

doi: 10.7690/bgzd.2013.07.020

船载卫星电视/遥感接收系统

刘晓明, 艾文光

(中国电子科技集团公司第三十九研究所, 西安 710065)

摘要: 为了获取全球卫星遥感数据进行科学研究, 并利用遥感数据进行气象预报, 提高远洋船的航行安全; 同时, 为了丰富船员的业余文化生活, 研制了船载卫星电视/遥感接收系统(shipboard satellite TV and remote sensing receiving system, SSTV-RSRS)。系统采用二轴稳定平台加二轴伺服的稳定方案。二轴稳定平台克服船的摇摆对跟踪的影响; 二轴天线系统精确跟踪极轨卫星和同步卫星, 完成船载条件下的遥感数据接收和卫星电视接收。双 GPS 姿态测量系统及辅助的精密电罗经提供航向信息, 由天线控制单元提供补偿, 解决舰船的航向变化对轨道跟踪的影响。采用轨道预报程序跟踪加步进跟踪方案。使用结果表明: 该系统可接收处理美国 NOAA、ORBVUEW 和中国 FENGYUN 等极轨卫星的适时遥感数据。在不接收遥感数据时, 自动接收卫星电视。三年多实际使用证明, 该系统效果良好。

关键词: 船载; 卫星电视; 遥感接收; 伺服稳定

中图分类号: TJ86 **文献标志码:** A

Shipboard Satellite TV and Remote Sensing Receiving System

Liu XiaoMing, Ai Wenguang

(No. 39 Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Xi'an 710065, China)

Abstract: A shipboard satellite TV and remote sensing receiving system (SSTV/RSRS) is developed to acquire global remote sensing data for scientific study and weather forecast to increase the ocean voyage safety, and to enrich the entertainment of ship's crew. The system adopts stability scheme of two-axis stability platform and two-axis servo. The two-axis stability platform overcomes the impacts of ship swing. Two-axis antenna system implements the accurate tracking of the antenna to polar orbit satellites or geostationary satellites, and the receiving of remote sensing data or satellite TV programs. Using dual GPS attitude measurement system and auxiliary precision gyrocompass provided the course information. The ship orientation is compensated by antenna control unit. The influence of ship orientation change on orbit tracking is solved. Use tracking scheme of orbit prediction-based step-track. The system has been used for 3 years on a ship. The results show that the system can receive and process the remote sensing data of polar orbit satellites such as US NOAA, ORBVUEW and Chinese FENGYUN, etc. When a polar orbit pass is over, it receives TV signals from geostationary satellite automatically.

Key words: shipboard; satellite TV; remote sensing receiving; servo stability

0 引言

船载卫星电视/遥感接收系统(shipboard satellite TV and remote sensing receiving system, SSTV-RSRS)是为大洋一号科学考察船研制的卫星接收系统, 主要用途是接收 L 波段极轨卫星的云图遥感数据, 通过软件处理可对当前的气象、台风、海温等情况进行分析。在分时工作的情况下, 还可接收 C 波段同步卫星电视节目。通常, 同步卫星电视接收和极轨卫星的云图接收是 2 套独立的系统。笔者通过研制 C 和 L 双频馈源和采用先进的跟踪控制技术, 将 2 种功能结合起来, 大多时间收看电视节目, 遥感卫星出现时, 可以自动切换接收云图数据。

1 SSTV-RSRS 系统设计

1.1 系统组成

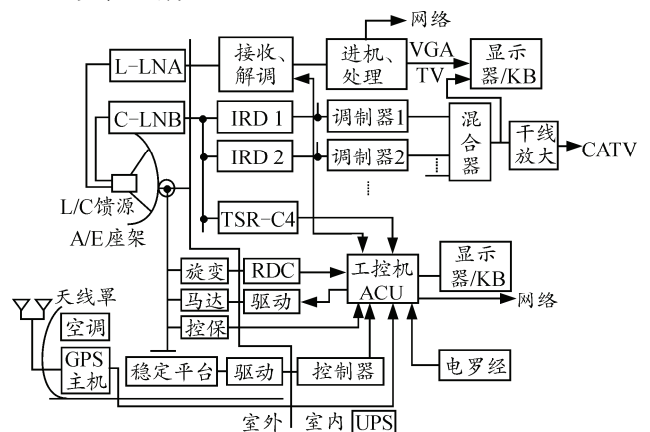


图 1 船载卫星电视/遥感接收系统原理框图

收稿日期: 2013-03-06; 修回日期: 2013-04-01

作者简介: 刘晓明(1958—), 男, 湖南人, 工程师, 从事遥感卫星应用、天线结构、遥感系统总体设计研究。

SSTV-RSRS 系统硬件主要由天线、馈源、场放、高频头、方位/俯仰座架、天线控制单元、驱动单元、极化控制器、GPS 导航仪、稳定平台、电视接收与调制、云图接收与解调器、天线罩构成，原理框图见图 1。

1.2 稳定与跟踪方案

舰载天线系统的跟踪精度主要取决于舰船的摇摆状况和天线控制系统隔离这种摇摆的能力，舰船的摇摆状况又取决于海洋状况和舰船的大小及其抗扰措施。系统采用国际海事卫星组织 (INMARSAT) 推荐的海洋环境条件作为设计的依据，见表 1。

表 1 INMARSAT 推荐环境条件

Motion	Amplitude	Frequency/Hz
Roll/(°)	±25	0.08
Pitch/(°)	±7.5	0.10
Yaw/(°)	±4.0	0.01
Surge/g	±0.1	
Sway/g	±0.1	
Heave/g	±0.25	
Headway/ Knots	30	
Ship Turning Rate/(°/s)	6	

目前世界上有多种稳定与跟踪方案，如四轴摆陀、直接机械稳定、二轴伺服、三轴伺服 (EI/Az/XEI 或 XEI/EI/Az) 和四轴伺服 (EI/Az/X/Y) 等。综合考虑极轨卫星跟踪、同步卫星跟踪及天线口径、工程造价，笔者采用二轴稳定平台加二轴伺服的稳定方案。该方案实际上是四轴伺服 (X/Y 加 Az/EI)^[1]。双轴稳定平台克服船的摇摆对跟踪的影响，二轴天线系统精确跟踪极轨卫星和同步卫星，完成船载条件下的遥感数据和卫星电视接收。跟踪方案是轨道预报程序跟踪加步进跟踪。双 GPS 姿态测量系统及辅助的精密电罗经提供航向信息，由天线控制单元提供补偿，解决舰船的航向变化对轨道跟踪的影响。

2 硬件设计

2.1 天线系统

天线结构系统见图 2。天线面是 2.1 m 口径的标准抛物面，由背架结构和网板组成，面精度高，适合 C 波段和 L 波段信号的接收。

天线座架为 Az/EI 型，EI 为一圆筒，右端装电机-减速，带动 EI 支臂运动；左边为随动支撑，内部装旋变。Az 由内外套筒构成，电机-减速器、旋变、电限位、零位开关和机械限位装置装在圆筒内。

天线控制单元 (antenna control unit, ACU) 是 1 台研华工控机+平板显示器。在工控机内除主板外，插有步进电机控制卡、轴角编码卡、A/D 卡、数字

I/O 卡等，ACU 是系统控制中心，完成同步卫星的指向、跟踪、极轨卫星的轨道计算与跟踪。

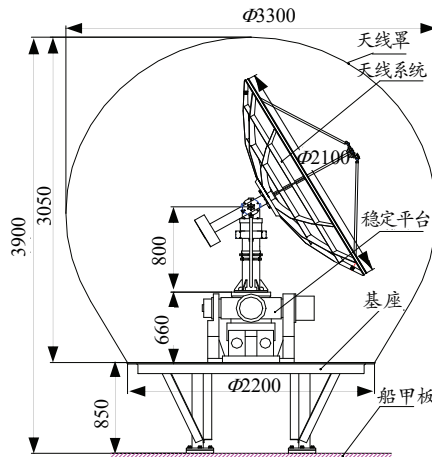


图 2 天线结构系统

天线的驱动由减速器、步进电机和驱动电路完成，步进电机的控制由插在 ACU 中的步进电机控制板实现。行星减速器和步进电机安装在座架机构中，而天线驱动单元安装在控制机框中。

C 波段卫星电视信号是线极化的，而 L 波段遥感信号是右旋圆极化的，为此研制了 C/L 双频馈源。卫星电视接收系统接收线极化信号，而线极化的极化方向 (水平垂直) 随着船位与卫星的相对位置而变化，极化控制改变极化方向，使馈源极化方向与来波的极化方向一致，以得到最佳收视效果。

2.2 遥感卫星接收处理

遥感卫星接收处理系统可以接收美国的 NOAA 系列、ORBVVIEW 水色卫星和我国的 FY 极轨气象卫星的信息，由低噪声放大器 (LNA)、解调器、数据处理计算机组成。

低噪声放大器的输入/输出为 1 680~1 710 MHz，增益 60 dB，噪温 54°K；信号解调器以高速可编程逻辑器件为基础，集接收、变频、解调、进机于一体，实现气象卫星数据比特同步、帧同步。

2.3 电视接收处理

电视接收处理系统可以接收 C 频段同步卫星的电视节目，由低噪声变频放大器 (LNB 高频头)、数字卫星接收机、调制器、混合器组成。

采用双极化单输出 LNB，输入 3 400~4 200 MHz，输出 950~1 750 MHz，增益 65 dB，噪温 17°K，本振 5 150 MHz。数字卫星接收机由调谐器、QPSK 解调，去扰码、纠错、解复用、解码，再进行 PAL 编码，形成全电视信号输出。

进入电视跟踪模式，只要输入卫星的定点经度（西经卫星值为负数、东经卫星值为正数），天线自动按照计算出的AZ和EL数据跟踪卫星。

2.4 姿态测量系统

姿态测量系统包括GPS姿态方位导航系统和船上电罗经。GPS姿态方位导航系统由2个GPS天线、接收处理器及相关的软件组成，天线安装在甲板上，接收处理器安装在天线基座上，提供船只的经度、纬度、高度、航向和姿态（横摇、纵摇角度）及UTC时间。

电罗经采用原船电罗经，型号为安修司STD22，将2种航向测量综合使用，提高航向指示的可靠性。

2.5 稳定平台

稳定平台的主要功能是隔离舰载设备随船体发生的摇摆及俯仰等运动，使舰载设备相对水平面始终处于接近水平状态^[2]。

稳定平台由机械台体、伺服控制及驱动、执行机构和工作状态监测等4部分组成，其中机械台体由铸铝材料构成，具有重量轻及抗腐蚀的效果。执行机构选用伺服力矩电机，具有低转速高转矩，直接驱动负载，无需另加减速机构等特点。

系统监测主要完成系统工作状态监测，报警保护等，并向用户传送系统工作状态信息，该部分由单片机系统来完成。

3 关键技术措施

为完成跟踪接收极轨卫星遥感数据，在极轨卫星轨道空闲时间接收同步卫星电视信号，需用各种基本技术措施，以保证该系统在地面上运行。对于舰载系统，还需要有特殊的关键技术才能保证其在上述INMARSAT推荐的海洋条件下正常运行。

3.1 高动态伺服系统

高动态伺服系统是提高系统的船摇隔离所必须的。为此，必须减小天线重量、惯量，加强天线座架的传动刚度以提高机械谐振频率及伺服带宽^[3]。

3.2 高隔离稳定平台

稳定平台对船摇进行主要隔离。残留摇摆才能由伺服跟踪克服。因此，稳定平台需保证在上述海

况下，其稳定残差小于 0.2° ^[4]。

3.3 高精度航向/指北修正

天线系统是以程序跟踪为主要跟踪方式，该方式要求精确的轨道计算，系统数据是以真北为基准。由于舰船的航向转动，跟踪程序必须修正这种航向变化，因此需采用高精度电罗经来感知航向，其精度应在 0.1°rms 范围内。

3.4 有效可靠的控制算法

采用模块化控制程序，提高伺服控制、坐标变换、通讯、搜索、捕获等各种程序的有效性、简约性和可靠性。

4 测试结果

在海试过程中，SSTV-RSRS接收处理了NOAA15、NOAA17、NOAA18、NOAA19、ORBVIEW、FENGYUN 1D等极轨卫星的遥感数据，效果较好，与地面同等口径遥感接收站接收效果相同。海试中测试了全部可见同步卫星，包括 68.5°E 的国际7/10号、 115.5°E 的中星6B、 125°E 的鑫诺3号和 166°E 国际2/5号，其中接收到的国内电视节目图像均清晰连续，无马赛克。

5 结论

实际使用结果证明：SSTV-RSRS既能满足科考人员远洋航行时文化活动的需要，又能提供适时的气象、海况、台风及水文信息，具有较高的应用价值。

参考文献：

- [1] 瞿元新. 航天测量船测控通信设备船摇稳定技术[M]. 北京：国防工业出版社，2009：302-310.
- [2] 王德纯，等. 精密跟踪测量雷达技术[M]. 北京：电子工业出版社，2006：311-316.
- [3] 康学海，等. “动中通”天线的基本设计及指标说明[C]. 中国卫星应用大会会议文集：中国通信学会，2007：3-20.
- [4] 柯树人. 伪单脉冲自跟踪系统的工作原理[J]. 通信与测控，1995(3)：1-6.
- [5] 杨勇，等. 一种飞控系统信号源仿真设备的设计与实现[J]. 测控技术，2008(3)：24-25.
- [6] 张云生. 实时控制系统软件设计原理及应用[M]. 北京：国防工业出版社，2000：157-176.