

灵活的 WSS 适用于先进的网络架构和调制格式

作者：Steve Frisken、Simon Poole, Finisar Australia

由于技术的进步，波长选择开关现在既经济又好用，已经有很多应用，包括高性能边缘 ROADM。

可重配置光分插复用器 (ROADM) 现在广泛用于核心网 (城域网和长途网)，而波长选择开关 (WSS) 因其多功能和高性能已经成为 ROADM 首选的波长转换器件。随着网络从 10G 向 40G 以及 100G 演进，对 WSS 的要求也迅速演进，WSS 的应用从少端口 100GHz 信道间隔向多端口 50GHz 信道间隔转变。然而，这种转变才刚刚开始，随着波长转换技术的应用从核心网向边缘网延伸，对其的要求今后几年将会变化更快。

早期的 ROADM 技术基于阵列波导光栅信道隔离组件和波导交换组件。然而，由于窄信道级联的局限性和有限的交换性能，这些系统的传输距离、网络配置和速率都会受到限制。

自由空间 WSS 使用高分光率衍射光栅和开关组件分离信道，具有更高的性能，不必再局限于预定的滤波特性或信道特性。基于 MEMS 的 WSS 利用这个优势提供了更多的端口和更好的滤波特性。

接下来，基于硅上液晶 (LCoS) 的 WSS (图 1) 提供了先进的可编程功能。这就改善了滤波特性，如相邻信道间的无缝传送和信道的重新规划。

核心网络

在过去的两年中，核心网络的部署策略发生了重大变化。节点结构从基于 $1 \times 4/4 \times 1$ WSS 的两维和四维节点演变为具有更高连接维数的节点，通常是使用 $1 \times 9/9 \times 1$ WSS 的 8 维节点。 $1 \times 9/9 \times 1$ WSS 的使用提供了更多的格形连接和更多的本地波长上下路端口。

与此同时，核心网还向更高的信道密度和更多的信道端口转变。从 WSS 的角度看，这意味着从 100GHz 间隔的 40 信道向 50GHz 间隔的 88 (或更多) 信道转变 (图 2)。

信道间隔缩小和信道数增加意味着线速率提高，这对网络中的光器件的性能提出了更高的要求，其中 WSS 就是关键所在，因为很多节点以各种方式级联在网络中创造了不同的链路。

当运营商增加信道通带以增加网络容量时，光滤波是很关键的。有意思的是，即使光谱更宽的传输格式如 40Gbps DPSK，当穿越多级滤波器后也会出现明显的弹性，即使信道间隔窄到 50GHz。其它关键参数包括插入损耗、色散、偏振模弥散，对于偏振复用系统，还包括偏振相关损耗，它能混合正交偏振分量，所以特别关键。WSS 的

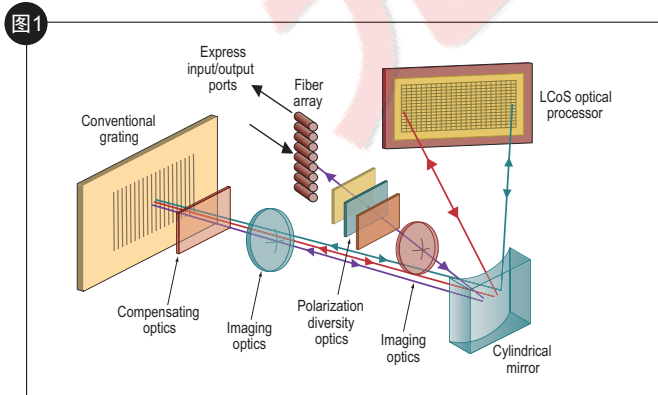


图1 基于硅上液晶 (LCoS) 的 WSS。

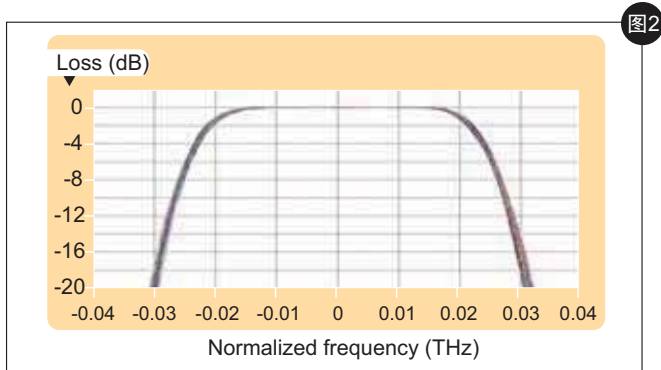
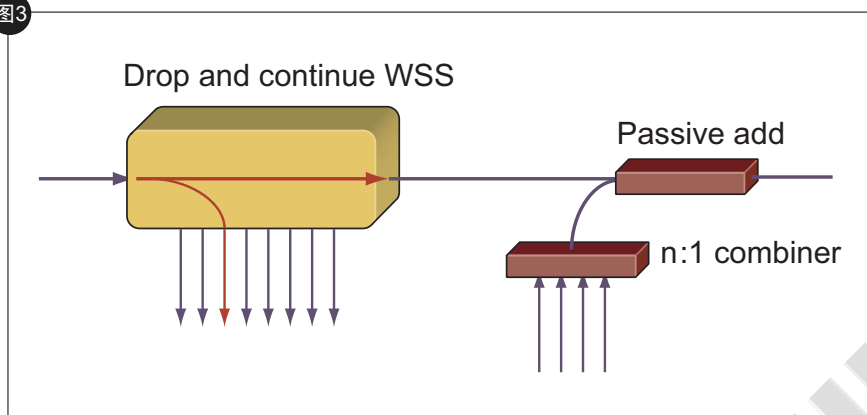


图2 从典型的 9×1 WSS 的多个信道输出的通带光谱显示了 50GHz 信道间隔的能力。在 50GHz 信道间隔下支持 40/100G 传输需要特别宽广和平坦的通带。

图3



“下路和继续”ROADM架构。

其它节点。波长上路可通过传统的无源耦合器实现。这种“下路和继续”架构在直通路径和阻断波长上仍然提供每信道的功率控制，是目前最经济的无色下路架构。

随着WSS的应用越来越靠近网络边缘，其对成本也越来越敏感，而ROADM中成本最高的部件就是WSS，所以削减整个器件成本的方法就是按照网络边缘的需求使用特别设计的低端口数的WSS。

滤波性能可以通过确定每个波长的这些参数来完整描述。

目前的传输系统的速率和调制格式都在经历着快速的变化，运营商不愿意部署可能限制它们的未来选择的WSS。所以，WSS厂商就要提供既满足运营商现有要求也能满足其未来要求的WSS。

尽管长途网架构和城域网存在差别，城域网拥有更多的邻近节点，但是用于网络不同部分的技术正在趋于融合。最明显的证据就是城域网中越来越多地采用50GHz信道间隔，而这之前几乎只用于长途网。器件结构和性能的改进保证了在长途网和城域网中采用相同的产品越来越经济。这就缩短了系统开发周期，也减少了备件库存，当然，网络的互操作性也更好。灵活的WSS可以配置为50GHz或100GHz信道间隔，同时支持混合信道，也有助于实现前述目标。

对光通信行业进行预测总是很危险的。但是光核心网架构的下一个重大进步很可能是WSS与 $m \times n$ 光交换机相结合实现真正无色、无方向的交换功能。

走向网络边缘

尽管核心网在快速地采用基于WSS的ROADM，但是在网络边缘采用波长交换架构的速度还是比较慢的。然而，部署WSS在某些情况下的经济性已经很高了，如利用WSS技术的优势支持高带宽的FTTH业务如视频点播和IPTV。

网络边缘应用WSS的一个方法就是使用“下路和继续”ROADM架构（图3）。WSS能够交换一个或多个波长到下路端口之一，从而实现不需要额外滤波的无色下路。它还能配置为将一个给定波长的一部分功率交换到一个下路端口，同时余下的功率继续通过直通端口到达网络中的

这种WSS必须同时支持50GHz和100GHz信道间隔，支持混合信道，可选用“下路和继续”节点架构。这些性能必须以更低的价格和更小的器件体积实现。另外，更低的功耗将能增加器件封装密度。

高端口数复用解复用WSS

WSS发展的一个最终应用可能是 1×23 无色复用解复用器。经过适当的设计，可能以很高的集成度实现很高端口数的WSS。与使用可调滤波器的分立器件相比，这种WSS将能更好地满足体积、成本、插入损耗的要求。再一次，应用目标很可能是50GHz信道间隔。[LWC](#)

上接第9页

能够获得所需的带宽。拨号接入（56 kbps）实现了第一台网络应用——例如网上购物或远程登录办公室的内网。宽带接入（1Mbps）实现了全新的应用——网络社交或在线协作。而业界专家普遍认为，下一代住宅和商业用户的应用至少需要1Gbps的带宽，这在今天还只是处于想象阶段。而现有网络向类似WDM-PON等NGA架构的大范围迁移可能还要等到下一次经济海啸过后。

不论是部署光纤到户还是部署光纤到桌面，全球各地的网络管理员都在力求提高接入网能力，为用户提供高达1Gbps的连接。今天，能够达到这一带宽，具备高可控性和灵活性，以及更大的覆盖范围，同时能够实现网络中任何地方，每位用户、应用和链路的组织和管理的只有NGA架构，而这就是WDM-PON。[LWC](#)