



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102519437 A

(43) 申请公布日 2012.06.27

(21) 申请号 201110409041.2

(22) 申请日 2011.12.09

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 徐伟 王绍举 徐拓奇 朴永杰
张刘

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

G01C 11/02 (2006.01)

G01C 25/00 (2006.01)

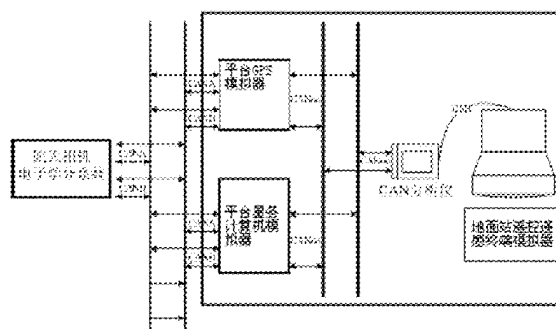
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备

(57) 摘要

本发明航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备属于航天光学遥感相机电子学系统地面测试领域,该装置包括平台星务计算机模拟器,平台 GPS 模拟器和地面站遥感遥控终端模拟器;所述平台星务计算机模拟器与平台 GPS 模拟器采用一体化共用机壳结构,自带 CAN 总线接口与地面站遥测遥控终端模拟器和航天相机电子学分系统进行数据传输,该装置可完成航天相机在轨运行的全过程模拟,完善了航天相机电子学的测试手段和测试项目,同时在航天相机电子学软件测评过程中也能够发挥重要作用;该装置可模拟实时卫星姿态及轨道数据,能够覆盖航天相机在轨运行过程中的偏流角调整全部过程,还可通过地面站遥测遥控终端模拟器发送故障模拟指令。



1. 航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,该设备包括平台星务计算机模拟器、平台 GPS 模拟器和地面站遥测遥控终端模拟器;平台星务计算机模拟器与平台 GPS 模拟器采用一体化共用机壳结构组成模飞专检电箱,所述模飞专检电箱通过 CAN 总线接收地面站遥测遥控终端发送的参数和控制指令,通过 CAN 总线发送至航天相机电子学分系统;所述模飞专检电箱通过 CAN 总线接收航天相机电子学分系统的遥感参数,并通过 CAN 总线发送至地面站遥测遥控终端模拟器;

所述平台星务计算机模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的卫星数据源信息及控制指令信息,将信息转换为星上数据格式后完成数据同步广播帧的模拟,并实现模拟平台星务计算机将 CAN 总线数据指令帧发送至航天相机电子学分系统,同时平台星务计算机模拟器接收航天相机电子学分系统遥测参数转发至地面站遥测遥控终端模拟器,由地面站遥测遥控终端模拟器进行解析并显示;

所述平台 GPS 模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的轨道数据源信息,将该轨道数据源转换为星上轨道数据格式后完成 GPS 的 CAN 总线轨道数据广播帧的模拟,并将秒脉冲信号发送至航天相机电子学分系统;

所述地面站遥测遥控终端模拟器向平台星务计算机模拟器提供姿态及姿态角速度数据源,向平台 GPS 模拟器提供 STK 轨道数据源,接收、解析并显示平台星务计算机模拟器转发的航天相机电子学分系统遥测参数,同时向测试人员提供人机交互界面。

2. 根据权利要求 1 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述平台星务计算机模拟器采用 DSP TMS320F2812 作为主控制器。

3. 根据权利要求 2 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述 TMS320F2812 芯片本身集成了一个完整的增强型 CAN 控制器,支持 CAN2.0A 和 CAN2.0B 协议。

4. 根据权利要求 1 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述 CAN 总线接口采用电压为 5V 的 SJA1000 逻辑器件。

5. 根据权利要求 1 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述平台 GPS 模拟器采用集电极开路形式的秒脉冲接口,定时产生集电极开路形式的秒脉冲信号。

6. 根据权利要求 1 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述地面站遥测遥控终端模拟器由 PC 机外接 CAN 分析仪作为主体,采用 VC 语言开发遥控指令发送界面及遥测指令解析界面。

7. 根据权利要求 1 所述的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,其特征在于,所述航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备采用 STK 软件提取飞行器轨道数据,利用 Matlab 软件按照飞行器的姿态控制算法对该飞行器姿态进行控制获得飞行器三轴姿态角和姿态角速度数据。

航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备

技术领域

[0001] 本发明属于航天光学遥感相机电子学系统地面测试领域,涉及航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备。

背景技术

[0002] 航天光学遥感相机(以下简称“航天相机”)是卫星和飞船上的关键有效载荷,为保证航天相机电子学系统能够在轨依照各项功能需求圆满完成拍照任务,需在地面对相机的模拟在轨飞行进行详细测试,包括指令调焦、指令拍照、依照实时姿态及轨道参数进行闭环偏流角调整和在轨软件重注等测试,同时实时显示航天相机运行状态,进行遥测参数解析。

[0003] 航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备(以下简称“航天相机模飞专检”)是用来模拟卫星平台电子学与航天相机电子学系统间在轨飞行时的“真实”数据流。可在地面为航天相机电子学系统提供所需的姿态及轨道数据,用于偏流角和相移补偿计算和实时偏流角的调整。

[0004] 一个比较相近的技术是王栋和胡君在 2010 年第 36 卷 9 期《计算机工程》发表的“空间光学遥感器控制系统的实时仿真测试”P10 ~ P13,该文章设计基于 Windows 系统的精确定时与多任务协调处理相结合的实时仿真测试系统。采用 FPGA 控制的 PCI 设备出发计算机外部中断的方法实现系统精确定时。按照由高到低的执行优先级,重新排列指令的发出、解析、存储等任务的顺序执行。其思想是为被测试航天相机控制系统提供精确的指令序列。

[0005] 上述测试方法仅能针对航天相机控制指令进行测试,无法提供并模拟相机在轨运行全过程中卫星平台的姿态及轨道参数,无法满足需要实时进行像移补偿和偏流角调整的现代高分辨航天相机测试需求,本发明可解决此问题。

发明内容

[0006] 本发明以提高空间相机地面功能测试的真实性为目的,特设计一种能够模拟平台中心计算机及 GPS 在轨工作状态的航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,以使在整星综合联试之前模拟整星飞行状态,并能提供硬件接口功能失效的模拟环境以考验航天相机电子学系统硬件及软件设计的合理性及可靠性,提早暴露航天相机电子学系统硬件设计及软件设计相关问题。

[0007] 航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,该设备包括平台星务计算机模拟器、平台 GPS 模拟器和地面站遥测遥控终端模拟器;平台星务计算机模拟器与平台 GPS 模拟器采用一体化共用机壳结构组成模飞专检电箱,所述模飞专检电箱通过双 CAN 总线接收地面站遥测遥控终端发送的参数和控制指令,通过双 CAN 总线发送至航天相机电子学分系统;所述模飞专检电箱通过双 CAN 总线接收航天相机电子学分系统的遥感参数,并通过双 CAN 总线发送至地面站遥测遥控终端模拟器;

[0008] 所述平台星务计算机模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的卫星数据源信息及控制指令信息,将信息转换为星上数据格式后完成数据同步广播帧的模拟,并实现模拟平台星务计算机将双 CAN 总线数据指令帧发送至航天相机电子学分系统,同时平台星务计算机模拟器接收航天相机电子学分系统遥测参数转发至地面站遥测遥控终端模拟器,由地面站遥测遥控终端模拟器进行解析并显示;

[0009] 所述平台 GPS 模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的轨道数据源信息,将该轨道数据源转换为星上轨道数据格式后完成 GPS 的双 CAN 总线轨道数据广播帧的模拟,并将秒脉冲信号发送至航天相机电子学分系统;

[0010] 所述地面站遥测遥控终端模拟器向平台星务计算机模拟器提供姿态及姿态角速度数据源,向平台 GPS 模拟器提供 STK 轨道数据源,接收、解析并显示平台星务计算机模拟器转发的航天相机电子学分系统遥测参数,同时向测试人员提供人机交互界面。

[0011] 航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备除完成原有航天相机电子学系统各硬件接口功能及性能指标检测之外,可完成航天相机在轨运行的全过程模拟,完善了航天相机电子学的测试手段和测试项目,同时在航天相机电子学软件测评过程中也能够发挥重要作用;该装置可模拟实时卫星姿态及轨道数据,能够覆盖航天相机在轨运行过程中的偏流角调整全部过程,还可通过地面站遥测遥控终端模拟器发送故障模拟指令。

附图说明

[0012] 图 1 本发明航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备装置图。

[0013] 图 2 本发明航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备软件流程图。

具体实施方式

[0014] 由图 1 所示,航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备,该设备包括平台星务计算机模拟器、平台 GPS 模拟器和地面站遥测遥控终端模拟器;所述平台星务计算机模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的卫星数据源信息及控制指令信息,将信息转换为星上数据格式后完成数据同步广播帧的模拟,并实现模拟平台星务计算机将双 CAN 总线数据指令帧发送至航天相机电子学分系统,同时平台星务计算机模拟器接收航天相机电子学分系统遥测参数转发至地面站遥测遥控终端模拟器,由地面站遥测遥控终端模拟器进行解析并显示;所述平台 GPS 模拟器接收地面站遥测遥控终端模拟器发送的轨道数据源信息,将该轨道数据源转换为星上轨道数据格式后完成 GPS 的双 CAN 总线轨道数据广播帧的模拟,并将定时产生 OC(Open Collector,集电极开路)形式的秒脉冲信号发送至航天相机电子学分系统;所述地面站遥测遥控终端模拟器向平台星务计算机模拟器提供姿态及姿态角速度数据源,向平台 GPS 模拟器提供 STK 轨道数据源,接收、解析并显示平台星务计算机模拟器转发的航天相机电子学分系统遥测参数,同时向测试人员提供人机交互界面。

[0015] 平台星务计算机模拟器与平台 GPS 模拟器采用一体化共用机壳结构,通过双 CAN 总线接收地面站遥测遥控终端发送的每秒一次的姿态及卫星轨道参数以及各种航天相机控制指令,通过双 CAN 总线发送至航天相机电子学分系统;所述模飞专检电箱通过双 CAN 总线接收航天相机电子学分系统的遥感参数,并通过双 CAN 总线发送至地面站遥测遥控终端模拟器。

[0016] 平台星务计算机模拟器采用 DSP TMS320F2812 作为主控制器,该控制器经过 PLL(Phase Locked Loop,锁相环路)倍频后可工作在 150MHz 下,高速指令执行速度可使 CAN 总线工作至最短帧间隔状态,同时,TMS320F2812 芯片本身集成了一个完整的增强型 CAN 控制器,称之为 eCAN,支持 CAN 总线硬件链路层协议和数据链路层协议,即 CAN2.0A 和 CAN2.0B 协议。

[0017] 平台星务计算机采用处理器自带 CAN 总线接口与地面站遥测遥控终端进行数据传输,CAN 总线接口芯片采用外扩 SJA1000 的方式外扩 2 路 CAN 总线与相机下位机进行数据传输以模拟星上双 CAN 总线数据传输。由于 SJA1000 为 5V 逻辑器件,而 TMS320F2812 的外围端口均为 3.3V 逻辑,故需要进行电平转换。这里选用了双 8 位电平转换器件 UT54ACS164245。处理器与 SJA1000 的接口控制逻辑通过 Xilinx(赛灵思,全球领先的可编程逻辑完整解决方案的供应商)的 FPGA 实现。

[0018] 平台 GPS 模拟器硬件组成与平台星务计算机模拟器组成基本一致,在平台星务计算机模拟器的基础上增加了 OC 形式的秒脉冲接口。

[0019] 地面站遥测遥控终端模拟器由 PC 机外接 CAN 分析仪作为主体,采用 VC 语言开发遥控指令发送界面及遥测指令解析界面。地面站遥测遥控终端模拟器向平台星务计算机模拟器提供姿态及姿态角速度数据源,向平台 GPS 模拟器提供 STK 轨道数据源,接收、解析并显示平台星务计算机模拟器转发的航天相机电子学分系统遥测参数,同时向测试人员提供人机交互界面。

[0020] 卫星轨道数据的提取采用 STK 软件。根据不同卫星的应用需求,可获得不同的轨道参数,其中包括轨道根数、轨道半长轴、轨道高度(平均)、轨道倾角、轨道偏心率、降交点地方时、交点周期、每天运行的圈数、回归周期和相邻轨迹间距(赤道)。此外,利用 Matlab 引擎和 STK 联立,从 STK 中提取 WGS84(World Geodetic System 1984,为 GPS 全球定位系统使用而建立的坐标系)坐标系下的速度矢量和位置矢量,星下点经纬度以及惯性坐标系下的速度矢量和位置矢量。

[0021] 卫星姿态数据生成是采用模型仿真和离线数据读入的方式,利用 Matlab 软件 Simulink 模块搭建姿态仿真系统,构建卫星姿态动力学和运动学模型,选择控制敏感器及执行机构并建立其传递函数关系。按照卫星的姿态控制算法对该卫星姿态进行控制,Matlab 的仿真结果中所获得存储三轴姿态角和姿态角速度数据。

[0022] 所获取的姿态及轨道参数以文件的形式供地面站遥测遥控终端模拟器的 VC 程序读取并转发到平台星务计算机模拟器后依照 CAN 总线通信协议双 CAN 总线发送至航天相机电子学系统,供相机控制器进行像移速度矢量的计算,以调整 CCD 成像的行转移时间及偏流角。

[0023] 由图 2 所示,航天光学遥感相机模拟在轨飞行专用测试设备软件由平台星务计算机模拟器 DSP 程序、平台 GPS 模拟器 DSP 程序和地面站遥测遥控终端控制显示 VC 程序三部分组成。进入程序,由地面站遥测遥控终端模拟器启动姿态和轨道的数据发送线程、控制指令转发线程和遥测参数解析并显示线程,数据库存储线程;当发送时间在发送周期内时,打开并读取轨道和姿态数据文件后,将轨道数据文件和姿态数据文件打包并发送至相机电子学分系统并显示在外部界面;当界面有按钮事件时,判读时间标号,匹配指令内容并生成执行指令数据格式,控制并发送指令;当接收到遥测参数时,界面显示参数解析,打开记录文

件,在内容末端写入遥测数据后关闭文件,程序结束。

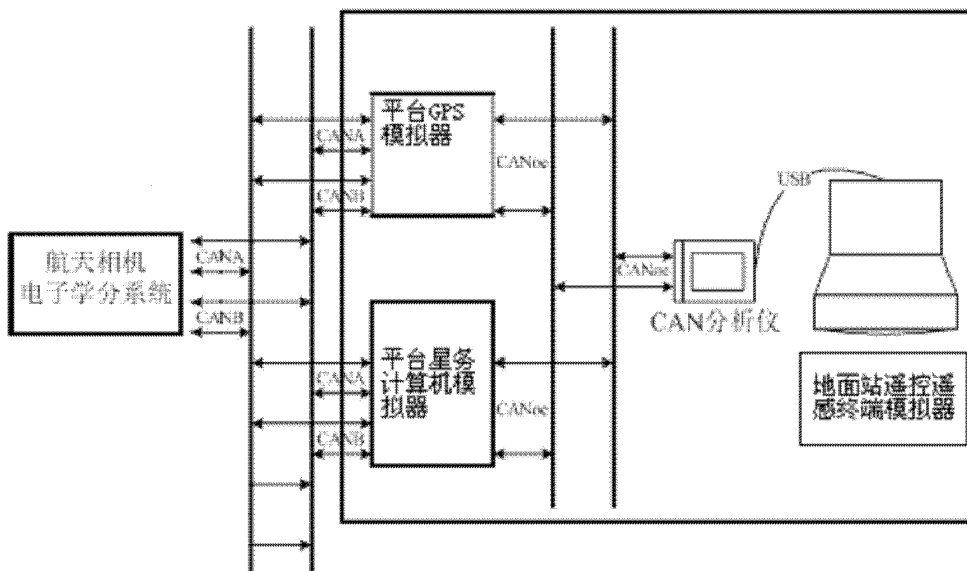


图 1

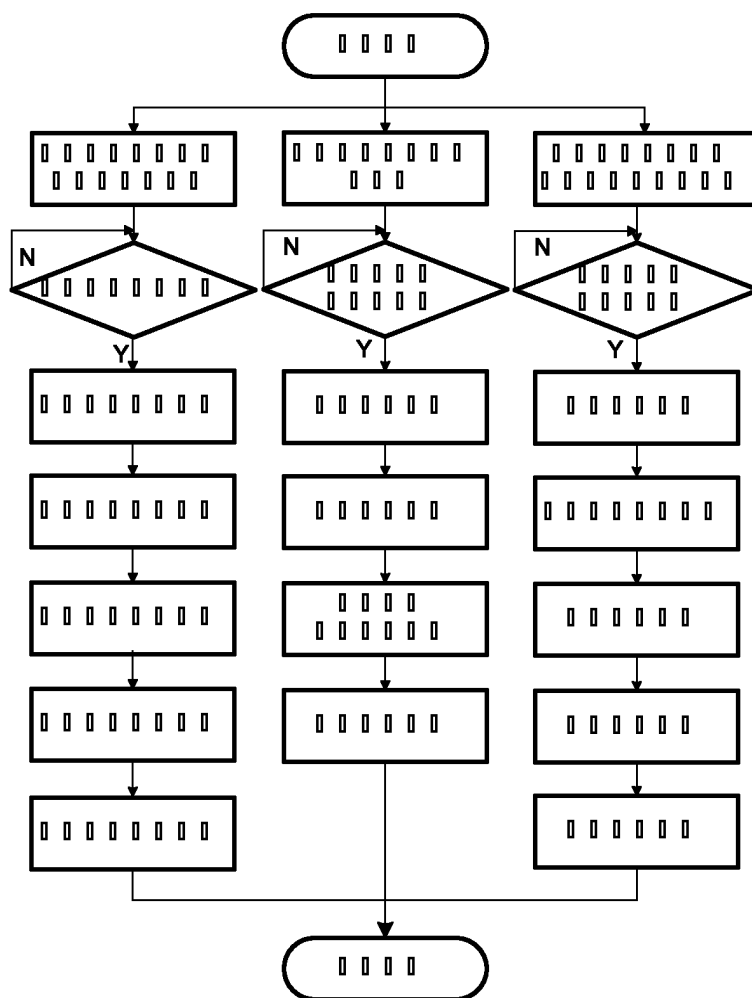


图 2