



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113653601 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 03

(21) 申请号 202110786348.8

(22) 申请日 2021.07.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113653601 A

(43) 申请公布日 2021.11.16

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家未来科技城华能人才创新创业基地

专利权人 中国华能集团有限公司南方分公司

华能广东汕头海上风电有限责任公司

华能海上风电科学技术研究有限公司

(72) 发明人 周映鸣 李卫东 郭小江 刘鑫
王秋明 李涛 文玄韬 严家涛
朱晨亮 钟应明 田峰 陈睿

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

专利代理师 赵迪

(51) Int.Cl.

F03D 13/25 (2016.01)

审查员 王羽波

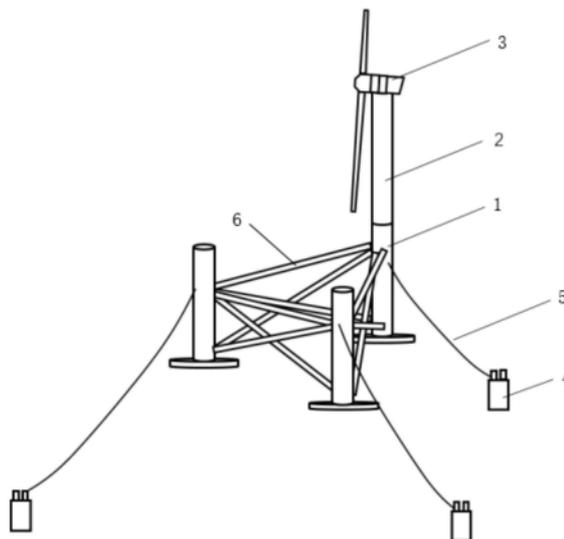
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种半潜式漂浮式风机装置及系统

(57) 摘要

本申请提出一种半潜式漂浮式风机装置及系统,包括:三个浮筒;塔架,所述塔架设置于三个所述浮筒其中一个之上;风机;所述风机设置于所述塔架上;三个锚固基础,三个所述锚固基础分别对应设置于三个所述浮筒外侧,且各所述锚固基础和各所述浮筒之间分别连接有系泊缆,通过设置三个浮筒,塔架和风机设置在其中一个浮筒之上,三个浮筒周围分别设置三个锚固基础进行固定,以提高风电机组的整体稳定性。



1. 一种半潜式漂浮式风机装置,其特征在于,包括:
 - 三个浮筒(1);
 - 塔架(2),所述塔架(2)设置于三个所述浮筒(1)其中一个之上;
 - 风机(3);所述风机(3)设置于所述塔架(2)上;
 - 三个锚固基础(4),三个所述锚固基础(4)分别对应设置于三个所述浮筒(1)外侧,且各所述锚固基础(4)和各所述浮筒(1)之间分别连接有系泊缆(5);
 - 多个桁架(6),相邻的两所述浮筒(1)之间通过所述桁架(6)固定连接,所述桁架包括横撑与斜撑,所述横撑与所述斜撑共同以多个角度连接相邻的所述浮筒,所述横撑与所述斜撑均为钢制管道;
 - 三个所述浮筒(1)的连线形成正三角形;
 - 所述锚固基础(4)包括锚固基础主体(41)和设置于所述锚固基础主体(41)上的至少一个系泊缆柱头(42),所述锚固基础主体(41)沉入泥面,部分所述系泊缆柱头(42)通过系泊缆(5)和所述浮筒(1)连接。
2. 如权利要求1所述的半潜式漂浮式风机装置,其特征在于,所述浮筒(1)为中空的结构。
3. 如权利要求1所述的半潜式漂浮式风机装置,其特征在于,所述系泊缆柱头(42)上设置有系孔。
4. 如权利要求1所述的半潜式漂浮式风机装置,其特征在于,所述锚固基础(4)为预应力混凝土柱体。
5. 一种半潜式漂浮式风机系统,包括多个上述权利要求1-4任一项所述的风机装置,多个所述风机装置在海面上间隔排列设置,多个所述风机装置两两相对设置,两相邻且相对设置的风机装置为一个风机组,多个风机组在横向上和纵向上间隔排列设置,所述风机组内的两个风机装置共用其邻侧的两个的锚固基础(4),各所述风机组之间共用其相邻的一个锚固基础(4)。

一种半潜式漂浮式风机装置及系统

技术领域

[0001] 本申请涉及风机技术领域,尤其涉及一种半潜式漂浮式风机装置及系统。

背景技术

[0002] 随着我国经济的飞速发展,能源环保矛盾日趋严峻,海上风电是一种清洁、安全、可再生的能源,是世界上能源利用增长最快的能源,也是最具大规模商业化开发前景的发电方式,在各国能源战略中地位不断提高。目前,世界上建成的海上风电场绝大多数为近海风电场。未来,海上风电由浅海走向深海将会是必然的发展趋势。半潜漂浮式海上风电机组以其结构稳定、运行可靠、移动灵活、适合深海等特点最具发展前景。但在深海海域风力等级较大,当风速过大时半潜漂浮式风电机组倾斜角度也会比较大,较大的倾斜角度会对上部风机的安全稳定运行和发电效率等产生不利影响,现有半潜漂浮式风电机组是通过调整平台的几何尺寸等来改善半潜漂浮式风电机组的平衡性能,稳定性较差,严重时会发生整体倾覆的风险。

[0003] 申请内容

[0004] 本申请旨在至少在在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0005] 为此,本申请的目的在于提出一种半潜式漂浮式风机装置,通过设置三个浮筒,塔架和风机设置在其中一个浮筒之上,三个浮筒周围分别设置三个锚固基础进行固定,以提高风电机组的整体稳定性。

[0006] 为达到上述目的,本申请提出的半潜式漂浮式风机装置,包括:

[0007] 三个浮筒;

[0008] 塔架,所述塔架设置于三个所述浮筒其中一个之上;

[0009] 风机;所述风机设置于所述塔架上;

[0010] 三个锚固基础,三个所述锚固基础分别对应设置于三个所述浮筒外侧,且各所述锚固基础和各所述浮筒之间分别连接有系泊缆;

[0011] 多个桁架,相邻的两所述浮筒之间通过所述桁架固定连接,所述桁架包括横撑与斜撑,所述横撑与所述斜撑共同以多个角度连接相邻的所述浮筒,所述横撑与所述斜撑均为钢制管道;

[0012] 三个所述浮筒的连线形成正三角形,所述锚固基础为三个,三个所述锚固基础分别对应设置在三个所述浮筒的外侧;

[0013] 所述锚固基础包括锚固基础主体和设置于所述锚固基础主体上的至少一个系泊缆柱头,所述锚固基础主体沉入泥面,部分所述系泊缆柱头通过系泊缆和所述浮筒连接。

[0014] 进一步地,所述系泊缆柱头上设置有系孔。

[0015] 进一步地,所述浮筒为中空的柱状结构。

[0016] 进一步地,所述锚固基础为预应力混凝土柱体。

[0017] 一种半潜式漂浮式风机系统,包括多个所述的风机装置,多个所述风机装置在海面上间隔排列设置,多个所述风机装置两两相对设置,两相邻且相对设置的风机装置为一

个风机组,多个风机组在横向上和纵向上间隔排列设置,所述风机组内的两个风机装置共用其邻侧的两个的锚固基础,各所述风机组之间共用其相邻的一个锚固基础。

[0018] 一种半潜式漂浮式风机系统,通过上述的风机布置方式,可有效减少用海面积,提高批准需用海域内的风机安装数量,提高单位面积海域的发电量,并且可以有效改善锚固基础水平向受力特性,可以减少锚固基础的数量。

[0019] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0020] 本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0021] 图1是本申请一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的结构示意图;

[0022] 图2是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的锚固基础的结构示意图;

[0023] 图3是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的系泊缆柱头的结构示意图;

[0024] 图4是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的锚固基础的安装结构示意图;

[0025] 图5是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图一;

[0026] 图6是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图二;

[0027] 图7是本申请另一实施例提出的2台半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图;

[0028] 图8是本申请另一实施例提出的4台半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图;

[0029] 图9是本申请另一实施例提出的12台半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图;

[0030] 图10是本申请另一实施例提出的30台半潜式漂浮式风机装置的平面布置示意图;

[0031] 图11是本申请另一实施例提出的半潜式漂浮式风机装置的数量和锚固基础数量减少百分比的关系图。

具体实施方式

[0032] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。相反,本申请的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0033] 图1是本申请一实施例提出的一种半潜式漂浮式风机装置的结构示意图。

[0034] 目前近海风电场所采用的各种类型的固定式基础的自重和工程造价随着水深增大而大幅度增加,具体来说:(1)单桩基础:结构较柔,自振频率过低,容易发生共振,只能通过增加钢管桩和混凝土的工程量来提高风机基础的刚度,经济性较差;(2)高桩承台基础:由于深远海离岸较远,海上作业时间较长,经济性较差;(3)重力式基础:由于体积大,重量重,工程造价较高,若采用空腔结构,还要考虑水压影响,经济性较差;(4)导管架基础:随着

水深增加,管节点疲劳设计复杂、安全风险大,且结构重量也快速增加,制造加工成本高。因此,采用浮式风电基础是解决这一问题的最佳选择。深海中浮式风机基础的主要优点包括:除系泊系统需要微调外,海上浮式风机基础在深海中可保持结构不变,不会随水深增加结构重量;浮式风机基础安装成本较低,具有更广阔的市场前景。此外,由于地质复杂,固定式基础在每个机位都需要进行定制化设计,难以实现标准化,制造加工及施工成本明显增加;而浮式风机基础成本较固定式基础小,且不受水深及地质影响,可实现批量标准化,节省制造加工和安装成本。此外,浮式风机可以布置在更开阔的海域以获取更丰富的风能,避免了视觉冲击和噪声污染,还有利于孤立岛屿的开发。因此,未来风电场的建设必然是“由陆向海、由浅到深、由固定式向浮动式”的趋势。

[0035] 参见图1,一种半潜式漂浮式风机装置,包括:多个浮筒1;塔架2,所述塔架2设置于多个所述浮筒1其中一个之上;风机3;所述风机3设置于所述塔架2上;多个锚固基础4,多个所述锚固基础4分别对应设置于多个所述浮筒1外侧,且各所述锚固基础4和各所述浮筒1之间分别连接有系泊缆5,具体地,通过调整各浮筒压舱程度来形成合力的浮力、重力分布,以维持风机机组平衡,为便于安装和拆卸,塔架和浮筒通过螺栓可拆卸连接,风机和塔架通过螺栓可拆卸连接,多个锚固基础分设于各个浮筒周边,且锚固基础通过系泊缆和浮筒固定连接,以对浮筒进行位置固定,稳定性好,安装便利。

[0036] 参见图1,一种半潜式漂浮式风机装置还包括多个桁架6,相邻的两所述浮筒1之间通过所述桁架6固定连接,加强多个浮筒之间连接的稳固性,形成稳定的分布式结构,便于对风机进行支撑。桁架包括横撑与斜撑,通过横撑与斜撑共同以多个角度实现相邻浮筒的连接,可以保证整个风机装置有更强的连接稳定性。所述横撑与所述斜撑均为钢制管道。具体的,横撑与斜撑均可以为钢管,以此相较于钢柱,可以节约钢材,且可以起到稳定连接的要求。

[0037] 所述浮筒1为三个,三个所述浮筒1的连线形成正三角形,如图1所示,浮筒1的数量可以为3个,以此结合桁架2连接这三个浮筒1,可以实现三角稳定,在保证足够的稳定性以及强度的同时,还能最大程度节约材料,最终降低成本。

[0038] 所述锚固基础4为三个,三个所述锚固基础4分别对应设置在三个所述浮筒1的外侧,三个锚固基础的连线也形成正三角形,各个浮筒外侧分别固定连接锚固基础,在整体对风机装置进行固定的同时,也能够避免单一系泊缆断裂造成风机漂移的情况发生。

[0039] 所述浮筒1为中空柱状结构,具有较好的浮力,能够承载风机立于海面之上。

[0040] 参见图2和图4,所述锚固基础4包括锚固基础主体41和设置于所述锚固基础主体41上的至少一个系泊缆柱头42,所述锚固基础主体41沉入泥面,所述系泊缆柱头42通过系泊缆5和所述浮筒1连接。其系泊缆柱头的数量可以为2个、4个或其他数量。一般建议多留1-2个柱头,以降低在施工安装时,系泊缆与柱头方向间可连接的难度;还可在柱头由于腐蚀、长期服役疲劳损坏、极端工况下极限载荷破坏等造成损坏后,留存可替代的选择。

[0041] 参见图3,所述系泊缆柱头42上设置有系孔,便于安装连接系泊缆。

[0042] 所述锚固基础4为预应力混凝土柱体,具有较高的结构强度。

[0043] 一台漂浮式风机的费用主要构成为:风机约占25%,浮式平台约占25%,系泊缆约占12%,锚固基础约占18%,运输安装费用约占20%。固定式风机的基础占比一般在30%左右,而对于漂浮式风机,浮式平台+系泊缆+锚固基础的占比达到了55%。因此,漂浮式风机

的降本主要方向就是在系泊缆和锚固基础。在规模化开发的风场中,当漂浮式基础型式确定后,系泊缆的数量是确定的,而锚固基础的数量可以通过相邻风机共同使用来减少数量。在当前的漂浮式风机中,还没有对规模化开发的排布进行研究以减少锚固基础数量的方案。因此,本申请旨在给出新的半潜式漂浮式风机锚固基础布置方案,以降低规模化开发的漂浮式风场的成本。

[0044] 参见图7-图10,一种半潜式漂浮式风机系统,包括多个所述的风机装置,多个所述风机装置在海面上间隔排列设置。

[0045] 多个所述风机装置两两相对设置,两相邻且相对设置的风机装置为一个风机组,多个风机组在横向上和纵向上间隔排列设置,所述风机组内的两个风机装置共用其邻侧的两个的锚固基础4,各所述风机组之间共用其相邻的一个锚固基础4。

[0046] 在大规模批量化漂浮式风场的建设中,所述漂浮式风机锚固基础的系泊缆柱头可以用于连接多个风机的系泊缆,应用在本申请给出的漂浮式风机布置方案中,以减少锚固基础的数量。与现有未优化过的传统漂浮式风机设计方案比,本申请所述的新型漂浮式风机锚固基础和排布方案可以有效改善锚固基础水平向受力特性;以30台10MW机组测算,可减少锚固基础数量58%,极大降低漂浮式风场造价;此外,本申请提出的锚固基础结构和布置方案还可减少施工和安装时间,成本较低。

[0047] 图5和图6是本申请示出的单台采用新型锚固基础的半潜式漂浮式风机平面布置图,两种形式对称。在不采用本申请提出的共锚固基础节点的方案中,安装2台漂浮式风机需要 $2 \times 3 = 6$ 个锚固基础。在采用了本申请给出的新型锚固基础和半潜式风机平面布置方案后,图8-图10分别给出了4、12、30台风机的布置图。下表给出了传统设计与新型设计方案的锚固基础数量对比和百分比变化。参见图11,可以看到,当风场容量变大,风机数量增加时,采用本申请提出的新型设计减少的锚固基础的数量的百分比也不断增加。全场30台风机时可减少锚固基础数量38个,减少百分比达58%。

[0048] 表传统设计与新型设计方案的对比

风机台数	传统设计	新型设计	锚固基础数量减少
	需要锚固基础数量	需要锚固基础数量	百分比
1	3	3	0%
2	6	4	33%
[0049] 4	12	7	42%
6	18	10	44%
9	27	14	48%
12	36	17	53%
16	48	22	54%
24	72	31	57%
30	90	38	58%

[0050] 本申请所述的一种半潜式漂浮式风机锚固基础和布置方法,具体施工安装中包括以下步骤:初步完成微观选址;在工厂内制造完成锚固基础;在漂浮式风场钻孔勘测,确定机位点;沉桩安装锚固基础;将风机拖航到机位点,安装系泊缆。

[0051] 需要说明的是,在本申请的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0052] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0053] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0054] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

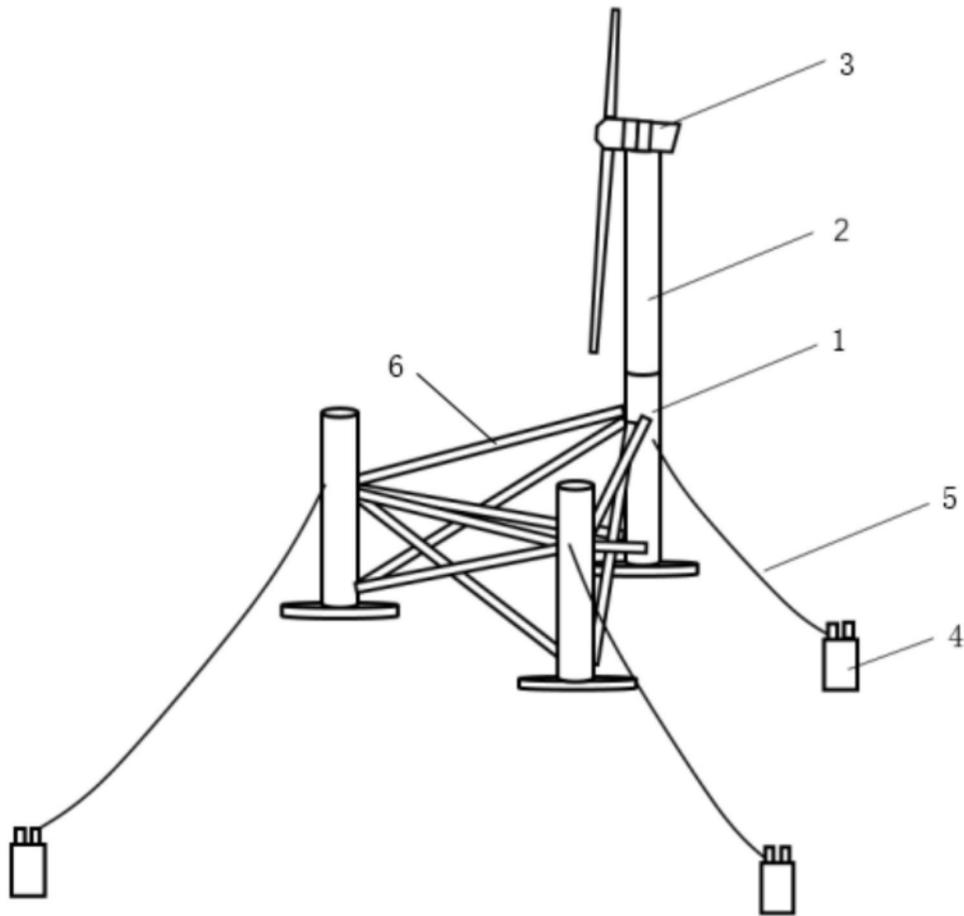


图1

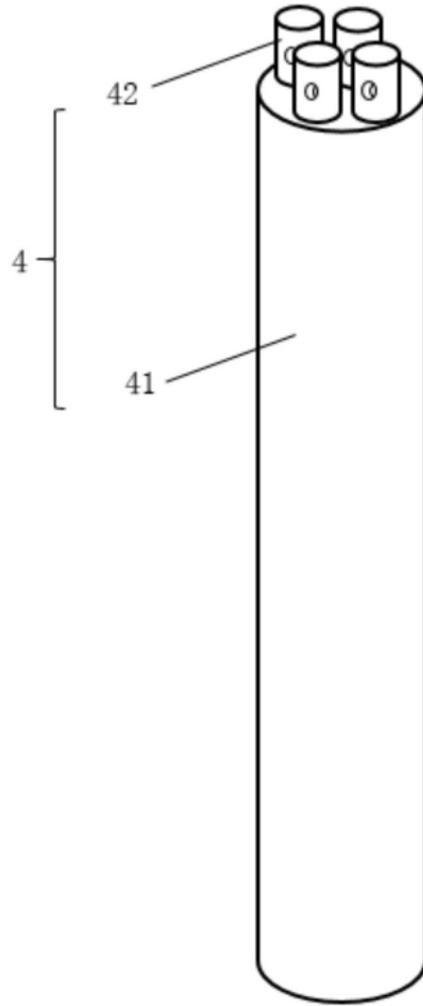


图2

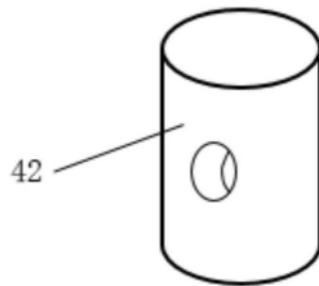


图3

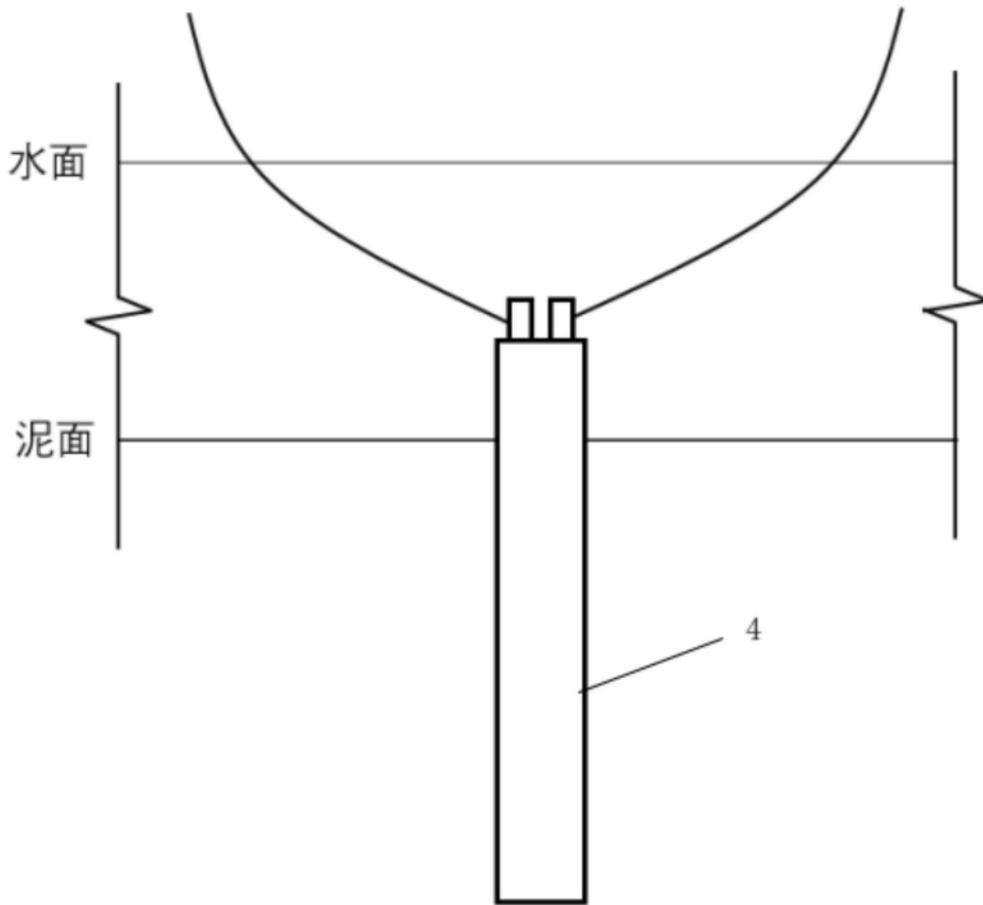


图4

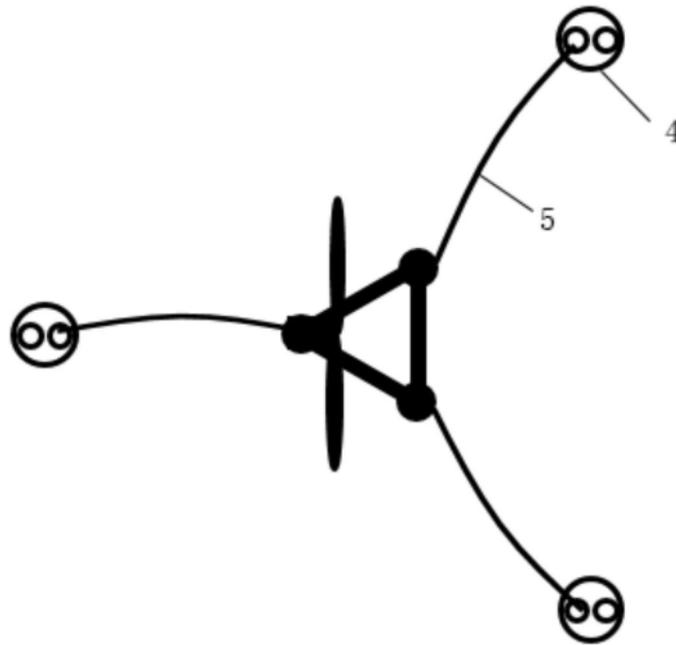


图5

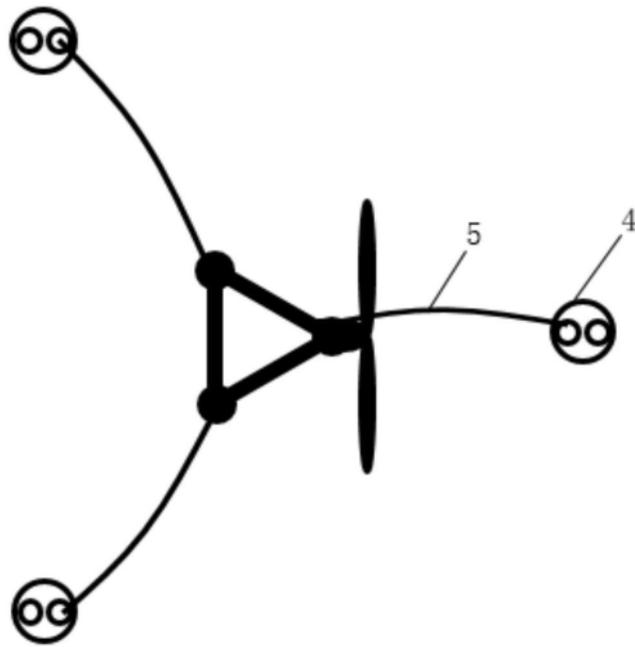


图6

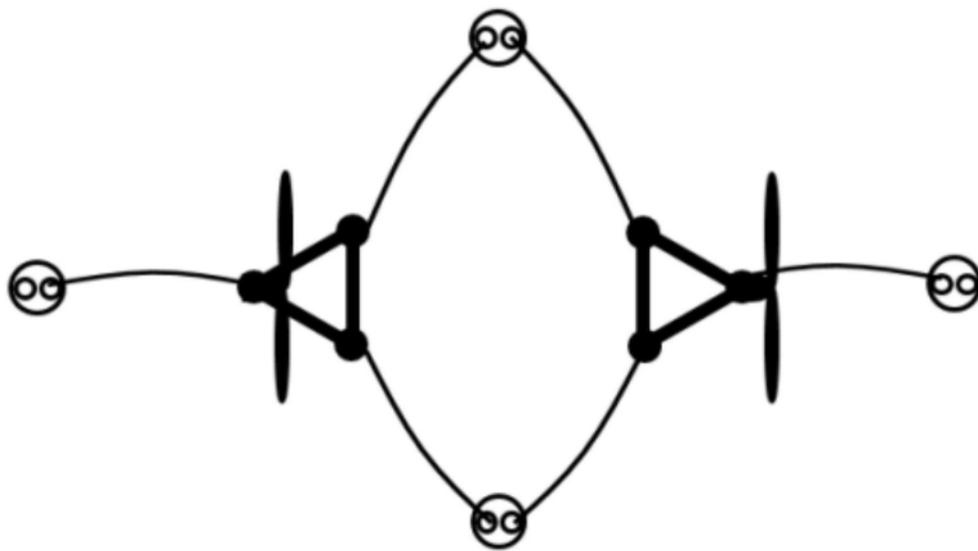


图7

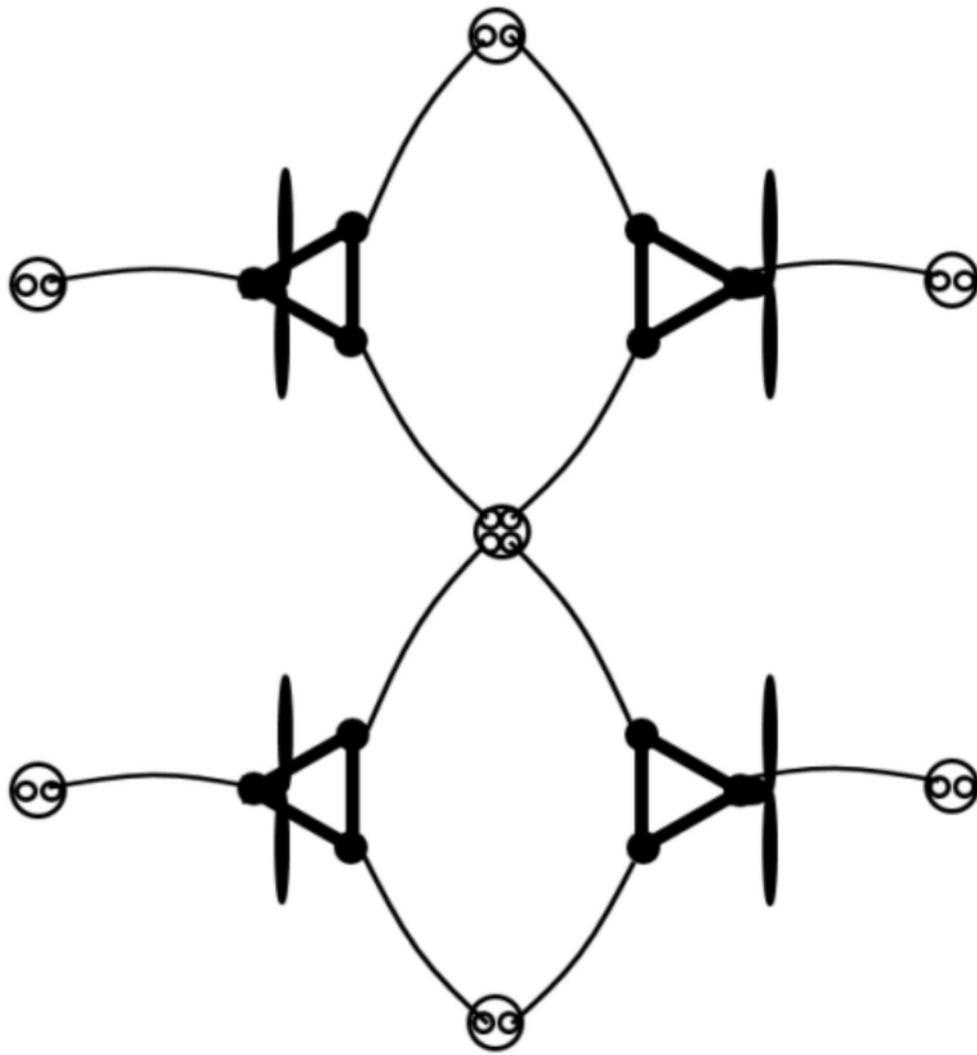


图8

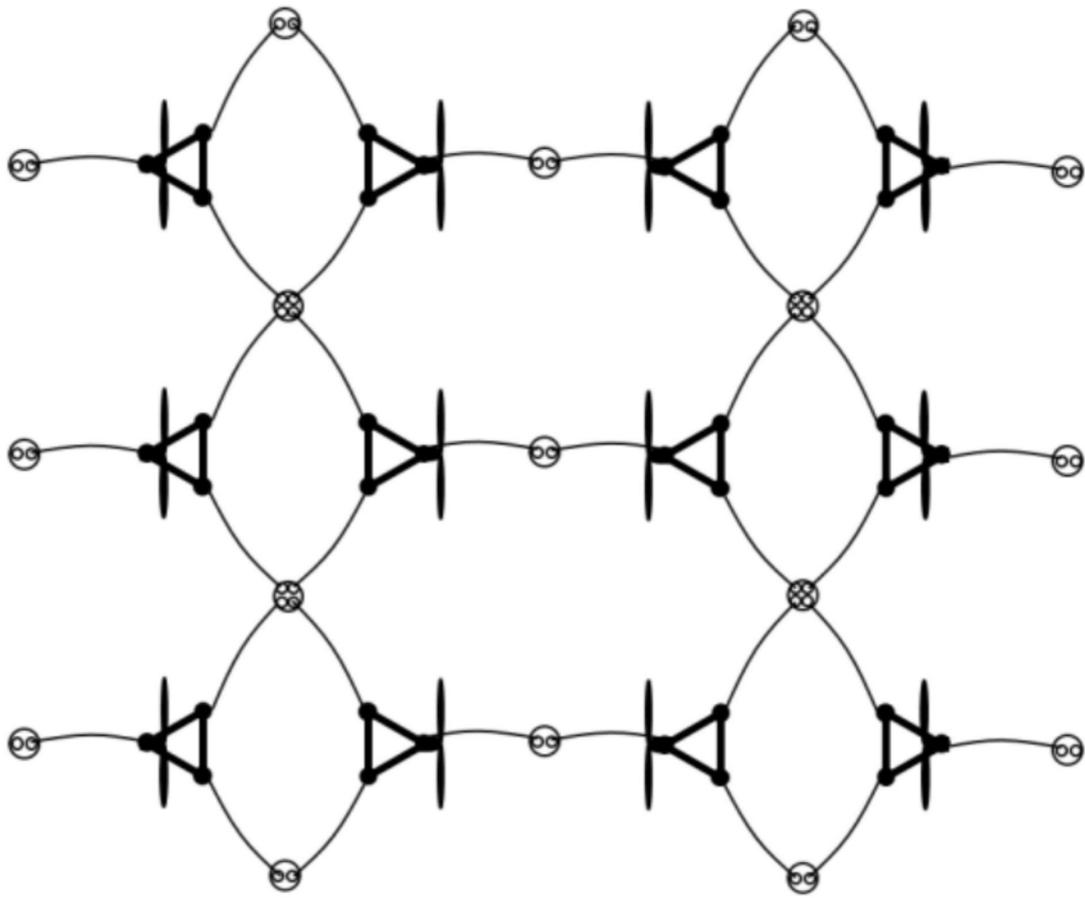


图9

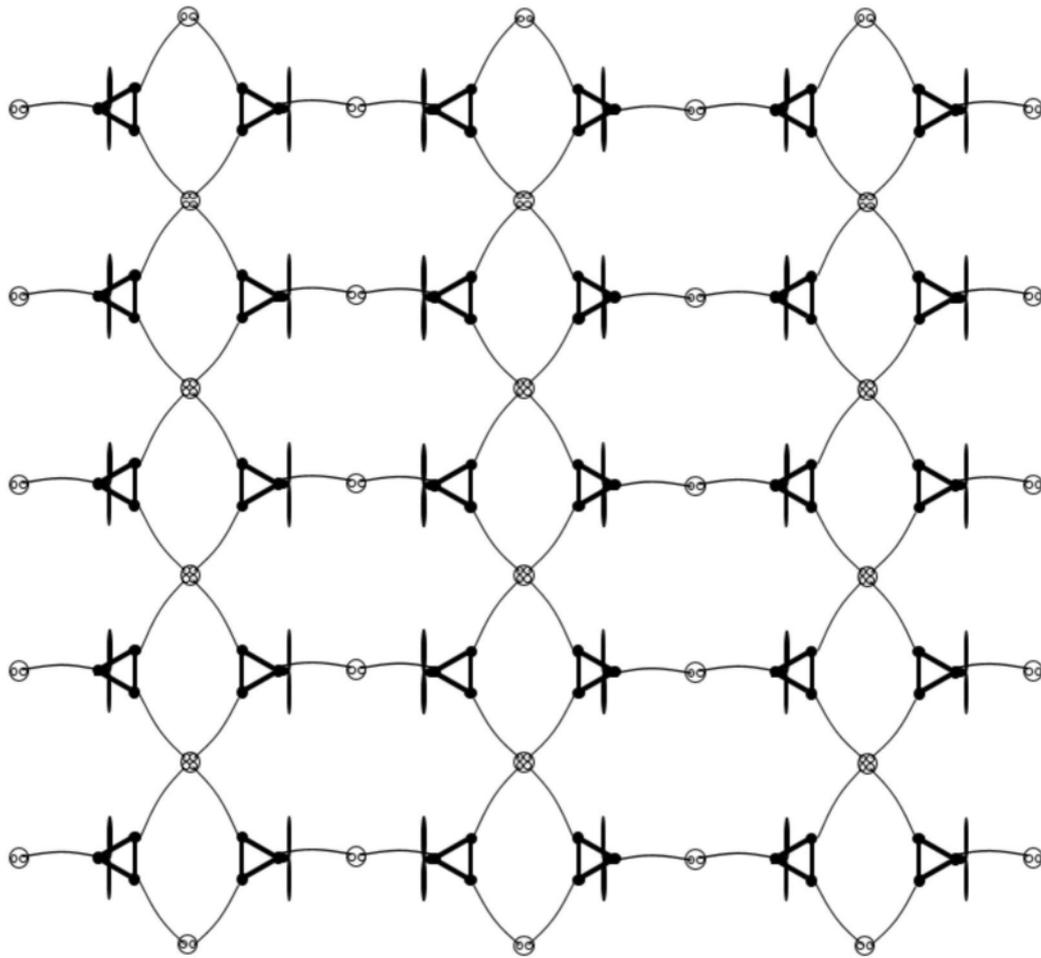


图10

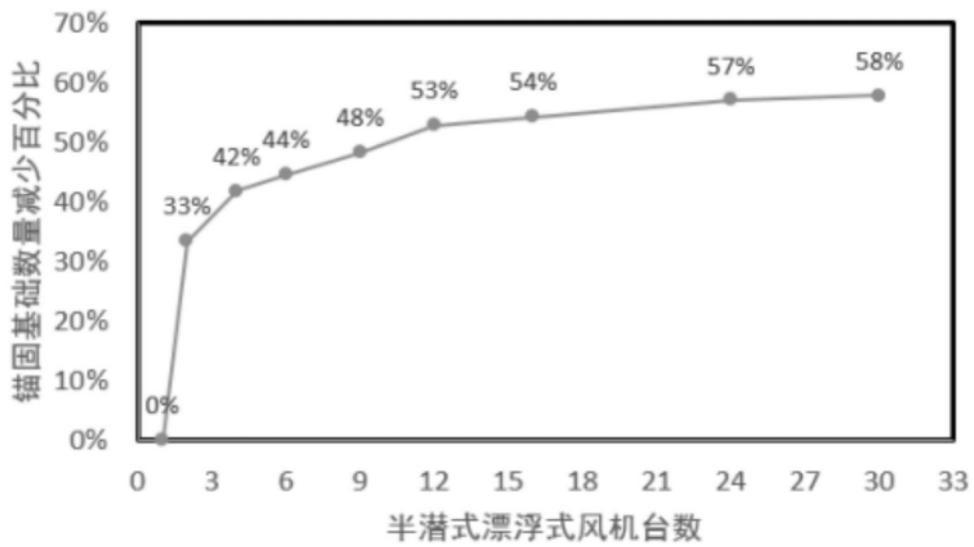


图11