

# GMPLS-based OBS 光传输网络体系结构\*

刘 辉, 刘 翔

(重庆邮电学院, 重庆 400065)

**摘 要:** 提出一种采用 GMPLS 协议作为控制面的光突发交换(OBS)网络体系结构, 给出了网络结构、节点功能模型、控制包格式和新增控制信令交换接口的建议。提出的网络结构是在 OBS 的突发控制包用通用标签代替地址, 并使用 GMPLS 协议栈完成路由和信令功能, 实现流量工程和生存性研究。

**关键词:** 边缘节点; 核心节点; 标签交换路径; 光标签; 流量工程

中图法分类号: TP393.02 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)01-0193-02

## A Proposed GMPLS-based OBS Network

LIU Hui, LIU Xiang

(Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** This paper proposes a new Optical Burst Switching(OBS) network which uses GMPLS as a control plane protocol. It presents the network architecture, functional model of node, the format of BHP with a general label and a new proposed burst switch capability. Nowadays, the application of GMPLS control plane is only in the standardized optical transport network system. However the proposed system is to replace the address item with an optical label in the OBS BHP in optical transport network, and implements the GMPLS routing and signaling, traffic engineering and survivability.

**Key words:** Edge Node; Core Node; LSP; Optical Label; Traffic Engineering

目前网络结构已经逐渐向扁平化发展, 从原来的 IP/ATM/SDH/WDM 结构逐渐压缩到目前公认的下一代互联网首选的 IP-over-WDM 的网络结构<sup>[1,2]</sup>。通过对比, 光突发交换(OBS)在当前情况下是光骨干网络中的最优方案<sup>[3]</sup>。OBS 的基本思想是采取数据控制信息与突发数据分开传输, 并采取时间预留的方式提前配置光交换机。但是在网络中还需要一个成熟的控制面技术支撑, 目前最大范围研究的控制面技术就是多协议标签交换技术。

因此, 随着光控制层 GMPLS 协议和 OBS 传输协议在国内外科研机构和光通信设备商中的认可和开发, 如何将 GMPLS 与 OBS 结合起来形成光互联网络体系已经成为紧迫的研究前沿课题。GMPLS-based OBS 已经作为国际上广泛的标准化研究。然而情况也不是马上就能解决, 虽然 IETF 早就提出了 GMPLS, 可是到目前为止还只有其信令协议称为 RFC 标准, 对于其他方面几乎每个月都有新的草案提出来, 可见还有很多方面的工组需要做, 而 GMPLS-based OBS 系统距离实际更需要很多工作。它大致可分为以下一些方面: GMPLS-based OBS 网络节点结构问题, 包括边缘、核心节点结构, 控制层部分如何与 OBS 结构相结合, 实现灵活应用各种调度算法、装配算法等。整个网络体系采用哪种方案, 因为任何一个网络都需要面临扩容的问题, 采用对等模型(Peer-to-Peer)、重叠模型(Overlay) 还是一种折中的办法; 网络体系也决定了在哪一层实现网络资源的流量工程<sup>[6]</sup>, 是分开实现还是整体考虑以及如何实现区分服务的 OBS 网络中的流量工程。

为了压缩网络层结构, 可以进行 IP over DWDM 简化。但是在 DWDM 层的传输问题上, 目前由于光缓存技术和光计算技术的障碍, 纯光包交换技术还停留在理论上, 而光电路交换模式或者波长交换模式是粗粒度的, 不能实现统计复用, 带宽利用率低, 不适合于传输突发速率的数据。OBS 结合了电路交换和分组交换这两种交换的优点, 同时又克服了两者的不足, 即在较低的光子器件要求下, 实现面向 IP 的快速资源分配和高资源利用率<sup>[3]</sup>。在 GMPLS-based OBS 的结构中提出了更接近于实际并针对解决这些问题的网络模型以及相应的信令协议及其控制包格式。

### 1 GMPLS-based OBS 网络模型

本文提出的 OBS 网络模型主要应用在骨干网中, 但是与以往传统的 OBS 网络结构<sup>[11]</sup>有所不同, 传统的 OBS 网络结构采用的是边缘-核心模式。在 OBS 网络边缘节点处产生光突发数据包和对应的控制包, 而实际网络中则是根据需要接入网从需要的节点接入网络中, 这样更利于采用对等模式。如图 1 所示, 每一个光路由器都包括控制、传输和转发, 因此没有 LER 和 LSR 的区别。其中短的数据包表示专用信道传输的 BHP 和其他控制数据包, 需要进行光电转换, 长的数据包则表示数据光突发。专门使用一个波长来传输控制分组的称之为带外信令传输, 还有一种方法就是将控制分组和数据分组放在同一个传输信道中利用不同的编码调制来区分<sup>[13]</sup>成为带内信令传输。这里采用带外方式。

在逻辑上, 这个以 GMPLS 为控制层的 OBS 网络还保持了接入层、边缘节点与核心节点的区别。其中接入层即 MPLS/IP 网络提供需要转发的数据, 边缘节点负责将 MPLS/IP 分组汇聚成光突发包。如果这个数据还没有所属的 LSP, 则先发送一

个请求标签到达目的边缘节点建立一条 LSP,之后再发送 BHP 为光突发包在 LSP 上面预约资源。为了实现整个网络端到端的 Peer-to-Peer 模式<sup>[13]</sup>,灵活的对光网络进行上下行数据,同时将资源和性能结合起来考虑流量工程,我们让光网络中的节点同时具有边缘节点和核心节点的功能。

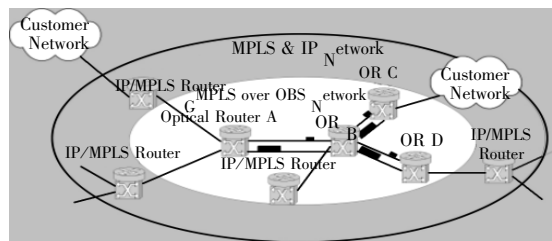


图 1 GMPLS-based OBS 网络模型

## 2 GMPLS-based OBS 的软件结构和带有光分组交换标签的控制包格式

在光突发交换网络中涉及的核心技术包括光突发交换模块技术和突发交换信令控制技术。在光突发交换模块技术中,理论上已经有很多讨论。由于所涉及的技术基本上也都是对采用光突发交换矩阵结构的选择:基于空间光开关矩阵和基于 AWG 的光突发交换结构;功能上主要就是让光突发数据实现透明交换传输。而对交换的配置主要是由交换信令控制完成的,也就是控制层所要实现的。图 2 从软件结构上描述了控制层结构,主要就是解决突发交换信令控制技术。

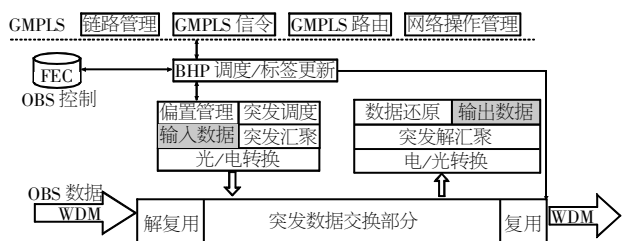


图 2 GMPLS-based OBS 节点的软件结构

节点中 GMPLS 控制部分的功能主要是链路管理、GMPLS 信令、GMPLS 路由和网络操作管理四个部分。通过信令专用信道对整个网络的资源不断更新,并统计每一个标签交换路径,采用 CR-LDP 信令功能和 OSPF 路由功能,最后还支持用户操作接口,可以方便操作用户通过管理终端向系统发送指令来实现某种功能,如手动配置流量工程、开展波长租用业务等。在 OBS 控制面中,主要接收 GMPLS 控制面更新过的光标签并重新插入到突发控制包 (BHP) 对应的位置中 (BHP 具体格式参见图 3),还有接收 MPLS/IP 数据包并打包成光突发数据发送到交换矩阵中发送,而对应的光突发控制包则通过查找 FEC (等价转发类) 使用光标签,如果没有对应的光标签,则在 GMPLS 控制面中申请一个新的路径和标签。当收到从 OBS 数据中解复用的 BHP 时,则利用 FEC 和偏置时间配置数交换矩阵,将光标签提交到 GMPLS 控制面刷新之后重新放到 BHP 中发送出去,这样做的好处是充分利用了标签交换中方便对链路的管理。如果本节点就是光突发数据在光网络中的最后一站,则将光突发数据经过光电转换之后还原成 MPLS/IP 数据并发送出去。在 OBS 数据面中,解复用的作用就是将控制信道分离出来送到控制面中处理,从各个波长中分离出来的数据和从本节点新生成的突发包一起在 OBS 控制面的控制调度下实行透明传输。如果资源实在紧张,也可以考虑光纤延迟线 (FDL) 等

手段。复用的作用就是将各个波长的数据和控制信令重新放到一起传输。

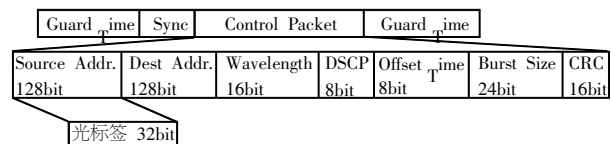


图 3 支持 GMPLS 的 OBS 突发控制包

## 3 改进的用来支持 OBS 的控制信令

由于目前关于 GMPLS 控制信令的 RFC 3471, RFC 3472, RFC 3473 都没有涉及到 OBS 网络结构的补充,因此需要在此基础上进一步进行扩充,我们选择扩充的是 RFC 3472 描述的 CR-LDP 协议。

GMPLS 对 MPLS 信令扩展是从支持分组 (PSC) 接口和交换扩展到支持三个新的接口和交换类型:时分复用 (TDM)、Lambda 交换 (LSC) 和光纤交换 (FSC)。支持四个类型所需的 TLV 类型有:通用标记请求、通用标记、上行分类、标记集、波段标记、ER-HOP、可接收的标记集、Admin 状态、接口标志、IPv4 接口标志、IPv6 接口标志、IPv4 IF-ID 状态和 IPv6 IF-ID 状态;增加一个支持突发交换 (BSC) 的第四种接口,TLV 类型不增加。

随着 OBS 网络结构的演进,GMPLS 的控制面也不需要不断地更新。目前 CR-LDP 信令基于传统的 LDP 信令,它用于建立和维护可保证 IP QoS 业务的 LSP。CR-LDP 支持点到点的 LSP,对多点到点和点到多点的支持还有待进一步研究,同时针对可能会在 OBS 网络中出现的省缺路由<sup>[14]</sup>问题等将进一步完善。

## 4 总结

本文提出了新的 GMPLS-based OBS 网络体系结构,将 GMPLS 的光标签和 OBS 中的突发控制包结合在一起,利用 GMPLS 的功能完善 OBS 网络,让光突发数据在提前建立好的标签交换路径 (LSP) 的网络结构上可以方便地实现对等模式;功能上完善了 OBS 控制功能,增加了流量工程应用,提高了网络资源利用率,增强了 OBS 网络的生存性,为 IP over WDM 这种传输模式提供了一个很好的发展方向。

### 参考文献:

- [1] Bonenfant, A Rodriguez-Moral, J Manchester. IP over WDM: the Missing Link [EB/OL]. White Paper, Optical Networking Group, Lucent Technologies. <http://www.lucnet-optical.com>, 1999.
- [2] N Gnani, S Dixit, T Wang. On IP-over-WDM Integration [J]. IEEE Communication Magazine, 2000, 38(3): 72-84.
- [3] C Qiao, M Yoo. Optical Burst Switching (OBS): A New Paradigm for an Optical Internet [J]. J High Speed Networks, 1999, (8): 69-84.
- [4] Chunming Qiao. Labeled Optical Burst Switching for IP-over-WDM Integration [J]. IEEE Communications Magazine, 2000, 38(9): 104-114.
- [5] Sahara A, Shimanok, Takogana Y, et al. Optical Burst Data Switching Utilising GMPLS Signaling [J]. Electronics Letters, 2003, 39(17): 1267-1269.
- [6] D Katz, D Yeung, K Kompella. Traffic Engineering Extensions to OSPF version 2 [EB/OL]. Internet Draft, draft-katz-yeung-ospf-traffic-09.txt, <http://www.ietf.org>, 2002.
- [7] Keping Long, Rodney S Tucker, Chonggang Wang. A New Framework and Burst Assembly for IP DiffServer Optical Burst Switching Networks [J]. IEEE GlobalCom03, 2003, (6): 3159-3164.