



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103674347 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310659507. 3

(22) 申请日 2013. 12. 10

(73) 专利权人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽区迎泽西大街 79 号

(72) 发明人 梁卫国 郭建珠

(74) 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 卢茂春

(51) Int. Cl.

G01L 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1091795 A, 1994. 09. 07, 全文 .

CN 2237237 Y, 1996. 10. 09, 全文 .

US 4159641 A, 1979. 07. 03, 全文 .

DE 4129701 C2, 1994. 07. 28, 全文 .

CN 201757686 U, 2011. 03. 09, 全文 .

CN 103382847 A, 2013. 11. 06, 全文 .

CN 102242630 A, 2011. 11. 16, 全文 .

CN 102628716 A, 2012. 08. 08, 全文 .

CN 102589767 A, 2012. 07. 18, 全文 .

CN 102914393 A, 2013. 02. 06, 全文 .

审查员 刘嘉

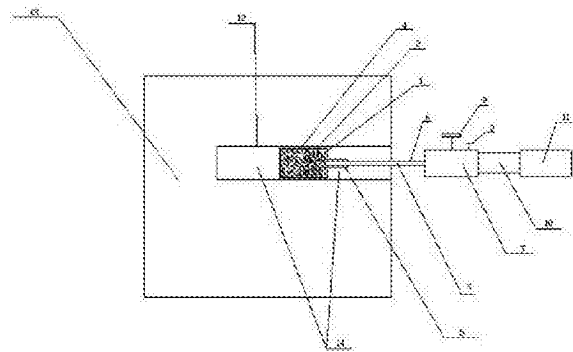
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法

(57) 摘要

一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,属于矿山生产过程检测技术领域,其特征在于是一种能检测岩体、煤壁、基坑岩土、大坝坝体在各种工况下应力变化而且与其原始应力变化一致,能实时响应应力变化,抗压缩性能好的液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,本发明的传感器可以与钻孔完整结合,保证应力的一致性实时无失真的传递待测的岩体或矿物体应力的变化,是一种使用简单,能长期稳定的免维护实现钻孔应力的实时检测工作的传感器,制作成本低廉,广泛适用于矿山、水利、农业、建筑、交通、供排水、环保等系统和行业的各种地下工程应力的测量。



1. 一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器,其特征在于是一种能检测岩体、煤壁、基坑岩土、大坝坝体在各种工况下应力变化而且与其原始应力变化一致,能实时响应应力变化,而且抗压缩性能好的液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器,该传感器由中空耐高压薄的柔性弹性体(1)、不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2)、液压油(3)、塑料座(4)、液压油传输压力钢管(5)、密封器(6)、压力输入排气显示连接器(7)、排气堵头(8)、压力显示器件(9)、液压油进油逆止阀(10)和压力油输入装置(11)组成;中空耐高压薄的柔性弹性体(1)的中空部分内装有不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2),液压油(3)借助于这些圆球所形成的孔隙方便的流向任意方向,中空耐高压薄的柔性弹性体(1)通过密封器(6)与液压油传输压力钢管(5)连接在一起保证液压油(3)能传输到中空部分不泄漏,液压油传输压力钢管(5)以螺纹结构形式与压力输入排气显示连接器(7)再实现连接,压力输入排气显示连接器(7)分别与排气堵头(8)、压力显示器件(9)、液压油进油逆止阀(10)连接,液压油进油逆止阀(10)与压力油输入装置(11)相连接;塑料座(4)与钻孔直径一致将中空耐高压薄的柔性弹性体(1)中装满不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2)形成的感应体部分装入塑料座(4)中,以方便感应体的安装并在预紧力的作用下保证感应体与被检测岩体(13)上的传感器安装钻孔(12)紧密结合融为一体实时反映应力的变化,粘结剂(14)填充于传感器安装钻孔(12)头部和尾部以中空柔弹性感应体钻孔应力传感器两端的密封其性能与柔弹性感应体一致,保证上述组成的传感器即可用于钻孔应力的测试。

2. 权利要求1所述一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器的检测方法,其特征在于按照下列步骤进行:

1) 将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔(12)中,其钻孔(12)直径范围为10-160毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2)完全充满于钻孔(12)中;

2) 针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2)的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球(2)的数量与达到预应力时液压油的比值为:非金属矿物的比值为30:70~10:90,岩层和普通金属矿物的比值为30:70~60:40,特殊矿物的比值为60:40~90:10,实现与所作用的岩体密度组成一致,使得岩体应力变化和作用于感应体的应力变化实现一致,这样就消除了应力传递失真造成误差的问题,由于不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球(2)的过油性能特点决定了这一比值可大范围调整,也就是说中空柔弹性感应体可以适应各种不同岩体、岩土和矿物的钻孔应力检测;

3) 预装和钻孔(12)外形一致的塑料座(4),并在塑料座(4)头部涂抹粘结剂(14),中空柔弹性感应体其柔弹性特性决定了感应体部分必须预装和钻孔外形一致的塑料座(4)才能保证中空柔弹性感应体正确安装;

4) 按上述1)、2)和3)步骤安装完成后,将液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器安装于被检测岩体(13)上的钻孔(12)中,给钻孔中连接密封器(6)与液压油传输压力钢管(5)的空隙处注入粘结性材料粘结剂(14),使用压力油输入装置(11)准备往中空柔弹性感应体中注油,首先打开压力输入排气显示连接器(7)上的排气堵头(8),将液压油持续输入,待里面的气体排完,然后封闭排气堵头(8),液压油继续输入,压力显示器件(9)指示压力不断增大,直到预应力与岩体此时刻产生的应力相一致时停止输送压力油,这样就实现了中空柔弹性感应体与所检测岩体的紧密结合并融为一体,实现应力变化的同步

和一致,由于中空柔弹性感应体中液固流态化特征使得作用于其上的应力通过压力输入排气显示连接器(7)上的压力显示装置上的感应膜片实现应力的直接检测;

5) 当外部应力条件发生变化时,作用于中空柔弹性感应体钻孔应力传感器上的应力可实时通过压力输入排气显示连接器(7)上的压力显示装置上的感应膜片连续进行检测,直到导致应力变化条件不存在时,应力检测工作完成。

## 一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,属于矿山生产过程检测技术领域,具体涉及一种能检测岩体、煤壁、基坑岩土、大坝坝体在各种工况下应力变化而且与其原始应力变化一致,能实时响应应力变化,抗压缩性能好的液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,本发明的传感器广泛适用于矿山、水利、农业、交通、建筑等系统和行业的各种工况下应力测量。

### 背景技术

[0002] 在煤矿、金属和其它非金属矿山生产开采深度越来越深,这样开采过程中应力也就越来越大,应力的检测越来越重要,同样在建筑、水利、交通等领域所建的地下工程中这一问题也越来越突出,但是由于在恶劣环境的生产过程中的各种复杂原因,需要能真实的反映应力变化、响应一致性好、而且要具备与所埋设的物体性能基本一致的压缩性能,但是现有的实时检测传感器很难保证这种需要,正如空芯包体套孔应力解除法地应力检测中存在的问题是操作复杂、精度低、易堵易失效,仅能在特殊环境下使用,迫切需要一种适应性强、制作成本低、能在上述恶劣环境下全天候免维护长期稳定工作的应力传感器,实现应力的实时检测工作。

### 发明内容

[0003] 本发明一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法的目的在于:为解决上述现有技术中急需解决的问题,从而公开一种能检测岩体、煤壁、基坑岩土、大坝坝体在各种工况下应力变化而且与其原始应力变化一致,能实时响应应力变化,抗压缩性能好的液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,本发明的传感器广泛适用于矿山、水利、农业、交通、建筑等系统和行业的各种工况下应力测量。

[0004] 本发明一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器,其特征在于是一种能检测岩体、煤壁、基坑岩土、大坝坝体在各种工况下应力变化而且与其原始应力变化一致,能实时响应应力变化,抗压缩性能好的液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器,该传感器由中空耐高压薄的柔性弹性体 1、不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2、液压油 3、塑料座 4、液压油传输压力钢管 5、密封器 6、压力输入排气显示连接器 7、排气堵头 8、压力显示器件 9、液压油进油逆止阀 10、压力油输入装置 11 和粘结剂 14 组成;中空耐高压薄的柔性弹性体 1 的中空部分内装有不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2,液压油 3 借助于这些圆球所形成的孔隙方便的流向任意方向,中空耐高压薄的柔性弹性体 1 通过密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 连接在一起保证液压油 3 能传输到中空部分不泄漏,液压油传输压力钢管 5 以螺纹结构形式与压力输入排气显示连接器 7 再实现连接,压力输入排气显示连接器 7 分别与排气堵头 8、压力显示器件 9、液压油和进油逆止阀 10 连接,液压油进油逆止阀 10 与压力油输入装置 11 相连接;塑料座 4 与钻孔直径一致将中空耐高压薄的柔性弹性体 1 中装满不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 形成的感应体部分装入塑料

座 4 中,以方便感应体的安装并在预紧力的作用下保证感应体与被检测岩体 13 上的传感器安装钻孔 12 紧密结合融为一体实时反映应力的变化,粘结剂 14 填充于传感器安装钻孔 12 头部和尾部实现中空柔弹性感应体钻孔应力传感器两端的密封、以保证两端应力的传递其材料性能与柔弹性感应体一致,上述组成的传感器即可用于钻孔 12 应力的测试。

[0005] 上述一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器的检测方法,其特征在于按照下列步骤进行:

[0006] 1) 将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 10-160 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;

[0007] 2) 针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:非金属矿物的比值为 30 :70~10 :90,岩层和普通金属矿物的比值为 30 :70~60 :40,特殊矿物的比值为 60 :40~90 :10,实现与所作用的岩体密度组成一致,使得岩体应力变化和作用于感应体的应力变化实现一致,这样就消除了应力传递失真造成误差的问题,由于不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的过油性能特点决定了这一比值可大范围调整,其比值调整范围为 10 :90~90 :10 :也就是说中空柔弹性感应体可以适应各种不同岩体、岩土和矿物的钻孔应力检测;

[0008] 3) 预装和钻孔 12 外形一致的塑料座 4,并在塑料座 4 头部涂抹粘结剂 14 中空柔弹性感应体其柔弹性特性决定了感应体部分必须预装和钻孔外形一致的塑料座 4 才能保证中空柔弹性感应体正确安装;

[0009] 4) 按上述 1)、2)和 3)步骤安装完成后,将液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器安装于被检测岩体 13 上的钻孔 12 中,给钻孔中连接密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 的空隙处注入粘结性材料粘结剂 14,使用压力油输入装置 11 准备往中空柔弹性感应体中注油,首先打开压力输入排气显示连接器 7 上的排气堵头 8,将液压油持续输入,待里面的气体排完,然后封闭排气堵头 8,液压油继续输入,压力显示器件 9 指示压力不断增大,直到预应力与岩体此时刻产生的应力相一致时停止输送压力油,这样就实现了中空柔弹性感应体与所检测岩体的紧密结合并融为一体,实现应力变化的同步和一致,由于中空柔弹性感应体中液固流态化特征使得作用于其上的应力通过压力输入排气显示连接器 7 上的压力显示装置上的感应膜片实现应力的直接检测;

[0010] 5) 当外部应力条件发生变化时,作用于中空柔弹性感应体钻孔应力传感器上的应力可实时通过压力输入排气显示连接器 7 上的压力显示装置上的感应膜片连续进行检测,直到导致应力变化条件不存在时,应力检测工作完成。

[0011] 本发明一种液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器及检测方法,其优点在于:

[0012] 本发明的传感器可以与钻孔完整结合,保证应力的一致性实时无失真的传递待测的岩体或矿物体应力的变化;是一种使用简单,能长期稳定的免维护实现钻孔应力的实时检测工作的传感器;是一种制作成本低廉的高性能传感器;本发明的传感器广泛适用于矿山、水利、农业、建筑、交通、供排水、环保等系统和行业的各种地下工程应力的测量。

[0013] 附图说明:

[0014] 图 1 :一种中空柔弹性感应体钻孔应力传感器原理图,图中标号分别为:中空耐高

压薄的柔性弹性体 1、不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2、液压油 3、塑料座 4、液压油传输压力钢管 5、密封器 6、压力输入排气显示连接器 7、排气堵头 8、压力显示器件 9、液压油进油逆止阀 10、压力油输入装置 11、传感器安装钻孔 12、岩体 13、粘结剂 14

[0015] 具体实施方式：

[0016] 实施方式 1:该传感器由中空耐高压薄的柔性弹性体 1、不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2、液压油 3、塑料座 4、液压油传输压力钢管 5、密封器 6、压力输入排气显示连接器 7、排气堵头 8、压力显示器件 9、液压油进油逆止阀 10 和压力油输入装置 11 组成；中空耐高压薄的柔性弹性体 1 的中空部分内装有不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2，液压油 3 借助于这些圆球所形成的孔隙方便的流向任意方向，中空耐高压薄的柔性弹性体 1 通过密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 连接在一起保证液压油 3 能传输到中空部分不泄漏，液压油传输压力钢管 5 以螺纹结构形式与压力输入排气显示连接器 7 再实现连接，压力输入排气显示连接器 7 分别与排气堵头 8、压力显示器件 9、液压油和进油逆止阀 10 连接，液压油进油逆止阀 10 与压力油输入装置 11 相连接；塑料座 4 与钻孔直径一致将中空耐高压薄的柔性弹性体 1 中装满不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 形成的感应体部分装入塑料座 4 中，以方便感应体的安装并在预紧力的作用下保证感应体与被检测岩体 13 上的传感器安装钻孔 12 紧密结合融为一体实时反映应力的变化，粘结剂 14 填充于传感器安装钻孔 12 头部和尾部以中空柔弹性感应体钻孔应力传感器两端的密封其性能与柔弹性感应体一致，保证上述组成的传感器即可用于钻孔应力的测试。按照下列步骤进行：

[0017] 1) 将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中，其钻孔 12 直径范围为 160 毫米，将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中；

[0018] 2) 针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量，高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为：非金属矿物的比值为 10:90，实现与所作用的岩体密度组成一致，使得岩体应力变化和作用于感应体的应力变化实现一致，这样就消除了应力传递失真造成误差的问题，由于不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的过油性能特点决定了这一比值可大范围调整，其比值调整范围为 10:90 到 90:10；也就是说中空柔弹性感应体可以适应各种不同岩体、岩土和矿物的钻孔应力检测；

[0019] 3) 预装和钻孔 12 外形一致的塑料座 4，并在塑料座 4 头部涂抹粘结剂 14 中空柔弹性感应体其柔弹性特性决定了感应体部分必须预装和钻孔外形一致的塑料座 4 才能保证中空柔弹性感应体正确安装；

[0020] 4) 按上述 1)、2) 和 3) 步骤安装完成后，将液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器安装于被检测岩体 13 上的钻孔 12 中，给钻孔中连接密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 的空隙处注入粘结性材料粘结剂 14，使用压力油输入装置 11 准备往中空柔弹性感应体中注油，首先打开压力输入排气显示连接器 7 上的排气堵头 8，将液压油持续输入，待里面的气体排完，然后封闭排气堵头 8，液压油继续输入，压力显示器件 9 指示压力不断增大，直到预应力与岩体此时刻产生的应力相一致时停止输送压力油，给钻孔中连接密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 的空隙处注入粘结性材料，这样就实现了中空柔弹性感应体与所检测岩体的紧密结合并融为一体，实现应力变化的同步和一致，由于中空柔弹性感应体中液固流态化特征使得作用于其上的应力通过压力输入排气显示连接器 7 上的压力

显示装置上的感应膜片实现应力的直接检测；

[0021] 5) 当外部应力条件发生变化时,作用于中空柔弹性感应体钻孔应力传感器上的应力可实时通过压力输入排气显示连接器 7 上的压力显示装置上的感应膜片连续进行检测,直到导致应力变化条件不存在时,应力检测工作完成。

[0022] 进一步来讲,根据所测钻孔深度可以将一种液压式基于预紧力的中空柔弹性感应体钻孔应力传感器的感应体部分安装于钻孔的任意位置,但是为保证应力检测一致和准确,应将钻孔感应体部前空余空间用粘结材料 14 填充,通过调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球的数量与达到预应力时液压油的比值,通过调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值可实现与所作用的岩体密度组成一致使得岩体应力变化和作用于感应体的应力变化实现一致,这样就消除了应力传递失真造成误差的问题,由于不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球的过油性能特点决定了这一比值可大范围调整,也就是说中空柔弹性感应体可以适应各种不同岩体、岩土、矿物的钻孔应力检测;中空柔弹性感应体其柔弹性特性决定了感应体部分必须预装和钻孔外形一致的塑料座 4 才能保证中空柔弹性感应体正确安装,按上述安装完成后,使用压力油输入装置 11 准备往中空柔弹性感应体中注油,首先打开压力输入排气显示连接器 7 上的排气堵头 8,将液压油持续输入,待里面的气体排完,然后封闭排气堵头 8,液压油继续输入,压力显示器件 9 指示压力方式一(指针表、数字表、智能传感器仪表)不断增大,直到预应力与岩体此时刻产生的应力相一致时停止输送压力油,给钻孔中连接密封器 6 与液压油传输压力钢管 5 的空隙处注入粘结性材料,应力检测就能进行。

[0023] 实施方式 2:

[0024] 将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 10 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:岩层和普通金属矿物的比值为 30:70,其比值调整范围为 30:70 到 10:90,其它同实施方式 1。

[0025] 实施方式 3:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 80 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:特殊矿物的比值为 60:40,实现与所作用的岩体密度组成一致,其比值调整范围为 60:40 到 90:10,其它同实施方式 1。

[0026] 实施方式 4:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 60 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:非金属矿物的比值为 30:70 实现与所作用的岩体密度组成一致,其比值调整范围为 30:70 到 40:60,其它同实施方式 1。

[0027] 实施方式 5:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 90 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:岩层和普通金属矿物的比值为 60:40,其比值调整范围为 30:70 到 60:40,其它同实施方式 1。

[0028] 实施方式 6:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 30 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:特殊矿物的比值为 60 :40,其比值调整范围为 60:40 到 70 :30,其它同实施方式 1。

[0029] 实施方式 7:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 50 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:岩层和普通金属矿物的比值为 60 :40,其比值调整范围为 60 :40 到 40 :60,其它同实施方式 1。

[0030] 实施方式 8:将上述传感器安装于尺寸与其相对应的钻孔 12 中,其钻孔 12 直径范围为 40 毫米,将不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 完全充满于钻孔 12 中;针对不同检测对象调整不同尺度的高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量,高强度多孔固态不可压缩圆球 2 的数量与达到预应力时液压油的比值为:特殊矿物的比值为 60 :40,其比值调整范围为 60 :40 到 80 :20,其它同实施方式 1。



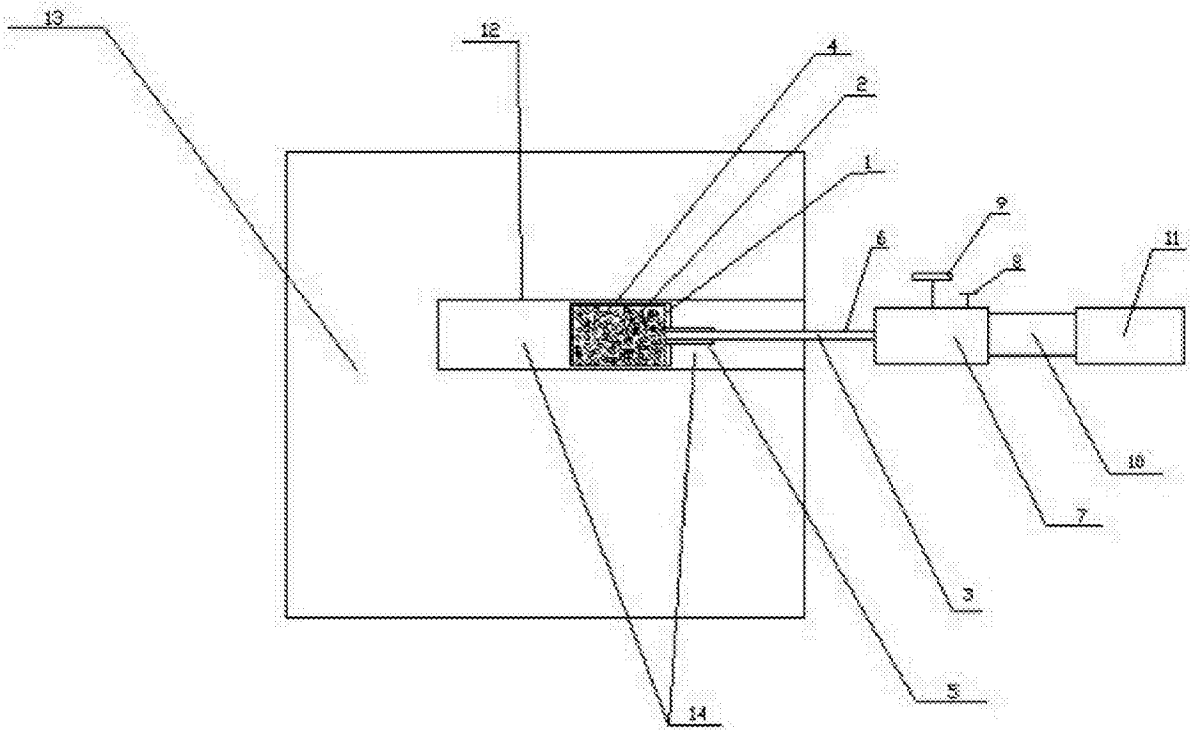


图 1