

卫星光通信与微波通信之转换技术研究

作者: 谭莹 艾勇 来源: 中国联通网站 发布时间: 2007-06-18

摘要 卫星激光通信是解决星间通信“瓶颈”的最佳方法。介绍了卫星光通信网络与微波通信网络并网的背景及重要意义,分析了卫星光通信与微波通信相互转换的方法。

关键词 空间光通信 微波通信 调制

1、引言

随着信息流量的爆炸性增长,目前以微波为载体的空间卫星通信技术逐渐暴露出其自身的弱点,即随着通信数据率的提高,作为传统手段的微波开始逐渐接近其最高传输率的理论瓶颈。在此背景下,人们自然把目光转移到了以激光作为信号载体的光通信,期待依靠激光通信的高数据传输率来解决问题。

卫星光通信是一种崭新的空间通信手段。利用人造地球卫星作为中继站转发激光信号,可以实现在多个航天器之间以及航天器与地球站之间的通信。其传输速率高、安全性和可靠性高、保密性强、终端设备体积小、重量轻、功耗低等优点吸引着各国专家锲而不舍地探索[1-4]。空间激光通信系统在结构上应具有与微波通信的接口。目前还没有一个国家建立了空间激光通信链路,所以对于星上微波通信与光通信的相互转换过程的研究极少。在光通信领域已取得突破性进展,成功地实现了卫星-地面、卫星-卫星之间的光通信试验,预计近几年将进入实用化阶段[5-6]。因此,空间光通信与微波通信的互连是必须解决的一个问题。

2、激光星间链路

激光星间链路主要包括同步轨道卫星间的通信链路、同步轨道卫星和中低轨道卫星间的通信链路、中低轨卫星间的通信链路以及卫星和地面站间的通信链路。

基于空间环境的考虑,星地链路只能以微波为主。因此,为了满足星上苛刻的功耗、体积和复杂程度的要求,必须研究星上光通信与微波通信的相互转换技术。另外,现有卫星网采用微波技术,为了使卫星光通信充分发挥其效能,必须解决卫星光通信与传统卫星通信的联网技术,因此,在空间必然要进行光通信与微波通信的相互转换。

3、卫星光通信与微波通信之转换方法

对大部分卫星而言,它既是微波链路和激光链路的转换节点,同时又是卫星光网络中的一个路由交换节点,见图1。一方面,当节点上/下行链路时,卫星必须完成微波/光与光/微波相互转换。另一方面,路由的判定是由中间卫星的星载处理器根据查找动态路由表来完成的,这样需要对经过的数据包进行复杂的解复用、解调制等过程和路由交换处理。

在中继卫星与低轨卫星(GEO-LEO)间的激光中继链路中,需要返向发往地面的LEO高速数据先由LEO激光通信终端调制并发往中继星,由GEO激光通信终端接收,经解调再生处理得到基带信号后,再由微波进行QPSK调制、上变频至Ka频段,经Ka频段星地下行链路发往地面站。地面发往LEO的前向低速数据,经扩频、BPSK调制后,由Ka频段星地上行链路发往中继星,由GEO解调再生处理得到基带信号后,输入GEO激光通信终端进行光调制,发往LEO激光通信终端。这种微波通信与光通信的相互转换方式存在着处理过程复杂、设备体积笨重和网络延迟增加等缺点,无法适应星上有效载荷的要求。

文献[7], 根据卫星网高带宽(下一代卫星光网络高达10Gb/s)、节点数目相对较少和网络连通度相对较低等特点, 提出了一种不解基带数据、无需包头检测、利用微波直接调制激光的微波通信与光通信相互转换的方案。系统基本原理是: 由地面发射处理机(TP)根据IP包头信息、以所要到的目标卫星作为标准, 进行“卫星流”的划分, 形成多路微波副载波信道(f_1, f_2, \dots, f_n), 这里以副载波的频率 f_i 来表示其在卫星网的路由信息; 在首卫星, 首先根据副载波频率完成副载波信道的星上交换和相同目标“卫星流”的聚合, 然后根据多波长路由协议, 在星际光网络建立直达光路, 完成多路副载波对激光发射阵列(OTA)的直接调制; 在目标卫星和地面关口站, 通过带可调谐光滤波器(OF)的光接收机(OR)和带快速可调谐副载波调制器的接收处理机(RP)来结束星际光路由和完成副载波的多址连接。

在这个系统中, 为了增加光带宽的利用率, 通常光副载波系统都采用单边带调制技术。作为一种复用技术, 多路副载波被加到同一光载波上, 虽然光调制信号和强度输出是线性关系, 但在调制的过程中, 由于执行了单边带处理而引入了非线性过程, 在高密度的副载波卫星网络中必然会带来交调扭曲, 造成信号质量下降。

另外, 虽然光副载波调制技术并不需要光频率的准确控制, 但对目标卫星的多波长宽带光接收机来说却需要较宽的光频率间隔。因为直接光检测器是一种平方律设备, 频率相邻的光信号在探测器相互“敲打”, 产生类似噪声的光拍频干扰(OBI)信号, 因此正是OBI决定着多波长通道的间隔。

因此, 光副载波调制的载噪比(CNR)和星上波长漂移造成的光拍频干扰严重影响着图3系统的性能、限制着系统的规模, 文献[7]给出了一些可以有效改善系统CNR的方法。但是, 如何从根本上提高整个系统的规模和相关技术细节没有研究。

4、结束语

从以上分析可以看到, 星上光通信与微波通信之相互转换技术还没有一个理想的方案, 这也许是因为卫星光通信还没有进入实用化阶段的原因。但是, 随着空间光通信涉及的关键技术的解决以及空间光通信技术与系统的日趋完善, 可以预见, 不久的将来卫星光通信必将实现商业化目标, 星上的微波通信与光通信的相互转换技术将是必须解决的关键技术之一。