(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210010308 U
(45)授权公告日 2020.02.04

(21)申请号 201920441615.6

(22)申请日 2019.04.01

(73)专利权人 南京师范大学
地址 210046 江苏省南京市鼓楼区宁海路122号

(72)发明人 姜小祥 赵世文 吴天宇 王风贺 王鑫 徐文胜 仓娇青 申妍

(51)Int.Cl.
B09C 1/06(2006.01)
B02C 19/18(2006.01)
B04C 9/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

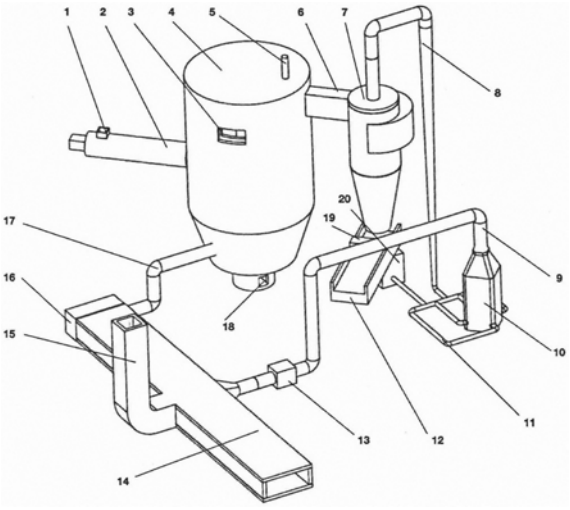
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)实用新型名称

一种土壤热脱附异位修复系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种土壤热脱附异位修复系统，包括热脱附筒、旋风分离器、土壤收集装置、尾气燃烧器和预热送风装置。热脱附筒内设有超声波发生装置和微波加热器，热脱附筒上通过送风管道与预热送风装置相连接；预热送风装置包括进风通道、余热回收装置和鼓风机；旋风分离器底部与土壤收集装置相连通，旋风分离器顶部通过尾气管道与尾气燃烧器进气口相连通。本实用新型利用微波加热技术、临界流化原理与超声波空化原理将含有有机污染物的污染土壤迅速热脱附为合格的可回填的洁净土壤。热脱附产生的有机尾气加以辅助燃气利用四角切圆燃烧法完全燃烧为洁净尾气并经过余热回收装置排放到大气中。土壤与尾气的排出口均有检测装置以保证产物安全无害。



CN 210010308 U

1.一种土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:包括热脱附筒、旋风分离器、土壤收集装置、尾气燃烧器和预热送风装置;

热脱附筒内设置有带孔的隔板,位于隔板上方的热脱附筒上连接有螺旋进料器,该螺旋进料器用于将待修复土壤输送至热脱附筒内;位于隔板上方的热脱附筒内还设置有超声波发生装置和微波加热器,位于隔板下方的热脱附筒上通过送风管道与预热送风装置相连接;

预热送风装置包括进风通道、余热回收装置和鼓风机;鼓风机设置在进风通道的一端,鼓风机出风口与送风管道相连接;余热回收装置设置在进风通道内且与进风方向相垂直;

旋风分离器通过传输管道与位于螺旋进料器上方的热脱附筒相连接,旋风分离器底部与土壤收集装置相连通,旋风分离器顶部通过尾气管道与尾气燃烧器进气口相连通;

尾气燃烧器出气口通过热风管道与余热回收装置进气口相连通,余热回收装置尾部设置指向大气的排气口。

2.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:超声波发生装置包括超声波发生器、超声波工作转轴和内圆筒;内圆筒套装在超声波工作转轴的外周,内圆筒和超声波工作转轴的两端分别与隔板和热脱附筒的顶盖相连接,超声波工作转轴能在驱动装置作用下转动,超声波发生器位于内圆筒中且固定在超声波工作转轴上。

3.根据权利要求2所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:内圆筒具有金属外壳并涂有微波防护材料。

4.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:微波加热器均布在位于隔板上方的热脱附筒的内壁面上。

5.根据权利要求4所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:微波加热器有4组12个,每组具有竖直均匀布置的3个微波加热器;其中,位于中间的微波加热器高度位于隔板上方的热脱附筒的二分之一高度处。

6.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:位于隔板上方的热脱附筒内设置有温度传感器,该温度传感器与微波加热器电连接。

7.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:热脱附筒上设置有观察窗。

8.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:尾气燃烧器为四角切圆燃烧器。

9.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:土壤收集装置中设置有土壤检测器。

10.根据权利要求1所述的土壤热脱附异位修复系统,其特征在于:热风管道中设置有尾气检测装置。

一种土壤热脱附异位修复系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及环境治理领域，特别是一种土壤热脱附异位修复系统。

背景技术

[0002] 随着科学技术的飞速发展，人们的生活水平与对生存环境的要求也水涨船高。而科学飞速发展所带来的环境问题也日益突出，尤其是矿产资源的不合理开采及其冶炼排放、长期对土壤进行污水灌溉和污泥施用，化肥和农药的不合理施用等原因造成的土壤污染问题。基于污染土壤所产出的蔬菜、家禽体内的危害物含量超过国家标准10％-20％。而污染土壤想自然恢复正常标准则需要长达百年的时间，土壤中的污染物经雨水下渗污染地下水造成范围更广、危害更大、治理更难的二次污染。

实用新型内容

[0003] 本实用新型要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足，而提供一种土壤热脱附异位修复系统，该土壤热脱附异位修复系统利用微波营造的高温环境进行土壤污染物脱除，同时利用超声波强声场增强流化态土壤内部扰动，加强脱附效果。热脱附所产生的含粉尘有害尾气通过土气分离，对污染气体进一步处理，使之成为一种无害气体，并利用余热加热送入脱附筒的空气。因此，本实用新型在提高脱附效果的同时具有保护环境，降低能耗的作用。

[0004] 为解决上述技术问题，本实用新型采用的技术方案是：

[0005] 一种土壤热脱附异位修复系统，包括热脱附筒、旋风分离器、土壤收集装置、尾气燃烧器和预热送风装置。

[0006] 热脱附筒内设置有带孔的隔板，位于隔板上方的热脱附筒上连接有螺旋进料器，该螺旋进料器用于将待修复土壤输送至热脱附筒内；位于隔板上方的热脱附筒内还设置有超声波发生装置和微波加热器，位于隔板下方的热脱附筒上通过送风管道与预热送风装置相连接。

[0007] 预热送风装置包括进风通道、余热回收装置和鼓风机；鼓风机设置在进风通道的一端，鼓风机出风口与送风管道相连接；余热回收装置设置在进风通道内且与进风方向相垂直。

[0008] 旋风分离器通过传输管道与位于螺旋进料器上方的热脱附筒相连接，旋风分离器底部与土壤收集装置相连通，旋风分离器顶部通过尾气管道与尾气燃烧器进气口相连通。

[0009] 尾气燃烧器出气口通过热风管道与余热回收装置进气口相连通，余热回收装置尾部设置指向大气的排气口。

[0010] 超声波发生装置包括超声波发生器、超声波工作转轴和内圆筒；内圆筒套装在超声波工作转轴的外周，内圆筒和超声波工作转轴的两端分别与隔板和热脱附筒的顶盖相连接，超声波工作转轴能在驱动装置作用下转动，超声波发生器位于内圆筒中且固定在超声波工作转轴上。

[0011] 内圆筒具有金属外壳并涂有微波防护材料。

[0012] 微波加热器均布在位于隔板上方的热脱附筒的内壁面上。

[0013] 微波加热器有4组12个，每组具有竖直均匀布置的3个微波加热器；其中，位于中间的微波加热器高度位于隔板上方的热脱附筒的二分之一高度处。

[0014] 位于隔板上方的热脱附筒内设置有温度传感器，该温度传感器与微波加热器电连接。

[0015] 热脱附筒上设置有观察窗。

[0016] 尾气燃烧器为四角切圆燃烧器。

[0017] 土壤收集装置中设置有土壤检测器。

[0018] 热风管道中设置有尾气检测装置。

[0019] 本实用新型具有如下有益效果：

[0020] 1、本实用新型利用临界流化原理，使土壤呈现流化状态，通过超声波的强声场加强流态化土壤的内部扰动，加强脱附效果；超声波具有破碎效果，可将大块土壤破碎，因此风机无需改变风速，节约电能。

[0021] 2、本实用新型中，微波加热器均匀布置在热脱附筒上圆筒内壁中，热脱附筒内部温度场分布均匀，加强脱附效果，同时可避免温度不均对设备造成的热应力，保证工作安全。

[0022] 3、本实用新型利用气体与土壤密度不同，在旋风分离器内可进行污染气体与土壤的完全分离，保证脱附效果。

[0023] 4、实用新型采用四角切圆燃烧器处理污染气体，四股气流相互引燃，使污染气体充分燃烧，加强处理效果，避免污染环境。

[0024] 5、本实用新型采用的余热回收装置，利用无害尾气的余热加热送入热脱附筒的空气，提高热脱附效率。

附图说明

[0025] 图1显示了本实用新型一种土壤热脱附异位修复系统的结构示意图。

[0026] 图2显示了本实用新型一种土壤热脱附异位修复系统的具体透视图。

[0027] 图3显示了四角切圆燃烧器的尾气管路连接示意图。

[0028] 图4显示了余热回收装置的结构示意图。

[0029] 其中有：1、进料口；2、螺旋进料器；3、观察窗；4、热脱附筒；5、温度传感器；6、方形管道；7、旋风分离器；8、尾气管道；9、热风管道；10、四角切圆燃烧器；11、燃气管道；12、土壤收集装置；13、尾气检测装置；14、进风管道；15、排气口；16、鼓风机；17、送风管道；18、排渣口；19、土壤检测器；20、辅助燃气设备；21、隔板；22、超声波工作转轴；23、内圆筒；24、上圆筒内壳；25、超声波发生器；26、微波加热器；27、热风管道；28、余热回收装置。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体较佳实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0031] 本实用新型的描述中，需要理解的是，术语“左侧”、“右侧”、“上部”、“下部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本实用新型和简

化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，“第一”、“第二”等并不表示零部件的重要程度，因此不能理解为对本实用新型的限制。本实施例中采用的具体尺寸只是为了举例说明技术方案，并不限制本实用新型的保护范围。

[0032] 如图1所示，一种土壤热脱附异位修复系统，包括热脱附筒4、旋风分离器7、土壤收集装置12、尾气燃烧器10和预热送风装置。

[0033] 热脱附筒优选为从上至下依次设置的上圆筒、倒圆台筒和下圆筒。

[0034] 如图2所示，热脱附筒内优选设置有带圆孔的隔板21，隔板与热脱附筒之间优选为可拆卸式安装在上圆筒与倒圆台筒的交接位置处。

[0035] 位于隔板上方的热脱附筒上连接有螺旋进料器，也即螺旋进料器2布置在热脱附筒的上圆筒部分，用于将待修复土壤输送至热脱附筒内，进料口1位于螺旋进料器2左端。

[0036] 位于隔板上方的热脱附筒(也即上圆筒)内还设置有超声波发生装置和微波加热器26。

[0037] 微波加热器优选均布在上圆筒内壳24上，如图2所示，微波加热器优选有4组12个，每组具有竖直均匀布置的3个微波加热器；其中，位于中间的微波加热器高度位于隔板上方的热脱附筒的二分之一高度处。

[0038] 超声波发生装置包括超声波发生器25、超声波工作转轴22和内圆筒23；内圆筒套装在超声波工作转轴的外周，内圆筒和超声波工作转轴的两端分别与隔板和热脱附筒的顶盖相连接，超声波工作转轴能在驱动装置(优选为电机等)作用下转动，超声波发生器位于内圆筒中且固定在超声波工作转轴上。

[0039] 进一步，上圆筒内还设置有温度传感器5，该温度传感器与微波加热器电连接。温度传感器5的探头优选位于上圆筒内壳24的处，且与方形管道6接口相邻近。

[0040] 进一步，热脱附筒上还设置有观察窗3。

[0041] 进一步，上述内圆筒优选具有金属外壳并涂有微波防护材料。

[0042] 热脱附筒的下圆筒底部设置有排渣口18。

[0043] 位于隔板下方的热脱附筒(也即倒圆台)上通过送风管道17与预热送风装置相连接。

[0044] 如图2和图4所示，预热送风装置包括进风通道14、余热回收装置28和鼓风机16；鼓风机设置在进风通道的一端，鼓风机出风口与送风管道相连接；余热回收装置28主体为换热管，余热回收装置设置在进风通道内且与进风方向相垂直。

[0045] 旋风分离器通过传输管道与位于螺旋进料器上方的热脱附筒相连接，传输管道优选为方形管道6。旋风分离器底部与土壤收集装置12相连通，土壤收集装置中优选设置有土壤检测19。旋风分离器顶部通过尾气管道8与尾气燃烧器进气口相连通。

[0046] 尾气燃烧器出气口通过热风管道9与余热回收装置进气口相连通，热风管道中优选设置有尾气检测装置13；余热回收装置尾部设置指向大气的排气口15。

[0047] 上述尾气燃烧器优选为四角切圆燃烧器10，其尾气管路连接示意图，如图3所示。其中，四角切圆燃烧器10优选通过燃气管道11和尾气管道8和旋风分离器7上出口连接相通。四角切圆燃烧器10顶面开有圆孔通过热风管道9与尾气检测装置13连接相通。

[0048] 本实用新型工作原理为：

[0049] 将收集的待修复污染土壤投入进料口1经螺旋进料器2送入热脱附筒4的空腔中，鼓风机16通过送风管道17向热脱附筒4的空腔内输入高速气流，超声波发生器25绕超声波工作转轴22转动并发出超声波。基于临界流化原理，土壤在高速的气流中表现出流体特性，土壤相对均匀地分布在热脱附筒4的空腔中；利用超声波的强声场打碎土壤块并可加强流态化土壤的内部扰动。利用微波加热原理，沿上圆筒内壳24外壁均匀分布的微波加热器26将流态化土壤迅速加热，再由温度传感器反馈调节微波频率使加热温度处于理想状态，实现快速热脱附。经过热脱附的污染土壤乘高速气流通过方形管道6进入旋风分离器。少量未进入方形管道6的土壤可在设备停止运转后从排渣口18运出并重新投入螺旋送料器2。出于对设备的保护，相接于上圆筒顶面的内圆筒23应为金属外壳并涂有微波防护材料，以避免微波加热对内圆筒23内的超声波发生器25的热破坏与电磁破坏；上圆筒内壳24的外壁应涂有超声波吸收涂层以避免超声波对微波加热器26的震动破坏。该过程可通过观察窗3来进行监视。

[0050] 经过热脱附的污染土壤经旋风分离器7分离后，土壤落入土壤收集装置12并接受土壤检测器19的检测，合格则收集回填，不合格则重新投入进料口1经螺旋进料器2送入热脱附筒4内空腔进行再热脱附；有害尾气从旋风分离器7上出气口沿尾气管道8与由辅助燃气设备19所提供的辅助燃气混合后沿燃气管道11进入四角切圆燃烧器10进行高温燃烧处理，燃烧器10采用四角切圆燃烧法处理尾气，任意一股气流与其中心线偏离7°与假想圆相切，四股气流相互引燃，使尾气充分燃烧，加强处理效果，避免污染环境。

[0051] 经过充分燃烧的尾气变为无害尾气通过热风管道9与尾气检测装置13连接相通，若尾气检测不合格则尾气检测装置13关闭热风管道9防止污染尾气逃逸外界。合格的尾气通过热风管道27进入余热回收装置28，与冷风管14进行热交换以实现余热回收，将加热过的空气泵入送风管道中，最后合格尾气由排气口15排放。

[0052] 以上详细描述了本实用新型的优选实施方式，但是，本实用新型并不限于上述实施方式中的具体细节，在本实用新型的技术构思范围内，可以对本实用新型的技术方案进行多种等同变换，这些等同变换均属于本实用新型的保护范围。

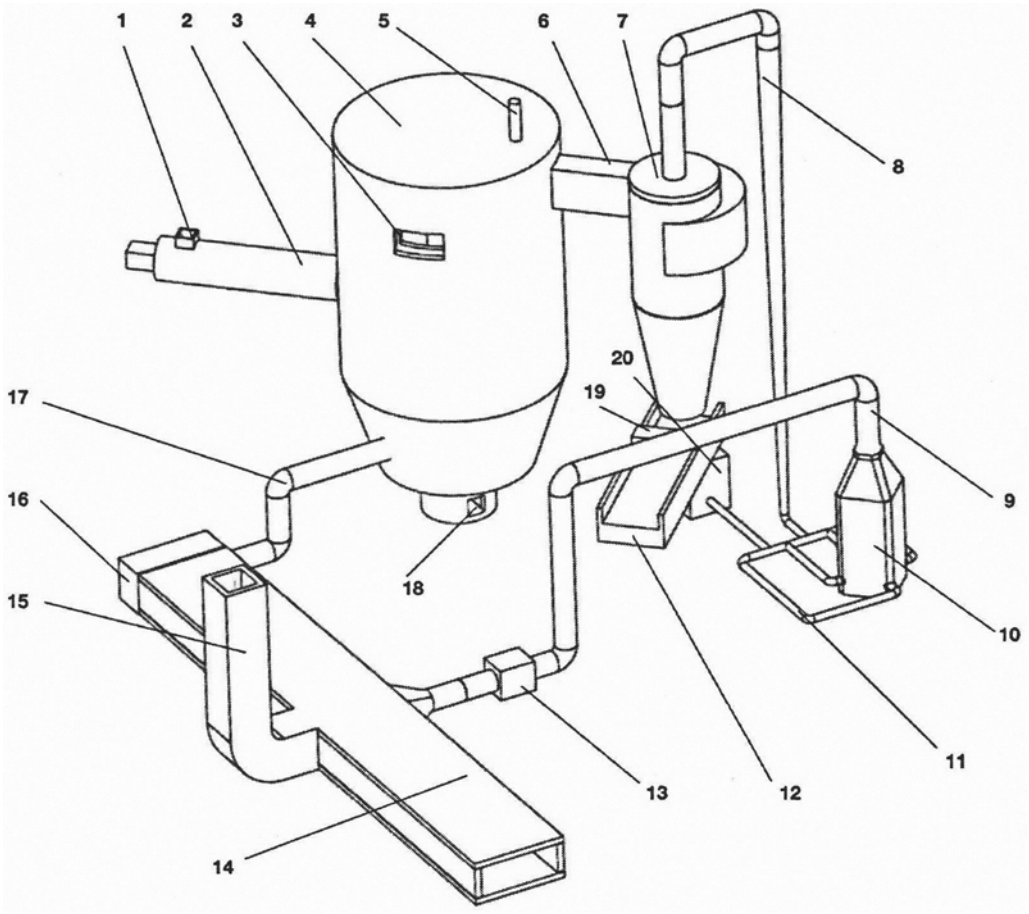


图1

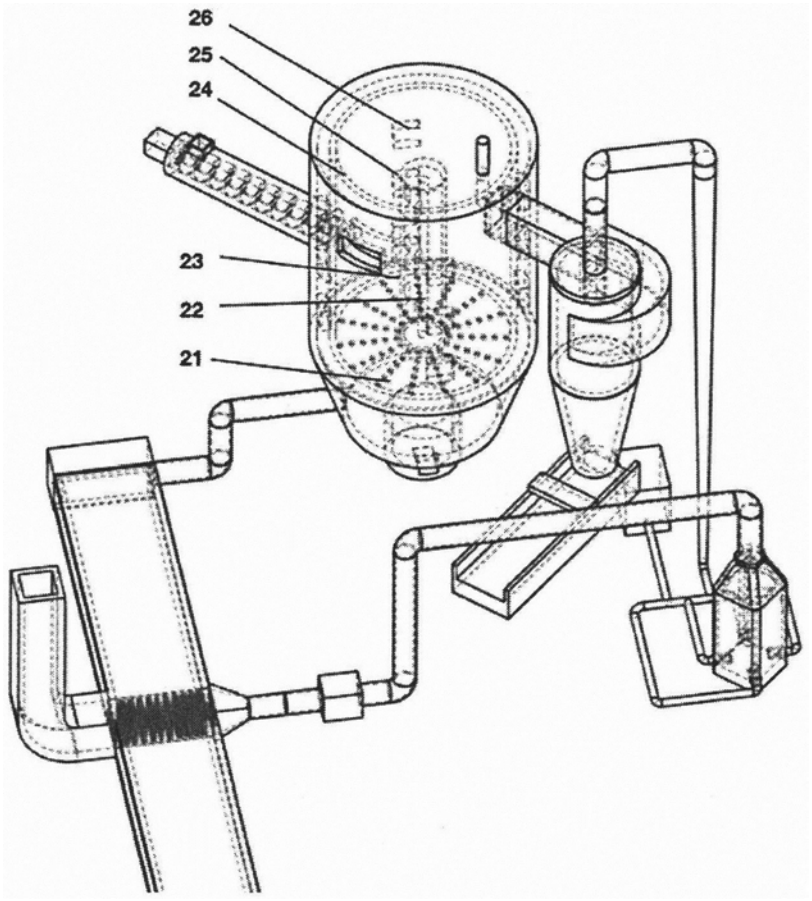


图2

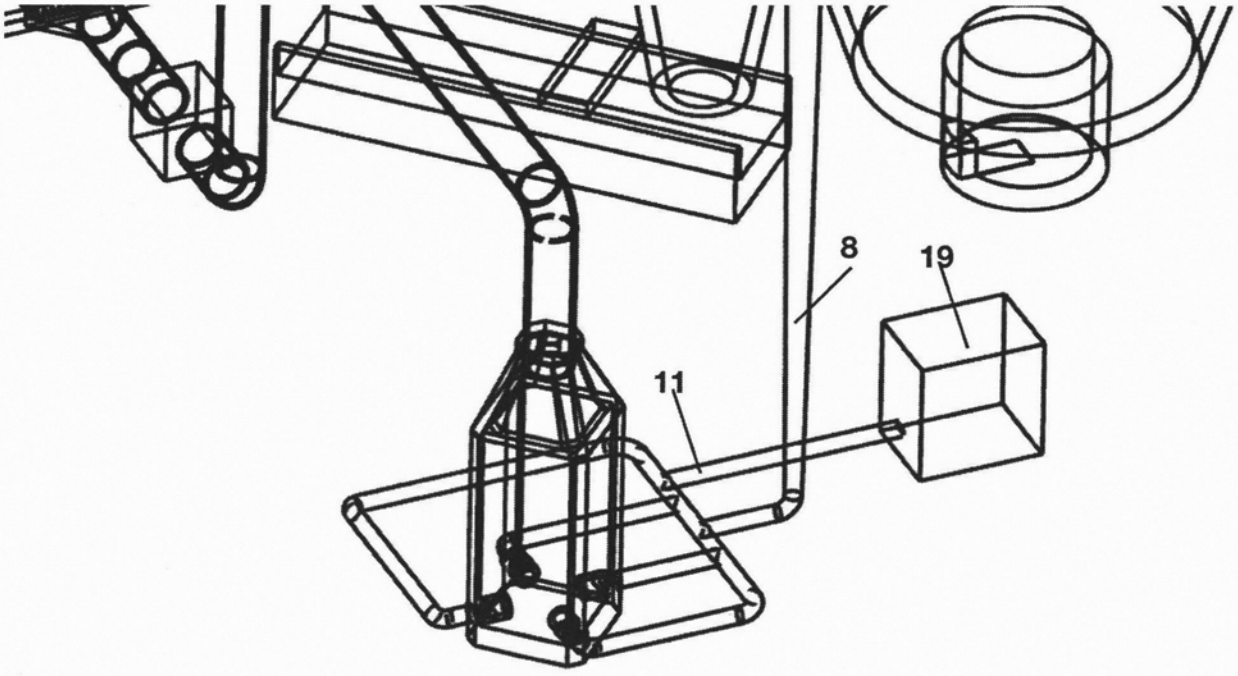


图3

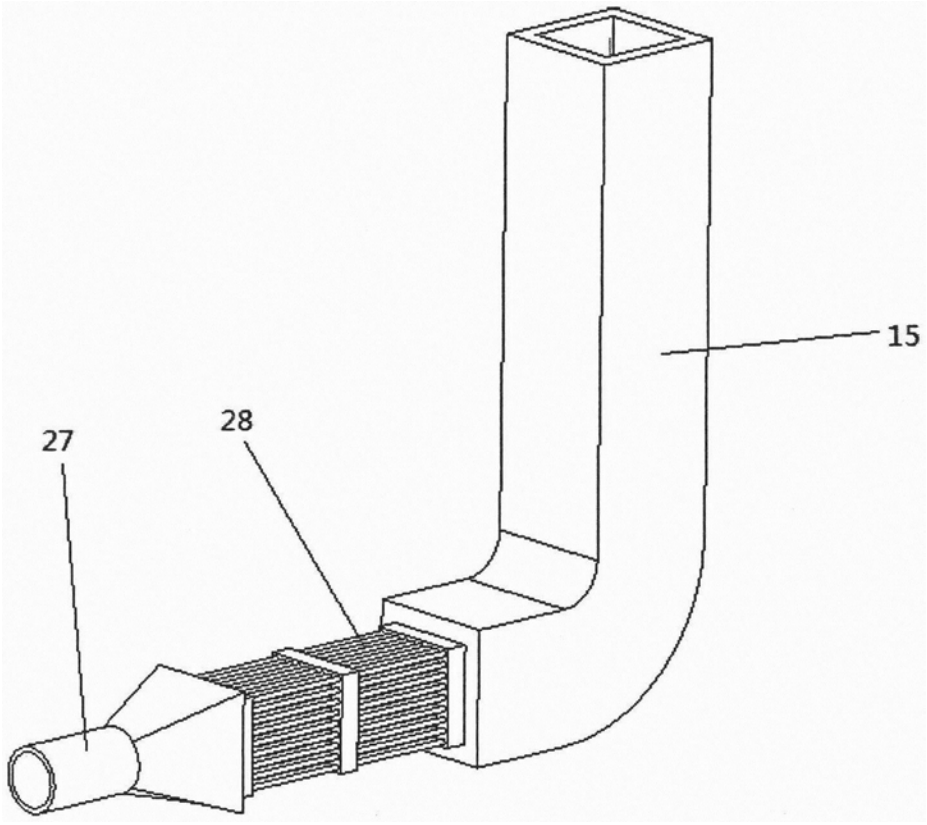


图4