

也谈 SDH、MSTP、OTN 和 PTN 的区别和联系

(通俗易懂 _ 值得珍藏)

首先要说的是 TDM 的概念，TDM 就是时分复用，就是将一个标准时长（1 秒）分成若干段小的时间段（8000），每一个小时间段（ $1/8000=125\mu s$ ）传输一路信号；

SDH 系统的电路调度均以 TDM 为基础，所以看到很多人说 SDH 业务就是 TDM 业务，就是传统的电路调度，是有理论依据的；

但在 SDH 大红大紫的时候，另一场战争以太网和 ATM（不是取款机哟）大战中，以太网取得全面胜利，从而以太网大行其道，其中又以 IP 最为强势，导致今天很多业务侧都 IP 化了，不能不说以太网太 XXXXX 了。

问题：SDH 大红人一个，以太网是另一个大红人，能否合作一下？？？一拍即合，MSTP 诞生！

在合资公司 MSTP 中的股份分配不太均匀：SDH 占股 70%，以太网占股 20%，其它包括 ATM 占股 10%，掌权的还是 SDH，内核还是 TDM，TDM 的一切劣势都依旧保留，如刚性管道；以太网和 ATM 因为股权问题，都没有拿出像样的东西，只是须有其表（提供相应接口而已）

随着互联网的大力普及，电脑、手机、电视等终端都能上网了，带宽的需求急剧增加，电信运营商们赚钱的机会来了，但挑战也来了，以前 $1 \times 155M$ 可以供好上千人打电话，现在人们在打电话时还要上网，带宽需求增长和现网资源出现矛盾

要解决这个矛盾，我们就来看看 SDH 这位红人平时是如何与人相处的：

SDH 这位红人一直都是我行我素，唯我独尊，从不与人分享公共资源，比如二环批给我跑，二环就不许有其它车辆经过，上面就我一辆车，刚开始，我这个车能拉 1 个客人（STM-1），那么二环的效率就是运送了一个人（ $155M \rightarrow STM-1$ ），后来把车吨位升级了，我能拉 64 个客人（ $64 \times STM-1$ ），那么二环的效率就是（ $10G \rightarrow STM-64$ ），这就是环速率；目前最大是 40G

如果有个时间段没有人需要运送，那么我就空跑，沿路看看风景、美女什么的，这时的效率就是 0，其它道路就是堵死了也和我没关，由于比较固执，自己也有很多的无奈，比如你的车能装 64 位客人，但现在有 65 位客人，对不起，我也只能运 64 人，我们把这种低效率运作方式叫刚性管道

现在需要运送的客人越来越多了，忙不过来了，解决方法有三个途径：

第一种：多修几条路（新建光缆），进行人员分流；缺点：成本和周期太长 -----PASS

第二种：升级汽车吨位（提高速率）；缺点：汽车厂还没研发出更大载重的车辆（电子元器件受限）-PASS

第三种：将二环划分成多个车道（波道），多个车辆共享道路

领导看后，立即批示：方案三可行，立即执行！波分产生

波分 WDM 就是将多个车道（波道）的车辆（信号）放到同一条道路（光纤）中进行传送，这里有根据车道间隔大小分为两类：

车道间隔为 20nm 的，为稀疏波分，又称粗波分；

车道间隔小于等于 0.8nm 的，为密集波分

这样带宽成倍增加了，暂时解决了带宽不足的问题！可以休息休息了

WDM 得到重用后，各地纷纷仿效，现在的 WDM 不仅在城市主干道里使用（城域波分），还用在跨市、跨省道路上（长途波分）；

它的具体工作方式是各种类型的货物或乘客（业务信号）都被装载到一辆辆汽车中，汽车按照预先分配的车道（波道）行驶，中间汽车需要加油我们还设置了加油站（光放站 OLA），

司乘人员需要吃饭休息补充体力，我们为他们设置临时休息区（中继站），当然我们还是离不开交警系统的支持（光监控 OSC或电监控 ESC）

随着人们需求的不断增加，车道数也由刚开始的 16 或 32 一下子扩充到 40、80、160，目前施工水平（制造工艺）已经突破 200 个车道数（波道），但我们的管理水平还是很低的，主要体现在一下几个方面：

1、交通管理消息传递不畅（OAM 缺乏）：WDM 的初衷就是为了解决带宽不够问题，没有考虑到带宽提高后，管理也要跟上呀，现在最大的问题是车辆多了，如何对每一辆车的状态做到了如指掌，交警（OSC）感到力不从心；这时有几位 SDH 的司乘人员在小声谈论：我们 SDH 公交系统，都有统一的管理机构，每一辆车上都有司机和售票员，分工明确，还用实时监控（在线监测），公司时刻都能了解每一辆车的运行状况，WDM 你差的太远了

2、调度不够灵活：WDM 在设计之初就有一个严重缺陷：比如一个货物要从西安运到北京，预先分配的车道是 10 车道（第 10 波），那么从西安到北京全程都是第 10 车道，不能更改，除非你经过了好几个高速段（光再生段），如西安-郑州、郑州-北京，那么你在郑州可以有一次更换车道的机会，而且这种更换车道的代价是为你这次的行为专门修一条小路（布放光纤）；以前 SDH 遇到类似的情况时就在郑州修一个大的调度中心，所有问题都解决了

3、容易堵死（保护不完善）：在城市主干道或省际快速道路上，为了提高效率，在公路设计时就考虑到与普通道路的区别，只设置几个很少的出口，其它全是封闭的，这样带来的后果是一旦发生拥堵或交通事故，乘客就会闹得不可开交（业务中断）；想想我们的城市公交 SDH，司机一看到前面堵车，马上就操小路窜了，可能会有几个乘客不能在目的地下车（少量业务中断），绝大部分乘客都能顺利到达，究其原因有大量可用迂回路由，再加上灵活调度（司机就可决定）

交通运输局（ITU-T）看到问题所在，从以下几个方面进行改革：

- 1、为所有上路车辆增加监控设备以及必要的安全管理员 ----增加 OAM 开销
- 2、在交通枢纽节点增设调度枢纽 -----增加业务调度（车道间调度【光层调度】和货物或乘客间调度【电层调度】）
- 3、依托调度枢纽，加上在道路上预留一部分车道或一部分车辆，为所有车辆提供完善的保障 -----完善保护机制

SDH 笑道：这是什么改革，我们一直都是这样做的，就是容量没你大而已；

WDM 回应道：我容量确实比你大得多，但这些方面没你们做得好；

他们握手言欢，优势互补，一个全新的制度诞生了 -----OTN

概况一下 OTN：

OTN 是在 WDM 基础上，融合了 SDH 的一些优点，如丰富的 OAM 开销、灵活的业务调度、完善的保护方式等，

OTN 对业务的调度分为：光层调度和电层调度

光层调度可以理解为是 WDM 的范畴；电层调度可以理解为 SDH 的范畴

所以简单的说：OTN=WDM+SDH

但 OTN 的电层调度工作方式与 SDH 还是有些不同的地方：

回顾一下 SDH 的特点：

- 1、统一发车频率，1 秒发车 8000 次，制度规定，无法更改（沿袭 PDH 制度）；
- 2、通过研发更大吨位的车辆来提高容量，高容量的车一般是由 4 辆低一个容量级别的车拼接而成，所以不同容量的车结构是不一样的；

OTN 电层调度的工作特点：

- 1、所有车辆的大小、规格、容量均统一，外形尺寸：4*4080；
- 2、根据需求提高发车频率

优点：

- 1、无需不断研发更大容量的车，减低开发成本；
- 2、统一结构，便于管理；
- 3、跨区域运输方便（异厂家互通方便）；
- 4、理论上，可以通过提高发车频率就可以无限提高容量，实现方式更简单明了；

花开两朵，各表一支，我们对以前的红人 SDH在江湖的发展做了详细的描述，现在的 SDH也只相当于 OTN 掌门下的一个堂主而已了，那么另一位红人它现在发展的如何呢？

话说当年，以太网和 ATM,就像华山派，以剑术精妙独步武林，在武林中有较高的声望，但在华山派中有分为以剑为主以气为辅的剑宗和以气为主以剑为辅的气宗

以太网就像剑宗，ATM 就像气宗

以太网以简单著称，容易上手引来众多门徒；ATM 因其内功心法太高深，修炼之人寥寥。最后的争斗中以太网获得大胜，这与小说中的情节不相符，令人费解……

直到有一天，以太网在为如何将本门派再发扬光大烦恼，同时 ATM 也在为有如此高深的武功没人赏识郁闷，二位昔日的对手，偶遇并交谈后，ATM 想借以太网来提高影响，以太网想借 ATM 的内功精髓来壮大声势，一拍即合

两人经过数月秘密商讨，并在一年之后，共同发布了一本新的武功秘笈 -MPLS(多协议标签交换)

该部武功秘笈后来被改编为多个版本，是其它武功的重要基础，这是后话！

核心对比：

ATM VPI VCI
MPLS TUNNEL VC

以太网的声势越来越大，再加上又有 MPLS 助阵，逐渐有了可以抗衡 SDH 的实力，所以才有了 SDH 与以太网的初步融合，诞生了 MSTP，但 MSTP 因为股权问题，还是 SDH 主导，以太网、ATM 只能是配角，以太网并不高兴，发誓要有所改观……

为了对抗 SDH 阵营，以太网大力发展自己的势力范围，走农村包围城市的策略，先将末端 IP 化（业务侧 IP 化）。IP 可以作为 SDH 的货物，通过 SDH 进行传输，但问题出来了：SDH 当初开发时就对货物有严格的外形要求，必须是“块状结构”，而且大小也是标准的，每一个座位也是按照这个要求做的，这样运输的效率最高；后来 IP 这种长相奇特（格式不同）的货物越来越多，就算是专门开发出了 MSTP，说白了 MSTP 就是在 SDH 车辆上给 IP 和 ATM 留了几个专座而已，IP 还是不能很好的运输！原因是 IP 是以太网门下的得力弟子，以太网就是因为简单、无拘无束、尽力而为等特点为其创派宗旨，所以 IP 也有此特性，有的小巧，有的肥大（IP 帧长可变），如果 SDH/MSTP 中的 IP 较少，问题不大，如果 IP 占到一半以上，恐怕车辆的改造成本就太大了

【MSTP：如果分组业务低于 50%，仍有成本优势】；

但现在的问题是 IP 货物越来越多，我要自己成立运输公司，而且要我说了算，不能再受制于 SDH 了；同时 SDH 也再想，能不能将车厢分成二层，一层给原来的业务，一层专门给 IP 预留，这样就可以兼顾了。

现在真是百家争鸣的时期，各种新公司、新技术都涌现出来，我们先说 SDH 阵营，由于先前 MSTP 成立时，股权分配不均，有很多遗留问题，导致现在以太网严重不满意，现在 SDH 集团研究后推出 MSTP+（也叫 Hybrid MSTP），50/50 股权分配，车辆变成二层，二层分开管理和调度，两套调度体系（双内核交叉）；也不为一种好的补偿措施

再说以太网阵营，自由散漫惯了，现在出现了两种大的分歧：

一种认为我们自己成立的运输公司不让 SDH 的客户（TDM 业务）上车，如果一定要进来，必须改头换面 - 伪装（仿真），同时我们没有时间上的保证（无时间同步），我们纯粹为我们

以太网服务，我们的公司名叫 IP-RAN；

一种认为我们应该吸收一些 SDH的客户，SDH经营了这么多年，它的客户还是很多的（还有很多 TDM 业务需求），同样进来后还是要改头换面 -伪装（仿真），然后再我们的帮派里活动，出帮派后再去掉伪装还原成自己原来的模样，这个公司取名叫 PTN
无论哪种方式，伪装 -易容术总少不了，随后就开发了 PWE3 易容术

在 PTN 公司中又有 2 大派别：

一派是融合 MPLS、易容术 PWE3和 MSTP的产物 -----MPLS-TP派别；

一派是融合了 QinQ 和 MSTP的产物 -----PBT 派别；

对于 MPLS-TP派别，支持者众多，有华为、中兴、烽火、阿朗、爱立信、中移动等重量级明星；

对于 PBT派别，支持者仅有北电网络，人单势孤；

所以我们现在看到的 PTN绝大部分是 MPLS-TP派别；

随着相互学习，现在的 IP-RAN和 PTN的差别也越来越小了，IP-RAN的优势是三层无连接服务，但 PTN现在也可以实现了；以前 PTN为了传输 SDH的客户 TDM 业务，专门开发了时间和时钟同步系统叫 1588 系统，现在使用的是 V2 版本，V3 版本正在试验中，现在 IP-RAN也学过来了，也支持这一系统了。

真应了那句话：分久必合合久必分！

MSTP+(Hybrid MSTP) 可以看作是 SDH向以太网的妥协方案，不得已而为之；

IP-RAN和 PTN现在已趋于一致，差别不大了，它们可以看作是向 SDH发起的全面挑战，现在看来它们是胜利了！