

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01M 11/00 (2006.01)

G01M 11/02 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910067547.2

[43] 公开日 2010 年 3 月 3 日

[11] 公开号 CN 101660966A

[22] 申请日 2009.9.18

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

[21] 申请号 200910067547.2

代理人 王立伟

[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 张 刘 戴 路 徐 开 杨秀彬  
孙志远 陈茂盛

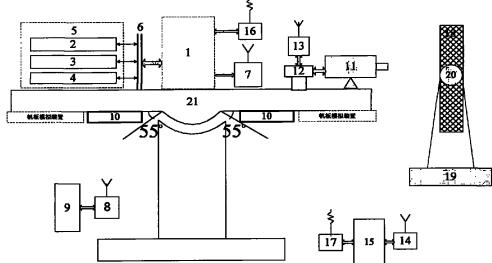
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

### [54] 发明名称

一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置

### [57] 摘要

一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置，属于航天 TDI CCD 相机成像仿真领域中涉及的装置。该装置将面阵 CCD 相机置于配平的三轴气浮台上，台上姿态控制中心计算机通过姿态确定系统实时测量平台三轴姿态角及姿态角速度，经控制算法处理得到控制信号，通过执行机构飞轮对气浮台进行姿态控制，同时将实时的姿态信息通过蓝牙通信系统无线上传至台下仿真计算机，从而为置于三轴气浮台上的面阵 CCD 相机提供一个真实的卫星姿态仿真环境。面阵 CCD 相机对动态靶标面实时成像，并将成像结果通过无线局域网络实时下传至台下仿真计算机，仿真计算机使用下传的图像及相应时刻的姿态信息，利用线阵推扫处理算法，可实现对不同级数 TDI CCD 相机动态成像模拟。



---

1、一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置，其特征在于该装置包括：

姿态控制中心计算机（1）、三轴气浮台姿态测量系统（5）、台上通信 CAN 总线（6）、台下遥测遥控无线网络节点（7）、台上遥测遥控无线网络节点（8）、地面遥测遥控计算机（9）、飞轮（10）、面阵 CCD 相机（11）、图像采集器（12）、台上无线图像发送网络节点（13）、台下无线图像接收网络节点（14）、地面仿真计算机（15）、台上姿态数据无线发送蓝牙节点（16）、台下姿态数据无线接收蓝牙节点（17）、动态靶标面（18）、靶标转动电机（19）、靶标转动减速机构（20），“零重力”三轴气浮仿真台（21）；

各部分的位置及连接关系：姿态控制中心计算机（1）、姿态控制执行机构飞轮（10）、平台姿态确定系统（5）均置于配平后的“零重力”三轴气浮台（21）上，构成卫星姿态控制实时全物理仿真系统，为 TDI CCD 相机动态成像提供成像环境及实时姿态信息，面阵 CCD 相机（11），图像采集器（12）和台上无线图像发送网络节点（13）也均置于三轴气浮台（21）上，台上无线图像发送网络节点（13）与台下接于地面仿真计算机（15）上的台下无线图像接收网络节点（14）构成实时图像下传的网桥通道，面阵 CCD 相机（11）的视轴与三轴仿真台（21）的 Z 轴平行且与动态靶标面（18）相垂直，面阵 CCD 相机（11）对动态靶标面（18）利用图像采集器（12）实时成像，并通过台上无线图像发送网络节点（13）与台下无线图像接收网络节点（14），将成像结果发送给地面仿真计算

机(15)，在实时接收每帧图像的同时，地面仿真计算机(15)通过台上姿态数据无线发送蓝牙节点(16)和台下姿态数据无线接收蓝牙节点(17)实时接收并存储相应的姿态角信息，地面仿真计算机(15)使用下传的图像，利用线阵推扫处理算法，可实现对不同级数 TDI CCD 相机动态成像模拟。

2、根据权利要求 1 所述的一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置，其特征在于所述的三轴气浮台姿态测量系统(5)包括倾角传感器(2)、磁强计(3)和光纤陀螺(4)。

---

## 一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置

### 技术领域

本发明属于航天 TDI CCD 相机研制与成像仿真实验领域中涉及的装置。

### 背景技术

空间光学载荷的研究是一项高风险、高投入、高度复杂而又高精度的系统工程，为保证空间光学载荷成像性能，必须在地面进行深入可靠的理论研究及物理仿真验证实验。现阶段，国内对于高分辨率航天光学相机的物理成像仿真研究几乎为零，没有实时成像仿真手段。经查，目前国内与 TDI CCD 相关的发明专利申请仅有三例：1、一种 TDI CCD 器件的模拟装置；2、一种 TDI CCD 器件的光电转换模拟装置及方法；3、航天光学遥感器成像电路的仿真测试方法。以上申请均是仅对于 TDI CCD 器件及其处理电路的模拟，没有对整个航天 TDI CCD 成像系统的动态成像仿真发明的记载。

利用置于卫星姿态控制三轴气浮仿真台上的面阵 CCD 相机实现对 TDI CCD 相机进行动态成像并存储实时的姿态角信息，使用得到的不同卫星姿态角误差、姿态角速度误差及像移速度匹配误差时 TDI CCD 的成像结果，可为 TDI CCD 相机成像模型建立理论的修正和相机研制参数的确定提供物理仿真实验基础，从而可以缩短设备的研制周期，并避免了调试阶段 TDI CCD 器件可能发生损坏的现象。

## 发明内容

为验证航天 TDI CCD 的成像像移模型建立方法的正确性，修正航天 TDI CCD 相机研制允许的工程误差参数值，利用置于卫星姿态控制仿真实验三轴气浮台上带有无线网络功能的面阵 CCD 相机和自研的推扫成像软件，发明了一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置。

本发明要解决的技术问题是：利用面阵 CCD 相机和卫星姿态控制三轴气浮仿真台，提供一种 TDI CCD 相机动态成像的模拟装置，为航天 TDI CCD 的研制提供物理仿真实验平台。

解决技术问题的技术方案如图 1 所示，包括：配平后的“零重力”卫星姿态控制三轴气浮台 21、姿态控制中心计算机 1、三轴气浮台姿态测量系统 5(含倾角传感器 2、磁强计 3 和光纤陀螺 4)、台上通信 CAN 总线 6、台下遥测遥控无线网络节点 7、台上遥测遥控无线网络节点 8、地面遥测遥控计算机 9、飞轮 10、面阵 CCD 相机 11、图像采集器 12、台上无线图像发送网络节点 13、台下无线图像接收网络节点 14、地面仿真计算机 15、台上姿态数据无线发送蓝牙节点 16、台下姿态数据无线接收蓝牙节点 17、动态靶标面 18、靶标转动电机 19 和靶标转动减速机构 20。

三轴气浮台姿态测量系统 5、飞轮 10、姿态控制中心计算机 1 均置于三轴气浮台 21 上且通过台上通信 CAN 总线 6 互联，台下遥测遥控无线网络节点 7 与置于三轴气浮台 21 上的姿态控制中心计算机 1 互联并且与台下接于地面遥测遥控计算机 9 的台上遥测遥控无线网络节点 8 构成姿态控制系统无线网桥，台上姿态数据无线发送蓝牙节

点 16 置于三轴气浮台 21 上与姿态控制中心计算机 1 互联，并与台下接于地面仿真计算机 15 上的台下姿态数据无线接收蓝牙节点 17 构成平台姿态参数无线下传通道，面阵 CCD 相机 11，图像采集器 12 和台上无线图像发送网络节点 13 均置于三轴气浮台 21 上，台上无线图像发送网络节点 13 与台下接于地面仿真计算机 15 上的台下无线图像接收网络节点 14 构成实时图像下传的网桥通道，面阵 CCD 相机 11 的视轴与三轴气浮台 21 的 Z 轴平行且与动态靶标面 18 相垂直，靶标转动电机 19 通过靶标转动减速机构 20 带动动态靶标面 18 自上而下匀速运动。

工作原理为：基于配平后的“零重力”三轴气浮台 21，姿态控制中心计算机 1 利用台下遥测遥控无线网络节点 7 和台上遥测遥控无线网络节点 8，从地面遥测遥控计算机 9 获得或重注姿态控制程序，通过通信 CAN 总线 6 从姿态测量系统 5 实时获得当前气浮台姿态参数，然后通过 CAN 总线 6 向姿态控制执行机构飞轮 10 发送控制指令，进行卫星三轴姿态控制仿真实验，此时为配合实验，动态靶标面 18 在靶标转动电机 19 通过靶标转动减速机构 20 的带动下按理论运行速度转动，当三轴气浮台三轴姿态角及姿态角速度均达到一个较小量时，面阵 CCD 相机 11 在具有实时姿态运动的三轴气浮台 21 上开始对动态靶标面 18 实时成像，利用图像采集器 12 并通过台上无线图像发送网络节点 13 和台下无线图像接收网络节点 14，将实时成像结果下传至地面仿真计算机 15，在实时接收每帧图像的同时，地面仿真计算机 15 通过台上姿态数据无线发送蓝牙节点 16

和台下姿态数据无线接收蓝牙节点 17 实时接收并存储相应的姿态角信息， 地面仿真计算机 15 使用下传的图像， 利用线阵推扫处理算法， 可实现对不同级数 TDI CCD 相机动态成像模拟。

地面仿真计算机 15 可将得到的第一帧图像进行存储， 以此作为数学理想图像， 使用真实下传的姿态角信息， 代入使用航天 TDI CCD 成像模型原理而建立的系统数学成像模型， 开发图像处理软件， 得到理论仿真结果， 从而实现对系统数学成像模型建立正确与否的验证。

本发明的积极效果： 该TDI CCD相机动态成像的模拟装置， 可利用置于卫星姿控仿真三轴气浮台上的面阵CCD相机实现对TDI CCD 相机动态成像的模拟， 可得到不同姿态角和姿态角速度误差、 TDI CCD积分时间误差等情况下TDI CCD仿真成像结果，并可实时存储相应姿态角、 姿态角速度误差和TDI CCD积分时间等参数源误差， 从而可为航天TDI CCD成像数学模型的验证及研制过程中各项关键误差源幅值的确定提供物理仿真基础。

### 附图说明

图1是本发明的TDI CCD相机动态成像的模拟装置的系统结构示意图。

### 具体实施方式

本发明 TDI CCD 相机动态成像模拟装置按图 1 所示进行安装和调试：“零重力”三轴气浮台 21 为自研双层“伞形”结构， 载重量超过 600kg， 直径为 1.5m， 上下层距 550mm， 三轴台上姿态控制中心

计算机 1 选用 Eurotech 公司的 CPU-1462 作为主控计算机，操作系统使用实时多任务 VxWorks，倾角传感器 2 用于水平轴的角度测量，型号 LE-30，磁强计 3 选用 CXM539，用于铅垂轴的角度测量，光纤陀螺 4 共选用三个俄罗斯产的 VG951D，用于三轴姿态角速度的测量，目前采用扩展卡尔曼滤波（简称 EKF 算法）台上的姿态确定算法。台上通信 CAN 总线 6 采用的波特率为 1Mbps，各 CAN 智能节点采用 SJA1000 作为主要 CAN 总线控制器。

地面遥测遥控计算机 9 采用 VxWorks 操作系统软件进行三轴控制程序的开发，台下遥测遥控无线网络节点 7 采用 DWL-2000 与采用 D-Link 的台上遥测遥控无线网络节点 8 互联，飞轮 10 采用哈尔滨工业大学研制的小型反作用飞轮，安装方式为三正交一斜交，面阵 CCD 相机 11 采用 1/3 英寸 CCD，50mm 焦距，图像采集器 12 采用海康 DH-7204，采样频率 25Hz，台上无线图像发送网络节点 13 采用 TP-Link 与台下无线图像接收网络节点 14 互联，台上姿态数据无线发送蓝牙节点 16 和台下姿态数据无线接收蓝牙节点 17 采用一对台湾产的无线串口蓝牙设备，地面仿真计算机 15 内安装自行开发的 TDI CCD 成像仿真软件，动态靶标面 18 幅宽为 500mm\*800mm，靶标转动电机 19 采用四通公司的直流伺服电机，靶标转动减速机构 20 的减速比 60:1。

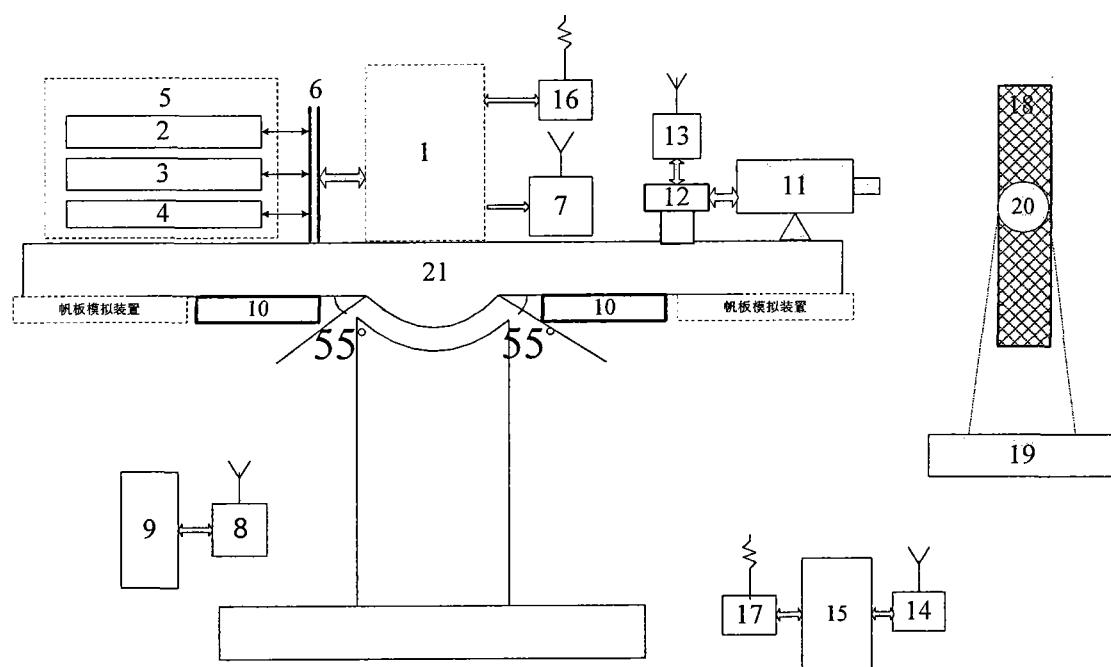


图1