



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213323635 U

(45) 授权公告日 2021.06.01

(21) 申请号 202022196644.6

(22) 申请日 2020.09.29

(73) 专利权人 扬州永诚钢结构有限公司

地址 225000 江苏省扬州市蜀冈-瘦西湖风
景名胜区三星花园27-1栋3楼

(72) 发明人 周力 华娟 董俊 王劲

(74) 专利代理机构 扬州苏中专利事务所(普通
合伙) 32222

代理人 沈志海

(51) Int.Cl.

B63H 21/20 (2006.01)

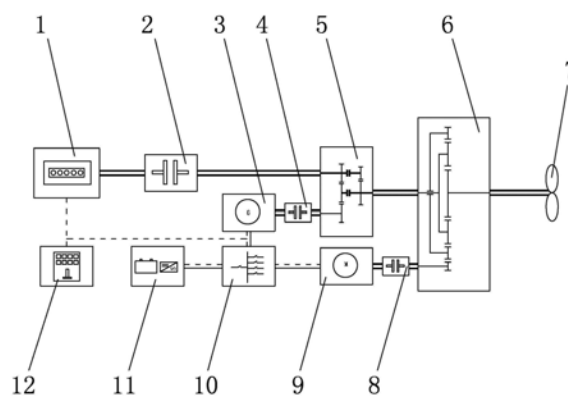
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种船舶高效节能混合动力系统

(57) 摘要

一种船舶高效节能混合动力系统,属于船舶设备技术领域,系统由主柴油机、主柴油机离合器、同步发电机、同步发电机离合器、调速齿轮箱、动力混合机构、螺旋桨、调速推进离合器、调速推进电机、电力控制开关、电池、主机推进控制器组成,本实用新型在船舶启动及低速段只有电机电力推进,避免了此工况下采用主柴油机推进带来的高油耗,在其他工况下,可实现主柴油机只要工作,就一直保持在单位油耗最小区域运行,加速时由调速推进电机辅助加速,减速时由同步发电机发电回收螺旋桨多余功率降速,做到加减速快速响应,避免了以往船舶加减速时主柴油机基本都处于油耗增大的状态,实现了船舶整体运行工况下的高效节能。



1. 一种船舶高效节能混合动力系统,包括主柴油机(1)、主柴油机离合器(2)、螺旋桨(7)、主机推进控制器(12),所述主柴油机(1)的输出端与所述主柴油机离合器(2)形成轴传动连接;其特征在于:所述混合动力系统还由同步发电机(3)、同步发电机离合器(4)、调速齿轮机构(5)、动力混合机构(6)、调速推进电机离合器(8)、调速推进电机(9)、电力系统(10)、电池(11)组成;所述调速齿轮机构(5)由第一齿轮(5-1)、第二齿轮(5-2)、第三齿轮(5-3)、第一离合器(5-4)、第二离合器(5-5)、第四齿轮(5-6)、第五齿轮(5-7)、第一输入轴(5-9)、第二输入轴(5-10)、输出轴(5-11)组成;所述第一齿轮(5-1)和第四齿轮(5-6)设置在第一输入轴(5-9)上,所述第一离合器(5-4)设置在所述第一齿轮(5-1)与第四齿轮(5-6)之间,所述第二齿轮(5-2)和第五齿轮(5-7)设置在输出轴(5-11)上,所述第二离合器(5-5)设置在第二齿轮(5-2)与第五齿轮(5-7)之间,所述第三齿轮(5-3)设置在所述第二输入轴(5-10)上,所述第一齿轮(5-1)、第二齿轮(5-2)、第三齿轮(5-3)相互啮合,所述第四齿轮(5-6)与第五齿轮(5-7)相互啮合;所述主机推进控制器(12)分别与所述主柴油机(1)、同步发电机(3)和电力系统(10)形成控制电路连接,所述主柴油机离合器(2)的输出端与所述第一输入轴(5-9)形成传动连接,所述同步发电机(3)通过同步发电机离合器(4)与所述第二输入轴(5-10)形成传动连接,所述电力系统(10)分别与所述同步发电机(3)、电池(11)和调速推进电机(9)之间形成电力电缆及控制电路连接;所述动力混合机构(6)由第一传动轴(6-2)、第二传动轴(6-4)、第三传动轴(6-3)、动力输入齿轮(6-5)、行星轮(6-6)、行星架(6-7)、齿圈(6-8)和太阳轮(6-9)组成;所述动力输入齿轮(6-5)与所述齿圈(6-8)形成外啮合传动,所述行星轮(6-6)安装在所述行星架(6-7)上,所述行星轮(6-6)与所述齿圈(6-8)形成内啮合传动,所述太阳轮(6-9)啮合设置在所述行星轮(6-6)的中心,所述第一传动轴(6-2)与所述行星架(6-7)连接固定,所述第三传动轴(6-3)与所述太阳轮(6-9)连接固定,所述第二传动轴(6-4)与所述动力输入齿轮(6-5)连接固定,所述调速齿轮机构(5)的输出轴(5-11)与所述第一传动轴(6-2)传动连接,所述调速推进电机(9)的输出端通过调速推进电机离合器(8)与所述第二传动轴(6-4)传动连接,所述第三传动轴(6-3)与所述螺旋桨(7)传动连接。

2. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述调速齿轮机构(5)外部设有齿轮箱壳(5-8),动力混合机构(6)外部设有壳体(6-1)。

3. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述行星轮(6-6)的数量不少于3组。

4. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述第一传动轴(6-2)与第三传动轴(6-3)的转动方向相反。

5. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述齿圈(6-8)外部设有外齿,内部设有内齿,外齿与动力输入齿轮(6-5)啮合,内齿与行星轮(6-6)啮合。

6. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述调速齿轮机构中第四齿轮(5-6)的直径小于第五齿轮(5-7)的直径,第一齿轮(5-1)的直径大于第二齿轮(5-2)的直径。

7. 根据权利要求1所述的一种船舶高效节能混合动力系统,其特征在于:所述第一传动轴(6-2)从壳体(6-1)一侧穿入后与行星架(6-7)的中心形成轴向固定,第三传动轴(6-3)从壳体(6-1)的另一侧穿入后与太阳轮(6-9)的中心形成轴向固定,第二传动轴(6-4)从壳体

(6-1) 穿入后与所述动力输入齿轮 (6-5) 的中心形成轴向固定。

一种船舶高效节能混合动力系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于船舶设备技术领域,涉及一种船舶用动力系统,特别是涉及一种船舶高效节能混合动力系统。

背景技术

[0002] 目前油电混合动力船舶多采用主柴油机推进,配备轴带发电机用于辅助推进及主柴油机多余能量回收,其辅助推进能量来自电池,主柴油机多余能量发电存储到电池备用(即在主柴油机启动及推进的基础上增加轴带发电系统,包含电池,削峰填谷节能)。但主柴油机启动及低速时的油耗较高,并且整个船舶运行工况下主柴油机工作状态经常变化,无法处于最低油耗状态,系统也不具备螺旋桨能量回收功能,总体节能效果不明显。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于提出一种船舶高效节能混合动力系统,可实现在船舶启动及低速段只有电机电力推进,避免了此工况下采用主柴油机推进带来的高油耗,在其他工况下,可实现主柴油机只要工作,就一直保持在单位油耗最小区域运行,加速时由调速推进电机辅助加速,降速时由同步发电机发电回收螺旋桨多余功率降速,做到加减速快速响应,避免了以往船舶加减速时主柴油机基本都处于油耗增大的状态,实现了船舶整体运行工况下的高效节能。

[0004] 本实用新型的技术方案:一种船舶高效节能混合动力系统,包括主柴油机、主柴油机离合器、螺旋桨、主机推进控制器,所述主柴油机的输出端与所述主柴油机离合器形成轴传动连接;其特征在于:所述混合动力系统还由同步发电机、同步发电机离合器、调速齿轮机构、动力混合机构、调速推进离合器、调速推进电机、电力系统、电池组成;所述调速齿轮机构由第一齿轮、第二齿轮、第三齿轮、第一离合器、第二离合器、第四齿轮、第五齿轮、第一输入轴、第二输入轴、输出轴组成;所述第一齿轮和第四齿轮设置在第一输入轴上,所述第一离合器设置在所述第一齿轮与第四齿轮之间,所述第二齿轮和第五齿轮设置在输出轴上,所述第二离合器设置在第二齿轮与第五齿轮之间,所述第三齿轮设置在所述第二输入轴上,所述第一齿轮、第二齿轮、第三齿轮相互啮合,所述第四齿轮与第五齿轮相互啮合;所述主机推进控制器分别与所述主柴油机、同步发电机和电力系统形成控制电路连接,所述主柴油机离合器的输出端与所述第一输入轴形成传动连接,所述同步发电机通过同步发电机离合器与所述第二输入轴形成传动连接,所述电力系统分别与所述同步发电机、电池和调速推进电机之间形成电力电缆及控制电路连接;所述动力混合机构由第一传动轴、第二传动轴、第三传动轴、动力输入齿轮、行星轮、行星架、齿圈和太阳轮组成;所述动力输入齿轮与所述齿圈形成外啮合传动,所述行星轮安装在所述行星架上,所述行星轮与所述齿圈形成内啮合传动,所述太阳轮啮合设置在所述行星轮的中心,所述第一传动轴与所述行星架连接固定,所述第三传动轴与所述太阳轮连接固定,所述第二传动轴与所述动力输入齿轮连接固定,所述调速齿轮机构的输出轴与所述第一传动轴传动连接,所述调速推进电机的输

出端通过调速推进电机离合器与所述第二传动轴传动连接,所述第三传动轴与所述螺旋桨传动连接。

[0005] 所述调速齿轮机构外部设有齿轮箱壳,动力混合机构外部设有壳体。

[0006] 所述行星轮的数量不少于3组。

[0007] 所述第一传动轴与第三传动轴的转动方向相反。

[0008] 所述齿圈外部设有外齿,内部设有内齿,外齿与动力输入齿轮啮合,内齿与行星轮啮合。

[0009] 所述调速齿轮机构中第四齿轮的直径小于第五齿轮的直径,第一齿轮的直径大于第二齿轮的直径。

[0010] 所述第一传动轴从壳体一侧穿入后与行星架的中心形成轴向固定,第三传动轴从壳体的另一侧穿入后与太阳轮的中心形成轴向固定,第二传动轴从壳体穿入后与所述动力输入齿轮的中心形成轴向固定。

[0011] 本实用新型的有益效果为:本实用新型提出的一种船舶高效节能混合动力系统,整个系统由主柴油机、主柴油机离合器、同步发电机、同步发电机离合器、调速齿轮机构、动力混合机构、螺旋桨、调速推进离合器、调速推进电机、电力系统、电池、主机推进控制器组成,本实用新型在船舶启动及低速段只有电机电力推进,避免了此工况下采用主柴油机推进带来的高油耗,在其他工况下,可实现主柴油机只要工作,就一直保持在单位油耗最小区域运行,加速时由调速推进电机辅助加速,降速时由同步发电机发电回收螺旋桨多余功率降速,做到加减速快速响应,避免了以往船舶加减速时主柴油机基本都处于油耗增大的状态,实现了船舶整体运行工况下的高效节能。

附图说明

[0012] 图1 为本实用新型系统整体结构示意图。

[0013] 图2 为本实用新型中调速齿轮机构结构示意图。

[0014] 图3 为本实用新型中动力混合机构组成结构示意图。

[0015] 图4 为图3中A向结构示意图。

[0016] 图中:主柴油机1、主柴油机离合器2、同步发电机3、同步发电机离合器4、调速齿轮机构5、第一齿轮5-1、第二齿轮5-2、第三齿轮5-3、第一离合器5-4、第二离合器5-5、第四齿轮5-6、第五齿轮5-7、齿轮箱壳5-8、第一输入轴5-9、第二输入轴5-10、输出轴5-11、动力混合机构6、壳体6-1、第一传动轴6-2、第三传动轴6-3、第二传动轴6-4、动力输入齿轮6-5、行星轮6-6、行星架6-7、齿圈6-8、太阳轮6-9、螺旋桨7、调速推进电机离合器8、调速推进电机9、电力系统10、电池11、主机推进控制器12。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明:

[0018] 如图1-4所示,一种船舶高效节能混合动力系统,包括主柴油机1、主柴油机离合器2、同步发电机3、同步发电机离合器4、调速齿轮机构5、动力混合机构6、螺旋桨7、调速推进电机离合器8、调速推进电机9、电力系统10、电池11、主机推进控制器12;主柴油机1的输出端与主柴油机离合器2形成轴传动连接,调速齿轮机构5由第一齿轮5-1、第二齿轮5-2、第三

齿轮5-3、第一离合器5-4、第二离合器5-5、第四齿轮5-6、第五齿轮5-7、第一输入轴5-9、第二输入轴5-10、输出轴5-11组成；第一齿轮5-1和第四齿轮5-6设置在第一输入轴5-9上，第一离合器5-4设置在第一齿轮5-1与第四齿轮5-6之间，第二齿轮5-2和第五齿轮5-7设置在输出轴5-11上，第二离合器5-5设置在第二齿轮5-2与第五齿轮5-7之间，第三齿轮5-3设置在第二输入轴5-10上，第一齿轮5-1、第二齿5-2、第三齿轮5-3相互啮合，第四齿轮5-6与第五齿轮5-7相互啮合；主机推进控制器12分别与主柴油机1、同步发电机3和电力系统9形成控制电路连接，主柴油机离合器2的输出端与第一输入轴5-9形成传动连接，同步发电机3通过同步发电机离合器4与第二输入轴5-10形成传动连接，电力系统10分别与同步发电机3、电池11和调速推进电机9之间形成电力电缆及控制电路连接；动力混合机构6由第一传动轴6-2、第三传动轴6-3、第二传动轴6-4、动力输入齿轮6-5、行星轮6-6、行星架6-7、齿圈6-8和太阳轮6-9组成；动力输入齿轮6-5与齿圈6-8形成外啮合传动，行星轮6-6安装在行星架6-7上，行星轮6-6与齿圈6-8形成内啮合传动，太阳轮6-9啮合设置在行星轮6-6的中心，第一传动轴6-2与行星架6-7连接固定，第三传动轴6-3与太阳轮6-9连接固定，第二传动轴6-4与动力输入齿轮6-5连接固定，调速齿轮机构5的输出轴5-11与第一传动轴6-2传动连接，调速推进电机9的输出端通过调速推进电机离合器8与第二传动轴6-4传动连接，第三传动轴6-3与螺旋桨7传动连接。

[0019] 如图1-4所示，一种船舶高效节能混合动力系统，调速齿轮机构5外部设有齿轮箱壳5-8，动力混合机构6外部设有壳体6-1；行星轮6-6的数量不少于3组；第一传动轴6-2与第三传动轴6-3的转动方向相反；齿圈6-8外部设有外齿，内部设有内齿，外齿与动力输入齿轮6-5啮合，内齿与行星轮6-6啮合，调速齿轮机构中第四齿轮5-6的直径小于第五齿轮5-7的直径，第一齿轮5-1的直径大于第二齿轮5-2的直径；第一传动轴6-2从壳体6-1一侧穿入后与行星架6-7的中心形成轴向固定，第三传动轴6-3从壳体6-1的另一侧穿入后与太阳轮6-9的中心形成轴向固定，第二传动轴6-4从壳体6-1穿入后与所述动力输入齿轮6-5的中心形成轴向固定。

[0020] 如图2所示，调速齿轮机构5处于剥离状态时第一离合器5-4和第二离合器5-5都断开，动力无法从调速齿轮机构5的输入端到达输出端，也不能从输出端反馈回输入端。

[0021] 如图2所示，调速齿轮机构5的低速挡连接状态时第一离合器5-4连接，第二离合器5-5断开，主柴油机1动力传到第一齿轮5-1及第四齿轮5-6上，第四齿轮5-6与第五齿轮5-7耦合输出，第四齿轮5-6直径小于第五齿轮5-7，实现小齿轮带动大齿轮的低速输出。

[0022] 如图2所示，调速齿轮机构5的高速挡连接状态时第一离合器5-4断开，第二离合器5-5连接，主柴油机1动力传到第一齿轮5-1上，第一齿轮5-1与第二齿轮5-2耦合，第二齿轮5-2动力传到第五齿轮5-7上输出，因为第一齿轮5-1比第二齿轮5-2略大，实现大齿轮带动小齿轮的高速输出。

[0023] 如图1-4所示，一种船舶高效节能混合动力系统的具体工况如下：

[0024] 第一种工况：纯电机推进，螺旋桨功率=0～调速推进电机最大功率；当起航命令发出，调速齿轮机构切换到分离状态，并制动动力混合机构的行星轮只自转，不围绕太阳轮公转，电力系统控制调速推进电机处于电动推进状态，动力通过调速推进电机离合器、动力混合机构的齿圈，使得太阳轮转动，带动螺旋桨运转。即启动及低速时，处于纯电力推进状态，主柴油机和同步发电机不工作。

[0025] 第二种工况：主动力由电机切换到主柴油机，螺旋桨功率=调速推进电机指定功率~调速推进电机最大功率；当调速推进电机功率上升到指定值（或者电池电力不足），调速推进电机离合器分离，并制动力混合机构齿圈状态。主机推进系统启动主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内），调速齿轮机构调整为低速挡，动力通过轴系、调速齿轮机构、传输到动力混合机构的行星轮，行星轮公转带动动力混合机构的太阳轮转动，进一步带动螺旋桨运转。富余功率通过切入到调速齿轮机构的同步发电机发电。即主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内）功率输出等于原本调速推进电机功率和同步发电机发电功率之和，航速保持不变，调速推进电机不工作。电力推进切换到主柴油机推进。

[0026] 第三种工况：主柴油机推进并存储电能，调速推进电机加速，螺旋桨功率=调速推进电机最大功率~2倍调速推进电机最大功率；在第二种工况情况下，需要进一步提高螺旋桨功率加速时，主柴油机工作状态保持不变，调速推进电机离合器切换到连接状态，电力系统启动调速推进电机，动力通过调速推进电机离合器，到达动力混合机构的齿圈，齿圈和行星轮（主柴油机动力）共同带动动力混合机构的太阳轮转动，使螺旋桨加速运转。即主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内）一部分功率给螺旋桨（值等于之前调速推进电机最大功率）一部分功率给同步发电机发电，螺旋桨加速的功率来自调速推进电机，直到调速推进电机达到最大功率。

[0027] 第四种工况：主柴油机唯一推进动力，螺旋桨功率=2倍调速推进电机最大功率~主柴油机油耗最小区域功率；在第三种工况下，调速推进电机达到最大功率时，调速齿轮机构调整为高速挡，电力系统控制同步发电机发电量，调速推进电机离合器处于分离状态，并制动力混合机构齿圈。主柴油机动力通过轴系到达动力混合机构的行星轮，通过行星轮单独带动动力混合机构的太阳轮转动，带动螺旋桨的运转。即同步发电机控制发电量，主动力唯有主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内），动力输出给螺旋桨，调速推进电机不推进。

[0028] 第五种工况：主柴油机推进，外加调速推进电机接入加速，螺旋桨功率=主柴油机油耗最小区域功率~主柴油机油耗最小区域功率+调速推进电机最大功率；在第四种工况下，要求进一步提高航速时，调速齿轮机构调整为高速挡，调速推进电机离合器切换到连接状态，电力系统启动调速推进电机，动力通过调速推进电机离合器连接到动力混合机构的齿圈，齿圈和行星轮（主柴油机动力）共同带动动力混合机构的太阳轮转动，带动螺旋桨的加速运转。即同步发电机不工作，调速推进电机和主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内）共同工作，达到螺旋桨加速目的，加速动力来自调速推进电机。在调速推进电机最大功率和主柴油机（工作在单位油耗最小区域范围内）共同作用，同步发电机不工作时，船舶处于最经济的最大航速。

[0029] 第六种工况：超高速状态，高油耗，螺旋桨功率=主柴油机油耗最小区域功率+调速推进电机最大功率~主柴油机110%功率输出+调速推进电机最大功率；在第五种工况下，还要进一步提高航速，超高速运转时，可以采用主柴油机继续增加功率（最大到主柴油机超负荷110%功率输出），此时主柴油机工作偏离单位油耗最小区域范围，油耗猛增，同时调速推进电机推进耗电，属于不节能状态。

[0030] 第七种工况：多种降速状态；

[0031] 从第六种工况降速为第五种工况：调速推进电机不工作，主柴油机离合器转换为

脱离主柴油机状态,并减少供油,直到主柴油机恢复到单位油耗最小区域范围,同时同步发电机切入调速齿轮机构发电,将第六种工况大于第五种工况部分的螺旋桨功率回收,直到螺旋桨降到第五种工况下的功率,主柴油机离合器转换为连接主柴油机状态,切换到第五种工况工作。

[0032] 从第五种工况降速为第四种工况:调速推进电机不工作,主柴油机保持单位油耗最小区域范围不变,主柴油机离合器转换为脱离主柴油机状态,同时同步发电机切入调速齿轮机构发电,将第五种工况大于第四种工况部分的螺旋桨功率回收,直到达到第四种工况下的功率。主柴油机离合器转换为连接主柴油机状态,切换到第四种工况工作。

[0033] 从第四种工况降速为第三种工况:调速齿轮机构调整为低速挡,调速推进电机不工作,主柴油机保持单位油耗最小区域范围不变,主柴油机离合器转换为脱离主柴油机状态,同时同步发电机切入调速齿轮机构发电,将第四种工况大于第三种工况部分的螺旋桨功率回收,直到达到第三种工况下的功率。主柴油机离合器转换为连接主柴油机状态,切换到第三种工况工作。

[0034] 从第三种工况降速为第二种工况:主柴油机保持单位油耗最小区域范围不变,调速推进电机不工作,主柴油机离合器转换为脱离主柴油机状态,同时同步发电机切入调速齿轮机构发电,将第三种工况大于第二种工况部分的螺旋桨功率回收,直到达到第二种工况下的功率。主柴油机离合器转换为连接主柴油机状态,切换到第二种工况工作。

[0035] 从第二种工况降速为第一种工况:主柴油机离合器剥离主柴油机,主柴油机不工作,同时同步发电机切入调速齿轮机构发电,将第二种工况大于第一种工况部分的螺旋桨功率回收,直到达到第一种工况下的航速功率,切换到第一种工况工作。

[0036] 此外若要紧急降速,例如从工况第六种工况转换为第二种工况,首先主柴油机停止供油,主柴油机离合器转换为脱离主柴油机状态,紧急制动螺旋桨,使其速度下降(同步发电机回收部分螺旋桨能量发电),直到达到第二种工况下的航速功率,切换到第二种工况工作。

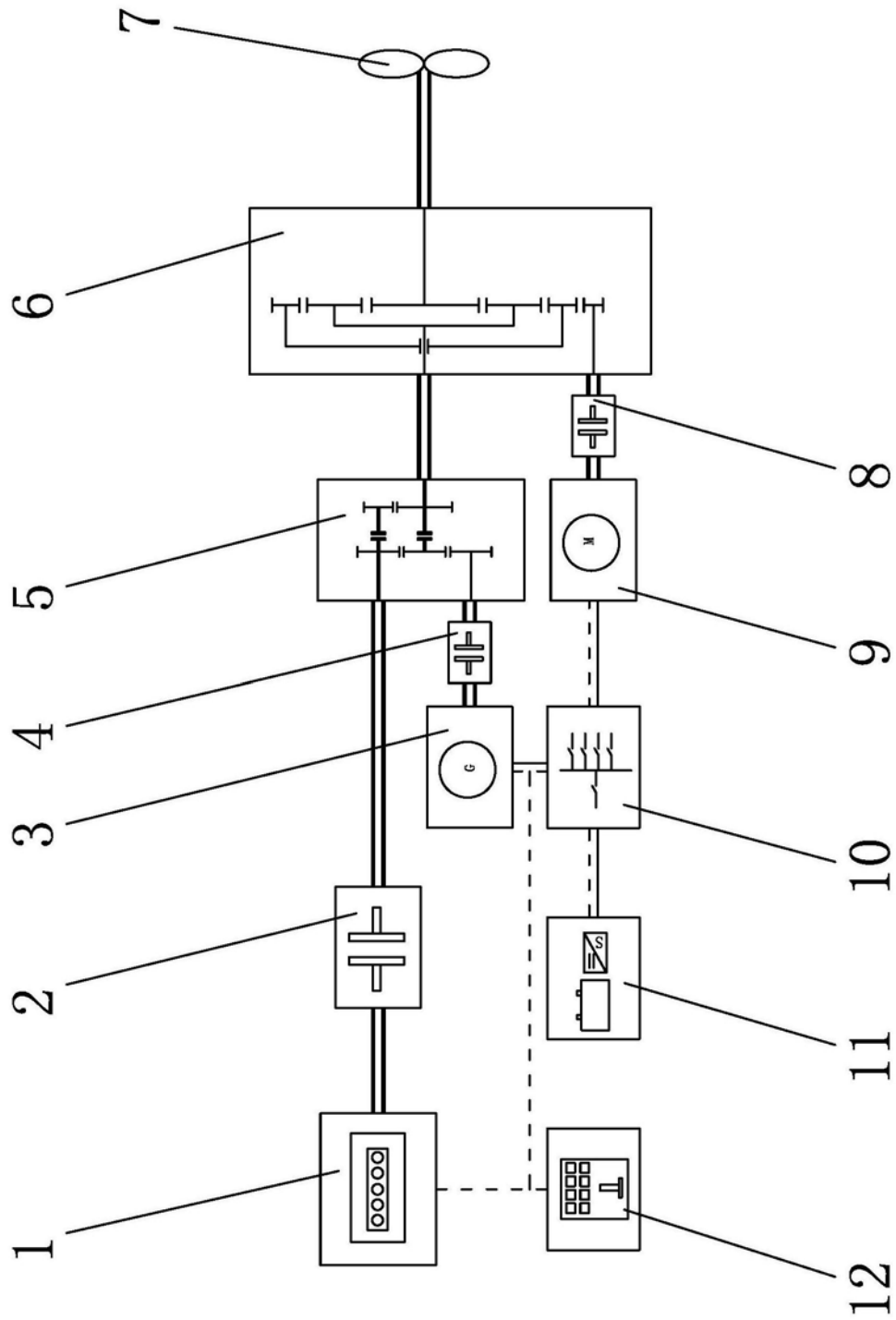


图1

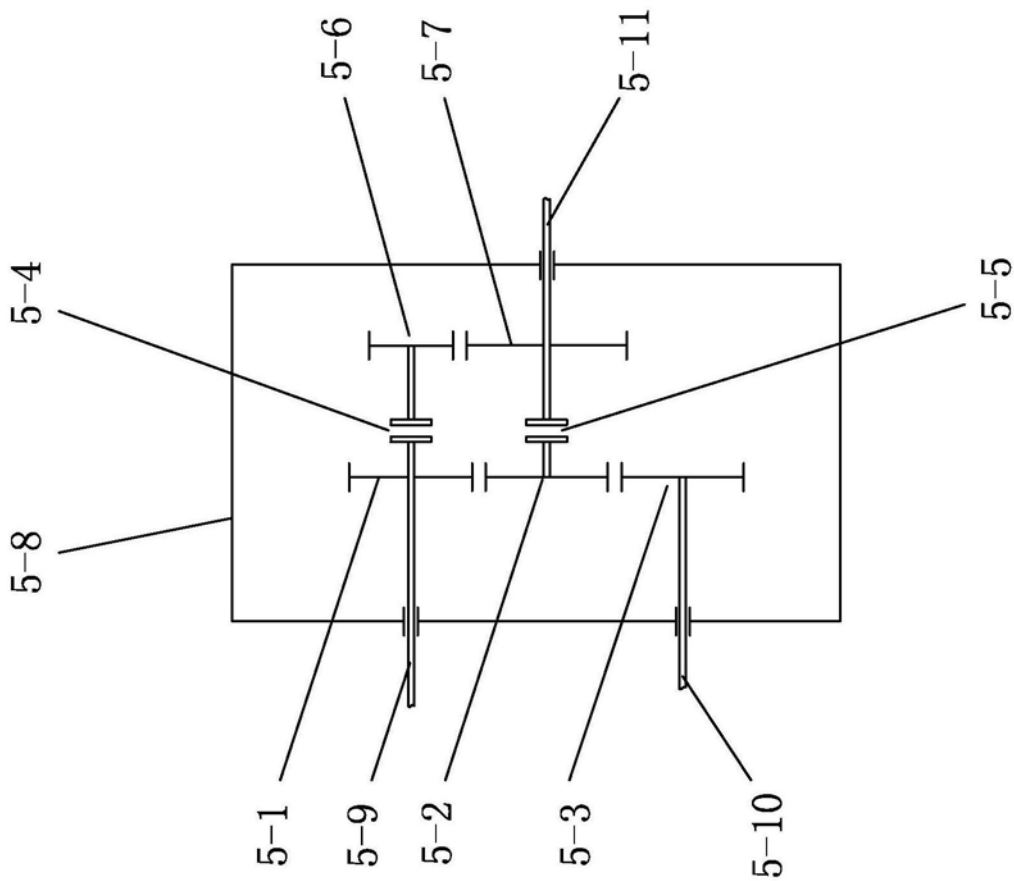


图2

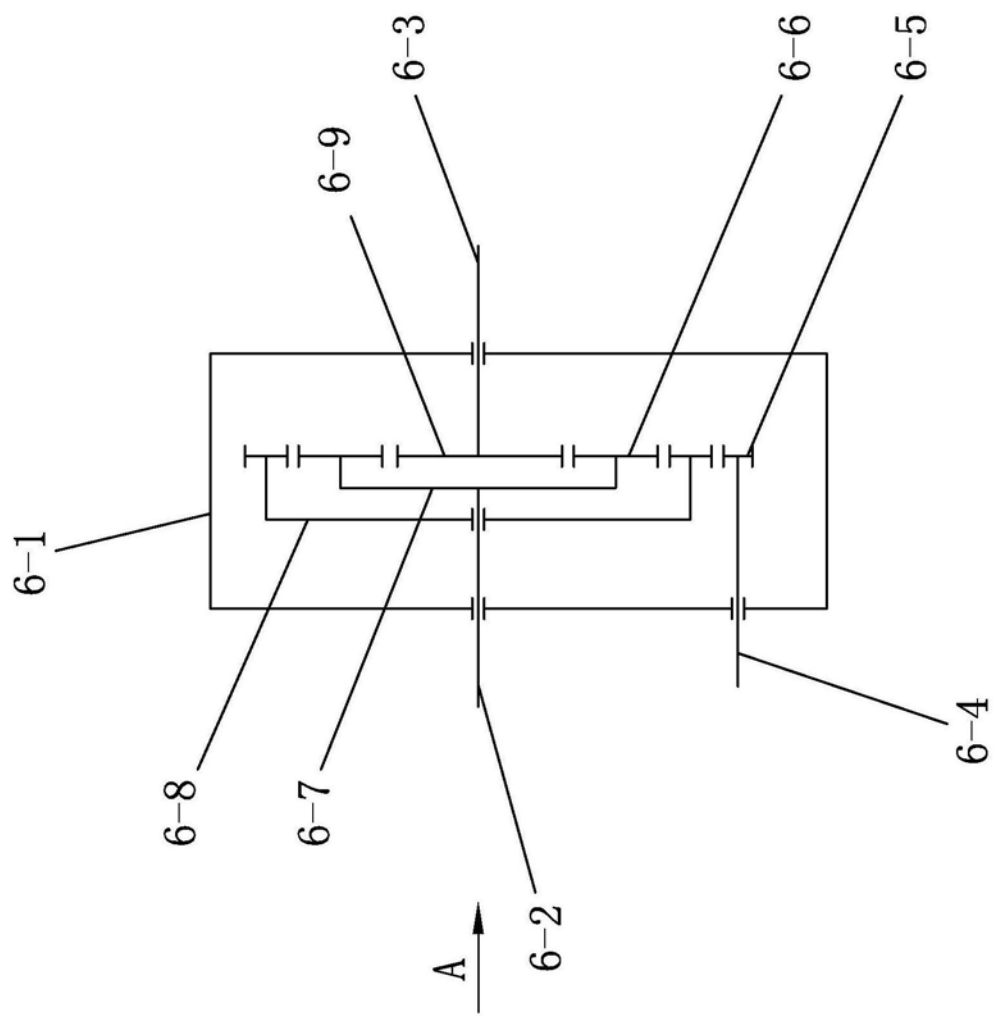


图3

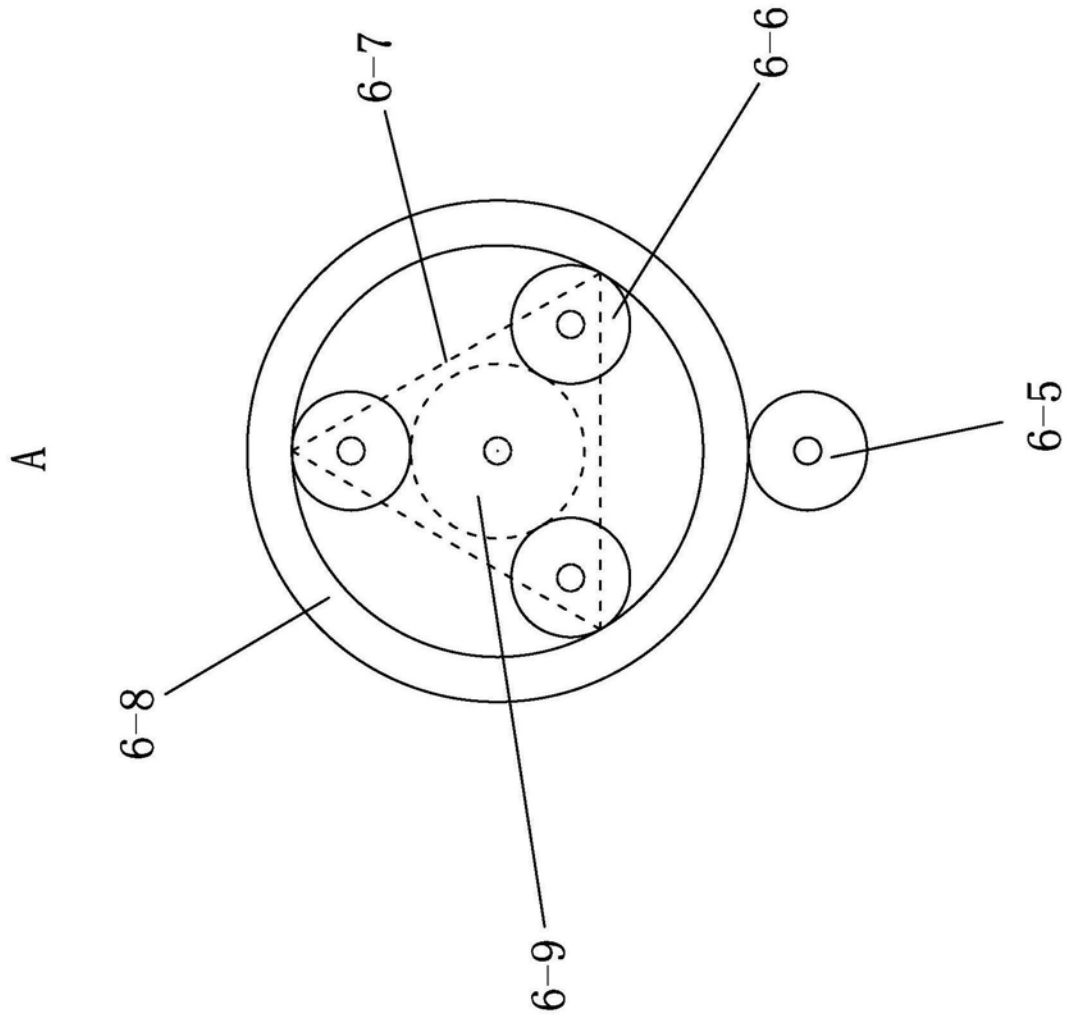


图4