



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115254943 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202210364546.X

(22) 申请日 2022.04.08

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 李平 胡焱鑫 张华 闫海鱼  
黄国培 冯新斌

(74) 专利代理机构 成都环泰专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 51242  
专利代理师 李辉 李斌

(51) Int. Cl.  
B09C 1/10 (2006.01)

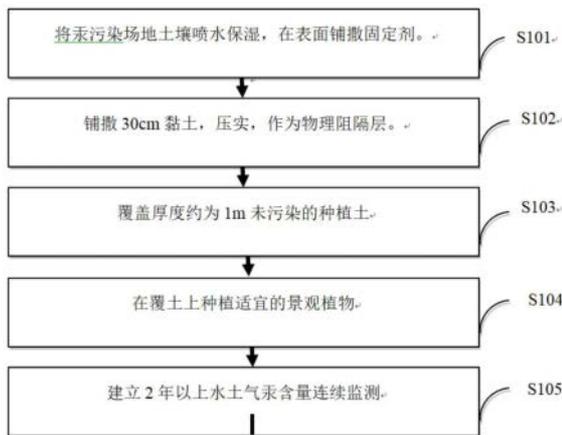
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种汞污染历史遗留场地土壤修复治理方法

(57) 摘要

本发明属于土壤修复技术领域,公开了一种汞污染历史遗留场地土壤修复治理方法对历史遗留汞污染场地土壤进行修复治理,修复工程周期短,修复效果好。在污染场地表面土壤采用覆盖固化剂、粘土、1m无汞污染土壤,然后依据自然气候条件选择适宜的景观植物,有效控制底部污染土壤的汞向大气挥发造成的大气汞含量超标,降低修复后场地中人群汞暴露风险,实现修复治理目标,同时建立修复过程全过程监测和修复后长期跟踪监测,彻底解决历史遗留汞污染问题,成为国内首个大型历史遗留汞污染场地的成功修复案例,为历史遗留场地重金属修复治理提供指导。



1. 一种汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述汞污染土壤修复方法包括以下步骤:  
步骤一,将汞污染土壤进行喷水保湿,在表面铺撒固定剂;  
步骤二,铺撒30cm黏土,压实,作为物理阻隔层;  
步骤三,对处理过的场地土壤覆土1m;  
步骤四,选择与周边景观相协调的植被对治理场地进行生态恢复,植被的选择应以草-灌-乔搭配的原则;  
步骤五,建立2年以上水土气汞含量监测。
2. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述植被进行栽培管理如下:  
种植八角金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木存活后,根据国家标准采集场地内地表20cm土壤样品进行汞含量测定,携带大气汞监测仪器实时监测场地大气汞含量。
3. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述固定剂为稻壳、秸秆等作物制备的生物炭,比表面积大和含有多孔结构、含氧官能团能为汞离子提供吸附位点,降低污染土壤汞的迁移性和生物有效性。
4. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述固定剂的添加比例为1.2t/亩。
5. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述黏土矿物在于用水湿润后再压实,因为湿润后具有可塑性,在较小压力下可以变形并能长久保持原状,而且比表面积大,颗粒上带有负电性,因此具有很好的物理吸附性和表面化学活性,具有与汞离子交换的能力。
6. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述覆盖未污染的土层厚度为1m。
7. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述灌木的种植方式为直接将灌木幼苗种植在表层土壤中;幼苗的株距为24cm,行距为34cm。
8. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述栽培管理包括依次进行浇水、排水、施肥、杀虫和除草。
9. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述通过浇水和/或排水使土壤中的含水量为76%之间。
10. 如权利要求1所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述施肥是指在表层土壤种植的灌木进行施肥,所述施肥的肥料为三元复合肥;所述施肥的施用量为90kg/亩。

## 一种汞污染历史遗留场地土壤修复治理方法

### 技术领域：

[0001] 本发明属于土壤修复技术领域，尤其一种汞污染历史遗留场地土壤修复治理方法，针对汞污染历史遗留场地土壤。

### 背景技术：

[0002]

[0003] 目前国内外针对土壤重金属污染的修复技术方法有多种，主要分为工程物理化学法、生物学修复法和农艺化学调控等方法。工程物理化学法是利用物理机械、物理化学等方法治理重金属污染土壤的方法，主要有客土法、化学淋洗法、电动化学法、热解析法、固化/稳定化技术等。生物学修复法是利用某些特殊的植物和微生物，吸收去除土壤中的重金属或使重金属形态发生转化，从而降低重金属的毒性，达到净化土壤的目的。农艺化学调控通过调节土壤pH值、Eh、有机质、阳离子交换量(CEC)、土壤水分等因素，改变土壤重金属活性，降低其生物有效性，减少其从土壤向作物转移的可能；调整农作物的种植结构，推广种植低积累重金属的农作物。

[0004] 综上所述，现有的问题是：目前，在全国范围内，没有大型的汞污染历史遗留场地的修复治理成功案例可供借鉴，本发明专利是在现有的理论参考等多方面，创造性的提出覆土1m+植物修复的方式对该历史遗留场地进行修复治理，并对修复后的场地连续监测两年，验证修复效果。

### 发明内容：

[0005] 针对现有技术存在的问题，本发明提供了一种汞污染土壤修复方法。尤其针对汞污染历史遗留场地土壤。

[0006] 本发明是这样实现的，一种汞污染土壤修复方法包括以下步骤：

[0007] 步骤一，将汞污染土壤进行喷水保湿，在表面铺撒固定剂；

[0008] 步骤二，铺撒30cm黏土，压实，作为物理阻隔层；

[0009] 步骤三，对处理过的场地土壤覆土1m；

[0010] 步骤四，选择与周边景观协调的植被对治理场地进行生态恢复，植被的选择应以草-灌-乔相搭配的原则；

[0011] 步骤五，建立2年以上水土气汞含量监测。

[0012] 进一步，所述的汞污染土壤修复方法，其特征在于，所述植被进行栽培管理如下：

[0013] 种植八角金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木存活后，根据国家标准采集场地内地表20cm土壤样品进行汞含量测定，携带大气汞监测仪器实时监测场地大气汞含量。

[0014] 进一步，所述的汞污染土壤修复方法，其特征在于，所述固定剂为稻壳、秸秆等作物加制备的生物炭，含有大的比表面积和多孔结构、含氧官能团能为汞离子提供吸附位点，降低污染土壤汞迁移性和生物有效性。

[0015] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述固定剂的添加比例为1.2t/亩。

[0016] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述黏土矿物在于用水湿润后再压实,因为湿润后具有可塑性,在较小压力下可以变形并能长久保持原状,而且比表面积大,颗粒上带有负电性,因此有很好的物理吸附性和表面化学活性,具有与其他汞离子交换的能力。

[0017] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述覆盖未污染的土层厚度为1m。

[0018] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述灌木的种植方式为直接将灌木幼苗种植在汞污染土壤中;幼苗的株距为24cm,行距为34cm。

[0019] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述栽培管理包括依次进行浇水、排水、施肥、杀虫和除草。

[0020] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述通过浇水和/或排水使土壤中的含水量为76%之间。

[0021] 进一步,所述的汞污染土壤修复方法,其特征在于,所述施肥是指在汞污染土壤种植的灌木进行施肥,所述施肥的肥料为三元复合肥;所述施肥的施用量为90kg/亩。

#### 附图说明:

[0022] 图1是本发明实施提供的汞污染土壤修复方法流程图。

[0023] 图2是本发明实施提供的灌木进行栽培管理方法流程图。

[0024] 图3是本发明实施提供的栽培管理流程图。

[0025] 图4是本发明实施提供的修复前后修复区内水中不同形态汞含量对比图。

[0026] 图5是本发明实施提供的修复前后场地大气汞含量对比图。

[0027] 图6是本发明实施提供的修复前后场地土壤汞含量图。

#### 具体实施方式:

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本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发明,并不用于限定本发明。

[0029] 下面结合附图对本发明的应用原理作进一步描述。

[0030] 如图1所示,本发明提供一种汞污染土壤修复方法包括以下步骤:

[0031] S101,将汞污染土壤进行喷水保湿,在表面铺撒固定剂;

[0032] S102,铺撒30cm黏土,压实,作为物理阻隔层;

[0033] S103,对处理过的场地土壤进行覆土1m;

[0034] S104,选择与周边景观相协调的植被对治理场地进行生态恢复,植被的选择应以草-灌-乔相搭配的原则;

[0035] S105,建立2年以上水土气汞含量监测。

[0036] 如图2所示,本发明提供的灌木进行栽培管理如下:

[0037] S201,种植八角金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木存活

后,根据国家标准采集场地内地表20cm土壤样品进行汞含量测定,携带大气汞监测仪器实时监测场地大气汞含量。

[0038] 本发明提供的固定剂为稻壳、秸秆等作物制备的生物炭,含有大的比表面积和较多孔结构、含氧官能团能为汞离子提供吸附位点,降低污染土壤汞迁移性和生物有效性。

[0039] 本发明实施的固定剂的添加比例为1.2t/亩。

[0040] 本发明提供的黏土矿物在于用水湿润后再压实,因为湿润后具有可塑性,在较小压力下可以变形并能长久保持原状,而且比表面积大,颗粒上带有负电性,因此有很好的物理吸附性和表面化学活性,具有与其他汞离子交换的能力。

[0041] 本发明实施的覆盖土层厚度为1m未污染土壤。

[0042] 本发明提供的种植八角、金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木的种植方式为直接将灌木幼苗种植在汞污染土壤中。

[0043] 所述种植八角金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木幼苗的株距为24cm,行距为34cm。

[0044] 如图3所示,本发明提供的栽培管理包括依次进行浇水、排水、施肥、杀虫和除草。

[0045] 本发明提供的通过浇水和/或排水使土壤中的含水量为76%之间。

[0046] 本发明提供的施肥是指在汞污染土壤种植八角金盘、红花继木、金森女贞、大叶黄杨、金丝桃、西洋鹃等灌木前施肥,所述施肥和追肥的肥料为三元复合肥。

[0047] 本发明提供的施肥的施用量为90kg/亩。

[0048] 实际修复效果:

[0049] 1.修复前后水体汞的形态含量数据比较

[0050] 根据2012年8月和2013年4月场地修复前对地表水总汞、溶解态汞和颗粒态汞含量的监测结果,修复前修复区内河道水体总汞的平均含量为23~64 ng/L,总排水口的总汞含量最低为49.7ng/L,溶解态汞最低值为31.3ng/L。修复后,2019年最近的两次采样结果显示,修复区范围内河道总汞低于40ng/L,溶解态汞低于20ng/L。

[0051] 图4修复前后修复区内水中不同形态汞含量对比。

[0052] 2.修复前后大气汞的含量数据比较

[0053] 两年内五次大气汞含量的监测值与修复目标值对比显示,即使在气温最高的7-8月份,土壤汞可能受到更多的光照和温度显著增加导致土壤向大气释汞量达到最大值,监测数据仍然表明修复后大气汞含量远低于国家标准。

[0054] 图5修复前后场地大气汞含量对比。

[0055] 3.修复前后土壤汞数据比较

[0056] 场地土壤汞含量的监测值与修复目标值对比显示,0.1-0.4m深度的表层土壤汞含量由原来的均值60~100mg/kg降低到0.96mg/kg。

[0057] 注:紫色为修复前0.1m,0.2m和0.4m深度土壤剖面的汞含量,绿色为修复后表层0.2m深度土壤的汞含量。

[0058] 图6修复前后场地土壤汞含量。

[0059] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

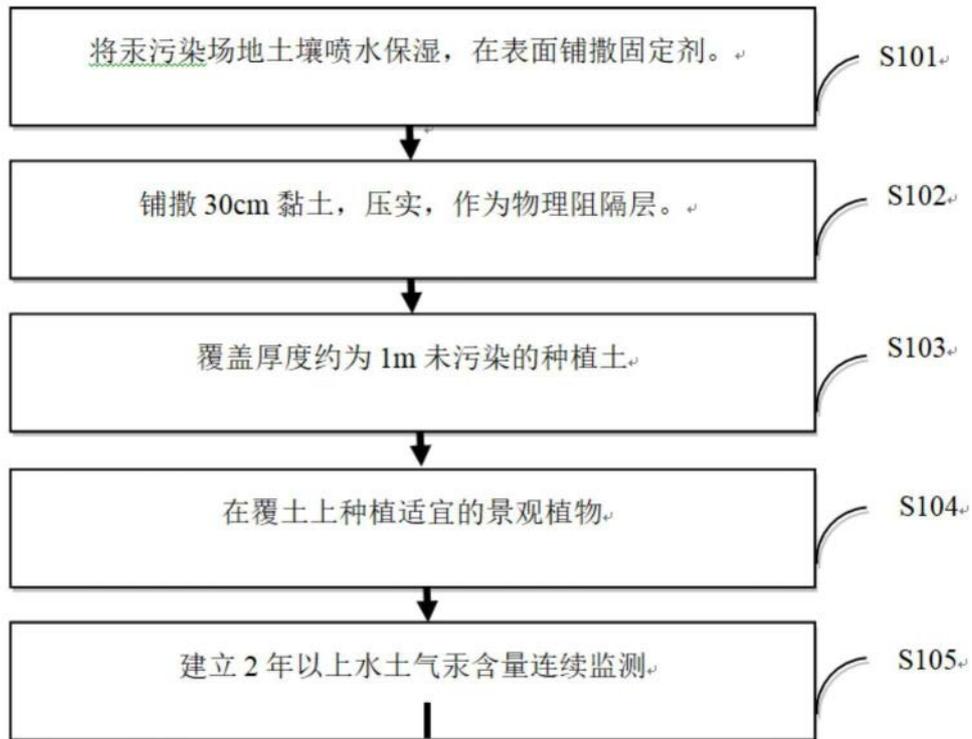


图1

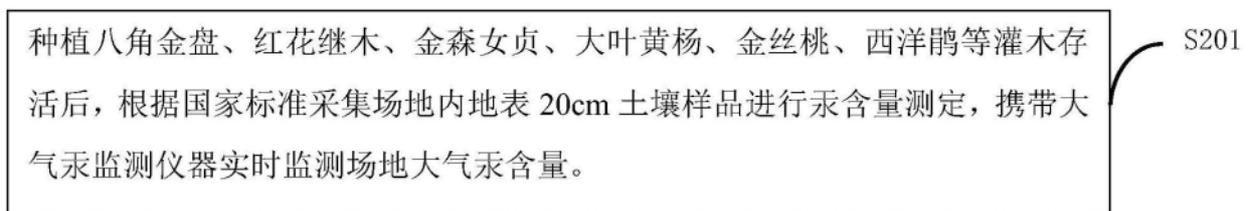


图2

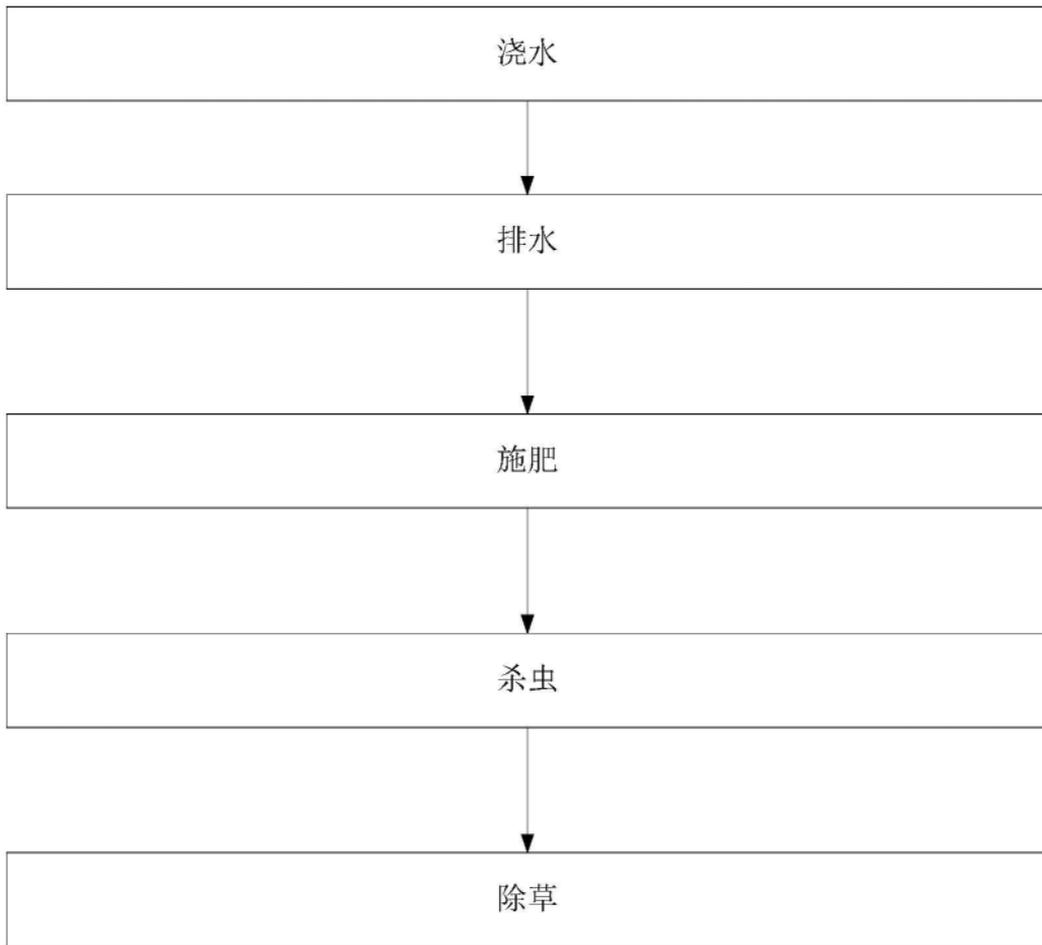


图3

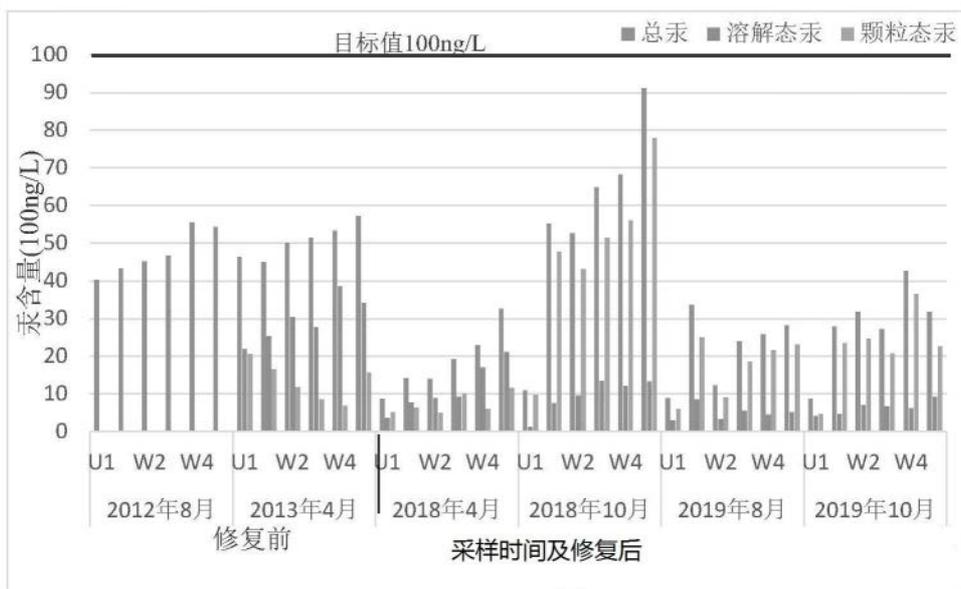


图4

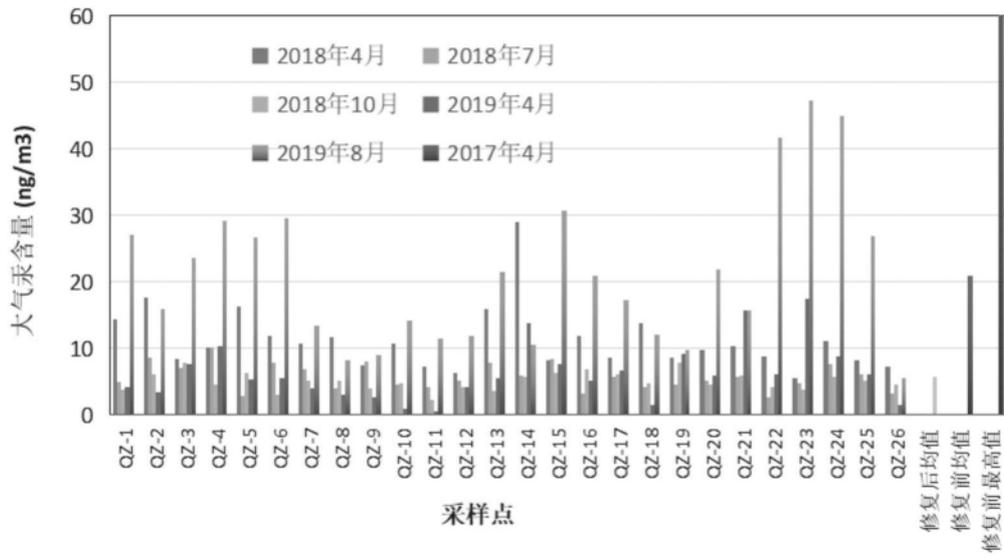


图5

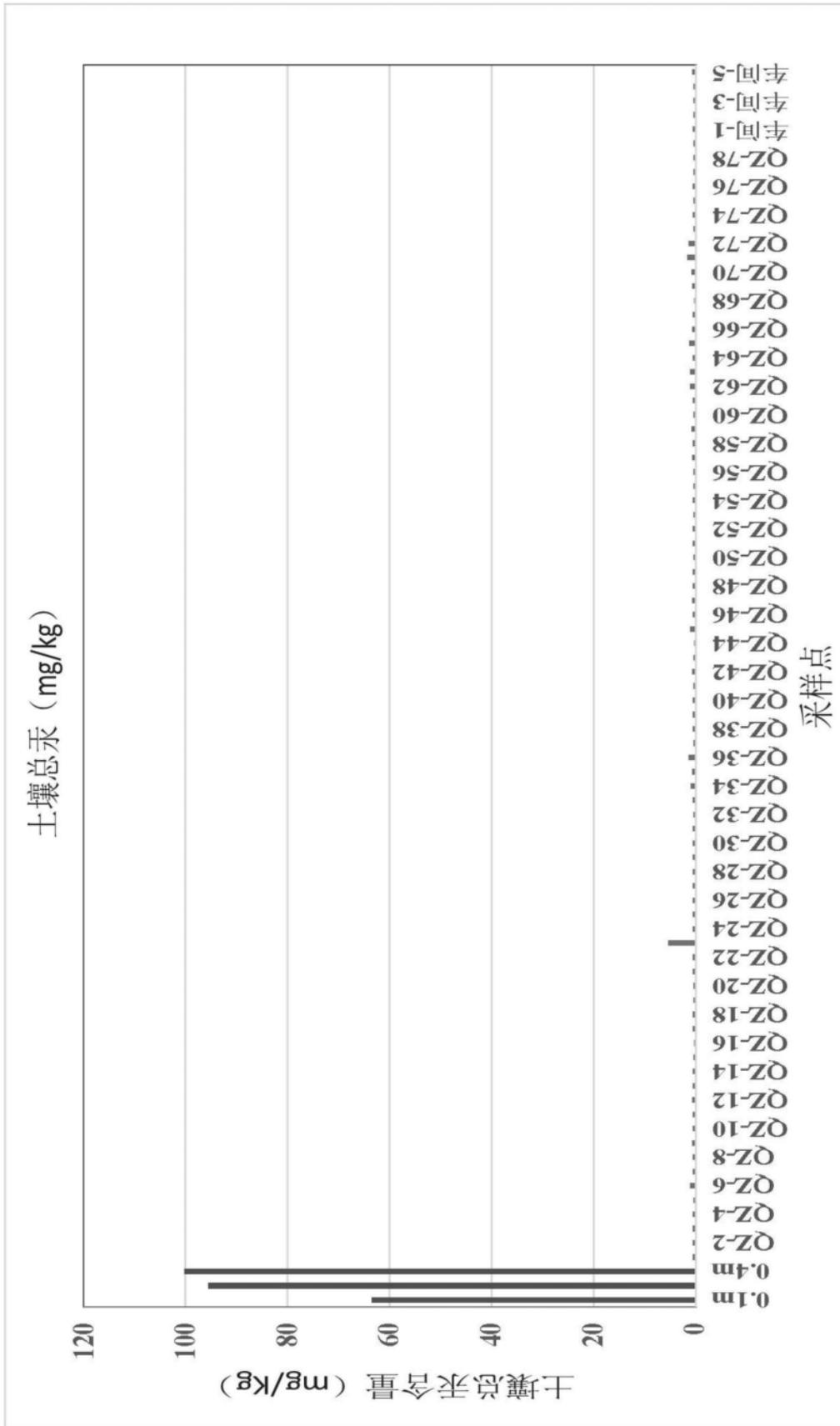


图6