

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 5 月 31 日 (31.05.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/100908 A1

(51) 国际专利分类号:
F03D 13/25 (2016.01) *B63B 9/06* (2006.01)
B63B 35/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/112371

(22) 国际申请日: 2018 年 10 月 29 日 (29.10.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201711184853.5 2017 年 11 月 23 日 (23.11.2017) CN

(71) 申请人: 武汉理工大学(WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。

(72) 发明人: 朱凌(ZHU, Ling); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 陈明胜(CHEN, Mingsheng); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 王佳月(WANG, Jiayue); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 邹梅艳(ZOU, Meiyang); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 邓旭(DENG, Xu); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 杜慧子(DU, Huizi); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 陈恬曦(CHEN, Tianxi); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。 于金恒(YU, Jinheng); 中国湖北省武汉市洪山区珞狮路 122 号, Hubei 430070 (CN)。

(54) Title: HYDRAULIC TILT PUSHING TYPE OFFSHORE WIND TURBINE INSTALLATION SYSTEM

(54) 发明名称: 液压斜推式海上风机安装系统

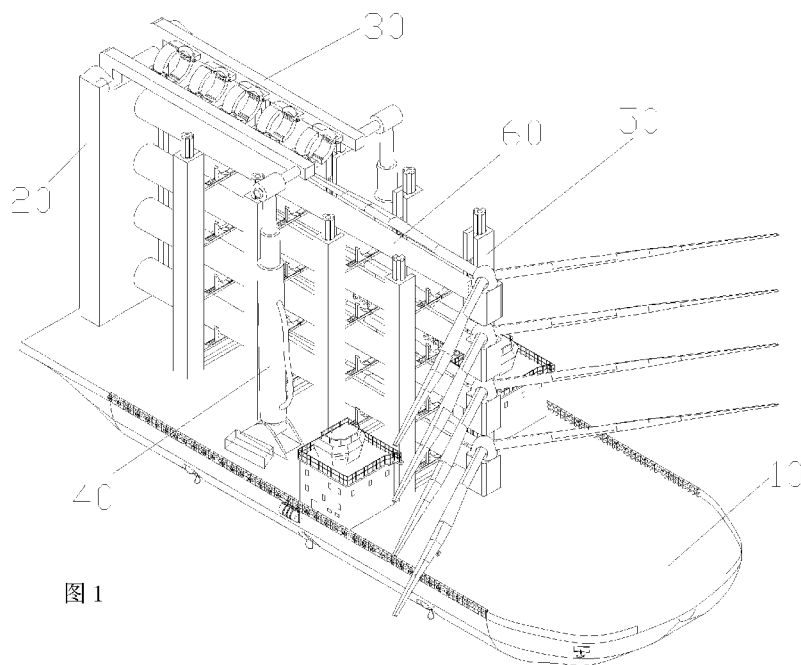


图 1

(57) Abstract: A hydraulic tilt pushing type offshore wind turbine installation system, comprising: a wind turbine installation ship (10), a tail column (20) vertically installed at the tail of the deck, and a tail guide rail (21) disposed on the tail column (20); a rotating device (30), comprising a gear lifting mechanism (31), a rotating arm (32) and mechanical arms (331, 332), wherein the gear lifting mechanism (31) slides up and down along the tail guide rail (21), and one end of the rotating arm (32) is hinged to the gear lifting mechanism (31); a hydraulic system (40), comprising a hydraulic power device (41), a hydraulic base (42), and a telescopic hydraulic



WO 2019/100908 A1

(74) 代理人: 湖北武汉永嘉专利代理有限公司
(HUBEI WUHAN YONGJIA PATENT AGENCY CO., LTD); 中国湖北省武汉市武昌区武珞路717号兆富国际大厦708号, Hubei 430072 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, 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))。

cylinder (43) hinged to the hydraulic base (42), wherein the top of the telescopic hydraulic cylinder (43) is hinged to the rotating arm (32), and the hydraulic power device (41) drives the telescopic hydraulic cylinder (43) to extend and contract and pushes the rotating arm (32) to rotate; and a wind turbine arranging and lifting device (50), wherein wind turbines are horizontally arranged on the wind turbine arranging and lifting device (50). The hydraulic system (40) pushes the rotating arm (32) upwards to rotate around a tail cross beam (34), while the tail cross beam (34) may move up and down along the tail guide rail (21); and the two ends of the rotating arm (32) work cooperatively, which may effectively shorten the time for completing the installation of an offshore wind turbine.

(57) 摘要: 一种液压斜推式海上风机安装系统, 包括风机安装船(10), 甲板尾部竖直安装尾部立柱(20), 尾部立柱(20)上设置尾部导轨(21); 旋转装置(30), 包括齿轮升降机构(31)、旋转臂(32)和机械手(331, 332), 齿轮升降机构(31)沿尾部导轨(21)上下滑动, 旋转臂(32)的一端与齿轮升降机构(31)铰接; 液压系统(40), 包括液压动力装置(41)和液压底座(42)、以及与液压底座(42)铰接的伸缩式液压缸(43), 伸缩式液压缸(43)顶端与旋转臂(32)铰接, 液压动力装置(41)驱动伸缩式液压缸(43)伸缩, 推动旋转臂(32)旋转; 风机排列升降装置(50), 风机水平排列于风机排列升降装置(50)上, 液压系统(40)向上推动旋转臂(32)绕尾部横梁(34)旋转, 同时尾部横梁(34)可沿尾部导轨(21)上下移动, 旋转臂(32)两端协同作业, 可以有效的缩短完成一台海上风机的安装时间。

液压斜推式海上风机安装系统

技术领域

本发明涉及海上风机安装技术领域，具体涉及一种液压斜推式海上风机安装系统。

背景技术

随着全球海上风电开发建设的持续升温，亚太地区对于海上风机安装船的需求也在与日俱增。

目前海上风机安装方式主要有分体吊装和整体吊装两种。分体吊装方案中先安装海上基础，再吊装风机塔筒，最后完成机舱和叶片安装。分体吊装海上作业时间长，安装对天气条件极其敏感，但对风电安装船的起吊能力要求不高。整体吊装方式是将塔架、机舱和叶片在陆地上组装好，利用船舶运输到安装现场，采用“一体式”的整体起吊安装到基础上，可减少海上的高空作业，因而海上安装的时间不长，但对海上安装船的起吊能力和机组运输能力提出了很高的要求，一次出海可安装的风机数量在 1-2 台，数量不多，且风机的竖直安放运输导致船舶重心较高。

由上可见，传统的分段吊装和整体吊装安装方式效率低，作业时间长，对天气条件极其敏感，增加了工期的不确定性。

发明内容

本发明要解决的技术问题在于针对上述现有技术存在的不足，提供一种液压斜推式海上风机安装系统，它能提高海上风机安装效率、降低安装风险和成本。

本发明为解决上述提出的技术问题所采用的技术方案为：

一种液压斜推式海上风机安装系统，包括风机安装船、尾部立柱、旋转装置、液压系统和风机排列升降装置：

所述尾部立柱竖直安装于所述风机安装船的甲板尾部，尾部立柱上设有竖直的尾部导轨；

所述旋转装置包括齿轮升降机构、旋转臂和机械手，所述齿轮升降机构与所述尾部导轨适配并能够沿尾部导轨上下移动，所述旋转臂的尾端与所述齿轮升降机构铰接，所述机械手安装于所述旋转臂上；

所述液压系统包括液压动力装置和安装于甲板上的伸缩式液压缸，所述伸缩式液压缸的下端与甲板铰接，顶端与所述旋转臂的首端铰接，所述液压动力装置驱动所述伸缩式液压缸沿轴向伸缩，从而推动所述旋转臂旋转；

所述风机排列升降装置安装于所述风机安装船的甲板上，对应于所述旋转臂的下方，等待安装的风机水平排列于所述风机排列升降装置上，所述机械手用于抱举风机的塔筒。

上述方案中，所述尾部立柱有两根，对称设置于甲板的左舷和右舷；所述齿轮升降机构对应有两个，分别与两根尾部立柱上的尾部导轨适配，两个齿轮升降机构之间通过尾部横梁连接。

上述方案中，所述齿轮升降机构包括齿轮安装架和安装于所述齿轮安装架两侧的第一齿轮，所述齿轮安装架内安装有用于驱动所述第一齿轮转动的电机；两个尾部立柱相对的一面分别设有竖直的凹槽，所述凹槽的相对两侧面均设有齿条，凹槽内的两道齿条形成所述尾部导轨；所述齿轮安装架位于凹槽内，齿轮安装架两侧的第一齿轮分别与凹槽内的两道齿条啮合，所述电机驱动所述第一齿轮在齿条上转动；两个齿轮安装架分别与所述尾部横梁的两端固定连接。

上述方案中，所述旋转臂、伸缩式液压缸的数量均对应为两个，分别关于船体中纵剖面对称布置；两个旋转臂的尾端均与所述尾部横梁铰接，首端分别与两个伸缩式液压缸铰接；所述机械手设置于两个旋转臂之间。

上述方案中，所述机械手包括相互铰接的上机械手和下机械手，所述上机械手和下机械手均为圆弧形；两个旋转臂上的机械手关于船体中纵剖面对称设置；两个对称设置的机械手为一组，合拢状态为一个完整的圆形。

上述方案中，所述机械手有多组，沿所述旋转臂的长度方向均布排列。

上述方案中，所述液压系统还包括液压底座，所述液压底座固定安装于甲

板上；所述伸缩式液压缸包括从外到内依次套装的一级液压杆、二级液压杆和三级液压杆；所述一级液压杆的底端与所述液压底座铰接，所述三级液压杆的顶端通过连杆与所述旋转臂铰接。

上述方案中，所述风机排列升降装置包括船中支柱和风机升降器，所述船中支柱竖直安装于所述风机安装船的甲板上，所述船中支柱上设有竖直的第一轨道，所述风机升降器与所述第一轨道配合安装并可以沿所述第一轨道上下移动，所述风机升降器包括滑块和悬臂梁，所述滑块内设驱动装置，驱动所述滑块沿所述第一轨道上下移动，所述悬臂梁与所述滑块固定连接，所述悬臂梁的端部安装有固定夹，所述固定夹用于托举所述风机。

上述方案中，所述船中支柱上设有竖直的燕尾榫，所述燕尾榫呈弧块状，两个侧面设有竖直的齿条，两道齿条共同形成所述第一轨道；所述滑块内侧设置第二齿轮、外侧安装所述悬臂梁，所述第二齿轮与齿条轨道啮合，所述滑块内的驱动装置驱动所述第二齿轮沿所述第一轨道上下移动。

上述方案中，所述滑块的内侧面为内凹的弧面，与燕尾榫的外弧面相配置，内侧面上的第二齿轮设有两列，每列包括至少一个第二齿轮，两列第二齿轮分别与所述燕尾榫两个侧面的齿条啮合，所述滑块内的驱动装置驱动所述第二齿轮在齿条上转动，以带动整个风机升降器在船中支柱上做升降运动。

上述方案中，所述风机升降器有多个，所述船中支柱的顶端和底端均安装有旋转收纳装置，所述旋转收纳装置与所述船中支柱同轴设置并能够绕中心轴旋转，所述旋转收纳装置沿周向设置若干第二轨道，所述第二轨道的数量与所述风机升降器的数量相等，所述第二轨道与第一轨道的结构相同且能够与第一轨道对接，所述风机升降器能够在所述第二轨道上移动。

上述方案中，所述旋转收纳装置上沿周向均匀设置与所述风机升降器相等数量的燕尾榫，每个燕尾榫的两侧面设有竖直的齿条，两道齿条共同形成所述第二轨道。

上述方案中，所述船中支柱底端的旋转收纳装置位于所述风机安装船的甲板下方，所述甲板与所述船中支柱连接处设有甲板开口。

上述方案中，所述风机排列升降装置还包括套筒，所述套筒套装于所述船

中支柱的外周，所述套筒的一侧设有竖直的开口，所述风机升降器的悬臂梁从所述套筒的开口端伸出，所述套筒用于加固保护所述船中支柱。

上述方案中，所述风机排列升降装置两个为一组，对称布置于所述风机安装船的左舷和右舷；所述风机安装船沿船长方向安装若干组所述风机排列升降装置。

本发明的有益效果在于：

1.优化安装步骤，提高安装效率。

本发明的液压斜推式海上风机安装系统主要包括风机安装船、旋转装置、液压系统和风机排列升降装置，机械手抱举风机塔筒后，液压系统向上推动旋转臂绕尾部横梁旋转，同时尾部横梁可沿尾部导轨上下移动，旋转臂两端协同作业，最终完成风机的竖立和安装对接。这种安装方式可以有效的缩短完成一台海上风机的安装时间：传统分段吊装完成一台海上风机的安装大约需要 12 小时；而采用液压斜推式整体安装的方法，假设平均每小时斜推进程 $s=10\text{m}$ ，风机重心从安装前到安装后的位移为 $L=47\text{m}$ ，定位对接需要 2h，则整个安装过程可在 7 小时内完成。

2.多组机械手抱举风机，提高安装稳定性。

海上风机安装受海况影响较大，高空作业的安装稳定性直接影响到风机的使用寿命。利用五组机械手将风机塔筒 5m 至 50m 高度段抱住，为防止机械手作用力使风机塔筒表面变形和油漆脱落，在每个机械手内部预垫橡胶材料，同时可以提高摩擦力。风机重心位于 45m 高处，机械手的抱举范围能涵盖风机重心，五组机械手同时作用，使风机安装过程中的固定更加牢固；风机从水平状态到竖直状态，比原安装方式风机一直处于竖直状态下的受风面积减小，重心降低，提高了安装过程中的稳定性。

3.智能安装控制，对接更加高效精确。

机械手抱举风机后，通过智能控制系统，使液压臂和尾部横梁协同作业，使风机重心在斜推安装过程中沿着安装前后重心位置的连线移动，即以重心变化做功最小的方式协同作业，完成风机的斜推安装，智能化的控制能节省斜推时间和安装时的能耗、提高安装的精确程度。

4.风机升降器，实现了风机的垂向分层排布。

一台海上风机由四组风机升降器实现其运输中的固定，风机升降器可沿船中支柱上升下降，四组风机升降器的运用可以实现整体海上风机在船舶上的垂向分层排布，大大节约了空间。

附图说明

下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

图 1 是本发明液压斜推式海上风机安装系统的整体结构示意图；

图 2 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的尾部立柱结构示意图；

图 3 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的旋转装置结构示意图；

图 4 是图 3 所示的旋转装置的齿轮升降机构的结构示意图；

图 5 是图 3 所示的旋转装置的机械手结构示意图；

图 6 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的液压系统的结构示意图；

图 7 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的风机排列升降装置结构示意图；

图 8 是图 7 所示风机排列升降装置的船中支柱及旋转收纳装置的结构示意图；

图 9 是图 7 所示风机排列升降装置的 A 处放大图；

图 10 是图 7 所示的风机排列升降装置的风机升降器结构示意图；

图 11 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的风机垂向分层排布侧视图；

图 12 是图 1 所示的液压斜推式海上风机安装系统的作业状态主视图。

图中：10、风机安装船；20、尾部立柱；21、尾部导轨；30、旋转装置；31、齿轮升降机构；311、齿轮安装架；312、第一齿轮；32、旋转臂；33、机械手；331、上机械手；332、下机械手；34、尾部横梁；35、连杆；40、液压系统；41、液压动力装置；42、液压底座；43、伸缩式液压缸；431、一级液压杆；432、二级液压杆；433、三级液压杆；50、风机排列升降装置；51、船中

支柱；511、第一轨道；52、风机升降器；521、第二齿轮；522、滑块；523、悬臂梁；524、推进器；525、固定夹；53、旋转收纳装置；531、第二轨道；54、套筒；55、燕尾榫；60、风机。

具体实施方式

为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

如图 1 所示，为本发明一较佳实施例的液压斜推式海上风机安装系统，包括风机安装船 10、尾部立柱 20、旋转装置 30、液压系统 40、风机排列升降装置 50。

尾部立柱 20 竖直安装于风机安装船 10 的甲板尾部，尾部立柱 20 上设有竖直的尾部导轨 21。

旋转装置 30 包括齿轮升降机构 31、旋转臂 32 和机械手 33，齿轮升降机构 31 与尾部导轨 21 适配并能够沿尾部导轨 21 上下移动，旋转臂 32 的尾端与齿轮升降机构 31 铰接，机械手 33 安装于旋转臂 32 上，旋转臂 32 能够随齿轮升降机构 31 同步沿尾部导轨 21 做升降运动。

液压系统 40 为风机 60 的斜推安装提供动力，包括安装于甲板上的液压动力装置 41 和伸缩式液压缸 43，伸缩式液压缸 43 的下端与甲板铰接，顶端与旋转臂 32 的首端铰接，液压动力装置 41 驱动伸缩式液压缸 43 沿其轴向伸缩，从而推动旋转臂 32 旋转。

风机排列升降装置 50 安装于风机安装船 10 的甲板上，对应于旋转臂 32 的下方，等待安装的风机 60 水平排列于风机排列升降装置 50 上，机械手 33 用于抱举风机塔筒。

进一步优化，本实施例中，尾部立柱 20 有两根，对称设置于甲板的左舷和右舷；齿轮升降机构 31 对应有两个，分别与两根尾部立柱 20 上的尾部导轨 21 适配，两个齿轮升降机构 31 之间通过尾部横梁 34 连接，使两个齿轮升降机构 31 上下移动时始终保持在同一水平线上。

进一步优化，本实施例中，齿轮升降机构 31 包括齿轮安装架 311 和安装于齿轮安装架 311 两侧的第一齿轮 312。两个尾部立柱 20 相对的一面分别设有竖直的凹槽，凹槽的相对两侧面均设有齿条，凹槽内的两道齿条形成所述尾部导轨 21。齿轮安装架 311 位于凹槽内，齿轮安装架 311 两侧的第一齿轮 312 分别与凹槽内的两道齿条啮合，齿轮安装架 311 内安装有用于驱动第一齿轮 312 转动的电机。两个齿轮安装架 311 分别与尾部横梁 34 的两端固定连接。优选地，一个齿轮升降机构 31 包括六个第一齿轮 312，齿轮安装架 311 两侧各三个，六个第一齿轮 312 内嵌于齿轮安装架 311 的两侧，通过电机驱动第一齿轮 312 转动最终带动整个旋转装置 30 在尾部导轨 21 上做升降运动。

进一步优化，本实施例中，旋转臂 32、液压底座 42、伸缩式液压缸 43 的数量均为两个，分别关于船体中纵剖面对称布置。两个旋转臂 32 的尾端均与尾部横梁 34 铰接，首端分别与相应的伸缩式液压缸 43 铰接。机械手 33 设置于两个旋转臂 32 之间。优选地，旋转臂 32 的尾端套装于尾部横梁 34 外周，利用轴承实现绕尾部横梁 34 的转动，轴承安装于旋转臂 32 的端部和尾部横梁 34 之间。

进一步优化，本实施例中，机械手 33 安装于旋转臂 32 的内侧，包括相互铰接的上机械手 331 和下机械手 332，上机械手 331 和下机械手 332 的形状大致为 1/4 圆弧形，内径比风机塔筒外径略大，机械手 33 的内表面铺设橡胶材料，以保护塔筒表面和增大接触摩擦力。两个旋转臂 32 上的机械手 33 关于船体中纵剖面对称设置；两个对称设置的机械手 33 为一组，合拢状态为一个完整的圆形。当机械手 33 需要抱举风机塔筒时，旋转装置 30 水平，下机械手 332 旋转打开然后闭合，环抱风机塔筒；当风机 60 与风机基座对接完成后需要分离时，旋转装置 30 竖直，上机械手 331 旋转打开从而松开风机塔筒。

进一步优化，本实施例中，机械手 33 有五组，沿旋转臂 32 的长度方向均布排列，位于端部的两组机械手 33 分别对应抱举风机塔筒 5m 和 50m 高度段。风机 60 重心位于 45m 高处，风机重心位于五组机械手 33 的抱举范围内，五组机械手 33 同时作用，使风机安装过程中的固定更加牢固。

进一步优化，本实施例中，液压系统 40 还包括液压底座 42，液压底座 42 固定安装于甲板上。伸缩式液压缸 43 包括从外到内依次套装的一级液压杆 431、

二级液压杆 432 和三级液压杆 433。一级液压杆 431 的底部通过轴承与液压底座 42 铰接, 保证伸缩式液压缸 43 可以沿船长平面内旋转。三级液压杆 433 的顶端通过连杆 35 与旋转臂 32 连接, 连杆 35 的一端与旋转臂 32 固定连接, 连杆 35 的另一端套装于三级液压杆 433 的外周, 利用轴承实现绕三级液压杆 433 转动。液压动力装置 41 为三个液压杆的伸缩提供动力, 先推动二级液压杆 432 向上运动, 二级液压杆 432 到达最大行程时, 再推动三级液压杆 433 向上运动。由于海上风机 60 安装过程中的液压行程比较长, 设置三个液压杆能够减小单个液压杆的长度, 能保证伸缩式液压缸 43 在推举过程中各级液压杆的受力均满足结构强度要求。

进一步优化, 本实施例中, 风机排列升降装置 50 包括船中支柱 51 和风机升降器 52。船中支柱 51 竖直安装于风机安装船 10 的甲板上, 船中支柱 51 上设有竖直的第一轨道 511, 风机升降器 52 与第一轨道 511 配合安装并可以沿第一轨道 511 上下移动。风机升降器 52 包括滑块 522 和悬臂梁 523, 滑块 522 内设驱动装置 (图未示), 驱动滑块 522 沿第一轨道 511 上下移动, 悬臂梁 523 与滑块 522 固定连接, 悬臂梁 523 的端部安装有固定夹 525, 固定夹 525 用于托举风机 60。

滑块 522 内设电机驱动第二齿轮 521 沿第一轨道 511 上下移动; 悬臂梁 523 垂直于船中支柱 51, 悬臂梁 523 的端部安装固定夹 525, 用于对风机 60 进行托举。固定夹 525 为圆弧形, 固定夹 525 的内表面安装有防滑垫。悬臂梁 523 上安装有推进器 524, 推进器 524 能够推动固定夹 525 沿水平方向移动, 以调节固定夹 525 对风机塔筒的夹紧力, 防止运输时晃动移位。

进一步优化, 本实施例中, 船中支柱 51 上设有竖直的燕尾榫 55, 燕尾榫 55 呈弧块状, 燕尾榫 55 的两个侧面设有竖直的齿条, 两道齿条共同形成所述第一轨道 511。滑块 522 内侧安装第二齿轮 521、外侧安装悬臂梁 523, 第二齿轮 521 与齿条轨道啮合, 滑块 522 内设电机驱动第二齿轮 521 沿第一轨道 511 上下移动。

进一步优化, 本实施例中, 滑块 522 的内侧面为内凹的弧面, 与燕尾榫 55 的外弧面相配置, 内侧面上的第二齿轮 521 设有两列, 每列包括至少一个第二

齿轮 521，两列第二齿轮 521 分别与燕尾榫 55 两个侧面的齿条啮合，滑块 522 内的驱动装置驱动第二齿轮 521 在齿条上转动，以带动整个风机升降器 52 在船中支柱 51 上做升降运动。

进一步优化，为了提高安装效率、节约资源，风机安装船 10 上可以排列多台风机（通常为 3-5 台），本实施例中，以四台风机为例，船中支柱 51 上相应设置四个风机升降器 52，为了实现四台风机的安放和安装过程畅通无阻，船中支柱 51 的顶端和底端均安装有旋转收纳装置 53，用于停放闲置的风机升降器 52。旋转收纳装置 53 与船中支柱 51 同轴设置并能够绕中心轴旋转，旋转收纳装置 53 沿周向设置四条第二轨道 531（第二轨道 531 的数量与风机升降器 52 的数量相等），第二轨道 531 与第一轨道 511 的结构相同且能够与第一轨道 511 对接。

具体的，旋转收纳装置 53 上沿周向均匀设置与风机升降器 52 相等数量的燕尾榫 55，每个燕尾榫 55 的两侧面设有竖直的齿条，两道齿条共同形成所述第二轨道 531。船中支柱 51 上的燕尾榫 55 与旋转收纳装置 53 上的燕尾榫 55 的结构、尺寸均相同，以便第一轨道 511 与第二轨道 531 对接。

风机 60 上船前，四个风机升降器 52 互相成 90 度夹角停放于底部旋转收纳装置 53 的四个第二轨道 531 上。风机 60 上船后，四个风机升降器 52 依次旋转至工作位置，然后上升至与风机 60 同等高度将四个风机 60 托举至适当的位置。当风机 60 完成海上安装过程后，四个风机升降器 52 依次上升至顶部旋转收纳装置 53 的第二轨道 531 上，并旋转 90 度，每次旋转 90 度后，第二轨道 531 与第一轨道 511 对接契合，以便下一个风机升降器 52 爬升至第二轨道 531。当四台风机 60 完成海上安装过程后，四个风机升降器 52 全部成 90 度夹角停放在顶部的旋转收纳装置 53 上。

进一步优化，本实施例中，船中支柱 51 底端的旋转收纳装置 53 位于风机安装船 10 的甲板下方，甲板与船中支柱 51 连接处设有甲板开口。当运输车装载着风机 60 登船后，甲板开口打开，风机升降器 52 升起至与风机 60 同一水平高度，固定夹 525 抱举风机 60 并稳固托住风机 60，此时风机 60 全部重量放在风机排列升降装置 50 上，运输车此时可经由跳板梯退离船体，风机排列升降装置 50 随后将风机 60 上升至指定位置。

进一步优化，本实施例中，风机排列升降装置 50 还包括套筒 54，套筒 54 套装于船中支柱 51 的外周，套筒 54 的一侧设有竖直的开口，风机升降器 52 的悬臂梁 523 从套筒 54 的开口端伸出，套筒 54 用于加固保护船中支柱 51。

进一步优化，本实施例中，风机排列升降装置 50 两个为一组，对称布置于风机安装船 10 的左舷和右舷；风机安装船 10 沿船长方向安装四组风机排列升降装置 50，形成风机排列升降系统。

采用本发明的液压斜推式海上风机安装系统进行海上风机安装的过程如下：

四台风机 60 到达指定安装海域时在风机排列升降装置 50 的支撑下的排列状态如图 8 所示；旋转臂 32 上的下机械手 332 打开，水平放置的风机由四组风机升降器 52 同时作用升至机械手 33 内部，下机械手 332 闭合，机械手 33 内部垫的橡胶层对风机塔筒起到保护与缓冲作用；液压动力装置 41 为伸缩式液压缸 43 提供动力使液压系统 40 缓慢推动旋转臂 32 绕尾部横梁 34 转动，同时尾部横梁 34 上的齿轮升降机构 31 驱动尾部横梁 34 向下运动，并带动旋转臂 32 及风机 60 缓慢向下移动，使风机塔筒底部靠近海上预装完成的基座，液压系统 40 继续斜推，最终使风机由水平状态变为竖直状态，如图 9 所示；风机安装船 10 利用动力定位系统将风机塔筒底部与基座定位在同一竖直线上，齿轮升降机构 31 带动旋转臂 32 及风机 60 继续缓慢下降，最终完成塔筒与基座的精确对接；然后上机械手 331 打开，风机安装船 10 向前行驶，旋转臂 32 与风机分离，液压系统 40 带动旋转臂 32 回收至水平状态，完成一台海上风机的整机液压斜推式安装。然后采用相同的方法完成另外三个风机 60 的安装。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

上面结合附图对本发明的实施例进行了描述，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，而不是限制性的，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，还可做出很多形式，这些均属于本发明的保护之内。

权利要求书

1.一种液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，包括风机安装船、尾部立柱、旋转装置、液压系统和风机排列升降装置：

所述尾部立柱竖直安装于所述风机安装船的甲板尾部，尾部立柱上设有竖直的尾部导轨；

所述旋转装置包括齿轮升降机构、旋转臂和机械手，所述齿轮升降机构与所述尾部导轨适配并能够沿尾部导轨上下移动，所述旋转臂的尾端与所述齿轮升降机构铰接，所述机械手安装于所述旋转臂上；

所述液压系统包括液压动力装置和安装于甲板上的伸缩式液压缸，所述伸缩式液压缸的下端与甲板铰接，顶端与所述旋转臂的首端铰接，所述液压动力装置驱动所述伸缩式液压缸沿轴向伸缩，从而推动所述旋转臂旋转；

所述风机排列升降装置安装于所述风机安装船的甲板上，对应于所述旋转臂的下方，等待安装的风机水平排列于所述风机排列升降装置上，所述机械手用于抱举风机的塔筒。

2.根据权利要求 1 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述尾部立柱有两根，对称设置于甲板的左舷和右舷；所述齿轮升降机构对应有两个，分别与两根尾部立柱上的尾部导轨适配，两个齿轮升降机构之间通过尾部横梁连接。

3.根据权利要求 2 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述齿轮升降机构包括齿轮安装架和安装于所述齿轮安装架两侧的第一齿轮，所述齿轮安装架内安装有用于驱动所述第一齿轮转动的电机；两个尾部立柱相对的一面分别设有竖直的凹槽，所述凹槽的相对两侧面均设有齿条，凹槽内的两道齿条形成所述尾部导轨；所述齿轮安装架位于凹槽内，齿轮安装架两侧的第一齿轮分别与凹槽内的两道齿条啮合，所述电机驱动所述第一齿轮在齿条上转动；两个齿轮安装架分别与所述尾部横梁的两端固定连接。

4.根据权利要求 2 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述旋转臂、伸缩式液压缸的数量均对应为两个，分别关于船体中纵剖面对称布置；两个旋转臂的尾端均与所述尾部横梁铰接，首端分别与两个伸缩式液压缸

铰接；所述机械手设置于两个旋转臂之间。

5.根据权利要求 4 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述机械手包括相互铰接的上机械手和下机械手，所述上机械手和下机械手均为圆弧形；两个旋转臂上的机械手关于船体中纵剖面对称设置；两个对称设置的机械手为一组，合拢状态为一个完整的圆形。

6.根据权利要求 5 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述机械手有多组，沿所述旋转臂的长度方向均布排列。

7.根据权利要求 1 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述液压系统还包括液压底座，所述液压底座固定安装于甲板上；所述伸缩式液压缸包括从外到内依次套装的一级液压杆、二级液压杆和三级液压杆；所述一级液压杆的底端与所述液压底座铰接，所述三级液压杆的顶端通过连杆与所述旋转臂铰接。

8.根据权利要求 1 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述风机排列升降装置包括船中支柱和风机升降器，所述船中支柱竖直安装于所述风机安装船的甲板上，所述船中支柱上设有竖直的第一轨道，所述风机升降器与所述第一轨道配合安装并可以沿所述第一轨道上下移动，所述风机升降器包括滑块和悬臂梁，所述滑块内设驱动装置，驱动所述滑块沿所述第一轨道上下移动，所述悬臂梁与所述滑块固定连接，所述悬臂梁的端部安装有固定夹，所述固定夹用于托举所述风机。

9.根据权利要求 8 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述船中支柱上设有竖直的燕尾榫，所述燕尾榫呈弧块状，两个侧面设有竖直的齿条，两道齿条共同形成所述第一轨道；所述滑块内侧设置第二齿轮、外侧安装所述悬臂梁，所述第二齿轮与齿条轨道啮合，所述滑块内的驱动装置驱动所述第二齿轮沿所述第一轨道上下移动。

10.根据权利要求 9 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述滑块的内侧面为内凹的弧面，与燕尾榫的外弧面相配置，内侧面上的第二齿轮设有两列，每列包括至少一个第二齿轮，两列第二齿轮分别与所述燕尾榫两

个侧面的齿条啮合，所述滑块内的驱动装置驱动所述第二齿轮在齿条上转动，以带动整个风机升降器在船中支柱上做升降运动。

11.根据权利要求 8 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述风机升降器有多个，所述船中支柱的顶端和底端均安装有旋转收纳装置，所述旋转收纳装置与所述船中支柱同轴设置并能够绕中心轴旋转，所述旋转收纳装置沿周向设置若干第二轨道，所述第二轨道的数量与所述风机升降器的数量相等，所述第二轨道与第一轨道的结构相同且能够与第一轨道对接，所述风机升降器能够在所述第二轨道上移动。

12.根据权利要求 11 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述旋转收纳装置上沿周向均匀设置与所述风机升降器相等数量的燕尾榫，每个燕尾榫的两侧面设有竖直的齿条，两道齿条共同形成所述第二轨道。

13.根据权利要求 11 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述船中支柱底端的旋转收纳装置位于所述风机安装船的甲板下方，所述甲板与所述船中支柱连接处设有甲板开口。

14.根据权利要求 8 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述风机排列升降装置还包括套筒，所述套筒套装于所述船中支柱的外周，所述套筒的一侧设有竖直的开口，所述风机升降器的悬臂梁从所述套筒的开口端伸出，所述套筒用于加固保护所述船中支柱。

15.根据权利要求 1 所述的液压斜推式海上风机安装系统，其特征在于，所述风机排列升降装置两个为一组，对称布置于所述风机安装船的左舷和右舷；所述风机安装船沿船长方向安装若干组所述风机排列升降装置。

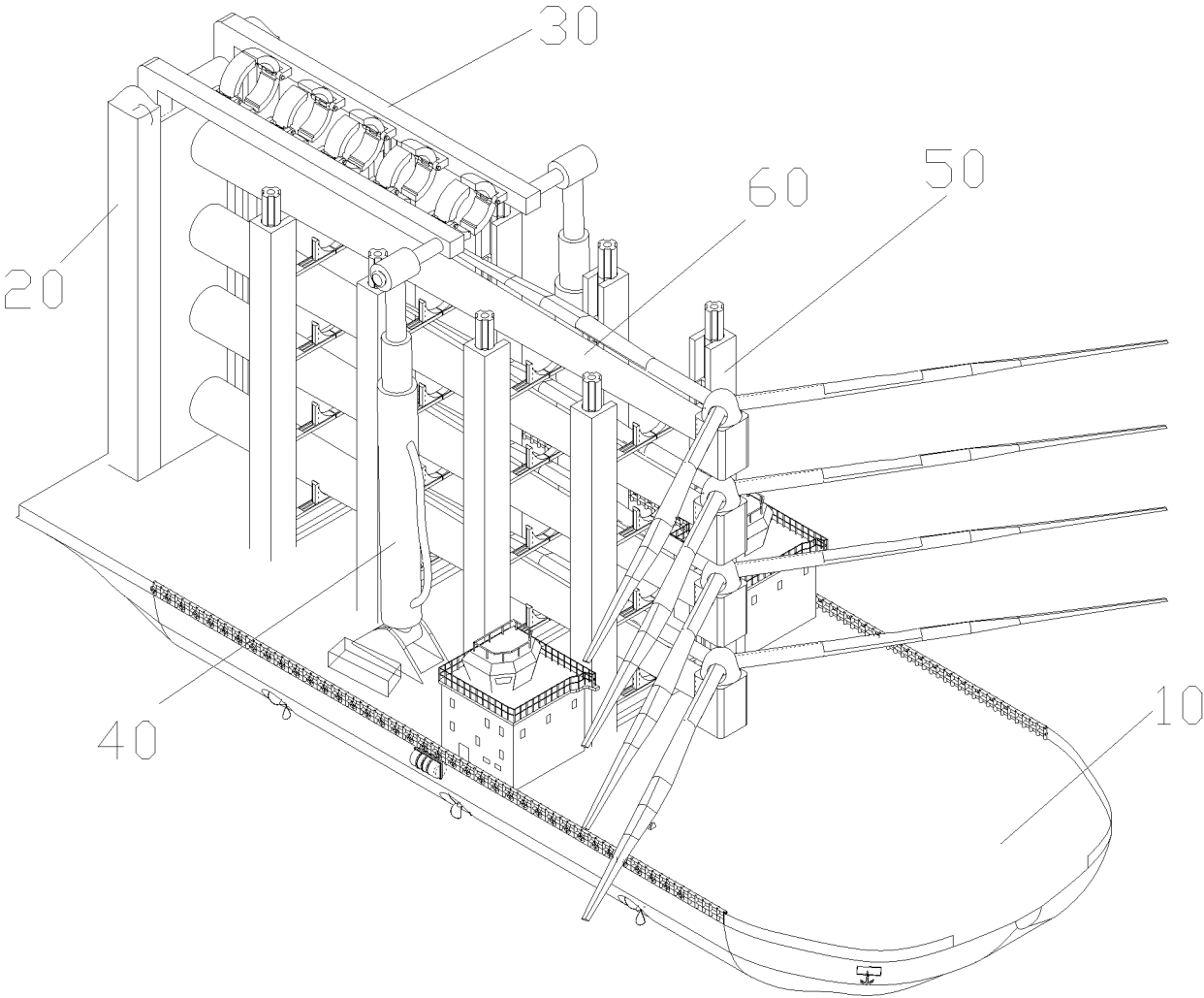


图 1

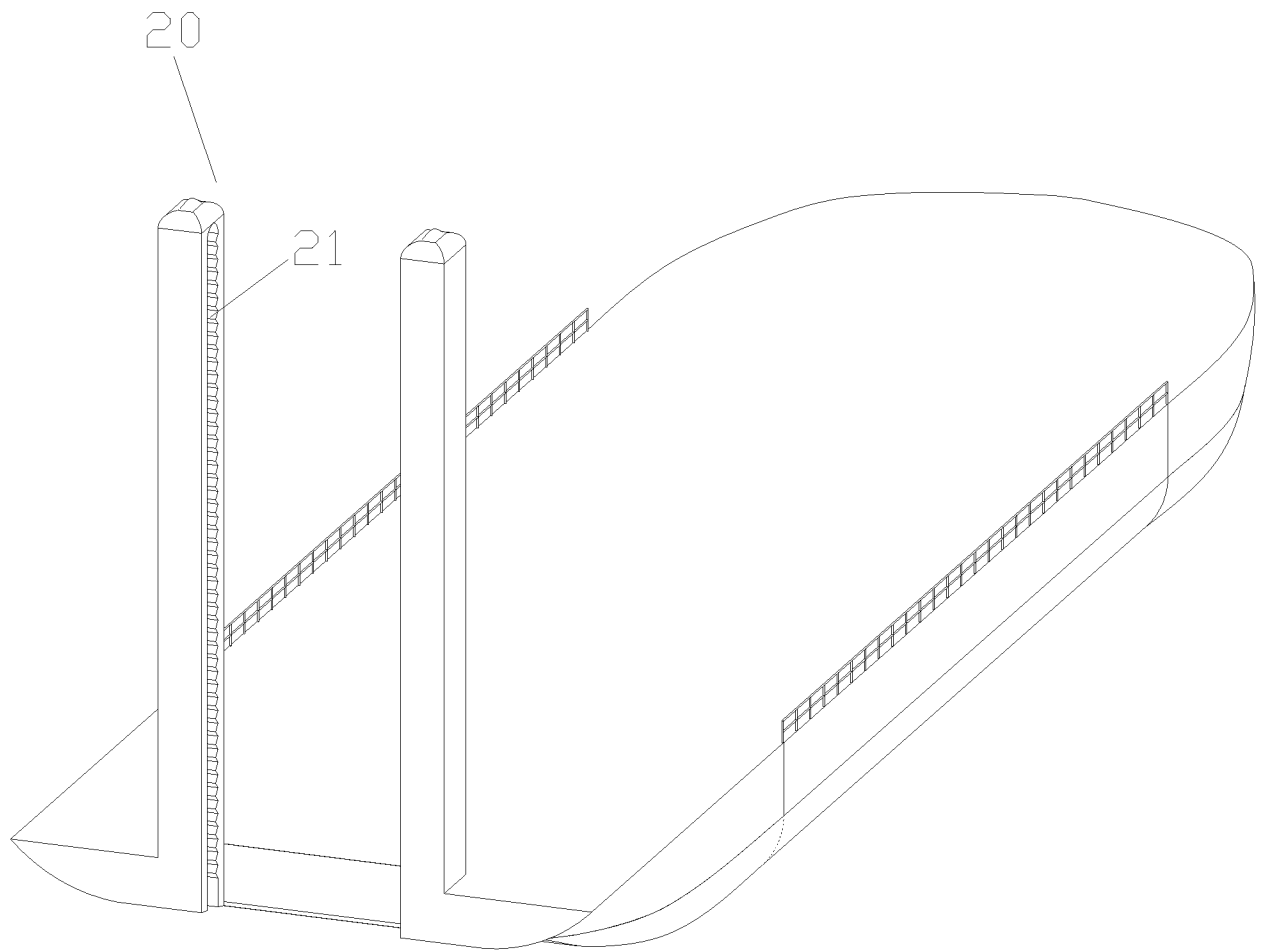


图 2

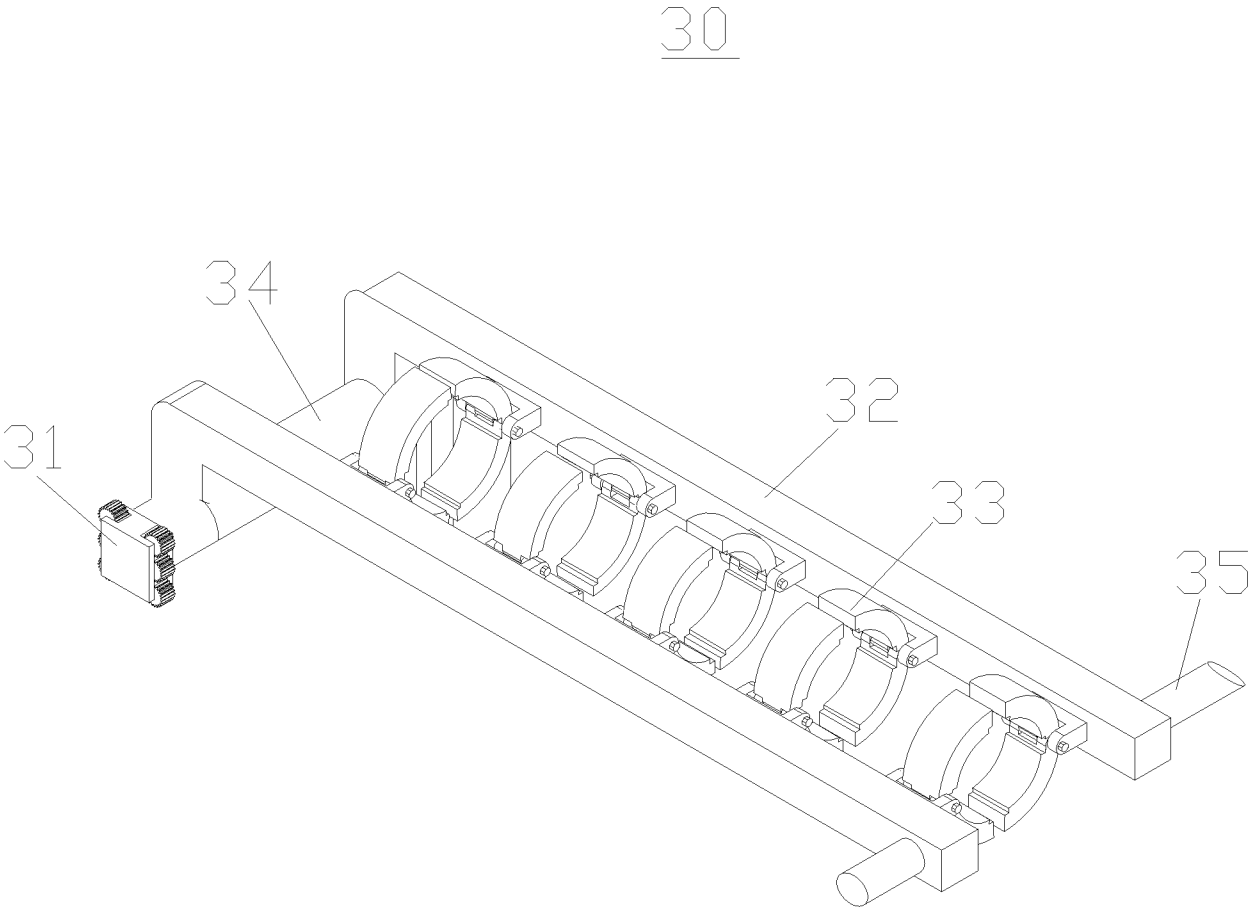


图 3

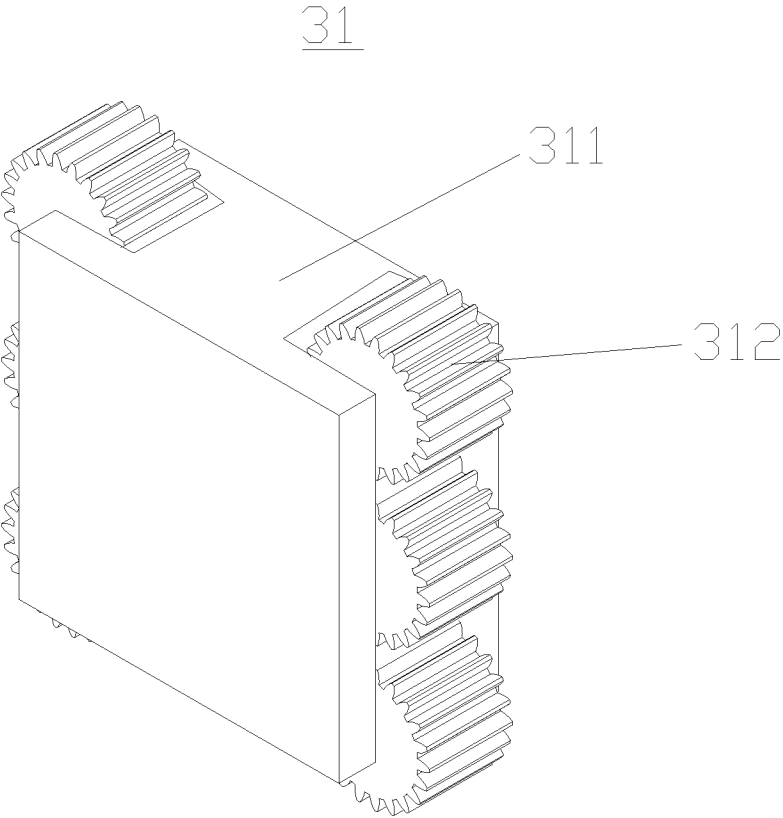


图 4

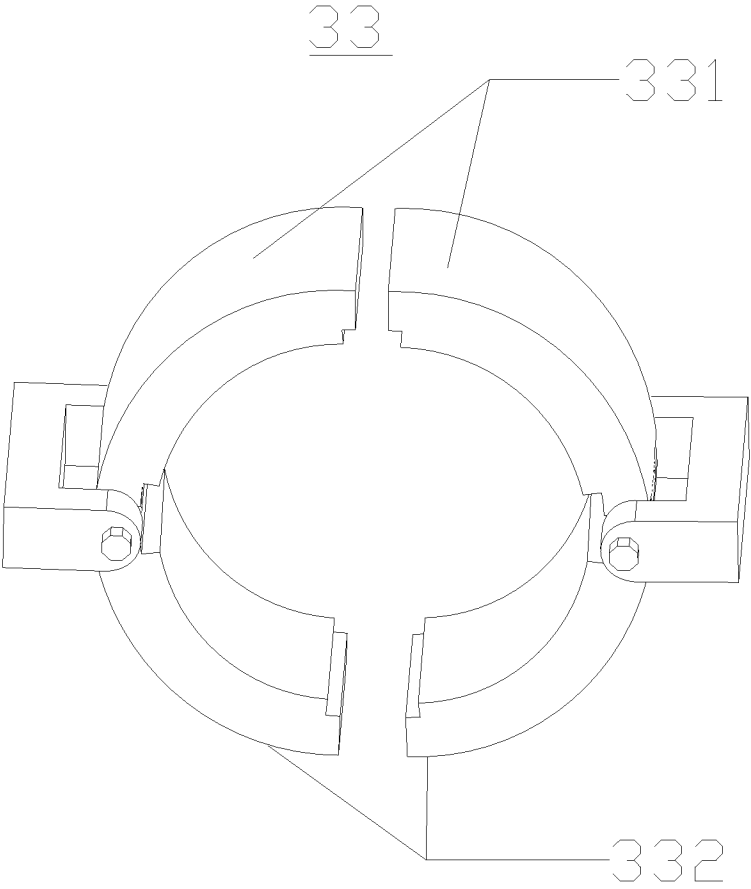


图 5

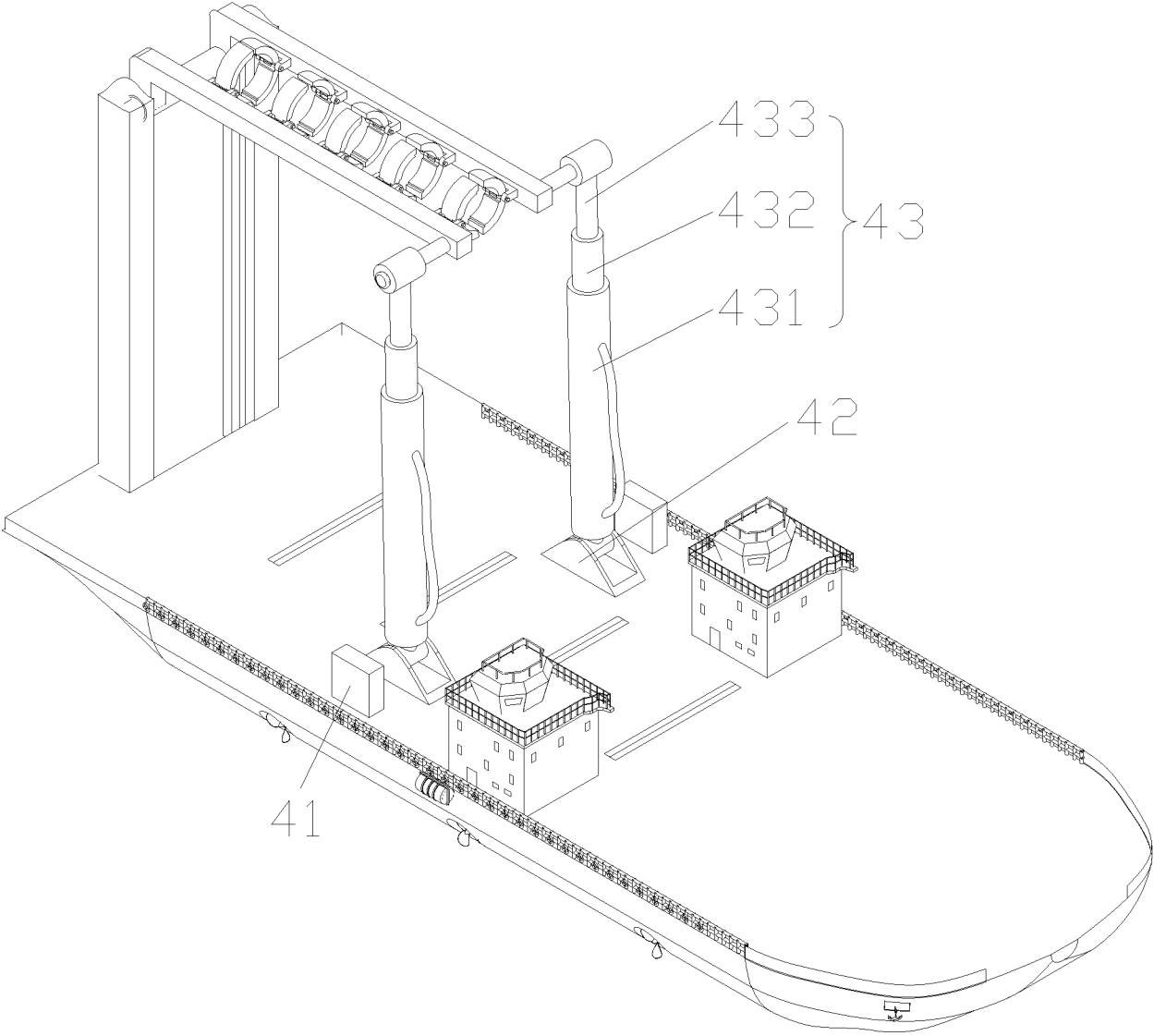


图 6

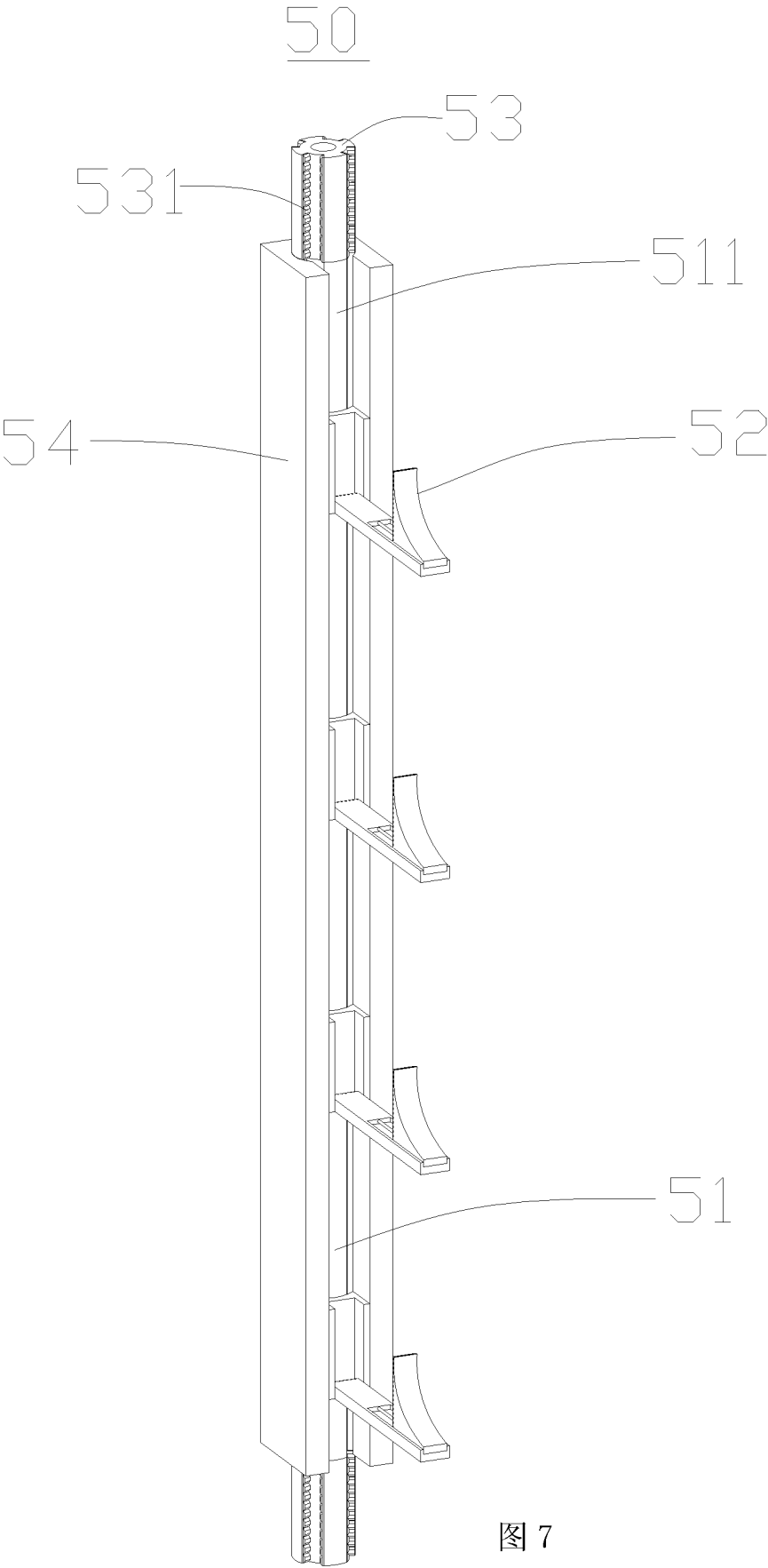


图 7

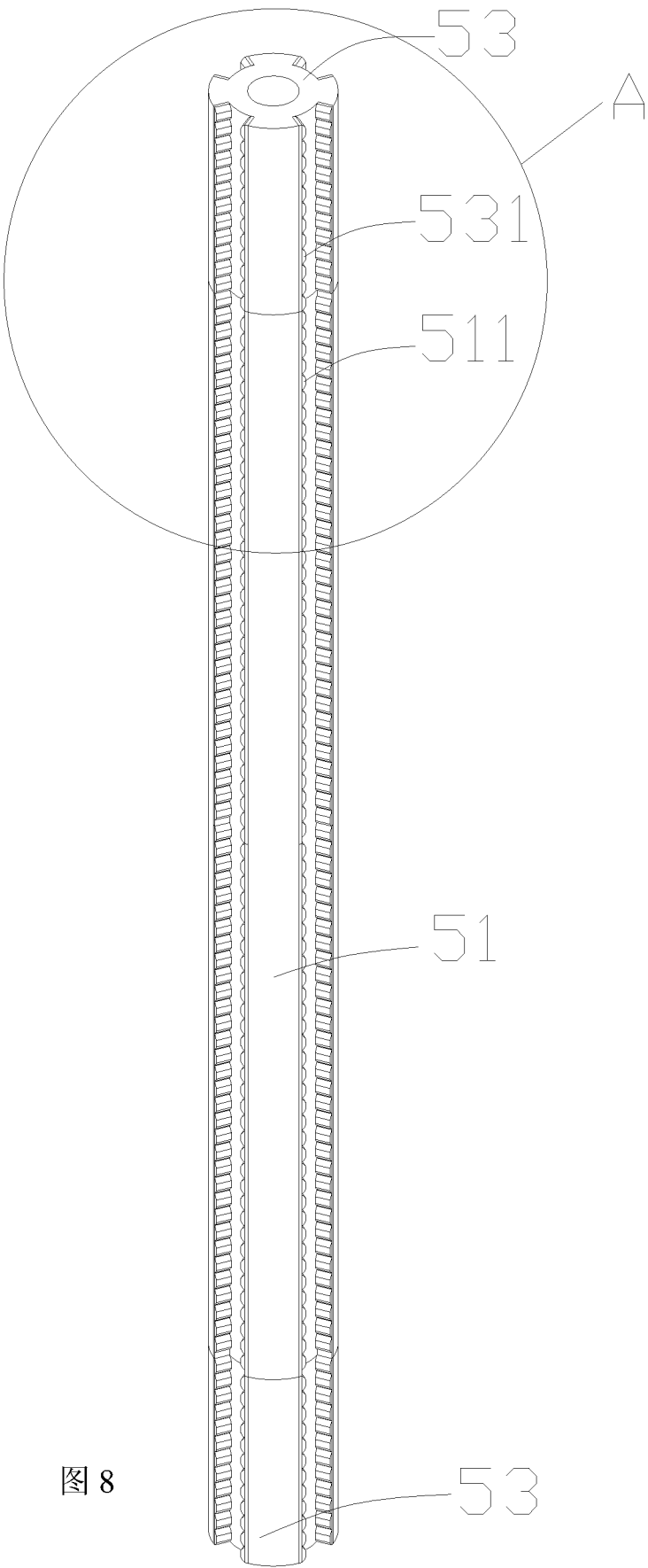


图 8

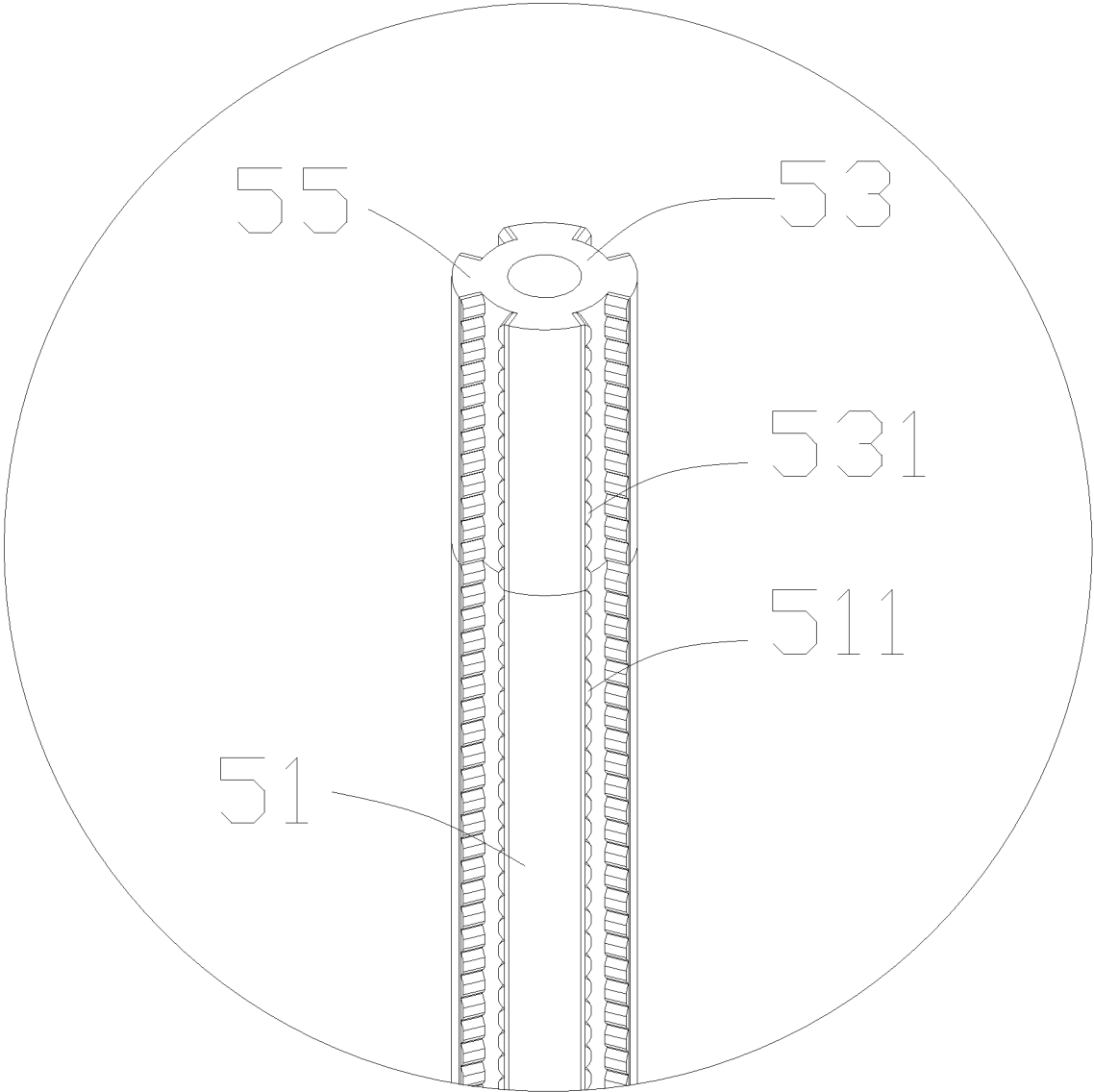


图 9

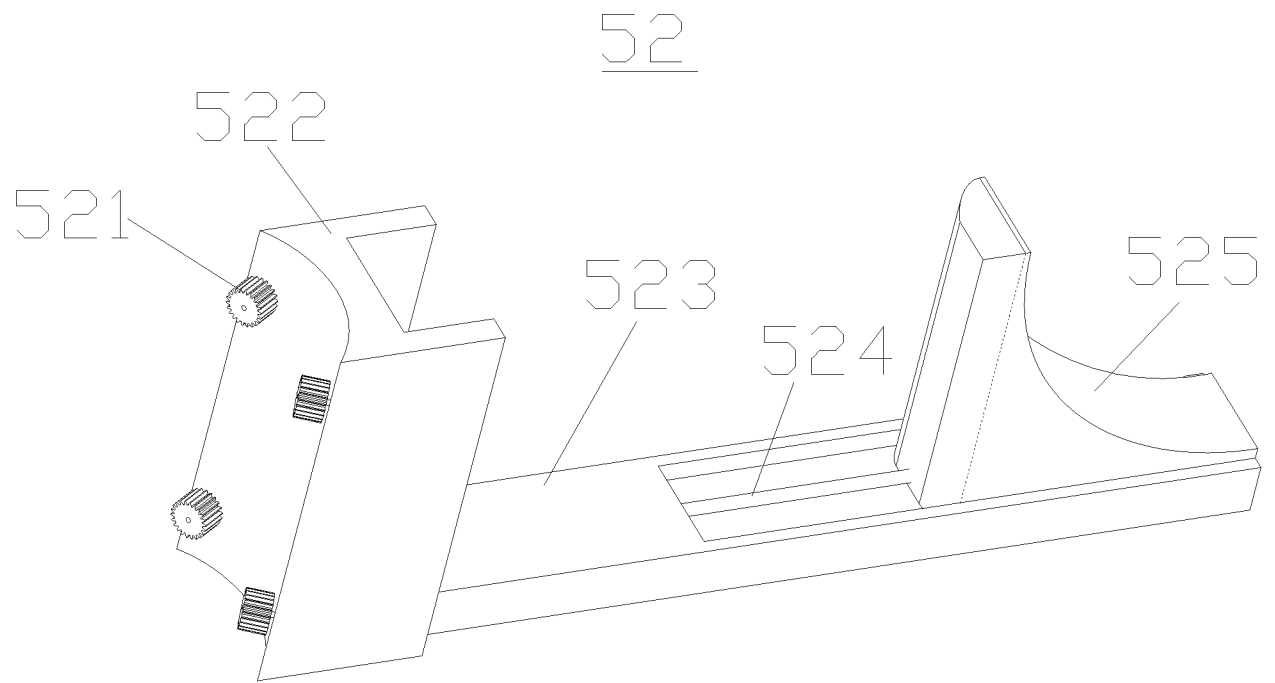


图 10

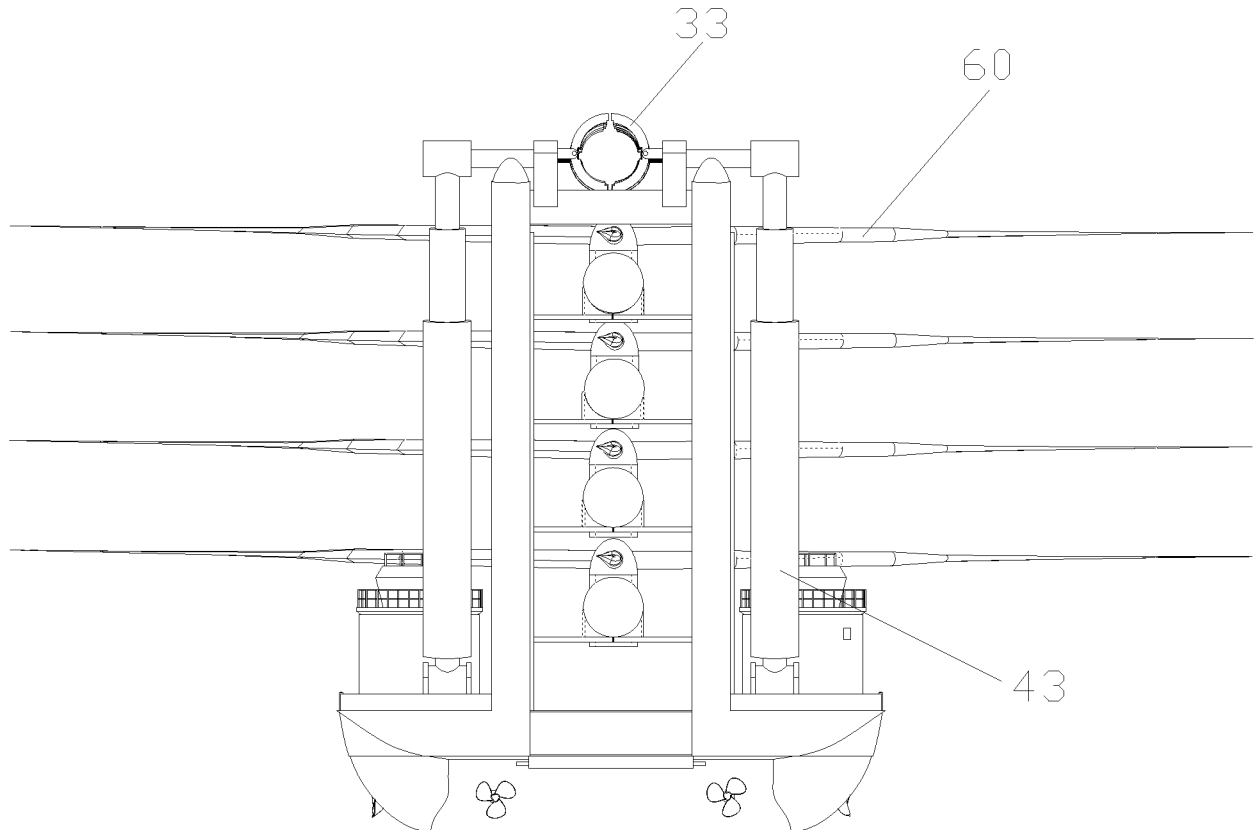


图 11

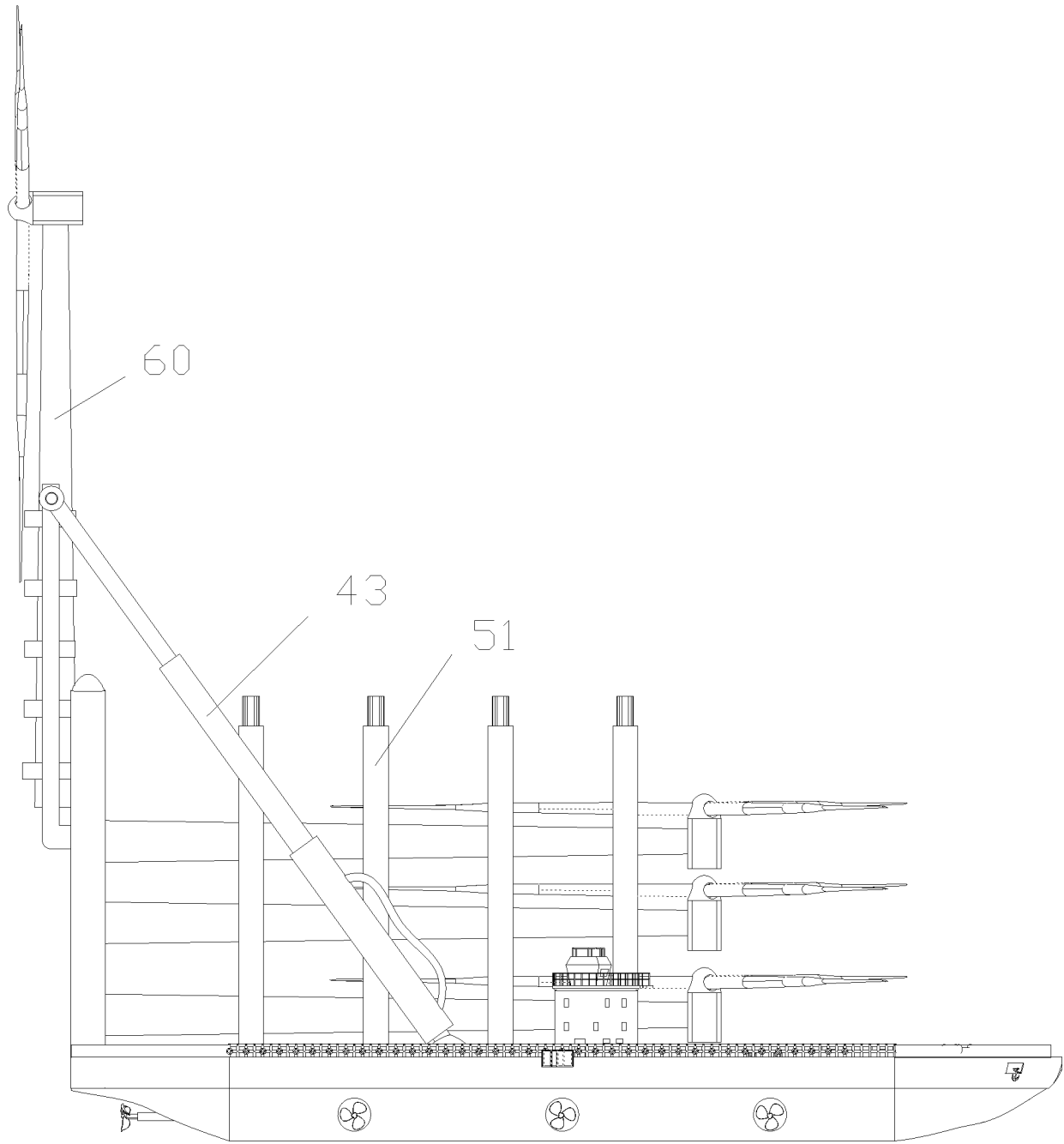


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/112371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D 13/25(2016.01)i; B63B 35/00(2006.01)i; B63B 9/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03D; B63B

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 风机, 风力, 发电机, 安装, 装配, 水, 海, 船, 齿轮, 导轨, 液压, 旋转, wind, generator, turbine, fix+, install+, assemb+, offshore, sea, gear, rail, hydraulic, rotat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107939614 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 20 April 2018 (2018-04-20) description, paragraphs 43-57, and figures 1-10	1-15
A	CN 103167983 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 June 2013 (2013-06-19) description, paragraphs 97-164, and figures 1-17	1-15
A	CN 104121154 A (ENIVISION ENERGY (JIANGSU) CO., LTD.) 29 October 2014 (2014-10-29) entire document	1-15
A	CN 102442409 A (DAIICHI KENSETSU KIKO CO., LTD. ET AL.) 09 May 2012 (2012-05-09) entire document	1-15
A	KR 20130120164 A (HYUN DAI HEAVY IND. CO., LTD.) 04 November 2013 (2013-11-04) entire document	1-15
A	KR 20160067465 A (SAMSUNG HEAVY IND. CO., LTD.) 14 June 2016 (2016-06-14) entire document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

08 January 2019

Date of mailing of the international search report

30 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/112371

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107939614	A	20 April 2018	None			
CN	103167983	A	19 June 2013	JP	2012107586	A	07 June 2012
				WO	2012066789	A1	24 May 2012
				EP	2641825	A1	25 September 2013
				KR	20130052017	A	21 May 2013
CN	104121154	A	29 October 2014	JP	2014214748	A	17 November 2014
				US	2014317927	A1	30 October 2014
				DK	201370227	A1	25 October 2014
CN	102442409	A	09 May 2012	TW	201215538	A	16 April 2012
				KR	20120047740	A	14 May 2012
				JP	2012076622	A	19 April 2012
				HK	1165382	A0	05 October 2012
KR	20130120164	A	04 November 2013	None			
KR	20160067465	A	14 June 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/112371

A. 主题的分类

F03D 13/25(2016.01)i; B63B 35/00(2006.01)i; B63B 9/06(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

F03D; B63B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 风机, 风力, 发电机, 安装, 装配, 水, 海, 船, 齿轮, 导轨, 液压, 旋转, wind, generator, turbine, fix+, install+, assemb+, offshore, sea, gear, rail, hydraulic, rotat+

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
PX	CN 107939614 A (武汉理工大学) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 说明书第43-57段、附图1-10	1-15
A	CN 103167983 A (三菱重工业株式会社) 2013年 6月 19日 (2013 - 06 - 19) 说明书第97-164段、附图1-17	1-15
A	CN 104121154 A (远景能源江苏有限公司) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29) 全文	1-15
A	CN 102442409 A (第一建设机工股份有限公司 等) 2012年 5月 9日 (2012 - 05 - 09) 全文	1-15
A	KR 20130120164 A (HYUN DAI HEAVY IND. CO., LTD.) 2013年 11月 4日 (2013 - 11 - 04) 全文	1-15
A	KR 20160067465 A (SAMSUNG HEAVY IND. CO., LTD.) 2016年 6月 14日 (2016 - 06 - 14) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 1月 8日

国际检索报告邮寄日期

2019年 1月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

孙中勤

电话号码 86-10-53961092

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/112371

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	107939614	A	2018年 4月 20日	无			
CN	103167983	A	2013年 6月 19日	JP	2012107586	A	2012年 6月 7日
				WO	2012066789	A1	2012年 5月 24日
				EP	2641825	A1	2013年 9月 25日
				KR	20130052017	A	2013年 5月 21日
CN	104121154	A	2014年 10月 29日	JP	2014214748	A	2014年 11月 17日
				US	2014317927	A1	2014年 10月 30日
				DK	201370227	A1	2014年 10月 25日
CN	102442409	A	2012年 5月 9日	TW	201215538	A	2012年 4月 16日
				KR	20120047740	A	2012年 5月 14日
				JP	2012076622	A	2012年 4月 19日
				HK	1165382	A0	2012年 10月 5日
KR	20130120164	A	2013年 11月 4日	无			
KR	20160067465	A	2016年 6月 14日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)