

收录于话题 #马路上的卫星 8个 >

融入人民生活，推动文明进步 ——谈“航天+”的理念与实践思路

2015年3月,《卫星与网络》杂志在腾讯、搜狐、新浪、和讯等100多家网站与相关媒体重磅推出了“航天+”理念及系列专题共6篇深度阐述文章,并于2015年6月和7月分两次,刊发于《卫星与网络》杂志。为了持续不断地推广“航天+”的理念与实践设想,《卫星与网络》公众号自2015年起,持续多次将这些深度文章推送给各位读者,链接如下,期待交流:

- 新的社会形态将如何发生?
浅结合、深结合与融合
新常态下的“航天+”
颠覆创新,也包容失败
中国航天产业突围正逢时
航天技术民用的新发展、新机遇
(卫网君温馨提示:点击标题可直达内容哦)

作者 | 一席VSAT
本文原载于《卫星与网络》杂志2019年7月刊

前文回顾:《马路上的卫星》(二) | 一言难尽的TDMA (上)

复杂一些的TDMA

从前面对TDMA技术里最基本的卫星信道访问方式的介绍中可以看出,RA和DA中的PAMA都不完美,都会出现时隙及带宽浪费的情况,而解决之道一是将两者组合起来使用,二是引入DAMA,以取长补短,发挥各自优势,进一步提高卫星信道的利用率。不过“乱花渐欲迷人眼,蓄心才能解难题。”要是不怕患者花眼的话,就请耐心接着观赏几种令人眼花的RA和DA组合技术吧。

3.1 RA+DA/PAMA

首先介绍一个最简单的组合。如果在某一网络中,有些站点的业务为稀疏型,而其余站点为重型业务型,则一个最简单的解决方案就是对时隙进行一下划分,将其中的一部分规定为RA时隙,其余部分规定为DA时隙。其中,RA时隙分配给稀路由由站点以随机访问方式共用,而DA时隙则分配给重型业务站点以PAMA固定占用方式专用。见下图:

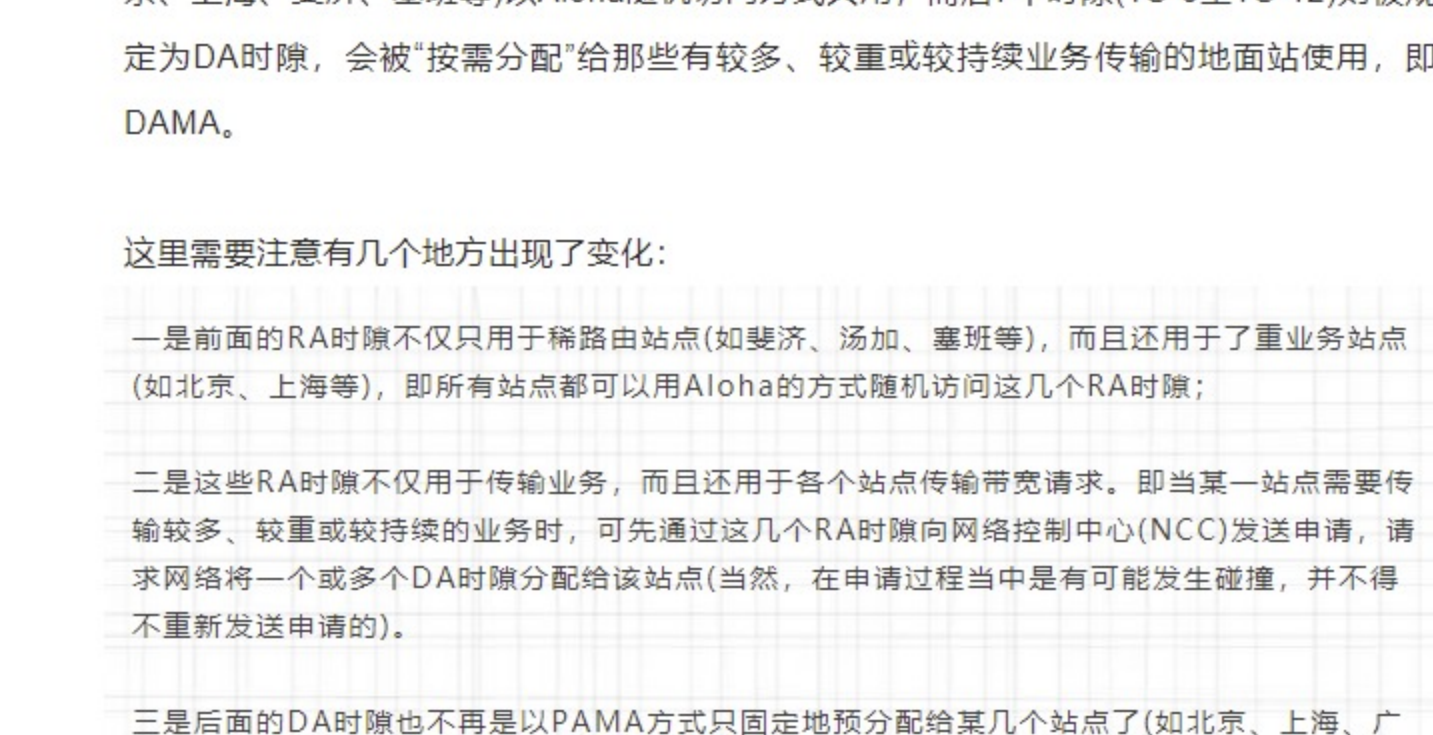


图-3.1 RA+DA/PAMA组合

如图所示,假设在某一TDMA帧中共有12个时隙,其中前4个时隙(TS-1至TS-4)被规定为RA时隙,为斐济、汤加、塞班等稀路由由站点以Aloha方式共用,即随机占用;而后8个时隙(TS-5至TS-12)则被规定为DA时隙,分别预先分配给了北京、上海、广州和乌鲁木齐等重型业务站点以PAMA固定占用方式专用。

3.2 RA+DA/DAMA

但是,倘若觉得那几个DA时隙由于被PAMA固定占用,还有可能会出现空闲和浪费的话,则还可以采用前面提到过的DAMA按需分配多址(Demand Assigned Multiple Access)技术一块儿共享,即根据各个站点的实际需要,按需予以分配。见下图:

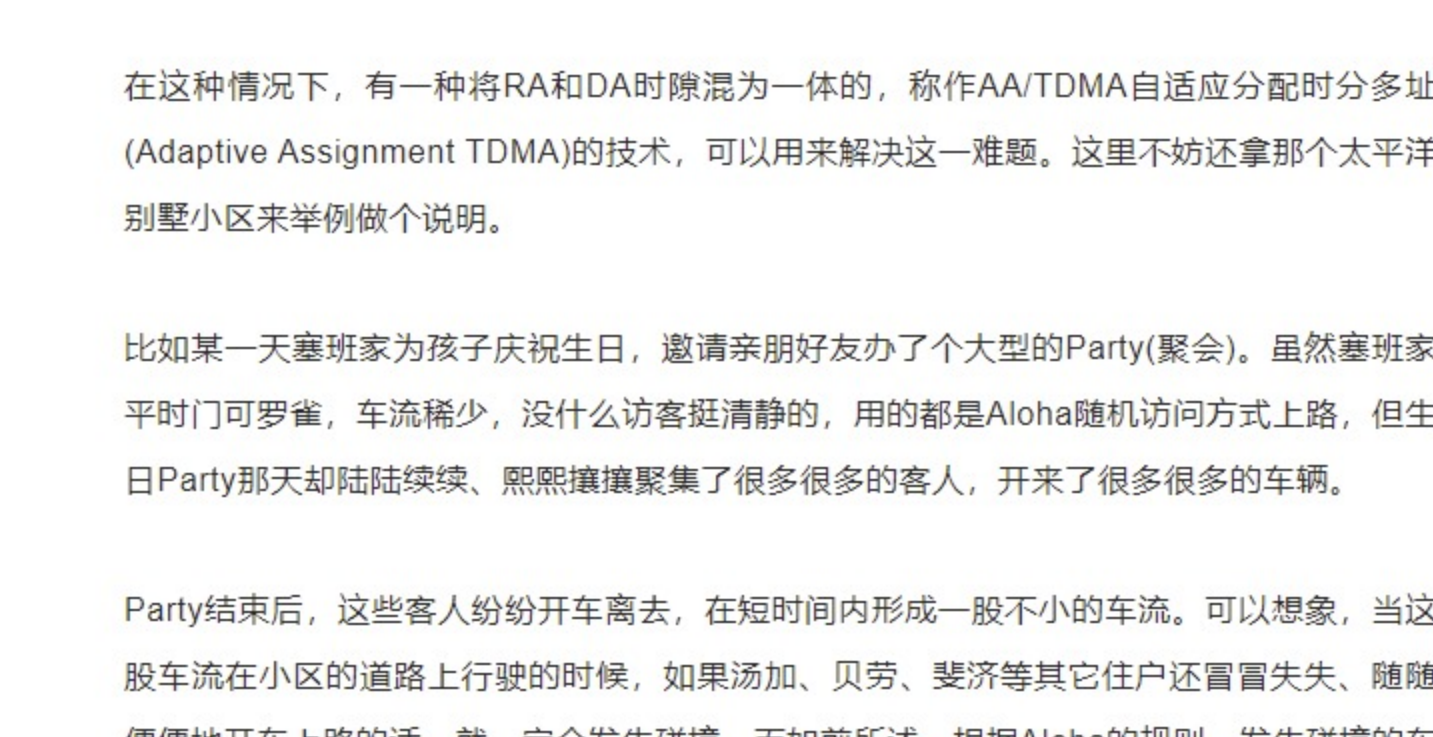


图-3.2 RA+DA/DAMA组合

如图所示,前5个时隙(TS-1至TS-5)被规定为RA时隙,可以为网络中的所有站点(包括北京、上海、斐济、塞班等)以Aloha随机访问方式共用;而后7个时隙(TS-6至TS-12)则被规定为DA时隙,会被“按需分配”给那些有较多、较重或较持续业务传输的地面站使用,即DAMA。

这里需要注意有几个地方出现了变化:

- 一是前面的RA时隙不仅用于稀路由由站点(如斐济、汤加、塞班等),而且还用于重型业务站点(如北京、上海等),即所有站点都可以用Aloha的方式随机访问这几个RA时隙;
二是这些RA时隙不仅用于传输业务,而且还用于各个站点传输带宽请求,即当某一站点需要传输较多、较重或较持续的业务时,可通过这几个RA时隙向网络控制中心(NCC)发送申请,请求网络将一个或多个DA时隙分配给该站点(当然,在申请过程当中是有可能发生碰撞,并不得重新发送申请的);
三是后面的DA时隙也不再是以PAMA方式只固定地预先分配给某几个站点了(如北京、上海、广州和乌鲁木齐等),而是可以根据各个站点的实际业务需求和业务量,按需分配给任意站点了(包括斐济、汤加和塞班等),即DAMA按需分配;
四是站点在按需获得了后面的若干DA时隙后,就可以在每一个TDMA帧里都循环反复地使用这些时隙,畅行无阻地传输业务,直至业务结束,其间不必再担心遭到碰撞;
五是站点在利用DA时隙完成业务传输之后,又会将这些时隙再释放出来,交给给网络供其它站点申请和使用。

以上过程其实就是TDMA/DAMA,虽然看着会觉得有点儿乱,但倘若对SCPC/DAMA有所了解的话,就会发现其实二者在带宽按需分配的道理上是一样的,只不过SCPC/DAMA分配的是一段一段的频率带宽,而TDMA/DAMA分配的则是一个一个的时隙带宽而已。当然二者在其它方面,比如组网,也还是有很多和很大差别的,这里就暂且不表了。

3.3 AA/TDMA

无论是RA+DA/PAMA,还是RA+DA/DAMA,这两种组合访问方式都是把时隙人为地分成了RA和DA两个固定的部分。但倘若碰上了一些难缠的用户抬杠,就像刘三姐(注1)怒怼慧慧王道:

你歌哪有我歌多,我有十万八千箩。
平时全都不吭气,突然冒个秀多多。
只因那年涨大水,山歌塞断九条河。
TDMA可奈何,DA RA奈何何?

意思是为:在大多数情况下,虽然所有站点都是稀路由由业务(比如信用卡交易),全部时隙均为RA最好,但在个别情况下,也不知道会有哪个别站点突发重型业务(比如大文件传输),所以此时如果很多时隙,甚至全部时隙都是DA则又会更佳。那这又该如何是好呢?

在这种情况下,有一种将RA和DA时隙混为一体的,称作AA/TDMA自适应分配时分多址(Adaptive Assignment TDMA)的技术,可以用来解决这一难题。这里不妨还拿那个太平洋别墅小区来举例做个说明。

比如某一天塞班家为孩子庆祝生日,邀请亲朋好友办了个大型的Party(聚会),虽然塞班家平时门可罗雀,车流稀少,没什么访客挺清静的,用的都是Aloha随机访问方式上路,但生日Party那天却陆续续续、熙熙攘攘聚集了很多很多的客人,开来了很多很多的车辆。

Party结束后,这些客人纷纷开车离去,在短时间内形成一股不小的车流。可以想象,当这股车流在小区的道路上行驶的时候,如果汤加、贝旁、斐济等其它住户还冒冒失失、随随便便地开车上路的话,就一定会发生碰撞。而如前所述,根据Aloha的规则,发生碰撞的车辆全都必须退回原位,等候一段反反复复之后才可以再次随机重新上路,而随机重新上路则车辆又会再次发生碰撞。如此反反复复,从塞班家开出的车流,不知要历经千难万险遭到多少次碰撞,重传多少次回,花费多少时间,才能跌跌撞撞地全部驶离小区。见下图:

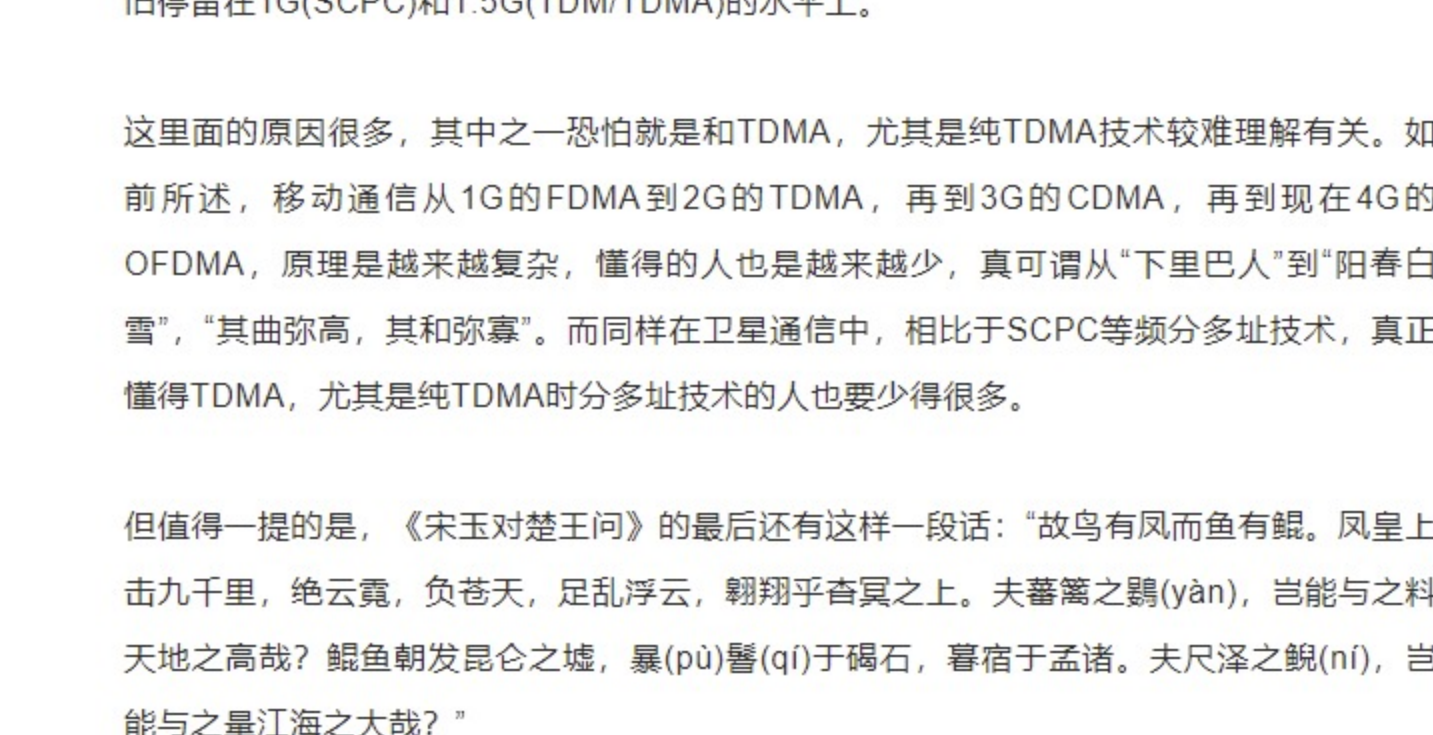


图-3.3 偶发重型业务时的RA

针对这种某种人家偶发大队人马的情况,采用AA/TDMA自适应分配时分多址技术又是如何来应对的呢?为便于讲解,这里不妨假设一共有20部车辆需要从塞班家连续开出。

首先,从塞班家开出的第一辆车还是以Aloha随机访问方式上路的,当然这难免会遭到碰撞。不过在其杀出一条血路侥幸突出重围后,就可以立即向交管部门报告,申明还有19部车量滞留在塞班家急需上路,要求交管部门实施临时的交通管制,为这19辆车预留出一段上路的时间和空间,而这就相当于某一VSAT远端站向NCC网控中心预约时隙。



图-3.4 AA/TDMA - 时隙初始均为RA

交管部门在收到这一请求后,如果没有其它什么特殊情况,就会实施临时的交通管制,为这19部车辆预留出一段时间段儿,在马路上将全车道专供塞班家使用(即DA)。而为了避免发生碰撞,其它住户的车辆在这一期间将全被禁止上路。这就相当于NCC网控中心为VSAT远端站预分配时隙。如此一来,滞留在塞班家里的剩余车辆就可以畅行无阻地顺利驶离了。



图-3.5 AA/TDMA - 大部分时隙转变为DA

不过像这样的请求也许不只一家有,可能会有好几户人家都需要DA时隙传输业务,而且还都把申请成功地发送到了交管中心。在这种情况下,就需要根据这些人家及其车辆的重要性和优先级(如QoS)来分配DA时隙了。比如说,如果只有刘三姐家和阿牛哥家(注1)的十八手牛粪车要求上路,那么DA时隙就可以分配给这两户门当户对的贫苦人家平均使用;但是倘若莫老爷家(注2)有运送金银财宝的劳斯莱斯豪车要上路,那么DA时隙就会被首先分配给莫老爷家使用了。

也许有人觉得AA/TDMA方式中的RA和DA时隙是被分开的,但如果仔细注意一下就会发现:在AA/TDMA方式中,RA+DA时隙还是混合在一起的;而在AA/TDMA方式中,就不分什么RA和DA时隙了,每个时隙都既可能是RA,也可能是DA,究竟哪些是RA,哪些是DA,什么时候是RA,什么时候是DA,则全靠自适应了。见下图:



图-3.6 AA/TDMA帧结构

如果搞得正式一点儿的话,则上述AA/TDMA的主要过程可以通过下图来描述:



图-3.7 AA/TDMA操作过程

AA/TDMA中的主要过程,包括VSAT远端站如何随机发送数据包,如何争抢时隙和发生碰撞,如何延时重发,如何最后获得固定时隙,以及如何以DA方式连续发送数据包等步骤,均已在图中标明,这里就不再一一赘述了。不过细心一些的读者或许会问:“图中怎么没有见到主站发射?主站为VSAT远端站分配DA时隙的信令又是怎样发送到VSAT远端站的呢?”

由于主站不仅是全网的业务中心(Hub),而且还往往是全网的控制中心(NCC)和管理中心(NMS),还负责把各种各样的控制和管理信息及时无误地传达给所有站点,所以其作用和地位极为重要,一般是不会与VSAT远端站掺和在一起,用Aloha这样low(低级)的随机访问方式去争抢时隙的,而是会单独占据一段带宽专门传送信令,以免因碰撞而耽误了对网络的控制和管理,影响全网的正常运转。

比如在一个典型的TDM/TDMA星状网中,或在一个以TDM/TDMA为CSC公共信令信道(注2)的SCPC/DAMA网络中,主站就是通过独占一段频率带宽,发射一个TDM出境载波,以广播方式向所有VSAT远端站发号施令,来分配时隙带宽或频率带宽;而在一个典型的纯TDMA或MF-TDMA网状网中,主站则是通过占用一到几个专用时隙,把包括TDMA同步参考在内的信令,以广播的方式传送到所有站点,为各个站点分时隙带宽。由于不同VSAT系统及网络的通信体制各不相同,而图-3.7着重想要说明的是VSAT远端站访问和占用TDMA信道的过程,并非主站的工作方式,所以就有省略了对主站的标注。

另外,这里介绍的仅仅是一路TDMA信道中的若干RA+DA组合。倘若结合多频(MF)和跳频(FH)技术,在网络中设置多路TDMA信道并实施跳频操作的话,则还可以变出更多种花样儿。比如把一路信道全部设为RA时隙,专门用于各个站点发送带宽请求时隙,而其它信道则全部设为DA时隙,专门用于固定分配(PAMA)或按需分配(DAMA)给各个站点业务等等,这里就不一一介绍了。只要清楚一点,折腾这些目的都是要取长补短,充分发挥RA和DA, PAMA和DAMA的各自优势,以提高包括响应时间、信道利用率等在内的TDMA性能就可以了。

后记: SCPC和TDMA之争

二、三十年前还没有移动通信的时候, VSAT就已经在世界各地红红火火地发展并得到了广泛应用,而那时的一个热门话题就是SCPC和TDMA孰优孰劣。可二十几年后的今天,当移动通信都已经发展到4G,并大踏步迈向5G的时候, VSAT却没有什么实质性的变化,很多VSAT系统仍然徘徊在FDMA和TDMA之间,甚至仍旧停留在FDMA的水平上,而很多的讨论则仍然是对SCPC和TDMA技术的优劣进行对比。

这里姑且不说结论如何,单从这一现象就可看出卫星通信的发展还是相当缓慢的。倘若拿移动通信来作对比的话,卫星通信迄今也才发展到了2G的阶段(TDMA),相当一部分还依旧停留在1G(SCPC)和1.5G(TDM/TDMA)的水平上。

这里面的原因很多,其中之一恐怕就是和TDMA,尤其是纯TDMA技术较难理解有关。如前所述,移动通信从1G的FDMA到2G的TDMA,再到3G的CDMA,再到现在4G的OFDMA,其原理是越来越复杂,懂得的人也是越来越少,真可谓从“下里白”到“阳春白雪”,其曲弥高,其和弥寡。而同样在卫星通信中,相比于SCPC等时分多址技术,真正懂得TDMA,尤其是纯TDMA时分多址技术的人也要少得多。

但值得一提的是,《宋玉对楚王问》的最后还有这样一段话:“故鸟有凤而鱼有鲲。凤凰上击九千里,绝云霓,负苍天,足乱浮云,翱翔乎杳冥之上。夫鸾雏之鸷(yàn),岂能与之料天地之高哉? 鲲鱼朝发昆仑之墟,暴(pù)肌(qi)于碣石,暮宿于孟诸。夫尺泽之鲋(ní),岂能与之量江海之大哉?”

就是说, SCPC和TDMA虽然有着“凤与鸷”和“鲲与鲋”的巨大差别,但卫星通信要有所发展,不管理解上有多少困难,都要必须努力完成从SCPC趴趴猫到TDMA跳跳虎的转变(注3)。

to be continued

备注
注1: 刘三姐、阿牛哥和莫老爷均为电影《刘三姐》中的人物,其中刘三姐和阿牛哥代表贫穷的老百姓,而莫老爷则代表富有的土财主。
注2: CSC意为公共信令信道,其英文原文为“Common Signaling Channel”。
注3: 有关SCPC趴趴猫和TDMA跳跳虎的含义,请参阅《马路上的卫星(一)——信道和载波》。而有关SCPC和TDMA技术在带宽上的分析和比较,请参阅《马路上的卫星(五)——TDMA和SCPC的带宽效率》(后续即将推出,敬请期待)。

附录: 英文缩略语及中译文注释一览表

Table with 3 columns: 缩略语, 中译文, 英语原文及补充说明. Includes terms like BoD, CDMA, CSC, DA, DAMA, DSI, DVBI/RCS, FDMA, FH, MCPC, MF, MF-TDMA, NCC, NMS, OFDM, OFDMA, PA, PAMA, PCM, QoS, RA, S-Aloha, SCPC, STDM, TDM, TDMA, VSAT.