

卫星天线双轴定位机构建模与仿真

鄢小清, 杜云飞, 廖瑛, 冯向军

(国防科学技术大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)



摘要: 卫星天线定位机构对控制天线的运动精确具有重要的意义。本文介绍了卫星点波束天线双轴定位机构的基本组成, 建立了刚体动力学模型、仿真模型, 并开发了仿真软件, 对系统进行了仿真。

关键词: 卫星点波束天线; 双轴定位机构; 仿真系统

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1671-654X(2004)03-0087-03

概述

点波束天线双轴定位机构是卫星实现其应有功能的一个关键部分。点波束天线双轴定位机构用于控制天线沿转动轴的运动并获得精确的空间位置, 以便捕获地面指定区域的信号, 同时提供天线的位置信号和对天线的结构支撑。点波束天线双轴定位机构在国外的通信卫星和数据中继卫星上已经有了较多的研究和应用, 例如, 日本 ETS - VI 卫星上 KSA 卫星天线定位系统、Matra Marconi 研制的 DRRS 卫星天线定位系统均采用了双轴定位机构。但是, 国内目前尚未开发点波束天线双轴定位机构, 因此, 对此类定位机构进行建模、控制与仿真的研究, 开发其仿真系统具有重要的意义。

1 定位机构的组成与分析模型

点波束天线双轴定位机构由以下几个部分组成, 如图 1 所示。



图 1 点波束天线双轴定位机构的基本组成

步进电机是机电执行元件, 具有良好的开环应用性能。谐波减速器是一种结构紧凑传动比很大的传动元件, 两者都是空间设备中常用的执行机构形式。指令信号为向电机驱动器发出的步进电动机转速和转向控制信号。系统分析模型如图 2 所示。

指令信号经过电机驱动器转变为步进电动机的控制电压, 推动步进电机的运转。步进电机的转矩经

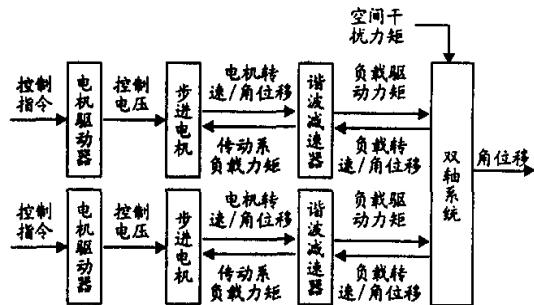


图 2 系统分析模型图

谐波减速器放大后推动点波束天线转动, 以保证卫星在运转过程中它始终能指向地面指定区域, 以便捕获信号。

2 系统动力学模型与仿真模型

1) 双轴系统动力学模型

对于双轴系统,

$$\begin{aligned} m &= \text{diag}[m_1, m_2] = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} \\ J &= \text{diag}[J_1, J_2] = \begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

由式(1)可得双轴系统的动力学方程为:

$$\begin{aligned} &\begin{bmatrix} J_{13} + J_{21}s^2\theta_2 + (J_{22} + m_2\rho_2^2)c^2\theta_2 & 0 \\ 0 & J_{23} + m_2\rho_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 2(J_{22} - J_{21} + m_2\rho_2^2)\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2c\theta_2s\theta_2 \\ -(J_{22} - J_{21} + m_2\rho_2^2)\dot{\theta}_1^2c\theta_2s\theta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

2) 电机系统动力学模型

电机转子的动力学方程为:

$$\left\{ \begin{array}{l} J \cdot \ddot{\omega}_m = \sum T - f\omega_m - T_L - T_c \\ \dot{\omega}_m = \frac{d\omega_m}{dt} \\ \omega_m = \frac{d\theta_m}{dt} \end{array} \right\} \quad (3)$$

3) 谐波减速器动力学模型

谐波减速器的总体分析模型如图3所示。

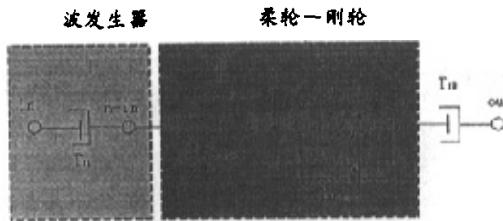


图3 谐波减速器总体模型图

$$\text{可得 } T_m = \frac{1}{N} T_{max} + T_{J1} + T_{J2} \quad (4)$$

根据动力学方程,在Matlab/Simulink下构建双轴系统、步进电机、谐波减速器的数字动态仿真模型,如图4、5、6所示。

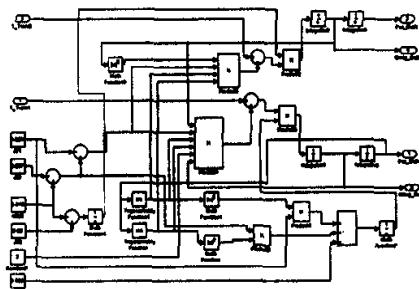


图4 双轴系统动态仿真模型

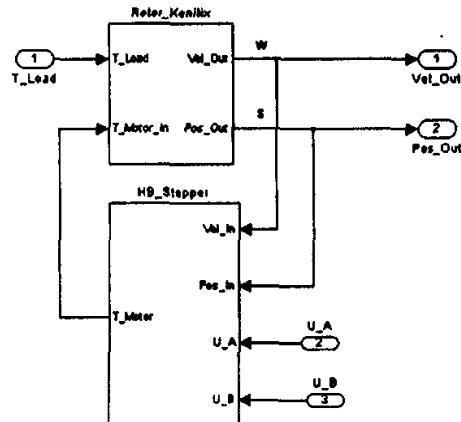


图5 步进电机数字动态仿真模型

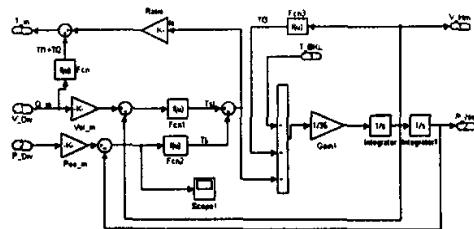


图6 谐波减速器数字动态仿真模型

3 仿真软件及仿真结果

在建立仿真模型的基础上,对系统进行仿真,并开发相应的仿真软件系统。仿真软件总体功能如图7所示。

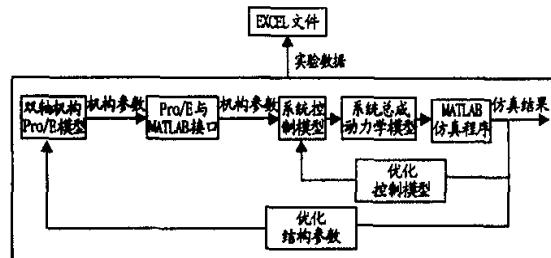


图7 仿真软件总体功能图

图8为当垂直轴电机输入频率为180Hz时,对其指向范围指标进行仿真的结果。

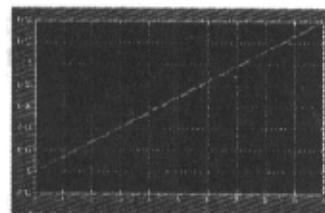


图8 垂直轴指向位移图(输入频率为180Hz)

参考文献:

- [1] 杨渝钦. 控制电机[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [2] 魏光新. MATLAB语言与自动控制系统设计[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [3] 廖璇. 实时仿真理论与支撑技术[M]. 北京:国防科大出版社,2002,3.

Modeling and Simulating on Two – axes Position Mechanism of Satellite Antennas

YAN Xiao-qing, DU Yun-fei, LIAO Ying, FENG Xiang-jun

(College of Spaceflight and Material Engineering,
National University of Defence Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The position mechanism of antennas is an important part of satellite for controlling the antennas' moving precision. In this paper, the basic form of two – axes position mechanism of satellite antennas has been introduced, and the dynamical models and simulating models have been established, finally, a simulating software is designed for the system simulation.

Key words: satellite antennas; two – axes position mechanism; simulating system

(上接第 86 页)

Research of Data Communication Technology Between DSP and PC

HUANG Shi-qi, LIU Dai-zhi, YANG Wei-jun, ZHENG Jian

(The Second Artillery Engineering Institute, Xi'an 710025, China)

Abstract: Synthetic Aperture Radar (SAR) is an active microwave imaging radar that can image at all – weather and all – time, so it has been widely applied in military and civilian fields. The remarkable characteristics of synthetic aperture radar are lots of data throughput and real - time strength. However, single DSP of high performance can not satisfy the requirement of SAR imaging, so multi DSP technology is used in it. How to communicate is a key technology in multi – DSP parallel processing Technology. With ADSP2106x as an example, the communications were researched between DSP and PC. Serial communication, DMA communication and MSComm control communication of VC + + are all good communication methods, but DMA method is more fit for a mass of data communication.

Key words: DSP; data communication; MSComm control; DMA communication; serial communication

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>