

收录于话题
#马路上的卫星 8个 >



《马路上的卫星》(六) | 从路由看网络

作者 | 一席VSAT
 本文原载于《卫星与网络》杂志2019年12月刊

"To be, or not to be-that is the question." "生存还是毁灭，这是一个值得考虑的问题。"
 ——莎士比亚《哈姆雷特》

几乎所有的VSAT厂家都说自己的VSAT系统支持网状网。但“To be, or not to be - that is the question”。只不过莎翁在《哈姆雷特》中的这个名句此时要被翻译成：“真还是假，这是一个值得考虑的问题。”

许多不太熟悉卫星通信的用户，往往很容易被一些表面现象所误导。比如当听到有厂家说“两个远端站之间能够通过卫星单跳互通的VSAT卫星通信网络就是网状网”。就信以为真。

像这样的现象在VSAT行业里并不少见，辨明其真伪不仅对于刚入行的初学者不易，甚至对于一些资深的“专家”都有一定难度。不过这里倒是有个小窍门儿，可以用来快速分辨真假网状网，这就是看该VSAT系统是否支持IP动态路由。严格一点儿的说法则是：“在大多数情况下，具有IP动态路由功能的VSAT系统都能够支持网状网[1]的，而没有IP动态路由功能就很难说了。”

这里用到了IP，是因为基本上如今所有的VSAT系统都有局域网接口，而且都宣称支持IP。所以我们不妨就从IP入手，从IP技术中最基本的路由功能来瞧一瞧，看一看，揭示一下VSAT网络结构的真面目[2]。

我们在这里还是用马路交通作比喻，以乘坐公交车和出租车行为为例，说明一下不同的网络路由技术。

一 静态路由

在马路上，公交车的线路都是固定不变的，如果出门乘坐的是公交车，无论乘客最终的目的地在哪里，也不管道路的状况如何，公交司机总是按照预先规定好的线路行驶（见图1中的红色线路）。



图1 静态路由由正常状态

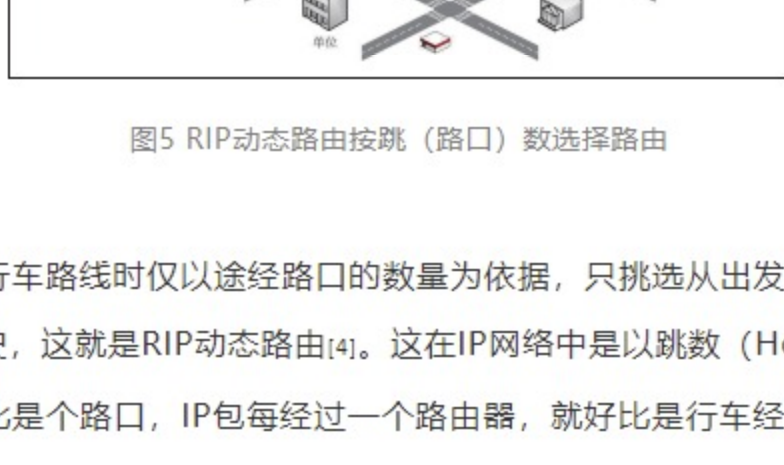


图2 静态路由由断路状态

即使道路已经堵得一塌糊涂，甚至断了路（见图2中的红色线路），而旁边却还有许多其它道路十分畅通，您对司机说：“师傅，咱绕别的道儿走行吗？”他也不会搭理您，而是会继续固守在原先规划好的线路上不离不弃。那么公交车的这种做法就是静态路由。

在发生断路实在无法通行的情况下，静态路由的解决方法就是手动地对公交线路进行修改，人工找出一条新的线路，使其绕过故障路段，以达到原来的目的地。这就是手动修改路由表。显然，静态路由虽然简单，但灵活性却很差，应变能力也很弱，所以一般只用于小型的、简单的网络[3]。

二 动态路由

但如果出门乘坐的是出租车，在被告知目的地之后，司机和乘客便会根据出发地与目的地之间的实际路况，选择一条最佳线路来行驶。由于每次乘客都不同，目的地也不同，所以每次的线路也就不同。而即使在目的地相同的情况下，每次的线路也有可能不一样。比如同样是到北京西站，有时会长安街，有时就会走两广路等等。那么出租车的这种做法就是动态路由（见图3中的黄色线路）。

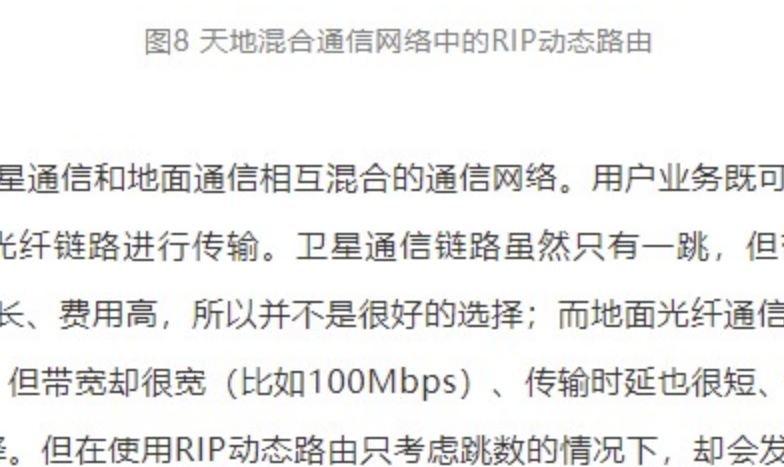


图3 动态路由由正常状态

动态路由能够自动探测路况，自动生成和更新交通图（路由表）。所以当某条线路发生断路时，动态路由就能自动地找出其它的可用线路绕行，从而确保目的地能到达（见图4中的黄色线路）。这就是动态路由表的自动更新。

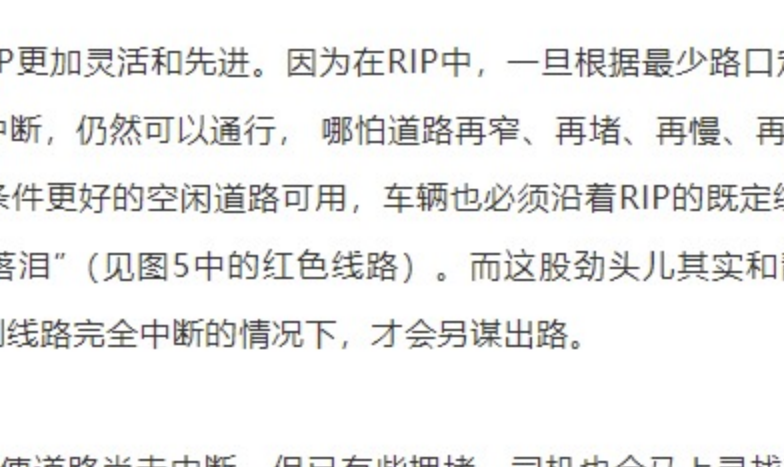


图4 动态路由由自动更新

显然，由于动态路由表的生成、更新和维护都是自动实现的，无需人工干预，所以无论是工作量、维护量，还是差错率都比静态路由要小得多，因而更加灵活和可靠。

三 RIP和OSPF动态路由

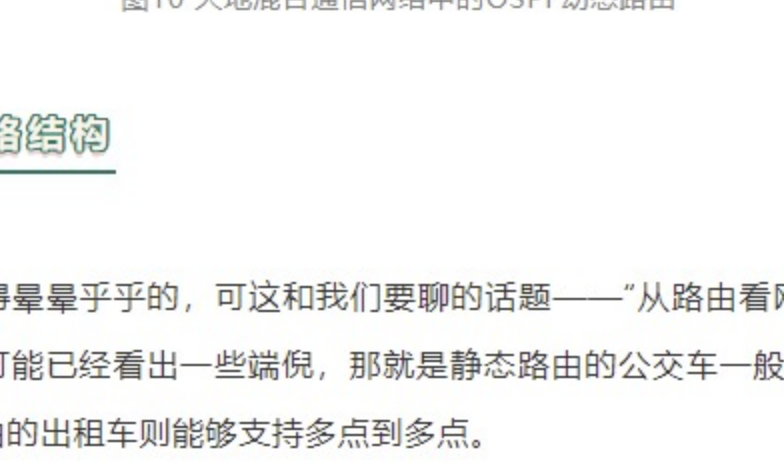


图5 RIP动态路由由按跳（路口）数选择路由

如果司机在决定行车路线时仅以途经路口的数量为依据，只挑选从出发地到目的地之间路口最少的线路行驶，这就是RIP动态路由[4]。这在IP网络中是以跳数（Hop）来表示的，即每个路由跳就好比是个路口，IP包每经过一个路由器，就好比是行车经过了个路口，算作一跳。

但这是有问题的，因为有时路口少的线路并不一定是最好的线路。比如说，有条线路虽然路口较少，但路口之间的距离却很远；而另外一条线路虽然路口较多，但路口之间的距离却很近，结果第二条线路的实际路程反而更短，反而优于第一条线路（见图6）。

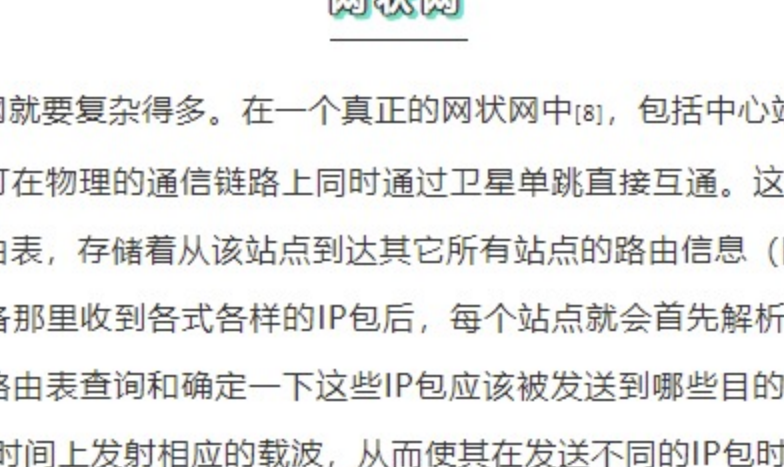


图6 RIP动态路由由按跳（路口）数选择路程较近的第一条线路

而另一方面，即使第二条线路的路口较多，路程也较远，但路况却非常良好，道路十分通畅，所以也有可能优于第一条线路。比如在北京从建国门开车到复兴门，直接走长安街在距离上确实是最短的，但是由于交通阻塞或交通管制等原因，有时绕行距离较远的二环路倒有可能更快到达，反而会是更佳的选择（见图7）。

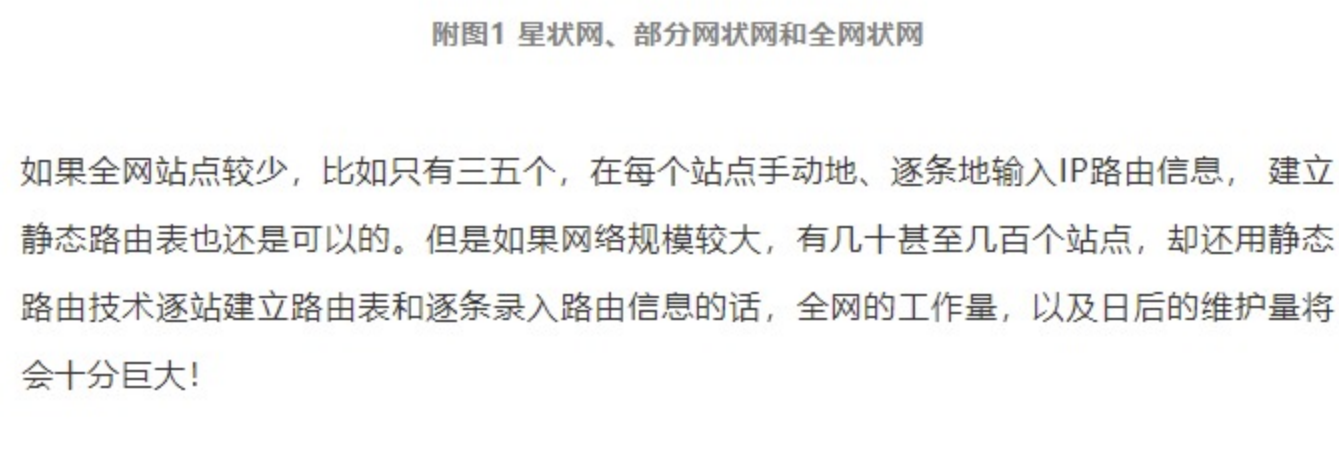


图7 RIP动态路由由按跳（路口）数选择非常拥堵的长安街

但是由于RIP动态路由所考虑的因素很简单，仅仅计算从源点到目的地有几个路由器及几跳，其它则不予考虑，所以当应用于卫星通信网络，或应用于与地面通信网络有相互配合的混合通信网络时，就很容易出现路径选择不当的问题。

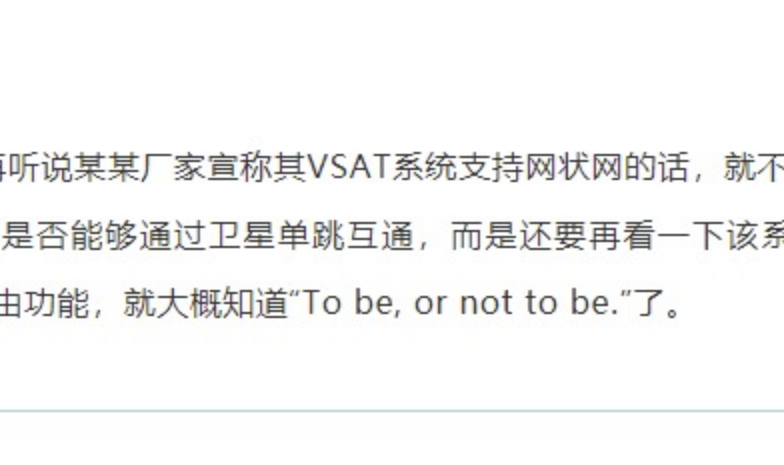


图8 天地混合通信网络中的RIP动态路由

如图8所示为一卫星通信和地面通信相互混合的通信网络。用户业务既可以通过卫星链路，也可以通过地面光纤链路进行传输。卫星通信链路虽然只有一跳，但带宽窄（比如只有64kbps）、时延长、费用高，所以并不是很好的选择；而地面光纤通信链路虽然途经多个路由器，有多跳，但带宽却很宽（比如100Mbps）、传输时延也很短、费用也较低，所以应该是更好的选择。但在使用RIP动态路由只考虑跳数的情况下，却会发生IP业务总是选择只有一跳的卫星通信链路进行传输，而这显然是不合理的。

所以相比之下，如果不仅仅只考虑路口的多少和路程的远近，而且还考虑马路的宽度（带宽）、限速（速率）、拥堵（延迟）、事故率（误码率）和过路费（费用）等其它一些因素，综合得出一条代价（Cost）最小的线路作为最佳选择，这就是OSPF[5]动态路由（见图9）。

图9 OSPF动态路由

显然，OSPF比RIP更加灵活和先进。因为在RIP中，一旦根据最少路口数下了线路，只要该线路没有完全中断，仍然可以通行，哪怕道路再窄、再堵、再慢、再贵、再不舒服，哪怕旁边还有其它条件更好的空闲道路可用，车辆也必须沿着RIP的既定线路一条胡同走到黑，不见棺材不落泪”（见图5中的红色线路）。而这股劲儿其实和静态路由是很相似的，即只有在等到线路完全中断的情况下，才会另谋出路。

而在OSPF中，即使道路尚未中断，但已有些拥堵，司机也会马上寻找其它代价较小的线路，另辟蹊径继续行进。而只要在出发地和目的地之间存在着可以通行的线路（即可用路径），OSPF就一定能够完成任务，保证把乘客多快好省地送到目的地（见图9中的黄色线路）。

如果仍以前述天地混合通信网络为例，在正常状态下，OSPF通过综合考虑会自动地选择代价较低的地面光纤通信链路传输用户的IP业务（见图10），除非地面光纤通信链路出现了很大的问题，如严重阻塞或断路等，从而使其代价高于了卫星通信链路为止。

图10 天地混合通信网络中的OSPF动态路由

四 网状网和网络结构

坐了半天车，转得晕乎乎的，可这和我们要聊的话题——“从路由看网络”又有什么关系呢？细心的读者可能已经看出一些端倪，那就是静态路由的公交车一般都只用于点到点的交通，而动态路由的出租车则能够支持多点到多点。

那么，在卫星通信中，什么样结构的网络用静态路由即可，而什么样的则需要用动态路由呢？联想一下马路交通，那就是目的地明确唯一的网络，如点到点和星状网，用静态路由就够了；而目的地并不唯一的网状网则最好使用动态路由。

点到点通信和星状网

图11 点到点通信和星状网通信

如图11所示，很明显，在点到点的卫星通信中，从一个站点发出的信息一定是传送到另一个站点（其实严格地讲，点到点并不能被视为网络）；而在星状的卫星通信网络中，从VSAT远端站发出的信息也都是肯定传送到中心站的。所以，无论是点到点，还是星状网，对于VSAT远端站来说，其目的地都是明确的和唯一的，因而线路和路由也就非常简单，用静态路由足以，并不需要什么动态路由[6]。

这里不妨引用人民邮电出版社出版的《TCP/IP路由技术》一书中翻译得不太顺口的一个片段：“静态路由选择的最大缺陷是管理困难。这对于存在许多可选路由的中型和大型网络来说是真实的，但对于几乎没有可选路由的小型网络来说就不适用了。……在较小的网络中很流行星型（hub-and-spoke）拓扑。……对于这种网络来说，十分适合使用静态路由选择协议。在中心路由器上为每个分支上的路由配置一条静态路由，而在每分支路由器上配置一条指向中心路由器的缺省路由，这样网络就可以工作了。”[7]

网状网

相比之下，网状网就要复杂得多。在一个真正的网状网中[8]，包括中心站和VSAT远端站在内的所有站点均可在物理的通信链路上同时通过卫星单跳直接互通。这时，在每个站点中都有一个网状路由表，存储着从该站点到达其它所有站点的路由信息（图12）。这样，在从用户的应用设备那里收到各式各样的IP包后，每个站点就会首先解析一下这些IP包中的目的地址，通过路由表查询和确定一下这些IP包应该被发送到哪些目的地址站，然后再在不同的频率和/或时间上发射相应的载波，从而使其在发送不同的IP包时都能够做到的放矢。

图12 全网状网通信

图13 星状网、部分网状网和全网状网

如果全网站点较少，比如只有三五个，在每个站点手动地、逐条地输入IP路由信息，建立静态路由表也是可以的。但是如果网络规模较大，有几十甚至几百个站点，却还用静态路由技术逐站建立路由表和逐条录入路由信息的话，全网的工作量，以及日后的维护量将会十分巨大！

而且，当网络发生变化，比如临时组网开展应急通信，需要增加、减少或修改若干站点，从而引起网络结构以及路由关系发生变化时，如果还是用人工的方法，手动修改和更新路由表的的话，不仅工作量大，而且还十分耗时、缓慢，并且极易出错，很难满足应急通信的需要。

在这里，不妨再引用《TCP/IP路由技术》一书中的一段精彩而重要的论断：“在阅读动态路由选择协议的显赫章节之后，留下的印象一定是动态路由选择协议比静态路由选择协议好。动态路由选择协议的主要任务是自动监测和适应网络拓扑的变化，记住这一点很重要。”[8]

所以说，智能的、能够自动更新路由表的动态路由技术是支持真正的网状网，尤其是大型网状网的最佳选择。而是否具有动态路由功能，则可以作为一个VSAT系统是否支持真正的网状网的一个简单而有效的方法[9]。

结语

所以，如果以后再听说某厂家宣称其VSAT系统支持网状网的话，就不要再只简单地看其VSAT远端站之间是否能够通过卫星单跳互通，而还要再看一下该系统是否具有RIP或OSPF等IP动态路由功能，就大概知道“To be, or not to be.”了。

注释

[1][6]在某些TDM/TDMA星状卫星通信系统中也有动态路由，这是因为在这些星状网的实际应用中，有的VSAT远端站之间也要互通，存在着“网状”的通信需求，所以也需要动态路由功能来支持。不过，基于TDM/TDMA体制的这种“网状”通信，要么通过主站转发和卫星双跳实现，要么通过在VSAT远端站中插入TDMA解调器实现，其本质与纯TDMA系统中天然的网状网还是有很大差别的。有关具体分析可参阅《纯TDM和TDM/TDMA网络比较》和人民邮电出版社出版的《TCP/IP路由技术》等技术文件和书籍。

[2]可能有些人能看到VSAT设备上有RJ-45局域网接口，就以该VSAT设备就具备IP网络功能，但这却有可能是另一“迷人”之处。至于“To be, or not to be.”，则又是一个值得考虑的问题。这里不妨暂且搁下，留待日后再议。

[3]通过采用浮动静态路由（Floating Static Route）技术，静态路由也能够为主用路由提供冗余的备份线路，从而在一定程度上支持路由的自动备份。但这仍需要手工配置，故相比于动态路由技术，其智能化程度还是很低的。

[4]RIP的英文全称称为Routing Information Protocol，译作“路由信息协议”，是一种基于距离矢量的路由选择协议。

[5]OSPF的英文全称称为Open Shortest Path First，译作“开放最短路径优先”，是一种基于链路状态的动态路由选择协议。

[7][8]节选自人民邮电出版社出版的《TCP/IP路由技术》（第一卷）（第二版）第5.4节“静态或动态路由选择”。原作者为美国的Jeff Doyle和Jennifer Carroll，译者为葛建立和吴剑章。

[9]文中反复提到“真正的网状网”，是因为这里有一个前提，就是所有的站点均可通过卫星单跳同时互通的网络才叫真正的网状网（或全网状网）。比如采用SCPC（单路单载波）或MCPC（多路单载波）技术组建的VSAT网络就往往是部分网状网。

当然，SCPC或MCPC的VSAT系统也可以组出一个全网状网。但由于其FDMA频分多址的本质不变，仍然是基于点到点的连接，所以需要为每个站点叠加N个Modem或N个解调器，在每个站点配置N条（在全网则为N×N条）静态路由，然后在全网再发射N个甚至N×N个载波，故其代价无论是在卫星上，还是在地面上都是相当巨大的，与TDMA或MF-TDMA系统中天然的全网状网有着很大的差别。