

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 1/70 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810023971.2

[43] 公开日 2008年9月24日

[11] 公开号 CN 101269877A

[22] 申请日 2008.4.23

[21] 申请号 200810023971.2

[71] 申请人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市汉口路22号

[72] 发明人 刘波 汪琦 李松 闫懂懂

李睿华 于鑫 陈泽智

[74] 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

代理人 柏尚春

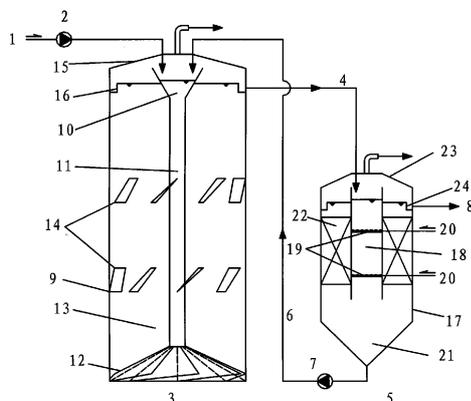
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

两级厌氧消化循环吹脱系统

[57] 摘要

本发明公开了一种两级厌氧消化循环吹脱系统，是一种适于高浓度硫酸盐和有机污染物的厌氧污水处理装置。该系统由进水管、进水泵、旋流式厌氧流化床、流化床出水管、复合式反应器、回流管、循环泵、反应器出水管组成，旋流式厌氧流化床包括流化床罐体、混合器、底物吸附管、旋流布水器、升流室、旋流挡板、流化床集气罩、流化床出水槽，复合式反应器包括反应器罐体、吹脱室、微孔扩散器、进气管、污泥沉淀区、悬浮活性填料层、反应器集气罩、反应器出水槽。本系统克服了硫酸盐有机废水传统厌氧工艺处理的难点，具有容积负荷高，有机物去除效率高，脱硫效果好，抗冲击负荷强，运行稳定，费用省等优点。



1、一种两级厌氧消化循环吹脱系统，其特征在于它包括进水管(1)、进水泵(2)、旋流式厌氧流化床(3)、流化床出水管(4)、复合式反应器(5)、回流管(6)、循环泵(7)、反应器出水管(8)，所述进水管(1)经进水泵(2)布设在旋流式厌氧流化床(3)的顶部，流化床出水管(4)连通旋流式厌氧流化床(3)至复合式反应器(5)顶部，回流管(6)经循环泵(7)连通复合式反应器(5)底部至旋流式厌氧流化床(3)的顶部，反应器出水管(8)设置在复合式反应器(5)上部；

旋流式厌氧流化床(3)包括流化床罐体(9)、混合器(10)、底物吸附管(11)、旋流布水器(12)、升流室(13)、旋流挡板(14)、流化床集气罩(15)、流化床出水槽(16)；旋流布水器(12)设置在流化床罐体(9)的底部；流化床集气罩(15)设置在流化床罐体(9)的顶部；混合器(10)的入口处于流化床集气罩(15)的下方且高于流化床出水槽(16)，进水管(1)与回流管(6)分别伸入混合器(10)排入原水和泥水混合物；底物吸附管(11)位于流化床罐体(9)的中心，其上部与混合器(10)的底部连通，下部与旋流布水器(12)的顶部连通；底物吸附管(11)外壁与流化床罐体(9)内壁之间的空腔为升流室(13)；旋流挡板(14)固定在流化床罐体(9)的内壁上；流化床出水槽(16)设在流化床罐体(9)的上部并与流化床出水管(4)连通；

复合式反应器(5)包括反应器罐体(17)、吹脱室(18)、微孔扩散器(19)、进气管(20)、污泥沉淀区(21)、悬浮活性填料层(22)、反应器集气罩(23)、反应器出水槽(24)；吹脱室(18)同轴设置在反应器罐体(17)的中上部；微孔扩散器(19)横向设置在吹脱室(18)内并与进气管(20)连通；流化床出水管(4)伸入吹脱室(18)上部；污泥沉淀区(21)设置在反应器罐体(17)的下部；回流管(6)与反应器罐体(17)底部连通；悬浮活性填料层(22)处于吹脱室(18)外壁与反应器罐体(17)内壁之间；反应器集气罩(23)设置在反应器罐体(17)的顶部；反应器出水槽(24)设在反应器罐体(17)的上部并与反应器出水管(8)连通。

2、按照权利要求1所述的两级厌氧消化循环吹脱系统，其特征在于，旋流布水器(12)为圆锥形，其表面由以锥顶为圆心的多个相同的扇形布水叶片(25)组成，扇形布水叶片(25)圆弧边与流化床罐体(9)内壁紧密相接，一端连接流化床罐体(9)底部，另一端高出流化床罐体(9)底部一定距离，使每个扇形布水叶片(25)与圆锥表面形成一定的倾斜角度，每两个相邻的扇形布水叶片(25)间有一定角度的重叠，形成一道朝向流化床罐体(9)圆边逆时针切线方向的缝隙。

3、按照权利要求1所述的两级厌氧消化循环吹脱系统，其特征在于，旋流挡板(14)

固定在流化床罐体(9)内壁上,可在流化床罐体(9)内不同高度布置两层或多层,每块挡板与流化床罐体(9)底部形成一定的夹角,每层的多块挡板均匀分布在流化床罐体(9)内壁相同高度处,使每两块挡板间都形成朝向流化床罐体(9)圆边逆时针旋转向上的空腔,相邻两层挡板在流化床罐体(9)底部的投影互补形成同心圆环。

4、按照权利要求 1 或 2 所述的两级厌氧消化循环吹脱系统,其特征在于,旋流挡板(14)为两层,分别位于升流室(13)的 1/3 高处和 2/3 高处。

两级厌氧消化循环吹脱系统

一、技术领域

本发明涉及一种厌氧污水生物处理装置，用以处理含高浓度硫酸盐和有机污染物的污水，具体的说是一种两级厌氧消化循环吹脱系统。

二、背景技术

医药、化工及食品加工企业所产生的废水中往往不仅含有高浓度的有机物，还含有大量的硫酸盐，如发酵、淀粉、造纸、制革、制药等行业。硫酸盐废水会使受纳水体酸化，危害水生生物；并且会破坏土壤结构、使土壤板结，减少农作物产量及降低农产品品质；同时在硫酸还原菌作用下会产生 H_2S ， H_2S 能够腐蚀管道设备并污染大气；我国很多城市的地下水已经受到不同程度的硫酸盐污染。使用厌氧法处理高浓度有机废水是目前最为经济高效的方法，但是在有大量硫酸盐存在的情况下，传统厌氧系统受到硫酸盐还原菌对产甲烷菌的基质竞争性抑制和 SO_4^{2-} 还原产生 H_2S 的毒性抑制作用，处理效率低，甚至不能正常运行。

采用气提吹脱的方法去除 SO_4^{2-} 还原产生的 H_2S 是提高厌氧系统处理效率的关键之一。单相厌氧吹脱工艺是在单相厌氧处理系统中安装惰性气体吹脱装置，将 H_2S 不断地从反应器中吹脱掉，从而改善反应器的运行性能，但在反应器内持续吹脱不利于正常的厌氧消化反应及颗粒污泥的形成，且没有克服硫酸盐还原菌对产甲烷菌的基质竞争性抑制作用。

两相厌氧工艺促使微生物的产酸作用和硫酸盐还原作用在酸化单元中进行，产甲烷作用在甲烷化单元中进行，避免了硫酸盐还原菌和产甲烷菌之间的基质竞争问题。但酸化单元中由于没有产甲烷过程带来的气体扰动作用， H_2S 不易溢出，因此硫化物浓度很高，使微生物受到毒性抑制作用。并且酸化单元中硫酸盐还原通常不彻底，仍有大量硫酸盐流入甲烷化单元，使产甲烷过程受到不利影响。

通常可加大厌氧反应器的水力上升流速以提高处理效率，这是因为水力上升流速的提高有利于硫酸盐还原菌和产甲烷菌对底物的吸收，促进硫酸还原和产甲烷反应，且更强的水力扰动也有利于 H_2S 从水中溢出。但 H_2S 浓度依然很高，基质竞争的问题也没有得到解决。

如能将传统厌氧工艺优化，克服硫酸盐还原菌对产甲烷菌的基质竞争性抑制和 SO_4^{2-}

还原产生 H_2S 的毒性抑制作用，则系统将能实现高效稳定运行。

三、发明内容

本发明的目的，就是要设计一种能够达到上述要求并解决上述问题的厌氧微生物污水处理系统，在一级反应器中能够实现较大的水力上升流速与水力扰动作用，并通过泥水循环和底物吸附管提高底物传质效率，使大部分硫酸盐和有机物被去除，同时由一级反应器的产沼气过程和二级反应器的外加气提吹脱作用控制 H_2S 浓度，再经过二级反应器中微生物的强化处理，使系统稳定且出水水质好。

本发明两级厌氧消化循环吹脱系统，主体为两套竖立的圆柱体结构，分别为旋流式厌氧流化床和复合式反应器，复合式反应器底部为倒立圆锥体结构，另外还包括进水管、进水泵、流化床出水管、回流管、循环泵、反应器出水管，其中进水管经进水泵布设在旋流式厌氧流化床的顶部，流化床出水管连通旋流式厌氧流化床至复合式反应器顶部，回流管经循环泵连通复合式反应器底部至旋流式厌氧流化床的顶部，反应器出水管设置在复合式反应器上部；

旋流式厌氧流化床包括流化床罐体、混合器、底物吸附管、旋流布水器、升流室、旋流挡板、流化床集气罩和流化床出水槽；旋流布水器和流化床集气罩分别设置在流化床罐体的底部和顶部；混合器的入口处于流化床集气罩下方且高于流化床出水槽，进水管与回流管伸入混合器；底物吸附管位于流化床罐体的中心，与混合器和旋流布水器连通；底物吸附管外壁与流化床罐体内壁之间的空腔为升流室；旋流挡板设置在流化床罐体的内壁上；流化床出水槽设在流化床罐体的上部，与流化床出水管连通。

复合式反应器包括反应器罐体、吹脱室、微孔扩散器、进气管、污泥沉淀区、悬浮活性填料层、反应器集气罩、反应器出水槽；吹脱室同轴设置在反应器罐体的中上部；微孔扩散器横向设置在吹脱室的中部和下部，与进气管连通；流化床出水管伸入吹脱室上部；污泥沉淀区设置在反应器罐体的下部；回流管与反应器罐体底部连通；悬浮活性填料层处于吹脱室外壁与反应器罐体内壁之间；反应器集气罩设置在反应器罐体的顶部；反应器出水槽设在反应器罐体的上部，与反应器出水管连通。本系统出水效果稳定，硫酸盐和有机物浓度都大幅降低，再经好氧系统处理后可达标排放。

本发明的工作原理：在两级厌氧消化循环吹脱系统的旋流式厌氧流化床中，原水与复合式反应器沉淀下来的大量泥水在混合器充分混合，再经底物吸附管和旋流布水器进入升流室。底物吸附管的推流形式类似于生物选择器，可以产生较大的底物浓度梯度，

促进不同的厌氧微生物对原水中各自具有竞争优势的基质进行吸收,减轻硫酸盐还原菌对产甲烷菌的基质竞争性抑制作用,使硫酸盐和有机物的去除效率都得到有效提高。泥水混合物经旋流布水器布水进入升流室时,可在反应器底部产生逆时针的旋流,使污泥得到充分搅拌减少水力死区,并加强了泥水的混合接触,防止了反应器底部 H_2S 局部浓度过高。为了在整个升流室中都保持一定的水力搅拌强度,根据反应器高度设置两层或多层旋流挡板,强化扰动效果。从复合式反应器底部循环回流的大量泥水为升流室提供了足够的水力上升流速,使污泥床达到流化状态,为反应器的高效运行创造了良好的条件。产甲烷过程产生的沼气,配合流化状态与旋流扰动的水力条件,促使 H_2S 气体从水中溢出,有效降低了反应器中 H_2S 的毒性抑制作用。旋流式厌氧流化床没有使用三相分离器,从而增大了反应器的有效容积,提高了反应器的处理效率。反应器产生的沼气由集气罩收集后经脱硫处理,用作复合式反应器的吹脱气体。

旋流式厌氧流化床流出的泥水混合物,首先在复合式反应器的吹脱室经微孔扩散器利用沼气吹脱除硫后,进入污泥沉淀区沉淀,沉淀产生的清液上流至二级厌氧的悬浮活性填料层强化处理后排出,沉淀下来的泥水混合物回流至旋流式厌氧流化床。由于旋流式厌氧流化床对 H_2S 的去除效果有限,并且无法控制 H_2S 的浓度,因此在复合式反应器中对旋流式厌氧流化床流出的泥水混合物进行大比例的循环吹脱,通过控制吹脱气量与循环比例限制 H_2S 浓度在一定范围内,保证系统不受 H_2S 毒性影响,吹脱用气为系统产生沼气经脱硫后的气体。针对高浓度污染物废水一级厌氧消化不彻底的缺点,悬浮活性填料层利用厌氧生物膜工艺,对一级厌氧后污染物较低浓度的废水可以再次大幅降低污染物含量,减轻后续好氧设施的处理压力。

本发明中的旋流布水器为圆锥形,其表面由以锥顶为圆心的多个相同的扇形布水叶片组成,扇形布水叶片圆弧边与流化床罐体内壁紧密相接,一端连接流化床罐体底部,另一端高出流化床罐体底部一定距离,使每个扇形布水叶片与圆锥表面形成一定的倾斜角度,每两个相邻的扇形布水叶片间有一定角度的重叠,从而形成一道朝向流化床罐体圆边切线方向的缝隙。泥水混合物顺着旋流布水器的缝隙流出,产生逆时针切向的旋转水流,使反应器底部的泥水得到充分搅拌。

上述的旋流挡板固定在流化床罐体内壁上,可在流化床罐体内不同高度布置两层或多层,每块挡板与流化床罐体底部形成一定的夹角,每层的多块挡板均匀分布在流化床罐体内壁相同高度处,使每两块挡板间都形成朝向流化床罐体圆边逆时针旋转向上的空

腔，使升流室中的水流并非垂直向上，而是逆时针旋转向上流动，从而达到一定的水力搅拌效果。相邻两层挡板在流化床罐体底部的投影互补形成同心圆环，防止了水流避开挡板而出现短流的现象。

本发明两级厌氧消化循环吹脱系统具备如下特性：(1)通过泥水大比例循环、旋流布水器和旋流挡板的作用，一级反应器中能够实现较大的水力上升流速与水力扰动效果，产生污泥床流化与旋流的状态，达到良好的水力混合条件。(2)使用底物吸附管提高底物传质效率，减轻硫酸盐还原菌对产甲烷菌的基质竞争性抑制作用，使硫酸盐和有机物的去除效率都得到有效提高。(3)经一级反应器的产沼气过程使部分 H_2S 溢出后，再由二级反应器的外加脱硫沼气气提吹脱限制 H_2S 浓度在一定范围内，保证系统不受 H_2S 毒性影响。(4)二级反应器中采用悬浮活性填料层的厌氧生物膜工艺，强化了系统的处理效果，减轻了后续好氧设施的处理压力。(5)整套系统对高浓度硫酸盐有机废水的处理效果稳定，出水水质好，费用省。

四、附图说明

图 1 为本发明的结构示意图；

图 2 为旋流布水器的安装示意图，其中 a 是主视图，b 是俯视图；

图 3 为旋流挡板的结构示意图，其中 a 是主视图，b 是第一层旋流挡板俯视图，c 是第二层旋流挡板俯视图，d 是展开图。

五、具体实施方式

为进一步阐述本发明，下面对本发明的具体实施方式做详细说明。

图 1 为本发明的结构示意图，其包括进水管 1、进水泵 2、旋流式厌氧流化床 3、流化床出水管 4、复合式反应器 5、回流管 6、循环泵 7、反应器出水管 8。旋流式厌氧流化床 3 与复合式反应器 5 为两套竖立的圆柱体结构，复合式反应器底部为倒立圆锥体结构；进水管 1 和进水泵 2 为系统原水进水处，设置在旋流式厌氧流化床 3 的前部；反应器出水管 8 为系统最终出水处，设置在复合式反应器 5 后部；旋流式厌氧流化床 3 和复合式反应器 5 之间通过流化床出水管 4、回流管 6、循环泵 7 相互连接。

其中，旋流式厌氧流化床 3，包括流化床罐体 9、混合器 10、底物吸附管 11、旋流布水器 12、升流室 13、旋流挡板 14、流化床集气罩 15、流化床出水槽 16；流化床罐体 9 的顶部和底部分别为旋流布水器 12 和流化床集气罩 15，上部为流化床出水槽 16，流化床出水槽 16 与流化床出水管 4 连通；混合器 10 处于流化床集气罩 15 的下方且高于

流化床出水槽 16, 进水管 1 与回流管 6 伸入混合器 10; 底物吸附管 11 位于流化床罐体 9 的中心, 其上下部分别与混合器 10 和旋流布水器 12 连通; 底物吸附管 11 外壁与流化床罐体 9 内壁之间的空腔为升流室 13; 升流室 1/3 高处和 2/3 高处分别设置两层旋流挡板 14。

复合式反应器 5, 包括反应器罐体 17、吹脱室 18、微孔扩散器 19、进气管 20、污泥沉淀区 21、悬浮活性填料层 22、反应器集气罩 23、反应器出水槽 24; 反应器罐体 17 中心为吹脱室 18, 中心靠外部设置悬浮活性填料层 22, 上部设置反应器出水槽 24, 顶部设置反应器集气罩 23, 下部为污泥沉淀区 21, 底部连通回流管 6; 与进气管 20 连通的微孔扩散器 19 设置在吹脱室 18 的中部和下部; 流化床出水管 4 伸入吹脱室 18 上部。

图 2 为旋流布水器的安装示意图, 由图中可见, 所述的旋流布水器 12 为圆锥形结构, 其表面由以锥顶为圆心的多个相同的扇形布水叶片 25 组成, 扇形布水叶片 25 圆弧边与流化床罐体 9 内壁紧密相接, 一端连接流化床罐体 9 底部, 另一端高出流化床罐体 9 底部一定距离, 使每个扇形布水叶片 25 与圆锥表面形成一定的倾斜角度, 每两个扇形布水叶片 25 间有一定角度的重叠, 形成一道朝向流化床罐体 9 圆边逆时针切线方向的缝隙。

图 3 为旋流挡板的结构示意图, 由图中可见, 所述的旋流挡板 14 固定在流化床罐体 9 内壁上, 每块挡板与流化床罐体 9 底部形成一定的夹角, 每层的多块挡板均匀分布在流化床罐体 9 内壁相同高度处, 使每两块相邻的挡板间都形成朝向流化床罐体 9 圆边逆时针旋转向上的空腔, 相邻两层挡板在流化床罐体 9 底部的投影互补形成同心圆环。

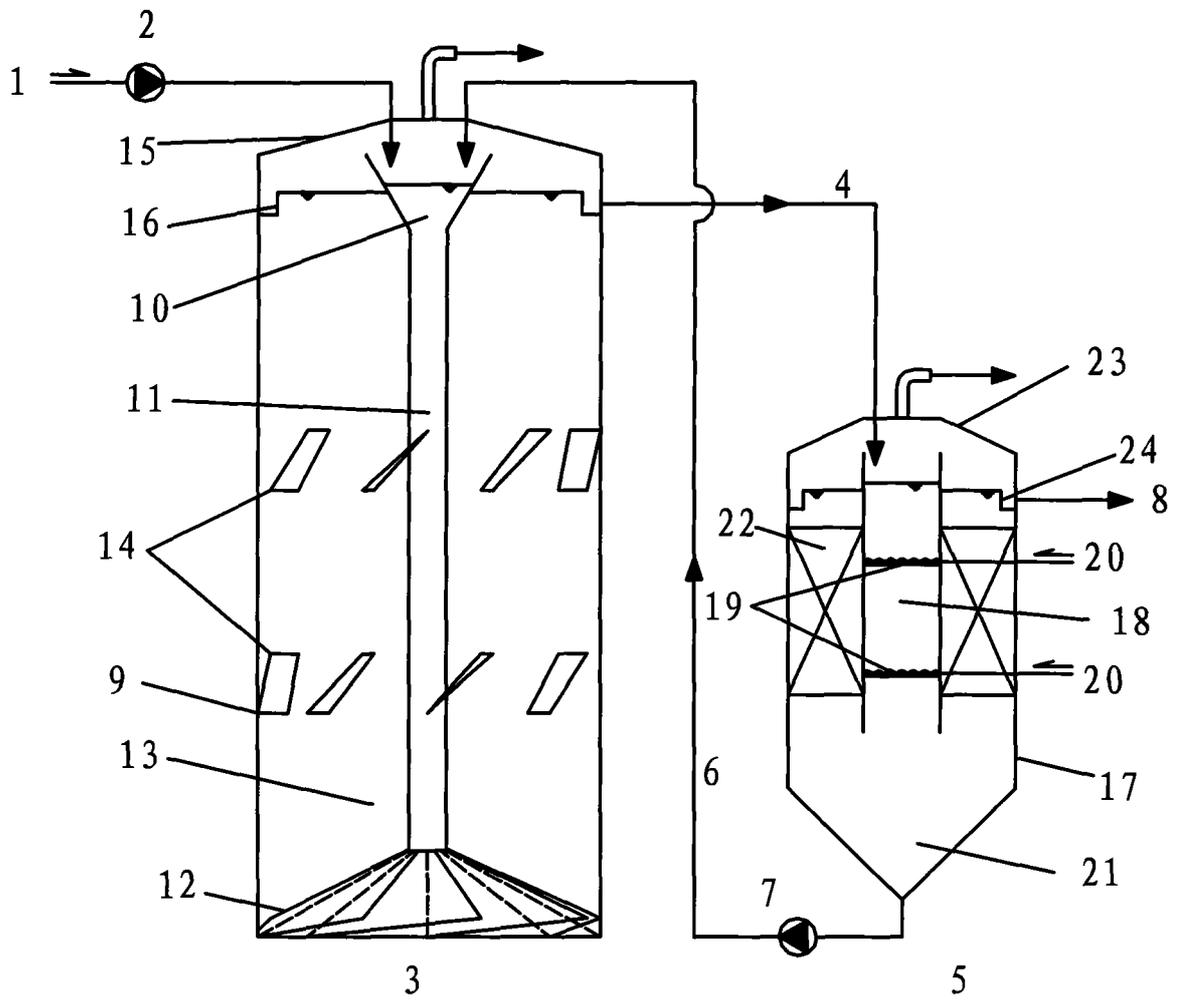


图1

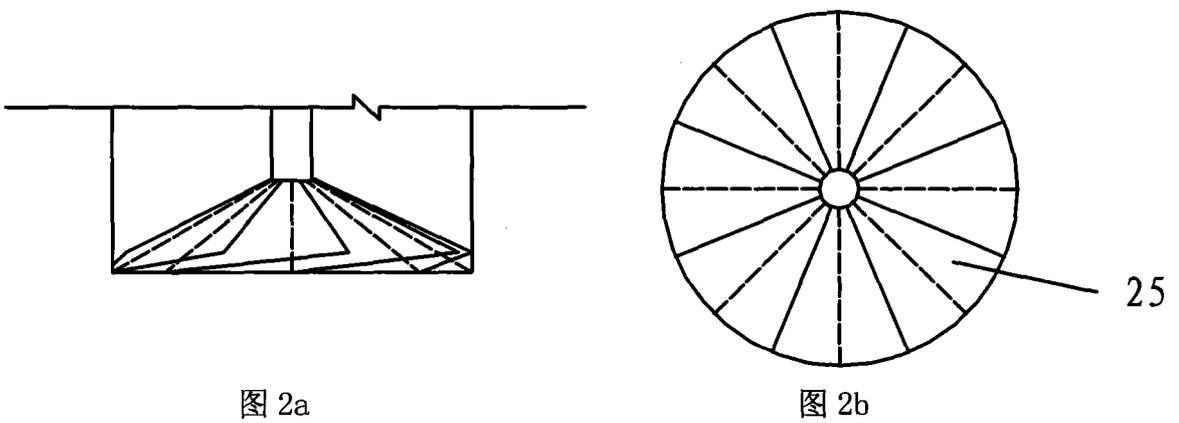


图 2a

图 2b

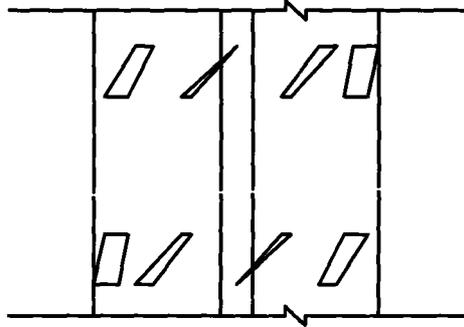


图 3a

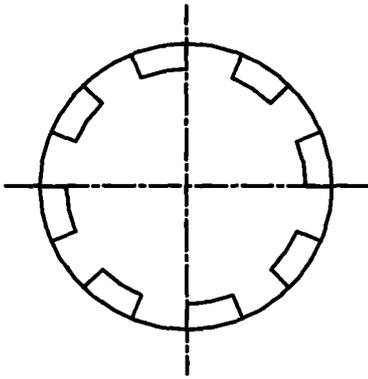


图 3b

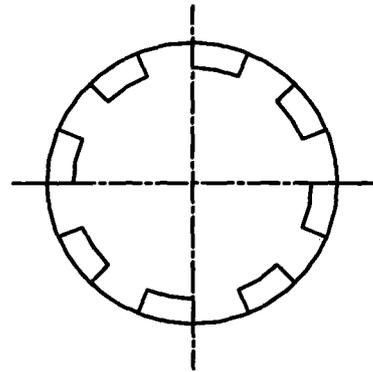


图 3c

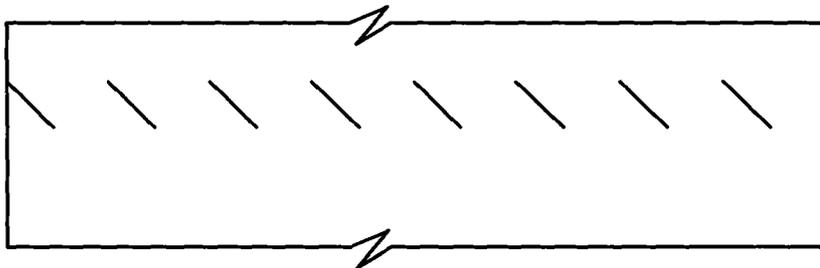


图 3d