



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102897014 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201210399085. 6

(22) 申请日 2012. 10. 19

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 陈辛波 余卓平 宁国宝 舒涛
殷璐

(74) 专利代理机构 上海东亚专利商标代理有限公司 31208

代理人 陈树德 刘莹

(51) Int. Cl.

B60K 6/36(2007. 01)

B60K 6/20(2007. 01)

F16H 3/44(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2012-17007 A, 2012. 01. 26, 说明书第
0018-0021 段, 附图 1.

CN 2140003 Y, 1993. 08. 11, 说明书第 2 页第

15 行至第 3 页第 3 行, 附图 1-2.

CN 87208342 U, 1988. 03. 23, 全文.

CN 2270850 Y, 1997. 12. 17, 全文.

CN 101184644 A, 2008. 05. 21, 全文.

审查员 潘欣

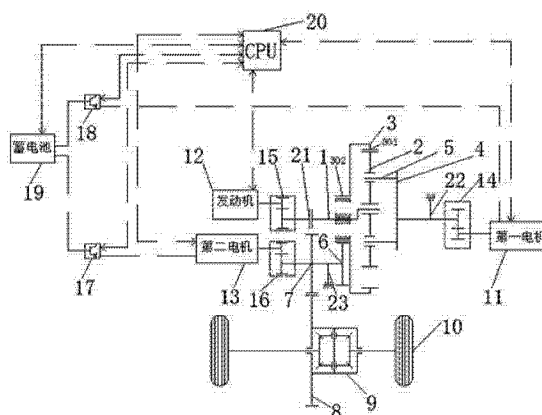
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的
混合动力驱动系统

(57) 摘要

本发明公开一种基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统, 发动机动力输入减速器, 经离合器输出到 K-H 行星齿轮机构的转臂上, 第一电机动力输入减速器, 经孔销式输出机构输出到 K-H 行星齿轮机构的行星轮上。发动机的动力和第一电机的动力经 K-H 行星齿轮机构耦合后输出到齿圈输出齿轮, 第二电机动力经减速器输出到输出齿轮, 和齿圈输出齿轮传递的动力耦合后共同驱动车辆行驶。本发明的优点是结构简单, 通过离合器和制动器的控制实现车辆不同的工作模式的选择, 效率高。



1. 一种基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,其特征在于:该混合动力驱动系统包括 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构,通过 K-H 行星齿轮机构将混合动力驱动系统的动力源的发动机、第一电机、第二电机的动力耦合起来;发动机的输出轴与第二减速器的输入轴固联,第二减速器的输出轴与离合器的主动片固联,即发动机的动力经第二减速器减速增扭后通过离合器传递至行星轮转臂;第一电机的输出轴与第一减速器的输入轴固联,第一减速器的输出轴与输出圆盘的轴固联,即第一电机的动力经第一减速器减速增扭后传递至输出圆盘,再经圆柱销传递至行星轮;这样,所述发动机输出的动力和所述第一电机输出的动力分别传递给所述 K-H 行星齿轮机构的行星轮转臂和行星轮,经 K-H 行星齿轮机构耦合后由齿圈输出齿轮输出;第二电机的输出轴与第三减速器的输入轴固联,第三减速器的输出轴与输出齿轮固联,第三减速器的输出齿轮与所述齿圈输出齿轮固联,即第二电机的动力经第三减速器减速增扭后由所述输出齿轮输出,该第二电机传递过来的动力与所述齿圈输出齿轮的输出动力在输出齿轮处叠加后,再经主减速器齿轮和差速器传递至车轮。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,其特征在于:混合动力驱动系统还包括离合器、第一制动器、第二制动器;离合器控制发动机的动力输入或断开至 K-H 行星齿轮机构,第一制动器实现对输出圆盘的轴的制动,第二制动器实现对输出齿轮的制动;离合器、第一制动器、第二制动器的工作模式在电子控制单元的控制下可切换。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,其特征在于:所述 K-H 行星齿轮机构包括行星轮转臂、行星轮和齿圈,齿圈上有内齿圈和外齿圈,齿圈通过轴承支承于行星轮转臂,齿圈相对于行星轮转臂可且仅可作绕其轴线的旋转运动,行星轮与内齿圈啮合;行星轮转臂的一端通过轴承支承于行星轮上的中心孔内,行星轮转臂的另一端与离合器的从动片固联;外齿圈与齿圈输出齿轮啮合。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,其特征在于:所述孔销式输出机构包括行星轮、圆柱销和输出圆盘;输出圆盘上均布的四个圆柱销分别对应插入行星轮上的四个圆孔中,圆柱销在圆孔中紧贴圆孔内壁作圆周运动;行星轮上四个圆孔的均布直径和输出圆盘上四个圆柱销的均布直径相等,输出圆盘轴的转动中心和行星轮自身轴线中心有偏移距,该偏移距的两倍等于行星轮圆孔直径与销轴直径之差;输出圆盘轴的转动中心与行星轮转臂的转动中心同轴线,保证输出圆盘轴的转速与行星轮的自转转速相等。

基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及混合动力汽车动力传动领域,具体涉及到一种基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统。

背景技术

[0002] 随着全球石油资源的日益匮乏,混合动力汽车已经成为未来汽车发展的重要趋势。目前混合动力汽车的主要动力结构形式为串联式、并联式和混联式。由于混合动力汽车的动力源除了发动机,一般还包括发电机/电动机,因此动力传动系统较传统汽车有较大区别。

[0003] 在丰田公司推出的混合动力汽车 Prius 上,其核心部件就是混合动力系统 THS。该机构主要是采用了一个基于行星齿轮的动力分配装置将发动机、电动机以及发电机的动力实现了较好的耦合。

[0004] K-H 行星齿轮机构与 THS 混合动力驱动系统的不同之处在于前者没有了太阳轮,取而代之的是行星轮转臂,而且通过与孔销式输出机构的配合实现了不同平行轴运动部件间的等速传动。K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构同样能实现三个动力源的较好调节,通过第一电机的转速控制保证发动机在各种行驶工况下以经济方式运行,而第二电机的输出动力则与发动机传递至输出轴的动力叠加,以满足车辆的动力需求。相较于 Prius 的混合动力系统,K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构组成的混合动力驱动系统具有结构紧凑、体积小、传动效率高等优点,通过正确的参数匹配,可以实现混合动力汽车不同动力源理想的动力耦合。但是,K-H 行星齿轮机构的行星轮转臂的转速不能太高,而且孔销式输出机构中的圆柱销的载荷和转速都不能太高,这样限制了其在高速及重载工况下的使用。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种结构简单、效率高的基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统。

[0006] 为了解决以上的技术问题,本发明提供了一种基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,该混合动力驱动系统包括 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构,通过 K-H 行星齿轮机构将混合动力驱动系统的动力源的发动机、第一电机、第二电机的动力耦合起来;发动机的输出轴与第二减速器的输入轴固联,第二减速器的输出轴与离合器的主动片固联;第一电机的输出轴与第一减速器的输入轴固联,第一减速器的输出轴与输出圆盘的轴固联;第二电机的输出轴与第三减速器的输入轴固联,第三减速器的输出轴与输出齿轮固联;输出齿轮与齿圈输出固联。

[0007] 发动机的动力经第二减速器减速增扭后传递至行星轮转臂,第一电机的动力经第一减速器减速增扭后传递至输出圆盘,再经圆柱销传递至行星轮,发动机输出的动力和第一电机输出的动力经 K-H 行星齿轮机构耦合后输出至齿圈输出齿轮;第二电机的动力经第

三减速器减速增扭后输出至输出齿轮；齿圈输出齿轮的动力和第二电机传递过来的动力在输出齿轮处叠加后，经主减速器齿轮和差速器传递至车轮。

[0008] 混合动力驱动系统还包括离合器、第一制动器、第二制动器。第一制动器的运动件固联于输出圆盘的轴，制动件固联于车体。第二制动器的运动件固联于输出齿轮的轴，制动件固联于车体。离合器控制发动机的动力输入或断开至 K-H 行星齿轮机构，第一制动器实现对输出圆盘的轴的制动，第二制动器实现对输出齿轮的制动。离合器、第一制动器和第二制动器在电子控制单元的控制下，分别实现制动或者释放输出圆盘的轴和输出齿轮的轴，保证了不同工况下车辆各动力源不同的工作模式。

[0009] 所述 K-H 行星齿轮机构包括行星轮转臂、行星轮和齿圈，齿圈上有内齿圈和外齿圈，齿圈通过轴承支承于行星轮转臂，齿圈相对于行星轮转臂可且仅可作绕其轴线的旋转运动，行星轮与内齿圈啮合；行星轮转臂和外齿圈同轴转动，行星轮转臂是一曲轴结构，行星轮转臂的一端通过轴承支承于行星轮上的中心孔内，行星轮转臂的另一端与离合器的从动片固联；外齿圈与齿圈输出齿轮啮合。

[0010] 所述孔销式输出机构包括行星轮、圆柱销和输出圆盘；输出圆盘上均布的四个圆柱销分别对应插入行星轮上的四个圆孔中，圆柱销在圆孔中紧贴圆孔内壁作圆周运动；行星轮上四个圆孔的均布直径和输出圆盘上四个圆柱销的均布直径相等，输出圆盘轴的转动中心和行星轮自身轴线中心有偏移距，该偏移距的两倍等于行星轮圆孔直径与销轴直径之差；输出圆盘轴的转动中心与行星轮转臂的转动中心同轴线，保证输出圆盘轴的转速与行星轮的自转转速相等。

[0011] 主减速器齿轮固联于差速器壳体上，与输出齿轮相啮合，差速器的输出端与车轮通过半轴固联。

[0012] 本发明的优越功效在于：有效解决了混合动力汽车多个动力源的耦合问题。由于断开了驱动车轮与发动机的刚性连接，通过第一电机和第二电机的调节，保证了车辆的动力性，同时发动机工作在高效率工作区间，提高了车辆的经济性。通过离合器和制动器的工作状态选择，可以实现多种工作模式的切换。该混合动力驱动系统，结构简单，效率高，具有很好的应用前景。

附图说明

[0013] 图 1 为本发明的结构示意图；

[0014] 图 2 为本发明孔销式输出机构的示意图；

[0015] 图 3 为图 2 的侧视图；

[0016] 图中标号说明

[0017]	1—行星轮转臂；	2—行星轮；
[0018]	3—齿圈；	
[0019]	301—内齿圈；	302—外齿圈；
[0020]	4—输出圆盘；	5—圆柱销；
[0021]	6—齿圈输出齿轮；	7—输出齿轮；
[0022]	8—主减速器齿轮；	9—差速器；
[0023]	10—车轮；	11—第一电机；

- | | | |
|--------|------------|-----------|
| [0024] | 12—发动机； | 13—第二电机； |
| [0025] | 14—第一减速器； | 15—第二减速器； |
| [0026] | 16—第三减速器； | 17—第一逆变器； |
| [0027] | 18—第二逆变器； | 19—蓄电池； |
| [0028] | 20—电子控制单元； | 21—离合器； |
| [0029] | 22—第一制动器； | 23—第二制动器。 |

具体实施方式

[0030] 请参阅附图所示,对本发明作进一步的描述。

[0031] 如图 1 所示,本发明提供了一种基于 K-H 行星齿轮机构和孔销式输出机构的混合动力驱动系统,该混合动力驱动系统包括发动机 12、第一电机 11 和第二电机 13 组成;动力源接入装置由第一减速器 14、第二减速器 15、第三减速器 16、离合器 21、输出圆盘 4 和圆柱销 5 组成;动力分配机构由行星轮转臂 1、行星轮 2 和齿圈 3 组成;动力输出装置由齿圈输出齿轮 6、输出齿轮 7、主减速器齿轮 8 和差速器 9 组成;电子元件由第一逆变器 17、第二逆变器 18、蓄电池 19 和电子控制单元 20 组成。

[0032] 所述 K-H 行星齿轮机构包括行星轮转臂 1、行星轮 2 和齿圈 3。行星轮 2 和齿圈 3 啮合,行星轮转臂 1 和齿圈 3 同轴转动。行星轮转臂 1 为曲臂结构,其一端通过轴承支承于行星轮 2 的中心孔,行星轮转臂 1 和行星轮 2 可相对周向转动,另一端固联于离合器 21 的从动片上。内齿圈 301 与行星轮 2 啮合,外齿圈 302 与齿圈输出齿轮 6 啮合。齿圈 3 通过轴承支承于行星轮转臂 1,二者可且仅可作绕行星轮转臂 1 轴线的旋转运动。其中,行星轮转臂 1 的转速就是行星轮 2 的公转角速度,输出圆盘 4 的轴的转速就是行星轮 2 的自转角速度。

[0033] 所述孔销式输出机构包括行星轮 2、圆柱销 5 和输出圆盘 4。行星轮 2 上均布有四个圆孔,输出圆盘 4 上均布的四个圆柱销 5 分别插入行星轮上的圆孔中,圆柱销可在圆孔中周向自由转动。行星轮 2 上四个圆孔的均布直径和输出圆盘 4 上四个圆柱销 5 的均布直径相等,输出圆盘 4 的轴的转动中心和行星轮 2 自身轴线中心有偏移距,该偏移距的两倍等于行星轮圆孔直径与圆柱销 5 直径之差。输出圆盘 4 的轴的转动中心与行星轮转臂 1 的转动中心同轴线。所述孔销式输出机构可实现行星轮 2 和输出圆盘 4 的等速转动。

[0034] 发动机 12 的动力经第二减速器 15 的主动齿轮传递至从动齿轮,从动齿轮的输出轴固联于离合器 21 的主动片上,根据具体的工况由电子控制单元 20 决定离合器 21 的工作状态,实现将发动机 12 的动力输入至行星轮转臂 1 或者将动力切断。

[0035] 第一电机 11 的输出轴与第一减速器 14 的主动齿轮轴固联,动力经主动齿轮传递至从动齿轮,从动齿轮轴固联于输出圆盘 4 的轴。同时,第一制动器 22 的运动件固联于输出圆盘 4 的轴,制动件固联于车体。第一制动器 22 可控制行星轮 2 的工作方式。

[0036] 第二电机 13 的输出轴与第三减速器 16 的主动齿轮轴固联,动力经主动齿轮传递至从动齿轮,从动齿轮轴与输出齿轮 7 同轴固联,同时轴上还固联齿圈输出齿轮 6。第二制动器 23 的运动件固联于输出齿轮 7 的轴,制动件固联于车体。第二制动器可制动输出齿轮 7。

[0037] 第一电机 11 和第二电机 13 为即可作为发电机也可作为电动机工作的发电电动

机。第一电机 11 和第二电机 13 分别通过第一逆变器 17 和第二逆变器 18 向蓄电池 19 充电或接受蓄电池 19 释放的电。第一逆变器 17 和第二逆变器 18 共用正极母线和负极母线与蓄电池 19 连接,这样可以使得第一电机 11 和第二电机 13 中一个电机消耗另一个电机产生电能,避免了蓄电池 19 的过度充电或放电。

[0038] 所述 K-H 行星齿轮机构的行星轮转臂 1、行星轮 2 和外齿圈 3 的转速 N_1 、 N_2 和 N_3 满足如下的关系式:

[0039] 所述 K-H 行星齿轮机构的行星轮转臂 1、行星轮 2 和外齿圈 3 的转矩 T_1 、 T_2 、 T_3 满足如下的关系式:

[0040]
$$T_1:T_2:T_3=1:Z_2/(Z_3-Z_2):-Z_3/(Z_3-Z_2);$$

[0041] 其中: Z_3 —内齿圈的齿数; Z_2 —行星轮的齿数。

[0042] 上式中所求的各动力部件的转矩是在稳态工况下,实际车辆运行过程中各动力部件的运行状况是随着车辆行驶工况不断瞬时变化的,在上式求得的转矩上还要进行适当修正,以保证转矩输出命令的精准性和实时性。

[0043] 以如下齿轮参数分析该 K-H 行星齿轮机构的运动参数:

[0044] 内齿圈 301 齿数 $Z_3=25$,行星轮 2 齿数 $Z_2=15$,外齿圈 302 与齿圈输出齿轮 6 传动比为 1,发动机输入转矩 T ,发动机转速 $N_e=3000\text{rpm}$,第二电机转速 $N_m=0\sim 6500\text{rpm}$,第一减速器 14 的减速比 $i_1=3$,第二减速器 15 的减速比 $i_3=2$,第三减速器 16 的减速比 $i_2=2.5$ 。

[0045]

各部件的主要运动参数运行结果如下表:

	行星轮转臂 1	行星轮 2	外齿圈 3
联接部件	发动机	第一电机	输出轴
转速 (rpm)	1500	-1000~3333	0~2600
转矩 (N·m)	2T	3T	-5T

[0046] 从该表中可看出,通过取合理的齿轮参数和减速器的速比,可使发动机稳定工作在经济的转速范围,第一电机和第二电机的转速工作在合理的范围。在低速行驶时,第一电机以发电机状态工作,将机械能转换成电能储存到蓄电池中;在高速行驶时,第一电机以电动机状态工作,将蓄电池中的电能输出供车辆驱动的动力需求。第二电机则根据该新型混合动力机构的输出转矩与车辆行驶阻力矩之间的差值来决定其以电动机还是发电机状态工作。

[0047] 以上构造的混合动力汽车在不同工况下有不同的工作模式,下面对其工作模式进行说明:

[0048] 1、启动发动机模式。离合器 21 结合,第一制动器 22 释放,第二制动器 23 锁止。第一电机 11 以电动机状态工作,带动发动机 12 启动。蓄电池 19 向第一电机 11 供电,第一电机 11 的动力依次经过第一减速器 14、输出圆盘 4、行星轮 2、行星轮转臂 1、离合器 21、第二减速器 15 传递至发动机 12,带动发动机 12 启动;

[0049] 2、纯电动工作模式。当车辆需求动力较小且蓄电池 SOC 水平较高时,离合器 21 分离,第一制动器 22 锁止,第二制动器 23 释放。蓄电池 19 向第二电机 13 供电,第二电机

13 的动力依次经过第三减速器 16、输出齿轮 7、主减速器齿轮 8,进而通过差速器 9 输出至车轮 10;

[0050] 3、 发动机单独工作模式。当蓄电此 SOC 水平较低时,离合器 21 结合,第一制动器 22 释放,第二制动器 23 释放。若车辆的需求动力较大,发动机 12 以外特性曲线工作,以满足车辆此时的动力性需求;若车辆的需求动力较小,发动机 12 以经济特性曲线工作。发动机 12 的动力依次经过第二减速器 15、离合器 21、行星轮转臂 1、行星轮 2、齿圈 3、齿圈输出齿轮 6、输出齿轮 7、主减速器齿轮 8,进而通过差速器 9 输出至车轮 10。另外,还有一部分发动机 12 动力经第二减速器 15、离合器 21、行星轮转臂 1、行星轮 2、输出圆盘 4、第一减速器 14 传递至第一电机 11,然后经由第一电机 11 转换成电能充入蓄电池 19 中;

[0051] 4、 混合动力工作模式。当蓄电池 SOC 水平较高且车辆的需求动力较大时,离合器 21 结合,第一制动器 22 释放,第二制动器 23 释放。若蓄电池 19 和发动机 12 经济工作状态的输出动力和满足整车的动力需求,发动机 12 以经济特性曲线工作;若蓄电池 19 和发动机 12 经济工作状态的输出动力和不能满足整车的动力需求,发动机 12 以外特性曲线工作。发动机 12 动力依次经过第二减速器 15、离合器 21、行星轮转臂 1、行星轮 2、齿圈 3、齿圈输出齿轮 6 传递至输出齿轮 7,同时第二电机 13 的动力经第三减速器 16 传递至输出齿轮 7,叠加后的动力经主减速器齿轮 8、差速器 9 输出至车轮 10。另外,还有一部分发动机 12 动力经第二减速器 15、离合器 21、行星轮转臂 1、行星轮 2、输出圆盘 4、第一减速器 14 传递至第一电机 11,然后经由第一电机 11 转换成电能充入蓄电池 19;

[0052] 再生制动工作模式。当车辆减速或制动且蓄电池 SOC 水平较低时,离合器 21 分离,第一制动器 22 锁止,第二制动器 23 释放。车辆的制动能量依次经过差速器 9、主减速器齿轮 8、输出齿轮 7、第三减速器 16 传递至第二电机 13,第二电机 13 以发电机状态工作,将制动能量转换成电能充入蓄电池 19。随着制动强度的增大,传统的机械制动装置视制动需要介入制动过程。

