



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112931076 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 202110119067.7

A01G 2/10 (2018.01)

(22) 申请日 2021.01.28

B09C 1/10 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

(71) 申请人 桂林理工大学

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区建干路12号

(72) 发明人 黄月群 董堃 黄亮亮 黄广振
李文菁 张婷婷 黄寿琨

(74) 专利代理机构 北京众达德权知识产权代理有限公司 11570

代理人 刘杰

(51) Int. Cl.

A01G 22/00 (2018.01)

A01B 79/02 (2006.01)

A01B 79/00 (2006.01)

A01G 9/02 (2018.01)

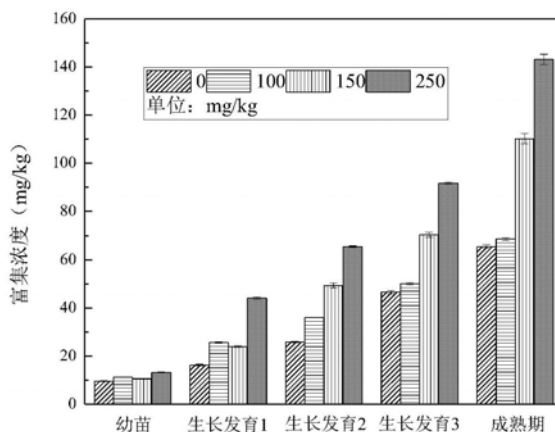
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

一种大叶落地生根种植方法和植物修复系统

(57) 摘要

一种大叶落地生根种植方法和植物修复系统,其主要涉及植物栽培和重金属修复领域。该方法通过对土壤透水性处理、对大叶落地生根进行前期培养、个体选择以及种植培养,实现短期内高效修复重金属铅锌污染土壤的效果。该植物修复系统通过对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行刺激,实现了大叶落地生根的循环式植物修复;通过设置可拆卸和可拼接的栅栏条,使得修复系统的工况适应性大大提高,便利了工作人员的施工操作,降低了大叶落地生根在植物修复过程中的成本;通过设置结构合理的大叶落地生根种植装置及其监测系统,在监测和满足环境要求的同时,对生长能力较差的大叶落地生根幼苗进行淘汰,提高了植物修复效率和效果。



1. 一种大叶落地生根种植方法,其特征在于,其包括以下步骤:

选择容器、对土壤透水性进行处理以及设置不同浓度梯度的铅锌活化;

以大叶落地生根为实验载体进行前期培养和个体选择,得到实验体;

对所述实验体进行种植培养。

2. 根据权利要求1所述的大叶落地生根种植方法,其特征在于,所述设置不同梯度浓度的铅锌活化包括:设置了三个所述梯度浓度,其中,铅浓度分别为150mg/kg、200mg/kg、250mg/kg,对应的锌浓度分别为50mg/kg、100mg/kg、150mg/kg,并且设置空白对照组,所述空白对照组不做污染处理。

3. 根据权利要求1所述的大叶落地生根种植方法,其特征在于,所述前期培养包括:采用大叶落地生根幼苗繁殖的方式进行前期培养;

所述个体选择包括:对所述前期培养过程中不同培养时期的大叶落地生根进行两次个体选择;进行所述种植培养过程中包括:使用扦插方式和栽培所述实验体叶背生长的幼苗的方式进行大叶落地生根新植株培养繁殖;其中,所述扦插方式包括叶插方式和茎插方式。

4. 根据权利要求1所述的大叶落地生根种植方法,其特征在于,所述对土壤透水性的处理包括:在所述容器底部铺置鹅卵石,在所述鹅卵石的顶部覆盖所述土壤;所述鹅卵石的粒径为1-2cm,每个所述容器选用2kg所述土壤;每个所述容器中种植15株大叶落地生根幼苗;所述实验体的生长指标包括:共6片叶子,其中4片幼叶,2片为嫩芽;植株高为1.5(± 0.2)cm;叶长为1.5(± 0.2)cm;叶宽1(± 0.2)cm;根长1(± 0.2)cm。

5. 根据权利要求4所述的大叶落地生根种植方法,其特征在于,所述土壤覆盖到所述鹅卵石后,将挑选出来的大叶落地生根的实验体移植到所述容器中,继续进行生根固根培养,以使所述实验体适应新的土壤环境;

在所述实验体适应新的土壤环境后,通过1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的铅锌单元素标准溶液配制污染,使用花洒进行喷洒,并控制其他变量保持一致,所述其他变量包括光照和水分。

6. 一种植物修复系统,其特征在于,所述植物修复系统应用于矿山复垦和矿山公园的重金属污染治理,所述植物修复系统包括权利要求1-5任意一项所述的大叶落地生根种植方法以及对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行自然环境刺激或人为刺激,使所述大叶落地生根母体植株上的所述幼苗掉落到对应下方的土壤后,所述幼苗能继续生根生长,实现大叶落地生根的循环式植物修复;

所述植物修复系统还包括一种大叶落地生根种植装置,所述大叶落地生根种植装置包括装置本体、栅栏条、连接件以及底座,所述装置本体为侧面不封闭的长方体;所述栅栏条通过所述连接件可拆卸地连接于所述装置本体侧面的四周,所述底座连接于所述装置本体的底部;

所述装置本体内部还设置有对大叶落地生根生长的环境因素进行实时测量的监测系统。

7. 根据权利要求6所述的大叶落地生根种植系统,其特征在于,所述环境因素包括土壤的温度、土壤的盐度、土壤的溶解氧、土壤的pH、土壤的湿度及光照强度;

所述监测系统包括多个并联设置的温度传感器、多个并联设置的盐度传感器、多个并联设置的溶解氧传感器、多个并联设置的pH传感器、多个并联设置的湿度传感器、多个并联设置的光照度传感器以及用于信息处理的单片机和预警单元,每个所述温度传感器、每个

所述盐度传感器、每个所述溶解氧传感器、每个所述pH传感器、每个所述湿度传感器以及每个所述光照度传感器均通信连接于所述单片机的信息输入端,所述预警单元通信连接于所述单片机的信息输出端。

8. 根据权利要求7所述的大叶落地生根种植系统,其特征在于,所述栅栏条所述连接件为可拆卸式的拼接方式组成;所述装置本体、所述栅栏条以及所述连接件均采用PVC塑料制成;

所述装置本体的顶部还活动连接有遮盖,所述遮盖呈半开状态,所述遮盖由透明玻璃材质制成;所述遮盖上设置有孔径大小可调节的孔。

9. 根据权利要求8所述的大叶落地生根种植系统,其特征在于,所述底座为不锈钢钢丝网,所述底座的尺寸为1m*0.5m;对应地,所述装置本体的尺寸为长1m,宽0.5m,高0.6m;

所述装置本体的底部设置有防止土壤水分过多的溢水口。

10. 根据权利要求9所述的大叶落地生根种植系统,其特征在于,多个所述温度传感器、多个所述盐度传感器、多个所述溶解氧传感器、多个所述pH传感器、多个所述湿度传感器以及多个所述光照度传感器在空间上阵列均匀布置;

所述监测系统还包括多个并联设置的位移传感器,多个并联设置的叶绿素传感器以及多个并联设置的植物补光灯,每个所述位移传感器、每个叶绿素传感器以及每个所述植物补光灯均通信连接于所述单片机的信息输入端,所述预警单元与每个所述植物补光灯通信电连接。

一种大叶落地生根种植方法和植物修复系统

技术领域

[0001] 本发明涉及植物栽培和重金属环境保育及修复领域,具体而言,涉及一种大叶落地生根种植方法和植物修复系统。

背景技术

[0002] 铅、锌矿作为我国重要矿产资源,被广泛运用于电气、机械、军事、冶金、化工、轻工业和医药业等领域,在有色金属资源中占重要地位,我国亦是一个铅锌矿储量大国,在世界范围内中国与澳大利亚、秘鲁、墨西哥、美国加拿大等国居世界前列,我国铅锌矿资源分布广,跨度9个省,云南、内蒙、广西、陕西等地均是铅锌矿的主要产地,近年来,中国国内有色金属产量和对矿产品需求量快速增长,铅锌矿资源消费量在各个领域都增长迅速,对于铅、锌市场的需求持续旺盛。需求量的剧增以及矿产资源分布状况造就了我国铅锌矿的发展现状:铅锌矿资源丰富,但地域分布不均,且矿山多以中小型矿为主。同时受制于各方面因素的影响,重金属污染问题较为突出。因此针对重金属铅锌污染土壤的修复具有重大的意义。

[0003] 重金属污染治理是全球面临的全局性难题,从各种矿产资源开采到现在的重金属污染治理,应对污染的技术方法也得到了发展,其中主要以物理和化学方法最为普遍,包括换土翻土法、热解吸、蒸汽浸提、淋洗法、电动修复法等,目前已经被应用的有机物修复有苯,多氯联苯,多环芳烃等。但是物理修复方法存在一定的局限和缺点,例如换土翻土法适用于较小面积修复污染,而且会直接改变土壤结构,成本高,工作量大且有可能对土壤造成第二次污染;热解法相对于其他方法对土壤损害较小,但我国在该方面技术还不够成熟,无法达到高利用率;淋洗法对于大片土壤能够有效处理污染,但在淋洗后也会使土壤肥力下降,影响土壤产出质量。除了物理化学修复方法还有生物修复技术,生物修复技术包括植物修复和动物修复技术以及微生物修复,动物修复及微生物修复主要依靠动物和微生物对环境的依赖性、相关反应来进行,通过动物对环境改变时的敏感性,在环境改变时能及时发现,并可以通过动物来吸收土壤中的重金属,例如常被人们使用于重金属土壤修复的蚯蚓,利用蚯蚓来吸收重金属并可以配合试剂及植物来提高土壤重金属修复率。

[0004] 大量研究表明,植物修复技术主要是对植物的特性进行研究,通过在需要修复的区域进行植物培养,伴随植物生长将重金属吸收转化,加上可以微生物配合植物进行修复,达到优化修复效率的作用。植物修复方法主要修复分类可分为植物挥发、植物稳定和植物提取方法,其优点明显且对土壤影响小,但现有的植物修复缺点也同样存在:植物植株生长受限,植株个体的大小基本定型,可吸收重金属污染的量有限;吸附污染能力受限于自身特性,且许多超富集植物属于野生植株,培养困难且植株小,影响吸附能力;植株生长所需环境在矿山土壤中供给不足,土壤贫瘠,且植株在生长中不可避免会出现枝叶花朵凋落、损坏情况,体内吸附的污染在未得到处理的情况下又回归土壤;植株生长需要时间,导致修复周期长。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种大叶落地生根种植方法,其可利用大面积 推广大叶落地生根品种,在保持大叶落地生根生产量达到较高水平的同时, 实现短期内修复重金属铅锌土壤的效果。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种植物修复系统,其对于重金属土壤污 染的修改具有较高效果,尤其是针对铅锌修复具有修复周期短、推广面积 受限小的优点。

[0007] 本发明解决其技术问题是采用以下技术方案来实现。

[0008] 本发明提出一种大叶落地生根种植方法,其包括以下步骤:

[0009] 选择容器、对土壤透水性进行处理以及设置不同浓度梯度的铅锌活化;

[0010] 以大叶落地生根为实验载体进行前期培养和个体选择,得到实验体;

[0011] 对实验体进行种植培养。

[0012] 本发明提出一种植物修复系统,该植物修复系统应用于矿山复垦和矿 山公园的重金属污染治理,该植物修复系统包括上述的大叶落地生根种植 方法以及对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行自然环境刺 激或人为刺激,使大叶落地生根母体植株上的幼苗掉落到对应下方的土壤 后,新的幼苗能继续生根生长,实现大叶落地生根的循环式植物修复;

[0013] 上述植物修复系统还包括一种大叶落地生根种植装置,大叶落地生根 种植装置包括装置本体、栅栏条、连接件以及底座,装置本体为侧面不封 闭的长方体;栅栏条通过连接件可拆卸地连接于装置本体侧面的四周,底 座连接于装置本体的底部;装置本体内部还设置有对大叶落地生根生长的 环境因素进行实时测量的监测系统。

[0014] 在本发明较佳实施例中,环境因素包括土壤的温度、土壤的盐度、土 壤的溶解氧、土壤的pH、土壤的湿度及光照强度;监测系统包括多个并联 设置的温度传感器、多个并联设置的盐度传感器、多个并联设置的溶解氧 传感器、多个并联设置的pH传感器、多个并联设置的湿度传感器、多个并 联设置的光照度传感器以及用于信息处理的单片机和预警单 元,每个温度 传感器、每个盐度传感器、每个溶解氧传感器、每个pH传感器、每个湿度 传感器以及每个光照度传感器均通信连接于单片机的信息输入端,预警单 元通信连接于单片机的信息输出端。

[0015] 在本发明较佳实施例中,上述栅栏条连接件为可拆卸式的拼接方式组 成;装置本体、栅栏条以及连接件均采用PVC塑料制成;装置本体的顶部 还活动连接有遮盖,遮盖呈半开状态,遮盖由透明玻璃材质制成;遮盖上 设置有孔径大小可调节的孔。

[0016] 在本发明较佳实施例中,上述底座为不锈钢钢丝网,底座的尺寸为 1m*0.5m;对应 地,装置本体的尺寸为长1m,宽0.5m,高0.6m;装置本体 的底部设置有防止土壤水分过多的溢水口。

[0017] 在本发明较佳实施例中,上述多个温度传感器、多个盐度传感器、多 个溶解氧传感器、多个pH传感器、多个湿度传感器以及多个光照度传感器 在空间上阵列均匀布置;监测系统还包括多个并联设置的位移传感器,多 个并联设置的叶绿素传感器以及多个并联设置的植物补光灯,每个位移传 感器、每个叶绿素传感器以及每个植物补光灯均通信连接 于单片机的信息 输入端,预警单元与每个植物补光灯通信电连接。

[0018] 本发明实施例的大叶落地生根种植方法及植物修复系统的有益效果是: 该大叶

落地生根种植方法通过对土壤透水性进行处理、对大叶落地生根进行前期培养和个体选择得到实验体,以及再对实验体进行种植培养,可实现大面积推广大叶落地生根品种,故在保持大叶落地生根生产量达到较高水平的同时,实现短期内修复重金属铅锌土壤的效果;该植物修复系统通过对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行刺激,使其掉落于土壤后再生长,达到了大叶落地生根的循环式植物修复效果;通过设置可拆卸的栅栏条,使得装置的工况适应性大大提高,既便利了工作人员的施工操作,又降低了维修跟换成本,从而整体上降低大叶落地生根在植物修复过程中成本;通过设置监测系统对生长能力较差的大叶落地生根幼苗进行淘汰,可以达到优胜劣汰的效果,从而提高植物修复效率和效果。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0020] 图1为本发明试验例不同生长阶段大叶落地生根叶片对铅的富集情况;

[0021] 图2为本发明试验例不同生长阶段大叶落地生根根部对铅的富集情况;

[0022] 图3为本发明试验例不同生长阶段大叶落地生根叶片对锌的富集情况;

[0023] 图4为本发明试验例不同生长阶段大叶落地生根根部对锌的富集情况;

[0024] 图5为本发明试验例土壤中铅含量变化趋势;

[0025] 图6为本发明试验例土壤中锌含量变化趋势;

[0026] 图7为本发明实施例提供的大叶落地生根种植装置第一视角下的结构示意图;

[0027] 图8为本发明实施例提供的大叶落地生根种植装置在第一视角下的侧面结构示意图;

[0028] 图9为本发明实施例提供的大叶落地生根种植装置对应遮盖俯视结构示意图。

[0029] 图标:100-大叶落地生根种植装置;120-装置本体;122-栅栏条;124-连接件;126-遮盖;140-底座;142-溢水口;160-监测系统。

具体实施方式

[0030] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0031] 首先发明人对本发明实施例中的大叶落地生根生长特性进行简述:1. 大叶落地生根在夏冬季节生长缓慢,在春秋季节,尤其是在温差大、空气流动性大的环境下生长迅

速;2.在生长期,大叶落地生根植株花期叶片主要呈绿色,当遇到温差大的情况,叶片周边形成不规则鱼鳞状红色斑纹,同时形成浅灰绿色带红褐色的直立茎秆。在成熟期,大叶落地生根植株花期叶片呈红褐色,叶片形态较好,且花朵在植株上凋谢了也不易掉落,保留在植株上。3.大叶落地生根在土地贫瘠的情况下生长较为缓慢,植株根茎的高低与土壤的肥力有关,如当其在较干旱条件下能够在锯齿中间靠近叶背长出2~4片真叶的幼苗,幼苗均匀分布于叶片背面边缘,发育好的幼苗生长出更多叶片,轻触掉落,掉落在土壤的幼苗自我生根生长,富集重金属的能力较强,是发育成新植株个体的最优方式,同时这也是大叶落地生根名字的由来。

[0032] 具体地,下面对本发明实施例的大叶落地生根种植方法及植物修复系统进行具体说明。

[0033] 本发明实施例提供一种大叶落地生根种植方法,其包括以下步骤:

[0034] (1) 选择容器、对土壤透水性进行处理以及设置不同浓度梯度的铅锌活化。需要说明的是,考虑到容器规格的大小与土壤量化的比例大小问题,以及操作过程中的便利性和可推广性,本发明实施例提供的容器可选的选择塑料花盆,具体的,所选择的塑料花盆主要是用于将选择出来的大叶落地生根置于其中进行后续操作,其直径为21.7cm,高度为15cm,容量为4.3L,共7个,每个塑料花盆种植15株大叶落地生根幼苗。实施例中的实验分为三组进行,其中3盆为铅污染实验,3盆为锌污染实验,1盆为空白对照组。对环境要素进行人为控制,减少实验外在因素影响。需要强调的是,本发明实施例提供的实验组别设置,主要是为了方便本发明技术方案的阐述,在其他实施例中,并不仅限于本发明这一种实验组别设置,并且也不限于以实验方式来展示方案创造性的优异,还可以在工业实际的现场直接进行推广应用。

[0035] 进一步地,上述设置不同梯度浓度的铅锌活化包括:设置了三个梯度浓度,其中,铅浓度分别为150mg/kg、200mg/kg、250mg/kg,对应的锌浓度分别为50mg/kg、100mg/kg、150mg/kg,设置的空白对照组不做污染处理。

[0036] 另外,需要说明的是,上述对土壤透水性进行处理主要是对实验土壤的布局,为了加强土壤的透水性,保障植株正常生长。具体地,对土壤透水性的处理包括:在塑料花盆底部铺置鹅卵石,加强透水性同时防止盆内底部大量积水,在鹅卵石的顶部覆盖土壤,形成上部为实验土壤,下部为功能性的鹅卵石;其中,鹅卵石的粒径为1-2cm,每个塑料花盆选用2kg土壤。

[0037] (2) 以大叶落地生根为实验载体进行前期培养和个体选择,得到实验体。

[0038] 进一步地,前期培养包括:采用大叶落地生根幼苗繁殖的方式进行前期培养;个体选择包括:对所述前期培养过程中不同培养时期的大叶落地生根进行两次个体选择。具体地,首先从成熟植株叶面上取幼苗进行第一阶段培养,生根发育成能区分茎、叶、根的幼苗个体时进行第二次挑选,挑选长势良好、无枝叶损坏、个体大小基本一致的大叶落地生根幼苗进行移植培养。

[0039] (3) 对实验体进行种植培养。

[0040] 进一步地,土壤覆盖到鹅卵石后,将挑选出来的大叶落地生根的实验体移植到对应的塑料花盆中,继续进行生根固根培养,以使实验体适应新的土壤环境;在实验体适应新的土壤环境后,通过1000 μ g/mL的铅锌单元素标准溶液配制污染,使用花洒进行喷洒,并

控制其他变量(如光照和水分)保持一致。需要说明的是,实验体的生长指标包括:共6片叶子,其中4片幼叶,2片为嫩芽;植株高为 $1.5(\pm 0.2)$ cm;叶长为 $1.5(\pm 0.2)$ cm;叶宽 $1(\pm 0.2)$ cm;根长 $1(\pm 0.2)$ cm。

[0041] 进一步具体的,进行种植培养过程中包括:使用扦插方式和栽培实验体叶背生长的幼苗的方式进行大叶落地生根新植株培养繁殖;其中,所述扦插方式包括叶插方式和茎插方式;每个塑料花盆中种植15株大叶落地生根幼苗。

[0042] 本发明实施例还提供一种植物修复系统,该植物修复系统应用于重金属污染治理,尤其是矿山复垦和矿山公园的铅锌土壤污染修复治理,需要说明的是,该植物修复系统包括上述的大叶落地生根种植方法,并且在本实施例提供的大叶落地生根种植方法基础上,还包括对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行自然环境刺激或人为刺激,使其掉落到对应下方的土壤,从而实现新的幼苗继续生根生长,达到循环式植物修复效果,这不但有利于进一步加强单位面积内的大叶落地生根修复效果,而且也有利于降低整体的修复成本,故而具有重要的工程应用推广价值。

[0043] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0044] 实施例

[0045] 1、容器的选择。容器选择为塑料花盆,将选择出来的大叶落地生根置于花盆进行后续操作。选择直径为 21.7 cm,高度为 15 cm,容量为 4.3 L的塑料花盆共7盆,每个花盆种植15株大叶落地生根幼苗。

[0046] 2、土壤的布局。为了加强土壤的透水性,保障植株正常生长,因此对土壤进行相应的布局:于花盆底部铺上一层粒径为 $1\sim 2$ cm的鹅卵石,加强透水性同时防止盆内底部大量积水,每个花盆选用 2 kg土壤,覆盖于底层鹅卵石之上,形成上部为实验土壤,下部为功能性的鹅卵石,土壤转移完成后将挑选出来的大叶落地生根实验幼苗移植到花盆中,继续进行生根固根培养,同时令大叶落地生根适应新的土壤环境。

[0047] 3、实验体的选择。采用大叶落地生根幼苗繁殖的方式进行前期培养,进行两次实验个体选择,首先从成熟植株叶面上取幼苗进行第一阶段培养,生根发育成能区分茎、叶、根的幼苗个体时进行第二次挑选,挑选长势良好、无枝叶损坏、个体大小基本一致的大叶落地生根幼苗进行移植培养。其中,实验体的生长指标包括:共6片叶子,其中4片幼叶,2片为嫩芽;植株高为 $1.5(\pm 0.1)$ cm;叶长为 $1.5(\pm 0.1)$ cm;叶宽 $1(\pm 0.1)$ cm;根长 $1(\pm 0.1)$ cm。

[0048] 4、种植培养。采用叶插和茎插的扦插方式,以及栽培实验体叶背生长的幼苗的方式进行大叶落地生根新植株培养繁殖。

[0049] 试验例

[0050] 为了对本发明实施例中提出的大叶落地生根种植方法的修复效果进行验证和证明,特此进行试验及其效果测定分析,具体如下:

[0051] 方案设定:选用土壤重金属含量、大叶落地生根体内重金属含量、大叶落地生根生长状况作为主要待测指标进行测定,将大叶落地生根移植于盆栽中,设置浓度梯度并将大叶落地生根分为幼苗期、生长发育期(包括生长发育期1、包括生长发育期2、包括生长发育期3)、成熟期五个阶段进行取样分析,同时计算植物提取效率,最终给出结论,评价修复效果。

[0052] 具体地,设置铅浓度为150mg/kg、200mg/kg、250mg/kg和锌浓度50 mg/kg、100mg/kg、150mg/kg三个梯度进行实验;对空白组不做污染处理,在大叶落地生根幼苗适应实验土壤环境后,通过1000 μ g/ml的铅锌单元素标准溶液配制污染,使用花洒进行喷洒,所有实验花盆均放置于实验室进行污染吸附实验,保持光照、水分等环境因素一致,遇强降雨天气及时收回室内,避免雨量过大冲洗土壤降低土壤污染浓度,影响实验准确性。在炎热,降雨急促且雨量大,高温、干燥的天气情况下对土壤适当进行浇水,污染溶液投放扩散稳定后开始按所划分的五组生长阶段对大叶落地生根和土壤进行为取样检测相关指标并进行数据分析。

[0053] 检测方法:检测大叶落地生根植株对铅锌重金属富集浓度方法以及测定土壤与植株间铅锌重金属的转化情况均使用X荧光重金属分析仪进行。

[0054] 样品处理:在投放污染并使污染扩散稳定后开始对大叶落地生根和土壤进行取样,大叶落地生根可直接于实验花盆中轻轻拔出,保留完整根系,清洗残留在植物体表面的泥土及其他残留物,再用蒸馏水进行二次清洗,得到干净且外表无其他残留的大叶落地生根,该处理有效避免了残留土壤对大叶落地生根富集浓度的影响,将洗净的大叶落地生根分成叶和根两部分,使用剪刀将分好的根和叶剪成小块以便烘干,先使用干净的烧杯作为容器将其放入烘箱中进行105 $^{\circ}$ C进行半小时的杀青操作,之后再将杀青好的植物样用85 $^{\circ}$ C温度于烘箱中进行烘干至水分完全消失,使用研钵对干燥好的植物样进行研磨,最后将粉末过100目筛子,将过筛的样品使用密封袋保存作为待测样品,对于所取土壤样品同样进行取样、烘干、研磨、过筛、保存待测的操作。

[0055] 进一步具体地,参照说明书附图进行详细说明如下:

[0056] 根据大叶落地生根的生长特性及形态特征,对大叶落地生根的幼苗期、生长发育期(由于生长发育期时间为4月-9月,历时长,故将生长发育期分为三个生长发育期阶段)、成熟期三个阶段。取样测定获得的大叶落地生根叶片和根部的铅、锌富集浓度。

[0057] 可以发现,如图1到图4所示,在所设置浓度梯度下,大叶落地生根的叶片和根部都对铅、锌污染有富集能力,叶片最大富集浓度可达24.61mg/kg、143.2mg/kg,根部最大富集浓度为118.1mg/kg、113.9mg/kg。对铅锌重金属污染富集能力随生长阶段变化呈现增长趋势,叶片部位对锌的富集能力远大于对铅的富集能力,根部的富集量基本相同,受设置浓度影响,对铅的富集比例小于对锌的富集比例。总体上大叶落地生根对铅锌的富集效果明显,具有一定富集能力。

[0058] 大叶落地生根生物量情况由表1、表2和表3对比得出,三组大叶落地生根在幼苗时期的生长指标为2(\pm 0.5)g,到生长发育期2开始出现明显差异,铅、锌污染下的大叶落地生根鲜重为20.21g、25.99g,分别为空白组的1.16倍和1.5倍,成熟期铅、锌污染与空白组鲜重分别为75.78g、83.03g、63.11g,铅、锌污染下的植株鲜重是空白组的1.2倍和1.32倍。说明在低浓度铅锌污染下的大叶落地生根比空白组生长更为迅速,到成熟期的最终生长指标也明显大于空白组。对于生长受损情况:在铅锌重金属污染下,幼苗时期的大叶落地生根受到轻微损害,生长期和成熟期无明显受损状况。

[0059] 表1铅污染下大叶落地生根生长指标

	叶长 (cm)	株高 (cm)	根长 (cm)	鲜重 (g)
[0060] 幼苗	1.5±0.5	1.5±0.5	1.0±0.5	2.26±0.05
生长期 1	4.8±0.5	5.6±0.5	2.9±0.5	7.68±0.05
生长期 2	7.9±0.5	11.9±0.5	6.8±0.5	20.21±0.05
生长期 3	10.6±0.5	18.8±0.	11.1±0.5	42.65±0.05
成熟期	17.5±0.5	25.1±0.5	14.9±0.5	75.78±0.05

[0061] 表2锌污染下大叶落地生根生长指标

	叶长 (cm)	株高 (cm)	根长 (cm)	鲜重 (g)
[0062] 幼苗	1.5±0.5	1.5±0.5	1.0±0.5	2.09±0.05
生长期 1	5.3±0.5	5.9±0.5	2.4±0.5	6.81±0.05
生长期 2	7.0±0.5	12.9±0.5	5.7±0.5	25.99±0.05
生长期 3	11.6±0.5	16.8±0.5	10.6±0.5	48.55±0.05
[0063] 成熟期	19.1±0.5	27.3±0.5	16.8±0.5	83.03±0.05

[0064] 表3空白组大叶落地生根生长指标

	叶长 (cm)	株高 (cm)	根长 (cm)	鲜重 (g)
[0065] 幼苗	1.5±0.5	1.5±0.5	1.0±0.5	2.41±0.05
生长期 1	4.7±0.5	5.1±0.5	2.4±0.5	6.91±0.05
生长期 2	8.1±0.5	12.3±0.5	6.0±0.5	17.29±0.05
生长期 3	9.6±0.5	16.8±0.5	9.5±0.5	39.15±0.05
成熟期	15.0±0.5	21.2±0.5	16.1±0.5	63.11±0.05

[0066] 对实验前后土壤重金属含量进行测定分析(见图5、图6),幼苗时期、生长期1、生长期2、生长期3、成熟期五个阶段对应时期所取的土壤中铅、锌含量的变化:铅含量为191.17mg/kg、175.37mg/kg、161.03mg/kg、135.91 mg/kg、117.98mg/kg;锌含量为103.90mg/kg、91.92mg/kg、75.77mg/kg、67.07mg/kg、54.64mg/kg。土壤铅锌含量均呈下降趋势,大叶落地生根具有对低浓度铅锌污染土壤修复能力。

[0067] 另外,请结合参照图7、图8和图9,本发明实施例提供的植物修复系统还包括与上述大叶落地生根种植方法相匹配的大叶落地生根种植装置100,此装置用于上述大叶落地生根种植方法的实施,具体地,大叶落地生根种植装置100包括装置本体120、栅栏条122、连接件124以及底座140,其中,装置本体120为侧面不封闭的长方体,栅栏条122通过连接件124可拆卸地连接于装置本体120侧面的四周,底座140连接于装置本体120的底部。需要说明的是,栅栏条122与连接件124为可拆卸式的拼接方式组成,这样工作人员就可以根

据实际工况对种植装置大小的要求,灵活调整栅栏条122的组合方式,从而调节连接件124在装置本体120上的分布,由此可以看出,栅栏条122与连接件124之间可拆卸式的拼接方式使得大叶落地生根种植装置100工况适用性强,组装灵活,成本低,此外,栅栏条122与连接件124损坏时还可随意更换,延长使用寿命。具体地,本实施例中栅栏条122与连接件124之间的连接方式可以采用卡接或者螺栓连接,当然,在其他实施例当中并不仅限于本实施例提供的可拆卸连接方式,只要能达到灵活牢固的连接效果均可。

[0068] 进一步地,本实施例提供的装置本体120内部还设置有对大叶落地生根生长的环境因素进行实时测量的监测系统160。具体地,环境因素包括土壤的温度、土壤的盐度、土壤的溶解氧、土壤的pH、土壤的湿度及光照强度;监测系统160包括多个并联设置的温度传感器、多个并联设置的盐度传感器、多个并联设置的溶解氧传感器、多个并联设置的pH传感器、多个并联设置的湿度传感器、多个并联设置的光照度传感器以及用于信息处理的单片机和预警单元,每个温度传感器、每个盐度传感器、每个溶解氧传感器、每个pH传感器、每个湿度传感器以及每个光照度传感器均通信连接于单片机的信息输入端,预警单元通信连接于单片机的信息输出端。需要说明的是,通过设置监测系统160可以快速测量装置本体120内实验体的生长指标,实时采集当前装置本体120中植物的生长环境数据给单片机,单片机对某一项或多项数据值在不同时期大叶落地生根培养的数据进行对比并与预警单元形成联动实现预警功能,从而对生长能力较差的大叶落地生根幼苗进行淘汰,以便达到优胜劣汰的效果。需要强调的是,上述的通信连接可以是通信无线连接,如蓝牙无线连接,也可以是通信电连接,具体的通信连接方式根据工况的需要灵活配置;并且在本发明的其它实施例当中,并不仅限于单片机这一种具有数据接收和处理分析的设备,还可以是如电脑或者手机一样的设备。

[0069] 优选地,本实施例中多个温度传感器、多个盐度传感器、多个溶解氧传感器、多个pH传感器、多个湿度传感器以及多个光照度传感器在空间上阵列均匀布置。需要说明的是,各种传感器需要测量土壤环境的,设置于土壤中,需要测量植物土壤以上环境的设置于装置本体120的上边缘;通过对各种传感器进行空间上的阵列均匀布置,使得监测系统160在获取环境因素的数据根据准确和全面,有利于进一步优化监测系统160对大叶落地生根的优质培育效果。

[0070] 进一步优选地,监测系统160还包括设置于装置本体120上边缘的多个并联设置的位移传感器,多个并联设置的叶绿素传感器以及多个并联设置的植物补光灯,每个位移传感器、每个叶绿素传感器以及每个植物补光灯均通信连接于单片机的信息输入端,预警单元与每个植物补光灯通信电连接,以控制植物补光灯保持合适的补光强度和合适的光谱类型下。需要说明的是,位移传感器的设置可以实时监控大叶落地生根的规格大小,以便对其生长速度和生长能力做出及时的反馈;叶绿素传感器的设置可以实时监控大叶落地生根的叶绿素含量,进而反馈植物的生长环境和生长特性,如当温差大,光照强时,大叶落地生根就会变红色;植物补光灯的设置是为了采用不同光谱的补光灯对大叶落地生根进行不同环境下的补光,促进大叶落地生根的生长。

[0071] 进一步地,本实施例中装置本体120的顶部还活动连接有遮盖126,并且遮盖126呈半开状态,即遮盖126对应的侧面是镂空的。优选地,遮盖126顶部设置有孔径大小可调节的孔,并且遮盖126由透明玻璃材质制成。需要说明的是,通过设置玻璃材质的透明遮盖

126,可以有助于工作人员对大叶落地生根植物的颜色及生长周期进行观察;通过设置半开状态的遮盖126,可以很好的满足装置本体120内大叶落地生根植物的透气及日照要求;通过在遮盖126上设置孔径大小可调节的孔,可以在下雨天和喷水浇灌时对于进入装置本体120内的水量进行合理调节,从而保证装置本体120内大叶落地生根植物合理的水分要求。需要强调的是,具体地,遮盖126上的孔为沿遮盖126长度方向线性等距设置的多个孔,多个孔通过设置在遮盖126上的调节阀板在遮盖126上表面的平面移动来调节孔径对应的实际流量大小。

[0072] 进一步地,在本实施例中,装置本体120、栅栏条122以及连接件124均采用PVC塑料制成。需要说明的是,通过采用PVC塑料制成装置本体120、栅栏条122以及连接件124,一方面可以大幅度的降低材料成本,更重要的是,可以在平衡保持材料强度和韧性的情况下,同时保持整体结构的轻便性,便于对装置进行移动和组装。

[0073] 进一步地,为了保证装置合理的占地面积,同时也为便于运输和操作移动,本实施例提供的底座140的尺寸为1m*0.5m,对应地,装置本体120的尺寸为长1m,宽0.5m,高0.6m。需要说明的是,由于底座140位于装置本体120的底部,因此装置本体120内部的水分大多容易积于底部对底座140造成腐蚀,因此,本实施例中的底座140采用不锈钢丝网。需要强调的是,采用不锈钢丝网不但有利于底座140的防腐蚀,而且由于不锈钢材质本身的密度要大于PVC塑料,所以不锈钢丝网作为底座140,可以降低种植装置整体的重心,让装置整体结构更加的稳定。

[0074] 进一步地,本实施例提供装置本体120的底部设置有溢水口142。需要说明的是,溢水口142的设置是为了保证在浇水施肥的过程中防止水分过多,便于水分排出,从而保证装置本体120内大叶落地生根植物土壤水分的适量合理。

[0075] 需要强调的是,在使用上述大叶落地生根种植装置100进行大叶落地生根种植时,首先用鹅卵石铺满装置本体120的底部,其次用机械或者人工的方法将筛选好的土壤覆盖到装置本体120内,最后将挑选出来的大叶落地生根实验体移植到装置本体120内。

[0076] 综上所述,本发明实施例的大叶落地生根种植方法及植物修复系统,通过对土壤透水性进行处理、对大叶落地生根进行前期培养和个体选择得到实验体,以及对实验体进行种植培养,可实现大面积推广大叶落地生根品种,其能够在保持大叶落地生根生产量达到较高水平的同时,实现短期内修复重金属铅锌土壤的效果;该植物修复系统通过对种植培养后的大叶落地生根母体植株上的幼苗进行刺激,使其掉落于土壤后再生长,达到了大叶落地生根的循环式植物修复效果;通过设置可拆卸的栅栏条,使得装置的工况适应性大大提高,既便利了工作人员的施工操作,又降低了维修跟换成本,从而整体上降低大叶落地生根在植物修复过程中成本;通过设置监测系统对生长能力较差的大叶落地生根幼苗进行淘汰,可以达到优胜劣汰的效果,从而提高植物修复效率和效果;通过设置带有孔且采用透明玻璃材质制成的半开状态的遮盖,在方便工作人员对植物进行生长特征观察的同时,也满足了大叶落地生根植物在不同环境下对于透气性、光照条件以及水分条件的合理要求;通过对装置本体和底座合理的材质及结构设计,使得本实施例提供的大叶落地生根种植装置整体结构稳定性和可移动性更加均衡,使用寿命也更长;通过设置溢水口,进一步保证了装置内土壤水分处于适量合理的范围内。

[0077] 以上所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。本发明的实

实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是 仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术 人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发 明保护的范围。

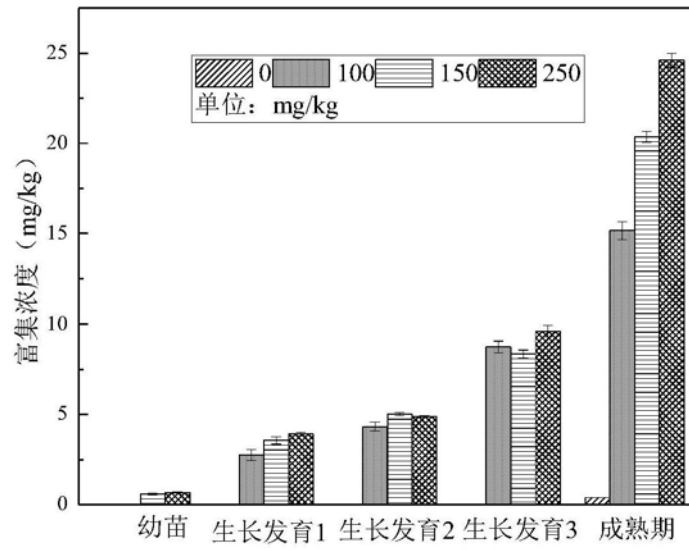


图1

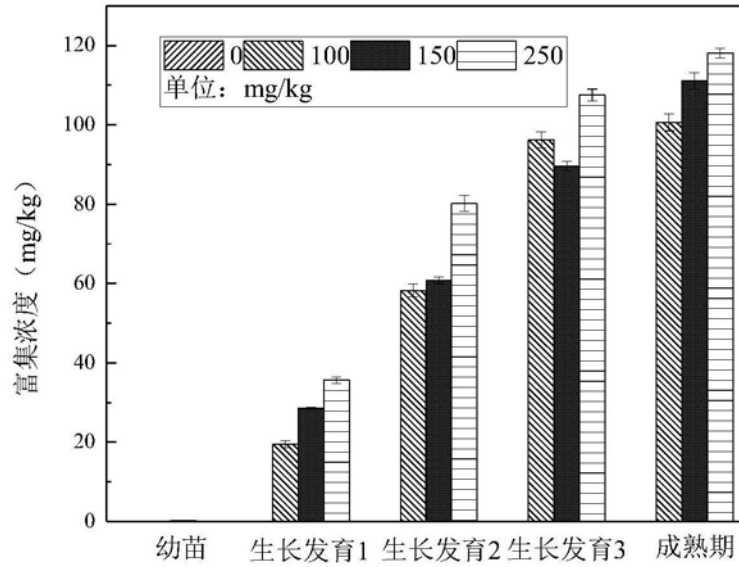


图2

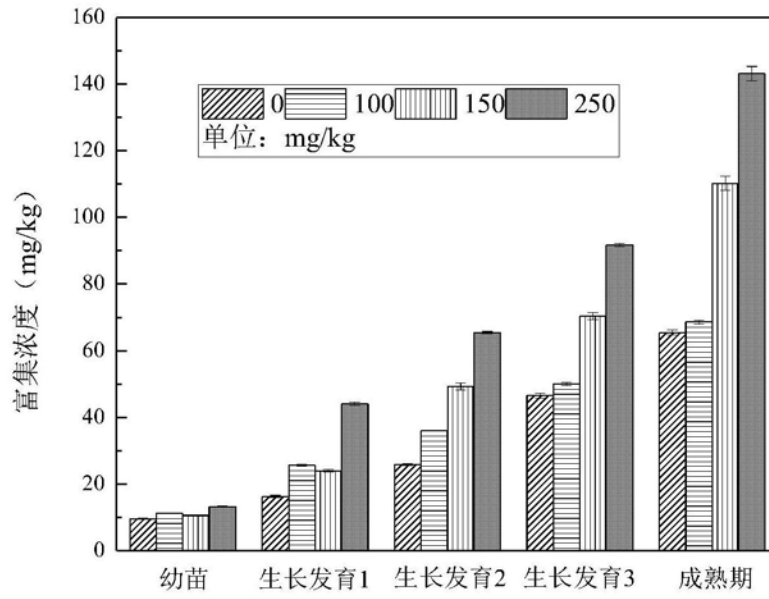


图3

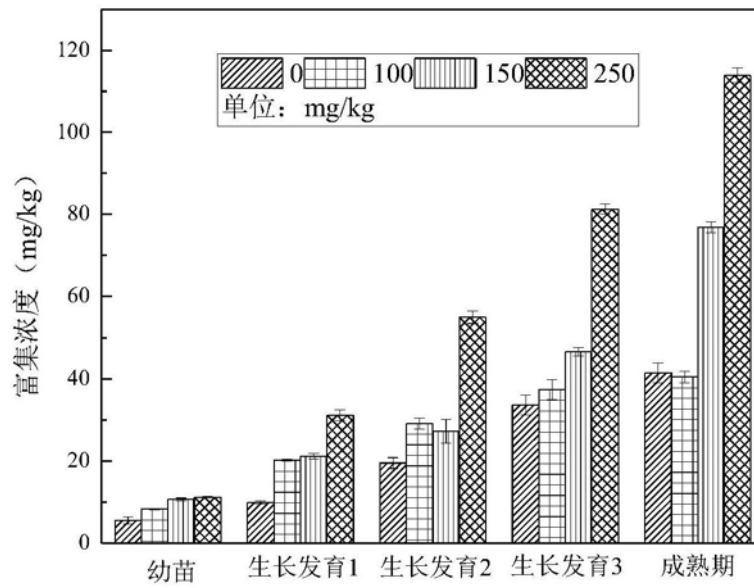


图4

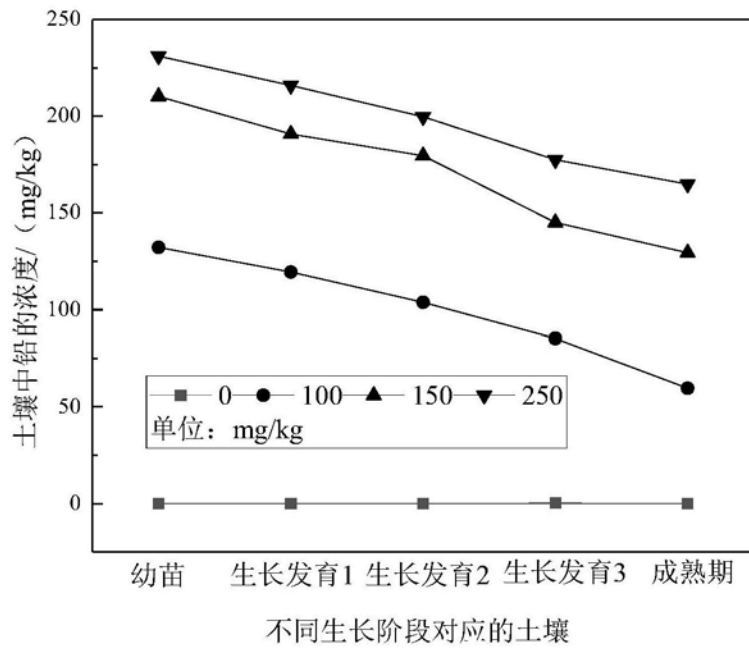


图5

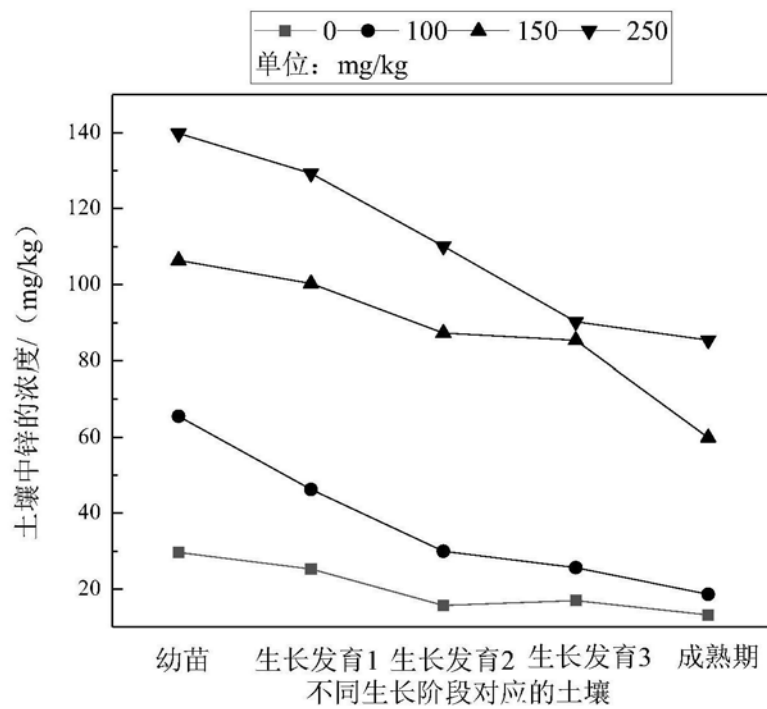


图6

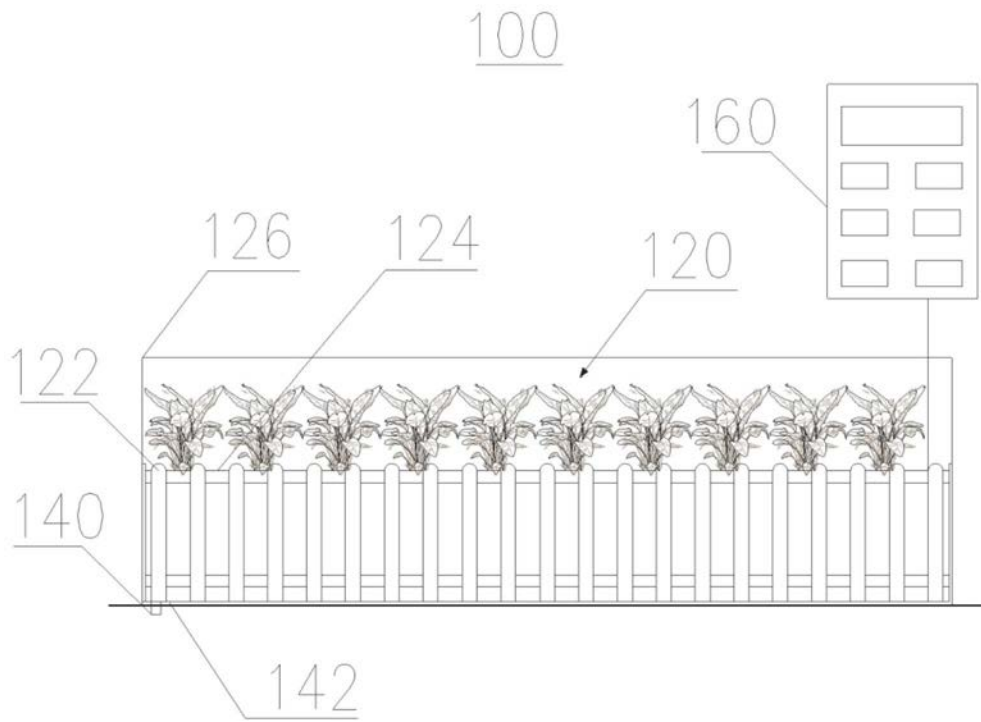


图7

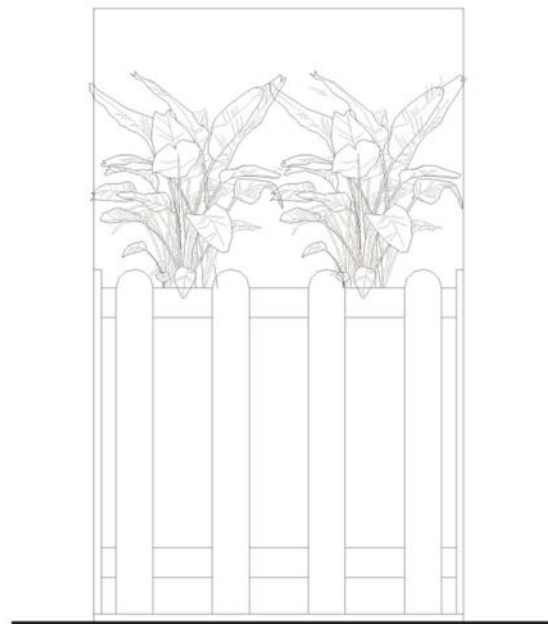


图8

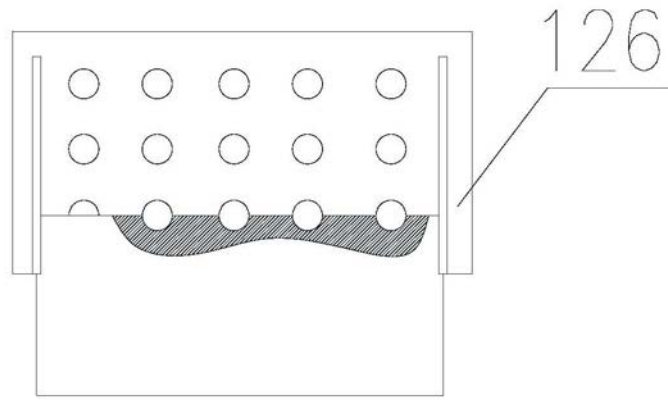


图9