



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114088766 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(21) 申请号 202111263583.3

(22) 申请日 2021.10.28

(71) 申请人 淮阴工学院

地址 223400 江苏省淮安市涟水县海安路
10号安东大厦8楼

(72) 发明人 吴成强 李芸 王玲 李伯奎
王尧 孙正杨 丁智超 李泽平

(74) 专利代理机构 淮安市科文知识产权事务所
32223

代理人 吴宏宇

(51) Int. Cl.

G01N 25/20 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种冲击角摆动强化传热测定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种冲击角摆动强化传热测定方法,包括以下步骤:A、计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h ;B、基于 h 和预设的公式计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num ;C、基于努塞尔数 Num 和预设的公式计算出流体雷诺数 Re ;D、基于计算出 0° 到 90° 所有的流体雷诺数 Re 和预设的公式计算出所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu ;E、基于管束平均表面传热系数的关联式 Nu 再次计算出所有的表面传热系数 h_1 ;F、基于 h 计算出对流传热量 Q ,通过遗传算法,求出最大的对流传热量 Q ;G、根据最大对流传热量 Q ,得出修正系数 ε ,再根据 ε 与角度关系得出最优冲击角。该方法可以实时获得最佳冲击角,进而实现帘式折流片实时转动,进而提高换热效率。

1. 一种冲击角摆动强化传热测定方法,其特征在于,包括以下步骤:

A、选择流体温度测量探头,分别置于管内流体进入的首、末端,所设计出的可转动折流板按 0° 到 90° 转动,间歇为 1° ,获取所有被测流体温度 T_k 、测量探头表面温度 T_w 、以及流道出口端冷却流体的温度 T_2 ,基于 T_k 、 T_w 、 T_2 和预设的公式计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h ;

B、基于计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h 和预设的公式计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num ;

C、基于计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num 和预设的公式计算出所有的流体雷诺数 Re ;

D、基于计算出 0° 到 90° 所有的流体雷诺数 Re 和预设的公式计算出所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu ;

E、基于计算出 0° 到 90° 所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu 再次计算出所有的表面传热系数 h_1 ;

F、基于计算出 0° 到 90° 所有的表面传热系数 h 计算出所有的对流传热量 Q ,通过遗传算法,求出最大的对流传热量 Q ,

G、根据最大对流传热量 Q ,得出修正系数 ε ,再根据 ε 与角度关系得出最优冲击角。

2. 如权利要求1所述的冲击角摆动强化传热测定方法,其特征在于,遗传算法的步骤如下:

1) 随机产生初始对流传热量 Q 种群,个体数目一定,

2) 用轮盘赌策略确定一个对流传热量 Q 数值,并判断是否符合最优化准则,若符合,输出最佳对流传热量 Q ,若不符合,转向3,

3) 依据适应度选择再次生成对流传热量 Q ,适应度高的对流传热量 Q 被选中的概率高,适应度低的对流传热量 Q 可能被淘汰,

4) 按照一定的交叉概率和交叉方法,生成新的对流传热量 Q ,

5) 按照一定的变异概率和变异方法,生成新的对流传热量 Q ,

6) 由交叉和变异产生新一代的对流传热量 Q 种群,返回到2。

3. 如权利要求1所述的一种冲击角摆动强化传热测定方法,其特征在于,当换热管内流体速度变化时,即雷诺数 Re 变化,再次按上述步骤进行计算,冲击角不断摆动,再通过遗传算法得出最优对流传热量 Q ,得出最优冲击角。

4. 如权利要求1所述的一种冲击角摆动强化传热测定方法,其特征在于,温度传感器电性连接PLC。

5. 如权利要求1所述的一种冲击角摆动强化传热测定方法,其特征在于,PLC根据温度传感器传递信号利用数据处理模块计算出帘式折流片的最佳冲击角,数据处理模块反馈该最佳冲击角至PLC,PLC根据该反馈信号控制帘式折流板转动相对应的角度。

一种冲击角摆动强化传热测定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及实时转动的帘式一种摆动型帘式折流板技术,具体涉及一种冲击角摆动强化传热测定方法。

背景技术

[0002] 工程上很多传热设备的传热面都是由多根管子组成的管束。设备运行过程中,一种流体在管内流过,与管内表面进行对流传热;另一种流体在管外横向掠过管束,与管外表面进行对流传热。热流体与管束的夹角称为冲击角,冲击角摆动的大小决定着对流传热的效果。

[0003] 而现有的帘式折流板的一种摆动型帘式折流板,帘式折流板与一种摆动型帘式折流板壳体为固定连接,不可调节。

发明内容

[0004] 本发明提出的一种冲击角摆动强化传热测定方法,该方法可以实时获得最佳冲击角,进而实现帘式折流片实时转动,进而提高换热效率。

[0005] 本发明公开的技术方案如下:一种冲击角摆动强化传热测定方法,包括以下步骤:

[0006] A、选择流体温度测量探头,分别置于管内流体进入的首、末端,所设计出的可转动折流板按 0° 到 90° 转动,间歇为 1° ,获取所有被测流体温度 T_k 、测量探头表面温度 T_w 、以及流道出口端冷却流体的温度 T_2 ,基于 T_k 、 T_w 、 T_2 和预设的公式计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h ;

[0007] B、基于计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h 和预设的公式计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num ;

[0008] C、基于计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num 和预设的公式计算出所有的流体雷诺数 Re ;

[0009] D、基于计算出 0° 到 90° 所有的流体雷诺数 Re 和预设的公式计算出所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu ;

[0010] E、基于计算出 0° 到 90° 所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu 再次计算出所有的表面传热系数 h_1 ;

[0011] F、基于计算出 0° 到 90° 所有的表面传热系数 h 计算出所有的对流传热量,通过遗传算法,求出最大的对流传热量,

[0012] G、根据最大对流传热量,得出修正系数,再根据与角度关系得出最优冲击角。

[0013] 上述方案的基础上,作为优选,遗传算法的步骤如下:

[0014] 1) 随机产生初始对流传热量种群,个体数目一定,

[0015] 2) 用轮盘赌策略确定一个对流传热量数值,并判断是否符合最优化准则,若符合,输出最佳对流传热量,若不符合,转向3,

[0016] 3) 依据适应度选择再次生成对流传热量,适应度高的对流传热量被选中的概率

高,适应度低的对流换热量可能被淘汰,

[0017] 4) 按照一定的交叉概率和交叉方法,生成新的对流换热量,

[0018] 5) 按照一定的变异概率和变异方法,生成新的对流换热量,

[0019] 6) 由交叉和变异产生新一代的对流换热量种群,返回到2。

[0020] 上述方案的基础上,作为优选,当换热管内冷流体速度变化时,即雷诺数 Re 变化,再次按上述步骤进行计算,冲击角不断摆动,再通过遗传算法得出最优对流换热量 \varnothing ,最优冲击角得出。

[0021] 上述方案的基础上,作为优选,温度传感器电性连接PLC。

[0022] 在上述方案的基础上,作为优选,PLC根据温度传感器传递信号利用数据处理模块计算出帘式折流片的最佳冲击角,数据处理模块反馈该最佳冲击角至 PLC,PLC根据该反馈信号控制帘式折流板转动相对应的角度。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0024] 1、通过将折流板分为若干层,通过油缸外部元件的搭接,将原有的弓形折流板的“静”改为“动”。

[0025] 2、折流板在 0° 到 90° 的转动,影响热流体冲击角的变化,通过上述的冲击角摆动强化传热测定方法,求出最优冲击角,进而反馈给可转动的分段式弓形折流板,旋转到的角度与冲击角一致。

[0026] 3、管内冷流体流速变化时,如果冲击角不变,将会影响传热效果。冲击角摆动强化传热测定方法的优点就是当管内冷流体流速变化时,将 0° 到 90° 所有的被测流体温度 T_k 、测量探头表面温度 T_w 、以及流道出口端冷却流体的温度 T_2 记录下来,然后通过公式计算所有的对流换热系数 h 、努塞尔数 Num 、流体雷诺数 Re 、管束平均表面传热系数的关联式 Nu 、对流传热量 \varnothing ,通过基本遗传算法优选最优换热量 \varnothing ,再返回到步骤6、5、4(2),得出修正系数 ε ,再根据图3 ε 与角度关系得出最优冲击角,进而分段弓形折流板旋转角度与最优冲击角一致。

[0027] 4、帘式折流片和帘式折流圈之间存在间隔,并通过固定轴与驱动机构相连接,利用驱动轴带动帘式折流片实时转动,从而提高换热效果。

附图说明

[0028] 图1为 C 、 n 与 Re 线性关系图;

[0029] 图2为 C 、 m 与 Re 关系图;

[0030] 图3为管排修正系数 ε_n ;

[0031] 图4是 ε 与角度关系图;

[0032] 图5为折流板的结构示意图;

[0033] 图6是图5的左视图;

[0034] 图7是本发明的立体图;

[0035] 图8是图5中最上方外框架的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图,并获得其他的实施方式。

[0037] 如图1-4所示,对于最佳冲击角,采用以下方式获取:

[0038] 1、选择流体温度测量探头,分别置于管内流体进入的首、末端,所设计出的可转动折流板按 0° 到 90° 转动,间歇为 1° ,获取所有被测流体温度 T_k 、测量探头表面温度 T_w 、以及流道出口端冷却流体的温度 T_2 ,基于 T_k 、 T_w 、 T_2 和预设的公式计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h 。

$$[0039] \quad h = \frac{\int_0^t c q_m (T_2 - T_0)}{A(T_k - T_w)}$$

[0040] 式中, c 为比热容, q_m 为冷却流体质量流量, T_0 为冷却流体的初始温度,初始温度为 25°C , A 为换热管面积,面积为 100mm^2 。

[0041] 2、基于计算出 0° 到 90° 的所有对流换热系数 h 和预设的公式计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num 。

$$[0042] \quad \text{Nu}_m = \frac{hL}{\lambda}$$

[0043] 式中, L 为测量探头长度, λ 为导热系数, h 为计算得出的对流换热系数。

[0044] 3、基于计算出 0° 到 90° 所有的努塞尔数 Num 和预设的公式计算出所有的流体雷诺数 Re 。

$$[0045] \quad \text{Nu}_m = C \text{Re}^n \text{Pr}^{1/3}$$

[0046] C 、 n 为常数, $\text{Pr} > 0.7$, C 、 n 值数据调用见图1。

[0047] 4、基于计算出 0° 到 90° 所有的流体雷诺数 Re 和预设的公式计算出所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu 。

$$[0048] \quad \text{Nu} = C \text{Re}^m \text{Pr}_f^{0.36} \left(\frac{\text{Pr}_f}{\text{Pr}_w} \right)^{0.25} \varepsilon_n \quad (1)$$

$$[0049] \quad \text{Nu} = C \text{Re}^m \text{Pr}_f^{0.36} \left(\frac{\text{Pr}_f}{\text{Pr}_w} \right)^{0.25} \varepsilon_n \varepsilon \quad (2)$$

[0050] 式中, C 、 m 为常数, $0.6 < \text{Pr}_f < 500$, Pr_w 采用管束进出口流体的平均温度 $t_f = \frac{T_k + T_2}{2}$, ε_n , ε 为管排修正系数,(1)式适用于冲击角为 90° , (2)式适用于冲击角 $< 90^{\circ}$ 。 C 、 m 与 Re 关系见图2, ε_n 与管排数见表1, ε 与角度关系见图3。

[0051] 5、基于计算出 0° 到 90° 所有的管束平均表面传热系数的关联式 Nu 再次计算出所有的表面传热系数 h_1 。

$$[0052] \quad h_1 = \text{Nu} \lambda / d$$

[0053] 6、基于计算出 0° 到 90° 所有的表面传热系数 h 计算出所有的对流传热量 Q 。通过遗传算法,将所有角度与修正系数 ε 求解一遍,求出最大的对流传热量 Q 。其中种群个体数 NP

取50,最大进化代数NG取100,离散精度eps取0.01,杂交概率Pc取0.9,变异概率Pm取0.04。

$$[0054] \quad \Phi = hA\Delta t_m$$

[0055] 式中,A为传热面积, $\Delta t_m = \frac{T_k + T_2}{2}$ 。

[0056] 基本遗传算法的基本步骤如下:

[0057] 1) 随机产生初始对流换热量 Φ 种群,个体数目一定。

[0058] 2) 用轮盘赌策略确定一个对流换热量 Φ 数值,并判断是否符合最优化准则,若符合,输出最佳对流换热量 Φ ,若不符合,转向3。

[0059] 3) 依据适应度选择再次生成对流换热量 Φ ,适应度高的对流换热量 Φ 被选中的概率高,适应度低的对流换热量 Φ 可能被淘汰。

[0060] 4) 按照一定的交叉概率和交叉方法,生成新的对流换热量 Φ 。

[0061] 5) 按照一定的变异概率和变异方法,生成新的对流换热量 Φ 。

[0062] 6) 由交叉和变异产生新一代的对流换热量 Φ 种群,返回到2。

[0063] 7、最优解的对流换热量 Φ 返回到步骤6)、5)、4(2)),得出修正系数 ε ,再根据图3 ε 与角度关系得出最优冲击角。

[0064] 8、当管内冷流体速度变化,即雷诺数Re变化,再次按步骤1-7进行计算,冲击角不断摆动,再通过遗传算法得出最优对流换热量 Φ ,最优冲击角得出。

[0065] 案例1:设定T0为冷却流体的初始温度,初始温度为25℃,A为换热管面积,面积为100mm²。

[0066] 取一部分测得被测流体温度Tk=[25.2 25.1 25.4 25.5 25.3],

[0067] 测量探头表面温度Tw=[30.5 30.9 30.4 30.8 30.1],

[0068] 流道出口端冷却流体的温度T2=[40.1 40.3 40.5 40.6 40.8],

[0069] 测得的所有对流换热系数h=[119.6604 110.7931 130.2000 123.6226 138.2500],

[0070] 计算所有的努塞尔数Num=[265.9119 246.2069 289.3333 274.7170 307.2222],

[0071] 计算所有的流体的雷诺数Re=[1.0098 0.8904 1.1591 1.0650 1.2785],

[0072] 计算所有管束平均表面传热系数Nu=[2.7763 10.5602 17.6028 22.6885 30.5111],

[0073] 再次计算所有的表面传热系数h1=[3.1234 11.8803 19.8031 25.5245 34.3250],

[0074] 计算所有的对流传热量 Φ =[0.1020 0.3885 0.6525 0.8436
1.1344],

[0075] 优化最大对流传热量为0.9456W/m²,根据优化后的最大对流传热量返回运算得出修正系数 ε =[0.9273 0.9736 0.8695 0.8967 0.8335],优化修正系数 ε =0.8976,最后得出最优冲击角为70°。

[0076] 案例2:设定T0为冷却流体的初始温度,初始温度为25℃,A为换热管面积,面积为

100mm²。

[0077] 取一部分测得被测流体温度 $T_k = [25.5 \ 25.2 \ 25.7 \ 25.8 \ 25.9]$,

[0078] 测量探头表面温度 $T_w = [30.7 \ 30.5 \ 30.1 \ 30.5 \ 30.7]$,

[0079] 流道出口端冷却流体的温度 $T_2 = [40.5 \ 40.1 \ 40.6 \ 40.8 \ 40.7]$,

[0080] 测得的所有对流换热系数 $h = [125.1923 \ 119.6604 \ 148.9091 \ 141.1915 \ 137.3750]$,

[0081] 计算所有的努塞尔数 $Num = [278.2051 \ 265.9119 \ 330.9091 \ 313.7589 \ 305.2778]$,

[0082] 计算所有的流体的雷诺数 $Re = [1.0872 \ 1.0098 \ 1.4435 \ 1.3233 \ 1.2653]$,

[0083] 计算所有管束平均表面传热系数 $Nu = [2.8595 \ 11.1052 \ 19.2173 \ 24.7471 \ 30.3848]$,

[0084] 再次计算所有的表面传热系数 $h_1 = [3.2170 \ 12.4934 \ 21.6194 \ 27.8405 \ 34.1829]$,

[0085] 计算所有的对流传热量 $\phi = [0.1062 \quad 0.4079 \quad 0.7167 \quad 0.9271 \quad 1.1383]$,

[0086] 优化最大对流传热量为 $0.7545\text{W}/\text{m}^2$,根据优化后的最大对流传热量返回运算得出修正系数 $\varepsilon = [0.7107 \ 0.7399 \ 0.6317 \ 0.6511 \ 0.6628]$,优化修正系数 ε 为 0.9162 ,最后得出最优冲击角为 88° 。

[0087] 如图4-8所示,摆动型帘式折流板,主要包括壳体以及安装在壳体内的折流板,其中,壳体为管状壳体,折流板包括若干个外框架,若干个外框架合围形成圆,作用是配合管板固定换热管,同时解决了穿管难问题,为保持稳定,外框架之间相互焊接,外框架圆弧面焊接在帘式折流圈6上,帘式折流圈固定在壳体内,当然的,焊接也可采用其他实现固定连接的方式进行替代。

[0088] 相邻两个外框架的相对面具有半圆形孔2,且在该两个相邻外框架固定后形成圆孔用于配合管板装配换热管。

[0089] 每个外框架均呈环形,每个外框架内均安装帘式折流片3,帘式折流片的四周与对应的外框架的环形内壁之间具有间隔4,每个帘式折流片上安装固定轴5,固定轴的两端自帘式折流片上相对的两个弧形面穿出并穿过对应的外框架后伸出至壳体外,固定轴的两端与外框架、壳体、帘式折流圈之间转动配合,固定轴的其中一端伸出壳体外后连接驱动该固定轴转动的驱动机构。

[0090] 其中,固定轴位于帘式折流片内的部分为方形轴为佳,便于装配,相对的,帘式折流片上以方孔为佳。

[0091] 驱动机构包括固定在壳体上的支架7上,支架上固定安装有导轨8,导轨上滑动安装有滑块9,滑块固定连接气缸或油缸10,滑块上固定安装有齿条11,齿条啮合固定在固定轴端部的齿轮12。

[0092] 其中,折流板有多个,相邻两个折流板之间通过链传动实现同步传动。

[0093] 当然的,驱动机构也可为四连杆机构实现固定轴的转动。

[0094] 在使用时,固定轴由PLC或CPU控制其转动角度,具体的转动角度可预设,如在某一点通过测量冷介质和热介质的温度差值,根据该差值PLC控制固定轴转动,也可仅测量冷介

质的进出温度差值,根据该差值PLC控制固定轴自动转动对应的角度。

[0095] 此外,PLC也可根据温度传感器传递信号利用数据处理模块计算出帘式折流片的最佳冲击角,数据处理模块反馈该最佳冲击角至PLC,PLC根据该反馈信号控制驱动机构驱动固定轴转动相对应的角度,达到最佳换热效果。

[0096] 应当说明的是,上述实施例均可根据需要自由组合。以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

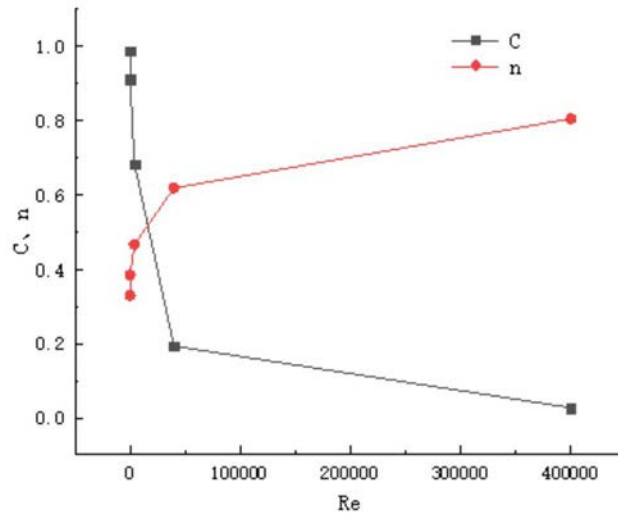


图1

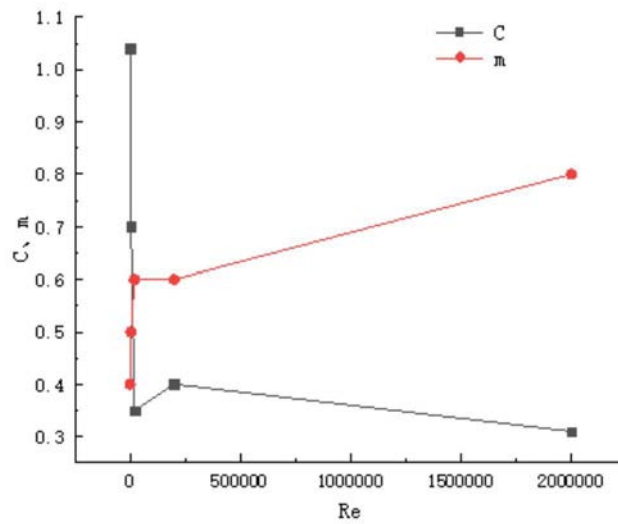


图2

管排数 n	1	2	3	4	5	7	9	10	13	15	>16
100<Re<1000	0.832	0.874	0.914	0.939	0.955	0.97	0.98	0.984	0.993	0.996	1
Re>1000	0.619	0.758	0.84	0.897	0.923	0.954	0.971	0.977	0.99	0.997	1

图3

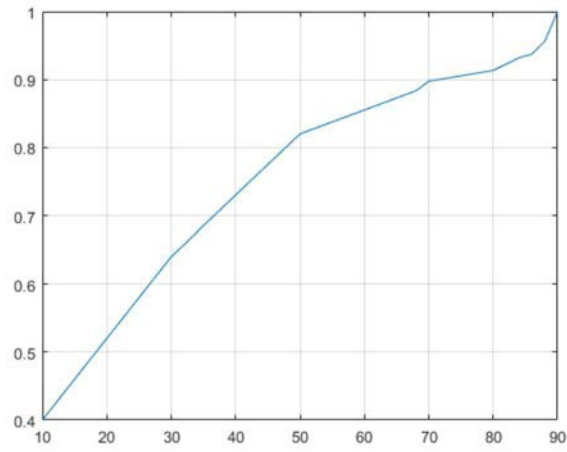


图4

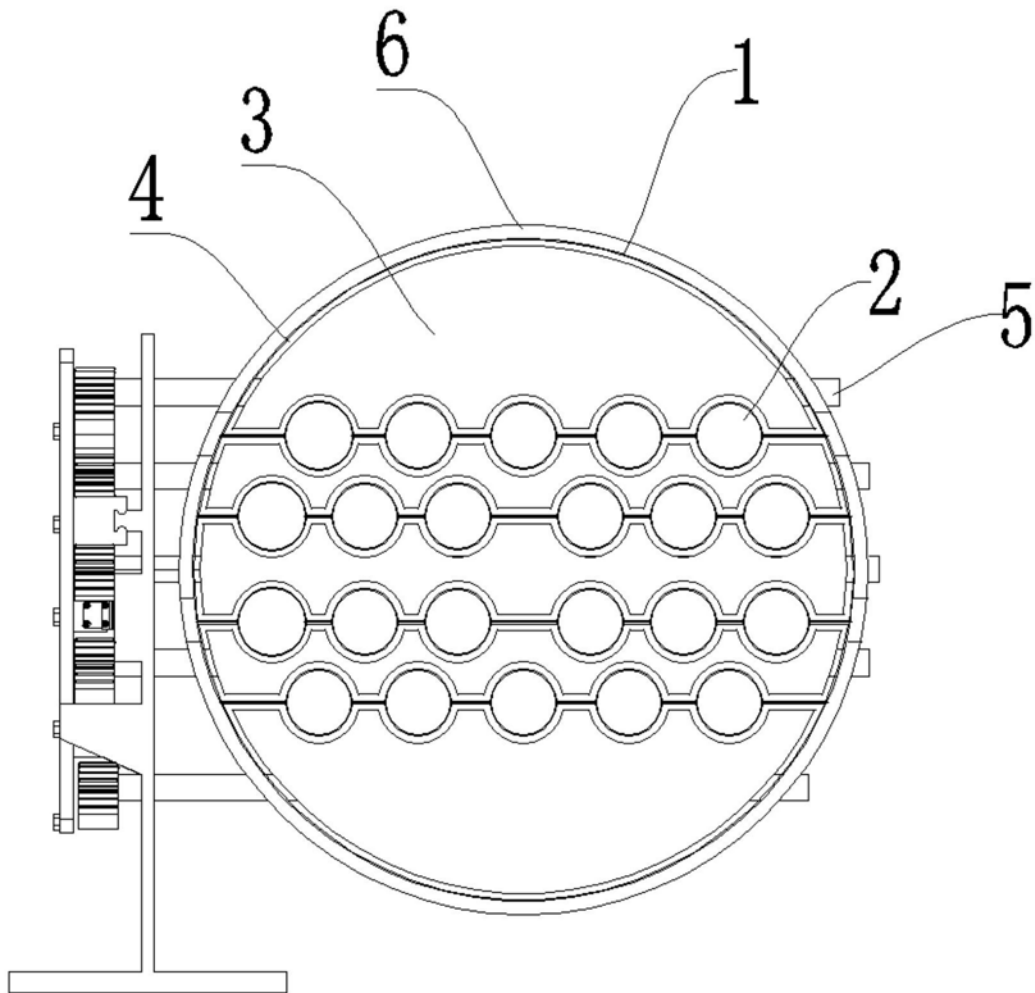


图5

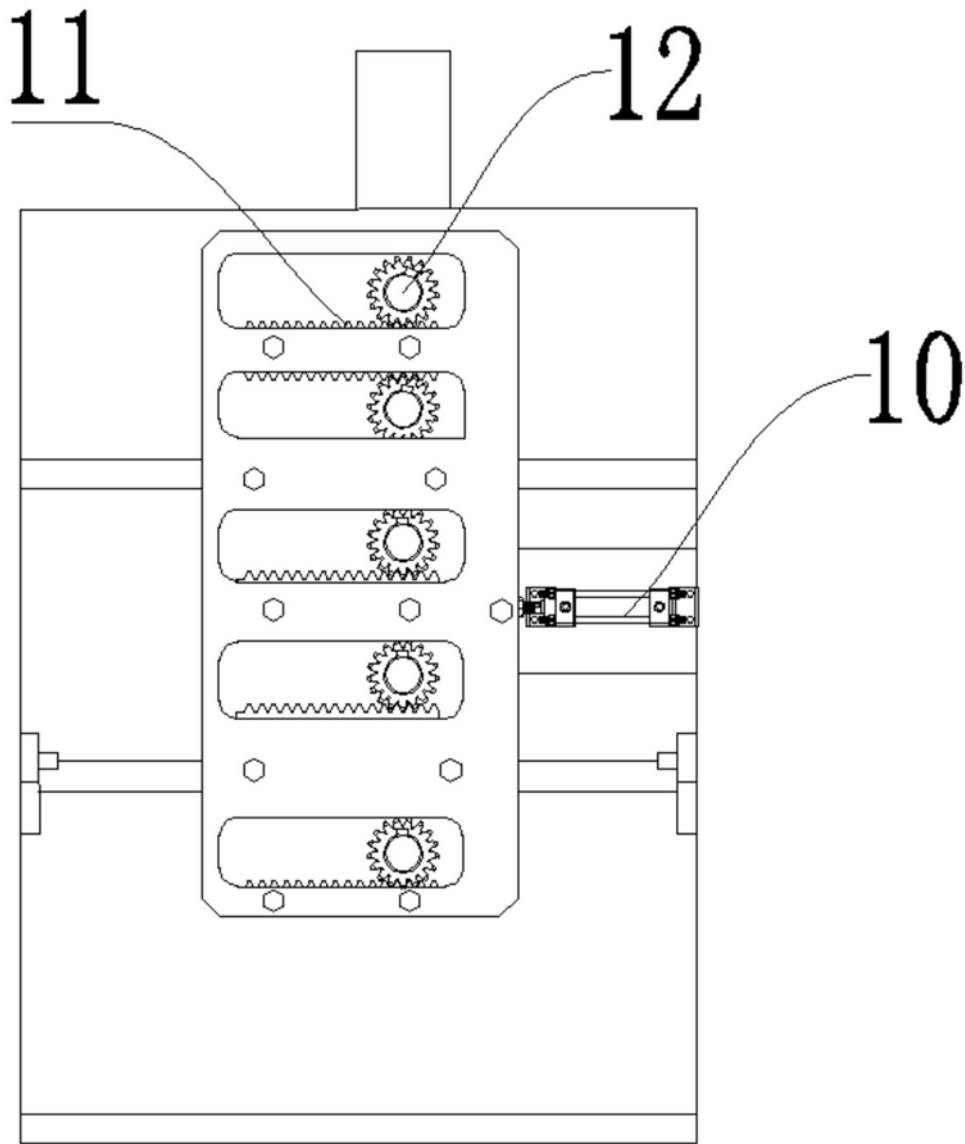


图6

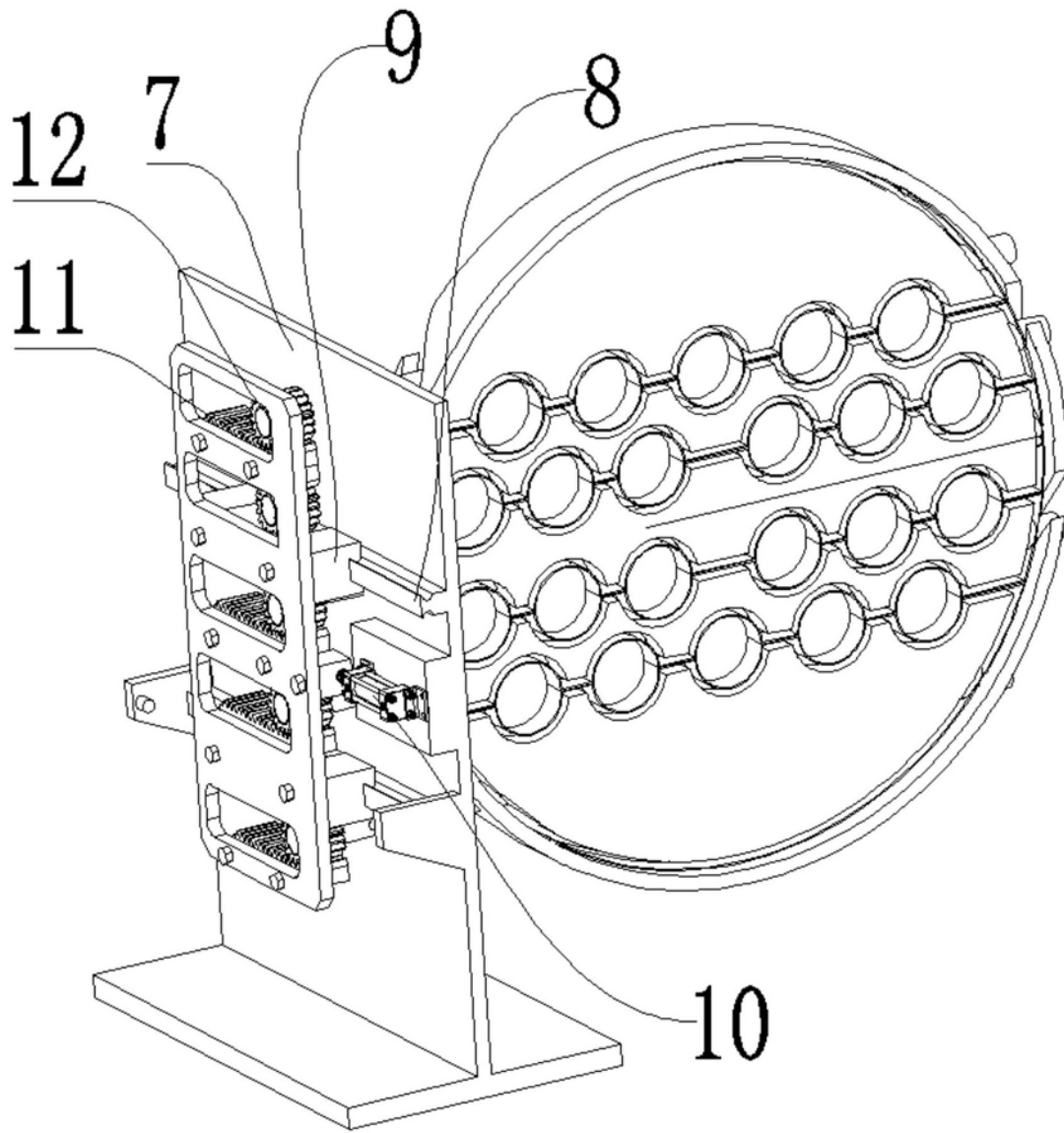


图7

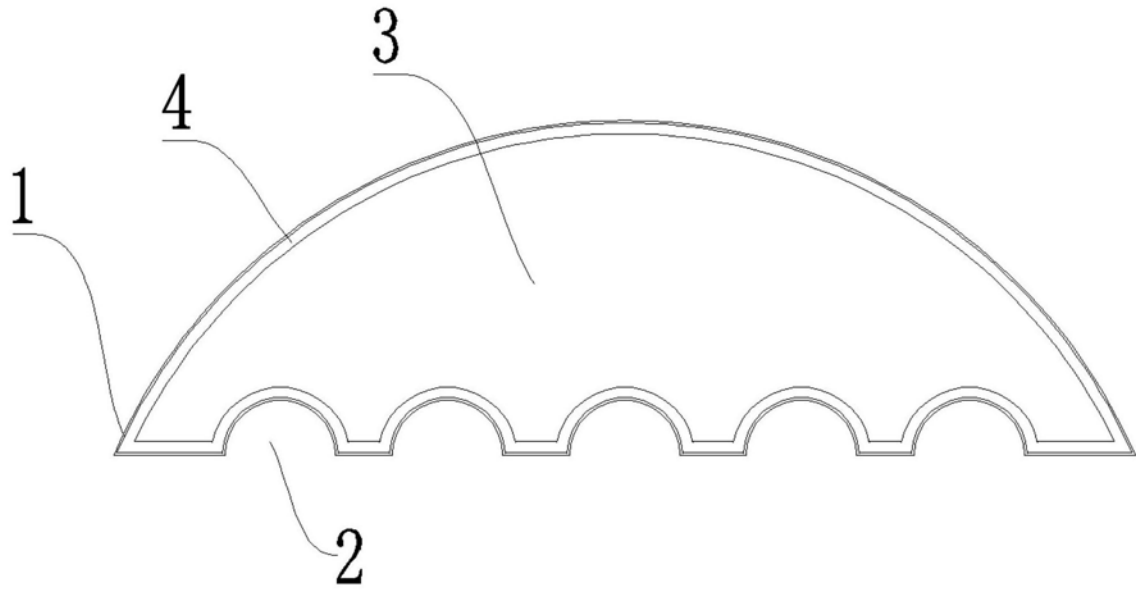


图8