



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115892367 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202211441974.4

(22) 申请日 2022.11.17

(71) 申请人 福建华清九景环境科技有限公司
地址 364200 福建省龙岩市上杭县临城镇
黄竹村工业区黄竹大路13号

(72) 发明人 江东

(74) 专利代理机构 武汉华之喻知识产权代理有
限公司 42267
专利代理师 梁鹏 张彩锦

(51) Int. Cl.
B63B 35/44 (2006.01)

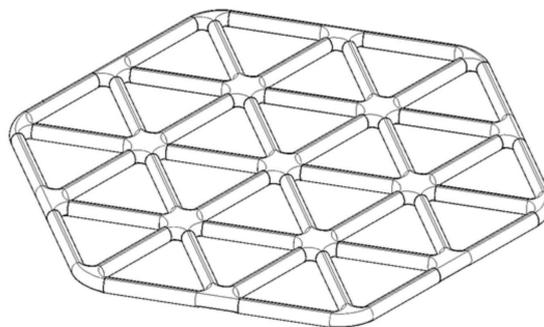
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱

(57) 摘要

本发明属于海上光伏发电新能源相关技术领域,并公开了一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱,该整体浮箱由多个正三角形单元彼此相邻地组装成六边形的蜂巢状框架结构,并且该蜂巢状框架结构通过一次性整体浇筑而成;各个正三角形单元包括混凝土薄壳长管结构和发泡内胆,其中混凝土薄壳长管结构用于搭建形成正三角形且其横断面呈近似椭圆形的封闭管状,发泡内胆具备大量的密闭孔隙,并在整体浇筑时填充在混凝土薄壳长管结构的内部。通过本发明,能够以结构紧凑、便于加工的方式获得结构更为稳定可靠的整体式浮箱,同时确保提供良好的抗风浪能力并有效降低材料成本;其整体浇筑成型方式取消了海上现场的浮箱组装连接工序,显著提高了生产效率。



1. 一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱, 该蜂巢状整体浮箱用于装载海上发电光伏板, 其特征在于:

该整体浮箱由多个正三角形单元彼此相邻地组装成六边形的蜂巢状框架结构, 并且该蜂巢状框架结构通过一次性整体浇筑而成, 然后在框架内部张拉钢绞线固定光伏板, 由此形成一个独立的海上光伏发电单元;

对于各个正三角形单元而言, 其包括混凝土薄壳长管结构和发泡内胆, 其中该混凝土薄壳长管结构用于搭建形成正三角形, 并且它的横断面呈近似椭圆形的封闭管状; 该发泡内胆具备大量的密闭孔隙, 并在整体浇筑时填充在所述混凝土薄壳长管结构的内部。

2. 如权利要求1所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述混凝土薄壳长管结构优选由超高性能纤维混凝土(UHPC)直接浇筑成型。

3. 如权利要求1或2所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述混凝土薄壳长管结构的浇筑成型方式优选如下: 采用带弧形的两个楔形橡胶块分别作为活动上模, 用于形成上部弧形; 采用呈劣弧形状的小半圆模具作为固定下模, 用于形成下部弧形且方便脱模; 此外, 采用所述泡沫塑料内胆替代作为内模。

4. 如权利要求3所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述混凝土薄壳长管结构的顶部为平面, 其无需上模, 在浇筑成型后直接用混凝土抹平。

5. 如权利要求4所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述混凝土薄壳长管结构优选从其椭圆形短轴切点开始向下壁厚向内逐渐增厚, 至椭圆长轴切点最低点时壁厚达到最大值。

6. 如权利要求1-5任意一项所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述发泡内胆优选由以下任意一种材料制成: 聚氨酯(PUR)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、酚醛树脂等; 具备大量密闭孔隙的发泡混凝土; 或者是由玻璃钢粉末与高分子树脂混合并导入空气所形成的轻质玻璃钢材料。

7. 如权利要求6所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述发泡内胆优选由模塑聚苯乙烯泡沫塑料制成, 并且其密度小于等于 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。

8. 如权利要求1-7任意一项所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 所述发泡内胆沿其长度方向优选设置有环状楔形槽, 相应在所述混凝土薄壳长管浇筑时形成对应形状的环状凸起, 由此进一步增强整体刚度; 此外, 所述发泡内胆表面压入蜂巢状楔形槽, 相应在所述混凝土薄壳长管浇筑时形成对应形状的蜂巢状凸起, 由此进一步增强薄壳结构整体刚度。

9. 如权利要求1-8任意一项所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 上述整体浮箱无需使用多个浮箱拼接而成, 并且其内部无任何拼接节点。

10. 如权利要求1-9任意一项所述的蜂巢状整体浮箱, 其特征在于, 上述整体浮箱优选在海边现场浇筑而成, 并在浇筑完成后直接漂浮入水。

一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱

技术领域

[0001] 本发明属于海上光伏发电新能源相关技术领域,更具体地,涉及一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱。

背景技术

[0002] 海上光伏发电作为一种新的能源利用方式和资源开发模式,是将“光伏电站”从陆地搬到了海上,在海洋上利用光伏技术建立起发电站,具有发电量高、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。漂浮式光伏电站是指借助浮体材料与锚固系统使光伏组件、逆变器等发电设备漂浮在海洋上进行发电,主要分为浮管式和浮箱式两大类。

[0003] 专利检索发现,现有技术中提出的海上光伏浮箱平台通常由大型钢管密封焊接组成浮箱,并构成矩形框架,然后在其上张拉钢绞线安装光伏板。例如,CN114872845A公开了一种适用于海上环境的浮式光伏平台,CN206218154U公开了一种用于水电漂浮光伏电站的浮箱,等等。

[0004] 然而,进一步的研究表明,上述现有技术仍然存在以下的缺陷或不足:首先,这类浮箱需要采用横梁、圆钢管、预埋钢件、联接栓等元件才能将独立的各个浮箱组合成光伏平台,在恶劣工况下往往存在着结构复杂、操作不便和效率低下等问题;其次,这类浮箱对结构设计及材料选型研究较少,在抵抗风浪冲击、维持良好的浮力支撑方面尚存在较大的改进空间。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或需求,本发明的目的在于提供一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱,其中通过对整个装置的构造组成及空间布局重新进行设计,同时围绕其成型方式进行针对性改进,相应能够以结构紧凑、便于加工的方式获得结构更为稳定可靠的整体式浮箱,同时确保提供良好的抗风浪能力并有效降低材料成本;其整体浇筑成型方式取消了海上现场的浮箱组装连接工序,显著提高了生产效率,并尤其适用于各类恶劣工况的海上光伏发电应用场合。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明,提供了一种正三角形构成的蜂巢状整体浮箱,该蜂巢状整体浮箱用于装载海上发电光伏板,其特征在于:

[0007] 该整体浮箱由多个正三角形单元彼此相邻地组装成六边形的蜂巢状框架结构,并且该蜂巢状框架结构通过一次性整体浇筑而成,然后在框架内部张拉钢绞线固定光伏板,由此形成一个独立的海上光伏发电单元;

[0008] 对于各个正三角形单元而言,其包括混凝土薄壳长管结构和发泡内胆,其中该混凝土薄壳长管结构用于搭建形成正三角形,并且它的横断面呈近似椭圆形的封闭管状;该发泡内胆具备大量的密闭孔隙,并在整体浇筑时填充在所述混凝土薄壳长管结构的内部。

[0009] 进一步优选地,所述混凝土薄壳长管结构优选由超高性能纤维混凝土(UHPC)直接浇筑成型。

[0010] 进一步优选地,所述混凝土薄壳长管结构的浇筑成型方式优选如下:采用带弧形的两个楔形橡胶块分别作为活动上模,用于形成上部弧形;采用呈劣弧形状的小半圆模具作为固定下模,用于形成下部弧形且方便脱模;此外,采用所述泡沫塑料内胆替代作为内模。

[0011] 进一步优选地,所述混凝土薄壳长管结构的顶部为平面,其无需上模,在浇筑成型后直接用混凝土抹平。

[0012] 进一步优选地,所述混凝土薄壳长管结构优选从其椭圆形短轴切点开始向下壁厚向内逐渐增厚,至椭圆长轴切点最低点时壁厚达到最大值。

[0013] 进一步优选地,所述发泡内胆优选由以下任意一种材料制成:聚氨酯(PUR)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、酚醛树脂等;具备大量密闭孔隙的发泡混凝土;或者是由玻璃钢粉末与高分子树脂混合并导入空气所形成的轻质玻璃钢材料。

[0014] 进一步优选地,所述发泡内胆优选由模塑聚苯乙烯泡沫塑料制成,并且其密度小于等于 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0015] 进一步优选地,所述发泡内胆沿其长度方向优选设置有环状楔形槽,相应地在所述混凝土薄壳长管浇筑时形成对应形状的环状凸起,由此进一步增强整体刚度。此外,所述发泡内胆表面压入蜂巢状楔形槽,相应地在所述混凝土薄壳长管浇筑时形成对应形状的蜂巢状凸起,由此进一步增强薄壳结构整体刚度。

[0016] 进一步优选地,上述整体浮箱无需使用多个浮箱拼接而成,并且其内部无任何拼接节点。

[0017] 进一步优选地,上述整体浮箱优选在海边现场浇筑而成,并在浇筑完成后直接漂浮入水。

[0018] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,主要具备以下技术优点:

[0019] (1) 结构设计优化:本发明对整个装置的构造组成及空间布局重新进行了设计,从结构设计角度看,由于采用正三角形单元来拼装形成六边形蜂巢状框架结构,不仅可最大程度地节省材料,而且即便尺寸较大时,各边长方向在海浪冲击下仍可稳定保持自身的刚度,由此形成一种更为可靠的抗风浪平台,为光伏板提供有利支撑;横断面呈近似椭圆形的薄壳长管结构在浇筑时无需固定式上模,极大方便了脱模操作;此外,这种整体式浮箱还便于在海边现场浇筑,完成后直接将整体结构漂浮入水即可。

[0020] (2) 材料选型优化:本发明还进一步对浮箱的材料特征方面作出了针对性研究,从材料选型角度看,由于采用混凝土取代钢管,既降低了材料成本,又可以充分利用混凝土的流动成型特性,就地整体浇筑成型,不再需要使用现有技术中的各类连接元件,显著提高了施工效率,并可取消海上现场的浮箱组装连接工序;尤其是,超高性能纤维混凝土所具备的高抗拉强度特性能够将浮箱壁厚压缩到极限,形成一个基本无应力集中的薄壳蛋状结构,表面的蜂巢状结构,又有效增加了薄壳的刚度。与此相配合地,具备密闭孔隙的各类发泡内胆不仅可为该浮箱提供浮力支撑,在混凝土薄壳长管结构遭到破坏时仍维持浮箱的浮力,而且当本发明的整体式浮箱遭受较大的海浪冲击或相邻浮箱的撞击时,可以有效缓冲并吸收撞击能量,提供薄壳长管结构变形恢复的弹性能量;

[0021] (3) 成型方式优化:本发明还进一步对浮箱的成型方式作出了针对性改进其中通

过采用固定下模和活动上模,能够以便于操控、灵活方便的方式形成一种呈近似椭圆形横断面的整体浮箱,待浇筑完成养护达到龄期后,无需脱模,成型室内注水后上部的活动上模自行上浮,随后六边形蜂巢状整体浮箱上浮即可交付使用,极大地提高了生产效率;此外,采用各类发泡内胆作为内模,还进一步方便了混凝土薄壳长管结构的浇筑成型操作。

附图说明

[0022] 图1是按照本发明所设计的蜂巢状整体浮箱的整体结构示意图;

[0023] 图2是按照本发明的一个优选实施例,用于更具体地显示混凝土薄壳长管结构的示意图;

[0024] 图3是按照本发明的一个优选实施例,用于更具体地显示安装钢丝笼的示意图;

[0025] 图4a-4c是按照本发明的一个优选实施例,用于更具体地显示对整体浮箱采用固定下模和活动上模进行浇筑成型的过程示意图;

[0026] 图5是按照本发明的一个优选实施例,用于更具体地显示预制坞的示意图。在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同或相似的元件或结构,其中:

[0027] 1-地面,2-第一标高,3-第二标高,4-浮箱,5-橡胶楔子,6-水位线,11-开孔内隔板,21-混凝土模具槽,22-斜坡。

具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 图1是按照本发明所设计的蜂巢状整体浮箱的整体结构示意图。如图1所示,该蜂巢状整体浮箱用于装载海上发电光伏板,由多个正三角形单元彼此相邻地组装成六边形的蜂巢状框架结构,下面将结合图1对其进行具体说明。

[0030] 图1所示的蜂巢状框架结构包含了多个正三角形单元,并且它们通过一次性整体浇筑而成,然后在框架内部张拉钢绞线固定光伏板,由此形成一个独立的海上光伏发电单元。

[0031] 通过以上构思,本发明将多个稳定的小正三角形框架组合成大型六边形框架结构,利用混凝土的流动成型特性,就地整体浇筑成型;这样不仅可取消海上现场的浮箱组装连接工序,降低施工成本,而且由于完全采用混凝土取代钢管,能够显著降低材料成本。更具体而言,蜂巢结构本身为最节省材料的工程结构,按照本发明进一步将蜂巢结构内部改为多个正三角形框架,这样即便当尺寸过大时,边长方向在海浪冲击下仍可保持自身的刚度。此外,多个正三角形框架组成的蜂巢结构一次浇注成型,无需使用多个浮箱拼接,无拼接节点,并形成一个稳定的抗风浪平台,为光伏板提供有利支撑。

[0032] 参看图1,对于各个正三角形单元而言,其包括混凝土薄壳长管结构和发泡内胆,其中该混凝土薄壳长管结构用于搭建形成正三角形,并且它的横断面呈近似椭圆形的封闭管状;该发泡内胆具备大量的密闭孔隙,并在整体浇筑时填充在所述混凝土薄壳长管结构的内部。

[0033] 更具体地,这个六边形框架边长25m,面积 1621m^2 ,混凝土椭圆管的长轴1.5m,短轴1.2m,壁厚5cm,管面平台宽度195mm。

[0034] 按照本发明的一个优选实施例,所述混凝土薄壳长管结构优选由超高性能纤维混凝土(UHPC)直接浇筑成型。所述发泡内胆优选由以下任意一种材料制成:聚氨酯(PUR)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、酚醛树脂等;具备大量密闭孔隙的发泡混凝土;或者是由玻璃钢粉末与高分子树脂混合并导入空气所形成的轻质玻璃钢材料。进一步地,所述发泡内胆优选由模塑聚苯乙烯泡沫塑料制成,并且其密度小于等于 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0035] 通过以上设计,譬如超高性能纤维混凝土之类材料所具备的高抗拉强度特性能够将浮箱壁厚压缩到极限,形成一个基本无应力集中的薄壳蛋状结构;而与此相配合地,譬如模塑聚苯乙烯泡沫塑料之类的发泡内胆不仅可为该浮箱提供浮力支撑,在混凝土薄壳长管结构遭到破坏时仍维持浮箱的浮力,而且当本发明的整体式浮箱遭受较大的海浪冲击或相邻浮箱的撞击时,可以有效缓冲并吸收撞击能量,提供薄壳长管结构变形恢复的弹性能量。

[0036] 参看图2,显示了按照本发明的一个优选实施例的混凝土薄壳长管结构的具体构造。如图2中所示,该混凝土薄壳长管结构的横断面呈近似椭圆形的封闭管状,更具体为上部弧形且顶部呈平面,下部同样为弧形。此外,该长管结构的内部优选还布置有多个开孔内隔板11。

[0037] 更具体地,该开孔内隔板高度5cm,厚度4cm,管内间距1m布置。整个框架混凝土总体积为 111.048m^3 ,混凝土重量为277.62t。(混凝土采用UHPC,抗压强度 $\geq 80\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 10\text{MPa}$)。

[0038] 参看图3,显示了按照本发明的一个优选实施例的安装钢丝笼的示意图。如图3中所示,钢丝笼譬如可采用直径2mm钢丝网,间距为50mm,加强龙骨、肋条采用直径8mm钢筋,肋条间距500mm,整个框架8mm钢筋重量3.180t,钢丝网重量2.028t,钢筋总重量为5.208t。整个框架自重282.828t,入水0.584m,高于水面0.916m;整个框架高于水面30cm时,排水体积 631.449m^3 ,可承重348.621t。

[0039] 相应地,本发明还提供了采用固定下模和活动上模来制造上述椭圆形结构的成型方式。按照本发明,在混凝土浇筑时无需固定式上模,可采用带弧形的楔形橡胶块,形成上部弧形,下模为劣弧形状的小半圆,有利脱模。或者可以不设下模,在混凝土地面上开挖劣弧形状的小半圆槽,形成多个三角形框架组成的六边形蜂巢图案,在小半圆槽中埋入纵向剖开塑料管或钢管作为下模。此外,浇筑时采用泡沫塑料内胆替代内模,同时具有密闭孔隙的泡沫塑料内胆在管内形成空腔为框架提供浮力,六边形蜂巢框架上部为平面,无需上模,浇筑后抹平混凝土即可。

[0040] 当六边形蜂巢结构浮箱混凝土浇筑完成养护达到龄期后,无需脱模,成型室内注水后上部的弧形橡胶块自行上浮,随后蜂巢结构浮箱上浮,即可交付使用。

[0041] 参看图4a-4c,固定下模为半个椭圆形,可从短轴中心线向下位移20mm,后形成一个60度角的开放式斜面。斜面上安放一侧为平面,一侧为1/4椭圆形的楔形橡胶上模。混凝土脱模时在制作室内注水,两块活动橡胶上模上浮,随后具有泡沫塑料内胆的混凝土密封管整体上浮离开底模。固定底模的椭圆弧形有意向下偏离短轴20mm,目的是使底模的椭圆为一劣弧,方便椭圆形混凝土管上浮脱出。

[0042] 更具体地,参看图4a-4c,浮箱脱模的过程可描述如下:

[0043] 橡胶楔子5上滑300mm,对外旋转 120° ,然后将橡胶楔子5下滑300mm,继续对外旋转直至橡胶楔子表面贴于地面1,最终橡胶楔子高于地面750mm,楔子距离预制坞边界570mm;水位线6高于楔子834mm(其中浮箱浸入水中584mm,浮箱最低点高于楔子最高点250mm),地面高于水位线300mm,浮箱槽底标高-3.374m。

[0044] 按照本发明的另一优选实施例,所述混凝土薄壳长管结构优选从其椭圆形短轴切点开始向下壁厚向内逐渐增厚,至椭圆长轴切点最低点时壁厚达到最大值。以此方式,能够进一步将椭圆形横断面的重心向下调整,有利于增加整体浮箱的抗倾覆稳定性。

[0045] 图5是按照本发明的一个优选实施例,用于更具体地显示预制坞的示意图。如图5中所示,预制坞长 $55500\text{mm}+21500\text{mm}$,宽 48500mm ;右侧设置斜坡方便利用高压气囊运输浮箱,斜坡面长 21600mm 。其中,挖土方:预制坞挖 1.884m 时,面积 2691.75m^2 ,土方体积 5071.26m^3 ;正六边形槽(中间六边形部分,边长 25750mm),面积 1720.65m^2 ,土方体积 2580.98m^3 ;斜坡挖方 983.58m^3 ,需挖土方总量为 8840.48m^3 。

[0046] 按照本发明的蜂巢状整体浮箱可组成光伏发电的大型独立单元。并且可以将混凝土浇筑现场设在海边,直接将整体结构漂浮入水。混凝土浇筑成型室譬如设计为船坞形式,混凝土养护完成,无需脱模。注水后依靠自身浮力上浮,拖入海水中完成光伏板的安装即可。成型室在排水后即可进行下一个框架的预制,由于没有上下模具,也节省了清理组模的时间。

[0047] 综上,按照本发明能够以结构紧凑、便于加工的方式获得结构更为稳定可靠的整体式浮箱,同时确保提供良好的抗风浪能力并有效降低材料成本;其整体浇筑成型方式取消了海上现场的浮箱组装连接工序,显著提高了生产效率,并尤其适用于大规模的批量化制造场合,因而具备广阔的应用前景。

[0048] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

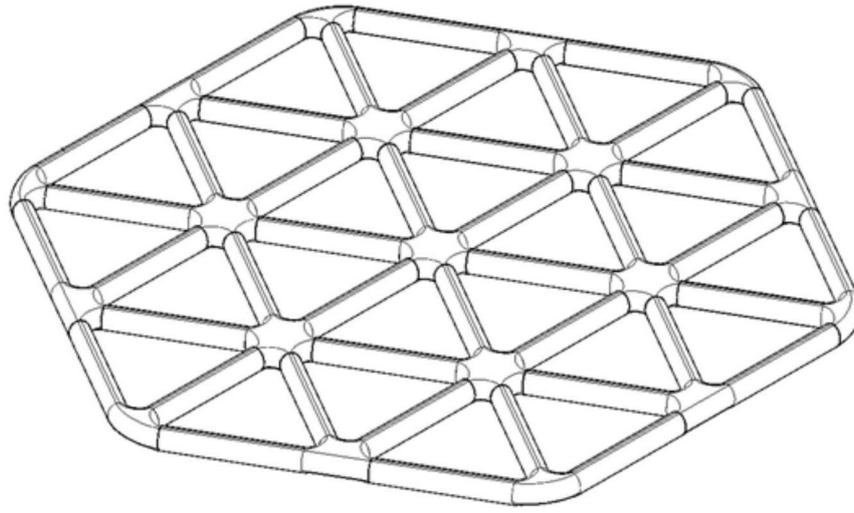


图1

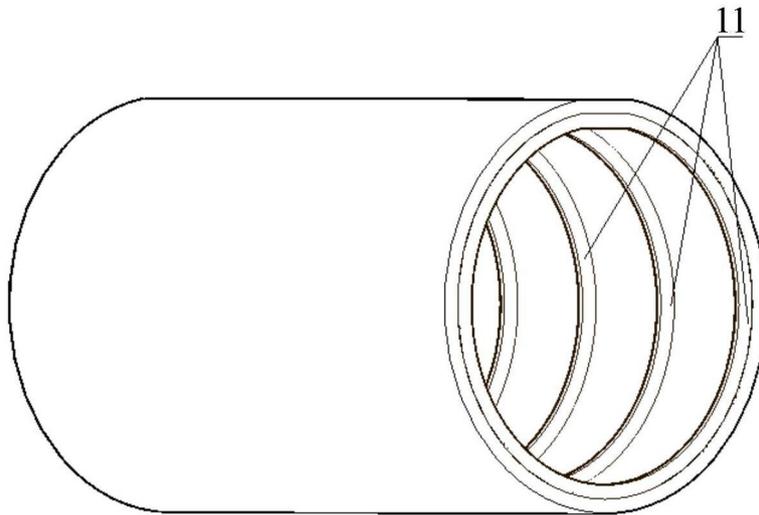


图2

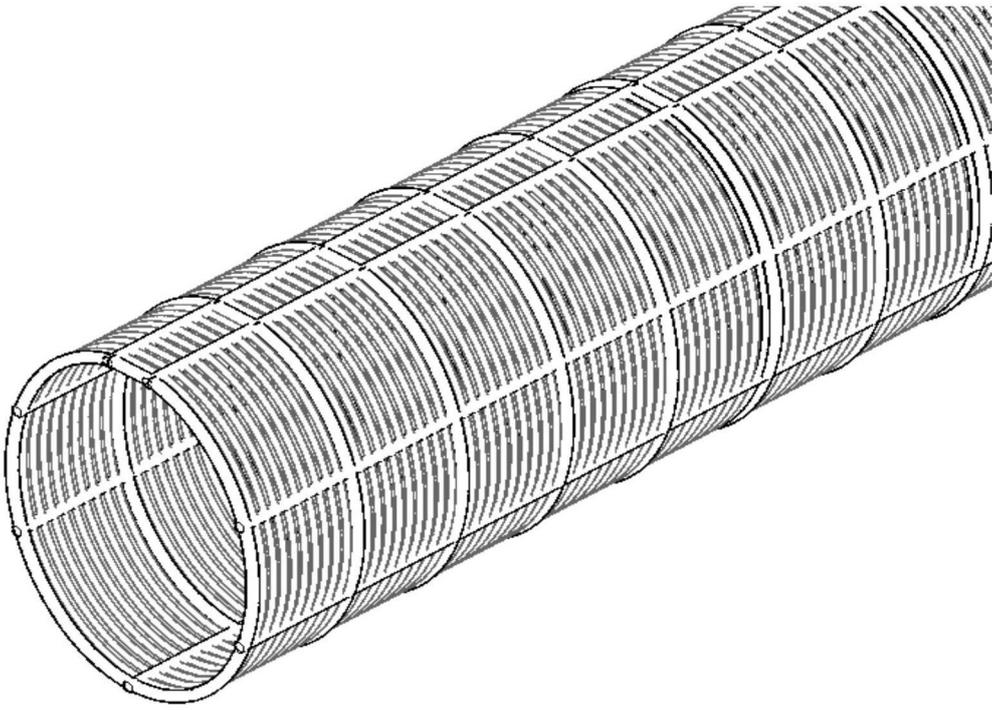


图3

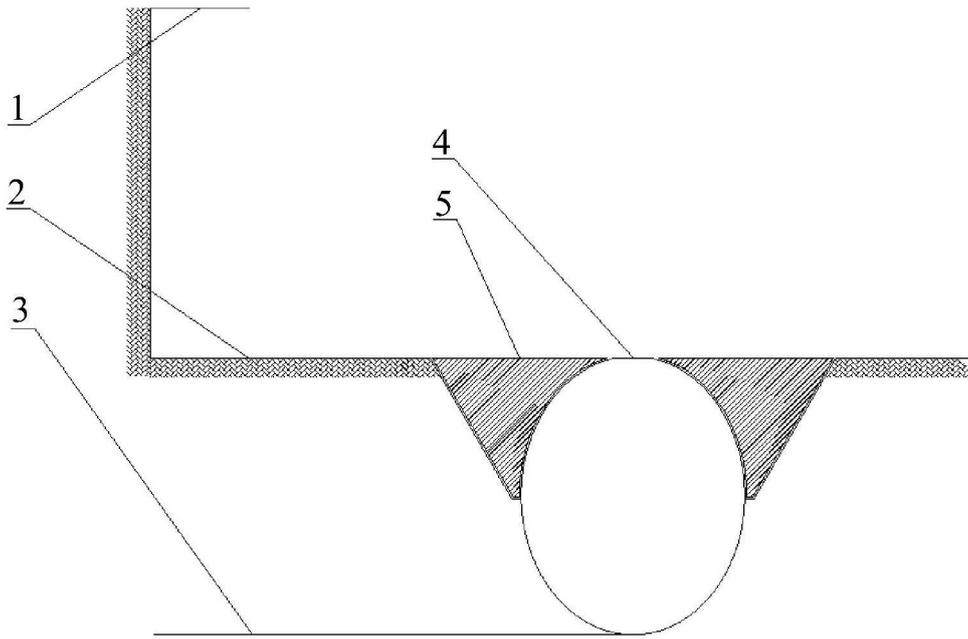


图4a

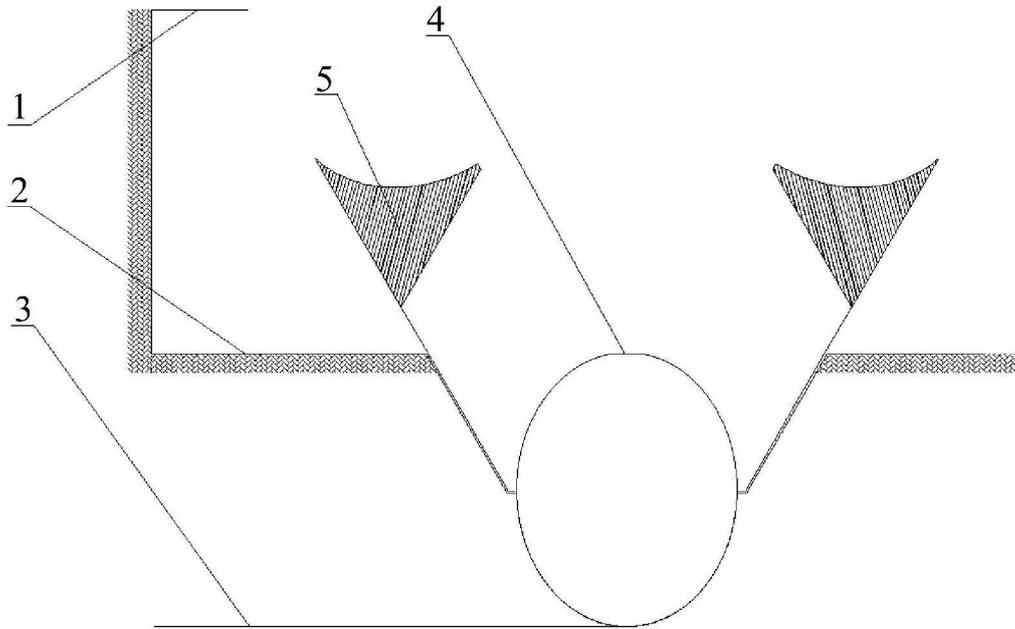


图4b

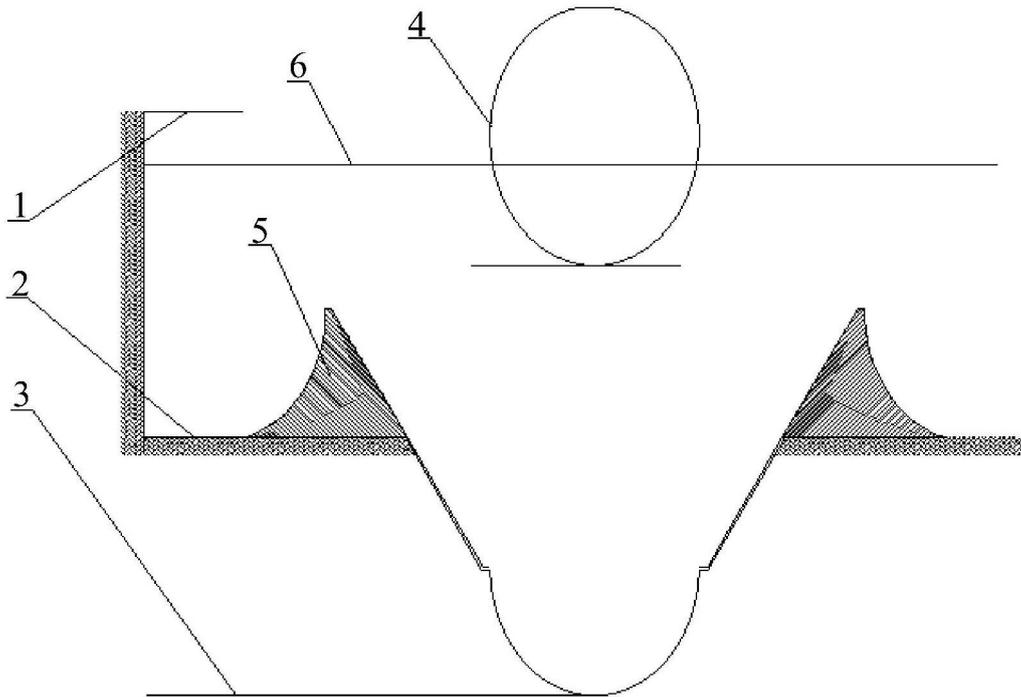


图4c

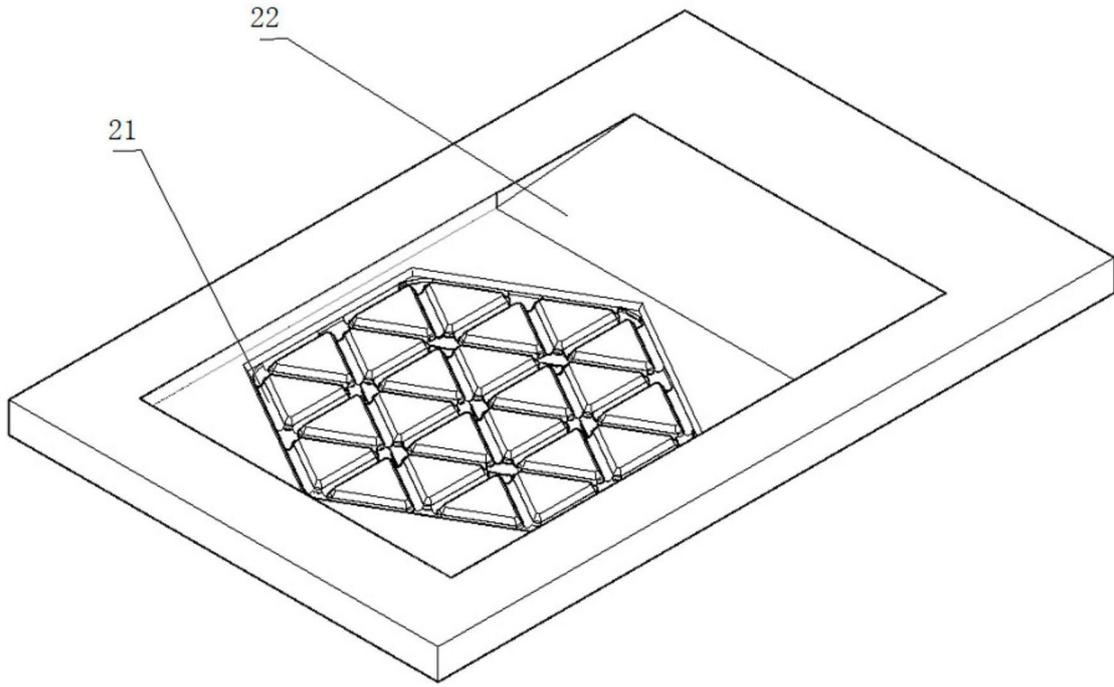


图5