



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105268737 B

(45)授权公告日 2020.07.10

(21)申请号 201510775253.0

(22)申请日 2015.11.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105268737 A

(43)申请公布日 2016.01.27

(73)专利权人 广州市第一市政工程有限公司

地址 510000 广东省广州市越秀区环市东
路338号15-17楼

(72)发明人 肖远龙 盛国军

(74)专利代理机构 浙江专橙律师事务所 33313

代理人 邢万里

(51)Int.Cl.

B09C 1/02(2006.01)

审查员 李平

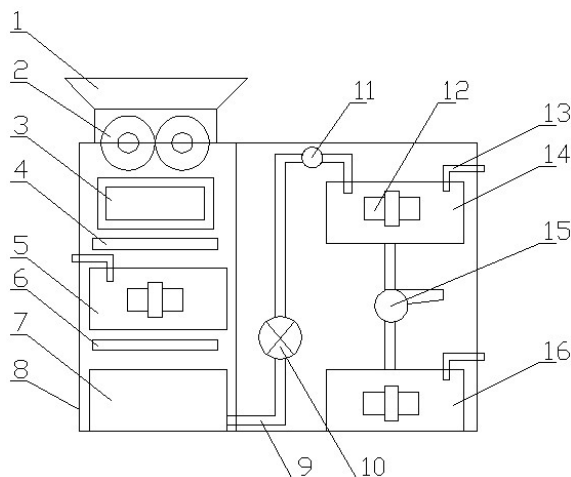
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种重金属污染土壤修复设备及其修复工
艺

(57)摘要

本发明涉及一种重金属污染土壤修复设备，包括机架、进料斗、粉碎滚、球磨机、分离筛、一级水洗池、直线振动筛、泥浆缓冲池、渣浆泵、离心机、深度淋洗池、带式压滤机、二级水洗池，受污染土壤经过机械研磨、一级水洗、一级固液分离、深度淋洗、二级水洗、二级固液分离进行修复处理。本发明工艺先进、处理效果好、工作效率高、自动化程度高。



1. 一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于:它包括以下步骤:

S1、土壤分类:对污染片区土壤进行三维检测,按污染程度划分为重度污染土壤、轻度污染土壤和未污染土壤,并分堆堆放,重度污染土壤和轻度污染土壤进入破碎筛分,未污染土壤直接回填;

S2、机械研磨:对重度污染土壤和轻度污染土壤进行初步破碎和筛分,将破碎和筛分后的重度污染土壤和轻度污染土壤分别放入湿式球磨机中进行机械研磨,时间30-40min,然后出料过筛,筛上部分进入土壤堆场,筛下部分重度污染土壤进连续搅拌池进行一级水洗,轻度污染土壤不经历一级水洗,直接进入深度淋洗池;

S3、一级水洗:步骤S2筛分后的待淋洗重度污染土壤进入一级水洗池,按固液比1:2-1:4加入清水,启动搅拌器,使土水充分混合,重度污染土壤结构分散,重度污染土壤表面重金属在水的作用下解吸附进入水体,水洗10-20min后打开一级水洗池底部闸门,泥浆进入直线振动筛,直线振动筛上较大粒径岩石和岩石碎屑再经高压水枪冲洗,冲洗后较大粒径岩石和岩石碎屑放置一级筛分土壤堆放区,冲洗后泥浆进入下方的泥浆缓冲池,完成一级水洗;

S4、一级固液分离:渣浆泵将泥浆提升至自动卸料离心机,由高速离心机脱水,产生的废液进入污水缓冲池;

S5、深度淋洗:脱水后土壤和轻度污染土壤经传送带送至深度淋洗池,加入HSJ- γ 化学淋洗剂,启动搅拌器,将土壤与淋洗剂充分混匀,反应结束后打开深度淋洗池底部阀门,泥浆在重力作用下进入水力旋流器;

S6、二级水洗:调试好的水力旋流器筛选出粒径大于0.075mm土壤,进入二级水洗池,加入清水,充分搅拌,进行二级水洗;小于0.075mm部分随废水一起进入絮凝沉淀池,进行淋洗剂回收利用和清水回用;

S7、二级固液分离:经步骤S6二级水洗后的泥浆再进行固液分离,液相进入污水缓冲池,固相进入土壤堆场进行安全处置。

2. 根据权利要求1所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤S1所检测的重金属污染物包括:Pb、Zn、Cd、Hg、Cu及类金属As;重度污染土壤设计为上述六种金属任一种重金属污染物浓度超过环境标准限值5倍的土壤。

3. 根据权利要求1所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤S5深度淋洗所用淋洗剂HSJ- γ 化学淋洗剂为复合淋洗剂,包括增效剂和络合剂,增效剂为过硫酸钾、双氧水和ClO₂中的至少一种,络合剂为EDTA、硫脲和乙撑硫脲中的至少一种。

4. 根据权利要求3所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤S5深度淋洗所用的复合淋洗剂中增效剂为过硫酸钾,其用量与二级淋洗土壤的质量比为1:100~200;络合剂为EDTA和乙撑硫脲两种,其用量与二级淋洗土壤的质量比例为1:1:50~100。

5. 根据权利要求1所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤S6中,将絮凝沉淀池中的废液利用淋洗废液回收处理药剂将重金属进行处理,处理完毕后进行固液分离,滤液返回步骤S5重新作为深度淋洗剂,滤渣进行后续的资源回收或进行危废填埋。

6. 根据权利要求1所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤

S5深度淋洗所用淋洗剂为复合淋洗剂,包括增效剂和络合剂,增效剂和络合剂分先后加入;增效剂加入搅拌反应10min后再加入络合剂,加入络合剂后反应时间为10-15min。

7.根据权利要求1所述的一种重金属污染土壤修复设备的处理工艺,其特征在于,步骤S5深度淋洗总固液为1:3-1:5;步骤S6二级水洗中清水的加入量与淋洗土壤的质量比为1:1-2:1。

一种重金属污染土壤修复设备及其修复工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及环保设备领域,具体涉及一种能够有效对重金属污染土壤进行处理的重金属污染土壤修复设备及其修复工艺。

背景技术

[0002] 土壤中的重金属污染主要来源于工矿及化工企业产生废渣、废水及废气未经处理的排放,污染因子主要有铅、砷、镉、锌、汞、铜等,土壤重金属污染不但影响农产品的质量,而且影响大气及水环境质量。同时,严重的土壤污染已经成为制约城市地区土地可持续开发利用的主要因素。

[0003] 土壤淋洗是一种物理和化学修复技术,是利用淋洗剂冲淋土壤,使之与重金属离子形成更稳定的络合物。因重金属污染处理工程量大、覆盖面广,而淋洗剂配比价格昂贵,单独淋洗必然导致运行成本高,且淋洗效果差,易引起二次污染,容易导致地下水污染。

[0004] 不同淋洗条件和淋洗方式对修复污染土壤的程度不同,主要受土壤条件、污染物类型、淋洗剂种类和运行方式等因素影响。由于地质结构和土壤肥力不同,土壤重金属分布呈不规则分布,选用适当的技术既有效降低土壤重金属含量,也降低能源消耗十分重要。

[0005] 对这种重金属污染的土壤如何有效快速地进行修复处理,是当前急需解决的难题。现有重金属污染土壤修复处理,均采用简单的工艺和设备进行简单的处理,存在修复工艺落后、处理效率低、效果差、设备占地面积大、自动化程度低等缺点。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了克服现有技术的不足,提供一种工艺先进、处理效果好、工作效率高、自动化程度高的新型重金属污染土壤修复设备及其修复工艺。

[0007] 本发明是通过以下技术方案予以实现的:

[0008] 一种重金属污染土壤修复设备,包括机架、进料斗、粉碎滚、球磨机、分离筛、一级水洗池、直线振动筛、泥浆缓冲池、渣浆泵、离心机、深度淋洗池、二级水洗池,所述机架上部设有进料斗,所述进料斗下方设有一对粉碎滚,所述粉碎滚下方设有球磨机,所述球磨机底部设有分离筛,所述分离筛下方设有一级水洗池,所述一级水洗池下方设有直线振动筛,所述直线振动筛下方设有泥浆缓冲池,所述泥浆缓冲池通过管道、渣浆泵与离心机相连,所述离心机下方设有深度淋洗池,所述深度淋洗池通过水力漩流器与下方的二级水洗池相连。

[0009] 上述重金属污染土壤修复设备的修复工艺,包括以下步骤:

[0010] S1、土壤分类:对污染片区土壤进行三维检测,按污染程度划分为重度污染土壤、轻度污染土壤和未污染土壤,并分堆堆放,重度污染土壤和轻度污染土壤进入破碎筛分,未污染土壤直接回填。

[0011] S2、机械研磨:对重度污染土壤和轻度污染土壤分别进行初步破碎和筛分,将破碎和筛分后的重度污染土壤和轻度污染土壤分别放入湿式球磨机中进行机械研磨,时间30-40min,然后出料过筛,筛上部分进入土壤堆场,筛下部分重度污染土壤进连续搅拌池进行

一级水洗,轻度污染土壤不经历一级水洗,直接进入深度淋洗池。

[0012] S3、一级水洗:步骤S2筛分后的待淋洗重度污染土壤进入一级水洗池,按固液比1:2-1:4加入清水,启动搅拌器,使土水充分混合,重度污染土壤结构分散,重度污染土壤表面重金属在水的作用下解吸附进入水体,水洗10-20min后打开一级水洗池底部闸门,泥浆进入直线振动筛,直线振动筛上较大粒径岩石和岩石碎屑再经高压水枪冲洗,冲洗后较大粒径岩石和岩石碎屑放置一级筛分土壤堆放区,冲洗后泥浆进入下方的泥浆缓冲池,完成一级水洗。

[0013] S4、一级固液分离:渣浆泵将泥浆提升至自动卸料离心机,由高速离心机脱水,产生的废液进入污水缓冲池。

[0014] S5、深度淋洗:脱水后土壤和轻度污染土壤经传送带送至深度淋洗池,加入HSJ- γ 化学淋洗剂,启动搅拌器,将土壤与淋洗剂充分混匀,反应结束后打开深度淋洗池底部阀门,泥浆在重力作用下进入水力漩流器。

[0015] S6、二级水洗:调试好的水力漩流器筛选出粒径大于0.075mm土壤,进入二级水洗池,加入清水,充分搅拌,进行二级水洗;小于0.075mm部分随废水一起进入絮凝沉淀池,进行淋洗剂回收利用和清水回用。

[0016] S7、二级固液分离:经步骤S6二级水洗后的泥浆再进行固液分离,液相进入污水缓冲池,固相进入土壤堆场进行安全处置。

[0017] 根据本发明的实施例,还可以对本发明作进一步的优化,以下为优化后形成的技术方案:

[0018] 步骤S1对污染土壤按重金属污染程度进行分类:所检测的重金属污染物包括:Pb、Zn、Cd、Hg、Cu及类金属As;重度污染土壤设计为上述六种金属任一种重金属污染物浓度超过环境标准限值5倍以上的土壤;轻度污染土壤为任一浓度在环境标准限值和环境标准限值5倍之间的土壤。

[0019] 步骤S5深度淋洗所用淋洗剂HSJ- γ 化学淋洗剂为复合淋洗剂,包括增效剂和络合剂,增效剂为过硫酸钾、双氧水和ClO₂中的至少一种,络合剂为EDTA、硫脲和乙撑硫脲中的至少一种。

[0020] 优选地,步骤S5中所用的增效剂为过流酸钾,其用量与二级淋洗土壤的质量比为1:100~200;络合剂为EDTA和乙撑硫脲两种,其用量与二级淋洗土壤的质量比例为1:1:50~100。

[0021] 更优选地,步骤S5所述的深度淋洗所用的增效剂和络合剂分先后加入;增效剂加入搅拌反应10min后再加入络合剂,加入络合剂后反应时间为10-15min。

[0022] 优选地,步骤S5深度淋洗总固液为1:3-1:5;步骤S6二级水洗中清水的加入量与淋洗土壤的质量比为1:1-2:1。

[0023] 为解决本发明所要解决的技术问题,对污水缓冲池和絮凝沉淀池中的淋洗废液,重金属回收药剂进行处理,处理完毕后进行固液分离,污水缓冲池得到的清液可回用于S3一级水洗,絮凝沉淀池得到的滤液可回用于S5重新作为深度淋洗剂,滤渣进行后续的资源回收或进行危废填埋。

[0024] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:淋洗装置体积紧凑、占地面积小、自动化程度高,修复处理的效率和效果远高于现有装置,减少了设备投资,降低了土壤修复成本,

减轻了劳动强度。另外,本发明采用先粉碎球磨、二级水洗、二级固液分离、再加深度淋洗的先进工艺,修复效率高、效果好。本发明根据土壤的污染程度,对土壤进行分类处理,既节约了药剂成本和运行成本,又在一定程度上减少了废液量的产生,整个工艺所需的溶液量比传统化浆淋洗要低,从传统1:8~1:10的固液比降低到1:6左右,降低了20%—30%的淋洗液总量。本发明整套工艺中水处理后循环使用,并且二级淋洗产生的废液经化学沉淀处理后,可以回用作为二级淋洗液,回用效率可达60%左右,从而节省了一部分药剂成本,并且避免了对外界环境造成二次污染。

附图说明

[0025] 图1为本发明的结构示意图。

[0026] 图2为本发明的工艺流程图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实例,对本发明做进一步的阐述。

[0028] 如图1所示,一种重金属污染土壤修复设备,包括机架、进料斗、粉碎滚、球磨机、分离筛、一级水洗池、直线振动筛、泥浆缓冲池、渣浆泵、离心机、深度淋洗池、二级水洗池。机架上部设有进料斗,所述进料斗下方设有一对粉碎滚,所述粉碎滚下方设有球磨机。球磨机底部设有分离筛,所述分离筛下方设有一级水洗池,所述一级水洗池下方设有直线振动筛,所述直线振动筛下方设有泥浆缓冲池,所述泥浆缓冲池通过管道、渣浆泵与离心机相连,所述离心机下方设有深度淋洗池,所述深度淋洗池通过水力漩流器与带式压滤机和下方的二级水洗池相连。

[0029] 实施例1

[0030] 如图2所示,上述重金属污染土壤修复设备的修复工艺,包括以下步骤:

[0031] (1) 土壤分类:对某铅污染场地土壤进行三维检测,按污染程度划分为重度污染土壤(Pd平均浓度为3.182mg/g)、轻度污染土壤(Pd平均浓度为1.563mg/g)和未污染土壤(Pd平均浓度为0.391mg/g),并分堆堆放,重度污染土壤和轻度污染土壤进入破碎筛分,未污染土壤直接回填。

[0032] (2) 机械研磨:对受污染土壤进行初步破碎和筛分,将破碎和筛分后土壤通过进料斗放入湿式球磨机中进行机械研磨30min,然后出料过2mm筛,筛上部分进入土壤堆场,筛下部分进连续搅拌池进行一级水洗。

[0033] (3) 一级水洗:步骤S2筛分后的重度污染土壤进入一级水洗池,一级水洗池设计容量为25m³。通过传送带加入2.5m³筛分后的污染土壤,按固液比1:3由清水泵从循环水池抽水加入清水20m³,进水设置自动控制器,到达设定水位后自动停止工作;搅拌罐内大功率高速搅拌电机带动搅拌器使土水充分混合,重度污染土壤结构分散,重度污染土壤表面重金属在水的作用下解吸附进入水体;淋洗15min后打开一级水洗池底部闸门,泥浆进入直线振动筛(筛孔粒径2mm),直线振动筛上较大粒径岩石和岩石碎屑再经高压水枪冲洗,冲洗后较大粒径岩石和岩石碎屑放置一级筛分土壤堆放区,冲洗后的泥浆进入下方的泥浆缓冲池,完成一级水洗。

[0034] (4) 一级固液分离:一级水洗后清洁土壤从筛上转移至土壤堆场,筛下物进入泥浆

缓冲池;渣浆泵将泥浆提升至自动卸料离心机,由高速离心机脱水。

[0035] (5)深度淋洗:脱水后土壤经传送带送至深度淋洗池;由计量泵按质量比1:150先往池内加入过硫酸钾36kg,大功率高速电机带动搅拌器将土壤与增效剂充分混匀;反应10min后,再按质量比1:1:200往池内加入EDTA27.5kg和乙撑硫脲27.5kg,反应10min后打开深度淋洗池底部阀门,泥浆在重力作用下进入水力漩流器。

[0036] (6)二级水洗:调试好的水力漩流器筛选出粒径大于0.075mm土壤,进入二级水洗池,按固液比1:1.5加入清水7.0 m³,充分搅拌,进行二级水洗;小于0.075mm部分随废水一起进入絮凝沉淀池,进行淋洗剂回收利用和清水回用。

[0037] (7)二级固液分离:经二级水洗后再固液分离,液相进入污水缓冲池,经化学沉淀后清液循环回用,固相进入土壤堆场检测后安全填埋(修复效果见表1)。

[0038] 实施例2

[0039] (1)土壤分类:对某铅污染场地土壤进行三维检测,按污染程度划分为重度污染土壤(Pd平均浓度为3.182mg/g)、轻度污染土壤(Pd平均浓度为1.563mg/g)和未污染土壤(Pd平均浓度为0.391mg/g),并分堆堆放,重度污染土壤和轻度污染土壤进入破碎筛分,未污染土壤直接回填。

[0040] (2)机械研磨:对受污染土壤进行初步破碎和筛分,将破碎和筛分后土壤通过进料斗放入湿式球磨机中进行机械研磨30min,然后出料过2mm筛,筛上部分进入土壤堆场,筛下部分进连续搅拌池进行一级水洗。

[0041] (3)一级水洗:步骤S2筛分后的重度污染土壤进入一级水洗池,一级水洗池设计容量为25m³。通过传送带加入2.0m³筛分后的污染土壤,按固液比1:4由清水泵从循环水池抽水加入清水21.5m³,进水设置自动控制器,到达设定水位后自动停止工作;大功率电机搅拌淋洗20min后打开一级水洗池底部闸门,泥浆进入直线振动筛(筛孔粒径2mm),直线振动筛上较大粒径岩石和岩石碎屑再经高压水枪冲洗,冲洗后较大粒径岩石和岩石碎屑放置一级筛分土壤堆放区,冲洗后的泥浆进入下方的泥浆缓冲池,完成一级水洗。

[0042] (4)一级固液分离:一级水洗后清洁土壤从筛上转移至土壤堆场,筛下物进入泥浆缓冲池;渣浆泵将泥浆提升至自动卸料离心机,由高速离心机脱水。

[0043] (5)深度淋洗:脱水后土壤经传送带送至深度淋洗池;由计量泵按质量比1:100先往池内加入30%双氧水40L,大功率高速电机带动搅拌器将土壤与增效剂充分混匀;反应10min后,再按质量比1:1:75往池内加入EDTA57kg和乙撑硫脲57kg作为络合剂,反应10min后打开深度淋洗池底部阀门,泥浆在重力作用下进入水力漩流器。

[0044] (6)二级水洗:调试好的水力漩流器筛选出粒径大于0.075mm土壤,进入二级水洗池,按固液比1:2加入清水7.5 m³,充分搅拌,进行二级水洗;小于0.075mm部分随废水一起进入絮凝沉淀池,进行淋洗剂回收利用和清水回用。

[0045] (7)二级固液分离:经二级水洗后再固液分离,液相进入污水缓冲池,经化学沉淀后清液循环回用,固相进入土壤堆场检测后安全填埋(修复效果见表1)。

[0046] 实施例3

[0047] (1)土壤分类:对某铅污染场地土壤进行三维检测,按污染程度划分为重度污染土壤(Pd平均浓度为3.182mg/g)、轻度污染土壤(Pd平均浓度为1.563mg/g)和未污染土壤(Pd平均浓度为0.391mg/g),并分堆堆放,重度污染土壤和轻度污染土壤进入破碎筛分,未污染

土壤直接回填。

[0048] (2) 机械研磨: 对受污染土壤进行初步破碎和筛分, 将破碎和筛分后土壤通过进料斗放入湿式球磨机中进行机械研磨30min, 然后出料过2mm筛, 筛上部分进入土壤堆场, 筛下部分进连续搅拌池进行一级水洗。

[0049] (3) 一级水洗: 步骤S2筛分后的重度污染土壤进入一级水洗池, 一级水洗池设计容量为25m³。通过传送带加入2.0m³筛分后的污染土壤, 按固液比1:3.5由清水泵从循环水池抽水加入清水19m³, 进水设置自动控制器, 到达设定水位后自动停止工作; 大功率电机搅拌淋洗20min后打开一级水洗池底部闸门, 泥浆进入直线振动筛(筛孔粒径2mm), 直线振动筛上较大粒径岩石和岩石碎屑再经高压水枪冲洗, 冲洗后较大粒径岩石和岩石碎屑放置一级筛分土壤堆放区, 冲洗后的泥浆进入下方的泥浆缓冲池, 完成一级水洗。

[0050] (4) 一级固液分离: 一级水洗后清洁土壤从筛上转移至土壤堆场, 筛下物进入泥浆缓冲池; 渣浆泵将泥浆提升至自动卸料离心机, 由高速离心机脱水。

[0051] (5) 深度淋洗: 脱水后土壤经传送带送至深度淋洗池; 由计量泵按质量比1:200先往池内加入过硫酸钾22kg, 大功率高速电机带动搅拌器将土壤与增效剂充分混匀; 反应15min后, 再按质量比1:1.2:50往池内加入EDTA86kg和乙撑硫脲103kg, 反应15min后打开深度淋洗池底部阀门, 泥浆在重力作用下进入水力旋流器。

[0052] (6) 二级水洗: 调试好的水力旋流器筛选出粒径大于0.075mm土壤, 进入二级水洗池, 按固液比1:1加入清水3.5 m³, 充分搅拌, 进行二级水洗; 小于0.075mm部分随废水一起进入絮凝沉淀池, 进行淋洗剂回收利用和清水回用。

[0053] (7) 二级固液分离: 经二级水洗后再固液分离, 液相进入污水缓冲池, 经化学沉淀后清液循环回用, 固相进入土壤堆场检测后安全填埋(修复效果见表1)。

[0054] 本发明的土壤修复效果如下表所示:

[0055] 表1. 本发明各实施例土壤修复效果

实施例	Pb 的去除率 /%	Pb 的浸出浓度 mg/L	
		原污染土壤	修复后土壤
[0056] 实施例 1	38.2	22.46	0.027
实施例 2	32.7	22.46	0.039
实施例 3	35.3	22.46	0.043

[0057] 表2. 地表水及污水排放标准 (Pb)

[0058]

水质标准	Pb 浓度 mg/L(≤)				
综合污水 GB8978-1996	1.0				
农田灌溉水 GB5084-92	0.1				
地表水 GB3838-2002	I 类	II 类	III类	IV类	V类
	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1

[0059] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

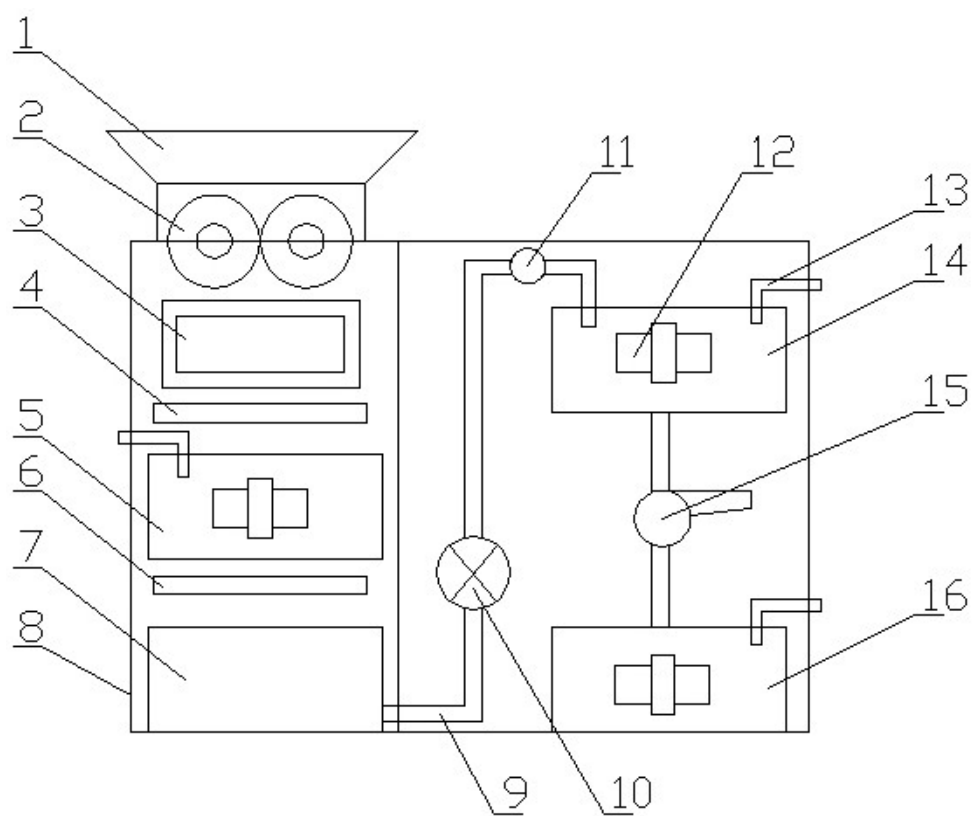


图1

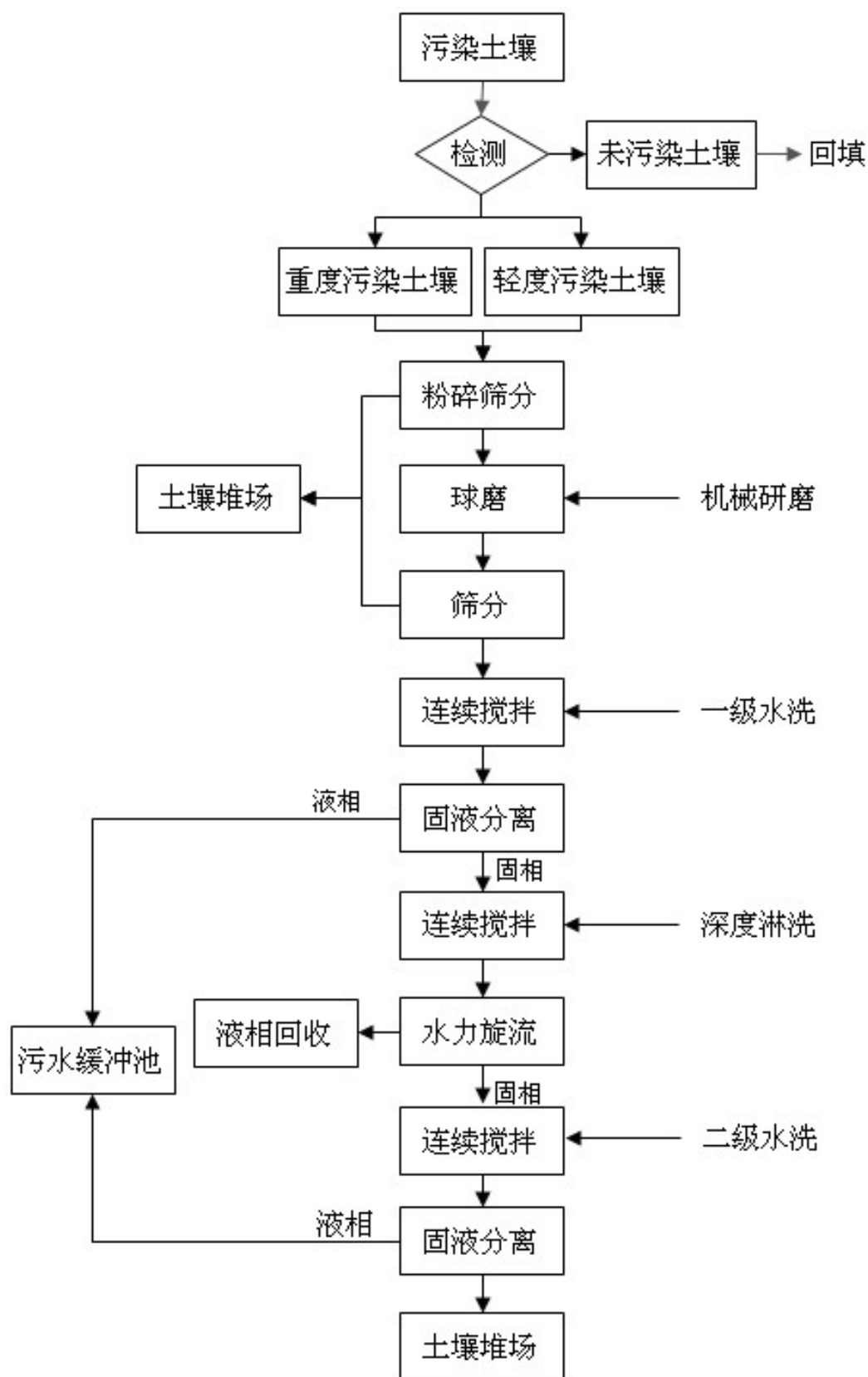


图2