



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104280290 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201410504486. 2

(22) 申请日 2014. 09. 26

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 刘斯凤 王培铭 万婷婷

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 王小荣

(51) Int. Cl.

G01N 3/00 (2006. 01)

G01N 3/06 (2006. 01)

G01L 5/00 (2006. 01)

G01B 11/16 (2006. 01)

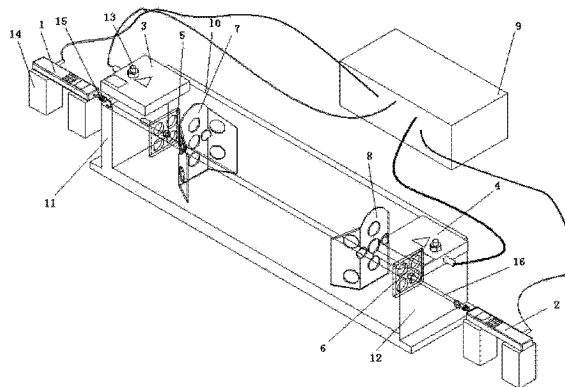
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置及其使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 该装置包括测力计 a、测力计 b、激光位移传感器 c、激光位移传感器 d、传力单元、激光靶单元、数据采集器及模具, 所述的模具左右两侧分别设有测力计 a、测力计 b, 所述的激光靶单元、传力单元均设置在模具的内腔中, 所述的模具顶部的左右两端分别设有激光位移传感器 c 和激光位移传感器 d, 所述的数据采集器通过电路分别与激光位移传感器 c、激光位移传感器 d 相连接。与现有技术相比, 本发明装置结构简单, 操作方便, 测试精度高, 能够自动连续测试混凝土 / 砂浆从浇筑时刻起, 浆体内部任意龄期的应力和应变, 实用性强。



1. 一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 该装置包括测力计 a(1)、测力计 b(2)、激光位移传感器 c(3)、激光位移传感器 d(4)、传力单元、激光靶单元、数据采集器 (9) 及模具 (10), 所述的模具 (10) 左右两侧分别设有测力计 a(1)、测力计 b(2), 所述的激光靶单元、传力单元均设置在模具 (10) 的内腔中, 所述的模具 (10) 顶部的左右两端分别设有激光位移传感器 c(3) 和激光位移传感器 d(4), 所述的数据采集器 (9) 通过电路分别与测力计 a(1)、测力计 b(2)、激光位移传感器 c(3) 及激光位移传感器 d(4) 相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 所述的激光靶单元包括激光靶 e(7) 及激光靶 f(8), 所述的激光靶 e(7)、激光靶 f(8) 分别对称设置在模具 (10) 内腔的左右两端, 激光靶 e(7) 及激光靶 f(8) 上均对称布设有多个圆形孔。

3. 根据权利要求 1 所述的一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 所述的传力单元包括传力板 m(5)、传力板 n(6)、传力杆 h(15) 及传力杆 k(16), 所述的传力板 m(5) 通过传力杆 h(15) 与测力计 a(1) 相连接, 所述的传力板 n(6) 通过传力杆 k(16) 与测力计 b(2) 相连接。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 所述的传力板 m(5) 设置在激光靶 e(7) 与模具左侧板 (11) 之间, 所述的传力板 n(6) 设置在激光靶 f(8) 与模具右侧板 (12) 之间。

5. 根据权利要求 1 或 3 所述的一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 所述的传力杆 h(15) 一端设置在传力板 m(5) 上, 另一端穿过模具左侧板 (11) 与测力计 a(1) 相连接, 所述的传力杆 k(16) 一端设置在传力板 n(6) 上, 另一端穿过模具右侧板 (12) 与测力计 b(2) 相连接。

6. 根据权利要求 3 所述的一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置, 其特征在于, 所述的传力板 m(5)、传力板 n(6) 上均对称布设有多个圆形孔。

7. 一种如权利要求 1 所述的测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变装置的使用方法, 其特征在于, 该方法具体包括以下步骤:

(A) 先在模具 (10) 的内腔中铺设一层塑料薄膜, 将传力板 m(5)、传力板 n(6) 分别固定在模具 (10) 内腔的左右两端, 并将传力杆 h(15)、传力杆 k(16) 分别安装在传力板 m(5) 与传力板 n(6) 上;

(B) 将激光靶 e(7)、激光靶 f(8) 分别对称设置在模具 (10) 内腔的左右两端, 并记录下激光靶 e(7) 与激光靶 f(8) 之间的距离;

(C) 将待测的浆料均匀填入模具 (10) 的内腔中, 并不断插捣浆料使其均匀密实, 用抹刀抹平后, 再盖上一层塑料薄膜;

(D) 将测力计 a(1)、测力计 b(2) 置于底座 (14) 上并固定, 再分别与传力杆 h(15)、传力杆 k(16) 相连接;

(E) 将激光位移传感器 c(3)、激光位移传感器 d(4) 通过螺钉 (13) 分别固定在模具 (10) 顶部的左右两端, 并通过电路与数据采集器 (9) 接通, 调节激光位移传感器 c(3)、激光位移传感器 d(4) 使两者光源分别照射在激光靶 e(7) 和激光靶 f(8) 上, 同时, 将测力计 a(1) 和测力计 b(2) 的读数清零;

(F) 同时开启激光位移传感器 c(3)、激光位移传感器 d(4)、测力计 a(1) 及测力计

b(2),使之同步计数,按照浆料水化龄期,每隔 15min 同步记录应力、应变随时间的变化,直至应力、应变趋于恒定,即测试完成。

一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程技术领域,涉及一种测试塑性混凝土或砂浆应力应变的装置及其使用方法。

背景技术

[0002] 塑性混凝土或砂浆的收缩和膨胀是造成开裂的主要原因。混凝土 / 砂浆的裂纹又与其变形的受约束条件有关:不受约束的自由收缩使混凝土 / 砂浆内部的颗粒互相靠近,对混凝土 / 砂浆性能无不利影响,也不会产生裂纹。不受约束的自由膨胀也不会产生开裂,但混凝土 / 砂浆内部颗粒间距增大,使结构疏松,这对混凝土 / 砂浆强度不利。

[0003] 在实际情况下,混凝土 / 砂浆的收缩和膨胀都受到不同程度的外部和内部约束。在受外部约束条件下,混凝土 / 砂浆的收缩变形过程中所产生的拉应力 σ 与应变 ε 之间的关系为 $\sigma = \varepsilon E$,式中, E 为混凝土 / 砂浆的弹性模量。而收缩变形包括干缩、塑性收缩、自收缩以及温度变形。当拉应力大于抗拉强度 (f_p) 时,混凝土 / 砂浆开裂。在混凝土 / 砂浆的水化、硬化过程中, f_p 和 E 以各自的速率增长。各种混凝土 / 砂浆在其硬化时间过程中的抗裂性不仅取决于 f_p 及收缩变形的大小,还取决于 f_p 与 E 的比,即 f_p/E 。

[0004] 了解早龄期这些力学性能的重要目的是以材料科学为基础来预测混凝土 / 砂浆的早期开裂,并最终服务于结构工程。早期力学性能的测试往往会比早龄期水化过程的测试更难,因为测试期间各力学参数会经常不停地发生变化。由于早期混凝土 / 砂浆的应变能力很小,其对内部应力的变化更为敏感,早期收缩容易诱发裂纹的产生。然而,目前在对早期混凝土 / 砂浆应力应变测试的研究甚少,相关测试装置鲜有报道。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置及其使用方法,主要是利用非接触式激光位移传感器及测力装置来测试早期混凝土 / 砂浆塑性状态的应力 - 应变曲线。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变的装置,该装置包括测力计 a、测力计 b、激光位移传感器 c、激光位移传感器 d、传力单元、激光靶单元、数据采集器及模具,所述的模具左右两侧分别设有测力计 a、测力计 b,所述的激光靶单元、传力单元均设置在模具的内腔中,所述的模具顶部的左右两端分别设有激光位移传感器 c 和激光位移传感器 d,所述的数据采集器通过电路分别与测力计 a、测力计 b、激光位移传感器 c 及激光位移传感器 d 相连接。

[0008] 所述的激光靶单元包括激光靶 e 及激光靶 f,所述的激光靶 e、激光靶 f 分别对称设置在模具内腔的左右两端。

[0009] 所述的激光靶 e、激光靶 f 上均对称布设有多个圆形孔,用以减少激光靶 e 及激光靶 f 的放置对混凝土 / 砂浆整体的影响。

[0010] 所述的传力单元包括传力板 m、传力板 n、传力杆 h 及传力杆 k,所述的传力板 m 通过传力杆 h 与测力计 a 相连接,所述的传力板 n 通过传力杆 k 与测力计 b 相连接。

[0011] 所述的传力板 m 设置在激光靶 e 与模具左侧板之间,所述的传力板 n 设置在激光靶 f 与模具右侧板之间。

[0012] 所述的传力杆 h 一端设置在传力板 m 上,另一端穿过模具左侧板与测力计 a 相连接,所述的传力杆 k 一端设置在传力板 n 上,另一端穿过模具右侧板与测力计 b 相连接。

[0013] 所述的传力杆与测力计连接时,先用铜丝将传力杆与测力计拉杆绑定,并用速凝胶水粘牢,测力计固定在底座上,以防止滑动。

[0014] 所述的传力板 m、传力板 n 上均对称布设有多个圆形孔,用以减少传力板 m 及传力板 n 的放置对混凝土 / 砂浆整体的影响。

[0015] 一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变装置的使用方法,该方法具体包括以下步骤:

[0016] (A) 先在模具的内腔中铺设一层塑料薄膜,将传力板 m、传力板 n 分别固定在模具内腔的左右两端,并将传力杆 h、传力杆 k 分别安装在传力板 m 与传力板 n 上;

[0017] (B) 将激光靶 e、激光靶 f 分别对称设置在模具内腔的左右两端,并记录下激光靶 e 与激光靶 f 之间的距离;

[0018] (C) 将待测的浆料均匀填入模具的内腔中,并不断插捣浆料使其均匀密实,用抹刀抹平后,再盖上一层塑料薄膜,以防止浆料失水;

[0019] (D) 将测力计 a、测力计 b 置于底座上并固定,再分别与传力杆 h、传力杆 k 相连接;

[0020] (E) 将激光位移传感器 c、激光位移传感器 d 通过螺钉分别固定在模具顶部的左右两端,并通过电路与数据采集器接通,调节激光位移传感器 c、激光位移传感器 d 使两者光源分别照射在激光靶 e 和激光靶 f 上,同时,将测力计 a 和测力计 b 的读数清零;

[0021] (F) 同时开启激光位移传感器 c、激光位移传感器 d、测力计 a 及测力计 b,使之同步计数,按照浆料水化龄期,每隔 15min 同步记录应力、应变随时间的变化,直至应力、应变趋于恒定,即测试完成。

[0022] 步骤 (A) 中,在模具的内腔中铺设一层塑料薄膜,主要用于防止浆料中水分渗出及防止粘模。

[0023] 步骤 (A) 中,传力板 m、传力板 n 分别与模具左侧板、模具右侧板保持相等的距离,用以减少测试收缩应力时的误差。

[0024] 浆料从加水开始到测试需要在 30min 内完成。

[0025] 数据采集期间,保持模具和激光位移传感器 c、激光位移传感器 d 固定不变,同时,保持模具和测力计 a、测力计 b 的位置固定,并避免受到外界振动等干扰。

[0026] 应力计算公式为 $\sigma = F/A$,其中 F 为荷载 /N, F 为两侧收缩力之和 ;A 为受力面积 /m²,即传力板 m 或传力板 n 的面积。

[0027] 应变计算公式为 $\varepsilon = (L_0-L)/L_0$,其中 L₀ 为试样的原始标距长度 ;L 为试样变形后的长度,形变量为两侧的收缩位移之和。

[0028] 本发明主要是将待测的混凝土 / 砂浆均匀填入模具中,收缩力通过传力单元传给测力计,收缩形变量由激光位移传感器测得,然后,根据应力、应变的计算公式就可以得出硬化前混凝土 / 砂浆的应力和应变。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有以下特点:

[0030] 1) 由于采用的激光位移传感器和测力计均通过电路与数据采集器相连接,本装置能够自动连续测试混凝土/砂浆从浇筑时刻起,浆体内部任意龄期的应力和应变,从而可以对混凝土/砂浆早龄期应力应变机理进行研究,这也为研发性能更加优异的抗裂水泥混凝土或砂浆奠定了良好的测试基础;

[0031] 2) 由于采用高精度的激光位移传感器来测试混凝土/砂浆的收缩形变量,并采用测力计来测试混凝土/砂浆的收缩力,能够有效提高测试精度;

[0032] 3) 由于采用的激光靶、传力板均对称布设有多个圆形孔,能有效减少激光靶、传力板对新拌混凝土/砂浆整体的影响;

[0033] 4) 由于采用数据采集器同时对激光位移传感器和测力计进行数据采集,能够保证混凝土/砂浆收缩和收缩力的变化同步。

附图说明

[0034] 图1为本发明一种测试塑性混凝土/砂浆应力应变的装置的结构示意图;

[0035] 图2为聚合物改性砂浆的应力/应变-时间曲线;

[0036] 图3为纯水泥砂浆的应力/应变-时间曲线;

[0037] 图4为聚合物改性砂浆的应力-应变曲线;

[0038] 图5为纯水泥砂浆的应力-应变曲线;

[0039] 图中标记说明:

[0040] 1-测力计 a、2-测力计 b、3-激光位移传感器 c、4-激光位移传感器 d、5-传力板 m、6-传力板 n、7-激光靶 e、8-激光靶 f、9-数据采集器、10-模具、11-模具左侧板、12-模具右侧板、13-螺钉、14-底座、15-传力杆 h、16-传力杆 k。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0042] 实施例:

[0043] 如图1所示,一种测试塑性混凝土/砂浆应力-应变的装置,该装置包括测力计 a1、测力计 b2、激光位移传感器 c3、激光位移传感器 d4、传力单元、激光靶单元、数据采集器 9 及模具 10,模具 10 左右两侧分别设有测力计 a1、测力计 b2,激光靶单元、传力单元均设置在模具 10 的内腔中,模具 10 顶部的左右两端分别设有激光位移传感器 c3 和激光位移传感器 d4,数据采集器 9 通过电路分别与测力计 a1、测力计 b2、激光位移传感器 c3 及激光位移传感器 d4 相连接。

[0044] 激光靶单元包括激光靶 e7 及激光靶 f8,其中,激光靶 e7、激光靶 f8 分别对称设置在模具 10 内腔的左右两端。激光靶 e7、激光靶 f8 上均对称布设有多个圆形孔,用以减少激光靶 e7 及激光靶 f8 的放置对混凝土/砂浆整体的影响。

[0045] 传力单元包括传力板 m5、传力板 n6、传力杆 h15 及传力杆 k16,传力板 m5 通过传力杆 h15 与测力计 a1 相连接,传力板 n6 通过传力杆 k16 与测力计 b2 相连接。

[0046] 传力板 m5 设置在激光靶 e7 与模具左侧板 11 之间,传力板 n6 设置在激光靶 f8 与模具右侧板 12 之间。

[0047] 传力杆 h15 一端设置在传力板 m5 上,另一端穿过模具左侧板 11 与测力计 a1 相连接,传力杆 k16 一端设置在传力板 n6 上,另一端穿过模具右侧板 12 与测力计 b2 相连接。

[0048] 传力杆与测力计连接时,先用铜丝将传力杆与测力计拉杆绑定,并用速凝胶水粘牢,测力计固定在底座 14 上,以防止滑动。

[0049] 传力板 m5、传力板 n6 上均对称布设有多个圆形孔,用以减少传力板 m5 及传力板 n6 的放置对混凝土 / 砂浆整体的影响。

[0050] 本实施例中,一种测试塑性混凝土 / 砂浆应力应变装置的使用方法,该方法具体包括以下步骤:

[0051] (A) 先在模具 10 的内腔中铺设一层塑料薄膜,将传力板 m5、传力板 n6 分别固定在模具 10 内腔的左右两端,并将传力杆 h15、传力杆 k16 分别安装在传力板 m5 与传力板 n6 上;

[0052] (B) 将激光靶 e7、激光靶 f8 分别对称设置在模具 10 内腔的左右两端,并记录下激光靶 e7 与激光靶 f8 之间的距离;

[0053] (C) 将待测的浆料均匀填入模具 10 的内腔中,并不断插捣浆料使其均匀密实,用抹刀抹平后,再盖上一层塑料薄膜;

[0054] (D) 将测力计 a1、测力计 b2 置于底座 14 上并固定,再分别与传力杆 h15、传力杆 k16 相连接;

[0055] (E) 将激光位移传感器 c3、激光位移传感器 d4 通过螺钉 13 分别固定在模具 10 顶部的左右两端,并通过电路与数据采集器 9 接通,调节激光位移传感器 c3、激光位移传感器 d4 使两者光源分别照射在激光靶 e7 和激光靶 f8 上,同时,将测力计 a1 和测力计 b2 的读数清零;

[0056] (F) 同时开启激光位移传感器 c3、激光位移传感器 d4、测力计 a1 及测力计 b2,使之同步计数,按照浆料水化龄期,每隔 15min 同步记录应力、应变随时间的变化,直至应力、应变趋于恒定,即测试完成。

[0057] 步骤 (A) 中,在模具 10 的内腔中铺设一层塑料薄膜,主要用于防止浆料中水分渗出及防止粘模。

[0058] 步骤 (A) 中,传力板 m5、传力板 n6 分别与模具左侧板 11、模具右侧板 12 保持相等的距离,用以减少测试收缩应力的误差。

[0059] 浆料从加水开始到测试需要在 30min 内完成。

[0060] 数据采集期间,保持模具 10 和激光位移传感器 c3、激光位移传感器 d4 固定不变,同时,保持模具 10 和测力计 a1、测力计 b2 的位置固定,并避免受到外界振动等干扰。

[0061] 应力计算公式为 $\sigma = F/A$,其中 F 为荷载 /N, F 为两侧收缩力之和 ;A 为受力面积 /m²,即传力板 m5 或传力板 n6 的面积。

[0062] 应变计算公式为 $\varepsilon = (L_0-L)/L_0$,其中 L₀ 为试样的原始标距长度 ;L 为试样变形后的长度,形变量为两侧的收缩位移之和。

[0063] 将待测的混凝土 / 砂浆的浆料均匀填入模具 10 中,收缩力通过传力单元传给测力计,收缩形变量由激光位移传感器测得,然后,根据应力、应变的计算公式就可以得出硬化前混凝土 / 砂浆的应力和应变。

[0064] 本实施例中,模具 10 的尺寸为 100mm×100mm×515mm,传力板 m5、传力板 n6 的边

长均为 5cm, 每个传力板上分别对称布设有 4 个圆形孔, 每个圆形孔的直径均为 1.8cm, 因此, 应力计算公式中, 面积 A 为 14.82cm^2 。激光靶 e7 与激光靶 f8 之间的距离为 275mm。

[0065] 采用 P·042.5R 水泥, 细度模数为 2.43 的中细黄砂, EVA 乳胶粉制备聚合物改性砂浆, 试样采用配合比为 $W/C = 0.38$, 灰砂比 = 1 : 2, EVA 乳胶粉掺量为 15%, 另外制备一组纯水泥砂浆试样进行对比试验。然后, 采用本实施例的测试装置和方法, 来测试砂浆的应力和应变。整个实验过程中, 温度维持在 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 湿度维持在 $60 \pm 5\%$ 。

[0066] 改性聚合物砂浆的应力应变测试结果见图 2 和图 4, 纯水泥砂浆的应力应变测试结果见图 3 和图 5。

[0067] 从图 2 ~ 5 所示, 两种砂浆的应力 / 应变随时间的变化规律非常相似, 说明此发明装置设计比较合理。曲线依次呈现出增长停滞相互交替出现的情况, 聚合物改性砂浆表现为三个阶段, 纯水泥砂浆表现为五个阶段。另外, 当 EVA 掺量为 15% 时, 应力、应变两条曲线的走势较为贴近, 即应变的增长与应力的增长更为同步。

[0068] 这两个现象可以很好地说明 EVA 乳胶粉对抑制砂浆的收缩开裂具有良好效果。EVA 掺量为 0% 和 15% 时, 其早龄期应力 - 应变曲线均可以大致分为两个变化阶段, 且变化趋势基本相同。在应变增加量到 0.013% 以内时, 二者的应力与应变呈现良好的线性关系 $\sigma = \varepsilon E$ (式中 E 为混凝土弹性模量), 此时 E2 (EVA 掺量为 15% 时) 比 E1 (EVA 掺量为 0% 时) 降低了 45%, 表示 EVA 改性砂浆的弹模有所下降。可能是因为 EVA 的存在提高了砂浆的保水性, 因而水分的存在降低了未参与水解反应的 EVA 乳液所形成的不连续聚合物膜的弹性模量, 使其较水泥硬化体的弹性模量低。

[0069] 因此, 采用本发明测试装置及方法, 可以方便准确地检测出浆体内部任意龄期的应力和应变, 能够对砂浆早龄期应力应变机理进行研究, 这也为研发性能更加优异的抗裂砂浆或混凝土奠定了良好的基础。

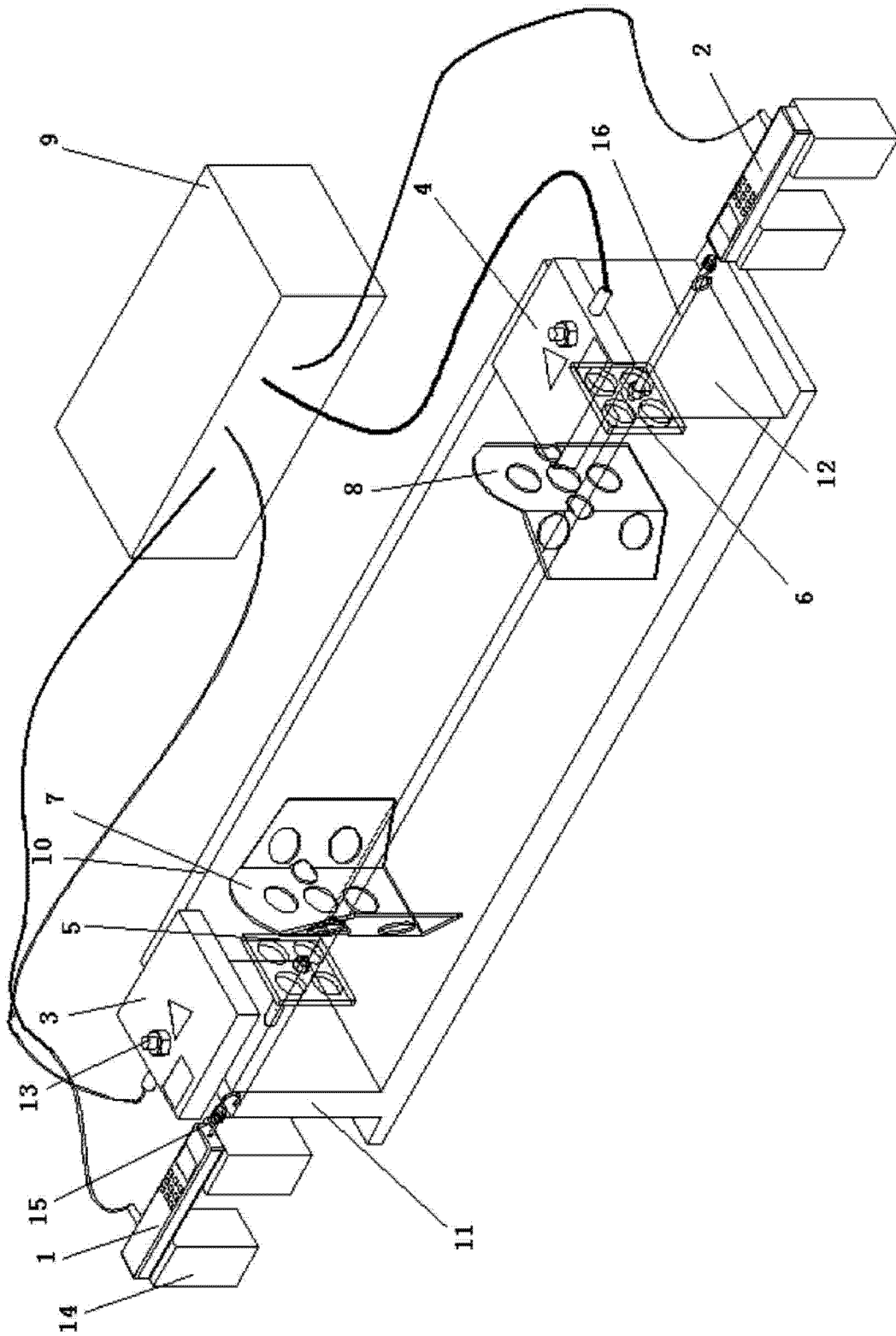


图 1

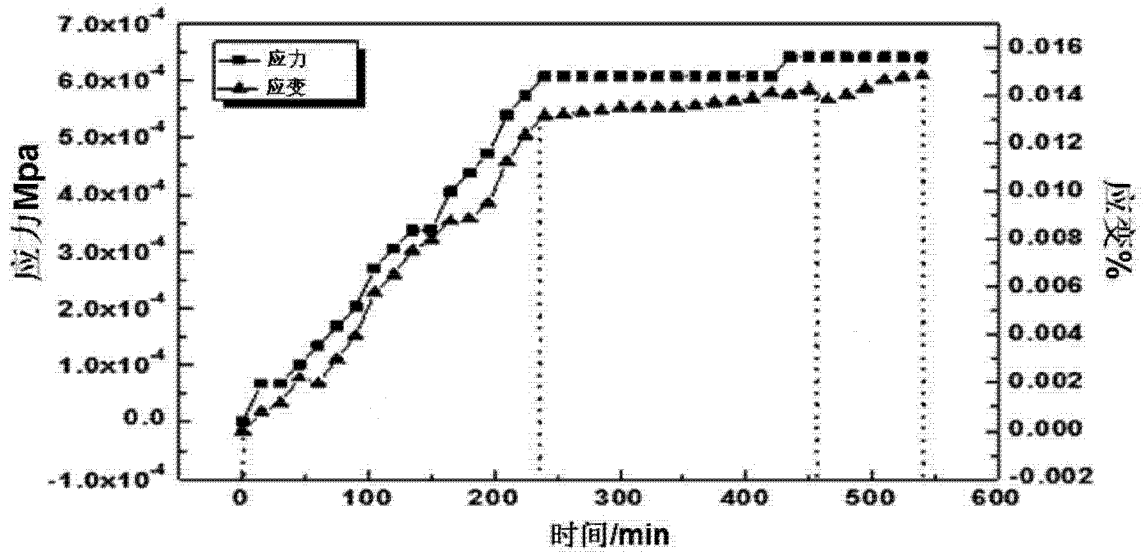


图 2

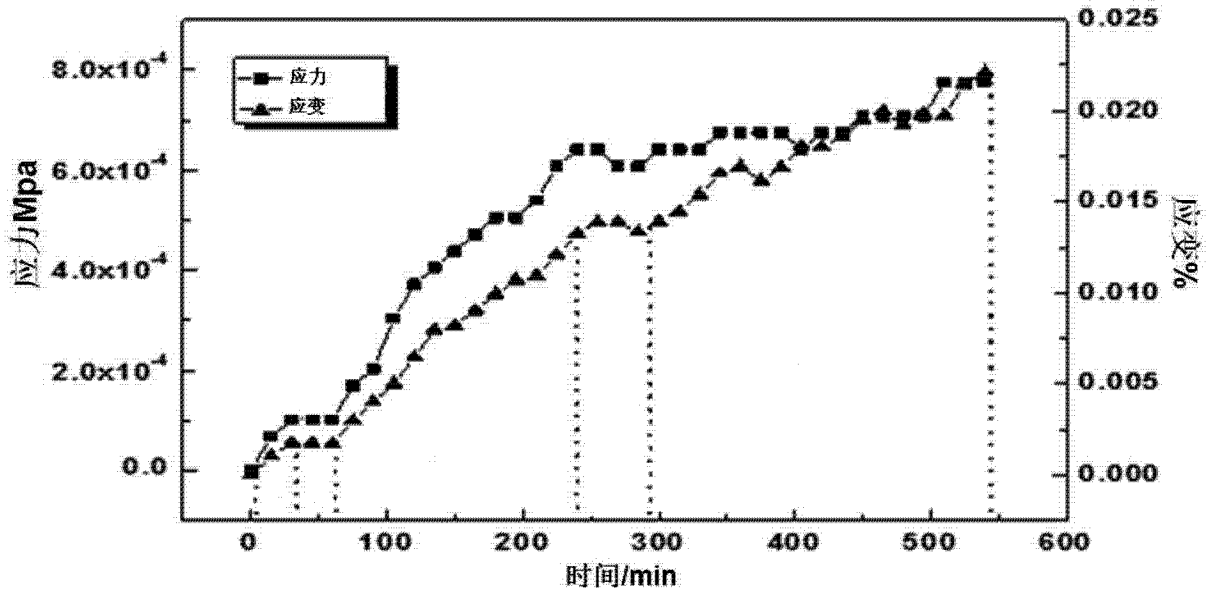


图 3

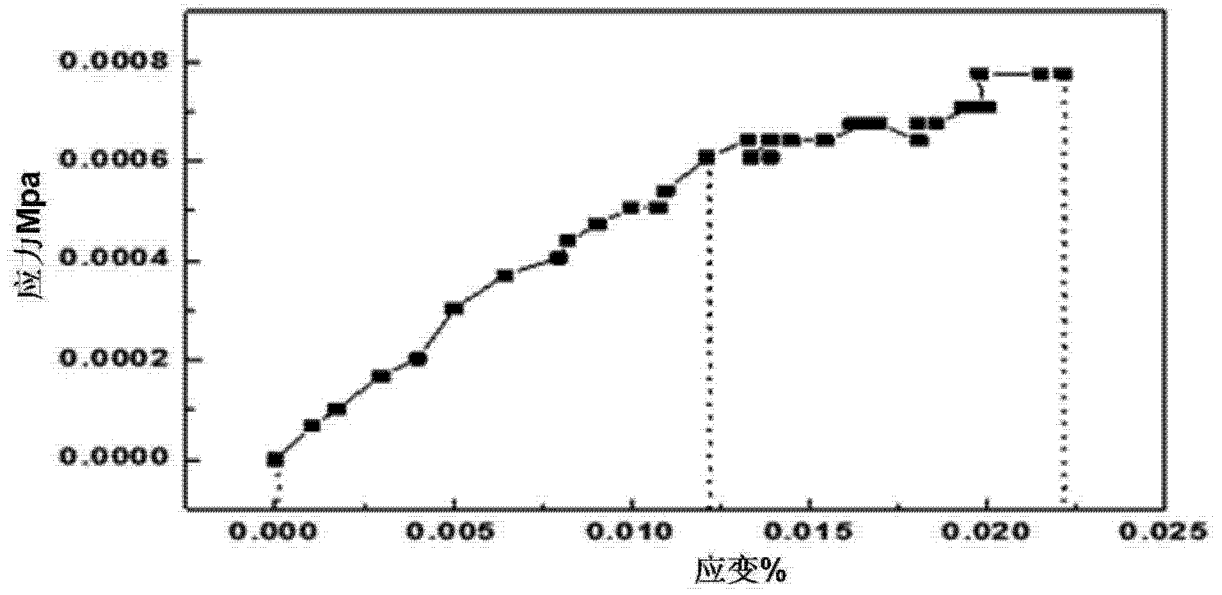


图 4

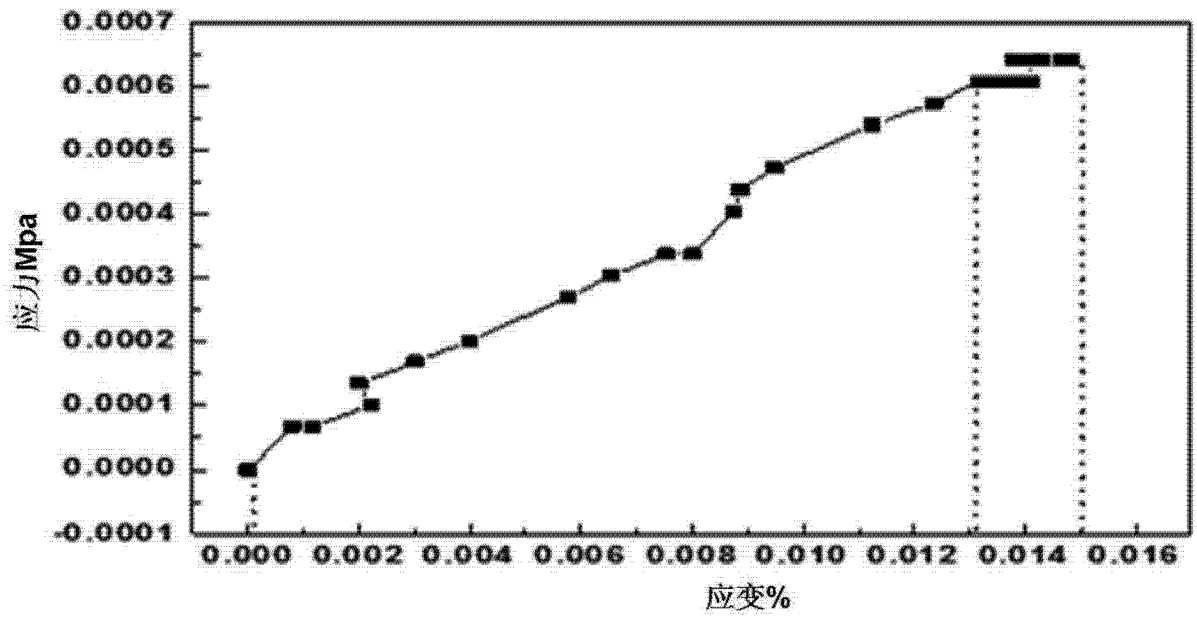


图 5