



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117347360 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 05

(21) 申请号 202311320357.3

(22) 申请日 2023.10.12

(71) 申请人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街438号

(72) 发明人 张燕君 王宗泽 李佳 李睿
刘威言 轩子昂

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事
务所(特殊普通合伙) 13123
专利代理师 李蒙

(51) Int.Cl.

G01N 21/84 (2006.01)

G01B 11/16 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

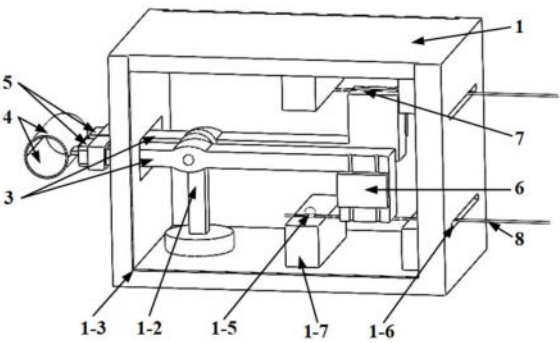
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅
腐蚀监测装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,属于光纤传感技术领域,包括基座,基座底部设置支撑梁,支撑梁上设置有杠杆旋转臂,杠杆旋转臂一端伸向基座主体外,杠杆旋转臂伸出基座主体外的一端插接有爪装配插槽,爪装配插槽连接有测量接触爪,基座上固定有增敏绞线以及与增敏绞线配合粘接的光纤光栅,杠杆旋转臂另一端和光纤光栅接触,光纤光栅尾纤伸向基座主体外并与解调仪相连,测量接触爪将待测量钢筋紧密贴合包裹。本发明能够同时满足对钢筋混凝土铸件长期实时监测,具有较高的稳定性和灵敏性,且灵敏度可调具有较高的稳定性和灵敏度以及灵敏可调度,可以及时分辨出钢筋发生腐蚀时更细小的变化。



1. 一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:包括基座(1),所述基座(1)底部设置支撑梁(1-2),支撑梁(1-2)上设置有杠杆旋转臂(3),所述杠杆旋转臂(3)一端伸向基座(1)主体外,所述杠杆旋转臂(3)伸出基座(1)主体外的一端插接有爪装配插槽(5),所述爪装配插槽(5)连接有测量接触爪(4),所述基座(1)上固定有增敏绞线(7)以及与增敏绞线(7)配合粘接的光纤光栅(8),所述杠杆旋转臂(3)另一端和光纤光栅(8)接触,所述光纤光栅(8)尾纤伸向基座(1)主体外并与解调仪相连,测量接触爪(4)将待测量钢筋紧密贴合包裹。

2. 根据权利要求1所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述杠杆旋转臂(3)并排设置2个,基座(1)上下两侧设置两支光纤光栅(8),所述杠杆旋转臂(3)分别和上下两支光纤光栅(8)接触。

3. 根据权利要求2所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述杠杆旋转臂(3)为L型结构,包括长臂和短臂,两个杠杆旋转臂(3)的长臂伸向基座(1)主体外,两个短臂朝向相反分别和上下两侧光纤光栅(8)接触。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述支撑梁(1-2)上分别设置杠杆臂固定轴(9)和固定螺钉(10),杠杆臂固定轴(9)和固定螺钉(10)相配合,杠杆臂固定轴(9)和固定螺钉(10)与支撑梁(1-2)的中心孔在同一水平线上。

5. 根据权利要求4所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述杠杆旋转臂(3)的长臂一端设有用于插接爪装配插槽(5)的配合插槽(3-2),杠杆旋转臂(3)的长臂上设置固定轴心(3-1),杠杆臂固定轴(9)穿过固定轴心(3-1)和支撑梁(1-2)的中心孔将两个杠杆旋转臂(3)铰接在支撑梁(1-2)两侧。

6. 根据权利要求1所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述基座(1)的上顶和下底均分隔设置两个固定台(1-7),所述固定台(1-7)上设置有用于固定增敏绞线(7)的旋钮(1-5),所述旋钮(1-5)下方开设用于固定光纤光栅(8)的光栅固定槽(1-4),所述光纤光栅(8)纤头与纤尾分别粘接在同侧的两个固定台(1-7)的光栅固定槽(1-4)中,所述光纤光栅(8)栅区与增敏绞线(7)粘接,杠杆旋转臂(3)的短臂正对同侧的两个固定台(1-7)中间。

7. 根据权利要求6所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述基座(1)为箱体结构,基座(1)两侧开设用于固定防尘板(2)的固定滑轨(1-3),防尘板(2)插入固定滑轨(1-3)内,所述杠杆旋转臂(3)一端通过基座(1)一侧开设的通过窗(1-1)伸出基座(1)主体外,所述固定台(1-7)同侧的基座(1)侧面上开设有光纤过孔(1-6),所述光纤光栅(8)的尾纤部分通过光纤过孔(1-6)伸出基座(1)主体外与解调仪相连。

8. 根据权利要求5所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述杠杆旋转臂(3)的短臂一端的外侧面上开设用于固定杠杆平衡配重块(6)的滑动槽(3-4),所述固定轴心(3-1)一侧设有与支撑梁(1-2)连接的固定盘(3-3),所述滑动槽(3-4)下方设置有光栅压动槽(3-5),光栅压动槽(3-5)和光纤光栅(8)接触。

9. 根据权利要求1所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述测量接触爪(4)设有与待测钢筋紧密贴合的爪头(4-1),所述爪头(4-1)下部

设有弹簧式挡钉(4-2),所述弹簧式挡钉(4-2)上开设有销钉通孔(4-3)。

10.根据权利要求9所述的一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,其特征在于:所述爪装配插槽(5)设有圆筒槽(5-2),所述圆筒槽(5-2)上开设有与弹簧式挡钉(4-2)对应的销钉通孔(5-1),所述测量接触爪(4)和爪装配插槽(5)通过销钉(11)与销钉通孔相配合固定连接,所述爪装配插槽(5)下端设有防滑纹(5-3)与插接槽(5-4),所述爪装配插槽(5)与测量接触爪(4)可分离拆解。

一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置

技术领域

[0001] 本发明属于光纤传感技术领域,具体涉及一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置。

背景技术

[0002] 钢筋混凝土结构在现代建筑领域得到了广泛的应用,它的安全性和稳定性对于整个建筑的使用寿命至关重要。钢筋混凝土结构存在一些常见的内在问题,尤其是钢筋腐蚀问题,往往因为混凝土保护层而难以进行检测,这给建筑的安全性带来了隐患,钢筋腐蚀将会导致混凝土开裂,严重影响其结构性能,甚至可能引发建筑崩塌等严重后果。对于这一问题,目前已有许多针对钢筋腐蚀的监测技术,如电化学方法、声发射技术、电磁波检测法等。但是,这些监测手段不仅需要复杂的设备和技术,还存在着许多局限性,例如对环境条件的依赖性强,无法实现长期、连续的监测,以及无法准确检测出早期腐蚀等问题。光纤光栅传感器因其具有测量精度高、抗电磁干扰、抗腐蚀等性能以及可进行长期连续监测等优点,是一种理想的钢筋腐蚀监测手段。因此,现在急需提供一种用于监测钢筋混凝土腐蚀程度的光纤光栅监测装置。

发明内容

[0003] 本发明需要解决的技术问题是提供一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,能够同时满足对钢筋混凝土铸件长期实时监测、具有较高的稳定性和灵敏性,且灵敏度可调,并且能够进行温度补偿及时分辨出钢筋发生腐蚀时更细小的变化,在节约装置成本的同时能够准确的为钢筋混凝土结构的维护和监测提供更重要的数据支撑。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

一种基于杠杆结构的钢筋混凝土光纤光栅腐蚀监测装置,包括基座,基座底部设置支撑梁,支撑梁上设置有杠杆旋转臂,杠杆旋转臂一端伸向基座主体外,杠杆旋转臂伸出基座主体外的一端插接有爪装配插槽,爪装配插槽连接有测量接触爪,基座上固定有增敏绞线以及与增敏绞线配合粘接的光纤光栅,杠杆旋转臂另一端和光纤光栅接触,光纤光栅尾纤伸向基座主体外并与解调仪相连,测量接触爪将待测量钢筋紧密贴合包裹。

[0005] 本发明技术方案的进一步改进在于:杠杆旋转臂并排设置2个,基座上下两侧设置两支光纤光栅,杠杆旋转臂分别和上下两支光纤光栅接触。

[0006] 本发明技术方案的进一步改进在于:杠杆旋转臂为L型结构,包括长臂和短臂,两个杠杆旋转臂的长臂伸向基座主体外,两个短臂朝向相反分别和上下两侧光纤光栅接触。

[0007] 本发明技术方案的进一步改进在于:支撑梁上分别设置杠杆臂固定轴和固定螺钉,杠杆臂固定轴和固定螺钉相配合,杠杆臂固定轴和固定螺钉与支撑梁的中心孔在同一水平线上。

[0008] 本发明技术方案的进一步改进在于:杠杆旋转臂的长臂一端设有用于插接爪装配插槽的配合插槽,杠杆旋转臂的长臂上设置固定轴心,杠杆臂固定轴穿过固定轴心和支撑

梁的中心孔将两个杠杆旋转臂铰接在支撑梁两侧。

[0009] 本发明技术方案的进一步改进在于:基座的上顶和下底均分隔设置两个固定台,固定台上设置有用固定增敏绞线的旋钮,旋钮下方开设有用于固定光纤光栅的光栅固定槽,光纤光栅纤头与纤尾分别粘接在同侧的两个固定台的光栅固定槽中,光纤光栅栅区与增敏绞线粘接,杠杆旋转臂的短臂正对同侧的两个固定台中间。

[0010] 本发明技术方案的进一步改进在于:基座为箱体结构,基座两侧开设有用于固定防尘板的固定滑轨,防尘板插入固定滑轨内,杠杆旋转臂一端通过基座一侧开设的通过窗伸出基座主体外,固定台同侧的基座侧面上开设有光纤过孔,光纤光栅的尾纤部分通过光纤过孔伸出基座主体外与解调仪相连。

[0011] 本发明技术方案的进一步改进在于:杠杆旋转臂的短臂一端的外侧面上开设有用于固定杠杆平衡配重块的滑动槽,固定轴心一侧设有与支撑梁连接的固定盘,滑动槽下方设置有光栅压动槽,光栅压动槽和光纤光栅接触。

[0012] 本发明技术方案的进一步改进在于:测量接触爪设有与待测钢筋紧密贴合的爪头,爪头下部设有弹簧式挡钉,弹簧式挡钉上开设有销钉通孔。

[0013] 本发明技术方案的进一步改进在于:爪装配插槽设有圆筒槽,圆筒槽上开设有与弹簧式挡钉对应的销钉通孔,测量接触爪和爪装配插槽通过销钉与销钉通孔相配合固定连接,爪装配插槽下端设有防滑纹与插接槽,爪装配插槽与测量接触爪可分离拆解。

[0014] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:

本发明能够对钢筋混凝土结构的表面腐蚀和内部腐蚀状态进行长期实时监测。

[0015] 由于采用二级增敏方法进行装置结构的增敏,通过杠杆旋转臂和增敏绞线分别对装置结构增敏,使用杠杆结构可以对腐蚀产生的应变进行放大;将光栅粘接在增敏绞线上,不仅保证了光纤光栅的使用寿命,还可以通过拧动基座固定台上的旋钮对增敏绞线进行旋紧,进而使得光纤光栅的预拉伸增加,灵敏度提高。

[0016] 根据待监测环境不同,按照需求将杠杆旋转臂通过更改杠杆结构动力臂和阻力臂的比例调整放大倍数,以达到特定环境的更高的灵敏度。同时通过更改增敏绞线的旋紧程度来更改本发明的极限测量范围与装置对应的灵敏度,增敏绞线旋紧程度越紧,灵敏度越高测量范围小。

[0017] 由于采用杠杆旋转臂进行测量所受到的摩擦力以及本发明结构的自身重力影响较大,因此使用增加配重的方式对杠杆旋转臂进行外力配平操作,减少了其他因素对本发明所造成的影响,保证了装置监测过程的稳定性。使用测量接触爪对待测钢筋样本进行贴合包裹,其余核心部件都包裹于基座内部,不易损坏,因此本发明能实现稳定可靠的监测。

[0018] 在保证测量接触爪与待测钢筋接触的情况下,其余装置结构可采用胶粘或者整体浇筑的方式固定在待测结构表面,安装方式简单便捷。

附图说明

[0019] 图1是本发明的装配体结构示意图;

图2是本发明的装配体结构的安装爆炸示意图;

图3是本发明的固定基座示意图;

图4是本发明的防尘板示意图;

图5是本发明的外部整体结构示意图；

图6是本发明的杠杆旋转臂示意图；

图7是本发明的爪部配合示意图；

图8是本发明的测量接触爪示意图；

图9是本发明的爪装配插槽示意图；

图10是本发明的杠杆平衡配重块示意图；

其中,1、基座,2、防尘板,3、杠杆旋转臂,4、测量接触爪,5、爪装配插槽,6、杠杆平衡配重块,7、增敏绞线,8、光纤光栅,9、杠杆臂固定轴,10、固定螺钉,11、销钉,1-1、通过窗,1-2、支撑梁,1-3、固定滑轨,1-4、光栅固定槽,1-5、旋钮,1-6、光纤过孔,1-7、固定台,3-1、固定轴心,3-2、配合插槽,3-3、固定盘,3-4、滑动槽,3-5、光栅压动槽,4-1、爪头,4-2、弹簧式挡钉,4-3、销钉通孔,5-1、销钉通孔,5-2、圆筒槽,5-3、防滑纹,5-4、插接槽。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施例对本发明做进一步详细说明:

如图1至图5所示,基座1为箱体结构,两侧开设有固定滑轨1-3用于固定防尘板2,两个并排的杠杆旋转臂3通过杠杆臂固定轴9与固定螺钉10相配合固定在基座1中心的支撑梁1-2上,并通过基座1左侧开设的通过窗1-1伸出基座1主体外,杠杆臂固定轴9和固定螺钉10与支撑梁1-2的中心孔在同一水平线上。基座1的上顶和下底分别分隔设置两个固定台1-7,用于固定上下两侧的光纤光栅8,固定台1-7上设置有固定增敏绞线7的旋钮1-5,能根据所需调节增敏绞线7的松紧状态。旋钮1-5正下方开设有用于固定光纤光栅8的光栅固定槽1-4,位于基座1上下两侧的两支光纤光栅8能够实现温度互补补偿,通过差分方法将温度与应变因素进行分离,进而达到测量更加准确的效果。基座1右侧开设有上下对应的两个光纤过孔1-6,两支光纤光栅8的尾纤部分通过光纤过孔1-6伸向装置外,与解调仪相连。

[0021] 如图1、图2、图3、图6、图10所示,在未测量状态时,两个杠杆旋转臂3以杠杆臂固定轴9为支点使两端保持平衡,杠杆旋转臂3为并排的L型结构,包括长臂和短臂,其长臂端部均设有配合插槽3-2,用于与爪装配插槽5相连接。两个杠杆旋转臂3的短臂朝向相反,在未测量状态时,分别与上下两侧光纤光栅8相接触,但不使其发生形变。杠杆旋转臂3的长臂设有固定轴心3-1,可根据所需放大比例调整固定轴心3-1的位置,不同的动力臂和阻力臂的比例系数可以获取不同的增敏效果。固定轴心3-1一侧设有固定盘3-3与支撑梁1-2的中心孔贴合,杠杆臂固定轴9穿过固定轴心3-1和支撑梁1-2的中心孔将两个杠杆旋转臂3铰接在支撑梁1-2两侧。由于结构间存在的摩擦力,测量接触爪4和爪装配插槽5的整体装配结构较重,在杠杆旋转臂3短臂外侧面上开设有滑动槽3-4用于固定杠杆平衡配重块6,以平衡外力的影响,使杠杆旋转臂3在开始测量之前两端保持平衡。滑动槽3-4下方设置有光栅压动槽3-5,光栅压动槽3-5与光纤光栅8接触,其采用弹性胶质涂层涂覆,保护监测时形变的光纤光栅8不易遭受到破坏。

[0022] 如图1、图2、图3、图7、图8、图9所示,两个测量接触爪4采取与待测钢筋紧密贴合的爪头4-1结构,两个爪头4-1方向相对,对待测钢筋进行360°包裹,进而达到对腐蚀产物的准确捕捉,由于采用面接触式的测量方式,有效的避免了点测量状态造成的漏检错检的问题。测量接触爪4尾部设有弹簧式挡钉4-2便于固定在爪装配插槽5的圆筒槽5-2中,弹簧式挡钉

4-2与圆筒槽5-2在相同位置开有销钉通孔,使用销钉11可以更加牢固的将测量接触爪4与爪装配插槽5固定,防止测量接触爪4晃动影响测量精度。爪装配插槽5下端设有防滑纹5-3与插接槽5-4,可以将测量接触爪4与爪装配插槽5的整体装配结构固定在杠杆旋转臂3上。测量接触爪4与爪装配插槽5均可分离拆解,根据不同的监测钢筋尺寸,可以更换不同材质不同尺寸的爪部结构,以应对不同的使用场合,节约装置成本。

[0023] 如图1至图3所示,增敏绞线7固定在基座1的旋钮1-5上,通过拧动旋钮1-5调节增敏绞线7的松紧,施加不同的预应力以达到不同的增敏效果。光纤光栅8的纤头与纤尾分别使用环氧树脂胶粘接在固定台1-7上的光栅固定槽1-4中,光纤光栅8栅区与增敏绞线7使用环氧树脂胶紧密粘接,保证了光纤光栅8的使用寿命,与此同时通过调节旋钮的松紧状态拉伸增敏绞线7,随着增敏绞线7的拉伸,可以调整光纤光栅8的预拉伸值,预拉伸值越大测量精度越高,灵敏度越强。

[0024] 基座1可按需使用模具和混凝土直接浇筑在待测结构表面,从而可以降低成本。杠杆旋转臂3可采用轻质材料,测量接触爪4可使用镍合金、钛合金等抗腐蚀材料,增敏绞线7可使用碳素线等高韧性材料。

[0025] 当待测钢筋发生腐蚀时,腐蚀产物的体积大于原钢筋的体积,将造成钢筋体积的膨胀,体积的膨胀会推动测量接触爪4运动,通过杠杆旋转臂3带动增敏绞线7与光纤光栅8发生形变,以造成光纤光栅8的中心波长发生变化,从而对待测钢筋的腐蚀情况进行监测。通过修改杠杆旋转臂3不同的动力臂和阻力臂的比例系数,可以实现不同的放大比例,以获取不同的增敏效果,高灵敏度对应着低的测量范围,因此需要根据不同的监测需求改动装置结构。

[0026] 可以理解,本发明是通过一些实施例进行描述的,本领域技术人员知悉的,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些特征和实施例进行各种改变或等效替换。另外,在本发明的教导下,可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明所保护的范围内。

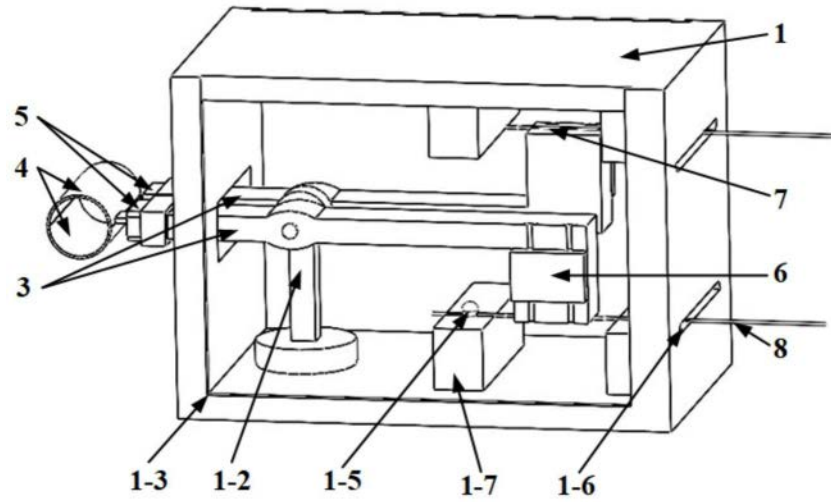


图1

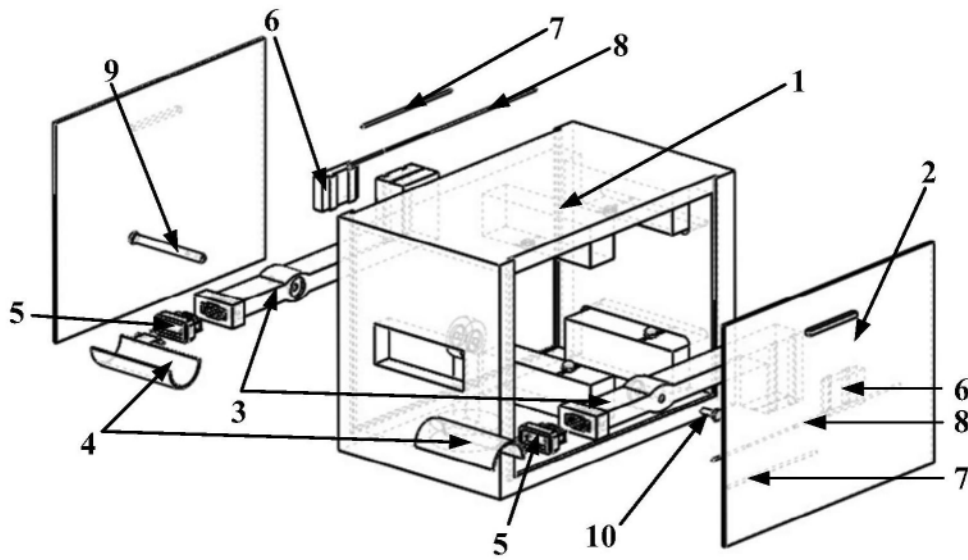


图2

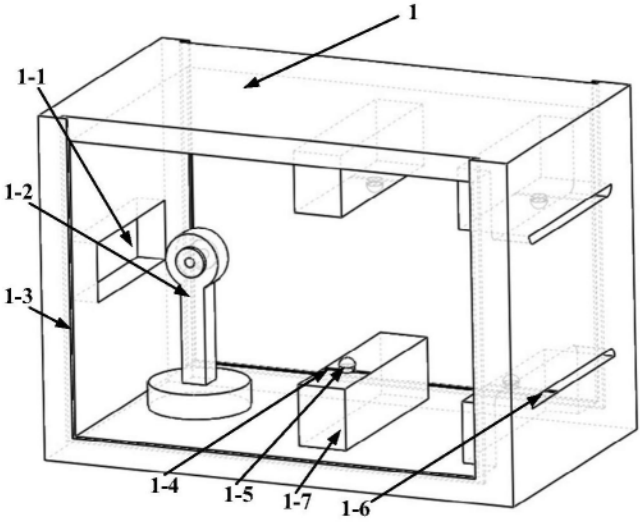


图3

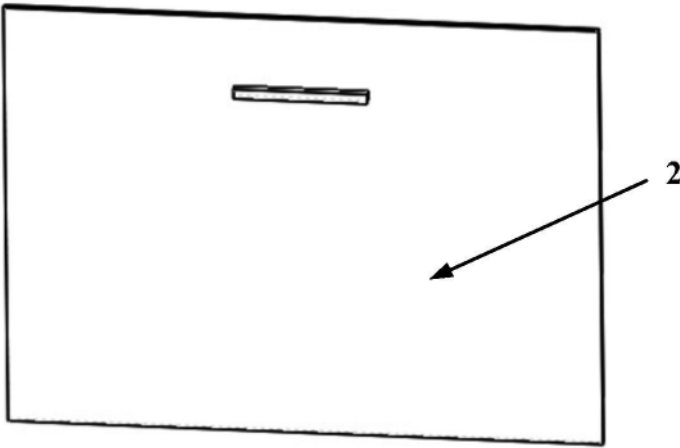


图4

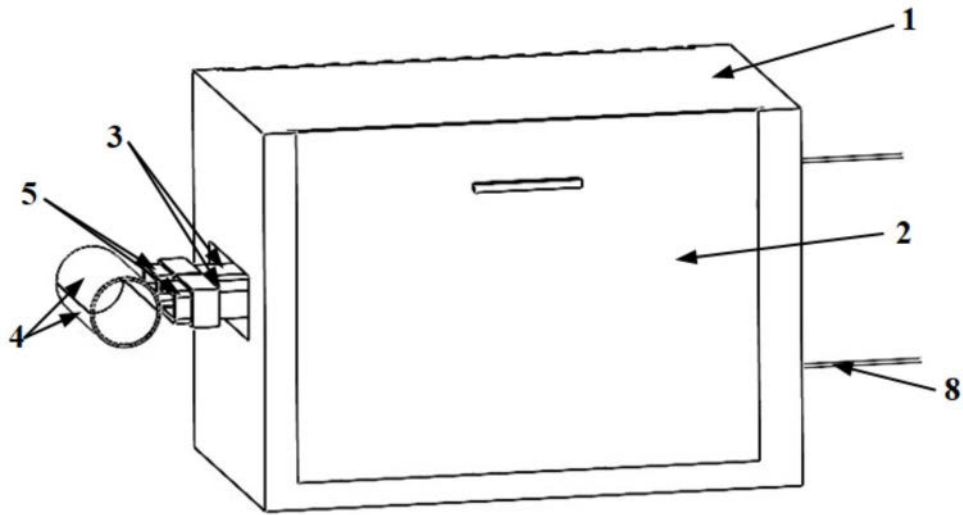


图5

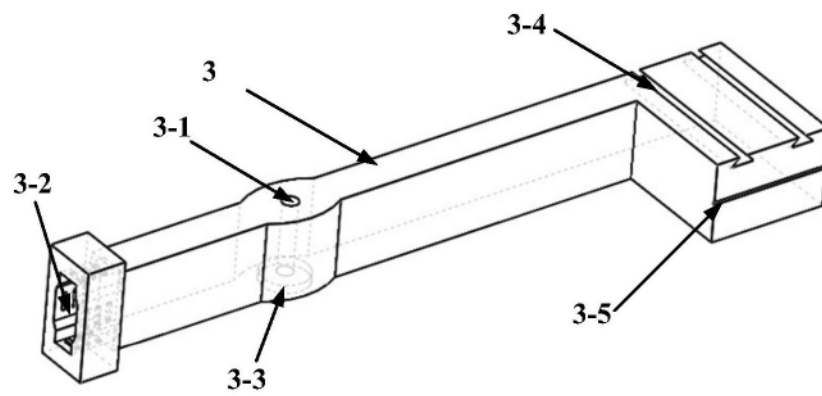


图6

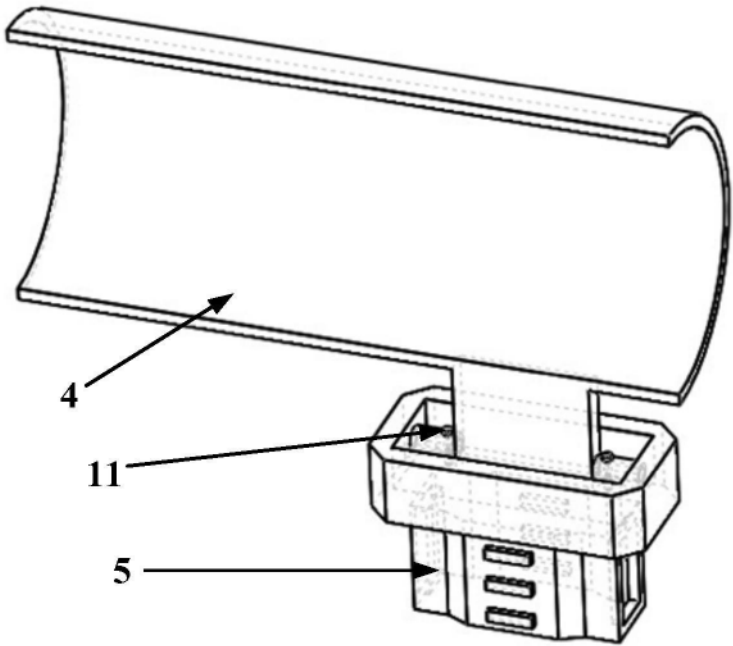


图7

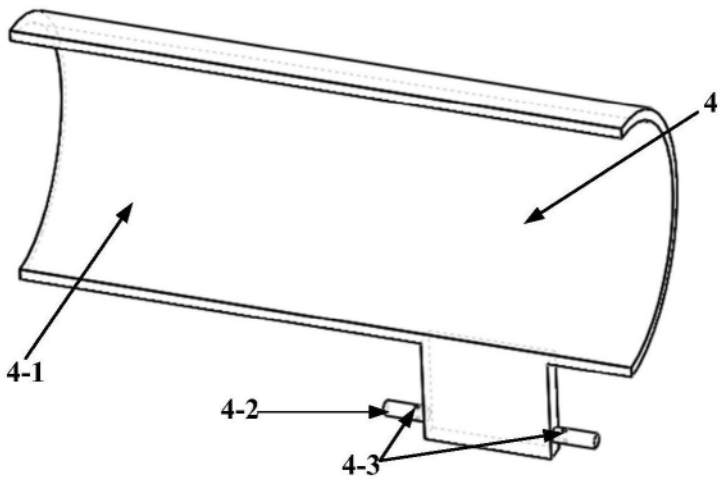


图8

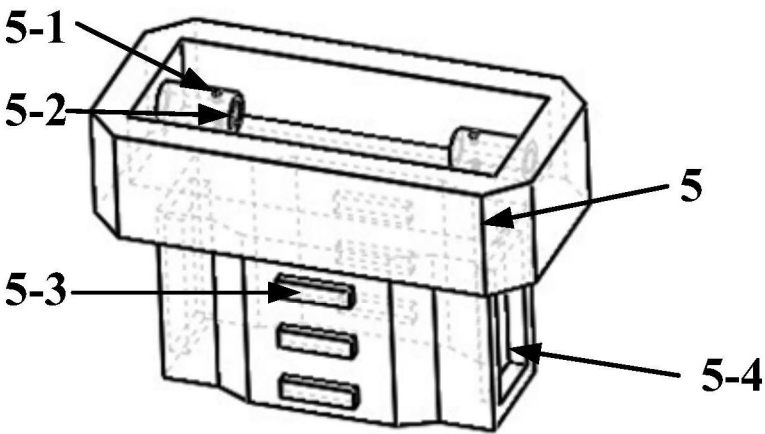


图9

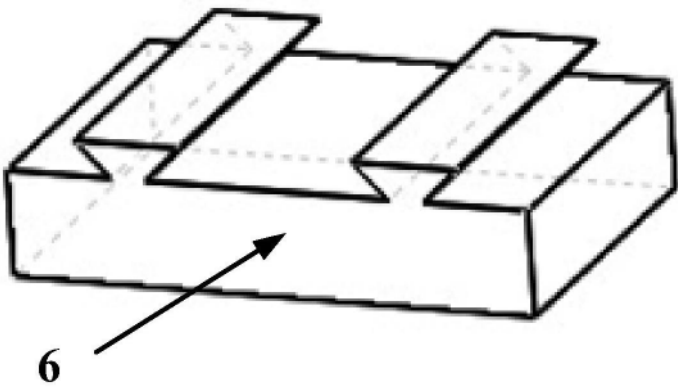


图10