



(21) 申请号 202110640919.7

(22) 申请日 2021.06.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113484226 A

(43) 申请公布日 2021.10.08

(73) 专利权人 中国电器科学研究院股份有限公司

地址 510302 广东省广州市海珠区新港西路204号第一栋

(72) 发明人 向利 陈川 汪洋 刘浩然
揭敢新 王俊 刘淼然 杨阳

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104

专利代理师 宣国华 尤健雄

(51) Int.Cl.

G01N 17/00 (2006.01)

G01N 27/02 (2006.01)

审查员 程荣卿

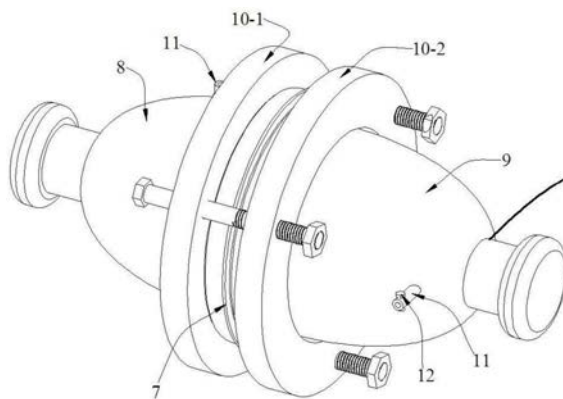
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,包括:步骤S1、在密封橡胶材料投入使用的时候,采用与密封橡胶材料相同的在线监测样品,用测量探头夹持住在线监测样品并置于使用环境中,以使得在线监测样品同步模拟密封橡胶材料在使用时的受力状态和所处环境状态;步骤S2、用阻抗测量装置向在线监测样品加载交流电,以测得在线监测样品在当前时刻的阻抗 Z ;并检测环境温度 T 和环境湿度 H ;步骤S3、计算在线监测样品在当前时刻的剩余使用寿命 t_0 ,也即密封橡胶材料的剩余使用寿命。本发明能够在不破坏密封橡胶材料的情况下,实现对密封橡胶材料的剩余使用寿命的实时在线无损监测,具有监测结果准确度高、成本低、易于实施的优点。



1. 一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法, 用于预测密封橡胶材料的剩余使用寿命, 其特征在于, 包括:

步骤S1、在所述密封橡胶材料投入使用的同时, 采用与所述密封橡胶材料相同的在线监测样品, 用测量探头夹持住所述在线监测样品并置于所述密封橡胶材料所处的使用环境中, 以使得所述在线监测样品同步模拟所述密封橡胶材料在使用时的受力状态和所处环境状态;

步骤S2、用阻抗测量装置向所述在线监测样品加载交流电, 以测得所述在线监测样品在当前时刻的阻抗Z; 并且, 检测所述密封橡胶材料所处使用环境在当前时刻的环境温度T和环境湿度H;

步骤S3、按照以下公式, 计算所述在线监测样品在当前时刻的剩余使用寿命 t_0 , 该剩余使用寿命 t_0 也即所述密封橡胶材料的剩余使用寿命:

$$Z = C * \left\{ \frac{m}{1 + e^{-Kt_0\alpha + Kt_1\alpha}} + \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-Kt_0\alpha + Kt_1\alpha}} \right) * n \right\} * \frac{A}{H} * e^{\frac{a}{T} + \frac{b}{H}};$$

式中, t_1 为所述密封橡胶材料从投入使用开始至当前时刻的已使用天数; C、A、a、b 依次为所述密封橡胶材料的阻抗橡胶性能相关因子、温湿度相关因子、第一计算因子参数和第二计算因子参数; m 和 n 依次为所述密封橡胶材料的完全失效渗透率和全新失效渗透率; K 和 α 依次为所述密封橡胶材料的速率常数和经验常数。

2. 根据权利要求1所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法, 其特征在于: 所述阻抗橡胶性能相关因子C、温湿度相关因子A、第一计算因子参数a和第二计算因子参数b的测定方式为:

将四组用所述测量探头夹持住的在线监测样品分别置于四种不同的实验环境下, 以按照所述步骤S2测得四组在线监测样品在完全老化失效时的阻抗, 其中, 四种所述实验环境的环境温度和环境湿度依次记为T1和H1、T2和H2、T3和H3、T4和H4, 对应测得的阻抗依次记为 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 ;

并且, 通过以下四个公式计算得到所述阻抗橡胶性能相关因子C、温湿度相关因子A、第一计算因子参数a和第二计算因子参数b:

$$Z_1 = C * m * \frac{A}{H_1} * e^{\frac{a}{T_1} + \frac{b}{H_1}};$$

$$Z_2 = C * m * \frac{A}{H_2} * e^{\frac{a}{T_2} + \frac{b}{H_2}};$$

$$Z_3 = C * m * \frac{A}{H_3} * e^{\frac{a}{T_3} + \frac{b}{H_3}};$$

$$Z_4 = C * m * \frac{A}{H_4} * e^{\frac{a}{T_4} + \frac{b}{H_4}}。$$

3. 根据权利要求1所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法, 其特征在于: 所述完全失效渗透率m和全新失效渗透率n通过抽滤装置进行测定, 所述抽滤装置包括盛液瓶(1)、集液瓶(2)和真空泵(3), 所述盛液瓶(1)内盛放有纯水, 所述盛液瓶(1)的瓶口通过被测密封橡胶材料(4)与所述集液瓶(2)的瓶口连通并相互固定, 且所述盛液瓶(1)和集液瓶(2)的瓶口处缠绕有密封胶带(5), 所述真空泵(3)的抽气口通过抽气管(6)连通所述集液瓶(2), 所述真空泵(3)的工作压强为80kpa;

所述完全失效渗透率 m 的测定方式为:以完全老化失效的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料(4),测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料(4)进入所述集液瓶(2)的毫升数,即为所述完全失效渗透率 m ;

所述全新失效渗透率 n 的测定方式为:以全新的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料(4),测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料(4)进入所述集液瓶(2)的毫升数,即为所述全新失效渗透率 n 。

4.根据权利要求1所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述速率常数 K 和经验常数 α 的取值,按照《橡胶密封材料油介质老化特性及寿命评估方法研究》第四章、《橡胶老化寿命预测及压力条件下分子运动能力的研究》第三章、《丁腈橡胶热氧老化性能研究及寿命预测》该三份文献中任意一者记载的方法确定。

5.根据权利要求1至4任意一项所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述步骤S2中,所述阻抗测量装置通过所述测量探头向所述在线监测样品加载交流电并测得所述在线监测样品(7)在当前时刻的阻抗 Z ;

所述测量探头包括第一测量电极(8)、第二测量电极(9)和夹紧机构,所述在线监测样品(7)位于所述第一测量电极(8)与第二测量电极(9)之间,所述夹紧机构能够夹紧所述第一测量电极(8)和第二测量电极(9),所述第一测量电极(8)与第二测量电极(9)各自通过一根电极导线与所述阻抗测量装置电性连接。

6.根据权利要求5所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述夹紧机构包括第一夹板(10-1)和第二夹板(10-2),所述第一测量电极(8)和第二测量电极(9)位于所述第一夹板(10-1)与第二夹板(10-2)之间,所述第一夹板(10-1)和第二夹板(10-2)通过螺栓螺母相连接。

7.根据权利要求6所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述第一夹板(10-1)和第二夹板(10-2)之间的夹紧力通过力矩扳手对所述螺栓螺母进行调节。

8.根据权利要求6所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述夹紧机构还包括第三夹板(10-3),所述第二夹板(10-2)与第三夹板(10-3)之间设有压力传感器(13),所述第一夹板(10-1)、第二夹板(10-2)和第三夹板(10-3)通过所述螺栓螺母相连接。

9.根据权利要求5所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述第一测量电极(8)和第二测量电极(9)均为具有凹腔的壳型电极,所述在线监测样品(7)与该两个凹腔相接;所述凹腔的表面涂覆有耐油、耐酸、耐碱的油漆,所述第一测量电极(8)和第二测量电极(9)的外壁均安装有两根与其凹腔连通的连通管(11),且所述连通管(11)安装有阀门(12);并且,所述第一测量电极(8)和第二测量电极(9)的凹腔中通过所述阀门(12)充满接触介质,所述接触介质为所述密封橡胶材料在使用时所接触到的介质。

10.根据权利要求5所述密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,其特征在于:所述第一测量电极(8)、第二测量电极(9)为三角形的平板型电极。

一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料使用寿命在线监测,具体的说是一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法。

背景技术

[0002] 密封橡胶材料因具有优良的耐油性、压缩不永久变形性、良好的机械强度等优点广泛应用于军工、航空航天、医疗设备、机械及发电等领域,其不仅可以阻止设备内部气液渗漏,还可在金属配件间起缓冲作用,防止相互磨损。而相对金属部件,密封橡胶材料更容易发生老化失效,在实际的使用过程中,因为使用设备环境较为复杂,光、热、腐蚀性介质等均能使其内部结构发生变化,从而出现一系列的失效状况。一旦发生此种失效状况,会造成巨大的经济损失、甚至威胁人生安全,其寿命往往决定了整修周期和维护成本。

[0003] 目前对于密封橡胶材料监测通常是在其使用前或失效后进行的,主要通过人工加速老化试验或自然老化实验评估密封橡胶材料寿命,但由于实际使用环境复杂多变,难以精确表征动态环境下密封橡胶材料的使用寿命,过早更换密封橡胶材料会增加维运成本,而过晚更换则危害设备安全运行,造成更大损失。故对密封橡胶材料准确的寿命评估有着迫切的需求。

[0004] CN 102841099 A提出一种在线式高压硅橡胶材质检测装置,主要采用摄像机将橡胶检测照片发于后台软件按系统进行对比,从而发现缺陷。这种方法通过影像对比分析需摄像机分辨率高,因此成本较高,数据处理量较大,难以大规模应用,这种方法通常缺陷较大时才可观察出,另外影像仅可观察外部,无法对内部失效进行判断。耿然然提出一种基于锆钛酸铅的柔性压电传感器,用于实时在线监测动态冲击应力,以此感知橡胶垫板的老化程度。该方法具有一定的先进性,但对于密封橡胶材料而言,其使用环境复杂,应力变化无法完全判断橡胶失效问题,且即便是柔性压电传感器,其与密封橡胶材料本身存在不兼容性,使用过程中加入该传感器可能影响密封橡胶的密封性能,从而导致密封失效等问题。

[0005] 因此,需要一种操作便利、价格低廉且精准度高的可实时监测密封橡胶材料老化的装置。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法。

[0007] 解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0008] 一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,用于预测密封橡胶材料的剩余使用寿命,其特征在于,包括:

[0009] 步骤S1、在所述密封橡胶材料投入使用的时候,采用与所述密封橡胶材料相同的在线监测样品,用测量探头夹持住所述在线监测样品并置于所述密封橡胶材料所处的使用环境中,以使得所述在线监测样品同步模拟所述密封橡胶材料在使用时的受力状态和所处环境状态,也即所述在线监测样品与所述密封橡胶材料同步老化;

[0010] 步骤S2、用阻抗测量装置向所述在线监测样品加载交流电,以测得所述在线监测样品在当前时刻的阻抗 Z ;并且,检测所述密封橡胶材料所处使用环境在当前时刻的环境温度 T 和环境湿度 H ;

[0011] 步骤S3、按照以下公式,计算所述在线监测样品在当前时刻的剩余使用寿命 t_0 ,该剩余使用寿命 t_0 也即所述密封橡胶材料的剩余使用寿命:

$$[0012] \quad Z = C * \left\{ \frac{m}{1 + e^{-Kt_0^\alpha + Kt_1^\alpha}} + \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-Kt_0^\alpha + Kt_1^\alpha}} \right) * n \right\} * \frac{A}{H} * e^{\frac{a}{T} + \frac{b}{H}};$$

[0013] 式中, t_1 为所述密封橡胶材料从投入使用开始至当前时刻的已使用天数; C 、 A 、 a 、 b 依次为所述密封橡胶材料的阻抗橡胶性能相关因子、温湿度相关因子、第一计算因子参数和第二计算因子参数; m 和 n 依次为所述密封橡胶材料的完全失效渗透率和全新失效渗透率; K 和 α 依次为所述密封橡胶材料的速率常数和经验常数; e 为自然常数。

[0014] 从而,本发明能够在不破坏密封橡胶材料的情况下,实现对密封橡胶材料的剩余使用寿命的实时在线无损监测,具有监测结果准确度高、成本低、易于实施的优点。

[0015] 优选的:所述阻抗橡胶性能相关因子 C 、温湿度相关因子 A 、第一计算因子参数 a 和第二计算因子参数 b 的测定方式为:

[0016] 将四组用所述测量探头夹持住的在线监测样品分别置于四种不同的实验环境下,以按照所述步骤S2测得四组在线监测样品在完全老化失效时的阻抗,其中,四种所述实验环境的环境温度和环境湿度依次记为 T_1 和 H_1 、 T_2 和 H_2 、 T_3 和 H_3 、 T_4 和 H_4 ,对应测得的阻抗依次记为 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 ;

[0017] 并且,通过以下四个公式计算得到所述阻抗橡胶性能相关因子 C 、温湿度相关因子 A 、第一计算因子参数 a 和第二计算因子参数 b :

$$[0018] \quad Z_1 = C * m * \frac{A}{H_1} * e^{\frac{a}{T_1} + \frac{b}{H_1}};$$

$$[0019] \quad Z_2 = C * m * \frac{A}{H_2} * e^{\frac{a}{T_2} + \frac{b}{H_2}};$$

$$[0020] \quad Z_3 = C * m * \frac{A}{H_3} * e^{\frac{a}{T_3} + \frac{b}{H_3}};$$

$$[0021] \quad Z_4 = C * m * \frac{A}{H_4} * e^{\frac{a}{T_4} + \frac{b}{H_4}}。$$

[0022] 优选的:参见图1,所述完全失效渗透率 m 和全新失效渗透率 n 通过抽滤装置进行测定,所述抽滤装置包括盛液瓶、集液瓶和真空泵,所述盛液瓶内盛放有纯水,所述盛液瓶的瓶口通过被测密封橡胶材料与所述集液瓶的瓶口连通并相互固定,且所述盛液瓶和集液瓶的瓶口处缠绕有密封胶带,所述真空泵的抽气口通过抽气管连通所述集液瓶,所述真空泵的工作压强为80kpa;其中,所述密封胶带优选采用PTFE疏水胶带。

[0023] 所述完全失效渗透率 m 的测定方式为:以完全老化失效的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料,测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料进入所述集液瓶的毫升数,即为所述完全失效渗透率 m ;

[0024] 所述全新失效渗透率 n 的测定方式为:以全新的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料,测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料进入所述集液瓶的毫升数,即为所述全新失效渗透率 n 。

[0025] 优选的:所述速率常数 K 和经验常数 α 的取值,按照《橡胶密封材料油介质老化特性

及寿命评估方法研究》第四章、《橡胶老化寿命预测及压力条件下分子运动能力的研究》第三章、《丁腈橡胶热氧老化性能研究及寿命预测》该三份文献中任意一者记载的方法确定。

[0026] 作为本发明的优选实施方式：所述步骤S2中，所述阻抗测量装置通过所述测量探头向所述在线监测样品加载交流电并测得所述在线监测样品在当前时刻的阻抗Z；

[0027] 如图2至图5所示，所述测量探头包括第一测量电极、第二测量电极和夹紧机构，所述在线监测样品位于所述第一测量电极与第二测量电极之间，所述夹紧机构能够夹紧所述第一测量电极和第二测量电极，所述第一测量电极与第二测量电极各自通过一根电极导线与所述阻抗测量装置电性连接；其中，所述第一测量电极和第二测量电极优选采用黄铜、铜镀银等耐腐蚀强、导电性好的金属。

[0028] 优选的：所述夹紧机构包括第一夹板和第二夹板，所述第一测量电极和第二测量电极位于所述第一夹板与第二夹板之间，所述第一夹板和第二夹板通过螺栓螺母相连接，其中，第一夹板和第二夹板优选采用高强度合金钢喷涂陶瓷的外表面绝缘板。

[0029] 优选的：所述第一夹板和第二夹板之间的夹紧力通过力矩扳手对所述螺栓螺母进行调节，以精确的模拟密封橡胶材料在使用时的受力状态。其中，下述实施例三和实施例四均适用于该方式。

[0030] 优选的：参见图4和图5，所述夹紧机构还包括第三夹板，所述第二夹板与第三夹板之间设有压力传感器，所述第一夹板、第二夹板和第三夹板通过所述螺栓螺母相连接，以更为精确的模拟密封橡胶材料在使用时的受力状态。其中，下述实施例四适用于该方式。

[0031] 作为本发明的优选实施方式：如图2和图3所示，所述第一测量电极和第二测量电极均为具有凹腔的壳型电极，所述在线监测样品与该两个凹腔相接；所述凹腔的表面涂覆有耐油、耐酸、耐碱的油漆，所述第一测量电极和第二测量电极的外壁均安装有两根与其凹腔连通的连通管，且所述连通管安装有阀门；并且，所述第一测量电极和第二测量电极的凹腔中通过所述阀门充满接触介质，所述接触介质为所述密封橡胶材料在使用时所接触到的介质，例如：油、酸液、碱液、特殊气体、腐蚀性介质等，但也可以是空气。

[0032] 其中，所述第一测量电极和第二测量电极上均设有两个阀门，是为了确保接触介质能够充满凹腔，以保证在线监测样品与接触介质的有效接触。

[0033] 另外，在接触介质为气体时，可以将同一个电极上的两根连通管与循环泵相连，使得凹腔内的气体能够通过循环泵进行环境，模拟实际工况下密封橡胶材料的真实工作环境。

[0034] 作为本发明的优选实施方式：如图4和图5所示，所述第一测量电极、第二测量电极为三角形的平板型电极。对于密封橡胶材料在使用时所接触到的介质为空气的情况，适用于本实施例四的测量探头。

[0035] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0036] 第一，本发明通过步骤S1使在线监测样品与投入使用的密封橡胶材料同步老化，再通过步骤S2和步骤S3测量在线监测样品的剩余使用寿命，因此，本发明能够在不破坏密封橡胶材料的情况下，实现对密封橡胶材料的剩余使用寿命的实时在线无损监测，具有监测结果准确度高、成本低、易于实施的优点。

[0037] 第二，本发明采用第一测量电极和第二测量电极均具有凹腔的测量探头，在能够实现向在线监测样品加载交流电并测量阻抗的同时，还能够使在线监测样品与接触介质有

效接触,以模拟密封橡胶材料在使用时所接触到的介质,进一步的提高了对密封橡胶材料剩余使用寿命的监测准确度。

附图说明

[0038] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明:

[0039] 图1为本发明中抽滤装置的结构示意图;

[0040] 图2为本发明实施例三的检测探头的立体结构示意图;

[0041] 图3为本发明实施例三的检测探头的平面结构示意图;

[0042] 图4为本发明实施例四的检测探头的立体结构示意图;

[0043] 图5为本发明实施例四的检测探头的平面结构示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合实施例及其附图对本发明进行详细说明,以帮助本领域的技术人员更好的理解本发明的发明构思,但本发明权利要求的保护范围不限于下述实施例,对本领域的技术人员来说,在不脱离本发明之发明构思的前提下,没有做出创造性劳动所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0045] 实施例一

[0046] 本发明公开的是一种密封橡胶材料老化模拟在线监测方法,用于预测密封橡胶材料的剩余使用寿命,包括:

[0047] 步骤S1、在所述密封橡胶材料投入使用的时候,采用与所述密封橡胶材料相同的在线监测样品,用测量探头夹持住所述在线监测样品并置于所述密封橡胶材料所处的使用环境中,以使得所述在线监测样品同步模拟所述密封橡胶材料在使用时的受力状态和所处环境状态,也即所述在线监测样品与所述密封橡胶材料同步老化;

[0048] 步骤S2、用阻抗测量装置向所述在线监测样品加载交流电,以测得所述在线监测样品在当前时刻的阻抗Z;并且,检测所述密封橡胶材料所处使用环境在当前时刻的环境温度T和环境湿度H;

[0049] 步骤S3、按照以下公式,计算所述在线监测样品在当前时刻的剩余使用寿命 t_0 ,该剩余使用寿命 t_0 也即所述密封橡胶材料的剩余使用寿命:

$$[0050] \quad Z = C * \left\{ \frac{m}{1 + e^{-Kt_0^a + Kt_1^a}} + \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-Kt_0^a + Kt_1^a}} \right) * n \right\} * \frac{A}{H} * e^{\frac{a}{T} + \frac{b}{H}};$$

[0051] 式中, t_1 为所述密封橡胶材料从投入使用开始至当前时刻的已使用天数;C、A、a、b依次为所述密封橡胶材料的阻抗橡胶性能相关因子、温湿度相关因子、第一计算因子参数和第二计算因子参数;m和n依次为所述密封橡胶材料的完全失效渗透率和全新失效渗透率;K和a依次为所述密封橡胶材料的速率常数和经验常数;e为自然常数。

[0052] 从而,本发明能够在不破坏密封橡胶材料的情况下,实现对密封橡胶材料的剩余使用寿命的实时在线无损监测,具有监测结果准确度高、成本低、易于实施的优点。

[0053] 以上为本实施例一的基本实施方式,可以在该基本实施方式的基础上做进一步的优化、改进和限定:

[0054] 优选的:所述阻抗橡胶性能相关因子C、温湿度相关因子A、第一计算因子参数a和第二计算因子参数b的测定方式为:

[0055] 将四组用所述测量探头夹持住的在线监测样品分别置于四种不同的实验环境下,以按照所述步骤S2测得四组在线监测样品在完全老化失效时的阻抗,其中,四种所述实验环境的环境温度和环境湿度依次记为T1和H1、T2和H2、T3和H3、T4和H4,对应测得的阻抗依次记为 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 ;

[0056] 并且,通过以下四个公式计算得到所述阻抗橡胶性能相关因子C、温湿度相关因子A、第一计算因子参数a和第二计算因子参数b:

$$[0057] \quad Z_1 = C * m * \frac{A}{H_1} * e^{\frac{a}{T_1} + \frac{b}{H_1}};$$

$$[0058] \quad Z_2 = C * m * \frac{A}{H_2} * e^{\frac{a}{T_2} + \frac{b}{H_2}};$$

$$[0059] \quad Z_3 = C * m * \frac{A}{H_3} * e^{\frac{a}{T_3} + \frac{b}{H_3}};$$

$$[0060] \quad Z_4 = C * m * \frac{A}{H_4} * e^{\frac{a}{T_4} + \frac{b}{H_4}}。$$

[0061] 优选的:参见图1,所述完全失效渗透率m和全新失效渗透率n通过抽滤装置进行测定,所述抽滤装置包括盛液瓶1、集液瓶2和真空泵3,所述盛液瓶1内盛放有纯水,所述盛液瓶1的瓶口通过被测密封橡胶材料4与所述集液瓶2的瓶口连通并相互固定,且所述盛液瓶1和集液瓶2的瓶口处缠绕有密封胶带5,所述真空泵3的抽气口通过抽气管6连通所述集液瓶2,所述真空泵3的工作压强为80kpa;其中,所述密封胶带5优选采用PTFE疏水胶带。

[0062] 所述完全失效渗透率m的测定方式为:以完全老化失效的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料4,测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料4进入所述集液瓶2的毫升数,即为所述完全失效渗透率m;

[0063] 所述全新失效渗透率n的测定方式为:以全新的密封橡胶材料作为所述被测密封橡胶材料4,测得所述纯水每分钟透过所述被测密封橡胶材料4进入所述集液瓶2的毫升数,即为所述全新失效渗透率n。

[0064] 优选的:所述速率常数K和经验常数 α 的取值,按照《橡胶密封材料油介质老化特性及寿命评估方法研究》第四章、《橡胶老化寿命预测及压力条件下分子运动能力的研究》第三章、《丁腈橡胶热氧老化性能研究及寿命预测》该三份文献中任意一者记载的方法确定。

[0065] 实施例二

[0066] 在上述实施例一的基础上,本实施例二还采用了以下优选的实施方式:

[0067] 所述步骤S2中,所述阻抗测量装置通过所述测量探头向所述在线监测样品加载交流电并测得所述在线监测样品7在当前时刻的阻抗Z;

[0068] 如图2至图5所示,所述测量探头包括第一测量电极8、第二测量电极9和夹紧机构,所述在线监测样品7位于所述第一测量电极8与第二测量电极9之间,所述夹紧机构能够夹紧所述第一测量电极8和第二测量电极9,所述第一测量电极8与第二测量电极9各自通过一根电极导线与所述阻抗测量装置电性连接;其中,所述第一测量电极8和第二测量电极9优选采用黄铜、铜镀银等耐腐蚀强、导电性好的金属。

[0069] 以上为本实施例二的基本实施方式,可以在该基本实施方式的基础上做进一步的优化、改进和限定:

[0070] 优选的:所述夹紧机构包括第一夹板10-1和第二夹板10-2,所述第一测量电极8和

第二测量电极9位于所述第一夹板10-1与第二夹板10-2之间,所述第一夹板10-1和第二夹板10-2通过螺栓螺母相连接,其中,第一夹板10-1和第二夹板10-2优选采用高强度合金钢喷涂陶瓷的外表面绝缘板。

[0071] 优选的:所述第一夹板10-1和第二夹板10-2之间的夹紧力通过力矩扳手对所述螺栓螺母进行调节,以精确的模拟密封橡胶材料在使用时的受力状态。其中,下述实施例三和实施例四均适用于该方式。

[0072] 优选的:参见图4和图5,所述夹紧机构还包括第三夹板10-3,所述第二夹板10-2与第三夹板10-3之间设有压力传感器13,所述第一夹板10-1、第二夹板10-2和第三夹板10-3通过所述螺栓螺母相连接,以更为精确的模拟密封橡胶材料在使用时的受力状态。其中,下述实施例四适用于该方式。

[0073] 实施例三

[0074] 在上述实施例一或实施例二的基础上,本实施例三还采用了以下优选的实施方式:

[0075] 如图2和图3所示,所述第一测量电极8和第二测量电极9均为具有凹腔的壳型电极,所述在线监测样品7与该两个凹腔相接;所述凹腔的表面涂覆有耐油、耐酸、耐碱的油漆,所述第一测量电极8和第二测量电极9的外壁均安装有两根与其凹腔连通的连通管11,且所述连通管11安装有阀门12;并且,所述第一测量电极8和第二测量电极9的凹腔中通过所述阀门12充满接触介质,所述接触介质为所述密封橡胶材料在使用时所接触到的介质,例如:油、酸液、碱液、特殊气体、腐蚀性介质等,但也可以是空气。

[0076] 其中,所述第一测量电极8和第二测量电极9上均设有两个阀门12,是为了确保接触介质能够充满凹腔,以保证在线监测样品7与接触介质的有效接触。

[0077] 另外,在接触介质为气体时,可以将同一个电极上的两根连通管11与循环泵相连,使得凹腔内的气体能够通过循环泵进行环境,模拟实际工况下密封橡胶材料的真实工作环境。

[0078] 实施例四

[0079] 在上述实施例一或实施例二的基础上,本实施例四还采用了以下优选的实施方式:

[0080] 如图4和图5所示,所述第一测量电极8、第二测量电极9为三角形的平板型电极。对于密封橡胶材料在使用时所接触到的介质为空气的情况,适用于本实施例四的测量探头。

[0081] 本发明不局限于上述具体实施方式,根据上述内容,按照本领域的普通技术知识和惯用手段,在不脱离本发明上述基本技术思想前提下,本发明还可以做出其它多种形式的等效修改、替换或变更,均落在本发明的保护范围之内。

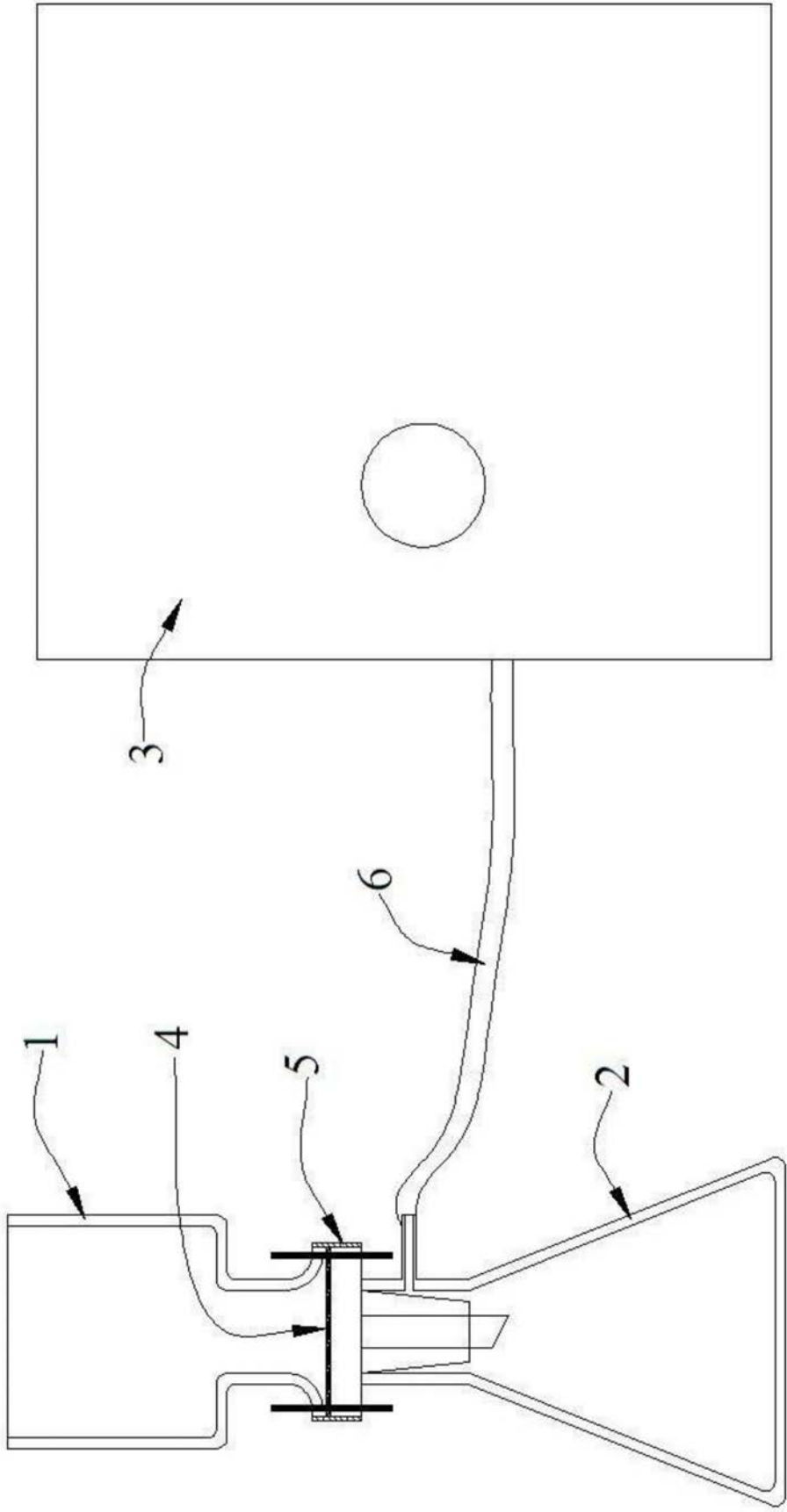


图1

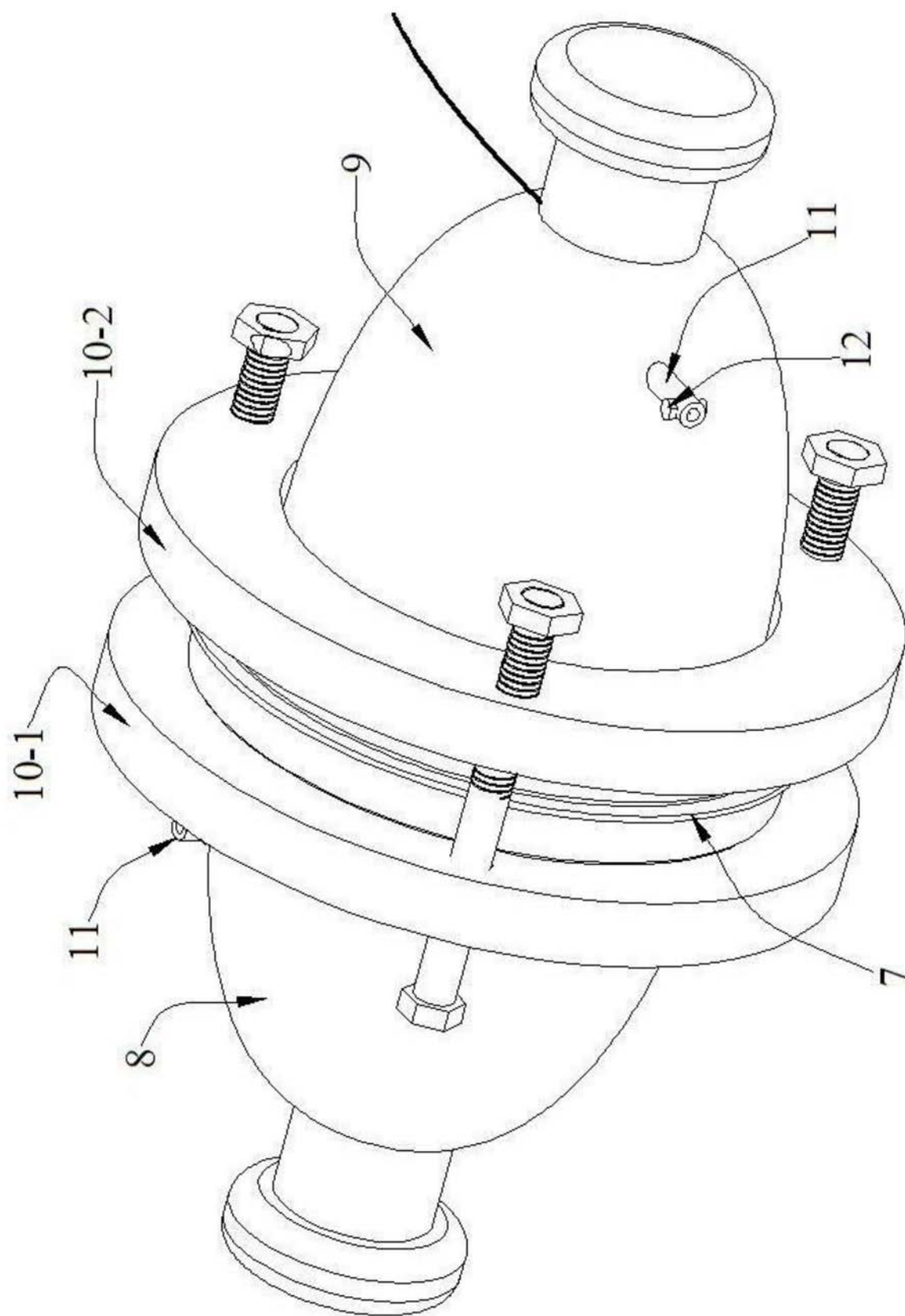


图2

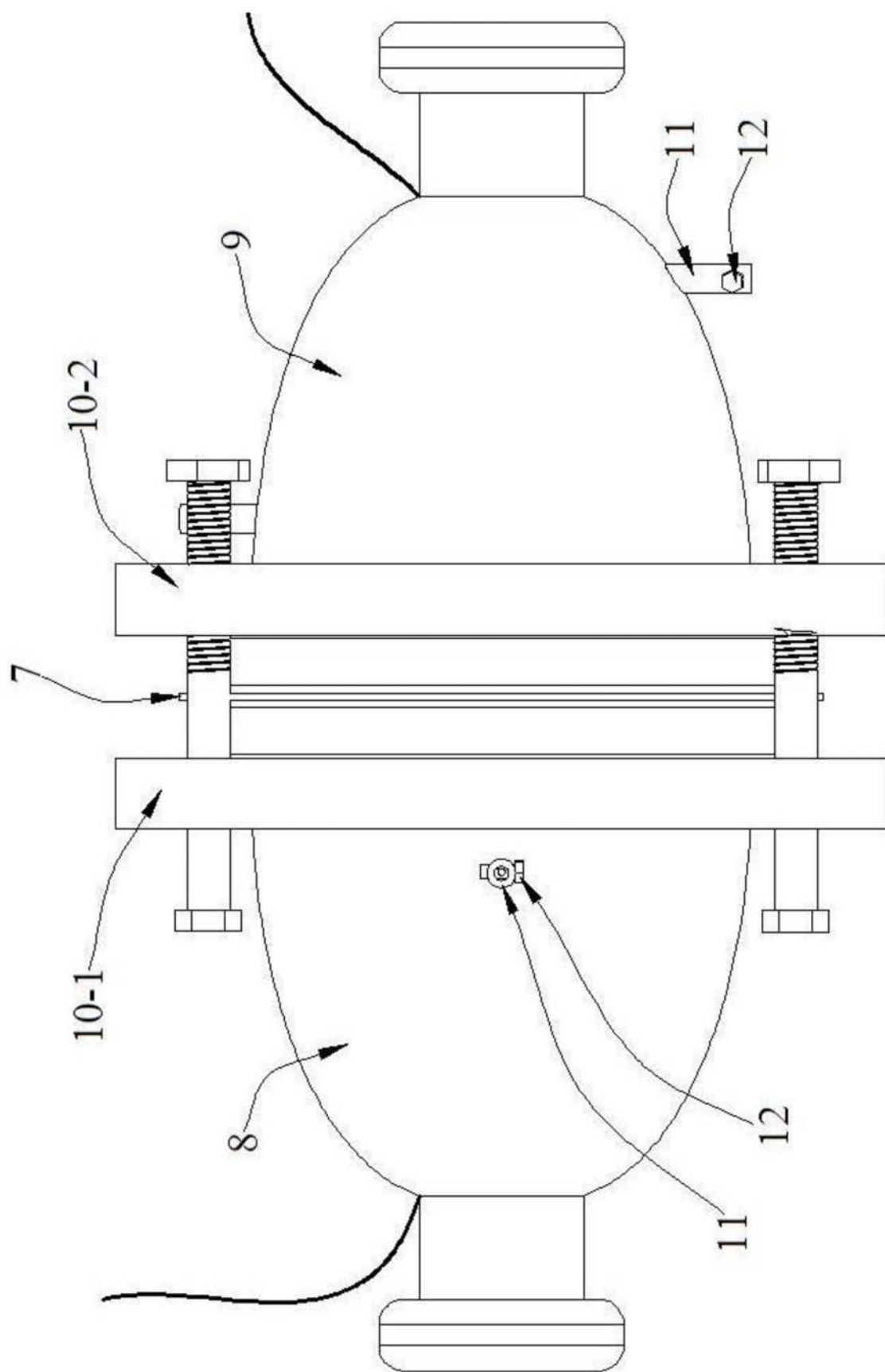


图3

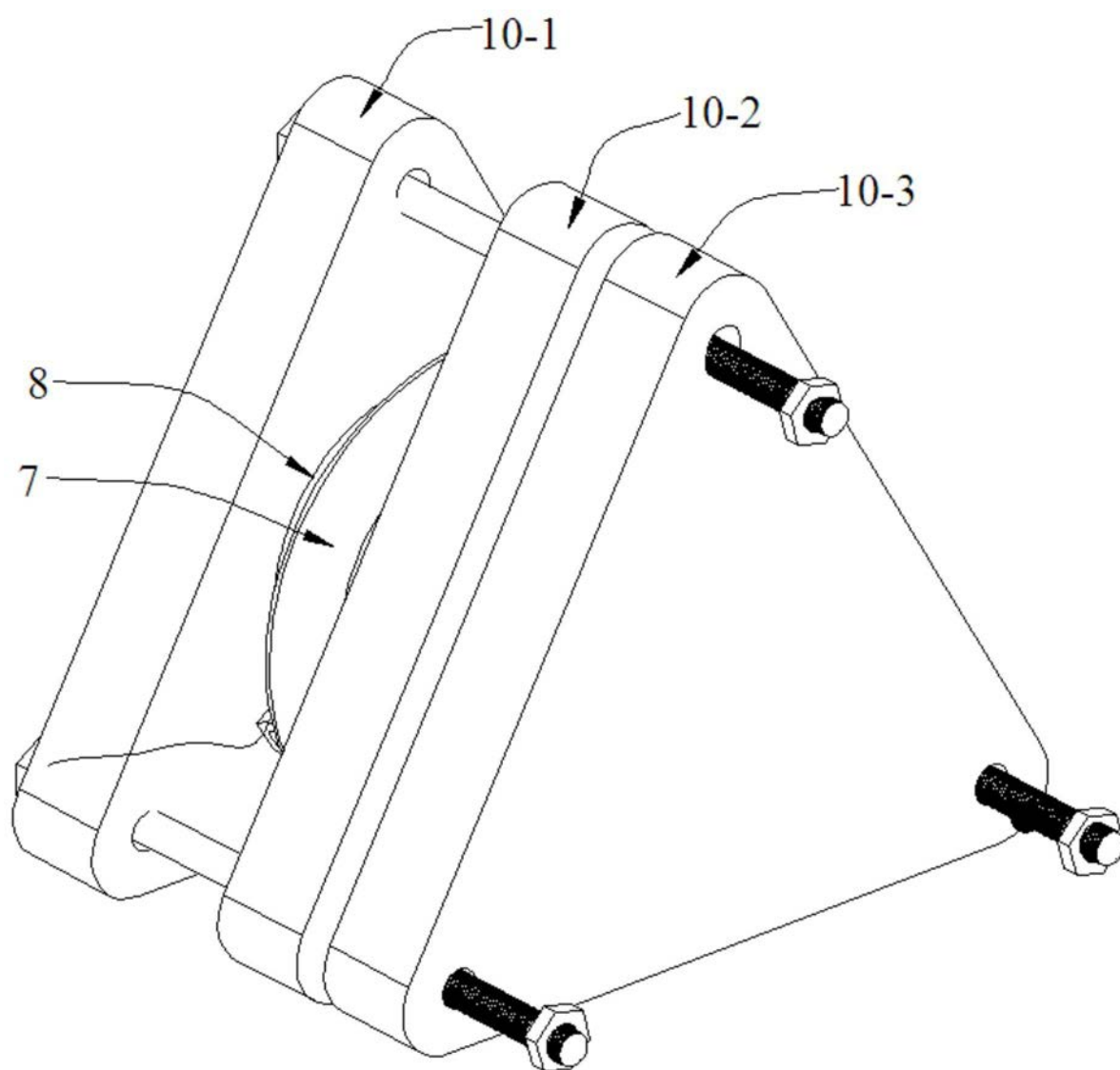


图4

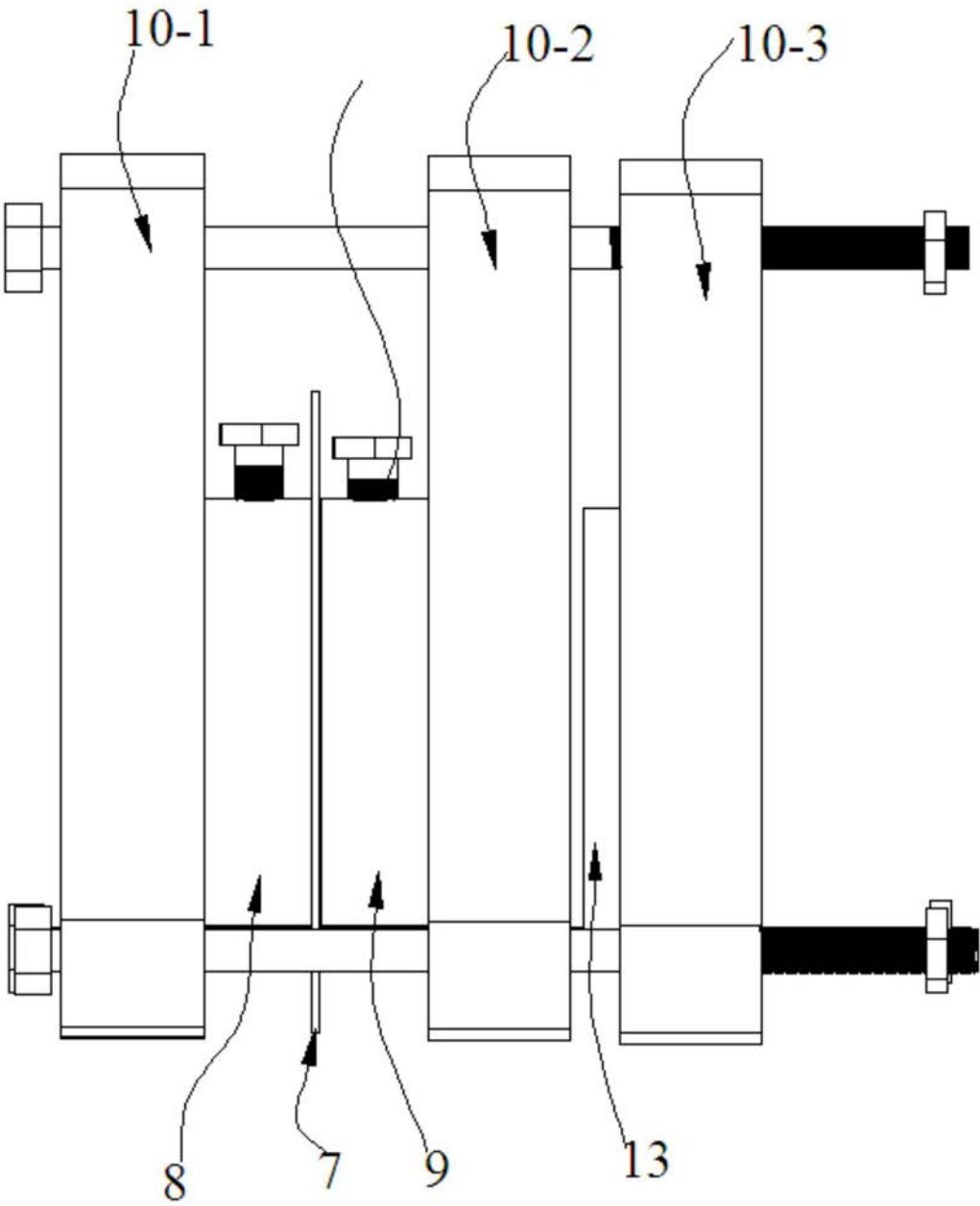


图5