

以太网从诞生到今天已经走过了二十几个年头,伴随着IP的大发展,以太网也已经一统江湖,98%以上的局域网采用以太网标准构建。在这二十多年中,以太网标准不断推陈出新,在速率、安全、稳定性等各方面均有成系列的标准,而环网保护标准无疑是以以太网标准家族中最有特色、发展道路最坎坷,但同时是最有发展前景的一类标准。

以太网协议中,规定了一种报文分发复制的机制叫做广播,也叫做“泛洪”,它解决了局域网内部设备最初“相互认识”的难题。然而,广播被人们所熟知不是因为它的便利,而是一个更加恐怖的词——“广播风暴”,“广播风暴”已经成为了网络瘫痪、系统崩溃的代名词,是所有人所竭力避免的。环网结构,正是因为能够引发“广播风暴”,没有在以太网领域取得类似在SDH中所取得的统治地位。

在以太网环网保护技术的标准发展历程中,先后经历了“STP孤独领跑”、“标准林立”、“ESRP一统江湖”几个时代,不同的技术标准先后登场,在历史的舞台上留下了自己或轻或重的一笔,很好地诠释了标准间相互借鉴、取长补短的发展格局。

## 孤独的领跑者——STP

由于环网结构是最经济的冗余保护拓扑,业内人士一直对它进行着不懈的研究,希望找出一种既能实现网络保护,又能避免广播风暴的办法。STP(生成树协议)在此时应运而生,它通过阻塞环上端口的方式来避免广播,使得环网结构在以太网中有了些应用。从此STP开始了长达10多年的孤独领导状态,在STP这颗大树下,伴生出了RSTP、MSTP以及Cisco私有的PVST等枝枝叶叶。这些“xSTP”协议在STP的基础上进行了扩展,不同程度地提升了STP的功能、性能,使得STP一族成为以太环网领域绝对的领军人物,在长达十多年的时间里,进行了孤独的领跑。

但由于STP协议机制本身所限制,收敛时间比较慢,从检测到成环到完成重新转发,需要几十秒的时间,于是在电信级的网络应用中,环网还是遭到了弃用。即便后来RSTP、MSTP性能(收敛时间缩短到秒级)、功能(支持多域)对STP有了较大的扩展和增强,依然无法满足电信级网络对于倒换性能的要求。

## 战火纷争、标准大战

RPR弹性分组环技术是第一个在环网拓扑下实

# “环上的精彩”

## ——以太环网保护技术发展纵论

中兴通讯 | 黄鸿儒

### ITU-T G.8032再统江湖

ITU-T G.8032 ESRP以太环网标准吸取了EAPS、RPR、SDH、STP等众多环网保护技术的优点,优化了检测机制,可以检测双向故障,支持多环、多域的结构,在实现50ms倒换的同时,支持主备、负荷分担多种工作方式,成为了以太环网技术最新的成熟标准。

正因为ESRP具有如此多的优点,必然在未来网络中得到广泛的应用,于是众多设备厂家也在后续标准的制定方面,展开了一场龙争虎斗,希望在未来环网标准之争中得到主导权。

在2008年12月举行的ITU-T SG15的全会上,要对以太网环网保护标准G.8032的V1版本的修订版(Amendment 1)进行讨论和表决,这个修订版主要增加以太网多环的保护方案。多环保护模型是G.8032标准中多环保护的技术核心,在实际网络中有较大的应用价值,技术实现难度大,也是各个厂商技术竞争的热点。

会上,中兴通讯、诺基亚西门子、阿尔卡特朗讯、华为等主流设备厂商针对多环保护模型展开了激烈的技术辩论,最终中兴通讯提出的“Sub-ring子环划分模型”脱颖而出,被大会采纳。ITU-T G.8032多环标准的发布,标志着以太环网保护技术真正具备了成熟商用的条件,各厂家基于标准的互通也成为可能。

追求更多功能、更高性能、更加安全是网络永恒的发展方向,以太环网技术走到现在已经日臻完善,并且逐渐扩展到其他拓扑环境,成为二层网络中重要的冗余保护手段。但技术的发展永无止境,“环上的精彩”仍将继续演绎。

现50ms级别倒换且适用于MAN范围传输的标准,一经推出便受到各方关注,成为城域网范围内传输的热点标准。

EAPS(RFC 3619)以太环网技术也在这时走入了人们的视线,EAPS吸取了STP和RPR的优点,在切换性能和成本之间取得了很好的平衡。由于消除了STP过多的中间状态,EAPS的保护倒换时间可以达到50ms级别。

EAPS完全遵循以太网的帧结构,利用主节点发送Hello报文检测环路状态,通过一个控制vlan可以对多个vlan进行保护,使得设备可以通过CPU来实现,无需额外增加新的硬件。正是因为EAPS切换速度快、实现简单、投资低,受到了众多设备厂商的追逐,如H3C的RRPP、北电的OESS、中兴通讯的ZESRPv1等都是基于EAPS,而运营商们也迫不及待地开始了试用和部署。

但由于RPR需要使用额外的硬件才能支持,用户投资高,升级维护困难,主流设备厂商逐渐放弃了对它的支持。

EAPS很快就被发现并不适用于实际部署,它只能检测单向链路,只能支持单环拓扑,链路状态消息容易丢失,而且由于EAPS只是一个草案标准,没有形成实际的标准,各个厂家均有自己扩展,相互之间基本无法互通。虽然在现在,EAPS已经逐步退出了历史的舞台,但它的出现给后续以太环网技术的发展指明了方向。

随着全IP时代、全业务运营时代的到来,更多的业务在以太网上进行承载,运营商对于业务安全的重视提升到了一个新的层次,大家开始重新思考网络的结构,如何能够在保证冗余的同时不产生广播风暴,同时保证切换对业务无影响呢?

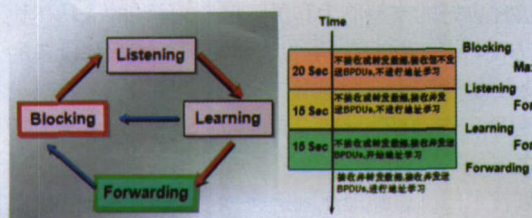


图1: STP工作状态机及定时器

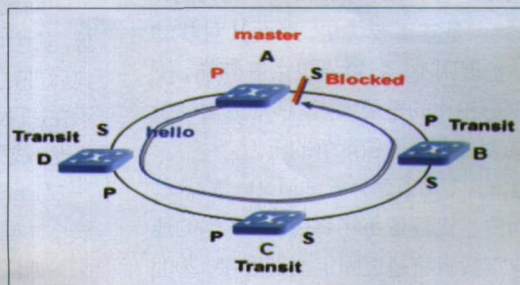


图2: EAPS工作原理



图3: ESRP工作原理