



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105752344 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201610146842.7

审查员 倪芳原

(22)申请日 2016.03.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105752344 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(73)专利权人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)

西源大道2006号

(72)发明人 戴跃洪 唐鹏 唐逵 邓程心

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心

51203

代理人 张杨

(51)Int.Cl.

B64D 27/02(2006.01)

B64D 35/02(2006.01)

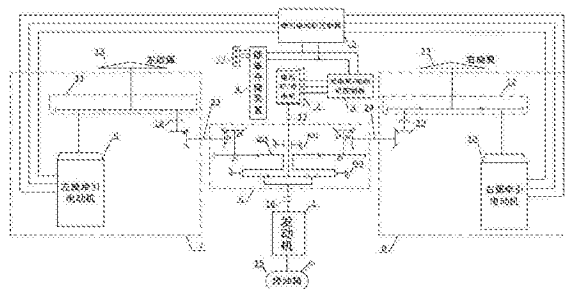
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,它包括:发动机、电动机/发电机、牵引电动机、功率分配装置、机翼短舱、动力耦合装置、能量存储装置、电动机/发电机控制器、电动机控制器、以及离合器、制动器等零部件。根据本发明的混合动力驱动组件,该装置具有多个动力源,可以根据飞行器的飞行状态进行动力组合:纯牵引电动机驱动左右两旋翼,也可实现电动机与发动机联合驱动旋翼,使发动机运行在最佳燃油使用效率区域。该装置简化了传动系统机械结构,增加了传动效率;同时,在牵引电动机出现电力不足和故障的情况下,能及时启动发动机补充电力和动力,增加了系统的可靠性。



1. 一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,该装置包括:发动机、离合器、制动器、控制系统,控制系统控制发动机输出动力,由离合器、制动器配合驱动旋翼,其特征在于该装置还包括:功率分配装置、电动机/发电机、能量存储装置、电动机/发电机控制器、牵引电动机控制器、左牵引电动机、左动力耦合装置、右牵引电动机、右动力耦合装置;所述电动机/发电机为一台既可以发电也可以提供动力的电机;所述发动机由燃油驱动,动力输出给功率分配装置,功率分配装置将发动机输出动力进行功率分流,可直接输出到左、右动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力,也可部分分流输入电动机/发电机;电动机/发电机发出的电力通过电动机/发电机控制器存入能量存储装置中,电动机/发电机控制器同样能控制能量存储装置输出电力驱动电动机/发电机,为功率分配装置提供动力;所述牵引电动机控制器控制能量存储装置输出电力驱动左、右牵引电动机;所述左、右牵引电动机输出动力给左、右动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力。

2. 如权利要求1所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述功率分配装置包括:行星齿轮系、行星齿轮系齿圈制动器(601),行星齿轮系太阳齿轮输出轴制动器(602)、两组用于动力转向的齿轮系( $Z_1$ 、 $Z_3$ 、 $Z_5$ ;  $Z_2$ 、 $Z_4$ 、 $Z_6$ );所述行星齿轮系包括:太阳齿轮、多个行星齿轮、行星齿轮系齿圈;所述行星齿轮系齿圈包括外齿轮、内齿轮、套筒,通过套筒同轴连接外齿轮和内齿轮形成中间带通孔的“工”字型结构;所述太阳齿轮同轴设置于行星齿轮系齿圈的内齿轮内,太阳齿轮的输出轴穿过行星齿轮系齿圈的套筒与电动机/发电机的转动轴相连,多个行星齿轮对称设置于太阳齿轮的外侧,同时与太阳齿轮和行星齿轮系齿圈的内齿轮啮合;所述多个行星齿轮的转动轴固定于一带有输入轴的安装盘上,安装盘的输入轴与发动机的输出轴相连;两组用于动力转向的齿轮系分别设置于行星齿轮系齿圈的外齿轮两侧并与其啮合;两组用于动力转向的齿轮系分别将动力传输至左、右动力耦合装置。

3. 如权利要求1所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述能量存储装置还包括充电控制电路、充电接口,可外接电源为能量存储装置充电。

4. 如权利要求2所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述功率分配装置的行星齿轮系中行星齿轮的数量为2或3。

5. 一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,该装置包括:左翼短舱(7)、右翼短舱(8)、电动机/发电机控制器(3)、能量存储装置(4),牵引电动机控制器(5);所述左翼短舱包括:发动机(1)、功率分配装置(6)、电动机/发电机、动力耦合装置、牵引电动机;所述电动机/发电机为一台既可以发电也可以提供动力的电机;所述发动机由燃油驱动,动力输出给功率分配装置,功率分配装置将发动机输出动力进行功率分流,可直接输出到动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力,也可部分分流输入电动机/发电机;电动机/发电机发出的电力通过电动机/发电机控制器存入能量存储装置中,电动机/发电机控制器同样能控制能量存储装置输出电力驱动电动机/发电机,为功率分配装置提供动力;所述牵引电动机控制器控制能量存储装置输出电力驱动牵引电动机;所述牵引电动机输出动力给动力耦合装置为飞行器左旋翼提供动力;所述右翼短舱结构完全与左翼短舱相同。

6. 如权利要求5所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述左、右翼短舱中的功率分配装置包括:行星齿轮系、行星齿轮系齿圈制动器(601),行星齿轮系太阳齿轮输出轴制动器(602)、一组用于动力转向的齿轮系;所述行星齿轮系包

括:太阳齿轮、多个行星齿轮、行星齿轮系齿圈;所述行星齿轮系齿圈包括外齿轮、内齿轮、套筒,通过套筒同轴连接外齿轮和内齿轮形成中间带通孔的“工”字型结构;所述太阳齿轮同轴设置于行星齿轮系齿圈的内齿轮内,太阳齿轮的输出轴穿过行星齿轮系齿圈的套筒与电动机/发电机的转动轴相连,多个行星齿轮对称设置于太阳齿轮的外侧,同时与太阳齿轮和行星齿轮系齿圈的内齿轮啮合;所述多个行星齿轮的转动轴固定于一带有输入轴的安装盘上,安装盘的输入轴与发动机的输出轴相连;一组用于动力转向的齿轮系分别设置于行星齿轮系齿圈的外齿轮外侧并与其啮合;该组用于动力转向的齿轮系分别将动力传输至动力耦合装置。

7.如权利要求5所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述能量存储装置还包括充电控制电路、充电接口,可外接电源为能量存储装置充电。

8.如权利要求6所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述功率分配装置的行星齿轮系中行星齿轮的数量为2或3。

9.如权利要求6所述的一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,其特征在于所述功率分配装置为RV变速器。

## 一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于混合动力驱动技术领域,更为具体地讲,是一种用于倾转旋翼飞行器的混合动力驱动装置。

### 技术背景

[0002] 用于倾转旋翼飞行器传统的动力驱动装置,通常采用纯发动机作为动力源,配合减速箱、多级传动轴与执行机构,最终驱动旋翼转动,这种驱动方式,其动力源单一、传动效率低、机械结构复杂,降低了其可靠性,尤其是在发动机出现故障情况下,飞行器的安全系数极低;同时,传统驱动装置输出功率不能随倾转旋翼飞行器飞行工况进行调整,发动机不能工作在最佳燃油经济区,增加了燃油消耗量,减小了飞行器的续航时间。因而,本发明主要针对倾转旋翼飞行器,设计一套混合动力驱动方案,改善传统航空领域驱动技术传动效率低、可靠性低、安全性低、燃油效率低的问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点,提供一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,该装置可以单独通过电动机驱动飞行器左右两旋翼,也可实现电动机与发动机联合驱动旋翼,使发动机功率运行在最佳工况,提高燃油的效率。

[0004] 本发明通过以下技术方案来实现:一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置,该装置包括:发动机、离合器、制动器、控制系统,控制系统控制发动机输出动力,由离合器、制动器配合驱动旋翼,其特征在于该装置还包括:功率分配装置、电动机/发电机、能量存储装置、电动机/发电机控制器、牵引电动机控制器、左牵引电动机、左动力耦合装置、右牵引电动机、右动力耦合装置;所述电动机/发电机为一台既可以发电也可以提供动力的电机;所述发动机由燃油驱动,动力输出给功率分配装置,功率分配装置将发动机输出动力进行功率分流,可直接输出到左、右动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力,也可部分分流输入电动机/发电机;电动机/发电机发出的电力通过电动机/发电机控制器存入能量存储装置中,电动机/发电机控制器同样能控制能量存储装置输出电力驱动电动机/发电机,为功率分配装置提供动力;所述牵引电动机控制器控制能量存储装置输出电力驱动左、右翼牵引电机;所述左、右翼牵引电机输出动力给左、右动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力。

[0005] 进一步的,所述功率分配装置包括:行星齿轮系、行星齿轮系齿圈制动器(601),行星齿轮系太阳齿轮输出轴制动器(602)、两组用于动力转向的齿轮系( $Z_1$ 、 $Z_3$ 、 $Z_5$ ;  $Z_2$ 、 $Z_4$ 、 $Z_6$ );所述行星齿轮系包括:太阳齿轮、多个行星齿轮、行星齿轮系齿圈;所述行星齿轮系齿圈包括外齿轮、内齿轮、套筒,通过套筒同轴连接外齿轮和内齿轮形成中间带通孔的“工”字型结构;所述太阳齿轮同轴设置于行星齿轮系齿圈的内齿轮内,太阳齿轮的输出轴穿过行星齿轮系齿圈的套筒与电动机/发电机的转动轴相连,多个行星齿轮对称设置于太阳齿轮的外侧,同时与太阳齿轮和行星齿轮系齿圈的内齿轮啮合;所述多个行星齿轮的转动轴轴固定

于一带有输入轴的安装盘上,安装盘的输入轴与发动机的输出轴相连;两组用于动力转向的齿轮系分别设置于行星齿轮系齿圈的外齿轮两侧并与其啮合;两组用于动力转向的齿轮系分别将动力传输至左、右动力耦合装置。

[0006] 进一步的,所述能量存储装置还包括充电控制电路、充电接口,可外接电源为能量存储装置充电。

[0007] 进一步的,所述功率分配装置的行星齿轮系中行星齿轮的数量为2或3。

[0008] 一种用于倾转旋翼飞行器的混合动力驱动装置,该装置包括:左翼短舱、右翼短舱、电动机/发电机控制器(3)、能量存储装置(4),牵引电动机控制器(5);所述左翼短舱包括:发动机(1)、功率分配装置(6)、电动机/发电机、动力耦合装置、牵引电动机;所述电动机/发电机为一台既可以发电也可以提供动力的电机;所述发动机由燃油驱动,动力输出给功率分配装置,功率分配装置将发动机输出动力进行功率分流,可直接输出到动力耦合装置为飞行器旋翼提供动力,也可部分分流输入电动机/发电机;电动机/发电机发出的电力通过电动机/发电机控制器存入能量存储装置中,电动机/发电机控制器同样能控制能量存储装置输出电力驱动电动机/发电机,为功率分配装置提供动力;所述牵引电动机控制器控制能量存储装置输出电力驱动牵引电机;所述牵引电机输出动力给动力耦合装置为飞行器左旋翼提供动力;所述右翼短舱结构完全与左翼短舱相同。

[0009] 进一步的,所述左右翼短舱中的功率分配装置包括:行星齿轮系、行星齿轮系齿圈制动器(601),行星齿轮系太阳齿轮输出轴制动器(602)、一组用于动力转向的齿轮系;所述行星齿轮系包括:太阳齿轮、多个行星齿轮、行星齿轮系齿圈;所述行星齿轮系齿圈包括外齿轮、内齿轮、套筒,通过套筒同轴连接外齿轮和内齿轮形成中间带通孔的“工”字型结构;所述太阳齿轮同轴设置于行星齿轮系齿圈的内齿轮内,太阳齿轮的输出轴穿过行星齿轮系齿圈的套筒与电动机/发电机的转动轴相连,多个行星齿轮对称设置于太阳齿轮的外侧,同时与太阳齿轮和行星齿轮系齿圈的内齿轮啮合;所述多个行星齿轮的转动轴轴固定于一带有输入轴的安装盘上,安装盘的输入轴与发动机的输出轴相连;一组用于动力转向的齿轮系分别设置于行星齿轮系齿圈的外齿轮外侧并与其啮合;该组用于动力转向的齿轮系分别将动力传输至动力耦合装置,所述的动力耦合装置由一组齿轮系构成,也包括利用传动电动机的方式。

[0010] 进一步的,所述能量存储装置还包括充电控制电路、充电接口,可外接电源为能量存储装置充电。

[0011] 进一步的,所述功率分配装置的行星齿轮系中行星齿轮的数量为2或3。

[0012] 相比现有技术,本发明具有以下优点:

[0013] 1.可根据飞行器飞行状态进行动力组合,使发动机运行在最佳燃油区域,提高了燃油的经济性。

[0014] 2.左右两旋翼采用电动机驱动,较传统的纯发动机驱动,简化了机械机构以及减轻了重量,提高了系统的可靠性。

[0015] 3.飞行器旋翼具有多个动力源(发动机、左翼牵引电动机、右翼牵引电动机、电动机/发电机),增加了系统的冗余度。起飞时,可采用全部动力源共同驱动;巡航期间,可采用纯电动机驱动,发动机作为备用动力源,大大提高了飞行器的安全性能。

## 附图说明

- [0016] 图1为倾转旋翼飞行器插电式混合驱动装置布局方案1；
- [0017] 图2为倾转旋翼飞行器插电式混合驱动装置布局方案2系统框图；
- [0018] 图3为倾转旋翼飞行器插电式混合驱动装置布局方案2实施例；
- [0019] 图中：1. 发动机，2. 电动机/发电机，3. 电动机/发电机控制器，4. 能量存储装置，5. 牵引电动机控制器，6. 功率分配装置，7. 左翼短舱，8. 右翼短舱，9. 左翼牵引电动机，10. 右翼牵引电动机，11. 左翼动力耦合装置，12. 右翼动力耦合装置，13. 左旋翼，14. 右旋翼，15. 燃油箱，16. 发动机离合器，17. 电动机/发电机离合器，18. 离合器1，19. 离合器2，20. 离合器3，21. 离合器5，22. 充电接口，23. 左翼传动轴，24. 右翼传动轴，601. 行星轮系齿圈制动器，602. 行星轮系太阳轮输出轴制动器，603行星轮系齿圈。

## 具体实施方式

- [0020] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步说明。
- [0021] 一种用于倾转旋翼飞行器的插电式混合动力驱动装置。它包括发动机、电动机/发电机、牵引电动机、功率分配装置、机翼短舱、动力耦合装置、能量存储装置、电动机/发电机控制器、电动机控制器、以及离合器、制动器等零部件。
- [0022] 如图1所示，给出了插电式倾转旋翼飞行器混合驱动装置布局方案1：
- [0023] 左右机翼短舱内部装置完全相同，以左短舱为例，其包括发动机1、电动机/发电机2、功率分配装置6、左翼牵引电动机9、左翼动力耦合装置11、发动机离合器16、电动机/发电机离合器17、离合器18；而能量存储装置4、电动机/发电机控制器3、牵引电动机控制器5置于飞行器机身中部。左短舱中，发动机与1电动机/发电机2通过功率分配装置6相连，功率分配装置6由一组行星齿轮机构配合齿圈制动器601、太阳轮输出轴制动器602组成。牵引电动机9与功率分配装置输出动力通过动力耦合装置11相耦合，耦合后最终输出驱动左旋翼。右翼短舱与左翼短舱相似。
- [0024] 如图2所示，给出了倾转旋翼飞行器插电式混合驱动装置布局方案2系统框图：
- [0025] 图中箭头方向代表能量流向，实线代表力矩传递方向，虚线代表电能传递方向。从图中可看出，采取了将发动机1、电动机/发电机2、电动机/发电机3、能量存储装置4、牵引电动机控制器5置于飞行器机身中部的布局。左右机翼短舱内部装置完全相同，以左短舱为例，其包括左翼电动机9、换向装置、动力耦合装置11以及离合器18等部件。发动机1通过功率分配装置6与电动机/发电机2相连，可以将发动机1一部分动力分配给电动机/发电机4进行发电，同时也可以与其进行速度耦合，耦合后再向左右两翼分配动力，动力经过一系列传动装置，送入左右动力耦合装置，再与相应的牵引电动机进行转矩耦合。例如：左翼牵引电动机9通过左翼动力耦合装置11，与来自功率分配装置6向左翼输出的动力进行转矩耦合，耦合后的动力直接驱动飞行器左旋翼13。
- [0026] 如图3所示，给出了倾转旋翼飞行器插电式混合驱动装置布局方案2：
- [0027] 发动机1与电动机/发电机2在功率分配装置6进行转速耦合；功率分配装置6由一组行星齿轮机构配合齿圈制动器601、太阳轮输出轴制动器602、以及用于动力转向的齿轮系( $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 、 $Z_4$ 、 $Z_5$ 、 $Z_6$ )组成；左、右翼传动轴分别向左、右翼短舱传递来自功率分配装置6的

动力;左、右翼短舱包含牵引电动机、动力耦合装置、离合器、转向机构;动力耦合装置输出轴直接与旋翼相连。

[0028] 结合图3,下面说明装置布局方案2的具体实施例:

[0029] 在飞行器起飞阶段:飞行器需要较大升力,此时将所有动力源设为工作状态,能量存储装置为左翼牵引电动机9、右翼牵引电动机10、电动机/发电机2提供电能。发动机离合器16、电动机/发动机离合器17、行星轮系齿圈锁定器601、行星轮系太阳轮锁定器602、离合器18、离合器19设为复位状态;发电机/电动机2运行在驱动状态,通过行星齿轮机构与发动机1进行转速耦合,耦合后动力通过行星齿轮齿圈603输出,齿圈603又分别与齿圈Z1/Z2耦合后将动力分解为左右两路,再经(Z3/Z5)、(Z4/Z5)换向机构、左翼传动轴26、右翼传动轴27后分别向左右两短舱传动来自发动机1与电动机/发电机2的动力;动力送入短舱经过换向后,通过动力耦合装置与牵引电机进行转矩耦合,最终驱动旋翼转动。

[0030] 在飞行器高速巡航阶段:飞行器旋翼向前倾转 $90^{\circ}$ ,只为飞行器提供向前推力。①在能量存储装置4电能充足条件下,可选择由左右两翼牵引电动机驱动旋翼,此时发动机离合器16、电动机/发动机离合器17、行星轮系齿圈锁定器601、行星轮系太阳轮输出轴锁定器602、离合器18、离合器19置位;发动机1、电动机/发动机4处于关闭状态;能量存储装置4向电动机控制器5输送电能,电动机控制器5驱动左牵引电动机旋转,牵引电动机经动力耦合装置后,带动旋翼旋转,此时的动力耦合装置相当于减速器。②在能量存储装置4电能不足条件下,发动机离合器16、电动机/发动机离合器17、行星轮系齿圈锁定器601、行星轮系太阳轮锁定器602、离合器18、离合器19复位;开启发动机1,设置电动机/发电机2运行在发电状态,吸收来自发动机1分配的功率,为能量存储装置4补充电能,同时发动机1也为左右两翼牵引电动机补充动力。③在牵引电动机(任一或两者)出现故障条件下,设置发动机离合器16、行星轮系齿圈锁定器601、离合器18、离合器19复位,电动机/发动机离合器器20、行星轮系太阳轮锁定器602置位;打开发动机1、关闭电动机/发电机2,此时发动机1为旋翼补充动力。

[0031] 以上实施方式只是对本发明设计思路的简单文字描述,而不是对其限制,任何不超出本专利思路的组合,增加或修改,尤其是混合动力分配设计方案与控制方法,均落入本专利的保护范围。

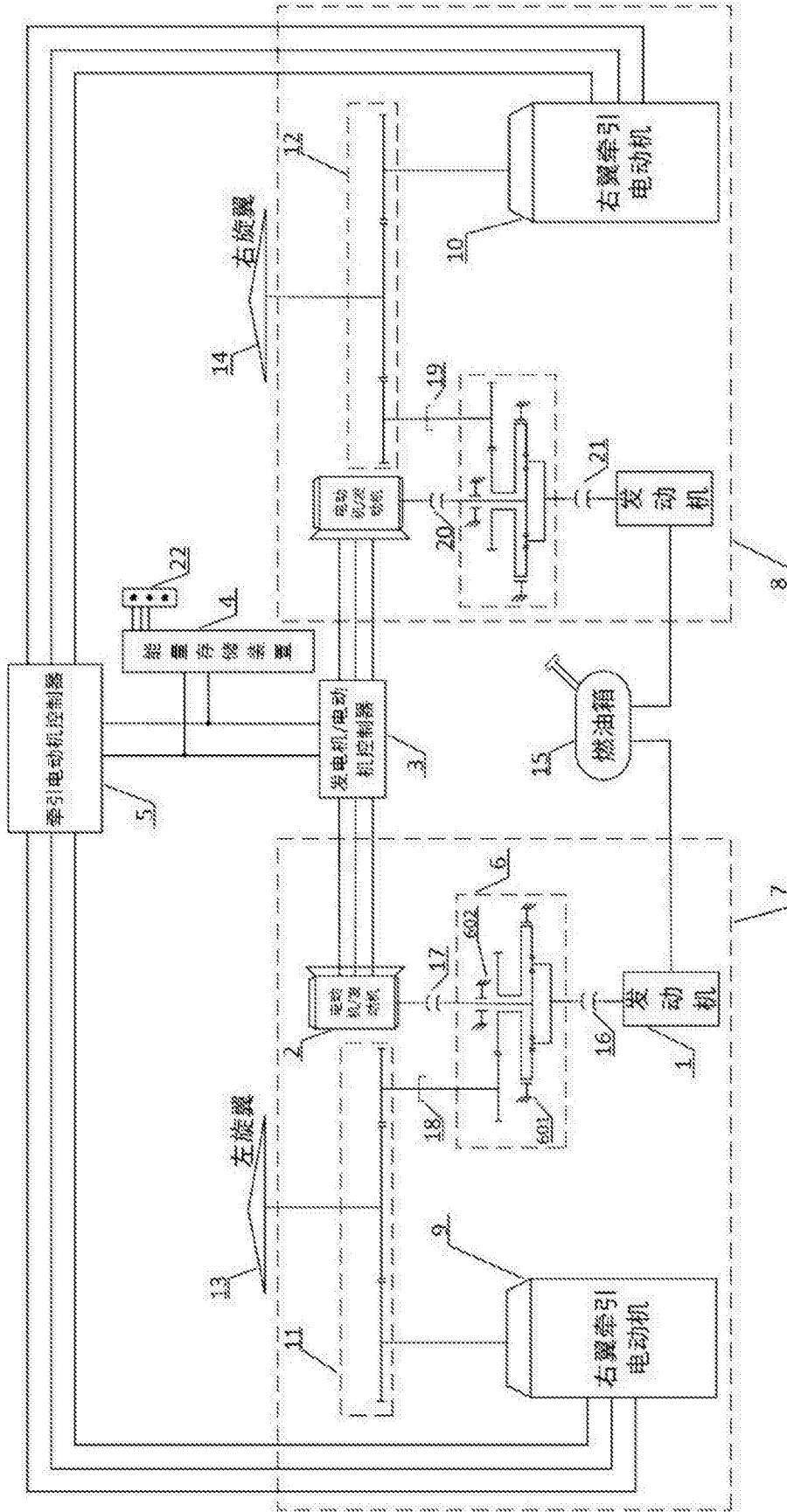


图1



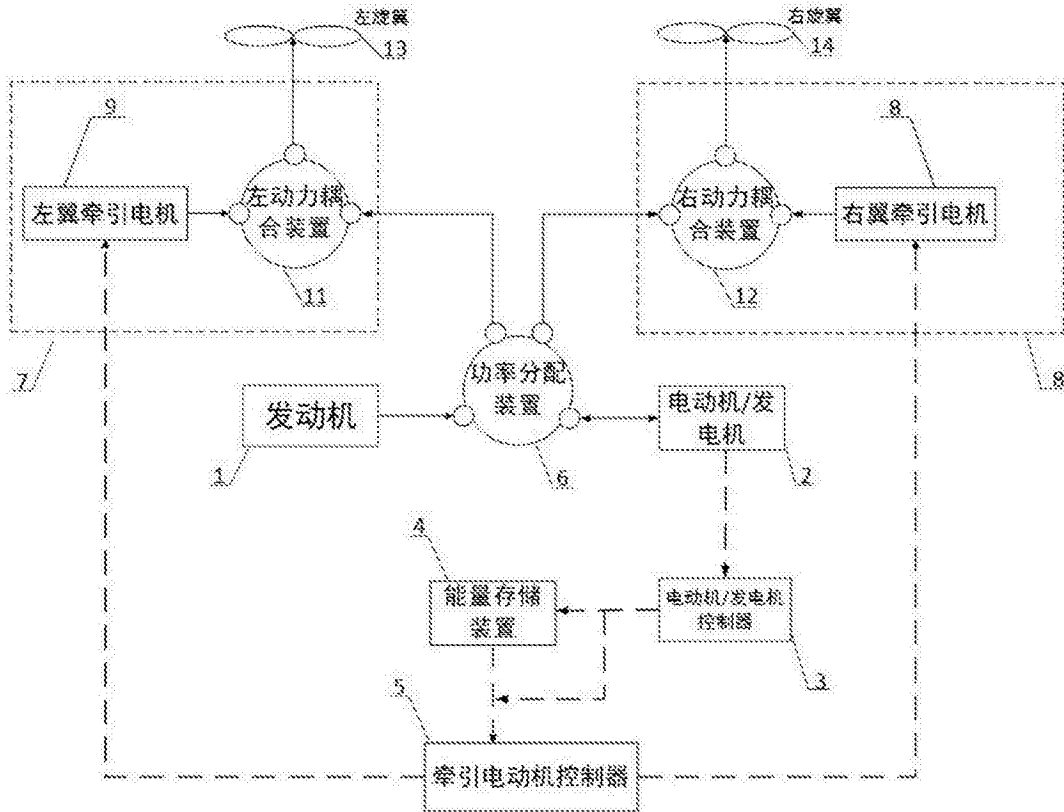


图2

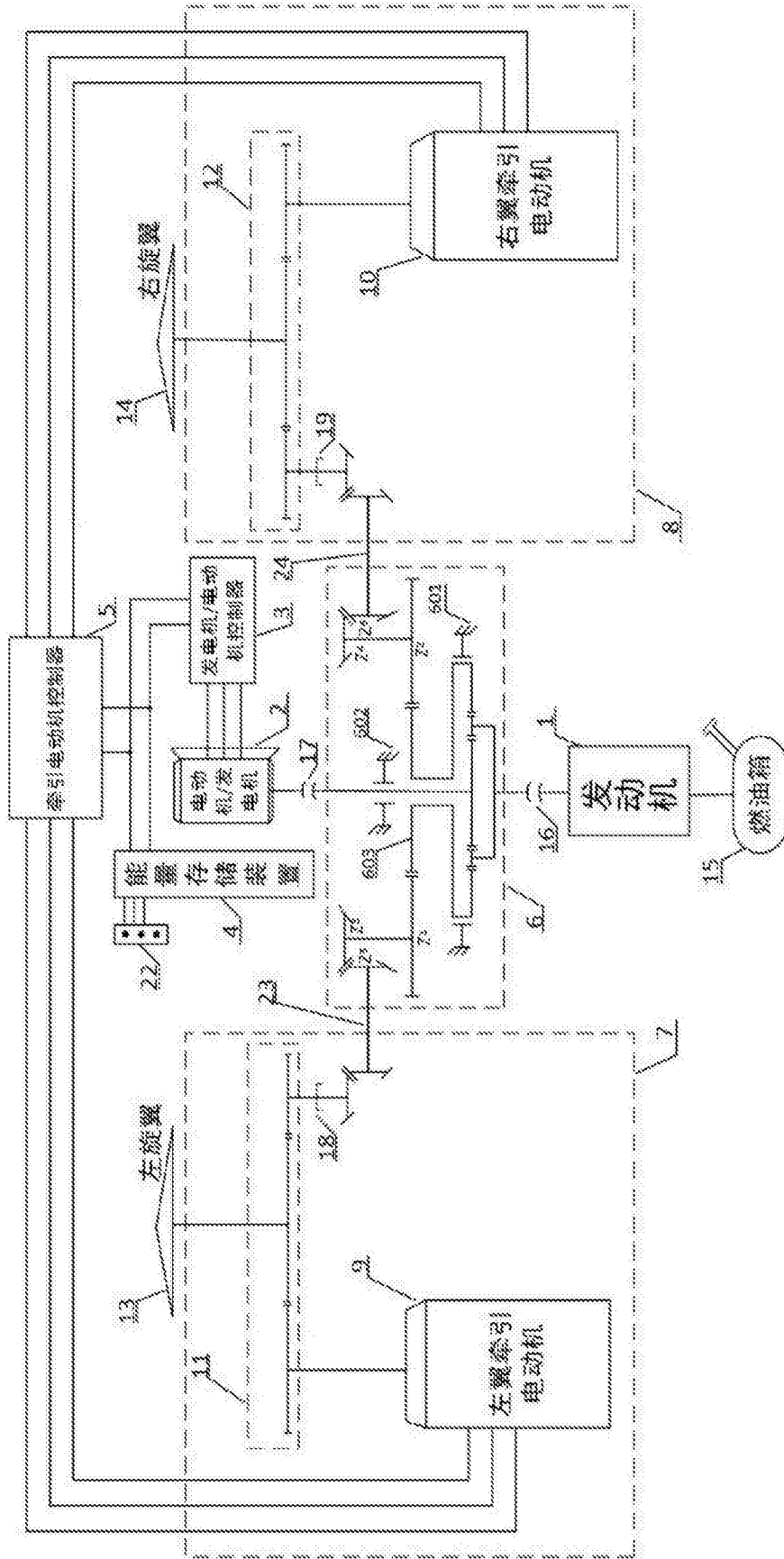


图3