



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109341675 B

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201811399944.5

审查员 张凯华

(22)申请日 2018.11.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109341675 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(73)专利权人 山东新矿信息技术有限公司

地址 271000 山东省泰安市高新技术产业  
(经济)开发区南天门大街中段

(72)发明人 石泉 李国鑫 袁清国

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

代理人 李琳

(51)Int.Cl.

G01C 15/00(2006.01)

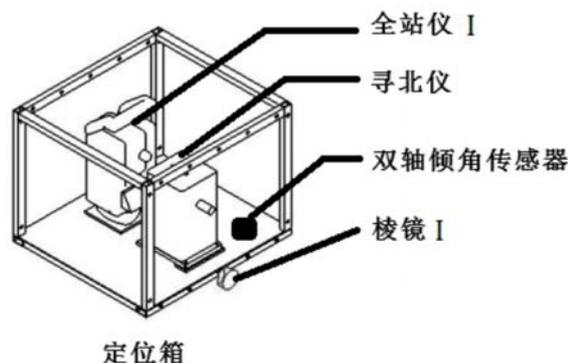
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54)发明名称

一种掘进机三维空间定位箱、系统以及定位方法

## (57)摘要

本公开提供了一种掘进机三维空间定位箱、系统以及定位方法,采用带自动跟踪测量功能的全站仪实时追踪测量掘进机的三维空间坐标,实现在可视范围内设定距离毫米级的定位精度,并解决了定位箱快速移动的难题,为下一步掘进机的智能控制奠定了基础;本公开能够实时追踪并测量掘进机的三维空间坐标,实现在可视范围内设定距离,有利于掘进机的安全行进和精确工作。



1. 一种掘进机三维空间定位系统,其特征是:包括定位箱、控制器、站点处的全站仪、掘进机本体和棱镜,所述定位箱包括箱体,所述箱体内设置有一水平底板,所述水平底板上设置有至少一台带自动跟踪测量功能的全站仪、一台寻北仪和一台双轴倾角传感器,寻北仪用于测量全站仪的方位角,双轴倾角传感器用于测量全站仪的位姿,前后方向为俯仰角,左右方向为翻滚角,所述全站仪的零位与寻北仪的正方向、双轴倾角传感器的前后方向相同,所述定位箱的一侧固定有一个棱镜;所述掘进机本体的后端两侧分别设置有一个可拆卸的棱镜,两个棱镜间隔大于设定值,所述全站仪设置于站点处,所述控制器被配置为控制定位箱内设备的工作并接收采集数据,通过所述全站仪设站,确定定位箱的大地坐标系下坐标,控制打开定位箱内的全站仪建立坐标系,利用定位箱内全站仪的自动跟踪测量功能,实时测量掘进机本体的后端其中一个棱镜在坐标系下的坐标,根据定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,利用坐标变换法算出棱镜在大地坐标系下的坐标,实现掘进机的实时定位。

2. 如权利要求1所述的一种掘进机三维空间定位系统,其特征是:所述箱体可安装履带式或轨道式行走机构,所述行走机构带动箱体进行运动。

3. 如权利要求1所述的一种掘进机三维空间定位系统,其特征是:所述箱体上设置有安装件,所述安装件能够和隧道壁相配合,使得箱体可固定于隧道壁上保持稳定。

4. 如权利要求1所述的一种掘进机三维空间定位系统,其特征是:所述设定值为一米。

5. 如权利要求1或4所述的定位系统的定位方法,其特征是:包括以下步骤:

定位箱通过行走机构移动到设定位置处,由安装件在隧道壁上进行固定,通过隧道后方至少两个已知点大地坐标系中的坐标,采用后方交会法,利用站点处的全站仪设站,测得定位箱上的棱镜在大地坐标系下的坐标,进而确定定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标;

对掘进机定位时,掘进机本体的后端只投入一个棱镜,另一个棱镜需要拆卸掉,定位箱内全站仪建立坐标系,实时测量掘进机本体后端的棱镜在该坐标系下的坐标,换算出该棱镜在大地坐标系下的坐标,从而实现对掘进机的实时定位。

6. 如权利要求5所述的定位方法,其特征是:将定位箱固定在隧道壁上,通过隧道后方至少两个已知点的大地坐标系的坐标,采用后方交会法,人工操作站点处的全站仪在已知点的前方某一点设站,分别测量该全站仪与两个以上已知点的距离和角度,从而求出该全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,再将该全站仪进行反转后对定位箱上的棱镜进行测量,从而测得定位箱上的棱镜在大地坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及定位箱内全站仪的零位和定位箱上棱镜的空间位置关系,算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标。

7. 如权利要求5所述的定位方法,其特征是:对掘进机定位时,先将掘进机本体的后端的一个棱镜拆除,只使用一个棱镜,定位箱内全站仪开机后建立坐标系,采用定位箱内全站仪的自动跟踪测量功能,实时测量该棱镜在这个坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及已知的定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,利用坐标变换法算出该棱镜在大地坐标系下的坐标,从而实现对掘进机的实时定位。

8. 一种基于如权利要求5-7任一项所述的定位方法的零位坐标快速获取方法,其特征

是:包括以下步骤:

掘进机每前进一段距离,为避免掘进机超出定位箱的可视范围,需要移动定位箱的位置;

定位箱移动前,先将掘进机停止,在掘进机本体的后端安装上另一个棱镜,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,利用基于上述系统的定位方法求出两个棱镜在大地坐标系下的坐标;

定位箱通过行走机构移动到指定位置后,由安装件在隧道壁上进行固定,定位箱内全站仪开机后,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,通过前方交会法,计算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标;

定位箱每移动设定距离,人工操作站点处的全站仪在定位箱后方重新设站,采用后方交会法对定位箱上棱镜的坐标测量后对定位箱内全站仪的零位坐标进行修正。

## 一种掘进机三维空间定位箱、系统以及定位方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种掘进机三维空间定位箱、系统以及定位方法。

### 背景技术

[0002] 对于煤矿井下及公路、铁路、地铁等隧道这类空间相对封闭的区域,施工过程中工作环境恶劣,易发生塌方等事故,对工人的安全和财产带来很大的威胁。掘进机多用于这类隧道的施工,一般需要由工人手动操作或就地用遥控器在可视范围内进行遥控操作,如果要实现掘进机的远程遥控操作,则需要首先解决掘进机在三维空间内的精确定位。

[0003] 由于隧道内相对封闭,GPS、北斗等卫星定位系统的信号无法覆盖,只能独立建设定位系统。而目前广泛应用于隧道内的定位方式如UWB、ZIGBEE、Wi-Fi、蓝牙、RFID等技术,定位精度达不到毫米级,不能满足掘进机远程遥控操作的要求。

### 发明内容

[0004] 本公开为了解决上述问题,提出了一种掘进机三维空间定位箱、系统以及定位方法,本公开能够实时追踪并测量掘进机的三维空间坐标,实现可视范围内设定距离毫米级的定位精度,有利于掘进机的远程遥控操作。

[0005] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0006] 一种掘进机三维空间定位箱,包括箱体,所述箱体内设置有一水平底板,所述水平底板上设置有至少一台带自动跟踪测量功能的全站仪、一台寻北仪和一台双轴倾角传感器,寻北仪用于测量全站仪的方位角,双轴倾角传感器用于测量全站仪的位姿,前后方向为俯仰角,左右方向为翻滚角,所述全站仪的零位与寻北仪的正方向、双轴倾角传感器的前后方向相同,所述定位箱的一侧固定有一个棱镜。

[0007] 作为进一步的限定,所述箱体可安装履带式或轨道式行走机构,所述行走机构带动箱体进行运动。

[0008] 作为进一步的限定,所述箱体上设置有安装件,所述安装件能够和隧道壁相配合,使得箱体可固定于隧道壁上保持稳定。

[0009] 一种掘进机三维空间定位系统,包括上述定位箱、控制器、全站仪、掘进机本体和棱镜,所述掘进机本体的后端两侧分别设置有一个可拆卸的棱镜,两个棱镜间隔大于设定值,所述全站仪设置于站点处,所述控制器被配置为控制定位箱内设备的工作并接收采集数据,通过所述全站仪设站,确定定位箱的大地坐标系下坐标,控制打开定位箱内的全站仪建立坐标系,利用定位箱内全站仪的自动跟踪测量功能,实时测量掘进机本体的后端其中一个棱镜(另一个棱镜在自动跟踪测量时需要拆卸掉)在坐标系下的坐标,根据定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,利用坐标变换法算出棱镜在大地坐标系下的坐标,实现掘进机的实时定位。

[0010] 所述设定值为一米。

[0011] 一种基于上述系统的定位方法,包括以下步骤:

[0012] 定位箱通过行走机构移动到设定位置处,由安装件在隧道壁上进行固定,通过隧道后方至少两个已知点大地坐标系中的坐标,采用后方交会法,利用站点处的全站仪设站,测得定位箱上的棱镜在大地坐标系下的坐标,进而确定定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标;

[0013] 对掘进机定位时,掘进机本体的后端只投入一个棱镜,另一个棱镜需要拆卸掉,定位箱内全站仪建立坐标系,实时测量掘进机本体后端的棱镜在该坐标系下的坐标,换算出该棱镜在大地坐标系下的坐标,从而实现掘进机的实时定位。

[0014] 作为进一步的限定,将定位箱固定在隧道壁上,通过隧道后方至少两个已知点的大地坐标系的坐标,采用后方交会法,人工操作站点处的全站仪在已知点的前方某一点设站,分别测量该全站仪与两个以上已知点的距离和角度,从而求出该全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,再将该全站仪进行反转后对定位箱上的棱镜进行测量,从而测得定位箱上的棱镜在大地坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及定位箱内全站仪的零位和定位箱上棱镜的空间位置关系,算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标。

[0015] 作为进一步的限定,对掘进机定位时,先将掘进机本体的后端的一个棱镜拆除,只使用一个棱镜,定位箱内全站仪开机后建立坐标系,采用定位箱内全站仪的自动跟踪测量功能,实时测量该棱镜在这个坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及已知的定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,利用坐标变换法算出该棱镜在大地坐标系下的坐标,从而实现掘进机的实时定位。

[0016] 一种基于上述系统的定位箱移动后箱内全站仪的零位坐标快速获取方法,包括以下步骤:

[0017] 掘进机每前进一段距离,为避免掘进机超出定位箱的可视范围,需要移动定位箱的位置;

[0018] 定位箱移动前,先将掘进机停止,在掘进机本体的后端安装上另一个棱镜,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,利用基于上述系统的定位方法求出两个棱镜在大地坐标系下的坐标;

[0019] 定位箱通过行走机构移动到指定位置后,由安装件在隧道壁上进行固定,定位箱内全站仪开机后,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,通过前方交会法,计算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标。

[0020] 作为进一步的限定,定位箱每移动设定距离,人工操作站点处的全站仪在定位箱后方重新设站,采用后方交会法对定位箱上棱镜的坐标测量后对定位箱内全站仪的零位坐标进行修正。

[0021] 与现有技术相比,本公开的有益效果为:

[0022] 本公开采用带自动跟踪测量功能的全站仪实时追踪测量掘进机的三维空间坐标,实现在可视范围内设定距离毫米级的定位精度,并解决了定位箱快速移动的难题,为下一步掘进机的智能控制奠定了基础;

[0023] 全站仪在使用前需要人工手动进行调整水平后,人工定义北方向,才可以确保测量的数据准确。本公开提供的定位箱,不需要对全站仪调整水平,而是借鉴全站仪的测量原理,通过在定位箱中增加双轴倾角传感器和寻北仪,实现对棱镜坐标的修正;定位箱可以在

一定范围内快速进行移动,不必再由人工对全站仪的零位坐标进行修正。

### 附图说明

[0024] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0025] 图1是本公开的定位箱结构图;

[0026] 图2是本公开的两个棱镜的位置示意图;

[0027] 图3是本公开的坐标示意图;

[0028] 图4是本公开的全站仪I的操作示意图;

[0029] 图5是本公开的掘进机的实时定位过程;

[0030] 图6是本公开的定位箱快速移动过程;

### 具体实施方式:

[0031] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0032] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0033] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0034] 在本公开中,术语如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“竖直”、“水平”、“侧”、“底”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,只是为了便于叙述本公开各部件或元件结构关系而确定的关系词,并非特指本公开中任一部件或元件,不能理解为对本公开的限制。

[0035] 本公开中,术语如“固接”、“相连”、“连接”等应做广义理解,表示可以是固定连接,也可以是一体地连接或可拆卸连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的相关科研或技术人员,可以根据具体情况确定上述术语在本公开中的具体含义,不能理解为对本公开的限制。

[0036] 如图1所示,一套定位箱,里面安装1台全站仪(全站仪I)、1台寻北仪、1台双轴倾角传感器,固定在同一块水平底板上,保证全站仪的零位与寻北仪的正方向、双轴倾角传感器的前后方向相同,同时全站仪垂直于水平底板调到完全水平。寻北仪用于测量全站仪的方位角(全站仪零位与正北方向的夹角),双轴倾角传感器用于测量全站仪的位姿,前后方向为俯仰角,左右方向为翻滚角。棱镜I安装在定位箱后部的一个固定位置。

[0037] 还提供一种系统,由1台计算机、2台带自动跟踪测量功能的全站仪(以下分别称为全站仪I、全站仪II)、1台寻北仪、1台双轴倾角传感器、3个棱镜(以下分别称为棱镜I、棱镜II、棱镜III)组成。

[0038] 棱镜II和棱镜III刚性固定在掘进机后部的2个固定位置,如图2所示。当然,由于掘进机本体是本领域的公知常识,在此仅为示例,并不仅限于这种类型的掘进机。

[0039] 按照图3建立坐标系,“方向北”定义为x轴,“方向东”定义为y轴,“垂直于地心方向向上”定义为z轴。

[0040] 定位箱通过行走机构移动到设定位置处,由安装件在隧道壁上进行固定,通过隧道后方至少两个已知点的大地坐标系的坐标,采用后方交会法,人工操作站点处的全站仪在已知点的前方某一点设站,分别测量该全站仪与两个以上已知点的距离和角度,从而求出该全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,再将该全站仪进行反转后对定位箱上的棱镜进行测量,从而测得定位箱上的棱镜在大地坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及定位箱内全站仪的零位和定位箱上棱镜的空间位置关系,算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标。

[0041] 具体的,在本实施例中,将定位箱壁挂安装在隧道壁上,通过隧道后方2个已知点P1、P2的坐标(大地坐标系),采用后方交会法,人工操作全站仪II设站(图4),测得定位箱上棱镜I在大地坐标系下的坐标 $(x_{01}, y_{01}, z_{01})$ ,由于棱镜I与全站仪I的零位在定位箱内的空间位置是固定的,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,由计算机可算出全站仪I的零位在大地坐标系下的坐标 $(x_0, y_0, z_0)$ 。

[0042] 对掘进机定位时,先将掘进机本体的后端的一个棱镜拆除,只使用一个棱镜,定位箱内全站仪开机后建立坐标系,采用定位箱内全站仪的自动跟踪测量功能,实时测量该棱镜在这个坐标系下的坐标,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,以及已知的定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标,利用坐标变换法算出该棱镜在大地坐标系下的坐标,从而实现对掘进机的实时定位。

[0043] 具体的,在本实施例中,先将棱镜III拆除,只使用棱镜II,全站仪I开机后建立坐标系1,采用全站仪I的自动跟踪测量功能,实时测量棱镜II在坐标系1下的坐标 $(x_{21}, y_{21}, z_{21})$ ,通过定位箱内寻北仪测得的方位角和双轴倾角传感器测得的俯仰角和翻滚角,由计算机利用坐标变换法可算出棱镜II在大地坐标系下的坐标 $(x_2, y_2, z_2)$ ,从而实现对掘进机的实时定位,如图5所示。

[0044] 还提供一种定位箱移动后箱内全站仪的零位坐标快速获取的方法。掘进机每前进一段距离,为避免掘进机超出定位箱的可视范围,需要移动定位箱的位置;

[0045] 定位箱移动前,先将掘进机停止,在掘进机本体的后端安装上另一个棱镜,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,利用基于上述系统的定位方法求出两个棱镜在大地坐标系下的坐标;

[0046] 定位箱通过行走机构移动到指定位置后,由安装件在隧道壁上进行固定,定位箱内全站仪开机后,控制定位箱内全站仪分别对掘进机本体后端的两个棱镜进行测量,通过前方交会法,计算出定位箱内全站仪的零位在大地坐标系下的坐标。

[0047] 定位箱每移动设定距离,人工操作站点处的全站仪在定位箱后方重新设站,采用后方交会法对定位箱上棱镜的坐标测量后对定位箱内全站仪的零位坐标进行修正。

[0048] 具体的,如图6所示,由于隧道起伏不平,为了确保全站仪I能够追踪到棱镜,掘进机每前进一段距离,需要移动定位箱。

[0049] 移动定位箱前,先将掘进机停止,在掘进机上安装棱镜III,由计算机控制全站仪I测得棱镜II、棱镜III在坐标系1下的坐标,再利用坐标变换法算出棱镜II、棱镜III在大地坐标系下的坐标 $(x_{20}, y_{20}, z_{20})$ 和 $(x_{30}, y_{30}, z_{30})$ 。

[0050] 移动定位箱后将定位箱壁挂安装在隧道壁上,全站仪I开机后,由计算机控制全站仪I测量棱镜II、棱镜III,通过前方交会法,由计算机可算出全站仪I的零位在大地坐标系下的坐标 $(x_0', y_0', z_0')$ 。

[0051] 为了减少移动定位箱造成的累积误差,定位箱每移动100米,需要由人工操作全站仪II,采用后方交会法对棱镜I的坐标测量后进行修正。

[0052] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

[0053] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述,但并非对本公开保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本公开的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本公开的保护范围以内。

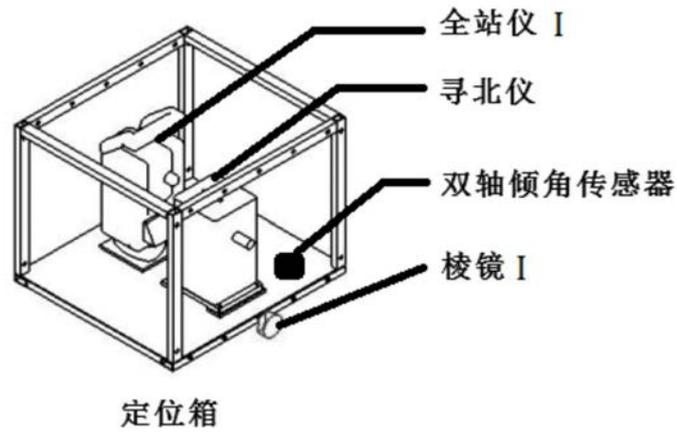


图1

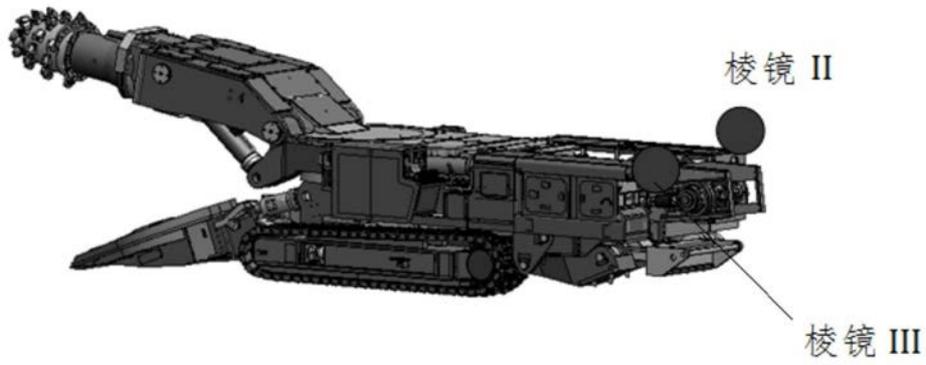


图2

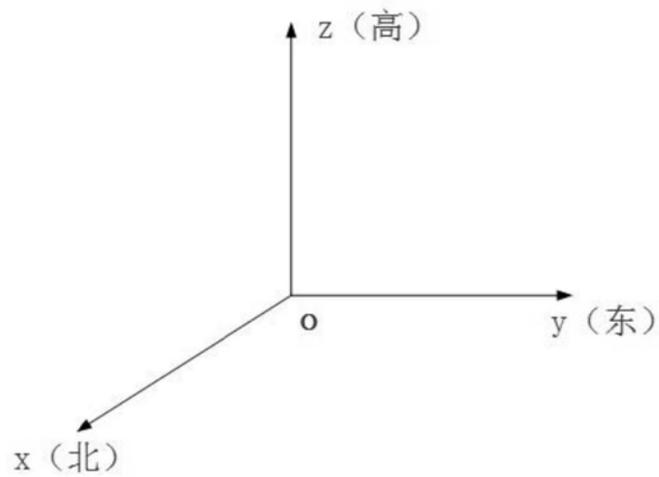


图3

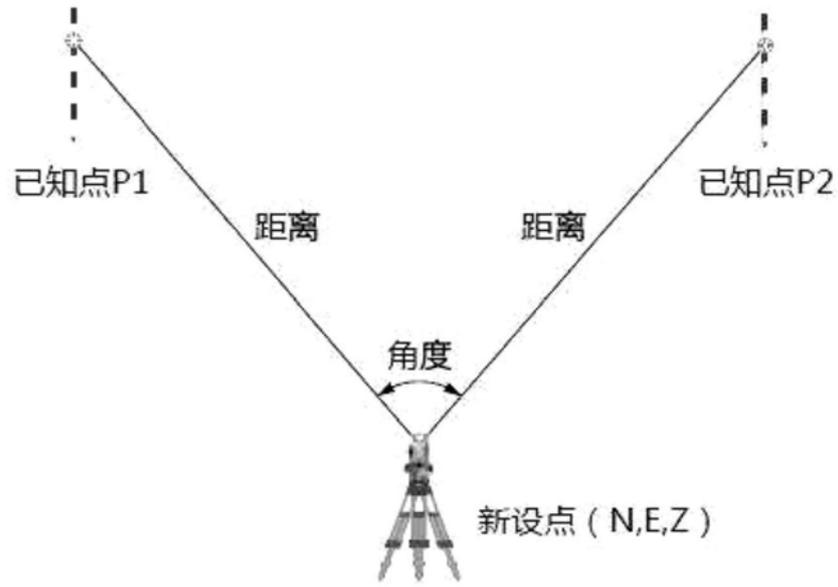


图4

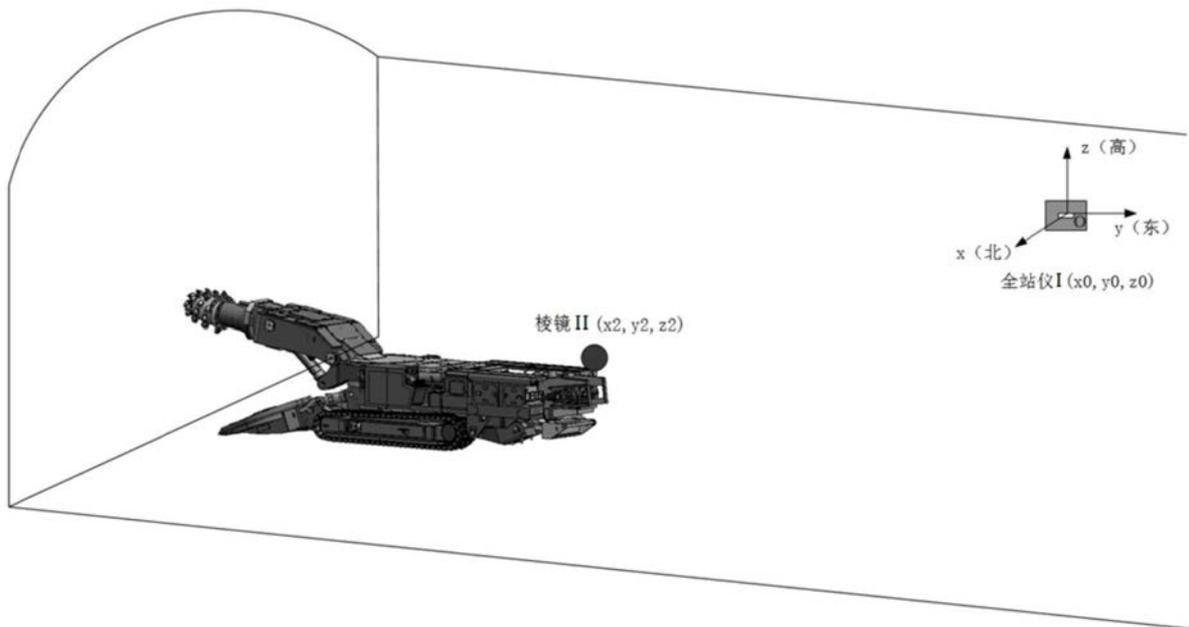


图5

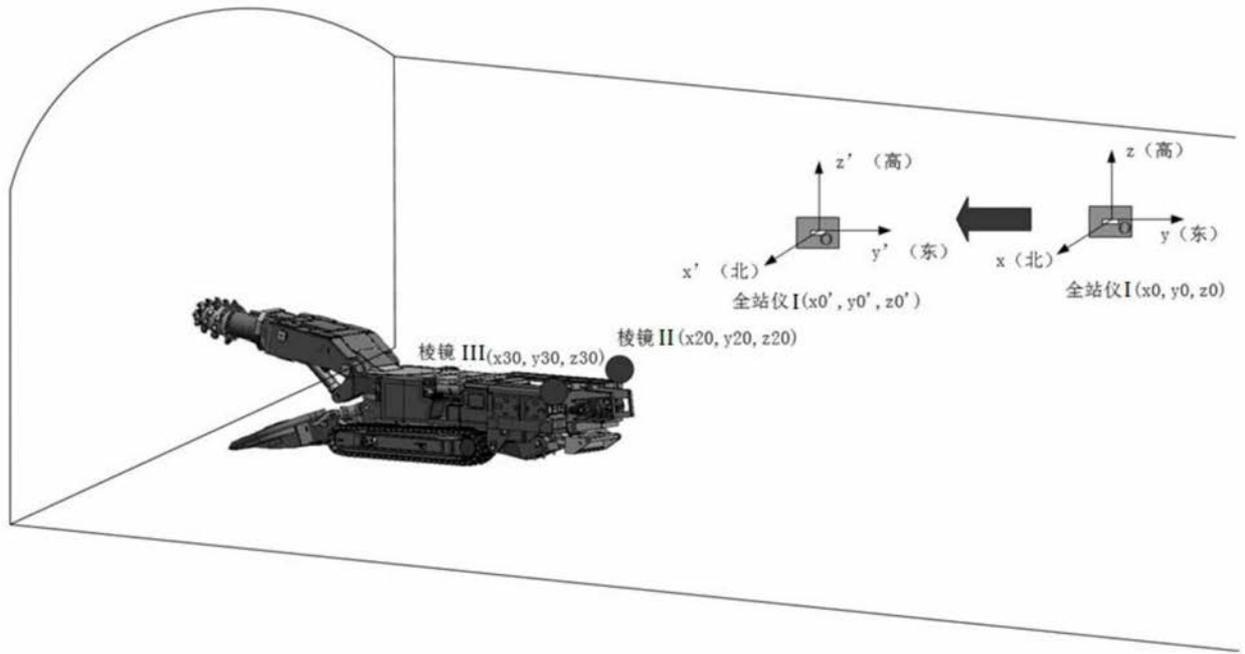


图6