



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106771097 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201611166517.3

(22)申请日 2016.12.16

(71)申请人 中国建筑材料科学研究院总院

地址 100024 北京市朝阳区管庄东里1号

(72)发明人 赵顺增 李长成 贾福杰 刘立

武旭南

(74)专利代理机构 北京鼎佳达知识产权代理事

务所(普通合伙) 11348

代理人 王伟锋 刘铁生

(51)Int.Cl.

G01N 33/38(2006.01)

G01N 25/00(2006.01)

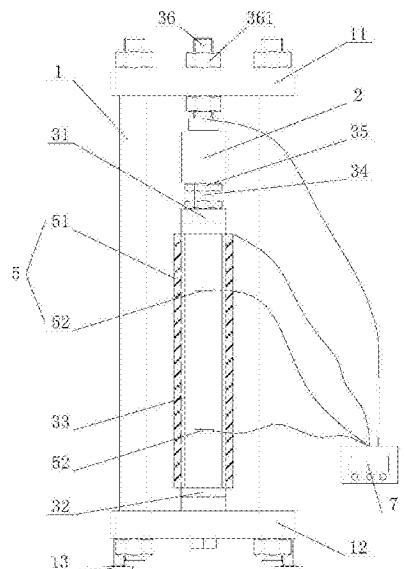
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法

(57)摘要

本发明公开了一种混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法，涉及混凝土试验技术领域，能够全程进行混凝土的冷缩和干缩应力测试，操作简单。该混凝土冷缩和干缩应力试验机包括：架体，包括相对的第一连接部和第二连接部；第一连接部依次连接应力传感器和第一拉头，第二连接部连接第二拉头；模具，用于浇筑混凝土；第一拉头和第二拉头用于连接于混凝土两端；温控测量装置，包括温度调节套和温度传感器，温度调节套可拆卸套接于模具，浇筑混凝土前，温度传感器穿入模具内；干缩测量装置，包括第一固定部和第二固定部，用于分别固定连接混凝土两端；干缩测量装置还包括长度测量工具，用于测量第一固定部和第二固定部之间的相对位移。



1. 一种混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，包括：

架体，所述架体包括上下相对的第一连接部和第二连接部；

应力传感器，所述应力传感器的一端连接于所述架体的第一连接部；

第一拉头和第二拉头，所述第一拉头可拆卸连接于所述应力传感器的另一端，所述第二拉头连接于所述架体的第二连接部，所述第一拉头与所述第二拉头相对且具有预设距离；

模具，所述模具用于浇筑混凝土，所述模具能够拆离所述混凝土，所述模具的侧壁上设置有穿接孔；所述第一拉头和所述第二拉头用于分别与所述混凝土的两端固定连接；

温控测量装置，所述温控测量装置包括温度调节套和温度传感器，所述温度调节套可拆卸套接于所述模具，所述温度调节套具有调温单元，用于调节所述温度调节套内表面的温度，在所述模具浇筑混凝土之前，所述温度传感器通过所述穿接孔穿入所述模具内，并且将所述穿接孔封堵；

干缩测量装置，所述干缩测量装置包括第一固定部和第二固定部，在所述模具拆离所述混凝土后，所述第一固定部用于固定连接所述混凝土的一端，所述第二固定部用于固定连接所述混凝土的另一端；所述干缩测量装置还包括长度测量工具，所述长度测量工具的两端分别连接于所述第一固定部和所述第二固定部，用于测量所述第一固定部和所述第二固定部之间的相对位移。

2. 根据权利要求1所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，还包括：

控制器，所述控制器分别连接于所述温度调节套的调温单元和所述温度传感器，用于采集所述温度传感器测量的温度以及控制所述温度调节套的调温单元；

所述控制器还连接于所述应力传感器，用于采集所述应力传感器测量的应力；

所述干缩测量装置的长度测量工具为电子测量仪表，所述控制器连接于所述长度测量工具，用于采集所述长度测量工具测量的位移。

3. 根据权利要求1所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述第一拉头通过第一螺杆连接于所述应力传感器另一端，其中，所述第一螺杆的一端螺纹连接于所述第一拉头，所述第一螺杆的另一端螺纹连接于所述应力传感器另一端；

所述第一螺杆的两端分别连接有锁紧螺母。

4. 根据权利要求1或3所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述第一拉头和所述第二拉头均包括插接端，所述第一拉头的插接端与所述第二拉头的插接端相对，分别用于固定连接于所述混凝土的端部；

所述插接端的形状为梯形体，两个所述插接端相对的面为所述梯形体的底面，所述梯形体的底面设置有盲孔；

所述第一拉头和所述第二拉头还均包括封堵部，所述梯形体的顶面与所述封堵部相连，所述封堵部包括凸台结构，用于套设密封圈以使当所述插接端插入所述模具时，所述封堵部与所述模具之间通过所述密封圈密封。

5. 根据权利要求1所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述模具侧壁上的穿接孔的数量为2个，分别设置于所述模具侧壁的1/4和3/4高度处；

所述温度传感器的数量为2个，分别用于穿入所述模具内的1/4和3/4高度处；

所述温度调节套的外部包裹有保温隔热层；

所述应力传感器的一端通过第二螺杆连接于所述架体的第一连接部，其中，所述第二螺杆的一端螺纹连接于所述应力传感器的一端，所述第二螺杆的另一端穿过所述第一连接部并通过螺母使所述第二螺杆紧固于所述第一连接部；

所述架体的底部对称设置有多个高度可调地脚。

6. 根据权利要求1或5所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述模具包括两个半圆柱形管壁相对接而成的圆柱形管，两个所述半圆柱形管壁上分别设置有相适配的企口，两个所述企口之间通过密封套密封连接；

所述模具还包括箍套，所述箍套用于箍住所述圆柱形管。

7. 根据权利要求1或2所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述长度测量工具为电子千分表，所述电子千分表包括本体和分别设置于所述本体两端的第一测头和第二测头，所述本体固定连接于所述第一固定部，所述第一测头位于所述第一固定部之上，所述第二测头位于所述第一固定部之下，所述第一测头与所述第一固定部之间连接有弹性部件，所述弹性部件对所述第一测头具有远离所述第一固定部的方向的力；

所述第二测头与所述第二固定部之间连接有钢丝。

8. 根据权利要求7所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述钢丝的一端通过第一万向挂钩连接于所述第二测头，所述钢丝的另一端通过第二万向挂钩连接于所述第二固定部；

所述第二万向挂钩通过调节螺丝连接于所述第二固定部，其中，所述调节螺丝的一端具有螺帽，所述螺帽位于所述第二固定部的底部，所述调节螺丝的另一端穿过所述第二固定部，且所述调节螺丝与所述第二固定部螺纹连接，所述调节螺丝的另一端与所述第二万向挂钩连接。

9. 根据权利要求7所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，

所述第一固定部和所述第二固定部均包括两个半环形箍框对接而成的环形箍，所述环形箍的外壁一周均布设置有多个卡槽，多个所述卡槽贯穿所述环形箍的两端面；

所述干缩测量装置还包括定位杆，所述定位杆的数量等于所述卡槽的数量，所述定位杆的两端分别设置有凸起，两端的所述凸起相距预设距离；

所述定位杆用于卡入所述卡槽内，使所述凸起搭接在所述环形箍的端面上，以进行标定所述第一固定部和所述第二固定部的相对位置；

所述电子千分表的数量为2个，2个所述电子千分表的本体分别固定连接于所述环形箍相对的两侧。

10. 一种混凝土冷缩和干缩应力试验方法，用于如权利要求1至9中任意一项所述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，其特征在于，该方法包括：

将所述温度传感器通过所述模具侧壁上的穿接孔穿入所述模具内，并且将所述穿接孔封堵；

制备混凝土试件，其中所述制备混凝土试件包括：将所述模具的底端密封套接于所述第二拉头，然后向所述模具内浇筑钢纤维混凝土直至没过所述第二拉头的端部，之后向所述模具内浇筑所要测试的混凝土直至距离所述模具的顶端预设距离，再向所述模具内浇筑钢纤维混凝土，然后将所述第一拉头压入所述模具顶端的钢纤维混凝土内；其中，所述模具

内的结构为混凝土试件；

将所述温度调节套包裹在所述模具外；

连接所述应力传感器与所述第一拉头；

清零所述应力传感器；

根据所述温度传感器测量的混凝土核心温度，调控所述温度调节套的内表面温度，以使所述混凝土核心温度达到预设试验温度；

记录所述应力传感器的测量数据；

保持所述混凝土试件不动，依次将所述温度调节套和所述模具拆离所述混凝土试件；

将所述干缩测量装置的第一固定部固定连接于所述混凝土试件的一端，将所述第二固定部固定连接于所述混凝土试件的另一端；

在预设时间内，通过所述长度测量装置测量所述第一固定部和所述第二固定部之间的相对位移，同时记录所述应力传感器的测量数据。

## 混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土试验技术领域，尤其涉及一种混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法。

### 背景技术

[0002] 混凝土因冷缩和干缩引起的裂缝会导致混凝土一系列性能劣化加剧，严重影响混凝土结构的耐久性、服役性和寿命，因此对混凝土的冷缩和干缩应力试验研究具有重要意义。

[0003] 目前，对混凝土的冷缩和干缩应力试验研究中，对混凝土的冷缩应力试验通常采用温度应力试验机，对混凝土的干缩应力试验通常采用平板法和棱柱体法，这两种试验方式所采用的试验装置和方法相互之间独立没有关联，因此当需要进行混凝土的冷缩和干缩应力试验时，需要采用两种试验装置，操作麻烦。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此，本发明实施例提供一种混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法，能够全程进行混凝土的冷缩和干缩应力测试，操作简单。

[0005] 为达到上述目的，本发明主要提供如下技术方案：

[0006] 一方面，本发明实施例提供了一种混凝土冷缩和干缩应力试验机，包括：

[0007] 架体，所述架体包括上下相对的第一连接部和第二连接部；

[0008] 应力传感器，所述应力传感器的一端连接于所述架体的第一连接部；

[0009] 第一拉头和第二拉头，所述第一拉头可拆卸连接于所述应力传感器的另一端，所述第二拉头连接于所述架体的第二连接部，所述第一拉头与所述第二拉头相对且具有预设距离；

[0010] 模具，所述模具用于浇筑混凝土，所述模能够拆离所述混凝土，所述模具的侧壁上设置有穿接孔；所述第一拉头和所述第二拉头用于分别与所述混凝土的两端固定连接；

[0011] 温控测量装置，所述温控测量装置包括温度调节套和温度传感器，所述温度调节套可拆卸套接于所述模具，所述温度调节套具有调温单元，用于调节所述温度调节套内表面的温度，在所述模具浇筑混凝土之前，所述温度传感器通过所述穿接孔穿入所述模具内，并且将所述穿接孔封堵；

[0012] 干缩测量装置，所述干缩测量装置包括第一固定部和第二固定部，在所述模具拆离所述混凝土后，所述第一固定部用于固定连接所述混凝土的一端，所述第二固定部用于固定连接所述混凝土的另一端；所述干缩测量装置还包括长度测量工具，所述长度测量工具的两端分别连接于所述第一固定部和所述第二固定部，用于测量所述第一固定部和所述第二固定部之间的相对位移。

[0013] 进一步地，上述的混凝土冷缩和干缩应力试验机还包括：

[0014] 控制器，所述控制器分别连接于所述温度调节套的调温单元和所述温度传感器，

用于采集所述温度传感器测量的温度以及控制所述温度调节套的调温单元；

[0015] 所述控制器还连接于所述应力传感器，用于采集所述应力传感器测量的应力；

[0016] 所述干缩测量装置的长度测量工具为电子测量仪表，所述控制器连接于所述长度测量工具，用于采集所述长度测量工具测量的位移。

[0017] 具体地，所述第一拉头通过第一螺杆连接于所述应力传感器另一端，其中，所述第一螺杆的一端螺纹连接于所述第一拉头，所述第一螺杆的另一端螺纹连接于所述应力传感器另一端；

[0018] 所述第一螺杆的两端分别连接有锁紧螺母。

[0019] 具体地，所述第一拉头和所述第二拉头均包括插接端，所述第一拉头的插接端与所述第二拉头的插接端相对，分别用于固定连接于所述混凝土的端部；

[0020] 所述插接端的形状为梯形体，两个所述插接端相对的面为所述梯形体的底面，所述梯形体的底面设置有盲孔；

[0021] 所述第一拉头和所述第二拉头还均包括封堵部，所述梯形体的顶面与所述封堵部相连，所述封堵部包括凸台结构，用于套设密封圈以使当所述插接端插入所述模具时，所述封堵部与所述模具之间通过所述密封圈密封。

[0022] 具体地，所述模具侧壁上的穿接孔的数量为2个，分别设置于所述模具侧壁的1/4和3/4高度处；

[0023] 所述温度传感器的数量为2个，分别用于穿入所述模具内的1/4和3/4高度处；

[0024] 所述温度调节套的外部包裹有保温隔热层；

[0025] 所述应力传感器的一端通过第二螺杆连接于所述架体的第一连接部，其中，所述第二螺杆的一端螺纹连接于所述应力传感器的一端，所述第二螺杆的另一端穿过所述第一连接部并通过螺母使所述第二螺杆紧固于所述第一连接部；

[0026] 所述架体的底部对称设置有多个高度可调地脚。

[0027] 具体地，所述模具包括两个半圆柱形管壁相对接而成的圆柱形管，两个所述半圆柱形管壁上分别设置有相适配的企口，两个所述企口之间通过密封套密封连接；

[0028] 所述模具还包括箍套，所述箍套用于箍住所述圆柱形管。

[0029] 具体地，所述长度测量工具为电子千分表，所述电子千分表包括本体和分别设置于所述本体两端的第一测头和第二测头，所述本体固定连接于所述第一固定部，所述第一测头位于所述第一固定部之上，所述第二测头位于所述第一固定部之下，所述第一测头与所述第一固定部之间连接有弹性部件，所述弹性部件对所述第一测头具有远离所述第一固定部的方向的力；

[0030] 所述第二测头与所述第二固定部之间连接有钢丝。

[0031] 具体地，所述钢丝的一端通过第一万向挂钩连接于所述第二测头，所述钢丝的另一端通过第二万向挂钩连接于所述第二固定部；

[0032] 所述第二万向挂钩通过调节螺丝连接于所述第二固定部，其中，所述调节螺丝的一端具有螺帽，所述螺帽位于所述第二固定部的底部，所述调节螺丝的另一端穿过所述第二固定部，且所述调节螺丝与所述第二固定部螺纹连接，所述调节螺丝的另一端与所述第二万向挂钩连接。

[0033] 具体地，所述第一固定部和所述第二固定部均包括两个半环形箍框对接而成的环

形箍，所述环形箍的外壁一周均布设置有多个卡槽，多个所述卡槽贯穿所述环形箍的两端面；

[0034] 所述干缩测量装置还包括定位杆，所述定位杆的数量等于所述卡槽的数量，所述定位杆的两端分别设置有凸起，两端的所述凸起相距预设距离；

[0035] 所述定位杆用于卡入所述卡槽内，使所述凸起搭接在所述环形箍的端面上，以进行标定所述第一固定部和所述第二固定部的相对位置；

[0036] 所述电子千分表的数量为2个，2个所述电子千分表的本体分别固定连接于所述环形箍相对的两侧。

[0037] 另一方面，本发明实施例还提供一种混凝土冷缩和干缩应力试验方法，用于上述的混凝土冷缩和干缩应力试验机，该方法包括：

[0038] 将所述温度传感器通过所述模具侧壁上的穿接孔穿入所述模具内，并且将所述穿接孔封堵；

[0039] 制备混凝土试件，其中所述制备混凝土试件包括：将所述模具的底端套接于所述第二拉头，然后向所述模具内浇筑钢纤维混凝土直至没过所述第二拉头的端部，之后向所述模具内浇筑所要测试的混凝土直至距离所述模具的顶端预设距离，再向所述模具内浇筑钢纤维混凝土，然后将所述第一拉头压入所述模具顶端的钢纤维混凝土内；其中，所述模具内的结构为混凝土试件；

[0040] 将所述温度调节套包裹在所述模具外；

[0041] 连接所述应力传感器与所述第一拉头；

[0042] 清零所述应力传感器；

[0043] 根据所述温度传感器测量的混凝土核心温度，调控所述温度调节套的内表面温度，以使所述混凝土核心温度达到预设试验温度；

[0044] 记录所述应力传感器的测量数据；

[0045] 保持所述混凝土试件不动，依次将所述温度调节套和所述模具拆离所述混凝土试件；

[0046] 将所述干缩测量装置的第一固定部固定连接于所述混凝土试件的一端，将所述第二固定部固定连接于所述混凝土试件的另一端；

[0047] 在预设时间内，通过所述长度测量装置测量所述第一固定部和所述第二固定部之间的相对位移，同时记录所述应力传感器的测量数据。

[0048] 本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验机及试验方法，通过模具将混凝土以及分别位于混凝土两端的第一拉头和第二拉头浇筑在一起，构成混凝土试件，采用应力传感器、温控测量装置和干缩测量装置依次对混凝土进行冷缩和干缩应力试验，实现了全程进行混凝土的冷缩和干缩应力测试，操作简单。

## 附图说明

[0049] 图1为本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验机处于冷缩应力试验状态的结构示意图；

[0050] 图2为图1中的模具的结构示意图；

[0051] 图3为图2的模具中浇筑混凝土后的结构示意图；

- [0052] 图4为本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验机处于干缩应力试验状态的结构示意图；
- [0053] 图5为图4中的干缩测量装置的结构示意图；
- [0054] 图6为图3中第一拉头和第二拉头的结构示意图；
- [0055] 图7为图4中的第一固定部的俯视图；
- [0056] 图8为本发明实施例提供的一种预设试验温度曲线图；
- [0057] 图9为本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力曲线图；
- [0058] 图10为本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验方法的流程图；
- [0059] 图11为本发明实施例提供的另一种混凝土冷缩和干缩应力曲线图。

## 具体实施方式

[0060] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0061] 如图1所示，本发明实施例提供一种混凝土冷缩和干缩应力试验机，包括：架体1，架体1包括上下相对的第一连接部11和第二连接部12；应力传感器2，应力传感器2的一端连接于架体1的第一连接部11；第一拉头31和第二拉头32，第一拉头31可拆卸连接于应力传感器2的另一端，第二拉头32连接于架体1的第二连接部12，第一拉头31与第二拉头32相对且具有预设距离；模具33，模具33用于浇筑混凝土，模具33能够拆离混凝土，参见图2，模具33的侧壁上设置有穿接孔331；参见图3，第一拉头31和第二拉头32用于分别与混凝土41的两端固定连接；温控测量装置5，温控测量装置5包括温度调节套51和温度传感器52，温度调节套51可拆卸套接于模具33，温度调节套51具有调温单元(图中未示出)，用于调节温度调节套51内表面的温度，在模具33内浇筑混凝土之前，参见图2，温度传感器52通过穿接孔331穿入模具33内，并且将穿接孔331封堵；如图4所示，干缩测量装置6，干缩测量装置6包括第一固定部61和第二固定部62，在模具拆离混凝土41后，第一固定部61用于固定连接混凝土41的一端，第二固定部62用于固定连接混凝土41的另一端；干缩测量装置6还包括长度测量工具63，长度测量工具63的两端分别连接于第一固定部61和第二固定部62，用于测量第一固定部61和第二固定部62之间的相对位移。

[0062] 其中，架体1可设计为由左右两个立柱以及固定连接在左右两个立柱之间的上下两个压板组成的架体，上下两个压板即为上述第一连接部11和第二连接部12，上下两个压板与左右两个立柱之间的连接方式可设计为：左右两个立柱的两端设置有外螺纹，左右两个立柱的两端分别穿过上下两个压板，通过在左右两个立柱的两端分别旋拧螺母以使螺母将上下两个压板分别紧固在左右两个立柱的两端，下压板的底部设置有底脚来支撑架体；该架体1的设计方式仅为其中一种实施方式，还可以采用其他设计方式来设计架体，此处不作限定。值得说明的是，架体1的材质要选择抗拉强度较大、膨胀系数较低不易受温度影响变形的材质。

[0063] 第一拉头31与应力传感器2之间通常可采用螺纹连接方式以实现二者之间的可拆卸连接，在使用模具33浇筑混凝土时，第一拉头31需先拆离应力传感器2，参见图3，模具33的底端套接第二拉头32且二者之间保持密封，向模具33浇筑混凝土41后，将第一拉头31压入模具33顶端的混凝土内，以使第一拉头31和第二拉头32分别与混凝土41的两端固定连接，再将第一拉头31连接于应力传感器2，以完成试验的准备安装工作。其中，根据所测试的

混凝土高度来设计第一拉头31与第二拉头32的预设距离,在进行试验时混凝土41位于第一拉头31与第二拉头32之间,应力传感器2连接在第一拉头31与架体1的第一连接部11之间,当所测试的混凝土进行冷缩和干缩试验时,混凝土膨胀、收缩会对应力传感器2产生压力和拉力,应力传感器2会测量到相应的应力。

[0064] 参见图2和图3,模具33制成可拆卸结构,以便于模具33与模具中浇筑成型的混凝土41之间可分离,其中,在进行冷缩试验时,混凝土41在模具33中不分离,而在进行干缩试验时,则需拆离模具33,参见图4,采用干缩测量装置6直接与模具中的混凝土试件连接,以测量混凝土41在干缩试验中的变形量。

[0065] 温控测量装置5的温度传感器52用于测量混凝土的核心温度,因此在浇筑混凝土之前需要在模具33中预埋温度传感器52,其中温度传感器52通常包括螺纹连接部分和测温头(图中未示出),参见图2,可将模具33侧壁上的穿接孔331设计为螺纹孔,温度传感器52的螺纹连接部分螺纹连接于螺纹孔,测温头伸入至模具33内的中部,穿接孔331被温度传感器52的螺纹连接部分封堵,以防浇筑混凝土时跑浆,当然也可设置密封垫等来提高封堵的严密性。

[0066] 温度调节套51可采用调温型工业柔性电加热、降温毯,其为自动调温型,具有高中低三档加热线路,同时内置风冷管,当调温型工业柔性电加热、降温毯包裹模具33时,可靠绑绳固定。

[0067] 下面通过混凝土冷缩和干缩应力试验机的工作原理来具体说明本发明实施例。

[0068] 参见图1至图3,先将温度传感器52通过模具33侧壁上的穿接孔331穿入模具33内,同时保证模具33侧壁的密封性,将模具33的底端套接于架体1上的第二拉头32且保证二者之间密封,向模具33内浇筑混凝土41,之后将第一拉头31压入模具33顶端的混凝土内,以在模具33内制备出混凝土试件4;将温度调节套51包裹于模具33,将第一拉头31连接于架体1上的应力传感器2,以完成混凝土试件4连接在应力传感器2和架体1的第二连接部12之间,清零应力传感器2准备进行冷缩应力试验,根据温度传感器52测量到的混凝土41核心温度,调控温度调节套51的内表面温度,温度调节套51的内表面与混凝土41之间会进行热传递,使得混凝土41核心温度达到预设试验温度,记录混凝土在预设试验温度期间应力传感器2测量到的应力值,其中预设试验温度曲线和试验测得的应力曲线分别参见图8和图9,当混凝土41核心温度降到预设脱模温度时,停止混凝土冷缩应力试验;结合图4和图5,下面进行干缩应力试验,在试验之前,先将温度调节套51从模具33上取下,然后将模具33拆离混凝土试件4,之后将干缩测量装置6的第一固定部61和第二固定部62分别固定连接于混凝土试件4的两端,此期间混凝土试件4固定在架体1上保持不动,在混凝土试件4上安装好干缩测量装置6后,静止等待预设时间,此期间内通过长度测量工具63测量第一固定部61和第二固定部62之间的相对位移,即混凝土的干缩变形量,同时应力传感器2会测量到混凝土的干缩应力,其中干缩变形曲线和干缩应力曲线参见图9。其中,混凝土干缩应力试验可在恒温实验室中进行试验,以保证混凝土受到环境温变影响较小,混凝土41内的温度传感器52可监测混凝土41核心温度。

[0069] 本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验机,通过模具将混凝土以及分别位于混凝土两端的第一拉头和第二拉头浇筑在一起,构成混凝土试件,采用应力传感器、温控测量装置和干缩测量装置依次对混凝土进行冷缩和干缩应力试验,实现了全程进

行混凝土的冷缩和干缩应力测试,操作简单。

[0070] 进一步地,如图1所示,上述混凝土冷缩和干缩应力试验机还包括:控制器7,控制器7分别连接于温度调节套51的调温单元和温度传感器52,用于采集温度传感器52测量的温度以及控制温度调节套51的调温单元;控制器7还连接于应力传感器2,用于采集应力传感器2测量的应力;如图4所示,干缩测量装置6的长度测量工具63为电子测量仪表,控制器7连接于长度测量工具63,用于采集长度测量工具63测量的位移。

[0071] 参见图1,当进行混凝土冷缩应力试验时,温度传感器2测量到的混凝土核心温度会传输到控制器7中,控制器7会根据混凝土核心温度与预设试验温度的相差量,对温度调节套51的调温单元进行调控,以使温度调节套51的内表面达到一定温度后,温度调节套51与混凝土之间热传递后,使得混凝土核心温度达到预设试验温度,其中预设试验温度曲线参见图8,可将图8中的温度曲线导入控制器7中,由控制器7自动调节混凝土核心温度,在试验过程中,应力传感器2测量的应力数据会传输到控制器7中,通过控制器7将冷缩应力曲线生成出来,可参见图9。

[0072] 参见图4,当进行混凝土干缩应力试验时,长度测量工具63测量到的第一固定部61与第二固定部62之间的相对位移,即混凝土41的干缩变形量,传输至控制器7中,通过控制器7将干缩变形曲线生成出来,同时应力传感器2测量的应力数据也会传输至控制器7中,通过控制器7将干缩应力曲线生成出来,可参见图9。

[0073] 上述中,控制器7的设置可实现自动调温、自动生成冷缩和干缩应力曲线以及自动生成干缩变形曲线,操作简单方便。

[0074] 具体地,参见图1,第一拉头31通过第一螺杆34连接于应力传感器2另一端,其中,第一螺杆34的一端螺纹连接于第一拉头31,第一螺杆34的另一端螺纹连接于应力传感器2另一端;第一螺杆34的两端分别连接有锁紧螺母35。当将混凝土试件的第一拉头31与应力传感器2连接时,应力传感器2另一端与第一螺杆34的另一端螺纹连接,可将第一螺杆34相对于应力传感器2向下旋拧,直至第一螺杆34的一端旋入第一拉头31,此时应力传感器2有数值显示,说明应力传感器2、第一螺杆34和第一拉头31依次连接上了,然后旋拧第一螺杆34两端的锁紧螺母35,分别使第一螺杆34相对于应力传感器2和第一拉头31固定,此时第一螺杆34不会再旋转。其中通过第一螺杆34以实现应力传感器2与第一拉头31的连接,可实现微调,且拆装方便,加工简单成本低。

[0075] 具体地,结合图3和图6,第一拉头31和第二拉头32均包括插接端311,第一拉头31的插接端311与第二拉头32的插接端311相对,分别用于固定连接于混凝土41的端部;插接端311的形状为梯形体,两个插接端311相对的面为梯形体的底面,梯形体的底面设置有盲孔312;第一拉头31和第二拉头32还均包括封堵部313,梯形体的顶面与封堵部313相连,封堵部313包括凸台结构314,用于套设密封圈321以使当插接端311插入模具33时,封堵部313与模具33之间通过密封圈321密封。

[0076] 当浇筑混凝土以制备混凝土试件4时,先将模具33的底端与第二拉头32套接,其中,第二拉头32的插接端311伸入模具33的底端内,第二拉头32的封堵部313封堵住模具33的底端,然后向模具33内浇筑钢纤维混凝土411,钢纤维混凝土411填充于第二拉头32的盲孔312内以及插接端311的周围,然后浇筑待测混凝土至距模具33顶端一段距离后,再浇筑钢纤维混凝土411,然后从模具33的顶端压入第一拉头31,使第一拉头31的插接端311伸入

模具33顶端的钢纤维混凝土411内，钢纤维混凝土411流入第一拉头31的盲孔312内以及插接端311的周围，第一拉头31的封堵部313堵住模具33的顶端，完成混凝土试件4的制备。其中，插接端311的形状为梯形体，其底面即较大的面为插接端311伸入模具33中最靠里的面，当浇筑钢纤维混凝土411后，插接端311更加不易拔出钢纤维混凝土411，插接端311底面的盲孔312内填有钢纤维混凝土411，更加固了插接端311与钢纤维混凝土411之间的连接，提高了第一拉头31和第二拉头32分别与混凝土41之间的锚固力，消除了拉头与混凝土之间的应力集中，避免断裂。

[0077] 具体地，参见图1和图2，模具33侧壁上的穿接孔331的数量为2个，分别设置于模具33侧壁的1/4和3/4高度处；温度传感器52的数量为2个，分别用于穿入模具33内的1/4和3/4高度处；温度调节套的外部包裹有保温隔热层（图中未示出）。2个温度传感器52可以检测到混凝土内部温度是否均匀，当所检测到的两个温度值相等时，可通过控制器7采集该温度值；保温隔热层用于减少热量损失，进而对保证混凝土的温度稳定有效地控制。

[0078] 具体地，应力传感器2的一端通过第二螺杆36连接于架体1的第一连接部11，其中，第二螺杆36的一端螺纹连接于应力传感器2的一端，第二螺杆36的另一端穿过第一连接部11并通过螺母361使第二螺杆36紧固于第一连接部11；架体1的底部对称设置有多个高度可调地脚13。通过调节第二螺杆36相对于第一连接部11的连接高度，可调节应力传感器2的高度，便于针对不同高度尺寸的混凝土试件进行试验，而且应力传感器2方便从架体的第一连接部11上进行拆装，便于更换和维护等；可调地脚13用于支撑架体1并调节架体1的水平，以保证应力传感器测量的准确性。

[0079] 具体地，参见图2，模具33包括两个半圆柱形管壁相对接而成的圆柱形管，两个半圆柱形管壁上分别设置有相适配的企口，两个企口之间通过密封套密封连接（图中未示出）；模具33还包括箍套332，箍套332用于箍住圆柱形管。两个半圆柱形管壁上分别设置有相适配的企口即为一半圆柱形管壁上设置有凹槽，另一半圆柱形管壁上设置有凸榫，凸榫上可套设有密封套，凸榫与凹槽相拼接后通过密封套结合紧密连接，保证模具的密封性，浇筑混凝土时不会跑浆。

[0080] 具体地，参见图4和图5，长度测量工具63为电子千分表，电子千分表包括本体631和分别设置于本体631两端的第一测头632和第二测头633，本体631固定连接于第一固定部61，第一测头632位于第一固定部61之上，第二测头633位于第一固定部61之下，第一测头632与第一固定部61之间连接有弹性部件634，弹性部件634对第一测头632具有远离第一固定部61的方向的力；第二测头633与第二固定部62之间连接有钢丝635。

[0081] 上述电子千分表包括均可进行测量的第一测头632和第二测头633，第一测头632和第二测头633相关联，即第一测头632移动时，第二测头633跟随第一测头632朝向相同方向移动；将电子千分表倒装在第一固定部61上，第一测头632朝上且位于第一固定部61之上，弹性部件634一般选用弹簧，所述弹簧的弹性系数为1.2-3.5kgf/mm，第一测头632可连接有一垫片636，弹簧套在第一测头632上且位于垫片636与第一固定部61之间，该弹簧可选用压缩弹簧，弹簧在垫片636与第一固定部61之间时被压缩，则弹簧对垫片636具有向上的弹力，垫片636带动第一测头632具有向上的运动趋势，此时第二测头633会随着第一测头632具有向上运动的趋势，则第二测头633拉紧钢丝635，使钢丝635被拉直，所述钢丝为低膨胀合金丝，清零电子千分表，当在混凝土干缩试验中，混凝土41产生收缩变形时，第一固定

部61与第二固定部62之间会相互靠近,此时钢丝635松弛的瞬间,由于弹簧的作用力使第一测头632向上运动,则带动第二测头633向上运动,随即钢丝635被拉直,两个测头的位移量即为混凝土41的变形量,可通过电子千分表中获取。

[0082] 具体地,钢丝635的一端通过第一万向挂钩637连接于第二测头633,钢丝635的另一端通过第二万向挂钩638连接于第二固定部62;第二万向挂钩638通过调节螺丝639连接于第二固定部62,其中,调节螺丝639的一端具有螺帽,螺帽位于第二固定部62的底部,调节螺丝639的另一端穿过第二固定部62,且调节螺丝639与第二固定部62螺纹连接,调节螺丝639的另一端与第二万向挂钩638连接。当旋转第二固定部62底部的调节螺丝639螺帽时,调节螺丝639可相对于第二固定部62上下移动,则会带动钢丝635进行上下调节,钢丝635会带动第二测头633和第一测头632上下移动,设定好第二测头633和第一测头632的初始测量位置后,钢丝635被拉直并实现自动对中,清零电子千分表,按照前述中电子千分表测量混凝土干缩变形量的工作过程,此处不再赘述。其中,第一万向挂钩637和第二万向挂钩638均为可以360度自由旋转的挂钩,用于消除调节过程中钢丝635的扭曲变形,提高对中效果,避免钢丝635扭曲引起的误差。

[0083] 具体地,参见图5和图7,第一固定部和第二固定部均包括两个半环形箍框611对接而成的环形箍,环形箍的外壁一周均布设置有多个卡槽612,多个卡槽612贯穿环形箍的两端面613;干缩测量装置还包括定位杆64,定位杆64的数量等于卡槽612的数量,定位杆64的两端分别设置有凸起(图中未示出),两端的凸起相距预设距离;定位杆64用于卡入卡槽612内,使凸起搭接在环形箍的端面613上,以进行标定第一固定部61和第二固定部62的相对位置;电子千分表的数量为2个,2个电子千分表的本体631分别固定连接于环形箍相对的两侧。

[0084] 其中,定位杆64可设计为固定长度的固定杆,也可设计为可精确调节长度的伸缩杆,当使用多个定位杆64标定第一固定部61与第二固定部62的相对位置时,需保证每个定位杆64的两端凸起距离均相等,且达到预设距离,可先将第二固定部62固定在混凝土试件上,然后将每个定位杆64卡入第二固定部62的卡槽612内,并且使每个定位杆64下端的凸起紧贴在第二固定部62的下端面613上,然后将第一固定部61调节到的位置为:使定位杆64卡入第一固定部61的卡槽612内且定位杆64上端的凸起紧贴在第一固定部61的上端面613,此时第一固定部61与第二固定部62相互平行,将第一固定部61固定在混凝土试件上。对称设置两个电子千分表,以保持平衡,这两个电子千分表可检测第一固定部61和第二固定部62是否相互平行,若达到平行要求,则通常这两个电子千分表的数值相近,可取这两个电子千分表的平均值作为变形量。

[0085] 本发明实施例提供的混凝土冷缩和干缩应力试验机,通过模具将混凝土以及分别位于混凝土两端的第一拉头和第二拉头浇筑在一起,构成混凝土试件,采用应力传感器、温控测量装置和干缩测量装置依次对混凝土进行冷缩和干缩应力试验,实现了全程进行混凝土的冷缩和干缩应力测试,操作简单。

[0086] 如图10所示,本发明实施例提供一种混凝土冷缩和干缩应力试验方法,用于上述的混凝土冷缩和干缩应力试验机,该方法包括:

[0087] 901、将温度传感器通过模具侧壁上的穿接孔穿入模具内,并且将穿接孔封堵。

[0088] 在浇筑混凝土之前需要在模具中预埋温度传感器,温度传感器通常包括螺纹连接

部分和测温头,可将模具侧壁上的穿接孔设计为螺纹孔,温度传感器的螺纹连接部分螺纹连接于螺纹孔,测温头伸入至模具的中部,穿接孔被温度传感器的螺纹连接部分封堵,以防浇筑混凝土时跑浆,也可设置密封垫等来提高封堵的严密性。

[0089] 902、制备混凝土试件,其中制备混凝土试件包括:将模具的底端密封套接于第二拉头,然后向模具内浇筑钢纤维混凝土直至没过第二拉头的端部,之后向模具内浇筑所要测试的混凝土直至距离模具的顶端预设距离,再向模具内浇筑钢纤维混凝土,然后将第一拉头压入模具顶端的钢纤维混凝土内,其中,模具内的结构为混凝土试件。

[0090] 将模具的底端套接于架体上的第二拉头且保证二者之间密封,按照上述步骤向模具内浇筑混凝土,之后将第一拉头压入模具顶端的混凝土内,以在模具内制备出混凝土试件。其中,每次浇筑混凝土后,均可用橡胶锤均匀敲击模具,以使混凝土密实,以及加强钢纤维混凝土与待测混凝土之间的结合。

[0091] 903、将温度调节套包裹在模具外。

[0092] 温度调节套可采用调温型工业柔性电加热、降温毯,其为自动调温型,具有高中低三档加热线路,同时内置风冷管,当调温型工业柔性电加热、降温毯包裹模具时,可靠绑绳固定。

[0093] 904、连接应力传感器与第一拉头。

[0094] 使得混凝土试件连接在应力传感器和架体的第二连接部之间。

[0095] 905、清零应力传感器。

[0096] 下面开始准备进行混凝土冷缩应力试验。

[0097] 906、根据温度传感器测量的混凝土核心温度,调控温度调节套的内表面温度,以使混凝土核心温度达到预设试验温度;

[0098] 其中,预设试验温度曲线可参见图8。模具一般采用不锈钢等金属材质,当调节温度调节套的温度时,温度调节套、模具和模具内的混凝土之间通过热传递使混凝土的核心温度调节到预设试验温度。

[0099] 907、记录应力传感器的测量数据。

[0100] 该测量数据为混凝土在预设试验温度期间的应力值,可绘制出混凝土冷缩应力曲线,参见图9。

[0101] 908、保持混凝土试件不动,依次将温度调节套和模具拆离混凝土试件。

[0102] 在进行混凝土干缩应力试验之前,先将温度调节套从模具上取下,然后将模具拆离混凝土试件。

[0103] 909、将干缩测量装置的第一固定部固定连接于混凝土试件的一端,将第二固定部固定连接于混凝土试件的另一端。

[0104] 将干缩测量装置的第一固定部和第二固定部分别固定连接于混凝土试件的两端,此期间混凝土试件固定在架体上保持不动。

[0105] 910、在预设时间内,通过长度测量装置测量第一固定部和第二固定部之间的相对位移,同时记录应力传感器的测量数据。

[0106] 在混凝土试件上安装好干缩测量装置后,静止等待预设时间,此期间内通过长度测量装置测量第一固定部和第二固定部之间的相对位移,即混凝土的干缩变形量,同时应力传感器会测量到混凝土的干缩应力,其中干缩变形曲线和干缩应力曲线参见图9。

[0107] 本发明实施例提供的一种混凝土冷缩和干缩应力试验方法,采用混凝土冷缩和干缩应力试验机,通过模具将混凝土以及分别位于混凝土两端的第一拉头和第二拉头浇筑在一起,构成混凝土试件,采用应力传感器、温控测量装置和干缩测量装置依次对混凝土进行冷缩和干缩应力试验,实现了全程进行混凝土的冷缩和干缩应力测试,操作简单。

[0108] 本发明实施例中,按照混凝土冷缩和干缩应力试验方法,利用混凝土冷缩和干缩应力试验机进行了两组测试,具体如下:

[0109] 其一组测试包括:采用表1中的配合比制成待测混凝土,之后按照上述试验方法分别进行混凝土冷缩应力试验和混凝土干缩应力试验,获得图9所示的冷缩和干缩应力曲线以及干缩变形曲线。

[0110] 表1

[0111]

混凝土配合比/ (kg/m <sup>3</sup> )							
水泥	粉煤灰	矿渣粉	膨胀剂	水	砂	石	减水剂
246	50	87	30	175	692	1118	8.85

[0112] 另一组测试包括:采用表2中的配合比制成待测混凝土,与上一组测试的主要区别在于,上一组测试中掺加了膨胀剂,本组测试中未掺膨胀剂;之后按照上述试验方法分别进行混凝土冷缩应力试验和混凝土干缩应力试验,获得图11所示的冷缩和干缩应力曲线以及干缩变形曲线。

[0113] 表2

混凝土配合比/ (kg/m <sup>3</sup> )							
水泥	粉煤灰	矿渣粉	水	砂	石	减水剂	
246	50	117	175	692	1118	8.85	

[0115] 由图11可以看出,由于未掺膨胀剂,混凝土内部没有储存化学预压应力,混凝土在干缩过程中发生断裂现象。此外,混凝土冷缩应力与掺膨胀剂的冷缩应力相差不大,而干缩应力和干缩变形则明显增大。

[0116] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

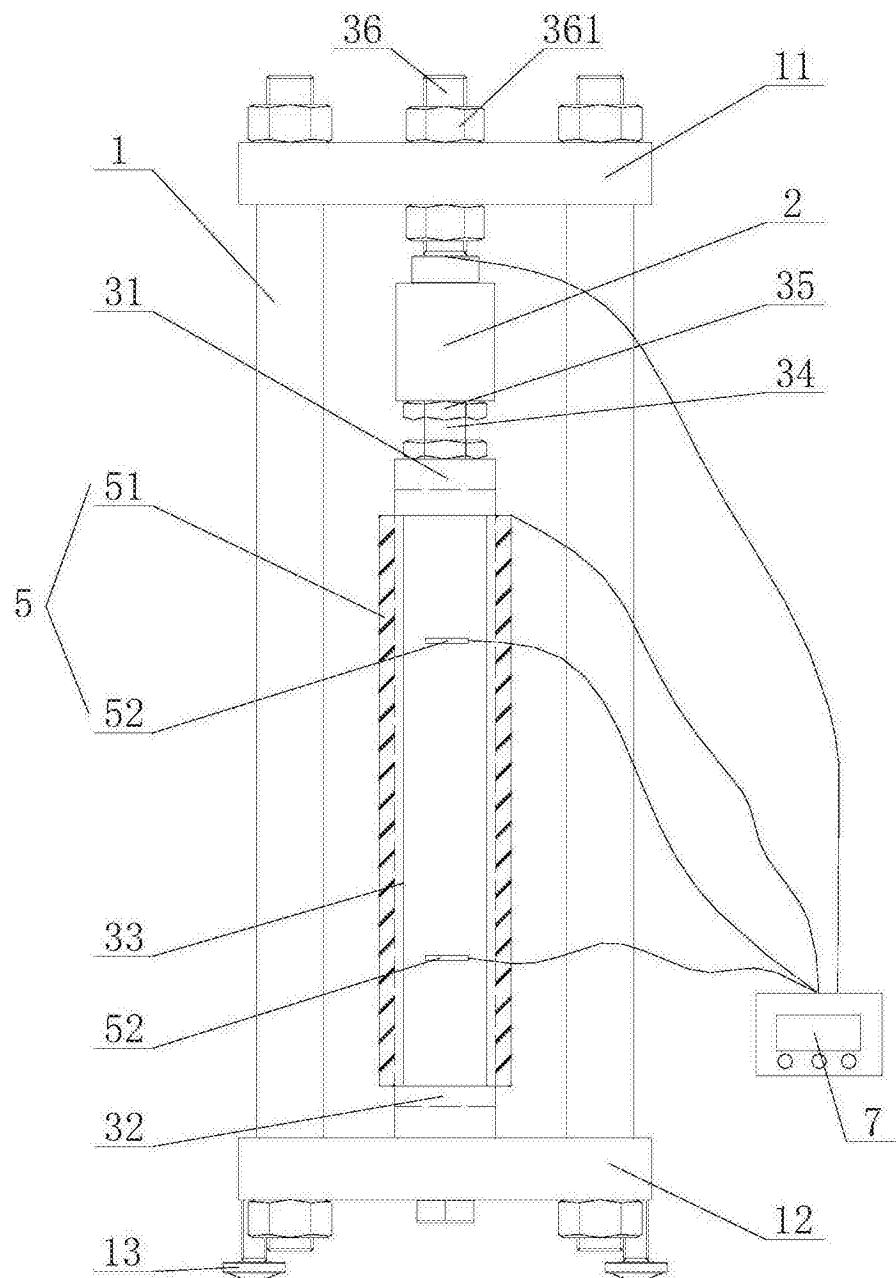


图1

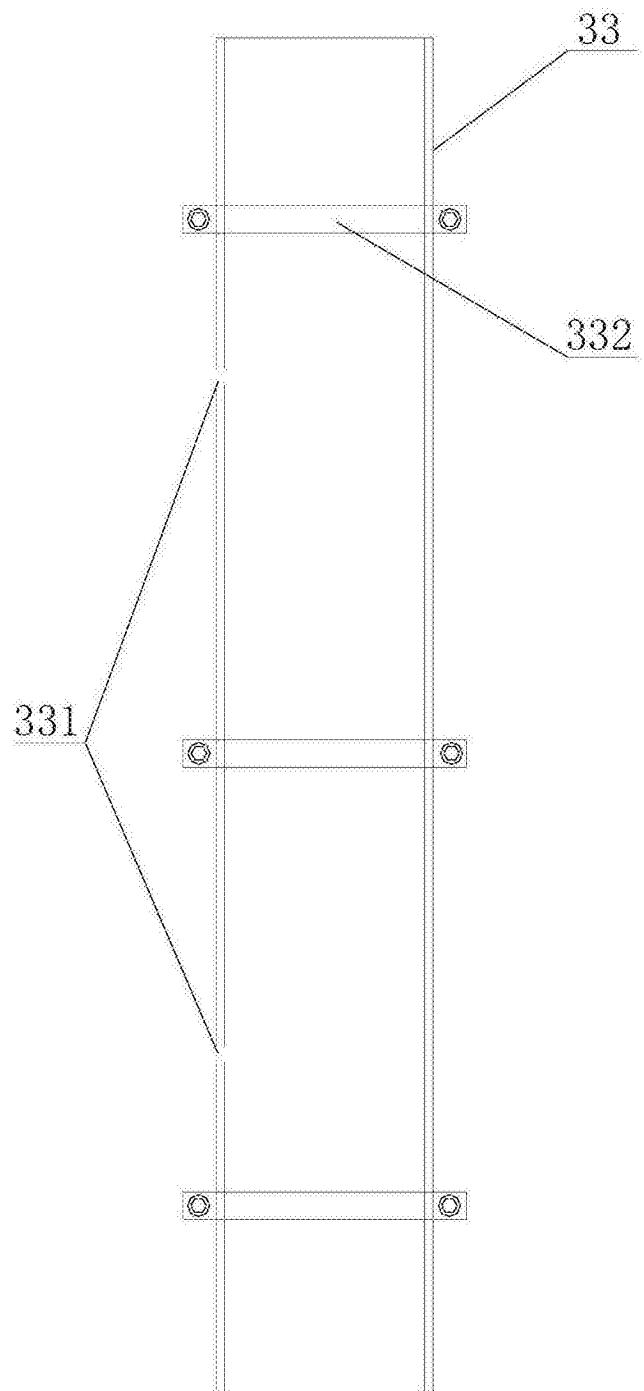


图2

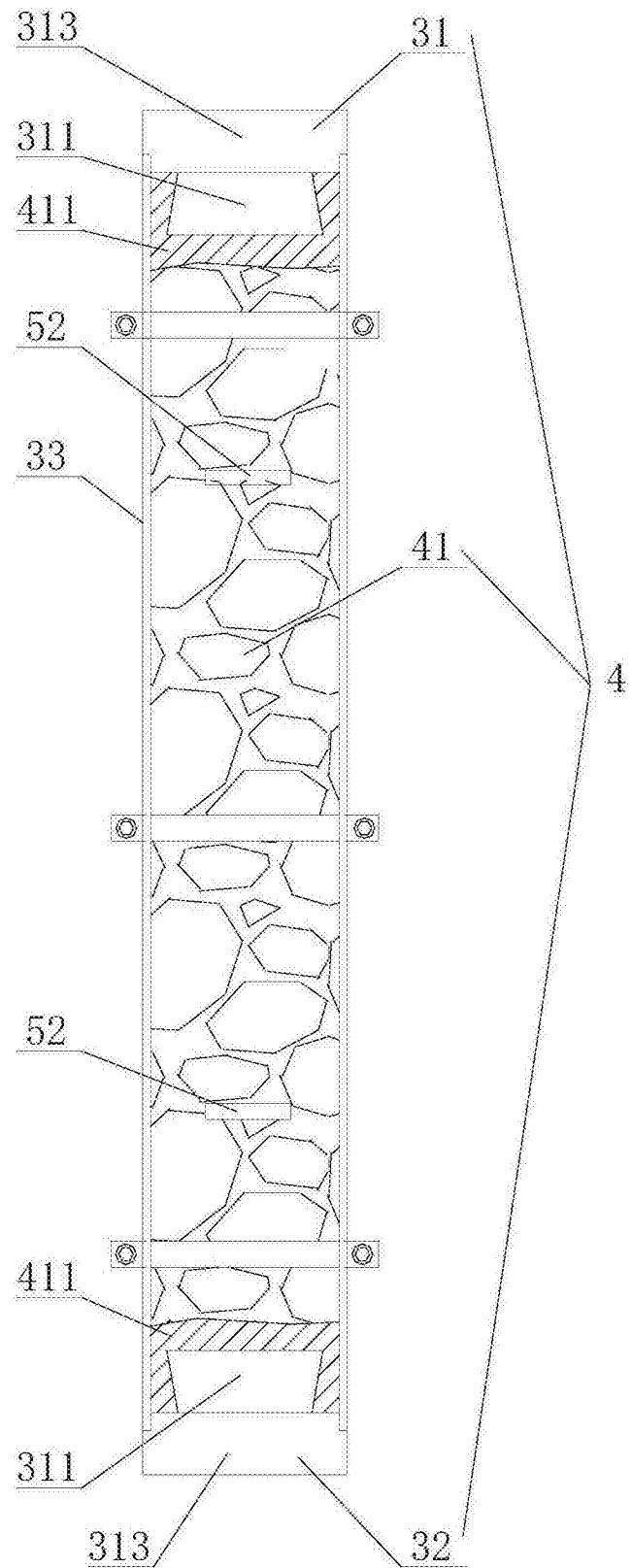


图3

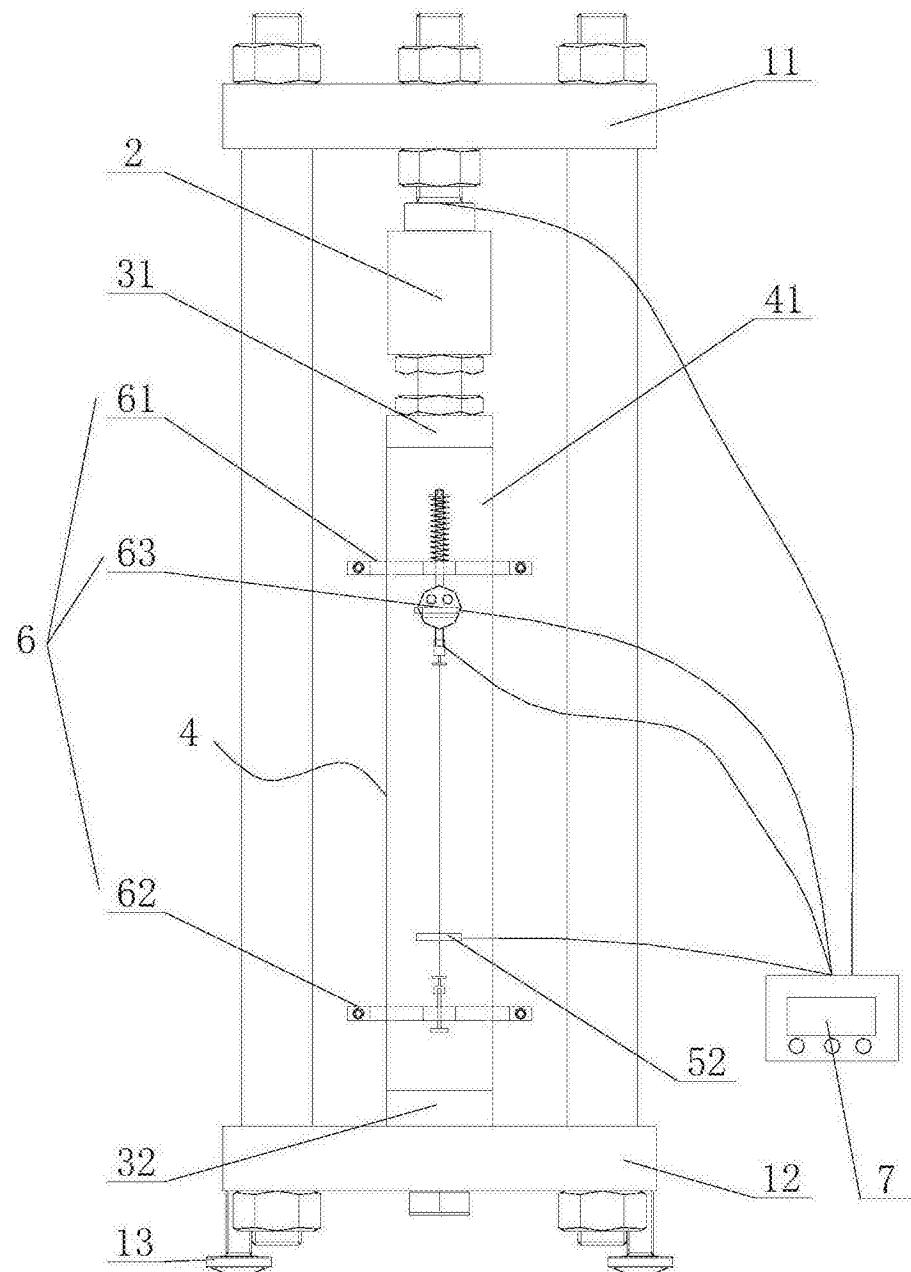


图4

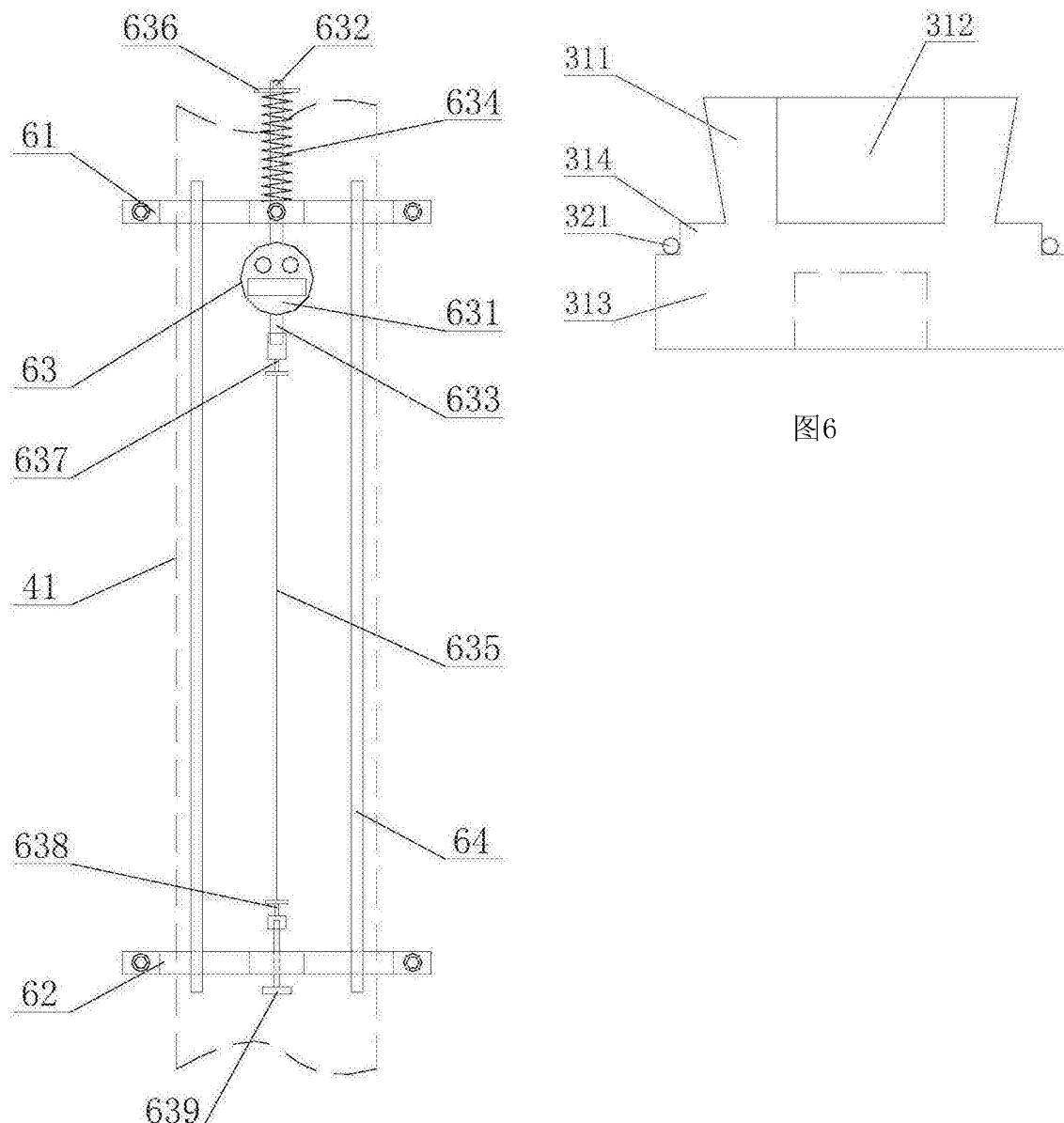


图5

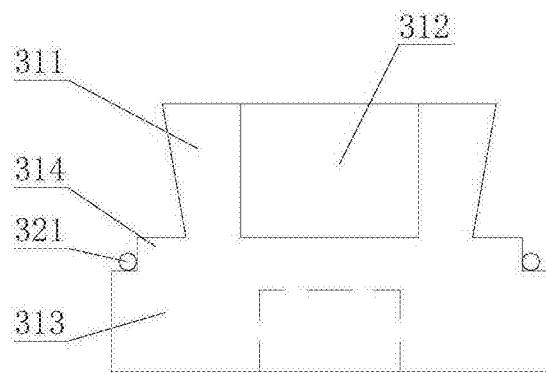


图6

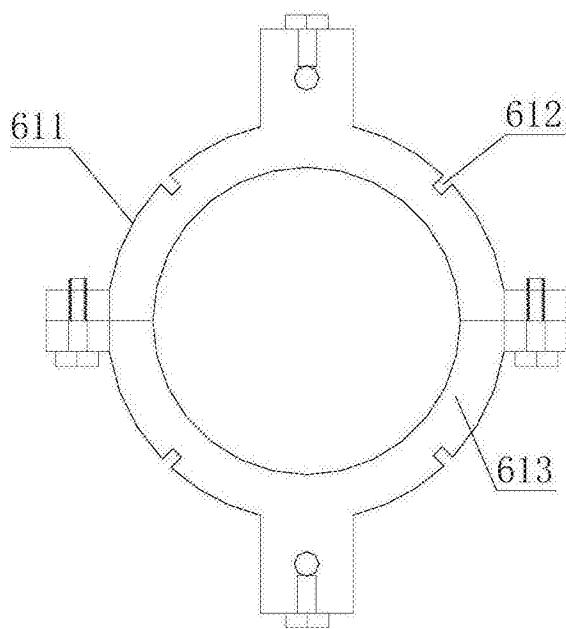


图7

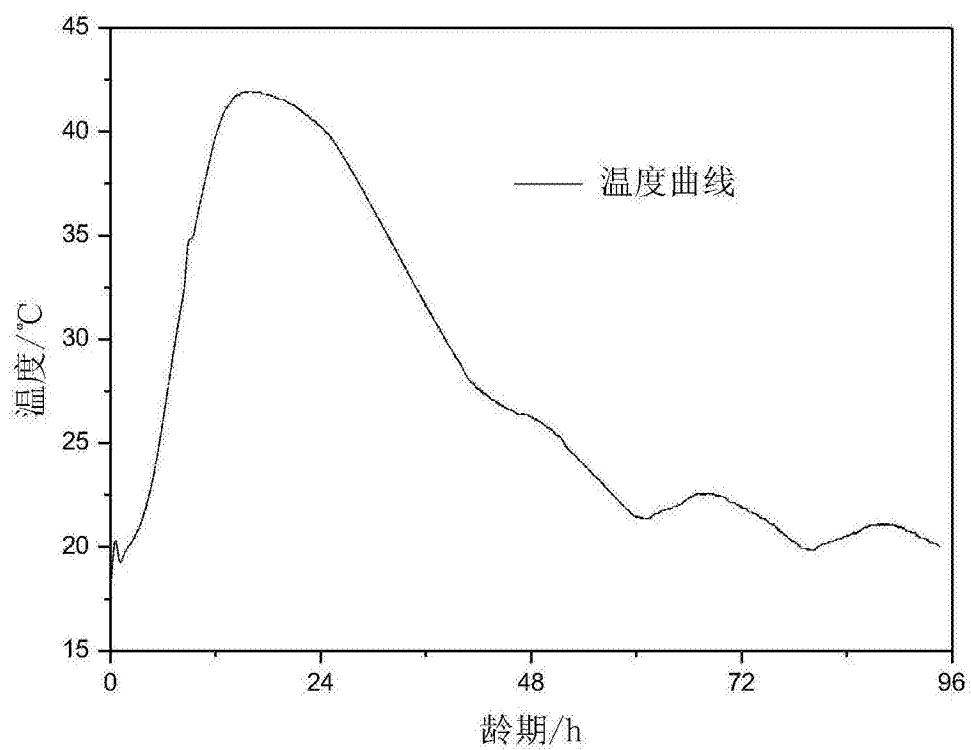


图8

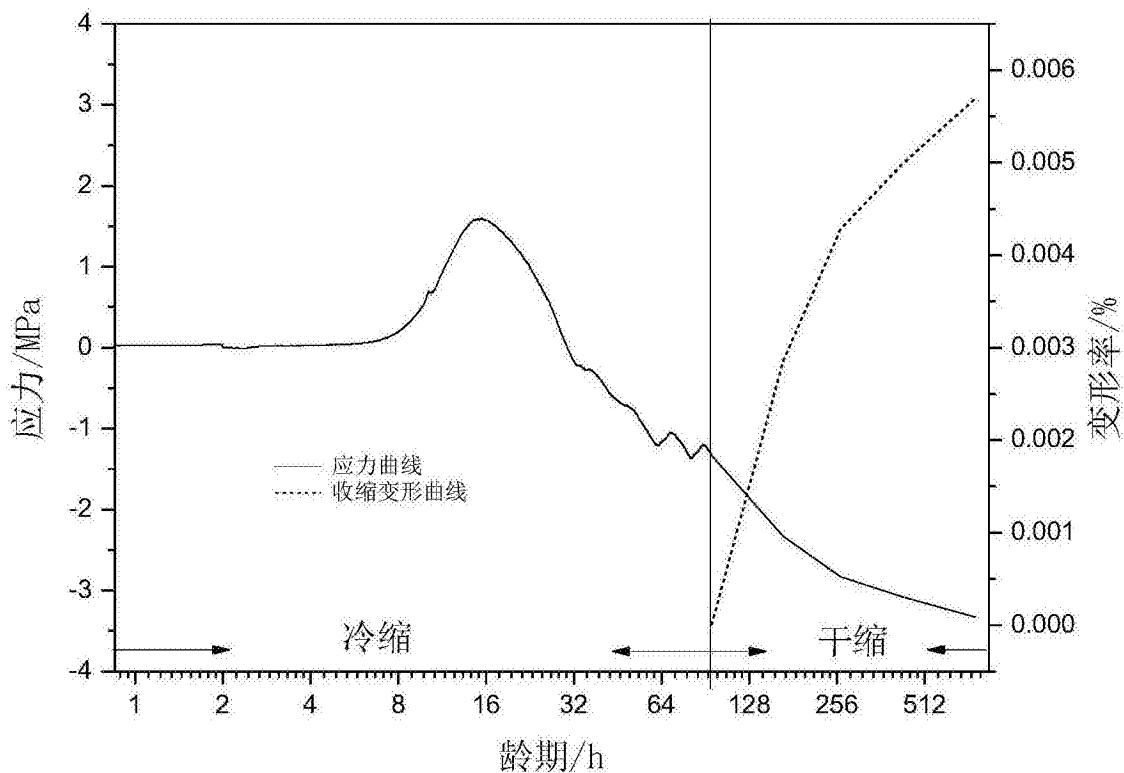


图9

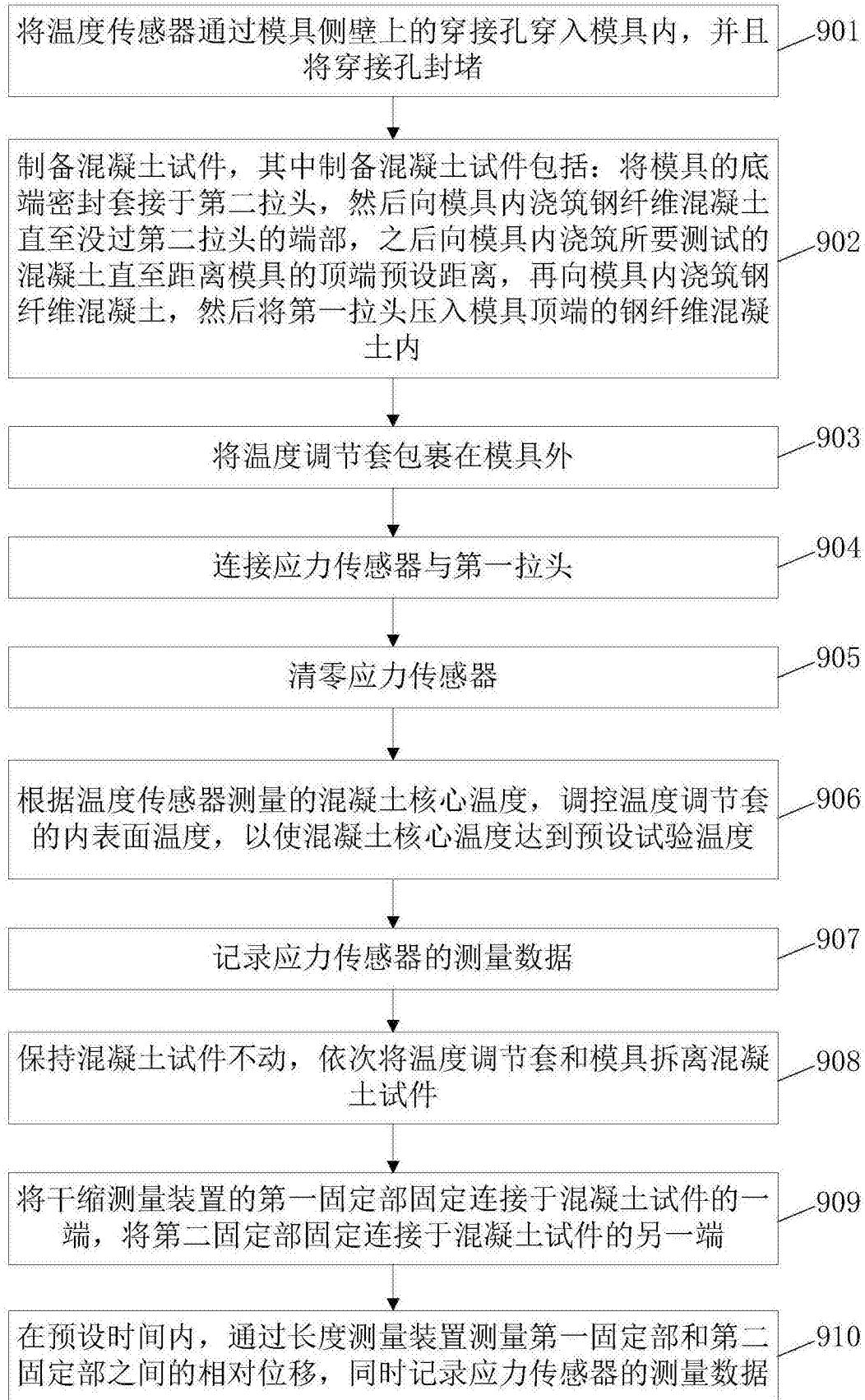


图10

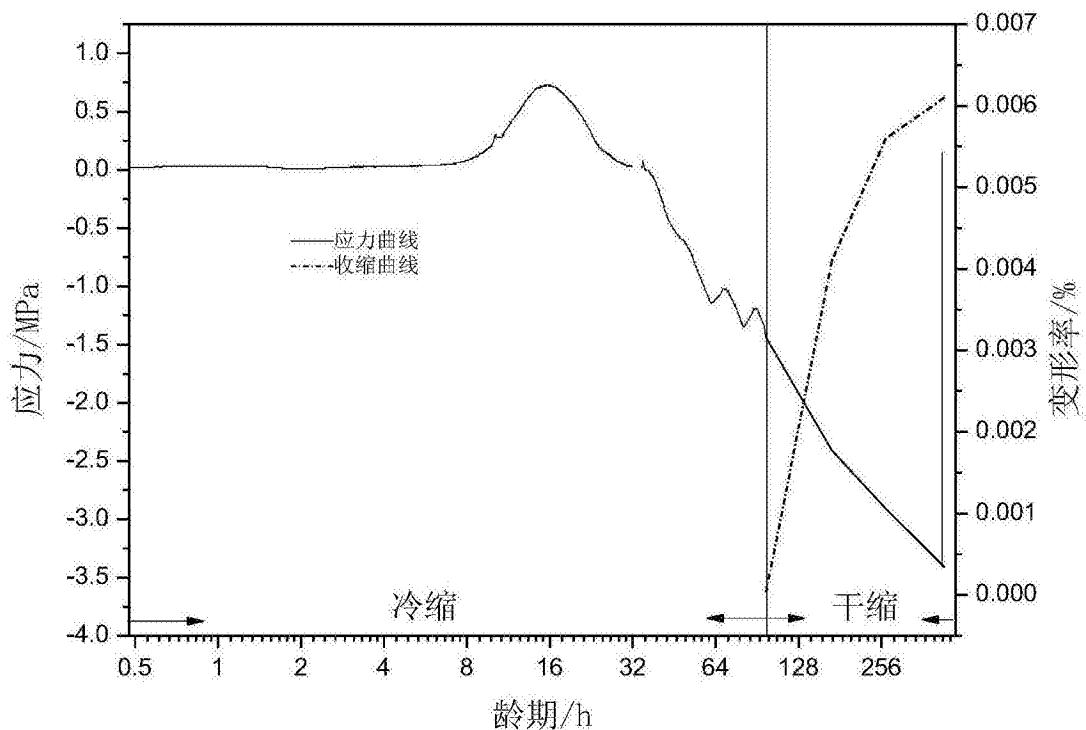


图11