



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107655747 A

(43)申请公布日 2018.02.02

(21)申请号 201711217231.8

(22)申请日 2017.11.28

(71)申请人 郑州大学

地址 450001 河南省郑州市科学大道100号

(72)发明人 高丹盈 汤寄予 李庆斌 杨林

曹明兰 杨淑慧 吕铭艳 韩德丰

(74)专利代理机构 郑州华隆知识产权代理事务
所(普通合伙) 41144

代理人 经智勇

(51) Int. Cl.

G01N 3/02(2006.01)

G01N 3/18(2006.01)

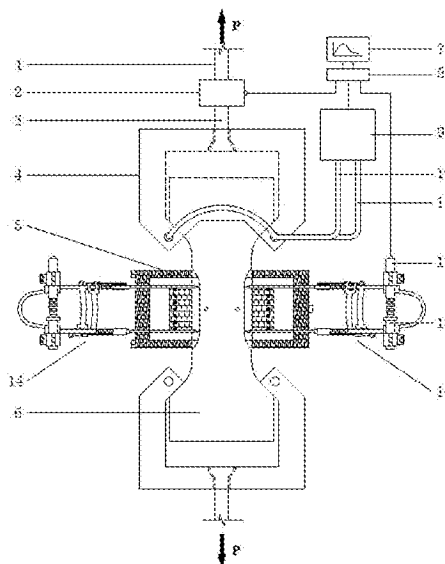
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

混凝土试件高温张拉试验装置及其火灾模拟系统

(57)摘要

本发明涉及混凝土试件高温张拉试验装置及其火灾模拟系统,其中火灾模拟系统,包括支撑机构及设于支撑机构上的火灾模拟炉,火灾模拟炉是由两个等大的半方柱形壳体通过铰接结构和锁具连接而成,半方柱形壳体围成火灾模拟炉后的中空部分形成用于放置混凝土张拉试件的炉膛,半方柱形壳体设置生热机构,半方柱形壳体的连接面形成接缝,接缝的中部扩大形成供变形传感器夹具使用的变形测量缝;混凝土试件高温张拉试验装置包括火灾模拟系统。本发明的火灾模拟系统设计巧妙,铰锁结构使得炉膛开口小于试件受载段时仍能使试件测试段放入炉膛中,提高了对试件测试段的加热效率、降低了火灾模拟成本及模拟火灾对试件夹持夹具及周围环境带来的不利影响。



CN 107655747 A

1. 火灾模拟系统, 其特征在于: 包括支撑机构及设于所述支撑机构上的火灾模拟炉, 所述火灾模拟炉是由两个等大的半方柱形壳体通过铰接结构和锁具连接而成, 所述铰接结构位于两个所述半方柱形壳体的一侧, 所述锁具位于两个所述半方柱形壳体的另一侧, 两个所述半方柱形壳体围成火灾模拟炉后的中空部分形成用于放置试件的炉膛, 所述半方柱形壳体内设置生热机构, 两个所述半方柱形壳体的连接面形成接缝, 所述接缝的中部扩大形成供变形传感器夹具使用的变形测量缝。

2. 根据权利要求1所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述半方柱形壳体包括外壳, 所述外壳和所述炉膛之间由外向内依次设置隔热层、保温层和火灾模拟腔, 所述火灾模拟腔由耐火材料制成, 所述生热机构为加热管, 所述加热管设于所述火灾模拟腔中, 所述加热管通过导线与控制器连接。

3. 根据权利要求2所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述炉膛周围对称布置多个温度传感器, 所述温度传感器外设保护管, 所述温度传感器通过导线与所述控制器连接。

4. 根据权利要求1所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述接缝的面上镶贴耐高温棉毡。

5. 根据权利要求1所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述炉膛的横向截面形状为长方形, 尺寸大于试件的传力段, 纵向长度长于试件受火段的长度或与试件受火段的长度相当。

6. 根据权利要求1所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述支撑机构包括转轴和连杆, 所述连杆的一端固定在一个所述半方柱形壳体上, 另一端通过轴承固定在所述转轴上, 所述转轴通过轴承设置连接杆, 所述连接杆与对试件施加张拉荷载的试验机框架相连。

7. 根据权利要求2所述的火灾模拟系统, 其特征在于: 所述外壳的四个角处均设有用于支撑限位弹簧的滑轮。

8. 混凝土试件高温张拉试验装置, 其特征在于: 包括权利要求1~7任意一项所述的火灾模拟系统。

9. 根据权利要求8所述的混凝土试件高温张拉试验装置, 其特征在于: 还包括一对试件夹持夹具, 所述试件夹持夹具包括横向设置的主梁、竖向设置在主梁上的一对肩板、呈倒八字斜向设置在肩板上的一对卡梁以及设于主梁和肩板同一侧的背板, 所述主梁、肩板、卡梁以及背板形成用于夹持试件受载段的方锥形卡槽, 所述卡梁的加载面与试件受载段的受载面完全贴合。

10. 根据权利要求9所述的混凝土试件高温张拉试验装置, 其特征在于: 还包括降温系统, 所述降温系统包括水冷机、出水管和回水管, 水冷机通过出水管和回水管连接所述试件夹持夹具中水循环管的进水口和出水口。

混凝土试件高温张拉试验装置及其火灾模拟系统

技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土力学性能试验测试领域中的火灾模拟系统及使用该火灾模拟系统的混凝土试件高温张拉试验装置。

背景技术

[0002] 随着经济社会发展及城镇化进程的加速,高层建筑迅速发展,火灾问题日益突出,并造成重大经济损失和人员伤亡。在高层建筑中,钢筋混凝土结构占90%以上,作为主要结构材料的混凝土在火灾高温中和高温后力学性能将发生一系列变化,如强度和弹性模量下降、变形增加等。结构作为建筑物的承重和支撑体系,必须在一定时期内保持足够的承载力,以便使受灾人员安全撤离,消防人员进行灭火和救护伤亡人员等。因此,从建筑安全设计方面有效地进行火灾防控,就必须深入研究火灾下混凝土等结构材料的性能衰减规律,作为对混凝土结构及其材料在火灾下服役能力进行科学评估和性能研究的主要指标,也是建立混凝土结构抗火设计方法以及建立过火混凝土结构损伤评估及修复加固方法的重要依据,特别是混凝土受拉应力-应变关系峰值点后的下降段(或称软化段),对于混凝土结构的抗火分析、火灾条件下的截面应力分析、损伤与断裂机理分析以及抗震结构的延性与恢复力特性研究等均可提供重要的基本依据。然而,由于混凝土直接拉伸试验的复杂性,长期以来科研人员很少能通过直接拉伸试验了解到混凝土火灾高温中的抗拉性能。

[0003] 公开号为CN105424498A的中国专利公开了一种混凝土材料高温中抗压试验机及高温中抗压试验方法、公开号为CN105403467A的中国专利公开了一种混凝土材料高温中劈拉试验机及高温中劈拉试验方法、公开号为CN105547856A的中国专利公开了一种混凝土材料高温中弯曲试验机及高温中弯曲试验方法,三项发明的共同特征是:在进行高温中混凝土受力试验时,整个混凝土试件和部分甚至全部加载夹具都要放置于升温设备中,这对于以压向施力的抗压、劈拉和弯曲试验都是可行的,但若采用相同的方案对混凝土进行火灾高温中的轴向拉伸试验则是难以实现的,主要在于无法制备出满足要求的加载夹具。公开号为CN106018044A的中国专利公开了一种混凝土直接拉伸试验试件、试件成型模具及成套装置,该发明的混凝土直接拉伸试验试件为方截面等厚度哑铃型抗拉试件,为实现对该试件进行有效张拉,发明了相应的试件张拉夹持夹具、试件变形测试夹具和数据采集系统。该发明虽然满足了常温条件下进行混凝土直接拉伸试验的需要,但并不能直接用于高温中混凝土的抗拉性能测试,特别是该发明的试件及其张拉夹具无法放入现有高温设备中进行直接拉伸试验,或者针对现有张拉试件及其张拉夹具尚缺乏合适的火灾模拟系统,为此,要获得混凝土材料在高温下直接拉伸行为的全面试验数据,必须对现有技术进行变革。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种火灾模拟系统,以解决现有技术中混凝土试件高温张拉试验装置缺乏合适火灾模拟系统的技术问题;本发明的目的还在于提供一种具有火灾模拟系统的混凝土试件高温张拉试验装置。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明中火灾模拟系统的技术方案如下:

火灾模拟系统,包括支撑机构及设于所述支撑机构上的火灾模拟炉,所述火灾模拟炉是由两个等大的半方柱形壳体通过铰接结构和锁具连接而成,所述铰接结构位于两个所述半方柱形壳体的一侧,所述锁具位于两个所述半方柱形壳体的另一侧,两个所述半方柱形壳体围成火灾模拟炉后的中空部分形成用于放置试件的炉膛,所述半方柱形壳体设置生热机构,两个所述半方柱形壳体的连接面形成接缝,所述接缝的中部扩大形成供变形传感器夹具使用的变形测量缝。

[0006] 所述半方柱形壳体包括外壳,所述外壳和所述炉膛之间由外向内依次设置隔热层、保温层和火灾模拟腔,所述火灾模拟腔由耐火材料制成,所述生热机构为加热管,所述加热管设于所述火灾模拟腔中,所述加热管通过导线与控制器连接。

[0007] 所述炉膛周围对称布置多个温度传感器,所述温度传感器外设保护管,所述温度传感器通过导线与所述控制器连接。

[0008] 所述接缝的面上镶贴耐高温棉毡。

[0009] 所述炉膛的横向截面形状为长方形,尺寸大于试件的传力段,纵向长度长于试件受火段的长度或与试件受火段的长度相当。

[0010] 所述支撑机构包括转轴和连杆,所述连杆的一端固定在一个所述半方柱形壳体上,另一端通过轴承固定在所述转轴上,所述转轴通过轴承设置连接杆,所述连接杆与对试件施加张拉荷载的试验机框架相连。

[0011] 所述外壳的四个角处均设有用于支撑限位弹簧的滑轮。

[0012] 混凝土试件高温张拉试验装置,包括所述火灾模拟系统,还包括一对试件夹持夹具和降温系统。

[0013] 所述试件夹持夹具包括横向设置的主梁、竖向设置在主梁上的一对肩板、呈倒八字斜向设置在肩板上的一对卡梁以及设于主梁和肩板同一侧的背板,所述主梁、肩板、卡梁以及背板形成用于夹持试件受载段的方锥形卡槽,所述卡梁的加载面与试件受载段的受载面完全贴合。

[0014] 所述降温系统包括水冷机、出水管和回水管,水冷机通过出水管和回水管连接所述试件夹持夹具中水循环管的进水口和出水口。

[0015] 本发明的有益效果为:使用时,将火灾模拟炉两个等大的半方柱形壳体打开,将试件放入中间,然后转动半方柱形壳体,使试件的受火段刚好处于炉膛中,通过锁具锁紧,变形传感器从变形测量缝插入并抵住试件的测试段,然后通过生热机构加热试件,即可进行高温中混凝土试件的直接拉伸试验。该火灾模拟系统设计巧妙,铰接结构使得炉膛开口小于试件受载段时仍能使试件测试段放入炉膛中,不仅提高了对试件测试段的加热效率、降低了火灾模拟的成本,也降低了模拟火灾对试件夹持夹具及周围环境带来的不利影响。

[0016] 进一步的,火灾模拟炉的外壳和炉膛之间由外向内依次设置隔热层、保温层和火灾模拟腔,防止热量散失,升温快,采用控制器控制的加热管,能够根据试验要求精确控制试验温度。

[0017] 进一步的,炉膛周围对称布置多个与控制器连接温度传感器,可以实时监测炉膛温度,可以及时干预不符合要求的温度环境。

[0018] 进一步的,支撑机构包括转轴和连杆,连杆的一端固定在一个半方柱形壳体上,另

一端通过轴承固定在转轴上,这样火灾模拟炉在需要时可以完全移开,增加了便利性。

[0019] 混凝土试件高温张拉试验装置的试件夹持夹具,能够方便的将试件的受载段卡入方锥形卡槽中,卡梁的加载面与试件受载段的受载面完全贴合,背板在卡接受载段的同时还起到加固卡梁的作用。

[0020] 进一步的,试件夹持夹具,特别是试件夹持夹具中的卡梁进行降温,防止卡梁受热变形而影响试验。

[0021]

附图说明

[0022] 图1是本发明中火灾模拟系统一个实施例的使用状态图;

图2是图1中变形传感器夹具与变形传感器的配合示意图;

图3是图2的俯视图;

图4是图1中变形测量系统与火灾模拟炉的配合示意图;

图5是图1中混凝土试件的结构示意图;

图6是图5的俯视图;

图7是图1中上试件夹持夹具的结构示意图;

图8是图7的俯视图;

图9是图1中火灾模拟炉的结构示意图;

图10是图9的侧视图;

图11是图9的俯视图。

具体实施方式

[0023] 首先强调的是,本发明中,试件指的是混凝土试件,试件6采用“T”字形结构,如图5、图6所示,从中部至两端依次分为受火段A1、传力段A2和受载段A3,受火段A1包括测试段A0。受火段A1用于模拟遭受的火灾作用;测试段A0也是预定断裂段,用于强度和变形性能的测试;传力段用于为试验操作提供足够的空间;受载段A3用于张拉力的施加。为避免变截面处的应力集中,测试段A0和传力段A2、传力段A2和受载段A3之间均采用半径为R的弧面过渡。为确保试件的破坏发生在截面最小的测试段A0,试件的截面从测试段A0的2R逐渐增大到受载段A3的4R。所述测试段A0的长度、宽度和厚度均等于2R,而且为便于试件浇注成型,各段的厚度均等于2R。受载段A3接近与传力段A2的弧面过渡处设置有与试件轴向呈45度角的受载面。

[0024] 混凝土试件高温张拉试验装置的实施例,如图1~11所示,包括张拉系统、降温系统、火灾模拟系统、变形测量系统、控制及数采系统。

[0025] 其中,火灾模拟系统,如图1、图4、图9、图10、图11所示,包括火灾模拟炉5及其支撑机构等。火灾模拟炉是由两个等大的半方柱形壳体通过铰接结构和锁具C11连接而成,所述铰接结构位于两个所述半方柱形壳体的一侧,所述锁具位于两个所述半方柱形壳体的另一侧,本实施例中,铰接结构为合页C6,两个半方柱形壳体结构对称,均由外壳C1形成围护骨架,外壳由不锈钢制成。两个半方柱形壳体连成整体的火灾模拟炉5后其中空部分形成炉膛C5。火灾模拟炉的外壳C1和炉膛C5间依次设置隔热层C2、保温层C3和火灾模拟腔C4。隔热层

由耐热隔热材料制成,可采用纳米气凝胶复合绝热毡,用来防止热量散失。保温层可采用无机耐火保温材料制备,如矿渣棉、岩棉、玻璃棉、硅酸铝棉、陶瓷纤维等,用来保温隔热。火灾模拟腔壁由耐火材料制成,内置加热管C9,模拟生成火灾,加热管通过导线与控制器连接。为测得炉膛C5内的温度,在炉膛C5周围对称布置多个温度传感器C8,温度传感器外设保护管,温度传感器通过导线与控制器连接。两个半方柱形壳体的连接面形成了接缝C7,接缝C7面上镶贴一层耐高温棉毡,在高温试验中防止热量的散失。接缝C7的中部扩大形成变形测量缝C12,所述变形测量缝的尺寸应满足变形传感器夹具13对工作空间的需要。炉膛的横向截面形状为长方形,尺寸稍大于试件6的传力段A2,纵向长度与试件受火段B1的长度相当或略大,这样的结构形式不仅保证能满足试验要求,也更利于对试件受火段A1施加模拟的火灾作用。支撑机构是一套由转轴E2和连杆E3等组成的活动机构,连杆E3的一端固定在半方柱形壳体的外壳C1上,另一端固定在转轴E2的轴承上,转轴E2通过轴承和另一个连杆与对试件6施加张拉荷载的试验机框架相连,通过连杆E3带动火灾模拟炉5绕转轴E2的转动实现对火灾模拟炉5的移位。当需要对试件进行火灾模拟试验时,绕转轴E2转动火灾模拟炉5朝向试件6的受火段A1,沿合页C6打开火灾模拟炉5的两个半壳体,使炉膛C5刚好包围住试件6的受火段A1,用锁具C11锁紧火灾模拟炉5,将炉膛与试件的接触部位用耐火棉毡封闭后即可按照设定的程序对试件施加模拟的火灾作用。外壳C1的四个角处均设有用于支撑限位弹簧的滑轮C10,滑轮用于支撑第一限位弹簧E1、第二限位弹簧E4,且避免对变形测量值带来误差。

[0026] 其中,张拉系统包括加载杆1、荷载传感器2、球铰连杆3、试件夹持夹具4等。

[0027] 试件夹持夹具4成对使用,如图1、图7和图8所示,分别夹持住试件6两端的受载段A3形成张拉力。试件夹持夹具依据试件6端部的结构形式和尺寸加工而成,试件夹持夹具包括横向设置的主梁B1、竖向设置在主梁B1两端的一对肩板B4、呈倒八字斜向设置在肩板B4上的一对卡梁B5以及设于主梁B1和肩板B4同一侧的背板B3,主梁B1、肩板B4、卡梁B5以及背板B3形成用于夹持试件受载段的方锥形卡槽,为便于试件安装,所述方锥形开口卡槽的尺寸大于试件6的受载段A3。主梁中心靠试件6的一侧设置有球铰窝B2,球铰窝与球铰连杆3形成球面副。卡梁B5的内侧面与两个试件夹持夹具4夹持试件6后形成的球铰窝中心线呈45度角,而且夹持卡梁B5的加载面与试件6的受载面应完全贴合。使用时一个试件夹持夹具4通过球铰连杆3与荷载传感器2连接,荷载传感器2再通过加载杆1与试验机的钳口或张拉接口连接,另一个试件夹持夹具4直接通过球铰连杆3与试验机的钳口或张拉接口连接完成对试件6的张拉。试件制作模具在对应试件受载段A3的受载面应与加载夹具卡梁B5的加载面倾角完全一致。球面副的设置及试件和加载夹具接触面的一致性可保证在张拉试件时不致使试件变截面处产生弯矩、扭矩和应力集中,提高试验成功率。与试件6直接接触的卡梁B5及背板B3中设置相互连通的水循环管B6,所述水循环管设置有进水口和出水口。

[0028] 降温系统如图1图7所示,包括水冷机9、出水管10和回水管11等。冷水机9通过出水管10和回水管11连接试件夹持夹具4中水循环管B6的进水口和出水口。所述水冷机是一种集成了包括水泵、水箱、蒸发器、压缩机、压力控制器、过滤器、储液器、冷凝器、风扇等部件的风冷式制冷机。水泵与出水管10连接,回水管11内设置温度传感器,温度传感器通过信号线与控制器8连接。所述水泵为可变频离心泵,当测量的回水温度小于设定温度,水泵以低频运行,当高于设定温度,渐渐增大水泵运行频率,当水泵运行频率达到极限或温度高于设

定温度加带宽时,启动水冷机9,以确保试件夹持夹具4在试验中刚度不受影响。

[0029] 控制及数采系统由荷载传感器2、操控屏7、控制器8、变形传感器12等组成。控制器分别通过电缆与荷载传感器2、变形传感器12、操控屏7、冷水机9、火灾模拟炉5和试验机等相连接。通过程序和操控屏7实现对张拉荷载、火灾模拟炉内温度、冷水机等控制和对张拉荷载、试件变形、温度等参数的采集。

[0030] 变形测量系统如图1~10所示:变形测量系统包括一对使用时分设于火灾模拟炉两侧的变形传感器夹具14、变形传感器12、带顶板夹持杆13、滑轮C10和限位弹簧E1等。变形传感器夹具14包括弧形结构的弹性件D1,弹性件D1的一端设置有变形传感器固定座,弹性件的另一端设置有带顶板夹持杆固定座,本实施例中变形传感器固定座、带顶板夹持杆固定座均为通过螺钉D2锁紧的夹持箍D3,变形传感器固定座用于夹持变形传感器12,带顶板夹持杆固定座用于夹持带顶板夹持杆13,变形传感器的测量球头顶在带顶板夹持杆13的顶板上。变形传感器固定座上设置有第一测量杆15,带顶板夹持杆固定座上设置有与第一测量杆15对应布置的第二测量杆16,各测量杆由固定座一端至远端依次包括主肢D4和耐火钉D13,测量杆的测量端为耐火钉,耐火钉D13由耐火材料制成。主肢包括矩形截面段和圆柱形截面段,二者以圆形挡环为界,耐火钉与圆柱形截面段夹持相连,耐火钉D13与拉伸试验试件接触的一端端部为锥状(或刀片状),用于准确定位并防止滑脱。各测量杆的主肢相向各伸出一个扳机肢D12,每个扳机肢的端部均分出两个锁销,第一测量杆上的两个锁销称为第一测量杆第一锁销和第一测量杆第二锁销,第二测量杆上的两个锁销称为第二测量杆第一锁销D6和第二测量杆第二锁销D14。各测量杆主肢的矩形截面段上均设置有供对应锁销穿出的锁销孔D9,对应于第一测量杆第一锁销和第二锁销的是第二测量杆上的第一锁销孔和第二锁销孔,对应于第二测量杆第一锁销D6和第二锁销D14的是第一测量杆上的第一锁销孔和第二锁销孔。第一测量杆第一锁销可在第二测量杆上对应的第一锁销孔内伸出和缩回并与下方后侧设置的限位弹簧E1连接的卡钩D7配合使用,第一测量杆第二锁销可在第二测量杆上对应的第二锁销孔内伸出和缩回并与第二测量杆的套筒卡扣D8配合使用,第一测量杆上与第二锁销孔相邻的圆柱形截面段上套设有第一测量杆套筒D11,第二测量杆与扳机肢D12相邻的圆柱形截面段上套设有第二测量杆套筒D11。测量杆的圆柱形截面段套设脱开弹簧D10,所述脱开弹簧设置在所述套筒内,一端与套筒连接,另一端固定在挡圈上。各变形传感器夹具的测量杆上均设置有限位弹簧连接结构,本实施例中限位弹簧连接结构为弹簧挂孔D5,左侧变形传感器夹具上第一测量杆的挂孔D5连接第一限位弹簧E1的一端,第一限位弹簧E1搭跨在火灾模拟炉5后上方的两个滑轮C10的限位槽中,另一端通过连接的卡钩D7卡在右侧变形传感器夹具第二测量杆扳机肢的第一锁销D6上;右侧变形传感器夹具上第一测量杆的挂孔D5连接第二限位弹簧E4的一端,第二限位弹簧E4搭跨在火灾模拟炉5前上方的两个滑轮C10的限位槽中,另一端通过连接的卡钩D7卡在左侧变形传感器夹具第二测量杆扳机肢的第一锁销D6上。左右两个变形传感器夹具第二测量杆也通过前后两条限位弹簧和两套挂孔卡勾结构进行连接。

[0031] 在测试试件变形时,两个变形传感器成对配合使用,将变形传感器12和带顶板夹持杆13安装在所述变形传感器夹具14上,调整变形传感器在测试量程内,将所述变形传感器夹具14的耐火钉D13夹持在试件6的测试段A0上,将第一限位弹簧E1的一端挂接在一套变形传感器夹具14的挂孔D5上,限位弹簧绕过火灾模拟炉5上的滑轮C10,另一端挂接卡勾D7

卡在锁销D6上,将第二限位弹簧E4完成同样的连接。在火灾和荷载的耦合作用下,变形传感器夹具14能和试件测试段A0同步变形并将变形值传递给变形传感器12,第一测量杆、第二测量杆开始呈八字形,当试件变形超出量程或试件断裂时,耐火钉D13通过变形传递最终使扳机臂D12带动锁销D6的外伸部分回到锁销孔D9中,卡勾D7和套筒挂扣D8均与锁销D6脱开,脱开弹簧D10将变形传感器夹具14从试件6上脱开,对变形传感器12和变形传感器夹具14形成一种保护。在本发明的其它实施例中:试件试件夹持夹具的开口槽可增加可拆卸盖板;火灾模拟炉外形可改变为圆柱状,或可增加保温层或隔热层的数量;变形传感器夹具各测量杆上的第一锁销、第二锁销还可以直接连接在对应主肢上。

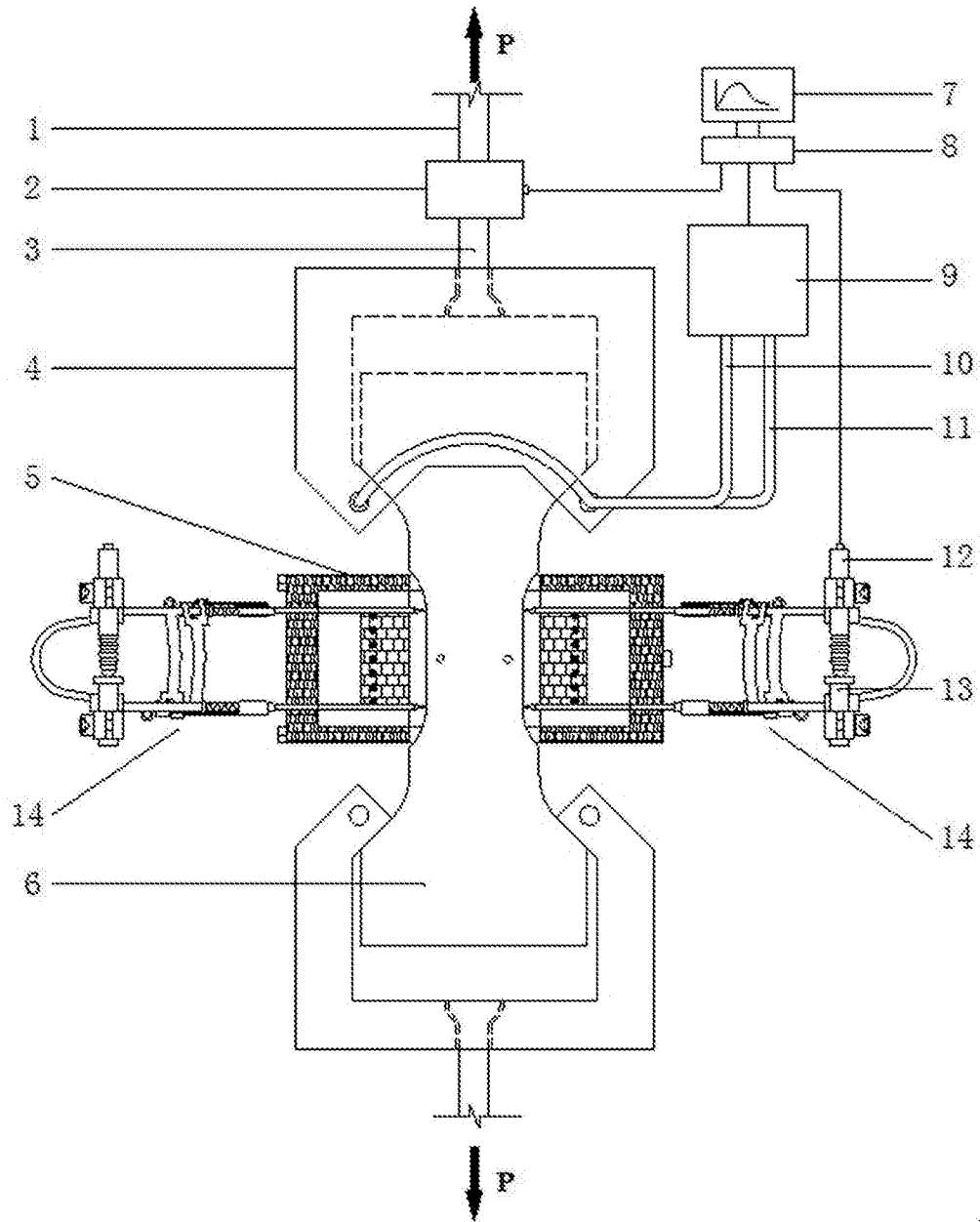


图1

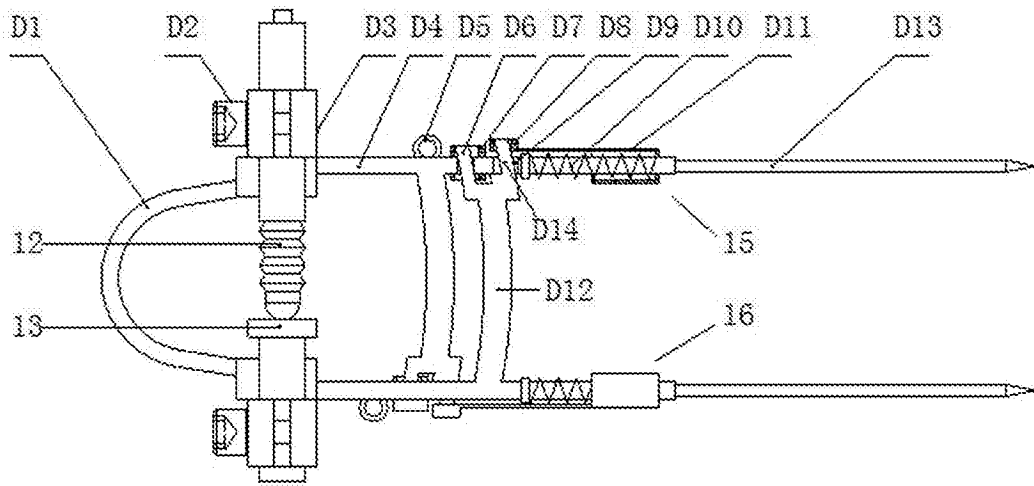


图2

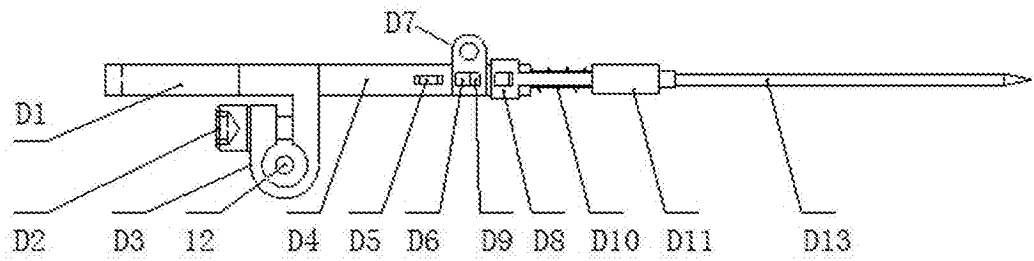


图3

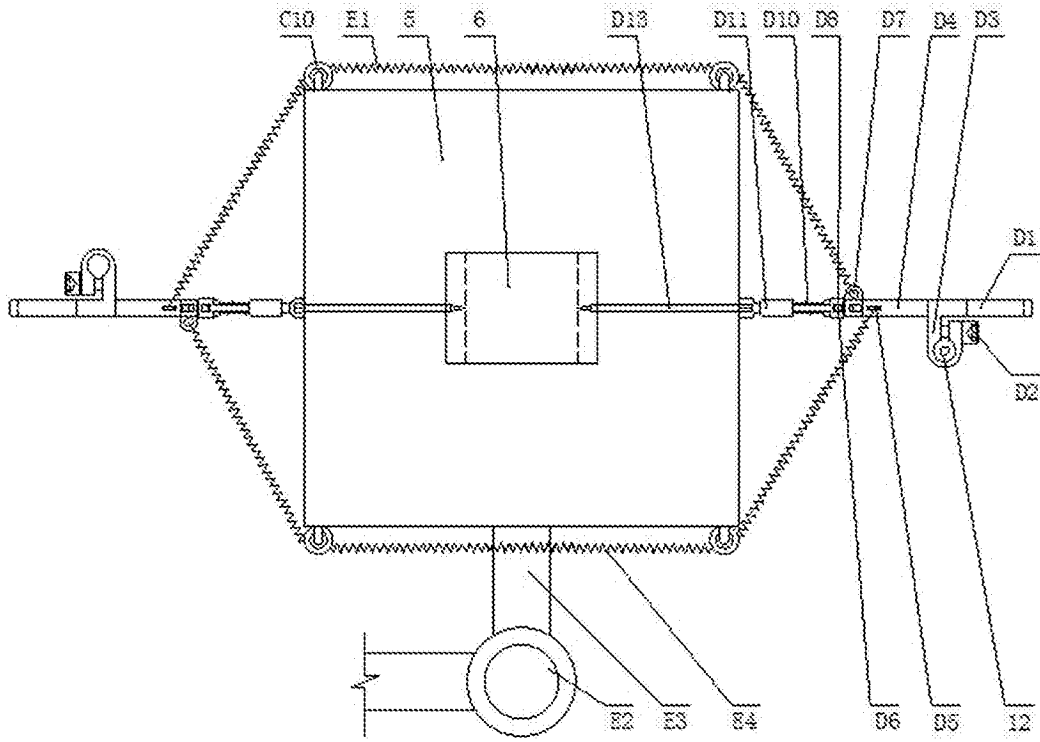


图4

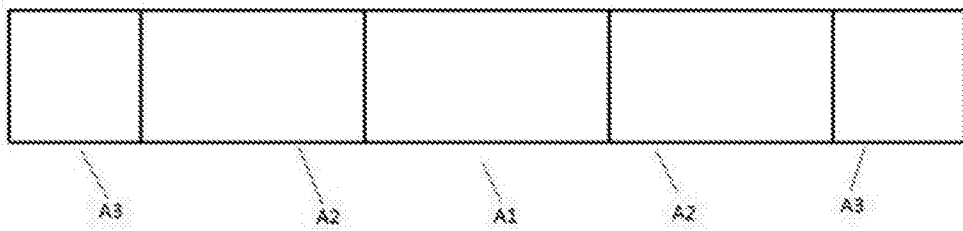


图5

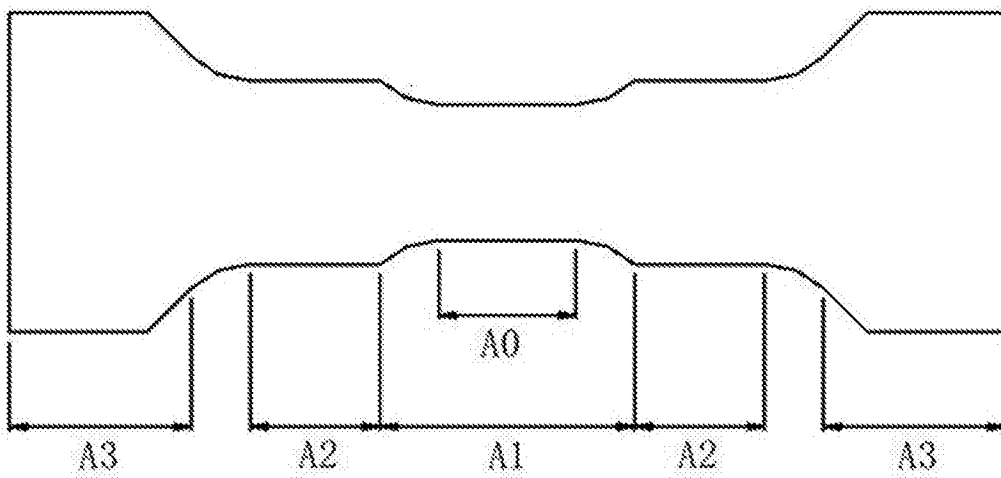


图6

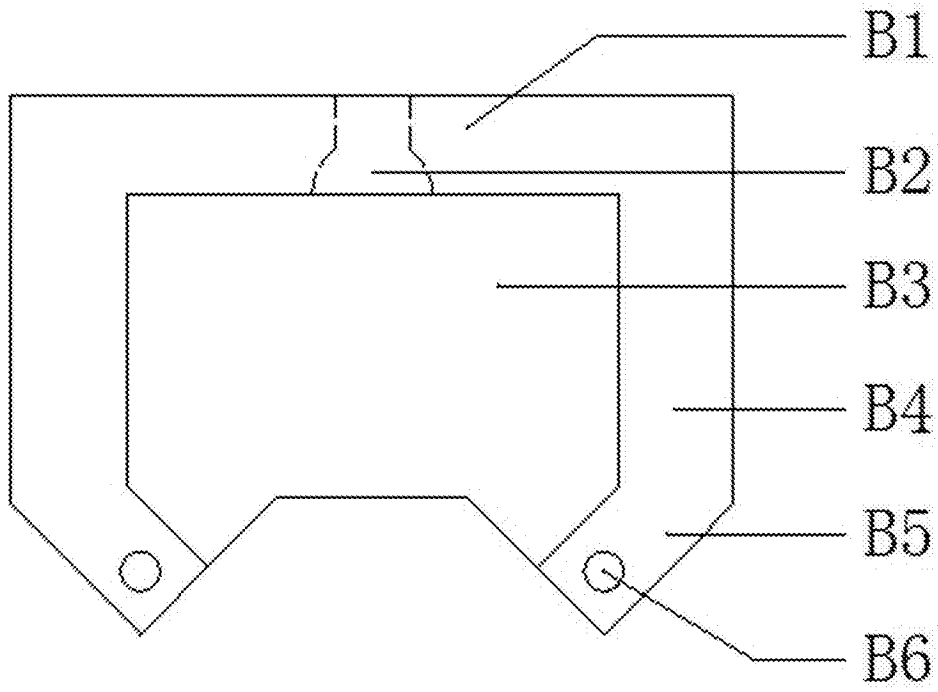


图7

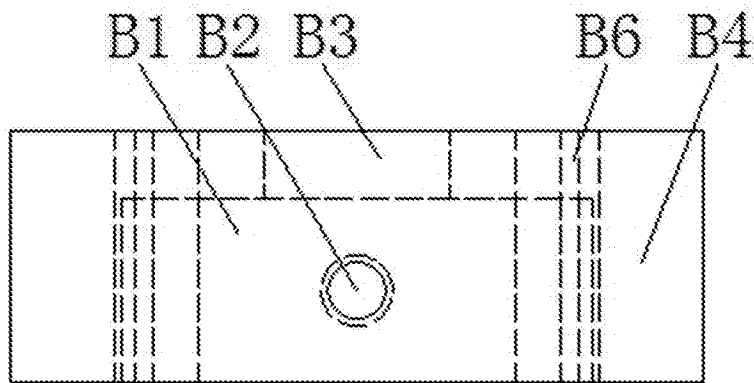


图8

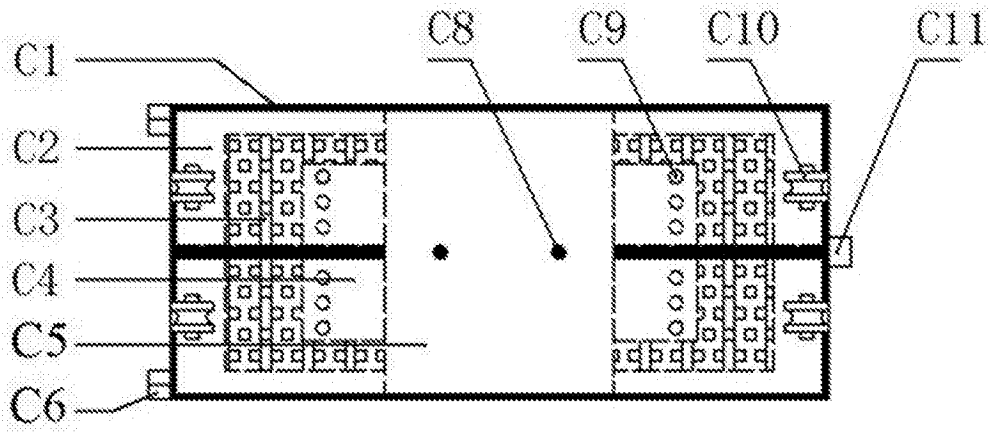


图9

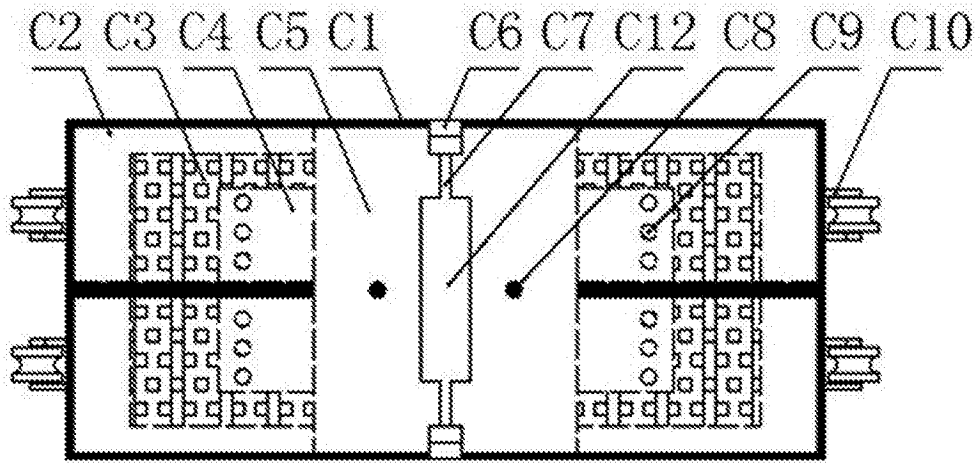


图10

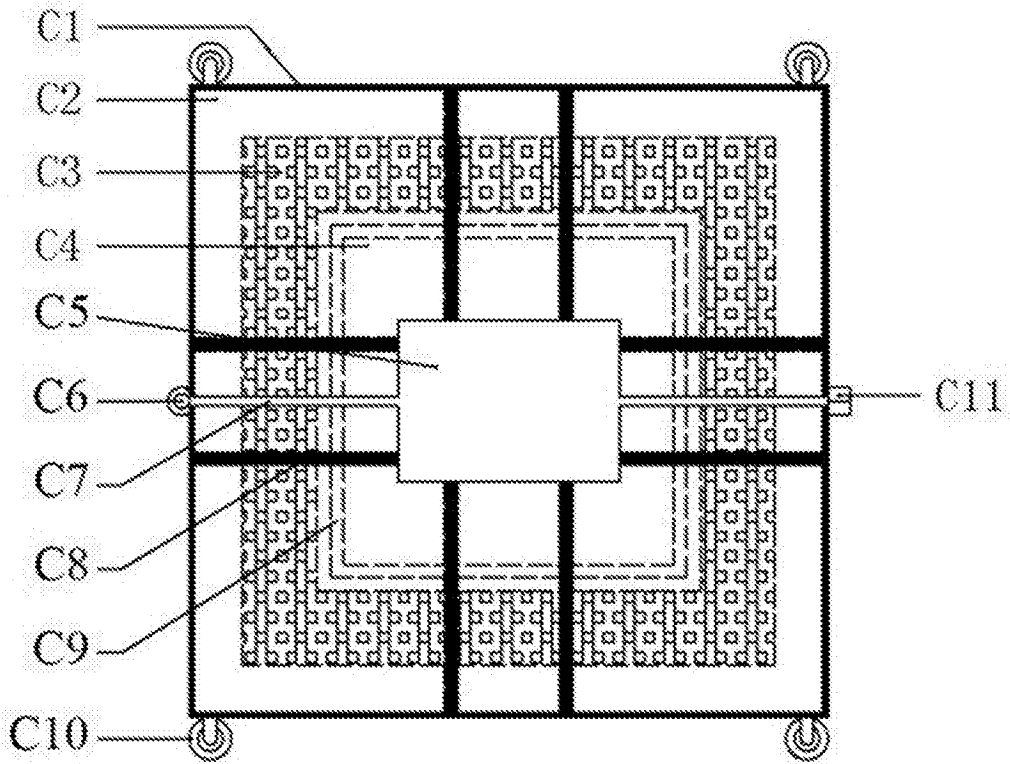


图11