



# 下一代网络

# SIP原理与应用

周海华 边恩炯 等编著



# NGN SIP



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

- ISBN 7-111-18977-9
- 封面设计 / 电脑制作：马精明



上架指导：工业技术 / 通信技术

ISBN 7-111-18977-9



9 787111 189770 >

编辑热线：(010)88379768

地址：北京市百万庄大街22号

联系电话：(010) 68326294

(010) 68993821

邮政编码：100037

网址：<http://www.cmpbook.com>

E-mail: [online@cmpbook.com](mailto:online@cmpbook.com)

定价：30.00 元

# SIP 原理与应用

周海华 边恩炯 等编著



机械工业出版社

SIP 是下一代网络 (NGN) 的核心控制协议, 与 H.323 相比, 具有简单、实用的特点。本书以 IETF RFC3261 为基础, 首先介绍了下一代网络的体系结构、软交换技术、VoIP 技术以及相关协议, 作为全书内容展开的基础; 然后详细介绍了 SIP 的体系结构、消息类型、呼叫信令流程等内容; 随后对 SIP 的扩展机制、SIP 的应用及开发技术进行了介绍; 最后, 展望了 SIP 的应用前景。

本书内容翔实、准确而新颖, 既可以作为高校电子信息、通信工程、计算机网络和相关专业的参考用书, 也可以作为网络设备研制人员、网络管理人员、应用开发人员、运营商和服务提供商等相关人员的培训教材, 同时对关心 SIP 及 VoIP 技术发展的读者也会有所帮助。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

SIP 原理与应用/周海华、边恩炯等编著. —北京: 机械工业出版社, 2006.5

ISBN 7-111-18977-9

I. S... II. 周... III. 计算机网络—通信协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 035627 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张俊红 版式设计: 霍永明 责任校对: 李汝庚

封面设计: 马精明 责任印制: 洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19.5 印张 · 477 千字

0001—4000 册

定价: 30.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线电话 (010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

众所周知，VoIP 是语音通信的未来。虽然现在 VoIP 仅占国际语音流量的 5%，但是它正在快速增长，由其带来的新兴业务也得到了大量的运用。

SIP 最早是由 IETF 的 Iptel 工作组提出的一种 VoIP 实现方式，其基本思想是在互联网环境中组建一个平面结构的、可应用于点到点对话需求的系统。基于 SIP 的 VoIP 技术，在互联网上应用相当广泛：微软公司的 Windows XP 中就内置了采用 SIP 的对话软件；另外，Sun 公司也宣布支持 SIP，并且推出了相应的产品。

由于 SIP 拥有允许用户直接与终端协商通信能力与属性、带宽与 QoS 可以实时交流而无需事先明确、简单易行并且很容易与其他服务集成等比 H. 323 突出的优点，所以已成为各大运营商和设备商所关注的热点。虽然 SIP 在电信领域还没有大规模商用的先例，但是其前景十分光明。

在美国，因为互联网技术发展很快，再加上 SIP 技术发展初期的实现条件比较简单，所以 SIP 的发展很快：在充分开放的电信环境下，“简单”所带来的巨大的创新诱惑和想象空间吸引了美国国内一批设备制造商和新兴运营商、服务商投入大量财力和精力。

我国电信行业的发展在技术层面上来说，基本是与国外同步的。我国不仅拥有相当完备的电信基础实施，而且也建立了世界上最大的 VoIP 网络。我国虽然选用了 H. 323 作为 VoIP 的承载协议，但是考虑到互联网的发展趋势以及 SIP 巨大的优势，各大运营商都进行了 SIP 网络的实验，各大设备制造商也相应推出了 SIP 产品。2005 年 4 月份，华为和中兴公司的 SIP 设备通过了互通的测试。可以说，SIP 将会是下一代网络建设中十分重要的一个环节，不仅会给设备制造商带来不少商机，而且也为运营商新兴业务的开展提供了良好的契机。

为此，笔者结合科研与实践的经验，根据 NGN 技术、VoIP 技术以及 SIP 发展的最新成果与趋势，编写了本书。本书内容主要分为 9 章。第 1 章首先对 NGN 以及软交换技术进行了介绍，描述了 NGN 的体系结构以及软交换在 NGN 中的作用，重点描述了 NGN 中的两个主要协议：H. 323 和 SIP。第 2 章介绍了 VoIP 技术，主要介绍了 VoIP 的概念、原理、关键技术，并对 H. 323 和 SIP 以及 H. 248 协议进行了介绍。第 3 章详细介绍了 SIP 的体系结构，内容包括 SIP 组

成、SIP 消息、SIP 实体以及 SIP 呼叫处理过程。第 4 章介绍了 SIP 的扩展机制。第 5 章主要介绍了 SIP 的应用，包括 SIP 在移动网络（3G）中的应用、SIP 在 IMS 中的应用、SIP 在 IPv6 网络中的应用等内容。第 6 章介绍了 SIP 的开发，主要介绍了两个主流的开源 SIP 协议栈：VOCAL 和 oSIP。第 7 章介绍一些相关的 SIP 业务开发技术。第 8 章介绍了 SIP 测试技术的内容。最后第 9 章展望了 SIP 的前景。

本书主要由周海华、边恩炯编写。同时，参与本书编写工作的人员还有杨利伟、周永刚、王旭、阎德升、文涛等。另外，姜雪松、蒋亮、陈智强、赵鑫、刘秀文、黄志强、张睿、齐兆群、张海涛等也为本书的出版做了大量工作，在此向他们表示感谢。

希望通过本书的介绍，读者能够对 SIP 及其相关技术有一个全面深入的了解。同时，由于笔者的能力和知识范围有限，并且 SIP 也正处于一个快速发展完善的阶段，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者和同行批评指正。

**作 者**

2006 年 4 月

# 目 录

## 前言

第1章 NGN 和软交换技术 .....	1	3.2 SIP 消息 .....	46
1.1 NGN 简介 .....	1	3.2.1 概述 .....	46
1.1.1 通信发展的背景 .....	1	3.2.2 消息类型 .....	47
1.1.2 对下一代网络发展的思考 .....	2	3.3 SIP 实体行为 .....	50
1.1.3 NGN 的协议体系及支撑技术 .....	4	3.3.1 UA 实体行为 .....	50
1.1.4 NGN 标准研究的最新进展和 演进 .....	7	3.3.2 重定向服务器行为 .....	58
1.2 软交换技术 .....	10	3.3.3 代理服务器实体行为 .....	59
1.2.1 概述 .....	10	3.4 SIP 操作 .....	64
1.2.2 软交换体系架构 .....	12	3.4.1 SIP 寻址与 SIP URL .....	64
1.2.3 软交换协议 .....	13	3.4.2 SIP 事务 .....	64
1.2.4 软交换的发展现状与待解决 的问题 .....	14	3.4.3 注册 .....	68
第2章 VoIP 技术 .....	17	3.4.4 鉴权 .....	68
2.1 概述 .....	17	3.4.5 能力查询 .....	68
2.1.1 IP 电话的概念 .....	17	3.4.6 对话 .....	70
2.1.2 IP 电话的基本原理与结构 .....	17	3.4.7 会话发起过程 .....	74
2.1.3 IP 电话的优点 .....	18	3.4.8 会话更改过程 .....	75
2.1.4 IP 电话的关键技术 .....	19	3.4.9 会话结束过程 .....	75
2.1.5 IP 电话需要解决的问题 .....	21	3.5 SIP 时钟 .....	76
2.1.6 VoIP 标准化组织 .....	23	3.6 SIP 呼叫处理 .....	76
2.2 H. 323 .....	24	3.6.1 注册 .....	76
2.2.1 H. 323 协议体系结构 .....	24	3.6.2 两个 UA 之间直接通信的 呼叫流程 .....	77
2.2.2 H. 323 协议簇 .....	26	3.6.3 通过代理服务器的呼叫流程 .....	78
2.2.3 用 H. 323 组建 VoIP 网络 .....	27	3.6.4 通过重定向服务器的呼叫过程 .....	78
2.3 H. 248 .....	29	3.6.5 呼叫转移处理过程 .....	79
2.3.1 媒体网关控制协议的发展 .....	29	3.6.6 协商保持处理过程 .....	80
2.3.2 H. 248 协议模型 .....	31	3.6.7 呼叫释放过程 .....	80
2.3.3 H. 248 与 MGCP .....	34	3.7 SIP 的可靠性 .....	81
2.4 SIP .....	36	3.8 SIP 的可扩展性 .....	82
2.4.1 SIP 起源 .....	36	3.9 SDP .....	83
2.4.2 SIP 的特征和功能 .....	37	3.9.1 概述 .....	83
2.4.3 SIP 概况 .....	38	3.9.2 SIP 对 SDP 的要求 .....	84
2.5 SIP 与 H. 323 的比较 .....	42	3.9.3 会话描述的一般格式 .....	85
第3章 SIP 体系结构 .....	44	3.10 SAP .....	85
3.1 SIP 的组成 .....	44	3.11 SIP 进展情况 .....	85
		第4章 SIP 的扩展 .....	88
		4.1 SIP 消息扩展 .....	88

4.1.1	SIP 消息类型扩展	88
4.1.2	SIP 消息头的扩展	90
4.1.3	SIP 消息体的扩展	90
4.2	SIP 安全性	91
4.2.1	安全威胁	91
4.2.2	安全机制	93
4.2.3	传输层和网络层的安全	93
4.2.4	SIPS URI 方案	94
4.2.5	HTTP 鉴权	94
4.2.6	S/MIME	97
4.2.7	安全机制的实现	99
4.3	SIP 的可靠性	102
4.3.1	概述	102
4.3.2	UAS 行为	102
4.3.3	UAC 行为	104
4.4	SIP 服务器的定位	106
4.4.1	概述	106
4.4.2	DNS 需要解决的问题	106
4.4.3	客户端用法	108
4.4.4	服务器用法	109
4.5	SIP QoS 的实现	109
4.5.1	概述	109
4.5.2	QoS 策略的关键内容	110
4.5.3	SIP QoS 的实现	111
4.6	SIP-T	111
4.7	SIP-I	112
4.8	SIP 穿越防火墙	112
4.8.1	NAT/FW 概述	113
4.8.2	穿越 NAT/FW 存在的问题	113
4.8.3	针对 NAT SIP 解决方案	114
4.8.4	SIP 应用级网关实现的框架	121
4.9	SIP 压缩	123
4.10	第三方呼叫控制	124
4.11	SIP 与 H.248 的互通	125
4.11.1	SIP 与 H.248 的协作	126
4.11.2	信令流程和相关说明	126
4.11.3	协作方法	129
4.12	SIP 与 H.323 的互通	130
4.12.1	互通转换的原理	130
4.12.2	SIP-H.323 系统互通的呼叫 流程	133
4.12.3	转换互通方案	136
4.12.4	方案的分析和比较	138

<b>第5章</b>	<b>SIP 的应用</b>	<b>139</b>
5.1	SIP 在软交换网络中的应用	139
5.1.1	与 PSTN 的互通	139
5.1.2	与 H.323 的互通	141
5.1.3	为软交换其他功能提供承载	142
5.1.4	代理服务器的应用	142
5.1.5	SIP 对移动性的支持	143
5.1.6	软交换与应用服务器的交互	151
5.2	SIP 在移动网络中的应用	152
5.2.1	移动通信标准化组织	152
5.2.2	SIP 在 IMS 中的应用	154
5.2.3	SIP 在 3G 中的应用	158
5.2.4	SIP 在 PoC 业务中的应用	162
5.2.5	SIP 在 OSA 业务中的应用	167
5.2.6	SIP 的其他应用	168
5.3	IPv6 环境下的 SIP 优化	171
5.3.1	SIP 中的自动配置	171
5.3.2	SIP 中的任播应用	171
5.4	SIP 在实时业务中的应用及测试	172
5.4.1	实时业务质量测试的意义	172
5.4.2	实时业务运行的协议体系	173
5.4.3	视频编码技术	173
5.4.4	SIP 系统实时媒体流的识别	174
5.4.5	影响实时业务质量的主要 因素	174
5.4.6	实时视频质量评估的基本 方法	174
<b>第6章</b>	<b>SIP 开发</b>	<b>177</b>
6.1	SIP 协议栈	177
6.1.1	目前主流的 SIP 协议栈	177
6.1.2	VOCAL 系统	178
6.1.3	VOCAL 中 SIP 呼叫流实例	179
6.1.4	SIP 协议栈分析	193
6.1.5	oSIP 协议栈结构分析	209
6.1.6	oSIP 应用结构图	216
6.1.7	oSIP 使用概述	216
6.2	SIP 服务器的实现	216
6.2.1	SIP 服务器的功能	216
6.2.2	SIP 服务器系统结构	217
6.2.3	服务器实现	218
<b>第7章</b>	<b>SIP 的业务开发及研究</b>	<b>226</b>
7.1	概述	226



7.2 SIP 的可扩展性及开放的 业务开发环境 .....	227	8.1 测试技术 .....	269
7.2.1 SIP 的可扩展性 .....	227	8.1.1 协议与协议测试 .....	269
7.2.2 开放的业务生成环境 .....	228	8.1.2 设备测试 .....	271
7.3 事件通告机制及扩展增值业务 .....	229	8.2 SIP 测试技术简介 .....	272
7.3.1 事件通告机制的概念 .....	229	8.2.1 物理特性测试 .....	272
7.3.2 事件通告机制的流程 .....	230	8.2.2 协议测试 .....	272
7.3.3 自动回叫业务 .....	232	8.2.3 功能测试 .....	273
7.4 几种基于 SIP 的业务创建技术 .....	233	8.2.4 设备性能测试 .....	273
7.4.1 SIP CGI .....	234	8.2.5 服务质量测试 .....	273
7.4.2 SIP Servlet .....	235	8.2.6 网络性能测试 .....	274
7.4.3 JAIN API .....	236	8.2.7 坚固性测试 .....	274
7.4.4 CPL .....	237	8.3 SIP 功能测试 .....	275
7.4.5 几种技术的比较 .....	240	8.3.1 注册功能 .....	275
7.5 Parlay .....	241	8.3.2 正常的呼叫建立功能 .....	275
7.5.1 概述 .....	241	8.3.3 正常的呼叫释放功能 .....	276
7.5.2 Parlay 技术 .....	243	8.3.4 不成功的呼叫建立 .....	276
7.6 J2EE 开发环境 .....	246	8.3.5 定时器检验 .....	276
7.6.1 J2EE 技术 .....	246	8.3.6 特殊呼叫建立 .....	277
7.6.2 EJB 组件技术 .....	246	8.3.7 呼叫保持功能 .....	278
7.6.3 EJB 和 CORBA .....	253	8.3.8 呼叫转移功能 .....	278
7.7 基于 SIP 的即时消息 .....	254	8.4 SIP 测试 .....	278
7.7.1 即时消息的发展 .....	254	8.4.1 一致性测试 .....	278
7.7.2 SIP 即时消息机制 .....	254	8.4.2 互操作性测试 .....	285
7.7.3 SIP 即时消息机制与其他网络 的交互操作 .....	255	<b>第 9 章 SIP 应用展望</b> .....	289
7.7.4 小结 .....	257	9.1 优缺点 .....	289
7.8 SIP 开发实例 .....	258	9.1.1 SIP 的优势 .....	289
7.8.1 UA 概述 .....	258	9.1.2 SIP 面临的问题与研究进展 .....	289
7.8.2 UA 部分主要程序及其介绍 .....	260	9.2 SIP 的应用前景和展望 .....	295
<b>第 8 章 SIP 测试技术</b> .....	269	<b>附录 SIP RFC</b> .....	297
		<b>参考文献</b> .....	300

# 第 1 章 NGN 和软交换技术

## 1.1 NGN 简介

### 1.1.1 通信发展的背景

在过去 20 年里，由于通信技术和计算机技术的飞速发展，电信行业可以说是一日千里，我们经历了从模拟到数字、从固定到移动、从人工到智能、从语音到数据的全方位的技术更新过程。

从某种意义上来说，通信技术的发展可以概括为“六化”，即数字化、综合化、融合化、宽带化、智能化和个人化。通信技术数字化是实现其他“五化”的基础，也是信息化的基础，诸如“数字图书馆”、“数字城市”、“数字国家”等都是建立在数字化基础上的信息系统。因此可以说，数字化是现代通信技术的基本特征和最突出的发展趋势。

现代通信的另一个显著特点就是通信业务的综合化。随着社会的发展，人们对通信业务种类的需求不断增加，早期的电报、电话业务已经远远不能满足这种需求。就目前而言，不仅是语音业务，数据和多媒体视频业务也都在迅速发展。若每出现一种业务就建立一个专用的网络，可想而知，必然的结果是投资巨大、效益低下，并且各个独立的网络的资源不能共享，也不便于管理、操作和维护。如果把各种通信业务都以数字化方式统一到一个综合的网络中来进行传输、交换和处理，就可以克服上述弊端，达到一网多用的目的。

以电话网为代表的电信网络和以因特网为代表的数据网络的互通和融合进程正在加快。在数据业务占据主导的情况下，现有电信网的业务将融合到下一代数据网中。IP 数据网与光网络的融合、无线通信与互联网的融合是未来通信技术的发展趋势和方向。

网络的宽带化是现代电信发展的基本特征、现实要求和最终必然的趋势。为用户提供高速而全方位的信息服务是网络发展的最终目标。近年来，几乎在网络的所有层面（如接入层、边缘层、核心交换层）都在发展高速技术，高速选路与交换、高速光传输、宽带接入技术都取得了很大的进步。超高速路由交换、高速互联网、超高速光传输、高速无线数据通信等新技术已成为新一代信息网络的关键技术。

在传统电话网中，交换接续（呼叫控制处理）与业务提供都是由交换机来完成的，凡提供新的业务都需要借助于交换系统。但每开辟一种新业务或对某种业务进行修改，都需要对大量的交换机软件进行相应的增加或改动，有时甚至要增加或改动硬件。网络管理智能化的设计思想，便是将传统电话网中交换机的功能予以分解，让交换机只完成基本的呼叫处理，而把各类业务的处理交给具有业务控制功能的计算机系统来完成。尤其是采用开放式结构和标准接口结构的灵活性、智能的分布性、对象的个体性、入口的综合性和网络资源利用的有效性等手段，可以解决信息网络在性能、安全、可管理性、可扩展性等方面面临的诸多

问题，对通信网络的发展具有重要影响。

通信服务的另一个趋势是个人化。个人通信是指可以实现任何人在任何地点、任何时间与任何其他地点的任何人进行任何业务的通信。个人通信的核心，是使通信最终适应个人的移动性。或者说，通信是在人与人之间，而不是终端与终端之间进行的。通信方式的个人化，可以使用户不论何时、何地，不论室内、室外，不论高速移动还是静止，也不论是否使用同一终端或使用怎样的终端，都可以通过惟一的个人通信号码，发出或接收呼叫，进行所需的通信。

### 1.1.2 对下一代网络发展的思考

数据业务的兴起，尤其是互联网的迅猛发展，对传统的电信行业发起了强大冲击，不论是从体系结构、管理理念、服务质量，还是从商业运作模式等方面都发生了巨大的变化。

首先，从通信发展的世界范围来看，移动网的发展极为迅速。从图 1-1 所示中国移动用户数的发展情况可见一斑，移动业务对固定网络业务的分流作用越来越明显。2002 年，ITU 发布的报告显示，移动技术的替代和业务分流使固网在话务量、收入和电话主线三方面全面进入衰退阶段。根据公布的数据，美国固话将以每年 4.5% 的速度下降；到 2005 年，固网主线复合增长呈下降趋势的国家将达到 80 个。在我国，固网同样面临着严峻的形势，移动网替代固定网的趋势更快：首先，我国移动网的业务量正在加速侵蚀固网业务量，长途移动业务量已经接近固网，本地移动通话时长占本地通话时长的比例正在迅速提高；其次，我国的移动用户数已于 2003 年 10 月超过固定网用户数，年均用户数增幅是固定网的两倍；最后，移动业务总收入已于 2003 年 2 月超过固网业务收入，差距还在继续扩大。

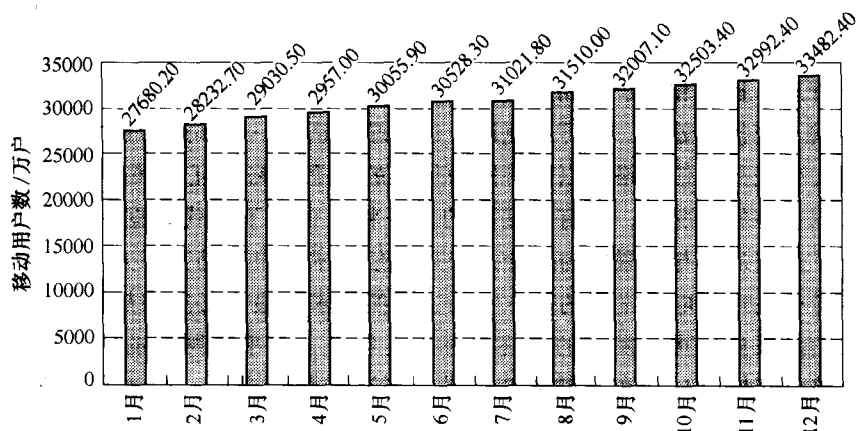


图 1-1 2004 年中国移动用户数增长趋势

其次，从业务发展的趋势来看，互联网数据业务对传统固定电话业务的分流日益增加。据最新的统计显示，到 2005 年 5 月，中国的互联网上网人数已达 9880 万。IP 业务的发展对传统的 PSTN（公用电话交换网）语音业务的冲击十分明显，IP 业务正在以远高于电话增长的速度增长，统治传统电信网络多年的电话业务将逐渐成为配角。从运营业务收入的角度来看，数据业务所占的比例也越来越大，并且增长迅速（见图 1-2 所示的各类通信业务收入的增长情况）。从我国的发展情况来看，数据带宽快速增长，到 2004 年初，省际干线数据带宽是语音带宽的 4.3 倍。带宽的消耗速度远快于流量的增加速度和收入的增长速度。

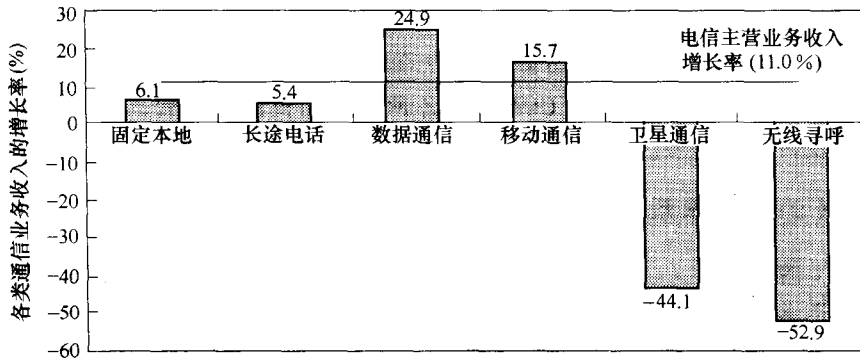


图 1-2 各类通信业务收入的增长情况

最后，移动电话的快速普及加速提升了人们对更广泛业务的移动性要求。回复到理性的宽带和多媒体业务增长给通信业带来变暖迹象的同时，暴露了网络的不适应，用户对通信永远在线与无处不在的期望、对网络资源的管理和利用提出了新的要求，网络的可扩展性还难以满足人们对通信对象从 P2P 到 P2M 的要求。日益竞争的电信环境在拉长电信业务产业链的同时，打破了原来由网络运营商包揽产业链的格局，出现了 NP、SP 和 CP 分离的局面。以太网（包括 WLAN 等）技术从局域网扩展到城域网的应用，模糊了公用网和专用网以及用户驻地网的边界，网络架构面临适应竞争和监管以及方便用户自由选择业务提供者的压力。

纵观国外的电信公司，都在积极地通过行动对现有电信网实施技术转型。ATT 公司计划投资 30 亿美元来实现在 2005 年全部长途 IP 化，届时电路交换和 ATM 将全部退役。Verizon 公司从 2004 年起，计划用 5 年的时间完成 PSTN 的转型。US Spring 公司从 2003 年起，准备用 12 年的时间实现全部网络分组化。MCI 公司计划到 2005 年实现 90% 语音业务的分组化。BT 公司正在实施 21 世纪网，向端到端 IP 过渡。此外，意大利电信、西班牙电信、荷兰电信、SBC、KT 等公司均已宣布开始向下一代网络过渡。

在中国，各大运营商也正在进行技术的转型。相对我国的国民经济发展水平来说，电信行业的发展已经走在了前面。2003 年，我国电信行业的收入占 GDP 的 4%，已经远高于世界平均水平，高速发展的空间已趋消失，预计未来几年收入的增长将会限制在 10% ~ 15%。在收入增幅有限的前提下，除非有重大的技术革新，否则 ARPU（平均用户贡献度）不断下降的趋势将不可避免，局部的亮点不足以构成对全局的影响，市场竞争将更加激化。下一代网络的出现为固网运营商提供了技术转型和发展的战略机遇，使人们看到了再次振兴的希望。这种转型是整体的转型，不只是单项技术的转型，而且涵盖了几乎所有网络技术领域。

由于目前网络的主要收入来源与投资重点不相一致，运营商不仅要考虑投资的回收问题，还要关心对网络的改造会不会影响现有客户的问题。无论是传统电信网络还是互联网，都不同程度地感受到这种发展与变革的潮流，经历电信发展低谷而尚未完全复苏的电信运营公司，把重振辉煌的希望都寄托在下一代网络（NGN）上。

NGN 可以说是在网络业务量和电信外部环境几乎同时发生巨大变化的前提下，电信业试图利用最新技术发展的最新成果，适应技术和市场发展、变革、竞争需求而提出的下一代

网络发展的总体设想和思路，以及一系列技术解决方案，它并非特指某种具有严格定义定界的业务网络。

下一代网络（NGN）的最早提法是在 1997 年左右，期间还有新的公用网（NPN）、一体化网络（UN）和可持续发展网（CUN）等各种概念和提法，最后，人们接受了 NGN 这一业界最为广泛流行的提法。

### 1.1.3 NGN 的协议体系及支撑技术

按照 ITU-T 的最新定义，NGN 是基于分组的网络，能够提供包括电信业务在内的所有业务，能够利用多种宽带且有 QoS 保证的传送技术，其业务相关功能与传送技术相互独立。NGN 使用户可以自由接入到不同的业务提供商；NGN 支持通用普遍的移动性，允许为用户提供始终如一的、普遍存在的业务。

简单地说，NGN 应具有的基本特征可以概括为以下几点：多业务（语音与数据、固定与移动、点到点与广播）、宽带化（具有端到端的透明性）、分组化、开放性（控制功能与承载功能分离，业务功能与传送功能分离，用户接入与业务提供分离）、移动性、兼容性（与现有网络的互通）。此外，安全性和可管理性（包括 QoS 的保证）是电信运营商和用户所普遍关心的，也是 NGN 与目前互联网的主要区别。

下一代网络（NGN）的协议体系结构如图 1-3 所示，它包括业务提供层、控制层、传输层和接入层。

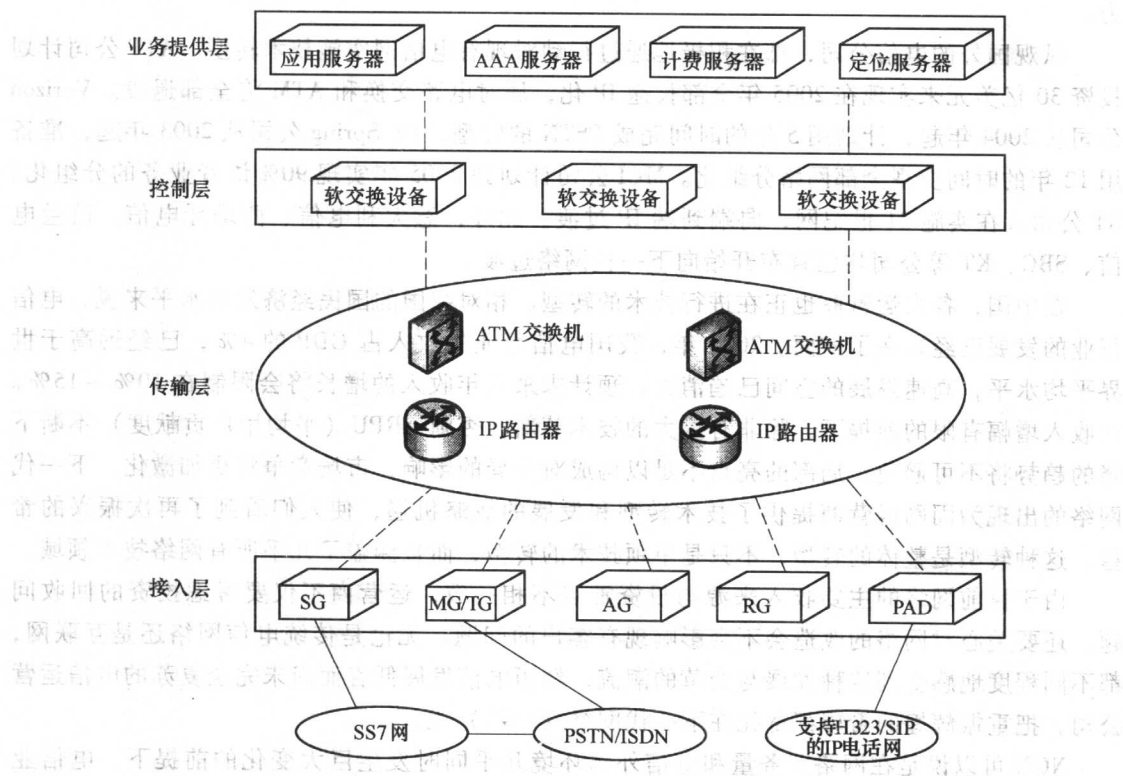


图 1-3 下一代网络（NGN）的网络架构

业务提供层通过设置各种应用服务器,提供各种业务逻辑,满足用户个性化的需求,通过设置 AAA 服务器、计费服务器、网络管理服务器,完成各种业务的认证、鉴权、计费、地址解析以及各种管理功能等。为了使得业务的提供和呼叫控制相分离,在软交换设备和应用服务器之间定义了相关协议或 API (应用编程接口),例如 SIP 或者 Parlay 应用编程接口。

控制层负责完成基本呼叫的建立、保持、释放等功能,以及呼叫控制、呼叫的路由、信令互通、连接控制、智能呼叫触发检测和资源控制等。控制层的核心设备是软交换设备。通过软交换设备所提供的各种协议,在信令网关和媒体网关的配合下,实现与现有不同类型网络的互通。

传输层是 NGN 的承载网络,负责建立和管理承载连接,并对这些连接进行交换和路由,用以响应控制层的控制命令。传输层的网络实现可以是 IP 网或者 ATM 网。

接入层由各类媒体网关和综合接入设备 (IAD) 组成,通过各种接入手段将各类用户连接至网络,并将信息格式转换成为能够在分组网络上传递的信息格式后传递至相应的目的地。

下一代网络涵盖了许多支撑技术。首先是下一代交换网,交换网将向以软交换为核心的下一代交换网演进。传统的电路交换机将交换硬件、呼叫控制和业务应用功能结合进单个交换机,垂直集成,结构可以说是封闭的。软交换则打破这种结构模式,采用横向组合模式,将三大功能接口打开,采用开放接口和通用协议。硬件分散、业务控制和业务逻辑相对集中,便于选择最佳设备组合,建网成本低,网络升级简单容易,而且便于加快新业务和新应用的开发、生产和部署,快速实现低成本、大范围的业务覆盖,推进语音和数据的融合。采用软交换和分组承载后可以实现多个业务网的融合,简化了网络层次和结构,减少了大量交换机中继互连的复杂性和业务网的承载成本。软交换的引入也使运营商可以利用其他运营商的 IP 网络迅速进入对方运营区开展业务,从而避免结算费用的限制。此外,软交换设备占地很小,大大提高了机房空间利用率。

其次是下一代传送网,它将向以光互联网为基础的下一代传送网演进。理论上,光纤的容量可达 350Tbit/s,显然,链路容量将不会成为什么问题。一般来说,容量的瓶颈发生在节点,也就是各种交换、路由设备,核心网络节点成为全网的发展瓶颈。为此,在主要节点引入智能光网络。它可以实现网络资源的动态分配,优化整个网络的资源配置,提高带宽利用率,降低了建网成本,缩短了业务层扩容时间,增加了业务层节点的业务量负荷;还可以减少业务提供者开发和维护用于新技术配置管理的支持系统软件的需要,只需维护一个数据库,减少了人工操作而产生错误的几率;再加上快速业务提供和拓展,降低了维护管理运营费用,还可以提供不同服务质量级别的区分业务。城域接入网采用两种截然不同的方式:一是改进以太网,并扩展至公用接入网乃至城域数据网;二是强化 SDH (同步数字序列),扩展至网络边缘并支持数据业务,也就是建立 MSTP (多业务传输平台)。

接入网将向多元化的下一代接入网方向发展。宽带接入技术在最近几年得到了迅猛发展,各种宽带接入技术层出不穷。现在大家最为耳熟能详的,大概就是 ADSL 技术了。ITU 于 2002 年完成了 ADSL2 (G.992.3, G.992.4) 相关文件,它延长了传输距离,引入了无缝数据适配技术,实现线路实时改变和两端平滑同步,支持多线对端口绑定,支持智能管理及实时测试等功能。另外,ITU 在 2003 年完成了 ADSL2 + (G.992.5),频谱宽度从 1.1Mbit/s

提高到 2.2Mbit/s, 下行速率在 0.9km 之内可以达到 24Mbit/s, 1.2km 可达 20Mbit/s, 1.5km 达 16Mbit/s。现在已有商业套件, Yahoo BB 已开始商业应用。ADSL2+ 应用范围在很大程度上可以说是覆盖了 VDSL (甚高速数字用户线), 它很可能取代 VDSL QAM (正交幅度调制) 方式的业务, 同 VDSL DMT (离散多音频) 方式相融合。随着多媒体业务的兴起, 人们对带宽的要求也越来越高, 网络的光纤化趋势渐渐向用户延伸。EPON (以太网无源光网络) 技术由于其简单、廉价、高带宽和长距离传输等优点, 渐渐成为新一代接入网的新宠, 在包括中国在内的许多国家都得到了很大的发展, 成为最有前途的 FTTH (光纤到户) 技术之一。此外, 还有一种发展极为迅速的技术, 那就是 WLAN (无线局域网), 由于其具有灵活、移动性好及较低的投资成本的优势, 成为部分场合对传统有线局域网的补充或替代, 正受到越来越多的中小型办公用户的青睐, 应用越来越多。

互联网将向以 IPv6 为基础的下一代互联网方向发展。IP 承载网将会成为下一代网络最为脆弱的一个层面, 不同程度地存在许多问题, 主要问题有: QoS (服务质量) 保障问题, 扩展性受到限制的问题, 可靠性和可用性问题, 安全性问题, 地址空间受限制的问题, 可管理性问题。所有的问题成为发展新业务、新应用不可逾越的巨大障碍。MPLS (多协议标签交换) 融合的骨干多业务平台, 可提供比纯 IP 接入业务赢利高的高级 IP 业务 (MPLS VPN, VPLS 等), 可以说, 向融合的承载技术的发展是不可阻挡的。提供一种统一融合的骨干多业务平台来代替多个分离的平台, 可以很好地简化网络、降低成本, 为运营商新业务的开展创造良好的条件。如果在一个公共的基础设施上组成多个虚拟网络, 配置成具有不同服务质量, 那么就可以用来处理不同业务类型, 也可以将其作为 VPN (虚拟专用网) 提供给用户, 这样, 不仅可以提供比纯 IP 接入业务赢利高的高级 IP 业务 (MPLS VPN, VPLS 等), 而且能够提供业已存在的传统业务 (专线和 ATM/FR)。在另外一个层面上, IPv4 存在的不足, 使 IPv6 得到了快速的发展。采用 IPv6 协议可以获得巨大的地址空间, 这样从根本上解决了发展的地址瓶颈壁垒问题 (3G、IP 电话、家庭网络、信息家电、广播电视的数字化等)。其次, IPv6 的管理相对比较简单, 支持即插即用、自动发现和自动配置的功能。另外, IPv6 支持很好的移动性, 移动终端在不改变自身 IP 地址的情况下可实现不同接入媒质 (GPRS, WLAN 等) 间的自由移动。还有, IPv6 具有对新业务 (如 P2P 业务、在线游戏和聊天等) 很好的支持能力, 已初步具备良好的 QoS 能力 (流类别和流标记), 改善了路由性能和效率 (路由汇聚、分层编址等), 内置的组播能力简化了对流媒体业务的支持力度, 并且在安全性方面也有了很大的提高 (内置的 IPSec 以及永久地址)。

移动通信网络向以 3G 为代表的下一代移动通信演进。为了开拓新的频谱资源, 最大限度地实现全球统一频段、统一制式, 实现真正意义上的无缝漫游, 应付中高速数据和多媒体业务的市场需求以及进一步提高频谱效率、增加容量、降低成本, 扭转 ARPU 不断下降的趋势, 所以移动通信向 3G 方向发展是必然的趋势。自 2000 年以来, 作为 3G 的两种 FDD 制式的 WCDMA (宽带码分多址) 和 CDMA2000 都呈现了很好的发展势头: 全球 WCDMA 的用户数已超过 1500 万, CDMA2000 的用户数已突破 1 亿。可以认为, WCDMA 和 CDMA2000 两种制式均已基本成熟, 今后业务的发展将起决定性作用。为了适应数据业务的飞速发展、新型产业链和业务模式的要求, 提高新业务的生成速度, 开发一个开放的横向结构的综合业务平台是 3G 业务拓展的关键: 不仅要实施统一的配置、统一计费, 而且还要实现统一安全管理。

### 1.1.4 NGN 标准研究的最新进展和演进

从某种意义上来说,越是开放的体系,标准化的要求也越高,NGN 由于其体系的复杂性,其标准化任务可以说是任重而道远。人们对 NGN 倾注了太多期望,也可以说是过高的期望,多方面的约束条件使 NGN 的标准化举步维艰。

为了加快 NGN 的研究和标准化进程,ITU-T SG13 继 2003 年 9 月的会议之后,于 2004 年连续召开了 NGN 课题报告人联合会议和研究组全会,推出了 12 个 NGN 标准草案,意在通过对 NGN 的研究方向、体系结构、业务需求、网络功能、互通、服务质量、移动性管理、可管理的 IP 网络和 NGN 演进的方式等各个方面提出总体要求,为世界各地的运营商和设备制造商提供网络发展和产品研发的思路和依据。其主要的几个方面为:

#### 1. 网络体系架构和功能体系模型

网络体系架构涉及寻址、选路、QoS 保证、安全、计费、业务方案、商业模式和演进路线等方面。传统的电信网络和互联网体系架构设计思路存在着重大的差别,这导致两种网络在考虑上面所列举的问题时所采用的思路会截然不同。如何选择,选择何种体系架构对能否全面实现 NGN 上述基本特征至关重要。设计新的网络体系架构,不仅要利用现有的一些网络功能模块,而且要具有灵活可变的扩展能力,这可以说是 NGN 标准化的首要任务。

功能体系模式是规范网络架构的有效方法,用参考点将 NGN 分解为一组功能,一些参考点将被定义为接口,功能群则用于表示某些实际的物理实现。

需要指出的是,目前业已存在的、服务于同一功能的协议太多,从实现和运用上都显得难以管理,缺乏互操作性。目前来说,如何选择合适的功能模块和协议是体系架构设计的一大难题。

#### 2. 端到端的服务质量

这是目前基于 IP 的网络面临的一个很大的难题,从某种意义上来说,端到端的 QoS 问题的解决将成为 NGN 跨越互联网的第一标志。

在标准化方面,人们将会从端用户对 QoS 的感受出发,定义电话和多媒体业务的端到端 QoS 类型及要求,明确对多媒体业务中的各业务成分分别登记 QoS 类别的方法,给出对域间低层 QoS 的控制(即不同域与网络间的低层 QoS 的“水平”协议关联)规范,以及利用低层 QoS 的机理保证上层 QoS(即上下层 QoS 机理的“垂直”协议关联)的规范。在多个异构网相连时可能涉及不同的 QoS 机制(例如 RSVP、MPLS、Diffserv 和 VPN),如何将端到端的 QoS 指标分解和落实到由不同的 QoS 措施来保证,是 NGN 标准化的一项艰巨任务。

#### 3. 业务平台

业务的多样性,以及业务控制与承载网络的分离,必然要求业务平台提供开放的接口,以便借助通用的 API(应用程序接口)和代理服务器引入第三方业务提供者。为此 NGN 的标准化工作需要包括 API 和代理服务器的业务控制体系重新定义,涉及到对用户移动性的支持和对跨网业务漫游及业务互连性的提供机理的规范,以及对由用户控制业务客户化与属性的机理开发。

自从提出智能网的概念以来,人们就一直追求上述的这些能力,但实现的程度距离目标甚远,尤其是在生成新业务的能力和运用的灵活性与方便性等方面存在着相当的不足,更谈不上在异构环境下对这些能力的支持。可见,对 NGN 业务开发平台的标准化难度很大。



#### 4. 网络管理

技术的进步和竞争的需要,改变了传统的对控制层面和管理层面划分的思维定式(自动交换光网络(ASON)概念的提出就是一个很好的例子),为此,对NGN来说,很有必要重新考虑并恰当划分控制面与管理面的功能。可以看到,传统电信网和互联网各自形成的对网络管理的要求(例如前者基于CMIP,后者基于SNMP),加上NGN的多业务和移动性,使得网管在NGN中变得尤为重要。诸如TML(电信标记语言)等新技术和新系统概念的出现,为NGN网管体系的技术进步提供了很好的机遇,因此需要根据NGN的要求(支持故障管理、性能管理、客户管理、计费与记账管理、流量与路由管理等),应用新技术,从基本网管业务和接口定义入手,重新规范适用于NGN的网络管理体系。

#### 5. 安全性

相对于具有封闭信令系统的电路交换网络,分组网更容易受到外来的入侵,以开放性为特征的NGN将会面对更为严峻的安全性挑战。网络的安全性与网络体系结构、QoS、网管、移动性、计费和支付等相互关联,网络的开放性不应以损伤网络的安全性为代价来实现。除了网络安全外,信息安全更为用户所密切关注,网络功能越强,用户的行踪越是无时无刻尽在网络的掌握中,隐私保护问题当然也无法回避。电子政务和电子商务的应用,更显示出了信息安全、信息保护的重要性。

安全性不应以降低使用方便性和过多增加网络成本为代价,需要综合考虑多方面的因素(体系的开放性、安全性等)来设计NGN组合安全体系,开发特定的安全协议和API。

#### 6. 通用移动性

与现有移动网络的性能相比,NGN对移动性的要求更高。这首先表现在NGN终端的类型远不仅是手机,它可能涉及的接入手段和技术也是多种多样的;其次,既有在运动过程中需要保持通信的用户(真正意义上的移动通信),也有仅需支持漫游但不要求移动中通信的用户(游牧式的);再者,存在的终端可能需要在NGN中支持移动接入的部分和支持固定接入的部分之间进行切换,包括异构网络环境下支持全球移动性。

上面的这些要求统称为通用移动性,它包括终端移动性与个人移动性及它们的组合,即用户可以从任何地方的任何接入点和接入终端获得在该环境下可能得到的业务(包括第三方提供的业务),不论在何处接入,用户有着相同的业务感受和操作,这些接入能力仅受所在网络的条件或需要事先预约的限制。

满足上述通用移动性的要求意味着通信实现个人化,用户可以只使用同一个地址便可实现在不同位置上的不同的终端上接入不同的业务,至于在哪一种终端上接收和发出呼叫,则基于用户的习惯和其当前所处的状态。

NGN需要以通用移动性为目标来标准化以下几个重要的方面:识别与认证机制(将对使用者的识别与接入方式分离);接入控制与授权功能;位置管理(包括几何位置与接入点);终端与会晤地址的分配和管理;构造虚拟归属环境(VHE)和用户属性管理的能力(了解用户所处环境、使用习惯、终端配置,按用户实时状况适配业务,使用户有宾至如归的感觉)。这些功能的标准化涉及网络参考体系(在NGN的固定接入部分可能也需要开发移动管理功能)、控制面与终端的接口、与应用层的接口、与传送层的接口等。

归纳起来,NGN技术研究的重点应该有以下几个方面:

1) NGN应急业务的要求,指基于MPLS/GMPLS(通用多协议标签交换)技术的IP业