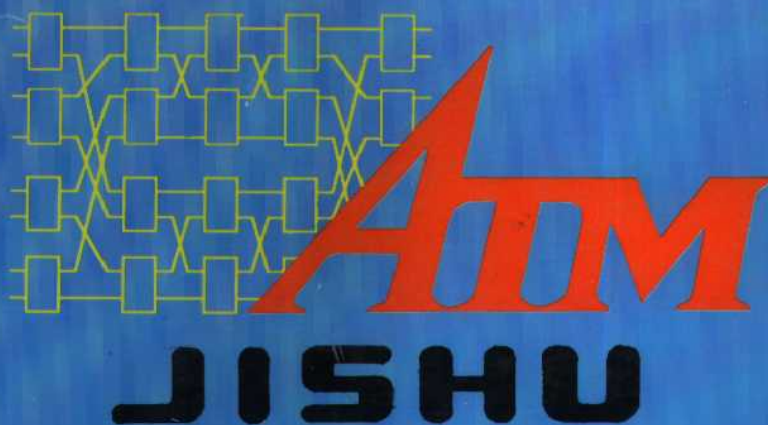


ATM 技术

概念、原理和应用

孙海荣 李乐民 编著



GAINIANYUANLIHEYINGYONG

电子科技大学出版社

73.4
487

ATM 技术 ——概念、原理和应用

孙海荣 李乐民 编著

电子科技大学出版社

ATM 技术
——概念、原理和应用
孙海荣 李乐民 编著

*

电子科技大学出版社出版
(成都建设北路二段四号)邮编 610054
电子科技大学出版社印刷厂印刷
四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 230 千字
版次 1995 年 10 月第一版 印次 1996 年 7 月第二次印刷
印数 1501—4500 册
ISBN 7-81043-392-X/TN·43
定价: 9.50 元

内 容 简 介

DU21/2613

ATM 是被国际电联选定的 B-ISDN 中的转移模式。ATM 网络是信息高速公路中重要的通信平台。本书综合论述了 ATM 技术的概念、原理、协议和应用。包括：B-ISDN 用户网络接口的配置、协议参考模型，ATM 网络中业务的适配，ATM 网络的信令系统，ATM 网络的管理，ATM 交换结构，ATM 网的拥塞控制，ATM 网与现有网络的互通，ATM 研究和开发现状等。本书可作大专院校通信或计算机专业的本科生、研究生教材，也可供从事通信技术研制、开发、应用的人员学习、参考。

前言

“信息高速公路”或“国家信息基础设施”(National Information Infrastructure, 简称NII)的建设已引起全球性关注。NII包括高速信息网络。高速信息网络中的信息是多样化的,如图像、数据、话音等。各种信息的速率差别大,而且还会不断出现新的信息类型。在多种速率信息的情况下,需要寻求一种合适的传输与交换方式。对于这种情况,交换速率单一的传统电路交换遇到了困难。分组数据交换很适合于低速数据,在已建立的分组数据网中,数据以不等长度的分组进行传输和交换。但是,由于这种分组数据网在交换节点中要进行复杂的处理,使得端点到端点的总时延增加,不适合于实时性要求高的业务。因此,国际电报电话咨询委员会(CCITT)(现已由International Telecommunication Union——Telecommunication Standardization Sector,简称ITU-TSS接替)在已有研究的基础上,提出了ATM(Asynchronous Transfer Mode,异步转移模式)。

采用ATM后,被转移(传输和交换)的是称为信元(Cell)的固定长度分组。每个信元由5个字节(每字节8bit)信头和48字节信息域组成,共53字节。ATM采用了分组的方式,这和传统的分组交换接近,不过,采用的是固定长度的短分组,以避免使实时业务的信息因拆装而引入过大时延;在交换时也作了很多简化,以减小时延。ATM信元头中有虚通路标识码等,可以实现虚通路交换,这又和电路交换接近。ATM的优点是具有很高的灵活性,易适应多种业务的综合,还能高效地利用传输和交换设备等。宽带综合业务数字网(B-ISDN)中的信息传输和交换方式要采用ATM。在计算机局域网(LAN)等场合,也因ATM特有的优点而被采用。

在美国,为了加速ATM的发展,解决工业界的合作和设备互通等,成立了ATM论坛(ATM Forum),制定有关标准。现在已接纳国际会员单位。该会出版的书中写道:在信息时代,ATM已与通信同义。

近年来,ATM也是通信学术刊物和会议中研究与讨论的一个热点,例如,ATM复用的建模与统计性能分析研究,ATM交换的研究,ATM网络的拥塞控制研究,ATM网络中的信源编码研究,ATM用户接入设备研究,ATM网络中的信令、网络管理,ATM的应用研究等。

最初提出ATM时,是为了用于宽带综合业务数字网,一般采用光纤传输。现在,无线移动通信中,为了解决综合业务运用,提出了无线ATM,开辟了新的研究领域。

综上所述,ATM已成为通信发展的重要内容,是目前通信领域研究和开发的热点。由于ATM技术是80年代末发展起来的一项崭新的技术,国内目前还没有一本系统全面介绍ATM技术的专著。本书是在给研究生授课的讲义基础之上,结合作者在ATM技术方面研究的成果以及开发的经验,撰写而成。本书可用作研究生和高年级学生教材,也可供有关工程技术人员参考。为了便于读者阅读和理解,本书的撰写力求深入浅出,而且,每一章都相对独立,并附有参考文献供进一步查阅。

全书共分为十章。第一章引入 ATM 的概念；第二章讲述 B-ISDN 用户网络接口处的参考配置；第三章分析了 B-ISDN 的协议参考模型，介绍了物理层和 ATM 层协议；第四章阐述 ATM 网中各种业务的适配方法；第五章介绍 ATM 网的信令系统；第六章介绍 ATM 网的管理；第七章分析了 ATM 网的交换结构；第八章论述了 ATM 网中业务流控制的方法；第九章阐述了 ATM 网与现有网络的互通；第十章介绍了 ATM 技术研究和开发的动态。

本书由孙海荣博士主编并编写了第二至第十章。李乐民教授撰写了第一章并主审全书。

电子科技大学宽带光纤传输与通信网技术国家重点实验室的研究生林云、徐效明、金强为本书绘制了插图。在本书编写过程中得到了电子科技大学出版社的大力支持，本书的出版还受到国家“863”计划通信主题和电子科技大学研究生部的资助。在此一并表示感谢。

由于作者学识水平有限，加上 ATM 技术本身还在不断发展和完善之中，书中难免有欠妥和疏漏之处，恳请读者指正。

作 者

1995 年 8 月于成都

目 录

第一章 绪论.....	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 B-ISDN 的引入	(2)
1.3 ATM 的引入	(7)
1.4 小结.....	(13)
参考文献	(13)
第二章 B-ISDN 用户网络接口的参考配置	(14)
2.1 引言.....	(14)
2.2 参考点.....	(14)
2.3 功能组.....	(15)
2.4 共享媒介应用的物理配置.....	(16)
2.5 可能的物理配置.....	(18)
2.6 小结.....	(19)
参考文献	(19)
第三章 B-ISDN 协议参考模型	(20)
3.1 引言.....	(20)
3.2 B-ISDN 协议参考模型	(22)
3.3 物理层协议.....	(25)
3.4 ATM 层协议	(31)
3.5 小结.....	(34)
参考文献	(35)
第四章 ATM 网中业务的适配	(36)
4.1 引言.....	(36)
4.2 AAL1 协议.....	(36)
4.3 AAL3/4 协议.....	(40)
4.4 AAL5 协议.....	(45)
4.5 小结.....	(46)
参考文献	(46)

第五章 ATM 网中的信令	(48)
5.1 引言	(48)
5.2 ATM 网的信令体系结构	(49)
5.3 ATM 用户网络接口信令协议 (Q. 2931)	(51)
5.4 元信令 (Q. 2120)	(55)
5.5 信令的适配	(59)
5.6 小结	(66)
参考文献	(66)
第六章 ATM 网的运行管理和维护	(67)
6.1 引言	(67)
6.2 ATM 传送网和 OAM 流	(67)
6.3 物理层 OAM 功能	(70)
6.4 ATM 层 OAM 功能	(74)
6.5 ATM 网管理功能的前向和后向兼容性	(77)
6.6 小结	(79)
参考文献	(79)
第七章 ATM 交换结构	(80)
7.1 引言	(80)
7.2 共享存储器交换结构	(82)
7.3 共享媒介交换结构	(87)
7.4 空分交换结构	(89)
7.5 小结	(94)
参考文献	(95)
第八章 ATM 网的业务流控制	(96)
8.1 引言	(96)
8.2 呼叫/连接接纳控制	(97)
8.3 业务流警管	(102)
8.4 选择性丢弃	(105)
8.5 反应式拥塞控制	(106)
8.6 业务流成形	(108)
8.7 小结	(109)
参考文献	(109)
第九章 ATM 网与现有网络的互通	(111)
9.1 引言	(111)

9.2 ATM 网支持无连接业务	(111)
9.3 ATM 网与帧中继网互通	(114)
9.4 ATM 局域网技术	(119)
9.5 B-ISDN 与 N-ISDN 互通	(121)
9.6 小结	(126)
参考文献	(126)
第十章 ATM 技术研究和开发现状	(127)
10.1 引言	(127)
10.2 ATM 技术标准化进展	(127)
10.3 ATM 产品开发进展	(132)
10.4 小结	(138)
参考文献	(139)
附录	
技术名词对照表	(140)

第一章 绪 论

1.1 引 言

当今世界已跨入信息时代,一方面,整个社会的运行(科技、经济、生活方式)受信息的影响日益增大,另一方面,整个社会的信息量正以 20 万倍于人口增长的速率超速膨胀。因此,建立一个功能强大的信息网络已不仅是信息社会的基础设施和社会物质生产的一般条件,更是衡量一个国家综合国力的重要组成部分,是信息社会的国脉。近几年,各发达国家均在雄心勃勃地规划建设信息高速公路。

1991 年 12 月,当时任美国参议员的现任副总统戈尔(Gore)提出的高科技法案《高性能计算技术法案》获国会通过,根据该法案,美国政府到 1997 年底将投资 29 亿美元以建立 Gb/s 的全美研究教育网(NREN)。之后,克林顿政府又提出了名为国家信息基础设施(NII)的信息高速公路计划,并将该计划看作是美国在世界上重新确立其技术领先地位的象征,由政府采取各种措施保证私营部门进行投资,还在国会竞争委员会中成立 21 世纪信息高速公路工程小组制定有关政策。并修改《通信法案》,消除对有线电视、电话等各种电信工业企业施加的行政和法律限制,对建设信息高速公路进行立法,鼓励各私营企业进行竞争。作为对政府举措的响应,太平洋贝尔(Pacific Bell)拟利用 7 年时间投资 150 亿美元,在其业务区域内建立多媒体信息高速公路。初期工程集中在旧金山、洛杉矶等地;1996 年底连接 150 万用户,本世纪末将连接 500 万用户。1993 年,大西洋贝尔耗资 330 亿美元购买合并了美国国内第一大有线电视公司——TCI 公司,并拟投资 160 亿美元筹建信息高速公路。最近,Belcore、AT&T、HP、Apple、IBM、Intel 等 28 家大公司联合成立了一个跨行业的工作小组(XIWT),以在技术上进行协调。

欧洲自 1988 年开始进行 RACE 计划,投资 5 亿 5 千万美元建立综合宽带通信网(IBCEN)。1992 年 10 月,德国、法国、英国、意大利和西班牙等五国计划逐步建设泛欧高速信息网:在第一阶段建成欧洲 ISDN,在第二阶段建成泛欧网(Globe European Network),速率为 140 Mb/s,在第三阶段建成经营性欧洲传输网(Managed European Transmission Network),并进行 ATM 试验,最后建成速率高达每秒万兆比特的 ATM 网。1993 年 12 月,欧共体委员会公布了德洛尔的白皮书,正式宣布开发欧洲信息网基础设施的庞大工程。英国电信公司拟投资 100 亿英镑,建设英国的信息高速公路。法国政府最近也宣布了全法的信息高速公路计划。

加拿大分析了各国在信息高速公路方面的规划后,拟立法鼓励各通信公司竞争建设加拿大信息高速公路。

在亚洲,日本为了保持其在经济和技术上的领先地位,决定建立连接全国国立研究所和大学的高速信息网络,对超级计算机和学术数据库进行统一管理。首先利用大容量光缆,以筑波科学园城和关西文化学术研究城为核心建网,最后与欧美的研究信息网联网。同时

计划投资 800~1200 亿美元,于 1995 年建成高级通信网,并于 1996 年至 2015 年间利用 20 年时间建成全国高速信息网。KDD 公司已宣布为此投资 90 亿美元。

从 90 年代中期,直到下一世纪中叶,在这几十年时间内,将是建成全球信息高速公路的重要时期,对全球经济的发展、各国的社会进程都将产生极其重要的影响。那么,什么是信息高速公路?众说纷纭。在美国政府的工作报告——《国家信息基础设施:行动计划》中,对美国的信息基础设施即信息高速公路作了如下定义:

国家信息基础设施,是能给用户随时提供大量信息的、由通信网、计算机、数据库和日用电子产品组成的完备的网络。

因此,信息高速公路是一项规模庞大的系统工程,涉及通信、计算机及电子技术的各个方面,而且,整个工程的建设并最终为用户应用,还涉及到政治、经济、国防等社会各个领域。但是,从通信的角度来看,信息高速公路最基本的一个通信平台,是一个高速(宽带)的数字通信网。高速的目的是为了满足信息高速公路上“大量信息”的传输要求,这里的“大量信息”,除了指信息的业务量大之外,还包含有业务种类众多的意思。因此,这个作为信息高速公路的基本通信平台的高速数字网,是一个宽带综合业务数字网(Broadband Integrated Services Digital Network,简称 B-ISDN)。

1.2 B-ISDN 的引入

B-ISDN 是由 ISDN 发展而来的,因此也称 ISDN 的宽带部分,原先的 ISDN 也称窄带 ISDN (Narrowband ISDN,简称 N-ISDN)。

N-ISDN 的概念是在 1984 年提出来的。N-ISDN 主要的性能和最初的目的是为了在同一网络上同时支持话音和非话音应用。N-ISDN 定义了两个接口:基本访问接口(Basic Access Interface)和基群速率访问接口(Primary Rate Access Interface)。基本访问接口包括两个 64Kb/s 的信道(B 信道)和一个 16 Kb/s 的信令信道(D 信道),也称 2B+D。基群速率访问接口包含 30(或 24)个 64 Kb/s 的信道,和一个 16 Kb/s 的信令信道。北美和日本采用 24B+D,该速率称 T1,为 1.544 Mb/s。欧洲和我国都采用 30B+D,该速率称 E1,为 2.048 Mb/s。在 N-ISDN 中,用户通过标准接口进入网络,实现了多种业务的综合接口。在网络内部,针对不同业务,实际上还是采用不同的交换方法,还未实现综合交换。

为了能够满足更多用户更大的业务传输需求,提出了 B-ISDN 的概念。

一、B-ISDN 中的业务

在 ITU-T 的 I.113 建议中,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。

B-ISDN 中的业务分成两类:交互型业务和分配型业务。

1. 交互型业务

(1) 会话型业务 (Conversational Services)

会话型业务包括:宽带可视电话、宽带会议电视、电视监视、高速不受限数字信息、高速传真、高分辨率图像业务等。

这类业务最主要的特点是实时性。信息的流向既可以是双向的,也可以是单向的。

利用 B-ISDN 提供的会话型服务,在地理位置上分散的学生可以选修远程的课程,从而实现远程教学 (Tele-education 或 Distance Learning)。在偏远地区的病人可以由远程的专家会诊,从而实现远程医疗 (Tele-medicine)。分散在各个地区的计算机可以互连,从而组成元计算机 (Meta-computer),解决诸如中长期天气预报、分子动力学研究等计算量极大的重大挑战问题。传感设备收集的数据可以传输给远程的计算机进行分析、计算,从而实现热电站、环境质量监控等的远程控制。

(2) 消息型业务 (Messaging Services)

消息型业务通过存储单元在用户间提供存储-转发、电子信箱、报文处理的通信服务。这类业务是非实时性的。

现有的分组网 (X.25) 和计算机局域网都已能提供电子邮件 (E-mail) 业务。B-ISDN 中的 E-mail 服务将是多媒体的,不仅包括有数据信息,还可提供话音、视频信息的传输,无疑,这将大大提高 E-mail 服务的质量。

(3) 检索型业务

用户可以通过 B-ISDN 向网络上的其他节点或信息中心检索信息,如产品目录、广告、培训材料、产品的技术资料,这类信息也可以是多媒体的。用户还可以通过 B-ISDN 实现视频点播 (Video-on-demand, 简称 VOD)。因此,检索型业务有些是实时性的,有些是非实时性的,视具体情况而定。

2. 分配型业务 (Distribution Services)

分配型业务实现点到多点的通信,按用户能否个别控制信息分配分成两类:

(1) 用户可单独演示控制 (Distribution services with user-individual presentation control)

分配型业务的中心节点将信息周期性地广播,用户可以浏览、选择,并能控制信息的起始。如远程教学、远程广告等。

(2) 用户不能单独演示控制 (Distribution services without user-individual presentation control)

利用这类服务,分散在各地的印刷、出版部门可以接收中央部门通过 B-ISDN 广播的信息 (报纸、杂志、书籍),实现电子出版。B-ISDN 将来还将支持广播电视服务,与现有无线广播电视网争夺广播电视用户。

表 1.1 给出了 B-ISDN 中交互型业务的类型、例子和应用。

表 1.1 交互型宽带业务

业务类别	信息类型	宽带业务的例子	应 用	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) —远程教学 —远程购物 —远程广告	会 话 型 业 务 (续)	文 件 资 料	高 速 传 真	用户到用户的文本、图 像、图纸等的传递		
		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			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		
		图 像 监 视	—建筑物的安全保卫 —业务量监视	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		
		声 音	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	文 件	文 件 邮 递 业 务	混合文件的电子邮箱业 务	
	多 个 声 音 节 目 信 号		—多种语言解说的频道 —多个节目的传递	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 —新闻检索		
	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)互连 —MAN(城域网)互连 —计算机与计算机互连 —图像与其它信息类型 的传递 —静止图像的传递 —多点交互型 CAD/ CAM			图 像 检 索 业 务	—娱乐目的 —远程教学和培训		
		大 容 量 文 件 的 传 递 业 务	—数据文件的传递			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		
		高 速 遥 信	—实时控制 —遥测 —告警			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 1.2 列出了 B-ISDN 中分配型业务的类型、例子和应用。

表 1.2 分配型宽带业务

业务种类	信息类型	例子	应用	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)	电视节目分配	用户不能进行单独演示控制的分配型业务	文本、图形、静止图像	文件分配型业务	—电子报纸 —电子出版
		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	电视节目分配		数据	高速不受限数字信息的分配型业务	—不受限的数据的分配
		高清晰度电视分配型业务	电视节目分配	用户能进行单独演示控制的分配型业务	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
		付费电视(对每个节目付费,对每个频道付费)	电视节目分配		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

二、B-ISDN 中业务的特性

B-ISDN 支持上述众多的业务, 这些业务的特性相差很大。

1. 比特率

表 1.3 列出一些宽带业务的比特率。B-ISDN 除了支持宽带业务外, 还将与现有的一些低速数字网互连, 支持窄带业务。所以, B-ISDN 中业务的比特率相差非常大。

表 1.3 宽带业务的比特率

业 务	比特率 (Mb/s)
数据传输	1.5~130
文件传送/检索	1.5~45
视频会议/视频电话	1.5~130
宽带可视图文/视频检索	1.5~130
TV 分配	1.5~130
HDTV 分配	130

2. 突发性 (burstiness)

我们定义突发性为业务峰值比特速率与均值比特速率之比, 显然这是一个大于 1 的正数。突发性越大, 表明业务峰值比特速率与均值比特速率相差越大, 即业务的速率变化越大。突发性越小, 表明业务峰值比特速率与均值比特速率相差越小, 即业务速率变化越小。当突发性等于 1 时, 业务为恒定比特率业务, 如 64 Kb/s 数字电话业务的突发性为 1。

图 1.1 给出了几种业务的突发性, 纵坐标为业务突发性, 横坐标为业务峰值速率。可

见，B-ISDN 中业务的突发性相差很大。

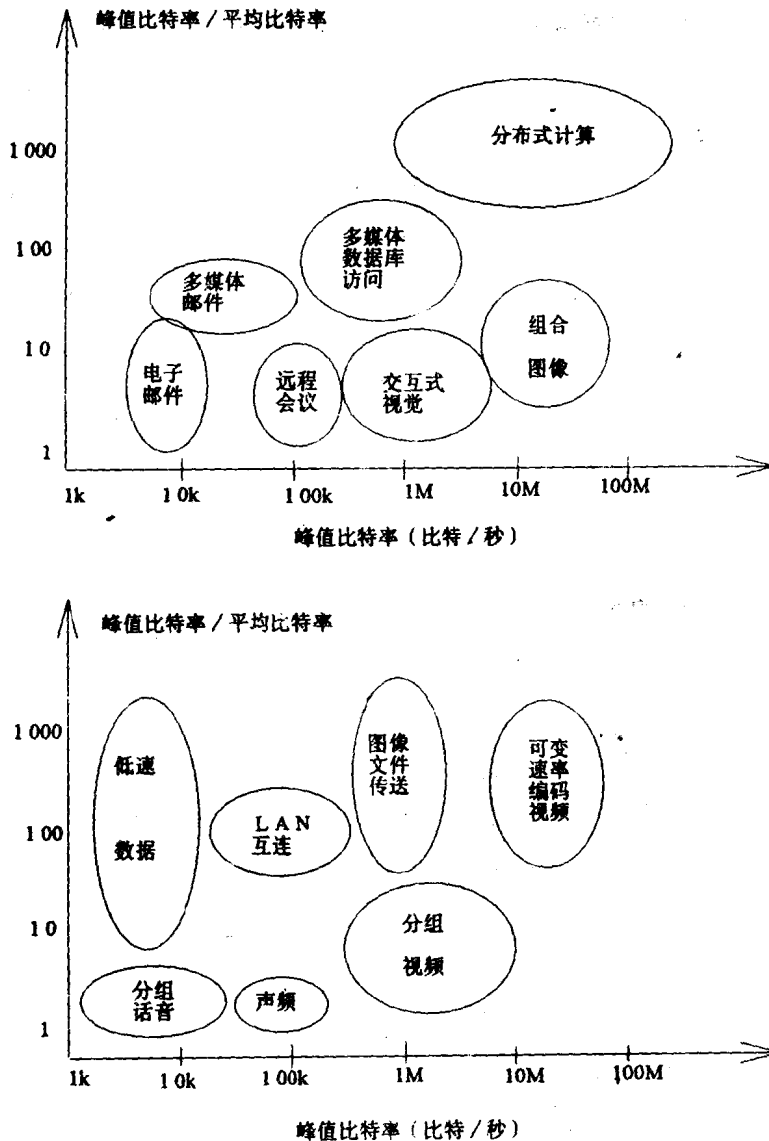


图 1.1 B-ISDN 中一些业务的突发性

3. 服务要求

在 B-ISDN 中，有些业务是面向连接的 (Connection-Oriented)，即双方通信之前需要建立通信链路，如电话、视频会议等；有些是无连接的 (Connectionless)，即双方通信之前不需要建立通信链路，如局域网数据业务等。有些业务是对丢失敏感但对时延不敏感的，如数据传输；有些业务对时延敏感，但对丢失不十分敏感，如话音、视频业务；有些业务对时延和丢失都敏感，如实时数据传输。

要支持如此众多且特性各异的业务，还要能支持目前尚未出现而将来会出现的未知业务，无疑对 B-ISDN 提出了非常高的要求。目前的数字通信网，即使是 ISDN，针对不同的业务采用的交换方式是不同的。而 B-ISDN 要真正做到用统一的交换方式支持不同的业务，必须采用一种崭新的技术，这便是 ATM (Asynchronous Transfer Mode, 异步转移模式)。

1.3 ATM 的引入

通信网根本的任务是实现信息的转移 (Transfer)，即信息的传输与交换 (Transmission and Switch)。ATM 技术在传输和交换方面都采用了与传统技术不同的方式。在传输方面采用了统计复用的方法，也称异步时分复接 (Asynchronous Time Division Multiplexing)；在交换方面采用了一种改进了的分组交换技术，称快速分组交换 (Fast Packet Switching)，也称 ATM 交换。下面，我们分交换技术和传输技术两个方面，通过简述传统网络的技术特点和 ATM 网络的技术特点，从而阐明 ATM 的概念。

一、交换技术

在传统的网络中，根据所传输业务的不同，其体系结构和技术也不同。电话网采用电路交换技术，数据网采用报文交换或分组交换技术。

1. 电路交换 (Circuit Switching)

在电路交换的网络中，双方通信之前通过呼叫建立一条连接，该连接的带宽是固定的。这条连接一直维持，保证双方持续的通信，直到通信完毕才释放这条连接。在 B-ISDN 中，这种交换方式的适用性很差。

(1) 电路交换每个连接的带宽是固定的，而 B-ISDN 中业务的速率变化很大，如果按峰值比特速率分配带宽，则效率很低；如果按均值比特速率分配带宽，则服务质量无法接受。

(2) 电路交换中要定义一个基本的信道，每个服务可以通过一个或多个这样的基本信道提供带宽。而 B-ISDN 中各种业务速率相差很大，如果这个基本信道的速率选择得太小，则管理大量信道的难度很高；如果这个基本信道的速率选择得太大，则带宽浪费很大。

(3) 电路交换网中的用户在通信过程中始终占有信道，即使此时双方无信息传输。而 B-ISDN 中的业务，有些在一段时间内按峰值比特速率产生信息，随后又无信息传输（如交互式数据文件传输），因此，效率很低。

但是，这种交换技术的优点是保证双方的持续通信，而且，各个中转节点只需要做简单的中转。

2. 报文交换 (Message Switching)

报文交换技术将信息分成一个个单元，称为报文。各个报文在网络中的传输是相对独立的。每个报文中除了正文信息外，还包含有一个信息头和一个信息尾，信息头中有源节点地址、目的节点地址等，信息尾中有误码检测信息。在双方通信之前，不需要建立连接，源节点直接将报文沿目的节点方向发向下一个中间节点，中间节点接收完报文后进行误码检测，若发现有错，则要求前一节点重发；若未检测到错误，则存储，并继续向下一节点转发，直到目的节点。显然，这种方式也不适用于 B-ISDN 中。

(1) 这种交换方式由于在通信之前不建立连接, 所以时延无法预测, 不能支持实时业务通信。

(2) 各中转节点要接收完整个报文后才能进行下一步处理, 时延较大。

(3) 每个中转节点要实现较复杂的差错控制和应答重发功能, 使得整个网络的速率不可能很高, 只能达到几十 kb/s。

3. 分组交换 (Packet Switching)

分组交换技术与报文交换技术相似, 只是在分组交换技术中, 将信息单元进一步分小, 即将报文分成多个分组, 每个分组中包括有目的节点地址、源节点地址、校验字节等, 是一个个相对独立的信息单元。这些分组的长度是可变的。分组交换有两种方式: 数据报和虚电路。对于数据报方式, 每个分组可以沿着不同的路径到达目的节点, 因此, 分组到达目的节点时的次序可能与离开源节点时的次序不一样, 需要在目的节点处重新排序。对于虚电路方式, 在源节点和目的节点间先建立一条逻辑通路, 所有分组沿这个逻辑通路传输。这种方式保证了分组到达目的节点时的次序与离开源节点时的次序一致, 但和电路交换相似, 需要建立、拆除连接的过程。

分组交换技术与报文交换技术相比, 由于信息单元的长度减短, 各中转节点在接收分组的时候, 同时可以将前一分组发送出去, 而不必等整个报文完全接收下来后才进行进一步处理, 所以时延较报文交换短, 能适合交互式业务。但由于每个分组包含有目的节点地址、源节点地址等信息, 开销比报文交换大, 而且需要在源节点处将信息拆成分组, 在目的节点处将分组重新组装, 恢复成原来的信息。分组交换技术如应用于 B-ISDN 环境, 尚存在如下缺陷:

(1) 各个中转节点要进行差错控制和流量控制, 处理较为复杂, 需要用软件来实现, 这使网络的速率不可能很高, 一般分组交换网的速率只能达到 64 kb/s。

(2) 由于分组长度可变, 交换机的交换结构和缓存器管理的复杂性从另一方面限制了分组网的速率。

但是分组交换技术由于保证只有在用户进行信息传输时才占用带宽资源, 所以信道利用率较高。

表 1.4 列出了这三种交换技术的特点, 以便进行比较。

表 1.4 各种交换技术比较

电路交换	报文交换	数据报分组交换	虚电路分组交换
独占传输信道	不独占传输信道	不独占传输信道	不独占传输信道
对交互式足够快	不满足交互式	对交互式足够快	对交互式足够快
不存储报文	存储报文	可存储分组至转发	存储分组至转发
为整个通信过程建立通道	为每个报文建路由	为每个分组建路由	为整个通信过程建通道
过载会阻塞呼叫但对已建呼叫不影响	过载会增加报文时延	过载会增加分组时延	过载会阻塞呼叫并增加分组时延
固定带宽	带宽可动态利用	带宽可动态利用	带宽可动态利用
呼叫建立后无附加开销	每个报文有开销	每个分组有开销	每个分组有开销