

静止气象卫星地面信道故障应对策略

冯庆玉 鲁文强

(国家卫星气象中心 北京 100094)

摘要: 卫星通信中,地面信道作为数据传输交换的关键环节,其运行状态,直接影响各应用终端业务质量。以 FY-2 静止气象卫星为研究对象,在详细介绍地面信道链路设计与集中监控管理设计的基础上,深入分析了地面信道监控采集故障、从软硬件两个角度给出故障排查流程图、检测方法,并从工程建设、业务运行实际出发,提出针对性的预防措施。最后,对链路中断问题给予故障分析定位、给出相应的处理措施。可对卫星通信地球站同仁提供一定的参考。

关键词: 静止气象卫星;地面信道;监控采集故障;信号中断;措施

中图分类号: TN915.06 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

Fault strategy of ground channel in geostationary meteorological satellite

Feng Qingyu Lu Wenqiang

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100094, China)

Abstract: In satellite communication, as a key of data transmission and exchange, the ground channel whose running state directly affects the service quality of different application terminal. The FY-2 geostationary meteorological satellite is as the research object of the paper. Based on detailing the link design of ground channel and the design of centralized monitoring and management the paper deeply analyses the fault of monitoring acquisition in ground channel, then, put forward the flow sheet of fault checking and monitoring method from the hardware and software. Next, it provides the preventive measures from the construction and operation. Finally, it put forward the fault analysis and disposing measures according to the link outage. It may provide a fixed reference to the staff in the ground station of Satellite communication

Keywords: geostationary meteorological satellite; ground channel; fault of monitoring acquisition; signal interruption; measure

1 引言

卫星通信以其通信距离远、组网灵活、性能稳定等特点应用广泛。信道问题作为传输关键环节,研究热点多集中在空间链路干扰、多径衰落及多普勒频移等方向,对典型且影响重大的地面信道故障进行分析、定位及预防还有待细化和深入。

以 FY-2 静止气象卫星为研究对象,在详细介绍其地面信道链路设计与集中监控管理设计的基础上,深入分析了地面信道监控采集故障,从软硬件两个角度给出故障排查流程图、排查检测方法,并从工程建设、业务运行实际出发提出针对性的预防措施。对链路中断问题给予分析定位、提出应对措施。故障分析、排查思路及应对策略科学实用、可操作性强,可大大提高业务系统运行的可靠性及维护管理的实效性,并对卫星通信信道链路优化设计提供一定参考。

2 信道系统设计

FY-2 静止气象卫星主要完成对卫星云图资料的获取及广播,对卫星遥测信号的接收与监视、对卫星遥控指令的发送以及对卫星进行三点测距任务。协调业务顺利开展,建立与卫星之间可靠的通信链路,地面信道系统则需完成对信号的变频与放大,其组成为上行链路与下行链路。

2.1 系统链路设计

上行链路如图 1 所示,TC 遥控副载波、S. V 展宽云图基带信号及 MRS 测距信号通过调制器组开关输入分配单元,进行分路、调制并合成,输出频段为 50~100 MHz。中频已调信号再经由上变频器 U/C 进行射频调制,通过 U/C 开关单元选择输出,频段为 2 046~2 060 MHz,再驱动 SSPA 固态功放进行功率放大到合适值,最后由馈线网络

收稿日期:2015-04

经天线分系统传送给卫星,完成上行链路的建立^[1]。

下行链路接收的 1 670~1 710 MHz 微弱遥测、测距、原始及展宽信号先经 LNA 低噪声放大后,经下变频器 D/C 变频,再由中频放大器放大后经十二分路器分路处理,

分别送给测控、测距、图像、跟踪接收机终端及频谱监视。

链路在线有源设备均采用 1:1 热备份配置,遇故障可自动化切换,排除任意一节点单点工作现象,确保链路运行的高可靠性。

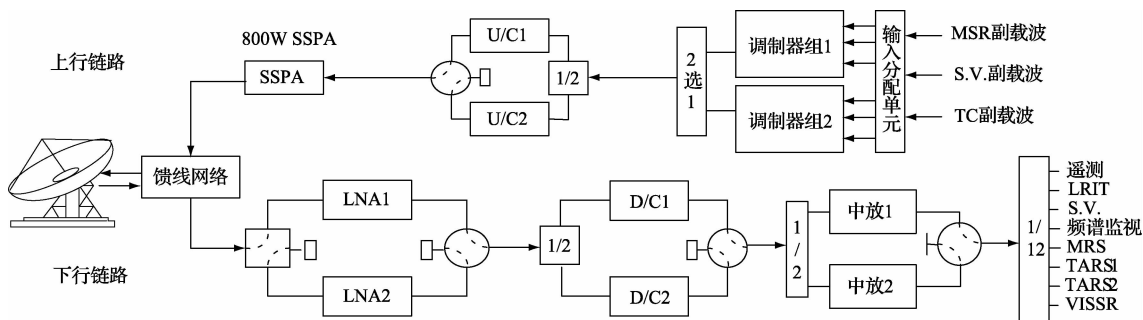


图1 信道系统组成

2.2 集中监控管理设计

为实时掌握系统运行状态、远程调度系统设备、及时处理运行故障,对设备进行自动化运行管理,信道系统设备采取集中监视控制管理设计,分级监控。如图2所示。

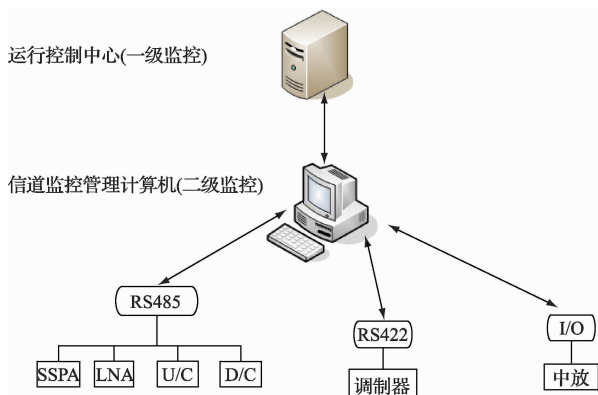


图2 集中监视控制管理设计

一级监控(运行控制中心)属于任务级监控,主管业务指令的下发及系统级设备的巡检,具体是下达不同时次的载波切换任务及定时完成系统设备的各项性能参数的巡检。它与二级监控(信道监控管理计算机)采用 TCP/IP 协议进行网络通信,通过二级监控完成对信道设备的调度和管理。鉴于 RS485、RS422 串行通信模式,具有通信速率快、通信距离适宜、抗干扰性好且易实现等特点,根据设备与信道监控计算机距离的远近,本二级监控与所管设备控制采用此通信方式^[2-5],如图2所示,与射频设备的通信采用 RS485 总线模式,经过 ADAM4510 模块驱动到达各射频设备;与调制器数据通信通过 RS422 总线模式;监控计算机的命令经过继电器型 I/O 电路卡到达中频放大器。设备状态巡检时,二级监控如若发现在线设备故障,先将

待机设备切入在线状态,然后向一级监控上报故障信息并及时记录运行日志。

3 故障分析及应对策略

3.1 监控采集故障实例

信道监控界面采用可视化图形设计^[6-7],显示信道设备的网络拓扑连接、设备具体的性能参数值并以不同颜色、图形标注设备运行状态。图中空心圆圈代表设备运行正常,实心圆圈表示设备运行参数异常,以此告警维护。

2014年7月雨季,在闪电及强雷过后,如图3所示,除调制器组状态采集及控制正常,其他设备均显示异常,无法检测到设备运行性能参数值。再检查信道链路接收信号频谱及各业务终端运行状态,发现业务系统运行正常,说明设备工作无故障,信道监控系统异常导致。

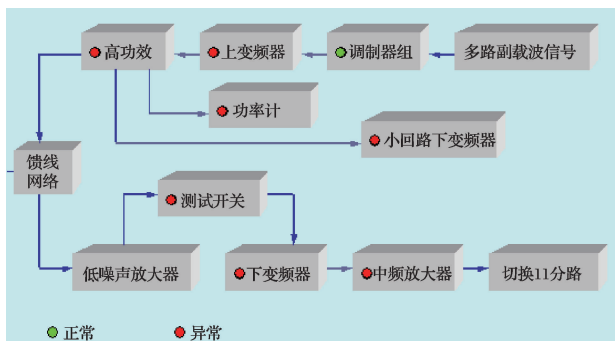


图3 监控采集故障

3.1.1 故障分析定位

信道监控系统是涉及监控计算机、监控软件、RS485及RS422串行通信卡、通信电缆、监控转接分机及各信道设备通信卡在内的含软件及硬件的完整通信链路。链路中任一环节故障,均可导致监控通信链路的异常。为快速有序定位故障,提出故障排查流程如图4所示。

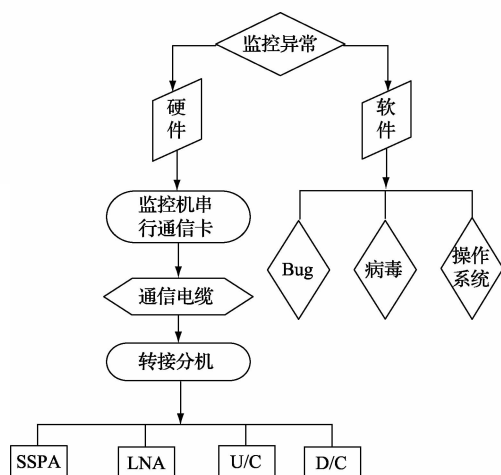


图4 监控故障排查流程

1)先判定软硬件问题。关于软件异常判断,可从软件有无bug、病毒袭击及操作系统漏洞几个角度来分析确定。从本例来看,监控运行软件界面无任何异常弹框告示,调制器组的状态采集数据详实,对其进行载波切换及主备份切换均正常,且该信道监控软件在FY-2系统其他几颗卫星中运行稳定,由此可定论软件正常,重点关注硬件故障。

2)再排查硬件通信链路。应本着从公共通路到单点设备的排查原则着手,先判断信道监控机的通信卡运行状态。因为调制器和射频设备采用一个公共的RS485串口卡通信,而调制器采集无误,可判断公共通信卡运行正常。

3)再依次检测通信电缆和监控转接分机的运行状态。通信电缆重点看电缆头是否虚焊、松动以及与通信卡的接口链接是否稳固。监控转接分机是一个ADAM4510中继器,属于通用设备,其是将射频设备监控进行集中转换通信,可隔离强雷高压。经测试均正常工作。

4)最后,判断各射频设备到转接分机的数据通信,这是一个分到总的汇合。若其中一条通信链路遭遇强雷击中,产生瞬间高压,会造成瞬间负载电流过载,将其他几路通信一并中断。经过检测,将SSPA那路监控链路通信中断,发现其他几路射频设备监控通信恢复,如图5所示。至此定位是SSPA串口卡遭强雷击所致。

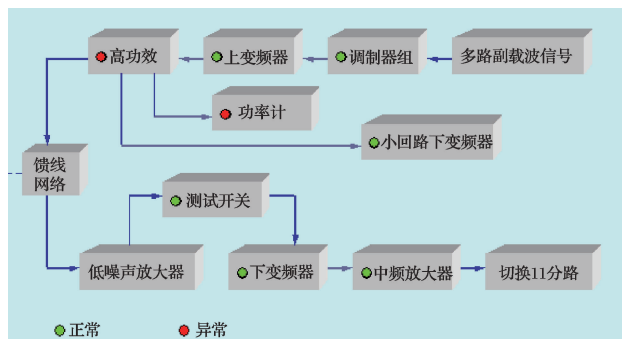


图5 SSPA监控链路故障

3.1.2 预防措施

若要拥有性能优良、高可靠性的监控系统,需从工程建设和业务运行两个角度,充分保证建设前、使用中各环节的质量,特提出以下预防策措施:

1)工程建设中,确保现场制作、硬件组装质量过关、施工规范。如:通信卡安装稳固;通信电缆头焊接牢靠,电缆屏蔽性能达标;且避免周边环境产生寄生、再生电磁干扰。

2)针对RS485/422串口卡^[8-10]、I/O数据通信控制卡极易受瞬间的高能量冲击而产生瞬态过压,致使控制链路中断的状况,要保证从射频机房、设备机柜、设备接口及硬件通信卡,做好地网铺设和防雷、避雷工作。

3)业务运行中,切实执行好设备及运行环境的定期维护工作。如:确认工控机年检、做好防尘散热、性能指标测试及接口连接事宜。针对监控运行软件及网络,定期做好防毒去毒、建立单独的业务网且安装正规渠道的必用软件。

3.2 通信链路信号中断实例

对于模拟制FDM频分复用传输信道来说,可从信号频率、电平、频谱分析直接判断出链路通信质量。而广阔的天地通信链路,涉及诸多中间环节,这其中任一出现异常,均可干扰正常通信,甚至出现信号中断。

以FY-2静止气象卫星地面应用系统为例,下行链路接收正常频谱如图6所示,包含测距载波78.9 MHz或展宽云图载波75.9 MHz和另一路遥测信号90.9 MHz,其中展宽和测距载波是分时传输,同一个时次下行接收有两路信号。2014年11月6日,突然,频谱仪显示只有一路遥测,频谱如图7所示,另一路信号中断,终端业务停止。

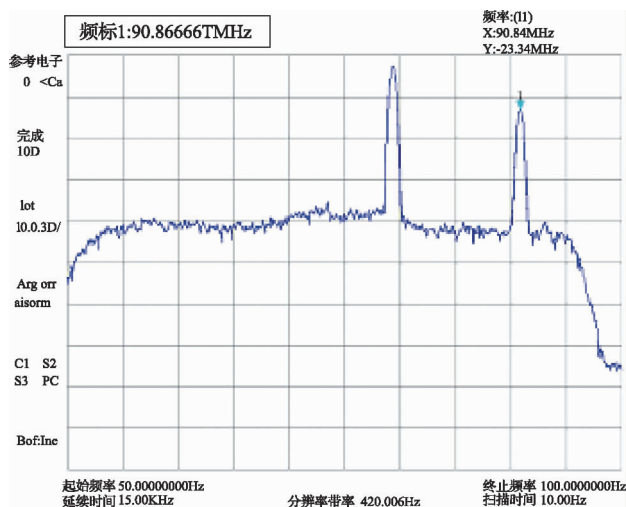


图6 链路正常频谱

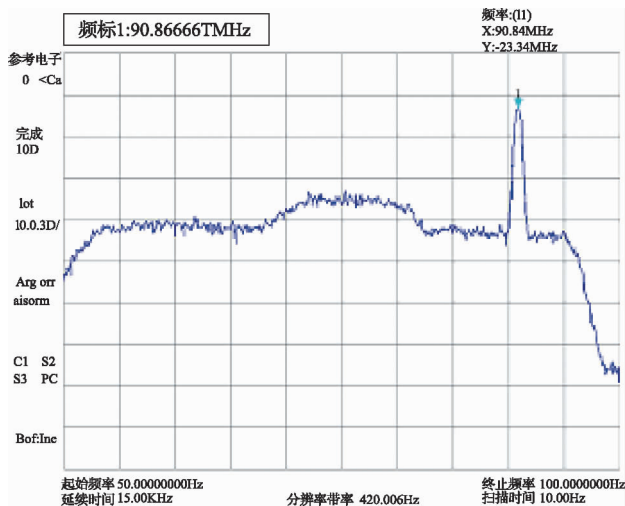


图7 信号中断频谱

3.2.1 中断排查分析

卫星通信系统实际运行中,信号中断直接导致系统通信瘫痪。若想及时快速建立通信链路,要明晰信号产生、传输路径,结合通信传输设备综合全面考虑,对传输设备的技术性能要了如指掌,故障排查分析如下:

1)核定该路信号产生、传输环节。经核查该时次为测距业务,应是测距载波信号。而其是地面测距设备产生、经卫星转发后接收的信号。涉及发、转、收3个环节。

2)结合链路通信状态及地面监测措施,缩小排查范围。因另一路、经卫星采集下发的遥测信号接收频率及大小正常,其涉及星上和接收两个传输环节,且从卫星模拟器监视软件界面来看,星上载荷设备参数无任何异常,如图8所示。由此,可定位是地面发射支路异常导致。

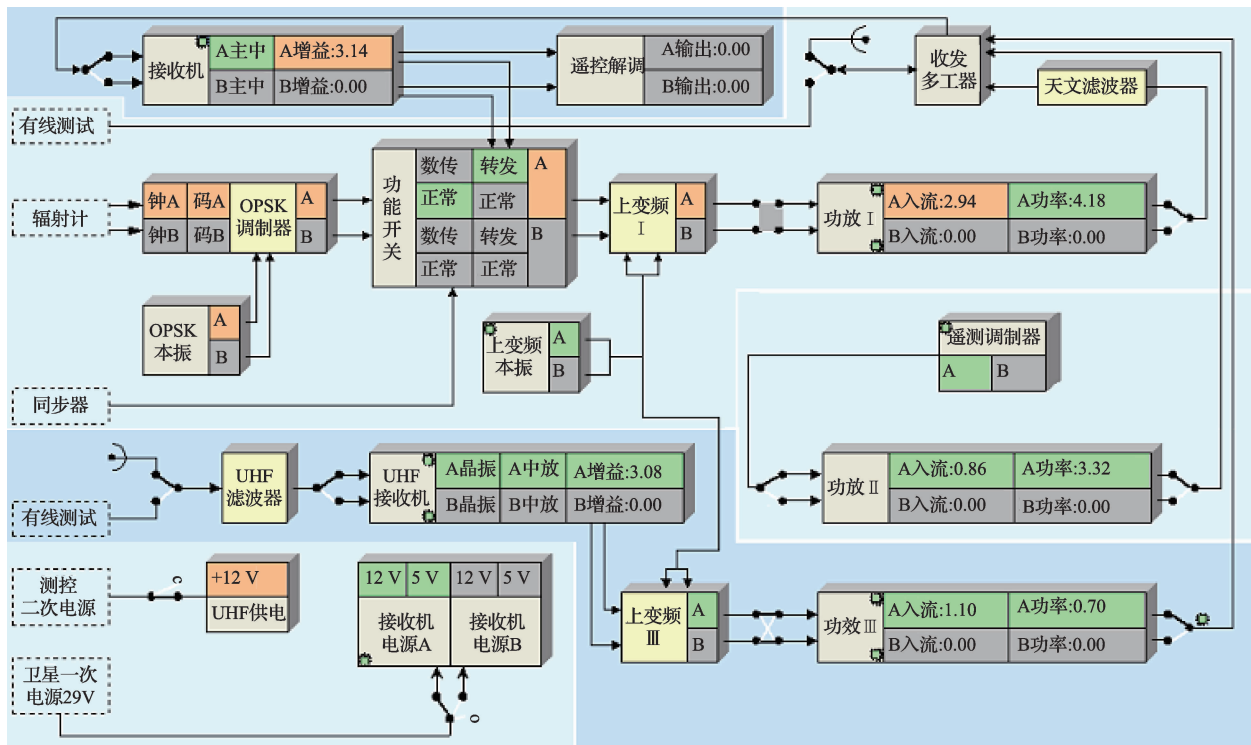


图8 卫星模拟器监视

3)对于发射之路,应本着从源头向信号传输端依次排查。先检测终端测距机输出的中频 70.5 MHz 信号,发现信号频谱、功率、频点均正常。

4)再重点测试中频及射频信道。检测上行 SSPA 输出口信号,无载波输出。再查看入口检测状态,发现输入已断,测试结果与正常比对如表1所示,表明 SSPA 已射频禁止。分析原因,核查 SSPA 模块工作状态,无异常现象。再检测输入电缆信号,测试值为-4.8,已超出 SSPA 正常运行入口最大电平-5 dBm 的标准,即此定位故障是 SSPA 入口电平过高致使 SSPA 射频禁止所致。

表1 SSPA 测试比对

	SSPA 入口电平	SSPA 输出电平
正常值	$-15 \leq P_A \leq -5$ dBm	$P_{out} > 38$ dBm
现测值	-36 dBm	-12 dBm

3.2.2 应对措施

为避免此类因设备运行、信号电平设置不合理,导致通信链路中断的故障再次发生。首先,要掌握信号传输环节、信道各设备详细工作参数及影响其稳定运行的关键参数,对关键环节重点对待。其次,在对链路电平配准时,确

保各设备工作电平在一个合理的动态区间内,裕量充分。做好定期的链路维护工作及设备监控的预警报警,做到防患于未然。

4 结 论

本文以 FY-2 静止气象卫星为研究对象,重点分析、讨论了地面信道中易忽视且影响重大的监控采集及信号中断故障实例,给出排查方法、流程分析、及检测结果,并提出预防措施,实用性强。若要提高信道运行的可靠性及稳定性,未来可以从建立信道维修档案、监测重点参数变化趋势、制定例检维护方案等方面考虑,从细节处着手、提高测试方法的智能化水平,为故障分析做好预判,从而为卫星通信业务提供切实的保障。

参 考 文 献

- [1] 冯庆玉,岳江水,夏景林,等. FY-2F 地面应用系统信道干扰排查及优化[J]. 空间电子技术, 2014, 11(2):75.
- [2] 郑红梅,王有杰,陈科,等. 塔机群无线远程安全监控系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(5): 520-527.
- [3] 杨英华,魏玉龙,李召,等. 基于子空间混合相似度的过程监测与故障诊断[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(4):935-941.

- [4] 李景峰. Visual C++ 串口通信技术详解 [M]. 第 2 版. 北京:机械工业出版社, 2013:77-79.
- [5] 冯庆玉,夏景林. FY-2 静止气象卫星地面信道监控设计及维护[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(3):47-48.
- [6] 梁金山,刘薇. 一种卫星通信网络管理系统设计[J]. 无线电通信技术, 2010, 36(2):10-12.
- [7] 孙玉伟,齐昶,冉祥东. 卫星通信网集中监控管理系统设计[J]. 计算机与网络, 2006(6):41-43.
- [8] 毛钧杰. 微波技术与天线[M]. 北京:科学出版社, 2006:63-68.
- [9] 王少荣,程时杰. 实现电力监控嵌入式系统可靠数据交换的串行通信 Agent [J]. 继电器, 2007, 35(19):38.
- [10] 孙学康,张政. 微波与卫星通信 [M]. 第 2 版. 北京:人民邮电出版社, 2007:88-92.

作 者 简 介

冯庆玉, 1983 年出生, 硕士研究生, 工程师。主要研究方向为气象卫星的地面数据接收与发射。
E-mail: fqy2311@126.com

(上接第 47 页)

- [12] 江建军,黄云雪,孙彪,等. 基于随机解调器的宽带雷达信号探测[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(3): 709-713.
- [13] ZHANG SH SH, ZHANG W, WANG Y. Multiple targets' detection in terms of Keystone transform at the low SNR level[A]. International Conference on Information and Automation, 2008:1-4.

作 者 简 介

魏一搏, 硕士研究生。主要研究方向为 W 波段 ISAR

运动补偿技术及成像徙动补偿。
E-mail: ghost200802@163.com

王辉, 博士, 副研究员。主要研究方向为星载毫米波 SAR。作为项目负责人承担了 XX 高分预先研究项目: “星载毫米波 SAR 技术特点及应用前景分析”、XX 预研基金-公用技术基础项目: “星载毫米波 SAR 数字波束合成 (DBF) 技术研究”、XX 高分新型载荷项目“星载毫米波 SAR-GMTI 技术”等研究工作。
E-mail: wanghui@mail. ie. ac. cn