

# OBS边缘节点波长调度方案的研究

胡 明

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信网技术教育部重点实验室 成都 610054)

**【摘要】**光突发交换技术相对于光波长交换技术而言,具有信道资源利用率高、更适于传输分组业务等优点。在光突发交换网络的边缘节点,如何为各待发数据包分配信道资源,是光突发交换网络中的关键问题。该文给出一种较容易实现的波长调度方案,分析了其中各部分的功能及相关的信息处理流程,并对几个关键问题进行了探讨。

**关键词** 光突发交换; 波长调度; 数据信道; 控制信道; 预约资源; 数据重传

中图分类号 TN929.11 文献标识码 A

## Wavelength Arrangement Scheme in OBS Edge Node

Hu Ming

(Key Laboratory of Brodband Optical Fiber Transmission and Communication Networks UEST of China, Ministry of Education Chengdu 610054)

**Abstract** The optical burst switching technology has the advantage of higher efficiency of channel usage and more suitable for packet transfer comparing with the optical wavelength switching. At the edge node, how to arrange the channel resource for burst packets, is the key item for optical burst switching network. In this paper, a wavelengths arrange scheme in optical burst switching edge node is presented, the function of each modules in the scheme and the information flow are introduced also.

**Key words** optical burst switching; wavelength arrange; data channel; control channel; reserve resource; data retransfer

由于目前光网络器件还不能完全支持光分组交换(特别是光的逻辑器件),光分组交换要实用化还需要较长时间。作为光波长交换到光分组交换(Optical Packet Switching, OPS)的过渡,光突发交换(Optical Burst Switching, OBS)技术正受到越来越多人们的关注<sup>[1-4]</sup>。但目前大部分工作仍然停留在理论探索阶段,试验性网络较少。在理论研究方面,文献[2]给出了一种1+1保护的OBS网络结构,文献[5]研究了在各节点光收发器的配置方法,而文献[6]对OBS网络中波长变换器的设计方法进行了探索;在实验网方面,文献[7]对HORNET(Hybrid Optoelectronic Ring Network)项目的实验网做了介绍,等等。光突发交换网由多个边缘节点和核心路由器组成,边缘节点负责突发包汇聚、发送信道安排(调度)等工作,核心节点完成路由安排、协议处理、冲突处理等工作。本文将介绍一种边缘节点的波长(信道)调度实现方案。

## 1 基本原理

图1为边缘节点发送端功能框图。由各用户接口接入的数据按照一定的原则,在汇聚模块完成突发包组包工作,然后在调度模块完成各待发数据包的路由安排工作(即资源预约和波长分配)。核心路由器处资源的预约由BHP(Burst Header Packet)通过控制信道完成,在BHP中将包含拟发送数据包的长度、拟选用信道、业

收稿日期:2004-07-04

作者简介:胡明(1966-),男,博士,副教授,主要从事通信网与宽带通信技术方面的研究。

务的优先级、目的节点、到达核心路由器的时间(偏置时间: offset time)等信息。对于偏置时间的设定, 将采用RFD(Reserve a Fixed Delay)方式, 即: 边缘节点首先通过控制信道向核心路由器发送一个BHP以预定资源, 等待一固定时间 $T$ 后, 对应的突发数据包通过选定的数据信道发出。由于在BHP中携带有数据包的长度信息, 所以核心节点可自行释放资源, 而不需要边缘节点再发送一个控制分组去释放资源。

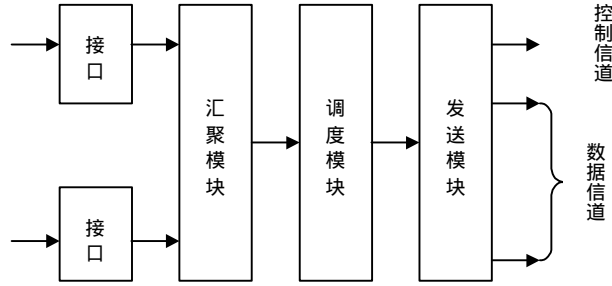


图 1 边缘节点发送端功能框图

边缘节点波长调度方案如图2所示。其输入为已成包的各待发队列和SDH数据流, 输出为各突发数据包、SDH数据流、BHP。其主要功能包括: 按照等待时间最短的原则为各待发数据包分配发送信道、BHP的生成及发送、将各待发数据包交换至各发送信道缓存并控制其发出、数据包的重传、为SDH数据流提供透明的半永久传输通道等。其中, “通道选择”和“数据选通”用于选择输出数据是突发数据包还是SDH数据流。

### 2 调度方案

调度方案如图2所示, 下面分别介绍各部分的功能以及各种信息的处理流程。

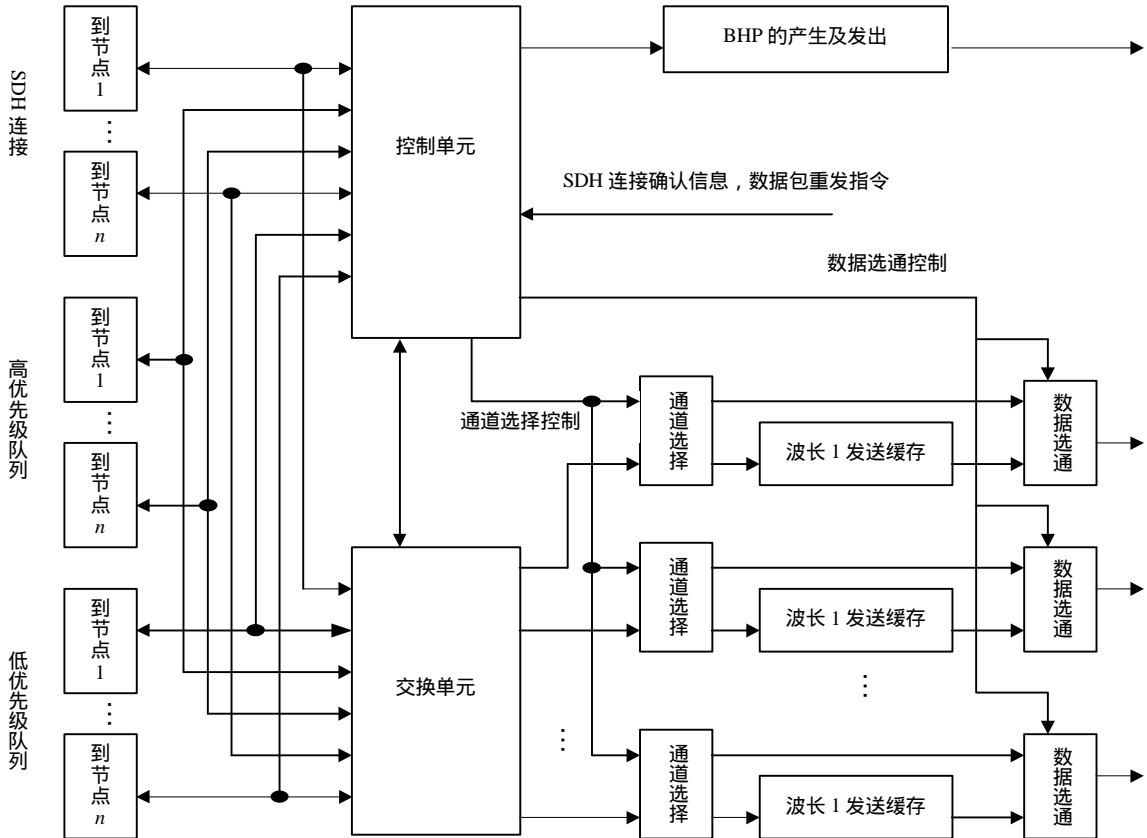


图 2 波长调度原理框图

## 2.1 各部分功能

下面简要说明调度方案中各部分的功能。

1) 输入端口排队队列: 将等待发送的信息按类别排队。控制单元对有业务的队列按照优先级的高低顺序进行服务。

2) 波长发送缓存: 控制单元在读取完位于输入队列第一个突发包的控制信息后, 该突发包即被写入选定的“波长发送缓存”。对于SDH连接, 将不使用“波长发送缓存”。

3) BHP的产生及发出: 按照控制单元给出的信息生成BHP, 在发出BHP时, 将信息反馈给控制单元, 以启动相应的发送数据倒计时。

4) 交换单元: 在控制单元的控制下, 主要是将各突发数据包交换至指定的发送缓存, 并为SDH建立半永久通路。

5) 控制单元, 完成如下工作:

(1) 为待发信息确定路由(波长), 将相关信息发给“BHP的产生及发出”部分, 以在核心节点处建立路由, 同时将排队信息写入资源分配表。为待发信息确定路由的原则是等待时间最短。

(2) 接收来自“BHP的产生及发出”部分的反馈信息(BHP已发出), 以启动资源分配表中待发数据包的倒计时。

(3) 控制交换单元, 将突发数据包由输入端的队列写入对应的发送缓存。

(4) 当发送倒计时为0时, 向发送缓存发出“发送数据”命令。

(5) 按照核心节点经控制信道发来的SDH连接确认信息, 更新资源分配表, 并将路由建立完成信息反馈给输入端口。

(6) 对于SDH连接, 链路的建立(拆除)申请通过控制信道发出, 边缘节点在建立链路时需按照核心节点发来的确认信息进行, 即: 核心节点在收到边缘节点发出的建立SDH链路请求后, 需将确认信息反馈边缘节点。若路由有冲突, 核心节点需给出路由建议, 边缘节点再根据建议确定新路由, 并发出BHP向核心节点申请, 直到核心节点同意。

(7) 当数据发出后, 在资源分配表中更新相关的资源占用情况, 并且将对应的数据包写入“数据重传缓存”。

(8) 若核心节点对保存在“数据重传缓存”中的数据包有重传请求, 则将该数据包重新排在相应的队列后, 按照新到业务对待。

(9) 资源分配表: 实时记录本节点各波长的使用信息, 这些信息用于控制单元决定将新的待发信息加入哪个队列、控制数据包在何时发出等。

## 2.2 信息处理流程

对于调度模块, 其信息处理流程主要包含: 排队信息处理流程、数据发送流程、预约资源确认流程、数据重传流程。在本方案中, 由于采用RFD(Reserve a Fixed Delay)方式, 所以对于突发数据包的资源申请无需确认过程, 而数据重传仅针对突发数据包, SDH数据流无需此项功能, 所以, 预约资源确认流程仅适用于SDH数据流, 数据重传流程仅适用于突发数据包。排队信息处理流程如图3所示。

需要说明的是, 对于数据重传, 若控制单元收到核心节点发来的数据重传指令后, 对应的数据包已不在重传缓存中, 该重传指令将无法执行, 即对重传指令有时限上的要求。另外, 由于在核心节点处光开关的倒换等需要一定时间, 在各数据包的前面需加上一定长度的保护带, 以保证数据信息不会因光开关的倒换而丢失。

## 3 讨论

这里重点就波长调度方案在具体实施过程中的几个关键问题进行分析、说明, 包括: 输入队列的设置、数据重传、波长分配原则等。

### 3.1 关于输入队列

对于输入等待队列的设置, 一种方法是按目的节点分别设置, 采用这种方式的优点是控制简单, 其缺

点是需要的数据缓存总量较多。另一种方法是按照业务的优先级来设置队列，只要优先级相同，到不同目的节点的数据均放入同一个数据缓存，即采用共享缓存，由于优先级的数量相对于节点的数量少，所以采用这种方式可节约所需数据缓存总量，缺点是控制相对复杂。在实验网中，因为仅有数个节点，即使采用第一种方式，所需的数据缓存总量也不会太多，为了简化硬件的实现方法，本方案选用按目的节点分别设置队列的方式。但是在实际的网络中，节点往往较多，如果仍然采用第一种方式，所需的硬件资源将会大幅增加，为了节约成本，可考虑采用第二种方式。

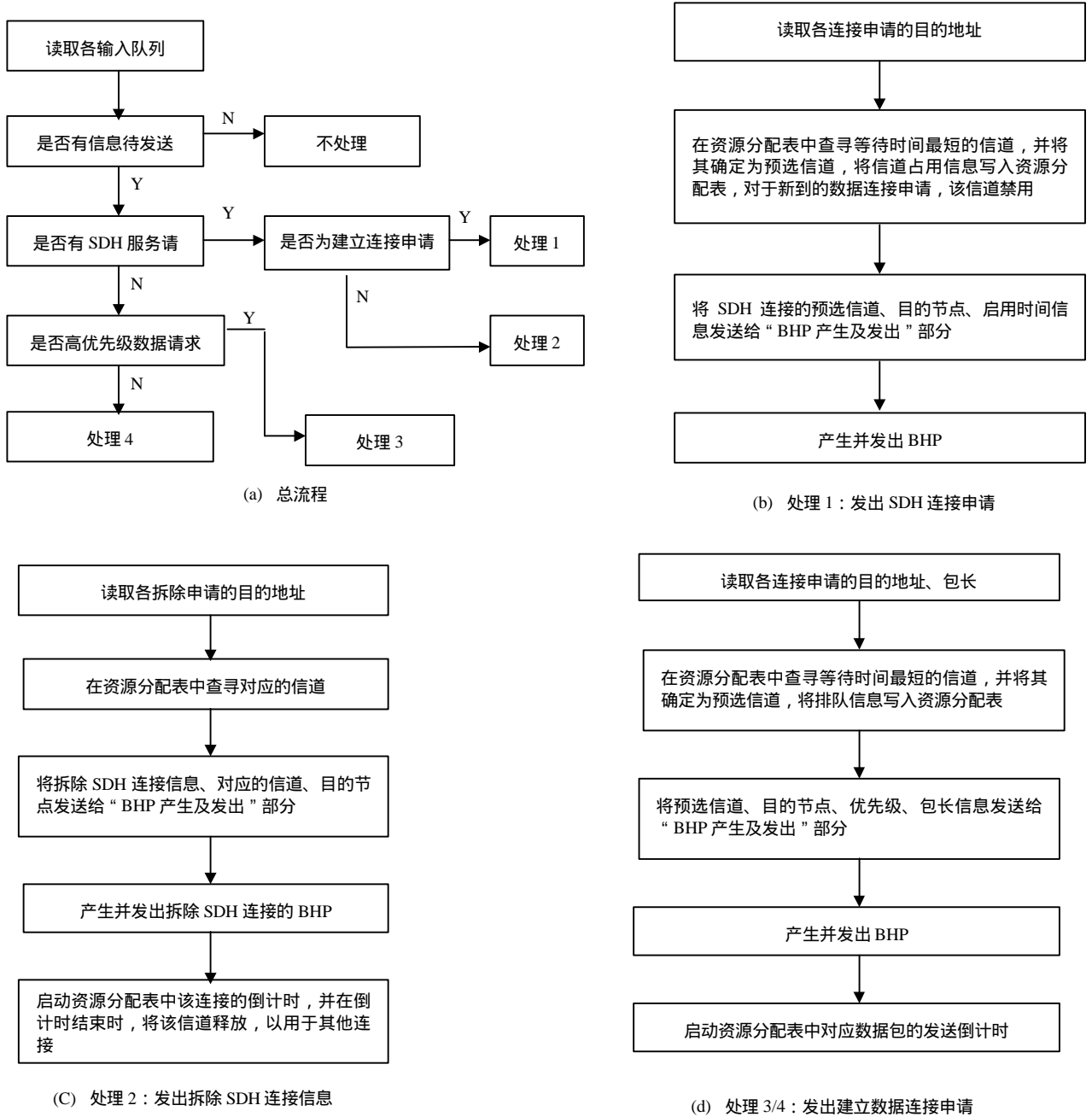


图3 排队信息处理流程

### 3.2 关于数据重传

数据重传功能是为了便于核心节点在无法正确转发数据时而要求源节点重新发送数据包，它要求核心节点通过控制信道反馈重发请求，这一般是针对高优先级的数据包。从该项功能的设置上考虑，它较适合于网络规模较小的场合，因为对于较小规模的网络，数据的转发次数少、传输距离较短，重发请求在较短的时间内就可以得到回复。而对于较大规模的网络，信息的处理及传递时延导致重发请求不可能在较短的

时间内得到回复,所以数据重传功能不太适合较大规模的网络,对于比较重要的数据,一般是采用建立半永久连接的方式进行传递。

另一方面,在重传缓存的配置上,同样存在着是否采用共享缓存的问题,即是按波长分别配置缓存还是各波长共享一个缓存,两种方案的优劣与关于输入队列中的讨论相似。

### 3.3 关于波长分配原则

波长分配的原则或方法较多,有基于优先级的方法,也有基于目的节点的方法,还有将两者结合在一起考虑的。在基于优先级的方法中,就有波长编号法、分配限额法等。在波长编号法中,高优先级数据包可以使用低优先级数据包集中的波长,反之则不行。在分配限额法中,各波长可以被任何优先级的数据包使用,但对不同优先级的数据包需设置相应的波长分配限额,以控制其阻塞率。对于基于目的节点的方法,其核心思想是依据目的节点将波长分集,它有助于简化边缘节点的波长调度算法。

本方案采用的是第三种方式,即首先按照目的节点将波长分集,然后在各波长集中采用分配限额法来控制不同优先级数据包对信道的占用。其优点是算法较简单,而且在各波长集中,信道资源得到较好的共享。

## 4 结束语

由于光器件的不成熟,光分组交换技术要实用化还有较长时间。为了更有效地利用有限的信道资源,更好的适应IP及其它分组业务的传输,光突发交换技术已成为人们关注的焦点。在光突发交换网的边缘节点,突发包会聚、信道资源调度等是其关键问题。本文提出的波长调度方案,为OBS边缘节点的资源调度提供了一种较好的解决方案。

本文研究工作得到电子科技大学青年基金(No.JX03004)资助,在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] Wan J, Zhou Y, Sun X, *et al.* Guaranteeing quality of service in optical burst switching networks based on dynamic wavelength routing[J]. *Optics Communications*, 2003, 220: 85-95
- [2] Griffith D, Lee S. A 1 +1 protection architecture for optical burst switched networks[J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2003, 21(9): 1 384-1 398
- [3] 胡 明. 下一代WDM网络核心技术——光突发交换[J]. *电信技术*, 2003, (12): 19-22
- [4] Liu J, Nirwan A, Teunis J. FRR for latency reduction and QoS provisioning in OBS networks[J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2003, 21(7): 1 210-1 219
- [5] Jelger C, Elmirghani J. A slotted MAC protocol for efficient bandwidth utilization in WDM metropolitan access ring networks[J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2003, 21(8): 1 295-1 305
- [6] Ramamirtham J, Turner J, Friedman J. Design of wavelength converting switches for optical burst switching[J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2003, 21(7): 1 122-1 132
- [7] White I, Matthew S, Kapil S, *et al.* A summary of the hornet project a next-generation metropolitan area network[J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2003, 21(9): 1 478-1 494

编 辑 徐安玉