

现代通信网络技术丛书

多业务宽带IP 通信网络

◎ 毕厚杰 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代通信网络技术丛书

多业务宽带 IP 通信网络

毕厚杰 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

多业务宽带 IP 通信网络/毕厚杰编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005. 8

(现代通信网络技术丛书)

ISBN 7-115-13558-4

I. 多... II. 毕... III. 宽带通信系统—计算机通信网 IV. TN915.142

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070991 号

内 容 提 要

本书介绍下一代多业务通信网的有关技术, 包括多业务宽带接入网、多业务宽带城域网 (MSTP)、多业务宽带骨干网 (ASON)、IP 电信网、新业务生成系统等, 可作为高等学校通信专业类本科高年级学生和研究生教材或教学参考书, 也可作为从事通信工作的科研和工程技术人员的培训教材或参考资料。

现代通信网络技术丛书

多业务宽带 IP 通信网络

◆ 编 著 毕厚杰

责任编辑 陈万寿

◆ 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>

北京通州大中印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75

字数: 303 千字

印数: 1-4 000 册

2005 年 8 月第 1 版

2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13558-4/TN · 2528

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

目前通信界正在热烈地讨论下一代电信网络问题。

大量实践表明,现在的一个网络仅承载一种通信业务,不同业务由不同网络承载的模式是不可取的。随着通信业务的不断发展,人们希望利用一个电信网络承载多种业务,于是以业务驱动为原则的多业务网络就成为下一代电信网的目标。

本书共分为 10 章。第 1 章简要介绍了目前通信网的现状和下一代网络。第 3 章介绍了城域网中正在广为使用的多业务传输平台(MSTP)技术,特别对其中几项关键技术——通用成帧规程(GFP)、链路容量调整方案(LCAS)、RPR(弹性分组环)等作了详尽分析和描述。由于 MSTP 是在 SDH 网络技术基础上发展起来的,因此专辟第 2 章对 SDH 基本原理作了较详细介绍。第 4 章则介绍 MSTP 技术的应用。

在第 5 章中,介绍了多业务有线宽带接入网,对于宽带业务现状及发展、宽带业务平台、宽带业务运营模式进行了介绍,还具体讨论了 ADSL 接入网的功能、原理、实现、初始化与信道估计等。此外,这一章还简要介绍了即将发展的光纤到户(FTTH)接入网、多业务家庭网络等有关新技术。

第 6 章介绍了多业务无线宽带接入网,概述了无线宽带接入的国际标准,较详细介绍了 WLAN 和 WMAN,还详尽地讨论了无线领域中的关键技术 OFDM。最后,对目前大家关心的焦点——IEEE 802.11 无线局域网的服务质量(QoS)问题进行了较详尽的介绍。

现在通信界、计算机界、电视界均已认可下一代网络是以 IP 为基础的,但 IP 电信网必须要解决服务质量(QoS)、安全性和可信性以及赢利模型等关键问题。为此,ITU-T、IETF 等国际标准化组织这几年来已作了大量工作(特别对 QoS 问题),并取得了相当的成果。在第 7 章中,对 IP 电信网的体系结构、统一的业务平台、IP QoS 技术、安全性对策、IP/MPLS 传送技术进行了较详尽的描述。

在下一代电信网(NGN)中,不仅要能承载多业务,还希望能由第三方或用户快速生成新业务,这就要求业务与承载网络分开,要求业务层与承载层之间有标准的开放的接口。在第 8 章中,对 NGN 业务的需求,开放的应用编程接口(API),以及如何利用 Parlay/OSA 架构快速地生成新业务进行了较详尽的描述。

众所周知,光纤网络具有潜在的超大容量,特别是自动交换光网络(ASON)发展很快,十分适宜作为骨干网络。为此,第 9 章描述了 ASON 有关基本技术及最新发展,包括其总体结构、业务框架、连接管理、路由技术、节点实现以及 ASON 试验平台等。最后一章,第 10 章则对 ASON 的基本理论 GMPLS 作了较详细的介绍与分析。

虽然本书对于多业务宽带网络的多个方面进行了较系统的介绍和描述,但由于涉及的内容较新较多,有不少技术还是处于发展过程中,更由于个人的局限性,不当之处在所难免,务请读者反馈有关批评意见,力求进一步改进。

本书引用了不少参考文献,在此谨向这些论文、专著的作者深表谢意!

全书由毕厚杰编著,李涛、王健、焦良葆、左雯等博士生和硕士生帮助整理成电子文

档，在此向他们表示诚挚的谢意。

本书的编写得到南京大学章德教授、陈启美教授的大力支持，在此，也特向他们表示深深的谢意。

作 者

2005 年 6 月

目 录

第 1 章 现有通信网与下一代多业务网络	1
1.1 通信网的现状	1
1.2 下一代网络 (NGN)	1
1.2.1 NGN 与多业务	1
1.2.2 对 NGN 的技术要求	2
1.2.3 NGN 的分层结构	3
1.3 对 IP 技术的评价	4
1.3.1 IP 网的优越性	4
1.3.2 IP 网的不足之处	5
1.4 NGN 的国内外动态	5
1.4.1 国际动态	5
1.4.2 国内动态	6
1.4.3 基本共识	7
参考文献	7
第 2 章 SDH 的基本原理	8
2.1 SDH 产生的背景	8
2.1.1 PDH 存在的问题	8
2.1.2 SDH 产生的简史	9
2.2 SDH 的基本知识	9
2.2.1 SDH 的基本定义和组成	9
2.2.2 SDH 的特点	12
2.3 帧结构与段开销	13
2.3.1 SDH 帧结构	13
2.3.2 SDH 的开销	14
2.4 同步复用原理和映射方法	16
2.4.1 SDH 复用映射结构	16
2.4.2 同步复用原理	17
2.4.3 SDH 传输网的分层	18
2.4.4 通道开销	19
2.5 指针	20
2.6 PDH 信号至 STM-1 的形成举例	22
2.6.1 PDH 四次群信号至 STM-1 的形成过程	22
2.6.2 PDH 基群信号至 STM-1 的形成过程	23
参考文献	24
第 3 章 MSTP	25

3.1	MSTP 的基本概念	25
3.1.1	城域网的概念	25
3.1.2	MSTP 的概念	25
3.1.3	MSTP 的协议栈模型和对多业务的支持	25
3.2	通用成帧规程 (GFP)	26
3.2.1	应用	26
3.2.2	GFP 帧格式	27
3.3	VC 的级联与虚级联	31
3.3.1	级联和虚级联的基本原理	31
3.3.2	VC-4 级联和虚级联的实现方法	32
3.4	链路容量调整方案 (LCAS)	35
3.4.1	LCAS 控制包的帧结构	35
3.4.2	LCAS 的控制链路容量过程	36
3.4.3	LCAS 对 VC 失效的处理过程	36
3.5	点到点协议 (PPP)	36
3.5.1	概述	36
3.5.2	组帧和封装	37
3.5.3	LCP (链路控制协议)	38
3.5.4	NCP (网络控制协议)	38
3.6	在 SDH 上的链路接入规程 (LAPS)	39
3.7	弹性分组环 (RPR)	39
3.7.1	RPR 提出的背景	39
3.7.2	RPR 的技术原理	40
	参考文献	43
第 4 章	MSTP 的应用	44
4.1	以太网业务在 MSTP 中的实现	44
4.1.1	PPP 封装	44
4.1.2	LAPS 封装	51
4.1.3	通用成帧规程 (GFP) 封装	51
4.1.4	以太网业务在 MSTP 中的应用	51
4.2	ATM 业务在 MSTP 中的实现	53
4.2.1	MSTP 中的 ATM 功能	53
4.2.2	MSTP 中 ATM 业务的实现	54
4.3	华为 MSTP 设备简介	56
4.3.1	概述	56
4.3.2	华为 MSTP 设备的特点	57
4.3.3	应用	57
	参考文献	57
第 5 章	多业务宽带有线接入网	58

5.1 宽带业务的现状及发展	58
5.1.1 宽带业务的现状	58
5.1.2 宽带业务的发展	59
5.1.3 数字家庭网络	59
5.2 宽带业务平台	59
5.2.1 宽带业务平台的能力	59
5.2.2 NTT 方案	60
5.2.3 西门子方案	60
5.3 发展宽带业务的策略和运营方式	61
5.3.1 丰富的内容服务是重要的保证	61
5.3.2 组织好宽带产业的价值链	61
5.3.3 资费	62
5.3.4 其他条件	62
5.4 ADSL 接入网	63
5.4.1 ADSL 功能	63
5.4.2 G. lite ADSL	63
5.4.3 ADSL 家族新成员——ADSL2 和 ADSL2+	63
5.4.4 ADSL 的基本原理	64
5.4.5 DMT 基本原理和实现	65
5.4.6 ADSL 的初始化和信道估计	66
5.5 光纤接入网——FTTH (光纤到户)	66
5.5.1 概述	67
5.5.2 什么是 FTTH	67
5.5.3 FTTH 的传输码率	67
5.5.4 FTTH 的网络结构	68
5.6 多业务家庭网络	72
5.6.1 家庭网络业务	72
5.6.2 家庭网路架构	73
5.6.3 家庭网关	74
参考文献	77
第 6 章 多业务宽带无线接入网	78
6.1 宽带无线接入技术和标准概述	78
6.1.1 无线个人域网 (WPAN)	78
6.1.2 无线局域网 (WLAN)	78
6.1.3 无线城域网 (WMAN)	79
6.1.4 无线广域网 (WWAN)	79
6.2 WLAN (IEEE 802.11)	79
6.2.1 WLAN (IEEE 802.11) 标准序列	79
6.2.2 标准化中的新进展	80

6.2.3 关键技术	80
6.3 WMAN 和 IEEE 802.16	81
6.3.1 IEEE 802.16 系列	81
6.3.2 关键技术	82
6.4 移动通信业务	82
6.4.1 移动通信数据增值业务的分层网络	82
6.4.2 近期移动数据增值业务	83
6.4.3 OMA 的移动业务平台	84
6.5 OFDM 基本原理	85
6.5.1 带限信号的正交复用	85
6.5.2 OFDM 的实现	88
6.6 IEEE 802.11 网络的 QoS	93
6.6.1 IEEE 802.11 分布式 MAC 协议	93
6.6.2 WLAN 中 QoS 机制的分类	94
6.6.3 基于公平调度的 QoS 支持	96
6.6.4 准入控制和带宽保留的 QoS 机制	97
6.6.5 链路自适应的 QoS 机制	98
参考文献	99
第 7 章 IP 电信网	101
7.1 IP 电信网综述	101
7.1.1 IP 电信网的 QoS 问题	101
7.1.2 IP 电信网的安全性和可信性	101
7.1.3 IP 电信网的商业模型和赢利模型	102
7.2 IP 电信网的体系结构	102
7.2.1 业务驱动和业务开放原则	102
7.2.2 业务与网络分离原则	103
7.2.3 保证 QoS 的 IP 电信网的体系结构	103
7.3 统一业务平台	106
7.3.1 基本原理	106
7.3.2 ZXUP10 系统体系结构	106
7.3.3 支持业务平台的协议	107
7.3.4 ZXUP10 组网方案	107
7.3.5 统一业务平台可提供的业务	108
7.4 IP 网络的 QoS 体系	108
7.4.1 QoS 体系	108
7.4.2 IP QoS 类别的划分	109
7.4.3 IP QoS 性能指标的分配	110
7.5 IP 电信网的国标标准	110
7.5.1 概述	110

7.5.2	端一端 IP QoS 架构	111
7.5.3	信令和协议	112
7.5.4	ITU-T 其他有关 IP 电信网的标准研究	113
7.6	IP 电信网的若干关键技术	113
7.6.1	安全性对策	113
7.6.2	QoS 技术	115
7.6.3	IP 的 MPLS 传送技术	116
	参考文献	117
第 8 章	基于 Parlay/OSA 的业务生成系统	118
8.1	NGN 业务的需求	118
8.2	开放性的 API 接口	119
8.2.1	开放业务框架 (OSA)	119
8.2.2	Parlay 体系	119
8.3	Parlay/OSA 架构	120
8.3.1	Parlay/OSA 的结构	120
8.3.2	OSA 的工作原理	121
8.4	Parlay API	122
8.4.1	Parlay API 的结构	122
8.4.2	Parlay API 接口的功能	122
8.5	Parlay/OSA 运行实例	124
8.5.1	多方呼叫 SCF 的运行	124
8.5.2	计费能力 SCF 的运行	125
8.5.3	策略管理 SCF 的运行	126
8.6	基于 CORBA 的 Parlay/OSA 业务平台	128
8.6.1	分布式对象技术	128
8.6.2	CORBA 体系结构的组成	128
8.6.3	CORBA 的实现机制	129
8.6.4	基于 CORBA 的 Parlay/OSA 平台进行业务开发	129
8.6.5	基于 CORBA 的 Parlay/OSA 业务开发平台	130
8.7	基于 XML 的 Parlay/OSA 的业务生成	132
8.7.1	可扩展标记语言 (XML)	132
8.7.2	基于 XML 的 Parlay/OSA 业务开发方式	133
8.7.3	基于 XML 的业务开发执行平台的实现	134
8.7.4	呼叫转移业务的开发	135
8.7.5	呼叫转移业务的测试	138
	参考文献	139
第 9 章	多业务自动交换光网络 (ASON)	140
9.1	概述	140
9.2	ASON 的总体结构	140

9.2.1	ASON 功能的分层结构	140
9.2.2	网络结构文件	140
9.3	ASON 的业务与业务框架	142
9.3.1	ASON 的业务提供框架	143
9.3.2	ASON 的增值业务模型	143
9.4	ASON 的分布式连接管理	145
9.4.1	分布式连接管理的概念	145
9.4.2	ASON 分布式连接管理的网络参考模型	145
9.4.3	信令协议	147
9.5	ASON 的路由技术	147
9.5.1	分层路由模式	147
9.5.2	源路由模式	149
9.5.3	逐跳路由模式	150
9.6	ASON 节点功能的实现	150
9.6.1	传送平面	151
9.6.2	控制平面	151
9.6.3	管理平面	152
9.6.4	中兴通讯的 ASON 节点设备	152
9.7	ASON 试验平台	152
9.7.1	ASON 试验平台的结构	152
9.7.2	控制面的主要模块	153
9.7.3	生存性试验	154
	参考文献	154
第 10 章	通用多协议标记交换 (GMPLS)	156
10.1	引言	156
10.2	MPLS 的基本概念和原理	156
10.2.1	基本概念	156
10.2.2	MPLS 中的技术术语	157
10.2.3	MPLS 网络的组成	157
10.2.4	标记交换路径 (LSP) 的建立	158
10.3	MPLS 的标记	159
10.3.1	标记 (Label)	159
10.3.2	标记的封装	159
10.4	MPLS 框架	161
10.5	MPLS 的控制平面	161
10.5.1	转发等价类 (FEC)	161
10.5.2	普通标记分配协议 (LDP)	162
10.5.3	CR-LDP	164
10.5.4	RSVP-TE (扩展的 RSVP)	167

10.5.5 三种标记分配协议的比较.....	170
10.6 GMPLS 综述	170
10.6.1 背景.....	170
10.6.2 现有协议的扩展.....	171
10.7 MPLS 路由协议——OSPF-TE	171
10.7.1 开放最短路径优先协议 (OSPF)	171
10.7.2 OSPF-TE	172
10.8 GMPLS 信令和保护恢复技术	172
10.8.1 信令的增强.....	172
10.8.2 保护和恢复技术.....	174
10.9 GMPLS 中路由和管理	177
10.9.1 IS-IS 和 OSPF 协议简述	178
10.9.2 LSP 分层	178
10.9.3 链路捆绑.....	179
10.9.4 无标号链路.....	179
10.9.5 链路管理规程 (LMP)	180
10.10 GMPLS 流量工程控制平面的设计问题	180
10.10.1 引言	180
10.10.2 OXC、LSR、光试验信道和显式 LSP	180
10.10.3 MPLS 流量工程控制平面的功能和能力	181
10.10.4 带有 OXC 和 LSR 的控制平面设计问题	181
10.11 一个光网络控制平面的设计和实现	182
10.11.1 系统综述	182
10.11.2 资源管理模块 (RMM)	184
10.11.3 连接模块 (CM)	186
10.11.4 保护/恢复模块 (PRM)	187
10.11.5 主模块 (MM)	187
参考文献.....	187
附录 缩略语.....	189

第 1 章 现有通信网与下一代多业务网络

1.1 通信网的现状

我国通信网和各国的通信网一样，都是按业务来建设的。

传统上，有一个什么业务，就建一个什么网。于是，为电话业务建立了电话网；为电报业务建立了电报网；为数据业务建立了 X.25 网，即支持低速数据业务的数据网；为支持中、低数据业务，建立了帧中继网（FR）；为支持综合数据业务，建立了 ATM 网。此外，由于视讯业务的发展，国内还建立了会议电视网等等。由于电信业务的不断发展，目前，我国电信运营商同时建立和经营了 8~9 种电信网络，它们基本上是相互独立的。

20 世纪 90 年代以来，由于网上浏览、电子邮件等业务的发展，以 IP 技术为核心，以 TCP/IP 为主要协议的 Internet 网有了迅猛发展，对通信业务和通信网造成了猛烈冲击。有人甚至说，通信领域受到了计算机技术和业务的“侵蚀”。应该说，IP 技术作为一种新技术，正在促进通信网的新发展。

在这样复杂的背景下，下一代网络（NGN, Next Generation Network）问题已呈现在人们的面前。

1.2 下一代网络（NGN）

1.2.1 NGN 与多业务

显然，目前的电信网络对电信运营商和广大用户都是很不利。由于我国经济的不断发展，由于经济全球化的影响，新的通信业务不断出现，人们不满足于音频业务，还要求电信运营商提供数据、视频、图像、动画等多媒体业务。

由于通信多业务的迫切需求，电信运营商曾尝试通过已有的多种通信网络传送多媒体业务，如在公用交换电话网（PSTN）、公用分组交换网络、综合业务数字网（ISDN）、ATM 网络上传送多种多媒体业务，但都没有获得成功。因为现有网络基本上是为电话业务设计的，而多媒体业务的一些新的要求现有网络无法满足。

现有的一种业务一个网络，大大增加了电信运营商的运营成本，并增加了电信运营商商业运作的复杂度，他们希望最好将多种业务在一个电信网上运行。

为满足多业务的需求，NGN 应采用何种技术？电话业务可以采用分组语音技术（VoIP）进行传送，多媒体业务利用 IP 技术的数字网络也已获得广泛应用，我国遍布各省、市以至地、县的会议电视网就是采用以 IP 技术为核心的 H.323 建议构建的，第三代移动通信已提出基于 IP 的方案。由于 IP 网可应用于多种业务，或者说 IP 网与业务种类是无关的。因此，国内外电信专家尽管对 NGN 应是何种具体网络尚有不少争论，但是在 NGN 应基于 IP 分组交换的核心技术这点上，则是一致的。

1.2.2 对 NGN 的技术要求

1. NGN 应是一个多业务网络

归根到底,网络是为业务服务的,由于新业务不断地产生、多种业务的并存,NGN 应满足多业务和今后新业务的需求。为了使这些业务在同一个业务承载网中传送,应该使产生业务的业务网和承载业务的业务承载网相分离,即二者相互独立,而相互间又采用标准的接口。由后面的分析可知,IP 网络就具有这种性能,它与业务是无关的,即它可传送多种多样的业务。

2. NGN 的分层功能结构

由于通信功能太复杂,为便于实现通信功能,应采用分层的办法,每层有自己独有的功能,各层相互配合起来完满地实现通信功能。

NGN 应采用业务和呼叫控制分离、呼叫控制与承载分离的体系结构,这样的分层结构有利于各层的独立发展,而层间应采用标准的接口。这种分层功能在计算机数据网中已取得了成功(7 层 OSI 模型),相信在通信网中也能取得成功。

3. NGN 应能保证电信级的服务质量(QoS)

现在电话网采用了基于时隙交换和面向连接的通信方式。用户之间的通话是在固定时隙之间建立了一条通路后才进行的,因此其 QoS 是可以保证的。

目前的数据网采用了基于统计复用的分组交换技术(如 X.25、FR、ATM 等)和面向连接的通信方式。由于和电话网类似是面向连接的,因而其 QoS 也能得到保证。

现有的会议电视网采用了 DDN 的专线方式,因而其 QoS 也能满足一定传送码率下的要求。

但是采用 IP 技术的 Internet 网就不同了。由于网络资源是共享的,不是用户独有的,采用的是面向非连接方式。当信息流量突然增加时,可能造成拥塞,缓存满了就会溢出,导致丢包。这样一来,在公用的 Internet 网上传送一些实时信息,特别是视频信息,其 QoS 就难以保证了。这是 NGN 采用 IP 技术时必须重点解决的关键问题之一。

这里的 QoS 尤其要强调的是电信级的,即向广大用户是开放的,它在满足一定条件下对任何人、任何时间都是开放的,都可以使用。

4. NGN 应具有足够的安全性

现在的电话网即 PSTN 网络采用了面向连接的固定时隙,从而建立了通话时的专有信道,因而其安全性是有保证的。

现有的数据网如 X.25、FR、ATM 都采用了面向连接的通信方式,因而也是安全的、可信任的。

NGN 当采用 IP 作为核心技术时,就目前的水平而言,安全性是不够的。由于 IP 网络是共享的,什么人都可进网,必须对用户资格进行鉴权,对用户信息进行加密,防止被其他人窃取。虽然已有一些关于安全性的标准和协议,但作为一个电信网,必须保证电信级的安全性,这还是一个亟待完善的关键问题之一。

5. NGN 应是一个高速的宽带网络

由于我国经济的不断发展,各种新的通信业务随之不断发展,因而通信网中信息流量不断在增长,这就要求骨干网、城域网、接入网的带宽都要上一个新的台阶。以接入网为例,

最近有关部门提出需要带宽为 100Mbit/s 的 FTTH (光纤到户), 这比现有 ADSL 的 8Mbit/s 提高了 10 多倍。

超大容量的密集波分复用 (DWDM) 技术近年来的迅速发展, 使光纤网络已成为高速的宽带网络。目前, 单信道传输速率可达 40Gbit/s, DWDM 已可实现 256 个波长的波分复用, 即总速率可达 $256 \times 40 = 10\text{Tbit/s}$ 。

可见, 高速的宽带网络的实现, 由于光纤通信中 DWDM 的发展, 已不存在任何困难。当然, 一个高速宽带通信网络还要解决高速节点技术, 如高速路由器、光分插复用器 (OADM)、光交叉连接器 (OXC) 以及自动交换光网络技术等。这些技术正在逐步完善和解决中, 但用光纤作为通信网的带宽应该说是足够了。

6. NGN 应具有良好的价值链

传统电话网中只有电信运营商和电话用户, 价值链较简单。但在 NGN 中, 不仅包含电信运营商提供的通信网络, 还包含各种信息内容 (节目) 提供者 (ICP)、信息业务提供者 (ISP)、用户终端等。不然, 用户享受不到丰富多彩的通信业务。采用何种商业模式, 组成一个良好的价值链, 使 NGN 的参与各方都能获益, 这是一个有待进一步探讨的课题。作为参与 NGN 的各个企业, 都必须盈利; 作为用户, 必须获得性价比高的服务。总之, 必须采用双赢的模式。

1.2.3 NGN 的分层结构

根据上述关于 NGN 功能的分层要求, 可把 NGN 的分层结构分为 3 层, 如图 1.1 所示。

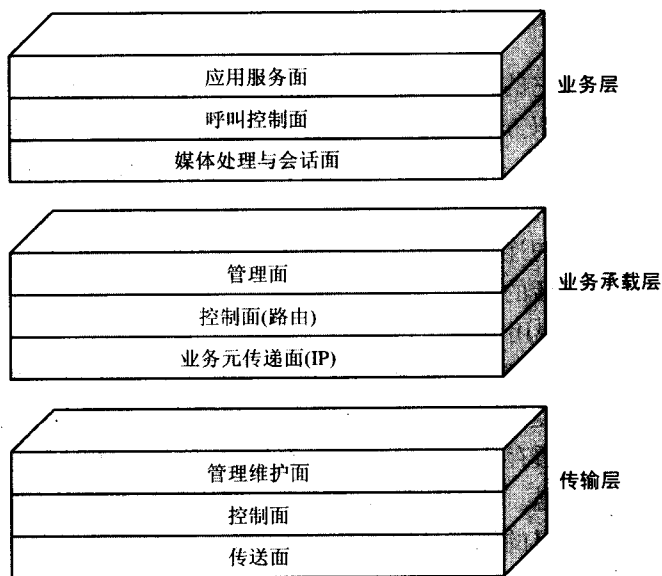


图 1.1 下一代网的分层结构

1. 业务层 (或称应用业务层)

业务层又可分成媒体处理与会话面、呼叫控制面和应用服务面 3 个子层。业务层负责提供各种业务, 例如电话业务、视频业务、数据业务、Web 浏览业务、电子邮件业务等。每一种应用业务具有自己的会话与媒体处理面。这些业务都通过呼叫控制面 (如采用软交换

机)建立呼叫连接。在业务层中应用业务(包括媒体处理)与呼叫连接控制是相互分离的,所有的业务采用下一层即同一个业务承载层进行传送。

2. 业务承载层

业务承载层又可进一步分为业务元传递面(IP)、控制面(路由)和管理面3个子层。业务承载层负责IP分组、寻址、复用及路由传送功能。对于电信级的NGN而言,这些节点功能,不仅应使多种业务可在同一IP承载网中传送,而且应保证这些业务的服务质量和安全可靠性能。

3. 传输层

传输层又可进一步分成传送面、控制面和管理维护面3个子层。

传输层的主要功能是为业务承载提供传送专线、将业务承载层的节点链接起来,应保证传输信道的可靠性和抗误码性能。

1.3 对IP技术的评价

1.3.1 IP网的优越性

20世纪90年代以来,以IP技术为基础的互联网得到了迅猛的发展。它可以传送文件、数据,也可传送音乐、语音,甚至可以传送图像、视频,即所谓“Everything over IP”。

有人把IP说成无所不能,这就走向了极端,导致了网络泡沫现象的发生,以及对宽带网的过热投资而不能及早回收。但客观地说,IP网确实有其不可替代的优越性。

(1) 连接方便、灵活

它是面向非连接的,即它的连接不需要任何信令,不像传统电话那样,用户在打电话之前,先通过信令建立起一条双方之间的固定通道。它是在IP包头中设有源和目的地址,然后路由器根据该目的地址,按一定规则,一路上不断寻找下一跳的路由,然后一跳一跳地把信息送到目的地址。显然,它的连接是十分简单和方便的,它可以实现点到点的连接,也可实现点到多点以及多点之间的连接;可以实现广播方式的连接,也可实现组播方式的连接。因此这种连接方式是十分灵活的。

(2) 交换、传输和终端费用低廉

首先,它不需要复杂而昂贵的交换机,它利用路由器中的软件自动识别目的地址;其次,它在链路上可采用统计复用原理,大大提高信道利用率。它把多种信息打成短的有序号的IP包(或信元),利用先缓存后转发的技术,而且IP包的发送时间并不限于固定的时段(时隙),哪里有空就往哪里送。这种传送方式比起电路交换所采用固定时隙的时分复用来,效率提高多了。当然,到了目的地还必须进行重新排序,恢复成原信号。因此,交换和传输的费用低廉。

最后,终端的费用也很便宜,例如一个IP可视终端,只需利用下载的压缩软件即可进行视频应用,不需复杂的硬件设备。

(3) 适于多业务应用,便于向广大用户开放

到目前为止,TCP/IP协议是通信界、计算机界和电视界惟一能共同接受的网络协议,因为语音、数据、视频三者都可数字化,并打成IP包在网中传送。这种特点使其成为与业务无

关的应用覆盖范围最广泛的一种基础网络技术。它不仅用于多种业务,而且对于用户没有限制,是开放的。任何用户都可以进入 IP 网络,各个路由器、各个链路可以由众多用户共享。

1.3.2 IP 网的不足之处

(1) QoS 不能保证

首先,由于信道是公用的,路由器也是公用的,即网络资源是共享的,网络对于任何用户是开放的,事先无法预测某个时候到来的信息量有多少,事先不能管理和控制,而且由于数据流的突发性,很可能在某瞬间造成网络的拥塞。这样一来,导致一些实时性业务如语音、视频等无法保证其实时性,其传输质量如时延、时延抖动、吞吐量等明显下降。

其次,如果没有技术措施,会导致在信道上的视频数据的误码无法恢复。众所周知,为了节约传输费用,视频数据都是经过压缩后传送的,这种压缩后的数据十分容易产生误码。

因此,IP 网的 QoS 只能是“尽力而为”,不能事先做出保证。

(2) 安全性差

由于网络是开放的,任何人都可以进入。这样一来,有权用户可以进入,无权用户也可进入,所以必须对用户采用认证和鉴权,即应该加强管理。

现在还有一些黑客非法入侵互联网问题,它破坏可用的软件,使其染上各种病毒。IP 网的安全性已成为一个严重的问题。调查显示,计算机病毒在 2000 年造成的全球经济损失多达 1.6 万亿美元。我国 90% 以上电子商务站点存在严重的安全漏洞,电脑年犯罪率以 30% 速度递增。更严重的是,我国信息网络的关键芯片 CPU、核心软件和操作系统等核心技术都来自国外,因此我国的信息安全体系的基础十分脆弱。必须尽快建立我国独立自主的信息安全产业,包含加密、防火墙、电子身份认证、入侵监测以及防病毒等五大网络安全系列。

(3) 不易管理

IP 网络的开放性,必然带来管理上的难度。各种各样不同类别的业务都可以进入;进入的数据量时多时少不易预测,突发性很强;有权用户可进入,无权用户也很容易进入;网络覆盖范围极其广大,网内的网元(路由器、链路)的数量极大;采用的协议日益增多。这样一来,IP 网的管理就变得十分复杂。

由此可见,就目前的技术水平而言,IP 网或因特网还只能认为是一种能降低通信成本的发展中的通信技术,还只能适用于新闻、娱乐、教育以及对信息安全和质量保证要求不高的通信领域。

我们的任务应该是在充分利用 IP 网的优越性的基础上,按照未来宽带网的需求,积极采取措施,不断提高其 QoS,使其日益达到电信级的普遍应用的目的。

综上所述,IP 技术有其巨大的不可替代的优越性,对多业务网,对于 NGN 基本上是可用的,但必须在 QoS、安全性、可管理性等方面予以改进,才能满足电信级的 NGN 的需求。

1.4 NGN 的国内外动态

1.4.1 国际动态

下一代网络是国内外当前研究的热点,各国政府、行业团体、运营商、设备厂商等都在