

移动通信前沿技术丛书

# 通用分组无线业务 —— GPRS

文志成 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

移动通信前沿技术丛书

# 通用分组无线业务——GPRS

文志成 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

GPRS 技术继承和发展了 GSM 体系结构, 并为第三代移动通信技术的发展提供了基础。本书结合 GSM 相关技术, 从原理和实际应用两方面对 GPRS 技术进行了全面阐述, 并对从 GPRS 到 WCDMA 技术的发展做了介绍和分析。全书内容包括: GPRS 网络单元与协议规程, GPRS 无线技术, GPRS 网络技术, GPRS 应用, GPRS 网络安全, GPRS 计费, GPRS 性能与优化, GPRS 常用数据业务分析, 增强 GPRS 技术 EGPRS, GPRS 技术演进等。

本书适于通信领域工程技术人员、网络运行维护人员以及高等院校相关专业的师生阅读。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有, 侵权必究。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

通用分组无线业务: GPRS/文志成编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.1  
(移动通信前沿技术丛书)

ISBN 7-5053-9268-9

I. 通… II. 文… III. 移动通信-通信网 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 095939 号

责任编辑: 张来盛 高买花

印 刷: 北京人卫印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 396.8 千字

印 次: 2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。  
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

# 出版说明

移动通信是当前发展最快、应用最广和最前沿的通信领域之一，有专家预测到 2003 年全球移动用户数将达到 10 亿。移动通信的最终目标是实现任何人可以在任何地点、任何时间与其他任何人进行任何方式的通信。移动通信技术现在已经发展到了以 WCDMA 为代表的第三代，而相互兼容各种移动通信技术的第四代标准目前已经悄然来临。为了促进和推动我国移动通信产业的发展，并不断满足社会各界和广大通信技术人员系统学习和掌握移动通信前沿技术的需求，电子工业出版社特约请国内从事移动通信科研、教学、工程、管理工作并具有丰富的理论和实践经验的专家、教授亲自编著或翻译国外“金”典著作，组成了这套《移动通信前沿技术丛书》，于新世纪之初相继地推出。

该丛书从我国移动通信技术应用现状与发展情况出发，以系统与技术为中心，全面系统地介绍了当今移动通信领域涉及的有关关键技术与热点技术，如软件无线电原理与应用、智能天线原理与应用、蓝牙技术、移动 IP、通用无线分组业务（GPRS）、移动通信网络规划与优化、移动数据通信以及典型的第三代移动通信系统等内容。其特点是力求内容的先进性、实用性和系统性；突出理论性与工程实践性紧密结合；内容组织循序渐进、深入浅出，理论叙述概念清晰、层次清楚，经典实例源于实践。丛书旨在引导读者将移动通信的原理、技术与应用有机结合。

这套丛书的主要读者对象是广大从事通信技术工作的工程技术人员，也适合高等院校通信、计算机等学科各专业在校师生和刚走上工作岗位的毕业生阅读参考。

在编辑出版这套丛书过程中，参与编著、翻译和审定的各位专家都付出了大量心血，对此，我们表示衷心感谢。欢迎广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议，或推荐其他的选题（E-mail: davidzhu@phei.com.cn），以便我们今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术图书。

电子工业出版社  
通信与电子技术图书事业部

# 前 言

通用分组无线业务（GPRS）系统是基于 GSM 网络的数据业务支持单元，它通过在 GSM 无线网络中增加 GSN 和 PCU 等数据处理单元提供无线系统上的数据业务平台。GPRS 系统充分体现了数据业务与无线业务的融合，其中采用了众多的协议类型和接口方式，如帧中继协议、IP 协议，以及 Gn 接口、Gb 接口、Gi 接口等，因而使得了解和掌握相关知识的难度增大。

GPRS 技术中既包含无线技术，又包含数据技术，因而要求有关人员具有 GSM 相关理论和知识，同时对数据网络的结构、协议也较为清楚。只有充分理解、掌握了无线与数据两方面知识，才能更好地认识 GPRS 系统及其相关技术。

本书充分分析了 GPRS 协议在实施中的难点，对相关知识点做了全面、深入的分析，并对基于 GPRS 网络的应用进行了原理性分析。无线部分从空中接口上用户终端的接入碰撞检测机制开始，分析了多时隙 MS 的接入特点、一步与两步接入的区别、话务信道 PDTCH 的分配原则、跳频系统中 GPRS 的应用特性、数据传送过程中数据与控制信息的传送原则、PCU 与 SGSN 中的流量控制、小区重选、RLC 与 LLC 层数据帧确认机制、SAPI 与 QoS 关系、SNDCP 与 GTP 工作原理等；数据部分涉及 DNS 规程、DHCP 规程、AAA 协议、GGSN 透明接入与非透明接入、VPN 实施技术、无线系统中的 IP 特性等。另外，考虑到 GPRS 系统性能方面的问题，通过对 GPRS 各协议有效负荷的分析，对比研究了吞吐量的理论速率与实际速率的区别，分析了延迟、WWW、WAP 和 E-mail 应用的话务模型，以及 GPRS 系统优化的考虑因素等。书中既涉及到相关部分的理论和原理分析，也通过一些测试记录信息结合理论描述，比较全面地分析了各个问题，从而使读者在了解 GPRS 技术中关键问题的同时，对整个系统结构和原理有一个全面认识。通过对 GPRS 应用的了解，进一步促进 GPRS 应用的扩展和研究，充分体现技术进步给现实生活带来的好处。

本书适于需要进一步了解 GPRS 原理和相关技术的工程技术人员和管理人员阅读，也可作为高等院校相关专业本科生、研究生的参考教材，以及广大读者学习和了解第三代移动通信系统的普及读物，对于需要了解 GPRS 应用的相关人员也有较大帮助。

本书由文志成编著，同时参加编写工作的还有刘颖和李根强等。由于 GPRS 规范处于发展和更新阶段，而且编写时间紧迫，错误在所难免，欢迎广大读者指正。

联系信箱：gprs\_opt@yahoo.com.cn

编著者

2003 年 10 月

# 目 录

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 第 1 章 绪论 .....                   | (1)  |
| 第 2 章 GPRS 网络单元和协议规程 .....       | (4)  |
| 2.1 GPRS 网络单元 .....              | (4)  |
| 2.1.1 GPRS 网络单元功能 .....          | (4)  |
| 2.1.2 GPRS 网元之间相互作用 .....        | (6)  |
| 2.2 GPRS 协议规程 .....              | (8)  |
| 2.2.1 GPRS 协议规程概述 .....          | (8)  |
| 2.2.2 GPRS 功能单元与接口 .....         | (10) |
| 第 3 章 GPRS 系统中的无线技术 .....        | (15) |
| 3.1 GPRS 信道配置与编码方式 .....         | (15) |
| 3.1.1 复帧结构 .....                 | (15) |
| 3.1.2 GPRS 逻辑信道类型 .....          | (15) |
| 3.1.3 GPRS 逻辑信道的组合和多时隙配置 .....   | (17) |
| 3.1.4 GPRS 编码方式与理论速率 .....       | (17) |
| 3.1.5 PDTCH 时隙配置 .....           | (19) |
| 3.2 MS 数据传送过程 .....              | (23) |
| 3.2.1 数据传送过程中 MS 的一步/两步接入法 ..... | (23) |
| 3.2.2 MAC 接入方式 .....             | (26) |
| 3.2.3 多时隙 MS 特性 .....            | (33) |
| 3.2.4 MS 接入与碰撞监测过程与机制 .....      | (36) |
| 3.2.5 上行数据传送过程 .....             | (39) |
| 3.2.6 下行数据传送过程 .....             | (45) |
| 3.2.7 TBF 清除过程 .....             | (47) |
| 3.2.8 多个 MS 同时传送举例 .....         | (48) |
| 3.2.9 GPRS 系统控制信息传送示意图 .....     | (48) |
| 3.2.10 RLC 层的确认机制 .....          | (48) |
| 3.3 BSSGP 与 Gb 接口 .....          | (53) |
| 3.4 BSSGP 流量控制 .....             | (54) |
| 3.5 LLC 功能描述 .....               | (57) |
| 3.5.1 概念 .....                   | (57) |
| 3.5.2 LLC 帧格式 .....              | (58) |
| 3.5.3 LLC 协议的操作形式 .....          | (59) |
| 3.5.4 LLC 不同操作形式的应用 .....        | (60) |
| 3.5.5 LLC 不同操作形式信息类型应用举例 .....   | (60) |
| 3.5.6 LLC 层确认模式下的确认机制 .....      | (61) |
| 3.5.7 LLC 无确认帧 UI 的传送过程举例 .....  | (61) |
| 3.5.8 LLC 层的参数设定和协商机制 .....      | (63) |

|              |                                 |              |
|--------------|---------------------------------|--------------|
| 3.5.9        | SAPI 与 QoS .....                | (63)         |
| 3.5.10       | LLC PDU 的分段 .....               | (65)         |
| 3.6          | SNDCP .....                     | (70)         |
| 3.7          | 小区重选 .....                      | (72)         |
| 3.7.1        | GSM 系统中的小区重选算法与原则 .....         | (72)         |
| 3.7.2        | GPRS 系统中的小区重选算法与原则 .....        | (73)         |
| 3.7.3        | GPRS 系统中网络控制的小区重选 .....         | (74)         |
| 3.7.4        | GPRS 小区重选过程描述 .....             | (74)         |
| 3.8          | 编码方式的动态选择 .....                 | (75)         |
| 3.8.1        | GPRS 系统各种编码方式特性 .....           | (75)         |
| 3.8.2        | 系统对于各种编码方式的选择 .....             | (75)         |
| <b>第 4 章</b> | <b>GPRS 系统中的网络技术 .....</b>      | <b>(77)</b>  |
| 4.1          | DNS .....                       | (77)         |
| 4.1.1        | DNS 的工作原理 .....                 | (77)         |
| 4.1.2        | 本地 GPRS 系统中 DNS 的应用 .....       | (79)         |
| 4.1.3        | GPRS 国际漫游系统中 DNS 的应用 .....      | (82)         |
| 4.2          | DHCP .....                      | (82)         |
| 4.2.1        | DHCP 工作原理 .....                 | (83)         |
| 4.2.2        | DHCP 数据库配置和地址分配 .....           | (83)         |
| 4.2.3        | DHCP 数据库设置步骤举例 .....            | (84)         |
| 4.2.4        | Cisco GGSN 上 DHCP 配置举例 .....    | (84)         |
| 4.3          | GPRS 网络与外部数据网的连接 .....          | (86)         |
| 4.3.1        | GPRS 与外部网络通过 IP 规程连接 .....      | (87)         |
| 4.3.2        | GPRS 与外部网络通过 PPP 规程连接 .....     | (89)         |
| 4.3.3        | VPN 中的隧道类型及其在 GPRS 系统中的应用 ..... | (94)         |
| 4.4          | 路由技术 .....                      | (96)         |
| 4.5          | 漫游技术 .....                      | (96)         |
| 4.6          | GTP .....                       | (100)        |
| <b>第 5 章</b> | <b>GPRS 网络安全 .....</b>          | <b>(103)</b> |
| 5.1          | GPRS 系统中无线部分的安全手段 .....         | (104)        |
| 5.1.1        | 保护用户身份 .....                    | (104)        |
| 5.1.2        | GSM 系统中的鉴权和加密过程 .....           | (106)        |
| 5.1.3        | GPRS 系统中的鉴权和加密过程 .....          | (107)        |
| 5.1.4        | GPRS 系统中无线部分安全漏洞 .....          | (109)        |
| 5.2          | GPRS 系统中网络部分的安全手段 .....         | (109)        |
| 5.2.1        | GPRS 网络接入过程中的用户身份认证机制 .....     | (109)        |
| 5.2.2        | 接口安全与网络系统的安全 .....              | (111)        |
| 5.2.3        | 采用防火墙进行接口与网络系统的安全防范 .....       | (116)        |
| 5.2.4        | GPRS 用户数据安全传送机制 .....           | (118)        |
| <b>第 6 章</b> | <b>计费 .....</b>                 | <b>(121)</b> |

|       |                                |       |
|-------|--------------------------------|-------|
| 6.1   | GPRS 计费系统概述 .....              | (121) |
| 6.2   | GPRS 系统计费种类 .....              | (122) |
| 6.3   | GPRS 系统计费信息的传送 .....           | (122) |
| 6.4   | GPRS 系统计费原则 .....              | (123) |
| 6.4.1 | 计费要求 .....                     | (123) |
| 6.4.2 | GSN 计费信息的收集 .....              | (123) |
| 6.4.3 | 计费记录与 C-ID .....               | (124) |
| 6.4.4 | CDR 信息项描述 .....                | (124) |
| 6.5   | GTP 计费通信协议和 PLMN 之间漫游的计费 ..... | (126) |
| 第 7 章 | GPRS 系统关键性能指标 .....            | (128) |
| 7.1   | 吞吐量 .....                      | (128) |
| 7.1.1 | GPRS 各协议层包头 .....              | (128) |
| 7.1.2 | 各种编码方式下的理论速率 .....             | (131) |
| 7.1.3 | GPRS 信道实际编码效率计算 .....          | (131) |
| 7.1.4 | SNDCP/LLC 层效率 .....            | (132) |
| 7.1.5 | RLC 层有效吞吐量 .....               | (132) |
| 7.1.6 | 吞吐量变化相关因素 .....                | (132) |
| 7.2   | 延迟 .....                       | (133) |
| 7.2.1 | 延迟分析 .....                     | (133) |
| 7.2.2 | RTT 定义 .....                   | (133) |
| 7.2.3 | Ping 的理论分析 .....               | (133) |
| 第 8 章 | GPRS 系统中的 MMS 应用 .....         | (135) |
| 8.1   | SMS 简介 .....                   | (135) |
| 8.2   | MMS 和 SMS 的特征分析 .....          | (136) |
| 8.3   | MMS 所支持的内容 .....               | (136) |
| 8.4   | MMS 承载系统 .....                 | (136) |
| 8.5   | MMS 网元 .....                   | (137) |
| 8.6   | MMS 规程结构 .....                 | (138) |
| 8.7   | MMS 网络接口 .....                 | (139) |
| 8.8   | MMS 信令流 .....                  | (140) |
| 8.9   | MMS 体系结构及其各种应用连接 .....         | (141) |
| 8.10  | GPRS 系统中 MMS 网络元素 .....        | (143) |
| 8.11  | MMSC 与 GPRS 网络的连接方式 .....      | (144) |
| 8.12  | MMS 应用 .....                   | (144) |
| 第 9 章 | GPRS 系统中的 TCP/IP 应用 .....      | (146) |
| 9.1   | TCP/IP 特性 .....                | (146) |
| 9.1.1 | TCP/IP 协议特性 .....              | (146) |
| 9.1.2 | TCP 连接及确认传送机制 .....            | (146) |
| 9.1.3 | TCP 的可靠传输控制方法 .....            | (147) |
| 9.1.4 | TCP 的慢启动与拥塞控制机制 .....          | (147) |

|        |                                        |       |
|--------|----------------------------------------|-------|
| 9.1.5  | TCP/IP 规程中其他重要参量 .....                 | (152) |
| 9.2    | GPRS 系统主要特性 .....                      | (154) |
| 9.3    | GPRS 系统中的 TCP/IP 应用特性 .....            | (155) |
| 9.3.1  | RTT 造成的影响 .....                        | (155) |
| 9.3.2  | 带宽延迟积的作用 .....                         | (156) |
| 9.3.3  | 延迟突变的影响 .....                          | (156) |
| 9.3.4  | 带宽振荡造成的影响 .....                        | (156) |
| 9.3.5  | 小数据包造成的影响 .....                        | (157) |
| 9.3.6  | TCP/IP 控制机制对系统吞吐量的影响 .....             | (157) |
| 9.3.7  | MTU 大小的影响 .....                        | (157) |
| 9.4    | GPRS 系统中 TCP/IP 特性的优化应用 .....          | (157) |
| 第 10 章 | 常用数据业务分析 .....                         | (158) |
| 10.1   | ETSI 非实时话务模型 .....                     | (158) |
| 10.2   | GPRS 系统中的数据应用 .....                    | (158) |
| 10.2.1 | WWW 业务模型 .....                         | (159) |
| 10.2.2 | WAP 业务及模型 .....                        | (160) |
| 10.2.3 | E-mail 业务 .....                        | (163) |
| 10.2.4 | WWW/E-mail 混合业务 .....                  | (163) |
| 10.2.5 | WWW/E-mail/WAP 业务混合 .....              | (164) |
| 10.2.6 | GPRS 系统中话务模型的应用 .....                  | (164) |
| 10.2.7 | WAP/E-mail/WWW 性能分析 .....              | (165) |
| 第 11 章 | GPRS 系统应用举例 .....                      | (166) |
| 11.1   | GPRS 终端的类型 .....                       | (166) |
| 11.2   | GPRS 终端支持的业务类型 .....                   | (166) |
| 11.3   | GPRS 业务使用方式 .....                      | (166) |
| 11.3.1 | 采用 GPRS 终端或者 PDA 使用 GPRS 业务 .....      | (167) |
| 11.3.2 | 采用 GPRS 手机与 PC 连接接入网络 .....            | (167) |
| 11.3.3 | 采用 GPRS MODEM 配合 SIM 或者“随 E 卡”上网 ..... | (168) |
| 11.4   | GPRS 具体应用 .....                        | (168) |
| 11.4.1 | 通过 GPRS 使用 WAP 业务 .....                | (168) |
| 11.4.2 | 通过 GPRS 连接 Internet .....              | (169) |
| 11.4.3 | 通过 GPRS 连接 Intranet .....              | (170) |
| 11.4.4 | 采用 GPRS 移动数据通信终端的 GPRS 应用 .....        | (171) |
| 11.4.5 | GPRS 系统上的即时信息 IM 和 ICQ .....           | (172) |
| 11.4.6 | E-mail .....                           | (173) |
| 11.4.7 | 采用 GPRS 与 GPS 实现移动定位控制 .....           | (173) |
| 11.4.8 | GPRS 与 WLAN .....                      | (174) |
| 11.5   | GPRS 应用开发平台 J2ME .....                 | (175) |
| 第 12 章 | GPRS 系统优化 .....                        | (178) |
| 12.1   | 优化目的 .....                             | (178) |

|        |                                 |       |
|--------|---------------------------------|-------|
| 12.2   | 优化步骤和手段 .....                   | (178) |
| 12.3   | 优化工具 .....                      | (179) |
| 12.4   | GPRS 系统性能表征 .....               | (180) |
| 12.5   | GPRS 系统关键问题分析 .....             | (181) |
| 12.5.1 | 附着问题 .....                      | (181) |
| 12.5.2 | 激活 PDP 问题 .....                 | (183) |
| 12.5.3 | SGSN 之间路由区更新问题分析 .....          | (185) |
| 12.5.4 | WAP 接入问题 .....                  | (188) |
| 12.5.5 | 数据传送慢 .....                     | (188) |
| 12.6   | 系统关键参数 .....                    | (190) |
| 第 13 章 | EDGE .....                      | (192) |
| 13.1   | EDGE 的分组模式——EGPRS .....         | (192) |
| 13.2   | EGPRS 规程与现有 GPRS 规程的区别 .....    | (192) |
| 13.2.1 | EDGE 的标准化 .....                 | (192) |
| 13.2.2 | EDGE 与 GSM 系统的共用 .....          | (193) |
| 13.2.3 | 规程体系比较 .....                    | (193) |
| 13.3   | EGPRS 的特点 .....                 | (194) |
| 13.3.1 | 速率 .....                        | (194) |
| 13.3.2 | EGPRS 编码方式的特性参数 .....           | (196) |
| 13.3.3 | 增加冗余功能 .....                    | (198) |
| 13.3.4 | EGPRS 系统中确认机制下 RLC 数据块的传送 ..... | (198) |
| 13.4   | GPRS 与 EDGE 的关系 .....           | (201) |
| 13.4.1 | PDTCH 复用 .....                  | (201) |
| 13.4.2 | EGPRS 数据包封装 .....               | (202) |
| 13.4.3 | 测量准确性 .....                     | (202) |
| 13.4.4 | 交织 .....                        | (203) |
| 13.5   | GPRS 演进到 EDGE .....             | (203) |
| 第 14 章 | GPRS 系统到 UMTS 系统的演进 .....       | (204) |
| 14.1   | 3G 技术标准 .....                   | (204) |
| 14.2   | 2G 网络向 3G 网络的演进途径 .....         | (206) |
| 14.3   | WCDMA 特点 .....                  | (207) |
| 14.4   | WCDMA 基本原理 .....                | (209) |
| 14.4.1 | 多址方式 .....                      | (209) |
| 14.4.2 | 扩频种类及使用 .....                   | (209) |
| 14.4.3 | WCDMA 系统中扩频码和扰码的使用 .....        | (210) |
| 14.4.4 | UMTS 系统无线帧结构 .....              | (213) |
| 14.4.5 | UMTS 无线子系统体系结构 .....            | (214) |
| 14.5   | 调制方式 .....                      | (219) |
| 14.5.1 | 下行信道的调制 .....                   | (219) |
| 14.5.2 | 上行信道的调制 .....                   | (220) |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 14.6 同步 .....                        | (221) |
| 14.7 UMTS 系统结构 .....                 | (222) |
| 14.7.1 UMTS 中网络单元规程栈 .....           | (223) |
| 14.7.2 UMTS 与 GPRS 网络分组域的比较分析 .....  | (225) |
| 14.7.3 GPRS 与 UMTS 分组域协议层分析 .....    | (226) |
| 14.8 GSM/EDGE 与 WCDMA 网络的进一步融合 ..... | (229) |
| 附录 A 缩略语 .....                       | (230) |
| 参考文献                                 |       |

# 第 1 章 绪 论

移动通信大大拓展了人们的通信距离和生活空间, 基于 AMPS/TACS 的第一代模拟移动通信系统只能提供简单的通话业务和基本的补充类和承载类业务, 随后发展的 GSM/CDMA 第二代 (2G) 数字移动通信系统则能够提供丰富的补充类和承载类业务, 但电信业务仍然主要以通话为主, 对于数据业务 (如 SMS/WAP 等) 的支持也是基于电路方式, 存在数据传递速率低、信息流量小的缺陷。

随着技术发展和社会进步, 人类已进入一个“互连”时代, Internet 带给人们的不只是信息量的增加, 更是一种思想的变革, 它推动着各种业务的互连和技术的革新。移动业务在带给人们移动方便性的同时, 也产生了更大的信息量传送需求, 从而对第二代系统的网络结构和应用模式提出了挑战, 2.5G 移动通信技术 (如 GPRS 和 CDMA1x 等) 应运而生。GPRS 技术基于 TDMA 方式的 GSM 系统实现, 是在 GSM 网络和技术上发展起来的系统, 它充分利用了 GSM 系统的无线结构, 通过进一步在 GSM 网络中增加数据设备提供高速数据应用, 从而保证采用 GSM 系统的运营商实现从 2G 系统到 2.5G 系统的平滑过渡, 实现从电路方式业务到分组方式业务的转变。中国移动和中国联通都采用 GSM 提供移动业务应用, 因而面临向 GPRS 技术过渡的问题; CDMA1x 则基于 CDMA 技术实现, 中国联通已全面建设 CDMA 网络, 也正在组建 CDMA1x 系统, 向高速数据业务迈进。

GSM 系统利用 BTS, BSC, MSC, HLR 等单元提供话音业务, 简单的数据业务通过 MSC 中作为 MODEM 的 IMF 单元实现, 其速率受到很大限制, 最高仅为 9.6 kbps, 并且这种数据业务的应用采用电路方式, 会造成系统资源和用户计费的不合理。GPRS 系统在无线侧新增 PCU 作为分组接入和控制单元, 在网络侧新增 SGSN 实施用户接入管理, 并采用其他分组支持单元 (如 GGSN、DNS 等设备), 将电路交换系统和数据交换系统合二为一, 通过系统中分组域与电路域的相互作用, 实现系统资源的有效利用, 拓展系统功能和业务支持, 进一步为第三代移动通信系统的发展提供了技术和设备保障。

中国移动近两年已成功地将 GSM 网络升级为 GPRS 网络, 于 2002 年世界电信日宣布正式商用, 并推出了“移动梦网”和“彩信”业务, 以及各类 KJava 下载业务, 开创了移动互连业务的新局面。但是, GPRS 作为新技术, 其组建、运营和维护、优化的难度较大, 这是运营商面临的问题之一; 另外, 作为高速承载网络, GPRS 网络支持多种业务应用, 如 WAP 和 IP 类业务, 这无疑给应用类开发商带来了商机和挑战。开发新颖、实用的应用业务不仅能加快 GPRS 业务的发展, 也能够提高运营商的收益, 因此, 网络运营商与业务开发商的良好合作是 GPRS 发展的关键之一。

作为无线和网络的融合, GPRS 系统在原理和技术实施方面都较为独特, 它要求工程技术和维护人员对无线和网络知识有较全面的认识; 同时, GPRS 作为承载网络可以提供丰富的数据类业务应用, 它对 WAP 和 KJava 等技术能够提供可靠支持, 所以对于数据类业务和应用的了解也是研究和分析 GPRS 技术不可缺少的环节。

目前, 第三代 (3G) 移动通信系统技术已逐步走向标准化, 如基于 TDMA 的 WCDMA

(UMTS)标准和基于 CDMA 的 CDMA 2000 标准都已经逐步完善,一些试验网络已经组建成功,我国信息产业部也正在进行 UMTS 技术的相关测试。我国作为 3G 无线技术 TD-SCDMA 的倡导者,拥有 TD-SCDMA 方面的知识产权,也正在进行相关设备的研制工作。可以预见,在不久的将来,3G 技术将在我国移动网络中崭露头角,而 2.5G 系统到 3G 系统的过渡将是一个客观现实的问题。因此,充分了解 GPRS 系统,对未来移动网络的研究很有帮助。

GPRS 系统与 GSM 和 3G 移动技术具有紧密的联系。GPRS 技术是 GSM 技术的发展,它在充分利用原有 GSM 网络设备的基础上,通过新增数据设备以提供数据业务,是移动业务与数据业务结合的多功能网络,为 GSM 网络向 3G 的进一步推进提供了基础。

GPRS 相对于原有的 GSM 网络有较大的变化,主要体现在以下几个方面:

- 从功能上来讲,GPRS 系统拓宽了 GSM 系统所支持业务的种类,如能够提供基于无线系统的高速数据业务等;
- 从网络结构上讲,在原有 GSM 网络基础上增加了数据处理单元,并通过一些核心网络设备来处理数据信息;
- 从接口种类上讲,增加了 Gr, Gn, Gb, Gs, Gc, Gd 等 SS7 信令接口和数据接口;
- 从协议种类上讲,GPRS 网络中涉及帧中继协议、LAPDm 协议、IP 协议、SS7 协议等;
- 从数据方面讲,网络中涉及域名解析协议(DNS),防火墙(PIX),动态地址分配协议(DHCP),IP 地址翻译(NAT/PAT),认证服务器(Radius),网络时间协议(NTP)和路由协议等多种协议类型;
- 从业务支持来讲,GPRS 支持基于 WAP 和 TCP/IP 的互联网访问、多媒体短信、视频业务、E-mail 业务及无线远端遥控等。

可见,GPRS 网络是综合了无线技术、IP 技术及多种协议类型的无线数据网。要了解 GPRS 网络,不仅需要对原有 GSM 网络有所认识,更要对 IP 技术有深入的了解;不仅要了解各种协议类型,更要对它们之间的相互作用有全面的了解。本书从 GPRS 网络单元及协议结构出发,使大家能够从无线和数据两方面了解 GPRS 技术及 GPRS 网络优化的相关知识,进而对 GPRS 网络体系有全面的认识。

GPRS 系统作为移动数据应用的初级阶段,采用了 GSM 系统的频率和系统资源。GSM 系统频带有限,受频率复用方式和调制技术影响,其系统容量和服务质量受到很大限制。基于 GSM 技术的 GPRS 提供的数据理论速率最高达 172 kbps。作为未来移动通信的第三代系统,采用新的频段和不同的频率复用方式,可以支持 2 Mbps 高速数据业务的传送,为支持多媒体和高速数据业务提供了保证。

第三代移动通信系统可以提供更高的服务质量,满足实时业务和分组业务的传输延迟要求,还可以按需进行带宽分配,支持上下行不对称业务。它采用新的调制方式和分集接收技术,相对于 GSM 系统而言,无线部分变化较大,如采用了更复杂的信道类型、更精确的功率控制方式、Rake 分集技术、多用户检测和智能天线等。第三代移动通信系统分为电路域 CS 与分组域 PS 两部分,分别用于进行话音和数据业务处理,其分组域系统与 GPRS 具有很多相似点,了解 GPRS 协议和网络结构将有助于了解 3G 相关知识。

3G 系统分组域与 GPRS 的主要异同点如下:

- 网元相同,都采用 SGSN 和 GGSN,但是 SGSN 本身所支持的协议种类和系统规程栈有所区别。
- 系统中其他相关网络支持单元相同,如 DNS 服务器、DHCP 服务器、NTP 服务器、AAA

服务器、PIX 设备等。

- 接口种类有所变化。SGSN 与 GGSN 之间接口种类相同，都采用 Gn 接口和 GTP 协议，但是具体实现方式不同；SGSN 与无线系统之间接口种类不同。GPRS 系统采用基于帧中继协议的 Gb 接口，而 3G 系统采用基于 ATM 的 GTP 规程；SGSN 与 MSC 之间接口种类相同，采用基于 7 号信令系统（SS7）的 MAP 规程。
- 3G 系统采用新的鉴权和加密方式，采用 5 元组进行用户鉴权、数据加密及数据完整性保护。GPRS 采用 3 元组进行用户鉴权和数据加密，并且不进行数据完整性保护。
- 都采用 LLC 层协议进行 ARQ 确认，但是 3G 系统规定了更多的参数和窗口变量。
- GPRS 系统中 MS 工作于 A, B, C 类 3 种模式，而 3G UMTS 系统中用户 UE 工作于 PS/CS 模式（相当于 GPRS 中 A 模式）、PS 模式（相当于 GPRS 中 C 模式）、CS 模式。

## 第2章 GPRS 网络单元和协议规程

### 2.1 GPRS 网络单元

GPRS 系统通过在原有的 GSM 系统中引入分组数据单元来提供无线系统上的数据业务。作为承载网络，GPRS 系统本身采用 IP 网络结构，并对用户分配独立地址（如 IP 或 X.121 地址），将用户作为独立的数据用户，从而实现了从网络到移动用户端到端的数据应用（鉴于 IP 业务应用的广泛性，本书仅考虑 IP 协议，X.121 协议不予涉及）。

为了实现数据承载，GPRS 系统引入了几种新的网络单元，如 PCU, SGSN, GGSN，以及其他辅助进行数据业务管理和应用的单元，如 DNS 和 DHCP 服务器、网络时间协议（NTP）、计费网关（CG）等。只有通过对各功能单元特性的了解以及协议结构的认识，才可能为进一步的系统维护和优化打好基础。

典型的 GPRS 网络结构如图 2-1 所示。

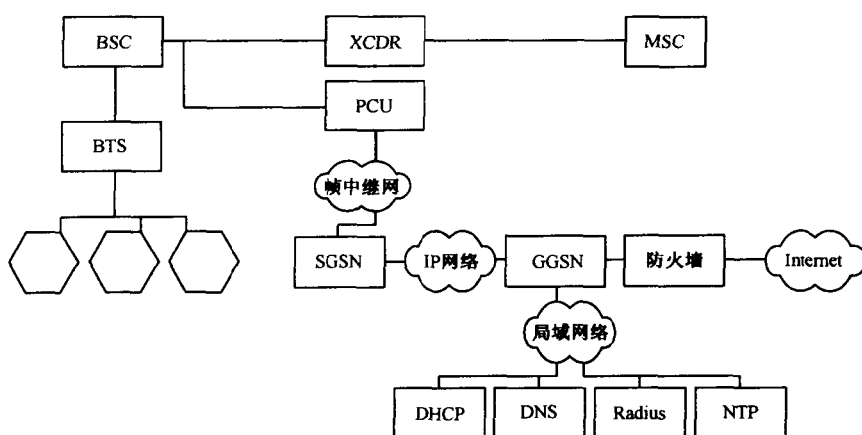


图 2-1 GPRS 系统网络结构

GSM 系统是我们通常所说的基于时分交换的无线移动系统中的第二代系统，它以提供话音业务为主；GPRS 系统作为移动 2.5G 系统，则主要用于提供低速数据业务；目前处于试验和测试阶段的第三代系统（如 WCDMA）则主要用于提供高速数据业务。GPRS 系统在向第三代移动通信系统演进的过程中至关重要，因为第三代系统可以充分利用 GPRS 网络的核心网络系统，如 SGSN, GGSN, DNS, Radius, NTP 等网络技术和设备以及计费系统。另外，运营商可以充分利用在 GPRS 网络运营基础上积累的运营维护经验、业务种类和客户群，尽快达到收益最大化的效果。由此可见，了解 GPRS 网络和技术不仅仅有利于目前的工作，更能够为个人进一步的技术进步打好基础。

#### 2.1.1 GPRS 网络单元功能

简单来讲，GPRS 系统中新引入的网络单元可区分为无线部分和数据部分两大类。其中，

PCU 属于无线管理部分, SGSN 属于无线管理和数据管理公用部分, GGSN 则完全属于数据管理部分。其他一些辅助单元虽然在 GPRS 系统中未给出定义, 但在数据网络中必不可少, 因而也是 GPRS 网络的一部分, 如域名解析服务器 (DNS)、动态地址分配服务器 (DHCP)、网络时间协议 (NTP) 服务器、认证与鉴权服务器 Radius 等。

### 2.1.1.1 PCU

PCU 是分组数据处理单元, 它与 BSC 协同作用, 提供无线数据的处理功能, 如逻辑链路与物理链路的映射、数据包的拆封、数据包的确认、无线数据信道的分配等。PCU 可作为模块单元插入 BSC 中, 或者作为独立于 BSC 的单元存在, 它与 BSC 之间的接口方式规范未给出定义。

PCU 与 SGSN 之间 Gb 接口采用帧中继协议。PCU 具有 Gb 接口管理的功能。

### 2.1.1.2 SGSN

SGSN 即 GPRS 服务支持节点, 它通过 Gb 接口提供与无线分组控制器 PCU 的连接, 进行移动数据的管理, 如用户身份识别、加密、压缩等; 通过 Gr 接口与 HLR 相连, 进行用户数据库的访问及接入控制; 通过 Gn 接口与 GGSN 相连, 提供 IP 数据包到无线单元的传输通路和协议变换等功能; SGSN 还可以提供与 MSC 的 Gs 接口连接, 以及与 SMSC 的 Gd 接口连接, 用以支持数据业务和电路业务的协同工作和短信收发等。

### 2.1.1.3 GGSN

GGSN 负责 GPRS 网络与外部数据网的连接, 提供 GPRS 与外部数据网之间的传输通路, 进行移动用户与外部数据网之间的数据传送。

GGSN 起到路由器的作用, 它与其他相关网络单元如 PIX, DNS, DHCP, Radius 等设备协同实现数据业务的接入和传送等功能。

GGSN 与 SGSN 之间的接口为 Gn 接口, 采用 GTP 协议类型; GGSN 与外部数据网之间的接口为 Gi 接口, 采用 IP 协议类型。

对于网络发起的数据单元传送业务, GGSN 需要通过 Gc 接口到 HLR 查询用户相关信息; 对于计费信息的传送工作, GGSN 通过 Ga 接口完成。

### 2.1.1.4 系统中其他数据支持单元

#### 1. 域名解析服务器 (DNS 服务器)

DNS 协议用以提供域名解析功能, 负责进行网络域名与 IP 地址之间的映射和转换。GPRS 系统中, DNS 主要用以进行 GPRS 网络接入点名称 (APN) 与相关 GGSN 地址之间的转换、内部网 IP 地址与名称之间的解析、切换时位置区信息和相关 SGSN 地址之间的转换。其具体作用后面予以描述。

GPRS 系统中所用到的专用域名包括 APN, RAC 区等, 其格式通常为:

APN1.MNCxxx.MCCyyy.gprs

RACxxx.LACyyy.MNCzzz.MCCwww.gprs

在中国移动的 GPRS 网络中使用到的公共 APN 包括:

cmnet.mnc000.mcc460.gprs  
cmwap.mnc000.mcc460.gprs

## 2. 动态地址分配服务器 (DHCP 服务器)

GPRS 系统采用动态地址池对接入网络的移动用户进行动态地址的分配和管理, 以提供用户地址空间的有效利用, DHCP 协议用以完成这种功能。

不同 APN 或企业网可采用不同的地址段, DHCP 服务器根据 APN 信息进行地址段的分配管理, 从而保证了地址使用的灵活性和高效性。

## 3. 防火墙 (Firewall)

防火墙用以提供 GPRS 网络与外部网络之间的安全管理功能, 它通过过滤机制或加密认证机制进行某些类型数据包的过滤, 以防止某些网络地址或规程的非法接入, 从而保证 GPRS 网络的安全性。

## 4. 网络时间协议服务器 (NTP 服务器)

NTP 用以提供网络的统一时钟, 保证数据流的同步。

## 5. 计费网关

GPRS 系统中计费数据包括 SGSN 与 GGSN 所产生的计费信息, 如 SGSN 中与移动相关的 M-CDR 及与进程处理相关的 S-CDR, GGSN 中的 G-CDR。计费网关用以提供系统中各网元内部计费数据的收集, 并进行网络与计费系统之间的数据转发工作。

## 6. 操作维护系统 (OMC)

操作维护系统 (OMC) 提供方便的系统告警处理、维护管理、统计分析、性能管理等功能, 通过友好的用户界面实现操作的简便性及维护的灵活性, 是系统维护和管理的得力助手。

### 2.1.2 GPRS 网元之间相互作用

GPRS 系统中各个网元相互作用, 完成协议处理和呼叫处理等功能。只有了解了网元之间的相互关系, 才能对系统有一个完整的认识, 从而更好地了解 GPRS 协议栈和进行系统故障分析。

在 GPRS 系统中, 最常用也是最基本的系统功能包括用户附着和激活 PDP 上下文。移动用户在进行数据传送时, 首先需要进行网络附着, 即进行位置和身份登记, 然后通过 PDP 激活请求信息申请网络接入, 系统根据接入申请信息中的 APN 信息进行处理, 如通过 DHCP 服务器进行用户地址分配及通过 Radius 服务器进行用户身份认证等, 最终使合法用户得到 IP 地址。作为数据用户, 用户在进行数据传送与接收时拥有独立的 IP 地址, 是一个真正意义上的 IP 或数据用户。得到 IP 地址后, 用户可以建立数据连接, 进行数据收发。

在用户附着过程中, 主要涉及无线系统, 如 PCU, SGSN, MSC 和 HLR 等业务单元, 与数据单元 (如 GGSN 等) 无关; 在激活 PDP 上下文过程中, 涉及数据单元与无线单元的配合, 如 PCU, SGSN, GGSN, DNS 服务器, DHCP 服务器, Radius 服务器等之间的配合。各个单元的相互配合和作用是完成系统功能的基础。