(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103925159 A
(43)申请公布日 2014.07.16

(21)申请号 201410138292.5

(22)申请日 2014.04.08

(71)申请人 上海理工大学
地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

(72)发明人 李春 缪维跑 杨阳 叶舟 吴攀 栾忠骏 陆云凤

(74)专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司 31204
代理人 郁旦蓉

(51)Int.Cl.
F03D 9/00(2006.01)
F03B 13/24(2006.01)
F03B 13/22(2006.01)

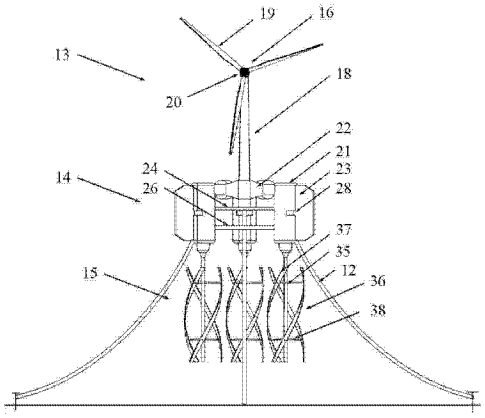
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

海上发电设备

(57)摘要

本发明提供一种海上发电设备，包括：海上发电装置；和锚链构件，用于将海上发电装置与海底相连接，其中，海上发电装置包括：被设置在海面以上的风力发电机组、漂浮于海面上并与风力发电机组固定连接的波浪发电机组、以及被设置在海面以下并固定在波浪发电机组下端的洋流发电机组，波浪发电机组包括至少三个浮筒、与浮筒个数相对应的浮台和聚波板、以及至少一个与所有的浮筒固定相连并用于安装风力发电机组的固定板。本发明提供的海上发电设备，综合利用风能、波浪能和洋流能三种清洁能源发电，并通过同一输电线路向外传输电能，大大提高了设备的发电量和发电稳定性，有效降低了单位发电量成本。



CN 103925159 A

1. 一种海上发电设备，其特征在于，包括：

海上发电装置；和

锚链构件，用于将所述海上发电装置与海底相连接，

其中，所述海上发电装置包括：被设置在海面以上的风力发电机组、漂浮于所述海面上并与所述风力发电机组固定连接的波浪发电机组、以及被设置在所述海面以下并固定在所述波浪发电机组下端的洋流发电机组，

所述波浪发电机组包括至少三个浮筒、与所述浮筒个数相对应的浮台和聚波板、以及至少一个与所有的所述浮筒固定相连并用于安装所述风力发电机组的固定板，每个所述浮筒包括没入所述海面的密封腔体、设置在所述密封腔体上端的至少一个入波口、以及设置在所述入波口上方的空气腔体，所述空气腔体具有设置在下端并与所述入波口相连通的空气入口和设置在上端的呈一定角度的两个空气出口，每个所述空气出口分别与一个所述浮台的一端相连通，所述浮台的另一端分别与另一个所述浮筒的一个所述空气出口相连通，每个所述浮台包括中空的本体、安装在所述本体内的波浪发电机、连接在所述波浪发电机两端并分别与一个所述空气出口相对向的两个空气透平、以及设置在所述本体上并位于所述波浪发电机侧旁的交变气流出口，所述聚波板固定安装在所述浮筒外缘。

2. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，所述浮筒、所述浮台和所述聚波板分别为三个。

3. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，相邻的两个所述浮筒通过固定杆相连接。

4. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，所述空气透平是威尔斯透平。

5. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，所述风力发电机组包括风轮、与所述风轮相连接的机舱、以及用于支撑所述机舱并与所述固定板固定相连的塔架，

所述风轮包括风机叶片、以及安装所述风机叶片的轮毂，所述机舱包括一端与所述轮毂固定相连的主轴、与所述主轴中部相连的变速装置、以及与所述主轴另一端相连的风力发电机。

6. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，所述洋流发电机组包括与所述浮筒个数相对应并固定连接在所述浮筒下端的洋流发电机、连接在所述洋流发电机下端的转轴、以及连接在转轴上的叶轮。

7. 根据权利要求 1 所述的海上发电设备，其特征在于：

其中，所述风力发电机组、所述波浪发电机组、以及所述洋流发电机组的输出端分别与同一输电线路相连接。

海上发电设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海上发电设备，特别涉及一种综合利用风能、波浪能和洋流能三种清洁能源发电的海上发电设备。

背景技术

[0002] 可再生与替代能源的利用对于解决我国的能源供应紧张局面、保障国家能源安全、降低环境污染、实现经济和社会的可持续发展等具有非常重要的意义。我国发展可再生能源的背景与德国、丹麦、美国等西方风电发展大国有着特别的不同之处。西方风电发展大国对风电等可再生能源大规模的开发利用，是在电力供求总体平衡甚至供大于求的背景下开展的。他们发展风电最主要目的是逐步用可再生能源置换石化燃料等常规能源、解决环境污染等问题。而我国还面临着比西方风电发展大国严峻得多的资源与环境的双重瓶颈制约，突出表现在“缺煤、缺电、缺油”现象的同时出现和环境污染问题的日益严重。据中国能源研究会发布的《2012 中国能源发展报告》，中、美各自公布的统计数据显示，中国的能源消费总量位列美国之后，位居世界第二。报告显示，中国的人均能源消费量为 2.59t 标准煤，仅达到世界平均水平。而我国在 2009 年底的哥本哈根世界气候大会上对全世界庄严承诺：“到 2020 年，我国非化石能源占一次能源需求的 15% 左右，单位 GDP 二氧化碳排放降低 40% ～ 45%”。面对国际舆论压力，以及我国面临的实际能源匮乏以及各种极端天气、雾霾、沙尘等频现的能源与环境问题，中国的未来能源政策为：调低“十二五”期间以及将来的经济增速目标，主动控制能源消费。因此，对新能源的开发和利用迫在眉睫。我国有丰富的海洋能源，如果能将海洋能加以利用，将能改善我国能源消耗与环境保护的窘境。

[0003] 海洋能是海水中蕴藏的巨大可再生自然能源的总称，包括潮汐能、波浪能、海流能（洋流能）、海水温差能和海水盐差能。更广义的海洋能源还包括海洋上空的风能、海洋表面的太阳能以及海洋生物质能等。我国海岸线长达 1.8×10^{3}km，管辖海域大于 3×10^{6}km^{2}，有十分丰富的海洋能源。中国近海受季风影响，平均风速可达 20m/s ～ 30m/s，海上风能资源储量远大于陆地，其中储量 10m 高度可利用的风能资源超过 7×10^{9}kw，而且距离电力负荷中心很近。对我国影响最大的洋流为太平洋暖流（出现频率 25% ～ 75%，流速 0.9km/h ～ 1.9km/h）和台湾暖流（出现频率 25% ～ 75% 以上，流速 0.9km/h ～ 2.8km/h），沿海洋流的理论年平均功率超过 1.4×10^{9}kw。中国海岸线漫长，每年平均浪高 2m、周期在 4s ～ 8s 的时间可达 6000h 左右，沿海波浪理论年平均功率约有 1×10^{9}kw。如果能将这些能源加以利用，能够大大改善我国的能源结构，缓解能源消耗与环境保护的矛盾。

[0004] 通过整合已有发明专利技术可发现，中国专利申请号 201110056670.1，公开日 2012 年 11 月 28 日公开了“用于深海的系泊浮式风能波浪能联合发电平台”，其平台主要是整合风力发电及波浪能发电，但波浪能发电效率低且未完全利用平台，整个平台还需要压舱物。

发明内容

[0005] 本发明是针对上述课题进行的，目的在于提供一种利用风能、波浪能、洋流能三种清洁能源联合发电的设备，充分利用海洋能源，缓解我国能源危机与环境危机。

[0006] 本发明为实现上述目的，采用了以下的结构：

[0007] 本发明提供一种海上发电设备，其特征在于，包括：海上发电装置；和锚链构件，用于将海上发电装置与海底相连接，其中，海上发电装置包括：被设置在海面以上的风力发电机组、漂浮于海面上并与风力发电机组固定连接的波浪发电机组、以及被设置在海面以下并固定在波浪发电机组下端的洋流发电机组，波浪发电机组包括至少三个浮筒、与浮筒个数相对应的浮台和聚波板、以及至少一个与所有的浮筒固定相连并用于安装风力发电机组的固定板，每个浮筒包括没入海面的密封腔体、设置在密封腔体上端的至少一个入波口、以及设置在入波口上方的空气腔体，空气腔体具有设置在下端并与入波口相连通的空气入口和设置在上端的呈一定角度的两个空气出口，每个空气出口分别与一个浮台的一端相连通，浮台的另一端分别与另一个浮筒的一个空气出口相连通，每个浮台包括中空的本体、安装在本体内的波浪发电机、连接在波浪发电机两端并分别与一个空气出口相对向的两个空气透平、以及设置在本体上并位于波浪发电机侧旁的交变气流出口，聚波板固定安装在浮筒外缘。

[0008] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，浮筒、浮台和聚波板分别为三个。

[0009] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，相邻的两个浮筒之间通过固定杆相连接。

[0010] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，空气透平是威尔斯透平。

[0011] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，风力发电机组包括风轮、与风轮相连接的机舱、以及用于支撑机舱并与固定板固定相连的塔架，风轮包括风机叶片、以及安装风机叶片的轮毂，机舱包括一端与轮毂固定相连的主轴、与主轴中部相连的变速装置、以及与主轴另一端相连的风力发电机。

[0012] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，洋流发电机组包括与浮筒个数相对应并固定连接在浮筒下端的洋流发电机、用于连接洋流发电机的杆、连接在洋流发电机下端的转轴、以及连接在转轴上的叶轮。

[0013] 本发明提供的海上发电设备，还可以具有这样的特征：其中，风力发电机组、波浪发电机组、以及洋流发电机组的输出端分别与同一输电线路相连接。

[0014] 发明的作用与效果

[0015] 本发明提供的海上发电设备，通过风能驱动风轮旋转，将风的动能转化为风轮的动能，再利用风力发电机将风轮的动能转化为电能，进行风力发电；海面的波浪通过入波口进入浮筒的空气腔体，压迫空气腔体内的空气，将波浪能转化为空气的动能，推动空气透平旋转，将空气的动能转化为空气透平的动能，进而利用波浪能发电机将空气透平的动能转化为电能，进行波浪能发电；通过洋流推动洋流发电机组的叶轮旋转，利用洋流发电机将叶轮的动能转化为电能，进行洋流发电。该发电设备采用风浪流互补的形式发电，可以大大提高发电量和发电的稳定性，有效节约设备建设成本，降低单位发电量的成本。

[0016] 本发明提供的海上发电设备，将传统的漂浮式风力发电机的浮台改装为波浪能发

电装置，添加浮筒的设计增大了该发电装置的排水体积，充分利用波浪能发电的同时，有助于提高整个海上发电设备的稳定性。另外，该发电设备用洋流能发电机组取代了传统漂浮式风力发电机的压舱物，利用洋流能发电增加该发电设备的发电量。

[0017] 本发明提供的海上发电设备，为解决波浪能不稳定的特点，在浮筒外缘设置聚波板，以收集波浪，增加波高，从而增加波浪能发电量。

[0018] 本发明提供的海上发电设备，通过将海上发电装置和海底相连接，限制发电装置在水平方向和竖直方向的运动。

[0019] 另外，针对我国江河众多的特点，可以对本发明提供的海上发电设备的规模进行调整，用于在江河中发电。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明提供的海上发电设备的结构框架图；

[0021] 图 2 是本发明提供的海上发电设备的主视图；

[0022] 图 3 是本发明提供的海上发电设备的侧视图；

[0023] 图 4 是本发明提供的海上发电设备的俯视图；

[0024] 图 5 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的结构框架图；

[0025] 图 6 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的工作系统示意图；以及

[0026] 图 7 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的能量转换示意图。

具体实施方式

[0027] 以下结合附图，对本发明涉及的海上发电设备作进一步说明。

[0028] 图 1 是本发明提供的海上发电设备的结构框架图。

[0029] 如图 1 所示，海上发电设备 10 包括海上发电装置 11 和锚链构件 12。

[0030] 图 2 是本发明提供的海上发电设备的主视图。

[0031] 如图 1、2 所示，海上发电装置 11 包括风力发电机组 13、波浪发电机组 14、以及洋流发电机组 15。

[0032] 图 3 是本发明提供的海上发电设备的侧视图。

[0033] 如图 2 ～ 3 所示，风力发电机组 13 包括风轮 16、机舱 17、以及塔架 18，其中，风轮 16 包括三个风机叶片 19 和轮毂 20，机舱 17 包括主轴（图中未示出）、变速装置（图中未示出）以及水平轴风力发电机（图中未示出）。

[0034] 三个风机叶片 19 安装在轮毂 20 上，轮毂 20 安装在主轴（图中未示出）一端，变速装置（图中未示出）连接在主轴中部，水平轴风力发电机（图中未示出）安装在主轴另一端，机舱 17 固定安装在塔架 18 上端。

[0035] 在海面以上，风吹动风轮 16 的风机叶片 19 转动，风机叶片 19 通过轮毂 20 带动主轴（图中未示出）转动，将风的动能转化为主轴的动能，进而通过变速装置（图中未示出）增加主轴的转速，最后通过水平轴力发电机（图中未示出）将主轴的动能转化为电能，实现风力发电。

[0036] 图 4 是本发明提供的海上发电设备的俯视图。

[0037] 图 5 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的结构框架图。

[0038] 如图 2 ～ 5 所示，波浪发电机组 14 包括三个浮筒 21、三个浮台 22、三个聚波板 23、连接浮筒 21 的固定板 24、连接浮台 22 的固定板 25 以及三个固定杆 26。

[0039] 每个浮筒 21 的上端都分别与两个浮台 22 的一端相连通，使得三个浮台 22 互成 60° 夹角，每个浮台 22 的两端分别与一个浮筒 21 的上端相连通。聚波板 23 设置在浮筒 21 外缘。固定板 24 的每个角与一个浮筒 21 相连接，固定板 25 的每个边与一个浮台 22 相连接，塔架 18 的下部分别固定安装在固定板 24 和固定板 25 的中心位置。固定杆 26 用于连接每两个相邻的浮筒 21，起到加强固定的作用。

[0040] 图 6 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的工作系统示意图。

[0041] 如图 5、6 所示，每个浮筒 21 包括一个密封腔体 27、三个入波口 28、以及一个空气腔体 29。三个入波口 28 设置在浮筒 21 中部，其中一个入波口 28 与聚波板 23 相对，另外两个入波口 28 分别位于聚波板 23 两侧。密封腔体 27 位于入波口 28 以下，没入海水中。空气腔体 29 位于入波口 28 上方，具有空气入口和两个空气出口，空气入口设置在空气腔体 29 下端，与入波口 28 相连通，两个空气出口设置在空气腔体 29 上端，互成 60° ，并分别与一个浮台 22 的一端相连通。

[0042] 每个浮台 22 包括本体 30、波浪发电机 31、两个空气透平 32 以及交变气流出口 33。本体 30 是中空结构，其两端分别与一个浮筒 21 的一个空气出口相连通。本体 30 中部安装有波浪发电机 31，波浪发电机 31 两端分别安装一个空气透平 32，每个空气透平 32 的叶片均朝向一个浮筒 21 的空气出口，在本实施例中，该空气透平 32 为威尔斯透平 32，威尔斯透平 32 具有对称翼型叶片，能在交变气流作用下恒向单一方向旋转。交变气流出口 33 设置在本体 30 中部下方，交变气流出口 33 和波浪发电机 31 中心的连线与竖直方向夹角为 30° 。

[0043] 图 7 是本发明提供的海上发电设备中波浪发电机组的能量转换示意图。

[0044] 如图 5 ～ 7 所示，在海面上，波峰时，波浪从入波口 28 进入浮筒 21 的空气腔体 29，形成振荡水柱，从而在空气腔体 29 内形成气流，将波浪能转化为空气的动能，气流推动威尔斯透平 32 旋转，威尔斯透平 32 带动波浪发电机 31 发电，通过波浪发电机 31 将威尔斯透平 32 的动能转化为电能，气流通过交变气流出口 33 排出，排出的气流同时可以增加交变气流出口 33 附近的波高，提高发电效率 ；波谷时，波浪从入波口 28 退出空气腔体 29，外界空气从交变气流出口 33 进入浮台 22，推动威尔斯透平 32 旋转，带动波浪发电机 31 发电，实现波浪能发电。

[0045] 如图 2、3 和 6 所示，洋流发电机组 15 包括三个垂直轴洋流发电机 34、三个转轴 35、以及三个叶轮 36。

[0046] 每个垂直轴洋流发电机 34 固定安装在一个浮筒 21 的密封腔体 27 的内部下端，每个垂直轴洋流发电机 34 下端连接一个转轴 35，每个转轴 35 上连接一个叶轮 36。叶轮 36 具有三个曲线叶片 37 和若干连杆 38，连杆将曲线叶片 37 和转轴 35 相连。

[0047] 在海面以下，洋流推动叶轮 36 转动，将海水的动能转化为叶轮 36 的动能，叶轮 36 带动转轴 35 旋转，进而通过垂直轴洋流发电机 34 将转轴 35 的动能转化为电能，实现洋流能发电。

[0048] 水平轴风力发电机（图中未示出）、波浪发电机 31、以及垂直轴洋流发电机 34 的输出端分别与同一输电线路相连接，向外传输电能，实现风浪流联合发电。

[0049] 在海上发电设备中，锚链构件 12 将三个浮筒 21 下端分别与海底相连，从而将海上

发电装置固定在海面上。

[0050] 实施例的作用与效果

[0051] 根据本实施例的海上发电设备，利用风力发电机组 13 将风能转化为电能，利用波浪发电机组 14 将波浪能转化为电能，利用洋流发电机组 15 将洋流能转化为电能，并通过同一输电线路向外输电，实现风浪流联合发电，大大增加了发电量，同时提高了发电稳定性。该海上发电设备利用浮筒 21 的排水作用漂浮在海面上，三个浮筒 21 和浮台 22 的设计有助于提高该发电设备在海面上的稳定性。该海上发电设备在浮筒 21 外缘设置聚波板 23，可以收集波浪，增加波高，有助于增加波浪能发电量。该海上发电设备中使用的威尔斯透平能 32 在交变气流作用下恒向单一方向旋转，保证波浪能发电的连续进行，与其他空气透平相比，还可以节省喷嘴装置和整流阀门机构。

[0052] 当然，本发明所涉及的海上发电设备并不仅仅限定于在本实施例中所述的结构。

[0053] 在本发明所涉及的海上发电设备中，浮筒个数和相应的浮台、聚波板的个数还可以大于三个，洋流发电机的个数相应地增加，同样可以综合利用风能、波浪能和洋流能发电，并且可以增加波浪能和洋流能的发电量，但增加了整个发电设备的复杂性，提高设备建设成本。

[0054] 另外，在发明所涉及的海上发电设备中，还可以只设置一个固定板用于安装风力发电机组的塔架，使该固定板与浮筒相连接，同时适当增加固定板的厚度以保证整个风力发电机组的稳定性。

[0055] 另外，在本发明所涉及的海上发电设备中，还可以只设置一个或两个入波口，用于使波浪进入浮筒形成振荡水柱，但入波口较少会影响波浪能发电量；还可以设置多于三个的入波口，虽然能增加波浪能发电量，但入波口过多会影响浮筒侧壁的强度。

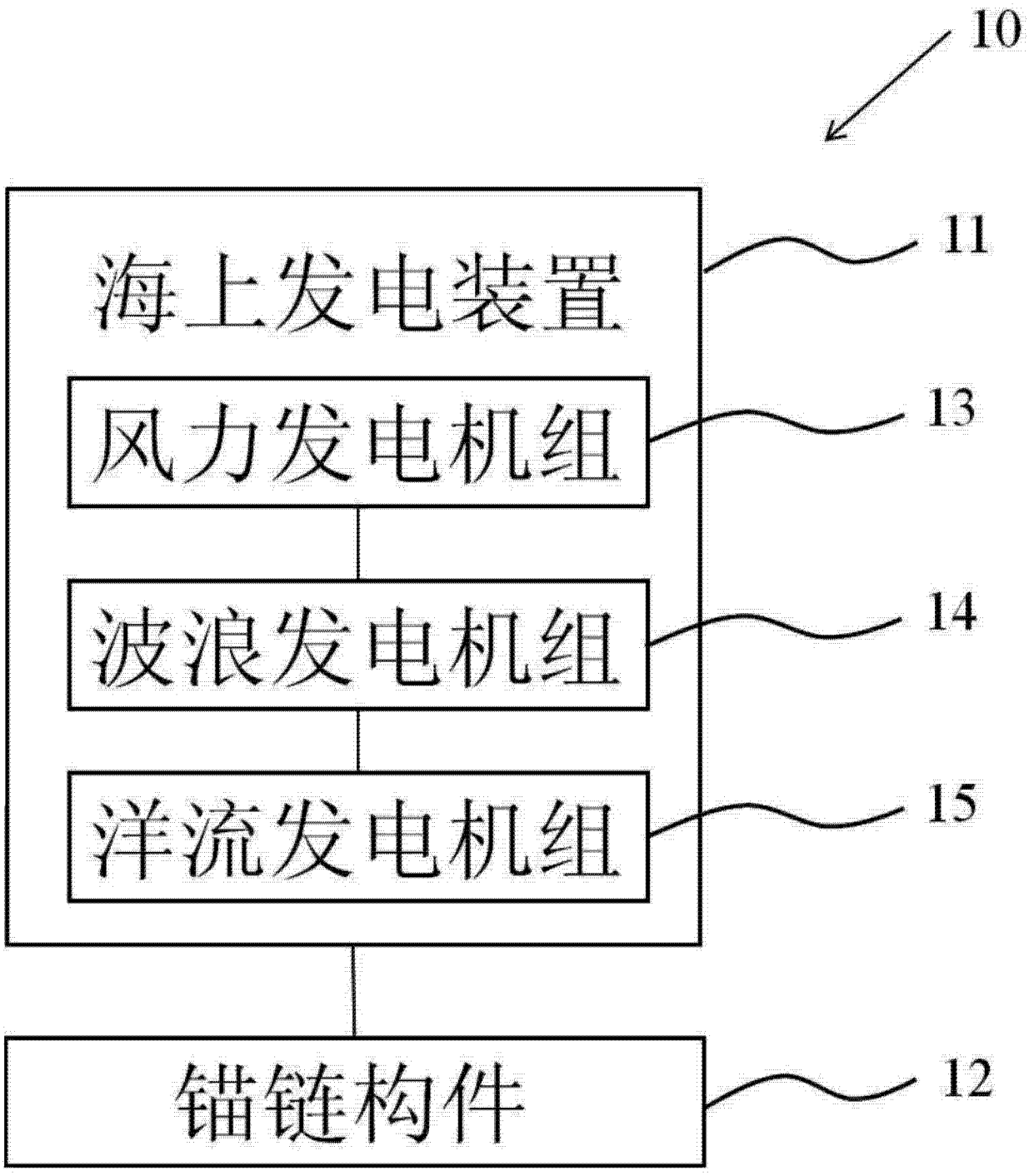


图 1

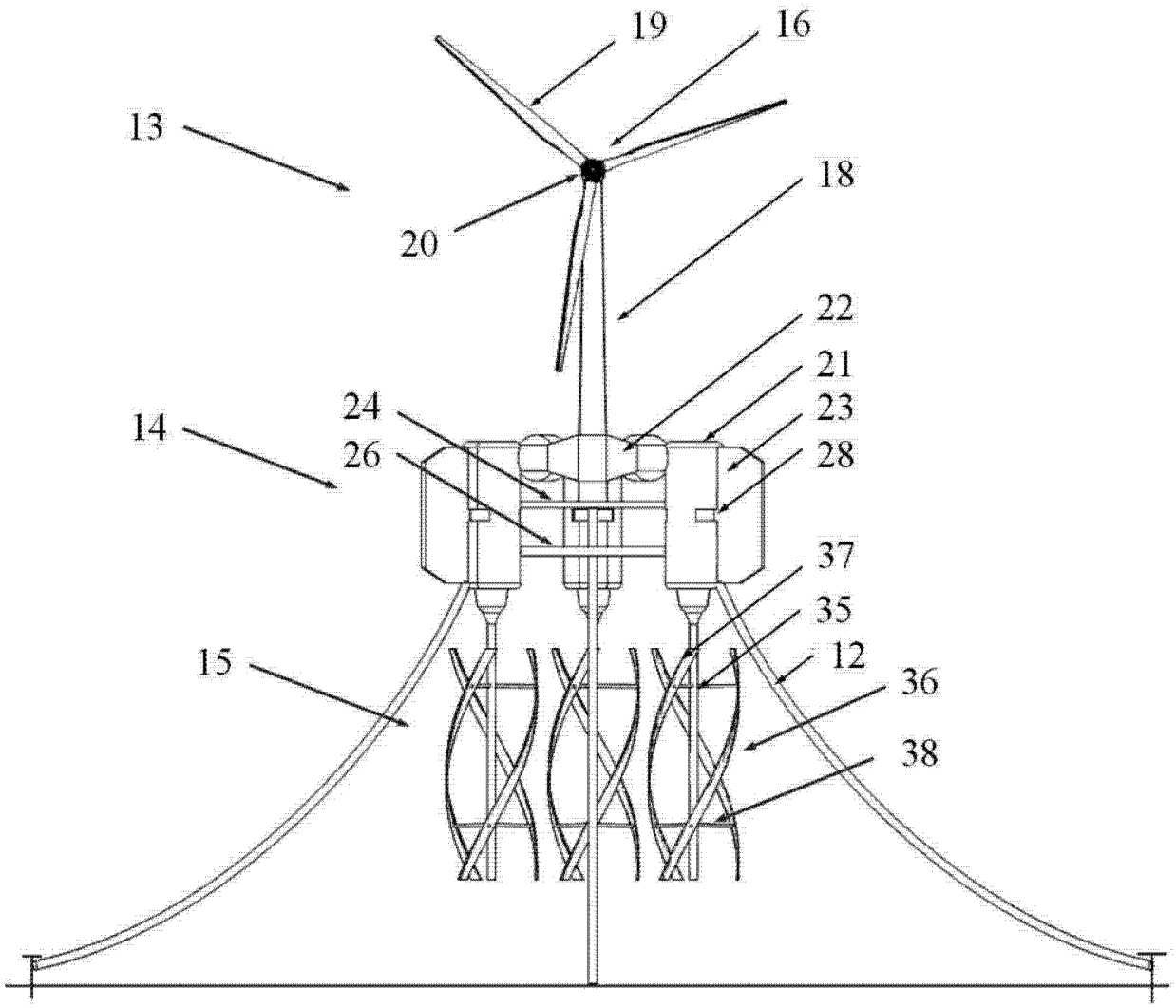


图 2

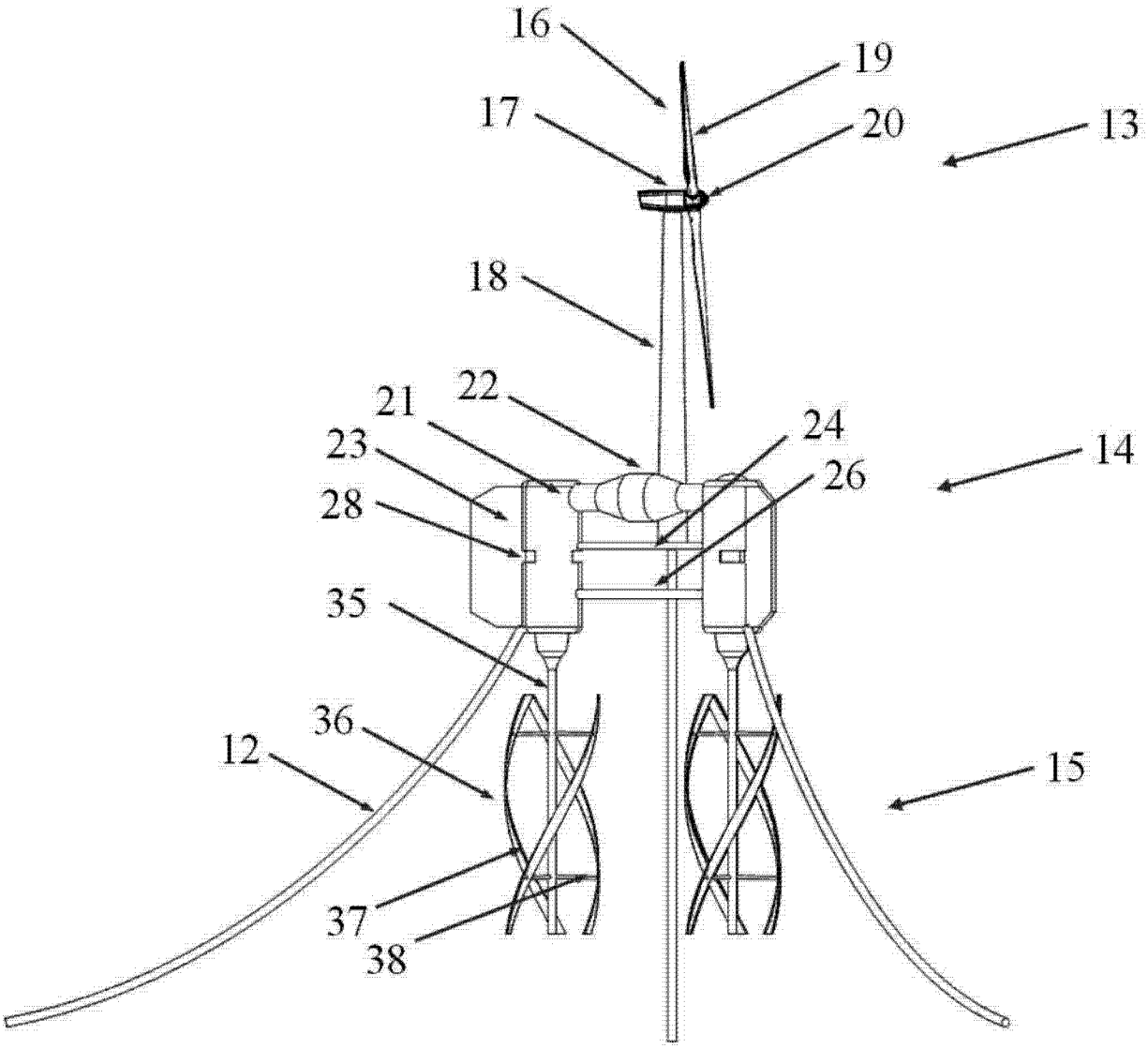


图 3

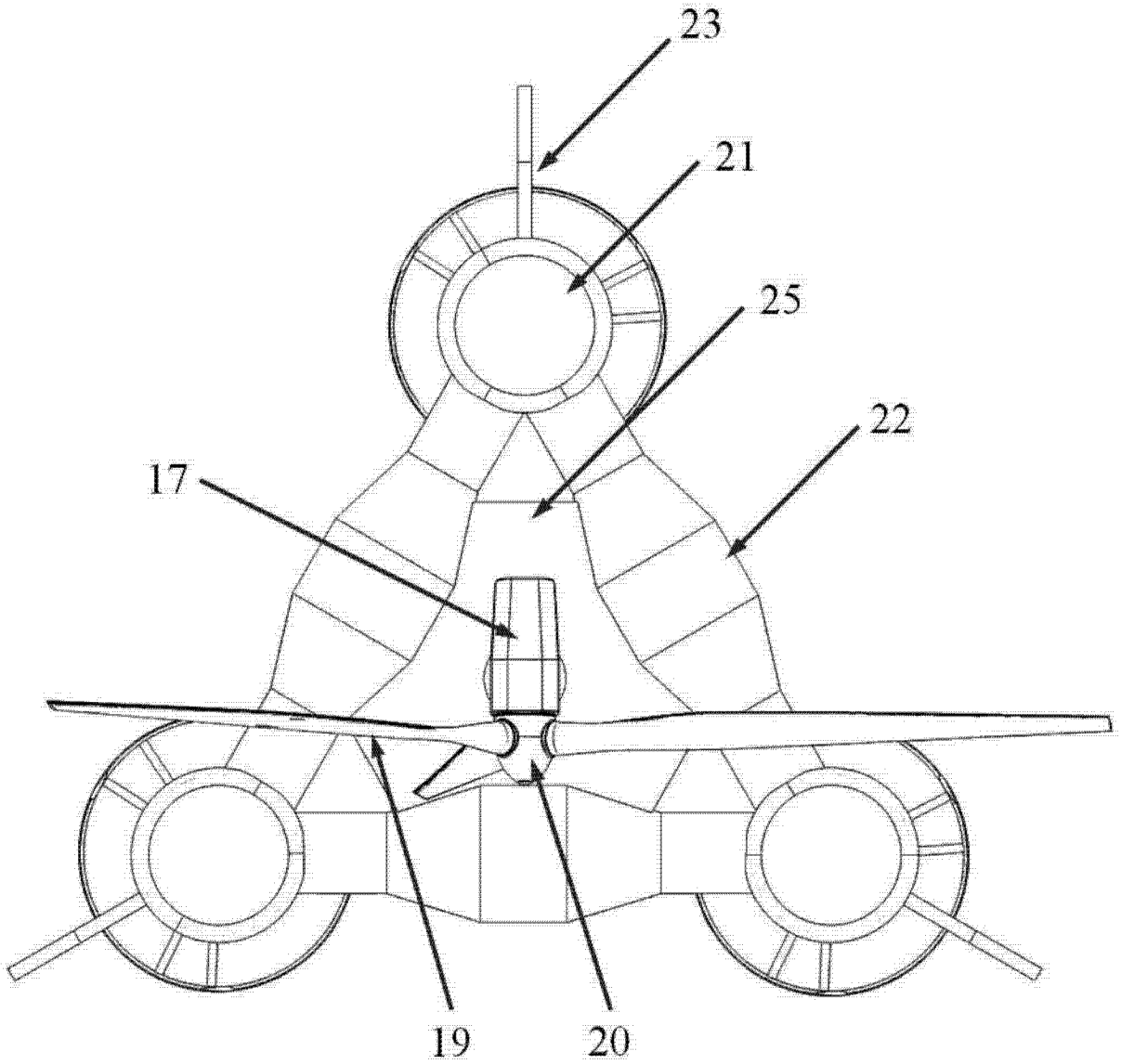


图 4

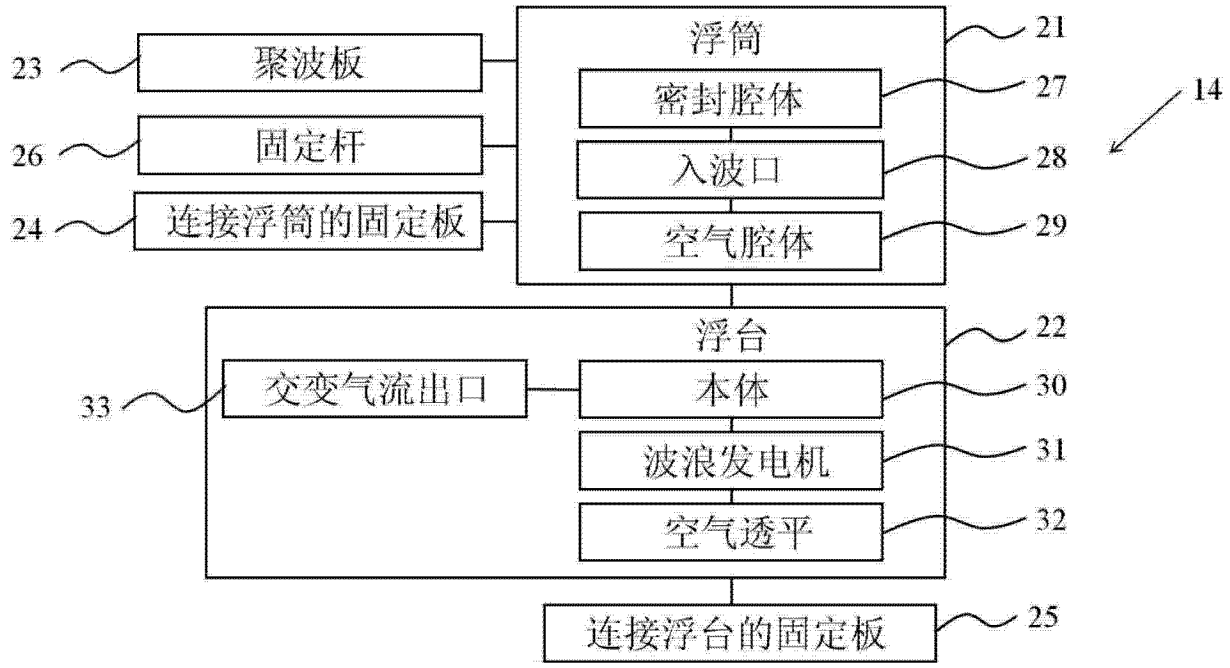

浮筒
21
23
聚波板
密封腔体
27
14
26
固定杆
入波口
28
24
连接浮筒的固定板
空气腔体
29
浮台
22
33
交变气流出口
本体
30
波浪发电机
31
空气透平
32
连接浮台的固定板
25

图 5

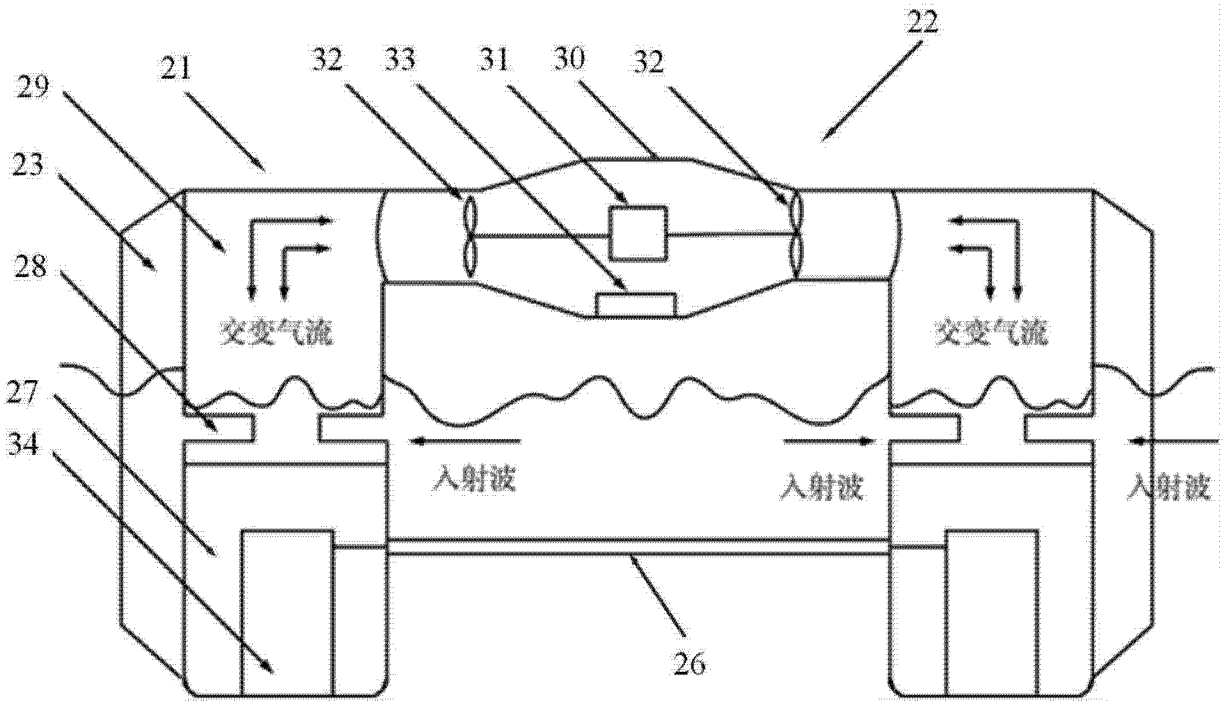

22
29
21
32
33
31
30
32
23
28
交变气流
交变气流
27
34
入射波
入射波
入射波
26

图 6

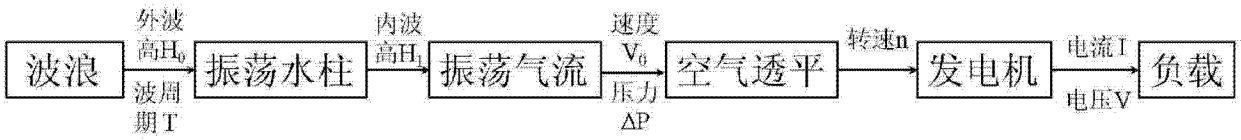

波浪
外波
高H_0
波周
期T
振荡水柱
内波
高H_1
振荡气流
速度
V_0
压力
ΔP
空气透平
转速n
发电机
电流I
电压V
负载

图 7