



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114002076 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 01

(21) 申请号 202111287696.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.11.02

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 3/06 (2006.01)

(71) 申请人 中交四航局第七工程有限公司

G01N 3/02 (2006.01)

地址 510000 广东省广州市南沙区黄阁镇
翠瑜街13号地上8层801单元

申请人 长沙理工大学

中交第四航务工程局有限公司

中交四航工程研究院有限公司

(72) 发明人 欧雪峰 王磊 屈星 韩卫东
胡军然 黎大鹏 牛文宣 徐云浦
唐辉湘 梅勇 武坤鹏 陈鹏
康哲

(74) 专利代理机构 长沙伊柏专利代理事务所
(普通合伙) 43265

代理人 罗莎

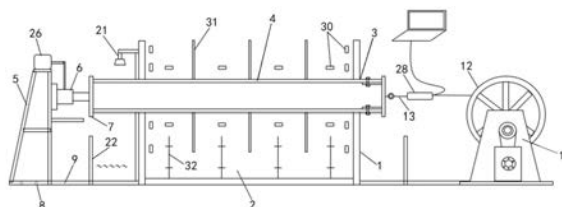
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种拉顶管施工的室内试验模拟装置及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,包括透明的箱体,其顶面敞开设置,上方设置有竖向加载机构,箱体内装有试验土体,箱体两相对的侧面均设置有圆形顶孔,圆形顶孔处插设有模拟管道,模拟管道的两端能穿出两侧的圆形顶孔,其中一个圆形顶孔处设置有喷浆组件,圆形顶孔外侧设置有第一水平加载机构和第二水平加载机构,分别位于箱体的两侧,对模拟管道的两端加载,试验土体中、竖向加载机构以及水平加载机构上均设有测量器件,依靠各个测量器件全面、准确测量试验所需的相关参数,较好地实现了试验目的,能进行模拟现场多条件下的拉顶管施工引发地层变形及确定润滑泥浆最优配比的模型实验。



1. 一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,包括箱体(1),所述箱体(1)由透明材料制成,所述箱体(1)的顶面敞开设置,上方设置有竖向加载机构,所述箱体(1)内装有试验土体(2),所述箱体(1)两相对的侧面均设置有圆形顶孔(3),所述圆形顶孔(3)处插设有模拟管道(4),所述模拟管道(4)的两端能穿出两侧的所述圆形顶孔(3),其中一个所述圆形顶孔(3)处设置有喷浆组件,所述圆形顶孔(3)外侧设置有水平加载机构,所述水平加载机构包括第一水平加载机构和第二水平加载机构,分别位于所述箱体(1)的两侧,对所述模拟管道(4)的两端加载,所述试验土体(2)中、所述竖向加载机构以及所述水平加载机构上均设有测量器件。

2. 根据权利要求1所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述第一水平加载机构包括第一反力架(5),所述第一反力架(5)上设置有水平液压千斤顶(6),所述水平液压千斤顶(6)的伸缩端设置有圆形顶板(7),所述圆形顶板(7)的中心与所述模拟管道(4)的受力中心对应。

3. 根据权利要求2所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述第一反力架(5)的底端设置有滑轮(8),所述第一反力架(5)滑动设置在导轨(9)上,所述导轨(9)设置有对所述滑轮(8)限位的限位槽(10),所述限位槽(10)的间距为所述水平液压千斤顶(6)的进程。

4. 根据权利要求3所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述第二水平加载机构包括旋转支架(11),所述旋转支架(11)上转动设置有电动式绕线轮(12),所述电动式绕线轮(12)上缠绕设置有牵引绳(13),所述牵引绳(13)的末端与所述模拟管道(4)的第二端连接。

5. 根据权利要求4所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述模拟管道(4)的第二端设置有牵引盖板(14),所述牵引盖板(14)为木质圆板,外侧的圆心处设置有铁质拉环(15),所述铁质拉环(15)与所述牵引绳(13)的末端固定,所述牵引盖板(14)的内侧设置有与所述模拟管道(4)内径对应的圆筒(16),所述圆筒(16)插入所述模拟管道(4)并通过螺栓固定。

6. 根据权利要求5所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述竖向加载机构包括刚性加载板(17),所述刚性加载板(17)活动设置在所述箱体(1)顶端,所述刚性加载板(17)的上表面设置有传力盖板(18),所述传力盖板(18)的上表面设置有竖向液压千斤顶(19),所述竖向液压千斤顶(19)的伸缩端与所述传力盖板(18)固定连接,所述竖向液压千斤顶(19)的固定端与第二反力架(20)固定连接,所述第二反力架(20)与所述箱体(1)通过螺栓可拆卸连接。

7. 根据权利要求6所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述喷浆组件包括悬挂设置在所述圆形顶孔(2)上方的喷浆头(21)以及设置在所述圆形顶孔(2)下方的泥浆池(22),所述喷浆头(21)通过导浆管(23)与所述泥浆池(22)连通,所述导浆管(23)上设置有注浆加压泵(24)和注浆阀门(25),所述泥浆池中装有预设配比的润滑泥浆。

8. 根据权利要求7所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述圆形顶孔(3)的外侧设置有共心的环形孔盖(33),所述环形孔盖(33)与所述圆形顶孔(3)的外侧通过螺栓可拆卸连接,所述环形孔盖(33)具有多种规格,采用透明材料制成。

9. 根据权利要求8所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,所述测量

器件包括设置在所述水平液压千斤顶(6)上的第一压力传感器(26)、设置在所述竖向液压千斤顶(19)上的第二压力传感器(27)、设置在所述牵引绳(13)上的电子弹簧测力计(28)、设置在所述牵引盖板(14)上的千分表(29)、以及设置在所述试验土体(2)内的土压力盒(30)、测斜管(31)和位移传感器(32)。

10.一种拉顶管施工的室内试验模拟方法,采用如权利要求9所述的一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、向箱体(1)内分层填筑试验土体(2),并压实,在填土过程中相应安装好土压力盒(30)、测斜管(31)和位移传感器(32),测斜管(31)竖向安装,试验土体(2)填至圆形顶孔(3)高度时,将模拟管道(4)横穿箱体(1)两侧的圆形顶孔(3),再继续填土直至箱体(1)顶面,将千分表(29)通过支架安装在刚性加载板(17)上,第一压力传感器(26)和第二压力传感器(27)分别与水平液压千斤顶(6)以及竖向液压千斤顶(19)连接,电子弹簧测力计(28)开启,将千分表(29)数值调零,记录各测斜管(31)的水平位移初始值、土压力盒(30)以及位移传感器(32)的初始读数,在泥浆池中装入配比好的润滑泥浆;

步骤二、打开注浆阀门(25),使泥浆池(22)中的润滑泥浆通过注浆加压泵(24)加压,经导浆管(23)运输并从上方的悬挂式喷浆头(21)喷出,使模拟管道(4)外壁上覆盖润滑泥浆层;

步骤三、水平液压千斤顶(6)加压推动模拟管道(4)前移,同时电动式绕线轮(12)转动牵引模拟管道(4)前进,每次拉顶穿越土层一定距离,记录第一压力传感器(26)和第二压力传感器(27)数值、电子弹簧测力计(28)数值、测斜管(31)水平位移值、土压力盒(30)的土压力值、位移传感器(32)的位移值,以及千分表(29)数值;

步骤四、当顶推量超过水平液压千斤顶(6)行程时,水平液压千斤顶(6)的活塞杆回缩,控制第一反力架(5)向前滑动,至导轨(9)的下一限位槽(10)处进行固定;

步骤五、重复步骤三至四,直至模拟管道(4)在试验土体(2)中的拉顶距离超过箱体(1)的两倍长度;

步骤六、根据测斜管(31)的测量结果绘制测斜曲线,根据位移传感器(32)的测量结果绘制变形曲线,根据电子弹簧测力计(28)以及第一压力传感器(26)的测量结果绘制拉力及顶力变化曲线,根据千分表(29)的测量结果绘制加载曲线,综合土压力盒(30)的测量结果进行拉顶管施工过程中地层力学响应分析,完成拉顶管施工实验。

一种拉顶管施工的室内试验模拟装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及顶管施工技术领域,特别涉及一种拉顶管施工的室内试验模拟装置及方法。

背景技术

[0002] 随着我国城镇基础设施建设改造步伐不断加快,城镇污水管网的改造与管理,关系到污水收集的效率和居民生活工作环境的质量。加快城镇污水管网改造和不断提高污水管网管理水平,对改善城镇环境、提高城镇综合竞争力具有重要意义。常规的非开挖市政管道铺设方法采用顶管施工法及定向钻牵引施工法,但这两种方法均存在局限性。而拉顶管施工是一种新型非开挖施工方法,是一种不开挖或者少开挖的管道埋设施工技术,通过导向钻头确定管道标高和轨迹,利用拉管设备的拉力和顶管设备顶力的共同作用,将管道推进至设计高程,采用的是挤压出土的方式,使管道在两个或多个井内连通。

[0003] 由于拉顶管施工工艺作为一种地下开挖方法,不可避免地会对管道周围的土体产生扰动,使周围的土体出现卸载或加载等复杂的力学行为,土体的应力状态不断发生变化,引起管道周围土体产生变形。当土体变形超过一定范围时,会严重危及邻近构筑物基础、邻近构筑物、路面和地下管线的安全,引起一系列环境岩土问题。在施工过程中通过注浆可以达到减阻的目的,还可以有效的减小管道周边土体变形,增强其稳定性,因此注浆是拉顶管施工中的关键技术之一。

[0004] 而目前针对拉顶管施工过程中地层变形及润滑泥浆最优配比的确定,基本依靠经验公式和现场测试,无法在施工前在试验室内测定。因此,为了更好地模拟现场拉顶管施工环境,研究拉顶管施工引起的地层变形对施工和周边建筑物安全的影响规律,以及探究施工中最优润滑泥浆配比,有必要研制一种可模拟拉顶管施工引发地层变形及确定润滑泥浆最优配比的试验装置。

[0005] 专利CN102636430A公开了一种顶管注浆减阻的室内模拟试验系统,它包括实验箱、水平加载系统、竖向加载系统等,该试验系统能模拟管道在土层中的顶进过程,测试在不同浆液配比、不同注浆压力下,管道顶进过程中的摩阻力和摩擦系数。但是,其采用的是注浆导管预先埋设在待测管道中并与管道壁的注浆孔连通的方式,注浆导管的布置相对复杂。

[0006] 应该注意,上面对技术背景的介绍只是为了方便对本申请的技术方案进行清楚、完整的说明,并方便本领域技术人员的理解而阐述的。不能仅仅因为这些方案在本申请的背景技术部分进行了阐述而认为上述技术方案为本领域技术人员所公知。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种多条件下模拟拉顶管施工的试验方案,适用于模拟现场多条件下的拉顶管施工引发地层变形、以及确定润滑泥浆最优配比的模型试验。

[0008] 为了达到上述目的,本发明提供了一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,包括箱

体,所述箱体由透明材料制成,所述箱体的顶面敞开设置,上方设置有竖向加载机构,所述箱体内装有试验土体,所述箱体两相对的侧面均设置有圆形顶孔,所述圆形顶孔处插设有模拟管道,所述模拟管道的两端能穿出两侧的所述圆形顶孔,其中一个所述圆形顶孔处设置有喷浆组件,所述圆形顶孔外侧设置有水平加载机构,所述水平加载机构包括第一水平加载机构和第二水平加载机构,分别位于所述箱体的两侧,对所述模拟管道的两端加载,所述试验土体中、所述竖向加载机构以及所述水平加载机构上均设有测量器件。

[0009] 进一步地,所述第一水平加载机构包括第一反力架,所述第一反力架上设置有水平液压千斤顶,所述水平液压千斤顶的伸缩端设置有圆形顶板,所述圆形顶板的中心与所述模拟管道的受力中心对应。

[0010] 进一步地,所述第一反力架的底端设置有滑轮,所述第一反力架滑动设置在导轨上,所述导轨设置有对所述滑轮限位的限位槽,所述限位槽的间距为所述水平液压千斤顶的行程。

[0011] 进一步地,所述第二水平加载机构包括旋转支架,所述旋转支架上转动设置有电动式绕线轮,所述电动式绕线轮上缠绕设置有牵引绳,所述牵引绳的末端与所述模拟管道的第二端连接。

[0012] 进一步地,所述模拟管道的第二端设置有牵引盖板,所述牵引盖板为木质圆板,外侧的圆心处设置有铁质拉环,所述铁质拉环与所述牵引绳的末端固定,所述牵引盖板的内侧设置有与所述模拟管道内径对应的圆筒,所述圆筒插入所述模拟管道并通过螺栓固定。

[0013] 进一步地,所述竖向加载机构包括刚性加载板,所述刚性加载板活动设置在所述箱体顶端,所述刚性加载板的上表面设置有传力盖板,所述传力盖板的上表面设置有竖向液压千斤顶,所述竖向液压千斤顶的伸缩端与所述传力盖板固定连接,所述竖向液压千斤顶的固定端与第二反力架固定连接,所述第二反力架与所述箱体通过螺栓可拆卸连接。

[0014] 进一步地,所述喷浆组件包括悬挂设置在所述圆形顶孔上方的喷浆头以及设置在所述圆形顶孔下方的泥浆池,所述喷浆头通过导浆管与所述泥浆池连通,所述导浆管上设置有注浆加压泵和注浆阀门,所述泥浆池中装有预设配比的润滑泥浆。

[0015] 进一步地,所述圆形顶孔的外侧设置有共心的环形孔盖,所述环形孔盖与所述圆形顶孔的外侧通过螺栓可拆卸连接,所述环形孔盖具有多种规格,采用透明材料制成。

[0016] 进一步地,所述测量器件包括设置在所述水平液压千斤顶上的第一压力传感器、设置在所述竖向液压千斤顶上的第二压力传感器、设置在所述牵引绳上的电子弹簧测力计、设置在所述牵引盖板上的千分表、以及设置在所述试验土体内的土压力盒、测斜管和位移传感器。

[0017] 本发明还提供了一种拉顶管施工的室内试验模拟方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤一、向箱体内分层填筑试验土体,并压实,在填土过程中相应安装好土压力盒、测斜管和位移传感器,测斜管竖向安装,试验土体填至圆形顶孔高度时,将模拟管道横穿箱体两侧的圆形顶孔,再继续填土直至箱体顶面,将千分表通过支架安装在刚性加载板上,第一压力传感器和第二压力传感器分别与水平液压千斤顶以及竖向液压千斤顶连接,电子弹簧测力计开启,将千分表数值调零,记录各测斜管的水平位移初始值、土压力盒以及位移传感器的初始读数,在泥浆池中装入配比好的润滑泥浆;

[0019] 步骤二、打开注浆阀门,使泥浆池中的润滑泥浆通过注浆加压泵加压,经导浆管运

输并从上方的悬挂式喷浆头喷出,使模拟管道外壁上覆盖润滑泥浆层;

[0020] 步骤三、水平液压千斤顶加压推动模拟管道前移,同时电动式绕线轮转动牵引模拟管道前进,每次拉顶穿越土层一定距离,记录第一压力传感器和第二压力传感器数值、电子弹簧测力计数值、测斜管水平位移值、土压力盒的土压力值、位移传感器的位移值,以及千分表数值;

[0021] 步骤四、当顶推量超过水平液压千斤顶行程时,水平液压千斤顶的活塞杆回缩,控制第一反力架向前滑动,至导轨的下一限位槽处进行固定;

[0022] 步骤五、重复步骤三至四,直至模拟管道在试验土体中的拉顶距离超过箱体的两倍长度;

[0023] 步骤六、根据测斜管的测量结果绘制测斜曲线,根据位移传感器的测量结果绘制变形曲线,根据电子弹簧测力计以及第一压力传感器的测量结果绘制拉力及顶力变化曲线,根据千分表的测量结果绘制加载曲线,综合土压力盒的测量结果进行拉顶管施工过程中地层力学响应分析,完成拉顶管施工实验。

[0024] 本发明的上述方案有如下的有益效果:

[0025] 本发明提供的拉顶管施工的室内试验模拟方案,通过圆形顶孔处设置的喷浆组件对模拟管道的外壁喷浆而使其覆盖润滑泥浆层,同时由水平加载机构驱动模拟管道在土层中顶进,竖向加载机构对土层加压,依靠各个测量器件全面、准确测量试验所需的相关参数,较好地实现了试验目的,具有结构合理、操作简便、经济环保、以及可视化等特点,能进行模拟现场多条件下的拉顶管施工引发地层变形及确定润滑泥浆最优配比的模型实验;

[0026] 本发明的其它有益效果将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0027] 图1为本发明的整体结构正视图;

[0028] 图2为本发明的整体结构侧视图;

[0029] 图3为本发明的导轨结构示意图;

[0030] 图4为本发明的牵引盖板结构及连接示意图;

[0031] 图5为本发明的箱涵模型安装示意图。

[0032] 【附图标记说明】

[0033] 1-箱体;2-试验土体;3-圆形顶孔;4-模拟管道;5-第一反力架;6-水平液压千斤顶;7-圆形顶板;8-滑轮;9-导轨;10-限位槽;11-旋转支架;12-电动式绕线轮;13-牵引绳;14-牵引盖板;15-铁质拉环;16-圆筒;17-刚性加载板;18-传力盖板;19-竖向液压千斤顶;20-第二反力架;21-喷浆头;22-泥浆池;23-导浆管;24-注浆加压泵;25-注浆阀门;26-第一压力传感器;27-第二压力传感器;28-电子弹簧测力计;29-千分表;30-土压力盒;31-测斜管;32-位移传感器;33-环形孔盖;34-箱涵模型。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,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。在具体实施方式中所描述的各个具体技术特征和各实施例,在不矛盾的

情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,例如通过不同的具体技术特征/实施例的组合可以形成不同的实施方式,为了避免不必要的重复,本发明中各个具体技术特征/实施例的各种可能的组合方式不再另行说明。

[0035] 需要说明的是,术语“设置”、“连接”应做广义理解,例如,可以是直接设置、安装、连接,也可以通过居中元部件、居中结构间接设置、连接。另外,本发明中的“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系或常规放置状态或使用状态,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的结构、特征、装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明限制。

[0036] 实施例1:

[0037] 如图1、图2所示,本发明的实施例1提供了一种拉顶管施工的室内试验模拟装置,包括箱体1、其顶面敞开设,上方设置有竖向加载机构,通过竖向加载机构向箱体1内放置的试验土体2施加竖向载荷。箱体1两相对的侧面均设置有圆形顶孔3,圆形顶孔3处插设有模拟施工顶管的模拟管道4,模拟管道4的两端能穿出两侧的圆形顶孔3。其中一个圆形顶孔3处设置有喷浆组件,在模拟管道4加载过程中对其外表面喷浆处理,使模拟管道4外壁上覆盖润滑泥浆层。圆形顶孔3外侧设置有水平加载机构,本实施例中水平加载机构包括第一水平加载机构和第二水平加载机构,分别位于箱体1的两侧,对模拟管道4的两端加载,模拟顶管受驱动力时在土层中的顶进过程。其中,试验土体2中、竖向加载机构以及水平加载机构上均设有测量器件,通过测量器件对试验过程中的所需参数实时测量,以进行地层力学响应分析。

[0038] 在本实施例中,第一水平加载机构包括第一反力架5,第一反力架5上设置有水平液压千斤顶6,水平液压千斤顶6的伸缩端设置有圆形顶板7,圆形顶板7的中心与模拟管道4的受力中心对应,通过水平液压千斤顶6将模拟管道4向箱体1的另一侧顶进。同时如图3所示,第一反力架5的底端设置有滑轮8,第一反力架5滑动设置在导轨9上,且导轨9设置有对滑轮8限位的限位槽10,限位槽10的间距为水平液压千斤顶6的进程。当顶推量超过水平液压千斤顶6进程时,水平液压千斤顶6回缩,再控制第一反力架5向前滑动,至下一限位槽10处限位固定,从而控制水平液压千斤顶6完成多次顶进过程。

[0039] 在本实施例中,第二水平加载机构包括旋转支架11,旋转支架11上转动设置有电动式绕线轮12,电动式绕线轮12上缠绕设置有牵引绳13,牵引绳13的末端与模拟管道4的第二端连接。电动式绕线轮12通过电机驱动,在水平液压千斤顶6顶进过程中旋转收线,使牵引绳13引导模拟管道4前进,防止顶进方向的偏离。

[0040] 同时如图4所示,作为进一步改进,模拟管道4的第二端设置有牵引盖板14,牵引盖板14为木质圆板,外侧的圆心处设置有铁质拉环15,铁质拉环15与牵引绳13的末端固定,牵引盖板14的内侧设置有与模拟管道4内径对应的圆筒16,圆筒16插入模拟管道4并通过螺栓固定,因此牵引绳13可以平稳地将模拟管道4进行牵引。

[0041] 在本实施例中,竖向加载机构包括刚性加载板17,刚性加载板17活动设置在箱体1顶端,刚性加载板17的上表面设置有传力盖板18,传力盖板18的上表面设置有竖向液压千斤顶19,竖向液压千斤顶19的伸缩端与传力盖板18固定连接,固定端与第二反力架20固定连接,第二反力架20与箱体1通过螺栓可拆卸连接。在竖向液压千斤顶19作用下刚性加载板

17能向下移动,将箱体1内的试验土体2压实。

[0042] 在本实施例中,喷浆组件包括悬挂设置在圆形顶孔2上方的喷浆头21以及设置在圆形顶孔2下方的泥浆池22,喷浆头21通过导浆管23与泥浆池22连通,由导浆管23上设置的注浆加压泵24和注浆阀门25控制,使泥浆池22中装有的、预设配比的润滑泥浆从喷浆头21喷出,在模拟管道4外壁形成润滑泥浆层,可模拟不同浆液配比的润滑泥浆下的拉顶实验,从而确定润滑泥浆最优配比。

[0043] 在本实施例中,测量器件包括设置在水平液压千斤顶6上的第一压力传感器26、设置在竖向液压千斤顶19上的第二压力传感器27、设置在牵引绳13上的电子弹簧测力计28、设置在牵引盖板14上的千分表29、以及设置在试验土体2内的土压力盒30、测斜管31和位移传感器32。其中,测斜管31测量试验土体层的倾斜度,位移传感器32测量试验土体层的变形、土压力盒30测量试验土体2内的土压力,第一压力传感器26和第二压力传感器27分别测量水平液压千斤顶6和竖向液压千斤顶19的液压力,电子弹簧测力计28测量牵引力,千分表29测量竖向加载位移量,最终综合测量结果进行拉顶管施工过程中地层力学响应分析。

[0044] 作为进一步改进,本实施例中圆形顶孔2的外侧设置有多共心的、可拆卸的环形孔盖33,环形孔盖33同样采用透明材料制成以便于观察,环形孔盖33具有多种规格,以调整圆形顶孔3大小,适配不同管径的模拟管道4拉顶试验。

[0045] 实施例2:

[0046] 本发明的实施例2提供了一种拉顶管施工的室内试验模拟方法,采用实施例1提供的模拟装置,包括如下步骤:

[0047] 步骤一、根据试验要求,向箱体1内分层填筑试验土体2,并压实,在填土过程中相应安装好土压力盒30、测斜管31和位移传感器32。测斜管31竖向安装,土压力盒30安装于刚性加载板17下方的土体中、靠近箱体1侧壁的土体中以及模拟管道4周边的土体中,位移传感器32采用磁致伸缩线性位移传感器,由测杆、电子仓和套在测杆上的非接触的磁环组成,填土前将测杆竖立在箱体1底板上,在箱体1底板宽度方向等间距成网格状地布置,之后随填土的进行在测杆上套上磁环。试验土体2填至圆形顶孔3高度时,将模拟管道4横穿箱体1两侧的圆形顶孔3,再继续填土直至箱体1顶面,将千分表29通过支架安装在刚性加载板17上,第一压力传感器26和第二压力传感器27分别与水平液压千斤顶6以及竖向液压千斤顶19连接,电子弹簧测力计28开启,将千分表29数值调零,记录各测斜管31的水平位移初始值、土压力盒30以及位移传感器32的初始读数,在泥浆池22中装入配比好的润滑泥浆。

[0048] 步骤二、打开注浆阀门25,使泥浆池22中的润滑泥浆通过注浆加压泵24加压,经导浆管23运输并从上方的悬挂式喷浆头21喷出,使模拟管道4外壁上覆盖润滑泥浆层。

[0049] 步骤三、水平液压千斤顶6加压推动模拟管道4前移,同时电动式绕线轮12转动牵引模拟管道4前进,每次拉顶穿越土层10cm,记录第一压力传感器26和第二压力传感器27数值、电子弹簧测力计28数值、测斜管31水平位移值、土压力盒30的土压力值、位移传感器32的位移值,以及千分表29数值。

[0050] 步骤四、当顶推量超过水平液压千斤顶6行程时,水平液压千斤顶6的活塞杆回缩,控制第一反力架5向前滑动,至导轨9的下一限位槽10处进行固定。

[0051] 步骤五、重复步骤三至四,直至模拟管道4在试验土体2中的拉顶距离超过箱体1的两倍长度,完成模拟管道4的整个拉顶过程。

[0052] 步骤六、根据测斜管31的测量结果绘制测斜曲线,根据位移传感器32的测量结果绘制变形曲线,根据电子弹簧测力计28以及第一压力传感器26的测量结果绘制拉力及顶力变化曲线,根据千分表29的测量结果绘制加载曲线,综合土压力盒30的测量结果进行拉顶管施工过程中地层力学响应分析,完成拉顶管施工实验。

[0053] 另外如图5所示,在填筑试验土体2过程中,当试验土体2填至圆形顶孔3附近时,将管道模型或箱涵模型34水平安装在模拟管道4上方或者下方,管道模型或箱涵模型34的方向可与模拟管道4的轴向方向成任意夹角,以进行拉顶管上穿或下穿已有管道或箱涵施工过程中地层力学响应分析的实验。

[0054] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

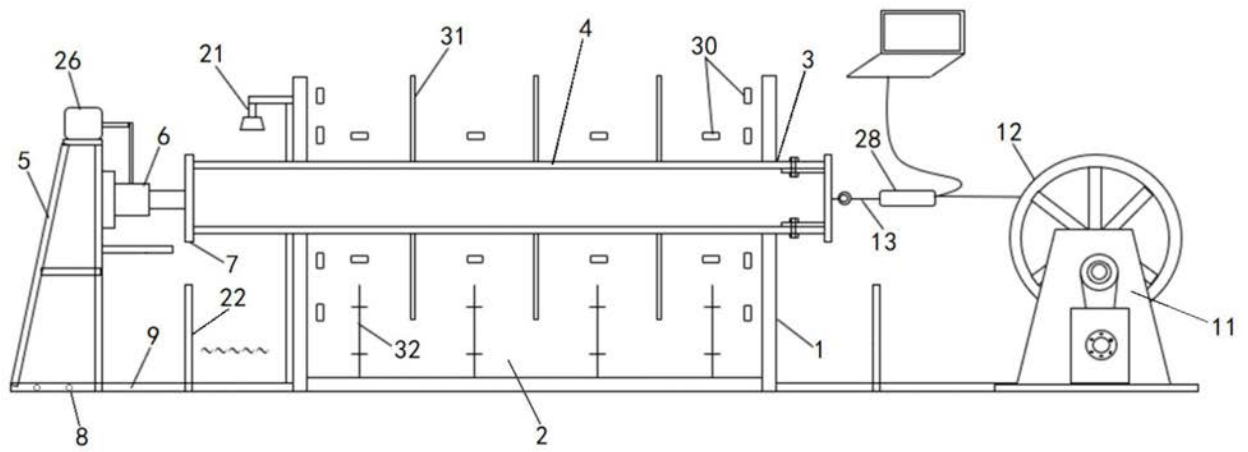


图1

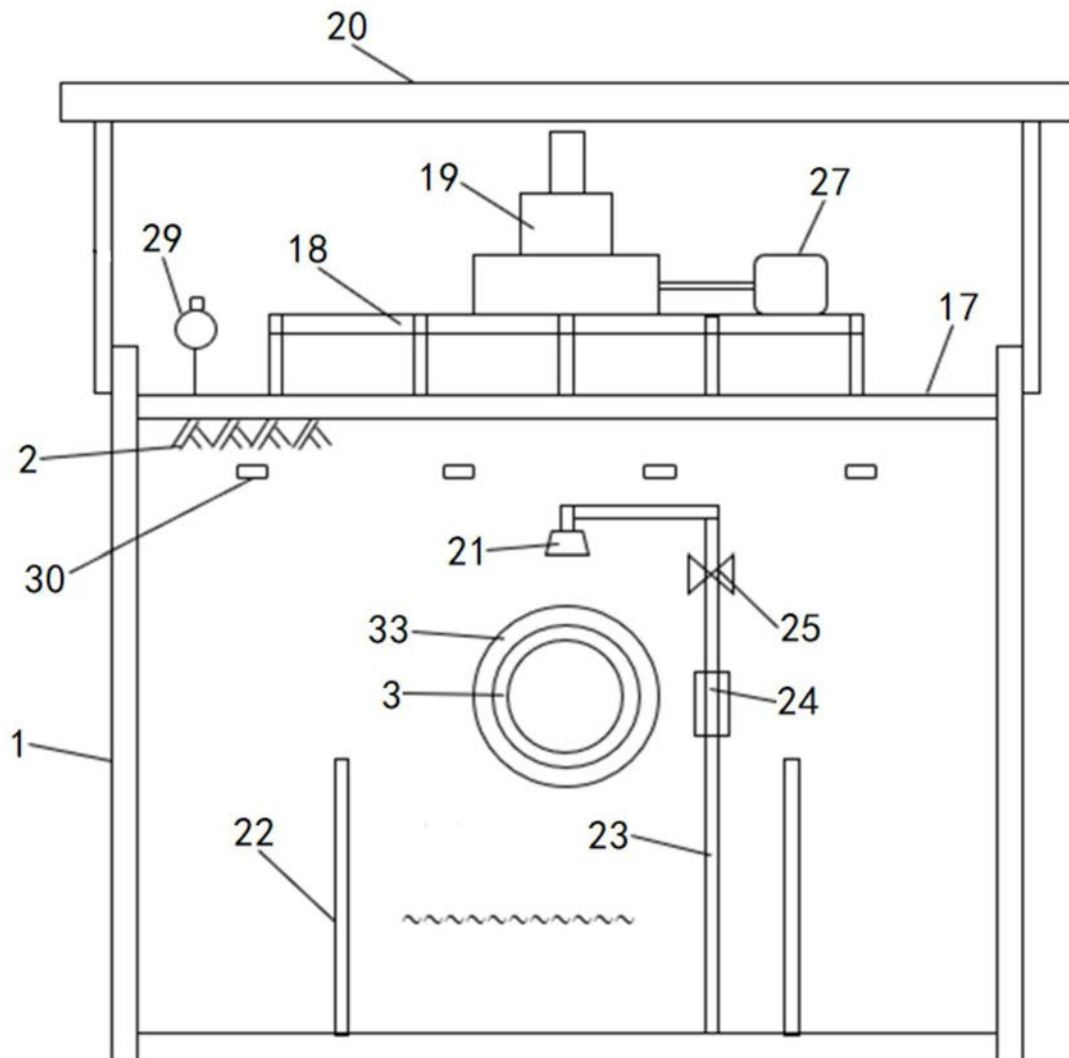


图2

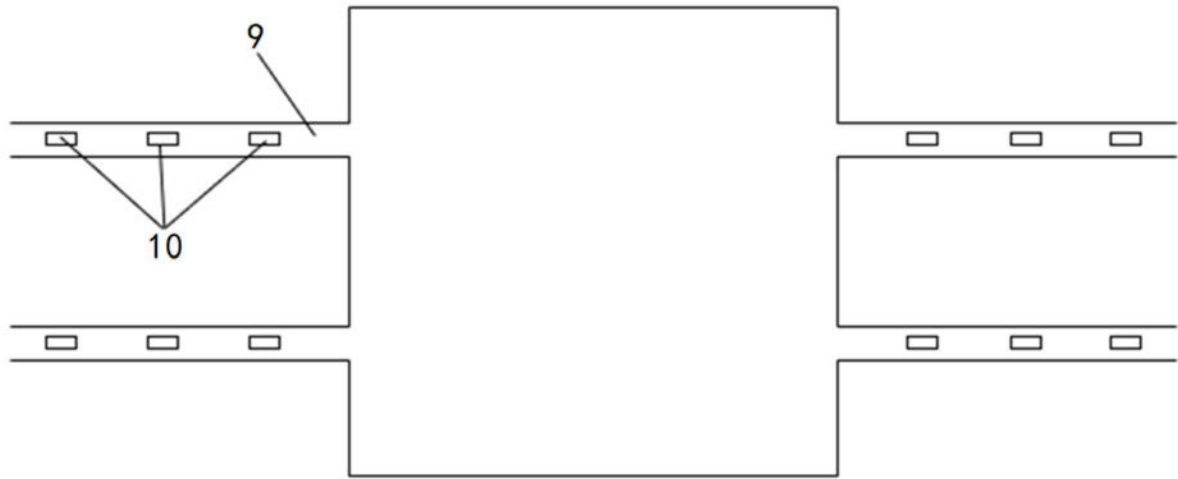


图3

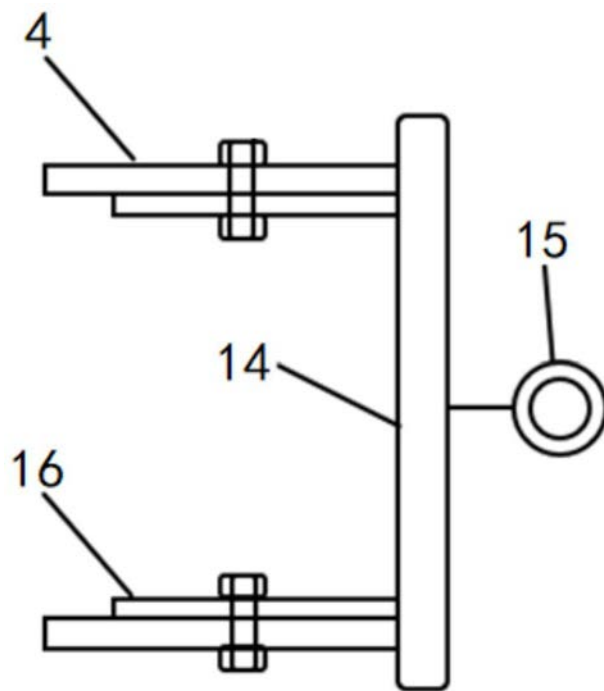


图4

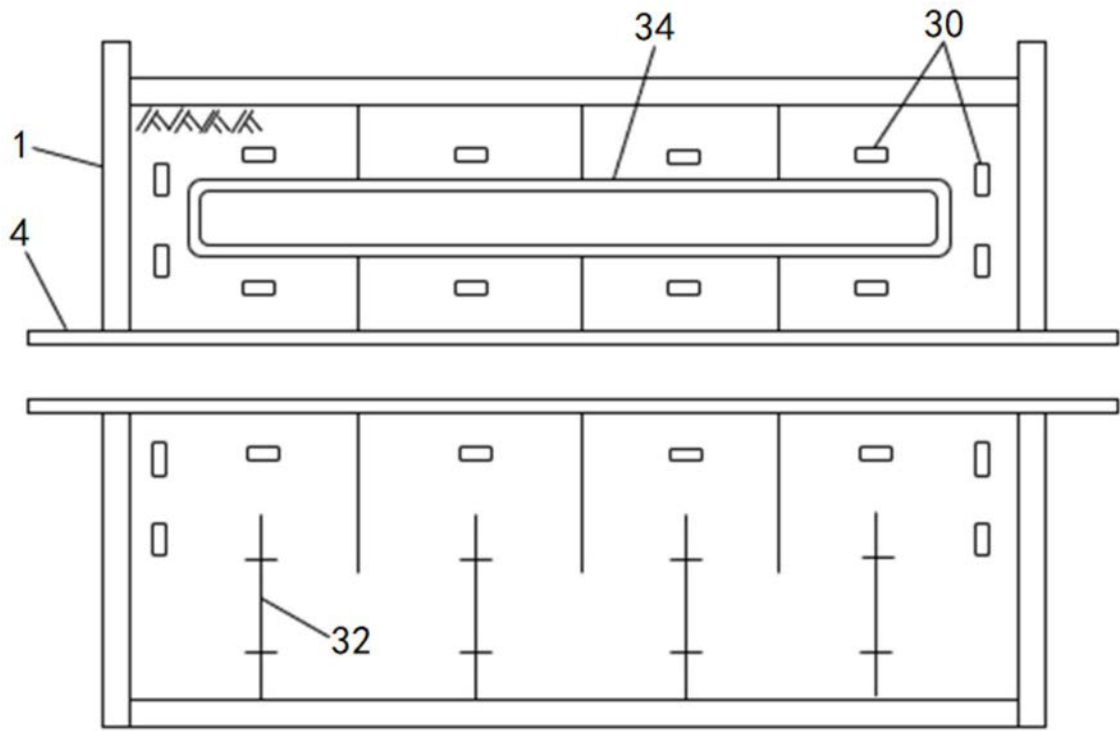


图5