

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201650298 U

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 200920214391. 1

(22) 申请日 2009. 11. 27

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

专利权人 上海理工大学

(72) 发明人 丁文其 朱合华 徐前卫 马忠政

马险峰 张燕霞 金方方 夏凯成

马静

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219

代理人 余明伟 冯珺

(51) Int. Cl.

E21D 9/01 (2006. 01)

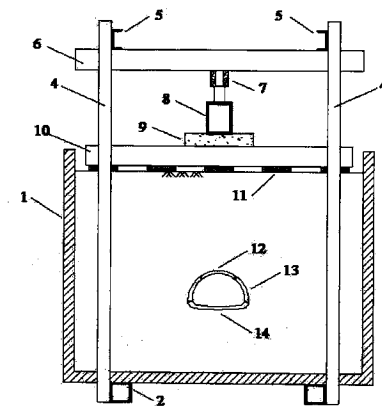
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置

(57) 摘要

模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置, 涉及一种模拟隧道开挖的模型试验装置。现有技术存在模拟效果差, 试验难度大的缺陷, 本实用新型包括容纳模拟土层的试验土箱、设于试验土箱中的隧道模块和给模拟土层加压的加载装置, 所述的试验土箱侧壁上设有与隧道模块断面形状对应的孔洞, 所述的隧道模块包括若干可拆装的模块子片。通过控制隧道模块拆除的顺序可实现对隧道开挖的模拟, 能对隧道断面形状进行极为精准的控制, 避免了手工开挖导致的断面形状上的差异。



1. 模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:它包括容纳模拟土层的试验土箱、设于试验土箱中的隧道模块和给模拟土层加压的加载装置,所述的试验土箱侧壁上设有与隧道模块断面形状对应的孔洞,所述的隧道模块包括若干可拆装的模块子片。

2. 根据权利要求1所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的隧道模块包括一个底拱模块子片、两个边墙模块子片和一个顶拱模块子片,所述的两个边墙模块子片立于底拱模块子片两侧的上表面上,所述的顶拱模块子片卡接于两个边墙模块子片上端之间。

3. 根据权利要求2所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的顶拱模块子片的两侧边设有“L”形启口,所述边墙模块子片的上端设有对应的倒“L”形启口;所述的底拱模块子片两侧分别设有凸起部,所述的两个边墙模块子片分别立于这两个凸起部上。

4. 根据权利要求3所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的底拱模块子片和边墙模块子片通过活动销钉相连。

5. 根据权利要求2所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的顶拱模块子片前后侧设有对其起支撑作用的活动站脚,所述底拱模块子片上对应处设有固定活动站脚的固定装置。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述试验土箱箱体的左右侧壁及底壁为钢板,它的前后侧壁为钢化玻璃,所述的孔洞设于钢化玻璃上,前后侧壁外侧设有加固支架。

7. 根据权利要求6所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的加固支架包括设于试验土箱箱体下侧的底座、分别设于箱体前后侧壁外侧的两对竖杆,前后两侧对应的竖杆上端通过横撑相连,下端通过底座相连,每对竖杆中的两个竖杆上端通过加载大梁相连。

8. 根据权利要求1-5任一项所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的加载装置包括千斤顶和由千斤顶驱动的加载组件,所述千斤顶连有测力环。

9. 根据权利要求8所述的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:所述的加载组件包括垫块、通过垫块与千斤顶相连的钢梁、若干均匀设置于钢梁下侧的钢板。

模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种模拟隧道开挖的模型试验装置,特别涉及一种模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置。

背景技术

[0002] 由于岩土体本身的复杂性,使得模型试验在岩土力学与工程的研究中应用得比较普遍,尤其是针对隧道开挖的模拟。通过对隧道施工过程的模拟和对试验数据的分析,可以为隧道的设计与施工提供借鉴和参考,同时也为保障隧道结构高效、安全运行提供有效的研究手段和途径。鉴于利用试验来模拟隧道开挖过程的必要性,目前,许多学者采用不同的方法来实现这一目的,例如,王明年(1995)在专门制作的试验坑内以卧式方式对试体进行加载,但其采取的是“先挖洞,后加载”的方式模拟隧道开挖,与实际工程有所区别;周小文(1999)利用充气囊带的卸压来模拟隧道的开挖,但是该方法较为适合标准圆形断面的隧道,而对于一般的大跨度扁平断面的公路、铁路隧道的模拟则不尽如人意;黄伦海(2004)采用内置千斤顶模拟隧道内部的岩体力学响应,但是该方法在进行小比例试验时存在一定的难度。

实用新型内容

[0003] 为了解决现有技术中存在的问题,本实用新型提供一种模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,能模拟动态掘进、衬砌支护等隧道施工的全过程,在室内再现隧道现场施工的全过程,从而为实际隧道的设计与施工提供更加准确、详实的实验数据,并保障隧道结构设计与施工的安全高效进行。

[0004] 为此,本实用新型采用以下技术方案:

[0005] 模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,其特征在于:它包括容纳模拟土层的试验土箱、设于试验土箱中的隧道模块和给模拟土层加压的加载装置,所述的试验土箱侧壁上设有与隧道模块断面形状对应的孔洞,所述的隧道模块包括若干可拆装的模块子片。通过控制隧道模块拆除的顺序可实现对隧道开挖的模拟,能对隧道断面形状进行极为精准的控制,避免了手工开挖导致的断面形状上的差异。

[0006] 作为对上述技术方案的完善和补充,本实用新型进一步采取如下技术措施或是这些措施的任意组合:

[0007] 所述的隧道模块包括一个底拱模块子片、两个边墙模块子片和一个顶拱模块子片,所述的两个边墙模块子片立于底拱模块子片两侧的上表面上,所述的顶拱模块子片卡接于两个边墙模块子片上端之间。

[0008] 所述的顶拱模块子片的两侧边设有“L”形启口,所述边墙模块子片的上端设有对应的倒“L”形启口;所述的底拱模块子片两侧分别设有凸起部,所述的两个边墙模块子片分别立于这两个凸起部上。

[0009] 所述的底拱模块子片和边墙模块子片通过活动销钉相连。

[0010] 所述的顶拱模块子片前后侧设有对其起支撑作用的活动站脚,所述底拱模块子片上对应处设有固定活动站脚的固定装置。

[0011] 所述试验土箱箱体的左右侧壁及底壁为钢板,它的前后侧壁为钢化玻璃,所述的孔洞设于钢化玻璃上,前后侧壁外侧设有加固支架。

[0012] 所述的加固支架包括设于试验土箱箱体下侧的底座、分别设于箱体前后侧壁外侧的两对竖杆,前后两侧对应的竖杆上端通过横撑相连,下端通过底座相连,每对竖杆中的两个竖杆上端通过加载大梁相连。

[0013] 所述的加载装置包括千斤顶和由千斤顶驱动的加载组件,所述千斤顶连有测力环。

[0014] 所述的加载组件包括垫块、通过垫块与千斤顶相连的钢梁、若干均匀设置于钢梁下侧的钢板。

[0015] 工作时:

[0016] 1) 根据所模拟隧道的断面形状和所选定的试验比例,确定箱体前后两面的玻璃板上预留孔洞的大小和位置。

[0017] 2) 在箱体内分层填入并压实配制好的模型土体材料,待其达到预留隧道底面位置时,将隧道模块放置在玻璃面板预留孔洞内并将各模块子片组合好;将顶拱模块子片前后两端的活动站脚放下,并支在底拱模块子片上,利用底拱模块子片上安设的固定装置将活动站脚固定住。

[0018] 3) 在安放好隧道模块后的土箱中继续填土,并埋设并连接好相关的测试仪器后,并可通过土箱上方的加载装置对模型地层施加荷载,用以模拟不同埋深和上覆荷载时岩体内部的初始应力状态。

[0019] 4) 为模拟隧道开挖,可先将边墙模块拆下,使得边墙模块子片可以向隧道内移动;同时,旋转底拱模块子片上活动站脚处的固定装置,使得活动站脚可向向外转动;在箱体前后两面,分别抓住每侧的活动站脚向箱外转动,再失去支撑力后,顶拱模块子片在上覆荷载的作用下会自然落下,与此同时,在失去了顶拱模块子片的支承作用后,两侧的边墙模块子片也会向隧道内塌落,将塌下的一个顶拱模块子片和两个边墙模块子片以及本来就位于隧道下方的拱底模块取出,就形成了所需要的隧道开挖断面,并实现对隧道全断面开挖的模拟。

[0020] 5) 在隧道开挖后,可以根据需要利用加载装置进一步加载,研究隧道开挖后无衬砌支护情况下岩体的力学响应问题;也可以在隧道开挖后,在隧道断面内放置模型衬砌结构,研究隧道结构的力学响应问题。

[0021] 通过上述步骤可实现对真实隧道施工过程和衬砌结构支护的完整模拟,与现有技术相比,本实用新型的有益效果体现在:

[0022] 1) 能再现原岩应力场;

[0023] 2) 摒弃过去“先挖洞,后加载”的试验模式,实现“先加载,后挖洞”,并使之与实际施工情况更为接近;

[0024] 3) 所得隧道断面形状极为精准,避免了手工开挖导致的断面形状上的差异;

[0025] 4) 在开挖过程中,能够实现锚杆加固和衬砌支护时机的控制,避免了在过去的试验中须将事先隧道衬砌或锚杆埋入岩体中再进行开挖的缺陷,这一点更为接近实际施工的

情况。

[0026] 与同类实验装置相比较,本试验装置在研究隧道施工对周围环境的影响以及隧道结构自身力学响应的问题方面更为全面和真实,试验数据更加真实可靠,从而为隧道结构的设计与施工提供有力的保障。

附图说明

[0027] 图 1 为本实用新型的结构示意图;

[0028] 图 2 为图 1 的另一视图;

[0029] 图 3 为本实用新型隧道模块的组装状态示意图;

[0030] 图 4 为本实用新型隧道模块的拆除状态示意图;

[0031] 图 5 为本实用新型隧道底拱模块子片的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 如图 1、图 2 所示的模拟隧道全断面开挖的平面应变式模型试验装置,主要包括试验土箱、隧道模块和加载装置。

[0033] 试验土箱由钢板和角钢焊制的箱体 1 构成试验土箱的主体;箱体搁置在由两根槽钢对焊形成的底座 2 上;箱体的前后两面设置钢化玻璃 3;由底座 2、竖杆 4 及横撑 5 一起组成加劲支架,在两个加劲支架间设置槽钢对焊成的加载大梁 6。

[0034] 隧道模块中(图 3-图 5),顶拱模块子片 12 的两侧边设置“L”形启口,在其前后两侧设置活动站脚 15;边墙模块子片 13 的上端设置倒“L”形启口,其下端平直;底拱模块子片 14 的左右两侧边上设置活动销钉 16,并且在两侧边的端部设置 5mm 高的凸起 19,而在其前后两端设置固定活动站脚 15 的固定装置 17 和 18。

[0035] 加载装置中,千斤顶 8 施加的荷载通过垫块 9 传递给其下的工字钢梁 10,在由工字钢梁 10 传递给其下钢板 11,并最终传递给模型地层;测力环 7 用来量测并控制加载的大小;上述钢板 11 在工字钢梁 10 下均匀布置。

[0036] 本实用新型的工作过程和工作原理如下:

[0037] (1) 根据所模拟隧道的断面形状和所选定的试验比例,确定箱体前后两面的玻璃板上预留孔洞的大小和位置。

[0038] (2) 在箱体内分层填入并压实配制好的模型土体材料,待其达到预留隧道底面位置时,将隧道模块放置在玻璃面板预留孔洞内;为此,首先将底拱模块子片放置其中,随后在其上放置左右两侧的边墙模块子片,并用底拱模块子片上的活动销钉固定边墙模块子片的底部,以防其滑落;随后,将顶拱模块子片安上,并利用其上的“L”形启口与左右两侧的边墙模块的倒“L”形启口搭接,即固定边墙模块子片的上端;最后,将顶拱模块子片前后两端的活动站脚放下,并支在底拱模块子片上,用来支撑隧道上覆荷载的作用,为防止活动站脚倾斜、垮落,利用底拱模块子片上安设的固定装置将活动站脚固定住。

[0039] (3) 在安放好隧道模块后的土箱中继续填土,并埋设并连接好相关的测试仪器后,并可通过土箱上方的加载装置对模型地层施加荷载,用以模拟不同埋深和上覆荷载时岩体内部的初始应力状态。

[0040] (4) 为模拟隧道开挖,可先将底拱模块子片上左右两侧边处的活动销钉旋转向下,

使得边墙模块子片可以向隧道内移动；同时，旋转底拱模块子片上活动站脚处的固定装置，使得活动站脚可向向外转动；在箱体前后两面，分别抓住每侧的活动站脚向箱外转动，再失去支撑力后，顶拱模块子片在上覆荷载的作用下会自然落下，与此同时，在失去了顶拱模块子片“L”形启口的支承作用后，两侧的边墙模块子片也会向隧道内塌落，将塌下的一个顶拱模块子片和二个边墙模块子片以及本来就位于隧道下方的拱底模块取出，就形成了所需要的隧道开挖断面，并实现对隧道全断面开挖的模拟。

[0041] (5) 在隧道开挖后，可以根据需要利用加载装置进一步加载，研究隧道开挖后无衬砌支护情况下岩体的力学响应问题；也可以在隧道开挖后，在隧道断面内放置模型衬砌结构，研究隧道结构的力学响应问题。

[0042] 本实用新型的隧道模块的断面形状和大小可以根据需要任意加工，实现对不同断面形状隧道的施工模拟；如果是针对标准断面形状的隧道模型，则本隧道模块可重复利用；此外，如果采取多个本隧道模块串联排列，则可模拟隧道的分步开挖；更进一步，可将其推广应用至隧道开挖的三维模型试验中去。

[0043] 应当指出，本实施例仅列示性说明本实用新型的原理及功效，而非用于限制本实用新型。任何熟悉此项技术的人员均可在不违背本实用新型的精神及范围下，对上述实施例进行修改。因此，本实用新型的权利保护范围，应如权利要求书所列。

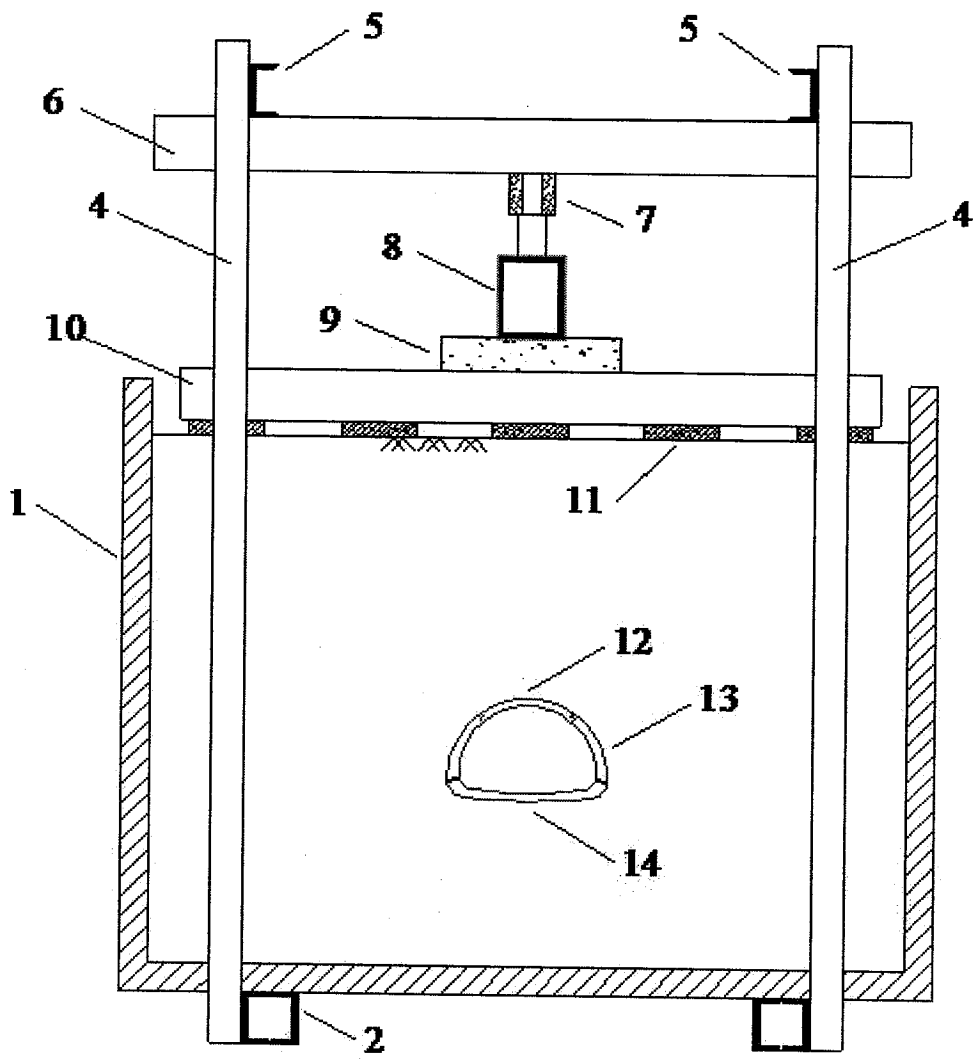


图 1

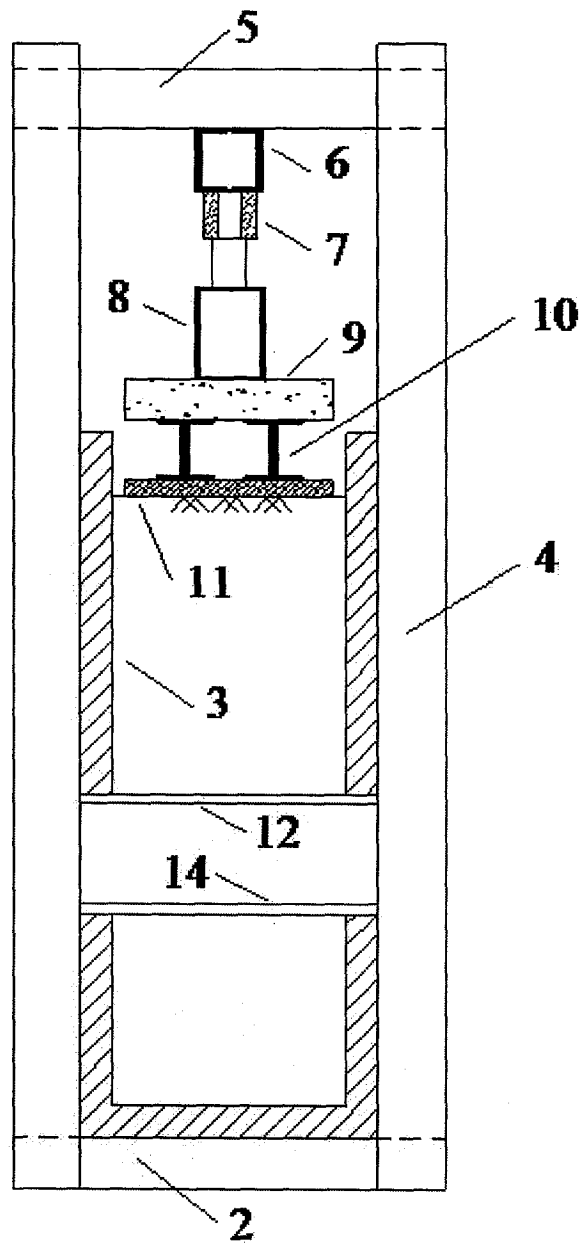


图 2

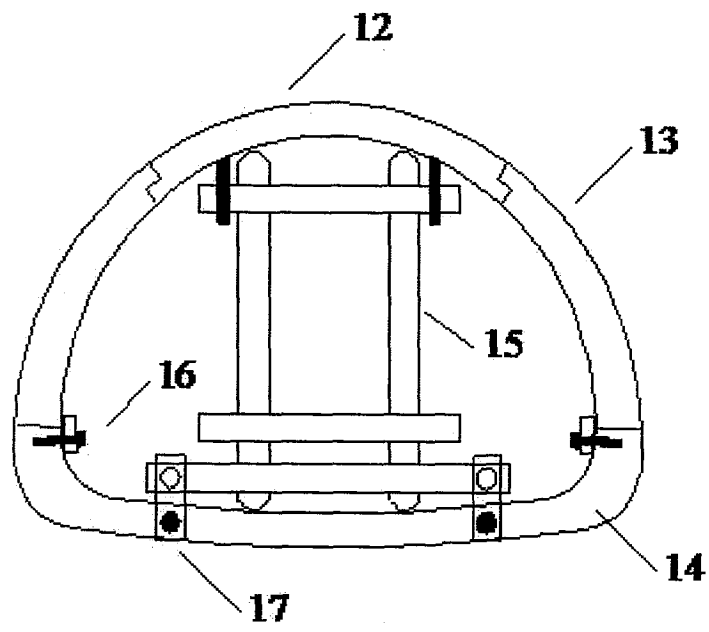


图 3

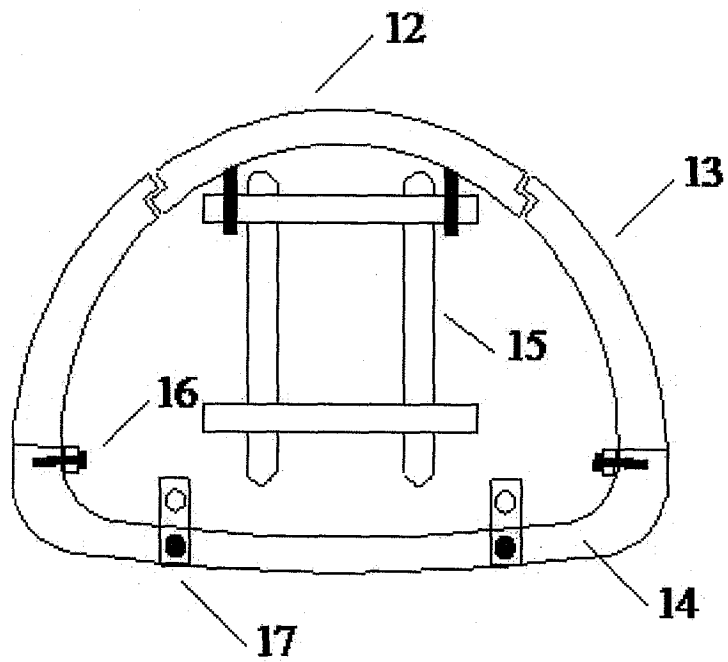


图 4

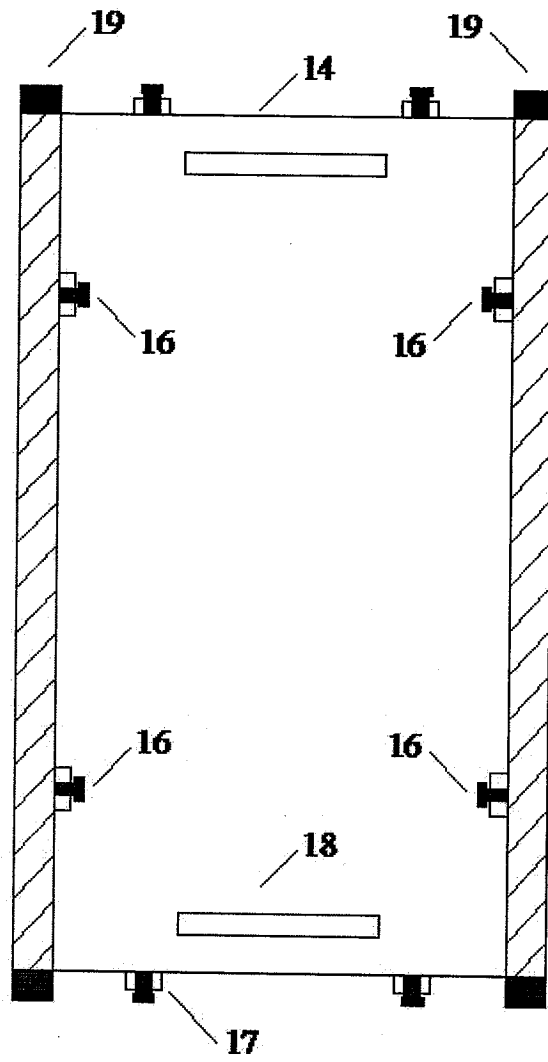


图 5