

# 国际传输专线承载方式的演进探讨

## Discussion on Evolution of IPLC/IEPL Bearing Mode

王翔, 黄书广, 乔月强 (中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007)

Wang Xiang, Huang Shuguang, Qiao Yueqiang (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China)

### 摘要:

当前国际传输专线呈现GE以上高速电路快速增长、低速业务长期存在、多种业务类型并存的发展形势,而传统的OTN&SDH平台的承载方式存在SDH设备停产、带宽利用率低等局限性。在介绍PeOTN和Liquid OTN设备的关键技术基础上,分别对其在国际传输网络中的承载应用进行分析,对其和国际传输现网的混合组网场景进行解读。通过对比PeOTN和Liquid OTN承载大客户传输专线的优缺点,尤其是在国际传输场景下重点关注的因素,探讨了2种技术在国际传输网演进发展中的部署策略。

### 关键词:

PeOTN; Liquid OTN; SDH; MPLS-TP; 传输专线

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.03.014

文章编号:1007-3043(2022)03-0076-06

中图分类号:TN913

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

At present, the IPLC/IEPL presents the development situation of rapid growth of high-speed circuits above Ge, long-term existence of low-speed services and coexistence of various business types. The traditional way of carrying IPLC/IEPL by OTN&SDH equipment has its limitations such as EOM of SDH equipment, low utilization of band width, and so on. Based on the introduction of the key technology of PeOTN&Liquid OTN, it respectively analyzes the application of each technique in carrying IPLC/IEPL and how to mix PeOTN&Liquid OTN into the existing international transmission network. Moreover, by comparing the advantages and disadvantages of PeOTN and liquid OTN carrying large customer transmission lines, especially the key factors in the international transmission scenario, it discusses the deployment strategies of the two technologies in the evolution and development of international transmission networks.

### Keywords:

PeOTN; Liquid OTN; SDH; MPLS-TP; IPLC

引用格式:王翔,黄书广,乔月强.国际传输专线承载方式的演进探讨[J].邮电设计技术,2022(3):76-81.

## 0 前言

近年来互联网高速发展,运营商传统业务已经进入低增长周期,但其大客户专线收入却呈现快速增长的趋势,尤其是在国际业务市场。目前国际的大客户专线呈现GE以上高速专线快速增长、低速业务长期存在、多种业务类型共存的状态。

当前运营商的国际传输网络主要采用OTN+SDH的承载方案。但SDH设备面临逐步停产或停止维护的状况,OTN技术在承载小颗粒业务时能力不足,

PeOTN作为多业务承载平台应运而生,其支持OTN交叉、VC交叉和Packet交换,可解决不同颗粒和不同技术的专线业务需求,为当前国际传输专线的承载提供可考虑的解决方案。但PeOTN同样存在管理维护复杂、TP专线时延较大等问题,而Liquid OTN技术的出现可大幅简化传输网络,实现2 Mbit/s~100 Gbit/s带宽的统一调度,为国际传输专线的承载提供了较为完善的演进目标。

## 1 PeOTN和Liquid OTN技术特点

### 1.1 PeOTN技术

分组增强型OTN(PeOTN)在OTN网络功能的基

收稿日期:2022-02-16

基础上,增加SDH层、MPLS-TP层和以太网层的网络功能,具有对TDM(ODUk和VC)业务、MPLS-TP包、以太网业务、ODUk业务和波长的交换调度能力,并支持多层间的层间适配和映射复用,实现对分组(MPLS-TP或以太网)、OTN、SDH、波长等各类业务的统一和灵活传送功能,并具备传送特征的OAM、保护和管理功能。PeOTN从设备形态上可分为集中交叉型和板卡增强型。

### 1.1.1 板卡增强型 PeOTN

板卡增强型 PeOTN 的分组化功能通过集中交换板卡和相应的分组业务处理板卡分布式实现;业务通过 L2 板卡进行分组化处理后,再适配成 ODUk 颗粒,进入 ODU 交叉矩阵;SDH 不同大小的 VC 颗粒,不同速率的以太网业务和 MPLS 业务通过所对应的业务由板卡实现处理,然后在 ODU 交叉板卡实现 ODUk 电交叉,之后进入 OTN 的线路侧,完成业务分组化的高速传输。

### 1.1.2 集中交叉型 PeOTN

集中交叉型 PeOTN 的分组化功能通过支持多业务分组化统一交换矩阵来实现,对于不同类型的业务,比如 SDH、MPLS-TP 和以太网业务,其交换均可以通过统一的分组化 PKT 和 TDM 业务交叉矩阵完成,其中统一交叉芯片中的 TDM 和 Packet 业务的处理是通过 2 个隔离的通道实现。该类型设备在应对多业务接入方面调度更加灵活,分组化集中度高,二层交换能力和多业务承载能力更强,目前多个厂家已实现从现有的 OTN 设备直接平滑升级。此为目前 PeOTN 技术

演进的主流方向。

## 1.2 Liquid OTN 技术

Liquid OTN 也是一种硬管道传输技术,相比于 OTN/SDH,它定义了灵活弹性的新容器 OSUflex,可以分配颗粒度更小的管道(2 Mbit/s~100 Gbit/s)。同时支持灵活容器,消除了时隙限制,支持 2 Mbit/s~100 Gbit/s 业务无中断无损带宽线性调整,网络资源利用率近乎 100%。

Liquid OTN 进一步划分传统 OTN 的 OPU 净荷至 2.4M 大小的 PB 块 (Payload Block),映射封装到 OSUflex 的定长帧中,其中 OSUflex 帧包括开销 (OverHead) 和净荷区域 (Payload),然后通过通道标识符 TPN 进入到新的容器承载在 OPK 中。

Liquid OTN 可以通过 OSUflex 直接映射封装到 ODUflex,解决传统 OTN 封装小颗粒业务如 VC12 映射层级过多的问题,从而缩短部分传输设备时延。

## 2 国际传输专线的承载方式

### 2.1 国际传输专线承载现状

当前国际传输专线业务主要采用 SDH 和 OTN 2 级网络进行承载,SDH 平台主要用于承载 GE 以下颗粒业务,OTN 平台主要承载 GE 以上颗粒业务,其中 SDH 设备可租用 10 Gbit/s 或 2.5 Gbit/s 带宽自行组网,也可通过 OTN 平台透传一定带宽进行组网。SDH/OTN 平台属于刚性管道,其具备物理隔离、安全性高、独占带宽等优点,同时维护简单,OAM 功能丰富。当前国际传输专线承载方式如图 1 所示。

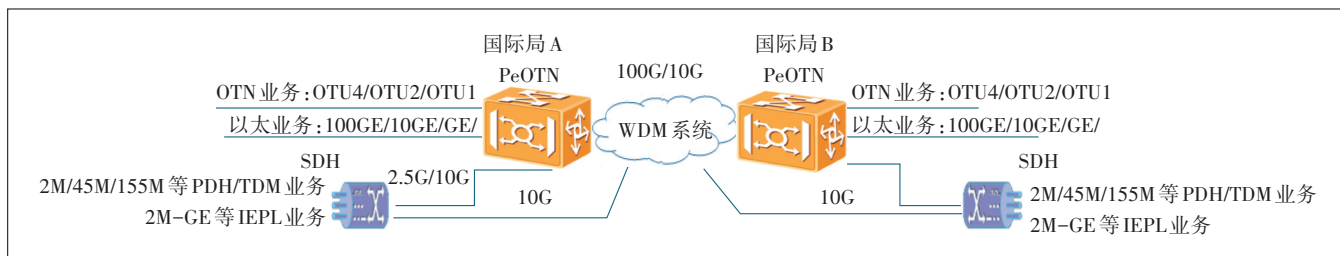


图 1 当前国际传输专线承载方式

根据通信市场研究数据,当前大客户传输专线业务呈现爆炸式增长,大带宽业务增长迅速、小颗粒业务存量及增量仍然可观,面对这种多业务承载、多网络共存、带宽资源瓶颈等问题,传统的 SDH/OTN 平台承载方案呈现出以下 3 个问题。

a) SDH 设备组网能力太小,10 Gbit/s 网络不足以支撑快速增长的更大颗粒业务需求。

b) 目前 10~100 Mbit/s 是主流专线需求,而 OTN 网络最小颗粒度为 GE,考虑到国际带宽的高额成本,通过 GE 通道开通 100 Mbit/s 以下业务会带来成本的大幅提升。

c) SDH 设备老旧、技术落后,多数设备厂家已经停止其 SDH 技术研发,国内某主流厂商已经彻底停产,仅提供一定期限内的维保服务,各大运营商也在

缩减甚至停止SDH设备的投资。

## 2.2 PeOTN传输专线承载分析

如前文介绍,运营商国际传输网络当前以SDH和OTN平台为主,随着SDH设备的逐步停产和脱保,运营商急需引进可融合当前传输网络、实现现网平滑演进又兼顾网络发展趋势的传输设备。PeOTN设备具备VC交叉和OTN交叉能力,可作为首要的考虑

对象,在新建节点或MSTP/SDH设备容量已满的节点先行部署PeOTN。

### 2.2.1 应用场景1

对于现网仅配置SDH设备的POP点或国际局节点,PeOTN设备可配置SDH板卡与其组网,以国内某主流设备厂家为例,组网架构如图2所示。

此组网方式基本等同于传统SDH网络,通过租用

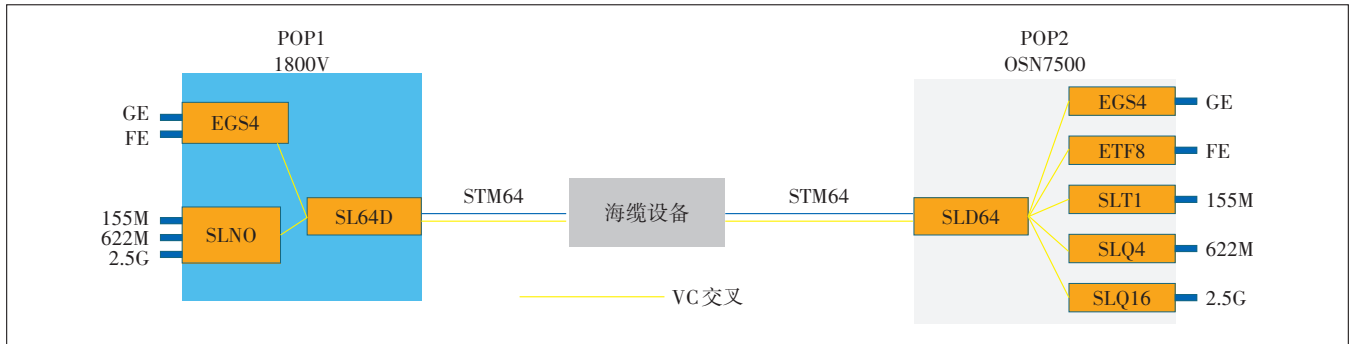


图2 PeOTN与SDH设备组网场景1

或自有10 Gbit/s带宽通道,由海缆设备或其他运营商骨干设备提供STM64接口,100 Mbit/s以下业务可通过VC12虚级联实现,100 Mbit/s以上业务可通过VC4虚级联实现。

### 2.2.2 应用场景2

对于现网已经部署大容量OTN设备和SDH设备的汇聚型节点,PeOTN设备可配置统一线路板(支持OTN/VC/分组交叉)与汇聚节点的OTN设备进行组网,如图3所示。

此组网场景下,POP1的1800V(PeOTN设备)和

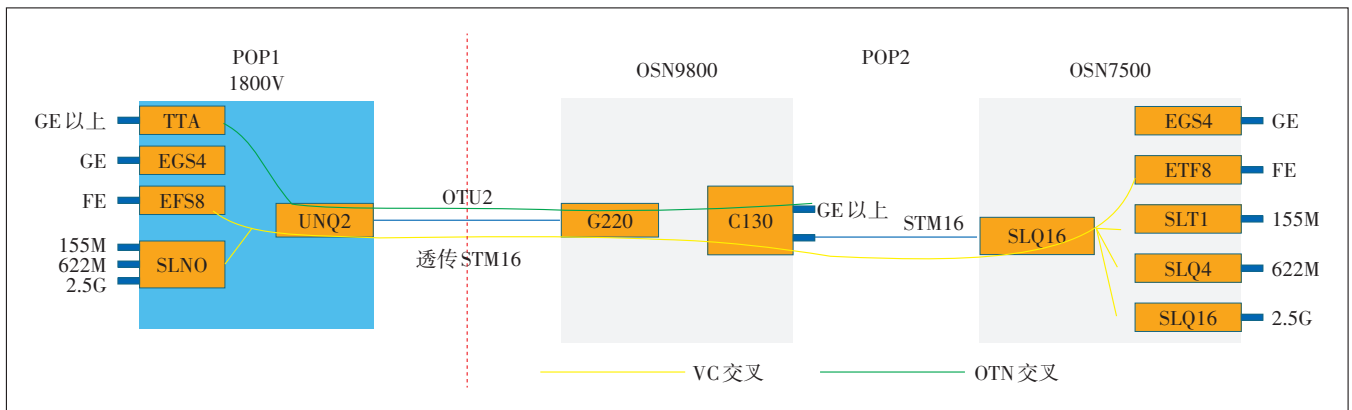


图3 PeOTN与OTN/SDH设备组网场景2

POP2的OSN9800(纯OTN设备)之间通过OTU2通道进行组网,POP1的1800V(PeOTN设备)和POP2的OSN7500(SDH设备)之间通过此OTU2通道透传STM16(2.5 Gbit/s)带宽电路进行SDH组网。

GE业务映射到ODU0封装到ODU2中通过组网电路在POP点之间传送,GE以上不同速率的业务可基于ODUflex及G.HAO功能实现业务带宽的灵活调整,通

过OTN的封装映射实现在OTU2通道内的传输。OTU2的组网电路中固定分配2.5 Gbit/s速率供SDH组网带宽,GE以下速率业务通过VC12或VC4容器虚级联,在2.5 Gbit/s SDH通道中进行承载。通过OTN交叉实现的业务只能利用剩余的带宽。

该场景并未实现OTN和SDH混合组网,OTN平台仅为SDH设备提供组网通道,无法读取SDH业务的有

效数据帧。

### 2.2.3 应用场景3

在应用场景2中,POP2节点的OSN9800仍为传统的OTN设备,未进行VC交叉和分组交换功能,更未配

置STM-N及分组客户侧板卡。本场景对POP2的OSN9800进行升级,使其成为大容量PeOTN设备,配置模型如图4所示。

此场景下,POP2的OSN9800已具备VC交叉和分

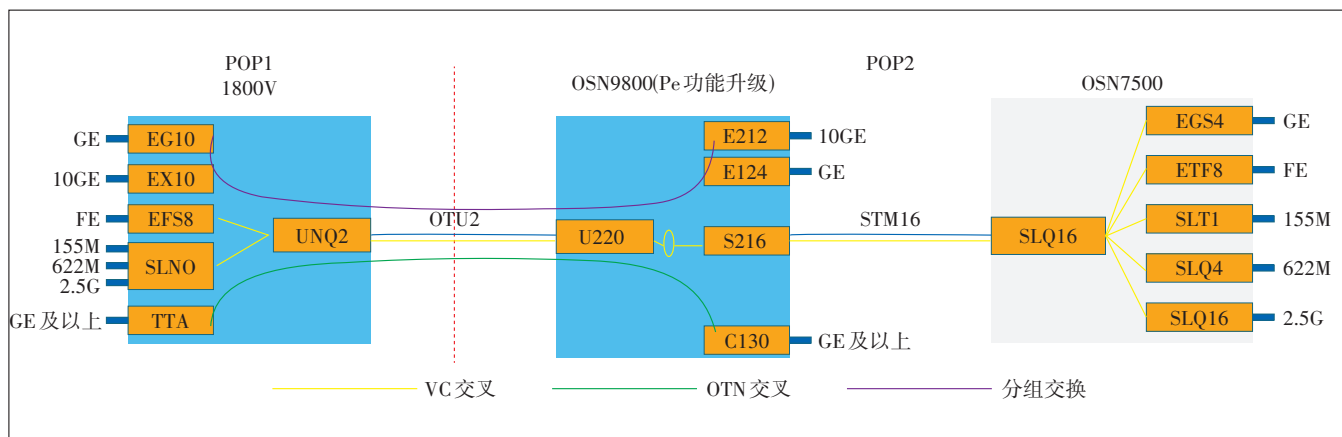


图4 PeOTN与OTN/SDH设备组网场景3

组交换功能,1800V和OSN9800设备之间通过OTU2通道进行组网,可实现基于VC、OTN、分组交叉的业务传输。OSN7500和OSN9800之间可进行基于VC交叉的SDH组网连接,区别于场景2的透传2.5 Gbit/s带宽。

POP2节点GE以下刚性管道业务需求可经过OSN7500与OSN9800之间的SDH组网通道传送至OSN9800,且通过OSN9800的统一交叉板封装进POP1和POP2的OTU2通道内,传送至POP1节点的1800V进行落地。GE及以上刚性管道业务需求可基于1800V和OSN9800的ODUK/ODUflex映射进行承载。

POP1和POP2之间对刚性管道和时延无硬性要求的客户电路需求可通过1800V和OSN9800的分组交换功能承载,线路带宽和刚性管道需求共享OTU2。

此方案中,各种类型和速率的业务电路对OTU2组网带宽的占用完全跟随业务带宽的增长而线性增加,相比于场景2 SDH链路直接占用2.5 Gbit/s带宽的承载方式更加灵活,且在市场前端可对同种速率的不同承载方式(分组或VC/OTN)进行区分定价,细化市场。

### 2.2.4 传输专线承载方式

对于银行、期货、证券交易公司等有刚性管道(物理隔离)、低时延、低抖动要求的客户专线,622 Mbit/s以下颗粒电路可通过PeOTN的VC交叉功能配置TDM或EOS客户侧板卡来实现承载,GE以上颗粒可通过

PeOTN的ODUK/ODUflex映射配置OTN类型板卡实现承载。

对于OTT、零售业、教科文、制造业等对刚性管道没有要求的客户专线,可以利用PeOTN设备的MPLS-TP技术,配置分组交换板卡承载FE~10GE多种速率业务。分组交换功能可对多种速率业务进行汇聚收敛,节省组网带宽,从而提升国际传输网络的经济效益。PeOTN承载业务颗粒度分布如图5所示。

### 2.3 Liquid OTN传输专线承载分析

Liquid OTN也是一种硬管道的专线承载技术,相比于传统OTN,它定义了灵活弹性的新容器OSUflex,实现网络硬切片的颗粒度达到2 Mbit/s,支持2 Mbit/s~100 Gbit/s任意速率业务接入,极大提高传输通道利用率。它可以大幅简化网络传输层次,不需要通过VC12-VC4-STM16-ODUk、MPLS\_TP-PW-LSP-ODUk逐级封装,降低了时延和带宽竞争的影响。

Liquid OTN封装映射方式包括2种,方式1:OSU over ODUflex,与现网OTN能够共存和互通;方式2:OSU over ODUcn,全新Liquid OTN网络,Liquid OTN映射方式如图6所示。

同时,在交叉平台上,Liquid OTN还需要兼容传统OTN,传统OTN是基于ODUk颗粒交叉,也就是说Liquid OTN应支持ODU和OSU的混合交换,如图7所示。

### 2.4 PeOTN、Liquid OTN承载方式对比

PeOTN虽然只有一个物理层,但是OTN/VC/分组

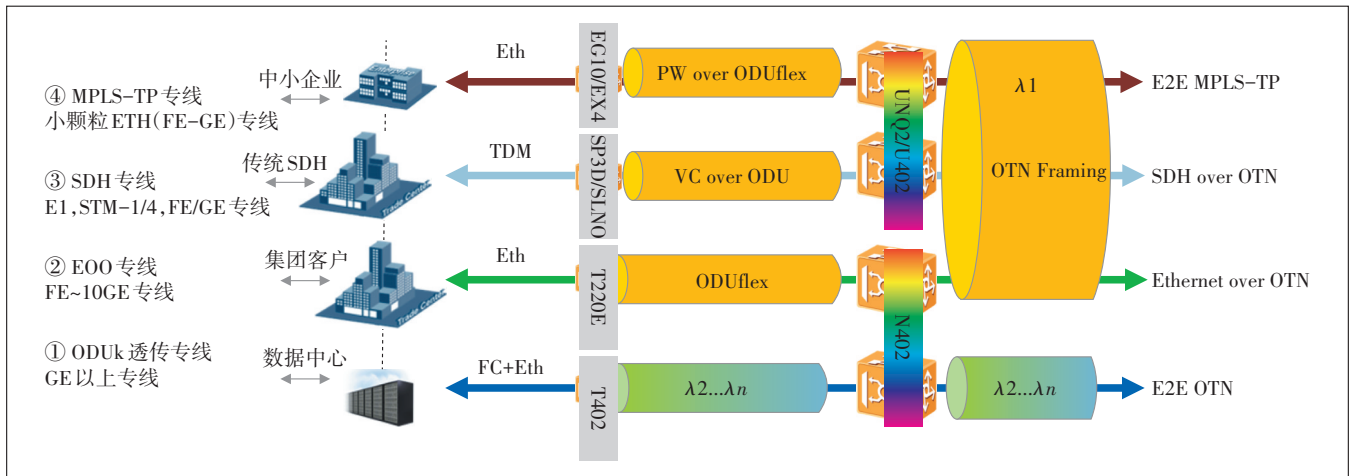


图5 PeOTN承载业务颗粒度分布

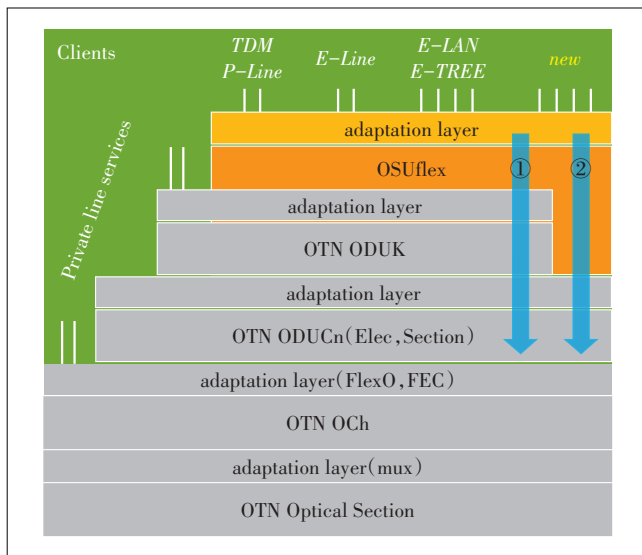


图6 Liquid OTN映射方式

等3种电路交叉/交换技术混合使用显著提高了业务调度、维护的难度和复杂性;从境外POP点到境内本

地网,传输专线的终端落地设备多种多样,各区域网小颗粒传输设备发展的进度不一致,造成每开通一条电路,都需要从A端到Z端逐段适配,AZ设备若不匹配,需要在中间落地转接,增加了电路调度的人工干预和交付时间;目前市场对于PeOTN承载的MPLS\_TP业务并不认可,主要出于软性带宽和时延等方面考虑。

Liquid OTN具备极简的网络架构,可通过一种交叉技术(即一个逻辑层)提供2 Mbit/s~100 Gbit/s任意速率的硬管道业务,可实现超低的时延和灵活高效的业务承载。PeOTN和Liquid OTN承载专线业务详细对比如表1所示,红色字体为国际传输专线重点关注对比因素。

### 3 结束语

经过多年的发展,PeOTN设备功能逐渐完善成熟,在支持传统SDH/OTN等业务的接入和交叉能力前

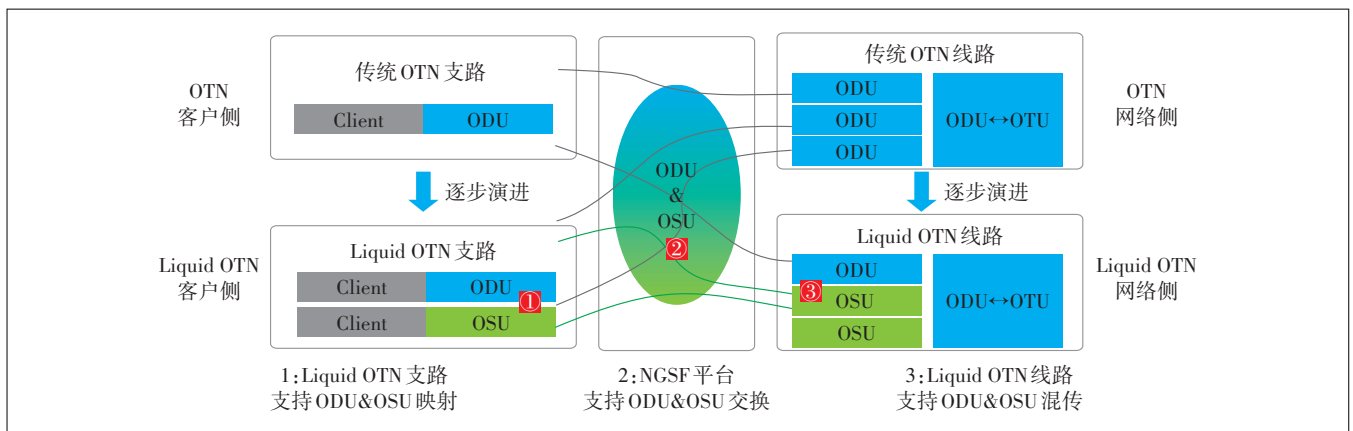


图7 Liquid OTN兼容传统OTN

表1 PeOTN和Liquid OTN承载专线业务对比分析

技术	PeOTN			Liquid OTN
	MPLS-TP专线	VC专线	OTN专线	
带宽质量	软管道,带宽共享,存在抢占	刚性管道、硬隔离,带宽独占	刚性管道、硬隔离,带宽独占	刚性管道、硬隔离,带宽独占
政企大客户竞争力	差	高	高	高
安全性	一般	高	高	高
时延	轻载时延低,重载时延大	时延较低且稳定	时延最低且稳定	时延最低且稳定
资源管理	网络可用带宽,管理复杂	网络可用带宽,易管理	网络可用带宽,易管理	网络可用带宽,易管理
可变现带宽	一般最高70%	低阶100% 高阶10%~100%(和需求相关)	10%~100%(和需求相关)	100%
带宽调整	支持(端口+ODUflex)	支持(端口+LCAS)	支持(ODUflex)	支持(端口+OSU)
	最小颗粒64 kbit/s	最小颗粒2 Mbit/s	最小颗粒ODU0(GE)	最小颗粒2 Mbit/s
SDH兼容	落地转接,分段管理	平滑挂接,管理界面可端到端	平滑挂接,管理界面可端到端	平滑挂接,管理界面可端到端
可靠性	支持PW APS、Tunnel APS、LAG等保护	支持VC SNCP、VC LMSP、LAG等保护	支持ODUk SNCP、ASON等保护	支持OSU SNCP、ODUk SNCP、OTN ASON等保护
业务类型	支持FE/GE/10GE/100GE	不支持100G大带宽	支持FE/GE/10GE/100GE/STM-N	支持FE/GE/10GE/100GE
	不支持E1/STM-N	支持E1/STM-N/FE/GE/10GE	不支持E1	暂不支持E1/STM-N

前提下,新增分组交换功能,具有适合各种粗细颗粒业务、端到端的组网能力。但PeOTN也存在部分局限性,如业务调度、维护难度高,AZ段设备能力必须匹配等问题。

Liquid OTN大幅简化网络传输层次,可以实现2 Mbit/s~100 Gbit/s的任意速率电路的端到端调度和带宽灵活调整,降低了维护和管理难度,更切合未来OTN网络智能化、扁平化、极简化的发展方向。

考虑到SDH停产,Liquid OTN还未商用,而PeOTN可以通过现网OTN设备升级实现且可融合现网存量的SDH设备,建议过渡期仍采用PeOTN和SDH设备混合组网的方式承载传输专线,待Liquid OTN成熟商用后,可考虑在扩建的OTN节点优先采用或根据需求规划新建Liquid OTN平面,保证国际传输网的整体先进性和竞争力。

参考文献:

[1] 李允博.光传送网(OTN)技术的原理与测试[M].北京:人民邮电出版社,2013.  
 [2] 徐青.承载大客户专线的PTN网络HQoS规划优化[J].通信技术,2018,51(12):2914-2919.  
 [3] 汪洲燕,王岩,王睿.基于基础架构的PEOTN组网应用研究[J].邮电设计技术,2015(3):26-30.  
 [4] 焦暘.运营商大客户承载专网建设模式探讨[J].电信工程技术与标准化,2014,27(6):62-64.  
 [5] 班超,赵同刚.POTN技术及组网应用[J].软件,2012,33(12):277-281.

[6] 简伟,马小梅,师严,等.面向城域综合承载的分组增强型OTN技术及应用需求研究[J].邮电设计技术,2015(3):16-19,7.  
 [7] 张纬卿.城域网引入分组增强型OTN技术的应用策略分析[J].邮电设计技术,2015(3):20-25.  
 [8] 中华人民共和国工业和信息化部.分组增强型光传送网(OTN)设备技术要求:YD/T 2484-2013[S].北京:人民邮电出版社,2013.  
 [9] 胥俊丞,李相前.PeOTN设备应用场景及现网引入策略浅析[J].邮电设计技术,2015(5):69-74.  
 [10] 杨曦,王书勋,赵林,等.基于VC-OTN大客户专线精品承载网探讨[J].电信工程技术与标准化,2019,32(3):87-92.  
 [11] 赵光磊.综合业务承载需求猛增POTN成产业新热点[J].通信世界,2011(30):29-30.  
 [12] 唐迪.基于现有本地网的PEOTN组网应用[J].中国新通信,2018,20(12):98.  
 [13] 李阿勇.大客户专线市场发展趋势和最佳体验的OTN承载方案[J].电信技术,2017(1):73-74.  
 [14] 王玥.ATM:从综合承载网到大客户专线网络[J].通信世界,2013(5):41.  
 [15] 李洁,陈震,周岐华,等.一种新型的OTN技术[J].光通信技术,2020,44(11):3.  
 [16] 蒋明明.Pe-OTN关键技术及SDN化演进方案研究[D].北京:北京邮电大学,2016.

作者简介:

王翔,毕业于西安电子科技大学,工程师,硕士,主要从事干线传输及国际传输网络的规划设计工作;黄书广,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要从事干线传输及国际传输网络的规划设计工作;乔月强,毕业于北京邮电大学,高级工程师,主要从事干线传输及国际传输网络的规划设计工作。