

ATM 网络技术

ATM 网络技术

张宏科 裘正定 编著



电子工业出版社



版社

ATM 网络技术

张宏科 裴正定 编著

电子工业出版社

内 容 提 要

本书对 ATM(异步传递方式)网络技术进行了系统、全面的阐述,主要内容包
括:ATM 网络技术的概念、原理与参考协议模型,ATM 交换技术,接口技术,ATM 网络互连技术及其工程应用等。全书内容丰富,概念清晰,取材新颖,实例丰富,充分反映了现代通信、计算机等技术发展的趋势。

本书的读者对象为从事通信、计算机技术开发与研究的工程技术人员,也可供大、专院校通信、计算机等专业的师生和相关培训班作为教材或教学参考书。

ATM 网络技术

张宏科 裘正定 编著

责任编辑:文宏武

特约编辑:黄淑杰

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路 173 信箱,100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室 排版

北京科技大学印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:10 字数:256 千字

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印数:5000 册 定价:18.00 元

ISBN 7-5053-3780-7/TP·1613

前 言

当今世界科学技术正在经历着波澜壮阔的巨大变革。而通信技术的变革,在很大程度上取决于通信技术的发展。ATM 网络技术作为 21 世纪通信的主要和关键技术,将发挥着越来越重要的作用。

本书为了跟踪世界通信技术的发展,满足广大工程技术人员、科学研究人员的需求,尽可能全面地向广大读者介绍 ATM 网络技术的基本概念、原理及接口和互连网络技术等有关内容。为了使读者对 ATM 网络有一个基本了解,第一章首先介绍了有关 ATM 网络技术的概念、原理及发展概况;第二章重点介绍了 ATM 网络的交换技术;第三章给出了 ATM 网络参考协议模型;第四、五章分别对 ATM 网络接口技术和互连网络技术作了进一步介绍;为了使读者更好地理解 and 掌握 ATM 网络技术,第六章介绍了 ATM 网络工程。

在本书的编写期间,北方交通大学袁保宗教授、丁晓明副教授,广州华美有限公司关义章研究员,总参 51 研究所苗普选高级工程师和刘阳女士、清华大学史美林教授等都给予了极大的帮助和鼓励,在此谨向他们致以衷心的感谢。

可以这样说,本书的完成,是多年来集体与个人力量的结晶,是在北方交通大学和总参 51 研究所各级领导和同志们们的热情关怀下顺利完成的。作者谨把它献给所有工作在这一领域的朋友们!

由于通信和计算机技术的发展极为迅速,加之编写时间有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者指正。

张宏科

一九九六年五月八日

目 录

第一章 绪 论	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 ATM 网络技术的基本概念	(2)
1.3 ATM 网络技术的基本特点	(3)
1.4 ATM 网络技术的基本原理	(4)
1.5 ATM 宽带通信网发展概况	(6)
第二章 ATM 交换技术	(9)
2.1 ATM 交换技术的基本原理	(9)
2.1.1 ATM 交换技术的导入背景	(9)
2.1.2 基本工作原理	(15)
2.2 ATM 交换机的基本组成	(17)
2.3 ATM 交换结构	(19)
2.3.1 多级互联交换结构	(21)
2.3.2 异步时分交换结构	(24)
2.3.3 总线交换结构	(25)
2.3.4 光交换结构	(26)
2.4 ATM 交换网络的管理问题	(28)
2.4.1 流量控制	(28)
2.4.2 阻塞管理	(29)
第三章 ATM 网络参考模型	(31)
3.1 ATM 网络的体系结构模型	(31)
3.2 ATM 用户层	(32)
3.2.1 恒定比特率服务	(33)
3.2.2 可变比特率端端定时面向连接服务	(34)
3.2.3 面向连接的数据服务	(34)
3.2.4 无连接数据服务	(37)
3.3 ATM 适配层	(42)
3.3.1 AAL1	(43)
3.3.2 AAL2	(45)
3.3.3 AAL3/4	(45)
3.3.4 AAL5	(47)
3.4 ATM 层	(48)
3.4.1 一般特性	(49)
3.4.2 ATM 连接	(52)
3.4.3 UNI 信令	(53)

3.4.4	CALL/CONNECTION	(54)
3.4.5	ATM 层管理功能	(55)
3.5	物理层	(56)
3.5.1	传输会聚子层	(56)
3.5.2	物理媒介子层	(57)
第四章	ATM 接口技术	(59)
4.1	SONET/SDH 接口	(59)
4.1.1	同步传输标准的形成与背景	(59)
4.1.2	同步传输的有关 ITU - T 建议	(60)
4.1.3	SDH 传输网络结构	(62)
4.2	SONET/SDH 接口的传输速率	(63)
4.3	SONET/SDH 的帧结构分析	(65)
4.4	E3 与 DS - 3 接口	(77)
4.4.1	E3 接口	(77)
4.4.2	DS - 3 接口	(78)
4.5	4B/5B 与 8B/10B 接口	(79)
4.5.1	4B/5B 接口	(79)
4.5.2	8B/10B 接口	(80)
4.6	ATM 实用接口连接举例	(82)
第五章	ATM 网络互连技术	(83)
5.1	引言	(83)
5.2	ATM 网络的基本连接	(86)
5.2.1	ATM 网络连接的基本原理	(86)
5.2.2	点对点连接的建立	(89)
5.2.3	点对多点连接的建立	(89)
5.3	ATM 用户网络接口协议	(91)
5.3.1	UNI 信令协议	(91)
5.3.2	寻址方式	(92)
5.4	ATM 网络节点接口协议	(96)
5.4.1	引言	(96)
5.4.2	IISP 协议	(97)
5.4.3	P - NNI phase 1 协议	(97)
5.4.4	ATM 多协议标准	(101)
5.5	ATM 网络互连的基本原理	(106)
5.5.1	LAN 仿真	(107)
5.5.2	LANE 的运行和生成树	(110)
5.5.3	虚拟 LAN	(113)
5.5.4	本机模式协议	(115)
5.6	ATM 广域网互连	(119)
5.6.1	帧中继与 ATM 网络互连	(119)

5.6.2	SMDS(CBDS)与 ATM 网络互连	(121)
5.6.3	其他网与 ATM 网络互连	(121)
第六章	ATM 网络工程	(123)
6.1	ATM 局域网络工程	(123)
6.1.1	引言	(123)
6.1.2	ATM 局域网的基本结构	(124)
6.1.3	ATM - ALN 的发展概况	(125)
6.2	ATM 城域网络工程	(128)
6.2.1	ATM 城域网的基本结构与组成	(128)
6.2.2	ATM 城域网的基本应用	(132)
第七章	ATM 网络的研究现状与未来	(139)
7.1	ATM 网络的研究现状	(139)
7.1.1	ATM 技术的现状	(139)
7.1.2	无线 ATM 网络技术	(144)
7.2	ATM 网络中面临的问题	(148)
7.2.1	ATM 网络中面临的一般性问题	(148)
7.2.2	ATM 网的流量控制	(150)
7.2.3	ATM 网的允许接入问题	(150)

第一章 绪 论

1.1 引 言

随着科学技术的发展,信息已成为推动社会向前发展的巨大资源。在未来 21 世纪中,信息领域的竞争将是世界经济竞争的焦点,信息领域的竞争不仅取决于信息技术的掌握,更取决于一个信息高速通信网络的建设及其应用水平。

传统的信息网络传递主要采用两种形式,一是电路交换(Circuit Switching),二是分组交换(Packet Switching)。电路交换的不足是带宽的浪费,分组交换的短处是系统延迟的不确定性。象以太网、令牌环网、光纤分布数据接口(FDDI; Fiber Distributed Data Interface)等都属分组交换技术。为了适应新形势,一种结合电路交换和分组交换技术优点的传输方式于 1989 年产生,它就是异步传递方式(ATM: Asynchronous Transfer Mode)技术,被国际电报电话咨询委员会(CCITT; International Telegraph and Telephone Consultation Committee)(现为国际电信联盟—电信标准部(ITU-T; International Telecommunication Union - Telecommunications Sector))确定为传输语音、图像、数据和多媒体信息的新工具。

从此,ATM 技术很快被计算机与通信网络系统所吸收。ATM 传输速率一般可达 Gbit/s 级,有的产品已达到 20Gbit/s,虽然当初是希望把它用于宽带综合业务数字网(B-ISDN; Broad-band Integrated Services Digital Network)的,由于其复杂程度较高,ATM 技术首先应用于局域网。迄今,ATM 技术已用于各种类型的局域网(LAN; Local Area Network)中,诸如 Fore system、Bay Network 和 IBM 等公司,在这个领域已获得很大的成功。在 LAN 范围之外,很多服务也已开始,如将 ATM 技术作为核心基于网体系结构的方案,以支持如帧中继(FR; Frame Relay)、交换型多兆位数据服务(SMDS: Switched Multi - Megabit Data Service)和其他一些增值类的服务等。

ATM 技术是一种快速的数据分组交换技术,由于能在一个单一的主体网络上携带多种信息媒体,进行多种通信业务,所以一开始就受到人们的重视。近年来,不管是在国内还是在国外,ATM 都是一个热门话题。ATM 技术在局域网上成功运用,以及在广域网(WAN; Wide Area Network)上体现出的强大功能,均说明了它的优越性。现以 1994 年为例,已安装 ATM WAN 的基地达到 900 多个,如图 1.1 所示。估计在以后的几年里,ATM 网络将会大幅度增加,这充分说明 ATM 技术已引起了人们的极大注意。

ATM 是 B-ISDN 的关键技术,在 ATM 中不同速率的各种数字业务,如语音、图像、数据、视频的信息被分成标准的 53 字节长度的信元,以进行快速分组交换,所以 B-ISDN 是处理固定长度信元的网络。为了支持话音和低速业务,ITU-T 正在研究把 53 字节的信元细分成微信元,每个微信元含 420 个字节,以提高效率,减少时延。

现在 ATM 技术正在由试验走向商用。在美国,AT&T 等长途电话公司和太平洋贝尔、GTE 等本地电话公司都已开始商用 ATM 业务;15 个欧洲国家的 18 家电信机构正在进行一项泛欧的 ATM 现场试验,芬兰、德国、法国等已开始提供商用 ATM 业务;日本计划到 2015 年建成覆盖

全国的 B-ISDN, NTT 将于 1996 年提供商用 ATM 业务; 我国的广东省现在也在进行 B-ISDN 的现场试验, 演示 ATM 网络以支持多媒体和 VOD (Video on Demand) 业务。

90 年代, 世界通信业正发生巨大变化, 而引起这个变化的就是 ATM 技术。ATM 呈现给用户的是用于局域网和广域网的一个更为强大的方案, 对整个分布计算过程产生了很大的影响。在下一个世纪, 我们联网的核心问题是如何掌握并应用好 ATM 技术。

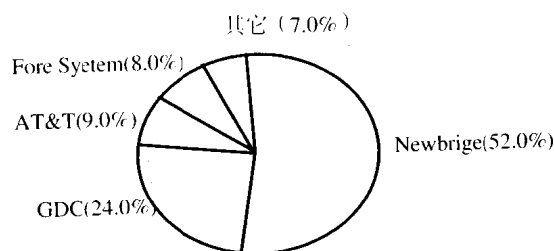


图 1.1 ATM WAN 市场份额

1.2 ATM 网络技术的基本概念

ATM 网络技术的目的是给出一套对网络用户的服务, 通常这些服务是由 ATM 协议参考模型的定义给出的, 它与网络传输的信息类型无关。ATM 参考模型定义了对高层的服务以及操作和维护 ATM 网络所需的功能。ATM 标准主要由 ATM 用户层、ATM 适配层、ATM 层和 ATM 物理层组成, 现说明如下:

(1) 用户层 (User Layer) 的主要功能是支持各种用户服务, 如不变比特速率 (CBR) 的面向连接服务; 可变比特速率 (VBR) 的面向连接服务; 可变比特到达速率的面向连接服务, 用于支持面向数据的应用; 可变比特到达速率的非面向连接的服务; 用户或厂家定义的他们独有的服务。

(2) ATM 适配层 (AAL: ATM Adaptation Layer) 的主要功能是适配从用户平面来的信息, 以形成 ATM 网可利用的格式。用户传送给 ATM 的信息往往是多种格式, ATM 网可以传输数据、语音和视频信号, 故每一种信号都要求对 ATM 网络有不同的适配, 因此 ATM 定义了不同类型的 AAL 服务。

(3) ATM 层 (ATM Layer) 的基本功能是负责生成信元, 它接收来自 AAL 的 48 个字节载体, 并附上相应 5 个字节的信元标头。ATM 层支持连接的建立, 并汇集到同一输出端口的不同应用信元, 同样也分离从输入端口到各个应用和输出端口的信元。当 ATM 层看到信元载体时, 它并不知道载体的内容, 载体只不过是要被传输的 0 或 1 信息。由于 ATM 层不管载体的内容, 所以它与服务类型无关。它只负责为载体生成信元标头并附给载体, 以形成信元标准格式。故跨越 ATM 层到物理层的信息单元只能是 53 个字节的信元。

(4) 物理层 (Physical Layer) 是 ATM 模型的最下面一层, 它由传输汇聚子层和物理介质相关层组成, ATM 物理层负责信元编码并将信元交给物理介质。传输汇聚子层从 ATM 层接收信元, 组装成为适当格式, 并在物理媒介子层上传输。此时需插入空信元, 让信元流保持连续。空的信元不传送给 ATM 层, 它们用特定的信元头值标识。在接收方, 传输汇聚子层从来自物理子层的比特或字节流中提取信元, 验证信元头, 把有效信元传递给 ATM 层。

当今的高性能计算机正在产生对包括兼有声音、图像及数据的新应用的影响。由于这些

应用证明其非常有用,并将成为企业网络通信的一个关键部分,因此,人们将急需推进现有网络基础设施的建设和增加对频宽的需求。预想到这一点的很多部门,正在开发一些能有效处理这些应用的新技术。ATM 技术便是很多新技术中的一种,它吸收了传统网络技术的优点,并避开不足,成为对局域网、城域网和广域网都很有价值的技术,它可能成为信息高速网络的支柱,被确定为下一代网络的主要和关键技术。这种发展趋势并非偶然,而是由其突出的优点所决定的。

1.3 ATM 网络技术的基本特点

ATM 技术是一种集电路交换和分组交换两种技术优点的传输方式,被 ITU-T 确定为传输语音、数据、电视及多媒体信息的新工具,并受到了人们的广泛重视。

ATM 信息传输采用固定长格式,一律为 53 个字节的信元。信元中信头占 5 个字节,数据块占 48 个字节。显然 5 个字节的信头比其他通信协议的信头都小的多。

ATM 网络以星形拓扑结构为主,并可以构造任意网状的网络拓扑结构。ATM 网络和各终端连接可用用户网络接口(UNI: User - Network Interface)来描述。而 ATM 网络之间的连接用网络节点接口(NNI: Network to Node Interface)来描述。一个网络和一个终端之间必须有一个能正确实现相互操作的用户网络接口 UNI,为了建立更大的 ATM 网络,两个网络之间需要有可交互操作的网络节点接口 NNI。

ATM 交换是 ATM 网络中的关键和主要技术,它的性能好坏直接影响到交换的吞吐量、信元阻塞等问题。一般来说,它由输入、输出、控制处理器和交换机构组成,如图 1.2 所示。ATM 交换允许同一网络中以不同的链路速度进行操作。传输媒介可以是光纤、双绞线、电缆,不再需要路由器或隔离桥进行速率匹配,每条链路可根据需要改变速率,具有可伸缩性。它规定了多种用户网络接口速率,易于提高未来终端的性能。

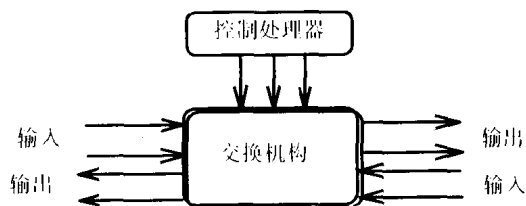


图 1.2 ATM 交换机结构

ATM 允许不同的虚连接中的信元可以交替通过同一物理链路,使每个信元的延迟时间是可预期的。这样在负载较重的情况下,信元的延迟时间变化不会太大。

ATM 技术是面向连接的技术,具有很大的灵活性,虚拟连网功能是 ATM 局域网的重要功能,目前有关 ATM 虚拟局域网的规范正在制定与形成。ATM 网络通过建立虚连接(网络中的一条路径)来传输数据。每个虚连接有一个 QOS(Quality of Service),即服务质量参数来标定所传输的数据。QOS 参数包括所需要的传输能力(Mbit/s)、数据负载的类型(恒定速率或可变速率)和数据的优先级(高或低)。

ATM 网络根据信元承受延迟的能力和丢失请求,将虚电路传输的数据分为 4 种类型 A、B、C、D。也就是说对不同类型的信元划分出优先级,优先级高的保证在允许的时延内给予传输,使得对延迟敏感的数据如影视图像等不会有什么问题,而优先级低的数据通过合理调节不致

于使网络出现严重的阻塞。

ATM 规定了多种用户网接口速率,故易于提高未来终端的性能,在同一网上也可共存几种接口速率。用户网在与公用网 ATM 业务连接时也不需要变换数据格式。

在 ISDN 上利用 ATM 交换机可组成各种速率的多媒体传输,利用分组电路提供帧中继、信元中继等大量超高速业务。

ATM 网络传输技术克服了当今广为使用的以太网 - LAN 的局限性。在以太网中许多终端争抢一个传输路由,一个终端在通信时,其它终端就不能用此路由。而 ATM - LAN 是以交换为中心的星形结构,传输速率又高,故各终端都可占用传输路由。

在 ATM 网络中,小的信元、ATM 交换和虚连接是 ATM 网络关键技术,当然其他一些技术也是不可少的。ATM 网络技术还没有达到成熟阶段,许多问题还正在研究解决之中。但是 ATM 网针对过去各种网络存在的问题而提出的解决方法是目前网络技术中最先进的。ATM 虽然还没有形成系统产品,但已经出现的产品已被不同公司竞相采用,这表明了 ATM 网络技术确是新一代网络的期望,ATM 技术将被现有的网络所吸收。

由于以上特点,ATM 技术被公认为未来信息通信的关键技术之一。并在各国开展了高速、宽带骨干网的应用试验。

总之,ATM 有许多相当诱人的特点,包括简单的网络升级,支持多种数据类型和很高的传输速度。有关专家认为,前两个优点可能会在很长一段时间后实现,但高速传输这一特点从一开始就激起了大多数学者的兴趣。主干网对速率的需求是第一位的。在典型情况下,主干网被用来连接分散的局域网或访问存储公用信息的服务器。当各部分中传送的数据量或来自服务器的信息量突然加大时,主干线就饱和了。虽然快速以太网、光纤分布数据接口(FDDI)和交换以太网都提供了增加带宽的服务,但是它们都不能象 ATM 技术那样达到 155Mbit/s 以上的传输速率。

1.4 ATM 网络技术的基本原理

ATM 是一种面向连接的技术。当发送端想要和接收端通信时,它通过 UNI 送一要求建立连接的控制信号。接收端通过网络收到该控制信号并同意建立连接后,一个虚拟线路(Virtual Circuit)就会被建立。虚拟线路是用虚通道标识符(VPI: Virtual Path Identifier)和虚通路标识符(VCI: Virtual channel Identifier)表示的。同时,虚拟线路上所有的中继点都会建立线路映像表。

虚拟线路建立后,需要传送的信息即被分割成 53 字节的信元,经网络送到对方。若发送端有一个以上的信息同时发送,则根据相同程序建立不同的到达相应接收端的不同虚拟线路,信息则可交替地送出。

在虚拟线路中,相邻两个交换点间信元的 VCI/VPI 值保持不变。此两点间形成一 VC 链(VC Link),一串 VC 链相连形成 VC 连接(VCC: VC Connection)。相应地,VP 链(VP Link)和 VP 连接(VPC: VP Connection)也可以类似的方式形成。VCI/VPI 值在经过 ATM 交换点时,该 VP 交换点根据 VP 连接的目的地,将输入信元的 VPI 值改为可导向接收端的新 VPI 值赋予信元并输出。以上过程被称作 VP 交换,此过程中 VCI 值不变,VP 交换可由图 1.3 较直观地表示。图 1.4 显示了 VC 交换的原理。理论上,VC 交换点终止 VC 链和 VP 链,VCI 与 VPI 将同时被改为新值。由此可知,ATM 可利用 VC/VP 达到交换与传输数据的目的。

虚拟通道(VP: Virtual Path)和虚拟通路(VCI: Virtual Channel)都是用来描述 ATM 信元单向

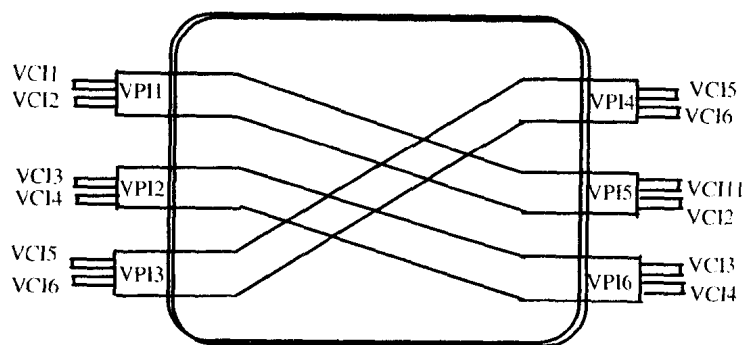


图 1.3 VP 交换过程

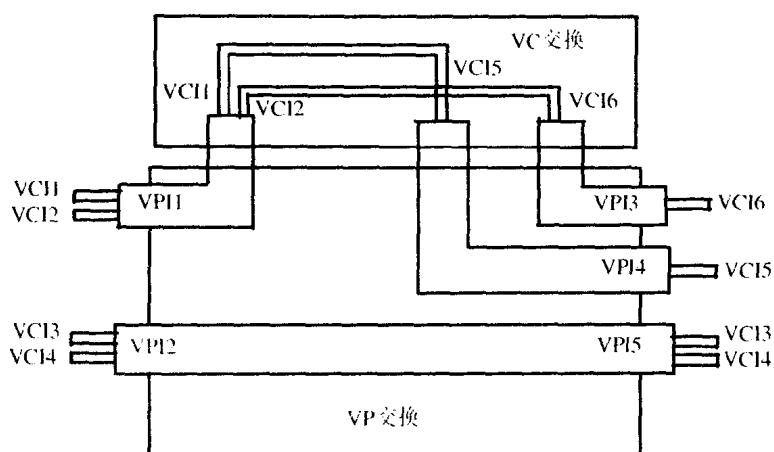


图 1.4 VC 交换过程

传输的路由。每个虚拟通道可以用复用方式容纳多个虚拟通路,属于同一虚拟通路之信元群,拥有相同的虚拟通路识别号 VCI,VCI 是信元头的一部分。属于同一虚拟通道的不同虚拟通路拥有相同虚拟通道识别号 VPI,VPI 也是信元头的一部分。传输路径、虚拟通道和虚拟通路是 ATM 中的三个重要概念,三者间的关系如图 1.5 所示。

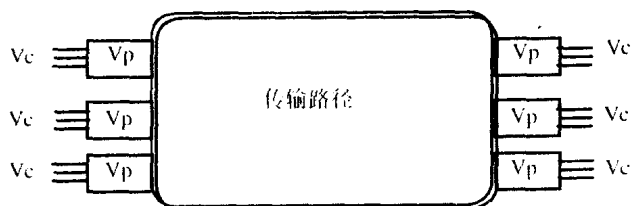


图 1.5 虚拟通路、虚拟通道和传输路径三者的关系

在以 ATM 技术为基础的网络上,信元的复用与交换处理方式,与所传送的信息类型(语音、音响、图片或动态画面)无关。因为 ATM 网络所处理的是形式相同的固定长度信元,所以可省去许多不必要的检验,直接运用硬件,加快处理速度,有效地提高了交换与复用效率。通常只是 VPI/VCI 值的改变,并送到相应的出口。交换机并不管信元所携带信息的类型,因此,速度非常快(150Mbit/s ~ 600Mbit/s)。

信元的复用与交换处理方式与实际信息类型无关这一特性,使相同设备理论上可处理低频宽和高频宽的信息。因此,ATM 可按用户需求做到动态分配频宽,高速的本地网 FDDI 端点可达到 100Mbit/s,但由于这个频宽是共享的,当使用者增加,每个使用者所分得的频宽就会减少,而 ATM 就不存在这一问题。ATM 信元传送概念,使网络存取非常灵活,各种不同服务需求由单一界面即可满足。ATM 使用很短的信元和高速传输速率,使得传输延迟及延迟抖动量均非常小,故 ATM 的服务范围是非常广泛的。

1.5 ATM 宽带通信网发展概况

传统 PCM 多路通信方式中,为了便于复接/分接,传输系统采用了分层结构,也就是说,以群的概念规定各 PCM 系统的传输速率,通常将这种分层结构称作 PCM 系列或数字系列。在开始导入数字系列时,各国采用了不同的分层标准。因而世界上存在着如表 1.1 所示的三种数字系列。

不同数字系列的二次群和高次群的结构也各不相同。近年来,随着通信技术的发展,为了实现以图像为主的各种宽带业务,要求网络能够经济地提供大容量的信息传输能力。如果继续使用三种各不相同的数字系列很难适应现代通信网的发展。在这种背景下,国际 CCITT(现 ITU-T)组织对网络节点接口进行了研究,并制定了统一的同步数字系列 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)标准。标准化可适应未来的发展。由于采用了国际标准化的接口,所以各国的通信网可直接互连,不同公司的系统也能互通。另外,标准化可提高通信的经济效益。因为对所有的传输速率进行同步,能够在高速多路复用的级别上直接控制低速信号,又能够有效地实现交叉连接,故可以有效地提高通信网的经济效益。

表 1.1 数字系列

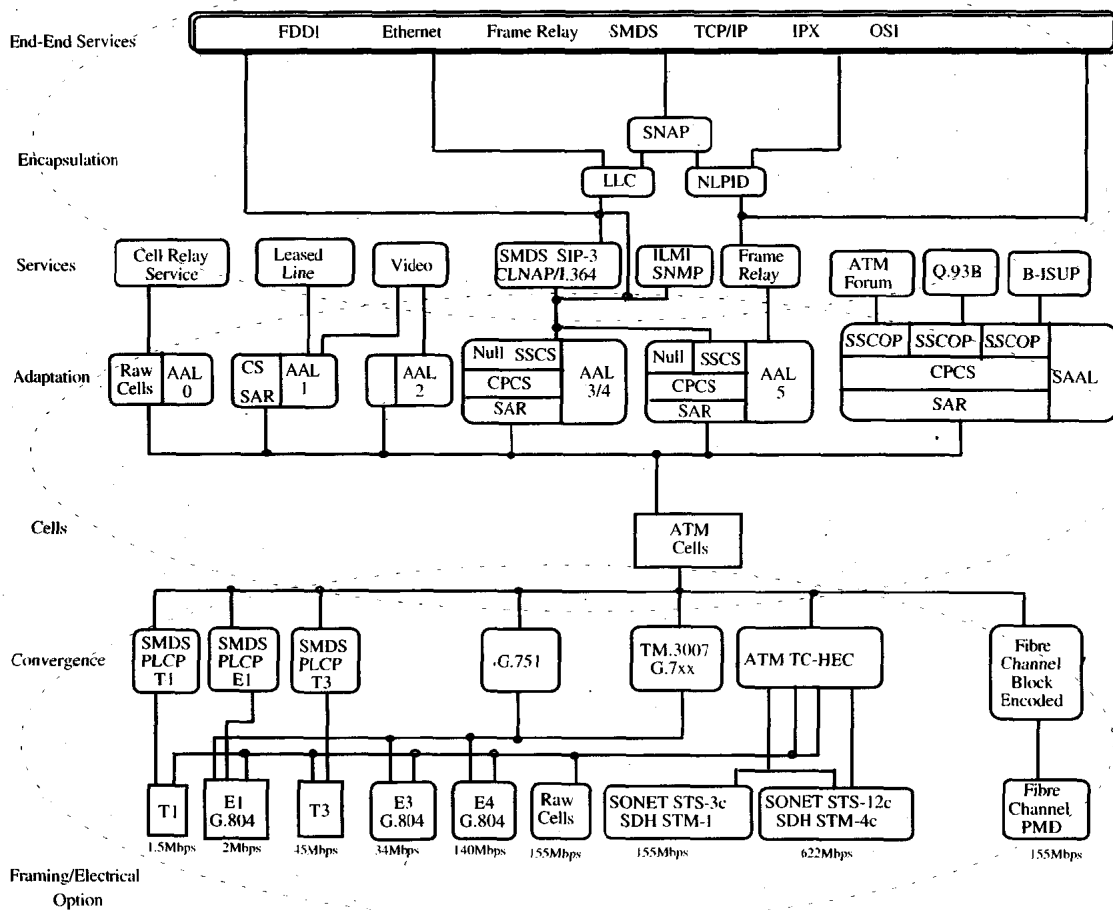
	1 次群	2 次群	3 次群	4 次群	5 次群
日本	1.544Mbit/s	6.312Mbit/s	32.064Mbit/s	97.728Mbit/s	397.20Mbit/s
欧洲	2.048Mbit/s	8.448Mbit/s	34.368Mbit/s	139.264Mbit/s	
美洲	1.544Mbit/s	6.312Mbit/s	44.736Mbit/s	274.176Mbit/s	

同步数字系列 SDH 的基本概念是通过物理(主要是光的)传输网传送适配有效负载(payload)的数字结构。它是一个标准的系列集。SDH 第一级的比特率为 155.520Mbit/s。高等级的 SDH 的比特率是第一级的整数倍。

异步传输模式本质上是一种高速分组交换模式,它能够适应从速率低于数千兆比特到高达数百兆比特的各种业务,它集语音、图像、数据等信息于一体,进行宽频带综合业务数字通信,图 1.6 给出了 ATM 宽带通信结构示意图。主要有三部分组成:①用户网络接入部分(图 1.6 上端);②信元协议处理部分(图 1.6 中间部分);③线路接口部分(图 1.6 下端)。

由图 1.6 可以看出,ATM 是 B-ISDN 的关键技术,在 ATM 网络中,信息被分成固定长度的分组进行传输和交换。ATM 核心技术是 ATM 交换机,通常它完成信元处理和路由选择等任务。

目前,ATM 网络技术日趋成熟,故美国、日本、法国、德国等一些发达国家和我国已组建了各自的 ATM 实验网,并明确提出 ATM 是实现 B-ISDN 的主要传送方式,并作为下个世纪电信网的主要和关键技术。



SNMP: 简单的网络管理协议; SONET: 同步光网络;
 FDDI: 光纤分布数据接口; Frame Relay: 帧中继;
 SMDS: 交换型多兆比特业务; AAL: ATM适配层;
 CLNAP: 无连接网接入规程; CLSF: 无连接业务功能;
 SNAP: 子网接入协议; TCP: 传输控制协议;
 IP: 互连网络协议; B-ISUP: 宽带ISDN用户部分;
 SSCS: 特定业务会聚子层; CPCS: 普通业务(公共部分)会聚子层;
 CS: 会聚子层; SAR: 拆装子层;
 LLC: 逻辑连接控制; PLCP: 物理层会聚过程;
 ILMI: 临时局部管理接口; SAAL: 信令ATM适配层;
 SSCOP: 特定业务面向连接协议; STM: 同步传输模式;
 PMD: 物理介质; OSI: 开放系统互连

图 1.6 ATM 宽带通信示意图

总之,宽带化是网络发展的必然趋势,目前干线网上 SDH 已大范围推广,ATM 网络也已商用,迫切需要用户环路相应宽带化以支持各种业务。光纤用户网不仅可支持窄带业务、宽带广播式业务,而且可以在将来的 B - ISDN 中支持交互式宽带业务,为高速宽带业务提供传输通道,它已受到世界各国的普遍重视。

第二章 ATM 交换技术

ATM 交换技术是 ATM 网络技术的核心。一般来说,交换结构将决定 ATM 网络的规模和性能。交换机设计中采用的方法将影响交换吞吐量、信元阻塞、信元丢失和交换延迟等,交换结构不仅影响交换机的性能和扩展特性,而且也将影响交换机支持广播方式和多点转发方式的能力。

2.1 ATM 交换技术的基本原理

2.1.1 ATM 交换技术的导入背景

现代通信网中广泛使用的交换方式有两种:电路交换方式和分组交换方式,电路交换方式适用于电话业务,分组交换方式适用于数据业务。ATM 信元中承载的是宽带综合业务:既有电话业务,又有数据业务,还有其他业务。因此 ATM 信元交换应是一种新的交换方式,它既能像电路交换方式一样适用于电话业务,又能像分组交换方式一样适用于数据业务,当然还要能适应于其他业务。

现在,我们先来简单介绍一下电路交换和分组交换,清楚地了解电路交换和分组交换方式,对于理解 ATM 交换方式是十分重要的。

像所有的电子系统一样,我们可把交换系统看成是一个有多个输入和多个输出的“黑匣子”。不过,一个交换系统的输入和输出往往都非常多。我们也常常把这些输入叫入线或入端,把输出叫做出线或出端。

交换系统的功能可以用两种不同的说法来描述。一种说法是,交换系统的功能是在入端和出端之间建立连接。按这种说法,可以把交换系统想象成一堆开关,当需要把一个入端和一个出端连接起来的时候就扳动开关。另一种说法是,交换系统的功能是把入端的信息分发到出线上。按这种说法,可以把交换系统想象成一个大的信息转运站,它接收入端的信息,然后分门别类地分发到各个出端上。图 2.1 给出了两种交换系统的示意结构。

初看起来,两种说法似乎并无本质的不同。建立连接的目的归根结底也是为了传输信息,而能够把信息从入线上送到出线上,也就相当于入线和出线连接起来了。不过,如果我们以这两种不同的说法为起点加以引伸,它们的不同就变的明显了,就会发展成电路交换和分组交换两种完全不同的交换方式来。

以电路连接为目标的交换方式是电路交换方式。我们知道,电话网就是采用电路交换方式。我们可以打一次电话来体验这种交换方式。打电话时,首先是摘下话机拨号,拨号完毕,交换机知道了要和谁通话。于是,交换机就把双方的线路连接起来,通话开始。通话完毕,交换机才把双方线路断开,为双方各自开始一次新的通话作准备。因此,我们可以体会到,电路交换的动作,就是在通信时建立电路,通信完毕后断开电路。至于在通信过程中双方是否在互相传输信息,传送什么信息,都与交换系统无关。

电话交换出现在一百年前,在那个时候,人们还没有关于信息的概念,而电话交换就是要

把双方的电路连接起来这件事又是如此的明显,那么采用电路交换方式当然就是唯一的选择了。

电路交换的原理示意图如图 2.2 所示,图中假定已经建立好两条连接:一条是用户 a;经交换机 I、II 和 III 到用户 i,另一条是用户 e 经交换机 II 和 III 到用户 g。

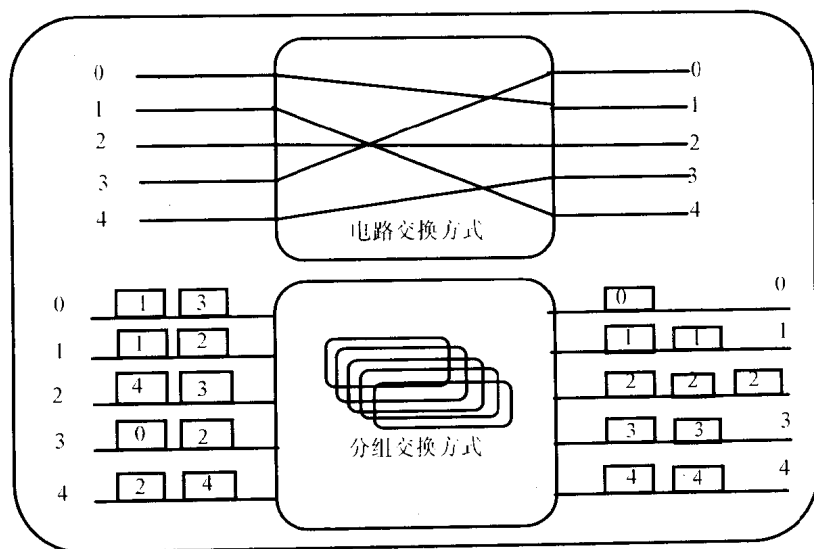


图 2.1 交换系统示意图

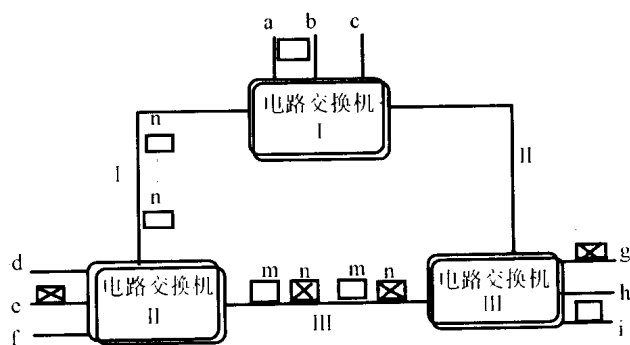


图 2.2 电路交换的原理示意图

每一个交换机中都有各自的时隙对照表,如表 2.1 所示,时隙又称为电路,所以也可称之为电路对照表。对照表中有输入、输出两栏,每栏要包含线路位置(或交换机端口)号、时隙位置号等内容。对于经过交换机已建立好的每条连接,该交换机的对照表中必须有它的相关内容,例如图中已建立好的用户连接。当然,如果连接没有建立,或者不再通信后拆除连接,则相应交换机在对照表中不填入或去掉相关的内容。

电路交换机所连接的数字通道上,时隙位置按确定的帧结构排列,每一个时隙以帧为周期在固定的位置出现。如图 2.3 所示,每个帧由 n 个时隙组成,用 $1 \sim n$ 表示各自的位置,如果每个时隙长度为 8bit 字节,且帧周期为 $125\mu\text{s}$,那么,每个时隙或每条电路的容量为 64kbit/s ,若 $n = 32$,则所连数字通道的总容量为 2048kbit/s 。对于电路交换,相互交换的时隙带宽或容量要求是相等的。否则就要在交换之前把较低容量的时隙变到与较高容量时隙相等的容量。