



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111189712 B

(45) 授权公告日 2022.04.22

(21) 申请号 202010069982.5

(22) 申请日 2020.01.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111189712 A

(43) 申请公布日 2020.05.22

(73) 专利权人 中铁十五局集团有限公司

地址 200040 上海市静安区共和新路666号
6楼

专利权人 中铁十五局集团城市轨道交通工
程有限公司
郑州大学

(72) 发明人 赵世永 靳军伟 田应飞 郭院成

李明宇 刘永辉 孙立光 陶云超

冯阵图 宋卫康 余刘成 李光

(74) 专利代理机构 郑州华隆知识产权代理事务

所(普通合伙) 41144

代理人 经智勇

(51) Int.Cl.

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105651614 A, 2016.06.08

CN 204924568 U, 2015.12.30

CN 108195664 A, 2018.06.22

CN 109459311 A, 2019.03.12

CN 110146384 A, 2019.08.20

GB 1421035 A, 1976.01.14

朱瑶宏 等. 类矩形地铁盾构隧道纵向接缝
受力性能对比研究.《铁道科学与工程学报》
.2017, 第14卷(第6期), 第1278-1286页.

审查员 林德伟

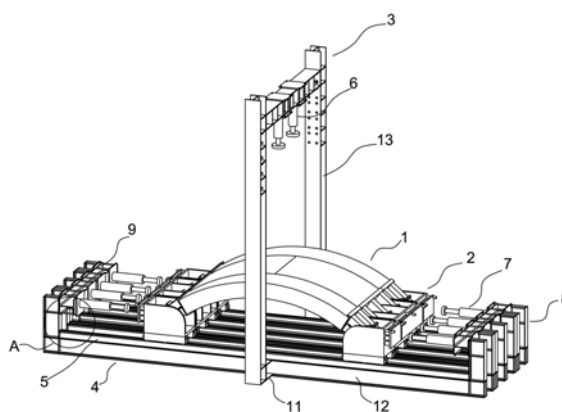
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种盾构隧道接缝受力原型试验系统

(57) 摘要

本发明涉及一种盾构隧道接缝受力原型试验系统, 包括反力钢架、型钢底座、滑轨、滑动支架、竖向液压伺服千斤顶、加载短柱以及水平加载横梁机构, 水平加载横梁机构包括水平加载横梁以及至少四个水平液压伺服千斤顶, 滑动支架包括钢板焊接主体、至少六个转动支托、滑轮组以及水平加载块。本发明使用时, 在滑动支架上通过螺栓拼装隧道管片, 调整水平液压伺服千斤顶, 在竖向液压伺服千斤顶加载作用下, 滑动支架的橡胶垫群被压缩, 产生部分位移, 拼装管片产生变形、纵缝张开、环缝产生错台等, 通过传感器采集相应数据, 用于分析错缝拼装时管片环间传力形式。



1. 一种盾构隧道接缝受力原型试验系统,其特征在于:包括反力钢架、型钢底座、滑轨、滑动支架、竖向液压伺服千斤顶、加载短柱以及水平加载横梁机构,反力钢架包括两侧立柱和固定在两侧立柱之间的竖向加载横梁,立柱上沿竖向设置多排螺栓孔,每排螺栓孔包括至少两个横向布置的螺栓孔,竖向加载横梁的两端通过螺栓连接在立柱上,使竖向加载横梁可调整竖向位置,两所述立柱与型钢底座中部的横向钢梁通过螺栓连接,多个竖向液压伺服千斤顶沿竖向设置且竖向液压伺服千斤顶底座用钢板及螺栓固定在竖向加载横梁的底部,型钢底座由七道纵梁和一道横向钢梁组成,横向钢梁在每道纵梁的中部刚性连接,每道纵梁上部均焊接沿纵向方向延伸的滑轨,每个纵梁的两端均固设两个加载短柱,水平加载横梁机构包括通过螺栓固定在加载短柱上的水平加载横梁以及通过钢板和螺栓固定在加载横梁上的至少四个水平液压伺服千斤顶,水平液压伺服千斤顶可提供水平荷载或限制侧向位移,滑动支架包括钢板焊接主体、通过主轴俯仰转动设置在钢板焊接主体上的至少六个转动支托、固设在钢板焊接主体底部的滑轮组以及设于钢板焊接主体纵向外侧的水平加载块,钢板焊接主体包括底板、设于底板上的三组立板以及设于每组立板后的背板,三组立板分别为中间的由四个立板组成的中间立板组和设于中间立板组两侧的分别由两个立板组成的侧立板组,中间立板组组成三个容置槽,两侧立板组均组成一个容置槽,转动支托包括“J”形的管片支托板以及设于管片支托板背面的至少一个转板,转板上横向固设所述主轴并通过主轴俯仰转动设置在对应的立板之间,管片支托板上预留用于连接混凝土管片的螺栓孔,水平加载块由橡胶垫群、加载垫板、钢轴组成,钢轴固设在背板上,加载垫板滑动设于所述钢轴上,橡胶垫群为多个柱状橡胶垫,位于背板和加载垫板之间且设于背板上或加载垫板上,加载垫板轴向外侧面用于与水平液压伺服千斤顶顶压配合。

2. 根据权利要求1所述的盾构隧道接缝受力原型试验系统,其特征在于:转动支托具有六个,沿反力钢架对称设置,反力钢架纵向两侧均有三个转动支托,且每一侧的三个转动支托中,两侧的转动支托的管片支托板窄于中间的管片支托板,中间支托板的背面设置三个分别插入三个中间的容置槽中的转板,两侧的管片支托板的背面均设置两个转板且插入对应的同一个容置槽中。

3. 根据权利要求2所述的盾构隧道接缝受力原型试验系统,其特征在于:所述加载垫板有三块,分别为一块位于中部的中间加载垫板和位于两侧的侧加载垫板,中间加载垫板的长度长于侧加载垫板,且中间加载垫板的轴向外侧面用于与两个水平液压伺服千斤顶顶压配合,每个侧加载垫板的轴向外侧面均用于与一个水平液压伺服千斤顶顶压配合。

一种盾构隧道接缝受力原型试验系统

技术领域

[0001] 本发明涉及盾构隧道工程领域中一种盾构隧道接缝受力原型试验系统。

背景技术

[0002] 近年来地铁盾构隧道建设飞速发展,地铁隧道病害问题也日益凸显。隧道病害的原因之一是隧道结构的变形,而盾构隧道结构的变形主要发生在接缝处,因此研究盾构隧道接缝变形及环缝传力方式,可为盾构隧道优化设计提供理论依据,以期减少地铁病害的发生,提高地铁运行的安全性、舒适性,但是现有技术中缺乏相应的盾构隧道接缝受力原型试验系统。

发明内容

[0003] 本专利意在提供一种盾构隧道接缝受力原型试验系统。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0005] 一种盾构隧道接缝受力原型试验系统,包括反力钢架、型钢底座、滑轨、滑动支架、竖向液压伺服千斤顶、加载短柱以及水平加载横梁机构,反力钢架包括两侧立柱和固定在两侧立柱之间的竖向加载横梁,立柱上沿竖向设置多排螺栓孔,每排螺栓孔包括至少两个横向布置的螺栓孔,竖向加载横梁的两端通过螺栓连接在立柱上,使竖向加载横梁可调整竖向位置,两所述立柱与型钢底座中部的横向钢梁通过螺栓连接,多个竖向液压伺服千斤顶沿竖向设置且竖向液压伺服千斤顶底座用钢板及螺栓固定在竖向加载横梁的底部,型钢底座由七道纵梁和一道横向钢梁组成,横向钢梁在每道纵梁的中部刚性连接,每道纵梁上部均焊接沿纵向方向延伸的滑轨,每个纵梁的两端均固设两个加载短柱,水平加载横梁机构包括通过螺栓固定在加载短柱上的水平加载横梁以及通过钢板和螺栓固定在加载横梁上的至少四个水平液压伺服千斤顶,水平液压伺服千斤顶可提供水平荷载或限制侧向位移,滑动支架包括钢板焊接主体、通过主轴俯仰转动设置在钢板焊接主体上的至少六个转动支托、固设在钢板焊接主体底部的滑轮组以及设于钢板焊接主体纵向外侧的水平加载块,钢板焊接主体包括底板、设于底板上的三组立板以及设于每组立板后的背板,三组立板分别为中间的由四个立板组成的中间立板组和设于中间立板组两侧的分别由两个立板组成的侧立板组,中间立板组组成三个容置槽,两侧立板组均组成一个容置槽,转动支托包括“J”形的管片支托板以及设于管片支托板背面的至少一个转板,转板上横向固设所述主轴并通过主轴俯仰转动设置在对应的立板之间,管片支托板上预留用于连接混凝土管片的螺栓孔,水平加载块由橡胶垫群、加载垫板、钢轴组成,钢轴固设在背板上,加载垫板滑动设于所述钢轴上,橡胶垫群为多个柱状橡胶垫,位于背板和加载垫板之间且设于背板上或加载垫板上,加载垫板轴向外侧面用于与水平液压伺服千斤顶顶压配合。

[0006] 优选的,转动支托具有六个,沿反力钢架对称设置,反力钢架纵向两侧均有三个转动支托,且每一侧的三个转动支托中,两侧的转动支托的管片支托板窄于中间的管片支托板,中间支托板的背面设置三个分别插入三个中间的容置槽中的转板,两侧的管片支托板

的背面均设置两个转板且插入对应的同一个容置槽中。

[0007] 优选的,所述加载垫板有三块,分别为一块位于中部的中间加载垫板和位于两侧的侧加载垫板,中间加载垫板的长度长于侧加载垫板,且中间加载垫板的轴向外侧面用于与两个水平液压伺服千斤顶顶压配合,每个侧加载垫板的轴向外侧面均用于与一个水平液压伺服千斤顶顶压配合。

[0008] 利用所述盾构隧道接缝受力原型试验系统进行盾构隧道接缝原型试验方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤1、拼装管片:将两个半弧标准钢筋混凝土弧形管片及两个半宽的标准钢筋混凝土弧形管片用螺栓连接组成夹片式拼装管片,其中两个半弧标准钢筋混凝土弧形管片位于中间,两个半宽的标准钢筋混凝土弧形管片位于横向两侧,中部的半弧标准钢筋混凝土弧形管片通过螺栓固定在中间的管片支托板上,两侧的半宽的标准钢筋混凝土弧形管片的端部通过螺栓固定设置在两侧的管片支托板上;

[0010] 步骤2、步骤1的拼装管片过程中,根据试验要求布置相应传感器;

[0011] 步骤3、驱动四个水平液压伺服千斤顶,中间的两个水平液压伺服千斤顶顶压中间加载垫板,两侧的水平液压伺服千斤顶顶压侧加载垫板,并达到设定压力,提供水平荷载或限制侧向位移,启动竖向液压伺服千斤顶,按照实验要求对夹片式拼装管片的对应位置进行加压,并通过传感器采集相应数据。

[0012] 更进一步的,步骤2中的传感器布置包括:在夹片式拼装管片的拼接截面处的内外弧面上布设混凝土应变计;在夹片式拼装管片的纵向接缝处布设钢弦式位移测缝计,测量纵缝张开量;在夹片式拼装管片的下表面沿径向布设精度为0.01mm的差动式位移传感器,采集管片径向位移;夹片式拼装管片的环向接缝处的螺栓上设置箔式应变片采集。

[0013] 本发明的有益效果为:使用时,在滑动支架上,通过螺栓拼装隧道管片,即夹片式拼装管片,然后根据隧道管片所处工况,选取橡胶垫种类和数量,橡胶垫种类和数量根据所处盾构隧道工况选取,调整水平液压伺服千斤顶,与加载垫板接触,提供水平荷载或限制滑动支架的部分位移,竖向液压伺服千斤顶为中间环管片纵缝规定位置提供线性荷载,加载作用下,滑动支架的橡胶垫群被压缩,产生部分位移,拼装管片产生变形、纵缝张开、环缝产生错台等,通过传感器采集相应数据,用于分析错缝拼装时管片环间传力形式。

附图说明

[0014] 图1是本发明实施例中盾构隧道接缝受力原型试验系统的结构示意图;

[0015] 图2是图1中A处放大图;

[0016] 图3是图1中纵向剖视结构示意图;

[0017] 图4是本发明实施例中反力钢架的立柱和竖向加载横梁的连接结构示意图;

[0018] 图5是本发明实施例中滑动支架结构示意图;

[0019] 图6是本发明实施例中夹片式拼装管片的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合具体实施方式,对本发明的技术方案进行详细说明。

[0021] 一种盾构隧道接缝受力原型试验系统的实施例,如图1-6所示,包括反力钢架3、型

钢底座4、滑轨5、滑动支架2、竖向液压伺服千斤顶6、加载短柱8以及水平加载横梁机构,反力钢架包括两侧立柱13和固定在两侧立柱之间的竖向加载横梁14,立柱上沿竖向设置多排螺栓孔,每排螺栓孔包括至少两个横向布置的螺栓孔18,本实施例中共布置十排,立柱采用工字钢梁且在布置螺栓孔的位置上增加加强肋板19,竖向加载横梁的两端通过螺栓15连接在立柱上,多排螺栓孔的存在,使得竖向加载横梁可调整竖向位置,两立柱13与型钢底座中部的横向钢梁11通过螺栓连接,多个竖向液压伺服千斤顶6沿竖向设置且竖向液压伺服千斤顶底座用钢板16及螺栓17固定在竖向加载横梁14的底部,竖向加载横梁同样为工字型钢梁添加加强肋板组成,型钢底座由七道纵梁12和一道横向钢梁11组成,横向钢梁在每道纵梁的中部刚性连接,可采用焊接,每道纵梁上部均焊接沿纵向方向延伸的滑轨5,每个纵梁12的两端均通过螺栓19固设两个加载短柱8,水平加载横梁机构包括通过螺栓20固定在加载短柱8上的水平加载横梁9以及通过钢板10和螺栓21固定在加载横梁上的至少四个水平液压伺服千斤顶7,水平液压伺服千斤顶可提供水平荷载或限制侧向位移,滑动支架2包括钢板焊接主体、通过主轴23俯仰转动设置在钢板焊接主体上的至少六个转动支托、固设在钢板焊接主体底部的滑轮组24以及设于钢板焊接主体纵向外侧的水平加载块,钢板焊接主体包括底板、设于底板上的三组立板22以及设于每组立板后的背板25,三组立板分别为中间的由四个立板组成的中间立板组和设于中间立板组两侧的分别由两个立板组成的侧立板组,底板包括中间底板和两侧底板,滑轮组包括在中间底板下沿横向方向布置三组滑轮和两侧底板下沿横向方向均设置两组滑轮,七组滑轮与七道纵梁上的七个滑轨5滚动配合,12中间立板组组成三个容置槽,两侧立板组均组成一个容置槽,转动支托包括“J”形的管片支托板26以及设于管片支托板背面的至少一个转板27,本实施例中,转动支托具有六个,沿反力钢架3对称设置,反力钢架纵向两侧均有三个转动支托,且每一侧的三个转动支托中,两侧的转动支托的管片支托板窄于中间的管片支托板,中间支托板的背面设置三个分别插入三个中间的容置槽中的转板,两侧的管片支托板的背面均设置两个转板且插入对应的同一个容置槽中,转板27上横向固设主轴23并通过主轴23俯仰转动设置在对应的立板22之间,管片支托板上预留用于连接混凝土管片的螺栓孔28,水平加载块由橡胶垫群29、加载垫板30、钢轴31组成,钢轴31固设在背板25上,每个加载垫板滑动插设在钢轴上,橡胶垫群29为多个柱状橡胶垫,位于背板25和加载垫板30之间且设于背板上或加载垫板上,本实施例中柱状橡胶垫粘贴固定在背板上,加载垫板轴向外侧面用于与水平液压伺服千斤顶顶压配合,具体的,加载垫板有三块,分别为位于中部的一块中间加载垫板和位于两侧的侧加载垫板,中间加载垫板的长度长于侧加载垫板,且中间加载垫板的轴向外侧面用于与两个水平液压伺服千斤顶顶压配合,每个侧加载垫板的轴向外侧面均用于与一个水平液压伺服千斤顶顶压配合。

[0022] 本实施例的盾构隧道接缝受力原型试验系统,使用时,在滑动支架上,通过螺栓拼装隧道管片,即夹片式拼装管片,然后根据隧道管片所处工况,选取橡胶垫种类和数量,橡胶垫种类和数量根据所处盾构隧道工况选取,调整水平液压伺服千斤顶,与加载垫板接触,进而调整夹片式拼装管片到达所需位置,提供水平荷载或限制滑动支架的部分位移,竖向液压伺服千斤顶为中间环管片的规定位置提供线性荷载,加载作用下,滑动支架的橡胶垫群被压缩,产生部分位移,拼装管片产生变形、纵缝张开、环缝产生错台等,通过传感器采集相应数据,用于分析错缝拼装时管片环间传力形式,规定位置可以是中间管片的纵缝上或

者纵缝一侧的偏心位置或者纵缝两侧对称加载。

[0023] 利用所述盾构隧道接缝受力原型试验系统进行盾构隧道接缝原型试验方法,如图1-6所示,包括以下步骤:

[0024] 步骤1、拼装管片:将两个半弧标准钢筋混凝土弧形管片32及两个半宽的标准钢筋混凝土弧形管片33用螺栓34连接组成夹片式拼装管片3,其中两个半弧标准钢筋混凝土弧形管片32位于中间,两个半宽的标准钢筋混凝土弧形管片33位于横向两侧,中部的半弧标准钢筋混凝土弧形管片32通过螺栓35固定在中间的管片支托板26上,两侧的半宽的标准钢筋混凝土弧形管片34的端部通过螺栓36固定设置在两侧的管片支托板26上;

[0025] 步骤2、步骤1的拼装管片过程中,根据试验要求布置相应传感器;

[0026] 步骤3、驱动四个水平液压伺服千斤顶7,中间的两个水平液压伺服千斤顶顶压中间加载垫板,两侧的水平液压伺服千斤顶顶压侧加载垫板,并达到设定压力,提供水平荷载或限制侧向位移,启动竖向液压伺服千斤顶6,按照实验要求对夹片式拼装管片的对应位置进行加压,并通过传感器采集相应数据。

[0027] 其中,步骤2中的传感器布置包括:在夹片式拼装管片的拼接截面处的内外弧面上布设混凝土应变计;在夹片式拼装管片的纵向接缝处布设钢弦式位移测缝计,测量纵缝张开量;在夹片式拼装管片的下表面沿径向布设精度为0.01mm的差动式位移传感器,采集管片径向位移;夹片式拼装管片的环向接缝处的螺栓上设置箔式应变片采集。

[0028] 需要说明的是,试验中传感器均为现有传感器,安装方式也为现有技术,按操作规程或使用说明安装即可,在此不多赘述。

[0029] 在其他实施例中,还可以根据操作规程或者具体需求设置其他的检测传感器。

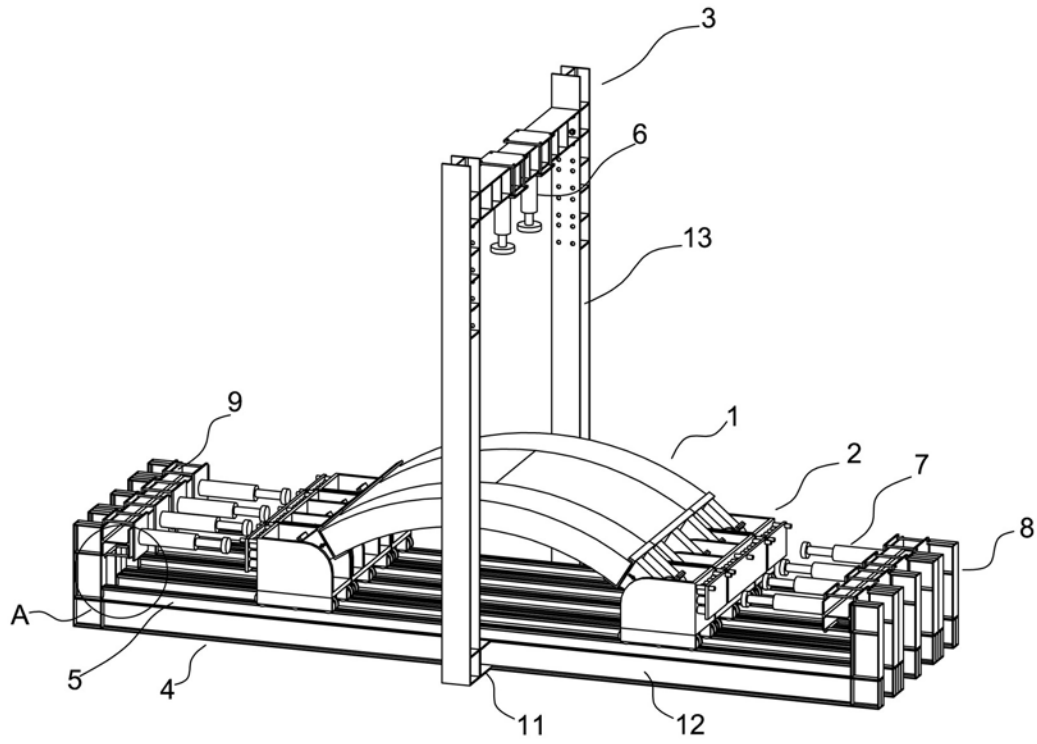


图1

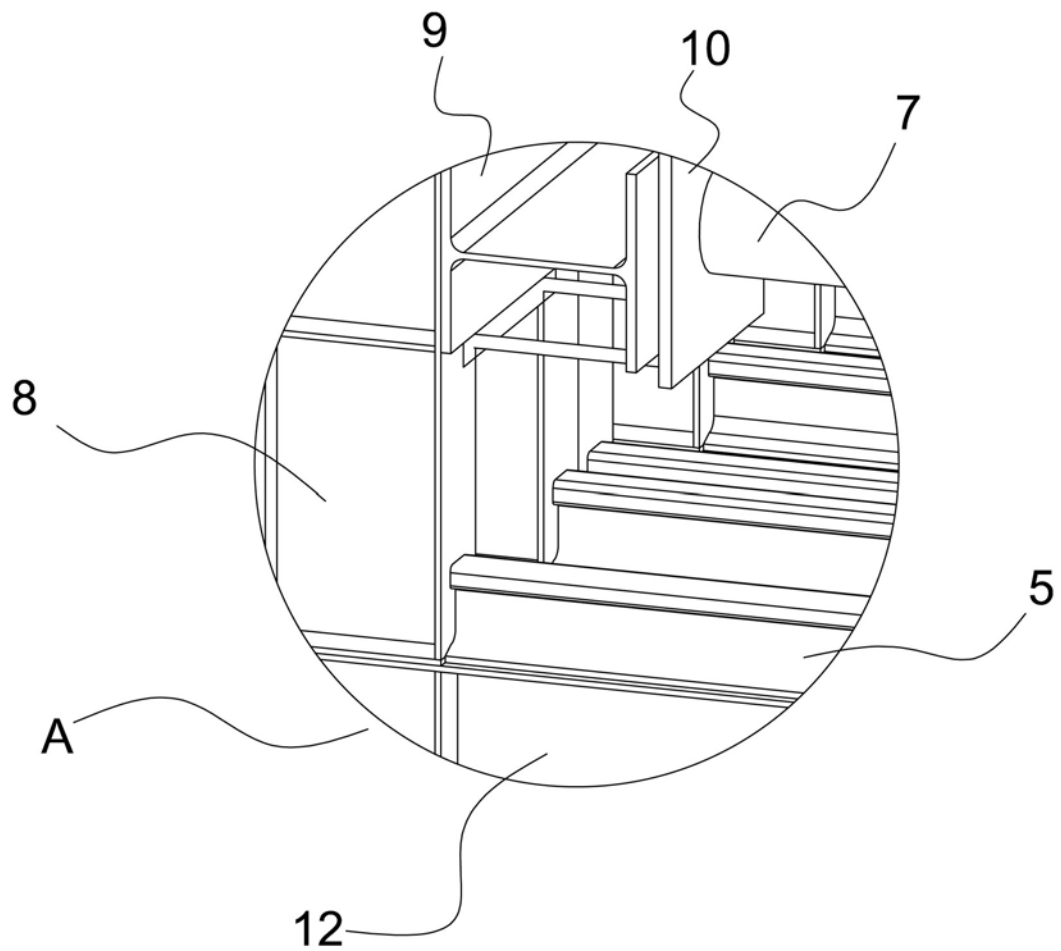


图2

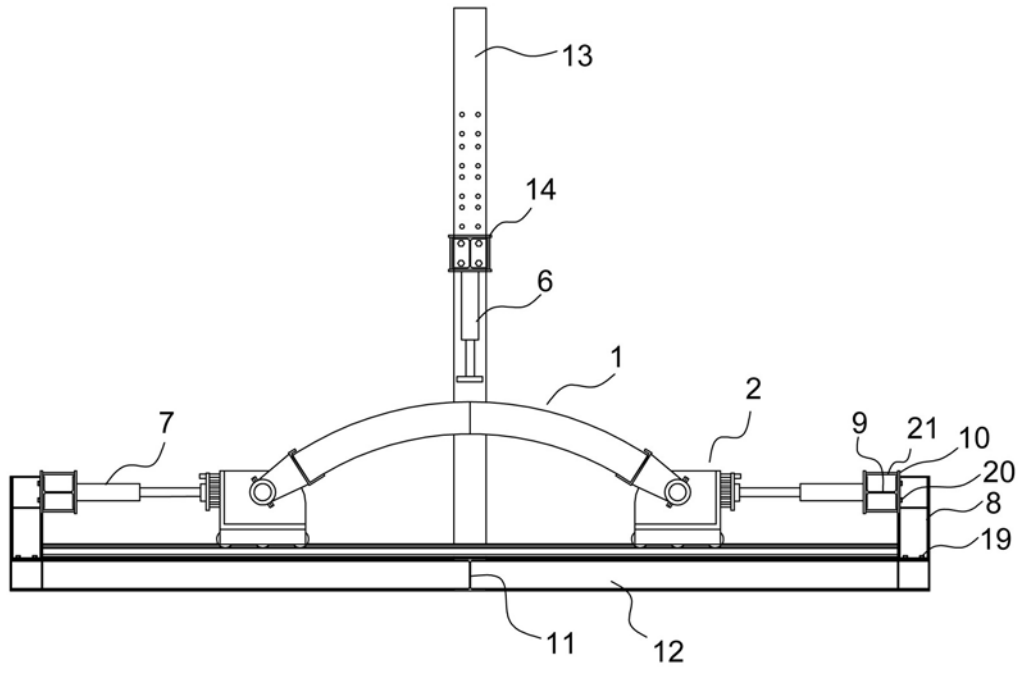


图3

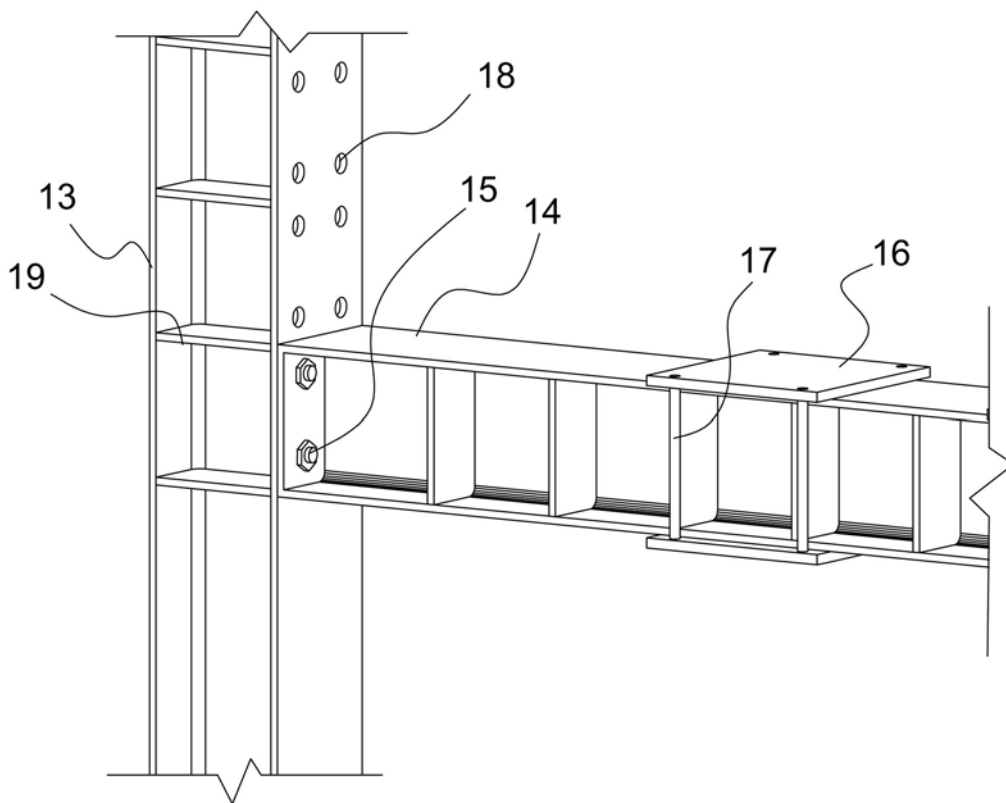


图4

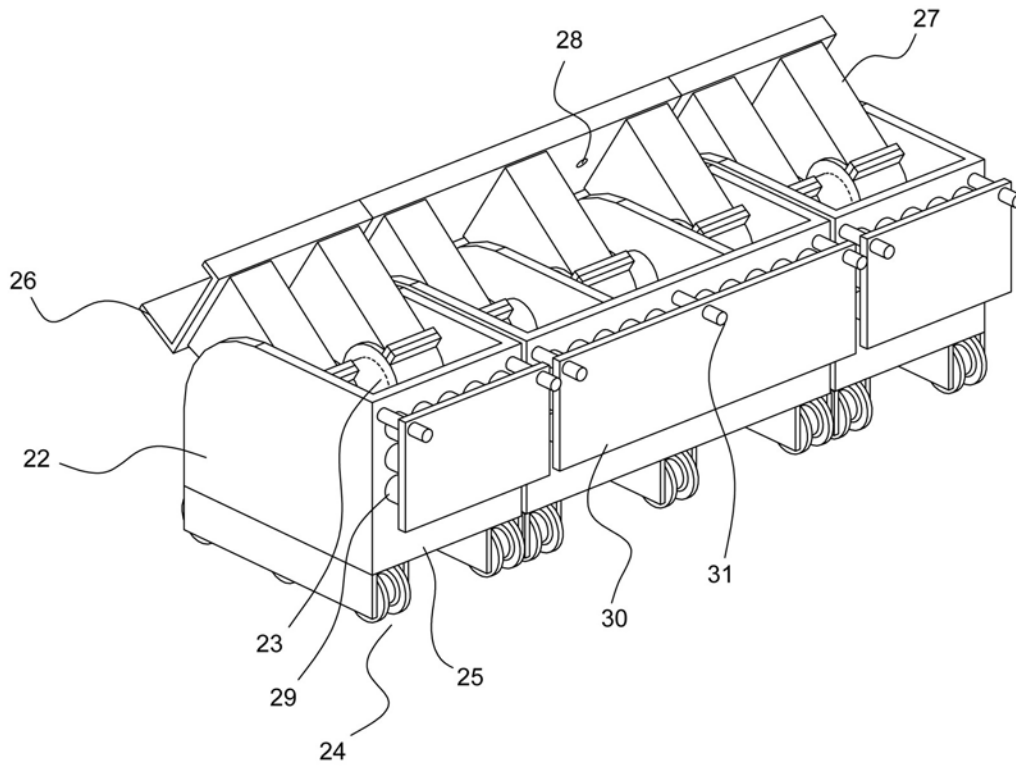


图5

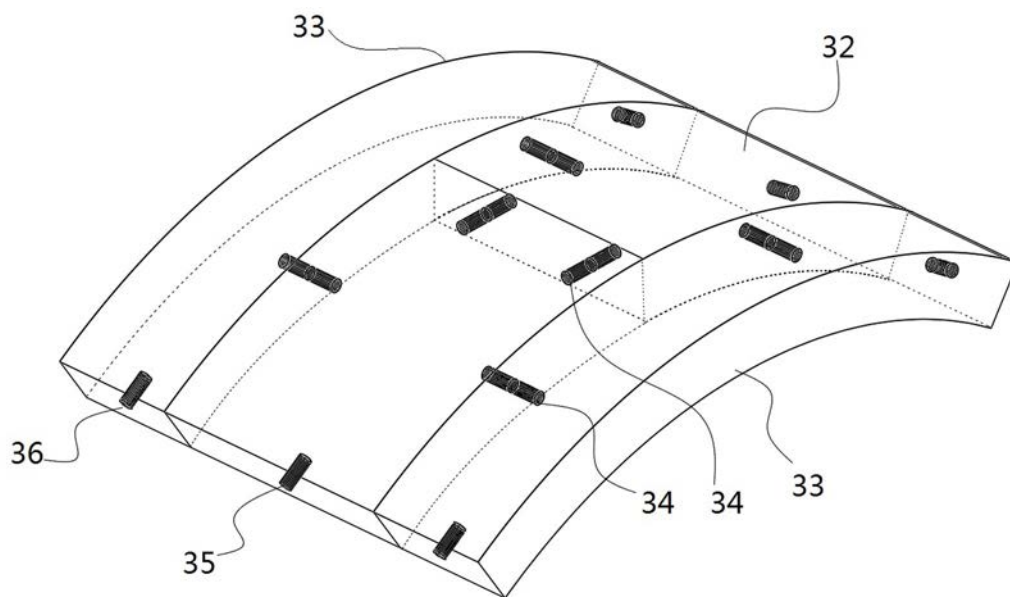


图6