



(21) 申请号 202311540033.0

G01B 21/20 (2006.01)

(22) 申请日 2023.11.20

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117268320 A

CN 103983246 A, 2014.08.13

CN 106352844 A, 2017.01.25

CN 107678026 A, 2018.02.09

(43) 申请公布日 2023.12.22

CN 108180896 A, 2018.06.19

CN 108458665 A, 2018.08.28

(73) 专利权人 中铁八局集团第二工程有限公司

CN 112525141 A, 2021.03.19

地址 610000 四川省成都市金牛区西北桥

CN 115371619 A, 2022.11.22

桥东街4号

CN 116379874 A, 2023.07.04

专利权人 中铁八局集团有限公司

CN 116817827 A, 2023.09.29

(72) 发明人 卢勇 岳绍忠 吕军 谭俊

CN 206132041 U, 2017.04.26

程玉培 罗宁 雷丽 朱文书

CN 206801592 U, 2017.12.26

张永根 周桐 何冲 潘旭东

KR 102438845 B1, 2022.09.01

陈延峰

WO 2020021417 A1, 2020.01.30

(74) 专利代理机构 成都行之智信知识产权代理

吴惠明. 地面出入式盾构隧道结构变形特性及控制研究.《中国优秀博士学位论文库》.2014,全文.

有限公司 51256

专利代理师 何筱茂

审查员 田翠萍

(51) Int.Cl.

G01B 21/32 (2006.01)

权利要求书3页 说明书11页 附图6页

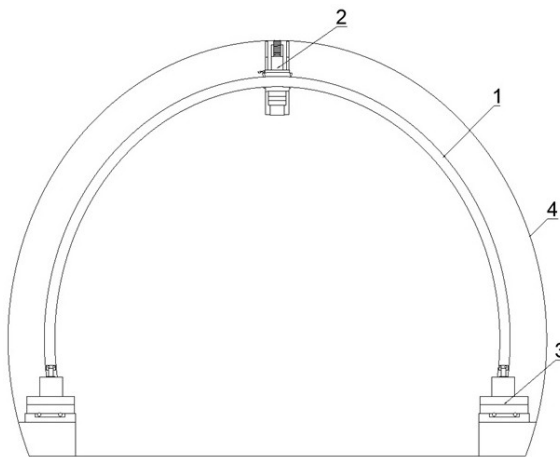
(54) 发明名称

形区域轮廓。

一种特长隧道变形测量装置及其测量方法

(57) 摘要

本发明公开了一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,包括拱形架、测量单元和移动单元;拱形架的两端分设于隧道两侧拱脚处;隧道两侧拱脚处均设有移动单元,用于带动拱形架沿隧道长度方向移动;沿拱形架长度方向,拱形架上依次设置有若干测量单元;测量单元包括第一伸缩杆,第一伸缩杆垂直于隧道内侧面;第一伸缩杆包括外杆和内杆,外杆固定在拱形架上,内杆下端通过弹簧和外杆内部下端连接,内杆上端设置有滚轮,内杆上端通过滚轮抵接于隧道内侧面;外杆内还设有位移传感器和计时器,位移传感器用于检测内杆下端伸缩位移量。采用本方案,通过若干滚轮的行走路径及其伸缩位移量,能在特长隧道中快速检测出隧道变形量以及变



1. 一种特长隧道变形测量装置,其特征在于,包括拱形架(1)、测量单元(2)和移动单元(3);

所述拱形架(1)的两端分设于隧道(4)两侧拱脚处,所述拱形架(1)沿所述隧道(4)洞身段的横截面轮廓的长度方向设置,所述拱形架(1)和所述隧道内侧面之间留有间隙;

所述隧道(4)两侧拱脚处均设有移动单元(3),所述移动单元(3)和所述拱形架(1)端部连接,并用于带动所述拱形架(1)沿所述隧道(4)长度方向移动;

沿所述拱形架(1)长度方向,所述拱形架(1)上依次设置有若干测量单元(2);

所述测量单元(2)包括第一伸缩杆(201),所述第一伸缩杆(201)垂直于所述隧道(4)内侧面;所述第一伸缩杆(201)包括外杆(2011)和内杆(2012),所述外杆(2011)固定在所述拱形架(1)上,所述内杆(2012)下端通过弹簧(2013)和所述外杆(2011)内部下端连接,所述内杆(2012)上端设置有滚轮(202),所述内杆(2012)上端通过滚轮(202)抵接于所述隧道内侧面;所述弹簧(2013)处于压缩状态;

所述外杆(2011)内还设有位移传感器(203)和计时器(209),所述位移传感器(203)用于检测所述内杆(2012)下端伸缩位移量;

所述拱形架(1)包括沿隧道长度方向依次设置且相互平行的第一弧形架(101)和第二弧形架(102),所述第一弧形架(101)和第二弧形架(102)之间留有活动间隙,所述外杆(2011)均和所述第一弧形架(101)与第二弧形架(102)活动连接,并能沿所述活动间隙的长度方向移动;

所述第一弧形架(101)和第二弧形架(102)的相对两侧上均设有滑行道(103),所述滑行道(103)沿所述第二弧形架(102)长度方向设置;

沿所述外杆(2011)长度方向,所述外杆(2011)上依次固定有第一夹板(2014)和第二夹板(2015),所述第一夹板(2014)和第二夹板(2015)的前后两端分别朝所述第一弧形架(101)和第二弧形架(102)一方延伸,并分别将两个所述滑行道(103)夹持在内;

所述测量单元(2)还包括驱动单元,所述第一夹板(2014)和第二夹板(2015)之间的所述外杆(2011)上转动套设有齿轮(204),所述驱动单元用于带动所述齿轮(204)绕所述外杆(2011)轴线转动;两个所述滑行道(103)的相对面中,其中一个相对面上设置有和所述齿轮(204)啮合的齿条(104);

所述第一伸缩杆(201)两侧的第一夹板(2014)上均设有同向伸缩的第二伸缩杆(210),所述第二伸缩杆(210)远离所述第一夹板(2014)的端部带有万向球(211);所述第一伸缩杆(201)两侧均固定有用于定位所述万向球(211)球心的位置传感器(212);

所述第一夹板(2014)上还设有第一长条板(213),所述第一长条板(213)位于所述第一伸缩杆(201)与第二伸缩杆(210)同侧方向;所述第一长条板(213)和所述第一伸缩杆(201)之间设有第二长条板(214),所述第二长条板(214)和所述第一夹板(2014)滑动连接;

所述第一长条板(213)和第二长条板(214)之间均布有若干第三伸缩杆(215),所述第三伸缩杆(215)用于带动所述第二长条板(214)沿垂直于所述第一伸缩杆(201)轴线方向移动;所述第二长条板(214)朝向所述第一伸缩杆(201)的一侧带有三根限位杆(216),每根限位杆(216)分别对应并插入所述第一伸缩杆(201)和两个第二伸缩杆(210)内;所述限位杆(216)用于限制所述第一伸缩杆(201)和两个第二伸缩杆(210)的伸缩;当所述限位杆(216)插入所述第一伸缩杆(201)和两个第二伸缩杆(210)内时,所述第三伸缩杆(215)处于拉伸

状态,且此时的拉力用于将所述限位杆(216)拉出;

所述第一长条板(213)和第二长条板(214)之间还带有限位板(217),所述限位板(217)靠近所述第二长条板(214)的一侧和所述第二长条板(214)铰接,所述限位板(217)另一侧抵接于所述第一长条板(213)侧面;所述第一夹板(2014)上侧面还带有供所述限位板(217)向下旋转伸入的凹槽(218);

所述第一夹板(2014)侧边带有延伸块(219),所述延伸块(219)向相邻的另一个所述测量单元(2)一方延伸;所述延伸块(219)的延伸端部向下凸起;所述限位板(217)靠近所述第一夹板(2014)另一侧边上带有斜坡(2171),所述斜坡(2171)的下端靠近位于所述第一夹板(2014)另一侧边的方向;所述延伸块(219)用于伸入相邻的另一个所述测量单元(2)内,并从所述斜坡(2171)伸入,挤压所述限位板(217)向下旋转。

2.根据权利要求1所述的一种特长隧道变形测量装置,其特征在于,所述驱动单元包括电机盒(207)和驱动电机,所述电机盒(207)固定于下方的所述第二夹板(2015)底部,所述驱动电机位于所述电机盒(207)内;

所述第二夹板(2015)中部通过轴套(205)和轴承套设于所述外杆(2011)上,所述轴套(205)上端位于所述第一夹板(2014)和第二夹板(2015)之间,所述齿轮(204)固定套设于所述轴套(205)上端;位于所述第二夹板(2015)下方的轴套(205)上套设有皮带(206),所述皮带(206)伸入所述电机盒(207)内并和所述驱动电机的输出端套接;

所述第一夹板(2014)和第二夹板(2015)的相同侧面上均设置有防撞条(208),所述防撞条(208)上端和所述第一夹板(2014)侧面连接,所述防撞条(208)下端和所述第二夹板(2015)侧面连接。

3.根据权利要求2所述的一种特长隧道变形测量装置,其特征在于,所述滑行道(103)的端部位于所述第一弧形架(101)和第二弧形架(102)的长度范围之内;两个所述滑行道(103)的端部位置处均可拆卸设置有挡板(105),所述挡板(105)的两端分别和两个所述滑行道(103)同一方向的端部连接。

4.根据权利要求1所述的一种特长隧道变形测量装置,其特征在于,所述移动单元(3)包括轨道(301)和移动块(302),所述隧道两侧拱脚位置处均设有轨道(301),所述轨道(301)上滑动连接有移动块(302),所述移动块(302)上端带有两个插槽(3021),两个所述插槽(3021)分别用于供所述第一夹板(2014)和第二夹板(2015)的端部插入;所述移动块(302)横向贯穿连接有螺杆,所述螺杆依次穿过移动块(302)一侧、第一夹板(2014)、第二夹板(2015)和移动块(302)另一侧;

所述移动块(302)上端还设有斜撑(303),所述拱形架(1)的两侧均设有斜撑(303),所述斜撑(303)的下端和所述移动块(302)上端连接,所述斜撑(303)的上端和所述拱形架(1)外侧面连接。

5.根据权利要求1~4任意一项所述的一种特长隧道变形测量装置的测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:获取隧道洞身段三维初始模型;

S2:定位每个所述滚轮(202)中心的点位初始坐标;

S3:将点位初始坐标带入所述洞身段三维初始模型,并沿隧道长度方向构建每个所述滚轮(202)的行走路径;

S4:通过移动单元(3)带动所述拱形架(1)在移动速度S下,沿所述隧道长度方向移动,此时计时器(209)开始计时;

S5:若位移传感器(203)检测到内杆(2012)下端发生位移,在所述内杆(2012)下端发生位移期间,开始记录每个时间点的伸缩位移量,获得每个所述滚轮(202)的伸缩变化集合;

S6:根据移动速度S、隧道总长和发生位移的时间点,定位行走路径中发生位移量的原始坐标,并将每个所述滚轮(202)的伸缩变化集合带入对应所述滚轮(202)的行走路径中,获得每个所述滚轮(202)变化后的位移坐标;

S7:在同一行走路径中,将连续变形时间段内的位移坐标拟合成纵向变形轮廓线,并将相邻的纵向若干变形轮廓线拟合形成变形面。

6.根据权利要求5所述的一种特长隧道变形测量装置的测量方法,其特征在于,所述步骤S7还包括以下具体步骤:

S71:通过若干所述位置传感器(212),获取每个所述滚轮(202)变化后的位移坐标相对应的所述万向球(211)的球心坐标;

S72:将若干位移坐标和球心坐标合并以三维点云显示在所述隧道洞身段三维初始模型内;

S73:在所述三维点云内,沿所述拱形架(1)长度方向,以三点坐标为基准做出变形弧线,所述三点坐标包括一个位移坐标以及该位移坐标一侧的两个球心坐标;

S74:沿所述拱形架(1)长度方向,将若干所述变形弧线连接,并依次形成若干横向变形轮廓线;相邻两个所述变形弧线中若具有两个交点,则在两个交点之间,剔除朝向弧心一方的多余线段;

S75:若干纵向变形轮廓线和横向变形轮廓线形成网格,并进行网格填充,形成变形面。

一种特长隧道变形测量装置及其测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道检测技术领域,具体涉及一种特长隧道变形测量装置及其测量方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着我国城市化进程的快速发展,为了解决大城市的交通拥堵问题,各大城市正在大力发展城市轨道交通工程。在隧道的建设阶段和运营阶段,变形监测都是不可或缺的;变形是指变形体在各种荷载作用下,其形状、大小及位置在时间域或空间域的变化,变形监测又称为变形测量或变形观测。由于隧道处在条件复杂的岩土介质当中,地层与结构的相互作用机理并不明确,因而目前仍然没有比较完善的隧道结构设计理论。

[0003] 目前常用的隧道变形测量技术有收敛计、大地测量、巴塞特收敛系统。这些技术虽然具有较高的精度,但测量效率较低,同时只能获取少量的测点数据,无法全面反映隧道的变形;特别是在特长隧道中,通常在隧道变形检测过程中,会沿隧道长度方向依次布设若干检测点,此时由于隧道超长,会导致检测点位过多,安装过多的检测设备,费时费力,其成本昂贵;另外,在隧道内安装检测点位,也仅能检测到发生变形的位臵或者变形角度,而若要检测整个变形区域的轮廓,还需要通过全站仪进行检测分析,并不利于特长隧道变形的快速检测。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有技术的不足,目的在于提供一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,采用本方案,通过若干滚轮的行走路径及其伸缩位移量,能在特长隧道中快速检测出隧道变形量以及变形区域轮廓。

[0005] 本发明通过下述技术方案实现:

[0006] 一种特长隧道变形测量装置,包括拱形架、测量单元和移动单元;

[0007] 所述拱形架的两端分设于所述隧道两侧拱脚处,所述拱形架沿所述隧道洞身段的横截面轮廓的长度方向设置,所述拱形架和所述隧道内侧面之间留有间隙;

[0008] 所述隧道两侧拱脚处均设有移动单元,所述移动单元和所述拱形架端部连接,并用于带动所述拱形架沿所述隧道长度方向移动;

[0009] 沿所述拱形架长度方向,所述拱形架上依次设置有若干测量单元;

[0010] 所述测量单元包括第一伸缩杆,所述第一伸缩杆垂直于所述隧道内侧面;所述第一伸缩杆包括外杆和内杆,所述外杆固定在所述拱形架上,所述内杆下端通过弹簧和所述外杆内部下端连接,所述内杆上端设置有滚轮,所述内杆上端通过滚轮抵接于所述隧道内侧面;所述弹簧处于压缩状态;

[0011] 所述外杆内还设有位移传感器和计时器,所述位移传感器用于检测所述内杆下端伸缩位移量。

[0012] 相对于现有技术中,通常在隧道变形检测过程中,会沿隧道长度方向依次布设若

干检测点,此时由于隧道超长,会导致检测点位过多,安装过多的检测设备,费时费力,其成本昂贵;另外,在隧道内安装检测点位,也仅能检测到发生变形的位位置或者变形角度,而若要检测整个变形区域的轮廓,还需要通过全站仪进行检测分析,并不利于特长隧道变形的快速检测的问题,本发明提供了一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,采用本方案,通过若干滚轮的行走路径及其伸缩位移量,能在特长隧道中快速检测出隧道变形量以及变形区域轮廓。

[0013] 具体方案中,包括拱形架和两个移动单元,两个移动单元分设于隧道拱脚位置处,并分别和拱形架两个端部连接,用于带动拱形架沿隧道长度方向移动,通过将拱形架设置为沿隧道洞身段横截面轮廓的长度方向设置,即沿垂直于隧道纵向的隧道横截面的弧长方向设置,能保证拱形架贴近隧道内侧壁,保证隧道中部的正常通行;另外,即使在拱形架上直接设置光电传感器检测隧道轮廓,但由于特长隧道内部光线幽暗,且隧道内侧壁会存在隧道壁线槽、盒槽等,会导致光电传感器产生误差,因此本发明采用机械检测的方式,通过滚轮模拟出隧道内侧变形的大概轮廓,以此模拟出变形位置的变形区域,判断出其变形等级,是否达到较轻或严重的变形程度,变形等级可通过变形范围和变形深度等条件进行划分,故通过本方案,能快速得到特长隧道内的变形区域轮廓,通过判断变形程度,快速施展相应的应急方案。其中测量单元为若干个,优选为相邻测量单元相互紧贴靠拢,用于尽量对隧道整体进行测量;测量单元包括第一伸缩杆,其内杆上端带有滚轮,滚轮能在隧道内侧壁上行走,若遇到隧道变形,在第一伸缩杆的作用下,滚轮会向外伸出或向内缩回,此时内杆下端具有相应的位移量,通过位移传感器实时检测内杆下端的位移量;由于隧道长度为定值,通过指定的速度,即可算出通行时间,而通过计时器、位移传感器以及控制端之间的电信号连接,能得到产生位移位置处的时间点,即可算出产生位移位置的具体坐标,随后将具体坐标处增加垂直于隧道侧壁方向的位移量,即可得到变形后的坐标点,重复上述计算,能沿着变形区域长度方向依次得到变形路径,随后将相邻的变形路径拟合,以得到相应的隧道变形轮廓;弹簧在其运行过程中始终处于压缩状态,以便于滚轮始终抵接于隧道内侧壁。另外,上述方案还可在变形测量装置上设置存储单元,用于存储计时器、位移传感器的电信号,以克服特长隧道从内向外传递信号较差的缺点,在运行完后,将存储单元内的信号输入到控制端即可。

[0014] 更进一步的方案,为便于若干测量单元的安装,以及增加伸缩长度,设置为:所述拱形架包括沿隧道长度方向依次设置且相互平行的第一弧形架和第二弧形架,所述第一弧形架和第二弧形架之间留有活动间隙,所述外杆均和所述第一弧形架与第二弧形架活动连接,并能沿所述活动间隙的长度方向移动;本方案中,两个弧形架之间留出的活动间隙,便于测量单元沿弧形架长度方向移动安装;另外,外杆活动连接在两个弧形架之间,故弧形架和隧道内侧壁之间不用预留更大的间距,通过较小的间距即可达到较大的伸缩量。

[0015] 更进一步的方案,为实现若干测量单元快速安装,所述第一弧形架和第二弧形架的相对两侧上均设有滑行道,所述滑行道沿所述第二弧形架长度方向设置;沿所述外杆长度方向,所述外杆上依次固定有第一夹板和第二夹板,所述第一夹板和第二夹板的前后两端分别朝所述第一弧形架和第二弧形架一方延伸,并分别将两个所述滑行道夹持在内;本方案中,通过第一夹板和第二夹板的前后两端,分别将两个滑行道夹持在内,第一夹板和第二夹板可以是弧形板,也可以是平板,为弧形板时其弧度大于或等于弧形架的最大弧度即

可;通过沿滑行道滑动,即可快速安装若干测量单元;另外,还可选择安装测量单元的数量,如某条直线方向上的隧道内侧壁上具有阻挡物,去除此条直线上对应的测量单元即可。

[0016] 更进一步的方案,为驱动控制测量单元在弧形架上的行走,设置为:所述测量单元还包括驱动单元,所述第一夹板和第二夹板之间的所述外杆上转动套设有齿轮,所述驱动单元用于带动所述齿轮绕所述外杆轴线转动;两个所述滑行道的相对面中,其中一个相对面上设置有和所述齿轮啮合的齿条;本方案中,滑行道和弧形架之间存在高度差,形成的阶梯用于限制第一夹板和第二夹板的端部位置,以控制滑行道伸入第一夹板和第二夹板之间的长度;由于外杆上套设有齿轮,在夹板夹持滑行道后,此时齿轮刚好啮合齿条,通过驱动单元控制齿轮旋转,即可带动测量单元沿弧形架长度方向移动。

[0017] 由于上述方案中,在进行变形轮廓测量时,特别是针对不规则的变形,只能检测出大概的变形轮廓,无法达到精度更好的测量,另外,上述方案也只能适用于变形较大的区域,当变形区域较小时,如仅有2个或3个滚轮发生了伸缩变形时,此时也无法得到此变形区域的详细轮廓,因此,为提高测量精度,适用于不规则变形以及小型变形区域的场景,设置为:所述第一伸缩杆两侧的第一夹板上均设有同向伸缩的第二伸缩杆,所述第二伸缩杆远离所述第一夹板的端部带有万向球;所述第一伸缩杆两侧均固定有用于检测所述万向球球心坐标的位置传感器;本方案中,在第一伸缩杆两侧间隔设置第二伸缩杆,第二伸缩杆的顶部通过万向轮抵住在隧道内侧,此时第二伸缩杆处于压缩状态;在第一伸缩杆的顶部两侧分别设有一个位置传感器,通过位置传感器定位万向球的球心,检测万向球相对于自身的位置,此时相当于在两个滚轮之间还设置有两个万向轮进行行走检测,用于检测两个滚轮之间的变形轮廓,以此提高检测精度,特别适用于不规则变形或小型变形区域。

[0018] 上述方案中,由于第一伸缩杆和第二伸缩杆需处于压缩状态,才能使滚轮和万向球抵接在隧道内侧,但在安装过程中,检测单元会沿弧形架移动,需限制第一伸缩杆和第二伸缩杆的位置,才能便于沿弧形架移动安装,设置为:所述第一夹板上还设有第一长条板,所述第一长条板位于所述第一伸缩杆与第二伸缩杆同侧方向;所述第一长条板和所述第一伸缩杆之间设有第二长条板,所述第二长条板和所述第一夹板滑动连接;所述第一长条板和第二长条板之间均布有若干第三伸缩杆,所述第三伸缩杆用于带动所述第二长条板沿垂直于所述第一伸缩杆轴线方向移动;所述第二长条板朝向所述第一伸缩杆的一侧带有三根限位杆,每根限位杆分别对应并插入所述第一伸缩杆和两个第二伸缩杆内;所述限位杆用于限制所述第一伸缩杆和两个第二伸缩杆的伸缩;当所述限位杆插入所述第一伸缩杆和两个第二伸缩杆内时,所述第三伸缩杆处于拉伸状态,且此时的拉力用于将所述限位杆拉出;所述第一长条板和第二长条板之间还带有限位板,所述限位板靠近所述第二长条板的一侧和所述第二长条板铰接,所述限位板另一侧抵接于所述第一长条板侧面;所述第一夹板上侧面还带有供所述限位板向下旋转伸入的凹槽;所述第一夹板侧边带有延伸块,所述延伸块向相邻的另一个所述测量单元一方延伸;所述延伸块的延伸端部向下凸起;所述限位板靠近所述第一夹板另一侧边上带有斜坡,所述斜坡的下端靠近位于所述第一夹板另一侧边的方向;所述延伸块用于伸入相邻的另一个所述测量单元内,并从所述斜坡伸入,挤压所述限位板向下旋转。

[0019] 本方案中,第一长条板固定在第一夹板上,若干第三伸缩杆沿第一长条板长度方向设置,其伸缩端和第二长条板连接,用于带动第二长条板朝靠近或远离第一伸缩杆的方

向来回运动,在需要安装测量单元时,将第二长条板处的三根限位杆分别插入到第一伸缩杆和第二伸缩杆内,用于限制第一伸缩杆和第二伸缩杆的伸出长度,避免影响测量单元沿弧形架移动安装的过程;此时第三伸缩杆处于拉伸状态,但由于在第一长条板和第二长条板之间带有限位板,通过限位板抵接,从而保持一定的间距不变;在安装若干测量单元时,后一个测量单元在逐渐靠近前一个测量单元时,后一个测量单元处的延伸块逐渐伸入到限位板的斜坡处,在逐渐伸入挤压过程中,能给予限位板向下的力,以带动限位板向下旋转进入到底部的凹槽内,此时第一长条板和第二长条板之间没有限位装置,在第三伸缩杆较大的拉力作用下,便能带动第二长条板朝远离第一伸缩杆和第二伸缩杆的一方移动,以使限位杆脱离,此时前一个测量单元的滚轮和万向球均能抵接在隧道侧壁,最后一个测量单元手动解除限制即可;故通过上述方案,能进一步提高安装效率。

[0020] 更进一步的方案,为实现远程驱动控制,设置为:所述驱动单元包括电机盒和驱动电机,所述电机盒固定于下方的所述第二夹板底部,所述驱动电机位于所述电机盒内;所述第二夹板中部通过轴套和轴承套设于所述外杆上,所述轴套上端位于所述第一夹板和第二夹板之间,所述齿轮固定套设于所述轴套上端;位于所述第二夹板下方的轴套上套设有皮带,所述皮带伸入所述电机盒内并和所述驱动电机的输出端套接;本方案中,轴套转动套设于外杆上,且能绕外杆的轴线旋转,此时轴套贯穿第二夹板,并位于第二夹板的中部,两者可通过轴承连接,以实现轴套的自由转动;在第二夹板底部固定电机盒,电机盒内固定驱动电机,驱动电机的输出端上带有皮带,皮带伸出电机盒,并套设在轴套上即可,实现皮带连接进行传动,以带动齿轮旋转;即通过控制电机的转速和转向,可控制测量装置在拱形架上移动以及定位。

[0021] 更进一步的方案,为防止相邻两个测量单元之间发生碰撞,造成损坏,设置为:所述第一夹板和第二夹板的相同侧面上均设置有防撞条,所述防撞条上端和所述第一夹板侧面连接,所述防撞条下端和所述第二夹板侧面连接;本方案中,通过在两侧设置防撞条,能将第一夹板和第二夹板连接固定;另外,防撞条在自身长度方向上均能起到防撞效果,用于缓冲冲击力。

[0022] 更进一步的方案,为打开测量单元的进入起点和关闭终点,设置为:所述滑行道的端部位于所述第一弧形架和第二弧形架的长度范围之内;两个所述滑行道的端部位置处均可拆卸设置有挡板,所述挡板的两端分别和两个所述滑行道同一方向的端部连接;本方案中,滑行道的端部位于第一弧形架和第二弧形架的长度范围之内,便于测量单元进入到滑行道内,实现夹持和啮合;在滑行道起点位置和终点位置均可拆卸连接有挡板,便于打开挡板时,使测量单元进入,安装挡板后,用于挡住测量单元。

[0023] 更进一步的方案,为实现拱形架的快速安装和限位,设置为:所述移动单元包括轨道和移动块,所述隧道两侧拱脚位置处均设有轨道,所述轨道上滑动连接有移动块,所述移动块上端带有两个插槽,两个所述插槽分别用于供所述第一夹板和第二夹板的端部插入;所述移动块横向贯穿连接有螺杆,所述螺杆依次穿过移动块一侧、第一夹板、第二夹板和移动块另一侧;本方案中,移动块可在轨道上滑动,自身带有电机;移动块的上端带有插槽,插槽在宽度方向的尺寸和弧形架端部宽度方向的尺寸相适配,而长度方向的尺寸则大于弧形架端部的长度尺寸,便于弧形端的插入,随后横向贯穿连接螺杆,依次实现第一弧形架和第二弧形架的固定。

[0024] 更进一步的方案,为支撑弧形架,避免侧翻,设置为:所述移动块上端还设有斜撑,所述拱形架的两侧均设有斜撑,所述斜撑的下端和所述移动块上端连接,所述斜撑的上端和所述拱形架外侧面连接;本方案中,通过斜撑进行支撑,另外,斜撑可设置若干,分布于拱形架的两端位置。

[0025] 进一步优化,一种特长隧道变形测量装置的测量方法,包括以下步骤:

[0026] S1:获取隧道洞身段三维初始模型;

[0027] S2:定位每个所述滚轮中心的点位初始坐标;

[0028] S3:将点位初始坐标带入所述洞身段三维初始模型,并沿隧道长度方向构建每个所述滚轮的行走路径;

[0029] S4:通过移动单元带动所述拱形架在移动速度S下,沿所述隧道长度方向移动,此时计时器开始计时;

[0030] S5:若位移传感器检测到内杆下端发生位移,在所述内杆下端发生位移期间,开始记录每个时间点的伸缩位移量,获得每个所述滚轮的伸缩变化集合;

[0031] S6:根据移动速度S、隧道总长和发生位移的时间点,定位行走路径中发生位移量的原始坐标,并将每个所述滚轮的伸缩变化集合带入对应所述滚轮的行走路径中,获得每个所述滚轮变化后的位移坐标;

[0032] S7:在同一行走路径中,将连续变形时间段内的位移坐标拟合成纵向变形轮廓线,并将相邻的纵向若干变形轮廓线拟合形成变形面。

[0033] 所述步骤S7还包括以下具体步骤:

[0034] S71:通过若干所述位置传感器,获取每个所述滚轮变化后的位移坐标相对应的所述万向球的球心坐标;

[0035] S72:将若干位移坐标和球心坐标合并以三维点云显示在所述隧道洞身段三维初始模型内;

[0036] S73:在所述三维点云内,沿所述拱形架长度方向,以三点坐标为基准做出变形弧线,所述三点坐标包括一个位移坐标以及该位移坐标一侧的两个球心坐标;

[0037] S74:沿所述拱形架长度方向,将若干所述变形弧线连接,并依次形成若干横向变形轮廓线;相邻两个所述变形弧线中若具有两个交点,则在两个交点之间,剔除朝向弧心一方的多余线段;

[0038] S75:若干纵向变形轮廓线和横向变形轮廓线形成网格,并进行网格填充,形成变形面。

[0039] 本发明与现有技术相比,具有如下的优点和有益效果:

[0040] 1.本发明提供了一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,采用本方案,通过若干滚轮的行走路径及其伸缩位移量,能在特长隧道中快速检测出隧道变形量以及变形区域轮廓;

[0041] 2.本发明提供了一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,采用本方案,通过皮带连接进行传动,以带动齿轮旋转;即通过控制电机的转速和转向,可控制测量装置在拱形架上移动以及定位;

[0042] 3.本发明提供了一种特长隧道变形测量装置及其测量方法,采用本方案,移动块的上端带有插槽,插槽在宽度方向的尺寸和弧形架端部宽度方向的尺寸相适配,而长度方

向的尺寸则大于弧形架端部的长度尺寸,便于弧形端的插入,随后横向贯穿连接螺杆,依次实现第一弧形架和第二弧形架的固定;并通过斜撑进行支撑。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明示例性实施方式的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。在附图中:

[0044] 图1为本发明提供的一种实施例的安装拱形架后的结构示意图;

[0045] 图2为本发明提供的一种实施例的安装变形测量装置后的结构示意图;

[0046] 图3为本发明提供的一种实施例的测量单元的结构示意图;

[0047] 图4为本发明提供的一种实施例的测量单元的局部结构示意图;

[0048] 图5为本发明提供的一种实施例的第一长条板和第二长条板相配合的前视图;

[0049] 图6为本发明提供的一种实施例的限位板的结构示意图;

[0050] 图7为本发明提供的一种实施例的移动单元和拱形架的结构示意图;

[0051] 图8为本发明提供的一种实施例的第一伸缩杆的剖视图;

[0052] 图9为本发明提供的一种实施例的横向变形轮廓线的连接示意图。

[0053] 附图中标记及对应的零部件名称:

[0054] 1-拱形架,101-第一弧形架,102-第二弧形架,103-滑行道,104-齿条,105-挡板,2-测量单元,201-第一伸缩杆,2011-外杆,2012-内杆,2013-弹簧,2014-第一夹板,2015-第二夹板,202-滚轮,203-位移传感器,204-齿轮,205-轴套,206-皮带,207-电机盒,208-防撞条,209-计时器,210-第二伸缩杆,211-万向球,212-位置传感器,213-第一长条板,214-第二长条板,215-第三伸缩杆,216-限位杆,217-限位板,2171-斜坡,218-凹槽,219-延伸块,3-移动单元,301-轨道,302-移动块,3021-插槽,303-斜撑,4-隧道。

具体实施方式

[0055] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0056] 实施例1:本实施例1提供了一种特长隧道4变形测量装置,如图1-图9所示,包括拱形架1、测量单元2和移动单元3;

[0057] 所述拱形架1的两端分设于所述隧道4两侧拱脚处,所述拱形架1沿所述隧道4洞身段的横截面轮廓的长度方向设置,所述拱形架1和所述隧道4内侧面之间留有间隙;

[0058] 所述隧道4两侧拱脚处均设有移动单元3,所述移动单元3和所述拱形架1端部连接,并用于带动所述拱形架1沿所述隧道4长度方向移动;

[0059] 沿所述拱形架1长度方向,所述拱形架1上依次设置有若干测量单元2;

[0060] 所述测量单元2包括第一伸缩杆201,所述第一伸缩杆201垂直于所述隧道4内侧面;所述第一伸缩杆201包括外杆2011和内杆2012,所述外杆2011固定在所述拱形架1上,所述内杆2012下端通过弹簧2013和所述外杆2011内部下端连接,所述内杆2012上端设置有滚

轮202,所述内杆2012上端通过滚轮202抵接于所述隧道4内侧面;所述弹簧2013处于压缩状态;

[0061] 所述外杆2011内还设有位移传感器203和计时器209,所述位移传感器203用于检测所述内杆2012下端伸缩位移量。

[0062] 相对于现有技术中,通常在隧道4变形检测过程中,会沿隧道4长度方向依次布设若干检测点,此时由于隧道4超长,会导致检测点位过多,安装过多的检测设备,费时费力,其成本昂贵;另外,在隧道4内安装检测点位,也仅能检测到发生变形的位或者变形角度,而若要检测整个变形区域的轮廓,还需要通过全站仪进行检测分析,并不利于特长隧道4变形的快速检测的问题,本发明提供了一种特长隧道4变形测量装置及其测量方法,采用本方案,通过若干滚轮202的行走路径及其伸缩位移量,能在特长隧道4中快速检测出隧道4变形量以及变形区域轮廓。

[0063] 具体方案中,包括拱形架1和两个移动单元3,两个移动单元3分设于隧道4拱脚位置处,并分别和拱形架1两个端部连接,用于带动拱形架1沿隧道4长度方向移动,通过将拱形架1设置为沿隧道4洞身段横截面轮廓的长度方向设置,即沿垂直于隧道4纵向的隧道4横截面的弧长方向设置,能保证拱形架1贴近隧道4内侧壁,保证隧道4中部的正常通行;另外,即使在拱形架1上直接设置光电传感器检测隧道4轮廓,但由于特长隧道4内部光线幽暗,且隧道4内侧壁会存在隧道4壁线槽、盒槽等,会导致光电传感器产生误差,因此本发明采用机械检测的方式,通过滚轮202模拟出隧道4内侧变形的大概轮廓,以此模拟出变形位置的变形区域,判断出其变形等级,是否达到较轻或严重的变形程度,变形等级可通过变形范围和变形深度等条件进行划分,故通过本方案,能快速得到特长隧道4内的变形区域轮廓,通过判断变形程度,快速施展相应的应急方案。其中测量单元2为若干个,优选为相邻测量单元2相互紧贴靠拢,用于尽量对隧道4整体进行测量;测量单元2包括第一伸缩杆201,其内杆2012上端带有滚轮202,滚轮202能在隧道4内侧壁上行走,若遇到隧道4变形,在第一伸缩杆201的作用下,滚轮202会向外伸出或向内缩回,此时内杆2012下端具有相应的位移量,通过位移传感器203实时检测内杆2012下端的位移量;由于隧道4长度为定值,通过指定的速度,即可算出通行时间,而通过计时器209、位移传感器203以及控制端之间的电信号连接,能得到产生位移位置处的时间点,即可算出产生位移位置的具体坐标,随后将具体坐标处增加垂直于隧道4侧壁方向的位移量,即可得到变形后的坐标点,重复上述计算,能沿着变形区域长度方向依次得到变形路径,随后将相邻的变形路径拟合,以得到相应的隧道4变形轮廓;弹簧2013在其运行过程中始终处于压缩状态,以便于滚轮202始终抵接于隧道4内侧壁。另外,上述方案还可在变形测量装置上设置存储单元,用于存储计时器209、位移传感器203的电信号,以克服特长隧道4从内向外传递信号较差的缺点,在运行完后,将存储单元内的信号输入到控制端即可。

[0064] 本实施例中,为便于若干测量单元2的安装,以及增加伸缩长度,设置为:所述拱形架1包括沿隧道4长度方向依次设置且相互平行的第一弧形架101和第二弧形架102,所述第一弧形架101和第二弧形架102之间留有活动间隙,所述外杆2011均和所述第一弧形架101与第二弧形架102活动连接,并能沿所述活动间隙的长度方向移动;本方案中,两个弧形架之间留出的活动间隙,便于测量单元2沿弧形架长度方向移动安装;另外,外杆2011活动连接在两个弧形架之间,故弧形架和隧道4内侧壁之间不用预留更大的间距,通过较小的间距

即可达到较大的伸缩量。

[0065] 本实施例中,为实现若干测量单元2快速安装,所述第一弧形架101和第二弧形架102的相对两侧上均设有滑行道103,所述滑行道103沿所述第二弧形架102长度方向设置;沿所述外杆2011长度方向,所述外杆2011上依次固定有第一夹板2014和第二夹板2015,所述第一夹板2014和第二夹板2015的前后两端分别朝所述第一弧形架101和第二弧形架102一方延伸,并分别将两个所述滑行道103夹持在内;本方案中,通过第一夹板2014和第二夹板2015的前后两端,分别将两个滑行道103夹持在内,第一夹板2014和第二夹板2015可以是弧形板,也可以是平板,为弧形板时其弧度大于或等于弧形架的最大弧度即可;通过沿滑行道103滑动,即可快速安装若干测量单元2;另外,还可选择安装测量单元2的数量,如某条直线方向上的隧道4内侧壁上具有阻挡物,去除此条直线上对应的测量单元2即可。

[0066] 本实施例中,为驱动控制测量单元2在弧形架上的行走,设置为:所述测量单元2还包括驱动单元,所述第一夹板2014和第二夹板2015之间的所述外杆2011上转动套设有齿轮204,所述驱动单元用于带动所述齿轮204绕所述外杆2011轴线转动;两个所述滑行道103的相对面中,其中一个相对面上设置有和所述齿轮204啮合的齿条104;本方案中,滑行道103和弧形架之间存在高度差,形成的阶梯用于限制第一夹板2014和第二夹板2015的端部位置,以控制滑行道103伸入第一夹板2014和第二夹板2015之间的长度;由于外杆2011上套设有齿轮204,在夹板夹持滑行道103后,此时齿轮204刚好啮合齿条104,通过驱动单元控制齿轮204旋转,即可带动测量单元2沿弧形架长度方向移动。

[0067] 由于上述方案中,在进行变形轮廓测量时,特别是针对不规则的变形,只能检测出大概的变形轮廓,无法达到精度更好的测量,另外,上述方案也只能适用于变形较大的区域,当变形区域较小时,如仅有2个或3个滚轮202发生了伸缩变形时,此时也无法得到此变形区域的详细轮廓,因此,如图3所示,为提高测量精度,适用于不规则变形以及小型变形区域的场景,设置为:所述第一伸缩杆201两侧的第一夹板2014上均设有同向伸缩的第二伸缩杆210,所述第二伸缩杆210远离所述第一夹板2014的端部带有万向球211;所述第一伸缩杆201两侧均固定有用于检测所述万向球211球心坐标的位置传感器212;本方案中,在第一伸缩杆201两侧间隔设置第二伸缩杆210,第二伸缩杆210的顶部通过万向轮抵住在隧道4内侧,此时第二伸缩杆210处于压缩状态;在第一伸缩杆201的顶部两侧分别设有一个位置传感器212,通过位置传感器212定位万向球211的球心,检测万向球211相对于自身的位置,此时相当于在两个滚轮202之间还设置有两个万向轮进行行走检测,用于检测两个滚轮202之间的变形轮廓,以此提高检测精度,特别适用于不规则变形或小型变形区域。

[0068] 上述方案中,由于第一伸缩杆201和第二伸缩杆210需处于压缩状态,才能使滚轮202和万向球211抵接在隧道4内侧,但在安装过程中,检测单元会沿弧形架移动,需限制第一伸缩杆201和第二伸缩杆210的位置,才能便于沿弧形架移动安装,如图3-图6所示,设置为:所述第一夹板2014上还设有第一长条板213,所述第一长条板213位于所述第一伸缩杆201与第二伸缩杆210同侧方向;所述第一长条板213和所述第一伸缩杆201之间设有第二长条板214,所述第二长条板214和所述第一夹板2014滑动连接;所述第一长条板213和第二长条板214之间均布有若干第三伸缩杆215,所述第三伸缩杆215用于带动所述第二长条板214沿垂直于所述第一伸缩杆201轴线方向移动;所述第二长条板214朝向所述第一伸缩杆201的一侧带有三根限位杆216,每根限位杆216分别对应并插入所述第一伸缩杆201和两个第

二伸缩杆210内;所述限位杆216用于限制所述第一伸缩杆201和两个第二伸缩杆210的伸缩;当所述限位杆216插入所述第一伸缩杆201和两个第二伸缩杆210内时,所述第三伸缩杆215处于拉伸状态,且此时的拉力用于将所述限位杆216拉出;所述第一长条板213和第二长条板214之间还带有限位板217,所述限位板217靠近所述第二长条板214的一侧和所述第二长条板214铰接,所述限位板217另一侧抵接于所述第一长条板213侧面;所述第一夹板2014上侧面还带有供所述限位板217向下旋转伸入的凹槽218;所述第一夹板2014侧边带有延伸块219,所述延伸块219向相邻的另一个所述测量单元2一方延伸;所述延伸块219的延伸端部向下凸起;所述限位板217靠近所述第一夹板2014另一侧边上带有斜坡2171,所述斜坡2171的下端靠近位于所述第一夹板2014另一侧边的方向;所述延伸块219用于伸入相邻的另一个所述测量单元2内,并从所述斜坡2171伸入,挤压所述限位板217向下旋转。

[0069] 本方案中,第一长条板213固定在第一夹板2014上,若干第三伸缩杆215沿第一长条板213长度方向设置,其伸缩端和第二长条板214连接,用于带动第二长条板214朝靠近或远离第一伸缩杆201的方向来回运动,在需要安装测量单元2时,将第二长条板214处的三根限位杆216分别插入到第一伸缩杆201和第二伸缩杆210内,用于限制第一伸缩杆201和第二伸缩杆210的伸出长度,避免影响测量单元2沿弧形架移动安装的过程;此时第三伸缩杆215处于拉伸状态,但由于在第一长条板213和第二长条板214之间带有限位板217,通过限位板217抵接,从而保持一定的间距不变;在安装若干测量单元2时,后一个测量单元2在逐渐靠近前一个测量单元2时,后一个测量单元2处的延伸块219逐渐伸入到限位板217的斜坡2171处,在逐渐伸入挤压过程中,能给予限位板217向下的力,以带动限位板217向下旋转进入到底部的凹槽218内,此时第一长条板213和第二长条板214之间没有限位装置,在第三伸缩杆215较大的拉力作用下,便能带动第二长条板214朝远离第一伸缩杆201和第二伸缩杆210的一方移动,以使限位杆216脱离,此时前一个测量单元2的滚轮202和万向球211均能抵接在隧道4侧壁,最后一个测量单元2手动解除限制即可;故通过上述方案,能进一步提高安装效率。

[0070] 本实施例中,为实现远程驱动控制,设置为:所述驱动单元包括电机盒207和驱动电机,所述电机盒207固定于下方的所述第二夹板2015底部,所述驱动电机位于所述电机盒207内;所述第二夹板2015中部通过轴套205和轴承套设于所述外杆2011上,所述轴套205上端位于所述第一夹板2014和第二夹板2015之间,所述齿轮204固定套设于所述轴套205上端;位于所述第二夹板2015下方的轴套205上套设有皮带206,所述皮带206伸入所述电机盒207内并和所述驱动电机的输出端套接;本方案中,轴套205转动套设于外杆2011上,且能绕外杆2011的轴线旋转,此时轴套205贯穿第二夹板2015,并位于第二夹板2015的中部,两者可通过轴承连接,以实现轴套205的自由转动;在第二夹板2015底部固定电机盒207,电机盒207内固定驱动电机,驱动电机的输出端上带有皮带206,皮带206伸出电机盒207,并套设在轴套205上即可,实现皮带206连接进行传动,以带动齿轮204旋转;即通过控制电机的转速和转向,可控制测量装置在拱形架1上移动以及定位。

[0071] 本实施例中,为防止相邻两个测量单元2之间发生碰撞,造成损坏,设置为:所述第一夹板2014和第二夹板2015的相同侧面上均设置有防撞条208,所述防撞条208上端和所述第一夹板2014侧面连接,所述防撞条208下端和所述第二夹板2015侧面连接;本方案中,通过在两侧设置防撞条208,能将第一夹板2014和第二夹板2015连接固定;另外,防撞条208在

自身长度方向上均能起到防撞效果,用于缓冲冲击力。

[0072] 本实施例中,为打开测量单元2的进入起点和关闭终点,设置为:所述滑行道103的端部位于所述第一弧形架101和第二弧形架102的长度范围之内;两个所述滑行道103的端部位置处均可拆卸设置有挡板105,所述挡板105的两端分别和两个所述滑行道103同一方向的端部连接;本方案中,滑行道103的端部位于第一弧形架101和第二弧形架102的长度范围之内,便于测量单元2进入到滑行道103内,实现夹持和啮合;在滑行道103起点位置和终点位置均可拆卸连接有挡板105,便于打开挡板105时,使测量单元2进入,安装挡板105后,用于挡住测量单元2。

[0073] 本实施例中,为实现拱形架1的快速安装和限位,设置为:所述移动单元3包括轨道301和移动块302,所述隧道4两侧拱脚位置处均设有轨道301,所述轨道301上滑动连接有移动块302,所述移动块302上端带有两个插槽3021,两个所述插槽3021分别用于供所述第一夹板2014和第二夹板2015的端部插入;所述移动块302横向贯穿连接有螺杆,所述螺杆依次穿过移动块302一侧、第一夹板2014、第二夹板2015和移动块302另一侧;本方案中,移动块302可在轨道301上滑动,自身带有电机;移动块302的上端带有插槽3021,插槽3021在宽度方向的尺寸和弧形架端部宽度方向的尺寸相适配,而长度方向的尺寸则大于弧形架端部的长度尺寸,便于弧形端的插入,随后横向贯穿连接螺杆,依次实现第一弧形架101和第二弧形架102的固定。

[0074] 本实施例中,为支撑弧形架,避免侧翻,设置为:所述移动块302上端还设有斜撑303,所述拱形架1的两侧均设有斜撑303,所述斜撑303的下端和所述移动块302上端连接,所述斜撑303的上端和所述拱形架1外侧面连接;本方案中,通过斜撑303进行支撑,另外,斜撑303可设置若干,分布于拱形架1的两端位置。

[0075] 安装工作原理:首先在隧道4两侧拱脚处设置轨道301,并安装滑动的连接块,随后将两个第一弧形架101和第二弧形架102相对安装在连接块的插槽3021内,然后安装斜撑303、螺杆以及挡块,以固定第一弧形架101和第二弧形架102;在需要安装测量单元2时,取出一端的挡块,使测量单元2的第一夹板2014和第二夹板2015夹在滑行道103上,并向前滚动啮合齿轮204和齿条104,此时启动驱动电机,控制齿轮204旋转,使测量单元2沿弧形架移动,随后通过上述步骤安装第二个测量单元2,当第二个测量单元2逐渐靠近第一测量单元2时,第二个测量单元2处的延伸块219逐渐伸入到限位板217的斜坡2171处,在逐渐伸入挤压过程中,能给予限位板217向下的力,以带动限位板217向下旋转进入到底部的凹槽218内,此时第一长条板213和第二长条板214之间没有限位装置,在第三伸缩杆215较大的拉力作用下,便能带动第二长条板214朝远离第一伸缩杆201和第二伸缩杆210的一方移动,以使限位杆216脱离,此时第一个测量单元2的滚轮202和万向球211均能抵接在隧道4侧壁,以此提高安装效率,后续重复上述安装步骤即可;在安装完毕后,驱动移动块302沿隧道4纵向移动进行变形检测。

[0076] 实施例2:本实施例2在实施例1的基础上进一步优化,提供了一种特长隧道4变形测量装置的测量方法,具体包括以下详细步骤:

[0077] 首先需获取到整个特长隧道4洞身段的三维初始模型,然后安装变形测量装置,将滚轮202抵接在隧道4洞口处内侧面,将若干滚轮202的中心点位记为点位初始坐标,将若干点位初始坐标带入三维初始模型,并按照隧道4长度方向的路径,以初始坐标为起点,构建

若干条行走路径;随后设置移动速度 S ,控制拱形架1沿隧道4长度方向匀速移动,并开始计时;在移动过程中,若位移传感器203检测到内杆2012下端发生了位移变化,标记位移开始发生的时间和最后位移结束的时间,将这段时间划分为若干时间点,在这段位移期间内,位移传感器203记录每个时间点的伸缩位移量;由于移动速度和隧道4长度为定值,每个传感器均有各自的编号,则可在三维初始模型的行走路径上找到位移开始发生点位的坐标和位移结束的坐标,随后将若干滚轮202的伸缩变化集合带入对应所述滚轮202的行走路径中,即将若干时间点的伸缩变形量带入到对应的坐标位置,在三维模型中,在原始坐标处,沿垂直于隧道4内侧面的方向进行位移量的变化,以得到变形后的位移坐标;随后在同一行走路径中,将连续变形时间段内的若干位移坐标通过曲线拟合,形成纵向变形轮廓线;最后将相邻的纵向若干变形轮廓线拟合形成变形面,即可得到相应的变形轮廓。

[0078] 另外,在上述方案中,在进行变形轮廓测量时,特别是针对不规则的变形,只能检测出大概的变形轮廓,无法达到精度更好的测量,另外,上述方案也只能适用于变形较大的区域,当变形区域较小时,如仅有2个或3个滚轮202发生了伸缩变形时,此时也无法得到此变形区域的详细轮廓,因此,还设置有万向球211进行测量,在测量过程中,通过位置传感器212定位万向球211球心,得到万向球211球心相对于滚轮202中心的位置关系,在滚轮202发生位移的时间段内,得到若干万向球211球心的坐标,此时若干位移坐标和球心坐标合并以三维点云的形式显示在隧道4洞身段三维初始模型内;通过三点确定圆弧,即通过两个万向球211的坐标以及一个滚轮202的坐标即可确定弧长以及弧度,确定变形的弧形轮廓,因此,连接一个滚轮202的位移坐标,以及同侧方向的两个万向球211球心坐标,即可得到对应的圆弧,而相邻的另一个滚轮202的位移坐标,也可做出相对的另一个圆弧,此时两个圆弧相交于两点,而由于变形的不规则性,两个圆弧的弧长和弧度不同,故会存在多余线段,此时剔除朝向弧形一方的多余线段;然后将同一弧形架上的若干变形弧线连接,即可形成横向变形轮廓,如图9所示;在行走路径上可形成若干横向变形轮廓,通过若干横向变形轮廓和若干纵向变形轮廓,即可得到网格,通过网格填充,便可得到相应的变形轮廓面。故上述方案能检测两个滚轮202之间的变形轮廓,以提高检测精度,特别适用于不规则变形或小型变形区域。

[0079] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

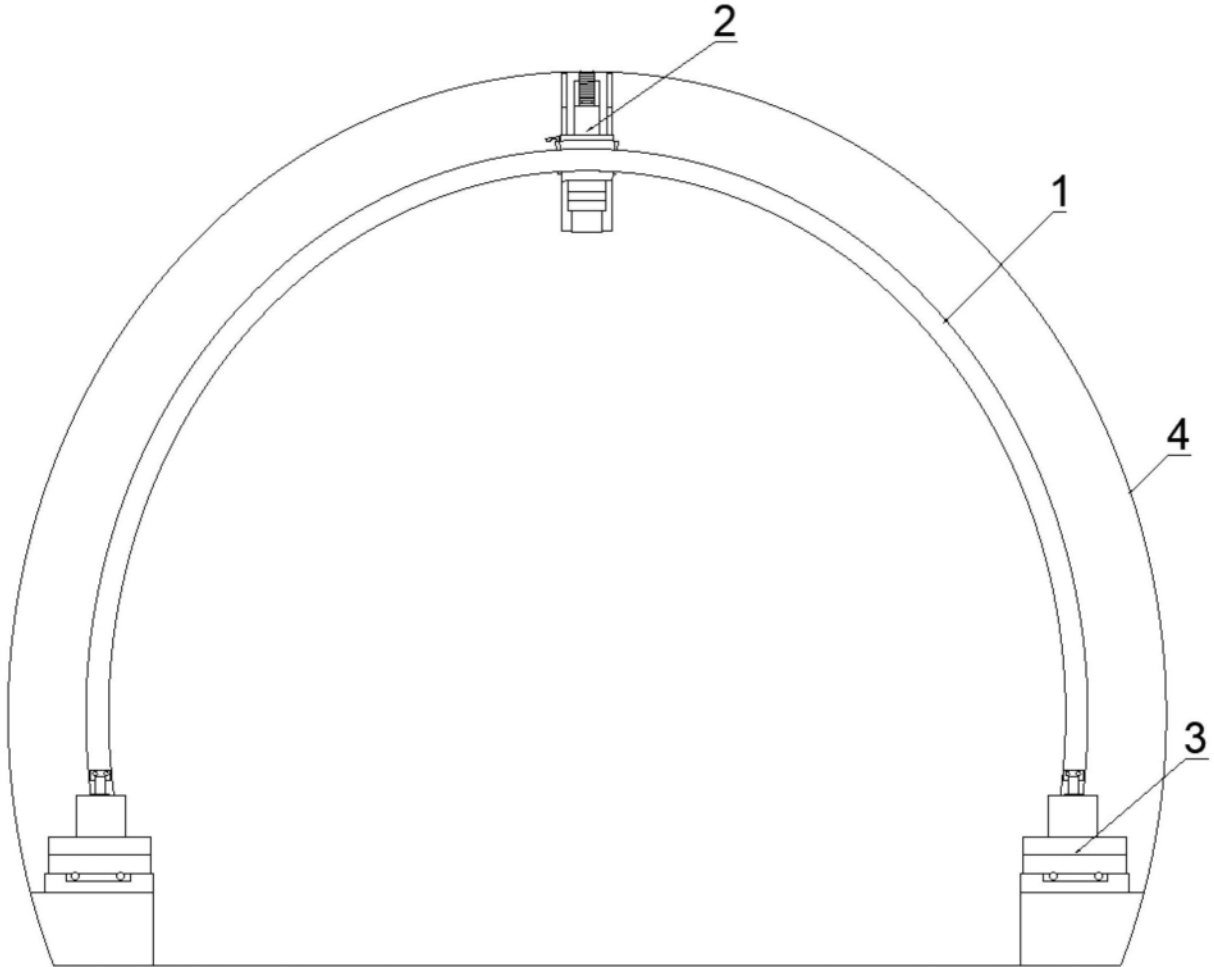


图1

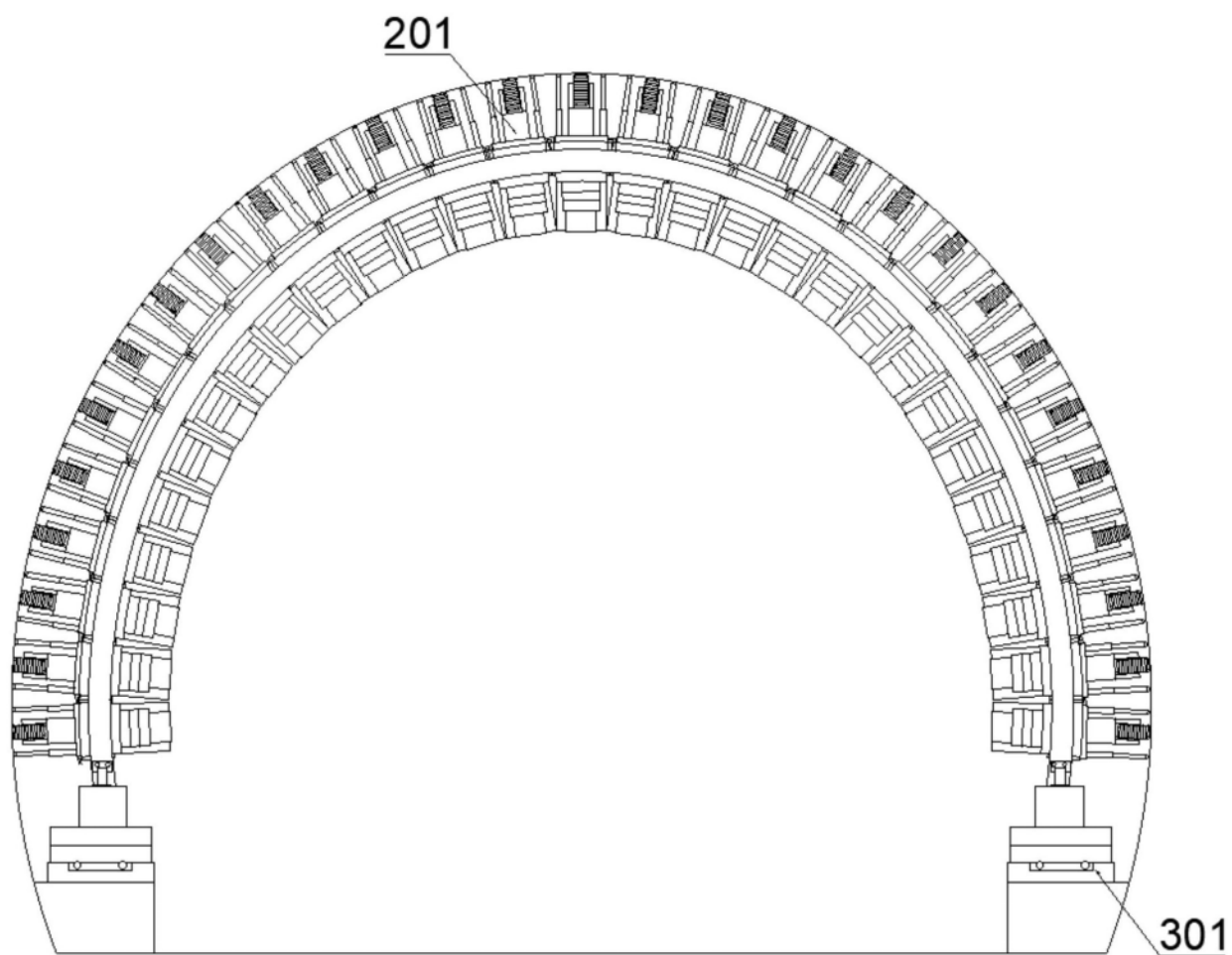


图2

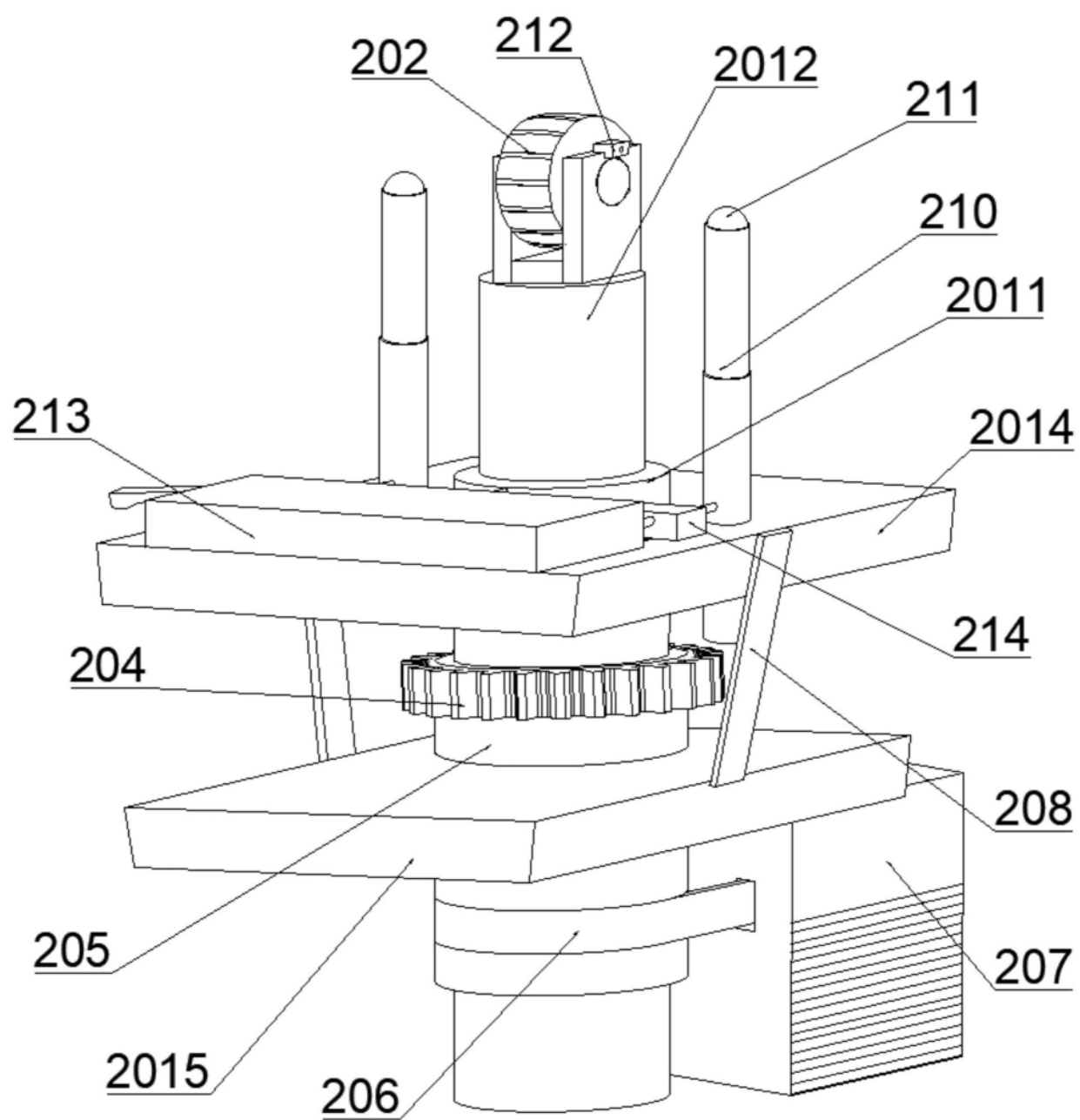


图3

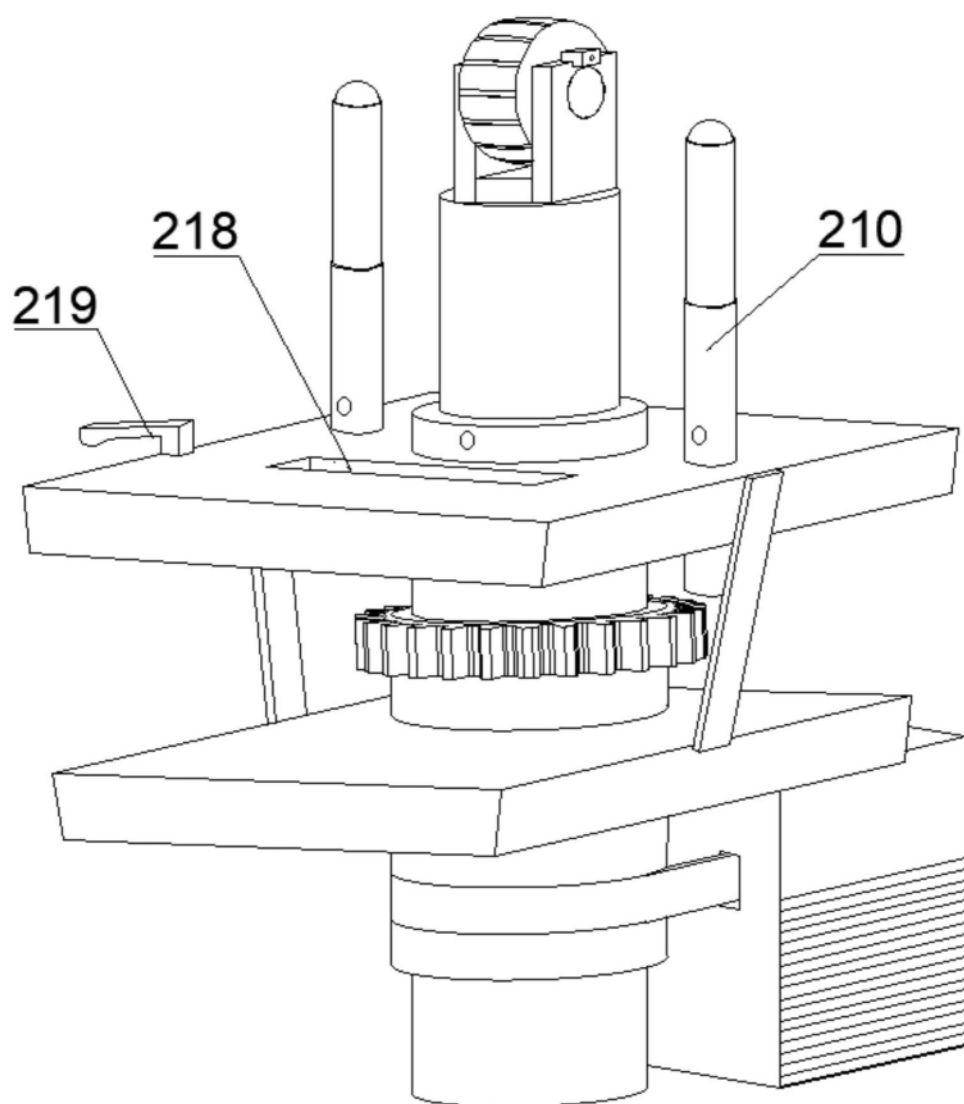


图4

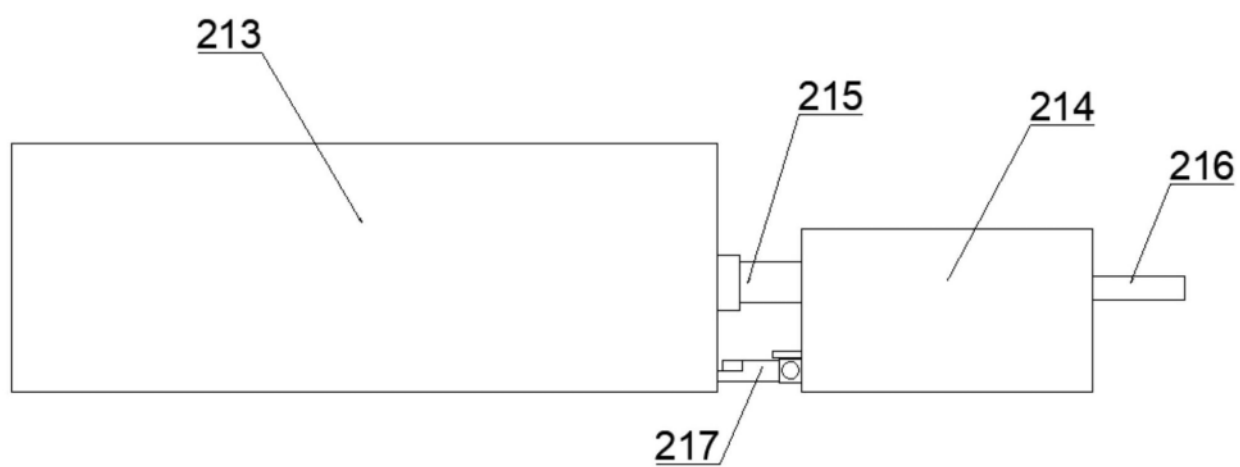


图5

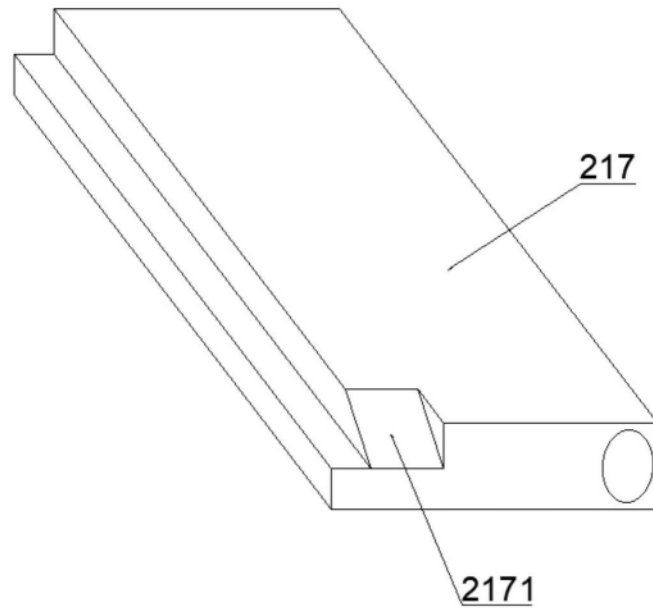


图6

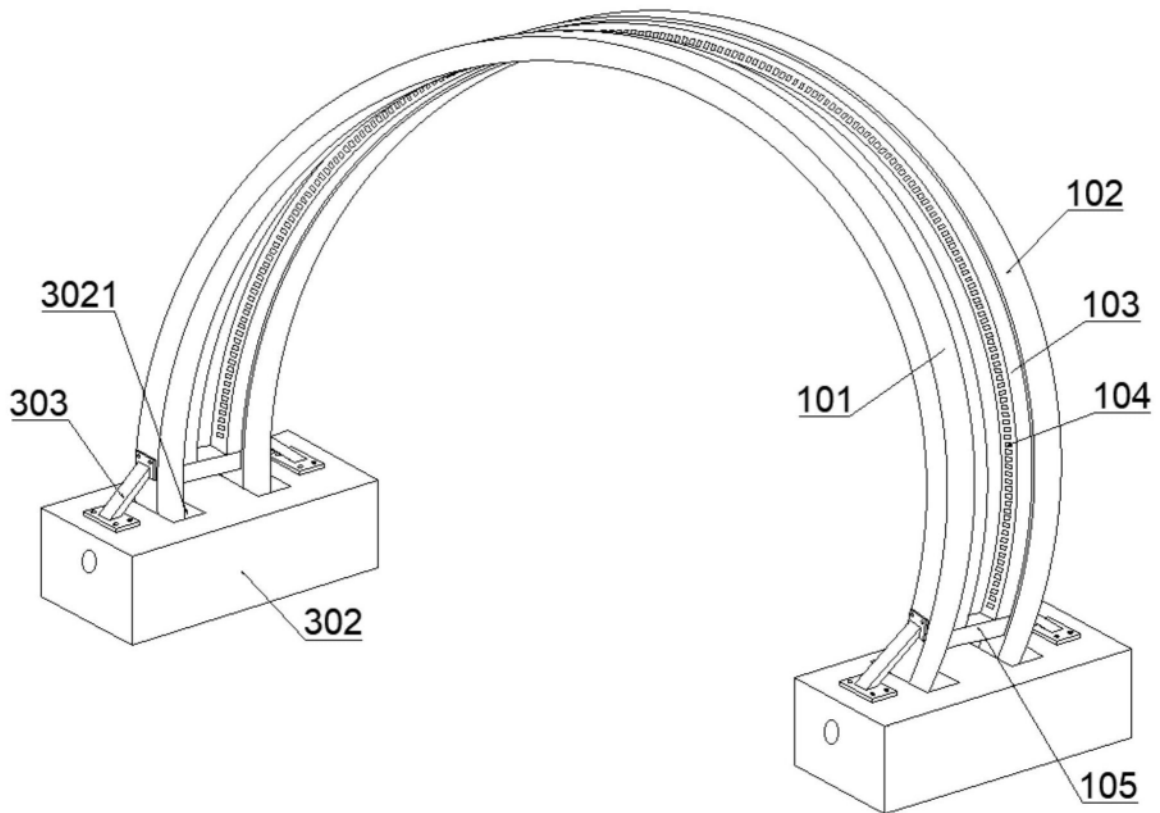


图7

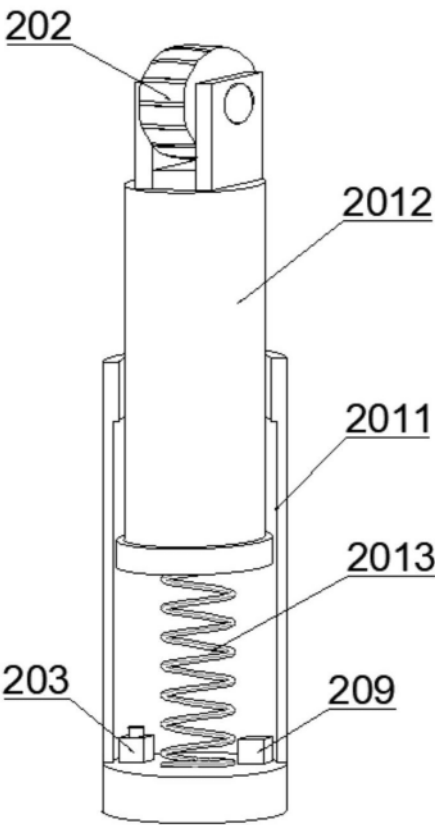


图8

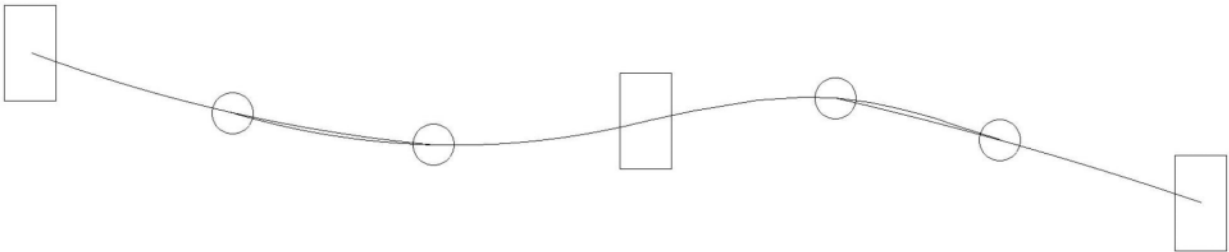


图9