

WDM 环网的保护方法的研究

石淑华 (深圳职业技术学院 518055)

王青 (北京邮电大学电信工程学院 100000)

摘要: 本文分析了利用 1:1 环路配置方式进行 WDM 光环形网络保护的实现方法, 简单介绍 APS 在环保护中的应用。总结环形保护正确实施所需解决的问题及方法。

关键词: WDM 环形网络 波长环路 倒换条件 倒换协调 APS 协议

1 引言

WDM(wavelength division multiplexing) 光纤传输系统在 90 年代中期已相当成熟。在我国, 已建有国家干线及省内 WDM 环网。国际上也开始进行 WDM 光网络的实验研究。在点对点 WDM 系统的基础上开始进行 WDM 光环网的研究。以波长路由为基础引入光交叉连接(OXC)和光分插复用(OADM)节点, 建立具有高度灵活性和生存性的光网络, 实现 WDM 全光通信网。随着 WDM 全光传送网络的引入, 单根光纤的传输容量越来越大, 网络故障对网络工作业务的影响也越来越严重, 因此对网络的可靠性研究也显示出其巨大的意义, 设计各种保护措施, 以此来减小网络故障对工作业务的影响程度。

全光网络中存在多种业务保护形式, 其中的环形网络由于固有的双路由特性以及较高的可生存性成为全光网络保护的首选方案, 同时光分插复用器(OADM)的出现促进了 WDM 环形网络的研究与发展。WDM 环网保留了环形结构的自愈特性, 同时可以在不改变系统结构的情况下进行容量的平滑升级。

2 1:1 环网保护的实现方法

WDM 环形网络的实现方式多种多样。按节点间波长通道来去业务的传输方向, 可以分为单向环和双向环两种: 按连接环路中相邻节点的光纤数目, 环形网络可以分成单纤

环、两纤环、四纤环和多纤环。其中单纤环不易提供保护功能, 很少用于实际中; 两纤环是目前 WDM 应用研究的主要方式, 也是比较成熟的一种环形网物理结构。本文就以两纤环为例来分析。

所谓环形网络的保护功能, 就是指网络要有一定的冗余量, 也称为保护容量。在光网络中, 可以用冗余光纤也可以用冗余波长的方法来提供保护容量。冗余光纤就是保留一根光纤(备用)用来在系统故障时为工作光纤提供传输通道。冗余波长方式就是在光纤中保留一定的波长资源, 这些波长在系统故障情况下用来传输工作波长携带的业务。这两种保护容量配置方式都可以用 1+1 和 1:1 方式实现。1+1 方式用“并发优收”策略, 实现简单, 倒换的实时性也好, 但是降低环路波长或光纤的利用率。现就 1:1 环路配置方式及冗余波长方式进行实现环路保护的分析。

1:1 的保护通路在环形网络正常工作时, 可以用来传送不受保护的低优先级业务, 即额外业务。这种额外业务在环路处于故障状态时, 必须予以撤消。由于涉及额外业务的撤消以及倒换协调信令的使用, 1:1 配置方式的保护实时性会受各种因素的影响。为了正确实现网络的保护, 我们要对环形网络的波长进行分组, 以免在保护情况下发生波长冲突问题。这是由于双向环路中, 波长的重用性使不同区段可以用相同的波长组建立双向的波

长通道。环路正常工作时, 这种配置是不会发生波长冲突的。但是, 如果使用相同波长组的其中一个链路的某个区段发生了故障, 网络的保护系统把沿故障区段传输的波长切换到保护容量上绕环传输, 这样就可能与非故障区段的工作波长发生冲突, 从而影响非故障区段的波长通道的正常工作, 这种情况在光传输过程中是不允许发生的。应用波长分组的方法可以防止出现上述现象。波长分组即如果外环光纤使用一个波长组建立单向的波长通道, 则内环光纤使用另一个波长组建立相反的波长通道。

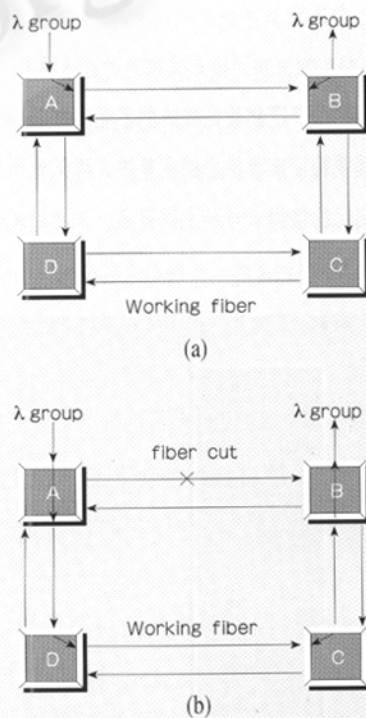


图 1

具体的网络保护倒换操作是以1:1网络配置单向光连接为例进行网络的保护倒换操作的。如图1所示。

正常情况下如图1中(a)所示, A、B节点在工作实体上用波长组 λ group建立一个连接, 同时保护实体上也用相同的波长组建立额外业务连接。当A、B区段发生故障情况时如图1中(b)所示, 检测到故障的节点(B也称尾端)希望通过保护通道来重建AB节点之间的通信。实现这个目的, 总个环路至少要完成以下功能: 尾端以一种信令方式通知故障区段的对端节点(A为首端)把波长组 λ group切换到保护实体上传送, 为此所有保护实体的相关节点也应得到相应的通知, 以撤消在保护实体上的额外业务, 让出传输通道。只有在以上工作都顺利完成, 尾端才可以从保护实体上接收原来在AB区段传送的工作波长组, 实现对网络故障的保护。

在完成1:1保护的过程中, 需要使用一种协议协调环路有关节点的保护倒换动作。该协议称为自动保护倒换(APS)协议。环形线路的保护倒换是通过节点内部的光开关的动作来实现的, 因此APS的实现也必须围绕节

点的动作来进行。利用APS协议, 首尾端节点要多次交互环路状态, 即要多次处理协议, 而中间节点在第一次接收到故障通知后, 就可以给予直通, 从而实现真正意义上的保护。APS协议在全光网中的应用, 充分显示了它的重要性, APS协议的完善与否将直接影响到网络的性能。

3 WDM 环形网络的保护中的问题

为了实现环路保护的正确实施, 文献[3]中论述了: 是否支持单波长的不同的QoS要求; 倒换后恢复通路的长度问题; 节点结构及功能的复杂性, 另外还应该解决以下问题。

3.1 WDM 环形网络的波长环路问题

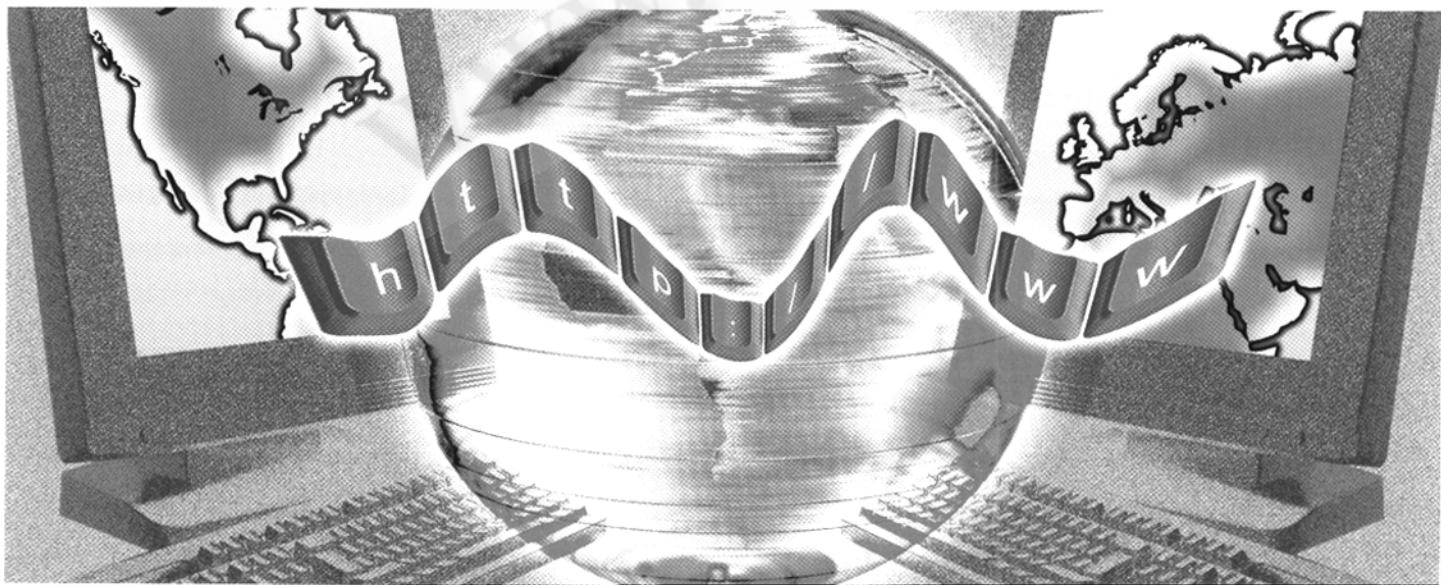
在环形网络中, 如果有一个闲置的波长在所有网络节点都直通, 就可能形成一个闭合的环路。若这个闭合环路中存在光放大设备, 由于节点的选择性和光放大器的放大作用, 闭合的波长环路有可能产生激射, 影响环路的正常工作, 因此必须把该环路切断, 方法是在闲置的波长通道上插入可调光功率衰减单元, 使保护光纤的环路增益小于1, 破坏环路激射形的条件; 或者在环路节点上插入光

开关来切断可能形成的波长环路, 应该注意的是波长环路可能在工作容量上形成, 也可能在保护容量上形成。

3.2 WDM 网络的倒换判据问题

保护倒换是在环路故障条件下恢复环路业务的一种手段。网络的系统保护由相关子层的传输质量触发。传输质量有两种表现形式, 一种是传输故障, 即特征信息传输通道失效。如光纤断裂故障将使光信道子层和光复用段子层的特征信息丢失, 另一种就是传输质量劣化, 通常以误码率、品质因子(Q值)、光信噪比(OSNR)和眼图张开度等作为判断标准。

传输故障可以在子层的各个相关原子功能处进行监测, 这是由于净荷类型和路径踪迹标识符可以与子层特征信号一起传输, 从而可以在路径终结点上直接进行监测。对光纤断裂情况, 通常使用输入功率的有无作为判断的依据, 如果光路上有光线路放大器情况就不同了。这是由于光信号功率告警是光功率降到预先设定的门限时所产生的一种告警, 但EDFA自发辐射(ASE)噪声的存在可能使到达复用段设备的光功率不会下降到预



定的门限,这样就无法检出光纤的断裂故障。解决的方法是光功率关断或者光功率降低来关断故障点下游的EDFA,使下游的光复用段终端检测到光功率丢失告警。

传输质量劣化是网络工作状态检测的难点。这是因为OSNR、Q值和眼图张开度等指标的在线测试方法还不成熟,这些指标与光网络的传输质量的对应关系还没有定量的描述方法。此外质量劣化指标还只能衡量光信道层的传输质量,不能衡量光复用段层的传输质量。要完善和发展光复用段的传输质量测量方法,还需一段时间研究。保护倒换的触发条件是传送网络正确实现保护的基础。触发条件与故障条件的对应以及触发条件的有效性和时效性是完成保护倒换的关键技术。

3.3 保护倒换的协调问题

倒换协调问题就是失效区段两侧节点的倒换协作问题。在实现网络的保护倒换过程中,相关节点要协调行动,我们将检测到环路故障的节点称为尾端,把故障区段的对端节点称为首端,而其他节点称为中间节点。

在故障情况下,尾端节点把有关的故障信息通知首端,使首端与尾端配合操作,共同完成工作业务的切换;同时中间节点也要得到故障通知,这样只有所有节点相互配合才能完成环路的保护倒换,这就是倒换的协调。

一种方法是尾端把往上游的光信号切断,使首端可以检测到故障而自动实施倒换。这是把单向缺陷变成双向缺陷,从而用双向缺陷的处理方法来实现环路的保护。这种方法也称为ASE噪声切断法,这种方法实施简单,倒换实施快速而不需要使用其他手段来判断和定位故障。缺点是:如果环路引入了额外业务,则仅由缺陷区段的相邻节点(称为倒换节

点)实施切换并不能完成环路的保护,因为环路中其他节点(称为中间节点)并不知道环路出现故障,也就不会撤消额外业务,倒换到保护容量的环路业务将不能通过这些中间节点,而使环路的保护归于失败。因此这种方法不适用于有线路光放大器的环路和引入额外业务的情况。

第二种方法是光监控信道(OSC: Optical Supervision Channel)告警传输法。由于OSC可以传送告警信息和管理信息,在单相失效的情况下,尾端就可以通过OSC把检测到的故障信息回传到首端,通知节点实施倒换动作,从而使倒换节点协调动作。按照告警传输原则,该方法也只能适用于没有引入额外业务的情况。这种方案的具体使用方法,以及潜在的优点还有待于进一步研究。

第三种方法是利用APS协议来协调环路中有关节点的动作。尾端在检测到有关故障之后,以APS字节携带有关信息通知首端和中间节点,环路所有节点都接受和处理APS信息,从而可以协调完成网络的保护动作。APS协议在保护倒换的有效性上是成功的。在时效性上,由于APS协议要流过全网而且所有节点都要进行处理,这样APS协议信息的传递和处理时间就与环路节点的数量和环路的半径有关。因此使用APS协议的时效性与网络规模直接相关。

3.4 功率管理问题

在环形网络实施倒换时,绕环传输形成的恢复光通道与原来的工作光通道经过的节点数量差正好是环路节点的数目,因此传输路径长度发生了明显的变化。由于光放大设备会劣化光信噪比,而恢复光通道经过的光放大设备要比工作光通道多,由此光信号接受性能将会产生差异。这就要求在设计网络

时对环路节点数量以及光放大设备的性能进行优化设计,这就是光功率管理问题。

4 结论

本文主要对WDM环形网络波长环路的形成、保护倒换条件、保护倒换协调、网络光功率管理4个方面进行了研究,得出结论:尽量避免环形网络中闲置波长资源可能形成的激射波长环路;保护倒换条件应与故障条件对应,即使用的条件确实反映了网络的故障;在保护倒换的时效性上要及时确定故障的原因;利用APS协议进行保护倒换的协调,可以有效地完成保护路径的准备工作;在光功率管理问题上要优化网络设计。 ■



参考文献

- 1 顾晓仪,张杰,全光通信网[M],北京邮电大学出版社,1999:12—38.
- 2 林绵锋,罗来荣,顾晓仪,WDM环形网络的保护[J],光通信研究,2001年第2期P16—20.
- 3 赵季红,李增智,曲桦,WDM环网保护方式的性能评价及设计原则[J],计算机工程与应用,2001年第21期P4-6.
- 4 林绵锋,罗来荣,刘雪原等,波分复用光环形网络结构及其性能的研究[J],光子学报,1999年第4期P336—338.
- 5 林绵锋,刘雪原,顾晓仪,WDM环形网络保护时间与优化分析[J],光子学报,2000年7月,第29卷第7期P626—627.
- 6 王建全,方来付,顾晓仪,纪越峰,全光中的APS协议及其实现[J],北邮学报,2000年6月.