



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105510560 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201610116265.7

(22)申请日 2016.03.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105510560 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 山东交通学院

地址 250357 山东省济南市交校路5号

(72)发明人 李晋 左坤 张波 王云江 辛强

(74)专利代理机构 济南泉城专利商标事务所

37218

代理人 褚庆森

(51)Int.Cl.

G01N 33/24(2006.01)

审查员 飞竹玲

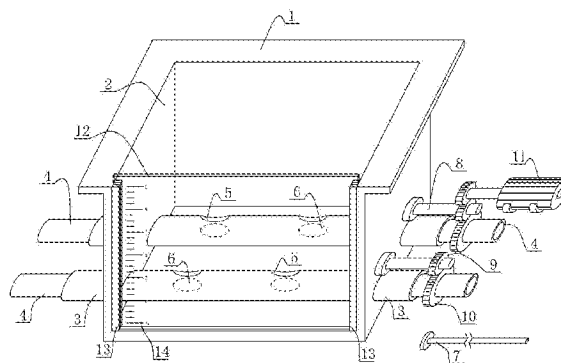
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法

(57)摘要

本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,包括模型箱,其特征在于:模型箱内部空腔的底部设置有至少一个外套管,外套管中设置有取砂管,外套管上开设有外漏砂孔,取砂管上设置有与外漏砂孔相配合的内漏砂孔。本发明的试验方法,包括:a).构建模型箱;b).设计漏砂结构;c).填筑地基层;d).构建上部工程结构层;e).地基沉降模拟;f).数据采集和分析;g).观测地基内部变化情况。本发明的沉降试验模型及其试验方法,结构简单合理,可根据实验要求对漏砂点和数量进行设定,可实现桥头跳车、不均匀沉降、沟谷地形、边缘沉降等不同类型的沉降的模拟,有益效果显著,适于应用推广。



1. 一种基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型的试验方法, 沉降试验模型包括上端开口的模型箱(1), 模型箱的内部为设置地基层(15)的空腔(2), 地基层的上方用于设置待试验的工程结构层(16); 所述模型箱内部空腔的底部设置有至少一个外套管(3), 外套管的两端开口并贯穿出模型箱, 外套管中设置有可进行自由转动的取砂管(4), 外套管上开设有若干外漏砂孔(5), 取砂管上设置有与外漏砂孔相配合的内漏砂孔(6), 取砂管中的砂土通过推砂杆(7)排出; 地基层和/或工程结构层中设置有获取检测数据的测量传感器(17);

所述模型箱(1)的一个侧面为便于观察空腔(2)中状况的透明玻璃门(12), 透明玻璃门的两侧设置有固定于模型箱上的固定框架(13), 固定框架上设置有便于玻璃门插入和取出的导向槽;

包括漏砂自动控制装置, 漏砂自动控制装置由驱动电机(11)、传动轴(8)和主动齿轮(9)组成, 主动齿轮固定于传动轴上, 驱动电机用于驱使传动轴进行转动, 取砂管(4)上设置有与主动齿轮相啮合的被动齿轮(10);

其特征在于, 基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型的试验方法, 通过以下步骤来实现:

- a). 构建模型箱, 根据试验要求和目的, 构建长、宽、高尺寸符合要求的模型箱;
- b). 设计漏砂结构, 根据要模拟的实际工程情况, 在模型箱内部空腔的底部布置直径、数量、位置符合要求的外套管, 并在外套管的内部安装好与其相配合的取砂管; 通过设置外套管、取砂管在模型箱中的位置, 来控制地基层沉降点位置;
- c). 填筑地基层, 根据要模拟的实际工程地质条件, 选取适宜的土质铺设于模型箱的底部, 形成地基层; 并根据试验要求在地基层中埋设一定数量的压力传感器、位移传感器;
- d). 构建上部工程结构层, 针对模拟对象, 在地基层上修筑与待模拟对象一致的工程构筑物, 形成工程结构层, 并在相应的位置埋设应变、压力、位移传感器;
- e). 地基沉降模拟, 通过手动或驱动电机驱使取砂管转动, 以使地基层底部的土体通过外漏砂孔、内漏砂孔进入取砂管中, 并通过推砂杆将取砂管中的土体捣出; 通过控制取出土体的数量来控制地基层的沉降量;
- f). 数据采集和分析, 在地基沉降模拟过程中, 测量并记录所有埋设传感器的数据, 通过监测数据传感器的数据变化, 分析地基多点沉降引起的上部结构受力变形的变化规律, 模拟测试可至地基层上的工程结构层完全破坏;
- g). 观测地基内部变化情况, 模拟试验进入极限破坏状态后, 将透明玻璃门抽出, 根据试验分析要求对沉降试验完成后的模型地基层开挖, 以便直接观测地基层内部变化情况。

## 一种基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种沉降试验模型及其试验方法,更具体的说,尤其涉及一种基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法。

### 背景技术

[0002] 在岩溶、采空区、软土、湿陷性黄土等不良地基上修建造造物(铁路、公路、水坝、房屋等),受外部荷载作用、大气、温度、地下水等多重因素影响,极易出现地基沉降的病害,对地基沉降的研究目前主要通过理论计算与数值仿真,模型试验方法可实现模拟对象变形的可监测、多条件控制、可重复,是研究工程结构受力变形的常用手段,其中,地基模型是现场地基等比例缩小,通过对地基模型及上部工程结构的受力变形测试,可用于估算分析真实工程结构的各项性能指标,目前已有的地基模型无法模拟深层地基土的下陷,因此难以获取地基土沉陷引起的上部结构受力变形规律。

### 发明内容

[0003] 本发明为了克服上述技术问题的缺点,提供了一种基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法。

[0004] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,包括上端开口的模型箱,模型箱的内部为设置地基层的空腔,地基层的上方用于设置待试验的工程结构层;其特别之处在于:所述模型箱内部空腔的底部设置有至少一个外套管,外套管的两端开口并贯穿出模型箱,外套管中设置有可进行自由转动的取砂管,外套管上开设有若干外漏砂孔,取砂管上设置有与外漏砂孔相配合的内漏砂孔,取砂管中的砂土通过推砂杆排出;地基层和/或工程结构层中设置有获取检测数据的测量传感器。

[0005] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,所述模型箱的一个侧面为便于观察空腔中状况的透明玻璃门,透明玻璃门的两侧设置有固定于模型箱上的固定框架,固定框架上设置有便于玻璃门插入和取出的导向槽。

[0006] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,包括漏砂自动控制装置,漏砂自动控制装置由驱动电机、传动轴和主动齿轮组成,主动齿轮固定于传动轴上,驱动电机用于驱使传动轴进行转动,取砂管上设置有与主动齿轮相啮合的被动齿轮。

[0007] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,所述透明玻璃门上标记有刻度线。

[0008] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型,所述的测量传感器包括应变传感器、应力传感器和位移传感器。

[0009] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型的试验方法,其特别之处在于,通过以下步骤来实现:a).构建模型箱,根据试验要求和目的,构建长、宽、高尺寸符合要求的模型箱;b).设计漏砂结构,根据要模拟的实际工程情况,在模型箱内部空腔的底部布置直径、数量、位置符合要求的外套管,并在外套管的内部安装好与其相配合的取砂管;通过设

置外套管、取砂管在模型箱中的位置,来控制地基层沉降点位置;c).填筑地基层,根据要模拟的实际工程地质条件,选取适宜的土质铺设于模型箱的底部,形成地基层;并根据试验要求在地基层中埋设一定数量的压力传感器、位移传感器;d).构建上部工程结构层,针对模拟对象,在地基层上修筑与待模拟对象一致的工程构筑物,形成工程结构层,并在相应的位置埋设应变、压力、位移传感器;e).地基沉降模拟,通过手动或驱动电机驱使取砂管转动,以使地基层底部的土体通过外漏砂孔、内漏砂孔进入取砂管中,并通过推砂杆将取砂管中的土体捣出;通过控制取出土体的数量来控制地基层的沉降量;f).数据采集和分析,在地基沉降模拟过程中,测量并记录所有埋设传感器的数据,通过监测数据传感器的数据变化,分析地基多点沉降引起的上部结构受力变形的变化规律,模拟测试可至地基层上的工程结构层完全破坏;g).观测地基内部变化情况,模拟试验进入极限破坏状态后,将透明玻璃门抽出,根据试验分析要求对沉降试验完成后的模型地基层开挖,以便直接观测地基层内部变化情况。

[0010] 本发明的有益效果是:本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法,根据试验要求在模型箱空腔的底部设置外套管和取砂管,可实现对漏砂点、漏砂点数量的控制,在内部空腔中由下至上布设地基层、工程结构层,并在地基层、工程结构层中埋设应变、压力、位移传感器;试验过程中,控制推砂杆从取砂管捣出土体的数量即可控制沉降量,通过监测数据传感器的数据变化,分析地基多点沉降引起的上部结构受力变形的变化规律。

[0011] 进一步地,通过设置由驱动电机、传动轴、主动齿轮、被动齿轮组成的漏砂自动控制装置,驱动电机通过对取砂管转动角度的控制,来实现对漏砂速率的控制。通过将模型箱的一个侧面设置为透明玻璃门,便于试验过程中直接观测地基层内部变化情况。本发明的沉降试验模型及试验方法,结构简单合理,可根据实验要求对漏砂点和数量进行设定,可实现桥头跳车、不均匀沉降、沟谷地形、边缘沉降等不同类型沉降的模拟,有益效果显著,适于应用推广。

[0012] 本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型及其试验方法优点体现在:

[0013] (1)、可以根据试验要求不同,灵活设置和调整外套管的位置,通过预留内、外漏砂孔的位置,可实现深层地基土多点沉降模拟,实现桥头跳车、不均匀沉降、沟谷地形、边缘沉降等不同类型沉降的模拟。

[0014] (2)、通过设置外套管和取砂管的直径以及漏砂孔的数量,并通过驱动电机控制取砂管的转动角度,可实现对沉降量、沉降速率的精确控制。

[0015] (3)、由于可将整个试验设备置于室内,使得诸如湿度、温度参数的模型试验环境易于控制,测量传感器易于布设和监测,结合传感器监测数据,试验过程能方便监测地基层及上部工程结构层的变形受力情况。

[0016] (4)、采用可抽取的透明玻璃门,便于根据试验分析要求在试验过程中和沉降试验完成后的模型地基开挖,能并直接观测地基内部变化情况。

[0017] (5)、试验设备构造简明、可操作性高,该模型箱制作费用不高,且应用广泛,该试验模型及方法易于实现和推广。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明的沉降试验模型的结构示意图；

[0019] 图2为本发明中取砂管与外套管相配合的结构示意图；

[0020] 图3为本发明中利用沉降试验模型进行试验的原理图。

[0021] 图中：1模型箱，2空腔，3外套管，4取砂管，5外漏砂孔，6内漏砂孔，7推砂杆，8传动轴，9主动齿轮，10被动齿轮，11驱动电机，12透明玻璃门，13固定框架，14刻度线，15地基层，16工程结构层，17测量传感器。

### 具体实施方式

[0022] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0023] 如图1所示，给出了本发明的沉降试验模型的结构示意图，其由模型箱1、外套管3、取砂管4、推砂杆7、传动轴8、主动齿轮9、被动齿轮10、驱动电机11、透明玻璃门12、固定框架13组成，所示的模型箱1为上端开口的立体形状，模型箱1的内部为空腔。外套管3设置于模型箱1内部空腔2的底部，外套管3的两端开口并穿出与模型箱1两侧的体壁，取砂管4位于外套管3中并与外套管3同轴设置，以保证取砂管4可在外套管3中自由转动。

[0024] 所示的外套管3上开设有外漏砂孔5，取砂管4上与外漏砂孔5相对应的位置上开设有内漏砂孔6；通过改变外漏砂孔5和内漏砂孔6的数量，可对待试验的地基层的漏砂点数量进行控制，通过改变外漏砂孔5和内漏砂孔6的位置，可实现漏砂点位置的调整。如图2所示，给出了本发明中取砂管与外套管相配合的结构示意图，当外漏砂孔5与内漏砂孔6不存在重合时，漏砂量最小（为零），当外漏砂孔5与内漏砂孔6完全重合时，漏砂量最大，通过调整外漏砂孔5与内漏砂孔6的重合区域的大小，可对漏砂量进行控制，以控制沉降速率。同时，通过采用不同直径尺寸的外套管3和取砂管4，也可对沉降速率进行控制。

[0025] 所示模型箱1的一个侧面为透明玻璃门12，透明玻璃门12的两侧均设置有固定框架13，固定框架13固定于模型箱上，固定框架13上设置有对透明玻璃门12固定的导向槽，透明玻璃门12通过固定框架13上的导向槽进行安装和固定，透明玻璃门12上还设置有刻度线14。在地基沉降的试验过程中，可通过透明玻璃门12观察地基层的变化情况。

[0026] 驱动电机11、传动轴8、主动齿轮9和被动齿轮10组成了本发明的漏砂自动控制装置，驱动电机11的输出轴用于驱使传动轴8进行转动。主动齿轮9固定于传动轴8上，被动齿轮10固定于取砂管4的一端，主动齿轮9与被动齿轮10相啮合，这样驱动电机11可驱使取砂管4进行转动。试验过程中，驱动电机11通过取砂管4的转动角度，可调整内漏砂孔6与外漏砂孔5的重合区域大小，进而实现对沉降速率的控制。

[0027] 其中，模型箱1可采用专利号为ZL201220527366.0、发明创造名称为“模拟地基用可拆卸组合式模型箱”的专利文件中所公开的模型箱，将模型箱的一侧面采用可透视有机玻璃，便于观察箱内地基沉降变形，透明玻璃上标注标尺，用以精准观察沉降量。模型箱1的长、宽、高的尺寸应控制在2m\*2m\*1m以内，在地基层上铺设路基路面等工程结构层，上部工程结构层尺寸及材料根据模拟对象进行设计，在地基层以及上部工程结构层中均可以根据试验目的和要求安装量测应变、应力、位移量的传感器，布线灵活、成活率高且测试方便。

[0028] 如图3所示，给出了本发明中利用沉降试验模型进行试验的原理图，本发明的基于电机驱动漏砂法的沉降试验模型的试验方法，通过以下步骤来实现：

[0029] a). 构建模型箱，根据试验要求和目的，构建长、宽、高尺寸符合要求的模型箱；

[0030] b).设计漏砂结构,根据要模拟的实际工程情况,在模型箱内部空腔的底部布置直径、数量、位置符合要求的外套管,并在外套管的内部安装好与其相配合的取砂管;通过设置外套管、取砂管在模型箱中的位置,来控制地基层沉降点位置;

[0031] c).填筑地基层,根据要模拟的实际工程地质条件,选取适宜的土质铺设于模型箱的底部,形成地基层;并根据试验要求在地基层中埋设一定数量的压力传感器、位移传感器;

[0032] d).构建上部工程结构层,针对模拟对象,在地基层上修筑与待模拟对象一致的工程构筑物,形成工程结构层,并在相应的位置埋设应变、压力、位移传感器;

[0033] e).地基沉降模拟,通过手动或驱动电机驱使取砂管转动,以使地基层底部的土体通过外漏砂孔、内漏砂孔进入取砂管中,并通过推砂杆将取砂管中的土体捣出;通过控制取出土体的数量来控制地基层的沉降量;

[0034] f).数据采集和分析,在地基沉降模拟过程中,测量并记录所有埋设传感器的数据,通过监测数据传感器的数据变化,分析地基多点沉降引起的上部结构受力变形的变化规律,模拟测试可至地基层上的工程结构层完全破坏;

[0035] g).观测地基内部变化情况,模拟试验进入极限破坏状态后,将透明玻璃门抽出,根据试验分析要求对沉降试验完成后的模型地基层开挖,以便直接观测地基层内部变化情况。

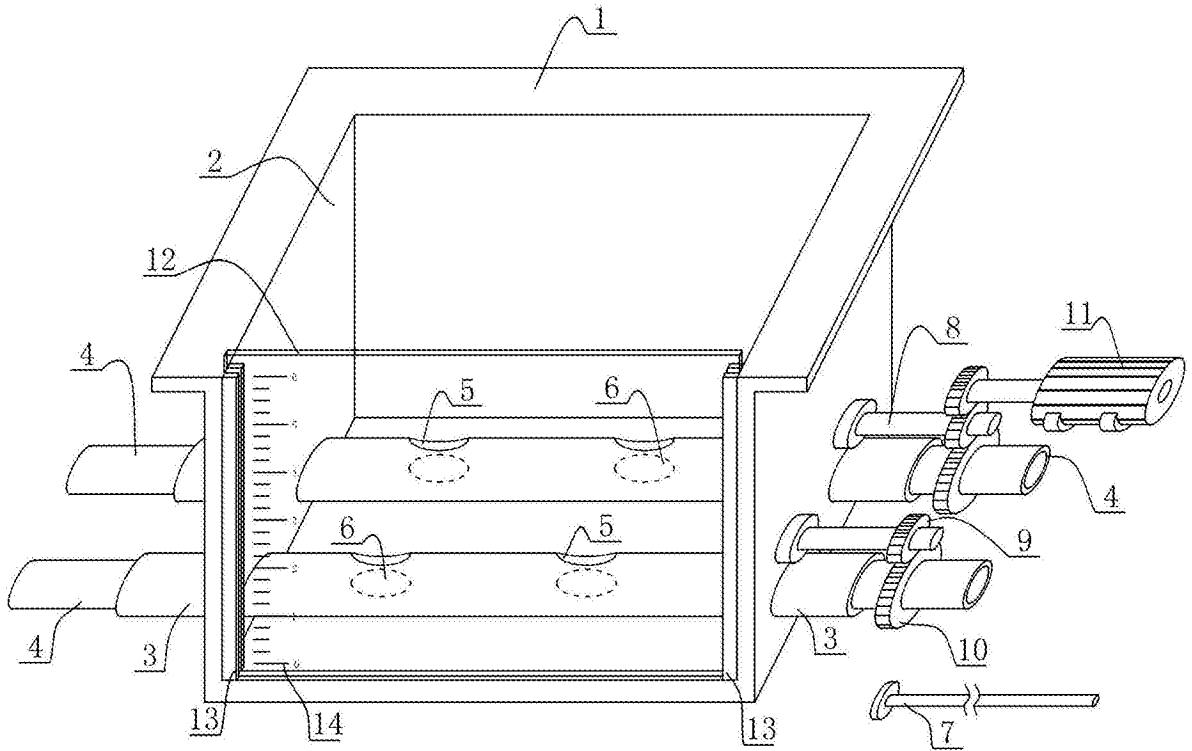


图1

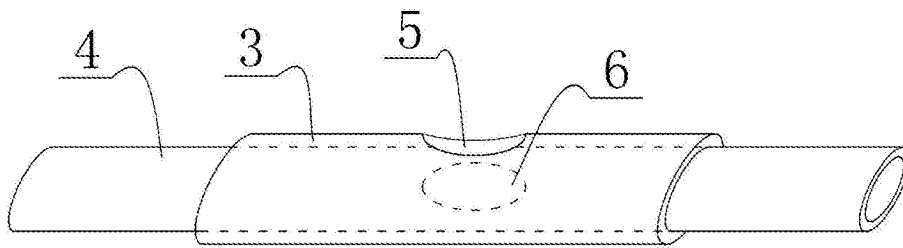


图2

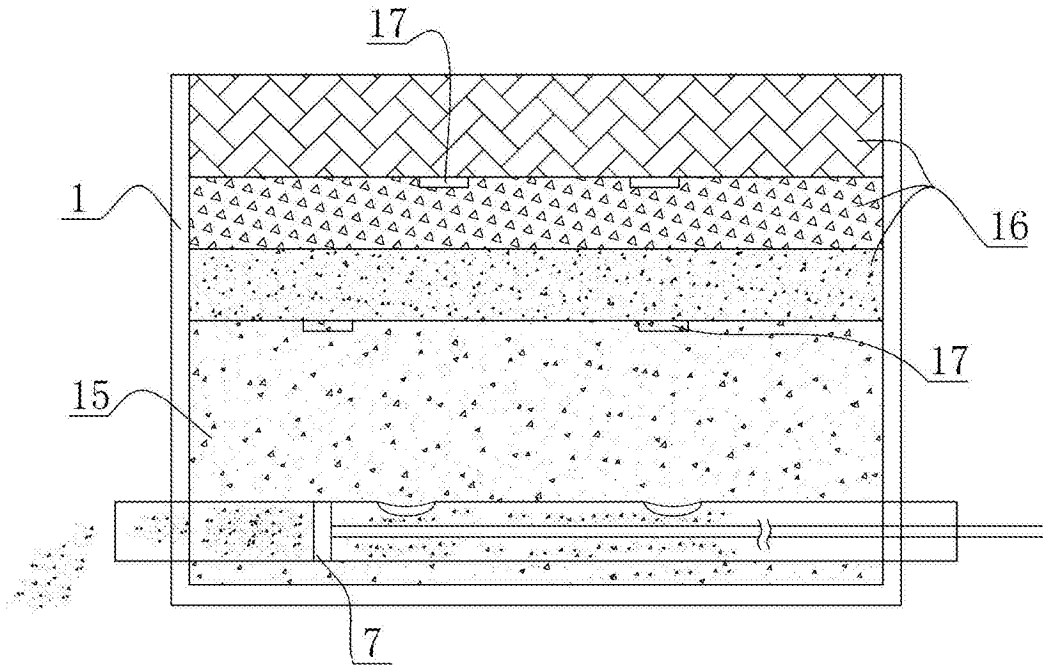


图3