

ATM 与 B-ISDN 技术丛书
ATM: Internetworking with ATM



ATM 宽带网络

(美) UYLESS BLACK 著
吕良双 梁进 武岩 译



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

序

随着我国电信业和互联网的飞速发展,电信或网络系统工程师们发现,他们最大的困难在于跟不上产品和技术的发展步伐。他们必须把学习专业知识的时间用在繁重的日常工作中,他们不仅要处理客户的问题,还必须照顾到自己的收入,因此他们没有时间去阅读标准组织和用户论坛发布的各种协议、标准和体系结构等技术规范。然而,他们要在这一领域生存下去,就必须了解这些技术规范,掌握最新的技术。

为了使国内的读者,特别是网络通信领域的工程师们,了解、掌握宽带网络通信领域的最新技术,我们与美国 Prentice Hall 公司合作,在推出了“ATM 与 B-ISDN 技术丛书”的影印版之后,又将该丛书翻译成中文出版。该丛书中的第一本《现代通信最新技术(第2版)》已于今年4月出版。为了方便读者系统学习宽带网络技术,我们将本丛书中原打算独立出版的《宽带网络技术基础》、《宽带网络信令》和《ATM 网互通技术》3本书,分别作为本书的第I篇、第II篇和第III篇,合订在一起出版。

第I篇,ATM 宽带网络技术基础,全面介绍了 ATM 宽带网络各个领域的基础理论和最新技术,内容包括:模拟和数字系统的特征,分层协议、ATM 和 SONET 的体系结构,成熟的技术,B-ISDN 模型,ATM 基础,ATM 适配层,ATM 交换技术,话务管理,呼叫与连接控制,ATM 网络的互通等。

第II篇,宽带网络信令,主要介绍:信令系统的基本思想,7号信令系统的体系结构,寻址、SAP、原语和 PDU,UNI 信令,B-ISUP 信令,专用网络—网络接口(PNNI)等。

第III篇,ATM 网互通技术,重点讨论了 ATM 与帧中继、ATM 与局域网以及 ATM 与基于 IP 协议的因特网、企业内部网之间的互通。主要内容包括:互通帧的封装原则和地址映射操作,ATM 与帧中继之间的互通操作,网络互通和服务互通的概念及原理,局域网仿真(LANE)及其操作协议,NHRP 协议,ATM 网上的多协议(MPOA)技术等。

本书原作者 Uyless Black 先生是享誉世界的美国通信专家,他每年有许多时间用于在世界各地进行通信技术讲座。除了本丛书以外,他还有许多其他的通信方面的专著。

本书第I篇由梁进、刘海明和张航进翻译;第II篇由武岩翻译;第III篇由吕良双和柳郁翻译。

由于本书介绍的是当前最新的通信技术,其中有一些术语国内还没有统一的译法,有些术语甚至还没有被收录到国内的相关词典中。因此,不妥或错误之处可能在所难免。如果读者有什么好的建议,请与我们编辑部联系。

编者

2000年7月

第 I 篇

ATM 宽带网络技术基础

第 1 章 绪 论

1.1 引 言

本章讨论目前正在应用的电信技术,解释为什么电信行业要使用新的通信技术来克服当前系统的缺陷。另外,本章还分析了在不久的将来,用户应用程序将对通信提出的要求。

作为随后几章的序言,本章概述了异步传输模式(ATM)和同步光纤网络/同步数字系列(sONET/SDH)。这些新技术将能够满足应用程序的需要。

1.2 当前的电信基础设施

我们已经写了一系列的书来讨论计算机对社会的影响,其中最主要的一本(《现代最新通信技术》)讨论了当前的电信基础设施。该书引用了一些关于电信业的社会地位的研究结果以及无绳电话、光纤、有线和视频点播系统的增长将对我们的工作和生活产生的深远影响。本书不打算重述这些书中的思想,而是将重点放在通信技术的基础上。

在介绍异步传输模式(ATM)之前,先简要介绍一下目前的电信基础设施。

当前的语音、视频和数据网络技术

现在使用的支持声音、图像和数据传输的网络的通信基础设施使用的是 25 年前的技术。尽管如此,但即便在最近这些网络还是能很好地完成通信任务,因为它们为建立现代电信基础设施^① 提供了坚实的基础。然而考虑到现代商业计算机只有 35 年的历史,而个人电脑在 80 年代早期才出现,这种有 25 年历史的技术看上去像个技术“恐龙”。

1962 年,美国贝尔实验室(在被拆分之前)在伊利诺斯州芝加哥市安装了第一个商用数字语音系统。该系统被称为 T1 载波,它能在贝尔实验室电话室之间的铜线上承载 24 条语音信道。随着技术的进步,T1 被用于更高容量的系统。此后不久,T3 成为通用载波系统,它

^① 写本书时,关于电信设施最时髦的用语是“信息高速公路”,该词显然是戈尔杜撰(或使流行)的。非常感谢这位美国副总统(并且我支持他关注社会的这样一个重要方面),信息高速公路已经在铺设,并且成为有或无政治机构支持的一条高速公路。戈尔先生肯定能通过以下途径来推动这一进程:(1)帮助废除自贝尔实验室被拆分以来在电信工业一直存在的一些陈旧的法规;(2)鼓励在不同厂家间使用标准化;(3)支持额外证书和测试操作的一致性(是第 2 点的继续)。有了这些支持,信息高速公路赢得了它应有的市场地位。

为用户提供了比 T1 更高的容量。T3 系统能传输 28 个 T1 信号,这意味着 T3 链路能支持 672 路话音。

T1 和 T3 系统成了大多数电话公司提供的语音网络系统的基础^①。这些系统最初是为话音系统而设计的,而现在它们能配置成支持数据和视频应用程序。

在 70 年代早期,另一种技术被用于支持数据网络,该技术称为分组交换。与 T1 和 T3 网络不同,分组交换是为数据应用程序设计的,并已经成为大多数数据网络的基础。

与此同时,国际电信联盟-电信标准化分部(ITU-T,前身是 CCITT,即国际电话与电报顾问委员会)发布了 X.25 技术规范。读者也许知道,X.25 定义了用户计算机与网络节点机器(分组交换机)之间的通信以及传输数据给另一台用户计算机的过程。X.25 已经成为一个广泛使用的工业标准,并促进了不同厂家的机器之间的标准化通信接口的建立。

这些通信技术支持要求较低的声音和数据传输,至少与现代应用程序的通信需要相比是这样的。例如,T1 系统支持 1.544 Mbps 的传输速率,而 T4 系统的速率约为 45 Mbps。对读者而言,这些传输速率看起来也许很高。但请记住,像 T3 系统这样的 45 Mbps 的传输系统只支持 672 路话音服务,这意味着为了支持公用电话网络必须使用许多 T3 系统。

同样,X.25 是为那些几十 bps 或几百 bps——通常是 600~9 600bps 数据系统设计的。虽然 X.25 可以用于高速介质且效率非常高,但许多用户设备和软件已经被设计为低传输速率——一般不超过 19.2 kbps。

再说一次,19.2 kbps 看起来很快。毕竟,这意味着每秒钟 2 400 个字符的传输速率(19 200/8 位每字节),并且没有人的打字速度能超过它。然而,对其他的应用程序而言,这一速度绝对不够。文件传输、数据库更新和彩色图片(不胜枚举)均需要极大的传输速率。

典型语音传输网络

表 1.1 中列出了一些典型的语音载波系统的实例,其中一项没有解释。E1 系统(也称 CEPT1)是欧洲载波传输系统所采用的主要技术。日本的基础技术也是基于 T1 的,但其高容量的传输系统与欧洲及北美的系统均不同。

表 1.1 典型的语音载波系统

类型	传输速率	话音路数	产生年限	标准或专用
DS1	1.544 Mbps	24	42 年	标准*
E1	2.048 Mbps	30	42 年	标准*
DS3	44.736 Mbps	672	41 年	标准*

* 在美国

然而,由于历史原因,电话网在一个国家内被高度管制且由一家企业控制(在美国,是拆解前的 AT&T;在其他国家,是邮政电话电报部[PTT]),所以一个国家的电话网结构采用了公共标准、规则和协议。因此将不同厂家的设备集成在一起时相对简单(电话、传真设备、自动答话机是常见的例子)。而数据网络结构不同于上述情况,这一点我们将在下一节讨论。

^① T1 和 T3 是 DS1 和 DS3 的同义词。DS1 和 DS3 实际上是使用 T1 和 T3 载波。因此为了遵守通用的工业惯例,本书将交替地使用它们。

典型的数据网络

与语音网络相反,数据网络及协议已经发展成一系列令人迷惑的互不相同且互不兼容的系统。表 1.2 列出了一些相对熟悉的和使用较多的标准及厂家的产品。

表 1.2 典型的数据网络及协议

厂家或标准	发起人	产生年限 ¹	标准化或专用	广域网或局域网 ¹
X.25	ITU-T 和 ISO	20 年	标准*	广域网
OSI	ITU-T 和 ISO	10 年	标准*	均可
TCP/IP	Internet	10 年	标准**	均可
SNA	IBM	20 年	专用	均可
DECnet	Digital	20 年	专用	均可
AppleTalk	Apple	10 年	专用	局域网
Ethernet	Xerox, Digital, Intel	12 年	标准***	局域网
NetWare	Novell	10 年	专用	局域网

1. 大约的年限;所有的都已发展并加强

2. 广域网是广大区域的网络;局域网是本地小区域的网络

* 被国际标准组织认可

** 由于它的广泛使用成为事实上的标准

*** 稍微修改后成为 802.3 标准

要将其其中的一些系统互联几乎是不可能的。即使能够互联,生成的系统将是非常复杂、非常昂贵的。然而,正是这些系统构成了目前数据网络的基础。

正如表 1.2 所示,一些系统已被标准化,而其他的系统却是专用的。同样,这些系统可用于局域网(LAN)、广域网(WAN)或两者均可。大部分系统孕育于 10 年前,虽然所有的系统在开始之后均得到了增强。

为什么存在如此之多的不兼容的系统,而它们只是做同一件事——在计算机之间传输数据?答案很简单,与电话工业不同,关于数据通信和计算机工业的法规太少。此外,它是一种新兴产业,并且在如 ITU-T、ISO 和 Internet 任务组等组织制定标准之前,已开发出许多系统及产品。

数据通信工业的发展现状亦喜亦忧。令人高兴的是,该领域中没有霸主(如电话工业的贝尔公司),这将导致更激烈的竞争,并且特别系统及产品的价格将更为合理;令人担忧的是多数客户被某一系统“套牢”了,因为一个厂家生产的系统难以与别的厂家生产的系统协同工作。

业界正意识到:只有在标准的保护下,竞争才能够继续下去。坦率地说,表 1.2 中列出的许多系统及产品只是以不同的方式做同样的工作。

1.3 目前及将来的要求

在过去的多年中,普通的个人计算机的处理能力提高得如此之快,以至于高速工作站、

大型机这样的名词已经失去了意义,小的计算机的功能慢慢变得像昔日“大型机”一样强大。

读者只要稍微浏览一下报纸,就会知道计算机的功能增强得非常快。在写本书时,苹果电脑正在使用 PowerPC 商标,这是第一台能进行语音识别的个人计算机。接下来是开发通过传统的电视机(加一个插件模块)和个人计算机进行的视频点播。将来,对个人计算机的要求将促使人们开发出速度更高、功能更强大的系统。

支持这些计算机和应用程序连接的通信基础设施也必须升级。个人、家庭和工作站能继续用传统的、现有的介质(如同轴电缆),而服务提供商的设施、介质和网络需要更宽的带宽。

1.3.1 缩小规模及利用外部资源必须依靠电信

过去的几年中,在一些工业化国家出现了缩小规模的趋势。减小规模迫使企业(尤其是大企业)裁减职员、紧缩投资,在大多数情况下还将减少基础建设。伴随缩小规模而来的是一种新趋势——利用外部资源。许多企业雇用外部承包商来提供曾经是由其雇员提供的报务,如培训、伙食、邮件收发及软件编程。当这些公司必须发展他们不断壮大的业务时,他们就越来越依赖于利用分散的计算机及将这些计算机连接起来的通信设施来开拓业务。

长期以来,有这样一种说法:电信业在信息社会和个人文化中起着至关重要的作用。随着越来越多的人学会使用计算机并利用其潜在的生产力,这种作用将会变得更重要。当然,当电信基础设施深植于大部分人的生活之中时,这一趋势会(这是作者希望的)导致更加开放的社会。因此,下一节将描述当前通信体系结构所面临的一些问题,而不是专门讲述电信基础设施所带来的好处。

1.3.2 当前的系统:太多还是太少

1.3.2.1 语音

对今天的语音传输系统来说,目前的结构为大多数应用程序提供了足够的传输速率。但是正如前面所说的,这样的传输速率并不能满足其他的应用程序的需要。另外,这些传输系统深受其设计方面的异步特性之害。这里的异步是指网络中各部分不使用公共的时钟来同步,因此,在发送计算机和接收计算机之间出现错误也就不奇怪了,这是因为不同的计算机之间使用不同的计时方案(一个类似的例子就是一个人说话非常快)。

更严重的是,人们逐渐认识到:这些系统的网络管理能力——操作、管理和维护(OAM)能力非常有限。在30年前,关于这些简单设计方案的建议是很有道理的,因为这些操作需要支持大量的网络管理能力(OAM),而有限的传输速率网络无法承受这些网络管理能力所要求的额外开销。然而,随着高速光导纤维广泛的使用及快速处理器的增多,在新系统中建立功能强大的网络管理能力(OAM)模块变得可行。

1.3.2.2 广域数据网

具有讽刺意义的是,就数据通信网而言,许多网络设计者认为目前的系统(尤其是广域网)也许做的太多,因为这些系统执行了大量冗余的功能,而只获得有限的利益。关于这一

点,我们将在以后的章节中深入讨论。现在要说的是,在大多数的用户通信中均执行冗余功能。例如,在 X.25 中,排序、流量控制、肯定确认(ACK)和否定确认(NAK)都执行了至少两次。

随着相对无差错、高传输速率网络的出现及功能强大的最终用户工作站的实现,新型网络已不再需要其中的许多操作。事实上,许多功能只是简单地从网络移到了用户住宅设备(CPE),如用户工作站和个人计算机中。

在本书中,我们多次谈论这些重点。读者可以参考第 6 章(差错和差错率)和第 7 章(通信完整性管理的 ATM 方法和 ATM 出现前的方法)以探究这些概念。

1.3.2.3 局域数据网

人们意识到,个人计算机和工作站的处理能力每两年就提高一倍。在 1990 年,主频为 10 MHz 的处理器被认为是完美的;1992 年使用的是主频为 25 MHz 的处理器,到 1993 年是 43 和 50 MHz;从报道知,一些厂家,如苹果公司,在 1994 年用 100 MHz 主频的处理器来装备个人计算机。这一趋势会继续下去,伴随而来的是需要更宽的带宽来支持这些计算机之间的通信。根据业界长期接受的准则,和谐的计算机系统在每一个指令周期中有一位输入/输出(I/O)操作。在不远的将来,工作站使用的处理器的指令周期将缩短到 1 ns (10^{-9} 秒),即每秒钟执行 10 亿条指令。这种工作站将要求通信网有非常宽的带宽。

除非使用传输速率大约为 4 至 16 Gbps 的光纤分布数据接口(FDDI),否则局域网将跟不上 CPU 的发展速度,结果是,在过去的几年中,连到局域网中的计算机数量减少了[HERM93]。这一趋势不应该继续下去,那样太昂贵、太复杂。因此,需要开发出新的局域网来满足用户工作站不断增长的需求。城域网(MAN)、FDDI、铜线分布数字接口(CDDI)和快速以太网就是其中的一些解决方案。当然,ATM 也是解决方案之一,这是本书的主题。

1.3.3 租用线路的费用

在过去几年中,局域网、广域网络互通过网桥、路由器、网关和分组交换网进行互连。这些网络互通设备通过专用通信信道(租用的线路)与局域网和广域网相连。作为一般惯例,租用线路将网络与用户的客户前端设备(CPE)连接起来。提供给用户的租用线路是专用的,并且一天 24 小时开通(只有少数情况例外)。因此,不管线路的利用率如何,用户都必须付租金。此外,如果需要与另一地点(比如同一个国家的另一座城市)建立连接,就必须从公用电信运营商(PTO),如 AT&T、Sprint 和 MCI 等公司租用另一条租用线路——仍然是端到端的连续连接。

即使租用线路的费用下降后,使用这种线路来连接局域网和广域网还是非常昂贵的。此外,由于没有备份能力,单个的点到点的租用线路存在可靠性问题。

另一个更好的方案是开发一种局域网/广域网载波网络,该网络能提供用于备份的高效交换技术及高速的电路,它允许用户共享昂贵的租用线路。这个概念称为虚拟网络或虚拟专用网(VPN)。

1.4 虚拟公司与虚拟网络

过去的几十年中,小公司的竞争力越来越强。事实上,一些大公司是如此笨拙且机构臃肿,以至它们在许多领域无法与小公司竞争。当然,规模经济的优势还是存在的,例如小公司不可能投巨资来开发 ATM 交换机。

然而,术语“虚拟公司”描述的是正在发展的一些小集团或个人,他们在租用的商务中心之外,甚至在家中工作。这种经营方式让人想起传统的私人企业,只不过这种公司很少或几乎没有职员,甚至没有接待员!当然,电话应答服务或电话应答机是虚拟接待员。

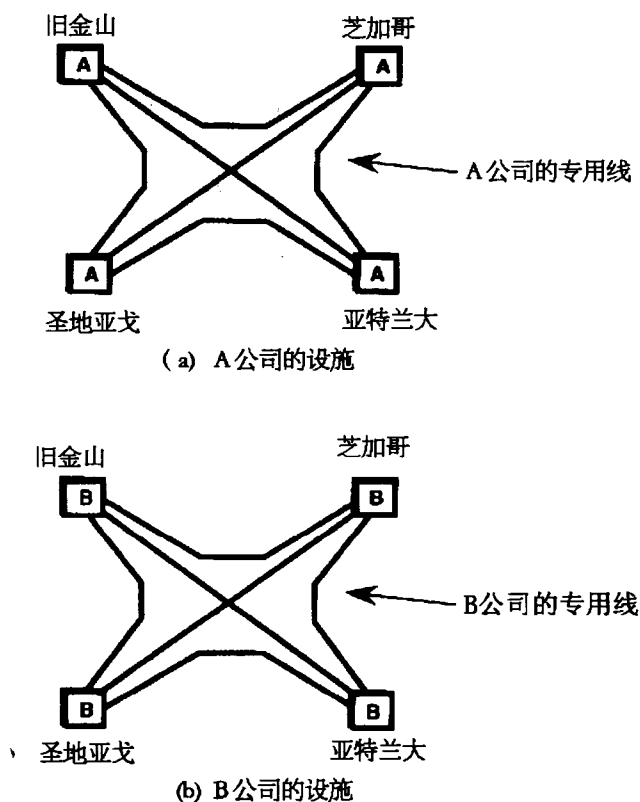


图 1.1 租用线路

关于出现这种现象的原因的论述已超出了本书的范畴,但是必须强调的是,如果没有相应的通信基础设施的支持,公司规模减小以及将工作负担分散都是相距遥远的办公室(和家中)无法实现的。事实上,解体、缩小规模及利用外部资源都是基于这样一种想法,即小公司和它们的顾问(作为虚拟职员)将能通过高速、可靠的通信设施相互交流。这些设施逐渐使

用了虚拟专用网(VPN,这是一个很老的概念,只是改了名称,并应用于现在的网络)的概念。

虚拟专用网之所以有如此名称,是因为个人用户或企业能够与其他用户共享通信信道和设施。这些信道中的交换机使最终用户能访问多个其他的终端站点。理想状况下,用户不会察觉到他们与别的用户共享网络,因此术语**虚拟专用网**(Virtual Private Network)——你以为自己掌握了它,但事实上并非如此。

图 1.1 和图 1.2 说明了虚拟专用网的概念及其优于专用系统的地方。在图 1.1(a)中,公司 A 的 4 个客户站点通过专用信道(租用线路)相互联接在一起。虽然传输效率很高,但这种方式太昂贵了,而且,也不能连续使用这些租用线路。在图 1.1(b)中,与 A 公司位于同一城市的 B 公司用另外的租用线路将其 4 个办事处联结起来。

相反,利用虚拟专用网(如图 1.2),这两家公司能共享通信设施。虚拟专用网供应商为多个用户提供同一个网络。这种方式允许你与多个不同的最终用户通信而不需要将最终用户设备与专用的租用线路相连。在一些实现过程中,与使用租用线路相比,那些采用虚拟专用网的公司节约了 30% 的费用。

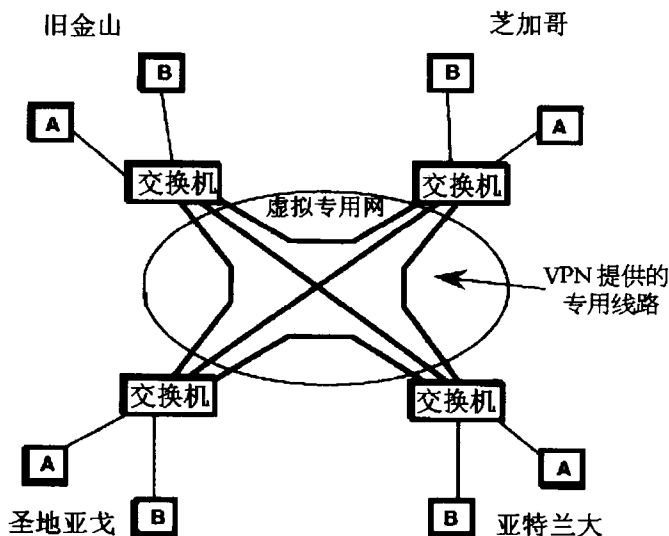


图 1.2 虚拟专用网

当在另一个地点加入专用网时,虚拟专用网和完全网格状的租用线路之间的差别会更大。如果一家用户(比如 A 公司)希望将它的所有办事处完全连接起来,这需要租用通向所有城市的长途线路。当然,采用一个完全网格状的虚拟专用网,也必须租用同样数量的专用线路来联结各个交换机,但这些交换机能中继多个用户的通信。所以,如果 A 公司要在达拉斯开设一个办事处,它只需要租用一条联结到最近的虚拟专用网的交换机的当地线路即可。这样,只要不在网络中加入交换机,专用线路的数目就不会增加。

在计算机/通信领域,虚拟专用网是一个相对较新的术语。但是,它描述的却是一个旧概

念,虚拟专用网背后的想法一点也不新颖。公用 X. 25 网络提供虚拟专用网服务已经多年了,而且交换的 T1 服务也提供类似虚拟专用网的功能。然而,我们应当看到,异步传输模式(ATM)提供了功能比旧技术更为强大的虚拟专用网。

本章的前半部分描述了当前存在的一些问题和面临的挑战,剩下的部分将描述一些解决方案,特别是 ATM 和同步光纤网络(SONET)。

1.5 快速中继网与 ATM

大部分新技术都是基于尽可能快地中继话务这一思想的。这一思想常称为快速分组中继或者快速分组交换。在本书中,这些名称都是通用的,而且它们还被广泛地用于工业界。因此我们将使用术语快速中继系统。目前,快速中继以两种形式出现:帧中继和信元中继。图 1.3 中描述了这两种形式的快速中继系统之间的关系。

帧中继使用叫做帧长度可变的协议数据单元(PDU)。这项技术是基于早已被用于综合业务数字网(ISDN)系统中的 D 信道的链路访问过程(LAPD)技术。大部分基于帧的实现方案采用 LAPD 作为在永久虚拟电路(PVC)中中继话务的帧格式。最近,综合业务数字网(ISDN)的 Q. 931 的修订版已经在工业界用作控制信令,并用于在用户和网络间建立连接。虽然现在 Q. 931 在帧中继中用得并不多,但它能够成为公用交换服务的基础(即交换虚呼叫[SVC])。关于 D 信道链路访问过程(LAPD)和 Q. 931 的内容可参考第 4 章。

与帧中继相反,信元中继采用固定长度的协议数据单元,该协议数据单元称为信元。信元通常由 48 个字节的净荷和 5 个字节的信头组成,虽然一些实现采用不同的信元长度。这种信元(长度基本上没什么变化)被用于异步传输模式(ATM)和 IEEE 802.6 标准,后者通常是城域网(MAN)的技术规范,而 IEEE 802.6 标准为交换兆级数据业务(SMDS)的基础。

工业界按照信元中继和帧中继的优缺点分成两派。虽然两者都存在争议,但是趋势还是朝信元中继技术发展。理由很多,但在进一步解释之前,先对信元中继技术作一扼要的介绍。

在用户住宅设备,比如计算机或专用分组交换机(PBX),尽管客户的话务的长度不等,但都被分解成一些称为信元的长度固定的单元。正如前文所述,在大多数信元中继系统中,信元只有由 53 个字节构成,其中 5 个字节用于信元头,剩余的 48 个字节是由用户信息(即净荷)组成的。术语信元用于将这种协议数据单元和长度可变的协议数据单元(帧和分组中所使用的)区分开来。

异步传输模式(ATM)中的术语“异步”是指信元能被使用而不需要准确的计时,也不要求在同步、周期的基础上使用。事实上,信元也能在同步网络中传输,只不过它们需要按照应用程序的需要进行填充,该应用程序可以是异步或同步方式。ATM 机器生成连续的信元流,无通信报文发送时信元是空的,被称为空闲信元。

信元中继是一种综合性组网技术,因为它支持声音、图像、数据和其他应用的发送和接收。这种能力对于开发多种网络来处理不同传输方案的大公司非常有吸引力。例如,公共通信公司、电话公司和邮政电话电报部(PTT)必须支持多种类型的应用,而以前它们使用不同的网络来支持这些应用。

为什么许多人支持信元中继技术而不支持帧中继技术呢?首先,使用固定长度的信元中

继使得网络的性能更容易预测,当然这是相对于长度可变的帧而言的。传输延迟和交换机中的排队延迟也更易预测。此外,信元中继技术采用的长度固定的缓冲区比变长缓冲区更容易处理。从本质上说,定长的信元中继系统比使用变长数据单元的技术更具有确定性;而且在硬件上,信元中继也比变长技术更容易实现。

一些人根据 5 个字节的信头对每 48 个字节的用户净荷的比例,认为信元中继的额外开销过高。但是工业界的许多人认为,在将来,只关心带宽的利用率并非合理。随着大容量光纤和高速处理器进入市场,信元中继将把重点放在为用户提供上乘的服务质量上。道理是显然的:让高速光纤信道和高速计算机去处理额外话务的传送和处理过程。

图 1.3 显示了帧中继技术和信元中继技术的其他方面。最初实现帧中继和信元中继时,主要放在永久虚电路(PVC,随时可用的逻辑网络连接)上。最近,在改进时加入了交换虚连接(SVC),只在需要时而不是任何时候才可用的逻辑连接,类似于拨打电话)。

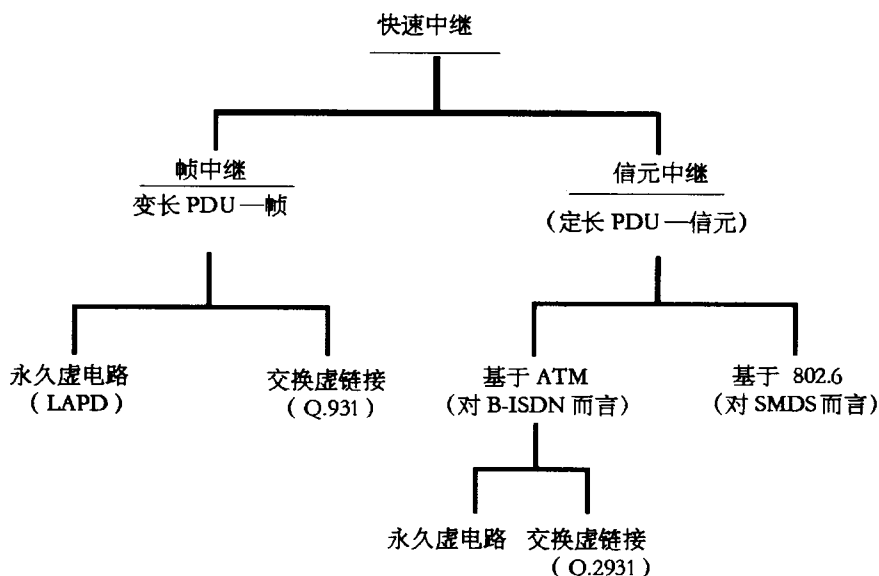


图 1.3 中继系统分类

1.6 ATM 的发展

虽然 ATM 刚开始在电信工业中出现,但它作为研究课题已经多年了。然而,正是在 1993 年,当 ITU-T 和 ATM 论坛最后各自决定他们的建议书和实现者的协议时,这些标准组织的 9 年左右的工作总算有了成果。这些成果只是 ATM 标准的第 1 阶段,而第 2 阶段现在正处于开发中。

1.7 ATM 的应用

ATM 论坛就使用 ATM 和其他技术问题对 200 家公司做了调查,来决定他们将来的计划[ATM936]。该项调查要求这些公司填写一张调查表;接着,顾问约翰·麦克兰进行一些采访。下面的一些数据是调查的结果。该调查不在于它的统计正确性,而旨在揭示关于不远的将来的准确信息。与读者可能期望的一样,开始时,ATM 主要用于数据应用;但将来,话音和视频会变得更重要的。许多被调查者认为,到 1996 年,ATM 将被用于话音、视频和数据传输。调查表要求被调查者指出现有技术无法解决的问题。结果见表 1.3,这与作者从客户们中听到的反映是类似的。当然,调查表中的前 7 个问题的答案是作者的发现。

表 1.3 现有技术不能解决的问题[ATM936]

问题	第 1 重要	第 2 重要	第 3 重要
1. 100 Mbps 以上的局域网传输性能	5	4	2
2. 可伸缩的广域网的带宽	5	4	1
3. 话音、视频和数字的综合	4	3	1
4. 网络的管理和后勤	2	2	4
5. 在局域网、城域网和广域网使用相同的体系结构	2	2	1
6. 按需分配带宽(付费使用)	1	3	4
7. 网络复杂性	1	1	0
8. 支持组播操作	0	1	1
9. 多种数据应用的集成	0	0	3
10. 支持等时应用	0	0	2

作者还证实了表 1.4 中的问题的答案。作者的大部分发现表明,许多公司使用异步传输模式解决局域网的互联及传输速率问题。尽管 ITU-T 最初的设想是,异步传输模式是一种用于广域网的高传输速率技术,其实,局域网也是异步传输模式应用的同样重要的领域。

过去 10 年中,用户渐渐不相信厂家对其产品的宣传。出现这种情况的原因有 3 条:第 1,厂家的产品经常没有提供销售人员宣传的功能;第 2,现在新闻界更加敏感,而且对问题的报道比以往更多;第 3,用户的知识更丰富且更加成熟。

表 1.4 计划使用的异步传输模式(ATM)[ATM936]

使用	第 1 重要	第 2 重要	第 3 重要
1. 为工作组设计(ATM)的局域网	8	1	2
2. 局域网(ATM)主干	5	9	2
3. 专用 ATM 广域网	4	1	2
4. ATM 升级成集线器和路由器	1	5	6
5. 专用 ATM 城域网	1	2	3
6. 公用国家 ATM 服务	1	1	1
7. 公用城市 ATM 服务	0	2	1
8. 公用网络数据 ATM 集中器	0	0	2
9. ATM 的 PBX	0	0	1

这些事实是非常明显的,这可以从对使用异步传输模式存在的障碍这个问题的回答(如图表 1.5)推断出来。这再一次表明,互操作性问题越来越突出。用户懂得,随着系统复杂性的提高,带来的是程序漏洞、设计缺陷和互操作性问题。当然,表中说明,费用问题也是一个很重要的因素。

表 1.5 使用 ATM 的障碍[ATM936]

障碍	第 1 重要	第 2 重要	第 3 重要
1. 不可相互操作的 ATM 产品	7	0	2
2. 设备成本高	3	2	3
3. 通信成本高	2	2	5
4. 性能问题	2	0	1
5. ATM 标准不完整	1	3	1
6. 恐惧(Fear)、不确定性及(uncertainty)疑惑(doubt) (FUD 因素)	1	2	0
7. 缺乏应用程序	1	2	0
8. 对未尝试技术的保守	1	0	1
9. 缺乏普及的公用 ATM 网	0	3	2
10. 运营成本高	0	2	0
11. 无 T3 以下的访问 ATM 的方法	0	1	3

本书的最后一章将会再次探讨(ATM)的应用以及用户对它的看法。现在介绍同步光纤网(SONET)。

1.8 快速中继网与 SONET

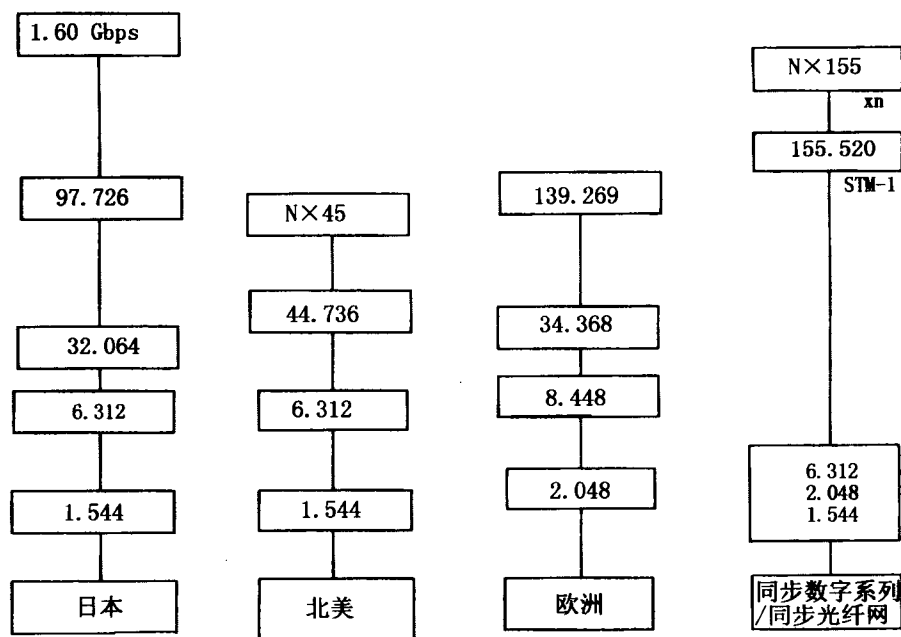
在本章开头部分曾经讲过,在计算机/通信工业史上,全世界的网络第一次接受一套世界范围的计算机/通信标准。其中之一是关于载波传输系统中的多路复用和信令层次问题。

因为它非常重要,我们在这里将介绍这一主题,并在以后的章节中做详细讨论。

过去的 30 年中,全世界开发了 3 种不同的数字多路复用和信令层次结构,它们是分别在欧洲、日本和北美开发的。幸运的是,这 3 种方案都是基于相同的脉冲编码调制(PCM)信号采样频率,即 8 000 次/s。这样,采样时隙为 125 ms($1\text{s}/8\,000\text{次}=0.000125\text{s}$)。因此,基础结构相互配合得非常好。

但是,各个地区的系统的实现方式各不相同,这使得在它们之间通信时需要大量的、昂贵的转换工作(如图 1.4 所示)。此外,北美与欧洲的模-数转换方式也不相同,这使得在不同的系统之间互联更为复杂。

日本和北美将它们的多路复用等级基于传输速率为 1.544 Mbps 的 DS1。欧洲采用传输速率为 2.048 Mbps 的多路复用方案。然后,这 3 种方案将这些净荷多路复用为更大的多路复用分组,这些分组的传输速率更高,而且使用不同的多路复用倍数。



注:未特别标明,速率单位是Mbps

图 1.4 同步光纤网和同步数字系列的分级图

正如图 1.4 所示,同步数字系列(SDH,欧洲术语)和同步光纤网(SONET,北美术语)都支持已经存在多年的方案,但规定了不同的多路复用层次结构。

同步数字系列/同步光纤网(SDH/SONET)的基本传输速率为 155.52 Mbps,于是同步数字系列/同步光纤网(SDH/SONET)采用 $x155.52$ 的多路复用方案,其中 x 为多路复用因子(比如: $155.52 \times x$,其中 x 为 3、6 等)。比 155.52 Mbps 低的传输速率只有 51.840 Mbps 可用。在以后的章节中,将对图 1.4 做进一步的解释,同时解释图 1.4 中的其他术语。

最后,全世界成功地达成了关于公共传输方案协议(只有极少的例外)。该协议将促进新技术发展并减少实现它们的费用。

1.9 宽带综合业务数字网(B-ISDN)

ITU-T 将宽带综合业务数字网(B-ISDN)定义为一种基于综合业务数字网(ISDN)模型、ATM 和 SONET 技术来实现的网络。正如图 1.5 所示,这两种技术是互补的,它的最简单形式是将 SONET 技术作为物理载波传输系统来传输用户的净荷。用户净荷在 ATM 的信元中,换句话说,SONET 作为 ATM 通信服务的提供者。

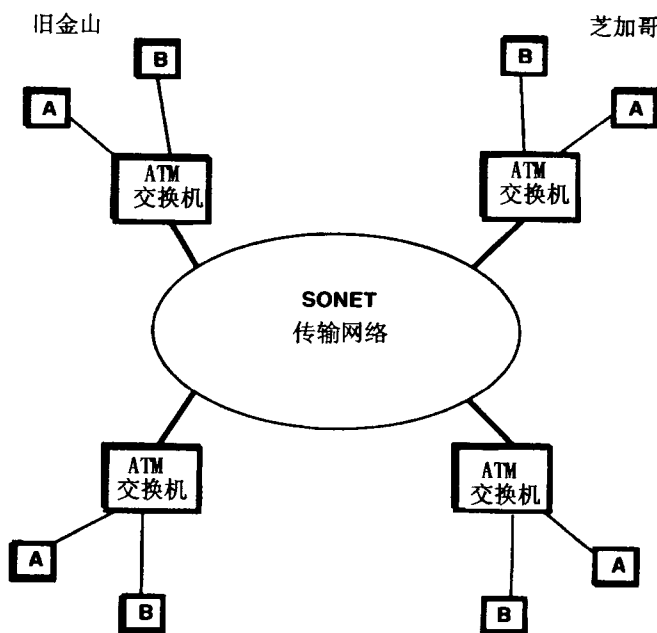


图 1.5 ATM 和 SONET

图 1.5 也表明,ATM 组件可作为用户住宅设备(CPE)的用户到网络的接口(UNI)。这种方案允许用户在 ATM 网节点处协商广泛的业务。另外,SONET 系统可作为 ATM 交换机的端接。这些交换机将通信报文中继到出去的同步光纤网(SONET)端口或本地用户与网络的接口(UNI)中。

表 1.6 宽带综合业务数字网(B-ISDN)

厂家或标准	发起人	产生年限 ¹	标准或专用	广域网或局域网
ATM	ITU-T	2~4 年	标准	均可
SONET	ITU-T	5~6 年	标准	均可 ²

1. 标准还在制定中。

2. 虽然大部分的 SONET 用于广域网中。