



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108614089 A

(43)申请公布日 2018.10.02

(21)申请号 201810436684.8

(22)申请日 2018.05.09

(71)申请人 重庆交通大学

地址 402247 重庆市江津区双福新区福星大道1号

(72)发明人 邱珍锋 李施衡 曹婷

(74)专利代理机构 重庆缙云专利代理事务所 (特殊普通合伙) 50237

代理人 王翔

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006.01)

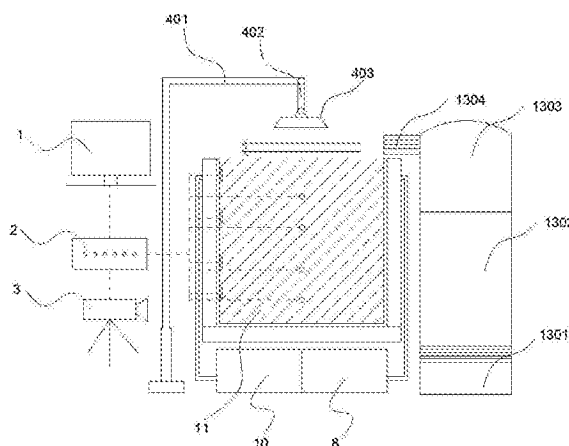
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

压实土体冻融和风化环境模拟系统及其试验方法

(57)摘要

发明提供一种压实土体冻融和风化环境模拟系统及其试验方法。该装置包括放置在实验平台上的LED日光灯、液氮冷冻循环设备、冻融模型箱、氮气制热循环设备和制风设备。所述冻融模型箱的内腔中装有土试样。工作时，计算机控制冷冻循环设备、氮气制热循环设备和制风设备。所述动态摄像机监测土试样冻结性状。该装置的试验方法，包括布设传感器、击实土试样、安装监测设备、调试数据采集处理器和冻融循环控制器等试验步骤。该装置可控制冻融循环的作用时间，实现冬季冻土模拟的自动化。能够观察和测量土体的位移变化。可观察试样试验过程中的微观特性。



1. 压实土体冻融和风化环境模拟系统,其特征在于:包括放置在实验平台上的冻融模型箱(9),以及布置在冻融模型箱(9)外的LED日光灯(4)、液氮冷冻循环设备(8)、氮气制热循环设备(10)和制风设备(13);

所述冻融模型箱(9)整体为上端敞口的透明矩形箱体;所述冻融模型箱(9)的外壁敷有透明隔热材料(7);所述冻融模型箱(9)的内壁上布置有若干个传感器引线口(14);所述传感器引线口(14)接入温度或位移数据采集系统;所述冻融模型箱(9)的内腔中装有土试样(11);所述土试样(11)中埋设有若干个位移感应器(5)和对应数量的温度传感器(6)。所述冻融模型箱(9)的箱壁内封装有内腔室(901);所述内腔室(901)通过弯管与液氮冷冻循环设备(8)及氮气制热循环设备(10)连通;

所述LED日光灯(4)包括支撑架(401)、连接杆(402)与日光灯本体(403);所述支撑架(401)包括固定横梁(4011);所述固定横梁(4011)布置在冻融模型箱9上方;所述连接杆(402)上端与固定横梁(4011)活动连接,下端与日光灯本体(403)活动连接;所述连接杆(402)可沿固定横梁(4011)水平滑动;所述日光灯本体(403)可绕连接杆(402)下端旋转;

所述冻融模型箱(9)外还布置有数据采集处理器(2)和动态摄像机(3);所述动态摄像机(3)、位移感应器(5)和温度传感器(6)均与数据采集处理器(2)相连;所述数据采集处理器(2)与计算机(1)相连;

工作时,所述日光灯本体(403)照射土试样(11);所述制风设备13产生气流均匀传递至土试样(11)表面;所述计算机(1)控制液氮冷冻循环设备(8)或氮气制热循环设备(10)工作;所述液氮冷冻循环设备(8)将液氮通入内腔室(901)内,冷却土体试样(11);所述氮气制热循环设备(10)将加热氮气通入内腔室(901)内,对土体试样(11)进行制热,实现冻融循环;所述温度传感器(6)实时监测试样(11)内的温度变化;所述位移感应器(5)记录土试样(11)内部不同位置的位移数据;所述动态摄像机(3)拍摄土试样(11)的变化图像信息;所述数据采集处理器(2)采集存储动态摄像机(3)、位移感应器(5)和温度传感器(6)的监测数据后,传递至计算机(1)。

2. 根据权利要求1所述的压实土体冻融和风化环境模拟系统,其特征在于:所述制风设备(13)包括气体源(1301)、冷热温度控制(1302)、加湿除湿控制(1303)和平行出风口(1304);所述制风设备(13)可产生含有一定量水分和温度的气流。

3. 根据权利要求3所述的压实土体冻融和风化环境模拟系统,其特征在于:液氮从内腔室(901)底部通入,上部流出,并回流到冷冻循环控制设备(8)中;加热氮气从内腔室(901)底部通入,上部流出,并回流到氮气制热循环设备(10)中。

4. 根据权利要求1所述的压实土体冻融和风化环境模拟系统,其特征在于:所述位移感应器(5)为环状位移磁感应器;所述温度传感器(6)球状温度传感器;所述球状温度传感器稳固嵌套在对应的环状位移磁感应器内。

5. 一种关于权利要求1所述压实土体冻融和风化环境模拟系统的试验方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 根据试验需求,在冻融模型箱(9)内腔中布设位移感应器(5)和温度传感器(6);在冻融模型箱(9)的外壁敷设透明隔热材料(7);

2) 将土试样(11)放入冻融模型箱(9)内腔中并击实;

3) 调试电脑(1)、数据采集处理器(2)和动态摄像机(3);

4) 液氮冷冻循环设备(8)按设计要求进行制冷;氮气制热循环设备(10)按设计要求进行制热;制风设备(13)按设计要求产生平行气流;数据采集处理器(2)采集并记录数据;

5) 调整日光灯本体(403)的位置、角度及强度,对土试样(11)进行照射;制风设备(13)按设计要求产生气流;数据采集处理器(2)采集并记录数据;

6) 计算机(1)对数据采集处理器(2)记录数据进行分析处理。

压实土体冻融和风化环境模拟系统及其试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工程冻土学技术领域,具体涉及一种压实土体冻融和风化环境模拟系统。

背景技术

[0002] 冻土是指温度在 0°C 或 0°C 以下,并含有冰的各种岩石和土壤,对温度极为敏感,含有丰富的地下冰。因此,冻土具有流变性,其长期强度远低于瞬时强度特征。正是由于这些特性,在冻土区修筑工程构筑物就必须面临两大危险:冻胀和融沉。其中起重要作用的是水的存在形态,当水变成冰时体积增大,使土体膨胀,地表因此而拱起升高,这就是冻胀;当土中的冰转变为水时,体积收缩了,地表便发生融化下沉,简称融沉。在这两种现象的反复作用下,道路或房屋的基底就会出现破裂或者塌陷。因此,在冻土地区进行水利工程、工业与民用建筑及交通运输工程的建设,就必须对冻土及其与工程建筑物相互作用的一系列工程冻土学理论和实践问题做出解答,以确保冻土地基上工程建筑物的稳定性、耐久性及经济合理性。

[0003] 现有技术中,只单纯的模拟了冻土的冻融作用,与现实条件有所欠缺。没有考虑现场风化以及阳光辐射对冻土作用的影响,并监测其中的变化。

[0004] 因此,亟需开发一种可详细模拟冬季施工土体冻融变化的模拟装置。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种压实土体冻融和风化环境模拟系统及其试验方法,以解决现有技术中存在的问题。

[0006] 为实现本发明目的而采用的技术方案是这样的,压实土体冻融和风化环境模拟系统,包括放置在实验平台上的冻融模型箱,以及布置在冻融模型箱外的LED日光灯、液氮冷冻循环设备、氮气制热循环设备和制风设备。

[0007] 所述冻融模型箱整体为上端敞口的透明矩形箱体。所述冻融模型箱的外壁敷有透明隔热材料。所述冻融模型箱的内壁上布置有若干个传感器引线口。所述传感器引线口接入温度或位移数据采集系统。所述冻融模型箱的内腔中装有土试样。所述土试样中埋设有若干个位移感应器和对应数量的温度传感器。所述冻融模型箱的箱壁内封装有内腔室。所述内腔室通过弯管与液氮冷冻循环设备及氮气制热循环设备连通。

[0008] 所述LED日光灯包括支撑架、连接杆与日光灯本体。所述支撑架包括固定横梁。所述固定横梁布置在冻融模型箱上方。所述连接杆上端与固定横梁活动连接,下端与日光灯本体活动连接。所述连接杆可沿固定横梁水平滑动。所述日光灯本体可绕连接杆下端旋转。

[0009] 所述冻融模型箱外还布置有数据采集处理器和动态摄像机。所述动态摄像机、位移感应器和温度传感器均与数据采集处理器相连。所述数据采集处理器与计算机相连。

[0010] 工作时,所述日光灯本体照射土试样。所述制风设备产生气流均匀传递至土试样表面。所述计算机控制液氮冷冻循环设备或氮气制热循环设备工作。所述液氮冷冻循环

设备将液氮通入内腔室内,冷却土体试样。所述氮气制热循环设备将加热氮气通入内腔室内,对土体试样进行制热,实现冻融循环。所述温度传感器实时监测试样内的温度变化。所述位移感应器记录土试样内部不同位置的位移数据。所述动态摄像仪拍摄土试样的变化图像信息。所述数据采集处理器采集存储动态摄像仪、位移感应器和温度传感器的监测数据后,传递至计算机。

[0011] 进一步,所述制风设备包括气体源、冷热温度控制、加湿除湿控制和平行出风口。所述制风设备可产生含有一定量水分和温度的气流。

[0012] 进一步,液氮从内腔室底部通入,上部流出,并回流到冷冻循环控制设备中。加热氮气从内腔室底部通入,上部流出,并回流到氮气制热循环设备中。

[0013] 进一步,所述位移感应器为环状位移磁感应器。所述温度传感器球状温度传感器。所述球状温度传感器稳固嵌套在对应的环状位移磁感应器内。

[0014] 本发明还公开一种关于上述压实土体冻融和风化环境模拟系统的使用方法,包括以下步骤:

[0015] 1) 根据试验需求,在冻融模型箱内腔中布设位移感应器和温度传感器。在冻融模型箱的外壁设计为透明隔热材料。

[0016] 2) 将土试样放入冻融模型箱内腔中并击实。

[0017] 3) 调试电脑、数据采集处理器和动态摄像仪。

[0018] 4) 液氮冷冻循环设备按设计要求进行制冷。氮气制热循环设备按设计要求进行制热。制风设备按设计要求产生平行气流。数据采集处理器采集并记录数据。

[0019] 5) 调整日光灯本体的位置、角度及强度,对土试样进行照射。制风设备按设计要求产生气流。数据采集处理器采集并记录数据。

[0020] 6) 计算机对数据采集处理器记录数据进行分析处理。

[0021] 本发明的技术效果是毋庸置疑的:

[0022] A. 可控制冻融循环的作用时间,实现冬季冻土模拟的自动化;

[0023] B. 可模拟不同阳光下的冻融循环作用。可进行模拟冬季土体在风化环境下的冻融循环;

[0024] C. 能够观察和测量土体的位移变化。可观察试样试验过程中的细观特性;

[0025] D. 试验后的试样物品易于收集。

附图说明

[0026] 图1为装置结构示意图;

[0027] 图2为冻融模型箱与LED日光灯布置图;

[0028] 图3为冻融模型箱结构示意图;

[0029] 图4为箱体结构剖切图;

[0030] 图5为试样剖切图;

[0031] 图6为变形测试方法流程图。

[0032] 图中:计算机1、数据采集处理器2、动态摄像仪3、LED日光灯4、支撑架401、固定横梁4011、连接杆402、日光灯本体403、位移感应器5、温度传感器6、透明隔热材料7、液氮冷冻循环设备8、冻融模型箱9、空腔体901、加热氮气入口902、液氮出口903、液氮入口904、加热

氮气出口905、氮气制热循环设备10、土试样11、制风设备13、气体源1301、冷热温度控制1302、加湿除湿控制1303、平行出风口1304、传感器引线口14。

具体实施方式

[0033] 下面结合实施例对本发明作进一步说明,但不应该理解为本发明上述主题范围仅限于下述实施例。在不脱离本发明上述技术思想的情况下,根据本领域普通技术知识和惯用手段,做出各种替换和变更,均应包括在本发明的保护范围内。

[0034] 实施例1:

[0035] 参见图1,本实施例公开一种压实土体冻融和风化环境模拟系统,包括放置在实验平台上的冻融模型箱9,以及布置在冻融模型箱9外的LED日光灯4、液氮冷冻循环设备8、氮气制热循环设备10和制风设备13。

[0036] 所述冻融模型箱9整体为上端敞口的透明矩形箱体。所述冻融模型箱9的外壁敷有透明隔热材料7。所述冻融模型箱9的内壁上布置有若干个传感器引线口14。所述传感器引线口14接入温度或位移数据采集系统。所述冻融模型箱9的内腔中装有土试样11。参见图5,所述土试样11中埋设有多个位移感应器5和对应数量的温度传感器6。所述位移感应器5为环状位移磁感应器。所述温度传感器6为球状温度传感器。所述球状温度传感器稳固嵌套在对应的环状位移磁感应器内。所述冻融模型箱9的四侧箱壁依次标记为第一箱壁、第二箱壁、第三箱壁和第四箱壁。参见图3,所述冻融模型箱9的四侧箱壁均为空腔结构。四侧箱壁的空腔结构合围出内腔室901。所述第一箱壁的外壁上开设有加热氮气入口902和液氮出口903。所述液氮出口903布置在加热氮气入口902上方。所述第二箱壁的外壁上开设有液氮入口904和加热氮气出口905。所述加热氮气出口905布置在液氮入口904上方。所述第三箱壁的外壁上开设有加热氮气入口902和液氮出口903。所述液氮出口903布置在加热氮气入口902上方。所述第四箱壁的外壁上开设有液氮入口904和加热氮气出口905。所述加热氮气出口905布置在液氮入口904上方。所述加热氮气入口902、液氮出口903、液氮入口904和加热氮气出口905均连通内腔室901与外部。所述液氮冷冻循环设备8通过液氮出口903和液氮入口904与内腔室901连通。所述氮气制热循环设备10通过加热氮气入口902和加热氮气出口905与内腔室901连通。

[0037] 参见图2,所述LED日光灯4包括支撑架401、连接杆402与日光灯本体403。所述支撑架401包括固定横梁4011。所述固定横梁4011布置在冻融模型箱9上方。所述连接杆402上端与固定横梁4011活动连接,下端与日光灯本体403活动连接。所述连接杆402可沿固定横梁4011水平滑动。所述日光灯本体403可绕连接杆402下端旋转。

[0038] 所述冻融模型箱9外还布置有数据采集处理器2和动态摄像机3。所述动态摄像机3、位移感应器5和温度传感器6均与数据采集处理器2相连。所述数据采集处理器2与计算机1相连。

[0039] 所述制风设备13包括气体源1301、冷热温度控制1302、加湿除湿控制1303和平行出风口1304。所述制风设备13可产生含有一定量水分和温度的气流。

[0040] 工作时,所述日光灯本体403照射土试样11。所述制风设备13产生含有一定量水分、一定温度的气流均匀传递至土试样11表面。所述计算机1控制液氮冷冻循环设备8或氮气制热循环设备10工作。参见图3,图中箭头表示液氮或加热氮气的流动方向。所述液氮冷

冻循环设备8将液氮通入内腔室901内,冷却土体试样11。液氮从内腔室901底部通入,上部流出,并回流到冷冻循环控制设备8中。所述氮气制热循环设备10将加热氮气通入内腔室901内,对土体试样11进行制热,实现冻融循环。加热氮气从内腔室901底部通入,上部流出,并回流到氮气制热循环设备10中。所述温度传感器6实时监测试样11内的温度变化。所述位移感应器5记录不同方位的土试样11位移数据。所述动态摄像机3拍摄土试样11的变化图像信息。所述数据采集处理器2采集存储动态摄像机3、位移感应器5和温度传感器6的监测数据后,传递至计算机1。

[0041] 实施例2:

[0042] 参见图6,本实施例公开一种关于实施例1所述压实土体冻融和风化环境模拟系统的试验方法,包括以下步骤:

[0043] 1) 根据试验需求,在冻融模型箱9内腔中布设位移感应器5和温度传感器6。在冻融模型箱9的外壁敷设透明隔热材料7。

[0044] 2) 将土试样11放入冻融模型箱9内腔中并击实。

[0045] 3) 调试电脑1、数据采集处理器2和动态摄像机3。

[0046] 4) 液氮冷冻循环设备8按设计要求进行制冷。氮气制热循环设备10按设计要求进行制热。制风设备13按设计要求产生带有水分的平行气流。数据采集处理器2采集并记录数据。

[0047] 5) 调整日光灯本体403的位置、角度及强度,对土试样11进行照射。制风设备13按设计要求产生气流。数据采集处理器2采集并记录数据。

[0048] 6) 计算机1对数据采集处理器2记录数据进行分析处理。

[0049] 值得说明的是,本实施例通过模拟冬季土体的冻融循环,来实现对冻土危害的监测,由于考虑了风化的作用和阳光的作用,使模拟冻土的条件更加接近于现实中的冻土变化。

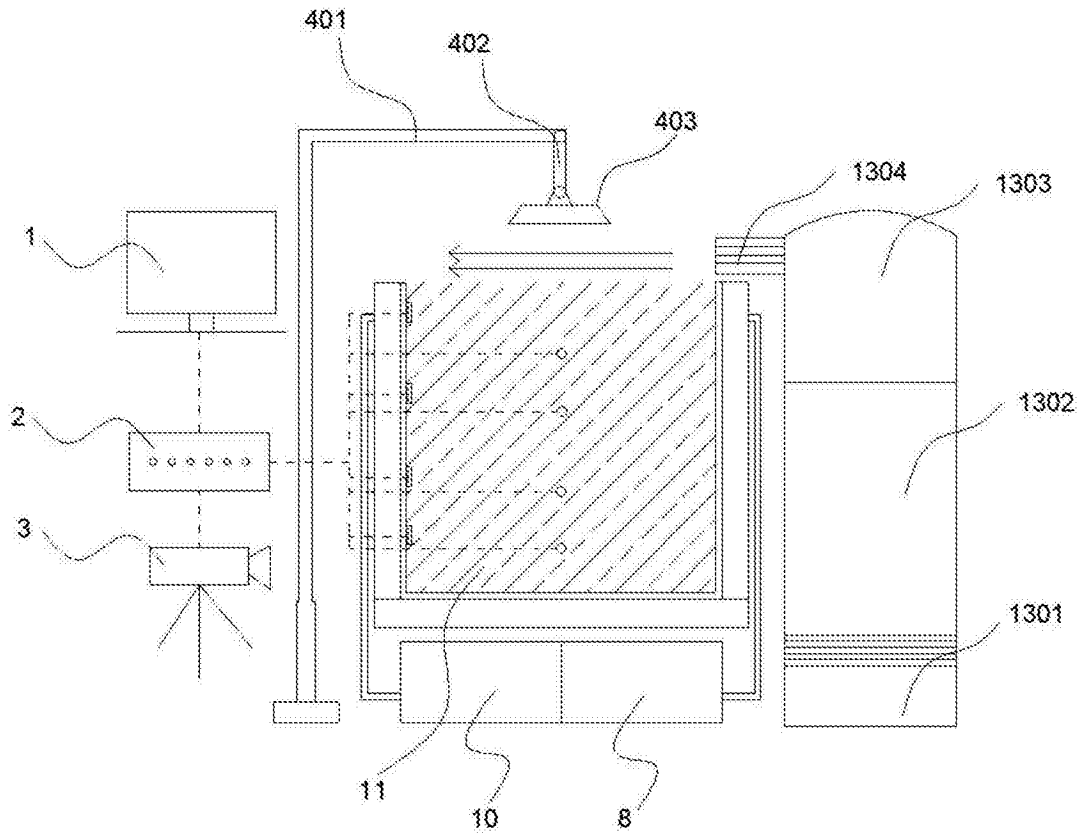


图1

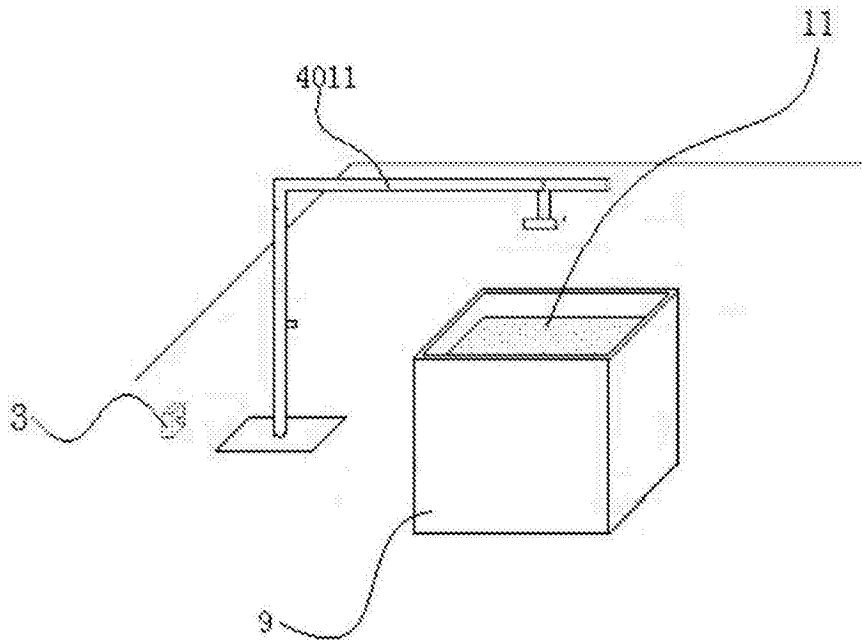


图2

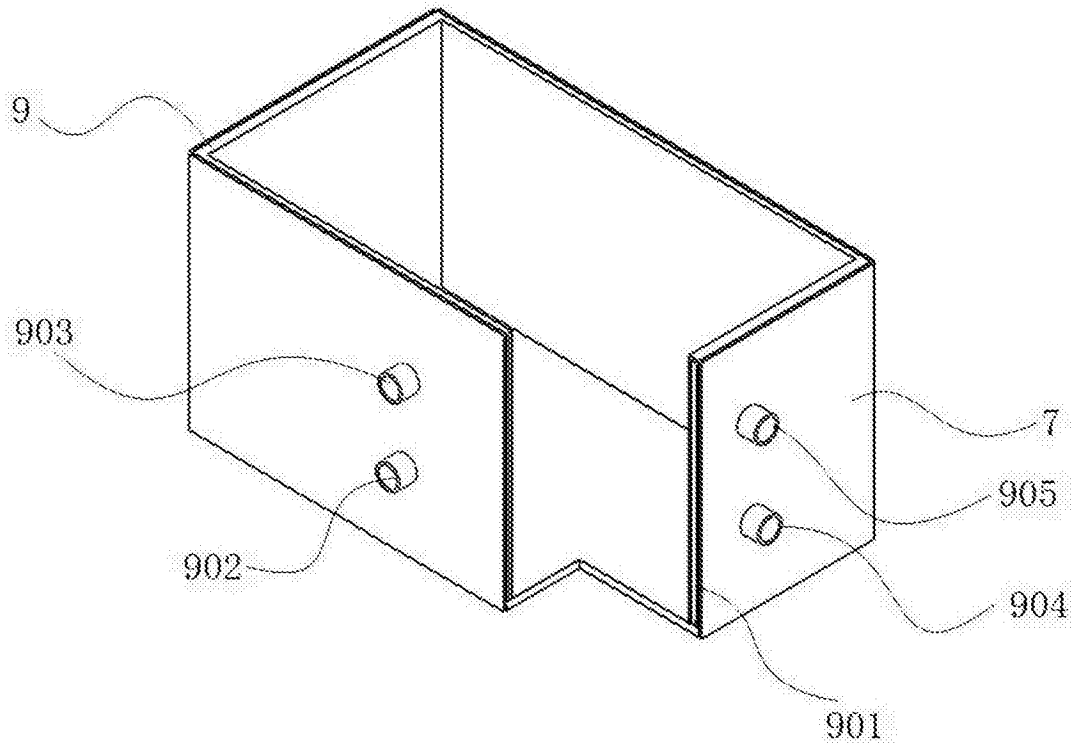


图3

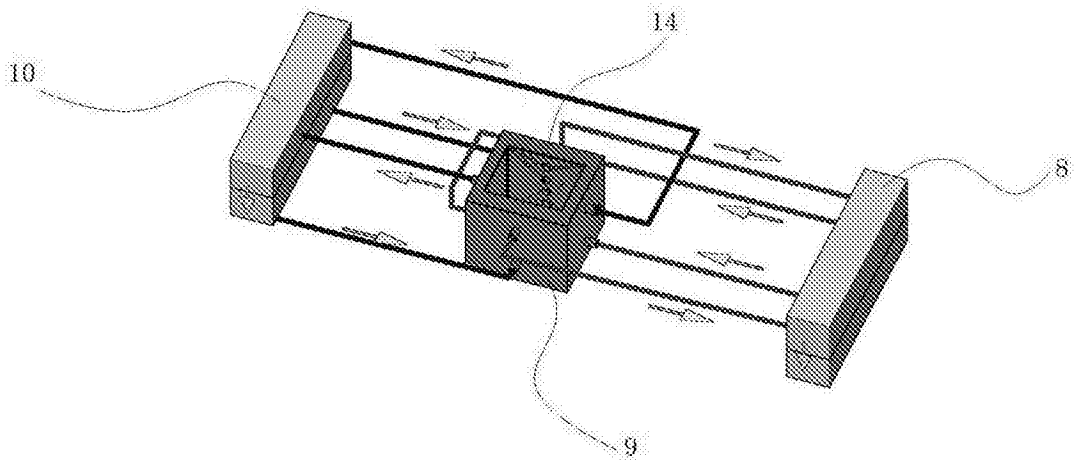


图4

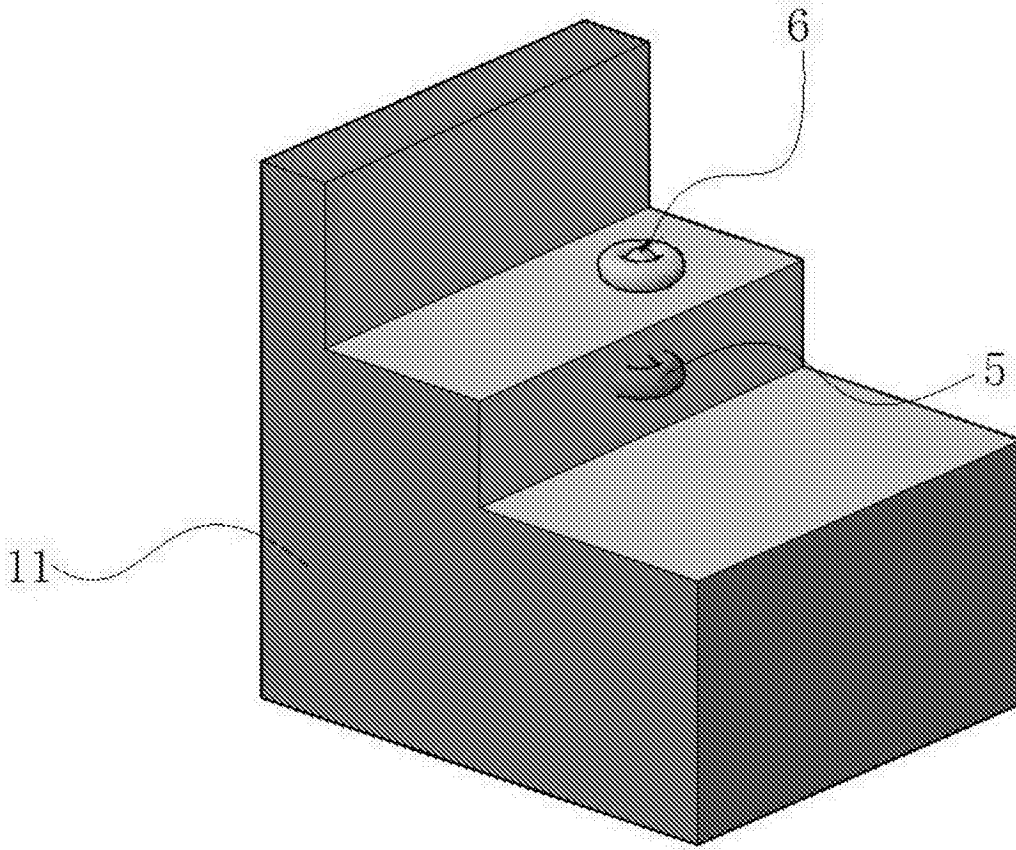


图5

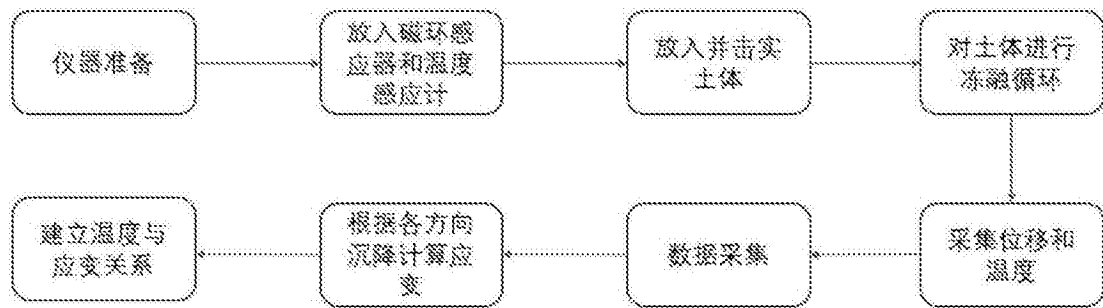


图6