(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211464271 U
(45)授权公告日 2020.09.11

(21)申请号 201922191410.X

(22)申请日 2019.12.03

(73)专利权人 上海康恒环境修复有限公司
地址 201703 上海市青浦区赵巷镇沪青平公路3398号1幢1层P区159室

(72)发明人 刘继东 郑阳 刘荣琴 余湛 陈俊杰 张章 李奉才 胡佳晨 王欢 王湘徽

(74)专利代理机构 上海新天专利代理有限公司 31213
代理人 龚敏

(51)Int.Cl.
B09C 1/02(2006.01)
B09C 1/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

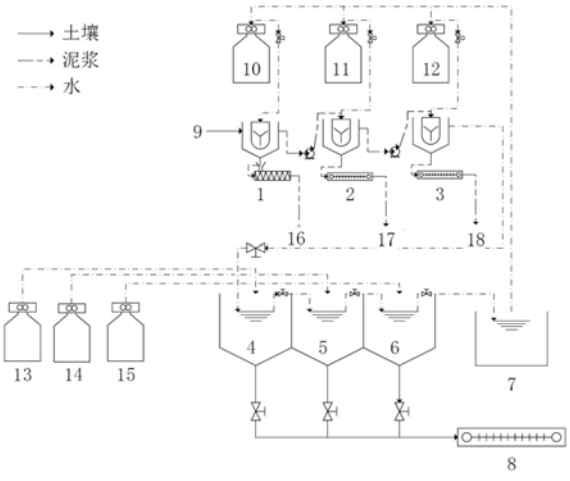
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统，依次包含一级淋洗分级系统(1)、二级淋洗分级系统(2)、三级淋洗分级系统(3)、废水处理系统(4)、药剂配制系统(5)；经筛分机筛分过后，粒径不大于5cm的污染土壤，直接进料至一级淋洗分级系统，然后由自吸泵依次泵入二级淋洗分级系统和三级淋洗分级系统，最后上层出水进入废水处理设备后循环利用，污染土壤经三级淋洗分级系统后分为粗砂、中砂和细砂。



CN 211464271 U

1.一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统，其特征是，依次包含一级淋洗分级系统(1)、二级淋洗分级系统(2)、三级淋洗分级系统(3)、废水处理系统(4)、药剂配制系统(5)；经筛分机筛分过后，粒径不大于5cm的污染土壤，直接进料至一级淋洗分级系统，然后由自吸泵依次泵入二级淋洗分级系统和三级淋洗分级系统，最后上层出水进入废水处理设备后循环利用，污染土壤经三级淋洗分级系统后分为粗砂、中砂和细砂；

所述一级淋洗分级系统(1)，依次包括使用第一淋洗药剂的一级淋洗池，一级进料设备，一级搅拌电机，一级排泥设备脱水筛；

所述二级淋洗分级系统(2)，依次包括使用第二淋洗药剂的二级淋洗池，二级进料设备，二级搅拌电机，二级排泥设备板框压滤机；

所述三级淋洗分级系统(3)，依次包括使用第三淋洗药剂的三级淋洗池，三级进料设备，三级搅拌电机，三级排泥设备板框压滤机；

所述废水处理系统(4)，为典型重金属废水处理系统；

所述药剂配制系统(5)，包括淋洗药剂配制池，水处理药剂配制池。

一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于生态环境修复领域，具体涉及一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统。

背景技术

[0002] 由于重金属具有隐蔽性和生物难降解性，一旦进入土壤中很难去除，目前生态修复领域常用的重金属污染土壤修复思路主要分为两种，一种是将土壤中重金属转化成更加稳定状态，减少迁移；另一种是将重金属从土壤中提取出来。目前常用的生态修复工程应用技术有固化/稳定化技术、钝化技术和植物富集提取技术、土壤淋洗技术等。随着工程应用实践发现，第一种将土壤中重金属转化为更加稳定状态的思路，在实际应用过程中具有较大不确定性，主要原因是由于重金属没有从土壤中去除，之前转化为稳定状态的重金属随着时间的推移，周围环境的改变会重新转回到不稳定状态；第二种将重金属从土壤中去除的思路逐渐受到人们的重视。将重金属从土壤中去除的技术主要有植物提取技术和土壤淋洗技术，由于前者依托于植物生长，具有见效慢，气候影响大等不利因素，土壤淋洗技术被认为是土壤中重金属去除的快速有效方法。

[0003] 授权公告号CN 104610973 B的实用新型专利提出了修复铬污染土壤的淋洗剂及方法，该专利提供了一种超声强化淋洗条件下对粘土中总铬具有较好修复效果的淋洗剂，但是没有提出一整套适用的淋洗系统。授权公告号CN 104889150 B 的实用新型专利提供了一种重金属污染土壤的化学淋洗工艺，该工艺通过破碎、搅拌、筛分、淋洗、旋流分离、化学沉淀等步骤实现，该工艺对于含水率较低的砂土具有较好的淋洗效果，但是对于含水率较高，土质黏度较大的污染土壤，工艺前端的破碎、搅拌难以达到预定的效果。授权公告号CN 105772497 B的实用新型专利针对土壤异位淋洗在小粒径级别土壤污染修复上的不足，提出了一种能够适用于不同污染物类型、不同粒径级别土壤修复的异位淋洗成套设备，该设备主要包含湿式筛分机构、螺旋分级机构、淋洗修复机构、废水处理机构和废水回收利用机构。申请公布号为CN 109794500 A的实用新型专利公开了一种重金属污染土壤序批式淋洗处理装置。上述两篇实用新型专利均在某些方面进行了改造升级，解决了现场遇到的一些实际问题，但是对于含水率较高的黏土仍然难以发挥较好的淋洗效果。

[0004] 我国幅员辽阔，南北土壤差异性非常大，北方以砂土为主，南方主要是粘土，并且南北方气候差异造成南方地下水远比北方丰富。基于以上原因，我们在实际修复工程中同样的技术，针对不同类型的土壤，对修复设备的要求也不一样，例如，我国南方污染场地中，地下水常见水位在0.5-1.5m左右，在采用异地淋洗修复技术时，经常发现挖掘出的污染土壤含水率高，黏性大，常见土壤淋洗设备很难有效发挥作用。因此，实用新型一种能够适用于高含水率污染黏土的淋洗系统及方法显得非常有必要。

实用新型内容

[0005] 本实用新型目的在于解决污染场地修复过程中，针对含水率高且黏性大的污染土

壤提供一种高效可行的淋洗系统及方法。本实用新型内容受城市生活污水处理厂中的沉砂池工艺启发:高含水率污染黏土中的污染物在常规淋洗设备中很难去除,如果采用二沉池工艺直接将高含水率的黏土在装有淋洗剂的水池中,通过外加动力将土壤分级淋洗、泥水分离的方式去除土壤中的污染物。

[0006] 本实用新型的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗系统,依次包含一级淋洗分级系统1、二级淋洗分级系统2、三级淋洗分级系统3、废水处理系统4、药剂配制系统5;经筛分机筛分过后,粒径不大于5cm的污染土壤,直接进料至一级淋洗分级系统,然后由自吸泵依次泵入二级淋洗分级系统和三级淋洗分级系统,最后上层出水进入废水处理设备后循环利用,污染土壤9经三级淋洗分级系统后分为粗砂16、中砂17和细砂18。

[0008] 所述一级淋洗分级系统1,依次包括使用第一淋洗药剂10的一级淋洗池,一级进料设备,一级搅拌电机,一级排泥设备脱水筛;

[0009] 所述二级淋洗分级系统2,依次包括使用第二淋洗药剂11的二级淋洗池,二级进料设备,二级搅拌电机,二级排泥设备板框压滤机;

[0010] 所述三级淋洗分级系统3,依次包括使用第三淋洗药剂12的三级淋洗池,三级进料设备,三级搅拌电机,三级排泥设备板框压滤机;

[0011] 所述废水处理系统4,为典型重金属废水处理系统;

[0012] 所述药剂配制系统5,包括淋洗药剂配制,水处理药剂配制。

[0013] 本实用新型使用的适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗方法,包括如下步骤:(1)污染土壤预处理:污染土壤经开挖后,筛除大尺寸建筑垃圾。(2)一级淋洗:污染土壤由挖机上料,进入一级淋洗系统,在重力及离心力作用下沉淀,经过排泥系统排出含水率低于25%的粗砂,剩余组分进入二级淋洗系统。(3)二级淋洗:污染土壤经过一级淋洗后,进入二级淋洗系统,在重力及离心力作用下沉淀,通过排泥系统排出含水率不高于65%的中砂,剩余组分进入三级淋洗系统。(3)三级淋洗:污染土壤经过一、二级淋洗后,进入三级淋洗系统,在重力及离心力作用下沉淀,通过排泥系统排出含水率不高于65%的细砂,剩余组分进入废水处理系统。(4)终端处理:污染土壤经过三级淋洗系统后,剩余废水进入废水处理系统处置达标后循环利用,废水处理系统排出的污泥按照危险废物委托具有危废处置资质的单位处置。

[0014] 本实用新型提出的一种适用于高含水率污染黏土的淋洗系统及方法,具有工艺简单,淋洗充分,分级减量和节能减排等明显优势,与目前已有的淋洗装置最大的区别在于,该淋洗系统及方法能够补齐目前行业内已有淋洗设备难以处理高含水率黏土的短板,对我国南方地区含水率在30%以上的黏土具有很强的适用性。

附图说明

[0015] 图1为本实用新型提出的一种适用于高含水率污染黏土的淋洗系统。

[0016] 系统设备编号:1一级淋洗设备;2二级淋洗设备;3三级淋洗设备;4调节反应区;5混凝沉淀区;6砂滤区;7清水池;8污泥脱水设备。

[0017] 物料编号:9污染土壤;10第一淋洗药剂;11第二淋洗药剂;12第三淋洗药剂;13第一水处理药剂;14第二水处理药剂;15第三水处理药剂;16粗砂; 17中砂;18细砂。

[0018] 图2为本实用新型使用的适用于高含水率污染黏土的淋洗方法。

具体实施方式

[0019] 为了使本实用新型的目的，实用新型内容及优点更加清楚明白，以下结合现场实施例，对本实用新型进行进一步详细说明。

[0020] 图1为本实用新型提出的一种适用于高含水率污染黏土的淋洗系统。

[0021] 一种适用于高含水率污染黏土的淋洗系统，依次包含一级淋洗分级系统1、二级淋洗分级系统2、三级淋洗分级系统3、废水处理系统4、药剂配制系统5；经筛分机筛分过后，粒径不大于5cm的污染土壤，直接进料至一级淋洗分级系统，然后由自吸泵依次泵入二级淋洗分级系统和三级淋洗分级系统，最后上层出水进入废水处理设备后循环利用，污染土壤9经三级淋洗分级系统后分为粗砂 16、中砂17和细砂18。

[0022] 所述一级淋洗分级系统1，依次包括使用第一淋洗药剂10的一级淋洗池，一级进料设备，一级搅拌电机，一级排泥设备脱水筛；

[0023] 所述二级淋洗分级系统2，依次包括使用第二淋洗药剂11的二级淋洗池，二级进料设备，二级搅拌电机，二级排泥设备板框压滤机；

[0024] 所述三级淋洗分级系统3，依次包括使用第三淋洗药剂12的三级淋洗池，三级进料设备，三级搅拌电机，三级排泥设备板框压滤机；

[0025] 所述废水处理系统4，为典型重金属废水处理系统；

[0026] 所述药剂配制系统5，包括淋洗药剂配制池，水处理药剂配制池。

[0027] 进一步地，

[0028] (1)所述一级淋洗分级系统中的一级淋洗池，材质为纤维增强复合材料FRP，形状为圆柱形，底部为圆锥形，具体尺寸根据整套系统的处理能力确定。优选地，整套淋洗设备处理能力Q在5-20m^3/h范围，一级淋洗池的高度为圆柱形直径的 2.3～3倍，一级淋洗池尺寸根据以下公式确定：

[0029] $$A = \frac{QC}{M} \quad D = \sqrt[2]{\frac{4A}{\pi}}$$

[0030] 其中：

[0031] A:一级淋洗池总面积，m^2；

[0032] Q:整套淋洗系统设计处理能力，m^3/d；

[0033] C:泥浆设计固液比，g/L；

[0034] M:一级淋洗池出泥量，kg/(m^2/d)；

[0035] D:一级淋洗池直径，m。

[0036] (2)所述一级淋洗分级系统中的一级搅拌电机，电机功率在2.2～5.5kw范围，搅拌转子为304不锈钢。

[0037] (3)所述一级淋洗分级系统中的一级排泥设备，要求排出的泥，含水率低于25％。

[0038] 进一步地，

[0039] 所述二级淋洗分级系统中的二级淋洗池，第二搅拌电机，材质、尺寸参考上述步骤

(1)和步骤(2)确定。

[0040] 所述二级淋洗分级系统中的二级进料设备，包含进料泵及进料管道，其中进料泵为自吸式涡流无堵塞泥浆泵，流量在5-20m^3/h范围，转速为2900r/min，电机功率1.5-2.2kW，压力控制范围在0.1-0.5Mpa。进料管道材质为304不锈钢，流量为5-20m^3/h。

[0041] 所述二级淋洗分级系统中的二级排泥设备，要求排出的泥，含水率不高于 65％。

[0042] 进一步地，

[0043] 所述三级淋洗分级系统中的三级淋洗塔、三级进料设备、三级搅拌电机、三级排泥设备，规格型号参考二级淋洗分级系统确定。

[0044] 进一步地，

[0045] 所述废水处理系统，包含的功能模块有通入第一水处理药剂13的调节反应区4、通入第二水处理药剂14的混凝沉淀区5、通入第三水处理药剂15的砂滤区6、清水池7；和污泥脱水设备8。

[0046] 进一步地，

[0047] 所述药剂配制系统中淋洗药剂配制，包括两个容积为5立方米，材质为聚氯乙烯PVC材质圆柱筒，该系统淋洗药剂配制浓度范围在1％-50％，淋洗药剂投加能力在1-2000kg/h。

[0048] 所述药剂配制系统中水处理药剂配制。包括三个容积为5立方米，材质为聚氯乙烯PVC材质圆柱筒，该系统水处理药剂配制浓度范围在0.1％-30％，淋洗药剂投加能力在1-1000kg/h。

[0049] 本实用新型还提出了一种适用于高含水率重金属污染黏土的淋洗方法，包括如下步骤：(1)污染土壤预处理：污染土壤经开挖后，筛除大尺寸建筑垃圾。(2) 一级淋洗：污染土壤由挖机上料，进入一级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，经过排泥系统排出含水率低于25％的粗砂，剩余组分进入二级淋洗系统。(3) 二级淋洗：污染土壤经过一级淋洗后，进入二级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，通过排泥系统排出含水率不高于65％的中砂，剩余组分进入三级淋洗系统。(3)三级淋洗：污染土壤经过一、二级淋洗后，进入三级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，通过排泥系统排出含水率不高于65％的细砂，剩余组分进入废水处理系统。(4)终端处理：污染土壤经过三级淋洗系统后，剩余废水进入废水处理系统处置达标后循环利用，废水处理系统排出的污泥按照危险废物委托具有危废处置资质的单位处置。

[0050] 图2为本实用新型使用的适用于高含水率污染黏土的淋洗方法。

[0051] 包括如下步骤：(1)污染土壤预处理：污染土壤经开挖后，筛除大尺寸建筑垃圾。(2)一级淋洗：污染土壤由挖机上料，进入一级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，经过排泥系统排出含水率低于25％的粗砂，剩余组分进入二级淋洗系统。(3)二级淋洗：污染土壤经过一级淋洗后，进入二级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，通过排泥系统排出含水率不高于65％的中砂，剩余组分进入三级淋洗系统。(3)三级淋洗：污染土壤经过一、二级淋洗后，进入三级淋洗系统，在重力及离心力作用下沉淀，通过排泥系统排出含水率不高于65％的细砂，剩余组分进入废水处理系统。(4)终端处理：污染土壤经过三级淋洗系统后，剩余废水进入废水处理系统处置达标后循环利用，废水处理系统排出的污泥按照危险废物委托具有危废处置资质的单位处置。

[0052] 实施例1

[0053] 某重金属污染场地，地下水常见水位为1.2m，上层0-0.7m为杂填土，下层 0.7-6.0m为粉质粘土。地块土壤中重金属污染镍、砷浓度范围分别为 1250.42-3376.81mg/kg、89.33-179.16mg/kg，最大污染深度为4.3m。污染方量为 5894m^3，土壤原始含水率约44％。污染土壤经过开挖筛分后，采用本实用新型提出的淋洗系统，设计处置方量为5m^3/h，按照本实用新型提出的淋洗方法依次进行，经过现场62天的紧张施工，最终顺利完成该项目所有污染土壤的修复处置工作，淋洗前后的土壤中重金属浓度对比见下表，根据结果显示，该系统对于高含水率污染黏土具有较为有效的淋洗效果。

[0054] 表1淋洗前后土壤中重金属浓度对比

[0055]

重金属	淋洗前浓度范围(mg/kg)	淋洗后浓度范围(mg/kg)
砷	89.33-179.16	10.14-22.37
镍	1250.42-3376.81	307.19-643.45

[0056] 实施例2

[0057] 位于某市的某重金属污染场地，地下水常见水位为0.6m，场地主要为粉质粘土。场地后期规划为居住及商业用地，主要污染物为镉、铅、六价铬浓度范围分别为31.08-102.6mg/kg、468.13-1258.71mg/kg、9.2-25.53mg/kg，场地最大污染深度为6.1m。污染方量为18043m^3，土壤原始含水率约53％。现场施工采用本实用新型提出的淋洗系统，设计处置方量为10m^3/h，根据本实用新型提出的淋洗方法依次进行，最终顺利完成该项目并一次性检测合格。该项目污染土壤淋洗前后的重金属浓度对比见下表，根据检测结果，本实用新型提出的系统及方法对于该项目的污染黏土淋洗效果较佳。

[0058] 表2淋洗前后土壤中重金属浓度对比

[0059]

重金属	淋洗前浓度范围(mg/kg)	淋洗后浓度范围(mg/kg)
镉	31.08-102.6	2.46-10.53
铅	468.13-1258.71	93.22-261.74
六价铬	9.2-25.53	0.33-1.06

[0060] 实施例3

[0061] 某市电镀旧址污染场地，场地地下水位埋深月约1.0m，上层0-0.6m为水泥地坪及杂填土，下层为粉质粘土。特征污染物为六价铬、砷，浓度范围分别为7.22-31.43、49.63-97.70mg/kg，最大污染深度为5.1m。污染方量为24894m^3，土壤原始含水率约49％。污染土壤开挖筛分后，采用实施例2中的淋洗系统，按照本实用新型提出的淋洗方法现场施工，经过近6个月的紧张施工，顺利完成该项目所有工作内容。根据对淋洗前后取样送检，结果显示，该系统对于高含水率污染黏土具有较为有效的淋洗效果。

[0062] 表3淋洗前后土壤中重金属浓度对比

[0063]

重金属	淋洗前浓度范围(mg/kg)	淋洗后浓度范围(mg/kg)
六价铬	7.22-31.43	2.44-5.19
砷	49.63-97.70	3.26-11.73

[0064] 综上实施例可知，高含水率污染黏土在采用本专利提出的设备及方法进行淋洗修复时，能够有效解决目前修复行业中遇到的设备正常运行难，淋洗效果差等问题。

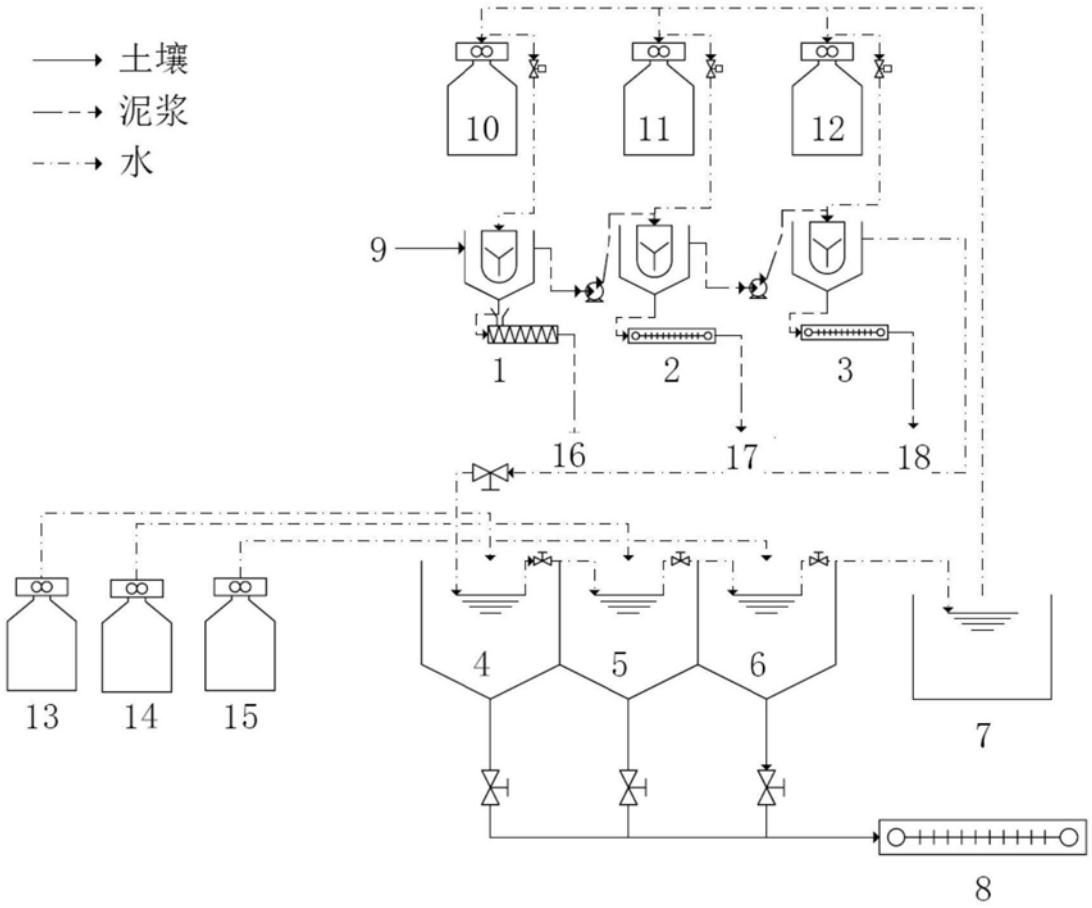

土壤
泥浆
水
10
11
12
9
1
2
3
16
17
18
13
14
15
4
5
6
7
8

图1

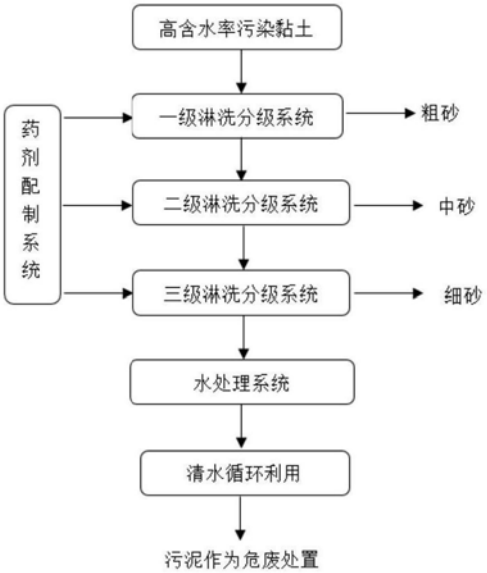

高含水率污染黏土
药剂配制系统
一级淋洗分级系统
粗砂
二级淋洗分级系统
中砂
三级淋洗分级系统
细砂
水处理系统
清水循环利用
污泥作为危废处置

图2