



BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

**(84)** 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

invention has a simple and stable structure, low construction costs, and high power generation and conversion efficiency, is easy to maintain, and is highly adaptable. The invention can be arranged on a coast, near shore, or in coastal waters, thereby using marine space efficiently, reducing the impact of waves, providing a stable water environment for a surrounding marine region, converting wave energy into electricity, and appropriately using ocean wave energy resources.

**(57) 摘要:** 本发明公开一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤, 在方箱型浮式防波堤的迎浪面上设置波浪进水口, 发电机组安装在气流通道内, 波浪从浮式防波堤迎浪面的进水口处进入气室内部, 形成上下振荡的水柱, 水柱上下振动迫使气室内部的气体压缩和膨胀, 往复通过气室顶部的气流通道, 进而推动发电机组发电, 之后通过传输装置将电量储存于储能装置中以备使用。本发明具有结构简单稳定、建造成本较低、发电转化效率较高、维护便利、适应性强等特点, 可布置于海岸、近岸或离岸海域, 有效利用海洋空间, 在削减波浪影响、为周围海域提供平稳水域环境的同时, 能够将波浪能转化为电能, 合理的利用海洋波浪能资源。

## 一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤

### 技术领域

本发明属于海洋工程技术领域，具体涉及一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤。

### 背景技术

为了解决当前人类发展所必不可少的能源供应问题，寻找可替代、可再生、清洁的新型能源已经逐渐成为全球各个国家的共识。新型能源，包括海洋能，生物质能，风能，太阳能，地热能，核能等，而海洋能因为其独特的魅力吸引了各国科学家的目光。众所周知，地球表面被各大陆地分隔为彼此相通的广大水域称为海洋，其总面积约为 3.6 亿平方公里，约占地球表面积的 71%，平均水深约 3795 米，所以海洋能储量巨大，并且种类繁多，主要包括潮汐能，温差能，波浪能，海流能，海风能等。其中海洋波浪能具有巨大的开发潜力，据国际能源组织（IEA）公布的报告预测：全球可利用的波浪能可达 20 亿~25 亿 kW，同时，波浪能的能流密度较大，传播过程中只有较小的能量损失。

我国有着广阔的海域和漫长的海岸线，拥有非常丰富的波浪能资源，年平均波力功率大于 3J/m，理论波浪能储量约为 7000 万 kW 左右。近年来，我国重视可再生能源的研究，其中波浪能发电已作为我国可再生资源研究和应用的重要一部分，能极大方便的为远离海岸的岛屿和海洋浮式结构物等提供电力资源。波浪能发电与其它能源相比，具有清洁环保、储量大、受时间和空间影响小且能流密度较大等优点。浮式防波堤作为海洋工程中一类重要的防波堤结构，与其他传统防波堤相比，可适应水深较大、地基软弱、大潮差和引入水体交换等情况，具有优异的经济性和生态环保性，在港口海岸工程、海洋工程以及海水养殖等诸多领域具有广阔应用前景。

目前的防波堤或多或少存在一些缺陷，例如根据当前的研究成果，影响浮式防波堤消波性能的最主要因素是其堤宽以及吃水，堤宽越宽，吃水越深，则消波效果越好，但是随着浮式防波堤主尺度的增大，其造价会大幅度地增加，并且受到的波浪力也会增大，这将对结构自身强度和系泊系统设计提出较大要求，并且浮式防波堤对于短周期的波浪有较好的消波效果，对于长周期的波浪消波效果并不明显，所以目前工程应用也大多将浮式防波堤布置在波高较小、周期较短的波

浪区域。

## 发明内容

发明目的：本发明的目的在于解决现有技术中存在的不足，提供一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，本发明融合了浮式防波堤和振荡水柱式波浪能发电装置，既实现对离岸海洋结构物的掩护，又能够产生电能，具有可移动、可重复、不受水深和地质限制等优点；本发明结构简单，易于生产与维修，对海洋环境无污染，具有广阔的应用前景。

技术方案：本发明的一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，包括若干单节方箱型浮式防波堤，各个单节方箱型浮式防波堤通过连接装置相连，各单节方箱型浮式防波堤均通过锚链与海底锚块连接，每个单节方箱型浮式防波堤的迎浪面均设置有波浪进水口，波浪进水口上端位于吃水线以下，波浪进水口与单节方箱型浮式防波堤内部的气室相通进而使得气室底部的水体与海水相连；所述气室上部空间为空气且气室下部空间为海水，气室的顶部与气流通道相通，气流通道内设有发电机组，且气流通道通过透气孔与外界相连。

其中，当水面静止时，海水会浸没波浪进水口，当遇到波浪时，整个方箱型浮式防波堤会随着波浪一起运动，波浪进水口有时会露出海面，海水通过波浪进水口进入气室。

为增强在长周期波浪下浮式防波堤的消波效果，所述单节方箱型浮式防波堤通过橡胶圈和锚链相互固定形成一个浮式防波堤主体；每个单节方箱型浮式防波堤的两侧均通过两根锚链与混凝土锚块相连，每个单节方箱型浮式防波堤的底部均等间距设有若干道网衣（例如六道），网衣的底部悬挂有沉子。

考虑到浮式防波堤的小幅值纵荡运动，所述浮式防波堤主体两端部的单节方箱型浮式防波堤的外侧四个顶角处均布置有一组锚链，每组锚链共设三根，同一组的三根锚链之间的夹角均为  $30^\circ$ 。

进一步的，所述单节方箱型浮式防波堤的吃水深度为其高度的一半，且气室的底部位于海平面以下；所述方箱型浮式防波堤采用预制成型的钢筋混凝土结构，各个方箱型浮式防波堤内部均设置若干舱室，舱室包括压载水舱和储能装置舱。

为提高波浪能的转换效率，且不影响方箱型浮式防波堤结构安全，所述气室整体呈竖向空间结构，气流通道整体呈水平空间结构且光滑平整（便于空气流通），气室的内部空间与气流通道的内部空间相通，且气室上方的气流通道入口处呈聚

流罩形状。

进一步的,所述发电机组包括双向冲击式涡轮机和永磁三相发电机,双向冲击式涡轮机由转动叶轮、静止叶片、轴承座罩和轴承座,转动叶轮安装于涡轮机上两侧轴承座之间,转动叶轮两侧均设有一圈静止叶片,静止叶片外侧与发电机组的保护罩固定,轴承座罩通过静止叶片固定于保护罩;所述永磁三相发电机一端通过旋转轴与双向冲击式涡轮机驱动连接,永磁三相发电机的另一端与储能装置相连。具有结构简单,无需整流装置就可在往复交变的气流中单向旋转做功的特点。

进一步的,所述转动叶轮上的动叶和静止叶片均呈月牙形(能够提高波浪能的转换效率),且静止叶片的表面积小于动叶的表面积;所述转动叶轮上的动叶以及每一测的静止叶片均设有 24 片,两侧静止叶片的排列完全对称。

进一步的,所述发电机组外周套有保护罩,保护罩内通过支撑结构固定双向冲击式涡轮机和永磁三相发电机。

有益效果:与现有技术相比,本发明具有以下优点:

(1) 本发明采用的浮式防波堤发电装置,既削减了波浪的影响,为周围海域提供了平稳的水域环境,同时将部分波浪能转化成电能,合理的利用海洋波浪能资源。

(2)。本发明在浮式防波堤底部设置多道网衣,网衣的具体尺寸大小、材质等可以根据具体的实际海况进行调整,并且网衣底部悬挂沉子,对于长周期的波浪可以进行有效的削减,一定程度上提高浮式防波堤的消波性能,同时也有利于保护浮式防波堤的结构稳定性。

(3) 本发明中的双向冲击式涡轮机发电机组置于气流管道内,该装置的波能转换率较高,同时将气室上方的气流通道入口处,设计成聚流罩的形状,不仅可以增大驱动双向冲击式涡轮机式发电机组的气流流速,还能提高气室内空气动能的利用率;同时,波浪能通过气室内的压缩空气传递,使得发电机组不和海水直接接触,这样既可以减少波浪对其结构的破坏,也可避免海水的腐蚀,提高了其在海洋环境中的适应能力,增加其使用寿命,同时也便于后期保养和维修工作。

(4) 本发明可根据实际海况条件和用电需求,布置多个浮式防波堤结构单元,各浮式防波堤结构单元之间采用橡胶圈加锚链的连接方式连接,从而提高波浪能的整体利用率;同时由于一部分波浪能转换为电能,所以相应的提高了浮式防波

堤的消波性能。

综上所述,本发明具有消浪效果好、发电转化效率高、结构稳定、安装便捷、建设工期短、易于维护等优点。

### 附图说明

- 图 1 是本发明的单节浮式防波堤的主视图;
- 图 2 是本发明的单节浮式防波堤的俯视图;
- 图 3 是本发明的单节浮式防波堤的左视图;
- 图 4 是实施例中多节浮式防波堤组合后的俯视图;
- 图 5 是图 2 中 A-A 向的剖视图;
- 图 6 是本发明中振荡水柱式波浪能发电示意图;
- 图 7 是本发明中发电机组示意图;
- 图 8 是本发明中转动叶轮示意图;
- 图 9 是本发明中轴承座罩及静叶示意图;
- 图 10 是本发明中双向冲击式涡轮机气动原理示意图。

### 具体实施方式

下面对本发明技术方案进行详细说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施例。

本发明中,方箱型浮式防波堤采用悬链线式系泊系统,浮式防波堤布置与该防护区域的主浪向垂直(浪的入射方向为  $90^\circ$ ),其运动响应主要形式为横荡、垂荡和横摇,同时还有微小的纵荡运动。因此,本发明的系泊系统中,锚泊系统控制浮式防波堤横荡运动是主要的考虑因素,同时还要考虑浮式防波堤纵荡的回复力。为保证浮式防波堤不出现大幅值的横荡运动,在单个浮式防波堤单元的两边各布置两根锚链,同时,考虑到浮式防波堤的小幅值纵荡运动,在其四个顶端各布置一组锚链,在方箱型浮式防波堤的迎浪面上设置进水孔,双向冲击式涡轮机发电机组安装在气流通道内,储能装置安装在方箱型浮式防波堤内部,该方箱型浮式防波堤可兼具发电和消浪功能。

如图 1 和图 2 所示,本实施例中的方箱型浮式防波堤 1 采用悬链线式锚固系统,单节方箱型浮式防波堤 1 两侧各设置两根锚链 2,锚链 2 的末端留有一定长度的拖地段锚链,拖地段锚链 2 尾端与混凝土锚块 3 相连接。为使浮式防波堤对

长周期的波浪有更好的消波效果,方箱型浮式防波堤 1 的底部设置有六道等间距的网衣 4,同时为使网衣 4 不易变形,在网衣 4 底部悬挂沉子 5。波浪撞击方箱型浮式防波堤 1 的迎浪面,在网衣 4 以及底部沉子 5 的综合作用下,可以有效的降低堤后波高,为周围海域提供较为平稳的水域环境。

如图 3 和图 5 所示,单节方箱型浮式防波堤 1 的吃水约为其高度的一半(通过压载水舱 13 进行调节吃水高度),整体结构部分淹没以保证气室 8 的底部始终位于海平面以下,液面以上即为气室 8。气室 8 的下部进水口将气室 8 底部水体与海水相连接,气室 8 上部为空气,且下部为海水。

如图 4 所示,方箱型浮式防波堤 1 可根据实际海况条件和用电需求,将多个浮式防波堤结构单元连接成一个整体结构,如图所示为 8 个浮式防波堤单元结构,多个防波堤单元模块之间采用橡胶圈加锚链(连接装置 7)的连接方式进行连接。由于单节方箱型浮式防波堤 1 两侧各设置两根锚链 2,考虑到浮式防波堤的小幅值纵荡运动,在浮式防波堤主体两端部的单节方箱型浮式防波堤的外侧的四个顶端各布置一组锚链 2,每组锚链 2 为三根,锚链 2 的布锚角为  $0^{\circ}/30^{\circ}/60^{\circ}$ ,系泊缆索的末端留有一定长度的拖地段锚链 2,拖地段锚链 2 尾端与混凝土锚块 3 相连接。多个浮式防波堤结构单元连接成一个整体结构可扩大浮式防波堤的防护海域范围,而且由于一部分波浪能转变为电能,相应的提高了浮式防波堤的消波性能。

上述方箱型浮式防波堤 1 可通过锚泊系统,能够灵活的调节浮体的运动幅度和工作范围,同时使其可以适应不同水深的海域,其受海底地形和地质条件的影响较小,应用范围更为广泛。

如图 6 所示,当波浪的波峰作用于气室 8 时,气室 8 内的液面上升,气室 8 内的容积变小,气压增大。当气室 8 内的气压大于外界大气压时,空气受到压缩会通过气室 8 上方的气流通道 9 排出气室 8,此时波浪能转换为空气动能;压缩空气在通过气室 8 上方聚流罩状入口时,气流的流速增加,驱动安装在气流通道 9 内的双向冲击式涡轮机发电机组 10 产生电能。与此相反,当波谷作用于气室 8 时,气室 8 内的液面下降,气室 8 内的气压降低;当气室 8 内的气压小于外界的大气压时,空气便通过气室 8 上方的气流通道 9 流入到气室 8 内,在通过气流通道 9 时,空气驱动气流通道 9 内的发电机组 10 发电。因此,波浪能到电能的相

互转换即通过波峰与波谷的交替转换为气室 8 内水柱的上下振荡,从而带动气流通道 9 内空气的往复流动,继而驱动气流通道 9 内的双向冲击式涡轮机发电机组 10 发电。

另外,气室 8 内水柱有一个固定的波动频率,冲入气室 8 的水碰到气室 8 后壁反射回来,如能和下降水柱同向,将会与波浪共振,选择对应气室 8 尺寸使室内水柱振荡与外面波浪的频率相近,共振的水柱波动幅度会远高出波浪的幅度,大大提高气体的流量从而提高系统的转换效率。

如图 7 所示,发电机组 10 包括双向冲击式涡轮机、永磁三相发电机 17 和发电机组保护罩 16。由于永磁三相发电机 17 较重,需要在发电机组保护罩 16 内部设置支撑结构 22 以确保整体结构的安全性和可靠性。

如图 7 至图 9 所示,涡轮机包括转动叶轮 20、静止叶片 19 和轴承座罩 18。转动叶轮 20 上的叶片是运动的,称之为动叶 23;在动叶两侧的静止叶片 19 是静止的叶片(简称静叶 19),静叶 19 固定在保护罩上 16。转动叶轮 20 安装在两侧的轴承座间,在本例中轴承座罩 18 通过静叶 19 固定在保护罩 16 上。

发电机组 10 固定在气流通道 9 内,当气流通过气流通道 9 时会带动双向冲击式涡轮机的动叶 23 旋转,转动叶轮 20 的叶片旋转带动中间的旋转轴 21 旋转,双向冲击式涡轮机后方的永磁三相发电机 17 和旋转轴 21 驱动连接,旋转轴 21 的转动驱动了永磁三相发电机 17 机轴的旋转,带动永磁三相发电机 17 发出三相交流电。随着永磁三相发电机 17 的转速的不断变化,永磁三相发电机 17 发出的电流和电压也随着变化。发出的电经过控制器的整流,由交流电变成了具有一定电压的直流电,并向储能装置 12 进行充电,以供后续使用。图 8 为转动叶轮 20 的示意图,为了提高其转动效率,共设置 24 片叶片,叶片截面为月牙形。图 9 为轴承座罩 18 及静叶 19 的示意图。

如图 10 所示,取 4 个动叶 23 及其两侧的静叶 19,中间月牙形是转动叶轮 20 的叶片截面,上下是静叶 19 的截面。涡轮机内的气流是轴向的,在图中为垂直方向,如图 10 (a) 所示是气流向向下流动时,经过静叶 19 转向,转向气流喷向动叶 23 凹面,形成作用力  $F$ ,推动动叶 23 前进。做功后的气体从另一侧静叶 19 间排出。如图 10 (b) 所示,由于双向冲击式涡轮机两侧静叶 19 的排列是完全对称的,故从下方流向上方的气流做功原理和从上方流向下方完全一样,所以

从双向冲击式涡轮机的前方进气和相反方向进气均推动转动叶轮 20 向同一方向旋转，从而带动涡轮机后方的永磁三相发电机 17 旋转发电。

综上，本发明的方箱型浮式防波堤 1 采用悬链线式系泊方式，在浮式防波堤的迎浪面上设置进水口 6，波浪从浮式防波堤迎浪面的进水口 6 处进入气室 8 内部，形成上下振荡的水柱，水柱上下振动迫使气室 8 内部气体压缩和膨胀，往复通过气室 8 顶部的气流通道 9，进而推动位于气流通道 9 中的双向冲击式涡轮机发电机组发电，并储存于储能装置中以供使用。

1、一种具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：包括若干单节方箱型浮式防波堤，各个单节方箱型浮式防波堤通过连接装置相连，各单节方箱型浮式防波堤均通过锚链与海底锚块连接，每个单节方箱型浮式防波堤的迎浪面均设置有波浪进水口，波浪进水口上端位于吃水线以下，位于海平面以下，波浪进水口与单节方箱型浮式防波堤内部的气室相通进而使得气室底部的水体与海水相连；所述气室上部空间为空气且气室下部空间为海水，气室的顶部与气流通道相通，气流通道内设有发电机组，且气流通道通过透气孔与外界相连。

2、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述单节方箱型浮式防波堤通过橡胶圈和锚链相互固定形成一个浮式防波堤主体；每个单节方箱型浮式防波堤的两侧均通过两根锚链与混凝土锚块相连，每个单节方箱型浮式防波堤的底部均等间距设有六道网衣，网衣的底部悬挂有沉子。

3、根据权利要求2所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述浮式防波堤主体两端部的单节方箱型浮式防波堤的外侧四个顶角处均布置有一组锚链，每组锚链共设三根，同一组的三根锚链之间的夹角均为 $30^{\circ}$ 。

4、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述单节方箱型浮式防波堤的吃水深度为其高度的一半，且气室的底部位于海平面以下；所述方箱型浮式防波堤采用预制成型的钢筋混凝土结构，各个方箱型浮式防波堤内部均设置若干舱室，舱室包括压载水舱和储能装置舱。

5、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述气室整体呈竖向空间结构，气流通道整体呈水平空间结构且光滑平整，气室的内部空间与气流通道的内部空间相通，且气室上方的气流通道入口处呈聚流罩形状。

6、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述发电机组包括双向冲击式涡轮机和永磁三相发电机，双向冲击式涡轮机由转动叶轮、静止叶片、轴承座罩和轴承座，转动叶轮安装于涡轮机上两侧轴承座之间，转动叶轮两侧均设有一圈静止叶片，静止叶片外侧与发

发电机组的保护罩固定，轴承座罩通过静止叶片固定于保护罩；所述永磁三相发电机一端通过旋转轴与双向冲击式涡轮机驱动连接，永磁三相发电机的另一端与储能装置相连。

7、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述转动叶轮上的动叶和静止叶片均呈月牙形，且静止叶片的表面积小于动叶的表面积；所述转动叶轮上的动叶以及每一测的静止叶片均设有24片，两侧静止叶片的排列完全对称。

8、根据权利要求1所述的具有振荡水柱式波浪能发电装置的方箱型浮式防波堤，其特征在于：所述发电机组外周套有保护罩，保护罩内通过支撑结构固定双向冲击式涡轮机和永磁三相发电机。

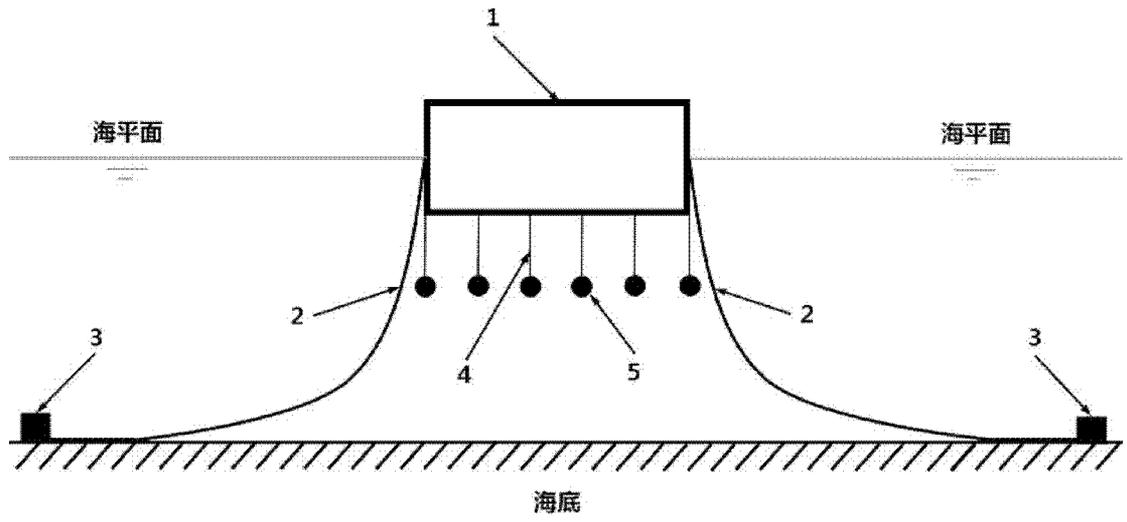


图 1

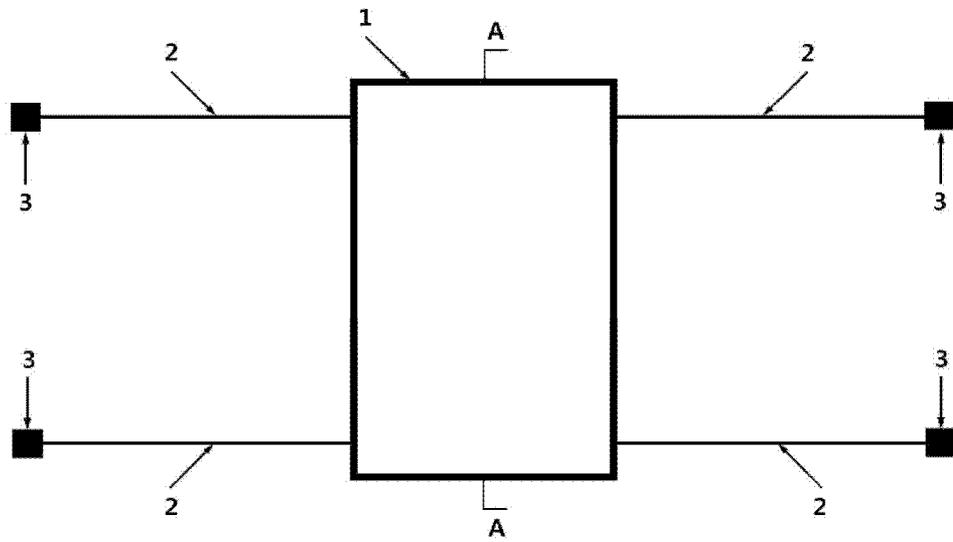


图 2

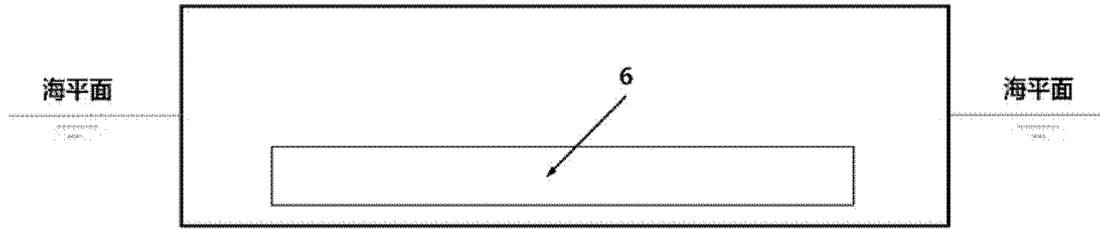


图 3

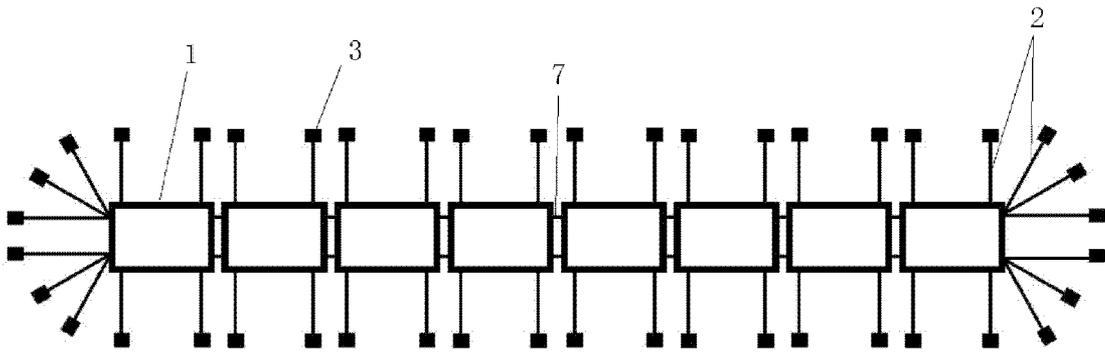


图 4

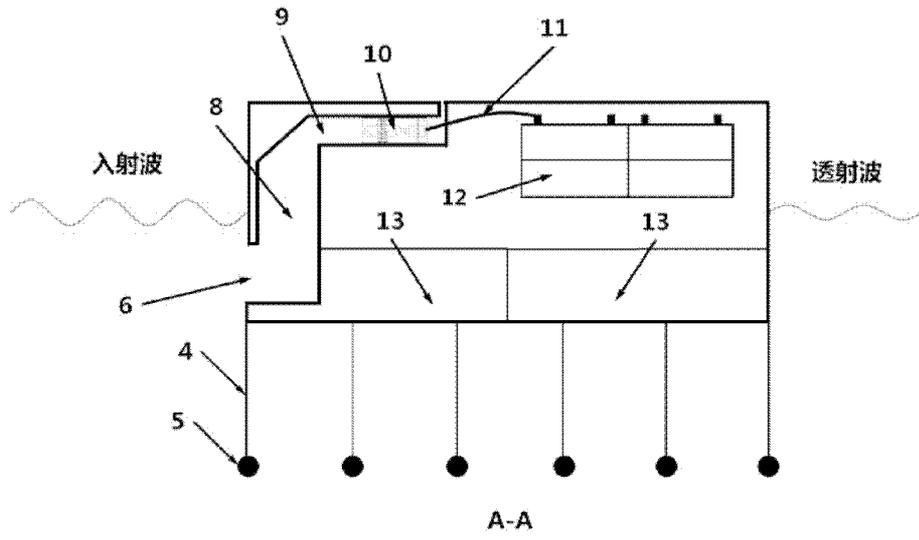


图 5

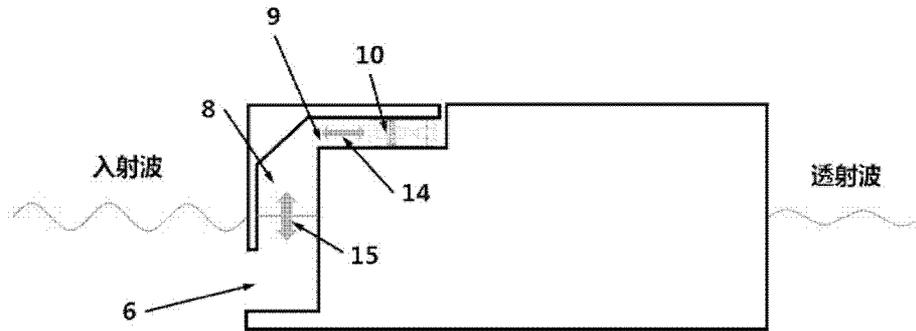


图 6

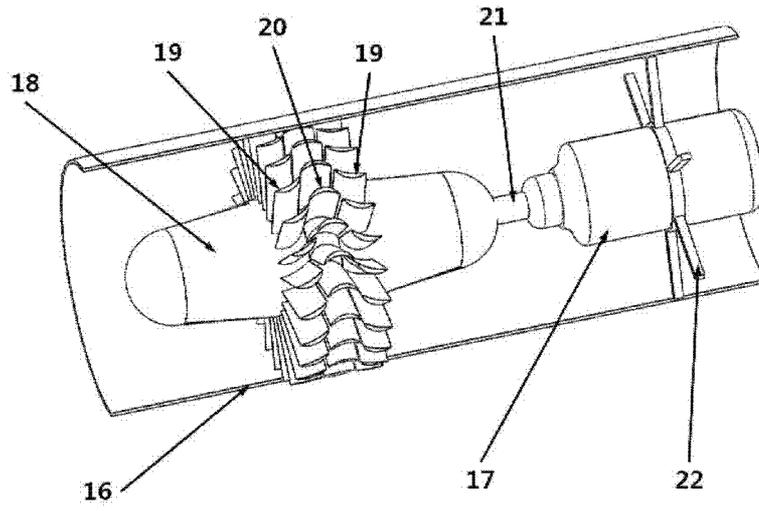


图 7

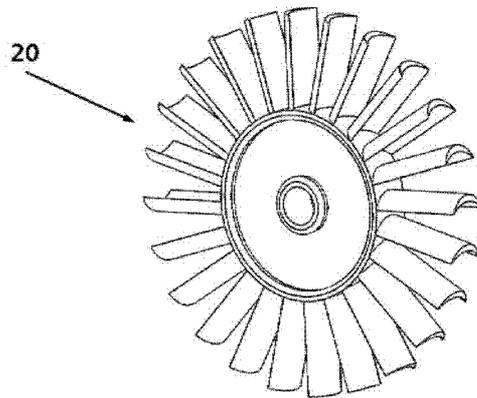


图 8

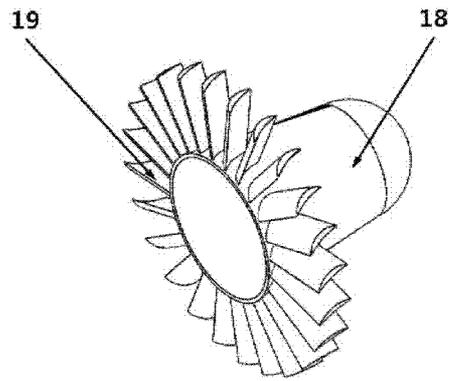
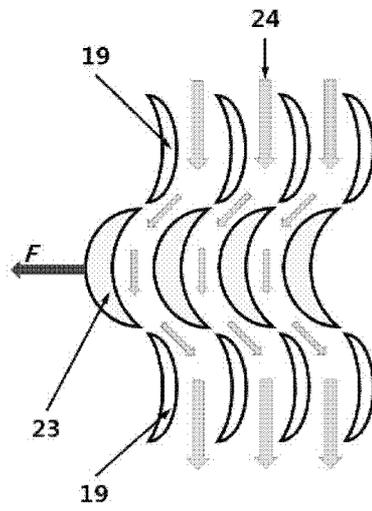
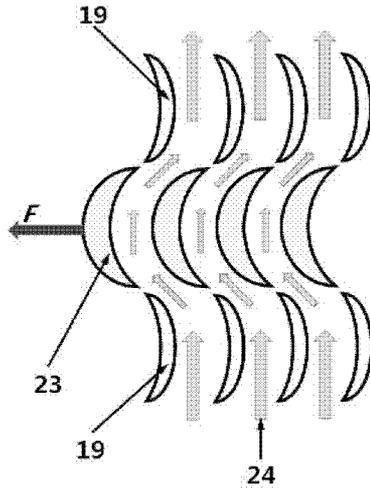


图 9



10 (a)



10 (b)

图 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/116458

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
E02B 3/06(2006.01)i; F03B 13/24(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E02B 3/-; F03B 13/-; H02K 7/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) VEN; CNABS; CNKI: 浮, 防波堤, 发电, 叶片, 涡轮机, float, breakwater, bulwark, generate, electric, power, vane, blade, turbine, turbomachine		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110184993 A (JIANGSU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 30 August 2019 (2019-08-30) claims 1-8	1-8
X	CN 104594286 A (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 06 May 2015 (2015-05-06) description, paragraphs [0008]-[0026], and figures 1-6	1, 4
Y	CN 104594286 A (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 06 May 2015 (2015-05-06) description, paragraphs [0008]-[0026], and figures 1-6	2, 3, 5-8
Y	CN 103215919 A (JIANGSU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY et al.) 24 July 2013 (2013-07-24) description, paragraphs [0019] and [0020]	2, 3
Y	CN 104373284 A (HOHAI UNIVERSITY) 25 February 2015 (2015-02-25) description, paragraphs [0025] and [0028]-[0030], and figures 1-4	5-8
X	CN 204435309 U (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 01 July 2015 (2015-07-01) description, paragraphs [0008]-[0026], and figures 1-6	1, 4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>21 January 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>20 February 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2019/116458**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 204435309 U (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 01 July 2015 (2015-07-01) description, paragraphs [0008]-[0026], and figures 1-6	2, 3, 5-8
A	CN 107701359 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 16 February 2018 (2018-02-16) entire document	1-8
A	CN 2151270 Y (LIU, Baiqing) 29 December 1993 (1993-12-29) entire document	1-8
A	KR 20160061219 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE) 31 May 2016 (2016-05-31) entire document	1-8
A	JP 2013221385 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO.) 28 October 2013 (2013-10-28) entire document	1-8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/116458**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110184993	A	30 August 2019	None	
CN	104594286	A	06 May 2015	None	
CN	103215919	A	24 July 2013	CN 103215919	B 05 November 2014
CN	104373284	A	25 February 2015	CN 104373284	B 24 August 2016
CN	204435309	U	01 July 2015	None	
CN	107701359	A	16 February 2018	CN 107701359	B 01 October 2019
CN	2151270	Y	29 December 1993	None	
KR	20160061219	A	31 May 2016	None	
JP	2013221385	A	28 October 2013	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/116458

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>E02B 3/06(2006.01)i; F03B 13/24(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																													
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>E02B 3/-;; F03B 13/-;; H02K 7/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>VEN;CNABS;CNKI:浮, 防波堤, 发电, 叶片, 涡轮机, float, breakwater, bulwark, generate, electric, power, vane, blade, turbine, turbomachine</p>																													
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110184993 A (江苏科技大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 权利要求1-8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6</td> <td>1, 4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6</td> <td>2, 3, 5-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103215919 A (江苏科技大学 等) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书[0019]、[0020]段</td> <td>2, 3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104373284 A (河海大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书[0025]、[0028]-[0030]段, 图1-4</td> <td>5-8</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6</td> <td>1, 4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6</td> <td>2, 3, 5-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107701359 A (浙江大学) 2018年 2月 16日 (2018 - 02 - 16) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 110184993 A (江苏科技大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 权利要求1-8	1-8	X	CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	1, 4	Y	CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	2, 3, 5-8	Y	CN 103215919 A (江苏科技大学 等) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书[0019]、[0020]段	2, 3	Y	CN 104373284 A (河海大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书[0025]、[0028]-[0030]段, 图1-4	5-8	X	CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	1, 4	Y	CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	2, 3, 5-8	A	CN 107701359 A (浙江大学) 2018年 2月 16日 (2018 - 02 - 16) 全文	1-8
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
PX	CN 110184993 A (江苏科技大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 权利要求1-8	1-8																											
X	CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	1, 4																											
Y	CN 104594286 A (长沙理工大学) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	2, 3, 5-8																											
Y	CN 103215919 A (江苏科技大学 等) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书[0019]、[0020]段	2, 3																											
Y	CN 104373284 A (河海大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书[0025]、[0028]-[0030]段, 图1-4	5-8																											
X	CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	1, 4																											
Y	CN 204435309 U (长沙理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书[0008]-[0026]段, 图1-6	2, 3, 5-8																											
A	CN 107701359 A (浙江大学) 2018年 2月 16日 (2018 - 02 - 16) 全文	1-8																											
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> </td> <td> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p>	<p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																									
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p>	<p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																												
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 1月 21日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 2月 20日</p>																											
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>雷茜</p> <p>电话号码 62084954</p>																											

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 2151270 Y (刘百清) 1993年 12月 29日 (1993 - 12 - 29) 全文	1-8
A	KR 20160061219 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE) 2016年 5月 31日 (2016 - 05 - 31) 全文	1-8
A	JP 2013221385 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 2013年 10月 28日 (2013 - 10 - 28) 全文	1-8

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/116458

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	110184993	A	2019年 8月 30日	无	
CN	104594286	A	2015年 5月 6日	无	
CN	103215919	A	2013年 7月 24日	CN	103215919 B 2014年 11月 5日
CN	104373284	A	2015年 2月 25日	CN	104373284 B 2016年 8月 24日
CN	204435309	U	2015年 7月 1日	无	
CN	107701359	A	2018年 2月 16日	CN	107701359 B 2019年 10月 1日
CN	2151270	Y	1993年 12月 29日	无	
KR	20160061219	A	2016年 5月 31日	无	
JP	2013221385	A	2013年 10月 28日	无	