



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106124313 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201610411667.X

(22)申请日 2016.06.12

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106124313 A

(43)申请公布日 2016.11.16

(73)专利权人 华北水利水电大学  
地址 450045 河南省郑州市北环路36号

(72)发明人 王四巍 刘汉东 李维朝 赵顺波

(74)专利代理机构 郑州中原专利事务有限公司 41109

代理人 王晓丽

(51)Int.Cl.  
G01N 3/08(2006.01)

(56)对比文件

- CN 102879266 A, 2013.01.16,
- CN 103604696 A, 2014.02.26,
- CN 103250039 A, 2013.08.14,
- CN 104931352 A, 2015.09.23,
- CN 103983516 A, 2014.08.13,
- CN 104181039 A, 2014.12.03,

审查员 何孟珂

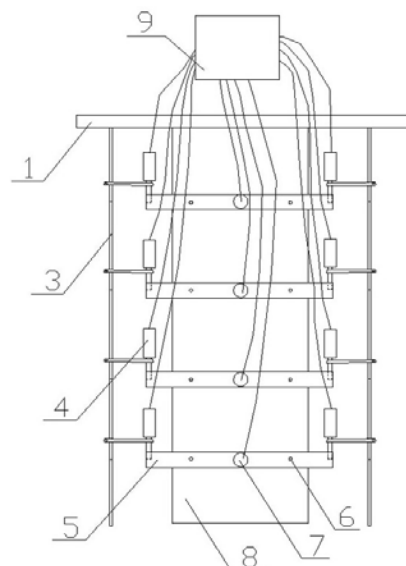
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

## (54)发明名称

混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置

## (57)摘要

一种混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置,包括设置在试件顶部的垫板,垫板下不同位置设置有轴向电子位移计,与轴向电子位移计相对应的位置设置有水平固定框,水平固定框上设置有将其固定到试件上的固定装置,水平固定框上还固定有径向电子位移计,径向电子位移计和轴向电子位移计均与应变采集仪连接。本发明充分考虑试件不同高度内的轴向变形及径向变形,实时测量荷载施加过程中试件体积变形等综合变形特征,可详细分析在荷载施加过程中,试件不同高度内的轴向及径向变形发展的整个过程,分析试件体积变化过程,提高了试件体积测量的精度。



1. 混凝土受压下综合变形性能的测试装置,其特征在於:包括设置在试件(8)顶部的垫板(1),垫板(1)下不同位置设置有轴向电子位移计(4),与轴向电子位移计(4)相对应的位置设置有水平固定框(5),水平固定框(5)上设置有将其固定到试件(8)上的固定装置(6),水平固定框(5)上还固定有径向电子位移计(7),轴向电子位移计(4)和径向电子位移计(7)均与应变采集仪(9)连接;

利用上述的混凝土受压下综合变形性能的测试装置对试件(8)进行综合变形性能的测试方法:具体步骤如下:

(i) 将试件(8)放置于压力机承压板的正中位置,在试件(8)顶部放置垫板(1),将竖直杆(3)通过丝孔(2)固定到垫板(1)上,根据试件(8)的高度确定竖直杆(3)的长度;

(ii) 在试件(8)的不同高度设置水平固定框(5),水平固定框(5)上的径向电子位移计(7)的探头与试件(8)表面接触,直接测量试件(8)的径向变形,水平固定框(5)根据试件(8)的高度和量测需要设置,相邻水平固定框(5)的间距为100mm-150mm;

(iii) 在竖直杆(3)与水平固定框(5)对应的位置上设置轴向电子位移计(4),轴向电子位移计(4)的探头与水平固定框(5)紧密接触,通过测量水平固定框(5)的轴向移动间接测量试件(8)的轴向变形;

(iv) 将径向电子位移计(7)和轴向电子位移计(4)均与应变采集仪连接,调试之后进行单轴压缩试验,实时测量试件(8)不同位置的径向和轴向变形,根据试验结果计算试件(8)体积变形结果;

所述垫板(1)上预留有丝孔(2),竖直杆(3)通过丝孔(2)与垫板(1)固定连接,在竖直杆(3)的不同高度固定轴向电子位移计(4),竖直杆(3)可根据试件(8)的高度延长其长度;

所述竖直杆(3)的一端设置有外螺纹,另一端设置有内螺纹,不同竖直杆(3)的外螺纹和内螺纹相匹配;

所述固定装置(6)包括设置在水平固定框(5)上的通孔,通孔内放置固定销钉,固定销钉与试件(8)接触的一端为尖细状,另一端设置有螺纹,通过螺母将水平固定框(5)固定;

所述螺母放置于水平固定框(5)的内侧。

2. 根据权利要求1所述的混凝土受压下综合变形性能的测试装置,其特征在於:所述试件(8)为圆柱体或棱柱体,水平固定框(5)的形状与试件(8)的形状相匹配。

3. 根据权利要求1所述的混凝土受压下综合变形性能的测试装置,其特征在於:所述竖直杆(3)的长度为100mm-150mm,竖直杆(3)的材料为钢、铝或铝合金。

4. 根据权利要求1所述的混凝土受压下综合变形性能的测试装置,其特征在於:所述水平固定框(5)的材料为塑料、钢、铝或铝合金。

5. 根据权利要求1所述的混凝土受压下综合变形性能的测试装置,其特征在於:所述径向电子位移计(7)和轴向电子位移计(4)为无线电子位移计或有线电子位移计。

## 混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于材料力学试验技术领域,具体涉及一种混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置及方法。

### 背景技术

[0002] 混凝土及类似材料(如岩石、土)在工业与民用建筑领域应用非常广泛,这类材料具有较高的抗压强度但较低的抗拉强度典型特征。该类材料的抗压性能,是其优良力学性能主要表现之一,是表征其力学性能的主要参量,是深入掌握该类材料的重要方面,对理论研究和工程应用极为重要。普通混凝土及类似材料(如岩石)的弹性模量(变形模量)、泊松比在相应行业规范中已有明确测试方法和计算公式,但理论研究和试验结果表明,混凝土及类似材料试件在受压过程中,弹性模量仅仅表现某一受力阶段下试件的轴向变形特征,体应变变化特征是一个重要的参量,是反映材料受压破坏前的一个关键指标,在理论研究和工程实践中越来越受到重视。

[0003] 在混凝土及类似材料受压过程中,加载初期试件体积一直压缩减小,而荷载达到峰值前,体积压缩量逐渐减小并逐渐转化为受压膨胀,体应变-荷载(应力)或时间曲线出现拐点;而其它变形则无此特征,无论轴向变形还是侧向变形,从加载初期至试件破坏,一直增加。故混凝土及类似材料,在压缩试验过程中,体积变形特征是反映材料破坏的关键前兆,是分析和预测试件破坏的重要标识,试验过程中对其量测是非常必要、非常有意义的。

[0004] 然而,目前混凝土及类似材料试件受压下体积变形性能并没有得到足够的重视,主要表现为很多变形试验中根本没有测试体积变形,或者只是采用简易方法估算其体积变形。

[0005] 现阶段,混凝土及类似材料体积变形测试方法主要采用2种,第1种采用贴应变片法,第2种采用MTS变形量测系统(美国MTS公司生产的专门用于岩石及混凝土实验的多功能电液伺服控制的刚性试验系统)及类似测试方法。

[0006] 第1种采用贴应变片量测试件体积变形的的主要缺点有四:其1,轴向应变片长度有限,不能反映试件有效范围内的变形;其2,径向应变片主要位于试件中部,只能测试该部位径向变形。研究表明,试件不同高度位置下的径向变形是不均匀的,中间部位径向变形不能等同于试件的径向变形,有时相差较大,这样依此方法计算体积变形,结果必然误差较大;其3,试件表面产生裂缝后,应变片与试件局部脱离,应变片失效,不能继续使用;其4,一些特殊性质混凝土不适合采用贴应变片测试变形,如具有低强度、大变形的塑性混凝土,表面性状较差,应变片黏贴不牢固。

[0007] 采用第2种量测试件体积变形的的主要缺点有3:其1,轴向量测试件全部长度的变形,不考虑试验机端部承压板影响,致使轴向变形量测数据失真;其2,轴向量测试件全部长度的变形,不能考虑变形在试件长度上分布特征;研究表明:试件不同高度变形并不均匀,这样仅仅采用整个试件的变形代表不同高度轴向变形是不准确的,有时可能是错误的;其3,径向应变主要量测试件中部同一水平剖面下4个点的径向变形。同样的原因,该断面下的

径向变形不能等同于试件的径向变形,有时相差较大,这样计算的体积变形误差较大。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的是针对现有技术存在的缺陷,提供一种混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置及方法。

[0009] 本发明的目的是以下述方式实现的:

[0010] 一种混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置,包括设置在试件顶部的垫板,垫板下不同位置设置有轴向电子位移计,与轴向电子位移计相对应的位置设置有水平固定框,水平固定框上设置有将其固定到试件上的固定装置,水平固定框上还固定有径向电子位移计,径向电子位移计和轴向电子位移计均与应变采集仪连接。

[0011] 所述垫板上预留有丝孔,竖直杆通过丝孔与垫板固定连接,在竖直杆的不同高度固定轴向电子位移计,竖直杆可根据试件的高度延长其长度。

[0012] 所述竖直杆的一端设置有外螺纹,另一端设置有内螺纹,不同竖直杆的外螺纹和内螺纹相匹配。

[0013] 所述固定装置包括设置在水平固定框上的通孔,通孔内放置固定销钉,固定销钉与试件接触的一端为尖细状,另一端设置有螺纹,通过螺母将水平固定框固定。

[0014] 所述螺母放置于水平固定框的内侧。

[0015] 所述试件为圆柱体或棱柱体,水平固定框的形状与试件的形状相匹配。

[0016] 所述竖直杆的长度为100mm-150mm,竖直杆的材料为钢、铝或铝合金。

[0017] 所述水平固定框的材料为塑料、钢、铝或铝合金。

[0018] 所述轴向电子位移计和径向电子位移计为无线电子位移计或有线电子位移计。

[0019] 混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置对试件进行综合变形性能的测试方法:具体步骤如下:

[0020] (i)将试件放置于压力机承压板的正中位置,在试件顶部放置垫板,将竖直杆通过丝孔固定到垫板上,根据试件的高度确定竖直杆的长度;

[0021] (ii)在试件的不同高度设置水平固定框,水平固定框上的径向电子位移计的探头与试件表面接触,直接测量试件的径向变形,水平固定框根据试件的高度和量测需要设置,相邻水平固定框的间距为100mm-150mm;

[0022] (iii)在竖直杆于水平固定框对应的位置上设置轴向电子位移计,轴向电子位移计的探头与水平固定框紧密接触,通过测量水平固定框的轴向移动间接测量试件的轴向变形特征;

[0023] (iv)将径向电子位移计和轴向电子位移计均与应变采集仪连接,调试之后进行单轴压缩试验,实时测量试件不同位置的径向和轴向变形,根据试验结果计算试件体积变形结果。

[0024] 相对于现有技术,本发明的有益效果是:

[0025] 本发明充分考虑试件不同高度内的轴向变形及径向变形,实时测量荷载施加过程中试件体积变形等综合变形特征,可详细分析在荷载施加过程中,试件不同高度内的轴向及径向变形发展的整个过程,分析试件体积变化过程,提高了试件体积测量的精度;测量体积变形时利用多点径向变形的平均值代表整个试件径向变形,利用试件不同高度轴向变形

代表试件有效轴向变形,这样消除只用一点径向变形代表整个试件径向变形的缺点,消除试验时轴向变形量测时端部承压板影响,消除了只用局部轴向变形代表整个试件的有效轴向变形的缺陷。

### 附图说明

- [0026] 图1是本发明的测试装置的结构示意图。  
[0027] 图2是水平固定框的结构示意图。  
[0028] 图3是垫板的仰视图。  
[0029] 图4是竖直杆的结构示意图。  
[0030] 图5是分层轴向变形-时间和力-时间曲线图。  
[0031] 图6是分层侧向变形-时间和力-时间曲线图。  
[0032] 图7是体应变-时间和力-时间曲线图。  
[0033] 其中,1是垫板;2是丝孔;3是竖直杆;4是轴向电子位移计;5是水平固定框;6是固定装置;7是径向电子位移计;8是试件;9是应变采集仪。

### 具体实施方式

[0034] 如附图1-3所示,一种混凝土及类似材料受压下综合变形性能的测试装置,包括设置在试件8顶部的垫板1,垫板1下不同位置设置有轴向电子位移计4,与轴向电子位移计4相对应的位置设置有水平固定框5,水平固定框5上设置有将其固定到试件8上的固定装置6,水平固定框5上还固定有径向电子位移计7,轴向电子位移计4和径向电子位移计7均与应变采集仪9连接。

[0035] 所述垫板1上预留有丝孔2,竖直杆3通过丝孔2与垫板1固定连接,在竖直杆3的不同高度固定轴向电子位移计4,竖直杆3可根据试件8的高度延长其长度,不同的竖直杆3之间的连接方式有多种,常规的杆与杆之间的连接方式均可以实现。

[0036] 所述竖直杆3的一端设置有外螺纹,另一端设置有内螺纹,不同竖直杆3的外螺纹和内螺纹相匹配,如图4所示。

[0037] 所述固定装置6包括设置在水平固定框5上的通孔,通孔内放置固定销钉,固定销钉与试件8接触的一端为尖细状,另一端设置有螺纹,通过螺母将水平固定框5固定,如图2所示。

[0038] 所述螺母放置于水平固定框5的内侧。

[0039] 所述试件8为圆柱体或棱柱体,水平固定框5的形状与试件8的形状相匹配。若试件8为圆柱体,则水平固定框5也为圆柱体,且水平固定框5上均匀分布有若干个径向电子位移计7;若试件8为棱柱体,则水平固定框5也为与试件8相匹配的棱柱体,且每个棱上至少安装一个径向电子位移计7。

[0040] 所述竖直杆3的长度为100mm-150mm,竖直杆3的材料为钢、铝或铝合金。

[0041] 所述水平固定框5的材料为塑料、钢、铝或铝合金。

[0042] 所述径向电子位移计7和轴向电子位移计4为无线电子位移计或有线电子位移计。

[0043] 混凝土类材料受压下综合变形性能的测试装置对试件8进行综合变形性能的测试方法:具体步骤如下:

[0044] (i)将试件8放置于压力机承压板的正中位置,在试件8顶部放置垫板1,将竖直杆3通过丝孔2固定到垫板1上,根据试件8的高度确定竖直杆3的长度;

[0045] (ii)在试件8的不同高度设置水平固定框5,水平固定框5上的径向电子位移计7的探头与试件8表面接触,直接测量试件8的径向变形,水平固定框5根据试件8的高度和量测需要设置,相邻水平固定框5的间距为100mm-150mm;

[0046] (iii)在竖直杆3于水平固定框5对应的位置上设置轴向电子位移计4,轴向电子位移计4的探头与水平固定框5紧密接触,通过测量水平固定框5的轴向移动间接测量试件8的轴向变形特征;

[0047] (iv)将径向电子位移计7和轴向电子位移计4均与应变采集仪连接,调试之后进行单轴压缩试验,实时测量试件8不同位置的径向和轴向变形,根据试验结果计算试件8体积变形结果。

[0048] 试验例

[0049] 塑性混凝土的棱柱体试件,长宽高分别为150mm×150mm×750mm,塑性混凝土的28d立方体标准抗压强度7.2MPa。

[0050] (i)把长宽高分别为150mm×150mm×750mm棱柱体试件放置于压力机承压板的正中位置,在试件顶部放置垫板,将竖直杆通过丝孔固定到垫板上,根据试件的高度确定竖直杆3的长度;

[0051] (ii)在试件的不同高度布置水平固定框,水平固定框5上的径向电子位移计的探头与试件表面接触,直接测量试件的径向变形特征,每个水平固定框5的间距为150mm;

[0052] (iii)在竖直杆与水平固定框对应的位置上设置轴向电子位移计,轴向电子位移计的探头与水平固定框紧密接触,通过测量水平固定框的轴向位移间接测量试件的轴向变形特征;

[0053] (iv)将径向电子位移计和轴向电子位移计均与应变采集仪连接,调试之后进行单轴压缩试验,在垫板上部放置压力传感器,开始单轴压缩试验,实时量测不同位置的径向及轴向变形。根据试验结果,分析不同高度下径向和轴向变形,研究试件体积变形特征。

[0054] 试验结果:

[0055] 1. 轴向变形分布特征

[0056] 分层轴向变形-时间和力-时间曲线结果见图5,试验结果表明,轴向变形沿着试件高度分布非常不均匀。在荷载-时间曲线的近似直线上升时间段内(OA段),相应的第5层轴向变形(加载端)增加很大,而其余层的轴向变形很小,在力的比例极限A点附近,第5层轴向变形达到最大;在荷载-时间曲线的曲线上升时间段内(AB段),相应的第1、2、3层轴向变形急剧增大,但总量还是较小,而加载端第5层轴向变形则缓慢下降;在荷载峰值后的时间内,第1层轴向变形继续急剧增大,第2层次之,第3层则缓慢增加,第4层一直非常缓慢增加,而第5层快速减小。试件表面的裂缝在峰值后开始出现。

[0057] 2. 侧向变形

[0058] 分层侧向变形-时间和力-时间曲线结果见图6,试验结果表明,试件高度对单轴压缩下不同高度下的侧向变形有较大影响,侧向变形沿着试件高度分布非常不均匀。在荷载-时间曲线的近似直线上升时间段内,侧向几乎没有变形,在荷载曲线上升段内,侧向变形开始快速增加,侧向变形主要分布在第1、2层,第1层侧向变形最大,第2层次之,而第3层和第4

层几乎没有增加。

[0059] 3. 体积应变的影响

[0060] 体应变-时间和力-时间曲线结果见图7结果表明,在力-时间的上升段内,试件体应变随着压力增加而增大(压缩应变为正,膨胀应变为负),在力的达到最大值前,体积压缩应变达到最大,此后体积不再减小开始增大,即轴向虽然持续压缩,但侧向膨胀变形快速增大,体积变现出增大,且体积膨胀速度远远大于上升段体积压缩的速度。

[0061] 最后说明的是,本发明技术方案包括但不限于以上实例,本领域普通技术人员对本发明的技术方案所做的其他修改或者等同替换,只要不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

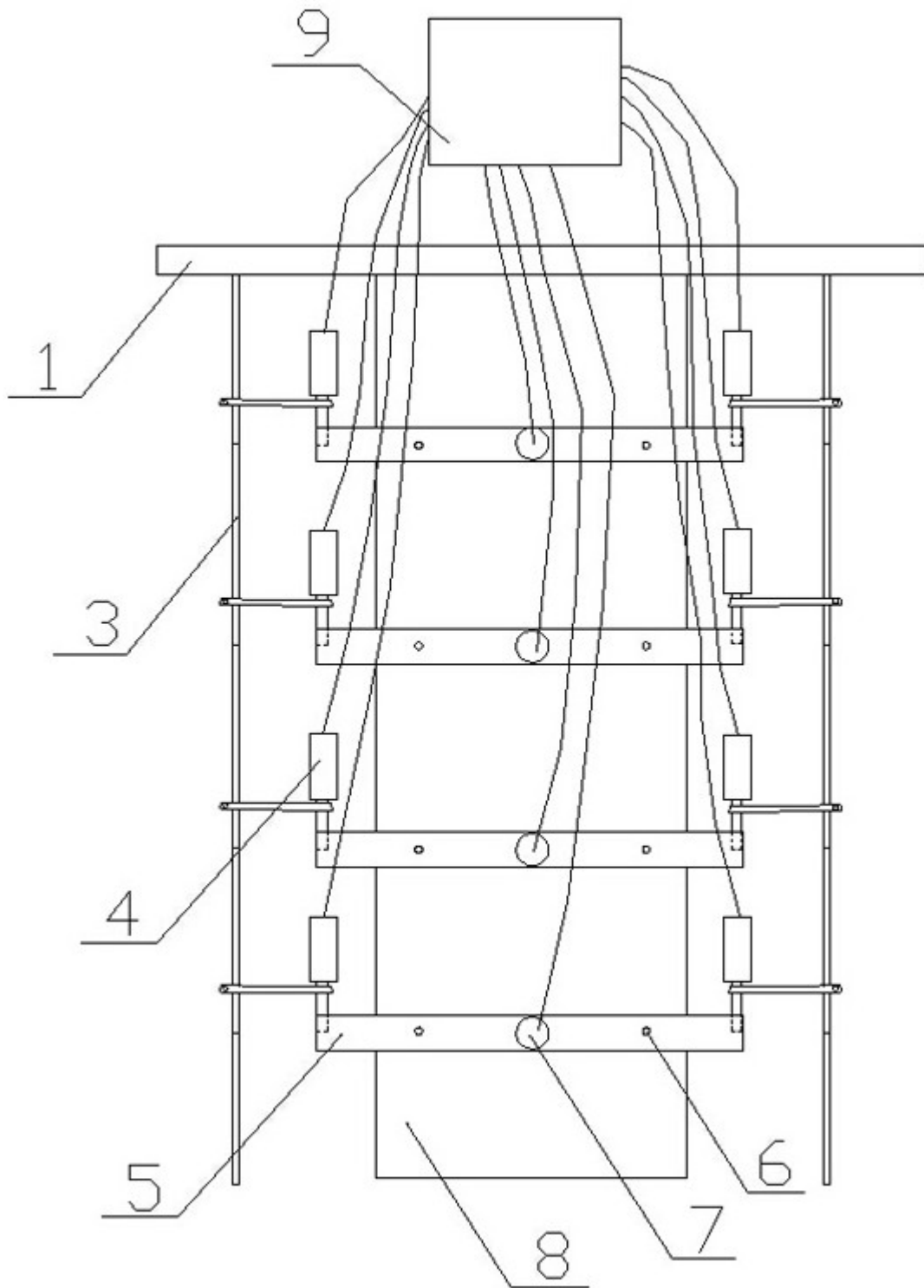


图1



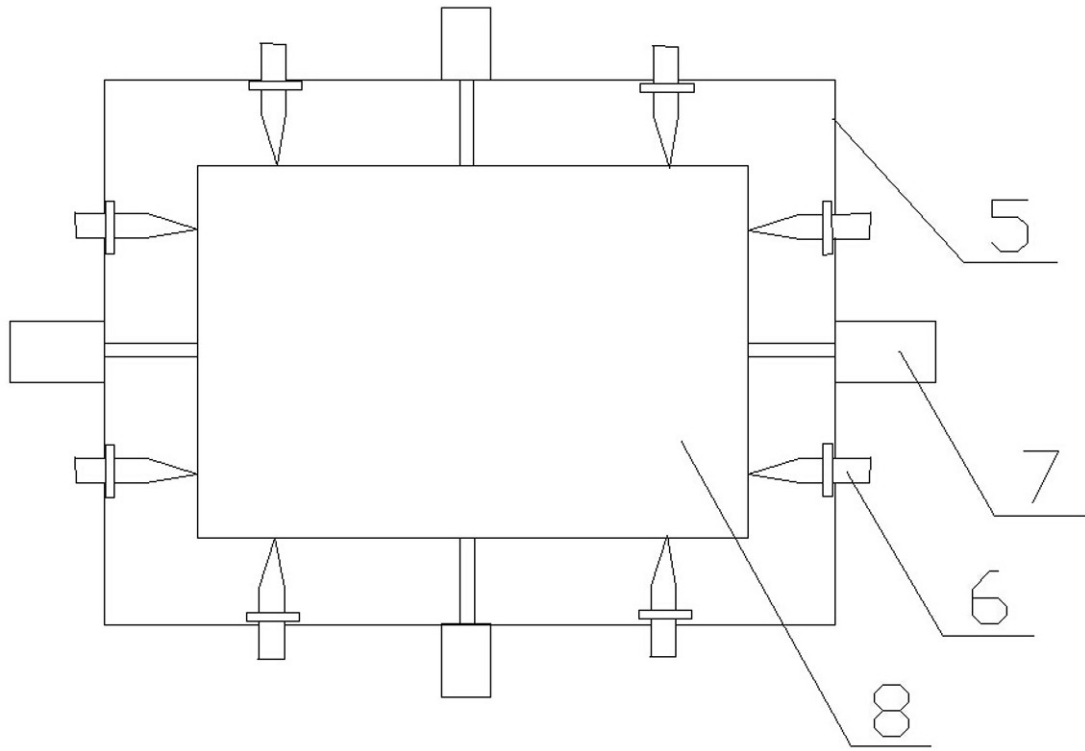


图2

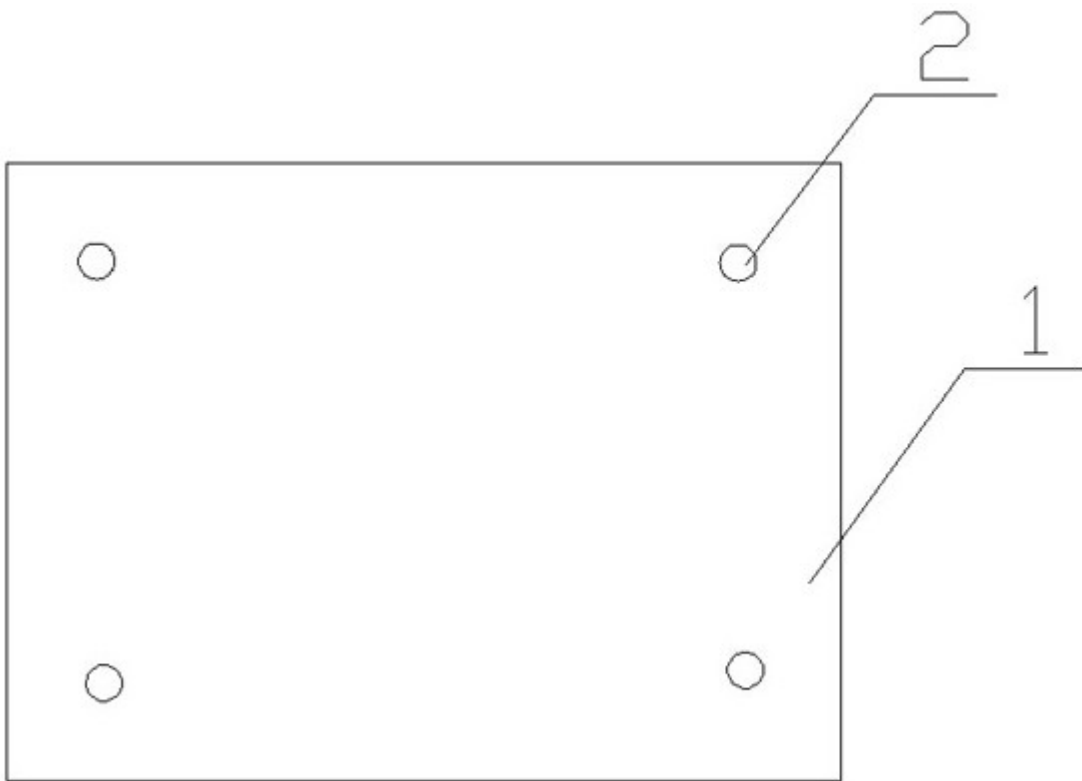


图3

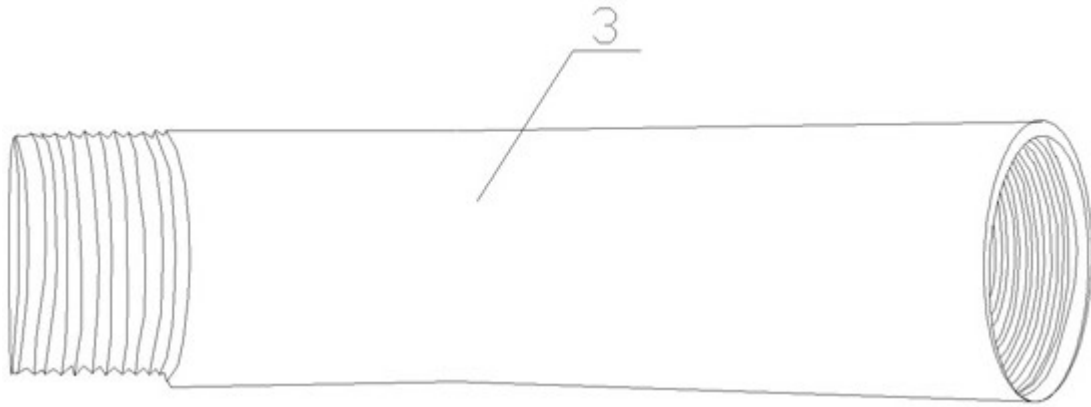


图4

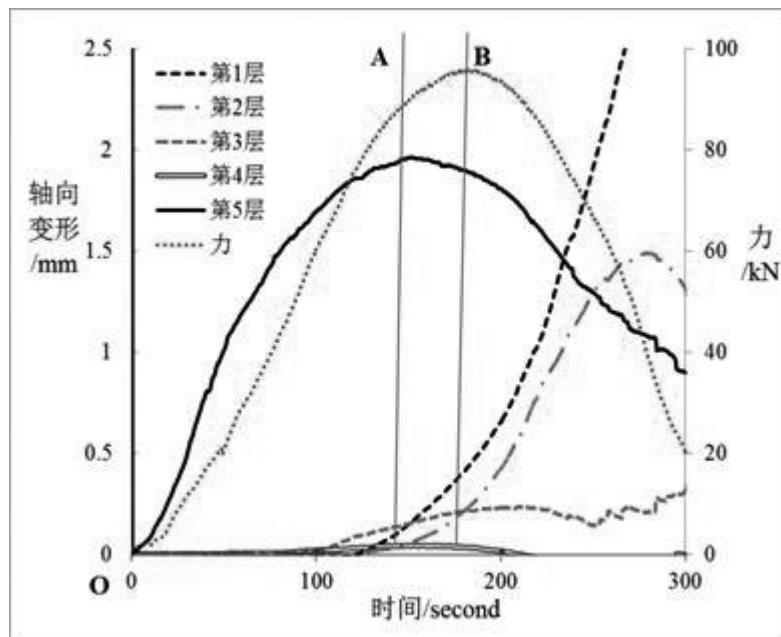


图5

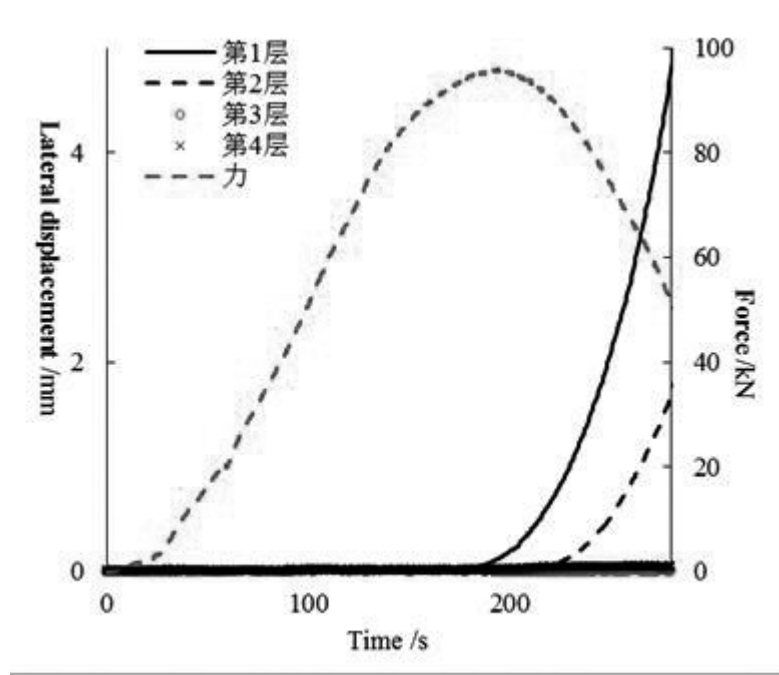


图6

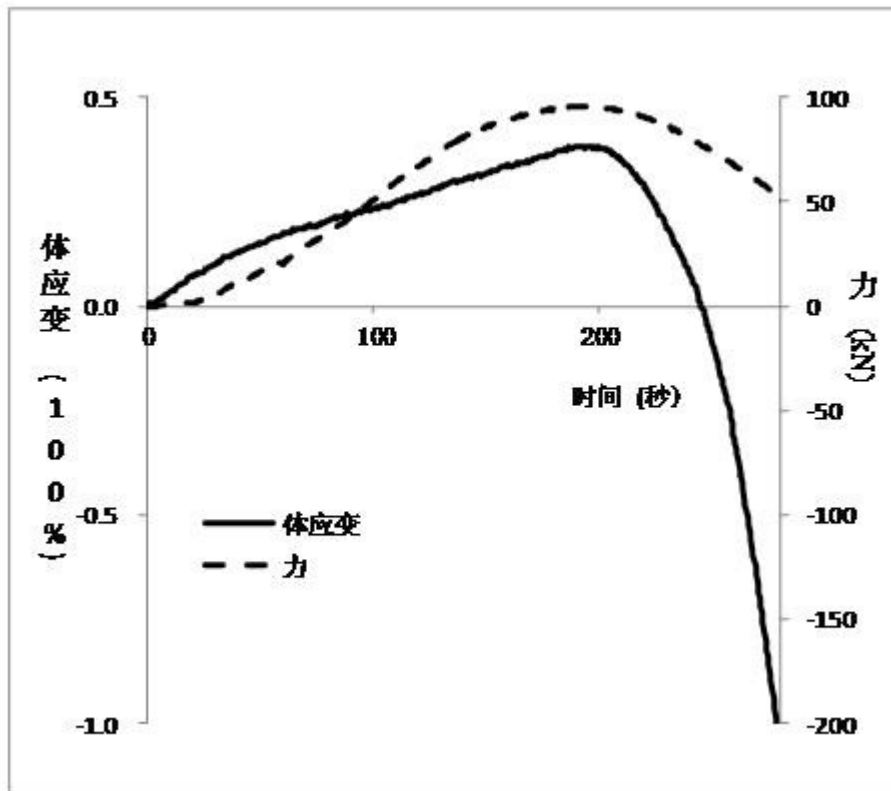


图7