(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110397065 A
(43)申请公布日 2019.11.01

(21)申请号 201910573469.7

(22)申请日 2019.06.28

(71)申请人 天津大学
地址 300350 天津市津南区海河教育园雅观路135号天津大学北洋园校区

(72)发明人 张浦阳 李婧宜 丁红岩 乐丛欢 郭耀华

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201
代理人 琪琛

(51)Int.Cl.
E02D 27/42(2006.01)
E02D 27/52(2006.01)
F03D 13/25(2016.01)

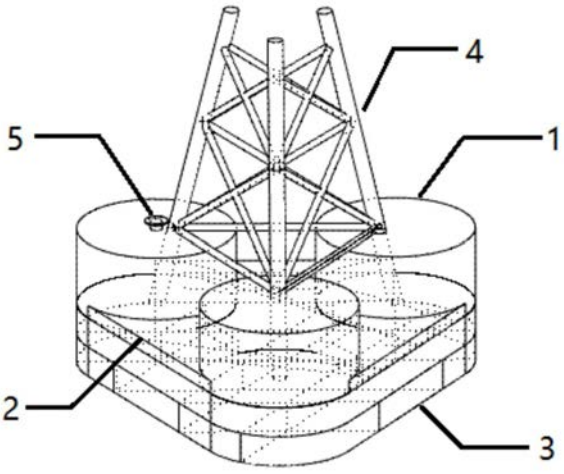
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种多筒导管架风电基础结构及其施工方法

(57)摘要

本发明属于海洋工程的基础结构技术领域，公开了一种多筒导管架风电基础结构及其施工方法，基础结构包括多个彼此独立设置的钢筒，每个钢筒为中空圆筒形结构且设置有灌浆通道口阀门；相邻两个钢筒之间连接有中空连接件，中空连接件与钢筒制焊接为一个整体钢结构且相互连通；钢筒底部和中空连接件底部共同连接有抗滑移底板，抗滑移底板内部可以灌浆；多个钢筒顶部共同连接有导管架结构，导管架结构底部穿过钢筒并连接于抗滑移底板；其施工方法包括陆上预制、岸边吊装、水上拖航、灌浆自重下沉、重物压载等步骤。本发明同时具有浮式基础、重力式基础以及导管架基础的优点，承载力高、安装运输方便，适用范围广，成本大大降低。



CN 110397065 A

1.一种多筒导管架风电基础结构,包括多个相同的钢筒,多个所述钢筒在水平面上按照其中心点连线能够构成一个正多边形排布且彼此独立设置,其特征在于,每个所述钢筒为中空圆筒形结构,且设置有灌浆通道口阀门;相邻两个所述钢筒之间连接有中空连接件,所述中空连接件与所述钢筒制焊接为一个整体钢结构,且所述中空连接件与所述钢筒之间相互连通;多个所述钢筒底部和所述中空连接件底部共同连接有抗滑移底板,所述抗滑移底板内部可以灌浆;多个所述钢筒顶部共同连接有导管架结构,所述导管架结构底部穿过所述钢筒并连接于所述抗滑移底板。

2.根据权利要求1所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述钢筒的半径为20-30m,高度为15-20m。

3.根据权利要求2所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,相邻两个所述钢筒之间的净距离为所述钢筒外径的1-3倍。

4.根据权利要求1所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述中空连接件为钢板焊接形成的中空结构,其宽度为所述钢筒外径的0.5-0.8倍,高度为所述钢筒高度的1/10-1/8。

5.根据权利要求1所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述抗滑移底板为钢制,由底座和所述底座下部的裙板构成,所述底座为中空结构,所述裙板安装到位后插入土体中,共同承载上部荷载。

6.根据权利要求5所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述底座开设有灌浆通道口阀门或所述底座与所述钢筒通过灌浆通道口阀门连通。

7.根据权利要求5所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述裙板的高度为所述钢筒高度的0.2-0.3倍,所述裙板沿纵向和横向将所述底座下部空间划分为5-15个分区。

8.根据权利要求1所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述导管架结构包括多根立管,多根立管之间连接有多根支撑杆构成桁架式结构;所述立管的数量与所述钢筒的数量一致,多根所述立管的底端中心点连线构成正多边形,均由下至上以相同的角度向基础结构中心倾斜;每根所述立管一一对应的插入到每个所述钢筒内部,且所述立管的底端焊接于所述抗滑移底板。

9.根据权利要求8所述的一种多筒导管架风电基础结构,其特征在于,所述导管架结构中所述立柱的外径为0.3-0.7m,高度为40-60m,壁厚为0.01-0.05m;所述立柱的倾斜角度为80-85度;所述支撑杆的外径为0.1-0.5m,厚度为0.01-0.05m。

10.一种如权利要求1-9中任一项所述多筒导管架风电基础结构的施工方法,其特征在于,按照如下步骤进行:

(1)陆上预制好所述钢筒,并将多个所述钢筒与所述中空连接件及所述抗滑移底板焊接相连;

(2)在多个所述钢筒上部安装所述导管架结构,将所述导管架结构底部穿过所述钢筒并连接于所述抗滑移底板;所述多筒导管架风电基础结构组装完成;

(3)将所述多筒导管架风电基础结构吊入水中,关好所述灌浆通道口阀门,检查气密性,并根据拖航要求调节所述钢筒的吃水;

(4)将所述多筒导管架风电基础进行浮运拖航;

(5)将所述多筒导管架风电基础浮运到指定海域后,先进行自重下沉,通过所述灌浆通道阀门向所述钢筒、所述中空连接件和所述抗滑移底板内部进行灌浆进行辅助下沉,下沉到指定位置;

(6)下沉结束向所述抗滑移底板的顶面中部放置加载物。

一种多筒导管架风电基础结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于海洋工程的基础结构技术领域，具体的说，是涉及一种多筒风电基础结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 目前在海上风电领域，风机基础的形式主要有重力式基础，导管架基础，筒型基础，桩基础，浮式基础等。

[0003] 重力式基础整体依靠结构自重以及其上填料和压载的重量抵抗外荷载，维持结构稳定性，施工原理简明，填料和压载材料成本低，对浅基础而言施工成本也较低；但基础自重和几何尺寸很大，基础占据海床的范围比较广，对地质条件要求较高，因此重力式基础适用水深范围有限，成本高。

[0004] 导管架基础整体性好，重量轻，结构强度高，承载能力强，受浪流作用较小，施工较简便；但现场作业时间长，且造价随水深的增加呈指数增长，因此导管架基础的适用水深范围也是有限的。

[0005] 浮式型基础运输简单，浮稳性高，适用于较深水域，易于拆除。但是随着水深的增加，风浪流荷载变大易引起浮式基础与上部结构的共振，导致基础结构疲劳，且就位工作后难以保证结构稳性。

发明内容

[0006] 本发明着力于解决上述技术问题，结合浮式基础运输方便、浮稳性高，重力式结构成本低、承载力强，以及导管架基础整体性强、结构强度高的特点，提出了一种新型的多筒导管架风电基础结构及其施工方法，同时具有浮式基础、重力式基础以及导管架基础的优点，承载力高、安装运输方便，适用范围广，成本大大降低。

[0007] 为了解决上述技术问题，本发明通过以下的技术方案予以实现：

[0008] 一种多筒导管架风电基础结构，包括多个相同的钢筒，多个所述钢筒在水平面上按照其中心点连线能够构成一个正多边形排布且彼此独立设置，每个所述钢筒为中空圆筒形结构，且设置有灌浆通道口阀门；相邻两个所述钢筒之间连接有中空连接件，所述中空连接件与所述钢筒制焊接为一个整体钢结构，且所述中空连接件与所述钢筒之间相互连通；多个所述钢筒底部和所述中空连接件底部共同连接有抗滑移底板，所述抗滑移底板内部可以灌浆；多个所述钢筒顶部共同连接有导管架结构，所述导管架结构底部穿过所述钢筒并连接于所述抗滑移底板。

[0009] 进一步地，所述钢筒的半径为20-30m，高度为15-20m。

[0010] 更进一步地，相邻两个所述钢筒之间的净距离为所述钢筒外径的1-3倍。

[0011] 进一步地，所述中空连接件为钢板焊接形成的中空结构，其宽度为所述钢筒外径的0.5-0.8倍，高度为所述钢筒高度的1/10-1/8。

[0012] 进一步地，所述抗滑移底板为钢制，由底座和所述底座下部的裙板构成，所述底座

为中空结构，所述裙板安装到位后插入土体中，共同承载上部荷载。

[0013] 更进一步地，所述底座开设有灌浆通道口阀门或所述底座与所述钢筒通过灌浆通道口阀门连通。

[0014] 更进一步地，所述裙板的高度为所述钢筒高度的0.2-0.3倍，所述裙板沿纵向和横向将所述底座下部空间划分为5-15个分区。

[0015] 进一步地，所述导管架结构包括多根立管，多根立管之间连接有多根支撑杆构成桁架式结构；所述立管的数量与所述钢筒的数量一致，多根所述立管的底端中心点连线构成正多边形，均由下至上以相同的角度向基础结构中心倾斜；每根所述立管一一对应的插入到每个所述钢筒内部，且所述立管的底端焊接于所述抗滑移底板。

[0016] 更进一步地，所述导管架结构中所述立柱的外径为0.3-0.7m，高度为40-60m，壁厚为0.01-0.05m；所述立柱的倾斜角度为80-85度；所述支撑杆的外径为0.1-0.5m，厚度为0.01-0.05m。

[0017] 一种上述多筒导管架风电基础结构的施工方法，按照如下步骤进行：

[0018] (1)陆上预制好所述钢筒，并将多个所述钢筒与所述中空连接件及所述抗滑移底板焊接相连；

[0019] (2)在多个所述钢筒上部安装所述导管架结构，将所述导管架结构底部穿过所述钢筒并连接于所述抗滑移底板；所述多筒导管架风电基础结构组装完成；

[0020] (3)将所述多筒导管架风电基础结构吊入水中，关好所述灌浆通道口阀门，检查气密性，并根据拖航要求调节所述钢筒的吃水；

[0021] (4)将所述多筒导管架风电基础进行浮运拖航；

[0022] (5)将所述多筒导管架风电基础浮运到指定海域后，先进行自重下沉，通过所述灌浆通道阀门向所述钢筒、所述中空连接件和所述抗滑移底板内部进行灌浆进行辅助下沉，下沉到指定位置；

[0023] (6)下沉结束向所述抗滑移底板的顶面中部放置加载物。

[0024] 本发明的有益效果是：

[0025] 本发明兼具有浮式基础、重力式基础和导管架基础的优点，应力分布合理，重量轻、可预制安装、适用于较深水域。在浮运过程中，该结构具有浮式基础气浮稳性的优点；下沉过程中通过灌浆成为重力式基础，同时灌浆后的筒型基础和导管架结构成为一体，增强了结构稳性；抗滑移底板的凹槽在基础结构下沉后提高承载力和抗拔力；其施工方法包括括陆上预制、岸边吊装、水上拖航、灌浆自重下沉、重物压载等步骤，将大部分的施工作业转移在陆上进行操作，同时充分利用多筒结构实现结构整体的漂浮运输，大大减小了施工机械的投入和海上作业时间；灌浆过程实现了中空结构的气—砼转换，通过控制泵送速率实现结构缓慢均衡的自重下沉，避免了打桩、插桩等过程；压载后通过构造措施将基础、压载结构与下部土体连成一整体，实现了浮式结构到重力式结构的力系转换过程，最终达到稳定承载的目的。

附图说明

[0026] 图1是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的立体结构示意图；

[0027] 图2是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的主视图；

[0028] 图3是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的剖面图；

[0029] 图4是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的俯视图；

[0030] 图5是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的中空连接件的结构示意图；

[0031] 图6是本发明所提供的多筒导管架风电基础结构的抗滑移底板的结构示意图；

[0032] 上述图中：1、钢筒；2、中空连接件；3、抗滑移底板；4、导管架结构；5、灌浆通道口阀门。

具体实施方式

[0033] 为能进一步了解本发明的发明内容、特点及效果，兹例举以下实施例，并配合附图详细说明如下：

[0034] 如图1至图3所示，本实施例公开了一种多筒导管架风电基础结构，包括三个相同的钢筒1、三个相同的中空连接件2、抗滑移底板3、导管架结构4、灌浆通道口阀门5。

[0035] 钢筒1是上下两端均为封闭的钢制圆筒形中空结构，其上部开有灌浆通道口阀门5。钢筒1半径和高度均可设置为15m，筒壁厚0.025m，具体尺寸可根据实际情况进行调节。钢筒1在下沉前为中空状态，下沉过程中通过灌浆增加自重，使基础结构实现浮式基础向重力式基础的转换。通常，钢筒1的半径在20-30m范围内选择，高度在15-20m范围内选择。

[0036] 三个相同的钢筒1在水平面上按照其中心点连线能够构成一个正三角形排布，且三个钢筒1彼此之间独立设置，其中相邻两个钢筒1之间的净距离可设为15m。通常，相邻两个钢筒1之间的净距离为钢筒1外径的1-3倍。

[0037] 中空连接件2将相邻两个钢筒1之间连接起来，中空连接件2与钢筒1制作成一个整体的钢结构，中空连接件2与钢筒1之间相互连通。中空连接件2为钢板焊接形成的中空结构，其底部与抗滑移底板3相连。中空连接件2的宽度B(即垂直于两个钢筒1的中心连线方向)为外径的0.5-0.8倍，在20-25m范围内选择；高度为钢筒1高度的1/10-1/8，范围在1.5-2.0m；以上尺寸可根据实际情况进行调节。

[0038] 抗滑移底板3设置于三个钢筒1和三个中空连接件2的底部，抗滑移底板3为钢制结构，与钢筒1和中空连接件2均为焊接。抗滑移底板3优选为两部分构成的钢制结构，包括底座和底座下部的裙板。上部底座为封闭的中空结构，高度为3m，厚度为0.025mm，可根据结构自身重量进行调节。抗滑移底板3的底座可以直接开设有灌浆通道口阀门5，也可以与钢筒1通过灌浆通道口阀门5连通，方便之后的灌浆施工。下部裙板的高度为钢筒高度的0.2-0.3倍，厚度为0.01m，多块裙板分别沿纵向和横向将底座下部空间划分为5-15个分区。抗滑移底板3的裙板在基础结构安装到位后插入土体中，共同承载上部荷载，从而提高基础结构的承载力和抗拔力。

[0039] 导管架结构4为三根相同的立柱和若干支撑杆连接构成的桁架结构，导管架结构4高度为45-50m。立柱的数量与钢筒1相同，立柱钢管外径可为0.5m，厚度为5mm，底端中心点连线构成等边三角形。三根立柱分别一一对应的插入三个钢筒1内部，且底部均与抗滑移底板3焊接在一起，三根立柱均由下至上以相同的角度向基础结构的中心轴倾斜，表观倾斜角度为80-85度。支撑杆外径可取为0.3m，厚度可取为3mm，外径和厚度可根据实际工程需要进行调节。支撑杆连接在三根立柱之间构成桁架式钢结构。导管架结构4有助于将上部荷载传到抗滑移底板3上，进而分散外界荷载。此外，导管架结构3整体性好，受风浪影响较小，且结

构强度大。通常，导管架结构4的立柱外径为0.3-0.7m，厚度为0.01-0.05m，高度为40-60m，倾斜角度为80-85度；支撑杆外径为0.1-0.5m，厚度为0.01-0.05m。

[0040] 上述多筒导管架风电基础结构的施工方法，按照如下步骤进行：

[0041] (1)陆上预制好钢筒1，并将三个钢筒1与中空连接件2及抗滑移底板3焊接相连；

[0042] (2)在三个钢筒1上部安装导管架结构4，将导管架结构4的立杆插入钢筒1内部，且立杆底部与抗滑移底板3焊接；多筒导管架风电基础结构组装完成；

[0043] (3)将多筒导管架风电基础结构吊入水中，关好灌浆通道口阀门5，检查气密性，根据拖航要求调节钢筒1的吃水；

[0044] (4)将多筒导管架风电基础结构进行浮运拖航；

[0045] (5)将所述多筒导管架风电基础浮运到指定海域后，先进行自重下沉，通过灌浆通道阀门5向钢筒1、中空连接件2和抗滑移底板3内部进行灌浆进行辅助下沉，下沉到指定位置；

[0046] (6)下沉结束向抗滑移底板3的顶面中部放置石块等加载物，增强结构稳性。

[0047] 尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述，但是本发明并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，并不是限制性的，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可以作出很多形式的具体变换，这些均属于本发明的保护范围之内。

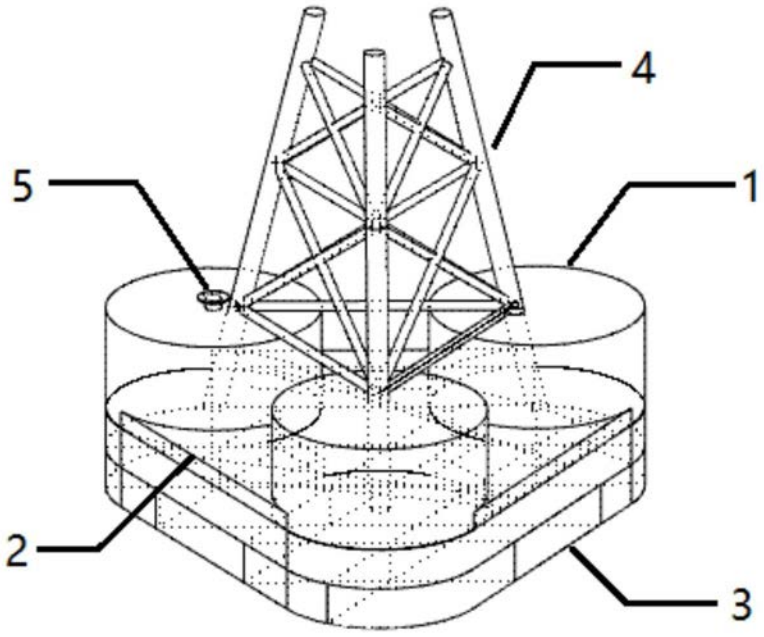


图1

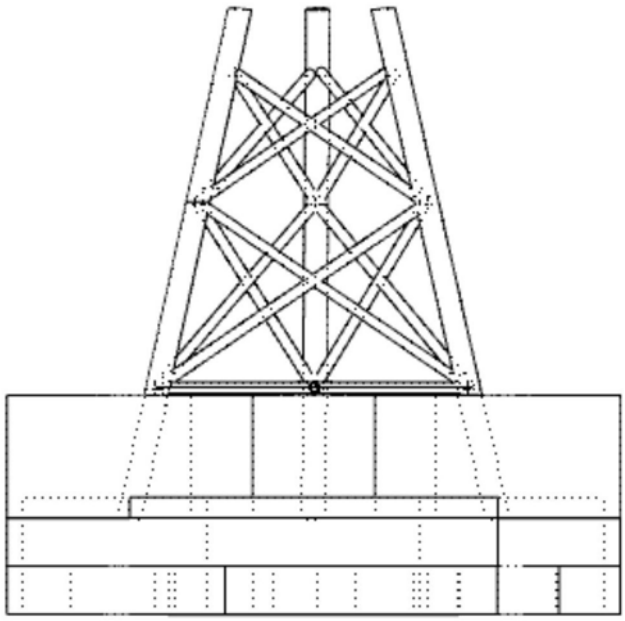


图2

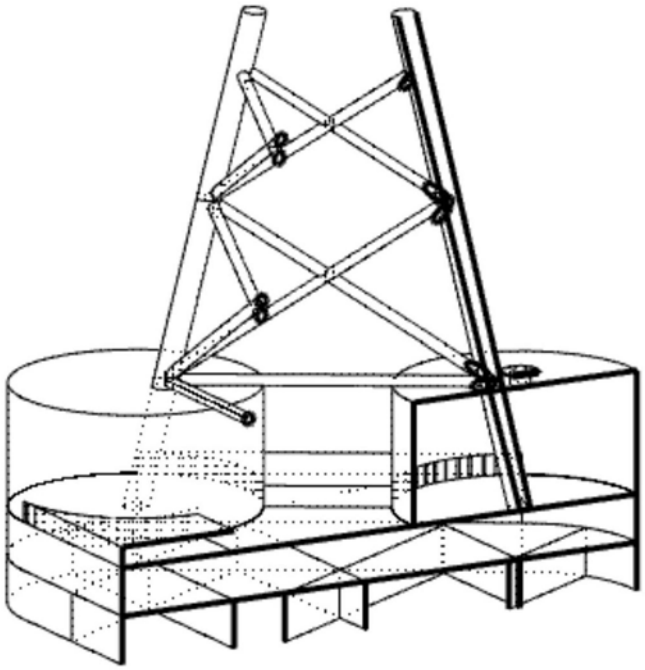


图3

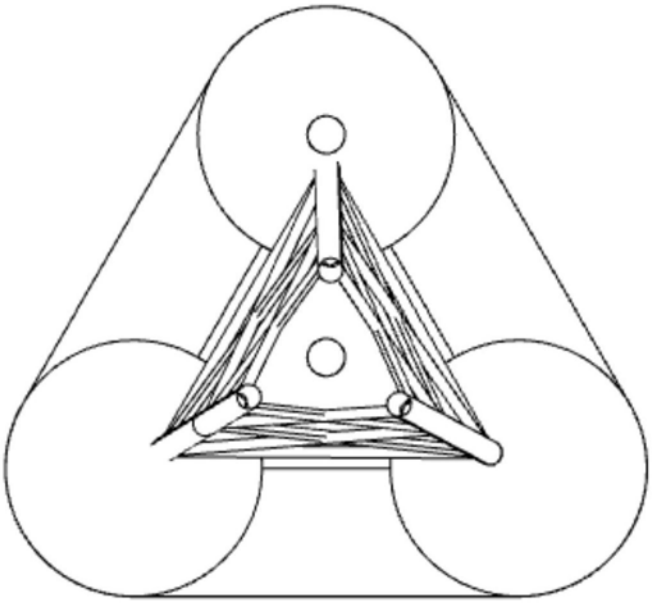


图4

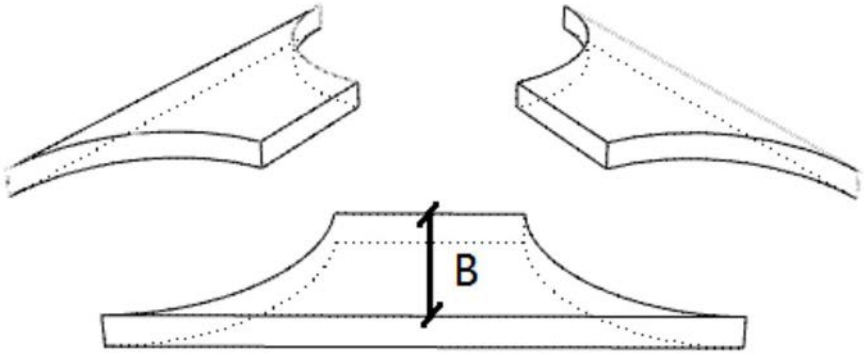


图5

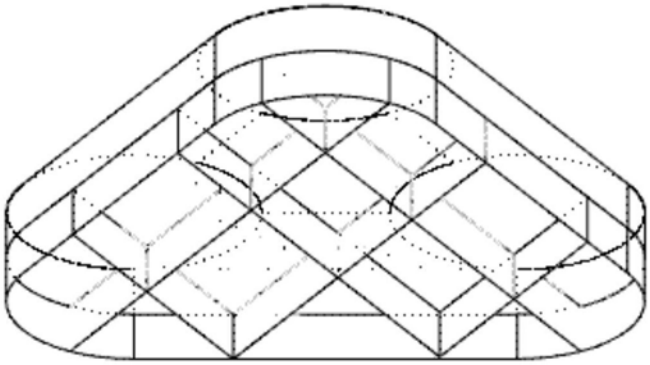


图6