

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B60K 6/36 (2006.01)

B60K 6/26 (2007.10)

F16H 57/10 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910194649.0

[43] 公开日 2010年1月20日

[11] 公开号 CN 101628541A

[22] 申请日 2009.8.27

[21] 申请号 200910194649.0

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 朱福堂 陈俐 殷承良

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

代理人 王锡麟 王桂忠

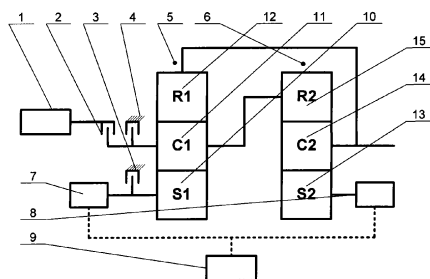
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

[54] 发明名称

混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置

[57] 摘要

一种用于混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，包括：离合器、第一制动器、第二制动器、前行耦合装置和后行耦合装置，其中：离合器的一端与发动机输出轴连接，离合器的另一端经第二制动器与前行耦合装置的输入端相连接，后行耦合装置的输入端分别连接前行耦合装置和后行电机，第一制动器的两端分别连接前行电机和前行耦合装置，前行耦合装置和后行耦合装置的输出端与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。本发明结构紧凑、传动比大、承载能力强、传动平稳、传动效率高；可同时实现功率分流和无级变速；通过控制模式切换元件，可灵活实现混合动力汽车多种复杂工作模式。



1、一种混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，包括：离合器、第一制动器、第二制动器，其特征在于，还包括：前行耦合装置和后行耦合装置，其中：离合器的一端与发动机输出轴连接，离合器的另一端经第二制动器与前行耦合装置的输入端相连接，后行耦合装置的输入端分别连接前行耦合装置和后行电机，第一制动器的两端分别连接前行电机和前行耦合装置，前行耦合装置和后行耦合装置的输出端与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

2、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的前行耦合装置包括：前行星排太阳轮、前行星排行星架和前行星排齿圈，其中：离合器的从动盘经第二制动器与前行星排行星架连接，前行星排太阳轮经第一制动器与前行电机的输出端相连接，前行星排齿圈与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

3、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的后行耦合装置包括：后行星排太阳轮、后行星排行星架和后行星排齿圈，其中：后行星排齿圈与前行耦合装置的输出端相连接，后行星排太阳轮与后行电机连接，后行星排行星架与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

4、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的离合器为多片干式离合器。

5、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的第一制动器和第二制动器为单向离合器。

6、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的前行电机和后行电机为永磁同步电机。

7、根据权利要求1所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的动力电池为24V磷酸铁锂电池。

8、根据权利要求1或者2所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的前行耦合装置，其前行星排太阳轮的输入端为凸出端，通过第一制动器与前行电机连接；其前行星排行星架的前、后两端皆为凸出端，前行星排行星架的前端成包络状并形成后行星排齿圈，前行星排行星架的后端通

过离合器与发动机输出轴相连；其前行星排齿圈由后行星排行星架包络形成。

9、根据权利要求1或者3所述的混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置，其特征是，所述的后行耦合装置，其后行星排太阳轮的输入端为凸出端且与后行电机连接；其后行星排行星架的前、后两端皆为凸出端，后行星排行星架的前端成包络状并形成前行星排齿圈，后行星排行星架的后端通过内花键与动力输出轴相连；其后行星排齿圈由前行星排行星架包络形成。

混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置

技术领域

本发明涉及的是一种混合动力汽车技术领域的装置，具体是一种混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置。

背景技术

安全、节能、环保已经成为当今汽车发展的主题，而混合动力汽车被业内公认为当前实现上述目标的最佳手段之一。混合动力汽车是一种由发动机和电机系统共同驱动的车辆。其中发动机可以是使用多种燃料的内燃机；电机既可以是永磁电机也可以是励磁电机，既可以是同步电机也可以是异步电机。混合动力汽车的结构主要分为并联式、串联式和混联式。混联形式以及电驱动程序的增加是混合动力发展的大方向，它采用差动行星齿轮，因为行星齿轮传动与普通定轴齿轮传动相比，具有质量小、体积小、传动比大、承载能力大、传动平稳及传动效率高优点，可以同时实现功率分流和变速的目的，双排行星齿轮机电动力耦合装置在具备上述优点的同时，可以更好的减少发动机与电机切换过程中的速度波动，更好地实现无级变速，并可降低对于电机的要求，是一种较为先进的混合动力汽车驱动装置。

经对现有技术的文献检索发现：中国专利申请号 03128810.3 公开了一种混合动力汽车驱动系统，包括发动机、前轮、蓄电池、轮毂电动机、后轮、发电机、后桥，但是轮毂电机的应用不但会提高混合动力汽车整车成本，而且会导致簧载质量变化，从而引起整车动力学特性的改变；中国专利申请号 200610064953.X，200710078132.6 及 200710047421.X 均为基于双行星排的混合动力驱动装置，结构上均采用单电机，虽能实现机电耦合与无级变速功能，但驱动装置尺寸较大且成本较高，同时对于电机的要求较高。

又经检索发现：日本丰田汽车公司公开了一种行星齿轮机电耦合机构，该技术具有以下特点：（1）第二排往往为一个固定速比；（2）几乎不采用任何的离合器和制动器，各种模式的实现主要依靠复杂的控制技术来实现。此外，美国通用

汽车公司公开的行星齿轮机电耦合机构结构上主要是灵活的采用多个离合器和制动器实现工作模式的切换。但是上述耦合机构对于电机的要求较高，需要电机具有 10 种以上不同的速比来实现各种工作模式。

发明内容

本发明针对现有技术存在的上述不足，提供一种混合动力汽车的双排行星齿轮电动力耦合装置，与现有技术相比，在控制的复杂程度以及对于电机的要求方面相对较低，可实现性较强。同时，此装置的结构紧凑，传递部件少，具备无级变速功能和模式切换功能，能够在最大限度的节约制造和改造成本的基础上实现节约燃油和保证整车动力性能的目的。

本发明是通过以下技术方案实现的，本发明包括：离合器、第一制动器、第二制动器、前行耦合装置和后行耦合装置，其中：离合器的一端与发动机输出轴连接，离合器的另一端经第二制动器与前行耦合装置的输入端相连接，后行耦合装置的输入端分别连接前行耦合装置和后行电机，第一制动器的两端分别连接前行电机和前行耦合装置，前行耦合装置和后行耦合装置的输出端与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

所述的前行耦合装置包括：前行星排太阳轮、前行星排行星架和前行星排齿圈，其中：离合器的从动盘经第二制动器与前行星排行星架连接，前行星排太阳轮经第一制动器与前行电机的输出端相连接，前行星排齿圈与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

所述的后行耦合装置包括：后行星排太阳轮、后行星排行星架和后行星排齿圈，其中：后行星排齿圈与前行耦合装置的输出端相连接，后行星排太阳轮与后行电机连接，后行星排行星架与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

本发明装置在结构上，根据混合动力汽车的需求，为发动机，前行电机和后行电机提供了前行星排行星架，前行星排太阳轮以及后行星排太阳轮三个输入，动力经过前行星排齿圈，后行星排行星架耦合经动力输出轴输出。三构件的具体连接方法为：前行星排齿圈的延伸端与后行星排支撑行星轮的行星架轴铆接固联，动力输出轴与行星架中间轴通过花键过盈配合固定连接。

本发明装置将发动机、前行电机和后行电机输出的动力通过前后两行星排进行耦合，其中，发动机与前行电机为串联式耦合，二者合成的动力与后行电机进行并联式耦合，因此，整个系统为混联式混合动力系统。两排行星齿轮的行星架

与齿圈互联方式使得结构十分紧凑。离合器与制动器的应用可以更好的实现各种复杂的工作模式，从而实现对于机电动力的最优配置，提高能源的利用率。同时，两排行星齿轮特征参数的变换，可以灵活调节对于两电机的要求。

本发明上述的装置，包括以下多种工作模式：

(1) 发动机启动模式：发动机启动模式根据车的状态，分为静止启动和纯电动启动两种情况：

静止启动时，离合器结合，驾驶员将车制动在原地，前行电机做起动机运行，后行电机空转，由前行电机输出的动力，经过前行星排太阳轮和行星架传递至发动机，瞬间带动发动机至怠速以上，实现发动机启动；

纯电动启动时，要求汽车行驶速度超过设定值 V_m 或者蓄电池的 SOC 值达到强制充电状态 SOC_q 时，离合器接合，第一制动器接合，制动前行电机，后行电机输出的动力经双行星排、离合器后带动发动机启动，进入发动机运行，功率分流驱动汽车。

(2) 纯电动驱动模式：电动机驱动模式(轻度负荷)，指在汽车运行速度小于某设定值，蓄电池的 SOC 值高于 SOC_{low} 时，汽车运行所需要的转矩由驱动后行电机单独提供。此时，第一制动器分离，第二制动器接合，离合器 C 分离，前行电机空转，发动机静止，驱动后行电机的动力经后行星排行星架输出到车轮，驱动汽车。

(3) 发动机驱动模式：分为发动机单独驱动模式和发动机驱动行车发电模式。

发动机单独驱动模式，指汽车中低速行驶，汽车需求转矩低于 T_m 时，汽车运行所需要的转矩由发动机单独提供。此时，第一制动器接合，制动前行电机，离合器 C 结合，后行电机自由旋转，动力由发动机经前后行星排传至车轮。

发动机驱动行车发电模式，指指汽车中低速行驶，汽车需求转矩低于 T_m ，且蓄电池的 SOC 值达到强制充电状态 SOC_q 时，发动机同时提供汽车运行所需的驱动转矩和为电池充电的电机转矩。此时，第一制动器分离，前行电机转矩与转速方向相反，为电池充电，后行电机自由旋转。

(4) 混合驱动模式：在大负荷下，当车辆需求功率大于发动机效率优化功率、电池 SOC 值高于 SOC_{low} 时，离合器 C 结合，第一制动器、第二制动器分离，发动机、电机共同驱动车辆，这种模式能获得最大的驱动力，通常用于中低

速加速和高速区，如极限速度行驶，超车等情况。

(5) 制动模式：制动模式根据车的状态，分为纯电制动和联合制动两种情况：

纯电制动，指在中低速车速以及制动力要求不高的情况下，第一制动器分离，第二制动器接合，发动机静止，驱动后行电机单独制动，克服地面摩擦阻力矩，做发电机运行，回收制动能量，并对电池充电；

联合制动，指在高速，制动力要求较高或者紧急制动情况下，进行机电联合制动，即液压制动和电机制动。此时，第一制动器接合，离合器 C 接合，第二制动器分离，发动机和驱动后行电机参与制动，制动力不足部分由液压制动补足。驱动后行电机做发电机运行，回收制动能量，并对电池充电。

本发明与现有技术相比，其启动模式，根据车速、电池 SOC 值来决定采用静止启动模式或纯电动启动模式，在发动机启动前的时间，实现电能的最大利用，避免了发动机工作在低速低效区，从而降低了燃油消耗；混合驱动模式发生在高功率需求的情况下，通过优化控制策略可以实现发动机、前行电机、后行电机三者的最优控制，在不影响汽车整体动力性的前提下，提高了车辆的燃油经济性，而这些都源于耦合装置的结构创新和控制策略的优化设计；制动模式，则是根据车速高低来决定离合器与制动器的状态，以实现纯电制动或联合制动，能够在满足制动要求的前提下，更高效的实现能量回收。

附图说明

图 1 混合动力汽车的双排行星齿轮机电动力耦合装置机械连接图。

图 2 混合动力汽车双排行星齿轮机电动力耦合装置的结构示意图。

具体实施方式

下面对本发明的实施例作详细说明，本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

如图 1 和图 2 所示，本实施例包括：发动机 1、离合器 2、第一制动器 3、第二制动器 4、前行耦合装置 5、后行耦合装置 6、前行电机 7、后行电机 8 和动力电池 9，其中：离合器 2 的一端与发动机 1 输出轴连接，离合器 2 的另一端经第二制动器 4 与前行耦合装置 5 的输入端相连接，后行耦合装置 6 的输入端分别连接前行耦合装置 5 和后行电机 8，第一制动器 3 的两端分别连接前行电机 7 和

前行耦合装置 5，前行耦合装置 5 和后行耦合装置 6 的输出端与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。动力电池 9 通过电池管理系统和逆变器（图中未示出）与前行电机 7 和后行电机 8 相连。

所述的前行耦合装置 5 包括：前行星排太阳轮 10、前行星排行星架 11 和前行星排齿圈 12，其中：离合器 2 的从动盘经第二制动器 4 与前行星排行星架 11 连接，前行星排太阳轮 10 经第一制动器 3 与前行电机 7 的输出端相连接，前行星排齿圈 12 与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

所述的后行耦合装置 6 包括：后行星排太阳轮 13、后行星排行星架 14 和后行星排齿圈 15，其中：后行星排齿圈 15 与前行耦合装置 5 的输出端相连接，后行星排太阳轮 12 与后行电机 8 连接，后行星排行星架 13 与动力输出轴相连接并输出动力至车轮。

所述的发动机 1 的动力可以按照机械路径直接传递给车轮，也可以通过前行电机 7 和后行电机 8 以电能的方式给蓄电池充电。

所述的离合器 2 为多片干式离合器。通过液压控制系统控制其结合分离，达到发动机 1 动力传输与中断的目的。

所述的第一制动器 3 为单向离合器，通过液压控制系统控制其结合分离，实现前行电机 7 动力的中断与传输，并控制前行星排太阳轮 10 的运转与停止。

所述的第二制动器 4 为单向离合器，通过液压控制系统控制其结合分离，实现离合器 2 输出端动力的中断与传输，并控制前行星排行星架 11 的运转与停止。

所述的前行电机 7 和后行电机 8 为永磁同步电机，主要用来静止启动发动机 1 或利用发动机 1 的能量给电池充电，同时，还具有调节发动机 1 的转速，减少发动机 1 转速波动的功能。

所述的动力电池 9 选用 24V 磷酸铁锂电池，通过电池管理系统和逆变器（图中未示出）实现对前行电机 7 和后行电机 8 提供驱动汽车所需能量，并可实现制动能量回收和发动机多余能量的存储。

所述的前行星排太阳轮 10 的输入端为凸出端，通过第一制动器 3 与前行电机 7 连接。

所述的前行星排行星架 11 的前后两端皆为凸出端，前端成包络状并形成后行星排齿圈 15，后端通过离合器 2 与发动机 1 输出轴相连。

所述的前行星排齿圈 12 由后行星排行星架 14 包络形成。

所述的后行星排太阳轮 13 的输入端为凸出端且与后行电机 8 连接。

所述的后行星排行星架 14 的前后两端皆为凸出端，前端成包络状并形成前行星排齿圈 12，后端通过内花键与动力输出轴相连。

所述的后行星排齿圈 15 由前行星排行星架 11 包络形成。

本实施例在静止启动发动机模式时，离合器 2 结合，输出端由驾驶员进行制动，保证汽车静止，前行电机 7 做电动机运行，其动力输出经过前行星排太阳轮 10、行星排行星架 11、离合器 2 传递至发动机 1，带动发动机 1 启动。

本实施例在纯电动启动发动机模式时，离合器 2 结合，第一制动器 3 结合，后行电机 8 做电动机运行，其动力输出一方面通过后行星排太阳轮 13、后行星排行星架 14 传递至车轮驱动汽车；另一方面，其输出能量在后行星排行星架 14 分流，经后行星排齿圈 15，前行星排齿圈 12 后在前行星排行星架 11 处汇流，再经过离合器 2 后传递至发动机 1，带动发动机 1 启动。

在纯电动驱动模式时，离合器 2 分离，第一制动器 3 分离，第二制动器 4 结合，发动机 1 停机或怠速运转，电机空转，电机的动力输出依次通过后行星排太阳轮 13、后行星排行星架 14 后经动力输出轴传递至车轮驱动汽车。

在发动机单独驱动模式时，离合器 2 结合，第一制动器 3 结合，第二制动器 4 分离，发动机 1 的动力输出依次通过离合器 2、前行星排行星架 11、前行星排齿圈 12 后经动力输出轴传递至车轮驱动汽车。

在发动机驱动行车发电模式时，离合器 2 结合，第一制动器 3 分离，第二制动器 4 分离，发动机 1 的动力，一方面经过离合器 2、前行星排行星架 11、前行星排太阳轮 10 传递至前行电机 7，前行电机 7 做发电机运行，给动力电池充电；另一方面，其动力输出依次通过离合器 2、前行星排行星架 11、前行星排齿圈 12 后经动力输出轴传递至车轮驱动汽车。

在混合驱动模式时，离合器 2 结合，第一制动器 3 分离，第二制动器 4 分离，发动机 1、后行电机 8 共同驱动车辆，前行电机 7 根据动力需求和 SOC 高低作为发电机或电动机工作。发动机 1 的动力输出通过离合器 2 后在前行星排行星架 11 处分为两路，一路通过前行星排齿圈 12，一路通过后行星排齿圈 15 到达后行星排行星架 14；后行电机 8 的动力输出通过后行星排太阳轮 13、后行星排行星架 14 后，与发动机 1 的两路输出在动力输出轴处汇合，输出至车轮驱动汽车。

在纯电制动模式时，离合器 2 分离，第一制动器 3 分离，第二制动器 4 结合，

发动机 1 停机或怠速运转，前行电机 7 空转，来自车轮的车辆动能依次通过后行星排行星架 14、后行星排太阳轮 13 后到达后行电机 8，使之做发电机运行，回收制动能量，通过逆变器和电池管理系统对动力电池 9 充电。

联合制动模式时，离合器 2 结合，第一制动器 3 结合，第二制动器 4 分离。液压系统，发动机 1 和后行电机 8 进行联合制动。由发动机 1 和电机 8 制动的车辆动能，一部分，通过后行星排行星架 14、后行星排太阳轮 13 后到达电机 8，使之做发电机运行，回收制动能量，并对动力电池 9 充电；另一部分则经过后行星排行星架 14、后行星排齿圈 15、前行星排齿圈 12 后在前行星排行星架 11 处汇流，经离合器 2 传递至发动机 1，由发动机 1 的摩擦阻力来平衡。

本实施例最终实现的技术效果为：对丰田普锐斯的单排行星齿轮耦合机构和本实施例的双行星排机电动力耦合机构进行经济性对比分析，采用 UDC_aut 循环，仿真结果得到丰田普锐斯行星齿轮耦合机构的等效燃油消耗为每百公里 3.3305 升，本实施例双行星排机电动力耦合机构的等效燃油消耗为每百公里 3.1673 升，节油率提高了 5%。

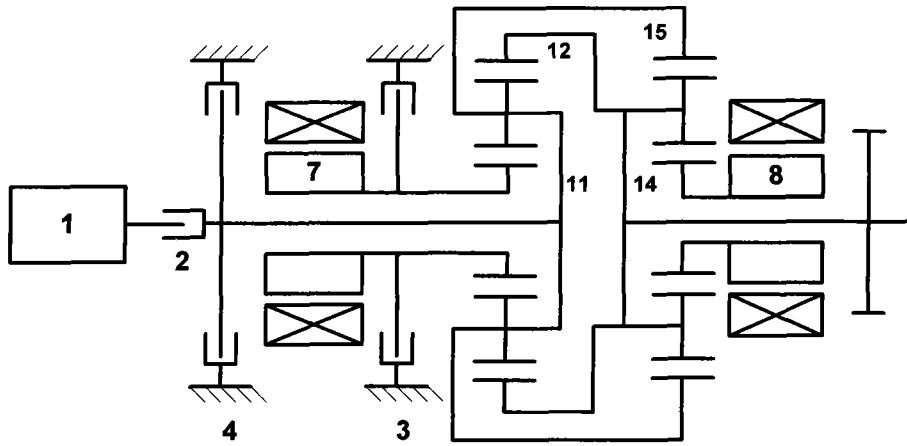


图 1

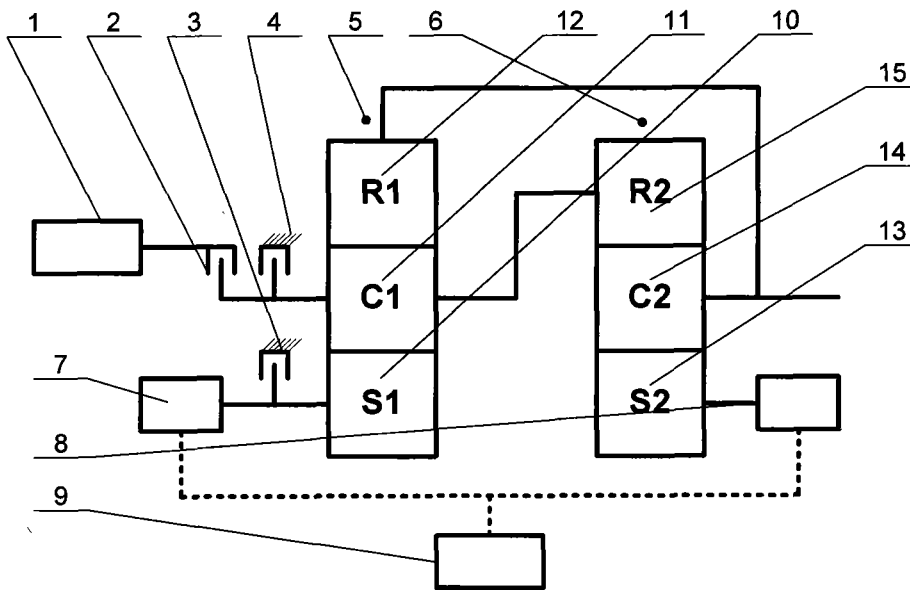


图 2