



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111452608 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 10

(21) 申请号 202010506321.4

B60K 6/38 (2007.01)

(22) 申请日 2020.06.05

B60K 6/44 (2007.01)

B60K 6/547 (2007.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111452608 A

(43) 申请公布日 2020.07.28

(66) 本国优先权数据

202010302407.5 2020.04.17 CN

(73) 专利权人 嵘波科技有限公司

地址 210019 江苏省南京市建邺区白龙江
东街8号A1幢13层

(72) 发明人 韩尔樑

(74) 专利代理机构 潍坊鸢都专利事务所 37215

专利代理师 郭清

(51) Int. Cl.

B60K 6/365 (2007.10)

B60K 6/24 (2007.01)

B60K 6/26 (2007.10)

(56) 对比文件

CN 101092110 A, 2007.12.26

CN 103204056 A, 2013.07.17

CN 105465295 A, 2016.04.06

KR 20130000177 A, 2013.01.02

CN 213082900 U, 2021.04.30

CN 103786564 A, 2014.05.14

CN 105443685 A, 2016.03.30

CN 105473894 A, 2016.04.06

CN 107199875 A, 2017.09.26

CN 108394266 A, 2018.08.14

EP 2253867 A1, 2010.11.24

US 2017136867 A1, 2017.05.18

WO 2012013379 A1, 2012.02.02

审查员 张博

权利要求书2页 说明书11页 附图2页

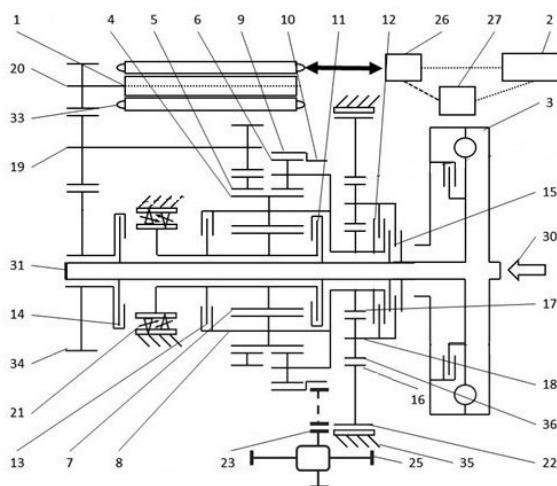
(54) 发明名称

一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,包括一个有两个齿圈的复合行星轮系和一个简单行星轮系传动机构、一个发电机和驱动电机、多个离合器和可选择方向离合器、控制器、电机逆变器、外接电池包、和外部动力如发动机。复合轮系的小齿圈和电机转子连接,大齿圈和输出轴通过固定速比连接。复合行星轮架连接简单轮系的太阳轮。外部动力输入轴可以通过离合器连接简单行星架、复合轮系太阳轮、电机连接齿轮。本装置可以提供10个固定速比的混合动力传动模式,三个电驱动速比模式、一个串联和三个连续变速模式,本发明适用于电动和混合动力车辆的电驱动和混合动力耦合传动,包括船和水陆两栖车辆、飞行器、以及工

程机械。



CN 111452608 B

1. 一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,包括电动机、动力输出轴以及变速箱体,变速箱体上连接有由外部动力(30)驱动的外部动力输入轴(31),其特征是:所述变速箱体上固定连接有可选择方向离合器(21)和制动器(22),可选择方向离合器(21)和制动器(22)分别转动连接在所述外部动力输入轴(31)上;

所述变速箱体内设有一个复合行星轮系和一个简单行星齿轮系;

所述复合行星轮系包括复合轮系行星架(8)、太阳行星轮(4)、复合轮系小齿圈(5)、外齿轮(20)、复合轮系太阳轮(7)、复合轮系齿圈行星轮(6)、复合轮系大齿圈(9)以及复合轮系输出齿轮(10),所述可选择方向离合器(21)的制动端分别能与复合轮系太阳轮(7)连接、通过第三离合器(13)与复合轮系行星架(8)连接、与第一离合器(11)连接,所述太阳行星轮(4)和复合轮系齿圈行星轮(6)连接在复合轮系行星架(8)上,所述太阳行星轮(4)分别与复合轮系太阳轮(7)、复合轮系小齿圈(5)与啮合,所述复合轮系大齿圈(9)与复合轮系齿圈行星轮(6)啮合、并连接复合轮系输出齿轮(10),所述复合轮系输出齿轮(10)通过减速机构驱使动力输出轴转动;

所述简单行星齿轮系包括简单轮系行星架(18)、简单轮系太阳轮(17)、简单轮系齿圈(16),所述制动器(22)能制动简单轮系齿圈(16),所述简单轮系行星架(18)通过第五离合器(15)与外部动力输入轴(31)连接,所述简单轮系行星架(18)通过第二离合器(12)与复合轮系行星架(8)连接,简单轮系太阳轮(17)与简单轮系行星架(18)上的小行星齿轮(36)啮合、同时连接复合轮系行星架(8);

所述外部动力输入轴(31)通过第四离合器(14)连接有电动变速机构,电动变速机构由电动机动力驱动,所述电动变速机构通过联动装置与复合轮系小齿圈(5)动力连接;

所述可选择方向离合器(21)、制动器(22)、第一离合器(11)、第二离合器(12)第三离合器(13)、第四离合器(14)、第五离合器(15)皆由控制器(27)控制。

2. 如权利要求1所述的一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,其特征是:所述电动变速机构包括通过第四离合器(14)连接在外部动力输入轴(31)上的电机连接齿轮(34),电机连接齿轮(34)啮合有电机速比齿轮(19),所述电动机的电机转子(1)连接有外齿轮(20),外齿轮(20)与电机速比齿轮(19)啮合。

3. 如权利要求2所述的一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,其特征是:所述联动装置包括外齿轮(20),外齿轮(20)连接复合轮系小齿圈(5),和连接电机速比齿轮(19)的一端齿轮啮合。

4. 如权利要求1所述的一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,其特征是:所述电动变速机构包括通过第四离合器(14)连接在外部动力输入轴(31)上的电机连接齿轮(34),变速箱体内存有联动轴,联动轴上连接有与电机连接齿轮(34)啮合的电机速比齿轮(19),所述联动装置包括联动齿轮,所述电动机的电机转子(1)通过动力轴连接外齿轮(20),所述外齿轮通过联动齿轮与电机速比齿轮(19)动力连接。

5. 如权利要求1-4中任一项所述的一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,其特征是:所述外部动力输入轴(31)通过扭转减震器(3)与外部动力(30)动力连接。

6. 如权利要求1-4中任一项所述的一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置,其特征是:所述电动机的电机定子(33)连接有电机逆变器(26),电机逆变器通过电信号和控制器(27)连接;控制器(27)、电机逆变器(26)电连接有外部能量存储(2)。

7. 一种车辆,其特征在于,所述车辆安装有如权利要求1-6中任一项中所述基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动装置。

一种基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆电驱动和动力传动装置,尤其是一种用于增程、插电和常规混合动力车辆的基于复合行星轮系的单电机驱动、多种动力分流模式的混合动力传动系统。

背景技术

[0002] 纯电驱动车辆清洁环保,有利于推动可再生能源的发展利用和满足能源多样化的战略需求,日常使用和维修成本低,政府政策支持,值得大力推广。因为充电设施的局限性,纯电动汽车的普及远不如传统燃油车。增程式电动车如通用汽车雪佛兰VOLT日常充电后完全可以纯电动运行,不充电时采用动力分流混合动力模式运行,油耗优于传统燃油车。几十万台的用户证明了他们的绝大多数里程是纯电动行驶,是一种值得推广的技术。丰田汽车的Prius采用输入动力分流混合动力模式,取得了非常好的油耗和市场规模。VOLT和Prius表明基于行星齿轮系的动力分流混合动力技术性能优越,更新一代技术会推动增程式电动汽车和混合动力汽车的进一步提升和发展。Prius 的电池包小,成本相比Volt低,她的巨大市场表明低成本和低油耗是市场客户的重要导向。

[0003] VOLT和Prius 都采用基于行星齿轮系的双电机和两个电机逆变器的动力分流设计,成本比单电机动力分流技术高。

[0004] Prius仅有一个连续变速模式,即输入动力分流模式。该模式在车辆速度低的时候效率好,但在较高速度时发电机速度太高,能量损耗大;尤其在纯电模式下,发电机速度很快达到极限,必须启动发动机,产生排放和油耗。

[0005] 通用汽车的2MH 混合动力系统有两个动力分流模式,同时还有四个固定速比挡位。2MH 表明固定速比挡位和多个动力分流模式可以提升动力性和燃油经济性。

[0006] 为了满足清洁纯电出行的需求和市场对成本和油耗的要求,需要发明一种具有单电机低成本和多个动力分流模式以及固定速比挡位的电驱动和混合动力传动系统。

发明内容

[0007] 本发明针对以上的技术提升和改进需求,提供一种基于单电机复合行星齿轮系的电驱动和混合动力传动装置,具有多个固定速比的纯电驱动、一个串联充电和多个连续变速混联模式,适合于低、中、高车速、以及9个固定速比挡位。不仅降低了系统成本,减小了系统体积,而且显著提升了系统的油耗经济性。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用一下技术方案:一种基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动装置,包括电动机、动力输出轴以及变速箱体,变速箱体上连接有由外部动力驱动的外部动力输入轴,其结构特点是:所述变速箱体上固定连接有上述可选择方向离合器和制动器,可选择方向离合器和制动器分别转动连接在所述外部动力输入轴上;

[0009] 所述变速箱体内设有一个复合行星轮系和一个简单行星齿轮系;

[0010] 所述复合行星轮系包括复合轮系行星架、太阳行星轮、复合轮系小齿圈、外齿轮、复合轮系太阳轮、复合轮系齿圈行星轮、复合轮系大齿圈以及复合轮系输出齿轮,所述可选

择方向离合器的制动端分别能与复合轮系太阳轮连接、通过第三离合器与复合轮系行星架连接、与第一离合器连接,所述太阳行星轮和复合轮系齿圈行星轮连接在复合轮系行星架上,所述太阳行星轮分别与复合轮系太阳轮、复合轮系小齿圈与啮合,所述复合轮系大齿圈与复合轮系齿圈行星轮啮合、并连接复合轮系输出齿轮,所述复合轮系输出齿轮通过减速机构驱使动力输出轴转动;

[0011] 所述简单行星齿轮系包括简单轮系行星架、简单轮系太阳轮、简单轮系齿圈,所述制动器能制动简单轮系齿圈,所述简单轮系行星架通过第五离合器与外部动力输入轴连接,所述简单轮系行星架通过第二离合器与复合轮系行星架连接,简单轮系太阳轮与简单轮系行星架上的小行星齿轮啮合、同时连接复合轮系行星架;

[0012] 所述外部动力输入轴通过第四离合器连接有电动变速机构,电动变速机构由电动机动力驱动,所述电动变速机构通过联动装置与复合轮系小齿圈动力连接;

[0013] 所述可选择方向离合器、制动器、第一离合器、第二离合器、第三离合器、第四离合器、第五离合器皆由控制器控制。可选择单向离合器在控制器的控制下,可以实现单方向锁止制动、双方向锁止制动和双方向分离,单方向锁止制动指的是锁止与之连接的复合轮系太阳轮7逆时针方向(面向发动机)转动,双方向锁止制动指的是锁止复合轮系太阳轮7逆时针和顺时针方向转动,双方向分离指的是复合轮系太阳轮7可以逆时针和顺时针方向转动。

[0014] 所述电动变速机构包括通过第四离合器连接在外部动力输入轴上的电机连接齿轮,电机连接齿轮啮合有电机速比齿轮,所述电动机的电机转子的动力轴上连接有电动驱动齿轮,电动驱动齿轮与电机速比齿轮啮合。

[0015] 所述联动装置包括外齿轮,外齿轮连接复合轮系小齿圈,和连接电机速比齿轮的一端齿轮啮合。

[0016] 所述外部动力输入轴通过扭转减震器与外部动力动力连接。

[0017] 所述电动机的电机定子连接有电机逆变器,电机逆变器通过电信号和控制器的连接;控制器、电机逆变器电连接有外部能量存储。

[0018] 一种车辆,所述车辆安装有上述结构的所述基于复合行星轮系的混合动力传动和电驱动装置。

[0019] 控制器对上述各个离合器、可选择方向离合器以及制动器的组合控制可以使系统进入纯电驱动、串联充电、以及动力分流连续变速和固定速比挡位的混合动力传动模式。

[0020] 所述的纯电驱动模式有三个不同的电机和输出轴固定纯电速比。可选择方向离合器、结合,第一离合器、第二离合器、第三离合器、第四离合器、第五离合器、制动器处于分离状态为纯电速比1档;

[0021] 第三离合器、结合,第一离合器、第二离合器、第四离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态为纯电速比2档;

[0022] 第二离合器、制动器结合,第一离合器、第三离合器、第四离合器、第五离合器、可选择方向离合器、处于分离状态为纯电速比3档。

[0023] 所述的串联充电模式通过第四离合器结合实现,可以在车辆停止或滑行时工作。

[0024] 所述的动力分流连续变速工作模式有三个。第一离合器结合,第二离合器、第三离合器、第四离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态为连续变速混联模式1、输出动力分流模式;

[0025] 第二离合器、第五离合器结合，第一离合器、第三离合器、第四离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态时为连续变速混联模式2、输入动力分流模式；

[0026] 第五离合器结合、制动器双向锁止，第一离合器、第二离合器、第三离合器、第四离合器、可选择方向离合器、处于分离状态时为连续变速混联模式3、输入动力分流模式。

[0027] 所述的固定速比挡位有10个并联混合动力和机械传动速比。第四离合器结合、可选择方向离合器双向锁止，第一离合器、第二离合器、第三离合器、第五离合器、制动器处于分离状态时为1档；

[0028] 第二离合器、第五离合器结合、可选择方向离合器双向锁止，第一离合器、第三离合器、第四离合器、制动器处于分离状态时为2档；

[0029] 第一离合器结合，第二离合器、第三离合器、第四离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态、电机速度为零时为3档。此时理论上百分之百的外部动力机械能都传递到输出轴，故称为机械速比；

[0030] 第三离合器、第四离合器、结合，第一离合器、第二离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态时为4档；

[0031] 第一离合器、第三离合器结合，第二离合器、第四离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态时为5档；

[0032] 第五离合器、制动器结合、可选择方向离合器双向锁止，第一离合器、第二离合器、第三离合器、第四离合器、处于分离状态，电机速度为零时为6档；

[0033] 第二离合器、第五离合器结合，第一离合器、第三离合器、第四离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态时为7档

[0034] 第一离合器、第五离合器、制动器结合，第二离合器、第三离合器、第四离合器、可选择方向离合器、处于分离状态时为8档；

[0035] 第三离合器、第五离合器、制动器结合，第一离合器、第二离合器、第四离合器、可选择方向离合器、处于分离状态时为9档；

[0036] 第二离合器、第四离合器结合，制动器双向锁止，第一离合器、第三离合器、第五离合器、可选择方向离合器、处于分离状态时为倒档。

[0037] 本装置在外部动力停止工作或没有连接时提供三个固定速比的纯电驱动或倒车；控制器根据车辆状态选择速比和控制，提升车辆纯电动的动力性和降低车辆高速时的电机速度与能量损耗；日常中速和低速电动一档行驶时所有离合器不需要油压结合工作，可以节省油泵液压系统的能耗，从而提升电驱动效率和冷启动响应速度。

[0038] 本装置联合外部动力提供一个串联充电和三个连续变速混联工作模式、以及9个固定速比并联混合动力挡位；控制器根据车辆状态进行选择和控制，实现电驱动、发动机驱动、串联充电、并联充电和电助力混合动力驱动、减速制动能量回收、混联模式输入动力分流和输出动力分流驱动同时对能量存储系统进行充电和放电、满电下山和电池功率受限时进行发动机制动，提升车辆动力总成的动力性、安全性、和降低能量消耗；三个连续变速混联模式分别适合在低速、中速、和高速时选择发动机的最佳工况并提供连续变速的动力舒适性；固定速比换挡可以通过连续变速模式来调节发动机转速然后完成换挡，过程更加舒适，减少离合器的摩擦损耗和换挡能量设计要求，同时改善发动机的瞬态燃烧控制并因此减少污染排放。

[0039] 发动机可以通过串联模式启动,控制器也可以选择9个固定速比的合适离合器控制离合器的差速扭矩进行启动;需要时控制器也可以选择9个固定速比的合适离合器控制离合器的差速扭矩和发动机扭矩驱动车辆起步或倒车。

[0040] 本发明技术方案具有以下优点:

[0041] A. 本发明是一个多速比纯电驱动装置,低速时提升电机的动力性、高速时降低电机的转速噪音和能量损失,不需要外部动力如发动机。

[0042] B. 本发明提供一个串联充电和三个连续变速驱动的混联工作模式、以及9个固定速比的并联混合动力挡位,优于国际市场主流的增程电动车和燃油混合动力产品,改善了高速、低速的发动机高效工况和燃油经济性,平稳的发动机速度变化提升了驾驶舒适性同时改善了发动机的瞬态燃烧控制并因此减少污染排放,9个固定速比提升了大马力驾驶的功率性和长途行驶的经济性。

[0043] C. 本发明集成一个电机和电机逆变器,比国际市场主流同类双电机产品节省了成本。

[0044] D. 本发明可以选择合适的挡位和模式取得舒适的发动机制动性能和避免刹车热损坏,提升了在满电下山和电功率受限时的刹车安全可靠性能。

[0045] E. 本发明的固定速比换挡可以选择混联模式同步发动机转速,降低了离合器摩擦损害并增加了可靠性。

[0046] F. 本发明提升了纯电模式的冷启动响应性能并降低了能量损耗,可选择方向离合器不需要油压即处于锁止状态进入纯电1档时驱动,其摩擦能量损耗小于制普通的制动器在分离状态的能量损耗,进一步提升了高速运行效率。

附图说明

[0047] 附图有利于说明具体实施方式,详细介绍如下,但通过介绍可以显而易见的对实施方案进行多种变更而取得相近的或部分发明成果;

[0048] 图1描述了本发明的基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动装置的结构简图;

[0049] 图2描述了本发明的基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动装置的另一种变形的结构简图;

[0050] 图中标识如下:

[0051] 1-电机转子;2-能量存储;3-扭转减震器;4-复合轮系太阳行星轮;5-复合轮系小齿圈;6-复合轮系齿圈行星轮;7-复合轮系太阳轮;8-复合轮系行星架;9-复合轮系大齿圈;10-复合轮系输出齿轮;11-第一离合器;12-第二离合器;13-第三离合器;14-第四离合器;15-第五离合器;16-简单轮系齿圈;17-简单轮系太阳轮;18-简单轮系行星架;19-电机速比齿轮;20-外齿轮;21-可选择方向离合器;22-制动器;23-减速齿轮;24-减速机构;25-动力输出轴;28-复合行星轮系;29-简单行星轮系;26-电机逆变器;27-控制器;30-外部动力;31-外部动力输入轴;33-电机定子;34-电机连接齿轮;35-变速箱体;36-简单轮系行星轮。

实施方式

[0052] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例

例是本发明的一部分,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 如图1所示,本发明所提供的一种基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动系统,包括电动机、动力输出轴25以及变速箱体35,变速箱体上连接有由外部动力30驱动的外部动力输入轴31,所述变速箱体上固定连接有上述可选择方向离合器21和制动器22,可选择方向离合器21和制动器22分别转动连接在所述外部动力输入轴31上;所述变速箱体内设有一个复合行星轮系28和一个简单行星齿轮系29;所述复合行星轮系28包括复合轮系行星架8、太阳行星轮4、复合轮系小齿圈5、外齿轮20、复合轮系太阳轮7、复合轮系齿圈行星轮6、复合轮系大齿圈9以及复合轮系输出齿轮10,所述可选择方向离合器21的制动端分别能与复合轮系太阳轮7连接、通过第三离合器13与复合轮系行星架8连接、与第一离合器11连接,所述复合轮系齿圈行星轮6和太阳行星轮4连接在复合轮系行星架8上,所述太阳行星轮4分别与复合轮系太阳轮7、复合轮系小齿圈5与啮合,所述复合轮系大齿圈9分别与复合轮系齿圈行星轮6、复合轮系输出齿轮10啮合,所述复合轮系输出齿轮10通过减速机构24驱使动力输出轴25转动;所述简单行星齿轮系29包括简单轮系行星架18、简单轮系太阳轮17、简单轮系齿圈16,所述制动器22能制动简单轮系太阳轮17,所述简单轮系行星架18通过第五离合器15与外部动力输入轴31连接,所述简单轮系行星架18通过第二离合器12与复合轮系行星架8连接,简单轮系太阳轮17与简单轮系行星架18上的小行星齿轮啮合;所述外部动力输入轴31通过第四离合器14连接有电动变速机构,电动变速机构由电动机动力驱动,所述电动变速机构通过联动装置与外齿轮20动力连接;所述可选择方向离合器21、制动器22、第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15皆由控制器27控制。

[0054] 参考图1所示,在本实施例中,所述电动变速机构包括通过第四离合器14连接在外动力输入轴31上的电机连接齿轮34,电机连接齿轮34啮合有电机速比齿轮19,所述电动机的电机转子1的动力轴上连接有电动驱动齿轮,电动驱动齿轮与电机速比齿轮19啮合,所述联动装置包括联动轴,联动轴的一端连接在电机速比齿轮19、另一端连接在外齿轮20上。

[0055] 所述外部动力输入轴31通过扭转减震器3与外部动力30动力连接。所述电动机的电机定子33连接有电机逆变器26,电机逆变器通过电信号和控制器27连接;控制器27、电机逆变器26电连接有外部能量存储2。

[0056] 本发明还提供了一种车辆,所述车辆安装有上述结构的基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动装置。

[0057] 参考图2所示,本发明还提供了另一种实施例,其基本结构与上述第一个实施例相同,不同点在于,所述电动变速机构包括通过第四离合器14连接在外动力输入轴31上的电机连接齿轮34,变速箱体内存有联动轴,联动轴上连接有与电机连接齿轮34啮合的电机速比齿轮19,所述联动装置包括联动齿轮,所述电动机的电机转子1通过动力轴连接外齿轮20,所述外齿轮通过联动齿轮与电机速比齿轮19动力连接,也即是说,电动变速机构的传动路线略有变化,其直接目的使电动机更加靠近外齿轮20设置,传动路线更短且结构更紧凑。电机转子不再和复合轮系小齿圈同轴,而是和行星轮系平行转动但通过齿轮啮合和复合轮系小齿圈保持固定速比关系,运行模式相同。

[0058] 本发明通过控制器 27控制各离合器、制动器以及可选择方向离合器的状态,可以使系统进入纯电驱动、串联充电、以及动力分流连续变速和固定速比挡位的各种混合动力

传动模式；根据驾驶员的操作指令、能量存储系统的能量和热管理状态、车辆速度和HVAC（供热通风与空气调节）等状态，选择最佳的模式使车辆高效行驶、加速、减速、能量回收制动、发动机安全制动，同时对能量存储系统的能量通过电机发电用电进行优化管理。

[0059] 本发明中，外部动力30可以为动力车上的发动机，扭转减震器3的具体结构为现有技术，其主要由弹性元件和阻尼元件等组成，其中弹簧元件用以降低传动系的首端扭转刚度，从而降低传动系扭转系统的某阶固有频率，改变系统的固有振型，使之能避开由发动机转矩主谐量激励引起的激励；阻尼元件用以有效耗散振动能量，在此不再详细描述其结构。可选择方向离合器21的具体结构也为现有技术，其可以采用某公司生产的SOWC（可选择方向离合器，也被称为CMD即可控机械二极管），本领域技术人员知晓其具体结构，在此不详细描述。外部能量存储2可以为蓄电池等现有技术中的蓄电装置。

[0060] 下面就本发明的典型纯电和混合动力工作模式和工况的动力传递进行具体描述，并在控制器27的控制下，利用基于复合行星轮系的电驱动和混合动力传动系统的调控速比输出、纯电驱动、串联充电的方法如下：

[0061] 表一电驱动和混合动力典型工作模式

[0062]

序号	模式类别	模式	离合器状态						
			C1	C2	C3	C4	C5	L1	L2
1	串联充电	S1				x			
2	纯电驱动	EV1						x	
3	纯电驱动	EV2			x				
4	纯电驱动	EV3		x					x
5	动力分流连续变速	EVT1	x						
6	动力分流连续变速	EVT2		x			x		
7	动力分流连续变速	EVT3					x		x
8	固定机械速比	G1				x		x	
9	固定机械速比	G2		x			x	x	
10	固定机械速比	G3	x						
11	固定机械速比	G4			x	x			
12	固定机械速比	G5	x		x				
13	固定机械速比	G6					x	x	x
14	固定机械速比	G7		x			x		
15	固定机械速比	G8	x				x		x
16	固定机械速比	G9			x		x		x
17	固定机械速比	R		x		x			x
18	坡度锁止	Ground			x			x	

[0063] 注：C1、C2、C3、C4、和C5代表第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14和第五离合器15，L1代表可选择方向离合器21，L2代表制动器22，状态x 表示结合和锁止状态。

[0064] 1. 串联充电工作模式：第四离合器14结合时空挡，在控制器27的控制作用下，第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第五离合器15、可选择单向离合器21、和制动器22处于分离或非制动状态，从而实现由外部动力输入轴31向电动机进行充电的过程，外部动力30发动机通过扭转减震器 3、外部动力输入轴 31、第四离合器14、电机连接齿轮 34、电机速比齿轮 19、外齿轮 20和电动机的转子保持固定传动速比；通过控制电机扭矩可以

调节发动机转速到最佳工况点发电;发动机也可以通过该模式启动。

[0065] 2.纯电驱动工作模式:纯电驱动时动力方向是可逆的,电机可以把能量存储装置2的电能转换为机械能驱动车辆,同时也可以可以在电机制动减速时将车辆的动能转换为电能为能量存储装置2充电。

[0066] 纯电驱动工作模式具有纯电驱动EV1、纯电驱动EV2和纯电驱动EV3三个档位,EV1、EV2、EV3的意思是指纯电驱动的三种模式,在控制器27的控制作用下,控制可选择单向离合器21、第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、制动器22的状态实现了上述三种纯电驱动的模式,下面详细介绍三种纯电驱动模式。

[0067] 纯电驱动EV1:可选择单向离合器21结合,第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、制动器22处于分离或非制动状态,电动机的转子连接外齿轮20、外啮合电机速比齿轮19、啮合外齿轮5并转动复合轮系小齿圈,电动机和复合轮系小齿圈5固定传动速比(N_m/N_{r0})显而易见的由在此阐述的部件齿轮数确定;复合轮系大齿圈9连接复合轮系输出齿轮10、通过减速机构24带动力输出轴25驱动车辆,复合轮系大齿圈9和输出轴25固定传动速比(N_{r1}/N_o)显而易见的由在此阐述的部件齿轮数确定。

[0068] 可选择方向离合器21锁止复合轮系太阳轮7、其速度 N_{s1} 为零;复合轮系小齿圈5和复合轮系大齿圈9速比(N_{r0}/N_{r1})在太阳轮7速度为零时显而易见的由复合行星轮系28设计参数确定;电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)为速比(N_m/N_{r0})、(N_{r0}/N_{r1})、和(N_{r1}/N_o)的乘积。通过控制电机扭矩的大小和方向,可以驱动车辆前进或倒退的加速度。

[0069] (N_m/N_{r0})和(N_{r1}/N_o)速比在各种工作模式下保持不变,将被后续模式描述引用,当(N_{r0}/N_{r1})速比关系确定时,电机和输出轴的传动速比(N_m/N_o)为(N_m/N_{r0})、(N_{r0}/N_{r1})、和(N_{r1}/N_o)的乘积,不再重复描述。

[0070] 纯电驱动EV2:第三离合器13结合,第一离合器11、第二离合器12、第四离合器14、第五离合器15、可选择单向离合器21、制动器22处于分离或非制动状态,第三离合器13合锁时,复合行星轮系28的大齿圈9和复合轮系小齿圈和外齿轮5一起转动, (N_{r0}/N_{r1})=1。电机和输出轴的传动速比(N_m/N_o)为速比(N_m/N_{r0})和(N_{r1}/N_o)的乘积。

[0071] 纯电驱动EV3:第二离合器12、制动器22结合,第一离合器11、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、可选择单向离合器21、处于分离或非制动状态,第三离合器13和制动器22合锁时,复合轮系行星架8不转动,复合行星轮系28的大齿圈9和复合轮系小齿圈和外齿轮5的转动速比是负数值;复合轮系小齿圈经过复合行星轮系28转动复合轮系大齿圈9,速比(N_{r0}/N_{r1})可由设计参数确定。

[0072] 3.动力分流连续变速工作模式:

[0073] 动力分流连续变速的工作模式指的是,由外部动力30以及电机可以共同驱动动力输出,通过控制器27的控制作用,控制可选择单向离合器21、第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、制动器22的状态实现了动力分流连续变速的三种模式,下面详细介绍三种动力分流连续变速工作模式。

[0074] 动力分流连续变速EVT1:第一离合器11结合,第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、可选择单向离合器21、制动器22处于分离或非制动状态,电机驱动复合轮系小齿圈;复合轮系大齿圈9驱动车辆,外部动力30发动机驱动复合轮系太阳轮

7,第一离合器11合锁连接复合轮系太阳轮 7和外部动力输入轴 31、连接扭转减震器3、以及外部动力30发动机,通过减速机构 24带动动力输出轴 25驱动车辆。为了方便起见,以下描述将视同外部动力输入轴 31和外部动力 30发动机。

[0075] 输出动力分流:通过控制电机扭矩的大小和方向,可以控制发动机的转速和选择燃烧工况最佳点;电动机的转子在正向转动时和发动机一起驱动车辆,在负方向转动并驱动车辆时发电和反馈能量给电机逆变器 26和能量存储系统 2。

[0076] 通过控制电机扭矩的大小和方向,也可以控制发动机制动的最佳点并同时发电。

[0077] 动力分流连续变速EVT2:第二离合器12、第五离合器15结合,第一离合器11、第三离合器13、第四离合器14、可选择单向离合器21、制动器22处于分离或非制动状态,外部动力 30发动机驱动复合轮系行星架 8,第二离合器 12合锁连接复合轮系行星架 8、简单轮系太阳能17、和简单轮系行星架 18,通过离合器5 15连接外部动力 30发动机同速转动;电机驱动复合轮系小齿圈;复合轮系大齿圈 9通过减速机构 24带动动力输出轴 25进而驱动车辆。

[0078] 输入动力分流:通过控制电机扭矩的大小和方向,可以调节发动机的转速和选择燃烧工况最佳点;电动机的转子在正向转动时,发动机驱动车辆和电机发电给电机逆变器 26和能量存储系统2充电;调节发动机减速并使电动机的转子在负向转动时,发动机输出功率减小、电机将增加功率保持同样驱动功率。

[0079] 通过控制电机扭矩的大小和方向,也可以控制发动机的制动的最佳点并同时发电。

[0080] 动力分流连续变速EVT3:第五离合器15结合,制动器22制动,第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、可选择单向离合器21、处于分离或非制动状态,制动器22锁止简单轮系齿圈 16;第五离合器15连接简单轮系行星架 18和外部动力 30发动机,外部动力 30发动机驱动简单轮系行星架 18;电机转子1驱动复合轮系小齿圈;复合轮系大齿圈 9通过减速机构 24带动动力输出轴 25进而驱动车辆。

[0081] 输入动力分流:通过控制电机扭矩的大小和方向,可以调节发动机的转速和选择燃烧工况最佳点;电动机的转子在正向转动和驱动时,发动机驱动车辆和电机发电给电机逆变器 26和能量存储系统 2充电;调节发动机减速并使电动机的转子负向转动时,发动机输出功率减小、电机将增加功率保持同样驱动功率。

[0082] 通过控制电机扭矩的大小和方向,也可以控制发动机的制动的最佳点并同时发电。

[0083] 4. 固定机械速比工作模式:

[0084] 固定机械速比工作模式指的是,由外部动力30以及电机可以共同驱动动力输出,通过控制器27的控制作用,控制可选择单向离合器21、第一离合器11、第二离合器12、第三离合器13、第四离合器14、第五离合器15、制动器22的状态实现了输入和输出的速比变化,即实现了固定机械速比的九种档位的切换以及坡度锁止的状态,下面详细介绍实现以上固定机械速比工作模式的具体过程。

[0085] 固定机械速比G1档:第四离合器14结合,可选择单向离合器21锁止,第一离合器 11、第二离合器12、第三离合器13、第五离合器15、制动器22处于分离或非制动状态,发动机外部动力输入轴 31通过第四离合器14连接电机连接齿轮 34、啮合电机速比齿轮 19、啮合

外齿轮 20 连接电动机的转子，发动机和复合轮系小齿圈 5 传动速比 (N_e/N_{r0}) 确定，电机并联连接复合轮系小齿圈 (N_m/N_{r0}) ；可选择方向离合器 21 锁止复合轮系太阳轮 7、其速度 N_{s1} 为零；复合轮系大齿圈 9 驱动车辆 (N_{r1}/N_o) ；复合轮系小齿圈 5 和复合轮系大齿圈 9 速比 (N_{r0}/N_{r1}) 在太阳轮 7 速度为零时显而易见的由复合行星轮系 28 设计参数确定；发动机和动力输出轴的传动速比 (N_e/N_o) 为速比 (N_e/N_{r0}) 、 (N_{r0}/N_{r1}) 、 (N_{r1}/N_o) 的乘积；电机和动力输出轴的传动速比 (N_m/N_o) 为速比 (N_m/N_{r0}) 、 (N_{r0}/N_{r1}) 、 (N_{r1}/N_o) 的乘积；

[0086] 发动机和电机是并联混合动力驱动，电机扭矩控制可以实现在发动机驱动时并联驱动或发电，发动机需要相应的调节扭矩来保持车辆驱动扭矩；也可以在发动机扭矩恒定时通过电机扭矩变化满足车辆扭矩变化的请求。

[0087] 固定机械速比 G2 档：第二离合器 12、第五离合器 15 结合，可选择单向离合器 21 锁止，第一离合器 11、第三离合器 13、第四离合器 14、制动器 22 处于分离或非制动状态，外部动力 30 发动机通过第五离合器 15、第二离合器 12 驱动复合轮系行星架 8；可选择方向离合器 21 锁止复合轮系太阳轮 7、其速度 N_{s1} 为零；复合轮系大齿圈 9 驱动车辆；复合轮系行星架 8 和复合轮系大齿圈 9 速比 (N_{c1}/N_{r1}) 、复合轮系小齿圈 5 和复合轮系大齿圈 9 速比 (N_{r0}/N_{r1}) 在太阳轮 7 速度为零时显而易见的由复合行星轮系 28 设计参数确定；发动机和动力输出轴的传动速比 (N_e/N_o) 为速比 (N_{c1}/N_{r1}) 和 (N_{r1}/N_o) 的乘积；电机和动力输出轴的传动速比 (N_m/N_o) 为速比 (N_m/N_{r0}) 、 (N_{r0}/N_{r1}) 、和 (N_{r1}/N_o) 的乘积。

[0088] 固定机械速比 G3 档：第一离合器 11 结合，第二离合器 12、第三离合器 13、第四离合器 14、第五离合器 15、可选择单向离合器 21、制动器 22 处于分离或非制动状态，发动机外部动力 30 通过第一离合器 11 驱动复合轮系太阳轮 7；电动机的转子连接外齿轮 20、外啮合电机速比齿轮 19、啮合外齿轮 5 并转动复合轮系小齿圈；复合轮系大齿圈 9 驱动车辆；电机控制小齿圈速度为零时，仅有机械能传动，复合轮系太阳轮和复合轮系大齿圈 9 速比 (N_{s1}/N_{r1}) 显而易见；发动机和动力输出轴的传动速比 (N_e/N_o) 为复合轮系太阳轮和复合轮系大齿圈 9 速比 (N_{s1}/N_{r1}) 、 (N_{s1}/N_{r1}) 和 (N_{r1}/N_o) 的乘积。

[0089] 固定机械速比 G4 档：第三离合器、第四离合器结合，第一离合器、第二离合器、第五离合器、可选择方向离合器、制动器处于分离状态，复合行星轮系 28 的大齿圈 9、复合轮系小齿圈 5、外齿轮 20、以及复合轮系太阳轮 7 一起转动，发动机通过第四离合器 14 连接电机连接齿轮 34、电机速比齿轮 19、外齿轮 20，速比 (N_e/N_{r0}) 显而易见， $N_{r1}=N_{r0}$ ，因此发动机和动力输出轴的传动速比 (N_e/N_o) 为速比为 (N_e/N_{r0}) 和 (N_{r1}/N_o) 的乘积；电机和动力输出轴的传动速比 (N_m/N_o) 显而易见的等于速比 (N_{r1}/N_o) 。

[0090] 电机转子 1、能量存储 2、扭转减震器 3、复合轮系太阳行星轮 4、复合轮系小齿圈 5、复合轮系齿圈行星轮 6、复合轮系太阳轮 7、复合轮系行星架 8、复合轮系大齿圈 9、复合轮系输出齿轮 10、第一离合器 11、第二离合器 12、第三离合器 13、第四离合器 14、第五离合器 15、简单轮系齿圈 16、简单轮系太阳轮 17、简单轮系行星架 18、电机速比齿轮 19、外齿轮 20、可选择方向离合器 21、制动器 22、减速齿轮 23、减速机构 24、输出轴 25、复合行星轮系 28、简单行星轮系 29、电机逆变器 26、控制器 27、外部动力 30、外部动力输入轴 31、本装置 32、电机定子 33、电机连接齿轮 34、箱体 35、简单轮系行星轮 36、

[0091] 固定机械速比 G5 档：第一离合器 11、第三离合器 13 结合，第二离合器 12、第四离合器 14、第五离合器 15、可选择单向离合器 21、制动器 22 处于分离或非制动状态，复合行星轮

系 28的大齿圈 9、复合轮系小齿圈 5、外齿轮20、以及复合轮系太阳轮 7一起转动,第一离合器 11连接复合轮系太阳轮 7和发动机外部动力 30,因此发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)等于速比(N_{r1}/N_o);电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)等于速比(N_{r1}/N_o)。

[0092] 固定机械速比G6档:第五离合器、可选择方向离合器、制动器结合,第一离合器、第二离合器、第三离合器、第四离合器、处于分离状态,复合轮系太阳轮7速度为零,复合轮系行星架8和复合轮系大齿圈9速比(N_{c1}/N_{r1})可以显而易见的确定,电机和和复合轮系大齿圈9的速比(N_m/N_{r1})也显而易见,发动机通过第五离合器15连接简单轮系行星架18、简单轮系太阳轮17连接复合轮系行星架8,简单轮系齿圈16连接制动器22速度为零,发动机和复合轮系行星架8速比(N_e/N_{c1})显而易见,因此发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)等于速比(N_e/N_{c1})、(N_{c1}/N_{r1})、和(N_{r1}/N_o)的乘积;电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)等于速比(N_m/N_{r1})和(N_{r1}/N_o)的乘积。

[0093] 固定机械速比G7档:第二离合器12、第五离合器15结合,第一离合器11、第三离合器13、第四离合器14、可选择单向离合器21、制动器22处于分离或非制动状态,外部动力 30发动机驱动复合轮系行星架 8,第二离合器 12连接复合轮系行星架 8、简单轮系太阳轮 17、和简单轮系行星架 18同速度转动,第五离合器 15连接外部动力 30发动机和复合轮系行星架 8同速转动;电机连接复合轮系小齿圈速度被控制为静止时发动机和复合轮系大齿圈 9速比(N_e/N_{r1})显而易见,发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)为速比(N_e/N_{r1})和(N_{r1}/N_o)的乘积。

[0094] 固定机械速比G8档:第一离合器、第五离合器、制动器结合,第二离合器、第三离合器、第四离合器、可选择方向离合器、处于分离状态,发动机通过第一离合器11连接复合轮系太阳行星轮4、通过第五离合器连接简单轮系行星架18同速转动,简单轮系太阳轮17连接复合轮系行星架8同速转动,简单轮系齿圈16连接制动器速度为零,发动机和复合轮系行星架8速比(N_e/N_{c1})显而易见,复合轮系行星架8和复合轮系大齿圈 9速比(N_{c1}/N_{r1})显而易见,电机和复合轮系大齿圈 9速比(N_m/N_{r1})也显而易见,发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)为速比(N_e/N_{c1})、(N_{c1}/N_{r1})、和(N_{r1}/N_o)的乘积,电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)为速比(N_m/N_{r1})和(N_{r1}/N_o)的乘积。

[0095] 固定机械速比G9档:第三离合器、第五离合器、制动器结合,第一离合器、第二离合器、第四离合器、可选择方向离合器、处于分离状态,复合行星轮系 28的大齿圈 9、复合轮系小齿圈 5、外齿轮20、以及复合轮系太阳轮 7一起转动,发动机通过第五离合器15连接简单轮系行星架18,简单轮系齿圈 16连接制动器22速度为零,发动机和简单轮系太阳轮17的速比(N_e/N_{r2})可以显而易见的确定,发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)为速比(N_e/N_{r2})和(N_{r1}/N_o)的乘积,电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)为速比等于(N_{r1}/N_o)。

[0096] 固定机械速比GR档:第二离合器12、第四离合器14结合,制动器22制动,第一离合器11、第三离合器13、第五离合器15、可选择单向离合器21、处于分离或非制动状态,简单轮系齿圈16和复合轮系行星架 8速度为零;电机和复合行星轮系大齿圈 9速比(N_m/N_{r1})可以显而易见的确定,发动机外部动力输入轴 31通过第四离合器14连接电机连接齿轮 34、啮合电机速比齿轮 19、啮合外齿轮 20连接电动机的转子,发动机和复合轮系小齿圈5传动速比(N_e/N_{r0})可以显而易见的确定,因此发动机和动力输出轴的传动速比(N_e/N_o)为速比

(N_e/N_{r0})、(N_m/N_{r1})、和(N_{r1}/N_o)的乘积;电机和动力输出轴的传动速比(N_m/N_o)为速比(N_m/N_{r1})和(N_{r1}/N_o)的乘积。

[0097] 坡度锁止 C3,第三离合器13结合,可选择单向离合器21锁止,第一离合器11、第二离合器12、第四离合器14、第五离合器15、制动器22处于分离或非制动状态,复合行星轮系 28的大齿圈 9、复合轮系小齿圈和外齿轮 5、以及复合轮系太阳轮 7一起转动;可选择单向离合器21锁止复合轮系太阳轮 7、复合行星轮系 28的大齿圈 9速度为零,故输出轴速度为零、阻止车辆滑动。

[0098] 在本发明的上述描述过程中, N_e 代表的是发动机(外部动力30)的转速, N_o 代表的是动力输出轴25的转速, N_{r0} 代表的是复合轮系小齿圈5的转速, N_m 代表的是电动机的电机转子的转速; N_{s1} 代表的是复合轮系太阳轮 7的转速, N_{r1} 代表的是复合轮系大齿圈 9的转速, N_{c1} 代表的是复合轮系行星架 8的转速, N_{r2} 代表的是简单轮系齿圈 16的转速, N_{c2} 代表的是简单轮系行星架 18的转速, N_{s2} 代表的是简单轮系太阳轮 17的转速,根据上述描述,本领域技术人员知晓如何计算上述各个档位上的传动速比。

[0099] 本发明不受上述实施例的限制,在本技术领域人员来说,基于本发明上具体结构的等同变化以及部件替换皆在本发明的保护范围内。

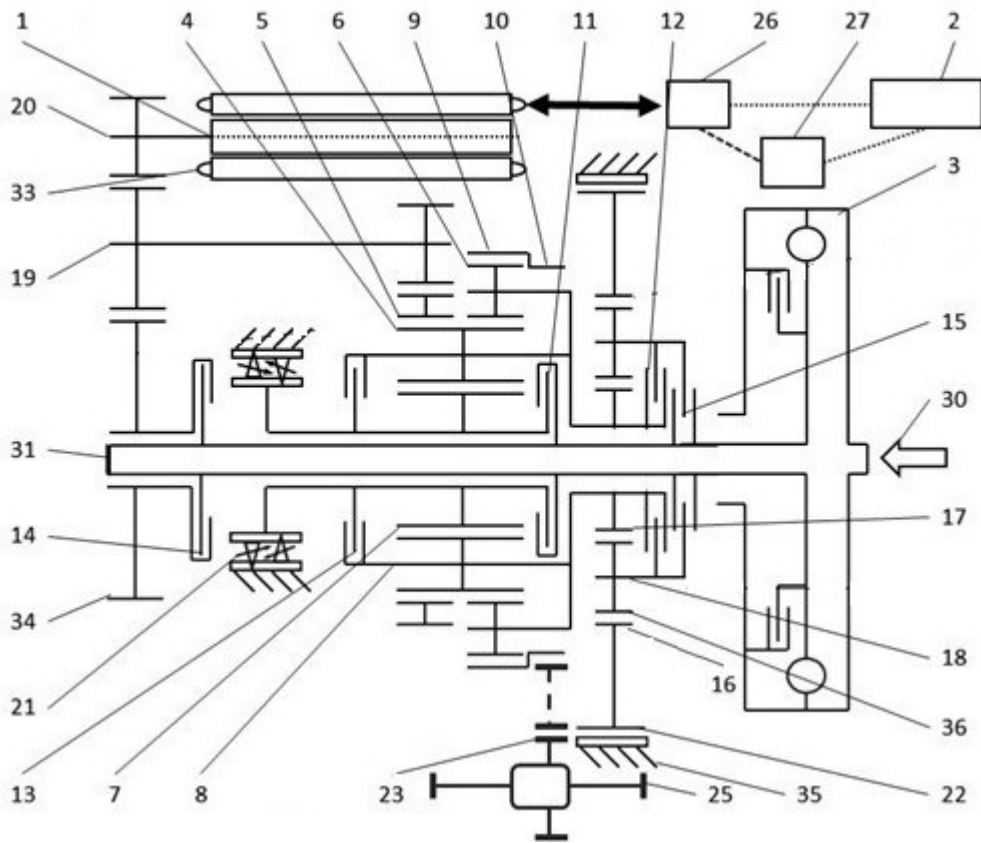


图1

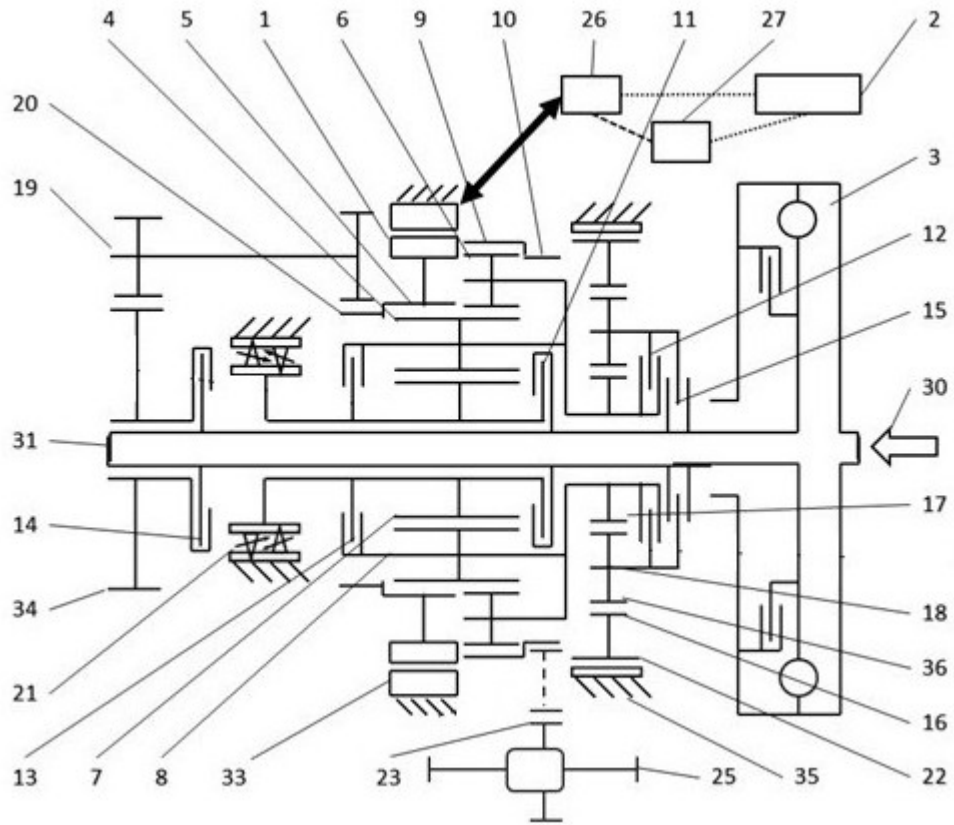


图2