



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113236231 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 20

(21) 申请号 202110507884.X

E21B 47/26 (2012.01)

(22) 申请日 2021.05.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113236231 A

胡永建. 基于ADIS16228的井下振动分析仪设计. 电子测量技术. 2018, (第05期), 7-11页.

(43) 申请公布日 2021.08.10

审查员 尹浚羽

(73) 专利权人 北京三一智造科技有限公司

地址 100096 北京市昌平区回龙观镇北清路8号6幢3楼

(72) 发明人 刘振岳

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

11002

专利代理师 韩世虹

(51) Int. Cl.

E21B 47/022 (2012.01)

E21B 47/13 (2012.01)

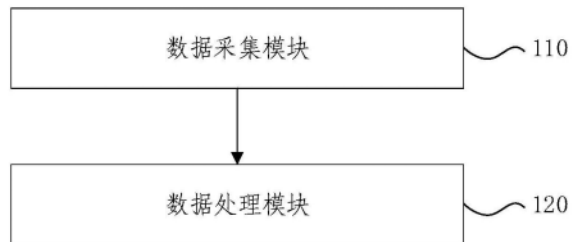
权利要求书1页 说明书13页 附图2页

(54) 发明名称

成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机

(57) 摘要

本发明提供一种成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机,该装置包括:数据采集模块和数据处理模块;所述数据采集模块,用于获取当前时刻的加速度信息和角速度信息;所述数据处理模块,用于基于所述当前时刻的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果;其中,所述当前时刻的成孔垂直度检测结果包括偏移角度和偏移方位。本发明提供的成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机,基于对运动部件的实时数据进行采集和处理,获取钻斗的加速度信息和角速度信息,通过计算出的偏移量作为当前时刻的成孔垂直度检测结果,对成孔垂直度进行实时的高精度检测。



1. 一种成孔垂直度检测装置,其特征在于,包括:数据采集模块和数据处理模块;
所述数据采集模块,用于获取当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息;
所述数据处理模块,用于基于所述当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果;
其中,所述当前时刻的成孔垂直度检测结果包括偏移角度和偏移方位;
所述数据采集模块具体用于在钻进深度大于目标深度,且振动频率大于预设的频率阈值的情况下,才开始唤醒检测装置采集所述当前时刻的加速度信息和角速度信息,否则检测装置处于休眠状态。
2. 根据权利要求1所述的成孔垂直度检测装置,其特征在于,还包括:第一无线收发模块、外壳和底座;
所述第一无线收发模块,用于向控制终端发送所述当前时刻的成孔垂直度检测结果;
所述外壳和所述底座构成中空的容置空间,用于固定放置所述数据采集模块、所述数据处理模块和所述第一无线收发模块。
3. 根据权利要求1所述的成孔垂直度检测装置,其特征在于,还包括:数据存储模块;
所述数据存储模块,用于存储所述当前时刻的成孔垂直度检测结果。
4. 根据权利要求2所述的成孔垂直度检测装置,其特征在于,还包括:数据记录模块;
所述数据记录模块,用于在所述第一无线收发模块未能向所述向控制终端成功发送所述当前时刻的成孔垂直度检测结果的情况下,存储所述当前时刻的成孔垂直度检测结果。
5. 根据权利要求1至4任一项所述的成孔垂直度检测装置,其特征在于,所述成孔垂直度检测装置还包括蓄电池,用于向数据采集模块进行供电。
6. 一种基于如权利要求1至5任一项所述的成孔垂直度检测装置的成孔垂直度检测方法,其特征在于,所述的成孔垂直度检测装置安装于钻斗上,所述方法包括:
数据采集模块获取当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息;
数据处理模块基于所述当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。
7. 一种成孔垂直度检测系统,其特征在于,包括:如权利要求2、4或5所述的成孔垂直度检测装置、控制终端和第二无线收发装置;
所述成孔垂直度检测装置通过第一无线收发模块,与所述第二无线收发装置无线通信连接;
所述第二无线收发装置与所述控制终端通信连接;
所述第二无线收发装置,用于接收成孔垂直度检测装置发送的所述当前时刻的成孔垂直度检测结果,并转发至所述控制终端。
8. 根据权利要求7所述的成孔垂直度检测系统,其特征在于,所述控制终端,用于在所述当前时刻的成孔垂直度检测结果不满足目标条件的情况下,发出预警信息。
9. 一种旋挖钻机,其特征在于,包括如权利要求8所述的成孔垂直度检测系统。

成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机

技术领域

[0001] 本发明涉及机械工程技术领域,尤其涉及一种成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机。

背景技术

[0002] 旋挖钻机是一种适合在建筑基础工程中进行成孔作业的施工机械,配合不同钻具,可适应于多种地质条件下的成孔作业。

[0003] 在钻进过程中,桅杆垂直度并不能完全反应成孔垂直度,再加上操作手的经验千差万别,造成实际施工过程中,打斜孔的问题常有发生。

[0004] 现有技术普遍采用事后测量方式,也即在成孔之后用专用的仪器设备测量。声波法即采用超声波传感器检测孔的四周距传感器所在位置的距离,从而测量出垂直度并绘制出成孔三维图形,伞径法则是采用机械加传感器测量方式进行测量。现有技术只能在成孔后检测垂直度,发现垂直度不符合要求后,很难补救,易造成废孔。

发明内容

[0005] 本发明提供一种成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机,用以解决现有技术中不能对成孔过程进行实时垂直度检测的缺陷,实现根据采集到的角速度信息和加速度信息,对成孔的偏移角度和偏移方位进行高精度的检测。

[0006] 本发明提供一种成孔垂直度检测装置,包括:数据采集模块和数据处理模块;

[0007] 所述数据采集模块,用于获取当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息;

[0008] 所述数据处理模块,用于基于所述当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果;

[0009] 其中,所述当前时刻的成孔垂直度检测结果包括偏移角度和偏移方位。

[0010] 根据本发明提供的一种成孔垂直度检测装置,还包括:第一无线收发模块、外壳和底座;

[0011] 所述第一无线收发模块,用于向控制终端发送所述当前时刻的成孔垂直度检测结果;

[0012] 所述外壳和所述底座构成中空的容置空间,用于固定放置所述数据采集模块、所述数据处理模块和所述第一无线收发模块。

[0013] 根据本发明提供的一种成孔垂直度检测装置,还包括:数据存储模块;

[0014] 所述数据存储模块,用于存储所述当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0015] 根据本发明提供的一种成孔垂直度检测装置,还包括:数据记录模块;

[0016] 所述数据记录模块,用于在所述第一无线收发模块未能向所述向控制终端成功发送所述当前时刻的成孔垂直度检测结果的情况下,存储所述当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0017] 根据本发明提供的一种成孔垂直度检测装置,所述数据采集模块具体用于在钻进

深度大于目标深度,且振动频率大于预设的频率阈值的情况下,采集所述当前时刻的加速度信息和角速度信息。

[0018] 根据本发明提供一种成孔垂直度检测装置,所述成孔垂直度检测装置还包括蓄电池,用于向数据采集模块进行供电。

[0019] 本发明还提供一种基于上述任一种所述的成孔垂直度检测装置的成孔垂直度检测方法,所述的成孔垂直度检测装置安装于钻斗上,所述方法包括:

[0020] 数据采集模块获取当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息;

[0021] 数据处理模块基于所述当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0022] 本发明还提供一种成孔垂直度检测系统,包括:如上述任一种所述的成孔垂直度检测装置、控制终端和第二无线收发装置;

[0023] 所述成孔垂直度检测装置通过第一无线收发模块,与所述第二无线收发装置无线通信连接;

[0024] 所述第二无线收发装置与所述控制终端通信连接;

[0025] 所述第二无线收发装置,用于接收成孔垂直度检测装置发送的所述当前时刻的成孔垂直度检测结果,并转发至所述控制终端。

[0026] 根据本发明提供一种成孔垂直度检测系统,所述控制终端,用于在所述当前时刻的成孔垂直度检测结果不满足目标条件的情况下,发出预警信息。

[0027] 本发明还提供一种旋挖钻机,包括如上述任一种所述的成孔垂直度检测系统。

[0028] 本发明提供的成孔垂直度检测方法、装置、系统及旋挖钻机,基于对运动部件的实时数据进行采集和处理,获取钻斗的加速度信息和角速度信息,通过计算出的偏移量作为当前时刻的成孔垂直度检测结果,对成孔垂直度进行实时的高精度检测。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明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,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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。

[0030] 图1是本发明实施例提供的成孔垂直度检测装置的结构示意图;

[0031] 图2是本发明实施例提供的成孔垂直度检测装置的外形结构俯视图;

[0032] 图3是本发明实施例提供的成孔垂直度检测方法的流程示意图;

[0033] 图4是本发明实施例提供的成孔垂直度测量精度要求示意图;

[0034] 图5是本发明实施例提供的成孔垂直度检测结果图形化示意图;

[0035] 图6是本发明实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳

动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 图1是本发明提供的成孔垂直度检测装置的结构示意图。如图1所示,本发明实施例提供的成孔垂直度检测装置,包括:数据采集模块110和数据处理模块120。

[0038] 需要说明的是,旋挖成孔上的转盘或动力头带动可伸缩式钻杆和钻杆底部的钻头旋转,用钻斗底端和侧面开口上的切削刀具切削岩土,同时切削下来的岩土从开口处进入钻斗内。待钻斗装满钻屑后,通过伸缩钻杆把钻头提到孔口,自动开底卸土,再把钻斗下到孔底继续钻进。对粘结性好的岩土层,可采用干式或清水钻进工艺,无需泥浆护壁。而对于松散易坍塌地层,或有地下水分布,孔壁不稳定,必须采用静态泥浆护壁钻进工艺,向孔内投入护壁泥浆或稳定液进行护壁。

[0039] 钻孔的质量好坏直接关系到整个工程的结构安全和建筑质量,尤其是成孔垂直度的控制,其好坏直接影响到桩基的承载力。

[0040] 需要说明的是,成孔垂直度检测装置的检测对象是具有绕轴旋转的运动轨迹的部件,本发明实施例对此不作具体限定。

[0041] 优选地,成孔垂直度检测装置的检测对象是旋挖钻机在钻进过程中形成的孔位。

[0042] 具体地,成孔垂直度检测装置设置有数据采集模块110和数据处理模块120,分别用于采集数据,以及对采集到的数据进行处理。

[0043] 可以理解的是,在钻进过程中,钻斗以一定速度绕轴自转,并持续向地下钻进。对于偏离铅直方向的外力作用,旋转物体会在横向发生倾斜。所以,旋转的钻斗在三维空间中的左右方向、上下方向以及前后方向均有位移变化,要通过采集一段时间内的钻斗在三个变化方向上的加速度和角速度进行计算,进而将钻斗的偏移程度量化。

[0044] 成孔垂直度检测装置既要采集运动数据,又要对采集到的数据进行集成处理。

[0045] 可选的,成孔垂直度检测装置是一个惯性测量单元。该惯性测量单元至少包括传感设备和控制电路。其中,传感设备可以采用机械陀螺、MEMS传感器或光纤陀螺仪等。

[0046] 优选的,传感设备为光纤陀螺仪,相应地,成孔垂直度检测装置是一个光纤惯组。该光纤惯组至少包括光纤陀螺和控制电路,其中,光纤陀螺为主要检测元件,用于采集三轴的加速度信息和角速度信息,控制电路用于处理数据,实现对采集到的数据进行接收与处理。

[0047] 数据采集模块110,用于获取当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息。

[0048] 需要说明的是,钻斗底部设置有斗门,斗门上有切削齿,用于切削泥土,钻斗中间为空心钻筒,容纳切削齿切下的泥土,钻斗上面有方头用于与钻杆连接,以及开斗门的机关装置,机关装置包括顶杆、斗门钩、铰链等用于打开斗门。

[0049] 工作时钻机通过钻杆将空心钻斗下放到地面的孔内,动力头通过钻杆带动钻斗在孔内旋转、推进。

[0050] 在钻进的过程,切削泥土逐渐填满钻筒,钻机将钻斗提升出孔外,打开斗门卸除钻筒泥土,依次反复循环,每次循环,孔底的泥土都被钻斗切削掉一层,使孔的深度不断增加,当孔的深度到达需要的位置即完成钻孔作业。

[0051] 需要说明的是,数据采集模块110的采集对象是钻斗,所以数据采集模块110采集到的运动信息是相对于物体自身的载体坐标系中的运动信息。其中,载体坐标系的坐标原

点是以钻斗的质心,X轴正方向指向南向、Y轴正方向指向东向以及Z轴正方向指向天向。

[0052] 数据采集模块110的载体坐标系固定在钻斗上,其坐标轴随着钻斗的旋转而旋转。但是,在载体坐标系中,任何两次连续的旋转,坐标轴是变化的,所以引入三轴静止不动的惯性坐标系获取钻斗的姿态。

[0053] 优选地,惯性坐标系选择东北天坐标系。

[0054] 其中,东北天坐标系是以钻斗在地表面上的位置为坐标原点,三个轴中X轴正方向指向东向、Y轴正方向指向北向以及Z轴正方向指向天向的坐标系。

[0055] 在钻斗初始静止时,载体坐标系和东北天坐标系是重合的,在钻进过程中,通过两个坐标系之间的转换,使在钻斗在载体坐标系围绕着变化的三轴的运动信息,转化成钻斗在东北天坐标系围绕静止的三轴的运动信息。

[0056] 具体地,成孔垂直度检测装置中的传感设备获取一段时间内每一时刻钻斗在载体坐标系中的X轴上的加速度和角速度、Y轴上的加速度和角速度以及Z轴上的加速度和角速度。

[0057] 数据处理模块120,用于基于当前时刻钻斗的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0058] 其中,当前时刻的成孔垂直度检测结果包括偏移角度和偏移方位。

[0059] 需要说明的是,当前时刻的成孔垂直度检测结果,指在采集时间段内的最后一个时间点的检测结果,包括在该时间段内的成孔路径的偏移角度和偏移方位。

[0060] 其中,偏移角度是指钻头在当前时刻下的加速度方向与地垂线的夹角。

[0061] 偏移方位是指钻头在当前时刻下的成孔位置在由X轴和Y轴形成的平面中的方位以及方位角度。

[0062] 具体地,数据处理模块先进行杆臂补偿处理,消除离心加速度的影响,然后进行平滑滤波处理,消除零均值造成的影响,并将数据采集模块获取到的三轴加速度测量值建立空间几何关系,计算出Z轴加速度与天轴的角度作为成孔垂直度检测结果中的偏移角度。

[0063] 再通过坐标转换将转杆坐标系转换到东北天坐标系,然后根据数据采集模块获取到的三轴角速度信息,结算出转杆随时间变化绕X轴,Y轴,Z轴变化的角度,然后根据X轴旋转角度(俯仰角)和绕Y轴旋转角度(横滚角)的符号和三角关系可以确定成孔垂直度检测结果中的偏移方位。

[0064] 本发明实施例通过对运动部件的实时数据进行采集和处理,获取钻斗的加速度信息和角速度信息,通过计算出的偏移量作为当前时刻的成孔垂直度检测结果,对成孔垂直度进行实时的高精度检测。

[0065] 图2是本发明提供的成孔垂直度检测装置的外形结构俯视图。基于上述任一实施例的内容,成孔垂直度检测装置还包括:第一无线收发模块、外壳210和底座220。

[0066] 第一无线收发模块,用于向控制终端发送当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0067] 需要说明的是,第一无线收发模块是一个无线收发装置,与成孔垂直度检测装置电连接。

[0068] 具体地,第一无线收发模块接收由成孔垂直度检测装置发送的当前时刻的成孔垂直度检测结果,并通过与地上的无线收发装置通信连接,将该结果传输至控制终端。

[0069] 外壳和底座构成中空的容置空间,用于固定放置数据采集模块、数据处理模块和

第一无线收发模块。

[0070] 需要说明的是,旋挖钻机等类似桩工机械产品的工作装置需深入到地下,采用泥浆护壁方式施工,故成孔垂直度检测装置的可靠性参数需要满足防水、抗振要求,要求能够在100米深泥浆、10G振动环境中正常检测,并需在检测完成后将数据通过无线方式发送。

[0071] 具体地,成孔垂直度检测装置的整体外形,由外壳210与底座220两部分组成,其材质一般为硬度高、耐磨性好的金属材料。

[0072] 优选地,外壳210与底座220的材质为钢。

[0073] 底座220的上表面与成孔垂直度检测装置的下表面紧密贴合,再将外壳210罩设在成孔垂直度检测装置的外部,外壳210与底座220贴合处采用密封圈防水,并每边设计多个螺丝230固定,保证密封,既可以保证抗振等级又可以防水。

[0074] 优选地,在外壳210与底座220贴合处,每边设置3颗螺丝230进行固定。

[0075] 在钻进过程中,空心的钻斗斗门朝下,未放置成孔垂直度检测装置的底座220表面与钻斗上部内壁固定连接,并放置于靠近钻杆处,以将成孔垂直度检测装置固定在钻斗上,进而对钻斗钻进过程形成的孔位进行垂直度检测。

[0076] 在外壳210的上表面设置一个通孔240以及覆盖通孔的上盖250,上盖250的材质可以采用为耐磨性好、耐腐蚀性好的非金属材料。

[0077] 对上盖250内侧设计了密封圈,对开设的通孔240处进行密封,以保证第一无线收发模块的无线信号能够发射出来。

[0078] 可以理解的是,通孔240以及覆盖通孔的上盖250的形状可以设置多种,例如,矩形、正方形或者圆形等。

[0079] 优选地,通孔240以及覆盖通孔的上盖250的形状为圆形。

[0080] 本发明实施例通过对成孔垂直度检测装置设置无线收发模块和外形,可以对成孔垂直度检测获取到的检测结果,进行地上与地下的传输,以使得地上的控制终端获取到成孔垂直度检测获取到的检测结果。并且,外形设置为保证防水、抗振设计,满足检测对象的实际工况要求。

[0081] 基于上述任一实施例的内容,成孔垂直度检测装置还包括:数据存储模块。

[0082] 数据存储模块,用于存储当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0083] 需要说明的是,数据存储模块对成孔垂直度检测结果进行存储的触发条件是,成孔垂直度检测装置每生成一组成孔垂直度检测结果,数据存储模块就对该成孔垂直度检测结果进行存储。

[0084] 具体地,数据存储模块对每一时刻获取到的成孔垂直度检测结果进行存储。

[0085] 本发明实施例通过对成孔垂直度检测装置设置数据存储模块,可以存储钻进过程中的多个时刻的成孔垂直度检测结果,能够保存完整数据,防止数据丢失。

[0086] 基于上述任一实施例的内容,成孔垂直度检测装置还包括:数据记录模块。

[0087] 数据记录模块,用于在第一无线收发模块未能向控制终端成功发送当前时刻的成孔垂直度检测结果的情况下,存储当前时刻的成孔垂直度检测结果

[0088] 需要说明的是,地下的成孔垂直度检测装置与地上的控制终端通过各自的无线收发装置进行成孔垂直度检测结果的传输,其传输结果有两种:传输成功和传输失败。

[0089] 其中,传输成功是指控制终端接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果,传输失败

是指控制终端没有接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0090] 数据记录模块对成孔垂直度检测结果进行存储的触发条件是,对成孔垂直度检测结果进行传输,每传输失败一次,数据记录模块就对本次传输失败的成孔垂直度检测结果进行存储。

[0091] 具体地,若传输结果是传输失败,即控制终端没有接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果,则不会生成相关的响应信息。故此,成孔垂直度检测装置中的第一无线收发模块没有接收到相应的响应信息,会驱动成孔垂直度检测装置中数据记录模块对为发送成功的成孔垂直度检测结果进行存储。

[0092] 本发明实施例通过对成孔垂直度检测装置设置数据记录模块,可以存储未能由地下成功传输至地上的成孔垂直度检测结果,能够保存完整数据,防止数据丢失。

[0093] 基于上述任一实施例的内容,数据采集模块具体用于在钻进深度大于目标深度,且钻斗的振动频率大于预设的频率阈值的情况下,采集当前时刻的加速度信息和角速度信息。

[0094] 需要说明的是,成孔垂直度检测装置的数据采集模块有两种状态:工作状态和休眠状态。

[0095] 其中,工作状态是指数据采集模块采集钻斗的角速度数据和加速度数据的状态,休眠状态是指数据采集模块不采集钻斗的角速度数据和加速度数据的状态。

[0096] 具体地,预先对数据采集模块的设置工作状态与休眠状态的触发条件,其触发条件可以是钻进时间每间隔5分钟,使数据采集模块处于工作状态,进行持续30秒的数据采集,并使数据采集模块在5分钟的时间间隔内,处于休眠状态。

[0097] 优选地,触发条件是钻进深度大于目标深度,且钻斗的振动频率大于预设的频率阈值。

[0098] 本发明实施例通过对数据采集装置的工作状态与休眠状态的切换设定特定算法,该算法紧紧围绕类似旋挖钻机类产品的工作特性,为当钻进深度大于设定值、且振动达到一定条件后才开始唤醒检测装置并进行采集,否则装置处于休眠状态,能实现单次充电的使用时间更长,能更节约能源、提高续航时间。

[0099] 基于上述任一实施例的内容,成孔垂直度检测装置包括蓄电池,用于向数据采集模块进行供电。

[0100] 需要说明的是,成孔垂直度检测装置需要存在一个供电装置,以供采集和处理数据。

[0101] 旋挖钻机的扭矩传导部件是钻杆,钻杆为多层嵌套式可伸缩结构,且施工过程中需经常转动,若对其进行有源供电,则需要处理好布线。

[0102] 具体地,成孔垂直度检测装置可以以有源供电或者无源供电的方式进行供电。

[0103] 优选地,采用无源的供电方式对数据采集模块进行供电。其供电方式可以是蓄电池,本发明对此不作具体限定。

[0104] 可以理解的是,蓄电池的选择充分考虑旋挖施工周期,可满足大多数施工周期要求

[0105] 本发明实施例通过对成孔垂直度检测装置采用蓄电池进行供电,可以使运动部件在施工过程中随意转动,不受布线限制,能够使电压稳定输送、价格便宜、维护简单、并且质

量稳定。进而,实现数据的实时采集与处理。

[0106] 图3是本发明提供的成孔垂直度检测方法的流程示意图。基于上述任一实施例的内容,的成孔垂直度检测装置安装于钻斗上,方法包括:

[0107] 步骤310、数据采集模块获取当前时刻的钻斗加速度信息和角速度信息;

[0108] 需要说明的是,本发明实施例提供的成孔垂直度检测方法的执行主体是成孔垂直度检测装置。

[0109] 需要说明的是,由于检测对象的是处于钻进状态的钻斗形成的孔位,所以成孔垂直度检测装置中的数据采集模块要对钻斗的转动信息进行采集,设置为可以获取物体的转动信息的元件,例如:机械陀螺、MEMS传感器或者光纤陀螺仪等元件,本发明实施例对此不作具体限定。

[0110] 优选地,成孔垂直度检测装置中的数据采集模块光纤陀螺仪。

[0111] 其中,可以是精度相同的多个光纤陀螺仪设置在不同方向轴上,获取多轴的转动数据。

[0112] 也可以是由多个精度不同的光纤陀螺仪构成的组合,实现获取不同精度要求下的转动数据。

[0113] 需要说明的是,光纤陀螺仪通过获取测量空间中一段时间内的三轴加速度和三轴角速度,能够全面准确地反映物体在该时间段内的运动性质。

[0114] 光纤陀螺仪采集到的运动信息是相对于物体自身的载体坐标系中的运动信息。其中,载体坐标系的坐标原点是以钻斗的质心,X轴正方向指向南向、Y轴正方向指向东向以及Z轴正方向指向天向。

[0115] 可以理解的是,依据旋挖钻机类产品的工作特性,当前时刻是指成孔垂直度检测装置进行数据采集时,所处的采集时间段的每一个时间点。

[0116] 具体地,成孔垂直度检测装置中的光纤陀螺获取一段时间内每一时刻载体坐标系中的X轴上的加速度和角速度、Y轴上的加速度和角速度以及Z轴上的加速度和角速度。

[0117] 步骤320、数据处理模块基于当前时刻的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0118] 需要说明的是,当前时刻的成孔垂直度检测结果是指,在采集时间段内的最后一个时间点的检测结果,即在该时间段内的成孔路径的偏移角度和偏移方位。

[0119] 其中,偏移角度是指以当前时刻为终点的时间段内,每一时刻成孔位置组成的路径与地垂线形成的夹角。

[0120] 偏移方位是指以当前时刻为终点的时间段内,当前时间点的成孔位置在由X轴和Y轴形成的平面中的方位以及方位角度。

[0121] 需要说明的是,在数据处理的过程中,要将载体坐标系转换到东北天坐标系。

[0122] 载体坐标系是相对于物体自身运动轨迹的坐标系。其中,载体坐标系的坐标原点是以钻斗的质心,X轴正方向指向南向、Y轴正方向指向东向以及Z轴正方向指向天向。

[0123] 数据采集模块110的载体坐标系固定在钻斗上,其坐标轴随着钻斗的旋转而旋转。但是,在载体坐标系中,任何两次连续的旋转,坐标轴是变化的,所以引入三轴静止不动的惯性坐标系获取钻斗的姿态。

[0124] 优选地,惯性坐标系选择东北天坐标系。

[0125] 其中,东北天坐标系是以钻斗在地表面上的位置为坐标原点,三个轴中X轴正方向指向东向、Y轴正方向指向北向以及Z轴正方向指向天向的坐标系。

[0126] 在钻斗初始静止时,载体坐标系与东北天坐标系是重合的,在钻进过程中,通过两个坐标系之间的转换,使在钻斗在载体坐标系围绕变化的三轴的运动信息,转化成钻斗在东北天坐标系围绕静止的三轴的运动信息。

[0127] 钻斗具体地,在进行数据处理之前,要先进行杆臂补偿,扣除离心加速度的影响,然后平滑滤波扣除零均值造成的影响。然后再结合三轴加速度的测量值建立空间几何关系,结算出Z轴加速度与天轴所形成的角度,即在成孔过程中当前时刻的偏移角度。

[0128] 载体坐标系到东北天坐标系的方向余弦为:

$$[0129] \quad C_3^0 = C_1^0 C_2^1 C_3^2 = \begin{bmatrix} c_\alpha c_\theta - s_\alpha s_\beta s_\theta & -s_\alpha c_\beta & c_\alpha s_\theta + s_\alpha s_\beta c_\theta \\ s_\alpha c_\theta + c_\alpha s_\beta s_\theta & c_\alpha c_\beta & s_\alpha s_\theta - c_\alpha s_\beta c_\theta \\ -c_\beta s_\theta & s_\beta & c_\beta c_\theta \end{bmatrix}$$

[0130] 其中, α 为航向角, β 为俯仰角, θ 为横滚角。其中,s表示三角关系中的正弦sin,c表示三角关系中的余弦cos。

[0131] 由此,载体坐标系中的坐标到东北天坐标系中的坐标的转换可以表达为:

$$[0132] \quad \begin{bmatrix} x'_0 \\ y'_0 \\ z'_0 \end{bmatrix} = [C_3^0]^T \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix}$$

[0133] 忽略航向角 α 对Z轴倾角影响,令 $\alpha=0$:

$$[0134] \quad \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_\theta & 0 & s_\theta \\ s_\beta s_\theta & c_\beta & -s_\beta c_\theta \\ -c_\beta s_\theta & s_\beta & c_\beta c_\theta \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{bmatrix}$$

$$[0135] \quad \begin{bmatrix} c_\theta & 0 & s_\theta \\ s_\beta s_\theta & c_\beta & -s_\beta c_\theta \\ -c_\beta s_\theta & s_\beta & c_\beta c_\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ g_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{bmatrix}$$

[0136] 其中, g_x 、 g_y 、 g_z 为三轴加速度计测量值, g_0 为重力加速度。

[0137] 经过上述消除噪声的处理,当前时刻的偏移角度可以表示为:

$$[0138] \quad \gamma = \arccos \frac{g_z}{\sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}} = \arccos \frac{c_\beta \cdot c_\theta}{\sqrt{(s_\theta)^2 + (s_\beta c_\theta)^2 + (c_\beta c_\theta)^2}} = \arccos(c_\beta \cdot c_\theta)$$

[0139] 而对于偏移方位的获取,则首先通过坐标转换将转杆坐标系转换到东北天坐标系,然后根据陀螺输出角速度信息数据,结算出转杆随时间变化绕X轴、Y轴、Z轴变化的角度,然后根据X轴旋转角度(俯仰角)和绕Y轴旋转角度(横滚角)的符号和三角关系可以确定转杆的偏移方位。

[0140] 假设,绕X轴旋转角度为 θ ,绕Y轴旋转角度为 α ,转杆的杆长为L,则转杆在Y轴上的投影可以表示为:

[0141] $OA=L \cdot \tan\theta$

[0142] 转杆在X轴上的投影可以表示为:

[0143] $AB=L/\cos\theta \cdot \tan\alpha$

[0144] 则偏移方位角度可以表示为:

[0145] $\eta=\arctan(OA/AB)=\arctan(\sin\theta/\tan\alpha)$

[0146] 其中, η 的取值范围 $[0,2\pi]$ 。

[0147] 可以理解的是,当 η 的值在 $(0,\pi/2)$ 的区间内时,偏移方位为东偏北,方位角度为 η ;当 η 的值在 $(\pi/2,\pi)$ 的区间内时,偏移方位为北偏西,方位角度为 $\eta-\pi/2$;当 η 的值在 $(\pi,3\pi/2)$ 的区间内时,偏移方位为西偏南,方位角度为 $\eta-\pi$;当 η 的值在 $(3\pi/2,2\pi)$ 的区间内时,偏移方位为南偏东,方位角度为 $\eta-3\pi/2$ 。

[0148] 若 η 为 $0,\pi/2,\pi$ 和 $3\pi/2$ 时,则偏移方位分别对应正东、正北、正西和正南,此外 η 为 2π 时,偏移方位也对应正东。

[0149] 本发明实施例通过对运动部件的实时数据进行采集和处理,获取钻斗的加速度信息和角速度信息,通过计算出的偏移角度和偏移方位作为当前时刻的成孔垂直度检测结果,对成孔垂直度进行实时的高精度检测。进而,依据实时获取的成孔垂直度检测结果与预先设定的标准进行实时对标,能够在钻进的过程中实现对超过偏差要求及时预警并修正,避免垂直度指标超标。

[0150] 基于上述任一实施例的内容,本发明提供的成孔垂直度检测系统,包括如上的成孔垂直度检测装置、控制终端和第二无线收发装置。

[0151] 成孔垂直度检测装置通过第一无线收发模块,与第二无线收发装置无线通信连接。

[0152] 需要说明的是,成孔垂直度检测装置,用于获取当前时刻的成孔垂直度检测结果,并发送至第二无线收发装置;

[0153] 第二无线收发装置,用于接收当前时刻的成孔垂直度检测结果,转发至控制终端;

[0154] 第二无线收发装置,还用于向成孔垂直度检测装置发送响应信息;

[0155] 控制终端,与第二无线收发装置电连接,用于基于当前时刻的成孔垂直度检测结果,进行时钟校准,获取当前时刻校准后的成孔垂直度检测结果,并图形化显示;

[0156] 其中,当前时刻的成孔垂直度检测结果包括当前时刻的偏移角度和当前时刻的偏移方位;

[0157] 当前时刻校准后的成孔垂直度检测结果包括当前时刻的偏移角度、当前时刻的偏移方位和当前时刻。

[0158] 具体地,成孔垂直度检测装置内部设置有第一无线收发模块,并与成孔垂直度检测装置中的成孔垂直度检测装置电连接。成孔垂直度检测装置将当前时刻获取的成孔垂直度检测结果传输至第一无线收发模块中,第一无线收发模块通过成孔垂直度检测装置外壳上的非金属材质密封口,与第二无线收发装置进行无线通信,将成孔垂直度检测结果发送至第二无线收发装置。其中,无线通信方法主要包括Wi-Fi、2/3/4/5G蜂窝通信技术等,本发明实施例对此不作具体限定。

[0159] 第二无线收发装置与控制终端通信连接。

[0160] 需要说明的是,控制终端可以为手机和平板电脑等移动智能终端,也可以为笔记

本电脑等个人计算机,本发明实施例对此不作具体限定。

[0161] 具体地,第二无线收发装置与控制终端可以直接进行通信,其通信方式可以是无线通信技术(Wi-Fi)、蓝牙或串口等,本发明实施例对此不作具体限定。

[0162] 但由于第二无线收发装置要与第一无线收发模块具有一定的匹配性,故优选地,第二无线收发装置仍采用无线通信技术与控制终端进行通信。其中,无线通信技术包括但不限于Wi-Fi、2/3/4/5G蜂窝通信等。

[0163] 第二无线收发装置,用于接收成孔垂直度检测装置发送的当前时刻的成孔垂直度检测结果,并转发至控制终端。

[0164] 需要说明的是,在控制终端成功接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果之后,由于地下的成孔垂直度检测装置获取到成孔垂直度检测结果的时间可能与地上的控制终端获取到成孔垂直度检测结果的时间有出入,所以需要校对时间。

[0165] NTP(Network Time Protocol,网络时间协议)和PTP(Precision Time Protocol,精确时间同步协议)是目前常用的时间协议,可以用于地下的成孔垂直度检测装置与地上的控制终端之间进行时间同步,本发明实施例对进行时间同步的手段不作具体限定。

[0166] 优选地,将时间戳与成孔垂直度检测结果进行融合,以进行时间同步。

[0167] 具体地,在第二无线收发装置将接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果,并转发至控制终端时,存在两种结果:发送成功和发送失败。

[0168] 其中,发送成功是指控制终端接收到成孔垂直度检测结果,发送失败是指控制终端没有接收到成孔垂直度检测结果。

[0169] 若成孔垂直度检测结果发送成功,控制终端成功接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果之后,生成一个响应信息发送至第二无线收发装置,再由第二无线收发装置转发至成孔垂直度检测装置的第一无线收发模块中,用于通知成孔垂直度检测装置数据接收成功。

[0170] 若成孔垂直度检测结果发送失败,控制终端没有接收到当前时刻的成孔垂直度检测结果之后,则不会生成响应信息,进而成孔垂直度检测装置的第一无线收发模块并不会接收到响应信息,成孔垂直度检测装置则会对当前时刻的成孔垂直度检测结果进行存储。

[0171] 本发明实施例通过对系统中的成孔垂直度检测装置、控制终端和第二无线收发装置进行实时数据传输,可以使成孔垂直度检测装置和控制终端握手成功后开始进行实时的成孔垂直度检测结果传输,并对接收到的成孔垂直度检测结果进行时钟校准,可以使地下与地上之间的时间同步,进而使在地上的控制终端信息显示的时间更准确。

[0172] 若未握手成功,成孔垂直度检测装置则会将成孔垂直度检测结果进行存储,防止数据丢失。

[0173] 在上述任一实施例的基础上,控制终端,用于在当前时刻的成孔垂直度检测结果不满足目标条件的情况下,发出预警信息。

[0174] 需要说明的是,目标条件是与实际工况中的钻机深度对应的允许最大偏移角度。

[0175] 需要说明的是,成孔垂直度测量结果要求其测量精度不低于千分之一。

[0176] 图4是本发明提供的成孔垂直度测量精度要求示意图。即如钻进深度等于100米时,孔的实际中心线偏离地垂线的最大位移量小于10厘米,需要测得孔的偏移轨迹与地垂线上在钻进深度为0米处所形成的偏差角度 θ 为 $\arctan(1/1000)$,除此之外,还需要测得对

应的偏差方向。

[0177] 具体地,当前时刻的成孔垂直度检测结果可以显示在控制终端自带或外接的显示设备上,将当前时刻的成孔垂直度检测结果与目标条件进行对标,对标结果有两种:对标合格和对标不合格。

[0178] 其中,对标合格是指当前时刻的成孔的偏移角度小于与实际工况中的钻机深度对应的允许最大偏移角度,对标不合格是指当前时刻的成孔的偏移角度大于或者等于与实际工况中的钻机深度对应的允许最大偏移角度。

[0179] 若对标结果为对标不合格,则将当前时刻的偏移角度和偏移方位进行图形化显示,并进行超出预设的最大偏移角度的提示消息,成孔垂直度检测系统中的控制终端不允许旋挖钻机包括的相应机构执行不满足目标条件的钻进指令。

[0180] 其中,提示消息可以以多种方式展现和输出。例如,提示消息的内容可以是“成孔偏移过大,请立即更改!”,并以弹窗的形式将提示消息的内容出现在显示设备上,本发明实施例对此不作具体限定。

[0181] 进而对使用成孔垂直度检测系统的用户进行提醒,防止用户在不满足目标条件的情况下,继续进行旋挖,造成孔径歪斜,不符合相应的作业条件。

[0182] 若对标结果为对标合格,则将当前时刻的偏移角度和偏移方位进行图形化显示。

[0183] 例如,可以将当前时刻的偏移角度和偏移方位,结合当前时刻之前的多个时刻的偏移角度和偏移方位,实时更新钻进至当前时刻对应的深度过程中,具有最大偏移角度的成孔垂直度检测结果以不同于其他的图示进行显示,本发明实施例对此不作具体限定。

[0184] 本发明实施例通过对成孔垂直度检测结果实时显示,并实现在将要超过偏差要求时就及时预警并修正,避免垂直度指标超标。

[0185] 基于上述任一实施例的内容,本发明提供旋挖钻机,包括如上述实施例的成孔垂直度检测系统。

[0186] 具体地,地下的孔垂直度检测装置获取每一时刻的偏移角度和偏移方位,并通过装置中的第一无线收发模块与第二无线收发装置的无线通信,将每一时刻的偏移角度和偏移方位发送至第二无线收发装置,并由第二无线收发装置转发至地上的控制终端。控制终端将接收到的每一时刻的偏移角度和偏移方位进行实时的图形化显示以及进行对标,对超出预先设定的目标条件的某一时刻的成孔垂直度检测结果对应的信息进行预警。

[0187] 下面举例说明设置一种成孔垂直度检测结果图形化显示的具体实施方式。

[0188] 图5是本发明提供的成孔垂直度检测结果图形化示意图。在钻斗从0米钻进至地下50m的过程中,坐标的原点表示钻斗处于地面上的标记孔位处,横轴和纵轴分别代表每个时刻形成的孔的偏移方向。每钻进5米,采集一分钟内的数据

[0189] 其中,蓝色圆点代表当前时刻的偏移角度及偏移方位。当蓝色圆点处于第一象限,说明代表当前时刻的偏移方位是东偏北;当蓝色圆点处于第二象限,说明代表当前时刻的偏移方位是北偏西;当蓝色圆点处于第三象限,说明代表当前时刻的偏移方位是西偏南;当蓝色圆点处于第四象限,说明代表当前时刻的偏移方位是南偏东。蓝色圆点与坐标原点的距离与当前时刻的偏移角度具有一定的转换关系,蓝色圆点与坐标原点越近,偏移角度越小,蓝色圆点与坐标原点越远,偏移角度越大。

[0190] 红色圆点所代表的位置信息与蓝色圆点一致,代表着截止至当前时刻的时间段

内,所获取到的多组成孔垂直度检测结果中的最大偏移角度及其对应的偏移方向,红色圆点上的数字“15.6”则代表在多组成孔垂直度检测结果中的具有最大偏移角度的时刻所对应的钻进深度。

[0191] 红色圆圈的半径和实际工况设定的钻进深度对应的最大偏移角度具有一定的转换关系,使半径与圆周的交点,代表允许的最大偏移角度。若某一时刻的成孔垂直度检测结果在该坐标系中的坐标与坐标原点的距离大于预设的半径长度,则不满足预先设置的目标条件,并以文本、蜂鸣器或LED灯的方式进行预警。

[0192] 还可以是,将当前时刻的偏移角度和偏移方位,结合当前时刻之前的多个时刻的偏移角度和偏移方位,实时显示钻进过程中所形成路径,以及每个时刻的偏移角度和偏移方位。

[0193] 本发明实施例通过对运动部件的实时数据进行采集和处理,获取钻斗的加速度信息和角速度信息,通过计算出的偏移量作为当前时刻的成孔垂直度检测结果,对成孔垂直度进行实时的高精度检测。

[0194] 图6示例了一种电子设备的实体结构示意图,如图6所示,该电子设备可以包括:处理器(processor)610、通信接口(CommunicationsInterface)620、存储器(memory)630和通信总线640,其中,处理器610,通信接口620,存储器630通过通信总线640完成相互间的通信。处理器610可以调用存储器630中的逻辑指令,以执行起重机配重检测方法,该方法包括:获取当前时刻的加速度信息和角速度信息;基于当前时刻的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0195] 此外,上述的存储器630中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-OnlyMemory)、随机存取存储器(RAM, RandomAccessMemory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0196] 另一方面,本发明还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,当所述程序指令被计算机执行时,计算机能够执行上述各方法所提供的起重机配重检测方法,该方法包括:获取当前时刻的加速度信息和角速度信息;基于当前时刻的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0197] 又一方面,本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以执行上述各提供的起重机配重检测方法,该方法包括:获取当前时刻的加速度信息和角速度信息;基于当前时刻的加速度信息和角速度信息,获取当前时刻的成孔垂直度检测结果。

[0198] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其

中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0199] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0200] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的精神和范围。

[0201] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

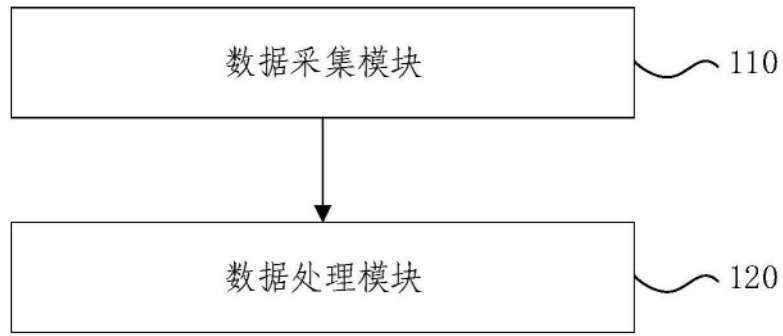


图1

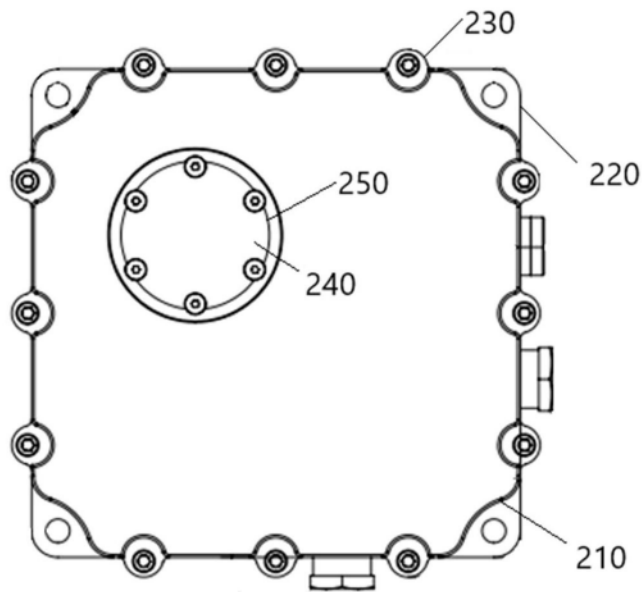


图2

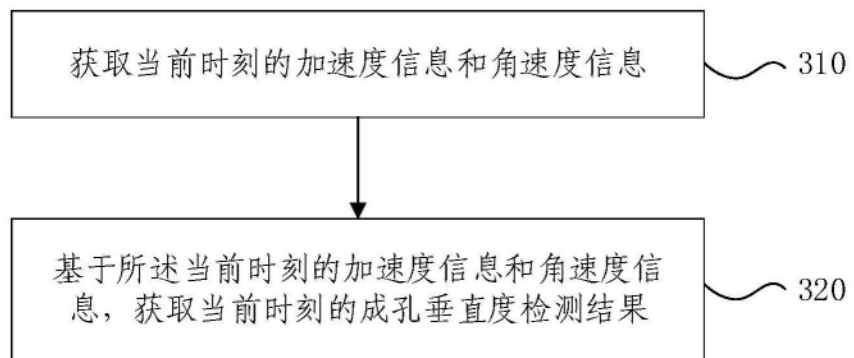


图3

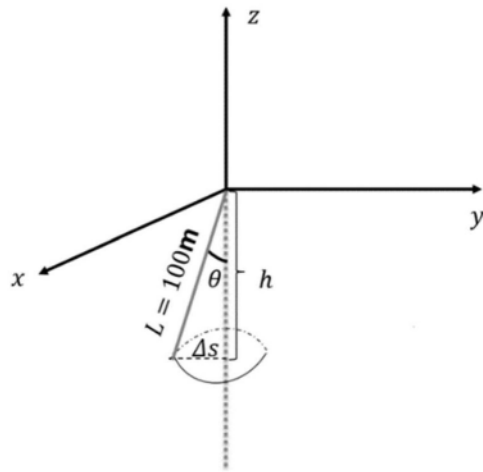


图4

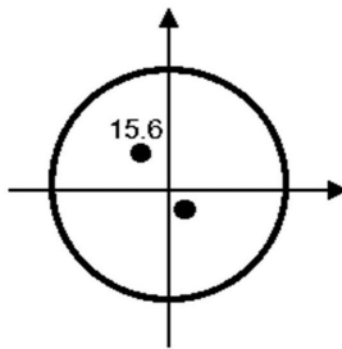


图5

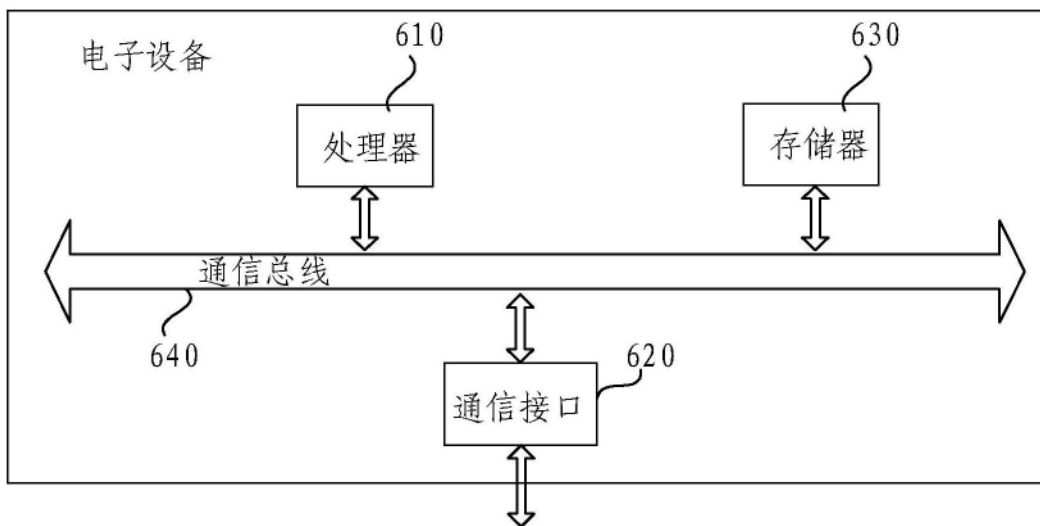


图6