



通·信·新·技·术

# 移动数据业务透视

雒江涛 舒忠玲 梁燕 © 著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



# 移动数据业务透视

雒江涛 舒忠玲 梁燕 ◎ 著



人民邮电出版社

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

移动数据业务透视 / 雒江涛, 舒忠玲, 梁燕著. --  
北京: 人民邮电出版社, 2014. 6  
ISBN 978-7-115-34304-8

I. ①移… II. ①雒… ②舒… ③梁… III. ①移动无  
线通信—邮电业务—介绍 IV. ①F626.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第039896号

## 内 容 提 要

本书基于作者十年从事网络和业务监测产品开发的成果和经验, 深入分析了 GPRS、EVDO 和 LTE 网络中移动数据业务的主要协议流程, 着重揭示了业务透视分析中涉及的关键技术和相应的解决方案, 指出了大数据时代对移动互联网业务分析带来的主要挑战, 并给出了应对思路。本书既是对移动数据领域相关技术的深度汇总, 又是作者多年研究成果的总结和升华。

本书面向的读者包括电信运营商网络维护人员, 数据业务支撑系统开发人员, 高校教师和电子及相关通信专业研究生。

- 
- ◆ 著 雒江涛 舒忠玲 梁 燕  
责任编辑 刘 博  
责任印制 彭志环 焦志炜
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市潮河印业有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 19.75 2014 年 6 月第 1 版  
字数: 482 千字 2014 年 6 月河北第 1 次印刷

---

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

进入大数据时代，移动互联网业务的繁荣孕育了 Facebook、Amazon、腾讯、百度等巨头，但电信运营商并不甘心只作为业务提供者，更不满足于只收取流量费。它们坐拥着巨大的用户资源、网络资源，却日夜担心 OTT 应用蚕食自己的奶酪，希望早日走出被管道化的宿命。如何将他们所掌握的资源转化成有价值的“数据”，并作为服务提供给客户是整个行业都在思考的问题。

本书以此为使命，尝试通过对各类移动数据业务的深入分析，揭示业务失败或用户体验不佳的内在原因；通过对移动数据业务监测关键技术的深度剖析，揭示其发展趋势；通过纵览最新技术，思考如何对移动互联网大数据更深层次的价值发掘。行业内缺少这样一部著作，它既有对标准和规范系统、深入地解析，同时又对关键技术问题及解决办法进行系统的阐述。这正是作者创作本书的初衷，希望能对业内的朋友有所帮助。

本书包括 11 章。

第 1 章为概述，概况行业技术背景和全书的内容和特色。

第 2 章~第 4 章分别深入分析 GPRS、EVDO 和 LTE 网络中数据业务及其关联流程，以及业务透视中涉及的一些关键技术和解决方案。

第 5 章~第 9 章分别深入分析基本的数据承载业务和比较新型数据业务的流程，以及涉及的关键技术和解决方案，包括 WAP、彩信、流媒体、Email 和 FTP、QQ 和微信等。

第 10 章着重讲解数据采集方面的关键技术，包括网络传输技术背景知识，以及数据采集卡开发总体方案等。

第 11 章着重介绍移动互联网数据新特点以及给透视分析带来的挑战，结合大数据、云计算、DPI 和多核众核等新技术给出应对思路，并对全书进行总结。

总结起来，本书在技术创新性、实践性、及时性和开放性方面具有显著特色，对行业相关领域有着重要参考价值。

本书第 1 章~第 7 章由雒江涛撰写，第 8 章~第 9 章由舒忠玲撰写，第 10 章由梁燕完成。第 11 章由 3 人合作完成，梁燕负责其中关于 DPI 和多核/众核技术部分，舒忠玲参与未来数据服务平台设计，雒江涛撰写其余部分。全书由雒江涛统稿。本书由重庆邮电大学出版基金资助出版，特此鸣谢。

本书适合阅读的对象包括移动互联网数据分析公司产品设计人员、移动运营商网络维护优化高级工程师以及电子信息相关专业高年级研究生等。

# 目 录

第 1 章 概述	1	2.9.2 基本流程	35
第 2 章 GPRS 数据业务	2	2.9.3 关联流程	36
2.1 GPRS 网络的逻辑结构	2	2.9.4 异常流程	38
2.1.1 主要网元	3	2.10 路由区更新	39
2.1.2 主要接口	4	2.10.1 流程概述	39
2.2 几个重要概念	4	2.10.2 基本流程	39
2.2.1 网络和业务	4	2.10.3 关联流程	40
2.2.2 终端运行模式	5	2.10.4 失败流程	42
2.2.3 网络运行模式	5	2.10.5 异常流程	43
2.2.4 一些重要的标识	6	2.11 业务请求	45
2.3 GPRS 网络的控制平面	9	2.11.1 流程概述	45
2.3.1 MS-SGSN (A/Gb 模式)	10	2.11.2 基本流程	46
2.3.2 MS-SGSN	15	2.11.3 关联流程	47
2.3.3 SGSN-HLR	15	2.11.4 失败流程	50
2.3.4 GSN-GSN	16	2.11.5 异常流程	52
2.4 GPRS 网络的用户平面	16	2.12 GPRS 寻呼	54
2.4.1 MS-GGSN (A/Gb 模式)	16	2.12.1 流程概述	54
2.4.2 MS-GGSN (Iu 模式)	17	2.12.2 基本流程	54
2.4.3 GSN-GSN	17	2.12.3 关联流程	57
2.5 GPRS 业务接入方式	17	2.12.4 失败流程	58
2.5.1 企业数据中心接入	18	2.12.5 异常流程	58
2.5.2 移动用户接入	19	2.13 PDP 上下文激活	58
2.6 GPRS 网络典型拓扑	21	2.13.1 流程概述	58
2.7 协议预备知识	22	2.13.2 基本流程	59
2.7.1 MM 的状态	22	2.13.3 关联流程	60
2.7.2 PDP 的状态	27	2.13.4 失败流程	63
2.8 GPRS 附着	28	2.13.5 异常流程	66
2.8.1 流程概述	28	2.14 次级 PDP 上下文激活	67
2.8.2 基本流程	28	2.14.1 流程概述	67
2.8.3 关联流程	29	2.14.2 基本流程	68
2.8.4 失败流程	31	2.14.3 关联流程	68
2.8.5 异常流程	32	2.14.4 失败流程	72
2.9 GPRS 分离	34	2.14.5 异常流程	75
2.9.1 流程概述	34	2.15 PDP 上下文去激活	76

2.15.1	流程概述	76	4.3	LTE 网络业务流程	114
2.15.2	基本流程	76	4.3.1	EPS 承载服务架构	114
2.15.3	关联流程	77	4.3.2	初始附着	115
2.15.4	失败流程	80	4.4	LTE 网络的安全机制	124
2.15.5	异常流程	81	4.4.1	LTE 的安全架构	124
2.16	PDP 上下文修改	81	4.4.2	用户到网络安全	125
2.16.1	流程概述	81	4.4.3	安全模式上下文	125
2.16.2	基本流程	82	4.4.4	LTE 的密钥体系	130
2.16.3	关联流程	83	4.4.5	安全算法	131
2.16.4	失败流程	89	4.4.6	祖冲之 (ZUC) 加密算法	134
2.16.5	异常流程	90	4.5	非接入层 (NAS) 的解密方法	137
2.17	参考文献	91	4.5.1	解密原理	137
<b>第 3 章</b>	<b>EVDO 数据业务</b>	<b>93</b>	4.5.2	NAS 解密过程的实现	137
3.1	EVDO 网络架构	93	4.5.3	NAS 解密测试结果与分析	138
3.1.1	CDMA2000 系列标准演进	93	4.6	参考文献	140
3.1.2	1x/DO 网络结构	94	<b>第 5 章</b>	<b>WAP 上网</b>	<b>143</b>
3.2	EVDO 网络的业务流程	94	5.1	WAP 简介	143
3.2.1	终端接入认证机制	94	5.1.1	什么是 WAP	143
3.2.2	会话建立	96	5.1.2	WAP 版本历史	143
3.3	EVDO 网络和业务质量评估	101	5.2	WAP 架构	143
3.3.1	网络质量指标	101	5.2.1	网络网络结构	143
3.3.2	业务质量指标	102	5.2.2	WAP 协议栈架构	144
3.4	EVDO 业务多接口关联实例	102	5.3	WAP 1.x	146
3.4.1	协议分析系统	102	5.3.1	概述	146
3.4.2	协议识别方法	102	5.3.2	无线数据报协议——WDP	147
3.4.3	呼叫合成	103	5.3.3	无线传输层安全协议——	
3.4.4	多接口关联	104		WTLS	148
3.5	PPP VJ 压缩还原	107	5.3.4	无线事务协议——WTP	148
3.5.1	VJ 压缩数据传送过程	107	5.3.5	无线会话协议——WSP	157
3.5.2	添加虚拟协议 PPPVJ	108	5.4	WAP 2.0	161
3.5.3	PPP VJ 压缩数据处理结果	108	5.4.1	TCP	161
3.6	参考文献	109	5.4.2	无线轮廓 TCP	166
<b>第 4 章</b>	<b>LTE 数据业务</b>	<b>111</b>	5.4.3	HTTP	166
4.1	LTE 网络架构	111	5.5	WAP 上网业务流程	172
4.1.1	LTE 网络架构的演进	111	5.5.1	WAP 1.x 上网	172
4.1.2	主要接口和协议	112	5.5.2	WAP 2.0 上网	174
4.2	LTE 传输组网技术	113	5.6	TCP 性能评估	175
4.2.1	LTE 的传输需求	113	5.6.1	TCP 连接建立阶段	175
4.2.2	LTE 中的 PTN 传输	113	5.6.2	数据传输阶段	175

5.6.3 TCP 连接释放阶段	176	7.5 参考文献	208
5.7 WAP 性能评估	177	<b>第 8 章 Email 和 FTP</b>	209
5.7.1 WAP 连接建立	177	8.1 业务概述	209
5.7.2 WAP 业务性能	177	8.1.1 移动 Email 业务	209
5.8 参考文献	179	8.1.2 移动 FTP 业务	210
<b>第 6 章 彩信</b>	181	8.2 SMTP	210
6.1 MMS 简介	181	8.2.1 SMTP 模型	211
6.1.1 什么是 MMS	181	8.2.2 SMTP 基本过程	211
6.1.2 MMS 架构	181	8.2.3 SMTP 的安全考虑	212
6.2 MMS 事务	185	8.3 POP3	216
6.2.1 MMS 事务模型	185	8.3.1 POP3 模型	216
6.2.2 MMS 客户端事务	186	8.3.2 POP3 协议状态	216
6.3 MMS 消息封装	189	8.3.3 POP3 实例	218
6.4 MMS 流程实例	189	8.4 FTP	219
6.4.1 组网实例	189	8.4.1 FTP 协议模型	219
6.4.2 端到端彩信	190	8.4.2 数据表示类型	219
6.4.3 手机报	191	8.4.3 连接模式	221
6.5 MMS 常见错误原因分析	192	8.4.4 传输模式	221
6.5.1 WTP 层错误码	192	8.4.5 FTP 命令	223
6.5.2 WSP 层原因值	193	8.4.6 FTP 响应	225
6.5.3 HTTP 层原因值	194	8.4.7 FTP 业务流程	228
6.5.4 MMSE 层原因值	195	8.5 参考文献	230
6.6 彩信多层协议栈分片重组与 图片重建	195	<b>第 9 章 移动 QQ 和微信</b>	231
6.6.1 原理	196	9.1 移动 QQ	231
6.6.2 分片重组算法	198	9.1.1 移动 QQ 业务流程	231
6.6.3 测试和分析	199	9.1.2 移动 QQ 实例	233
6.6.4 结论分析	201	9.1.3 移动 QQ 业务的识别	235
6.7 参考文献	201	9.2 微信	235
<b>第 7 章 流媒体</b>	203	9.2.1 微信业务流程分析	235
7.1 流媒体业务简介	203	9.2.2 微信私有协议推断	245
7.1.1 流媒体点播	203	9.2.3 微信业务的识别	247
7.1.2 流媒体直播	203	9.2.4 微信的“心跳”机制	247
7.1.3 流媒体下载	203	9.3 参考文献	249
7.2 协议和标准	204	<b>第 10 章 网络数据采集技术</b>	250
7.2.1 主要协议	204	10.1 传输技术及其发展	250
7.2.2 消息流程	205	10.1.1 E1 传输	250
7.3 主要失败原因	206	10.1.2 SDH 传输	255
7.4 实例数据	207	10.1.3 PTN 传输	259
		10.1.4 IP-RAN 传输	262

10.2 采集接入方式.....	264	11.2 移动互联网数据的特点.....	285
10.2.1 高阻跨接.....	265	11.3 移动互联网数据分析方法.....	286
10.2.2 交换机端口镜像.....	266	11.3.1 大数据.....	286
10.2.3 分光.....	266	11.3.2 云计算.....	290
10.2.4 Tap.....	267	11.3.3 流量识别技术.....	292
10.2.5 汇聚分流设备.....	267	11.3.4 深度包检测 (DPI) 技术.....	293
10.3 数据采集板卡技术与实现.....	268	11.3.5 多核和众核技术.....	293
10.3.1 采集板卡简介.....	268	11.4 综合智能数据分析平台和服务.....	294
10.3.2 CPOS_E1 采集板卡.....	269	11.4.1 监测系统的发展历史.....	294
10.3.3 IP 采集板卡.....	275	11.4.2 未来的数据服务平台.....	298
10.4 参考文献.....	284	11.5 参考文献.....	299
<b>第 11 章 新技术及发展趋势.....</b>	<b>285</b>	<b>附录 缩略语.....</b>	<b>302</b>
11.1 大数据时代.....	285		



现在，作为普通的用户，利用一部签约 3G 业务的手机，你可以浏览网页、发送照片和视频片段与朋友共享；你还可以收发邮件、利用即时通信工具跟朋友聊天、欣赏精彩的体育直播等。那么你知道移动网络背后是如何支撑这些业务正常运行的吗？作为一名数据业务工程师，当用户投诉手机上不了网，彩信收发异常或者上网体验不佳时，你是否都清楚可能是哪些原因造成的呢？

随着 3G 网络建设规模的不断扩大和日益完善，随着 LTE 网络商用的日益临近，移动数据业务已经成为电信运营商发展的重点，而它为电信运营商带来的营业收入也终将超过传统话音业务。然而，由于移动数据业务类型多样化，再加上业务质量与承载网和用户行为关系密切，移动数据业务分析和优化比电路域的语音呼叫要复杂很多。而更复杂的是数据业务种类纷繁复杂，新业务层出不穷。另一方面，电信运营商或政府部门也越来越希望能用更加有效的手段对数据业务进行监测分析。

本书结合作者多年移动网络和业务监测产品开发经验，通过对各类移动数据业务的深入分析，揭示各种移动数据业务失败或用户体验不佳的各种原因；同时对监测中涉及的关键技术及其发展趋势进行深度剖析。这种对移动数据业务进行深层次的挖掘和分析，就是所谓的移动数据业务的透视。

相对传统的监测（Monitoring）来讲，移动数据业务透视（Deep Insight）代表更深层次的数据挖掘。它首先是移动数据网络维护的一种重要手段，也是政府监管的重要武器，此外，它还将成为一种市场价值挖掘的利器。

在电路交换的话音业务为主要的时代，网络监测主要面向信令和话务量，这是由于电路交换承载的语音质量比较有保证，网络故障主要由于信令接续和负荷过重所致，主要的监测手段有七号信令仪表和监测系统。

在软交换和 VoIP 时代，由于承载的全 IP 化和 IP 网络本身的不可靠性，以及控制和业务承载的分离，仅仅监测信令已不满足需要，要求对网络和业务的完整评估。信令的成功接续已不能完全反映令人满意的网络性能和业务质量。此时主要的监测手段有软交换仪表和监测系统，但同时要求它们具有 IP 语音质量评估的能力。

在数据业务逐渐成为主流的今天，移动互联网应用层出不穷，已经深刻改变了人们的生活方式。用户本身不仅是数据消费者，更逐渐成为不可忽视的数据源点。社会已进入大数据（Big Data）时代，虽然本书重点关注数据反映的业务本身，但随着数据日益覆盖生活的方方面面，它们将蕴含越来越丰富的未知的价值，透视的含义也会越来越丰富。

# 第 2 章 GPRS 数据业务

本章总结 GPRS 网络背景知识和数据业务流程。

## 2.1 GPRS 网络的逻辑结构

逻辑上，GPRS 核心网主要在两个网络节点上实现：SGSN 和 GGSN，如图 2-1 所示。注意：图中 DNS 不是 GPRS 特有设备。

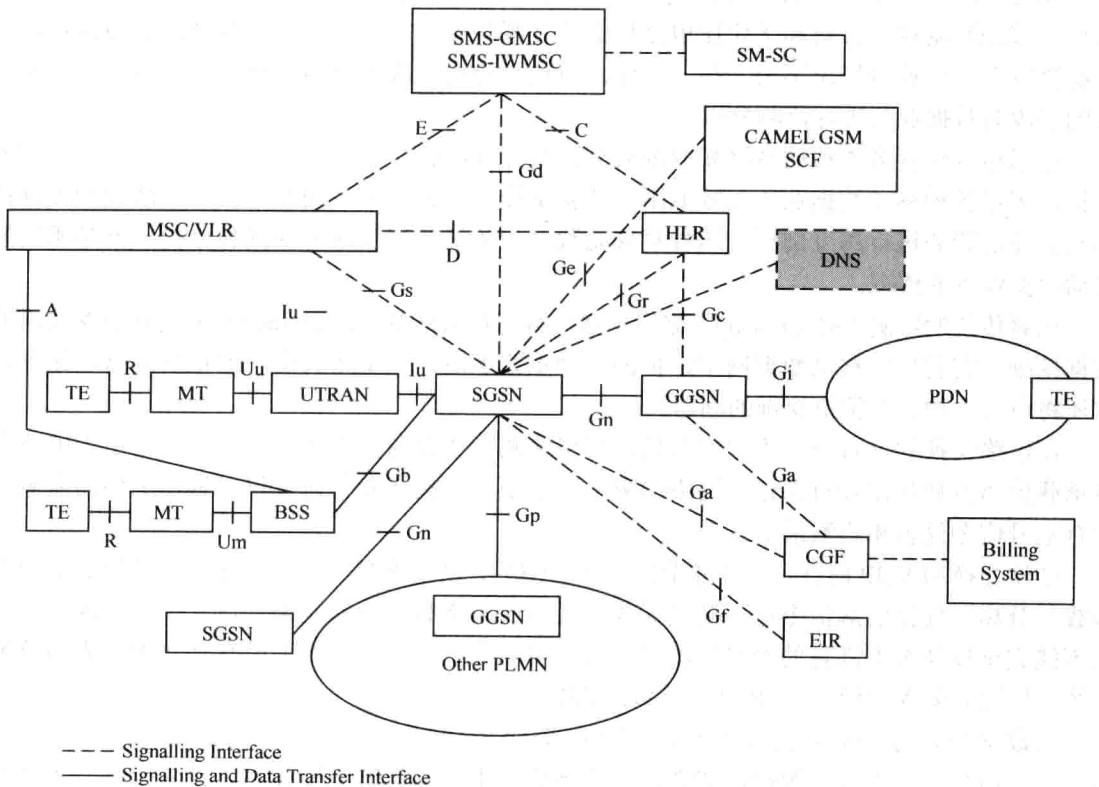


图 2-1 GPRS 网络逻辑结构[1]

### 2.1.1 主要网元

#### (1) GGSN

GGSN 是分组核心网和 PDN 互连的前哨节点，通过 Gi 接口与 PDN 互连。它包含有 MS 的路由信息，以便将 N-PDUs 通过 Gn 接口的 GTP 隧道发给 MS 所附着的 SGSN，或者将来自终端的 N-PDUs 发给 PDN。GGSN 通过可选的 Gc 接口向 HLR 查询 MS 的位置信息。

#### (2) SGSN

SGSN 是直接为 MS 提供 GPRS 服务的节点，是 MS 附着在 GPRS 网络的入口。SGSN 可运行在 A/Gb 模式或者 Iu 模式，分别对应 GERAN 和 UTRAN 无线接入网。在 GPRS 附着时，SGSN 为 MS 建立一个 MM 上下文，保存与移动性和安全相关的信息；在 PDP 激活时，SGSN 和 GGSN 一起建立一个 PDP 上下文，用于用户数据路由。

#### (3) DNS

DNS 虽然不是 GPRS 核心网特有的网元，但是在其中发挥着重要的作用。

GPRS 网内的 DNS 有两种作用：GGSN 地址查询和 SGSN 地址查询。

##### ① GGSN 地址查询

用于选定用户接入外网的 GGSN 出口。SGSN 收到用户激活 PDP 请求后，将根据用户的 APN 和电话号码，构造查询字符串，向 DNS 查询 GGSN 出口。形如：3gwap.1860295.mnc001.mcc460.gprs；代表号段为“1860295”，APN=3gwap 的请求接入。SGSN 根据返回的 GGSN 地址，进行 PDP 上下文建立过程。如果是本省用户，则根据号段进行负荷分担；如果是外省用户则直接连到外省 GGSN。

##### ② SGSN 查询

用于在 SGSN 间切换发生时根据原地址查询原 SGSN 地址。根据终端原登记的 RAC 和 LAC，构造形如 rac0001.lac3733.mnc0001.mcc0460.GPRS 的查询字符串进行 SGSN 地址查询。

这里注意区分内网 DNS 和公网 DNS 的不同作用，如图 2-2 所示。简单来讲，内网 DNS

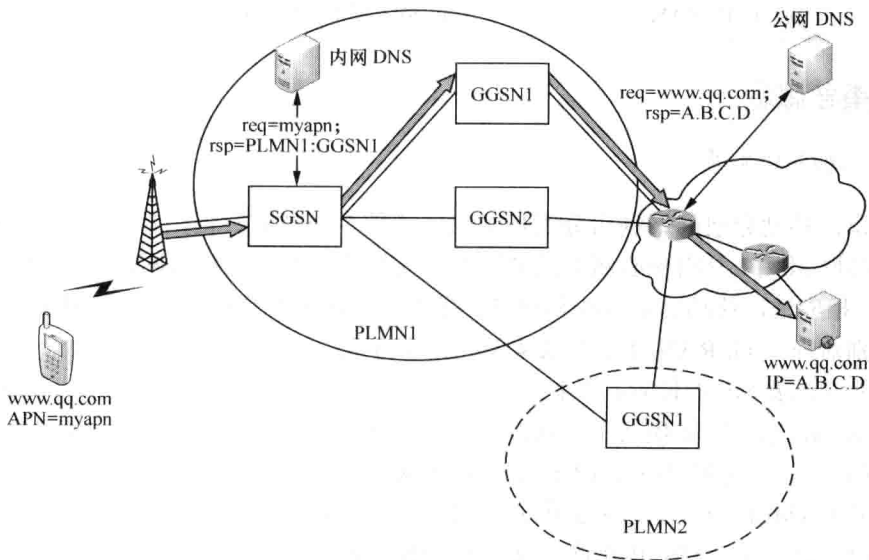


图 2-2 内网 DNS 和公网 DNS 的不同作用

查询用于 GSN（包括 SGSN 和 GGSN）地址的选择或查询，公网 DNS 查询用于获取公网服务器的 IP 地址。内网 DNS 有单独的信令接口，而在 GPRS 网络中公网 DNS 信令是在 GTP-U 隧道内透传的。

## 2.1.2 主要接口

GPRS 网络主要接口的定义和功能描述见表 2-1。

表 2-1 GPRS 主要接口描述表

接 口	网 元 对	功 能 概 述
Ga	SGSN/GGSN 和 CGF	负责收集计费数据
Gb	BSC/PCU 和 SGSN 之间	连接 GERAN 和分组核心网
Gc	GGSN 和 HLR 之间	用于网络侧主动发起对手机的业务请求时，由 GGSN 用 IMSI 向 HLR 请求用户当前 SGSN 地址信息，目前很少使用
Gd	SGSN 和短信网关	支持分组域短信业务
Gf	SGSN 和 EIR 之间	终端设备认证，未使用
Gi	GGSN 和外部 PDN（公网或专网）之间	移动用户数据到 PDN 的出口和入口
Gn	同一个 PLMN 的 GSN 之间	提供分组核心网内的信令和用户数据路由
Gp	不同 PLMN 的 GSN 之间	提供不同 PLMN 信令和用户数据路由
Gr	SGSN 和 HLR 之间	提供分组域用户鉴权
Gs	SGSN 和 VLR 之间	通过 SGSN 来实现对手机的 GSM 的寻呼
IuPS	RNC 和 SGSN 之间	连接 UTRAN 和分组核心网
Um	MS 和 BSS	为 A/Gb 模式提供无线接口
Uu	MS 和 UTRAN	为 Iu 模式提供无线接口

## 2.2 几个重要概念

### 2.2.1 网络和业务

概况来讲，移动分组网络利用分组技术来传送信令和业务数据，从区域上分为无线接入网和分组核心网，其中，分组核心网必须能够兼容支持不同的无线接入网，目前主要是 GERAN 和 UTRAN。相应地，移动终端 MS 和网络设备可以工作于两个模式：A/Gb 模式和 Iu 模式。两种模式分别对应于 GERAN 和 UTRAN 无线接入方式。

SGSN 负责记录 MS 的位置，并执行安全和接入控制功能。在 A/Gb 模式下，SGSN 通过 Gb 接口与 BSS 相连；在 Iu 模式下，SGSN 通过 IuPS 接口与 UTRAN 相连。GGSN 提供与外部数据网络的交互，同时通过基于 IP 的分组网与 SGSN 互连，构成内部的分组域核心网。SGSN 与短信网关和 CAMEL 节点互连来提供分组域短信业务和智能网业务。

要享受分组域业务，MS 必须首先执行 GPRS 附着过程以使得它对于 SGSN 是可见的。MS 和数据网络间的数据收发必须通过 PDP 上下文来完成，因此，在执行数据收发前必须激

活相应的 PDP 上下文。用户数据在 MS 和 GGSN 之间利用封装和隧道机制进行透明传递。数据业务有不同级别的 QoS 要求，这要求提供不同 QoS 级别的业务传输承载。

### 2.2.2 终端运行模式

根据能否同时访问 CS 和 PS 域的服务，存在 3 种终端运行模式（Operation Mode）。3 种模式在不同无线接入方式（A/Gb 模式和 Iu 模式）时，定义不完全一样。

在 A/Gb 模式下，3 种运行模式如下所示。

- A 类运行模式

终端可同时附着在 CS 和 PS 域，而且可以同时运行 CS 和 PS 域业务。

- B 类运行模式

终端可同时附着在 CS 和 PS 域，但同时只能运行一个域的业务。

- C 类运行模式

终端只附着在 PS 域。

在 Iu 模式下，3 种运行模式如下所示。

- CS/PS 运行模式

终端可同时附着在 CS 和 PS 域，而且可以同时运行 CS 和 PS 域业务。此模式与 A/Gb 模式下的 A 类运行模式类似。

- PS 运行模式

终端只附着在 PS 域，只运行 PS 域的业务，但不禁止 PS 域提供 VoIP 等类似 CS 域的业务。此模式和 A/Gb 模式下的 C 类运行模式类似。

- CS 运行模式

终端只附着在 CS 域，只运行 CS 域的业务，但不禁止 CS 域提供类似 PS 域的业务。

### 2.2.3 网络运行模式

网络运行模式（Network Operation Mode）用来描述网络执行 CS 寻呼和 PS 寻呼的协议方式。网络运行模式与接入方式相关：

#### 2.2.3.1 A/Gb 模式下的网络运行模式

- 运行模式 I：网络在 GPRS 寻呼信道（即 packet paging channel 或 CCCH paging channel）或 GPRS 业务信道上向 GPRS 附着的用户发送 CS 寻呼消息。这意味着 MS 只需要监听一个寻呼信道，而且当它被分配一个分组数据信道后它可以从分组数据信道接收 CS 的寻呼消息。注意：GPRS 寻呼消息不能在 GPRS 业务信道上发送。

- 运行模式 II：网络向 GPRS 附着用户发送 CS 和 PS 寻呼消息都采用 CCCH paging channel。这意味着 MS 只需要监听 CCCH paging channel，即使它已经被分配了业务信道。

- 运行模式 III：网络采用 CCCH paging channel 向 GPRS 附着用户发送 CS 寻呼消息，而采用 packet paging channel（如果小区内已分配）或 CCCH paging channel 发送 GPRS 寻呼消息。这意味着如果一个 MS 对 CS 和 PS 业务都想接收的话，就必须同时监听两个寻呼信道，如果小区内已分配 packet paging channel。

3 种运行模式的寻呼信道配置见表 2-2。

表 2-2 不同网络运行模式下的寻呼信道配置表 (A/Gb 模式) [1]

Mode	Circuit Paging Channel	GPRS Paging Channel	CN Paging co-ordination
I	Packet Paging Channel	Packet Paging Channel	Yes
	CCCH Paging Channel	CCCH Paging Channel	
	Packet Data Channel	Not Applicable	
II	CCCH Paging Channel	CCCH Paging Channel	No
III	CCCH Paging Channel	Packet Paging Channel	No
	CCCH Paging Channel	CCCH Paging Channel	

### 2.2.3.2 Iu 模式下的网络运行模式

Iu 模式下, 网络运行模式只有两种: I 和 II, 用来指示是否采用 Gs 接口, 见表 2-3。

表 2-3 网络运行模式 (Iu 模式)

Mode	Network configuration	Combined procedure by MT
I	Gs interface is present	Yes
II	Gs interface is not present	No

Iu 模式的 Mode I 和 Mode II 分别对应 A/Gb 模式的 Mode I 和 Mode II; 只有 A/Gb 模式有 Mode III。

### 2.2.4 一些重要的标识

理解和掌握常用的一些重要标识符, 对理解 GPRS 网络非常有帮助。更详细的描述请参考[1]。

#### 2.2.4.1 IMSI

国际移动用户标识 IMSI 是移动用户的全球唯一身份标识。IMSI = MCC + MNC + MSIN, 全长不超过 15 个数字。MCC 是移动国家代码, 唯一确定移动用户的国家归属, 长度为 3 位十进制数字, 中国为 460; MNC 是移动网络代码, 2~3 位十进制数字; MSIN, 移动用户身份号, 在一个 PLMN 内唯一确定一个移动用户。

#### 2.2.4.2 P-TMSI

分组临时移动用户标识 P-TMSI 是分组用户在附着时由 SGSN 分配的临时身份标识, 它由一个 4 字节的十六进制整数表示, 在同一个路由区 RA 内有效。

#### 2.2.4.3 NSAPI 和 TLLI (A/Gb 模式)

网络层服务接入点标识符 NSAPI 和临时逻辑链路标识 TLLI 用于网络层路由。NSAPI/TLLI 在一个路由区内是唯一的。在 MS 中, NSAPI 用来标识一个 PDP-SAP; 在 SGSN 和 GGSN 中, NSAPI 用来标识与一个 PDP 地址关联的 PDP 上下文。当 MS 请求激活一个 PDP 上下文时, 它会选择一个未使用的 NSAPI。在 MS 和 SGSN 之间, TLLI 用来唯一标识一条逻辑

辑链路：在一个路由区内，TLLI 和 IMSI 一一对应，可用来唯一确定一个 MS。

例如，对于一个建立了两个 PDP 上下文的 MS（见图 2-3）。MS 使用不同的 NSAPI 将接收到的 IP 分组送给不同的应用；SGSN 根据 TLLI 和 NSAPI 将收到的 IP 分组送给与该 PDP 地址相关的 GGSN。

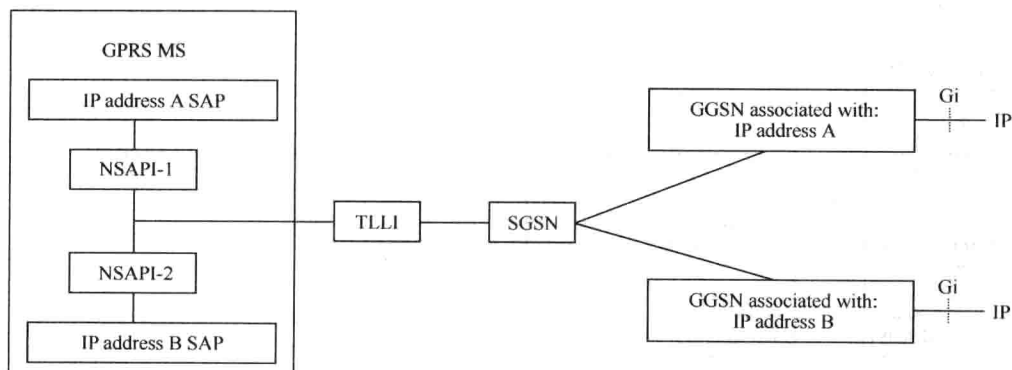


图 2-3 NSAPI 和 TLLI 的使用[1]

TLLI 长 4 个字节，根据取值范围和来源分为：本地 TLLI、外来 TLLI、随机 TLLI 和辅助 TLLI 四种。前 3 种由 MS 选择，辅助 TLLI 由 SGSN 选定。本地 TLLI 和外来 TLLI 基于 P-TMSI 生成，而随机 TLLI 和辅助 TLLI 随机或独立生成。辅助 TLLI 在 R7 版本中没有采用。详细的生成方法参考[2]。TLLI 在 Um 接口的 RLC/MAC 层和 Gb 接口的 BSSGP 层中交换，用于标识 MS。

NSAPI 长度为一个字节，主要在用户面 SMDCP 层中传送，用来区分同一个 MS 上不同的 PDP，或者在 GMM/SM PDP 激活过程中指定 PDP-SAP。

#### 2.2.4.4 NSAPI、RB-Id 和 RAB ID (Iu 模式)

在 Iu 模式下，没有 TLLI 的概念，采用 NSAPI 和 IMSI 进行网络层路由。在 MS 中，NSAPI 用来标识 PDP-SAP；在 SGSN 和 GGSN，NSAPI 用来区分同一个 MS 的不同的 PDP 上下文。

在 IuPS 和 Uu 接口上，RAB ID 用来标识无线接入承载，它的值与 NSAPI 完全一样，由 SGSN 在执行 RAB 指配时根据 MS 选定的 NSAPI 来设置。在 Uu 和 Iub 接口上，RAB ID 用来表示与 RAB 相关的无线承载。NSAPI、RAB ID 和 PDP 上下文存在一一对应的关系。

例如，UMTS MS 激活两个 PDP 上下文，对应两个不同的 NSAPI 有两个 RAB，如图 2-4 所示。

#### 2.2.4.5 PDP 地址

GPRS 网络中，每个 MS 可以有一个或多个物理层地址，即 PDP 地址。可以是 IPv4 或 IPv6 地址。它通过 PDP 上下文激活和去活过程进行激活和去活。这点与 CDMA2000 网络不同。

#### 2.2.4.6 TEID

隧道端点标识符 TEID 在一个 GTP 实体中唯一标识一条 GTP 隧道。TEID 和 IP 地址/UDP

端口一起唯一确定 GTP 隧道的一个端点。它由接收端进行本地分配。接收节点根据 TEID 进行解复用，发端通过指定 TEID 来确定接收实体。

两端 TEID 值的交换通过 GTP-C 或 RANAP (Iu 接口) 信令完成。

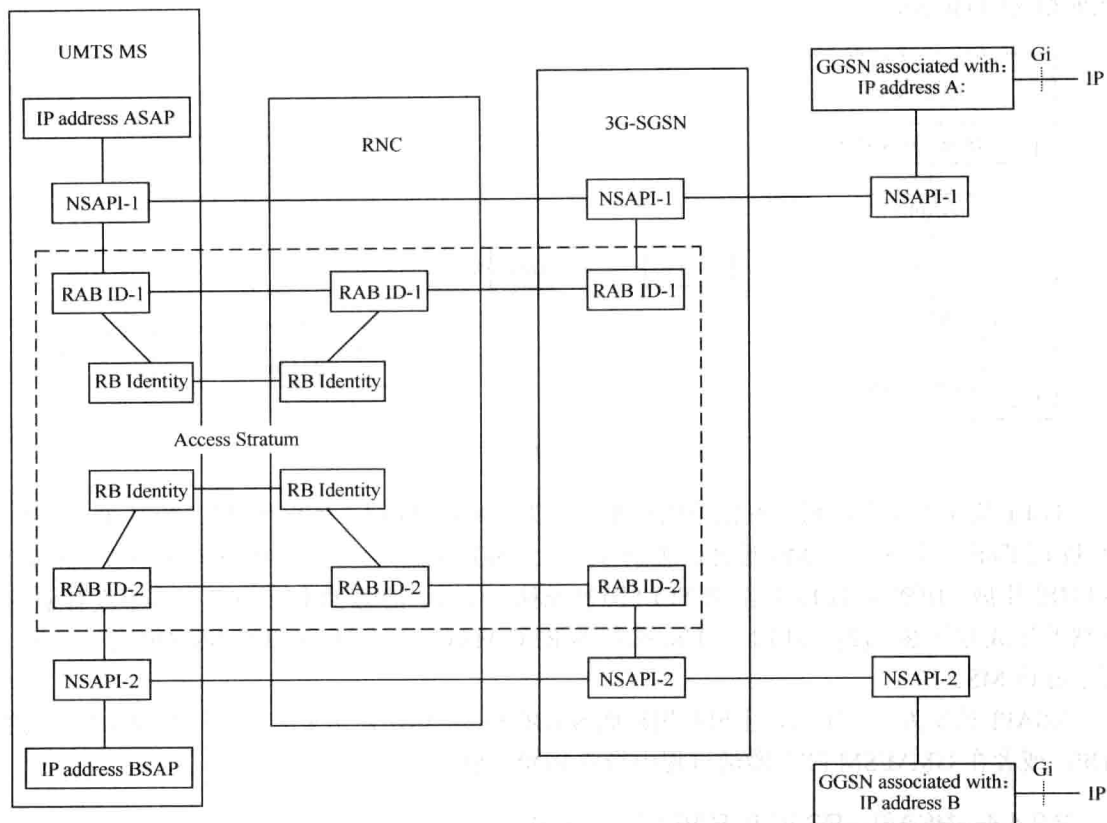


图 2-4 NSAPI、RB 标识和 RAB ID 的使用[1]

### 2.2.4.7 RAI

路由区标识：由运营商定义来标记一个或多个小区。

处于 STANDBY 或 PMM-IDLE 状态的 MS，其位置可在 RA 的级别上被 SGSN 寻址。当有 MS 接收的分组业务到达 SGSN 时，MS 在整个路由区内被寻呼。

不支持 GPRS 业务的小区被归为“Null RA”（零路由区）。路由区是位置区 (LA) 的子集，即路由区不会跨越位置区，同时，也只能归属于一个 SGSN。

几个重要结论：

- RAC 和 LAI (位置区标识) 一起时是唯一的；
- CI 只有和 LAI 或 RAI 一起时才是唯一的 (A/Gb 模式)；
- LAI = MCC + MNC + LAC (位置区码)；
- RAI = LAI + RAC = MCC + MNC + LAC + RAC；
- CGI (小区全球标识符) = LAI + CI (A/Gb 模式)。



#### 2.2.4.8 CI/C-Id

小区标识：在 A/Gb 模式下，CI 唯一标识一个 BSS 内的一个小区；在 Iu 模式下，C-Id 唯一标识一个 RNS 内的一个小区。

#### 2.2.4.9 SAI (Iu 模式)

服务区标识：标识位置区内由一个或多个小区组成的区域，用来向 CN 指示 MS 在 UTRAN 中的位置。服务区标识 SAI = MCC + MNC + LAC + SAC (服务区码)。

#### 2.2.4.10 GSN 地址

在 GPRS 骨干网中可寻址的地址，即 IPv4 或 IPv6 地址。一个 GSN 可以有多个地址。

#### 2.2.4.11 GSN 号码

GSN 在与 HLR、EIR 等 SS7 设备通信时需要用到的号码，类似电话号码或 GT 号码。

#### 2.2.4.12 RNC/BSC 地址 (Iu 模式)

在 Iu 接口，无论传输采用 IP 或 ATM，每个 RNC/BSC 都会被分配一个 IP 地址，用于寻址。

#### 2.2.4.13 RNC/BSC 号码 (Iu 模式)

每个 RNC 或 BSC 有一个 RNC/BSC 号码用于 Iu 口通信。

#### 2.2.4.14 APN

接入点名称：在 GPRS 骨干网，APN 是对 GGSN 的引用。GPRS 内部 DNS 完成 APN 到 GGSN 地址的翻译。

完整的 APN 由两部分构成，如下所示。

- **APN 网络标识符**：定义 GGSN 接入哪一个外部数据网或 MS 请求的服务，是必选部分。
- **APN 运营商标识符**：定义 GGSN 归属的 GPRS 骨干网，是可选部分。

APN 形如 3gwap.1860295.mnc001.mcc460.gprs，其中前面的 3gwap.1860295 为 APN 网络标识符，而后面的 mnc001.mcc460.gprs 为 APN 运营商标识符。在 PDP 上下文激活等过程中，往往采用简略的 APN，比如 3gwap、cmnet 等，之后由 SGSN 补齐。

## 2.3 GPRS 网络的控制平面

控制平面（见图 2-5）的主要功能包括：

- 控制 GPRS 网络的接入连接，比如附着和分离；
- 控制建立网络接入连接的属性，比如一个 PDP 地址的激活；
- 控制一个网络接入连接的路由通道，以支持用户的移动性；
- 控制网络资源的分配，以满足不断变化的用户需求。