

# ADSL DSLAM 局端设备的性能分析

刘 勇, 周炯

(北京邮电大学 177 信箱, 北京 100876)

**摘 要:** ADSL 是利用已接入千家万户的电话网的双绞线, 实现用户高速上网的技术, 已成为目前人们在接入网方面研究的重点. 本文论述了 ADSL 局端的两种 DSLAM 接入方案, 分析了它们对数据包传输的效率, 比较了优缺点, 重点论述了传输效率比较高的 IP 直接接入的 DSLAM 设备. 并对实现中遇到的几个关键问题, 进行了论述.

**关键词:** ADSL; DSLAM; 宽带网络; 接入网

**中图分类号:** TN915.05 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2002) 04-0473-04

## Performance Analysis of ADSL DSLAM System

LIU Yong, ZHOU Jiong pang

(Mailbox 177 Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing 100876, China)

**Abstract:** By ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) technology, high speed access INTERNET can be realized through twisted copper pair lines which are already used in PSTN (public switch telephone network) to connect telephone users. ADSL becomes a focused point in area of access network. The paper describes ADSL DSLAM (Digital Subscriber Loop Access Multiplexer) architectures and how to design and realize them. It analyses the transmission efficiency of these DSLAM and gets the result that the ADSL DSLAM with IP direct connection is more efficient. It discusses in detail the realization of ADSL DSLAM with IP direct connection architecture. The solutions to some key problems are given.

**Key words:** ADSL; DSLAM; broadband network; access network

### 1 DSLAM 宽带用户接入系统的现状

DSLAM 是一个数字用户接入复用设备, 在上行方向将不同用户的较低速率的数据流复用成高速的数据流输出到骨干网络中; 在下行方向将高速的数据流分路到正确的用户线路. 因为 ADSL 是一种非对称的传输技术, 它可在用户的一对双绞线上, 提供上行最高 800kbps 的传输速率, 提供下行最高 8Mbps 的传输速率. 所以它的传输方式非常适用于目前用户接入 INTERNET 的情况, 即用户上行数据量少, 下行数据量大. 由于用户的电话线通过传统的电话网络已接入到千家万户, 对于传统的电话网络运营商, 利用 ADSL 技术, 在现有的电话网络线路资源的基础上, 可快速、方便和经济地提高用户的上网速度, 所以 2001 中国电信在全国许多城市已开始大力发展 ADSL 用户, 并与阿尔卡特公司签署了 ADSL 宽带接入网络和业务扩展长期合作协议. 目前, ADSL DSLAM 在用户数据流复用或分路技术中, 主要有两种方式, 一是采用 ATM 信元的方式, 二是直接采用 IP 数据的方式. 目前大部分 ADSL DSLAM 设备采用第一种方式, 主要原因是目前数据骨干网络采用的是 ATM 交换设备, 我们前期研制的 ADSL 局端设备和用户端设备也是采用这种方式<sup>[1]</sup>. 随着 INTERNET 网络和技

术的发展, ADSL DSLAM 直接采用 IP 数据传输也是一种较好的方式. 本文论述比较了这两种实现方式的优缺点, 研制出了传输效率比较高的 IP 直接接入的 DSLAM 设备.

### 2 ADSL ATM DSLAM 接入方式

这种方式的优点是, 易于从用户端到网络实现 ATM 信元的直接传输, 但在用户端 ADSL 设备和对端的设备要把 IP 包封装到 ATM 信元或把 IP 包从 ATM 信元封装解出来. ADSL ATM DSLAM 用户端和局端系统的结构和协议栈如图 1 所示.

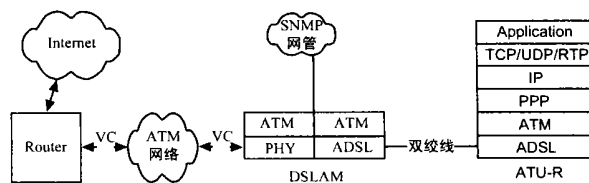


图1 ADSL ATM DSLAM 系统的协议栈

图1中有PPP层, 还有一种实现方式没有PPP层. 没有PPP层可以完成用户无需PPP层接入认证的直接传输, 它传输效率相对较高, 实现简单. 有PPP层可以完成用户PPP层的接入认证, 提供目前用户接入所需要的计费信息. 他们的实现

在硬件结构上没有什么不同,差别在于软件结构上有没有加 PPP 层协议流程,这种实现的硬件结构图如图 2:

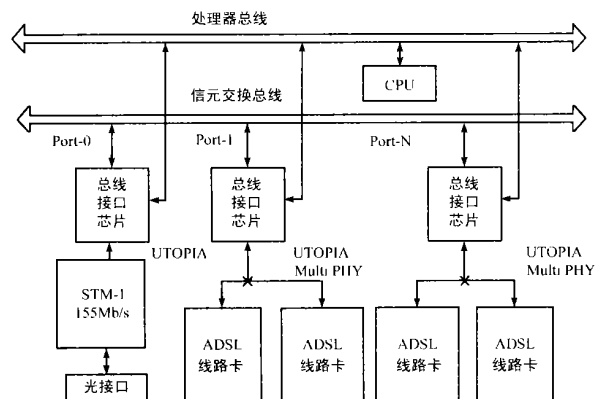


图 2 ADSL ATM DSLAM 设备硬件实现结构

图 2 中主要有以下模块:

(1) 信元交换总线:它是一个 TDM 总线,负责将信元从一个总线接口芯片传输到另一个总线接口芯片,完成信元的交换。在总线上传输的标准 ATM 信元前面有附加的端口地址等信息,以提供必要的路由信息,完成交换操作。总线传输的信元格式见图 3。一个信元的传送需要 16 个时钟周期。

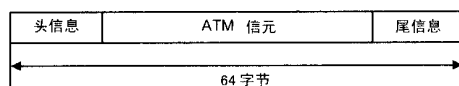


图 3 信元格式

(2) 总线接口芯片实现以下功能:将从 UTOPIA 接口输入的标准 ATM 信元加入端口地址等信息,进行必要的数据转换,送入缓冲队列,等待发送;对从信元总线上接收的信元头部端口地址进行译码,若与本端口地址匹配则将该信元放入缓冲队列,等待从 UTOPIA 接口输出。总线的使用权由仲裁电路裁决。各接口芯片提出申请,接到允许信号后方有权使用总线发送信元。

(3) 物理层电路有两种:一个是 STM-1 155Mbps 接口线路,去往 ATM 骨干网。另一个是 ATU-C 局端线路卡,它们通过 UTOPIA 2 Multi PHY 接口与一个总线接口芯片相连。

(4) 系统中的第二条总线是一条普通的 CPU 总线,由地址、数据、读写信号等构成。一个主 CPU 用于对整个系统进行配置、管理,每个信元总线接口芯片都有处理器接口,可被映射成 CPU 的一段内存区域进行读写操作。

上述体系结构典型地可以支持 60 条 ADSL 线路,平均每一路带宽为  $155\text{Mbps}/60 = 2.6\text{Mbps}$ 。考虑到 ATM 的统计复用特性,实际上每一路可以支持更大的突发数据传输速率。这种系统的 ADSL 的局端和用户端双路通信系统已经实现<sup>[1]</sup>。

### 3 ADSL IP DSLAM 接入方式

这种方式的优点是,由于用户端 ADSL 设备是直接接 RJ45 局域网接口,它可从用户端到 IP 服务器实现 IP 包的直接传输,ADSL IP DSLAM 用户端和局端系统的结构和协议栈

如图 4 所示。

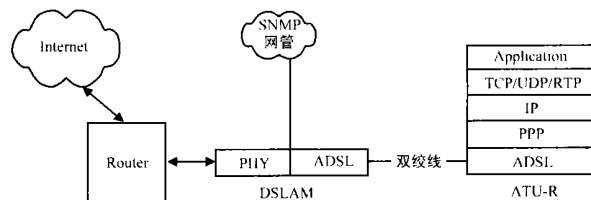


图 4 ADSL IP DSLAM 系统的协议栈

从图 4 中可看出,它与图 1 中 ATM 方式的区别在于,没有了 ATM 层,简化了协议处理过程,对于 ATM 方式 ATU-R 端的硬件和软件实现见文献<sup>[1]</sup>。IP 方式的 ATU-R 端的硬件与 ATM 方式 ATU-R 端的硬件不同在于 ADSL 与 MPC860SAR RISC 微处理器的接口电路,ATM 方式 ATU-R 端的硬件采用 UTOPIA 接口,IP 方式的 ATU-R 端的硬件采用通用的数据接口方式,即采用并行的数据、地址和控制线接口方式。在文献<sup>[1]</sup>中,由于没有局端的 DSLAM 设备,在软件上没有考虑好局端多个 ATU-C 与用户端 ATU-R 的配合。在 IP 方式的 ATU-R 端和 IP 方式的 DSLAM 端我们又加入了多用户的识别,为了说明为什么要加这个功能,先看一下实现的 IP 方式的 DSLAM 端硬件结构图 5。

在图 5 中,可以看到,挂接在 10/100M 以太网总线上的数据接口有 16 个,而 ADSL 线路有 32 个,这是因为采用的 TI TNETD3000 系列芯片可以用一个 DSP 支持两个独立的 ADSL Modem。这样一来,从路由器送到 DSLAM 的数据流,就需要 DSLAM 把这些数据流识别出它们应该送到那个用户,对于 10/100M 以太网总线上的 16 个数据接口可以用唯一的 IP 地址来识别,但一个数据接口接了两个用户,也必须再把它们区别出来,本 DSLAM 设备采用了地址转换的方式解决了这个问题(也适用于有两个以上的 ADSL Modem 的情况)。

一个 ADSL 线路卡从数据接口只能得到一个有效的 IP 地址,但要接两个独立的 ADSL Modem。为了使每个 ADSL Modem 都能通过数据接口和外界通信,必须在 DSLAM 设备中设置代理或地址转换功能。其原理是对于由数据接口向 10/100M 以太网发送的 IP 包,将其 IP 包中的源地址转换成数据接口从外界得到的唯一有效的 IP 地址,而对于由 10/100M 以太网向数据接口的 IP 包,则将它的目的地址转换成对应的 ADSL Modem 内部地址,送往相应的用户线上。由于这里存在 N 对一的问题,当两个独立的 ADSL Modem 用同一端口向外发送 IP 包后,返回的 IP 包将不知道送到哪个 ADSL Modem,所以为了解决这一问题,我们还需加一个端口转换的功能,也就是将向 10/100M 以太网发送的 IP 包中的源端口号也重新设置,对于不同 ADSL Modem 的某个端口采用唯一的新端口与之对应,新端口采用统一编制,这时我们建立了一个一对一的映射,即:内部 IP 地址:服务端口号  $\leftrightarrow$  数据接口的外部地址:服务端口号

对于返回的 IP 包,则可利用该映射,将数据接口的端口号转换成各自相应的端口号。这样就解决了一对 N 的问题。

图 5 中主要有以下功能:



对于有 PPP 协议的 ATM DSLAM 封装的开销可以计算如下:

$$\text{ATM OH} = (n \times 5 + \text{填充字节} + 8 + 6) / (L_k + n \times 5 + \text{填充字节} + 8 + 6)$$

其中,  $n$  为封装 IP 数据包所使用的 ATM 信元数量.

因此, 根据图 6 的数据, IP 数据包的有 PPP 协议 ATM 封装的开销计算结果如表 3 所示.

表 3 有 PPP 协议 ATM 封装开销

IP 分组长度(字节)	开销字节	开销比例
40	66	62.26%
1500	196	11.56%
552	84	13.21%
44	54	55.10%
576	113	16.40%

结合式(1)可得, 表 3 有 PPP 协议的 ATM 封装相对 IP 分组长度的开销平均长度  $L_3 = 92$  (字节):

$$L_3 = \sum_{k=1}^5 p_k * G_k \tag{4}$$

其中:  $G_k$  是表 3 各个 IP 分组长度的开销字节.

结合式(1) — (4), 可按式(5)分别计算三种封装技术的平均开销, 结果见表 4.

$$\text{平均开销 OH} = L_j / L \quad j = 1, 2, 3 \tag{5}$$

表 4 三种封装技术的平均开销

	PPP 封装	无 PPP ATM 封装	有 PPP ATM 封装
平均开销	1.56%	17.14%	23.80%

通过电路仿真, 结合表 4, 得到三种封装技术对于 IP 包在 ADSL 线路上相对的传输速率如表 5 (不记 ADSL 的开销):

表 5 不同距离下 IP 包在 ADSL 线路上相对的传输速率

线路距离(km)	0	1	2	3	4.5	5	5.5
PPP 封装下行速率 (klps)	8029	8029	8029	5611	1181	344	无法连接
PPP 封装上行速率 (klps)	784	784	784	725	282	125	无法连接
无 PPP ATM 封装下行速率 (klps)	6773	6773	6773	4733	996	291	无法连接
无 PPP ATM 封装上行速率 (klps)	664	664	664	614	239	106	无法连接
有 PPP ATM 封装下行速率 (klps)	6201	6201	6201	4334	912	266	无法连接
有 PPP ATM 封装上行速率 (klps)	608	608	608	562	219	97	无法连接

5 总结

ADSL 作为利用现存的电话线路, 解决用户宽带上网问题

的技术, 目前已被全球大部分电信公司采用, 并且认为在光纤未到户的情况下, 它可以与 Cable Modem 一比高下. 在美国和加拿大 ADSL 已经很普遍, 费用已下降到包月 40 美元. 在我国, 2002 年中国电信要在全国大力推广应用 ADSL 技术. 所以对 ADSL 各种接入方式进行研究是很必要的. 通过上传效率的分析, 可以看出 PPP 封装的 DSLAM 方式效率是最高的. 再考虑到目前光纤直接连接高速路由器组成宽带的 IP 骨干网络的情况越来越多, 如网通公司, 本文着重讨论了在实现 PPP 方式封装的 DSLAM 中遇到的几个关键问题, 一是系统的协议结构, 二是 PPP 方式封装的 DSLAM 出口可采用 10/100M 的以太网接口直接与路由器连接, 三是一点对多点的 IP 地址和高层端口的转换问题.

参考文献:

[ 1 ] 刘勇, 李慧玲, 胡正名. ADSL 宽带接入系统的研制 [ J ]. 电子学报, 2001 ( 4 ): 461- 463.

[ 2 ] TR 001. ADSL Forum System Reference Model [ S ].

[ 3 ] ANSI T1. 413. Network and Customer Installation Interfaces - Asymmetric Digital Subscriber Line Metallic interface [ S ].

[ 4 ] TR 003. Framing and encapsulation standards for ADSL [ S ].

[ 5 ] TR 007. Interfaces and System Configurations for ADSL: Customer Premise [ S ].

[ 6 ] Motorola. PowerQUICC user's Manual [ Z ]. 1999.

[ 7 ] TI. Texas Instrument TMS320C6x and ADSL chipset User's manual [ Z ]. 1999.

[ 8 ] 刘勇. 计算机网络及互连技术 [ M ]. 北京: 人民邮电出版社, 2000.

[ 9 ] IETF RFC1662. PPP in HDLC-like Framing [ S ].

[ 10 ] 马丁德 普瑞克. 异步传递方式宽带 ISDN 技术 [ M ]. 程时端, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 1995.

作者简介:



刘 勇 男, 1962 年生于湖北宜昌, 1983 年毕业于北京邮电大学通信工程系, 获学士学位, 1986 年毕业于北京邮电大学信息工程系, 通信与电子系统专业, 获硕士学位, 现为北京邮电大学教师, 北京邮电大学博士生, 目前从事用户宽带接入网技术的研究, 同时也对数据网络的安全体系进行了一定的研究.

周炯 北京邮电大学教授, 工程院院士, 从事通信网理论和宽带网络的研究, 在信息论方面有非常深的造诣.