

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410098947.7

C02F 9/14 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
F23G 7/04 (2006.01)
C05F 9/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1278962C

[22] 申请日 2004.12.17

[21] 申请号 200410098947.7

[71] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 - 82 信箱

[72] 发明人 聂永丰 许玉东 岳东北

审查员 芮定坤

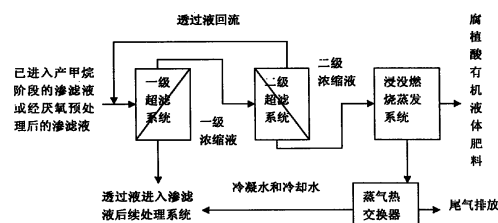
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法

[57] 摘要

城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法，属于垃圾处理技术领域。为了使填埋场渗滤液的可处理性提高或可达标处理，并克服了反渗透和纳滤工艺中浓缩液处理的问题和缺点，本发明公开了一种城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法，包括如下步骤：1) 将填埋场渗滤液泵入一级超滤系统，操作压力差为 0.3 ~ 0.5Mpa，浓缩倍数为 5 ~ 10 倍，膜分离后得到一级浓缩液；2) 将一级浓缩液泵入二级超滤系统，操作压力差为 1.0 ~ 1.5Mpa，浓缩倍数为 4 ~ 5 倍，膜分离后得到二级浓缩液；3) 让二级浓缩液流入浸没燃烧蒸发系统，燃烧室温度 $\geq 750^{\circ}\text{C}$ ，浸没深度 0.3 ~ 0.6m，浓缩倍数为 5 ~ 10 倍，浓缩、净化后得到有机液体肥料。



1. 城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

1) 将经厌氧生物反应器分解后的渗滤液，或者已进入产甲烷阶段填埋场的渗滤液，泵入一级超滤系统，操作压力差为 0.3~0.5Mpa，浓缩倍数为 5~10 倍，膜分离后得到一级浓缩液；

2) 将一级浓缩液泵入二级超滤系统，操作压力差为 1.0~1.5Mpa，浓缩倍数为 4~5 倍，膜分离后得到二级浓缩液；

3) 让二级浓缩液流入浸没燃烧蒸发系统，燃烧室温度 $\geq 750^{\circ}\text{C}$ ，浸没深度 0.3~0.6m，浓缩倍数为 5~10 倍，浓缩、净化后得到有机液体肥料。

2. 根据权利要求 1 所述的填埋场渗滤液的再利用方法，其特征在于：所述两级超滤系统所用膜的截留相对分子量均为 500~5000。

3. 根据权利要求 1 所述的填埋场渗滤液的再利用方法，其特征在于：利用二级超滤系统处理一级浓缩液时，投加少量盐酸降低一级浓缩液中碳酸钙浓度，并始终保持 pH 值在 7 以上，以避免发生碳酸钙堵塞问题。

4. 根据权利要求 1 所述的填埋场渗滤液的再利用方法，其特征在于：利用二级超滤系统处理一级浓缩液时，调节一级浓缩液的 pH 值至酸性范围，使一级浓缩液中重金属元素处于游离态下而透过膜，再调节透过液的 pH 值至碱性范围而沉淀去除重金属，以保证最终的有机液体肥料中重金属元素浓度在要求范围内。

城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法

技术领域

本发明属于垃圾处理技术领域，特别涉及从城市生活垃圾填埋场渗滤液中提取腐植酸并浓缩为有机液体肥料的资源化工艺。

背景技术

卫生填埋因经济低廉、技术可靠一直是城市生活垃圾处置的主要方式，在填埋场的日常运行管理中，渗滤液的处理达标至今还是一个难题，成为城市生活垃圾填埋场的主要二次污染源。构成渗滤液难处理的本质原因在于渗滤液中含有高浓度的难生物降解有机物—腐植酸和氨氮，前者实际更难解决，因为许多研究和工程实践均表明，只要合理选用反应器或优化工艺参数，即使氨氮浓度高至 1500mg/L 左右，仍可通过生物硝化达标。而难生物降解的腐植酸，通过生化和常规物化工艺均难于有效去除。目前，处理渗滤液可稳定达到一级排放标准的实用工艺只有膜工艺，主要为反渗透和纳滤，但其投资和运行费用均较高，且通常还有占有原有体积 10~25%的截留浓缩液需进一步处理。由于反渗透和纳滤一般对浓缩液中各成分，包括有机物和无机盐份的截留率均很高，选择性又较差，尤其是反渗透，几乎不加选择地全部截留，因此，浓缩液的成分复杂，浓度高，目前其处理方法主要有回灌、焚烧、固化等，其中焚烧和固化成本高昂，而回灌成本较低，但会导致回灌后填埋场的渗滤液中盐类离子的累积，这将影响膜工艺的正常运行。综上所述，对渗滤液单纯从处理角度来考虑都存在一定的问题和缺点。

发明内容

腐植酸是影响渗滤液处理难达标的主要污染物，但它也是有机肥料的主要成分，因此本发明提供了从渗滤液中分离腐植酸后再浓缩为有机液体肥料的资源化工艺，本工艺同时也使渗滤液的可处理性提高或可达标处理，并克服了反渗透和纳滤工艺中浓缩液处理的问题和缺点。

本发明提供了一种城市生活垃圾填埋场渗滤液的再利用方法（即资源化工艺），包括如下步骤：

1) 将经厌氧生物反应器分解后的渗滤液, 或者已进入产甲烷阶段填埋场的渗滤液, 泵入一级超滤系统, 操作压力差为 0.3~0.5Mpa, 浓缩倍数为 5~10 倍, 膜分离后得到一级浓缩液;

2) 将一级浓缩液泵入二级超滤系统, 操作压力差为 1.0~1.5Mpa, 浓缩倍数为 4~5 倍, 膜分离后得到二级浓缩液;

3) 让二级浓缩液流入浸没燃烧蒸发系统, 燃烧室温度 $\geq 750^{\circ}\text{C}$, 浸没深度 0.3~0.6m, 浓缩倍数为 5~10 倍, 浓缩、净化后得到有机液体肥料。

本发明所述两级超滤系统所用膜的截留相对分子量均为 500~5000。

本发明利用二级超滤系统处理一级浓缩液时, 投加少量盐酸降低一级浓缩液中碳酸钙浓度, 并始终保持 pH 值在 7 以上, 以避免发生碳酸钙堵塞问题。

本发明利用二级超滤系统处理一级浓缩液时, 调节一级浓缩液的 pH 值至酸性范围, 使一级浓缩液中重金属元素处于游离态下而透过膜, 再调节透过液的 pH 值至碱性范围而沉淀去除重金属, 以保证最终的有机液体肥料中重金属元素浓度在要求范围内。

本发明的特点在于: 对于渗滤液因含较高浓度腐植酸而造成处理出水中有机物指标难达标的最主要问题, 从另一角度提出了资源化工艺, 同时兼顾了渗滤液的达标处理。具体表现为: (1) 采用了以膜和蒸发工艺组成的从渗滤液中物理分离浓缩腐植酸制成有机液体肥料的资源化工艺。(2) 在现有的用于处理渗滤液的膜工艺中主要为反渗透和纳滤, 使用的是孔径小于 1nm 的膜, 所需操作压力差较大, 本资源化工艺中, 膜工艺为超滤系统, 实际上其介于纳滤与超滤交叉的范围内, 即介于纳滤截留相对分子量 (MWCO) 的高端, 和超滤截留相对分子量的低端之间, 一般仍称为超滤系统。本发明所采用的两级超滤系统使用的膜孔径略大于 1nm (对有机膜约为 1.1~1.3nm, 对无机膜则略大), 或相应的截留相对分子量为 500~5000。因此, 本发明采用的超滤系统对渗滤液中腐植酸可有高效的截留, 而无机离子等可良好通过, 从而大大降低膜两侧的渗透压, 减少电耗, 同时保持膜分离后得到的浓缩液中无机盐分与进入该级超滤系统前的渗滤液的基本一致, 而这与现有渗滤液采用反渗透和纳滤膜工艺中产生的浓缩液存在根本差别。现有的反渗透和纳滤膜工艺产生的浓缩液中常含有比进行分离前的渗滤液高得多的无机盐分, 即无机盐分也被浓缩了一定倍数, 而且不稳定的低分子有机物含量也比本发明所采用的超滤系统产生的浓缩液的高, 从而使其难于资源化。(3) 利用浸没燃烧蒸发系统来最后浓缩经二级超滤系统分离后的二级浓缩液, 由于此时浓缩液中有机物浓度可达 15~20g/L 以上, TDS 更可达 30g/L 以上, 继续用超滤系统浓缩容易发生堵塞等问题, 影响其正常运行, 且运行费用也会迅速升高, 因此, 进一步浓缩不适宜采用超滤系统。浸没燃烧蒸发系统是一种利用燃烧产生的高温气体与液体直接接触的蒸发器, 其传热效率可高达

95%以上，由于是直接传热，消除了固定的接触界面，因此克服了间壁传热界面结垢的问题，可以获得更高的含固率。浸没燃烧蒸发系统所需燃气可用填埋场产生的填埋气体，更是达到“以废治废”综合利用的效果，从而大大降低资源化的成本。此外，大量气体搅拌沸腾液体，使浓缩液中有毒或有害微量有机物和少量的不稳定的低分子挥发性有机物被充分地蒸出，病原体也会被全部灭活，从而有效地提高了产品的品质。(4) 资源化工艺所得的产品为腐植酸有机液体肥料，有机物含量大于 14% (重量比)，或总有机碳含量大于 8% (重量比)。(5) 经一级超滤系统后的膜透过液，即渗滤液的主体 (约占原渗滤液体积的 80~90%)，由于难生物降解的腐植酸等大分子有机物被绝大多数分离出，因此其可处理性提高或可达标处理。

本发明的有益效果：1、在明确了渗滤液中所含的难生物降解有机物以腐植酸为主，根据其分子量较大，先选择技术可行、经济合理的膜工艺进行两级分离浓缩，又根据其难于挥发，再经浸没燃烧蒸发系统浓缩和净化，获得了产品—腐植酸有机液体肥料，这样既对渗滤液进行了资源化利用，又解决了渗滤液处理有机物难达标的难题。2、可利用本资源化工艺对国内在用的采用常规工艺的基本都不能达标的渗滤液处理设施进行改造，一般是在原有工艺的前端 (厌氧生物反应器后) 加入本工艺，可使整合后的渗滤液处理设施出水中有机物达标，从而达到环境效益、社会效益和经济效益的统一。3、本资源化工艺可使填埋场产生的填埋气体得到了综合利用。4、本资源化工艺实用、先进，又流程简单，占地少，无二次污染，运行简便、可靠。

附图说明

图 1 是本发明渗滤液资源化工艺流程图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明渗滤液资源化工艺作进一步描述。

如图 1 所示，经厌氧生物反应器分解后的渗滤液，或者已进入产甲烷阶段填埋场的渗滤液，含有的有机物中，大多数性质较稳定。这类渗滤液由泵提升进入砂滤罐，去除粒径大于 1~10 μm 以上的污泥等颗粒物，保证后续超滤系统的良好运行。出水再用泵进入一级超滤系统，在压力 (操作压力差为 0.3~0.5Mpa) 驱动下渗滤液分成两部分：一部分为膜截留的一级浓缩液 (浓缩倍数为 5~10 倍)，富含以腐植酸为主的难生物降解有机物，浓度很高，而所含的以无机盐分为主体的总溶解性残渣 (TDS) 与膜分离前的进料渗滤液基本接近，即无机离子在一级超滤系统中可以良好通过，一级浓缩液这部分水量占进水的 10~20%；另一部分为膜

透过液，水量占进水的 80~90%，所含有机物分子量较小，可生化性大大提高，容易进一步处理达标后排放。膜截留下来含腐植酸的一级浓缩液要用作腐植质有机液体肥料在浓度和品质上还达不到产品的有关要求，需进一步分离浓缩。为了不使最终产品中无机盐分含量过高，一级浓缩液先再经更大压力差的二级超滤系统分离，操作压力差为 1.0~1.5Mpa，浓缩倍数可达 4~5 倍，得到二级浓缩液。通常在此过程中没有需特别关注的问题，但有时也存在一些问题，若碳酸钙堵塞严重，可投加少量盐酸降低进液中碳酸钙浓度，但 pH 值始终保持在 7 以上；若为某种重金属元素浓度可能在最终产品中超出要求范围，则应经针对性试验研究后，可在此过程中通过调节 pH 值至酸性范围，使该重金属主要处于游离态下而透过膜，再调节透过液的 pH 值至碱性范围而沉淀去除重金属。二级超滤系统的透过液回流到一级超滤系统处理，而二级浓缩液（pH 值通常为 7~9）流入浸没燃烧蒸发系统进一步浓缩（燃烧室温度 $\geq 750^{\circ}\text{C}$ ，浸没深度 0.3~0.6m，浓缩倍数为 5~10 倍）达到产品的含量要求，一般有机物重量比可达 14~20%，同时在此过程中芳烃、卤代烃等少量可能影响产品品质的有毒或有害微量有机物和少量的不稳定的低分子有机物（如 VFA）等可以被净化，还可以全部灭活病原体，而蒸发系统的浓缩液基本上即可作为腐植酸有机液体肥料。蒸发出的蒸汽经系统内部冷却实现了余热利用，节约能源，冷凝水并入渗滤液经一级超滤系统后的膜透过液中一起进入后续处理系统，因此本资源化工艺没有二次污染。

下面以北京市某生活垃圾卫生填埋场渗滤液的资源化工艺为例，进一步说明本发明。

该卫生填埋场 1997 年开始运行，现已进入产甲烷阶段，日产生渗滤液 200 吨，水质如下：pH 为 7.67~8.48， COD_{Cr} 为 2220~3520mg/L， BOD_5 为 230~617mg/L，TOC 为 841~1590mg/L，电导率为 18.2~24.1ms/cm，重金属浓度均低于一级排放标准，颜色呈黄色至红褐色。该渗滤液可直接由泵提升进入砂滤罐和小型微滤装置，去除粒径大于 1~10 μm 以上的污泥等颗粒物，出水再经泵进入一级超滤系统，超滤膜的截留相对分子量（MWCO）为 1000，操作压力差为 0.4Mpa，浓缩倍数为 5 倍，膜分离后得到一级浓缩液，其 TOC 为 3000~6000mg/L，颜色呈深红褐色，表明含有很高浓度的腐植酸。膜透过液透明、无色，进入渗滤液后续处理系统（一般由生物和物化处理系统组成）。之后，在一级浓缩液中先加入一定量盐酸，去除 50~80% 的重碳酸盐，该过程 pH 保持在 7 以上，然后再用泵进入二级超滤系统，超滤膜的截留相对分子量（MWCO）仍为 1000，操作压力差为 1.0~1.2Mpa，浓缩倍数为 4~5 倍，得到二级浓缩液，其 TOC 为 15000~20000mg/L，颜色呈暗红色，膜透过液回流至一级超滤系统的进料管。经二级超滤系统分离浓缩后，二级浓缩液流入浸没燃烧蒸发系统。该浸没燃烧蒸发系统利用填埋气体作燃气，填埋气体中 CH_4 含量为 53~66%（体积比），燃烧室温度 $\geq 750^{\circ}\text{C}$ ，浸没深度

0.3~0.6m, 浓缩倍数为 5~8 倍, 蒸发后的最终浓缩液 (即有机液体肥料) 中 TOC 大于 8% (重量比), 满足腐植酸有机液体肥料对有机碳的含量要求。而蒸发出的蒸汽可用来预热进料液, 从而在系统内部循环利用热量, 这样部分蒸汽冷凝为水, 还有部分未冷凝的蒸汽用渗滤液经处理达标后的出水喷淋冷却, 蒸汽冷却水和冷凝水排入渗滤液后续处理系统一并处理。

本发明所述的渗滤液资源化工艺技术参数:

1、渗滤液水质条件

pH	7.3~9
COD _{cr}	1500~5000 mg/L
BOD ₅ /COD _{cr}	<0.3
VFA	<100mg/L

2、一级超滤系统

工作压力	0.3~0.5Mpa
浓缩倍数	5~10 倍

3、二级超滤系统

工作压力	1.0~1.5Mpa
浓缩倍数	4~5 倍

4、浸没燃烧蒸发系统

燃烧室温度	≥750℃
浸没深度	0.3~0.6m
浓缩倍数	5~10 倍

有必要对上述渗滤液资源化工艺技术参数中的水质条件作一说明。填埋场稳定化阶段在产甲烷阶段之前的渗滤液, COD_{cr} 浓度高, 但通常也含有大量容易分解的有机物, 可生化性好, pH 值较低, 此阶段渗滤液应先经厌氧生物反应器预处理, 使有机物充分降解, 而残余下来的有机物基本上性质较稳定, 在此过程中 pH 值会上升至弱碱性, 重金属因形成沉淀等作用而使出水中浓度进一步降低; 对于已进入产甲烷阶段的渗滤液, 其在填埋场内已充分厌氧分解了, 水质与先经厌氧生物反应器预处理后的渗滤液的基本一致。因此本发明资源化工艺对填埋场各个阶段的渗滤液均能适用。

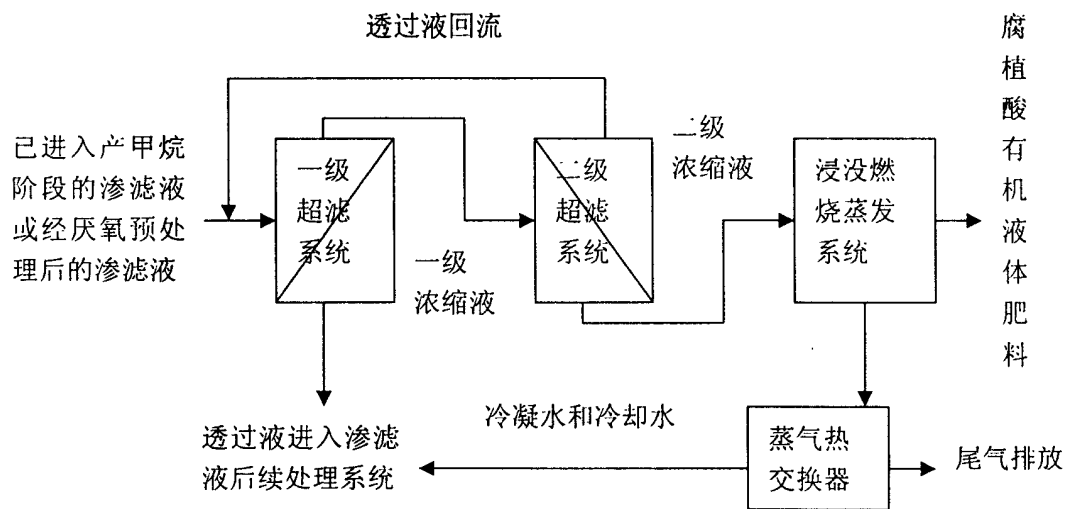


图 1