



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103713110 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201310704206. 8

CN 202599735 U , 2012. 12. 12,

(22) 申请日 2013. 12. 19

WO 9625663 A1 , 1996. 08. 22,

(73) 专利权人 同济大学

审查员 张煜

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 吕玺琳 黄茂松 赖海波

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 王小荣

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102706711 A , 2012. 10. 03,

CN 201974537 U , 2011. 09. 14,

CN 202083615 U , 2011. 12. 21,

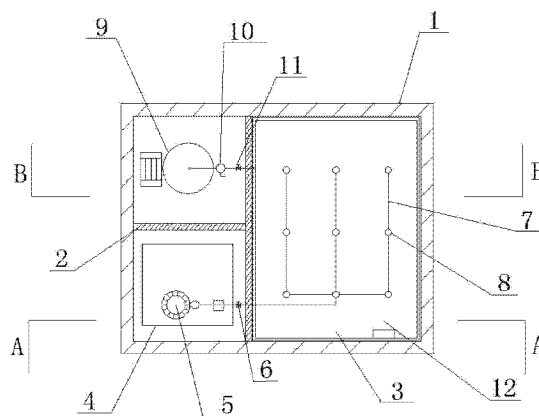
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,包括带有吊篮的离心机和置于吊篮内的模型箱,模型箱内通过T型隔板分隔为三个容腔,三个容腔内分别设有透明的密封箱、为密封箱内喷水的喷水组件以及为密封箱内充气的气压控制组件,密封箱设有可开关的上盖,该上盖上设有分别与喷水组件和气压控制组件连通的接头,密封箱内设有试验用的填埋场土坡、气压表及TDR饱和度测试仪,气压表用于测量密封箱内的气压,TDR饱和度测试仪用于测量土坡内部含水的饱和度。与现有技术相比,本发明通过给密封箱喷水和控制其内部气压模拟液气耦合作用下大型填埋场边坡的失稳行为,具有操作方便、构造简单、可视化程度高以及控制精确等优点。



1. 一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,包括带有吊篮的离心机和置于吊篮内的模型箱,所述的模型箱内通过 T 型隔板分隔为三个容腔,所述的三个容腔内分别设置有透明的密封箱、为密封箱内喷水的喷水组件以及为密封箱内充气的气压控制组件,所述的密封箱设有可开关的上盖,该上盖上设有分别与喷水组件和气压控制组件连通的接头,密封箱内设有试验用的填埋场土坡、气压表及 TDR 饱和度测试仪,所述的气压表用于测量密封箱内的气压,所述的 TDR 饱和度测试仪用于测量土坡内部含水的饱和度。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的喷水组件包括水箱、潜水泵、第一球阀、管路及喷头,所述的潜水泵置于水箱内,所述的喷头与管路连接后置于密封箱内,所述的管路通过密封箱上盖的接头依次与第一球阀和潜水泵连接。

3. 根据权利要求 2 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的管路为网管式管路,该网管式管路由一根主干管和多根并联的分支管连接而成,所述的第一球阀置于主干管内,所述的每根分支管上串联有多个喷头。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的喷头为雾化喷头。

5. 根据权利要求 2 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的气压控制组件包括空气压缩机、气体减压阀、第二球阀及输气管道,所述的空气压缩机通过输气管道与密封箱上盖的接头连通,所述的气体减压阀和第二球阀依次设置在输气管道内。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的密封箱采用玻璃材料制成。

7. 根据权利要求 5 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的离心机设有电源控制柜,该电源控制柜分别与潜水泵和空气压缩机连接,实现控制潜水泵和空气压缩机的开关。

8. 根据权利要求 1 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的模型箱一侧设有可视窗,该可视窗外设有用于记录坡土土体变化过程的监视组件。

9. 根据权利要求 8 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的监视组件包括照明灯和摄像机。

10. 根据权利要求 1 所述的一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,所述的 TDR 饱和度测试仪设有多个,分布埋设在土坡内。

## 基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种岩土工程离心模型试验装置,尤其是涉及一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置。

### 背景技术

[0002] 城市固体废弃物不易焚烧,焚烧处理成本高,其它如堆肥法、热处理法等的技术和成本上都还不成熟。对垃圾进行填埋处理是常用的垃圾处理手段,在我国约有 80%的城市生活垃圾都是填埋处理。

[0003] 以往对填埋场设计、施工、填埋、封闭等方面的考量主要集中于对地下水和大气环境的污染和影响,较少关注失稳破坏所造成的损失和灾难性的后果。随着全球各地相继发生填埋场稳定性破坏,造成了人员伤亡和大量的财产损失。这些事故的发生引起了广泛关注,对于垃圾填埋场稳定性的研究迫在眉睫。

[0004] 在我国城市生活垃圾主要采用卫生填埋法进行处理,由于垃圾土体成分复杂加上长时间堆载,雨水渗入和有机物生化降解反应产生大量气体和渗滤液,导致大型垃圾填埋场内垃圾土体失稳机理十分复杂。近些年国内外学者对垃圾土体的力学特性研究有了长足的发展,对于稳定性研究多采用数值模拟的方法或基于经典土力学理论中的解析方法,缺乏试验的验证。土工离心机技术是一种运用离心机产生离心加速度的设备,这样就可以缩小尺寸直观地再现垃圾土体的工作状态,进而获得相关的数据。要基于液气耦合作用下垃圾土体的失稳状态必须能够控制水分和气压,目前国内外还没有研制出能同时控制水和气压的垃圾土坡稳定的离心模型装置。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,包括带有吊篮的离心机和置于吊篮内的模型箱,所述的模型箱内通过 T 型隔板分隔为三个容腔,所述的三个容腔内分别设置有透明的密封箱、为密封箱内喷水的喷水组件以及为密封箱内充气的气压控制组件,所述的密封箱设有可开关的上盖,该上盖上设有分别与喷水组件和气压控制组件连通的接头,密封箱内设有试验用的填埋场土坡、气压表及 TDR 饱和度测试仪,所述的气压表用于测量密封箱内的气压,所述的 TDR 饱和度测试仪用于测量土坡内部含水的饱和度。

[0007] 所述的喷水组件包括水箱、潜水泵、第一球阀、管路及喷头,所述的潜水泵置于水箱内,所述的喷头与管路连接后置于密封箱内,所述的管路通过密封箱上盖的接头依次与第一球阀和潜水泵连接。

[0008] 所述的管路为网管式管路,该网管式管路由一根主干管和多根并联的分支管连接而成,所述的第一球阀置于主干管内,所述的每根分支管上串联有多个喷头。

[0009] 所述的喷头为雾化喷头。

[0010] 所述的气压控制组件包括空气压缩机、气体减压阀、第二球阀及输气管道,所述的空气压缩机通过输气管道与密封箱上盖的接头连通,所述的气体减压阀和第二球阀依次设置在输气管道内。

[0011] 所述的密封箱采用玻璃材料制成。

[0012] 所述的离心机设有电源控制柜,该电源控制柜分别与潜水泵和空气压缩机连接,实现控制潜水泵和空气压缩机的开关。

[0013] 所述的模型箱一侧设有可视窗,该可视窗外设有用于记录坡土土体变化过程的监视组件。

[0014] 所述的监视组件包括照明灯和摄像机。

[0015] 所述的 TDR 饱和度测试仪设有多个,分布埋设在土坡内。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0017] 1、气压控制组件通过输入可控的气体给密封箱,实现控制密封箱内气压,使得本发明可根据实际情况选取气压值设置试验方案,以便更好地模拟垃圾土体在不同时期不同气压下的失稳状态;

[0018] 2、喷水组件采用管网式设计和分布的多个雾化喷头,能有效保证喷水的均匀性,通过电源控制柜控制潜水泵开启和关闭,进而控制喷水量,使得本发明可根据需要控制试验边坡土体的饱和度;

[0019] 3、气压表和 TDR 饱和度测试仪可测量密封箱内气压和饱和度数据,从而实时监测试验过程中土体的状态;

[0020] 4、本发明中各个部分都加以固定从而能够承受高重力场作用,空气压缩机和潜水泵均采用电力驱动,且与离心机的电源控制柜连接,使用方便;

[0021] 5、模型箱前侧为有机玻璃,密封箱也采用透明材质,通过监测组件可以很清晰的观察土体的变化,可视化程度高,通过监视组件采集图像信息可以完整地记录实验过程中土体发生的变化。

## 附图说明

[0022] 图 1 为本发明的俯视示意图;

[0023] 图 2 为图 1 中 A-A 前视图;

[0024] 图 3 为图 1 中 B-B 前视图。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0026] 如图 1 所示,一种基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验装置,其特征在于,包括带有吊篮的离心机和置于吊篮内的模型箱,所述的模型箱 1 上端开口,方便模型箱 1 内各个组件的装配和调试,模型箱 1 前侧镶嵌有一块有机玻璃,方便对模型箱 1 内进行监控,模型箱 1 内被一 T 型隔板 2 分隔为三个容腔,所述的三个容腔内分别设置有透明的高强度的玻璃密封箱 3、为密封箱 3 内输水的喷水组件以及为密封箱 3 内充气的气压控制组件;所述的密封箱 3 设有可开关的上盖,该上盖上设有分别与喷水组件和气压控制组件

连通的接头,密封箱 3 内设有试验用的填埋场土坡和数据采集组件,所述的数据采集组件包括气压表和 TDR 饱和度测试仪,所述的气压表 12 固定于密封箱内,用于实时监测密封箱 3 内部的气压值,所述的 TDR 饱和度测试仪设有多个,分布埋设在土坡内用于测定土坡内部的饱和度,所述的模型箱 1 的有机玻璃外设有用于记录离心机运转时坡土土体变化过程的监视组件,该监视组件包括照明灯和摄像机。

[0027] 如图 1、2 所示,所述的喷水组件包括水箱 4、潜水泵 5、第一球阀 6、管路 7 及喷头 8,所述的潜水泵 5 置于水箱 4 内,通过与离心机的电源控制柜连接控制其开关,所述的管路 7 为网管式管路,该网管式管路由一根主干管和 three 根并联的分支管连接而成,每根分支管上均串联有三个喷头 8,所述的喷头 8 为雾化喷头,喷头 8 与分支管连接后置于密封箱 3 内,主干管通过密封箱 3 上盖的接头依次与第一球阀 6 和潜水泵 5 连接,潜水泵 5 启动后,将水箱 4 内的水压入主干管内,水依次经过第一球阀 6 后进入密封箱 3 内。喷水组件实现对密封箱 3 内均匀洒水,从而提高土体的饱和度。

[0028] 如图 1、3 所示,所述的气压控制组件包括空气压缩机 9、气体减压阀 10、第二球阀 11 及输气管道,所述的离心机的电源控制柜与空气压缩机 9 连接控制其开关,所述的空气压缩机 9 通过输气管道与密封箱 3 上盖的接头连通,所述的输气管道内依次串联有气压减压阀 10 和第二球阀 11,所述的气压减压阀 10 可调节过流气体的气压,所述的第二球阀 11 可实现输气管道的导通和封闭。

[0029] 采用本发明装置实现基于液气耦合作用的填埋场土坡失稳离心模型试验具体包括以下几个步骤:

[0030] 第一,先清洗模型箱和密封箱的玻璃,使之达到良好的可视度,再将按一定比例配制的模拟垃圾土按一定的坡角填入密封箱内,土体内分布多个 TDR 饱和度测试仪,并将压力表固定在密封箱内,然后对水箱进行加水至合适的水位高度,最后确保模型箱内部各个组件连接正常,并将组件固定好;

[0031] 第二,将模型箱利用吊机放置在离心机的吊篮上并固定,之后将潜水泵、空气压缩机的电源连接至离心机的电源控制柜,开启监视组件;

[0032] 第三,打开喷水组件的第一球阀,开启潜水泵的开关,喷水组件为密封箱内输水,使得土体的饱和度不断升高,根据试验方案要求,在预设时间后关闭潜水泵和第一球阀,密封箱内停止喷水;

[0033] 第四,待吸水后的土体稳定后,根据试验方案要求调节气压控制组件的气压减压阀,设定好过流气压之后,打开第二球阀和开启空气压缩机,观察密封箱内的气压表,待气压表度数稳定后关闭空气压缩机和第二球阀;

[0034] 第五,确保模型箱内各组件工作正常后,设定离心机转速,使离心机加速度恒定后达到试验方案要求的加速度值,开启离心机,在离心机超高重力场作用下,土坡发生失稳,监视组件实时记录下随时间变化的土坡的变形情况。

[0035] 以上实施例所述的具体实施方式仅仅是对于本发明内容的一种操作方式,由于本发明装置具有较好的可控性,相关技术领域的技术人员可以便捷地对试验方案进行修改达到各种环境下的条件控制,本发明的保护范围不应仅仅局限于说明书中所述的具体实施方式,相关技术人员根据本发明构思基础上所采用的等同技术方法都应当隶属于本发明的保护范围。

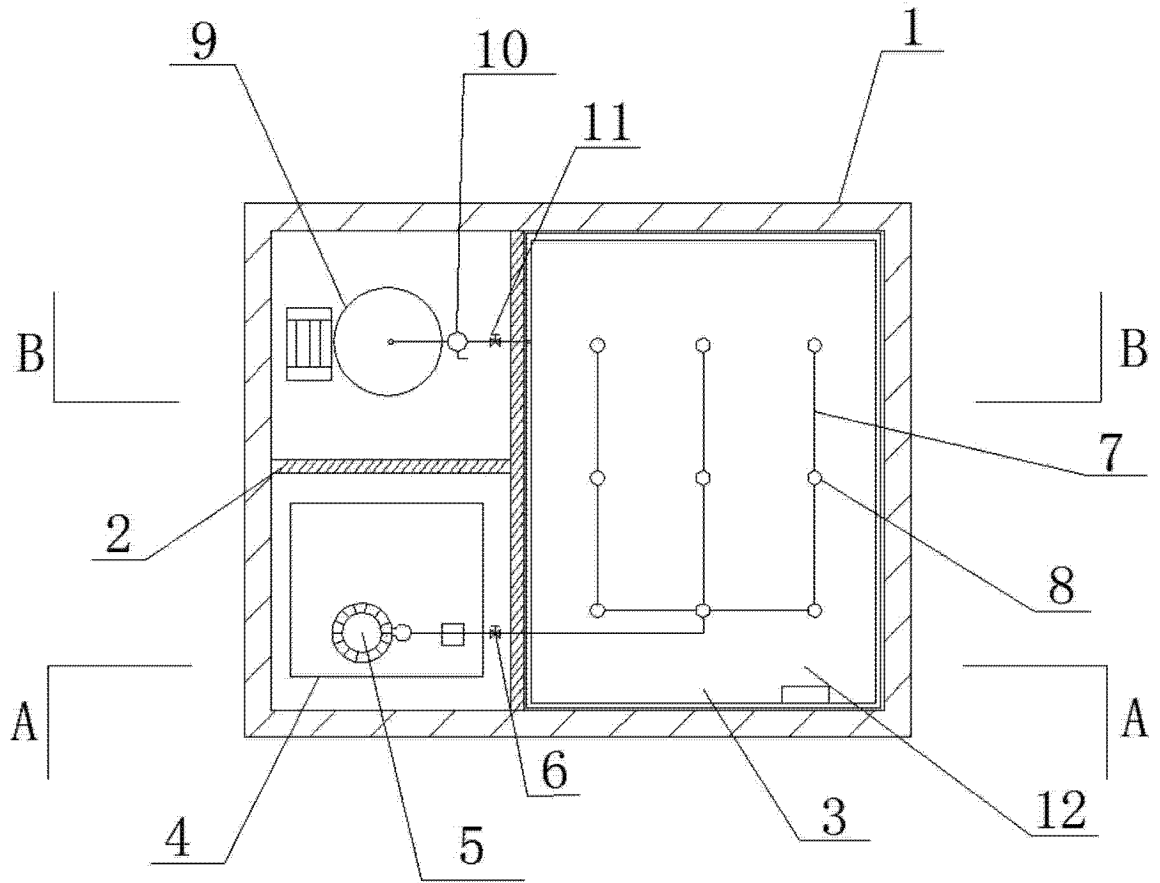


图 1

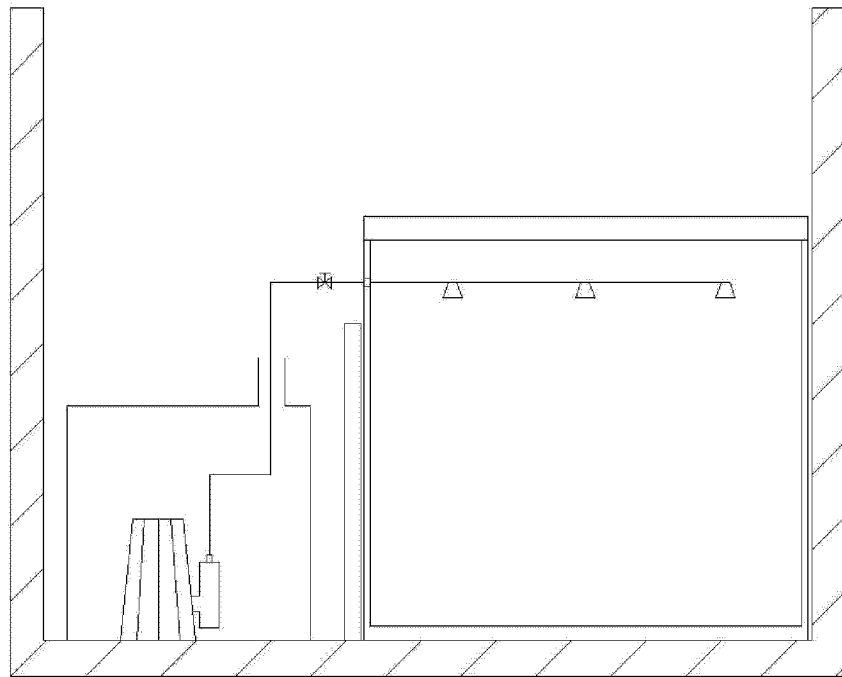


图 2

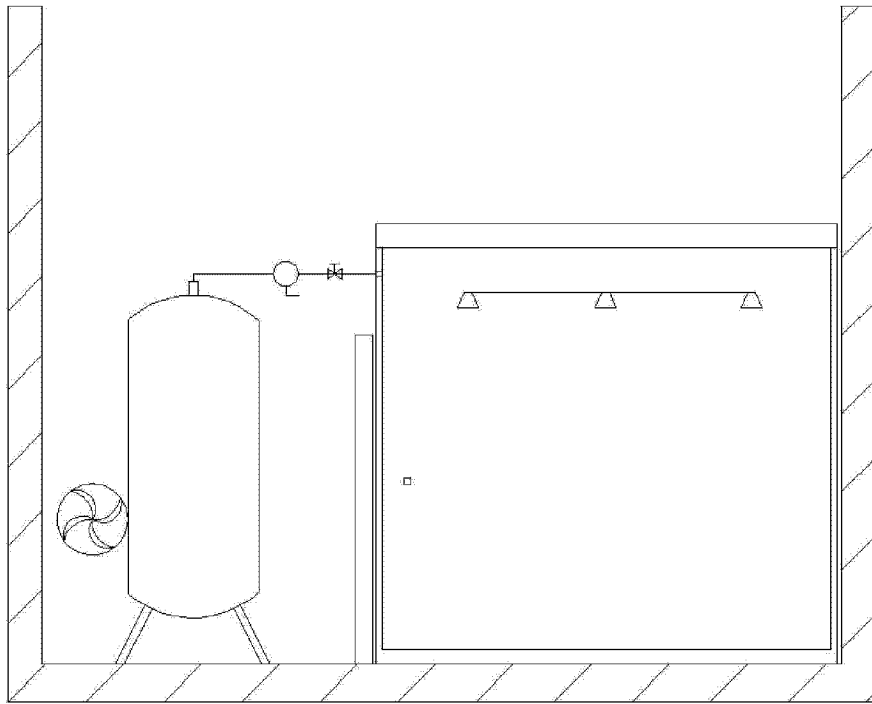


图 3