

船用卫星天线限位装置的研究与探索

贾建国

宁波迪泰科技股份有限公司 浙江宁波 315000

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7310

[摘要] 本文主要研究船用卫星天线限位装置的设计与实现。通过深入分析目前船用卫星天线存在的问题和不足,针对这些问题,本文提出了一种基于电机控制的卫星天线限位装置设计方案,并详细介绍了其工作原理和实现方法。该装置能够有效地解决船用卫星天线在使用过程中出现的限位问题,提高了船舶通信的可靠性和稳定性。

[关键词] 船用卫星; 限位装置; 探索研究; 卫星天线

Research and Exploration of Limiting Devices for Marine Satellite Antennas

Jia Jianguo

Ningbo Ditai Technology Co., Ltd., Ningbo City, Zhejiang Province 315000

[Abstract] This article mainly studies the design and implementation of a limiting device for marine satellite antennas. Through in-depth analysis of the current problems and shortcomings of marine satellite antennas, this paper proposes a design scheme for a motor controlled satellite antenna limiting device, and provides a detailed introduction to its working principle and implementation method. This device can effectively solve the positioning problem of ship satellite antennas during use, improving the reliability and stability of ship communication.

[Key words] Marine satellites; Limiting device; Exploring research; Satellite antenna

前言

卫星天线是一个金属抛物面,负责将卫星信号反射到位于焦点处的馈源和高频头内。卫星天线的作用是收集由卫星传来的微弱信号,并尽可能去除杂讯。

船载卫星通信天线在实际应用中,由于其在海上移动特性和由船摇摆带来的天线波束滚动,当天线跟踪线极化卫星工作时,天线极化方向往往偏离转发器极化方向,造成信号衰落和严重的交叉极化干扰。船载卫星通信天线不仅应具有方向跟踪性能,还必须具有极化跟踪性能。

大多数天线通常是抛物面状的,也有一些多焦点天线是由球面和抛物面组合而成。卫星信号通过抛物面天线的反射后集中到它的焦点处。船用卫星天线是设置在船上的卫星天线,由于船在行驶过程中会产生位移,因此卫星天线需要及时地调整方向,而方向的调整需要有一定的限位功能,否则无限制的旋转寻星会造成天线内部电线绕线,从而造成天线的损坏,因此船用卫星都需要限位装置。

1 船用卫星通信的背景

1.1 船舶通信的重要性

船舶通信在现代海洋运输中扮演着至关重要的角色。随着全球化的发展,海洋运输业的规模和复杂度不断增加,船舶通信的重要性也日益凸显。船舶通信不仅是船舶与陆地之间进行信息交流的重要手段,也是船舶与船舶之间进行协调和合作的必要条件。在海上航行中,船舶需要及时获取天气、海况、航行路线等信息,以便做出正确的决策。船舶还需要与港口、海事部门、货主等进行联系,以保证货物的安全和顺利运输。船舶通信的可靠性和稳定性直接影响到船舶的安全和运营效率。在卫星通信技术的不断发展中,船舶通信已经从传统的无线电通信向卫星通信转变,这为船舶通信的可靠性和稳定性提供了更好的保障。研究和开发船用卫星天线限位装置具有重要的现实意义和应用价值。

1.2 卫星通信在船舶通信中的应用现状

卫星通信在船舶通信中的应用现状是十分广泛的。随着

船舶行业的发展和全球化的趋势,船舶通信已经成为船舶运营中不可或缺的一部分。卫星通信技术的应用,使得船舶可以在海上实现与陆地的通信,包括语音通信、数据传输、电子邮件、互联网接入等。卫星通信技术还可以实现船舶与船舶之间的通信,包括船舶之间的位置信息交换、船舶之间的货物信息交流等。卫星通信技术的应用,不仅提高了船舶通信的效率和可靠性,也为船舶的安全和运营提供了保障。船用卫星天线在使用过程中存在的一些问题和不足,如限位问题、稳定性问题等,这些问题需要得到有效地解决。

1.3 船用卫星天线存在的问题和不足

船用卫星天线在船舶通信中扮演着至关重要的角色,但是在使用过程中也存在着一些问题和不足。由于船舶在海上行驶时会受到海浪和风浪的影响,卫星天线的定位和角度往往会发生变化,导致通信信号的不稳定和中断。船用卫星天线的限位问题是一个普遍存在的难题。由于卫星天线的转动范围有限,当其转动到达限位时,会出现无法继续转动的情况,从而影响通信的正常进行。船用卫星天线的安装和维护也是一个比较复杂的过程,需要专业的技术和设备,增加了船舶通信系统的成本和难度。因此,如何解决船用卫星天线存在的问题和不足,提高其可靠性和稳定性,是当前船舶通信技术研究的重要方向。

2 现有技术综述

在探讨船用卫星天线限位装置的研究与探索之前,了解当前市场上及学术界已有的技术成果至关重要。以下是对船用卫星天线限位装置现有技术的综合概述。

机械限位技术。被动限位系统是最传统的限位装置,通过设置物理阻挡来限制天线的转动范围,防止过度偏转造成损坏。这类系统结构简单,但精确度和灵活性较低。主动机械限位采用弹簧加载机构、阻尼器等,能够在预定角度自动锁定或释放天线运动,提高了运动控制的平滑度和精确度。

电子控制与反馈系统。电控伺服电机通过高精度伺服电机驱动天线运动,并结合位置传感器(如编码器)实现闭环控制,确保天线精确对准卫星。此技术大大提高了天线的指向精度和动态响应能力。自适应控制算法利用先进的控制算法(如PID、模型预测控制)对天线运动进行实时调整,特别是在船舶摇摆时,能迅速校正天线姿态,维持信号连接稳定。

材料与结构创新。为减轻重量、增加耐腐蚀性,一些高端船用天线限位装置采用碳纤维复合材料、不锈钢合金等高性能材料制造关键部件。通过引入柔性关节或万向节设计,使得天线在受到外力冲击时能够适度偏移,保护设备免受损伤,同时保持信号接收质量。

环境适应性增强技术。鉴于海洋环境的特殊性,现代限

位装置普遍采用特殊的表面处理技术,如电镀、喷涂特殊涂料,以增强其在盐雾、潮湿环境下的耐用性。考虑到温度变化对材料性能的影响,设计有温度补偿功能的控制系统,确保在不同气候条件下天线性能稳定。

3 卫星天线限位装置的设计方案

在介绍卫星通信在船舶通信中的重要性和应用现状的基础上,本文分析了目前船用卫星天线存在的问题和不足,主要包括限位不准确、限位速度慢、限位精度低等方面。为了解决这些问题,本文提出了一种基于电机控制的卫星天线限位装置设计方案。

3.1 装置结构

船用卫星天线,包括具有底座的天线外罩和位于天线外罩内的天线系统,其特征在于,天线系统包括设置在底座上的抛物面天线和设置在底座内部的控制电路,抛物面天线通过安装基座安装在底座上,安装基座上具有能够控制安装基座周向转动的方位电机,还设置有连接于抛物面天线且能够控制抛物面天线俯仰转动的俯仰电机,抛物面天线内设置有馈源,抛物面天线的下方设置有能够控制馈源旋转的极化电机,方位电机、俯仰电机和极化电机均连接于控制电路,且控制电路包括中央处理器和连接于中央处理器的闭环控制电路。闭环控制电路包括分别连接于俯仰电机和极化电机的第一电感器元件和第二电感器元件,以及用于测量安装基座转动角度的陀螺仪,用于检测抛物面天线倾斜角度的加速度检测计,用于获取地理位置信息的GPS模块,以及用于测量天线系统接收到的信号质量的降频器,且陀螺仪、加速度检测计、GPS模块和降频器均连接于中央处理器。

安装基座呈圆柱状结构,安装基座下方连接具有外齿轮的中心轴,所述方位电机位于安装基座的上方,其转动轴贯穿至方位基座的下方并啮合中心轴的外齿轮以使方位电机能够带着安装基座围绕中心轴旋转,且安装基座的中央连接有的限位机构,底座上位于安装基座的外侧设置有能够在安装基座旋转至设定角度时产生限位信号的限位信号触发机构。

3.2 工作原理

卫星天线限位装置的工作原理主要基于机械限制和精确定位技术的结合,以确保卫星天线在复杂的海洋环境中能够稳定、准确地指向目标卫星,并保持通信信号的稳定传输。

限位装置通过机械结构对天线的运动范围进行限制。这些机械结构通常包括限位开关、制动器和导轨等部件,它们协同工作,确保天线在水平和垂直方向上的运动不会超过预定的安全范围。这种机械限制可以有效防止天线因过度移动而受损,同时保证天线在极端天气条件下的稳定性。它还利用精确定位技术来确保天线能够准确指向目标卫星。这通常涉及高精度的传感器和控制系统,如陀螺仪、编码器和伺服

电机等。这些设备能够实时监测天线的位置和姿态,并通过控制系统对天线进行微调,以确保其始终指向目标卫星。这种精确定位技术不仅可以提高通信质量,还可以减少因天线指向偏差而导致的信号中断或丢失。限位装置还可能具备自动校准和故障诊断功能。自动校准功能可以根据环境变化或设备状态自动调整天线的位置和姿态,以优化通信性能。故障诊断功能则可以实时监测限位装置的工作状态,并在出现故障时及时发出警报或进行自动修复,以确保系统的可靠性和稳定性。

3.3 技术方案

如图所示,船用卫星天线机械传动机构包括具有底座 11 的天线外罩 1 和位于天线外罩 1 内的天线系统,天线系统包括抛物面天线 21 和设置在控制电路 22,安装基座 12 上具有能够控制安装基座 12 周向转动的方位控制机构 31,安装基座上设置有能够控制抛物面天线 21 俯仰转动的俯仰控制机构 32,抛物面天线内设置有馈源 33,下方设置有能够控制馈源 33 旋转的极化控制机构 34。闭环控制电路包括分别连接于俯仰控制机构 32 和极化控制机构 34 的第一电位器元件 41 和第二电位器元件 42。电位器的数据记忆及采集功能能使卫星天线通电后能够快速找到所需的卫星的俯仰角及极化角,提高卫星天线的跟踪速度,通过为俯仰控制机构 32 及极化控制机构 34 增加电位器元件,在控制俯仰电机和极化电机工作的同时电压变化信号及时地传输给中央处理器 221,使天线在启动及正常工作时能够源源不断地采集记忆电压实时信号以进行闭环控制,能够有效提高卫星天线的跟踪速度及精度。

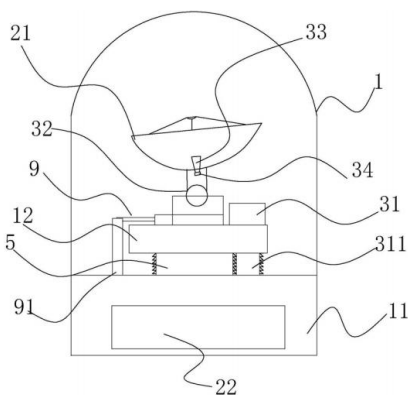


图1

天线系统的卫星接收机 8 通过 AGC 电路 6 连接于中央处理器 221,AGC 电路 6 是一种在输入信号幅度变化很大的情况下,使输出信号幅度保持恒定或仅在较小范围内变化的自动控制电路 22,AGC 的基本原理是产生一个随输入电平而变化的直流 AGC 电压,利用 AGC 电压去控制某些放大部件(如中放)的增益,使接收机总增益按照一定规律而变化。AGC 电

路 6 主要由控制电路和被控电路两部分组成,控制电路就是 AGC 直流电压的产生部分,被控电路的功能是按照控制电路所产生的变化着的控制电压来改变接收机的增益。因此,AGC 的电压变化同样表示卫星接收机 8 接收信号的变化,基于上述原理,中央控制芯片可以通过检测 AGC 电压对天线方向进行调整。

俯仰控制机构 32 包括俯仰电机,极化控制机构 34 包括极化电机,方位控制机构 31 包括方位电机和导电滑环,通过导电滑环的设置大大提高了天线整体信号及电源的稳定性,能够避免天线绕线拉断等问题的出现。安装基座 12 下方连接具有外齿轮的中心轴 5,方位电机位于安装基座 12 的上方,其转动轴 311 贯穿至方位基座的下方并啮合中心轴 5 的外齿轮以使方位电机能够带着安装基座 12 围绕中心轴 5 旋转。中央处理器 221 包括有至少两片相互连接的主控芯片 7,通过使用多个主控芯片 7 进行数据分摊计算,大大提高信号处理速度,通过缩短响应时间的方式使天线始终处于信号稳定的状态。

结语

船用卫星天线限位装置的研究与探索,是一个涉及航海技术与卫星通信技术的综合性课题。通过深入研究,我们发现船用卫星天线限位装置的设计与应用,需要充分考虑到船舶在复杂海况下的稳定性与安全性。同时还需要结合卫星通信技术的特点,确保天线在不同角度和位置下都能保持稳定的信号传输。这不仅需要对船舶结构、卫星通信原理有深入地了解,还需要具备丰富的实践经验和创新思维。随着航海技术和卫星通信技术的不断发展,船用卫星天线限位装置的研究与应用将面临更多的挑战和机遇。我们将继续深化研究,不断探索新的技术和方法,为提升船舶通信的稳定性和安全性做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 基于 FPGA 的光学相控阵驱动电路的设计与实现[J]. 刘豪辉; 陆远; 王波; 刘建锋; 张青林. 激光杂志, 2023
- [2] 面向卫星通信系统的低成本超表面相控阵技术[J]. 王鲁一; 张子阳; 施宏宇; 衣建甲; 陈娟; 张安学. 空间电子技术, 2022 (06)
- [3] 卫星天线反射面板热形变面形误差检测方法[J]. 陈宇; 李钰; 陈丽; 李志松; 郑炜; 陈文康; 钟平. 上海航天(中英文), 2020 (04)
- [4] 三坐标测量机测量误差分析及补偿方法的研究[J]. 范恒亮. 山东工业技术, 2019 (05)
- [5] 旋转惯导的发展及应用[J]. 姬晓琴; 陈文辉; 杨业. 航天控制, 2019 (01)