(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104532739 B
(45)授权公告日 2016.05.04

(21)申请号 201410845520.2
(22)申请日 2014.12.31
(73)专利权人 铁道第三勘察设计院集团有限公司
地址 300142 天津市河北区中山路10号
(72)发明人 王祯 苏伟 张雷 马广
(74)专利代理机构 天津市宗欣专利商标代理有限公司 12103
代理人 王宁宁
(51)Int.Cl.
E01D 19/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 202055161 U,2011.11.30,
JP 4005847 B2,2007.11.14,
KR 20030072182 A,2003.09.13,
JP 5574358 B2,2014.08.20,
张四国等.约束阻尼层在钢桁架振动控制中的应用.《山西建筑》.2012,(第5期),
审查员 杨懿敏

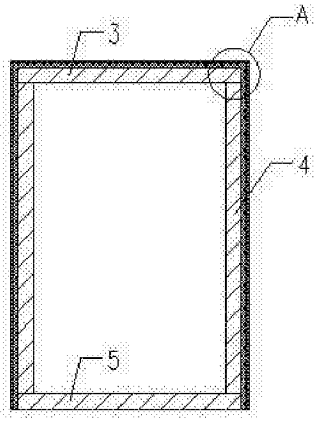
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种钢桥降噪装置

(57)摘要

本发明公开了一种钢桥降噪装置，属于轨道交通振动与噪声控制技术领域及土木工程领域，适用于钢桁梁、钢板梁、直腹板钢箱梁桥，扁平钢箱加劲梁，用于降低钢桥的结构振动，从而进一步降低其结构辐射噪声。该发明包括阻尼层、约束层和固定装置，约束层和阻尼层所构成的阻尼约束层装置是基本的降噪装置，通过层厚匹配可以实现对钢桥结构噪声的抑制作用。当约束阻尼层安装于不同类形钢桥时，视情况采用相应的固定装置，可以保证约束阻尼层与钢桥板件在交通动荷载及环境作用下紧密贴合，提高工作稳定性和使用寿命。当钢桥承受动力荷载时，所引起钢桥板件的振动被约束阻尼层耗散，使得钢桥表面的振动速度大幅降低，从而降低了钢梁向外界辐射的结构噪声。



CN 104532739 B

1.一种钢桥降噪装置，该降噪装置包括阻尼层(1)和包覆在阻尼层外部的约束层(2)，其特征在于：阻尼层(1)由具有高阻尼和良好温频特性的材料构成，约束层(2)由金属板或复合材料板构成，通过阻尼层和约束层以不同厚度的组合形成约束阻尼层，敷设于钢桥构件表面；约束层和阻尼层分别具有两个外侧端面，两个内侧端面，连接外侧端面和内侧端面的两个顶端面和连接两个内侧端面的上端面，形成下端不封口的 “凹”字形，敷设于H形截面弦杆的上表面和侧面，约束阻尼层本身具有自稳定性；或者约束层和阻尼层具有上端面、下端面和两个侧端面，形成“口”字形，以外包形式敷设于箱形或H形截面腹杆外轮廓表面，通过设置在上端面中央封口处的约束阻尼层加强钢板和预紧螺栓保持约束阻尼层与钢件的紧密贴合；或者约束层和阻尼层具有侧端面和底端面，以“L”形形式敷设于整块腹板及部分下翼缘板或底板；在约束阻尼层上部利用角钢压条和连接器使约束阻尼层保持与腹板的密贴，连接器呈“几”字形，通过预紧螺栓与腹板加劲肋栓接；在约束阻尼层下部采用扶壁式三角钢板保持约束阻尼层的直立性；或者约束层和阻尼层具有底端面和两个侧端面，侧端面和底端面之间的夹角为钝角，形成大开口的“U”形，敷设于钢箱加劲梁腹板内侧。

一种钢桥降噪装置

技术领域

[0001] 本发明属于轨道交通振动与噪声控制技术领域及土木工程技术领域，具体涉及一种用于降低钢结构桥梁结构噪声的阻尼装置及其配套固定装置。

背景技术

[0002] 在我国，混凝土桥梁的应用十分广泛，而钢桥的应用不及混凝土桥梁的十分之一。除了钢桥的造价高于混凝土桥梁之外，另一个主要因素就是钢桥的结构噪声比混凝土桥要大，这一点对于轨道交通用的钢桥尤为严重。

[0003] 桥梁的结构噪声由结构表面的振动引起，其中以垂直于结构表面的振动最为显著。对于混凝土桥梁，其结构尺寸一般较为厚实，其最薄的混凝土板厚度为25~30cm。而钢桥一般由杆件或板件焊接和拼接而成，其结构的基本单元是钢板，其钢板厚度一般为12~30mm，相对于混凝土桥梁，钢桥的基本结构显得更为纤薄，其板的局部振动更为剧烈，所引起的结构噪声更为明显，这也就是钢桥结构噪声影响大于混凝土桥的一个重要原因。此外，从材料本身方面考虑，混凝土材料的结构阻尼一般为5%，而钢材的结构阻尼则为2%左右，这也就使得结构振动在钢结构内部衰减较慢，更容易传递。从结构响应的频率范围来看，混凝土桥梁的辐射噪声以中低频为主，而钢桥的辐射噪声则是以中高频为主，可见，钢桥的辐射噪声对于人耳的感受更为明显。

[0004] 相比于混凝土桥，钢桥具有独特的优势，钢桥一般在工厂制造，质量容易保证。钢桥自重轻，下部桥墩和基础的工程数量较为节省。钢桥更为环保，以钢为原材料比以混凝土为原材料的制造过程更为环保。此外，钢桥易于修复和更换，即使全部拆除，钢材也可以回收利用，从总价值上分析，钢桥是一种更为经济合理的桥梁。

[0005] 为了克服钢桥结构噪声大的缺点，更好地发挥其优势，有必要对降低钢桥的结构噪声采取一定的措施。因此，市场迫切需要一种能够减缓钢桥局部振动并降低钢桥结构噪声的阻尼装置。

发明内容

[0006] 本发明针对上述现有技术中存在的问题，提供了一种用于降低钢桥结构噪声的钢桥降噪装置，吸收钢桥构件振动能量，实现对由于钢板局部振动引起的钢桥结构噪声辐射的抑制和削弱。

[0007] 本发明为解决这一问题所采取的技术方案是：

[0008] 本发明的钢桥降噪装置，包括阻尼层和包覆在阻尼层外部的约束层，阻尼层由具有高阻尼和良好温频特性的材料构成，约束层由金属板或复合材料板构成，通过阻尼层和约束层以不同厚度的组合形成约束阻尼层，敷设于钢桥构件表面，能够对于钢板起到更好的降低振动、减少结构噪声辐射的作用。

[0009] 所述的阻尼层的厚度在2~10mm之间，约束层的厚度在2~5mm之间。

[0010] 对于典型的钢桁梁结构，由主桁系统、横向联接系统以及桥面系组成，其中主桁系

统在梁体最外侧，与竖直平面平行，是主要结构噪声辐射源，阻尼层装置对主桁系统进行表面敷设即可获得较好的降低结构振动和噪声的效果。钢桁梁的基本结构为杆件，主桁系统的杆件主要为H形截面和箱形截面两种形式。对于H形截面，翼缘板与竖直平面平行，是主要的声辐射源，当H形截面构件为弦杆构件时，阻尼层装置可以对翼缘板和腹板进行直接粘贴，约束阻尼层装置可以做成下端不封口的“凹”字形，约束层和阻尼层分别具有两个外侧端面，两个内侧端面，连接外侧端面和内侧端面的两个顶端面和连接两个内侧端面的上端面。装置的自重可以通过杆件腹板承担，不再需要加固处理。对于箱形截面，两侧腹板与竖直平面平行，是主要结构声辐射部位，当箱形截面作为弦杆时，约束阻尼层装置可以对翼缘板和腹板进行直接粘贴，约束阻尼层可以做成下端不封口的“口”字形截面，约束层和阻尼层分别具有上端面和两个侧端面。装置的自重可以通过上翼缘承担，也可不再需要固定装置。当H形截面或箱形截面构件构成腹杆时，采用固定装置进行安装固定，加强形阻尼装置通过采用全封闭的“口”字形的敷设方式对两种截面的外围轮廓进行全包围敷设，并采用螺栓进行拧紧，对全包围施加一定的环抱预紧力，从而保证约束阻尼层装置与杆件紧密贴合。

[0011] 对于典型的钢板梁或者钢箱梁结构，由两片工字形截面的主梁或者一片箱形截面以及横向隔板、横联系统、桥面系组成。工字形或箱形主梁的腹板是主要结构噪声辐射源。腹板的钢板尺寸比钢桁梁更大，往往采用更多的局部加劲肋，所需敷设的约束阻尼层装置面积也更大，需要采用特殊的加强装置以保持阻尼层的工作稳定性。一般的，腹板沿顺桥向每隔一段距离会有加劲肋与其进行垂直焊接，约束阻尼层以相邻两加劲肋间的腹板为基本单元进行敷设，每一敷设单元内，约束阻尼层直接与腹板粘贴，敷设成“L”形截面形式，使得约束阻尼层下部敷设范围由腹板深入至下翼缘板的一部分，以保证约束阻尼层装置的自重支撑于下翼缘板。固定装置分为上下两部分，下部固定装置采用分布式的小三角形钢片，对“L”形阻尼层的拐角处进行加强，保证约束层的在重力作用下的受力稳定性。上部固定装置由角钢压条和“几”字形连接板构成，角钢压条是对阻尼层上部沿着顺桥向的压紧装置，保证阻尼层装置不发生侧向倾覆，角钢压条被“几”字形连接板压紧，“几”字形连接板与腹板加劲肋采用螺栓连接，安装时仅需在加劲肋上打眼，不影响主体结构的工作性能。

[0012] 对于斜拉桥或悬索桥的加劲肋普遍采用扁平状的钢箱梁截面，钢箱梁腹板与底板夹角为钝角，其钢板采用“U”形加劲肋对腹板和底板在顺桥向进行加劲。腹板是主要的主要结构噪声辐射源。对于扁平钢箱梁进行阻尼层安装，取腹板及底板上相邻两“U”形加劲肋间的板为基本单元，对其进行敷设，敷设完毕后一般不需要进行额外的加固即可满足阻尼层的工作稳定性。

[0013] 对于钢桁梁腹杆，约束层和阻尼层具有上端面、下端面和两个侧端面，形成“口”字形，以外包形式敷设于箱形或H形截面腹杆外轮廓表面，通过设置在上端面中央封口处的约束阻尼层加强钢板和预紧螺栓保持约束阻尼层与钢件的紧密贴合。

[0014] 本发明具有的优点和积极效果是：

[0015] 本发明提供了分别对应于钢桁梁、钢板梁、钢箱梁、扁平钢箱加劲梁的钢桥降噪装置，基本上涵盖了绝大多数的钢桥类形。降噪装置与钢梁主要的结构部位相紧密贴合，当桥梁上承受动力荷载时，会激励起钢桥上较为复杂的局部振动，这些振动会被约束阻尼层耗散，从而降低构件或钢板表面的振动速度和振幅，进而控制了钢桥向外部的结构噪声辐射。根据激励的频率成分不同，采用不同的阻尼层和约束层材料与层厚组合，从而适应不同的

钢桥地段的降噪要求，达到对桥梁进行减振降噪的目的。

附图说明

[0016] 图1是本发明在钢桁梁箱形截面杆件作为弦杆安装的结构示意图；

[0017] 图2是图1中A部的放大结构示意图；

[0018] 图3是本发明在钢桁梁H形截面杆件作为弦杆安装的结构示意图；

[0019] 图4是图3中B部的放大结构示意图；

[0020] 图5是本发明在钢桁梁箱形截面杆件作为腹杆安装的结构示意图；

[0021] 图6是图5中C部的放大结构示意图；

[0022] 图7是本发明在钢桁梁H形截面杆件作为腹杆安装的结构示意图；

[0023] 图8是图7中D部的放大结构示意图；

[0024] 图9是本发明在钢板梁或直腹板钢箱梁安装的结构示意图；

[0025] 图10是沿图9中的I—I线的剖面结构示意图；

[0026] 图11是图9中E部的放大结构示意图；

[0027] 图12是图9中F部的放大结构示意图；

[0028] 图13是沿图11中的II—II线的剖面结构示意图；

[0029] 图14是本发明在扁平钢加劲肋安装的结构示意图；

[0030] 图15是图14中G部的放大结构示意图。

[0031] 附图中主要部件符号说明：

[0032] 1：阻尼层

[0033] 2：约束层

[0034] 3：钢桁梁箱形弦杆上翼缘板

[0035] 4：钢桁梁箱形弦杆腹板

[0036] 5：钢桁梁箱形弦杆下翼缘板

[0037] 6：钢桁梁H形弦杆翼缘板

[0038] 7：钢桁梁H形弦杆腹板

[0039] 8：约束阻尼层加强钢板

[0040] 9：预紧螺栓

[0041] 10：钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板

[0042] 11：钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板加劲肋

[0043] 12：钢板梁或直腹板钢箱梁的上翼缘板

[0044] 13：钢板梁或直腹板钢箱梁的下翼缘板或底板

[0045] 14：连接器

[0046] 15：角钢压条

[0047] 16：扶壁式三角钢板

[0048] 17：水平钢板压条

[0049] 18：连接器橡胶垫

[0050] 19：扁平钢箱加劲梁斜腹板

[0051] 20：扁平钢箱加劲梁加劲肋。

具体实施方式

[0052] 以下参照附图及实施例对本发明的钢桥降噪装置进行详细的说明。

[0053] 本发明的钢桥降噪装置，由约束阻尼层和固定装置构成，其中约束阻尼层由阻尼层和约束层构成。约束层包覆在阻尼层外部，阻尼层和约束层可以以不同厚度的组合，敷设于钢桥需降噪的部位。阻尼层的厚度在2~10mm之间，约束层的厚度在2~5mm之间。阻尼层与约束层的厚度比在2:3~5:1之间。

[0054] 阻尼层由具有较大损耗因子的高分子材料或橡胶制成，其本身在较宽的温度和频率范围内都能保持良好的阻尼特性，阻尼层的作用是将引起结构噪声的振动能量转化为本身的剪切变形能和热能，从而起到降噪的功能。阻尼层的两侧具有足够的粘性，其一面直接粘贴于清洁的钢桥构件表面，另一面可以粘贴约束层。

[0055] 约束层可以进一步提高阻尼层的耗能效果，约束层可以采用金属板或合金等复合材料。固定装置是保证约束层和阻尼层能够与钢梁板件基体保持长久、有效紧密贴合的加强装置，该装置视不同的钢桥结构而有所不同。在实际应用中，可以根据钢桥噪声特点，有针对性的选择阻尼层、约束层和固定装置的合理组合，从而获得较高的降噪性能和良好的工程经济性。

[0056] 实施例一

[0057] 图1是本发明在钢桁梁箱形截面杆件作为弦杆安装的结构示意图；图2是图1中A部的放大结构示意图。如图1和图2所示，第一实施例的钢桥降噪装置包括阻尼层1和约束层2，适用于钢桁梁箱形截面弦杆。钢桁梁箱形弦杆包括上端的钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3、两侧的钢桁梁箱形弦杆腹板4和下端的钢桁梁箱形弦杆下翼缘板5。由于弦杆轴线平行于水平面，因此，本发明设计成下端不封口的“口”字形结构，约束层和阻尼层都具有上端面和两个侧端面，分别敷设于箱形截面弦杆的上表面和侧面，约束阻尼层本身具有自稳定性。阻尼层1的两面均具有高粘性，其一面与钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3及钢桁梁箱形弦杆腹板4粘贴，另一面与约束层2粘贴。

[0058] 应用时，将阻尼层1适应钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3及钢桁梁箱形弦杆腹板4的外表面形状，约束层2除了本身具有约束阻尼的作用外，还类似于一个卡子将阻尼层1牢牢地卡在钢桁梁箱形弦杆腹板4上，而阻尼层2的自重则由钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3承担，保证阻尼装置结构本身可以与钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3及钢桁梁箱形弦杆腹板4稳定紧贴。

[0059] 本实施例中，阻尼层1厚度大约3~10mm，可采用橡胶、高阻尼橡胶、多层共挤等高分子材料，其温频特性满足钢桥减振降噪要求。约束层2厚度大约2~5mm，可采用金属板或复合材料板。

[0060] 实施例二

[0061] 图3是本发明在钢桁梁H形截面杆件作为弦杆安装的结构示意图；图4是图3中B部的放大结构示意图。如图3和图4所示，第二实施例的钢桥降噪装置，适用于钢桁梁H形截面弦杆，钢桁梁H形弦杆包括两侧的钢桁梁H形弦杆翼缘板6和中间的钢桁梁H形弦杆腹板7。由于弦杆轴线平行于水平面，因此，本发明设计成下端不封口的“凹”字形结构，约束层和阻尼层都具有两个外侧端面，两个内侧端面，连接外侧端面和内侧端面的两个顶端面和连接两个内侧端面的上端面，分别敷设于H形截面弦杆的上表面和侧面，约束阻尼层本身具有自稳

定性。阻尼层1一面与钢桁梁H形弦杆翼缘板6及钢桁梁H形弦杆腹板7粘贴，另一面与约束层2粘贴。

[0062] 应用时，将阻尼层1适应钢桁梁H形弦杆翼缘板6及钢桁梁箱形弦杆腹板7的外表面形状，约束层2除了本身具有约束阻尼的作用外，约束层2类似于一个钳子将阻尼层1牢固地夹在钢桁梁H形弦杆腹板6上，而阻尼层2的自重则由钢桁梁H形弦杆腹板7承担。

[0063] 实施例三

[0064] 图5是本发明在钢桁梁箱形截面杆件作为腹杆安装的结构示意图；图6是图5中C部的放大结构示意图；图7是本发明在钢桁梁H形截面杆件作为腹杆安装的结构示意图；图8是图7中D部的放大结构示意图。如图5至图8所示，第三实施例的钢桥降噪装置，适用于钢桁梁箱形或H形截面腹杆，由于腹杆轴线与水平面不平行，因此，需要对阻尼层1和约束层2进行额外的加强固定。该装置包括阻尼层1、约束层2、约束阻尼层加强钢板8以及预紧螺栓9。约束层2和阻尼层1具有上端面、下端面和两个侧端面，形成“口”字形，以外包形式敷设于箱形或H形截面腹杆外轮廓表面，通过设置在上端面中央封口处的约束阻尼层加强钢板8和预紧螺栓9保持约束阻尼层与钢件的紧密贴合。

[0065] 应用时，对于箱形截面，如图5和图6所示，阻尼层1与钢桁梁箱形弦杆腹板4、钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3和钢桁梁箱形弦杆下翼缘板5粘贴，约束层2对阻尼层1的另一面进行紧密包围，在钢桁梁箱形弦杆上翼缘板3附近，约束阻尼层加强钢板8与约束层2采用焊接连接，进行局部加固，在两块约束阻尼层加强钢板8接口处，采用预紧螺栓9及螺母固定约束阻尼层加强钢板8。

[0066] 对于H形截面，如图7和图8所示，与箱形梁区别在于阻尼层1仅与钢桁梁H形截面翼缘板6粘贴，在钢桁梁H形截面腹板7上下侧空间，阻尼层保持脱空状态，约束层2与阻尼层1密贴，其加固装置与箱形截面杆件类似，不在赘述。

[0067] 实施例四

[0068] 图9是本发明在钢板梁或直腹板钢箱梁安装的结构示意图；图10是沿图9中的I—I线的剖面结构示意图；图11是图9中E部的放大结构示意图；图12是图9中F部的放大结构示意图；图13是沿图11中的II—II线的剖面结构示意图。如图9至图13所示，第四实施例的钢桥降噪装置，适用于钢板梁或者直腹板钢箱梁。钢板梁或者直腹板钢箱梁包括中间的钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板10和钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板加劲肋11、上端的钢板梁或直腹板钢箱梁的上翼缘板12以及下端的钢板梁或直腹板钢箱梁的下翼缘板或底板13。该装置包括阻尼层1、约束层2、连接器14、角钢压条15、预紧螺栓9、扶壁式三角钢板16、水平钢板压条17和连接器橡胶垫18。约束层和阻尼层具有侧端面和底端面，以“L”形形式敷设于整块腹板及部分下翼缘板或底板，敷设面积比钢桁梁杆件更大。对约束阻尼层采用了对上部和下部同时加固的方式，在约束阻尼层上部利用角钢压条15和连接器14使约束阻尼层保持与腹板的密贴，连接器14呈“几”字形，通过预紧螺栓9与腹板加劲肋栓接；在约束阻尼层下部采用扶壁式三角钢板16保持约束阻尼层的直立性。

[0069] 由于钢板梁或钢箱梁梁高比钢桁梁杆件大很多，可以进入钢梁内部进行安装，只需要单面安装减振降噪装置即可。应用时，将阻尼层1与钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板10以及钢板梁或直腹板钢箱梁的下翼缘板或底板13的一部分进行粘贴，约束层2与阻尼层1紧密贴合，这样阻尼层1和约束层2成“L”形布置，由于阻尼层1与约束层2在竖直方向粘贴面积较

大，需要对其进行加固，因此本发明对约束层2进行上下两部分加固。在上部，采用角钢压条15压紧约束层2，如图10所示，在角钢压条15上进行打孔，进一步降低其自重，角钢压条15水平一肢搭在“几”字形连接器14上，角钢压条15的竖直一肢被“几”字形连接器14压紧，“几”字形连接器14通过螺栓及螺母9与钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板加劲肋11栓接，为了保证连接在动荷载情况下不松动，在“几”字形连接器14和钢板梁或直腹板钢箱梁的腹板加劲肋11之间垫一层”L”字形连接器橡胶垫18。图10中示出了一根压条的情况，应用时，可以根据梁高增加压条的数量。在下部，采用扶壁式三角钢板16和水平钢板压条17对阻尼层1和约束层2进行底部加强，保证阻尼层1和约束层2成“L”形布置与钢板梁或直腹板钢箱梁的下翼缘板或底板13的紧密贴合。

[0070] 对于钢桁梁、钢板梁、直腹板钢箱梁桥钢板厚度一般为20~32mm，交通动荷载所荷载引起的钢桁梁、钢板梁或直腹板钢箱梁的动力响应以中高频为主。以常规橡胶阻尼材料和不锈钢板为例，对其按照2mm阻尼层+3mm约束层方式进行敷设即可获得降低结构噪声4.2dB~6.3dB的降噪效果。

[0071] 实施例五

[0072] 图14是本发明在扁平钢加劲肋安装的结构示意图；图15是图14中G部的放大结构示意图。如图14和图15所示，第五实施例的钢桥降噪装置，适用于扁平钢箱加劲梁。该装置包括阻尼层1、约束层2，敷设时，约束层和阻尼层具有底端面和两个侧端面，侧端面和底端面之间的夹角大于90°，形成大开口的“U”形。以相邻扁平钢箱加劲梁U形加劲肋20间扁平钢箱加劲梁斜腹板19内侧为基本敷设单元，约束层1和阻尼层2对扁平钢箱加劲梁斜腹板19和扁平钢箱加劲梁U形加劲肋20的部分进行敷设，约束阻尼层本身即可满足于钢板的紧密贴合。

[0073] 扁平钢箱加劲梁钢板厚度一般为12~22mm，交通动荷载所引起的动力响应以中低频为主，以常规阻尼材料和不锈钢板为例，对其按照3mm阻尼层+5mm约束层的方式敷设即可获得3.6dB~5.5dB的降噪效果。

[0074] 本发明提供了分别对应于钢桁梁、钢板梁、钢箱梁、扁平钢箱加劲梁的钢桥降噪装置，基本上涵盖了绝大多数的钢桥类形。降噪装置所采用的阻尼层和约束层对钢梁增重较小，但是却使结构噪声降低3dB以上，效果十分明显。

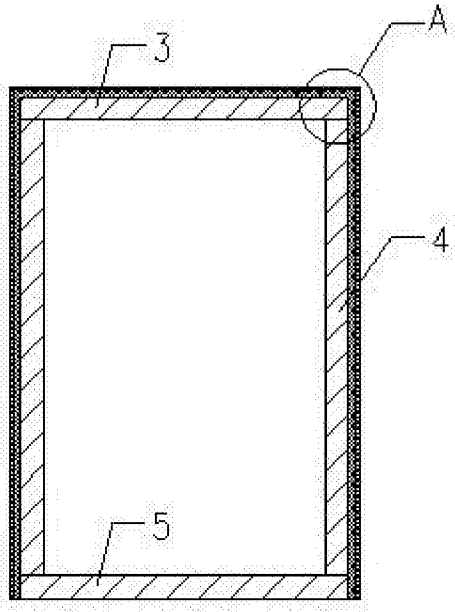


图1

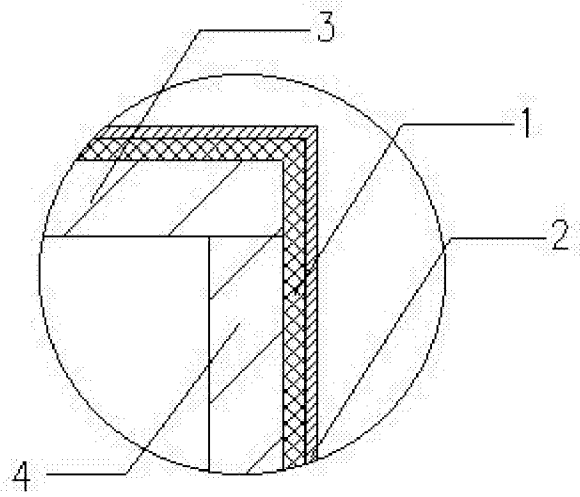


图2

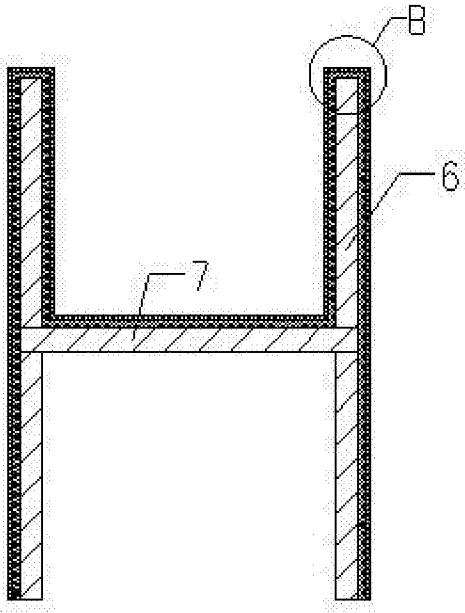


图3

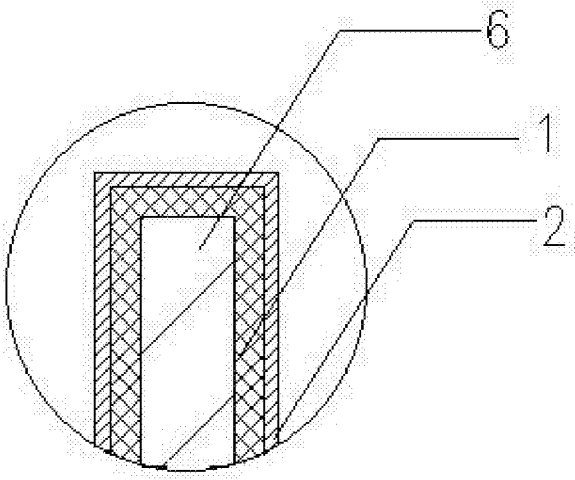


图4

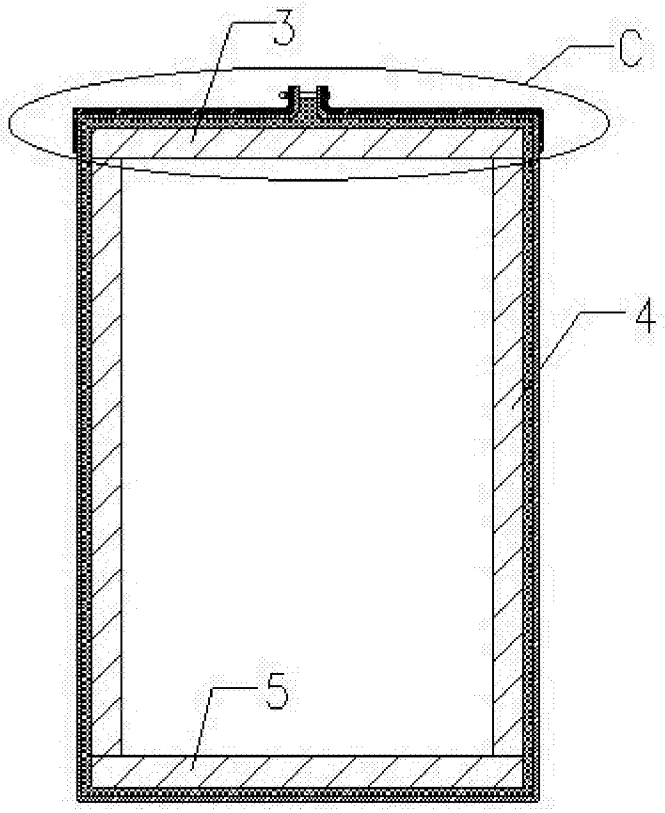


图5

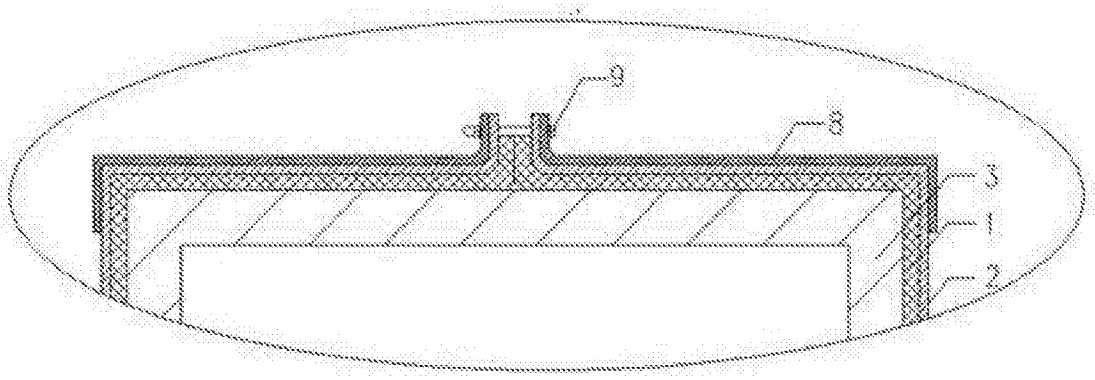


图6

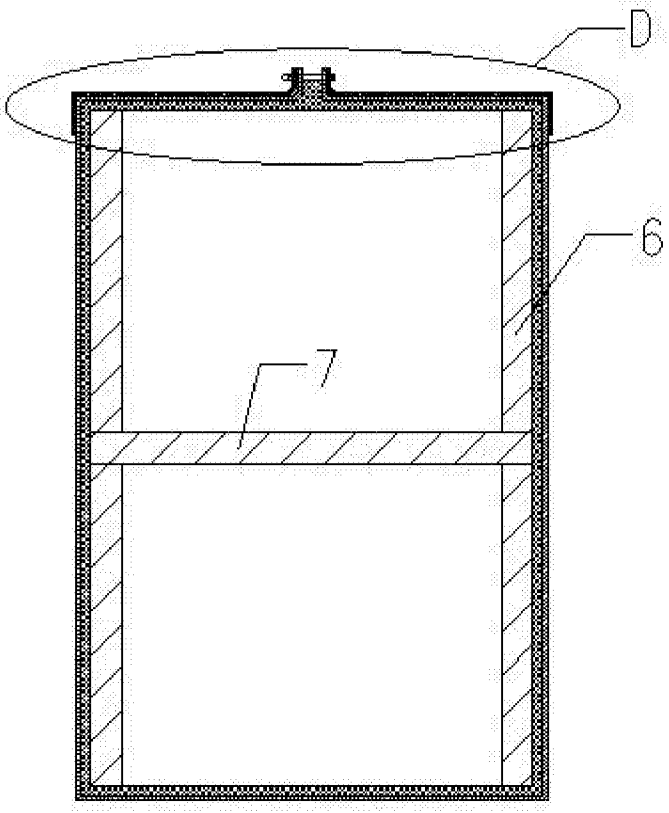


图7

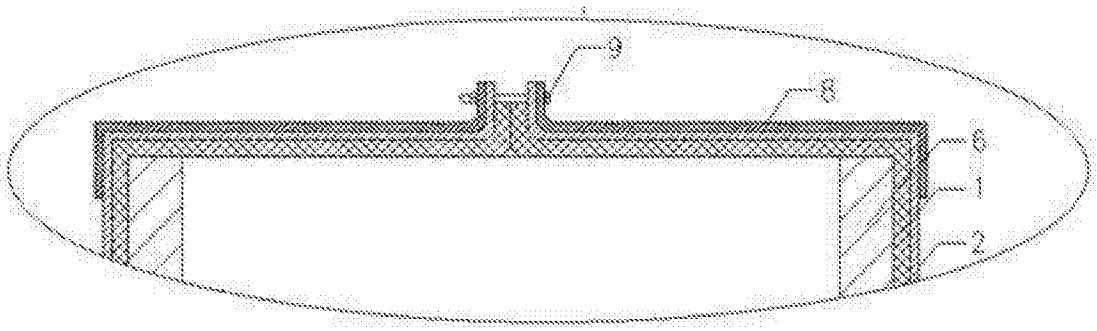


图8

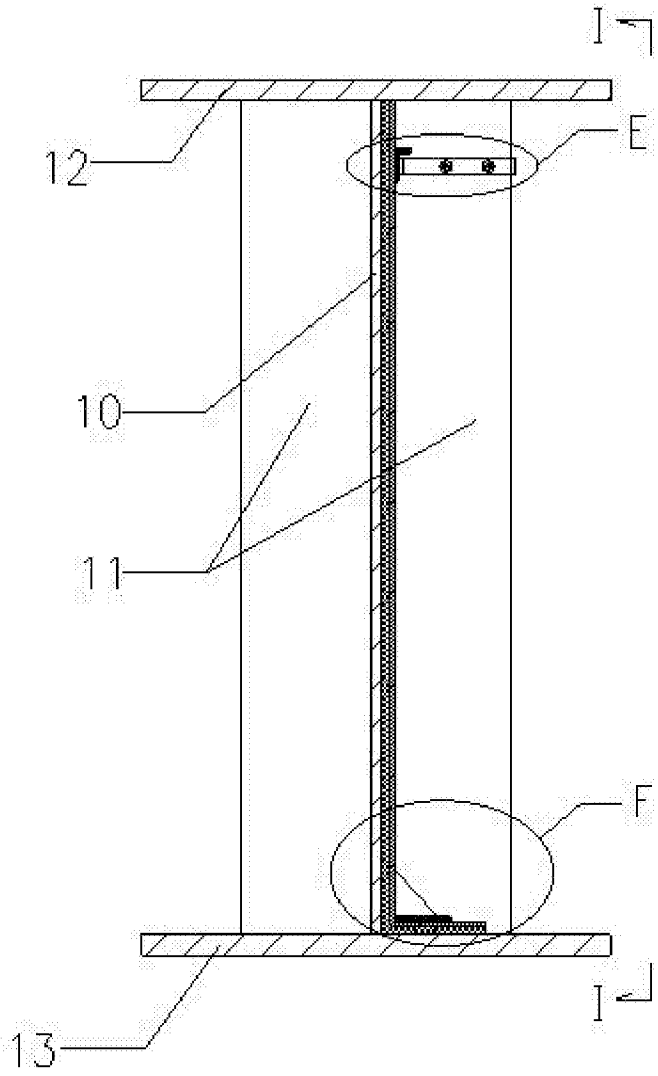


图9

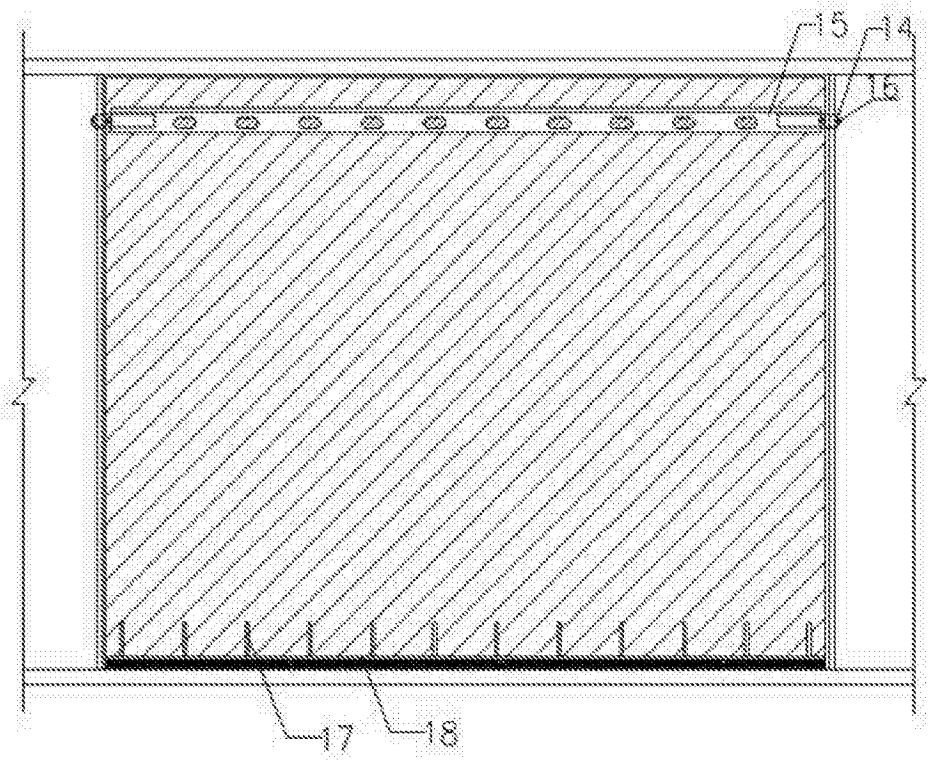


图10

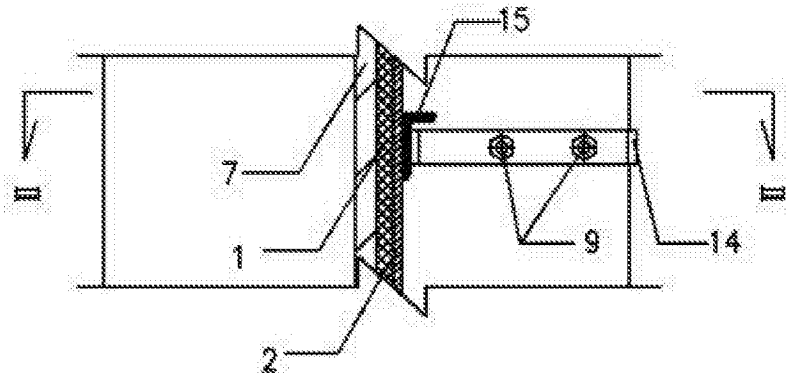


图11

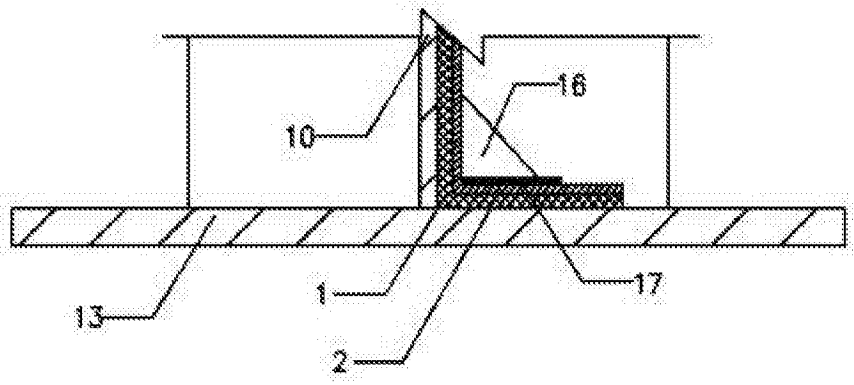


图12

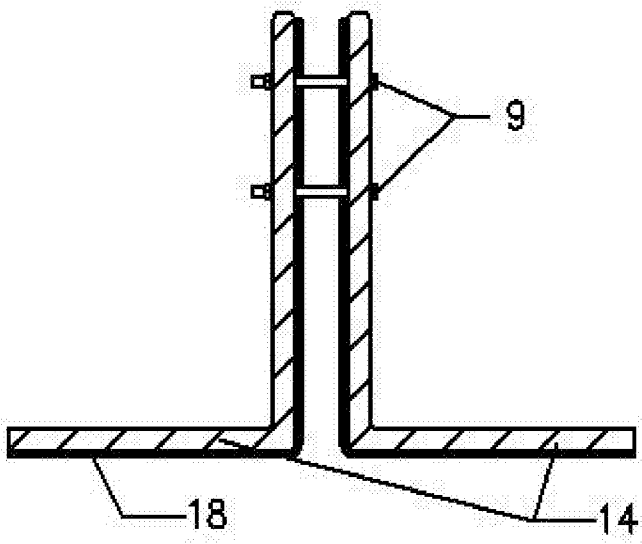


图13

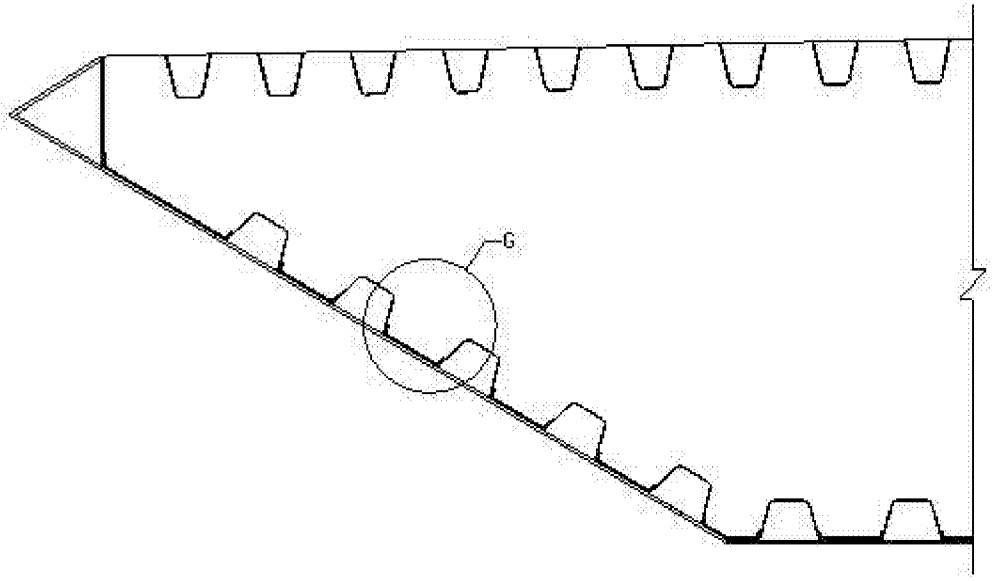


图14

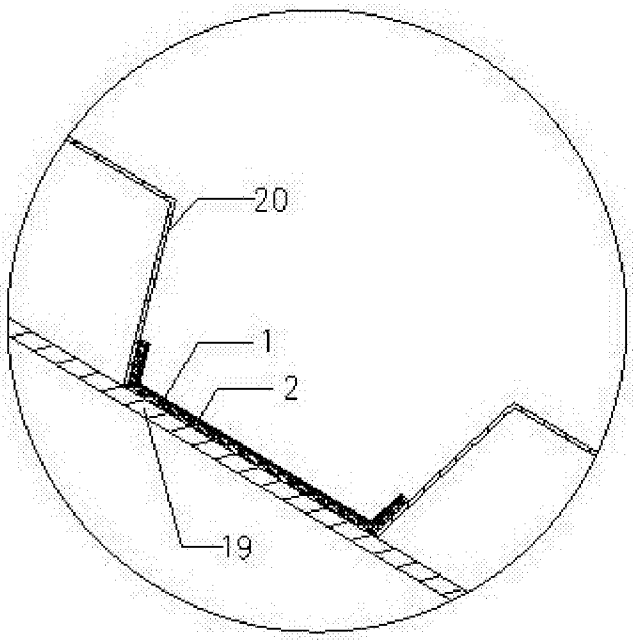


图15