



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110823087 A  
(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911336136.9

(22)申请日 2019.12.23

(71)申请人 北京讯腾智慧科技股份有限公司  
地址 100029 北京市朝阳区惠新东街23号  
克劳沃大厦3-4层

(72)发明人 李宁 刘小凯 郜俊伟 余博尧

(74)专利代理机构 北京天方智力知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11719  
代理人 贾耀梅

(51)Int.Cl.  
G01B 7/16(2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、终端及计算机存储介质

(57)摘要

本申请所提供的一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、设备、终端及计算机存储介质,所述方法包括:获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧;本申请利用北斗高精度沉降位移监测方法、倾角传感器倾斜监测方法相结合的方式,通过实时采集北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据,可以立体地反映出储罐的变形,实现了储罐变型全天候、实时、连续监测,无需人为对中误差、照准误差,变形超限后自动报警。



1. 一种基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,包括:
  - 获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;
  - 将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;
  - 按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;
  - 其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。
2. 根据权利要求1所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,所述获取北斗天线的三维坐标监测数据及倾斜角度数据,包括:
  - 通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;
  - 通过倾角传感器实时获取北斗天线的倾斜角度数据。
3. 根据权利要求2所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:
  - 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
  - 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
  - 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
  - 根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
  - 根据所述差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,得到北斗天线的三维坐标数据。
4. 根据权利要求2所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:
  - 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
  - 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,形成基准站覆盖范围内的相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据;
  - 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
  - 将所述北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的卫星定位数据进行对比,形成以北斗基准站绝对坐标数据为原点的时序性变化的位置向量;
  - 利用所述基准偏移数据修正所述时序性变化的位置向量,形成北斗天线的位置变化数据。
5. 根据权利要求1所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,所述将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线,包括:
  - 当服务端监听到北斗接收机的连接请求后,接收北斗接收机发送的北斗天线的实时卫星定位数据及倾角传感器发送的倾斜角度数据;
  - 根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

6. 根据权利要求5所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,所述根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线,包括:

启动服务器平台的数据处理软件,将北斗天线实时卫星定位数据及倾斜角度数据进行粗差剔除处理;

根据粗差剔除处理后的实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

7. 根据权利要求1所述的基于北斗物联的储罐变形监测方法,其特征在于,所述按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警,包括:

按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则将所述储罐变形量数据发送给远程监控中心,进行储罐变形超限预警。

8. 一种基于北斗物联的储罐变形监测系统,其特征在于,包括:获取单元,配置用于获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;

解算单元,配置用于将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;

预警单元,配置用于按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;

其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。

9. 一种基于北斗物联的储罐变形监测设备,其特征在于,包括:

北斗监测站、北斗基准站及倾角传感器,所述北斗监测站包括北斗天线及北斗接收机,其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧,所述北斗接收机设置在储罐下方,所述倾角传感器安装于北斗天线的底座处,所述北斗基准站应建在观测条件良好的稳定位置,且与北斗监测站的距离不超过预设距离。

10. 一种终端,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储处理器的执行指令的存储器;

其中,所述处理器被配置为执行权利要求1-8任一项所述的方法。

11. 一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-8中任一项所述的方法。

## 一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、终端及计算机存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及安全运行及监控技术领域,尤其是涉及一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、终端及计算机存储介质。

### 背景技术

[0002] 储罐作为石油、液化气、成品油、化工产品储存的主要设备,其建设一直朝着大型化的方向发展,罐体竣工投产后,由于基础的地质构造不均匀、周边施工影响、地下水位的变化、罐体本身荷载等因素影响,罐体将会发生沉降、位移、倾斜、挠曲等变形。微小的变形在日常巡检维护中难以用肉眼发觉,积累到一定程度,发生功能性障碍时才会被发现,严重时甚至发生浮盘倾斜、罐体倾覆等重大事故。因此,对储罐的变形进行日常监测,在变形达到设计限值后及时报警,对保障现场工人及周边群众的生命财产安全十分重要。

[0003] 目前监测球罐变形的方式主要采用传统人工测量手段,通过周期性地对球罐上的固定标志进行精密水准测量,观测高程变化以得到沉降变形,使用高精度全站仪观测球罐上的反射标志中心坐标的变化以得到位移变形。还可采用三维激光扫描技术对储罐进行三维重建,通过获取罐体及各支柱不同时期、不同高度的切片,进行对比计算得到球罐的变形。

[0004] 传统人工测量和三维激光扫描两种手段需要技术人员到现场采集数据,获取频率低、不连续,观测时需满足通视条件不能被遮挡,恶劣天气无法观测,精度受外界因素与人员操作的影响大,从控制网到监测网误差累计多,数据处理时间长,监测成本高。

[0005] 因此,亟需一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、终端。设备及计算机存储介质,以实现实时、精准、可靠的储罐变型的有效检测。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本申请提供一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法、系统、设备、终端及计算机存储介质,解决了现有技术中现场采集储罐变形数据时频率低、不连续、操作误差大,数据处理时间长,监测成本高等问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本申请提供一种基于北斗物联网的储罐变形监测方法,包括:

[0008] 获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;

[0009] 将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;

[0010] 按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;

[0011] 其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。

[0012] 可选的,所述获取北斗天线的三维坐标监测数据及倾斜角度数据,包括:

[0013] 通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;

- [0014] 通过倾角传感器实时获取北斗天线的倾斜角度数据。
- [0015] 可选的,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:
- [0016] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
- [0017] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
- [0018] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
- [0019] 根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
- [0020] 根据所述差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,得到北斗天线的三维坐标数据。
- [0021] 可选的,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:
- [0022] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
- [0023] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,形成基准站覆盖范围内的相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据;
- [0024] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
- [0025] 将所述北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的卫星定位数据进行对比,形成以北斗基准站绝对坐标数据为原点的时序性变化的位置向量;
- [0026] 利用所述基准偏移数据修正所述时序性变化的位置向量,形成北斗天线的位置变化数据。
- [0027] 可选的,所述将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线,包括:
- [0028] 当服务端监听到北斗接收机的连接请求后,接收北斗接收机发送的北斗天线的实时卫星定位数据及倾角传感器发送的倾斜角度数据;
- [0029] 根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。
- [0030] 可选的,所述根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线,包括:
- [0031] 启动服务器平台的数据处理软件,将北斗天线实时卫星定位数据及倾斜角度数据进行粗差别除处理;
- [0032] 根据粗差别除处理后的实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。
- [0033] 可选的,所述按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警,包括:
- [0034] 按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则将所述储罐变形量数据发送给远程监控中心,进行储罐变形超限预警。
- [0035] 第二方面,本申请还提供一种基于北斗物联网的储罐变形监测系统,包括:

- [0036] 获取单元,配置用于获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;
- [0037] 解算单元,配置用于将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;
- [0038] 预警单元,配置用于按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;
- [0039] 其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。
- [0040] 可选的,所述获取单元包括:
- [0041] 坐标获取单元,配置用于通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;
- [0042] 倾角获取单元,配置用于通过倾角传感器实时获取北斗天线的倾斜角度数据。
- [0043] 可选的,所述坐标获取单元具体用于:
- [0044] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
- [0045] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
- [0046] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
- [0047] 根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;
- [0048] 根据所述差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,得到北斗天线的三维坐标数据。
- [0049] 可选的,所述坐标获取单元还具体用于:
- [0050] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;
- [0051] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,形成基准站覆盖范围内的相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据;
- [0052] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;
- [0053] 将所述北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的卫星定位数据进行对比,形成以北斗基准站绝对坐标数据为原点的时序性变化的位置向量;
- [0054] 利用所述基准偏移数据修正所述时序性变化的位置向量,形成北斗天线的位置变化数据。
- [0055] 可选的,所述解算单元包括:
- [0056] 接收单元,配置用于当服务端监听到北斗接收机的连接请求后,接收北斗接收机发送的北斗天线的实时卫星定位数据及倾角传感器发送的倾斜角度数据;
- [0057] 计算单元,配置用于根据实时卫星定位数据及倾斜角度数据计算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。
- [0058] 可选的,所述计算单元具体用于:
- [0059] 启动服务器平台的数据处理软件,将北斗天线实时卫星定位数据及倾斜角度数据进行粗差剔除处理;
- [0060] 根据粗差剔除处理后的实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

[0061] 可选的,所述预警单元包括:

[0062] 判断单元,配置用于按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值;

[0063] 发送单元,配置用于若罐变形量超过阈值,将所述储罐变形量数据发送给远程监控中心,进行储罐变形超限预警。

[0064] 第三方面,本申请还提供一种基于北斗物联的储罐变形监测设备,包括:

[0065] 北斗监测站、北斗基准站及倾角传感器,所述北斗监测站包括北斗天线及北斗接收机,其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧,所述北斗接收机设置在储罐下方,所述倾角传感器安装于北斗天线的底座处,所述北斗基准站应建在观测条件良好的稳定位置,且与北斗监测站的距离不超过预设距离。

[0066] 可选的,所述北斗监测站与北斗基准站通过地面网络(2G/3G/4G/5G)、有线网络、LORA、北斗短报文、NB-IOT或无线网桥方式进行数据通信。

[0067] 第四方面,本申请提供一种终端,包括:

[0068] 处理器、存储器,其中,

[0069] 该存储器用于存储计算机程序,

[0070] 该处理器用于从存储器中调用并运行该计算机程序,使得终端执行上述的终端的方法。

[0071] 第五方面,本申请提供了一种计算机存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述各方面所述的方法。

[0072] 本申请利用北斗高精度沉降位移监测方法、倾角传感器倾斜监测方法相结合的方式,通过实时采集北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据,可以立体地反映出储罐的变形,同时由于两种数据存在相关性可以对验证储罐变形的发生。通过将监测数据经过有线、无线方式传输至后台服务器,并通过专业软件解算出变形量,同步生成实时变化曲线,精确计算并确认储罐变形的发生;通过按照预定的机制判断是否超过阈值、触发报警,让管理者时刻掌握储罐的安全信息,以便于在即将发生危险时能提前预知,迅速启动应急救援机制,在降低财产损失的同时,可以保障现场工人以及周边人民群众的生命财产安全,实现了储罐变型全天候、实时、连续监测,无需人为对中误差、照准误差,变形超限后自动报警。

## 附图说明

[0073] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,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地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0074] 图1为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测方法的流程图;

[0075] 图2为本申请实施例所提供的北斗差分相对定位原理的示意图;

[0076] 图3为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测系统的结构示意图;

[0077] 图4为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测设备的组成示意图;

[0078] 图5为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测终端的结构示意图。

### 具体实施方式

[0079] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0080] 请参考图1,图1为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测方法的流程图,该方法100包括:

[0081] S101:获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;

[0082] S102:将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;

[0083] S103:按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;

[0084] 其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。

[0085] 具体的,结合北斗天线的三维坐标变化与倾斜角度变化可以立体地反映出储罐的变形,同时由于两种数据存在相关性可以对比验证储罐变形的发生。将监测数据传输至后台服务器,通过专业软件解算出变形量,同步生成实时变化曲线,自动按照预定的机制判断是否超过阈值、触发报警,让管理者时刻掌握储罐的安全信息,以便于在即将发生危险时能提前预知,迅速启动应急救援机制,在降低财产损失的同时,可以保障现场工人以及周边人民群众的生命财产安全。

[0086] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述步骤S101获取北斗天线的三维坐标监测数据及倾斜角度数据,包括:

[0087] 通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;

[0088] 通过倾角传感器实时获取北斗天线的倾斜角度数据。

[0089] 具体的,北斗天线实时接收卫星信号,北斗接收机实时接收并解析天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;由于北斗天线设置于储罐上,可通过北斗天线的坐标变化反映储罐本体的沉降与位移。此外,由于倾角传感器设置于北斗天线上,实时检测北斗天线的倾斜角度数据,可通过北斗天线的倾斜角度变化反映储罐本体的倾斜。

[0090] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:

[0091] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;

[0092] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;

[0093] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;

[0094] 根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;

[0095] 根据所述差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,得到北斗



天线的三维坐标数据。

[0096] 具体的,北斗基准站接收卫星信号得到实时卫星定位数据,通过将北斗基准站的已知绝对坐标数据与实时卫星定位数据进行比较,可确定北斗基准站的实时的差分改正坐标数据,同时北斗接收机接收卫星信号得到北斗天线的实时卫星定位数据,根据差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,则可以得到北斗天线的三维坐标数据,监测北斗天线的三维坐标数据的变化即可得到北斗天线的精准的位置变化数据。

[0097] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据,包括:

[0098] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;

[0099] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,形成基准站覆盖范围内的相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据;

[0100] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;

[0101] 将所述北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的卫星定位数据进行对比,形成以北斗基准站绝对坐标数据为原点的时序性变化的位置向量;

[0102] 利用所述基准偏移数据修正所述时序性变化的位置向量,形成北斗天线的位置变化数据。

[0103] 具体的,北斗基准站接收卫星信号得到北斗基准站的实时卫星定位数据,通过将北斗基准站的已知精确的绝对坐标数据与实时卫星定位数据进行比较,可确定相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据,同时将北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的实时卫星定位数据进行对比,进而获得表征 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ 的变化向量,利用基准偏移数据对所述北斗天线的实时卫星定位数据三维方向的 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ 的变化向量进行修正,则可以得到北斗天线的精准的位置变化数据。

[0104] 需要说明的是,上述两个实施例均是对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正的方式。由于北斗基准站与北斗接收机位于同一区域内,北斗基准站与北斗接收机的观测值中包含的影响精度的卫星钟差、卫星星历误差、电离层误差与对流层误差呈高度一致,北斗基准站理论上是稳定不动的,对北斗基准站进行初始站坐标赋值后可得到与卫星间的“真实距离”即北斗基准站的已知精确的绝对坐标数据,北斗基准站接收卫星信号可得到“实时观测距离”即北斗基准站的实时卫星定位数据。

[0105] 如图2所示,北斗基准站与北斗监测站同步观测时,北斗基准站实时观测距离(北斗基准站的实时卫星定位数据)和真实距离(北斗基准站的已知精确的绝对坐标数据)之差与同区域内(例如距离100m内的)北斗监测站北斗接收机的卫星测量误差具有高度相关性。因此,将北斗基准站的差分改正坐标数据修正北斗天线的实时卫星定位数据,则可以得到北斗天线的实时精确三维坐标值,或者将北斗基准站的基准偏移数据修正北斗卫星实时观测数据相对北斗基准站绝对坐标数据进行时序性变化的位置向量时可得到北斗天线的精确位置变化数据,即可解算出储罐的沉降量、位移量及其变形速率。

[0106] 本申请采用动态相对定位的方法,以确定北斗监测站相对于北斗基准站的瞬时位置变化,保证储罐变形监测的实时性;同时采用静态相对定位的方法,通过连续观测取得充分的多余观测数据,以保证储罐变形监测的毫米级精度。

[0107] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述步骤S102将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线,包括:

[0108] 当服务端监听到北斗接收机的连接请求后,接收北斗接收机发送的北斗天线的实时卫星定位数据及倾角传感器发送的倾斜角度数据;

[0109] 根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

[0110] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述根据所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线,包括:

[0111] 启动服务器平台的数据处理软件,将北斗天线实时卫星定位数据及倾斜角度数据进行粗差别除处理;

[0112] 根据粗差别除处理后的实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

[0113] 需要说明的是,北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据中在含有变形信息的同时,可能还含有粗差,因此需要将两种数据通过拟合、预测等方法建立相对合适的数学模型,进行综合的分析处理,进而判断监测体(储罐)是否发生了形变,排除各类异常振动导致的数据变化。

[0114] 具体的,采用卡尔曼滤波法,以有限时间的数据作为计算依据,以最小均方误差为估计准则,进行线性递推估计,建立监测数据与噪声的空间状态模型,对北斗天线的三维坐标序列、倾斜角度序列进行粗差探测,当对监测值进行一步预报后,得一步预报残差 $e_k$ ,根据经验和测试设定 $\mu$ 为阈值,当 $|e_k| > \mu$ 时,认为 $t_k$ 时刻监测值出现粗差或监测点发生了异常变形,这时利用 $t_{k-1}$ 时刻的状态来预报 $t_{k+1}$ 时刻的状态,并得到预报残差 $e_{k+1}$ ,当 $|e_k| > \mu$ 且 $|e_{k+1}| < \mu'$  ( $\mu' > \mu$ )时,认为 $t_k$ 时刻的监测值存在粗差,可将 $t_k$ 时刻的监测值剔除,并将 $t_{k+1}$ 时刻监测值连同前 $n$ 个无粗差监测值的拉格朗日插值作为 $t_k$ 时刻的虚拟监测值,并从 $t_k$ 时刻起,继续进行滤波;当 $|e_k| > \mu$ 且 $|e_{k+1}| > \mu'$ 时,认为 $t_k$ 时刻监测点出现异常变形, $t_k$ 时刻的监测值不存在粗差,并继续进行滤波。经测试验证,本方法能够有效探测出监测值序列中的粗差。

[0115] 在使用卡尔曼滤波处理数据的同时,可以根据本技术方案中有针对性多余度布设的相关性,进行对比验证,使判断结果更为可靠,当北斗天线与倾角传感器安装于几乎相同的位置时,由于倾角传感器相对于储罐下方地面的高度是可以确定的,假设储罐地面连接处位移不变,根据倾角变化量和高度可以计算得到所处位置的水平位移量,理论上根据倾角变化计算得到的位移量与北斗监测站同步得到的位移量一致,据此,可在卡尔曼滤波探测到北斗或倾角监测发生异常变形后,对同步数据进行对比验证,若结果大部分一致,证明阈值 $\mu$ 设定合理,否则需对 $\mu$ 值进行调整,以增进卡尔曼滤波模型的可靠性。

[0116] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述步骤S103按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警,包括:

[0117] 按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则将所述储罐变形量数据发送给远程监控中心,进行储罐变形超限预警。

[0118] 具体的,按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则将所述北斗接收机接收的数据发送给所述远程监控中心,从而使得所述远程监控中心能利用所接收到的数据实现储罐变形的监测和预警。

[0119] 此外,需要说明的是,北斗天线与北斗接收机可通过地面网络(2G/3G/4G/5G)、有线网络、LORA、北斗短报文、NB-IOT或无线网桥方式进行数据通信。

[0120] 请参考图3,图3为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联网的储罐变形监测系统的结构示意图,该系统300包括:

[0121] 获取单元301,配置用于获取北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据;

[0122] 解算单元302,配置用于将所述实时卫星定位数据及倾斜角度数据传输至后台服务器,解算得到储罐变形量,并同步生成实时变化曲线;

[0123] 预警单元303,配置用于按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值,若是,则触发报警;

[0124] 其中,所述北斗天线搭建在储罐外侧。

[0125] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述获取单元301包括:

[0126] 坐标获取单元,配置用于通过北斗接收机实时接收并解析北斗天线提供的卫星信号,获取北斗天线的实时卫星定位数据;

[0127] 倾角获取单元,配置用于通过倾角传感器实时获取北斗天线的倾斜角度数据。

[0128] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述坐标获取单元具体用于:

[0129] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;

[0130] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;

[0131] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;

[0132] 根据北斗基准站的绝对坐标数据与实时卫星定位数据,确定差分改正坐标数据;

[0133] 根据所述差分改正坐标数据对北斗天线的实时卫星定位数据进行修正,得到北斗天线的三维坐标数据。

[0134] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述坐标获取单元具体用于:

[0135] 通过北斗基准站获取实时卫星定位数据;

[0136] 将所述实时卫星定位数据传输至后台服务器,形成基准站覆盖范围内的相对北斗基准站绝对坐标数据的时序性的基准偏移数据;

[0137] 通过北斗接收机将其持续接收的北斗天线的实时卫星定位数据传输至后台服务器;

[0138] 将所述北斗基准站的绝对坐标数据与北斗天线的卫星定位数据进行对比,形成以北斗基准站绝对坐标数据为原点的时序性变化的位置向量;

[0139] 利用所述基准偏移数据修正所述时序性变化的位置向量,形成北斗天线的位置变化数据。

[0140] 其中,所述北斗基准站应建在观测条件良好的稳定位置,且与北斗监测站的距离不超过预设距离。

[0141] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述解算单元302包括:

[0142] 接收单元,配置用于当服务端监听到北斗接收机的连接请求后,接收北斗接收机发送的北斗天线的实时卫星定位数据及倾角传感器发送的倾斜角度数据;

[0143] 计算单元,配置用于根据实时卫星定位数据及倾斜角度数据计算得到储罐沉降

量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

[0144] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述计算单元具体用于:

[0145] 启动服务器平台的数据处理软件,将北斗天线实时卫星定位数据及倾斜角度数据进行粗差别除处理;

[0146] 根据粗差别除处理后的实时卫星定位数据及倾斜角度数据解算得到储罐沉降量、位移量及其变形速率,并同步生成实时变化曲线。

[0147] 基于上述实施例,作为可选的实施例,所述预警单元303包括:

[0148] 判断单元,配置用于按照预定机制判断储罐变形量是否超过阈值;

[0149] 发送单元,配置用于若罐变形量超过阈值,将所述储罐变形量数据发送给远程监控中心,进行储罐变形超限预警。

[0150] 如图4所示,图4为本申请实施例所提供的一种基于北斗物联的储罐变形监测设备的结构示意图,该设备400包括:

[0151] 北斗监测站、北斗基准站404及倾角传感器403,所述北斗监测站包括北斗天线401及北斗接收机402,其中,所述北斗天线401搭建在储罐405外侧,所述北斗接收机402设置在储罐405下方,所述倾角传感器403安装于北斗天线401的底座处,所述北斗基准站应建在观测条件良好的稳定位置,且与北斗监测站的距离不超过预设距离。

[0152] 需要说明的是,所述预设距离可根据实地进行调整,例如北斗基准站与北斗监测站的距离不超过100m。

[0153] 可选的,所述北斗接收机402与北斗基准站404通过地面网络(2G/3G/4G/5G)、有线网络、LORA、北斗短报文、NB-IOT或无线网桥方式进行数据通信。

[0154] 需要说明的是,北斗监测站包括但不限于国产、进口双星、三星、四星多频的卫星导航定位监测设备,用于接收北斗卫星信号及向外传输北斗监测站数据,传输的数据格式包括但不限于国际标准Rinex数据、RTCM数据、坐标数据等;北斗基准站包括但不限于国产、进口双星、三星、四星多频的卫星导航定位监测设备,用于接收卫星发送的数据并传输北斗基准站数据,传输的数据格式包括但不限于国际标准Rinex数据、RTCM数据、坐标数据等;倾角传感器包括但不限于国产、进口的可量测倾斜角度的产品,用于测量并对外传输倾角传感器数据,传输的数据格式包括但不限于RS485数据、RS232数据。此外,北斗天线还可设置包括但不限于静力水准仪、加速度计等传感器。

[0155] 北斗监测站与北斗基准站404、北斗监测站与后台服务器、北斗基准站404与后台服务器、倾角传感器与后台服务器的通信方式包括但不限于3G/4G/5G、有线网络、LoRa、北斗短报文、NB-IOT、无线网桥等,数据可直接网络传输,也可通过专用网关(数据统一收集与转发设备)进行传输。

[0156] 北斗监测站、北斗基准站、倾角传感器的供电方式包括但不限于电池供电、太阳能供电、220V供电(交流转直流)、380V工业用电(交流转直流)的方式。

[0157] 具体的,在储罐周边选取稳定位置建设北斗基准站,在储罐顶部或其他合适位置安装北斗天线、在储罐下方一定距离外安装北斗接收机组成北斗监测站,通过实时监测北斗天线的三维坐标变化,来反映储罐本体的沉降与位移变形。

[0158] 具体的,将倾角传感器固定在储罐表面,固定前尽量将传感器横轴或纵轴与地面或垂直地面方向平行,并前后左右摆动传感器,观察传感器X、Y轴与实际横纵轴的对应关系

以及角度变化情况,以确定角度变化值的正负、方向所代表的实际倾斜情况。倾角传感器的安装位置应与北斗天线的位置尽量接近。最好将倾角传感器安装于北斗天线的底座处,安装于北斗天线的固定底座上,以便在发生变形后根据二者的相关性进行检核;且若将储罐看做刚体,将北斗监测的绝对位置变化和倾角传感器监测的姿态变化结合可得到更真实全面的储罐变形。

[0159] 具体的,需将北斗天线、倾角传感器做防爆处理,将北斗接收机置于隔爆箱内。由于储罐区域存在释放爆炸性气体的可能性,因此需对安装于爆炸性危险区域内的监测设备做防爆处理,处理方式有加装隔爆外壳、增安、本质安全、浇封等多种,安装于不同环境需满足对应区域的防爆等级要求,并需征得相关生产与管理人員的同意。如本质安全型处理方式为限制设备所用电阻、电容和电感参数大小,以保证在正常及故障时所产生的火花能量不足以点燃爆炸性混合物,并用防爆安全栅将危险场所和非危险场所的电路隔开;加装隔爆外壳的处理方式为把可能产生火花、电弧和危险温度的零、部件放入隔爆外壳内,隔爆外壳使设备内部空间与周围的环境隔开,隔爆外壳存在间隙,用于存储电气设备呼吸作用和气体渗透作用产生的爆炸性混合气体,当其发生爆炸时,外壳可以承受爆炸压力而不损坏,同时外壳结构间隙可冷却火焰、降低火焰传播速度或终止加速链,使火焰或危险的火焰生成物不能穿越隔爆间隙,从而避免火焰生成物点燃外部爆炸性环境,以达到隔爆目的。需要注意的是,由于防爆处理后可能会影响监测设备的性能,需在防爆处理后进行全面的测试,各项指标满足要求后方可安装,以保证设计的监测效果。

[0160] 请参考图5,图5为本申请实施例所提供的一种终端500的结构示意图,该终端系统300可以用于执行本发明实施例提供的基于北斗物联网的储罐变形监测方法。

[0161] 其中,该终端系统500可以包括:处理器501、存储器502及通信单元503。这些组件通过一条或多条总线进行通信,本领域技术人员可以理解,图中示出的服务器的结构并不构成对本发明的限定,它既可以是总线形结构,也可以是星型结构,还可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0162] 其中,该存储器502可以用于存储处理器501的执行指令,存储器502可以由任何类型的易失性或非易失性存储终端或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。当存储器502中的执行指令由处理器501执行时,使得终端500能够执行以下上述方法实施例中的部分或全部步骤。

[0163] 处理器501为存储终端的控制中心,利用各种接口和线路连接整个电子终端的各个部分,通过运行或执行存储在存储器502内的软件程序和/或模块,以及调用存储在存储器内的数据,以执行电子终端的各种功能和/或处理数据。所述处理器可以由集成电路(Integrated Circuit,简称IC)组成,例如可以由单颗封装的IC所组成,也可以由连接多颗相同功能或不同功能的封装IC而组成。举例来说,处理器501可以仅包括中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)。在本发明实施方式中,CPU可以是单运算核心,也可以包括多运算核心。

[0164] 通信单元503,用于建立通信信道,从而使所述存储终端可以与其它终端进行通信。接收其他终端发送的用户数据或者向其他终端发送用户数据。

[0165] 本申请还提供一种计算机存储介质,其中,该计算机存储介质可存储有程序,该程

序执行时可包括本发明提供的各实施例中的部分或全部步骤。所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(英文:read-only memory,简称:ROM)或随机存储记忆体(英文:random access memory,简称:RAM)等。

[0166] 本申请利用北斗高精度沉降位移监测方法、倾角传感器倾斜监测方法相结合的方式,通过实时采集北斗天线的实时卫星定位数据及倾斜角度数据,可以立体地反映出储罐的变形,同时由于两种数据存在相关性可以对比验证储罐变形的发生。通过将监测数据经过有线、无线方式传输至后台服务器,并通过专业软件解算出变形量,同步生成实时变化曲线,精确计算并确认储罐变形的发生;通过按照预定的机制判断是否超过阈值、触发报警,让管理者时刻掌握储罐的安全信息,以便于在即将发生危险时能提前预知,迅速启动应急救援机制,在降低财产损失的同时,可以保障现场工人以及周边人民群众的生命财产安全,实现储罐变型实时、精准、可靠、有效检测。

[0167] 说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例提供的系统而言,由于其与实施例提供的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0168] 本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以对本申请进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围内。

[0169] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其他任何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、物品或者设备不仅包括那些要素,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、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

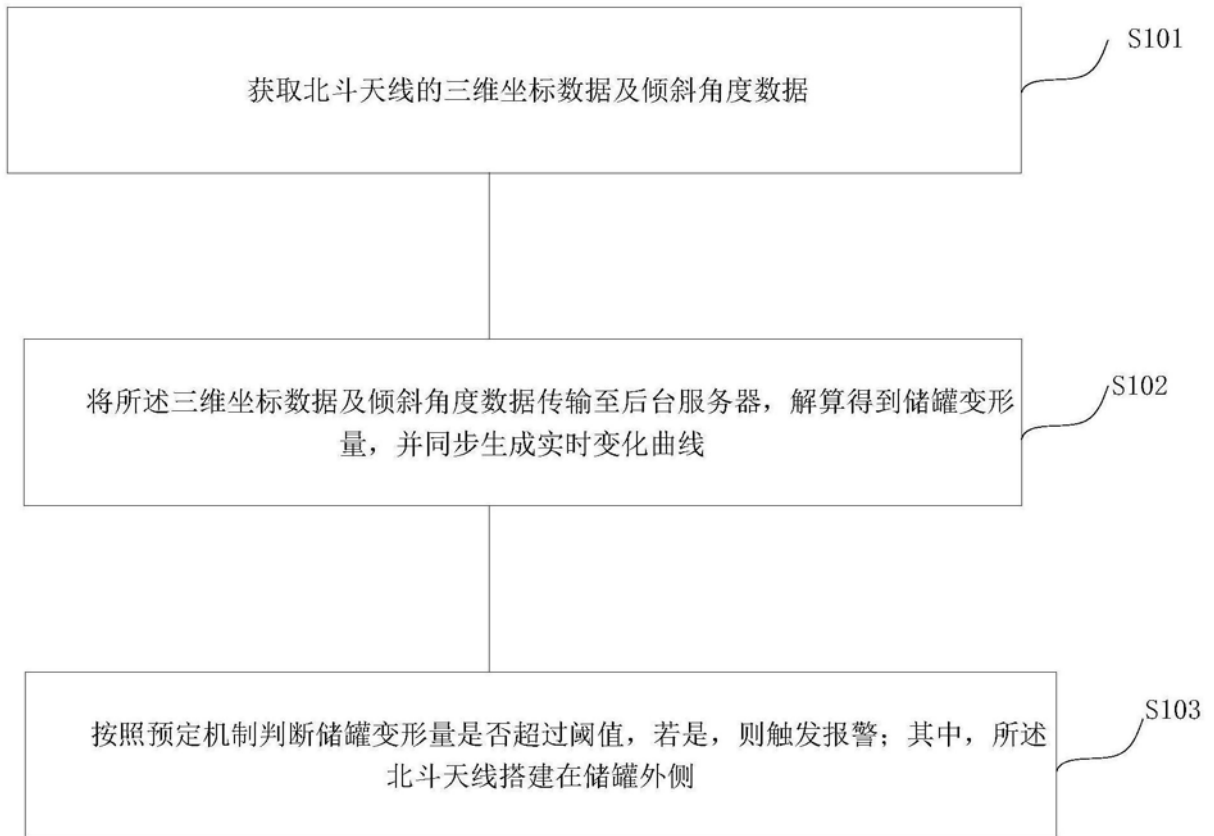


图1

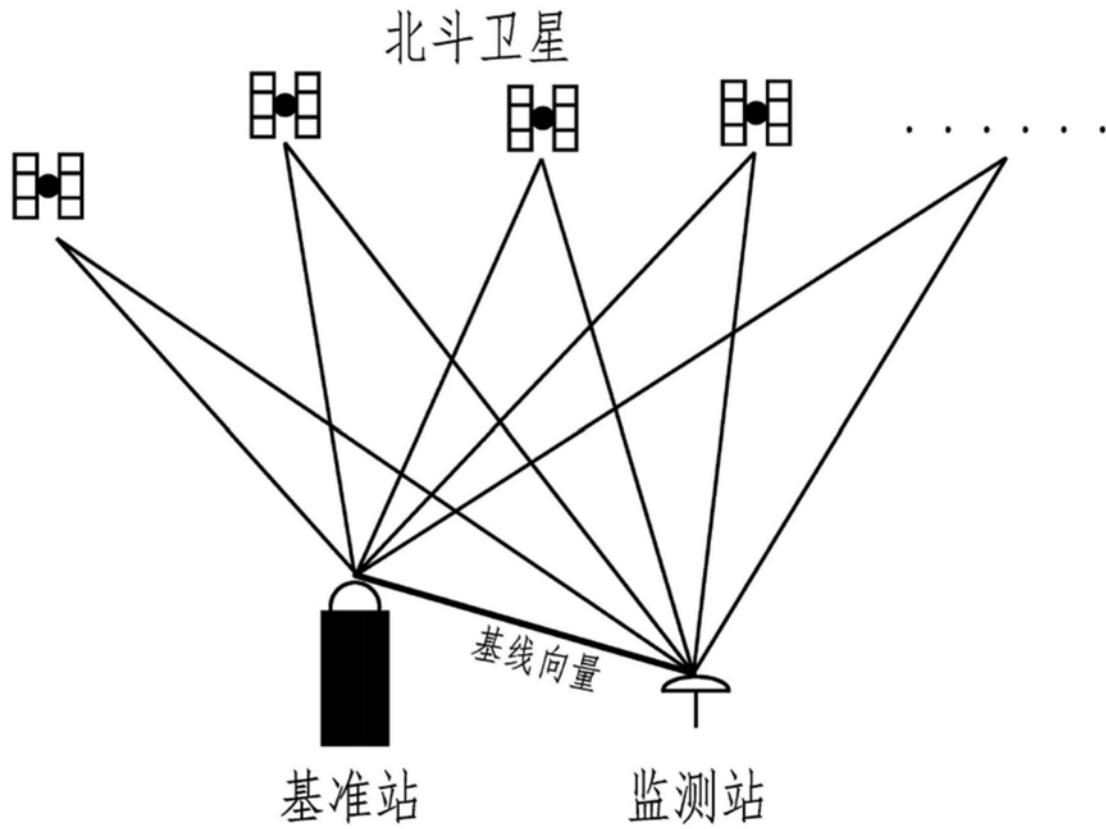


图2

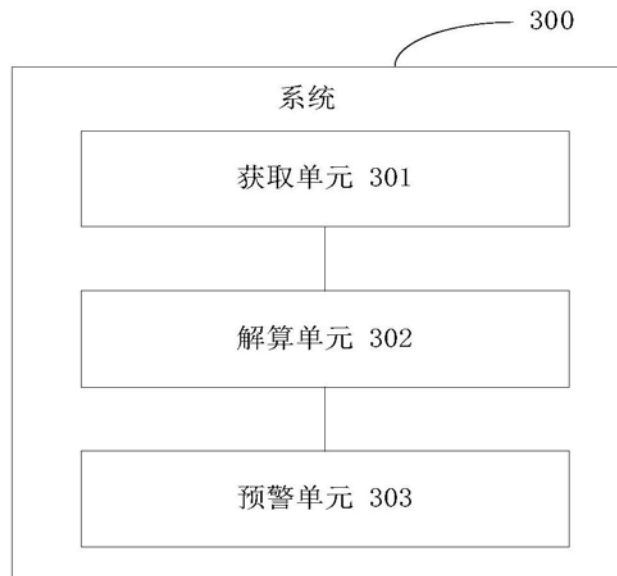


图3



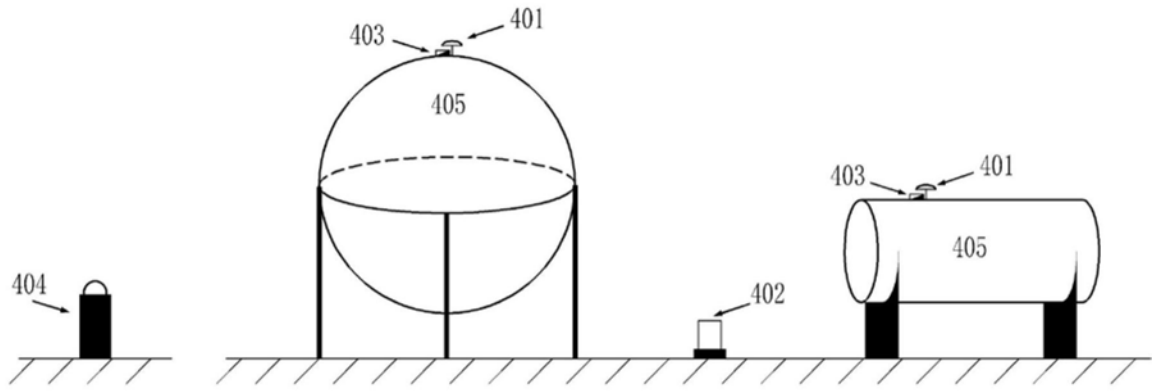


图4

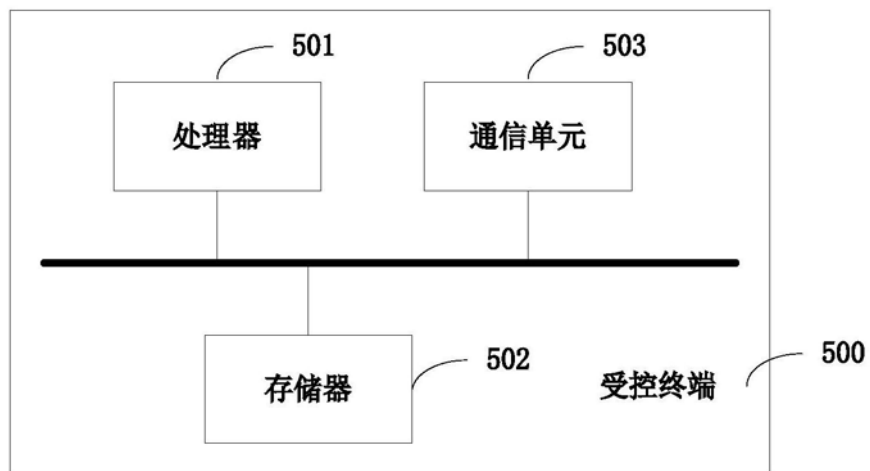


图5