

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2025年5月1日 (01.05.2025)



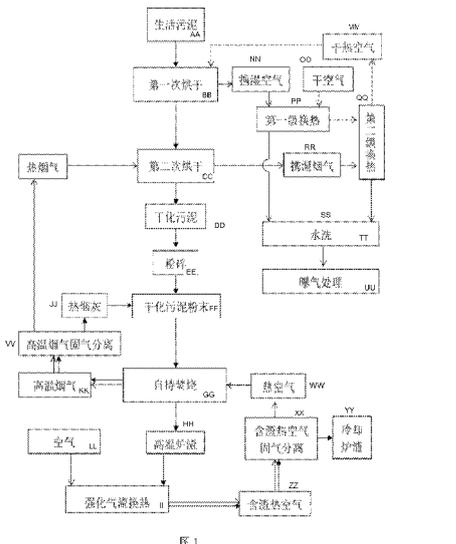
(10) 国际公布号  
WO 2025/087244 A1

- (51) 国际专利分类号:  
F23G 5/04 (2006.01) C02F 11/12 (2019.01)  
F23G 5/46 (2006.01) C02F 11/13 (2019.01)  
F23J 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/126540
- (22) 国际申请日: 2024年10月22日 (22.10.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202311395320.7 2023年10月25日 (25.10.2023) CN
- (71) 申请人: 中鹏未来有限公司(CHINA ROC FUTURE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。
- (72) 发明人: 王建军(WANG, Jianjun); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 孙子强(SUN, Ziqiang); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 房贤卓(FANG, Xianzhuo); 中国北京市房山区弘安路

- 87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 辛利东(XIN, Lidong); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 王红伟(WANG, Hongwei); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 陈守伟(CHEN, Shouwei); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 张才元(ZHANG, Caiyuan); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 董玉峰(DONG, Yufeng); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 王瑞(WANG, Rui); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。 张靖旋(ZHANG, Jingxuan); 中国北京市房山区弘安路87号院5号楼1层139室 100101 (CN)。
- (74) 代理人: 北京超凡宏宇知识产权代理有限公司(CHOFN INTELLECTUAL PROPERTY); 中国北京市海淀区北四环西路68号左岸工社1215-1218室 100080 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: DOMESTIC SLUDGE SELF-SUSTAINING INCINERATION PROCESS AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种生活污水自持焚烧工艺及设备



AA Domestic sludge	NN Moisture-laden air
BB Primary drying	OO Dry air
CC Secondary drying	PP First-stage heat exchange
DD Dried sludge	QQ Second-stage heat exchange
EE Crushing	RR Moisture-laden flue gas
FF Dried sludge power	SS Water washing
GG Self-sustaining incineration	TT Hot flue gas
HH High-temperature slag	UU Aeration treatment
II Enhanced airflow heat exchange	VV Solid-gas separation of high-temperature flue gas
JJ Hot flue ash	WW Hot air
KK High-temperature flue gas	XX Solid-gas separation of slag-containing hot air
LL Air	YY Cooled slag
MM Dry hot air	ZZ Slag-containing hot air

(57) Abstract: The present application provides a domestic sludge self-sustaining incineration process, comprising primary drying, secondary drying, crushing, and incineration, comprising: performing primary drying on domestic sludge by using dry hot air to obtain sludge having a moisture content of 40% to 55%; then performing secondary drying by using hot flue gas produced during incineration to obtain sludge having a moisture content not higher than 20%; further crushing the sludge and mixing the crushed sludge with hot flue ash produced during incineration, and feeding the mixture into an incinerator to undergo self-sustaining incineration at 850 ° C to 950 ° C; and performing solid-gas separation on high-temperature flue gas produced after combustion, wherein the obtained hot flue gas is returned back for secondary drying and the obtained hot flue ash is mixed with the crushed sludge. The present application further provides a device for the treatment process. According to the treatment process of the present application, self-sustaining combustion can be safely and stably completed after drying pretreatment is performed on domestic sludge having a high moisture content; no auxiliary fuel needs to be added during incineration, and heat energy of the system can be fully utilized; reduction treatment of domestic sludge can be achieved.

WO 2025/087244 A1

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

**(84)** 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

**(57)** 摘要: 本申请提供一种生活污水自持焚烧工艺, 包括第一次烘干、第二次烘干、粉碎和焚烧; 将生活污水用干热空气进行第一次烘干, 得到含水率40%-55%的污泥; 再用来自焚烧的热烟气进行第二次烘干, 得到含水率不高于20%的污泥; 进一步粉碎后与来自焚烧的热烟灰混合, 然后进入焚烧炉内在850-950°C下自持焚烧, 将燃烧的高温烟气进行固气分离, 得到的热烟气返回第二次烘干, 得到的热烟灰与粉碎后的污泥混合。本申请还提供用于所述处理工艺的设备。本申请的处理工艺能够将高含水率生活污水干化预处理后安全稳定地完成自持燃烧, 不仅焚烧过程不需要添加辅助燃料, 而且能够充分利用系统热能, 可实现生活污水的减量处理。

## 一种生活污水自持焚烧工艺及设备

### 相关申请的交叉引用

本申请要求于 2023 年 10 月 25 日提交中国专利局的申请号为 202311395320.7、名称为“一种生活污水自持焚烧工艺及设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请涉及污泥处理工艺，进一步涉及污泥的燃烧处理工艺，及用于该工艺的设备。

### 背景技术

近年来，农村城镇化进程加快，污水管网统一纳管后，污泥量大，成分复杂，部分污泥来源于生活污水处理后的固体悬浮物，其常见的有机物是糖类、脂肪和蛋白质，污泥处理问题十分严峻。

污泥焚烧是最直接有效的减量污泥方式之一。传统的处理工艺中，对污泥的焚烧处理多数是将机械脱水后的污泥运输到专门的垃圾焚烧场所或电厂，添加大量辅助燃料进行掺烧。辅助燃料的耗费量巨大，既不经济也不环保。此外还有的处理工艺为了减少掺烧时辅助燃料的消耗量，会在焚烧前先对污泥进行高能耗的干化预处理，通过干化降低污泥含水量，以减少后续掺烧时需要添加的辅助燃料量。但是污泥的干化预处理仍然存在很多需要解决的问题。污泥的干化预处理又可分为全干化和半干化。污泥全干化后热值较高，易于焚烧，但同时也容易产生粉尘，存在自燃自爆的危险。而半干化的污泥入炉时仍含有大量水分，对炉温造成冲击，导致炉温波动炉况不稳。这导致现有技术中大部分污泥半干化后要么只能作为掺烧物，与垃圾焚烧发电厂、水泥窑以及燃煤电厂等进行协同处置，要么焚烧时仍然需要掺烧辅助燃料。例如，中国专利文献 CN108892349A、CN105948459A、CN110104935A 和 CN107420915A 都公开了对于污泥进行干化预处理后再焚烧的处理工艺。但这些方法中干化处理后的污泥焚烧仍然需要掺加大量的辅助燃料。总之现有的半干化污泥大多只能掺烧处理，不仅在处理中的掺烧量有限，且半干化污泥掺烧会带来降低炉内温度和灰的软化点、增加飞灰产生量、增加除尘和烟气净化负荷、降低锅炉效率等一系列缺点。经调查发现，半干化预处理后的污泥掺烧，其燃烧的主体仍是高热值的燃烧质，这显然不能满足对低热值污泥的大批量处理，再加上燃烧产生的烟气容易引发环境的二次污染，使得干化预处理污泥的焚烧工艺始终难以实现工业化推广应用。

因此，有必要提供一种新的污泥焚烧处理工艺，以降低污泥焚烧处理工艺的成本、提高工艺的节能环保性，同时无需耗费辅助燃料进行掺烧，而是让低热值的生活污泥在干化预处理后实现安全稳定的自持燃烧。由此显著提升生活污水燃烧处理工艺的工业应用性。

### 发明内容

鉴于上述技术背景，本申请的首要目的是提供一种生活污水焚烧处理工艺，能够将高含水率生活污水干化预处理后安全稳定地完成自持燃烧，不仅焚烧过程不需要添加辅助燃料，而且能够充分利用系统热能，最终可实现生活污水的工业化减量处理。

本申请的另一个目的是提供用于上述处理工艺的设备，以使上述工艺能够高效实施，

进一步提升所述工艺的工业化应用价值。

本申请的上述目的通过以下技术方案实现：

首先，本申请提供一种生活污水自持焚烧工艺，至少包括依次进行的第一次烘干、第二次烘干、粉碎和焚烧；具体包括以下步骤：

1) 将含水率在 60%-75%的生活污泥用干热空气进行第一次烘干，得到含水率 40%-55%的污泥和携湿空气；

2) 将 1) 所得含水率 40%-55%的污泥用来自所述焚烧的热烟气进行第二次烘干，得到含水率不高于 20%的污泥和携湿烟气；

3) 将 2) 所得含水率不高于 20%的污泥粉碎后与来自所述焚烧的热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起进入焚烧炉内在 850-950°C下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；

4) 将 3) 所得高温烟气进行固气分离，得到的气体作为热烟气返回 2) 用于所述第二次烘干，得到的固体作为热烟灰返回 3) 与粉碎后的污泥混合。

本申请优选的处理工艺中，为了充分回收利用来自焚烧炉的热能，将干燥的空气与 1) 所得的携湿空气和 2) 所得的携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回 1) 所述的第一次烘干。所述第一次烘干中，污泥含水率从 60%以上降至 40%-55%是所述干热空气返回 1) 所述的第一次烘干所能达到的最优干化效果。干化幅度低于此范围则携湿空气和携湿烟气的排气温度升高，余热损失变大。高于此范围会造成第二次烘干后泥温过高或不易控制，会有热解气析出。

本申请优选的处理工艺中，为了尽量避免 2) 所得的携湿烟气中 CO 和/或 H<sub>2</sub> 等挥发分可燃气体的生成，控制 2) 所述的第二次烘干出料时污泥温度不高于 120°C。

本申请优选的处理工艺中，为了提高干化污泥的可燃性，3) 所述的粉碎，是将含水率不高于 20%的污泥粉碎至粒径不大于 5mm。由此可以显著提升待烧干化污泥的比表面积，从而进一步提高污泥易燃性。

本申请优选的处理工艺中，为了充分回收利用来自焚烧炉的热能，将 3) 所得的高温炉渣与空气剧烈混合换热得到含渣热空气，然后对含渣热空气进行固气分离得到热空气和冷却炉渣；将所述的热空气返回 3) 所述的焚烧炉助燃。

本申请所述的处理工艺中，3) 所述的焚烧炉内发生污泥自持焚烧后，产生的高温烟气带有灰分和未燃尽成分；在对高温烟气中的气体回收利用的同时，本申请对其中的固体也进行充分回收利用。为此，本申请优选的方案中，采用旋风除尘器进行所述的固气分离，这样可以使高温烟气中 95%的固体作为返料返回焚烧前的干化污泥进行加热，使干化污泥温度接近燃点，同时产生的挥发分可燃气体也能随着干化污泥进入焚烧炉内燃烧。

本申请更优选的处理工艺中，为了进一步保证进入焚烧炉前污泥温度接近燃点，将 4) 所得的气体中的一部分用于为所述的粉碎后的污泥供热。

基于本申请所述的生活污泥自持焚烧工艺，本申请进一步提供一种污水处理厂原位设置的污泥无害化处理工艺，可利用污水处理厂的现有工艺就地处理污水处理产生的污泥，具体工艺流程如图 1 所示，包括：

① 将污水处理厂处理污水产生的污泥依次进行第一次烘干、第二次烘干、粉碎和焚烧处理；具体包括：

1) 将含水率在 60%-75%的生活污泥用干热空气进行第一次烘干，得到含水率 40%-55%

的污泥和携湿空气；

2) 将 1) 所得含水率 40%-55%的污泥用来自所述焚烧的热烟气进行第二次烘干，得到含水率不高于 20%的污泥和携湿烟气；

3) 将 2) 所得含水率不高于 20%的污泥粉碎后与来自所述焚烧的热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起进入焚烧炉内在 850-950°C下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；

4) 将干燥的空气与 1) 所得的携湿空气和 2) 所得的携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回 1) 所述的第一次烘干；

5) 将 3) 所得高温烟气进行固气分离，得到的固体作为热烟灰返回 3) 与粉碎后的污泥混合，得到的气体一部分作为热烟气返回 2) 用于所述第二次烘干，另一部分作为热源为所述热烟灰与粉碎后的污泥的混合物供热；

② 将 4) 所述逐级换热后的携湿空气和携湿烟气混合后，先水洗去除污染物，然后通入所在污水处理厂的曝气池内进行生物除臭和处理。

本申请优选的方案中，②所述的水洗是使用所在污水处理厂的中水完成，且水洗后的出水通入所在污水处理厂的污水入水口。

本申请所述的污水处理厂原位设置的污泥无害化处理工艺，可在污水处理厂原地处理生产形成的污泥，节约了污泥运输成本，并能就地取材地充分利用污水处理厂现有的装置和资源，例如水洗装置、中水、曝气池等等，在污泥充分自持焚烧后能实现对焚烧烟气的无害化处理，同时也能提升污水处理效率。将燃烧污泥产生的烟气引入到污水处理工艺的曝气池，曝气可以产生并维持有效的气液接触，并且在生物氧化作用不断消耗氧气的情况下保持水中一定的溶解氧浓度，在曝气区产生足够的混合作用和水的循环流动，维持液体的足够速度，以使水中的生物固体处于悬浮状态。对于烟气通入到曝气池，既对污水处理产生了积极作用，又使污泥燃烧产生的烟气得到有效处理，减少了污染物的排放，去除烟气中的颗粒物、二氧化硫、氯化氢、氮氧化物以及其他一些溶于污水中的有害物质，达到脱硫、脱硝及除尘的效果，烟气中携带大量的热量，这样降低了烟气温度，从而达到控制烟气污染物，防止污染环境的目的，也避免了大量的热污染。

此外，本申请还提供一套生活污泥自持焚烧设备，包括通过管道依次连接的进料单元、干化预处理单元、粉碎升温单元和自持焚烧单元；

所述的进料单元用于将含水率在 60%-75%的生活污泥通过管道输送至干化预处理单元；

所述的干化预处理单元用于将含水率在 60%-75%的生活污泥分阶段干化处理至含水率不高于 20%；所述的干化预处理单元具体包括通过管道顺次连接的第一干化段和第二干化段；所述的第一干化段还通过管道连接气体换热单元，用于通过换热回收利用从第一干化段和第二干化段排出的气体的余热；

所述的粉碎升温单元用于将干化预处理后的污泥粉碎并进一步预热至接近燃点；所述的粉碎升温单元包括粉碎装置和固气分离装置；所述的粉碎装置的进料口通过管道连接所述的第二干化段；所述的固气分离装置分别通过管道连接所述的自持焚烧单元、所述的第二干化段和所述的粉碎装置的出料口；

所述的自持焚烧单元用于将粉碎升温后的污泥在 850-950°C下焚烧；包括相互连通的焚烧炉、固气换热装置和固气分离装置；所述的焚烧炉通过管道连接所述的粉碎装置的出料口；所述的固气换热装置进一步连接鼓风机；所述的固气分离装置进一步设有排渣管。

本申请优选的所述设备中，进一步设有水洗单元和生化曝气池；所述的水洗单元用于将换所述的气体热单元排出的气体进行水洗处理，所述的水洗单元的进气口通过管道连接所述的气体换热单元，出气口通过管道连接所述的生化曝气池。

本申请优选的所述设备中，所述的进料单元设有挤出装置，用于通过挤出方式向所述的干化预处理单元输送物料。

本申请优选的所述设备中，所述的第一干化段的进料口与进气口的位置以形成第一干化段内的逆流换热为宜，以提高换热效率。

本申请优选的所述设备中，所述的气体换热单元包括依次串联的鼓风机、第一级换热装置和第二级换热装置，所述的鼓风机用于生成干空气，所述的第一级换热装置用于将所述的干空气与所述第一干化段排出的气体换热，所述的第二级换热装置用于将经过第一级换热升温的气体与所述的第二干化段排出的气体换热；所述的第二级换热装置进一步通过管道连接所述的第一干化段，将经过第二级换热后升温的干热空气送入所述的第一干化段。

本申请优选的所述设备中，所述的第二干化段为变截面炉膛，且炉膛截面随气流走向逐渐变小而随污泥走向逐渐变大，由此形成第二干化段内的逆流换热，可提高换热效率。

本申请优选的所述设备中，所述的粉碎升温单元和自持焚烧单元的固气分离装置是旋风除尘器。

本申请优选的所述设备中，所述的粉碎升温单元中，所述的粉碎装置和固气分离装置之间还设有连通的烟气管道，用于将来自固气分离装置的一部分热烟气引入所述的粉碎装置的出料段。

使用本申请所述的设备进连续行污泥焚烧处理时，进料单元将污泥送入第一干化段，与第一干化段连接的气体换热单元向第一干化段输入干热空气，污泥在第一干化段被干热空气烘干至含水率 40%-55%，同时蒸发出水分使干热空气变成携湿空气，携湿空气从第一干化段排出后通过管道进入气体换热单元与干空气换热降温，含水率 40%-55%的半干化污泥通过管道送入第二干化段；自持焚烧单元的焚烧炉产生的高温烟气从焚烧炉顶部排出后先经粉碎升温单元的固气分离装置分为热烟气和热烟灰，热烟气由管道送入第二干化段，污泥在第二干化段被热烟气进一步烘干至含水率不高于 20%，同时蒸发出水分形成携湿烟气，控制第二干化段出口的污泥温度在 120°C 以下，以免在烘干中生成 CO 和/或 H<sub>2</sub> 等挥发分可燃气体进入携湿烟气；携湿烟气从第二干化段排出后通过管道进入气体换热单元，与携湿空气换热升温后的干空气进一步与携湿烟气换热，携湿烟气降温后与降温的携湿空气一起经管道进入烟气后处理装置，例如水洗单元和曝气单元；气体换热单元内，经过与携湿空气和携湿烟气依次换热的干空气逐级升温形成干热空气，干热空气出气体换热单元后经管道通入第一干化段内用于烘干；第二干化段得到的含水率不高于 20%的污泥通过管道送入粉碎升温单元，先在粉碎装置中被破碎至粒径小于 5mm，然后与固气分离装置分离出的热烟灰混合，被热烟灰加热至接近燃点，再与热烟灰一起通过管道进入焚烧炉，粉碎的污泥在焚烧炉中于 850°C-950°C 自持焚烧生成高温炉渣和高温烟气；高温烟气按照上述方式被回用，高温炉渣通过管道进入固气换热装置与鼓风机提供的空气换热得到含渣热空气，含渣热空气排出固气换热装置后通过管道进入固气分离装置，分离得到热空气和冷却炉渣；热空气通过管道进入焚烧炉助燃，冷却炉渣通过排渣管排出系统外。

本申请的有益效果主要体现在以下几方面：

1. 可实现生活污水干化后的自持燃烧

本申请提供的生活污泥自持焚烧工艺及设备，通过对含水率在 60%-75%的常温生活污泥进行逐级烘干升温，使污泥最终在进入焚烧炉前达到含水率不高于 20%、温度接近自身燃点且热值接近 2900kcal/kg，同时通过粉碎提高污泥比表面积，由此使污泥进入焚烧炉后即可在不掺加任何辅助燃料的情况下在 850°C-950°C发生自持燃烧。

#### 2.可充分回收余热，实现能量的梯级利用

对污泥的逐级烘干升温过程中，本申请的工艺和设备通过阶梯式换热充分利用了系统内自身热量，尤其回收了携湿烟气和携湿空气中的水蒸汽潜热。整个工艺中，焚烧炉是系统温度的最高点，来自焚烧炉的高温烟气携带的热量通过烘干和换热逐级逆向回流至第二干化段和第一干化段，烟气自身阶梯式降低的温度充分符合了两个干化段阶梯式升温的需求。

3.充分利用热烟灰返料在入焚烧炉前将干化污泥升温至接近燃点，保障干化污泥的自持燃烧能够稳定发生。

本申请将高温烟气中含有的固体热烟灰单独作为返料，对干化污泥在进入焚烧炉前做最后的加热，热烟灰以固体形式与粉碎后的污泥颗粒混合，使污泥颗粒温度快速接近燃点，同时挥发分气体可全部回收入炉燃烧，避免了热值损失，避免了对炉温的冲击，焚烧炉燃烧稳定。对返料热量的回收利用为污泥进入焚烧炉后发生自持焚烧提供了至关重要的助力和保障。而这种助力和保障完全来自于对系统内部热量的充分利用，不需要额外消耗系统外的能源和物资。

#### 4.能与污水处理工艺相结合提高工业应用价值

当将本申请所述的工艺系统原位设置在污水处理厂时，可进一步提升其工业应用价值。本申请的工艺和设备能够在污水处理厂原位处理厂内产生的污泥，或将污水处理厂就近建设，可节约大量污泥外运处理的运输成本，并能很好地利用污水处理厂现有设备和资源，通过洗气塔处理烟气，使用污水厂的中水，排水进入污水厂污水入口，烟气排入曝气池，实现污水处理和污泥处理的双向促进，最终实现生活污泥的有效减量化、无害化、资源化处理。

### 附图说明

图 1 是本申请具体实施方式的整体工艺流程图。其中，三角形箭头代表固体物料走向；折线箭头代表气体物料走向。

图 2 是本申请具体实施方式中采用的设备的整体组成示意图。

图 3 是本申请优选的具体实施方式中采用的设备的整体组成示意图。

附图标记说明：

1-污泥料仓，2-挤出机，3-第一干化段，31-第一污泥入口，32-污泥传送带，33-第一污泥出口，34-干热空气入口，35-携湿空气出口，4-第二干化段，41-第二污泥入口，42-第二污泥出口，43-烟气进口，44-携湿烟气出口，45-污泥传送装置，5-螺旋破碎输送机，6-烟气旋风除尘器，61-高温烟气入口，62-热烟气出口，63-热烟灰出口，64-热烟气分管，65-引风机，66-调节阀，7-返料阀，71-返料仓，8-焚烧炉，81-高温烟气出口，82-热空气入口，83-干化污泥入口，9-布风板，10-排渣管，11-阀门，12-强化气流换热器，13-空气旋风除尘器，131-排渣口，132 热空气出口，14-助燃鼓风机，15-干化鼓风机，16-第一级热管换热器，17-第二级热管换热器，18-洗气塔，19-引风机。

## 具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

本申请提供一种在污水处理厂内对污泥进行干化焚烧的装置和方法，以达到污泥减量化的目的。

所述的装置整体组成如图 2 所示，首先设有污泥料仓 1，污泥料仓 1 下有用于将污泥制成污泥条的挤出机 2。挤出机 2 出口与第一干化段 3 相连。第一干化段 3 设有第一污泥入口 31、污泥输送带 32、第一污泥出口 33、干热空气入口 34 和携湿空气出口 35。携湿空气出口 35 与第一级热管换热器 16 通过管道相连，第一级热管换热器 16 出口通过管道与水洗塔 18 相连。干热空气入口 34 通过管道依次与第二级热管换热器 17、第一级热管换热器 16 和干化鼓风机 15 相连。与干化鼓风机 15 连接的干空气管道与携湿空气出口 35 引出的携湿空气管道通过第一级热管换热器 16 连接，进行第一级热交换，将携湿空气温度降至露点以下，回收携湿空气的显热和水蒸汽的汽化潜热。第二干化段 4 设有第二污泥入口 41、第二污泥出口 42、烟气进口 43、携湿烟气出口 44 和污泥传送装置 45。第一干化段 3 的第一污泥出口 33 与第二干化段 4 的第二污泥入口 41 通过管道相连。第二干化段为变截面炉膛，且第二污泥入口 42 和烟气进口 43 分别设置在炉膛两端以形成逆流换热，提高换热效率。携湿烟气出口 44 与第二级热管换热器 17 相连。携湿烟气出口 44 引出的携湿烟气管道与第一级热管换热器 16 引出的干空气管道通过第二级热管换热器 17 连接，进行第二级热交换，将携湿烟气温度降至露点以下，回收携湿烟气的显热和水蒸汽的汽化潜热。第二干化段 4 的第二污泥出口 42 与螺旋破碎输送机 5 通过管道相连，干化污泥在螺旋破碎输送机 5 中破碎成粒径不大于 5mm 的粉末。螺旋破碎输送机 5 的出口与返料阀 7 通过管道相连，在返料阀 7 中，破碎后的污泥粉末与烟气旋风除尘器 6 返回的热烟灰混合，被热烟灰加热，温度提升至接近污泥粉末燃点，然后一起进入焚烧炉 8 内自持燃烧，同时产生的挥发分可燃气体也随着进入焚烧炉 8 内燃烧。焚烧炉 8 顶部设有高温烟气出口 81、底部设有热空气入口 82、中部设有干化污泥入口 83。高温烟气出口 81 与烟气旋风除尘器 6 上部的高温烟气入口 61 相连，烟气旋风除尘器 6 的热烟气出口 62 与第二干化段 4 的烟气进口 43 相连，烟气旋风除尘器 6 的热烟灰出口 63 与返料阀 7 相连。焚烧炉 8 下部设有布风板 9，布风板 9 上设有排渣管 10，排渣管 10 经带有阀门 11 的管道与强化气流换热器 12 相连，强化其流换热器 12 进一步通过管道连接助燃鼓风机 14。空气经助燃鼓风机 14 吹入强化气流换热器 12，在其中与来自排渣管 10 的高温炉渣进行热交换，然后进入空气旋风除尘器 13，实现固气分离，空气旋风除尘器 13 设有排渣口 131 和热空气出口 132，冷却的炉渣经排渣口 131 排出系统外，热空气通过管道进入焚烧炉 8 助燃。

在一些优选的实施方式中，如图 3 所示，为了进一步保证进入焚烧炉前的泥温接近燃点，可以在返料阀 7 的下方设置返料仓 71 用于承装来自烟气旋风除尘器 6 的热烟灰和来自螺旋破碎输送机 5 的破碎后的污泥粉末，同时在烟气旋风除尘器 6 的热烟气出口 62 外的管道上设置热烟气分流管 64，用于连接返料仓 71。这样一部分来自烟气旋风除尘器 6 的热烟气从热烟气出口 62 出来后可被导入返料仓 71 内为污泥粉末进一步供热。更优选的方案中，热烟气分流管 64 上还可以设置引风机 65 和调节阀 66，用于调控引入返料仓 71 内的热烟

气量。

本申请中焚烧炉 8 的具体类型没有特别的限定,可以是炉排式焚烧炉、流化床焚烧炉、多膛式焚烧炉、回转窑式焚烧炉中的任意一种。

本申请中的烟气旋风除尘器 6 和空气旋风除尘器 13 可以是相同类型和规格的旋风除尘器。旋风除尘器的除尘效率可达 95%以上,并且使用寿命长,易于安装和维护,体积小、结构简单,设备费用小,适用于净化密度大且粒径大于  $5\mu\text{m}$  的粉尘,采用特殊的耐高温材料,以实现耐更高的温度,除尘器内设耐磨内衬后,可用以净化含高磨蚀性粉尘的烟气。

本申请中的洗气塔的水来自污水处理工艺的中水,完成洗气过程后,泥水进入污水厂进水池,充分利用污水厂的条件,降低成本。用水处理烟雾的净化原理主要是通过浸没和溶解的方式将污染物分离出来。具体流程为先将污染物通过机械设备分散在气流中,气流中的水雾能够将其吸附,然后利用水的自净作用,通过化学和物理作用将污染物疏松,并与水相结合形成一种残渣,最后通过设备收集和清除残渣。洗气塔的排放口设置于塔体的顶部,烟气经过检测后,清洁的气体可直接排放到大气中。通过洗气塔将烟气中的污染物除去,方法简便,同时实现了污水厂中水的回收利用。

在一些实施方案中,洗气塔由塔体、填料层、喷淋系统、进口管道、出口管道、排气口等组成,烟气从进口管道进入塔体,经过填料层时,烟气与液体接触,污染物被吸收。填料层增加了接触面积,使烟气与液体充分接触,提高净化效率。喷淋系统将液体均匀地喷洒在填料层上,使液体与烟气充分接触,从而实现污染物的吸收。

在一些实施方案中,所述的引风机 19 可以替换为鼓风曝气器系统,所述的鼓风曝气器系统由鼓风机、空气输送管道和曝气器组成。在实施过程中,通过鼓风曝气器系统的鼓风机将烟气引入,烟气沿空气输送管道扩散,经曝气器进入曝气池,使烟气与污水充分接触。曝气器将空气或烟气中的氧强制转移到曝气池中由曝气器设备扩散,使活性污泥系统保持足够的溶解氧,并使活性污泥始终处于悬浮状态,与污水中的有机物和溶解氧充分接触混合,完成微生物降解的有机过程。在一些实施方案中,曝气器采用膜片式微孔曝气器,鼓风机将烟气通过空气输送管道输送到安装在曝气池底部的曝气器,使烟气形成气泡直径在 1.5-3.0mm 的气泡,膜片式微孔曝气器由聚丙烯制成底座,合成橡胶制成微孔曝气膜片,膜片上有同心圆形布置的孔眼,合成橡胶可采用热塑性聚氨酯橡胶或硅胶。在实施过程中,采用膜片式微孔曝气器时,膜片式微孔曝气器是由聚丙烯制成底座,合成橡胶制成微孔曝气膜片,如橡胶曝气膜片和硅胶曝气膜片,膜片上有同心圆形布置的孔眼。曝气时空气通过底座上的通气孔进入曝气器膜片与底座之间,使曝气器膜片微微鼓起,孔眼张开,达到曝气扩散的目的。停止供气压力消失后,在曝气器膜片的弹性作用下,孔眼闭合,在水压的作用下,曝气器膜片压实在曝气器底座上,不会堵塞孔眼。该曝气器产生的气泡直径在 1.5-3.0mm,少量的尘埃也可以通过孔眼,不会堵塞,无需空气净化设备。

利用以上装置进行污泥干化焚烧的工艺,污泥料仓的进料是含水 60%~75%的污泥,首先进入第一干化段 3,在第一干化段 3 内利用干热空气烘干污泥至含水率 40%-55%,并形成携湿空气。利用焚烧炉 8 的高温烟气余热在第二干化段 4 内将含水率 40%-55%的污泥干燥至含水率 20%。第二干化段 4 内采用逆流换热,为了尽可能避免蒸发出  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  等挥发分可燃气体,控制第二干化段 4 的第二污泥出口 42 处污泥温度  $<120^\circ\text{C}$ 。为了更好地控制第二干化段 4 内蒸发出的气体成分不含有  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  等挥发分可燃气体,确保只蒸发出水分,还可以在第二干化段 4 内设置烟气检测装置,监测  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  等挥发分可燃气体是否生成,

并结合监测结果调控烘干温度。第二干化段 4 输出的含水率 20%的干化污泥经螺旋破碎输送机粉碎成粉末后与烟气旋风除尘器 6 排出的热烟灰在返料阀 7 内混合，从返料阀 7 将升温至接近燃点的干化污泥送入焚烧炉 8 内，在 850°C-950°C 下自持燃烧，所产高温烟气在此温度区间停留时间为 2 秒以上，生成高温烟气和高温炉渣。高温烟气经过烟气旋风除尘器 6 分离得到的热烟气回流至第二干化段 4，完成烘干后形成携湿烟气。干空气与第一干化段 3 形成的携湿空气和第二干化段 4 形成的携湿烟气依次进行第一级热交换和第二级热交换，得到的干热空气返回第一干化段 3 用于烘干。经第一级热交换降温后的携湿空气与经第二级热交换降温后的携湿烟气混合后进入洗气塔 18，利用喷淋水洗的方式除去烟尘和污染物，然后经引风机 19 排入污水处理厂的曝气池，进行生物除臭和处理。洗气塔 18 引用污水处理厂的中水，洗气塔 18 的出水送入污水处理厂入水口，充分利用污水处理厂现有资源。

本申请的实施方式采用在污水处理厂原位分布设置的方式，通过燃烧处理生活污水，将燃烧产生的烟气通入污水处理厂的洗气塔，除去了烟气中的污染物，达到洗气的效果，减少了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、二噁英等污染物的排放。通过采用本申请上述实施方式，可将生活污水在污水处理厂直接燃烧，无需煤、生活垃圾等其他辅料进行掺烧，运行成本低，充分利用污水厂的环境，免去运输过程，降低成本，避免对环境的二次污染，减少占地面积，减少环境污染。在本申请实施过程中，焚烧炉燃烧干化污泥后转变为水、二氧化碳、少量氮氧化物、少量硫氧化物和灰渣，灰渣可作为建筑材料，实现了低热值污泥燃烧的资源化，无害化。本申请将焚烧炉的燃烧温度设置为 850-950°C，可实现生活污水的无害化处理，在仅以干化污泥为原料的焚烧炉中，可在不掺烧任何辅助燃料的条件下稳定着火，高效燃尽并实现 NO<sub>x</sub> 达标排放。本申请设备的结构紧凑、占地面积小，充分利用了系统内烟气的余热，通过烟气余热为待燃烧的污泥进行加热烘干，避免了热量的浪费，提高热利用率。焚烧后的尘渣可用作建筑材料或铺路，解决了现有的工艺无法对含水率高的污泥进行低成本处理的技术难题。本申请实施方式的工艺流程简单，系统安全性能高，最大程度实现减量化、无害化和资源化。本申请工艺下污泥燃烧灰渣的碳含量低于 1%。

#### 实施例 1:

污水处理厂处理污水产生的 1 号生活污水，初始含水率 75%，依次进行第一次烘干，得到含水率 55%的污泥和携湿空气；所得含水率 55%的污泥用来自焚烧热烟气进行第二次烘干，得到含水率 20%的污泥和携湿烟气；所得污泥粉碎后与热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起通入焚烧炉，在 850°C 下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；将干燥空气与携湿空气和携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回第一次烘干单元；对高温烟气进行固气分离，得到的固体作为热烟灰返回焚烧炉与粉碎后的污泥混合，得到的气体一部分用于第二次烘干，另一部分作为热源为热烟灰与污泥混合物提供热量。将逐级换热后的携湿空气和携湿烟气混合后，先水洗去除污染物，然后通入所在污水处理厂的曝气池内进行生物除臭和处理。污泥燃烧灰渣的碳含量为 0.8%。

#### 实施例 2:

污水处理厂处理污水产生的 2 号生活污水，初始含水率 68%，依次进行第一次烘干，得到含水率 48%的污泥和携湿空气；所得含水率 48%的污泥用来自焚烧热烟气进行第二次烘干，得到含水率 15%的污泥和携湿烟气；所得污泥粉碎后与热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起通入焚烧炉，在 900°C 下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；将干燥空气与携湿空气和携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回第一次烘干单

元；对高温烟气进行固气分离，得到的固体作为热烟灰返回焚烧炉与粉碎后的污泥混合，得到的气体一部分用于第二次烘干，另一部分作为热源为热烟灰与污泥混合物提供热量。将逐级换热后的携湿空气和携湿烟气混合后，先水洗去除污染物，然后通入所在污水处理厂的曝气池内进行生物除臭和处理。污泥燃烧灰渣的碳含量为 0.6%。

#### 实施例 3：

污水处理厂处理污水产生的 3 号生活污水，初始含水率 60%，依次进行第一次烘干，得到含水率 40%的污泥和携湿空气；所得含水率 40%的污泥用来自焚烧热烟气进行第二次烘干，得到含水率 10%的污泥和携湿烟气；所得污泥粉碎后与热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起通入焚烧炉，在 950℃下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；将干燥空气与携湿空气和携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回第一次烘干单元；对高温烟气进行固气分离，得到的固体作为热烟灰返回焚烧炉与粉碎后的污泥混合，得到的气体一部分用于第二次烘干，另一部分作为热源为热烟灰与污泥混合物提供热量。将逐级换热后的携湿空气和携湿烟气混合后，先水洗去除污染物，然后通入所在污水处理厂的曝气池内进行生物除臭和处理。污泥燃烧灰渣的碳含量为 0.5%。

### 工业实用性

本公开提供的生活污泥自持焚烧工艺流程简单，系统安全性能高：能够实现生活污泥干化后的自持燃烧，在焚烧过程中不需要添加辅助燃料，降低污泥焚烧处理工艺的成本并减少污染物的排放；通过二次烘干充分回收余热，实现能量的阶梯利用，避免了大量的热污染；将热烟灰返料在入焚烧炉前将干化污泥升温至接近燃点，避免了对炉温的冲击，实现生活污泥的安全稳定燃烧；通过与污水处理工艺相结合，能够免去运输过程，减少占地面积，降低成本，避免对环境的二次污染，实现对含水率高的污泥的低成本处理。

本公开提供的用于生活污泥自持焚烧工艺的设备结构紧凑、占地面积小，充分利用了系统内烟气的余热，通过烟气余热为待燃烧的污泥进行加热烘干的方式，提高热利用率，避免了环境污染，有利于上述工艺的高效实施，提升上述工艺的工业化应用价值。

## 权利要求书

1. 一种生活污水自持焚烧工艺，其特征在于，至少包括依次进行的第一次烘干、第二次烘干、粉碎和焚烧；具体包括以下步骤：

1) 将含水率在 60%-75% 的生活污泥用干热空气进行第一次烘干，得到含水率 40%-55% 的污泥和携湿空气；

2) 将 1) 所得含水率 40%-55% 的污泥用来自所述焚烧的热烟气进行第二次烘干，得到含水率不高于 20% 的污泥和携湿烟气；

3) 将 2) 所得含水率不高于 20% 的污泥粉碎后与来自所述焚烧的热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起进入焚烧炉内在 850-950°C 下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；

4) 将 3) 所得高温烟气进行固气分离，得到的气体作为热烟气返回 2) 用于所述第二次烘干，得到的固体作为热烟灰返回 3) 与粉碎后的污泥混合。

2. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：将干燥的空气与 1) 所得的携湿空气和 2) 所得的携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回 1) 所述的第一次烘干。

3. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：3) 所述的粉碎，是将含水率不高于 20% 的污泥粉碎至粒径不大于 5mm。

4. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：控制 2) 所述的第二次烘干出料时污泥温度不高于 120°C。

5. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：将 3) 所得的高温炉渣与空气剧烈混合换热得到含渣热空气，然后对含渣热空气进行固气分离得到热空气和冷却炉渣；将所述的热空气返回 3) 所述的焚烧炉助燃。

6. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：将 4) 所得的气体中的一部分用于为所述的粉碎后的污泥供热。

7. 如权利要求 1 所述的工艺，其特征在于：所述的固气分离采用旋风除尘器进行。

8. 一种污水处理厂原位设置的污泥无害化处理工艺，包括：

① 将污水处理厂处理污水产生的污泥依次进行第一次烘干、第二次烘干、粉碎和焚烧处理；具体包括：

(1) 将含水率在 60%-75% 的生活污泥用干热空气进行第一次烘干，得到含水率 40%-55% 的污泥和携湿空气；

(2) 将 (1) 所得含水率 40%-55% 的污泥用来自所述焚烧的热烟气进行第二次烘干，得到含水率不高于 20% 的污泥和携湿烟气；

(3) 将 (2) 所得含水率不高于 20% 的污泥粉碎后与来自所述焚烧的热烟灰混合，将粉碎的污泥升温至接近燃点，然后一起进入焚烧炉内在 850-950°C 下自持焚烧，得到高温烟气和高温炉渣；

(4) 将干燥的空气与 (1) 所得的携湿空气和 (2) 所得的携湿烟气依次换热逐级升温后，作为干热空气返回 (1) 所述的第一次烘干；

(5) 将 (3) 所得高温烟气进行固气分离，得到的固体作为热烟灰返回 (3) 与粉碎后的污泥混合，得到的气体一部分作为热烟气返回 (2) 用于所述第二次烘干，另一部分作为

热源为所述热烟灰与粉碎后的污泥的混合物供热；

②将(4)所述逐级换热后的携湿空气和携湿烟气混合后，先水洗去除污染物，然后通入所在污水处理厂的曝气池内进行生物除臭和处理。

9. 如权利要求8所述的处理工艺，其特征在于：②所述的水洗是使用所在污水处理厂的中水完成，且水洗后的出水通入所在污水处理厂的污水入水口。

10. 用于权利要求1所述的生活污泥自持焚烧工艺的设备，其特征在于，包括通过管道依次连接的进料单元、干化预处理单元、粉碎升温单元和自持焚烧单元；

所述的进料单元用于将含水率在60%-75%的生活污泥通过管道输送至干化预处理单元；

所述的干化预处理单元用于将含水率在60%-75%的生活污泥分阶段干化处理至含水率不高于20%；所述的干化预处理单元具体包括通过管道顺次连接的第一干化段和第二干化段；所述的第一干化段还通过管道连接气体换热单元，用于通过换热回收利用从第一干化段和第二干化段排出的气体的余热；

所述的粉碎升温单元用于将干化预处理后的污泥粉碎并进一步预热至接近燃点；所述的粉碎升温单元包括粉碎装置和固气分离装置；所述的粉碎装置的进料口通过管道连接所述的第二干化段；所述的固气分离装置分别通过管道连接所述的自持焚烧单元、所述的第二干化段和所述的粉碎装置的出料口；

所述的自持焚烧单元用于将粉碎升温后的污泥在850-950°C下焚烧；包括相互连通的焚烧炉、固气换热装置和固气分离装置；所述的焚烧炉通过管道连接所述的粉碎装置的出料口；所述的固气换热装置进一步连接鼓风机；所述的固气分离装置进一步设有排渣管。

11. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：进一步设有水洗单元和生化曝气池；所述的水洗单元用于将换所述的气体热单元排出的气体进行水洗处理，所述的水洗单元的进气口通过管道连接所述的气体换热单元，出气口通过管道连接所述的生化曝气池。

12. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的进料单元设有挤出装置，用于通过挤出方式向所述的干化预处理单元输送物料。

13. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的第一干化段的进料口与进气口的位置以形成第一干化段内的逆流换热为宜，以提高换热效率。

14. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的气体换热单元包括依次串联的鼓风机、第一级换热装置和第二级换热装置，所述的鼓风机用于生成干空气，所述的第一级换热装置用于将所述的干空气与所述第一干化段排出的气体换热，所述的第二级换热装置用于将经过第一级换热升温的气体与所述的第二干化段排出的气体换热；所述的第二级换热装置进一步通过管道连接所述的第一干化段，将经过第二级换热后升温的干热空气送入所述的第一干化段。

15. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的第二干化段为变截面炉膛，且炉膛截面随气流走向逐渐变小而随污泥走向逐渐变大，由此形成第二干化段内的逆流换热。

16. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的粉碎升温单元和自持焚烧单元的固气分离装置是旋风除尘器。

17. 如权利要求10所述的设备，其特征在于：所述的粉碎升温单元中，所述的粉碎装置和固气分离装置之间还设有连通的烟气管道，用于将来自固气分离装置的一部分热烟气引入所述的粉碎装置的出料段。





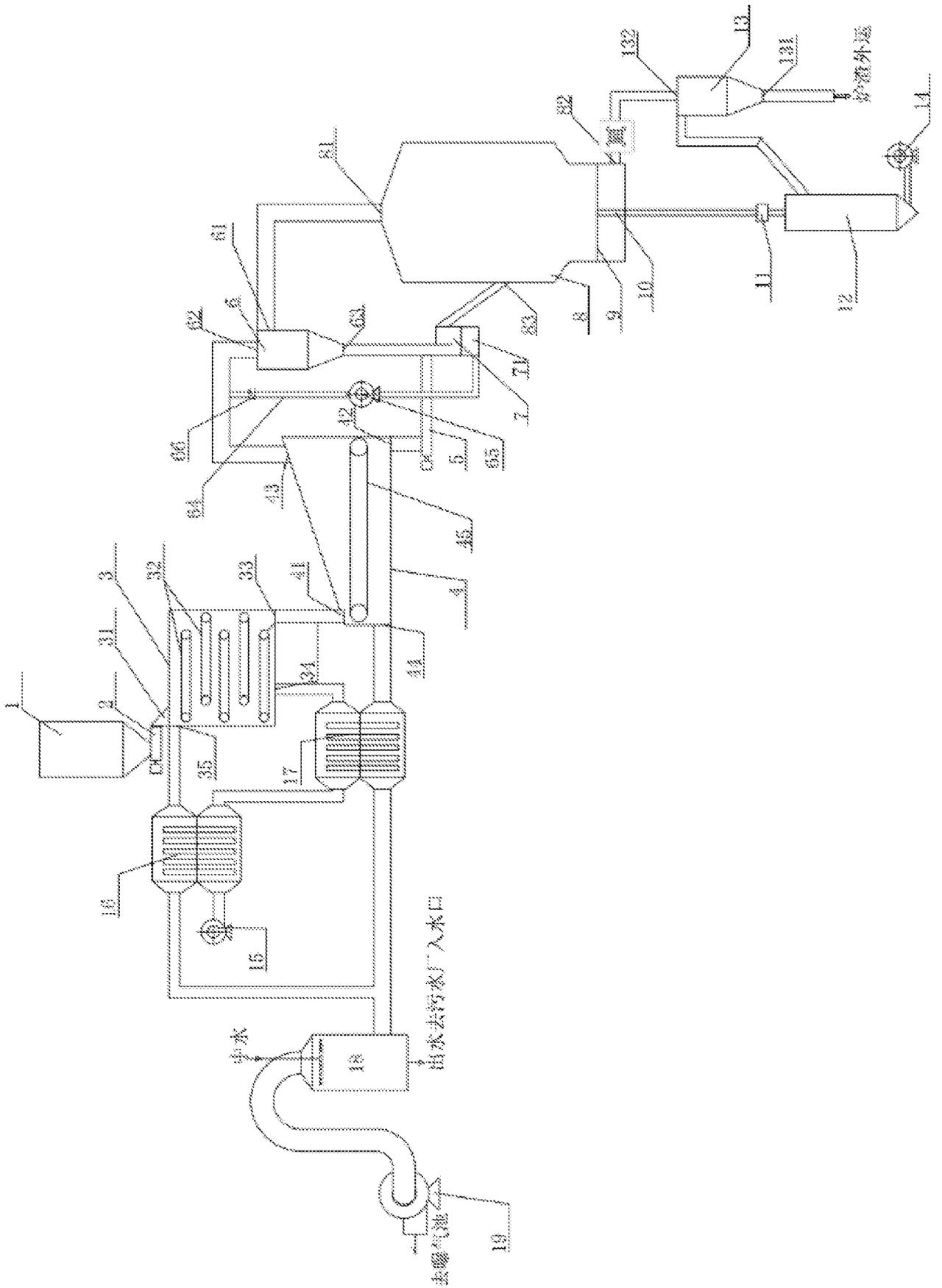


图 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/126540

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F23G5/04(2006.01)i; F23G5/46(2006.01)i; F23J15/00(2006.01)i; C02F11/12(2019.01)i; C02F11/13(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: F23G5, F23J15, C02F11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXTC, VEN, CNTXT, CNKI: 污泥, 干化, 干燥, 烘干, 热交换, 换热, 预热, 加热, 阶梯升温, 空气, 烟气, 高温, 低温, 两段, 直接, sludge, dry+, heat+, exchang+, preheat+, air, flue, gas, fume, smoke, exhaust, high, low, temperature, direct+

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 117128523 A (ZHONGPENG FUTURE CO., LTD.) 28 November 2023 (2023-11-28) description, paragraphs [0036]-[0048], claims 1-17, and figures 1-3	1-17
Y	KR 101792782 B1 (KOREA E&TECH CO., LTD.) 02 November 2017 (2017-11-02) description, specific embodiments	1, 3-7
Y	CN 111453968 A (HUNAN QINGYUAN INTELLIGENT MANUFACTURING EQUIPMENT CO., LTD.) 28 July 2020 (2020-07-28) description, paragraphs [0024]-[0039], and figure 1	1, 3-7
Y	CN 219453963 U (SHANGHAI SUS ENVIRONMENT CO., LTD.) 01 August 2023 (2023-08-01) description, paragraphs [0030]-[0039], and figure 2	5
A	CN 101265009 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 17 September 2008 (2008-09-17) entire document	1-17
A	CN 108692317 A (TIANJIN RAISING ENVIRONMENTAL PROTECTION ENGINEERING CO., LTD.) 23 October 2018 (2018-10-23) entire document	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"D" document cited by the applicant in the international application

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2025

Date of mailing of the international search report

24 January 2025

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,  
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/126540

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114702226 A (ANHUI TONGYUAN ENVIRONMENT ENERGY SAVING CO., LTD.) 05 July 2022 (2022-07-05) entire document	1-17
A	EP 0829457 A2 (BINDER & CO. AG.) 18 March 1998 (1998-03-18) entire document	1-17
A	KR 20210114675 A (KIM NAM JU et al.) 24 September 2021 (2021-09-24) entire document	1-17
A	US 2022146094 A1 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 12 May 2022 (2022-05-12) entire document	1-17

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2024/126540**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	117128523	A	28 November 2023	None			
KR	101792782	B1	02 November 2017	None			
CN	111453968	A	28 July 2020	None			
CN	219453963	U	01 August 2023	None			
CN	101265009	A	17 September 2008	None			
CN	108692317	A	23 October 2018	None			
CN	114702226	A	05 July 2022	None			
EP	0829457	A2	18 March 1998	AT	1602	U1	25 August 1997
				EP	0829457	A3	02 December 1998
KR	20210114675	A	24 September 2021	KR	102396157	B1	10 May 2022
US	2022146094	A1	12 May 2022	US	11982444	B2	14 May 2024

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2024/126540

A. 主题的分类 F23G5/04(2006.01)i; F23G5/46(2006.01)i; F23J15/00(2006.01)i; C02F11/12(2019.01)i; C02F11/13(2019.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC: F23G5, F23J15, C02F11 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNTXT, ENTXT, VEN, CNTXT, CNKI: 污泥, 干化, 干燥, 烘干, 热交换, 换热, 预热, 加热, 阶梯升温, 空气, 烟气, 高温, 低温, 两段, 直接, sludge, dry+, heat+, exchang+, preheat+, air, flue, gas, fume, smoke, exhaust, high, low, temperature, direct+		
C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 117128523 A (中鹏未来有限公司) 2023年11月28日 (2023 - 11 - 28) 说明书第[0036]-[0048]段, 权利要求1-17, 附图1-3	1-17
Y	KR 101792782 B1 (KOREA E&TECH CO LTD) 2017年11月2日 (2017 - 11 - 02) 说明书具体实施方式	1,3-7
Y	CN 111453968 A (湖南清源智造设备有限公司) 2020年7月28日 (2020 - 07 - 28) 说明书第[0024]-[0039]段, 附图1	1,3-7
Y	CN 219453963 U (上海康恒环境股份有限公司) 2023年8月1日 (2023 - 08 - 01) 说明书第[0030]-[0039]段, 附图2	5
A	CN 101265009 A (浙江大学) 2008年9月17日 (2008 - 09 - 17) 全文	1-17
A	CN 108692317 A (天津壹新环保工程有限公司) 2018年10月23日 (2018 - 10 - 23) 全文	1-17
A	CN 114702226 A (安徽省通源环境节能股份有限公司) 2022年7月5日 (2022 - 07 - 05) 全文	1-17
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "D" 申请人在国际申请中引证的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2025年1月22日		国际检索报告邮寄日期 2025年1月24日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 常梦媛 电话号码 (+86) 010-62084961

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	EP 0829457 A2 (BINDER CO AG) 1998年3月18日 (1998 - 03 - 18) 全文	1-17
A	KR 20210114675 A (KIM NAMJU 等) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 全文	1-17
A	US 2022146094 A1 (UNIV GUANGDONG TECHNOLOGY 等) 2022年5月12日 (2022 - 05 - 12) 全文	1-17

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/126540

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	117128523	A	2023年11月28日	无	
KR	101792782	B1	2017年11月2日	无	
CN	111453968	A	2020年7月28日	无	
CN	219453963	U	2023年8月1日	无	
CN	101265009	A	2008年9月17日	无	
CN	108692317	A	2018年10月23日	无	
CN	114702226	A	2022年7月5日	无	
EP	0829457	A2	1998年3月18日	AT	1602 U1 1997年8月25日
				EP	0829457 A3 1998年12月2日
KR	20210114675	A	2021年9月24日	KR	102396157 B1 2022年5月10日
US	2022146094	A1	2022年5月12日	US	11982444 B2 2024年5月14日