



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103291551 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201310225055. 8

(22) 申请日 2013. 06. 06

(73) 专利权人 江苏新誉重工科技有限公司

地址 213164 江苏省常州市武进区高新技术
产业开发区凤林路 68 号

专利权人 新誉集团有限公司

(72) 发明人 周鹏 李平 郭廷福 吕世林
刘晓龙

(74) 专利代理机构 常州市维益专利事务所
32211

代理人 路接洲

JP 2008-163928 A, 2008. 07. 17,

JP 2008-163928 A, 2008. 07. 17,

CN 103097626 A, 2013. 05. 08,

CN 102390495 A, 2012. 03. 28,

CN 201941953 U, 2011. 08. 24,

CN 201078309 Y, 2008. 06. 25,

CN 101749201 A, 2010. 06. 23,

CN 101646864 A, 2010. 02. 10,

FR 2523220 A1, 1983. 09. 16,

CN 202883273 U, 2013. 04. 17,

审查员 赵银凤

(51) Int. Cl.

F03D 9/30(2016. 01)

F03D 13/25(2016. 01)

(56) 对比文件

RU 2247861 C1, 2005. 03. 10,

RU 2125182 C1, 1999. 01. 20,

SU 1816891 A1, 1993. 05. 23,

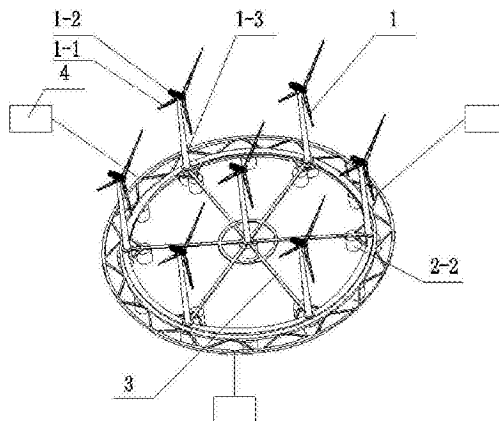
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种整体偏航式海上漂浮风电场

(57) 摘要

本发明涉及一种整体偏航式海上漂浮风电场,具有多台偏航式风力发电机组和环状漂浮平台,每台偏航式风力发电机组包括风轮、机舱、塔筒、转向架,风轮安装在机舱上,机舱固定在塔筒上,塔筒底部安装在转向架上。环状漂浮平台包括环状轨道、支撑环状轨道的多个浮筒,每台偏航式风力发电机组的转向架在环状轨道上绕环状漂浮平台的圆心环形运行。塔筒的主体结构采用金属空间桁架或网架结构,金属空间桁架或网架结构由不同厚度的钢板构成。本发明省去了单台风力发电机组各自单独的偏航系统,可降低故障率,可降低维护成本并减少人身安全事故的发生。本发明的塔筒强度和刚度都可大幅提高,相同数量的钢材可以大大提高塔筒的抗弯惯性矩。



1. 一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:具有多台偏航式风力发电机组(1)和环状漂浮平台(2),每台偏航式风力发电机组(1)包括风轮(1-1)、机舱(1-2)、塔筒(1-3)、转向架(1-4),所述风轮(1-1)安装在机舱(1-2)上,所述机舱(1-2)固定在塔筒(1-3)上,所述塔筒(1-3)底部安装在转向架(1-4)上,所述环状漂浮平台(2)包括环状轨道(2-1)、支撑环状轨道(2-1)的多个浮筒(2-2),每台偏航式风力发电机组的转向架(1-4)在环状轨道(2-1)上绕环状漂浮平台(2)的圆心环形运行;

所述塔筒(1-3)的主体结构采用金属空间桁架或网架结构,金属空间桁架或网架结构由不同厚度的钢板构成;

所述塔筒(1-3)的迎风端采用第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)制作,塔筒(1-3)的背风端采用第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)制作,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)之间由第一厚度钢板(1-31)连接,第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板(1-31)距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)的厚度大于第一厚度钢板(1-31)的厚度。

2. 根据权利要求1所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:各台偏航式风力发电机组(1)的转向架(1-4)之间通过桁架或杆件(3)机械连接。

3. 根据权利要求1所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:在所述塔筒(1-3)的迎风端和背风端采用第三厚度钢板(1-33)制作时,所述第三厚度钢板(1-33)过渡连接有第二厚度钢板(1-32),所述塔筒(1-3)的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板(1-32)之间由第一厚度钢板(1-31)连接,第三厚度钢板(1-33)距离塔筒中性轴的距离大于第二厚度钢板(1-32)距离塔筒中性轴的距离,第二厚度钢板(1-32)距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板(1-31)距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板(1-33)的厚度大于第二厚度钢板(1-32)的厚度,第二厚度钢板(1-32)的厚度大于第一厚度钢板(1-31)的厚度。

4. 根据权利要求1或3所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:所述塔筒(1-3)的截面为水滴形或长圆形或椭圆形或梭形。

5. 根据权利要求3所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:所述塔筒(1-3)的截面为水滴形,塔筒(1-3)的迎风端为弧形,塔筒(1-3)的背风端为尖部。

6. 根据权利要求1所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:所述塔筒(1-3)的截面为水滴形,塔筒(1-3)的迎风端为弧形,塔筒(1-3)的背风端为尖部,塔筒(1-3)的迎风端采用第二厚度钢板(1-32)制作,塔筒(1-3)的背风端采用第三厚度钢板(1-33)制作,所述第三厚度钢板(1-33)过渡连接有第二厚度钢板(1-32),所述塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板(1-32)之间由第一厚度钢板(1-31)连接。

7. 根据权利要求1所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:所述塔筒(1-3)的截面为长圆形,塔筒(1-3)的迎风端为弧形,塔筒(1-3)的背风端为弧形,塔筒(1-3)的迎风端和背风端采用第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)制作,所述塔筒(1-3)的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板(1-33)或第二厚度钢板(1-32)之间由第一厚度钢板(1-31)连接。

8. 根据权利要求1所述的一种整体偏航式海上漂浮风电场,其特征在于:所述塔筒

(1-3) 的截面为梭形,塔筒 (1-3) 的迎风端为尖部,塔筒 (1-3) 的背风端为尖部,塔筒 (1-3) 的迎风端和背风端采用第三厚度钢板 (1-33) 或第二厚度钢板 (1-32) 制作,所述塔筒 (1-3) 的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板 (1-33) 或第二厚度钢板 (1-32) 之间由第一厚度钢板 (1-31) 连接。

一种整体偏航式海上漂浮风电场

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风力发电技术领域,尤其是一种整体偏航式海上漂浮风电场。

背景技术

[0002] 海上风资源非常丰富,随着风电产业快速发展,风资源的开发利用逐渐由陆地转向海洋。中国海上风能储量约为 7.5 亿千瓦,相当于陆上风电储量的 3 倍。海上风机基础型式通常有重力固定式、支柱固定式和浮置式基础,目前在基础上安装的仍为常规的风力发电机组。

[0003] 为了使风轮获得最大的风能,风力发电机组需要使用偏航系统来保持风轮始终处于迎风状态,偏航系统通常安装在机舱底架与塔筒顶端之间,使用大直径的回转支承和偏航驱动装置使机舱旋转,为避免振荡的风向变化,引起偏航轮齿产生交变载荷,还要用偏航制动器或称偏航阻尼器来吸收微小自由偏转振荡,防止偏航齿轮的交变应力引起轮齿过早损伤。这种偏航系统结构复杂,可靠性差,维护不方便。据统计,在风电机组所有故障中,大约有 20% 是由作为回转支承的偏航轴承损坏引起的。这种故障如果发生在海上风电场,将给发电机组的使用者和维护者带来极大的麻烦。

[0004] 专利申请号为 CN201080001036.1 《海上风力发电装置》的在先申请,公开了一种风轮、机舱和塔架一体偏航的海上风力发电机组。但该发电装置采用下风向偏航,压载物与塔架一起偏航旋转,压载物上设置有多根缆绳,将缆绳锚固在海底并使风力发电机组的位置得到固定。采用这种技术方案的海上风力发电机组为自然偏航,在机组随风偏航旋转时必然会导致缆绳纽结,当纽结到一定程度时必然导致偏航旋转阻力加大,极端情况下还可能会出现缆绳拉断机组倾覆等情况的发生。

[0005] 专利申请号为 CN201110293250.5 《海上组合式漂浮风力发电平台》的在先申请,公开了一种海上组合式漂浮风力发电平台,其环状漂浮平台是以桁架结构相互支撑构成的正多边形结构,依靠与桁架连为一体的各浮筒浮于海面上,通过定位桩实现定位。这种平台漂浮于离岸海面上,使用此方案的风力发电机组只能采用塔筒顶部偏航,其塔筒截面为圆形或正多边形结构,而这种形状的塔筒风阻大,抗弯能力弱。为了满足海上机组对塔筒的刚度和强度要求,必然采用较大壁厚的钢板卷制塔筒,这会增加了卷制的难度和制造成本。另外由于偏航系统故障率高、维修不便、高空作业量大而会增大运行成本。

实用新型内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供一种整体偏航式海上漂浮风电场,可降低故障率,便于维护,可降低维护成本。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种整体偏航式海上漂浮风电场,具有多台偏航式风力发电机组和环状漂浮平台,每台偏航式风力发电机组包括风轮、机舱、塔筒、转向架,所述风轮安装在机舱上,所述机舱固定在塔筒上,所述塔筒底部安装在转向架上。所述环状漂浮平台包括环状轨道、支撑环状轨道的多个浮筒,每台偏航式风力发电机

组的转向架在环状轨道上绕环状漂浮平台的圆心环形运行。

[0008] 进一步地,各台偏航式风力发电机组的转向架之间通过桁架或杆件机械连接。

[0009] 具体安装使用时,环状漂浮平台通过定位桩或锚固定在设定的海域。

[0010] 进一步地,塔筒的主体结构采用金属空间桁架或网架结构,金属空间桁架或网架结构由不同厚度的钢板构成。

[0011] 进一步地,所述塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板或第二厚度钢板制作,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板或第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接,第三厚度钢板或第二厚度钢板距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板或第二厚度钢板的厚度大于第一厚度钢板的厚度。

[0012] 或者,所述塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板制作,所述第三厚度钢板过渡连接有第二厚度钢板,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接,第三厚度钢板距离塔筒中性轴的距离大于第二厚度钢板距离塔筒中性轴的距离,第二厚度钢板距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板的厚度大于第二厚度钢板的厚度,第二厚度钢板的厚度大于第一厚度钢板的厚度。

[0013] 进一步地,所述塔筒的截面为水滴形或长圆形或椭圆形或梭形,所列形状对风阻力较低。

[0014] 具体地,所述塔筒的截面为水滴形,塔筒的迎风端为弧形,塔筒的背风端为尖部,塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板制作,所述第三厚度钢板过渡连接有第二厚度钢板,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接。

[0015] 具体地,所述塔筒的截面为水滴形,塔筒的迎风端为弧形,塔筒的背风端为尖部,塔筒的迎风端采用第二厚度钢板制作,塔筒的背风端采用第三厚度钢板制作,所述第三厚度钢板过渡连接有第二厚度钢板,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接。

[0016] 具体地,所述塔筒的截面为长圆形,塔筒的迎风端为弧形,塔筒的背风端为弧形,塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板或第二厚度钢板制作,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板或第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接。

[0017] 具体地,所述塔筒的截面为椭圆形,塔筒的迎风端为弧形,塔筒的背风端为弧形,塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板制作,所述第三厚度钢板过渡连接有第二厚度钢板,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接。

[0018] 具体地,所述塔筒的截面为梭形,塔筒的迎风端为尖部,塔筒的背风端为尖部,塔筒的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板或第二厚度钢板制作,所述塔筒的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板或第二厚度钢板之间由第一厚度钢板连接。

[0019] 本发明的有益效果是:正常工作时风力发电机组通过转向架的驱动使风轮主动迎风,若在遇台风或风力发电机组失电时,风力发电机组则为自然偏航,不会出现扭缆现象。本发明的整体偏航式海上漂浮风电场采用整体偏航形式,通过多个转向架驱动,利用转向架沿环状轨道行走绕环状漂浮平台圆心旋转实现偏航,从而省去了单台风力发电机组各自单独的偏航系统,可降低故障率,底部偏航装置便于维护,可降低维护成本并减少人身安全事故的发生。

[0020] 由于塔筒始终处于对风状态,塔筒截面采用水滴形、长圆形、椭圆形、梭形等对风阻力较低的形状,从而可减小风机承受的载荷,能降低风阻。

[0021] 另外,塔筒的主体结构可采用金属空间桁架或网架结构,空间桁架或网架由不同厚度的钢板构成,钢板按等强度原则分配壁厚,将迎风位置和背风位置离塔筒中性轴位置较远的钢板加厚,而将接近中性轴位置的钢板厚度减薄。在使用同样重量钢材的情况下,本发明的塔筒强度和刚度都可大幅提高,因而能节省相当数量的钢材,相同数量的钢材可以大大提高塔筒的抗弯惯性矩。

附图说明

[0022] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0023] 图 1 是本发明的结构示意图;

[0024] 图 2 是本发明中转向架与环状漂浮平台的连接示意图;

[0025] 图 3 是本发明中塔筒截面为水滴形的实施方式一的示意图;

[0026] 图 4 是本发明中塔筒截面为水滴形的实施方式二的示意图;

[0027] 图 5 是本发明中塔筒截面为长圆形的示意图;

[0028] 图 6 是本发明中塔筒截面为椭圆形的示意图;

[0029] 图 7 是本发明中塔筒截面为梭形的示意图;

[0030] 其中:1. 风力发电机组,2. 环状漂浮平台,1-1. 风轮,1-2. 机舱,1-3. 塔筒,1-4. 转向架,2-1. 环状轨道,2-2. 浮筒,1-31. 第一厚度钢板,1-32. 第二厚度钢板,1-33. 第三厚度钢板,3. 杆件,4. 锚。

具体实施方式

[0031] 现在结合附图对本发明作进一步的说明。这些附图均为简化的示意图仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0032] 如图 1 图 2 所示,一种整体偏航式海上漂浮风电场,具有多台偏航式风力发电机组 1 和环状漂浮平台 2,每台偏航式风力发电机组 1 包括风轮 1-1、机舱 1-2、塔筒 1-3、转向架 1-4,风轮 1-1 安装在机舱 1-2 上,机舱 1-2 固定在塔筒 1-3 上,塔筒 1-3 底部安装在转向架 1-4 上。各台偏航式风力发电机组 1 的转向架 1-4 之间通过桁架或杆件 3 机械连接。环状漂浮平台 2 包括环状轨道 2-1、支撑环状轨道的多个浮筒 2-2,环状轨道 2-1 安装在多个浮筒 2-2 上,每台偏航式风力发电机组 1 的转向架 1-4 在环状轨道 2-1 上绕环状漂浮平台 2 的圆心环形运行。

[0033] 环状漂浮平台 2 整体通过定位桩或锚 4 固定在设定的海域。正常工作时风力发电机组 1 通过转向架 1-4 的驱动使风轮 1-1 主动迎风,若在遇台风或风力发电机组 1 失电时,风力发电机组 1 则为自然偏航,不会出现扭缆现象。

[0034] 本发明的整体偏航式海上漂浮风电场采用整体偏航形式,通过多个转向架 1-4 驱动,利用转向架 1-4 沿环状轨道 2-1 行走绕环状漂浮平台 2 圆心旋转实现偏航,从而省去了单台风力发电机组各自单独的偏航系统,可降低故障率,底部偏航装置便于维护,可降低维护成本并减少人身安全事故的发生。此外整体偏航形式必然使整个风电场面积比较大,直径可达到上百米甚至上千米,不仅足以克服风力发电机组迎风时产生的倾覆力矩,而且有

利于在海上风电场建立运行、维护和生活平台。

[0035] 塔筒 1-3 的主体结构采用金属空间桁架或网架结构,金属空间桁架或网架结构由不同厚度的钢板构成。

[0036] 塔筒 1-3 的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 制作,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接,第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板 1-31 距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 的厚度大于第一厚度钢板 1-31 的厚度。

[0037] 或者,塔筒 1-3 的迎风端和 / 或背风端采用第三厚度钢板 1-33 制作,第三厚度钢板 1-33 过渡连接有第二厚度钢板 1-32,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接,第三厚度钢板 1-33 距离塔筒中性轴的距离大于第二厚度钢板 1-32 距离塔筒中性轴的距离,第二厚度钢板 1-32 距离塔筒中性轴的距离大于第一厚度钢板 1-31 距离塔筒中性轴的距离,第三厚度钢板 1-33 的厚度大于第二厚度钢板 1-32 的厚度,第二厚度钢板 1-32 的厚度大于第一厚度钢板 1-31 的厚度。

[0038] 塔筒 1-3 的截面为水滴形或长圆形或椭圆形或梭形。

[0039] 如图 3 所示,塔筒 1-3 的截面为水滴形,实施方式一:塔筒 1-3 的迎风端为尖部,塔筒 1-3 的背风端为弧形,塔筒 1-3 的迎风端和背风端采用第三厚度钢板 1-33 制作,第三厚度钢板 1-33 过渡连接有第二厚度钢板 1-32,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接。

[0040] 如图 4 所示,塔筒 1-3 的截面为水滴形,实施方式二:塔筒 1-3 的迎风端为弧形,塔筒 1-3 的背风端为尖部,塔筒 1-3 的迎风端采用第二厚度钢板 1-32 制作,塔筒 1-3 的背风端采用第三厚度钢板 1-33 制作,塔筒 1-3 的背风端的第三厚度钢板 1-33 过渡连接有第二厚度钢板 1-32,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接。

[0041] 如图 5 所示,塔筒 1-3 的截面为长圆形,塔筒 1-3 的迎风端为弧形,塔筒 1-3 的背风端为弧形,塔筒 1-3 的迎风端和背风端采用第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 制作,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接。

[0042] 如图 6 所示,塔筒 1-3 的截面为椭圆形,塔筒 1-3 的迎风端为弧形,塔筒 1-3 的背风端为弧形,塔筒 1-3 的迎风端和背风端采用第三厚度钢板 1-33 制作,第三厚度钢板 1-33 过渡连接有第二厚度钢板 1-32,塔筒的迎风端与背风端对应的第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接。

[0043] 如图 7 所示,塔筒 1-3 的截面为梭形,塔筒 1-3 的迎风端为尖部,塔筒 1-3 的背风端为尖部,塔筒 1-3 的迎风端和背风端采用第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 制作,塔筒 1-3 的迎风端与背风端对应的第三厚度钢板 1-33 或第二厚度钢板 1-32 之间由第一厚度钢板 1-31 连接。

[0044] 由于塔筒始终处于对风状态,塔筒截面采用水滴形、长圆形、椭圆形、梭形等对风阻力较低的形状,从而可减小风机承受的载荷,能降低风阻,由风阻计算公式:正面风阻力 = $1/2 \times$ 空气密度 \times 风阻系数 \times 迎风投影面积 \times 速度平方。以水滴形截面的塔筒为例

与普通圆柱形塔筒比较,圆柱形塔筒的风阻系数约为 0.5,而水滴形截面的塔筒风阻系数为 0.05 左右,另外水滴形截面的塔筒的迎风投影面也比圆柱形塔筒略小。

[0045] 另外,塔筒的主体结构可采用金属空间桁架或网架结构,空间桁架或网架由不同厚度的钢板构成,钢板按等强度原则分配壁厚,将迎风端和背风端离塔筒中性轴位置较远的钢板加厚,而将接近中性轴位置的钢板厚度减薄。可以得到,常规的圆柱形塔筒最大应力在 330MPa 左右,最大位移 1.5m 左右;而采用水滴形截面等强度设计的塔筒最大应力在 200MPa 左右,最大位移在 0.8m 左右,在使用同样重量钢材的情况下,本发明的塔筒强度和刚度都可大幅提高,因而能节省相当数量的钢材,相同数量的钢材可以大大提高塔筒的抗弯惯性矩。

[0046] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

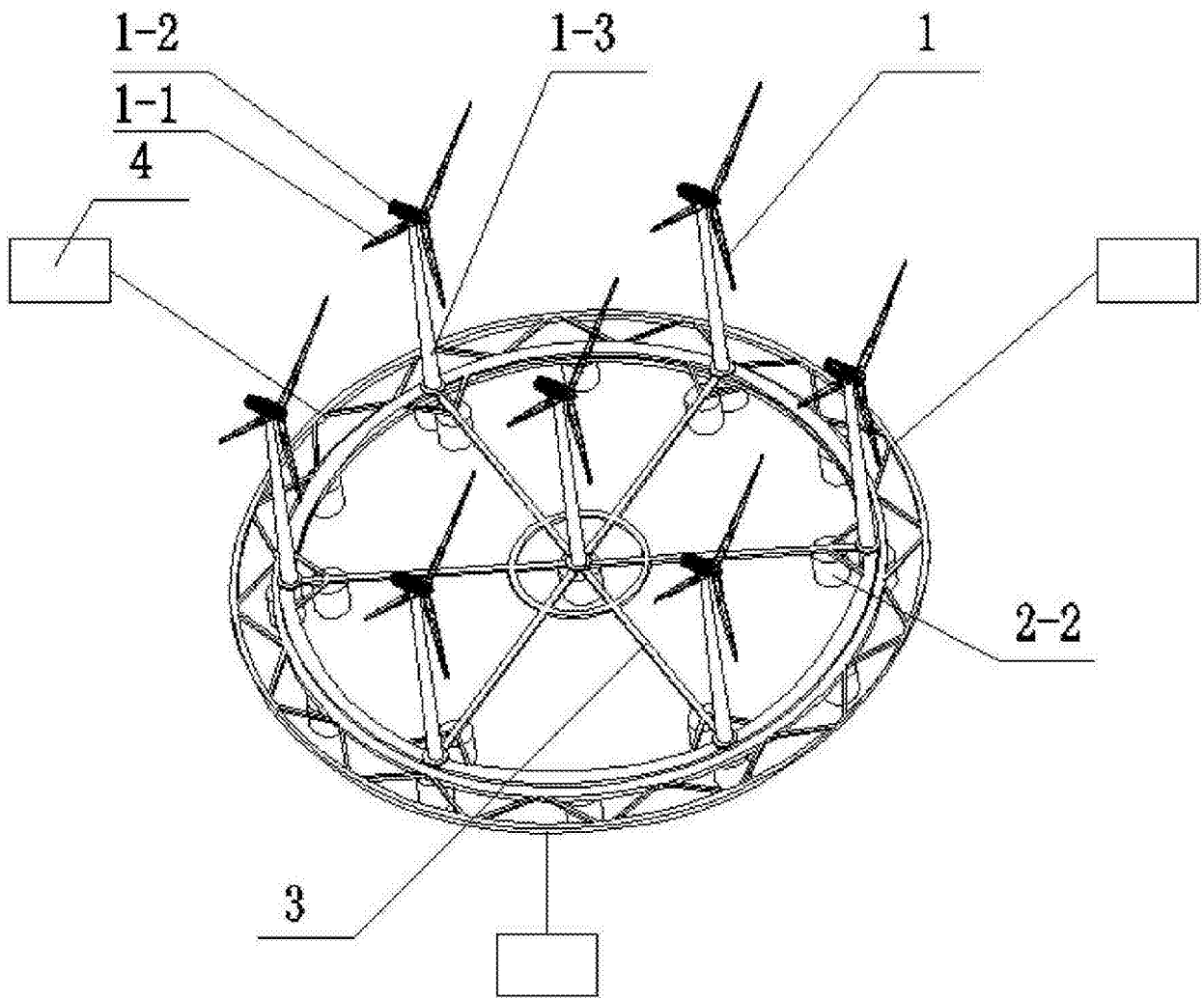


图 1

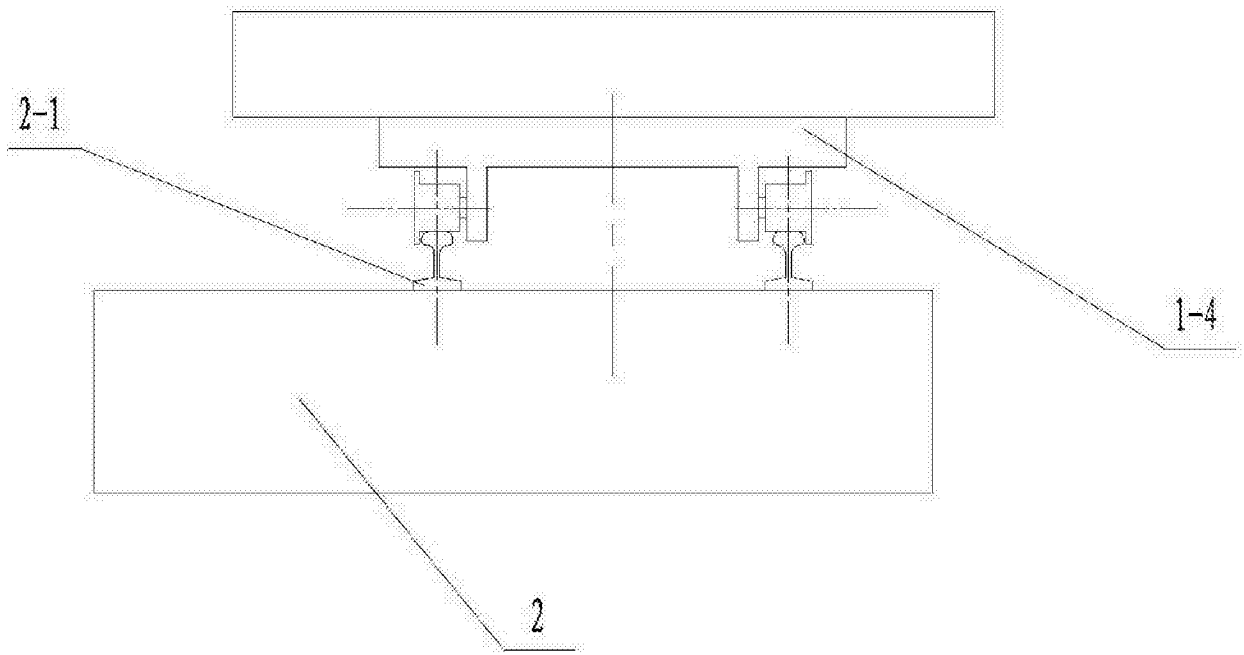


图 2

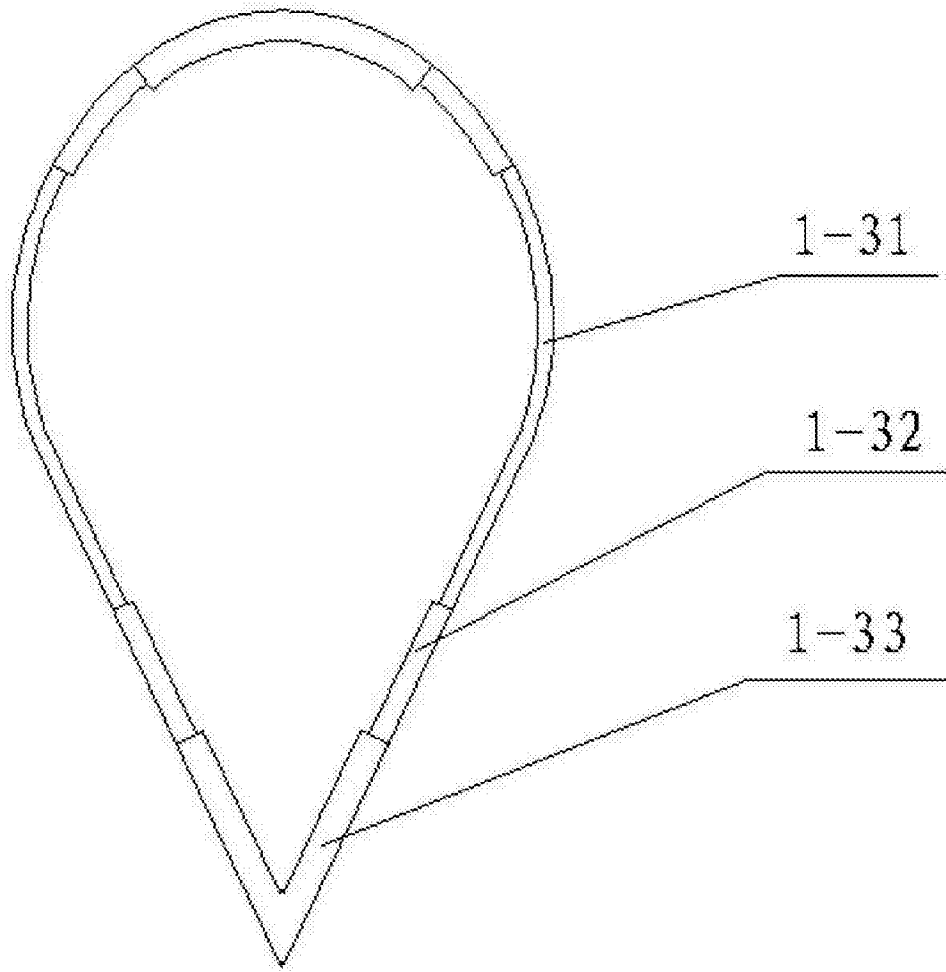


图 3

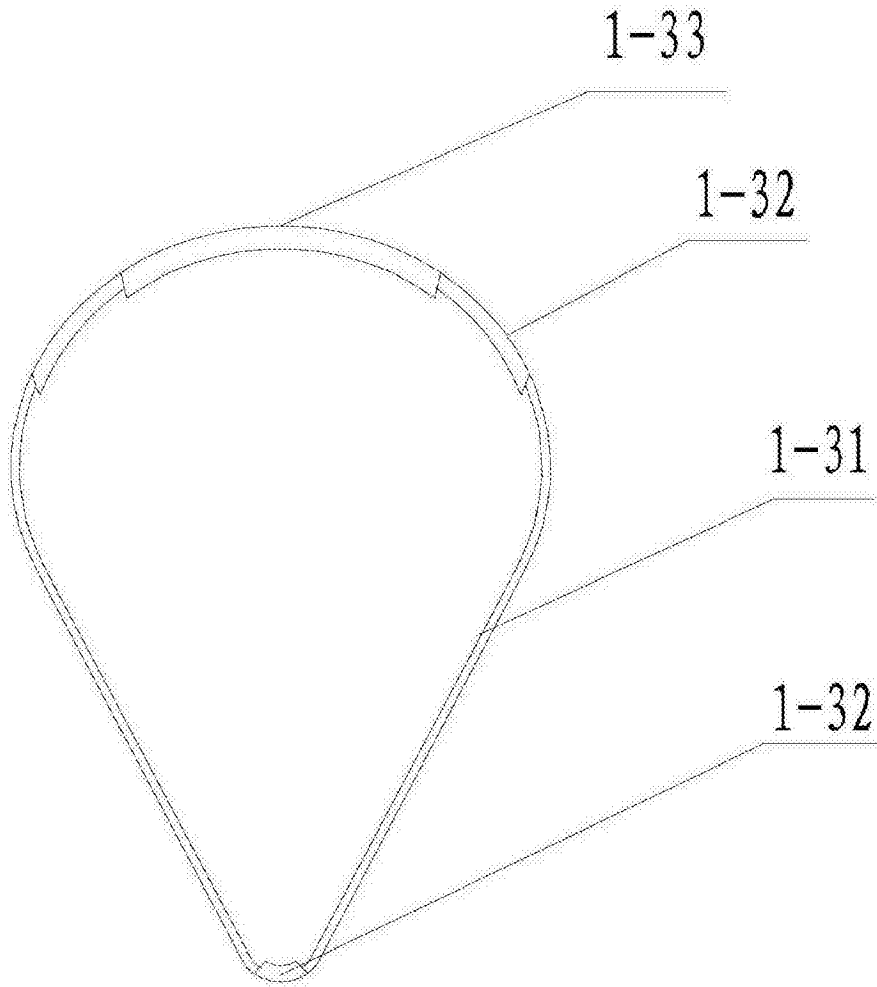


图 4

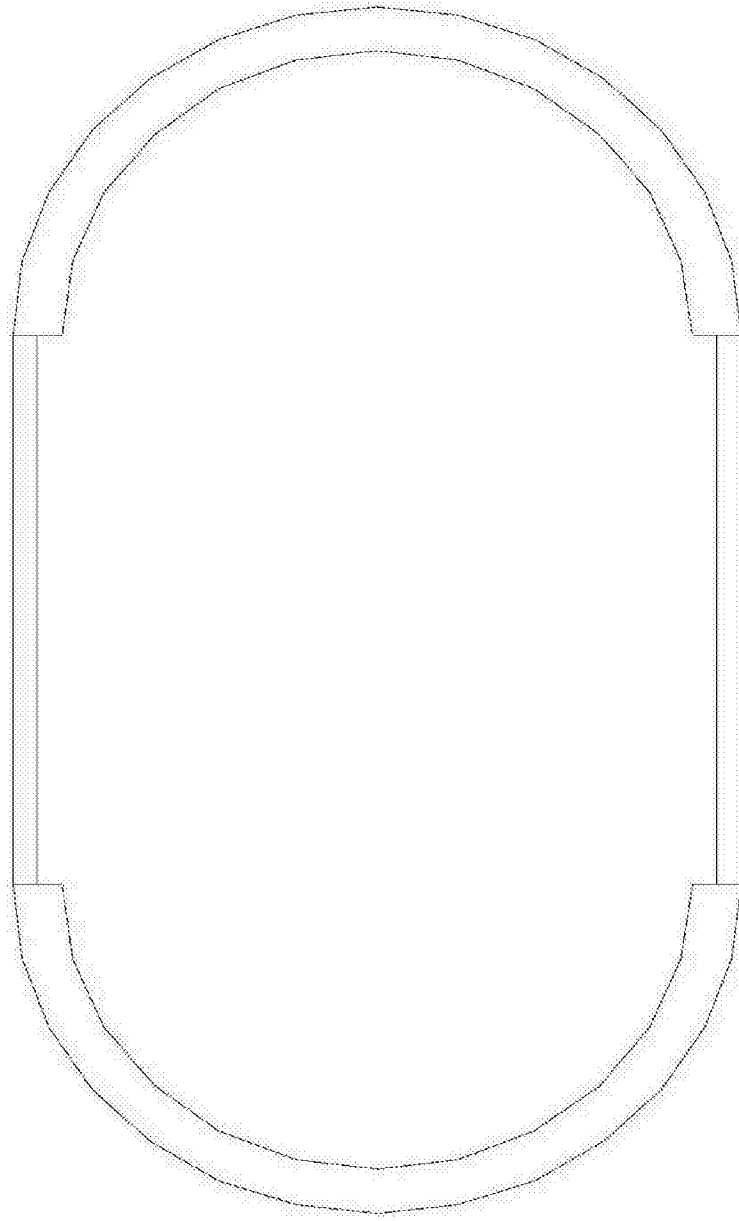


图 5

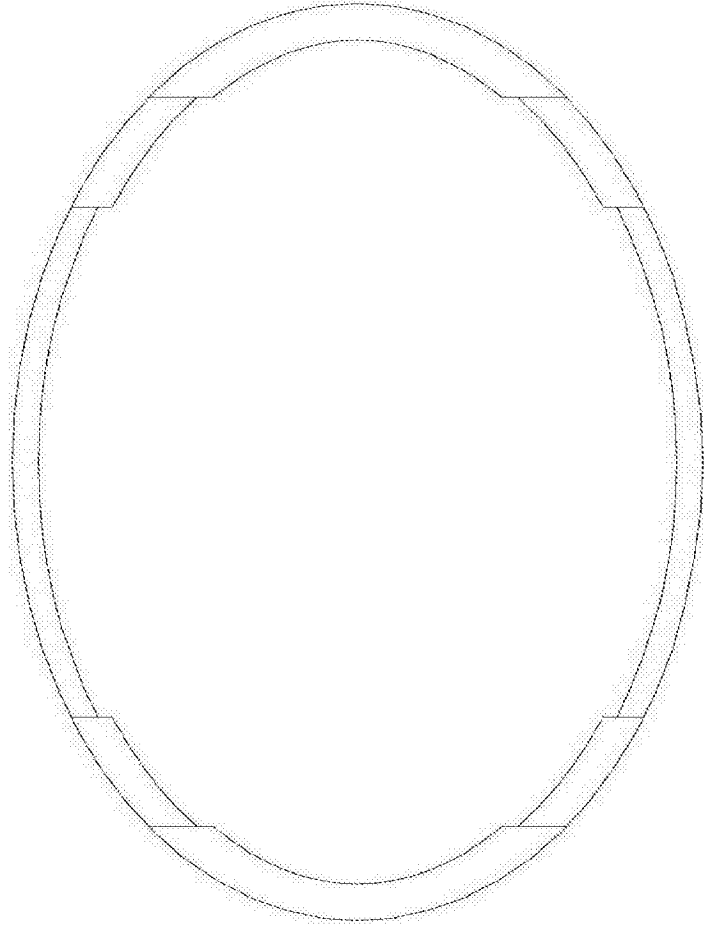


图 6

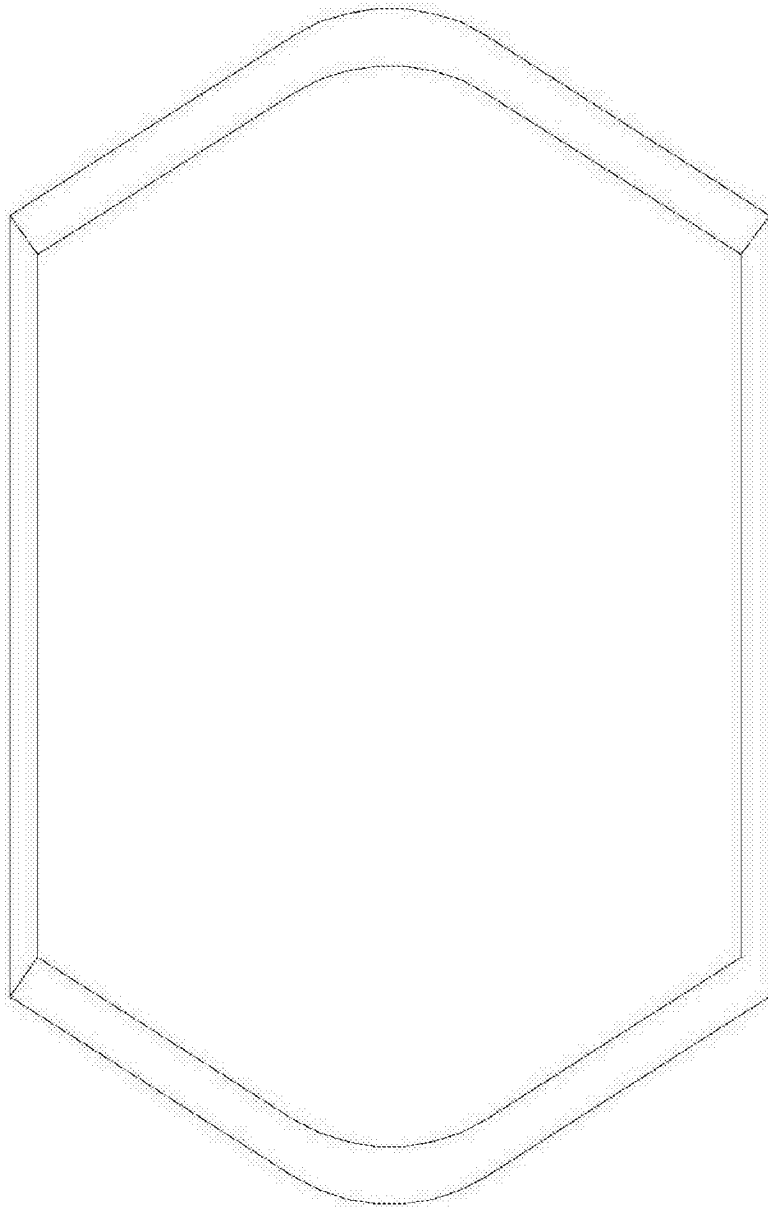


图 7