ ($y = 4x + i$, $i = 0, \dots, 3$)，无线块中相应的 USF 值设为 FREE。

② 作为一个可选项， $B(x)$ 无线块的一个子集可以以固定方式分配给 PRACH 信道，相应分配的无线块号码通过 PBCCH 信道的 BS_PRACH_BLKs ($0, \dots, 12$) 参数广播的方法指示 MS，分配的无线块的 USF 值也设为 FREE，无线块的分配原则要依赖于前面定义的无线块有序表。

③ MS 可以选择通过 BS_PRACH_BLKs 或者 USF 方式确定 PRACH 的固定分配。

2. 下行链路 (BS 至 MS 方向) 信道映射

(1) 下行分组业务信道 (PDTCH/D) 和下行分组随路控制信

道 (PACCH/D)

① 上层协议中的资源分配消息指示出现 PDTCH/D 信道和 PACCH/D 信道。

② PDTCH/D 信道和 PACCH/D 信道可以映射到任意的无线块，但是 PBCCH 信道占用的无线块除外。

③ 逻辑信道的类型（数据或者信令）可以通过无线块头来标识。

④ 信道所属的 MS 是通过 TFI (Temporary Frame Identifier) 来指示的。

(2) 下行分组定时提前控制信道 (PTCCH/D)

PTCCH/D 信道携带共享 PDCH 信道包含的 PTCCH/U 信道的 MS 的定时提前信息，映射到无线块 $B(x)$ ($x = 0, 1, \dots, 3$)。

(3) 分组广播控制信道 (PBCCH)

① PBCCH 仅映射到一个 PDCH 信道，该信道是通过 GSM 的 BCCH 信道通知的。

② PBCCH 信道映射到每个复帧的 BS_PBCCH_BLKS ($1 \leq BS_PBCCH_BLKS \leq 4$) 个无线块上，该无线块由无线块的有序表决定。

③ BS_PBCCH_BLKS 参数通过 PBCCH 信道的无线块 B_0 广播。

(4) 下行分组公共控制信道 (PCCCH/D)

① PCCCH 包含的逻辑信道 PAGCH、PPCH 和 PNCH 可以动态地映射到无线块并且由消息头指示信道类型。

② 部分信道配置可以通过 PBCCH 广播的参数确定： BS_PBCCH_BLKS 定义每个复帧中 PBCCH 信道的数目， $BS_PAG_BLKS_RES$ 参数定义除了 BS_PBCCH_BLKS 之外的无线块数目。

③ PCCCH (除了 PPCH 信道之外) 信道可以映射到所有除了 PBCCH 信道使用以外的无线块，但是如果 PBCCH 分配了时隙 k ，则 PCCCH 信道分配的时隙号 n 要满足 $n > k - 4$ 和 $0 \leq n \leq 7$ ，从

而为 MS 从 PBCCH 转换到 PCCCH 信道提供足够的时间。

7.4.2 GPRS 无线物理资源管理准则

GPRS 的中心任务是有效使用无线资源，这体现在 GPRS 逻辑信道向物理信道的映射过程中，具体是通过以下方式达到的：

(1) 支持 GPRS 业务的小区可以在一个或多个物理信道上分配资源支持一个用户的 GPRS 业务，比如一个用户复用最多至 8 个分组物理信道，这些物理信道具有不同的时隙号 TN (Timeslot Number)，但是有相同的频率参数 (如 ARFCN 或 MA, MAIO 和 HSN) 和相同的训练序列 TSC (Training Sequence)。

(2) 在 GPRS 使用的一个物理信道上可以有效复用不同的逻辑信道 (该逻辑信道来自于不同的用户)。

(3) 采用主从信道方式。至少一个 PDCH 信道作为主信道，用来提供分组公共控制信道 (PCCCH) 和携带分组数据与专用信令的分组业务信道 (包括 PDTCH 和 PACCH)，该分组公共控制信道携带所有未被 CCCH 携带的初始化分组传输所必须的控制信令信息。其他的 PDCH 则用作从信道，用于传输用户数据以及专用信令信息。

上述方式表示 GPRS 采用了按需分配容量的准则。GPRS 的物理信道，来自于小区的物理信道池，可以用动态或静态 (临时的) 方式分配使用物理信道。如果物理资源以动态方式分配给 GPRS，采用按需分配容量的准则，作为 MAC 层功能一部分的负载监管功能因此成为很重要的一部分。当由于 GPRS 业务负载过大带来 PDCH 信道阻塞并且小区有更多可用资源时，网络可以为用户分配更多物理信道作为 PDCH 信道。存在 PDCH 信道并不表示一定存在 PCCCH 信道，当小区未分配 PCCCH 信道时，所有的

GPRS 移动台寄居在 CCCH 信道上，当移动台通过 CCCH 信道发送 GPRS 分组传输请求时，网络在 PDCH 信道上分配资源用于移动台上行链路的分组传输，该传输结束后，移动台重新返回 CCCH 信道寄居状态。

GPRS 系统可以利用 MAC 层功能为一个用户提供多时隙的工作方式，但是响应的 MS 终端必须具有支持多时隙方式工作的能力，表 7-8 列出了 MS 在不同的多时隙工作方式下的分类：

表 7-8 MS 在不同的多时隙工作下的分类

分类	最大时隙数目			最小时隙数目				MS 类型
	Rx	Tx	Sum	T _{ta}	T _{tb}	T _{ra}	T _{rb}	
1	1	1	2	3	2	4	2	1
2	2	1	3	3	2	3	1	1
3	2	2	3	3	2	3	1	1
4	3	1	4	3	1	3	1	1
5	2	2	4	3	1	3	1	1
6	3	2	4	3	1	3	1	1
7	3	3	4	3	1	3	1	1
8	4	1	5	3	1	2	1	1
9	3	2	5	3	1	2	1	1
10	4	2	5	3	1	2	1	1
11	4	3	5	3	1	2	1	1
12	4	4	5	2	1	2	1	1
13	3	3	NA	NA	a)	3	a)	2
14	4	4	NA	NA	a)	3	a)	2
15	5	5	NA	NA	a)	3	a)	2
16	6	6	NA	NA	a)	2	a)	2

续 表

分类	最大时隙数目			最小时隙数目				MS 类型
	Rx	Tx	Sum	T _{ta}	T _{tb}	T _{ra}	T _{rb}	
17	7	7	NA	NA	a)	1	0	2
18	8	8	NA	NA	0	0	0	2
19	6	2	NA	3	b)	2	c)	1
20	6	3	NA	3	b)	2	c)	1
21	6	4	NA	3	b)	2	c)	1
22	6	4	NA	2	b)	2	c)	1
23	6	6	NA	2	b)	2	c)	1
24	8	2	NA	3	b)	2	c)	1
25	8	3	NA	3	b)	2	c)	1
26	8	4	NA	3	b)	2	c)	1
27	8	4	NA	2	b)	2	c)	1
28	8	6	NA	2	b)	2	c)	1
29	8	8	NA	2	b)	2	c)	1

注：a) = 1 表示采用跳频

= 0 表示不采用跳频

b) = 1 表示采用跳频或 MS 当接收变为发送时候改变频率

= 0 表示不采用跳频并且当 MS 从接收变为发送时候不改变频率

c) = 1 表示采用跳频或 MS 当发送变为接收时候改变频率

= 0 表示不采用跳频并且当 MS 从发送变为接收时候不改变频率

类型 1 MS 具有同时收发功能；类型 2 MS 仅具有在某一时刻收或发的功能；在 29 个 MS 类别中，类别 4 和类别 8 得到了广泛的支持。其他标记表示：

(1) Rx：表示在一个 TDMA 帧中最多可以有几个时隙用于一个 MS 的下行链路。MS 必须支持从 0 到 Rx 的所有整数表示的时隙数目配置，接收的时隙可以在时间上是不连续的，但是对于类

型 1 的 MS 接收时隙将被分配在一个大小为 R_x 的接收窗内，在 TDMA 帧内的接收时隙之间没有发送时隙。

(2) T_x ：表示在一个 TDMA 帧中最多可以有几个时隙用于一个 MS 的上行链路。MS 必须支持从 0 到 T_x 的所有整数表示的时隙数目配置，发送的时隙可以在时间上是不连续的，但是对于类型 1 的 MS 发送时隙将被分配在一个大小为 R_x 的发送窗内，在 TDMA 帧内的发送时隙之间没有接收时隙。

(3) Sum ：表示在每个 TDMA 帧中所有可以为一个 MS 所使用的时隙数目之和。以下关系成立： $1 \leq R_x + T_x \leq Sum$ 。

(4) T_{ta} ：表示 MS 完成临近小区信号测量并准备发射所需时间。

(5) T_{tb} ：表示 MS 准备发射所需时间。

(6) T_{ra} ：表示 MS 完成临近小区信号测量并准备接收所需时间。

(7) T_{rb} ：表示 MS 准备接收所需时间。

7.5 GPRS 信道编码

7.5.1 信道编码概述

无线块必须通过空中接口传输，数据传输因为多径传播带来的（如瑞利衰落、信号衰减、多普勒效应、时间扩散等）不利因素变得非常不可靠。信道编码作用在于对接收序列进行检测和错误纠正，这是通过在发送比特流中引入冗余来实现的。GPRS 中的比特流是以无线块形式发送的，对于携带 RLC 数据块的无线块来讲有 4 种编码方案，CS1 ~ CS4，他们之间的差别主要在于因为附加给无线块的冗余数目不同而具有不同的“净”数据传输速率及错误检测纠错能力。

7.5.2 GPRS 的编码方案和过程

GPRS 的编码过程如图 7-6 所示。

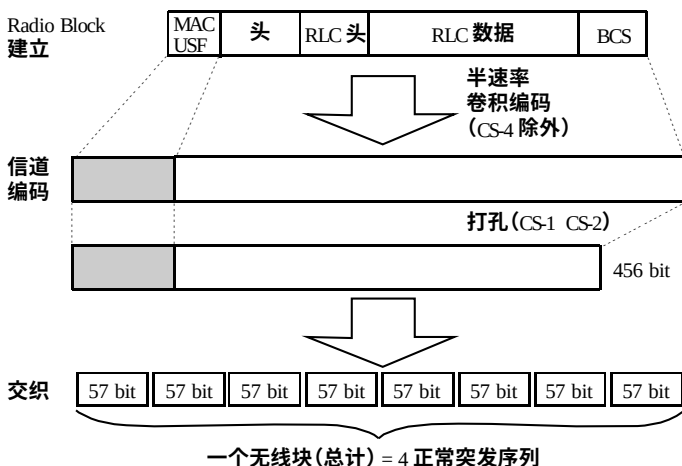


图 7-6 编码过程

(1) 编码方案 CS-1：第一种编码方案适用于 SDCCH 信道，也同样适用于待编码的逻辑信道，如 PACCH，PBCCH，PPCH，PAGCH 和 PNCH 的无线块。BCS 由 40 比特 FIRE 码组成，由 3 个二进制比特表示 BCS 代表 8 种不同状态。无线块（由连续 TDMA 帧中 4 个突发序列组成）在 4 个 TDMA 帧周期 ($4 \times 4.615 \text{ ms}$) 内总共携带 181 个 RLC 数据比特，去除其中的类型指示比特 (T) 和功率控制比特 (PC) 后，CS-1 方案可以达到 9.05 kbit/s 的净数据传输速率。

(2) 编码方案 CS-2：在进行卷积编码之后移去一些比特，这些移去比特称为打孔比特，CS-2 是在 CS-1 的基础上用比特打孔 (Puncture) 的方法实现的。该过程降低了接收机对错误传输

比特的检错和纠错能力，但是可以得到 13.4 kbit/s 的数据传输速率。CS-2 方案中的 BCS 部分使用了 16 比特的 CRC 校验码，CRC 计算的范围是整个未编码的 RLC 数据块（包括 MAC 头）。

(3) 编码方案 CS-3：与 CS-2 相比，CS-3 用打孔的方法去掉更多比特，达到 15.6 kbit/s 的数据传输速率，图 7-7 表示了 CS-1 到 CS-3 编码方案中的无线块结构：

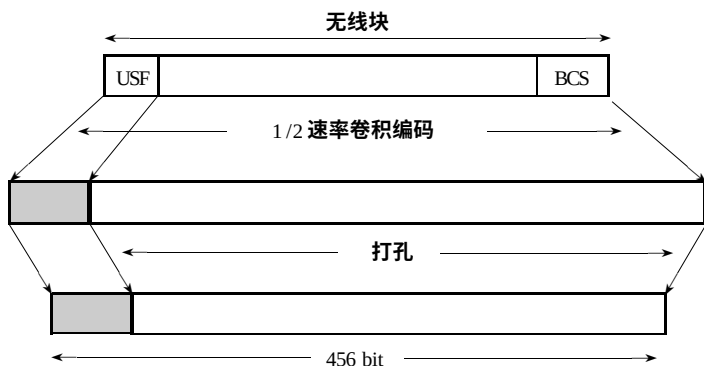


图 7-7 CS-1 到 CS-3 编码方案中的无线块结构

(4) 编码方案 CS-4：CS-4 方案没有前向纠错（FEC），除 USF 部分被编码外，无线块剩余的其他部分保持不变，可以达到 21.4 kbit/s 的传输速率，如图 7-8 所示。



图 7-8 CS-4 编码方案中的无线块结构

通过聚合使用 8 个物理信道，最高可以达到 171.2 kbit/s 的净数据传输速率，在数据编码完成后通过无线块交织将比特分配到 4 个突发序列的 8×57 个比特中。因为 CS-1 的 USF 是和整个无线块一起卷积编码的，所以需要作为数据的一部分完成解码，对于 CS-4，USF 是分组码编码，可以单独解码。为了简化解码，无线块中的挪用比特（Stealing Bit）可以指示采用了何种类型的编码方案。表 7-9 列出了 GPRS 编码方案中的编码参数：

表 7-9 GPRS 编码方案中的编码参数

方案类型	编码速率	USF	编码 USF	无线块 (不含 USF 和 BCS)	BCS	尾比特	编码 比特	打孔 比特	数据速率 kbit/s
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05
CS-2	$\approx 2/3$	3	6	268	16	4	588	132	13.4
CS-3	$\approx 3/4$	3	6	312	16	4	676	220	15.6
CS-4	1	3	12	428	16	—	456	—	21.4

不同的 GPRS 信道采用不同编码方案：

- GPRS 分组数据业务信道 PDTCH：PDTCH 可以采用 CS-1 到 CS-4 方案进行编码。
- PRACH，PACCH，PBCCH，PAGCH，PPCH 和 PTCCH：可以采用 CS-1 方案进行编码。

7.5.3 EGPRS 的信道编码方案和过程

EGPRS 的无线块由 4 个突发序列组成，块周期是 20 ms。其编码调制方案描述如图 7-9 所示。

其中，调制编码方案（MCS）可以分为 A，B 和 C 三个类型。

(1) 每个类型的 MCS 有对应的不同的基本信息单元，分别

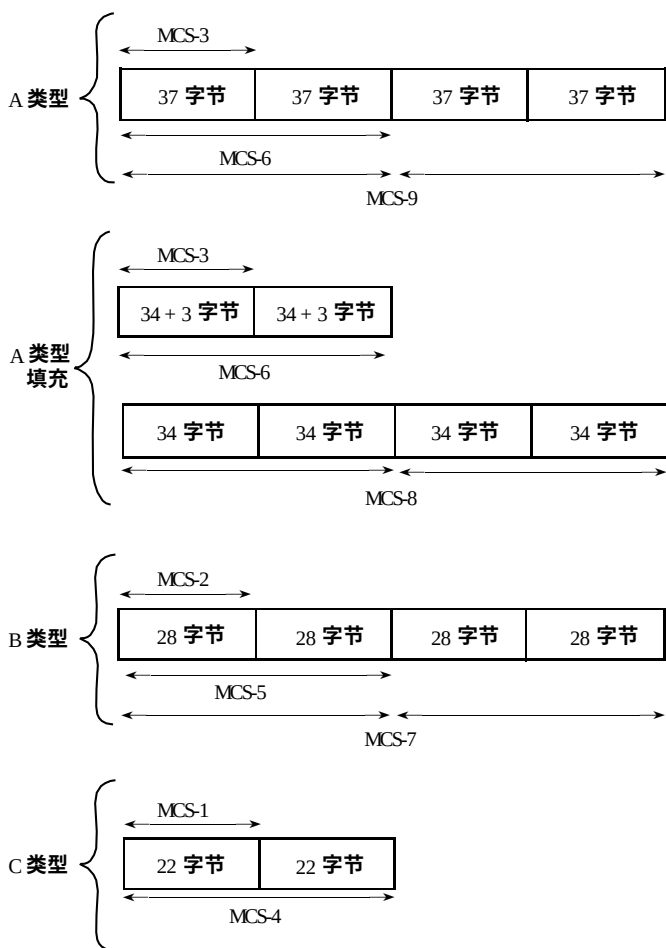


图 7-9 EGPRS 编码调制方案描述

是 37 (和 34)、28 和 22 个字节。

(2) 在一种 MCS 类型中, 在一个无线块中发送不同数目的基本信息单元可以达到传输不同速率的目的。其中类型 A 和 B

可以发送 1, 2 和 4 个基本信息单元, 类型 C 仅能发送 1 或 2 个基本信息单元。

(3) 当 MCS 发送 4 个基本信息单元时, RLC 数据被分为 2 个单独部分 (具有单独的序列号码和 BCS), 对于 MCS-8 和 MCS-9, 每个部分依次在两个突发序列周期上进行交织, MCS-7 方案中相应 RLC 部分在 4 个突发序列上进行交织, 其他 MCS 方案均只带一个 RLC 单元块, 该单元块在 4 个突发序列上进行交织。

(4) 当从 MCS-8 方案切换到 MCS-3 或 MCS-6 方案时候, 需要分别添加 3 或 6 个附加字节。

(5) 为了高度保证数据头比特的正确性, 无线块头部分与无线块数据部分分别单独编码: 采用 8 比特 CRC 校验检查错误 (不包括 USF 部分), 然后采用 1/3 速率卷积编码与打孔处理来纠错。

(6) 有三种不同的头格式, 一种适用于 MCS-7, MCS-8 和 MCS-9, 一种适用于 MCS-5 和 MCS-6, 第三种适用于 MCS-1 到 MCS-4。第一和第二种头格式适用于 8PSK 模式, 它们其中的不同之处在于携带序列号的数目不同: MCS-7, MCS-8 和 MCS-9 有两个, MCS-5 和 MCS-6 有一个。第三种头格式适用于所有 GMSK 模式。

(7) 无线块头部分在 4 个突发序列上进行交织。

图 7-10 至 7-18 分别针对下行链路业务说明了所有不同 EGPRS 调制和编码方案的编码和打孔过程。其中 USF 有 8 种状态, 用 MAC 头域的 3 个比特表示, 与 GPRS 相同的是 USF 经过编码成为 12 个编码符号, 即 12 个 GMSK 调制比特或 36 个 8PSK 调制比特。

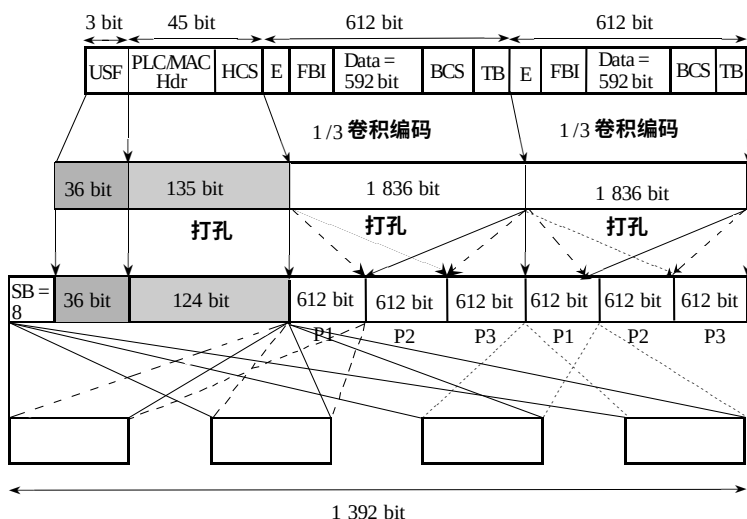


图 7-10 MCS-9 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，两个 RLC 单元块

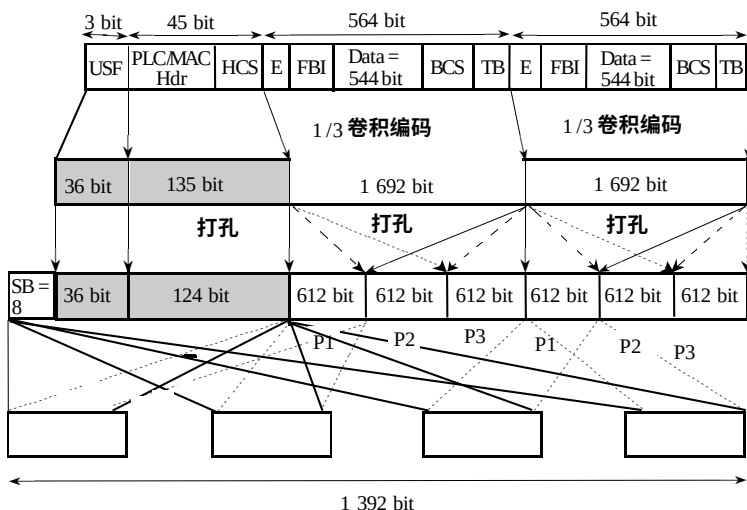


图 7-11 MCS-8 的编码打孔过程 8PSK，20 ms 无线块，两个 RLC 单元块，编码速率 0.92

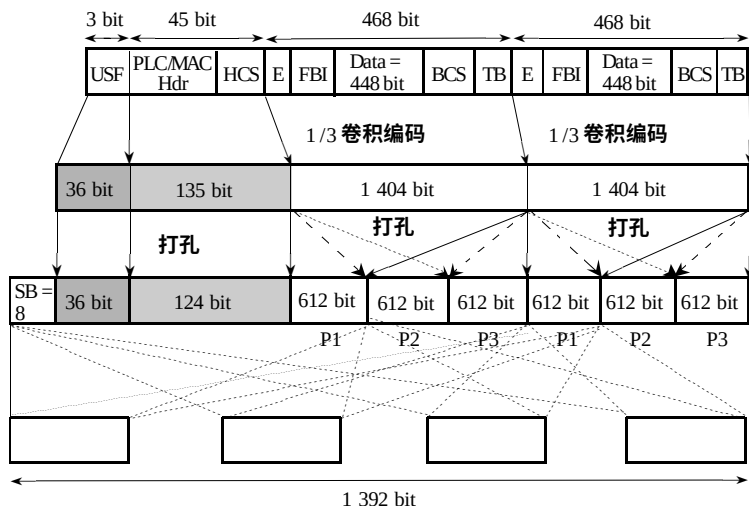


图 7-12 MCS-7 的编码打孔过程：8PSK, 20 ms 无线块，
两个 RLC 单元块，编码速率 0.76

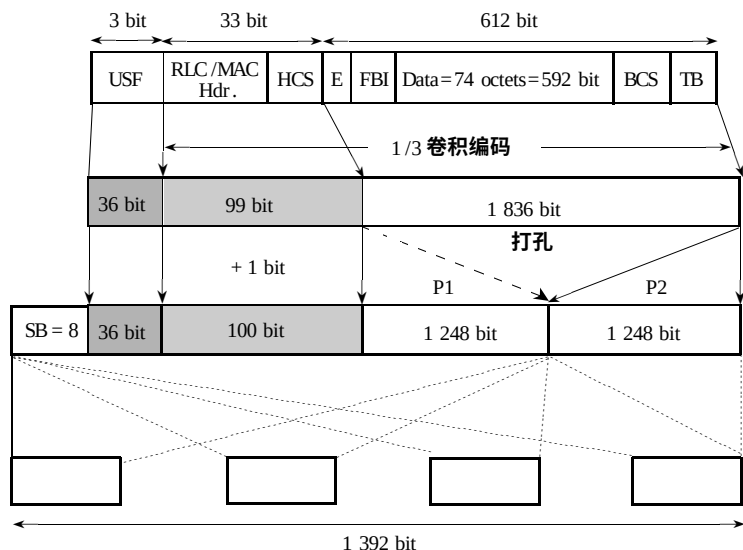


图 7-13 MCS-6 的编码打孔过程：8PSK, 20 ms 无线块，
一个 RLC 单元块，编码速率 0.49

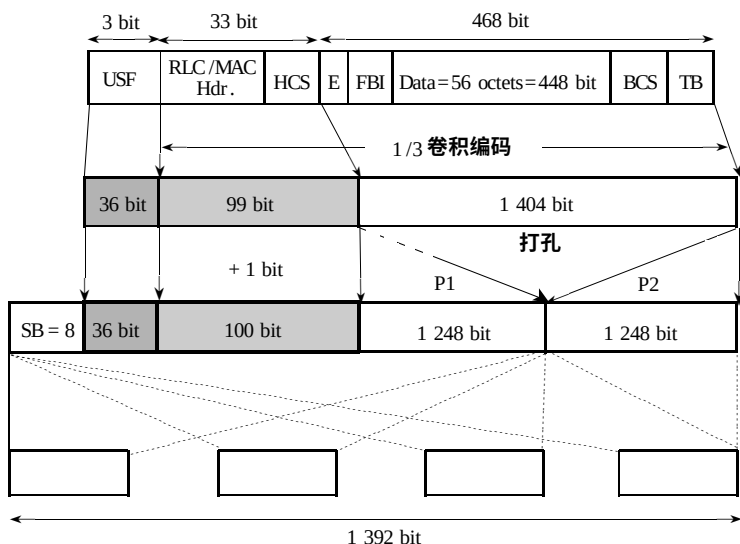


图 7-14 MCS-5 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，
一个 RLC 单元块，编码速率 0.37

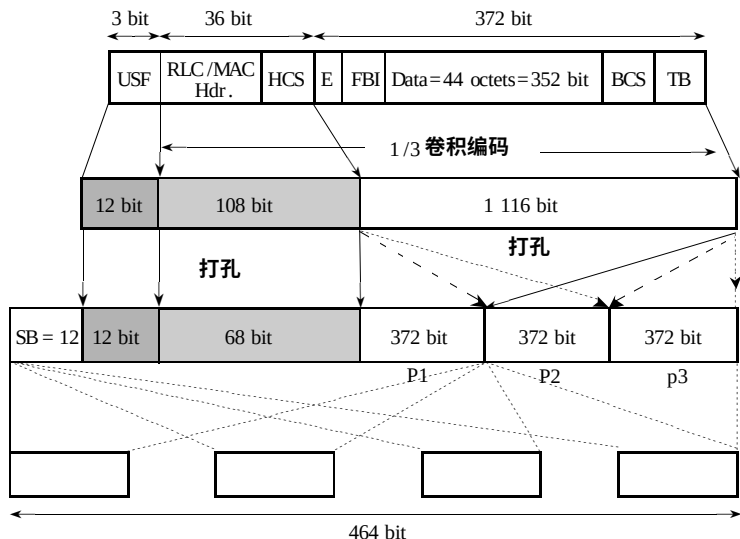


图 7-15 MCS-4 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，
一个 RLC 单元块，无编码

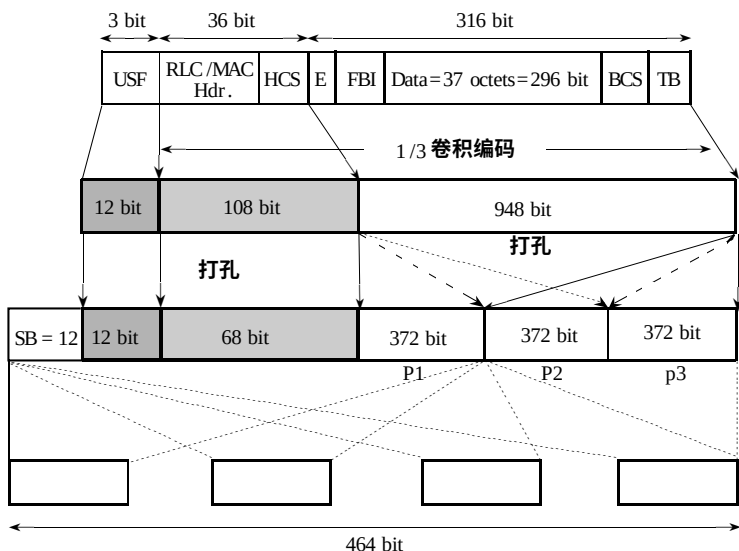


图 7-16 MCS-3 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，
一个 RLC 单元块，编码速率 0.80

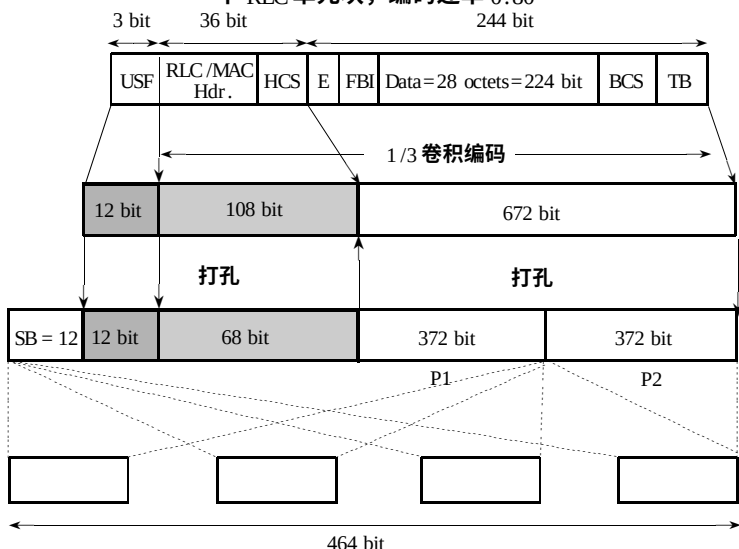


图 7-17 MCS-2 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，
一个 RLC 单元块，编码速率 0.66

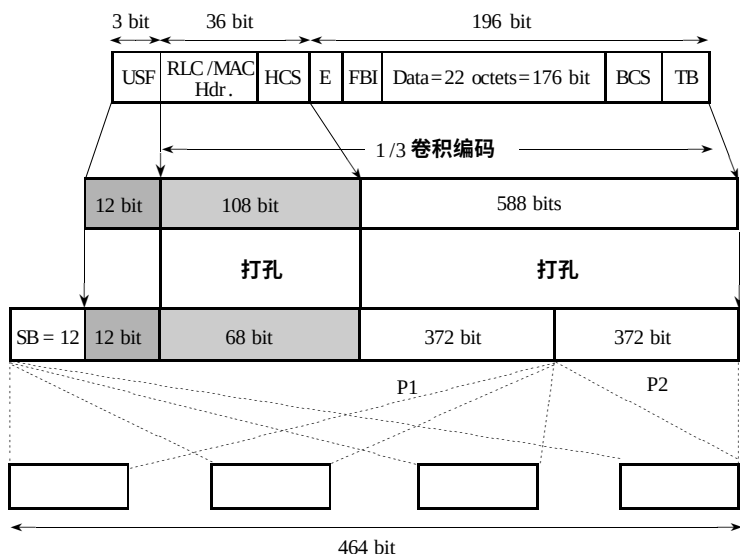


图 7-18 MCS-1 的编码打孔过程：8PSK，20 ms 无线块，一个 RLC 单元块，编码速率 0.53

在 EGPRS 编码过程中，FBI（Final Block Indicator 最后块指示）比特与 E（Extension，扩展）比特不需要额外的保护，它们与数据部分一起编码。整个无线块的编码过程是这样的：

- 第一步是加入块校验序列 BCS（Block Check Sequence）用于错误保护。
- 第二步是加入 6 个尾比特 TB（Tail Bit），并进行 1/3 速率卷积编码用于纠错。编码后的比特进行打孔操作（Puncture），使得每种 MCS 方案通过不同的打孔操作得到所要求的编码速率。

用于指示 MCS 类型的比特位于经过编码的无线头，在 GMSK 或 8PSK 模式，挪用比特 SB（Stealing Bit）均用于指示无线头类

型, 8PSK 有 8 个 SB 比特指示 4 种头类型, GMSK 模式有 12 个比特来指示两种头类型, 其中开始的 8 个比特指示 CS-4。

EGPRS 信道编码参数和 EGPRS 编码方案相关的细节见表 7-10:

表 7-10 EGPRS 编码参数表

MCS 方案	编 码 速 率	无线 块头 码速 率	调制 方式	每个无线块 RLC 单元 数目 (20 ms)	无线块 包含的 原始数据	家 组	BCS	尾 荷载 单元	HCS	数据速率 kbit /s
MCS-9	1.0	0.36	8PSK	2	2×592	A	2×12	2×6	8	59.2
MCS-8	0.92	0.36		2	2×544	A				54.4
MCS-7	0.76	0.36		2	2×448	B				44.8
MCS-6	0.49	1/3	GMSK	1	$\frac{592}{544 + 48}$	A	12	6		29.6 27.2
MCS-5	0.37	1/3		1	448	B				22.4
MCS-4	1.0	0.53		1	352	C				17.6
MCS-3	0.80	0.53		1	$\frac{296}{272 + 24}$	A				14.8 13.6
MCS-2	0.66	0.53		1	224	B				11.2
MCS-1	0.53	0.53		1	176	C				8.8

注: 斜体表示添加比特

7.6 GPRS 媒体接入层和无线链路控制层 (MAC/RLC)

GPRS 的一个重要概念是可以使多个移动台共享一个 PDCH 信道或一个用户可以占用多个 PDCH 信道, 以允许 PLMN 有效使

用网络无线资源，同时支持上行（Uplink）和下行（Downlink）链路不对称独立分配信道容量，为此必须解决以下几个问题：

（1）几个用户的数据和信令必须在 PDCH 上复用，该过程必需可控，特别是对于上行链路，当几个用户接入网络时，会出现冲突和碰撞，接下来讨论的是必须有一种方法为移动台设优先级。

（2）高层协议会允许大的数据块（PDU），这些必须分段以利于通过空中接口进行有效传输。PDU 分割必须以下述方式进行：物理链路层将 PDU 分割为无线块，分段的 PDU 必需有信息来指示谁要接收用户数据和控制信令。

图 7-19 示出了 MAC 与 RLC 的结构。

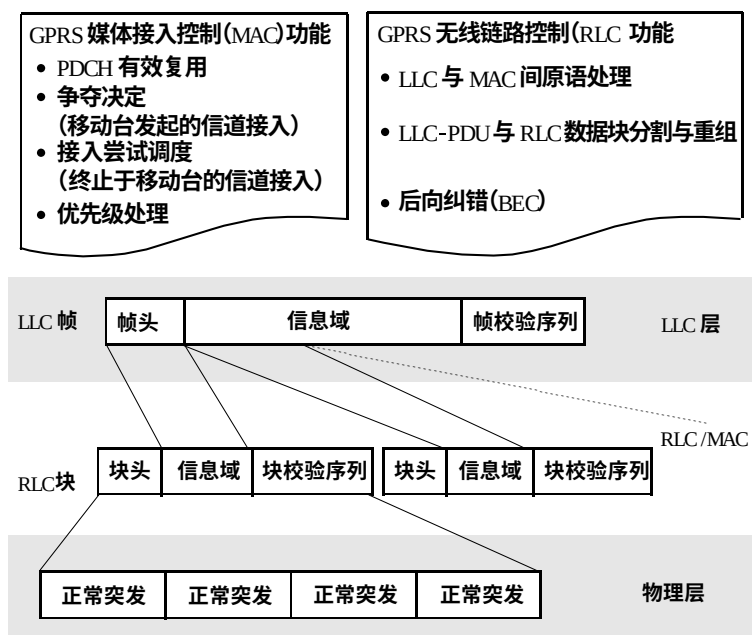


图 7-19 MAC 与 RLC

MAC 和 RLC 层是 GPRS 空中接口数据链路层的低层，逻辑链路控制层在同一层的 MAC/RLC 上面，当 MAC 与 RLC 在 MS 和 BSS 之间交互工作的时候，LLC 在 MS 和 SGSN 之间协同工作。

1. GPRS 媒体接入控制层 (MAC)

MAC 负责：

- 上行和下行链路的用户数据、控制信令的有效复用；
- 移动台发起的信道接入（特别是有冲突和碰撞时）；
- 移动台终止的信道接入；
- 优先级处理。

2. GPRS 无线链路控制层 (RLC)

RLC 负责：

- 是 LLC 层和 MAC 功能的接口；
- 高层 LLC-PDU 的分割和重装配；
- 后向纠错过程。

7.7 GPRS 用户数据通过空中接口的传输

用户数据传输和控制信令信息传输是基于移动管理 MM 和分组数据协议 PDP 关系的建立，本节进一步描述无线块通过控制接口的传输过程。

7.7.1 移动台发起的分组传输过程

MM 和 PDP 关系已经建立后，让我们假设用户在执行突发应用，用户应该通过空中接口设定一些数据，现在他希望继续传输数据，用户临时需要一些资源：

1. 分组信道请求

(1) 上行分组传输开始于分组信道请求，可以在 RACH 或者 PRACH 上完成分组直接分配，网络侧必须给用户分配资源，预

约考虑资源和分组信道请求的需要。如果 MS 使用了 RACH, 仅能指出需要 GPRS 业务, 网络侧可以在一或两个 PDCH 信道上分配上行链路资源, 这是不够的, 所以移动台发起的分组传输分为两个阶段: AGCH 用于分组直接分配, 通过使用 PRACH, 移动台可以提交关于请求资源的更充分的信息, 所以可以分配给用户一个或更多的 PDCH, PAGCH 信道用于分组直接分配。功率控制 (PC) 和定时提前 (TA) 信息也包含在这个信息中, 通过分组信道请求和分组直接分配, 阶段一接入完成。

(2) 阶段二接入是可选的, 发起是在 MS, 因为 MS 对分配给它的上行链路资源不满意。

2. 分组资源请求

该消息用于携带上行链路传输资源请求的完整描述。

3. 分组资源分配

该消息是网络侧的反应, 是为上行链路传输保留的资源, 功率控制 (PC) 和定时提前 (TA) 信息也包含在这个信息中。

分组资源请求和分组资源分配是在 PACCH 信道上实现的, 如图 7-20 所示。

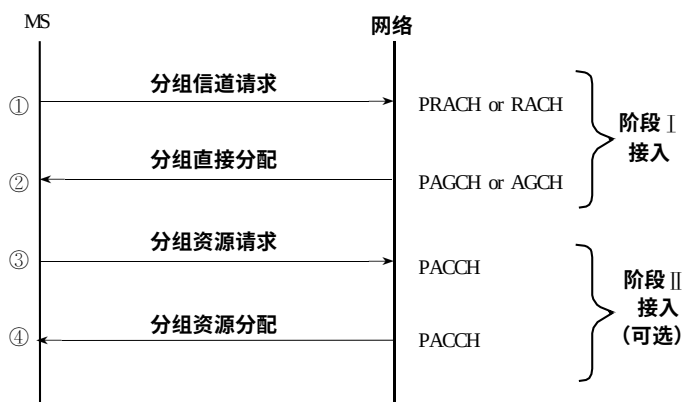


图 7-20 移动台发起的分组传输

7.7.2 GPRS 上行物理信道的资源分配过程

MAC 层功能定义使得多个 MS 可以共享公共传输信道，公共传输信道可以由几个物理信道组成。当几个 MS 试图同时传输时，MAC 功能提供裁决和碰撞避免、检测与恢复过程。MAC 层功能操作允许一个用户并行使用多个物理信道，但是不能是相同的时隙号。图 7-21 示出了无线资源分配的过程。

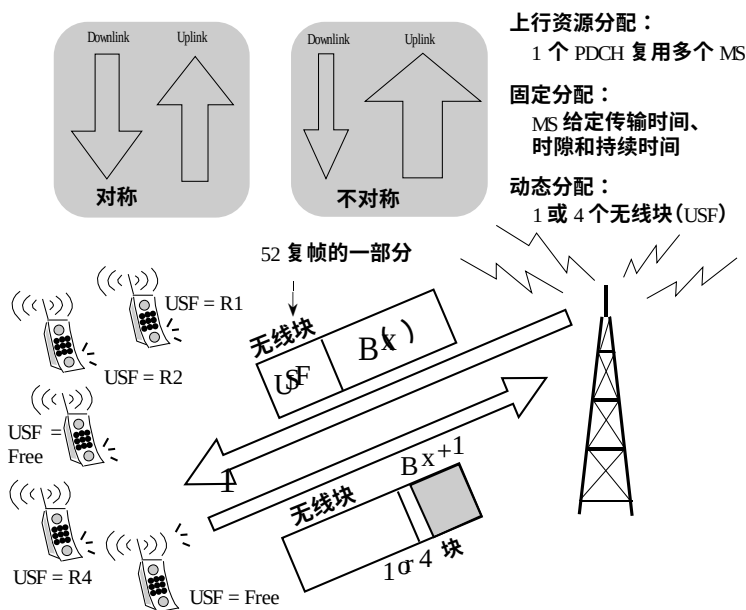


图 7-21 无线资源分配

但是当多个移动台试图同时向 BTS 传输数据时，如何管理无线资源以避免冲突和碰撞呢？首先，上行和下行链路无线资源

可以分配为对称方式或动态不对称方式，如果多个移动台试图传输数据时，上行链路可以按如下方式实现：

(1) 固定分配：MS 请求需要向 BSS 传输的无线块的数目。使用分组固定直接分配或者分组固定资源分配消息，MS 被分配给固定的上行资源。消息包括 MS 何时开始传输与使用哪一个时隙来传输。

(2) 动态分配：下节将举例说明。

7.7.3 RLC/MAC 确认模式的动态分配

分组直接确认消息包括 PDCH 信道列表和相应的每一个 PDCH 的 USF 值，一个唯一的分配的临时流标识 TFI 值包含于每一个 RLC 数据和与临时块流相关的控制块头中。因为每一个无线块包含一个识别标识，所有接收到的无线块可以正确地与特定的 LLC 帧和特定的 MS 相关联，使得协议高度可靠。通过改变 USF 的状态，不同的 PDCH 信道对于某 MS 可以是动态开放和关闭的，于是提供了灵活的预留机制。

选择重传 ARQ 机制用于在确认模式下传递 RLC 数据块。因此发送端（MS 或网络）在发送窗口之内发送 RLC 块，接收侧周期使用临时分组确认/非确认消息来确认接收数据块，该消息要么通知所有的块已经正确接收或者指示重传接收错误的 RLC 块，当从 MS 接收上行数据时，网络侧将维持对从 MS 端接收错误块的计数并自动动态分配额外的资源。

例如：上行数据传输动态分配过程，如图 7-22 所示。



图 7-22 上行数据传输动态分配

8

基于 GPRS 的 WAP 应用

WAP 协议可以构筑于各种承载之上，实现人们使用手机上网，实现无线互连的梦想。在 WAP 各种可能的承载方式中，GPRS 被认为是最有吸引力的。本章从协议和网络结构两个方面对基于 GPRS 的 WAP 应用进行分析，并简单分析移动终端使用该应用时的接入过程。

8.1 WAP 简介

WAP 是 Wireless Application Protocol（无线应用协议）的简称，它是开发移动网络上类似互联网应用的一系列规范的组合。WAP 协议与现在通行的互联网协议非常相似，但它是专为窄带宽、高时延（传输环境）、小屏幕、有限存储容量、低处理能力（移动终端）的无线环境量身定制的。

通过 WAP，用户可以通过移动电话、寻呼机、PDA（个人数字处理）或其他无线设备实现对相关 Internet /Intranet 信息的访问，既可以得到电子邮件、新闻等传统互联网的信息浏览服务，也可以得到固定互联网难于实现的个人化的消息通知以及与用户所在位置有关的天气预报、交通路况等信息。WAP 的应用模型

如图 8-1 所示：

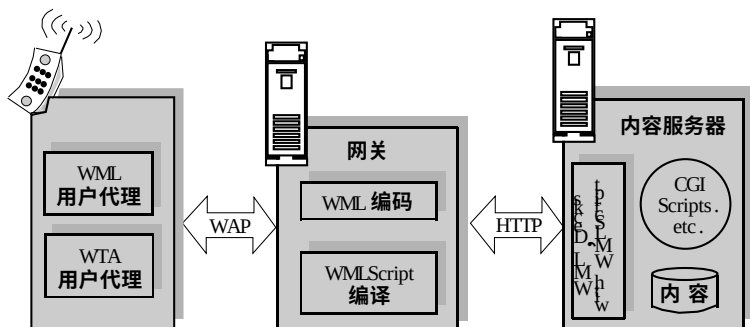


图 8-1 WAP 的应用模型

图 8-1 中的内容服务器就是我们目前常用的 Web 服务器，WAP 网关与内容服务器之间通过 HTTP1.1 协议进行通信，内容服务器上存储着大量的信息，WAP 手机用户可前来访问、查询、浏览等。WAP 手机和一般手机的不同之处在于它内置有微型浏览器（MicroBrowser）。正如电脑上网要用 IE 浏览器或 Netscape 浏览器一样，WAP 手机上网需要用到微型浏览器。同样，利用 WAP 手机上网之前也要对其进行一系列设置。

WAP 网关是 WAP 应用实现的核心，起着协议的“翻译”和传输内容编解码的作用，是联系移动通信网与万维网（WWW）的桥梁。

8.2 基于 GPRS 的 WAP 应用的协议栈模型

WAP 网关与移动通信网的连接方式是决定其结构和功能的主要因素之一，对采用分组交换的移动网络，如 GPRS 以及第三

代网络等，WAP 网关可与其采用 IP 直连的方式。对于非 IP 网络（即电路交换网络），如 GSM 网等，WAP 网关不可能直接与其建立 IP 直连，它们之间的连接，需要先进行一些转换（如采用拨号接入服务器）。

WAP 被设计成一个有着广泛的适用性和充分的包容性的应用协议，这其中很重要的一点就是它能够支持多种无线承载业务，包括短消息（SMS）、电路交换数据（CSD）和 GPRS。不同的承载业务其服务质量是不同的，传输吞吐量、误码率以及时延等指标各不相同，WAP 必须能补偿或容忍这些不同。

在 WAP 应用中，无论移动用户以什么样的方式访问 Internet 上内容服务器的何种业务数据，终究需要在移动终端与内容服务器之间有一条数据通路来传输无线数据报（Wireless Datagram）。如图 8-2 所示，这条数据通路可分为两个部分：

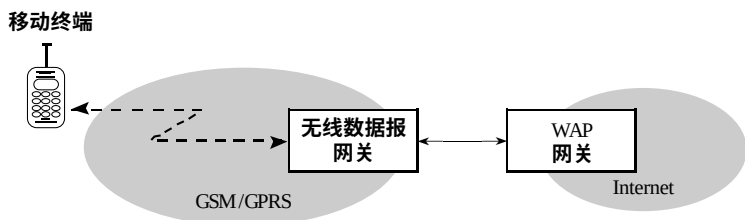


图 8-2 WAP 的无线承载

(1) 移动终端至无线数据报网关的这部分数据通路处于无线网络（如 GSM 或 GPRS）中，它利用无线网络的数据承载业务来传输无线数据报；

(2) 无线数据报网关至 WAP 网关的这部分数据通路通常是有线环境，使用某种特别的协议以隧道技术传输无线数据报，其下层通信网络可是任何普通的网络，如基于 TCP/IP 或 X.25 的广域网、基于 TCP/IP 和以太网技术的局域网等。

WAP 无线承载选择，实际上就是选择何种无线数据业务作为从移动终端至无线数据报网关的数据通路的问题。无线数据报网关处于一个非常重要的地位，它连接无线和有线两端的网络，通过适配两端的低层协议，使得无线数据报在移动终端与 WAP 网关之间透明的传输。选择了不同的数据业务就会由不同的网络实体来作为无线数据报网关，例如，如果选择了短消息业务，短消息中心就会作为无线数据报网关；如果选择 GPRS 业务，GGSN 或者 SGSN 就有可能作为无线数据报网关。

可用作 WAP 的无线承载的数据业务有：短消息业务（SMS，Short Message Service）、电路交换数据（CSD，Circuit Switched Data）、非结构的补充数据业务（USSD，Unstructured Supplementary Services Data）以及通用无线分组业务（GPRS，General Packet Radio Service）。和 SMS，USSD 以及 CSD 相比，GPRS 具有带宽宽（传输速度快），可以动态分配带宽资源等特点，能更有效的利用宝贵的无线频率资源，解决 WAP 应用中传输速度慢，频率资源紧张等问题。同时，GPRS 移动台可以在服务区内实现瞬时连接，一旦有需求时可以立即发送或接收信息，不需要事先拨号，也就是人们所说的“随时在线”。因此，以 GPRS 作为无线承载的 WAP 应用能更有效地为无线终端用户提供便捷高效的服务，是 WAP 的最佳承载方案。

在 GPRS 上实现 WAP 应用和实现其他应用是一样的，GPRS 网络本身无需做任何改变。GPRS 网络连接 GSM 与 Internet，在移动终端与 WAP 代理/服务器之间提供 IP 通路。图 8-3 示出了基于 GPRS 的 WAP 协议栈模型。

承载网络可以分为基于 IP 的承载网络（如 GPRS，CDPD）和非基于 IP 的承载网络（如 CSD，SMS，FLEX）；当在这两种不同的承载网络上构建 WAP 应用时，采用的协议栈结构会略有不同，其差异主要表现在 WAP 的传输层。对基于 IP 的承载网络来说，

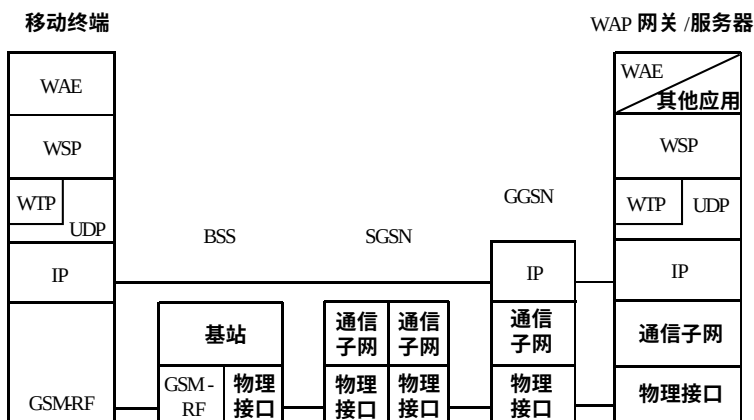


图 8-3 基于 GPRS 的 WAP 协议栈模型

传输层协议是 UDP/IP；而对于非 IP 的承载网络来说，传输层协议为 WDP。

UDP 对来自 GPRS 的数据报重新组装后，向上层提交。UDP 依靠端口号来区分与它通信的不同的上层协议的协议实体。

WTP 又称无线事务处理协议，这里事务（transaction）用来表示微浏览器浏览 WAP 信息时，向服务器发送一个请求，并得到服务器响应，一来一去这样一个过程。WTP 类似 TCP，在不可靠的数据报服务之上为上层提供可靠的连接，但 WTP 中没有 TCP 的流量控制功能。WTP 是一种经过简化的，适用于“瘦客户机”的轻型事务处理协议，它提供了很多用于提高无线网络效率的功能。

WTP 的主要作用是为 WSP 提供建立在不可靠的数据报服务之上的可靠的连接。

由于 UDP 和 WTP 不可能对数据在传输过程中的正确性做太多的保障，因此，WAP 协议中定义了相应的差错控制措施来实现该功能。对于非基于 IP 的网络，是用 WCMP（无线消息控制

协议)；而对于基于 IP 的网络，一般直接采用 ICMP (互联网控制报文协议)。ICMP 的主要功能是报告数据处理过程中遇到的错误，提供错误产生的消息并进行错误诊断；同时由传输层向管理实体或高层协议提交 ICMP 报文。

8.3 基于 GPRS 的 WAP 应用的网络结构

基于 GPRS 的 WAP 应用的网络结构如图 8-4 所示：

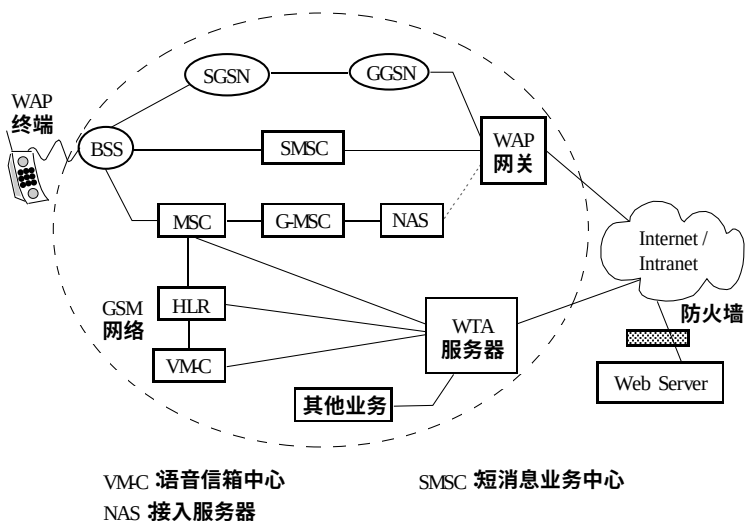


图 8-4 基于 GPRS 的 WAP 应用的网络结构

我们可以看到，在图 8-4 所示的网络中，引入了 WAP 网关和无线电话应用（WTA）服务器。

前面已经提到，WAP 网关的基本功能是协议转换和传输内容编解码，具体来讲，协议转换的含义为：当用户从 WAP 手机向内容服务器发送内容请求时，请求消息经过无线网络，以

WAP 协议方式发送至 WAP 网关，在网关经过协议转换后，再以 HTTP 协议方式与 WAP 内容服务器交互。同样，当内容信息以 HTTP 协议方式从内容服务器返回网关后，网关再对它进行一次协议转换，然后以 WAP 协议方式发送到用户的手机终端。

而传输内容编解码是指，WAP 网关将从内容服务器返回的内容进行压缩、处理成二进制代码流后返回到客户的 WAP 手机终端。

人们设计 WTA 的目的是为了在 WAP 上提供与电话相关的一些应用。如用户通过 WAP 手机进行信息浏览时看到对某家公司的介绍，他对这家公司很有兴趣，想打电话与该公司联系，他可以在微浏览器中显示的该公司的名称上按下按键，手机就会建立起与该公司的语音连接。在此过程中，手机用户不需要知道该公司的实际电话号码，这有些类似于固定互联网提供的“Click-to-Dial”业务。这是 WTA 在终端上的应用，结合 Push 功能，WTA 在网络侧也可得到应用。如用户正通过 WAP 上网浏览时接到了一个电话呼叫，此时 WTA 服务器可利用 Push 功能向用户发送一个菜单，菜单的内容可以由运营商来编程制定，也可以由用户事先定制，用户可根据菜单来决定如何处理该呼叫。

WAP 从提出到现在的正式商用，一直是伴随着 GPRS 提出和发展的，人们的目光开始从 WAP 移向被称为 2.5 代的 GPRS，WAP 从一开始的“集三千宠爱于一身”逐渐变成人们批评和指责的对象，对 GPRS 和 WAP 的关系，有些人认为，GPRS 为 WAP 提供了更大的发展空间；有些人怀疑，WAP 是不是会被 GPRS 取代？

其实，WAP 是一个上层协议，是建立在各种无线网络之上的应用，其目的是为用户提供统一、开放的应用平台，屏蔽掉各种承载网络的差异；而 GPRS 只不过是各种数据载体的一种，GPRS 本身并不排斥 WAP 技术。有人认为 GPRS 给了 WAP 更大的

发展空间，并用了一个很形象的比喻：“如果说 WAP 是信，那么 GPRS 就是运送信件的交通工具，它更快；如果说 WAP 是汽车，而 GPRS 就是跑车的路，它更宽。”

但是，我们也应该看到，GPRS 网络本身其实就是一个 IP 子网，它可以直接通过 GGSN 接入 Internet（使用 TCP/IP 协议），不通过 WAP 协议一样可以实现“无线上网”。人们定义 WAP 的目的是为了使之适应屏幕小、功能有限的移动终端以及窄带宽、高时延的无线环境；随着功能越来越接近 PC 机的新型无线终端的出现和普及，以及无线传输环境的不断改进，WAP 为了提高传输效率所做的种种优化是否还具有足够的吸引力还未可知（因为这种优化的代价是引入新的设备——WAP 网关，和重写几乎所有的通过 WAP 方式进行浏览的网站的内容）。GPRS 是否能成为 WAP 的“救星”目前尚是一个未知之数。

9

GPRS 向第三代移动通信系统的演进

1997 年以来，第三代移动通信正逐渐成为国内外移动通信领域的研究热点。由于移动通信在未来的信息产业中占有举足轻重的作用，发达国家的政府部门、电信运营商及制造商均积极参与有关第三代移动通信标准制定及其科研工作，以期在未来的竞争中占据有利地位。参与标准化的主要有欧洲的 ETSI，日本 ARIB，美国 TTA 和 TIPI，韩国的 TTA 和中国的 CWTS。按照 ITU 的原定时间表，1999 年 3 月完成第三代移动通信标准 IMT-2000 RTT 关键参数的选定，2000 年完成包括上层协议在内的完整标准制定工作。

根据 ITU 的要求，第三代移动通信最低必须满足在以下三个环境中的传送速率要求：

- 在快速移动环境中，最高速率达 144 kbit/s；
- 室外到室内或步行环境中，最高速率达 384 kbit/s；
- 室内环境，最高速率达 2 Mbit/s。

ITU 为 IMT-2000 分配了专门的频段，即 2 GHz 频段。

但现在的关键问题是：如何部署第三代系统？

目前有两种不同的解决方案：建立全新的第三代网络；在现有网络的基础上逐步演进，逐步过渡到第三代。

目前世界上普遍使用的第二代系统，如 GSM，TDMA-136 等基于 TDMA 的系统不能支持上述高速数据业务，而由于现有第二代系统用户数量巨大，而且还在呈快速增长的态势，运营商不可能抛弃现有网络去建立全新的第三代系统。因此，采取逐步演进的方式，对移动运营商来说，尤其是对第三代频段已经被占用的美国移动运营商来说，是很有吸引力的。

9.1 GPRS 的局限性

我们在前面已经讲过：GPRS 是对目前 GSM 网络的补充，是 GSM 向 3G 系统演进的重要一环。与其他的非语音移动数据业务相比，GPRS 可以在频谱效率、容量和功能等方面提供较大的改善。然而，必须要指出的是，GPRS 尚有不少局限性。

1. 小区总容量有限

GPRS 并不能增加网络现存小区的总容量，也就是说，GPRS 不能创造资源，它只能更有效的使用现有的资源。因此，无线频率资源仍然是有限的，它可以分配给不同的业务使用，但用于一种就不能用于另一种用途。

语音和 GPRS 业务都使用相同类型的网络资源。GPRS 对容量的影响程度取决于预留给 GPRS 使用的时隙的个数。

2. 实际传输速率和理论值之间存在着较大的差距

要获得 GPRS 理论上 172.2 kbit/s 的最大传输速率，必须要求单一用户同时占用所有的 8 个时隙，而且不能采取任何纠错措施。显然，网络运营商不可能允许一个 GPRS 用户占用所有的时隙，而且现有网络条件下完全不采取纠错措施也很难达到令人满

意的传输质量。此外，最初的 GPRS 终端只能支持一个、两个或三个时隙，不可能支持全部 8 个时隙的绑定使用。因此，GPRS 用户的实际可用带宽是非常受限的。

这样，GPRS 的最大理论速度受到网络和终端内的各种制约因素的限制，是不可能实现的。

3. 支持 GPRS MT (Mobile Terminated) 的终端得不到保证

目前，还没有任何手机设备制造商声称他们的第一代 GPRS 终端可以支持 GPRS MT (Mobile Terminate) 呼叫（即在手机上接收由网络发起的呼叫）。这将是 GPRS 是否可以成功地从其他非语音服务吸引用户的核心问题。

通常用户启用 GPRS 服务时，就同意为其收到的业务的内容付费。然而，GPRS MT 呼叫可能会允许任意信息到达终端。在互联网世界里这种任意的信息是不收取费用的。但移动用户将不得不为所接收到的所有信息（包括垃圾信息甚至恶意信息）付费，用户显然不愿意看到这样的情况。然而，如果 GPRS 终端不能够支持 GPRS MT，GPRS 的可用性以及其商业价值将会受到质疑。

4. GPRS 使用的调制方式还有待改进

GPRS 的调制方式是基于 GMSK (Gaussian minimum-shift keying, 高斯最小频移键控) 的，这并不是最好的调制方式。EDGE 采用 8PSK 调制方式，可允许更高的比特速率通过空中接口。由于 8PSK 还可以被用于 UMTS，所以网络运营商需要在某一阶段内采用该技术，可以更方便的实现向第三代移动通信系统的过渡。

5. 传输时延

GPRS 分组通过不同的路径被送到同一目的地。在通过无线链接的传输过程中有可能会丢失或损坏一个或部分分组。GPRS

标准可以识别出无线分组技术的内在特点，并且集成了数据的完整性与重传策略。然而会存在传输的时延。

9.2 GPRS 向 3G 的过渡——EDGE

GPRS 是 GSM 移动电话系统向第三代移动通信迈进的一个重要步骤，根据 ETSI（欧洲电信标准化协会）对 GPRS 发展的建议，GPRS 从试验到投入商用后，可分为两个发展阶段：第一阶段可以向用户提供电子邮件、因特网浏览等数据业务；第二阶段是 EDGE 的 GPRS，简称 E-GPRS。

EDGE（改进数据率 GSM 服务）是一种有效地提高 GPRS 信道编码效率的高速移动数据标准，它允许高达 384 kbit/s 的数据传输速率，可以满足未来无线多媒体应用的带宽需求。EDGE 使用的调制技术和目前 GSM 系统使用的调制技术不同，但与三代移动通信建议使用的调制技术相同。一些运营商视 EDGE 为 GPRS 发展到 3G/UMTS 的过渡技术。它是否会被广泛采用取决于设备、终端和相关应用在时间上是否配合。

EDGE 是 1997 年初作为 GSM 的一种演进方案提交给 ETSI 的。1997 年，研究人员完成了可行性研究，同年 ETSI 通过了这个方案，从而为正在进行的标准化进程铺平了道路。

尽管 EDGE 仍然使用了 GSM 的载波带宽和时隙结构，但它也能够用于其他的蜂窝通信系统（如 TDMA-136）。EDGE 可供无法得到 UMTS（通用移动通信系统）频谱的移动网络运营商使用，它提供一个从 GPRS 到 UMTS 的过渡性方案，从而使现有的网络运营商可以最大限度地利用现有的无线网络设备，在第三代移动网络商业化之前，提前为用户提供个人多媒体通信业务。

将 GPRS 系统升级到 EDGE，主要影响网络的无线收发基站（BTS）和基站控制器（BSC），但是对基于电路交换和分组交换

的应用和应用接口并没有影响。EDGE 改进了现有 GSM 应用的性能和效率并且为将来的宽带服务提供了可能。

EDGE 主要有以下特点：

(1) 速率高，现有的 GSM 网络主要采用高斯最小频移键控 (GMSK) 调制技术，而 EDGE 采用了八进制移相键控 (8PSK) 调制，在移动环境中可以稳定达到 384 kbit/s，在静止环境中甚至可以达到 2 Mbit/s 的传输速率，基本上符合三代要求达到的速率标准，能够满足各种无线应用的需求；

(2) 可同时支持分组交换和电路交换两种数据传输方式，EDGE 支持的分组数据服务可以实现每时隙高达 11.2 ~ 69.2 kbit/s 的速率，EDGE 可以用 28.8 kbit/s 的速率支持电路交换服务；

(3) 支持对称和非对称两种数据传输，这对于移动设备上网是一个非常重要的特性，在 EDGE 系统中，用户可以在下行链路中采用比上行链路更高的速率。

ETSI 和 UWCC 同时着手进行 EDGE 的开发，以保证 GSM 和 TDMA-136 的协调发展。根据计划，标准化进程将分成两个阶段。在第一阶段，重点放在增强的 GPRS (EGPRS) 和增强的电路交换数据业务 (ECSD) 上，在 1999 年形成标准，并尽快出产品。第二阶段定义改进的多媒体和实时业务，形成 2000 年版标准。

从技术上讲，EDGE 主要是对无线接口的改进。但从更普遍的意义讲，EDGE 可以被视为一个提高比特率，并且因此促进蜂窝移动系统向第三代功能演进的有效的通用无线接口技术。

9.2.1 EDGE 的主要无线接口参数

EDGE 无线接口主要参数如表 9-1 所示。

EDGE 无线接口的主要作用是在目前的蜂窝通信系统中提供更高的数据传输速率。现在 GSM 网络 (包括 GPRS 网络) 中主要采用 GMSK 调制技术，为了增加无线接口的速率，在 EDGE 中引

入了一个能提供更高数据率的调制方案——8PSK 调制；它能提供更高的比特率和频谱效率。GMSK 调制方式也是 EDGE 调制方式的一部分。两种调制方式的符号率都是 270.1ksymbols/s，因此，每时隙的总比特率分别为 22.8 kbit/s（GMSK）和 69.2 kbit/s（8PSK）。8PSK 调制用于用户的数据信道，GMSK 调制用于控制信道。

表 9-1 EDGE 分组数据无线接口参数

载波间隔	200 kHz	
符号速率	270.1 ksymbols/s	
帧长度	4.615 ms	
每帧时隙数	8	
调制方式	GMSK	8PSK
每个突发的有效载荷	116	116
符号数		
比特数	116	348
无线接口的数据率(提供给高层)	22.8 kbit/s	69.6 kbit/s
每时隙		
每帧	182.4 kbit/s	556.8 kbit/s

EDGE 物理层的许多参数都与 GSM 相同。载波间隔为 200 kHz，时隙结构也与 GSM 相同。TDMA 系统中，所有的数据都是以突发形式（一个个小数据包）传送的。无线频率资源根据不同业务的业务特性，可以分配给连续的使用，也可以按需分配。显然，采用按需分配方式时无线资源利用率要高得多。EDGE 突发数据包的格式也与 GSM 的相似，每一个突发都包括一个 26 比特的位于突发中部的训练序列，位于头、尾部的各 3 个尾比特，以及在最后的 8.25 个保护比特。每个突发包括 2×58 个数据比特，如图 9-1 所示。

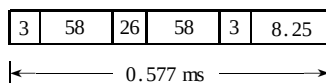


图 9-1 EDGE 的突发结构

EDGE 的基本指导思想是尽可能地利用现有的 GSM 数据业务类型，并且要提高其数据通信速率。EDGE 无线链路的比特率和质量控制建立在以下三个基本原理之上：多时隙连接（Multislot Connection）、链路自适应（Link Adaptation）和逐步增加冗余度（Incremental Redundancy）。

EDGE 通过多时隙连接可以实现更高的比特速率。由于 8PSK 对噪声比较敏感，因此只能在有限的覆盖范围内提供高数据速率。这样，链路自适应技术就变得很重要了，它可以根据无线链路的质量在 8PSK 和 GMSK 调制方式之间实现动态的切换。链路自适应的信令机制是基于现有的 HSCSD 信令机制。

链路自适应意味着完全的自动化，不需要网络运营者做任何额外的规划；但实际实现中，在不同调制和编码方案之间动态切换并不是一件轻而易举的事情，它需要在接收端进行精确的 SNR 测量、迅速的反馈。为了避免当干扰特性、信道特性和延迟等发生改变时，收发端来不及作出及时响应，引出了逐步增加冗余度的概念，这种方法可以减少选择调制方式时对链路自适应技术的需求。

EDGE 中包括一个分组交换传输模式 EGPRS 和一个电路交换传输模式 ECSD。

9.2.2 EDGE 分组交换传输模式（EGPRS）

由于数据传输比特率更高，并且采用了“自适应调制方式”（根据链路质量选择编码调制方式），EDGE 的无线链路控制

(RLC) 协议与 GPRS 的略有不同,其主要改进是在链路质量控制方式方面。由于无线信道的质量是随时都在改变的,为了增强链路的健壮性,有必要进行链路质量控制。

前面已经讲到,链路质量控制技术包括链路自适应和逐步增加冗余度两个方面。链路自适应周期性地对链路质量进行估计,从而为下一个要传输的内容选择最合适的调制和编码方式,使用户的数据传输比特率能达到最大。

逐步增加冗余度则是指在信息刚开始传输时,采用纠错能力较低的编码方式,如果接收端解码正确,就能得到比较高的信息码率;反之,如果解码失败,则需要增加编码冗余度,直到解码正确为止。显然,编码冗余度的增加必将导致有效数据速率的降低和延时的增加。

EGPRS 支持以上两种方式的组合。对逐步增加编码冗余度的方式,初始编码速率的选择取决于对链路质量的测量结果。如果链路质量较差,则引入较多的编码冗余度;反之,引入较少的编码冗余度,以免浪费。

EGPRS 的调制编码方案描述如图 9-2 所示。

EGPRS 无线块(含 4 个突发, 20 ms)定义了 9 种调制编码方案(MCS-1 到 MCS-9)来传输 RLC 数据分组。九种调制编码方案可分为三类:A, B 和 C,如表 9-2 所示。每一类都有各自的基本有效负荷单元,分别为 37 (和 34)、28 和 22 字节,同一类别通过在一个无线块上传送不同数目的有效负荷单元来获得不同的编码速率。对于类别 A 和 B,一个无线分组可传送 1, 2 或 4 个有效负荷单元;对于类别 C,一个无线分组仅可传送 1 或 2 个有效负荷单元。

当一次传送 4 个有效负荷单元(MCS-7, MCS-8, MCS-9)时,这 4 个有效负荷单元被分成 2 个 RLC 分组,对于 MCS-8 和 MCS-9,这些分组在 2 个突发上进行交织;对于 MCS-7,在 4 个

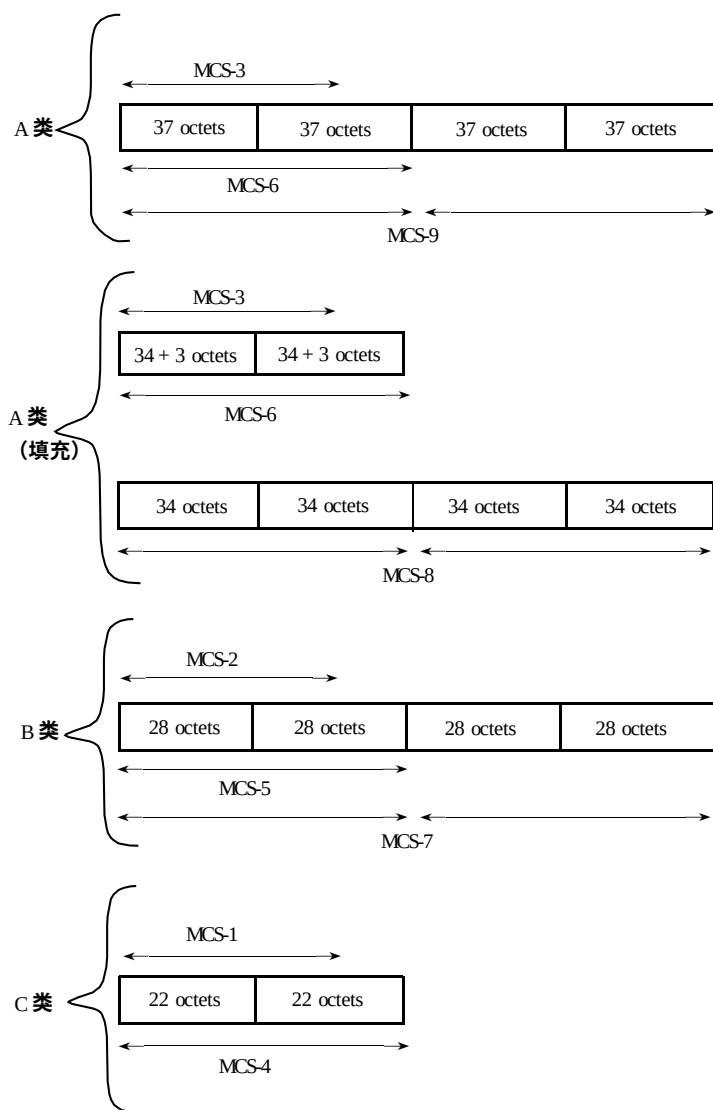


图 9-2 EGPRS 的调制编码方案描述

突发上进行交织；所有其他携带一个 RLC 分组（但可能由 1 或 2 个有效负荷单元组成）的 MCS 都是在 4 个突发上进行交织。

表 9-2 EGPRS 的调制编码方案

方案名	编码速率	头部编码速率	调制方式	一个无线块中 (20 ms) 包含的 RLC 分组数	一个无线块中的数据 (bit)	类别	数据传输速率
MCS-9	1.0	0.36	8PSK	2	2×592	A	59.2
MCS-8	0.92	0.36		2	2×544	A	54.4
MCS-7	0.76	0.36		2	2×448	B	44.8
MCS-6	0.49	1/3		1	592 544 + 48	A	29.6 27.2
MCS-5	0.37	1/3		1	448	B	22.4
MCS-4	1.0	0.53	GMSK	1	352	C	17.6
MCS-3	0.80	0.53		1	296 272 + 24	A	14.8 13.6
MCS-2	0.66	0.53		1	224	B	11.2
MCS-1	0.53	0.53		1	176	C	8.8

注：斜体表示填充比特长度

为了增强无线块头部的传输的可靠性（这在分组语音的传输时特别重要），无线块的头部与数据部分是分开进行编码的。由头部计算出的 8 比特 CRC（HCS：头检验序列）用于错误检测，接下来进行 1/3 速率的卷积编码，用于错误纠正。共有三种头部格式：一种是 MCS-7，MCS-8，MCS-9 使用的，一种是 MCS-5，MCS-6 使用的，另一种 MCS-1 到 MCS-4 使用的；前两种采用 8PSK 调制方式，第三种采用 GMSK 调制方式。无线块头部总是在 4 个突发上进行交织。

根据链路质量，选择一个 MCS 方案来传送 RLC 分组；当需要重传时，从同一类别的 MCS 中选择一个 MCS 方案。例如第一

次选择 MCS-7 来传送一个 RLC 分组时, 类别 B 中的任一个 MCS 方案 (MCS-2, MCS-5, MCS-7) 可被用来作为重传的方案。

9.2.3 EDGE 电路交换传输方式 (ECSD)

EDGE 中包括 ECSD 模式的目的是为了使现有 GSM 系统中的电路交换数据业务协议尽量保持不变。和 GSM 一样, ECSD 的一个数据帧在 22 个 TDMA 帧中进行交织, 并且增加了三种新的信道编码方式, 采用 8PSK 调制。无线接口的数据率范围是每时隙 3.6 ~ 38.8 kbit/s。对非透明业务, 仍然采用 GSM 的无线链路协议。

ECSD 能够支持透明业务和非透明业务, 这两种业务在实现资源的动态分配方面略有不同。在第一阶段的规范中, 数据速率限制在 64 kbit/s, 这意味着与现有的 GSM 相比, 最大数据率并没有增加; 但是同样的业务可用更少的时隙数和相对简单的移动台来实现, 同时, 由于各个用户占用的时隙数比标准 GSM 系统的要少, 从而可以增加系统的容量。ECSD 支持与音频 Modems 和 ISDN 业务在各种速率上的互连。ECSD 的一个重要应用是基于视频的应用: 从静态图像传输到视频会议业务, 当然这也对 ECSD 的设计提出了一些挑战, 因为除了高数据速率外, 视频传输还要求低的时延和抖动, 而且, 一个视频业务通常包括几个 QoS 要求不同的组成部分。

表 9-3 给出了 GSM 中可达到的电路交换型无线接口速率和 ECSD 中可达到的无线接口速率, ECSD 无线接口速率分别是 29 kbit/s, 32 kbit/s 和 43.5 kbit/s, 对应的单时隙用户速率分别为 28.8 kbit/s, 32.0 kbit/s 和 43.2 kbit/s。

其中, 28.8 kbit/s 的数据速率可用于透明业务和非透明业务 (通过单时隙或多时隙配置); 32.0 kbit/s 仅用于提供 64 kbit/s ECSD 透明业务 (通过 2 个时隙配置); 43.2 kbit/s 仅用于 ECSD 非透明业务。

表 9-3 ECSD 的调制编码方案

信道	编码速率	调制方式	无线接口速率(kbit/s)
TCH/F2.4	0.16	GMSK	3.6
TCH/F4.8	0.26	GMSK	6.0
TCH/F9.6	0.53	GMSK	12.0
TCH/F14.4	0.64	GMSK	14.5
E-TCH/F28.8(NT+T)	0.419	8PSK	29.0
E-TCH/F32(T)	0.462	8PSK	32.0
E-TCH/F43.2(NT)	0.629	8PSK	43.5

ECSD 基于 HSCSD 的传输和信令机制，这使得仅需对当前规范做很少的修改就可以实现 ECSD。

9.2.4 EDGE 的承载服务

根据不同的传输模式，EDGE 可以提供分组交换服务（非实时服务）和电路交换服务（实时服务）。

1. 分组交换服务

GPRS 网络能够提供从移动台到固定 IP 网络的 IP 连接。每个 IP 连接都定义了一个服务质量（QoS）描述，如：优先级、可靠性、时延、最大和平均比特传输速率等。这些参数的不同组合可以满足不同应用的需要。

EDGE 也需要定义新的 QoS 描述。由于不同应用、不同用户的要求不同，因此 EDGE 必须能够支持更多的 QoS 种类。

2. 电路交换服务

现有的 GSM 系统能够支持透明和非透明服务。

电路交换服务的定义并不因 EDGE 的引入而改变。比特率相同，不同的只是编码方式有所不同，如表 9-3 所示（其中前面 4 种是标准 GSM 系统的，后面 3 种是 EDGE 增加的）。

例如，57.6 kbit/s 的非透明业务在 EDGE 中可以用编码方式 TCS-1 通过占用 2 个时隙来实现。而同样的业务，标准 GSM 系统用 TCH/F14.4 需要占用 4 个时隙。

可见，EDGE 的电路交换方式可以占用较少的时隙来实现高速数据业务，降低了移动终端实现的复杂度。同时，由于各个用户占用的时隙数比标准 GSM 系统的少，从而可以增加系统的容量。

9.3 EDGE 的部署问题

在现有 GSM 系统中部署 EDGE，必然会对原有的 GSM 系统造成一些影响。

数据速率的提高对现有 GSM 网络结构提出了新的要求，然而，由于 GPRS 节点、SGSN 和 GGSN 或多或少地独立于用户数据速率，因此 EDGE 的引入不需要 GSM/GPRS 核心网部署新的硬件，如图 9-3 所示：

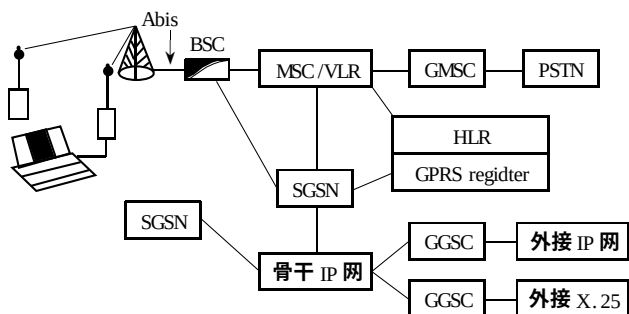


图 9-3 EDGE 网络体系结构示意图

从图 9-3 可以看出，EDGE 只是改造了新的基站子系统

(BSS) 设备，基本上没有对网络子系统做任何改动。

Abis 接口是一个瓶颈，它目前只能支持每时隙 16 kbit/s 的速率，而对于 EDGE，其速率将超过 64 kbit/s，这就要求为每个业务信道分配多个 Abis 时隙。不过 Abis 接口 16 kbit/s 的限制早已在引入 GPRS 的时候就已经被打破；通过在 GPRS 中引入两种编码方式 (CS3 和 CS4)，它能提供每业务信道 22.8 kbit/s 的速率。因此，Abis 限制问题早就在 EDGE 标准之外解决了，因此它是与 GPRS 有关，而与 EDGE 无关的修正方法。

对于基于 GPRS 的分组业务，其他的节点和接口已经能够支持每时隙更高的比特率，因而不受影响。对电路交换业务，因为 A 接口能处理 64 kbit/s 的速率，因而对 MSC 的影响仅限于软件部分，不会涉及到原有的硬件设备。

EDGE 对 GSM 网络原有无无线接口的修改将直接影响基站和移动终端的设计，人们必须采用新的终端和基站收发信机来收发使用 EDGE 调制的信息。

首先，由于 8PSK 不是恒包络调制，这种新的调制方案对功率放大器的线性提出了新的要求。设计上面临的一个挑战是如何实现一个低成本的发射机，同时完成 GSM 的频谱屏蔽。为了最大限度地利用现有的 GSM 网络，EDGE 收发信机一般应该放在为标准收发信机设计的基站中，并且 EDGE 收发信机在发射频谱和散热方面应该可以被接受。与 GMSK 相比，高功率 EDGE 收发信机在发射 8PSK 信号时需要减少平均发射功率，平均降低 2 到 5 个 dB；如何设计低功率的收发信机和移动终端会带来进一步的挑战，例如在 EDGE 中就不能再使用针对非线性调制优化的发射信机结构。

其次，接口速率的提高会使实现上变得复杂，EDGE 接口的高速率无法通过理想均衡器结构来处理，因此只能考虑次理想的均衡器设计。另外，比特率的增加（与标准 GPRS 相比）还降低

了系统在移动终端速度增加时的鲁棒性，在一般情况下，EDGE 服务将仅用于准静止的用户，当移动速度超出 EDGE 的能力时，可采用 GMSK 调制。

一个决定 EDGE 能否取得成功的重要条件是网络运营商是否能够在现有网络中逐步引入 EDGE；具有 EDGE 功能的收发信机最早应该部署在最需要 EDGE 覆盖的地方，以补充现有的标准 GSM 收发信机，因此应能支持 GSM，GPRS，EDGE 的用户业务在同一个频段上共存。

在 GSM 系统中引入 EDGE 之后，基站中将会有两种收发信机：标准 GSM 收发信机和 EDGE 收发信机，如图 9-4 所示。

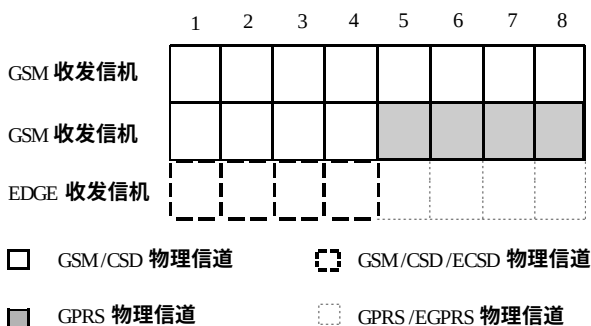


图 9-4 基站收发信机及其信道规划示例

每个物理信道（时隙）可以看成是以下几种信道之一：

- GSM 语音和电路交换数据（CSD）；
- GSM 分组数据（GPRS）；
- GSM 语音和电路交换数据（CSD 和 ECSD）；
- 分组数据（GPRS 和 EGPRS）。

标准 GSM 收发信机只支持以上信道的前面两种信道类型，而 EDGE 则支持所有四种信道。物理信道可以根据需要在基站动

态定义。例如，如果有许多语音用户正在通话，则增加第一、三种信道的数量，当然，代价是减少了 GPRS 和 EGPRS 信道的数量。最重要的是信道的管理过程应该是自动的，以避免把信道分成静态的组。因为如果将信道分成静态的组的话，会严重降低线路的利用率，并且也会使得网络运行商面对如何进行合理分组的棘手问题。

9.4 第二代移动通信向第三代过渡

在技术上，第三代是对第二代的继承和发展，继承的主要方面在于：

- 第三代和第二代同属蜂窝状覆盖网络，有相似的无线资源管理和移动性管理；
- 同是数字移动通信。
- 用相似的编码与调制解调技术。

第三代与第二代在技术上的主要差别在于第三代要适应多媒体业务和互联网浏览，因此需要更高的速率，分组交换和不对称传输。在网络平台上要实现分组交换模式，最终希望构筑在互联网协议平台上，这是它的发展的一面。

在运营上，第二代已经在全球形成了巨大的通信网络规模，运营商不可能一下子丢掉这么大的基础设施，用户也需要能有个过渡时间。因此，由第二代向第三代在技术上和运营上都需要有个过渡，这就是当前在第二代线路交换基础上加上分组交换，在无线资源分配上允许一个用户占有多个物理信道，和同一物理信道可以被多个数据业务用户共用。

GPRS 与 EDGE 是 GSM 向第三代过渡的途径。

GPRS 即通用分组无线服务，通过在 GSM 网络上增加网关支持节点 GGSN 和服务支持节点 SGSN 使网络具有提供分组无线服

务能力，终端编码设计有 CS-1，CS-2，CS-3 和 CS-4 方案，数据率分别为 9.06，13.4，15.6 和 21.4 kbit/s，形成最高 171.2×2 kbit/s 的双向数据传输能力。

EDGE 即增强型数据速率改进技术，它只是在 GSM，GPRS 基础上将信道调制方式由 GMSK 改为 8PSK，从而可以将单时隙传输速率提高到 48 kbit/s，所以如果上行或下行信道集中 8 时隙传送，则数据率可达到每方向 384 kbit/s 的最高传输速率，从而可以基本满足多媒体服务的需求。

目前世界上有大约 10 亿普通电话用户、3 亿无线语音用户和 1 亿互联网用户。未来的网络将是一个有线、无线和互联网三者合一的数字化的全球网络，其覆盖将超越一切地理的障碍，使信息无处不在。据预计，到 2003 年，中国的互联网用户将从现在的 2 千万增加到 6 千万；到 2005 年，全世界将有 10 亿无线互联网用户。对 GSM 运营商来说，早一步采用 GPRS 技术，成为无线语音/数据综合业务运营商，必将在未来激烈的市场竞争中抢先占据有利的地位。

索引

A Interface	MSC-BSS	A 接口
A3	Algorithm for SRES determination	SRES 判决算法
A5	Algorithm for ciphering	一种加密算法
A8	Algorithm for cipher key determination	密匙判决算法
AGCH	Access Grant Channel	准予接入信道
AMPS	Advanced Mobile Phone Services	先进移动电话服务
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number	绝对射频信道号码
ARQ	Automatic Repeat Request	自动请求重发
BCCH	Broadcast Control Channel	广播控制信道
BCS	Block Check Sequence	块校验序列
BEC	Backward Error Correction	后向纠错
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BSS	Base Station System	基站系统
BSSGP	Base Station System GPRS Protocol	基站系统 GPRS 协议
C Interface	HLR-SMS-GMSC/SMS-IWMSC/HLR-SMS-GMSC	SMS-IWMSC 接口

CAMEL	Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic 移动网络增强型逻辑的客户化应用
CCCH	Common Control Channel 公共控制信道
CCS7	Common Channel Signalling System No.7 公共控制信道 7 号信令系统
CCU	Channel Codec Unit 信道编译码单元
CDMA	Code Division Multiple Access 码分多址
cdma2000	(third generation successor system of IS-95) IS-95 演进而来的一种第三代移动通信系统
CI	Cell Identifier 小区标识
CLNS	Connectionless network service 面向无连接的网络服务
CONP	Connection Orientated Network Protocol 面向连接的网络协议
CONS	connection orientated network service 面向连接的网络服务
CS	Coding Scheme 编码方案
D Interface	MSC-HLR MSC-HLR 接口
D-AMPS	Digital Advanced Mobile Phone Service 数字化的先进移动电话服务
DECT	Digital Enhanced (European) Cordless Telephony 数字增强型的无绳电话
DL	Downlink 下行链路
DLCI	Data Link Connection Identifier 数据链路连接标识
DRX	Discontinuous Reception 不连续接收
E1	European PDH Signal, Level 1 欧洲 PDH 信号, 水平 1

EDGE	Enhanced Data Rates for the GSM Evolution GSM 演进的增强数据速率
EIR	Equipment Identity Register 设备标识寄存器
ETSI	European Telecommunications Standard Institute 欧洲电信标准化协会
FACCH	Fast Associated Control Channel 快速随路控制信道
FCCH	Frequency Correction Channel 频率校正信道
FEC	Forward Error Correction 前向纠错
FR	Frame Relay 帧中继
Gb	GPRS Interface between BSS and SGSN BSS-SGSN 间的 GPRS 接口
Gc	GPRS Interface between SGSN and HLR SGSN-HLR 间的 GPRS 接口
Gd	GPRS Interface between SGSN and SMS-GMSC, SMS-IW MSC SGSN 与 SMS-GMSC, SMS-IW MSC 间的 GPRS 接口
Gf	GPRS Interface between EIR and SGSN EIR 与 SGSN 间的 GPRS 接口
Gi	GPRS Interface between PDN and GGSN PDN 与 GGSN 间的 GPRS 接口
GGSN	Gateway GPRS Support Node 网关 GPRS 支持节点
GMM	GPRS Mobility Management GPRS 移动性管理
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying 高斯最小移频键控
Gn	GPRS Interface between GGSN and SGSN or SGSN and SGSN

	GGSN 与 SGSN 或 SGSN 与 SGSN 之间的 GPRS 接口
Gp	GPRS Interface between SGSN and foreign GGSN SGSN 与 外部 GGSN 间的 GPRS 接口
GPRS	General Packet Radio Service 通用分组无线服务
Gr	GPRS Interface between SGSN and HLR SGSN 与 HLR 间的 GPRS 接口
Gs	GPRS Interface between SGSN and MSC/VLR SGSN 与 MSC/VLR 间的 GPRS 接口
GSM	Global System for Mobile Communication 全球移动通信系统
GSN	GPRS Support Node GPRS 支持节点
GTP	GPRS Tunnel Protocol GPRS 隧道协议
HLR	Home Location Register 归属位置寄存器
HR	Half Rate 半速率
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data 高速电路交换数据
HW	Hardware 硬件
IMEI	International Mobile Equipment Identity 国际移动设备标识
IMSI	International Mobile Subscriber Identity 国际移动用户标识
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000 国际移动通信 2000 (ITU 对第三代移动通信的称呼)
IN	Intelligent Network 智能网
IP	Internet Protocol 互联网协议
IPv4	IP version 4 IP 版本 4
IPv6	IP version 6 IP 版本 6
IS-95	(second generation CDMA system)

第二代移动通信系统

ISDN	Integrated Services Digital Network	
	综合业务数字网	
ISP	Internet Service Provider	互联网服务提供商
ITU	International Telecommunication Union	国际电联
Ki	Key for authentication	鉴权密钥
LA	Location Area	位置区
LAI	Location Area Identifier	位置区标识
LAN	Local Area Network	位置区网络
LLC	Logical Link Control	逻辑链路控制
LU	Location Update	位置更新
LUP	Location Update Procedure	位置更新过程
MAC	Medium Access Control	媒体接入控制
MAP	Mobile Application Part	移动应用部分
MCC	Mobile Country Code	移动国家代码
MM	Mobility Management	移动性管理
MNC	Mobile Network Code	移动网络代码
MOC	Mobile Originating Call	自移动台发起的呼叫
MS	Mobile Station	移动台
MSC	Mobile Services Switching Centre	
	移动业务交换中心	
MSIN	Mobile Subscriber Identity Number	
	移动用户识别号	
MSISDN	Mobile Subscriber ISDN number	移动用户 ISDN 号
MT	Mobile Terminating Call	至移动台终止的呼叫
MTP	Message Transfer Protocol	消息传输协议
NCH	Notification Channel	通知信道
N-PDU	Network PDU	网络协议数据单元

NMT	Nordic Mobile Telephony	北欧移动电话系统
NS	Network Service	网络服务
NSAPI	Network SAPI	网络 SAPI
NSS	Network Subsystem	网络子系统
O&M	Operation and Maintenance	操作和维护
OSI	Open Systems Interconnected	开放系统互联
P-TMSI	Packet Temporary Mobile Subscriber Identity	分组临时移动用户标识
PACCH	Packet Associated Control Channel	分组随路控制信道
PAGCH	Packet AGCH	分组 AGCH
PBCCH	Packet BCCH	分组 BCCH
PC	Power Control	功率控制
PCCCH	Packet CCCH	分组 CCCH
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PCN	Public Cellular Network = GSM1800	公用蜂窝网络 = GSM1800
PCS	Public Cellular System = GSM1900	公用蜂窝系统 = GSM1900
PCU	Packet Control Unit	分组控制单元
PDCH	Packet Data Channel	分组数据信道
PDN	Packet Data Network	分组数据网络
PDP	Packet Data Protocol	分组数据协议
PDTCH	Packet Data Traffic Channel	分组数据业务信道
PDU	Packet Data Unit	分组数据单元
PLMN	Public Lands Mobile Network	公共陆地移动网络
PNCH	Packet NCH	分组 NCH
PPCH	Packet PCH	分组 PCH

PPP	Point-to-Point Protocol	点到点协议
PRACH	Packet RACH	分组 RACH
PRCH	Packet RCH	分组 RCH
PTM	Point-to-Multipoint	点到多点
PTM-G	PTM Group Call	PTM 组播
PTM-M	PTM multicast	PTM 多播
PTP	Point-to-Point	点到点
QoS	Quality of Service	服务质量
RA	Routing Area	路由区
RAC	Routing Area Code	路由区代码
RACH	Random Access Channel	随机接入信道
RAI	Routing Area Identity	路由区标识
RF	Radio Frequency	无线频率
RLC	Radio Link Control	无线链路控制
RSS	Radio Subsystem	无线子系统
SACCH	Slow Associated Control Channel	慢速随路控制信道
SAP	Service Access Point	业务接入点
SAPI	Service Access Point Identifier	业务接入点标识
SCCP	Signalling Connection Control Part	信令连接控制部分
SCH	Synchronisation Channel	同步信道
SDCH	Stand alone Dedicated Control Channel	独立专用控制信道
SDU	Service Data Unit	业务数据单元
SGSN	Serving GPRS Support Node	服务 GPRS 支持节点
SIM	Subscriber Identity Module	用户标识模块
SM	Session Management (GPRS)	

会话管理 (GPRS)

SMS	Short Message Service	短信服务
SNDCP	Subnetwork Dependent Convergence Protocol	
	子网依赖汇聚协议	
SS	Supplementary Service	附加业务
SS7	Signalling System # 7	7 号信令系统
SW	Software	软件
T	Block Type Indicator in Radio Block	
	无线块中块类型指示	
TA	Timing Advance	定时提前
TACS	Total Access Communication System	
	全接入通信系统 (一种第一代移动通信系统)	
TBF	Temporary Block Flow	临时块流
TCAP	Transaction Capabilities Application Part	
	处理能力应用部分	
TCH	Traffic Channel	业务信道
TCH/F	Fullrate TCH	全速率 TCH
TCH/H	Halfrate TCH	半速率 TCH
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
TE	Terminal Equipment	终端设备
TID	Tunnel Identifier	隧道标识
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity	
	临时移动用户标识	
TLI	Temporary Logical Link Identifier	
	临时逻辑链路标识	
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
Um	“ air interface for GSM ”	GSM 空中接口

Um-Tranx	(functionality to enable packet switching between MS and BSS) Um 接口：完成 MS 与 BSS 之间交换分组功能
UMTS	Universal Mobile Communication System 全球移动通信系统
UL	Uplink 上行链路
USF	Uplink State Flag 上行链路状态标志
UWC-136	Universal Mobile Telecommunication Standard 全球移动通信标准
VBS	Voice Broadcast Service 话音广播服务
VLR	Visited Location Register 访问位置寄存器
VGCS	Voice Group Call Services 话音组呼服务
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access 宽带码分多址系统
GSN	SGSN 或 GGSN

参考文献

- [1] 祁玉生, 邵世祥. 现代移动通信系统. 北京: 人民邮电出版社, 1999
- [2] 詹舒波等. WAP——移动互联网技术. 北京: 北京邮电大学出版社, 2000
- [3] GSM 01. 33, “ Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +) , Lawful Interception requirements for GSM V7. 0. 0”, (formally known as GSM 10. 20). Technical Report , version 7. 0. 0 , 1998.3
- [4] GSM 01. 60, “ Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +) , General Packet Radio Service (GPRS), Requirements specification of GPRS ”. Technical Report, version 6. 0. 0, 1998.4
- [5] GSM 02. 60, “ Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +) , General Packet Radio Service (GPRS), Service description, Stage 1 ”. Technical Specification, version 8. 1. 0 , 1999.7
- [6] GSM 03. 60, “ Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +) , General Packet Radio Service (GPRS) , Service description, Stage 2 ”. Draft , version 7. 4. 0, 2000.4

- [7] GSM 07. 60, “ Digital cellular telecommunications system (Phase 2 +), General Packet Radio Service (GPRS), Mobile Station (MS) supporting GPRS ”. Technical Specification, version 7. 1. 0, 1999.11