



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115468545 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 13

(21) 申请号 202211038176.7

(22) 申请日 2022.08.29

(71) 申请人 北京建工土木工程有限公司

地址 100015 北京市朝阳区京顺东街6号院  
A2-2号楼

(72) 发明人 马云新 赵洪岩 胡高鹏 郭振虎  
李森 阚宝存

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11004

专利代理师 刘培君 王灵灵

(51) Int. Cl.

G01C 15/00 (2006.01)

G01C 9/00 (2006.01)

E21D 9/00 (2006.01)

E21D 9/093 (2006.01)

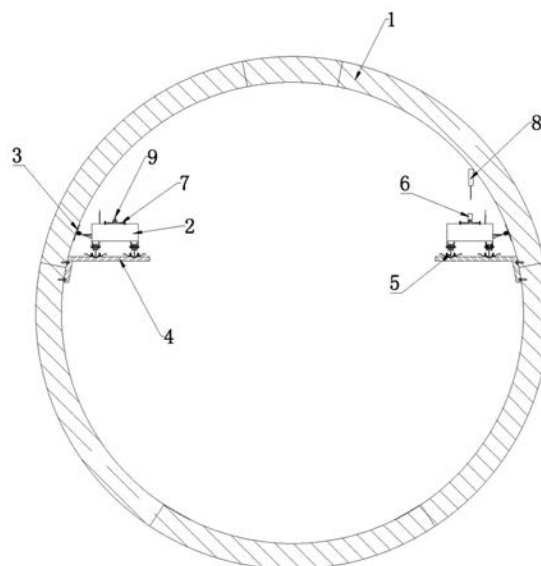
权利要求书5页 说明书12页 附图7页

### (54) 发明名称

一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法,智能导向测量系统包括运行轨道系统、智能测量系统、供电系统、通信系统和数据中心,运行轨道系统架设于已成型隧道左侧及右侧腰线上方,智能测量系统包括内设倾斜仪的智能测量全站仪和智能测量棱镜,二者均通过具有位置调节功能和调平功能的自动微调基座安装在智能搭载平台上,智能搭载平台安装在运行轨道系统上,供电系统包括铺设于运行轨道系统上方的碳纤维导电布,通信系统采用无线通讯方式进行,数据中心设置于地面监控中心处,通过通信系统与智能搭载平台和隧道导向系统相连。本发明实现了测量仪器的自动调平对中、自动换站和自动导向测量,提高了盾构施工的智能化和自动化水平。



1. 一种盾构施工智能导向测量系统, 基于隧道导向系统设计, 其特征在于: 包括运行轨道系统、智能测量系统、供电系统、通信系统和数据中心, 所述运行轨道系统采用导电材料制作, 运行轨道系统沿隧道轴线方向通长架设于已成型隧道左侧及右侧腰线上方的盾构隧道管片(1)上, 且运行轨道系统悬挑至隧道内部空间中, 所述智能测量系统包括内设倾斜仪的智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9), 所述智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)均通过具有XYZ三向位置调节功能和调平功能的自动微调基座(7)安装在智能搭载平台(2)上, 所述智能搭载平台(2)安装在运行轨道系统上并能够根据数据中心的指令沿运行轨道系统移动至指定位置, 智能搭载平台(2)内设数据存储处理单元、探测扫描单元、行走单元、通信单元、供电单元和位置调节控制单元, 智能搭载平台(2)为自身以及智能测量全站仪(6)、智能测量棱镜(9)和自动微调基座(7)供电, 并通过数据存储处理单元发出的指令控制其自身以及智能测量全站仪(6)、智能测量棱镜(9)和自动微调基座(7)相互配合实现自动调平、自动换站和自动导向测量功能, 所述供电系统包括对应铺设于运行轨道系统上方盾构隧道管片(1)上的碳纤维导电布(3), 所述碳纤维导电布(3)沿隧道轴线方向通长铺设于已成型隧道的盾构隧道管片(1)上, 碳纤维导电布(3)和运行轨道系统靠近始发井口的一端与供电电源相接, 各智能搭载平台(2)的供电单元分别与碳纤维导电布(3)和运行轨道系统电连接形成供电回路, 所述通信系统采用无线通讯方式进行, 包括间隔设置在隧道内的若干组无线宽带路由器(8)和无线基站, 所述数据中心设置于地面监控中心处, 通过通信系统与智能搭载平台(2)和隧道导向系统相连, 用于接收各智能搭载平台(2)采集的探测扫描数据和测量点位数据, 根据接收到的数据进行处理并下达调平、换站和导向测量指令。

2. 根据权利要求1所述的一种盾构施工智能导向测量系统, 其特征在于: 所述运行轨道系统包括轨道支架(4)和行走轨道(5), 轨道支架(4)包括L型的支撑托板(41), 支撑托板(41)的立板为与盾构隧道管片(1)形状相匹配的弧形板, 其立板贴合在盾构隧道管片(1)内壁面上并通过设置于盾构隧道管片(1)预埋槽道位置的固定螺栓(42)与盾构隧道管片(1)固定相连, 其横板悬挑至隧道内部空间中, 且其横板上开设有轨道卡槽(43), 所述行走轨道(5)呈工字型, 其下翼缘放置在轨道卡槽(43)内, 并通过轨道卡槽(43)两侧设置的夹持机构固定在设计位置。

3. 根据权利要求2所述的一种盾构施工智能导向测量系统, 其特征在于: 所述夹持机构包括夹持式固定板(44)和弹簧固定销(45), 所述夹持式固定板(44)包括中段的连接板, 且连接板平行于支撑托板(41)的横板设置, 连接板靠近轨道卡槽(43)的一端延伸至轨道卡槽(43)上方并垂直固定有抵靠在行走轨道(5)下翼缘上的抵撑板, 连接板远离轨道卡槽(43)的一端一体固定有向上弯折的把手板, 所述把手板和连接板相接的位置固定设置有圆柱状的支撑轴, 且支撑轴抵靠在支撑托板(41)的横板上, 所述弹簧固定销(45)贯穿夹持式固定板(44)中段的连接板并固定在支撑托板(41)的横板上, 弹簧固定销(45)的弹簧套设于连接板上方的螺杆上并将连接板压紧固定。

4. 根据权利要求2所述的一种盾构施工智能导向测量系统, 其特征在于: 所述智能搭载平台(2)包括箱型结构的防护外壳(21), 所述防护外壳(21)顶部安装有与通信单元相连的信号天线(22), 其箱体靠近盾构隧道管片(1)的一侧通过铰接相连的滚轮支架(23)安装有受电滚轮(24), 且滚轮支架(23)与防护外壳(21)之间还设置有压紧弹簧(25), 所述受电滚轮(24)在压紧弹簧(25)的作用下压紧碳纤维导电布(3), 且碳纤维导电布(3)通过受电滚轮

(24)、滚轮支架(23)和防护外壳(21)与供电单元电连接,防护外壳(21)底部通过连接支架(26)安装有行走轮(27),所述行走轮(27)截面呈横置的工字型,行走轮(27)嵌固在行走轨道(5)的上翼缘上并压紧行走轨道(5),且行走轨道(5)通过行走轮(27)、连接支架(26)和防护外壳(21)与供电单元电连接,防护外壳(21)底部设置有驱动行走轮(27)行进的驱动电机(28),且驱动电机(28)与行走单元和供电单元电连接。

5. 根据权利要求1所述的一种盾构施工智能导向测量系统,其特征在于:所述自动微调基座(7)包括轨道框架(77)和中心承载块(73),所述轨道框架(77)为一正方形框体结构,其四角位置分别通过锁固螺栓(78)固定在智能搭载平台(2)顶部,其框体的每条边上均开设有一条截面呈C字型的滑道(79),且每条滑道(79)内均滑动嵌固有一块滑块(710),所述滑块(710)外露一侧通过油缸支座(74)与伸缩液压油缸(76)的缸体底部相连,且伸缩液压油缸(76)的活塞杆外露一端与设置于轨道框架(77)中部的中心承载块(73)铰接相连,四根伸缩液压油缸(76)呈十字状布设在中心承载块(73)四周,所述中心承载块(73)底部通过固定安装的万向轮(711)与智能搭载平台(2)滑动配合,其顶部通过油缸支座(74)与顶升液压油缸(75)的缸体底部相连,顶升液压油缸(75)的活塞杆外露一端与上部回转模块(71)底部的支座铰接相连,且若干根顶升液压油缸(75)按环形阵列布设在中心承载块(73)与上部回转模块(71)之间,所述上部回转模块(71)顶部通过连接螺栓(72)与智能测量全站仪(6)或智能测量棱镜(9)相连,且上部回转模块(71)的中心点与其顶部的智能测量全站仪(6)或智能测量棱镜(9)的中心点竖向对齐,上部回转模块(71)内设带编码器的电机并带有自锁装置,带编码的电机与智能搭载平台(2)内的数据存储处理单元和供电单元相连,并能够带动其顶部的智能测量全站仪(6)或智能测量棱镜(9)实现 $\pm 180^\circ$ 旋转,所述顶升液压油缸(75)和伸缩液压油缸(76)均带有行程传感器和自锁装置,并通过线路与作为智能搭载平台(2)位置调节控制单元的液压控制单元相连。

6. 根据权利要求5所述的一种盾构施工智能导向测量系统,其特征在于:所述顶升液压油缸(75)设置有三组,三组顶升液压油缸(75)分别布置在一个正三角形的三个顶点处,且所述正三角形的中心点与上部回转模块(71)的中心点竖向对齐。

7. 根据权利要求1所述的一种盾构施工智能导向测量系统,其特征在于:所述智能搭载平台(2)内设的供电单元内含若干块蓄电池,蓄电池作为备用电源并与供电系统电连接,当供电系统正常运转时,蓄电池持续接收供电系统提供的电能作为储备电能,当供电系统故障无法持续供电时,蓄电池启动并提供储备电能为供电单元供电。

8. 根据权利要求1所述的一种盾构施工智能导向测量系统,其特征在于:所述供电电源采用36V安全电压并通过隔离变压器供电。

9. 一种施工方法,用于如根据权利要求1-8任意一项所述的一种盾构施工智能导向测量系统的施工过程当中,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,在地面监控中心建立数据中心,将隧道三维模型数据和盾构机(10)掘进轴线数据导入到数据中心,将智能搭载平台(2)、智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)三维数据化,并将智能搭载平台(2)、智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)对应的三维模型数据导入到数据中心,将隧道掘进轴线数据导入到盾构机(10)隧道导向系统的工业电脑中,盾构机(10)根据隧道掘进轴线数据开始掘进;

步骤二,随着盾构机(10)的掘进在已成型隧道左侧和右侧腰线上方的盾构隧道管片

(1) 上分别安装运行轨道系统、供电系统和通信系统;

步骤三,在始发井口根据地面控制点引入到始发井口的控制点向已成型隧道内沿盾构机(10)掘进方向引入四个坐标点,其中隧道右侧运行轨道系统上自前至后依次设置三个坐标点,靠近始发井口的坐标点1为后视点,并在坐标点1位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台(2)和智能测量棱镜(9),中间的坐标点2作为测站点,并在坐标点2位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台(2)和智能测量棱镜(9),靠近盾构机(10)最后一节拖车处的坐标点3作为前视点,并在坐标点3位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台(2)和智能测量棱镜(9),隧道左侧运行轨道系统上设置的一个坐标点为坐标点4,坐标点4位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台(2)和智能测量棱镜(9),坐标点4对应设置于坐标点3对侧位置,且坐标点3和坐标点4与已安装完成的运行轨道系统最前端的距离不小于1.0m;

步骤四,将四个坐标点处的智能测量棱镜(9)调平,然后在始发井口处引入坐标点A和坐标点B作为两个控制点,在坐标点A和坐标点B上分别架设后视棱镜和全站仪,依次观测坐标点1、坐标点2、坐标点3和坐标点4的坐标,并将测得的四个坐标点的坐标数据输入到数据中心;

步骤五,将坐标点2处设置的智能测量棱镜(9)更换为智能测量全站仪(6)并调平,并保证智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)中心标高与拆除前的智能测量棱镜(9)的反射棱镜(92)中心标高相等;

步骤六,将坐标点1、坐标点3和坐标点4处的智能测量棱镜(9)的当前状态设为初始状态,并将坐标点2处智能测量全站仪(6)的当前状态设为初始状态;

步骤七,数据中心计算坐标点1处智能测量棱镜(9)和坐标点2处智能测量全站仪(6)的距离、方位角和高度,并获取坐标点1处设置的智能测量棱镜(9)初始状态下反射棱镜(92)面对方向和坐标点2处设置的智能测量全站仪(6)初始状态下全站仪物镜(61)指向方向,然后将计算结果以指令数据的形式分别发送到坐标点1和坐标点2处设置的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元,坐标点1处设置的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座(7)带动智能测量棱镜(9)旋转,将智能测量棱镜(9)的反射棱镜(92)中心指向与计算得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点2的方向,坐标点2处设置的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座(7)带动智能测量全站仪(6)旋转,将智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)中心指向与计算得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点1的方向,坐标点2处设置的智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)对准坐标点1处设置的智能测量棱镜(9)的反射棱镜(92)完成定向;

步骤八,数据中心计算盾构机(10)盾体上的激光靶(11)坐标点和坐标点2处设置的智能测量全站仪(6)的高度和方位角,将计算结果以指令数据的形式发送到坐标点2处设置的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元,坐标点2处设置的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座(7)带动智能测量全站仪(6)旋转,将智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)对准激光靶(11),盾构机(10)继续掘进,掘进过程中智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)一直对准激光靶(11),当发生偏离后,激光靶(11)反馈信号给隧道导向系统的中央控制箱,中央控制箱将收到的反馈信号发送给盾构机(10)操作室中隧道导向系统的工业电脑,工业电脑根据收到的反馈信号计算出智能测量全站仪(6)的

全站仪物镜(61)中心偏离的距离和方位角,然后将计算得到的数据信号传输给隧道导向系统中具有通信功能的模块,隧道导向系统中具有通信功能的模块将数据信号传输给与其相连的智能搭载平台(2)的数据存储处理单元,数据存储处理单元控制自动微调基座(7)和智能测量全站仪(6)微调,使智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)中心一直对准激光靶(11),同时工业电脑根据智能测量全站仪(6)测量到的激光靶(11)中心的大地坐标计算得到盾构机(10)的滚角、俯仰角和水平方位角,进而计算得到盾构机(10)切口中心和盾尾中心的大地坐标,并复核其位置是否与设计的理论位置重合,若偏差较大则盾构机(10)操作手根据偏差实时调整施工参数,使盾构机(10)实际掘进轴线方向与设计掘进轴线方向的偏差控制在规范允许范围内;

步骤九,盾构机(10)继续掘进,并在已成型隧道上同步延伸安装运行轨道系统、供电系统和通信系统,盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台(2)和智能测量棱镜(9)随着盾构机(10)掘进及运行轨道系统的延伸同步前行,盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台(2)行走过程中对已成型的隧道进行探测和三维扫描,探测用以获知隧道内环境信息和运行轨道系统上是否存在异物,三维扫描用以获取已成型隧道的三维空间数据并传入数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握盾构机(10)最后一节拖车处设置的两组智能测量棱镜(9)的空间位置,盾构机(10)最后一节拖车处隧道右侧设置的智能搭载平台(2)的探测扫描单元在对已成型的隧道进行扫描的同时也对激光靶(11)所处的空间进行扫描,通过三维扫描获取激光靶(11)所处三维空间数据并传入到数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握激光靶(11)的空间位置,当坐标点2处设置的智能测量全站仪(6)始终无法搜索到激光靶(11)时,盾构机(10)停机,智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)轴线恢复水平状态;

步骤十,盾构机(10)停机后,盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜(9)根据其自带的倾斜仪测量得到倾斜角度数据,倾斜仪测得的数据由数据存储处理单元经通信单元和通信系统传输到数据中心,数据中心计算角度调整信息并传回至数据存储处理单元,数据存储处理单元通过位置调节控制单元控制自动微调基座(7)实现盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜(9)的调平;

步骤十一,根据盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜(9)和智能搭载平台(2)的中心坐标点,分别计算出盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜(9)与智能测量全站仪(6)之间的方位角和高差,然后智能测量全站仪(6)根据方位角和高差向智能测量棱镜(9)发出光信号,同时智能测量全站仪(6)以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪(6)收到反馈信号,之后分别测量得到盾构机(10)最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜(9)的高精度坐标点数据,其中隧道右侧坐标点为坐标点5,隧道左侧坐标点为坐标点6,并将坐标点5和坐标点6的坐标数据通过数据存储处理单元上传至数据中心,数据中心收到坐标数据后计算出坐标点2和坐标点5之间的距离以及高差,然后控制坐标点5处的智能搭载平台(2)带动智能测量棱镜(9)沿运行轨道系统前移让出坐标点5的位置,之后坐标点2处的智能搭载平台(2)带动智能测量全站仪(6)沿运行轨道系统前移至让出后的坐标点5的位

置,前移过程中每前移一段设定距离后,智能测量全站仪(6)执行自动调平操作,调平后再先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜(9),并反推出自身所处的具体位置进行方向验证;

步骤十二,智能测量全站仪(6)移动至坐标点5后,智能测量全站仪(6)根据自带的倾斜仪执行自动调平操作完成自动调平,调平后,智能测量全站仪(6)先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜(9)反推出自身的具体位置,并与坐标点5进行校核,若存在偏差,数据中心根据计算得到的偏差结果控制自动微调基座(7)带动智能测量全站仪(6)进行微调,直至智能测量全站仪(6)中心坐标和坐标点5完全重合,然后,数据中心计算坐标1和坐标点5的距离、方位角和高度,并控制坐标点5处设置的智能测量全站仪(6)的全站仪物镜(61)对准坐标点1处设置的智能测量棱镜(9)的反射棱镜(92)中心,数据中心计算出坐标点2和坐标点1之间的距离和高差,然后控制坐标点1处的智能搭载平台(2)带动智能测量棱镜(9)沿运行轨道系统前移至坐标点2的位置,移动过程中,坐标点5处的智能测量全站仪(6)持续瞄准跟踪并测量智能测量棱镜(9)的位置坐标,直至智能测量棱镜(9)到达坐标点2处,之后数据中心通过自动微调基座(7)使智能测量棱镜(9)的中心坐标和坐标点2完全重合;

步骤十三,根据激光靶(11)的三维空间坐标和智能测量全站仪(6)对应的坐标点5,计算出二者的方位角和高差,然后智能测量全站仪(6)根据方位角和高差,向激光靶(11)发出光信号,同时智能测量全站仪(6)以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪(6)收到激光靶(11)反馈回的信号后,坐标点5处的智能测量全站仪(6)瞄准激光靶(11),并指导盾构机(10)继续向前掘进;

步骤十四,施工过程中,为保证智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)坐标的准确性,每间隔设定天数,需从始发井口控制点对智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)坐标进行联测,防止智能测量全站仪(6)和智能测量棱镜(9)坐标误差超限;

步骤十五,依次按照上述步骤,经过若干次测量换站,最终完成整条隧道的掘进导向测量工作。

## 一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及盾构隧道施工技术领域,具体涉及一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法。

### 背景技术

[0002] 随着城市化进程的加快,轨道交通成为解决城市交通拥堵的重要手段之一,各大城市正持续推进地铁建设,盾构法施工逐渐成为地铁区间隧道施工方法的主流,但施工智能化、自动化还处于初期探索阶段,需要大量的人工干预,大部分环节需要人员操作,只有极少部分可以实现少人化或无人化。现有的以隧道导向系统为基础的盾构掘进施工导向需经常进行测量换站工作,以保证盾构机按照指定轴线进行掘进。但是,导向测量换站需通过专业测量人员进行操作,耗时长,而且每次测量换站都需要较长时间,大约在3-6小时左右,该段时间内盾构机处于停机状态,这严重制约了盾构施工的施工效率,浪费了大量的时间,且作业人员经常需攀登至高处安放支架,易发生高处坠落、机械伤害等事故,同时由于频繁的换站操作,作业人员也无法完全避免测量操作失误或数据记录、计算、输入的错误,进而导致实际的盾构掘进轴线与设计的盾构掘进轴线出现偏差。

### 发明内容

[0003] 本发明目的在于提出一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法,以解决背景技术中所述的技术问题。

[0004] 为实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案:

一种盾构施工智能导向测量系统,基于隧道导向系统设计,包括运行轨道系统、智能测量系统、供电系统、通信系统和数据中心,所述运行轨道系统采用导电材料制作,运行轨道系统沿隧道轴线方向通长架设于已成型隧道左侧及右侧腰线上方的盾构隧道管片上,且运行轨道系统悬挑至隧道内部空间中,所述智能测量系统包括内设倾斜仪的智能测量全站仪和智能测量棱镜,所述智能测量全站仪和智能测量棱镜均通过具有XYZ三向位置调节功能和调平功能的自动微调基座安装在智能搭载平台上,所述智能搭载平台安装在运行轨道系统上并能够根据数据中心的指令沿运行轨道系统移动至指定位置,智能搭载平台内设数据存储处理单元、探测扫描单元、行走单元、通信单元、供电单元和位置调节控制单元,智能搭载平台为自身以及智能测量全站仪、智能测量棱镜和自动微调基座供电,并通过数据存储处理单元发出的指令控制其自身以及智能测量全站仪、智能测量棱镜和自动微调基座相互配合实现自动调平、自动换站和自动导向测量功能,所述供电系统包括对应铺设于运行轨道系统上方盾构隧道管片上的碳纤维导电布,所述碳纤维导电布沿隧道轴线方向通长铺设于已成型隧道的盾构隧道管片上,碳纤维导电布和运行轨道系统靠近始发井口的一端与供电电源相接,各智能搭载平台的供电单元分别与碳纤维导电布和运行轨道系统电连接形成供电回路,所述通信系统采用无线通讯方式进行,包括间隔设置在隧道内的若干组无线宽带路由器和无线基站,所述数据中心设置于地面监控中心处,通过通信系统与智能搭



载平台和隧道导向系统相连,用于接收各智能搭载平台采集的探测扫描数据和测量点位数据,根据接收到的数据进行处理并下达调平、换站和导向测量指令。

[0005] 优选地,所述运行轨道系统包括轨道支架和行走轨道,轨道支架包括L型的支撑托板,支撑托板的立板为与盾构隧道管片形状相匹配的弧形板,其立板贴合在盾构隧道管片内壁面上并通过设置于盾构隧道管片预埋槽道位置的固定螺栓与盾构隧道管片固定相连,其横板悬挑至隧道内部空间中,且其横板上开设有轨道卡槽,所述行走轨道呈工字型,其下翼缘放置在轨道卡槽内,并通过轨道卡槽两侧设置的夹持机构固定在设计位置。

[0006] 优选地,所述夹持机构包括夹持式固定板和弹簧固定销,所述夹持式固定板包括中段的连接板,且连接板平行于支撑托板的横板设置,连接板靠近轨道卡槽的一端延伸至轨道卡槽上方并垂直固定有抵靠在行走轨道下翼缘上的抵撑板,连接板远离轨道卡槽的一端一体固定有向上弯折的把手板,所述把手板和连接板相接的位置固定设置有圆柱状的支撑轴,且支撑轴抵靠在支撑托板的横板上,所述弹簧固定销贯穿夹持式固定板中段的连接板并固定在支撑托板的横板上,弹簧固定销的弹簧套设于连接板上方的螺杆上并将连接板压紧固定。

[0007] 优选地,所述智能搭载平台包括箱型结构的防护外壳,所述防护外壳顶部安装有与通信单元相连的信号天线,其箱体靠近盾构隧道管片的一侧通过铰接相连的滚轮支架安装有受电滚轮,且滚轮支架与防护外壳之间还设置有压紧弹簧,所述受电滚轮在压紧弹簧的作用下压紧碳纤维导电布,且碳纤维导电布通过受电滚轮、滚轮支架和防护外壳与供电单元电连接,防护外壳底部通过连接支架安装有行走轮,所述行走轮截面呈横置的工字型,行走轮嵌固在行走轨道的上翼缘上并压紧行走轨道,且行走轨道通过行走轮、连接支架和防护外壳与供电单元电连接,防护外壳底部设置有驱动行走轮行进的驱动电机,且驱动电机与行走单元和供电单元电连接。

[0008] 优选地,所述自动微调基座包括轨道框架和中心承载块,所述轨道框架为一正方形框体结构,其四角位置分别通过锁固螺栓固定在智能搭载平台顶部,其框体的每条边上均开设有一条截面呈C字型的滑道,且每条滑道内均滑动嵌固有一块滑块,所述滑块外露一侧通过油缸支座与伸缩液压油缸的缸体底部相连,且伸缩液压油缸的活塞杆外露一端与设置于轨道框架中部的中心承载块铰接相连,四根伸缩液压油缸呈十字状布设在中心承载块四周,所述中心承载块底部通过固定安装的万向轮与智能搭载平台滑动配合,其顶部通过油缸支座与顶升液压油缸的缸体底部相连,顶升液压油缸的活塞杆外露一端与上部回转模块底部的支座铰接相连,且若干根顶升液压油缸按环形阵列布设在中心承载块与上部回转模块之间,所述上部回转模块顶部通过连接螺栓与智能测量全站仪或智能测量棱镜相连,且上部回转模块的中心点与其顶部的智能测量全站仪或智能测量棱镜的中心点竖向对齐,上部回转模块内设带编码器的电机并带有自锁装置,带编码的电机与智能搭载平台内的数据存储处理单元和供电单元相连,并能够带动其顶部的智能测量全站仪或智能测量棱镜实现 $\pm 180^\circ$ 旋转,所述顶升液压油缸和伸缩液压油缸均带有行程传感器和自锁装置,并通过线路与作为智能搭载平台位置调节控制单元的液压控制单元相连。

[0009] 优选地,所述顶升液压油缸设置有三组,三组顶升液压油缸分别布置在一个正三角形的三个顶点处,且所述正三角形的中心点与上部回转模块的中心点竖向对齐。

[0010] 优选地,所述智能搭载平台内设的供电单元内含若干块蓄电池,蓄电池作为备用



电源并与供电系统电连接,当供电系统正常运转时,蓄电池持续接收供电系统提供的电能作为储备电能,当供电系统故障无法持续供电时,蓄电池启动并提供储备电能为供电单元供电。

[0011] 优选地,所述供电电源采用36V安全电压并通过隔离变压器供电。

[0012] 另外,本发明还提供了上述一种盾构施工智能导向测量系统的施工方法,包括以下步骤:

步骤一,在地面监控中心建立数据中心,将隧道三维模型数据和盾构机掘进轴线数据导入到数据中心,将智能搭载平台、智能测量全站仪和智能测量棱镜三维数据化,并将智能搭载平台、智能测量全站仪和智能测量棱镜对应的三维模型数据导入到数据中心,将隧道掘进轴线数据导入到盾构机隧道导向系统的工业电脑中,盾构机根据隧道掘进轴线数据开始掘进;

步骤二,随着盾构机的掘进在已成型隧道左侧和右侧腰线上方的盾构隧道管片上分别安装运行轨道系统、供电系统和通信系统;

步骤三,在始发井口根据地面控制点引入到始发井口的控制点向已成型隧道内沿盾构机掘进方向引入四个坐标点,其中隧道右侧运行轨道系统上自前至后依次设置三个坐标点,靠近始发井口的坐标点1为后视点,并在坐标点1位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台和智能测量棱镜,中间的坐标点2作为测站点,并在坐标点2位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台和智能测量棱镜,靠近盾构机最后一节拖车处的坐标点3作为前视点,并在坐标点3位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台和智能测量棱镜,隧道左侧运行轨道系统上设置的一个坐标点为坐标点4,坐标点4位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台和智能测量棱镜,坐标点4对应设置于坐标点3对侧位置,且坐标点3和坐标点4与已安装完成的运行轨道系统最前端的距离不小于1.0m,以防止智能搭载平台脱轨;

步骤四,将四个坐标点处的智能测量棱镜调平,然后在始发井口处引入坐标点A和坐标点B作为两个控制点,在坐标点A和坐标点B上分别架设后视棱镜和全站仪,依次观测坐标点1、坐标点2、坐标点3和坐标点4的坐标,并将测得的四个坐标点的坐标数据输入到数据中心;

步骤五,将坐标点2处设置的智能测量棱镜更换为智能测量全站仪并调平,并保证智能测量全站仪的全站仪物镜中心标高与拆除前的智能测量棱镜的反射棱镜中心标高相等,因为智能测量棱镜的反射棱镜中心到棱镜基座底面的高程与智能测量全站仪的全站仪物镜中心到全站仪基座底面的高程相等,因此更换设备后,智能测量全站仪的全站仪物镜中心标高与拆除前的智能测量棱镜的反射棱镜中心标高相等;

步骤六,将坐标点1、坐标点3和坐标点4处的智能测量棱镜的当前状态设为初始状态,并将坐标点2处智能测量全站仪的当前状态设为初始状态;

步骤七,数据中心计算坐标点1处智能测量棱镜和坐标点2处智能测量全站仪的距离、方位角和高度,并获取坐标点1处设置的智能测量棱镜初始状态下反射棱镜面对方向和坐标点2处设置的智能测量全站仪初始状态下全站仪物镜指向方向,然后将计算结果以指令数据的形式分别发送到坐标点1和坐标点2处设置的智能搭载平台的数据存储处理单元,坐标点1处设置的智能搭载平台的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座的带编码的电机带动智能测量棱镜旋转,将智能测量棱镜的反射棱镜中心指向与计算

得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点2的方向,坐标点2处设置的智能搭载平台的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座的带编码的电机带动智能测量全站仪旋转,将智能测量全站仪的全站仪物镜中心指向与计算得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点1的方向,坐标点2处设置的智能测量全站仪的全站仪物镜对准坐标点1处设置的智能测量棱镜的反射棱镜完成定向;

步骤八,数据中心计算盾构机盾体上的激光靶坐标点和坐标点2处设置的智能测量全站仪的高度和方位角,将计算结果以指令数据的形式发送到坐标点2处设置的智能搭载平台的数据存储处理单元,坐标点2处设置的智能搭载平台的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座的带编码的电机带动智能测量全站仪旋转,将智能测量全站仪的全站仪物镜对准激光靶,盾构机继续掘进,掘进过程中智能测量全站仪的全站仪物镜一直对准激光靶,当发生偏离后,激光靶反馈信号给隧道导向系统的中央控制箱,中央控制箱将收到的反馈信号发送给盾构机操作室中隧道导向系统的工业电脑,工业电脑根据收到的反馈信号计算出智能测量全站仪的全站仪物镜中心偏离的距离和方位角,然后将计算得到的数据信号传输给隧道导向系统中具有通信功能的模块,隧道导向系统中具有通信功能的模块将数据信号传输给与其相连的智能搭载平台的数据存储处理单元,数据存储处理单元控制自动微调基座的带编码的电机和智能测量全站仪微调,使智能测量全站仪的全站仪物镜中心一直对准激光靶,同时工业电脑根据智能测量全站仪测量到的激光靶中心的大地坐标计算得到盾构机的滚角、俯仰角和水平方位角,进而计算得到盾构机切口中心和盾尾中心的大地坐标,并复核其位置是否与设计的理论位置重合,若偏差较大则盾构机操作手根据偏差实时调整施工参数,使盾构机实际掘进轴线方向与设计掘进轴线方向的偏差控制在规范允许范围内;

步骤九,盾构机继续掘进,并在已成型隧道上同步延伸安装运行轨道系统、供电系统和通信系统,盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台和智能测量棱镜随着盾构机掘进及运行轨道系统的延伸同步前行,盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台行走过程中对已成型的隧道进行探测和三维扫描,探测用以获知隧道内环境信息和运行轨道系统上是否存在异物,三维扫描用以获取已成型隧道的三维空间数据并传入数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握盾构机最后一节拖车处设置的两组智能测量棱镜的空间位置,盾构机最后一节拖车处隧道右侧设置的智能搭载平台的探测扫描单元在对已成型的隧道进行扫描的同时也对激光靶所处的空间进行扫描,通过三维扫描获取激光靶所处三维空间数据并传入到数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握激光靶的空间位置,当坐标点2处设置的智能测量全站仪始终无法搜索到激光靶时(即激光靶移动至智能测量全站仪的视野范围之外时),盾构机停机,智能测量全站仪的全站仪物镜轴线恢复水平状态;

步骤十,盾构机停机后,盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜根据其自带的倾斜仪测量得到倾斜角度数据,倾斜仪测得的数据由数据存储处理单元经通信单元和通信系统传输到数据中心,数据中心计算角度调整信息并传回至数据存储处理单元,数据存储处理单元通过位置调节控制单元控制自动微调基座实现盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜的调平;

步骤十一,根据盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜和智能搭载平台大概的中心坐标点(该中心坐标点经由探测扫描单元获取的数据结合数据中心的移动控制指令数据综合分析得到,精度不足以支持直接进行换站测量),分别计算出盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜与智能测量全站仪之间的方位角和高差,然后智能测量全站仪根据方位角和高差向智能测量棱镜发出光信号,同时智能测量全站仪以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪收到反馈信号,之后分别测量得到盾构机最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜的高精度坐标点数据,其中隧道右侧坐标点为坐标点5,隧道左侧坐标点为坐标点6,并将坐标点5和坐标点6的坐标数据通过数据存储处理单元上传至数据中心,数据中心收到坐标数据后计算出坐标点2和坐标点5之间的距离以及高差,然后控制坐标点5处的智能搭载平台带动智能测量棱镜沿运行轨道系统前移让出坐标点5的位置,之后坐标点2处的智能搭载平台带动智能测量全站仪沿运行轨道系统前移至让出后的坐标点5的位置,前移过程中每前移一段设定距离后,智能测量全站仪执行自动调平操作,调平后再先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜,并反推出自身所处的具体位置进行方向验证;

步骤十二,智能测量全站仪移动至坐标点5后,智能测量全站仪根据自带的倾斜仪执行自动调平操作完成自动调平,调平后,智能测量全站仪先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜反推出自身的具体位置,并与坐标点5进行校核,若存在偏差,数据中心根据计算得到的偏差结果控制自动微调基座带动智能测量全站仪进行微调,直至智能测量全站仪中心坐标和坐标点5完全重合,然后,数据中心计算坐标1和坐标点5的距离、方位角和高度,并控制坐标点5处设置的智能测量全站仪的全站仪物镜对准坐标点1处设置的智能测量棱镜的反射棱镜中心,数据中心计算出坐标点2和坐标点1之间的距离和高差,然后控制坐标点1处的智能搭载平台带动智能测量棱镜沿运行轨道系统前移至坐标点2的位置,移动过程中,坐标点5处的智能测量全站仪持续瞄准跟踪并测量智能测量棱镜的位置坐标,直至智能测量棱镜到达坐标点2处,之后数据中心通过自动微调基座使智能测量棱镜的中心坐标和坐标点2完全重合;

步骤十三,根据激光靶的三维空间坐标和智能测量全站仪对应的坐标点5,计算出二者的方位角和高差,然后智能测量全站仪根据方位角和高差,向激光靶发出光信号,同时智能测量全站仪以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪收到激光靶反馈回的信号后,坐标点5处的智能测量全站仪瞄准激光靶,并指导盾构机继续向前掘进;

步骤十四,施工过程中,为保证智能测量全站仪和智能测量棱镜坐标的准确性,每间隔设定天数,需从始发井口控制点对智能测量全站仪和智能测量棱镜坐标进行联测,防止智能测量全站仪和智能测量棱镜坐标误差超限;

步骤十五,依次按照上述步骤,经过若干次测量换站,最终完成整条隧道的掘进导向测量工作。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:本发明结构设计巧妙,通过智能导向测量系统进行盾构机导向测量施工,实现了测量仪器的自动调平对中、自动换站和自动导向测量,提高了盾构施工的智能化和自动化水平,加快了施工进度,缩短了施工工期,避免了作业人员的频繁换站测量操作,进而大大降低了作业人员误操作的概率,保证了施工质量,提

高了施工安全系数,节约了人力成本。

## 附图说明

[0014] 通过结合以下附图所作的详细描述,本发明的上述和/或其他方面和优点将变得更清楚和更容易理解,这些附图只是示意性的,并不限制本发明,其中:

图1为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统的平面布置结构示意图;

图2为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统沿隧道横截面的结构示意图;

图3为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能测量全站仪处的结构示意图;

图4为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能测量棱镜处的结构示意图;

图5为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能测量全站仪与自动微调基座的结构示意图;

图6为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能测量棱镜与自动微调基座的结构示意图;

图7为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统自动微调基座的俯视结构示意图;

图8为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能搭载平台的前视结构示意图;

图9为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统智能搭载平台的侧视结构示意图;

图10为本发明涉及的一种盾构施工智能导向测量系统轨道支架和行走轨道的结构示意图。

[0015] 附图标记:1-盾构隧道管片、2-智能搭载平台、21-防护外壳、22-信号天线、23-滚轮支架、24-受电滚轮、25-压紧弹簧、26-连接支架、27-行走轮、28-驱动电机、3-碳纤维导电布、4-轨道支架、41-支撑托板、42-固定螺栓、43-轨道卡槽、44-夹持式固定板、45-弹簧固定销、5-行走轨道、6-智能测量全站仪、61-全站仪物镜、62-全站仪基座、7-自动微调基座、71-上部回转模块、72-连接螺栓、73-中心承载块、74-油缸支座、75-顶升液压油缸、76-伸缩液压油缸、77-轨道框架、78-锁固螺栓、79-滑道、710-滑块、711-万向轮、8-无线宽带路由器、9-智能测量棱镜、91-棱镜基座、92-反射棱镜、10-盾构机、11-激光靶。

## 具体实施方式

[0016] 在下文中,将参照附图描述本发明的一种盾构施工智能导向测量系统及施工方法的实施例。在此记载的实施例为本发明的特定的具体实施方式,用于说明本发明的构思,均是解释性和示例性的,不应解释为对本发明实施方式及本发明范围的限制。除在此记载的实施例外,本领域技术人员还能够基于本申请权利要求书和说明书所公开的内容采用显而易见的其它技术方案,这些技术方案包括采用对在此记载的实施例的做出任何显而易见的替换和修改的技术方案。

[0017] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“上”、“下”、“内”、“外”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发明和简化描述,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发明的限制。

[0018] 本说明书的附图为示意图,辅助说明本发明的构思,示意性地表示各部分的形状及其相互关系。请注意,为了便于清楚地表现出本发明实施例的各部件的结构,各附图之间并未按照相同的比例绘制。相同的参考标记用于表示相同的部分。

[0019] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实施例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。下面结合图1-10,对本发明的优选实施例作进一步详细说明:

如图1-4所示,本发明优选的一种盾构施工智能导向测量系统,基于隧道导向系统设计(隧道导向系统包括激光导向系统、棱镜法导向系统、陀螺仪导向系统等几种方法,其中激光导向系统有德国VMT导向系统、英国ZED导向系统、上海力信导向系统、上海米度导向系统等,因为VMT导向系统应用的最广,所以下面以德国VMT导向系统为例进行分析说明),包括运行轨道系统、智能测量系统、供电系统、通信系统和数据中心,所述运行轨道系统采用导电材料制作,运行轨道系统沿隧道轴线方向通长架设于已成型隧道左侧及右侧腰线上方的盾构隧道管片1上,且运行轨道系统悬挑至隧道内部空间中,所述智能测量系统包括内设倾斜仪的智能测量全站仪6和智能测量棱镜9,所述智能测量全站仪6和智能测量棱镜9均通过具有XYZ三向位置调节功能和调平功能的自动微调基座7安装在智能搭载平台2上,所述智能搭载平台2安装在运行轨道系统上并能够根据数据中心的指令沿运行轨道系统移动至指定位置,智能搭载平台2内设数据存储处理单元、探测扫描单元、行走单元、通信单元、供电单元和位置调节控制单元,探测扫描单元包括探测支架和多功能探测扫描器,可探测运行轨道系统上是否存在异物,也可对隧道内环境进行探测,还可对成型隧道进行三维扫描,探测扫描所取得数据通过有线形式输入到数据存储处理单元内,再通过通信单元和通信系统实现与地面数据中心和盾构机10内的VMT隧道导向系统的数据交互,通信单元通过信号天线22与通信系统采用无线连接方式,实现数据指令的交互处理和控制,位置调节控制单元通过液压控制单元分别控制自动微调基座7的伸缩液压油缸76和顶升液压油缸75,并通过电信号控制自动微调基座7的上部回转模块71的带编码的电机,数据存储处理单元通过有线与VMT隧道导向系统中的具有通信功能的灰盒子连接,数据存储处理单元负责接收存储和转发探测扫描单元探测到的数据、测量点位的坐标数据、行走数据、液压控制数据和供电单元电能储备等数据信息,数据存储处理单元根据地面数据中心发出的行走数据控制行走单元,进而带动整个系统行走,根据测量点位坐标数据通过位置调节单元完成自动微调基座7所带的智能测量全站仪6和智能测量棱镜9达到指定的坐标点位置,智能搭载平台2为自身以及智能测量全站仪6、智能测量棱镜9和自动微调基座7供电,并通过数据存储处理单元发出的指令控制其自身以及智能测量全站仪6、智能测量棱镜9和自动微调基座7相互配合实现自动调平、自动换站和自动导向测量功能,所述供电系统包括对应铺设于运行轨道系统上方盾构隧道管片1上的碳纤维导电布3,所述碳纤维导电布3沿隧道轴线方向通长铺设于已成型隧道的盾构隧道管片1上,碳纤维导电布3和运行轨道系统靠近始发井口的一端与供电电源相接,所述供电电源采用36V安全电压并通过隔离变压器供电,各智能搭载平台2的供电单元分别与碳纤维导电布3和运行轨道系统电连接形成供电回路,智能搭载

平台2内设的供电单元内含若干块蓄电池,蓄电池作为备用电源并与供电系统电连接,当供电系统正常运转时,蓄电池持续接收供电系统提供的电能作为储备电能,当供电系统故障无法持续供电时,蓄电池启动并提供储备电能为供电单元供电,所述通信系统采用无线通讯方式进行,包括间隔设置在隧道内的若干组无线宽带路由器8和无线基站,所述数据中心设置于地面监控中心处,通过通信系统与智能搭载平台2和VMT隧道导向系统相连,用于接收各智能搭载平台2采集的探测扫描数据和测量点位数据,根据接收到的数据进行处理并下达调平、换站和导向测量指令;

如图10所示,所述运行轨道系统包括轨道支架4和行走轨道5,轨道支架4包括L型的支撑托板41,支撑托板41的立板为与盾构隧道管片1形状相匹配的弧形板,其立板贴合在盾构隧道管片1内壁面上并通过设置于盾构隧道管片1预埋槽道位置的固定螺栓42与盾构隧道管片1固定相连,其横板悬挑至隧道内部空间中,且其横板上开设有轨道卡槽43,所述行走轨道5呈工字型,其下翼缘放置在轨道卡槽43内,并通过轨道卡槽43两侧设置的夹持机构固定在设计位置,所述夹持机构包括夹持式固定板44和弹簧固定销45,所述夹持式固定板44包括中段的连接板,且连接板平行于支撑托板41的横板设置,连接板靠近轨道卡槽43的一端延伸至轨道卡槽43上方并垂直固定有抵靠在行走轨道5下翼缘上的抵撑板,连接板远离轨道卡槽43的一端一体固定有向上弯折的把手板,所述把手板和连接板相接的位置固定设置有圆柱状的支撑轴,且支撑轴抵靠在支撑托板41的横板上,所述弹簧固定销45贯穿夹持式固定板44中段的连接板并固定在支撑托板41的横板上,弹簧固定销45的弹簧套设于连接板上方的螺杆上并将连接板压紧固定,轨道支架4利用盾构隧道管片1的预埋槽道,可实现快速安装,行走轨道5为轻型结构,采用双轨形式,行走轨道5放置在轨道支架4的预制槽内,通过预先安装在轨道支架4上的夹持式轨道固定板44快速固定;

如图8-9所示,所述智能搭载平台2包括箱型结构的防护外壳21,所述防护外壳21顶部安装有与通信单元相连的信号天线22,其箱体靠近盾构隧道管片1的一侧通过铰接相连的滚轮支架23安装有受电滚轮24,且滚轮支架23与防护外壳21之间还设置有压紧弹簧25,所述受电滚轮24在压紧弹簧25的作用下压紧碳纤维导电布3,且碳纤维导电布3通过受电滚轮24、滚轮支架23和防护外壳21与供电单元电连接,防护外壳21底部通过连接支架26安装有行走轮27,所述行走轮27截面呈横置的工字型,行走轮27嵌固在行走轨道5的上翼缘上并压紧行走轨道5,且行走轨道5通过行走轮27、连接支架26和防护外壳21与供电单元电连接,防护外壳21底部设置有驱动行走轮27行进的驱动电机28,且驱动电机28与行走单元和供电单元电连接;

如图5-7所示,所述自动微调基座7包括轨道框架77和中心承载块73,所述轨道框架77为一正方形框体结构,其四角位置分别通过锁固螺栓78固定在智能搭载平台2顶部,其框体的每条边上均开设有一条截面呈C字型的滑道79,且每条滑道79内均滑动嵌固有一块滑块710,所述滑块710外露一侧通过油缸支座74与伸缩液压油缸76的缸体底部相连,且伸缩液压油缸76的活塞杆外露一端与设置于轨道框架77中部的中心承载块73铰接相连,四根伸缩液压油缸76呈十字状布设在中心承载块73四周,所述中心承载块73底部通过固定安装的万向轮711与智能搭载平台2滑动配合,其顶部通过油缸支座74与顶升液压油缸75的缸体底部相连,顶升液压油缸75的活塞杆外露一端与上部回转模块71底部的支座铰接相连,所述顶升液压油缸75设置有三组,三组顶升液压油缸75分别布置在一个正三角形的三个顶点

处,且所述正三角形的中心点与上部回转模块71的中心点竖向对齐,所述上部回转模块71顶部通过连接螺栓72与智能测量全站仪6或智能测量棱镜9相连,且上部回转模块71的中心点与其顶部的智能测量全站仪6或智能测量棱镜9的中心点竖向对齐,上部回转模块71内设带编码器的电机并带有自锁装置,带编码的电机与智能搭载平台2内的数据存储处理单元和供电单元相连,并能够带动其顶部的智能测量全站仪6或智能测量棱镜9实现 $\pm 180^\circ$ 旋转,所述顶升液压油缸75和伸缩液压油缸76均带有行程传感器和自锁装置,并通过线路与作为智能搭载平台2位置调节控制单元的液压控制单元相连。

[0020] 另外,本发明还提供了一种盾构施工智能导向测量系统的施工过程当中,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,在地面监控中心建立数据中心,将隧道三维模型数据和盾构机10掘进轴线数据导入到数据中心,将智能搭载平台2、智能测量全站仪6和智能测量棱镜9三维数据化,并将智能搭载平台2、智能测量全站仪6和智能测量棱镜9对应的三维模型数据导入到数据中心,将隧道掘进轴线数据导入到盾构机10 VMT隧道导向系统的工业电脑中,盾构机10根据隧道掘进轴线数据开始掘进;

步骤二,随着盾构机10的掘进在已成型隧道左侧和右侧腰线上方的盾构隧道管片1上分别安装运行轨道系统、供电系统和通信系统;

步骤三,在始发井口根据地面控制点引入到始发井口的控制点向已成型隧道内沿盾构机10掘进方向引入四个坐标点,其中隧道右侧运行轨道系统上自前至后依次设置三个坐标点,靠近始发井口的坐标点1为后视点,并在坐标点1位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台2和智能测量棱镜9,中间的坐标点2作为测站点,并在坐标点2位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台2和智能测量棱镜9,靠近盾构机10最后一节拖车处的坐标点3作为前视点,并在坐标点3位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台2和智能测量棱镜9,隧道左侧运行轨道系统上设置的一个坐标点为坐标点4,坐标点4位置的运行轨道系统上安装智能搭载平台2和智能测量棱镜9,坐标点4对应设置于坐标点3对侧位置,且坐标点3和坐标点4与已安装完成的运行轨道系统最前端的距离不小于1.0m,以防止智能搭载平台2脱轨;

步骤四,将四个坐标点处的智能测量棱镜9调平,然后在始发井口处引入坐标点A和坐标点B作为两个控制点,在坐标点A和坐标点B上分别架设后视棱镜和全站仪,依次观测坐标点1、坐标点2、坐标点3和坐标点4的坐标,并将测得的四个坐标点的坐标数据输入到数据中心;

步骤五,将坐标点2处设置的智能测量棱镜9更换为智能测量全站仪6并调平,并保证智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心标高与拆除前的智能测量棱镜9的反射棱镜92中心标高相等,因为智能测量棱镜9的反射棱镜92中心到棱镜基座91底面的高程与智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心到全站仪基座62底面的高程相等,因此更换设备后,智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心标高与拆除前的智能测量棱镜9的反射棱镜92中心标高相等;

步骤六,将坐标点1、坐标点3和坐标点4处的智能测量棱镜9的当前状态设为初始状态,并将坐标点2处智能测量全站仪6的当前状态设为初始状态;

步骤七,数据中心计算坐标点1处智能测量棱镜9和坐标点2处智能测量全站仪6的距离、方位角和高度,并获取坐标点1处设置的智能测量棱镜9初始状态下反射棱镜92面对方向和坐标点2处设置的智能测量全站仪6初始状态下全站仪物镜61指向方向,然后将计算



结果以指令数据的形式分别发送到坐标点1和坐标点2处设置的智能搭载平台2的数据存储处理单元,坐标点1处设置的智能搭载平台2的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座7带动智能测量棱镜9旋转,将智能测量棱镜9的反射棱镜92中心指向与计算得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点2的方向,坐标点2处设置的智能搭载平台2的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座7带动智能测量全站仪6旋转,将智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心指向与计算得到的坐标点1和坐标点2之间的方位角重合并指向坐标点1的方向,坐标点2处设置的智能测量全站仪6的全站仪物镜61对准坐标点1处设置的智能测量棱镜9的反射棱镜92完成定向,后视定向的作用主要有两点,一是为智能测量全站仪6确定平面直角坐标系,二是校核当前坐标点;

步骤八,数据中心计算盾构机10盾体上的激光靶11坐标点和坐标点2处设置的智能测量全站仪6的高度和方位角,将计算结果以指令数据的形式发送到坐标点2处设置的智能搭载平台2的数据存储处理单元,坐标点2处设置的智能搭载平台2的数据存储处理单元根据接收到的指令数据控制自动微调基座7带动智能测量全站仪6旋转,将智能测量全站仪6的全站仪物镜61对准激光靶11,盾构机10继续掘进,掘进过程中智能测量全站仪6的全站仪物镜61一直对准激光靶11,当发生偏离后,激光靶11反馈信号给VMT隧道导向系统的中央控制箱,中央控制箱将收到的反馈信号发送给盾构机10操作室中隧道导向系统的工业电脑,工业电脑根据收到的反馈信号计算出智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心偏离的距离和方位角,然后将计算得到的数据信号传输给VMT隧道导向系统中具有通信功能的灰盒子,灰盒子将数据信号传输给与其相连的智能搭载平台2的数据存储处理单元,数据存储处理单元控制自动微调基座7和智能测量全站仪6微调,使智能测量全站仪6的全站仪物镜61中心一直对准激光靶11,同时工业电脑根据智能测量全站仪6测量到的激光靶11中心的大地坐标计算得到盾构机10的滚角、俯仰角和水平方位角,进而计算得到盾构机10切口中心和盾尾中心的大地坐标,并复核其位置是否与设计的理论位置重合,若偏差较大则盾构机10操作手根据偏差实时调整施工参数,使盾构机10实际掘进轴线方向与设计掘进轴线方向的偏差控制在规范允许范围内;

步骤九,盾构机10继续掘进,并在已成型隧道上同步延伸安装运行轨道系统、供电系统和通信系统,盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台2和智能测量棱镜9随着盾构机10掘进及运行轨道系统的延伸同步前行,盾构机10掘进完一段行走轨道的长度(约3m),然后安装轨道支架4和行走轨道5,安装完毕后,此处的智能搭载平台2向前行走至距行走轨道5的最前端约1.0m的位置处,盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能搭载平台2行走过程中对已成型的隧道进行探测和三维扫描,探测用以获知隧道内环境信息和运行轨道系统上是否存在异物,三维扫描用以获取已成型隧道的三维空间数据并传入数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握盾构机10最后一节拖车处设置的两组智能测量棱镜9的空间位置,盾构机10最后一节拖车处隧道右侧设置的智能搭载平台2的探测扫描单元在对已成型的隧道进行扫描的同时也对激光靶11所处的空间进行扫描,通过三维扫描获取激光靶11所处三维空间数据并传入到数据存储处理单元,数据存储处理单元通过通信系统传到数据中心,数据中心利用所获取的三维空间数据,实时掌握激光靶11的空间位置,为后续智能测量全站仪6寻找激光靶11提供大概方位进行扫描(步骤十三),扫描激

光靶11距离较远约60米左右,扫描激光靶11的数据不必很精确,只要知道大概的方位角就可以,精度要求不高,当坐标点2处设置的智能测量全站仪6始终无法搜索到激光靶11时,盾构机10停机,智能测量全站仪6的全站仪物镜61轴线恢复水平状态;

步骤十,盾构机10停机后,盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜9根据其自带的倾斜仪测量得到倾斜角度数据,倾斜仪测得的数据由数据存储处理单元经通信单元和通信系统传输到数据中心,数据中心计算角度调整信息并传回至数据存储处理单元,数据存储处理单元通过位置调节控制单元控制自动微调基座7实现盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜9的调平,具体调节时,数据中心计算顶升液压油缸75的升降行程,位置调节控制单元通过液压控制单元调节三根顶升液压油缸75对应升降,最终实现调平;

步骤十一,根据盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜9和智能搭载平台2的中心坐标点(该中心坐标点经由探测扫描单元获取的数据结合数据中心的移动控制指令数据综合分析得到,精度不足以支持直接进行换站测量),分别计算出盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜9与智能测量全站仪6之间的方位角和高差,然后智能测量全站仪6根据方位角和高差向智能测量棱镜9发出光信号,同时智能测量全站仪6以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪6收到反馈信号,之后分别测量得到盾构机10最后一节拖车处隧道左侧和隧道右侧设置的智能测量棱镜9的高精度坐标点数据,其中隧道右侧坐标点为坐标点5,隧道左侧坐标点为坐标点6,并将坐标点5和坐标点6的坐标数据通过数据存储处理单元上传至数据中心,数据中心收到坐标数据后计算出坐标点2和坐标点5之间的距离以及高差,然后控制坐标点5处的智能搭载平台2带动智能测量棱镜9沿运行轨道系统前移0.5m,之后坐标点2处的智能搭载平台2带动智能测量全站仪6沿运行轨道系统前移至让出后的坐标点5的位置,前移过程中每前移一段设定距离后,智能测量全站仪6执行自动调平操作(至少三次),调平后再先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜9,并反推出自身所处的具体位置进行方向验证;

步骤十二,智能测量全站仪6移动至坐标点5后,智能测量全站仪6根据自带的倾斜仪执行自动调平操作完成自动调平,调平后,智能测量全站仪6先后瞄准坐标点1和坐标点6处设置的智能测量棱镜9反推出自身的具体位置,并与坐标点5进行校核,若存在偏差,数据中心根据计算得到的偏差结果控制自动微调基座7带动智能测量全站仪6进行微调,直至智能测量全站仪6中心坐标和坐标点5完全重合(具体过程如下,根据地面数据中心计算结果,按照X轴和Y轴的坐标差值,控制自动微调基座7的四个伸缩液压油缸76伸缩对应的行程,当伸缩液压油缸76行程达到指定值时进行自锁,然后根据坐标点5和智能测量全站仪6的中心高程差,控制自动微调基座7的三个顶升液压油缸75进行不同行程的升降,升降过程中随时根据倾斜仪数据进行微调,当智能测量全站仪6中心高程及其调平结果满足要求后,顶升液压油缸75自锁,最终使智能测量全站仪6中心坐标和坐标点5完全重合),然后,数据中心计算坐标1和坐标点5的距离、方位角和高度,并控制坐标点5处设置的智能测量全站仪6的全站仪物镜61对准坐标点1处设置的智能测量棱镜9的反射棱镜92中心,数据中心计算出坐标点2和坐标点1之间的距离和高差,然后控制坐标点1处的智能搭载平台2带动智能测量棱镜9沿运行轨道系统前移至坐标点2的位置,移动过程中,坐标点5处的智能测量全站仪6持续

瞄准跟踪并测量智能测量棱镜9的位置坐标,直至智能测量棱镜9到达坐标点2处,之后数据中心通过自动微调基座7使智能测量棱镜9的中心坐标和坐标点2完全重合;

步骤十三,根据激光靶11的三维空间坐标(该坐标达不到测量使用要求,只是提供大概方位)和智能测量全站仪6对应的坐标点5,计算出二者的方位角和高差,然后智能测量全站仪6根据方位角和高差,向激光靶11发出光信号,同时智能测量全站仪6以计算出的视线为中心,按照锥形范围进行微调扫描,直至智能测量全站仪6收到激光靶11反馈回的信号后,坐标点5处的智能测量全站仪6瞄准激光靶11,并指导盾构机10继续向前掘进;

步骤十四,施工过程中,为保证智能测量全站仪6和智能测量棱镜9坐标的准确性,每间隔设定天数,需从始发井口控制点对智能测量全站仪6和智能测量棱镜9坐标进行联测,防止智能测量全站仪6和智能测量棱镜9坐标误差超限;

步骤十五,依次按照上述步骤,经过若干次测量换站,最终完成整条隧道的掘进导向测量工作。

[0021] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

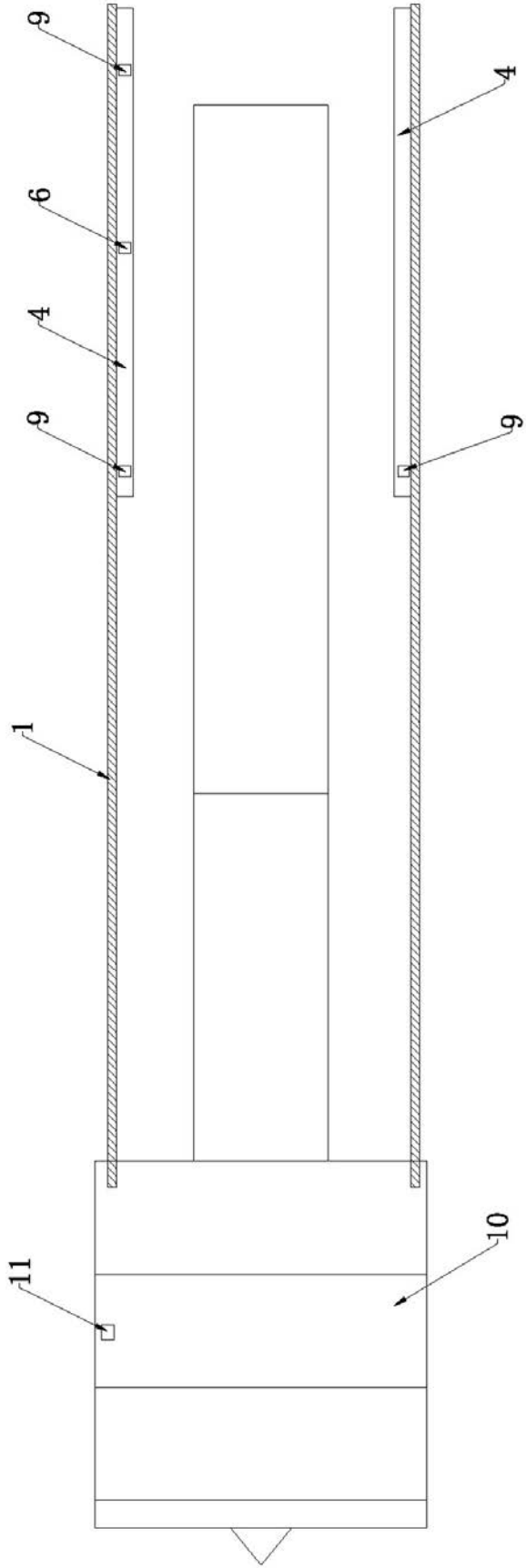


图1

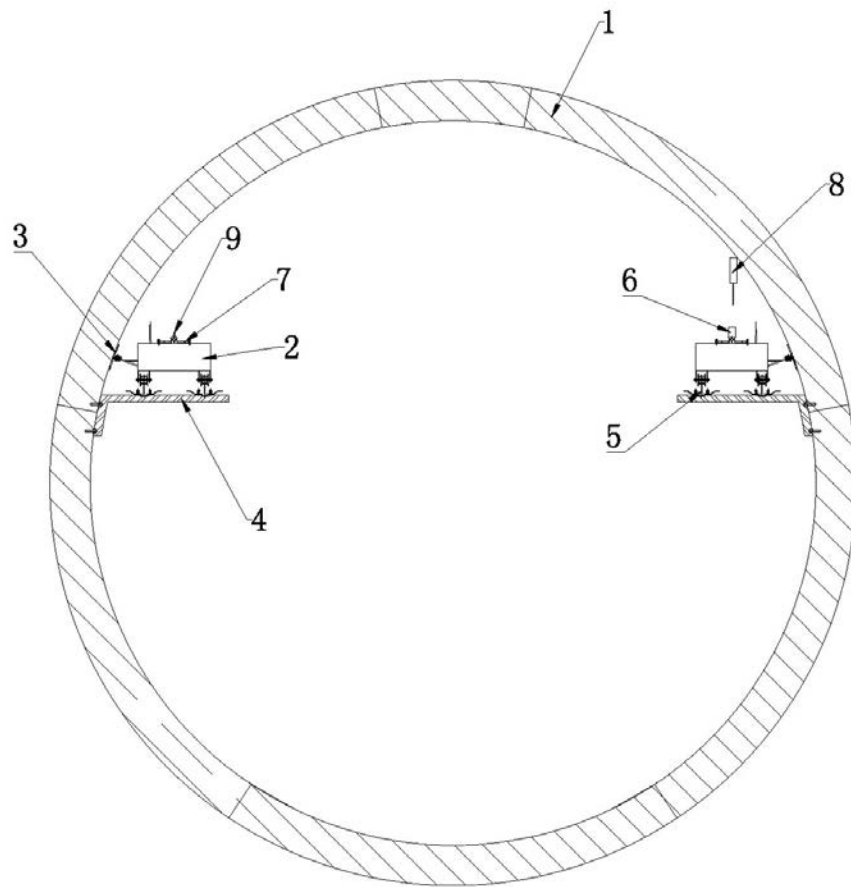


图2

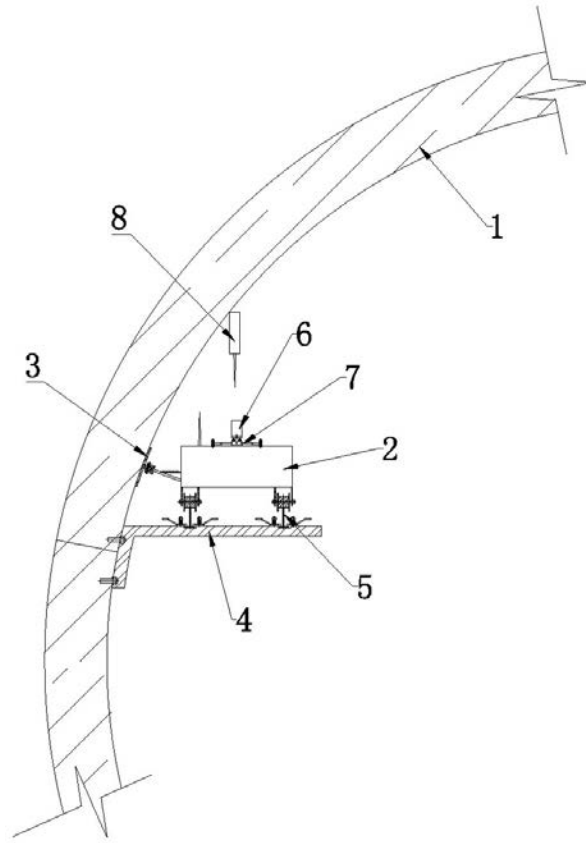


图3

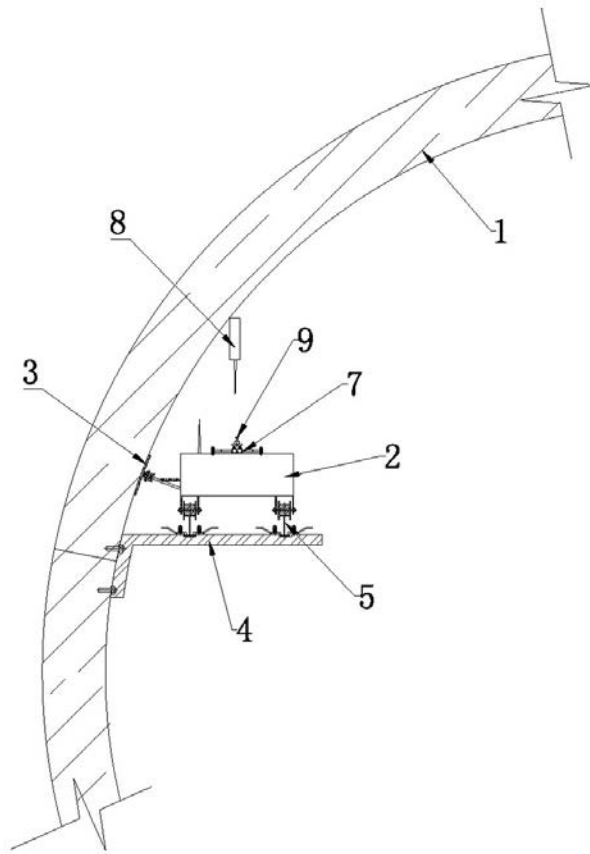


图4

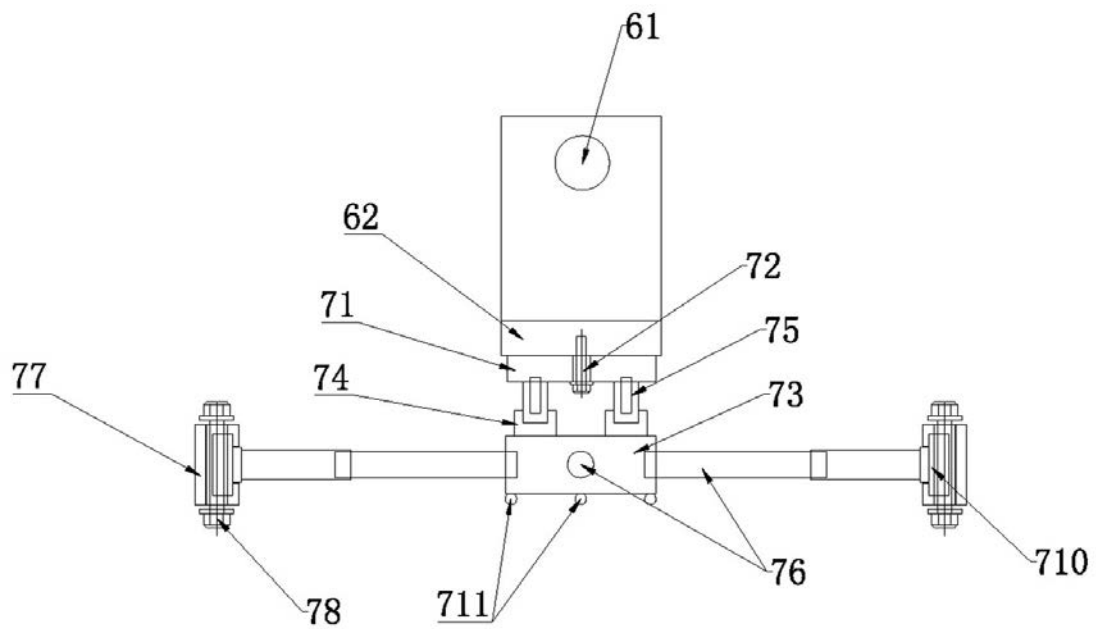


图5



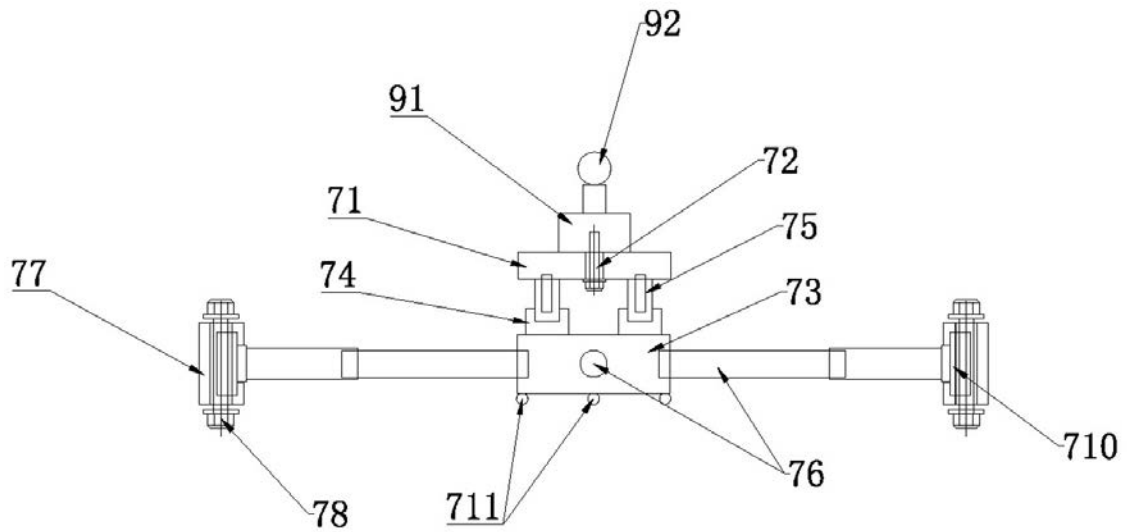


图6

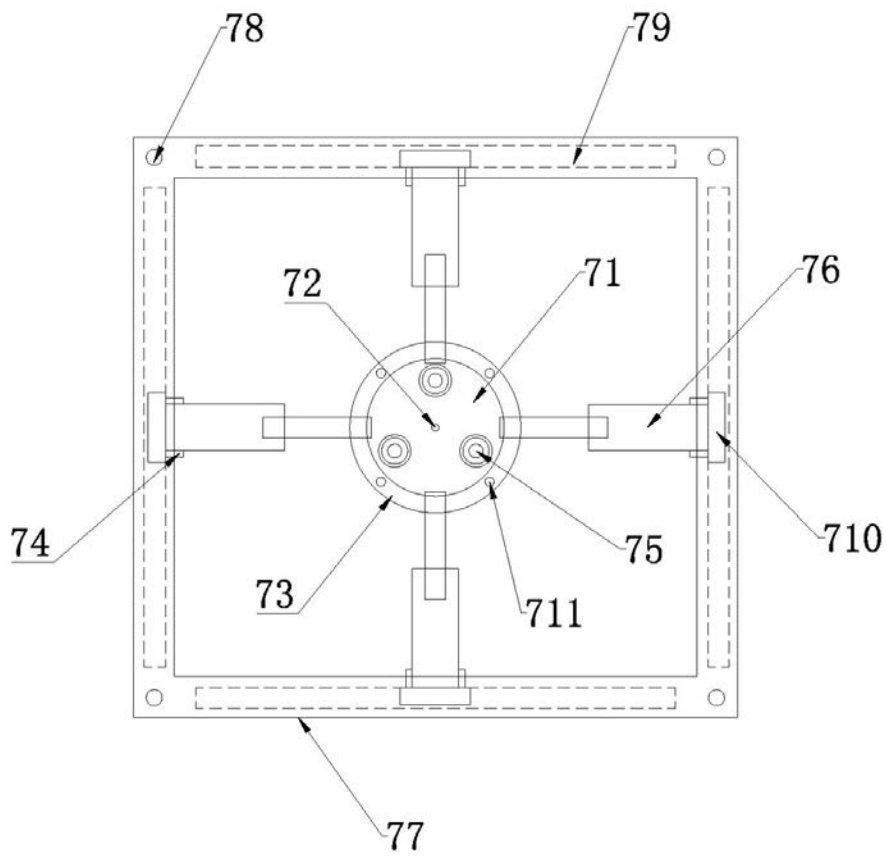


图7

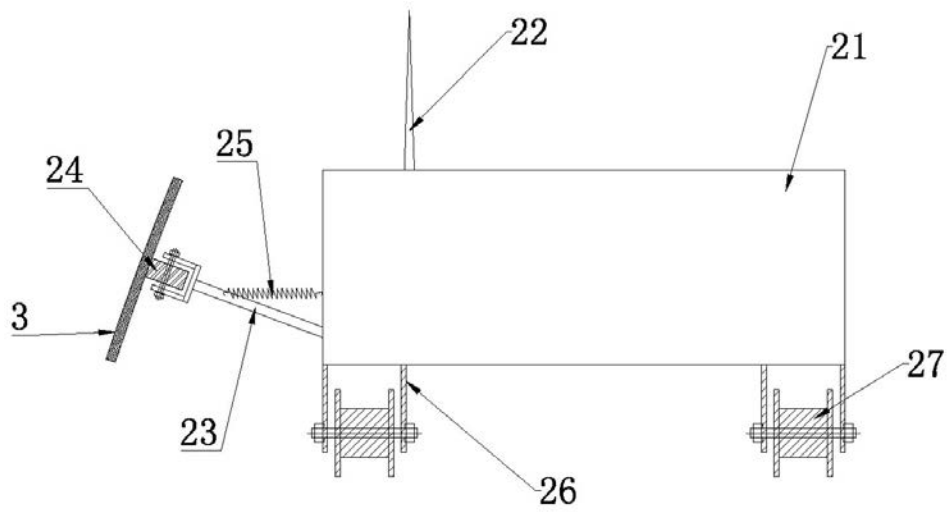


图8

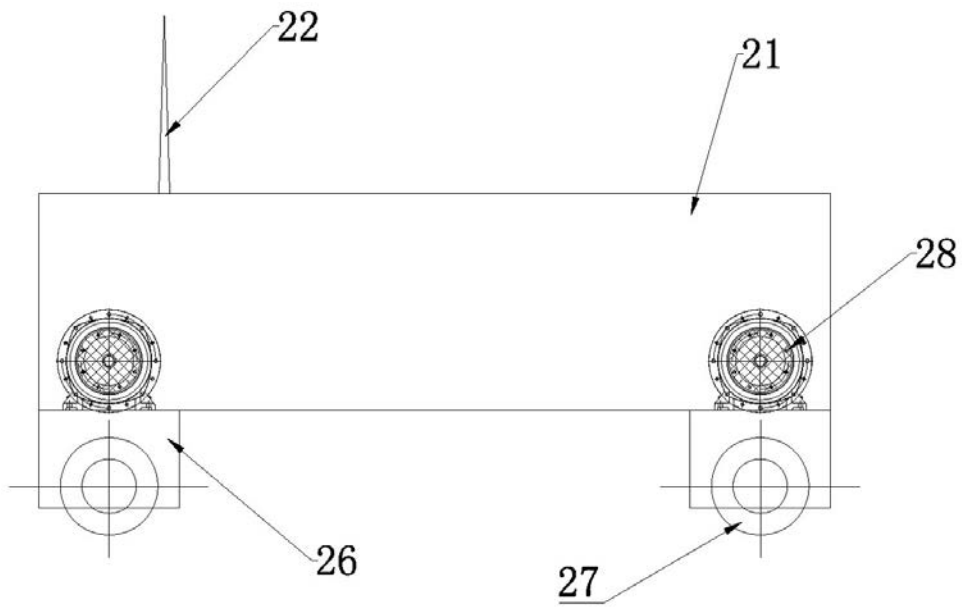


图9

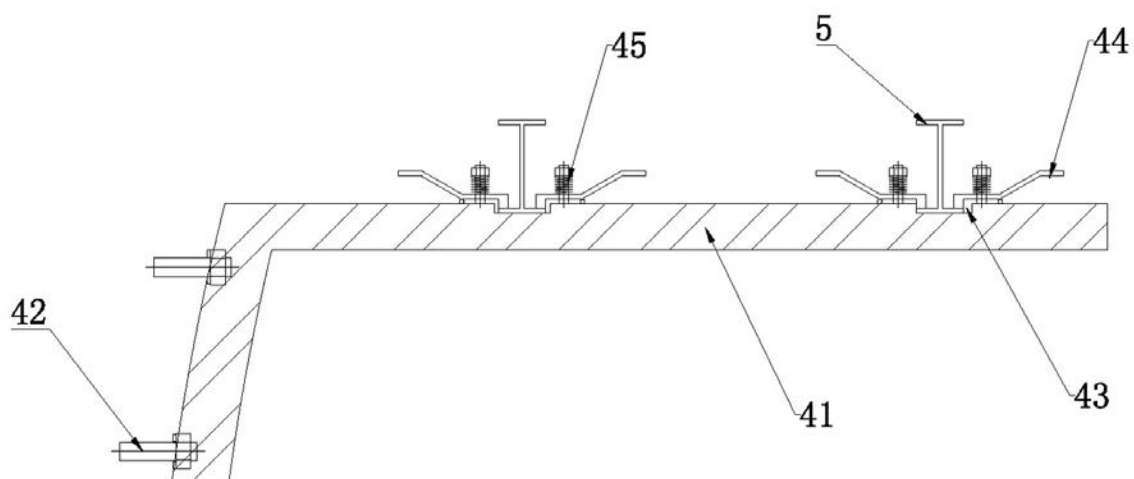


图10