

GPRS 技术导论

Introduction to GPRS Technology

目录

前言

GPRS简介

GPRS 技术

GPRS的网络结构

GPRS协议模型

GPRS的路由管理

空中接口

GPRS的速率

通用分组无线业务

GPRS主要业务

GPRS移动台种类

GPRS业务的实现

GPRS业务过程

GPRS的网络安全性

GPRS计费

GPRS测试

GPRS手机概述

2.5G GSM手机手机电路硬件

2.5G GSM手机软件结构与功能

常用芯片组和通讯协议软件

GPRS网络建设及其市场现状

GPRS移动手机市场

国外手机生产厂家

国内手机生产厂家

GPRS，一切准备好了吗

要实现 GPRS 网络，需要在传统的 GSM 网络中引入新的网络接口和通信协议，在移动用户和远端的数据网络(如支持 TCP/IP、X.25 等)之间提供一种连接，从而给用户提高速无线 IP 和无线 X.25 业务。目前 GPRS 网络是通过在 GSM 网络结构中引入两个新的网络节点,它们是 GPRS 网关支持节点 GGSN(Gateway GPRS Supporting Node)和 GPRS 业务支持节点 SGSN(Serving GPRS Support Node),移动台则必须是 GPRS 移动台或 GPRS/GSM 双模移动台。

根据欧洲 ETSI 的 GSM2+阶段的建议，GPRS 分为两个阶段，即 Phase 1 和 Phase 2。GPRS 的 Phase 1 阶段将能支持 TCP/IP 和 X.25 业务、GPRS 附加业务、增强型的短信业务和全新 GPRS 空中接口加密技术。同时也诞生了崭新的“按流量计费”的合理收费政策，可以做到 24 小时在线，只有点击时才收费。GPRS Phase 2 阶段的规范尚在制定之中，它将提供更多的新功能和业务。

GPRS 提高了频谱利用率。首先是通过分组交换。GPRS 网络是通过在 GSM 网络结构中增添两个新的网络节点(一个是 GPRS 业务支持节点 SGSN，一个是 GPRS 网关支持节点 GGSN)和一个软件，将现有的网络部分进行升级，将交换功能加到 GSM 网络，形成双模空中接口，把电路交换和分组交换结合在一起操作，其移动数据的格式与 GSM 技术兼容，由于能分组交换，就能高效的与分组交换网络连接，如与 Internet 网接入、移动信用卡认证和远程阅读煤气表、电表的数值等多种应用。

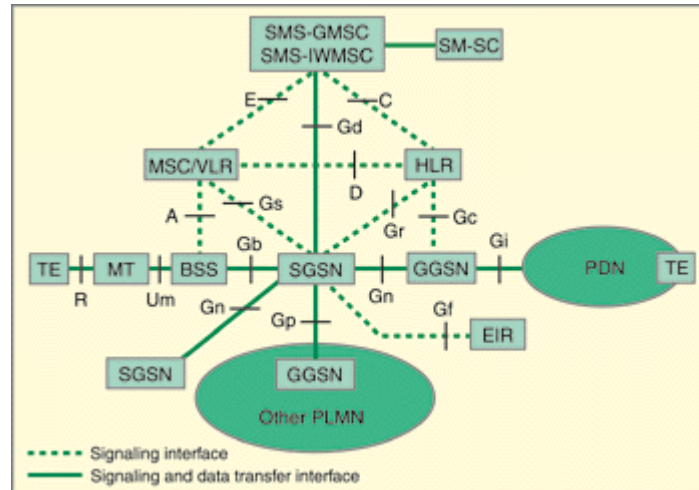
GPRS 提高了频谱利用率的另一手段是 GPRS 用户可以共享相同的带宽，节省有限的无线资源。分组交换意味着大量的 GPRS 用户可以共享相同的带宽,而且由同一单元提供服务，不是把一个无线信道指定给一个移动数据用户，而是多个用户共用相同的带宽,这就节约了不少的网络资源,因此 GPRS 可以使网络运营商以一种动态的和灵活的方式最大可能地利用他们的网络资源。

[返回目录](#)

GPRS 技术

GPRS 的网络结构

GPRS网络增加的新节点间接口是 Gr、Gi、Gb、Gn、Gp、Gs、Gf、Gd、Gc，新节点与原有节点之间的关系和接口情况见下图：



在上述接口中，Gs、Gc是可选接口。GPRS系统是通过七号信令(Gc、Gd、Gf、Gr、Gs)与 GSM网络的 NSS部分相连，其它接口和参考点是通过 PLMN骨干网内(Gn)、PLMN骨干网间(Gp)与外部网(Gi)实现互联。

为了实现 GPRS，需要在现有的 GSM 网络中引入三种新的逻辑网络实体：服务 GPRS 支持节点（SGSN）、网关 GPRS 支持节点（GGSN）和分组控制单元（PCU）。

GSN（GPRS Supporting Node）系GPRS支持接点，是GPRS网络中最重要的网络节点。GSN具有移动路由管理功能，它可以连接各种类型的数据网络，并可以连到GPRS寄存器。GSN可以完成移动台和各种数据网络之间的数据传送和格式转换。GSN可以是一种类似于路由器的独立设备，也可以与GSM中的MSC集成在一起。

GSN 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，并且在移动台和 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。

在 BSS（基站子系统）的 BSC（基站控制器）中，包括一个分组控制单元（PCU Packet Control Unit），它支持所有 GPRS 空中接口的通信协议。PCU 的功能包括分组交换呼叫的建立、监视和拆除，负责管理分组分段和规划、无线信道、传输错误检测和自动重发、信道编码方案、质量控制、功率控制等，并支持越区切换、无线电资源配置和信道指配等功能。PCU 可以作为 BSC 的插卡，也可以独立地存在，由于 PCU 和 BSC 之间没有通用的接口协议，因此各个厂商必须将其 BSC 上安装 PCU 是实现 GPRS 的前提。

PCU 和 SGSN 之间通过 Gb 接口相连，是标准接口，SGSN 和 GGSN 之间通过 Gn 接口通信，SGSN 和 GGSN 通过 GPRS 隧道协议进行封装。

一个由手机发起的 GPRS 通信过程为：手机-BTS- BSC-PCU-SGSN-GGSN-IP Network。

MSC/VLR, HLR 和 SMS (短消息服务) 中心是普通电话交换 GSM 系统中的功能实体。这些节点通过增加附加的接口, 实现与 GPRS 的互通。

GPRS网络节点和接口的解释如下:

TE (Terminal Equipment): 终端设备, 例如: PDA、计算机、POS 终端等;

MT (Mobile Terminal): 移动终端, 例如: 手机、无线Modem等。一套TE与MT的组合便是MS (Mobile Station), 移动台;

PDN (Packet Data Network): 包交换数据网络, 如 Internet, X.25 等;

R接口: 终端设备和移动终端的接口参考点。该点将终端设备与移动台相连, 如通过便携电脑与 GSM手机相连。该参考点满足 ITU—TV. 24 / V. 28、PCMGIA PC—Card、IrDA标准, 也能兼容新的接口标准如 USB、Bluetooth等;

Gi接口 GGSN和外部网络的接口。通过该接口, GPRS与外部网络相连。由于 GPRS可以支持各种各样的数据网络, 故 Gi不是标准接口, 而只是一参考点;

Um接口: MS和 GPRS固定网络间的接口。它通过 MS接入 GPRS的接口;

Gs接口: SGSN和 MSC间的接口。通过该可选接口, SGSN可以向 MSC发送位置信息数据或者接收来自 MSC的寻呼信息, Gs接口可以大大改善无线资源的使用效率以及合并的 GSM / GPRS网络资源。例如, 一个用户要同时登录GPRS和GSM两个网络, SGSN就要通过这个接口将对GSM网络的登录请求转发给MSC。该接口使用 BSSAP 协议;

Gr接口: SGSN和 HLR间的接口。Gr给 SGSN提供接入 HLR并获得用户信息的接口, 该 HLR可以属于不同PLMN(MAP)。用户向SGSN登录时, SGSN在HLR中获得用户的登记信息和鉴权信息。

Gp 接口: 不同 PLMN 和两个 GSN 间的接口。Gp 接口的功能与 Gn 相似, 它同时还提供 BG、防火墙以及不同 PLMN 间互联的功能, 如: 安全, 路由等

Gd 接口: SMS—GMSC 和 SGSN 间的接口, 及 SMS—IWMSC 和 SGSN 间的接口。有了这个接口, 短消息就可以通过 GPRS 网络传送, 而不必占用 GSM 的资源。通过 Gd 接口可以提高 SMS 服务的使用效率。

Gc 接口: GGSN 和 HLR 区间的接口。只有通过该可选的接口才可以完成网络发起的进程激活, 这时通过 GGSN 可以获得 MS 的位置信息。规范中还定义了 proxy GSN 的使用, 它被用实现 GTP 到 MAP 间的协议转换, 这样可以避免在 GGSN 中实现 MAP。设置它的目的是为了支持外网主机发起连接。通常连接是由手机发起的, SGSN 在对用户鉴权之后, 找到指定的 GGSN, 并与之建立数据通路。如果联接是由外网主机发起的, 信息到达 GGSN 之后, GGSN 就需要通过 Gc 接口查询 HLR: (1) 目的 IP 对应哪一台手机; (2) 这台手机现在由哪一个 SGSN 控制。这个接口目前还没有实现。

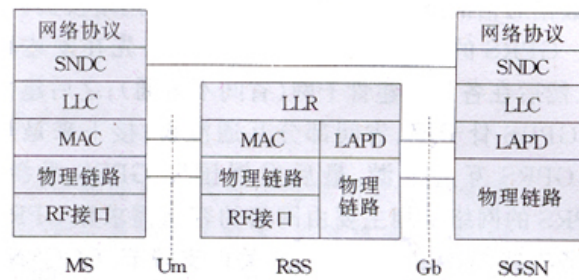
Gn 接口: 同于一 PLMN 和两个 GSN 间的接口。Gn 提供数据和信令接口, 在基于 IP 的骨干网中 Gn(及 Gp)接口使用 GPRS 通道协议(GTP

Gf 接口: SG Gd 接口: SMS—GMSC 和 SGSN 间的接口, 及 SMS—IWMSC 和 SGSN 间的接口。通过 Gd 接口可以提高 SMS 服务的使用效率(MAP

Gb 接口: SGSN 和 SSS 间的接口。该接口既传送信令又传输话务信息。这个接口通过基于帧中继(Frame Relay)的网络服务(Network Services)提供流量控制

[返回目录](#)

GPRS 协议模型



移动台 (MS) 和 SGSN 之间的 GPRS 分层协议模型如上图所示。Um 接口是 GSM 的空中接口。Um 接口上的通信协议有 5 层，自下而上依次为物理层、MAC (Medium Access Control) 层、LLC (Logical Link Control) 层、SNDC (Subnetwork Dependant Convergence) 层和网络层。

Um 接口的物理层为射频接口部分，而物理链路层则负责提供空中接口的各种逻辑信道。GSM 空中接口的载频带宽为 200 kHz，一个载频分为 8 个物理信道。如果 8 个物理信道都分配为传送 GPRS 数据，则原始数据速率可达 200 kbit/s。考虑前向纠错码开销，则最终数据速率可达 164 kbit/s 左右。

物理层为 RLC/MAC 层提供多个物理信道，主要功能包括：前向纠错、交织、无线链路信号质量的监视和功率控制等。

MAC 为媒质接入控制层。MAC 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。GPRS 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，具体又分为寻呼和应答等信道。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。

LLC 层为逻辑链路控制层。它是一种基于高速数据链路规程 HDLC 的无线链路协议。LLC 层负责在高层 SNDC 层的 SNDC 数据单元上形成 LLC 地址、帧字段，从而生成完整的 LLC 帧。另外，LLC 可以实现一点对多点的寻址和数据帧的重发控制。

BSS 中的 LLR 层是逻辑链路传递层。这一层负责转送 MS 和 SGSN 之间的 LLC 帧。LLR 层对于 SNDC 数据单元来说是透明的，即不负责处理 SNDC 数据。

SNDC 被称为子网依赖结合层。它的主要作用是完成传送数据的分组、打包，确定 TCP/IP 地址和加密方式。在 SNDC 层，移动台和 SGSN 之间传送的数据被分割为一个或多个 SNDC 数据包单元。SNDC 数据包单元生成后被放置到 LLC 帧内。

网络层的协议目前主要是 Phase 1 阶段提供的 TCP / IP 和 X. 25 协议，这些协议对于传统的 GSM 网络设备（如 BSS 和 NSS 等设备）是透明的。

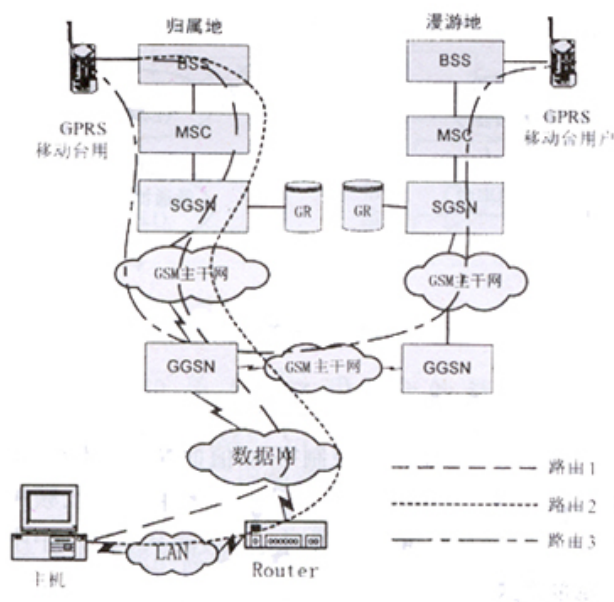
逻辑链路控制 (LLC) 协议跨越 Gb 和 Um 接口, 为 MS 和 SGSN 之间提供一个逻辑链路。其主要功能包括: 加密、流量控制、顺序控制、传输错误的检测和恢复、发现不可恢复的错误等。

[返回目录](#)

GPRS 的路由管理

GPRS 的路由管理是指 GPRS 网络如何进行寻址和建立数据传送路由。GPRS 的路由管理表现在以下三个方面: 移动台发送数据的路由建立移动台接收数据的路由建立以及移动台处于漫游时数据路由的建立。

对于第一种情况, 如下图中的路径 1 所示, 当移动台产生了一个 PDU (分组数据单元 Packet Data Unit), 这个 PDU 经过 SNDC 层处理, 称为 SNDC 数据单元。然后经过 LLC 层处理为 LLC 帧, 通过空中接口送到 GSM 网络中移动台所处的 SGSN。SGSN 把数据送到 GGSN。GGSN 把收到的消息进行解装处理, 转换为可在公用数据网中传送的格式 (如 PSPDN 的 PDU), 最终送给公用数据网的用户。为了提高传输效率并保证数据传输的安全, 可以对空中接口上的数据做压缩和加密处理。



在第二种情况中, 一个公用数据网用户传送数据到移动台, 如图 3 中的路径 2 所示。首先通过数据网的标准协议建立数据网和 GGSN 之间的路由。数据网用户发出的数据单元 (如 PSPDN 中的 PDU), 通过建立好的路由把数据单元 PDU 送给 GGSN。而 GGSN 再把 PDU

送给移动台所在的 SGSN，GSN 把 PDU 封装成 SNDC 数据单元，再经 LLC 层处理为 LLC 帧单元，最终经空中接口送给移动台。

第三种情况是一个数据网用户传送数据给一个正在漫游的移动用户。如图3路由3所示。其数据必须经过归属地的 GGSN，然后送到移动用户 A。

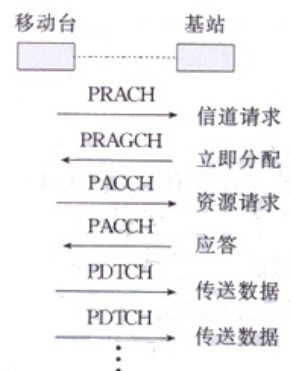
[返回目录](#)

空中接口

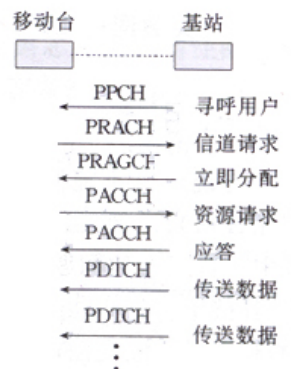
GPRS 空中接口的信道构成如下：

- * PDTCH (Packet Data Traffic Channel, 分组数据业务信道)。这种信道用来传送空中接口的 GPRS 分组数据；
- * PPCH (Packet Paging Channel, 分组寻呼信道)，用来寻呼 GPRS 被叫用户；
- * PRACH (Packet Random Access Channel, 分组随机接入信道)。GPRS 用户通过 PRACH 向基站发出信道请求；
- * PAGCH (Packet Access Grant Channel, 分组接入应答信道)。PAGCH 是一种应答信道，对 PRACH 作出应答；
- * PACCH (Packet Asscrhted Control Channel, 分组随路控制信道)。这种信道用来传送实现 GPRS 数据业务的信令；

移动台发送数据时的空中接口信道使用过程如下图所示：



移动台接收数据时的空中接口信道使用过程如图所示：



[返回目录](#)

GPRS 的速率

可从不同的参考点来考察 GPRS 的速率。

Um 参考点的数据速率

在 Um 参考点的数据速率取决于空中接口的实现，由四种信道编码方案(CS1-CS4)和终端(MT)的 class 类别共同决定（相乘）。

CS-1 到 CS-4 四种编码方案如下：

方案	码率	USF	预编码 USF	RLC 块 扣除 USF	BCS	末端 bits	编码 bits	适配 bits	速率 kb/s	8 时隙速率 kb/s
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05	72.4
CS-2	~2/3	3	6	268	16	4	588	132	13.4	107.2
CS-3	~3/4	3	6	312	16	4	676	220	15.6	124.8
CS-4	1	3	12	428	16	—	456	—	21.4	171.2

此外，ETSI 还针对移动台的多时隙能力划分了 29 个等级，每个等级对应了相应的上行、下行多时隙能力。一个 GPRS 终端最多可用 8 个时隙传输数据，在 CS4 编码方案下，则可以达到 $21.4\text{kb/s} \times 8 = 171.2\text{kb/s}$ 。

CS1-CS2 是普遍可用的方案，而 CS3-CS4 则要升级 BTS 等设备，并且在很高的无线环境下才有实际意义。

R 参考点、Gi 参考点的数据速率

在 R 参考点和 Gi 参考点对用户数据速率进行测量，将是一样的结果：外部网络发往移动用户的 IP 包在到达 GGSN 的 Gi 接口以后开始被层层封装，经过复杂的移动性管理机制最终被运送到 MT，MT 将 IP 包还原以后，通过 R 参考点转交给 TE，反方向亦然。

有一个关键的协议影响到在 R 参考点所得的数据速率：SND CP(SubNetwork Dependent Convergence Protocol，参见 GSM 04.65)，它工作在 SGSN 与 MS 之间。在 SND CP 中有可选的压缩机制，如果启用压缩，上层协议数据包(IP 包或者 X.25 包)则将被压缩以后封装，目前采用的是 V.42bis 压缩算法，通常情况下平均可以达到 2:1 的压缩比，去除掉必要的少量帧头协议开销及信令消耗(MAC/RLC/LLC/SND CP)，在 R、Gi 参考点测得的数据速率仍然高于 Um 参考点的速率，因此平均理论极限可以达到近 300kb/s ；如果在 SND CP 层不采用压缩机制，则数据将被明文封装，去除掉必要的少量帧头协议开销及信令消耗以后，在 R、Gi 参考点测得的数据速率将略低于 Um 参考点的速率，理论极限约 150kb/s （即 171.2kb/s 去除 MAC/RLC/LLC/SND CP 协议封装开销和信令占用后的结果）。SND CP 协议在 SGSN 和 MS 之间工作，对 PCU 透明，Um 参考点则在空中接口的较低层次选取。

SND CP 是为移动性环境里进行分组数据传送而进行的一项重要设计，它处于用户协议网络层和 LLC 层之间，屏蔽了无线网络复杂的移动性和网络层业务之间的关系。在 CDPD 系统中也采用了 SND CP 协议，原理和工作内容基本与 GPRS 相似。在 SND CP 协议层进行压缩，对全网中的所有路由节点来说是透明的，GGSN、TE 设备以及外部网络只会感觉到

速率更快了一些，而并不能感知所传送的数据包在沿途经过了压缩处理。

由于 R 参考点通常是 RS232 串行协议或者红外线协议，而二者的普遍可用速率均是 115.2 kbit/s，因此媒体上广泛转抄的 GPRS 数据速率数值可能就是源自于此，这样实际上就很片面了。

影响 GPRS 数据速率的其他因素

以上在 Um 参考点、R/Gi 参考点所列举的测量结果只是理论上的最大值，在网络实现中却有诸多其它因素，它们会实实在在地影响到用户的速率，这些因素有：

1.近期可用的编码方案实际上最高只有 CS-2，即单时隙速率 13.4kbit/s，8 时隙速率为 107.2kbit/s，而更高码率的 CS-3 和 CS-4 编码方案，将会因为基站传输、无线干扰这两个因素而决定了几乎没有可能得到普及。

2.用户能够占用一个载波的全部 8 个时隙传送数据的机会将少得可怜。一来网络运营商迫于话音业务高话务量的压力而很少会把一个无线载波的全部 8 个时隙作为 GPRS 所用，二来在手机终端方面由于处理能力、功耗散热等限制，设备商并不会热衷生产 8 时隙等级的移动终端，相反 Class4 和 Class8(分别是 3 下行 1 上行和 4 下行和 1 上行的多时隙能力)的终端具有相对较高的适用价值。

3.GPRS 是多人共享空中资源，而非 CSD(Circuit Switch Data, 电路交换数据，即通常说的拨号数据，欧亚 WAP 业务所采用的承载方式)那样独占信道。因此除非在周围没有别人用网的情况下，用户一般都会经常感觉到网络变慢。

4.GPRS 数据包的传输时延尚在一秒钟左右或以上，由于在带宽固定的情况下传输时延与最终用户速率有一定的反比关系，因此 GPRS 用户不能把带宽等同为速率看待，否则会失望的。(所以前面提到的 171.2kbit/s 等等，实际上不应该说成是速率，而应说成是网络带宽更合适)。

这样的话，基于以上 1.2.两个因素，最终 GPRS 用户可能能感受到的真实最高速率大约在 50~100kbit/s 之间，而以上 3.4.两点，鉴于 GPRS 的业务资费将主要来自于按流量计费，因此绝大多数用户不必为此担心。

单从理论上来看，在空中信道上的速率极限则是 171.2kbit/s，在 R 参考点(例如计算机和手机相连的串口上)和 Gi(参考点外部网络到达 GPRS 网络的地方)测量，如果网络中启用了压缩功能的话，用户速率将达到平均接近 300kbit/s，未启用压缩功能则不到 150kbit/s

而鉴于网络实施的许多其它因素，最终 GPRS 用户可能能感受到的速率通常大约在 50~100kbit/s 之间。一个 GPRS 用户能够达到多大的速率，跟所用终端的多时隙能力、网络签约数据及所在服务小区无线信道忙闲程度有关，低于三者的最小者。而 115.2 kbit/s 的计算方法跟 GPRS 没有关系，115.2 可能来自于红外连接或者 RS232 串口的速率瓶颈。

[返回目录](#)

通用分组无线业务

相对于 GSM 而言, GPRS 提供了一个十分理想的移动信息业务平台, 这是因为 GPRS 具有以下两个主要特征:

(1) GPRS 技术在 G b 接口、G n 接口 (GPRS 骨干网) 和 G i 接口上采用分组技术, 突破了 GSM 数据业务的 64kbps 带宽限制, 通过多时隙捆绑技术, 可使用户的最大接入带宽达到 171.2kbps, 足以满足移动信息业务的带宽需求。

(2) GPRS 在 U m 接口的无线资源管理上采用了分组的思想, 从技术上为移动数据用户在线和采用按数据量收费的资费策略提供了可能。

GPRS 和已经逐渐成熟的 WAP 技术一起, 为移动信息业务提供了一个十分适宜的平台。WAP 是高层应用, 而 GPRS 是底层传输, 虽然 WAP 可以采用 CSD、SMS 等多种承载层, 而 GPRS 的快速传输能力将可以有效地解决 WAP 手机上网速度慢的难题。目前 GSM 电路数据业务能提供的最高用户接入速率为 9.6Kbps, 在这个速率上只能传送一些小数据量文本信息如 Fax、Email、FTP 等, 另外由于无线网络掉线率高, 连接很不稳定, 用户经常要重新拨号。这种速度用于传送静态图象还基本能满足要求, 但随着因特网的飞速发展, 用户往往希望传送高质量的视频和声音。GPRS 的出现将可以提供高达 115Kbps 的空中接口传输能力, 这将使现有的 WAP 上网难题迎刃而解。此外, GPRS 使运营商能够以传输的数据量而不是连接时间为基准来计费, 从而大大的降低了成本, 因此可以说 GPRS 是 WAP 的最佳承载平台, 是 WAP 业务成功的关键

GPRS 主要业务

在 GSM 规范中, GPRS 的业务通常可以分为, 两大类: 点对点(PTP)业务和点对多点 (PTM) 业务。点对点业务提供两两之间的分组数据传输方式, 点对点业务又可以分成无连接点对点业务和面向连接点对点业务; 而点对多点 (GPRS Phase2) 提供的是一对多或多对多的分组数据传输方式。 GPRS 提供三类点对多点业务, 分别是 PTM-M、PTM—G 和 IP 组播 (IP Multicast, 是 IP 协议的一部份)。

而实际应用中, GPRS 业务通常分为横向应用和纵向应用, 横向应用直接面向消费者, 包括 WWW 浏览、电子邮件收发以及基于 WAP 的个人应用。纵向应用面向集团和企业, 包括信用卡确认 (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, 煤、水和电远程读表, 彩票交易, 仓库等监视系统, 调度系统 (外出流动工作人员任务分派调度管理), 车队 (出租车、邮政快递) 调度管理, 交通运输路由导引, 集装箱码头船舶调度管理等等。可以看出, GPRS 不仅仅面向移动数据用户, 还面向企业集团用户, 企业通过公众数据网实现专业应用, 降低了使用成本。

[返回目录](#)

GPRS 移动台种类

通常 GPRS 移动台分为 3 类

- 1、GPRS A 类手机。A 类手机具有同时提供 GPRS 和电路交换承载业务的能力。即在同一时间内既进行一般的 GSM 话音业务又可以接收 GPRS 数据包。GPRS 业务推出后，用户将可以戴着基于蓝牙技术的集成式麦克风耳机，使用具有人类特性的 PDA(如商务通、Palm、WinCE 等)，边打电话边在网上冲浪；
- 2、GPRS B 类手机。如果 MS 能同时侦听两个系统的寻呼信息(如：通过 GPRS 寻呼信道)，MS 可以同时附着在 GSM 系统和 GPRS 系统，但是在某一时刻它只能要么使用电路交换业务，要么使用分组交换业务；
- 3、GPRS C 类手机：MS 要么附着在 GSM 网络，要么附着在 GPRS 网络。它只能通过人工的方式进行切换，没有办法同时进行两种操作。

[返回目录](#)

GPRS 业务的实现

GPRS 业务的实现分为两个阶段：

阶段 1：1998 年第一季度公布。它包括点对点(PTP)业务、GPRS 整个基本结构、空中接口、移动性管理、安全性管理、服务质量(QoS)、短消息服务(SMS)、GPRS 支撑节点以及 GPRS 整个骨干网；

阶段 2：主要包括以下工作子项目：1、GPRS 移动 IP 互联；2、Modem 与 ISDN 互联；3、对于 A 类手机业务的 BSS 无线资源协同管理；4、增强型服务质量(QoS)支持；5、非结构化的 GPRS PDP 类型字节数据流；6、将字节数据流连接到 Internet 主机端口；7、GPRS 系统中的计费—AoC；8、GPRS 系统中的计费—预付费；9、点对多点业务(PTM)；10、提供接入 ISP 和 Intranet 的能力，划分 GPRS 承载建立和 ISP 业务环境设置；11、提供接入 ISP 和 Intranet 的能力，无线 / 远端接入无线局域网(LAN)等等。

[返回目录](#)

GPRS 业务过程

(一)GPRS 附着过程

GPRS 移动台有“Idle—空闲”、“Ready—就绪”、“Standby—待命”三种状态，相比传统 GSM 业务，GPRS 移动台能保持在线状态，当收到来自上层应用程序的数据时，立即启动分组传送过程。

(二)GPRS 发起的 PDP 激活过程

GPRS 移动台发起 PDP(Packet Data Protocol)对话激活过程，通过 SGSN、GGSN 接入外部数据网，实现 IP 分组的传送。具体过程如下：

- 1、移动台向 SGSN 发送“激活 PDP 对话请求”信息，信息中包含 APN(Access Point Name)名、PDP 地址、QoS 等参数；
- 2、SGSN 检查移动台登记时从 HLR 传送过来的用户数据，或者向 HLR 查询用户数据，包

括 APN、是否采用动态地址等；

- 3、SGSN 根据 APN 向 DNS(Domain Name System)服务器查询 GGSN，在 DNS 中，APN 对应 GGSN 的 IP 地址；
- 4、SGSN 向 GGSN 发送“生成 PDP 对话请求”，包含“PDP 类型、IP 地址参数、APN、服务质量”。APN 指向用户签约信息中定义的外部数据网络，可能是互联网也可能是企业内部网，若是透明接入，GGSN 为移动台分配 IP 地址；若是非透明接入，GGSN 作为 RADIUS 服务器客户向 RADIUS 服务器发送认证请求，认证成功后可从 GGSN 的 IP 地址池中为该移动台分配 IP 地址；
- 5、GGSN 向 SGSN 发送“生成 PDP 对话响应”信息，确认成功建立 PDP 对话；
- 6、SGSN 向移动台发送“PDP 对话激活确认”信息，信息中包含 IP 地址等参数，此时 SGSN 就可以在 GGSN 和移动台间传送业务 IP 分组，GGSN 负责将 IP 分组路由至外部 IP 网络。

[返回目录](#)

GPRS 的网络安全性

GPRS 系统采用了基于 GSM Phase2 的安全措施。这些安全措施包括：用户的鉴权、用户身份的加密以及在 MS 和 SGSN 之间的业务数据加密。在 GPRS 系统中，用户的鉴权由 SGSN 进行。该功能有点类似于 GSM Phase2 网络中的 MSC / VLR。GPRS 中的 TLLI 用于加密用户身份，IMSI 和 TLLI 间的对应关系只有 MS 和 SGSN “知道”。M3 和 SGSN 间的业务数据加密与 GSM Phase2 采用的方式不同，GPRS 采用一种适合于分组交换的优化加密算法。骨干网的安全性取决于专用网络，这样可以避免电脑黑客的非法侵入。GPRS 网络运营商必须保证网络层的安全性。另外，还可以在应用层对不同的应用实施特有的加密方法。网络之间的数据安全性与一般的数据通信网类似。

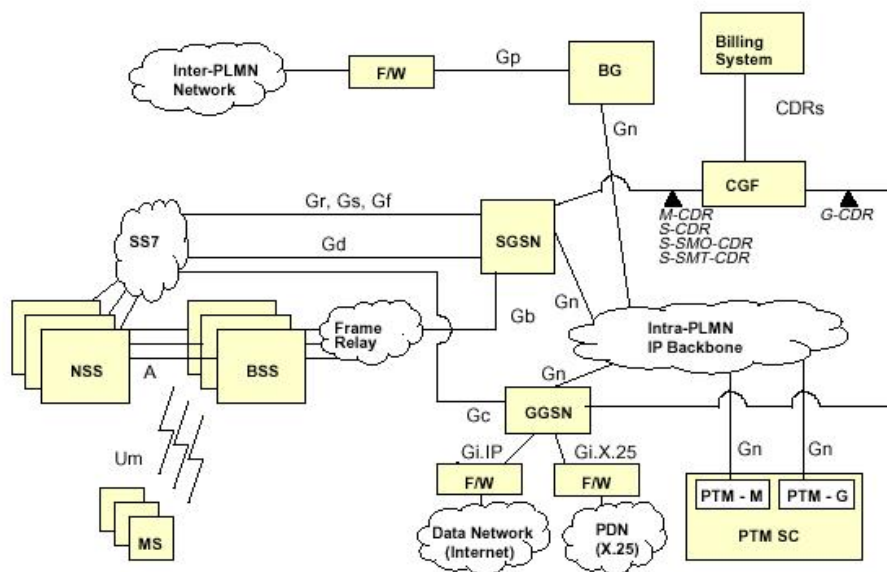
[返回目录](#)

GPRS 计费

GPRS 在 GSM 网络的基础上增加了 SGSN(Serving GPRS Support Node，服务支持节点)、GGSN (Gateway GPRS Support Node，网关支持节点)、CG (Charging Gateway，计费网关) 等网络设备，并通过 GPRS 骨干网实现各设备之间的连接。其中 SGSN、GGSN 本质上都是非标准的路由器，SGSN 在分组网络中的地位类似于电路交换网中的 MSC，而 GGSN 主要负责对外部网络（如 IP 网络，X.25 网等）的互连。

网络在向用户提供服务的同时，需要记录用户对网络资源的占用情况，计费从本质上说是根据用户对网络资源的使用情况按照一定的规则计算费用。由于各种业务对网络资源的占用状况不同，因此其计费策略也不同。GPRS 的计费也与其业务特性有着密切的关系。

GPRS 采用无线接入手段，而无线频谱是网络非常宝贵的资源，因此对无线资源的占用情况是计费的重要组成部分，这一点与现行 GSM 语音的无线话费类似。移动网络固然是一个相对完整的网络，但是仍然存在与外部固定网络的通信，因此对外网资源的使用情况也是计费的重要组成，这与 GSM 语音通信中长途话费类似。手机在各地漫游导致网络和运营商对手机管理的开销增大，而且存在复杂的运营商之间的费用结算，这些管理开销最终以漫游费的形式出现。下图是 GPRS 计费逻辑结构图。



GPRS 最引以自豪的是在无线接入链路上实现了分组化传送。分组数据计费一般以数据量为依据。GPRS 共有五种类型的 CDR (Call Detail Record) 话单, 即 S-CDR、M-CDR、G-CDR、S-SMO-CDR、S-SMT-CDR。这 5 种话单除 G-CDR 由 GGSN 产生外, 其它 4 种记录均由 SGSN 产生。S-CDR 反映了无线资源的使用情况; G-CDR 反映了对外部数据网资源的使用状况; M-CDR 反映了系统在移动性管理上的开销; S-SMO-CDR 和 S-SMT-CDR 两种话单记录利用 GPRS 承载短消息服务。

GPRS 系统会在移动性管理上花费系统许多开销, 虽然这在 GSM 系统中也是如此, 但是在 GSM 系统中仅对漫游问题作了收费的规定, 手机移动可能引发的位置更新、越区切换甚至越局切换并没有加收服务费用。从理论上说, 一个手机基本静止时在和高速运动时 (可能发生数次越区切换和位置更新) 虽然发生同样通话时长, 但是两者在系统开销上差异很大。GPRS 的 M-CDR 中有一项 Change of Location, 它记录了手机所经历的位置, 即一旦发生 Routing Area Updating, 就记录相应的位置更新。系统提供 M-CDR 作为计费基础是有一定道理的, 但是 GSM 系统中的计费原则对用户的心态有一定的惯性。所以不宜选用 M-CDR。

综上所述, GPRS 计费依据是 SGSN 产生的 S-CDR 和 GGSN 产生的 G-CDR。与 GPRS 计费相关的实体有 SGSN、GGSN、CG 和 BS (Billing System, 计费系统)。SGSN 的 S-CDR 和 GGSN 中的 G-CDR 是计费的依据, 分别反映了无线数据量和对外数据量。SCDR 中主要包含以下信息: 用户标识: 如 MSISDN、IMSI、手机的网络能力 (MS Network Capability, 分为 A、B、C 三类), 节点 IP 地址: 发起本次通话的 SGSN 的 IP 地址、当前 GGSN 的 IP 地址, PDP 信息: 网络侧发起 PDP 上下文的标志 (Network Initiated PDP Context)、PDP 上下文的计费标识、PDP 类型 (X.25、IP) 等, 通话位置: 发起本次通话的位置小区代码 (Local Area Code),

APN 信息：APN 的网络标识、APN 的运营商标识，通话时间：发起本次通话的日期、时间、持续时长，数据流量：上行数据流量、下行数据流量、对应的持续时长。G-CDR 记录包含的字段与 S-CDR 类似，不同之处在于不包含手机位置信息。

GPRS 既可采用以时间为标准计费，也可采用以流量为标准计费。S-CDR 和 G-CDR 都支持这两种计费方式。以时间为标准计费，即根据用户上网时长作为计费标准；以流量为标准计费，即根据用户上网所下载的数据量、上传的数据量作为计费标准。GPRS 采用分组交换技术，意味 24 小时实时在线，用户可以随时从 Internet 上获取所需信息。因此，以流量为计费标准较符合 GPRS 的特性。以时间为计费标准显然限制了用户对 GPRS 的使用，使 GPRS 的优越性得不到发挥。

对于 GPRS 而言，通信过程用一次 PDP（Packet Data Protocol）上下文来描述。以手机访问外网资源为例，在访问之前必须建立 PDP 上下文，围绕 PDP 上下文定义了许多信令消息，用于用户与网络之间协商 QoS 参数、动态分配手机 IP 地址、选择 GGSN、分配外部的 PDP 合法地址、建立 SGSN 与 GGSN 之间的隧道等。一旦 PDP 上下文激活，数据传送就可以进行。PDP 上下文的核心是 PDP 的地址的占用，一次通信过程指从 PDP 地址分配、占用到释放，期间 SGSN 可能会发生变化（手机移动），其它参数也可能会变更（如 QoS 等），这通过 PDP 上下文更新信令来完成。对于一次 PDP 上下文过程，同时存在 S-CDR 和 G-CDR，而且由于数据通信持续时间长、包含的情况复杂，因此在 GSN 节点上一次会话会产生多个部分记录（Partial Record），描述一次 PDP 上下文的多个记录需要一个标识符号来表示它们属于一次会话，这个标识符号就是 C-ID。C-ID 在 SGSN 与 GGSN 之间建立 PDP 上下文的过程中确定下来，这样保证了一次会话 S-CDR 与 G-CDR 的关联性。GGSN 与 C-ID 的组合在很长时间内是唯一的。

流量记录是 GPRS 计费的核心问题，在 GPRS 中上、下行流量具备不对称性，所以分别计费。

GPRS 中支持多种 QoS 轮廓，其 QoS 体现在 5 个方面：延时、可靠性、优先级、平均吞吐量、峰值吞吐量，每个方面有一些可选等级。对流量的描述采取列表的形式，按照每种 QoS 轮廓分别统计数据量。注意不同用户、不同业务对 QoS 的要求不同，而无线环境又是时变的，网络能够提供的 QoS 随用户使用情况、信道质量因素等诸多原因具备不确定性，因此一次会话过程中 QoS 轮廓会变化，每次变化就在列表中增加一项。

原始的 CDR 记录在 GSN（GPRS Service Node）中产生，但是 GSN 并不能长久保存 CDR。因为 CDR 产生的量太大，于是引入了计费网关 CG 的功能，用于存放 CDR 并对原始 CDR 进行预处理。如前所述，一次 PDP 上下文对应多个部分记录，CG 将根据 GGSN 与 C-ID 将属于一次会话的部分记录予以合并以形成一张完整的话单。CG 还具有话单预处理、过滤、剔除等功能，并将合并后的话单传往计费系统 BS。

[返回目录](#)

GPRS 测试

GPRS 的测试涉及到 GSM 基本功能的测试和 GPRS 特有的分组数据业务测试。重点在 GPRS 新业务的测试上。一般包括：

GPRS 跨平台能力测试

这项测试可以显示使用芯片组和通讯协议堆叠软件同 GPRS 网络基础设备之间的交互操作能力。须由电信营运商，GPRS 网络基础设备供应商，芯片商及手机、生产商共同协调进行。

GPRS 设备测试

GPRS 设备网络子系统的测试包括：GPRS 基本业务、与 IP 网互通、会话管理功能、移动性管理、Gb 接口 等多项测试；基站子系统须进行信道配置、信道编码、信道分配、媒体接入、操作维护等测试。

GPRS 业务测试

移动台（或基站设备）的业务测试包括基于 GPRS 的 WWW 浏览、EMAIL、FTP、TELNET、WAP 等业务。

GPRS 测试仪器供应商

Tektronix

K1297GPRS 协议测试仪，能模拟 GPRS 网络单元，实现 GPRS 接口上的协议的用户功能测试

Agilent

Agilent 8960 系列 10 无线通信测试仪，能符合生产测试的多种需要,并迅速形成批量生产能力。该测试仪能提供突破性的测量速度，并具有大批量自动生产测试环境所需要的灵活性。GSM 测试应用选件可进行 GSM900, DCS1800 和 PCS1900 移动电话的测试。Agilent E1964A GPRS 测试应用选件提供新 GPRS 移动电话的测试。

Rohde & Schwarz

CMU 200 通用无线通信测试仪，可测试 2.5G GPRS 和 3G WCDMA 手机测试。R/S 的 TS7100 双通道测试平台，可进行两个通道同时测试。

Tektronix, Inc

K1297 GPRS 协议测试仪可用于 GPRS 网络测试。Alcatel 公司选择其用于测试 Alcatel 公司的 GSM900 及 GSM1800 EVOLUIM GPRS 方案。

[返回目录](#)

GPRS 手机概述

一般指标

GPRS 手机一般指标如下：

- GSM900MHz / DCS1800MHz Phase2+
- GPRS Class 12
- 支持 WAP

9.6 / 14.4K Data / Fax
FR / EFR 语音编码
短消息服务
支持 STK(SIM Tool Kit)
3.6V 电池，锂离子或锂聚合物电池
功率级别：4
待机时间：120 小时(900mAh)
平均无故障率时间：>50000 小时
一定的重量、体积、温度及震动要求

[返回目录](#)

2.5G GSM 手机手机电路硬件

GSM 手机电路由无线收发信机、基带信号处理电路、基带控制电路、存储电路、键盘、显示器、外部接口等部分组成。

射频单元

射频单元的发信通路将基带单元产生的 270.833kbit / s 的 TDMA 帧数据流信号按 GMSK 调制方法形成 I、Q 信号，再调制到 900MHz 或 1800MHz 射频信号，经射频开关，由天线发射出去，收信通路将天线接收的信号经低噪声放大、解调，产生基带 I、Q 信号，通过解调和均衡将模拟的 I、Q 信号进行数字化，恢复出数字基带信号，送基带电路处理。射频单元的本振信号通常从时基电路获得基准频率，然后采用锁相环技术实现频率合成。

基带芯片与基带信号处理电路

GSM 基带芯片是通信终端产品的关键部件，现在比较流行的一般有单 IC 封装和双 IC 封装两种形式。多家公司可以大量供应成套的芯片组，如 TI、ADI / TTP、Lucent、VLSI 等。

基带电路包括信道编 / 译码，加密 / 解密、TDMA 帧形成 / 信道分离及基准时钟电路、话音编 / 译码、码速适配器等。送话器的话音信号经过 8kHz 抽样及 A / D 变换，成为均匀量化的数据流，经话音编码、信道编码、交织、加密等处理，形成 270~833kbit / s 的 TDMA 帧数据流，送调制器发送。在接收通道执行与发信通道相反的过程。帧及信令控制以时钟基准部分提供统一帧号、时隙号、1 / 8bits 时钟等基础，实现同步。

控制器

控制器实现对手机系统的控制，包括协议处理、射频电路控制、基带电路控制、键盘输入、显示器输出、SIM 卡接口及数据接口等功能。

[返回目录](#)

2.5G GSM 手机软件结构与功能

2.5G GSM 手机协议软件体系包括：

人机界面(MMI)软件
第一层软件(L1 层软件)
第二层软件(L2 层软件)

第三层软件(L3 层软件)
数据 / 传真服务软件
GPRS 协议软件
WAP 应用协议软件

MMI 软件

随着社会的发展,人们对手机的要求越来越高,良好的通话质量,美观的外形,友好的人机界面,已成为人们追求的目标。因此,手机人机界面的设计和开发无论对用户还是对公司,都日益重要。其主要提供移动台(手机)的全面控制和手机与用户之间的接口,功能包括:用户键盘输入、手机状态和呼叫处理过程显示、SIM 卡和电子簿的管理、PIN 码的控制、缩位拨号等。

L1 层软件

按照 OSI 参考模型的定义,L1 层软件支持在物理介质上传输 bit 数据流所要求的所有功能,是上层协议软件和硬件之间的接口。

L1 软件结合上层软件执行小区选择、帧同步、发送功率、接收功率、跳频等低层功能。

L1 层与 L2 层的接口用以支持控制信道信息的传递;与无线资源管理(RR)的接口用以支持信道的分配以及物理层系统信息的传递;与无线链路控制 / 介质访问控制层(RLC / MAC)的接口用以支持分组数据业务等。另外, L1 还提供对射频硬件和 DSP 接口的驱动,但不包含信号处理功能。通过完成对 DSP 的驱动控制,还可完成语音编解码、解调 / 均衡算法、数据交织 / 解交织算法、噪声抑制、信道编码等功能。

L2 层软件

数据链路层是 OSI 参考模型的次低层,它包括各种数据传输结构,对数据传输进行控制。其主要功能包括:

数据链路上的格式和操作错误的检测、流量控制、随机接入信道在有接入请求后建立数据链路时的争抢判决等。

L3 层软件

第三层是 GSM 协议的核心,它分为无线资源管理子层(RR)、移动管理子层(MM)、连接管理子层(CM)。CM 子层又有呼叫控制(CC)、补充业务(SS)和短信息管理(SMS)等实体。

RR 子层负责对无线链路连接(物理的)和数据链路连接(逻辑的)的建立、保持和释放。在空闲模式下,RR 子层负责协调进行小区的选择和重选。在专用模式下,RR 子层负责协调从报告监测结果到信道重新配置的整个切换过程。

MM 子层主要考虑移动站在空闲模式下如何向网络通报它的地理位置。一个大的 PLMN 服务区域被划分为许多个小的定位区域 LA, MM 子层的任务就是当移动站进入一个新的定位区域时通知网络,以便能够继续跟踪移动站。此外,MM 子层还将所有其它上层协议实体的呼叫多路复用到一个单一的无线信道,也就是 SDCCH;同时 MM 子层完成呼叫重建任务的过程相对于用户是透明的。

CC 子层负责移动终端与网络一方的 MSC 之间的操作,它管理与呼叫建立和保持相关的任务,这些任务对用户来说是不可见的。CC 子层要为呼叫议定一条合适的通路,并告知用户呼叫进行的情况(即是否被叫已经振铃、占线或号码无效等)。每个呼叫,不管呼入还是呼出,都有自己专用的 CC 呼叫实体与之对应。CC 使得用户不必面对网络或无线接口的出错信息,保证呼叫双方的控制信息按照正确的顺序进行。

SS 子层是一个简单的状态机，它支持呼叫无关补充服务信息以简单的信息格式(FIE)传送，这种简易的信息格式主要承载了简易无线接口消息。向 FIE 信息格式的转换由内核的用户层来完成。

数据通信服务软件

数据通信软件包主要是用来为异步数据传输的透明模式 / 非透明模式提供终端适配功能，它包括了相关的 AT 命令模块。

传真软件包提供了 GSM 第 62 号电信业务(自动传真组 3)，即传真业务功能。传真软件包使用了数据服务提供的在 R 接口上进行的物理层数据传输的数据传输功能，以及基带 DSP 和速率适配功能。

AT 命令软件包提供了一个从终端设备(如 PC)通过 V 24 接口控制移动终端的各项功能和 GSM 网络服务的功能。

测试及维护软件

测试及维护软件包负责监管系统启动运行、检查电池电量、支持型号认证测试、生产线上校准和整机测试等功能。它由用户应用程序或 L3 层软件激活，在低层用户的专用硬件为其提供驱动接口。

GPRS 协议软件

GPRS 协议软件应用于 GPRS CLASS A、B 移动电话。除了对原有 GSM 协议软件的扩充外，GPRS 协议软件主要包括：

介质访问控制层(MAC)、无线链路控制层(RLC)、逻辑链路控制层(LLC)、子网相关结合层(SNDCP)

Um 接口是 GSM 的空中接口，Um 接口上的通信协议有 5 层，自下而上依次为物理层、RLC / MAC、LLC、SNDC(Subnetwork dependant convergence)和网络层。各子层的主要功能如下：

物理链路层负责提供空中接口的各种逻辑信道

RLC / MAC 的主要作用是定义和分配空中接口的 GPRS 逻辑信道

LLC 是一种基于高速数据链路规程(HDLC)的无线链路协议。LLC 层负责在高层 SNDC 层的 SNDC 的数据单元上形成 LLC 地址、帧字段，从而生成完整的 LLC 帧。另外，LLC 可以实现寻址和数据帧的重发控制。

SNDC 运行在 MS 和 SGSN 上，并在它们之间传输有应答 / 无应答数据。它的主要作用是完成传送数据的分组、打包，确定 TCP / IP 地址和加密方式。在 SNDC 层，移动台和 SGSN 之间传送的数据被分割为一个或多个 SNDC 数据包单元。SNDC 数据包单元生成后被放置到 LLC 帧内。

网络层协议主要是 Phase 1 阶段提供的 TCP / IP 和 X.25 协议。

WAP 协议软件

WAP 协议软件建立在基于 UDP / IP 的承载业务(如 GSM CSD 和 GPRS)和其它承载业务(如 GSM SMS 和 USSD)之上，通过实现一组 WAP 协议栈，提供一个基于 WWW 和移动电话技术的通用无线应用环境(WAE)，以便运营商、服务提供商和设备制造商在不同的无线平台上有效地开展应用和业务。

WAP1.2 通信协议包括以下几个部分：

无线数据报协议(WDP)

无线事务协议(WTP)

无线传输安全层协议(WTLS)

无线会话层协议(WSP)

无线应用环境(WAE)

WSP 为 WAP 应用层在两个会话服务间提供了一致的接口，它可以提供运行 WTP 上的面向连接的服务或运行在 WDP 上的无连接服务。目前在 WSP 协议系列中，WSP / B(Browse) 支持浏览型的应用。

WTP 运行在数据报服务(WTLS 或 WDP)之上，提供了轻型的面向事务的协议，实现简单，适合在客户机(如手机)上实现，完成数据包拼接及延迟响应功能，以减少消息数。

WTLS 是建立在工业标准 TLS(传输层安全)协议上的安全协议，以前简称为 SSL。实现对移动终端与应用服务器的鉴权，保证在移动终端与应用服务器之间传送数据的完整性和保密性，并提供对拒绝服务的保护，可用于支持电子商务中的鉴权等应用，使信息不被任何可能破坏数据流的第三方的破译。

WAP 协议的传输层由 WTP 和 WDP 组成。WDP 运行在数据承载服务上，支持不同的网络类型，作为 WAP 的通用传输层，在不同的承载网络实现透明传送，对上层提供一致的服务。由于短消息服务、交换式数据服务和分组数据服务等各种承载网络提供不同的服务质量，包括带宽、吞吐量、误码率、时延等参数，WDP 能够补偿这些差异的影响，并通过协议优化来提高服务质量。

WAE 是结合 WWW 技术和移动电话技术，为网络运营者和服务提供商提供一个通用的应用平台，可以方便地生成新业务，并支持各种应用和服务之间的互操作。WAE 包含了一个微型浏览器，支持无线标记语言规范(WAP WML Version 1999—11—4)，能够正确解析无线标记语言，并能与 WMLScript 进行交互。实现能够正确解释并执行符合 WAP WMLScript 规范的 WMLScript 虚拟机以及 WAP WMLScript Standard Libraries 规范描述的 WMLScript 库函数。

在移动电话用户界面之下，提供一个标准的接口，做到与移动电话硬件无关。

支持 WAP 所要求的内容格式，包括 IMvCARD 和 vCALENDAR、WBMP。实现 WAP Push OTA 协议，支持推(PUSH)技术。支持 WAG UAPROF 规范描述的用户配置信息。支持 WAP Caching Model 规范描述的客户端缓冲功能。

支持多国语言，允许嵌入第三方的输入法。

[返回目录](#)

常用芯片组和通讯协议软件

各大电信巨头在选用手机芯片组及其通讯协议软件时是非常慎重的，其质量是否稳定、供货是否及时直接影响到手机的声誉及投放市场的时间。

目前较为著名的是朗讯科技微电子集团的 Sceptre GPRS 芯片组和朗讯科技 GSM 软件子公司 Optimay 公司的 GPRS 通讯协议堆叠软件。其中的 Sceptre 3 集数字信号处理、微处理、ROM、RAM、单块芯片激光编程性能、DSP 软件和模拟功能于一体。

[返回目录](#)

GPRS 网络建设及其市场现状

GPRS 是 2.5G 的移动通信技术，与目前 GSM 技术的 9.6 k bps 数据传输速率相比具有数据传输速率高的特点，最大速率可达 171.2kbps。GPRS 技术还具有上网速度快、永远在线、按字节计费等特点，市场潜力巨大。中国移动通信集团公司自 1999 年 10 月开始在七省市组织 GPRS 实验网：国内外各大移动通讯设备厂家均极为重视，积极参与，相继在广东(爱立信)、福建(诺基亚)、辽宁(华为)、浙江(阿尔卡特)、北京(摩托罗拉)、天津(北电)、上海(西门子)建立试验局并进行了网上测试。

为配合 GPRS 的组网，信息产业部已发布了若干新的通信行业标准，这些标准将于 2001 年 5 月 1 日起正式施行。它们是：

一、《900 / 1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）隧道协议技术规范》，编号为 YD / T1093—2000；

二、《900 / 1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网扩展短消息实体与短消息业务中心间的接口协议规范》，编号为 YD / T1094—2000

在国内外 GPRS 设备供应商中，爱立信公司是最为活跃的公司。它提供了从端到端完整的 GPRS 系统解决方案，包括 GSM 对 GPRS 的支持、开放的 GPRS 系统平台、分组骨干网、多业务网管体系、GPRS 用户移动终端如 R520GPRS 手机，还有移动互联网应用平台、运营支持系统、全球系统服务及 WAP 服务。有了该系统，广东移动就可向广州和深圳两地 GPRS 手机用户提供诸如 WAP 上网、图象传送、电子邮件、网上游戏和办公软件程序应用等高速移动互联网和数据通信服务。爱立信提供的 GPRS 网络将在 2001 年第一季度完成，它将以中国九大城市为中心：石家庄、济南、青岛、上海、广州、重庆、武汉、南京和南宁。

2001 年 1 月，爱立信公司与中国移动公司签署了框架协议，爱立信将成为中国移动 GPRS 网络的主要供应商。中国移动是对目前各供应商的 GPRS 解决方案进行了长达一年的、全面的技术和商用评估以后授予此合同的。一旦建设完毕，中国移动将拥有世界最大的 GPRS 网络。根据协议，爱立信公司将提供建设 GPRS 系统的基础设施设备和服务、安装支持以及人员培训。爱立信公司还将通过提供系统设备、软件升级等服务，大规模地在中国进行 GSM 系统扩容，其中涉及 GPRS 技术、安装以及人员培训。

爱立信公司此次之所以能够成为中国移动 GPRS 系统的主要供应商，在于其卓越的技术解决方案以及它所拥有的在整个中国地区快速建设 GPRS 网络的强大地支持能力。此外，爱立信公司通过其设在北京的多媒体开放实验室及不久前在深圳成立的移动互联网应用开发中心，帮助中国本地的第三方应用开发商为飞速发展的中国移动互联网市场开发丰富的应用方案。

在今年年初，诺基亚和中国移动通信集团公司签订协议，为其分支机构提供 GSM900 和 GSM1800 网络升级，以使其现有的 GSM 网络能够支持 GPRS 服务。同时，为其四个省级机构提供诺基亚 GPRS 核心网络。诺基亚在中国的合资企业——北京诺基亚航星通讯系统有限公司将全面负责项目的实施。该系统将在年初正式开通。

根据协议，诺基亚将向中国移动提供完整的 GSM 软、硬件升级方案和服务，以使其现有的 GSM 网络资源得以更有效的利用。同时，诺基亚将提供完整的 GPRS 核心网络产品，包括诺基亚服务 GPRS 支持节点、诺基亚网关 GPRS 支持节点、计费网关和防火墙等；此外，还

将提供网络规划、实施和培训等一系列专业服务。

2000 年，诺基亚在 GPRS 领域实现了三个世界第一：诺基亚启动了世界第一个符合最新发布的 ETSI SMG31bis 商用标准的 GPRS 商用试运行网络；诺基亚在世界上第一个实现 GPRS 网间 IP 话务漫游；诺基亚实现了世界上第一个基于 GPRS 漫游的 WAP 应用服务。

无线网络另一巨头——北电网络在大中国区赢得了多项重要的无线业务合同，合同价值约为 5.25 亿美元。这些合同包括：台湾中华电信 GSM 900/1800 宽带数字蜂窝网络的扩展工程，合同价值 2.5 亿美元；中国联通网络的新建与扩建工程，价值 2.75 亿美元。这些工程将使 1700 万用户受益，同时也使中华电信和中国联通为新一代无线因特网和数据服务时代的到来做好了准备。

华为公司是最为著名的国内 GPRS 设备供应商。1998 年开始研制 GPRS 产品，目前已经完成了整套系统的开发工作。国产它的 GPRS 设备在辽宁沈阳华为 GPRS 试验点，顺利通过由中国移动集团公司组织的网上单系统测试。这次测试主要侧重于华为 GPRS 设备的商用性业务功能，测试结果相当圆满。作为唯一参加中国移动通信集团公司 GPRS 测试的国内厂家，测试结果表明华为公司 GPRS 技术完全与世界先进水平同步，这是国内移动通信技术的重大突破。

已进行了为期一年的中国移动通信集团公司 7 省市 GPRS 试验网工作正处于收尾阶段。而一期 GPRS 商用网络建设工作已经于 2000 年 12 月底快马启动。此次一期工程的范围较之半年前计划又增加了中、西部的几个省市，从原先 9 省 14 市扩大到 16 省 25 城市。这 16 省 25 市分别是：

省	城市
北京	北京
天津	天津
辽宁	沈阳、大连
上海	上海
江苏	南京
浙江	杭州、宁波、温州
福建	福州、厦门、泉州、漳州
山东	济南、青岛
广东	广州、深圳
广西	南宁
重庆	重庆
河北	石家庄
河南	郑州
湖北	武汉
海南	海口、三亚
四川	成都

按照计划，一期工程将于 2001 年 4 月全部完工，完成包括设备安装、软件升级、联网调测、网管与计费中心升级改造以及业务测试排障等商用网络的全部工作，故此，可以预料 2001 年 5 月上述 25 城市用户将享受到全商用的 GPRS 服务，届时，用户不仅可以用 WAP/GPRS 手机享受到永远在线、廉价的 WAP 服务，还可以通过笔记本电脑+手机、掌上电脑+手机或者 PDA 手机直接访问 Internet，阅读 WWW 页面、POP3/SMTP/IMAP 收发电子邮件、下载文件等。

此外，在一期工程刚刚开始动工不久，中国移动通信集团公司更大规模的 GPRS 二期工程也已经于 2 月 16 日立项，与广大用户、ICP、SP 等期望的一样，二期工程将迅速覆盖到全国所有省份的核心城市，预计于 2001 年 10 月份完工，规划用户数 200 万。

[返回目录](#)

GPRS 移动手机市场

为了使用 GPRS 业务，用户需要更换 GPRS 手机。因为 GPRS 是一种全新的技术，从手机上讲，硬件与 GSM 手机有很多的不同，软件功能更强大，所以必须更换手机。需要说明的是：GPRS 手机也可以做 GSM 手机使用，而目前 GSM 手机所使用的 SIM 卡在 GPRS 手机中同样可以使用，不需要更换。

目前的 WAP 手机上网是拨号接入方式，即电路交换技术，与家用计算机用调制解调器拨号上网的方式类似。与其相比，GPRS 手机具有十分突出的优点。它上网连接时间很快，一般只要 3 到 6 秒。还能够提供比现有 GSM 网 9.6kbit/s 更高的数据率，最高可达 170kbit/s，比家用电脑所使用的调制解调器上网速率 56.6kbps 快两倍。巨大的吞吐量改变了单一面向文本的无线应用，使得包括图片、语音和视频的多媒体业务将成为现实。由于传送速度快，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，即使玩网上游戏亦绰绰有余。

除了具有速度上的优势外，GPRS 还有“永远在线”的特点，即用户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链接，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，即只要你不浏览、下载、传输数据，哪怕你一直“在线”，也不要另外付钱，因而它的费用比按时计费的 GSM—WAP 手机更加划算。

GPRS 提供的网络服务方式一为 IP，一为 X.25。目前已经可以肯定 IP 业务将在 GPRS 业务中占据绝大部分比例，实际上到目前为止还没有确切地听说有哪家厂商的 GPRS 产品能提供一整套的 X.25 解决方案，也没有多少人去关心它，所以 GPRS 实际上是无线 IP。一个手持设备用户通过 IP 协议连接到了互联网上，那你想象一下有多少事情可以作？GPRS 所提供的业务模式，本质上是第三代移动网络业务的开端，差别主要在于速率上由于 GSM—

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 手机则可以通过连接 PC 机浏览普通的 Internet 网页，比我们用普通电脑上网更方便、更快捷，而且还是无线移动的，单就这一点就无比诱人。

几个手机商为了显示自己的领先实力早在 2000 年上半年就推出了自己的 GPRS 手机模型，早期推出的 GPRS 手机有爱立信的 GPRS R520 和摩托罗拉的 L2000g，但商业化批量生产却一推再推。GPRS 网络系统的稳定度、应用服务内容的发展、收费机制是否完善及 GPRS 手机供货不及等原因造成电信营运商推迟提供 GPRS 服务。

进入 2001 年后，业界兴起了 GPRS 热潮。在 2 月法国戛纳召开的“GSM”世界大会和 3 月 22 日德国汉诺威通讯展（CeBIT）上，各大厂商推出了各自的 GPRS 商用终端。

[返回目录](#)

国外手机生产厂家

摩托罗拉

摩托罗拉公司是 GPRS 的倡导者和领先者的地位。它此次率先推出了全球第一部三频 Timeport TM260 手机，使用户可以在数据模式与语音呼叫之间自由转换，象使用调制解调器一样接入内联网/互联网，并允许讲求效率的管理人员在电话、个人电脑、个人数据助理和其他设备之间进行数据的同步交换。

摩托罗拉公司在戛纳推出了 Accompli TM008 一体化手机。它有一个大触摸屏和直观界面，除了具有 SMS 功能，还能通过 GPRS/WAP 功能使用户能迅速接入因特网，收发电子邮件和数据/传真。其手写识别功能使用户能方便地使用英语、西班牙语、法语、德语、意大利语、瑞典语、葡萄牙语和汉语进行交流。所有的这一切使它成为一款完美的多技术集成产品和一个卓越的随身办公室。

摩托罗拉 V.66 TM 手机是即将上市销售的体积最小的 GPRS 三频蛤壳式手机，这种超时尚的手机具有语音拨号功能以及时新的附加功能，其中包括调频收音机和多种可互换的正面插卡。它们具有多种不同的时尚色彩，可让手机更加具有个性，更能展现个人风格。

摩托罗拉 V.120 手机小巧轻便，具有 GPRS 的各种特点和丰富的娱乐功能，它注定要成为世人瞩目的中心。它带有 MP3 附件、新的嵌入式游戏、屏幕保护功能、可定制的响铃声调和先进的存储管理服务功能，这些功能让人目不暇接，使你的手机独一无二。

时尚的摩托罗拉 Talkabout TM 192 GPRS 手机独具特色，拥有动画屏幕保护程序、图标和便于方便迅速传送文本的 iTAP TM 预言性文本（predictive texting）功能，有对用户非常友好的界面。

爱立信

Ericsson 公司率先推出了采用蓝牙技术的三频 GPRS 手机 R520。R520 综合了 GPRS、

高速数据 (HSCSD)、蓝牙无线技术和 WAP 等特性,是目前业界最先进的移动电话。R520 还支持汉字环境。Ericsson 公司计划在 2000 年 3、4 季度对 R520 进行网络测试,将于 2001 年 1 季度批量上市。

在法国戛纳“GSM”世界大会上,爱立信公司称,爱立信 GPRS 手机维持今年第一季推出 R520 型的整合封包无线通讯服务 (GPRS) 手机的计划不变。不过至今仍然没有见到 R520 手机的踪影,倒是最近非常意外地推出了 T29sc GPRS 手机。

爱立信在 CeBIT 会上展出首款全彩屏幕 GPRS 手机 T68,预计年底上市。该款手机采三频系统,支持 256 色阶彩色屏幕、可显示八行中文字,同时也提供多媒体简讯服务 (Multimedia Messaging Service, MMS)、数码影像、语音服务。除此之外,另一款三频 GPRS 手机 T39,透过内建蓝牙无线技术,能与蓝牙耳机、笔记型计算机、PDA 或其它装置无线电联机方式进行通讯,取代旧有缆线联机,预计在今年第二季于全球同步上市。

爱立信表示,三频 GPRS 手机 T39 也将在今年第二季度面市。与 T68 一样,T39 也具有快速数据传输和蓝牙无线功能,但同时该款手机还具有先进个人信息管理(PIM)功能,可以帮助用户对其日常工作内容、联系簿以及其他一些极具个性化的方面进行高效管理。利用 T39 的内嵌式调制解调器,用户可以享受到实时在线的服务,能够随时发送电子邮件并与各种局域网取得联系。由于基于蓝牙无线技术,T39 能够与包括笔记本电脑、个人辅助设备 (PDA)以及电子耳机在内的各种设备通过无线电信号取得联系,而无需依靠光缆设备。T39 手机最吸引人的一点就是它在一次充电后待机时间可达 300 小时(合 12 天),通话时间可达 11 小时。

此外,T39 手机的 WAP 1.2.1 浏览器使用户除了浏览 WAP 网站之外还可以安全地浏览数千个互动式网页。同时,T39 还可被用作帮助笔记本电脑或 PDA 上网的高速调制解调器,用户在发送电子邮件时只需登陆爱立信公司的内部网即将邮件快速发出。另外,随着 WAP 技术的应用日益广泛以及越来越多的基于蓝牙技术的产品面市,T39 手机的功能也将得到进一步扩展。

诺基亚

全球行动电话市场减缓的景气下,诺基亚似乎不受影响,而在 GPRS 布局稍嫌落后的诺基亚,也在展览中展出首款 GPRS 手机,诺基亚并表示今年在全球市场占有率将由目前 32% 推进 40%。

在 CeBIT 展会上,诺基亚一共展出包括 8310、6310 两款 GPRS 手机,以及 3330、6210 两款机种,另外高级机种 8850 也推出金色外壳新款式。

8310 是诺基亚推出的第一款 GPRS 手机,其也内建调频 (FM) 收音机,是继摩托罗拉在台湾推出 v2288 Radio 手机之后另一新款收音机手机,预计第三季推出。而 6310 则为第二款 GPRS 手机,预计第四季推出,将内建蓝牙,加强无线通讯功能。

阿尔卡特

阿尔卡特公司推出了新型OneTouch502 移动电话。这新手机具备即时接入WAP功能，并能从总体上使用户更为便捷地利用WAP。OneTouch502 产品充分体现了GPRS的单时间段技术。由于涉及的数据包相对较小，无需更多传输信道，单时间段技术对于WAP而言是理想的选择。这种技术使手机得以支持强化的交互式WAP功能。

OneTouch502 的另一重要功能是它能够存储 10 种WAP设置界面，用户可以按照自己的需求设置 10 种完全不同的WAP网关，存入内存，而不必在每次通过另一网关使用WAP时更改设置或设立密码。

OneTouch502 集成了 3 个游戏（猜谜、音乐和逻辑）。用户可自己创作和存储两段旋律。新手机集成了个人记事本功能，可以同期记录 1200 个会晤安排，管理日程，记录多达 500 条联络信息。新产品率先使用了标准灰和东方红两种颜色。

[返回目录](#)

国内手机生产厂家

在 2000 年 9 月，全球数字信号处理（DSP）和模拟技术领袖德州仪器（TI）公司在北京举行了与深圳中兴通讯股份有限公司、北京华虹集成电路设计有限公司、宁波波导股份有限公司、厦门华侨电子股份有限公司四家著名高科技企业签署了共同开发 2.5 代GSM(GPRS)手机核心技术的协议，这标志着中国通讯产业冲击未来 2.5 代国际通讯市场的技术联盟正式宣告成立。

TI 是全球最大的、最著名的高科技企业之一，在全球数以亿计的手机中将近 70%的 DSP 芯片都是由 TI 设计和制造的。TI 的 DSP 等技术在第 2.5 代移动通讯领域占有核心的位置，在信息产业部的 2.5G GSM(GPRS)手机核心技术研发公开招标项目对外公开招标中一举中标，并同中兴、华虹、波导、厦华四家顶级通讯技术与产品公司结成技术联盟，本次签约表明，五家公司将精诚合作共同完成将中国移动通信产业带入第 2.5 代新纪元的历史使命。TI 在 1997 年开始生产第一代 GSM 芯片组以来，它的芯片组架构和软件一直被广泛应用至今，可以支持从低端到高端的各种 GSM 应用。TI 最新的基于 DSP 和超薄型 VFBGA 技术，为数字手机厂商提供最具竞争力的方案。

在 2.5G GSM（GPRS）手机核心技术研发项目上，Ti 将主要对基带芯片的开发提供技术支持，具体包括：对联盟的相关技术人员进行 GSM 基带芯片开发的相关技术培训，包括芯片的设计思想、设计流程、专用模块设计等；除提供通用工具外，还提供 TI 的专用工具等。

深圳市中兴通讯股份有限公司

中兴通讯是中国拥有自主知识产权的通信设备研制企业，先后成功研制出交换、接入、GSM 与 CDMA 移动通信系统、传输、视讯、智能网、STP、GSM 与 CDMA 手机、数据通信、通信电源、PCS、集中监控、变电站自动化、网管等十六大类七十余种通信产品，具备通信网建设、改造与优化一揽子方案解决能力。1999 年，公司 GSM900/1800 双频手机、密集型波分复用光传输系统、第三代移动通信项目被确定为国家技术创新项目。

经过多年的市场积累，公司已成长为中国通信基础设施建设的主要设备供应商之一，累计有 2000 余万线交换与接入设备在中国电信、广电、军队、铁路等各类通信网上运行。

北京华虹集成电路设计有限公司

北京华虹集成电路设计有限公司是由上海华虹集团和北京电子信息产业集团公司合资成立、专业从事集成电路设计与开发的高科技企业。成立于 1998 年 2 月 18 日，注册资金 1.5 亿元人民币，是国家重点项目“909”工程中集成电路设计的重要承担单位。

北京华虹集成电路设计有限公司地处北京中关村高技术开发区，紧靠中国科学院、北京大学、清华大学等著名大学，人才集中，学术空气浓厚，有利于高新技术的开发。

宁波波导股份有限公司

宁波波导股份有限公司成立于 1992 年，是一家专业从事移动通讯终端产品制造的电子工业企业，现注册资本为 1 亿贰仟万元人民币，总资产近六亿元人民币。目前公司的主要产品有寻呼机系列产品、寻呼系统产品及系统软件、GSM 移动电话、金属化薄膜电容器系列、硅太阳能电池系列产品。1999 年，公司名列全国电子百强企业第 90 位。

厦门华侨电子股份有限公司

厦门华侨电子股份有限公司(简称厦华公司)从 1996 年开始涉足移动通信领域，并在 1999 年初推出第一台国产手机。公司目前已拥有 50 多人的手机研发队伍，掌握了手机软硬件设计、整机测试、生产测试等技术，并配备了 GSM 手机研发所需的各类专用测试仪器、开发系统以及高档的信号源、逻辑分析仪、网络分析仪等仪器。自主研发的 XG168 双频手机已于 2000 年 3 月通过了欧洲权威测试机构的 FTA 认证测试，同时公司也十分注重手机新功能和业务的开发，从去年底就已开始着手 GPRS 和 WAP 等功能的开发

厦新电子股份有限公司

厦新电子股份有限公司在去年也与美国朗讯科技公司微电子部签署了 GPRS 的技术合作协议，共同开发 2.5 代的 GPRS 高速率上网手机。

作为国产手机厂家中的新秀，厦新公司登台亮相所携双卡手机，因其一机双卡，可以让消费者的一个手机同时拥有两个号码，即被业内专家认为：国产品牌终于在“没有技术优势”的被动局面下实现了有效突破；此番，厦新公司计划今年二季度推向市场的 GPRS 手机，对于中国用户的通讯品质而言将是一个质的飞跃。

[返回目录](#)

GPRS，一切准备好了吗？

对于移动用户来说，想象永远都是简单化的，正如在他们的想象中，无线互联网到了 GPRS 时代一切的问题都可以解决了：速度上去了、内容丰富了、应用增加了、费用下降了。但作为内容商和应用开发商，这样的想象似乎太过的幼稚和不负责任。

就内容来说,移动用户需要的是什麼信息和服务?当前用户对 WAP 的冷漠似乎并不仅是因为 9.6k 的超低速连接,更多的是因为内容的无聊和应用的枯燥,这样的内容,这样的应用,难道到了 GPRS 时代就可以躺在梦网上收费了吗?

GPRS 其中的一个卖点是按内容流量计费,即是用户一直在线,按照用户接收和发送数据包的数量来收取费用,这就涉及到一个特定计费系统的开发问题。据了解,新的数据计费系统必须和现行的语音计费系统相结合,是一个非常复杂的系统,对大多数网络商来说,仍然是一个头痛的难题

此外,实际的 GPRS 可能又要让大家失望一次了,从台湾、新加坡波涛不惊的服务推出我们就可以感受到这么的一点味道。系统的欠完善、狭窄的终端选择机会,特别是推出初期只能达到 20 多 K 的速度,会让抱过高希望的用户感到受挫。

不可否认,GPRS 蕴涵着极大的商机和开发潜力,但在服务推出的初期,高速的移动互联网并不可能在转眼间便将精彩展现在你的眼前。系统和终端的制约是一个因素,消费者的终端换代也是一个颇漫长的过程,这也是一个系统的开发过程,需要多方的积极合作和配合。

[返回目录](#)

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装



该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>