

ATM 网络 互连原理与工程

张宏科 裘正定 编著

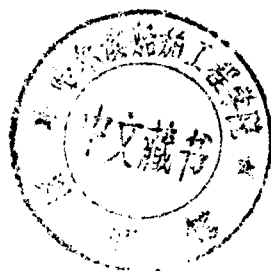


清华大学出版社

403636

ATM 网络互连原理与工程

张宏科 袁正定 编著



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

本书对 ATM 网络互连技术的原理、组成及其网络工程作了全面的叙述,主要包括:ATM 交换技术、接口技术、参考协议模型、统计复用特性分析、网络接口协议、网络互连技术及很有实用价值的各种 ATM 网络工程实例。

全书取材新颖、内容丰富、实用性强,反映了国内外 ATM 网络技术现状,适合于通信、计算机技术开发与研究的工程技术人员阅读,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。

JS198/10

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

ATM 网络互连原理与工程/张宏科,裘正定编著. —北京:清华大学出版社,1997. 4
ISBN 7-302-02458-8

I. A… II. ①张… ②裘… III. 计算机网络:网络互连 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 02019 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大这校内:邮编 100084)

印刷者:北京人民文学印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:309 千字

版 次:1997 年 4 月第 1 版 1997 年 8 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-302-02458-8/TP·1241

印 数:5001~10000

定 价:17.50 元

前言

当今世界科学正经历着波澜壮阔的巨大变革,这一变革在很大程度上取决于信息技术的发展。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。在未来的 21 世纪中,信息领域的竞争将是世界经济竞争的焦点,信息领域竞争的一个重点,则是一个信息高速通信网络的建设和应用。ATM(Asynchronous Transfer Mode)技术作为该网络的主要和关键技术,将发挥着越来越重要的作用。

ATM 技术由于能在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,国内外已经研制出不少 ATM 交换机,并且开始了相应的宽带网实验。可以预计,在未来的 21 世纪,我们连网的核心问题应该是:如何掌握 ATM 技术,应用好 ATM 技术。

为了推动国内 ATM 技术的发展,跟踪世界电信先进技术,满足广大工程技术人员、科学研究人员的需求,在我们多年学习、研究与工程实践的基础上编写了本书。书中尽可能全面地向广大读者介绍 ATM 网络互连技术的基本概念、原理及网络工程实例等有关内容。为了使读者对 ATM 网络有一个基本了解,第 1 章介绍了 ATM 网络技术的基本概念、特点、组成、原理及发展概况和面临的问题。第 2 章简单叙述了 ATM 网络的体系结构模型、交换技术和接口技术等有关基础知识,读者从中能获得比较全面的系统概念。第 3 章较详细地论述了 ATM 网络的视频、音频等统计复用模型的特性分析,从而使读者对 ATM 网络的一些理论分析有一个初步的了解。第 4 章详细叙述了 ATM 的 UNI、NNI 和 MPOA 等网络接口协议。第 5 章介绍了 ATM 网络互连技术的基本原理和方法,读者学习这两章后,能获得较全面的 ATM 网络互连知识,并能指导 ATM 的研究工作与网络工程建设。第 6 章介绍了一些最新的 ATM 网络工程实例。这些工程样板帮助广大读者建设 ATM 网络,更好地理解 and 掌握 ATM 网络技术。

在本书的编写期间,得到了 DEC 公司、IBM 公司、Cisco 系统公司、3Com 公司、Fore 系统公司和 Bay Networks 公司等单位的技术支持和帮助,在此谨向他们表示谢意。此外,还得到了北方交通大学袁保宗教授、丁晓明副教授、张海涛硕士、广州华美有限公司关义章研究员和总参 51 研究所刘阳、龚碧秀等同仁的帮助和鼓励,在此谨向他们致以衷心的感谢。

由于计算机和通信技术的发展极为迅速,ATM 技术仍在发展与完善之中,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。

编者

1996 年 12 月 8 日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 ATM 网络技术的基本概念与特点	1
1.3 ATM 网络技术的基本原理	3
1.4 ATM 网络的基本组成及发展概况	7
1.5 ATM 网络面临的问题	10
第 2 章 ATM 网络技术基础	14
2.1 ATM 网络协议参考模型	14
2.1.1 ATM 用户层	14
2.1.2 ATM 适配层	16
2.1.3 ATM 层	22
2.1.4 ATM 物理层	25
2.2 ATM 交换技术	26
2.2.1 ATM 交换技术产生的背景	27
2.2.2 ATM 交换的基本工作原理	29
2.2.3 ATM 交换机的基本组成	33
2.2.4 ATM 交换结构	35
2.2.5 ATM 交换网络的管理问题	37
2.3 ATM 网络互连接口技术	40
2.3.1 SONET/SDH 接口	41
2.3.2 SDH 传输网络结构	42
2.3.3 SONET/SDH 接口的传输速率	42
2.3.4 SONET/SDH 的帧结构分析	44
2.3.5 E3 与 DS-3 接口	46
2.3.6 4B/5B 与 8B/10B 接口	48
2.3.7 ATM 网络实用接口连接举例	50
第 3 章 ATM 网络中的信源模型及统计复用特性分析	52
3.1 视频源模型	52
3.1.1 连续状态的自回归马尔可夫模型	53
3.1.2 离散状态连续时间的马尔可夫过程	54
3.1.3 两个一阶 AR 过程近似视频源模型	54
3.1.4 视频源的统计复用特性分析	58

3.2 话音源模型	62
3.2.1 话音源的特点	62
3.2.2 话音信源的统计复用分析	63
3.3 数据源模型	68
3.4 话音和数据的综合模型	69
3.5 话音、数据和视频源叠加模型	70
3.5.1 用 D-BMAP 描述话音和数据的叠加过程	71
3.5.2 话音、数据和视频源的叠加模型	71
3.6 MMPP/D/1/K 排队系统的分析	73
3.6.1 离去时刻的队长分布	73
3.6.2 到达时刻的队长分布	74
3.7 突发业务统计复用性能分析	75
3.7.1 突发业务统计复用模型	75
3.7.2 突发业务统计复用性能分析	76
参考文献	78
第4章 ATM 网络接口协议	79
4.1 引言	79
4.2 ATM 用户网络接口协议	79
4.2.1 UNI 信令协议	79
4.2.2 寻址方式	80
4.3 ATM 网络节点接口协议	84
4.3.1 引言	84
4.3.2 HSP 协议	85
4.3.3 P-NNI phase 1 协议	86
4.4 ATM 多协议标准	89
4.4.1 传统协议的局限性	90
4.4.2 MPOA 的模式	90
4.5 ATM 上的 IP	98
4.5.1 传统的 ATM 上的 IP	98
4.5.2 非广播的多重访问网络	99
4.5.3 无连接的宽带数据服务协议结构	101
4.5.4 ATM 上 IP 的通信管理问题	103
第5章 ATM 网络互连技术原理	106
5.1 引言	106
5.2 ATM 网络互连技术基础	111
5.2.1 ATM 网络互连技术的基本概念	111
5.2.2 点对点连接	114

5.2.3	点对多点连接	114
5.2.4	ATM 网络互连的基本结构	116
5.3	ATM 网络互连技术的基本原理	118
5.3.1	LAN 仿真原理	118
5.3.2	LAN 仿真的运行与服务功能	124
5.3.3	虚拟 LAN	129
5.3.4	本机模式协议	131
5.3.5	传统的 LAN 与 ATM 网络连的接基本方法	135
5.4	ATM 广域网互连原理	139
5.4.1	ATM 网络与帧中继互连	139
5.4.2	SMDS(CBDS)与 ATM 网络互连	141
5.4.3	ATM 与其他网络互连形式	141
第 6 章	ATM 网络工程	145
6.1	ATM 局域网络工程	145
6.1.1	引言	145
6.1.2	ATM 局域网络的基本结构	146
6.1.3	ATM 局域网络工程举例	149
6.2	ATM 城域网络工程	158
6.2.1	ATM 城域网的基本结构与组成	158
6.2.2	ATM 城域网的基本应用实例	163
6.3	ATM 混合网络工程	168
6.3.1	从 FDDI 向 ATM 过渡的网络工程	168
6.3.2	可折叠的主干以太网/ATM 交换网络工程	172
6.3.3	以 ATM 为骨干网的桌面交换式以太网实现方案	174
6.4	ATM 广域网络工程	182
6.4.1	ATM 广域网的基本结构与组成	182
6.4.2	ATM 广域混合网络工程实例	184
常用缩略语汇编		188

第 1 章 绪 论

1.1 引 言

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。像以太网、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,1989 年产生了一种结合电路交换和分组交换技术优点的传输形式,即异步传送方式(ATM;Asynchronous Transfer Mode),它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。ATM 技术是一种快速数据分组交换技术,它采用固定长度的数据包,每个数据包称为一个信元,每个信元包括 48 个字节的数据和 5 个字节的信头。与传统的数据包一样,ATM 信元只在有数据传输时才需要带宽,但 ATM 信元可以提供相当于时分复用器那样的时间片来进行连续的传输。因此,ATM 技术在实时处理和突发业务传输时能达到较好的效果。

ATM 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,所以从一开始就受到人们的重视。近年来,ATM 在国内外都是一个研究热点。ATM 技术在局域网(LAN;Local Area Network)上的成功运用、在广域网(WAN; Wide Area Network)上的强大功能均说明了它的优越性。预计 ATM 网络在以后的几年里将会大幅度地增加。

ATM 技术的传输速率一般可达 Gbit/s 级,有的产品已达到 20Gbit/s。起初,人们希望把 ATM 技术用于宽带综合业务数字网(B-ISDN;Broadband Integrated Services Digital Network),但由于其复杂程度较高,而首先被应用于局域网。迄今,ATM 技术已用于各种类型的局域网中。Fore System、Bay Network、3COM 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 技术作为核心基干网体系结构,以支持像帧中继(FR;Frame Relay)、交换型多兆位数据服务(SMDS; Switched Multi-Megabit Data Service)和其它一些增值类的服务等等。

90 年代,世界通信业已经并将继续发生巨大变化,而引起这个变化的就是 ATM 技术。ATM 给用户呈现的是用于局域网和广域网的一个更为有效的方案,它对整个分布计算过程产生了很大的冲击。在未来的 21 世纪,连网的核心问题将是如何掌握和应用好 ATM 技术。

1.2 ATM 网络技术的基本概念与特点

目前 ATM 技术正在由试验阶段走向商用阶段。美国的 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、上海和北京等地区也进行了 B-ISDN 的现场试验,演示了 ATM 网络,用于支持多媒体和 VOD(Video on Demand)业务。

ATM 网络技术的目的是给出一套面向网络用户的服务。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,它主要由 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以及用户或厂家定义的他们特有的服务。

(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。用户用 ATM 网络传输的信息是多种格式的,如数据、语音和视频信号等,每一种格式都对 ATM 网络有不同的适配要求,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,并附加上相应 5 个字节的信元标头。ATM 层支持连接的建立,并将不同应用信元汇集到同一输出端口,或将信元从输入端口分离到各个应用和输出端口。当 ATM 层看到信元载体时,它并不知道载体的内容,所以 ATM 层与服务类型无关,它只负责为载体生成信元标头并交给载体,以形成信元标准格式,使得跨越 ATM 层到物理层的信息单元都是 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,并在物理介质相关层上传输。此时需插入空信元,让信元流保持连续。空的信元不被传送给 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。

ATM 技术吸收了传统网络技术的优点,并避开某些不足之处,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,成为下一代网络的主要和关键技术。这种势态是由以下突出的优点所决定的。

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 个字节的信头比其它通信协议的信头都小得多。

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 网络与各终端的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。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。

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,传输媒介可以是光纤、双绞线、电缆。ATM 交换允许在同一网络中以不同的链路速率进行操作,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。

ATM 允许不同的虚连接中的信元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。每个虚电路有一个服务质量参数 QOS(Quality of Service)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(不变比特速率或可变比特速率)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,优先级高的数据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予以传输,不致于使网络出现严重的阻塞。

ATM 规定了多种用户网络接口速率,故易于提高未来终端的性能。在同一网上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。

ATM 网络传输技术克服了当今广泛使用的以太-LAN 的局限性。在以太-LAN 中许多终端争抢一个传输路由,一个终端在通信时,其他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。

小的信元、ATM 交换和虚连接是 ATM 网络的关键技术,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 网络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,将为更多的网络所采用。

总之,ATM 有许多相当诱人的特点,包括简单的网络升级、对多种数据类型的支持和很高的传输速度等。

1.3 ATM 网络技术的基本原理

ATM 是一种不同于目前时分交换的新的信息传输模式,时隙不再固定地分配给某一特定的呼叫,只要时隙一空闲,任何一个允许接入的呼叫都能占用空闲时隙。为此需在输入端配置缓冲器,呼叫的信息先存入缓冲器中等待,以便时隙一空闲就去占用。这就是所谓的统计复用。在这种传输模式下,虽然每一帧内每个时隙的长度是固定的,但各个时隙并不必要紧紧相随,缓冲器中的数据准备好后,不必等待空闲时隙的开始,就可以从空闲时隙的中间插入,但仍占用一个时隙的长度。在输出端不是靠时隙同步,而是靠信头标志来识别固定 53 个字节的信元。若给定了系统的带宽,在 ATM 中允许接入的用户数多于按峰值速率分配的用户数,最多可达按平均速率分配的用户数。因此,有人说 ATM 是为突发业务设计的。

ATM 技术可兼顾各种数据类型,它将数据分成一个个的数据分组,每个分组称为一个

信元。每个信元固定长 53 字节,其中 5 个字节为信头,48 个字节为净荷,净荷即有用信息,也称净负荷。5 个字节的信头中包含了流量控制信息、虚通路标识符、信元丢失的优先级以及信头的误码控制等有用信息。ATM 信元的形式如图 1.1 所示。

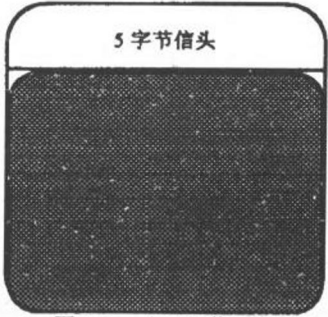


图 1.1 ATM 信元

对于 UNI 和 NNI 来说,信头的定义有所不同,如图 1.2 所示。其中,GFC(Generic Flow Control):一般流量控制域;VPI(Virtual Path Identifier):虚通道标识符;VCI(Virtual Channel Identifier):虚通路标识符;PT(Payload Type):净荷类型;RES(Reserved):保留位;CLP(Cell Loss Priority):信元丢失优先级;HEC(Header Error Control):信头校验码,校验多项式为 x^8+x^2+x+1 ,这个字头用来保证整个信头的正确传输。

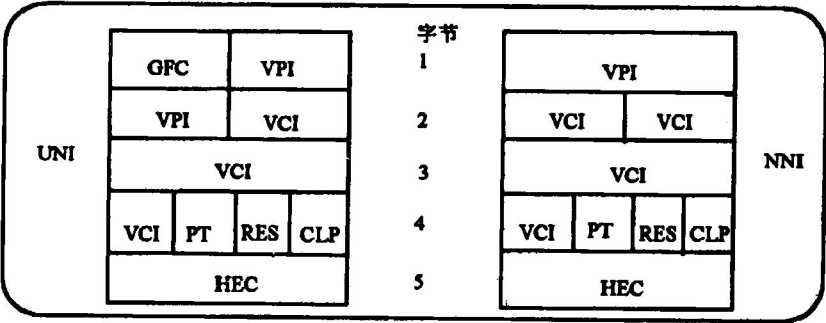


图 1.2 UNI 和 NNI 的信头定义

ATM 技术使用类似时分多路复用技术,采用一个个时间片(也称为帧),每一帧又包含多个时隙。一个信元占用一个时隙,时隙分配不固定。ATM 交换又不同于固定时隙交换。输入信元进入后,存于缓冲器等待,一旦输出端有空闲时隙,缓冲器的信元就可以占用。ATM 具有可以动态分配带宽的特点,适合传输突发性数据。这是由于在信元标志中还可以携带标明该信元数据类型的信息,网络可以根据数据类型,安排优先传送那些对时延敏感的业务。所以,ATM 技术可以解决目前通信中存在的问题,更适合实时性强的话音、视频、图像及多媒体业务。作为一种通用的通信技术,ATM 能安装在台式计算机系统、部门网和校园主干网上,甚至在全球“信息高速网络”上实现大容量的广域通信业务。

在 ATM 中一个物理信道被分成若干个虚通道* (VP: Virtual Path), 一个虚通道又被上千个虚通路* (VC: Virtual Channel) 复用。ATM 信元的交换既可以在 VP 级又可以在 VC 级。识别 VP 用 VP 标识符(VPI), 识别 VC 用 VC 标识符(VCI)。只要将输入的 VPI/VCI 改成输出的 VPI/VCI 就可以实现信元的交换。而且 VP 交换中各种业务所需的带宽(或占用的时隙数)是不同的, 它是由信元的特性及用户的质量要求(如信元丢失率、信元时延等)来确定的。目前多数人采用所谓有效带宽, 它介于峰值速率与平均速率之间, 用户的质量要求越高, 越接近于峰值速率。因此, 在 ATM 中, 每次连接的带宽是动态分配的。有的业务(如视频图像)突发性大, 在通信过程中采用动态分配带宽, 可提高资源利用率。

在网络控制中, 只检查信头 5 字节的差错, 省去了分组交换网中链路级的流量控制与反馈重复的差错控制, 将流量控制放在网路的接入节点。在 ATM 中为保证重要的信息(如视频图像中的低频分量与同步信号等)尽可能无丢失, 一般采取优先级控制。

ATM 是一种面向连接的技术。当发送端想和接收端通信时, 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, 一个虚拟线路就会被建立。虚拟线路是用虚通道标识符和虚通路标识符表示的。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, 则应根据相同程序建立到达各自接收端的不同虚拟线路, 信息便可交替地送出。

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 得到较直观的了解。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。

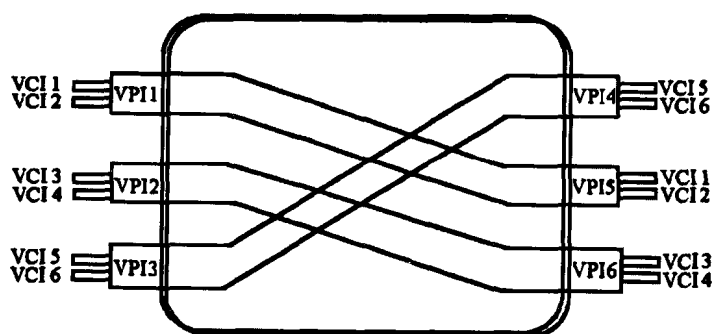


图 1.3 VP 交换过程

* 虚通道、虚通路也分别称为虚拟通道、虚拟通路。

虚拟通道和虚拟通路都是用来描述 ATM 信元单向传输的路由。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标识符 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标识符

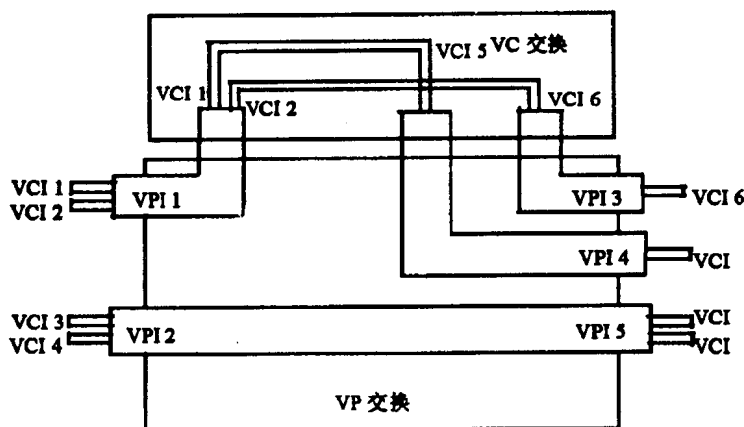


图 1.4 VC 交换过程

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。

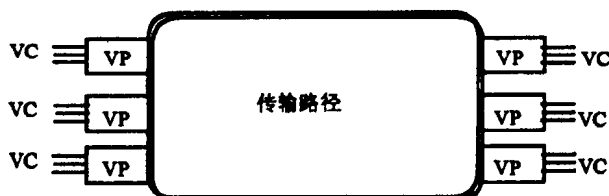


图 1.5 虚拟通路、虚拟通道和传输路径三者的关系

在以 ATM 技术为基础的网络上,信元的复用和交换处理方式均与所传送的信息类型(语声、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,从而可直接运用硬件,加快处理速度,有效地提高了交换与复用效率。通常交换机只是改变 VPI/VCI 的值,并不管信元所携带信息类型,因此,速率是非常快的(155Mbit/s~2488Mbit/s)。

信元的复用和交换处理方式与实际信息类型无关这一特性,使设备理论上可处理宽频带的信息。因此,ATM 可按用户需求做到动态分配频宽。如高速的本地网 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 传送信元的概念,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。

1.4 ATM 网络的基本组成及发展概况

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。如果继续使用传统的数字通信技术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体系 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)标准。标准化可适应未来的发展,也可提高通信的经济效益。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。

同步数字体系 SDH 是通过物理(主要是光的)传输网传送适配净负荷(payload)的数字结构,它是一个标准的体系。SDH 第一级的比特率为 155.520Mbit/s,高等级 SDH 的比特率是第一级的整数倍,这是目前在 ATM 网络中被广泛采用的传输系统。

异步传送方式本质上是一种高速分组交换模式,它能够适应速率从低于数千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 宽带通信网络结构组成示意图,它主要包括用户网络接入和网络互连部分、ATM 交换部分、线路接口部分、ATM 信令协议和网络标准等。

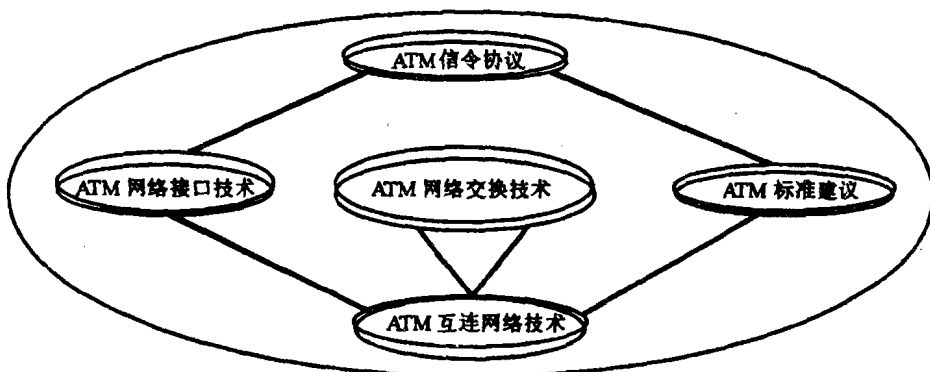


图 1.6 ATM 网络技术的结构组成示意图

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。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 ATM 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 4 个字节~20 个字节,以提高效率,减少时延。

综合上述的 ATM 技术的基本原理、特点和组成,不难看出,目前有关 ATM 理论和实现技术均已有了很多成果,ITU-T 的标准化工作进展迅速。表 1.1 和表 1.2 分别给出了一些 ATM 的标准,这些标准包括 Q 系列建议和 I 系列建议,表 1.3 列举了一些光同步网标准的 G 系列建议。目前在美国成立的 ATM 论坛已有大公司等各类成员 100 多家。这些都从不同的侧面说明了 ATM 的强大生命力与辉煌前景。现在已有许多成功运用的 ATM 技术实例,如 1994 夏世界杯足球赛的视频资料传送就应用了 ATM 网络。另外,在局域网中采用

ATM 技术已成为现实。

表 1.1 Q 系列建议

系列建议代号	内容提要
Q. 2010(原 Q. 141x)	信令概述
Q. 2100(原 Q. SAAL. 0)	ATM 适配层(AAL)概述
Q. 2110(原 Q. SAAL. 1)	ATM 适配层特定业务面向连接协议
Q. 2120(原 Q. 1420)	信元信令协议
Q. 2130(原 Q. SAAL. 2)	ATM 适配层用户网络接口特定业务信令建议
Q. 2140(原 Q. SAAL. 3)	ATM 适配层网络节点接口特定业务信令建议
Q. 2500(原 Q. 50A)	ATM 网络节点、概述及应用领域
Q. 2510(原 Q. 51A)	ATM 网络节点上的 B-ISDN 接口
Q. 2520(原 Q. 52A)	ATM 交换机节点功能
Q. 2530(原 Q. 52B)	ATM 网络节点连接类型
Q. 2550(原 Q. 54B)	ATM 网络节点性能设计目标
Q. 2610(原 BQ. 850)	B-ISUP 和 B-ISDN 中位置的使用
Q. 2650(原 BQ. 699)	B-ISUP 和 B-ISDN 接入信令之间互通的建议
Q. 2760(原 BQ. 6xx)	B-ISUP 和 B-ISDN 之间互通的建议
Q. 2761(原 BQ. 761)	NO. 7 信令系统用户部的功能描述
Q. 2762(原 BQ. 762)	信号和消息的一般功能描述建议
Q. 2763(原 BQ. 763)	编码与格式建议
Q. 2764(原 BQ. 764)	信令过程建议
Q. 2931(原 Q. 93B)	ATM 用户网络接口第三层协议的建议

表 1.2 I 系列建议

系列建议序号	内容提要
I. 113	B-ISDN/ATM 网络术语定义
I. 121	ISDN 概况与原则
I. 150	ATM 信头功能特性: ①虚通道连接; ②虚通路连接; ③信息域类型; ④流量控制
I. 211	ATM 网络业务分类概况: ①多媒体业务的网络特性; ②无连接数据服务概况; ③业务定时, 同步特性; ④图像编码
I. 311	组网技术与信令原则
I. 327	I. 324 的增强

续表

系列建议序号	内容提要
I. 321	ATM 协议参考模型层功能概述
I. 356	信元层传送特性
I. 361	ATM 信元结构与信头编码:5 字节信头+48 字节净负荷
I. 362	ATM 适配层功能描述: ①AAL 的基本原则; ②AAL 子层(SAR 和 CS);③4 类 AAL 业务
I. 363	ATM 适配层规范: 定义有关的 AAL 协议类型(如业务,SAR/CS 功能等)
I. 364	支持 ATM 网络无连接数据业务
I. 371	流量控制和竞争控制建议
I. 413	ATM 网络用户-网络接口建议
I. 432	用户-网络接口物理层规范: 如:电气/光接口参数,接口结构(SDH 帧),信头错误控制产生/验证,信元定界
I. 555	帧中继业务与 ATM 网络互通建议
I. 610	操作与维护原则及功能的建议

表 1.3 G 系列建议

建议序号	内容提要
G. 702	数字体系的比特率建议
G. 704	一次群与二次群用的同步帧结构
G. 706	建议 G. 704 定义的基本帧结构的帧调整和循环冗余检测(CRC)程序
G. 707	同步数字体系的比特率
G. 708	同步数字体系的网络节点接口建议
G. 709	同步复用结构建议
G. 774	SDH 信息管理模型
G. 775	信号消失和 AIS 缺陷检测与消除标准
G. 781	SDH 设备建议的结构
G. 782	SDH 设备的类型和一般特性
G. 783	SDH 设备的功能块特性
G. 784	SDH 的管理
G. 803	以 SDH 为基础的传送网结构
G. 832	SDH 网元在 PDH 网上传送
G. 957	SDH 设备和系统的光接口建议
G. 958	SDH 光缆数字线路系统建议

可以这样说,以 ATM 技术为基础的 B-ISDN 是未来通信网发展的必然趋势,因此一些电信发达的国家(如美国、日本、法国等)对 ATM 网络设备、用户设备实用化的研究正紧张地进行。如何在现有电信基础上发展 B-ISDN,已成为目前人们关注的问题之一。为解决此问题,各国采用的方案略有差别。日本采用嵌入型,在现有网络上增加新功能模块,为用户提供新业务;法国采用重叠型,即在国家网的每个交换中心叠加 ATM 模块,通过这些模块提供业务综合能力;美国有些城市采用替代型,直接全部采用 ATM 机,用光纤连接,准备将来条件成熟直接替换原有网络。

目前,ATM 网络技术日趋成熟,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,是 21 世纪电信网的主要和关键技术。

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,因而已受到世界各国的普遍重视。

1.5 ATM 网络面临的问题

ATM 是针对传统网络的缺点而加以改进的新系统,它不是单纯的逐步的改进,而是根本性的转变。其关键是“异步”,因为异步,网络才能对传输进行积极主动的领导与管理。但这并不是说,ATM 技术已经瓜熟蒂落了,事实上它还面临着一些急需解决的问题。

1. ATM 的一般技术问题

从 ATM 技术发展的现状来看,ATM 技术尚存在以下几个需解决的问题。

(1) 统计复用带来的信元瞬时丢失

由于 ATM 允许接入的用户数大于按峰值速率分配的数,这些信源一旦同时发出信息,必定会超过系统容量而导致信元的丢失。

(2) 话务理论尚未起到对实践的指导作用

由于信元长度固定而引起的信元到达的相关性使得话务理论复杂化。尽管有众多的学者去探讨,但尚未找到一个与实践比较吻合的解析式,多数仅给出了数据解,限制了理论对实践的指导。目前仍采用计算机模拟的办法来设计 ATM 交换机。计算机模拟耗时费力,有些结果难以确信。

(3) 报文分组交换流量不易控制

由于传播时延起主导作用,使传统的分组交换网的流量控制方案不再适用,如在 155Mbit/s 的 1000km 长的光纤系统来回传播时延达 10ms 之多。在这期间将会有 3500 个信元发出,因而成功地应用于分组交换网的窗口流控方法并不适用于 ATM。

(4) 信元时延偏差(CDV)对信元丢失率的影响关系不明确

信元时延偏差会增加信元丢失率。信元经缓冲器多次存取增加了信元时延偏差,其产生的机理、迭加规律和测量有待深入研究。

(5) 多目标控制增加了系统的复杂性