



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207577115 U

(45)授权公告日 2018.07.06

(21)申请号 201721586073.9

B01D 46/02(2006.01)

(22)申请日 2017.11.23

B01D 53/78(2006.01)

(73)专利权人 北京建工环境修复股份有限公司  
地址 100015 北京市朝阳区京顺东街6号院  
16号楼3层301

B01D 53/40(2006.01)

B01D 53/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(72)发明人 籍龙杰 杨乐巍 李泰平 刘鹏  
张岳 王文峰 张晓艺 李书鹏  
张建灿

(74)专利代理机构 北京市东方至睿知识产权代  
理事务所(特殊普通合伙)  
11485

代理人 霍金虎

(51)Int.Cl.

B09C 1/06(2006.01)

B09C 1/00(2006.01)

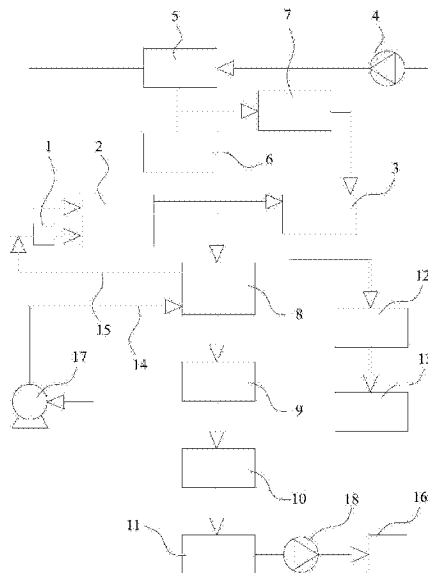
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统。所述燃烧器与高温氧化室相连通,高温氧化室的高温烟气管路分别与回转窑加热处理系统和空气换热器相连通,空气换热器的高温空气出口与燃烧器相连通,空气预热器的烟气管路与急冷塔的入口相连通,急冷塔的出口与布袋除尘器的入口相连通,布袋除尘器的出口与脱酸塔的入口相连通,脱酸塔的出口与引风机二的进风口相连通,引风机二的出口与烟囱相连通。本实用新型可以减少燃料的消耗,系统对有机污染物进行彻底氧化降解,减少污染物的排放,降低二次污染风险,能够稳定、连续、高效地进行热脱附处理,适用于不同类型、浓度的有机物污染土壤/底泥的修复治理。



1. 一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,包括:燃烧器(1)、高温氧化室(2)、回转窑加热处理系统(3)、引风机一(4)、旋风除尘器(5)、土壤预处理系统(6)、进料系统(7)、空气换热器(8)、急冷塔(9)、布袋除尘器(10)、脱酸塔(11)、土壤加湿降温装置(12)、土壤出料系统(13)、常温空气入口(14)、高温空气出口(15)、烟囱(16)、鼓风机(17)和引风机二(18),其特征在于,所述燃烧器(1)与高温氧化室(2)相连通,高温氧化室(2)的高温烟气管路分别与回转窑加热处理系统(3)和空气换热器(8)相连通,鼓风机(17)的出风口与空气换热器(8)的常温空气入口(14)相连通,空气换热器(8)的高温空气出口(15)与燃烧器(1)相连通,空气预热器(8)的烟气管路与急冷塔(9)的入口相连通,急冷塔(9)的出口与布袋除尘器(10)的入口相连通,布袋除尘器(10)的出口与脱酸塔(11)的入口相连通,脱酸塔(11)的出口与引风机二(18)的进风口相连通,引风机二(18)的出口与烟囱(16)相连通,回转窑加热处理系统(3)的挥发性、半挥发性有机污染物管路与引风机一(4)的进风口相连通,引风机一(4)的出风口与旋风除尘器(5)的入口相连通,旋风除尘器(5)的加热污染土壤的空气管路与高温氧化室(2)相连通,旋风除尘器(5)的粉尘管路以及土壤预处理系统(6)的出口分别与进料系统(7)的入口端相连通,进料系统(7)的出口与回转窑加热处理系统(3)的物料入口相连通,回转窑加热处理系统(3)的物料出口与土壤加湿降温装置(12)的入口相连通,土壤加湿降温装置(12)的出口与土壤出料系统(13)相连通。

2. 根据权利要求1所述的余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,其特征在于,所述空气换热器(8)为盘管式空气换热器。

3. 根据权利要求2所述的余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,其特征在于,所述土壤预处理系统(6)由振动筛(61)、破碎机(62)、物料混合设备(63)、磁选分离器(64)、电子皮带秤(65)以及控制装置(66)构成,所述物料混合设备(63)、磁选分离器(64)以及控制装置(66)分别与电子皮带秤(65)相连接,振动筛(61)的出料口分别与破碎机(62)的进料口和物料混合设备(63)的进料口相连,破碎机(62)的出料口和物料混合设备(63)的进料口相连。

4. 根据权利要求3所述的余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,其特征在于,所述土壤加湿降温装置(12)设有刮板机(121),刮板机(121)带有外罩(122),外罩(122)内部设有喷淋头(123),喷淋头(123)与冷却水管(124)相连接。

## 一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,属于有机污染土壤异位热脱附修复系统技术领域。

### 背景技术

[0002] 目前,随着“退二进三、退城进园”的实施,国内许多遗留污染场地,尤其是化工污染场地,发现土壤存在严重的有机物污染。如不采取及时有效的治理措施,会对周围大气和生物存在健康威胁,而且有可能随着雨水沉积,渗入地下水,严重威胁人类健康。土壤有机物污染问题已引起人们的广泛关注,土壤修复势在必行。

[0003] 我国目前的有机场地污染主要为有机农药杀虫剂,持久性有机污染物和石油烃等非氯代有机污染物。针对有机物污染场地,目前已经有多种修复技术得以成功应用。比如,常温解吸、固化/稳定化技术、原位热脱附、原位化学氧化和生物降解技术等。针对不同污染物、不同污染场地,需要采取适宜的技术方案和修复技术。同时,高效、彻底、成本节约型的修复技术方案,也会使得有机污染场地在短时间内达到修复目标,实现其再利用价值。因此,研发一种实用的“场地污染快速处理技术与装备”,具有极大的应用价值和前景。

[0004] 热处理技术多为异位处理,通常指将污染介质转移至特定的处理单元或燃烧室等,然后将其暴露于高温下,从而破坏或去除其中污染物的一种修复过程。异位修复技术的主要优势是处理周期短,处理过程可视,污染介质的连续混合和均质过程易于控制。但是,污染土壤域中污染物分布不均,且污染物往往具有较高的沸点,处理过程中需要大量热能消耗,修复过程会产生大量的高温尾气。对于传统的回转窑加热系统,土壤处理量为 $25\text{m}^3/\text{h}$ 时,高温烟气散发的热量损失为 $30\% \sim 60\%$ ,是热脱附系统中热能损失的主要部分。而高温烟气在带来热量流失的同时,也会产生尾气处理困难的问题。因此,如何通过优化热脱附系统,实现余热的高效利用,对于减少热量流失,降低污染土壤处置成本,具有重要工程意义。

[0005] 中国专利(CN 204247684 U)公布了一种余热高效回用的污染土壤热脱附系统,燃烧室产生的高温烟气一部分直接冷却处理,造成大量的热量损失;而燃烧室出来的另一部分高温烟气混合新鲜空气后进入回转窑,使得热脱附区域的氧含量增加,也在一定程度上增加了热脱附过程中二噁英等有毒物质的产生风险。中国专利(CN 102218446 A)公布了一种污染土热脱附过程中进行余热利用的系统,该装置采用两级燃烧,系统能耗较高,处置成本也势必增加;余热发电需配套汽轮发电机组,系统复杂,成本较高。

[0006] 中国专利(CN 105080957 A)公布了一种余热再利用的污染土壤热脱附修复系统,采用表面式热交换装置,将修复过程中产生的高温尾气对常温的助燃用空气进行预热处理,由于尾气处理过程采用活性炭吸附,没有实现污染物的彻底降解,只是实现了污染物由气相向固相的转移过程,活性炭吸附饱和后成为危险废物,需进行二次处理,处置成本较高。中国专利(CN 104741372 A)公布了一种利用木炭代替活性炭作为尾气吸附剂以及利用木炭与污染土壤混合作为燃烧热源用于热脱附供热的新型热脱附修复系统及方法,该发明没有提供完整热脱附装置用于上述热脱附过程。而且,木炭对二噁英的吸附效果有待进一

步验证。

[0007] 中国专利(CN 101530858A)公布了一种污染土壤直接热脱附装置,其中热空气与污染土壤同向接触,不能实现热空气与污染土壤的充分混合,热脱附效率较低。中国专利(CN 101780467A)公布了一种污染土壤间接热脱附设备,该专利核心装置加热回转窑由内层结构与外层结构构成,加热燃烧系统在内层结构与外层结构之间加热,污染土壤与热源无法充分接触换热,导致热脱附效率较低。

[0008] 以上异位热脱附系统或装置存在热能利用效率低,尾气处理设计不合理等缺点。

## 实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的在于为了解决上述现有技术存在的问题,进而提供一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统。

[0010] 本实用新型的目的在于通过以下技术方案实现的:

[0011] 一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,包括:燃烧器、高温氧化室、回转窑加热处理系统、引风机一、旋风除尘器、土壤预处理系统、进料系统、空气换热器、急冷塔、布袋除尘器、脱酸塔、土壤加湿降温装置、土壤出料系统、常温空气入口、高温空气出口、烟囱、鼓风机和引风机二,所述燃烧器与高温氧化室相连通,高温氧化室的高温烟气管路分别与回转窑加热处理系统和空气换热器相连通,鼓风机的出风口与空气换热器的常温空气入口相连通,空气换热器的高温空气出口与燃烧器相连通,空气预热器的烟气管路与急冷塔的入口相连通,急冷塔的出口与布袋除尘器的入口相连通,布袋除尘器的出口与脱酸塔的入口相连通,脱酸塔的出口与引风机二的进风口相连通,引风机二的出口与烟囱相连通,回转窑加热处理系统的挥发性/半挥发性有机污染物管路与引风机一的进风口相连通,引风机一的出风口与旋风除尘器的入口相连通,旋风除尘器的加热污染土壤的空气管路与高温氧化室相连通,旋风除尘器的粉尘管路以及土壤预处理系统的出口分别与进料系统的入口端相连通,进料系统的出口与回转窑加热处理系统的物料入口相连通,回转窑加热处理系统的物料出口与土壤加湿降温装置的入口相连通,土壤加湿降温装置的出口与土壤出料系统相连通。

[0012] 本实用新型的有益效果:

[0013] 本实用新型系统中高温氧化室设置两个出口,分别连接至回转窑热脱附装置的入口和空气预热器的入口,将高温氧化室出来的高温烟气分成两股气流。本实用新型可以减少燃料的消耗,系统对有机污染物进行彻底氧化降解,减少污染物的排放,降低二次污染风险,能够稳定、连续、高效地进行热脱附处理,适用于不同类型、不同浓度的有机物污染土壤/底泥的修复治理。

[0014] 本实用新型系统中进入回转窑内的烟气温度较高,同时实现污染物的脱除以及土壤的预热干燥过程,相当于回转窑内同时存在预热干燥段和热脱附段两部分。本实用新型对污染土壤的净化过程稳定、均一,不受环境影响,可以有效的增加单位时间污染土壤的处理量,提高运行效率,对有机污染土壤实现稳定、连续、高效的热脱附处理,可适用不同污染类型、浓度的有机污染土壤的治理。

[0015] 本实用新型的空气预热器可以有效利用高温氧化室出来的高温烟气中的热量,提高助燃空气的温度,减少化石燃料的消耗;同时,降低急冷塔的运行负荷,减少水资源的消

耗。

[0016] 本实用新型实现了热脱附系统余热的最大化利用,效率高且节省能量。具有如下几点优势:

[0017] 1、改善并强化燃烧,当经过空气预热器后的热空气进入炉内后,加速了燃料的着火和燃烧过程,保证炉内稳定燃烧,起着改善、强化燃烧的作用。

[0018] 2、强化传热,由于炉内燃烧得到改善和强化,加上进入炉内的热风温度提高,炉内平均温度水平也有提高,从而可强化炉内辐射传热。

[0019] 3、减小炉内损失,降低排烟温度,提高热效率。由于炉内燃烧稳定,辐射热交换的强化,可以降低化学不完全燃烧损失。

## 附图说明

[0020] 图1为一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统示意图。

[0021] 图2为土壤预处理系统6的结构示意图。

[0022] 图3为土壤加湿降温装置12的结构示意图。

[0023] 图中的附图标记,1为燃烧器,2为高温氧化室,3为回转窑加热处理系统,4为引风机一,5为旋风除尘器,6为土壤预处理系统,7为进料系统,8为空气换热器,9为急冷塔,10为布袋除尘器,11为脱酸塔,12为土壤加湿降温装置,13为土壤出料系统,14为常温空气入口,15为高温空气出口,16为烟囱,17为鼓风机,18为引风机二,61为振动筛,62为破碎机,63为物料混合设备,64为磁选分离器,65为电子皮带秤,66为控制装置,121为刮板机,122为外罩,123为喷淋头,124为冷却水管。

## 具体实施方式

[0024] 下面将结合附图对本实用新型做进一步的详细说明:本实施例在以本实用新型技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式,但本实用新型的保护范围不限于下述实施例。

[0025] 如图1所示,本实施例所涉及的一种余热高效利用的有机污染土壤异位热脱附修复系统,包括:燃烧器1、高温氧化室2、回转窑加热处理系统3、引风机一4、旋风除尘器5、土壤预处理系统6、进料系统7、空气换热器8、急冷塔9、布袋除尘器10、脱酸塔 11、土壤加湿降温装置12、土壤出料系统13、常温空气入口14、高温空气出口15、烟囱 16、鼓风机17和引风机二18,所述燃烧器1与高温氧化室2相连通,高温氧化室2的高温烟气管路分别与回转窑加热处理系统3和空气换热器8相连通,鼓风机17的出风口与空气换热器8的常温空气入口14相连通,空气换热器8的高温空气出口15与燃烧器1相连通,空气预热器8的烟气管路与急冷塔9的入口相连通,急冷塔9的出口与布袋除尘器10的入口相连通,布袋除尘器10的出口与脱酸塔11的入口相连通,脱酸塔11的出口与引风机二 18的进风口相连通,引风机二18的出口与烟囱16相连通,回转窑加热处理系统3的挥发性/半挥发性有机污染物管路与引风机一4的进风口相连通,引风机一4的出风口与旋风分离器5的入口相连通,旋风除尘器5的加热污染土壤的空气管路与高温氧化室2相连通,旋风除尘器5的粉尘管路以及土壤预处理系统6的出口分别与进料系统7的入口端相连通,进料系统7的出口与回转窑加热处理系统3的物料入口相连通,回转窑加热处理系统3的物料出口与土壤加湿降温装置12的入口相连通,土

壤加湿降温装置12的出口与土壤出料系统13相连通。

[0026] 所述空气换热器8为盘管式空气换热器。

[0027] 如图2所示,所述土壤预处理系统6由振动筛61、破碎机62、物料混合设备63、磁选分离器64、电子皮带秤65以及控制装置66构成,所述物料混合设备63、磁选分离器64以及控制装置66分别与电子皮带秤65相连接,振动筛61的出料口分别与破碎机62的进料口和物料混合设备63的进料口相连,破碎机62的出料口和物料混合设备63的进料口相连。

[0028] 经过振动筛61分选之后,粒径大于50mm的土壤进入破碎机62内破碎,粒径小于50mm的土壤则直接进入物料混合设备63。

[0029] 如图3所示,所述土壤加湿降温装置12设有刮板机121,刮板机121带有外罩122,外罩122内部设有喷淋头123,喷淋头123与冷却水管124相连接。

[0030] 工作原理

[0031] 天然气或者液化石油气等化石燃料在环境空气的助燃下,通过燃烧器1,在高温氧化室2内剧烈燃烧释放出热量。待高温氧化室2的出口烟温达到一定温度后,从高温氧化室2中出来的高温烟气一部分流向回转窑加热处理装置3内。此时,有机物污染土壤在土壤预处理系统6内,经过破碎、筛分、调节含水率和除铁等预处理环节,通过土壤进料系统7,进入回转窑加热处理装置3内。高温烟气与污染土壤在回转窑加热处理装置3中逆向流动、充分接触,有机污染物逐渐从污染土壤中脱附出来。借助引风机4形成的负压,有机污染物随着烟气进入旋风除尘器5,大部分颗粒物被分离出来,然后与污染土壤再次混合送入进料系统7中,进行进一步的处理过程。经过旋风除尘器5后,含有机污染物的烟气回流至高温氧化室2中进行高温燃烧降解,实现污染物的彻底脱除。

[0032] 与此同时,从高温氧化室2出来的另一股高温烟气进入空气换热器8内,新鲜空气在鼓风机17的作用下,通过常温空气入口14,进入管式空气换热器8中。在空气换热器8中,新鲜空气在管内流动,而高温烟气在管外流动,通过换热过程,高温烟气中的部分能量传递给新鲜空气,使得空气温度升高,经过高温空气出口15进入燃烧器1内,作为助燃空气,辅助化石燃料燃烧。经过换热后的烟气,进入到急冷塔9中,通过急冷塔9的急速冷却作用,迅速降温至200℃以下,避开二噁英的生成温度区间,有效防止二噁英的生成。急冷后的烟气进入布袋除尘器10中分离出颗粒物。烟气离开布袋除尘器10后,进入脱酸塔11,喷入碱液以中和烟气中的酸性物质。经过脱酸塔11的烟气通过烟囱16排入大气中。烟囱16上装有烟气实时在线监测装置,可以持续监测通过监测点烟气中的一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等污染物质的浓度,辅助操作人员实时监控尾气排放浓度。必要时,可在布袋除尘器10之前安装活性炭罐,向管道内喷入活性炭,实现活性炭和布袋除尘联用脱除烟气中二噁英,确保尾气中有害组分和粉尘等达到排放标准。经过以上处理的尾气最终通过烟囱16排出。

[0033] 与此同时,经回转窑加热处理装置3热脱附处理后的高温土壤通过加湿降温装置12处理后得以冷却,土壤冷却后成为洁净土壤从出料系统13排出,采用高温密闭的方式出料,运送至待检车间,进行待检验收。

[0034] 以上所述,仅为本实用新型较佳的具体实施方式,这些具体实施方式都是基于本实用新型整体构思下的不同实现方式,而且本实用新型的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。因此,本实用新型的保护范围应该以权利要求书的

保护范围为准。

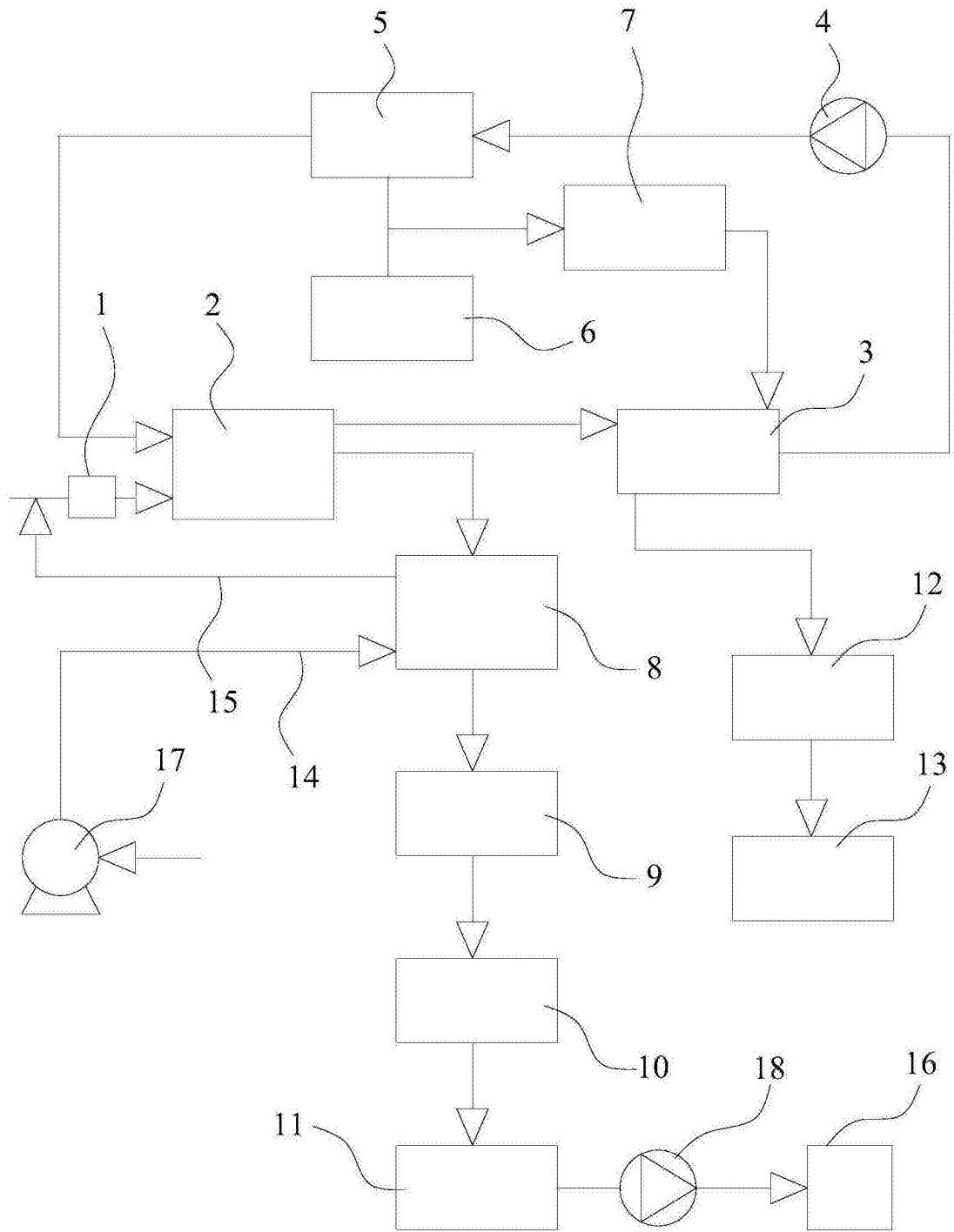


图1



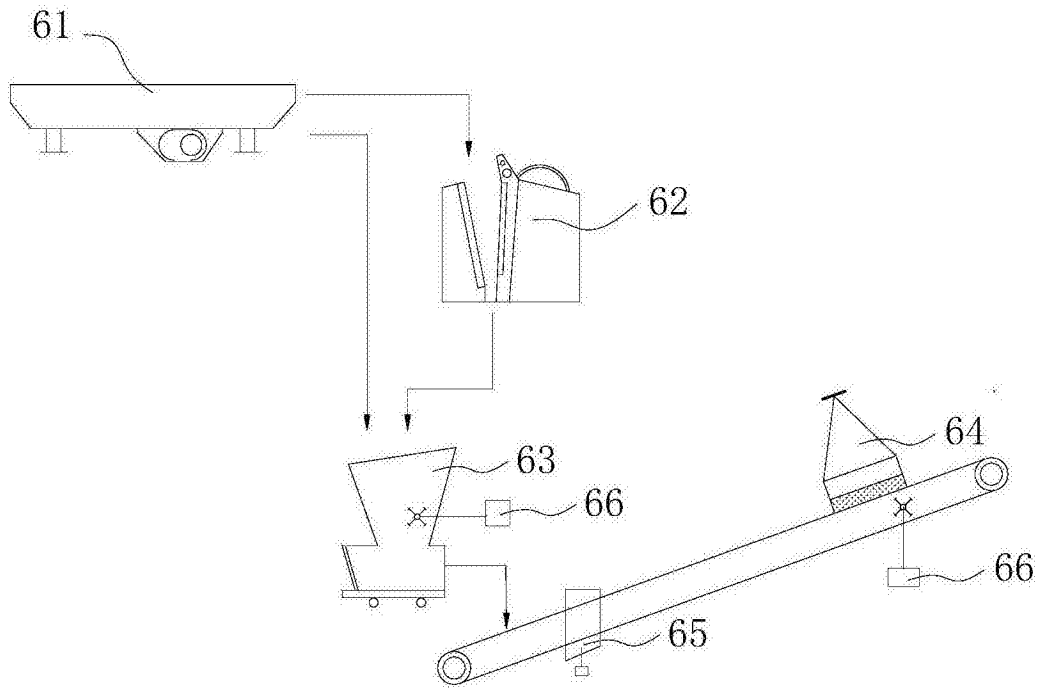


图2

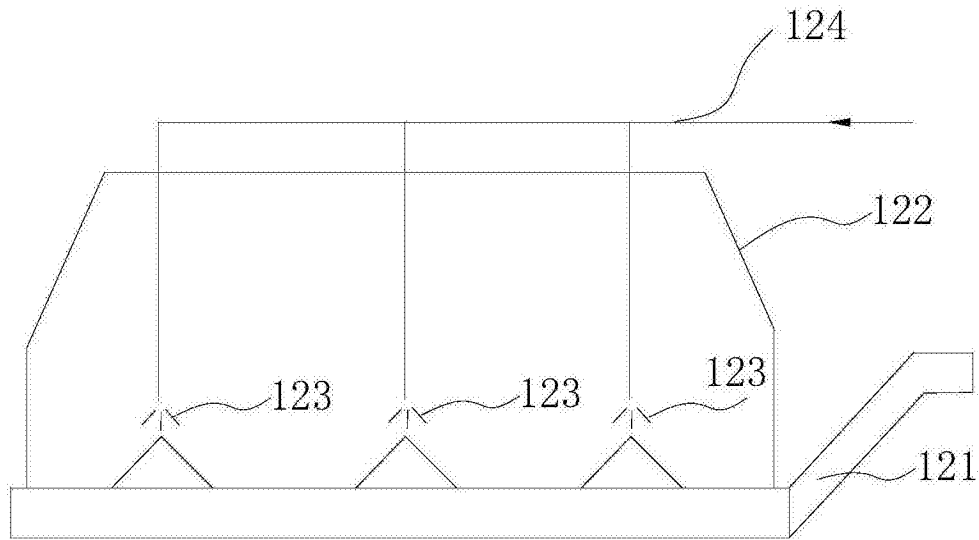


图3