

国外计算机科学教材系列

ATM技术实用教程

ATM Technology and Services Delivery

[美] M.R.KARIM 著

韩毅刚 译

刘瑞挺 校



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

国外计算机科学教材系列

ATM 技术实用教程

ATM Technology and Services Delivery

[美] M. R. Karim 著

韩毅刚 译

刘瑞挺 校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书由两个有机部分组成：第一部分是 ATM 技术基础，这是 ATM 技术的专家级的导引，介绍了协议、物理层、呼叫控制过程、交换、流量管理以及网络管理。第二部分是 ATM 服务的提供，简称 ATM 业务，它描述了如何通过 ATM 提供服务，给出今天最重要的 ATM 应用的详细方案，通过设计实例帮助网络工程师快速创建实际的 ATM 应用系统。

本书适合大学计算机和通信系作为 ATM 课程的教材或教学参考书，也可作为计算机网络工程师和通信网络工程师的参考书。

Authorized translation from the English language edition published by Prentice-Hall Inc. Copyright © 2000.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry. Copyright © 2000.

本书中文简体专有翻译出版权由美国 Prentice-Hall 出版公司授予电子工业出版社。未经许可，不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ATM 技术实用教程/(美)卡瑞姆(Karim, M. R.)著：刘瑞挺等译

- 北京：电子工业出版社，2000.8

书名原文：ATM Technology and Services Delivery

(国外计算机科学教材系列)

ISBN 7 - 5053 - 6163 - 5

I A.... II.①卡... ②刘... III.异步通信网, ATM-教材 IV.TN915.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 69124 号

丛 书 名： 国外计算机科学教材系列

书 名： ATM 技术实用教程

原 书 名： **ATM Technology and Services Delivery**

著 者： [美] M. R. Karim

译 者： 韩毅刚

校 者： 刘瑞挺

责任编辑： 寇国华

印 刷 者： 北京天竺颖华印刷厂

出版发行： 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销： 各地新华书店

开 本： 787×1092 1/16 印张： 15 字数： 340 千字

版 次： 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

定 价： 28.00 元

书 号： ISBN 7-5053-6163-5 /TP · 3303

著作权合同登记号 图字： 01-2000-1323

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请向购买书店调换。

若书店售缺，请与本社发行部联系调换。电话 68279077

NJS211/03

译者序

知识数据是由语言、声音、文字、符号、图形、图像等多种形态组成的。网络经济的全球化与一体化，信息时代的数字化与多元化，都离不开语音、文本与视频的集成。而语音、文本与视频的传输就非 ATM 技术莫属。为什么呢？

因为语音、文本与视频的传输，或者说多媒体信息的传输，必须解决两个问题：一是传输速率要高，即多媒体需要更多的带宽；二是时延敏感数据要及时传输，即多媒体需要信息的协调。例如你在网上看视频节目，如果传输速率不够，不仅下载慢，而且人物动作就像木偶那样不连贯。如果语音与图像产生时延，人物讲话的声音与口型就对不上，使人感觉别扭，这就是多媒体失真造成的不舒服、不真实感。

ATM 能使这两个问题都得到满意的解决。ATM 解决第一个问题是建立在光纤通信的物理基础上，解决第二个问题则是有赖于它采用的信元交换机制。

近年来，我国的光纤铺设在发展中国家恐怕是独一无二的。即使在兰州到乌鲁木齐的荒漠地带我们都能看到铺设光纤的标记，真令人惊叹不已。据悉，中国电信作为我国最大的电信营运商，已经先后建成了覆盖全国业务的中国公用计算机互联网(163 网)和中国公众多媒体通信网(169 网)，两网用户占全国上网用户的 3/4，而且国内骨干网均实现了宽带 ATM 传输，带宽达到 155M 以上，国际出口带宽也达到 199M 以上。顺便说一句，美国的 Internet 骨干网也是用宽带 ATM 传输的。

尽管如此，我国的广大网民仍然反映上网速率太慢、资费太高。其实，上网速率太慢原因比较多。简言之，原因可能有四：其一是网民增加过快，据说截止到 2000 年 6 月底，国内已有 1690 万网民(其中专线上网者 258 万、拨号上网者 1176 万、两者兼用者 256 万)，用户上网设备达 709 万台(其中上网计算机 650 万台，上网信息家电、移动设备及手机 59 万台)，数据可能有误差，但增加迅猛确是事实。其二是网站设计不合理、不实用。大家都有这样的经验，有的网站华而不实，不出现文字先等待图片，浪费很多时间，难以下载，只好停止而转向其他网点。其三是网站服务器的处理能力不够强，网页检索与下载比较慢。其四是线路上的原因，但已经不是骨干网的带宽限制，而是用户接入线路的带宽太窄。

如上所述，我国骨干网的带宽并不窄，而是电信营运骨干网的利用率不高，现在只有 30%，即我国大规模建设的光纤网络资源已使国际线路总带宽达 1234M，但远未发挥真正的效能。这就像京津高速公路虽然汽车只走 45 分钟，但从北京市区上高速前与下高速后进入天津市区至少还要 75 分钟，因此有了高速还是需要两个小时。目前，中国电信一方面不断下调资费，另一方面则在大力发展宽带接入工作。的确，发展提供宽带业务的综合接入线路是当务之急。

把汽车高速公路修到每家每户的门口是不可能、也不必要的。但把信息高速公路通向每家每户却是完全可能、也很有必要的。本书讨论的 ATM 技术与服务业务就和这个工作紧密相关。

为了搞清本书的意义与价值，我浏览了国内的一些图书网站，发现有关 ATM 技术的书籍约有十几种。清华、电子、邮电、水电都出过一些，其中清华的几本还是影印版。因此，中文版的 ATM 译著还并不多。这类书在美国很多，它们多数是属于纯理论性的 ATM 书籍，论述 B-ISDN 网络的体系结构、层次参考模型、信令，以及 ATM 网络控制与性能检测等。也许是理论性的书较多，ATM 给人一种远在天边的感觉，只闻其声，不见其人。其实，ATM 近在眼前，或者很快就会进入你的家庭。

大家知道，ATM 是国际电联用作 B-ISDN 的复用、传输与交换的模式，它能实现高速、高吞吐量与高服务质量的信息交换，提供灵活的带宽分配，适应从很低速率到很高速率的宽带业务服务。因此，基于 ATM 或 FR(帧中继)的多媒体宽带网络增长极其迅猛。据权威机构统计，宽带接入线路每年以 32% 的速度增长，接入带宽每年以 62% 的速度增长。

ATM 是异步传输模式的意思。同步与异步是相对的，有时同步是为了异步，异步是为了同步。比如，一个大剧团要赶到某地演出，但时间紧、车辆少，如果先把全体演员运过去，这时并不能开演；再把乐队运过去，还不能开演；最后把道具运过去，才能开演。这种表面上的部门同步，却造成彼此影响不能按时演出的异步。如果我们把演前面节目的部分演员、伴奏与道具先用一车运过去，立刻就能开始演出，接着再运下面节目的人员与道具，又可继续演出，如此下去，这种微观上的异步正是为了宏观上的演出同步。ATM 的原理，与此颇类似。

ATM 技术融合了高速与交换技术，把传统分组交换的不定长、大分组(packet)的交换模式变成定长的、短小分组，即信元(cell)交换模式。既提高了传输速率，又能按数据的轻重缓急分别传输，有的按恒定比特率传输、有的按可变比特率传输，这种信元级的异步，却保证了时延敏感数据的同步，使声音与图像协调一致。这是多么有趣的技术啊！

本书作者 M. R. Karim 曾是 AT&T 贝尔实验室的著名技术专家，现在又在朗讯公司(Lucent Technologies)供职。在数据通信、网络以及蜂窝电话方面有 25 年的设计与开发经验。在移动通信与分组交换领域著述颇丰。他的这本书原名是《ATM 技术与服务提供》(ATM Technology and Services Delivery)，它不是 ATM 的纯理论著作，而是对 LAN/Internet 集成、多媒体、无线接入等提供了实际的设计方案，它是一本设计与实现基于 ATM 服务的完整指南。因此，策划本书翻译的编辑建议使用《ATM 技术实用教程》这一书名，我认为是非常恰当的。本书的主要译者韩毅刚副教授曾以此书为蓝本在南开大学信息学院讲过这一课程，效果很好。这也是新书名画龙点睛作用的有力佐证。

本书由三个有机部分组成：第一部分是 ATM 技术基础，这是 ATM 技术的专家级的导引，介绍了协议、物理层、呼叫控制过程、交换、流量管理以及网络管理。第二部分是 ATM 服务的提供，简称 ATM 业务，它描述了如何通过 ATM 提供服务，给出今天最重要的 ATM 应用的详细方案，通过设计实例帮助网络工程师快速创建实际的 ATM 应用系统。第三部分有用的背景资料，例如 T1、CEPT、DS3、SONET 以及 ADSL 等等。

进入 21 世纪后，随着宽带铜线传输技术 xDSL 的日益成熟，DSL 服务将迅速推广到家庭与小型办公室，并且会变得像现在的拨号上网一样普遍。宽带无线接入以及手持设备的无线上网已经展现出广阔的前景。本书的确是你掌握宽带网络关键技术的首选，完全没有犹豫与等待的必要。

参加本书译校工作的有韩毅刚、刘瑞挺、宋杏珍、侯立新，最后由刘瑞挺教授审校

定稿。责任编辑寇国华、陆伯雄为本书的出版花费了许多精力，对他们表示衷心的感谢。
由于我们水平有限，译文难免出现错误，敬请读者不吝指教，以期再版时修订。

刘瑞挺
2000年8月于北京

(编者注：刘瑞挺，南开大学计算机系教授，首任系主任及网络科研组创建人。教育部理科计算机科学教学指导委员会委员，全国计算机等级考试委员会委员，全国 NIT 考试委员会副主任，中国计算机学会教育专业委员会副主任，全国高校计算机基础教育研究会副理事长，北京市计算机教育培训中心副理事长。《个人电脑》荣誉总编，《世纪都市》、《中国寻书网》、《少儿电脑世界》等高级顾问。)

出版说明

计算机科学的迅速发展是 20 世纪科学发展史上最伟大的事件之一。从 1946 年第一台笨重而体积庞大的计算机的发明至今, 仅仅半个多世纪, 计算机已经变得小巧无比却又能力非凡。它的应用已经渗透到了社会的各个方面, 成为当今所谓的信息社会的最显著的特征。

处于世纪之交科技进步的大潮中, 我国正在加强计算机科学的高等教育, 着眼于为下一世纪培养高素质的计算机人才, 以适应信息社会加速度发展的需要。当前, 全国各类高等院校已经或计划在各专业基础课程规划中增加计算机科学的课程内容, 而作为与计算机科学密切相关的计算机、通信、信息等专业, 更是在酝酿着教学的全面革新, 以期规划出一整套面向 21 世纪的、具有中国高校计算机教育特色的课程计划和教材体系。值此, 我们不妨借鉴并引进国外具有先进性、实用性和权威性的大学计算机教材, 洋为中用, 以更好地服务于国内的高校教育。

美国 Prentice Hall 出版公司是享誉世界的高校教材出版商, 自 1913 年公司成立以来, 即致力于教育图书的出版。它所出版的计算机教材在美国为众多大学所采用, 其中有不少是专业领域中的经典名著。许多蜚声世界的教授学者成为该公司的资深作者, 如: 道格拉斯·科默(Douglas Comer), 安德鲁·坦尼伯姆(Andrew Tanenbaum), 威廉·斯多林斯(William Stallings)……几十年来, 他们的著作教育了一批批不同肤色的莘莘学子, 使这些教材同时也成为全人类的共同财富。

为了保证本系列教材翻译出版的质量, 电子工业出版社和 Prentice Hall 出版公司共同约请北京地区的清华大学、北京大学、北京航空航天大学, 上海地区的上海交通大学、复旦大学, 南京地区的南京大学、解放军通信工程学院等全国著名的高等院校的教学第一线的几十位教师参加翻译工作。这中间有正在讲授同类教材的年轻教师和博士, 有积累了几十年教学经验的教授和博士生导师, 还有我国著名的计算机科学家。他们的辛勤劳动保证了本系列丛书得以高质量地出版面世。

如此大规模地引进计算机科学系列教材, 在我们还是第一次。除缺乏经验之外, 还由于我们对计算机科学的发展, 对中国高校计算机教育特点认识的不足, 致使在选题确定、翻译、出版等工作中, 肯定存在许多遗憾和不足之处, 恳请广大师生和其他读者提出批评、建议。

电子工业出版社

URL:<http://www.phei.com.cn>

Prentice Hall 出版公司

URL:<http://www.prenhall.com>

前 言

目前,书店里有很多关于异步传输模式(ATM)的书籍。每本书都在不同程度上论述某个主题,大多数是针对纯 ATM 技术的。这些书一般以宽带综合业务数字网(B-ISDN)的配置和参考模型作为开始,然后介绍基本的 ATM 协议,随之而来的是 ATM 适配层,再讨论 ATM 网络和 ATM 交换系统常用的拥塞控制机制。考虑到近 10 年到 15 年来对 ATM 网络及其有关吞吐量、平均时延等性能的研究,这方面的内容已有大量的出版物和文献,事实上,很多书籍用了大量篇幅来描述这些特殊的主题。

这些书很好地描述了 ATM,这可能在某些方面对研究人员很有用,但它们没有描述在现实生活中 ATM 如何提供有用的业务。考虑下面的例子,现有的以太网(Ethernet)、IBM 令牌环等局域网(LAN)要连接到宽带主干网络上,ATM 协议由于其低时延和标记交换能力,似乎是这种主干网的理想选择。在这种情况下,ATM 网络必须利用 TCP/IP 进行联网。到目前为止,没有很多书能够准确描述应该怎样联网。类似地,涉及到数据、话音、图像和视频的多媒体业务时,很少有书描述 ATM 网络如何与现有的、电路交换的、窄带 ISDN 相互合作,ISDN 利用公用网提供这些多媒体业务。ATM 论坛和其他标准组织目前正对其中的一些内容进行描述,近期发表了一些规范说明。然而,这些规范说明通常都非常详尽,不适合作为一个单独的、理解性很强的文档。本书的目的就是填补这个领域的空白,为读者展示 ATM 能提供的有效业务。本书后面部分还包括了 ATM 电路仿真、ATM LAN 仿真、ATM 之上的 IP 以及 ATM 之上的多协议。

本书分两部分。第一部分包括第 1~6 章,论述 ATM 基本技术。第二部分包括第 7~13 章,描述 ATM 如何为端点提供业务。第 1 章首先描述 ATM 的益处及其应用的例子。第 2 章介绍 ATM 协议的细节,为了完整,附录 A~D 给出了常用的物理层——T1、CEPT、DS3、SONET 和 ADSL。第 3 章的主题是呼叫控制规程,接下来的三章依次是 ATM 交换系统、通信量管理和网络管理。

第二部分首先描述 ATM 的电路仿真和话音系统。其后的三章描述 ATM 传统 LAN 仿真、ATM 之上的 IP 和 ATM 之上的多协议。第 11 章描述 ATM 之上的可视音频多媒体业务,顺便介绍窄带 ISDN 和传统的 LAN 目前是怎样提供多媒体业务的,然后指出 ATM 提供这些业务的方法。目前,无线 ATM 的研究值得考虑,这个领域的发展很迅速,第 12 章简要描述了无线 ATM。第 13 章描述了多协议标记交换(MPLS)及其使用。有些章节的末尾附加了习题,这些习题是实际应用的代表和设计问题的演示。希望这些习题对学生和工程师有所帮助。

在编写本书的过程中,我得到很多帮助。首先,感谢曾在 Madge 网络公司工作过的 Martin Taylor,他阅读了本书的大纲并对本书的组织提出了有价值的建议。也感谢 Ken Smolik 花费时间阅读了本书的大部分内容,适时提供了相关建议和额外的资料。Joe Wilkes 不止一次地浏览了很多章节,对本书质量的提高提出了不少建议。Arun Viswanathan 阅览了多协议标记交换一章,并作了审校。Kazem Sohraby 评注了 ATM 网络的通信量管理一

章。Razi Karim 阅读了本书的一部分，并提供了来自学生和工程师的评论。

我不得不花费我个人的时间编写本书，没有因此而干扰我在朗讯技术公司的工作。如此一来，我多次濒临绝望，想要放弃。感谢我的家人，特别是我的妻子，她一直鼓励我完成本书，在我工作的几个月里独守空房。没有她的支持和理解，我不会完成本书。

目 录

第一部分 ATM 技术基础	1
第 1 章 引 言	1
1.1 ATM 的演进	1
1.2 什么是 ATM?	3
1.3 ATM 的优点	4
1.4 ATM 应用实例	6
1.4.1 高带宽 ATM 主干	6
1.4.2 中心局的 ATM 交换机	7
1.4.3 移动通信系统中的 ATM	8
1.4.4 ATM 之上的视频会议	10
1.4.5 实时多媒体信息的大规模发布	11
1.5 小结	11
1.6 参考文献	12
第 2 章 ATM 协议	13
2.1 引言	13
2.2 ATM 协议栈	13
2.3 ATM 层	14
2.3.1 通用流量控制	15
2.3.2 虚路径和虚信道	16
2.3.3 负载类型(PT)字段	17
2.4 ATM 适配层协议	18
2.4.1 业务类型	18
2.4.2 AAL 类型 1	18
2.4.3 AAL 类型 2	20
2.4.4 AAL 类型 3/4	20
2.4.5 AAL 类型 5	22
2.5 物理层	22
2.6 小结	24
2.7 参考文献	24
第 3 章 ATM 网络的呼叫控制规程	25
3.1 引言	25
3.2 一般规程	25

3.3	点对点信令	27
3.3.1	从终端呼出	27
3.3.2	呼入控制规程	28
3.3.3	呼叫清除规程	29
3.3.4	再启动规程	30
3.3.5	状态查询	30
3.4	消息结构	30
3.5	点对多点信令	31
3.5.1	设置首位参与者	32
3.5.2	增加另一个参与者	33
3.5.3	删除参与者	34
3.6	ATM 的端点编址	34
3.6.1	端点的地址格式	34
3.6.2	地址登记	35
3.7	ATM 之上的话音和电话信令	35
3.7.1	N-ISDN 信令	36
3.7.2	随路信令	36
3.8	呼叫控制消息编码举例	37
3.9	小结	39
3.10	参考文献	40
	习题	40
第 4 章	ATM 交换系统	41
4.1	引言	41
4.2	交叉点交换机	42
4.3	自路由交换机	45
4.3.1	Banyan 网络	45
4.3.2	Omega 网络	48
4.3.3	自路由交换机的阻塞	48
4.3.4	重复 Banyan 网络	50
4.3.5	级联 Banyan 网络	50
4.3.6	串联 Banyan 网络	51
4.4	Batcher- Banyan 网络	52
4.5	具有公共主存的时分交换机	54
4.6	缓冲	55
4.6.1	输入缓冲	56
4.6.2	输出缓冲	59
4.6.3	完全共享缓冲	61
4.6.4	输入总线与输出缓冲	62
4.7	小结	64
4.8	参考文献	64
	习题	66
第 5 章	ATM 网络的通信量管理	68

5.1	引言	68
5.2	一些定义	69
5.3	服务质量	69
5.4	业务种类	70
5.5	ATM 网络的拥塞控制	71
5.5.1	早期工作	72
5.5.2	预防式控制	74
5.5.3	反应式控制	75
5.5.4	ATM 论坛用于 ABR 的拥塞控制方案	76
5.6	时延/吞吐率特性	79
5.6.1	模拟模型	79
5.6.2	未指定比特率(UBR)业务	81
5.6.3	可用比特率业务与可变比特率业务	84
5.7	小结	88
5.8	参考文献	89
	习题	92
第 6 章	ATM 网络管理	93
6.1	引言	93
6.2	一般网络管理功能	93
6.3	网络与网络管理员之间的接口	94
6.4	简单网络管理协议(SNMP)	96
6.4.1	概述	96
6.4.2	组织 MIB 的方法	99
6.5	ATM 网络管理	102
6.5.1	ATM 接口 MIB	102
6.5.2	ILMI 的协议栈	105
6.5.3	自动恢复	106
6.5.4	系统需求	107
6.6	小结	107
6.7	参考文献	107
	习题	108
第二部分	ATM 服务	111
第 7 章	ATM 电路仿真	111
7.1	引言	111
7.2	仿真功能	112
7.3	仿真规程	114
7.3.1	64kbb/s 业务	114
7.3.2	无 CAS 的 $N \times 64\text{kbb/s}$ 结构	114
7.3.3	具有 CAS 的 $N \times 64\text{kbb/s}$ 结构	116

7.4	电路仿真举例——ATM 话音与电话(VTOA).....	118
7.5	生成源时钟信息.....	119
7.6	接收端的时钟恢复.....	121
7.7	小结.....	121
7.8	参考文献.....	122
	习题.....	122
第 8 章	ATM LAN 仿真	124
8.1	引言.....	124
8.2	被仿真的 LAN 类型.....	127
8.2.1	以太网 LAN.....	127
8.2.2	令牌环 LAN.....	128
8.3	仿真要完成的功能.....	129
8.4	协议栈.....	132
8.5	仿真过程.....	133
8.5.1	概述.....	133
8.5.2	控制帧.....	135
8.5.3	初始化.....	136
8.5.4	数据传递规程.....	140
8.6	连接管理.....	141
8.7	LAN 仿真版本 2.....	142
8.8	小结.....	142
8.9	参考文献.....	142
	习题.....	143
第 9 章	ATM 之上的 IP	144
9.1	引言.....	144
9.2	IPOA 分组传输规程	146
9.3	ATMARP.....	147
9.4	反向 ATMARP.....	151
9.5	ATM 上的 TCP/IP 的性能	151
9.6	小结.....	152
9.7	参考文献.....	153
	习题.....	153
第 10 章	ATM 之上的多协议.....	155
10.1	引言.....	155
10.2	定义.....	156
10.3	MPOA 部件	157
10.4	下一跳解析协议.....	158

10.4.1	过程.....	160
10.4.2	数据格式.....	161
10.5	MPOA 概述.....	163
10.5.1	配置.....	163
10.5.2	发现.....	163
10.5.3	地址解析.....	163
10.5.4	连接管理.....	163
10.5.5	数据传输.....	164
10.6	小结.....	166
10.7	参考文献.....	166
第 11 章	交换式多媒体业务	167
11.1	引言.....	167
11.2	支持多媒体业务的标准.....	167
11.3	窄带 ISDN 上的多媒体业务.....	168
11.3.1	网络配置.....	168
11.3.2	H.320 终端体系结构.....	169
11.3.3	点对点呼叫的连接规程.....	170
11.3.4	MCU.....	170
11.4	LAN 上的窄带多媒体业务.....	172
11.4.1	具有 QoS 保证的 LAN.....	172
11.4.2	没有 QoS 保证的 LAN.....	172
11.5	ATM 上的多媒体业务	174
11.5.1	H.321 终端的体系结构.....	174
11.5.2	H.321 终端中用户数据的 ATM 信元	175
11.5.3	呼叫控制.....	176
11.6	多媒体终端的相互作用.....	177
11.7	小结.....	178
11.8	参考文献.....	179
	习题.....	180
第 12 章	无线 ATM	183
12.1	引言.....	183
12.2	WATM 网络.....	184
12.3	无线 ATM 接口	186
12.3.1	无线媒介的限制.....	186
12.3.2	无线 MAC 协议的期望特点.....	186
12.3.3	WATM 的 MAC 协议.....	187
12.3.4	其他访问协议.....	188
12.4	小结.....	188
12.5	参考文献.....	189
第 13 章	ATM 多协议标记交换(MPLS).....	191

13.1 引言	191
13.2 定义	191
13.3 操作原理	193
13.4 层次标记	195
13.5 赋予标记	195
13.6 在 ATM 中分发标记	196
13.7 构造路由表	198
13.8 小结	200
13.9 参考文献	200
习题	201
附录 A T1 和 E1 接口概述	203
A.1 T1 概述	203
A.2 E1 概述	206
A.3 参考文献	206
附录 B DS3 概述	207
B.1 引言	207
B.2 DS2 级的位填充	207
B.3 DS2 多路复用	207
B.4 DS3 多路复用	208
B.5 C 位奇偶校验格式	209
B.6 参考文献	210
附录 C SONET 概述	211
C.1 引言	211
C.2 SONET 速率	211
C.3 STS-1 帧结构	211
C.4 子 STS-1 负载	214
C.5 多个 STS 的复用	214
C.6 参考文献	214
附录 D ADSL	215
D.1 引言	215
D.2 ADSL 数据传输能力	215
D.3 ADSL 收发器功能	216
D.4 参考文献	220
附录 E 缩略词	221

第一部分 ATM 技术基础

第 1 章 引言

1.1 ATM 的演进

随着高速电信技术的到来，很多新业务开始在 20 世纪 80 年代问世[1]~[3]。它们通常包括话音、数据、图像和视频，带宽从 56/64kb/s 直到 155Mb/s 或更高的宽带速率。这些业务的用户通信量大多数是传统的，在整个呼叫期间需要固定的带宽。然而很多业务的通信量具有突发性，换言之，用户有时保持沉默，然后在短期内突然以高速发送大量数据。这样即使带宽平均在很长时间内变化甚微，用户也可能在短期内需要高得多的带宽。在某些情况下，应用是面向连接的，即用户在信息交换之前需要建立连接。在这种情况下，对于多媒体业务而言，单一的用户可能同时需要多条信道。另一种情况是无连接的应用，如电子邮件和其他 LAN 类型的数据通信。

在高速技术开始发展的过程中，CCITT 第 18 研究组承担了标准制定任务，通过单一、集成的接口在公用网或专用网上提供不同的业务。由于跨越任何接口的信息传输都可能涉及多个功能层，如业务模块、传输模式、物理传送等，所以第 18 研究组专注于传输模式上，传输模式只包括交换和多路复用——类似于链路层的功能。

在早期，标准组织考虑使用同步传输模式(STM)[1]的可能性。STM 的发送器通过周期性的帧发送数据，每帧由若干个时隙组成，每个时隙在呼叫的整个期间内分配给一个特定的应用。一般的帧格式如图 1-1 所示，其中每个帧用一个明显的同步模式开始。^①在 STM 中，即使时隙并没有信息要发送，帧及其携带的所有时隙也将周期性地出现在链路上。

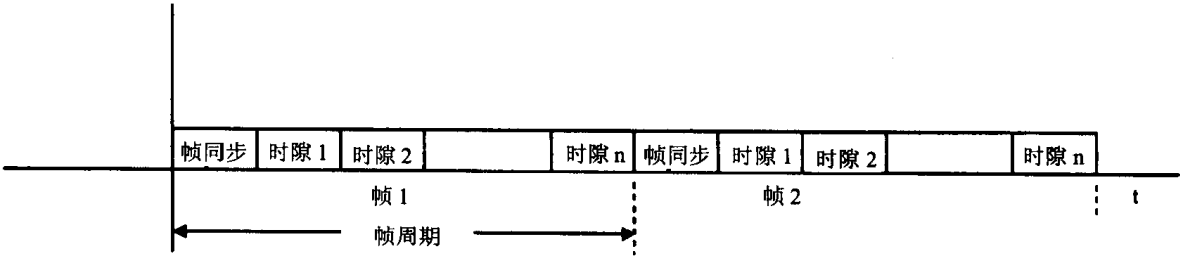


图 1-1 STM 的代表性帧结构

^① 在一些情况下，如 T1，同步模式可能是一位一位地分散在每个帧上的。

窄带 ISDN(N-ISDN)是 STM 的一个例子,对于基本速率 ISDN(BRI)接口的帧结构是 2B+D,对于北美国家的主群速率 ISDN(PRI)接口的帧结构是 23B+D,对于欧洲国家(包括中国——译注)PRI 接口的帧结构是 30B+D,其中每个 B 通道和 D 通道的速率是 64kb/s。在 N-ISDN 中,一个应用通常分配一个 B 通道,通过定义新的带宽结构,如 $H_0 = 6B$ 、 $H_{10} = 23B$ 和 $H_{11} = 30B$,PRI 标准允许为用户分配更高的带宽。因此,一般情况下,PRI 接口的带宽按下面的表达式分配:

$$n_1B + n_2H_0 + n_3H_{10}$$

其中数 n_1 、 n_2 和 n_3 是 PRI 接口不会超出的有效带宽。例如,可分配给用户 4 个 H_0 通道、一个 H_{10} 通道或 4 个 B 通道外加一个 H_0 通道。事实上,除了允许更高的带宽、更通用及更灵活的分配外,第 18 研究组开始时考虑了这种类型的帧结构,例如,定义了二个新通道类型:带宽为 32.768Mb/s 的 H_2 和带宽为 132.032~138.240Mb/s 的 H_4 。带宽分配策略是:在某些预定组合中,通过分配适当数量的通道,能够满足应用的不同带宽需求。据观察,即使所请求的带宽在整个呼叫期间保持恒定,依赖于用户的需要,STM(原书误为 ATM——译注)接口处也会出现有一部分带宽不能使用的情况,这将导致带宽利用率的降低。更重要的是,STM 通过动态分配不同数量的时隙以满足突发性通信量对带宽的需求将非常困难。

鉴于上述限制,提出了一种新的传输模式——异步传输模式(ATM)。在这种传输模式下,没有图 1-1 所示的那种周期性帧的概念。取而代之的是,用称为信元的固定长度的块传输数据。用户无论何时需要发送数据,只要根据所要求的带宽发送相应数量的信元即可,因此,使得 ATM 交换机避免了 STM 协议固有的时隙动态分配的复杂性。每个信元都在其头部位置包含一个虚拟信道标识符(VCI),VCI 用作识别逻辑信道的标记,这与 STM 用时隙指示特定信道的方式一样。这些逻辑信道大多数在接口点进行多路复用,当信息从一个端点传输到另一个端点时,所给的 VCI 可能映射为不同的 VCI。

即使 ATM 的优势很明显,其适应性也引发了一些问题。首先,它与时延敏感、恒定比特率业务相冲突,如话音和高带宽视频不能在 ATM 上交换。同样地,可能需要具有电路交换能力的 STM 与 ATM 共存于同一接口;其次,即使认为 ATM 适合所有的宽带业务,在 ATM 发展初期,也可能需要由 STM 和 ATM 机构组成的混合交换机,以在现有的基于 STM 的网络上提供传输。尽管有这些问题,^②标准组织的参与者也达成共识,继续采用 ATM 方法。1989 年,CCITT 推荐标准 I.121 接纳 ATM 作为宽带 ISDN(B-ISDN)传输模式的解决方案[4]。随后,CCITT 就 ATM 协议的不同方面发表了一些其他建议[5]~[8]。

1991 年,建立了一个称为 ATM 论坛的国际组织,以促进 ATM 技术的理解和发展。从那时起,ATM 论坛就 ATM 协议的不同方面发表了一些技术规范,出版了白皮书和基于计算机的培训课程。例如,开发了下面的规范:ATM 之上的电路仿真和 LAN 仿真,综合层管理接口,用于 ATM 的物理接口以及媒介依赖接口等等。^③

^② 在本书的后面将看到,CCITT 第 18 研究组已成功地解决了这些问题,随后 ATM 论坛也解决了这些问题。例如,后者为 ATM 之上的电路仿真开发了标准化规程,此标准本质上是为时延敏感的话音和视频在整个呼叫期间提供固定的带宽。类似地,正在开发使用单一 ATM 交换结构的规程,以支持不同的应用。

^③ 为得到完整的已批准的 ATM 论坛规范清单,参见 ATM 论坛 Web 站点的技术规范部分。