

设备一般都支持之外，支持纯光交叉第二类 OTN 设备的厂商所占比例较高，部分厂家也支持基于 ODUk 电交叉的第三类 OTN 设备或者同时支持光电交叉的第四类 OTN 设备，而且目前部分厂家也提供基于 OTN 的智能功能。另外，目前主流的传送仪表商一般都提供支持 OTN 功能的仪表。

当前的 OTN 架构中只有 3 种基于 SDH 的接口速率：2.5G、10G、40G。作为传送层，OTN 并非尽善尽美，最典型的不足之处就是不支持 2.5Gb/s 以下颗粒业务的映射与调度。新的客户信号包含 1Gb/s Ethernet (1GbE)、10GbE LAN PHY、40GbE、100GbE 以太信号，1.5Gb/s 和 3Gb/s 视频信号，以及 1Gb/s、2Gb/s、4Gb/s、8Gb/s 光纤信号[4,5]。为了解决这一问题，在 2007 年的 ITU-T 会议上，提出了 OTN 的演进体系结构。即在接口单元方面，OTN 中 ODU (Optical Data Unit 光数据单元) 的复用层次由原先的两层复用结构：ODU1→ODU2→ODU3 更新为四层复用结构：ODU0→ODU1→ODU2→ODU3→ODU4，新增了 3 种关键接口单元：ODU0 (1 244 160kb/s)、ODU2e (239/237×10 312 500kb/s)、ODU4 (239/227×10 479 400kb/s)。

另外，OTN 标准最初制定时并没有过多考虑以太网完全透明传送的问题，导致目前通过超频方式实现 10GELAN 业务比特透传后，出现了与 ODU2 速率并不一致的 ODU2e 颗粒，40GE 也面临着同样的问题。这使得 OTN 组网时可能出现一些业务透明度不够或者传送颗粒速率不匹配等互通问题。目前 ITU-TSG15 的相关研究组正在积极组织讨论以解决 OTN 目前面临的一些缺陷，例如提出新的 ODU0/ODU4 颗粒，定义高阶 ODU 和低阶 ODU，定义基于多种带宽颗粒的通用映射规程(GMP)等，以便逐渐建立兼容现有框架体系的新一代 OTN(NG-OTN)网络架构。

在 2008 年 12 月的 ITU-T 会议上，将 ODU4 的速率定为 104.794Gb/s，作为传输 100GbE 信号的解决方法。用 ODU4 接口的单波光纤直接透传 100GE 信号相比于其他方法而言有更大的优势：首先，通过单波传输更能提高传输效率、增加传输长度；其次，直接传输 100GE 信号可以提高低阶 ODU 的复用效率[2]。

### 3 MPLS-TP 技术综述

#### 3.1 MPLS-TP 技术发展概要[3]

真正的分组交换网络可以很容易满足未来业务对带宽的需求，运营商将现有的传统 SONET/SDH 网络改进为分组交换网络的愿望与日俱增，因此 MPLS-TP 应运而生。

MPLS-TP 是 ITU-T SG15 定义的基于 MPLS 技术的一个面向连接的包传送技术，是 MPLS 的一个子集，着眼于解决 IP/MPLS 的复杂性。它是将数据通信技术同电信网络有效结合的一种技术。由于同 IP/MPLS 网络具有一致的基础技术，它被看作 MPLS 从核心网络向城域网和接入网的自然延伸。

MPLS-TP 抛弃了 IETF 为 MPLS 定义的繁复的控制协议族，简化了数据平面，去掉了不必要的转发处理，并增加了 ITU-T 传送风