

地面接收站条件下 LS 波段干扰的判断和处理

陈立新 赵杰明

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710015)

提 要

对在无专业仪器条件下如何判明 LS 波段电磁干扰性质, 查清干扰来源作了介绍; 干扰强度估算和载波频带分析是正确决策的基础, 在简明介绍计算分析方法的基础上, 提出了一些解决干扰的可行办法。

关键词: 干扰判断 强度估算 对策

引 言

随着城市 LS 波段地面微波数字通信的发展, 原本净化的 LS 波段电磁环境受到了日趋严重的污染, 全国范围内的一些极轨气象卫星 HRPT 地面接收站受到了程度不同的干扰。致使森林火情、植被、洪水等监测业务受到严重影响。所以对如何判明干扰, 最终解决好干扰的问题是有关从业人员关注已久、探索甚多的问题。为此笔者就在无专业仪器条件下, 如何利用极轨气象卫星地面接收自身系统判明干扰性质, 查明干扰来源, 最终使发生在本站的干扰获得解决的问题进行了个例分析和总结。并在此基础上, 介绍一些解决类似干扰的可行办法。希望能给遇到相似

问题的 HRPT 接收站以启发。

1 干扰判断

1.1 HRPT 系统简介和干扰特征

HRPT 系统多为多功能气象卫星接收系统, 具有频带宽, 功能性强的特点; 其馈源有的采用线极化, 对接收 GMS 静止卫星信号有利, 而对极轨卫星 HRPT 接收有 3dB 的极化损耗。

1993 年 11 月起, 我接收中心的 1698MHz 信号数据常有误码丢帧现象发生, 而 1707MHz 信号数据不能使用; 但是, 主接收机的信号强度指示却较正常值偏大。笔者正是紧紧抓住这一特征结合系统原理分析进行干扰判别工作的(图 1)。

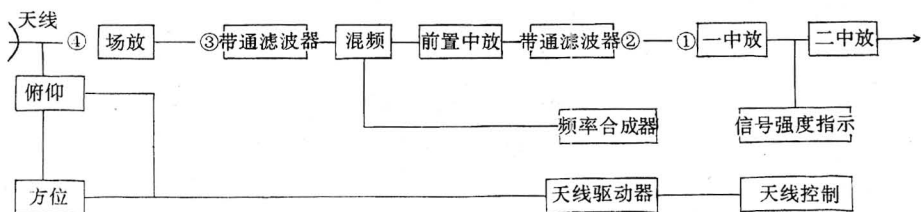


图 1 系统框图

1.2 判断步骤

信号强度指示较正常值偏大而数据却有误码及丢帧原因只有两种可能, 一是信号强度指示电路以前某级电路有自激故障; 其次就是系统受到了外界电磁干扰。

1.2.1 检查系统自身

1.2.1.1 用拔插法判断系统有无自激

在无卫星信号条件下, 频道选择置 1707MHz, 调整天线指向使信号强度指示大于正常值。

a. 从①处(见图1)拔掉中频输入电缆, 信号强度指示为零, 可说明一中放无自激。

b. 恢复①, 从②处拔去带通滤波器输出电缆, 信号强度指示微起但远小于正常值, 这是100m 电缆自身的噪声, 说明一中放没因电缆噪声的引入而发生自激。

c. 恢复①②, 从③处断开场放送来的信号, 信号强度指示有所增大但小于正常值, 这是混频噪声引入的缘故, 属正常现象。

d. 恢复①②③, 从④处断开馈源与场放的连接, 此时信号强度指示进一步增大, 但仍略小于正常值, 说明场放正常, 无自激。

1.2.1.2 用检测、调试、替换法确认系统有无自激。

a. 检测的主要项目是在接收机的基带输出口用示波器监视是否有 $665.4\text{kb} \cdot \text{s}^{-1}$ 以外的波形出现, 用数字式三用表测量下变频器的各项指标是否与正常值接近或相同, 用频率计观察频率合成器给出频率的精度和稳定度。

b. 调试主要是改变一中放的两级放大之间级间耦合度的大小, 并用示波器监视接收机基带输出波形有无异常。

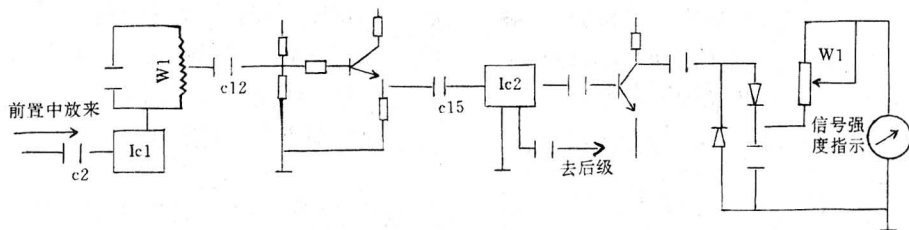


图2 电路示意图

c. 替换就是对场放和下变频器两个微波组件进行整件更替, 对比观察信号强度指示和基带输出波形有无异常。

1.2.2 监测外部干扰

a. 改一中放电路, 用信号强度表监测; 由于卫星通信传输的信号极其微弱, 一般只有一到几个微微瓦, 为了保证系统正常接收时信号强度变化的可监视性, 设备出厂时一中放的两级放大器之间采用了较强耦合(图2), c12 和 c15 用 1000P 瓷片电容耦合, 由 W1 配合调整, 可获卫星过顶时强度指示 60 到 80ua; 但是在有干扰时强度指示远大于 100ua 而打表即超满度显示; 这对不具有频谱仪、场强仪之类专业监测仪器的地面站判断干扰性质和干扰来源极其不利。为此笔者将一中放电路的 c12 和 c15 改为了 82P, 实现了信号强度表既能监视卫星信号又能监测外来的干扰。

b. 干扰的空间分布和频率关系监测(表1)。强度表指示小于或等于 10ua 的是来自外界的正常环境噪声, 当卫星信号进来时能被可靠抑制, 因此视为无干扰; 而大于 10ua 的即视为是受到不同强度干扰。

从表1可见: 干扰的空间是方位 90 到 320 度, 仰角 0 到 60 度范围; 频率在 1698MHz 以上。干扰的最强空间的方位 245 到 250 度, 仰角 0 至 3 度, 频率在 1707 到 1715MHz 之间。

1.3 查清干扰来源

充分利用表1 数据结合微波理论分析, 可以看出干扰源就在本站西南方位, 而且发

射点较高。表1 中显示出干扰范围较大, 频率范围较宽, 其原因主要是由于干扰太强、接收天线的旁瓣作用、本站周围许多铁塔对其相互折射, 结果使干扰分布实况显得非常复杂。在干扰性质被确定, 空间位置基本确认后, 我们向无线电管理委员会进行了书面报告, 并在他们的支持下查明了干扰源的实际空间位置和频率(1713MHz), 恰与我们分析的结论

一致。

2 干扰强度和频带分析

1713MHz 干扰之所以对 1707MHz 的卫星信号接收影响严重,其主要原因有二;一是 1713MHz 到天线处功率太强;二是 1713MHz 和 1707MHz 的载波频带有部分交叉重叠。

2.1 从到本站功率估算干扰强度

限于篇幅的原因,本文不作计算过程演

示,只将计算结果和计算方法列出(表2)。从表2可见:1707MHz 卫星信号到场放处的信号功率为 -100.3 到 -89.8dBmW, 1713MHz 干扰到天线处功率为 -40.7 到 70.7dBmW。当天线正对干扰源方向,仰角5度时干扰最强,其干扰信号较卫星信号大 59.6dB;当天线偏离干扰源方向,仰角88度时干扰相对最弱,其干扰较卫星信号仍强 19.1dB。

表1 干扰强度(ua)的空间分布和频率关系摘录

空间/度		频率/MHz								
方位	仰角	1680	1687.1	1691	1698	1702.5	1704.5	1707	1708.5	1715
360	20	7	7	7	10	10	12	15	15	18
340	20	6	7	7	8	8	11	11	8	20
320	40	10	8	11	11	13	19	26	29	48
246	0-3	8	12	12	25	35	90	>100	>100	>>100
235	60	10	8	8	15	28	40	48	68	>100
200	50	7	6	8	10	36	66	90	>100	>>100
180	30	9	8	8	9	16	27	48	64	92
132	40	8	6	10	9	11	30	56	61	67
120	40	10	10	10	10	15	35	60	70	68
90	45	10	9	9	9	13	30	35	68	76
60	10	6	6	6	7	7	8	10	15	45

表2 1707MHz 卫星和 1713MHz 地面微波信号到天线处功率估算

要素	1707MHz	1713MHz	计算方法
波长(λ)	0.1758m	0.1751m	$\lambda = c/f$
发射功率(P_t)	5000mW	800mW	
发射天线增益(G_t)	2dB	12.97dB	$G_t = 10 \lg(\pi D/\lambda)^{2/\eta}$
全向辐射功率(EIRP)	39dBmW	42dBmW	$EIRP = 10 \lg(P_t G_t)$
传播距离(d)	2900km(H=5°) 860km(H=90°)	6km	$d = \frac{(R+h)\sin(90^\circ - H - \arcsin[(R/R+h)\sin(90^\circ + H)])}{\sin(H + 90^\circ)}$
传播损耗(L_s)	166.3dB(H=5°) 155.8dB(H=90°)	112.7dB	$L_s = 92.45 + 20 \lg d(\text{km}) + 20 \lg f(\text{ghz})$
极化损耗(L_p)	3dB	0dB	
天线波束(θ)	4.9	4.9	$\theta = 70\lambda/D$
接收天线增益(G_r)	30dB	30dB	$G_r = 10 \lg(\pi D/\lambda)^{2/\eta}$
到场放处功率(P_s)	-100.3dBmW -89.8dBmW	-40.7dBmW -70.7dBmW	$P_s = EIRP - L_s - L_p + G_r$

注: f :频率, G_t :发射天线增益, R :地球半径, h :卫星高度, H :仰角, d :卫星到测站距离, η :天线效率, D :天线直径, v :波速。

2.2 从载频带宽分析 1713MHz 对 1707MHz 的干扰

由于 HRPT 接收系统的载波中心频率为 1700MHz,其 -3dB 带宽为正负 20MHz,通频带为 1680 到 1720MHz,而 1713MHz 的 -3dB 带宽为正负 7MHz,其通频带为

1706—1720MHz。由此可见:1707MHz 频带与 1713MHz 频带交叉重叠,对于这种类似同频干扰的问题,单靠改造 HRPT 自身系统不能获得干扰的彻底解决。

3 对策

对于同频干扰虽然在设备自身上没有办

法彻底解决,但是仍可通过提高设备的抗干扰能力和设备以外的空间屏蔽等手段来降低干扰影响,甚至达到基本消除干扰影响的目的。

3.1 改线极化馈源为圆极化

现有的多功能气象卫星接收系统,有的采用线极化馈源,地面微波通信也多采用线极化方式的馈源,而极轨卫星是以圆极化方式向地面接收站发送信号的,因此凡是线极化馈源方式的接收站,只要将其馈源极化方式换为圆极化的,就能获得提高设备抗同频干扰的能力。

3.2 选择屏蔽干扰好的站址

在条件允许的情况下,要充分利用本站周围的地形、地物,将天线移至对地面微波干扰有屏蔽角的地方。笔者早在70年代和80年代的极轨低分辨APT站工作中,就曾以移动天线位置而获得过较好避干扰效果;HRPT的干扰源频率较高,利用地形、地物屏蔽干扰的效果会比屏蔽VHF频段干扰的效果更好。

从避干扰的角度看,地形、地物的屏蔽角越高越好,虽在屏蔽角增高时,噪声温度的急剧增加会使地面站的性能下降,造成一定仰角以下的卫星信号收不好。但它确实是一种减少干扰的有效办法。

3.3 提高天线性能

采用铝合金板状高效率天线,增大天线

口径,压缩天线波束,有效地降低天线第一旁瓣和其它旁瓣及尾瓣;提高系统的抗干扰能力。

3.4 空间滤波

空间滤波就是在天线场地周围,视其干扰源的方位、仰角范围专门建造金属屏蔽网,其网眼的孔径为四分之一波长。另外在天线边沿加焊一圈金属网、板,也能加到降低干扰的作用。

3.5 在馈源与场放之间加窄带低损耗微波滤波器,也能收到一定的抗干扰效果。

3.6 技术协调

解决同频干扰的最有效办法是通过技术协调,改变干扰源的发射频率。我中心1993年11月起受到的1713MHz地面微波干扰,就是通过用本文介绍的方法判定干扰性质,查明干扰来源后,经省无线电管理委员会等多方协调;由发射方做频率更换而彻底解决了对HRPT接收的同频干扰。

4 结束语

LS波段地面微波通信目前启用了从1713MHz起,每间隔正负7MHz的频点,本文针对1713MHz干扰作了介绍,对于LS波段其它频点的邻频干扰,还可采用窄带(正负15MHz)的高频头使干扰获得有效解决;因此,沿用宽带高频头的用户,在抗邻频干扰方面潜力较大。

The Judging and Processing of LS Band Interference in Ground Receiving Station

Chen Lixin Zhao Jieming

(Remote Sensing Information Center for Agriculture in Shaanxi Province, Xian 710015)

Abstract

The method for judging the nature and finding out the origin of interference in LS band without professional instruments is introduced. Correct decision can be available on basis of estimation of interference intensity and analysis of carrier frequency band. Some feasible ways for solving the interference are also suggested by introducing the calculation and analysis methods.

Key Words: interference judgement intensity estimation countermeasure