



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104475441 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201410754567. 8

(22) 申请日 2014. 12. 11

(71) 申请人 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  
北京领科时代中心 2 号楼 3 单元

(72) 发明人 李书鹏 杨远强 郭丽莉 刘渊文  
王亚晨 陈伟伟

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11004  
代理人 朱丽岩

(51) Int. Cl.  
B09C 1/02(2006. 01)  
B09C 1/08(2006. 01)

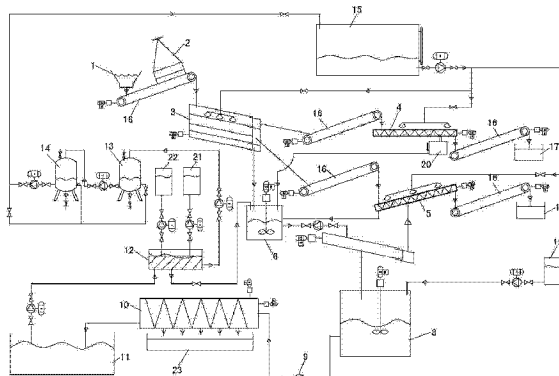
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

## (54) 发明名称

一种基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统及其方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统及其方法,本淋洗修复系统包括顺次相连的四大模块单元:进料筛分单元、矿洗单元、污泥脱水单元以及尾端的污水处理回用单元。通过淋洗将粗颗粒表面的污染物洗脱、转移、浓缩至压滤后的泥饼中,可实现污染土壤中含污细粒与砾石、砂砾等粗颗粒的有效分离。修复后出料的清洁砾石和砂砾可作为建材直接进行资源化回用,该系统以纯水为淋洗液,避免了因化学淋洗剂的添加而造成的二次污染,且淋洗液经尾端污水处理系统处置后可实现循环回用。不仅实现了污染土壤修复的减量化,大大降低综合修复成本,而且可实现对淋洗出料的资源化回用,在修复污染土壤的同时,创造新的盈利点。



1. 一种基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统,其特征在于:所述的淋洗修复系统包括顺次相连的四大模块单元:进料筛分单元、矿洗单元、污泥脱水单元以及尾端的污水处理回用单元;所述进料筛分单元包括顺次相连的料仓(1)、电磁除铁器(2)及三级湿法振动筛(3);所述矿洗单元包括:滚筒洗石机(4)、螺旋洗砂机(5)、第一泥浆暂存池(6)、高频振动筛(7)及第二泥浆暂存池(8),滚筒洗石机(4)和螺旋洗砂机(5)的前端分别与三级湿法振动筛(3)连接,滚筒洗石机(4)和螺旋洗砂机(5)的后端分别与第一泥浆暂存池(6)连接,第一泥浆暂存池(6)、高频振动筛(7)及第二泥浆暂存池(8)顺次相连;所述污泥脱水单元包括顺次相连的气动隔膜泵(9)、板框压滤机(10)及污水缓冲池(11),气动隔膜泵(9)连接第二泥浆暂存池(8);所述污水处理回用单元包括顺次相连的斜管沉淀池(12)、石英砂过滤罐(13)、活性炭吸附罐(14)及回用水箱(15),斜管沉淀池(12)与污水缓冲池(11)连接,回用水箱(15)通过管道连接三级湿法振动筛(3)、滚筒洗石机(4)及螺旋洗砂机(5)。

2. 如权利要求1所述的基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统,其特征在于:所述料仓(1)用于污染土暂存及系统上料,顶部上料口安装有孔径为100mm的筛网,用以阻挡大石块进入淋洗修复系统,所述料仓(1)侧壁配备破拱电机及平板震动器,防止下料堵塞;所述电磁除铁器(2)用于清除和回收上料污染土中的废铁,所述电磁除铁器(2)为干式,其励磁线圈散热方式为自然冷却式;所述三级湿法振动筛(3)自上而下由孔径为别为10mm、5mm和2mm的三面筛网组成,所述三级湿法振动筛(3)上部自带高压喷淋系统,通过水力切割及机械振动实现污染土壤湿法筛分及初级淋洗。

3. 如权利要求1所述的基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统,其特征在于:所述滚筒洗石机(4)用于>10mm砾石的淋洗,依靠砾石与水流、砾石与设备内壁以及砾石间相互的摩擦来实现砾石与其表面含污细粒的分离;所述螺旋洗砂机(5)用于>1mm砂砾的淋洗,依靠砂砾与水流、砂砾与搅笼以及砂砾间相互的摩擦来实现沙砾与其表面含污细粒的分离,并实现清洁砂砾推送出料和脱水;所述第一泥浆暂存池(6)用于汇流和暂存三级震动筛(3)筛下泥浆、经洗石机(4)和洗砂机(5)淋洗后的溢流泥浆,所述第一泥浆暂存池(6)内配备搅拌机及一台以上的渣浆泵;所述高频振动筛(7)孔径为1mm,用于从第一泥浆暂存池(6)内泵送上来泥浆粗料和泥浆液的分离,筛上物落入螺旋洗砂机(5),粒径<1mm的筛下泥浆液进入第二泥浆暂存池(8),第二泥浆暂存池(8)上方设有第一加药装置(19),第二泥浆暂存池(8)与第一加药装置(19)之间的管道上安有计量泵。

4. 如权利要求1所述的基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统,其特征在于:所述气动隔膜泵(9)用于向板框压滤机(10)内泵送泥浆第二泥浆暂存池(8)内含污细粒泥浆,所述气动隔膜泵(9)配有空压机作为其气源动力;所述板框压滤机(10)用于含污泥浆的浓缩与脱水,压滤机(10)的水相出口连接有污水缓冲池(11);所述污水缓冲池(11)经污水泵连接至后续污水处理单元。

5. 如权利要求1所述的基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统,其特征在于:所述斜管沉淀池(12)分别连接第二加药装置(21)和第三加药装置(22),斜管沉淀池(12)和第二加药装置(21)、第三加药装置(22)之间的管道上都安有计量泵;所述斜管沉淀池(12)底部集泥斗经污泥管道连接至第一泥浆暂存池(6);所述回用水箱(15)用以存储经沉淀、过滤、吸附处置后的清洁水,所述回用水箱(15)内配备潜水泵,连接至三级湿法振动筛(3)、滚筒洗石机(4)及螺旋洗砂机(5)。

6. 一种利用如权利要求 1-5 任一项所述的土壤淋洗修复系统进行土壤淋洗修复的方法,其特征在於:所述方法的具体步骤如下:

(a) 进料筛分:

污染土壤从料仓(1)进料,然后经过皮带输送机进入电磁除铁器(2),除去污染土中的废铁和磁性颗粒,再由皮带输送机进入三级湿法振动筛(3),三级湿法振动筛(3)上方的高压喷淋系统喷淋由回用水箱(15)中过来的回用水对污染土壤进行初级冲洗,三级湿法振动筛(3)产生的泥浆水进入第一泥浆暂存池(6);

(b) 矿洗:

经过三级湿法振动筛(3)初级淋洗和筛滤后,粒径大于 10mm 的砾石进入滚筒洗石机(4),砾石受连续螺旋叶片翻滚、推挤及物料间相互磨擦作用,表面吸附的细颗粒和污染物被洗脱进入淋洗浆液,经泵抽提进入第一泥浆暂存池(6),清洗干净的砾石经皮带输送机输送进入含水砾石池(17),含水砾石池(17)中沥出液进入第一泥浆暂存池(6);粒径为 1-10mm 的砂砾进入螺旋洗砂机(5),洗净的砂砾经皮带输送机输送进入含水粗砂池(18),沥出液进入第一泥浆暂存池(6);滚筒洗石机(4)和螺旋洗砂机(5)上方都有来自回用水箱(15)的回用水对砾石和沙砾进行冲洗,产生的泥浆水都进入第一泥浆暂存池(6);第一泥浆暂存池(6)内的泥浆经渣浆泵送至孔径为 1mm 的高频振动筛(7),粒径大于 1mm 的筛上物进入螺旋洗砂机(5),经摩擦清洗后出料至含水粗砂池(18);粒径小于 1mm 的浆液透过筛孔进入第二泥浆暂存池(8);

(c) 污泥脱水:

粒径小于 1mm 的浆液经第二泥浆暂存池(8)分离后,上层污水进入污水缓冲池(11),下层泥浆经气动隔膜泵(9)进入板框压滤机(10),在隔膜泵的强压力推送挤压下水分经滤布过滤后外排进入污水缓冲池(11),细粒脱水后被压滤成泥饼;

(d) 污水处理回用:

污水缓冲池(11)中的污水经污水泵打入斜管沉淀池(12),经沉淀后的上层污水进入石英砂过滤罐(13)过滤掉石英砂,再进入活性炭吸附罐(14)进行吸附,得到的清洁水进入回用水箱(15);斜管沉淀池(12)底部污泥进入第一泥浆暂存池(6),回用水箱(15)内配备潜水泵,连接至三级湿法振动筛(3)、滚筒洗石机(4)及螺旋洗砂机(5)。

7. 如权利要求 6 所述的土壤淋洗修复的方法,其特征在於:步骤(b)中,第二泥浆暂存池(8)上方设有第一加药装置(19),第二泥浆暂存池(8)与第一加药装置(19)之间的管道上安有计量泵,第一加药装置(19)内装有絮凝剂,絮凝剂通过计量泵加入到第二泥浆暂存池(8)中,使里面的污泥进行絮凝、聚集沉淀。

8. 如权利要求 6 所述的土壤淋洗修复的方法,其特征在於:步骤(d)中,所述斜管沉淀池(12)分别连接第二加药装置(21)和第三加药装置(22),斜管沉淀池(12)和第二加药装置(21)、第三加药装置(22)之间的管道上都安有计量泵;第二加药装置(21)中装有硫酸,第三加药装置(22)中装有聚合氯化铝,硫酸和聚合氯化铝分别通过计量泵加入到斜管沉淀池(12)中使其中的污泥沉淀。

## 一种基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土壤修复技术,尤其针对粗颗粒含量较高污染土壤的淋洗修复,具体涉及一种基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统及其方法。

### 背景技术

[0002] 根据环保部和国土资源部联合发布的全国土壤污染状况调查公报,我国污染土壤面积高达 16%,且随着我国工业化、城市化进程的不断加快和产业结构的深度调整,我国土壤和地下水污染问题将变得日益突出。尤其是城市“退二进三”、“退城进园”过程中产生的大量退役工业场地。这些场地往往占据着城市中有价值的位置,随着城市化进程的推进,将来会成为商业用地。但大部分退役工业场地都存在较重的土壤及地下水污染,为消除这些污染场地的环境风险和健康的威胁,需要对污染土壤进行修复。

[0003] 污染土壤修复技术与装备研究起步于 20 世纪 70 年代后期,美国、荷兰、英国、日本等国在污染土壤修复研究领域起步较早,在物理修复、化学修复和生物修复方面均取得显著进展,目前已形成较为成熟的技术体系,并拥有较多的工程化成功应用案例。土壤淋洗因其快速高效、处理量大且成本低廉等特点而在国外受到欢迎并被广泛采用,成为二十世纪末美国环保署推荐使用的土壤修复方法之一。根据处理方式不同可分为原位淋洗和异位淋洗。原位淋洗法是直接将淋洗剂注入土壤中,在下游将淋洗液抽提出土壤表面,然后对淋洗液进行处理,如此持续进行,直到土壤环境质量达到相关标准。异位淋洗是将污染土壤挖掘出,投入淋洗设备中,采用淋洗液清洗去除或转移浓缩土壤中的污染物,最后处理含污染物的淋洗液或减量后的浓缩泥饼。该技术可用于重金属污染土壤以及多环芳烃、多氯联苯、有机氯农药等持久性有机污染土壤的修复治理。

[0004] 然而国内工程化土壤修复起步较晚,最早见于报道的案例始于 2007 年。目前,国内应用相对成熟和普遍的土壤修复技术包括阻隔填埋、固化稳定化、常温解吸、水泥窑焚烧、氧化还原等。截至目前,国内尚无土壤淋洗工程化应用成功案例,所开发的土壤淋洗技术及设备也都针对实验室小试或中试研究。

### 发明内容

[0005] 为缓解国内现有土壤修复技术及装备中的不足现状,推进土壤淋洗在国内的工程化应用,本发明提供一种基于“减量浓缩”设计理念的土壤淋洗修复系统及其方法。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

本发明的基于减量浓缩设计理念的土壤淋洗修复系统包括顺次相连的四大模块单元:进料筛分单元、矿洗单元、污泥脱水单元以及尾端的污水处理回用单元;所述进料筛分单元包括顺次相连的料仓、电磁除铁器及三级湿法振动筛;所述矿洗单元包括:滚筒洗石机、螺旋洗砂机、第一泥浆暂存池、高频振动筛及第二泥浆暂存池,滚筒洗石机和螺旋洗砂机的前端分别与三级湿法振动筛连接,滚筒洗石机和螺旋洗砂机的后端分别与第一泥浆暂存池连接,第一泥浆暂存池、高频振动筛及第二泥浆暂存池顺次相连;所述污泥脱水单元包括顺次

相连的气动隔膜泵、板框压滤机及污水缓冲池,气动隔膜泵连接第二泥浆暂存池;所述污水处理回用单元包括顺次相连的斜管沉淀池、石英砂过滤罐、活性炭吸附罐及回用水箱,斜管沉淀池与污水缓冲池连接,回用水箱通过管道连接三级湿法振动筛、滚筒洗石机及螺旋洗砂机。

[0007] 所述料仓用于污染土暂存及系统上料,顶部上料口安装有孔径为 100mm 的筛网,用以阻挡大石块进入淋洗修复系统,所述料仓侧壁配备破拱电机及平板震动器,防止下料堵塞;所述电磁除铁器用于清除和回收上料污染土中的废铁,所述电磁除铁器为干式,其励磁线圈散热方式为自然冷却式;所述三级湿法振动筛自上而下由孔径为别为 10mm、5mm 和 2mm 的三面筛网组成,所述三级湿法振动筛上部自带高压喷淋系统,通过水力切割及机械振动实现污染土壤湿法筛分及初级淋洗。

[0008] 所述滚筒洗石机用于 >10mm 砾石的淋洗,依靠砾石与水流、砾石与设备内壁以及砾石间相互的摩擦来实现砾石与其表面含污细粒的分离;所述螺旋洗砂机用于 >1mm 砂砾的淋洗,依靠砂砾与水流、砂砾与搅笼以及砂砾间相互的摩擦来实现砂砾与其表面含污细粒的分离,并实现清洁砂砾推送出料和脱水;所述第一泥浆暂存池用于汇流和暂存三级震动筛筛下泥浆、经洗石机和洗砂机淋洗后的溢流泥浆,所述第一泥浆暂存池内配备搅拌机及一台以上的渣浆泵;所述高频振动筛孔径为 1mm,用于从第一泥浆暂存池内泵送上来泥浆粗料和泥浆液的分选,筛上物落入螺旋洗砂机,粒径 <1mm 的筛下泥浆液进入第二泥浆暂存池,第二泥浆暂存池上方设有第一加药装置,第二泥浆暂存池与第一加药装置之间的管道上安有计量泵。

[0009] 所述气动隔膜泵用于向板框压滤机内泵送泥浆第二泥浆暂存池内含污细粒泥浆,所述气动隔膜泵配有空压机作为其气源动力;所述板框压滤机用于含污泥浆的浓缩与脱水,压滤机的水相出口连接有污水缓冲池;所述污水缓冲池经污水泵连接至后续污水处理单元。

[0010] 所述斜管沉淀池分别连接第二加药装置和第三加药装置,斜管沉淀池和第二加药装置、第三加药装置之间的管道上都安有计量泵;所述斜管沉淀池底部集泥斗经污泥管道连接至第一泥浆暂存池;所述回用水箱用以存储经沉淀、过滤、吸附处置后的清洁水,所述回用水箱内配备潜水泵,连接至三级湿法振动筛、滚筒洗石机及螺旋洗砂机。

[0011] 本发明的土壤淋洗修复系统进行土壤淋洗修复的方法的具体步骤如下:

(a) 进料筛分:

污染土壤从料仓进料,然后经过皮带输送机进入电磁除铁器,除去污染土中的废铁和磁性颗粒,再由皮带输送机进入三级湿法振动筛,三级湿法振动筛上方的高压喷淋系统喷淋由回用水箱中过来的回用水对污染土壤进行初级冲洗,三级湿法振动筛产生的泥浆水进入第一泥浆暂存池;

(b) 矿洗:

经过三级湿法振动筛初级淋洗和筛滤后,粒径大于 10mm 的砾石进入滚筒洗石机,砾石受连续螺旋叶片翻滚、推挤及物料间相互磨擦作用,表面吸附的细颗粒和污染物被洗脱进入淋洗浆液,经泵抽提进入第一泥浆暂存池,清洗干净的砾石经皮带输送机输送进入含水砾石池,含水砾石池中沥出液进入第一泥浆暂存池;粒径为 1-10mm 的砂砾进入螺旋洗砂机,洗净的砂砾经皮带输送机输送进入含水粗砂池,沥出液进入第一泥浆暂存池;滚筒洗石

机和螺旋洗砂机上方都有来自回用水箱的回用水对砾石和沙砾进行冲洗,产生的泥浆水都进入第一泥浆暂存池;第一泥浆暂存池内的泥浆经渣浆泵送至孔径为 1mm 的高频振动筛,粒径大于 1mm 的筛上物进入螺旋洗砂机,经摩擦清洗后出料至含水粗砂池;粒径小于 1mm 的浆液透过筛孔进入第二泥浆暂存池;

(c) 污泥脱水:

粒径小于 1mm 的浆液经第二泥浆暂存池分离后,上层污水进入污水缓冲池,下层泥浆经气动隔膜泵进入板框压滤机,在隔膜泵的强压力推送挤压下水分经滤布过滤后外排进入污水缓冲池,细粒脱水后被压滤成泥饼;

(d) 污水处理回用:

污水缓冲池中的污水经污水泵打入斜管沉淀池,经沉淀后的上层污水进入石英砂过滤罐过滤掉石英砂,再进入活性炭吸附罐进行吸附,得到的清洁水进入回用水箱;斜管沉淀池底部污泥进入第一泥浆暂存池,回用水箱内配备潜水泵,连接至三级湿法振动筛、滚筒洗石机及螺旋洗砂机。

[0012] 步骤(b)中,第二泥浆暂存池上方设有第一加药装置,第二泥浆暂存池与第一加药装置之间的管道上安有计量泵,第一加药装置内装有絮凝剂,絮凝剂通过计量泵加入到第二泥浆暂存池中,使里面的污泥进行絮凝、聚集沉淀。

[0013] 步骤(d)中,所述斜管沉淀池分别连接第二加药装置和第三加药装置,斜管沉淀池和第二加药装置、第三加药装置之间的管道上都安有计量泵;第二加药装置中装有硫酸,第三加药装置中装有聚合氯化铝,硫酸和聚合氯化铝分别通过计量泵加入到斜管沉淀池中使其中的污泥沉淀。

[0014] 所述的土壤淋洗修复系统,经洗石机和洗砂机淋洗后砾石和砂砾表面吸附、粘着的细粒和污染物已被洗脱、转移浓缩至压滤后的泥饼中,出料砾石和砂砾清洁达标。

[0015] 所述的土壤淋洗修复系统,工艺用水为清水,无任何淋洗剂添加。

[0016] 所述的土壤淋洗修复系统,经淋洗修复后污染物总量并未改变,只是将其转移、富集浓缩至脱水后的泥饼中,减小了需最终处置的污染土壤体积。

[0017] 本发明的积极效果如下:

本发明的土壤淋洗修复系统可工程应用,适用于含多种污染物土壤的淋洗修复,尤其适用于粗颗粒含量较高污染土壤的淋洗修复,现已经规模化应用于东北某化工集团污染场地修复项目。

[0018] 本发明的土壤淋洗修复系统是一种快速淋洗修复系统,物料在系统内的停留时间极短,可大幅提高系统产能和修复效率。

[0019] 本发明的土壤淋洗修复系统以纯水为淋洗液,避免了因化学淋洗剂的添加而造成的二次污染;且淋洗液经尾端污水处理系统处置后可实现循环回用,整个系统运行过程中无污水外排。

[0020] 本发明的土壤淋洗修复系统修复后出料的清洁砾石和砂砾可作为建材进行资源化,在修复污染土壤的同时,创造新的盈利点,为污染土壤的修复与处置提供了一种新思路。

[0021] 本发明的土壤淋洗修复系统实现控制自动化,全过程无需大量的人力投入,每个班组仅需 2-3 名生产操作人员。

[0022] 本发明的土壤淋洗修复系统不仅实现了污染土壤修复的减量化,大大降低综合修复成本,而且可实现对淋洗出料的资源化回用(砾石、砂砾等粗颗粒),在修复污染土壤的同时,创造新的盈利点,为污染土壤的修复与处置提供了一种新思路。

[0023] 现有技术是把土里的污染物全部洗净去除,而本发明的土壤淋洗修复系统是把土里的污染物转移浓缩到泥里。泥饼为快速淋洗修复系统,物料在系统内的停留时间极短,可大幅提高系统产能和修复效率。以纯水为淋洗液,避免了因化学淋洗剂的添加而造成的二次污染;且淋洗液经尾端污水处理系统处置后可实现循环回用,整个系统运行过程中无污水外排。

[0024] 本发明的土壤淋洗修复系统由于不需要化学淋洗的反应,因此停留时间较短,快速修复后出料的清洁砾石和砂砾可作为建材进行资源化,在修复污染土壤的同时,创造新的盈利点。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的土壤淋洗修复系统的示意图。

[0026] 1料仓、2电磁除铁器、3三级湿法振动筛、4滚筒洗石机、5螺旋洗砂机、6第一泥浆暂存池、7高频振动筛、8第二泥浆暂存池、9气动隔膜泵、10板框压滤机、11污水缓冲池、12斜管沉淀池、13石英砂过滤罐、14活性炭吸附罐、15回用水箱、16皮带输送机、17含水砾石池、18含水粗砂池、19第一加药装置、20集水箱、21第二加药装置、22第三加药装置、23待处理泥饼暂存装置。

## 具体实施方式

[0027] 下面的实施例是对本发明的进一步详细描述。

[0028] 如附图1示,本发明的土壤淋洗修复系统包括顺次相连的四大模块单元:进料筛分单元、矿洗单元、污泥脱水单元以及尾端的污水处理回用单元;所述进料筛分单元包括顺次相连的料仓1、电磁除铁器2及三级湿法振动筛3;所述矿洗单元包括:滚筒洗石机4、螺旋洗砂机5、第一泥浆暂存池6、高频振动筛7及第二泥浆暂存池8,滚筒洗石机4和螺旋洗砂机5的前端分别与三级湿法振动筛3连接,滚筒洗石机4和螺旋洗砂机5的后端分别与泥浆暂存池6连接,第一泥浆暂存池6、高频振动筛7及第二泥浆暂存池8顺次相连;所述污泥脱水单元包括顺次相连的气动隔膜泵9、板框压滤机10及污水缓冲池11,气动隔膜泵9连接第二泥浆暂存池8;所述污水处理回用单元包括顺次相连的斜管沉淀池12、石英砂过滤罐13、活性炭吸附罐14及回用水箱15,斜管沉淀池12与污水缓冲池11连接,回用水箱15通过管道连接三级湿法振动筛3、滚筒洗石机4及螺旋洗砂机5。

[0029] 所述料仓1用于污染土暂存及系统上料,顶部上料口安装有孔径为100mm的筛网,用以阻挡大石块进入淋洗修复系统,所述料仓1侧壁配备破拱电机及平板震动器,防止下料堵塞;所述电磁除铁器2用于清除和回收上料污染土中的废铁,所述电磁除铁器2为干式,其励磁线圈散热方式为自然冷却式;所述三级湿法振动筛3自上而下由孔径为别为10mm、5mm和2mm的三面筛网组成,所述三级湿法振动筛3上部自带高压喷淋系统,通过水力切割及机械振动实现污染土壤湿法筛分及初级淋洗。

[0030] 所述滚筒洗石机4用于>10mm砾石的淋洗,依靠砾石与水流、砾石与设备内壁以及

砾石间相互的摩擦来实现砾石与其表面含污细粒的分离；所述螺旋洗砂机 5 用于 >1mm 砂砾的淋洗，依靠砂砾与水流、砂砾与搅笼以及砂砾间相互的摩擦来实现砂砾与其表面含污细粒的分离，并实现清洁砂砾推送出料和脱水；所述第一泥浆暂存池 6 用于汇流和暂存三级震动筛 3 筛下泥浆、经洗石机 4 和洗砂机 5 淋洗后的溢流泥浆，所述第一泥浆暂存池 6 内配备搅拌机及一台以上的渣浆泵；所述高频振动筛 7 孔径为 1mm，用于从第一泥浆暂存池 6 内泵送上来泥浆粗料和泥浆液的分离，筛上物落入螺旋洗砂机 5，粒径 <1mm 的筛下泥浆液进入第二泥浆暂存池 8，第二泥浆暂存池 8 上方设有第一加药装置 19，第二泥浆暂存池 8 与第一加药装置 19 之间的管道上安有计量泵。

[0031] 所述气动隔膜泵 9 用于向板框压滤机 10 内泵送泥浆第二泥浆暂存池 8 内含污细粒泥浆，所述气动隔膜泵 9 配有空压机作为其气源动力；所述板框压滤机 10 用于含污泥浆的浓缩与脱水，压滤机 10 的水相出口连接有污水缓冲池 11；所述污水缓冲池 11 经污水泵连接至后续污水处理单元。

[0032] 所述斜管沉淀池 12 分别连接第二加药装置 21 和第三加药装置 22，斜管沉淀池 12 和第二加药装置 21、第三加药装置 22 之间的管道上都安有计量泵；所述斜管沉淀池 12 底部集泥斗经污泥管道连接至第一泥浆暂存池 6；所述回用水箱 15 用以存储经沉淀、过滤、吸附处置后的清洁水，所述回用水箱 15 内配备潜水泵，连接至三级湿法振动筛 3、滚筒洗石机 4 及螺旋洗砂机 5。

[0033] 本发明的土壤淋洗修复系统进行土壤淋洗修复的方法的具体步骤如下：

(a) 进料筛分：

污染土壤从料仓 1 进料，然后经过皮带输送机进入电磁除铁器 2，除去污染土中的废铁和磁性颗粒，再由皮带输送机进入三级湿法振动筛 3，三级湿法振动筛 3 上方的高压喷淋系统喷淋由回用水箱 15 中过来的回用水对污染土壤进行初级冲洗，三级湿法振动筛 3 产生的泥浆水进入第一泥浆暂存池 6；

(b) 矿洗：

经过三级湿法振动筛 3 初级淋洗和筛滤后，粒径大于 10mm 的砾石进入滚筒洗石机 4，砾石受连续螺旋叶片翻滚、推挤及物料间相互磨擦作用，表面吸附的细颗粒和污染物被洗脱进入淋洗浆液，经泵抽提进入第一泥浆暂存池 6，清洗干净的砾石经皮带输送机输送进入含水砾石池 17，含水砾石池 17 中沥出液进入第一泥浆暂存池 6；粒径为 1-10mm 的砂砾进入螺旋洗砂机 5，洗净的砂砾经皮带输送机输送进入含水粗砂池 18，沥出液进入第一泥浆暂存池 6；滚筒洗石机 4 和螺旋洗砂机 5 上方都有来自回用水箱 15 的回用水对砾石和砂砾进行冲洗，产生的泥浆水都进入第一泥浆暂存池 6；第一泥浆暂存池 6 内的泥浆经渣浆泵送至孔径为 1mm 的高频振动筛 7，粒径大于 1mm 的筛上物进入螺旋洗砂机 5，经摩擦清洗后出料至含水粗砂池 18；粒径小于 1mm 的浆液透过筛孔进入第二泥浆暂存池 8；

(c) 污泥脱水：

粒径小于 1mm 的浆液经第二泥浆暂存池 8 分离后，上层污水进入污水缓冲池 11，下层泥浆经气动隔膜泵 9 进入板框压滤机 10，在隔膜泵的强压力推送挤压下水分经滤布过滤后外排进入污水缓冲池 11，细粒脱水后被压滤成泥饼；

(d) 污水处理回用：

污水缓冲池 11 中的污水经污水泵打入斜管沉淀池 12，经沉淀后的上层污水进入石英



砂过滤罐 13 过滤掉石英砂,再进入活性炭吸附罐 14 进行吸附,得到的清洁水进入回用水箱 15;斜管沉淀池 12 底部污泥进入泥浆暂存池 6,回用水箱 15 内配备潜水泵,连接至三级湿法振动筛 3、滚筒洗石机 4 及螺旋洗砂机 5。

[0034] 步骤(b)中,第二泥浆暂存池 8 上方设有第一加药装置 19,第二泥浆暂存池 8 与第一加药装置 19 之间的管道上安有计量泵,第一加药装置 19 内装有絮凝剂,絮凝剂通过计量泵加入到第二泥浆暂存池 8 中,使里面的污泥进行絮凝、聚集沉淀。

[0035] 步骤(d)中,所述斜管沉淀池 12 分别连接第二加药装置 21 和第三加药装置 22,斜管沉淀池 12 和第二加药装置 21、第三加药装置 22 之间的管道上都安有计量泵;第二加药装置 21 中装有硫酸,第三加药装置 22 中装有聚合氯化铝,硫酸和聚合氯化铝分别通过计量泵加入到斜管沉淀池 12 中使其中的污泥沉淀。

[0036] 实施例 1

东北某化工集团污染场地修复项目。该项目场地由填海造地而成,浅部地层岩性主要由碎石、回填渣土及部分粘土组成,局部为水泥地面、建筑垃圾、淤泥质土等。该场地土壤主要污染物为以砷为代表的 3 种重金属和以苯并(a)芘为代表的 7 种多环芳烃,需修复污染土方量为 27.9 万方,采用本发明的土壤淋洗系统进行修复。土壤淋洗设备系统在正常负荷情况下,平均处理效率为 15 方/小时。系统具体运行过程如图 1 所示。

[0037] 经预处理去除大石块(>100mm)的污染土壤从进料仓 1 上料,由传送带传输进入电磁除铁器 2,经安装在进料传输带上方的电磁除铁器 2 回收污染土中的废铁和磁性颗粒。

[0038] 污染土壤经传送带传输至三级湿法振动筛 3,振动筛自上而下由孔径为分别为 10mm、5mm 和 2mm 的三面筛网组成,振动筛上方自带的喷头可喷淋高压淋洗工艺水。在振动筛的物理振动、摩擦及高压喷淋水流的切割作用下,污染土形成泥浆混合物,可实现土壤粗颗粒和细颗粒的湿法分离。

[0039] 经过初级淋洗和筛滤后,粒径大于 10mm 的砾石进入滚筒洗石机 4,砾石受连续螺旋叶片翻滚、推挤及物料间相互磨擦作用,表面吸附的细颗粒和污染物被洗脱进入淋洗浆液,通过集水箱 20 经泵抽提进入第一泥浆暂存池 6,清洗干净的砾石经传送带输送进入含水砾石池 17。

[0040] 经初级淋洗和筛滤后,粒径为 1-10mm 的砂砾进入螺旋洗砂机 5。洗砂机在倾斜的水槽下部形成沉淀池,螺旋头部没入沉淀池内,沉淀池底部给入清洗水,在绞笼内完成砂砾的清洗和脱水。洗净的砂砾经传送带输送进入含水粗砂池 18,淋洗浆液进入第一泥浆暂存池 6。

[0041] 第一泥浆暂存池 6 用于汇流和暂存淋洗泥浆,池内泥浆有三个来源,分别为:三级湿法振动筛 3 沥下泥浆、滚筒洗石机 4 漏下的泥浆以及经螺旋洗砂机 5 溢流的泥浆。第一泥浆暂存池 6 内配备搅拌机及一台以上的渣浆泵,池内泥浆经渣浆泵送至孔径为 1mm 的高频振动筛 7,粒径大于 1mm 的筛上物进入螺旋洗砂机 5,在绞笼内与 1-10mm 的砂砾混合,经摩擦清洗后出料至含水粗砂池 18;粒径小于 1mm 的浆液透过筛孔进入第二泥浆暂存池 8,经隔膜泵 9 抽提进入板框压滤机 10。

[0042] 经高频筛 7 过滤后,粒径 <1mm 的淋洗泥浆经隔膜泵 9 推送进入板框压滤机 10。板框压滤机 10 是悬浮液固、液两相分离的设备,在隔膜泵 9 的强压力推送挤压下水分经滤布过滤后外排进入污水缓冲池 11,细粒脱水后被压滤成泥饼。

[0043] 压滤出的水相进入污水缓冲池 11, 之后经污水处理单元处理后实现循环回用。污水处理单元包含三个单体: 斜管沉淀池 12 (含酸碱调节剂及絮凝剂添加系统)、石英砂过滤罐 13、活性炭吸附罐 14。经污水处理系统沉淀、过滤、吸附后的水体水质可满足回用要求, 排放至回用水箱 15, 重新用于淋洗工艺生产。斜管沉淀池 12 底部集泥斗内沉淀污泥经管道连接至第一泥浆暂存池 6, 并最进入压滤后的泥饼中。

[0044] 污染土壤经本淋洗修复系统处置后, 出料共分为 5 类, 分别为磁选组分、砾石、砂砾、泥饼和淋洗污水。

[0045] 经土壤淋洗系统产生的磁选组分可直接进行资源利用。其中磁选出的金属杂物进行废品回收, 含铁矿渣进行资源化回用(可用作冶炼原料或水泥生料)。

[0046] 经土壤淋洗系统产生、验收合格的砾石(10-100mm)和砂砾(1-10mm)其使用性质不受限制或影响, 可直接进行场内回填, 或者作为建材进行资源化回用。

[0047] 经土壤淋洗系统产生的浓缩、富集污染物的泥饼, 依据其污染性质进行最终处置: 对重金属污染的泥饼进行固化/稳定化处理, 对含多环芳烃染的泥饼进行水泥窑焚烧等热处理。

[0048] 本套土壤淋洗系统污水经尾端的污水处理系统处置达标后可实现循环回用, 一方面减少了系统的耗水量, 降低修复成本; 另一方面, 避免了污水的排放, 不给环境带来新的污染负荷, 实现了经济效益和环境效益的双赢。

[0049] 经土壤淋洗系统产生的浓缩、富集污染物的泥饼, 依据其污染性质进行最终处置: 对重金属污染的泥饼进行固化/稳定化处理, 对含多环芳烃染的泥饼进行水泥窑焚烧等热处理。本实施例中经土壤淋洗修复系统减量浓缩后的泥饼质量仅占进料污染土的 20% 左右, 即本套土壤淋洗修复系统可对该场地污染土壤实现 80% 左右的减量化。

[0050] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例, 对于本领域的普通技术人员而言, 可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型, 本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

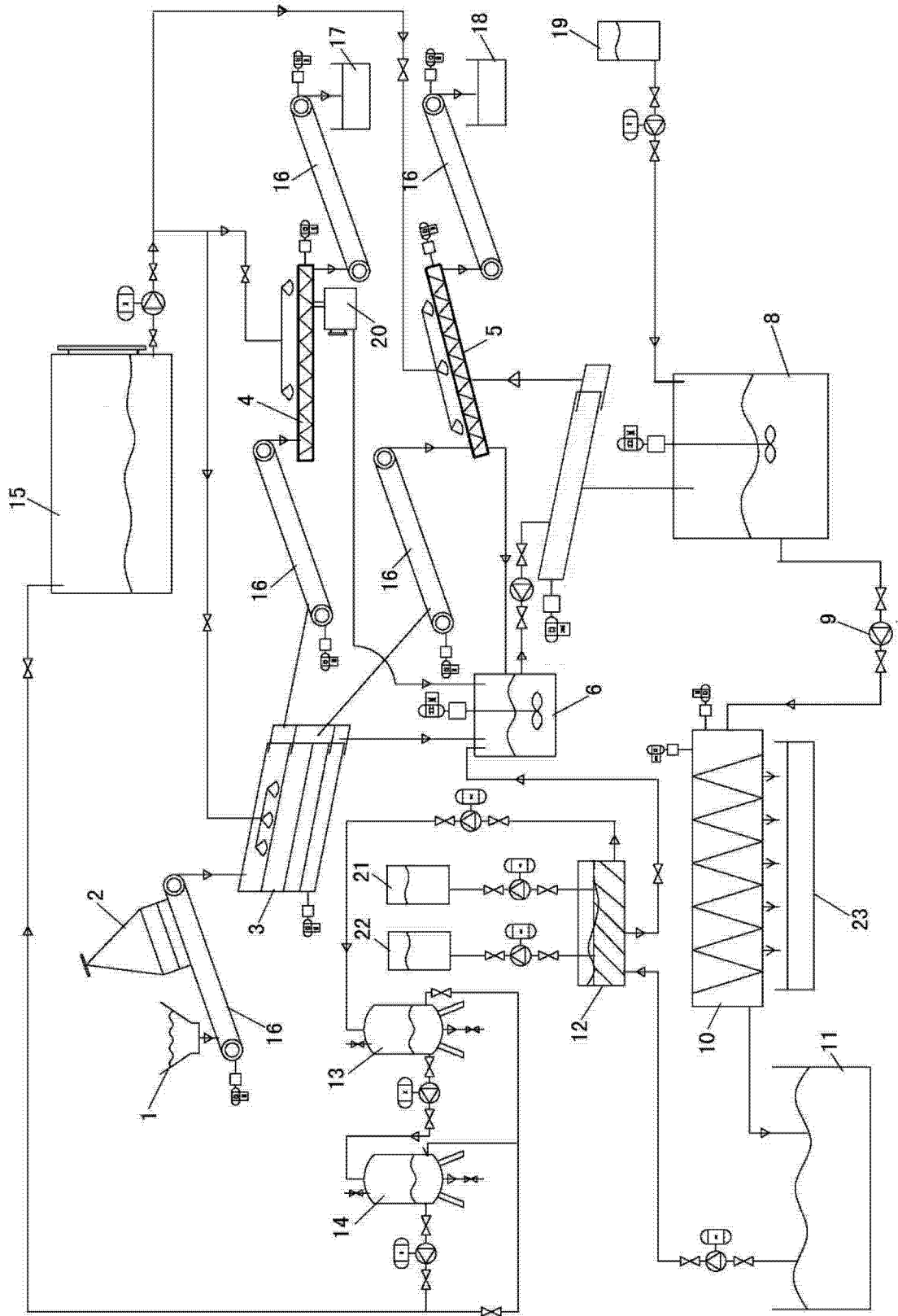


图 1