

宽带网建设研究

Study on Construction of Broadband Network

吴 萍 编著



中国科学技术出版社

宽带网建设研究

吴 萍 编著

中国科学技术出版社
• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

宽带网建设研究 / 吴萍编著. — 北京: 中国科学技术出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-5046-5131-0

I. 宽… II. 吴… III. 宽带通信系统-研究 IV. TN915.142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 186829 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

责任编辑 郑洪炜 陈 君

封面设计 李梦思

责任校对 林 华

责任印制 王 沛

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

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

科学普及出版社发行部发行

各地新华书店经售

北京国防印刷厂印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 8.5 字数: 181 千字

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-5046-5131-0/TP·348

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

内 容 提 要

随着计算机技术与通信技术的发展与结合,信息传递的手段发生了日新月异的变化。人们的业务需求上升到一个新的层次,其特点就是语音、数据、图像业务的综合需求提高。尤其是因特网的发展,使得多媒体业务的需求迅速上升。面对这些新的需求,网络建设呈现宽带化、智能化、综合化的发展方向。宽带网络成为适应业务发展需求急须考虑建设的网络,如何运营使宽带网产生效益更是人们关注的话题。本文即对宽带网建设和运营的有关方面进行探讨。内容包括宽带网提出的背景、定义、业务、宽带网建设的内容及宽带应用对宽带网发展的意义等。重点回答为什么要建宽带网、如何保持宽带网健康良性发展等问题。

文章在分析业务发展与宽带网建设之间的关系尤其是当前呈爆炸性发展的因特网业务对宽带网建设的影响以及宽带网建设与将来有关技术发展走势、应用开发关系的基础上,提出宽带网建设应根据业务发展、需求的不同程度,考虑采用不同技术,分阶段建设,并与相关产品的技术、标准成熟度相适应,同时注意开发宽带应用,以使宽带网建设经济有效、持续健康发展。

Abstract

With the development and combination of computer and communications technology, the way of information transfer has changed a lot. The communication service demands based on the integration of data, voice and image is rising rapidly, especially the Internet facilitates the growth of diversified services. In order to meet the rising demand, the broadband network was proposed to be constructed. This article will discuss something about the construction of broadband network including background of the broadband network construction, definition of the broadband network and the provided services of the broadband network. Also the article will describe the trend of broadband network construction and the technology used in the construction of broadband network. The questions why to build the broadband network, how to operate the broadband network and how to make it more efficient etc. will be answered in this article.

Based on analyzing the relations between services demand and construction of broadband network, especially the influence of Internet on construction of broadband network as well as the relations between construction of broadband network and trend of related technology, some constructing and operating principles of broadband network are emphasized as follows: apply mature network products and standardize international agreement; consider both technological maturity and advancement; develop much more application of multimedia; phase in different technology for building broadband network. To sum up, the objective is to construct broadband network economically and effectively to meet rising demand of multimedia communications.

前言

当今社会是一个信息爆炸的时代,国民经济和社会生活对信息的需求直接反映在对现代化信息的索取手段上。信息技术的发展,计算机与通信的结合,使得信息传递的形式发生了变化。要求网络能以数百兆速率传输和交换的综合信息业务不断涌现,如:高速数据、高质量视频通信等宽带业务。这些崭新的、高层次需求的业务,使得电信网络正从一般概念的满足窄带业务的电信网向高速化、宽带化、智能化、支持多媒体业务的宽带综合业务数字网方向发展,从而满足当今社会人们对综合信息业务的更高要求。本书旨在就目前需求旺盛的宽带网建设的有关方面进行探讨,特别是因特网的爆炸性发展,给宽带网的建设赋予了新的含义。研讨的内容涉及为什么要建设宽带网,宽带网建设包括的内容以及相关技术,怎么建才算合理,采用的网络技术与业务的适应关系,如何与现有网络结合比较经济等问题,以期使宽带网的建设与业务发展相适应,使其更具实际意义。

本书共分八章,第一章主要介绍宽带网提出的背景、定义、业务及建设内容,提出业务发展的驱动力量,尤其是因特网的出现,带动了多媒体及信息业务的发展,对宽带网的建设起到了促进作用。第二章对宽带网建设可能采用的技术及其发展进行了分析和跟踪。第三章对 IP 网发展带来的组网技术的变化进行了阐述,着重说明 ATM+IP 技术在宽带网建设中发挥的作用。第四章分析宽带网与现有网的关系。第五章介绍国内外宽带网的建设发展情况,通过分析国内外宽带网建设的发展情况,指出宽带网的发展是全球的网络走势。第六章对宽带网建设前景及其与将来有关技术发展走势的关系作了阐述,重点对影响宽带网建设的 IP 业务作了分析预测。本章内容使读者更加明确宽带网建设的发展方向。第七章分析影响宽带网建设和发展的相关因素,提出宽带业务的发展依赖于宽带产业链的形成和发展。第八章提出宽带网的建设应根据业务的发展,需求的不同程度,考虑采用不同技术,分阶段建设,并与相关产品的技术、标准程度相适应。当然,由于宽带网的建设尤其是网络技术还处于发展之中,一些相关技术、标准还不够成熟,一些建设模式在实践中还在不断完善,给网络的建设带来了一些不确定因素。限于本人水平,书中内容不免存在缺点和错误,敬请批评指正。

作者

目 录

1 宽带网概述	1
1.1 宽带网的提出	1
1.2 宽带网的定义	4
1.3 宽带网的业务	4
1.3.1 宽带网业务划分	4
1.3.2 宽带网业务发展	8
1.4 宽带网的建设内容	9
1.4.1 交换网	10
1.4.2 传输网	10
1.4.3 接入网	11
2 宽带网建设相关技术	12
2.1 ATM 技术	12
2.1.1 ATM 技术基础	12
2.1.2 ATM 的业务类型	14
2.1.3 ATM 的交换原理	15
2.1.4 ATM 信令和连接建立	15
2.1.5 ATM 网络与因特网融合	17
2.2 IP 路由交换技术	18
2.2.1 路由器	19
2.2.2 路由器的分类	20
2.2.3 路由器的演进	21
2.3 SDH/POS/MSTP/WDM 技术	21
2.3.1 SDH 技术	21
2.3.2 POS 技术	22
2.3.3 MSTP 技术	23
2.3.4 WDM 技术	25
2.4 光纤接入及 XDSL 等技术	27
2.4.1 ADSL 接入	28
2.4.2 以太网接入	29
2.4.3 光纤接入	30
2.4.4 宽带无线接入	31
2.4.5 有线电视同轴电缆的 Cable Modem 接入	31
2.4.6 几种宽带接入技术应用的分析比较	32

2.5	下一代网络技术(NGN)	34
2.5.1	NGN 基本概念	34
2.5.2	NGN 的市场驱动	35
2.5.3	NGN 的发展	36
3	ATM 与 IP 结合的宽带组网技术	38
3.1	IP over ATM	39
3.2	LANE、CIPOA、MPOA、MPLS 等有关技术	41
3.2.1	LANE	41
3.2.2	CIPOA	42
3.2.3	MPOA	43
3.2.4	MPLS	44
3.3	IP over SDH	47
3.4	IP over WDM/OPTICAL	48
3.5	几种 IP 组网技术的分析比较	49
4	宽带网与现有网络的关系	53
4.1	宽带网与帧中继网的关系及互通	53
4.2	宽带网与 N-ISDN/PSTN 的关系及互通	54
4.3	宽带网与分组网的关系及互通	58
4.4	宽带网与计算机互联网的关系及互通	58
5	宽带网建设发展现状	60
5.1	国外宽带网建设发展现状	60
5.1.1	国外 ATM 建设情况	60
5.1.2	国外宽带网的发展趋势	64
5.2	国内宽带网建设发展现状	67
5.2.1	国家骨干宽带网的建设	67
5.2.2	本地宽带网的建设	76
6	宽带网建设前景分析	82
6.1	宽带网业务市场分析预测	82
6.1.1	多媒体业务	83
6.1.2	IP 网业务	85
6.1.3	互联网基础资源的发展	93
6.1.4	国家信息化战略	93
6.2	宽带网业务市场的竞争	94

6.3 网络技术的发展走势	95
6.4 宽带网与 IP 网	96
6.5 宽带网与信息高速公路	97
6.6 宽带网与“三网合一”	98
6.7 宽带网与 NGN	99
6.7.1 下一代承载网	99
6.7.2 下一代业务网	101
6.8 宽带网与网络合成——U 网络	102
7 宽带网发展相关因素分析	106
7.1 宽带网的应用	106
7.2 产业链的形成	107
8 有关宽带网建设方式、时机的考虑	111
8.1 宽带网建设与业务需求、产品标准成熟程度的对应依赖关系	111
8.2 宽带网建设采用不同技术的分阶段考虑	115
8.3 对宽带网发展的几点思考	120
参考文献	123

1 宽带网概述

1.1 宽带网的提出

目前,人们经常谈论的一个话题,就是信息与信息社会。而信息与信息社会给人们带来的概念就是人们的生产、生活、工作、学习甚至于交往的方式都将发生变化。人们在家中依靠信息的快速传递,可不必去办公室上班;信息的交互式操作,大型计算机的互联,使得人们无论何时、何地都可以获得所需要的多种服务,共享公用程序与数据。电视会议代替了企业人员的出差开会,远程访问、远程咨询、远程医疗、远程图像访问等使企业的工作效率与家庭的生活质量提高到新的水平。随着时间的流逝,宽带用途会越来越广,不仅仅是一种让因特网能在您的计算机上更快速地工作的手段。宽带将成为几乎每一种我们所能想到的、涉及各行各业以及普通老百姓日常生活的数据、流媒体、娱乐和通信应用的基础平台。宽带将进入我们的工作和日常生活,就像今天的电和自来水一样恒久存在且无处不在。用信息化带动工业化,用信息技术来改造传统产业,这是“十一五”期间国家明确提出的发展思路。崭新的、高层次需要的满足,信息化的实现,是宽带网概念形成的基础。宽带网是基于满足人们对信息传递多样化、综合化、宽带化的高层次的应用需要应运而生的。

分析一下电信网与电信业务发展相适应而演变的过程,可以看出,电信网的发展依赖于两种因素:一是市场业务与应用的需求,二是相应网络技术的进步与成熟。最初的电信网是提供话音业务为主的电话网,它的设计是以满足电话通信需求为主,其交换基础是电路交换,语音的速率为 64Kbps。它的特点是:面向连接、固定速率、固定信道、时延小、接续快、资源独占。随着社会的进步,信息传递形式发生变化,数据业务的需求不断涌现,网络随之改进,应运而生了分组交换技术。分组交换技术是为计算机数据通信而设计的一种网络技术,业务速率可以提供从低速到高速可变速率的业务传递。它与电路交换的不同之处在于:它是无连接的存储转发方式,时延大,多速率交换,允许多种业务共享网络资源。在支持多业务上较电路交换要灵活些。随着适应业务的需求,这两大类网络技术又被电话界和计算机界逐步改进。计算机界开发了帧交换、帧中继,电话界开发了 N-ISDN、SMDS 等。由于不同的网络是为适应不同的业务而设计的,因此,要提供多种业务,就要建立、运营、管理多个网络,而一个运营公司提供、维护多个网络的成本是相当高昂的。并且,这种多业务、多网络的局面,对用户和网络提供者来讲都不方便,也非常不经济。尤其是今天,人类正在迈向信息社会,计算机与通信的结合,引发了企业和家庭内的通信革命,因特网的出现,刺激了人们对多媒体业务的需求,

人们不再满足于不同的业务由不同的网络来提供,希望有一种通信网络能够把语音、数据和图像结合起来,并以一种统一的接入方式提供综合的多媒体服务。它要满足如下要求。

- 1) 更高的带宽。
- 2) 更高的网络性能。
- 3) 全球更广泛连接。
- 4) 不仅支持数据业务,也能支持话音和视频业务。
- 5) 灵活的接入。
- 6) 网络的可操作性、可靠性、安全性。

这种高效灵活的网络就是我们要建设的宽带通信网。目前普遍采用以 ATM 和 IP 路由技术相结合构建宽带通信网来实现一网提供综合业务的愿望。随着网络技术的发展,以软交换为核心技术的下一代网络将是满足提供业务综合的需求而发展的宽带网络建设目标模式。业务和网络的适应演变过程和宽带网传送业务的带宽速率可如图 1.1 至图 1.4 及表 1.1 所示。

因此,宽带网络的建设是适应高速、宽带、多业务等方面的传递需求而提出的,目的是服务于各类用户在非话音业务(数据、多媒体业务)方面连接速度和带宽需要,采用集合电路和分组交换优势的技术交换方式,配以大容量传输系统(WDM/SDH),多种宽带接入等手段,来满足当今社会人们对信息业务综合的更高要求。其区别于窄带通信业务的主要特征是:持续连接、速度和带宽优于窄带通信。

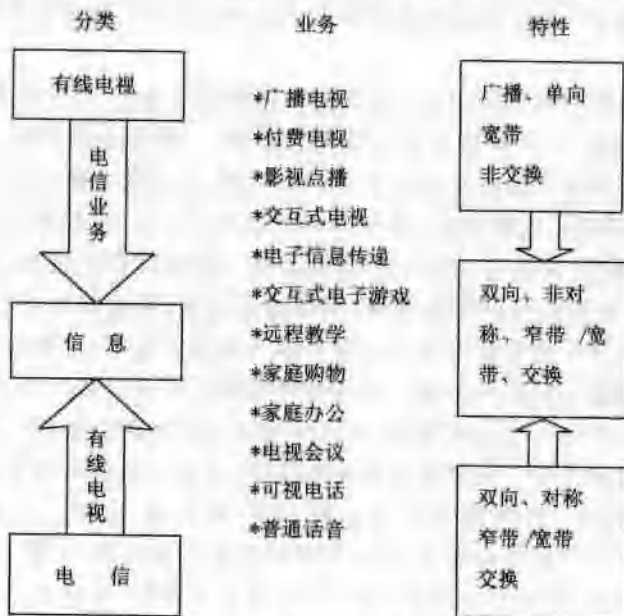


图 1.1 业务、网络发展趋势

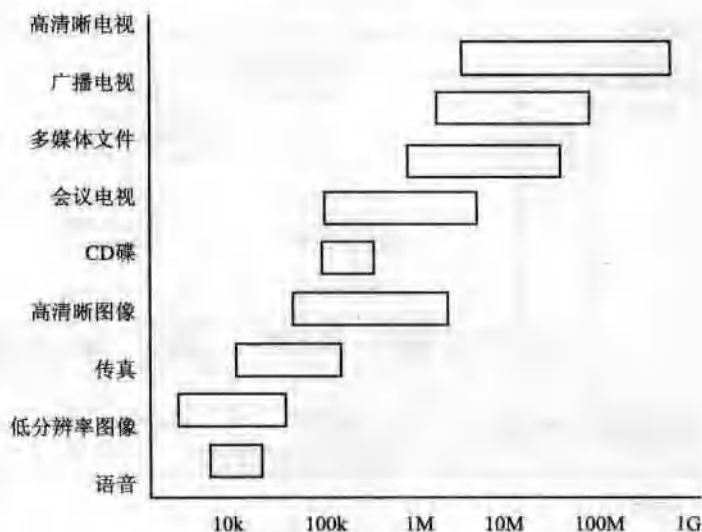


图 1.2 几种应用的带宽需求

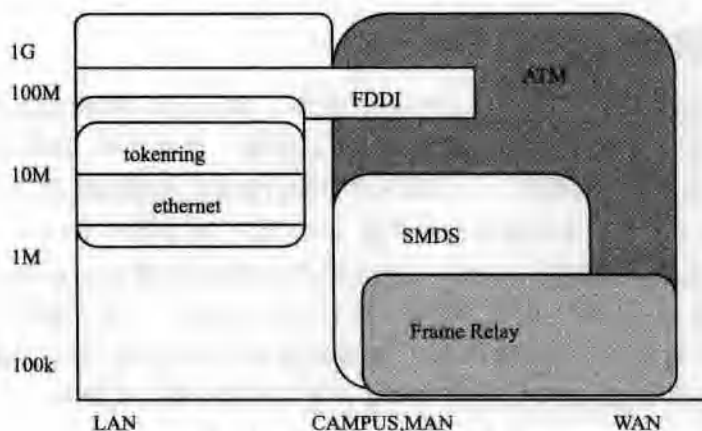


图 1.3 通信技术与应用的关系

表 1.1 宽带网络业务建议数据速率

业 务	数据速率(bit/s)
远程工作	7Mbit/s(每秒 7000000bit)
视频会议	800Kbit/s(每秒 800000bit)
电子化学习	7Mbit/s
远程医疗	7Mbit/s
视频电话	200Kbit/s
电影点播	7Mbit/s
音频点播	700Kbit/s
远程游戏	600Kbit/s
电子银行	400Kbit/s
数字电视	7Mbit/s

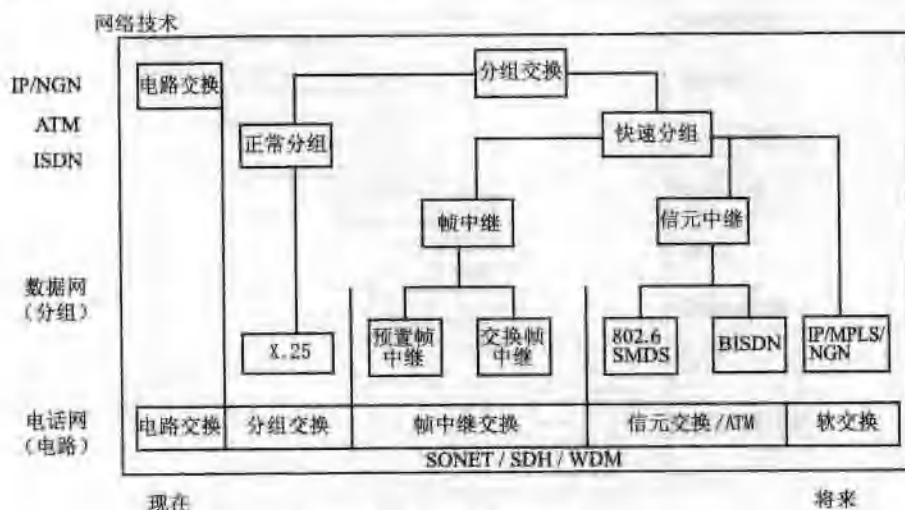


图 1.4 网络技术的演变过程

1.2 宽带网的定义

在国际电联 ITU-T 的 I.113 中,对宽带作了如下定义:要求传输通道的速率超过基群速率的业务或系统,称为宽带业务或系统。也就是说,提供 T1、E1 以上业务的网或系统称为宽带网。本书以下宽带网的建设均指遵循这样的一个定义的网络系统,也可以传统电信宽带网含义称为宽带综合业务数字网(B-ISDN)。随着互联网的发展,通信信息业务全 IP 化的趋势已经明晰,现在企业网中的业务全部 IP 化了,电信新增加的业务也都是采用 IP 技术。因此,未来互联网与电信网将走向融合,具体表现为承载网将合一,业务网将多元化,以 IP 技术为基础的结合 ATM 网络技术特点的宽带通信网络将成为宽带网建设的主要形式。

1.3 宽带网的业务

1.3.1 宽带网业务划分

建网的目的是提供业务。宽带网是应满足业务综合化、多样化的发展而产生的。在本章 1.1 节中,从宽带网提出的背景上,已经提到了宽带业务的一些应用,诸如:可视电话、图像传输、局域网互联、多媒体业务等。根据 ITU-T I.211 建议的说法,宽带业务分为两类:分配型业务和交互型业务。分配型业务指点到多点的信息传播(广播业务),包括用户可控与不可控。交互型业务指可以双向的信息传递业务,又包括会话型、消息型、检索型。每种业务又有视频、图像、音频、数据等多种媒体形式。

下面以表格(见表 1.2 和表 1.3)的形式给出了交互型业务和分配型业务的类型、例子和应用。

表 1.2 交互型宽带业务

业务类别	信息类型	宽带业务的例子	应 用
会话型业务	活动画面(视频)和声音	宽带可视电话	用于在两点间传递话音(伴音)、活动画面以及视频扫描静止图像与文件的通信(个人对个人的通信) 远程教程 远程购物 远程广告
		宽带会议电视	用于在两点或多点间传递话音(伴音)活动画面以及视频扫描静止图像与文件的通信(个人对团体、团体对团体的通信) 远程教学 远程购物 远程广告
		图像监视	建筑物的安全保卫 业务量监视
		视频/音频信息传输业务	电视信号传递 视频/音频对话信息的提供
	声音	多个声音 节目信号	多种语言解说的频道 多个节目的传递
	数据	高速不受限制的 数字信息传输业务	高速数据的传递 LAN(局域网)互联 MAN(城域网)互联 计算机与计算机互联 图像与其他信息类型的传递 静止图像的传递 多点交互型 CAD/CAM
		大容量文件的 传递业务	数据文件的传递
		高速通信	实时控制 通测 告警
	文件资料	高速传真	用户到用户的文本、图像、图纸等传递
		高分辨率 图像通信业务	专业图像 医用图像 远程游戏和游戏网络
		文件通信业务	用户到用户的混合文件传递
消息型业务	活动画面(电视)和声音	可视邮递业务	传递活动图像和伴音的电子邮箱业务
	文件	文件邮递业务	混合文件的电子邮箱业务

续表

业务类别	信息类型	宽带业务的例子	应 用
检索型业务	文本、数据、图形、声音、静止图像、活动画面	宽带可视图文	包含活动画面在内的可视图文 远程教学和培训 远程软件 远程购物 远程广告 远程检索
		图像检索业务	娱乐目的 远程教学和培训
		高分辨率图像检索业务	娱乐目的 远程教学和培训 专业图像通信 医用图像通信
		文件检索业务	从信息中心、档案库等进行混合文件的检索
		数据检索业务	远程软件

表 1.3 分配型宽带业务

业务种类	信息类型	例 子	应 用
用户不能进行单独演示控制的分配型业务	图像	常规电视分配型业务(PAL、SECAM、NTSC)	电视节目的分配
		改进质量的电视分配型业务 提高清晰度的电视分配型业务 高质量电视	电视节目的分配
		高清晰度电视分配型业务	电视节目的分配
		付费电视(对每个节目付费,对每个频道付费)	电视节目的分配
	文本、图形、静止图形	文件分配型业务	电子报纸 电子出版
	数据	高速不受限数字信息的分配型业务	不受限数据的分配
	活动画面和声音	图像信息分配型业务	视频/音频信号的分配
用户能够进行单独演示控制的分配型业务	文本、图形、声音、静止图像、活动图像	全频道广播视频通信	远程教学和培训 远程广告 新闻检索 远程软件

原邮电部电信传输研究所制定的“宽带网技术要求”中对于宽带网提供的业务

也有描述:宽带数据通信网开放的业务分为电信业务和承载业务。电信业务通过网络和终端用户为用户提供通信能力,也称为用户终端业务。这种业务是端到端的业务,业务的通信协议是在用户终端上被标准化的。承载业务是从网络节点接入的业务,网络只须提供信息转移的能力,用户间已经事先规定好了一致的通信协议,用户并不知道网络怎样转移信息。所以,这类业务也称为“接口业务”。其中,电信业务就是前面说的交互型和分配型业务。而承载业务,现阶段内主要是 ATM 信元中继业务和帧中继业务,当然也有路由技术的 IP 承载网,为用户提供承载的连接属性和传递能力,为其他网的业务提供传输平台,是一种传输网的概念。

还有一种业务的分类,也可以说是对宽带网提供业务的定义。它是 ITU-T 和 ATM 论坛从采用 ATM 技术需适配业务及流量控制的角度来划分的,即如下两种分类方法。

1) 不同类型的业务需要不同的适配,以使用统一的 ATM 信元形式来传递。ITU-T 根据源和目的的定时、比特率、连接方式将业务分为四类:A、B、C、D。相应地定义了 AAL1、AAL2、AAL3/4 及 AAL5 等协议。

2) ATM 论坛从流量控制的角度出发,对 ATM 层所提供的业务进行了分类,定义了五类业务:恒定比特率业务 CBR(constant bit rate)、实时可变比特率业务 RT-VBR(real-time variable bit rate)、非实时可变比特率业务 NRT-VBR(non-real time variable bit rate)、可用比特率业务 ABR(available bit rate)和未定比特率业务 UBR(unspecified bit rate),并根据各类业务的服务质量,网络提供了不同的流量控制机制。

两种分类的特征如表 1.4 所示。

表 1.4 网络角度的宽带网业务分类

业务	A 类	B 类	C 类	D 类
源和目的定时	要求	要求	不要求	不要求
比特率	固定	可变	可变	可变
连接方式	面向连接	面向连接	面向连接	无连接
适配协议	AAL1	AAL2	AAL3/4 AAL5	
应用实例	电路仿真实时 语音图像	压缩语音图像	X.25 LAN 帧中继 SMDS	
业务类型	CBR	VBR	ABR UBR	

以上宽带业务的划分形式,使我们可以从不同角度了解宽带网所提供的业务类型及宽带业务的不同属性。网络只是一种基础设施,真正有意义的还是网络所承载的信息——业务。因此,充分理解宽带网提供的业务及其发展,更好地发展和应用业务,网络的生命力才会充分体现出来。

1.3.2 宽带网业务发展

目前,各电信运营商普遍关注的是如何发展宽带业务和应用,提高宽带网的使用效率,使宽带网可运营、有效益、良性发展。宽带业务的发展在全球范围内已经开始。目前,全球范围内的宽带用户已超过 2.81 亿,宽带普及率达到了 14.5%,其中,亚太地区的宽带用户增长更为迅速。表 1.5 为宽带在一些国家的使用情况(2002 年),发展至 2007 年,全球宽带用户大约增长了 7 倍。

表 1.5 各国宽带用户人数对比

国 家	DSL 用户	电缆调制解调器用户	其他用户	总 计	每百人宽带用户比率
澳大利亚	111800	140900	8500	261200	1.4
奥地利	136000	207800		343800	4.2
比利时	362000	259036	23824	644860	6.3
加拿大	1330800	1848000		3178800	10.3
捷克	100	12000		12100	0.12
丹麦	233000	121789	784	355573	6.7
芬兰	71738	41000		112738	2.2
法国	730000	233579		963579	1.6
德国	2500000	39100	50000	2589100	3.2
希腊	72	0		72	0.0
匈牙利	18781	19200		37981	0.4
冰岛	12900	0	500	13400	4.8
爱尔兰	1200	800		2000	0.05
意大利	585000	0		585000	1.2
日本	3300926	1626000	87100	5014026	4.0
韩国	5734690	3287464	36363	9058517	19.2
卢森堡	2670	15		2685	0.6
墨西哥	51786	15000		66786	0.07
荷兰	192000	432400	200	626004	3.9
新西兰	39000	4500		43500	1.1
挪威	75000	46300	6379	127679	2.8
波兰	4000	10700		14700	0.038
匈牙利	5203	143333		148536	1.5
斯洛伐克	0	420		420	0.01
西班牙	660861	180191		841052	2.1
瑞典	344000	127600	128000	599600	6.8
瑞士	101777	180000		281777	3.9
土耳其	2971	11920		14711	0.022
英国	299000	452994	2000	75994	1.3
美国	5082865	9200000	1785406	16068271	5.8
总计	21990140	18642041	2129056	42761237	

资料来源:OECD(经济合作与发展组织)发表的数据分析,2002 年。