

现代移动通信技术丛书

Advanced Mobile Communications

IMS

核心原理与应用

强 磊 饶少阳 陈 卉 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代移动通信技术丛书

IMS 核心原理与应用

强 磊 饶少阳 陈 卉 等 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

IMS 核心原理与应用 / 强磊等编著. 北京: 人民邮电出版社, 2008.11
(现代移动通信技术丛书)
ISBN 978-7-115-18767-3

I. I… II. 强… III. 移动通信—通信协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135164 号

内 容 提 要

本书以 IP 多媒体子系统 (IMS) 为核心内容, 系统介绍了 IMS 的相关知识, 主要包括: IMS 的概念、特征、网络结构和接口、协议、核心技术、会话过程, 以及基于 IMS 的业务, 同时还介绍了 IMS 的标准化和最新发展情况以及 IMS 的实际开发和商用情况。

本书内容丰富, 资料全面, 紧跟 IMS 最新技术发展, 既可作为高等院校通信、信息、计算机等专业研究生及本科高年级学生的教材或参考资料, 也可作为从事 3G、软交换等电信网络以及因特网相关业务应用的研究开发、产品设计、设备制造、网络规划、生产和运营管理工作的技术人员的参考用书。

现代移动通信技术丛书

IMS 核心原理与应用

-
- ◆ 编 著 强 磊 饶少阳 陈 卉 等
责任编辑 陈万寿
执行编辑 杨 凌
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 33.75
字数: 649 千字
印数: 1—3 500 册
- 2008 年 11 月第 1 版
2008 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18767-3/TN

定价: 70.00 元

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

IP 多媒体子系统 (IMS) 原先是 3G 移动网络中的一个业务子系统, 用于提供基于 IP 的业务会话控制。随着几年来的发展, IMS 的重要性越来越凸现出来, 业界基本上认为 IMS 将成为未来取代软交换, 融合固定交换网和移动交换网的首选方案 (统一 IMS 方案)。同时, IMS 与其他基于 IP 的业务网络, 如 IPTV 等, 也有很好的互通性和融合性。

为什么 IMS 会受到业界的青睐, 成为未来语音与视频通信交换网络的首选方案呢? 作者认为主要是以下几个方面的原因: 一是 IMS 基于 IP 分组交换网络与未来网络发展方向一致; 二是 IMS 的业务与会话控制分离的思想, 以及基于 Web Service 的业务开放架构降低了新业务的接入门槛, 激发了业务创新, 使基于 IMS 的增值业务将出现百花齐放的局面; 三是 IMS 核心的 SIP 以及其他多数协议都是基于 IETF 的标准, 并在上面增加相应的扩展以满足移动网的要求, 这在保证了 IMS 持续性发展的同时, 也为通信网和因特网的有机结合奠定了基础。

本书将围绕 IMS 这个主题展开描述, 全书共分为 9 章。

第 1 章简单概述了 IMS 的概念、特点, 介绍了基于 IMS 的业务。

第 2 章详细描述了 IMS 系统的组成结构、功能实体和各实体之间的接口参考点。

第 3 章介绍了实现 IMS 系统众多业务功能的各项信令协议和控制协议, 通过对这些协议的了解将为后续章节的深入学习打下必要的基础。

第 4 章讨论了 IMS 的细节部分, 通过对一些 IMS 核心概念和关键技术的澄清, 深入了解 IMS 各项技术细节。

第 5 章是本书的重点部分, 通过对 IMS 基本会话过程的学习, 我们将知道 IMS 是如何通过各种交互协议将各个功能实体串联起来以提供各种业务功能应用。

第 6 章是第 5 章的延续, 介绍了一些相关的补充会话过程, 从而使读者对 IMS 各种会话情况有一个全貌的了解。

第 7 章重点介绍了基于 IMS 的 3 个主要业务的详细细节, 本章对于应用开发人员有一定的参考价值。

第 8 章描述了 IMS 的标准化情况以及最新进展, 以保证本书的内容跟得上 IMS 的最新发展。

第 9 章为本书的总结, 给出了一些 IMS 的实际开发和应用情况。

本书的第 1 至 7 章由强磊编写，他原先就职于中国电信，专门从事 IMS、软交换及互联网业务应用的研究，现担任一家通信技术公司的副总经理，仍在从事移动通信业务的运营与产品的研发工作；第 8 章的部分和第 9 章由中国电信北京研究院饶少阳博士编写，饶少阳博士近年来一直从事 IMS 的研发工作，对 IMS 应用及增值业务有较为深入的研究；第 3 章的部分、第 8 章的部分以及全书的修订和统稿工作由中国互联网络信息中心（CNNIC）陈卉女士完成，陈卉女士目前正在从事包括 IMS 在内的下一代网络寻址技术的研究，她不但对下一代通信网有着深厚的理解，而且对下一代因特网技术也有一定的研究。在这里，对饶少阳博士和陈卉女士的辛勤工作表示由衷的感谢！

作 者

2008 年 8 月于北京

目 录

第 1 章 IMS 概述	1
1.1 什么是 IMS	1
1.2 IMS 的特点	3
1.3 IMS 系统提供的业务	3
1.3.1 基本的多媒体电话业务及其补充业务	4
1.3.2 IMS 提供的其他多媒体业务	4
1.4 IMS 所解决的问题	5
第 2 章 IMS 系统结构	7
2.1 IMS 系统组成结构	7
2.1.1 呼叫会话控制功能	8
2.1.2 归属用户服务器	10
2.1.3 签约位置功能	12
2.1.4 应用服务器	12
2.1.5 媒体网关控制功能	12
2.1.6 IP 多媒体子系统—媒体网关功能	13
2.1.7 媒体资源功能控制器	13
2.1.8 多媒体资源功能处理器	13
2.1.9 出域网关控制功能	14
2.1.10 互通网关控制功能	14
2.1.11 转换网关	14
2.1.12 策略决定功能	14
2.1.13 应用功能	15
2.2 IMS 体系参考点	15
第 3 章 IMS 核心协议	20
3.1 SIP	20
3.1.1 SIP 基础	20
3.1.2 SIP 扩展	26

3.2	SDP	50
3.2.1	SDP 基础协议	50
3.2.2	SDP 的提议/应答模型	53
3.2.3	SDP 的简单能力声明	56
3.3	Diameter 协议	58
3.3.1	Diameter 协议概述	58
3.3.2	Diameter 在 IMS Cx 和 Dx 接口上的应用	68
3.3.3	Diameter 在 IMS Sh 和 Dh 接口上的应用	78
3.3.4	Diameter 在 IMS 计费中的应用	86
3.3.5	Diameter 在 Gq 接口上的应用	87
3.4	COPS	87
3.4.1	协议概述	87
3.4.2	协议组成	88
3.4.3	COPS 的外购模式和配置模式	90
3.5	IPSec	91
3.5.1	密钥交换协议	92
3.5.2	认证头协议	92
3.5.3	封装安全负载	93
3.6	使用 AKA 的 HTTP 摘要鉴权	94
3.6.1	背景	94
3.6.2	摘要 AKA 机制概述	94
3.6.3	摘要 AKA 中的重要参数	95
3.7	ENUM 与 DNS	95
3.8	H.248 (Megaco)	98
3.8.1	H.248 协议的基本概念	98
3.8.2	协议消息及命令	98
3.8.3	H.248 的典型通信流程	100
3.9	RTP	101
3.9.1	RTP 的作用	101
3.9.2	RTP 的要求	102
3.9.3	RTCP 包的使用	108
3.10	IntServ 与 DiffServ	108
3.10.1	IntServ	108
3.10.2	DiffServ	110
3.11	XML 及其相关应用	113

3.11.1	XML 简介	113
3.11.2	XML 的应用	117
3.12	MRFP	127
3.13	BFCP	129
3.13.1	BFCP 的相关概念	129
3.13.2	BFCP 的功能	129
3.13.3	BFCP 的基本操作流程	130
第 4 章	IMS 体系核心概念及关键技术	134
4.1	IMS 标识定义	134
4.1.1	概述	134
4.1.2	归属网络域名	135
4.1.3	私有用户身份标识	136
4.1.4	公共用户身份标识	136
4.1.5	IMS 中 SIP 信令的路由	137
4.1.6	私有用户身份标识和公共用户身份标识的关系	137
4.1.7	E.164 地址到 SIP-URI 的解析	139
4.1.8	公共业务标识	139
4.1.9	与用户身份标识有关的一些概念	139
4.2	IMS 数据定义	139
4.2.1	与订购、标识及编号相关的数据	139
4.2.2	与注册相关的数据	140
4.2.3	与鉴权和加密相关的数据	141
4.2.4	进行 S-CSCF 选择的相关数据	141
4.2.5	与应用和业务触发的数据	141
4.2.6	与核心网络业务授权相关的数据	141
4.2.7	与计费相关的数据	141
4.2.8	与 IMS 业务的 CAMEL 支持相关的数据	142
4.3	IMS 会话处理的呼叫模型	142
4.3.1	网络实体的功能要求	142
4.3.2	S-CSCF 的功能要求	145
4.3.3	HSS 的功能要求	156
4.3.4	MRFC 的功能要求	157
4.3.5	SIP 应用服务器的通用 IP 多媒体会话处理	158
4.4	QoS 保障	161

4.4.1	GPRS 简介	162
4.4.2	IMS 中的 QoS 要求	163
4.4.3	端到端 QoS 结构	164
4.4.4	QoS 交互过程的会话流	176
4.5	IMS 安全性保证	185
4.5.1	IMS 安全结构概述	185
4.5.2	IMS 的安全特性	186
4.5.3	安全机制	188
4.5.4	安全关联建立过程	191
4.5.5	对 ISIM 的要求	195
4.5.6	基于 IP 的网络域安全	195
4.6	IMS 中的计费	197
4.6.1	IMS 计费结构	197
4.6.2	IMS 的计费原则	200
4.6.3	离线计费数据的采集	202
4.6.4	基于事件的在线计费	207
4.6.5	在线计费事件采集	208
4.7	IMS 组管理	213
4.7.1	组管理概述	213
4.7.2	组管理高级要求	214
4.8	通用用户属性参考结构	216
4.8.1	通用用户属性概述	216
4.8.2	GUP 参考结构	218
4.8.3	GUP 用于订购管理的例子	220
4.9	IMS 对本地号码和漫游用户的支持	221
4.9.1	对本地号码的支持	221
4.9.2	对漫游用户的支持	222
4.10	IMS 中的 NAT	222
4.10.1	概述	222
4.10.2	参考模型	222
4.10.3	对网络元素的要求	223
4.10.4	NAT 情况下的会话建立过程	223
4.11	边界控制 (BC) 的概念和结构	224
4.11.1	边界控制的概念	224
4.11.2	BC 结构	225

4.11.3	BC 的功能	225
4.12	语音呼叫连续性	228
4.12.1	语音呼叫连续性的概念	228
4.12.2	VCC 的结构	229
4.12.3	VCC 相关的信息流程	231
4.13	IMS 中 UE 所支持的缺省编码	234
4.13.1	音频编码	235
4.13.2	视频编码	235
4.13.3	实时文本编码	235
4.13.4	语音使能的业务	235
4.13.5	多媒体流的封装	235
第 5 章	IMS 基本会话过程	236
5.1	IMS 会话过程的基本概念	236
5.1.1	承载互通概念	236
5.1.2	与 Internet 的互通	237
5.1.3	与 PSTN 的互通	237
5.1.4	IMS 会话控制要求	237
5.1.5	会话路径信息	238
5.1.6	终端用户参数选择和终端能力	239
5.1.7	QoS 确认的预条件	241
5.1.8	事件和信息发布	242
5.1.9	信令传输的互通	244
5.1.10	公共业务标识的配置和路由原则	245
5.1.11	涉及 CSCF 的过程	246
5.1.12	IMS 会话流过程	248
5.2	提供 IP 连接性网络的主要信令流程	250
5.2.1	为 IMS 相关信令建立 IP 连接接入网络承载	250
5.2.2	PDP 上下文激活与本地 CSCF 发现有关的过程	250
5.2.3	端到端 QoS 和信令呼叫流程的交互	253
5.3	应用级注册过程	258
5.3.1	隐性注册	258
5.3.2	注册流程	259
5.4	应用级注销过程	271
5.4.1	移动终端发起的注销	271

5.4.2 网络发起的注销	272
5.5 S-CSCF/MGCF 到 S-CSCF/MGCF 的会话过程	274
5.5.1 (S-S#1) 不同网络运营商执行发起和终结过程	275
5.5.2 (S-S#2) 单一网络运营商完成会话发起和终结过程	293
5.5.3 (S-S#3) 与 S-CSCF 相同网络中采用 PSTN 终结的会话发起过程	295
5.5.4 (S-S#4) 与 S-CSCF 不同网络中采用 PSTN 终结的会话发起过程	296
5.6 会话发起过程	298
5.6.1 (MO#1) 漫游情况的移动发起过程	299
5.6.2 (MO#2) 归属情况下的移动发起过程	317
5.6.3 (PSTN-O) PSTN 发起过程	319
5.6.4 (NI-O) 来自外部 SIP 客户端的非 IMS 发起过程	321
5.6.5 (AS-O) 应用服务器发起过程	322
5.7 会话终结过程	324
5.7.1 (MT#1) 漫游情况下的移动终结过程	324
5.7.2 (MT#2) 归属情况下的移动终结过程	342
5.7.3 (MT#3) CS 域漫游情况下的移动终结过程	344
5.7.4 (PSTN-T) PSTN 终结过程	345
5.7.5 (NI-T) 到外部 SIP 客户端的非 IMS 终结过程	346
5.7.6 (AS-T) 基于 PSI 的应用服务器终结过程	349
5.8 IMS 穿越场景	350
5.9 无需预条件的会话建立过程	351
5.9.1 概述	351
5.9.2 无需预条件的会话建立过程——会话激活前不要求资源预留	352
5.9.3 无需预条件的会话建立过程——会话激活前要求资源预留	354
5.10 会话释放过程	356
5.10.1 移动终端发起的会话释放过程	356
5.10.2 PSTN 发起的会话释放	361
5.10.3 网络发起的会话释放	362
第 6 章 IMS 的补充会话过程	365
6.1 与补充和增强多媒体业务相关的会话过程	365
6.1.1 会话保持和恢复过程	365
6.1.2 匿名会话建立过程	372
6.1.3 编码和媒体特性流协商过程	375
6.1.4 会话重定向过程	381

6.1.5	会话转移过程	386
6.2	到未注册公共用户身份的呼叫过程	391
6.2.1	具有与未注册状态相关的业务	391
6.2.2	没有与未注册状态相关的业务	392
6.3	涉及 MRFC/MRFP 的交互	393
6.3.1	UE 和 MRFC 之间的交互	393
6.3.2	基于业务控制的 MRFC 和 AS 之间交互	393
6.3.3	使用 Ut 接口和 MRFC 能力的业务交互	394
6.4	对未知用户的移动终结会话过程	394
6.4.1	未知用户在 HSS 中确定	394
6.4.2	未知用户在 SLF 中确定	395
6.5	刷新会话	396
第 7 章	IMS 多媒体增值业务	397
7.1	IMS 的消息业务	397
7.1.1	概述	397
7.1.2	各种方式消息业务的相关协议实现	397
7.1.3	即时消息业务	398
7.1.4	基于会话的消息业务	401
7.2	IMS 的呈现业务	406
7.2.1	概述	406
7.2.2	呈现业务的参考模型和功能实体	406
7.2.3	信令流程	413
7.3	IMS 的会议业务	442
7.3.1	概述	442
7.3.2	会议业务功能实体和角色	443
7.3.3	信令流程	445
第 8 章	IMS 的标准化及研究进程	486
8.1	概述	486
8.1.1	软交换	487
8.1.2	IMS	487
8.2	相关标准化组织的 IMS 研究情况	488
8.2.1	3GPP	489
8.2.2	TISPAN	490

8.2.3 IETF	490
8.3 IMS 的研究进展	491
8.3.1 IMS 网络核心控制功能	491
8.3.2 IMS 与其他基于 IP 的网络互联	492
8.3.3 IMS 与 CS 的关系	492
8.3.4 基于 IMS 的 IPTV 研究	493
8.3.5 统一 IMS 研究	494
8.4 IMS 发展面临的问题	498
第 9 章 IMS 开发及应用情况	500
9.1 IMS 技术成熟度情况	500
9.2 IMS 产品开发与应用概况	501
9.3 国外运营商的 IMS 商用情况	501
9.3.1 Verizon 无线: 积极推进 IMS 商用进程	503
9.3.2 KPN: 网络升级规划明确	504
9.3.3 AT&T: 融合型 IMS 构想	504
9.3.4 其他运营商部署	504
9.4 主流设备厂家的产品方案	505
9.4.1 爱立信	505
9.4.2 阿尔卡特—朗讯	507
9.4.3 诺基亚—西门子	510
9.4.4 中兴	513
9.4.5 华为	514
9.5 国内运营商的 IMS 商用分析	516
缩略语	519
参考文献	524

第 1 章 IMS 概述

1.1 什么是 IMS

IMS 是 IP 多媒体子系统 (IP Multimedia Subsystem) 的英文缩写, IMS 具有以下几点特征:

- (1) IMS 以 IP 为基础;
- (2) IMS 与多媒体业务有关;
- (3) IMS 是一个完整系统的一部分。

准确地说, IMS 是 3G R5 (R, 即 Release, 表示版本) 标准之后新增的一个核心网子系统。所谓 3G 是在以频分多址 (FDMA, Frequency Division Multiple Access) 和模拟调制为特征的第一代通信系统, 以时分多址 (TDMA, Time Division Multiple Access)、码分多址 (CDMA, Code Division Multiple Access) 和数字调制为特征的第二代通信系统之后, 为克服第二代移动通信系统因技术局限而无法提供宽带移动通信业务的缺陷而提出的第三代移动通信系统。

第三代移动通信系统统称为 IMT-2000, 最早由国际电信联盟 (ITU, International Telecommunication Union) 于 1985 年提出, 当时考虑到系统将于 2000 年左右进入商用, 工作频段在 2 000MHz, 故于 1996 年正式定名为 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000)。目前主流的 3G 技术标准有以下 3 种。

(1) WCDMA 由标准化组织 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 制定, 以 GSM MAP 为核心网, UTRA 为无线接口, 又称为通用移动通信系统 (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System); 3GPP 由欧洲 ETSI、日本 ARIB、韩国 TTA 和美国 T1 等标准化组织为共同制定第三代移动通信标准于 1998 年 12 月联合成立;

(2) TD-SCDMA 标准由中国无线通信标准组织 CWTS (现归属 CCSA, 通信标准化协会) 提出, 目前已融合到 3GPP 关于 WCDMA-TDD 的相关规范中, 在核心网部分基本一致;

(3) cdma2000 是在 IS-95 标准基础上提出的 3G 标准, 标准化由 3GPP2 完成, 3GPP2 以 ANSI/IS-41 为核心网, cdma2000、UWC136 为无线接口; 3GPP2

由美国 TTA、日本 ARIB 和韩国 TTA 等组成，于 1999 年 1 月正式成立。

3GPP、3GPP2 是制定 3G 标准的主体，我国的 CCSA 是这两个标准化组织的正式组织成员。上述标准组织的关系如图 1-1 所示。

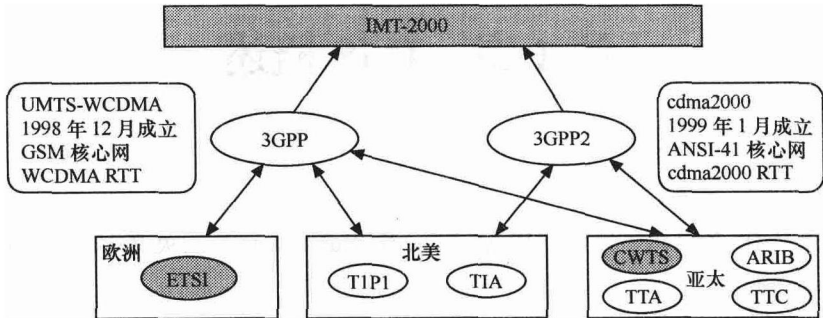


图 1-1 国际无线标准组织之间的关系

第三代移动通信系统的主要性能包括：

- (1) 话音质量应相当于公众交换电话网（PSTN, Public Switched Telephone Network）的质量；
- (2) 满足移动性高比特率、可变速率业务的需求（快速移动环境下数据速率达到 144kbit/s、室内到室外或步行条件下数据速率最高达到 384kbit/s、室内环境下数据速率最高达到 2Mbit/s）；
- (3) 支持电路和分组交换数据业务；
- (4) 自适应无线接口技术支持因特网通信中下行链路流量大于上行链路流量业务；
- (5) 高效的频谱利用率；
- (6) 支持各类移动通信终端；
- (7) 可灵活增添新业务和技术；
- (8) 良好的兼容性能，等等。

目前 3GPP 所规定的 3G 系统标准，从前到后的版本依次为 R99、R4、R5、R6、R7 和 R8 等。

从上述 3G 的性能特点中我们可以看出，3G 系统的确在宽带移动通信业务上有了显著的进步。但是在 3G 的 R5 版本之前，系统的宽带性能虽然有大幅度提高，但是利用当时的 R4 版本核心网系统并不能够提供明显有别于 2G 的宽带多媒体业务（R4 版本的 3G 系统简图如图 1-2 左侧所示），也不便于在现有系统中开发引入新的 IP 多媒体业务。因此，3GPP 想要设计一个专门的子系统用于提供 3G 的 IP 多媒体业务，于是 IMS 在 3G 的 R5 版本中诞生了（如图 1-2 右侧所示）。

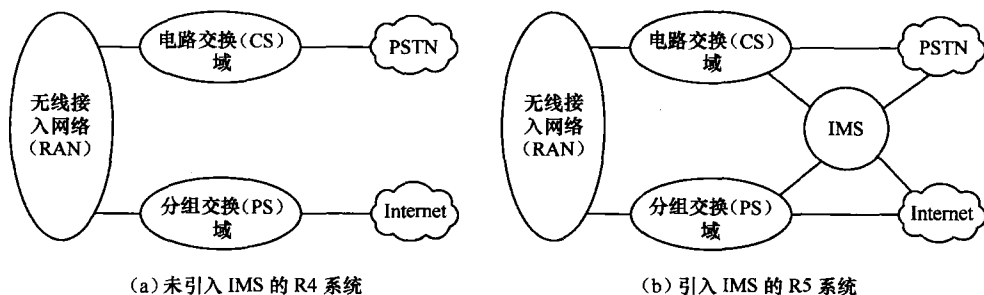


图 1-2 R4 到 R5 的演进

根据 3GPP 的定义，IMS 是由提供语音、视频、文本、聊天等多媒体业务并把这些业务组合在一起以在分组交换（PS，Packet Switch）域上传递的各种核心网设备构成的子系统。通俗地说，IMS 就是在 3G 系统内的 PS 域上专门提供移动多媒体业务的子系统。

IMS 不是一个独立完整的系统，它只是 3G 核心网的一部分，因此它不包含接入部分，终端的接入手段和方法不由 IMS 负责；同时这个系统必须依赖于底层的承载网络（在 3G 中就是 PS 域的分组交换网络，如 GPRS）而存在，无论是其自身控制机制的实现还是其所提供业务的数据传递都不能够离开底层的 PS 域。

1.2 IMS 的特点

IMS 的关键核心技术及其特点列举如下。

(1) IMS 采用会话初始化协议 (SIP, Session Initialization Protocol) 作为 IMS 业务的呼叫控制协议，并通过 SIP 进行业务管理和业务拓展。

(2) IMS 采用 IPv6，未来所有的 IMS 网络实体，包括移动终端都将使用 IPv6。但是，实际产品要求同时支持 IPv6 和 IPv4。

(3) IMS 支持业务用户的移动性和漫游性并对业务采用归属控制方式，即当 IMS 用户漫游时，其签约的业务由 IMS 用户的归属网络来控制。

(4) IMS 具有接入独立性。IMS 被设计为独立于下层 IP 连通网络。

(5) IMS 可以通过特定的接口绑定 SIP 会话和 IP 媒体会话。这种绑定主要是为了 QoS 保障和计费的目的。

1.3 IMS 系统提供的业务

IMS 系统除了能够提供最主要也是最基本的电话业务外，还包含了多种新型多媒体业务，本节简单介绍这些业务，第 7 章将对部分重要业务作详细介绍。

