



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101706573 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 12

(21) 申请号 200910207829. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 10. 30

G01S 7/497(2006. 01)

G05B 23/02(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

200910067236. 6 2009. 07. 06 CN

(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 胡君 曹小涛 王栋 吴伟平  
徐抒岩

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王立伟

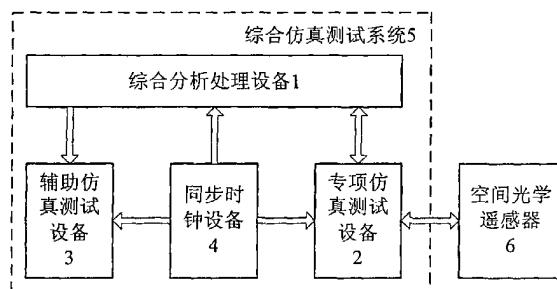
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

空间光学遥感器的集成仿真测试方法

(57) 摘要

空间光学遥感器的集成仿真测试方法，属于集成仿真测试技术。由综合分析处理设备、专项仿真测试设备、辅助仿真测试设备和同步时钟设备组成的综合仿真测试系统，连接在被测的空间光学遥感器上，实现对空间光学遥感器的实时并行集成闭环仿真测试。在同步时钟设备提供的统一时间基准下，首先专项仿真测试设备模拟空间飞行器控制系统的工作或空间光学遥感器的重要部件、单元或特殊功能，采集空间光学遥感器的状态、数据和信号，并将其传输给综合分析处理设备；然后综合分析处理设备将分析结果实时传输给辅助仿真测试设备显示、打印并实时传输给专项仿真测试设备，形成闭环仿真测试。达到在地面快速准确预测、判断和评价空间光学遥感器的目的。



1. 空间光学遥感器的集成仿真测试方法,将由综合分析处理设备(1)、专项仿真测试设备(2)、辅助仿真测试设备(3)和同步时钟设备(4)组成的综合仿真测试系统(5)连接在被测的空间光学遥感器(6)上,对空间光学遥感器(6)的整机或分系统的功能和性能进行实时并行集成闭环仿真检测;其特征在于利用上述设备进行集成仿真测试的方法步骤是:

a. 将专项仿真测试设备(2)、辅助仿真测试设备(3)和同步时钟设备(4),与综合分析处理设备(1)和空间光学遥感器(6)进行物理连接;

b. 开启辅助仿真测试设备(3)和同步时钟设备(4);

c. 开启综合分析处理设备(1),运行综合分析处理软件;

d. 启动各专项仿真测试设备(2)工作,模拟空间飞行器控制系统(7)的工作;或模拟空间光学遥感器(6)的重要部件、单元或特殊功能的工作;并行实时采集空间光学遥感器(6)的状态、数据和信号,将这些信息预处理之后,再缓存于专项仿真测试设备(2)中;

e. 以同步时钟设备(4)提供的时间基准,每隔一定的时间间隔将各个专项仿真测试设备(2)缓存的状态、数据和信号传输给综合分析处理设备(1),并进行实时分类存储;

f. 每接收完一组信息后,将其与预置在综合分析处理设备(1)内的对应信息进行比对分析,评价本组状态、数据和信号是否正确;

g. 如果分析结果正确,将需要的信息实时传输给辅助仿真测试设备(3)进行显示或打印;将需要反馈的仿真数据,实时传输给相应的专项仿真测试设备(2),并准备下一组数据的接收;专项仿真测试设备(2)并行实时接收反馈仿真数据,调整仿真参数,形成一次闭环仿真测试;

h. 如果分析结果错误,停止数据的接收,将错误状态、数据和信号实时传输给辅助仿真测试设备(3)进行显示或打印;

i. 当处理完本次测试的所有信息后,对本次测试进行综合分析和计算,判断空间光学遥感器(6)的功能和性能是否合乎指标要求,并将分析结果实时传输给辅助仿真测试设备(3)进行显示或打印;

j. 当本次测试的综合分析、计算、显示和打印完成后,关闭专项仿真测试设备(2)、辅助仿真测试设备(3)和同步时钟设备(4),关闭综合分析处理设备(1)。

2. 根据权利要求1所述的空间光学遥感器的集成仿真测试方法,其特征在于测试不同项目的测试步骤a的物理连接方法包括:

对于专项仿真测试设备(2),无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将电源监控设备(15)、飞行器控制信息仿真测试设备(17)和程控遥测检测设备(21)连接于系统;

在集成专项仿真测试中如果需要测试光学分系统(9)和CCD分系统(10)的成像功能和质量,还需将图像快视及记录设备(16)连接于系统;

如果需要测试主控分系统(11)和CCD分系统(10)之间的通讯或单独测试CCD分系统(10),还需将内部模块控制信息仿真测试设备(18)连接于系统;

如果需要测试主控分系统(11)执行热控命令的功能和性能,还需将数字热控仿真测试设备(19)连接于系统;

如果需要测试主控分系统(11)执行调焦和调偏流命令的功能和性能,还需将调焦偏流仿真测试设备(20)连接于系统;

如果需要测试主控分系统 (11) 执行像移补偿命令的功能和性能,还需将动态目标发生器 (22) 连接于系统;

对于辅助仿真测试设备 (3),无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将交换机 (25) 连接于系统;当需要实时显示测试结果时,需将监显设备 (23) 连接于系统;当需实时打印测试结果时,需将网络打印机 (24) 连接于系统;

对于同步时钟设备 (4),无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将 GPS 网络时钟设备 (25) 和所需的同步时钟电路板 (26) 连接于系统;

对于综合分析处理设备 (1),无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将其全部模块连接于系统。

3. 根据权利要求 2 或 3 所述的空间光学遥感器的集成仿真测试方法,其特征在于测试方法步骤 d 中各个专项仿真测试设备 (2) 的具体测试方法为:电源监控设备 (15) 实时采集电源的电压、电流和功耗;飞行器控制信息仿真测试设备 (17) 模拟空间飞行器控制系统 (7) 与主控分系统 (11) 的 1553B 总线通讯功能,为主控分系统 (11) 提供数据输入,并可实时采集 1553B 总线上传输的数据;程控遥测监测设备 (21) 模拟飞行器控制系统 (7) 向主控分系统 (11) 发送程控指令,并可实时采集遥测信号;图像快视及记录设备 (16) 实时并行采集 CCD 分系统 (10) 传输的 5 路图像数据信号;内部模块控制信息仿真测试设备 (18) 模拟主控分系统 (11) 和 CCD 分系统 (10) 之间的 RS-422 通讯功能,并实时采集 RS-422 总线上相互通讯的信息;数字热控仿真测试设备 (19) 模拟热控分系统 (13) 的热敏电阻和加热器模块,并实时采集加热器的工作状态;调焦偏流仿真测试设备 (20) 模拟调焦分系统 (12) 和偏流分系统 (14) 的电机和编码器模块,并实时采集主控分系统 (11) 的电机驱动信号;动态目标发生器 (22) 模拟相对空间飞行器的地面像移,为空间光学遥感器 (6) 提供匀速或变速运动目标。

## 空间光学遥感器的集成仿真测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业自动化领域,涉及对空间光学遥感器的集成仿真测试技术。

### 背景技术

[0002] 空间光学遥感器是空间飞行器的核心设备,空间飞行器控制系统向空间光学遥感器发布命令和控制参数,控制光学成像系统完成对地面景物的摄像任务,如图 2 所示。通常空间光学遥感器从初样研制到正样发射,必须要经过桌面联试、电性测试、各种环境试验测试和电磁兼容性测试等多次综合测试工作。一般需经历方案论证、设计、初样研制、正样研制和飞行试验五个阶段。除方案论证外,从设计、初样的桌面联试、电性联试、发射场合练到正样发射的各个阶段以及各种环境下都需要对分系统和整机的功能和性能进行完整的测试。

[0003] 空间光学遥感器设计阶段的测试,通常由一些互相独立的分离测试设备组成,分时间、分阶段和分单元部件地对空间光学遥感器某一特定功能或性能进行检测。伴随着空间光学遥感器技术的飞速发展,这些设备的覆盖测试功能较少,只限于部分分系统测试,而且还存在着功能不全、性能不优、精度不高和无综合分析判断能力等缺点,已经远远不能满足空间光学遥感器测试的要求,不能承担对空间光学遥感器进行自动的地而综合测试任务,从而给空间光学遥感器的研制带来了困难。因此开发操作简单、功能强大、测试速度快、具有长时间检测、监测、分析能力、同时满足综合和专项仿真测试需要的集成测试方法已成为必然的趋势。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提出一种空间光学遥感器的集成仿真测试方法,能够模拟空间光学遥感器的重要部件、单元和特殊功能,能实现长时间并行实时监视、记录和检测空间光学遥感器的工作状态,能够完成在地面对空间光学遥感器进行集成专项测试和综合测试、能够对空间光学遥感器的工作状态数据进行系统评价。

[0005] 本发明方法是将由综合分析处理设备、专项仿真测试设备、辅助仿真测试设备和同步时钟设备组成的综合仿真测试系统连接在被测的空间光学遥感器上,对空间光学遥感器的整机和分系统的功能和性能进行实时并行闭环仿真检测。其中专项仿真测试设备包括电源监控设备、图像快视及记录设备、飞行器控制信息仿真测试设备、内部模块控制信息仿真测试设备、数字热控仿真测试设备、调焦偏流仿真测试设备、程控遥测检测设备和动态目标发生器;辅助仿真测试设备包括监显设备、网络打印机和交换机;同步时钟设备包括 GPS 网络时钟设备和同步时钟电路。其测试方法为:

[0006] a. 将专项仿真测试设备、辅助仿真测试设备和同步时钟设备,与综合分析处理设备和空间光学遥感器进行物理连接。

[0007] b. 开启辅助仿真测试设备和同步时钟设备。

[0008] c. 开启综合分析处理设备,运行综合分析处理软件。

[0009] d. 启动各专项仿真测试设备工作,模拟空间飞行器控制系统的工作;或模拟空间光学遥感器的重要部件、单元或特殊功能的工作;并行实时采集空间光学遥感器的状态、数据和信号,将这些信息预处理之后,再缓存于专项仿真测试设备中。

[0010] e. 以同步时钟设备提供的基准时间,每隔一定的时间间隔将各个专项仿真测试设备缓存的状态、数据和信号传输给综合分析处理设备,并进行实时分类存储。

[0011] f. 每接收完一组信息后,将其与预置在综合分析处理设备内的对应信息进行比对分析,评价本组状态、数据和信号是否正确。

[0012] g. 如果分析结果正确,将需要的信息实时传输给辅助仿真测试设备进行显示或打印;将需要反馈的仿真数据,实时传输给相应的专项仿真测试设备,并准备下一组数据的接收。专项仿真测试设备并行实时接收反馈仿真数据,调整仿真参数,形成一次闭环仿真测试。

[0013] h. 如果分析结果错误,停止数据的接收,将错误状态、数据和信号实时传输给辅助仿真测试设备进行显示或打印。

[0014] i. 当处理完本次测试的所有信息后,对本次测试进行综合分析和计算,判断空间光学遥感器的功能和性能是否合乎指标要求,并将分析结果实时传输给辅助仿真测试设备进行显示或打印。

[0015] j. 当本次测试的综合分析、计算、显示和打印完成后,关闭专项仿真测试设备、辅助仿真测试设备和同步时钟设备,关闭综合分析处理设备。

[0016] 本发明方法的优点是:

[0017] 1. 本发明能够在空间光学遥感器研制的方案论证、设计、初样研制和正样研制阶段,对其分系统和整机进行集成专项仿真测试和综合仿真测试,缩短了空间光学遥感器的研制周期。能够对空间光学遥感器的工作状态进行综合分析处理,达到在地面准确预测、判断和评价空间光学遥感器的目的,同时也避免了由于仿真测试设备的局限性造成的片面性结论。

[0018] 2. 由于充分利用了计算机的计算速度、计算精度、大量数据处理、实时显示、打印、记录的能力和计算机网络的实时传输能力。在仿真测试的过程中,可实时并行监控空间光学遥感器的各种工作状态,从而解决了空间光学遥感器的实时集成检测技术问题。

## 附图说明

[0019] 图1 空间光学遥感器集成仿真测试系统的结构示意图;

[0020] 图2 空间光学遥感器的基本结构原理示意图;

[0021] 图3 专项仿真测试设备与空间光学遥感器连接关系示意图;

[0022] 图4 同步时钟设备基本原理示意图;

[0023] 图5 空间光学遥感器集成仿真测试系统网络结构示意图。

## 具体实施方式

[0024] 以下结合实例对本发明进行详细说明,以便对本发明的目的、特征及优点进行更深入的理解。

[0025] 参照图2,空间光学遥感器6的基本结构,由7部分分系统组成,空间光学遥感器主

体 8,包括镜筒、支撑等机械结构。光学分系统 9,包括多块光学镜片。CCD (Charge Coupled Device) 分系统 10,包括多片 CCD 芯片、CCD 控制电路、CCD 数据采集处理电路、与飞行器控制系统通讯的图像传输电路和与主控分系统的通讯电路。主控分系统 11,包括信号控制电路,与飞行器控制系统的通讯电路、与 CCD 分系统的通讯电路。调焦分系统 12,包括调焦电机和调焦编码器。热控分系统 13,包括分布在空间光学遥感器主体上不同部位的多路热敏电阻和加热器。偏流分系统 14,包括调偏流电机和调偏流编码器。

[0026] 空间飞行器控制系统 7,根据导航系统给出的当前轨道的方位、高度、速度和倾斜角度等信息,实时向主控分系统 11 发布拍摄、调焦、调偏流、像移补偿、热控等命令,主控分系统 11 依据控制命令执行相应操作。依据拍摄命令控制光学分系统 9 和 CCD 分系统 10 成像并完成向空间飞行器控制系统 7 传输图像数据;依据调焦命令控制调焦分系统 12 完成焦距的调整;依据热控命令执行热控分系统 13 对相关的区域加热或不加热;依据调偏流命令控制偏流分系统 14 调整偏流角。从而完成一次命令的执行过程。

[0027] 参照图 1,空间光学遥感器集成仿真测试系统的基本结构原理。本发明方法是将由综合分析处理设备 1、专项仿真测试设备 2、辅助仿真测试设备 3 和同步时钟设备 4 组成的综合仿真测试系统 5 连接在被测的空间光学遥感器 6 上。

[0028] 以下详细介绍各部分组成及功能:

[0029] 1) 综合分析处理设备

[0030] 综合分析处理设备 1,由 1 台服务器,1 台交换机,1 套综合分析处理软件和 1 套综合数据库软件组成。主要工作包括接收专项仿真测试设备 2 实时采集的空间光学遥感器 6 的状态、数据和信号;对信息实时解析、存储和自动判读;进行综合分析计算;为辅助仿真测试设备 3 传输信息和分析结果;为专项仿真测试设备 2 提供并传输反馈仿真数据。

[0031] 2) 专项仿真测试设备

[0032] 专项仿真测试设备 2,模拟空间飞行器控制系统 7 的工作;模拟空间光学遥感器 6 的重要部件、单元或特殊功能的工作;实时并行采集空间光学遥感器 6 的状态、数据和信号。包括电源监控设备 15、图像快视及记录设备 16、飞行器控制信息仿真测试设备 17、内部模块控制信息仿真测试设备 18、数字热控仿真测试设备 19、调焦偏流仿真测试设备 20、程控遥测检测设备 21 和动态目标发生器 22。专项仿真测试设备 2 与空间光学遥感器 6 的物理连接如图 3 所示。

[0033] 电源监控设备 15 由 1 台微型计算机和 1 套电源监控软件组成;图像快视及记录设备 16 由 5 台微型计算机、1 个数据转接盒、5 块 CLSAS 采集卡、5 套 Stream5 软件组成;飞行器控制信息仿真测试设备 17 由 2 台微型计算机、2 块 1553B 采集卡、1 块硬件中断卡、1 套 1553B 仿真监控软件和 1 套 1553B 总线监视软件组成;内部模块控制信息仿真监控设备 18 由 1 台工控机、1 块 CP134 串口卡、1 块硬选通卡和 1 套 RS-422 仿真测试软件组成;数字热控仿真测试设备 19 由 1 台工控机、1 个热控模拟负载箱、2 块热控电路板、1 块 PCI8319 采集卡和 1 套热控温测仿真软件组成;调焦偏流仿真测试设备 20 由 1 台工控机、2 块调焦偏流处理电路板、2 块模拟电机负载分压卡、1 块 CP134 串口卡和 1 套偏流调焦仿真监控软件组成;程控遥测监测设备 21 由 1 台工控机、1 块程控卡、1 块 PCI8319 采集卡和 1 套程控遥测仿真软件组成;动态目标发生器 22 由 1 组光学镜头、1 套机械结构、2 块控制电路板、1 台微型计算机、1 块 CP134 串口卡和 1 套目标发生器控制软件组成。

[0034] 3) 辅助仿真测试设备

[0035] 辅助仿真测试设备 3,包括监显设备 23、网络打印机 24 和交换机 25。监显设备 23 由 1 台微型计算机和 1 套监显软件组成,接收综合分析处理设备 1 经由网络传输的状态数据处理结果并进行实时显示;网络打印机 24 为 1 台 HP Laserjet 5000 打印机,接收综合分析处理设备 1 的状态数据处理结果并进行实时打印处理。交换机 25 辅助完成整个测试系统的网络连接。

[0036] 4) 同步时钟设备

[0037] 参照图 4,同步时钟设备 4 由 1 套 GPS 网络时钟设备 25、放置在综合分析处理设备和每套专项仿真测试设备机箱 PCI 插槽内的同步时钟电路板 26 构成,为整个集成测试系统提供统一的时间基准。同步时钟电路板 26 由 RS-485 处理电路 27, FPGA(Field ProgrammingGate Arrays)28 和 PCI 协议处理电路 29 组成。在本实例中,RS-485 处理电路 27 采用 MAX485 芯片;FPGA28 采用 Xilinx 公司的 SPARTAN 3;PCI 协议处理电路 29 采用 PCI9054 芯片。

[0038] 系统启动后,GPS 网络时钟设备 25 实时接收 GPS 时钟信号,经由 RS-485 总线为每个同步时钟电路板 26 提供一个初始的时间信息,然后每隔 1s 为每个同步时钟电路板 26 提供 1 个秒脉冲信号。同步时钟电路板 26 接收到初始的时间信息后,FPGA28 以 48MHz 的时钟频率开始计时,并且每接到一个秒脉冲信号重新进行一次对时调整。FPGA28 控制 PCI9054 实时将计时信息经由 PCI 总线传输给所连接的设备。

[0039] 5) 系统网络结构

[0040] 本实例构建了如图 5 所示的千兆以太网络结构,在图 5 每台设备中配有千兆网卡,数据经过网络协议的打包、封装和分用,通过千兆网卡,实现在网络中的传输。

[0041] 本实例的详细测试步骤如下:

[0042] a. 依据测试任务确定所需的专项仿真测试设备 2、辅助仿真测试设备 3 和同步时钟设备 4,将其与综合分析处理设备 1 和空间光学遥感器 6 进行物理连接,测试不同项目的物理连接方法分别是:对于专项仿真测试设备 2,无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将电源监控设备 15、飞行器控制信息仿真测试设备 17 和程控遥测检测设备 21 连接于系统。在集成专项仿真测试中如果需要测试光学分系统 9 和 CCD 分系统 10 的成像功能和质量,还需将图像快视及记录设备 16 连接于系统;如果需要测试主控分系统 11 和 CCD 分系统 10 之间的通讯或单独测试 CCD 分系统 10,还需将内部模块控制信息仿真测试设备 18 连接于系统;如果需要测试主控分系统 11 执行热控命令的功能和性能,还需将数字热控仿真测试设备 19 连接于系统;如果需要测试主控分系统 11 执行调焦和调偏流命令的功能和性能,还需将调焦偏流仿真测试设备 20 连接于系统;如果需要测试主控分系统 11 执行像移补偿命令的功能和性能,还需将动态目标发生器 22 连接于系统。对于辅助仿真测试设备 3,无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将交换机 25 连接于系统;当需要实时显示测试结果时,需将监显设备 23 连接于系统;当需实时打印测试结果时,需将网络打印机 24 连接于系统。对于同步时钟设备 4,无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将 GPS 网络时钟设备 25 和所需的同步时钟电路板 26 连接于系统。对于综合分析处理设备 1,无论是集成专项仿真测试还是综合仿真测试,都需将其全部模块连接于系统。

[0043] b. 开启所选择的辅助仿真测试设备 3 和同步时钟设备 4。

- [0044] c. 开启综合分析处理设备 1, 运行综合分析处理软件。
- [0045] d. 启动各专项仿真测试设备 2 工作, 模拟空间飞行器控制系统 7 的工作; 或模拟空间光学遥感器 6 的重要部件、单元或特殊功能的工作; 并行实时采集空间光学遥感器 6 的状态、数据和信号, 将这些信息预处理之后, 再缓存于本身专项仿真测试设备 2 中。各个专项仿真测试设备 2 的详细工作为: 电源监控设备 15 实时采集电源的电压、电流和功耗; 飞行器控制信息仿真测试设备 17 模拟空间飞行器控制系统 7 与主控分系统 11 的 1553B 总线通讯功能, 为主控分系统 11 提供数据输入, 并可实时采集 1553B 总线上传输的数据; 程控遥测监测设备 21 模拟飞行器控制系统 7 向主控分系统 11 发送程控指令, 并可实时采集遥测信号; 图像快视及记录设备 16 实时并行采集 CCD 分系统 10 传输的 5 路图像数据信号; 内部模块控制信息仿真测试设备 18 模拟主控分系统 11 和 CCD 分系统 10 之间的 RS-422 通讯功能, 并实时采集 RS-422 总线上相互通讯的信息; 数字热控仿真测试设备 19 模拟热控分系统 13 的热敏电阻和加热器模块, 并实时采集加热器的工作状态; 调焦偏流仿真测试设备 20 模拟调焦分系统 12 和偏流分系统 14 的电机和编码器模块, 并实时采集主控分系统 11 的电机驱动信号; 动态目标发生器 22 模拟相对空间飞行器的地面像移, 为空间光学遥感器 6 提供匀速或变速运动目标。
- [0046] e. 以同步时钟设备 4 提供的时间基准, 综合分析处理设备 1 每隔一定的时间间隔向每个专项仿真测试设备 2 发送一个取信息指令, 设专项仿真测试设备 2 在同步采样时刻  $t$  时依据指令将缓存的状态、数据和信号  $X(t) = x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$  (其中  $x_i(t)$  表示第  $i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) 个专项仿真测试设备在  $t$  时刻的输入) 传输给综合分析处理设备 1, 综合分析处理设备 1 依据通信协议将接收的信息实时解析为  $X'(t) = x'_1(t), x'_2(t), \dots, x'_{n'}(t)$ , 依据专项仿真测试设备 2 的不同对信息进行实时分类存储。
- [0047] f. 每接收处理完一组信息后, 综合分析处理设备 1 将  $X'(t)$  与预置在综合分析数据库内的对应时刻的正确信息  $X(t) = x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$  进行比对分析, 判断  $X(t) = X'(t)$  是否成立。
- [0048] g. 如果  $X(t) = X'(t)$ , 综合分析处理设备 1 将需要的信息实时传输给辅助仿真测试设备 3 进行显示或打印; 将综合分析数据库数据库中下一采样时刻  $t_1$  的仿真数据  $Y(t_1) = y_1(t_1), y_2(t_1), \dots, y_m(t_1)$  ( $m \leq n$ ) 实时反馈给所需的专项仿真测试设备 2。专项仿真测试设备 2 并行实时接收反馈仿真数据, 调整仿真参数, 形成一次闭环仿真测试。
- [0049] h. 如果  $X(t) \neq X'(t)$ , 停止数据的接收, 将错误状态、数据和信号实时传输给辅助仿真测试设备 3 进行显示或打印。
- [0050] i. 当处理完本次测试的所有信息后, 综合分析处理设备 1 对存储的本次测试的全部数据进行综合分析和计算, 判断空间光学遥感器 6 的功能和性能是否合乎指标要求, 给出状态数据的时间变化曲线, 对状态数据进行统计分析和可靠性计算等。并将分析结果实时传输给辅助仿真测试设备 3 进行显示或打印。
- [0051] j. 当本次测试的综合分析、计算、显示和打印完成后, 关闭专项仿真测试设备 2、辅助仿真测试设备 3 和同步时钟设备 4, 关闭综合分析处理设备 1。

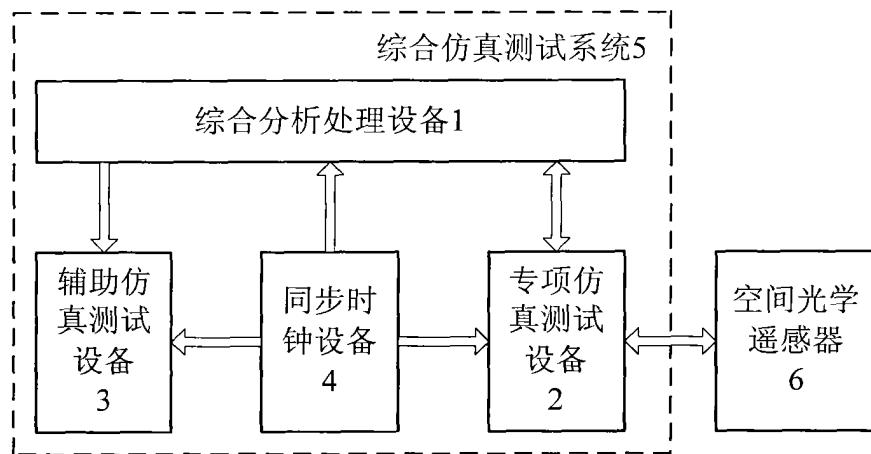


图 1

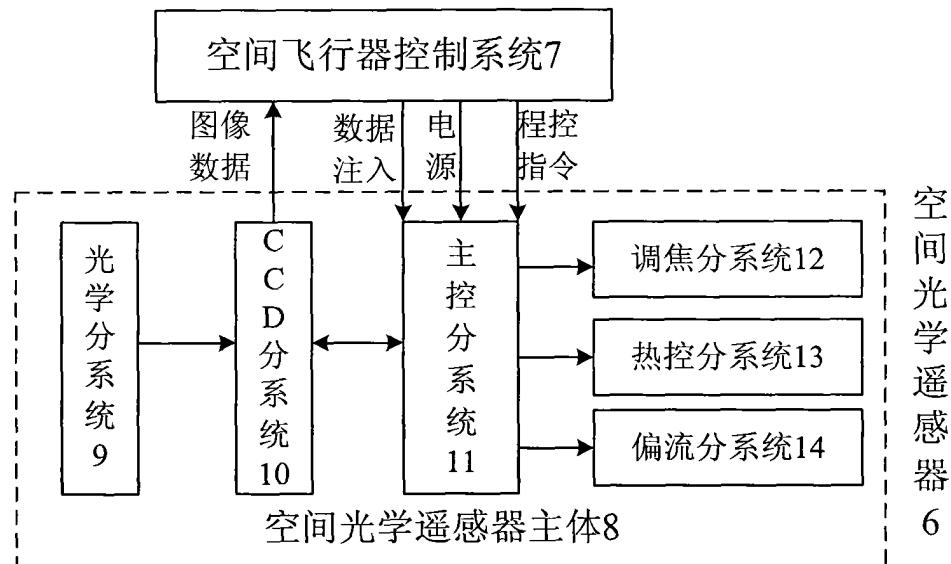


图 2

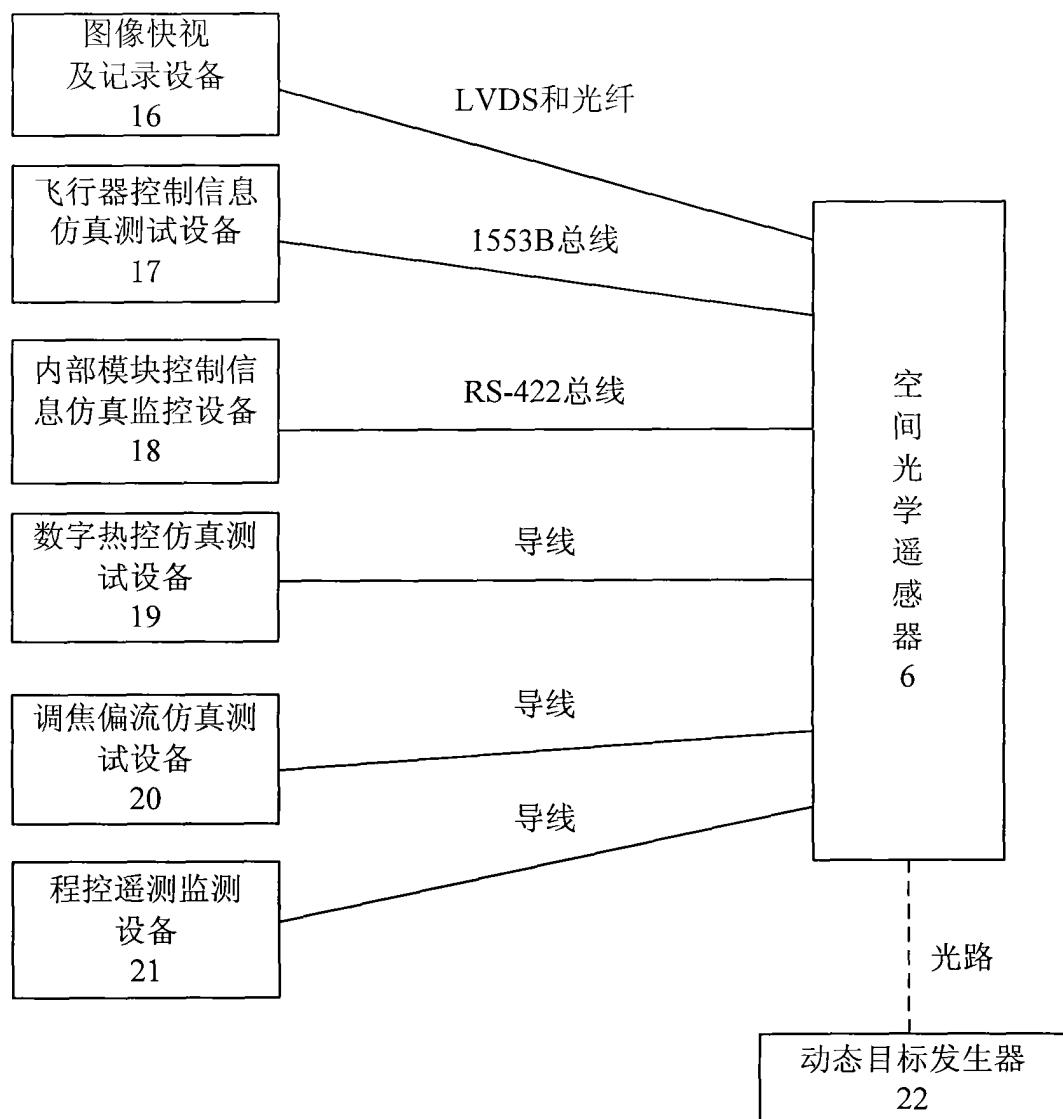


图 3

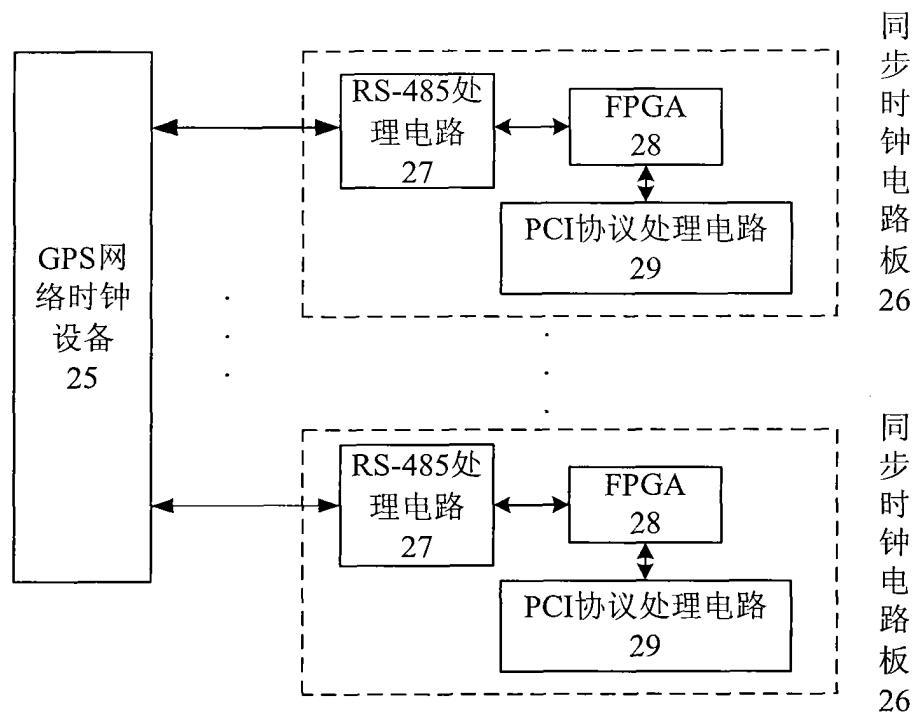


图 4

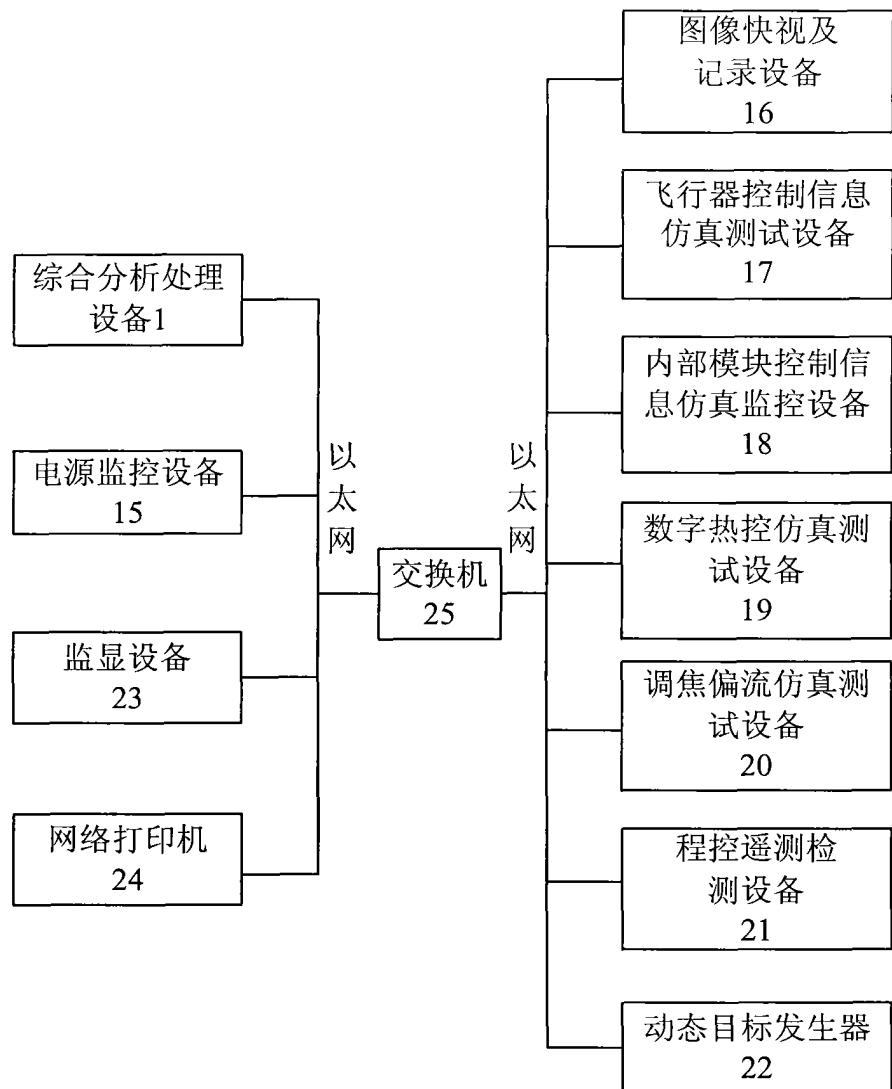


图 5