

MSV-ATC 卫星移动通信技术研究

焦现军 曹桂兴

(中国空间技术研究院, 北京 100094)

摘要 介绍了卫星移动通信的最新技术——辅助地面组件(ATC)。ATC技术主要由美国移动卫星风险公司(MSV)研发,它是用于卫星移动通信系统的一系列新技术的集合,代表了卫星移动通信的最新发展方向。采用了ATC技术的卫星移动通信系统可以为密集城市和室内用户提供通信服务,从而实现卫星移动通信真正意义上的无缝覆盖。文章主要从发展历史、系统原理和关键技术三方面对ATC技术进行了研究。

关键词 卫星移动通信 ATC 最新进展

中图分类号: TN927 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-8748(2007)05-0059-09

Introduction of MSV-ATC Technology in Mobile Satellite Systems

JIAO Xianjun CAO Guixing

(China Academy of Space Technology, Beijing 100094, China)

Abstract: Ancillary Terrestrial Component (ATC) technology, which is a powerful candidate of future mobile satellite systems (MSS), is introduced. ATC is developed by Mobile Satellite Ventures (MSV) Corporation and represents a group of new technologies involved in MSS. The group of technologies give the MSS ability to serve subscribers in dense urban and indoor environments, and bring the ubiquitous coverage of MSS into reality. We study three aspects of ATC: development history, system principle and key technologies.

Key words: MSS; ATC; new development

1 前言

卫星移动通信是指利用卫星和地面设备来实现移动台(包括车载台、船载台、机载台和手提机及手机)与固定台、移动台与移动台以及移动台或固定台与公用或专用电信网的用户之间的通信。卫星移动通信是移动通信和卫星通信相结合的一种较新的发展方向,是地面移动通信系统的重要补充。

从上世纪90年代开始,世界范围内曾兴起卫星移动通信的热潮。1995年,北美移动通信卫星(MSAT)的发射并投入使用,初次解决了北美地区大范围内的车载移动通信问题。随后的短短5年

里,共有8颗地球静止轨道(GEO)移动通信卫星和182颗低轨移动通信卫星先后上天,其中GEO卫星包括1颗MSAT-2卫星,5颗第三代国际海事移动通信卫星(Inmarsat-3),1颗亚洲蜂窝卫星(ACeS)和1颗阿联酋移动通信卫星瑟拉亚卫星(Thuraya),这其中还未包括由于种种原因最后未能实现的亚太移动通信卫星(APMT);低地球轨道(LEO)卫星包括90颗“铱星”(Iridium),64颗“全球星”(GlobalStar)和28颗“轨道通信卫星”(Orbcomm)。(以上资料来源: <http://www.astronautix.com/>)。在经历了发射热潮之后,由于市场开发不够,许多系统运营商难以按计划收回成本,加之运营维护费用高昂,个别卫星移动通信运营商又相继

收稿日期:2007-06-26;修回日期:2007-07-18

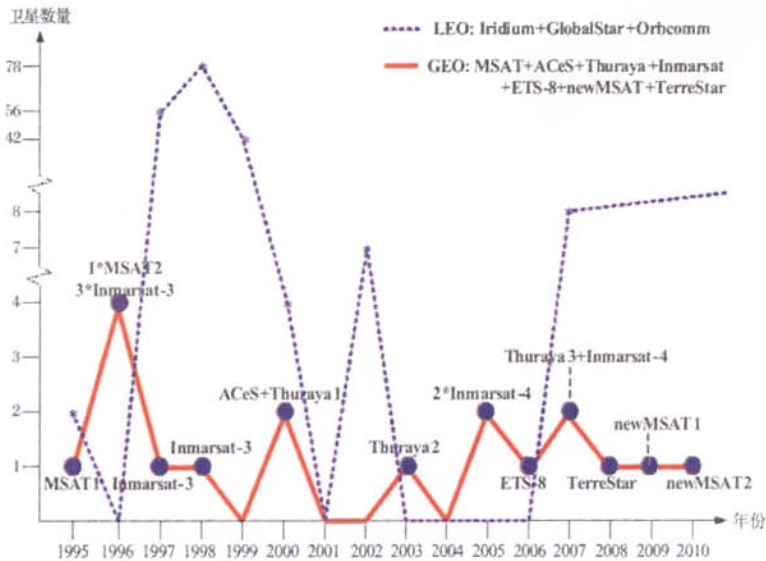
作者简介:焦现军(1979—),男,博士,工程师,从事卫星移动通信系统和信号处理技术研究。

AAAAAA

宣告破产,这其中主要是 LEO 系统。

进入 21 世纪以来,随着技术的发展和重新找准市场定位,卫星移动通信业务焕发出新的生机。尤其是 GEO 卫星移动通信系统,自 2003 年起平均每年都有一颗新的卫星上天,这种发射频率预计至少持续到 2010 年。GEO 卫星移动通信业务的种类也更加灵活多样,例如 2005 年韩国推出的卫星移动多

媒体广播(S-DMB)业务;2005 年发射的第 4 代 Inmarsat 卫星所支持的宽带全球区域网络(BGAN)接入业务等。LEO 系统相对表现的并不是那么突出,发射活动较为零散。图 1 总结了自 1995 年开始的移动通信卫星发射情况,从图 1 中可以看到很可能下一个卫星移动通信发展高峰将会来临。



注:2007 年 6 月之后的数据来源于发射计划

图 1 1995—2010 年移动通信卫星发射统计图

Fig. 1 MSS satellite launch statistics from 1995 to 2010

时至今日,卫星移动业务几乎仍是实现大范围覆盖的唯一有效方式。卫星移动业务正在开拓从个人手持终端到无人机(UAV)和商用客机的广阔市场。卫星移动业务的另一个值得注意的应用领域就是应急和救灾,这种需求在美国“9.11 事件”和卡特琳娜飓风后表现得尤为突出。也正是在 2001 年“9.11 事件”之后,移动卫星风险公司(MSV,前身是北美移动通信卫星公司 MSAT)就以此为切入点,提出了发展基于辅助地面组件(Ancillary Terrestrial Component, ATC)技术的卫星移动通信系统的计划^[1]。GlobalStar 在 2001 年也提出了采用 ATC 技术来建设“全球星”星座地面补充网络的计划。GlobalStar 对 ATC 技术的定位是对现有“全球星”星座的补充,技术上不像 MSV 公司的 ATC 技术那样具有“划时代”的意义,因此下面主要以 MSV 公司的 ATC 技术为主进行研究。

ATC 实际上指的是一种用于卫星移动通信的地面辅助基站,用于解决卫星信号在高楼林立的城

市以及室内覆盖性不佳的问题,卫星和大量 ATC 基站组合在一起可以很好实现大区域无缝覆盖,但其中也牵涉到卫星和 ATC 基站频率复用、天地系统的切换和协调控制等复杂问题。MSV 公司认为未来卫星移动通信取得商业成功的关键就是实现室内外无缝覆盖,终端可以自动地在 ATC 基站和卫星之间进行无缝切换。理所当然的,这种大范围无缝覆盖、卫星和地面自动切换的 ATC 技术也必将在突发事件和自然灾害中发挥重要作用。MSV-ATC 技术主要有以下三大特点:一是卫星和 ATC 基站复用同一频段,使用几乎相同的空中接口信号格式,无需双模终端;二是终端的天线、体积和软硬件水平保持和现有的地面网终端相当,即使终端和卫星进行通信也无需专用外置天线;三是卫星并不限制空中接口信号形式,地面的 3G、4G(GSM、CDMA、WiMAX、OFDM)等移动通信空中接口可以通过卫星链路运行,卫星不会在地面技术的快速发展中很快失去作用。利用以上特点,并结合高效的系

统网络管理技术,MSV公司的未来卫星移动通信系统可以真正做到大容量、高数据率以及室内外无缝覆盖,将在移动通信业务和灾害应急通信等方面发挥重要作用。

国外在2000年左右制定第三代移动通信标准(3G)的时候已经考虑到了卫星在移动通信系统中的地位和作用^[2]。但是由于卫星移动通信当时正处于低迷期,地面的2G和2.5G移动通信系统发展得如火如荼,并没有出现星地一体的3G移动通信系统。直到近几年地面的3G系统才开始建设,但支持3G移动通信的卫星并没有任何建造的消息。实际上,在现今3G系统还未大范围开始应用时,以OFDM技术为代表的4G等更先进的移动通信技术已经开始悄然兴起(3G是基于CDMA技术)^[3,4],3G因此面临还未充分应用就要被取代的危险。而从MSV-ATC技术近几年的发展情况和技术资料来看,MSV公司包含ATC的卫星移动通信系统已经直接瞄准了4G卫星移动通信系统,可以直接支持WiMAX(OFDM)等4G移动通信技术,因此MSV公司的ATC卫星移动通信系统是一种能够很好适应地面技术发展的卫星移动通信解决方案,代表了未来卫星移动通信的发展方向。国外即将在2008、2009和2010年分别发射三颗支持ATC技术的大型GEO移动通信卫星,它们分别是:将于2008年发射的TerreStar卫星,将于2009、2010年发射的两颗MSV卫星。这三颗卫星也是迄今为止最先进的大型GEO移动通信卫星,它们可直接支持4G移动通信业务。TerreStar卫星将是世界上第一颗支持地面网级别手持机的卫星,卫星正由劳拉空间系统公司(SS/L)制造,采用S频段18m口径大天线。MSV卫星是MSAT的后继卫星,MSV公司是ATC技术的首要推动者并且拥有大量ATC技术的国际专利(其中也包括在中国申请的专利),卫星由波音卫星系统公司(BSS)制造,采用L频段22m口径大天线。

从以上发展来看,对ATC卫星移动通信系统的研究是十分有意义和必要的,本文将从ATC技术的发展历程、ATC卫星移动通信系统原理、支持ATC的卫星能力及关键技术三方面进行研究。

2 ATC技术发展历程

早在2001年,MSV公司和GlobalStar公司都向美国联邦通信委员会(FCC)提出频率申请以运营

ATC卫星移动通信系统,两家公司的不同之处在于:MSV公司规划了一个包括全新GEO卫星和ATC基站的卫星移动通信系统,该系统在设计之初就从卫星和地面一体化的综合角度考虑了诸多问题;而Globalstar公司所规划的ATC卫星移动通信系统是基于现有“全球星”星座,主要解决“全球星”用户的室内以及密集城市的覆盖问题。Globalstar公司的ATC技术不像MSV公司的那样“激进”,主要表现在:Globalstar的ATC基站使用和卫星不同的另外频段,手机为双模式(ATC模式和卫星模式);MSV公司的ATC基站和GEO卫星复用同一频段,并且采用几乎相同的空中接口形式,手机只需要单模式即可(主要指射频和基带部分单模式)。

在ATC申请最初提出时,无论是MSV公司的计划还是Globalstar公司的计划都遭到了各方的强烈反对,反对的主要理由是:大量ATC基站所构成的服务区的信号将会对相邻频段的广播系统、卫星移动通信系统造成干扰。

在ATC申请遭到各方反对后,Globalstar和MSV公司并没有停止ATC前进的步伐,而是仔细分析和测量了潜在干扰的大小。研究发现,FCC对干扰情况的预测是基于统计模型,而实际干扰情况未必如该模型所预测的那样严重^[5]。在2001—2005年期间,MSV公司利用现有CDMA2000移动通信网络进行了大量的地面干扰测试,基于这些测量结果对未来ATC服务区对其他系统的干扰做出了预测,最终证明ATC技术能够满足FCC对干扰的规定。同时FCC也对ATC基站和终端发射功率等指标提出了具体要求。图2是MSV公司的测试设备以及测得的手机辐射方向图。

图2(a)是测试采用的汽车和车载人体模型,图2(b)是测得的CDMA2000手机三维增益方向图(包括人体头部影响以及天线失配损失)。

最终,在2005年,FCC批准了MSV公司支持ATC技术的两颗GEO卫星所需的L频段10MHz带宽^[6],以及TerreStar公司支持ATC技术的一颗GEO卫星所需的S频段20MHz带宽。在2006年,FCC批准了GlobalStar公司在1.6/2.4GHz频段新申请的11MHz带宽来使用ATC作为“全球星”星座的地面补充^[7]。

值得一提的是,在2002年,GlobalStar对ATC基站以及ATC/卫星双模终端进行了测试,并取得了成功^[8]。



图 2 MSV-ATC 系统地面干扰测试^[5]

Fig. 2 MSV-ATC system interference testing^[5]

MSV 和 TerreStar 公司的卫星目前正在建造之中。2006 年 5 月 25 日的消息^[9]称 MSV 公司和 MSV Canada 公司已经和波音公司达成意向协议,加速部署两颗北美卫星以构成蜂窝无线通信网络的基础。该意向将建造、发射并运营两颗 GEO 卫星的计划提前 8 个月,美国星计划在 2009 年中期发射,定点于 107.3°W,加拿大星计划在 2010 年初发射,定点于 101°W。这两颗卫星将扩展和替代现有的 MSAT 系统,为用户提供最先进的无线业务。南美卫星计划将延期。2007 年 3 月 27 日消息^[10],MSV 公司将采用北方电信(Nortel)公司的 WiMAX 和 IMS 技术来试验全因特网协议(IP)的 4G 卫星移动通信系统。

TerreStar-1 卫星由劳拉公司于 2005 年开始制造,原计划 2007 年发射,但 2007 年 5 月 25 日有消息称^[11]:劳拉公司宣布将 TerreStar-1 卫星的交付

推迟到 2008 年 8 月,推迟的原因主要与以下几方面有关:15 年寿命、S 频段低噪声放大器、频率源、S 频段馈源阵等问题。虽然发射推迟,FCC 允许 TerreStar 将原来批准的 S 频段 20MHz 带宽保留 1 年^[12]。TerreStar-1 卫星发射窗口初步确定在 2008 年 9 月。TerreStar-2 卫星将采用劳拉公司 LS1300 平台,预计在 2009 年交付。

3 基于 ATC 技术的卫星移动通信系统原理

3.1 网络架构

在 MSV-ATC 技术中,整个卫星移动通信网络由两个相对独立的网络构成:空间网络(Space Based Network, SBN)和辅助地面网络(Ancillary Terrestrial Network, ATN)^[1],如图 3。

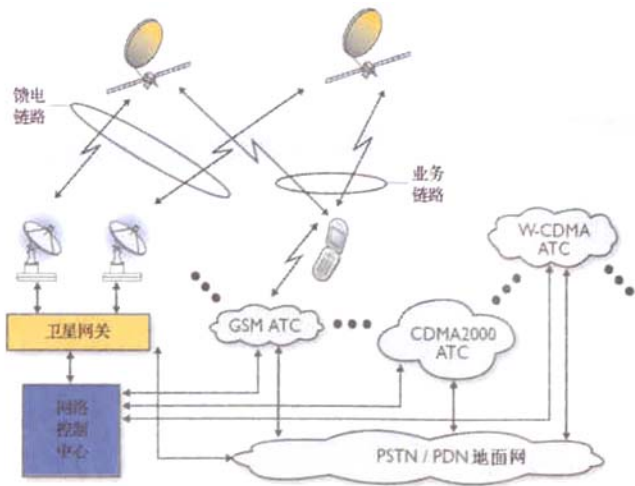


图 3 MSV-ATC 网络架构^[1]

Fig. 3 MSV-ATC network structure^[1]

SBN 由卫星和卫星网关站构成,卫星具有非常强的多点波束能力,系统采用两颗卫星分集接收/发送来增强链路能力,从而提高链路余量,增大可用度,经由两颗卫星的手机信号在卫星网关站实现最佳合并和处理。ATN 由各种协议的 ATC 基站构成(GSM、CDMA2000、W-CDMA、WiMAX 基站等),各 ATC 基站在网络控制中心控制下为室内或高楼林立处的手机提供通信服务。网络控制中心要同时对 SBN 和 ATN 进行实时协调控制,而终端在系统的控制下自动地在 ATN 和 SBN 之间进行无缝切换,对于最终用户来说并不会觉察到是正在通

过 ATC 基站还是卫星进行通信。在 MSV-ATC 网络架构中,ATC 基站并非卫星信号的简单中继器,而是用于构成完整的辅助地面网络,即使没有卫星,用户在大量 ATC 基站覆盖的服务区仍然能够享受移动通信服务,这也是实现室内覆盖的基础。

3.2 频率复用

MSV-ATC 技术中 ATN 和 SBN 复用同一频段,这非常有利于终端内射频(RF)部分成本的降低,也有利于在有限的频段内为更多的用户提供服务。整个网络的一种频率复用方式如图 4。

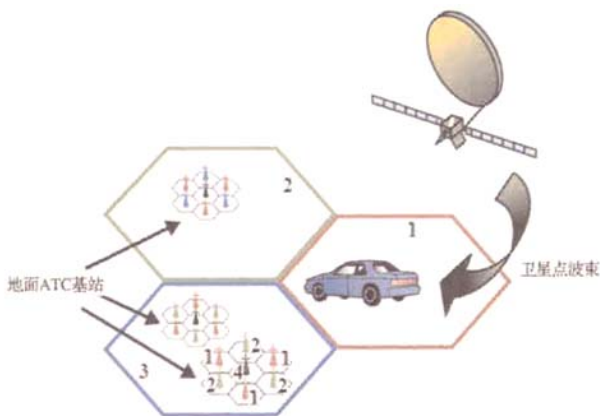


图 4 MSV-ATC 频率复用方案^[1]

Fig. 4 ATC frequency reuse scheme^[1]

MSV-ATC 之所以能做到 ATN 和 SBN 复用统一频段,主要是利用了卫星波束和 ATN 小区覆盖范围不同这一特点。卫星的每个点波束覆盖区一般远大于一个 ATN 蜂窝的覆盖区,因此只要限制某个卫星点波束下的 ATN 蜂窝不使用卫星在该点波束分配的频率即可。如图 4,图中的不同颜色代表不同频率,大六边形表示卫星波束形成的蜂窝覆盖区,小六边形表示 ATC 基站形成的地面小区,在蓝色频率的卫星波束下(3 号大六边形),ATN 小区使用红色(1 号小六边形)、绿色(2 号小六边形)和黑色(4 号小六边形)三色频率复用方案,避开所在卫星波束的蓝色频率,在绿色频率的卫星波束下,ATN 小区使用红色、蓝色和黑色三色频率复用方案,避开所在卫星波束的绿色频率。

MSV-ATC 的另外一种更简单的频率复用方案如图 5。

在图 5 中,卫星波束采用 7 色频率复用方案,红色表示 1 号频率,图中的纽约市(NY)由于距离卫星 1 号频率超出预定距离(图 5 中白色圆环保护带距离),因此纽约市的 ATN 可采用 1 号频率。

3.3 自适应波束调零

从上面的频率复用方案可以看到,虽然频率复用提高了频谱利用效率,但不可避免地也增大了地面对卫星的干扰。如图 5,若没有纽约市的 ATN,则 1 号频率卫星波束主要受到周围最近的 6 个 1 号频率波束的干扰,当纽约市的 ATN 也采用 1 号频率后,无疑会增大 1 号频率卫星波束受到的干扰。

为了对抗由于引入 ATN 而带来对卫星的干扰,在 MSV-ATC 技术中,赋予了卫星自适应波束调零的能力^[13,14],如图 6 所示。

图 6 中的实线是未进行自适应波束调零之前的卫星波束方向图,虚线是波束自适应调零后的卫星波束方向图,可以看到,在调零后卫星波束对 ATN 所在地理位置形成零点,原有波束服务区略微受到反方向的挤压平移,增益略有下降,由于在 ATN 处形成了零点,也引起了波束在更远地区副瓣的抬高。之所以形成图 6 中的调零方向图是因为 ATN 所在位置往往是用户密集的大城市,而那些没有 ATN 的区域往往是用户稀少的偏远地区,根据卫星接收信干噪比最大的调零准则,对 ATN 所在的用户密

集区进行调零,并允许用户稀少地区的波束副瓣略有抬高可以达到最优的卫星接收信干噪比,因此就形成了图 6 中的调零方向图。由于地面 ATN 和用

户分布可能会发生变化,卫星的调零状态也必须能够相应地进行变化。

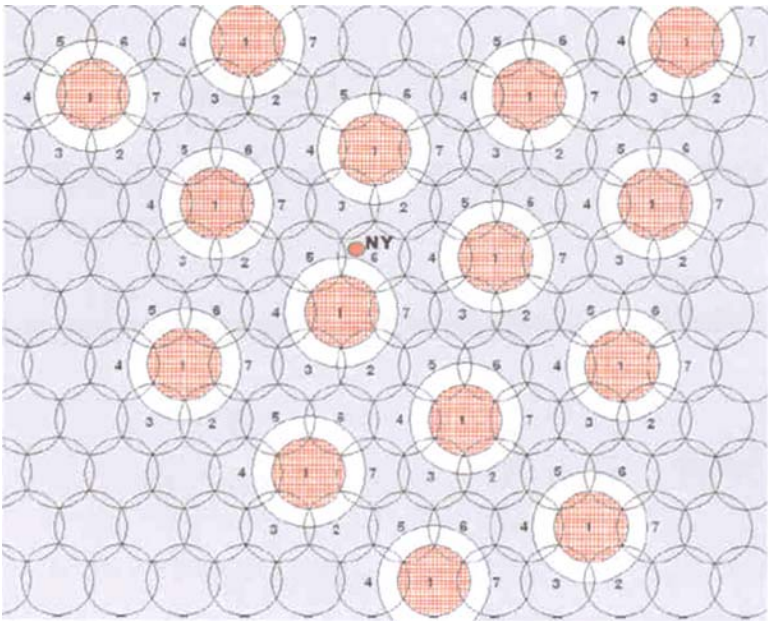


图 5 MSV-ATC 另一种频率复用方案^[13]

Fig. 5 Another ATC frequency reuse scheme^[13]

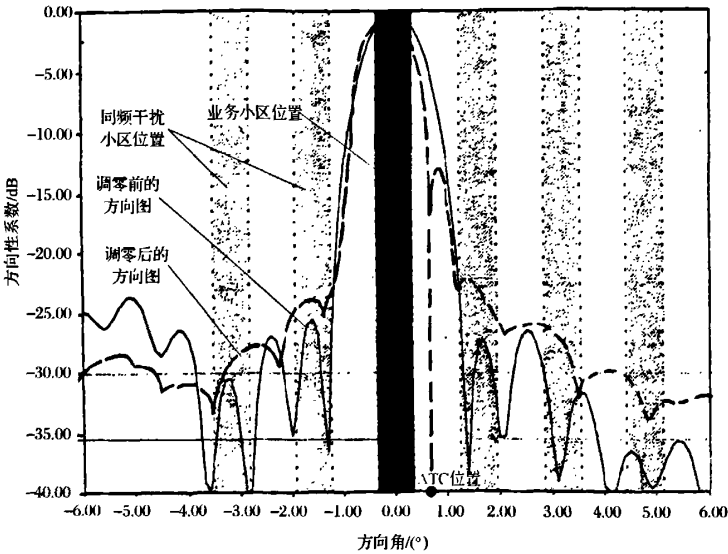


图 6 MSV-ATC 中的卫星波束自适应调零^[13]

Fig. 6 MSV-ATC satellite adaptive beam forming^[13]

3.4 “透明”特性

MSV-ATC 技术的一个重要特性就是“透明”(Transparency)^[13],“透明”的含义是:对于最终用

户来说,并不会觉察是正在使用 ATN 还是在使用卫星通信,用户只是使用一个无需外置天线的手持终端即可实现随时随地的通信。

之所以 MSV-ATC 可以拥有透明特性,主要有以下两方面原因:一是卫星能力的提高可以使地面网级别的终端直接和卫星通信;二是卫星链路上运行的空中接口协议和地面现有的空中接口协议几乎完全相同^[13]。

在卫星能力方面:据估算,卫星天线 G/T 值达到 24dB/K 时,现有广泛使用的地面网终端用于卫星链路时可有 10dB 的链路余量。MSV 公司的未来卫星单星 G/T 值可达 21dB/K,公司计划采用和目前的 MSAT 卫星类似的方式发射两颗轨位较近的卫星,实现分集接收以及双星信号在关口站的最佳合并,将卫星等效接收 G/T 值提高到 24dB/K,卫星的下行能力也大大提高,可形成多达 500 个点波束,AEIRP 达 79dBW。在这样的卫星能力下,“卫星终端既不会像‘砖头’一样大小,也不会有古巴雪茄一样的外置天线,卫星终端将会像目前地面网终端一手机一样小,甚至不需要外置天线”^[13]。

在 MSV-ATC 的一种实现方案中,多达 500 个点波束的信号需要在关口站进行波束成形和最佳合并。若直接转发馈源信号到关口站,则需要的馈电链路带宽极大。在 MSV-ATC 申请的专利中可以看到,他们采用一种特殊的扩频复用方案极大地减少了馈电链路的带宽需求^[1]。

在空中接口协议方面:卫星链路的空中接口协议和地面链路的空中接口协议物理层保持统一,即终端的基带处理芯片和 RF 部分只有一套,终端工作在地面链路和卫星链路的区别可能仅在于声码器参数的变化和信令信道的变化,以适应卫星链路的要求。这样可保证终端的简单性和成本的低廉^[13]。

4 卫星能力及关键技术

根据 MSV 公司的资料,正由波音卫星系统公司建造的支持 MSV-ATC 技术的卫星主要能力如表 1。

表 1 MSV 卫星能力^[1]
Table 1 MSV-ATC satellite parameters^[1]

项目	能力参数
用户链路频率	前向:1525~1559MHz 返向:1626.5~1660.5MHz
馈电链路频率	上行:12.75~13.25GHz 下行:10.75~10.95GHz,11.20~11.45 GHz
AEIRP	79dBW
G/T	主要覆盖区达到 21dB/K
点波束数量、宽度	可变(典型值:500 个波束,0.4°)
支持的协议	宽带(3G 或 4G;CDMA2000,W-CDMA,WiMAX,Flash-OFDM)
星上处理	数字信道化;数字波束成型(动态干扰调零);空间分集、极化分集接收
设计寿命	15 年

表 1 中的卫星点波束宽度只有 0.4°,因此对卫星的指向精度提出了更高要求。卫星的 500 个点波

束覆盖图如图 7。

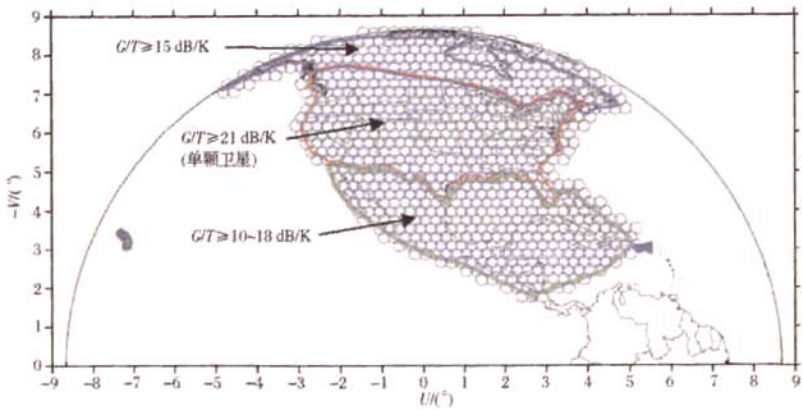


图 7 MSV 卫星 500 点波束覆盖图^[1]

Fig. 7 MSV-ATC satellite 500 spot beams diagram^[1]

从前面的介绍我们看到,MSV-ATC 技术实际上是方方面面的具体技术集成而得到的系统级技术。针对那些支撑 MSV-ATC 的关键技术,MSV 公司在世界范围内申请了大量专利,其中也包括在中国申请的专利。这些专利涵盖了 MSV-ATC 的方方面面,随着这些专利的授权,将可能使 MSV 公司在未来卫星移动通信领域成为最大的赢家。MSV 公司的专利主要涵盖了以下五个方面的关键技术^[1]。

(1)用以支持“透明”特性的卫星设计、空中接口协议设计、关口站的最优/自适应信号处理技术。具体包括:

1)星座组成,例如可能采取专用于接收信号的卫星与专用于发射信号的卫星相结合的方式。

‘2)关口站对多卫星信号和多极化信号进行分集接收的技术。

3)大量点波束信号透明转发时的馈电链路带宽压缩技术。

(2)卫星频率资源的复用以及灵活动态分配与控制技术。

(3)为了降低干扰的卫星波束动态调零与负载均衡技术。

(4)SBN 和 ATN 网络自治技术。

(5)终端在两个网络间的无缝切换技术。

截至 2005 年,MSV 公司已经申请了 37 项国外/国际专利,其中 15 项已获授权,具体的国外/国际专利情况可参见文献[1]。我们整理了 MSV 公司在中国申请的有关 MSV-ATC 技术的专利,如表 2。

表 2 MSV-ATC 在中国申请的专利情况
Table 2 MSV-ATC patent applications in China

专利名称	发明人	申请人	申请日期	审定公告号
用插入的声频信号实现移动电话天线重对准的方法和装置	P·D·卡拉比尼斯 P·W·登特 N·R·赖德贝克	艾利森公司	1997.03.07	1213471
无线电话设备的天线装置	D·埃佩尔森 S·岑纳克舒 P·D·卡拉比尼斯	艾利森公司	1997.04.01	1219289
通信系统中允许移动站到移动站的呼叫的方法和设备	P·W·登特 S·钦纳克舒 R·拉梅斯 S·L·雷恩霍德	艾利森公司	1997.07.23	1516517
用于改善无线通信链路余量的方法和设备	A·A·哈桑 P·D·卡拉比尼斯 N·R·赖德贝克	艾利森公司	1997.08.26	1235719
包括对称和非对称波形模式的移动卫星电话系统	P·D·卡拉比尼斯	艾利森公司	1998.02.02	1252191
拥有物理可分离模式的双模式卫星/蜂窝电话体系结构	P·D·卡拉比尼斯 N·R·C·赖德贝克 M·科恩拜	艾利森公司	1998.06.11	1267412
容量共享的固定的移动卫星无线电话系统和方法	P·D·卡拉比尼斯	艾利森公司	1998.08.28	1269078
包括移动无线电话带宽转换的移动卫星无线电话系统和方法	P·D·卡拉比尼斯	艾利森公司	1998.08.28	1401163
利用多个空中接口标准的卫星系统和采用这些接口标准的方法	P·D·卡拉比尼斯	艾利森公司	1998.10.15	1276933
组合蜂窝/卫星无线通信装置	P·D·卡拉比尼斯 小 G·A·奥内尔	艾利森公司	2000.12.21	1451187
利用多个地面站的卫星通信系统	P·登特	艾利森公司	2001.07.09	1625078
使用控制功能来适配无线接收机的设备和方法	A·胡塞因 K·J·莫尔纳	艾利森公司	2001.09.07	1455998
用于在基于空间的与地面的无线终端通信之间切换以及监视无线终端上地面复用卫星频率以减少可能干扰的系统和方法	S·杜塔 P·D·卡拉比尼斯	移动卫星 合营公司	2004.05.13	1788506

5 结束语

无论是MSV公司的ATC技术还是GlobalStar公司的ATC技术,从中不难发现,对于传统卫星移动通信运营商来说,如何争取更多的地面用户是系统得以进一步发展的关键,而ATC技术得以允许,简单说来就是卫星移动通信运营商也争取到了在地面铺设移动通信网的权力,从而可以极大地提高卫星信号在城市和室内的覆盖性。而在另一方面,地面运营商利用卫星来扩展自己的网络这种做法由来已久,例如租用转发器,或者购买卫星等等,而ATC技术的成熟无疑将会掀起卫星移动通信运营商在地面铺设移动通信网络的热潮。从以上情况来看,卫星移动通信系统和地面移动通信系统走向紧密的融合将是必然趋势。但目前或许是利益等原因,卫星移动通信运营商并没有选择直接和地面移动通信运营商合作,而是采取了自己铺设辅助地面网络的方式来提高卫星信号的覆盖性。

从技术角度来说,MSV公司的ATC技术无疑为卫星和地面辅助网络的协同运作指明了方向。从上面的资料也看到,国外在上世纪90年代就已经开始了ATC技术的大量研究,并且申请了多项专利,而我国在这方面无论从学术研究、专利申请还是实际应用等方面还处于相对落后的状态。本文的工作试图从ATC的发展历史到ATC的技术层面给出一个尽可能完整的概貌,抛砖引玉,从而引起国内更多卫星移动通信领域研究者的关注,并投入力量进行研究,最终探寻出适合我国国情的卫星移动通信未来发展之路。

参考文献 (References)

- [1] Parsons M, Dr. Rajendra Singh. An ATC primer; the future of communications [EB/OL]. [2005-11], http://www.msvlp.com/news_docs/papers/AT-CREVFeb2.pdf
- [2] ETSI, Satellite Earth Stations and Systems (SES); Satellite component of UMTS/IMT-2000; General aspects and principles [S], V 1.2.1, 2002, 9
- [3] Honkasalo H, Pehkonen K, Niemi M T, et al. WCDMA and WLAN for 3G and beyond [J]. IEEE Wireless Communications [see also IEEE Personal Communications], 2002, 9(2): 14-18
- [4] Santhi K R, Srivastava V K, SenthilKumaran G, et al. Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G) [C]. IEEE 58th Vehicular Technology Conference [VTC 2003-Fall], 2003, 10: 2317-2321
- [5] MSV media room. Experimental Evidence Showing that ATC will not cause Harmful Interference [EB/OL]. [2005], <http://www.msvlp.com/media/atc-paper.cfm>
- [6] SatNews Daily. FCC Grants MSV Authority For Next Generation L Band Satellite [EB/OL]. [2005-05], <http://www.satnews.com/stories2005/781.htm>
- [7] GlobalStar official website. Globalstar is granted FCC authority for the implementation of Ancillary Terrestrial Component or ATC [EB/OL]. [2006-01], http://www.globalstar.com/en/news/pressreleases/press_display.php?pressId=392
- [8] GLOBALCOMM. Globalstar Demonstrates World's First Prototype of Terrestrial System to Supplement Satellite Phones [EB/OL]. [2002-07], http://www.globalcomsatphone.com/globalcom/globalstar_terrestrial_system.html
- [9] Spacemart Staff writers. MSV Accelerates Telecom Satellite Program [EB/OL]. [2006-05], http://www.spacemart.com/reports/MSV_Accelerates_Telecom_Satellite_Program.html
- [10] Spacemart Staff writers. MSV Selects Nortel for An Industry First Hybrid Satellite-Terrestrial Network Trial [EB/OL]. [2007-03], http://www.spacemart.com/reports/MSV_Selects_Nortel_for_An_Industry_First_Hybrid_Satellite_Terrestrial_Network_Trial_999.html
- [11] RESTON Va. TerreStar Notified of New Satellite Delivery Date [EB/OL]. [2007-05-25], http://biz.yahoo.com/bw/070525/20070525005554.html?_v=1
- [12] TerreStar newsroom press releases. FCC Grants TerreStar Spectrum Reservation License Allows TerreStar to Operate Next Generation Telecommunications Network in US [EB/OL]. [2007-05], http://www.motient.com/newsroom/2007/press_070515.html
- [13] Peter D Karabinis, Santanu Dutta, William W Chapman. Interference Potential to MSS due to Terrestrial Reuse of Satellite Band Frequencies [C/OL]. [2005], http://www.msvlp.com/news_docs/papers/ICSSC-paperI000028.pdf
- [14] Dunmin Zheng, Peter D Karabinis. Adaptive Beam-Forming with Interference Suppression in MSS with ATC [C/OL], [2005], http://www.msvlp.com/news_docs/papers/ICSSCpaperI000029.pdf

(编辑:李多)