

下一代网络 服务质量技术

刘韵洁

张云勇 编著

张智江

博嘉科技 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

下一代网络服务质量技术

刘韵洁 张云勇 张智江 编著
博嘉科技 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

随着通信技术和 Internet 的快速发展, PSTN、移动网、Internet 之间的融合已经成为大势所趋, 人们对网络业务需求也逐步呈现多样化、综合化和个性化的趋势。

本书是目前国内下一代网络服务质量 (QoS) 技术方面较为系统的专著, 是作者多年研究和实践的经验总结。它从下一代网络服务质量背景到服务质量的定义, 从 IP 服务质量技术细节到具有服务质量保证的下一代网络实践, 从下一代网络服务质量标准到未来的展望, 都进行了论述。本书在编写过程中, 既做到内容全面、叙述清楚, 又注意一些最新的协议、规范及学术界、工业界研究进展, 同时兼具实用性。

本书理论翔实, 语言通俗易懂, 实例实用性和针对性强, 体系完整, 既适合作为研究生和本科高年级学生的教材, 也可供工程技术人员自学参考之用。

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

下一代网络服务质量技术 / 刘韵洁, 张云勇, 张智江编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.8

ISBN 7-121-01485-8

I. 下… II. ①刘… ②张… ③张… III. 计算机网络—服务质量 IV. TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070412 号

责任编辑: 张来盛

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

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: 787×980 1/16 印张: 22.5 字数: 504 千字

印 次: 2005 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 32.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

在过去几年中,曾经飞速发展的电信业正在逐渐失去往日的辉煌,虽然电信业务的收入仍在增长,但增速已经下降,ARPU 值也呈日益下降的趋势。造成这种局面的一个重要原因是缺少适合人们需要的、能进一步刺激电信业发展的新业务与新应用。虽然智能网技术在为人们提供被叫付费、记账卡等增值业务的同时,也为运营商带来了丰厚的利润,但它存在业务开发和运营不开放、SCP 集中控制、与具体的承载网络绑定、业务客户化能力低等固有缺陷,这些缺陷已经严重阻碍了电信增值业务的进一步发展,成为困扰电信运营商的一大难题。

与此同时,以开放性、分布性和综合性为主要特征的下一代网络(NGN)技术正在深刻地改变着传统电信网的观念和体系结构,并让人们看到电信业振兴的希望。NGN 采用分层、开放的体系结构,其主要技术优势是各层间采用开放的协议或 API 接口,从而有利于打破传统电信网络封闭的格局,实现多种异构网络间的融合。更为准确地说,NGN 体系通过将业务与呼叫控制分离、呼叫控制与承载分离来实现相对独立的业务体系,使得上层业务与底层的异构网络无关,从而为实现业务提供了更为广阔的空间。

然而需要看到的是,虽然 NGN 是网络技术和网络融合发展的趋势,但 NGN 本身还有待成熟和完善,特别是在服务质量方面。

由于有太多的服务质量论文和资料,反而使得下一代网络服务质量技术的全貌难以界定。本书力图给读者介绍全面、系统而深入的下一代网络服务质量相关知识。综观全书,本书有如下特点:

入门要求低 本书介绍了下一代网络和服务质量最基本的知识,读者只需基本的电信及网络知识即可。

完整性 从下一代网络服务质量背景到服务质量定义,从 IP 服务质量技术细节到具有服务质量保证的下一代网络的实践,从下一代网络服务质量标准到未来的展望,都进行了论述。

实用性 本书紧密结合应用,对具体的具有服务质量保证的下一代网络部署做了较详细的介绍。

新颖性 本书对下一代网络服务质量相关的最新接口及协议、规范和国内外研究进展

都进行了介绍,并对下一代网络服务质量的未来发展进行了展望。

本书体系完整,内容大致根据协议分层结构,按照自底向上的顺序组织;全书理论翔实,语言通俗易懂,实例实用性和针对性强。具体内容安排如下:第1章和第2章,对下一代网络及服务质量相关技术进行了总体概述;第3章至第8章,阐述了服务质量关键技术、具有服务质量保证的下一代网络部署及移动网络中的服务质量;第9章讨论了下一代网络服务质量标准、协议的最新进展及未来发展。

本书凝聚了作者们长期研究及网络实践的成果,广泛收集了国内外相关材料,参照了ITU-T、IETF、3GPP、3GPP2的最新建议(含草案)。

本书在编写过程中,得到博嘉科技资讯有限公司王松先生的热情帮助,在此表示感谢。感谢中国联通有限公司技术部齐力焕女士、技术开发处处长王明会博士、裴小燕博士、杨征先生、中国联通有限公司数据部杜之亨先生、黄涛先生以及中国联通有限公司博士后科研工作站所有博士与作者的技术交流与讨论。感谢中国科学院计算技术研究所所长李国杰院士提出的若干宝贵意见,感谢中国科学院计算技术研究所信息网络研究室主任李忠诚研究员、谢高岗副研究员和北京邮电大学郭乐深博士后、王公仆先生的大力支持。

感谢郭维娜在编写过程中所给予的启发和鼓舞。

在本书编写过程中,引用了部分材料,在此一并表示感谢。

本书由刘韵洁、张云勇、张智江担任主要编写工作。同时,参与本书编排的人员还有:邹素琼、王安贵、陈郭宜、程小英、谭小丽、卢丽娟、刘育志、吴淬砺、赵明星、贺洪俊、李小平、史利、张燕秋、周林英、黄茂英、李力、李小琼、李修华、田茂敏、苏萍、巫文斌、邹勤、粟德容、童芳、李中全、蒋敏、刘华菊、袁媛、李建康等,在此一并感谢。

由于编写时间仓促,书中疏漏之处在所难免,欢迎广大读者和同行批评指正。

为充分展现本书编写特点,进一步提高对本书学习的使用效率,特建立本书使用指导联络方式,为读者学习提供有益的参考和帮助,E-mail:bojia@bojia.net,网址:www.bojia.net。

目 录

第 1 章 下一代网络与服务质量	(1)
1.1 下一代网络的由来	(1)
1.1.1 下一代网络发展背景	(1)
1.1.2 发展 NGN 的驱动力	(2)
1.1.3 NGN 定义	(2)
1.1.4 NGN 能力	(3)
1.1.5 NGN 目标	(3)
1.2 下一代网络的总体架构	(3)
1.2.1 下一代网络的体系架构	(4)
1.2.2 NGN 的功能模型	(5)
1.3 下一代网络与服务质量	(8)
1.3.1 支持多媒体和实时任务的需求	(8)
1.3.2 下一代网络服务质量的涵义	(9)
1.3.3 NGN 对 QoS 的要求	(10)
第 2 章 服务质量相关技术	(11)
2.1 QoS 及其相关的基本概念	(11)
2.1.1 QoS 简介	(11)
2.1.2 SLA、SLS、TCA 和 TCS 的相互关系	(13)
2.1.3 SLA 具体内容	(14)
2.2 QoS 分类	(15)
2.2.1 引言	(15)
2.2.2 QoS 分类学	(16)
2.2.3 属于可度量性的分类	(18)
2.2.4 属于策略性的分类	(19)

2.3	QoS 指标参数及管理测量	(20)
2.4	QoS 框架、工程及标准	(23)
2.4.1	QoS 框架	(23)
2.4.2	QoS 工程	(24)
2.4.3	QoS 标准	(25)
2.5	服务质量等级及映射	(26)
第 3 章	IP 网络服务质量技术	(28)
3.1	服务质量控制技术	(28)
3.1.1	通信量管理控制	(28)
3.1.2	QoS 路由	(31)
3.1.3	QoS 调度算法	(32)
3.1.4	缓冲区管理	(34)
3.1.5	流量控制	(34)
3.1.6	分组丢弃	(35)
3.2	综合服务 (IntServ) 体系	(36)
3.2.1	IntServ 的服务质量控制的组件	(36)
3.2.2	IntServ QoS 控制组件在路由器上的实现	(37)
3.2.3	IntServ QoS 控制组件在端系统上的实现	(38)
3.2.4	IntServ 的服务分类	(39)
3.2.5	IntServ 的服务资源预留协议 (RSVP)	(40)
3.2.6	隧道问题的解决	(42)
3.2.7	IntServ 体系结构的进一步探索	(47)
3.3	区分服务 (DiffServ) 体系	(49)
3.3.1	区分服务 (DiffServ)	(49)
3.3.2	体系结构	(50)
3.3.3	区分服务的服务类型及其技术	(54)
3.4	DiffServ 与 IntServ 相结合的端到端 QoS 提供机制	(56)
3.4.1	DiffServ 网络区支持 IntServ/RSVP 的意义	(56)
3.4.2	DiffServ 网络区支持端到端 IntServ 的实现	(57)
3.4.3	支持 IntServ 的 DiffServ 网络区资源管理	(58)

3.4.4	对 DiffServ 网络区支持端到端 IntServ 的展望	(59)
3.5	QoS 测量	(59)
3.5.1	QoS 测量技术	(59)
3.5.2	QoS 测量的应用	(61)
3.6	域间服务质量	(64)
3.6.1	简单域间带宽代理信令	(64)
3.6.2	边界网关预留协议	(65)
3.6.3	下一代信令	(67)
3.7	移动环境下 IP 网络的 QoS	(69)
3.7.1	移动环境下的 IntServ 和 RSVP	(69)
3.7.2	移动环境下的 DiffServ	(70)
3.7.3	移动 IPv6 服务质量	(71)
3.8	无线、移动环境下 TCP 拥塞控制的改进	(73)
3.8.1	端到端方案	(74)
3.8.2	分段连接方案	(76)
3.8.3	链路层方案	(78)
3.9	QoS 监管	(79)
3.9.1	概述	(79)
3.9.2	策略信息模型	(80)
3.9.3	系统结构	(81)
3.9.4	COPS 协议	(82)
3.9.5	基于策略的 QoS 管理	(83)
第 4 章	具有端到端服务质量保证的中间件	(91)
4.1	中间件 CORBA 基本介绍	(91)
4.1.1	OMA (Object Model Architecture)	(91)
4.1.2	公共对象请求代理体系结构	(94)
4.1.3	ORB 核心	(95)
4.1.4	IDL 语言和语言映射	(96)
4.1.5	存根和框架	(96)
4.1.6	动态调用	(97)

4.1.7	对象适配器	(97)
4.1.8	界面仓库和实现仓库	(97)
4.1.9	ORB 之间的互操作	(98)
4.1.10	CORBA 的最新进展	(98)
4.2	支持 QoS 的 CORBA	(101)
4.2.1	引言	(101)
4.2.2	QoS 驱动的 CORBA 系统的优点	(102)
4.2.3	QoS 驱动的 CORBA 的要求	(103)
4.2.4	QoS 驱动的 CORBA 的设计	(104)
4.3	端到端资源调度	(108)
4.3.1	媒体服务模式	(108)
4.3.2	媒体活动的动态管理策略分析	(109)
4.3.3	端系统动态资源管理实现 QoS 控制的策略	(115)
4.3.4	基于端系统动态资源管理的 QoS 控制算法	(115)
4.4	中间件在下一代网络中的应用	(117)
4.5	QoS 向第三方开放技术	(117)
4.5.1	连通性管理 SCF 概述	(118)
4.5.2	连通性管理接口类	(118)
第 5 章	MPLS 及其服务质量技术	(125)
5.1	背景	(125)
5.2	交换与路由	(126)
5.2.1	交换技术	(126)
5.2.2	路由技术	(128)
5.2.3	IP 交换	(130)
5.3	MPLS 协议及其实现机制	(131)
5.3.1	基本原理	(131)
5.3.2	信令的实现	(132)
5.3.3	标记分发协议 (LDP)	(136)
5.4	MPLS OAM	(139)
5.4.1	OAM 概述	(139)

5.4.2	技术现状及功能要求	(140)
5.4.3	MPLS OAM 技术	(141)
5.4.4	应用	(143)
5.4.5	网管协议要求	(143)
5.5	MPLS 与其他网络的互通及标记封装	(145)
5.5.1	互通	(145)
5.5.2	标记封装	(148)
5.6	基于 MPLS 的 VPN	(150)
5.6.1	L3 MPLS VPN	(151)
5.6.2	L2 MPLS VPN	(152)
5.6.3	L2 和 L3 的 MPLS 的区别	(154)
5.7	MPLS 中 QoS 的实现	(155)
5.7.1	基本思路	(155)
5.7.2	MPLS 中实现 DiffServ	(156)
5.7.3	实现模型	(157)
5.7.4	RSVP 为 MPLS 提供资源 QoS 模型	(162)
5.8	MPLS 流量工程 (TE)	(163)
5.8.1	流量工程系统	(164)
5.8.2	MPLS 用于 TE 的优势	(166)
5.8.3	MPLS 的流量管理机制	(166)
5.8.4	MPLS 中 TE 的实现机制	(167)
5.8.5	CR-LDP 协议	(168)
5.8.6	RSVP-TE	(175)
5.8.7	比较分析	(179)
5.8.8	用 CR-LDP 建立显式路由的标记交换路径 ER-LSP	(180)
5.8.9	用 RSVP TE 建立显式路由的标记交换路径 ER-LSP	(181)
5.9	移动环境下的 MPLS 及服务质量	(183)
5.9.1	移动 MPLS 原理	(183)
5.9.2	移动 IPv4/v6 over MPLS/层次 MPLS	(185)
5.9.3	移动 MPLS 的关键技术	(187)
5.9.4	移动 MPLS 中 QoS 的实现	(189)

第 6 章 具有服务质量保证的下一代网络实践	(191)
6.1 多业务统一网络平台产生的背景	(191)
6.1.1 综合业务网络技术的演进历史	(191)
6.1.2 电信运营公司的建网模式	(192)
6.2 多业务统一网络平台的技术路线	(193)
6.2.1 业务定位	(193)
6.2.2 技术定位	(194)
6.2.3 现有技术分析	(194)
6.2.4 技术路线	(195)
6.3 网络关键技术	(196)
6.3.1 ATM+IP+MPLS 技术	(196)
6.3.2 虚拟专用网 (VPN) 技术	(199)
6.3.3 高可靠性、高扩展性保障技术	(202)
6.3.4 网管系统	(204)
6.4 如何实现全网范围的业务质量保证	(206)
6.4.1 ATM QoS 信息传递机制	(206)
6.4.2 具有带宽保证的 MPLS 隧道	(207)
6.5 软交换网络中的服务质量实践	(208)
6.5.1 软交换网络中 QoS 管理机制的要求	(208)
6.5.2 软交换网络中 QoS 管理的内容	(209)
6.5.3 软交换网络中的 QoS 保障	(211)
6.5.4 软交换网络中基于 QoS 的计费	(213)
6.5.5 SIP QoS 协议及流程	(214)
第 7 章 移动网络服务质量技术	(230)
7.1 WCDMA 网络服务质量	(230)
7.1.1 R99/R4 UMTS 系统的 QoS	(230)
7.1.2 R5 UMTS 系统的 QoS	(232)
7.1.3 R6 UMTS 系统的 QoS	(233)
7.2 CDMA EVDO 无线网络的 QoS	(233)
7.3 EVDO 系统的前向链路 QoS	(235)

7.3.1	前向链路 QoS 的特点	(235)
7.3.2	实现前向链路 QoS 的调度机制	(236)
7.4	CDMA EVDO 网络端到端的 QoS 体系	(237)
7.4.1	端到端与点到点	(237)
7.4.2	QoS 体系结构	(237)
7.5	CDMA 网络中 IP/IPv6 服务质量技术	(242)
7.5.1	标准概况	(242)
7.5.2	Codec	(242)
7.5.3	业务选项	(243)
7.5.4	移动性管理	(244)
7.5.5	SIP 压缩	(245)
7.6	CDMA 服务质量新进展	(269)
7.6.1	CDMA EVDO Revise A 服务质量	(269)
7.6.2	CDMA EVDV 服务质量	(271)
7.7	802 系列无线网络服务质量	(273)
7.7.1	IEEE 802.11e MAC 协议及其 QoS 机制	(273)
7.7.2	IEEE 802.15.3 MAC 协议及其 QoS 机制	(275)
7.7.3	802.16 QoS	(276)
7.7.4	802.20 QoS	(277)
第 8 章	链路层的服务质量技术	(278)
8.1	ATM 网络	(278)
8.1.1	ATM QoS 概述	(278)
8.1.2	ATM 论坛的业务分类	(278)
8.1.3	流量合同参数	(279)
8.1.4	ATM QoS 的测试	(279)
8.2	以太网	(281)
8.2.1	802.1p	(281)
8.2.2	SBM	(283)
8.2.3	城域以太网 OAM	(287)
8.3	帧中继	(288)

8.3.1 业务参数和服务质量	(288)
8.3.2 帧中继的带宽管理	(288)
8.3.3 拥塞控制	(289)
8.4 低速线路网络及其他网络	(290)
第9章 下一代网络服务质量技术标准及未来发展	(292)
9.1 概述	(292)
9.2 ITU-T NGN QoS	(292)
9.2.1 QoS 总体架构	(293)
9.2.2 IP 接入网 QoS	(294)
9.2.3 端到端 QoS	(295)
9.2.4 近期发展	(306)
9.3 欧盟和 EURESCOM	(306)
9.4 IETF 的 IP QoS 的研究现状	(307)
9.5 Internet2 对 IP QoS 的研究	(307)
9.6 ETSI 的 TIPPHON 及其他组织对 IP QoS 的研究	(309)
9.7 3GPP/3GPP2 IMS 服务质量	(309)
9.7.1 IM CN 子系统会话的 QoS 要求	(310)
9.7.2 IM CN 子系统信令的 QoS 要求	(311)
9.8 我国行业标准的研究现状	(312)
9.9 今后的研究方向	(312)
附录 A 缩略语	(314)
附录 B ITU-T QoS 标准	(317)
参考文献	(335)

第1章 下一代网络与服务质量

本章首先介绍下一代网络的起源、概念、特性和目标；然后介绍下一代网络的网络架构，并分别分析传送层、承载层和业务层；最后介绍下一代网络中服务质量（QoS）技术的重要性，以及下一代网络与服务质量技术的关系。

1.1 下一代网络的由来

1.1.1 下一代网络发展背景

自 1876 年贝尔发明电话以来，通信的发展经历了若干阶段。时至今日，现代通信在经过 100 多年的发展后，已经对人类社会的方方面面产生深刻影响。

但是，随着因特网（Internet）的兴起和随之而来的数据网络的迅速发展，现有通信网络逐渐暴露出其固有的局限性，已经越来越无法适应新的形势，急需加以变革和发展。

就现阶段而言，最现实、最直接的压力就是如何开放网络，并解决多个网络之间实现互通及业务融合的问题，这样下一代网络（NGN）应运而生。下一代网络包含了正在发生的网络构筑方式的多种变革，它为通信业提供了发展方向。

从运营者的观点看，仅提供简单的业务不再产生足够的效益，需要向用户提供范围广泛的、有用的和使用方便的业务。它可以为商业用户提供提高工作效率的固定业务和移动业务，为住宅用户提供各种休闲业务。但现有通信网络中的业务与设备是紧耦合的，提供新业务需要对众多的设备进行更新，且周期长、反应慢、市场竞争力不强。同时，由于涉足新领域需要巨额的基础设施投资，因而现有网络在这方面的能力异常有限，而下一代网络则可快速提供新业务。

从网络上，NGN 在网络构筑方式上有很大的变更，NGN 的结构不仅有利于语音和数据的融合，而且有利于光传输与分组技术的融合以及固定网与移动网的融合。同时，NGN 运营成本低于传统的网络。现有通信网络有着各自独立的交换和传输设备，这不仅增加了网络建设成本，也带来了高昂的运行维护成本。而 NGN 能够用统一的设备组成其核心网，降低建设和运营成本。这一点对于激烈竞争条件下的运营商来说特别重要。

1.1.2 发展 NGN 的驱动力

驱动电信网向 NGN 演进的最重要的商机,莫过于人们对于数据通信和数据业务的需求呈几何级数增长这一事实,这一事实的起因是因特网的迅速增长和剧烈的竞争压力。而 NGN 的结构不仅有利于语音与数据的融合,而且有利于光传输与分组技术的融合以及固定网与移动网的融合。

向 NGN 演进的第二个重要的驱动力,是市场动态迫使运营商对语音业务收益的呆滞或下降做出反应,使他们寻找新的机会对网络进行改造,以便发现新的收益来源。最终用户日益需求种类越来越多的高级业务和应用。

第三个驱动力是电信市场的竞争加剧和监管制度方面的改革,于是一些老的运营商开始检查自己的经营模式,而新的运营商则寻找更能赢利的商机。而 NGN 创立了一种新兴的管理模式,它支持各式各样的用户接入,支持多种计费模式,保证集中统一的高效管理。

第四个驱动力是技术的发展。首先,业务创建平台和业务逻辑分离的原则已经在智能网中得到了充分的证实,它们可以推广到 NGN 上了;其次,能够使 NGN 成为现实的具有成本效率的技术已经可以在市场上获得,如基于高度集成、高性能的半导体技术的功能强大的分组设备,带宽成本大为降低的光技术,为商业和住宅用户提供更高、带宽的新的接入技术;最后,VoIP 技术的提升、QoS 技术的发展、标准的成熟等都开始在为最终推广 NGN 铺平道路。

1.1.3 NGN 定义

1. ITU-T

2004 年 2 月 3 日至 2 月 12 日,ITU-T SG13 2001-2004 研究期第六次会议初步完成了 NGN 的定义:

NGN 是基于分组技术的网络;能够提供包括电信业务在内的多种业务;在业务相关功能与下层传送相关功能分离的基础上,能够利用多种宽带、有 QoS 支持能力的传送技术;能够为用户提供无限制接入到多个运营商;能够支持普遍的移动性,确保用户一致的、普遍的业务提供能力。

2. ETSI

在 ITU-T 启动 NGN 项目之前,欧洲电信标准化组织 ETSI 的 NGN 启动小组对 NGN 进行了初步的定义。在其报告中建议把 NGN 定义如下:NGN 是定义和部署网络的一个概念,由于它们形式上分为不同的层面和使用开放的接口,所以 NGN 给服务提供商与运营商提供了一个能逐步演进的平台,不断创造、开放和管理新的服务。(NGN is a concept for

defining and deploying networks, which, due to formal separation into different layers and planes and use of open interfaces, offers service providers and operators a platform which can evolve in a step-by-step manner to create, deploy and manage innovative services.) 实际上, 此定义已经运用到 ITU 的 GII 的标准中。

1.1.4 NGN 能力

NGN 应具有以下能力:

- 业务开发、部署, 管理各种业务;
- 业务和网络的分离, 使得网络和业务可以独立发展演进;
- 各功能实体分布在现有或新网络之中, 具有与现有网络互通的能力;
- 支持现有的和 NGN 新增的多种终端;
- 提供对现有语音业务在向 NGN 的过渡中关键技术的支持;
- 支持通用移动性, 具有用户接入的无关性和业务使用的一致性特点。

1.1.5 NGN 目标

NGN 目标是: 推动公平竞争; 鼓励私有投资; 定义网络体系和能力框架, 以满足不同的电信管制要求; 提供开放的网络接口; 同时又保证广泛的业务提供, 推动平等机会, 推动多元文化和语言, 以及世界范围内的广泛合作等。

1.2 下一代网络的总体架构

作为人们对未来网络的理想模型, 世界上众多电信运营商、设备制造商、ITU、ETSI、IETF 等国家标准化组织以及众多技术论坛和组织, 都纷纷提出各自对下一代网络 (NGN) 的架构设想和功能模型的描述。总结起来, 大多数观点都认为, NGN 网络应该采用 OTN (光传输网络) 或光网络解决传输和大带宽交换问题, 采用 IP 技术承载各种业务实现三网 (电信网、计算机网和 CATV 网) 的融合, 采用 MPLS 技术实现 IP 层和链路层 (ATM/FR、PPP、以太网、SDH、光波) 的结合, 采用软交换技术通过业务、控制和承载的分离实现端到端的业务交换, 其核心是 IP 组网技术和光通信技术的不断进步。

但是, 对 NGN 的探索仅仅停留在以上初步描述的基础上是不够的。实际上, 随着 NGN 研究和实践的不断深入, 对 NGN 的体系架构和功能模型的理解也越来越透彻。

1.2.1 下一代网络的体系架构

通信过程中的各种信源的共同特性之一是非固定速率特性。最适合人们发声特点的语音编码算法是变速率编码算法 (VBR)。GSM、CDMA 移动通信系统的语音编码算法都是变速率编码。ITU-T 正在制订适合 3G 移动网和 IP 网络的语音变速率编码标准和宽带语音的变速率编码标准。ISO 和 ITU-T 制定的视频编码算法 MPEGx、H.26x 都是变速率编码。HTTP/WWW、FTP、E-mail、Telnet 等因特网业务都是突发性很强的数据流, 监控信息 (雷达、传感器、遥感、遥测、遥控设备等) 也是变速率的数据流。这一共同特性要求交换传送这些信息的网络应该是分组网络, 分组网络的统计复用特点也能够高效地利用网络资源。

但是各种信源通信对网络有不同的要求: 会话型语音、视频通信要求实时性高, 对丢包、抖动、时延敏感, 要求网络传送可靠性高。要由网络提供服务质量 (QoS) 保证和一定的安全保证; 广播型语音、视频通信对丢包、抖动敏感, 但对时延要求不高, 要求网络传送可靠性高, 要由网络提供 QoS 保证; HTTP/WWW、FTP、E-mail 等因特网业务实时性要求不高, 对丢包、抖动、时延不敏感, 可通过终端重传机制保证数据传送可靠性, 网络提供尽力而为的服务质量; 监控信息突发性强, 实时性要求高, 传送可靠性要求高, 但数据量有大有小, 要求网络提供传送质量保证和安全保证。

分组网络技术分为有连接组网技术和无连接组网技术, 例如 ATM/FR 技术是有连接分组组网技术, 而 IP 技术和以太网技术是无连接分组组网技术。简单的无连接网络不能完全满足以上不同信源通信对网络的要求, 尤其是实时业务通信的要求。而端到端的有连接网络是非常复杂而不可行的。为了适应信源的不同特性, 需要满足不同信源通信对网络的不同要求。笔者认为, NGN 的体系架构可以从功能和地域两个维度进行描述。

1. NGN 二维体系结构——功能维度

从功能角度出发, NGN 分为传送层、承载层、业务层。

传送层根据承载层指定的源地址和目的地址完成信息的传送, 传送层是网络的物理基础, 主要采用光传输技术 (DWDM、SDH 等), 提供点到点连接的固定带宽的电路或光路。目前, 光传输技术不能提供适合不同信源通信要求的分组统计复用功能。传送层主要采取光纤通信方式, 也可以采用其他通信方式, 如无线通信 (固定无线和移动无线)、同轴电缆/HFC (混合光纤同轴电缆协调)、双绞线/XDSL (各种数字环路技术)、五类线/以太网等, 这些技术在接入网和驻地网中将发挥重大的作用。

承载层是分组网络, 适应各种信源的非固定速率特性和提供统计复用功能。在承载层组建不同的承载 VPN, 为不同信源通信提供其所需的 QoS 保证和网络安全保证。承载层主要通过路由交换完成用户的端到端的连接, 并且通过提高共享网络资源的合理配置与管理, 实现端到端的 QoS 灵活高效的连接。