

电信级以太网的技术发展 及其部署思路

Technology Development and Deployment Strategy of Carrier Ethernet

中图分类号:TN915; TP393.4 文献标识码:A 文章编号:1009-6868 (2008) 06-0033-04

摘要: 电信级以太网正逐渐由标准化和试验走向现网部署和应用。虽然各种电信级以太网技术在可靠性保护能力方面有较大提升,但在服务质量(QoS)、操作、管理、维护(OAM)方面尚有待完善,多厂家互通性的问题也尤为突显。电信级以太网的部署应以满足业务需求为导向,综合考虑相关技术和标准的成熟度、部署成本、对现有网络改造的复杂度以及异厂商互通性等因素,根据技术特点为不同的应用场景灵活选择适当的组网技术。

关键词: 电信级以太网;以太网自动保护交换(EAPS);虚拟专用局域网业务(VPLS)

Abstract: Carrier Ethernet (CE) is gradually stepping away from standardization and testing to the deployment in current network. Although a variety of CE technologies have a great increase in reliability, their Quality of Service (QoS) and Operation Administration Maintenance (OAM) are yet to be improved, and the problem of multi-manufacturers interoperability is especially highlighted. The deployment of CE should be services-oriented, and the maturity of relevant technologies and standards, the cost of the deployment, complexity of reforming existing network as well as interoperability should be considered, then according to the technical characteristics the appropriate networking technology for different scenes can be chosen.

Key words: Carrier Ethernet (CE); Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS); Virtual Private Local Area Network Service (VPLS)

随着IP对传统技术的逐步取代,全网IP化的趋势不可阻挡,而与IP有着天然融合优势的以太网,正以其低廉的每兆带宽性价比、简单的管理、灵活便利的业务加载和低成本等诸多优势,逐渐突破局域网应用,成为城域网的主流组网技术之一。以太网技术的发展,一方面体现为传送速率的提升,从10 Mb/s到10 Gb/s以太网;另一方面体现为性能的增强,在服务质量保证(QoS)、可靠性和可管理性等方面,不断有新技术的涌现。

城域以太网技术在应用到运营

商网络时需要满足电信级的要求。目前,运营商在城域宽带接入网中采用的普通以太汇聚网络,无法满足下一代网络(NGN)、网络电视(IPTV)等高质量业务的需求,具体表现在:无法满足可靠性保护要求;操作、管理、维护(OAM)能力较差,未能提供较好的业务管理和网络运维的手段;端到端有保障通道难以建立等。为了区别于传统的以太网应用,体现运营级特征,业界提出了电信级以太网(CE)的概念,是指可应用于运营商网络的、具备扩展性、QoS、可靠性、安全性和可

管理性的城域以太网。采用电信级的以太网组网技术对运营商的IP城域网进行优化,使得IP城域网具备多业务承载的能力,成为当前电信运营商网络建设的一项重要内容。

1 电信级以太网技术发展现状

在市场和技术的双重驱动下,目前CE技术和产品百花齐放,技术种类繁多,设备档次亦参差不齐。主流技术包括传统以太网增强技术、虚拟专用局域网业务(VPLS)技术、运营商骨干传送(PBT)技术、弹性分组环(RPR)技术等。下面就几种主要的CE技术进行分析和对比。

1.1 传统以太网增强技术

传统以太网增强技术是在传统以太体系构架下进行优化改进,提供高可靠性和扩展性,其主要特点是传统以太网的接口特性、转发特性无本质变化。改进和增强主要在控制层面,以达到电信级保护的目的。传统以太网增强技术主要包括以太环网技术、链路保护技术、多生成树(M-STP)技术等。传统以太网增强技术可以在现网以太网交换机上通过简单的软件升级来实现,不需要更换

现网设备。

以太网自动保护交换(EAPS)^[1]是针对传统以太网交换机提出的改进型快速收敛算法,主要用在以太网环形拓扑中。在运行EAPS协议的交换机上进行虚拟局域网(VLAN)控制报文的交互以检测环路故障,当发生故障时主节点进行链路切换。EAPS具有面向环和Mesh拓扑的二层保护机制以及面向VLAN的保护,可以提供100 ms的恢复时间,而且故障检测不需要OAM的介入,完全自动。

环网技术在对可靠性能增强的同时,也存在一些不足,如环上远端节点调度次数多,扩展性受限。EAPS只能环形组网,灵活性受限。此外,这类技术不具备公平性算法,不太适合宽带上网等流量大、突发较强的业务,容易存在设备间带宽不公平占用问题。

1.2 VPLS以太网技术

VPLS^[2]是在点到点多协议标签交换(MPLS)基础上进一步发展而成的多点互联的二层虚拟专用网(VPN)技术,将广域网的MPLS扩展到以太网的接入层。从用户角度,仿佛所有站点都连接至一个专有局域网(LAN)。从业务提供者角度,可以重新利用IP/MPLS基础设施来提供多种业务。VPLS基于MPLS,采用两层MPLS标签封装,独立于具体物理拓扑,且能支持任意的逻辑拓扑结构,具有较高的组网灵活性,还可以利用MPLS的流量工程实现资源配置的最佳化。VPLS主要存在以下优点:

- 利用快速重选路由(FRR)技术代替以太网的生成树(STP)和快速生成树(RSTP)保护,可以实现50 ms的保护倒换时间;
- 通过可扩展的访问控制列表(ACL)能力和每用户的ACL控制,提供了较安全的控制和策略机制;
- 具有良好的二层汇聚能力,且提供分层的VPLS(HVPLS),进一步改进了扩展性,使用户数可以扩展到百

万级;

- 能够区分并保证每用户中的不同业务流量,网络业务配置简单,业务提供快;
- 具有清晰的运营网和用户网间的界限,便于管理。

VPLS在二层设备上采用复杂的三层协议建立信令,设备成本相对较贵。且协议栈层次多,运行配置比较复杂,特别是对于数千个节点的大型城域网的管理运行成本较高。另外,采用双MPLS标签增加了协议开销,导致转发小包时效率不高。但是,对于IPTV等新型高级业务需求较为强劲的大型城域网而言,VPLS依然是一个有前瞻性的技术选择,特别是核心网部分。

1.3 PBT技术

PBT^[3]是媒体接入控制(MAC) in MAC的增强技术。MAC in MAC由IEEE 802.1ah定义为采用用户以太帧再封装运营商以太帧头的技术,使得每个报文具有两个MAC地址,核心网只根据运营商MAC地址转发流量,除边缘节点外均不需学习大量的用户MAC地址,降低了MAC地址表的容量要求,且两层MAC地址标注了清晰的运营网和用户间界限,安全、便于管理。PBT在MAC in MAC基础上,关掉了MAC学习功能,消除了导致MAC泛洪和限制网络规模的广播功能,并采用了VLAN标识(VID)+MAC(60 bit)作为全球唯一地址;引入了面向连接的骨干网隧道保护机制,通过网络管理和控制台进行配置骨干网隧道配置,能够提供严格的QoS、带宽预留和50 ms保护。

PBT技术利用了MAC in MAC的MAC地址隐藏的优点,同时也存在以下问题:

- 现阶段没有信令支持,只能通过网管设备进行部署。需要增加额外的MAC头,信元开销较大;
- 仅仅能提供点对点的业务,不能支持以太网中普遍的点对多点的

业务;

- 仅仅能提供一对一的路径保护,没有引入MPLS-TE中的本地修复方式。导致保护路径在网络中增多,同时收敛速度在路径增多时没有办法保证50 ms;

- 需要全网设备都要更换才能支持这种方案。并且与(数字用户线路接入复用器)DSLAM设备的连接无法保护,不能做到端到端的保护。

1.4 RPR技术

RPR^[4]技术是IEEE 802.17工作组标准化的一种新的MAC层技术,是工作在开放系统互联(OSI)协议栈第二层的MAC协议,和物理层无关,可运行于同步光纤网络(SONET)/同步数字体系(SDH)、以太网和密集波分复用(DWDM)之上。RPR技术融合了SDH故障自愈的高可靠性与以太网的经济性、高带宽、灵活性、可扩展能力等优势,基于环型拓扑提供了数据优化的带宽管理、高性能多业务传输解决方案。

目前主要有两类RPR设备:纯RPR设备和内嵌RPR的MSTP设备,中国主流光通信设备厂商大部分选择开发内嵌RPR的多业务传送平台(MSTP)设备,但应用较少。

1.5 方案对比和分析

对于上述几种主流的电信级以太网技术,不难看出:

在可靠性方面,目前主要的几种电信级以太网技术在可靠性方面均能达到50 ms的要求,只有通过软件实现的以太环保护技术的保护倒换时间在100 ms左右。当然目前业务也未必需要严格的50 ms保护,语音业务在150 ms~250 ms故障恢复中就能基本保障用户无感知。

在QoS方面,除了VPLS和RPR有严格的QoS保障机制外,其他CE技术基本上还是采用802.1P等优先级保障机制,与传统以太网相比,没有本质上的改善。另外一种QoS保障思路

是在业务接入点(BRAS/SR)上实施层次化QoS,而降低对电信级以太网QoS保障的要求。

在OAM方面,大部分电信级以太网都基于802.1ag/ITU-T Y.1731实现OAM管理,VPLS和PBT在OAM实现方面比较领先,而其他电信级以太网技术目前只实现了一些基本的OAM维护手段,如链路检测等。

2 电信级以太网技术的标准化和产品化

很多国际标准化组织各自从不同的角度和侧重点出发,对CE的标准进行了不同的努力与工作。

国际电信联盟远程通信标准化组(ITU-T)主要关注运营商网络的体系结构,因此其关于以太网技术和业务的标准重点是规范如何在不同的传送网上承载以太网帧,包括SDH、光传送网(OTN)、异步传输模式(ATM)和MPLS等。

美国电气电子工程师学会(IEEE)主要关注以太网技术标准的制订,而不是以太网业务标准的定义。IEEE目前正在制订的以太网标准主要包括:802.1QVLAN、生成树协议(802.1d、802.1w、802.1s)、802.3ad链路汇聚、802.3ahEFM以及802.17 RPR等。

互联网工程任务组(IETF)主要关注如何在分组网络中提供以太网业务。IETF PWE3工作组目前正在制订业务封装和业务模拟的标准。L2 VPN工作组负责制订由运营商提供的L2 VPN实施方案,包括虚拟专线业务(VPWS)和VPLS等。

城域以太网论坛(MEF)^[5]作为电信级以太网的主要标准化组织,主要从4个方面开展技术工作:城域以太网的架构、城域以太网提供的业务、城域以太网的保护和QoS、城域以太网的管理。在架构方面,MEF提出了独立于各种技术的城域以太网的体系结构和用户网络接口(UNI)参考点。业务方面主要从用户的角度定义了城域以太网的业务框架,并明确了

业务类型。在保护和QoS方面针对城域以太网提出了保护模式、机制和QoS功能框架,即定义了执行和维护服务等级保证(SIA)所需的QoS功能和特性。管理方面提出了城域以太网的网络管理接口,并从网络分层、子网划分、子网拓扑、网络连接4个方面对接口进行规范。

在厂商产品支持方面,目前主要是针对上述几种主流技术所开发的设备。另外也有很多厂家提出了独特的电信级以太网产品,其中VPLS技术比较成熟,在国外运营商中有一些小规模部署和应用,如英国电信、西南贝尔(SBC)等。以太环网技术目前还不是很成熟,很多交换机设备厂商都基于RFC3619(EAPS)推出了以太环网设备,但由于各厂家的实现方法不尽相同,如状态机、帧格式等均存差异,同时,产品存在软硬件实现两种方式,这就导致了各厂商EAPS设备无法互通,只能采用单个厂商的设备来组环。目前,运营商和标准化组织正在积极推进EAPS互通标准的制定,以解决多厂家的互操作问题。RPR技术比较成熟,但支持的厂家较少。

目前的电信级以太网产品在QoS和OAM方面和传统的以太交换机相比较无较大的突破,特别是OAM还不是很成熟,另外对于电路仿真支持也不够。因此电信级以太网产品总体上还不是很成熟,虽然目前各种技术在可靠性方面都已基本满足较高的可靠性要求,但是在QoS和OAM方面仍然还有待完善。总体来说,电信级以太网尚缺乏大规模部署的案例,目前国内外运营商多处于积极试点阶段。

3 电信级以太网的建设和部署思路

目前电信运营商的竞争重点已经逐渐从骨干网转向了城域网,建立经济、高效、支持多业务综合承载的城域传送网络已成为各大运营商的共同目标。如何根据各种电信级以太网技术和设备的特点,结合运营商的

实际需求来进行应用和部署,是目前国内外运营商需要解决的重要问题。

3.1 业务发展的驱动

运营商对电信级以太网的部署主要是以业务需求为导向,以网络电话(VoIP)、IPTV等多媒体业务为代表的新型业务部署要求城域宽带接入网在以下几个方面进行网络能力的提升:

- 在带宽、用户和业务的规模和容量上具备高度灵活的扩展性;
- 具备快速保护恢复能力,能满足软交换和IPTV等关键业务的运营需求;
- 具备QoS保障能力,从用户和业务两个维度提供差异化服务;
- 具备严格的流量和业务准入控制能力,满足高价值封闭业务的安全运营。

3.2 网络改造的出发点

目前,城域宽带接入网存在星型网络的单节点和单链路故障问题,缺乏弹性和可靠性,部分设备的QoS和安全机制尚不完善。从业务需求的角度出发,运营商的宽带接入网络应着重解决以下问题:

- 提供电信级的可靠性和稳定性,解决星型网络的单节点和单链路故障问题,提供二层域保护,同时尽量避免多级级联;
- 支持多业务部署,完善QoS机制,提升高等级实时业务的质量保障效果,同时能支持各种差异化服务的提供;
- 提高网络可管理性,提供丰富的OAM手段,降低运营成本(OPEX);
- 提供高带宽接入能力,满足用户带宽需求的急剧增加。

3.3 部署范围

对于中国运营商城域网网络规模较大,BRAS/SR的部署层面较低,CE的定位主要是在业务接入点以下的二层接入和汇聚层面。未来,随着

技术的成熟,也不排除在整个城域内应用电信级以太网组网的可能。

3.4 部署思路

CE的部署应以满足用户和业务需求为根本导向,着力提高网络的可靠性、差异化服务能力和OAM能力,实现对不同业务的隔离和多业务的综合承载,并应重点对电信自营转型业务和高端大客户接入实现相应高等级保障。

在满足业务持续发展需求的前提下,还需充分考虑投入产出比,根据网络现状、业务运营的实际状况以及宽带接入网技术发展趋势,制订分步骤的实施计划,达到满足业务发展、降低网络建设成本、规避投资风险的目的。

在技术的选择上,CE技术的选择应综合考虑相关技术和标准的成熟度、部署成本、对现有网络改造的复杂度以及异厂商互通性等因素。各种技术都有其自身的优势与不足,可根据不同的应用场景灵活选择。例如,VPLS可应用于城域核心,用以提供城域网VPN等大客户带宽业务;EAPS可应用于环网拓扑,承载对可靠性要求较高的运营商自营关键业务。

在各类技术中,基于传统以太网

技术增强的以太环网方案在快速保护倒换和组播复制方面有较大的提升,能够解决传统数据网保护能力弱、故障恢复时间长的问题,且可以基于现有网络改造实现、部署成本较低,可以做为当前的可操作方案。但如前所述,由于其在QoS、OAM以及电路仿真支持等方面均不够理想,尤其是多厂商的互通尚需推进,因此还有许多问题有待解决,距离大规模应用尚有差距。运营商应结合实际网络和业务需求,积极推进相关技术的改进和异厂商产品互通。

4 结束语

在业务和技术的双重驱动下,CE技术已取得较大的进展,成为城域网技术中势头最猛的一支生力军。但在支持电信级特征的同时,也在复杂性和成本方面付出了一定的代价。CE的部署目前尚缺乏大规模应用案例,需要在实践中继续探索,积极推进技术优化和标准化,为在运营商网络的规模应用奠定坚实的基础。

5 参考文献

- [1] SHAH S, YIP M. Extreme Networks' Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS) Version 1 [S]. RFC 3619. 2003.
- [2] Draft-ietf-l2vpn-vpls-bgp-08. Virtual Private LAN Service (VPLS) Using BGP for

Auto-discovery and Signaling [S]. 2006.

- [3] IEEE 802.1Qay. Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Virtual Bridged Local Area Networks, Amendment 7: Provider Backbone Bridge Traffic Engineering [S]. 2007.
- [4] IEEE 802.17. IEEE Standard for information technology—Telecommunications and Information Exchange Between Systems—Local and Metropolitan Area Networks—Specific Requirements, Part 17: Resilient Packet Ring (RPR) Access Method and Physical Layer Specifications Resilient Packet Ring Working Group (RPRWG) [S]. 2007.
- [5] Metro Ethernet Forum [EB/OL]. www.metroethernetforum.org.

收稿日期:2008-07-10

作者简介



徐向辉, 中国电信股份有限公司北京研究院工程师。硕士研究生毕业于电信科学技术研究院通信与信息专业,现从事IP网络技术研究工作,研究方向为融合业务承载和VPN组网。已发表论文10余篇。



陈运清, 中国电信股份有限公司北京研究院教授级高级工程师,中国通信科技委数据组成员,北京邮电大学兼职硕士研究生导师、高级工程师。硕士研究生毕业于北京邮电大学通信与电子系统专业,自2002年进入中国电信北京研究院以来从事了大量IP/MPLS组网、城域网、行业应用解决方案、宽带无线接入等方面的课题研究工作。

中兴通讯发布新一代ALL IP承载网解决方案 引领全业务新时代

2008年10月21日,中兴通讯在2008年中国国际通信设备技术展览会(PT/EXPO COMM CHINA2008)发布了新一代ALL IP承载网解决方案,旨在为运营商在全业务运营下的转型提供强大动力。

中兴通讯的新一代ALL IP承载网解决方案可以实现多种传统和新兴业务、固网和移动业务的统一和融合,实现了统一的全业务承载,减少了设备投资,促进了带宽的提升,简化了网络维护管理,总体上降低了运营商的TCO。

中兴通讯IP网络产品总工程师范成法介绍:“中兴

通讯的新一代ALL IP承载网解决方案通过创造性地将MPLS与ZESR的结合,有效解决了MPLS的扩展性问题,使MPLS真正可扩展到网络边缘,并且在节点、链路故障的情况下,均能实现业务的50 ms级保护;利用中兴通讯的NetNuman N31统一管理平台,可以对IP承载网的设备实现综合化的管理,对MPLS VPN业务实现便捷的部署;通过Native组播与ZESR的完美结合,有效解决了组播的快速保护问题;通过同步以太网、IEEE 1588等技术的实施,以及对TDM/ATM的PWE3仿真,使移动Backhaul成为承载网中一种很自然的业务类型;通过各种技术的配合,可对ALL IP承载网中的HSI、IPTV、VOIP、VPN、IP RAN等业务承载提供灵活的、最优的支持。”