



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114479899 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202210174636.2

(22) 申请日 2022.02.24

(71) 申请人 陕西延长石油(集团)有限责任公司
地址 710000 陕西省西安市高新区唐延路
61号

(72) 发明人 吴升潇 杨会民 黄勇 张月明
靳皎 刘巧霞 王研 郝婷

(74) 专利代理机构 西安众和至成知识产权代理
事务所(普通合伙) 61249
专利代理师 强宏超

(51) Int. Cl.

C10G 1/04 (2006.01)

C10G 1/00 (2006.01)

C02F 11/15 (2019.01)

C02F 11/10 (2006.01)

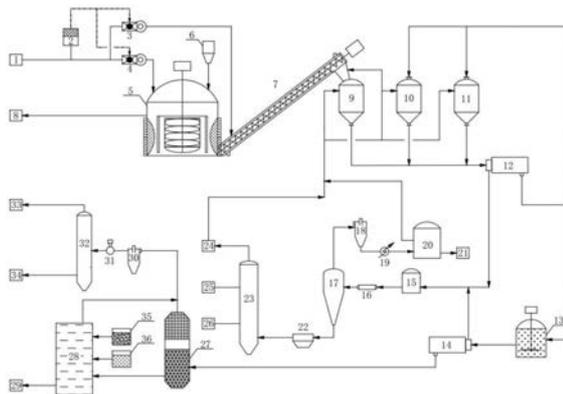
权利要求书4页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种含油含水固体混合物的资源化处理装置及方法

(57) 摘要

本发明公开一种含油含水固体混合物的资源化处理装置及方法,资源化处理装置包含原料理化性质分析与控制输送单元、原料深度预处理单元、高效提油单元、多效分离回收单元和两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元,本发明还提供一种含油含水固体混合物的资源化处理方法,相对于现有含油含水固体混合物处理技术,最大程度的保证了含油含水固体混合物中高附加值组分的回收,实现了含油含水固体混合物资源化、减量化、低成本、无害化的处理;本发明资源化处理效果显著、原料适应性强、工艺流程简单高效、装置建设投资低、环境友好,在含油含水固体混合物资源化处理领域具有广阔的应用前景。



1. 一种含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:包括原料理化性质分析与控制输送单元、原料深度预处理单元、高效提油单元、多效分离回收单元和两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元;

所述的原料理化性质分析与控制输送单元包括均与原料(1)相连的控制输送单元一(3)和控制输送单元二(4),控制输送单元一(3)还与洁净输送系统(7)相连、控制输送单元二(4)还与降黏破乳沉降分离罐(5)入口相连;所述的原料(1)与控制输送单元一(3)和控制输送单元二(4)之间连接管道上设有原料理化性质分析控制器(2);所述的原料理化性质分析控制器(2)通过信号线连接于控制输送单元一(3)和控制输送单元二(4);

所述的原料深度预处理单元包括相连接的降黏破乳沉降分离罐(5)和洁净输送系统(7),降黏破乳沉降分离罐(5)的侧上部出口连接于一级废水处理系统(8);所述的降黏破乳沉降分离罐(5)上还连接有破乳降黏剂储罐(6);

所述的高效提油单元包括一级提油罐(9)、二级提油罐(10)、N级提油罐(11)、高效分离器一(12)、双液相深度强化萃取罐(13)和高效分离器二(14);洁净输送系统(7)物料出口与一级提油罐(9)固体入口相连,一级提油罐(9)、二级提油罐(10)和N级提油罐(11)底部出口与高效分离器一(12)入口相连,高效分离器一(12)的固体出口还连接于二级提油罐(10)、N级提油罐(11)和双液相深度强化萃取罐(13)的固体入口;所述的双液相深度强化萃取罐(13)出料口还与高效分离器二(14)入料口相连接;所述的高效分离器一(12)和高效分离器二(14)的液体出口还连接于萃取液存储罐(15);

所述的多效分离回收单元包括依次连接的萃取液存储罐(15)、强化闪蒸分离器入口换热器(16)、强化闪蒸分离器(17)、闪蒸分离器热回收系统(22)和分馏塔(23);强化闪蒸分离器(17)顶部出口还依次与油水分离器(18)、热量回收器(19)和油水分离罐(20)相连接;所述的分馏塔(23)顶部所连接的轻油回收系统(24)和油水分离罐(20)上部出口均与一级提油罐(9)、二级提油罐(10)和N级提油罐(11)的侧上部入口相连;

所述的两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元包括与高效分离器二(14)的固体出口依次连接的两级深度热解反应器(27)和催化强化清洁焚烧器(28),两级深度热解反应器(27)和催化强化清洁焚烧器(28)的顶部出口均依次连接高效气固除尘器(30)、净化塔入口换热器(31)和净化塔(32)。

2. 如权利要求1所述的含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:所述降黏破乳沉降分离罐(5)的罐壁内,径向对称均布若干个超声波耦合电场发生器(37);所述的超声波耦合电场发生器(37)为超声波发生器和电场发生器一种或多种的组合;所述的降黏破乳沉降分离罐(5)的筒体部分直径为D,高度为H;所述的降黏破乳沉降分离罐(5)中设置有沿降黏破乳沉降分离罐(5)轴向安装的导流筒(38),导流筒(38)直径 $d=0.2\sim 0.95D$ 、壁厚 $Z=0.001\sim 0.3d$,导流筒(38)下边沿与降黏破乳沉降分离罐(5)罐底间距 $h=0.001\sim 0.4H$;所述的导流筒(38)内部装配有立体螺旋搅拌桨(39),立体螺旋搅拌桨(39)直径 $K=0.35\sim 0.99d$ 、高 $G=0.35\sim 1.3h$ 、单螺旋层高 $P=0.1\sim 1G$ 。

3. 如权利要求1所述的含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:所述两级深度热解反应器(27)包括从下到上根据来料方向依次相连的热脱附反应器(40)和催化热解反应器(41);所述的热脱附反应器(40)采用惰性气氛的操作环境,升温速率 $5\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$,反应终温 $320\sim 570^{\circ}\text{C}$;所述的催化热解反应器(41)升温速率 $5\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$,反应终温

610~900℃。

4. 如权利要求1所述的含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:所述洁净输送系统(7)内部装配有若干组螺杆并联形成的输送系统;所述的洁净输送系统(7)外部设置有保温伴热系统(43);所述的洁净输送系统(7)的出料口(44)上装配有冲洗油喷射器(47),冲洗油喷射器(47)还与冲洗油控制阀(45)、轻油回收系统(24)依次连接;冲洗油喷射器(47)上径向对称均布若干个喷射口(50);所述的洁净输送系统(7)的每组螺旋内壁上设置有若干组冲洗吹扫口(49),所有冲洗吹扫口(49)和冲洗吹扫剂(48)之间连接有冲洗吹扫阀(46)。

5. 如权利要求1-4任一项所述的含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:所述油水分离罐(20)底部出口还与二级废水处理系统(21)相连接;所述的分馏塔(23)中部还与中段馏分产品回收系统(25)相连接,分馏塔(23)底部还与重油回收系统(26)相连接;所述的净化塔(32)底部与二级油水分离系统(34)相连接,净化塔(32)顶部与烟气处理系统(33)相连接。

6. 如权利要求5所述的含油含水固体混合物的资源化处理装置,其特征在于:所述催化强化清洁焚烧器(28)分别与催化剂供给系统(35)和掺烧剂供给系统(36)相连接,催化强化清洁焚烧器(28)底部还连接有洁净灰排出系统(29);所述的催化强化清洁焚烧器(28)采用循环流化床、气流床和固定床一种或多种的组合;所述的催化剂供给系统(35)中装填的焚烧催化剂(53)为CaO、Fe₂O₃、KCl、负载型催化剂和热解残渣一种或多种的混合物;所述掺烧剂供给系统(36)中装填的掺烧剂(54)为干化剂、成型剂、煤粉、半焦、热解残渣、生物质和燃料化处理剂一种或多种的混合物。

7. 一种基于权利要求1-6所述含油含水固体混合物的资源化处理装置的含油含水固体混合物的资源化处理方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一:原料理化性质分析与控制输送

原料理化性质分析控制器(2)对原料(1)的理化性质进行分析,当原料(1)的含水量大于2~80%时,原料理化性质分析控制器(2)操作控制输送单元二(4)启动,原料(1)进入降黏破乳沉降分离罐(5);当原料(1)的含水量小于2~80%时,原料理化性质分析控制器(2)操作控制输送单元一(3)启动,原料(1)直接进入洁净输送系统(7);

步骤二:原料深度预处理

含水量大于2~80%的原料(1)进入降黏破乳沉降分离罐(5)中,破乳降黏剂储罐(6)向降黏破乳沉降分离罐(5)中加入工艺需要量的破乳降黏剂(51),经立体螺旋搅拌桨(39)充分搅拌0.01~3h后在导流筒(38)内外形成轴向循环液流,随后超声波耦合电场破乳强化装置(37)发出超声波和电场一种或多种的组合对原料(1)进行强化降黏破乳0.01~24h;经过强化降黏破乳0.01~24h的原料(1)在降黏破乳沉降分离罐(5)中静置沉降0.1~72h后,水层去一级废水处理系统(8),固体层由洁净输送系统(7)送至一级提油罐(9);冲洗油控制阀(45)自动控制出料口(44)上装配的喷射口(50)喷入冲洗油对物料进行润滑;当洁净输送系统(7)发生堵塞时,由冲洗吹扫阀(46)控制冲洗吹扫口(49)喷入冲洗吹扫剂(48)进行疏通;

步骤三:多级高效提油

经过步骤二预处理的原料(1)进入一级提油罐(9)在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一(12)分离液固后,分离出的固体和回收萃取液进入二级提油罐(10),分

离出的液体进入萃取液存储罐(15);重复上述过程直到第N-1级提油罐的固体和回收萃取液进入第N级提油罐(11)在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一(12)进行分离,分离出的液体进入萃取液存储罐(15),分离出的固体进入双液相深度强化萃取罐(13)经深度强化萃取液(42)萃取提油0.01~3h后进入高效分离器二(14)进行分离,分离出的萃取液进入萃取液存储罐(15),分离出的固体去两级深度热解反应器(27);

步骤四:多效分离回收

萃取液存储罐(15)中的萃取液经闪蒸分离器入口换热器(16)加热后进入强化闪蒸分离器(17)在0.001~3.0Mpa、50~700℃下闪蒸分离,强化闪蒸分离器(17)顶部产物在油水分离器(18)中分离出的轻组分经热量回收器(19)降温后进入油水分离罐(20)进一步分离,油水分离罐(20)分离出的部分回收萃取剂进入一级提油罐(9)、二级提油罐(10)和N级提油罐(11),油水分离罐(20)分离出的水进入二级废水处理系统(21)进一步处理;强化闪蒸分离器(17)底部重质物料进入闪蒸分离器热回收系统(22)回收热量后进入分馏塔(23)进行馏份切割;分馏塔(23)顶部产物进入轻油回收系统(24)分离轻油产品;分馏塔(23)中部产物和底部产物分别进入中段馏分产品回收系统(25)、重油回收系统(26)分离产出中段馏分产品和重油产品;

步骤五:热解提质和清洁焚烧

高效分离器二(14)分离出的固体进入热脱附反应器(38)在惰性气氛下按照升温速率5~20℃/min进行热脱附反应,反应终温320~570℃;热脱附反应器(40)反应残余物进入催化热解反应器(41),采用热解催化剂(52)在升温速率5~20℃/min下进行热解,反应终温610~900℃;两级深度热解后产生的热解油气经高效气固除尘器(30)除尘后经净化塔入口换热器(31)换热后进入净化塔(32)净化分离,净化塔(32)底部产物进入二级油水分离系统(34)继续深度分离油水,净化塔(32)顶部产物进入烟气处理系统(33)进行环保处理;经两级深度热解反应器(27)深度热解后的固体残渣与焚烧催化剂(53)、掺烧剂(54)混合后在催化强化清洁焚烧器(28)焚烧后产生蒸汽和热量供给整个系统,催化强化清洁焚烧器(28)底部的焚烧残渣进入洁净灰排出系统(29),催化强化清洁焚烧器(28)产生的烟气并入净化塔(32)进一步处理。

8.如权利要求7所述的含油含水固体混合物的资源化处理方法,其特征在于:所述的催化热解反应器(41)中填充的热解催化剂(52)为MnO₂、CaO、CoCl₂、KCl、负载型催化剂、热解残渣和生物质一种或多种的混合物;双液相深度强化萃取罐(13)中装填有深度强化萃取液(42),深度强化萃取罐(13)的萃取相态为双液相;所述的深度强化萃取液(42)为离子液体、微乳液和超临界流体一种或多种的混合物。

9.如权利要求7所述的含油含水固体混合物的资源化处理方法,其特征在于:所述的冲洗吹扫剂(48)为低压蒸汽、氮气、回收萃取剂、脱盐水、焦油、煤焦油和重油一种或多种的混合物;所述原料(1)为含油污泥、煤基油泥、煤化工油泥、塔底油泥、油田油泥、沉沙池油泥、清罐污泥、油罐底泥、落地油泥、污水处理厂油泥、炼化油泥和邮轮油泥一种或多种的混合物。

10.如权利要求7所述的含油含水固体混合物的资源化处理方法,其特征在于:所述的破乳降黏剂储罐(6)中储存的破乳降黏剂(51)为离子型表面活性剂、非离子型表面活性剂、两性表面活性剂、复配表面活性剂、羟基脂肪、有机酸、硅酸钠、羧甲基纤维素、石脑油、聚

醇、聚酯、低碳烯烃和长链烷烃一种或多种的混合物。

一种含油含水固体混合物的资源化处理装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于能源化工领域,涉及能源化工废弃物的资源化利用技术,尤其涉及一种含油含水固体混合物的资源化处理装置及方法。

背景技术

[0002] 含油含水固体混合物是能源化工过程中产生的一种由水包油(O/W)、油包水(W/O)颗粒、超细粒径固体(含碳)组成的性质极其稳定、高黏度、组分复杂的泥状固体废弃物,也称作含油污泥或罐底油泥等。含油含水固体混合物富含烃类、胶质、沥青质,资源化利用价值较高,但是由于开采区域、生产工艺、存储条件、催化剂和添加剂等因素的不同,导致其性质各异,过程单一的处理技术很难完成其资源化处理。由于含水率较高,大多数传统技术方案的第一步都是进行脱水处理,但是含油含水固体混合物的水合作用和静电性质使其呈现极其稳定的乳化体系,破乳困难且能耗极大,导致现有的处理技术装置复杂、能耗较高、废水量大,长周期运行困难。

[0003] 为更好的解决含油含水固体混合物资源化处理技术所面临的难题,需要对现有处理技术进行创新、耦合和强化,研发一种资源化、减量化、低成本、无害化的含油含水固体混合物的资源化处理技术、最大限度的提升技术经济性和环境友好性是该领域的现实需求。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的不足,本发明的目的在于提供一种资源化、减量化、低成本、无害化的含油含水固体混合物的资源化处理装置及方法,实现含油含水固体混合物中油品的高效回收分离和固体残渣的低碳、低能耗、洁净处理。

[0005] 为了实现以上目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种含油含水固体混合物的资源化处理装置,包括原物理化性质分析与控制输送单元、原料深度预处理单元、高效提油单元、多效分离回收单元和两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元;

[0007] 所述的原物理化性质分析与控制输送单元包括均与原料相连的控制输送单元一和控制输送单元二,控制输送单元一还与洁净输送系统相连、控制输送单元二还与降黏破乳沉降分离罐入口相连;所述的原料与控制输送单元一和控制输送单元二之间连接管道上设有原物理化性质分析控制器;所述的原物理化性质分析控制器通过信号线连接于控制输送单元一和控制输送单元二;

[0008] 所述的原料深度预处理单元包括相连接的降黏破乳沉降分离罐和洁净输送系统,降黏破乳沉降分离罐的侧上部出口连接于一级废水处理系统;所述的降黏破乳沉降分离罐上还连接有破乳降黏剂储罐;

[0009] 所述的高效提油单元包括一级提油罐、二级提油罐、N级提油罐、高效分离器一、双液相深度强化萃取罐和高效分离器二;洁净输送系统物料出口与一级提油罐固体入口相连,一级提油罐、二级提油罐和N级提油罐底部出口与高效分离器一入口相连,高效分离器

一的固体出口还连接于二级提油罐、N级提油罐和双液相深度强化萃取罐的固体入口；所述的双液相深度强化萃取罐出料口还与高效分离器二入料口相连接；所述的高效分离器一和高效分离器二的液体出口还连接于萃取液存储罐；

[0010] 所述的多效分离回收单元包括依次连接的萃取液存储罐、强化闪蒸分离器入口换热器、强化闪蒸分离器、闪蒸分离器热回收系统和分馏塔；强化闪蒸分离器顶部出口还依次与油水分离器、热量回收器和油水分离罐相连接；所述的分馏塔顶部所连接的轻油回收系统和油水分离罐上部出口均与一级提油罐、二级提油罐和N级提油罐的侧上部入口相连；

[0011] 所述的两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元包括与高效分离器二的固体出口依次连接的两级深度热解反应器和催化强化清洁焚烧器，两级深度热解反应器和催化强化清洁焚烧器的顶部出口均依次连接高效气固除尘器、净化塔入口换热器和净化塔。

[0012] 进一步，所述降黏破乳沉降分离罐的罐壁内，径向对称均布若干个超声波耦合电场发生器；所述的超声波耦合电场发生器为超声波发生器和电场发生器一种或多种的组合；所述的降黏破乳沉降分离罐的筒体部分直径为D，高度为H；所述的降黏破乳沉降分离罐中设置有沿降黏破乳沉降分离罐轴向安装的导流筒，导流筒直径 $d=0.2\sim 0.95D$ 、壁厚 $Z=0.001\sim 0.3d$ ，导流筒下边沿与降黏破乳沉降分离罐罐底间距 $h=0.001\sim 0.4H$ ；所述的导流筒内部装配有立体螺旋搅拌桨，立体螺旋搅拌桨直径 $K=0.35\sim 0.99d$ 、高 $G=0.35\sim 1.3h$ 、单螺旋层高 $P=0.1\sim 1G$ 。

[0013] 进一步，所述两级深度热解反应器包括从下到上根据来料方向依次相连的热脱附反应器和催化热解反应器；所述的热脱附反应器采用惰性气氛的操作环境，升温速率 $5\sim 20\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ ，反应终温 $320\sim 570\text{ }^\circ\text{C}$ ；所述的催化热解反应器升温速率 $5\sim 20\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ ，反应终温 $610\sim 900\text{ }^\circ\text{C}$ 。

[0014] 进一步，所述洁净输送系统内部装配有若干组螺杆并联形成的输送系统；所述的洁净输送系统外部设置有保温伴热系统；所述的洁净输送系统的出料口上装配有冲洗油喷射器，冲洗油喷射器还与冲洗油控制阀、轻油回收系统依次连接；冲洗油喷射器上径向对称均布若干个喷射口；所述的洁净输送系统的每组螺旋内壁上设置有若干组冲洗吹扫口，所有冲洗吹扫口和冲洗吹扫剂之间连接有冲洗吹扫阀。

[0015] 进一步，所述油水分离罐底部出口还与二级废水处理系统相连接；所述的分馏塔中部还与中段馏分产品回收系统相连接，分馏塔底部还与重油回收系统相连接；所述的净化塔底部与二级油水分离系统相连接，净化塔顶部与烟气处理系统相连接。

[0016] 进一步，所述催化强化清洁焚烧器分别与催化剂供给系统和掺烧剂供给系统相连接，催化强化清洁焚烧器底部还连接有洁净灰排出系统；所述的催化强化清洁焚烧器采用循环流化床、气流床和固定床一种或多种的组合；所述的催化剂供给系统中装填的焚烧催化剂为 CaO 、 Fe_2O_3 、 KCl 、负载型催化剂和热解残渣一种或多种的混合物；所述掺烧剂供给系统中装填的掺烧剂为干化剂、成型剂、煤粉、半焦、热解残渣、生物质和燃料化处理剂一种或多种的混合物。

[0017] 一种含油含水固体混合物的资源化处理方法，包括以下步骤：

[0018] 步骤一：原料理化性质分析与控制输送

[0019] 原料理化性质分析控制器对原料的理化性质进行分析，当原料的含水量大于 $2\sim 80\%$ 时，原料理化性质分析控制器操作控制输送单元二启动，原料进入降黏破乳沉降分离

罐;当原料的含水量小于2~80%时,原料理化性质分析控制器操作控制输送单元一启动,原料直接进入洁净输送系统;

[0020] 步骤二:原料深度预处理

[0021] 含水量大于2~80%的原料进入降黏破乳沉降分离罐中,破乳降黏剂储罐向降黏破乳沉降分离罐中加入工艺需要量的破乳降黏剂,经立体螺旋搅拌桨充分搅拌0.01~3h后在导流筒内外形成轴向循环液流,随后超声波耦合电场破乳强化装置发出超声波和电场一种或多种的组合对原料进行强化降黏破乳0.01~24h;经过强化降黏破乳0.01~24h的原料在降黏破乳沉降分离罐中静置沉降0.1~72h后,水层去一级废水处理系统,固体层由洁净输送系统送至一级提油罐;冲洗油控制阀自动控制出料口上装配的喷射口喷入冲洗油对物料进行润滑;当洁净输送系统发生堵塞时,由冲洗吹扫阀控制冲洗吹扫口喷入冲洗吹扫剂进行疏通;

[0022] 步骤三:多级高效提油

[0023] 经过步骤二预处理的原料进入一级提油罐在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一分离液固后,分离出的固体和回收萃取液进入二级提油罐,分离出的液体进入萃取液存储罐;重复上述过程直到第N-1级提油罐的固体和回收萃取液进入第N级提油罐在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一进行分离,分离出的液体进入萃取液存储罐,分离出的固体进入双液相深度强化萃取罐经深度强化萃取液萃取提油0.01~3h后进入高效分离器二进行分离,分离出的萃取液进入萃取液存储罐,分离出的固体去两级深度热解反应器;

[0024] 步骤四:多效分离回收

[0025] 萃取液存储罐中的萃取液经闪蒸分离器入口换热器加热后进入强化闪蒸分离器在0.001~3.0Mpa、50~700℃下闪蒸分离,强化闪蒸分离器顶部产物在油水分离器中分离出的轻组分经热量回收器降温后进入油水分离罐进一步分离,油水分离罐分离出的部分回收萃取剂进入一级提油罐、二级提油罐和N级提油罐,油水分离罐分离出的水进入二级废水处理系统进一步处理;强化闪蒸分离器底部重质物料进入闪蒸分离器热回收系统回收热量后进入分馏塔进行馏份切割;分馏塔顶部产物进入轻油回收系统分离轻油产品;分馏塔中部产物和底部产物分别进入中段馏分产品回收系统、重油回收系统分离产出中段馏分产品和重油产品;

[0026] 步骤五:热解提质和清洁焚烧

[0027] 高效分离器二分离出的固体进入热脱附反应器在惰性气氛下按照升温速率5~20℃/min进行热脱附反应,反应终温320~570℃;热脱附反应器反应残余物进入催化热解反应器,采用热解催化剂在升温速率5~20℃/min下进行热解,反应终温610~900℃;两级深度热解后产生的热解油气经高效气固除尘器除尘后经净化塔入口换热器换热后进入净化塔净化分离,净化塔底部产物进入二级油水分离系统继续深度分离油水,净化塔顶部产物进入烟气处理系统进行环保处理;经两级深度热解反应器深度热解后的固体残渣与焚烧催化剂、掺烧剂混合后在催化强化清洁焚烧器焚烧后产生蒸汽和热量供给整个系统,催化强化清洁焚烧器底部的焚烧残渣进入洁净灰排出系统,催化强化清洁焚烧器产生的烟气并入净化塔进一步处理。

[0028] 进一步,所述的催化热解反应器中填充的热解催化剂为 MnO_2 、CaO、 $CoCl_2$ 、KCl、负载

型催化剂、热解残渣和生物质一种或多种的混合物；双液相深度强化萃取罐中装填有深度强化萃取液，深度强化萃取罐的萃取相态为双液相；所述的深度强化萃取液为离子液体、微乳液和超临界流体一种或多种的混合物。

[0029] 进一步，所述的冲洗吹扫剂为低压蒸汽、氮气、回收萃取剂、脱盐水、焦油、煤焦油和重油一种或多种的混合物；所述原料为含油污泥、煤基油泥、煤化工油泥、塔底油泥、油田油泥、沉沙池油泥、清罐污泥、油罐底泥、落地油泥、污水处理厂油泥、炼化油泥和邮轮油泥一种或多种的混合物。

[0030] 进一步，所述的破乳降黏剂储罐中储存的破乳降黏剂为离子型表面活性剂、非离子型表面活性剂、两性表面活性剂、复配表面活性剂、羟基脂肪、有机酸、硅酸钠、羧甲基纤维素、石脑油、聚醇、聚酯、低碳烯烃和长链烷烃一种或多种的混合物。本发明的有益效果在于：

[0031] 1) 发明了包含原物理化性质分析与控制输送单元、原料深度预处理单元、高效提油单元、多效分离回收单元和两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元的新型含油含水固体混合物资源化处理装置，对含油含水固体混合物资源化利用的关键技术环节进行优化，能够资源化、减量化、低成本、无害化的处理高黏度、组分复杂、性质极其稳定的含油含水固体混合物。

[0032] 2) 发明了装配有超声波耦合电场发生器的降黏破乳沉降分离罐，通过超声波和电场一种或多种的组合，对原料预处理过程进行强化，使得因水合作用和静电性质所致的稳定乳化体系破解，含油含水固体混合物更容易解析分层脱水，破解了困扰含油含水固体混合物预处理技术领域的重大难题。

[0033] 3) 发明了高效提油单元，将机械离心分离与N级交叉萃取结合，相对于传统萃取工艺极大提升了萃取效率，可以高效回收含油含水固体混合物中的有机组分；同时耦合了双液相深度强化萃取技术，使用离子液体、微乳液和超临界流体一种或多种的混合物对含油含水固体混合物进行深度萃取，将其含油组分吃干榨净，从根本上提升萃取效率。高效提油单元相对于传统萃取技术，萃取效率极大提升、原料适应性更强、溶剂成本更低、工艺流程简单高效、工艺操作简便、投资更低，可以经济、高效地实现含油含水固体混合物中油品的资源化回收利用。

[0034] 4) 发明了多效分离回收单元，通过强化闪蒸分离器、闪蒸分离器热回收系统、分馏塔、轻油回收系统、重油回收系统等关键工艺单元的引入，实现了萃取溶剂的高效回收和萃取产品的多效分离，相对于传统技术，该技术单元溶剂回收效率明显提升，废水产生量更少，技术的经济和环保优势更加明显。

[0035] 5) 发明了两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元，通过两级深度热解进一步对萃取残渣进行深度提质，热解残渣与焚烧催化剂、掺烧剂混合后在催化强化清洁焚烧器中焚烧，可以高效去除含油含水固体混合物中的污染物并为整个系统提供热量，焚烧残渣几乎不含有机质和有毒物质，能够应用于建筑、道桥建设等方面。相对于传统技术，该发明可以解决现有技术无法环保处理含油含水固体混合物萃取残渣的难题，发明的有益效果显著。

附图说明

[0036] 图1为本发明的整体结构示意图

[0037] 图2为本发明中降黏破乳沉降分离罐的结构示意图

[0038] 图3为本发明中两级深度热解反应器的结构示意图

[0039] 图4为本发明中双液相深度强化萃取罐的结构示意图

[0040] 图5a为本发明中洁净输送系统的侧视结构示意图

[0041] 图5b为本发明中洁净输送系统的俯视结构示意图

[0042] 图6为本发明中冲洗油喷射器的结构示意图

[0043] 图7为本发明中催化强化清洁焚烧器的结构示意图

[0044] 图中:1、原料;2、原料理化性质分析控制器;3、控制输送单元一;4、控制输送单元二;5、降黏破乳沉降分离罐;6、破乳降黏剂储罐;7、洁净输送系统;8、一级废水处理系统;9、一级提油罐;10、二级提油罐;11、N级提油罐;12、高效分离器一;13、双液相深度强化萃取罐;14、高效分离器二;15、萃取液存储罐;16、强化闪蒸分离器入口换热器;17、强化闪蒸分离器;18、油水分离器;19、热量回收器;20、油水分离罐;21、二级废水处理系统;22、闪蒸分离器热回收系统;23、分馏塔;24、轻油回收系统;25、中段馏分产品回收系统;26、重油回收系统;27、两级深度热解反应器;28、催化强化清洁焚烧器;29、洁净灰排出系统;30、高效气固除尘器;31、净化塔入口换热器;32、净化塔;33、烟气处理系统;34、二级油水分离系统;35、催化剂供给系统;36、掺烧剂供给系统;37、超声波耦合电场破乳强化装置;38、导流筒;39、立体螺旋搅拌桨;40、热脱附反应器;41、催化热解反应器;42、深度强化萃取液;43、伴热保温系统;44、出料口;45、冲洗油控制阀;46、冲洗吹扫阀;47、冲洗油喷射器;48、冲洗吹扫剂;49、冲洗吹扫口;50、喷射口;51、破乳降黏剂;52、热解催化剂;53、焚烧催化剂;54、掺烧剂。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述,但不作为对本发明的限定。

[0046] 参见图1,本发明的含油含水固体混合物的资源化处理装置包括原料理化性质分析与控制输送单元、原料深度预处理单元、高效提油单元、多效分离回收单元和两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元。

[0047] 参见图1,所述原料理化性质分析与控制输送单元包括均与原料1相连的控制输送单元一3和控制输送单元二4,控制输送单元一3还与洁净输送系统7相连、控制输送单元二4还与降黏破乳沉降分离罐5入口相连,原料1与控制输送单元一3和控制输送单元二4之间的连接管道上还垂直连接有原料理化性质分析控制器2;原料理化性质分析控制器2通过信号线连接于控制输送单元一3和控制输送单元二4,根据原料1理化性质的分析结果操纵控制输送单元一3和控制输送单元二4的动作。

[0048] 参见图1,所述原料深度预处理单元包括相连接的降黏破乳沉降分离罐5和洁净输送系统7,降黏破乳沉降分离罐5底部固体出口与洁净输送系统7相连,降黏破乳沉降分离罐5的侧上部出口连接于一级废水处理系统8,降黏破乳沉降分离罐5上还连接有破乳降黏剂储罐6。

[0049] 参见图1,所述高效提油单元包括一级提油罐9、二级提油罐10、N级提油罐11、高效分离器一12、双液相深度强化萃取罐13和高效分离器二14;洁净输送系统7物料出口与一级

提油罐9固体入口相连,一级提油罐9、二级提油罐10和N级提油罐11底部出口与高效分离器一12入口相连,高效分离器一12的固体出口还连接于二级提油罐10、N级提油罐11和双液相深度强化萃取罐13的固体入口,双液相深度强化萃取罐13出口与高效分离器二14入料口相连,高效分离器一12和高效分离器二14的液体出口还连接于萃取液存储罐15。

[0050] 参见图1,所述多效分离回收单元包括依次连接的萃取液存储罐15、强化闪蒸分离器入口换热器16、强化闪蒸分离器17、闪蒸分离器热回收系统22和分馏塔23;萃取液存储罐15出口经强化闪蒸分离器入口换热器16与强化闪蒸分离器17入口连通,强化闪蒸分离器17顶部出口还依次与油水分离器18、热量回收器19和油水分离罐20相连接;所述的分馏塔23顶部所连接的轻油回收系统24和油水分离罐20上部出口均与一级提油罐9、二级提油罐10和N级提油罐11的侧上部入口相连;油水分离罐20底部出口还与二级废水处理系统21相连接,分馏塔23中部还与中段馏分产品回收系统25相连接,分馏塔23底部还与重油回收系统26相连接。

[0051] 如图1和图7所示,所述两级深度热解耦合催化清洁焚烧单元包括与高效分离器二14的固体出口依次连接的两级深度热解反应器27和催化强化清洁焚烧器28。两级深度热解反应器27和催化强化清洁焚烧器28的顶部出口均依次还连接有高效气固除尘器30、净化塔入口换热器31和净化塔32;净化塔32底部与二级油水分离系统34相连接,净化塔32顶部与烟气处理系统33相连接;催化强化清洁焚烧器28分别与催化剂供给系统35和掺烧剂供给系统36相连接,催化强化清洁焚烧器28底部还连接有洁净灰排出系统29。经两级深度热解反应器27深度热解后的固体残渣与催化剂供给系统35提供的焚烧催化剂53、的掺烧剂供给系统36提供的掺烧剂54混合后在催化强化清洁焚烧器28焚烧产生蒸汽和热量供给整个系统。

[0052] 参见图2,对本发明降黏破乳沉降分离罐7作进一步详细描述。

[0053] 所述降黏破乳沉降分离罐5的罐壁内径向对称均布 $2n$ (n 为大于1的整数)个超声波耦合电场发生器37,超声波耦合电场发生器37为超声波发生器和电场发生器一种或多种的组合;降黏破乳沉降分离罐5的筒体部分直径为 D ,高度为 H ,其中设置有沿降黏破乳沉降分离罐5轴向安装的导流筒38,导流筒38直径 $d=0.2\sim 0.95D$ 、壁厚 $Z=0.001\sim 0.3d$,导流筒38下边沿与降黏破乳沉降分离罐5罐底间距 $h=0.001\sim 0.4H$,导流筒内部装配有立体螺旋搅拌桨39,立体螺旋搅拌桨39直径 $K=0.35\sim 0.99d$ 、高 $G=0.35\sim 1.3h$ 、单螺旋层高 $P=0.1\sim 1G$;特殊设计的立体螺旋搅拌桨39能够充分搅拌原料1使其在导流筒38内外形成便于破乳的循环液流。破乳降黏剂储罐6中储存破乳降黏剂51,破乳降黏剂51为离子型表面活性剂、非离子型表面活性剂、两性表面活性剂、复配表面活性剂、羟基脂肪、有机酸、硅酸钠、羧甲基纤维素、石脑油、聚醇、聚酯、低碳烯烃和长链烷烃一种或多种的混合物,能够通过表界面效应等方式充分促进破乳。参见图3,对本发明两级深度热解反应器27作进一步详细描述。

[0054] 所述两级深度热解反应器27包含从下到上根据来料方向依次连接的热脱附反应器40和催化热解反应器41;热脱附反应器40采用惰性气氛的操作环境,升温速率 $5\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$,反应终温 $320\sim 570^{\circ}\text{C}$;催化热解反应器41升温速率 $5\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$,反应终温 $610\sim 900^{\circ}\text{C}$;催化热解反应器41中填充的热解催化剂52为 MnO_2 、 CaO 、 CoCl_2 、 KCl 、负载型催化剂、热解残渣和生物质一种或多种的混合物。

[0055] 参见图4,对本发明双液相深度强化萃取罐13作进一步详细描述。

[0056] 双液相深度强化萃取罐13中装填有深度强化萃取液42,由于深度强化萃取液42的

性质特殊,将在双液相深度强化萃取罐13内与被萃取物形成双液相萃取环境,极大提升萃取强度;深度强化萃取液42为离子液体、微乳液和超临界流体一种或多种的混合物。

[0057] 参见图5a、图5b、图6,对本发明洁净输送系统7作进一步详细描述。

[0058] 洁净输送系统7内部装配有若干组螺杆并联形成的输送系统,M组螺杆外部设置由低压蒸汽、热水和电加热一种或多种组合加热的保温伴热系统43,以确保原料1在输送过程中保证一定的温度和流动性,不易发生堵塞。洁净输送系统7的出料口44上环状装配有冲洗油喷射器47,由冲洗油控制阀45控制的环境出料口44的径向对称均布 $2q$ (q 为大于1的整数)个喷射口50向出料口44均匀喷出来自轻油回收系统24的冲洗油。M组螺杆内壁上均设置有若干组冲洗吹扫口49,所有冲洗吹扫口49的总管上设置有连接于冲洗吹扫剂48的冲洗吹扫阀46。冲洗吹扫剂48为低压蒸汽、氮气、回收萃取剂、脱盐水、焦油、煤焦油和重油一种或多种的混合物。

[0059] 本发明所述的含油含水固体混合物的资源化处理方法如下:

[0060] 原料1为含油污泥、煤基油泥、煤化工油泥、塔底油泥、油田油泥、沉沙池油泥、清罐污泥、油罐底泥、落地油泥、污水处理厂油泥、炼化油泥和邮轮油泥一种或多种的混合物。本实施例仅以其中的含油污泥为例进行说明。

[0061] 步骤一:原物理化性质分析与控制输送

[0062] 原物理化性质分析控制器2对原料1的物理化性质进行分析,当原料1的含水量大于2~80%时,原物理化性质分析控制器2操作控制输送单元二4启动,原料1进入降黏破乳沉降分离罐5;当原料1的含水量小于2~80%时,原物理化性质分析控制器2操作控制输送单元一3启动,原料1直接进入洁净输送系统7。

[0063] 步骤二:原料深度预处理

[0064] 含水量大于2~80%的原料1进入降黏破乳沉降分离罐5中,破乳降黏剂储罐6向降黏破乳沉降分离罐5中加入工艺需要量的破乳降黏剂51,经立体螺旋搅拌桨39充分搅拌0.01~3h后在导流筒38内外形成轴向循环液流,这种循环液流将会极大促进破乳过程;随后超声波耦合电场破乳强化装置37发出超声波和电场一种或多种的组合对原料1进行强化降黏破乳0.01~24h,含油含水固体混合物在超声波耦合电场破乳强化装置37作用下解析分层脱水;经过强化降黏破乳0.01~24h的原料1在降黏破乳沉降分离罐5中静置沉降0.1~72h后,水层去一级废水处理系统8进行初步处理,固体层由洁净输送系统7送至一级提油罐9;冲洗油控制阀45自动控制出料口44上装配的 $2q$ (q 为大于1的整数)个喷射口50喷入冲洗油对物料进行润滑,以防止物料在出料口44架桥;当洁净输送系统7发生堵塞时,由冲洗吹扫阀46控制冲洗吹扫口49喷入低压蒸汽、氮气、回收萃取剂、脱盐水、焦油、煤焦油和重油一种或多种的混合物进行疏通。

[0065] 步骤三:多级高效提油

[0066] 经过步骤二预处理的原料1进入一级提油罐9在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一12分离液固后,分离出的固体和回收萃取液进入二级提油罐10,分离出的液体进入萃取液存储罐15;重复上述过程直到第N-1级提油罐的固体和回收萃取液进入第N级提油罐11在20~100℃下萃取提油0.01~3h后进入高效分离器一12进行分离,通过该过程机械离心分离与N级交叉萃取结合,相对于传统萃取工艺极大提升了萃取效率,可以高效回收含油含水固体混合物中的有机组分;高效分离器一12分离出的液体进入萃取液存储

罐15,分离出的固体进入双液相深度强化萃取罐13经离子液体、微乳液和超临界流体一种或多种的混合物作用将在双液相深度强化萃取罐13内与被萃取物形成双液相萃取环境,极大提升萃取强度;由于双液相的萃取环境,萃取完毕后的分离也更加彻底完全,反应条件的较小变化就会促进萃取混合物的分离。双液相深度强化萃取提油持续0.01~3h后,物料进入高效分离器二14进行分离,分离出的萃取液进入萃取液存储罐15,分离出的固体去两级深度热解反应器27。

[0067] 步骤四:多效分离回收

[0068] 萃取液存储罐15中的萃取液经闪蒸分离器入口换热器16加热后进入强化闪蒸分离器17在0.001~3.0Mpa、50~700℃下闪蒸分离,强化闪蒸分离器17顶部产物在油水分离器18中分离出的轻组分经热量回收器19降温后进入油水分离罐20进一步分离,油水分离罐20分离出的部分回收萃取剂进入一级提油罐9、二级提油罐10和N级提油罐11,油水分离罐20分离出的水进入二级废水处理系统21进一步处理;强化闪蒸分离器17底部重质物料进入闪蒸分离器热回收系统22回收热量后进入分馏塔23进行馏份切割;分馏塔23顶部产物进入轻油回收系统24分离轻油产品;分馏塔23中部产物和底部产物分别进入中段馏分产品回收系统25、重油回收系26分离产出中段馏分产品和重油产品;通过该步骤能够实现萃取剂的高效回收利用,减少了溶剂耗量,同时也建立了换热网络,装置能量利用效率极大提升。

[0069] 步骤五:热解提质和清洁焚烧

[0070] 高效分离器二14分离出的固体进入热脱附反应器38在惰性气氛下按照升温速率5~20℃/min进行第一级热脱附反应,反应终温320~570℃,固体物料在该反应器内发生深层挥发分的脱附过程;热脱附反应器40反应残余物进入催化热解反应器41,采用MnO₂、CaO、CoCl₂、KCl、负载型催化剂、热解残渣和生物质一种或多种的混合物在升温速率5~20℃/min下进行催化热解,反应终温610~900℃,固体物料在该反应器内发生催化剂促进下的深度热解,含油组分被充分提质;两级深度热解后产生的热解油气经高效气固除尘器30除尘后经净化塔入口换热器31换热后进入净化塔32净化分离,净化塔32底部产物进入二级油水分离系统34继续深度分离油水,净化塔32顶部产物进入烟气处理系统33进行环保处理。

[0071] 经两级深度热解反应器27深度热解后的固体残渣与焚烧催化剂、掺烧剂混合后在催化强化清洁焚烧器28焚烧后产生蒸汽和热量供给整个系统;固体残渣与焚烧催化剂、掺烧剂混合后的焚烧过程可以高效去除含油含水固体混合物中的污染物并为整个系统提供热量;催化强化清洁焚烧器28底部的焚烧残渣通过洁净灰排出系统29外排,焚烧残渣几乎不含有机质和有毒物质,能够应用于建筑、道桥建设等方面;催化强化清洁焚烧器28产生的烟气并入净化塔32进行环保处理。

[0072] 最后应该说明的是:以上实施例仅用于说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本权利要求范围当中。

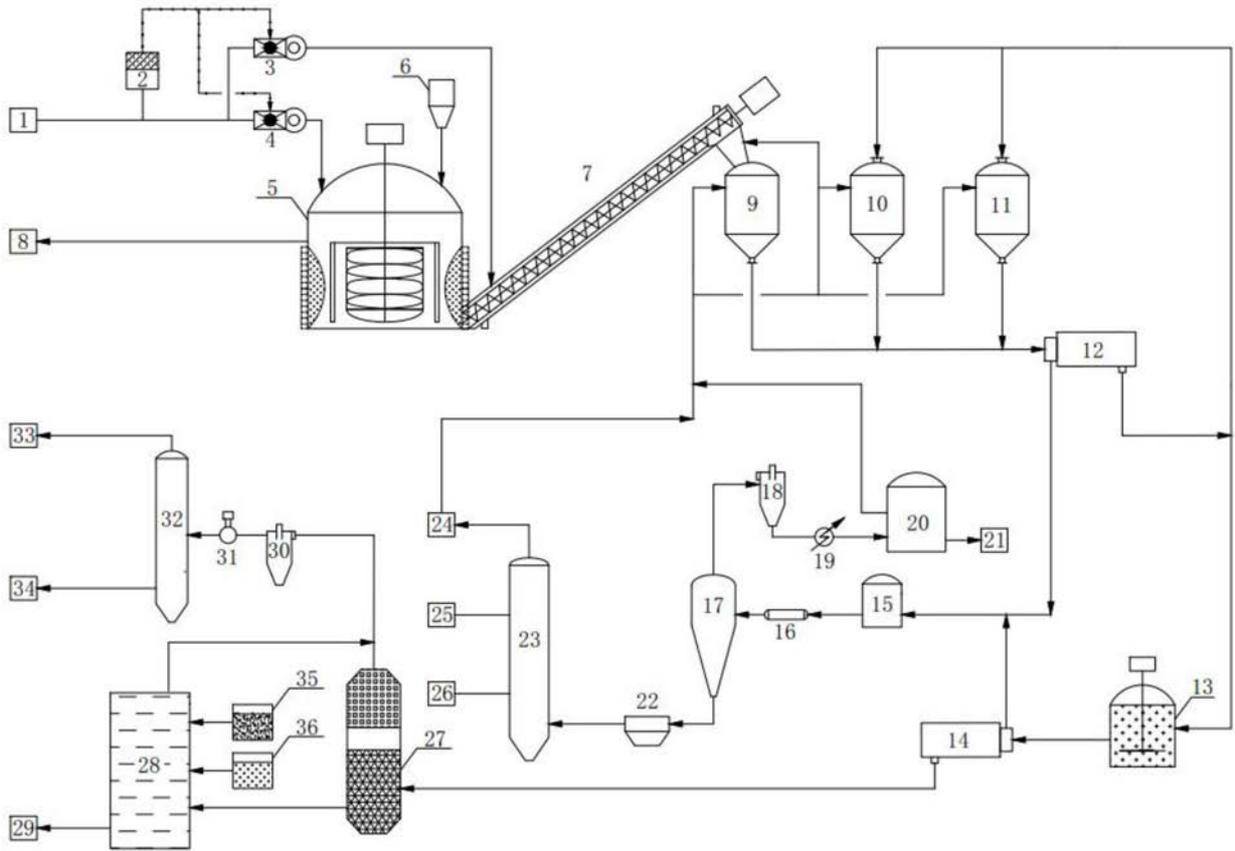


图1

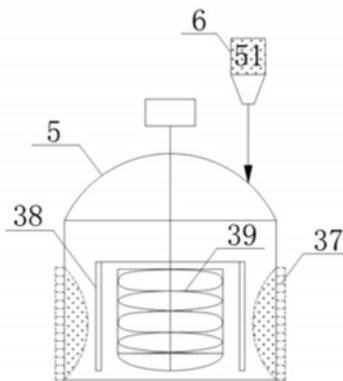


图2

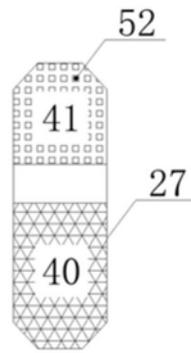


图3

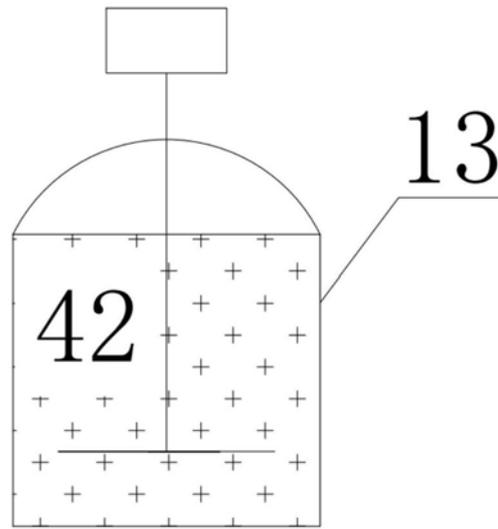


图4

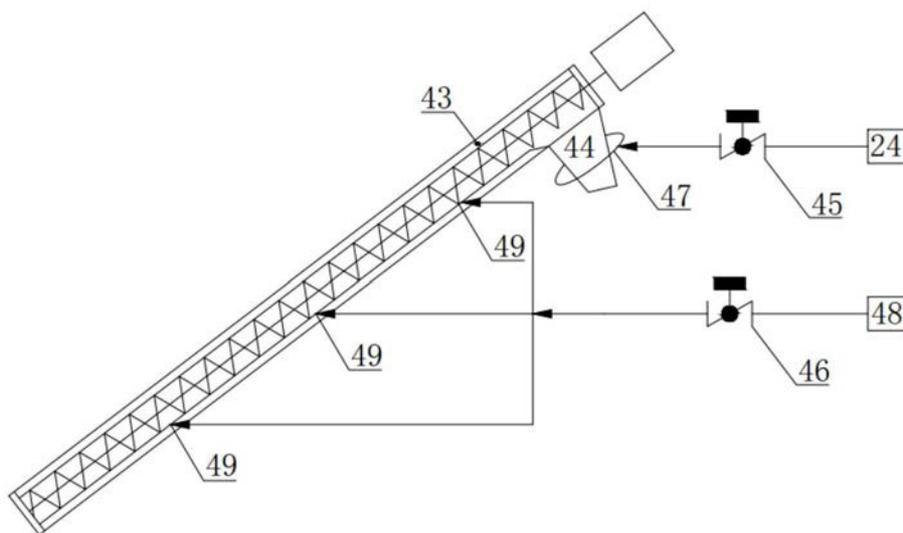


图5a

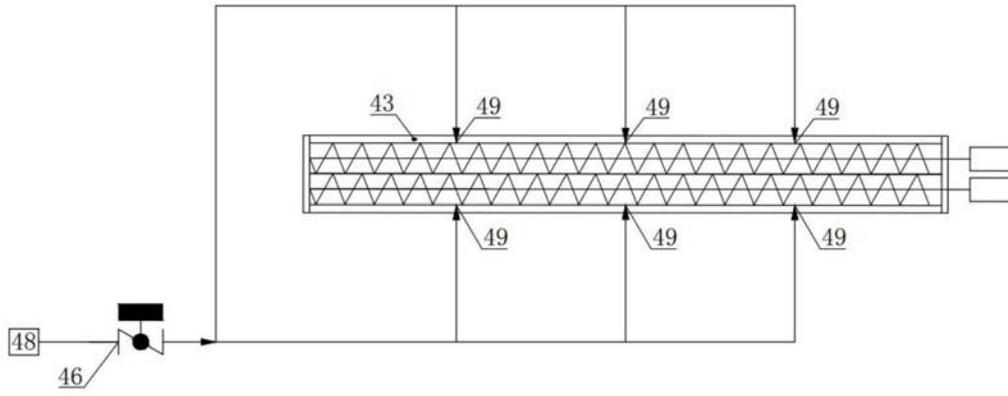


图5b

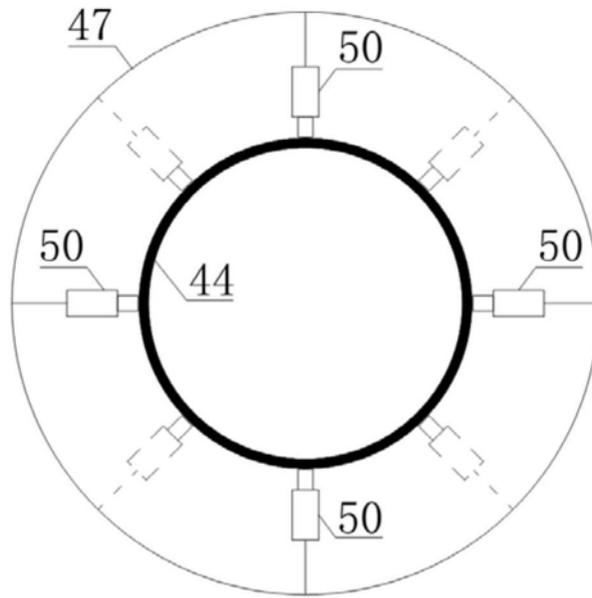


图6

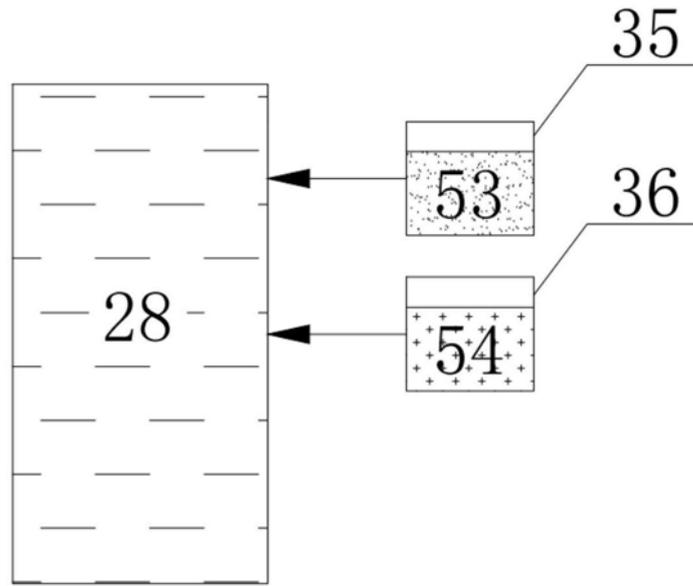


图7