

ATM 理论及应用

杨宗凯
编著

ATM

ATM 理论及应用

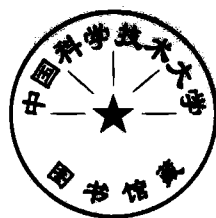
杨宗凯 编著

西安电子科技大学出版社

TP913.24

ATM 理论及应用

杨宗凯 编著



西安电子科技大学出版社

1996

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书系统论述了异步转移模式(ATM)研究领域的有关内容,主要包括 ATM 和 B-ISDN 的基本概念、标准、协议,ATM 业务源特性,宽带信令,ATM 交换技术,ATM 硬件与软件,业务量控制和拥塞控制,ATM 的应用,基于 ATM 的网络互连,ATM 与 FR、SMDS、IP、FDDI 等其它技术的比较,ATM 发展方向等。本书在强调基础理论和系统性的同时,着重面向应用。

本书适合于从事 ATM 和 B-ISDN 研究与开发的科技工作者及数据通讯的管理人员阅读,同时也可作为高等院校计算机、电子与通讯系统等专业的研究生和本科高年级学生的教材。

ATM 理论及应用

杨宗凯 编著

责任编辑 梁家新

西安电子科技大学出版社出版发行

地址:西安市太白南路 2 号 邮编:710071

西安长青印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 13 14/16 字数 324 千字

1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷 印数 1-3 000

ISBN 7-5606-0470-6/TP·0212

定价:18.50 元

前 言

随着计算机工作能力和业务信息传输量的指数增长以及光纤传输和异步转移模式(ATM)交换的革命,数据和计算机通讯的带宽以加速度形式增长。今天和未来的通讯技术、应用和业务都需要 ATM 强有力的技术支持。实际上,ATM 提供了将诸如 X.25、帧中继、SMDS、IP 和其它的高层协议和业务综合到一个统一网络结构中的能力。ATM 结构规模可调、灵活,具有每秒处理带宽从几兆比特到几百兆比特、甚至吉比特(Gbit)的能力,为支持宽带综合数字业务网(B-ISDN)和多媒体通讯提供了一种比普通分组交换和电路交换更有效的交换方式。ATM 现已成为发展信息高速公路的关键技术之一。

随着 ATM 技术、标准和应用的发展,关于 ATM 信令、寻址、业务量管理、网络管理、物理层、ATM 自适应层等的标准已最后形成。据此,国外已出版了有关 ATM、ATM 网络结构、ATM 性能分析、ATM 应用等论文集和著作,而国内在这方面出版的书尚不多见。为此,作者根据在国外学习和从事 ATM 研究的体会,参照有关标准和文献,编著此书,以满足国内 ATM 研究的需要。本书包括 ATM 技术、标准和应用的各个方面。其目的不仅是为从事宽带综合业务数字网(B-ISDN)工作的科研人员、工程师、管理人员在理解 ATM 技术及其相关业务的有关理论和实际应用方面提供一个工作手册,而且为正在学习计算机通讯的大学高年级学生和研究生提供了有关 ATM 协议、操作、标准、技术和业务的详尽分析和高层次总结。

为便于理解,本书由浅入深,尽量避免繁杂的数学表示而强调物理概念,提供了大量的应用实例,并给打算深入学习的读者按研究领域列出了大量的参考文献。本书的特点是面向 ATM 的应用,而不是枯燥地罗列标准或从协议层次描述该技术。

本书共分九章:

- 第一章概述 ATM 的发展背景和动态、ISDN 和 B-ISDN 的概念,并阐明了宽带网市场的需求增长和高技术的不断发展推动了 ATM 的研究和应用。
- 第二章介绍了 ATM 的发展过程,讲述 ATM 的基本概念。
- 第三章介绍 B-ISDN 和 ATM 的标准、协议和结构。
- 第四章讨论 B-ISDN 信令的概念、传输和应用。
- 第五章描述 ATM 网络中的重要技术——ATM 交换技术。
- 第六章讨论有关 ATM 流量合同、业务量控制和拥塞控制的概念和应用。
- 第七章介绍目前 ATM 的硬件、软件和终端系统。
- 第八章描述 ATM 的应用,包括 ATM 局域网仿真、基于 ATM 的帧中继、SMDS 和 IP 等业务互连和网络互通,并介绍了 ATM 试验网及其有关的公共业务。
- 第九章给出了 ATM 与其它技术的比较,包括帧中继、SMDS、IP、快速以太网和 FDDI,并对 ATM 的发展方向 and 可能面临的挑战进行了分析。

本书还包括两个附录:

附录 A 列出了本书的英文缩写词索引表及对应的专用术语。

附录 B 列出了一些制定标准的机构、ITU-T 已制定的建议和正在进行的活动。

由于 ATM 技术仍在发展之中，新的标准和应用仍在不断涌现，加之作者水平有限，必定是挂一漏万，错误与不当之处在所难免，期望读者批评指正。

编者
1996 年 2 月

目 录

第一章 概述	1	3.1.1 标准化组织	33
1.1 目前的通讯状况	1	3.1.2 制定标准的过程	34
1.2 综合业务数字网(ISDN)	1	3.1.3 目前的结果	34
1.2.1 什么是 ISDN?	2	3.2 B-ISDN 协议模型和结构	37
1.2.2 N-ISDN 业务	2	3.2.1 B-ISDN 协议参考模型	37
1.3 宽带综合业务数字网(B-ISDN)	3	3.2.2 层次结构	37
1.3.1 什么是 B-ISDN?	3	3.2.3 B-ISDN/ATM 层次模型	38
1.3.2 B-ISDN 业务	4	3.2.4 B-ISDN 结构	40
1.4 早期的 ATM 网络业务	8	3.3 物理层	40
1.5 ATM 发展背景和推动力	9	3.3.1 物理介质(PM)子层	41
1.5.1 ATM 发展的背景	9	3.3.2 传输汇聚(TC)子层	43
1.5.2 技术发展对 ATM 的支撑	9	3.4 ATM 层	48
1.5.3 应用和市场对 ATM 发展 的驱动力	12	3.4.1 协议模型	48
1.6 ATM 发展动态	13	3.4.2 ATM 信元	51
本章小结	15	3.4.3 ATM 层功能	52
本章参考文献	15	3.5 ATM 适配层(AAL)	55
第二章 ATM 基本概念	17	3.5.1 ATM 层协议结构模型	55
2.1 什么是 ATM	17	3.5.2 ATM 适配层的定义	57
2.1.1 ATM 的目的	17	3.6 用户平面、控制平面和管理平面概述	66
2.1.2 ATM 的特性	17	3.6.1 用户平面	67
2.1.3 ATM——结构、技术还是业务	18	3.6.2 控制平面	67
2.2 ATM 信元和传输	19	3.6.3 管理平面	67
2.3 信元净荷长度的选择	23	本章小结	69
2.4 ATM 网络基础	24	本章参考文献	69
2.4.1 传输通道、虚通道和 虚信道的比喻	24	第四章 B-ISDN 信令	72
2.4.2 传输通道、虚通道和虚信道	25	4.1 基本概念	72
2.4.3 虚通道连接(VPC)和 虚信道连接(VCC)	26	4.2 宽带信令的功能	75
2.5 ATM 网的业务源特性	27	4.3 信令协议的体系结构	76
2.5.1 业务源特性描述	27	4.4 元信令	77
2.5.2 业务源的类型	29	4.5 宽带信令 ATM 适配层(SAAL)	81
本章小结	30	4.5.1 SAAL 协议模型	81
本章参考文献	31	4.5.2 业务特定面向连接 协议(SSCOP)	82
第三章 ATM 和 B-ISDN 标准、 协议和结构	33	4.5.3 业务特定协调功能(SSCF)	84
3.1 ATM 标准的建立	33	4.6 第一阶段制定的 B-ISDN 信令协议	84
		4.6.1 用户网络接口(UNI)信令	84
		4.6.2 网络节点接口(NNI)信令	90
		本章小结	91
		本章参考文献	92

第五章 ATM 交换	94	7.3 ATM 芯片	154
5.1 交换模块	94	7.4 ATM 终端系统的硬件和软件	154
5.2 交换网络	96	7.4.1 硬件	154
5.3 交换机和交叉连接	106	7.4.2 操作系统	156
5.3.1 基本系统结构	106	7.4.3 应用程序接口(API)	156
5.3.2 系统构造模块	107	本章小结	157
本章小结	108	本章参考文献	157
本章参考文献	108	第八章 ATM 的应用	159
第六章 ATM 业务量管理和		8.1 ATM 局域网仿真	159
拥塞控制	110	8.1.1 基本概念	159
6.1 流量合同	110	8.1.2 协议结构	160
6.1.1 基本概念	110	8.1.3 ATM LAN 仿真的组成及	
6.1.2 参考模型	110	工作原理	161
6.1.3 业务质量(QOS)	111	8.1.4 工作过程	162
6.2 流量描述器	115	8.2 基于 ATM 的网络互通	163
6.2.1 基本概念	115	8.2.1 基本功能	163
6.2.2 漏桶算法	116	8.2.2 ATM 和帧中继互通	165
6.2.3 流量描述器和容差	117	8.2.3 ATM 上的 SMDS 接入互通	171
6.3 业务量控制	118	8.2.4 ATM 上的 TCP/IP	172
6.3.1 概述	118	8.3 ATM 终端及其应用	173
6.3.2 用法参数控制(UPC)和		8.3.1 多媒体应用	173
网络参数控制(NPC)	120	8.3.2 客户—服务器结构	174
6.3.3 优先权控制	122	8.3.3 Collapsed 主干	174
6.3.4 流量成形	122	8.3.4 ATM 工作组 workgroup	175
6.3.5 连接受理控制(CAC)	125	8.3.5 无缝连接	175
6.3.6 资源管理	126	8.4 ATM 试验网及商业应用	176
6.4 拥塞控制	129	8.4.1 目的及背景	176
6.4.1 何谓拥塞控制	129	8.4.2 BERKOM 试验网	176
6.4.2 拥塞管理	132	8.4.3 公用网的 ATM 工程	177
6.4.3 拥塞回避	133	本章小结	179
6.4.4 拥塞恢复	138	本章参考文献	179
本章小结	140	第九章 ATM 与其它技术的比较	
本章参考文献	141	及其发展方向	181
第七章 ATM 的硬件和软件	143	9.1 ATM 与 STM 的比较	181
7.1 ATM 交换机	143	9.1.1 ATM 与 STM 在 CBR 复用效率上	
7.1.1 硬件分类	143	的比较	181
7.1.2 ATM 交换机的比较	144	9.1.2 统计复用增益	182
7.2 局域 ATM 产品	149	9.2 分组交换与 ATM 的比较	182
7.2.1 局域交换机	150	9.2.1 分组交换业务方面的比较	182
7.2.2 ATM 路由器	150	9.2.2 分组交换网络的基本特性	184
7.2.3 ATM 集线器	151	9.2.3 局域分组交换的比较	185
7.2.4 终端系统	152	9.2.4 分组交换在商业方面的比较	186
7.2.5 其它局域 ATM 设备	153	9.2.5 满足应用性能需求方面的比较	189

9.3 ATM 的发展方向	191	本章参考文献	198
9.3.1 ATM 的早期发展方向	191	附录 A 英汉缩略词汇对照	199
9.3.2 将来可能发展的方向	193	附录 B B - ISDN/ATM 标准	207
9.4 可能面临的挑战	195	B.1 标准源	207
9.5 多个传输媒体上的 ATM	197	B.2 ITU - T 建议一览表	210
本章小结	197	B.3 ITU - T 正在进行的活动	212

第一章 概 述

1.1 目前的通讯状况

目前的通讯网以专用目的为特征,如电话网、TV 分布网、电路交换网或分组数据交换网。即对每一种业务,都必须存在一种相应的网络进行传输。其中电话网是最普及和最完善的网络。电话网是为均匀比特率业务而设计的,因此可变比特率的非话业务在电话网中传输就相当困难,需要很高的代价通过辅助设备与其进行适配,如传真、基于调制解调器的数据通讯等。

鉴于电话网在很大程度上不能有效地支持用户要求的非话业务,因而就产生了一些专用的数据网,如公用数据网和专用数据网。Internet 是目前世界上最大的数据网。由于专用网采用的设备、接口和协议通常无法提供对其它网络和用户的访问,常用网关(Gateway)与外部世界连接,但其实现相当繁杂且代价大。表 1.1 给出了现有各种数据传输网的传输机制。该表依据 ITU - T X.1 建议,只包括了标准化的用户类别。ITU 是国际电信联盟,其原名为著名的国际电报电话咨询委员会(CCITT),负责制定公用通讯网的网络标准。ITU - T 是国际电信联盟的一个分部。

表 1.1 公用数据网中的用户类别

类别	比特率(bit/s)	特性	类别	比特率(bit/s)	特性
1	300	开始/停止模式	11	48 000	CCITT 建议 X. 25
2	50~200	开始/停止模式	12	1 200	CCITT 建议 X. 25
3	600	同步运行模式	13	64 000	CCITT 建议 X. 25
4	2 400	同步运行模式	19	6 400	同步运行模式
5	4 800	同步运行模式	20	50~300	CCITT 建议 X. 28
6	9 600	同步运行模式	21	75~1 200	CCITT 建议 X. 28
7	48 000	同步运行模式	22	1 200	CCITT 建议 X. 28
8	2 400	CCITT 建议 X. 25	23	2 400	CCITT 建议 X. 28
9	4 800	CCITT 建议 X. 25	30	64 000	ISDN
10	9 600	CCITT 建议 X. 25			

由于网络的专门化,使网络在不同业务的兼容性、灵活性和资源利用率等方面存在着严重的缺陷,主要表现在以下方面。

(1) 每一种网络只为某一特定业务而设计,通常不适用于传输另一种业务。例如,CATV 网不适应传输电话业务;公用电话交换网(PSTN)不能传输 TV 信号。即使计算机数据可以通过调制解调器在 PSTN 网络中以低速传输,但存在着带宽不足,不灵活,以及模拟电话信道质量差等缺陷。

(2) 在灵活性方面, 一个特定的业务网很难适合正在改变的或新的业务要求。例如, 按需电视(VOD)的出现和多媒体通讯的要求, 必须重建一些新的网络以适应这些业务。

(3) 各个独立的专门业务网并存的结果使得每个网都需要自己的网络设计、生产和维护, 从而造成人力、物力和资源的巨大浪费。

因此, 建立一个与业务无关的网络, 即宽带综合业务数字网(B-ISDN)是非常必要的。这意味着该网络要能够传输所有业务, 并在不同的业务之间分享网络所有可能获得的资源。

窄带综合业务数字网(N-ISDN)的提出为迈向一个统一网络走出了第一步, 它使得语音和数据在同一介质中传输。下面, 我们首先简单介绍一下 N-ISDN。

1.2 综合业务数字网(ISDN)

1.2.1 什么是 ISDN

1984 年, CCITT 全体会议采纳了关于综合业务数字网(ISDN)的 I 系列建议。CCITT 给出如下定义: ISDN 是由综合的数字电话网发展起来的一个网络, 它提供端到端的数字连接, 以支持包括话音和非话音的广泛业务。用户访问是通过多用途的用户网络接口标准实现的。这样一个 ISDN 标准接口被定义和称为基本接入(basic access), 它由 2 个全双工 64 Kbit/s 的 B 信道和一个全双工 16 Kbit/s 的信令 D 信道组成。另一类接口, 称为一次群速率接入(primary rate access), 具有约 1.5 Mbit/s 和 2 Mbit/s 的总比特率, 可灵活地分配高速 H 信道或 B 和 H 信道的混合以及 64 Kbit/s 的信令信道, 见表 1.2。

表 1.2 ISDN 信道和接口结构

ISDN 信道		
信道	比特率(bit/s)	接口
B	64	基本接入
H 0	384	一次群速率接入
H 11	1 536	一次群速率接入
H 12	1 920	一次群速率接入
D 16	16	基本接入
D 64	64	一次群速率接入

1988 年 CCITT 的蓝皮书和 CCITT/ITU-T 建议书, 对于 1984 年建议书提出的 ISDN 概念作了进一步的阐述。

最初的 ISDN 是基于 64 Kbit/s 的数字电话信道, 信道比特率由 3.4 kHz 的话音传输要求导出, 即按 8 bit 的 8 kHz 频率抽样产生。

64 Kbit/s ISDN 基本上是一个电路交换网络, 但分组交换业务也可接入。近 10 年来, ISDN 网的建设正在实施之中, 它给用户和网络供应商所带来的好处表现在:

- 用于访问各种业务的公共用户—网络接口;
- 带外信令能力;
- 业务综合, 提高了业务利用率;
- 灵活性强, 适应不断改善的业务以及新业务的要求。

1.2.2 N-ISDN 业务

ISDN 可以提供众多的业务, 它既能支持现有的话音和数据业务, 又能支持当前正在研

究中的各种应用业务。正在发展中的业务类型包括：

传真：图形及印刷材料的传输。此类业务已使用多年，但缺乏标准并受模拟电话网络的限制。CCITT 第三类数字传真标准现已采用，以 64 Kbit/s 的速率可在 5 s 内传送一页资料。

智能用户电报：这是一种使用户终端能够交换信件的业务。通信终端由于需准备、编辑、传送和印刷所需信息，其传输速率为 9.6 Kbit/s，可在 2 s 内抄录一页电报。

交互型可视数据：它是一个交互作用系统，是为居民和商业的需要而设计的。它能以 9.6 Kbit/s 的速率，在 1 s 内传送一页数据。

表 1.3 给出了 ISDN 所能提供的各种类型的业务，包括话音、数据、文字和图像。它们的传输速率为 64 Kbit/s。这一速率将成为 ISDN 提供给用户的标准速率。如果某些业务要求更高的速率，则可由 ISDN 外设的高速设备(例如有线电视分发系统)来提供。

表 1.3 ISDN 提供的业务

带宽	业务类型			
	电话	数据	文字	图像
数字话音 (64 Kbit/s)	电话 租用线路 信息检索(通过话音分析与合成)	分组交换数据 电路交换数据 租用线路 遥测资金转帐 信息检索信箱 电子邮件	用户电报 智能用户电报 租用线路 交互式可视数据 信息检索信箱 电子邮件	传真 信息检索监视
带宽(>64 Kbit/s)	音乐	高速计算机通信		电视会议 广播型电视数据 有线电视分发

1.3 宽带综合业务数字网(B-ISDN)

基于 64 Kbit/s 的 ISDN 能为用户提供的最高比特率约为 1.5 Mbit/s(T1 带宽)或 2 Mbit/s(E1 带宽)，即 H1 信道比特率(见表 1.2)。然而局域网(LAN)的互连或高清晰度地传输动态图像需要更高的比特率，这样，B-ISDN 概念的引入和实现则成为必然。

1.3.1 什么是 B-ISDN

ITU-T 建议书 I.113 定义“宽带”为：“要求传输信道所支持的速率超过一次群接入速率的一种业务或系统。”

B-ISDN 不仅包括 64 Kbit/s ISDN 的能力，而且为高于 1.5 Mbit/s 或 2 Mbit/s 的应用打开了大门。宽带用户所使用的比特率一般在 50 Mbit/s 至几百 Mbit/s 之间。目前 B-ISDN 接口可支持的速率达 622 Mbit/s，甚至更高。

CCITT 建议书 I.121 给出了 B-ISDN 的概念：B-ISDN 支持交换连接、半固定和固定连接、点一点连接和点一点多连接，且提供按需业务、预定业务和永久业务。B-ISDN 的

双向和单向结构连接, 不仅支持单媒体和多媒体类型的、面向连接型/非连接型的电路模式业务, 而且支持相同类型的分组模式业务。

为了提供各种业务, B-ISDN 将包含智能能力, 并强有力地支持网络运营、维护、控制和管理功能。

第一个具体的 B-ISDN 思想简述为:

- 将新的高速信道加入到现有的信道范围之上;
- 定义新的宽带用户—网络接口;
- 依靠已有的 64 Kbit/s ISDN 协议, 只是在绝对不可避免的情况下改变或增强这些协议。

在制定 B-ISDN 的过程中, 已预见到 32~34 Mbit/s 和 45 Mbit/s、70 Mbit/s、135~139 Mbit/s 的信道速率, 其相应的信道被定义为 H2、H3、H4。

因为这些比特率面向准同步系列的比特率 (ITU-T 建议书 G.702), 因此 H 信道能够在对应分级层次的信号中传输。准同步系列由一族比特率和复用规则所定义。它将几个不必同步的 64 Kbit/s ISDN 信道复用到更高比特率的信号上。

这些宽带信道能否提供一个严格的比特率机制, 用于描述所有尚未完全定义的宽带业务, 这是人们对 H 信道概念的适用能力关心的一个重要问题。然而, 我们根本无法确定能够由多少个 H 和 B 信道集中到宽带接口中去。请看下面一个建议:

$$H4 + 4H1 + n \times B + \text{信令信道} \quad (\text{如 } n = 30)$$

人们针对这个建议提出许多关键问题:

- 只有这么一个接口选择吗? 是否允许与其它的信道组合?
- H4 信道是否能够分为更小的子信道 (如 $4 \times H2$ 或 $B/H1/H2$ 的组合)? 4 个 H1 信道能否结合产生一个 6 Mbit/s 或 8 Mbit/s 信道?
- 如果几个信道结构能够用做接口的选择, 它们是否在使用时间内保持不变或能够动态地改变?

除非引入其它新思想, 否则上述问题无法完全解决。

作为另一个过渡步骤, 人们提出了称为混合接口的结构。它由面向电路业务 (或连续业务) 和用于突发业务的信道组成。很明显, 该结构比只面向信道的结构显得灵活。另外, 在哪里划定一个接口的连续业务和突发业务的界限, 是否允许该界限动态地改变, 以及改变的步骤 (根据比特率) 仍是尚未解决的问题。

在下列的章节中, 我们将看到 ATM 概念的提出彻底解决了上述面向信道的结构所带来的问题。ATM 采用的接口将其净荷 (payload) 分割成很多小的信息段, 即信元 (cell), 每个信元用于不同目的的业务, 载有各种类型连接的信息。ATM 已成为 B-ISDN 的关键技术。

1.3.2 B-ISDN 业务

B-ISDN 的发展取决于是否满足用户的需求。因此在进入网络方面的讨论之前, 有必要对宽带应用作一概述。

原则上, B-ISDN 应同时适用于商务、事务处理用户和居民用户的需要。因此, B-ISDN 不仅考虑数据通讯, 而且要提供 TV 节目分发和其它娱乐业务, 还要支持均匀比特率和可变比特率业务, 如数据、话音、静态和动态图像传输, 特别是综合了数据、话音和图

像等业务的多媒体应用。我们举几个例子来说明 B - ISDN 的能力。在事业部门,正在广泛应用的电视会议系统,便于人们之间快速地交换信息,节省了时间和费用。B - ISDN 可在很大程度上改善目前电视会议的状况,使它成为广泛应用的通讯工具,传输高质量的图像,同时 B - ISDN 还能够通过标准接口提供所有潜在用户之间的连接。

另外, B - ISDN 可以以灵活的比特率配置,提供用户—网络之间的互连,建立高速的数据连接。居民 B - ISDN 用户可以享用由文本、图形、音乐、静态图像以及电影组成的综合信息,如度假胜地指南、导购、文化介绍以及交互型电视业务和按需电视等。

CCITT 将可能的宽带应用分为 4 类,即:

- 存储转发型业务。
 - 检索业务。
 - 对话型业务。
 - 分发业务。
- ①用户本身不参加控制;
- ②用户本身参加控制。

表 1.4~1.8 给出了 ITU - I 所提供的宽带业务及其应用概况。

表 1.4 存储转发型业务

信息类型	宽带业务的例子	应 用
动态图像(电视)和声音	音像邮政业务	用于动态图像和伴音传输的电子信箱
文件	文件邮政业务	混合文件的电子信箱业务

注:混合文件包括文本图形、静态和动态图像以及声音注释文件。

表 1.5 检索业务

信息类型	宽带业务举例	应 用
文本、数据、图形、声音、静态和动态图像	宽带可视图文	包括动态图像的可视图文 远程教育和培训 远程软件 远程购物 远程广告 新闻检索
	视频检索业务	娱乐 远程教育和培训
	高清晰度图像检索业务	娱乐 远程教育和培训 专业图像通讯 医学图像通讯
	文件检索业务	从信息中心检索混合文件
	数据检索业务	远程软件

表 1.6 对话型业务

信息类型	宽带业务举例	应 用
动态图像和声音	宽带可视电话	两地之间传输声音、动态和静态图像、文件的点到点通讯 • 远程教育 • 远程购物 • 远程广告
	宽带电视会议	两地或多地之间传输声音、动态和静态图像、文件的点到点通讯 • 远程教育 • 事务型会议 • 远程广告
	电视监控	建筑安全 交通监控
	视频/音响信息传输业务	TV 信号传输 视频/音响对话 信息提供
数据	高速无约束数字信息传输业务	高速数据传输 • LAN 互连 • MAN 互连 • 计算机—计算机互连
	高速无约束数字信息传输业务	视频信息传输 其它信息类型传输 静态图像传输 多址交互式 CAD 多址交互式 CAM
	大容量文件传输业务	数据文件传输
	高速遥控	报警 实时控制 遥测
文件	高速传真	文本、图像、图形的用户对用户的传输
	高清晰度图像传输业务	专业图像 医学图像 远程游戏
	文件传输业务	混合文件的用户对用户传输

表 1.7 无用户参加控制的分发业务

信息类型	宽带业务举例	应 用
数据	高速无约束数字信息分发业务	无约束数据分发
文本、图形、静态图像	文件分发业务	电子报刊 电子出版
动态图像和声音	视频信息分发业务	视频/音响信号分发
电视	现有质量 TV 分发业务 (NTSC、PAL、SECAM)	TV 节目分发
	扩展质量 TV 分发业务 增强定义型 TV 分发业务 高质量 TV	TV 节目分发
	高定义型 TV 分发业务	TV 节目分发
	有偿 TV (影片付费、信道付费)	TV 节目分发

表 1.8 有用户参加控制的分发业务

信息类型	宽带业务举例	应 用
文本、图形、声音、静态图像	全频道广播图文电视	远程教育和培训 电子广告 新闻检索 远程软件

B - ISDN 存储转发型业务包括传输音乐、图像和文件的邮政信箱业务, 如表 1.4 所示。检索业务(表 1.5)可用来在任何时候获取电影图片或访问远程软件库; 对话型业务允许相互交换数据、整个文件、图像和音乐, 详见表 1.6 中的举例; 分发业务的例子由表 1.7 和表 1.8 给出, 其中包括电子出版和 TV 节目分发及现有质量的电视和将来的高清晰度电视。

为了能够从主要宽带业务中导出 B - ISDN 所满足的网络要求, 表 1.9 给出了主要的 B - ISDN 应用的技术特性。

表 1.9 宽带业务特性

业 务	比特率 (Mbit/s)	突发率 *
数据传输(面向连接)	1.5~130	1~50
数据传输(无连接)	1.5~130	1~50
文件传输/检索	1.5~45	1~20
电视会议/可视电话	1.5~130	1~5
宽带图文电视/视频检索 TV 分发	1.5~130	1~20
TV 分发	30~130	1
HDTV 分发	130	1

* 突发率 = 比特率峰值/平均比特率。

(1) 尽管诸如高清晰度动态图像等业务需要高比特率传输, 但并非全部业务均是如此。表 1.9 给出了 30~130 Mbit/s 比特率的 TV 分发和 130 Mbit/s 的 HDTV 分发业务的情况, 即使这些值随着视频信号编码研究的不断进展而减小到 10 Mbit/s 以下, 但所需要的比特率仍远远高于对话型 B-ISDN 业务的比特率。将来最具有吸引力的业务是 HDTV, 每个信道需要 30~50 Mbit/s 的比特率。

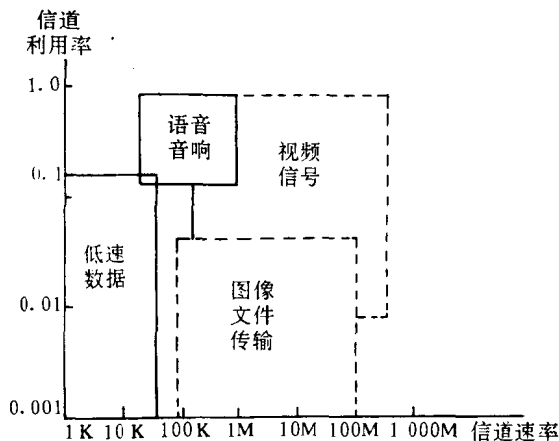


图 1.1 一些 B-ISDN 的业务特性

(2) 有些通讯类型是高突发性的, 如果这个特性能够在设计中得到充分反映, 可在网络资源上取得相当的经济效益。在 TV 和 HDTV 分发情况中, 由于源信号的性质, 很难确认统计复用增益, 因此表 1.9 中的突发率置为 1。图 1.1 给出了一些 B-ISDN 的业务特性。

前面各表所示的各种 B-ISDN 业务和应用, 要求网络具有统一的传输能力, 以便使该网络能够支持以下业务:

- 适合不同比特率的业务;
- 突发性业务;
- 延迟敏感性和丢失敏感性应用。

1.4 早期的 ATM 网络业务

在 ATM 网络的初期还不可能提供 1.3.2 节所列出的 B-ISDN 业务, 其原因有二:

第一, 大部分设想的业务还没有被完全定义;

第二, 可实现的网络业务要由用户的兴趣来决定, 这些业务必须包括现有的应用, 同时, 新的 ATM 业务要由市场因素来决定。

ATM 网络的基本业务是传输 ATM 信号和选择 ATM 信元路由, ATM 传输业务也称信元中继(cell relaying)。网络无需了解任何关于运行于 ATM 连接上的端对端应用的内容, 用户可以利用该 ATM 业务在网上交换数据、语音、图像及其组合信息。这将鼓励用户尝试新的应用, 如 ATM 网上的多媒体通信, 从中获得的实际经验有助于最后适当地定义一些业务的特性。

早期的 ATM 实现主要用于数据通讯的主干网, 支持现有的数据业务, 如 X.25, 帧中继和交换多兆位数据业务(SMDS)。帧中继是增强分组交换业务, 与 X.25 相比, 由于减少了纠错控制和端对端的流量控制, 因此帧中继可获得高吞吐量和低延迟等优良性能。帧中继面向连接业务可提供比特率从几 Kbit/s 至 2 Mbit/s 或更高的数据传输。

SMDS 是 Bellcore 提出的一种高速、无连接(connectionless)分组交换业务, 其速率达 45 Mbit/s, 进而可达 155 Mbit/s。SMDS 采用 ITU-T 所定义的 E.164 建议书中的寻址规则支

持全球寻址。SMDS 首先应用于分布式队列双总线(DQDB)广域网上,今后也可用于 ATM 网络。在欧洲,SMDS 被称为无连接宽带数据业务(CBDS)。ATM 网最初提供给客户的另一个业务是均匀比特率专线业务,其速率为 1.5/2 Mbit/s 或 34/45 Mbit/s,即电路仿真(circuit emulation)。正如帧中继和 SMDS 中的情况,该专线业务也可由一般网络提供。ATM 主干网对网络操作员来讲具有很大的优势,操作员可以灵活地利用一个共同的、唯一的网络来支持现有的和未来的业务。

早期的 ATM 实现只能由网络管理提供永久虚拟连接(PVC)的建立和释放,然后过渡到由信令规范实现的交换虚拟连接(SVC)的建立和释放。

1.5 ATM 发展背景和推动力

1.5.1 ATM 发展的背景

今天的通讯网络正在经历着一个飞速发展的时代。80 年代初期,进行了 ISDN 的第一次尝试;80 年代末期,ISDN 进入商业化阶段。由于市场的需要,一些新的业务如数字 TV、HDTV、高质量可视电话、高速数据传输、按需电视等,要求网络能够提供高于 PCM 一次群速率的传输信道,而用户则希望网络能够将速率不同(约 1~10 bit/s)、保持时间各异(约 1~10 s)的数据以统一的方式进行传递和交换,并实现资源共享。面对用户的要求,窄带 ISDN 无能为力,因为它注重的仅是用户网络接口上业务的综合,而在实际网络内仍由电路交换和分组交换等若干分离的实体提供业务。这种综合是不完全的,并且直接影响到系统的可靠性、运行成本及系统维护。

CCITT 提出的第一宽带标准是同步数字系列(SDH)。SDH 灵活的传输概念较好地解决了宽带业务的传输问题,可直接用于现有电信网络。随后 CCITT 专家们开始着手于宽带网络转移模式的定义。1988 年,只有几个有关 B-ISDN 的简单建议,ATM 已被认为是未来 B-ISDN 的转移模式。两年后,CCITT SGXVIII 用加速程序准备了 13 个建议,它们定义了 ATM 的基本概念并确定了大部分参数。ATM 思想和有关的技术是 CNET 和 AT&T Bell 实验室于 1983 年首先提出的。目前世界上许多大公司和研究所都投入巨资从事 ATM 网络的研究和开发,ATM 交换机、路由器、集线器、适配器等系列产品不断涌现,许多国家都开始了基于 ATM 交换的宽带网试验和信息高速公路的建设。ATM 技术成熟化之早和宽带交换商业化之快都是前所未有的,其原因主要是来自市场需求方面的驱动力和技术方面的支撑。

1.5.2 技术发展对 ATM 的支撑

ATM 的主要技术支撑表现在以下几个方面:

- 半导体技术的发展,使电子产品成本逐年降低;
- 光纤技术的发展提供了高性能的数字传输媒介;
- 网络协议的增强,确保数据的有效传输;
- 个人计算机的普及和分布式计算的应用;
- 国际标准化组织如 ATM 论坛,ITU-T 等为 ATM 的工业化发展奠定了基础。