

PeOTN技术在政企精品网专线中的部署与应用研究

赵凤霞

中国联通通信有限公司淄博市分公司 山东淄博 255000

摘要：随着政企客户对大带宽、低时延、高可靠专线需求的持续增长，以及传统MSTP（多业务传送平台）网络因技术局限性进入逐步退网周期，PeOTN（分组增强型光传送网）凭借其业务灵活调度、光传送高可靠、简化运维和支持网络平滑演进等融合技术优势，成为适配承载政企精品网络专线的核心技术。本文首先对比MSTP与PeOTN的技术特性，明确PeOTN的适配优势；随后从网络部署、组网拓扑、业务承载、多层级保护四个维度，设计针对政企场景的PeOTN网络部署方案；最后结合现网应用案例，验证方案在带宽提升、时延控制、业务可靠性方面的实现效果，提出PeOTN与云网融合的发展方向。研究推进政企专线升级及政企客户选择网络承载方案，为运营商提供组网参考。

关键词：PeOTN；政企精品网专线；网络部署；业务保护；MSTP退网

一、引言

（一）研究背景

随着数字经济推动政企客户业务加速数字化转型，金融客户电路需保障高频交易的微秒级时延，政务网需支撑跨区域大数据安全传输，企业大客户需满足多云互联的大带宽需求。而传统MSTP网络基于TDM（时分复用）架构，存在带宽调整灵活性差、升级成本高、适配新业务能力弱等问题，已无法适配政企大客户的核心要求，逐步进入退网周期。

与此同时，PeOTN技术通过在OTN（光传送网）中融入分组（Packet）处理单元，既保留了OTN的大带宽和高可靠性，又具备分组网的带宽灵活调度能力，可实现任意带宽的按需调度分配，成为实现“政企业务需求”与“网络技术升级”的关键承载网络。因此，研究PeOTN在政企精品网专线中的部署与应用效果，具有重要的实践和应用价值。

（二）国内外研究现状

国外运营商较早开展OTN技术在政企专线业务中的应用探索，Verizon、AT&T等企业已实现基于OTN的跨区域政企专线覆盖，但在分组化增强（即PeOTN）的场景化适配方面，仍以通用方案为主，缺乏针对政企客户差异化需求的定制化设计。

国内方面，三大运营商也均已启动PeOTN网络建设：中国移动在2022年提出“政企精品网PeOTN化”战略，中国电信聚焦“云网融合”场景推进PeOTN入云部署，中国联通Peotn部署工作正在各地积极推进，取得了显著进展。

（三）研究意义与主要工作

本文的研究意义在于：填补现有研究在“区域级PeOTN部署全链路设计”的空白，为运营商提供可落地的方案模板，同时支撑政企客户理解PeOTN技术的实际价值。

本文的主要研究工作包括：

对比MSTP与PeOTN的技术特性，明确PeOTN的适配优势；设计“分层部署、按需组网、差异化承载、多层保护”的PeOTN部署方案；结合联通实际网络案例，验证方案的应用效果；分析PeOTN当前面临的挑战，并提出未来融合发展方向。

二、相关技术概述

（一）MSTP技术特性与局限性

MSTP以SDH（同步数字体系）为基础，支持E1、以太网等多业务接入，曾是政企客户专线的主流承载技术，但存在明显局限性：带宽灵活性调度性差，基于TDM固定时隙分配，带宽调整需重新配置时隙，无法实现“按需扩容”；

时延与升级成本高：多业务封装层级多，端到端时延通常超过20ms，且10G以上带宽升级成本是PeOTN的

作者简介：赵凤霞（1978—），女，汉族，山东省聊城人，大学本科，工程师，研究方向为光传送网。

2倍左右；

新业务适配能力弱：无法高效承载云互联、AI训练等大流量、突发型业务，易出现带宽瓶颈。

(二) PeOTN技术核心特性

PeOTN在OTN框架下引入分组交换单元，核心特性可概括为“三高一低”：

1) 高带宽：支持OTU4 (100G)、OTU5 (200G) 接口，OTU6 (400G)，满足政企客户长期带宽增长需求；

2) 低时延：采用OSU (光切片) 技术，可将传统的5层封装结构优化为3层，简化业务封装层级，单站时延降低70%以上，端到端时延可控制在5ms以内 (同区域)，符合金融交易、远程控制等低时延场景；

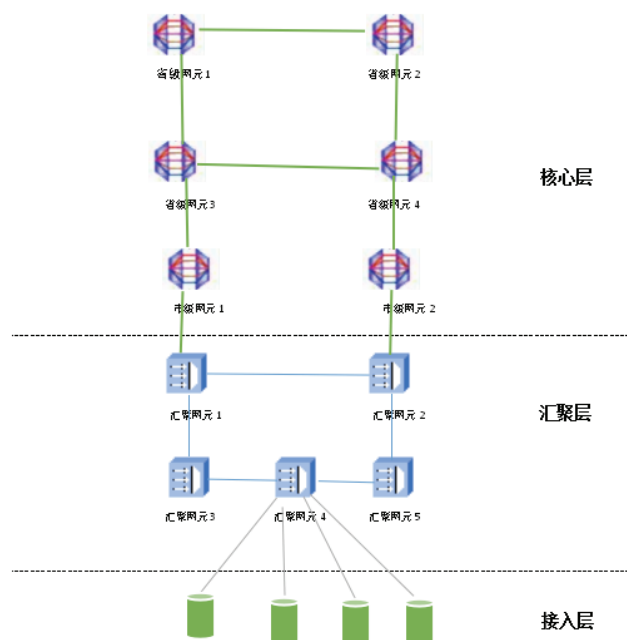
3) 高可靠：继承OTN的光通道保护 (OCP)、子网连接保护 (SNCP) 机制，可实现业务“50ms内自愈”；

4) 灵活调度：基于分组标签 (MPLS-TP) 实现带宽动态分配，支持“2M至100G带宽按需无损调整、业务快速开通”。

三、PeOTN在精品政企专线中的部署方案设计

(一) 部署节奏：分层部署、分层推进、匹配业务增长

基于政企客户的地域分布与业务优先级，采用“核心层先行、汇聚层跟进、接入层补全”的分层部署节奏。即采用经典的三层网络架构设计，自上而下分别为核心层、汇聚层和接入层。各层网元功能明确，分工协作，共同构建成为高效、稳定可靠、可扩展的政企专线网络。



核心层：作为网络的“主动脉”，部署100G PeOTN

设备，构建骨干传输环网络。连接省级和市级核心网络节点，用于覆盖省级、地市级政企核心节点 (如政务云中心、金融数据中心，医疗、教育等行业中心等)，该层提供高带宽冗余备份能力，满足跨区域大带宽专线业务需求，确保跨区域业务高速、稳定、可靠传输；

汇聚层：作为区域内的“主干道”，同样部署100G PeOTN设备，通过环形或链形组网接入核心层。用于覆盖区域内政企汇聚节点 (如区政务大厅、中型企业园区)，实现“区域内业务汇聚”及业务集中管理和高效转发；

接入层：作为连接用户的接入节点，部署10G PeOTN设备，采用星形组网接入汇聚层，直接面向街道级接入点、小微企业和企业分支机构，提供灵活、经济的专线接入服务，满足各类用户的多样化业务需求。

这种分层网络结构不仅保证了网络的高可靠性和扩展性，也方便后期的维护管理和容量升级，同时满足各类用户的业务需求。

(二) 组网拓扑：场景化选型

根据政企客户的业务分布与可靠性需求，设计三种组网拓扑：

环形拓扑：适用于核心层、汇聚层，高可靠性需求场景 (如金融数据中心互联)，通过“双节点接入+环网自愈”，实现业务零中断，冗余度高；

星形拓扑：适用于接入层、小微企业分散接入场景 (如园区内多企业接入)，通过一个汇聚节点覆盖多个接入点，简化运维、降低成本。

链形拓扑：适用于业务节点呈线性分布的场景 (如高速公路、铁路监控网)，在长距离线性场景下，组建链形拓扑，所需链路最短，建设成本最低。

(三) 业务承载：差异化适配政企业务需求

针对政企客户的三类核心业务，设计专属承载方案：金融客户专线通过“硬管道+标签隔离”，强化低时延与安全性，适配金融交易类高敏感业务；OTN硬管道和MPLS技术，通过OTN光层波长切片 (如10G/100G波长) 为金融业务分配单独OTN物理传输波道，与其他业务所用波道实现物理隔离，避免带宽争抢，端到端时延可控制在5ms以内 (城域场景)。在同一OTN波道内业务，为不同金融客户业务分配独立MPLS标签，实现逻辑层面的二次隔离，防止数据帧交叉泄露，将以太网业务 (如金融交易报文) 直接映射到OTN帧中，减少传统IP转发的“以太网→IP→MPLS→OTN”多层封装，进一步降低转发时延，同时支持毫秒级的故障倒换，倒换

时间 < 50ms。

政务大数据专线以“环形组网+动态扩容”支撑大带宽下的可靠性，匹配政务数据的大规模传输需求；

云互联专线用“按需分配+按量计费”实现成本优化，适合云业务的弹性调度场景。

表1 PEOTN三层网络架构图

业务类型	核心需求	PeOTN 承载策略	带宽适配范围
金融专线	低时延、高安全采用	高安全采用OTN硬管道+MPLS-TP标签隔离，减少封装层级	100M~10G
政务大数据专线	大带宽、高可靠	环形组网+业务备份，支持带宽动态扩容	1G~100G
云互联专线	灵活调度、低成本	采用“分组虚通道+按需带宽分配”，按实际用量计费	500M~50G

(四) 业务保护：构建多层次防护体系

为保障政企业务连续性，设计“设备-链路-业务”三层保护机制：

设备级保护：核心节点部署主备板卡、主备电源，支持板卡故障自动切换，切换时间<50ms；

链路级保护：核心层采用“双纤双向环”及光波道保护（OCP）；汇聚层采用“链路1+1备份”，当主链路中断时，自动切换至备用链路；

业务级保护：对高优先级业务（如金融交易）采用“1+1”路径保护（主备路径同时传输，接收端选优），对普通业务采用“N+1”共享保护（N条业务共享1条备用路径），平衡业务可靠性与投资成本。

四、应用效果分析——以某省联通为例

(一) 案例背景

某省联通在2023年启动PeOTN政企精品网专线建设，覆盖省内11个地级市，服务政务、金融、企业客户共230余家，替换原有MSTP专线180余条，提升了客户业务运营效率，网络安全性及数字化金融服务能力。

(二) 关键指标改善

带宽提升：核心层带宽从MSTP的10G提升至100G，政务大数据专线的传输速率提升8~10倍，可支撑4K高清视频会议、跨区域大数据同步；

时延降低：金融专线端到端时延从MSTP的22ms降至4.5ms，满足高频交易“时延<10ms”的核心要求；

业务可靠性：通过多层保护机制，业务中断率从MSTP的0.3%降至0.02%，未发生一起因网络故障导致的

政企业务中断事件；

开通效率：专线开通周期从MSTP的72小时缩短至18小时，客户满意度提升35%。

(三) 成本效益

虽然PeOTN初期设备投入比MSTP高30%，但通过“精准匹配业务需求”、“按需带宽分配”“简化运维”，长期运营成本降低；

带宽利用率从MSTP的40%提升至85%，减少带宽资源浪费；

运维人员效率提升50%（单人员可管理的专线数量从20条增至30条），年运维成本降低20%。

五、挑战与未来发展

(一) 当前挑战

兼容性问题：部分老旧政企客户设备仅支持MSTP接口，需额外部署MSAP设备，增加投资成本；

成本压力：100G以上PeOTN设备成本仍较高，中小政企客户的接入门槛需进一步降低；

智能化不足：AI驱动的智能运维能力需要进一步提升。

(二) 未来发展

云网融合深度推进：未来PeOTN政企精品网专线将与云服务进行更深度融合，实现云网一体化部署和管理。通过云网协同，为政企客户提供更灵活、高效的云接入和组网服务，满足企业数字化转型过程中对云资源的快速访问和灵活调度需求。

智能化水平不断提高：利用大数据、AI等技术，实现网络的智能化运维和管理。同时，借助AI算法实现智能路由优化、带宽动态分配等功能，提高网络资源的利用率。

服务模式创新：将更加注重客户体验，推出更多个性化、自助化的服务模式。例如，客户可以通过自助服务平台实现业务的自助办理、带宽的按需调整、故障的实时监控和快速定位等，提高客户的运维效率和满意度。

充分利用SDN/NFV：通过SDN控制器提供全局网络视图和网络调度能力，实现PeOTN网络的集中化调度、运维。结合NFV部署虚拟化业务功能（如防火墙、流量清洗），SDN与NFV协同工作将大幅度提升网络灵活性、敏捷性和运维效率；

绿色节能：研发低功耗PeOTN芯片，优化设备散热设计，降低网络运行能耗，契合“双碳”目标。

结论

本文针对政企精品网专线升级需求,设计了PeOTN网络的分层部署方案,通过场景化组网、差异化业务承载、多层级保护,实现了“高带宽、低时延、高可靠”的政企精品专线承载目标。结合实际应用案例表明,PeOTN可有效替代MSTP,在带宽提升、时延控制、可靠性保障方面优势显著,同时通过长期成本优化,具备经济可行性。未来,随着PeOTN与云网、SDN/NFV深度融合,其在政企数字化转型中的支撑作用将进一步凸显,为运营商与政企客户创造双赢价值。

参考文献

- [1]ITU-T G.709.光传送网(OTN)的接口标准[S].2020.
- [2]工业和信息化部.“十四五”信息通信行业发展规划[Z].2021.
- [3]刘太蔚,郭祥明,韩磊.某省联通PeOTN网络部署方案研究[J].邮电设计技术,2022(6):45-49.
- [4]牛文林,陆源,张立明.基于PeOTN的云网融合方案研究及实践[J].山东通信技术,2023(3):1-5.