

# 干扰广播电视卫星信号的因素与解决方案

潘 攀

(中央人民广播电台, 北京 100055)

摘要: 在卫星广播电视传输系统范围内, 针对目前传输中所用设备的情况, 分析了各种“干扰”信号产生的具体根源, 如空间段、卫星和地球站接收站系统工作状态异常等因素是如何对卫星广播电视信号质量造成影响的。针对各种干扰源找出了具体有效的解决方案。

关键词: 调频广播; 卫星信号; 解决方案

中图法分类号: TB556

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2008)-06-0925-03

## Factors of interfering broadcast and television satellite signals and solutions to interferences prevention

PAN Pan

(China National Radio, Beijing 100055, China)

**Abstract:** Aiming at the transmitting systems of broadcast and television satellites in solar system and according to the experiences from work and the equipments used, the sources of various "interferences" appearing in satellite and earth stations, and the influence of the interferences on broadcast and television signals' qualities are explained. Furthermore, the solutions to preventing different kinds of interferences are proposed.

**Key words:** frequency modulation broadcasting; satellite signals; solutions to interference prevention

## 1 引 言

广播电台节目覆盖的广度和节目信号的质量是评价节目覆盖是否有效有利的最重要的两大标准。

节目覆盖的广度涉及与各地广播电视管理部门的协调与协作。节目信号的质量则会涉及到更多的技术问题。本文以中央人民广播电台调频节目在全国 50 个重点城市覆盖工程的技术实现为出发点, 重点探讨了影响卫星广播电视信号质量的因素, 分析其产生的根源, 从而为现有问题找出更有针对性的、更科学有效的解决办法。

## 2 影响卫星广播电视信号质量的因素及其产生的根源

由于卫星信号在传输过程中受到各种干扰, 所以, 要想知道什么会影响卫星广播电视信号的质量, 就要了解卫星节目经过的路线, 即卫星信号传输的

流程。以中央台为例, 中央台是由总局无线局节目传送处将信号传送到地球站, 地球站系统对信号进行处理并发射, 发射信号经过长距离的空间传输到达卫星, 卫星把上星信号转发后, 由分布于各个规划覆盖点的地面接收站点接收信号。

可见卫星广播电视传输系统主要就是由卫星、空间段、地球站和接收站形成的。所以, 空间段对信号的干扰、卫星和地球站接收站系统工作状态的异常, 都是影响卫星广播电视信号质量的主要因素。下面以传输流程为主线, 在卫星广播电视传输系统范围内分析各种“干扰”产生的具体根源。

### 2.1 节目源

在中央台的播出机房内, 若节目源存在于自动化播出系统的网络存储设备或播出工作站本地硬盘中, 一旦播出网出现连接问题或播出工作站出现故障, 节目就会中断, 而且在进行各种切换操作如主备设备的倒换时, 信号还会闪断; 当存在节目录制电平过高、左右声道不一致等问题时, 也会造成信号异常。

### 2.2 节目信号传送到地球站

节目制作播出单位与地球站通常不在一起, 将节目信号传送到地球站主要有电缆、光缆和微波三种方式。在每种传输方式下都有可能发生线路中断

收稿日期: 2008-08-08; 修回日期: 2008-11-12

作者简介: 潘攀 (1979-), 女, 北京人, 工程师, 研究方向为广播电视传输系统。

通讯作者: 潘攀, E-mail: panpan@cnr.cn

的情况,而且,当电缆性能变差、光缆断纤、微波信号不稳定等情况发生时,也会造成地球站接收到的播出信号的劣化。

### 2.3 地球站

地球站的主要业务是将广播电视节目信号发送到卫星上,下面重点讨论数字化地球站的上行环节对信号质量的影响。

#### 2.3.1 地球站数字系统的功能

根据功能的不同和信号处理流程的顺序,可将地球站数字系统依次划分为以下几个功能:一是将地球站接收到的各类信号编码成基带信号;二是对中频载波进行调制;三是将中频信号变频为上行频率;四是馈线部分,将放大后的微波信号送至天线;五是对准卫星进行发射。所以,实现这些功能的任何一个系统设备一旦出现故障,或对这些设备进行的各种操作,都是影响信号质量的因素。

#### 2.3.2 极化干扰或反极化干扰

实际工作中发现,大多数地球站在使用一段时间之后,会发生水平极化天线无法有效接收垂直极化信号的现象,造成极化隔离度越降越低,最终形成极化干扰或反极化干扰。

#### 2.3.3 地球站隔离度不达标引发的干扰

一旦地球站隔离度不达标,也会对卫星信号造成干扰。这种情况下,一方面,地球站会把接收到的信号又转发回卫星转发器上,即地球站的收发隔离度不够,形成转发干扰;另一方面,对于广播电视而言,地球站使用的中频载波大多为 70MHz,而由于地面调频广播也使用米波段中受大气噪声和其他噪声干扰较小的 88MHz-108MHz 频段,一旦地球站与周围环境隔离不好,地面调频广播就会被一并发射到卫星转发器上,形成 FM 干扰。

### 2.4 空间段

由于同步卫星位于距地面 35786km 的高空轨道,信号在这段行程中要先后经过电离层和对流层等干扰空间,要经受太阳辐射的干扰,要经受日凌和卫星蚀的干扰,才能到达卫星,因此空间环境同样是影响卫星信号的主要因素。

#### 2.4.1 电离层

电离层主要影响低频信号,一方面,在电离层中,信号会受法拉第极化旋转效应的影响,而法拉第极化旋转量是与信号频率的平方根成反比的。另一方面,电离层闪烁现象会造成信号的强度和相位的波动,频率越低,波动越大。具体到同步卫星通信,地磁赤道南北 20°范围内的闪烁对其影响最大。根据我国广播电视卫星传输的统计数据,电离层闪烁主要影响我国南方地区的低频广播电视卫星信号。

#### 2.4.2 对流层

活动于对流层的雨雪会吸收信号能量,这是对对流层影响卫星信号的主要根源。因为除了极少数低频卫星信号外,大多卫星信号对水蒸气都很敏感,且频率越高,干扰越剧烈。实验得出,当频率超过 20GHz 以后,信号会与空气里的氧分子发生谐振,使信号自身能量被吸收弱化。所以,雨衰和雪衰是在对流层中影响卫星通信的主要因素。

而且,雨量越大、经过的降雨区越长、频率越高,信号的衰减就越明显。同时,雨滴不是理想的球形,空气阻力造成的雨滴变形,使得平行于雨滴较长面信号的衰减和相移大于平行于雨滴较短面信号的衰减和相移,两者之差会降低信号的极化隔离度,针对目前卫星广播电视传输大多采用线极化的情况,造成的问题就是水平极化天线不能有效地接收垂直极化信号,即造成去极化干扰。

由于自然化雪持续的时间较长,相比降雪而言,化雪过程对于天线增益影响更加显著。实际上,在化雪过程中,负责发射上行频率的地球站和负责接收下行频率的接收站中的天线上的积雪面会对电磁波产生散射和吸收,降低天线的增益,增大天线的噪声温度,使上行链路的等效全向辐射功率和接收系统的品质因数急剧降低,从而影响卫星信号的传输质量。

#### 2.4.3 日凌

日凌影响的是卫星信号的接收效果,即下行信号,造成的后果是信号的中断。这是因为,当同步卫星处在信号接收站和太阳之间时,卫星地球站接收天线在对准卫星的同时也对准了太阳,即接收卫星信号的同时也接收到大量的太阳电磁波,这对于一颗静止卫星来说,势必会造成信号的中断。另外,日凌持续的时间由天线的工作频率及口径决定,接收频率越高、天线口径越大,日凌持续的时间就越短。

#### 2.4.4 太阳辐射

太阳辐射的影响,特别在太阳风暴爆发期,紫外线、x 射线流等辐射能量会急剧增强,大量电磁物质附着在卫星表面,损坏卫星的电子器件,尤其是 PCB 电路,甚至可能改变存储单元的状态,产生伪指令,从而影响卫星的正常业务。因太阳爆发耀斑的情况日益频繁,使太阳表面产生出强大的日冕物质喷射,一旦喷射出的这些带电粒子流与地球磁场发生作用,形成了所谓的地磁暴,也可能造成信号中断。

综上所述,由于卫星广播电视传输系统形成于开放的、条件恶劣的自然界环境中,空间段中的一切自然因素对卫星信号的传播造成的干扰都不容忽视,否则就会影响卫星信号的质量。

### 2.5 同步卫星<sup>[1,2]</sup>

同步卫星由五个系统组成:天线系统、广播系统、电源系统、跟踪遥测及指令系统、姿态控制系统。

其中的广播系统是指卫星转发器,它将地面地球站发送来的信号放大变频后再发送回地面接收站,实现卫星的广播功能。除转发器本身发生故障外,其控制指令系统也是较容易发生故障的部件。

当卫星转发器多载波工作时,相邻信道间可能发生交调干扰,从而影响接收端信号的质量。这是因为转发器被迫工作非线性区造成的。一方面是指当没有给转发器足够的输出回退时,转发器会被推至非线性区工作;另一方面是指在上行发射功率被无节制增大时,转发器也会被推至非线性区工作。

## 2.6 接收站

返回到地面的卫星信号,依然存在被干扰的风险。主要有两类原因:一是客观原因,由于接收站所处的地面空间中分布着各种各样的地面信号,如大量的地面广播电视信号、微波信号、雷达系统信号等,相对于返回地面的卫星信号,那些与卫星信号同频甚至临频的地面信号无形中成了噪声源和干扰源,会劣化卫星信号的各项指标,如接收载噪比和误码率等,造成信号质量下降;二是主观原因,除了要考虑远离微波和雷达强度过大的辐射环境外,卫星信号的覆盖范围也是有限的,在对卫星接收站选址时是否能做到全盘考虑,直接影响着此接收站接收卫星信号的效果。

## 3 解决办法

对于各种影响卫星广播电视信号质量的因素,解决方法也各不相同。但是,只要有针对性地采用有效措施进行解决,卫星信号的质量是可以得以保护的。

### 3.1 抗地球站干扰

在日常工作中密切注意设备的状态,定期检查天线指向是否偏差,极化器是否偏离,并及时发现和更换易损的天线馈源膜等各种指标。

### 3.2 抗空间干扰

太阳活动、电离层、对流层的雨雪衰以及日凌现象对卫星广播电视信号会造成影响,据统计,降雨天气条件下,Ku 波段上行和下行链路的衰耗可分别达到 16dB 和 10dB 以上。在北京地区,恶劣天气条件下,Ku 波段上行信号的衰耗甚至大于 20dB。

如前所述,雨量越大、经过的降雨区越长、频率越高,信号的衰减就越明显。这几方面中,频率和雨量是无法调整的,所以,为降低雨衰的影响,就要从如何缩短经过降雨区的路程方面入手,即调整地球站天线的仰角度数。但实际工作中发现,仰角过大会使天线主反射面上形成积水,反而衰减上行信号,所以增大仰角的同时还要避免形成积水。

减小雪衰的关键一是在下雪时防止雪在地球站

的天线反射面上的积聚;二是化雪时除去天线反射面上的积雪,但要注意保证天线增益和噪声温度等指标不受影响。

日凌会造成信号中断,表象为强噪声和黑屏,所以解决方法只有使用各种备份手段,如地面备份和双星备份。

### 3.3 抗转发器故障

太阳辐射对转发器影响最大,表现在两方面,一方面是转发器自保性关机,这类问题可以通过启动备份转发器来解决;另一方面是转发器控制指令系统出现故障,解决办法是进行系统复位操作。

当多载波业务共用转发器时,为了避免交调干扰,转发器必须要工作在足够的回退点,以保证转发器工作在线性区;为保证转发器工作在线性区,同一转发器用户是不能随意加大上行功率的。

### 3.4 抗卫星漂移

从地面上看,卫星成“8”字形的漂移,这是由两类不可抗因素造成的。一是在太阳系中的同步地球卫星除了受到大能量的太阳辐射之外,还要受到太阳、月亮和地球三方面引力的共同作用,发生摄动;二是同步地球卫星的轨道面与地球赤道面并不平行。所以卫星上设有专门的姿态控制系统,上文提到的卫星地球站数字系统中有一种叫做“天线跟踪系统”的子系统,其作用也是为了应对卫星的漂移。

### 3.5 抗星间干扰

随着卫星通信的迅速发展,同步卫星轨道越来越拥挤,现在的轨位间隔是  $2.5^\circ$ ,这也是卫星之间互相干扰的因素。解决办法就是轨位协调,每个卫星上的所有用户必须严格遵守卫星业务的操作规范。

### 3.6 地面接收站抗干扰方法

由于各种地面干扰源的存在,在工程建设之初就要保证接收天线架设在空旷的上方无遮挡物并远离强电磁场的地方。在选择设备时也要注意,返回地面的待接收的卫星信号衰减得已经很严重了,误码率等指标容易劣化,所以送入接收机之前必须选用灵敏度高的头对其进行处理才能保证信号质量。

## 4 结 语

本文在卫星广播电视传输系统范围内比较详细地探究了各种“干扰”产生的具体根源,对各种问题找出了具体有效的解决方案。本文讨论的内容可望会引起同行的兴趣。

### 参 考 文 献

- [1] Dennis Roddy. Satellite Communications[M]. 清华大学出版社, 2003. 1.
- [2] Pratt. 卫星通信(第二版)[M]. 电子工业出版社, 2005.