

地理位置对卫通天线跟踪的影响

罗黎希 王小兵

(中国卫星海上测控部 江苏 江阴 214431)

[摘要]根据某型船载卫通站在B极化跟踪问题中的实践经验,分析归纳出地理位置对卫通天线的和差通道极化状态造成的影响,从而造成跟踪失败的原因,并给出解决方法。随着地理位置的变化,不同极化状态的和差信号的初始相位差 $\Delta\Phi$ 会发生改变,导致跟踪接收机的交叉耦合特性发生改变,天线无法进行自跟踪。对于移动地球站而言,保证跟踪信号和差通道的极化状态一致是十分必要的。针对A、B极化2种不同的通信模式,提出一种简单的跟踪接收机校相方式。

[关键词]船载卫通站 极化 自跟踪 跟踪接收机 校相

中图分类号:TN820.4 文献标识码:B 文章编号:1008-1739(2009)09-44-2

Effect of Geographical Location on Tracking of Satellite Communication Earth Station

LUO Li-xi WANG Xiao-bing

(China Satellite Maritime Tracking&Control Department, JiangYin Jiangsu 214431, China)

Abstract: According to the practical experience of maritime satellite station tracking with B polarization, we analyze and summarize the effect that different geographical locations bring to polarization of sum/difference channels, as well as the reason of tracking fault, and then put forward the solution. With the change of geographical location, the polarization of sum/difference channels is different, the phase difference $\Delta\Phi$ between sum and difference signals will change and the cross-coupled feature of tracking receiver will change, so the antenna can not keep tracking automatically. For the mobile earth station, it is very necessary to keep the polarization state of sum/difference channels of the tracking signal be same. For the different communication modes of A and B, we propose a simple method of phase calibration for tracking receiver.

Key words: maritime satellite station; polarization, auto-tracking; tracking receiver; phase calibration

1 引言

按照国际卫星组织约定,对地球站而言,圆极化A是指发左旋收右旋,圆极化B是指发右旋收左旋。由于使用的是60°E星圆极化B转发器,某船在出航前对船载卫通站进行调试,通过极化控制单元将极化状态从“左圆极化”转到“右圆极化”,完成了和通道B极化的切换。然后对接收机进行了校相,各项指标均满足要求。随后转动差信号倒换开关,完成了差通道B极化的切换,但在校相过程中发现,无论怎样调整接收机相位值,方位和俯仰中始终有一路信号极性是相反的。于是将差通道保持为最初的A极化。

出航后几天从天线的跟踪效果看,一切正常。当船航行至

106°E、5°N海域时,该卫通站在接收机有锁定指示、AGC电平、Ua、Ue送至ACU的情况下,天线无法转入自跟踪,岗位人员分析是由于相位变化导致交叉耦合特性不满足要求所致,随即对接收机进行了重新校相,从最终校相结果上看,各种组合下的接收机相位与码头时的相位值相比均减少80°左右。说明随着地理位置的变化,相位值发生了改变,并且还有可能随着船舶的继续航行而不断变化。

2 问题分析

2.1 跟踪信号原理流程

天线实现自跟踪利用的是卫星上专用的信标信号,与通信信号没有联系,它的频率稳定性高,是一固定频率信号。馈源喇叭接收到此信标信号激励起TE11主模电磁场和TE21高

次模电磁场。其中 TE21 模通过高次模耦合器耦合出跟踪差 (Δ) 信号：

$$\Delta = U_a + jU_e = \mu\theta \sin(\omega t + \phi + \phi_d)$$

式中就包含了天线偏离卫星的误差信息 θ (偏离角度)、 ϕ (偏离方向)。从 TE21 模耦合器耦合出的差信号有 A 和 B 两路, 当采用线极化信标时, 这 2 路都有信号。当采用“右旋”信标时, 就只有 A 有信号产生。2 路信号经过一个二选一的波导开关选一路有效。

$$\Sigma = \cos(\omega t + \phi_s)$$

跟踪和 (Σ) 信号的通道与通信用的通道相同, 它利用主模电磁波, 经带阻滤波器后, 利用定向耦合器和隔离器使之从通信信号中分离出一路。它的左右旋变化则是通过“方圆过渡、极化转换”关节的旋转来实现的, 并且与通信信号为同一极化方式。由于采用的是 B 极化通信, 故跟踪和 (Σ) 信号只能为 B 极化。

船载卫通站跟踪原理如图 1 所示。

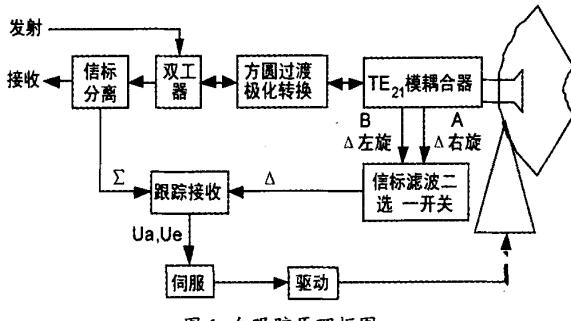


图 1 自跟踪原理框图

跟踪和 (Σ) 信号与跟踪差 (Δ) 信号经过和差网络和合成一路信号送跟踪接收机, 接收机解调出方位误差信号和俯仰误差信号。

2.2 接收机校相原理

文献 [1] 中详细的给出了有关接收机校相的基本原理, 以跟踪和 (Σ) 信号的初始相位 Φ_S 为参考, 跟踪差 (Δ) 信号的初始相位 $\Delta\Phi = \phi_d - \Phi_S$ 。则:

$$\Delta = \mu\theta \sin(\omega t + \phi + \Delta\Phi)$$

可以看到, 对于信号本身而言 Φ 和 $\Delta\Phi$ 并没有区别, 但需要的有用信息只是 Φ , 所以必须想办法除去 $\Delta\Phi$ 的影响。接收机校相就是在误差解调时通过调整鉴相器的相位达到抵消 $\Delta\Phi$ 的目的。从中也可以知道 $\Delta\Phi$ 是一个相对稳定的值。

另外还需要提到的一点是, 由于模拟接收机内部只有一个可调移相器, 另外通过一个 $\pi/2$ 移相器保证两轴的正交性, 这是它不能分别调整两轴相位的直接原因。而如今大多数数字接收机则具有对 2 个轴分别校相的功能, 每一路各自有一

个移相器。

由于以往多是采用的是 A 极化通信模式, 和、差通道均为“A 极化”状态, 航行中通常不再需要对接收机相位做大幅度调整即能保证天线的跟踪性能良好。说明在和、差通道同为“A 极化”状态时, 跟踪和 (Σ) 信号与跟踪差 (Δ) 信号的初始相位差 $\Delta\Phi$ 保持恒定。现在和通道改为了 B 极化状态, 以适应 B 极化通信需要, 这样跟踪和 (Σ) 信号同样也变为了 B 极化。但差通道在改为“B 极化”后在校相上遇到了困难, 因而差通道保持 A 极化状态出航。但在这种状态下, 随着地理位置的变化, 跟踪和 (Σ) 信号与跟踪差 (Δ) 信号的初始相位差 $\Delta\Phi$ 发生了改变, 当它发展到一定程度后, 天线的跟踪性能便急剧恶化, 导致无法进行跟踪。

3 问题的解决方法

图 2 以坐标图的形式展示各个状态及其变化。

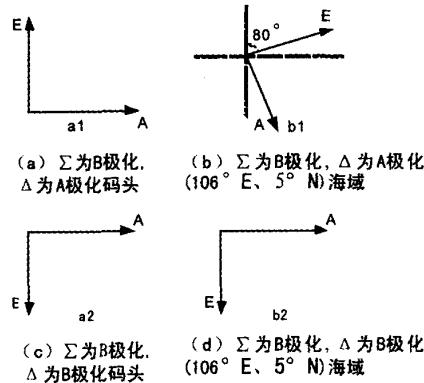


图 2 不同状态下的天线跟踪性能

图 2 中的坐标图 a1, a2, b1, b2 可以看作天线跟踪性能的表示, E 代表俯仰轴的方向, A 代表方位轴的方向。要使天线跟踪性能最佳, 就必须通过校相使其达到图 2(a) 的效果。图 2(a) 即是出航时的状态, 跟踪和 (Σ) 信号为 B 极化, 跟踪差 (Δ) 信号为 A 极化, 可以看到当时的状态是满足跟踪要求的。

图 2(c) 是在接收机校相值保持不变的情况下, 将跟踪差 (Δ) 信号改为 B 极化后的状态, 图中显示 E 即俯仰轴的极性与要求相反, 并且是无法通过改变接收机的相位值使其重新满足要求的。直观的讲, 接收机相位值的改变只会使两坐标轴一起旋转, 因此可以看出在图 2(c) 的状态下, 无论怎么旋转都得不到图 a1, 这就是当时没有将跟踪差 (Δ) 信号改为 B 极化的原因。

(下转第 55 页)

化方案,保证了处理项目的顺利开展,实现了地下目标的准确成像,进行了断陷期地层火山岩目标、砾岩有效储集体、地层超覆等深层目标的精细刻画;通过对 Omega 软件叠前时间偏移作业运行机制的研究,改进了偏移作业的运行环境,提高了作业运行的稳定性,提高了偏移作业运行效率,节省了 60%以上的 I/O 资源,提高了地震资料处理效率。

参考文献

- [1] StorNext File System Administration Document
Course# 3106S.V2.2 ADIC Educational Services
- [2] StorNext Storage Manager Document
Course# 3500.0506 ADIC Educational Services

(上接第 45 页)

图 2(b)是在 106°E,5°N 海域的情况,由图可以看出,需要将接收机的相位值减小 80°左右,正如上面分析中讲到的,和差通道极化状态不一致的情况下,地理位置的变化引起跟踪和(Σ)信号与跟踪差(Δ)信号的初始相位差 $\Delta\Phi$ 发生了改变,而且这种变化并不是随着经纬度呈线性变化,在靠近赤道时,这种变化会很明显。

图 2(d)是的一种推断,由于在以往使用 A 极化通信中,和、差通道都为"A 极化"状态时, $\Delta\Phi$ 并不会随着地理位置的变化而变化。所以根据上面的推导可知,如果在和、差通道都为"B 极化"的情况下, $\Delta\Phi$ 仍然不会变化,所以 b2 与 a2 应该是相同的。

问题分析完毕,现在要做的工作就是要将跟踪差(Δ)信号改为"B 极化",保证在随后的航行中天线跟踪性能始终稳定。前面已经讲到,仅仅通过接收机校相是不能达到这个目的,所以必须从其他方面入手。最终设计出如图 3 所示的这个方案。

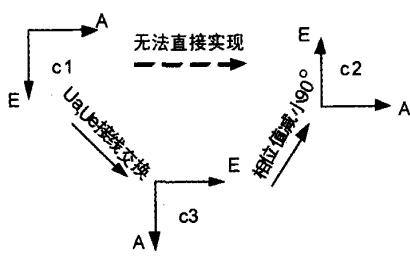


图 3 解决方案图

- [3] Moshe Bar. Linux 文件系统[M]. 天宏工作室,译. 北京: 清华大学出版社,2003
- [4] Mohammed J Kabir. Red Hat Linux 安全与优化[M]. 邓少昆,译. 北京: 中国水利水电出版社,2004
- [5] A guide to 3D Prestack time migration Version2.0 WesternGeco Jan. 2005
- [6] Garth Snyder, Evi Nemeth, Trent R Hein. Linux 系统管理技术手册[M]. 张辉,译. 北京: 人民邮电出版社,2003
- [7] Marc Garley. SAN 存储区域网络[M]. 孙功星,蒋文保,范勇,等译. 北京: 机械工业出版社,2002
- [8] Roderick W Smith. Linux 工具集[M]. 王军,译. 北京: 电子工业出版社,2004

先将跟踪差(Δ)信号改为"B 极化",在保持接收机相位值同码头时的相位值相同的情况下,天线应该为 c1 状态。然后将接收机送至 ACU 的模拟误差信号 U_a, U_e 的接线互换,这样 E 和 A 互换,就成了 c3 状态。最后即可通过接收机相位值的调整,即减小 90°来完成到 c2 的转换。此方案操作简单,更改方便,无不良影响。

4 结束语

由于这样的问题对于陆地站来说是不会发生的,因而缺少先验经验,但对于各种船载卫通站而言却有很强的借鉴作用。目前,数字接收机已逐渐普及,由于数字接收机能分别对方位和俯仰进行调相,故对各轴极性也能分别调整,从而只要保证跟踪和(Σ)信号与跟踪差(Δ)信号采用同一极化方式,就能避免问题发生。

参考文献

- [1] 李靖. TE21 模单通道自跟踪系统 [J]. 无线电通信技术. 2005, (6): 42-44.

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>