



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109869281 A

(43)申请公布日 2019.06.11

(21)申请号 201910173813.3

(22)申请日 2019.03.08

(71)申请人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72)发明人 郭光星 张磊 杨科

(51)Int.Cl.

F03D 13/20(2016.01)

F03D 80/00(2016.01)

F03D 80/30(2016.01)

F03D 17/00(2016.01)

F15D 1/00(2006.01)

F16F 15/023(2006.01)

F16F 15/28(2006.01)

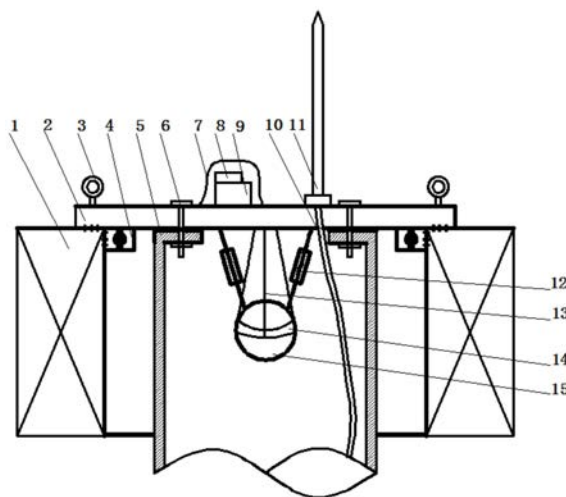
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种风力机塔筒减震器结构、安装方法及调节方法

(57)摘要

本发明公开了一种风力机塔筒减震器结构,主要包括环形充气气囊、调质阻尼器及避雷装置等,当风电机组的吊装作业未完成,需要暂停等待后期合适安装时机时,把减震器吊装并连接到塔筒法兰上,减震器工作期间阻尼器根据来流情况自行调整自身状态,保证塔筒的变形量控制在一个合理的范围。同时环形充气气囊会根据来流风向的变化进行调整,以减弱气流绕过塔筒在其后方产生脱落涡的强度,进而减小塔筒所受到的风阻,避免塔筒产生剧烈的振动。等到下一次合适的安装时机,拆卸减震器以待下次使用。本发明可有效减弱外界风作用在塔筒上产生的振动,保证风电机组在安装停滞期的安全性,并且在实际工程的实施上具有简单快捷的优势。



1. 一种风力机塔筒减震器结构,包括一固定设置在风力机塔筒顶部的基座平台,其特征在于,

--所述基座平台的底面上设置一与所述风力机塔筒同轴布置的轴承,所述轴承包括内圈和外圈,其中,

所述内圈与基座平台的底面固定连接,并环绕布置在所述风力机塔筒的外围,

所述外圈可绕内圈自由转动,其外侧的侧壁表面上固定连接一环形充气气囊,所述环形充气气囊充满气体后整体呈一竖直向下延伸的筒体,所述筒体包括内筒和外筒,其中,

所述内筒的横截面呈圆形,整体套设在所述风力机塔筒的外围,并与所述风力机塔筒同轴布置,且二者之间在整个高度方向并在整个圆周方向上均具有间隙,所述外筒的横截面呈一对称翼型的流线形形状;

--所述基座平台上还设置一调质阻尼器,所述调质阻尼器包括一塔筒弯曲检测装置、一质量块和若干液压缸组,其中,

所述塔筒弯曲检测装置用以检测所述风力机塔筒的弯曲方向及程度,

所述质量块通过吊绳悬挂在所述基座平台的底面上,其重心位于所述风力机塔筒的轴线上,

所述若干液压缸组沿周向均匀布置在所述基座平台的底面与质量块之间,每一所述液压缸组的两端分别与所述基座平台的底面和质量块铰接,通过调节各所述液压缸组的长度以调整所述质量块的重心与所述风力机塔筒的轴线之间的偏离方向及偏离程度。

2. 根据权利要求1所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述塔筒弯曲检测装置为一设置在所述基座平台上的水平仪。

3. 根据权利要求1所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述质量块为一钢球,所述钢球的赤道部分设置一环带,所述钢球通过多组沿周向均匀布置在所述环带上的吊绳悬挂在所述基座平台的底面上。

4. 根据权利要求3所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述环带与质量块为整体铸造。

5. 根据权利要求4所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述质量块的重量根据所述风力机塔筒的固有频率设置。

6. 根据权利要求5所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,至少在所述质量块的四个方位上分别设置一所述液压缸组,每一所述液压缸组的一端铰接在所述环带上,另一端铰接在所述基座平台的底面上。

7. 根据权利要求6所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述调质阻尼器还包括设置在所述基座平台顶面上的一减震控制器和一液压站,所述液压站通过液压管路与各所述液压缸组流体连通,所述减震控制器与所述塔筒弯曲检测装置、液压站通信连接,所述塔筒弯曲检测装置将其所检测到的塔筒弯曲方向及程度信息发送至所述减震控制器,所述减震控制器根据其接收到的所述塔筒弯曲方向及程度信息控制所述液压站,通过调控所述液压站为每一所述液压缸组的供油压力,改变每一所述液压缸组的长度,从而控制所述质量块的重心与所述风力机塔筒的轴线之间的偏离方向及偏离程度。

8. 根据权利要求7所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述基座平台的顶面上还设置一电磁屏蔽网,所述电磁屏蔽网覆盖于所述减震控制器和液压站的外部。

9. 根据权利要求1所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述基座平台上还设置一避雷保护装置,所述避雷保护装置包括一接地电缆和一避雷针,所述避雷针设置在所述基座平台的顶面上,所述接地电缆设置在所述风力机塔筒内,其上端与所述避雷针连接,下端接地。

10. 根据权利要求1所述的风力机塔筒减震器结构,其特征在于,所述环形充气气囊的密封口位于其顶部后侧,通过打气筒或采用空气压缩气罐进行充气,或通过所述基座平台上设置压缩机进行充气。

一种风力机塔筒减震器结构、安装方法及调节方法

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电机组的安装领域,涉及一种减震器结构,尤其涉及一种风力机塔筒减震器结构,适用于风力机组安装过程中,塔筒振动的减弱,有利于提高风力机组安装过程中的安全性。

背景技术

[0002] 在当今传统化石能源日渐短缺、气候急剧变化、环境日益恶化的全球背景下,风能作为可再生、绿色环保能源广泛受到各国的高度关注,它也是我国新能源利用的主要方向。随着我国近十多年风电产业的快速发展,陆上装机容量已趋于饱和,并且逐渐向沿海区域进行过渡,但是在当前发展的形势下,却面临着许多问题。风电机组的塔筒绝大多数采用分节连接的形式,每节塔筒的端部都有一个与塔体焊接在一起的法兰盘,各节塔筒之间的连接通过两法兰盘的若干螺栓进行固定。由于塔筒的安装需要吊机重复性的吊装作业,以及工人对各节塔筒间的螺栓进行装配工作,因此塔筒的安装非常耗费时间,一整台风电机组很难在较短时间内安装完毕。

[0003] 此外,我国近海区域风资源丰富,很难找到长时间保持低风速的时间段,尤其是东南沿海位于太平洋西岸,夏秋两季易受台风影响,一旦错过合适的安装时机,再次安装可能要等上很长一段时间,而这段时间内,风力机只安装了塔筒部分,整体质量较轻,固有频率较低,并且塔筒横截面为圆形,在风的作用下,在塔筒的下游极易产生卡门涡街,而涡街脱落的频率非常接近于塔筒的固有频率,因此塔筒会产生严重的振动,这对机组的安全性构成了极大的威胁。而风力机安装的条件又非常苛刻,只能在能见度较好,风力等级低、良好的天气状况下才能进行作业。一旦当天未完成作业,而由于夜间不具备安装条件,为保证机组和安装人员的安全,目前普遍采取的方式是由一台吊机在夜间持续吊住机舱,防止塔筒出现剧烈的振动。但这种做法极度耗费人力财力,且安全性也不能够得到有效的保障。

发明内容

[0004] 针对现有技术的上述缺陷和不足,本发明旨在提供一种风力机塔筒减震器结构,适用于风电机组的吊装作业未完成,机舱等部件尚未布置在塔筒顶部,需要暂停作业等待后期合适的安装时机时,此时将本发明的塔筒减震器结构安装在风力机塔筒的顶部,可有效减弱外界风作用在塔筒上产生的振动,保证风电机组在安装停滞期的安全性,待安装时机合适时,将减震器结构从塔筒顶部拆卸,以继续进行风电机组的安装作业。

[0005] 本发明为实现其技术目的所采用的技术方案为:

[0006] 一种风力机塔筒减震器结构,包括一固定设置在风力机塔筒顶部的基座平台,其特征在于,

[0007] 一所述基座平台的底面上设置一与所述风力机塔筒同轴布置的轴承,所述轴承包括内圈和外圈,其中,

[0008] 所述内圈与基座平台的底面固定连接,并环绕布置在所述风力机塔筒的外围,

[0009] 所述外圈可绕内圈自由转动,其外侧的侧壁表面上固定连接一环形充气气囊,所述环形充气气囊充满气体后整体呈一竖直向下延伸的筒体,所述筒体包括内筒和外筒,其中,

[0010] 所述内筒的横截面呈圆形,整体套设在所述风力机塔筒的外围,并与所述风力机塔筒同轴布置,且二者之间在整个高度方向并在整个圆周方向上均具有间隙,所述外筒的横截面呈一对称翼型的流线形形状;

[0011] 一所述基座平台上还设置一调质阻尼器,所述调质阻尼器包括一塔筒弯曲检测装置、一质量块和若干液压缸组,其中,

[0012] 所述塔筒弯曲检测装置用以检测所述风力机塔筒的弯曲方向及程度,

[0013] 所述质量块通过吊绳悬挂在所述基座平台的底面上,其重心位于所述风力机塔筒的轴线上,

[0014] 所述若干液压缸组沿周向均匀布置在所述基座平台的底面与质量块之间,每一所述液压缸组的两端分别与所述基座平台的底面和质量块铰接,通过调节各所述液压缸组的长度以调整所述质量块的重心与所述风力机塔筒的轴线之间的偏离方向及偏离程度。

[0015] 优选地,所述塔筒弯曲检测装置为一设置在所述基座平台上的水平仪。

[0016] 优选地,所述质量块为一钢球,所述钢球的赤道部分设置一环带,所述钢球通过多组沿周向均匀布置在所述环带上的吊绳悬挂在所述基座平台的底面上。

[0017] 进一步地,所述环带与质量块为整体铸造。

[0018] 进一步地,所述质量块的重量根据所述风力机塔筒的固有频率设置。

[0019] 进一步地,至少在所述质量块的四个方位上分别设置一所述液压缸组,每一所述液压缸组的一端铰接在所述环带上,另一端铰接在所述基座平台的底面上。

[0020] 进一步地,所述调质阻尼器还包括设置在所述基座平台顶面上的一减震控制器和一液压站,所述液压站通过液压管路与各所述液压缸组流体连通,所述减震控制器与所述塔筒弯曲检测装置、液压站通信连接,所述塔筒弯曲检测装置将其所检测到的塔筒弯曲方向及程度信息发送至所述减震控制器,所述减震控制器根据其接收到的所述塔筒弯曲方向及程度信息控制所述液压站,通过调控所述液压站为每一所述液压缸组的供油压力,改变每一所述液压缸组的长度,从而控制所述质量块的重心与所述风力机塔筒的轴线之间的偏离方向及偏离程度。

[0021] 进一步地,所述基座平台的顶面上还设置一电磁屏蔽网,所述电磁屏蔽网覆盖于所述减震控制器和液压站的外部。

[0022] 优选地,所述基座平台上还设置一避雷保护装置,所述避雷保护装置包括一接地电缆和一避雷针,所述避雷针设置在所述基座平台的顶面上,所述接地电缆设置在所述风力机塔筒内,其上端与所述避雷针连接,下端接地。

[0023] 优选地,所述环形充气气囊的密封口位于其顶部后侧,便于安装人员进行充放气操作,通过打气筒或采用空气压缩气罐进行充气,或通过所述基座平台上设置压缩机进行充气。

[0024] 同现有技术相比,本发明的风力机塔筒减震器结构具有显著的技术效果:(1)由于环形充气气囊的外轮廓面呈对称翼形的流线形形状且环形充气气囊可围绕风力机塔筒自由转动,外层充气气囊会根据来流风向的变化进行自动调整,以减弱气流绕过塔筒在其

后方产生脱落涡的强度,进而减小塔筒所受到的风阻,避免塔筒产生剧烈的振动;(2)减震器工作期间内部调质阻尼器根据塔筒的弯曲方向及弯曲程度,自动调整质量块重心与塔筒轴线之间的偏离方向及偏离程度,保证塔筒的变形量控制在一个合理的范围;(3)安装停滞期内有雷雨天气,减震器上方的避雷针可以起到引雷的作用,避雷装置和塔筒内部的引雷电缆连接在一起,有效地保证了塔筒及内部期间的安全性;(4)可以有效地减弱外界风作用在塔筒上产生的振动,保证风电机组在安装停滞期的安全性,并且在实际工程的实施上具有简单快捷的优势。

附图说明

[0025] 图1为本发明的风力机塔筒减震器安装在风力机塔筒上的结构示意图;

[0026] 图2为本发明的风力机塔筒减震器放置在地面上的示意图;

[0027] 图3为本发明的风力机塔筒减震器在吊装时的示意图;

[0028] 图4为环形充气气囊工作时的示意图;

[0029] 图5为图4的俯视图。

具体实施方式

[0030] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明进一步详细说明。

[0031] 如图1所示,本发明的风力机塔筒减震器结构,包括一固定设置在风力机塔筒5顶部的基座平台2,基座平台2的底面上设置一与风力机塔筒5同轴布置的轴承4,轴承4包括内圈和外圈,其中,内圈与基座平台2的底面固定连接,其内径大于风力机塔筒5的外径,并环绕布置在风力机塔筒5的外围,外圈可绕内圈自由转动,其外侧的侧壁表面上固定连接一环形充气气囊1,环形充气气囊1充满气体后整体呈一竖直向下延伸的筒体,筒体包括内筒和外筒,其中,内筒的横截面呈圆形,整体套设在风力机塔筒5的外围,并与风力机塔筒5同轴布置,且二者之间在整个高度方向并在整个圆周方向上均具有间隙,以保证环形充气气囊1转动时二者之间不发生干涉,外筒的横截面呈一对称翼型的流线形形状,用以消除空气掠过风力机塔筒5时由脱落涡引起的塔筒振动;环形充气气囊1放气后收纳于基座平台2的底面上。基座平台2上还设置一调质阻尼器,调质阻尼器包括一塔筒弯曲检测装置、一质量块15和若干液压缸组12,其中,塔筒弯曲检测装置用以检测风力机塔筒5的弯曲方向及程度,质量块15通过吊绳13悬挂在基座平台2的底面上,并完全容置在风力机塔筒5的内部空间中,其重心位于风力机塔筒5的轴线上,若干液压缸组12沿周向均匀布置在基座平台2的底面与质量块15之间,每一液压缸组12的两端分别与基座平台2的底面和质量块15铰接,通过调节各液压缸组12的长度以调整质量块15的重心与风力机塔筒5的轴线之间的偏离方向及偏离程度,偏离方向与风力机塔筒5的弯曲方向相反,偏离程度与风力机塔筒5的弯曲程度正相关,从而至少部分地抵消风力机塔筒5受到的风阻;每一液压缸组12内还设有阻尼机构,用以至少部分地耗散来自风载或地震的振动能量,以减小风力机塔筒5在大风或地震时的振动幅度及频率。

[0032] 具体地,环形充气气囊1采用纤维纺织布等轻质薄膜材料,未充气时预先折叠整齐放置基座平台2底面两侧。环形充气气囊正常工作时是充满空气的状态,参照图4和图5。环

形充气气囊1的内部是一个圆形,根据风电机组市场上广泛采用的塔筒规格,选取比其略大一些内部圆直径,使得环形充气气囊1和风力机塔筒5之间保证一定的空隙,便于灵活地转动。环形充气气囊1的外部为一大厚度对称翼型的流线形形状,翼型的流线型外形减小了风力机塔筒5所受到的空气阻力,同时消除了初始圆截面塔筒扰流产生的脱落涡,从而减弱了塔筒的振动,保证了塔筒的安全性。环形充气气囊1的密封口15位于气囊的顶部后侧,便于安装人员进行充放气操作,充放气的方式不一,可以通过打气筒或直接采用空气压缩气罐等人工方式,或者在基座平台上额外安装压缩机等机械方式。

[0033] 调质阻尼器设在基座平台2下方,包括减震控制器8、液压站9、液压缸组12、钢丝绳13、环带14和质量块15。质量块15采用密度大的钢球,且钢球赤道部分带有环带14,环带与质量块为整体铸造,重心位于塔筒的圆心处,质量块块的重量根据塔筒的固有频率设置重球的大小。悬挂装置由对称布置于环带上的多组悬挂钢丝绳13组构成,主要承受质量块的重力。质量块四个方位各设置有一组液压缸组12,安装于质量块15的环带14与基座平台2之间,减震控制器8可以调控液压站9的压力,通过改变液压缸组12的运动,控制质量块15运动位置,从而抵消部分塔筒受到的风阻。液压缸组12内设有阻尼机构,可以将来自风载或者地震的部分振动能量耗散掉,以减小塔筒在大风或地震时的振动幅度及频率。

[0034] 避雷保护装置设在减震器基座平台2顶端,包括电磁屏蔽网7、接地电缆10和避雷针11,顶端的避雷针11安装在基座平台2,底部和风电机组塔筒内部预制的接地电缆连接在一起。当遇到雷雨天气时,顶部的避雷装置可以将雷击引入地下,防止减震器以及塔筒体内设备的受到雷击损坏。电磁屏蔽网7包裹在减震控制器8和液压站9的外部,起到电磁屏蔽的作用,保护内部的电子元件和机构免收雷电的干扰。

[0035] 本发明的塔筒减震器使用之前放置在地面上时,如图2所示。塔筒减震器放置在地面上的底座小车C1上,小车整体框架为铸铁材料,拥有较好的抗压能力,底部安装有若干个万向节连接的车轮C2,工人可以方便地推动底座小车移动到合适的位置。此时减震器的外层充气气囊1内部没有空气,预先折叠好,附在减震器基座平台底面。

[0036] 所述塔筒减震器在吊装过程中,如图3所示。当预计风电机组的安装作业当天无法继续进行时,由吊机的吊带C3勾住减震器上方均布的多个吊环3,将其吊起,准备放置在未完成安装的风力机塔筒顶部。

[0037] 所述塔筒减震器安装完毕时,如图1所示。在现场工人的指引下,将减震器安装在塔筒5顶部,解开吊带撤离吊车。将减震器与塔筒5顶端的法兰通过螺栓6连接在一起,接着在减震器底座2上安装避雷针11,同时连接塔筒内部的接地电缆10,之后对下方外层折叠的气囊3进行充气,充满气体后封好气囊的密封口15。此时减震器可自行工作,从而避免塔筒发生剧烈的振动及雷击破坏,保证风力机在安装停滞期的安全性。

[0038] 而当时机成熟符合继续安装的条件时,先打开气囊的密封口15,排除空气,再解除避雷装置连接的接地电缆10,以及减震器与塔筒法兰的螺栓6。之后同样由吊机的吊带勾住减震器的吊环3,将其吊下,放回在地面上的底座小车C1上,等到需要再次使用时,只需重复上述步骤即可。

[0039] 当塔筒减震器安装在塔筒上,并正常工作时,根据塔筒的振动程度,可对其来流风分为三个状态区间(具体实施过程中可根据安全性适度调整状态区间的数目,两个甚至四个都可以):低风速区间,中风速区间,高风速区间。根据实际不同尺寸塔筒的振动特性合理

地进行划分,不存在一个固定的范围。例如:低风速区间0-7m/s,中风速区间1-18m/s,高风速区间18m/s 以上。当来流风位于低风速区间时,塔筒发生轻微振动,对整体的安全性不构成威胁,同时为了避免阻尼部件在此期间受到不必要的磨损,设定该状态区间减震器不发生动作,锁闭四组油缸的液压油路,保证质量块的重心在塔筒的圆心处。当来流风位于中风速区间时,此时如果来流风向与减震器外塔筒翼型的对称轴线时有一定的角度时,根据外层充气气囊的翼型外形,可以自动将自身的对称轴线与风速相对应,进而减小塔筒所受到的气动力,当风向正对于外层气囊塔筒翼型的对称轴线时,外塔筒流线型的外形使得气流附着于表面流动,降低了塔筒所受到的载荷,消除了脱落涡,避免了塔筒和涡频率接近而产生共振。当来流风位于高风速区间时,此时风速过大,塔筒出现了较大程度的弯曲变形。和中风速区间相同的是,如果风向与减震器外塔筒翼型的对称轴线时有一定的角度时,外层气囊塔筒的也可以自动将自身对称轴线与风速相对应,进而减小塔筒所受到的气动力,避免了塔筒和涡频率接近而产生共振。最重要的是,为了保证塔筒的安全性,减震器内部的阻尼器对其进行额外控制。此时水平仪会检测出塔筒弯曲的角度值,将这个信息传递给内部的减震控制器,通过液压站驱动四组液压缸内油压的大小,改变质量块的位置,改变重心的位置,从而产生一个与受到的风载荷相反的重力分量,进而减小塔筒的变形量。同时由于液压缸中的油液阻尼系数很高,因此高频风产生的瞬时变化的部分载荷可以被液压油吸收。

[0040] 此外,如果在此安装停滞期内有雷雨天气,减震器上方的避雷针可以起到引雷的作用,避雷装置和塔筒内部的引雷电缆连接在一起,有效地保证了塔筒及内部期间的安全性。

[0041] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

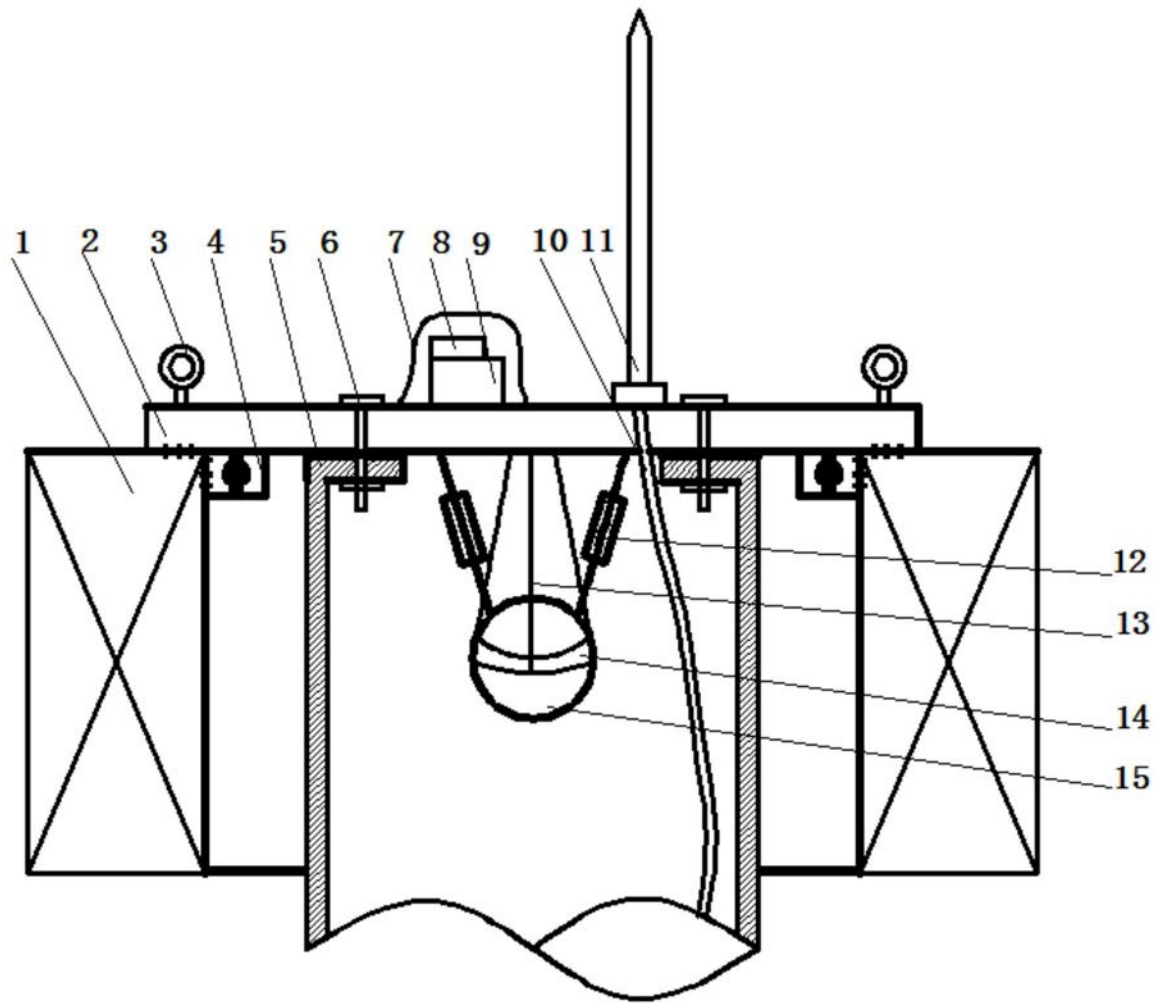


图1

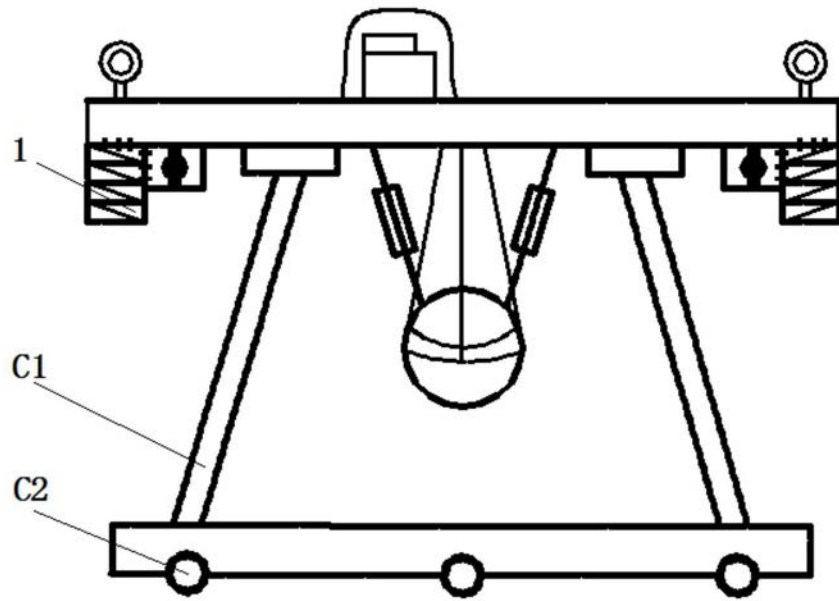


图2

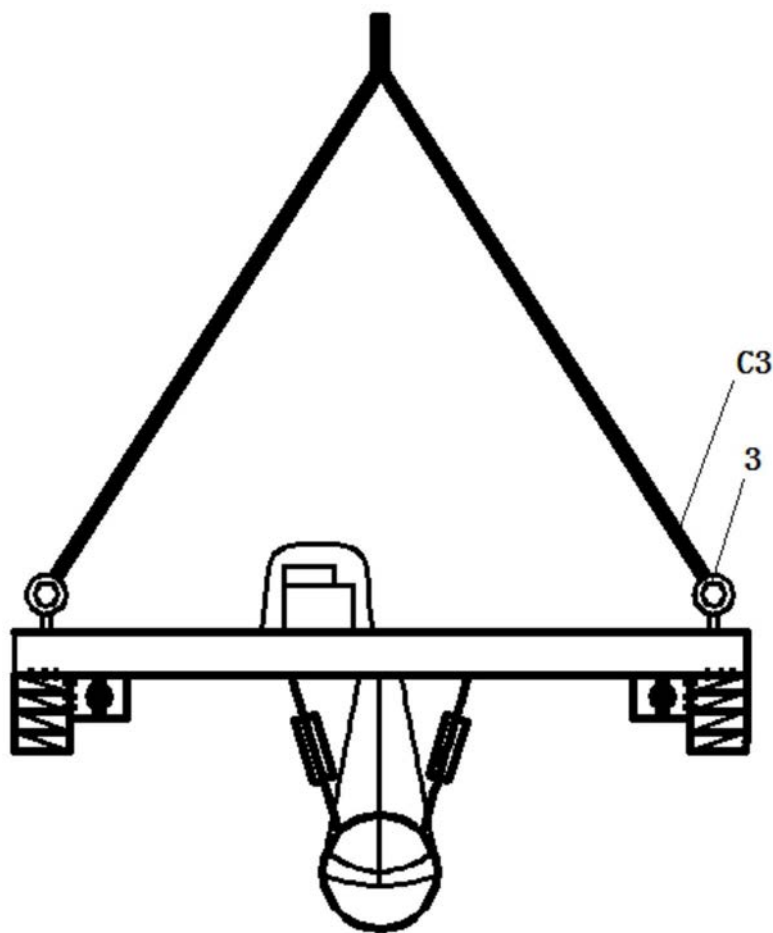


图3

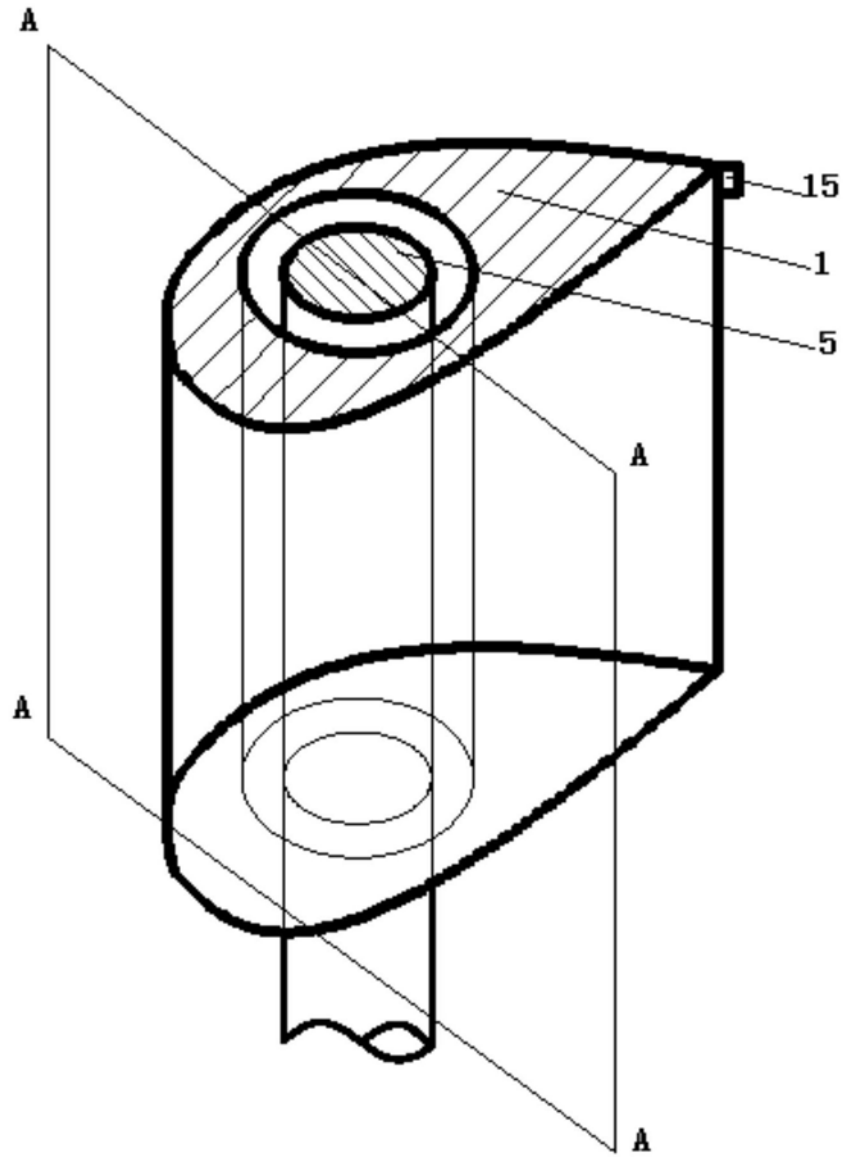


图4

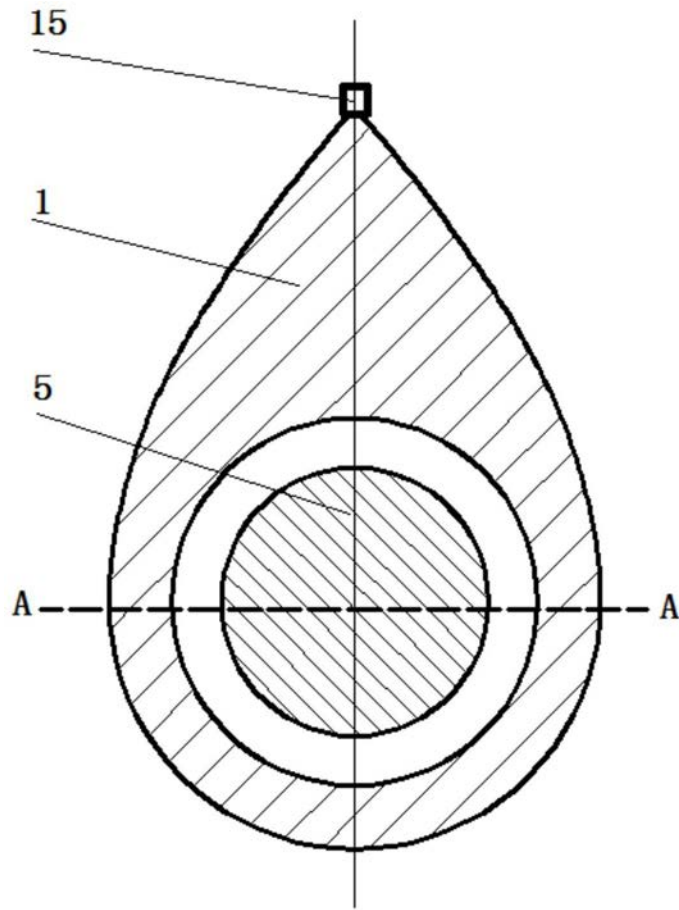


图5