

## 光交换技术在通信网络中的应用

光纤网络作为高速有效的代名词已经深入人心，在通信系统中也已经大规模的实现部署和应用。而实现透明的、高生存性的全光通信网是宽带通信网的发展目标。光交换技术作为全光通信网络中的一项重要基础技术，其发展和应用很大程度上决定未来光通信网络的前进方向。对光交换技术的概念及发展和其在通信中应用的情况作概要的介绍，以供广大科研工作者研究和探讨。

光纤通信的优势在于巨大的信息容量和极强的抗干扰能力，其优越的性能早已得到证实，并且在现代通信系统中逐步取代以往电子线路为主要组成的通信网络，成为现代通信的重要组成方式。而原有通信系统中的电子线路却阻碍了光纤通信系统优势的发挥，成为性能的瓶颈。

在光纤通信系统中，只有科学合理的通信体系结构才能够发挥光纤系统的优势，组成理想的高速、大容量、高质量的光纤网络，而原有的电子线路通信在全光网络实行中是一个巨大的阻碍，要去除电子线路的影响需要光纤通信系统技术的进步[1]。传统通信网络和光纤网络并存时存在光电变换的过程，并且二者的结合受限于电子器件，光电交换信息的容量决定于电子部分的工作速度，本来带宽较大的光纤网络在进行光电交换时就变得狭窄了，致使整个网络的带宽也随之受限。因此在光通信网络中需要在交换节点上直接进行光交换而省去光电变换的过程，这样才能释放光纤的通信带宽，实现其通信容量大和通信速率高的优点。所以光交换技术倍受瞩目，被认为是新一代宽带技术中最重要的部分。

### 1、光交换的方式

光信号复用一般有空分复用、时分复用、波分复用三种方式，相应的也有空分交换、时分交换和波分交换来完成三种复用信道的交换[2]。

空分交换是将交换空间域上的光信号，其基本的功能组件是空间光开关。空间光开关原理是将光交换元件组成门阵列开关，可以在多路输入与多路输出的光纤中任意的建立通路。其可以构成空分光交换单元，也可以和其他类型的开关一起构成时分或者波分的交换单元。空分光开关一般有光纤型和空间型两种，空分交换的是交换空间的划分。

时分复用是通信网络中常用的信号复用方式，将一条信道分为若干个不同的时隙，每个光路信号分配占用不同的时隙，将一个基带信道拟合为高速的光数据流进行传输。时分交换需要使用时隙交换器来实现。时隙交换器将输入信号依序写入光缓存器，然后按照既定顺序读出，这样就实现了一帧中的任一时隙交换到另外的一个时隙而输出，完成了时序交换的程序。一般双稳态激光器可以用来作为光缓存器，但是它只能按位输出，不能满足高速交换和大容量的需求。而光纤延时线是一种使用较多的时分交换设备，将时分复用的光路信号输入到光分路器中，使得其每条输出通路上都只有某个相同时隙的光信号，然后将这些经过不同光延时线的信号组合起来，经过了不同延时线的信号获得了不同的时间延迟，最后组合起来正好符合了信号复用前的原信号，从而完成时分交换。

在光传输系统中波分复用技术应用十分广泛，一般在光波分复用系统中，源端和目的端都需要使用同样波长的光来传输信号，如非如此多路复用复用时每个复用终端都需要使用额外的复用设备，这样就增加了系统的使用成本和复杂度 [3]。因此如果在波分复用系统中，在中间传输节点上使用波分光交换，就可以满足不额外增加器件实现波分复用系统的源端与目的端互通，并且可以节约系统资源，提高资源利用率。

波分光交换系统首先将光波信号用分解器分割为多个进行波分光交换所需的波长信道，在对每个信道都进行波长交换，最后将得到的信号复用后组成一个密集的波分复用信号，由一条光缆输出，这就利用光纤宽带的特性，在损耗低的波段复用多路光信号，大大提高了光纤信道的利用率，提高了通信系统容量。

混合交换技术则是在大规模的通信网络中使用多种交换技术混合组成的多级链路的光路连接。由于在大规模网络中需要将多路信号分路后再接入不同的链路，使得波分复用的优势无法发挥，因此需要在各级的连接链路中使用波分复用技术，然后再在各级链路交换时使用空分交换技术完成链路间的衔接，最后再目的端再用波分交换技术输出相应的光信号，进行信号合并最后分路输出。常用的混合使用的交换技术有空分-时分混合、空分-波分混合、空分-时分-波分混合等几种。

## 2、全光网交换技术

全光交换的实现第一步，首先要利用基于电路交换方式的光分插复用(OADM)和光交叉连接(OXC)技术实现波长交换，然后再进一步实现光分组交换[4]。

波长交换是以波长为单位进行光域的电路交换，波长交换是为光信号提供端到端的路由和分配波长信道。进行波长交换的关键是要使用相应的网络节点设备，即光分插复用或者光交叉连接。光分插复用的工作原理是以全光的方式在网络节点中分出和插入所需的波长通路。其主要的组成元件有复用器和解复用器，以及光开关和可调谐波器等。光分插复用的工作原理和同步数字系统(SDH)中分插复用器的功能类似，不过一个是在时域，而另一个是作用在光域。而光交叉连接则是和同步数字系统中的数字交叉连接器(DXC)作用相似，不过是实现在光网络节点处的波长通路的交叉连接。

光波长交换本质上任然是效率不高的光交换方式，其面向连接的属性使其对已经建立的波长通道不能实现再次分配以实现利用效率最大化，即使通信处于闲置状态。而光分组交换能够以极小的交换粒度实现带宽资源的复用，提高光网络的通信效率。光分组交换目前一般有光透明包交换(OTPS)、光突发交换(OBS)和光标记交换(OMPLS)技术。光透明包交换主要特点是分组长度固定，采用同步交换的方式，需要对所有输入分组在时间上同步，因此增大了技术难度，增加了使用成本。而光突发使用了变长度分组，使用传输包头的控制信息和包身的数据在时间和空间上分离的传输方式，克服了同步时间的缺点，但是有可能产生丢包的问题。而光标记交换则是在IP包在核心网络的接入处添加标记进行重新封装，并在核心网内部根据标记进行路由选择的方法。

虽然光交换的方式对数字传输速率要求较高（一般 10Gb/s 以上）的通信场合更为合适，可以实现更低的传输成本和更大的系统容量；但当系统要求的传输速率要求较低（指 2.5Gb/s 以下）、连接配置方式较为灵活时，使用旧式的光电转换的方式接入可能更为合适。因此在当前的实际应用中，应当根据应用场景选择合适的系统部署。

随着未来通信网技术的发展和全光网络实现，光交换技术也会以更加新颖和更有效率的方式为通信网络的全光化做出贡献，成为社会发展和人们生活中的重要部分。

作者：赵广全