色散补偿技术进展

作者：Adel Asseh 博士，Proximion 公司

光纤布拉格光栅与普通光纤跳线相结合产生了节省空间和高效率的色散补偿方法。

目前有两种色散补偿方法：光纤布拉格光栅（FBG）和色散补偿光纤（DCF）。新的 FBG 技术比传统的 DCF 技术成本低、插入损耗小、延迟短。

FBG 补偿技术的最新创新是将色散补偿模块和光纤跳线连接在一起（图 1）。这种结构避免了使用分立的色散补偿硬件。

色散补偿跳线（DCM-PC）结合了连续啁啾 FBG 的色散补偿能力和普通光纤跳线的简单性。坚固和高效的色散补偿方法简化了系统设计、提高了系统运行效率、节约了系统空间。

价值

DCM-PC 的目标用户是寻求简单而高效的色散补偿方法的系统厂商和运营商。它的应用范围广泛，从基本的 TDM 系统到 DWDM 城域网和区域网到 DWDM 海底网络。使用 DCM-PC 能够延长系统厂商距离。

传统上，系统厂商使用 DCF 线圈补偿单信道系统的色散。除了损耗较高外，DCF 线圈的体积也很大。

设计者可以用 DCM 替代 DCF。然而，即使 DCM 比 DCF 线圈小很多，仍然难以集成进收发器线路板中。因此经常需要使用额外的线路板，这占用了宝贵的系统空间。

与 DCF 和 DCM 需要专门的空间不同，DCM-PC 在连接两块线路板的同时能够简单地完成相同的功能，同时不再需要两根额外的跳线。

坚固、独特的封装和温度不敏感使得 DCM-PC 也可以直接放在光纤托盘中。这个优点使得色散补偿器件成为了光纤路由的组成部分。DCM-PC 还可以放在配线箱中或系统设备旁边。

DCM-PC 特别适合针对特定信道的色散补偿，即信道化设备，这些设备为特定信道特别是 SONET/SDH 应用设定了色散值。低损耗对于这些应用是很重要的。低损耗意味着降低放大要求，进而降低成本和空间占用。而且低损耗意味着收发器可以传输更远的距离。

DCM-PC 还几乎没有延迟，这是相对于 DCF 的巨大优势。这个优势对于像游戏、银行这样对时间敏感的业务是很重要的。

当同一个系统中存在 10G 和 40G 混合信号时，DCM-PC 还可以用来纠正 10G 收发器的色散图。通常，10G 收发器有较大的残留色散，“工作点”偏离零色散区。而 40G 收发器的色散窗口更窄，工作点需要在零色散区的中间。

DCM-PC 让设计者能够按信道修正色散图。它们能将色散减至零左右，更容易地一起使用 10G 和 40G 收发器。

设计

DCM-PC 包含一个环形器，其第二个端口与一根 FBG 光纤熔接（图 2）。光栅长度由色散和光带宽决定。带宽与色散的乘积应该小于 6500ps，因此光栅不会太长。短光栅带来了几个优势，包括超低的损耗、无延迟、没有非线性效应。

另外两个端口是与连接器相连，这样在大多数情况下 DCM-PC 就能代替两根普通跳线。还能支持所有的普通连接器。

图1

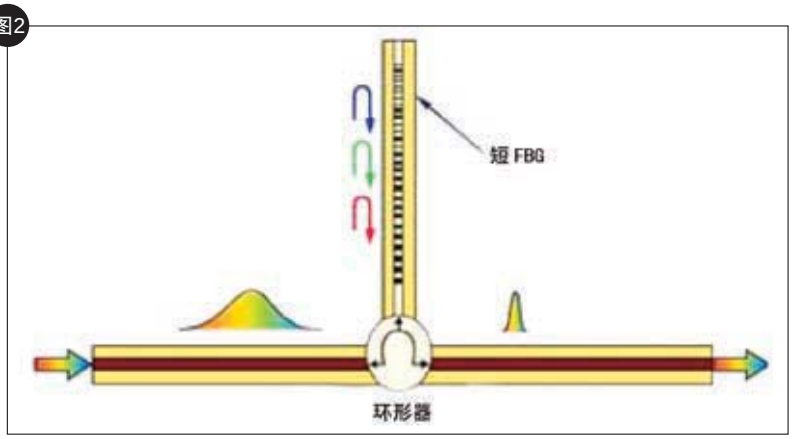
将色散补偿模块和光纤跳线连接在一起，避免了使用分立的色散补偿硬件。

延迟是需要考虑的重要参数。在对时间敏感的业务如金融交易中，节约一微秒都是很关键的。

性能

当今的系统厂商使用多种收发器。除了固定结构外，还有几种可插拔的结构，如SFP、XFP、XENPAK等。10Gbps（也包括10.7和11.1 Gbps）收发器使用雪崩光电二极管接收器，典型的接收灵敏度是-24dBm（使用标准的前向纠错、无误码）。典型的最小输出功率为0dBm（EOL）。

图2



FBG色散补偿原理。

计算链路损耗预算必须考虑在最大允许色散时的色散损耗。在1600ps/nm时的典型损耗值是2dB，对应大约90km的标准单模光纤。还有，现今的光纤已经非常好了，因此可以假设光纤损耗为0.22dB/km。采用这些假设，我们将得到由最大允许色散所限制的最大传输距离是90km。

在线路中加入DCM-PC提供色散补偿后，就可以忽略色散损耗，然而必须考虑DCM-PC的插入损耗，两个效果相加后，可将受损耗限制的传输距离延长至109km。这多出来的19km在许多应用中是至关重要的。注意，使用传统的DCF是达不到同样效果的，因为其插入损耗很大。

有些系统厂商有更好的收发器，例如：接收灵敏度为-27dBm、最小输出功率为3dBm、在1600ps/nm时的功率损耗为3dB。如果用这样的收发器，就有下面的比较结果：没有DCM-PC时传输距离是90km，有DCM-PC时是136km。换句话说就是，DCM-PC延长了46km的传输距离。

总之，DCM-PC在单信道应用中延长了相当可观的传输距离，同时使系统设备布局更灵活，还降低了成本。DCM-PC在10G和40G收发器混合存在的系统中也很有用，它能纠正10G色散图。LWC

上接第24页

PHOTOP、光讯等，图5为光讯开发的锁定器。

根据DWDM系统中光通道的波长间隔，规格型号上被分25GHz、50GHz、100GHz，其中50GHz是目前比较常规的一种型号，25GHz的锁定器要求较高，但它是系统发展的必然方向。从可锁定波长范围来看，主要可分为C波段或者C+L波段。

评估一个波长锁定器的最重要指标是锁定精度（Center Channel Accuracy），50GHz DWDM系统要求达到±2.5GHz的精度，而25GHz系统则要求达到±1.25GHz的精度，需要采用温度补偿才能满足，现在的器件都提供温度传感器输出，以便实现温度补偿。

标准具型波长锁定器的应用

标准具型波长锁定器可以用于DWDM发射机的精密波长锁定，也可以用于信道功率监控、可调谐激光器的波长控制等。

在DWDM系统里，要对每个通道的激光器波长进行监控和精确锁定（图6）；同时，DWDM系统的保护通道（如1：N）通常用的是可调谐激光器，需要用波长锁定器将波长调谐并锁定在故障激光器所在信道的波长上（控制方式与普通DFB激光器不同），从而快速准确的实现对信道的保护。

小结

DWDM系统由100GHz向50GHz、25GHz迈进，波长的稳定和准确性对系统的稳定性和可靠性越来越重要，空气隙F-P标准具波长锁定器具有通用性好、温度稳定性好、锁定精度高等优点，应用越来越广泛。LWC