



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105800766 B

(45)授权公告日 2018.06.15

(21)申请号 201610292134.4

C02F 1/04(2006.01)

(22)申请日 2016.05.04

C02F 7/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C02F 101/36(2006.01)

申请公布号 CN 105800766 A

C02F 103/06(2006.01)

(43)申请公布日 2016.07.27

(56)对比文件

CN 105036224 A, 2015.11.11,

(73)专利权人 徐州市城区水资源管理处

CN 104724818 A, 2015.06.24,

地址 221018 江苏省徐州市新城区元和路1
号徐州市城区水资源管理处

US 5037550 A, 1991.08.06,

(72)发明人 刘喜坤 孙晓虎 张双圣 于向辉
陈红娟 刘勇

审查员 殷晶

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 王新生

(51)Int.Cl.

C02F 1/72(2006.01)

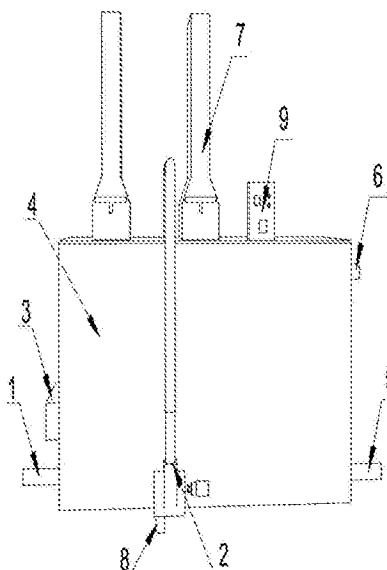
权利要求书3页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

一种高温曝气去除地下水四氯化碳装置
及其工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种高温曝气去除地下水四氯化碳装置及其工作方法，包括进水管，高温曝气装置，搅拌装置，反应箱，排水管，排渣管，冷凝装置，排泥管，控制系统；进水管将含四氯化碳的地下水输送至反应箱内，高温曝气装置将温度为100℃~120℃的高温气体输送至反应箱内，控制系统控制搅拌装置启动开始搅拌，高温空气和地下水在反应箱内部混合反应，反应后的浮渣从排渣管排出，反应中蒸发的气体在冷凝装置中冷凝后排出，沉淀在反应箱底部的泥沙从排泥管排出，最后生成的洁净水从排水管排出。本发明所述的一种高温曝气去除地下水四氯化碳装置及其工作方法，采用高温蒸发加曝气的工艺，处理地下水四氯化碳效率高、效果好。



1. 一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,包括进水管(1),高温曝气装置(2),搅拌装置(3),反应箱(4),排水管(5),排渣管(6),冷凝装置(7),排泥管(8),控制系统(9);其特征在于:所述反应箱(4)一侧下部设有进水管(1)和搅拌装置(3),反应箱(4)另一侧设有排渣管(6)和排水管(5),反应箱(4)顶部设有冷凝装置(7)和控制系统(9),反应箱(4)底部设有排泥管(8),反应箱(4)前部设有高温曝气装置(2);

所述高温曝气装置(2),包括高温气泵(2-1),进气主管(2-2),进气支管(2-3),曝气头(2-4);所述高温气泵(2-1)位于反应箱(4)前侧外部,高温气泵(2-1)与进气主管(2-2)一端连接;所述进气主管(2-2)另一端从反应箱(4)上部垂直伸入反应箱(4)内部,进气主管(2-2)在反应箱(4)内部靠近反应箱(4)底部10cm~15cm处为水平布置的两端封闭的管道;所述进气支管(2-3)一端与进气主管(2-2)垂直贯通连接,进气支管(2-3)另一端为封闭结构,进气支管(2-3)在反应箱(4)底部10cm~15cm处水平分布,进气支管(2-3)数量不少于5个,进气支管(2-3)在反应箱(4)内水平均匀分布;所述曝气头(2-4)底端与进气支管(2-3)上部垂直贯通连接,曝气头(2-4)上端竖直向上,曝气头(2-4)在进气支管(2-3)上均匀分布,每根进气支管(2-3)上的曝气头(2-4)数量不少于10个。

2. 根据权利要求1所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,其特征在于:所述曝气头(2-4),包括竖直叶片(2-4-1),水平叶片(2-4-2);其中所述竖直叶片(2-4-1)为矩形薄板,多块竖直叶片(2-4-1)沿中心竖直均匀焊接在中心轴上组成一个圆柱形结构,竖直叶片(2-4-1)的数量不少于6块;所述水平叶片(2-4-2)为圆环形薄板,水平叶片(2-4-2)中间开有圆形通孔,水平叶片(2-4-2)中间开口的直径为水平叶片(2-4-2)直径的0.3~0.5倍,水平叶片(2-4-2)直径与竖直叶片(2-4-1)围城的圆柱形的直径相同,水平叶片(2-4-2)上下对称镶嵌在竖直叶片(2-4-1)上,水平叶片(2-4-2)数量为2块。

3. 根据权利要求2所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,其特征在于:所述搅拌装置(3),包括电机(3-1),齿轮箱(3-2),搅拌轴(3-3),搅拌齿(3-4);所述电机(3-1)位于反应箱(4)外侧,电机(3-1)与齿轮箱(3-2)一端垂直连接;所述齿轮箱(3-2)位于反应箱(4)一侧外壁下端,齿轮箱(3-2)一侧侧壁与反应箱(4)外壁无缝焊接;所述搅拌轴(3-3)一端与齿轮箱(3-2)连接,搅拌轴(3-3)另一端垂直贯穿反应箱(4)一侧侧壁并伸入反应箱(4)内部,搅拌轴(3-3)的数量不少于3根,搅拌轴(3-3)在反应箱(4)内水平均匀分布;所述搅拌齿(3-4)为圆柱形结构,搅拌齿(3-4)两端为两个直径相同的圆盘,搅拌齿(3-4)两端圆盘在中心位置与搅拌轴(3-3)贯通且无缝焊接,搅拌齿(3-4)两圆盘边缘通过垂直焊接的搅拌条相连,每个搅拌齿(3-4)上对称设有四根搅拌条,搅拌齿(3-4)的数量与搅拌轴(3-3)数量相同。

4. 根据权利要求3所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,其特征在于:所述反应箱(4),包括高温曝气室(4-1),温度传感器(4-2),分隔板(4-3),滤网(4-4),落渣板(4-5),活性炭层(4-6),支撑滤板(4-7),四氯化碳浓度传感器(4-8);所述高温曝气室(4-1)位于反应箱(4)内部左侧,高温曝气室(4-1)为封闭设计的矩形中空室,高温曝气室(4-1)长度为反应箱(4)总长度的四分之三;所述温度传感器(4-2)位于高温曝气室(4-1)一侧侧壁中部,温度传感器(4-2)与控制系统(9)通过导线连接;所述分隔板(4-3)位于高温曝气室(4-1)另一侧,分隔板(4-3)为两块竖直方向在同一平面的矩形板组成,分隔板(4-3)下部的矩形板前端和底端分别与反应箱(4)的前后内壁和底部垂直无缝焊接,分隔板(4-3)下部的

矩形板上端与反应箱(4)上檐口的距离为80cm~100cm,分隔板(4-3)上部的矩形板前端分别与反应箱(4)的前后内壁垂直无缝焊接,分隔板(4-3)上部的矩形板下端与反应箱(4)上檐口的距离为60cm~80cm,分隔板(4-3)上部的矩形板上端与反应箱(4)上檐口的距离为20cm~30cm;所述滤网(4-4)位于分隔板(4-3)上下两块矩形板之间,滤网(4-4)上下网壁与分隔板(4-3)垂直相连,滤网(4-4)前后网壁与反应箱(4)前后内壁垂直连接;所述落渣板(4-5)为矩形薄板,落渣板(4-5)一端与分隔板(4-3)上部矩形板的上壁无缝焊接,落渣板(4-5)另一端与反应箱(4)的一侧内壁无缝焊接,落渣板(4-5)前后面与反应箱(4)的前后内壁垂直无缝焊接,落渣板(4-5)板面与水平面的夹角为10°~30°;所述活性炭层(4-6)位于分隔板(4-3)右侧和落渣板(4-5)下侧的空间内,活性炭层(4-6)的厚度为100cm~150cm;所述支撑滤板(4-7)位于活性炭层(4-6)下部,支撑滤板(4-7)为带有均匀分布的条形滤孔的矩形板,支撑滤板(4-7)前后壁和一侧侧壁分别与反应箱(4)的前后内壁和一侧内壁垂直无缝焊接,支撑滤板(4-7)的另一侧侧壁与分隔板(4-3)的一侧侧壁垂直无缝焊接,支撑滤板(4-7)下端距离反应箱(4)底部的距离为20cm~30cm;所述四氯化碳浓度传感器(4-8)位于支撑滤板(4-7)下端,四氯化碳浓度传感器(4-8)连接在反应箱(4)一侧内壁上,四氯化碳浓度传感器(4-8)与控制系统(9)通过导线连接。

5.根据权利要求4所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,其特征在于:所述冷凝装置(7),包括:拢气室(7-1),引流板(7-2),冷凝通道(7-3),排液管(7-4);所述拢气室(7-1)为横截面为梯形的柱形中空室,拢气室(7-1)底端与反应箱(4)垂直贯通连接,拢气室(7-1)上端与冷凝通道(7-3)贯通连接;所述引流板(7-2)位于拢气室(7-1)内部,引流板(7-2)数量为两块,引流板(7-2)在拢气室(7-1)内部沿拢气室(7-1)中心轴对称布置,引流板(7-2)下端与拢气室(7-1)侧壁弯折部位无缝焊接,引流板(7-2)前端与拢气室(7-1)前后内壁垂直无缝焊接,引流板(7-2)上端沿拢气室(7-1)中心位置向上倾斜,引流板(7-2)与水平面的夹角为10°~30°,对称布置的两块引流板(7-2)上端保持齐平,两块引流板(7-2)上端之间的距离为20cm~30cm;所述冷凝通道(7-3)为两端开口的矩形中空结构,冷凝通道(7-3)下端与拢气室(7-1)上端垂直贯通连接,冷凝通道(7-3)的垂直高度为3m~4m;所述排液管(7-4)在拢气室(7-1)后部室壁上靠近两块引流板(7-2)与拢气室(7-1)相交的两个交点上部位置垂直贯通连接在拢气室(7-1)上。

6.根据权利要求5所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,其特征在于:所述曝气头(2-4)由高分子材料压模成型,曝气头(2-4)按重量份数计的组成成分和制造过程如下:

第1步、在反应釜中加入电导率为0.15μS/cm~0.20μS/cm的超纯水800~1000份,启动反应釜内搅拌器,转速为50rpm~55rpm,启动加热泵,使反应釜内温度上升至60℃~75℃;依次加入油酸乙酯15~20份、乳酸乙酯15~20份、丙酸乙酯15~20份,搅拌至完全溶解,调节pH值为8.2~9.5,将搅拌器转速调至70rpm~95rpm,温度为85℃~105℃,酯化反应1~15小时;

第2步、取磷酸三乙酯1~15份、丙烯酸乙酯1~15份粉碎,粉末粒径为300~350目;加入纳米级硼酸铑100~200份混合均匀,平铺于托盘内,平铺厚度为6mm~18mm,采用剂量为1.3kGy~4.0kGy、能量为0.25MeV~1.30MeV的α射线辐照15min~25min;

第3步、经第2步处理的混合粉末溶于脲基甲酸乙酯45~60份中,加入反应釜,搅拌器转

速为35rpm~55rpm,温度为100℃~125℃,启动真空泵使反应釜的真空度达到-0.01MPa~-0.02MPa,保持此状态反应1h~15h;泄压并通入氨气,使反应釜内压力为0.01~0.02MPa,保温静置1h~15h;之后搅拌器转速提升至60rpm~75rpm,同时反应釜泄压至0MPa;依次加入对茴香乙酸酯15~25份、乙酰丙酮酸乙酯15~25份完全溶解后,加入交联剂50~60份搅拌混合,使得反应釜溶液的亲水亲油平衡值为3.0~4.5,保温静置1h~15h;

第4步、在搅拌器转速为56rpm~80rpm时,依次加入马来酸二乙酯15~25份、苹果酸二乙酯15~25份和异硫氰酸乙酯15~25份,提升反应釜压力,使其达到0.01MPa~0.35MPa,温度为96℃~106℃,聚合反应1h~15h;反应完成后将反应釜内压力降至0MPa,降温至46℃~50℃,出料,入压模机即可制得曝气头(2-4);

所述交联剂为辛二酸二乙酯;

所述纳米级硼酸铑的粒径为120nm~200nm。

7.一种如权利要求1所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置的工作方法,其特征在于,该工作方法包括以下几个步骤:

第1步、进水管(1)将含四氯化碳的地下水输送至高温曝气室(4-1)内,高温曝气装置(2)将温度为100℃~120℃的高温气体输送至高温曝气室(4-1)内,控制系统(9)控制搅拌装置(3)启动开始搅拌,高温空气将高温曝气室(4-1)内的地下水加热并与地下水混合反应,反应后的浮渣从分隔板(4-3)上部流过,经过落渣板(4-5)后最终沿排渣管(6)排出,反应中因升温而蒸发的气体在冷凝装置(7)中冷凝后沿排液管(7-4)排出,沉淀在高温曝气室(4-1)底部的泥沙从排泥管(8)排出,反应后的地下水经过滤网进入活性炭层(4-6),经过活性炭层(4-6)过滤后的洁净水最终沿排水管(5)排出;

第2步、当温度传感器(4-2)测得的温度高于77℃时,控制系统(9)控制高温曝气装置(2)减小进气量,当温度传感器(4-2)测得的温度低于77℃时,控制系统(9)控制高温曝气装置(2)增加进气量;

第3步、当四氯化碳浓度传感器(4-8)测得的四氯化碳浓度过高时,控制系统(9)控制进水管(1)减小进水流量,当四氯化碳浓度传感器(4-8)测得的四氯化碳浓度过低时,控制系统(9)控制进水管(1)增加进水流量。

一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于地下水污染处理装置领域,具体涉及一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法。

背景技术

[0002] 四氯化碳(CCl_4)是一种人工合成的低沸点有机氯代烃(比重 $1.591g/cm^3$,沸点 $77^{\circ}C$),微溶于水。国外研究表明:四氯化碳属于典型的肝脏毒物,高浓度时,首先是影响中枢神经系统,随后影响肝、肾。它在环境中具有持久性、长期残留性和生物蓄积性,因此自1979年被美国EPA列入了“含四氯化碳实验室中优先控制的污染物”,也被我国列入了68种“水中优先控制的污染物”名单。

[0003] 上个世纪七十年代由于大量制造和使用农药,造成了一些地区实验室中被四氯化碳污染,如美国的密西根含水层和加拿大渥太华附近的含水层均受到过四氯化碳的污染(在含水层中它多以非水相(NAPL)存在)。

[0004] 美国前Fortord Army军事基地造成的污染使得Marina的市政供水中 CCl_4 超标,2000年8月测得 CCl_4 浓度达 $15\mu g/L$ 。美国Livermore地区的实验室排放残液中监测发现有毒有害垃圾的堆放导致 CCl_4 污染物的产生,有毒物质渗滤液中 CCl_4 的浓度高达 $500\mu g/L$ 。2000年4月,Hafner&Sons垃圾填埋场附近的MW-10井中实验室中 CCl_4 浓度达 $6.3\mu g/L$ 。

[0005] 现有治理技术

[0006] 四氯化碳是常见的有机污染物,容易随雨水或灌溉水通过淋溶作用进入土壤和水体,引起土壤和水体的污染。目前有关实验室中四氯化碳残液污染治理的传统方法有以下几种。

[0007] 1. 活性炭吸附法

[0008] 用活性炭吸附水源中的四氯化碳残液,无需添加任何化学试剂,技术要求不高,低浓度吸附效果好,一些难以降解的物质可直接吸附在活性炭上。通过考察了活性炭投加量、吸附时间、温度等因素对去除效果的影响。

[0009] 此法工艺成熟,操作简单效果可靠,但吸附效率不稳定,四氯化碳残液处于低浓度时效果好,高浓度时处理不稳定,有效吸附寿命短,载体需要进行二次解吸才能进行循环运用,且通过溶剂解吸后的溶液,又形成含四氯化碳的混合体,如何再将其分离,需要进一步研究。

[0010] 2. 原位化学氧化法

[0011] 原位化学修复技术采用的氧化剂高锰酸盐、Fenton试剂、过氧化氢和过硫酸盐等。将氧化剂注入含有大量的天然铁矿物,在铁矿物催化的作用下氧化反应能有效修复有机污染物。研究表明原位化学修复技术容易使修复区产生矿化、土壤板结、透水性差,改变了修复区结构。

[0012] 3. 生物修复法

[0013] 利用生物注射和有机粘土吸附生物活性菌,通过生物的代谢作用,减少地下环境

中有毒有害化合物的工程技术方法,原位生物修复法能够处理大范围的污染物,并且能完全分解污染物。

[0014] 目前原位生物法对于处理实验室中有机物污染源是一项新兴的技术,生物修复的关键因素是合适的电子受体,而氧是最好的电子受体,由于在此环境中缺乏氧这一电子受体,同时微生物营养物质的供给不足,也使得微生物的生物降解不能持久。

[0015] 4. 渗透反应墙修复法

[0016] 利用填充有活性反应介质材料的被动反应区,当受污染的实验室中通过时,其中的污染物质与反应介质发生物理、化学和生物等作用而被降解、吸附、沉淀或去除,从而使污水得以净化。

[0017] 但是渗透性反应墙存在易被堵塞,实验室中的氧化还原电位等天然环境条件易遭破坏,运行维护相对复杂等缺点,加上双金属系统、纳米技术成本较高,这些因素阻碍了渗透性反应墙的进一步发展及大力推广。

发明内容

[0018] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置,包括进水管1,高温曝气装置2,搅拌装置3,反应箱4,排水管5,排渣管6,冷凝装置7,排泥管8,控制系统9;所述反应箱4一侧下部设有进水管1和搅拌装置3,反应箱4另一侧设有排渣管6和排水管5,反应箱4顶部设有冷凝装置7和控制系统9,反应箱4底部设有排泥管8,反应箱4前部设有高温曝气装置2。

[0019] 进一步的,所述高温曝气装置2,包括高温气泵2-1,进气主管2-2,进气支管2-3,曝气头2-4;所述高温气泵2-1位于反应箱4前侧外部,高温气泵2-1与进气主管2-2一端连接;所述进气主管2-2另一端从反应箱4上部垂直伸入反应箱4内部,进气主管2-2在反应箱4内部靠近反应箱4底部10cm~15cm处为水平布置的两端封闭的管道;所述进气支管2-3一端与进气主管2-2垂直贯通连接,进气支管2-3另一端为封闭结构,进气支管2-3在反应箱4底部10cm~15cm处水平分布,进气支管2-3数量不少于5个,进气支管2-3在反应箱4内水平均匀分布;所述曝气头2-4底端与进气支管2-3上部垂直贯通连接,曝气头2-4上端竖直向上,曝气头2-4在进气支管2-3上均匀分布,每根进气支管2-3上的曝气头2-4数量不少于10个。

[0020] 进一步的,所述曝气头2-4,包括竖直叶片2-4-1,水平叶片2-4-2;其中所述竖直叶片2-4-1为矩形薄板,多块竖直叶片2-4-1沿中心竖直均匀焊接在中心轴上组成一个圆柱形结构,竖直叶片2-4-1的数量不少于6块;所述水平叶片2-4-2为圆环形薄板,水平叶片2-4-2中间开有圆形通孔,水平叶片2-4-2中间开口的直径为水平叶片2-4-2直径的0.3~0.5倍,水平叶片2-4-2直径与竖直叶片2-4-1围城的圆柱形的直径相同,水平叶片2-4-2上下对称镶嵌在竖直叶片2-4-1上,水平叶片2-4-2数量为2块。

[0021] 进一步的,所述搅拌装置3,包括电机3-1,齿轮箱3-2,搅拌轴3-3,搅拌齿3-4;所述电机3-1位于反应箱4外侧,电机3-1与齿轮箱3-2一端垂直连接;所述齿轮箱3-2位于反应箱4一侧外壁下端,齿轮箱3-2一侧侧壁与反应箱4外壁无缝焊接;所述搅拌轴3-3一端与齿轮箱3-2连接,搅拌轴3-3另一端垂直贯穿反应箱4一侧侧壁并伸入反应箱4内部,搅拌轴3-3的数量不少于3根,搅拌轴3-3在反应箱4内水平均匀分布;所述搅拌齿3-4为圆柱形结构,搅拌齿3-4两端为两个直径相同的圆盘,搅拌齿3-4两端圆盘在中心位置与搅拌轴3-3贯通且无

缝焊接，搅拌齿3-4两圆盘边缘通过垂直焊接的搅拌条相连，每个搅拌齿3-4对称设有四根搅拌条，搅拌齿3-4的数量与搅拌轴3-3数量相同。

[0022] 进一步的，所述反应箱4，包括高温曝气室4-1，温度传感器4-2，分隔板4-3，滤网4-4，落渣板4-5，活性炭层4-6，支撑滤板4-7，四氯化碳浓度传感器4-8；所述高温曝气室4-1位于反应箱4内部左侧，高温曝气室4-1为封闭设计的矩形中空室，高温曝气室4-1长度为反应箱4总长度的四分之三；所述温度传感器4-2位于高温曝气室4-1一侧侧壁中部，温度传感器4-2与控制系统9通过导线连接；所述分隔板4-3位于高温曝气室4-1另一侧，分隔板4-3为两块竖直方向在同一平面的矩形板组成，分隔板4-3下部的矩形板前端和底端分别与反应箱4的前后内壁和底部垂直无缝焊接，分隔板4-3下部的矩形板上端与反应箱4上檐口的距离为80cm~100cm，分隔板4-3上部的矩形板前端分别与反应箱4的前后内壁垂直无缝焊接，分隔板4-3上部的矩形板下端与反应箱4上檐口的距离为60cm~80cm，分隔板4-3上部的矩形板上端与反应箱4上檐口的距离为20cm~30cm；所述滤网4-4位于分隔板4-3上下两块矩形板之间，滤网4-4上下网壁与分隔板4-3垂直相连，滤网4-4前后网壁与反应箱4前后内壁垂直连接；所述落渣板4-5为矩形薄板，落渣板4-5一端与分隔板4-3上部矩形板的上壁无缝焊接，落渣板4-5另一端与反应箱4的一侧内壁无缝焊接，落渣板4-5前后面与反应箱4的前后内壁垂直无缝焊接，落渣板4-5板面与水平面的夹角为10°~30°；所述活性炭层4-6位于分隔板4-3右侧和落渣板4-5下侧的空间内，活性炭层4-6的厚度为100cm~150cm；所述支撑滤板4-7位于活性炭层4-6下部，支撑滤板4-7为带有均匀分布的条形虑孔的矩形板，支撑滤板4-7前后壁和一侧侧壁分别与反应箱4的前后内壁和一侧内壁垂直无缝焊接，支撑滤板4-7的另一侧侧壁与分隔板4-3的一侧侧壁垂直无缝焊接，支撑滤板4-7下端距离反应箱4底部的距离为20cm~30cm；所述四氯化碳浓度传感器4-8位于支撑滤板4-7下端，四氯化碳浓度传感器4-8连接在反应箱4一侧内壁上，四氯化碳浓度传感器4-8与控制系统9通过导线连接。

[0023] 进一步的，所述冷凝装置7，包括：拢气室7-1，引流板7-2，冷凝通道7-3，排液管7-4；所述拢气室7-1为横截面为梯形的柱形中空室，拢气室7-1底端与反应箱4垂直贯通连接，拢气室7-1上端与冷凝通道7-3贯通连接；所述引流板7-2位于拢气室7-1内部，引流板7-2数量为两块，引流板7-2在拢气室7-1内部沿拢气室7-1中心轴对称布置，引流板7-2下端与拢气室7-1侧壁弯折部位无缝焊接，引流板7-2前端与拢气室7-1前后内壁垂直无缝焊接，引流板7-2上端沿拢气室7-1中心位置向上倾斜，引流板7-2与水平面的夹角为10°~30°，对称布置的两块引流板7-2上端保持齐平，两块引流板7-2上端之间的距离为20cm~30cm；所述冷凝通道7-3为两端开口的矩形中空结构，冷凝通道7-3下端与拢气室7-1上端垂直贯通连接，冷凝通道7-3的垂直高度为3m~4m；所述排液管7-4在拢气室7-1后部室壁上靠近两块引流板7-2与拢气室7-1相交的两个交点上部位置垂直贯通连接在拢气室7-1上。

[0024] 进一步的，所述曝气头2-4由高分子材料压模成型，曝气头2-4按重量份数计的组成成分和制造过程如下：

[0025] 第1步、在反应釜中加入电导率为0.15μS/cm~0.20μS/cm的超纯水800~1000份，启动反应釜内搅拌器，转速为50rpm~55rpm，启动加热泵，使反应釜内温度上升至60℃~75℃；依次加入油酸乙酯15~20份、乳酸乙酯15~20份、丙酸乙酯15~20份，搅拌至完全溶解，调节pH值为8.2~9.5，将搅拌器转速调至70rpm~95rpm，温度为85℃~105℃，酯化反应1~

15小时；

[0026] 第2步、取磷酸三乙酯1~15份、丙烯酸乙酯1~15份粉碎，粉末粒径为300~350目；加入纳米级硼酸铑100~200份混合均匀，平铺于托盘内，平铺厚度为6mm~18mm，采用剂量为1.3kGy~4.0kGy、能量为0.25MeV~1.30MeV的 α 射线辐照15min~25min；

[0027] 第3步、经第2步处理的混合粉末溶于脲基甲酸乙酯45~60份中，加入反应釜，搅拌器转速为35rpm~55rpm，温度为100℃~125℃，启动真空泵使反应釜的真空度达到-0.01MPa~-0.02MPa，保持此状态反应1h~15h；泄压并通入氨气，使反应釜内压力为0.01~0.02MPa，保温静置1h~15h；之后搅拌器转速提升至60rpm~75rpm，同时反应釜泄压至0MPa；依次加入对茴香乙酸酯15~25份、乙酰丙酮酸乙酯15~25份完全溶解后，加入交联剂50~60份搅拌混合，使得反应釜溶液的亲水亲油平衡值为3.0~4.5，保温静置1h~15h；

[0028] 第4步、在搅拌器转速为56rpm~80rpm时，依次加入马来酸二乙酯15~25份、苹果酸二乙酯15~25份和异硫氰酸乙酯15~25份，提升反应釜压力，使其达到0.01MPa~0.35MPa，温度为96℃~106℃，聚合反应1h~15h；反应完成后将反应釜内压力降至0MPa，降至46℃~50℃，出料，入压模机即可制得曝气头2-4；

[0029] 所述交联剂为辛二酸二乙酯；

[0030] 所述纳米级硼酸铑的粒径为120nm~200nm。

[0031] 进一步的，本发明还公开了一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置的工作方法，包括以下内容：

[0032] 第1步、进水管1将含四氯化碳的地下水输送至高温曝气室4-1内，高温曝气装置2将温度为100℃~120℃的高温气体输送至高温曝气室4-1内，控制系统9控制搅拌装置3启动开始搅拌，高温空气将高温曝气室4-1内的地下水加热并与地下水混合反应，反应后的浮渣从分隔板4-3上部流过，经过落渣板4-5后最终沿排渣管6排出，反应中因升温而蒸发的气体在冷凝装置7中冷凝后沿排液管7-4排出，沉淀在高温曝气室4-1底部的泥沙从排泥管8排出，反应后的地下水经过滤网进入活性炭层4-6，经过活性炭层4-6过滤后的洁净水最终沿排水管5排出。

[0033] 第2步、当温度传感器4-2测得的温度高于77℃时，控制系统9控制高温曝气装置2减小进气量，当温度传感器4-2测得的温度低于77℃时，控制系统9控制高温曝气装置2增加进气量。

[0034] 第3步、当四氯化碳浓度传感器4-8测得的四氯化碳浓度过高时，控制系统9控制进水管1减小进水流量，当四氯化碳浓度传感器4-8测得的四氯化碳浓度过低时，控制系统9控制进水管1增加进水流量。

[0035] 本发明专利公开的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法，其优点在于：

[0036] (1) 该装置采用高温蒸发加曝气的工艺，污水处理效率高；

[0037] (2) 该装置采用高分子材料作为高温气体曝气头，使用寿命长，曝气效果好；

[0038] (3) 整体设备设计合理，能耗低，维护方便。

[0039] 本发明所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法，采用高温蒸发加曝气的工艺，处理地下水中四氯化碳效率高、效果好。

附图说明

- [0040] 图1是本发明中所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置示意图。
- [0041] 图2是本发明中所述的高温曝气装置示意图。
- [0042] 图3是本发明中所述的曝气头结构示意图。
- [0043] 图4是本发明中所述的搅拌装置示意图。
- [0044] 图5是本发明中所述的反应箱示意图。
- [0045] 图6是本发明中所述的冷凝装置示意图。
- [0046] 图7是本发明所述的曝气头2-4与对照例曝气头磨损率对比图。
- [0047] 以上图1～图6中，进水管1，高温曝气装置2，高温气泵2-1，进气主管2-2，进气支管2-3，曝气头2-4，竖直叶片2-4-1，水平叶片2-4-2，搅拌装置3，电机3-1，齿轮箱3-2，搅拌轴3-3，搅拌齿3-4，反应箱4，高温曝气室4-1，温度传感器4-2，分隔板4-3，滤网4-4，落渣板4-5，活性炭层4-6，支撑滤板4-7，四氯化碳浓度传感器4-8，排水管5，排渣管6，冷凝装置7，拢气室7-1，引流板7-2，冷凝通道7-3，排液管7-4，排泥管8，控制系统9。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图和实施例对本发明提供的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法进行进一步说明。

[0049] 如图1所示，是本发明提供的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置示意图。从图中看出，包括进水管1，高温曝气装置2，搅拌装置3，反应箱4，排水管5，排渣管6，冷凝装置7，排泥管8，控制系统9；进水管1将含四氯化碳的地下水输送至反应箱4内，高温曝气装置2将温度为100℃～120℃的高温气体输送至反应箱4内，控制系统9控制搅拌装置3启动开始搅拌，高温空气和地下水在反应箱3内部混合反应，反应后的浮渣从排渣管6排出，反应中蒸发的气体在冷凝装置7中冷凝后排出，沉淀在反应箱4底部的泥沙从排泥管8排出，最后生成的洁净水从排水管5排出。

[0050] 如图2所示，是本发明中所述的高温曝气装置示意图。从图2或图1中看出，所述高温曝气装置2，包括高温气泵2-1，进气主管2-2，进气支管2-3，曝气头2-4；所述高温气泵2-1位于反应箱4前侧外部，高温气泵2-1与进气主管2-2一端连接；所述进气主管2-2另一端从反应箱4上部垂直伸入反应箱4内部，进气主管2-2在反应箱4内部靠近反应箱4底部10cm～15cm处为水平布置的两端封闭的管道；所述进气支管2-3一端与进气主管2-2垂直贯通连接，进气支管2-3另一端为封闭结构，进气支管2-3在反应箱4底部10cm～15cm处水平分布，进气支管2-3数量不少于5个，进气支管2-3在反应箱4内水平均匀分布；所述曝气头2-4底端与进气支管2-3上部垂直贯通连接，曝气头2-4上端竖直向上，曝气头2-4在进气支管2-3上均匀分布，每根进气支管2-3上的曝气头2-4数量不少于10个。

[0051] 如图3所示，是本发明中所述的曝气头结构示意图，从图3中看出，所述曝气头2-4，包括竖直叶片2-4-1，水平叶片2-4-2；其中所述竖直叶片2-4-1为矩形薄板，多块竖直叶片2-4-1沿中心竖直均匀焊接在中心轴上组成一个圆柱形结构，竖直叶片2-4-1的数量不少于6块；所述水平叶片2-4-2为圆环形薄板，水平叶片2-4-2中间开有圆形通孔，水平叶片2-4-2中间开口的直径为水平叶片2-4-2直径的0.3～0.5倍，水平叶片2-4-2直径与竖直叶片2-4-

1围城的圆柱形的直径相同,水平叶片2-4-2上下对称镶嵌在竖直叶片2-4-1上,水平叶片2-4-2数量为2块。

[0052] 如图4所示,是本发明中所述的搅拌装置示意图。从图4或图1中看出,所述搅拌装置3,包括电机3-1,齿轮箱3-2,搅拌轴3-3,搅拌齿3-4;所述电机3-1位于反应箱4外侧,电机3-1与齿轮箱3-2一端垂直连接;所述齿轮箱3-2位于反应箱4一侧外壁下端,齿轮箱3-2一侧侧壁与反应箱4外壁无缝焊接;所述搅拌轴3-3一端与齿轮箱3-2连接,搅拌轴3-3另一端垂直贯穿反应箱4一侧侧壁并伸入反应箱4内部,搅拌轴3-3的数量不少于3根,搅拌轴3-3在反应箱4内水平均匀分布;所述搅拌齿3-4为圆柱形结构,搅拌齿3-4两端为两个直径相同的圆盘,搅拌齿3-4两端圆盘在中心位置与搅拌轴3-3贯通且无缝焊接,搅拌齿3-4两圆盘边缘通过垂直焊接的搅拌条相连,每个搅拌齿3-4对称设有四根搅拌条,搅拌齿3-4的数量与搅拌轴3-3数量相同。

[0053] 如图5所示,是本发明中所述的反应箱示意图。从图5或图1中看出,所述反应箱4,包括高温曝气室4-1,温度传感器4-2,分隔板4-3,滤网4-4,落渣板4-5,活性炭层4-6,支撑滤板4-7,四氯化碳浓度传感器4-8;所述高温曝气室4-1位于反应箱4内部左侧,高温曝气室4-1为封闭设计的矩形中空室,高温曝气室4-1长度为反应箱4总长度的四分之三;所述温度传感器4-2位于高温曝气室4-1一侧侧壁中部,温度传感器4-2与控制系统9通过导线连接;所述分隔板4-3位于高温曝气室4-1另一侧,分隔板4-3为两块竖直方向在同一平面的矩形板组成,分隔板4-3下部的矩形板前端和底端分别与反应箱4的前后内壁和底部垂直无缝焊接,分隔板4-3下部的矩形板上端与反应箱4上檐口的距离为80cm~100cm,分隔板4-3上部的矩形板前后端分别与反应箱4的前后内壁垂直无缝焊接,分隔板4-3上部的矩形板下端与反应箱4上檐口的距离为60cm~80cm,分隔板4-3上部的矩形板上端与反应箱4上檐口的距离为20cm~30cm;所述滤网4-4位于分隔板4-3上下两块矩形板之间,滤网4-4上下网壁与分隔板4-3垂直相连,滤网4-4前后网壁与反应箱4前后内壁垂直连接;所述落渣板4-5为矩形薄板,落渣板4-5一端与分隔板4-3上部矩形板的上壁无缝焊接,落渣板4-5另一端与反应箱4的一侧内壁无缝焊接,落渣板4-5前后面与反应箱4的前后内壁垂直无缝焊接,落渣板4-5板面与水平面的夹角为10°~30°;所述活性炭层4-6位于分隔板4-3右侧和落渣板4-5下侧的空间内,活性炭层4-6的厚度为100cm~150cm;所述支撑滤板4-7位于活性炭层4-6下部,支撑滤板4-7为带有均匀分布的条形虑孔的矩形板,支撑滤板4-7前后壁和一侧侧壁分别与反应箱4的前后内壁和一侧内壁垂直无缝焊接,支撑滤板4-7的另一侧侧壁与分隔板4-3的一侧侧壁垂直无缝焊接,支撑滤板4-7下端距离反应箱4底部的距离为20cm~30cm;所述四氯化碳浓度传感器4-8位于支撑滤板4-7下端,四氯化碳浓度传感器4-8连接在反应箱4一侧内壁上,四氯化碳浓度传感器4-8与控制系统9通过导线连接。

[0054] 如图6所示,是本发明中所述的冷凝装置示意图。从图6或图1中看出,所述冷凝装置7,包括:拢气室7-1,引流板7-2,冷凝通道7-3,排液管7-4;所述拢气室7-1为横截面为梯形的柱形中空室,拢气室7-1底端与反应箱4垂直贯通连接,拢气室7-1上端与冷凝通道7-3贯通连接;所述引流板7-2位于拢气室7-1内部,引流板7-2数量为两块,引流板7-2在拢气室7-1内部沿拢气室7-1中心轴对称布置,引流板7-2下端与拢气室7-1侧壁弯折部位无缝焊接,引流板7-2前端与拢气室7-1前后内壁垂直无缝焊接,引流板7-2上端沿拢气室7-1中心位置向上倾斜,引流板7-2与水平面的夹角为10°~30°,对称布置的两块引流板7-2上端

保持齐平,两块引流板7-2上端之间的距离为20cm~30cm;所述冷凝通道7-3为两端开口的矩形中空结构,冷凝通道7-3下端与拢气室7-1上端垂直贯通连接,冷凝通道7-3的垂直高度为3m~4m;所述排液管7-4在拢气室7-1后部室壁上靠近两块引流板7-2与拢气室7-1相交的两个交点上部位置垂直贯通连接在拢气室7-1上。

[0055] 本发明所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法的工作过程是:第1步、进水管1将含四氯化碳的地下水输送至高温曝气室4-1内,高温曝气装置2将温度为100℃~120℃的高温气体输送至高温曝气室4-1内,控制系统9控制搅拌装置3启动开始搅拌,高温空气将高温曝气室4-1内的地下水加热并与地下水混合反应,反应后的浮渣从分隔板4-3上部流过,经过落渣板4-5后最终沿排渣管6排出,反应中因升温而蒸发的气体在冷凝装置7中冷凝后沿排液管7-4排出,沉淀在高温曝气室4-1底部的泥沙从排泥管8排出,反应后的地下水经过滤网进入活性炭层4-6,经过活性炭层4-6过滤后的洁净水最终沿排水管5排出。

[0056] 第2步、当温度传感器4-2测得的温度高于77℃时,控制系统9控制高温曝气装置2减小进气量,当温度传感器4-2测得的温度低于77℃时,控制系统9控制高温曝气装置2增加进气量。

[0057] 第3步、当四氯化碳浓度传感器4-8测得的四氯化碳浓度过高时,控制系统9控制进水管1减小进水流量,当四氯化碳浓度传感器4-8测得的四氯化碳浓度过低时,控制系统9控制进水管1增加进水流量。

[0058] 本发明所述的一种高温曝气去除地下水中四氯化碳装置及其工作方法,采用高温蒸发加曝气的工艺,处理地下水中四氯化碳效率高、效果好。

[0059] 以下是本发明所述曝气头2-4的制造过程的实施例,实施例是为了进一步说明本发明的内容,但不应理解为对本发明的限制。在不背离本发明精神和实质的情况下,对本发明方法、步骤或条件所作的修改和替换,均属于本发明的范围。

[0060] 若未特别指明,实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0061] 实施例1

[0062] 按重量份数计,并按照以下步骤制造本发明所述曝气头2-4:

[0063] 第1步、在反应釜中加入电导率为 $0.15\mu\text{S}/\text{cm}$ 的超纯水800份,启动反应釜内搅拌器,转速为50rpm,启动加热泵,使反应釜内温度上升至60℃;依次加入油酸乙酯15份、乳酸乙酯15份、丙酸乙酯15份,搅拌至完全溶解,调节pH值为8.2,将搅拌器转速调至70rpm,温度为85℃,酯化反应1小时;

[0064] 第2步、取磷酸三乙酯1份、丙烯酸乙酯1份粉碎,粉末粒径为300目;加入纳米级硼酸铑100份混合均匀,平铺于托盘内,平铺厚度为6mm,采用剂量为1.3kGy、能量为0.25MeV的 α 射线辐照15min;

[0065] 第3步、经第2步处理的混合粉末溶于脲基甲酸乙酯45份中,加入反应釜,搅拌器转速为35rpm,温度为100℃,启动真空泵使反应釜的真空度达到-0.01MPa,保持此状态反应1h;泄压并通入氨气,使反应釜内压力为0.01MPa,保温静置1h;之后搅拌器转速提升至60rpm,同时反应釜泄压至0MPa;依次加入对茴香乙酸酯15份、乙酰丙酮酸乙酯15份完全溶解后,加入交联剂50份搅拌混合,使得反应釜溶液的亲水亲油平衡值为3.0,保温静置1h;

[0066] 第4步、在搅拌器转速为56rpm时,依次加入马来酸二乙酯15份、苹果酸二乙酯15份

和异硫氰酸乙酯15份，提升反应釜压力，使其达到0.01MPa，温度为96℃，聚合反应1h；反应完成后将反应釜内压力降至0MPa，降温至46℃，出料，入压模机即可制得曝气头2-4；

[0067] 所述交联剂为辛二酸二乙酯；

[0068] 所述纳米级硼酸铑的粒径为120nm。

[0069] 实施例2

[0070] 按重量份数计，并按照以下步骤制造本发明所述曝气头2-4：

[0071] 第1步、在反应釜中加入电导率为 $0.20\mu\text{S}/\text{cm}$ 的超纯水1000份，启动反应釜内搅拌器，转速为55rpm，启动加热泵，使反应釜内温度上升至75℃；依次加入油酸乙酯20份、乳酸乙酯20份、丙酸乙酯20份，搅拌至完全溶解，调节pH值为9.5，将搅拌器转速调至95rpm，温度为105℃，酯化反应15小时；

[0072] 第2步、取磷酸三乙酯15份、丙烯酸乙酯15份粉碎，粉末粒径为350目；加入纳米级硼酸铑200份混合均匀，平铺于托盘内，平铺厚度为18mm，采用剂量为4.0kGy、能量为1.30MeV的 α 射线辐照25min；

[0073] 第3步、经第2步处理的混合粉末溶于脲基甲酸乙酯60份中，加入反应釜，搅拌器转速为55rpm，温度为125℃，启动真空泵使反应釜的真空度达到-0.02MPa，保持此状态反应15h；泄压并通入氨气，使反应釜内压力为0.02MPa，保温静置15h；之后搅拌器转速提升至75rpm，同时反应釜泄压至0MPa；依次加入对茴香乙酸酯25份、乙酰丙酮酸乙酯25份完全溶解后，加入交联剂60份搅拌混合，使得反应釜溶液的亲水亲油平衡值为4.5，保温静置15h；

[0074] 第4步、在搅拌器转速为80rpm时，依次加入马来酸二乙酯25份、苹果酸二乙酯25份和异硫氰酸乙酯25份，提升反应釜压力，使其达到0.35MPa，温度为106℃，聚合反应15h；反应完成后将反应釜内压力降至0MPa，降温至50℃，出料，入压模机即可制得曝气头2-4；

[0075] 所述交联剂为辛二酸二乙酯；

[0076] 所述纳米级硼酸铑的粒径为200nm。

[0077] 实施例3

[0078] 按重量份数计，并按照以下步骤制造本发明所述曝气头2-4：

[0079] 第1步、在反应釜中加入电导率为 $0.18\mu\text{S}/\text{cm}$ 的超纯水900份，启动反应釜内搅拌器，转速为53rpm，启动加热泵，使反应釜内温度上升至65℃；依次加入油酸乙酯18份、乳酸乙酯18份、丙酸乙酯18份，搅拌至完全溶解，调节pH值为8.8，将搅拌器转速调至85rpm，温度为95℃，酯化反应8小时；

[0080] 第2步、取磷酸三乙酯8份、丙烯酸乙酯8份粉碎，粉末粒径为320目；加入纳米级硼酸铑150份混合均匀，平铺于托盘内，平铺厚度为12mm，采用剂量为3.0kGy、能量为0.80MeV的 α 射线辐照20min；

[0081] 第3步、经第2步处理的混合粉末溶于脲基甲酸乙酯50份中，加入反应釜，搅拌器转速为45rpm，温度为115℃，启动真空泵使反应釜的真空度达到-0.015MPa，保持此状态反应8h；泄压并通入氨气，使反应釜内压力为0.015MPa，保温静置8h；之后搅拌器转速提升至67rpm，同时反应釜泄压至0MPa；依次加入对茴香乙酸酯20份、乙酰丙酮酸乙酯20份完全溶解后，加入交联剂55份搅拌混合，使得反应釜溶液的亲水亲油平衡值为3.8，保温静置8h；

[0082] 第4步、在搅拌器转速为65rpm时，依次加入马来酸二乙酯20份、苹果酸二乙酯20份和异硫氰酸乙酯20份，提升反应釜压力，使其达到0.25MPa，温度为100℃，聚合反应8h；反应

完成后将反应釜内压力降至0MPa,降温至48℃,出料,入压模机即可制得曝气头2-4;

[0083] 所述交联剂为辛二酸二乙酯;

[0084] 所述纳米级硼酸铑的粒径为160nm。

[0085] 对照例

[0086] 对照例为市售某品牌的曝气头。

[0087] 实施例4

[0088] 将实施例1~3制备获得的曝气头2-4和对照例所述的曝气头用于曝气使用效果对比。对比

[0089] 二者单位重量、使用时间、磨损程度随时间变化进行统计,结果如表1所示。

[0090]

表1 实施例1~3 制备获得的曝气头2-4 和对照例所述的曝气头用于曝气使用效果对比			
	单位重量 (g/cm²)	使用时间 (h)	磨损程度 (nm/月)
实例 1	0.74	20	22.17
实例 2	0.78	18	28.29
实例 3	0.80	22	34.98
对照例	2.35	12	60.83

[0091] 从表1可见,本发明所述的曝气头2-4,其单位重量、使用时间、随时间变化的磨损程度均优于现有技术生产的产品。

[0092] 此外,如图6所示,是本发明所述的曝气头2-4与对照例曝气头磨损率对比图。图中看出,实施例1~3所用曝气头2-4,耐高温程度和高温环境下持续使用磨损率均大幅优于现有产品。

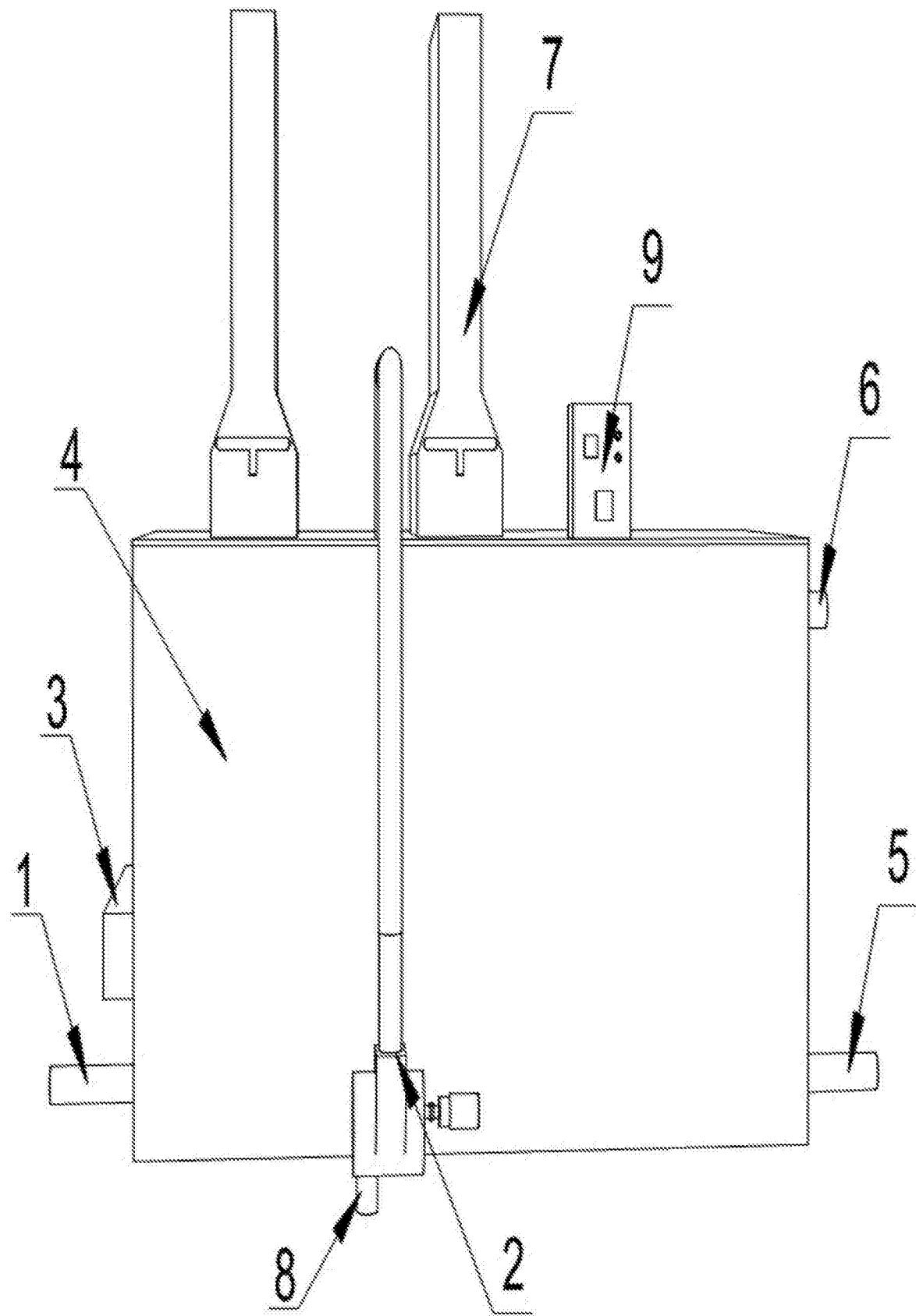


图1

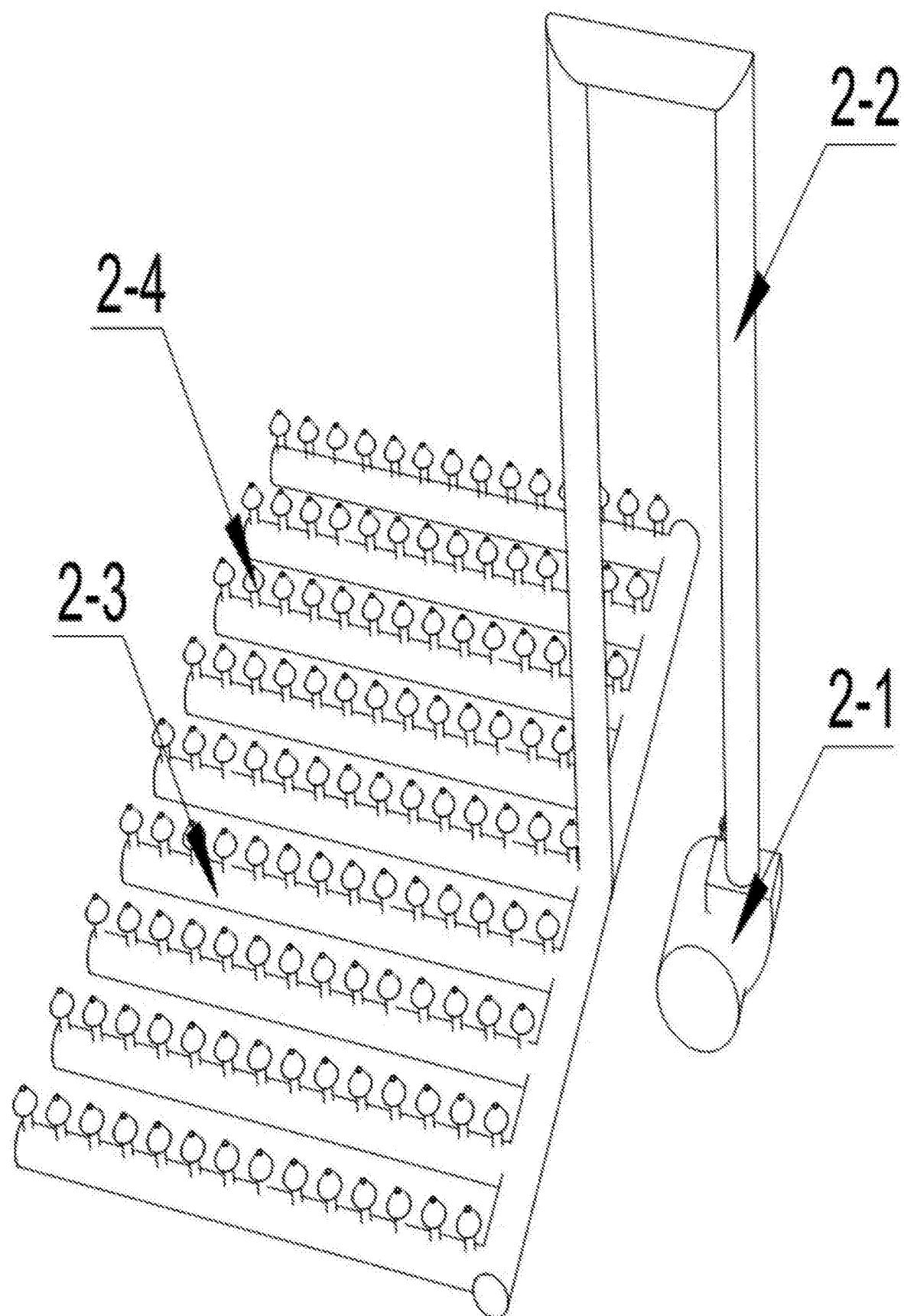


图2

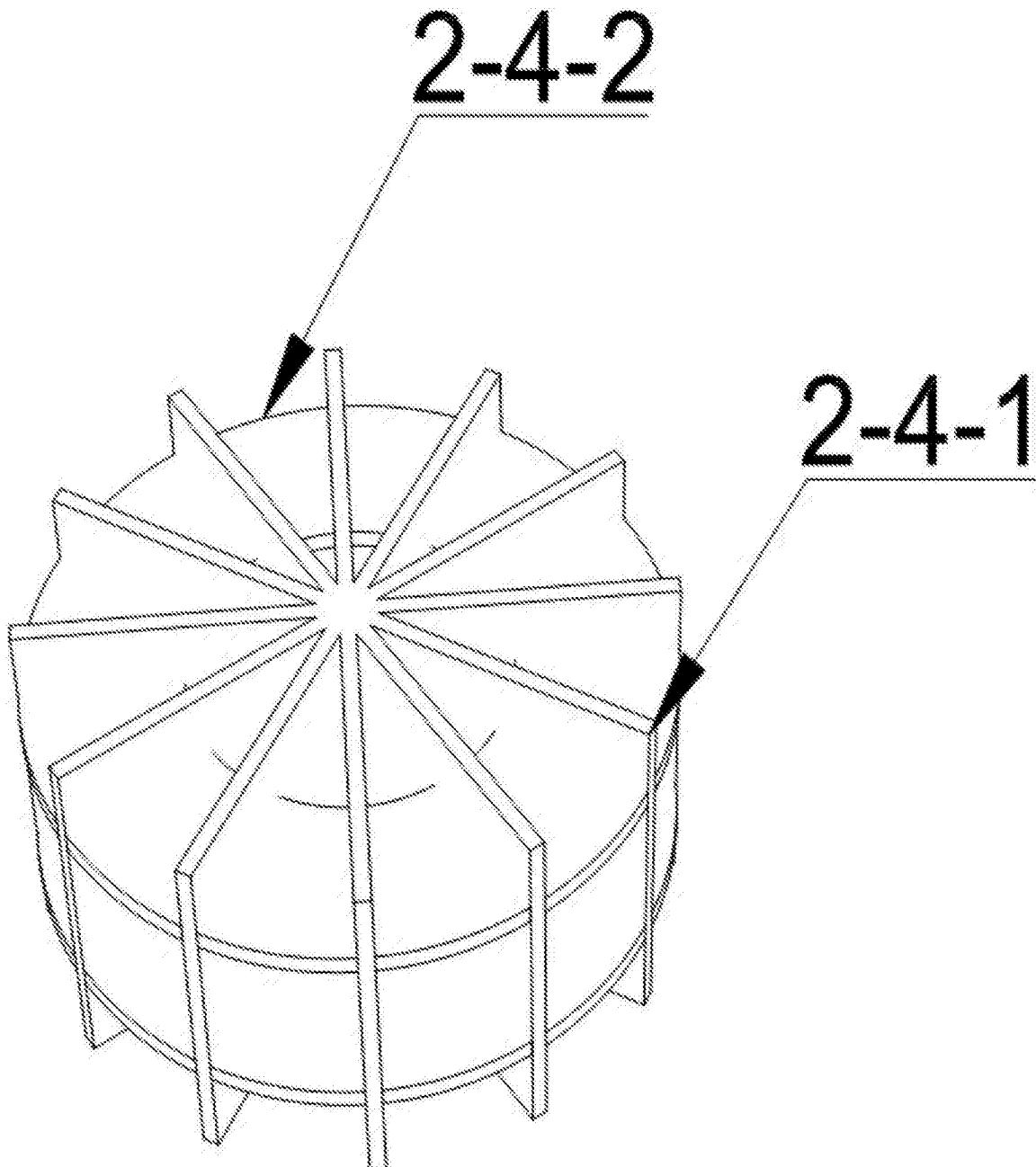


图3

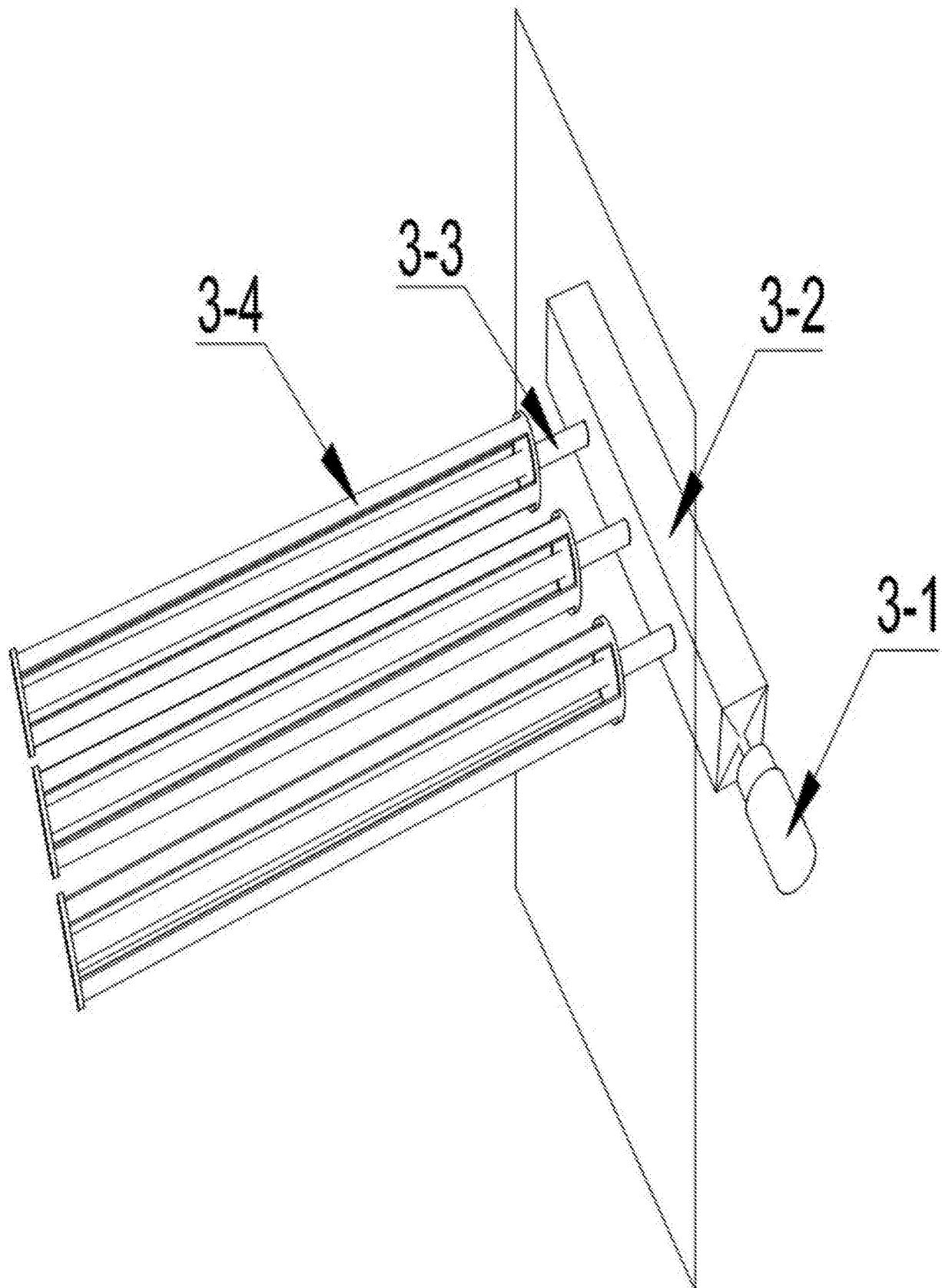


图4

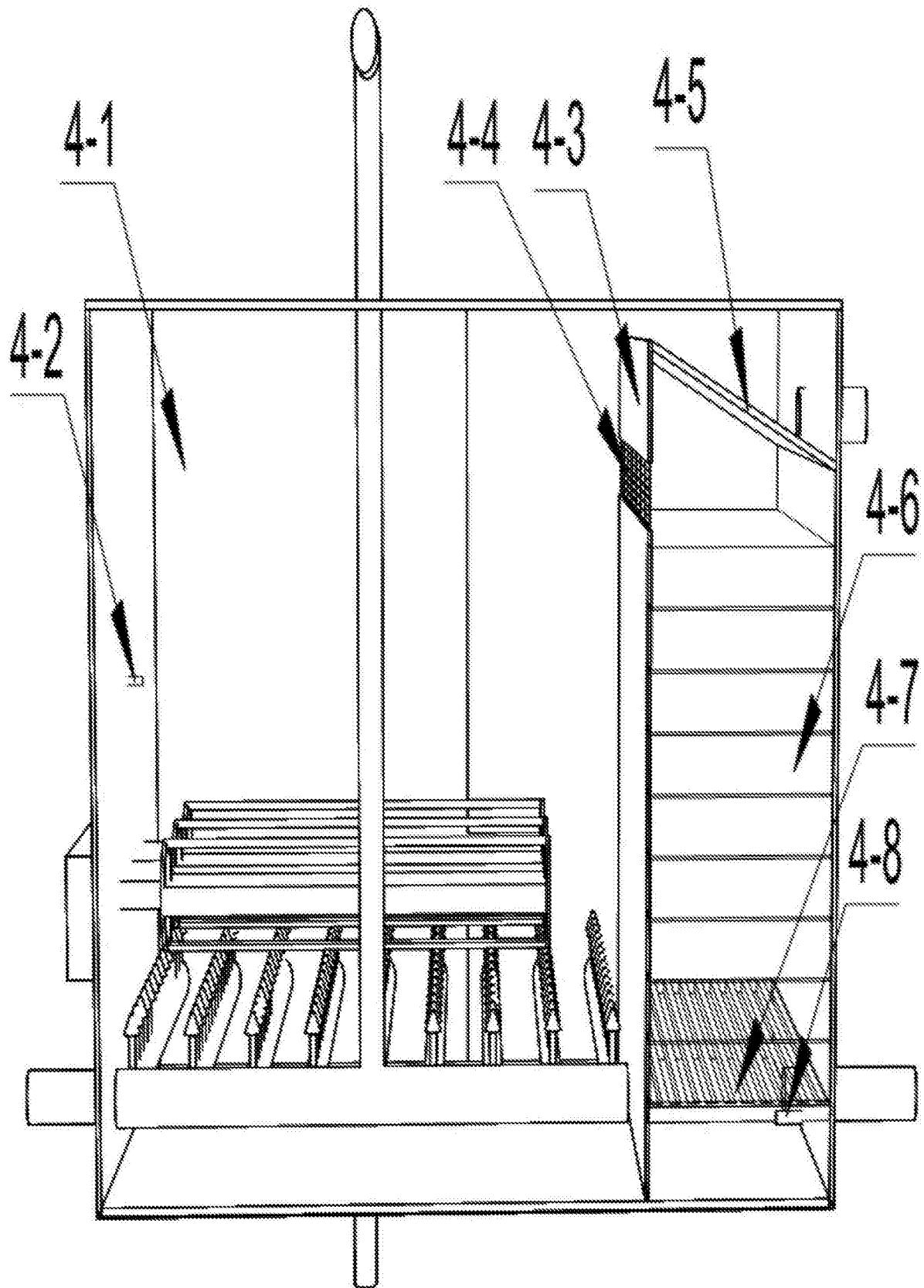


图5

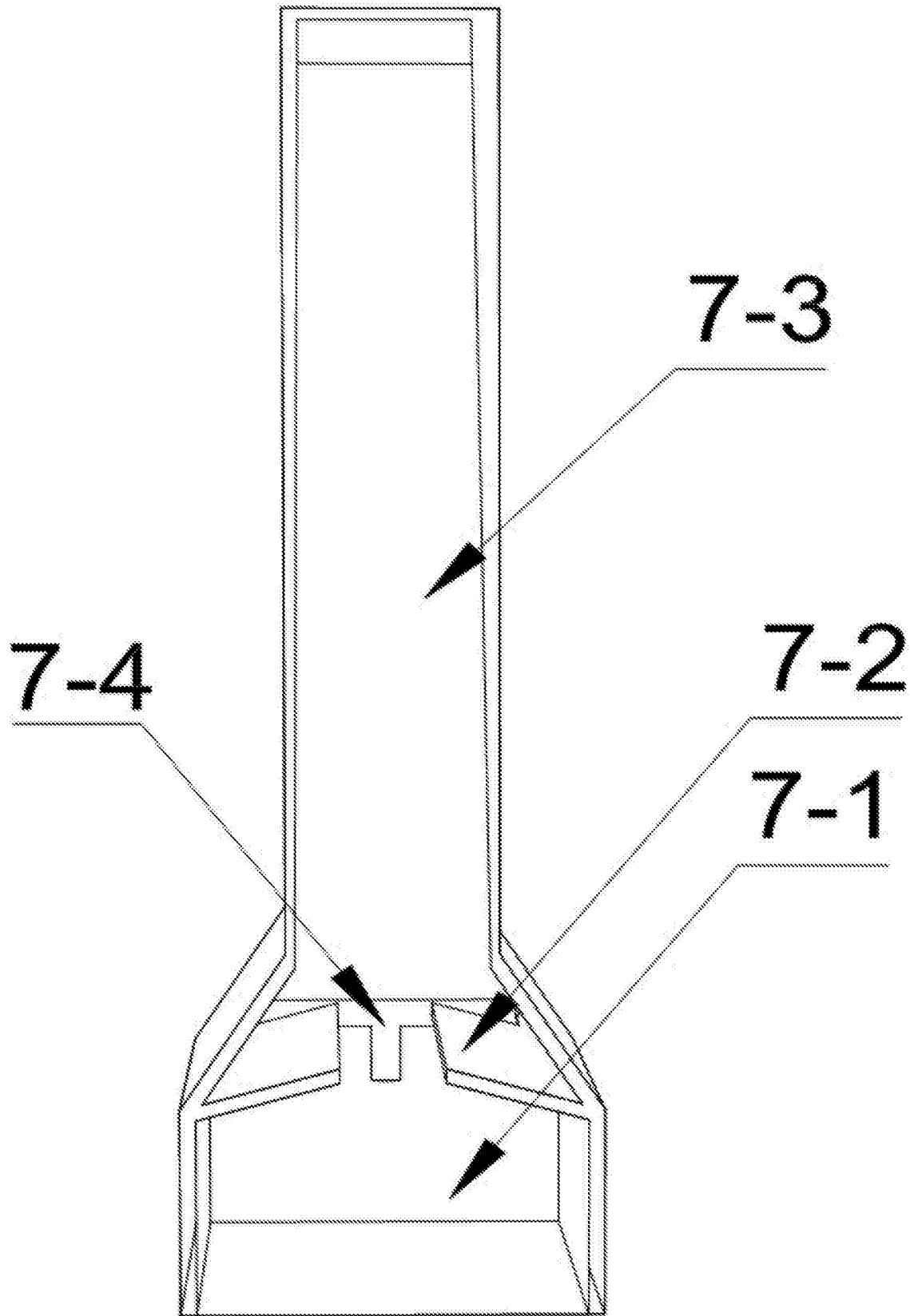


图6

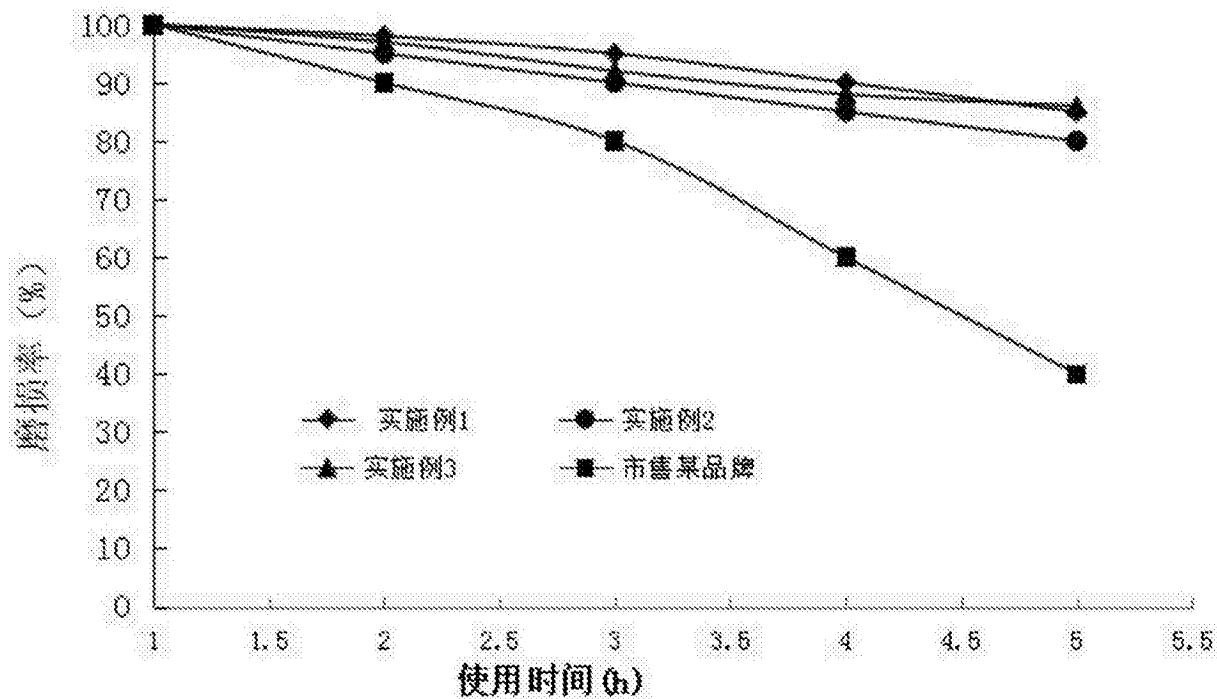


图7