

# 一种多信道 ATM 交换机的实现<sup>1</sup>

王春锋 刘增基\* 闻懋生

(西安交通大学信息与通信工程系 西安 710049)

\*(西安电子科技大学综合业务网国家重点实验室 西安 710071)

**摘要** 本文研究了一种多信道 ATM 交换网络,使用一种多路径交换结构网络作为多信道交换的路由网络代替 Banyan 网络,给出了信道分配网络的设计原理,阐明了多信道 ATM 交换的带宽分配方案,重点说明了传输阶段的带宽分配方法。

**关键词** 多信道交换,带宽分配,信道分配网络,信道群

**中图分类号** TN913

## 1 引言

能支持话音、数据、图像等综合业务的宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 是现代电信网发展的方向,其中异步转移模式 (ATM) 交换技术是 ITU 推荐的 B-ISDN 的转移模式。在过去几年中,已有很多文献对 ATM 交换技术进行了研究,并有部分产品投入市场。但是交换处理速度远远落后于传输速度的发展,例如光纤传输速度可望达到几十 Gbit/s。因此把一个光纤链路的传输设备分成多个低速的信道,比如 155Mbit/s,通过时分复用到这个光纤链路上,从而引入多信道 ATM 交换技术的发展。在多信道 ATM 交换中,把连接一对节点间的多个信道组成的链路称为信道群 (Channel group)。每个信道群中信道数可以相同,也可以不同。一对节点间可以由一个信道群组成,也可以由多个信道群组成。信道群的带宽接近信道群中各个信道的带宽之和,把属于同一虚连接的信元分配到多个信道上交换,并通过多信道传输到对端 (即多信道传输技术<sup>[1]</sup>),将大大提高链路和带宽的利用率。为了后文方便,把信道群中的信道数定义为信道群量。一般的多信道 ATM 交换网络主要由两个模块组成:信道分配网络和路由网络。文献 [2-4] 研究了多种支持多信道的 ATM 交换技术,但在设计中,使用的路由网络都是 Banyan 网或扩展的 Banyan 网。Banyan 网络的特性是自选路由,但由于内部阻塞,通常在前面增加一个 Batcher 排序网构成 B-B 网。但这种网络也存在输出冲突,即当两个或更多的信元要去同一出线时,将引起出线竞争,信元丢失。扩展的 Banyan 网也有类似于 Banyan 网的这种阻塞性质。所以这些文献中使用的信道分配网络都通过先发送请求分组,然后由竞争获胜的请求分组的端口发送数据分组,当然这种方法不仅使网络连接结构复杂,而且使信道分配算法复杂,之所以出现,主要是由选路网络使用的 Banyan 网本身特性所决定,从而提出是否可以找到性能更好的选路网络来代替 Banyan 网。文献 [5] 中提出了一种单信道 ATM 交换网络结构,本文对其网络结构进行了简化给出了一种多信道 ATM 信道分配网络,不必发送请求分组,直接处理信元分组。图 1 给出了多信道交换网络的结构。它是信道分配网络和路由网络的简单级连。下面给出信道分配网络的设计和路由网络结构原理。

## 2 多信道带宽分配方案

在传统的单信道带宽分配中,在呼叫建立时,信道带宽的一部分被保留用一个虚连接。对于流量源的峰值速率低于或等于信道容量 (信道的带宽),可以分配一个峰值速率,但降低了带宽的利用,或者分配某一带宽,这个带宽大于均速率而小于峰值速率,但需要一些控制。对于峰值

<sup>1</sup> 1998-02-16 收到, 1999-02-27 定稿  
综合业务网国家重点实验室开放基金资助项目

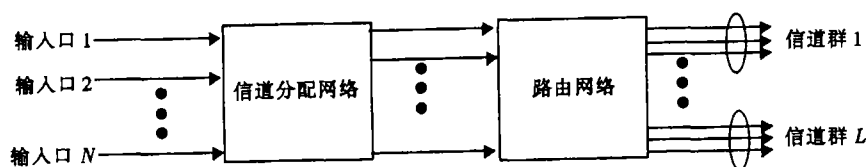


图 1 多信道交换网络结构

速率超过信道容量的业务就无法支持。多信道带宽分配是基于两个路由实体之间的连接通过信道群而不是通过单个信道。信道群可以看作路由实体之间的单个数据链路。多信道带宽分配可分两步：呼叫建立阶段和传输阶段。在呼叫建立阶段，当一个呼叫被接受时，呼叫处理器选择一个输出信道群，信道群中的部分带宽被保留用于这个呼叫。在传输阶段，信元分组被交换之前，信道群中的特定信道被分配用于选址到该信道群的信元分组。在多信道带宽分配方案中，由于属于一个虚连接的信元在一个信道群上输出，而信道群的速率接近群中各个信道的速率之和，所以支持业务的带宽可以超过信道的容量，即可以提供“超速率交换” (Super-rate Switching)。此外在单信道的交换中，由于队头阻塞，每个端口最大吞吐量是 0.586。而在多信道交换中，每个端口的吞吐量与信道群量有关，对于信道群量等于 16 和 32 时，端口的吞吐量分别是 0.833 和 0.919(参见文献 [2])。

### 3 信道分配网络结构

**3.1 传输阶段带宽分配原理** 多信道交换网络在传输阶段带宽分配的基本原理是：输入端口进来的信元经排序网络后，按信道群地址从小到大输出，属于同一信道群的信元在出口是连续分布的。再通过计算信道偏移地址，即给信元分配信道地址，依次从信道群中第一个信道分配起(即偏移地址为 0)，当多于信道群量  $M$  的信元输出到同一信道群时，按模  $M$  方式循环分配信道地址，即当分配到信道群中最后一个信道时，又从第一个信道起开始分配。

**3.2 信道和信道群编址** 多信道交换要求属于同一信道群的信道输出端口地址是连续的。如果用信道的物理地址对信道进行编址，这样当信道群中某一信道出现故障时就很难处理，为此引入逻辑地址方案。每个信道分配一个逻辑地址，信道逻辑地址与信道端口的物理地址一一对应。信道群地址等于群中第一信道的地址。例如，某一信道群的信道地址编为：0110，0111，1000，1001。信道群量等于 4，信道群地址等于 0110。当地址 1000 对应的物理端口发生故障时，可以把与之对应的信道地址编为 1001，而原来地址编为 1001 的端口编为 1000。这样从 0110 到 1000 组成一个信道群量为 3 的信道群，可以用于交换。只有当信道群中所有信道出现故障时，信道群才发生故障。

**3.3 传输阶段带宽分配算法** 传输阶段带宽分配算法是通过信道分配网络来实现的，它包括五个功能模块：信元排序，控制单元 A，目的信道群标识计算，群中信道偏移地址计算和控制单元 B。图 2 表示了信道分配网络结构。图 3 表示了信道分配网络中的信元格式，路由标签部分填写目的信道群地址。信元经过排序网后进入控制单元 A，控制单元 A 有两个输出端口，一个端口输出信元到控制单元 B，另一个输出信元的目的信道群地址，即路由标签部分，通过信道群标识计算网络和信道地址偏移计算网络输出一个偏移地址给控制单元 B。控制单元 B 完成三个功能：信道偏移地址取模，逻辑地址到物理地址转换，最后输出信元。对于输入信道数  $N = 8$ ，每个输出信道群量均为 2 时，信道分配网络操作的一个例子如图 4 所示。信元经过排序网络后，按信道群地址从小到大输出，属于同一信道群的信元在出口是连续分布。信道群标识计算网络对于属于同一信道群的信元的输出等于 1。之后，计算出信道偏移地址。通过对信道偏移地址模  $M$ (信道群量)后，把它与信元的目的信道群地址相加形成逻辑地址，再把逻辑地址翻译成物理地址输出。在控制单元 B 中存放两张表：信道群量表和信道逻辑地址与物理地址对应表。

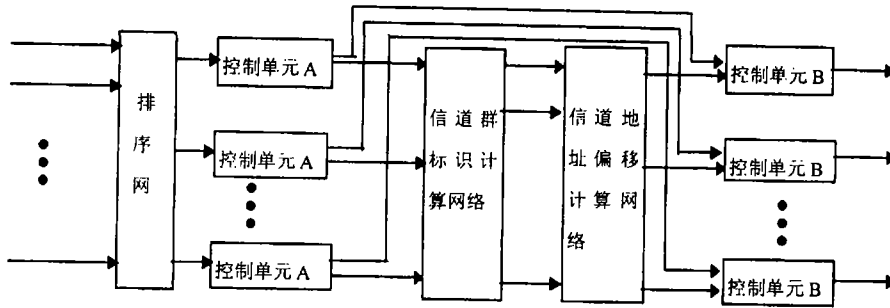


图 2 信道分配物理结构

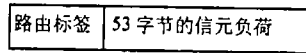


图 3 信道分配网络中信元格式

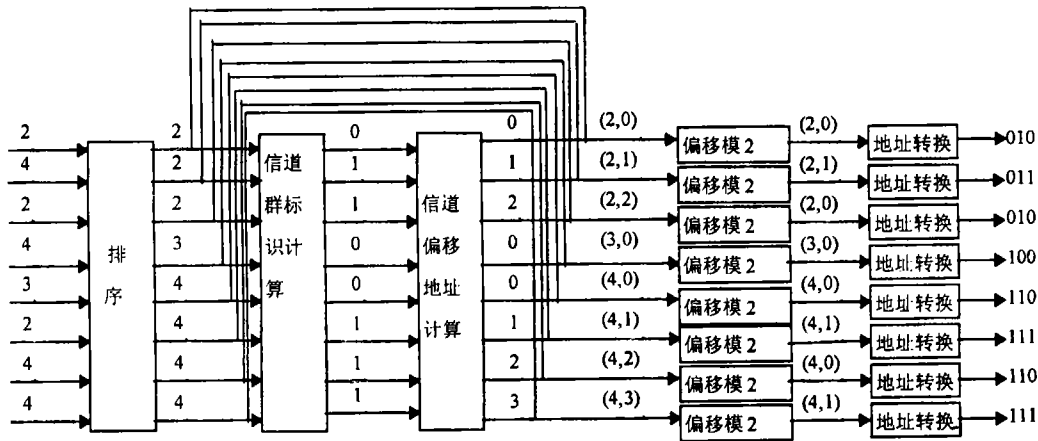


图 4 信道分配举例

在信道分配网络的功能模块中,排序网可用 Batcher-Bitonic 网实现,它把进入网络的信元按信道群地址大小以非递增的顺序从端口输出。排序网的大小与总的信道数有关,与划分的信道群数无关,因为地址比特位只与信道数有关。信道群标识计算和信道偏移地址计算分别使用文献 [2] 中的子网 A 和子网 B。

#### 4 路由网络结构和原理

图 5 给出了输入端口数  $N = 8$ , 输出分 4 个信道群的路由网络的例子。路由网络由三种基本单元组成广播单元(图 5 中 **B** 表示), 集中器(图 5 中 **C** 表示)和 FIFO 缓冲区。图 5 所示的路由网络主要特点是多路径交换,而且保持信元序列。下面简述它的结构原理,详细内容可参见文献 [5]。

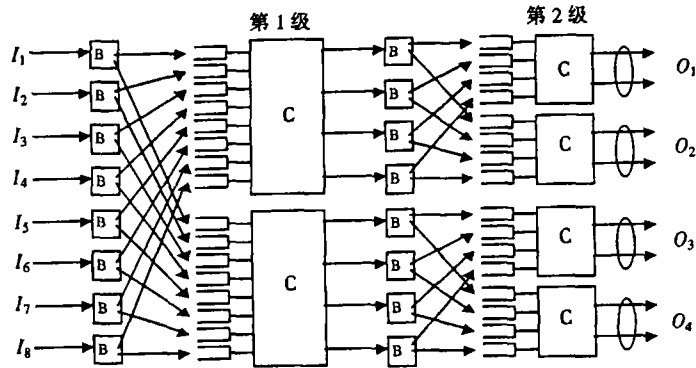


图 5 8 × 8 路由网络结构

图 6 给出了路由网络中的信元格式。其中有一个比特的信元标识位，标识位为 1 称实信元，标识位为 0 称哑信元。广播单元根据信元在路由网络中的级别，找出相应地址位上的比特值。如果值为 1，就向上广播的一个哑信元和向下广播一个实信元。否则向上广播一个实信元和向下广播一个哑信元。集中器的作用是从输入口传输实信元到输出口，同时丢弃哑信元并以 2 比 1 方式收敛。这样信元就从一级输出到下一级，像螺旋方式最终从某个信道群的端口输出。

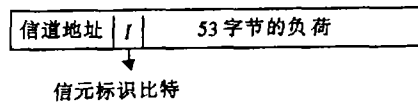


图 6 路由网络中的信元格式

## 5 性能分析

从网络的结构中可知，信道分配过程比基于 Banyan 网络的路由结构简单。由于取消了发送请求分组的过程，从而省去了对请求分组的处理过程。这样交换网络的性能就主要由路由网络的性能决定，而路由网络的性能主要由集中器的性能决定，集中器越小，其性能越差，而网络的性能主要由路由网络的最后一级集中器性能决定。对于信道群量等于 16 的网络，最后一级集中器的大小为  $32 \times 16$ ，这时每个信道群输出端口的最大吞吐量是 0.94(参见文献 [5])，而对于单信道输入排队的交换网络每个端口的最大吞吐量只有 0.586。可见多信道交换网络的性能大大优于单信道交换网络的性能。

## 6 结论

本文研究了一种多信道交换网络，说明了它的结构原理和硬件设计，使用一种多路径交换的路由网络代替传统的 Banyan 网，从而简化了网络结构和信道分配算法。

## 参 考 文 献

- [1] Chen T H. Design and analysis of a multichannel transmission. *Computer Networks and ISDN Systems*, 1997, 29: 209-220.
- [2] Pattavina A. Multichannel bandwidth allocation in a broadband packet switch. *IEEE J. of Sel. Areas Commun*, 1988, SAC-6(11): 1489-1499.
- [3] Chen T H. ATM switch capable of supporting unichannel and multichannel transmission. *IEE Proc.-I*, 1996, 143(4): 141-148.

- [4] Chen T H. A multichannel ATM switch with output buffering. *Computer Networks and ISDN Systems*, 1997. 29(3): 195-208.
- [5] Widjaja I, Leon-Garcia A. The helical switch: a multipath ATM switch which preserves cell sequence. *IEEE Trans. on Commun*, 1994, COM-42(8): 2618-2629.

## A MULTICHANNEL ATM SWITCH CHANNEL ALLOCATION NETWORK

Wang Chunfeng    Liu Zengji\*    Wen Maosheng

*(Dept. of Infor. and Comm. Eng., Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049)*

*\*(Dept. of Communication Engineering, Xidian University, Xi'an 710071)*

**Abstract** This paper proposes a multichannel switch channel allocation network, shows the principle of multichannel bandwidth allocation, completely explains the method of bandwidth allocation at transmission time.

**Key words** Multichannel switch, Bandwidth allocation, Channel allocation network, Channel group

王春锋: 男, 1966年生, 博士生, 通信与电子系统专业, 研究方向有 ATM 交换, ATM 网络流量模型, 无线 ATM 网络, 以及无线接入技术.

刘增基: 男, 1937年生, 博士生导师, 综合业务网理论及关键技术国家重点实验室主任, 主要研究领域有宽带 ISDN, ATM 交换技术, 计算机通信网络等.

闻懋生: 男, 1936年生, 博士生导师, 西安交通大学信息与通信技术研究所所长, 主要研究领域有数字信号处理, 计算机通信网络, 均衡技术, 宽带 ISDN 等.