

Communication
Network Technology

现代通信网络技术丛书

GPRS 网络信令 实例详解

- ◇ 权威 爱立信学院与中国移动、中国联通专家联袂编著
- ◇ 实用 本书提供众多实例，将读者从枯燥的理论中解放
- ◇ 增值 本书的报文实例均可在人民邮电出版社网站下载

易飞 余刚 何凌 朱威 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



现代通信网络技术丛书

Communication
Network Technology

GPRS 网络信令 实例详解

易飞 余刚 何凌 朱威 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

GPRS网络信令实例详解 / 易飞等编著. -- 北京 :
人民邮电出版社, 2013. 1
(现代通信网络技术丛书)
ISBN 978-7-115-29665-8

I. ①G… II. ①易… III. ①移动网 IV.
①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第262558号

内 容 提 要

本书系统而全面地介绍了 GPRS 网络的系统架构以及以信令为主线的各接口协议及信令流程。本书结合中国国内运营商 GPRS 现网, 通过大量的实际网络案例介绍了 GPRS 分组域无线网络及核心网络信令知识, 为初学者以及对 GPRS 网络技术感兴趣的读者提供了理论联系实际的桥梁, 便于读者深入浅出地理解 GPRS 网络的相关信令; 同时也使得读者能够更好地了解中国国内运营商的 GPRS 组网结构, 并掌握部分运营维护相关的技能。

本书可供从事 GPRS 网络相关工作的技术人员作为进阶读物, 帮助读者通过实例来掌握更全面、更细致的 GPRS 信令, 为从事自己的本职工作积累更多宝贵经验。而且, 鉴于 GPRS 网络与 LTE/SAE 网络具有较高的相似度, 阅读本书, 读者也可学习下一代演进的 LTE/SAE 网络技术奠定基础。本书也适合作为通信、网络及计算机等相关专业的研究人员、工程技术人员和高等院校师生的参考书籍。

现代通信网络技术丛书

GPRS 网络信令实例详解

-
- ◆ 编 著 易 飞 余 刚 何 凌 朱 威
责任编辑 刘 洋
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 341 千字 2013 年 1 月第 1 版
印数: 1-2 500 册 2013 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-29665-8

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

GPRS 技术已经诞生超过 10 年的时间了，并且在中国商用也已经超过 8 年的时间了。最初只有少数高档手机支持 GPRS 以及有限的网页浏览业务。到如今，由于智能终端（特别是苹果、安卓终端）及移动应用（特别是社交类应用，如微博）的发展和普及，人们开始享受各种无法抗拒的移动互联网数据业务，越来越多的人们的日常生活也已经离不开移动互联网业务。这也使得 GPRS 分组域的业务流量呈现了爆炸性的增长，大有超越语音业务流量的趋势。3GPP 标准化组织在 R8 规范中专门为此制定了针对 GPRS 分组域的演进目标 EPC（Evolved Packet Core）以及无线接入网的演进目标 LTE，以满足人们对移动宽带及移动互联网业务日益增长的需求。目前，LTE/EPC 网络已经成了各主流运营商公认的演进方向。

因此，基于当前的环境，GPRS 从业人员又迎来了职业发展的新的契机。而且，未来将会有更多的行业相关人员关注 GPRS 分组域，这些人员可能包括如下几种。

(1) 各大电信运营商和通信设备制造商中从事 GPRS 分组域核心网专业相关岗位工作的工程技术人员（包括维护、工程、研发、测试等）。

(2) 各大电信运营商和通信设备制造商中从事 GPRS 无线网络专业相关岗位工作的工程技术人员。这部分人员了解 GPRS 分组域的驱动力来自于对 GPRS 端到端业务的学习需求。端到端业务的技能掌握已经成为很多电信运营商或通信设备制造商对技术人员的普遍要求,这样做可以降低运营维护类开支(即 OPEX),从而为自己的客户提供更有竞争力的产品和服务。

(3) 各大电信运营商和通信设备制造商中从事电路域核心网专业相关岗位工作的工程技术人员。这部分人员了解 GPRS 分组域的驱动力主要来自于当前网络即将演进到 LTE/EPC 的时代, 到时传统的电路域将逐渐消失, 运营商也势必减少对传统电路域网络的投资。因此, 部分电路域专业工程技术人员会选择向 GPRS 分组域专业的转型。

(4) 各大电信运营商和通信设备制造商中从事数据通信专业的工程技术人员。GPRS 分组域和数据通信专业的互通性较强, 因此从事数据通信专业的工程技术人员也可能有兴趣了解 GPRS 相关的知识技能。

(5) 通信或计算机专业的应届或往届毕业生, 或对网络通信感兴趣的毕业生。

(6) 终端产业链的相关工程技术人员，例如手机开发人员等。

(7) 移动互联网应用的开发人员。苹果商店和安卓应用商店为移动应用开发人员的创业提供了便捷的途径，并降低了门槛。这些移动互联网应用开

发人员也需要 GPRS 相关知识，进而完成及完善相应程序的开发。

(8) 移动互联网行业的相关工程技术人员，例如腾讯、百度等移动互联网公司的工程技术人员。

另外，GPRS 分组域发展和演进的另外一个背景是，在 2G (GSM)、2.75G (EDGE) 和 3G (特指 WCDMA 和 TD-SCDMA) 无线接入技术下的 GPRS 分组域是完全复用的。这也就意味着除了 GPRS 分组域核心网和无线接入网的接口和协议稍有不同外，其核心网的整体架构和协议是完全一致的，几种不同无线接入技术下的分组域核心网的技术相似度超过 90%。即使演进到了 EPC 的阶段，EPC 网络也是在目前现有 GPRS 分组域的基础上去粗取精发展及优化得到的，整体的架构及信令流程等并未发生全新的替换。这和无线接入网的演进是完全不同的，例如 WCDMA 技术针对 GSM 就是一门全新的技术，彼此的关联性并不大。因此，了解目前基于 GSM 网络的 GPRS 分组域核心网的相关知识后，无论移动通信网络如何演进，都能够很快地学习和掌握对应的分组域核心网相关知识。

基于这样的背景，本书的作者希望出版一本全面而详尽地介绍 GPRS 网络端到端信令的书籍，以协议及信令流程为主线介绍 GPRS 网络，帮助上述提到的 8 类潜在读者更好地了解 GPRS 分组域的相关原理，为今后在本专业领域更上一层楼，打下坚实的基础，包括为今后学习网络的演进技术 EPC 打下根基。

本书的特点是以实例介绍为主，希望为读者搭建一座理论联系实际的桥梁，结合国内实际网络案例，用通俗易懂的语言介绍了 GPRS 网络相关的信令，大部分知识点介绍都附有从实验室或商用网络中捕捉到的报文以供学习交流。本书中介绍的报文实例均可在人民邮电出版社网站上下载参考。同时，为了满足读者学习 GPRS 端到端信令原理的需求，本书还在第 3 章中介绍了 GPRS 无线侧相关协议栈及信令流程。

从内容方面来看，本书主要以实例介绍 GPRS 分组域信令，全书共分为 6 章。

第 1 章主要介绍了 GPRS 核心网的架构与特性，对主要的核心网网元 SGSN、GGSN 的功能特点进行介绍，并通过通信设备制造商的产品实例帮助读者加深了解。另外，本章还对 GPRS 核心网络的基本概念、各逻辑接口以及功能进行了阐述及梳理，主要包括移动性管理及会话管理功能、移动性管理状态切换及 PDP 上下文的相关概念。

第 2 章主要介绍了 GPRS 核心网相关信息元素的定义、作用以及和信令流程的对应关系，为后续学习信令流程及协议做了很好的铺垫。

第 3 章主要介绍了 GPRS 无线网络的协议及主要信令流程，包括 RLC/MAC 协议的主要功能以及上下行方向 TBF 的建立、传输与释放过程。本章内容可以帮助读者对 GPRS 无线网络的信令有比较细致的了解。

第 4 章主要介绍了 GPRS 核心网各接口所使用的信令协议及功能，包括 Gb、Gn 及 Gr 接口所使用的协议，例如 BSSGP、NS、LLC、SNDP、GTP 及 SS7 相关的信令协议等。除此以外，本章还对各接口上的常见寻址过程进

行了介绍,例如在 SS7 网络中基于 DPC 和 GT 码寻址的方法。

第 5 章主要介绍 GPRS 核心网相关的主要信令流程,包括附着、路由区更新等移动性管理流程以及 PDP 上下文激活、去激活等会话管理相关流程。本章内容可以帮助读者对整体的信令流程有清晰的理解。

第 6 章主要介绍了 GPRS 核心网相关的常见故障原因代码,并给出了相应的场景和实例介绍,可以帮助读者结合 GPRS 核心网相关的故障原因代码,对 GPRS 网络故障进行分析和排查。

附录部分介绍了使用 Wireshark 抓包工具对 GPRS 信令进行分析的一些基本方法,可以使刚入门的读者能更好地掌握基本抓包工具的使用。

本书作者均拥有 GPRS 专业超过 7 年的从业经验,曾担任网维、工程等多个部门的工程师,并参与过国内多个大型 GPRS 网络的工程建设及维护工作,具有丰富的经验。他们在本书中加入了自己对 GPRS 技术的深入理解,通过自己的经验进行介绍。对于需要全面了解 GPRS 信令的相关人员来说,本书提供了众多翔实的实例及参考信息。通过这些实例对理论进行验证,读者进而从枯燥的理论学习中解放出来。本书适合于从事通信行业的相关技术人员阅读,也可供从事相关课题研究的师生参考。

最后,也希望本书的出版能够给相关的技术人员提供一个共同学习和交流研究的平台,使 GPRS 技术获得更多的认可和关注。

本书各章编写分工如下:第 1 章和第 2 章由中国联合网络通信有限公司广东省分公司朱威编写;第 3 章由中国移动通信有限公司广州市公司余刚及何凌编写;第 4、5、6 章及附录部分由易飞编写。同时感谢爱立信学院核心网专家叶柯先生、李娟女士审校了部分书稿,感谢 GPRS 家园网站(www.gprshome.com)的论坛网友对相关技术知识的无私交流与分享。最后,还要感谢人民邮电出版社的大力支持和编辑的高效工作,本书才有可能尽早与读者见面。

本书是作者基于自己的主观理解及有限的学识编写和整理的,观点难免有欠周全,敬请读者批评指正。读者朋友可通过本书编辑的电子邮件(liuyang@ptpress.com.cn)与我们联系。

作者 易飞
2012 年 11 月

目 录

第 1 章 GPRS 分组域网络架构与特性	1
1.1 GPRS 网络逻辑架构	1
1.2 GPRS 核心网主要网元	6
1.2.1 SGSN	7
1.2.2 GGSN	9
1.3 逻辑接口及功能	10
1.3.1 无线侧和核心网之间的接口	10
1.3.2 GPRS 核心网业务相关的主要逻辑接口	11
1.3.3 其他逻辑接口	12
1.4 GPRS 网络移动性管理功能	14
1.4.1 GPRS 服务区域的构成	14
1.4.2 移动性管理状态	15
1.4.3 移动性管理计时器的设置	19
1.5 GPRS 网络会话管理功能	20
1.5.1 PDP 上下文	21
1.5.2 会话管理状态	25
1.6 本章小结	26
第 2 章 GPRS 核心网信息元素	27
2.1 用户标识类	27
2.1.1 IMSI	27
2.1.2 MSISDN	28
2.1.3 P-TMSI	28
2.1.4 TLLI	29
2.2 移动性管理类	30
2.2.1 Attach Result	30
2.2.2 Attach Type	31
2.2.3 Detach Type	32

2.2.4	Force to Standby	34
2.2.5	RAI	35
2.2.6	Update Result	36
2.2.7	Update Type	37
2.3	会话管理类	39
2.3.1	Protocol Discriminator	39
2.3.2	TI	39
2.3.3	Linked TI	41
2.3.4	Tear Down Indicator	42
2.3.5	TFT	43
2.3.6	APN	45
2.3.7	NSAPI	47
2.3.8	PCO	47
2.3.9	PDP Address	50
2.4	本章小结	52
第 3 章	GPRS 无线网络信令协议及流程	53
3.1	Um 接口信令协议	53
3.1.1	概述	53
3.1.2	GPRS 网络无线资源	54
3.1.3	无线资源管理	59
3.1.4	RLC/MAC 层	59
3.1.5	MS 角度的 GPRS 协议栈	64
3.2	Um 接口信令处理和数据传输过程	65
3.2.1	无线接口的几个概念	67
3.2.2	上行 TBF 的建立、传输与释放程序	69
3.2.3	下行 TBF 的建立、传输与释放程序	81
3.3	本章小结	87
第 4 章	GPRS 核心网信令协议	88
4.1	Gb 接口信令协议	88
4.1.1	底层的承载技术	88
4.1.2	NS 层	89

4.1.3 BSSGP 协议	102
4.1.4 LLC 层协议	113
4.1.5 SNDCP 协议	121
4.2 Gr 接口信令协议	130
4.2.1 传统的 SS7 协议栈	130
4.2.2 传统 SS7 网络寻址实例	132
4.2.3 MAP 协议	143
4.3 Gn 接口信令协议	143
4.3.1 GTP 包头	144
4.3.2 信息元素	147
4.3.3 TEID、GSN 地址分配实例	148
4.4 IP 报文在 GPRS PLMN 网络中的传送	152
4.4.1 上行方向 IP 报文的传送	152
4.4.2 下行方向 IP 报文的传送	153
4.5 本章小结	153
第 5 章 GPRS 核心网常见信令流程及实例	154
5.1 移动性管理信令流程及实例	154
5.1.1 附着流程及实例	154
5.1.2 去附着流程及实例	166
5.1.3 路由区更新流程及实例	169
5.1.4 Purge 流程实例	177
5.2 会话管理信令流程及实例	179
5.2.1 Primary PDP 上下文激活流程及实例	180
5.2.2 Secondary PDP 上下文激活流程及实例	185
5.2.3 PDP 上下文去激活流程及实例	188
5.2.4 PDP 上下文修改流程及实例	193
5.2.5 网络侧发起的 PDP 上下文激活流程	195
5.3 安全功能信令流程	196
5.3.1 鉴权流程	196
5.3.2 加密流程	199
5.4 DNS 服务器解析实例	199

5.4.1	DNS 服务器解析 APN 实例	200
5.4.2	DNS 服务器解析 RAI 实例	202
5.5	本章小结	203
第 6 章	GPRS 核心网常见故障原因代码	204
6.1	移动性管理原因代码	204
6.1.1	CC7-GPRS services not allowed	204
6.1.2	CC9-MS identity cannot be derived by the network	207
6.1.3	CC10 - Implicitly detached	208
6.1.4	CC14 - GPRS services not allowed in this PLMN	210
6.1.5	CC17-Network failure	213
6.1.6	CC111 - Protocol error, unspecified	216
6.2	会话管理原因代码	217
6.2.1	CC26-Insufficient resources	217
6.2.2	CC27 - Missing or unknown APN	220
6.2.3	CC28 - Unknown PDP address or PDP type	223
6.2.4	CC29-User authentication failed	224
6.2.5	CC30 - Activation rejected by GGSN	225
6.2.6	CC32 - Service option not supported	226
6.2.7	CC33 - Requested service option not subscribed	227
6.2.8	CC36 - Regular PDP context deactivation	233
6.2.9	CC38 - Network failure	233
6.2.10	CC112-APN restriction value incompatible with active PDP context	237
6.3	GMM 层 3 原因代码和 GTP 协议原因代码对照	242
6.4	本章小结	243
附录		244
附录 A	使用 Wireshark 查看 GPRS 协议栈字节数	244
附录 B	使用 Wireshark 对未采用标准 UDP 端口号的 Gb 接口消息进行解码	248
附录 C	Wireshark 常用过滤方法	249
附录 D	Wireshark 中关于 rfs 格式文件的设置	249
缩略语		251
参考文献		254

第 1 章

GPRS 分组域网络架构与特性

GPRS (General Packet Radio Service, 通用分组无线业务) 是在现有的 GSM 移动通信系统基础之上发展起来的一种移动分组数据业务。GPRS 通过在 GSM 数字移动通信网络中引入分组交换功能实体, 以支持采用分组方式进行的数据传输。它可以提供比 GSM 网络更高的数据传输速率, 为移动用户提供更快速的移动数据上网业务, 给用户带来更好的体验。

以 GSM、CDMA 为主的数字蜂窝移动通信和以 Internet 为主的分组数据通信是目前信息领域增长最为迅猛的两大产业, 正呈现出相互融合的趋势。GPRS 可以看做移动通信和分组数据通信融合的第一步。目前, GPRS 网络已经能为用户提供非常丰富的应用, 并影响到我们的生活, 这些应用主要包括手机电视、WWW 浏览、基于 WAP 类的业务、电子商务、信息查询、电子邮件、远程监控以及智能家居等。目前, 移动数据业务的收入已经占到电信运营商收入的很大比例。

网络架构是 GPRS 网络的基础, 因此本书第 1 章就开始介绍 GPRS 分组域网络架构与特性, 使读者对 GPRS 分组域网络架构有一个整体性的了解, 为后续学习信令打下基础。

学习完本章内容, 读者可以了解并回答下列问题。

- (1) GPRS 网络核心网的组成及各网元的功能。
- (2) GPRS 网络的各逻辑接口及功能。
- (3) GPRS 移动性管理功能, 如位置管理、GPRS 服务区域组成等。
- (4) GPRS 会话管理功能, 包括 PDP 上下文的概念及分类。
- (5) GPRS 移动性管理和会话管理状态切换过程。
- (6) GPRS 核心网主要计时器。

1.1 GPRS 网络逻辑架构

GPRS 分组域网络使用了分组交换技术, 以一种更有效率的方式高速传送用户数据和信令。相对于电路域语音业务面向连接、网络资源分配后即专用不被共享的特点, 分组交换则

具有无连接、网络资源按需分配、资源共享等特点。这意味着，仅当用户需要发送或接收数据时，GPRS 无线资源才被分配使用。与将一个无线信道指定给一个移动数据用户相比，GPRS 可以将一个无线信道供多个用户共享，最大可能地利用网络资源。

GPRS 分组域网络架构将无线接入网与核心网完全分离，使核心网在不需要做过多调整的情况下即可以复用不同的无线接入技术。

图 1-1 给出了 GPRS 分组域网络的逻辑架构。

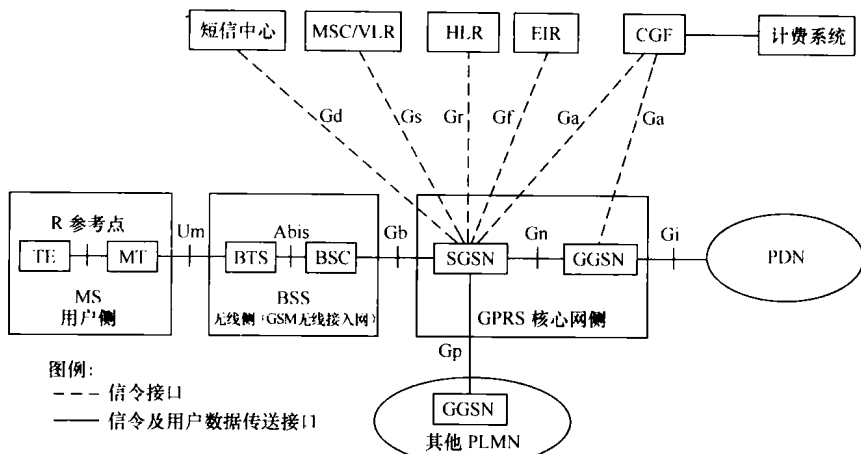


图 1-1 GPRS 网络逻辑架构

因为在国内电信运营商的网络部署中，有很多逻辑接口因网络运营或业务需求等方面原因并没有被开放，因此这些逻辑接口和对应的网元节点对 GPRS 业务的实现是没有任何影响的。从图 1-1 中，我们需要梳理出移动终端使用 GPRS 业务的主线，完成 GPRS 数据业务所需要的节点如下。

(1) TE/MT (Terminal Equipment/Mobile Terminal, 终端设备/移动终端): 用户终端节点。TE 代表的是终端设备，例如台式电脑、笔记本电脑等。MT 代表移动设备，例如手机、移动智能终端等。用户可以使用 MT 直接访问 GPRS 业务，也可以先利用 USB 线缆、蓝牙等设备连接到 TE，借助 TE 提供的更友好的操作界面来访问 GPRS 业务。这也是目前最常见的两种使用 GPRS 业务的接入方式。通常将 TE 和 MT 合并称为 MS (Mobile Station, 移动台)。TE 和 MT 之间为 R 参考点。

(2) BSS (Base Station Subsystem, 基站子系统) 包含了 BTS (Base Transceiver Station, 基站收发信机) 和 BSC (Base Station Controller, 基站控制器) 两个网元节点。其中，BTS 即基站部分，主要负责提供用户的无线接入；BSC 为基站的控制部分，负责提供用户的无线资源（例如上下行时隙及频率等）分配、管理、调度等功能。BSS 基站子系统的这两个网元节点共同完成 GPRS 无线侧的接入功能。同时，BSS 也是和 GPRS 核心网的接入边界，负责执行 GPRS 核心网侧节点下发的指令，例如为用户的数据包进行路由、对空闲状态用户进行寻呼等功能。MS 和 BSS 之间的接口称为 Um 接口。BTS 和 BSC 之间的接口称为 Abis 接口。

(3) GSN (GPRS Support Node, GPRS 支持节点)。为了支持更快速的分组交换数据业务, 相对于 GSM 网络, GPRS 网络新增加了 GPRS 支持节点 GSN。并且根据 GSN 节点的位置和功能的不同, GSN 节点分成了 SGSN (Serving GPRS Support Node, 服务 GPRS 支持节点) 和 GGSN (Gateway GPRS Support Node, 网关 GPRS 支持节点) 两类。它们是位于 GPRS 核心网侧的两个最主要节点。SGSN 主要负责处理 MS 到 GPRS 网络之间的通信, 负责转发 MS 的数据到 GPRS 核心网, 并需要根据 MS 在网络中的具体位置进行移动性管理和会话管理。而 GGSN 则主要负责在 SGSN 和外部分组数据网络 (Packet Data Network, PDN) 之间为 MS 转发上下行用户数据报文。在一个 PLMN 网络中, 可能有多个 GSN 节点。BSC 和 SGSN 之间的接口称为 Gb 接口, 一个 PLMN 网络内 GSN 节点之间的接口称为 Gn 接口。

(4) HLR (Home Location Register, 归属位置寄存器): 主要用于存放 GPRS 签约用户的签约信息。这些签约信息主要包括用户是否签约 GPRS 业务、是否允许进行国际漫游、开通的 APN、是否有特定区域接入限制以及签约的 QoS 等。另外, HLR 还负责为 SGSN 提供用于鉴权用户身份所需的鉴权参数。最后, HLR 提供了位置管理的功能。通过查询 HLR, GSN 节点可以了解到当前为 MS 用户提供服务的 SGSN 的信息。这些签约信息是由最终用户和运营商签署的 GPRS 业务开通合约来决定的。例如某用户购买了运营商的 10 元包月套餐, 包含 50M 流量、允许访问 xxnet 和 xxwap 这两个 APN、无速率保障的 QoS 等。这些合约信息会转换成后台的指令, 并最终存储到 HLR 上。SGSN 和 HLR 之间的接口称为 Gr 接口。

(5) PDN: Packet Data Network, 包交换数据网络。顾名思义, PDN 是指基于分组报文传送的网络, 比较常见的是基于 IP 技术构建的分组数据网络, 例如 Internet。PDN 网络提供了 MS 期望访问的各种数据应用, 通过 GGSN 和 GPRS 网络相连, 需要执行两个网络协议 (例如上行方向: GTP 到 IP) 的转换。电信运营商可以通过将相同类型的业务合并, 设置不同的 PDN 网络为用户提供服务。常见的 PDN 网络主要有 Internet、专门提供 WAP 类业务的数据网络、企业用户内部网络等。GGSN 和外部 PDN 网络的接口称为 Gi 接口。

以上列出来了实现 GPRS 基本数据业务所必需的 5 类网元或系统, 方便读者可以更有侧重点地了解 GPRS 网络的构成, 关于相应的接口及接口所使用的协议将在第 3 章中进行介绍。

图 1-2 给出了以数据传送为主线的 GPRS 网络的逻辑功能以及传输路径。

在我国国内电信运营商的组网结构中, 一个可能的端到端的 GPRS 业务组网如图 1-3 和图 1-4 所示。其中图 1-3 描述的是一个 MS 用户在本地使用 GPRS 业务可能会经过的一些网元节点的物理拓扑图, 图 1-4 描述的是一个 MS 用户在省际漫游时使用 GPRS 业务可能会经过的一些网元节点的物理拓扑图。

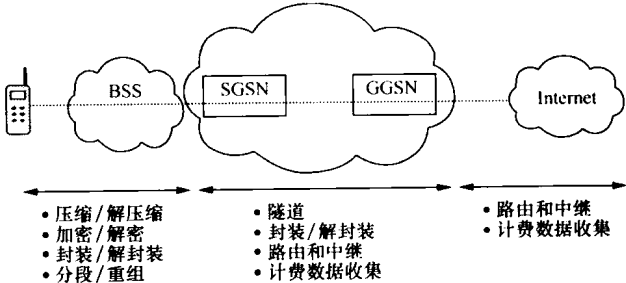


图 1-2 GPRS 网络逻辑功能及传输路径

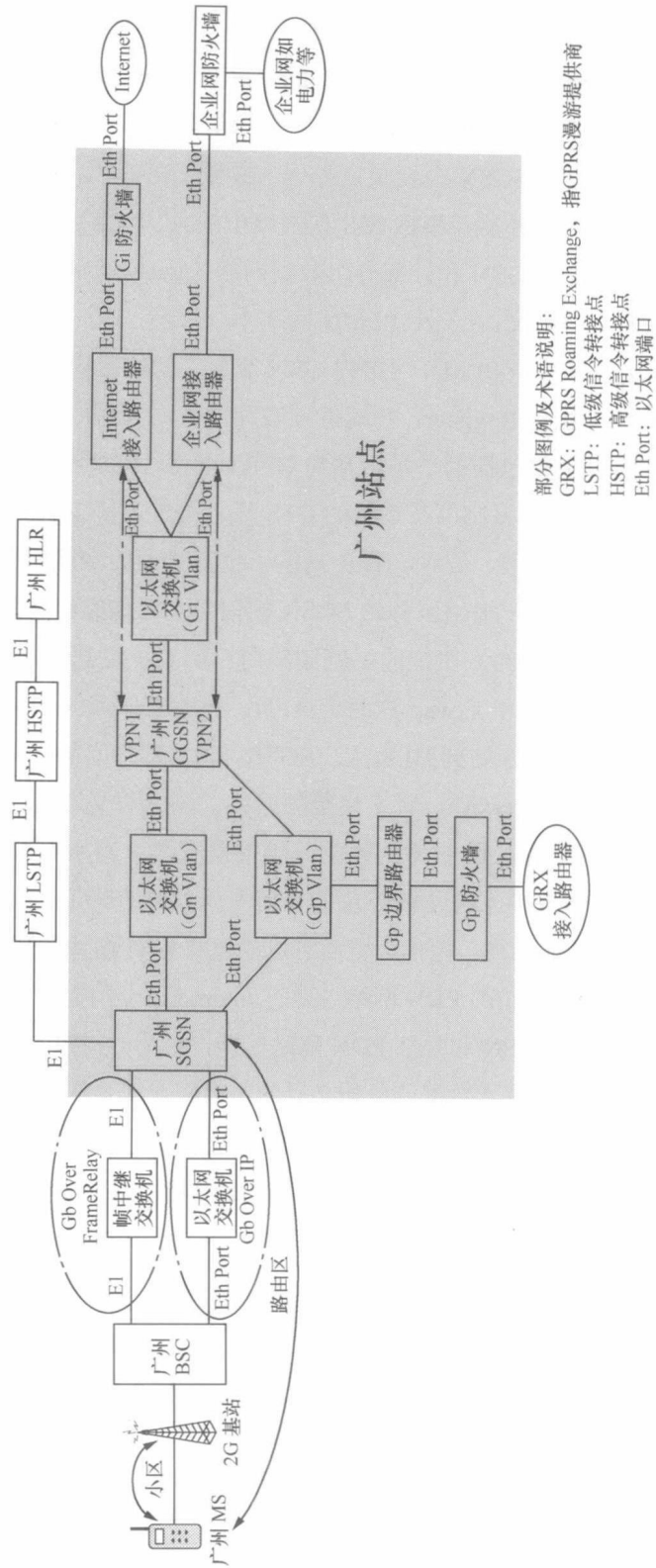


图 1-3 MS 在本地使用 GPRS 业务可能经过的物理节点拓扑图

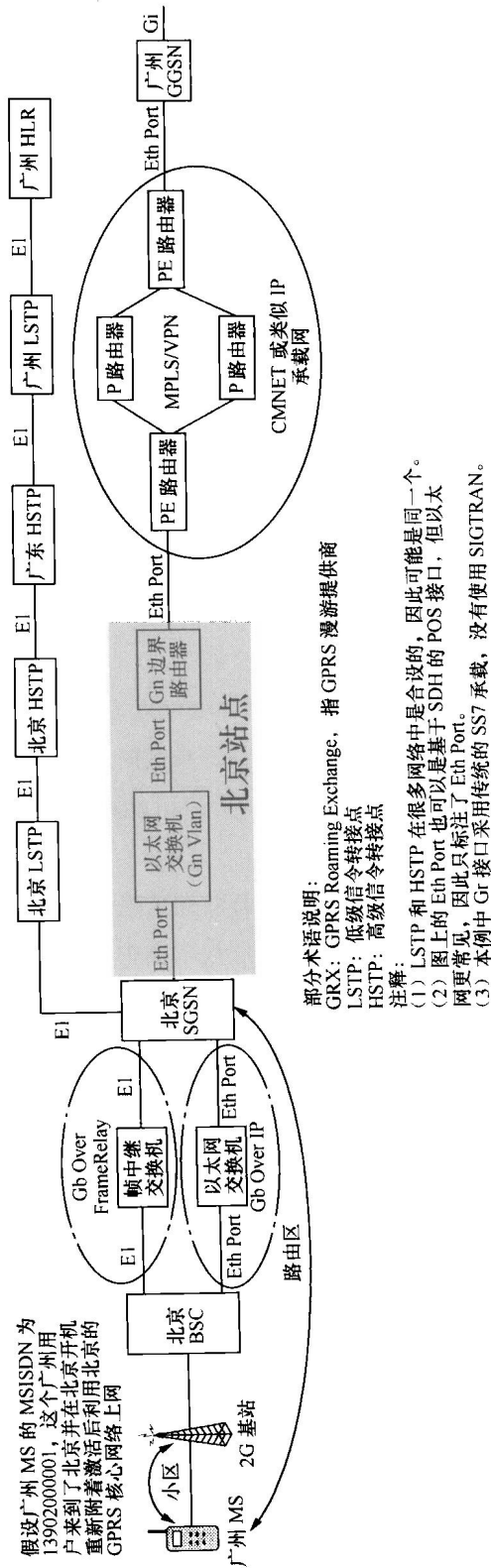


图 1-4 省际漫游时使用 GPRS 业务可能经过的物理节点拓扑图

图 1-3 中以一个广州的 MS 为例进行介绍，该用户总是在广州使用 GPRS 业务，则用户面的数据流量在上行方向将经过如下过程。

(1) 广州的 2G 基站：通过空中接口和 MS 通信。

(2) 广州的 BSC：通过有线的传输介质（例如城域以太网）连接 2G 基站。

(3) 广州 SGSN：当 Gb 接口采用帧中继技术承载时，通过帧中继交换机连接 BSC；当采用 IP 承载时，通过以太网交换机连接 BSC，有可能跨越 IP 承载网络（当 BSC 和 SGSN 不在同一个站点的情况下有可能发生）。

(4) 广州 GGSN：通过以太网端口连接站点以太网交换机和广州 SGSN 通信。也有可能广州 SGSN 和广州 GGSN 不在同一个站点，这时需要通过本地 IP 承载网络通信。

(5) 广州 GGSN 通过以太网端口连接 Gi 接口的防火墙与 Internet 实现互通。

在控制平面还涉及 Gr 接口广州 SGSN 寻址广州 HLR 完成 MS 的附着，这是通过广州的 STP 连接的。

图 1-4 以一个广州的 MS 为例，该用户离开广州来到了北京，通过北京的 GPRS 网元接入访问 GPRS 业务，则用户面的数据流量在上行方向将可能经过如下过程。

(1) 北京的 2G 基站：通过空中接口和 MS 通信。

(2) 北京的 BSC：通过有线传输介质（例如城域以太网）连接 2G 基站。

(3) 北京 SGSN：当 Gb 接口采用帧中继技术承载时，通过帧中继交换机连接 BSC；当采用 IP 承载时，通过以太网交换机连接 BSC，并有可能跨越 IP 承载网络（当 BSC 和 SGSN 不在同一个站点的情况下有可能发生）。

(4) 北京（或广州）GGSN：根据电信运营商的策略，可以指派拜访地即北京的 GGSN 或归属地即广州的 GGSN 来为 MS 提供服务。假设本例中是通过北京 GGSN 接入为 MS 提供服务，则北京 GGSN 需要连接到运营商 IP 承载网和广州 SGSN 通信。电信运营商的 IP 承载网通过 MPLS/VPN 技术隔离不同的业务并保障安全性。

(5) 北京 GGSN 通过以太网端口连接 Gi 接口的防火墙与 Internet 实现互通。

在控制平面还涉及 Gr 接口北京 SGSN 寻址广州 HLR 完成 MS 的附着，这是通过省间的 LSTP 和 HSTP 连接的。

1.2 GPRS 核心网主要网元

介绍 GPRS 核心网的主要网元之前，先了解固定网络中家庭宽带用户通过 ADSL 拨号的过程。家庭宽带用户通过 ADSL Modem 进行拨号上网需要完成如下两个步骤。

(1) 用户主机发起 PPPoE 的拨号，并且携带电信运营商分配的用户名和口令，完成用户的身份鉴权。这个过程也叫做用户的注册登记过程。

(2) 认证通过后, 网络侧设备将为用户分配一个 IP 地址, 并通过 PPP 连接返回给用户主机。同时, 网络侧设备还将帮助用户建立一条到 Internet 的会话连接, 并为用户主机后续的上网 IP 报文提供路由和转发的服务。这个过程也可以叫做用户会话连接的建立过程。

在实际网络中, 上述两个步骤中对用户的注册登记以及 IP 地址的分配都是由同一个网元设备完成的, 我们称为 BRAS (Broadband Remote Access Server, 宽带接入服务器)。

GPRS 核心网通过 GSN 网元来提供分组数据业务, SGSN 负责完成第 1 步中的用户注册登记过程, GGSN 负责第 2 步帮助用户主机建立到 Internet 的会话连接, 并提供地址分配、IP 报文寻址转发等服务。与拨号上网过程所不同的是, 用户主机换成了移动终端, 而移动终端可能会发生位置的变化, 因此 SGSN 还需要了解用户当前的位置信息从而对用户进行管理和服

1.2.1 SGSN

SGSN 是 GPRS 分组域核心网中的最关键网元, 提供了 GPRS 分组域控制和用户平面相关的功能。控制平面的主要功能包括 GPRS 移动性管理 (GMM) 以及会话管理 (SM) 功能。

SGSN 可以存储移动性管理相关数据 (MM 上下文) 和会话管理相关数据 (PDP 上下文) 两种类型的用户数据。MM 上下文将包含用户的永久身份标识 IMSI、临时身份标识 P-TMSI、当前的位置信息以及用于鉴权的相关参数等信息, PDP 上下文包含了会话管理相关的参数, 例如 PDP 地址、PDP 类型、外部 PDN 网络相关参数等。当一个 MS 附着到 GPRS 域时, SGSN 即为这个 MS 创建一个 MM 上下文; 当该用户建立了到某个外部分组数据网络 (以下简称外部 PDN 网络) 的连接时, SGSN 即为这个 MS 创建一个 PDP 上下文。

SGSN 作为 GPRS 网络中最重要的服务功能节点, 主要提供以下功能。

1. 移动性管理功能

作为最靠近 MS 的 GPRS 核心网侧网元, SGSN 需要了解 MS 的位置信息, 并根据 MS 当前的位置信息来分发下行数据或执行寻呼流程。因此, SGSN 需要帮助 MS 完成到 GPRS 网络的注册、位置登记等操作, 并存储相关的 MM 上下文。

2. 会话管理功能

SGSN 需要帮助 MS 建立到外部 PDN 的会话连接以访问所需的数据业务, 并需要能够在 GPRS 网络中区分出不同的 MS。

3. 签约数据的管理

SGSN 需要从 HLR 获取用户的签约数据, 并根据用户的签约数据对 MS 的相应业务请求