



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105158141 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510568351. 7

(22) 申请日 2015. 09. 08

(71) 申请人 河海大学

地址 210098 江苏省南京市鼓楼区西康路 1 号

(72) 发明人 王媛 倪小东 李冬田 冯迪 杨庆刚 陈珂

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 朱妃 董建林

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

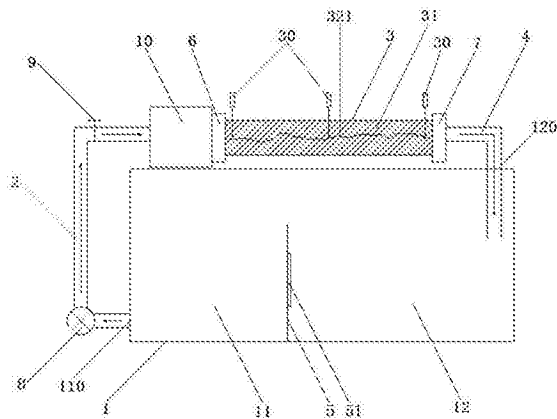
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,包括依次相连的水槽、供水管路、入水端帽、裂隙试件、出水端帽和回水管路,以及水压传感器;供水管路依次设置有增压泵和调压阀门,入水端帽和出水端帽均开设有引水用的水平缝;裂隙试件包括试件主体和位于试件主体内的裂隙主体,裂隙主体包括裂隙、光滑平槽和橡胶垫片,光滑平槽沿裂隙轴向分布于裂隙两侧,橡胶垫片填充于光滑平槽将裂隙两侧密封,裂隙的轴长两端与水平缝相接、并通过更换不同厚度的橡胶垫片进行裂隙开度调节;水压传感器通过探针延伸入裂隙进行测量裂隙过流水压。实现准确便捷、真实准确的反映粗糙岩体裂隙高速渗流过程,且工序简明、水量计算简单、用水可循环、裂隙开度可控。



1. 一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:包括依次相连的水槽、供水管路、裂隙试件和回水管路,所述水槽通过安设溢流三角堰形成水流相贯通的下水槽和上水槽两水区;

所述供水管路的始端与设于下水槽的供水口相连、供水管路的末端通过入水端帽与裂隙试件的入水端相连,所述回水管路的始端通过出水端帽与裂隙试件的出水端相连、回水管路的末端贯穿过设于上水槽的回水口延伸入上水槽中;

所述供水管路自始端到末端依次设置有增压泵和调压阀门,所述入水端帽和出水端帽均开设有引水用的水平缝,所述裂隙试件沿轴向依次设置至少三处水压传感器,所述溢流三角堰位于上水槽侧设置有水位测针;

所述裂隙试件包括试件主体和位于试件主体内的裂隙主体,所述裂隙主体沿试件主体轴向分布并平分试件主体;所述裂隙主体包括裂隙、光滑平槽和橡胶垫片,所述光滑平槽沿裂隙轴向分布于裂隙两侧,所述橡胶垫片填充于光滑平槽将裂隙两侧密封,所述裂隙的轴长两端与水平缝相接、并通过更换不同厚度的橡胶垫片进行裂隙开度调节;所述水压传感器通过探针延伸入裂隙进行测量裂隙过流水压。

2. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述裂隙主体还包括水流过渡区,所述水流过渡区分布于裂隙的轴长两端、并与水平缝相接。

3. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述试件主体通过外套管夹固定。

4. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述供水管路的末端和入水端帽之间设置有缓水箱。

5. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述入水端帽和出水端帽通过长螺杆贯穿后拧紧螺帽进行拉紧固连。

6. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述入水端帽和出水端帽均内垫有密封垫圈。

7. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述水压传感器等间隔分布有三处,依次为靠近裂隙试件入水端的始端水压传感器、位于裂隙试件轴长中心的中间水压传感器、和靠近裂隙试件出水端的末端水压传感器。

8. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述橡胶垫片涂抹玻璃胶后填充入光滑平槽。

9. 根据权利要求1所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述橡胶垫片的厚度为 X , $0 < X \leq 9\text{mm}$ 。

10. 根据权利要求9所述的一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,其特征在于:所述橡胶垫片的厚度为1mm、1.5mm、2mm、3mm、3.5mm、4mm、5mm 或 8mm。

一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种渗流试验装置,特别是涉及一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,属于土木工程技术领域。

背景技术

[0002] 我国西南地区水电资源丰富,域内多高山峡谷,喀斯特地貌分布广泛,深部岩体中裂隙较发育,工程建设过程中多次发生高压隐伏水突水突泥事故。如何解决岩溶地区含高压隐伏水体深部裂隙岩体地层中修建大型水电隧洞工程中遇到的突水灾害问题,成为我国水电及岩土工程领域的迫切问题。

[0003] 岩体的天然裂隙结构与渗流行为异常复杂,岩体裂隙渗流机制与定量描述一直是岩土、矿业、地质、石油及天然气工程高度关注的难点问题。在以往的工程实践中,大多采用线性达西渗流定律计算岩体突水量。然而大量科学试验和工程实例表明,特定条件下岩体裂隙中的渗流已经不再遵循达西定律,呈一种非线性运动规律,此时如仍采用线性达西渗流定律进行突涌水量的预测,必然存在较大误差。目前,岩体渗流力学对于粗糙裂隙高速渗流特性的研究较少,还没有统一的准则来描述粗糙裂隙非达西流水力性质;如能通过试验来模拟粗糙岩体裂隙高速非达西渗流的运动,则将为研究岩体裂隙高速非达西渗流运动规律提供强有力的支持。

[0004] 目前,对岩体裂隙渗流的研究分为理论研究、室内试验以及数值试验研究,由于岩体高速非达西渗流特性较复杂,目前开展的研究较少尤其试验研究较少。分析原因主要是试验条件要求较为苛刻,以往的高速非达西渗流研究主要是在高压三轴渗流试验仪及其他进口测试仪器上完成,可以获得较好的试验效果;但是,高压三轴渗流试验仪试验主要是分析应力应变对裂隙渗流特性的影响,难以控制裂隙开度的变化,因此无法开展裂隙开度对渗流特性的影响,并且由于传统高压三轴渗流试验仪对试件尺寸规格要求较高,加工难度大,渗径长度较短,局限性较大。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于,克服现有技术中的不足,提供一种新型结构的可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,特别适用于研究岩体裂隙高速非达西渗流运动。

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供结构紧凑、拆装方便、制作容易、安全可靠、实用性强的可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,不仅实现准确便捷、真实准确的反映粗糙岩体裂隙高速渗流过程,而且工序简明、水量计算简单、用水可循环、经济高效;更重要的是裂隙开度可控,试件尺寸易于加工,极具有产业上的利用价值。

[0007] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0008] 一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,包括依次相连的水槽、供水管路、裂隙试件和回水管路,所述水槽通过安设溢流三角堰形成水流相贯通的下水槽和上水槽两水区。

[0009] 其中,所述供水管路的始端与设于下水槽的供水口相连、供水管路的末端通过入

水端帽与裂隙试件的入水端相连,所述回水管路的始端通过出水端帽与裂隙试件的出水端相连、回水管路的末端贯穿过设于上水槽的回水口延伸入上水槽中;所述供水管路自始端到末端依次设置有增压泵和调压阀门,所述入水端帽和出水端帽均开设有引水用的水平缝,所述裂隙试件沿轴向依次设置至少三处水压传感器,所述溢流三角堰位于上水槽侧设置有水位测针。

[0010] 而且,所述裂隙试件包括试件主体和位于试件主体内的裂隙主体,所述裂隙主体沿试件主体轴向分布并平分试件主体;所述裂隙主体包括裂隙、光滑平槽和橡胶垫片,所述光滑平槽沿裂隙轴向分布于裂隙两侧,所述橡胶垫片填充于光滑平槽将裂隙两侧密封,所述裂隙的轴长两端与水平缝相接、并通过更换不同厚度的橡胶垫片进行裂隙开度调节;所述水压传感器通过探针延伸入裂隙进行测量裂隙过流水压。

[0011] 本发明进一步设置为:所述裂隙主体还包括水流过渡区,所述水流过渡区分布于裂隙的轴长两端、并与水平缝相接。

[0012] 本发明进一步设置为:所述试件主体通过外套管夹固定。

[0013] 本发明进一步设置为:所述供水管路的末端和入水端帽之间设置有缓水箱。

[0014] 本发明进一步设置为:所述入水端帽和出水端帽通过长螺杆贯穿后拧紧螺帽进行拉紧固连。

[0015] 本发明进一步设置为:所述入水端帽和出水端帽均内垫有密封垫圈。

[0016] 本发明进一步设置为:所述水压传感器等间隔分布有三处,依次为靠近裂隙试件入水端的始端水压传感器、位于裂隙试件轴长中心的中间水压传感器、和靠近裂隙试件出水端的末端水压传感器。

[0017] 本发明进一步设置为:所述橡胶垫片涂抹玻璃胶后填充入光滑平槽。

[0018] 本发明进一步设置为:所述橡胶垫片的厚度为 X , $0 < X \leq 9\text{mm}$ 。

[0019] 本发明进一步设置为:所述橡胶垫片的厚度为 1mm 、 1.5mm 、 2mm 、 3mm 、 3.5mm 、 4mm 、 5mm 或 8mm 。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有的有益效果是:

[0021] 1、通过依次相连的水槽、供水管路、裂隙试件和回水管路的设置,其裂隙试件包括试件主体和位于试件主体内的裂隙主体,其中裂隙主体包括裂隙、光滑平槽和橡胶垫片,不仅实现准确便捷、真实准确的反映粗糙岩体裂隙高速渗流过程,而且可通过更换不同厚度的橡胶垫片进行裂隙开度调节,实现裂隙开度可控,试件尺寸易于加工的目的,以及进行裂隙开度对渗流特性影响的研究。

[0022] 2、利用增压泵使水流获得高水压水头,便于提高试验所需水压值,克服了传统通过提高水箱高度增加水压方法所面临的局限性,从而可避免室内增压等繁琐过程,使高压渗流试验能得以顺利开展。

[0023] 3、通过在裂隙试件的入水端和出水端分别安装入水端帽和出水端帽,且入水端帽和出水端帽均开设有引水用的水平缝,可以引导水流流入裂隙和流出裂隙;通过两个端帽均内垫有密封垫圈,可增强密封性能;而入水端帽和出水端帽通过长螺杆拉紧固定,可解决传统试验中密封效果不好的问题,保障试验顺利进行。

[0024] 4、在试验过程中水流通过裂隙后流入上水槽,然后通过溢流三角堰流回下水槽,可以实现水流自循环效果,解决现有进行高压渗流试验需随时额外供水的问题,大幅提

高试验效率、节约研究成本。

[0025] 5、试验装置在压力测量方面,于裂隙上、中、下游安装精密的水压传感器来测量三点处的水压,以此来计算获得裂隙过流水压差和水力梯度,可获得精确稳定的压力值,提高试验的精度。

[0026] 6、由于进行高水压裂隙渗流试验,试验过程中水流速度较快,流量较大,如果传统体积法进行流量测量是不现实的,而利用三角堰溢流原理,通过溢流三角堰的流量计算公式计算出流量,可以获得较为准确的流量瞬时值,水量计算简单,简明而高效。

[0027] 上述内容仅是本发明技术方案的概述,为了更清楚的了解本发明的技术手段,下面结合附图对本发明作进一步的描述。

附图说明

[0028] 图 1 为本发明一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置的结构示意图;

[0029] 图 2 为本发明一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置中裂隙试件的结构分解图。

具体实施方式

[0030] 下面结合说明书附图,对本发明作进一步的说明。

[0031] 如图 1 及图 2 所示,一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置,包括依次相连的水槽 1、供水管路 2、裂隙试件 3 和回水管路 4,所述水槽 1 通过安设溢流三角堰 5 形成水流相贯通的下水槽 11 和上水槽 12 两水区。

[0032] 所述供水管路 2 的始端与设于下水槽 11 的供水口 110 相连、供水管路 2 的末端通过入水端帽 6 与裂隙试件 3 的入水端相连,所述回水管路 4 的始端通过出水端帽 7 与裂隙试件 3 的出水端相连、回水管路 4 的末端贯穿过设于上水槽 12 的回水口 120 延伸入上水槽 12 中。所述入水端帽 6 和出水端帽 7 均内垫有密封垫圈,并通过长螺杆贯穿后拧紧螺帽进行拉紧固连。

[0033] 所述供水管路 2 自始端到末端依次设置有增压泵 8 和调压阀门 9,所述入水端帽 6 和出水端帽 7 均开设有引水用的水平缝(图中未示出),所述裂隙试件 3 沿轴向依次设置至少三处水压传感器 30,所述溢流三角堰 5 位于上水槽 12 侧设置有水位测针 51。所述供水管路 2 的末端和入水端帽 6 之间设置有缓水箱 10。

[0034] 如图 2 所示,所述裂隙试件 3 包括可通过外套管夹(图中未示出)得以固定的试件主体 31 和位于试件主体 31 内的裂隙主体 32,所述裂隙主体 32 沿试件主体 31 轴向分布并平分试件主体 31;所述裂隙主体 32 包括裂隙 321、光滑平槽 322 和橡胶垫片 323,以及水流过渡区 324。

[0035] 所述光滑平槽 322 沿裂隙 321 轴向分布于裂隙 321 两侧,所述橡胶垫片 323 填充于光滑平槽 322 将裂隙 321 两侧密封,所述水流过渡区 324 分布于裂隙 321 的轴长两端、并与水平缝相接。所述裂隙 321 的轴长两端通过水流过渡区 324 与水平缝相接、并通过更换不同厚度的橡胶垫片 323 进行裂隙 321 开度调节;所述水压传感器 30 通过探针延伸入裂隙 321 进行测量裂隙 321 过流水压。

[0036] 如图 1 所示,所述水压传感器 30 等间隔分布有三处,依次为靠近裂隙试件 3 入水端的始端水压传感器、位于裂隙试件 3 轴长中心的中间水压传感器、和靠近裂隙试件 3 出水

端的末端水压传感器。

[0037] 在图2中仅示出一片橡胶垫片323,所述橡胶垫片323可通过涂抹玻璃胶后填充入光滑平槽,增加密封性;可采用厚度范围为 $0 < X \leq 9\text{mm}$ 的橡胶垫片进行裂隙开度调节。

[0038] 本发明提供了一种可循环粗糙裂隙高速渗流试验装置的试验操作过程为:

[0039] 步骤1、准备裂隙试件:试验开始前,先制备好试验用的粗糙裂隙试件,确保用于试验的水泥裂隙试件已经养护28天,试件强度至少达到70%;

[0040] 步骤2、准备橡胶垫片:可准备1mm、1.5mm、2mm、3mm、3.5mm、4mm、5mm或8mm等不同标准厚度的橡胶垫片;以标准厚度的橡胶垫片使裂隙形成一定的开度,在裂隙试件两侧的光滑平槽和橡胶垫片上分别涂抹一层薄薄的玻璃胶,以达到较好的密封效果;

[0041] 步骤3、安放橡胶垫片:将标准厚度橡胶垫片安放在裂隙试件两侧光滑平槽中,合上平分的试件主体的相对应上下面,以形成相应要求的裂隙开度,然后用管夹将试件主体固定,并用螺栓拧紧以防漏水和水压破坏;

[0042] 步骤4、测量裂隙开度:完成试件主体和橡胶垫片的安装后,再用游标卡尺对裂隙宽度进行多点测量取平均值,并记录下来作为最终的裂隙宽度,此时裂隙主体部分制成;

[0043] 步骤5、端帽密封操作:在进水端帽和出水端帽中也均涂抹上玻璃胶,内垫入防水垫圈,以达到密封不透水的目的;

[0044] 步骤6、安装端帽:将裂隙试件装入进水端帽中,盖上出水端帽,穿入四根长螺杆进行固定,前后用螺帽拧紧固定,将水压力传感器安装于裂隙上测点位置;

[0045] 步骤7、密封性检查:连接进水水管和出水管,检查各管夹和螺栓是否固定紧密,打开增压泵电源开关,用调压阀门从小到大调节水泵流量,打开缓水箱排气阀排出缓水箱内空气,先验证试验装置的密封性是否满足要求,若不满足则用快干密封胶进行补救措施;

[0046] 步骤8、试验操作及读取数据:密封性满足要求后,将调压阀门从小到大进行调节,待位于上游测压孔的末端水压传感器数显计指数发生变化时,等待一段时间,等上水槽水位稳定后再读取水位测针读数,并记录始端水压传感器、中间水压传感器和末端水压传感器三处的上中下游读数和水位测针读数,利用溢流三角堰流量计算公式计算得到流量值;

[0047] 步骤9、更换橡胶垫片:完成一组试验数据的测量后,卸下水泥裂隙试件,更换橡胶垫片重复步骤3~8,进行下一裂隙开度的试验数据的测量;

[0048] 步骤10、更换裂隙试件:完成所有开度试验数据的测量后,卸下水泥裂隙试件,进行不同裂隙试件的试验数据的测量;

[0049] 步骤11、重复试验步骤2~10的操作,直至完成所有裂隙试件的测量为止;

[0050] 步骤12、所有试验完成后,卸下裂隙试件和试验装置,拆下水位测针和所有连接件,放掉上水槽和下水槽中的水,将增压泵中的水排净,归置好所有试验用具以备以后再使用。

[0051] 上述试验过程中水流由增压泵获得高水压水头,水流通过裂隙后流入上水槽,然后通过溢流三角堰流入下水槽,实现循环水流效果;通过缓水箱的设置,实现水压稳定性输出;在裂隙上、中、下游安装精密的水压传感器测量三点处的水压,可解决裂隙过流水压差测量问题;在裂隙两侧预留光滑平槽,通过更换标准厚度橡胶垫片,可解决裂隙开度的调整

问题；在裂隙进出水口位置分别安装均开有水平缝的入水端帽和出水端帽，并通过长螺杆拉紧固定两端帽，可解决引流和密封的问题；再利用水位测针读取上水槽的水面高度，通过溢流三角堰的流量计算公式计算出流量，解决试验过程中流速较大流量不易测量问题。

[0052] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征及优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进步都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

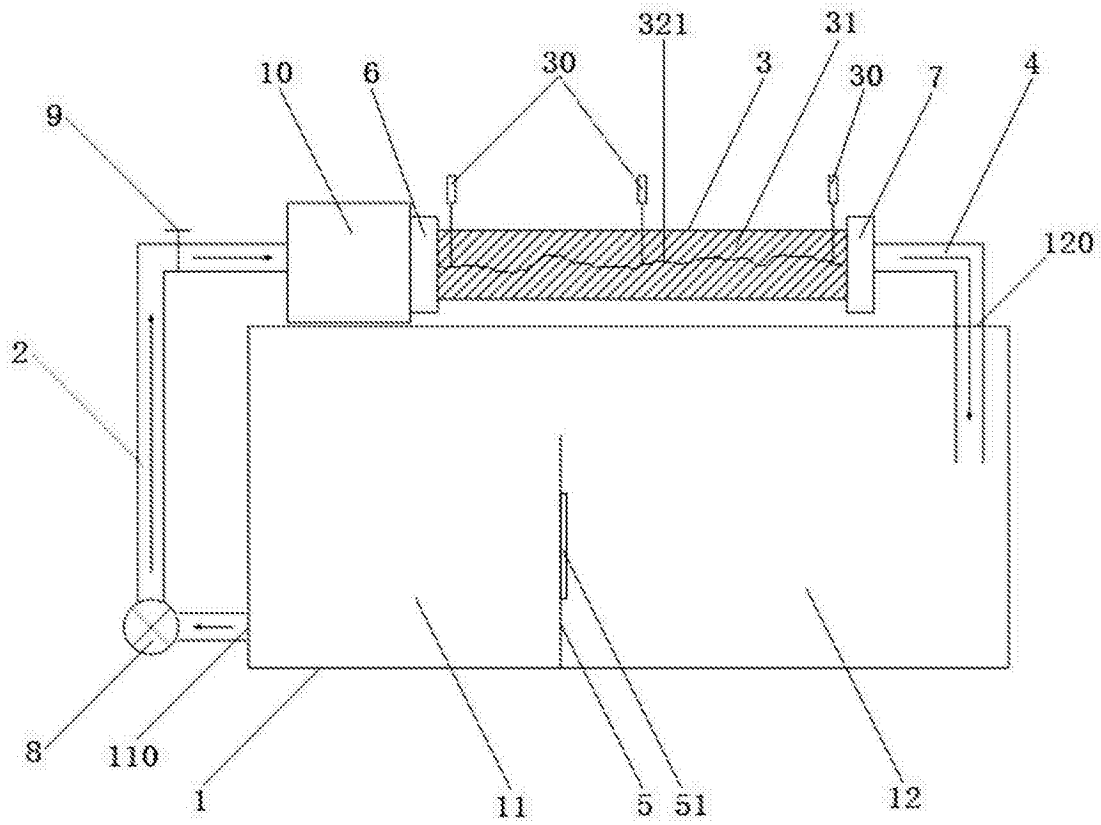


图 1

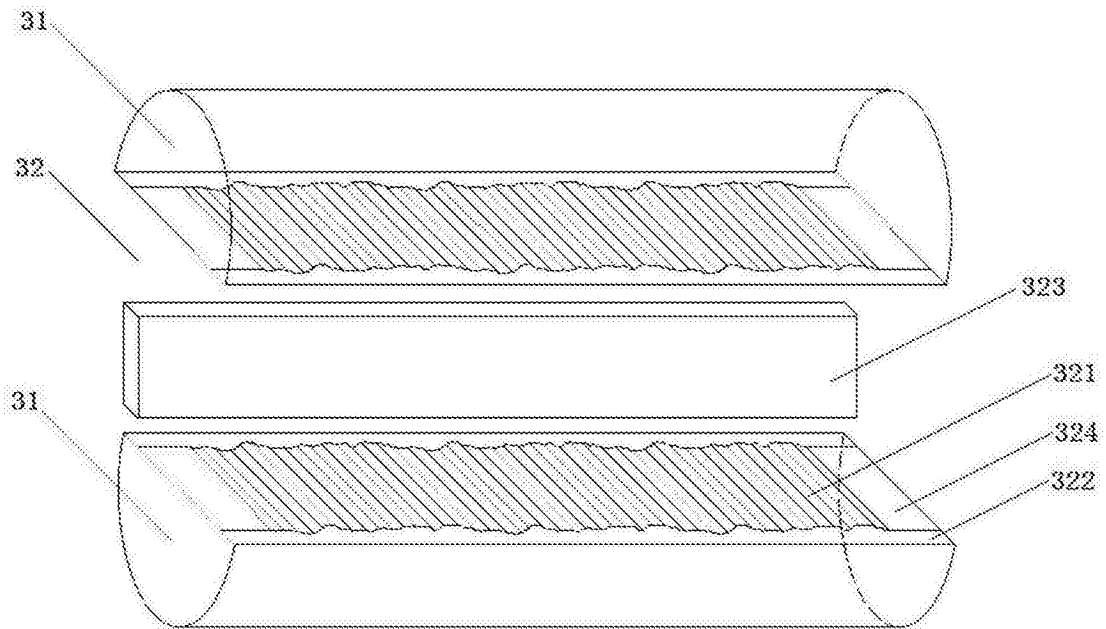


图 2