



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205617451 U

(45)授权公告日 2016.10.05

(21)申请号 201620388547.8

(22)申请日 2016.04.30

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 李连祥 黄佳佳 符庆宏 胡峰

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

E02D 33/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

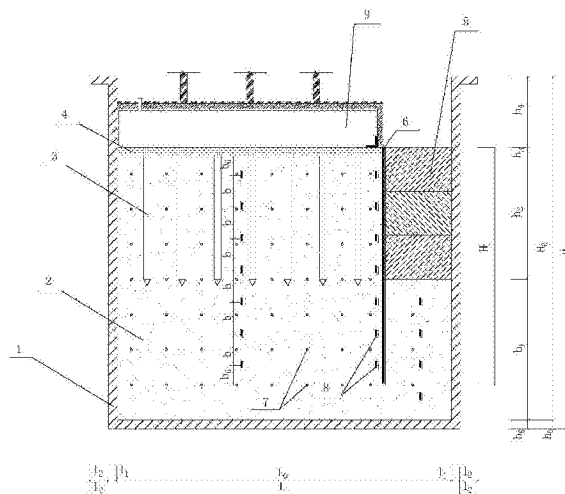
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统

(57)摘要

本实用新型公开了复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,包括模型箱,在模型箱内设有地基土,地基土内竖直嵌有用于模拟支护桩的支护板,在模型箱内支护板的一侧竖直设有多个基桩模型桩,嵌有基桩模型桩的地基土顶部设置垫层,地基土、基桩模型桩和垫层共同形成复合地基,由此复合地基与支护板共同存在更加符合实际施工环境,在支护板的另一侧设置用于模拟开挖的开挖区;整个试验装置可根据需求设置用于测试在基坑开挖时,复合地基中地基土变形位移数据等的测试系统;这样在开挖区进行开挖时,研究复合地基与支护结构的力或者位移产生的变化,从而更好的指导实践。



1. 复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,包括模型箱,在模型箱内设有地基土,地基土内竖直嵌有用于模拟支护桩的支护板,在模型箱内支护板的一侧竖直设有多个基桩模型桩,嵌有基桩模型桩的地基土顶部设置垫层,地基土、基桩模型桩和垫层共同形成复合地基,在支护板的另一侧设置用于模拟开挖的开挖区,在基桩模型桩与支护板上分别布设有与计算机连接的测试装置,模型箱为透明材料制成。

2. 如权利要求1所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述测试装置包括在基桩模型桩上设置的用于辅助获得荷载施加过程中基桩模型桩轴力分布和地基土荷载分担的轴力应变片和用于辅助获得基桩模型桩弯矩分布及变化规律的弯矩应变片,还包括在支护板中间位置地正反两侧设置的弯矩应变片。

3. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述测试装置还包括在所述的地基土中设置的多个用于测量地基土压力值的土压力传感器。

4. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述基桩模型桩的底部呈圆锥状。

5. 如权利要求4所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,在模型箱的外侧设置多个用于提供定位参考的PIV标记点,还包括安装于离心机大梁和模型箱内开挖区的多个摄像机。

6. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述垫层为粗砂层或者碎石层。

7. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,在基桩模型桩的表面涂覆有增加摩擦系数的环氧涂层,环氧涂层中带有砂子。

8. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,用于模拟开挖的开挖区为内部装有土的土袋,土袋外表面设有便于移出土袋的吊环。

9. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述支护板为铝板。

10. 如权利要求1或2所述的复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,其特征在于,所述基桩模型桩为CFG桩,由铝合金管按照抗压刚度等效制成。

复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及地基模型的试验,特别是复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统。

背景技术

[0002] 传统岩土工程室内试验是在常重力条件下进行的,由于无法或很难再现现场实际尺寸条件,因此常为缩尺模型,依据土体自重应力,缩尺模型带来的是土体深度 h 的倍缩,进而改变土体自重应力场,对以自重为主要荷载的结构,不能反映原型应力状态,导致模型试验无法模拟原型所发生的现象。

[0003] 土工离心模型试验能够真实模拟重力场的存在,再现工程实际应力状态,被广大学者公认是目前进行岩土工程技术研究中最先进、最有效的试验方法,土工离心模型试验相对于原型观测、室内常重力场试验机数值分析模拟方法具有不可替代和独特的优势。

[0004] 随复合地基理论日渐成熟,大量多高层建筑采用了CFG桩复合地基。目前,国内外缺乏针对侧向开挖条件下既有复合地基力学性状及其基坑支护结构理论的研究使工程界缺乏正确进行此类基坑工程设计的理论和方法,设计人员一般忽略既有复合地基增强体,无视既有群桩能够减少支护结构位移的有利作用,而把复合地基看成原状土,保守的进行基坑工程设计,造成了大量的资源浪费,同时,这样的设置所测得数据准确性较低,不能更为实际地反映实际工程问题,模型箱为非透明材料,不便于在试验中直接观测。

[0005] 测量系统是试验取得成功的前提保证,其工作状态和性能直接关系试验结果的准确性和可靠性,甚至决定一次试验的成败,量测仪器的发展除了表现为功能的增强外,还表现为体积和质量的减少,这些发展大大地降低了其自身对试验结果的影响。

[0006] 综上所述,随着地下工程的大型化、复杂化,以往依赖工程经验的做法将不能满足设计、施工要求,开展基坑工程离心模型试验能有效地研究基坑工程问题,促进基坑工程理论和数值模拟的完善。

实用新型内容

[0007] 本实用新型的目的是提供一种复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,通过设置带有测试装置的试验系统,可配合其他荷载施加系统,用于对临近复合地基基坑开挖力学性能的研究,对建立以保证复合地基安全为目标的基坑支护设计理论和方法,具有紧迫的工程价值和长远的理论意义。

[0008] 为了达成上述目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0009] 复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,包括模型箱,在模型箱内设有地基土,地基土内竖直嵌有用于模拟支护桩的支护板,在模型箱内支护板的一侧竖直设有多个基桩模型桩,嵌有基桩模型桩的地基土顶部设置垫层,地基土、基桩模型桩和垫层共同形成复合地基,由此复合地基与支护板共同存在更加符合实际施工环境,在支护板的另一侧设置用于模拟开挖的开挖区,在基桩模型桩与支护板上分别布设有与计算机连接的测

试装置;整个试验系统可根据需求设置用于测试在基坑开挖时,复合地基中地基土变形位移数据等的测试系统;这样在开挖区进行开挖时,研究复合地基与支护结构的力或者位移产生的变化,从而更好的指导实践,另外,模型箱为透明材料制成,便于对试验过程和结果发生的直接观测。

[0010] 进一步地,所述测试装置包括在基桩模型桩上设置的用于辅助获得荷载施加过程中基桩模型桩轴力分布和地基土荷载分担的轴力应变片和用于辅助获得基桩模型桩弯矩分布及变化规律的弯矩应变片,还包括在支护板中间位置地正反两侧设置的弯矩应变片;通过布置在基桩模型桩上的轴力应变片,获得荷载施加过程中桩轴力分布和桩土荷载分担,基坑开挖引起的复合地基基桩模型桩轴力变化,研究开挖对复合地基承载力影响;通过布置在基桩模型桩上的弯矩应变片,获得基坑开挖引起的基桩模型桩弯矩分布及变化规律,进而分析基桩模型桩随开挖的变形规律;通过布置在支护板上的应变片,获得基坑开挖引起的挡墙内力和支护结构变形,并可推导支护板后土压力分布规律。

[0011] 此外,轴力应变片在基桩模型桩两侧对称设置,弯矩应变片布置在基桩模型桩桩身两侧。

[0012] 进一步地,所述测试装置还包括在所述的地基土中设置的多个用于测量地基土压力值的土压力传感器;所述土压力传感器为T型土压力传感器,在地基土分层浇筑过程中根据试验目的和需要以一定间距竖直布置于复合地基中间位置处和靠近支护板处各一排,根据试验目的和需要确定T型土压力传感器的朝向以便测得试验需要方向的土压力值。

[0013] T型土压力传感器的上部受压用于测量土压力,在试验中若需要测量竖向的土压力需将T字朝上,若测量水平方向土压力需侧倒放置传感器。本实用新型中一般用于测量水平向的土压力,可以直接将T型土压力传感器侧倒方向放置来测量水平向土压力。

[0014] 进一步地,为了便于观察,模型箱为透明材料制成,模型箱厚度为3~5mm,所述基桩模型桩的底部呈圆锥状。

[0015] 进一步地,在模型箱的外侧设置多个用于提供定位参考的PIV标记点,这样便于分析照片中土颗粒像素的实际位置,还包括安装于离心机大梁和模型箱内开挖区的多个摄像机,根据摄像装置所得照片像素分析即可得出土体的位移情况。

[0016] 进一步地,所述垫层为粗砂层或者碎石层。

[0017] 进一步地,在基桩模型桩的表面涂覆有增加摩擦系数的环氧涂层,环氧涂层中带有砂子,为了增加基桩模型桩表面的摩擦系数,需要在其表面涂一层厚度在0.5mm左右厚度的环氧涂层,在环氧涂层干凝前洒上砂子,待凝固后形成一定的摩擦表面,增大摩擦系数,其间距根据实际间距按照加速度比例系数确定或根据实验需要确定。

[0018] 进一步地,用于模拟开挖的开挖区为内部装有土的土袋,土袋外表面设有便于移出土袋的吊环,这样的设置大大方便了开挖装置对土层的开挖。

[0019] 进一步地,所述支护板为铝板,根据抗弯刚度等效原则制作,用于模拟支护桩。

[0020] 进一步地,所述基桩模型桩为CFG桩,由铝合金管按照抗压刚度等效制成。

[0021] 进一步地,所述基桩模型桩的底部呈圆锥状,便于插入地基土中,上端封口,其长度根据离心机离心加速度比例大小确定,加速度比例系数就是离心机加速度值,试验前综合考虑后确定的离心机加速度值,确定这个加速度值后模型试验中的各个单位需按照规定以这个比例缩小,比如加速度大小为40,模型长度尺寸单位就应该是原型的1/40大小。

[0022] 本实用新型的有益效果是：

[0023] 1)本实用新型中的试验装置原理简单,结构构造清晰,便于安装制造,造价低廉。

[0024] 2)通过地基土、基桩模型桩和垫层共同形成复合地基作为实际工况的施工环境,与实际施工工况一致,符合地基土实际应力变化,通过整个试验装置的研究,获得的数据具有实际研究意义。

[0025] 3)根据实际施工环境制作的试验装置,利用基桩模型桩代替实际中的基桩、土袋代替要开挖的土层、支护板模拟支护桩,虽结构简单,但实用性高,有利于实际工况的研究。

[0026] 4)本实用新型提出的试验系统,能够很好的和用于模拟和追溯复合地基竖向荷载传递机理的离心模型试验相匹配,测试装置中PIV标记点、应变片的设置位置,能较为准确地测量基坑开挖时,基桩模型桩和支护板处的轴力与弯矩等分布规律,更好地指导实践工作。

附图说明

[0027] 图1是本实用新型的竖向剖面图。

[0028] 图2是本实用新型的水平剖面图。

[0029] 图3是本实用新型中轴力应变片在基桩模型桩的布置图；

[0030] 图4是本实用新型中弯矩应变片在基桩模型桩的布置图；

[0031] 图5是本实用新型中弯矩应变片在支护板的布置图；

[0032] 图6是本实用新型中应变片在基桩模型桩的布置俯视图；

[0033] 图7是本实用新型中应变片在基桩模型桩的布置侧视图；

[0034] 图8是本实用新型中应变片的布置结构图；

[0035] 图中:1、模型箱;2、地基土;3、基桩模型桩;4、垫层;5、土袋;6、支护板;7、PIV标记点;8、土压力传感器;9、加载气囊;10、轴力应变片;11、弯矩应变片;12、环氧涂层;13、布置有轴力应变片的CFG桩;

[0036] R1、R2、R3、R4均为弯矩应变片。

具体实施方式

[0037] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。

[0038] 如图1-图2所示,复合地基与支护结构共同性状的离心模型试验系统,包括模型箱1,为了便于观察,模型箱1为透明材料制成,模型箱厚度为3~5mm,所述基桩模型桩3的底部呈圆锥状。在模型箱1内设有地基土2,地基土2内竖直嵌有用于模拟支护桩3的支护板6,在模型箱1内支护板6的一侧竖直设有多个基桩模型桩3,嵌有基桩模型桩3的地基土顶部设置垫层4,地基土2、基桩模型桩3和垫层4共同形成复合地基,由此复合地基与支护板6共同存在更加符合实际施工环境,在支护板6的另一侧设置用于模拟开挖的开挖区,在基桩模型桩3与支护板6上分别布设有与计算机连接的测试装置;整个试验系统可根据需求设置用于测试在基坑开挖时,通过加载气囊9对复合地基施加载荷,得出复合地基中地基土2变形位移等数据;这样在开挖区进行开挖时,研究复合地基与支护结构的力或者位移产生的变化,从而更好的指导实践。

[0039] 如图3~图7所示,测试装置包括在基桩模型桩3上设置的用于辅助获得荷载施加过程中基桩模型桩3轴力分布和地基土荷载分担的轴力应变片10和用于辅助获得基桩模型桩3弯矩分布及变化规律的弯矩应变片11,还包括在支护板6中间位置地正反两侧设置的弯矩应变片11;通过布置在基桩模型桩3上的轴力应变片10,获得荷载施加过程中桩轴力分布和桩土荷载分担,基坑开挖引起的复合地基基桩模型桩3轴力变化,研究开挖对复合地基承载力影响;通过布置在基桩模型桩3上的弯矩应变片11,获得基坑开挖引起的基桩模型桩3弯矩分布及变化规律,进而分析基桩模型桩3随开挖的变形规律;通过布置在支护板6上的应变片,获得基坑开挖引起的挡墙内力和支护结构变形,并可推导支护板6后土压力分布规律。

[0040] 此外,轴力应变片10在基桩模型桩3两侧对称设置,如图1所示,应变片装于多个基桩模型桩3的中间几根桩上,如图1中布置有轴力应变片的CFG桩13,相应地,垫层为褥垫层,弯矩应变片11布置在基桩模型桩3桩身两侧,所有应变片均以全桥方式布置,如图8所示,此外,结合试验目的和需要确定弯矩应变片朝向以测得需要方向的弯矩应变值。

[0041] 垫层可以是柔性也可以是刚性,刚性垫层一般是C7.5-C10的混凝土捣成,它适用于薄而大的整体面层和块状面层;柔性垫层(褥垫层)一般是用各种散材料,如砂、炉渣、碎石、灰土等加以压实而成,它适用于较厚的块状面层。

[0042] 测试装置还包括在所述的地基土中设置的多个用于测量地基土压力值的土压力传感器;所述土压力传感器8为T型土压力传感器,在地基土2分层浇筑过程中根据试验目的和需要以一定间距竖直布置于复合地基中间位置处和靠近支护板6处各一排,根据试验目的和需要确定T型土压力传感器的朝向以便测得试验需要方向的土压力值。

[0043] 在模型箱1的外侧设置多个PIV标记点,PIV标记点与至少一个用于记录开挖过程中地基土2位移的摄像装置连接,多个摄像机分别安装在离心机大梁上和模型箱1内开挖区。

[0044] 在基桩模型桩3表面涂覆有增加摩擦系数的环氧涂层12,环氧涂层12中带有砂子;为了增加基桩模型桩3表面的摩擦系数,需要在其表面涂一层厚度在0.5mm左右厚度的环氧涂层12,在环氧涂层12干凝前洒上砂子,待凝固后形成一定的摩擦表面,增大摩擦系数,其间距根据实际间距按照加速度比例系数确定或根据实验需要确定。

[0045] 用于模拟开挖的开挖区为内部装有土的土袋5,土袋5外表面设有便于移出土袋的吊环,这样的设置大大方便了开挖装置对土层的开挖。

[0046] 为符合实际施工环境,所述基桩模型桩3为CFG桩,由铝合金管按照抗压刚度等效制成,所述基桩模型桩3的底部呈圆锥状,便于插入地基土2中,上端封口,其长度根据离心机离心加速度比例大小确定,离心加速度在试验前根据试验需要确定,一般综合考虑场地面积、支护桩和CFG桩桩长、地层条件、室内模型试验比尺、离心机参数等因素,选定离心模型试验比尺为,即离心机设定速度,确定离心机加速度后试验中的各项单位需要按规定进行折减换算,这里的长度单位换算为:模型中的长度尺寸=实际长度尺寸/离心加速度。

[0047] 离心模型试验系统的制作方法,具体步骤如下:

[0048] 1)在模型箱1内采用砂雨法设置设定厚度的地基土2;

[0049] 2)在地基土2中竖直设置支护板6,在支护板6的一侧继续设置地基土2到设定的厚度;

[0050] 3)在地基土2中设置多根基桩模型桩3,基桩模型桩3为CFG桩,根据加速度比例系

数,预先计算好CFG桩高度 h_2 ,取地基土高度 h_1 +CFG桩高度 h_2 为CFG高度的两倍左右,即取 $h_1 = h_2$,并在模型箱壁对应位置 h_1 、 h_2 处标记刻度,将预先准备好的地基土2用砂雨法置入模型箱1内,在地基土高度 h_1 略高处后停止砂雨法置砂,利用水平细线找齐CFG桩上端,布置各个CFG桩于地基土2中,水平细线齐平预定位置 h_3 下端处,再次利用砂雨法在复合地基区浇砂于模型箱1中至高度 h_3 下端处;在安装CFG桩的同时,基桩模型桩两侧对称设置轴力应变片10,在基桩模型桩3桩身两侧布置弯矩应变片11,并在地基土2中设置土压力传感器8;

[0051] 4)在步骤1)至步骤3)进行的同时,根据挖斗土方折算制作土袋5,通过基坑开挖装置移出土袋5,实现基坑模型开挖。土袋5采用高强度布料制作,根据开挖需要进行尺寸设计并缝合,保留顶盖不缝合;

[0052] 5)将土袋5放置于支护板6的另一侧作为开挖区;

[0053] 6)在步骤3)完成后或者在步骤5)完成后,在嵌有基桩模型桩3的地基土2顶部采用砂雨法设置粗砂作为垫层4,通过控制落距、出砂孔尺寸和出砂头总流量以达到目标相对密实度,垫层厚度根据离心加速度比例系数确定。

[0054] 其中,为了形成平面应变模型,模型箱1的长度应该大于模型箱宽度的2倍。

[0055] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

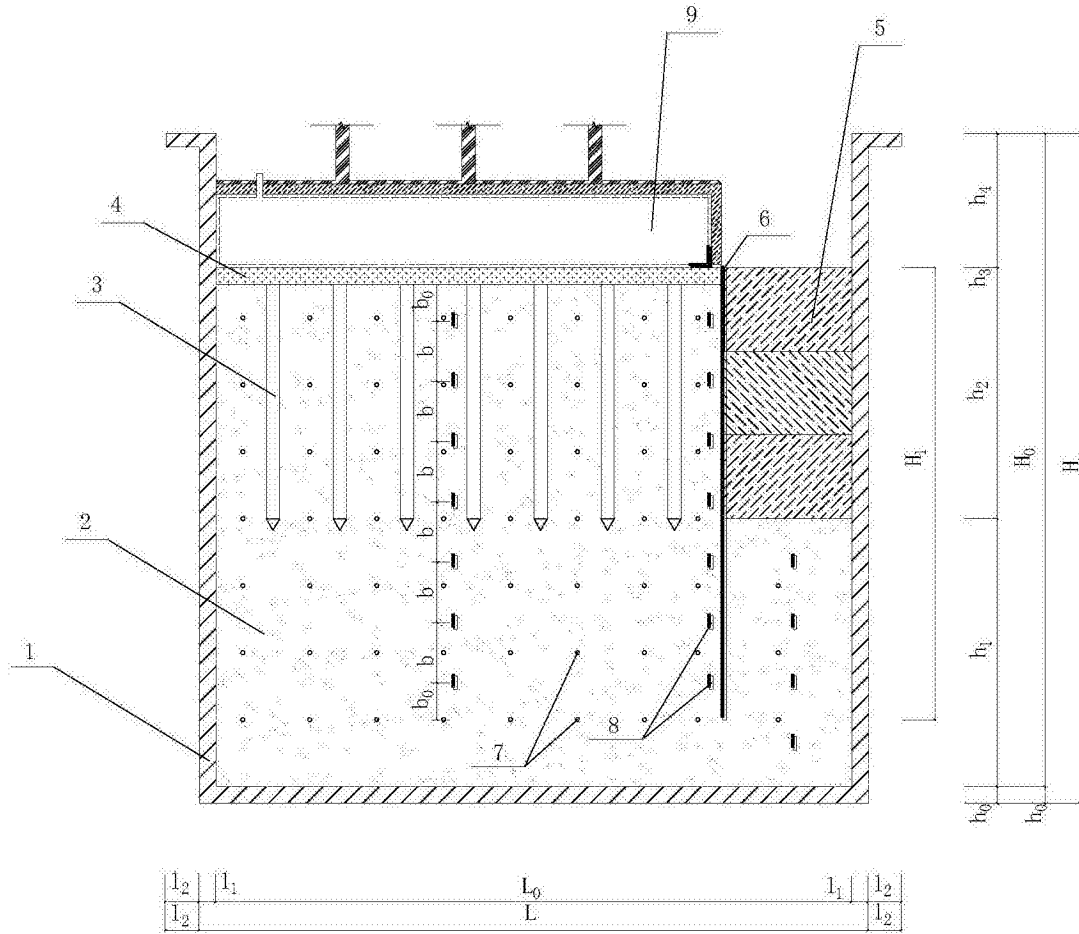


图1

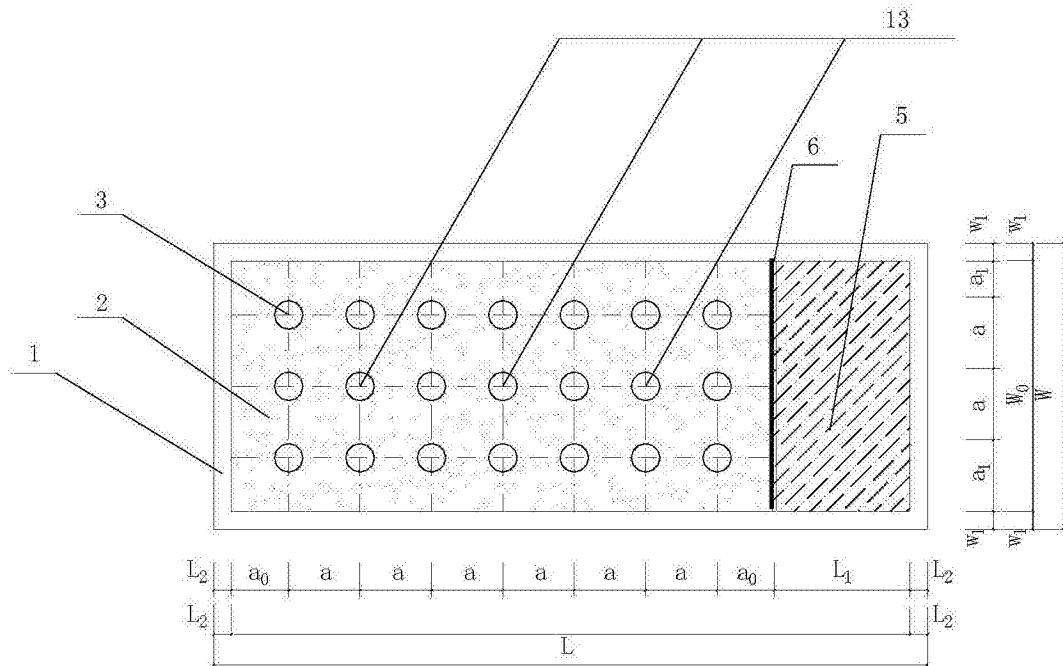


图2

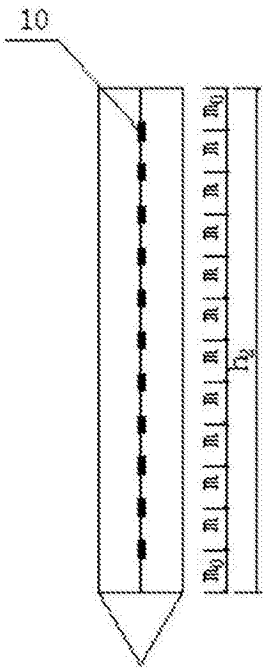


图3

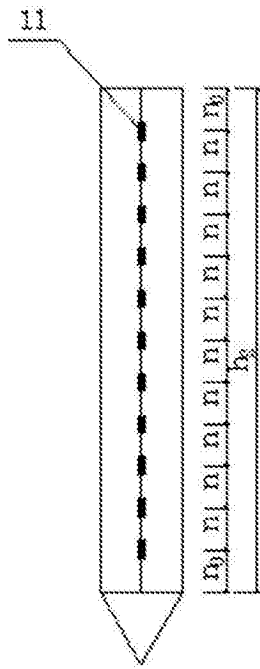


图4

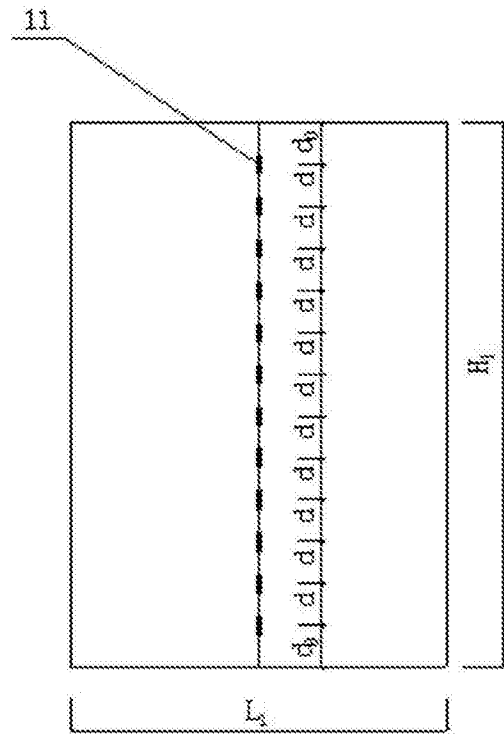


图5

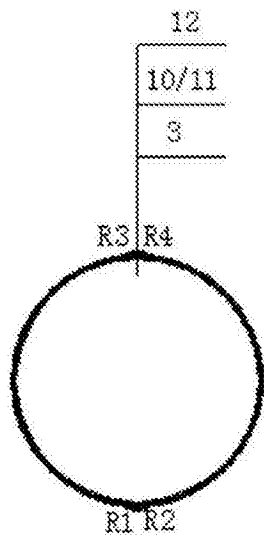


图6

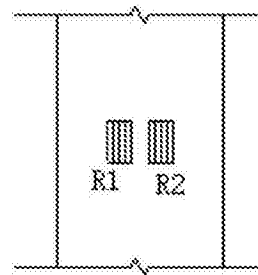


图7

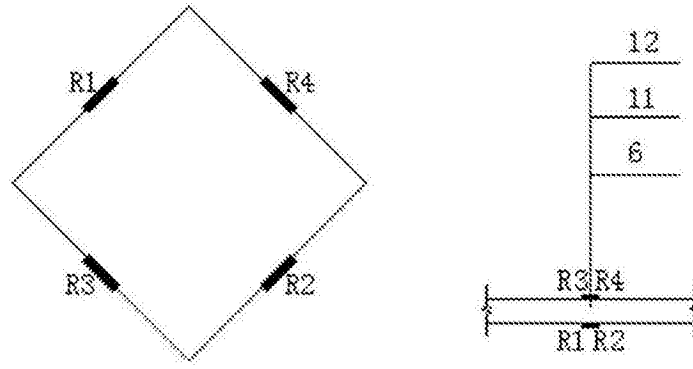


图8