



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215811601 U

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 202122394007.4

F16M 11/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.30

F16M 13/02 (2006.01)

(73) 专利权人 湖南省交通规划勘察设计院有限公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 410200 湖南省长沙市望城区月亮岛路一段598号

(72) 发明人 欧阳伟强 梁仕杰 戴旺 邱冰  
李唐 赵丰年 刘奥林 黄莎莎  
王彦荣

(74) 专利代理机构 长沙联扬知识产权代理事务所(普通合伙) 43213  
代理人 钱朝辉 杨斌

(51) Int.Cl.

G01M 13/00 (2019.01)

G01H 11/08 (2006.01)

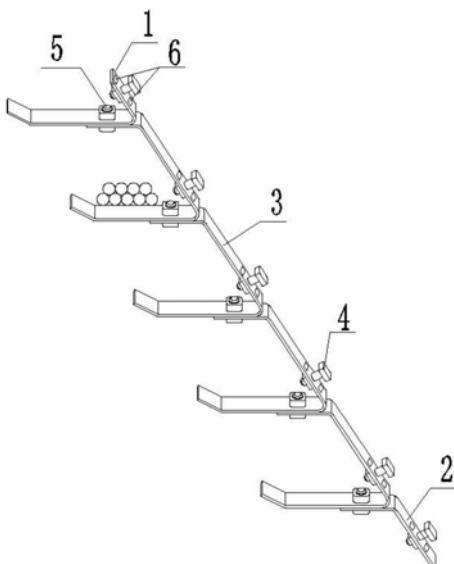
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

智能管线支架以及用于智能管线支架的监测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种智能管线支架以及用于智能管线支架的监测系统，包括管线支架本体，所述管线支架本体通过固定连接件装设于隧道内，所述管线支架本体上在靠近所述固定连接件处设有用于监测固定连接件松动情况的压电陶瓷组件。本实用新型还提供一种用于上述的智能管线支架的监测系统。本实用新型的智能管线支架在管线支架本体上在靠近所述固定连接件处设有压电陶瓷组件，能有效监测现有管线支架本体的松动问题，从而及时发现并解决，减少故障和损失，解决了现有管线支架由于发生松动但无法监测的问题。本实用新型的用于上述的智能管线支架的监测系统有利于方便的对管线支架本体与管片连接的固定连接件进行监控。



1. 一种智能管线支架，其特征在于，包括管线支架本体，所述管线支架本体通过固定连接件装设于隧道内，所述管线支架本体上在靠近所述固定连接件处设有用于监测固定连接件松动情况的压电陶瓷组件(6)。

2. 根据权利要求1所述的智能管线支架，其特征在于，所述压电陶瓷组件(6)包括内嵌式压电陶瓷驱动器(601)和内嵌式压电陶瓷接收器(602)，所述内嵌式压电陶瓷驱动器(601)和内嵌式压电陶瓷接收器(602)对称设于所述固定连接件两侧。

3. 根据权利要求1所述的智能管线支架，其特征在于，所述固定连接件为T型螺栓(4)。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的智能管线支架，其特征在于，所述管线支架本体包括上部支架托臂(1)、中部支架托臂(3)和下部支架托臂(2)，所述中部支架托臂(3)固设于上部支架托臂(1)和下部支架托臂(2)之间，所述上部支架托臂(1)、中部支架托臂(3)和下部支架托臂(2)均通过固定连接件与隧道内的管片连接。

5. 根据权利要求4所述的智能管线支架，其特征在于，所述上部支架托臂(1)包括与地面保持平行的上底板(101)和与管片连接的上侧板(102)，所述上底板(101)与上侧板(102)固定连接，所述上侧板(102)通过固定连接件与管片连接，所述上底板(101)远离所述上侧板(102)的一端向上延伸设有上防滑钩(103)。

6. 根据权利要求4所述的智能管线支架，其特征在于，所述中部支架托臂(3)包括与地面保持平行的中底板(301)和与管片连接的中侧板(302)，所述中底板(301)与中侧板(302)固定连接，所述中侧板(302)通过固定连接件与管片连接，所述中侧板(302)的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂(3)与上部支架托臂(1)固接的中顶板(303)，所述中底板(301)远离所述中侧板(302)的一端向上延伸设有中防滑钩(304)。

7. 根据权利要求4所述的智能管线支架，其特征在于，所述下部支架托臂(2)包括与管片连接的下侧板(202)，所述下侧板(202)通过固定连接件与管片连接，所述下侧板(202)的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂(3)与下部支架托臂(2)固接的下顶板(201)，所述下顶板(201)与下侧板(202)固定连接。

8. 根据权利要求4所述的智能管线支架，其特征在于，所述中部支架托臂(3)设有多个。

9. 一种用于权利要求1-8中任一项所述的智能管线支架的监测系统，其特征在于，包括波形发生器(7)、数据采集器(9)和主控器，所述波形发生器(7)与所述压电陶瓷组件(6)的信号输入端连接，所述数据采集器(9)与所述压电陶瓷组件(6)的信号输出端连接，所述波形发生器(7)和所述数据采集器(9)均与所述主控器相连。

10. 根据权利要求9所述的监测系统，其特征在于，所述主控器包括控制模块(10)和输入-显示模块(11)，所述输入-显示模块(11)与所述控制模块(10)连接；所述波形发生器(7)与所述压电陶瓷组件(6)的信号输入端之间还设有功率放大器(8)。

## 智能管线支架以及用于智能管线支架的监测系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于隧道附件设备领域,尤其涉及一种管线支架以及用于上述管线支架的监测系统。

### 背景技术

[0002] 中低速磁悬浮轨道交通属于一种新型交通方式,目前国内外的研究成果较少,全世界开通运营的线路更是少数。目前开通的所有中低速磁悬浮交通中,均以高架及路面结构为主,暂无地下隧道工程,鲜见有关中低速磁悬浮隧道管线支架装置的研究与应用。

[0003] 在中低速磁浮隧道内,有较多的通信、电力、信号等各类管线,目前采用的是将管线放置于管线支架上的处理方式。由于磁悬浮轨道所需的管线众多,有给排水管线、电力电缆管线、信号管线、通信管线等等,现有的单个管线支架难以满足需求,需要装设多个管线支架,增加了安装和使用难度。并且,在中低速磁悬浮轨道交通的运营过程中,区间隧道内的管线支架由于列车运行等会对隧道造成长期震动的影响,容易导致安装在隧道壁上的管线支架发生松动甚至脱落,从而导致管线掉落侵界,严重时会影响磁悬浮的正常运营。针对上述管线支架脱落的问题,现有技术中并没有一种很好的装置对其进行监控。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是克服以上背景技术中提到的不足和缺陷,提供一种可对管线支架松动进行智能监测的智能管线支架以及用于上述智能管线支架的监测系统。为解决上述技术问题,本实用新型提出的技术方案为:

[0005] 一种智能管线支架,包括管线支架本体,所述管线支架本体通过固定连接件装设于隧道内,所述管线支架本体上在靠近所述固定连接件处设有用于监测固定连接件松动情况的压电陶瓷组件。

[0006] 上述智能管线支架中,优选的,所述压电陶瓷组件包括内嵌式压电陶瓷驱动器和内嵌式压电陶瓷接收器,所述内嵌式压电陶瓷驱动器和内嵌式压电陶瓷接收器对称设于所述固定连接件两侧。

[0007] 上述智能管线支架中,内嵌式压电陶瓷驱动器和内嵌式压电陶瓷接收器的长宽高尺寸可为 $20\text{mm} \times 5\text{mm} \times 1\text{mm}$ ,该压电陶瓷嵌入管线支架本体内。压电陶瓷片距离固定连接件的距离不宜大于15cm。

[0008] 上述智能管线支架中,优选的,所述固定连接件为T型螺栓。

[0009] 上述智能管线支架中,优选的,所述管线支架本体包括上部支架托臂、中部支架托臂和下部支架托臂,所述中部支架托臂固设于上部支架托臂和下部支架托臂之间,所述上部支架托臂、中部支架托臂和下部支架托臂均通过固定连接件与隧道内的管片连接。

[0010] 上述智能管线支架中,优选的,所述上部支架托臂包括与地面保持平行的上底板和与管片连接的上侧板,所述上底板与上侧板固定连接,所述上侧板通过固定连接件与管片连接,所述上底板远离所述上侧板的一端向上延伸设有上防滑钩。

[0011] 上述智能管线支架中,优选的,所述中部支架托臂包括与地面保持平行的中底板和与管片连接的中侧板,所述中底板与中侧板固定连接,所述中侧板通过固定连接件与管片连接,所述中侧板的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂与上部支架托臂固接的中顶板,所述中底板远离所述中侧板的一端向上延伸设有中防滑钩。

[0012] 上述智能管线支架中,优选的,所述下部支架托臂包括与管片连接的下侧板,所述下侧板通过固定连接件与管片连接,所述下侧板的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂与下部支架托臂固接的下顶板,所述下顶板与下侧板固定连接。

[0013] 上述智能管线支架中,优选的,所述中部支架托臂设有多个。

[0014] 上述智能管线支架中,通过设置上防滑钩和中防滑钩可以防止管线滑脱。中部支架托臂可通过M10不锈钢螺栓固设于上部支架托臂和下部支架托臂之间,以保证本管线支架的整体性。中部支架托臂的具体数量可以根据现场的需要进行增减,以方便现场管线的安装。上部支架托臂、中部支架托臂和下部支架托臂均可采用为厚度6mm,宽度40mm的镀锌钢板,其表面镀锌层厚度 $\geq 70\mu\text{m}$ 。

[0015] 上述智能管线支架中,由上部支架托臂、中部支架托臂和下部支架托臂组成的管线支架本体,其上所预留的所有螺栓孔大小一致,规格尺寸一定,不存在异性结构件,重量较轻,与管片连接方便,且能满足中低速磁悬浮隧道中各类管线大小和承重的需求。上述管线支架本体的生产安装效率高,支架规格形式单一,外形美观,可以解决传统管线支架形状各异,不统一的问题。上述管线支架本体可以工厂预制后统一运送到施工现场,比传统的现场制作支架省去了大量的时间,方便快捷,节约成本。

[0016] 作为一个总的技术构思,本实用新型还提供一种用于上述的智能管线支架的监测系统,包括波形发生器、数据采集器和主控器,所述波形发生器与所述压电陶瓷组件的信号输入端(即内嵌式压电陶瓷驱动器)连接,所述数据采集器与所述压电陶瓷组件的信号输出端(即内嵌式压电陶瓷接收器)连接,所述波形发生器和所述数据采集器均与所述主控器相连。

[0017] 上述监测系统中,优选的,所述主控器包括控制模块和输入-显示模块,所述输入-显示模块与所述控制模块连接;所述波形发生器与所述压电陶瓷组件的信号输入端之间还设有功率放大器。上述输入-显示模块可采用集成输入、显示功能于一体的模块。

[0018] 本实用新型中,监测系统基于压电波动法进行监测,压电波动法试验的基本思想是将压电陶瓷作为驱动器,在电信号作用下激励,产生高频应力,该应力波通过损伤界面时,发生散射、反射等现象,从而导致在相应位置通过的应力波信号产生变化,从而在信号接受端表现出电信号的变化。本实用新型通过对压电陶瓷传感器接受的信号之间的差异来实现结构损伤的识别以及对损伤程度进行判断。具体的,本实用新型在其每个固定连接件(如螺栓)两侧各设置两个压电陶瓷片,压电陶瓷采用压电波动法对螺栓进行主动健康监测。利用压电陶瓷的二向性的特性,在螺栓两侧近距离安装压电陶瓷片作为信号驱动器和传感器,在高频激励下压电陶瓷的导率幅值随着损伤会发生变化,相关波形会传递至控制端,根据变化情况的从而对螺栓松动情况进行评估。

[0019] 本实用新型的监测系统的监测步骤及原理如下:

[0020] 第一步:保证螺栓处于健康状态,控制模块接收输入-显示模块输入的信号,并传达至波形发生器,波形发生器产生波形信号通过功率放大器放大信号后,将波形信号作用

于内嵌式压电陶瓷驱动器,使其发生正弦信号,正弦信号的频率可为30kHz,幅值可为10V;

[0021] 第二步:内嵌式压电陶瓷接收器接收内嵌式压电陶瓷驱动器发出的正弦信号;

[0022] 第三步:数据采集器采集内嵌式压电陶瓷接收器的监测信号,并发送至控制模块;

[0023] 第四步:控制模块保存接收的监测信号,并将其定义为螺栓处理于健康状态下监测信号(如图6中无松动下波形);

[0024] 第五步:当经过一段时间需要监测螺栓的松动情况时,重复第一步至第三步,并使控制模块将其接收的信号(如图6中松动下波形)与健康状态下监测信号进行比较,判断螺栓的松动情况。本步骤中,具体的,由于幅值是小波变换的一个敏感因子,随着螺栓的松动,监测的能力会损失,幅值也会下降,根据监测方案,先测得健康状态下的幅值,然后在规定的监测日期再通过比较当天测得的正弦信号幅值与健康状态下幅值进行比较,即可得到螺栓松动的损伤情况,然后通过定义损伤指标进行判断。

[0025] 损伤指标定义如下:

$$[0026] D_1 = \frac{H_{rf} - D_{rf}}{H_{rf}}$$

[0027] 其中: $H_{rf}$ 为处于初始健康状态下的反射波的正弦信号幅值, $D_{rf}$ 为螺栓处于松动状态下的反射波信号幅值。 $D_1$ 的取值为0-1之间,它表征了实时监测信号幅值相对于初始健康状态的衰减程度。损伤程度越大, $D_1$ 越大。当 $D_1$ 为0时,表示结构处于正常状态。相反,当 $D_1$ 为1时,表示螺栓处于完全失效的状态。

[0028] 与现有技术相比,本实用新型的优点在于:

[0029] 1、本实用新型的智能管线支架在管线支架本体上在靠近所述固定连接件处设有压电陶瓷组件,压电陶瓷组件具有结构简单、轻巧、廉价等特点,并且压电陶瓷组件通过压电波动技术对固定连接件进行监测,能有效监测现有管线支架本体的松动问题,从而及时发现并解决,减少故障和损失,解决了现有管线支架由于发生松动但无法监测的问题。

[0030] 2、本实用新型的用于上述的智能管线支架的监测系统包括波形发生器、数据采集器和主控器,通过波形发生器、数据采集器、主控器和智能管线支架的相互配合,通过对压电陶瓷传感器接受的信号之间的差异来实现结构损伤的识别以及对损伤程度进行判断,有利于方便的对管线支架本体与管片连接的固定连接件进行监控。

## 附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本实用新型的一些实施例,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的附图。

[0032] 图1为实施例中智能管线支架的结构示意图。

[0033] 图2为实施例中上部支架托臂的结构示意图。

[0034] 图3为实施例中中部支架托臂的结构示意图。

[0035] 图4为实施例中下部支架托臂的结构示意图。

[0036] 图5为实施例中用于智能管线支架的监测系统的结构示意图。

[0037] 图6为实施例中不同螺栓松动情况的监测信号对比图。

[0038] 图例说明：

[0039] 1、上部支架托臂；101、上底板；102、上侧板；103、上防滑钩；2、下部支架托臂；201、下顶板；202、下侧板；3、中部支架托臂；301、中底板；302、中侧板；303、中顶板；304、中防滑钩；4、T型螺栓；5、M10不锈钢螺栓；6、压电陶瓷组件；601、内嵌式压电陶瓷驱动器；602、内嵌式压电陶瓷接收器；7、波形发生器；8、功率放大器；9、数据采集器；10、控制模块；11、输入-显示模块。

## 具体实施方式

[0040] 为了便于理解本实用新型，下文将结合说明书附图和较佳的实施例对本实用新型作更全面、细致地描述，但本实用新型的保护范围并不限于以下具体的实施例。

[0041] 除非另有定义，下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的专业术语只是为了描述具体实施例的目的，并不是旨在限制本实用新型的保护范围。

[0042] 除非另有特别说明，本实用新型中用到的各种原材料、试剂、仪器和设备等均可通过市场购买得到或者可通过现有方法制备得到。

[0043] 实施例：

[0044] 如图1所示，本实施例的智能管线支架，包括管线支架本体，管线支架本体通过固定连接件装设于隧道内，管线支架本体上在靠近固定连接件处设有用于监测固定连接件松动情况的压电陶瓷组件6。

[0045] 具体的，本实施例中，压电陶瓷组件6包括内嵌式压电陶瓷驱动器601和内嵌式压电陶瓷接收器602，内嵌式压电陶瓷驱动器601和内嵌式压电陶瓷接收器602对称设于固定连接件两侧。

[0046] 本实施例中，固定连接件为T型螺栓4(M10螺栓)。

[0047] 本实施例中，管线支架本体包括上部支架托臂1、中部支架托臂3和下部支架托臂2，中部支架托臂3通过M10不锈钢螺栓5固设于上部支架托臂1和下部支架托臂2之间，上部支架托臂1、中部支架托臂3和下部支架托臂2均通过固定连接件与隧道内的管片连接。本实施例中，中部支架托臂3可设有多个。如图1中中部支架托臂3为4个，可根据实际情况进行增减。

[0048] 如图2所示，本实施例中，上部支架托臂1包括与地面保持平行的上底板101和与管片连接的上侧板102，上底板101与上侧板102固定连接，上侧板102通过固定连接件与管片连接，上底板101远离上侧板102的一端向上延伸设有上防滑钩103。

[0049] 如图3所示，本实施例中，中部支架托臂3包括与地面保持平行的中底板301和与管片连接的中侧板302，中底板301与中侧板302固定连接，中侧板302通过固定连接件与管片连接，中侧板302的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂3与上部支架托臂1固接的中顶板303，中底板301远离中侧板302的一端向上延伸设有中防滑钩304。

[0050] 如图4所示，本实施例中，下部支架托臂2包括与管片连接的下侧板202，下侧板202通过固定连接件与管片连接，下侧板202的上端还设有与地面保持平行、用于中部支架托臂3与下部支架托臂2固接的下顶板201，下顶板201与下侧板202固定连接。

[0051] 如图5所示,本实施例的用于上述智能管线支架的监测系统,包括波形发生器7、数据采集器9和主控器,波形发生器7与压电陶瓷组件6的信号输入端连接,数据采集器9与压电陶瓷组件6的信号输出端连接,波形发生器7和数据采集器9均与主控器相连。

[0052] 本实施例中,主控器包括控制模块10和输入-显示模块11,输入-显示模块11与控制模块10连接;波形发生器7与压电陶瓷组件6的信号输入端之间还设有功率放大器8。

[0053] 本实施例中,上述波形发生器7、数据采集器9、主控器、控制模块10和输入-显示模块11和功率放大器8均可采用现有技术中常规模块或器件,具体型号种类不限。

[0054] 本实施例中监测系统的工作过程以及工作原理,具体参见前文中关于监测系统的监测步骤及原理,此处不再赘述。

[0055] 以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

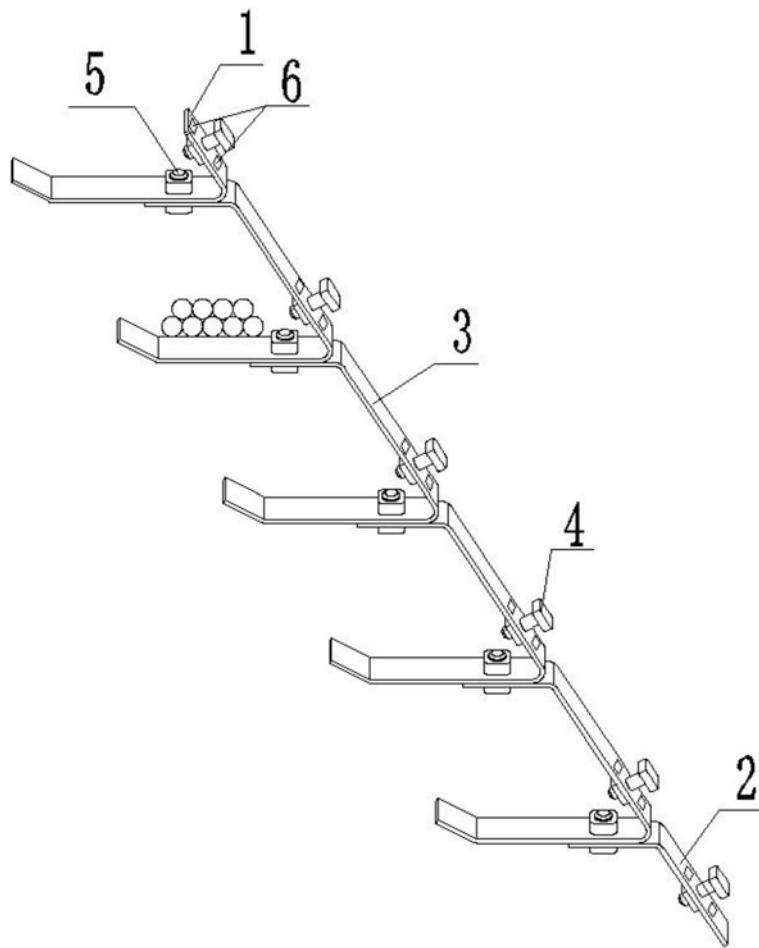


图1

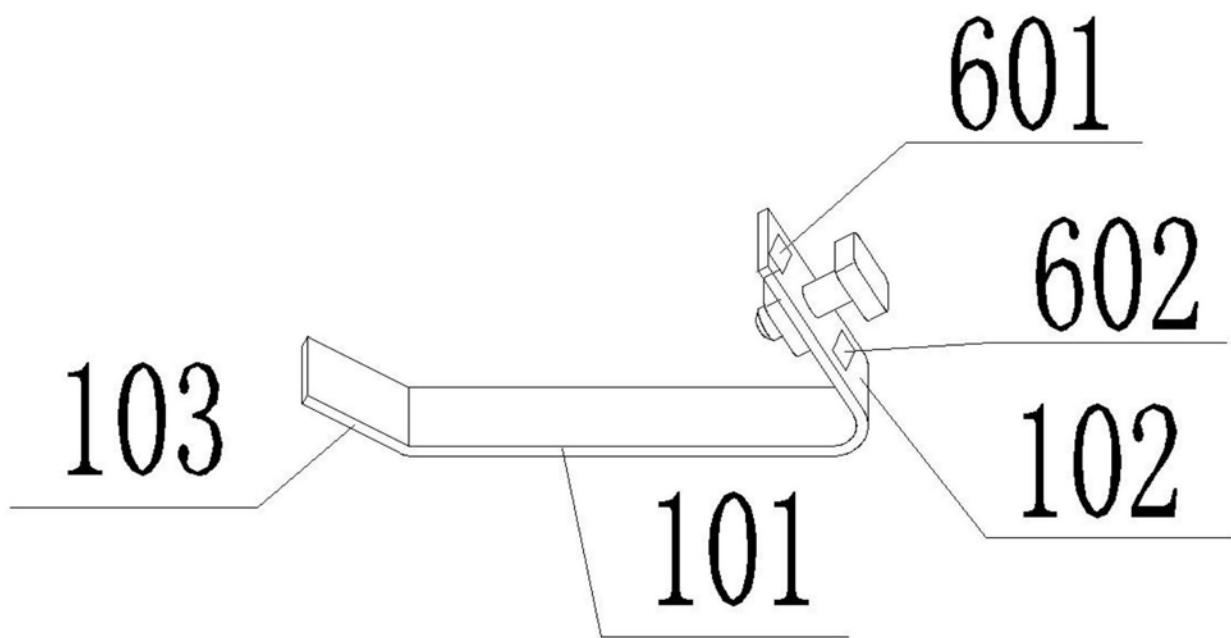


图2

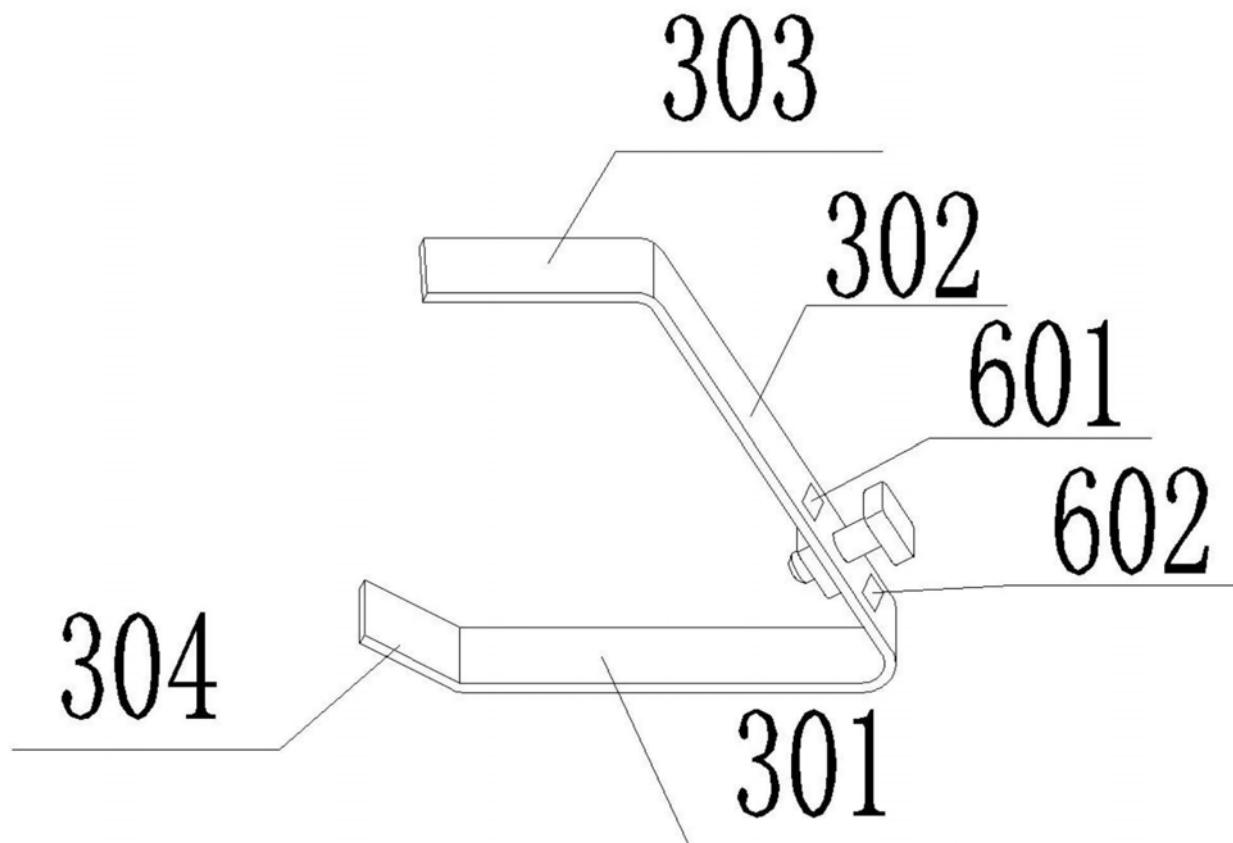


图3

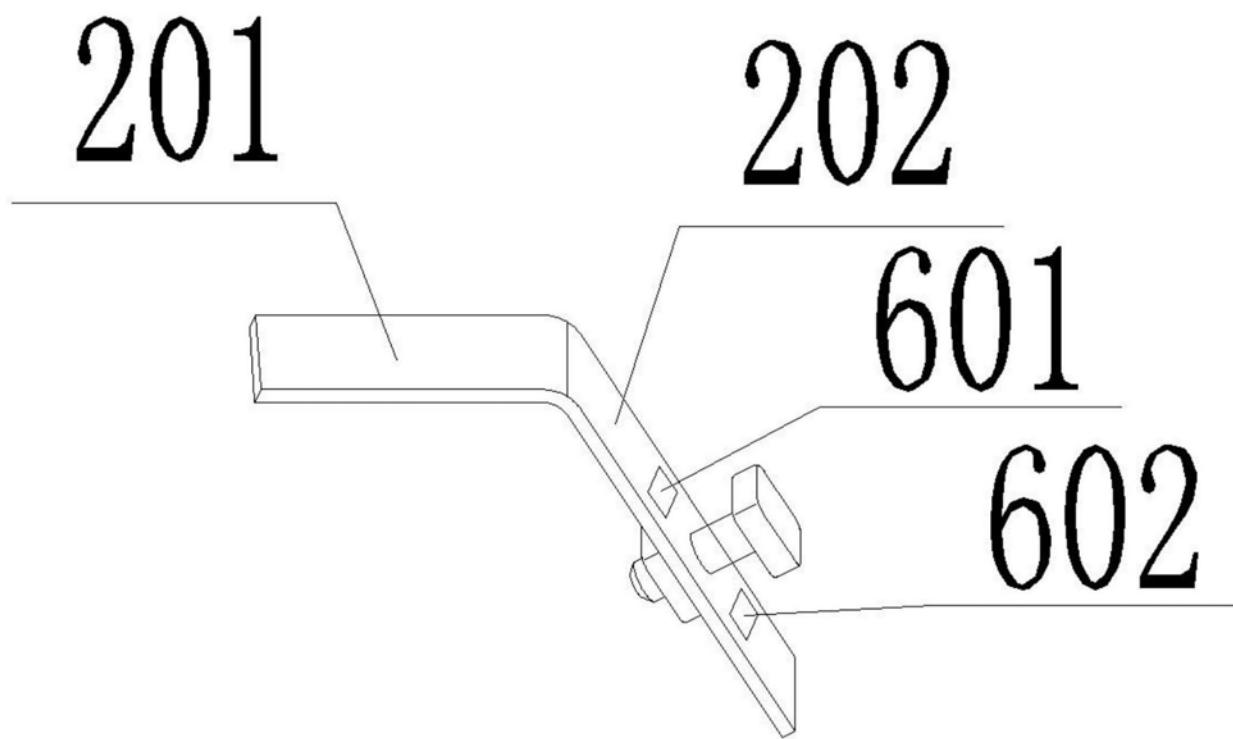


图4

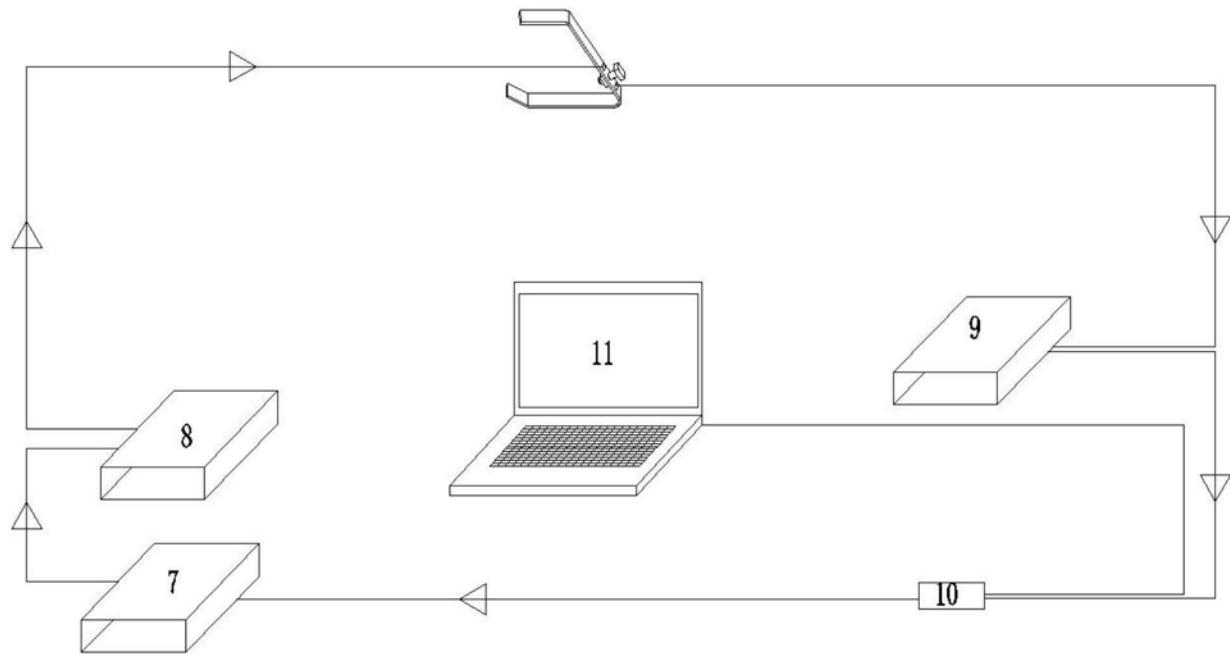


图5

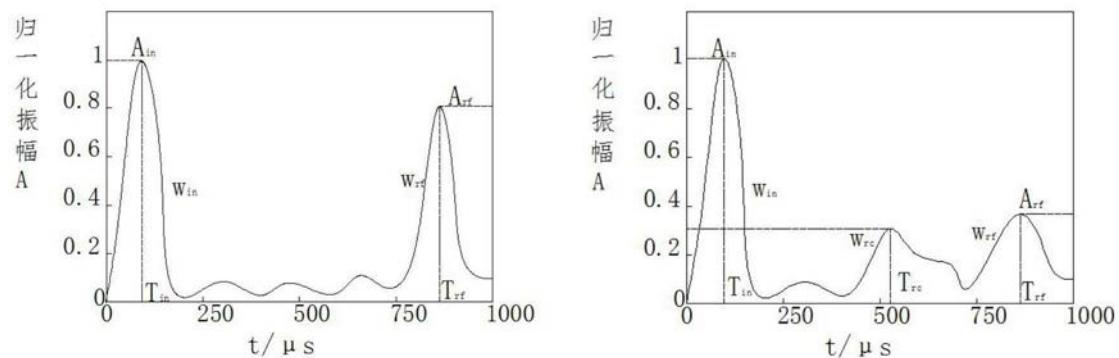


图6