



(21) 申请号 202510182094.7

(22) 申请日 2025.02.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119642004 A

(43) 申请公布日 2025.03.18

(73) 专利权人 山西善铭智慧水务有限公司

地址 030000 山西省太原市中北高新技术
产业开发区国科大街59号晋创谷创新
园A区四层三区413室

专利权人 太原科技大学

(72) 发明人 韩贺永 吴立 李锦明 李美玲

李伟伟 刘垂毅 侯越 王浩博

李栋 盛高旗

(74) 专利代理机构 太原荣信德知识产权代理事

务所(特殊普通合伙) 14119

专利代理师 杜江涛

(51) Int.Cl.

F16L 9/02 (2006.01)

G06F 30/17 (2020.01)

G06F 30/28 (2020.01)

F16L 23/032 (2006.01)

F16L 23/024 (2006.01)

F16L 23/18 (2006.01)

G06F 111/10 (2020.01)

G06F 113/14 (2020.01)

G06F 113/08 (2020.01)

G06F 119/14 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 118623102 A, 2024.09.10

CN 104784856 A, 2015.07.22

审查员 胡鑫

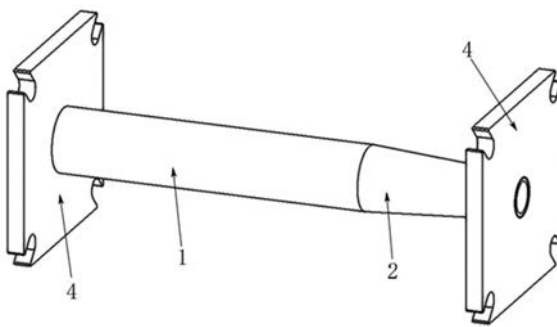
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道及其
流速计算方法

(57) 摘要

本发明属于流体输送供水管道技术领域,具体涉及一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道及其流速计算方法,流速计算方法包括:通过等效摆线与弧线得出螺旋阳膛线渐变的横截面积;得出锥形管道的有效横截面积;再利用伯努利方程与连续性方程得出锥形管道内任意一点流速,经积分精确的计算出锥形管道整个断面的流量。本发明的计算方法提高了计算结果的精度和准确度,从而能更清晰、准确地计算分析出设有螺旋阳膛线的二次供水管道所产生的流量、流速数值大小,能够为设计二次供水系统提供参考。



1.一种设有螺旋阳膛线(3)的二次供水管道流速计算方法,其特征在于,包括下列步骤:

S1、将螺旋阳膛线(3)的横截面等效成摆线与弧线围成的面积,计算得到螺旋阳膛线(3)的横截面积;

根据切割法将螺旋阳膛线(3)的横截面积等效成由摆线与弧线围成的面积;

摆线的等效曲线表达式为:

$$\begin{cases} x = b(m - \sin m) \\ y = a(1 - \cos m) \end{cases};$$

m 的取值范围为 $[0-2\pi]$;

将其微分得:

$$\frac{dx}{dm} = b(1 - \cos m);$$

则摆线组成的面积为:

$$S_1 = \int_0^m y dx = \frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m;$$

弧线的等效曲线表达式为:

$$\begin{cases} x = R \cos m' \\ y = R \sin m' \end{cases};$$

将其微分得:

$$\frac{dx}{dm'} = -R \sin m';$$

则弧线组成的面积为:

$$S_2 = \int_0^{m'} y dx = \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m');$$

则螺旋阳膛线(3)的横截面积为:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m + \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m');$$

其中: S 为螺旋阳膛线(3)的横截面积; S_1 为摆线组成的面积; S_2 为弧线组成的面积; m 为滚动角,取值范围为 $[0-2\pi]$; m' 为弧度; a 为螺旋阳膛线(3)的高度; b 是螺旋阳膛线(3)的宽度; R 是锥形管道(2)的渐变半径, $R \in [R_1, R_2]$, R_1 为锥形管道(2)小端的半径, R_2 为锥形管道(2)大端的半径, $R_1 \leq R_2$;

S2、根据S1中计算得到的螺旋阳膛线(3)的横截面积,计算得到锥形管道(2)的有效横截面积;

$$A_2 = \int_{R_1}^{R_2} 2\pi R dR - nS = \pi(R_2^2 - R_1^2) - nS;$$

其中: A_2 为锥形管道(2)的有效横截面积; n 为螺旋阳膛线(3)的条数; R 是锥形管道(2)的渐变半径, $R_1 \leq R_2$;

S3、根据S2中计算得到的锥形管道(2)的有效横截面积,通过伯努利方程计算锥形管道(2)任意一点流速;

忽略水头损失,列伯努利方程如下:

$$\frac{P_1}{g\rho} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{g\rho} + \frac{v_2^2}{2g};$$

再由连续性方程 $v_1 A_1 = v_2 A_2$;

$$\text{得到 } v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2;$$

从而得到锥形管道 (2) 内任意一点流速:

$$v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}};$$

其中: v_1 为直行管道 (1) 内的流速; v_2 为锥形管道 (2) 内任意一点流速; ρ 为锥形管道 (2) 内水的密度; P_1 为直行管道 (1) 内的压力; P_2 为锥形管道 (2) 内任意一点的压力; g 为重力加速度; A_1 为直行管道 (1) 的横截面积; A_2 为锥形管道 (2) 的有效横截面积;

S4、根据S3中计算得到的锥形管道 (2) 内任意一点流速, 计算得到锥形管道 (2) 整个断面的流量:

$$Q = \int_{A_2} v_2 dA_2 = \int_{A_2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}} d \left\{ \Pi (R_2^2 - R_1^2) - n \left[\frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m + \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m') \right] \right\};$$

其中: Q 为锥形管道 (2) 整个断面的流量;

所述一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道, 包括直行管道 (1)、锥形管道 (2)、螺旋阳膛线 (3)、方形连接法兰 (4)、O型密封槽 (5) 和直槽螺栓通孔 (6), 所述直行管道 (1) 的一端与锥形管道 (2) 的大端连接, 所述锥形管道 (2) 内设置有螺旋阳膛线 (3), 所述方形连接法兰 (4) 设置有两个, 一个所述方形连接法兰 (4) 连接在直行管道 (1) 的另一端, 另一个所述方形连接法兰 (4) 连接在锥形管道 (2) 的小端, 所述直行管道 (1) 另一端的方形连接法兰 (4) 通过直槽螺栓通孔 (6) 与水泵的出口连接, 所述锥形管道 (2) 小端的方形连接法兰 (4) 通过直槽螺栓通孔 (6) 与管网管道连接, 两个所述方形连接法兰 (4) 内均设置有O型密封槽 (5)。

2. 根据权利要求1所述的一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道流速计算方法, 其特征在于: 所述直行管道 (1)、锥形管道 (2) 采用镀锌钢管、不锈钢管或铸铁管。

一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道及其流速计算方法

技术领域

[0001] 本发明属于流体输送供水管道技术领域,具体涉及一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道及其流速计算方法。

背景技术

[0002] 水管是供水时用的必需设备,按水管的材质可分为:金属管、塑复金属管、塑料管,其中日常中最常用的水管是金属管中的不锈钢管和塑料管中的PPR管。不锈钢安全、卫生、健康、耐用,消除了塑料管道污染的问题,价格也比铜管节省很多,是首选的水管材料。PPR管作为一种新型的水管,它既可以用作冷管,也可以用作热水管,其无毒、质轻、耐压、耐腐蚀。但是,不管使用何种管,在相同初始条件下,管道中水流的速度和扬程都相差无几,现有供水管道在节能和节水方面仍有改进空间。

[0003] 公开号为CN 107906086 A的发明专利提供了一种套管式螺旋流发生装置,螺旋片的设计会影响流体在管道中的流动均匀性。如果流体流动不均匀,可能会导致局部压力过高或过低,进而影响整个系统的效率和稳定性。并且由于螺旋片和内管之间的空间较小,且螺旋片的设计较为复杂,会导致在清洁和维护时存在困难,会增加操作人员的工作负担,并影响装置的长期运行效率。

[0004] 公开号为CN 118623102 A的发明专利提供了一种新型二次供水设备的供水管道,由于设有螺旋膛线的供水管道为直行管道,其流速的提升效果有限。

发明内容

[0005] 针对上述的技术问题,本发明提供了一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道及其流速计算方法,降低了能耗,节约了用水成本,实现低等级功率电机驱动下,达到相同供水效果。为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道,包括直行管道、锥形管道、螺旋阳膛线、方形连接法兰、O型密封槽和直槽螺栓通孔,所述直行管道的一端与锥形管道的大端连接,所述锥形管道内设置有螺旋阳膛线,所述方形连接法兰设置有两个,一个所述方形连接法兰连接在直行管道的另一端,另一个所述方形连接法兰连接在锥形管道的小端,所述直行管道另一端的方形连接法兰通过直槽螺栓通孔与水泵的出口连接,所述锥形管道小端的方形连接法兰通过直槽螺栓通孔与管网管道连接,两个所述方形连接法兰内均设置有O型密封槽。

[0007] 所述直行管道、锥形管道采用镀锌钢管、不锈钢管或铸铁管。

[0008] 一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道流速计算方法,包括下列步骤:

[0009] S1、将螺旋阳膛线的横截面等效成摆线与弧线围成的面积,计算得到螺旋阳膛线的横截面积;

[0010] S2、根据S1中计算得到的螺旋阳膛线的横截面积,计算得到锥形管道的有效横截面积;

[0011] S3、根据S2中计算得到的锥形管道的有效横截面积,通过伯努利方程计算锥形管道任意一点流速;

[0012] S4、根据S3中计算得到的锥形管道内任意一点流速,计算得到锥形管道整个断面的流量。

[0013] 所述S1中计算得到螺旋阳膛线的横截面积的方法为:

[0014] 根据切割法将螺旋阳膛线的横截面积等效成由摆线与弧线围成的面积;

[0015] 摆线的等效曲线表达式为:

$$[0016] \begin{cases} x = b(m - \sin m) \\ y = a(1 - \cos m) \end{cases}; m \text{ 的取值范围为 } [0-2\pi];$$

[0017] 将其微分得:

$$[0018] \frac{dx}{dm} = b(1 - \cos m);$$

[0019] 则摆线组成的面积为:

$$[0020] S_1 = \int_0^m y dx = \frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m;$$

[0021] 弧线的等效曲线表达式为:

$$[0022] \begin{cases} x = R \cos m' \\ y = R \sin m' \end{cases};$$

[0023] 将其微分得:

$$[0024] \frac{dx}{dm'} = -R \sin m';$$

[0025] 则弧线组成的面积为:

$$[0026] S_2 = \int_0^{m'} y dx = \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m');$$

[0027] 则螺旋阳膛线的横截面积为:

$$[0028] S = S_1 + S_2 = \frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m + \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m');$$

[0029] 其中:S为螺旋阳膛线的横截面积; S_1 为摆线组成的面积; S_2 为弧线组成的面积; m 为滚动角,取值范围为 $[0-2\pi]$; m' 为弧度; a 为螺旋阳膛线的高度; b 是螺旋阳膛线的宽度; R 是锥形管道的渐变半径, $R \in [R_1, R_2]$, R_1 为锥形管道小端的半径, R_2 为锥形管道大端的半径, $R_1 \leq R_2$ 。

[0030] 所述S2中计算得到锥形管道的有效横截面积的方法为:

$$[0031] A_2 = \int_{R_1}^{R_2} 2\pi R dR - nS = \pi(R_2^2 - R_1^2) - nS;$$

[0032] 其中: A_2 为锥形管道的有效横截面积; n 为螺旋阳膛线的条数; R 是锥形管道的渐变半径, $R_1 \leq R_2$ 。

[0033] 所述S3中计算得到锥形管道内任意一点流速的方法为:忽略水头损失,列伯努利方程如下:

$$[0034] \quad \frac{P_1}{g\rho} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{g\rho} + \frac{v_2^2}{2g};$$

[0035] 再由连续性方程 $v_1 A_1 = v_2 A_2$;

$$[0036] \quad \text{得到 } v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2;$$

[0037] 从而得到锥形管道内任意一点流速:

$$[0038] \quad v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}};$$

[0039] 其中: v_1 为直行管道内的流速; v_2 为锥形管道内任意一点流速; ρ 为锥形管道内水的密度; P_1 为直行管道内的压力; P_2 为锥形管道内任意一点的压力; g 为重力加速度; A_1 为直行管道的横截面积; A_2 为锥形管道的有效横截面积。

[0040] 所述S4中计算得到锥形管道整个断面的流量的方法为:

$$[0041] \quad Q = \int_{A_2} v_2 dA_2 = \int_{A_2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}} d \left\{ \Pi (R_2^2 - R_1^2) - n \left[\frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m + \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m') \right] \right\};$$

[0042] 其中: Q 为锥形管道整个断面的流量。

[0043] 本发明与现有技术相比,具有的有益效果是:

[0044] 本发明提供了一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道流速计算方法,通过把螺旋阳膛线的横截面等效成摆线与弧线围成的面积,得出螺旋阳膛线的横截面积,进而得出锥形管道的有效横截面积,再利用伯努利方程与已知的某一点流速、压力得出锥形管道的任意一点流速,经积分精确的计算出设有锥形管道整个断面的流量。本发明的计算方法提高了计算结果的精度和准确度,从而能更清晰、准确地计算分析出设有螺旋阳膛线的二次供水管道所产生的流量、流速数值大小,能够为设计二次供水系统提供参考。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式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,下面描述中的附图仅仅是示例性的,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,还可以根据提供的附图引申获得其它的实施附图。

[0046] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容能涵盖的范围内。

[0047] 图1为本发明的结构示意图;

[0048] 图2为本发明供水管道的截面图;

[0049] 图3为本发明的正视图;

[0050] 图4为本发明弧线的等效曲线示意图。

[0051] 其中:1为直行管道,2为锥形管道,3为螺旋阳膛线,4为方形连接法兰,5为O型密封槽,6为直槽螺栓通孔。

具体实施方式

[0052] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点,而不是对本发明权利要求的限制;基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0053] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式做进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0054] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体的连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0055] 一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道,如图1、图2所示,包括直行管道1、锥形管道2、螺旋阳膛线3、方形连接法兰4、O型密封槽5和直槽螺栓通孔6,直行管道1的一端与锥形管道2的大端连接,锥形管道2内设置有螺旋阳膛线3,方形连接法兰4设置有两个,一个方形连接法兰4连接在直行管道1的另一端,另一个方形连接法兰4连接在锥形管道2的小端,直行管道1另一端的方形连接法兰4通过直槽螺栓通孔6与水泵的出口连接,锥形管道2小端的方形连接法兰4通过直槽螺栓通孔6与管网管道连接,两个方形连接法兰4内均设置有O型密封槽5,O型密封槽5内设置有O型密封圈。在螺旋阳膛线3的作用下,水流高速通过锥形管道2时,由碰撞流场变成了旋转流场。与普通光滑管道相比,在相同功率的电机驱动下,水流通过设有螺旋阳膛线3的锥形管道2时,不仅喷射距离更远、高度更高,而且还可以进一步降低设备成本和能耗。

[0056] 如图1-图4所示,设有螺旋阳膛线3的锥形管道2通过方形连接法兰4直接连接在水泵出口,锥形管道2的渐变半径为R, m 为滚动角,取值范围 $[0-2\pi]$; a 为螺旋阳膛线3的高度; b 是螺旋阳膛线3的宽度; n 为螺旋阳膛线3的条数,一般取3-5条, m' 为弧度。

[0057] 一种设有螺旋阳膛线的二次供水管道的流速计算方法,如图3、图4所示,根据切割法将螺旋阳膛线3的横截面积等效成由摆线(第一部分)与弧线(第二部分)围成的面积。

[0058] 第一部分的等效曲线表达式为:

$$[0059] \quad \begin{cases} x = b(m - \sin m) \\ y = a(1 - \cos m) \end{cases} \quad (1)$$

[0060] m 的取值范围为 $[0-2\pi]$

[0061] 将其微分得:

$$[0062] \quad \frac{dx}{dm} = b(1 - \cos m) \quad (2)$$

[0063] 则其组成的面积为:

$$[0064] \quad S_1 = \int_0^m y dx = \frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m \quad (3)$$

[0065] 第二部分的等效曲线表达式为:

$$[0066] \quad \begin{cases} x = R \cos m' \\ y = R \sin m' \end{cases} \quad (4)$$

[0067] 将其微分得:

$$[0068] \quad \frac{dx}{dm'} = -R \sin m' \quad (5)$$

[0069] 其组成的面积为:

$$[0070] \quad S_2 = \int_0^{m'} y dx = \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m') \quad (6)$$

[0071] 则螺旋阳膛线3的横截面积为: $S = S_1 + S_2$ (7)

$$[0072] \quad \text{锥形管道2的有效横截面积为: } A_2 = \int_{R_1}^{R_2} 2 \Pi R dR - nS = \Pi(R_2^2 - R_1^2) - nS \quad (8)$$

[0073] 其中: S 为螺旋阳膛线3的横截面积; S_1 为摆线组成的面积; S_2 为弧线组成的面积; m 为滚动角,取值范围为 $[0-2\pi]$; m' 为弧度; a 为螺旋阳膛线3的高度; b 是螺旋阳膛线3的宽度; R 是锥形管道2的渐变半径, $R \in [R_1, R_2]$, R_1 为锥形管道2小端的半径, R_2 为锥形管道2大端的半径, $R_1 \leq R_2$ 。

[0074] 再根据伯努利方程求得锥形管道2内任意一点流速:

$$[0075] \quad \text{忽略水头损失,列伯努利方程如下: } \frac{P_1}{g\rho} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{g\rho} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (9)$$

[0076] 再由连续性方程 $v_1 A_1 = v_2 A_2$

$$[0077] \quad \text{得到 } v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 \quad (10)$$

[0078] 将式(10)带入到式(9)得到锥形管道2内任意一点流速:

$$v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}} \quad (11)$$

[0079] 式中: v_1 为直行管道1内的流速; v_2 为锥形管道2内任意一点流速; ρ 为锥形管道2内水的密度; P_1 为直行管道1内的压力; P_2 为锥形管道2内任意一点的压力; g 为重力加速度; A_1 为直行管道1的横截面积; A_2 为锥形管道2的有效横截面积。

[0080] 锥形管道2整个断面的流量流量为:

$$[0081] \quad Q = \int_{A_2} v_2 dA = \int_{A_2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{A_1^2 (P_2 - P_1)}{\rho (A_2^2 - A_1^2)}} d \left\{ \Pi(R_2^2 - R_1^2) - n \left[\frac{3}{2} abm - ab \sin m + \frac{1}{4} ab \sin 2m + \frac{R^2}{2} (\sin 2m' - m') \right] \right\} \quad (12)$$

[0081] 上面仅对本发明的较佳实施例作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施例,

在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化,各种变化均应包含在本发明的保护范围之内。

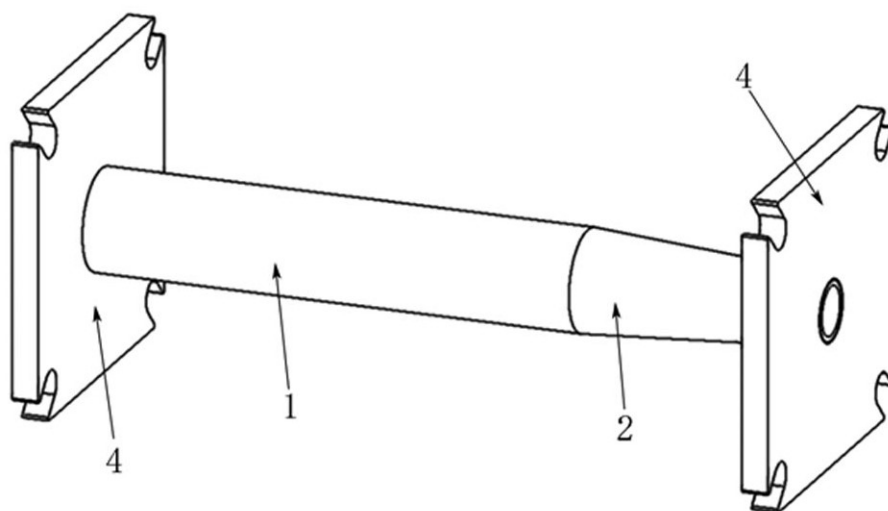


图 1

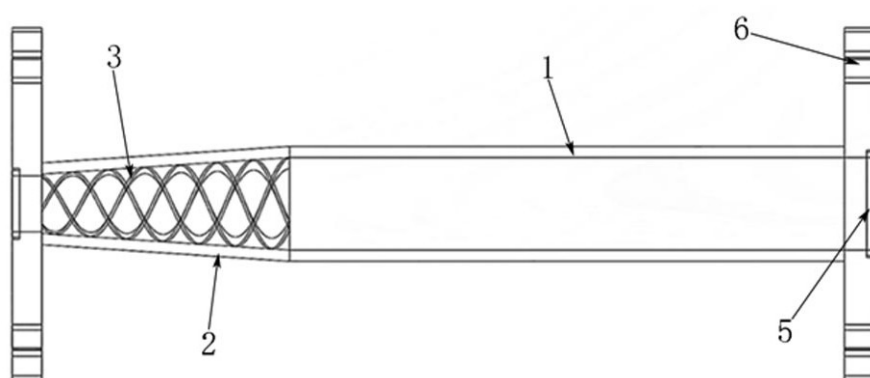


图 2

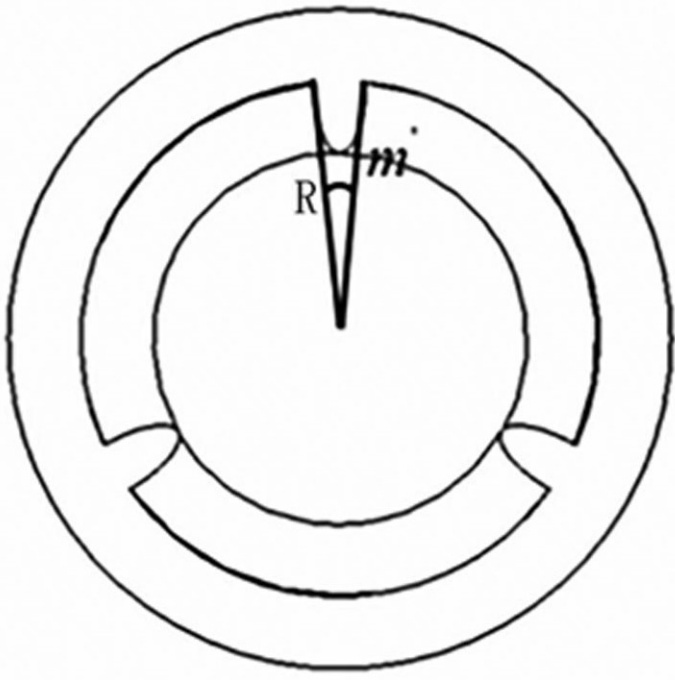


图 3

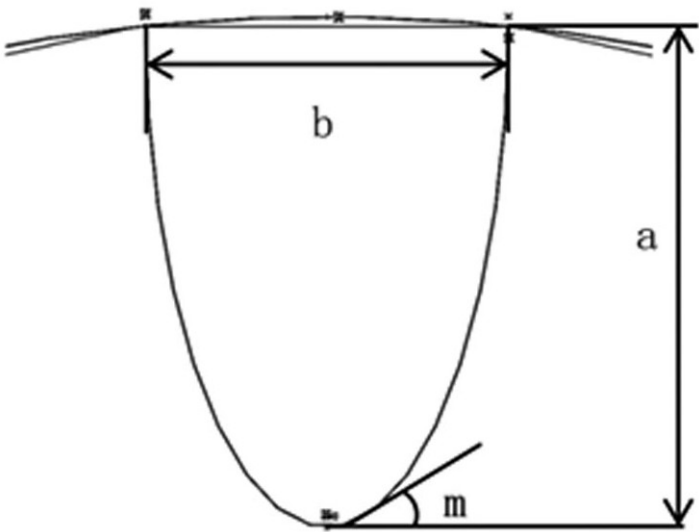


图 4