

面向城市光网的新型环路检测机制 ——上海“城市光网”技术创新和应用实践之八

蒋 铭¹, 郑 洁², 杨炜洁²

(1. 中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122; 2. 中国电信股份有限公司上海分公司 上海 200120)

摘要

城市光网网络规模运营后,用户环路成为网络运营中凸显的故障。本文主要介绍了现网中发现的环路故障,提出了典型的环路类型,分析了环路检测的原理以及现有技术方案的缺陷,并且结合实际网络运维经验,创新性地提出了适用于城市光网的环路检测机制和流程。

关键词 城市光网;无源光网络;环路检测机制;OLT;ONU

文献标识码 A doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2012.10.021

1 背景

在互联网流量规模增长、应用和内容极大丰富、用户个性化需求不断提升的背景下,运营商网络面临越来越严峻的挑战。运营商对网络实施了基于无源光网络(PON)技术的 FTTx 网络建设模式,为用户提供了有效、高速、可管可控的信息通道,承载灵活多样的业务,满足以视频业务为代表的带宽消耗型业务对网络基础带宽能力的需求。移动互联网、三网融合、物联网等新的应用和运营模式,对网络的可靠性、稳定性以及智能性提出了更高的要求。

新技术的应用势必会引发各种各样的问题,在城市光网运营初期,也出现了各种各样的故障,用户环路就是一种典型的故障,这种故障不仅涉及接入网,甚至对城域网的核心设备会造成冲击,在极端情况下会使某些设备甚至网络瘫痪,严重影响了网络的可靠性。由于用户行为的不确定性和业务的多样性,因此每次环路故障所带来的现象都不一样,很难根据经验来判断,因此必须采取适当的环路检测方法,来预防甚至消除潜在的故障,提高网络的可靠性和

可靠性。中国电信股份有限公司上海分公司(以下简称上海电信)在城市光网的运营中进行了技术创新和应用实践,提出了一套适用于以 PON 技术为核心的光纤接入网的环路检测机制,并在网络上规模应用,取得了很好的效果。

2 城市光网中的环路故障

环路一直是二层网络中的隐患问题。环路的形成是由于目的路径不明确导致混乱,引起数据分组进入黑洞,严重的曾导致网络瘫痪。在新型的光纤接入网络中,用户侧一般采用多以太网端口的 SFU/HGU,并且提供了丰富的业务。由于用户多,PC 上网的需求日益增多,用户通常会以接入小交换机等方式实现多终端上网或者观看 IPTV。但是如果用户使用不当,则会很容易在用户侧产生环路。

在城市光网的运营中出现过很多起由环路引起的故障,比如用户的 IPTV 业务不流畅、多播业务黑屏、用户语音时好时坏且声音断断续续等。由于用户侧的设备环路引起上联汇聚交换机甚至业务路由器性能劣化,产生影响批量用户业务的故障,大面积地损伤网络。另外,环路引起的

故障表象不同,且没有任何规律,给故障排查带来了很大难度,使得故障处理时间拉长。

从目前的网络运营现状来看,运营商们在网络侧的电信级设备上均启用了一定的保护机制,如端口隔离、广播/多播分组抑制等功能,提高了网络节点的可靠性,基本杜绝了网络设备产生环路的可能性,因此环路的产生主要集中在接入网。通常情况下,光纤接入网主要存在以下 3 种环路,如图 1 所示。

第一种是不同 ONU 之间通过网线互联造成的环路,如图 1(a)所示。这种环路包括:不同 PON 口下的不同 ONU 之间的环路;同一 PON 口下不同 ONU 的环路。

第二种情况是用户侧的网络设备,如家庭网关、SFU 等,自身的不同物理端口之间出现的物理环路(网线互联)。

第三种情况是在用户侧的网络设备某一物理端口下,由于用户自身的原因产生的物理环路。

从实际情况来看,在上述 3 种环路中,第一种环路发生的可能性很小,第二种和第三种类型发生的可能性很大,也就是说主要的环路发生在用户的终端侧(设备内部)。

3 环路的检测机制

解决环路问题最切实有效的办法就是从环路的发起端进行检测,尽早破除环路,降低网络风险。环路检测机制的工作原理是设备向用户端口周期性地发送环路检测报文,通过监控用户侧收到的环路检测报文来检测网络是否形成环路。如果用户侧收到环网检测报文,则说明下游网络存在环路,并将收到该报文的端口或者相应的用户终端的端口去激活,实现环网消除,上报告警给网络管理系统。

OLT 应该具备环路检测的功能,基于每个用户的 VLAN 周期性地发送环路检测报文,检测 OLT 下可能产生的环路。原则上,OLT 是能够检测出如图 1 所示的 3 种类型的环路问题。但是 OLT 全局性地开启环路检测功能后,一方面会降低 OLT 系统的性能,CPU 周期性地发送报文会大幅度地增加 CPU 的负担,因此报文检测的周期不会太频繁;另一方面,对于如图 1(b)和图 1(c)所示类型的环路检测效率很低,检测周期会很长,甚至于在极端情况下环路已经存在了一段时间后才能检测出来,对网络造成了一定损伤。因此,合理地配置检测周期等参数后,OLT 的环路检测功能更加适合于周期性地检测 PON 口下或者跨 PON 口下 ONU 之间的环路,如图 1(a)所示。

从光网终端设备包括 ONU 或者 PON 上行的网关实现角度看,光网终端也应具备环路检测的功能。由于终端位置靠近用户侧,只能检测出如图 1(b)和图 1(c)的环路。光网终端可以模拟每个用户端口上的业务行为,基于业务 VLAN 发送环路检测报文,判断用户侧端口或者某个端口下是否存在环路。光网终端设备检测环路的准确度较高,并且没有增加设备的实现复杂度,易于实现。

4 上海电信在环路检测机制上的技术创新与应用

4.1 现有技术方案

从上海电信城市光网的运营来看,图 1(a)所示的环路故障很少见,主要的环路故障是如图 1(b)和图 1(c)所示的用户终端侧的环路故障。为了解决用户环路的问题,上海电信进行了大量的探索和研究,对现有的设备解决方案和技术标准进行了深入的分析。

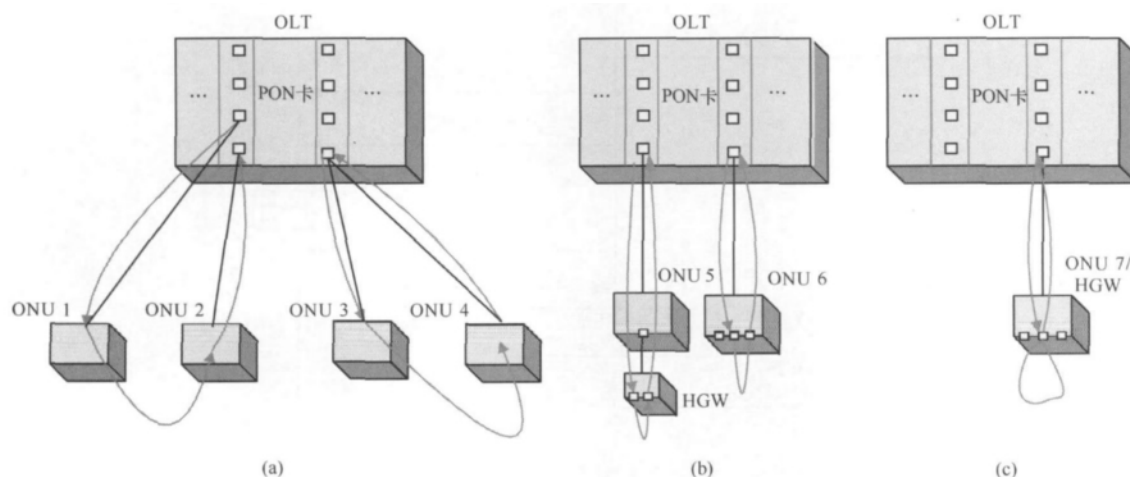


图 1 光纤接入网中典型的环路类型

首先,在 OLT 上可以启用广播报文抑制功能,在一定程度上会降低环路对其他网元节点的影响。但是在实际网络运营中广播报文抑制的速率是一个很头疼的问题,不仅会冲击网元的 CPU 利用率,还有可能在极端情况下抑制掉用于正常通信的广播协议报文,造成用户业务的中断。目前,广播报文抑制速率的最优值仍处于探索阶段,因此这种方法仅作为辅助的手段。

其次,解决环路问题最核心的办法就是从环路的发起端进行检测,破除环路。比较通用的检测方法是生成树协议。OLT 和 ONU 设备都具备开启生成树协议的能力,但是经过测试验证,笔者发现家庭网关从国际标准定义和设备实现上均不支持对 STP 报文的解析,接收到 STP 报文后会将其丢弃,导致环路检测失效,因此生成树协议是无法在接入网中使用的。

最后,由于各个厂商的终端设备都会有一些私有的环路检测机制,但是实现的方法、配置的参数及达到的效果均不一样,很难适用于上海城市光网中不同厂商设备的部署要求和远程管理要求。

综上所述,现有技术方案很难满足以 PON 为核心技术的光纤接入网中的环路检测要求,必须制定一套有效的环路检测机制和流程。

4.2 城市光网的技术创新

上海电信在环路检测机制上进行了技术创新和应用实践,综合考虑了现有网关设备的能力以及环路检测的有效性,创新性地提出了一种新型的环路检测方法,图 2 给出了 ONU 启用环路检测机制的流程。

为了能适应现有不同终端的要求,环路检测的报文目的地址应为广播地址,且建议环路检测报文的以太网类型为 0xFFFA。环路检测功能打开后,定时向用户端口发送私有的环路检测报文,必须强调的是,考虑到业务的多样性,因此环路检测报文必须能够模拟每个端口的所有业务的 VLAN 行为,发送相应 VLAN 的环路检测报文。为解决网络中出现的环路问题,环路检测功能涉及的参数包括环路检测报文发送的时间间隔、每个端口的 VLAN 以及端口故障恢复的时间间隔等。

ONU 检测出环路后,还需要具备相应的能力来监控环路是否取消。因此 ONU 需要主动发送检测报文以确定环路问题是否恢复。在设备实现时,需要特别注意的是,由于还无法确定环路是否消除,因此设备可以通过软件或者硬件的方式发送和接收环路检测报文,但是不能转发任何数据业务。通常自动检测环路故障恢复的时间间隔可设为 5 min。当检测到环路故障恢复正常后,ONU 设备应支

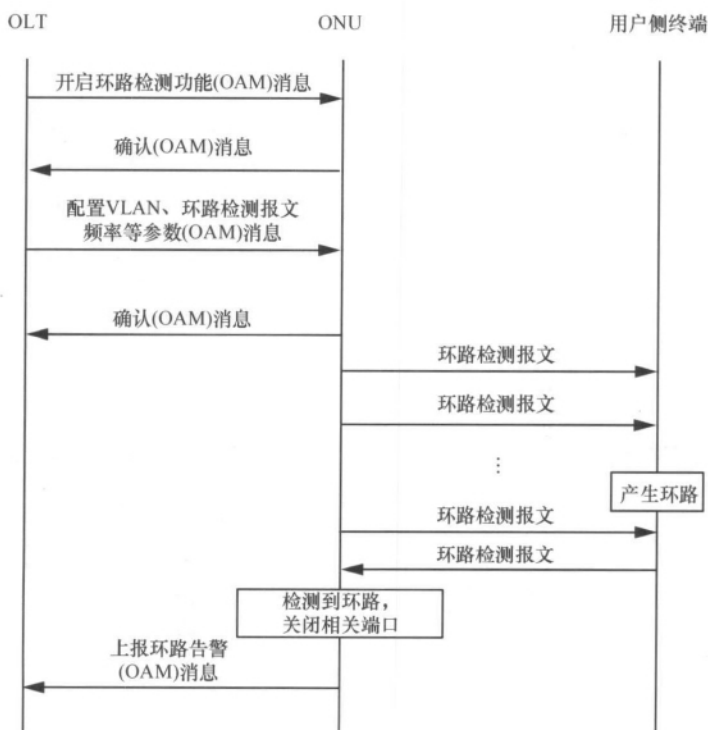


图 2 环路检测机制实现流程

持自动恢复故障端口的工作状态,并清除故障告警。必须指出的是,当检测到端口还存在环路故障时,故障端口仍保持在关闭状态,但不应重复上报故障告警,以减轻 EMS 的告警压力。

4.3 城市光网中环路检测机制的部署策略

从原理上来说,OLT 启用环路检测功能是能够检测到如图 1(a)中所列出的所有环路故障。但是由于 OLT 上所配置的业务 VLAN 数量很大,OLT 要周期性地依次发出不同 VLAN 的环路检测报文,当环路出现在用户终端侧的时候,OLT 要花更长的时间才能检测出故障,效率低,且维护成本大,在一定程度上对网络造成影响。另外,考虑到 ONU 之间产生环路的可能性极小,因此在城市光网中 OLT 暂未开启环路检测功能。

ONU 侧应开启如图 2 所示的环路检测机制。但是考虑到厂商设备的实现以及扩展 OAM 消息的定义及开发,因此在实施上分成了两个阶段。

第一阶段(临时方案):为了能及时解决和控制现网环路的故障,在厂商设备实现扩展 OAM 配置环路检测相关参数之前,ONU 设备默认开启环路检测功能且本地固化相关的参数,如检测报文发送间隔默认 2 s,检测环路是否恢复的检测报文间隔为 5 min。结合城市光网的 VLAN 规划,在 ONU 上默认配置环路检测报文的 VLAN。

第二阶段(最终方案):为了实现异厂商设备的互通,制定了用于环路检测的扩展 OAM 消息,可以实现 OLT 远程配置环路检测相关参数,包括检测报文的 VLAN、发送间隔及故障恢复的时间间隔等。

目前,城市光网中已经实施了第一阶段的方案,已经在上海城市光网中大规模应用,能够很好地消除环路故障,效果良好。

4.4 环路检测机制的管理探讨

从设备管理的角度来讲,对于 SFU 和 MDU 设备,环路检测机制功能应由 EMS 统一进行管理和配置。而 PON 上行的家庭网关设备,该功能的管理权限是不同的。实际上,PON 上行的家庭网关是一个 EMS 和 ITMS 统一管理的设备,按照功能分工和业务运营要求,EMS 负责 PON 相关的功能管理,而 ITMS 负责二层及以上功能的管理。原则上,环路检测功能应该由 ITMS 进行管理。但是现有的 ITMS 存在以下问题:

- ITMS 的定位主要是用于业务的自动开通和发放,如果让 ITMS 增加故障诊断和监控的功能,无疑会急剧增加 ITMS 的负担;

- 对于故障事件的处理均采用周期性(如间隔 15 min)上报的方式,无法做到实时上报告警,环路会扩散到网络中。

因此,在城市光网中由 EMS 对所有的终端设备实现环路检测功能的配置管理和告警管理,并且 EMS 通过北向接口将告警信息上报给 OSS。

5 实际网络中环路故障的排查手段

网络环路的出现在日常维护中会给运维人员带来很大的困扰。在 OLT 及 ONU 尚未全部开启环路检测功能之前,经过长期实践,上海电信的运维人员对现网环路故障通常采取的排查方法进行了总结。

5.1 手工查询

手工查询主要是通过命令行方式人工找出成环的用户位置。运维人员检查环路的步骤非常复杂,首先需要登录 OLT 设备,用命令行分别查询 OLT 上联口学习到的 MAC 地址和 OLT 下联 PON 口学习到的 MAC 地址,将查询结果保存成文本文件并进行排序,在正常情况下用户的 MAC 地址只会出现在下联 PON 口,但是如果 OLT 上联口也能学习到用户 MAC 地址的话则说明出现了网络环路。运维人员利用命令行将成环用户的 MAC 地址定位到相应的 ONT 设备,通过更换成环的用户端设备最终达到排除环路故障的目的。这种排查方法在时效性方面略有欠缺,如 OLT 下有大量用户在线,或者成环的用户端设备不止一个时,手工查询的时间会相应拉长,如果此时环路用户正好离线或者关电,将会给排查带来一定的难度。

5.2 工具查询

PON 综合网管系统在现网的运维中具有相当强大的功能,合理运用 PON 综合网管系统的相关模块,可以为网络环路的排查带来便利。通过 PON 综合网管系统对指定的单台 OLT 或部分 OLT 设备实现自动环路检测功能。由 PON 综合网管系统自动获取检测所需的相关信息,如 MAC 地址、ONU 信息等,并自动完成比对工作,并且通过北向接口将相关信息上报给 OSS,实现自动化的环路排查,极大地减轻运维人员机械繁琐的工作量,提高工作效率,切实保障光网络的建设和维护。

6 结束语

基于 PON 的 FTTx 网络在主流运营商均实现了规模部署,当用户数逐渐增多后,用户环路成为目前网络维护

应用 App Store 模式 建设电信企业级应用系统

黄倚霄, 梁 勇

(中国移动通信集团广东有限公司 广州 510623)

摘要

为了实现信令监测系统“灵活数据采集、统一数据共享、应用快速复制”的目标,避免“烟囱式”信令应用的出现,本文提出利用目前个人应用市场中风行的 App Store 模式来构建信令监测系统。本文对“烟囱式”系统产生的根源进行了分析,并进一步对采用 App Store 模式建设企业级应用所具有的优势、实施的关键点和 App Store 架构与发布共享流程进行了初步的探讨和论证。

关键词 App Store;分散建设模式;省集中建设模式;应用分布与共享;信令监测系统
文献标识码 A doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2012.10.022

1 引言

目前在中国移动通信集团省公司内部存在着众多“烟囱式”企业级应用,这种“烟囱式”的应用系统带来了诸多

问题,具体介绍如下。

- 系统数量多,管理难度大,大量的重复建设造成运算资源、存储资源和带宽资源的浪费。
- 数据分散在不同的系统中,口径不一,形成数据“孤

中的重点和难点问题。本文提出环路检测机制可以有效地检测和消除用户环路故障。从网络维护和管理角度,运营商应严格把关 PON 设备的产品质量,减少和避免因为

质量问题导致的环路故障。另外,电信维护人员要在解决问题中积累经验,建立完善的业务发放和网络维护体系,提高网络的顽健性。

A New Loopback Detection Mechanism for Metro Optical Network

Jiang Ming¹, Zheng Jie², Yang Weijie²

(1. Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China;

2. Shanghai Branch of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract Loopback is a critical failure in PON, especially in mass deployment of PON network. This article describes the typical phenomenon in real network and provides the typical loopback failure model. Then the principle of loopback detection and the disadvantages of current solution are analyzed. Finally, based on the hands-on experience in network management, we propose a new loopback detection mechanism and the related procedure which are widely used in metro optical network of Shanghai Telecom.

Key words metro optical network, PON, loopback detection mechanism, OLT, ONU

(收稿日期:2012-09-27)