

# 彎曲評論

科技 · 人物 · 潮流



## 关于城域网的思考

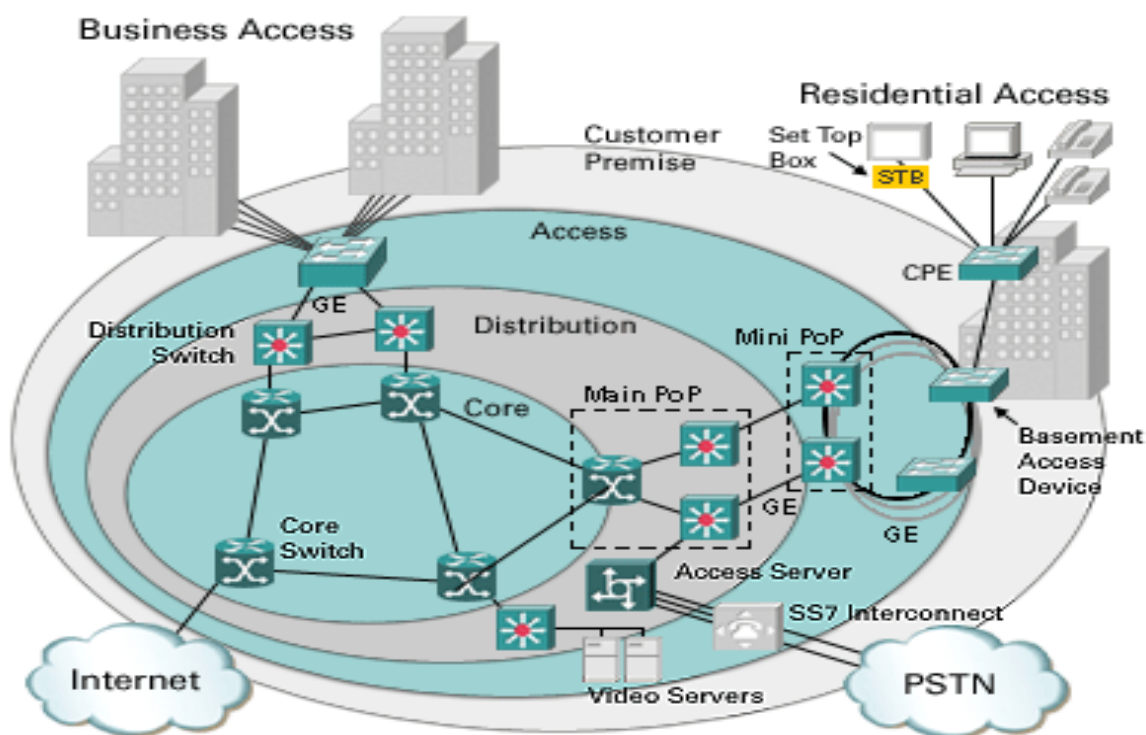
(上)

作者：理克

[totobeing@hotmail.com](mailto:totobeing@hotmail.com)

编辑：陈怀临

[huailin@tektalk.org](mailto:huailin@tektalk.org)



## 前言：

仍然是内外都忙，频繁出差，私事公事，身心俱疲，但也难以忘记曾经承诺给首席的关于ME的文章，因为最近偶然收到一个基层工程师关于城域网方案选型中why L3的议论，有一点点意思，所以想整理来借用一下，但直接发表显突兀，所以不得不罗嗦几句城域网的一些历史，因此有下面的文章，不想越写越多，感觉很罗嗦，很抱歉读者不能一下读到我才提到的文章，如果不喜欢读老太太说历史的内容，那么可以把精力放到对个人更有意义的事情上，作者非常支持读者

城域网目前已经成为承上（CORE）启下（access）的中心，所以成为运营商网络的建设核心，也因此成为IP网络技术的热点，在业务融合和TCO降低的驱动下的FMC更加速了城域网的重要地位，而POP设备的融合和service awareness的需求更增加了城域网的复杂性城域网的概念大概在90年代才开始，是在IP发展开始普及的时候成为internet承载网络的必不可少的一部分，因为在没有IP之前的数据流量十分有限，并没有充分的业务需求，此时的数据业务要么限制在LAN，要么是低速的基于传统交换机或者DDN的X25/FR WAN网络，这成为制约人类文明发展的barrier，从二战到80年代，在以20世纪初为开始的科学理论和实践创新为基础，40年的经济和技术积累，使信息和知识得到极大的丰富，已经开出超出人脑手动能力的范围，计算机的发展从一个根本上解决的local的问题，但是如何让整个人类能快速的接受已经爆炸的信息，需要创新的工具作为知识传播的引擎，那么在终端计算机化的情况下，网络的IP和路由就成为人类文明发展的理所当然的物理engine，夸张点说像四大文明中的造纸术和印刷术。

所以LAN和低速的WAN必须要颠覆，此前的X25/FR对ACCESS/METRO/CORE的区分并不明显，从协议上来说，X25的的极端复杂当初是为了应付当时线路的不稳定，而线路质量得到改善后的FR，大幅简化但仍然比较繁琐，这都不是太适合城域网的需求，此时基于Ethernet的LAN是另外还一个极端：极其简单，但其广播的本质，低可靠性和管理性也是以传统运营商主建城域网不喜欢的地方，建立数据传输城域网在90年代末PC和internet爆发时高速发展的情况下，是必须的，但是并没有100% perfect的技术，所以21世纪初几年的城域网建设就出现了几种选择

1、EOS：不是canon相机，是Ethernet over SDH/SONET，是MSTP（Multi-Service Transfer Platform，不是multiple spanning tree protocol）的主要组成部分，无论如何变化，基本就是在SDH上承载Ethernet，可以直接在SDH新建和升级扩容时支持，这是传统vendor极力推崇的方式，当然是利益问题，忽悠的要点无非是成本低，可靠性高，业务支

持强。当然事实并非完全如此，在MSTP下，有两种选择

(1) Ethernet L2/L3 Switch or Router over MSTP，L3 Switch和路由器的主要区别是路由能力和IP业务能力，当时的IP其实没啥业务，一个internet，包括零售和转售，一个是企业专线，这里的区别无非是路由capacity和capability，尤其是指BGP、GRE、uRPF、组播、MPLS/L3VPN等，这里可能更多的还是在MPLS/L3VPN的支持能力上的区别更有意义。决定L2/3 SWITCH和路由器的选择的关键是TCO，显然，switch要比router便宜的多，便宜的原因有技术复杂度导致基于以太的L2/3芯片得以海量使用的原因，也有思科在路由器市场垄断能力更高的原因。当然，实际上，无论是选择switch还是router，当时全球来看，大部分还是思科的市场。但在交换机门槛较低的中国，华为、港湾的拼杀下的思科也很无奈。抛开政治恩怨不说，对于运营商，即使路由器城域网再好，但毕竟成本是不好难承受的，并且从HA和QOS来说，当时的switch和路由器也并无很大的本质区别，并且当时并没有电信级的语音和视频需求，不需要很高的HA和QOS，当时热门的视频会议，在中国还发展出基于传统SDH/E1的标准，历史上也是中华争抢自主知识产权的field之一，当然当时的视频会议更多的是基于WAN的，对城域的需求有限。说到OAM，可能路由器更复杂，至少对工程师的要求更高，这对运营商是必须要考虑的实际问题，所以综合考虑，在当时的ME，基本上没有路由器的事，L2/3 switch大行其道，当然，对于思科，也是乐见其成，受益匪浅，并且因此思科在传统L2的ME技术方案上达到了细致入微登峰造极的地步，思科的65系列交换机是其中最经典的产品，也许今日思科在ME产品的尴尬，也和65的过分成功有些干系。一些具体情况，在后面的文章中会略作细数

(2) MSTP：对于传统的vendor，在思科IP产品的垄断态势下，直接对抗效果不佳，所以MSTP成为中华风的天下，包括在标准上的努力和斗争，当然华为挟在SDH的强大份额，肯定是这个市场的最大受益者。MSTP通过把TDM/ATM/ETH三网合一，接入SDH，比如可以叫single SDH，multiple service来忽悠运营商，确实很好，这里面ETH的处理，就是EOS，MSTP设备把L2甚至可以做到L3（实际上好像基本没有人这样做，还是只做L2）集成到MSTP设备中，把所有业务传到POP点处理，这在当时的业务需求下，也没什么不好，为什么还要增加一层switch或者router呢？并且L2也可以做简单的本地交换，所以基于MSTP的城域网，至少是中国城域网的一个主流方案。增加SWITCH/ROUTE的方案似乎可以把POP能分布更边缘一些，可以忽悠future-proof，但还是面对MSTP的成本和现实优势，也不太好抵挡。但是MSTP对当时的港湾是很难受益的，肯定要打击这个方案，当港湾准备大力进入光网的时候，因为触动的任老板的核心利益，因此痛遭灭门，被彻底根除，一代通讯天才男哥，也因此流落到不停的寄人篱下的地方，令人扼腕

基于EOS的城域网，其实利用率是很低的，一个是GF的物理封装浪费带宽问题，比如一个100M的ETH，需要155M的VC进行封装，2.5G的SDH，只能支持2个GE封装，10G的SDH到现在为止都不便宜，在当时10G SDH成为北电的利润仓库的情况下，无论如何是不会很便宜的。另外一个ATM和ETH是物理上独立的承载，没有multiplexing的，当然，在当时还没有成熟的TDM/ATM PW over MPLS/IP的情况下，也不可能multiplexing，所以整

体来看，基于MSTP的城域网成为主流也是历史的必然

2、 IP over WDM/fiber。毫无疑问，这是思科的始作俑，当然是基于自己地位和利益的考量，思科是清楚网络的发展趋势，所以根本不会去收购传统的光网络供应商，思科要的是near future、future和far future。无论从学术理论还是技术发展，IP over WDM无疑是正确的，但是无法让传统运营商放弃已经在光网上的投资，即使思科全部回购都未必能动摇运营商的决心，一个基层IP工程师的要求和薪水，和一个光网络工程师不是在一个level上，这对运营商即使拿到免费的IP网络都未必能承受的。这里主要的选择如下：

(1) IP over DWDM：城域的DWDM在当时是很难部署的，成本很高并且没有足够的业务买单，近几年才开始的城域DWDM还远没有普及，在当时是不可能的，所以思科虽然推出的当时IP+光的ONS15000系列，直到现在都没有市场，并且思科没有传统vendor的市场，所以这个方案既不符合传统运营商的利益，也没有自己的历史积累，所以对思科基本上没有成功的可能性

(2) IP over CWDM：这个可行性远高于DWDM，并且技术门槛也低，所以占领了一部分的城域市场，但大家都有份，思科并没有在这个上面获利很多，当时CWDM应该只有4个波，也就是只能有两个环，并且当时还没有10G的CWDM光模块，有也会很贵，所以CWDM的方案有一定的市场份额，但是并没有超出MSTP，毕竟MSTP可以说我的EOS是基于SDH的，有足够的可靠性，而CWDM+switch是没有这么高的可靠性的

(3) IP over ( dark ) fiber：不用说，IP独用，并且IP当时还不能做TDM/ATM仿真，传统运营商没法用，除非光纤足够丰富，但毕竟铺光纤也好，租光纤也会，都是要花不少银子的，所以这个方案也是很稀少的应用

现在看来是城域WDM化，TDM/ATM/ETH over MPLS/IP，N网合一，但是即使现在，许多运营商的方案还是让TDM/ATM自然消亡的migration方案，而不是立刻就迁移到IP，运营商有自己实际的考虑，从人力的能力到资源折旧的综合TCO，不是纯技术决策市场，需要smooth

总结一下这个阶段的城域网，比如大体可以在1998-2003年，主要是基于MSTP的EOS的城域网，主力产品是MSTP的SDH产品和L3交换机，受益厂家主要思科的交换机路由器产品，和以华为/AL为首的MSTP产品

## ATM插曲

上面的大段关于城域网的论述，居然没有提到曾经试图辉煌到甚嚣尘上的ATM，是不应该的，所以下面也谈一下ATM的

在我大学毕业前，ATM就是现在的MPSL，everything over ATM是最fashion的数通网络技术，从核心网到城域网到desktop，基于ATM的网卡都有，你说得多贵？我当时刚搞懂PC机的基本装机和基本C语言的DOS编程，对计算机世界上业界大拿的忽悠文章，只能剪下来收藏，以便以后能读懂的时候再拿出来学习，因为这个报纸和其重量比，基本是免费的，估计卖废纸的价格能很大程度上能弥补购买的成本，当然，我并没有试过，后来这一大堆剪报不知道在哪次搬家中丢掉了，即使没有丢，再拿出来，也许看到的是：早就不流行

了，现在哪还有人穿呀。所以当时最喜欢的还是上面的IT普及教育级别的文章，ATM是其中大体不懂而被收藏的topic之一，因为工作关系后来接触到ATM技术，所以现在仍然记得当时ATM剪报的事

上面的大段关于城域网的论述，居然没有提到曾经试图辉煌到甚嚣尘上的ATM，是不应该的，所以下面也谈一下ATM。但是ATM已经是昨日黄花，IT是吃青春饭的，ATM已是门前冷落鞍马稀，估计现在的80/90后没人喜欢看这青年才俊眼里已经可以算是老掉牙的老太太了，世态炎凉，人情冷暖，尽在IT人生，所以本篇内容，不得不在技术描述中加点人生调料，妄图借一点小资情调打开一下人老珠黄的尴尬场面。此正是：

人老尽靠粉扑面，唏嘘长叹谁见？强作欢颜为接客，遥想当年perfect，扼腕！

在我大学毕业前，ATM就是现在的MPSL，everything over ATM是最fashion的数通网络技术，从核心网到城域网到desktop，基于ATM的网卡都有，你说得多贵？我当时刚搞懂PC机的基本装机和基本C语言的DOS编程，对计算机世界上业界大拿的忽悠文章，只能剪下来收藏，以便以后能读懂的时候再拿出来学习，因为这个报纸和其重量比，基本是免费的，估计卖废纸的价格能很大程度上能弥补购买的成本，当然，我并没有试过，后来这一大堆剪报不知道在哪次搬家中丢掉了，即使没有丢，再拿出来，也许看到的是：早就不流行了，现在哪还有人穿呀。所以当时最喜欢的还是上面的IT普及教育级别的文章，ATM是其中大体不懂而被收藏的topic之一，因为工作关系后来接触到ATM技术，所以现在仍然记得当时ATM剪报的事

在ATM之前，IP的承载网络有两大challenges：一个是WAN的速度和业务不能兼顾的问题，以E1/E3为主的X25/FR显然是低速并且复杂的协议，而STM-1/4的颗粒比较大，并且基于TDM的，不能提供业务层面的复用，也没有精细的业务QOS的保证；另外一个就是ETH LAN，ETH是LAN王，但是没有HA/OAM/QOS的ETH是不会被运营商广泛用到WAN上的，在城域网的应用主要是来做internet，提供低成本高带宽复用的能力，和ATM是不一样的。

ATM的目标定位是比较清楚的：提供高速的single ATM network，multiple services supporting，在业务上，ATM精细化的定义了CBR/rt-VBR/nrt-VBR/UBR等多种业务管道，同时对每种管道，又提供多种AAL，主要是AAL1/2/5，其中AAL1和2在实际应用中区别并不明显，所以主要就是CELL ( AAL1/2 ) 管道和FRAME(AAL5)管道，一般来讲分别对应TDM和数据类的业务。同时ATM定义的很好的OAM机制，包括F4/F5，一般来讲，基于VC的F5 ( 不是负载分担设备的F5 ) 比基于VP的F4更多一些。以上只是对ATM的概括介绍，但管中窥豹也能看到ATM是一个多么perfect的协议，所以大家把它应用到anywhere，everything，包括desktop，在当时似乎也无可厚非，并且也确实有部分实际的应用。为此，ATM定义了很多IWF，包括ATM-ETH, ATM-FR(FR over ATM)等等

现在大家都急着把ATM phase out，尤其是北电在意料中的倒下更是加速了大家抛弃ATM的信心和速度，在商业社会里，资本是冷血无情的代名词，不要跟他们谈感情，那只会受伤更深。但是在当时，进入21世纪的时候，DSLAM、3G和NGN(soft switch/carrier VOIP)开始emerging的时候，并没有好的承载网络可以选择，要么速度低，要么缺少

service-awareness QoS，为什么一定要HA和QOS，因为DSLAM/VoIP、3G里面的语音问题，在今天看来，语音那么一点点流量，给他一点足够的带宽不久够了吗？但是这是后生可畏的想法，在当时，甚至有立法要求必须保留传统语音交换作为VoIP的备份，并且当时虽然大家看到数据会成为主要的revenue，但是毕竟语音还是现实的revenue，语音业务是基础，怎敢随便用一个网络承载语音，所以最早的DSLAM是ATM DSLAM，3G的R4之前的版本语音和数据都是ATM，并且当时业界有ATM和router之争，大家当然会互相PK，忽悠客户，当时大体的结果是对于运营商的综合业务网络，基本都建立了ATM network，而数据网络，有实力的运营商会选择建立以太网网络，包括EOS

从上面的performance看，北电选择ATM，抛弃路由器，也在情理之中，至少在revenue上还是赚了很多的。但是毕竟ATM已经过气了，所以ATM肯定是有问题的，从技术的观点看，ATM的完美和IP的简单是冲突的，这是违反IP网络的本质的，而IP是未来是毫无疑问的，所以ATM出局也是毫无疑问的。具体的表现在ATM的完美使其不得不复杂，复杂的结果就是严重影响了速度的提升，本质上是高速的成本太高，IP是属于平民化草根阶层的，ATM有点贵族气质了，草根喜欢大口吃肉，大口吃酒，这不是ATM能够忍受的人生，大家道不同，不足以谋，分手既然已是必然，又何必问佛诸多缘由，所以我们就此打住，顺其自然乃我道家真谛，强求合欢，快亦不快

对于起步阶段的中国厂商，不用说在ATM和IP之争的话语权，其中的权衡，连美洲的资深巨鳄都不能看清楚，我们也只能妄作分析，所以此时的国内厂商是两条腿走路，虽然不能把获取赌单的高额回报，但至少能获得生存资本，对于强权下的弱者来说，自然要有弱者的哲学，有毕其功于一役的时候，也要有compromising的时候，不可能全部都猛扑上去，也不可能总是compromise。但是大体上，在中国，似乎是ATM略占上风，长远来看，这是个错误的重点

ATM就先说到这里，在后面的FMC中还会有相当的篇幅考虑ATM迁移的问题，这个不得不处理的累赘也是运营商身上的肉，怎么割能尽量省钱还少伤筋动骨，不是小事

ATM本身是和X25/FR一样独立建网的，所以绝大多数运营商都有ATM城域网，后面城域网还要考虑ATM和MPLS比较等问题，但在这里先暂告一段落，因为笔者对ATM城域网建设的具体方案不是很熟，并且已经不fashion了，所以也就不去细追究了，有兴趣的读者和补充相关材料

下面在正式隆重推出AL的新ME方案前，要拿一章介绍一些非主流的的ME技术和以太网在AL ME的发展，为AL的主流新ME清理一下门户。

## 大片之前的加片

小时候看电影的时候，是露天电影，但露天和加片无关，全国人民在看大片前都要加片，具体内容忘了，可能有新闻或者教育普及之类的，有时候，最恐怖的是加片比大片还长:)

在正式介绍AL新ME之前，我们先多历史总结一下，在第一章里，忘记了一个最一种广泛使用的城域网方案，看了一下印度鬼子视频的开头才想起来：SDH的城域网，除了支持传统的TDM业务，其实主要提供的是business业务，包括企业专线和转售，具体方式可以是直接的E2E SDH管道，也可以是在城域网用SDH，在CORE用IP，下面简单罗列一下需求和技术

基本需求：

语音：需要好的QOS和HA，可以是TDM的SDH，或者后来支持TDM的ATM

数据：需要低成本的大带宽，那么ETH最好

那么再看一下基本技术：

SDH：提供的是没有弹性的硬管道，天生就是要支持语音业务没商量，但是数据业务时要复用的，这个SDH搞不定，成本好差和一个数量级

MSTP：从解决TDM/ATM/IP共传输上看，很好，这里的IP，如果单纯的提供EOS，而没有任何L2/L3的收敛，就和SDH没有区别了，甚至比SDH还差，所以一定要提供L2/L3功能，无论是内置到MSTP设备还是增加独立的SWITCH/ROUTER。MSTP是对SDH的成功优化和拓展。

ATM：ATM本身是基于数据的，能够提供复用，目的是同时完美承载TDM和IP，实际结果是都做了，但是都没有做完全。TDM并没有完全到ATM上，基于历史的legacy，只是新的语音业务NGN/3G切过来了，而原来的PBX和2G并没有全部且过来，许多运营商采取的是自然消亡到一定程度，还没死再切换的方式，比如VOIP就是随着ADSL来切换，ADSL足够多的时候，就全部切到NGN，2G切换的很少，无论如何，ATM支持语音业务是成功的；看数据业务，ATM不是那么成功，具体分析见上一章，对于固网的数据，更差一些，对于3G R4之前移动数据，应该说马马虎虎算是过得去

那么增长最迅速的是数据业务，21世纪初是ADSL泛滥，迅速淘汰窄带拨号的时期，华为在以超大容量超低成本的窄带接入几乎在一夜之间打垮思科在窄带接入市场后，还没回过神来，还试图推出宽窄一体的接入产品来过度一下的时候，ADSL以迅雷不及掩耳盗铃之势立马淘汰了这个产品，从成功到失败，都不到一步的距离，战场不相信眼泪，所以也来不及擦眼泪，就迅速投入到ADSL的广阔天地的斗争中去了。数据流量的迅猛发展，导致运营商必须想办法解决带宽问题，同时也不能一点QOS和HA不考虑，所以这个时期的掀起了城域网建设的高潮，但主要技术还是基于MSTP的EOS或者单独的传统以太城域网

DSLAM直到现在都是整个网络接入部分的核心，美其名曰MSAN(multiple service access node，大家可能是太喜欢微软了，所以什么都想MS)，应该有很多故事，笔者不是做这部分的，了解有限，在后面的seamless MPLS会多说几句。在这里，

我们可以提一下ATM DSLAM和IP DSLAM之争，很明显，这是男哥IP领域三大英明决策（全系列以太网L2/L3交换机、IP DSLAM和10G SWITCH/ROUTE）之一，前二者硕果甚丰，让华为苦不堪言，而最后一个，在开始让华为难受的时候，港湾折了，弹指一挥，5年美好时光烟消云散，一切都不复存在，只在记忆里。男哥英明，IP DSLAM的标准，好像在ATM DSLAM热了一年后就出来了，并迅速成为主流，但是这里，ATM网络这个绊脚石，在不少程度上阻碍了IP DSLAM在某些没有合适的城域网而有不错的ATM网络的国家运营商的快速发展，导致的恶果是今天某些运营商在做ATM DLSAM迁移的时候有点痛苦。华为自从没了男哥，而宝哥重病，再无CTO，实践证明最强的小徐并无力替代男哥和宝哥，任老板能在多年没有CTO的情况下仍然领导华为披荆斩棘，不得不佩服任老板的彪悍和雄才大略，在让人对任老板离去后的华为担心的同时，也多了一层放心，华为即使没有任/李/郑的大英雄，也还是有很多能人支撑华为的大厦。因为这个时候MPLS TE还不够成熟，那么如何在现有的ETH技术上解决以太网的QOS/HA/OAM/SCALE问题，各路神仙开始各显身手，此期间主要是在HA上投入，然后是scale，最后是QOS,OAM基本上没大进展，后面将逐一介绍这些技术，这部分的时间，主要在2000-2003年。

一些湾友做了很好的comments，也说明我的一些文字是妄测。当然也说明一个运营商在选择方案的时候，是和自己的实际实力地位、各种资源现状和短期/长期的目标等实际商业因素紧密结合的，而不仅仅是技术的，POS和IP over 独立光纤虽然昂贵，但对incumbent的运营商，也未必不是一个有利因素。当然这是从这个具有较大垄断地位的运营商来说，但是对整个社会来说，不使用最好TCO的技术，不最充分的利用资源，就是浪费，浪费就是犯罪，相对充分的自由竞争可以通过优胜劣汰在来利用丛林法则解决这个问题，但是当难以形成这种竞争的情况下，就需要法律，对于电信业就是电信法。中国和欧洲几乎同时开始在90年代开始电信法的起草，可见中国人不乏聪明，但是欧洲的电信法已经实施好几年了，中国的电信法似乎连讨论都开始减少了，比较一下中欧的电信资费，虽然绝对值上欧洲要高几倍，但是在和收入相比的相对值上，是反过来的几倍，中国电信行业的利润，虽然没有惠及到普遍的所有为电信工作的人，但是肯定惠及了不少不少食糜者，至于效率问题，没有研究过，不好妄论，理论上应该要低一些，但中国的的一些事，不是那么简单可以用理论决断的。

因为首席刚刚发布了股票信息，可能有刺激，其实兴趣虽然很重要，但是对于草根百姓，更多的还是喜欢直接的金钱刺激快感和动力劲道更大一些。

闲言碎语切莫讲，今天表一表武二郎，唧哩了唧唧哩了唧唧哩了唧哩了唧哩了唧



... (以此开场啣表示对以前大学时同寝的一位山东大哥的回忆)，言归正传，接上回书，总结一下以太网，我们可以把原始的以太网叫native Ethernet，的主要问题:HA/SCALE/QOS/OAM，HA是永恒的主题之一，对电信运营商，是一个永恒的忽悠主题，IP本身是没有HA的，IP的HA是交给终端处理，本身尽量少掺和，这是IP的精神支柱之一，不管你喜欢不喜欢，这似乎IP的性格，性格问题很麻烦，你不顺着它，它就不让你爽，但是IP本身不提供HA，不意味着我们建网是就不考虑，尤其是对运营商，恰恰相反，越是IP不care，网络越是要care，IP不做，那么我们ETH做，当然不是心血来潮，非要和IP对着干，还是因为语音的问题，上一回说到IP DSLAM和NGN，因为IP DSLAM成了主流，NGN替代了传统语音，所以城域以太外网就不得不考虑语音的HA问题，HA的问题的本质，笔者在之前的文章中有论述，这里既不再重复，总之为了语音，也为了增强运营商使用城域以太做综合业务承载的信心，HA是首当其冲要开刀祭旗的问题，那么就从HA说起，在没有新ME前，ETH的可靠性技术主要如下

### **1、 STP/RSTP/MSTP:**

这是ETH解决L2网络环路的基本协议，基于广播处理，RSTP做了加速收敛，MSTP做了多实例，解决支持VLAN后的多spanning trees的问题，但江山易改，本性难移，其收敛性能总是要几秒，TDM/SDH因为是简单的协议，基于硬件的处理，是50ms level，称为电信级可靠性，所以秒级是不可接受的。这个领域还是传统的ME技术，是思科的强项，思科把STP技术也挖掘到了极处，比如PVSTP+等，真是费尽心思，这是无论如何，因为STP出身简陋，纵使思科大鳄想回天，也难

### **2、 DPT/RPR**

又是思科的始作俑者，思科开始做DPT，后来才有RPR的标准，啥目的，师夷长技以制夷，吸取SDH RING的精华，用在传统以太上，从L1/2层面解决ETH的HA问题，但是有一些基本原则经常是你和它越像，你的成本也和它越像，没有如果没有本质不同的breakthrough，就难以做到同样功能，不同本钱，比如你比较C/H/J/A等同等档次的产品的成本，他们大体相差是很有限的，所以DPT/RPR的昂贵是不可避免的，尤其是在没有大量部署的情况下。如果相对ETH，SDH算小贵族，那DPT/RPR就可以有SDH贵族气质了，这和ETH的草根廉价风格道不同，这种情况下还要结生死夫妻，别说上床充分融合，一般是还没等拉紧手，就悲剧分手了，只是害了一些喜欢吃螃蟹并为其结合投入了真币的客户，还好不多。说这么多带颜色的话，是因为我对这个技术的细节了解非常有限。基本原理是和SDH类似的50ms的故障检测和恢复，但除了POS/native fiber接口，还增加了GE/10GE的支持，似乎没人用FE，毕竟100M的环，如果在90年代还敢拿出来fashion show一下，在21世纪就太老土了。DPT/RPR技术复杂是一方面，同时需要占用两根光线

和两个物理接口，在当时的10G，这真的是有点贵族的奢侈了，对于有大规模SDH/WDM网络的incumbent运营商来说，对这个小姐不感兴趣，所以主要是少数的当地tier2/3的运营商用了一点。思科试图通过这个方案来吃城域传输IP化的市场策略，基本是失败的，当然对思科也无所谓，这在思科的大象里，比汗毛大一点而已（如果大象有汗毛的话）

### 3、EAPS/RRPP

基于RPR的失败，最直接和简单的idea就是做一个lite版的RPR，性能在几百毫秒。这里忘了思科是如何处理的，按说应该是参与的，具体没有去考证。但是似乎RPR的惨败严重打击了高可靠eth ring的相关标准组织，以致大家没有兴趣再做成一个统一的标准，基本原理一样，但具体实现大家就无法完全compatible了，连思科似乎也不是很感兴趣，不知道为什么。如果RPR是大奶，大奶分手，并没有给二奶留下足够的空间，缩水版的RPR也自然是第二根鸡肋，和RPR一样的市场情况下，也逐渐无疾而终了，好像理由主要是compatibility问题，但总觉得这个理由怪怪的，同时奇怪的是没人再愿意去深究这里的问题了，有谁对一个弃妇感兴趣呢？毕竟变态的人很少。如果是先走EAPS/RRPP，也许真的有成功的可能，甚至之后会有RPR，maybe，who knows。围棋里同一步棋的先后次序不同，以及是一次把变化定型还是保留变化，微妙的变化都可能带来巨大的差异

对于IP下的ETH RING技术，还有两个技术问题：

- 1、现实的环之间的关系比三角还要复杂，要解决环的相切相交等问题，三角类的关系烦恼总是大于幸福
- 2、业务支持问题：那个时候在IP上的业务越来越多，大的组播了，TE了，还有许多细小的特性一时数不上来了，在普通接口上OK的，到了这里都要重新搞一下，不搞就出问题，当然搞了之后，有时也出问题

在eth ring上，思科无疑是最大的始作俑者和支持者，但思科总想做私有协议的心态，时常让客户不是那么爽，以致现在很多标书至少要让供应商详细说明标准程度，甚至直接有不允许使用私有标准的说明。思科想通过提供和传输类似的HA低成本ETH网络来扩大城域IP吃掉传输的思路，从方向是应该是没有问题的，但问题出在具体的技术方案上，当然，实际上原因也许比这些更复杂，outdated了，who cares EHT RING对ETH的QOS和scalability都是trouble，trouble就不提也罢

## AL ME大片前以太网的总结

我刚刚兑现了首席发表股票总结前的承诺，这里首席虽然看好ME，但似乎并不火，一点

失望之余，也反思可能是文章内容太过老旧，基本是事后诸葛，没啥意思，或者阿Q一下这里读者对运营商网络感兴趣或者说懂得多的人不多，那就写点演义风格，聊以滥竽充数吧。

大牌出场前总是要犹抱琵琶半遮面，调一下现场的情绪，胃口调太高了也意味着风险，精彩固然是好评如潮，而一旦这个大牌是冒牌货，也可能有audience要忍不住砸场子，所以聪明的玩火者需要把握好玩的尺度。也许让大牌直接在出场前出师未捷身先死也是一个不错的选择，本想收笔，但事情既已开始，半途而废不像是男人该干的，所以还是干完，砖头也算石头，和玉同属一个大家族。

遥想当年ETH在LAN火的时候，至少有4种以上的协议栈格式，可见大家都是基于在以太的大头里塞点私货，干点好事，甚至IBM还超前的做了FDDI的ETH RING标准，真是业界大牛的风格。经过一番并不激烈的过程，到2000年，最后常用的是ETHERNET II和SNAP两种封装，然后很快就基本上是Ethernet II为主了，大家的注意力迅速转向了802.1Q为以太网带来的VLAN时代

以太网无疑是和IP一样伟大的发明，廉价的草根性质，虽有自由散漫的本性，但在LAN里无伤大雅，所以是相得益彰，如鱼得水，如此一来，以太网的势力范围就不断迅速扩张，这对以简单广播技术为基础的以太网可不是好事，所以VLAN很快被用来做虚拟或者说逻辑隔离以太的broadcast domain，并提供一定安全性的concept，在当时也有几种VLAN的可能，包括为了老旧的IPX还做了基于协议的VLAN等等，当然，正统的基于802.1Q TAG的VLAN很快统一了VLAN的天下，这小小的4个字节定义，总体来说还是比较成功的

但是也许1Q的定义者浸淫在LAN太久了，LAN对于WAN就是一口小井，在井里太久了，视觉范围就会受到限制，居然给了VLAN只有4096个ID，还要掐头去尾，这里如果ETH永远在LAN，也许确实不是什么大问题，可以别太看扁了自己孩子的潜力，当时的以太还是16/7岁的孩子，当大家认为ETH是MAN的最好接班人的时候，回头发现这不争气的大人，居然只给孩子4096个ID，真是没见过大世面，不知道一个metropolis最小也是M级，你一个K级的人怎么能撑得住。所以不甘寂寞的供应商很快就搞出来QINQ，以致QINQ的标记都不统一，有8900，9100等，对两层Q的一些具体关系，也没有标准定义，虽然带来了一些不必要的麻烦，好在比较简单，对VLAN没有造成什么大的伤害。如果当初直接定义两层Q，在加一个optional的三层Q，也许现在看来就完美了

总之VLAN和QINQ给ETH带来了巨大的活力和魅力，使得不少运营商使用QINQ的做ME的aggregation，一直到现在，虽然级别可能在向ACCESS降，但一直在主流的技术方案里VLAN/QINQ主要给scalability问题提供了一个还不错的阶段性解决方案，并提供了eth QOS的基础，但对HA和OAM，基本没有解决

这里几乎同时出现的还有TRUNK技术，是解决可靠性和带宽的不错的技术，技术本身很简单，就是几个以太口捆成一个用，即使再跑上一个802.1AD ( LACP ) 协议，也不复杂，当然，TRUNK本身固有的HASH可能不均和QOS问题，虽然基本上难以从技术上解决，但一般也不是什么致命问题，所以TRUNK技术也一直是以太网的基本要求

总之，internet需要海量的市场，这里草根哲学的廉价ETH成了网络扩展的不二选择，从

LAN到MAN到national CORE，POS节省的一点点字节头，很快被以多媒体为主的1500字节以上的大包淹没为忽略不计，POS彻底让位给以太，成为历史上的太上皇，将来可见的承载网络世界，就是IP+ETH+OPTICAL，三个最廉价的技术简单加在一起，成为日益复杂的internet海量内容的bearer 这篇文章有点水，阑尾了，可能是VLAN/QINQ虽然及其重要，可是相对其他许多技术，确实很简单，又简单又好虽然好，可说不出花来，所以迅速结束。