



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114485614 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 13

(21) 申请号 202210006661.X

G01C 15/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.01.05

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114485614 A

CN 111044042 A, 2020.04.21

CN 111412911 A, 2020.07.14

CN 112762906 A, 2021.05.07

(43) 申请公布日 2022.05.13

US 2019204852 A1, 2019.07.04

(73) 专利权人 中国煤炭科工集团太原研究院有限公司

CN 107525497 A, 2017.12.29

CN 111485879 A, 2020.08.04

地址 030006 山西省太原市山西示范区科技创新城科荟路1号

CN 111829486 A, 2020.10.27

CN 112697051 A, 2021.04.23

专利权人 山西天地煤机装备有限公司

CN 113432545 A, 2021.09.24

WO 2018219062 A1, 2018.12.06

(72) 发明人 郭皇煌 陈宁 田原 张婷
李小燕 索艳春 董孟阳 李涛
贾曲

WO 2018233721 A1, 2018.12.27

王涵; 姚连璧. 盾构姿态快速解算系统的设计与实现. 大地测量与地球动力学. 2016, (第02期), 全文.

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

审查员 刘洋

专利代理师 辛诚

(51) Int. Cl.

G01C 21/00 (2006.01)

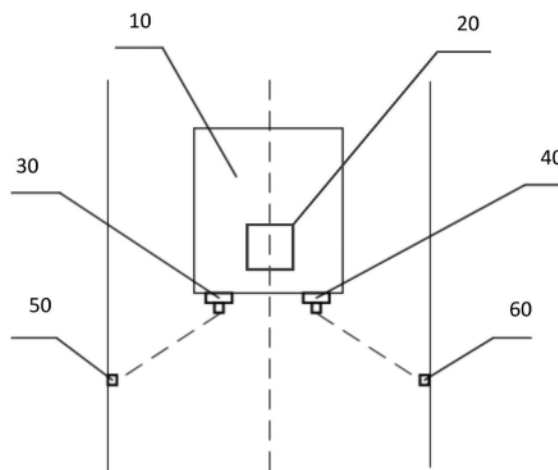
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统及方法

(57) 摘要

本申请公开了一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统及方法,该系统包括:采掘设备本体、工控机组件、第一全站仪、第二全站仪、第一棱镜和第二棱镜,第一全站仪和第二全站仪用于实时追踪对应的棱镜,并根据对应的棱镜的位置坐标和对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算第一全站仪和第二全站仪的位置坐标;工控机组件,用于根据第一全站仪和第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标。该系统可以精确的确定采掘设备的位置信息以及航向信息,有利于操作人员实时掌握采掘装备运行情况,提高了对采掘设备远程控制的便利性。



1. 一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统,其特征在于,包括:采掘设备本体、工控机组件、第一全站仪、第二全站仪、第一棱镜和第二棱镜,其中,所述第一全站仪和所述第二全站仪分别安装于所述采掘设备本体的机尾的第一位置和所述第二位置处,所述第一棱镜和所述第二棱镜分别安装于巷道两壁的第三位置和第四位置处,所述第一全站仪和所述第二全站仪分别与所述工控机组件连接并进行通信,

所述第一全站仪,用于实时追踪所述第一棱镜,确定所述第一棱镜相对于所述第一全站仪的位置信息,并根据所述第一棱镜的位置坐标和所述第一棱镜相对于所述第一全站仪的位置信息计算所述第一全站仪的位置坐标;

所述第二全站仪,用于实时追踪所述第二棱镜,确定所述第二棱镜相对于所述第二全站仪的位置信息,并根据第二棱镜的位置坐标和所述第二棱镜相对于所述第二全站仪的位置信息计算所述第二全站仪的位置坐标;

所述工控机组件,用于根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标;

所述第一全站仪,具体用于:

检测当前时刻所述第一棱镜与所述第一全站仪之间的第一距离;

确定所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线,检测所述第一棱镜与所述第一全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第一角度;

根据所述第一距离、所述第一角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第一全站仪的位置坐标;

所述第二全站仪,具体用于:

检测当前时刻所述第二棱镜与所述第二全站仪之间的第二距离;

检测所述第二棱镜与所述第二全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第二角度;

根据所述第二距离、所述第二角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第二全站仪的位置坐标。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述工控机组件,具体用于:

根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向;

根据所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向确定所述采掘设备本体的航向角度。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括:上位机,所述工控机组件与所述上位机连接并进行通信,

所述上位机,用于在人机交互界面显示所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一全站仪和所述第二全站仪还分别包括一个调平模块,

所述调平模块,用于自动调节全站仪的水平状态。

5. 一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

通过安装在采掘设备本体的机尾预设位置处的第一全站仪和第二全站仪实时追踪对应的棱镜,并根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和所述对应的棱镜相对于全站仪的位

置信息,计算每个全站仪的位置坐标;

根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标;

所述根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和所述对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算每个全站仪的位置坐标,包括:

检测当前时刻第一棱镜与所述第一全站仪之间的第一距离;

确定所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线,检测所述第一棱镜与所述第一全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第一角度;

根据所述第一距离、所述第一角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第一全站仪的位置坐标;

检测当前时刻第二棱镜与第二全站仪之间的第二距离;

检测所述第二棱镜与所述第二全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第二角度;

根据所述第二距离、所述第二角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第二全站仪的位置坐标。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在所述根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标之后,还包括:

将所述采掘设备本体的航向角度和所述位置坐标传输至上位机;

在上位机的人机交互界面显示所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度,包括:

根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向;

根据所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向确定所述采掘设备本体的航向角度。

基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统及方法

技术领域

[0001] 本申请涉及矿井设备的导航定位技术领域,尤其涉及一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统及方法。

背景技术

[0002] 随着智能化技术的发展,目前,在井下的采掘设备中通过各种定位技术或导航技术对采掘设备进行定位或导航已经较为普遍。

[0003] 相关技术中,通常采用机器视觉、超宽带(UWB)、惯性导航等技术进行采掘设备的定位或导航。然而,基于机器视觉的采掘装备的定位技术是利用各类视觉传感器感知井下周围空间环境,但在实际应用中,由于采掘装备机身坐标计算复杂,运算量大,需配合其他类型传感器进行辅助测量,导致测量成本较高,并且,基于机器视觉的导航系统容易受到粉尘影响,可靠性较差。基于超宽带的采掘装备的定位技术,无法实现导航功能,且定位算法的精度较差,定位结果存在较大误差。而基于惯性导航的采掘装备的导航技术,只有导航功能,无法直接对采掘装备的机身位置进行定位,且随着时间推移在导航过程中会存在偏差。

[0004] 因此,目前亟需一种能够准确和便捷的同时实现采掘设备导航和定位功能的方案。

发明内容

[0005] 本申请的目的旨在至少在一定程度上解决上述的技术问题之一。

[0006] 为此,本申请的第一个目的在于提出一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统。该系统可以实现采掘设备精确位置信息的定位以及设备航向信息的确定,将采掘设备的导航和定位功能相结合,有利于操作人员掌握装备运行情况,有利于采掘设备的远程操作及控制。

[0007] 本申请的第二个目的在于提出一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法。

[0008] 为达上述目的,本申请第一方面实施例提出了一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统,该系统包括:

[0009] 采掘设备本体、工控机组件、第一全站仪、第二全站仪、第一棱镜和第二棱镜,其中,所述第一全站仪和所述第二全站仪分别安装于所述采掘设备本体的机尾的第一位置和第二位置处,所述第一棱镜和所述第二棱镜分别安装于巷道两壁的第三位置和第四位置处,所述第一全站仪和所述第二全站仪分别与所述工控机组件连接并进行通信,

[0010] 所述第一全站仪,用于实时追踪所述第一棱镜,确定所述第一棱镜相对于所述第一全站仪的位置信息,并根据所述第一棱镜的位置坐标和所述第一棱镜相对于所述第一全站仪的位置信息计算所述第一全站仪的位置坐标;

[0011] 所述第二全站仪,用于实时追踪所述第二棱镜,确定所述第二棱镜相对于所述第二全站仪的位置信息,并根据第二棱镜的位置坐标和所述第二棱镜相对于所述第二全站仪的位置信息计算所述第二全站仪的位置坐标;

[0012] 所述工控机组件,用于根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0013] 另外,本申请实施例的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统还具有如下附加的技术特征:

[0014] 可选地,在一些实施例中,第一全站仪,具体用于:检测当前时刻所述第一棱镜与所述第一全站仪之间的第一距离;确定所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线,检测所述第一棱镜与所述第一全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第一角度;根据所述第一距离、所述第一角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第一全站仪的位置坐标。

[0015] 可选地,在一些实施例中,第二全站仪,具体用于:检测当前时刻所述第二棱镜与所述第二全站仪之间的第二距离;检测所述第二棱镜与所述第二全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第二角度;根据所述第二距离、所述第二角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第二全站仪的位置坐标。

[0016] 可选地,在一些实施例中,工控机组件,具体用于:根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向;根据所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向确定所述采掘设备本体的航向角度。

[0017] 可选地,在一些实施例中,该系统还包括:上位机,所述工控机组件与所述上位机连接并进行通信,所述上位机,用于在人机交互界面显示所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0018] 可选地,在一些实施例中,所述第一全站仪和所述第二全站仪还分别包括一个调平模块,所述调平模块,用于自动调节全站仪的水平状态。

[0019] 为实现上述目的,本发明第二方面实施例提出了一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法,包括以下步骤:

[0020] 通过安装在采掘设备本体的机尾预设位置处的第一全站仪和第二全站仪实时追踪对应的棱镜,并根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和所述对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算每个全站仪的位置坐标;

[0021] 根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0022] 可选地,在一些实施例中,在所述根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标之后,还包括:将所述采掘设备本体的航向角度和所述位置坐标传输至上位机;在上位机的人机交互界面显示所述采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0023] 可选地,在一些实施例中,根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和所述对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算每个全站仪的位置坐标,包括:检测当前时刻第一棱镜与所述第一全站仪之间的第一距离;确定所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线,检测所述第一棱镜与所述第一全站仪的连线,与所述第一全站仪和所述第二全站仪的连线的垂线形成的第一角度;根据所述第一距离、所述第一角度和所述第一全站仪与所述第二全站仪之间的距离,确定所述第一全站仪的位置坐标。

[0024] 可选地,在一些实施例中,根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计

算采掘设备本体的航向角度,包括:根据所述第一全站仪和所述第二全站仪的位置坐标计算所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向;根据所述第一全站仪与所述第二全站仪的连线的方向确定所述采掘设备本体的航向角度。

[0025] 本申请的实施例提供的技术方案至少带来以下有益效果:本申请通过双全站仪各自实时追踪一个棱镜,根据棱镜精确的位置坐标和棱镜相对于全站仪的位置关系,反向解算得到全站仪的位置坐标以及采掘设备的航向角度和位置坐标。由此,可以精确的定位采掘设备的位置信息并确定采掘设备的航向信息,将采掘设备的导航和定位功能相结合,同时实现上述两个功能,有利于操作人员实时掌握采掘装备运行情况并对采掘设备进行远程操作,提高了对采掘设备进行导航定位的准确性和可靠性,提高了对采掘设备进行远程控制的便利性。并且,本申请避免了使用摄像头、UWB元件和惯性导航元件,降低了对采掘设备进行导航定位的成本,提高了导航定位的稳定性和实用性。

[0026] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0027] 本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0028] 图1为本申请实施例提出的一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统的结构示意图;

[0029] 图2为本申请实施例提出的一种具体的基于双全站仪进行采掘设备的导航定位的原理示意图;

[0030] 图3为本申请实施例提出的一种具体的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统的结构示意图;

[0031] 图4为本申请实施例提出的一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法的流程示意图;

[0032] 图5为本申请实施例提出的一种具体的基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法的流程示意图。

具体实施方式

[0033] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0034] 下面参考附图描述本申请实施例的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统。

[0035] 图1为本申请实施例提出的一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统的结构示意图,如图1所示,该系统包括:采掘设备本体10、工控机组件20、第一全站仪30、第二全站仪40、第一棱镜50和第二棱镜60。其中,第一全站仪30和第二全站仪40分别安装于采掘设备本体10的机尾的第一位置和第二位置处,第一棱镜50和第二棱镜60分别安装于巷道两壁的第三位置和第四位置处,第一全站仪30和第二全站仪40分别与工控机组件20连接并进行通信。

[0036] 其中,工控机组件20是为井下煤矿掘进的工作场景设计的具有数据传输和数据计算等各种功能的控制设备,工控机组件20可以安装于采掘设备本体10机身上的任意位置处。

[0037] 其中,全站仪即全站型电子测距仪(Electronic Total Station),是可以测量各种角度、距离和高差等信息的测绘设备。第一全站仪30和第二全站仪40安装于采掘设备机尾的特定位置,即预先在采掘设备本体10的机尾处确定第一位置和第二个位置两个特定位置,其中,第一位置和第二个位置关于采掘设备本体10的对称轴左右对称,且在机尾处的位置固定。然后将第一全站仪30和第二全站仪40对应安装在相应位置处。第一位置和第二个位置在机尾处的具体位置可以根据采掘装备所处的工作环境和工况等实际因素确定,此处不做限制。

[0038] 第一棱镜50和第二棱镜60分别安装于巷道两壁的第三个位置和第四个位置处,第三个位置和第四个位置是位于采掘设备机尾后方的巷道两壁上的两个固定不变的位置,即预先在设备机尾后方的巷道两壁上分别确定一个固定的位置,将第一棱镜50和第二棱镜60对应安装在两壁上的固定位置处。并且,由于第三个位置和第四个位置是固定的位置,在巷道中建立坐标系后,可以直接确定第三个位置和第四个位置的坐标,即确定出第一棱镜50和第二棱镜60的坐标。

[0039] 在本申请实施例中,两个全站仪各自实时追踪对应的棱镜,根据已知的棱镜精确的位置坐标和当前测量出的棱镜相对于本全站仪的位置关系,反向计算得到本全站仪的位置坐标。

[0040] 具体而言,第一全站仪30,用于实时追踪第一棱镜50,确定第一棱镜50相对于第一全站仪30的位置信息,并根据第一棱镜50的位置坐标和第一棱镜相对于第一全站仪30的位置信息计算第一全站仪的位置坐标。第二全站仪40,用于实时追踪第二棱镜60,确定第二棱镜60相对于第二全站仪40的位置信息,并根据第二棱镜60的位置坐标和第二棱镜60相对于第二全站仪40的位置信息计算第二全站仪的位置坐标。

[0041] 在本申请一个实施例中,棱镜相对于全站仪的位置信息可以包括:棱镜与全站仪之间的距离和棱镜相对于全站仪的角度信息,还可以包括第一全站仪30和第二全站仪40之间的距离信息等。

[0042] 具体计算全站仪的位置坐标时,作为一种可能的实现方式,第一全站仪30具体用于:检测当前时刻第一棱镜50与第一全站仪30之间的第一距离,再确定第一全站仪30和第二全站仪40的连线,检测第一棱镜50与第一全站仪30的连线,与第一全站仪30和第二全站仪40的连线的垂线形成的第一角度,然后根据第一距离、第一角度和第一全站仪30与第二全站仪40之间的距离,确定第一全站仪30的位置坐标。第二全站仪40,具体用于:检测当前时刻第二棱镜60与第二全站仪40之间的第二距离,再检测第二棱镜60与第二全站仪40的连线,与第一全站仪30和第二全站仪40的连线的垂线形成的第二角度,然后根据第二距离、第二角度和第一全站仪30与第二全站仪40之间的距离,确定第二全站仪40的位置坐标。

[0043] 为了更加清楚的说明本申请计算全站仪的位置坐标的原理,下面结合图2所示的对采掘设备进行导航定位的具体实施例进行说明。

[0044] 如图2所示,P、Q两点分别表示第一棱镜50和第二棱镜60,A、B两点分别表示采掘装备尾部的第一全站仪30和第二全站仪40,OC表示本申请待确定的采掘装备的前进方向,可

以理解的是,OC与第一全站仪30和第二全站仪40的连线AB是垂直的,将采掘装备近似看作为一个质点时,可以用O点可表示采掘装备在巷道中的位置,O为连线AB的中点。

[0045] 在本示例中,假设在当前时刻,A、B两处全站仪跟踪对应的棱镜,通过全站仪的测量角度和距离的功能,可以得到距离a、b以及角度 $\angle\alpha$ 、 $\angle\beta$,夹角 $\angle\alpha$ 即第一棱镜50与第一全站仪30的连线,与第一全站仪30和第二全站仪40的连线的垂线形成的第一角度,夹角 $\angle\beta$ 即第二棱镜60与第二全站仪40的连线,与第一全站仪30和第二全站仪40的连线的垂线形成的第二角度。并且,在预先设置两个全站仪时,可以确定第一全站仪30和第二全站仪40之间的距离,即A、B两处全站仪之间的距离AB也是已知的。根据距离a、b,分别以P、Q两点为圆点,距离a、b为半径做圆,则两个圆的圆周是A、B两点可以存在的位置,即第一全站仪30和第二全站仪40可能的坐标,但由于AB之间的距离以及角度 $\angle\alpha$ 和 $\angle\beta$ 的限制,联立上述几个条件可以求解出A、B两点的坐标位置的唯一解。

[0046] 需要说明的是,第一全站仪30和第二全站仪40同时执行追踪操作并根据获取的数据进行坐标计算,其中,第一全站仪30和第二全站仪40在确定各自的位置坐标的可能解的集合后,即确定上述两个圆的圆周后,可以结合双方确定圆周,以利用第一全站仪30与第二全站仪40之间的距离AB的限制条件,再结合各自确定的距离和角度信息计算出第一全站仪30和第二全站仪40的位置坐标。

[0047] 进一步的,工控机组件20,根据第一全站仪30和第二全站仪40的位置坐标计算采掘设备本体10的航向角度和位置坐标。

[0048] 具体的,继续参照图2的示例,在第一全站仪30和第二全站仪40的位置坐标确定后,由于采掘装备在巷道中的位置O为AB的中点,则可根据A点和B点的坐标计算出O点的坐标,即计算出采掘设备本体10的位置坐标。

[0049] 在本申请一个实施例中,工控机组件20还可以根据第一全站仪30和第二全站仪40的位置坐标计算第一全站仪30与第二全站仪40的连线的方向,然后根据第一全站仪与第二全站仪的连线的方向确定采掘设备本体的航向角度。具体而言,继续参照图2的示例,在第一全站仪30和第二全站仪40的位置坐标确定后,将连线AB看作一个向量,根据A点和B点的坐标可以确定连线AB在坐标系中的方向,又因为采掘装备本体10的前进方向OC与AB是垂直的,根据AB的方向调整 90° 后可以得到OC的方向,即确定出采掘设备本体10的航向角度。

[0050] 由此,本申请实施例的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统可以精确的计算出采掘设备的位置信息和航向信息。

[0051] 基于上述实施例,为了更加清楚的说明本申请基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统具体实现导航定位的方式,下面以一个具体的实施例进行说明。

[0052] 图3为本申请实施例提出的一种具体的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统的结构示意图,如图3所示,该系统在图2所示的基础上还包括:上位机70,第一全站仪30和第二全站仪40还分别包括一个调平模块(图中未示出)。

[0053] 其中,上位机70与工控机组件20连接并进行通信,上位机,用于在人机交互界面显示采掘设备本体的航向角度和位置坐标。调平模块用于自动调节对应的全站仪的水平状态。

[0054] 在本实施例中,上位机70可以通过有线或无线的方式与工控机组件20建立通信,上位机70可以设置井下煤矿掘进的控制中心,便于工作人员查看上位机70显示的信息,并

进行远程控制。调平模块可以包括多个调节支架,根据当前的采掘环境自动调节高度,实现全站仪的自动调平功能,提高进行导航定位的精确性,降低系统误差。该系统中其他设备的设置方式可以参照上述实施例的描述,此处不再赘述。

[0055] 具体实施时,两个全站仪各自实时追踪一个棱镜,根据棱镜精确的位置坐标和棱镜相对于全站仪的位置关系,反向解算得到全站仪的位置坐标,两个全站仪与工控机组件通过包括但不限于有线的方式进行通信连接,将自身位置传送到工控机内。工控机对两个全站仪的位置坐标进行解算处理,得到采掘设备的航向角度以及绝对位置坐标。该系统可以通过上述方式持续计算不同时刻下采掘设备的航向角度以及绝对位置坐标,实现实时的导航定位。具体实现方式可以继续参照图2的示例,假设在第一时刻,A、B两处全站仪跟踪对应的棱镜,可以得到第一棱镜与第一全站仪之间的第一距离距离 a' ,第二棱镜与第二全站仪之间的第二距离距离 b' ,以及角度 $\angle\alpha'$ 和 $\angle\beta'$,根据距离 a' 和 b' ,分别以P、Q两点为圆点,距离 a' 和 b' 为半径做圆,则两个圆的圆周是A、B两点可以存在的位置,但由于距离AB以及角度 $\angle\alpha'$ 和 $\angle\beta'$ 的限制,此刻可以确定A、B两点的位置是唯一的,采掘装备的前进方向OC与AB是垂直的,可以得到其方向,并得到A、B之间的O点的位置,即可得采掘装备在巷道中的位置。然后,采掘设备进行采掘工作,采掘设备所处的位置和航向均发生了变化,假设在后续的第二时刻,如图2所示,两个棱镜与对应全站仪之间的距离由 a' 和 b' 变换为 a 和 b ,棱镜与对应的全站仪的连线,与两个全站仪的连线的垂线形成的角度由 $\angle\alpha'$ 和 $\angle\beta'$ 变化为 $\angle\alpha$ 和 $\angle\beta$,则可以通过上述方式继续计算出当前时刻下采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0056] 需要说明的是,工控机组件20在计算出当前时刻下的采掘设备本体的航向角度和位置坐标后,发生至上位机70,从而在上位机系统界面可实时显示采掘设备的方向与位置信息,为操作人员远程控制提供依据,比如,根据规划路径对采掘设备当前的前进航向进行调整,实现导航功能。

[0057] 综上所述,本申请实施例的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统,通过双全站仪各自实时追踪一个棱镜,根据棱镜精确的位置坐标和棱镜相对于全站仪的位置关系,反向解算得到全站仪的位置坐标以及采掘设备的航向角度和位置坐标。由此,该系统可以精确的定位采掘设备的位置信息并确定采掘设备的航向信息,将采掘设备的导航和定位功能相结合,同时实现上述两个功能,有利于操作人员实时掌握采掘装备运行情况并对采掘设备进行远程操作,提高了对采掘设备进行导航定位的准确性和可靠性,提高了对采掘设备进行远程控制的便利性。并且,该系统避免了使用摄像头、UWB元件和惯性导航元件,降低了对采掘设备进行导航定位的成本,提高了导航定位的稳定性和实用性。

[0058] 为了实现上述实施例,本申请实施例还提出一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法,该定位方法可应用于上述基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统中,以实现采掘设备的灵活、精准的定位和导航。

[0059] 图4为本申请实施例提出的一种基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法的流程示意图,如图4所示,该方法包括以下步骤:

[0060] 步骤401,通过安装在采掘设备本体的机尾预设位置处的第一全站仪和第二全站仪实时追踪对应的棱镜,并根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算每个全站仪的位置坐标。

[0061] 其中,每个全站仪指第一全站仪和第二全站仪中的每一个,每个全站仪与棱镜的

对应方式可参照上述系统的实施例的实现方式,棱镜相对于全站仪的位置信息可以包括:棱镜与全站仪之间的距离、棱镜相对于全站仪的角度信息以及第一全站仪和第二全站仪之间的距离信息等。

[0062] 在本申请一个实施例中,如图5所示,根据每个全站仪对应的棱镜的位置坐标和对应的棱镜相对于全站仪的位置信息,计算每个全站仪的位置坐标,具体可以包括以下步骤:

[0063] 步骤501,检测当前时刻第一棱镜与第一全站仪之间的第一距离。

[0064] 步骤502,确定第一全站仪和第二全站仪的连线,检测第一棱镜与第一全站仪的连线,与第一全站仪和第二全站仪的连线的垂线形成的第一角度。

[0065] 步骤503,根据第一距离、第一角度和第一全站仪与第二全站仪之间的距离,确定第一全站仪的位置坐标。

[0066] 需要说明的是,第二全站仪计算自身的位置坐标方式,可以参照上述实施例中第一全站仪的计算方式,实现原理类似。在本实施例中,第一全站仪和第二全站仪同时执行追踪操作并根据获取的数据进行坐标计算,其中,第一全站仪和第二全站仪在确定各自的位置坐标的可能解的集合后,可以结合双方确定的可能解的集合,以利用第一全站仪与第二全站仪之间的距离的限制条件,再结合各自确定的距离和角度信息计算出第一全站仪和第二全站仪的位置坐标。

[0067] 步骤402,根据第一全站仪和第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0068] 在本申请实施例中,根据第一全站仪和第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度,包括:根据第一全站仪和第二全站仪的位置坐标计算第一全站仪与第二全站仪的连线的方向;根据第一全站仪与第二全站仪的连线的方向确定采掘设备本体的航向角度。

[0069] 进一步的,在本申请一个实施例中,在根据第一全站仪和第二全站仪的位置坐标计算采掘设备本体的航向角度和位置坐标之后,还可以将采掘设备本体的航向角度和位置坐标传输至上位机,并在上位机的人机交互界面显示采掘设备本体的航向角度和位置坐标。

[0070] 需要说明的是,上述对基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统实施例的说明,也使用与本实施例的方法,实现原理类似,此处不再赘述。

[0071] 综上所述,本申请实施例的基于双全站仪的采掘设备的导航定位方法,可以精确的定位采掘设备的位置信息并确定采掘设备的航向信息,将采掘设备的导航和定位功能相结合,同时实现上述两个功能,有利于操作人员实时掌握采掘装备运行情况并对采掘设备进行远程操作,提高了对采掘设备进行导航定位的准确性和可靠性,提高了对采掘设备进行远程控制的便利性。并且,该方法避免了使用摄像头、UWB元件和惯性导航元件,降低了对采掘设备进行导航定位的成本,提高了导航定位的稳定性和实用性。

[0072] 为了实现上述实施例,本申请实施例基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统,可以应用在井下的掘进机和掘锚机等各种类型的采掘设备中,即以掘进机或掘锚机为上述实施例中的采掘设备本体10,通过本申请的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统,确定采掘设备的航向,实现导航功能,还能够精确测定采掘设备机身的位置。并且,由于本申请的基于双全站仪的采掘设备的导航定位系统仅使用了全站仪,并未使用摄像头、UWB元件

以及惯性导航元件等其他部件,降低了成本,仅通过全站仪将导航和定位功能相结合,可同时实现上述两种功能。

[0073] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0074] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0075] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0076] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0077] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0078] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

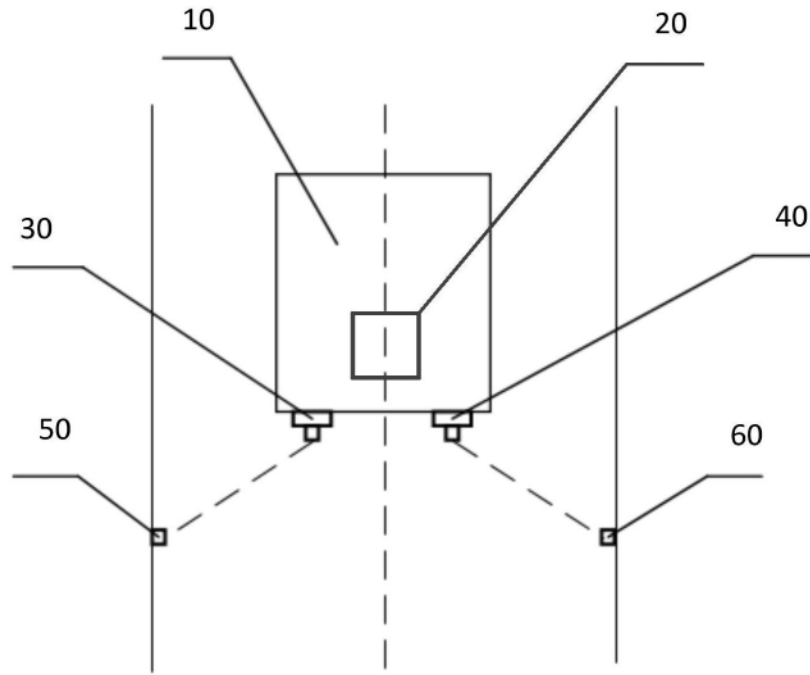


图1

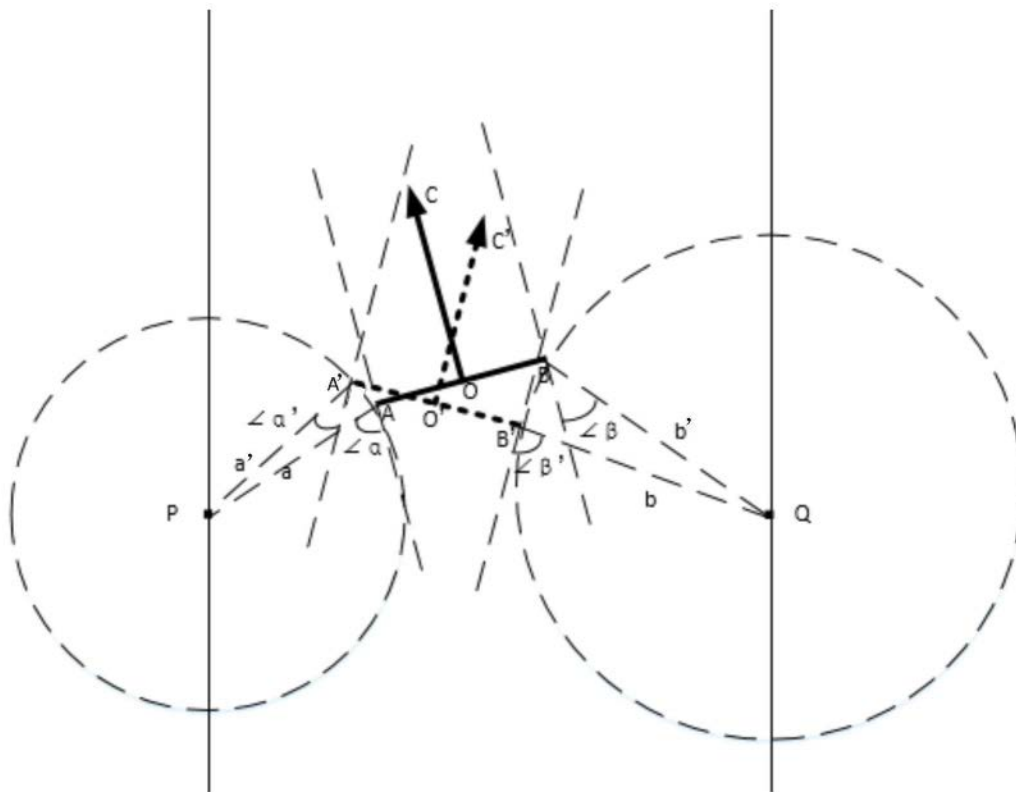


图2

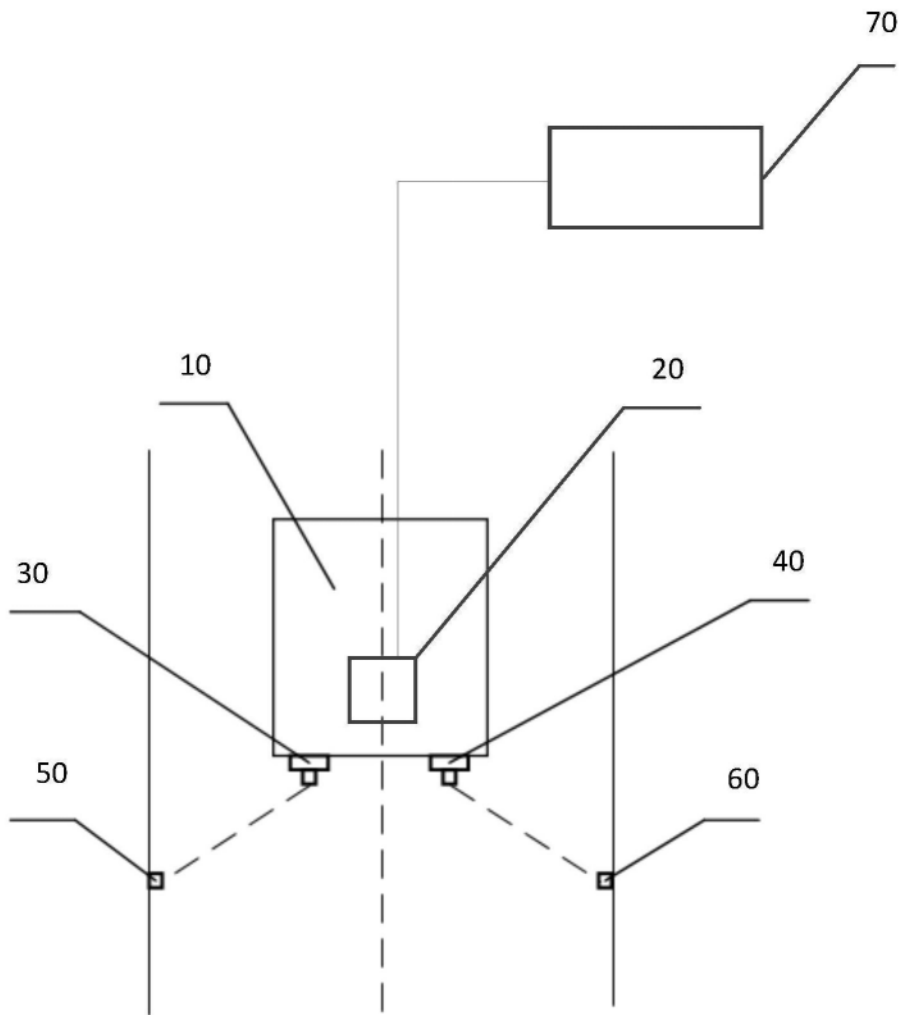


图3

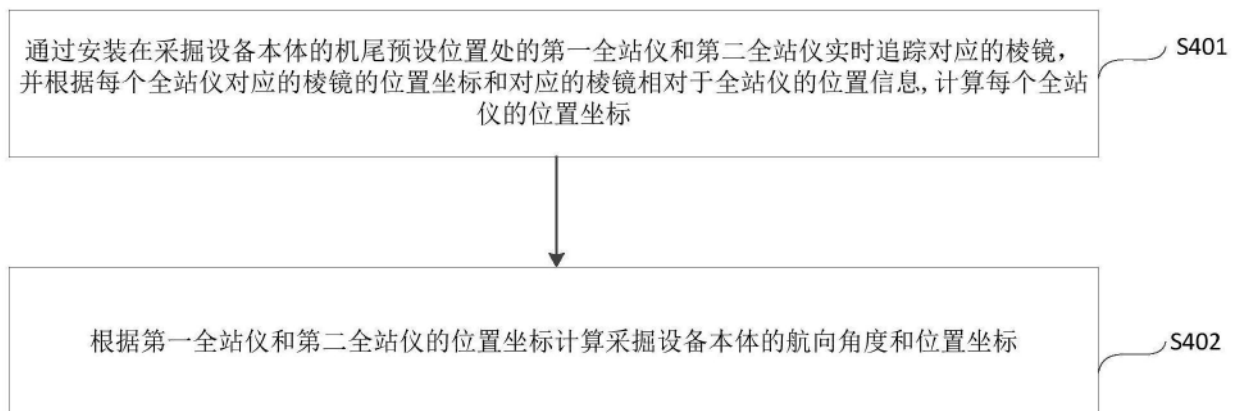


图4

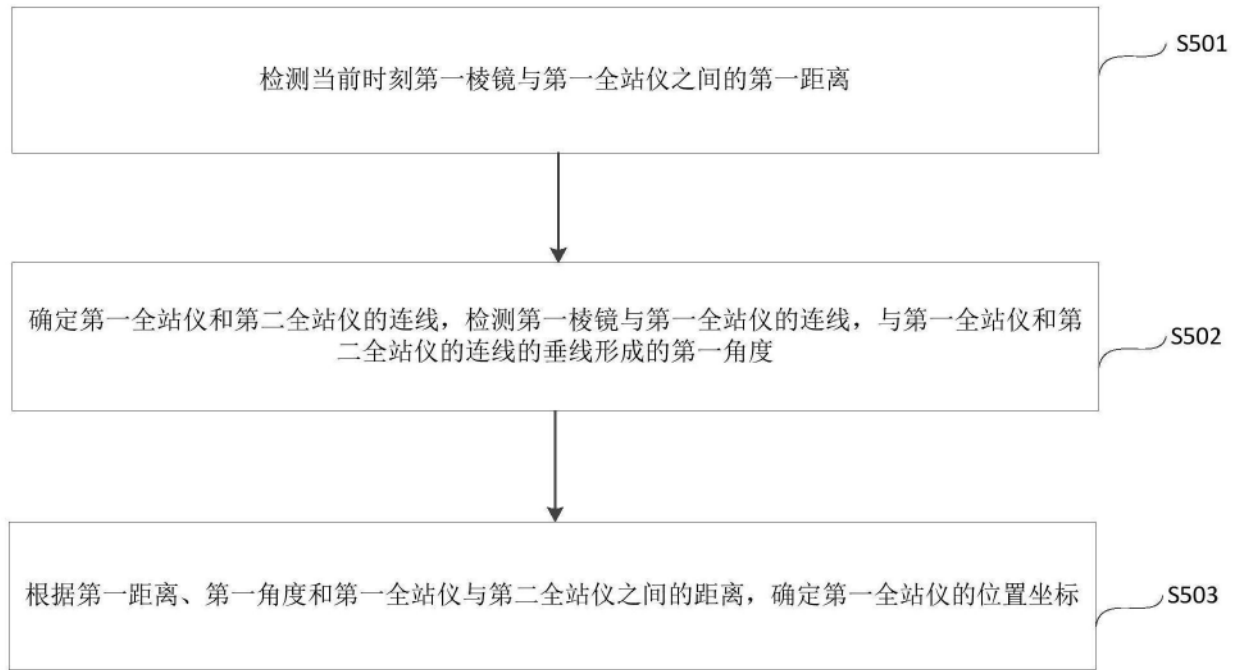


图5