



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204330748 U

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201420873218. 3

(22) 申请日 2014. 12. 26

(73) 专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌区小洪山

(72) 发明人 赵颖 薛强 黄发兴 李江山
王平 刘磊

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006. 01)

B09C 1/00(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

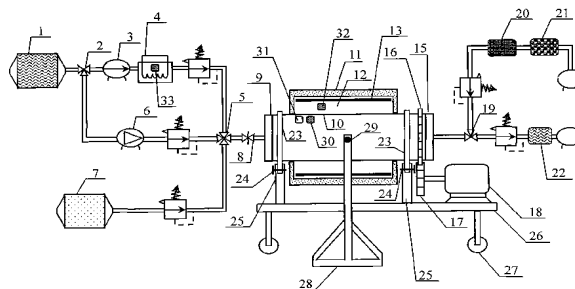
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

污染土壤修复过程模拟试验系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种污染土壤修复过程模拟试验系统,属于环境岩土工程领域。本实用新型的污染土壤修复过程模拟试验系统,通过系统的优化设置,可开展曝气、蒸汽抽提、热脱附、化学淋洗等多种修复技术的试验模拟,也可于模拟流体在多孔介质中的运移过程。载样仓和加热仓可自由旋转,可分别模拟土体垂直、水平或任意方向上气体和液体的输运特性;设置了供气供液装置和尾气尾液收集处理装置,可分别提供气体和液体作为输运载体,或模拟气体和液体的运移过程;试验过程智能化控制,保障了仪器的正常运行和参数的准确控制,提供了试验效率。本实用新型的试验系统结构合理,操作简单,使用方便,一机多用,适用范围广,无二次污染,具有广阔的实用价值和应用前景。



1. 污染土壤修复过程模拟试验系统,其特征在于:所述的污染土壤修复过程模拟试验系统由供气供液装置、加热修复装置、尾气尾液收集处理装置、升降支撑装置和自动控制与数据采集装置组成;

供气供液装置由储液罐(1)、平流泵(3)、蒸气发生器(4)、增压泵(6)、储气罐(7)构成,储液罐(1)的出液口通过软管经第一三通阀(2)连接至平流泵(3)的进液口,平流泵(3)的出液口通过软管连接至蒸气发生器(4)进液口,蒸气发生器(4)的出气口通过软管连接至四通阀(5),第一三通阀(2)又通过软管连接至增压泵(6)的进液口,增压泵(6)的出液口通过软管连接至四通阀(5),储气罐(7)出气口通过软管连接至四通阀(5),蒸气发生器(4)与四通阀(5)连接的软管上、增压泵(6)与四通阀(5)连接的软管上及储气罐(7)与四通阀(5)连接的软管上分别设置有调压阀;

加热修复装置由载样仓(10)、加热仓(11)、电机(18)组成,载样仓(10)和加热仓(11)分别呈空心圆柱状,加热仓(11)密封套装在载样仓(10)外,载样仓(10)外壁和加热仓(11)内壁之间形成空心夹层(12),空心夹层(12)内设有加热器组(13),载样仓(10)两端分别设置有进料螺旋密封盖(9)和出料螺旋密封盖(15),进料螺旋密封盖(9)上设置有进气进液口,出料螺旋密封盖(15)上设置有出气出液口,在载样仓(10)内两端分别设置有过滤透水板(14),在载样仓(10)靠近出料螺旋密封盖(15)一端的外壁上固定设有传动齿轮(16),传动齿轮(16)与连接于电机(18)主轴的主动齿轮(17)啮合;

尾气尾液收集处理装置由粉尘过滤器(20)、活性炭吸附器(21)和尾液收集器(22)构成,第一真空泵进气口通过软管连接至活性炭吸附器(21)出气口,活性炭吸附器(21)的进气口通过软管连接至粉尘过滤器(20)出气口,粉尘过滤器(20)进气口通过软管连接至第二三通阀(2),第二真空泵进气口通过软管连接至尾液收集器(22)出气口,尾液收集器(22)进气口通过软管连接至第二三通阀(2),粉尘过滤器(20)与第二三通阀(2)连接的软管上和尾液收集器(22)与第二三通阀(2)连接的软管上分别设置有调压阀;四通阀(5)通过软管连接至进料螺旋密封盖(9)上的进气进液口,连接软管上设有阀门(8),第二三通阀(2)通过软管连接至出料螺旋密封盖(15)上的出气出液口;

升降支撑装置由支撑滚圈(23)、滚圈支架(25)、升降平台(26)、滚轮支架(27)和支架(28)构成,支架(28)对称设置在升降平台(26)两侧,支架(28)上端分别设置有转轴(29),转轴(29)分别活动插入在加热仓(11)的壁面中,升降平台(26)上方两端对称设置有滚圈支架(25),支撑滚圈(23)对称套装在载样仓(10)两端,支撑滚圈(23)和滚圈支架(25)之间通过销钉(24)连接,升降平台(26)下方对称设置有滚轮支架(27),电机(18)固定安装在升降平台(26)上;

自动控制与数据采集装置由计算机、数据采集箱和传感器构成,第一温度传感器(30)和压力传感器(31)分别设置在载样仓(10)的内壁上,第二温度传感器(32)设置在空心夹层(12)内,第三温度传感器(33)设置在蒸气发生器(4)内,第一温度传感器(30)、第二温度传感器(32)、第三温度传感器(33)和压力传感器(31)分别通过数据线连接至数据采集箱上,数据采集箱通过数据线连接至计算机上。

污染土壤修复过程模拟试验系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种污染土壤修复过程模拟试验系统,主要用于污染土壤修复的室内试验研究,亦可用于模拟岩土体中污染物的传输过程,属于环境岩土工程领域。

背景技术

[0002] 随着我国工农业的迅速发展,大量污染物,特别是挥发性有机污染物和重金属,被排放到空气、水体及土壤中。土壤作为各种污染物最终归宿,污染物的大量蓄积已成为其主要环境问题之一。污染物进入土壤后,不仅影响植物的生长发育及生物群落变化,导致粮食产量和质量下降,对农产品安全构成严重威胁,还会对地表水、地下水造成次生污染,直接或间接危害人类健康。近年来,我国土壤污染问题日益凸现,对生态环境、食品安全和人体健康构成严重威胁。研究污染物运移规律,修复被污染土壤已经成为近几十年来环境科学领域的重要课题。

[0003] 任何自然科学学科的研究都需要借助一定的试验装备,因此,开发新型、高效的试验设备是提高污染土壤修复科学研究水平的重要手段,也是环境岩土工程科技人员的工作重点。目前,针对挥发性有机物污染土壤的修复方法主要有曝气、蒸汽抽提、热脱附等,针对重金属等无机污染土壤的修复方法主要有化学淋洗、化学稳定化等。目前,国内外已有大量学者针对上述修复方法开展了相关试验研究设备的开发工作。但现有的相关试验设备大多只能完成一种类型的试验,不能采用一套设备开展多种类型的试验研究。这在一定程度上增加了试验设备加工或购置费用,制约了污染物运移和土壤修复方法的研究和发展。因此,开发污染土壤修复过程模拟试验系统,对于提高环境岩土工程领域研究水平,促进污染土壤修复技术的研发和推动土壤环境学科发展具有重要的意义。

发明内容

[0004] 针对上述存在的问题,本实用新型的目的在于提供一种污染土壤修复过程模拟试验系统。

[0005] 为了实现上述目的,其技术解决方案为:污染土壤修复过程模拟试验系统,试验系统由供气供液装置、加热修复装置、尾气尾液收集处理装置、升降支撑装置和自动控制与数据采集装置组成。

[0006] 供气供液装置由储液罐、平流泵、蒸气发生器、增压泵、储气罐构成,储液罐的出液口通过软管经第一三通阀连接至平流泵的进液口,平流泵的出液口通过软管连接至蒸气发生器进液口,蒸气发生器的出气口通过软管连接至四通阀,第一三通阀又通过软管连接至增压泵的进液口,增压泵的出液口通过软管连接至四通阀,储气罐出气口通过软管连接至四通阀,蒸气发生器与四通阀连接的软管上、增压泵与四通阀连接的软管上及储气罐与四通阀连接的软管上分别设置有调压阀。

[0007] 加热修复装置由载样仓、加热仓、电机组成,载样仓和加热仓分别呈空心圆柱状,加热仓密封套装在载样仓外,载样仓外壁和加热仓内壁之间形成空心夹层,空心夹层内设

有加热器组,载样仓两端分别设置有进料螺旋密封盖和出料螺旋密封盖,进料螺旋密封盖上设置有进气进液口,出料螺旋密封盖上设置有出气出液口,在载样仓内两端分别设置有过滤透水板,在载样仓靠近出料螺旋密封盖一端的外壁上固定设有传动齿轮,传动齿轮与连接于电机主轴的主动齿轮啮合。

[0008] 尾气尾液收集处理装置由粉尘过滤器、活性炭吸附器和尾液收集器构成,第一真空泵进气口通过软管连接至活性炭吸附器出气口,活性炭吸附器的进气口通过软管连接至粉尘过滤器出气口,粉尘过滤器进气口通过软管连接至第二三通阀,第二真空泵进气口通过软管连接至尾液收集器出气口,尾液收集器进气口通过软管连接至第二三通阀,粉尘过滤器与第二三通阀连接的软管上和尾液收集器与第二三通阀连接的软管上分别设置有调压阀;四通阀通过软管连接至进料螺旋密封盖上的进气进液口,连接软管上设有阀门,第二三通阀通过软管连接至出料螺旋密封盖上的出气出液口。

[0009] 升降支撑装置由支撑滚圈、滚圈支架、升降平台、滚轮支架和支架构成,支架对称设置在升降平台两侧,支架上端分别设置有转轴,转轴分别活动插入在加热仓的壁面中,升降平台上方两端对称设置有滚圈支架,支撑滚圈对称套装在载样仓两端,支撑滚圈和滚圈支架之间通过销钉连接,升降平台下方对称设置有滚轮支架,电机固定安装在升降平台上。

[0010] 自动控制与数据采集装置由计算机、数据采集箱和传感器构成,第一温度传感器和压力传感器分别设置在载样仓的内壁上,第二温度传感器设置在空心夹层内,第三温度传感器设置在蒸气发生器内,第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器和压力传感器分别通过数据线连接至数据采集箱上,数据采集箱通过数据线连接至计算机上。

[0011] 由于采用了以上技术方案,本实用新型的污染土壤修复过程模拟试验系统可以开展多种修复方法和技术的科学研究,具有如下的技术特点和优点:

[0012] 1. 通过系统的优化,一套系统可以分别开展曝气、蒸汽抽提、热脱附、化学淋洗等多种修复方法的试验研究,也可用于模拟流体在多孔介质中的运移过程。

[0013] 2. 设置了旋转支撑装置,载样仓和加热仓可以绕水平转轴自由旋转,因此可以采用一台仪器分别模拟土体垂直、水平或任意方向上气体和液体的输运特性。

[0014] 3. 设置了供气供液装置和尾气尾液收集处理装置,通过阀门的控制,可以分别提供气体、蒸气和液体作为载气或载液,或模拟水蒸气、水、液态和气态污染物运移过程。

[0015] 4. 温度传感器和压力传感器与计算机相连,实现了对试验过程的智能控制,使得仪器的正常运行和参数的准确控制得到了有力保障,并提供了试验效率。

[0016] 本实用新型的污染土壤修复过程模拟试验系统结构合理,操作简单,使用方便,一机多用,适用范围广,无二次污染,具有广阔的应用前景和实用价值。

附图说明

[0017] 附图 1 是本实用新型污染土壤修复过程模拟试验系统的结构示意图。

[0018] 附图 2 加热修复装置的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本实用新型进行进一步详细描述:见附图

[0020] 污染土壤修复过程模拟试验系统由供气供液装置、加热修复装置、尾气尾液收集处理装置、升降支撑装置和自动控制与数据采集装置组成。

[0021] 供气供液装置由储液罐 1、平流泵 3、蒸气发生器 4、增压泵 6、储气罐 7 构成。储液罐 1 的出液口通过软管经第一三通阀 2 连接至平流泵 3 的进液口。平流泵 3 的出液口通过软管连接至蒸气发生器 4 进液口。蒸气发生器 4 的出气口通过软管连接至四通阀 5。平流泵 3 将储液罐 1 中的蒸馏水或其他液体注入到蒸气发生器 4 中,加热成预定温度的蒸气后,再经过调压阀调整到预定压力。第一三通阀 2 又通过软管连接至增压泵 6 的进液口。增压泵 6 的出液口通过软管连接至四通阀 5。增压泵 6 将储液罐 1 中的液体直接增压后,经调压阀调至预定压力。储气罐 7 出气口通过软管连接至四通阀 5。储气罐 7 内的高压气体经调压阀调整到预定压力。蒸气发生器 4 与四通阀 5 连接的软管上、增压泵 6 与四通阀 5 连接的软管上及储气罐 7 与四通阀 5 连接的软管上分别设置有调压阀。

[0022] 加热修复装置由载样仓 10、加热仓 11、电机 18 组成。载样仓 10 和加热仓 11 分别呈空心圆柱状。加热仓 11 密封套装在载样仓 10 外。载样仓 10 外壁和加热仓 11 内壁之间形成空心夹层 12。空心夹层 12 内设有加热器组 13。载样仓 10 用于放置试样,试样可以是松散的,也可以是与内腔尺寸一致的压实试样。载样仓 10 两端分别设置有进料螺旋密封盖 9 和出料螺旋密封盖 15。进料螺旋密封盖 9 上设置有进气进液口,出料螺旋密封盖 15 上设置有出气出液口。在载样仓 10 内两端分别设置有过滤透水板 14。过滤透水板 14 用于过滤试样中的水和气,并使之顺畅地流入或流出试样。进料螺旋密封盖 9 和出料螺旋密封盖 15 用于密封载样仓 10。在载样仓 10 靠近出料螺旋密封盖 15 一端的外壁上固定设有传动齿轮 16,传动齿轮 16 与连接于电机 18 主轴的主动齿轮 17 啮合;

[0023] 尾气尾液收集处理装置由粉尘过滤器 20、活性炭吸附器 21 和尾液收集器 22 构成,对尾气和尾液分别进行收集和处理。第一真空泵进气口通过软管连接至活性炭吸附器 21 出气口,活性炭吸附器 21 的进气口通过软管连接至粉尘过滤器 20 出气口,粉尘过滤器 20 进气口通过软管连接至第二三通阀 2。第二真空泵进气口通过软管连接至尾液收集器 22 出气口。尾液收集器 22 进气口通过软管连接至第二三通阀 2,粉尘过滤器 20 与第二三通阀 2 连接的软管上和尾液收集器 22 与第二三通阀 2 连接的软管上分别设置有调压阀。四通阀 5 通过软管连接至进料螺旋密封盖 9 上的进气进液口,连接软管上设有阀门 8,第二三通阀 2 通过软管连接至出料螺旋密封盖 15 上的出气出液口。由真空泵制造抽力,将载样仓 10 内产生的气体或液态经由调压阀抽入粉尘过滤器 20 和活性炭吸附器 21 或尾液收集器 22 中进行收集和处理。

[0024] 升降支撑装置由支撑滚圈 23、滚圈支架 25、升降平台 26、滚轮支架 27 和支架 28 构成,支架 28 对称设置在升降平台 26 两侧,支架 28 上端分别设置有转轴 29,转轴 29 分别活动插入在加热仓 11 的壁面中。加热修复装置可以绕转轴 29 旋转任意角度。升降平台 26 上方两端对称设置有滚圈支架 25,支撑滚圈 23 对称套装在载样仓 10 两端,支撑滚圈 23 和滚圈支架 25 之间通过销钉 24 连接。载样仓 10 可以在支撑滚圈 23 内绕中心轴自由旋转,升降平台 26 下方对称设置有滚轮支架 27,电机 18 固定安装在升降平台 26 上。当试样需要垂直设置,或安装与拆卸试样时,卸掉销钉 24,启动和降下升降平台 26,使加热修复装置与升降支撑装置脱离,移走升降台即可。

[0025] 自动控制与数据采集装置由计算机、数据采集箱和传感器构成,第一温度传感器

30 和压力传感器 31 分别设置在载样仓 10 的内壁上,第二温度传感器 32 设置在空心夹层 12 内,第三温度传感器 33 设置在蒸气发生器 4 内,第一温度传感器 30、第二温度传感器 32、第三温度传感器 33 和压力传感器 31 分别通过数据线连接至数据采集箱上,数据采集箱通过数据线连接至计算机上。

[0026] 污染土壤修复过程模拟试验系统的工作原理:

[0027] 1. 取下载样仓 10,在载样仓 10 出口依次安装过滤透水板 14 和出料螺旋密封盖 15,由载样仓 10 入口处向载样仓 10 内装入试样,再依次安装过滤透水板 14 和进料螺旋密封盖 9。将载样仓 10 插入加热仓 11 内。当进行试样水平状态模拟试验时,例如暴气修复试验、热脱附修复试验、蒸气抽提修复试验以及水平运移过程模拟试验时,将升降平台 26 推至加热仓 11 下方,使载样仓外壁上的传动齿轮 16 与固定在电机 18 转轴上的主动齿轮 17 相啮合,两端的支撑滚圈 23 与升降平台 26 上的滚圈支架 25 的凹槽对齐,并用销钉 24 固定;当进行试样垂直状态模拟试验时,例如进行化学淋洗试验、垂直运移过程模拟试验时,旋转加热仓 11 和载样仓 10,将其至水平状态。

[0028] 2. 连接管线,检查阀门和软管的气密性,并打开计算机和软件系统。根据试验需要,选择下列 1) ~ 3) 步骤之一进行试验:

[0029] 1) 当需要注入液体的蒸气时,关闭所有阀门,计算机控制打开蒸气发生器 4,加热至预设温度,调节第一三通阀 2,使储液罐 1 和平流泵 3 间的软管连通,打开平流泵 3,使液体流入蒸气发生器 4,并被加热成预定温度的蒸气,将蒸气发生器 4 与四通阀 5 间的调压阀调至预定压力,调节四通阀 5,使蒸气发生器 4 与四通阀 5 间的调压阀和四通阀 5 间的软管连通,准备注蒸气;

[0030] 2) 当需要注入液体时,关闭所有阀门,调节第一三通阀 2,使储液罐 1 和增压泵 6 间的软管连通,打开增压泵 6,将增压泵 6 与四通阀 5 间的调压阀调至预定压力,调节四通阀 5,使增压泵 6 与四通阀 5 间的调压阀和四通阀 5 间的软管连通,准备注液体;

[0031] 3) 当需要注入气体时,关闭所有阀门,将储气罐 7 与四通阀 5 之间的调压阀调至预定压力,调节四通阀 5,使储气罐 7 与四通阀 5 之间的调压阀和四通阀 5 间的软管连通,准备注气体。

[0032] 3. 打开阀门 8,使蒸气、液体或气体通过载样仓 10。当进行热脱附试验时,或其它需要旋转载样仓 10 情况时,则启动电机 18,通过电机 18 带动载样仓 10 旋转。

[0033] 4. 载样仓 10 通气和通液的同时,根据试验需要,选择下列 1) ~ 2) 步骤之一进行试验:

[0034] 1) 当采用气体或蒸气进行试验时,调节第二三通阀 19,使载样仓 10 出口与粉尘过滤器 20 连通,并打开与活性炭吸附器 21 相连的第一真空泵;

[0035] 2) 当采用液体进行试验时,调节第二三通阀 19,使载样仓 10 出口与尾液收集器 22 连通,并打开与尾液收集器 22 相连的第二真空泵。

[0036] 按照上述过程,根据不同的试验要求,选择不同的功能单元即可完成不同类型的试验研究。

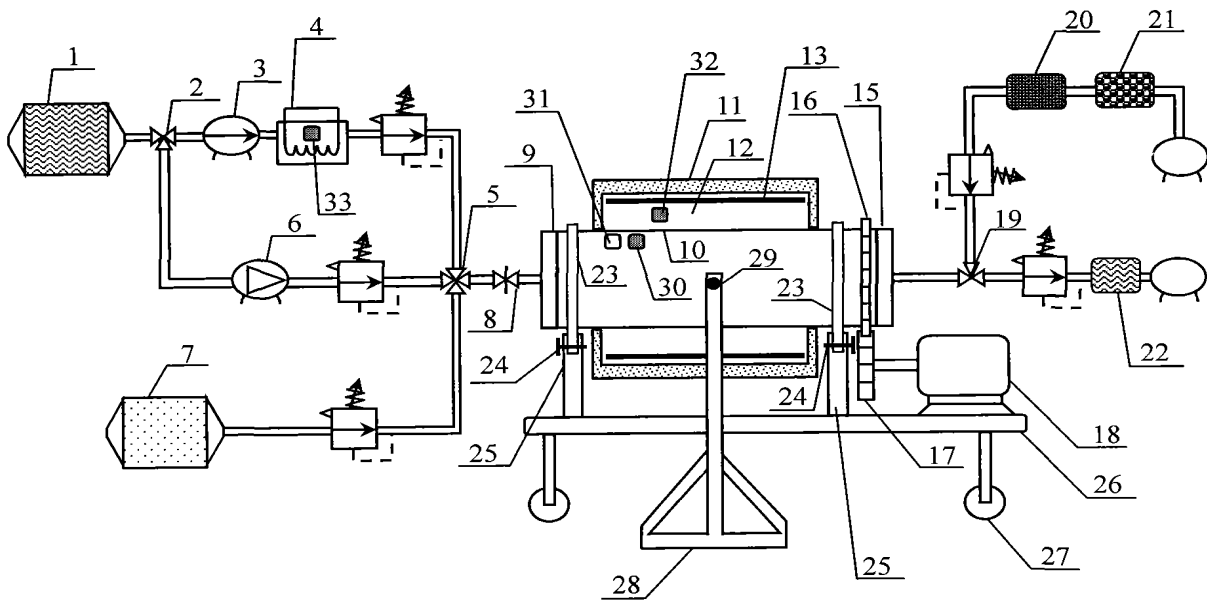


图 1

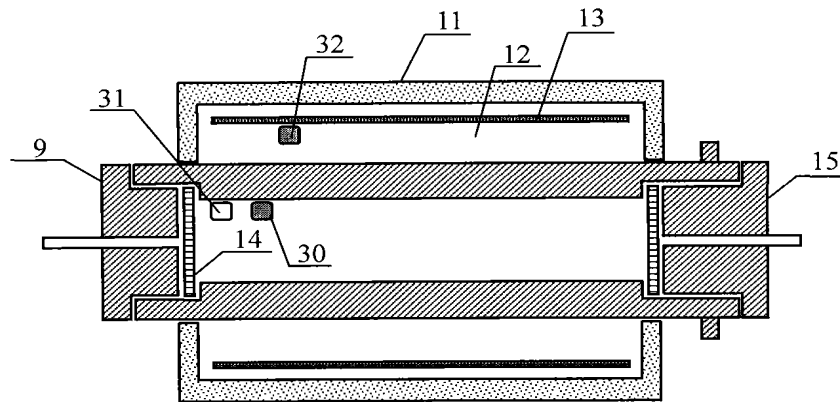


图 2