

全光通信网技术*

叶通** 邱昆 唐明光

(电子科技大学宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】 介绍了全光网 WDM 技术的基本概念和其具有的大容量、可升级性好的优越性; 阐述了网络节点、管理方案以及网络自愈等方面的技术。全光网络对传统网络的升级主要体现为网络节点从电交换技术到光交换技术的升级, 由此引发了网络管理及其相关技术的变化。

关键词 全光网; 波分复用; 交叉连接; 分插复用; 自愈环

中图分类号 TN929

为了适应网络拓扑或传输方式的不断发展及网络传输速率的不断提高, 解决现有的光电节点引起的瓶颈问题^[1, 2], 在传输网体系中已引入了全光透明网络层, 其透明性允许不同的传输网体系和方式使用共同的光纤线路和节点。为了实现其透明性, 光网络在节点上引入了波分复用(WDM)技术、光交叉连接(OXC)技术和光分插复用(OADM)技术。

由于在全光网中, 每个节点的吞吐量和每条通信链路的通信量都将远远地超过传统的电层网络, 因此作好对网络的管理, 以及提高网络的生存能力是全光网的重要研究内容。

1 波分复用光网络

波分复用的原理是采用波分复用器在发送端将不同波长的信号光载波合并起来, 并送入一根光纤中传输, 在接收处再由另一个波分复用器将这些信号光波分开。其中复用的波长数可达百个以上, 提高了光纤带宽的利用率。

在全光网中引入 WDM 技术为网络规划和操作带来的优点如下: 1) 通过对波域间隔资源的充分利用, 可实现造价低廉的简单的路由选择功能; 2) 具有高度的透明性和兼容性。透明性指能够通过同时传送现存不同的数字调制标准的不同比特率的数据, 实现基础设备和电信标准的信息无须重大调整就能在无体系要求的网络上传输。兼容性是指能够实现对未来业务需要变化和电信标准变化的包容性; 3) 能动态、灵活、经济地实现路由重选和通道保护; 4) 容易实现网络扩展, 尤其是波道增加越多时相对的费用越低^[3]。

在光网络中引入了虚波长(VWP)的概念^[4], 从端到端, VWP 方案的波长是逐段分配的, 因而光通道的波长在需要时是由逐个节点进行波长转换的。VWP 在两个节点间完成终止功能, 链路的每个 VWP 的波长只具有局域性, 如图1所示。由于虚波长的引入, 提高了波长在链路上的重用性,

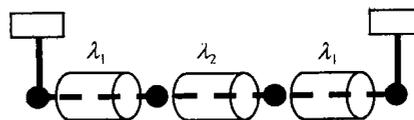


图1 VWP 方案示意图

可实现完全无阻塞的交叉连接。在这样的节点上, 只要传输容量在该连接的整个链路上是足够的, 那么任意变化(如重新配置、保护倒换或连接的增加)可以不破坏网络中的其他连接, 从而大大降低了管理的复杂性, 同时增强了网络的可扩展性和灵活性, 使网络更加信道化。

VWP 的波长变换技术的另一个优点在于能适应物理的限制。因为对于一个具有几千公里连接的网络, 来自路由选择节点的噪声积累、传输损伤以及串话等问题引发的信号劣化可能会给网络

2000年6月5日收稿

* 电子部预研基金资助项目

** 男 25岁 硕士生

规模带来一些限制,因而需要在网络节点上进行信号整形和再生,而目前的全光波长转换器已具有在光域直接将信号整形和再生的功能。

2 全光网网络节点

2.1 光分插复用器

光分插复用器的功能是从传输设备中有选择的下路通往本地的信号,同时上路本地用户发往另一个节点的信号,而不影响其他波长信道的传输。OADM 是自愈合完成自愈功能必不可少的节点,其结构如图2所示。

2.2 光交叉连接设备

OXC 的主要功能是分离本地交换业务和非本地交换业务,为非本地交换业务迅速地提供路由;当网络出现故障时,迅速提供网络的重新配置;OXC 交叉矩阵由外部操作系统控制,以后还要连到 TMN 电信管理网上,因而还具有网管的功能。

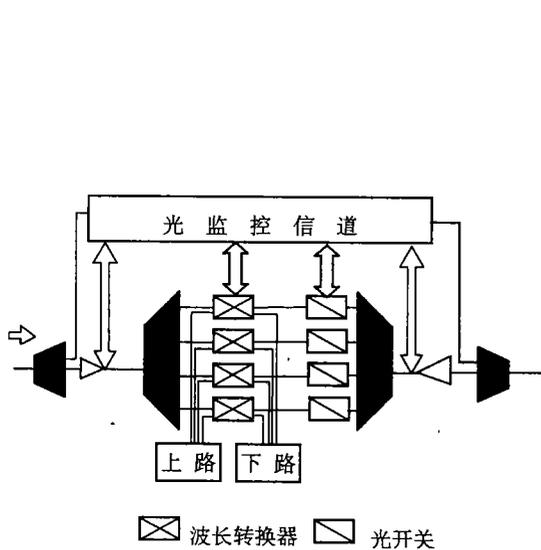


图2 光分插复用设备结构

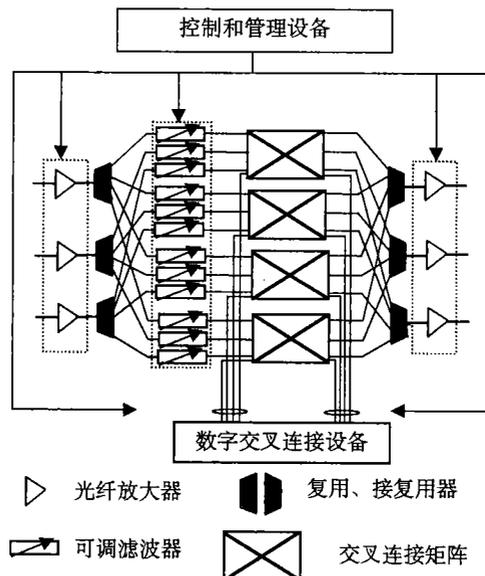


图3 光交叉连接设备一般结构

OXC 一般由光输入放大级、光去复用级、光波长可调滤波转换级、交换矩阵、光波分复用级和光输出放大级组成。光通道路由的获取通过光波长可调滤波转换和空分交换的组合来实现。因此,光波长可调滤波转换级和交换矩阵构成了 OXC 的核心部分^[4],其结构如图3所示。

OXC 的交换技术又分为空分交换和波分交换两种。1) 空分交换:无论是输入或输出都通过空分交换矩阵完成空分路由选择,如平方矩阵、Banyan 空分交换结构、TS-S-ST 配置形式的 CLOS 矩阵等;2) 波分交换:先把交换输入级的输入光波信道用合波器复用成一路,然后在交换输出级

利用可调滤波器将特定的光信道输出到响应的输出端。波分交换有波长选择和波长变换两种类型。波长变换能克服可能出现的阻塞,因为同一波长的两个输入信道可能指向同一个输入端口。而在输入、输出端口引入波长转换技术就可以有效地避免出现上述情况,解决波长阻塞问题。

2.3 光节点和电节点的配合使用

值得注意的是 OXC 和 DXC (数字交叉连接设备)的配合使用,OXC 设备可在光层上完成与比特流无关的波长信道的路由选择,其设备还可用于保护倒换、网络恢复或重构,以适应

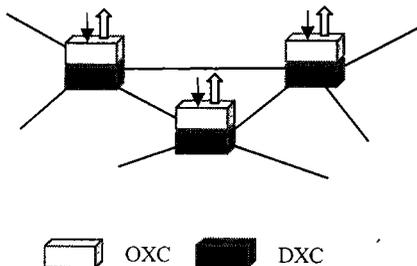


图4 OXC 和 DXC 在网络中配合使用示意图

网络结构的变化发展。然而, OXC 设备并不能解决节点所要求的所有功能, 因此在终结比特流时, 仍需使用电部分的交叉连接设备 DXC 的功能。DXC 设备具有调整 and 分流功能, 可在不同等级的网络之间进行上 / 下话路, 以及下载网络层中需要进一步处理的信号。与孤立的 DXC 设备相比, OXC/DXC 的概念减少了对 DXC 规模的要求。OXC 可为大比特流提供路由选择, 这样大量需要穿越节点的局间信息只需进行旁路处理而无须进入 DXC 设备 (OADM 和 ADM 的结合与此类似)。

将光交换技术与电交换技术结合起来各取所长, 是将光交换技术引入现有网的最可取之处, 因为光交换的引入是对电交换技术的支持和扩充, 而不是取代。

3 管理与监控

为了维持网络的正常运行和减少出现故障时的损失, 网络的管理与监控一向为人们所重视。尤其在全光网中, 每一条光纤链路的信息量很大, 链路的失效将导致比传统电网络更大的损失, 因此全光网络的管理和维护显得尤为重要。电层的网管技术已经相当成熟, 但考虑到光层的透明性, 在全光网的网络管理中引入了一些新的概念和方法。

3.1 管理系统结构

全光网的一种管理系统实验结构由操作系统(OS)、中介设备(MD)和设备处理器(DP)组成^[5]。操作系统允许操作者重新配置网络、设置保护通道并监视其状况, 也可以索取任意指定设备的性能数据。人机接口采用图形方式, 显示出整个网络的配置或某个节点的配置。

操作系统通过一独立的“管理”网络与中介设备通信。每个网元(OXC)上设置一个中介设备, 中介设备从操作系统向设备处理器发送指令, 其任务主要是维持通信链路。中介设备与设备处理器之间的通信通过总线来完成。设备处理器和每一个光模块在一起, 设备处理器提供一个通用的接口给光设备, 对光模块的所有必要参数进行监控和控制。如可对网元中的光放大器的输入和输出功率、功率电流以及温度进行监控, 其配置如图5所示。

3.2 导频音监视系统

导频音系统用于监视光通道中的某个波长通道。在发射机里将千赫兹范围的电子导频音加到信号上, 每个波长通道采用不同的导频音频率编码。在中间节点上, 通过分接一小部分信号功率进入监测模块来抽取导频音, 而信号的主要部分则通往下一个节点。分接出的光功率通过检测, 将导频音过滤出来并记录其量级。采用这种方法, 导频音可在每个节点上进行抽取, 而不必通过电子装置将数据信号进行变换和接复用处理。当进行抽取时, 导频音给故障管理提供信号的识别和功率级别的信息, 以检测出丢失或不良的通道从而采取正确的措施。

导频音控制系统是一种针对全光网透明性特点新的管理理念, 引入后形成了新的设计规范。控制信号分配的频带必须足够低而不至于干扰数据频谱, 但又必须足够高而避免在掺铒光纤放大器中出现低频串话。

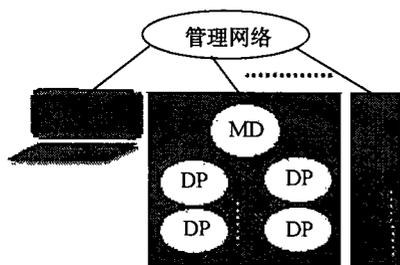


图5 一种全光网的管理方案



图6 导频音系统示意图

4 自愈环

自愈环是援引于 SDH 电层网络的概念。因为这种网络拓扑结构的最大优点是具有很高的生存性, 这对现代的大容量光纤网络是至关重要的, 因此得到了广泛的重视。自愈环结构可分为两大类,

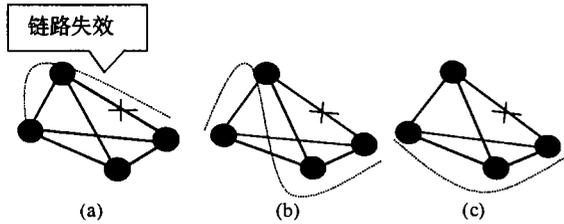


图7 光网络两种自愈方案的比较

即基于链路的链路保护环和基于通道的通道保护环。链路保护环在链路失效时采用图7b 的方案, 即在原来路径失效时, 并不放弃原来的所有链路, 而只是绕过原来失效的那一段链路, 而通道保护环是采用图7c 的方案, 即只要原来路径中的一条链路失效, 便放弃原来路径的所有链路, 而另外找一条路径。

参 考 文 献

- 1 胡 明, 李乐民. 一种预约式波分复用网信道分配方法. 电子科技大学学报, 1998, 27(3): 256~260
- 2 张 涛, 邱 昆. 一种基于波分复用的 ATM 光交换结构. 电子科技大学学报, 1998, 27(4): 371~374
- 3 Watanabe Atsushi. Optical path cross-connect system architecture suitable for large scale expansion. J Lightwave Technology, 1996, 14(10): 2 162~2 172
- 4 SATORU. Network architecture and management concepts for transport networks. IEEE Network Operations and Management Symposium, 1996:1~11
- 5 Hill G R. A transport network layer based on optical network elements. J Lightwave Technology, 1993, 11(516): 667~676

Techniques of All-optical Communication Networks

Ye Tong Qiu Kun Tang Mingguang

(National Key Lab of Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract In this paper, the conception and the advantages of the wave divided multiplexing technique used in all-optical networks are introduced, and the techniques of optical cross-connect multiplexing, optical add-drop multiplexing, network managing and auto-healing ring are discussed. In the all-optical networks, the main technique upgraded from traditional networks is optical routing in the network nodes. The superiority of large capacity and escalation in all-optical networks is also introduced.

Key words all-optical network; wave divided multiplexing; optical cross-connect multiplexing; optical add-drop multiplexing; self healing ring