



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104316671 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201410531540. 2

(22) 申请日 2014. 10. 10

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 唐益群 严婧婧 万鹏 孙恺

徐杰 唐辰

(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 叶敏华

(51) Int. Cl.

G01N 33/24(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103969282 A, 2014. 08. 06,

CN 2919253 Y, 2007. 07. 04,

CN 201037836 Y, 2008. 03. 19,

CN 101551373 A, 2009. 10. 07,

CN 101586993 A, 2009. 11. 25,

CN 102435717 A, 2012. 05. 02,

CN 102749434 A, 2012. 10. 24,

CN 202562912 U, 2012. 11. 28,

CN 103235110 A, 2013. 08. 07,

CN 103245771 A, 2013. 08. 14,

JP 特开 2012-13503 A, 2012. 01. 19,

SU 1038878 A, 1983. 08. 30,

SU 1702306 A1, 1991. 12. 30,

张婷. 人工冻土冻胀、融沉特性试验研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程技术 II 辑》. 2004, (第 4 期), 第 C038-643 页.

秦爱芳等. 上海人工冻土冻胀特性和水分迁移的试验研究. 《上海大学学报 (自然科学版)》. 2009, 第 15 卷 (第 1 期), 第 93-98 页.

刘宇亭等. 地铁隧道工程人工冻结法研究进展. 《低温建筑技术》. 2011, (第 9 期), 第 83-84 页.

孙兵等. 饱和粘土三轴冻胀应力-应变关系试验研究. 《西南交通大学学报》. 2009, 第 44 卷 (第 2 期), 第 177-180, 268 页.

仇文革等. 冻土三轴冻胀应力应变试验方法研究. 《冰川冻土》. 2010, 第 32 卷 (第 1 期), 第 116-120 页.

审查员 帅丽

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

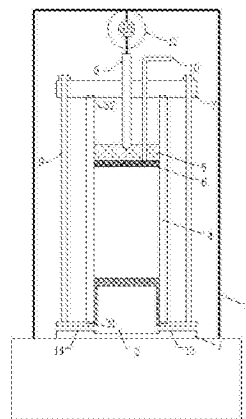
(54) 发明名称

一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置

(57) 摘要

本发明涉及一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,该装置包括:底板,设有第一密封槽;土样腔,嵌于所述底板的第一密封槽上,盛装土样;顶盖,设有第二密封槽、通过第二密封槽盖设在所述土样腔顶部;支架,连接在所述顶盖和所述底板之间;土样盖板,设于所述土样腔内;连杆,贯穿所述顶盖,下端抵接在所述土样盖板上;补水连接管,贯穿所述顶盖,连接所述土样盖板;还包括:冷冻液腔,设于所述土样腔内,固定在所述底板上,盛装冷冻液;测力计,承接所述连杆的上端;反力架,连接所述测力计。与现有技术相比,本发明可以模拟多种土质的土体在不同冻结温度下的冻融过程,为研究土体在单向冻结条

件下的冻胀规律提供便利。



CN 104316671 B

1. 一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,该装置包括:
底板,将冷冻液通入装置,设有第一密封槽;
土样腔,嵌于所述底板的第一密封槽上,盛装土样;
顶盖,设有第二密封槽、通过第二密封槽盖设在所述土样腔顶部;
支架,连接在所述顶盖和所述底板之间;
土样盖板,设于所述土样腔内,压紧土样;
连杆,贯穿所述顶盖,下端抵接在所述土样盖板上;
补水连接管,贯穿所述顶盖,连接所述土样盖板,向土样中加水;
第一密封槽和第二密封槽内分别设有密封圈,使所述土样腔分别与所述底板、所述顶盖完全密封;

其特征在于,还包括:

冷冻液腔,设于所述土样腔内,固定在所述底板上,盛装冷冻液;

测力计,承接所述连杆的上端;

反力架,连接所述测力计;

所述底板为圆形,底板中心设有凹槽,所述第一密封槽设于凹槽外圈,底板沿径向、等间距设有连通凹槽和底板外圈的冷冻液流入通孔和冷冻液流出通孔,所述冷冻液腔嵌入凹槽,冷冻液腔的腔壁上设有与冷冻液流入通孔和冷冻液流出通孔对应连通的孔洞,使冷冻液通入冷冻液腔中并流出。

2. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述冷冻液腔通过粘合剂连接底板。

3. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述土样腔的材质为透明有机玻璃,土样腔的内壁紧贴冷冻液腔的外壁,土样腔的腔壁厚度、第一密封槽宽度和第二密封槽宽度均一致。

4. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述顶盖的中心设有使连杆通过的第一圆孔和使补水连接管通过的第二圆孔,所述连杆下端为圆弧形,抵接在土样盖板上,上端为一半球形凹槽,承接测力计。

5. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述顶盖设有使传感器接线通过的孔洞。

6. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述土样盖板中心设有弧形凹槽,使连杆下端放入,土样盖板上部为金属盖板,下部为透水石,经粘合剂相连,所述金属盖板靠近中心位置设有贯穿金属盖板,与补水连接管固定连接的螺纹孔。

7. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述反力架的材质为钢材。

8. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述反力架的高度为可调节,试验时,高度满足使测力计下端与连杆上端接触。

9. 根据权利要求1所述的一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,其特征在于,所述测力计为应变控制式测力环。

一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及岩土工程技术领域,尤其是涉及一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置。

背景技术

[0002] 人工地层冻结法是一种较好的地层加固技术,从1883年由德国工程师F.H.Poetech开始应用于矿井开凿后,这一技术已被广泛应用于其他地下工程。20世纪90年代以来,我国东南沿海地区开始大规模地开发利用地下空间,由于这一地区软黏土分布较广,为地下施工带来极大不便,人工地层冻结法以其冻土强度高、隔水性好等优点而逐渐被广泛应用于这一地区的地下工程施工中。

[0003] 人工地层冻结法即在预加固土体四周布置冻结管,通过管内低温冷媒剂的循环,向地层连续或间断供冷,使地层中的水结冰,将天然岩土转变为人工冻土,加固软弱地层,隔绝地下水与地下工程的联系,在冻结壁的保护下进行掘进和衬砌。人工冻结法施工时,由于水结冰体积增大、以及水分迁移等因素,土体发生冻胀,这会引起地面隆起,并使隧道管片产生巨大的内力而可能产生管片破坏。因此研究人工土层冻结法施工过程中土体产生冻胀的规律是很有必要的。

[0004] 冻结法施工中的冷源为冻结管,从径向来看为单向冻结,而许多现有技术大多采用将土样置于类似于冷冻箱内的装置进行冻结。申请号为201220482912.3的中国专利公开了一种人工冻土冻融条件下的轴力与变形测量试验装置,由反力架、隔热保温层、油泵系统构成,该装置中冷量从多个方向传递至土样,使土样内部水分迁移方向不明确,不能实现开放系统试验过程中的补水,因而不能很好地模拟实际工程情况。与此专利相比,本发明采用单一冷源,使土样能够完成单向冻结,原理明确,结构简单,易于操作,可以很好地符合工程实践。

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量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,可以模拟多种土质的土体在不同冻结温度下的冻融过程,为研究土体在单向冻结条件下的冻胀规律提供便利。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,该装置包括:

[0008] 底板,将冷冻液通入装置,设有第一密封槽;

[0009] 土样腔,嵌于所述底板的第一密封槽上,盛装土样;

[0010] 顶盖,设有第二密封槽、通过第二密封槽盖设在所述土样腔顶部;

[0011] 支架,连接在所述顶盖和所述底板之间;

[0012] 土样盖板,设于所述土样腔内,压紧土样;

[0013] 连杆,贯穿所述顶盖,下端抵接在所述土样盖板上;

- [0014] 补水连接管,贯穿所述顶盖,连接所述土样盖板,向土样中加水;
- [0015] 第一密封槽和第二密封槽内分别设有密封圈,使所述土样腔分别与所述底板、所述顶盖完全密封;
- [0016] 还包括:
- [0017] 冷冻液腔,设于所述土样腔内,固定在所述底板上,盛装冷冻液;
- [0018] 测力计,承接所述连杆的上端;
- [0019] 反力架,连接所述测力计。
- [0020] 所述底板为圆形,底板中心设有凹槽,所述第一密封槽设于凹槽外圈,底板沿径向、等间距设有连通凹槽和底板外圈的冷冻液流入通孔和冷冻液流出通孔,所述冷冻液腔嵌入凹槽,冷冻液腔的腔壁上设有与冷冻液流入通孔和冷冻液流出通孔对应连通的孔洞,使冷冻液通入冷冻液腔中并流出。
- [0021] 所述冷冻液腔通过粘合剂连接底板。
- [0022] 所述土样腔的材质为透明有机玻璃,土样腔的内壁紧贴冷冻液腔的外壁,土样腔的腔壁厚度、第一密封槽宽度和第二密封槽宽度均一致。
- [0023] 所述顶盖的中心设有使连杆通过的第一圆孔和使补水连接管通过的第二圆孔,所述连杆下端为圆弧形,抵接在土样盖板上,上端为一半球形凹槽,承接测力计。
- [0024] 所述顶盖设有使传感器接线通过的孔洞。
- [0025] 所述土样盖板中心设有弧形凹槽,使连杆下端放入,土样盖板上部为金属盖板,下部为透水石,经粘合剂相连,所述金属盖板靠近中心位置设有贯穿金属盖板,与补水连接管固定连接的螺纹孔。
- [0026] 所述反力架的材质为钢材。
- [0027] 所述反力架的高度为可调节,试验时,高度满足使测力计下端与连杆上端接触。
- [0028] 所述测力计为应变控制式测力环。
- [0029] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:
- [0030] 1)本发明中冷冻液腔采用突起式,可以保证腔内有足量的冷冻液且较均匀混合,可使土样下表面各处提供所受冷量均匀,从而可以保证土样单向冻结;
- [0031] 2)本发明中底板及冷冻液腔设置了径向、等间距的冷冻液进出孔,可以保证腔内冷冻液能够较快速地循环,使与土样接触的冷冻液腔顶的温度能够基本稳定而不产生较大波动;
- [0032] 3)本发明预设有传感器接线通过的孔洞,试验前,将温度传感器设于土样腔内,其接线穿过孔洞后连接外部数据采集计算机;
- [0033] 4)本发明设有与土样盖板连接的连杆,以及与连杆连接的测力计,可实现土样试验时冻胀、融沉的测定,试验中,读取测力计的数值,通过率定系数换算可以得出土样产生的冻胀量,从而得出土样的冻胀规律;
- [0034] 5)本发明包括架设在装置外侧可调节高度的反力架,其上部固定有测力计,能够抵抗试验过程中土体冻胀产生的巨大冻胀力;
- [0035] 6)本发明中土样盖板由两部分组成,其作用包括:一、上部采用金属材质,可以方便设置放置连杆端部的凹槽,并开设连接补水连接管的螺纹孔,而下部透水石并不在此孔对应位置开设孔洞,使得土样上部覆盖物较为完整,不会使土样挤出;二、下方设置透水石

可以很容易饱和,在试验中可以使土样上部各处得到均匀的水分补充;三、透水石的导热性较差,可以减小环境温度对土样温度场分布的影响;

[0036] 7)本发明设有补水连接管,补水连接管向试验土样提供补水通道,使试验顺利进行;

[0037] 8)本发明中冷冻液腔通过粘合剂连接底板,同时通过第一密封槽、第二密封槽、密封圈将顶盖、底板与土样腔连接,保证试验中土样腔内的土样不会被挤出,保证其密封性,提高试验准确度。

附图说明

[0038] 图1为本发明的结构示意图;

[0039] 图2为本发明中底板和冷冻液腔的俯视结构示意图;

[0040] 图3为图2中A-A'面的剖视结构示意图。

[0041] 图中:1、底板,2、冷冻液腔,4、土样腔,5、金属盖板,6、透水石,7、顶盖,8、连杆,9、支架,10、补水连接管,11、反力架,12、测力计,13、冷冻液流入通孔,14、冷冻液流出通孔,31、第一密封槽,32、第二密封槽。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0043] 如图1所示,一种量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的试验装置,该装置包括:

[0044] 底板1,将冷冻液通入装置,设有第一密封槽31;

[0045] 土样腔4,嵌于底板1的第一密封槽31上,盛装土样;

[0046] 顶盖7,设有第二密封槽32、通过第二密封槽32盖设在土样腔4顶部;

[0047] 支架9,连接在顶盖7和底板1之间;

[0048] 土样盖板,设于土样腔4内,压紧土样;

[0049] 连杆8,贯穿顶盖7,下端抵接在土样盖板上;

[0050] 补水连接管10,贯穿顶盖7,连接土样盖板,向土样中加水;

[0051] 第一密封槽31和第二密封槽32内分别设有密封圈,使土样腔4分别与底板1、顶盖7完全密封;

[0052] 还包括:冷冻液腔2,设于土样腔4内,通过粘合剂连接固定在底板1上,盛装冷冻液;

[0053] 测力计12,承接连杆8的上端;

[0054] 反力架11,连接测力计12。

[0055] 如图2、3所示,底板1为圆形,底板1中心设有凹槽,第一密封槽31设于凹槽外圈,底板1沿径向、等间距设有连通凹槽和底板1外圈的三个冷冻液流入通孔13和三个冷冻液流出通孔14,冷冻液腔2嵌入凹槽,冷冻液腔2的腔壁上设有与冷冻液流入通孔13和冷冻液流出通孔14对应连通的孔洞,使冷冻液通入冷冻液腔2中并流出。其中,底板1外径为20cm,中心凹槽直径为10cm。第一密封槽31的外圈设有六个对称的螺纹孔。

[0056] 土样腔4的材质为透明有机玻璃,内径为10.1cm,土样腔4的内壁紧贴冷冻液腔2的外壁,土样腔4的腔壁厚度、第一密封槽31宽度和第二密封槽32宽度均一致。

[0057] 顶盖7的材质为高强铝合金,直径与底板1直径相同,为20cm。顶盖7上的第二密封槽32的位置与底板1上的第一密封槽31的位置相对应。同时,顶盖7上与底板1上的螺纹孔对应相同位置设有六个对称的螺纹孔。顶盖7的中心设有使连杆8通过的第一圆孔和使补水连接管10通过的第二圆孔,第一圆孔直径为1cm。顶盖7设有使传感器接线通过的若干个孔洞。

[0058] 连杆8的材质选取为铝合金,连杆8下端为圆弧形,抵接在土样盖板上,上端为一半球形凹槽,承接测力计12。

[0059] 土样盖板中心设有弧形凹槽,使连杆8下端旋转放入,便于冻胀、融沉的测定,土样盖板上部为金属盖板5,下部为透水石6,经粘合剂相连,金属盖板5靠近中心位置设有贯穿金属盖板5,与补水连接管10固定连接的螺纹孔。补水装置由橡胶管连接滴定管与补水连接管10连接,从而向土样补水。

[0060] 反力架11的材质为钢材,调节反力架11高度使测力计12下端与连杆8上端刚好接触,抵抗试验中土体冻胀产生的巨大冻胀力。测力计12为应变控制式测力环。

[0061] 支架9的材质为高强铝合金,上下端均设有螺纹,下端旋转入底板1的螺纹孔中,上端穿过顶盖7的固定孔洞,由螺母固定。

[0062] 试验前需先进行试验准备,包括:

[0063] 1)装入土样:土样腔4嵌入底板1的第一密封槽31内,在制备好的土样上下各贴一滤纸,在土样上下各插入一个温度传感器,将其装入土样腔4中,置于冷冻液腔2顶部之上,依次安装好土样盖板、顶盖7,将温度传感器的接线从土样盖板及顶盖7的预留孔中穿出;

[0064] 2)将装好后置于反力架11中,调节反力架11高度使测力计12下端与连杆8上端刚好接触;

[0065] 3)根据土样渗透特性选择补水或不补水;

[0066] 4)用包裹有保温材料的冷冻液管路将底板1的冷冻液流入通孔13和冷冻液流出通孔14与制冷机相连,将温度传感器、应变控制式测力环均与数据采集仪相连,可通过计算机软件进行读数。

[0067] 试验时,在土样腔4外壁包裹一层保温材料,防止冷量耗散,保持试验环境温度为16℃,即取样土层的平均温度,将-20℃的冷冻液通入底板1,开始冻结。当土样中上下两个温度传感器的读数相对稳定后,再保持冻结一段时间便停止通入冷冻液,开始解冻。通过计算机不间断读数,可以得到在冷端温度为-20℃时,土样中产生的冻胀力随时间的变化,而由于是应变控制式测力环,通过率定系数换算可以得出土样产生的冻胀量,从而得出土样的冻胀规律。调节冷冻液温度,可以得到不同冻结温度下土体的冻胀规律,实现量测人工冻融土冻胀力与冻胀量的目的。

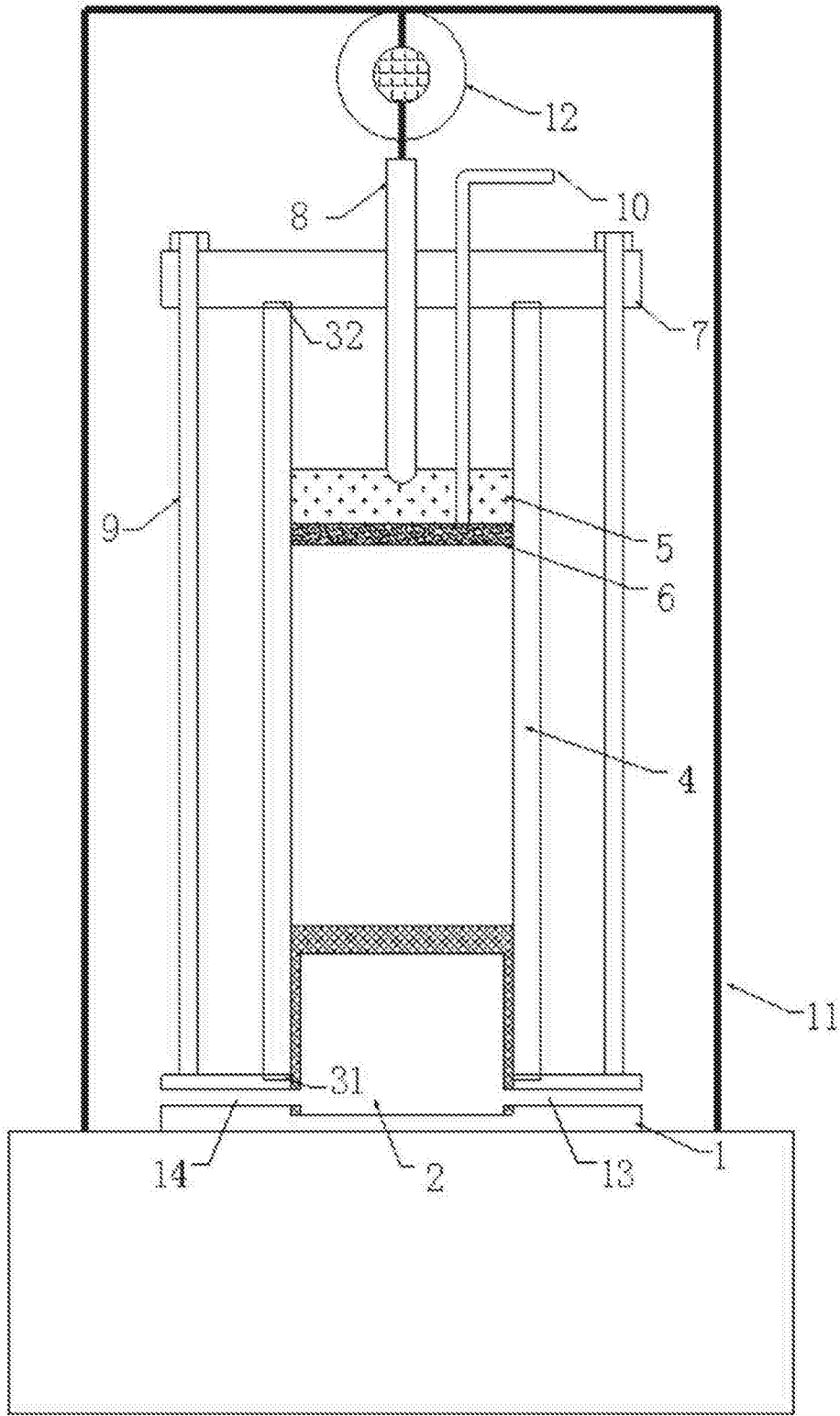


图1

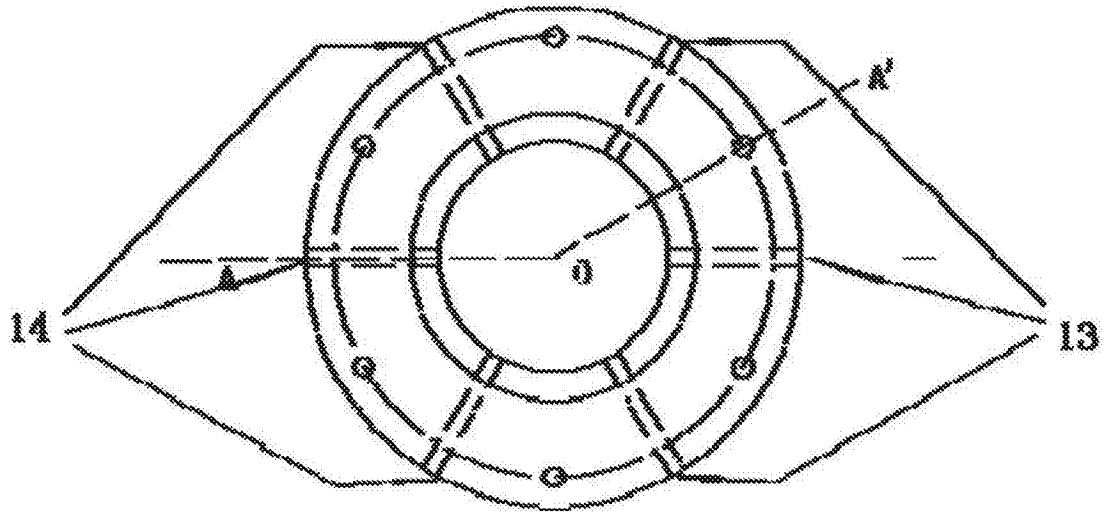


图2

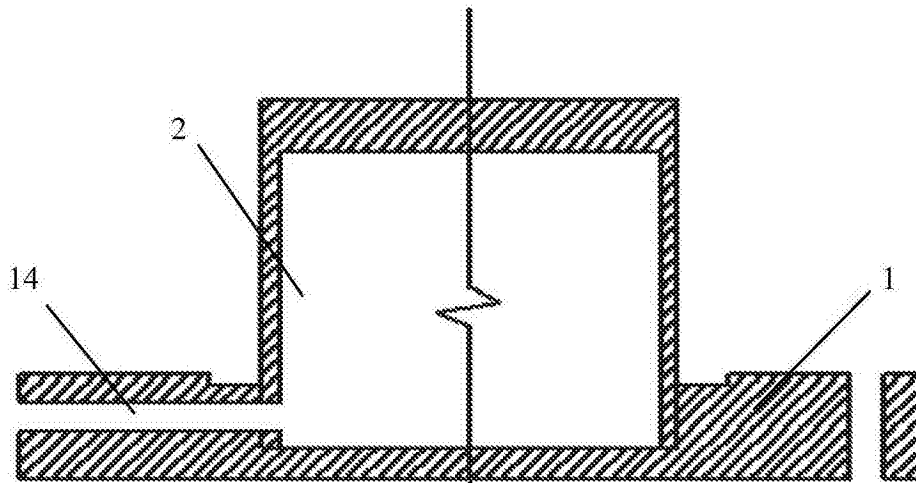


图3