



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108050076 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201711337751.2

(22)申请日 2017.12.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108050076 A

(43)申请公布日 2018.05.18

(73)专利权人 台州天计流体科技有限公司

地址 317500 浙江省台州市温岭市城东街  
道万昌中路828号11楼C

(72)发明人 包福兵 涂程旭 尹招琴 许骁

(74)专利代理机构 杭州奥创知识产权代理有限公司 33272

代理人 王佳健

(51)Int.Cl.

F04D 9/02(2006.01)

F04D 29/66(2006.01)

(56)对比文件

CN 201162681 Y,2008.12.10,全文.

CN 107387423 A,2017.11.24,全文.

CN 202746215 U,2013.02.20,全文.

JP S54162205 A,1979.12.22,全文.

JP 2013181459 A,2013.09.12,全文.

审查员 崔津

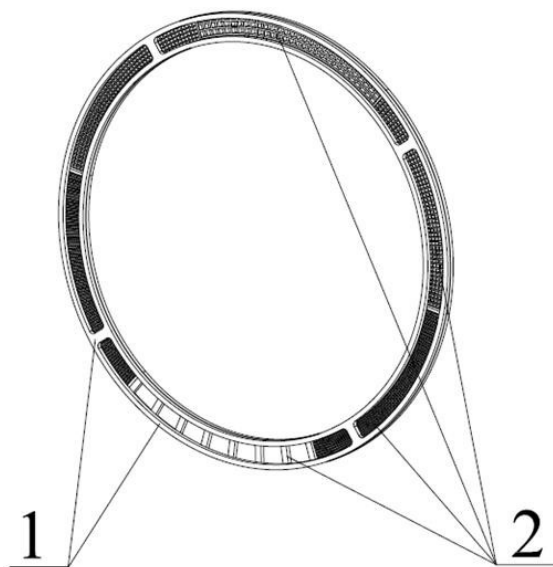
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵

(57)摘要

本发明公开了一种具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵。本发明包括一个变尺度环形分离网及环形网架,变尺度分离网与网架紧贴在一起安装于离心泵出口与回流孔之间,并靠近离心泵出口;分离网沿其周向网格的尺度不断变化,具体变化的规律是:在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,阻隔气泡回流、加速气泡上浮;而在气泡浓度小、轴向速度低的区域分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流的流动阻力,加速自吸。本发明对不同转速下泵壳腔体内紊流流动进行充分整流,使其经过变尺度分离网后流动均匀性显著增强,流体速度降低,压力增强,流体的动能可更好地转化成压力势能,加大入口腔体与叶轮入口之间的压差。



1. 具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征 在于:包括一个适用于不同转速下,加速泵壳腔体内气液分离,同时增强泵腔内流动均匀性的变尺度环形分离网及环形网架,变尺度分离网与网架紧贴在一起安装于离心泵出口与回流孔之间,并靠近离心泵出口;分离网沿其周向网格的尺度不断变化,变化的规律与离心叶轮转速相适应,具体变化的规律是:在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,阻隔气泡回流、加速气泡上浮;而在气泡浓度小、轴向速度低的区域分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流的流动阻力,加速自吸。

2. 根据权利要求1所述的具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征在于:所述的变尺度分离网布满多级离心泵导叶外壳与泵壳之间的圆环形空间,变尺度网格的疏密程度取决于分离网各个区域上,泵壳腔体内气泡的尺度、浓度及轴向速度,即垂直流向分离网的速度。

3. 根据权利要求1所述的具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征在于:所述的变尺度分离网距离泵出口为 $0.01D-5.0D$ , $D$ 为多级离心泵出口直径。

4. 根据权利要求1所述的具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征在于:所述的变尺度分离网单个网孔最小特征尺度等于 $0.8D_1$ , $D_1$ 为泵壳腔体内最小可视气泡的尺度。

5. 根据权利要求1所述的具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征在于:所述的变尺度分离网单个网孔最大特征尺度等于 $5.0D_2$ , $D_2$ 为变尺度环形分离网内、外圆形边缘半径的差值。

6. 根据权利要求1所述的具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵,其特征在于:所述的变尺度环形分离网的孔为扇形、梯形、矩形、圆形或者它们的组合。

## 具有变尺度分离网的自吸式多级离心泵

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多级离心泵,尤其涉及一种具有变尺度分离网加速自吸的多级离心泵,属于流体机械领域。

### 背景技术

[0002] 泵是一种量大面广、能量消耗巨大的通用流体机械,凡是有液体流动的地方几乎都有泵在工作。在所有泵类产品中,小型多级离心泵具有结构简单、使用维修方便、流量大、扬程高、能效好等优点,在城市输水、工业、采矿等多个行业应用广泛。

[0003] 相对于单级离心泵、喷射泵、旋涡泵等主流小型陆上泵,小型多级离心泵,特别是不锈钢制的多级离心泵,因其能效具有明显优势,抗汽蚀能力也很强,加上多级离心泵本身的工作噪音也相对较低,但目前市场上能够实现自吸的小型多级离心泵并不多见,所以若结合流动机理与水力优化设计出一款能够实现快速自吸的多级离心泵,则这样的多级离心泵将具有巨大的市场潜力。特别是在永磁同步电机日益兴起的大背景下,在实现多级离心泵的自吸基础上,如何设计优化的流道以实现永磁同步变频电机驱动的小型多级离心泵更强的自吸能力,是该类产品亟待解决的问题。

[0004] 近来有些国际泵业巨头和国内泵商都积极开发小型自吸式不锈钢多级离心泵,如格兰富、力坚泵业等。与单级的自吸式离心泵(也称管道泵)类似,近来由力坚泵业自主开发和制造,并已发明公开的自吸式多级离心泵,也是通过提供一个气液混合的入口腔体,使得自吸阶段,泵腔内预灌的水在经过叶轮增压加速获得能量后,经过回流孔返回入口腔体,最终由回流流体带动气液界面的波动、进而融合气体进入进口腔体内的流体,实现气液混合;所形成的气液两相流体在叶轮入口的吸引下进入叶轮、导叶进行加速、增压,最后排入开有出口的泵壳腔体,由于气泡的浮力来实现气液分离;泵壳腔体内的水在叶轮入口与泵壳腔体之间存在的压差的驱动下,经由回流孔涌入进口腔体。当自吸阶段结束,回流孔阀芯在泵壳腔体剧增的水压作用下,被挤向回流孔,从而关闭回流孔。

[0005] 尽管如此,这种类似于传统自吸式离心泵的自吸能力比较有限,一般吸程不会超过8m,甚至于有些厂家的吸程只有4-5m,自吸的稳定性和速度也存在较大缺陷,一般自吸8m的时间在6分钟以上,自吸7m的时间也在5分钟左右。因此如何在保证小型多级离心泵的吸程和自吸的稳定性,实现自吸速度的大幅提升是一个亟待解决的问题。

[0006] 中国计量大学流体机械团队在力坚泵业委托下,成功提出在多级离心泵出口与进口腔体之间设置环形多孔板或环形分离网的全新方案提升流动的稳定性 and 均匀性,同时可通过分离网的作用,提高泵壳腔体内的气液分离效率,使得回流的流体含气率显著降低,自吸能力和速度大幅提升。以上这些提高多级离心泵的技术方案都只是针对某一特定转速下,即不可变转速的多级离心泵所做的研发和改进,当多级离心的泵由永磁同步电机等可变速电机进行驱动时,泵壳腔体内的气液两相流态及其分布特性随着转速的变化是不断变化的,因此如何设计可以适用于多个转速下多级离心泵的自吸,提升自吸高度与速度是本发明的目的所在。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是针对目前可变转速下自吸式多级离心泵自吸速度过慢、自吸稳定性差的不足,提供了一种具有变尺度分离网加速自吸的多级离心泵。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0009] 一种具有变尺度分离网加速自吸的多级离心泵,包括一个适用于不同转速下,加速泵壳腔体内气液分离,同时增强泵腔内流动均匀性的变尺度环形分离网及环形网架,变尺度分离网与网架紧贴在一起安装于离心泵出口与回流孔之间,靠近离心泵出口,分离网沿其周向网格的尺度不断变化,变化的规律与离心叶轮转速相适应,以更好地满足不同转速下泵壳腔体内的气液分离。在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,阻隔气泡回流、加速气泡上浮;而在气泡浓度小、轴向速度低的区域适当分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流的流动阻力,加速自吸。

[0010] 自吸阶段,入口腔体内的气液两相流体经过多级叶轮与导叶的增压、提速与导流以后喷射进入泵壳腔体,由于泵壳腔体内此时预灌的流体往往在叶轮高速旋转的作用下难以灌满整个泵壳腔体,加上对气液两相流体进行最后做功的最后一级叶轮和导叶的作用,流入泵壳腔体的气液两相流体是沿类似于螺旋轨迹的运动流向泵入口方向;当离心叶轮的转速变化时,这个近似螺旋线的运动轨迹也在发生变化,主要表现为周向旋转速度与轴向速度的变化。这个流动特性直接造成处于入口腔体底端回流孔附近的流动相对于定转速的多级离心泵要更加复杂,更加不稳定,并且伴有气泡随回流流体进入入口腔体,从而大大影响多级离心泵自吸的稳定性,延长了自吸时间,吸程也会因此受到影响。

[0011] 本发明利用变尺度环形分离网,针对不同转速下泵壳腔体内部流动特性与气液两相分布特性,在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,有效将泵壳腔体内的气泡集中阻隔在分离网与最后一级离心叶轮出口之间;而在气泡浓度小且气泡尺度较大、轴向速度低的区域分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流的流动阻力,最大限度保证回流流体的能量损失,明显降低回流流体的含气率,稳定和加速自吸阶段多级离心泵内循环过程中的气液混合和气液分离等关键环节;对不同转速下泵壳腔体内紊流流动进行充分整流,使其经过变尺度分离网后流动均匀性显著增强,流体速度降低,压力增强,流体的动能可更好地转化成压力势能,加大入口腔体与叶轮入口之间的压差,同样有利于减小回流流体的动量损失,加速入口腔体内的气液混合,从而加快自吸。

[0012] 所述的变尺度环形分离网布满多级离心泵导叶外壳与泵壳之间的圆环形空间,变尺度网格的疏密程度取决于分离网各个区域上,泵壳腔体内气泡的尺度、浓度及轴向速度,即垂直流向分离网的速度。

[0013] 所述的变尺度分离网安装于泵出口与回流孔之间,距离泵出口为 $0.01D-5.0D$ , $D$ 为多级离心泵出口直径。

[0014] 所述的变尺度分离网单个网孔最小特征尺度约等于 $0.8D_1$ , $D_1$ 为泵壳腔体内最小可视气泡的尺度。

[0015] 所述的变尺度分离网单个网孔最大特征尺度约等于 $5.0D_2$ , $D_2$ 为变尺度环形分离网内、外圆形边缘半径的差值。

[0016] 所述环形分离网的孔可以为扇形、梯形、矩形、圆形、多边形及其它形状、或者多种形状网孔的组合。

[0017] 本发明与现有技术相比,具有的有益效果是:

[0018] 1. 变尺度环形分离网可以针对不同叶轮转速下泵壳腔体内基本流态的不同,即气液两相流体流动特性和气液空间分布特性的不同,通过调整变尺度分离网上不同疏密尺度网格的分布,最大限度地加速气液分离和轴向流动阻力的减小,降低回流流体中的气泡体积浓度,显著提升回流流体的动能和压力势能,加强对离心泵进口管路内气体的抽吸能力。

[0019] 2. 不同尺度网格的分布区域可以根据泵内气液两相流的流动特性进行区域大小和相对位置的调整,当转速发生变化时可以方便地通过调整分离网沿其圆周方向的相位角来进行调节。

[0020] 3. 环形分离网和网架不会对多级离心泵的工作性能有影响,过了自吸阶段,止回阀芯将关闭,届时回流流量为0,因此分离网的存在不会影响多级离心泵的性能。

[0021] 4. 本发明的变尺度环形分离网结构简单、安装方便、加工难度小、质量轻,分离网不同尺度网格的分布区域大小和疏密程度可调。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明所述具有变尺度分离网加速自吸的多级离心泵结构示意图;

[0023] 图2为具有变尺度环形分离网与网架结构细节图;

[0024] 图3变尺度分离网正视图。

[0025] 附图标记:1、环形网架;2、变尺度环形分离网;3、离心导叶外壳;4、止回阀芯;5、回流孔;6、弹簧;7、多级离心泵入口;8、泵壳;9、水位挡板;10、多级离心泵入口腔体;11、叶轮入口;12、多级离心泵出口;13、泵壳腔体;14、电机。

## 具体实施方式

[0026] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将结合本发明中的附图,对发明中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然所描述的仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于发明保护的范围。

[0027] 如图1所示,本实施例包括电机14、止回阀芯4,以及靠近止回阀芯的回流孔和设置在止回阀芯上的弹簧6、止回阀芯附件的水位挡板9以及一个适用于不同转速下,加速泵壳腔体13内气液分离,同时增强泵腔内流动均匀性的变尺度环形分离网2及环形网架1,变尺度分离网2与网架1紧贴在一起安装于离心泵的泵壳8上的多级离心泵出口12与回流孔5之间,并布满多级离心泵导叶外壳3与泵壳之间的圆环形空间,同时靠近离心泵出口,分离网2沿其周向网格的尺度不断变化,变化的规律与离心叶轮转速相适应,以更好地满足不同转速下泵壳腔体13内的气液分离。在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,阻隔气泡回流、加速气泡上浮;而在气泡浓度小、气泡尺度较大、轴向速度低的区域适当分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流流动阻力,加速自吸。

[0028] 以附图2-3所示的变尺度分离网为例,说明变尺度分离网的关键作用与变尺度网格分布形式的优势所在。多级离心泵自吸时,入口腔体10内的气液两相流体经过叶轮入口11后,通过多级叶轮与导叶的增压、提速与导流以后喷射进入泵壳腔体13,由于泵壳腔体13内此时预灌的流体往往在叶轮高速旋转的作用下难以灌满整个泵壳腔体,加上对气液两相

流体进行最后做功的最后一级叶轮和导叶的作用,流入泵壳腔体13的气液两相流体是沿类似于螺旋轨迹的运动流向多级离心泵入口7方向;当离心叶轮的转速变化时,这个近似螺旋线的运动轨迹也在发生变化,主要表现为周向旋转速度与轴向速度的变化。当叶轮转速进入某一范围,分离网底端附近区域由于气泡需要克服更大的阻力才能随周向主流进入该区域,加上气泡受到浮力的作用,该区域内的气泡比较少,因此为了回流流体进入多级离心泵入口腔体10流动阻力更小、流动更加顺畅,这个区域内的网格尺度设为最大;距离分离网底端 $0.2-0.4D_3$ 这个区域内的气泡由于浮力和周向旋转向下水流的共同作用发生“富集”现象,这里 $D_3$ 为泵壳内径即分离网外径,所以分离网与此对应的区域选用相对最密集、网格尺度最小的不锈钢丝网,有效地阻隔较大尺度气泡进入回流孔5;距离分离网2底端 $0.5D_3$ 以上的区域,气泡已经分散得比较均匀,尺度也相对较大,因此选用相对尺度更大的滤网进行气液分离,同时有效降低回流流体的流动阻力,保证自吸阶段泵内自循环的连续、顺畅;距离分离网10底端 $0.8D_3$ 以上的区域,相当部分由于离心叶轮高速旋转的作用,实际并未有水分布,气泡到达该区域时,实际上已经逃离气液界面,实现排气,因此该区域的网格采用相对更大尺度的网格,增加气液界面。

[0029] 可见,本发明利用变尺度环形分离网2,针对不同转速下泵壳腔体13内部流动特性与气液两相分布特性,在气泡浓度高、轴向速度高的区域分布更小尺度更密的分离网,有效将泵壳腔体13内的气泡集中阻隔在分离网与最后一级离心叶轮出口之间;而在气泡浓度小、轴向速度低的区域分布更大尺度更稀疏的分离网,减小自吸阶段回流流动阻力,最大限度保证回流流体的能量损失,明显降低回流流体的含气率,稳定和加速自吸阶段多级离心泵内循环过程中的气液混合和气液分离;对不同转速下泵壳腔体13内紊流进行充分整流,使其经过变尺度分离网后流动均匀性显著增强,流体速度降低,压力增强,流体的动能转化成压力势能,加大入口腔体与叶轮入口之间的压差,同样有利于减小回流流体的动量损失,加速入口腔体内的气液混合,从而加快自吸。

[0030] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

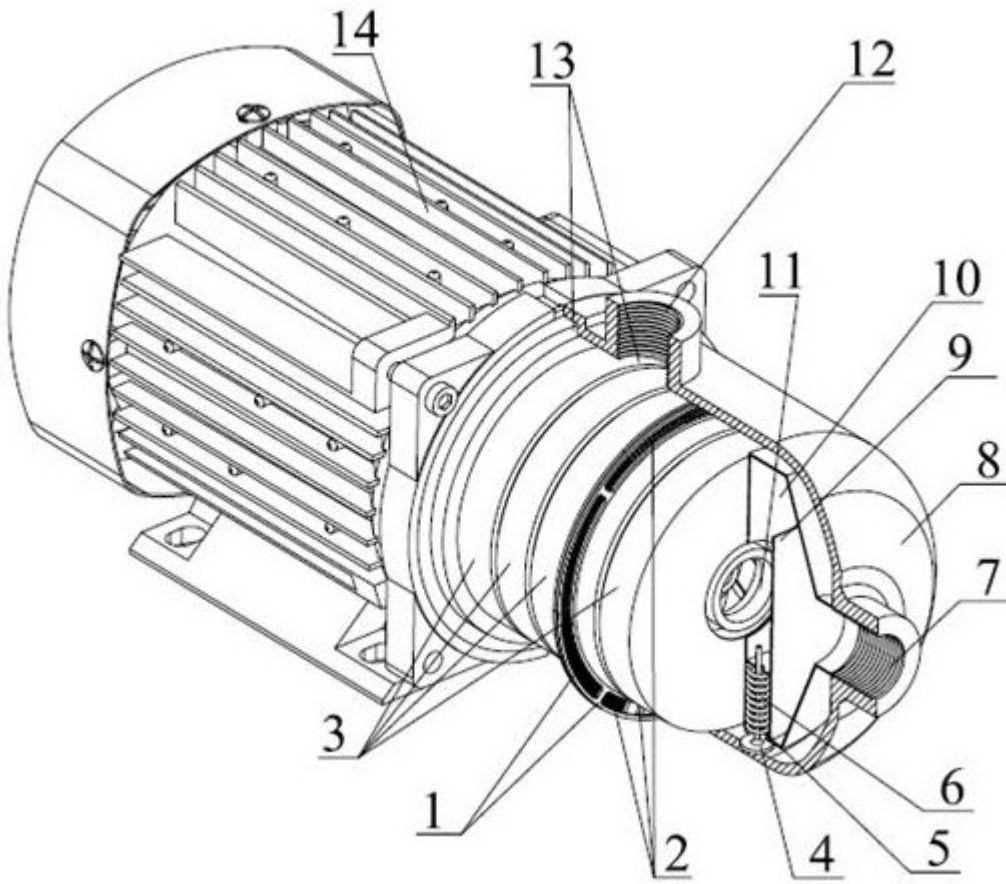


图 1

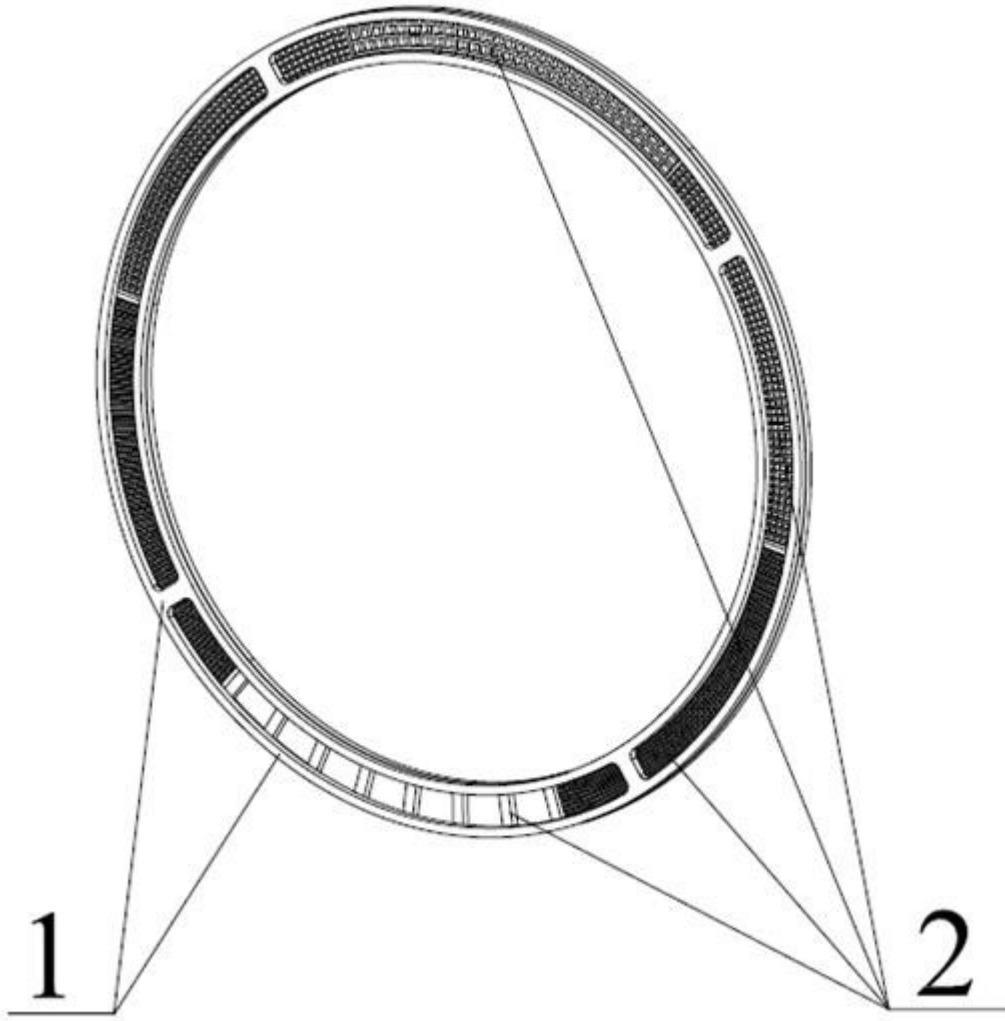


图 2



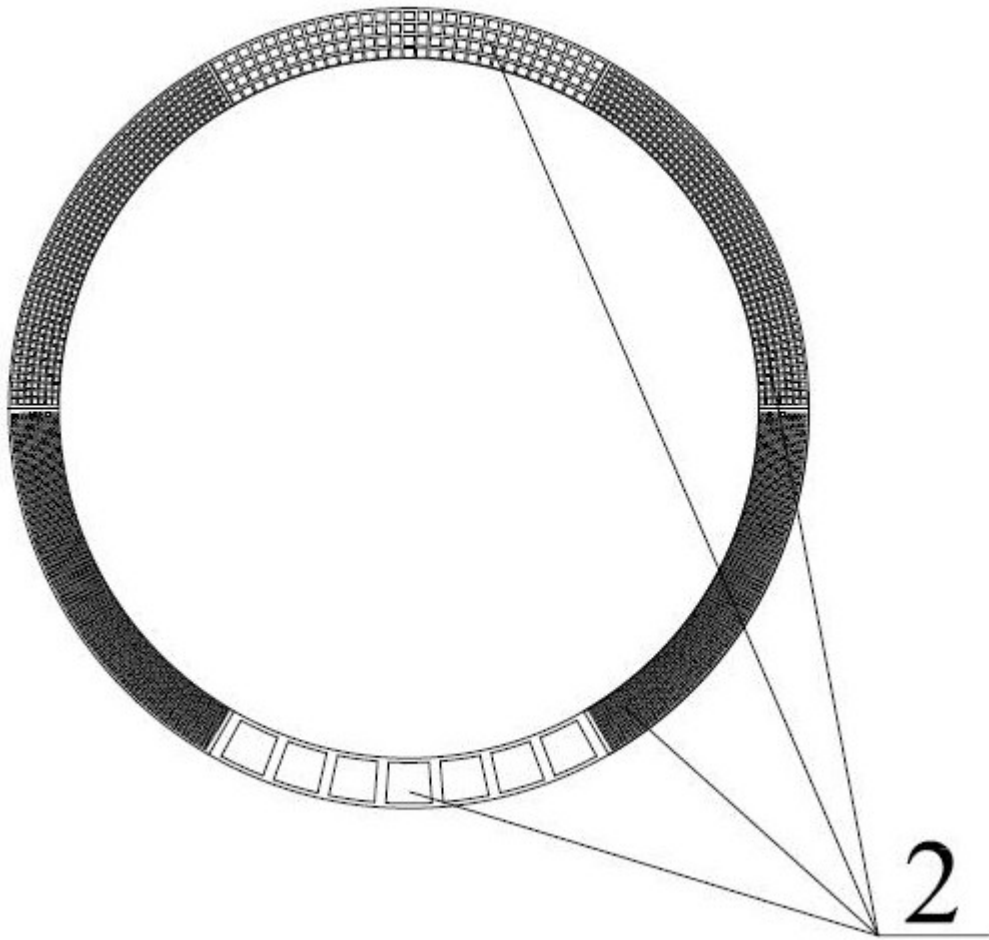


图 3