



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117097426 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 21

(21) 申请号 202210520790.0

(22) 申请日 2022.05.13

(71) 申请人 浙江时空道宇科技有限公司

地址 310000 浙江省杭州市滨江区西兴街
道江陵路1782号1幢1505室

申请人 浙江吉利控股集团有限公司

(72) 发明人 杜晓华 陈毅君 吴征 程文倩
刘坤杰

(74) 专利代理机构 上海波拓知识产权代理有限
公司 31264

专利代理师 杨波

(51) Int. Cl.

H04J 3/06 (2006.01)

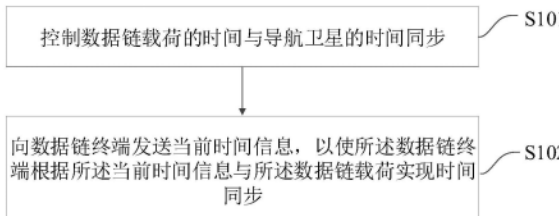
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

时间同步方法、装置、系统及计算机存储介
质

(57) 摘要

本申请公开了一种时间同步方法、装置、系
统及计算机存储介质,包括:设置于导航卫星的
数据链载荷控制所述数据链载荷的时间与所述
导航卫星的时间同步;所述数据链载荷向数据链
终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端
根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时
间同步。如此,通过将设置于导航卫星的数据链
载荷的时间基准与导航卫星的时间基准同步,再
将数据链载荷与数据链终端的时间同步,最后再
对用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确
定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。



1. 一种时间同步方法,其特征在于,应用于设置于导航卫星的数据链载荷,所述方法包括:

控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;

向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

接收所述数据链终端发送的校时请求;

响应于所述校时请求,基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述数据链载荷包括基带信号处理单元、射频发射通道单元、第一功率放大单元和第一收发天线,所述向数据链终端发送当前时间信息,包括:

将所述基带信号处理单元获取并处理后的当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述数据链载荷还包括第一低噪声放大单元和射频接收通道单元,所述接收所述数据链终端发送的校时请求,包括:

通过所述第一收发天线接收所述数据链终端发送的校时请求,并将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元和所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。

5. 一种时间同步方法,其特征在于,应用于数据链终端,所述方法包括:

接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;

基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步;

将所述数据链终端同步后的时间信息向用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息之前,还包括:

向所述数据链载荷发送校时请求。

7. 根据权利要求5或6所述的方法,其特征在于,所述数据链终端包括数字信号处理单元、接收通道单元、第二低噪声放大单元和第二收发天线,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,包括:

通过所述第二收发天线接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息;

所述基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至数字信号处理单元,并通过所述数字信号处理单元基于所述当前时间信息执行时间同步处理。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述数据链终端还包括发射通道单元和第

二功率放大单元,所述向所述数据链载荷发送校时请求,包括:

将所述数字信号处理单元按照预设规则生成的校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。

9.一种时间同步系统,其特征在于,所述系统包括至少一配置有数据链载荷的导航卫星、至少一数据链终端和至少一用户接收机;所述数据链载荷与所述数据链终端之间通信连接,所述数据链终端与所述用户接收机之间通信连接;其中,

所述数据链载荷,用于控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;以及,向所述数据链终端发送当前时间信息;

所述数据链终端,用于接收所述数据链载荷发送的当前时间信息;基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步;以及,将所述数据链终端同步后的时间信息向所述用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。

10.一种时间同步装置,其特征在于,包括:处理器和存储有计算机程序的存储器,在所述处理器运行所述计算机程序时,实现权利要求1至8中任一项所述的时间同步方法的步骤。

11.一种计算机存储介质,其特征在于,存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时,实现权利要求1至8中任一项所述的时间同步方法的步骤。

时间同步方法、装置、系统及计算机存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及导航卫星技术领域,特别是涉及一种时间同步方法、装置、系统及计算机存储介质。

背景技术

[0002] 卫星导航系统作为人们工作和生活中不可或缺的一种重要工具,获得了广泛的应用。但是,卫星导航系统容易受到干扰,并且信号接收性能随着对抗强度的增加而逐渐恶化,而强干扰环境使得民码捕获十分困难,这种情况下民码难以支撑长周期的长码捕获。然而,如何缩短长码捕获时间一直处于研究之中。

发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种时间同步方法、装置、系统及计算机存储介质,能够压缩时间不确定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。

[0004] 为达到上述目的:

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种时间同步方法,应用于设置于导航卫星的数据链载荷,所述方法包括以下步骤:

[0006] 控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;

[0007] 向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

[0008] 可选地,所述向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

[0009] 接收所述数据链终端发送的校时请求;

[0010] 响应于所述校时请求,基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

[0011] 可选地,所述数据链载荷包括基带信号处理单元、射频发射通道单元、第一功率放大单元和第一收发天线,所述向数据链终端发送当前时间信息,包括:

[0012] 将所述基带信号处理单元获取并处理后的当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。

[0013] 可选地,所述数据链载荷还包括第一低噪声放大单元和射频接收通道单元,所述接收所述数据链终端发送的校时请求,包括:

[0014] 通过所述第一收发天线接收所述数据链终端发送的校时请求,并将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元和所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。

[0015] 第二方面,本申请实施例提供了一种时间同步方法,应用于数据链终端,所述方法包括以下步骤:

- [0016] 接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息；
- [0017] 基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步；
- [0018] 将所述数据链终端同步后的时间信息向用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。
- [0019] 可选地,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息之前,还包括:
- [0020] 向所述数据链载荷发送校时请求。
- [0021] 可选地,所述数据链终端包括数字信号处理单元、接收通道单元、第二低噪声放大单元和第二收发天线,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,包括:
- [0022] 通过所述第二收发天线接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息；
- [0023] 所述基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步,包括:
- [0024] 将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至数字信号处理单元,并通过所述数字信号处理单元基于所述当前时间信息执行时间同步处理。
- [0025] 可选地,所述数据链终端还包括发射通道单元和第二功率放大单元,所述向所述数据链载荷发送校时请求,包括:
- [0026] 将所述数字信号处理单元按照预设规则生成的校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。
- [0027] 第三方面,本申请实施例提供一种时间同步系统,所述系统包括至少一配置有数据链载荷的导航卫星、至少一数据链终端和至少一用户接收机;所述数据链载荷与所述数据链终端之间通信连接,所述数据链终端与所述用户接收机之间通信连接;其中,
- [0028] 所述数据链载荷,用于控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;以及,向所述数据链终端发送当前时间信息;
- [0029] 所述数据链终端,用于接收所述数据链载荷发送的当前时间信息;基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步;以及,将所述数据链终端同步后的时间信息向所述用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。
- [0030] 第四方面,本申请实施例提供一种执行上述方法的时间同步装置,包括:处理器和存储有计算机程序的存储器,在所述处理器运行所述计算机程序时,实现上述时间同步方法的步骤。
- [0031] 第五方面,本申请实施例提供一种计算机存储介质,所述计算机存储介质中存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述时间同步方法的步骤。
- [0032] 本申请实施例提供的时间同步方法、装置、系统及计算机存储介质,所述方法包括:设置于导航卫星的数据链载荷控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;所述数据链载荷向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。如此,通过将设置于导航卫星的数据链载荷的时间基准与导航卫星的时间基准同步,再将数据链载荷与数据链终端的时间同步,最后再对用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。

附图说明

- [0033] 图1为本发明实施例提供的一种时间同步系统的结构示意图一；
- [0034] 图2为本发明实施例中数据链载荷的结构示意图一；
- [0035] 图3为本发明实施例中数据链终端的结构示意图一；
- [0036] 图4为本发明实施例提供的一种时间同步方法的流程示意图一；
- [0037] 图5为本发明实施例提供的一种时间同步方法的流程示意图二；
- [0038] 图6为本发明实施例提供的一种时间同步系统的结构示意图二；
- [0039] 图7为本发明实施例中数据链载荷的结构示意图二；
- [0040] 图8为本发明实施例中数据链终端的结构示意图二；
- [0041] 图9为本发明实施例提供的一种时间同步方法的流程示意图三；
- [0042] 图10为本发明实施例中长码捕获的处理架构示意图；
- [0043] 图11为本发明实施例中捕获时序示意图；
- [0044] 图12为本发明实施例中不同参数对应的捕获灵敏度；
- [0045] 图13为本发明实施例提供的一种时间同步装置的结构示意图。

具体实施方式

[0046] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0047] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素,此外,本申请不同实施例中具有同样命名的部件、特征、要素可能具有相同含义,也可能具有不同含义,其具体含义需以其在该具体实施例中的解释或者进一步结合该具体实施例中上下文进行确定。

[0048] 应当理解,尽管在本文可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如,在不脱离本文范围的情况下,第一信息也可以被称为第二信息,类似地,第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境,如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。再者,如同在本文中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文中有所相反的指示。应当进一步理解,术语“包含”、“包括”表明存在所述的特征、步骤、操作、元件、组件、项目、种类、和/或组,但不排除一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、组件、项目、种类、和/或组的存在、出现或添加。此处使用的术语“或”和“和/或”被解释为包括性的,或意味着任一个或任何组合。因此,“A、B或C”或者“A、B和/或C”意味着“以下任一个:A;B;C;A和B;A和C;B和C;A、B和C”。仅当元件、功能、步骤或操作的组合在某些方式下内在的互相排斥时,才会出现该定义的例外。

[0049] 应该理解的是,虽然本申请实施例中的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次

显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,其可以以其他的顺序执行。而且,图中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,其执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其他步骤或者其他步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0050] 需要说明的是,在本文中,采用了诸如S101、S102等步骤代号,其目的是为了更清楚简要地表述相应内容,不构成顺序上的实质性限制,本领域技术人员在具体实施时,可能会先执行S102后执行S101等,但这些均应在本申请的保护范围之内。

[0051] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0052] 在后续的描述中,使用用于表示元件的诸如“模块”、“部件”或者“单元”的后缀仅为了有利于本申请的说明,其本身没有特定的意义。因此,“模块”、“部件”或者“单元”可以混合地使用。

[0053] 参阅图1,为本申请实施例提供的一种时间同步系统,所述系统包括至少一配置有数据链载荷的导航卫星、至少一数据链终端和至少一用户接收机;所述数据链载荷与所述数据链终端之间通信连接,所述数据链终端与所述用户接收机之间通信连接;其中,

[0054] 所述数据链载荷,用于控制所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步;以及,向所述数据链终端发送当前时间信息;

[0055] 所述数据链终端,用于接收所述数据链载荷发送的当前时间信息;基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步;以及,将所述数据链终端同步后的时间信息向所述用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。

[0056] 在上述场景中,所述导航卫星可以是北斗导航卫星导航系统、伽利略系统、GPS系统、或格洛纳斯系统中包含的导航卫星。本实施例中以所述导航卫星为北斗导航卫星为例。这里,数据链载荷可在上电或启动后通过导航卫星中的原子钟控制数据链载荷的时间与导航卫星的时间同步,以使数据链载荷与导航系统采用同一时间。设置于导航卫星的数据链载荷可通过向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端在接收到当前时间信息后,根据所述当前时间信息进行时间同步出来,以与所述数据链载荷实现时间同步。所述数据链载荷向数据链终端发送当前时间信息的操作可以是主动发送的,也可以是基于响应数据链终端的请求而发送的。

[0057] 在一实施方式中,参阅图2,所述数据链载荷包括基带信号处理单元、射频发射通道单元、第一功率放大单元和第一收发天线,所述数据链载荷向数据链终端发送当前时间信息,包括:将所述基带信号处理单元获取并处理后的当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。这里,基带信号处理单元与射频发射通道单元之间通信连接,射频发射通道单元与第一功率放大单元之间通信连接,第一功率放大单元与第一收发天线之间通信连接,以组成数据链载荷的数据链信号的发射通道,所述基带信号处理单元在获取并处理当前时间信息后,将当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。需要说明的是,所述基带信号处理单元的输出波形可设置,且可执行模数转换等信号处理。

[0058] 在一实施方式中,参阅图3,所述数据链终端包括数字信号处理单元、接收通道单元、第二低噪声放大单元和第二收发天线,所述数据链终端接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,包括:通过所述第二收发天线接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息;

[0059] 所述数据链终端基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

[0060] 将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至数字信号处理单元,并通过所述数字信号处理单元基于所述当前时间信息执行时间同步处理。

[0061] 这里,所述数字信号处理单元与所述接收通道单元之间通信连接,所述接收通道单元与所述第二低噪声放大单元之间通信连接,所述第二低噪声放大单元与所述第二收发天线之间通信连接,以组成数据链终端的数据链信号的接收通道,所述第二收发天线在接收到设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息后,将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至所述数字信号处理单元。

[0062] 在一实施方式中,所述数据链载荷,具体用于:接收所述数据链终端发送的校时请求;响应于所述校时请求,基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。可以理解,数据链载荷在接收到所述数据链终端发送的校时请求时,说明所述数据链终端想要进行校时操作,则数据链载荷基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。需要说明的是,所述预设的校时算法可以为现有的校时算法,在此不作具体限定。所述数据链载荷可将当前时间信息以预设格式向所述数据链终端发送,以便于数据传输。

[0063] 在一实施方式中,继续参阅图2,所述数据链载荷还包括第一低噪声放大单元和射频接收通道单元,所述数据链载荷接收所述数据链终端发送的校时请求,包括:通过所述第一收发天线接收所述数据链终端发送的校时请求,并将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元和所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。这里,基带信号处理单元与射频接收通道单元之间通信连接,射频接收通道单元与第一低噪声放大单元之间通信连接,第一低噪声放大单元与第一收发天线之间通信连接,以组成数据链载荷的数据链信号的接收通道,所述第一收发天线到所述数据链终端发送的校时请求后,将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元、所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。此外,所述数据链载荷还包括第一电源单元,用于为所述数据链载荷提供工作所需的电压和/或电流。

[0064] 在一实施方式中,继续参阅图3,所述数据链终端还包括发射通道单元和第二功率放大单元,所述数据链终端向所述数据链载荷发送校时请求,包括:将所述数字信号处理单元按照预设规则生成的校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。这里,所述数字信号处理单元与所述发射通道单元之间通信连接,所述发射通道单元与所述第二功率放大单元之间通信连接,所述第二功率放大单元与所述第二收发天线之间通信连接,以组成数据链终端的数据链信号的发射通道,所述数字信号处理单元按照预设规则

生成校时请求后,将所述校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。所述预设规则可以根据实际情况需要进行设置,比如编码格式、调制方式等。此外,所述数据链终端还包括第二电源单元,用于为所述数据链终端提供工作所需的电压和/或电流。

[0065] 综上,上述实施例提供的时间同步系统中,通过将设置于导航卫星的数据链载荷的时间基准与导航卫星的时间基准同步,再将数据链载荷与数据链终端的时间同步,最后再对用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。

[0066] 参阅图4,为本申请实施例提供的一种时间同步方法,该时间同步方法可以由本申请实施例提供的一种时间同步装置来执行,该装置可以采用软件和/或硬件的方式来实现,本实施例提供的时间同步方法可应用于图1中设置于导航卫星的数据链载荷,包括以下步骤:

[0067] 步骤S101:控制数据链载荷的时间与导航卫星的时间同步。

[0068] 其中,所述导航卫星可以是北斗导航卫星导航系统、伽利略系统、GPS系统、或格洛纳斯系统中包含的导航卫星。本实施例中以所述导航卫星为北斗导航卫星为例。这里,数据链载荷可在上电或启动后通过导航卫星中的原子钟控制数据链载荷的时间与导航卫星的时间同步,以使数据链载荷与导航系统采用同一时间。

[0069] 步骤S102:向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

[0070] 这里,设置于导航卫星的数据链载荷可通过向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端在接收到当前时间信息后,根据所述当前时间信息进行时间同步出来,以与所述数据链载荷实现时间同步。所述数据链载荷向数据链终端发送当前时间信息的操作可以是主动发送的,也可以是基于响应数据链终端的请求而发送的。

[0071] 在一实施方式中,所述向数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

[0072] 接收所述数据链终端发送的校时请求;

[0073] 响应于所述校时请求,基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。

[0074] 可以理解,数据链载荷在接收到所述数据链终端发送的校时请求时,说明所述数据链终端想要进行校时操作,则数据链载荷基于预设的校时算法向所述数据链终端发送当前时间信息,以使所述数据链终端根据所述当前时间信息与所述数据链载荷实现时间同步。需要说明的是,所述预设的校时算法可以为现有的校时算法,在此不作具体限定。所述数据链载荷可将当前时间信息以预设格式向所述数据链终端发送,以便于数据传输。

[0075] 综上,上述实施例提供的时间同步方法中,通过将设置于导航卫星的数据链载荷的时间基准与导航卫星的时间基准同步,再将数据链载荷与数据链终端的时间同步,最后再对用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。

[0076] 在一实施方式中,所述数据链载荷包括基带信号处理单元、射频发射通道单元、第一功率放大单元和第一收发天线,所述向数据链终端发送当前时间信息,包括:

[0077] 将所述基带信号处理单元获取并处理后的当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。

[0078] 这里,基带信号处理单元与射频发射通道单元之间通信连接,射频发射通道单元与第一功率放大单元之间通信连接,第一功率放大单元与第一收发天线之间通信连接,以组成数据链载荷的数据链信号的发射通道,所述基带信号处理单元在获取并处理当前时间信息后,将当前时间信息依次经过所述射频发射通道单元、所述第一功率放大单元传输至所述第一收发天线,并通过所述第一收发天线向数据链终端发送所述当前时间信息。需要说明的是,所述基带信号处理单元的输出波形可设置,且可执行模数转换等信号处理。

[0079] 在一实施方式中,所述数据链载荷还包括第一低噪声放大单元和射频接收通道单元,所述接收所述数据链终端发送的校时请求,包括:

[0080] 通过所述第一收发天线接收所述数据链终端发送的校时请求,并将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元和所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。这里,基带信号处理单元与射频接收通道单元之间通信连接,射频接收通道单元与第一低噪声放大单元之间通信连接,第一低噪声放大单元与第一收发天线之间通信连接,以组成数据链载荷的数据链信号的接收通道,所述第一收发天线到所述数据链终端发送的校时请求后,将所述校时请求依次通过所述第一低噪声放大单元、所述射频接收通道单元传输至所述基带信号处理单元。

[0081] 参阅图5,为本申请实施例提供的一种时间同步方法,该时间同步方法可以由本申请实施例提供的一种时间同步装置来执行,该装置可以采用软件和/或硬件的方式来实现,本实施例提供的时间同步方法可应用于图1中的数据链终端,包括以下步骤:

[0082] 步骤S201:接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,所述数据链载荷的时间与所述导航卫星的时间同步。

[0083] 这里,数据链终端可以是被动接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,也可以是基于自身发起的请求而主动接收数据链载荷发送的当前时间信息。

[0084] 在一实施方式中,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息之前,还包括:向所述数据链载荷发送校时请求。这里,数据链终端可以定时或不定时向所述数据链载荷发送校时请求,以请求所述数据链载荷对所述数据链终端进行校时操作,即请求与所述数据链载荷实现时间同步处理。

[0085] 步骤S202:基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步。

[0086] 具体地,所述数据链终端在接收到所述数据链载荷发送的所述当前时间信息后,基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步。这里,所述数据链终端执行时间同步处理的具体操作过程可参考现有技术,在此不再赘述。

[0087] 步骤S203:将所述数据链终端同步后的时间信息向用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时。

[0088] 具体地,所述数据链终端在基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步后,可将所述数据链终端同步后的时间信息向用户接收机发送,以对所述用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确定度。

[0089] 在一实施方式中,所述数据链终端包括数字信号处理单元、接收通道单元、第二低噪声放大单元和第二收发天线,所述接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息,包括:

[0090] 通过所述第二收发天线接收设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息;

[0091] 所述基于所述当前时间信息执行时间同步处理,以与所述数据链载荷实现时间同步,包括:

[0092] 将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至数字信号处理单元,并通过所述数字信号处理单元基于所述当前时间信息执行时间同步处理。

[0093] 这里,所述数字信号处理单元与所述接收通道单元之间通信连接,所述接收通道单元与所述第二低噪声放大单元之间通信连接,所述第二低噪声放大单元与所述第二收发天线之间通信连接,以组成数据链终端的数据链信号的接收通道,所述第二收发天线在接收到设置于导航卫星的数据链载荷发送的当前时间信息后,将所述当前时间信息依次通过所述第二低噪声放大单元、所述接收通道单元传输至所述数字信号处理单元。

[0094] 在一实施方式中,所述数据链终端还包括发射通道单元和第二功率放大单元,所述向所述数据链载荷发送校时请求,包括:将所述数字信号处理单元按照预设规则生成的校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。这里,所述数字信号处理单元与所述发射通道单元之间通信连接,所述发射通道单元与所述第二功率放大单元之间通信连接,所述第二功率放大单元与所述第二收发天线之间通信连接,以组成数据链终端的数据链信号的发射通道,所述数字信号处理单元按照预设规则生成校时请求后,将所述校时请求依次通过所述发射通道单元和所述第二功率放大单元传输至所述第二收发天线,并通过所述第二收发天线向所述数据链载荷发送所述校时请求。所述预设规则可以根据实际情况需要进行设置,比如编码格式、调制方式等。

[0095] 综上,上述实施例提供的时间同步方法中,通过将设置于导航卫星的数据链载荷的时间基准与导航卫星的时间基准同步,再将数据链载荷与数据链终端的时间同步,最后再对用户接收机进行授时,从而实现压缩时间不确定度,缩短长码直接捕获/重捕获的时间。

[0096] 基于前述实施例相同的发明构思,下面通过一具体示例对前述实施例进行详细说明,本示例中以所述导航卫星为北斗导航卫星为例。

[0097] 目前民用领域的Assisted-GNSS技术,能够缩短导航接收机首次定位时间,提高定位效率,已广泛应用于各类型智能终端。但是对于远海远洋地区,再加上战场复杂多变的电磁环境,民用领域的Assisted-GNSS技术不足以支撑干扰环境下的北斗长码快速捕获,且地面辅助定位的无线网络抗毁性较差,无法用来大幅缩短长周期的长码首次定位时间。

[0098] 针对上述问题,参阅图6,为本实施例提供的时间同步系统的结构示意图,包括:北斗卫星和设置于用户侧的军用北斗接收机以及数据链终端;其中,北斗卫星内配置有数据链载荷,数据链载荷和导航时间基准一致。图7为卫星数据链载荷的结构示意图,利用数据链载荷与用户侧的数据链终端之间的双向时间同步功能完成星地时间同步。数据链载荷包括电源单元、基带信号处理单元、射频发射通道单元、功率放大单元、低噪声放大单元、射频

接收通道单元和收发天线;电源单元包括开关机控制模块、短路保护模块、浪涌抑制模块和DC/DC转换模块等;基带信号处理单元产生的信号依次经过射频发射通道单元、功率放大单元和收发天线发送至用户侧的数据链终端。收发天线接收用户侧的数据链终端的数据链信号,而接收到的信号依次经过低噪声放大单元、射频接收通道单元后,进入基带信号处理单元进行模数转换和数字信号处理。此外,卫星侧的数据链载荷信号的收发切换通过环形器或者开关实现。

[0099] 图8为数据链终端的结构示意图,数据链终端包括数字信号处理模块、接收通道、低噪声放大模块、收发天线、发射通道和功率放大模块。数据链信号处理模块产生的信号依次经过射频发射通道、功率放大模块和收发天线发送至北斗卫星数据链载荷;收发天线接收北斗卫星侧的数据链载荷发射的信号,接收到的信号依次经过低噪声放大模块、射频接收通道模块后,进入数据链信号处理模块进行模数转换和数字信号处理。用户侧的数据链终端关于数据链信号的收发切换通过环形器或者开关实现。

[0100] 基于前述实施例相同的发明构思,参阅图9,为本实施例提供的时间同步方法的具体流程示意图,包括以下步骤:

[0101] 步骤S301:数据链载荷控制数据链载荷时间与北斗卫星时间基准同步。

[0102] 这里,数据链载荷配置于北斗卫星中,数据链载荷通过与北斗卫星秒脉冲硬同步,使得卫星数据链系统与导航系统采用同一时间。此外,设计时需要考虑数据链上下行信号频率不能影响导航信号。

[0103] 步骤S302:数据链终端与数据链载荷进行星地时间同步。

[0104] 这里,数据链终端向卫星侧的数据链载荷发起校时请求,校时请求信息按照规定的格式进行编码、调制后发送至卫星侧的数据链载荷。而卫星侧的数据链载荷按照预定的校时算法,向地面终端返回时间信息,完成数据链自身系统的时间同步。

[0105] 步骤S303:数据链终端计算数据链系统时间同步精度。

[0106] 对于卫星数据链的星地时间同步精度,可采用类RTT的同步算法进行分析,在此不再赘述。

[0107] 若不考虑硬件通道的延时误差,由位置变化导致的授时误差可以控制在 $\pm 5\mu\text{s}$ (微秒)以内。该误差对于10.23Mcps的北斗信号,仅相当于约40个码片的不确定范围,大大压缩北斗时间的不确定度,具有极高的长码捕获辅助价值。即便星上数据链节点时间精度仅为 $\pm 20\text{ms}$,这对于长码直捕的 $\pm 1\text{s}$ 时间不确定度来说,也已经压缩50倍,效益显著。

[0108] 步骤S304:数据链终端将数据链时间传递给军用北斗接收机,辅助长码捕获。

[0109] 这里,数据链终端将数据链时间传递给军用北斗接收机,以辅助接收机完成10us精度授时,捕获仅需搜索约205个码相位,完成长码的快速捕获。

[0110] 具体过程如下:

[0111] 当北斗接收机的长码捕获采用PMF+DFT(部分匹配滤波器+离散傅里叶变换)的处理方式进行时,PMF处理实现码相位的并行搜索,DFT实现频率的并行搜索。参阅图10,为长码捕获的处理架构示意图,PMF在频域实现。

[0112] B3Q信号信息速率500bps,限制了相干积分时间2ms。基于2ms相干积分和后积累的捕获时序如图11所示。首先,需要将信号数据和本地伪码进行缓存,信号采样率为20.46MHz,将2ms数据分为20个子块,每个子块包含0.1ms的数据及伪码,一次DFT运算可以

完成0.1ms时间不确定度的伪码搜索。

[0113] 由于相干积分时间受限,一般采用非相干积累方法,提升捕获灵敏度。0.1ms预积分等效10KHz频率搜索范围,不同的频率搜索精度 f_{dop} 按下式计算最大非相干积累总时间:

$$[0114] \quad t \times f_{dop} \times f_{code} / f_r \leq 0.5$$

[0115] 其中, f_{code} 是扩频码速率, f_r 是载波频率。当在总硬件资源给定的约束下,提升非相干积累次数将导致搜索总时长增加,需要平衡灵敏度和捕获速度。表1是不同灵敏度(即信号功率)与非相干积累次数的捕获概率仿真表,当前北斗系统的D2码捕获灵敏度一般限制在-143~-141dBm。

[0116] 表1

信号功率 P (dBm)	2ms 相干积分 62 次非相干	2ms 相干积分时间 1 次非相干
-147	1%	0
-145	46%	0
-143	94%	0
-135	100%	8%
-132	100%	45%
-130	100%	80%
-129	100%	92%

[0117] [0118] 数据链终端可辅助北斗接收机完成10us精度授时,极大地压缩时间不确定度,仅需搜索约205个码相位。鉴于BD提供了B3A导频通道,可采用拉长相干积分时间方式提升灵敏度,大幅提升军用北斗信号的捕获性能,缩小捕获门限与跟踪门限的差值。

[0119] 在时间不确定度大幅压缩后,对每个码相位可驻留搜索时间提高,基于B3A的导频通道,可采用10ms以上的相干积分时间,参阅图12,表明灵敏度可提升至-145dBm。

[0120] 综上,本实施例提供时间同步方法,具有以下创新点:北斗和卫星数据链平台一体化设计,北斗卫星上配置数据链载荷,设计数据链波形为高速变速跳频体制,利用数据链信道的高抗干扰性能,辅助增强北斗导航系统对抗能力;星上数据链载荷时间基准与北斗时间基准同步,利用数据链终端的接入同步完成北斗接收机授时,压缩北斗时间不确定度,加快北斗长码直接捕获/重捕获时间。同时,具有以下优点:通过构建卫星导航和卫星数据链的融合系统,能够为用户额外提供一种抗干扰授时通道,对于原本就需要导航和数据链同时存在的用户来说,无需重新建设现有A-GNSS技术所需要的无线网络,便可以通过卫星数据链来辅助北斗长码捕获,且不影响北斗和卫星数据链自身功能和性能;卫星数据链时间与北斗时间同步,假设卫星数据链的授时精度为 $\pm 20ms$,相对于北斗长码直捕的 $\pm 1s$ 时间不确定度,能够压缩50倍,大大缩短长码直捕时间;通过优化星地数据链的校时算法,进一步提高授时精度,对压缩北斗时间不确定度有重大意义。

[0121] 基于前述实施例相同的发明构思,本发明实施例提供了一种时间同步装置,如图

13所示,该装置包括:处理器310和存储有计算机程序的存储器311;其中,图13中示意的处理器310并非用于指代处理器310的个数为一个,而是仅用于指代处理器310相对其他器件的位置关系,在实际应用中,处理器310的个数可以为一个或多个;同样,图13中示意的存储器311也是同样的含义,即仅用于指代存储器311相对其他器件的位置关系,在实际应用中,存储器311的个数可以为一个或多个。在所述处理器310运行所述计算机程序时,实现应用于上述装置的所述时间同步方法。

[0122] 该装置还可包括:至少一个网络接口312。该装置中的各个组件通过总线系统313耦合在一起。可理解,总线系统313用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统313除包括数据总线之外,还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见,在图13中将各种总线都标为总线系统313。

[0123] 其中,存储器311可以是易失性存储器或非易失性存储器,也可包括易失性和非易失性存储器两者。其中,非易失性存储器可以是只读存储器(ROM,Read Only Memory)、可编程只读存储器(PROM,Programmable Read-Only Memory)、可擦除可编程只读存储器(EPROM,Erasable Programmable Read-Only Memory)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM,Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、磁性随机存取存储器(FRAM,ferromagnetic random access memory)、快闪存储器(Flash Memory)、磁表面存储器、光盘、或只读光盘(CD-ROM,Compact Disc Read-Only Memory);磁表面存储器可以是磁盘存储器或磁带存储器。易失性存储器可以是随机存取存储器(RAM,Random Access Memory),其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明,许多形式的RAM可用,例如静态随机存取存储器(SRAM,Static Random Access Memory)、同步静态随机存取存储器(SSRAM,Synchronous Static Random Access Memory)、动态随机存取存储器(DRAM,Dynamic Random Access Memory)、同步动态随机存取存储器(SDRAM,Synchronous Dynamic Random Access Memory)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器(DDRSDRAM,Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory)、增强型同步动态随机存取存储器(ESDRAM,Enhanced Synchronous Dynamic Random Access Memory)、同步连接动态随机存取存储器(SLDRAM,SyncLink Dynamic Random Access Memory)、直接内存总线随机存取存储器(DRRAM,Direct Rambus Random Access Memory)。本发明实施例描述的存储器311旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

[0124] 本发明实施例中的存储器311用于存储各种类型的数据以支持该装置的操作。这些数据的示例包括:用于在该装置上操作的任何计算机程序,如操作系统和应用程序;联系人数据;电话簿数据;消息;图片;视频等。其中,操作系统包含各种系统程序,例如框架层、核心库层、驱动层等,用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。应用程序可以包含各种应用程序,例如媒体播放器(Media Player)、浏览器(Browser)等,用于实现各种应用业务。这里,实现本发明实施例方法的程序可以包含在应用程序中。

[0125] 基于前述实施例相同的发明构思,本实施例还提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质中存储有计算机程序,计算机存储介质可以是磁性随机存取存储器(FRAM,ferromagnetic random access memory)、只读存储器(ROM,Read Only Memory)、可编程只读存储器(PROM,Programmable Read-Only Memory)、可擦除可编程只读存储器(EPROM,Erasable Programmable Read-Only Memory)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM,

Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、快闪存储器(Flash Memory)、磁表面存储器、光盘、或只读光盘(CD-ROM, Compact Disc Read-Only Memory)等存储器;也可以是包括上述存储器之一或任意组合的各种设备,如移动电话、计算机、平板设备、个人数字助理等。所述计算机存储介质中存储的计算机程序被处理器运行时,实现应用于上述装置的所述时间同步方法。所述计算机程序被处理器执行时实现的具体步骤流程请参考图4所示实施例的描述,在此不再赘述。

[0126] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0127] 在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,除了包含所列的那些要素,而且还可包含没有明确列出的其他要素。

[0128] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

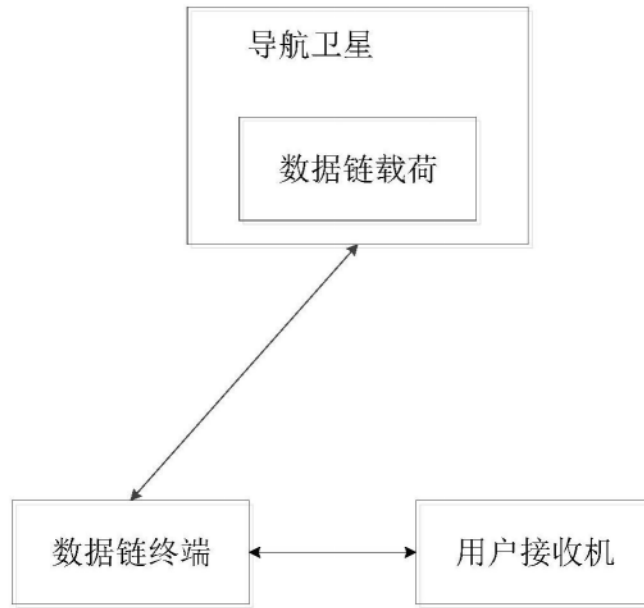


图1

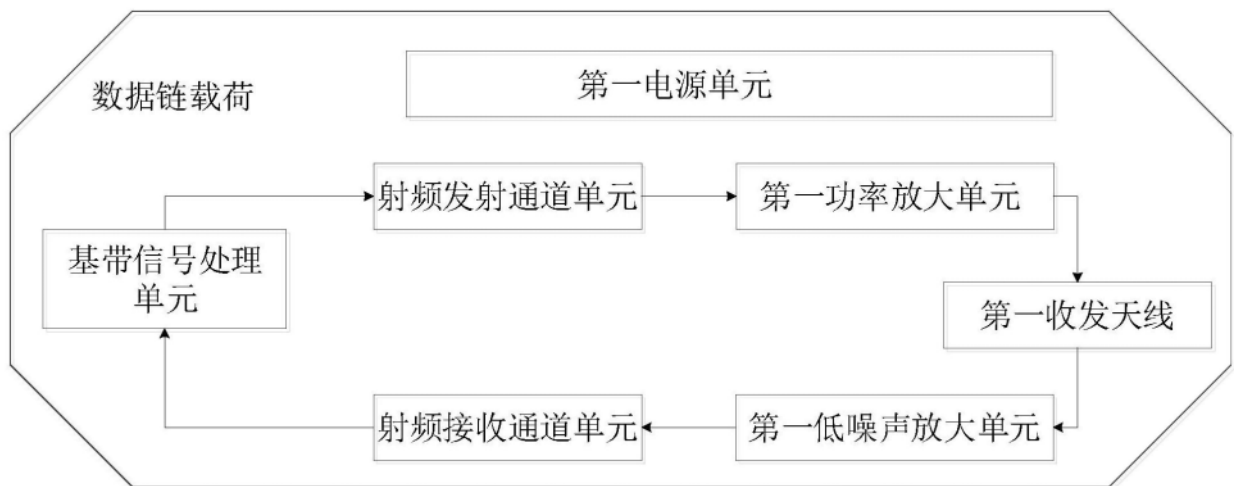


图2

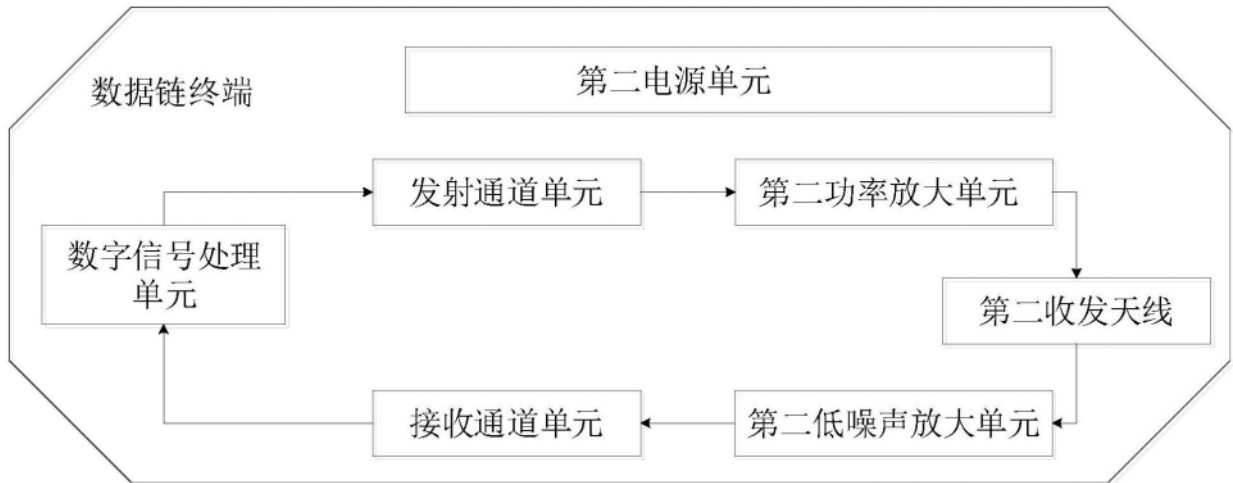


图3

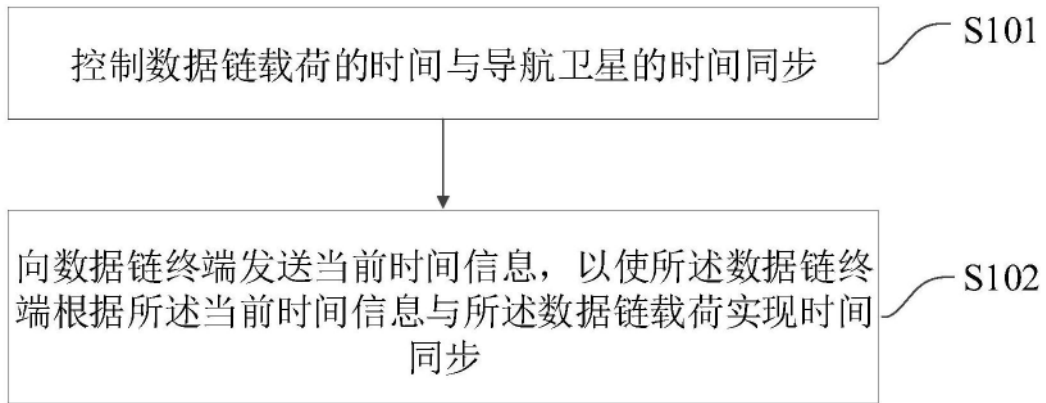


图4

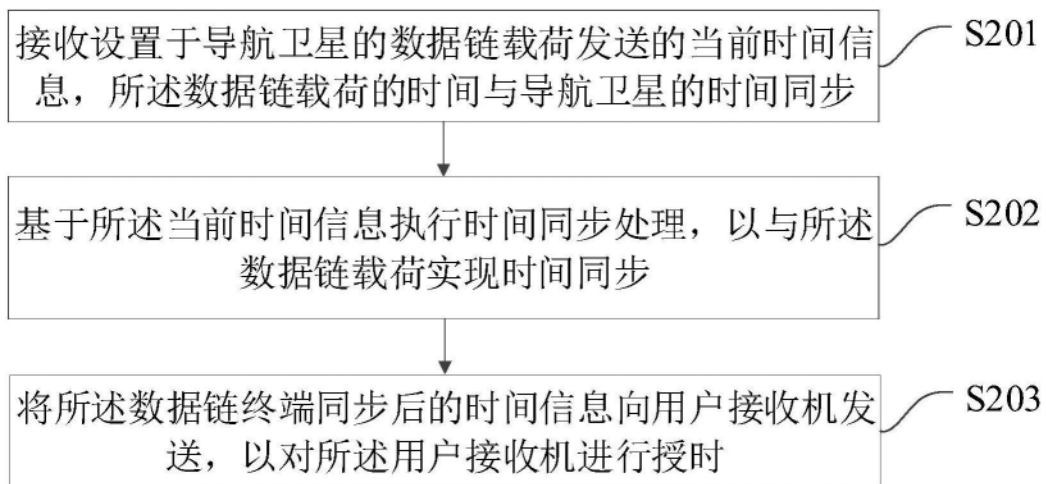


图5

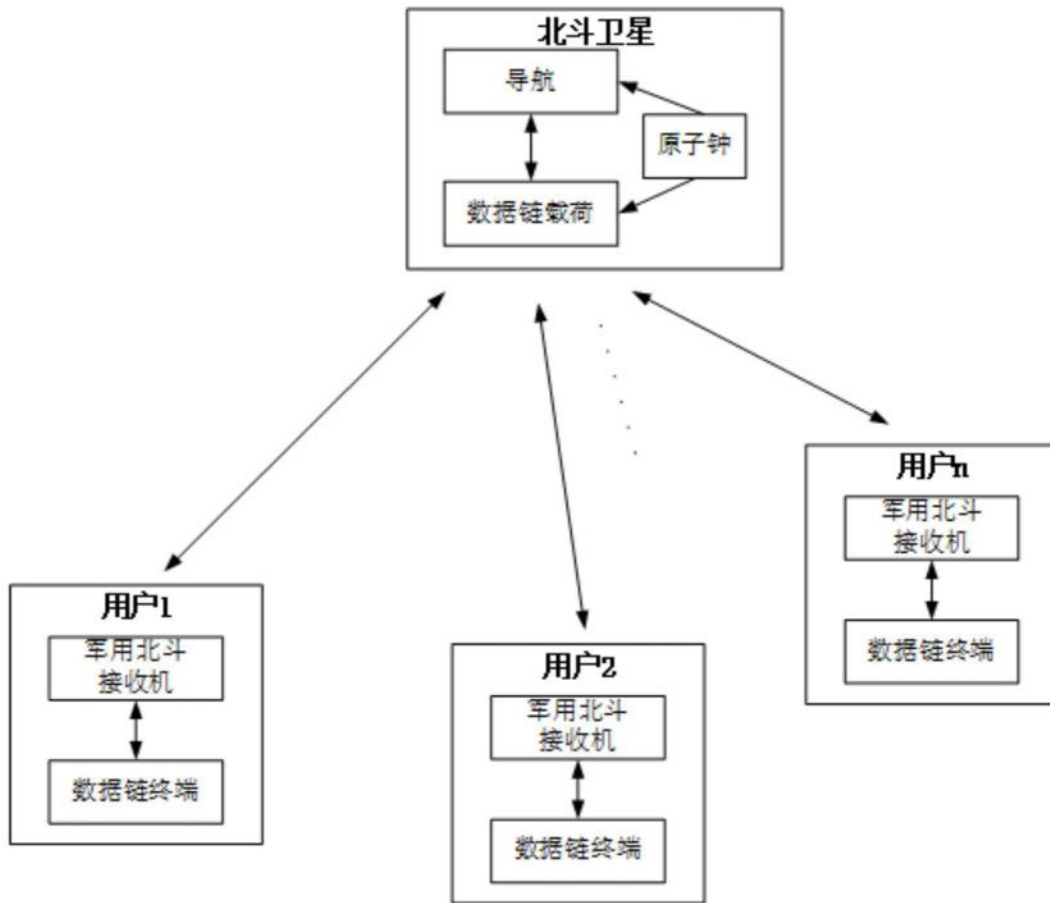


图6

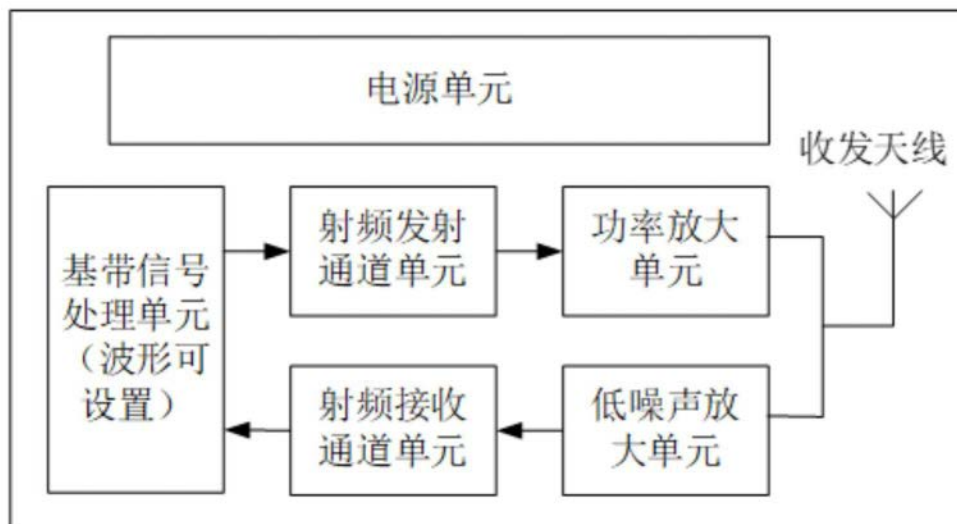


图7

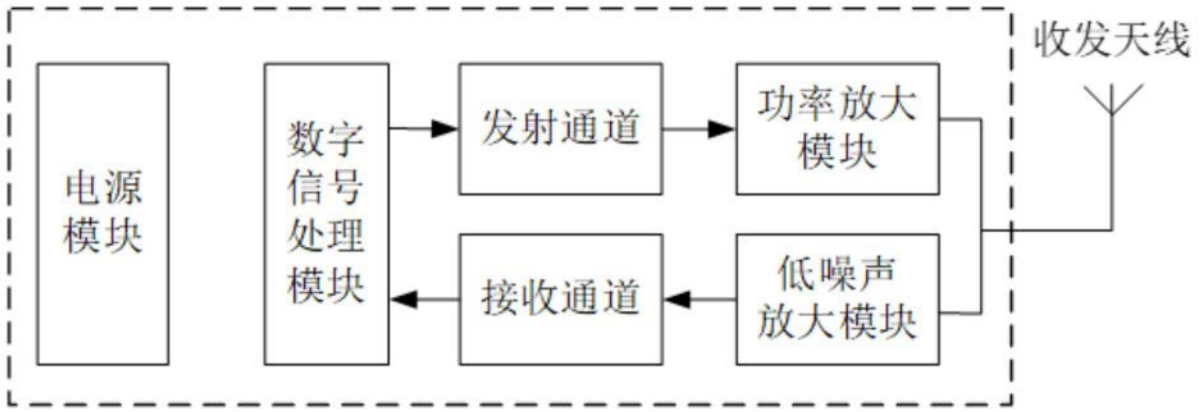


图8

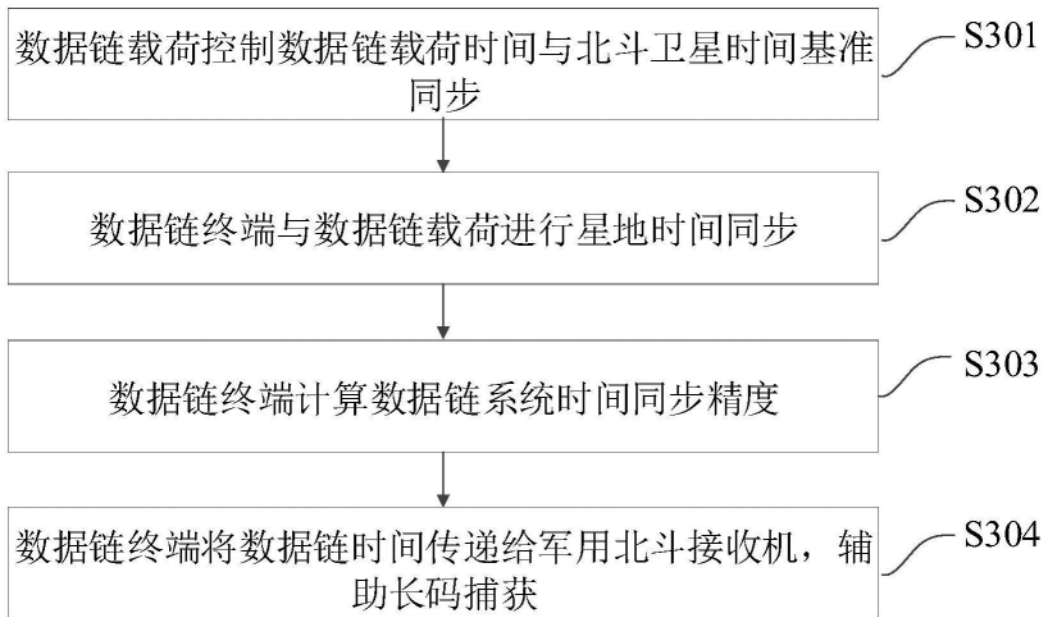


图9

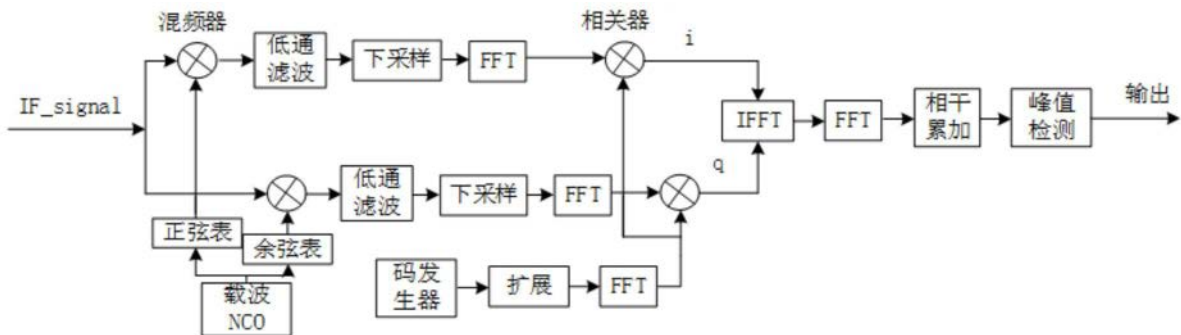


图10

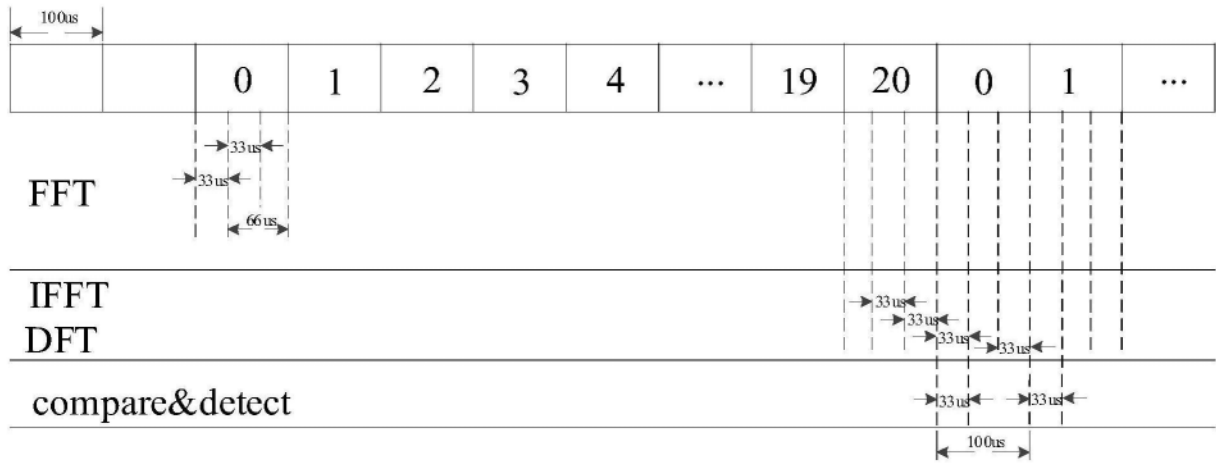


图11

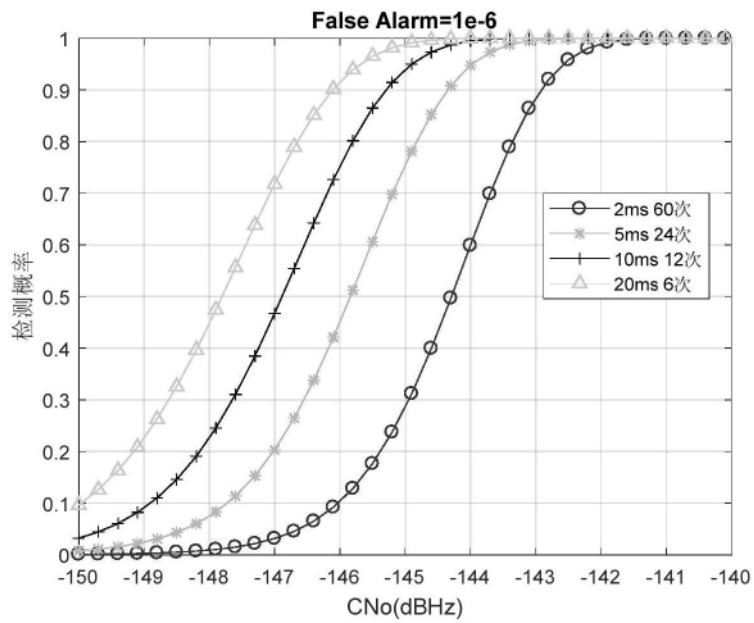


图12

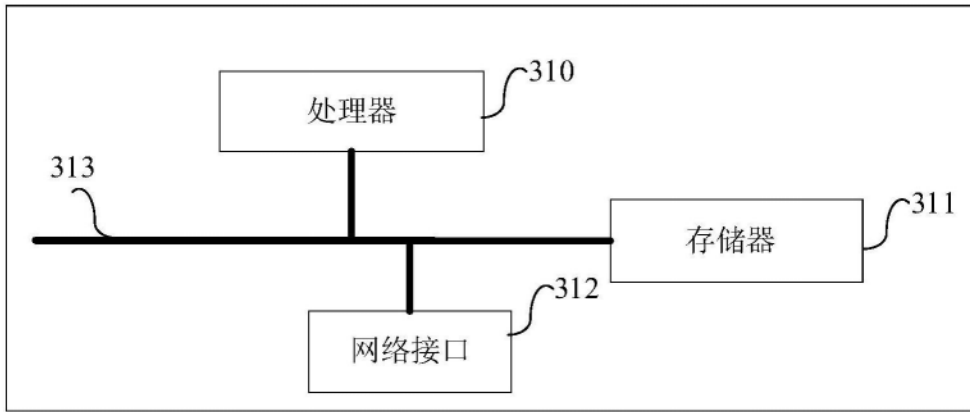


图13