

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103592533 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201310505437. 6

(22) 申请日 2013. 10. 23

(71) 申请人 航天东方红卫星有限公司

地址 100094 北京市海淀区北京市 5616 信箱

(72) 发明人 张可立 胡炜 李丽琼

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 安丽

(51) Int. Cl.

G01R 31/00 (2006. 01)

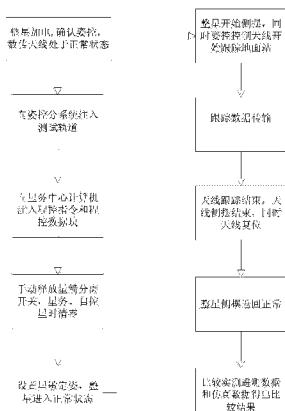
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法

(57) 摘要

一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法，本发明首先将轨道数据注入卫星姿控系统和 GPS 动态仿真器，通过调整卫星姿控分系统轨道参数、控制 GPS 动态仿真器开机时间和星箭分离时间，结合程控指令和程控数据块序列，使卫星姿控分系统、GPS 接收机、星务分系统所使用的时间信息、轨道信息、姿态信息完全同步，控制数传天线进行地面站跟踪得到测试数据，最终通过对天线跟踪的理论数据与测试数据比较得出不同轨道条件、不同卫星姿态下的实际天线跟踪角度误差。本发明准确地模拟了小卫星在轨轨道、时间信息状态，解决了小卫星整星条件下的数传天线测试问题，目前已经应用到小卫星其它型号当中。



1. 一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法,所述数传天线有姿控、GPS 程控和轨道程控三种在轨控制方式,三种不同的控制方式对应着三种不同的数传天线整星测试方法,其特征在于:

(1) 数传天线姿控控制方式下的测试方法步骤如下:

(a) 开始测试前,确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态;

(b) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数,其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件:若星上测试起始时间为 T,则 UTC0 设置为 T-1800s, T0 设置为 1800s;

(c) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块;

(d) 启动地面测试设备,释放星箭分离开关,卫星星时清零,随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式;

(e) 星务根据当前星时自动发送程控指令和程控数据块,姿控分系统根据接收的指令信息,控制卫星进行侧摆,同时根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪,并在整个过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据;

(f) 在规定的时间内,卫星姿态侧摆到指定角度,同时数传天线跟踪指定的地面站;开启数传和相机设备,开始进行卫星成像和传输,在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪,并实时返回跟踪角度遥测数据;

(g) 卫星成像和传输结束后,关闭数传和相机设备,同时控制分系统控制卫星侧摆返回,数传天线自主进入复位模式,按照一定角速度返回事先设定的复位角度;

(h) 在规定的时间内,数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;

(i) 根据步骤(f)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果;

(2) 数传天线 GPS 程控控制方式下的测试方法步骤如下:

(a) 开始测试前,确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态;

(b) 打开地面 GPS 轨道动态仿真器,并运行测试轨道,其中对所述测试轨道参数设置有如下要求:该轨道应与姿控分系统使用的测试轨道为同一条轨道,若星上测试起始时间为 T,则该条轨道起始时间应为 T-3600s;

(c) 启动地面设备,整星加电,确认星上 GPS 接收机正确接收 GPS 动态仿真器输出的轨道参数并正常定位(保证 GPS 接收机输出正常的轨道定位参数);

(d) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数(地面测试系统注入),其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件:若测试轨道起始时间为 T,则 UTC0 设置为 T-1800s, T0 设置为 1800s;

(e) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块;

(f) 当 GPS 时间到 T-1800s,释放星箭分离开关,卫星星时清零;

(g) 设置星务引入 GPS 授时和 GPS 校时,用于保证 GPS 时间与星务时间一致;

(h) 设置姿控分系统引入星务校时,用于保证姿控、GPS 和星务三个分系统的时间保持同步,同时设置整星进入星敏定姿模式;

(i) 星务根据当前星时自动发送程控指令和程控数据块,姿控分系统控制卫星进行侧摆,同时数传分系统根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪,并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据;

(j) 在规定的时间内,卫星姿态侧摆到指定角度,同时数传天线跟踪指定的地面站;开启数传和相机设备,开始进行卫星成像和传输,在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪,并实时返回跟踪角度遥测数据;

(k) 卫星成像和传输结束后,关闭数传和相机设备,同时姿控分系统控制卫星侧摆返回,数传天线自主进入复位模式,按照一定角速度返回事先设定的复位角度;

(l) 在规定的时间内,数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;

(m) 根据步骤(i)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果;

(3) 数传天线轨道程控控制方式下的测试方法步骤如下:

(a) 开始测试前,确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态;

(b) 输入测试用轨道数据到星务中心计算机,由星务中心计算机进行存储,对于该轨道参数,需与姿控分系统注入的测试轨道为同一条轨道;

(c) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数,其中所述的测试轨道参数中的当前轨道时间T0值和星箭分离时刻UTC0值的设置满足以下条件:若星上测试起始时间为T,则UTC0设置为T-1800s,T0设置为1800s;

(d) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块;

(e) 启动地面测试设备,释放星箭分离开关,卫星星时清零,随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式;

(f) 计算当前姿控与星务时间差,并将该时间差与上注的轨道参数中的UTC0值相加后,作为星务的校时数据输入,以集中校时的方式,进行星务主机校时,使姿控与星务时间保持同步;

(g) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块,姿控分系统控制卫星进行侧摆,同时星务中心计算机将存储的轨道数据通过总线发送给数传分系统,数传分系统根据当前接收到的星上时间、姿态数据和轨道数据,开始计算当前天线转角并控制数传天线进行跟踪;并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据;

(h) 在规定的时间内,卫星姿态侧摆到指定角度,同时数传天线跟踪指定的地面站;开启数传和相机设备,开始进行卫星成像和传输,在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪,并实时返回跟踪角度遥测数据;

(i) 在规定的时间内,数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;

(j) 根据步骤(h)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果。

一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于小卫星信息系统的整星数传天线模拟在轨条件下的控制及指向地面站精度的测试方法，属于小卫星地面测试领域。

背景技术

[0002] 高码速率点波速双极化天线(下文简称数传天线)是一种新型的对地数传天线，其特点是传输速率高、增益高、功耗小，但同时也要求卫星具备灵活、多样的天线在轨控制方法、精确的地面指向精度以及整星测试的方法。

[0003] 此类天线在ZY-03、XX-11等遥感卫星上使用过，小卫星平台在GF-1卫星上首次使用此类数传天线，因此针对小卫星平台，需根据其特点设计天线在轨控制方式和相应的整星地面测试方法。

[0004] 数传天线在轨有3种控制方式，具体如下：

[0005] 1、姿控控制方式：姿控中心控制单元，根据事先设置的地面站编号(包括地面站经纬度和地面站高程)、当前卫星姿态数据、当前卫星轨道数据，计算出当前控制角度(X轴转角、Y轴转角)数据，并通过中心控制单元与数传天线伺服控制器之间的专用422总线发送给伺服控制器，由伺服控制器根据此角度控制双轴电机转动，从而实现对地面站的指向跟踪；

[0006] 2、GPS程控方式：伺服控制器根据从整星总线接收到的GPS定位广播数据、姿控姿态广播数据，以及事先设置的地面站编号(包括地面站经纬度和地面站高程)，计算出当前控制角度(X轴转角、Y轴转角)数据，并根据此角度控制双轴电机转动，从而实现对地面站的指向跟踪；

[0007] 3、轨道程控方式：伺服控制器根据从整星总线接收到的轨道数据(事先存储在星务中心计算机中)、姿控姿态广播数据，以及事先设置的地面站编号(包括地面站经纬度和地面站高程)，计算出当前控制角度(X轴转角、Y轴转角)数据，并根据此角度控制双轴电机转动，从而实现对地面站的指向跟踪。

[0008] 由于数传天线在小卫星上属于首次应用，并且天线控制参与的分系统较多，目前没有可以参考或依据的测试方案。另外要实现数传天线的整星测试，必须实现各分系统的轨道同步、时间同步，而目前整星测试，姿控分系统、GPS接收机均按照各自地面设备注入的轨道、时间等进行运行，无法满足测试时间、轨道同步的要求。因此现在急需研制一种测试方法，用于准确模拟小卫星在轨轨道和时间信息状态，从而解决小卫星整星条件下的数传天线地面测试问题。

发明内容

[0009] 本发明的技术解决问题是：克服现有技术的不足，提供一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法，本发明准确地模拟了小卫星在轨轨道、时间信息状态，解决了小卫星整星条件下的数传天线测试问题。

[0010] 本发明的技术解决方案是：

[0011] 一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法，所述数传天线有姿控、GPS 程控和轨道程控三种在轨控制方式，三种不同的控制方式对应着三种不同的数传天线整星测试方法，包括以下步骤：

[0012] (1) 数传天线姿控控制方式下的测试方法步骤如下：

[0013] (a) 开始测试前，确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态；

[0014] (b) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数，其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件：若星上测试起始时间为 T，则 UTC0 设置为 T-1800s，T0 设置为 1800s；

[0015] (c) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块；

[0016] (d) 启动地面测试设备，释放星箭分离开关，卫星星时清零，随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式；

[0017] (e) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆，同时姿控分系统根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪，并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据；

[0018] (f) 在规定的时间内，卫星姿态侧摆一定角度，同时数传天线跟踪指定的地面站；开启数传和相机设备，开始进行卫星成像和传输，在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪，并实时返回跟踪角度遥测数据；

[0019] (g) 卫星成像和传输结束后，关闭数传和相机设备，同时卫星侧摆返回，数传天线自主进入复位模式，按照一定角速度返回事先设定的复位角度；

[0020] (h) 在规定的时间内，数传天线复位结束，数传分系统断电，测试流程结束；

[0021] (i) 根据步骤(f)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比，确定测试结果；

[0022] (2) 数传天线 GPS 程控控制方式下的测试方法步骤如下：

[0023] (a) 开始测试前，确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态；

[0024] (b) 打开地面 GPS 轨道动态仿真器，并运行测试轨道，其中对所述测试轨道有如下要求：该轨道应与姿控分系统使用的测试轨道为同一条轨道，若星上测试起始时间为 T，则该条轨道起始时间应为 T-3600s；

[0025] (c) 启动地面设备，整星加电，确认星上 GPS 接收机正确接收 GPS 动态仿真器输出的轨道参数并正常定位（保证 GPS 接收机输出正常的轨道定位参数）；

[0026] (d) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数（地面测试系统注入），其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件：若测试轨道起始时间为 T，则 UTC0 设置为 T-1800s，T0 设置为 1800s；

[0027] (e) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块；

[0028] (f) 当 GPS 时间到 T-1800s，释放星箭分离开关，卫星星时清零；

[0029] (g) 设置星务引入 GPS 授时和 GPS 校时用于保证 GPS 时间与星务时间一致；

[0030] (h) 设置姿控分系统引入星务校时用于保证姿控、GPS 和星务三个分系统的时间保

持同步，同时设置整星进入星敏定姿模式；

[0031] (i) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆，同时数传分系统根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪，并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据；

[0032] (j) 在规定的时间内，卫星姿态侧摆一定角度，同时数传天线跟踪指定的地面站；开启数传和相机设备，开始进行卫星成像和传输，在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪，并实时返回跟踪角度遥测数据；

[0033] (k) 卫星成像和传输结束后，关闭数传和相机设备，同时卫星侧摆返回，数传天线自主进入复位模式，按照一定角速度返回事先设定的复位角度；

[0034] (l) 在规定的时间内，数传天线复位结束，数传分系统断电，测试流程结束；

[0035] (m) 根据步骤(i)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比，确定测试结果；

[0036] (3) 数传天线轨道程控控制方式下的测试方法步骤如下：

[0037] (a) 开始测试前，确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态；

[0038] (b) 输入测试用轨道数据到星务中心计算机，星务中心计算机进行存储，对于该轨道参数，需与姿控分系统注入的测试轨道为同一条轨道；

[0039] (c) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数，其中所述的测试轨道参数中的当前轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件：若星上测试起始时间为 T，则 UTC0 设置为 T-1800s, T0 设置为 1800s；

[0040] (d) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块；

[0041] (e) 启动地面测试设备，释放星箭分离开关，卫星星时清零，随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式；

[0042] (f) 计算当前姿控与星务时间差，并将该时间差与上注的轨道参数中的 UTC0 值相加后，作为星务的校时数据输入，以集中校时的方式，进行星务主机校时，同时姿控与星务时间保持同步；

[0043] (g) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆，同时星务中心计算机将存储的轨道数据通过总线发送给数传分系统，数传分系统根据当前接收到的星上时间、姿态数据和轨道数据，开始计算当前天线转角并控制数传天线进行跟踪；并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据

[0044] (h) 在规定的时间内，卫星姿态侧摆一定角度，同时数传天线跟踪指定的地面站；开启数传和相机设备，开始进行卫星成像和传输，在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪，并实时返回跟踪角度遥测数据；

[0045] (i) 在规定的时间内，数传天线复位结束，数传分系统断电，测试流程结束；

[0046] (j) 根据步骤(h)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比，确定测试结果。

[0047] 本发明与现有技术相比的有益效果是：

[0048] (1) 本发明在数传天线姿控控制方式中，通过设置姿控分系统注入轨道参数数据中的 UTC0 和 T0 值，利用姿控分系统软件轨道外推计算的功能，确保在指定测试时刻 T 时，

星上姿控分系统正确得到测试所需的实时轨道数据，同时利用了星箭分离后姿控时间与星务时间同步清零计数的特点，使姿控轨道计算与星务指令发送能够同步执行，保证了数传天线控制时间一致性的要求。

[0049] (2)本发明在数传天线 GPS 程控控制方式中，通过对 GPS 动态仿真器测试轨道起始时刻参数的设置，以及确保在 T-1800s 时启动星箭分离信号，确保了在制定测试时刻 T 时，星上 GPS 接收机与姿控分系统能够使用相同轨道参数，并根据此轨道数据分别输出对应的姿态参数和轨道定位参数；保证了数传天线控制轨道一致性的要求。

[0050] (3)本发明在数传天线 GPS 程控控制方式中，通过先通过 GPS 授时和 GPS 校时方式，使 GPS 时间与星务时间一致，再通过姿控星务校时使星务与姿控分系统时间一直的校时方式，使星上姿控分系统、星务与 GPS 三个不相关的分系统之间的时间保持一致，保证了数传天线控制时间一致性的要求。

[0051] (4)本发明在数传天线轨道程控控制方式中，通过事先将测试轨道数据注入星务中心计算机存储，在数传分系统开机后再将该轨道数据发送给数传分系统的设计方法，解决了数传分系统设备在轨短期开机、内部无数据断电存储功能的问题，使数传分系统能够在开机后根据接收到的轨道数据进行卫星轨道外推计算。

[0052] (5)本发明在数传天线轨道程控控制方式中，利用计算姿控与星务时间差，并将该时间差 +UTC0 作为星务集中校时数据的方法，使姿控分系统与星务分系统时间保持一致，保证了数传天线控制时间一致性的要求。

附图说明

[0053] 图 1 为本发明数传天线控制各分系统信息流框图；

[0054] 图 2 为本发明数传天线姿控控制方式下的测试方法步骤流程图；

[0055] 图 3 为本发明数传天线 GPS 程控控制方式下的测试方法步骤流程图；

[0056] 图 4 为本发明数传天线轨道程控控制方式下的测试方法流程图。

具体实施方式

[0057] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行进一步的详细描述。

[0058] 如图 1 所示，本发明数传天线系统包括数传分系统、姿控分系统、星务分系统和 GPS 接收机

[0059] 数传分系统参与数传天线控制的设备包括数传控制单元、天线伺服控制器 1/2，天线组件 1/2。其中数传控制单元负责完成各种指令接收和与伺服控制器进行通信，伺服控制器在姿控控制模式中，主要负责接收姿控发送的实时控制信息，并进行天线转动跟踪控制，在其它两种模式中，负责根据当前轨道参数、时间参数以及姿态参数，计算数传天线控制角度并控制天线转动跟踪数传天线。

[0060] (二) 姿控分系统

[0061] 姿控分系统 AOCC 参与对数传天线的控制，其主要功能如下：

[0062] 根据星务指令，选择单独与数传天线伺服控制器 1/2 其中之一进行通信控制；或采用分时通信的方式，同时控制伺服控制器 1 和伺服控制器 2；

[0063] 根据当前卫星轨道、姿态状态，以及需指向地面站信息，以角度控制方式，通过 422

总线输出控制信息至数传天线伺服控制器，并接收其返回的当前转动角度信息。

[0064] (三) 星务分系统

[0065] 星务分系统星务中心计算机参与对数传天线的控制，其主要功能如下：

[0066] 将地面站上注的轨道数据保存在星务中心计算机中，并根据指令转发给数传伺服控制器；

[0067] 接收并执行程控指令，控制数传分系统加断电；

[0068] 将伺服控制器及通道信息发送给姿控分系统，控制通道选择；

[0069] 控制姿控与天线的控制方式；

[0070] 监控数传天线控制过程；

[0071] (四) GPS 接收机

[0072] 在星务分系统控制下，实时发送整星位置信息，由数传控制单元接收并转发给伺服控制器接进行天线跟踪控制。

[0073] 如图 2、3、4 所示，一种基于小卫星信息系统的数传天线整星测试方法，所述数传天线有姿控、GPS 程控和轨道程控三种在轨控制方式，三种不同的控制方式对应着三种不同的数传天线整星测试方法，包括以下步骤：

[0074] (1) 数传天线姿控控制方式下的测试方法步骤如下：

[0075] (a) 开始测试前，确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态；

[0076] (b) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数，其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件：若星上测试起始时间为 T，则 UTC0 设置为 T-1800s，T0 设置为 1800s；

[0077] (c) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块，具体内容如表 1 所示；

[0078] 表 1 程控指令和程控数据块具体内容

[0079]

序号	星时	星务指令号	指令名称
1.	T-302	KSY25	数传分系统加电
2.	T-200	KZK136	侧摆姿态机动
3.	T-198	KSY30	数传 TC+28V 接通
4.	T-196	KYA092	伺服 1 加电
5.	T-188	KYA052	伺服 1 启动
6.	T-186		姿控天线预置控制数据块 (天线 1)
7.	T-184	KZK141	数传天线 1 控制方式设置 跟踪
8.			开启相机、数传
9.	T	KSC01	开始传输数据
10.	T+W+2	KSC02	停止传输数据
11.			
12.	T+W+6	KZK141	数传天线 1 控制方式设置 指令
13.	T+W+8	KYA053	伺服 1 停止
14.	T+W+10	KZK138	(侧摆和偏航 90°定标) 姿 态机动回
15.	T+W+12	KYA055	伺服 1 复位
16.	T+W+14	KYA004	关闭相机、数传
17.	T+W+212	KYA093	伺服 1 断电
18.	T+W+214	KSY31	数传 TC+28V 断开

[0080]

19.	T+W+216	KSY26	数传分系统断电
20.	T+W+218	KSR10	部分加热回路控温允许

[0081] (d) 启动地面测试设备, 释放星箭分离开关, 卫星星时清零, 随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式;

[0082] (e) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆, 同时姿控分系统根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪, 并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据;

[0083] (f) 在规定的时间内(一般设置为 184s), 卫星姿态侧摆一定角度, 同时数传天线跟踪指定的地面站; 开启数传和相机设备, 开始进行卫星成像和传输, 在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪, 并实时返回跟踪角度遥测数据;

[0084] (g) 卫星成像和传输结束后, 关闭数传和相机设备, 同时卫星侧摆返回, 数传天线

自主进入复位模式,按照一定角速度返回事先设定的复位角度;

[0085] (h) 在规定的时间内(一般设置为 150s),数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;

[0086] (i) 根据步骤(f)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果;

[0087] (2) 数传天线 GPS 程控控制方式下的测试方法步骤如下:

[0088] (a) 开始测试前,确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态;

[0089] (b) 打开地面 GPS 轨道动态仿真器,并运行测试轨道,其中对所述测试轨道有如下要求:该轨道应与姿控分系统使用的测试轨道为同一条轨道,若星上测试起始时间为 T,则该条轨道起始时间应为 T-3600s;

[0090] (c) 启动地面设备,整星加电,确认星上 GPS 接收机正确接收 GPS 动态仿真器输出的轨道参数并正常定位(保证 GPS 接收机输出正常的轨道定位参数);

[0091] (d) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数(地面测试系统注入),其中所述的测试轨道参数中的当前测试轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件:若测试轨道起始时间为 T,则 UTC0 设置为 T-1800s, T0 设置为 1800s;

[0092] (e) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块,具体内容见表 2;

[0093] 表 2 程控指令和程控数据块具体内容

[0094]

序号	星时	星务指令号	指令名称
1.	T-302	KSY25	数传分系统加电
2.	T-200	KZK136	侧摆姿态机动
3.	T-198	KSY30	数传 TC+28V 接通
4.	T-196	KYA092	伺服 1 加电
5.	T-188	KYA052	伺服 1 启动
6.	T-186		伺服控制模式和预置数据块
7.	T-184		伺服 1 跟踪
8.			开启相机、数传
9.	T	KSC01	开始传输数据
10.	T+W+2	KSC02	停止传输数据
11.	T+W+4	KSY98	
12.	T+W+6	KZK141	数传天线 1 控制方式设置指令
13.	T+W+8	KYA053	伺服 1 停止
14.	T+W+10	KZK138	(侧摆和偏航 90° 定标) 姿态机动回
15.	T+W+12	KYA055	伺服 1 复位
16.			关闭相机、数传
17.	T+W+212	KYA093	伺服 1 断电
18.	T+W+214	KSY31	数传 TC+28V 断开
19.	T+W+216	KSY26	数传分系统断电

[0095] (f) 当 GPS 时间到 T-1800s, 释放星箭分离开关, 卫星星时清零;

[0096] (g) 设置星务引入 GPS 授时和 GPS 校时用于保证 GPS 时间与星务时间一致;

[0097] (h) 设置姿控分系统引入星务校时用于保证姿控、GPS 和星务三个分系统的时间保持同步, 同时设置整星进入星敏定姿模式;

[0098] (i) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆, 同时数传分系统根据当前卫星轨道数据和姿态数据控制数传天线对指定地面站进行跟踪, 并在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据;

[0099] (j) 在规定的时间内(一般设置为 184s), 卫星姿态侧摆一定角度, 同时数传天线跟踪指定的地面站; 开启数传和相机设备, 开始进行卫星成像和传输, 在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪, 并实时返回跟踪角度遥测数据;

[0100] (k) 卫星成像和传输结束后, 关闭数传和相机设备, 同时卫星侧摆返回, 数传天线自主进入复位模式, 按照一定角速度返回事先设定的复位角度;

- [0101] (1) 在规定的时间内(一般设置为 150s),数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;
- [0102] (m) 根据步骤(i)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果;
- [0103] (3) 数传天线轨道程控控制方式下的测试方法步骤如下:
- [0104] (a) 开始测试前,确认卫星系统星箭分离开关处于压紧状态以及数传天线处于展开待命状态;
- [0105] (b) 输入测试用轨道数据到星务中心计算机,星务中心计算机进行存储,对于该轨道参数,需与姿控分系统注入的测试轨道为同一条轨道(时间可以不同步);
- [0106] (c) 向星上姿控分系统注入测试用轨道参数,其中所述的测试轨道参数中的当前轨道时间 T0 值和星箭分离时刻 UTC0 值的设置满足以下条件:若星上测试起始时间为 T,则 UTC0 设置为 T-1800s,T0 设置为 1800s;
- [0107] (d) 设置星务中心计算机测试程控指令和程控数据块;
- [0108] (e) 启动地面测试设备,释放星箭分离开关,卫星星时清零,随后卫星自主进入入轨模式并最终进入正常星敏定姿模式;
- [0109] (f) 计算当前姿控与星务时间差,并将该时间差与上注的轨道参数中的 UTC0 值相加后,作为星务的校时数据输入,以集中校时的方式,进行星务主机校时,同时姿控与星务时间保持同步;
- [0110] (g) 星务根据当前星时自动执行程控指令和程控数据块控制卫星进行侧摆,同时星务中心计算机将存储的轨道数据通过总线发送给数传分系统,数传分系统根据当前接收到的星上时间、姿态数据和轨道数据,开始计算当前天线转角并控制数传天线进行跟踪;在整个跟踪过程中通过遥测通道下传实时跟踪角度数据
- [0111] (h) 在规定的时间内(一般设置为 184s),卫星姿态侧摆一定角度,同时数传天线跟踪指定的地面站;开启数传和相机设备,开始进行卫星成像和传输,在此过程中数传天线保持对指定地面站的跟踪,并实时返回跟踪角度遥测数据;
- [0112] (i) 在规定的时间内(一般设置为 150s),数传天线复位结束,数传分系统断电,测试流程结束;
- [0113] (j) 根据步骤(h)中测量到的跟踪角度遥测数据与理论跟踪角度遥测数据进行分析对比,确定测试结果。
- [0114] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域技术人员的公知技术。

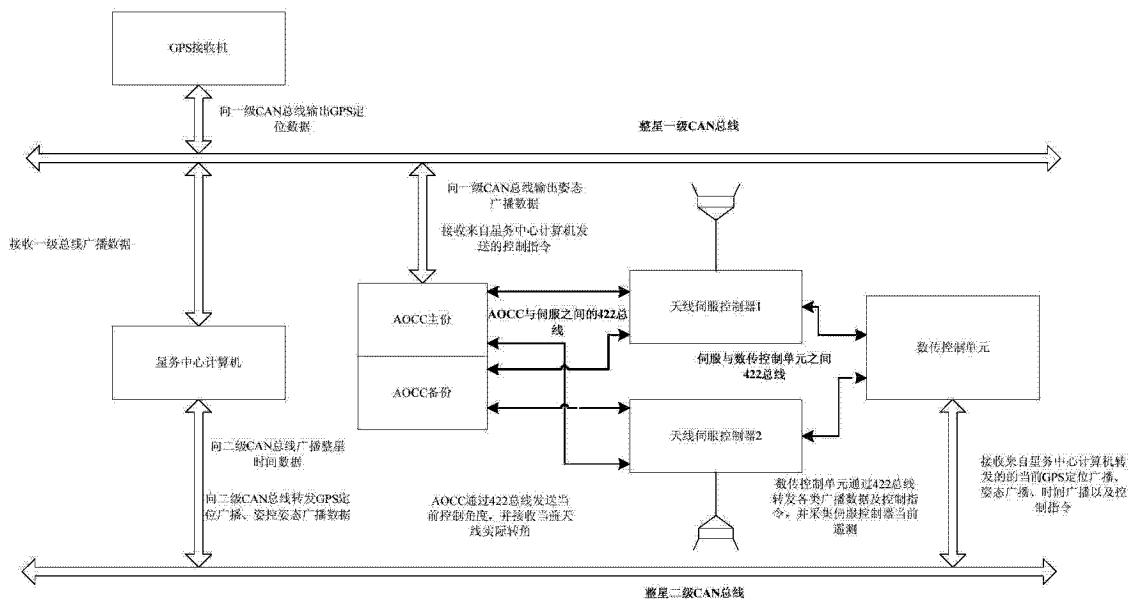


图 1

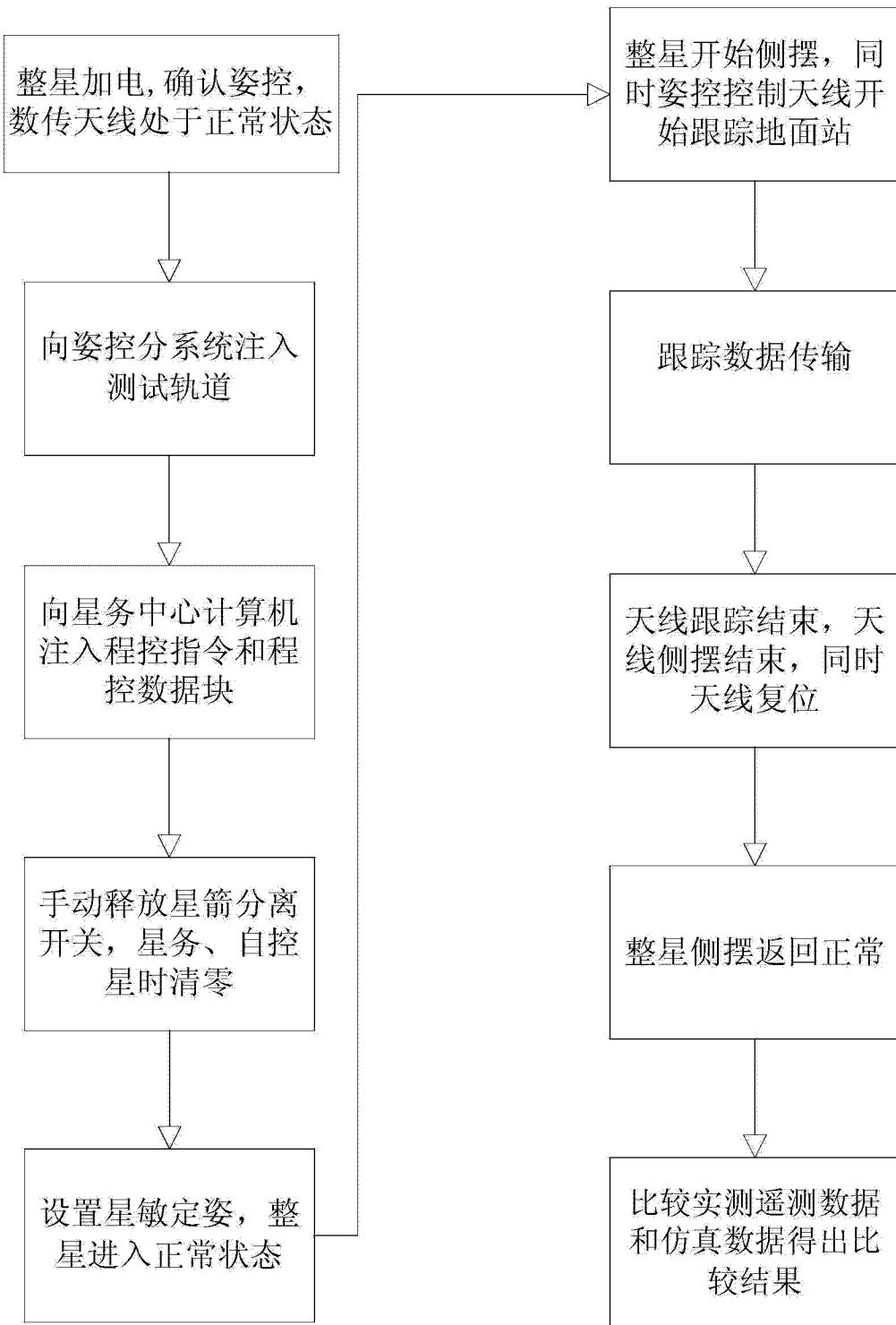


图 2

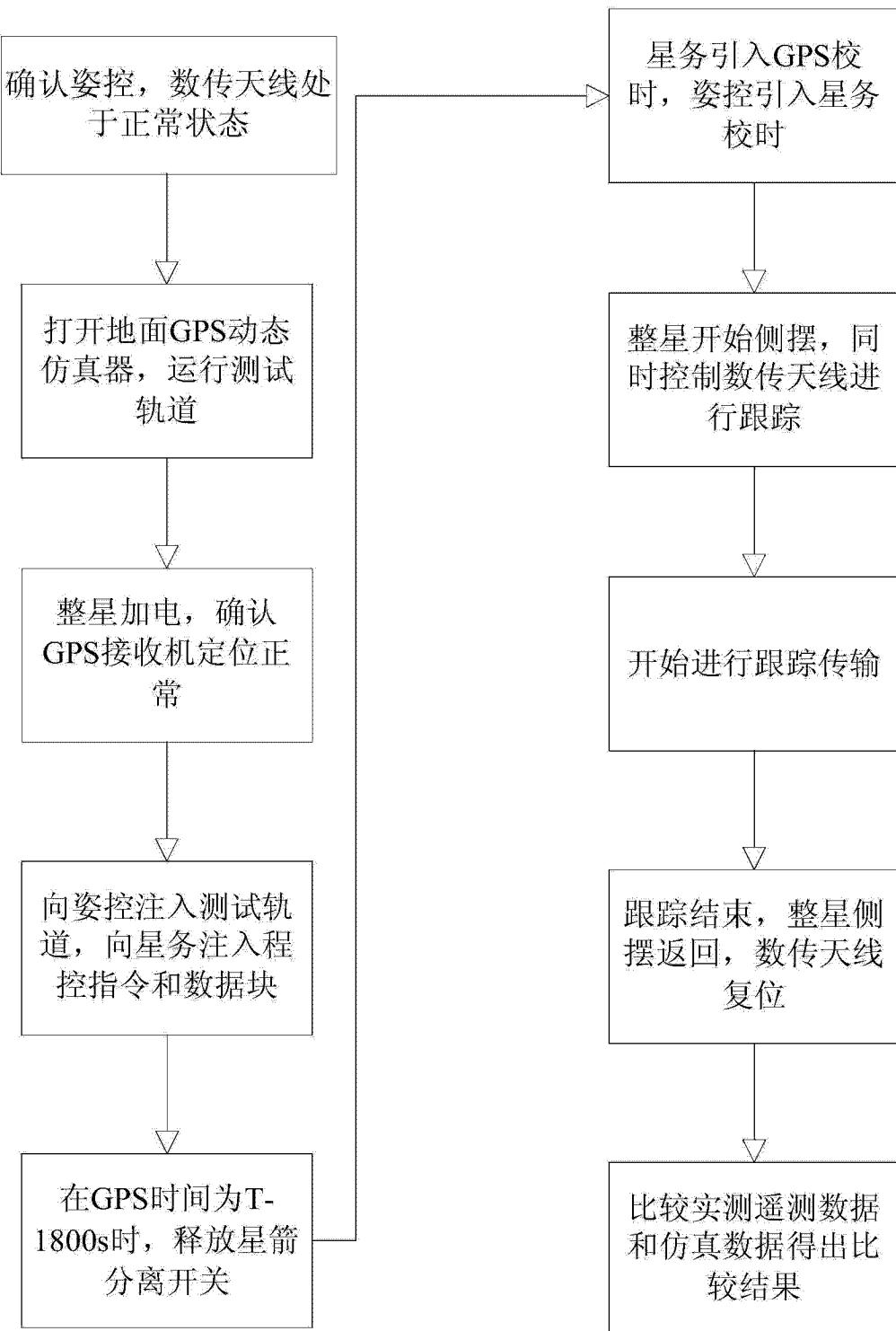


图 3

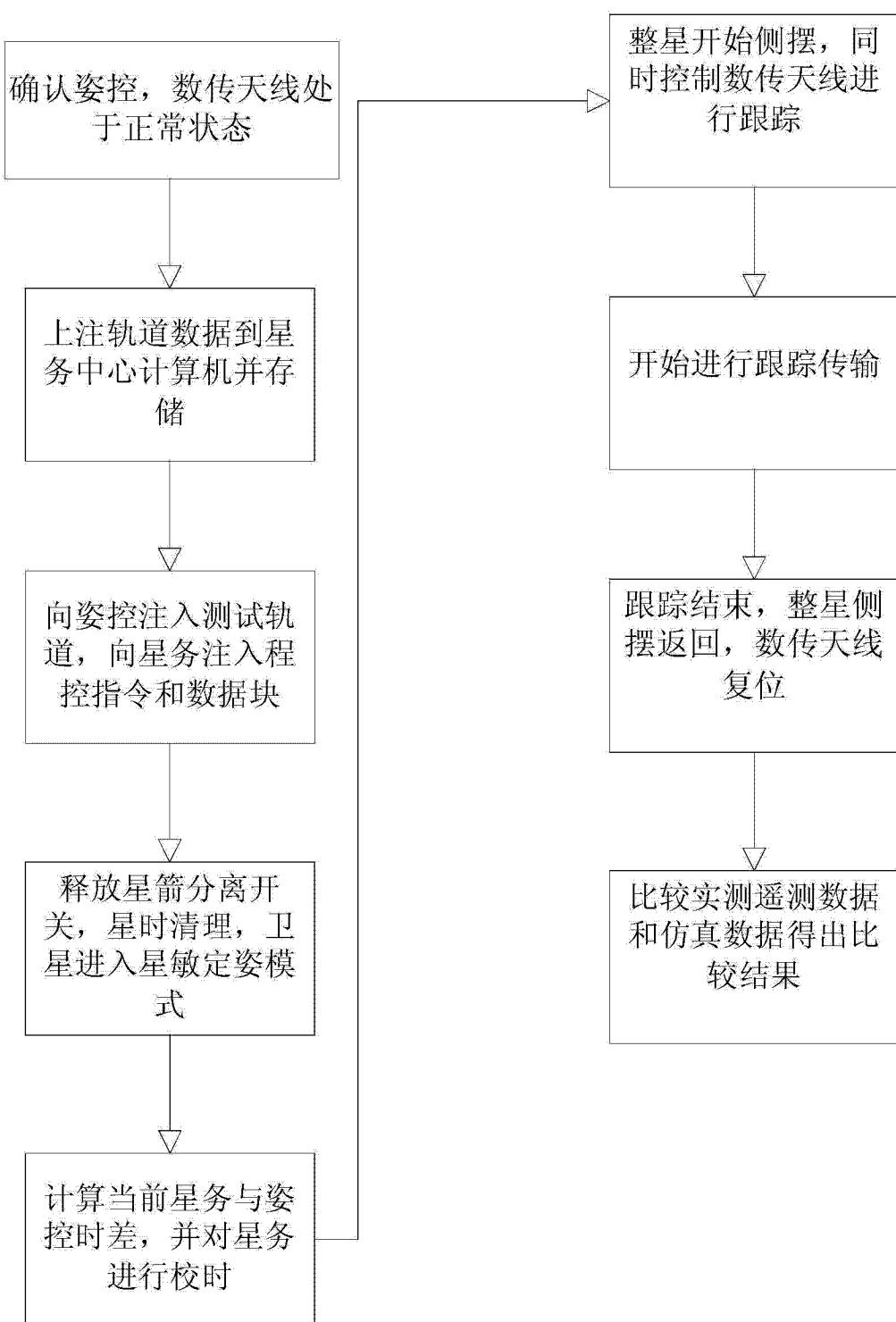


图 4