

---

# 高吞吐量卫星（HTS）和休斯JUPITER地面系统

Version 1

休斯中国市场部

## 摘要

自从休斯发明VSAT（甚小口径天线终端，Very Small Aperture Terminal），并在1984年为沃尔玛（Wal-Mart）连锁商店组建全球第一个商用卫星通信网络，卫星通信已成为今天主流电信基础架构中不可分割的组成部分。

全球第一台卫星终端设备重好几公斤，仅支持9.6 kbps的数据传输速率，工作在功率受限、总容量低于1Gbps的卫星底下；而现代卫星的容量超过100Gbps，能提供速率达10 Mbps或更高的高速互联网服务。

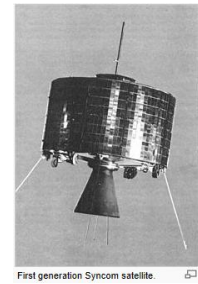
作为全球最大Ka频段系统运营商，休斯与大家一起探讨新一代高吞吐量卫星系统的架构和功能，与大家分享Ka卫星应用的经验。休斯设计的JUPITER Ka频段卫星通信系统已被广泛应用于各个市场领域，包括企业和政府。

休斯JUPITER系统的技术先进性体现在：

- 空中接口 - JUPITER系统支持增强版DVB-S2和更高阶调制，载波效率更高，系统吞吐量更大
  - 地面关口站结构 - 高密度关口站架构，每19英寸机柜容量超过1Gbps；每个关口站均为完整独立性设计，包含所有相关的无线和IP处理单位；JUPITER关口站是“无人值守”设计
  - 高性能卫星小站 - 新一代VSAT采用性能强大的芯片，支持高数据吞吐量，能同时挂接更多的应用设备。
  - 增值功能 - 高性价比的虚拟网络运营商（VNO，Virtual network operator）功能分享使用点波束系统；服务质量保证（QoS）功能区分视频等不同业务的服务等级；卓越的网络支撑系统（OSS，operational support system）有效管理数量众多的小站。
-

## 1. 商用卫星通信的发展：从电话到电视，再到数据

在1963年，休斯先后研制了3颗地球同步轨道卫星，分别取名为Syncom-1、Syncom-2、Syncom-3(Syncom: Synchronous communication satellite)。这是人类首次触及地球同步轨道卫星，只不过当时这些卫星都被美国航空航天局(NASA)用于军方使用。1963年8月23日，美国总统肯尼迪通过Syncom-2卫星与尼日利亚总理进行双向通话，这是历史上首次通过卫星进行政府首脑之间的通话。

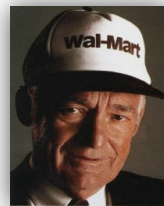


First generation Syncom satellite.



1965年4月，正当冷战和太空竞赛升级的时候，由休斯制造的Early Bird(“晨鸟”，后取名叫Intelsat 1)地球同步轨道卫星被发射，标志着商业卫星通信的开始。除了被应用于北美和欧洲之间的电话和传真通信，Early Bird卫星促进了卫星电视广播的更大规模应用。在1965年12月Early Bird被用来电视直播海上回收Gemini 6飞船的全过程。

在其后的20年，传输电视节目是通信卫星的主要应用，一直到1985年由休斯工程师发明VSAT。山姆·沃尔顿决定采用休斯的VSAT来连接他的乡村商店和物品配送中心，这被“财富”杂志评为20世纪最重要的商业决策之一，因为与其竞争对手相比，“它(VSAT)给了沃尔玛(Wal-Mart)巨大的信息沟通优势”。沃尔玛(Wal-Mart)的VSAT应用标志着卫星网络通信的开始。



最初的卫星设计主要是围绕电视广播，所以要求卫星能覆盖尽可能大的面积，换句话说，卫星设计的关注点是覆盖范围，而不是通信容量。直到今天许多在运转的卫星仍追求大面积覆盖，星上的单个视频发射(广播)能被许多地方接收，如下图1所示。

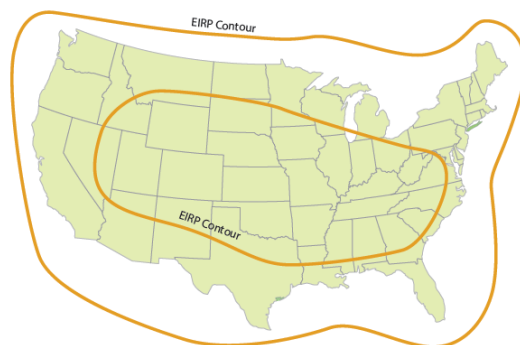


图 1 为追求大覆盖范围为设计的卫星覆盖图示例

第一颗卫星工作在C频段（4-6GHz），随着时间的推移，出现了更高频率的Ku频段（10-14GHz）卫星。直到过去10年Ku卫星仍占全球卫星通信的主导地位。受高清电视、高速互联网接入等应用需求的推动，许多地区对卫星带宽的需求量超过Ku频段的限制，从而推动使用更高的频段-Ka频段（18-30GHz）。

对覆盖范围的追求影响了卫星的容量，如果用于数据通信，先前的卫星一般只支持几个Gbps的容量。举例来说，如果一颗卫星有24个C波段转发器（每转发器36MHz）和24个Ku波段转发器（每转发器36MHz）的载荷，总共48个转发器其总容量为1.7GHz。假设一个36MHz转发器支持70Mbps的数据吞吐量，那么1.7GHz带宽仅支持略超过3Gbps的数据传输速率。

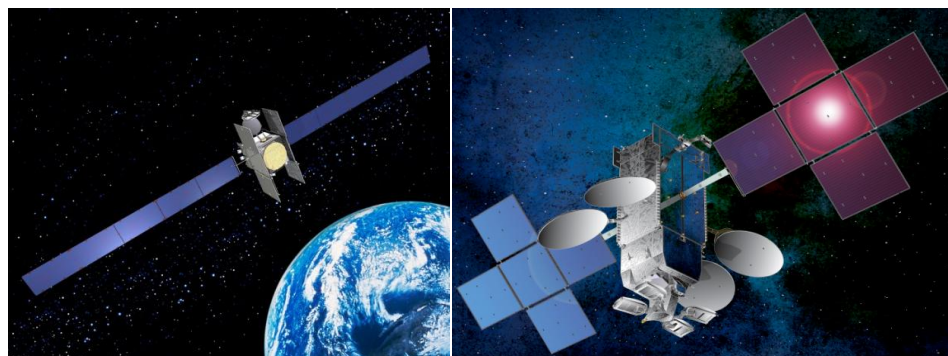


图 Spaceway 3（左）和EchoStar 17卫星（右）

近些年陆续发射的新一代高吞吐量卫星（HTS）卫星采用多点波束结构，通过重复使用有限的频率资源而具备更大的通信容量。如图2所示，HTS卫星采用类似于地面蜂窝网的技术，各个点波束采用不同频率和极化的组合而彼此独立工作。事实上这些技术早已被用于不少卫星的设计，不同的是现在的波束更小，波束数量更多，频率复用的程度更高。拿休斯Spaceway 3卫星举例（下面有更多描述），通过24倍的频率复用，原先500MHz的频谱最后支持12GHz的通信容量。

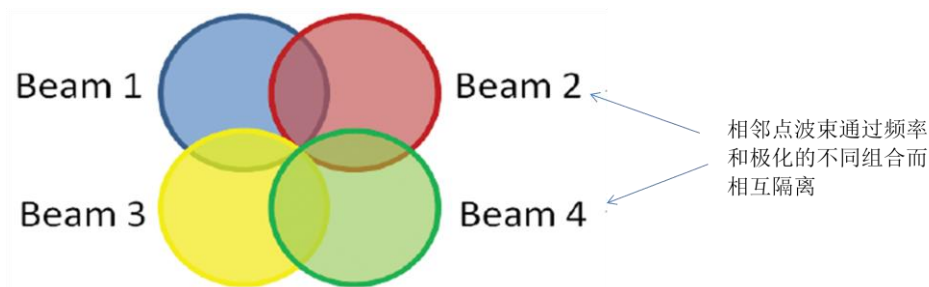


图2 频率复用

另一个例子是采用Jupiter高吞吐技术的EchoStar 17卫星，它有60个点波束。EchoStar 17卫星与Spaceway 3合起来形成对整个北美的优化覆盖（如下图）。

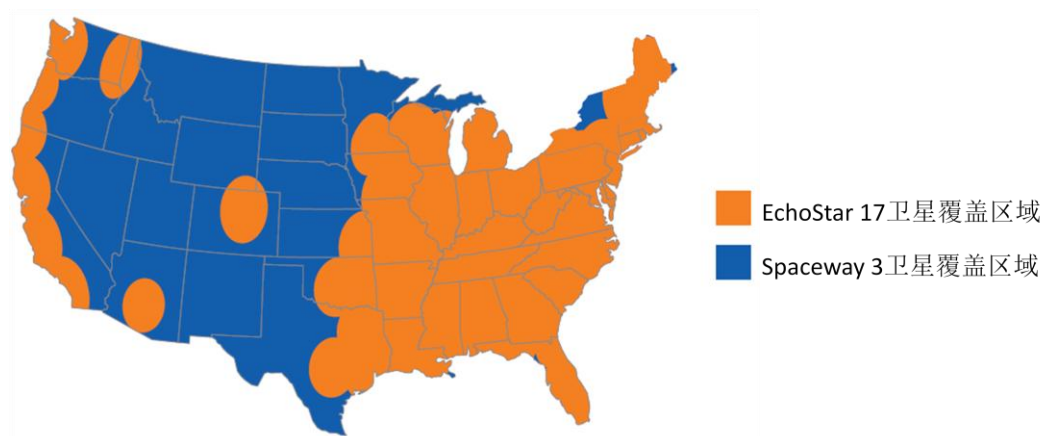


图3 EchoStar 17与Spaceway 3对北美的优化覆盖

点波束之间的频率复用使得卫星拥有更多的容量。举个例子，一颗采用60个点波束（或用户波束）的HTS，如果每一个点波束为出向500MHz和回传500MHz的容量（典型的Ka频段分配），则此颗卫星拥有60GHz的容量。通过频率复用，HTS能够获得比常规卫星多得多的带宽GHz数，在这个例子是超过30倍的容量。

一颗卫星，不管是按最大化容量或最大化覆盖设计，其星体设计、建造、发射的成本是大致相同的，所以HTS卫星的每比特（bit）费用要远低于为优化覆盖而设计的卫星。

## 2. HTS卫星采用Ka和Ku频段

现在许多新的高吞吐量卫星采用Ka频率。其中一个简单原因是安排给其它频段的卫星轨道位置已快被用完，今天已很难从国际电信联盟（ITU）申请得到商业Ku频段的轨道位置。而Ka的轨道位置还很多，当前只有少数Ka轨道被使用，运营商较容易从ITU获得Ka轨道。相对于Ku频段，Ka频段拥有更宽的频谱，一颗典型的Ku卫星可能使用750MHz频谱，而Ka卫星仅其地面关口站的馈电波束就可能使用1500MHz或更宽的频谱。

如今Ka技术已经达到一定的成熟度，卫星网络的性能、可靠性和可用性都能与Ku网络相媲美。Ka关口站的射频传输设备(RFT)有支持750瓦输出功率的行波管(Travelling wave tubes, TWT)功率放大器，卫星终端的Ka射频部件采用最先进的砷化镓(Gallium arsenide, GaA)单片微波集成电路(monolithic microwave integrated circuits, MMIC)，工作稳定/可靠、性价比高。

虽然HTS卫星通常指Ka频段，小波束、频率复用的理念也可以被应用到Ku频段。例如Intelsat 29E(或叫EPIC)卫星虽然使用Ku轨道位置和Ku频率，但也是采用点波束架构。根据Intelsat公布的信息，第一颗EPIC卫星有以下特点：

- 多点波束，波束宽度为2度(或更小)
- 点波束容量为160Mbps
- 宽波束容量为40Mbps
- 总通信容量为25 - 60Gbps

通过采用2度波束宽度(Ka点波束通常采用0.4到0.8度)和频率复用，Intelsat的EPIC卫星能够覆盖与传统卫星相比拟的大区域，但同时又有较高的通信容量。

### 3. 不同的架构

数据通信可以采用不同的卫星架构，根据具体情况每种架构均有其优点和缺点。

#### 使用传统35-56MHz转发器的宽波束

如图4所示，传统卫星主要关注卫星的覆盖，其转发器波束可以覆盖一片很大的区域。此架构为“环回”设计，即卫星接收、转发信号的区域为同一个覆盖区域。这种方式允许任何两个卫星站之间单跳发送/接收，可以开展网状通信。

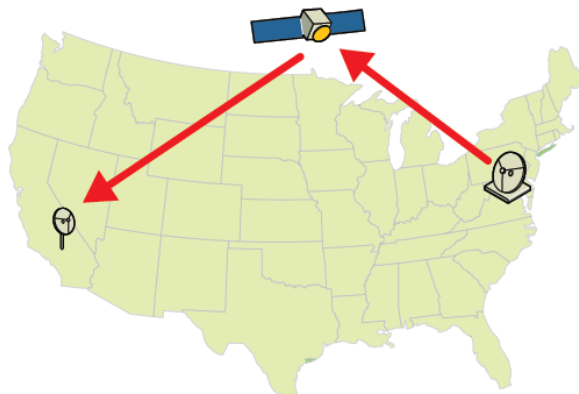


图4 “环回”式架构

#### 小点波束

设计HTS卫星的波束大小需要权衡卫星的容量与覆盖。小波束可以做到较高的容量，因

为小波束会有较好的链路特性，从而有更高的频谱效率和通信容量。大波束在赢得大覆盖的同时，由于其辐射能量要分摊到大区域，频谱效率相对来说低。EchoStar 17卫星采用0.5度左右（或略大，直径约300公里）的小用户波束，所有用户波束连接到关口站，出向、入向信道采用不同的频率。如图5所示，在点波束架构下，小站只能接收关口站发送的信号，而不能接收其它小站。这种架构设计最大限度地提高容量，关口站的位置可以远离用户波束，馈电波束可以利用用户波束的频谱。

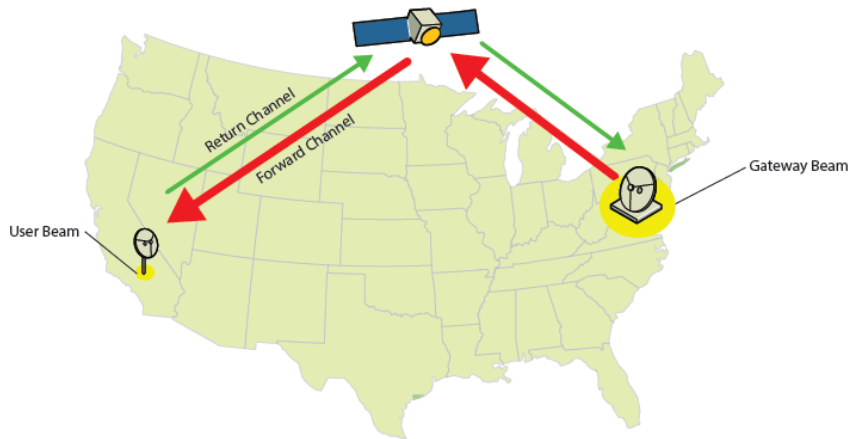


图5 点波束卫星架构

在下图6，关口站利用馈电波束发送前向信息给所有的用户波束。馈电波束由一个或多个子信道组成，每个子信道对应于一个特定的用户波束。卫星将馈电波束中的所有出向业务进行拆分，再发送至相应的用户波束。回传信道也做类似配置。

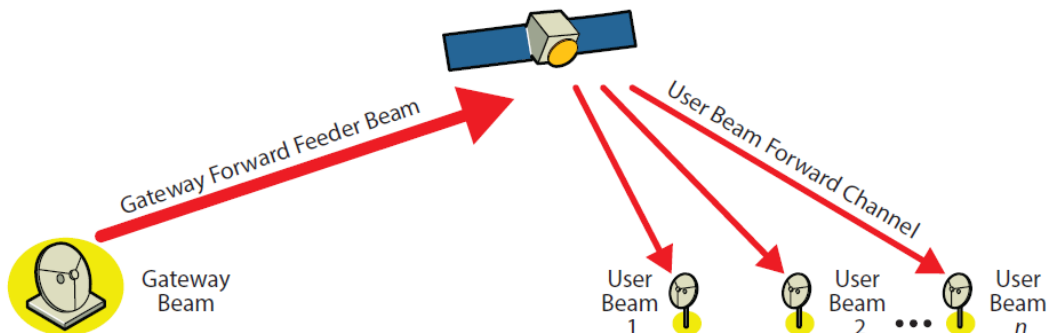


图6 小波束系统中的前向信道结构

在这种架构中，关口站的能力受制于馈电波束频谱的容量，而不是所服务的用户波束数量。需要注意的是此结构不支持单跳、点到点、或网状通信，小站之间无法接收对方发送的信号。

## “再生式”系统

在上面提到的例子中，卫星的工作方式类似于一个“弯曲管”，即卫星仅仅充当中继器，将接收的任何信号直接发回给地球。另一个方式称为“再生式”，即卫星解调接收的信号，重新调制后再发回地球。图7说明了这两个方式的差异。

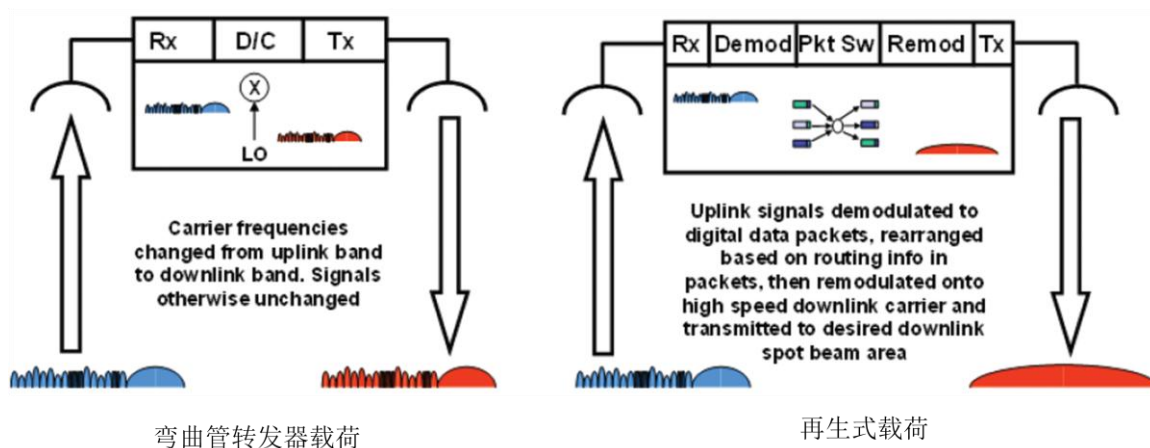


图7 弯曲管载荷- 再生式载荷

休斯Spaceway 3 Ka频段卫星能够给需要的区域提供高通信容量，部分原因是星体上使用了先进的相控阵天线，此天线帮助进行功率的动态调配（如图8所示）。这有别于使用固定方向天线的传统卫星，它们无法根据不同区域通信需求的变化而调整卫星功率分配。休斯Spaceway 3卫星具有很强的应用适应能力，例如：

- 可以调整波束大小和形状
- 可以调整对不同区域的容量分配
- 当应用需求变化时动态调整每波束的容量分配

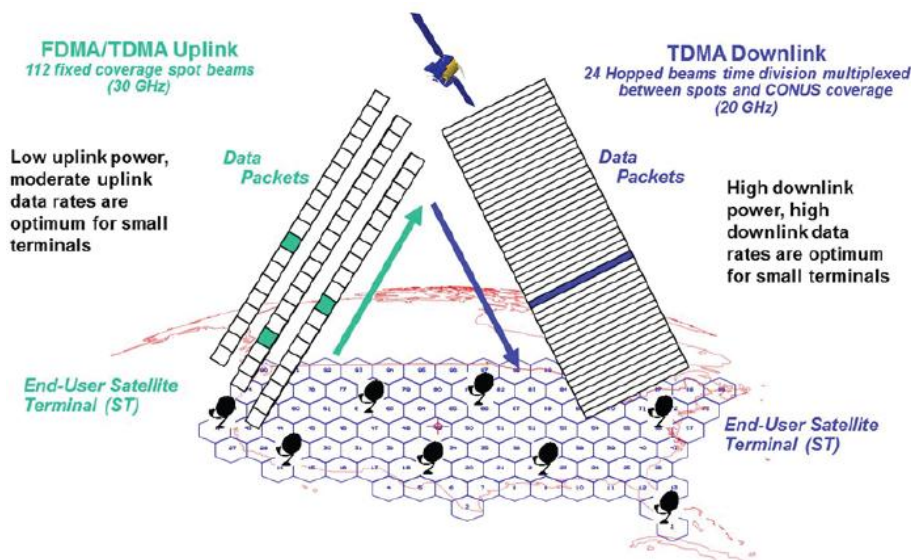


图8 Spaceway 3通信架构

点波束和频率复用，这些如今许多HTS卫星所使用的技术，在休斯Spaceway 3卫星上早

就被采用。

#### 4. 越大不一定越好

当今工业水平能制造容量超过100Gbps的卫星，这并不意味着每一个运营商都应该部署这样大容量的卫星。目前全球50多个活跃的Ka卫星项目（无论已在轨或计划发射），大部分卫星都采用部分载荷为Ka频段的方式。这些卫星的主要业务（尤其是广播）是采用传统的36/54MHz Ku和C频段，当需要时，卫星运营商可以逐步加载、使用星体上的Ka载荷。

一个很好的例子是在2013年发射的Hispasat 亚马孙3号卫星。亚马孙3号卫星有以下载荷：

- 33个Ku转发器
- 19个C转发器
- 9个Ka点波束

假设每个Ka点波束容量是500MHz，则该卫星具有9GHz的Ka数据通信能力。

一般的服务提供商可能比较喜欢部分Ka载荷卫星、或小容量的纯Ka卫星，因为：

- 小地域覆盖-目标覆盖区域可能仅是一个中等大小的国家
- 预期填充率较缓慢- 发展中国家的填充率可能比北美或欧洲慢，立即部署大载荷不具备经济性方面的好处。在这些地域，扩大覆盖应该比提高容量更有意义
- 低成本 - 在卫星上安装部分载荷的开支远低于发射一颗纯Ka卫星

所以我们认为，卫星容量不一定越大越好。事实上，只有当填充率很高、或总容量能被迅速消耗，卫星才是“越大越好”。市场需求多种多样，较小的容量可以使运营商用较小投资先进入市场。

#### 5. 封闭式、或开放式运营方式

运营高吞吐量卫星有不同的商业模式。对为北美提供了超过100Gbps容量的EchoStar 17卫星，休斯采取了封闭式运营方式。见图10，封闭式运营方式由一个实体运营卫星、构建地面系统，再直接、或通过一个或多个零售合作伙伴向最终用户提供服务。在这样的“Mbps”模型中，卫星运营商通过各种服务计划出售Mbps，最大限度地提高投资回报率。而一个（或多个）服务提供商仅购买卫星物理带宽来经营其自己的卫星通信服务，这样操作的可能性不大。



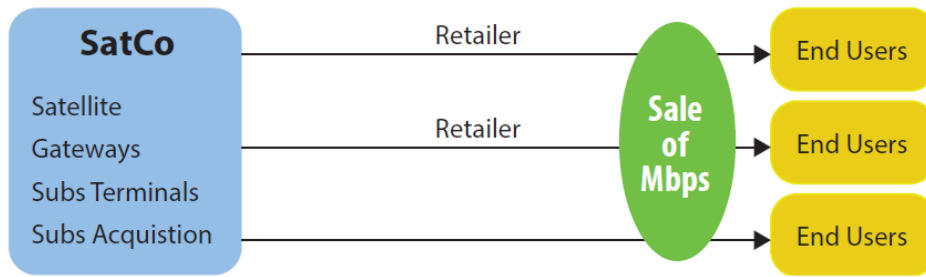


图10 封闭式商业模式 (“Mbps”模型)

为了能使一个封闭式系统创造利润，服务提供商必须做出重大的投资，包括卫星和地面系统。服务供应商需要有一个完整的业务支持系统（BSS, Business Support System）来运行服务业务，包括订单处理、安装调度、客户激活、计费、客户关系管理（CRM）、帮助台等业务。此外，也许更重要的是，服务提供商必须投资来发展全面的分销渠道，以将服务带到最终用户。

相比之下，如图11所示的开放式模型，卫星运营商将物理带宽出售给各个服务提供商（“MHz模型”），由服务提供商自己建设地面系统、开发BSS，然后将Mbps服务计划通过分销渠道、或直接销售到最终用户。这种模型对卫星运营商很有吸引力，因为它减少了与服务业务相关的风险，将自身重点放在其核心任务-运营卫星。

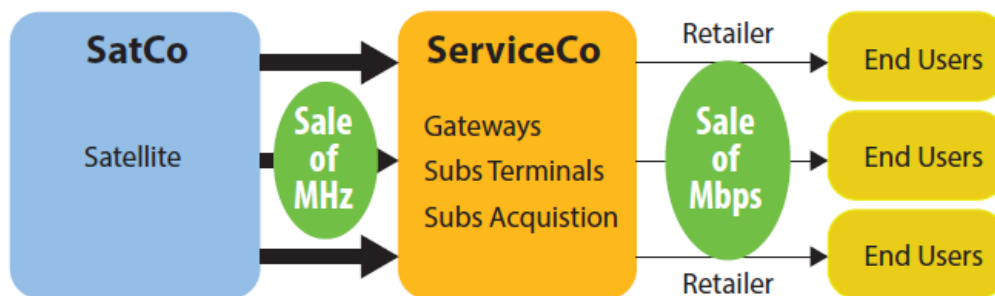


图11 开放式商业模式 (“MHz模型”)

休斯相信开放式系统将在全球各地蓬勃发展，由卫星运营商发射部分HTS载荷，然后按MHz为单位提供给服务提供商。休斯JUPITER系统单个机柜的处理能力（包括所有IP处理）超过1Gbps，只需少量的机架空间即可以实现多波束下的部分容量通信。JUPITER系统的空中接口支持高速传输，其卫星小站的吞吐量比市场上任何VSAT终端都要高。由于具备丰富的企业应用功能，休斯JUPITER系统支持任何对SLA和QoS能力有高要求的应用。

这种商业模式有多个具体做法，虚拟网络运营商（VNO, virtual network operator）就是其中一种。VNO一词来源于地面蜂窝网，描述一个实体利用由其他运营商构建的设施，但冠以自己的品牌对外提供服务。之所以说这个运营商是“虚拟”的，是因为其使用的设施不是自己投资的。对VNO的好处是他们不需要花钱投资设备，而对真正构建建设

施的运营商来讲，他们会因租赁设备、提供设施而收益。

随着高吞吐量系统的应用，VNO不需要购买设备，他们只要租用Mbps，然后对公众提供Mbps服务。高吞吐量卫星有许多波束，对于小VNO来讲，如果仅为了在每波束下提供小量MHz服务而投资硬件，这在经济上不划算。

## 6. 优化卫星设计

服务提供商要建一个卫星通信系统，他们要从卫星运营商租用已发射卫星的带宽，再根据将来要采用的地面系统来做后续的网络规划和设计。但设计一个高吞吐量卫星需要对目标服务市场作相当的了解，同时要考虑如下重要因素：

- 用户波束的位置和大小
- 每用户波束的频谱宽度
- 连续或非连续的覆盖
- 关口站的位置，馈电波束的频谱容量

由于篇幅关系本文不讨论如何设计高吞吐量卫星，但休斯的经验是如果地面系统的设计能与星体的设计同时进行，将最有可能获得最高的容量和最佳的性能，因为这样卫星运营商可以综合地面系统的一些关键特性，如出向载波和回传载波特的性能指标。

## 7. 地面系统的发展

从沃尔玛（Wal-Mart）应用全球第一个VSAT网络开始，VSAT技术在各方面都有了很大的进步。图12展示了两个最引人注目的发展趋势（传输性能的提高，成本的降低）。



图12 VSAT设备的发展

在20世纪80年代中期，一套VSAT终端成本超过10,000美元，数据传输能力为9.6—64kbps。今天Ku或Ka频段的VSAT成本为几百美元，却拥有10—20Mbps的吞吐能力。但VSAT系统的基本架构并没有明显改变，大多数VSAT系统仍采用星型拓扑结构，主站发送广播载波到

所有远端站，远端站到主站采用FDMA/TDMA的回传信道。这种架构为传统的36MHz C/Ku卫星网络而设计，也同样很好地应用于采用点波束架构的高吞吐量卫星。

高吞吐量卫星与传统卫星有一些关键性的区别，包括：

- 超过100MHz的高容量波束
- 每关口站支持多达10-20个点波束，拥有超过5Gpbs的通信容量
- 单个远端站的传输能力
- 克服雨衰对Ka频段影响的能力

高吞吐量卫星的出现对地面VSAT系统有了更高的要求。休斯JUPITER系统支持空间段和关口站资源的高效利用，同时拥有高性能、高性价比的应用终端。

### DVB-S2标准扩展（DVB-S2 Extensions）

DVB-S2/ACM（自适应编码和调制）为现在主流VSAT系统所采用，但是DVB-S2标准当初为36MHz、54MHz转发器解决覆盖应用而设计，最高才支持45Msps、16 APSK调制。而新一代高吞吐量卫星的每个波束都为大容量，只有采用DVB-S2标准扩展才能实现更高的容量、更好的链路性能。休斯JUPITER系统对DVB-S2标准进行了多项扩展，支持更高的符号率、更高的调制方式。

### 高效率的关口站

VSAT应用需求的提升对主站/关口站的容量有了更高的要求。这与上面所提及的信道容量相关，但最后还要体现在设备硬件的支持能力上。要完全使用一个传统36MHz转发器，VSAT主站容量要能达到80~100 Mbps，相应的大多数VSAT系统其主站设备需要占用一个或一个半机柜。

但使用多点波束结构的高吞吐量卫星，地面关口站需要支持1-10Gpbs的容量。考虑建设一个5Gpbs的关口站，若采用一个半机架仅支持100Mbps吞吐量的传统VSAT系统，则总共需要多达25个设备机柜，还不包括流量管理设备（Packet Shaper）、路由器、交换机和其它应用终端。关口站体积庞大，耗电量高，对空调要求也高，这些都意味着高费用。

休斯JUPITER系统的关口站每机柜容量超过1Gpbs，5Gpbs容量仅需要5个机柜，在占用空间、耗电量、对空调要求等各方面都有很明显的优



势。

此外，休斯JUPITER关口站完全按独立工作方式设计，可以进行远程维护。完全独立工作方式使多个关口站通过Internet直接互连、直接通信，没有必要把所有的业务都输送到中央数据处理站，从而降低了运营成本。其“无人值守”特性也降低了运营成本。

### 高性能小站终端

据统计，如今每个美国家庭连接设备的数量已经增长到5.7台。随着平板电脑和其它个人电子设备使用的不断增多，这个数字还要快速增长。当然同样的现象会出现在其他国家。连接设备数量的增多，视频流量的增加，远端卫星小站需要面对更大的工作压力。休斯JUPITER系统的卫星终端支持很高的传输容量和强大的处理能力。在将来，休斯的卫星终端将支持高达100Mbps的IP吞吐量，以满足高端企业和政府机构的使用要求。



### Web加速

经过地球同步轨道卫星的单向通信时延为250毫秒，对于需要经过“握手”、“确认”来继续传输的数据通信，此时延会导致数据传输缓慢。对于Web应用，网页由许多对象构成，可能需要长时间才能完成整个网面的调取。休斯的TurboPage功能可以克服这个问题，其HTTP对象预取（HTTP object pre-fetch）技术减少网页对象调取过程中的会话次数。

休斯TurboPage客户端拦截远端路由器的Web访问请求，并与数据中心的TurboPage服务器沟通。通常的情况是远程的PC机解析最初的HTML页面，发送DNS（域名服务器，domain name server）请求去寻找含有页面对象（如图片或Flash文件）的所有Web服务器，然后再向这些Web服务器发起多个调取请求，以调取所有页面对象。休斯的TurboPage服务器会预取这些对象，并将对象缓存在小站设备里，若小站需要即从当地直接下载，而不需要经历一个端到端的请求和响应过程。图13是TurboPage工作的示意图。

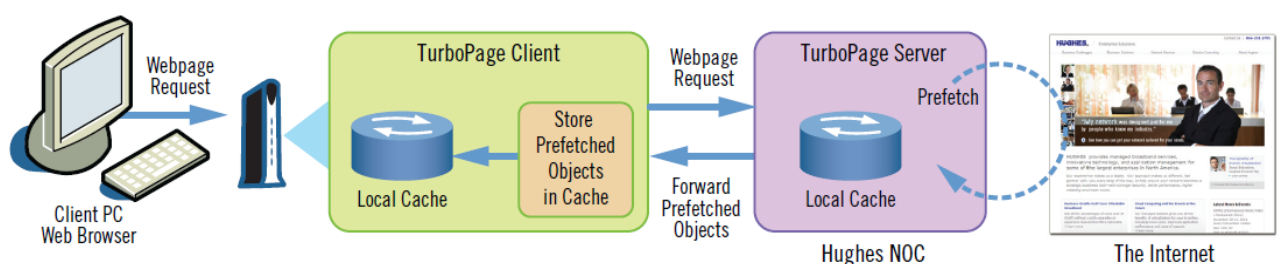


图13 HTTP对象预取

## 休斯动态压缩

除了第1、第2层面的加强，休斯的性能增强代理（PEP，Performance Enhancing Proxy）和载荷压缩同样提高VSAT的传输能力。休斯PEP功能采用RFC 3135标准来简化TCP的ACK、三次握手操作，同时又在标准基础上作了扩展以加强通信的传输量。同时，休斯卫星通信系统支持RFC 3095标准，对卫星链路上的IP、TCP、UDP、RTP协议流进行报头压缩。

此外，休斯可以对出向HTTP流的双阶段压缩。如图14所示，第一阶段的字节层缓存（BLC，Byte Level Caching）算法，这是一种无损压缩方案，通过一个大高速缓存来检测数据流中的冗余内容，对可压缩业务（如文本/HTML）和不可压缩业务（如图像）进行压缩；第二阶段是V.44压缩。对于具体的业务数据流，休斯可以实时、动态选择最佳的压缩方案，或是仅采用BLC的单阶段压缩，或采用BLC+V.44的双阶段压缩，以提升网页浏览感觉。平均来讲，休斯的双阶段压缩可以节省传输HTTP流50%的带宽。

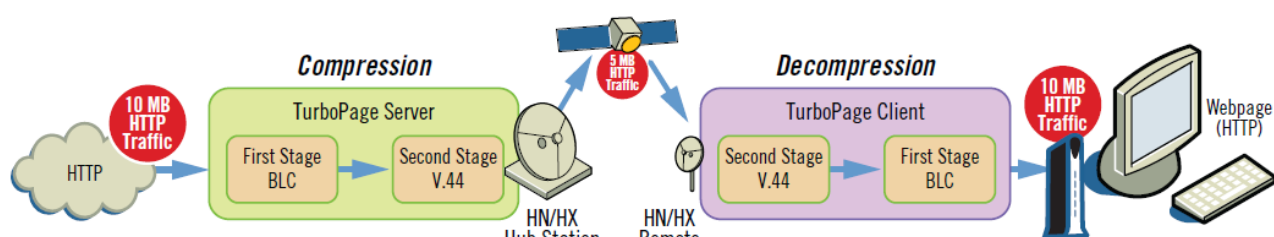


图14 双阶段压缩

## Ka频段的挑战

雨衰是应用Ka频段的最大挑战。休斯JUPITER系统的出向信道有以下措施来抵消雨衰影响：

- 关口站上行功率控制
- 卫星的自动电平控制（ALC）
- 关口站射频系统备份
- 出向载波的自适应编码和调制
- 使用大口径天线以获得较大EIRP

休斯JUPITER系统入向信道消除雨衰能力包括：

- 远端小站的上行功率控制
- 入向信道的自适应编码
- 动态使用不同符号率的入向信道
- 使用大口径天线以获得较大EIRP

休斯有篇专门的技术文档详细阐述雨衰消除技术。其实Ka频段已经在高雨区得到了广泛的成功部署，如在佛罗里达州，休斯Ka网络的可用度可以达到99.7%。

## 8. 如何应用这些大容量

### 互联网接入

讨论高吞吐量卫星的应用要从互联网接入开始，因为这是当今卫星行业增长最快的应用。对于互联网接入，服务提供商要针对不同的应用市场制定一系列服务计划。最重要的是，在流量高峰期间地面系统需要对带宽进行有效的管理和分配，使得所有用户均获得平等、公正的接入服务。

此外，地面系统需要用到一些手段（或工具），如以带宽限额的形式确保卫星容量不被某个用户所垄断使用。鉴于高吞吐量卫星通信经济性方面的优势，服务提供商能够提供与地面4G/LTE服务抗衡的包月服务资费，图15为休斯HughesNet Gen4服务计划。AT&T在2013年6月向公众提供每月10GB的服务计划，价格为每月120美元（不包括附加设备）。相比之下，同等带宽配额的HughesNet GEN4服务每月仅为40美元。

EchoStar XVII	Power	Power PRO	Power MAX
Downstream (Mbps)	10	10	15
Upstream (Mbps)	1	2	2
Anytime (GB)	10	15	20
Bonus Bytes (GB)	10	15	20

图15 HughesNet Gen4服务计划

### 远程教育

全球许多国家都在投资改造基础设施，给所有的学校，即使是在最小的社区和村庄，提供高速上网的服务。对于地面通信（如DSL或电缆）不达、或不足的地方，卫星是一种理想的解决方案。每个学校都会有许多设备一起工作，需要大量的带宽，而高吞吐量卫星是解决教育行业互联网接入需求的最佳方案。图16展示秘鲁电信执行的教育项目，每个卫星小站通过教室里的WiFi连接学生电脑。



图16 秘鲁的远程教育项目

## 基站回传

如图17所示，3G、4G蜂窝网支持很高的数据传输速率，对传输线路的带宽数量要求很高。通常是在市区和主要交通要道开展3G、4G/LTE高速数据应用，地面回传采用光纤或微波。若要对边远地区进行覆盖，因为蜂窝基站的距离较远，使用地面通信手段的成本过高，这时候卫星回传就很有优势。只要移动运营商要将3G、4G/LTE服务延伸到偏远地区，高吞吐量卫星系统就大有用武之地。

	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA/ HSUPA	HSPA+	LTE
Max downlink speed bps	384 kbps	14 Mbps	28 Mbps	100 Mbps
Max uplink speed bps	128 kbps	5.7 Mbps	11 Mbps	50 Mbps

图17 3G/4G服务的数据速率

## 企业通信线路备份

对于企业，卫星通信最有意义的应用是做地面线路的备份。如下面图18所示，地面和卫星相结合、互为备份，确保任何情况下企业的都能正常传输。此外，卫星电路可以根据要求灵活调整带宽分配，这在备份低速率DSL线路时特别有意义。

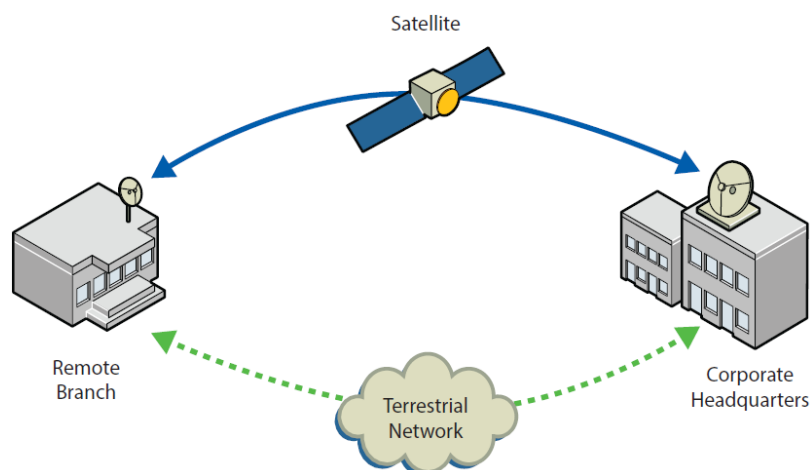


图19 通信线路备份

## 动中通

当今世界移动互联网的应用持续增长，无论是在空中、陆地或海洋。宽波束、大覆盖的Ku通信是这类服务的理想选择，尤其是在海洋和整个大陆地区的应用。HTS系统，正如我们先前看到的，可以很经济地提供大容量带宽，但HTS系统的移动终端在多波束间移动，需要进行频繁的波束切换。无论是采用大波束、大覆盖或点波束、小覆盖的卫星，休斯卫星通信系统的多普勒效应补偿、快速出向载波锁定、自动波束切换等功能可以很好地支持动中通应用。值得注意的是，并非所有系统都可以在很大的服务区域提供连续的服务覆盖，中间会有服务空档。

## 服务质量保证 (Qos)

与地面网一样，基于卫星通信的个人互联网服务也是“尽力而为”的模式，即没有QoS（服务质量保证, Quality of Service）或SLA（服务水平协议, Service Level Agreements）承诺。但卫星互联网服务采取公平访问制度（FAP, Fair Access Policy），以防止带宽被少数用户过多使用，而导致对大多数用户服务品质的下降。

但对于企业/政府客户，卫星通信系统有一套的功能特性来保证应用所需要的服务质量和性能要求。这些基本功能保证有：

- 承诺保障的带宽吞吐量
- 严格的时延和抖动指标
- 网络高可靠性
- 支持私网IP地址
- 支持VLAN Tagging
- 基于各种IP包头特征的业务优先级机制



- 支持各种路由协议，包括BGP
- 加密和有条件访问

## 9. 大容量传输技术的引用

尽管高吞吐量卫星（无论是Ku或Ka频段）是当今卫星行业讨论的热点，传统卫星将继续为VSAT通信发挥重要作用。全球仍有许多地区在相当长时间内不会有高吞吐量卫星的部署，而且某些领域的应用更适合于使用传统卫星。

但即使传统卫星下的通信，其地面系统也是可以采用HTS系统的一些新技术，例如：

- 体积更小、更紧凑的主站系统 - 由于关口站系统结构高密度化，使得支持100-200Mbps业务量的关口站体积非常小巧。这使得主站系统更具有扩展性，单个主站即可支持多转发器/多卫星应用。
- 高性能远程终端 - 在高吞吐量卫星下能传输多Mbps流量的卫星终端可以用于传统卫星。

## 10. 结论

采用高吞吐量卫星的下一代VSAT网络将给全球范围带来更经济、性能更好的宽带服务。图19展示过去25年在网服务VSAT数量的变化情况，可以看出，从2005年开始，高吞吐量卫星的发射/应用（Thaicom发射IPSTAR卫星）促进了整个VSAT行业的显著增长。

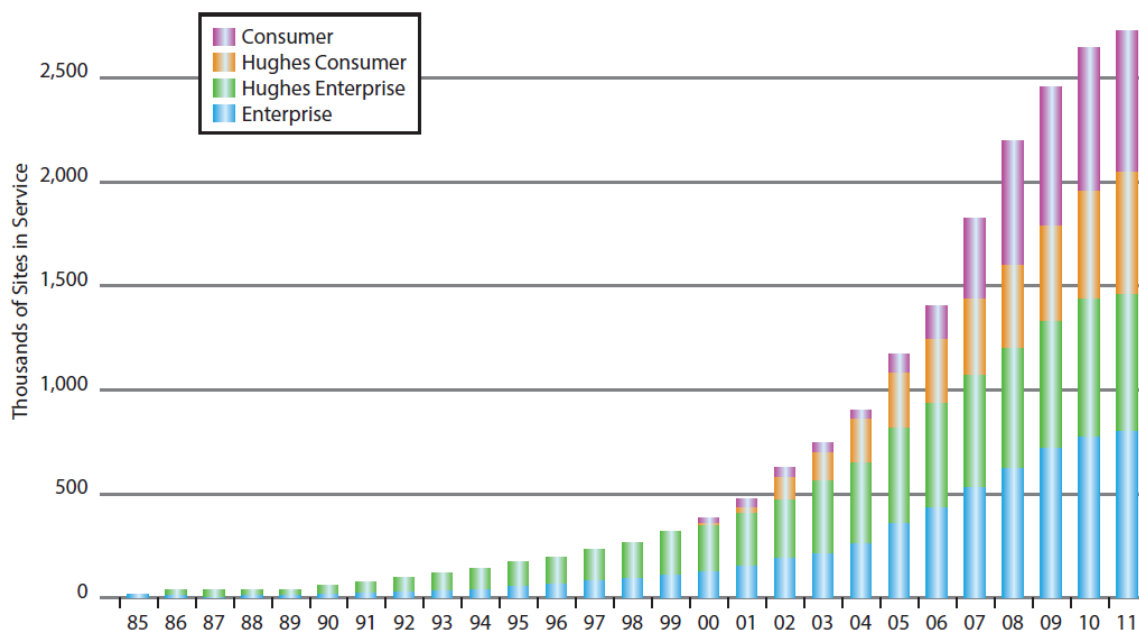


图19 每年上线服务的VSAT数量（数据来源于Comsys）

总之，受地面宽带不覆盖、或覆盖不足区域对高速上网需求的推动，高吞吐量卫星正在

---

给全球带来高经济效益的宽带连接和应用，VSAT行业将持续、健康成长为世界主流电信基础设施的关键组成部分。作为VSAT的发明者、以及为家庭和办公室提供宽带卫星服务的全球领先服务提供商，休斯将继续努力，推进全球所有市场领域、所有频段相关技术/产品和服务的全面提升。



**休斯网络技术(北京)有限公司**

电话：86-10-65391886

传真：86-10-65391896

电邮：[marketing@hughes.cn](mailto:marketing@hughes.cn)

地址：北京市朝阳区工体北路甲2号盈科中心A栋1510A-1515