

485

TN 29.5
LP36

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: 北京源海印刷厂

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的气势。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, Dysey 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。

1 概述

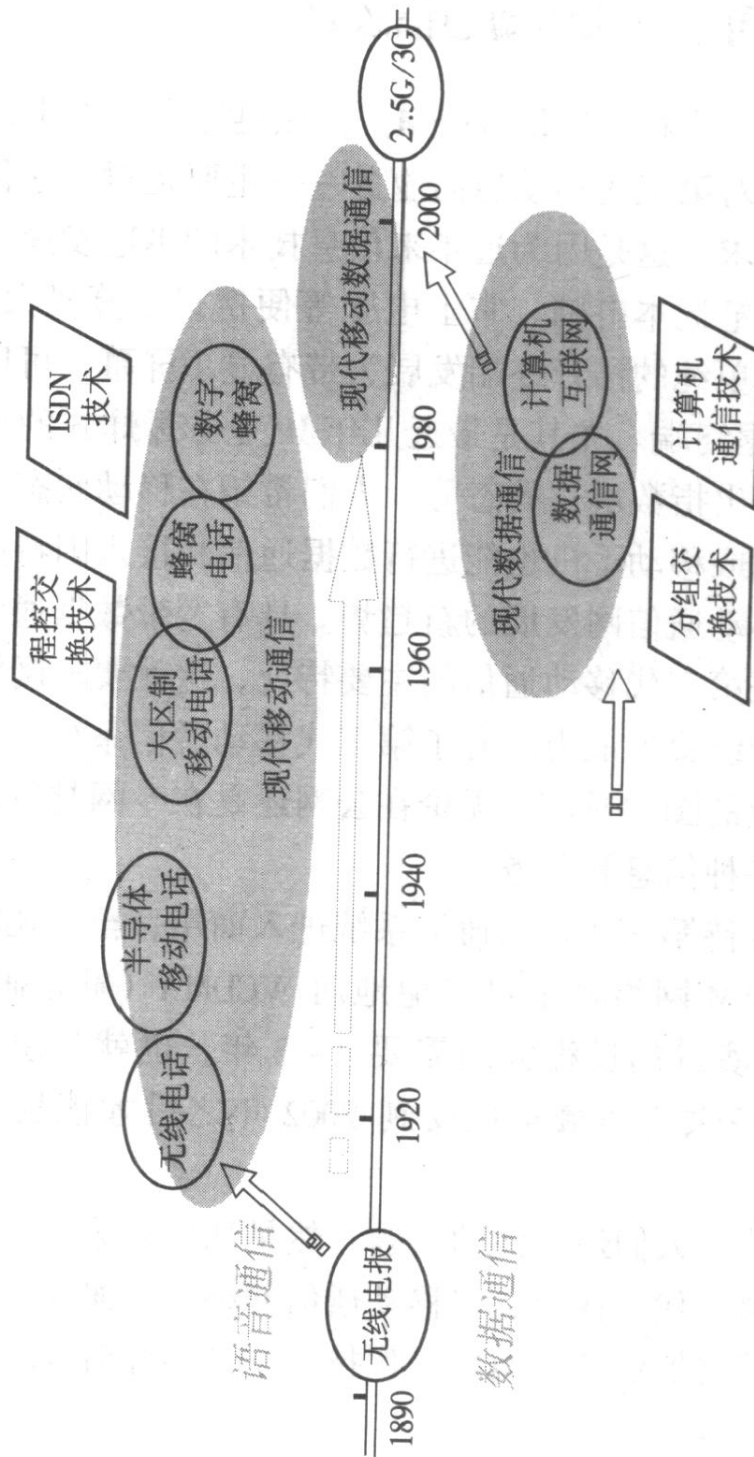


图 1-1 移动数据通信的演进历史

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

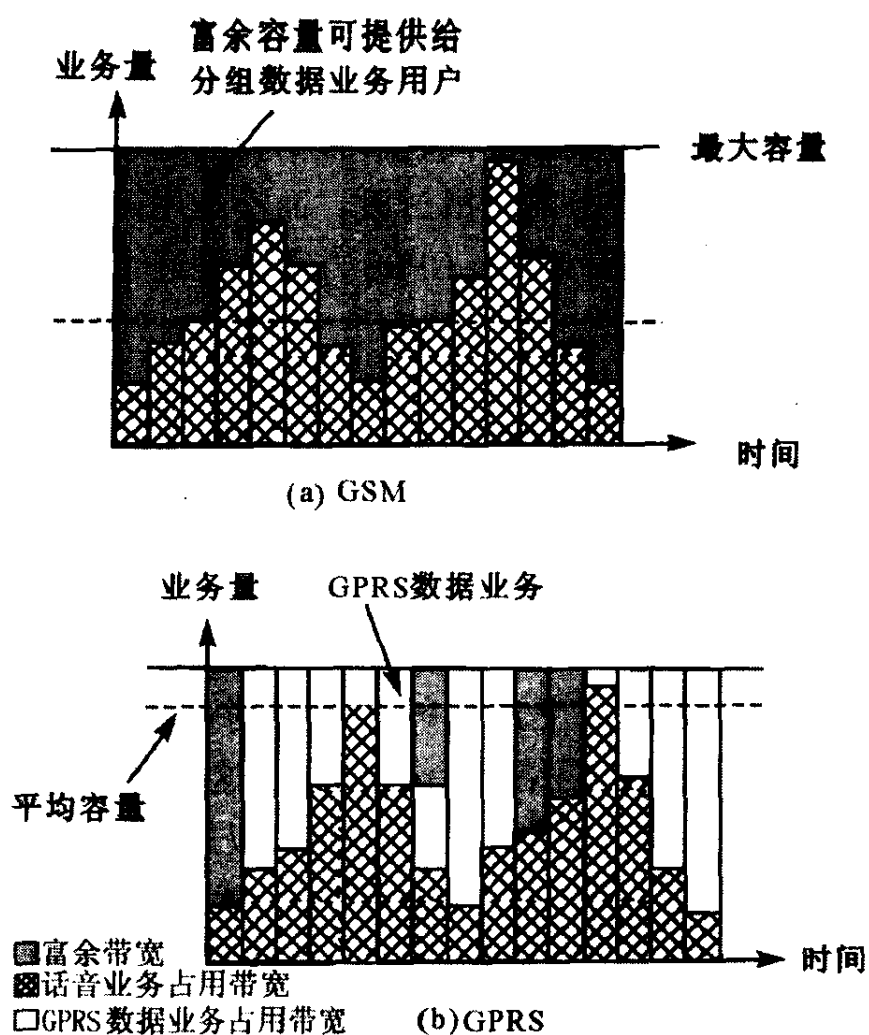


图 1-2 GPRS 提高无线信道利用率

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