



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101839977 B

(45) 授权公告日 2012.07.25

(21) 申请号 201010156789.1

(22) 申请日 2010.04.27

(73) 专利权人 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 王栋 胡君 徐抒岩 曹小涛
吴伟平

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

G01S 7/497(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101140468 A, 2008.03.12,

CN 101320065 A, 2008.12.10,

US 2002177984 A1, 2002.11.28,

于涛等.《空间相机偏流角的间歇式实时调整》.《光学精密工程》.2009, 第17卷(第8期),全文.

审查员 李坤

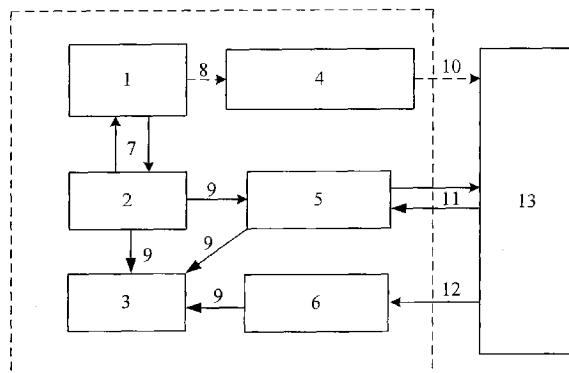
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统及方法

(57) 摘要

本发明航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统及方法属于工业自动化领域，该系统由目标模拟器、目标模拟器远程控制系统、光学遥感器仿星系统、平行光管、图像快视系统和网络存储库构成，首先利用目标模拟器远程控制系统控制目标模拟器产生已知速度的动态偏流测试图像，经平行光管作用以平行光入射光学遥感器成像，同时将目标模拟器的偏流角实时转发给光学遥感器仿星系统，仿星系统将目标的偏流角变换为飞行器偏航角广播给光学遥感器，仿真飞行器有偏流的情况，最终通过光学遥感器下行的偏流机构调整后的图像，验证光学遥感器实时调偏流的功能与性能。本发明有利于验证航天光学遥感器调偏流策略正确性和偏流机构实际运行的可靠性。



1. 航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统,包括目标模拟器(1)、目标模拟器远程控制系统(2)、网络存储系统(3)、平行光管(4)、光学遥感器仿星系统(5)和图像快视系统(6),其特征在于,所述目标模拟器(1)与目标模拟器远程控制系统(2)连接,用于实时产生光学遥感器(13)需要的偏流测试目标;所述目标模拟器远程控制系统(2)分别与网络存储系统(3)、光学遥感器仿星系统(5)连接,用于发出控制命令给目标模拟器(1),以及实时接收目标模拟器(1)反馈回来的偏流电机即时角度信息,通过以太网以TCP/IP协议方式传送给光学遥感器仿星系统(5)和网络存储系统(3);所述网络存储系统(3)分别与光学遥感器仿星系统(5)、图像快视系统(6)连接,用于集中存储测试系统产生的数据与图像,以供后期数据的判读和分析;所述平行光管(4)分别与目标模拟器(1)、光学遥感器(13)连接,用于将目标模拟器(1)发出的目标光线转换为平行光线入射到光学遥感器(13)成像;光学遥感器仿星系统(5)与光学遥感器(13)连接,用于完成对光学遥感器(13)的拍摄命令控制及飞行器模拟姿态参数的广播;图像快视系统(6)与光学遥感器(13)连接,用于接收光学遥感器(13)拍摄下行的图像,实现显示并转发给网络存储系统(3)进行存储。

2. 应用权利要求1所述的航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统的测试方法,其特征在于,该测试方法包括如下步骤:

a、测试环境准备:将目标模拟器(1)、目标模拟器远程控制系统(2)、光学遥感器仿星系统(5)、图像快视系统(6)和航天光学遥感器(13)进行有效的连接,通电后开始工作;调整目标模拟器(1)、平行光管(4)、光学遥感器(13)CCD焦平面三者相对位置,使目标模拟器(1)的目标光轴调整后通过平行光管(4)的焦点,经平行光管(4)作用后变为平行光入射进光学遥感器(13);

b、目标模拟器(1)的运动参数设置及机构调整:在目标模拟器远程控制系统(2)上设置目标模拟器(1)的目标旋转速度和目标偏转速度,通过数据总线将参数值送给目标模拟器(1);目标模拟器(1)收到参数和命令后,按给定运动参数控制旋转和偏转电机转动,进而带动内部的条纹靶标围绕中心开始周期运动,运动目标通过光谱滤光片作用后以某种谱段的光线发射;

c、目标偏流角值的获得:目标模拟器远程控制系统(2)实时接收目标模拟器(1)反馈来的偏流角参数,通过以太网络转发给光学遥感器仿星系统(5)使用,同时存储到网络存储系统(3)完成存储;

d、光学遥感器仿星系统(5)的控制与信息传递:光学遥感器仿星系统(5)仿真飞行器的功能,控制光学遥感器(13)的工作模式,使光学遥感器(13)完成拍摄、调焦、调偏流操作;同时模拟飞行器的姿态信息并周期性广播给光学遥感器(13),完成对飞行器经度、纬度、速度、偏航角和高度等姿态信息的通知;光学遥感器(13)周期性地将自身的状态、信息反馈给光学遥感器仿星系统(5),仿星系统(5)接收到目标模拟器远程控制系统(2)的目标偏流信息后,通过线性变换,将目标的偏流角信息反演为飞行器运行的偏航角信息,周期性的广播给光学遥感器(13);

e、状态、数据和参数的实时存储:光学遥感器仿星系统(5)及光学遥感器(13)传输所产生的所有控制命令、广播消息和各种反馈信息被送至网络存储系统(3)完成存储;

f、光学遥感器偏流机构的调整:当光学遥感器(13)收到仿星系统(5)的飞行器姿态参数后,通过偏航角大小计算出自身偏流机构调整值,控制偏流机构运动,实时补偿目标偏流

的影响；在偏流机构调整的同时，光学遥感器（13）控制成像电路对目标实时拍摄，通过高速总线将图像下传至图像快视系统（6）；

g、图像的判读：图像快视系统（6）实时接收光学遥感器（13）下传的图像，并送至网络存储系统（3）存储，通过比对网络存储系统（3）中偏流调整前后的图像变化判断调偏流的效果，判定光学遥感器实时调整偏流机构的实时性、目标清晰度、传递函数和目标条纹倾斜等性能；

h、重复步骤b～g，设置不同的目标运动参数，构成对光学遥感器偏流调整机构和相关控制系统的动态闭环连续测试。

航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于工业自动化领域，涉及对光学遥感器实时调整偏流系统的仿真检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 航天光学遥感器是航天飞行器有效载荷系统的核心设备，根据地面遥控指挥中心向航天光学遥感器发布命令和参数，控制光学成像系统完成对地面景物的摄像任务。光学成像系统质量的好坏直接影响光学遥感器获取图像的效果。光学遥感器在轨摄像期间，由于高速运行、姿态机动、成像目标随地球自转等因素，使得光学遥感器的运动方向和相机实际成像方向并不相同，两者之间的夹角即为偏流角。偏流角会导致相机在成像过程中产生图像像移，成像扭曲，影响相机的成像质量。

[0003] 为了提高遥感图像的质量，需要对偏流角通过适当的补偿技术进行修正，使得实时调偏流功能成为高性能航天光学遥感器不可缺少的重要组成部分。航天光学遥感器通过实时接收飞行器的姿态信息，根据自定的策略实时计算出当前需要调整的机构参数，进而控制调偏流机构进行实时的补偿，以便不影响成像质量的效果。

[0004] 航天光学遥感器调偏流功能的地面检测，通常采用相对运动的办法，使用动态目标输入加人工测量完成。但随着航天领域的不断发展，开发周期的不断缩短，对检测仪器在功能上和时效性上的要求不断提高。以前那些繁琐的测试方法已不能满足要求。开发操作简单、功能强大、测试速度快、具有长时间检测、监测和事后分析能力的专用航天测试仪器已成为必然的趋势。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统及方法，该系统能够模拟光学遥感器飞行载体有偏航角的拍摄条件，实现闭环、实时、连续的调偏流功能的测试，有利于验证航天光学遥感器调偏流策略正确性和偏流机构实际运行的可靠性。

[0006] 为了实现上述目的，本发明的技术方案如下：

[0007] 航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统，包括目标模拟器、目标模拟器远程控制系统、网络存储系统、平行光管、光学遥感器仿星系统和图像快视系统，所述目标模拟器与目标模拟器远程控制系统连接，用于实时产生光学遥感器需要的偏流测试目标；所述目标模拟器远程控制系统分别与网络存储系统、光学遥感器仿星系统连接，用于发出控制命令给目标模拟器，以及实时接收目标模拟器反馈回来的偏流电机即时角度信息，通过以太网以 TCP/IP 协议方式传送给光学遥感器仿星系统和网络存储系统；所述网络存储系统分别与光学遥感器仿星系统、图像快视系统连接，用于集中存储测试系统产生的数据与图像，以供后期数据的判读和分析；所述平行光管分别与目标模拟器、光学遥感器连接，用于将目标模拟器发出的目标光线转换为平行光线入射到光学遥感器成像；光学遥感器仿

星系统与光学遥感器连接,用于完成对光学遥感器的拍摄命令控制及飞行器模拟姿态参数的广播;图像快视系统与光学遥感器连接,用于接收光学遥感器拍摄下行的图像,实现显示并转发给网络存储系统进行存储。

[0008] 航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试方法,包括如下步骤:

[0009] a、测试环境准备:将目标模拟器、目标模拟器远程控制系统、光学遥感器仿星系统、图像快视系统和航天光学遥感器进行有效的连接,通电后开始工作;调整目标模拟器、平行光管、光学遥感器 CCD 焦平面三者相对位置,使目标模拟器的目标光轴调整后通过平行光管的焦点,经平行光管作用后变为平行光入射进光学遥感器;

[0010] b、目标模拟器的运动参数设置及机构调整:在目标模拟器远程控制系统上设置目标模拟器的目标旋转速度和目标偏转速度,通过数据总线将参数值送给目标模拟器;目标模拟器收到参数和命令后,按给定运动参数控制旋转和偏转电机转动,进而带动内部的条纹靶标围绕中心开始周期运动,运动目标通过光谱滤光片作用后以某种谱段的光线发射;

[0011] c、目标偏流角值的获得:目标模拟器远程控制系统实时接收目标模拟器反馈来的偏流角参数,通过以太网络转发给光学遥感器仿星系统使用,同时存储到网络存储系统完成存储;

[0012] d、光学遥感器仿星系统的控制与信息传递:光学遥感器仿星系统仿真飞行器的功能,控制光学遥感器的工作模式,使光学遥感器完成拍摄、调焦、调偏流操作;同时模拟飞行器的姿态信息并周期性广播给光学遥感器,完成对飞行器经度、纬度、速度、偏航角和高度等姿态信息的通知;光学遥感器周期性地将自身的状态、信息反馈给光学遥感器仿星系统,仿星系统接收到目标模拟器远程控制系统的目标偏流信息后,通过线性变换,将目标的偏流角信息反演为飞行器运行的偏航角信息,周期性的广播给光学遥感器;

[0013] e、状态、数据和参数的实时存储:光学遥感器仿星系统及光学遥感器传输所产生的所有控制命令、广播消息、工程数据和各种反馈信息被送至网络存储系统完成存储;

[0014] f、光学遥感器偏流机构的调整:当光学遥感器收到仿星系统的飞行器姿态参数后,通过偏航角大小计算出自身偏流机构调整值,控制偏流机构运动,实时补偿目标偏流的影响;在偏流机构调整的同时,光学遥感器控制成像电路对目标实时拍摄,通过高速总线将图像下传至图像快视系统;

[0015] g、图像的判读:图像快视系统实时接收光学遥感器下传的图像,并送至网络存储系统存储,通过比对网络存储系统中偏流调整前后的图像变化判断调偏流的效果,判定光学遥感器实时调整偏流机构的实时性、目标清晰度、传递函数和目标条纹倾斜等性能;

[0016] h、重复步骤 b ~ g,设置不同的目标运动参数,构成对光学遥感器偏流调整机构和相关控制系统的动态闭环连续测试。

[0017] 本发明的有益效果是:本发明针对航天光学遥感器实时调偏流功能测试问题,结合目标模拟器、目标模拟器远程控制系统、光学遥感器仿星系统、网络存储系统、图像快视系统等五个系统,模拟光学遥感器飞行载体有偏航角的拍摄条件,实现了闭环、实时、连续的调偏流功能测试,有利于验证航天光学遥感器调偏流策略正确性和偏流机构实际运行的可靠性。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统框图。

[0019] 图中 :1、目标模拟器,2、目标模拟器远程控制系统,3、网络存储系统,4、平行光管,5、光学遥感器仿星系统,6、图像快视系统,7、RS-422 总线,8、动态目标模拟器出射的目标光线,9、局域以太网,10、经平行光管作用的目标平行光线,11、1553B 总线,12、光纤链路,13、光学遥感器。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细地说明。

[0021] 如图 1 所示,本发明应用运动目标模拟系统(简称目标模拟器 1)、目标模拟器远程控制系统 2、网络存储系统 3、平行光管 4、光学遥感器仿星系统 5、图像快视系统 6 构成航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统,这些系统和设备,分别通过光学和电子学链路连接到航天光学遥感器的入射光路、控制电路和成像电路上。应用这些系统,检验航天光学遥感器在有偏流角漂移和姿态变化时处理策略的正确性、控制系统响应的实时性和偏流机构调整的可靠性。

[0022] 目标模拟器 1 由测试靶标、运动机构、控制电机、微处理器 dsPIC30F6014A、绝对式编码器 RE2-37 以及 RS-422 串行通信口组成,用于实时产生光学遥感器需要的偏流测试目标。

[0023] 目标模拟器远程控制系统 2 采用工控计算机加串口通信卡(如 MOXA 卡)构成,采用 RS-422 总线与目标模拟器进行通信,一方面发出控制命令,如设置目标像移方向、偏流方向的电机转速,另一方面实时接收目标模拟器反馈回来的偏流电机即时角度信息,通过以太网以 TCP/IP 协议方式传送给光学遥感器仿星系统 5 和网络存储系统 3。

[0024] 网络存储系统 3 集中存储测试系统产生的数据与图像,以供后期数据的判读和分析。

[0025] 平行光管 4 根据测试的光学遥感器焦距长度选择合适长度的平行光管,一般光管长度应在被测光学遥感器焦距长度的 3 ~ 5 倍以上。

[0026] 光学遥感器仿星系统 5 采用工控计算机实现,与光学遥感器 13 之间采用 1553B 总线协议通信,仿星系统计算机上安插一块 DDC 公司的 1553B 通信板卡,设置该板卡工作模式为总线控制器模式(BC 模式),完成对光学遥感器 13 的拍摄命令控制及飞行器模拟姿态参数的广播。

[0027] 图像快视系统 6 采用高性能的计算机加高速采集卡完成,以光纤方式接收光学遥感器拍摄下行的图像,实现显示并转发给网络存储系统 3 存储。

[0028] 航天光学遥感器 13 为被测试对象。

[0029] 上述航天光学遥感器实时调整偏流闭环仿真测试系统的测试过程为 :

[0030] a. 闭环连续测试航天光学遥感器偏流角的测试环境准备 :目标模拟器 1、目标模拟器远程控制系统 2、光学遥感器仿星控制系统 5、图像快视系统 6 和航天光学遥感器 13 进行有效的连接,通电后开始工作。调整目标模拟器 1、平行光管 4、光学遥感器 CCD 焦平面三者相对位置,使得目标模拟器 1 的目标光轴调整后通过平行光管 4 的焦点,经平行光管 4 作用后变为近似无穷远的平行光入射进光学遥感器 13。

[0031] b. 目标模拟器 1 的运动参数设置及机构调整 :在目标模拟器远程控制系统 2 上设

置目标模拟器 1 的目标旋转速度以模拟相对空间飞行器的地面像移，并设置目标偏转速度以模拟飞行器偏航的变化，通过 RS422 总线将参数值送给目标模拟器 1。目标模拟器 1 收到参数和命令后，按给定运动参数控制旋转和偏转电机转动，进而带动内部的条纹靶标围绕中心开始周期运动，运动目标通过光谱滤光片作用后以某种谱段的光线发射。

[0032] c. 目标偏流角值的获得：目标模拟器远程控制系统 2 实时接收目标模拟器 2 反馈来的偏流角参数，通过以太网络转发给光学遥感器仿星控制系统 5 使用，同时存储到网络存储系统 3 完成存储。

[0033] d. 仿星系统 5 的控制与信息传递：仿星系统 5 通过 1553B 总线控制光学遥感器 13 的工作模式，使得光学遥感器 13 完成拍摄、调焦、调偏流操作。同时仿星系统 5 模拟飞行器的姿态信息并周期性广播给光学遥感器 13，完成对飞行器经度、纬度、速度、偏航角和高度等姿态信息的通知。光学遥感器 13 也周期性地将自身的状态、信息（含偏流机构的当前位置）反馈给仿星系统 5。仿星系统 5 接收到目标模拟器远程控制系统 2 的目标偏流信息后，通过线性变换，将目标的偏流角信息反演为飞行器运行的偏航角信息，周期性的广播给光学遥感器 13。

[0034] e. 状态、数据和参数的实时存储：飞行器及光学遥感器传输所产生的所有控制命令、广播消息、工程数据和各种反馈信息被送至网络存储系统 3 完成存储。

[0035] f. 光学遥感器偏流机构调整：当光学遥感器 13 收到仿星系统 5 的飞行器姿态参数后，通过偏航角大小计算出偏流机构调整值，控制偏流机构运动，实时补偿目标偏流的影响。在偏流机构调整的同时，光学遥感器 13 控制成像电路对目标实时拍摄，通过光纤将图像下传至图像快视系统 6。

[0036] g. 图像的判读：图像快视系统 6 实时接收光学遥感器 13 下传的图像，并送至网络存储系统 3 存储。通过比对网络存储系统 3 中偏流调整前后的图像变化判断调偏流的效果，当光学遥感器偏流调整机构能够实时补偿目标的偏流角时，成像后目标始终保持清晰，传递函数不降低，竖直的目标条纹无倾斜。通过比对网络存储系统 3 中目标偏流角变化和光学遥感器偏流机构的变化趋势，分析光学遥感器机构调整的响应速度，当能够实时弥补偏流变化时，偏流机构调整将紧跟目标偏流角的变化。

[0037] h. 重复步骤 b ~ g，设置不同的目标运动参数，构成对光学遥感器偏流调整机构和相关的控制系统的动态闭环连续测试。

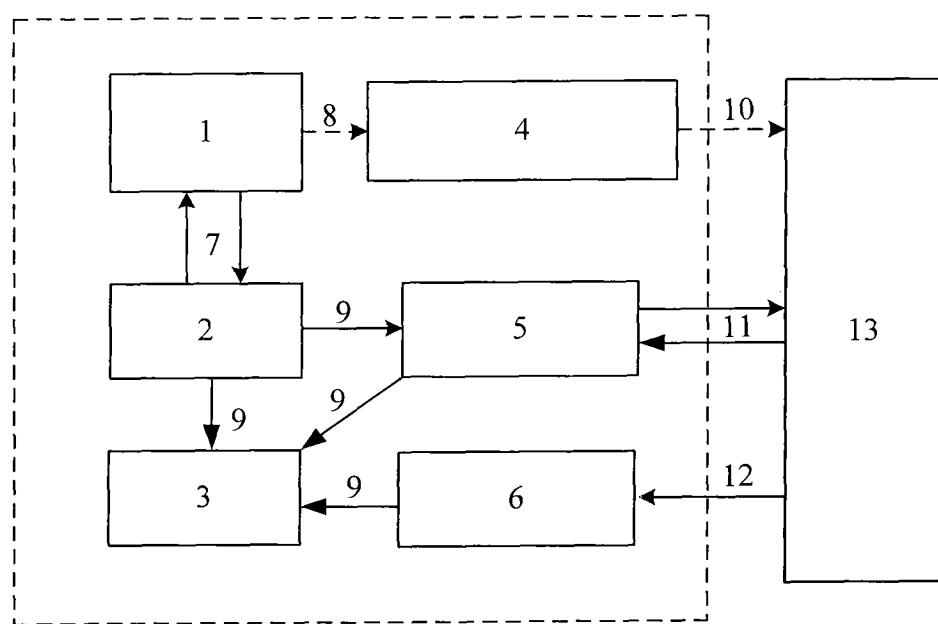


图 1