



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111123309 A

(43)申请公布日 2020.05.08

(21)申请号 201911413525.7

(22)申请日 2019.12.31

(71)申请人 泰斗微电子科技有限公司

地址 510000 广东省广州市经济技术开发区  
东区东众路42号2栋301、401房

(72)发明人 谭建华 高峰 许祥滨 谭伟强

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414

代理人 杜锴健

(51)Int.Cl.

G01S 19/23(2010.01)

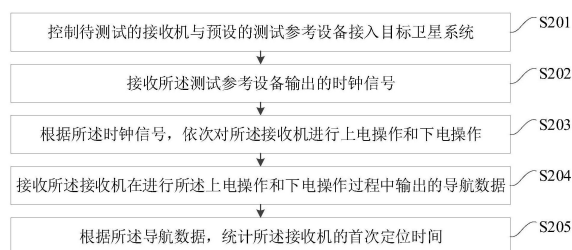
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

### (54)发明名称

一种接收机的测试方法、装置及设备

### (57)摘要

本申请实施例适用于定位技术领域,提供了一种接收机的测试方法、装置及设备,所述方法包括:控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;接收所述测试参考设备输出的时钟信号;根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。上述方法,可以提高针对接收机的首次定位时间进行测试时的测试效率和准确率。



1. 一种接收机的测试方法,其特征在于,包括:  
控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;  
接收所述测试参考设备输出的时钟信号;  
根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;  
接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;  
根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标卫星系统包括模拟卫星系统,所述控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统,包括:  
获取待配置的模拟器参数,采用所述模拟器参数对预置的卫星导航信号模拟器进行配置,获得模拟卫星系统;  
控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入所述模拟卫星系统。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入所述模拟卫星系统,包括:  
确定所述模拟卫星系统的至少一种导航模式;  
控制所述接收机与所述测试参考设备在所述模拟卫星系统的同一种导航模式下工作。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述接收所述测试参考设备输出的时钟信号,包括:  
获取待配置的设备参数,采用所述设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第一时钟信号。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作,包括:  
确定所述第一时钟信号的下降沿;  
当检测到所述第一时钟信号的下降沿时,控制所述接收机上电;  
在所述接收机上电后的预设时间点,控制所述接收机下电。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,还包括:  
对所述设备参数进行调整,采用调整后的设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第二时钟信号;  
根据所述第二时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作。
7. 根据权利要求1或2或3或5或6所述的方法,其特征在于,所述导航数据包括所述接收机在进行多次上电操作和下电操作过程中输出的多个导航数据,所述根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间,包括:  
分别统计所述多个导航数据各自对应的首次定位时间;  
计算所述多个导航数据对应的首次定位时间的平均值。
8. 一种接收机的测试装置,其特征在于,包括:  
卫星系统接入模块,用于控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;  
时钟信号接收模块,用于接收所述测试参考设备输出的时钟信号;  
上下电操作模块,用于根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

导航数据接收模块,用于接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

首次定位时间统计模块,用于根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

9.一种接收机的测试设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7任一项所述的接收机的测试方法。

10.一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任一项所述的接收机的测试方法。

## 一种接收机的测试方法、装置及设备

### 技术领域

[0001] 本申请属于定位技术领域,特别是涉及一种接收机的测试方法、装置及设备。

### 背景技术

[0002] 全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System,GNSS)发展迅速,已经形成了美国GPS、俄罗斯GLONASS、中国的北斗系统BDS和欧盟的Galileo四大全球导航系统的格局。卫星导航在武器装备、科学研究以及社会服务等领域获得了越来越广泛的发展和运用。特别是在民用领域,导航系统已经应用于各行各业,给人们的生活出行带来了巨大的便利。

[0003] 通常,定位导航业务主要通过导航终端来实现。导航终端中最关键的部件是卫星导航接收机,导航接收机可以通过天线接收空中的GNSS卫星信号,并根据GNSS信号准确地计算出导航接收机的位置,实现定位导航功能。

[0004] 目前,评价导航接收机性能的一项重要指标,是冷启动首次定位时间,即导航接收机从开机到首次正常定位所需的时间。该时间定义为在卫星星历、历书、概略时间和概略位置都是未知的状态下,接收机开机后捕获、跟踪卫星信号,收集齐3到4颗卫星星历,直至解算出接收机位置所需要的时间。现有技术中评估导航接收机冷启动首次定位时间这项指标的方法一般是随机地控制导航接收机上电开机,通过反复进行多次测试,统计出一个平均值来确定。但是,按照这种测试方法,每次测试的结果差异较大,必须反复进行多次测试,如果测试次数较少,结果越不准确。因此,按照这种测试方法得到的测试结果往往只能用作定性分析参考,不能作为更精确深入的分析与研究使用。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请实施例提供了一种接收机的测试方法、装置及设备,可以提高针对接收机的首次定位时间进行测试时的测试效率和准确率。

[0006] 本申请实施例的第一方面提供了一种接收机的测试方法,包括:

[0007] 控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;

[0008] 接收所述测试参考设备输出的时钟信号;

[0009] 根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

[0010] 接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

[0011] 根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

[0012] 本申请实施例的第二方面提供了一种接收机的测试装置,包括:

[0013] 卫星系统接入模块,用于控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;

[0014] 时钟信号接收模块,用于接收所述测试参考设备输出的时钟信号;

[0015] 上下电操作模块,用于根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

[0016] 导航数据接收模块,用于接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

[0017] 首次定位时间统计模块,用于根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

[0018] 本申请实施例的第三方面提供了一种接收机的测试设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述第一方面所述的接收机的测试方法。

[0019] 本申请实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述第一方面所述的接收机的测试方法。

[0020] 本申请实施例的第五方面提供了一种计算机程序产品,当所述计算机程序产品在终端设备上运行时,使得所述终端设备执行上述第一方面所述的接收机的测试方法。

[0021] 与现有技术相比,本申请实施例包括以下优点:

[0022] 本申请实施例,通过利用接入同一卫星系统的导航接收机与卫星系统时间同步对齐的特性,可以控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统,然后控制测试参考设备输出符合特定波形的时钟信号,测试设备可以根据该时钟信号,依次对接收机进行上电操作和下电操作;接收机在上电操作和下电操作过程中输出的导航数据可以被测试设备接收,并据此统计出接收机的首次定位时间。本实施例通过精确控制待测试的接收机的上电和下电时间,可以实现对测试过程的精确控制,保证测试结果的准确性。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是现有技术中GNSS卫星信号的结构示意图;

[0025] 图2是本申请一个实施例的一种接收机的测试方法的步骤流程示意图;

[0026] 图3是本申请一个实施例的另一种接收机的测试方法的步骤流程示意图;

[0027] 图4是本申请一个实施例的另一种接收机的测试方法的步骤流程示意图;

[0028] 图5是本申请一个实施例的一种测试平台的示意图;

[0029] 图6是本申请一个实施例的一种模拟卫星的设置示意图;

[0030] 图7是本申请一个实施例的一种控制台TTFF测试软件的操作界面示意图;

[0031] 图8是本申请一个实施例的一种待测对象的上电时刻示意图;

[0032] 图9是本申请一个实施例的一种接收机的测试装置的示意图;

[0033] 图10是本申请一个实施例的一种接收机的测试设备的示意图。

## 具体实施方式

[0034] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本申请实施例。然而,本领域技术人员应当清楚,在没有这些具体细

节的其他实施例中也可以实现本申请。在其他情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

[0035] 为了便于理解,首先对接收机的首次定位时间的相关知识作一介绍。

[0036] 通常,导航接收机可以通过天线接收空中的GNSS卫星信号,接收机对接收到的信号进行捕获、跟踪后,可以得到每颗卫星的星号、相位等信息,并锁定与跟踪该信号,即接收机与卫星之间实现了时钟同步,大家同时对齐同一个时钟系统(例如,采用GPS导航系统,则接收机与卫星的时钟都是与GPS时钟系统对齐)。然后,接收机可以对接收到的数据进行解调。当解调出导航电文后,根据星历与钟差修订数据计算出每颗卫星的位置,根据得到的可用卫星位置,再利用最小二乘准则计算出接收机的位置,完成接收机的定位。

[0037] 一般地,若要准确地计算出导航接收机的位置,需要得知导航卫星系统至少3颗卫星的星钟(clock)及轨道信息(统称星历信息,Ephemeris information)。在实际中,每一颗卫星每隔30秒重复广播一次星历信息。

[0038] 评价导航接收机性能的一项重要指标,是冷启动首次定位时间,该时间定义为在卫星星历、历书、概略时间和概略位置都是未知的状态下,接收机开机后捕获、跟踪卫星信号,收集齐3到4颗卫星星历,直至解算出接收机位置所需要的时间。

[0039] 如图1所示,是GNSS卫星信号的结构示意图。在图1中,101为信号子帧流,五个子帧循环播放,每个子帧持续6秒时间,每个循环持续30秒;102为子帧结构,每个子帧由10个字(300个导航比特)组成,每个子帧持续6秒时间;103卫星基本导航信息,为前面三个子帧,持续18秒,每30秒循环播放;104卫星历书及其他信息,为第4、5子帧对应的卫星历书与其他信息,共有25页,需要750秒(12.5分钟)才能传送完毕。

[0040] GNSS信号由循环播放的五个子帧组成,对于卫星首次定位而言,需要收集前三个子帧中包含的星历信息和星钟等卫星导航基本信息。

[0041] 因为卫星导航接收机定位需要收集齐卫星星历才能算出卫星的位置,即至少需要收集齐卫星电文的前面三个子帧,同时至少需要解出3颗卫星位置才能计算出接收机所在位置。但是,由于接收机所在位置不同,每次开机时间点不同,天上卫星的分布不同,接收机每次开机时不能保证接收到的卫星信号正好是系统时间的帧头开始位置。如果接收到的信号正好是帧头,则只要接收前3个子帧,也就是只要18秒就可收集齐该卫星星历数据,即可用于定位;如果起始时间早于帧头,收集齐星历数据则会超过18秒;如果起始时间已经过了帧头,在前面3个子帧的中间位置,势必在本个循环内不能收集齐星历数据,需要等到下一个帧循环,即需要等过了30秒才能收集齐。所以,实际上每次测试接收机冷启动首次定位时间的结果都会不一样,而且差异较大。设定在卫星信号较强的场景下,接收机冷启动首次定位时间较短时需要18秒,甚至小于18秒(因为在某些卫星系统的第一子帧个别字没有收集齐的情况下也可解算出卫星位置),有些则需要超过30秒才能完成定位。

[0042] 另一方面,导航接收机在实现定位导航功能时,接收机时钟与卫星时钟同步,大家对齐同一个时钟系统。一般地,接收机输出的时间会转化为UTC时间(Universal Time Coordinated,通用协调时,又称世界统一时间,世界标准时间)。以GPS系统为例,GPS时间与UTC时间存在闰秒差,GPS时间是从1980年1月6日世界协调时UTC 0时开始起算,启动后不跳秒,保证时间的连续,而UTC时间则是作了闰秒调整的时间,所以GPS时间快于UTC时间,例如,2019年10月,GPS时间快于UTC时间18秒(小数部分未计)。目前,导航接收机厂商为了利

用接收机时间对齐卫星系统的精准特性,一般会通过接收机输出一个时间脉冲信号(PPS),该信号与系统时钟对齐,信号的周期与极性可供用户根据需要进行设置。

[0043] 因此,为了提高接收机的首次定位时间测试结果的准确性,提出了本申请实施例的核心构思在于,利用接入同一卫星系统的接收机时钟与该卫星系统时钟同步对齐的原理,将时钟参考模块与待测对象(接收机)接入同一卫星导航系统,并保持时钟参考模块在测试期间定位并一直不掉电,基于时钟参考模块与待测对象同步于同一卫星系统的特性,通过设置时钟参考模块的PPS信号输出特定波形,来控制待测对象的上下电时间点,从而达到有效控制测试GNSS首次定位时间的目的。

[0044] 下面通过具体实施例来说明本申请的技术方案。

[0045] 参照图2,示出了本申请一个实施例的一种接收机的测试方法的步骤流程示意图,具体可以包括如下步骤:

[0046] S201、控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;

[0047] 本方法可以应用于对接收机进行测试的测试设备,通过该测试设备对待测试的接收机和预设的测试参考设备进行控制,从而获得准确的GNSS首次定位时间。

[0048] 在本实施例中,测试参考设备可以是某个参考接收机,将该参考接收机作为时钟参考模块,输出用于测试的时钟信号。

[0049] 为了利用接入同一卫星系统的导航接收机与卫星系统时间同步对齐的特性,可以将待测试的接收机与测试参考设备同时接入目标卫星系统。

[0050] 需要说明的是,目标卫星系统可以是真实的卫星系统,例如北斗系统、GPS系统或其他系统,接入这些系统的接收机和时钟参考模块可以接收到真实的卫星信号用于测试。当然,目标卫星系统也可以是通过卫星导航信号模拟器生成的模拟卫星系统,通过模拟卫星系统可以方便地对卫星信号进行控制,提高测试的效率。本领域技术人员可以根据实际需要选择真实的卫星系统或模拟卫星系统进行测试,本实施例对此不作限定。

[0051] S202、接收所述测试参考设备输出的时钟信号;

[0052] 在本实施例中,可以通过测试设备对时钟参考模块进行控制,使其输出符合特定波形的时钟信号。

[0053] 在具体实现中,测试设备可以对时钟参考模块进行配置,通过设置该模块的PPS信号输出特定波形的时钟信号。上述特定波形可以根据测试的实际需要确定,本实施例对此不作限定。

[0054] S203、根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

[0055] 在本实施例中,对于测试参考模块输出的特定波形的时钟信号,测试设备在检测到该波形后,可以根据波形来控制待测试的接收机的上下电时间点。

[0056] 例如,测试设备可以在检测到时钟参考模块输出的波形的下降沿时,控制接收机上电。然后,在某个时间点控制接收机下电。

[0057] S204、接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

[0058] 待测试的接收机在上电、下电过程中输出的导航数据可以被测试设备接收,用于统计首次定位时间。

[0059] S205、根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

[0060] 在本申请实施例中,通过利用接入同一卫星系统的导航接收机与卫星系统时间同

步对齐的特性,可以控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统,然后控制测试参考设备输出符合特定波形的时钟信号,测试设备可以根据该时钟信号,依次对接收机进行上电操作和下电操作;接收机在上电操作和下电操作过程中输出的导航数据可以被测试设备接收,并据此统计出接收机的首次定位时间。本实施例通过精确控制待测试的接收机的上电和下电时间,可以实现对测试过程的精确控制,保证测试结果的准确性。

[0061] 参照图3,示出了本申请一个实施例的另一种接收机的测试方法的步骤流程示意图,具体可以包括如下步骤:

[0062] S301、获取待配置的模拟器参数,采用所述模拟器参数对预置的卫星导航信号模拟器进行配置,获得模拟卫星系统;

[0063] 为了能对卫星信号进行控制,本实施例采用模拟卫星系统进行接收机的测试。因此,在实际测试前,可以首先通过卫星导航信号模拟器配置出模拟卫星系统。

[0064] 在具体实现中,测试设备可以获取待配置的模拟器参数,模拟器参数可以根据实际需要预先由测试人员配置得到的。

[0065] 在测试设备获取到上述模拟器参数后,可以采用该模拟器参数对卫星导航信号模拟器进行配置,从而获取模拟卫星系统。

[0066] S302、控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入所述模拟卫星系统;

[0067] 为了利用接入同一卫星系统的导航接收机与卫星系统时间同步对齐的特性,可以将待测试的接收机与测试参考设备同时接入上述模拟卫星系统。本实施例中的测试参考设备可以是通过另一接收机进行配置得到的,该参考设备可以作为用于输出时钟信号的时钟参考模块。

[0068] 通常,一个卫星系统可以包括有多种导航模式,为了实现接入该卫星系统的接收机、时钟参考模块与该系统时间同步对齐,应当保证接收机与时钟参考模块工作在同一模式下。例如,单GPS模式。

[0069] 因此,在配置出模拟卫星系统后,可以首先确定该模拟卫星系统的至少一种导航模式,然后控制接收机与时钟参考模块在模拟卫星系统的同一种导航模式下工作。

[0070] S303、获取待配置的设备参数,采用所述设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第一时钟信号;

[0071] 本实施例中的设备参数可以是指对时钟参考模块进行配置的参数,该参数可以由测试人员根据测试需求预先写入测试设备中的。

[0072] 通过对时钟参考模块进行参数配置,可以控制其输出符号特定波形要求的时钟信号,该时钟信号可以是指PPS信号。

[0073] S304、确定所述第一时钟信号的下降沿,当检测到所述第一时钟信号的下降沿时,控制所述接收机上电;

[0074] 在本实施例中,待测试的接收机的上电时间可以由时钟参考模块的PPS信号下降沿触发。以模拟卫星系统为模拟GPS系统为例,待测试的接收机的上电时间可以在PPS信号下降沿,相对GPS帧头提前量为300ms。当测试设备检测到时钟参考模块PPS信号的下降沿时,可以按照配置参数相对GPS帧头提前300ms对待测试的接收机进行上电操作。

[0075] S305、在所述接收机上电后的预设时间点,控制所述接收机下电;

[0076] 在接收机上电一段时间后,测试设备可以控制其下电。例如,可以在接收机上电保



持1分钟后,对其进行下电操作。当然,该时间也可以根据实际的测试需求进行更改,本实施例对此不作限定。

[0077] S306、接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

[0078] S307、根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

[0079] 待测试的接收机在上电、下电过程中输出的导航数据可以被测试设备接收,用于统计首次定位时间。

[0080] 在本申请实施例中,通过配置模拟卫星系统,可以便于对卫星信号进行控制;在将待测试的接收机与时钟参考模块接入模拟卫星系统,并控制二者在模拟卫星系统的相同导航模式下工作,可以利用接入同一卫星系统的导航接收机与卫星系统时间同步对齐的特性,控制时钟参考模块输出符合特定波形要求的时钟信号,从而在该时钟信号的下降沿控制接收机上电,实现对接收机上下电时刻的精准控制,保证接收机首次定位时间测试的准确性。

[0081] 参照图4,示出了本申请一个实施例的又一种接收机的测试方法的步骤流程示意图,具体可以包括如下步骤:

[0082] S401、控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;

[0083] S402、获取待配置的设备参数,采用所述设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第一时钟信号;

[0084] S403、确定所述第一时钟信号的下降沿;当检测到所述第一时钟信号的下降沿时,控制所述接收机上电;

[0085] S404、在所述接收机上电后的预设时间点,控制所述接收机下电;

[0086] S405、接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据,根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间;

[0087] 在本实施例中,可以通过将待测试的接收机与时钟参考模块接入模拟卫星系统,实现对接收机上下电时刻的精准控制。

[0088] 由于本实施例中步骤S401-S405与前述实施例中步骤S301-S307类似,可以相互参阅,本实施例对此不再赘述。

[0089] S406、对所述设备参数进行调整,采用调整后的设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第二时钟信号;

[0090] 在本实施例中,在采用设备参数对时钟参考模块进行配置,使其输出符合特定波形的第一时钟信号,并基于第一时钟信号控制接收机的上下电时刻,得到接收机的首次定位时间后,可以对设备参数进行调整。通过采用调整后的设备参数对时钟参考模块进行配置,可以使时钟参考模块输出与第一时钟信号波形不同的第二时钟信号。

[0091] S407、根据所述第二时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

[0092] 根据第二时钟信号的波形,可以对待测试的接收机的上电时刻进行调整。例如,基于第二时钟信号,可以在对齐GPS第一个子帧的第8个字提前500ms时刻对接收机进行上电。

[0093] 由于根据第二时钟信号依次对接收机进行上电操作和下电操作的过程与根据第一时钟信号依次对接收机进行上电操作和下电操作的过程类似,本实施例对此不再赘述。

[0094] 在调整上下电时刻后,测试设备可以根据接收机输出的导航数据再次对其首次定

位时间进行计算。

[0095] S408、分别统计所述多个导航数据各自对应的首次定位时间；

[0096] 需要说明的是，对于某一种时钟信号，可以重复进行多次测试，获得多个测试结果。例如，针对第一时钟信号，可以在第一时钟信号的下降沿相对GPS帧头提前量为300ms时对接收机上电，然后上电保持1分钟后对接收机下电，在此过程可以获得一个首次定位时间。上述测试过程可以重复10次。

[0097] 然后，对时钟参考模块的设备参数进行调整，使其输出第二时钟信号，采用第二时钟信号进行测试的过程也可以重复多次，得到多个测试结果。

[0098] S409、计算所述多个导航数据对应的首次定位时间的平均值。

[0099] 测试设备可以统计多次设备所获得的首次定位时间的平均值，作为待测试的接收机的最终测试结果。

[0100] 在本申请实施例中，通过对时钟参考模块输出的时钟信号进行调整，并分别进行多次测试，从而取多次测试的平均值作为最终的测试结果，可以提高测试的准确性，避免偶然因素对测试结果造成的影响。

[0101] 需要说明的是，上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0102] 为了便于理解，下面结合一个具体的示例，对本申请的接收机的测试方法作一介绍。

[0103] 如图5所示，是本实施例的一种测试平台的示意图。图5中包括：

[0104] 卫星导航信号模拟器501：通过对卫星导航信号模拟器进行配置，可以获得模拟卫星系统，用于产生所需要的卫星信号。

[0105] 时钟参考模块(REF) 502：可以通过对另一接收机进行配置得到时钟参考模块。将时钟参考模块与待测对象接入模拟卫星系统，并控制二者工作在同一种导航工作模式下，控制其通过PPS引脚输出时钟脉冲(时钟信号)。

[0106] 待测对象(DUT) 503：接受测试的对象，即待测试的接收机。在检测到时钟参考模块输出的时钟脉冲后，可以通过电源控制单元精确地对待测对象进行上下电操作，实现对它的测试。控制台软件可以通过2#UART口接收待测对象输出的导航数据并进行分析统计，给出冷启动首次定位时间的测试结果。

[0107] 控制台504：测试的主控中心，控制台软件通过网络对卫星导航信号模拟器进行控制，输出所需要的卫星信号；控制台软件通过1#UART与2#UART分别对时钟参考模块与待测对象进行参数配置，接收时钟参考模块的时钟输出波形PPS；同时，控制台软件根据PPS信号以及测试用户输入的时间调整参数，向电源控制单元输出上下电信号或指令；控制台软件通过2#UART口接收待测对象输出的数据，进行分析统计，输出测试结果。

[0108] 电源控制单元505：用于接收控制台给出的上下电信号或指令，在给定的时间点给待测对象供电或掉电。

[0109] 上下电信号或指令506：若电源控制单元可接受信号控制，则直接给出上下电电平信号；若电源控制单元只接收指令，则给出上下电时间命令。

[0110] 首先基于上述测试平台，以模拟卫星系统为模拟GPS系统为例，构造测试用例。包

括：

[0111] (1) 卫星信号构造

[0112] 控制台控制卫星信号模拟器(例如,卫星信号模拟器可以采用型号为Spirent GSS7000的设备)产生所需要的卫星信号,并提供给待测对象和时钟参考模块。假设只存在GPS信号,构造条件如下:

[0113] (1.1) 通过控制台配置卫星信号模拟器输出GPS信号;

[0114] (1.2) 假设接收机处于静止场景;

[0115] (1.3) 选择5颗卫星;

[0116] (1.4) 设置这些卫星中,最近的卫星和最远的卫星的伪距差值不超过3000Km(等效于小于50bps速率的半个符号,即小于10ms时间);

[0117] 如图6所示,是本实施例的模拟卫星的设置示意图。在图6中,最近的卫星与最远的卫星之间的伪距等效于 $S_1$ 卫星帧头与 $S_k$ 卫星帧头之间的时间差。

[0118] (1.5) 调节信号输出功率,使得时钟参考模块输入端的卫星信号强度为-130dBm左右。

[0119] 当然,针对不同的测试需求,步骤(1.3)中选择的卫星数量可以根据需要设置;同时,步骤(1.4)也可以省略。

[0120] (2) 控制台TTFF测试软件

[0121] 控制台TTFF(Time TO First Fix,首次定位时间)测试软件可通过UART串口控制待测对象和时钟参考模块,并能够接收时钟参考模块输出的PPS信号和待测对象输出的NMEA(GPS导航设备统一的RTCM标准协议)数据,控制测试次数及统计测试结果等,如图7所示,是一种控制台TTFF测试软件的操作界面示意图。在图7中,包括:

[0122] 待测模块配置控制窗口701,可配置待测模块与控制台的联接串口与波特率,设置测试次数,清除实时显示窗口内容,启动测试及中途停止测试;

[0123] 时钟参考模块PPS时钟信号输出控制窗口702,可配置时钟参考模块与控制台的联接串口与波特率,设置控制PPS信号输出波形的参数;

[0124] 时间偏移设置窗口703,设置控制台与信号接收处理器的联接串口与波特率,设置上下电时间偏移量(基于PPS信号的下降沿);

[0125] 测试结果统计窗口704,包括每次测试结果与统计结果显示;

[0126] 待测对象实时输出显示窗口705,可以观察待测对象的定位情况,提取出数据可以进行相应分析。

[0127] (3) 具体测试步骤

[0128] (3.1) 给时钟参考模块和待测对象供电,连接相应的串口,通过串口给时钟参考模块与待测对象发送切换到单GPS工作模式的指令,并保存配置;

[0129] (3.2) 保持时钟参考模块一直供电,通过控制台配置时钟参考模块的PPS脉冲周期为30s(对齐UTC时间整30s边界),上升沿为UTC整30秒边界,下降沿为GPS帧头提前1秒的时间点;

[0130] (3.3) 断开待测对象的供电;

[0131] (3.4) 打开TTFF测试软件,设置波特率、测试次数为10次;设置待测对象上电时间由时钟参考模块PPS下降沿触发,相对GPS帧头提前量为300ms(该时间为可配置参数);在接

收到时钟参考模块PPS信号(周期为30秒)下降沿时,按配置参数相对GPS帧头提前300ms对待测对象块上电。待测对象的上电时刻如图8所示;

[0132] (3.5) 点击TTFF测试软件待测对象“开始测试”按钮,控制软件根据图8给出的时间点控制电源控制单元给待测对象供电,上电保持1分钟后关电(该时间根据需要可修改);

[0133] (3.6) 一分钟后等到下一个上电时间点对待测对象重新上电,按照此方法重复测试10次。

[0134] (4) 测试结果

[0135] 表一给出了测试10次的结果。

[0136] 表一:

[0137]	序号	冷启动时间 TTFF (秒)	10 次统计结果
	第 1 次	18.80	平均值: 18.78 (秒)
[0138]	第 2 次	18.79	最大值: 18.80 (秒) 最小值: 18.77 (秒)
	第 3 次	18.77	
	第 4 次	18.77	
	第 5 次	18.77	
	第 6 次	18.77	
	第 7 次	18.77	
	第 8 次	18.77	
	第 9 次	18.77	
	第 10 次	18.79	

[0139] 重新设置上电时间点继续测试,如调整时钟参考模块的PPS时钟输出波形,使待测对象在特定的时刻上电(例如,对齐GPS第一个子帧的第8个字提前500ms时刻)测试,重复测试10次,表二给出了测试10次的测试结果。

[0140] 表二:

[0141]

序号	冷启动时间 TTFF（秒）	10 次统计结果
第 1 次	15.10	平均值:14.85（秒） 最大值:15.10（秒） 最小值:14.81（秒）
第 2 次	14.84	
第 3 次	14.84	
第 4 次	14.82	
第 5 次	14.84	
第 6 次	14.84	
第 7 次	14.82	
第 8 次	14.81	
第 9 次	14.84	
第 10 次	14.81	

[0142] (5) 传统测试方法对比测试

[0143] 使用同一个待测对象,用传统的方法测试冷启动首次定位时间,即对上电时间点不控制,随机上电,测试10次的结果如表三所示。

[0144] 表三:

[0145]

序号	冷启动时间 TTFF（秒）	10 次统计结果
第 1 次	36.28	平均值：29.75（秒） 最大值：36.28（秒） 最小值：17.78（秒）
第 2 次	25.67	
第 3 次	34.49	
第 4 次	34.62	
第 5 次	22.41	
第 6 次	30.28	
第 7 次	31.11	
第 8 次	32.46	
第 9 次	17.78	
第 10 次	32.44	
注：每次测试结果差异较大，最大的为 36.28 秒，最小的为 17.78 秒。		

[0146] (6) 本方法测试结果与传统方法测试结果对比

[0147] 从表一、表二和表三的测试结果可以看出,用传统方法的每次测试结果差异极大,随机性强,如果希望作为导航性能评价或分析,只有进行足够多的测试次数,取平均值进行定性分析;而采用本实施例提供的测试方法则可以通过控制启动时间点,在设定的时间点对接收机进行上电,每次测试结果差异较小,基本趋向于某一固定值。相对于传统的测试方法,本实施例提供的测试方法所获得的测试结果更准确。

[0148] 因此,采用本实施例提供的方法可以更准确的对待测对象进行性能评估,如待测对象的首次定位时间最短可到多少秒(可稳定复现的测试),定位是否稳定(在预期收齐星历的条件下,每次都固定在某个时间点附近定位,会不会跳到下一个帧周期,通过定位时间可以观察到),在强信号场景下首次定位时间最大值是多少(可以稳定的复现在哪个值附近),还可以做许多针对性的测试应用;

[0149] 其次,采用本方法可以帮助导航接收机厂商或开发商提高产品性能,通过采用本方法可以在设计中修改对应参数或调整算法,直接观察所起的作用,方便调试与优化,能用作定量的测试分析,更有利于产品针对性设计调测,有利于提升产品性能。

[0150] 参照图9,示出了本申请一个实施例的一种接收机的测试装置的示意图,具体可以包括如下模块:

[0151] 卫星系统接入模块901,用于控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;

[0152] 时钟信号接收模块902,用于接收所述测试参考设备输出的时钟信号;

[0153] 上下电操作模块903,用于根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;

[0154] 导航数据接收模块904,用于接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;

[0155] 首次定位时间统计模块905,用于根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。

[0156] 在本申请实施例中,所述目标卫星系统可以包括模拟卫星系统,所述卫星系统接入模块901具体可以包括如下子模块:

[0157] 模拟卫星系统配置子模块,用于获取待配置的模拟器参数,采用所述模拟器参数对预置的卫星导航信号模拟器进行配置,获得模拟卫星系统;

[0158] 模拟卫星系统接入子模块,用于控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入所述模拟卫星系统。

[0159] 在本申请实施例中,所述模拟卫星系统接入子模块具体可以包括如下单元:

[0160] 导航模式确定单元,用于确定所述模拟卫星系统的至少一种导航模式;

[0161] 导航模式控制单元,用于控制所述接收机与所述测试参考设备在所述模拟卫星系统的同一种导航模式下工作。

[0162] 在本申请实施例中,所述时钟信号接收模块902具体可以包括如下子模块:

[0163] 设备参数配置子模块,用于获取待配置的设备参数,采用所述设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第一时钟信号。

[0164] 在本申请实施例中,所述上下电操作模块903具体可以包括如下子模块:

- [0165] 下降沿确定子模块,用于确定所述第一时钟信号的下降沿;
- [0166] 上电控制子模块,用于在检测到所述第一时钟信号的下降沿时,控制所述接收机上电;
- [0167] 下电控制子模块,用于在所述接收机上电后的预设时间点,控制所述接收机下电。
- [0168] 在本申请实施例中,所述时钟信号接收模块902还可以包括如下子模块:
- [0169] 设备参数调整子模块,用于对所述设备参数进行调整,采用调整后的设备参数对所述测试参考设备进行配置,以指示所述测试参考设备输出第二时钟信号;
- [0170] 上下电操作子模块,用于根据所述第二时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作。
- [0171] 在本申请实施例中,所述导航数据可以包括所述接收机在进行多次上电操作和下电操作过程中输出的多个导航数据,所述首次定位时间统计模块905具体可以包括如下子模块:
- [0172] 首次定位时间统计子模块,用于分别统计所述多个导航数据各自对应的首次定位时间;计算所述多个导航数据对应的首次定位时间的平均值。
- [0173] 对于装置实施例而言,由于其与方法实施例基本相似,所以描述得比较简单,相关之处参见方法实施例部分的说明即可。
- [0174] 参照图10,示出了本申请一个实施例的一种接收机的测试设备的示意图。如图10所示,本实施例的测试设备1000包括:处理器1010、存储器1020以及存储在所述存储器1020中并可在所述处理器1010上运行的计算机程序1021。所述处理器1010执行所述计算机程序1021时实现上述接收机的测试方法各个实施例中的步骤,例如图2所示的步骤S201至S205。或者,所述处理器1010执行所述计算机程序1021时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能,例如图9所示模块901至905的功能。
- [0175] 示例性的,所述计算机程序1021可以被分割成一个或多个模块/单元,所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器1020中,并由所述处理器1010执行,以完成本申请。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段可以用于描述所述计算机程序1021在所述测试设备1000中的执行过程。例如,所述计算机程序1021可以被分割成卫星系统接入模块、时钟信号接收模块、上下电操作模块、导航数据接收模块、首次定位时间统计模块,各模块具体功能如下:
- [0176] 卫星系统接入模块,用于控制待测试的接收机与预设的测试参考设备接入目标卫星系统;
- [0177] 时钟信号接收模块,用于接收所述测试参考设备输出的时钟信号;
- [0178] 上下电操作模块,用于根据所述时钟信号,依次对所述接收机进行上电操作和下电操作;
- [0179] 导航数据接收模块,用于接收所述接收机在进行所述上电操作和下电操作过程中输出的导航数据;
- [0180] 首次定位时间统计模块,用于根据所述导航数据,统计所述接收机的首次定位时间。
- [0181] 所述测试设备1000可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑等计算设备。所述测试设备1000可包括,但不仅限于,处理器1010、存储器1020。本领域技术人员可以理解,图10仅

仅是测试设备1000的一种示例,并不构成对测试设备1000的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如所述测试设备1000还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0182] 所述处理器1010可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0183] 所述存储器1020可以是所述测试设备1000的内部存储单元,例如测试设备1000的硬盘或内存。所述存储器1020也可以是所述测试设备1000的外部存储设备,例如所述测试设备1000上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等等。进一步地,所述存储器1020还可以既包括所述测试设备1000的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器1020用于存储所述计算机程序1021以及所述测试设备1000所需的其他程序和数据。所述存储器1020还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0184] 本申请实施例还公开了一种计算机程序产品,当所述计算机程序产品在终端设备上运行时,使得所述终端设备执行前述方法实施例所述的接收机的测试方法。

[0185] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制。尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。



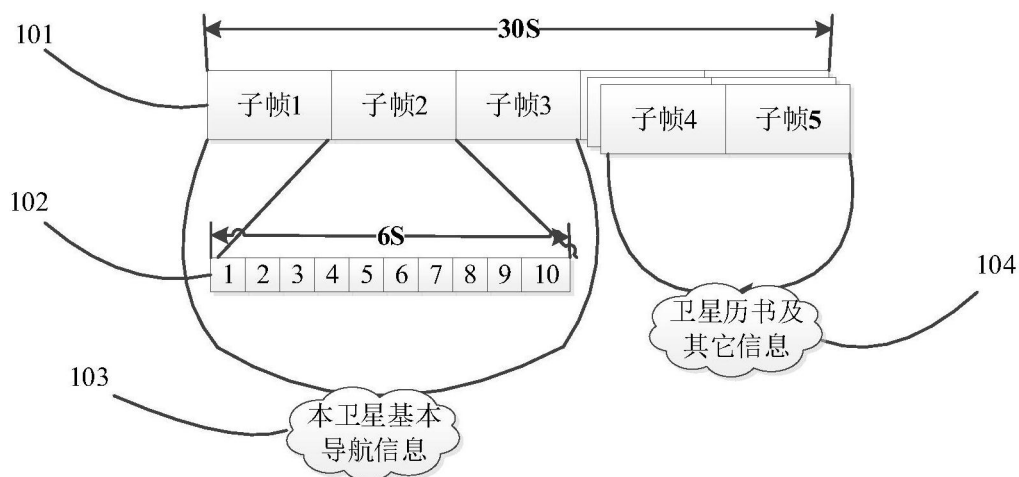


图1

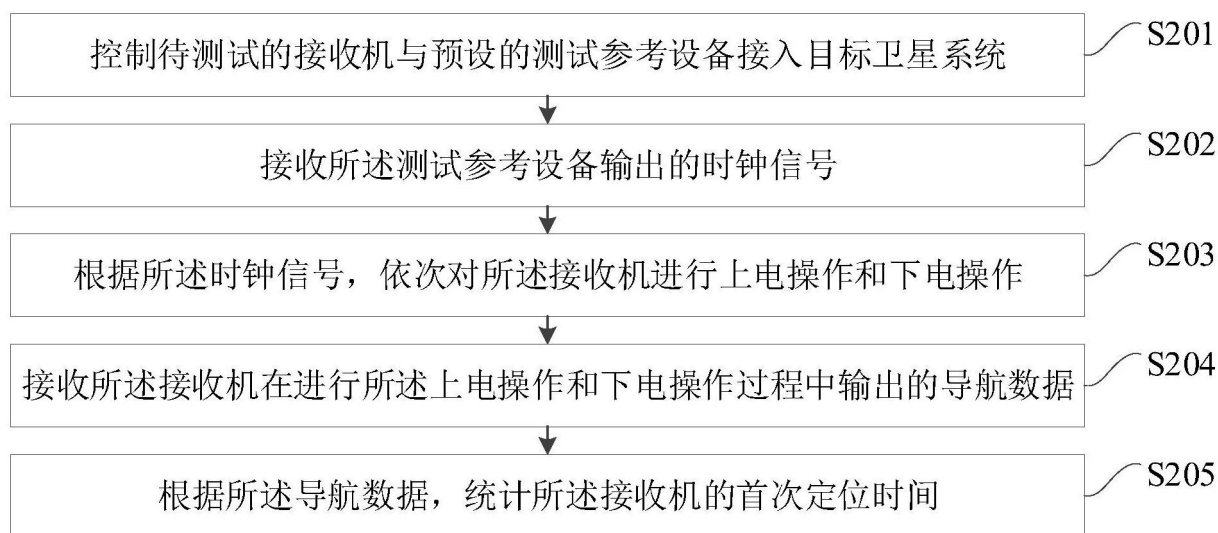


图2

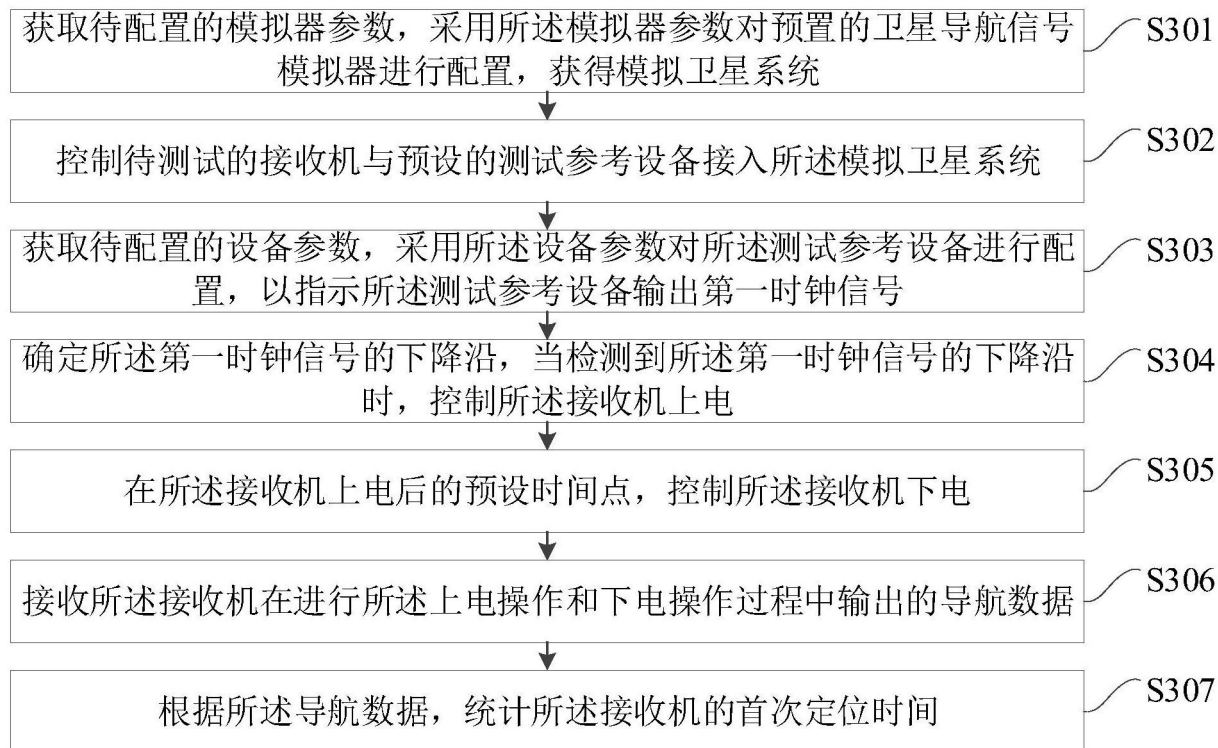


图3

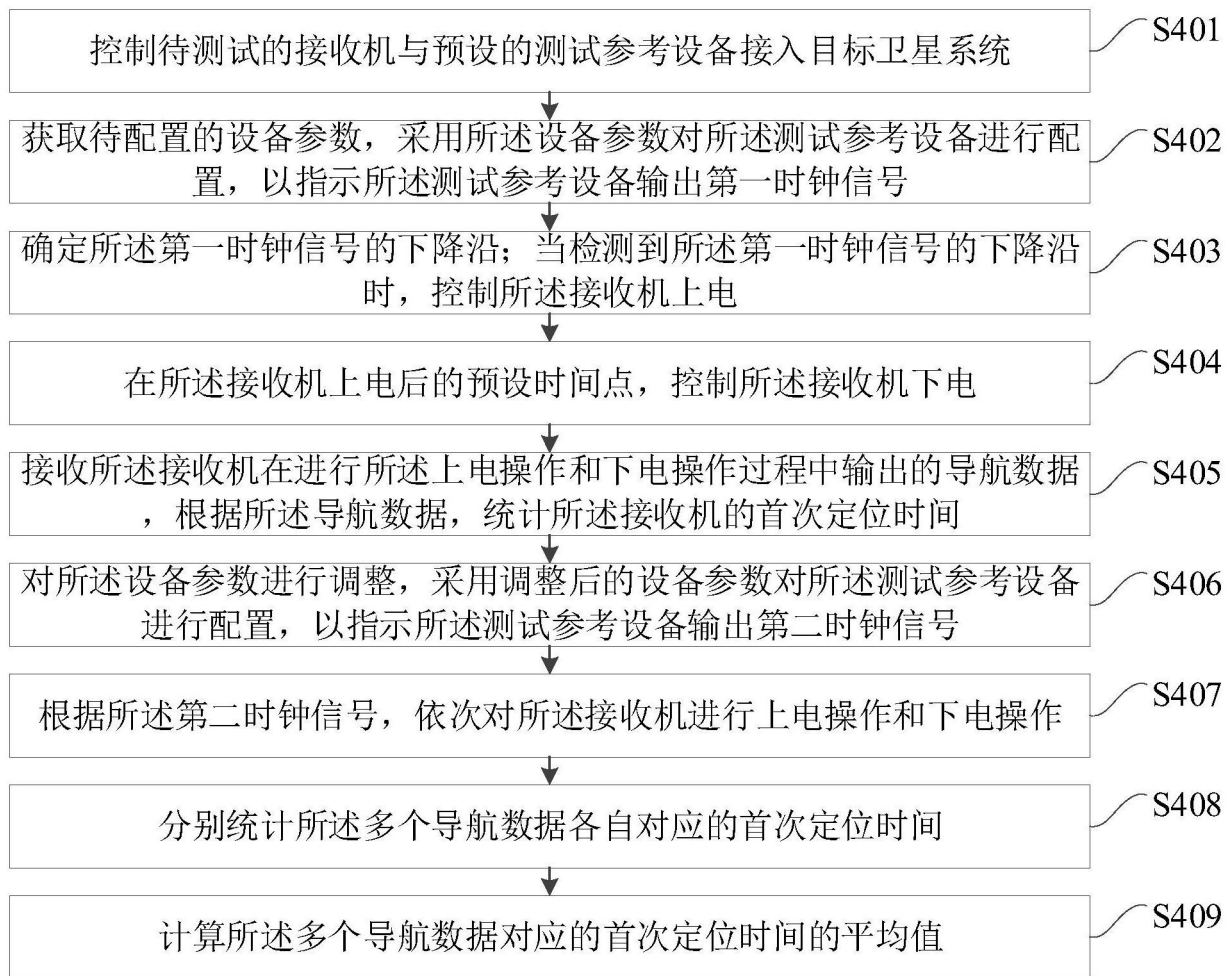


图4

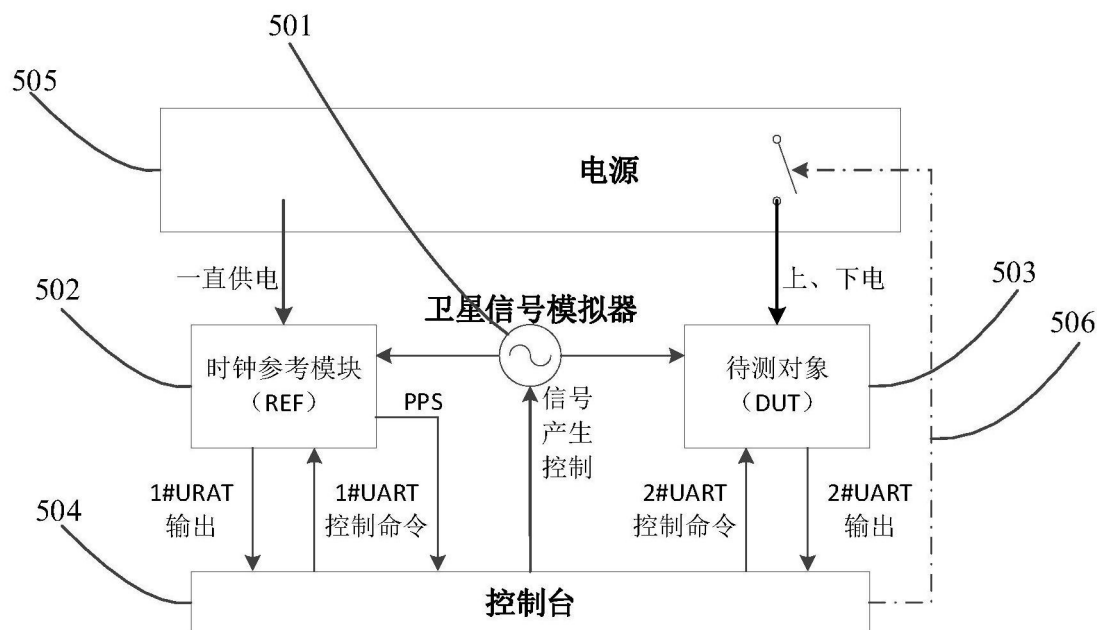


图5

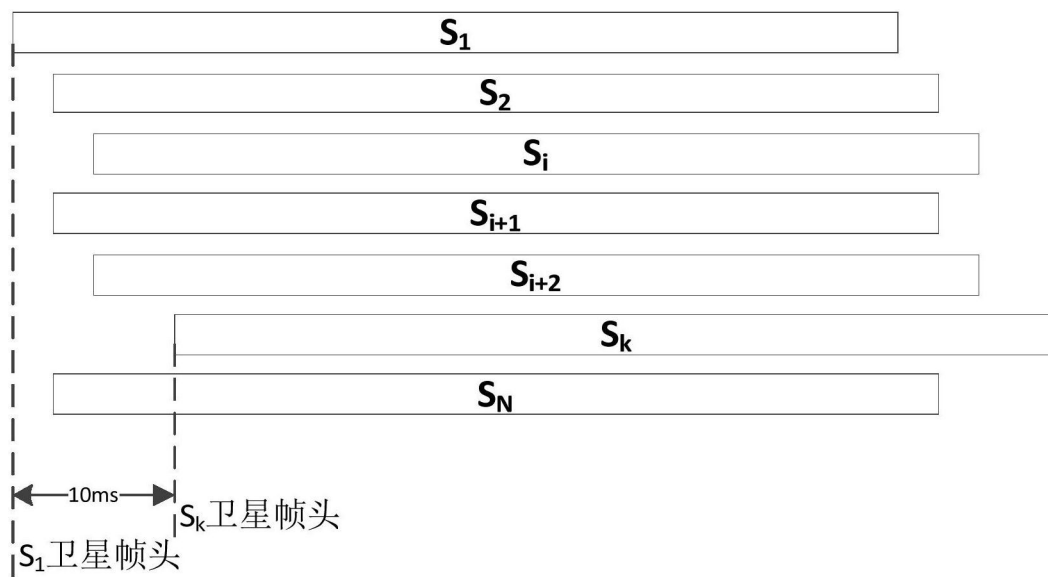


图6



图7

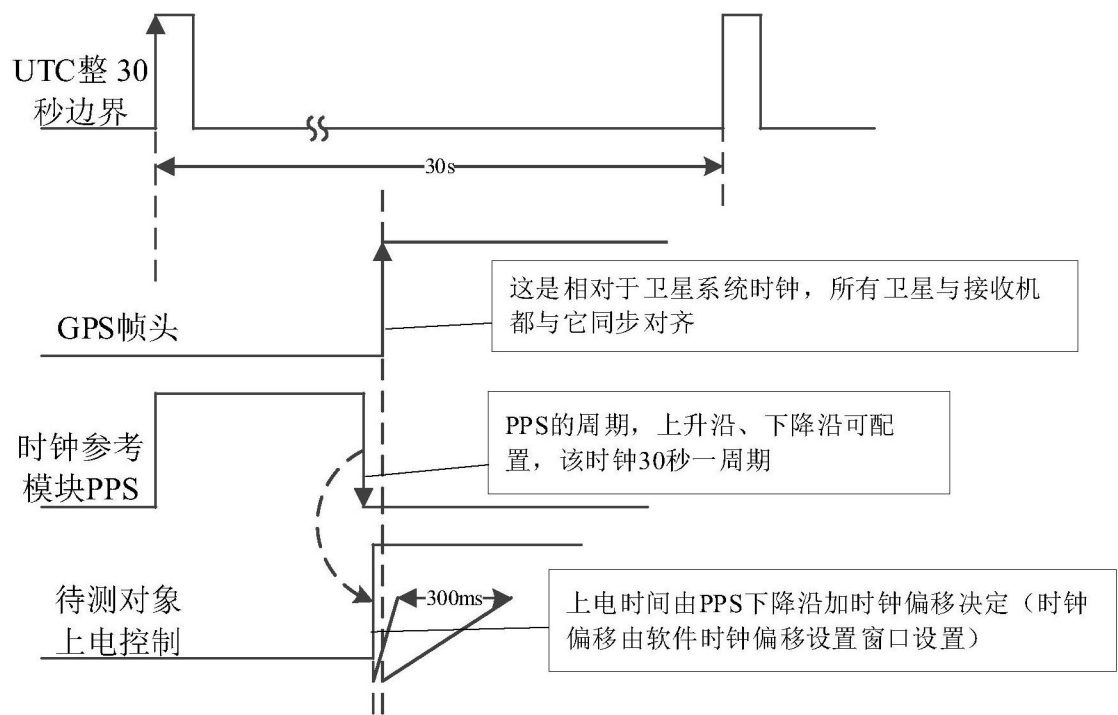


图8

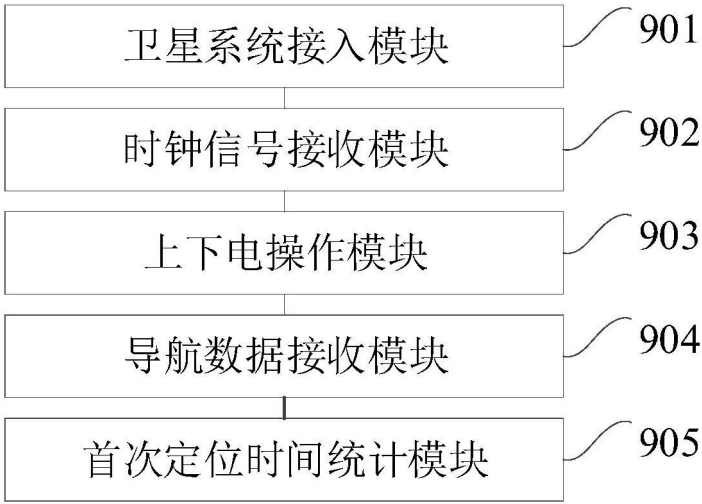


图9

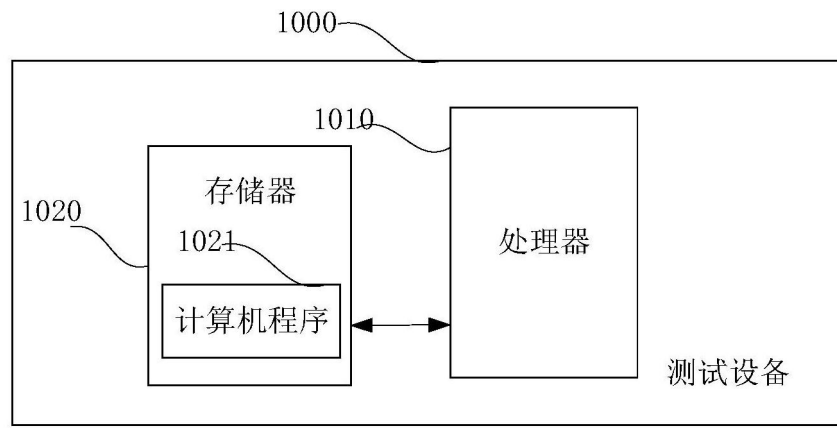


图10