



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105298733 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510377822. 6

F03B 11/08(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 29

F03B 11/00(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

201410309411. 9 2014. 06. 30 CN

(71) 申请人 浙江舟山联合动能新能源开发有限公司

地址 316200 浙江省舟山市岱山县高亭镇人民路 35 号 404、405 室

(72) 发明人 林东

(74) 专利代理机构 杭州裕阳专利事务所(普通合伙) 33221

代理人 黄夏

(51) Int. Cl.

F03B 13/26(2006. 01)

F03B 11/06(2006. 01)

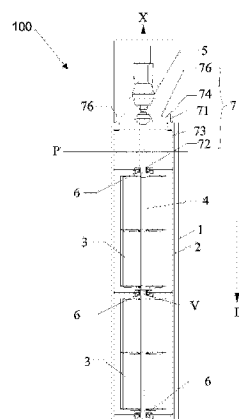
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

潮流能发电装置

(57) 摘要

本发明提供一种潮流能发电装置,包括外框架、至少一个内框架、至少两个水轮机、至少一根中心轴、至少一个发电机和至少三个轴承。至少一个内框架可分离地设置于外框架内。至少两个水轮机位于水面下且设置于一个内框架内,至少两个水轮机为同轴设置,至少两个水轮机为垂直轴水轮机;至少一根中心轴穿设至少两个水轮机,中心轴的轴线方向垂直于水平面,中心轴随水轮机的转动而转动。至少一个发电机位于水面上,至少一个发电机连接于中心轴的一端。至少三个轴承套设中心轴,至少三个轴承分别位于两个水轮机的两侧和中间。



1. 一种潮流能发电装置,其特征在于,包括:
外框架;
至少一个内框架,可分离地设置于外框架内;
至少两个水轮机,位于水面下且设置于一个内框架内,所述至少两个水轮机为同轴设置,所述至少两个水轮机为垂直轴水轮机;
至少一根中心轴,穿设所述至少两个水轮机,所述中心轴的轴线方向垂直于水平面,所述中心轴随水轮机的转动而转动;
至少一个发电机,位于水面上,所述至少一个发电机连接于所述中心轴的一端;
至少三个轴承,套设所述中心轴,所述至少三个轴承分别位于两个水轮机的两侧和中间。
2. 根据权利要求1所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述水轮机的数量为至少四个,每两个同轴设置的水轮机为一组,至少两组水轮机设置于一个内框架内,相邻两组的水轮机呈轴对称设置以使相邻两组水轮机的转动方向相反。
3. 根据权利要求1所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述潮流能发电装置还包括水下轴系转动保护装置,每个水下轴系转动保护装置包括:
润滑剂存储箱,存储有润滑剂,所述润滑剂存储箱位于水面上;
至少六个密封圈,每两个密封圈对应于一个轴承且套设于所述中心轴上,每两个密封圈与对应的轴承和中心轴之间形成润滑剂腔;
导管,所述导管的一端连通润滑剂存储箱,另一端连通润滑剂腔。
4. 根据权利要求3所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述水下轴系转动保护装置还包括检测模组,设置于所述润滑剂存储箱以检测润滑剂是否减少。
5. 根据权利要求3所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述轴承为滑动轴承,每个润滑剂腔由两个密封圈与轴承和中心轴形成。
6. 根据权利要求3所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述轴承为滚动轴承,所述水下轴系转动保护装置还包括至少三个轴承座,每个润滑剂腔由两个密封圈、轴承、轴承座和中心轴形成。
7. 根据权利要求1所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述外框架具有多个固定桩,所述外框架通过打桩的方式固定于海底。
8. 根据权利要求1所述的潮流能发电装置,其特征在于,所述外框架具有多个减小水流阻力结构。

潮流能发电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电装置,尤其涉及一种潮流能发电装置。

背景技术

[0002] 海洋能(包含潮汐能、潮流能、波浪能、海流能)是指海水流动的能量,作为可再生能源,储量丰富,分布广泛,具有极好的开发前景和价值。海洋能的利用方式主要是发电,其工作原理与风力发电和常规水力发电类似,即通过能量转换装置,将海水的机械能转换成电能。具体而言,首先海水冲击水轮机,水轮机将水流的能量转换为旋转的机械能,然后水轮机经过机械传动系统带动发电机发电,最终转换成电能。

[0003] 现今能源日益短缺,温室效应日益严重,能源需要低碳化,所以风能,海洋能等清洁能源是未来能源的发展方向。但现在这些清洁能源的发电设备,除了风能利用比较成熟外,海洋能的利用还都是在起步阶段,没有通用和成熟的设备。现有的少数设备也存在效率低下,设备不能大规模化的问题。

[0004] 由于海洋环境复杂,水中阻力大,传统的海洋能发电装置的安装都必须在海里进行,困难度高,费用庞大。另外,由于发电装置长期接触海水,在海水的长期侵蚀和巨大冲击力下,海洋能发电装置使用一段时间后就要定期进行维修或更换。然而传统的海洋能发电装置的维修和更换也均在海里进行,困难度高,成本巨大。甚至,因为部分组件的损坏,导致整个海洋能发电装置的报废,这是海洋能发电装置高成本的重要原因之一,也是造成现有的海洋能发电装置无法规模化、商业化运营的直接原因。然而,目前海洋能发电领域的技术人员都忽略了对安装和维修方式的改进。

[0005] 另外,传统的海洋能发电装置只采用一个或最多两个垂直轴水轮发电机,为了提高发电功率,通常水轮机的叶轮的直径和沿水深方向的长度需要制造得尽可能大。然而,现有的垂直轴水轮机受到制作材料以及使用环境的限制,根本无法做大和做深。已知的垂直轴水轮机在海里的深度最深仅能达到海面以下5-6米。整个海洋能发电装置的规模受到严重制约,发电功率无法满足需求,发电装置的成本也居高不下。

[0006] 但是,目前海洋能发电领域的技术人员都存在着技术偏见,只着重于研发如何将水轮发电机的叶轮部分做大或者对叶轮叶片的结构进行改进以提高单个水轮发电机的发电功率。目前本领域没有任何人研究如何在不改变叶轮的前提下,提高发电功率且降低成本以适合商业运用。

[0007] 另一方面,现有海洋能发电装置在水深方向(即垂直于水平面的方向)仅能设置一个垂直轴水轮机,其原因不光是上述提及的垂直轴水轮机无法在水深方向做长,还有个重要原因是垂直轴水轮机的中心轴在实际应用中也无法深入海里足够深的地方。现有技术中只要中心轴做的特别长,由于海水巨大的冲击力,中心轴很容易发生变形甚至断裂,从而导致整个发电装置无法使用。再者,现有技术人员都忽略了轴承对中心轴保护的问题。通常传统的海洋能发电装置中的中心轴只受到一个最多两个轴承进行保护。

[0008] 轴承的密封性是决定轴承工作性能的重要指标之一。现有技术中通常采用增加密

封圈的方式来提高轴承的密封性。无论是陆地上使用的转轴,还是潜艇或轮船中使用的转轴,其大部分受到的是沿轴向的外力。因此传统的密封圈就能解决传统的轴承密封的需求。

[0009] 然而,利用海洋能,尤其是潮流能进行发电的发电装置,其使用的中心轴会受到水流沿径向的巨大冲击力。使用一段时间后,中心轴和传统轴承之间的密封圈容易发生变形,轴承的密封性将无法保证。由于无法解决密封需求高的问题,现有的海洋能发电装置只能舍弃采用油作为润滑剂的滚动轴承,选择可以用水作为润滑剂的滑动轴承。但是,现有技术人员都忽略了一个问题。能作为润滑剂的水必须是清水。换言之,由于水流中常含有大量泥沙,若密封圈因为弹性变形导致外部的水携带泥沙等杂质涌入轴承内,不但无法实现对轴承的润滑作用,还会影响中心轴的正常工作,最终影响发电装置的发电效率。

[0010] 因此,现有的海洋能发电装置除了上述提及的安装维修和中心轴无法做长的问题以外,还常常面临需要更换轴系(包括中心轴和轴承)导致成本攀高的问题。

发明内容

[0011] 本发明为了克服现有技术中的至少一个不足,提供一种潮流能发电装置。

[0012] 为了实现上述目的,本发明提供一种潮流能发电装置,包括外框架、至少一个内框架、至少两个水轮机、至少一根中心轴、至少一个发电机和至少三个轴承。至少一个内框架可分离地设置于外框架内。至少两个水轮机位于水面下且设置于一个内框架内,至少两个水轮机为同轴设置,至少两个水轮机为垂直轴水轮机;。至少一根中心轴穿设至少两个水轮机,中心轴的轴线方向垂直于水平面,中心轴随水轮机的转动而转动。至少一个发电机位于水面上,至少一个发电机连接于中心轴的一端。至少三个轴承套设中心轴,至少三个轴承分别位于两个水轮机的两侧和中间。

[0013] 于本发明的一实施例中,水轮机的数量为至少四个,每两个同轴设置的水轮机为一组,至少两组水轮机设置于一个内框架内,相邻两组的水轮机呈轴对称设置以使相邻两组水轮机的转动方向相反。

[0014] 于本发明的一实施例中,潮流能发电装置还包括水下轴系转动保护装置,每个水下轴系转动保护装置包括润滑剂存储箱、至少六个密封圈和导管。润滑剂存储箱存储有润滑剂,润滑剂存储箱位于水面上。每两个密封圈对应于一个轴承且套设于中心轴上,每两个密封圈与对应的轴承和中心轴之间形成润滑剂腔。导管的一端连通润滑剂存储箱,另一端连通润滑剂腔。

[0015] 于本发明的一实施例中,水下轴系转动保护装置还包括检测模组,设置于润滑剂存储箱以检测润滑剂是否减少。

[0016] 于本发明的一实施例中,轴承为滑动轴承,每个润滑剂腔由两个密封圈与轴承和中心轴形成。

[0017] 于本发明的一实施例中,轴承为滚动轴承,水下轴系转动保护装置还包括轴承座,每个润滑剂腔由两个密封圈、轴承、轴承座和中心轴形成。

[0018] 于本发明的一实施例中,外框架具有多个固定桩,所述外框架通过打桩的方式固定于海底。

[0019] 于本发明的一实施例中,外框架具有多个减小水流阻力结构。

[0020] 综上所述,本发明提供的潮流能发电装置通过设置可分离的内框架和外框架,使

得发电装置可以在水面上进行模块化组装和替换,大幅度降低维修和安装费用,克服了传统海洋能发电装置无法商业化、大规模化的难题。并且,通过在中心轴上同轴设置至少两个水轮机和设置至少三个轴承,对中心轴实现“多点约束”,使得潮流能发电装置的规模不光可以横向(垂直于水流的水平方向)扩张也可以纵向(垂直于水平面的水深方向)扩张,大幅度提高了发电功率,克服了现有海洋能发电装置无法“做大”、“做深”的难题。

[0021] 另外,本发明提供的水下轴系转动保护装置能有效保护外界杂质,尤其是水中的泥沙进入轴承,从而有效保护轴承的正常工作。本发明提供的潮流能发电装置,通过采用水下轴系转动保护装置,在延长轴承使用寿命的同时,大幅度降低了维修次数和维修成本,同时有效地保证了发电效率不受影响。另外,本发明提供的潮流能发电装置中的轴承可采用滚动轴承,克服了现有技术中水下轴系只能使用水润滑的滑动轴承的技术壁垒。

[0022] 并且,通过设置检测模组,能够及时且直观地知道轴承的密封性是否降低,从而有效指导维修人员何时何处进行维修,提高维修的及时性和可靠性。另外,框架为可分离的外框架和内框架,可以方便快捷地对水下轴系转动保护装置进行维修或更换,大大降低了维修成本。

[0023] 为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合附图,作详细说明如下。

附图说明

[0024] 图 1 所示为本发明第一实施例提供的潮流能发电装置的侧视图。

[0025] 图 2 所示为图 1 中圆圈标识 V 的放大示意图。

[0026] 图 3 所示为本发明第二实施例提供的潮流能发电装置的俯视图。

[0027] 图 4 所示为本发明第二实施例提供的潮流能发电装置的主视图。

[0028] 图 5 所示为根据本发明第二实施例所述的潮流能发电装置的一个内置模块的示意图。

[0029] 图 6 所示为图 5 中圆圈标识 U 的放大示意图。

具体实施方式

[0030] 图 1 所示为本发明第一实施例提供的潮流能发电装置的侧视图。图 2 所示为图 1 中圆圈标识 V 的放大示意图。请一并参考图 1 和图 2。

[0031] 本实施例提供的潮流能发电装置 100 包括外框架 1、至少一个内框架 2、至少两个水轮机 3、至少一根中心轴 4、至少一个发电机 5 和至少三个轴承 6。

[0032] 至少一个内框架 2 可分离地设置于外框架 1 内。于本实施例中,内框架 2 上可设有卡勾(图未示),外框架 1 上可设有卡槽(图未示),内框架 2 通过卡勾和卡槽的相互卡合嵌入到外框架 1 内。然而,本发明对内框架 2 与外框架 1 之间的固定方式不作任何限定。

[0033] 至少一个内框架 2、至少两个水轮机 3、至少一根中心轴 4、至少一个发电机 5 和至少三个轴承 6 共同形成一个内置模块。于实际应用中,可先将至少两个水轮机 3、至少一根中心轴 4、至少一个发电机 5 和至少三个轴承 6 固定在内框架 2 内,然后将至少一个内框架 2 固定在外框架 1 内,从而实现潮流能发电装置 100 的模块化安装。具体而言,内置模块的安装可在岸上进行,然后将内置模块吊入置于海中的外框架 1 内和外框架 1 进行固定,如此

实现海面上的安装作业,大大简化安装程序,减少安装时间,降低海洋中安装难度。

[0034] 传统的海洋能发电装置需要在海里进行维修。这样维修非常困难且费用庞大。然而,本发明的潮流能发电装置 100 可直接将内置模块从海中取出进行维修或更换,实现潮流能发电装置 100 的海面上快速更换和维修,大大降低了维修成本,使得潮流能发电装置 100 的商业化得以实现。通过设置可分离的外框架 1 和内框架 2,克服了现有技术中安装和维修都必须海里实施的难题。

[0035] 通过将至少一个内框架 2 可分离地设置于外框架 1,突破了现有传统海洋潮流能发电装置无法实现规模化的弊端。目前世界上最大的海洋潮流能发电单台机组的发电量为 1.2 兆瓦,然而本发明的潮流能发电装置单台机组的发电量为 5 兆瓦,远远高于现有的海洋潮流能发电装置的最大发电量。

[0036] 至少两个水轮机 3 位于水面下且设置于一个内框架 2 内。本发明中的至少两个水轮机 3 为同轴设置且两个水轮机 3 为垂直轴水轮机。如图 1 所示,旋转轴垂直于水平面 P 的水轮机为垂直轴水轮机。

[0037] 具体而言,本发明中的“同轴设置”是指两个水轮机 3 从图 1 所示的方向上下平行排列,并且位于图 1 中上方的水轮机 3 的轴线和位于下方的水轮机 3 的轴线为同一根直线。同轴设置的两个水轮机 3 的叶片弯曲方向相同以保证两个水轮机 3 的旋转方向相同。然而,本发明对水轮机 3 的数量不作任何限定。于其它实施例中,水轮机 3 的数量可远远多于两个。通过在垂直于水平面 P 的水深方向 D 上设置至少两个水轮机 3,可以在不增大水轮机 3 的尺寸的前提下,大幅度加深潮流能发电装置 100 深入海里的深度,从而提高发电功率。

[0038] 至少一根中心轴 4 穿设至少两个水轮机 3,中心轴 4 的轴线方向 X 垂直于水平面 P,中心轴 4 随水轮机 3 的转动而转动。由于水轮机 3 本身为中心对称结构,因此本发明中水轮机 3 的轴线方向即为中心轴 4 的轴线方向 X。

[0039] 至少一个发电机 5 位于水面上,至少一个发电机 5 连接于中心轴 4 的一端。于实际应用中,水轮机 3 的叶片受到潮流的冲击力,从而进行转动。中心轴 4 与水轮机 3 之间可为过盈配合,中心轴 4 随水轮机 3 的转动而转动。中心轴 4 的一端与发电机 5 中的齿轮箱中的齿轮孔为过盈配合。中心轴 4 的转动带动该齿轮的转动,然后通过齿轮间的相互啮合,将机械能传给发电机 5 从而驱使发电机 5 进行发电。

[0040] 至少三个轴承 6 套设中心轴 4,至少三个轴承 6 分别位于两个水轮机 3 的两侧和中间。具体而言,如图 1 所示,三个轴承 6 的其中一个轴承设置于两个水轮机 3 之间,另外两个轴承 6 分别位于两个水轮机 3 的上下两侧。于本实施例中,每根中心轴 4 上轴承 6 的数量对应于同一根中心轴 4 上水轮机 3 的数量,且轴承 6 的数量比水轮机 3 的数量至少多一个以确保无论水轮机 3 的数量如何增长,每个水轮机 3 的两侧都具有轴承 6。

[0041] 通过在水深方向 D 上设置两个和两个以上的水轮机 3,可以在无需加大水轮机 3 叶片长度的情况下,大大拓展潮流能发电装置 100 在水深方向 D 上的深度,从而更加高效地利用潮流能进行发电,大大提高发电功率。设置至少三个轴承 6 实现对中心轴 4 的“多点约束”,这样无论中心轴 4 做的多长,在海水巨大的冲击力下,三个轴承 6 在分担受力的同时,给予中心轴 4 至少三点的固定和支撑,克服了现有技术中海洋能发电装置中心轴 4 无法在海洋中做深的技术难题。

[0042] 于本实施例中,潮流能发电装置 100 还包括水下轴系转动保护装置 7,每个水下轴

系转动保护装置 7 包括润滑剂存储箱 71、至少六个密封圈 72 和导管 73。润滑剂存储箱 71 存储有润滑剂 74，润滑剂存储箱 71 位于水面 P 上。每两个密封圈 72 对应于一个轴承 6 且套设于中心轴 4 上，每两个密封圈 72 与对应的轴承 6 和中心轴 4 之间形成润滑剂腔 75。导管 73 的一端连通润滑剂存储箱 71，另一端连通润滑剂腔 75。

[0043] 于本实施例中，每个内置模块中的导管 73 和润滑剂存储箱 71 的数量均为二，两根导管 73 分别连通润滑剂腔 75 的两侧和两个润滑剂存储箱 71。通过增加导管 73 的数量以提高填充润滑剂 74 的速度。然而，本发明对此不作任何限定。于本实施例中，导管 73 可采用不锈钢制成。

[0044] 于第一实施例中，轴承 6 为滑动轴承，每个润滑剂腔 75 由两个密封圈 72 与轴承 6 和中心轴 4 形成。具体而言，润滑剂腔 75 的上下表面由两个密封圈 72 分别构成，润滑剂腔 75 的内表面为中心轴 4 的轴颈部分的外表面，润滑剂腔 75 的外表面为轴承 6 的内表面。润滑剂腔 75 是个横截面是圆环形，纵截面是长方形的环形圆柱。润滑剂 74 填充于润滑剂腔 75 中以形成润滑膜从而减小摩擦。于第一实施例中，润滑剂 74 为不含泥沙等杂质的纯净海水。

[0045] 由于潮流对水轮机 3 的冲击力巨大，密封圈 72 长期受到巨大的径向力，很容易发生弹性变形，从而导致密封圈 72 与中心轴 4 之间不再密封，即密封圈 72 与中心轴 4 之间存在空隙。由于润滑剂 74 原始是位于润滑剂腔 75 中，当润滑剂腔 75 存在空隙后，润滑剂 74 很可能流失，同时，外面的水也会携带泥沙等杂质从空隙中涌入。

[0046] 以下详细介绍本实施例提供的用于潮流能发电的水下轴系转动保护装置 7 如何对位于水面下的中心轴 4 进行保护。

[0047] 由于润滑剂存储箱 71 位于水面 P 之上，而水轮机 3 和中心轴 4 的连接部分位于水面 P 之下，二者之间存在高度差。根据液体压强的计算公式，压强和深度（取压点到液面之间的高度）呈正比关系。位于润滑剂腔 75 内的润滑剂 74 由于由连通有润滑剂存储箱 71 的导管 73 输送，在密度一样的情况下，润滑剂腔 75 与导管 73 连通处的压强肯定大于同一水深处外部的压强。同时，由于液体能够传递压强，密封圈 72 密封处受到的内部压强肯定大于密封圈 72 密封处受到的外部压强。因此，润滑剂腔 75 始终处于一个“微正压”状态。

[0048] 换言之，即便轴承 6 和中心轴 4 之间无法实现密封，即密封圈 72 与中心轴 4 之间存在空隙，润滑剂 74 也会在压差作用下不断从润滑剂存储箱 71 中流入到润滑剂腔 75 中，然后从空隙流出到密封圈 72 外，位于外面带有泥沙的水也不会从空隙流入到润滑剂腔 75 中，从而真正实现对中心轴 4 的保护作用。

[0049] 于实际应用中，导管 73 还包括接头，通过接头，导管 73 可实现多路排布，从而三个轴承 6 内的润滑剂腔 75 可共用一个导管 73 的总路连通共同的润滑剂存储箱 71。然而本发明对此不作任何限定。

[0050] 于本实施例中，用于潮流能发电的水下轴系转动保护装置 7 还包括检测模组 76，设置于润滑剂存储箱 71 以检测润滑剂 74 是否减少。于实际应用中，检测模组 76 可为红外线感应器，检测润滑剂 74 于润滑剂存储箱 71 内的高度是否降低来判段润滑剂 74 是否减少。检测模组 76 也可为重感应器，检测润滑剂 74 于润滑剂存储箱 71 内的质量是否减少来判断润滑剂 74 的量是否发生改变。润滑剂 74 的减少代表着轴承 6 的密封性能下降，从而提醒维修人员密封圈 72 已经老化或者发生了变形需要进行维修和更换。通过设置检测

模组 76, 维修人员能够直观且及时地知道轴系的状态, 尤其是密封圈 72 的使用状态, 并及时地对潮流能发电装置 100 进行维护。

[0051] 于实际使用中, 用于潮流能发电的水下轴系转动保护装置 7 可还包括报警模块 (图未示), 所述报警模块连接所述检测模组 76。当检测模组 76 检测到润滑剂 74 减少时, 报警模块发出警报。

[0052] 图 3 所示为本发明第二实施例提供的潮流能发电装置的俯视图。图 4 所示为本发明第二实施例提供的潮流能发电装置的主视图。图 5 所示为根据本发明第二实施例所述的潮流能发电装置的一个内置模块的示意图。图 6 所示为图 5 中圆圈标识 U 的放大示意图。请一并参考图 3 至图 6。

[0053] 于第二实施例中, 内框架 2、水轮机 3、中心轴 4 和发电机 5 的结构和功能, 皆如第一实施例所述, 相同元件都以相同标号进行表示, 在此不再赘述。以下仅就不同之处予以说明。

[0054] 外框架 1' 可由钢材料焊接而成。于本实施例中, 外框架 1' 包括外套管 11 和固定桩 12。通过在外套管 11 内浇灌混凝土形成固定桩 12。外框架 1' 通过打桩的方式固定于海底 F。

[0055] 于本实施例中, 外框架 1' 还具有多个减小水流阻力结构 13。多个减小水流阻力结构 13 位于多根外套管 11 的迎水侧。通过设置减小水流阻力结构 13 于外套管 11 的迎水侧, 大大减小了外套管 11 (之后在此处就形成固定桩 12) 承受水力冲击的受力面积, 同时大幅度提高了后续形成的固定桩 12 的稳定度。如图 1 所示, 减小水流阻力结构 13 位于外框架 1' 的最上边和最下边。于本实施例中, 减小水流阻力结构 13 与外框架 1' 的为一体成型。

[0056] 以图 3 中从左数第二列四根外套管 11 为例, 由于外套管 11 排成了平行于水流方向的一列, 因此位于下游的外套管 11 承受的水流冲击力会在位于上游的外套管 11 的阻挡后大大减小。经过实验后发现, 若不具有减小水流阻力结构 13, 在水流速度不变的情况下, 四根外套管 11 承受的水流冲击力之和为一根裸露于水中的外套管 11 承受的水流冲击力的 2.6 倍左右。然而, 在外框架 1' 上设置有减小水流阻力结构 13 后, 四根外套管 11 承受的水流冲击力之和仅为为一根裸露于水中的外套管 11 承受的水流冲击力的 30%。

[0057] 于本实施例中, 减小水流阻力结构 13 的截面为三角形。然而, 本发明对减小水流阻力结构 13 的具体形状和结构不作任何限定。于其他实施例中, 该减小水流阻力结构可制造为流线型。

[0058] 于本实施例中, 水轮机 3 的数量为至少四个, 每两个同轴设置的水轮机 3 为一组, 至少两组水轮机 3 设置于一个内框架 2 内, 相邻两组的水轮机 3 呈轴对称设置以使相邻两组水轮机 3 的转动方向相反。具体而言, 两组水轮机 2 呈并排阵列设置, 且相组两个水轮机 3 的叶片 32 的弯曲方向呈轴对称。如图 3 和图 3 所示, 每两个水轮机 3 为一组且平行设置, 左侧水轮机 3 的转动方向为逆时针, 右侧水轮机 3 的转动方向为顺时针。通过将相邻水轮机 3 的转动方向设置为相反, 有效地提高水流的聚集和疏散, 提升水流速度, 从而加快水轮机 3 的转动以提高发电机 5 的发电效率。然而, 本发明对水轮机 3 的数量以及转动方向不作任何限定。经过试验表明, 将相邻的水轮机 3 对称设置, 大幅度提高了发电功率。

[0059] 于本实施例中, 潮流能发电装置 200 包括五个内置模块, 每个内置模块有一个内

框架 2 以及对应的四个水轮机 3 和六个轴承 6'。然而,本发明对此不作任何限定。可根据潮流能发电装置的发电需求增加水轮机 3 在横向(如图 4 所示的横向,即垂直于水流方向的水平方向)和纵向(如图 4 所示的纵向,即垂直于水平面的水深方向)上的数量,从而实现潮流发电装置 200 的大规模化。

[0060] 于第二实施例中,轴承 6' 包括内圈 61'、外圈 62' 和滚动体 63'。内圈 61' 与中心轴 4 相配合并与中心轴 4 一起旋转,外圈 62' 与轴承座 76' 相配合起支撑作用。轴承 6' 将滑动轴承中转轴与轴承之间的滑动摩擦变为了位于内圈 61' 和外圈 62' 之间滚动体 63' 的滚动摩擦。

[0061] 于本实施例中,水下轴系转动保护装置 7' 还包括至少三个轴承座 76', 润滑剂腔 75' 由两个密封圈 72'、轴承 5'、轴承座 76' 和中心轴 4 形成,轴承 6' 的滚动体 63' 位于润滑剂腔 75' 内。具体而言,本实施例的轴承座 76' 包括两个端盖 761'。端盖 761' 不仅起到轴承 6' 的轴向定位作用,还和密封圈 72' 一起起到防杂质和密封的作用。上下两个端盖 761'、密封圈 72'、中心轴 4 和周向的轴承座 76' 之间形成密封腔,轴承 6' 位于腔体内。

[0062] 于第二实施例中,润滑剂 74 为润滑油。一根导管 73 连通于上端盖 761' 处,另一根导管 73 连通于下端盖 761' 处。通过这种设置,轴承 6' 的滚动体 63' 浸润于润滑油中。

[0063] 尽管润滑油的密度略小于水的密度,而压强和密度、深度均成正比关系,但是由于水面上的润滑剂存储箱 71' 和水下润滑剂腔 75' 的高度差较大,经过计算,总体来说,润滑剂腔 75' 依旧处于一个“微正压”状态。换言之,即便位于下方的密封圈 72' 无法实现密封,润滑剂也会在压差作用下不断从润滑剂存储箱 71' 中流入到润滑剂腔 75' 中,然后从空隙流出到密封圈 72' 外,位于外面带有泥沙的水也不会从空隙流入到润滑剂腔 75' 中,从而真正实现对轴系 2' 的保护作用。

[0064] 综上所述,本发明提供的潮流能发电装置通过设置可分离的内框架和外框架,使得发电装置可以在水面上进行模块化组装和替换,大幅度降低维修和安装费用,克服了传统海洋能发电装置无法商业化、大规模化的难题。并且,通过在中心轴上同轴设置至少两个水轮机和设置至少三个轴承,对中心轴实现“多点约束”,使得潮流能发电装置的规模不光可以横向(垂直于水流的水平方向)扩张也可以纵向(垂直于水平面的水深方向)扩张,大幅度提高了发电功率,克服了现有海洋能发电装置无法“做大”、“做深”的难题。

[0065] 另外,本发明提供的水下轴系转动保护装置能有效保护外界杂质,尤其是水中的泥沙进入轴承,从而有效保护轴承的正常工作。本发明提供的潮流能发电装置,通过采用水下轴系转动保护装置,在延长轴承使用寿命的同时,大幅度降低了维修次数和维修成本,同时有效地保证了发电效率不受影响。另外,本发明提供的潮流能发电装置中的轴承可采用滚动轴承,克服了现有技术中水下轴系只能使用水润滑的滑动轴承的技术壁垒。

[0066] 并且,通过设置检测模组,能够及时且直观地知道轴承的密封性是否降低,从而有效指导维修人员何时何处进行维修,提高维修的及时性和可靠性。另外,框架为可分离的外框架和内框架,可以方便快捷地对水下轴系转动保护装置进行维修或更换,大大降低了维修成本。

[0067] 虽然本发明已由较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟知此技艺者,在不脱离本发明的精神和范围内,可作些许的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视权利要求书所要求保护的范围为准。

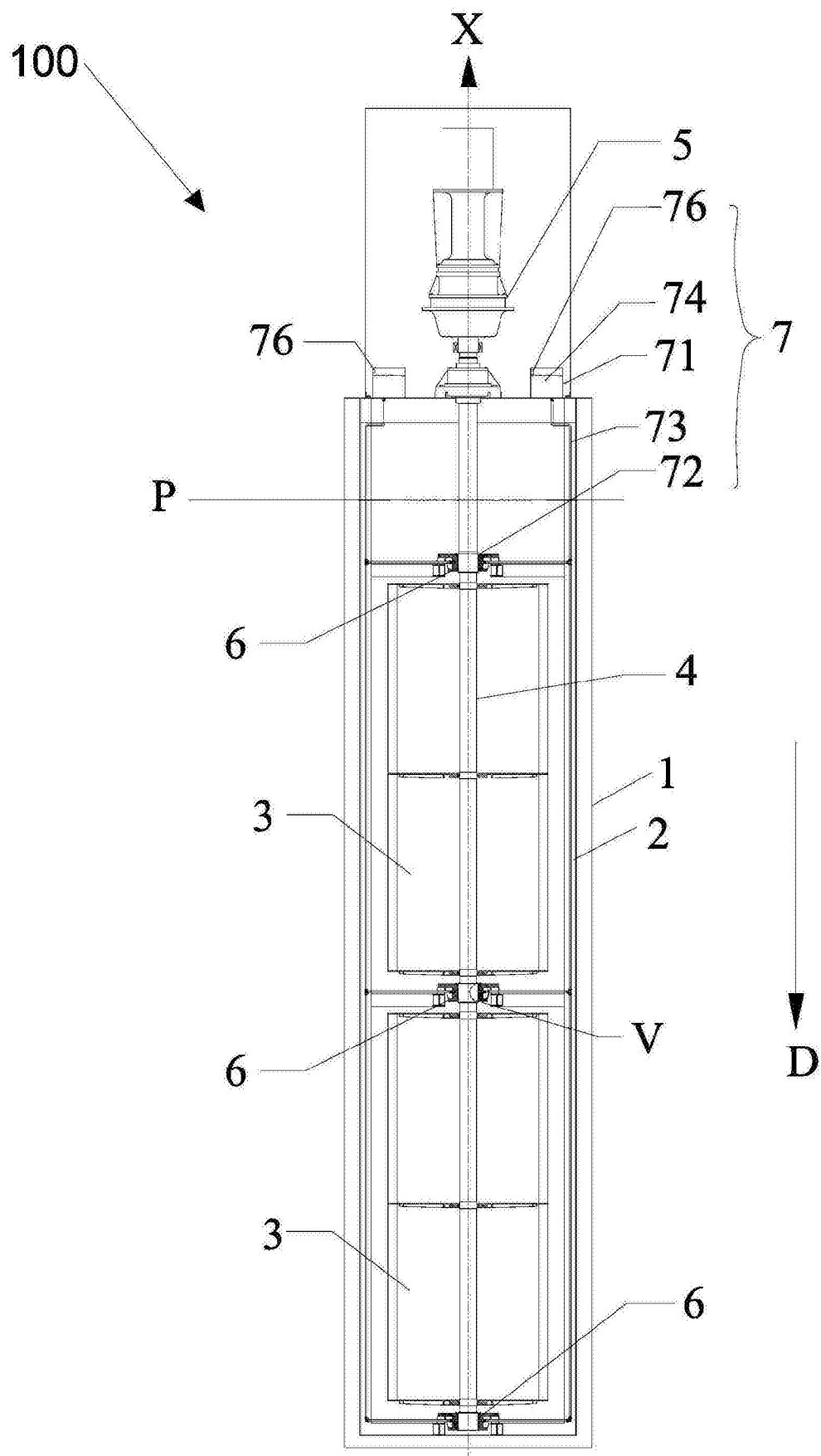


图 1

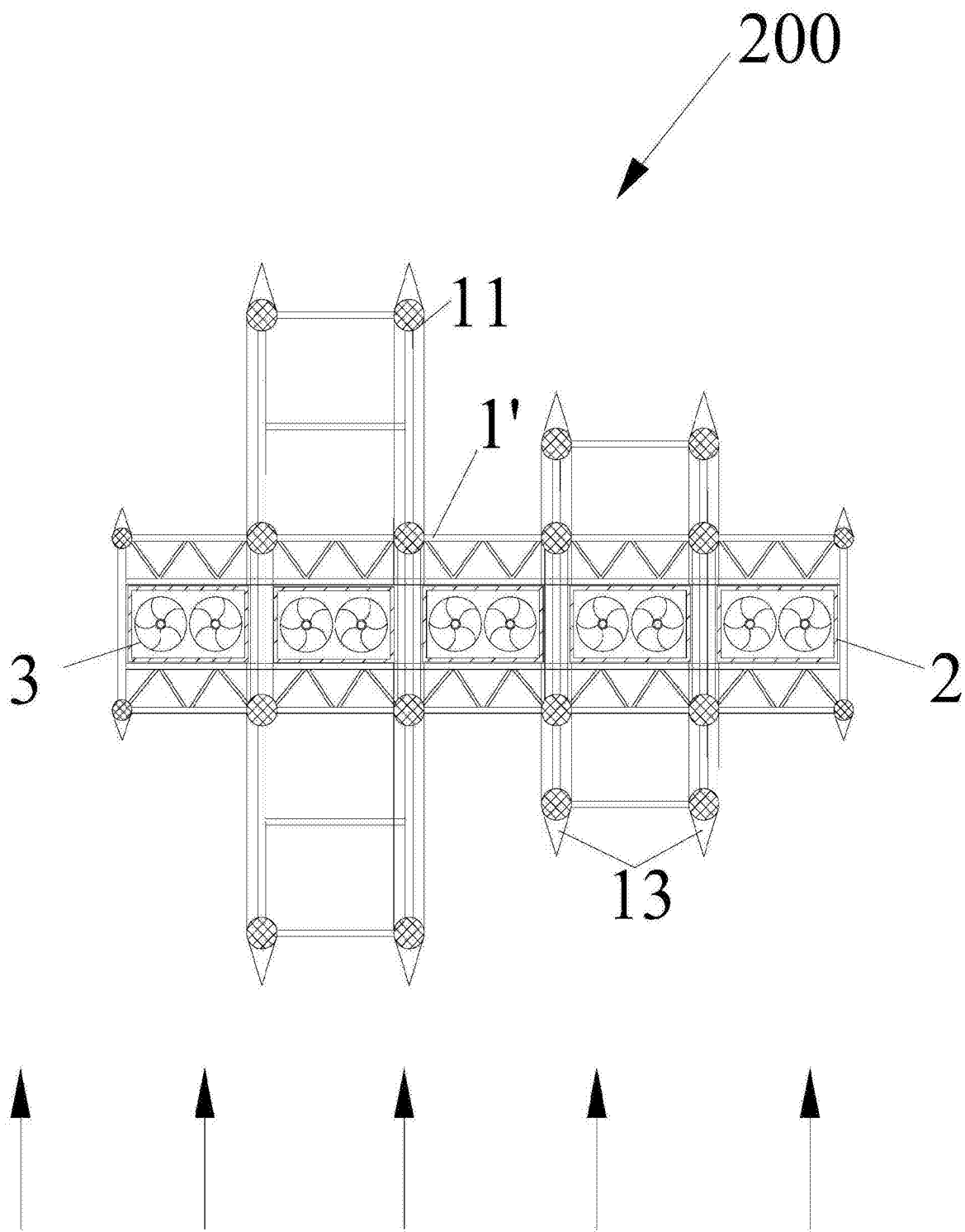


图 3

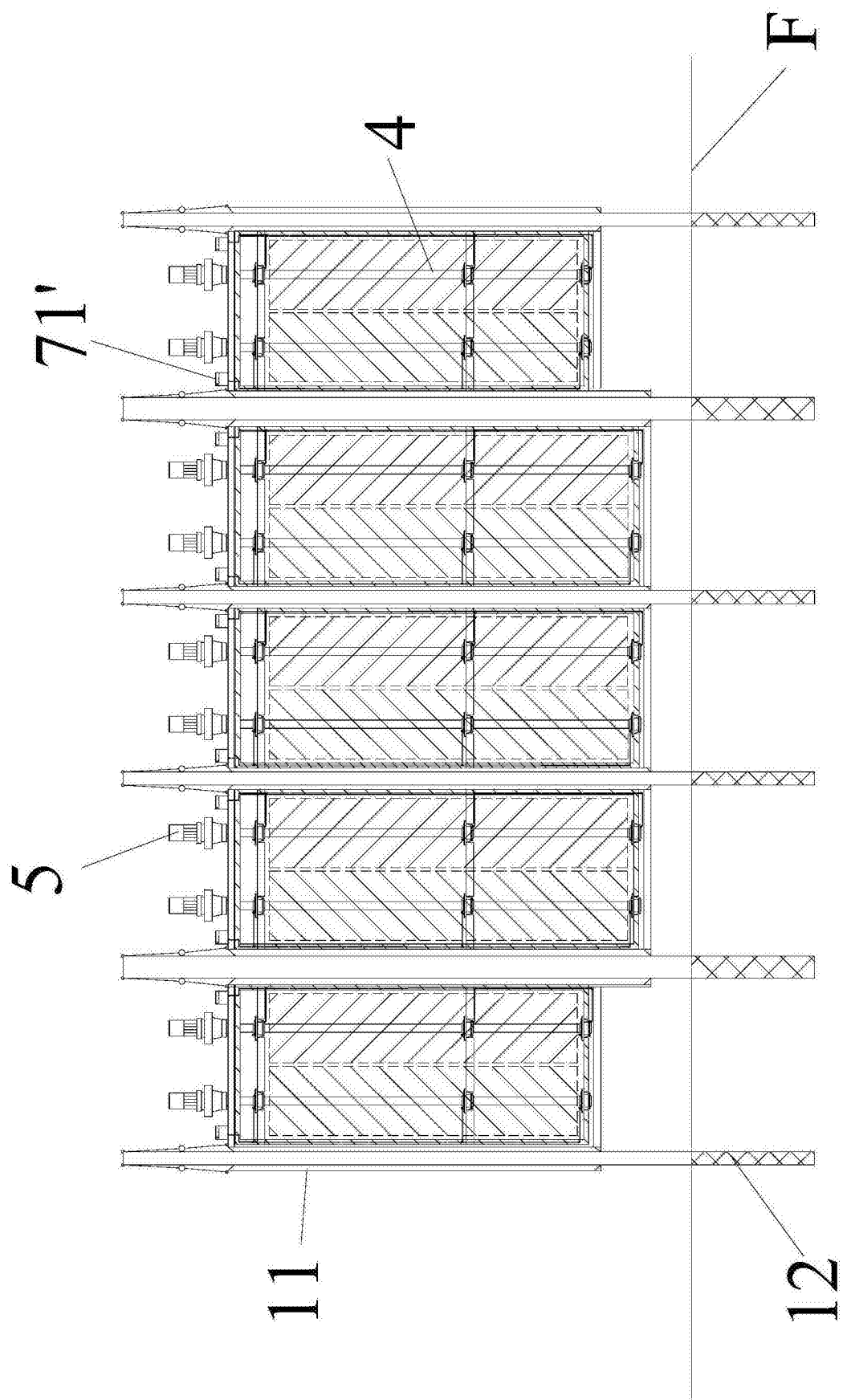


图 4

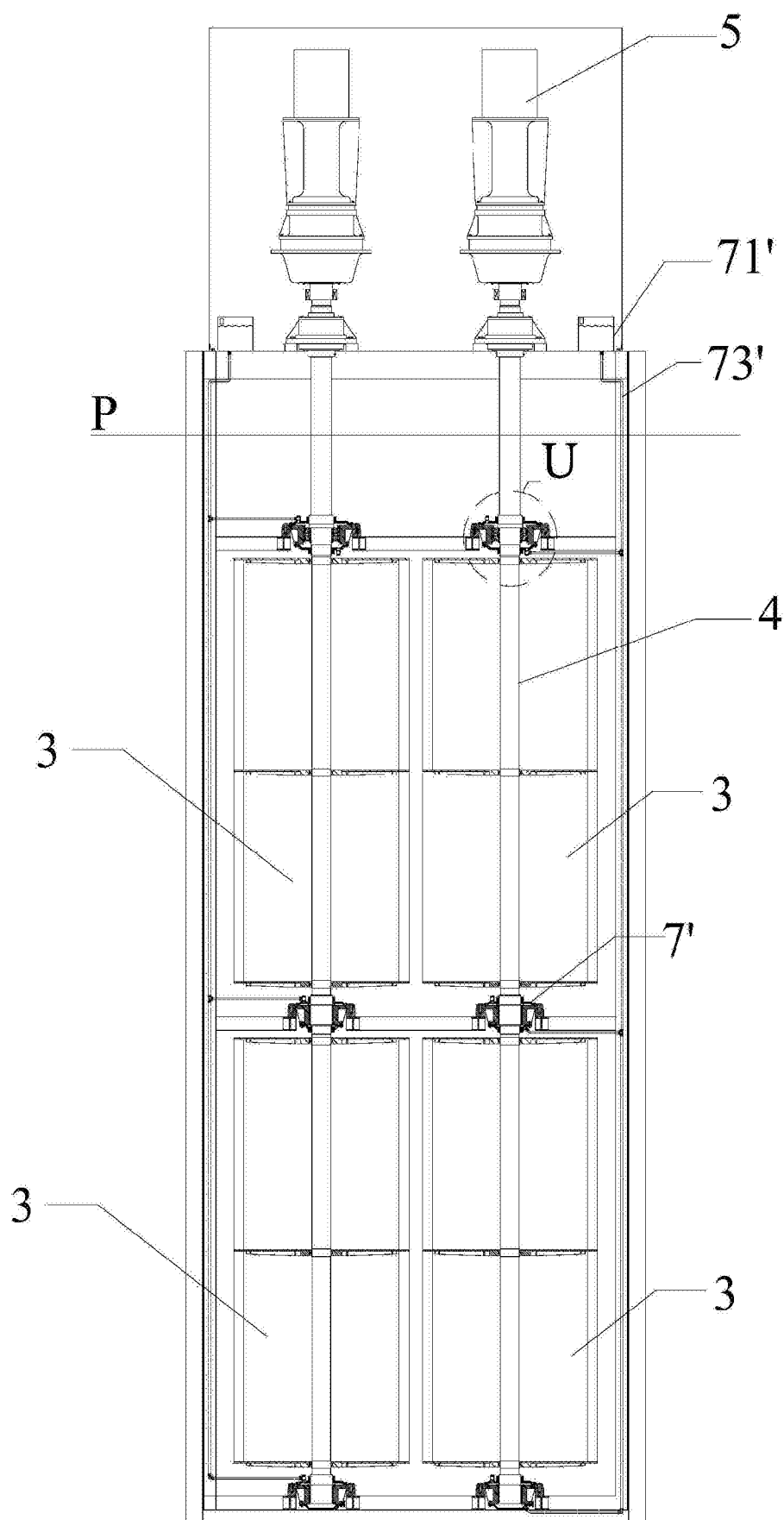


图 5

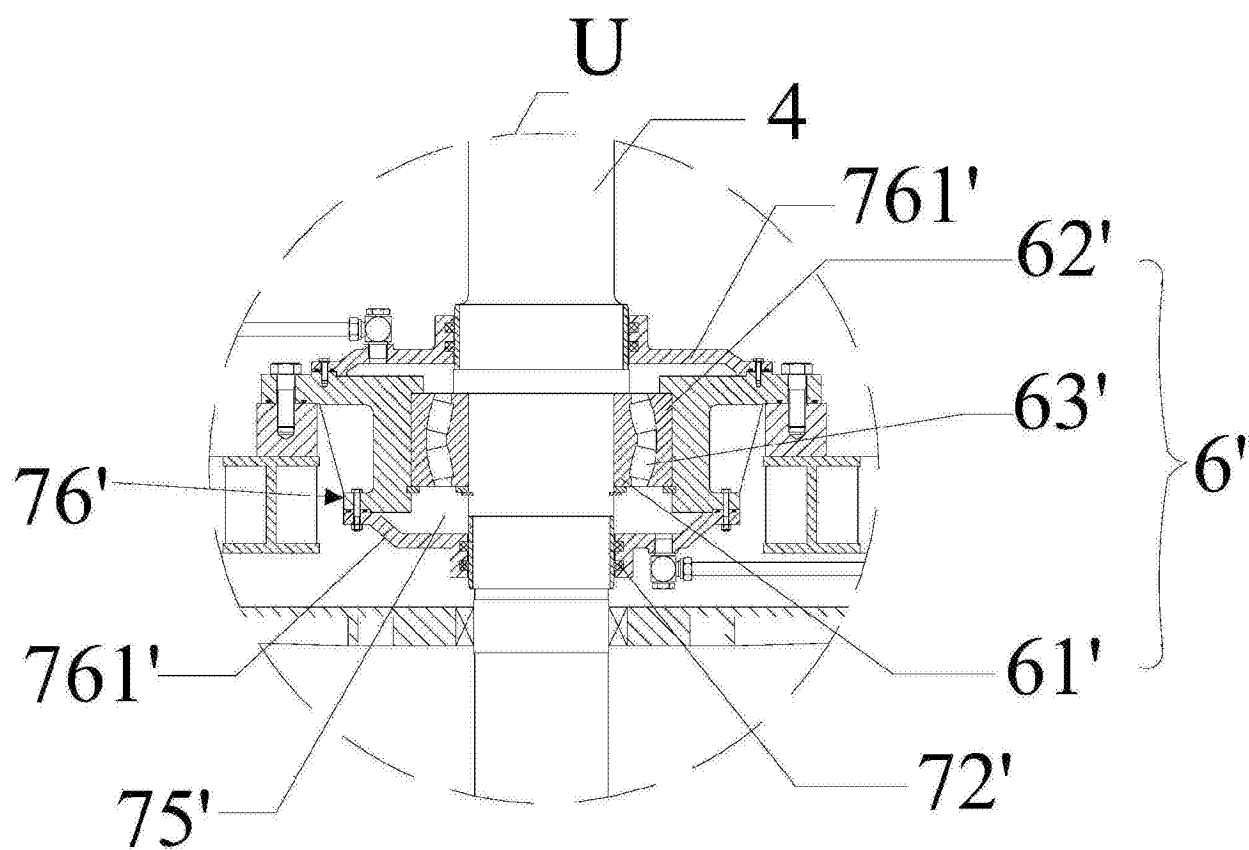


图 6