



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107344492 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 08

(21) 申请号 201710550721.3

(22) 申请日 2017.07.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107344492 A

(43) 申请公布日 2017.11.14

(66) 本国优先权数据
201710180386.2 2017.03.24 CN

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 赵克刚 黄向东 杨勇 李罡

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245
专利代理师 蔡克永

(51) Int.Cl.

B60K 6/36 (2007.10)

B60K 6/38 (2007.01)

B60K 6/485 (2007.01)

(56) 对比文件

CN 207207735 U, 2018.04.10

CN 105751881 A, 2016.07.13

CN 104742730 A, 2015.07.01

CN 103587396 A, 2014.02.19

CN 106515417 A, 2017.03.22

JP H11189053 A, 1999.07.13

审查员 陈泽鑫

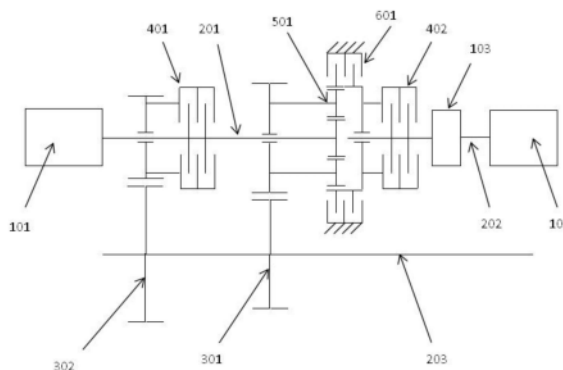
权利要求书7页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

一种混合动力系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开一种混合动力系统及控制方法, 包括第一第二输入轴、第一第二离合器、制动器、第二电机、发动机、一二档齿轮副等。通过第一第二输入轴、第一第二离合器、制动器、一档和二档齿轮副等组成双输入单输出动力传输路线, 通过有序控制离合器、制动器的结合、松开, 将第一输入轴和第二输入轴的动力, 单独或汇合输送到输出轴上, 完成纯电动驱动或混合动力驱动。在纯电动驱动模式下, 第一电机具有两个速比向外输出动力; 在混合动力驱动模式下, 可平滑地在力矩耦合方式和转速耦合方式之间进行无动力中断切换, 克服了传统纯力矩耦合方式下动力性不足、纯转速耦合方式下发动机工作效率较低的缺点, 在动力性与经济性之间达成平衡。



1. 一种混合动力系统控制方法,其特征在于:该混合动力系统包括第一电机(101)、发动机(102)、第二电机(103)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二挡齿轮副(302)、第一离合器(401)、第二离合器(402)、行星排(501)以及制动器(601);

第一电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与第二电机(103)相连,并通过第二离合器(402)连接到行星排(501)的齿圈;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二挡齿轮副(302)的主动齿轮与第一离合器(401)的外圈相连,二挡齿轮副(302)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

第一离合器(401)的内圈与第一输入轴(201)连接,外圈与二挡齿轮副(302)的主动齿轮相连;

第二离合器(402)的内圈与第二输入轴(202)连接,外圈与行星排(501)的齿圈相连;

制动器(601)一端与行星排(501)的齿圈相连,一端与壳体相连;

通过控制第一离合器(401)、第二离合器(402)和制动器(601)的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速挡模式、纯电动驱动高速挡模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴(203)上;

控制步骤如下:

当制动器(601)结合,第一离合器(401)和第二离合器(402)维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速挡模式;第一电机(101)的动力通过第一输入轴(201)、行星排(501)和一档齿轮副(301)传递到输出轴(203);

纯电动驱动模式升挡控制步骤:纯电动驱动模式下需要升挡工作时,先逐渐结合第一离合器(401);第一输入轴(201)的动力分两条路线输出,经过行星排(501)和一档齿轮副(301)的动力逐渐下降,经过二挡齿轮副(302)的动力逐渐上升;当经过行星排(501)和一档齿轮副(301)的动力下降至趋于零时,制动器(601)松开,同时第一离合器(401)完全结合;动力完全通过二挡齿轮副(302)输出,一档升二挡过程完成;

纯电动驱动模式下降挡控制步骤:纯电动驱动模式下需要降挡工作时,制动器(601)逐渐结合;此时,第一输入轴(201)的动力分两条路线输出,经过行星排(501)和一档齿轮副(301)的动力逐渐上升,经过二挡齿轮副(302)的动力逐渐下降;当经过二挡齿轮副(302)的动力下降至趋于零时,制动器(601)完全结合,同时第一离合器(401)松开;动力完全通过行星排(501)和一档齿轮副(301)输出,降挡过程完成;

混合动力系统由纯电动驱动高速挡模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:第二电机(103)带动发动机(102)起动,第二离合器(402)逐步结合;当第二离合器(402)完全结合时,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式;

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第二输入轴(202)的转矩;第一输入轴(201)通过行星排(501)的太阳轮传递的转矩加大,通过二挡齿轮副(302)传递的转矩减小;当通过二挡齿轮副(302)传递的转矩减小至趋于零时,第一离合器(401)松开,混合动力系统工作于混合动力驱动转速耦合模式;

混合动力系统需要由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时:调整第一输入轴(201)的转速,当第一离合器(401)两端转速接近时,第一离合器(401)结合,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式;

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯电动驱动高速挡模式时:第二离合器(402)逐步松开;当第二离合器(402)完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速挡模式。

2.一种混合动力系统控制方法,其特征在于,混合动力系统包括第一电机(101)、发动机(102)、第二电机(103)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二挡齿轮副(302)、同步器(4011)、离合器(4022)、行星排(501)以及制动器(601);

第一电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与第二电机(103)相连,并通过离合器(4022)连接到行星排(501)的齿圈;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与第一输入轴(201)相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮通过同步器(4011)与输出轴(203)相连;

二挡齿轮副(302)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,二挡齿轮副(302)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

离合器(4022)的内圈与第二输入轴(202)连接,外圈与行星排(501)的齿圈相连;

制动器(601)一端与行星排(501)的齿圈相连,一端与壳体相连;

通过控制同步器(4011)、离合器(4022)和制动器(601)的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速挡模式、纯电动驱动高速挡模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴(203)上;

控制步骤如下:

当同步器(4011)结合,离合器(4022)和制动器(601)维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速挡模式;第一电机(101)的动力通过第一输入轴(201)、一档齿轮副(301)传递到输出轴;

纯电动驱动模式升挡控制步骤:纯电动驱动模式下需要升挡工作时,先逐渐结合制动器(601),第一输入轴(201)的动力分两条路线输出,通过行星排(501)和二挡齿轮副(302)的动力逐渐上升,通过一档齿轮副(301)的动力逐渐下降;当通过一档齿轮副(301)的动力下降到接近零时,同步器(4011)退出;制动器(601)完全结合时,动力完全通过行星排(501)和二挡齿轮副(302)输出,一档升二挡过程完成;

纯电动驱动模式下降挡控制步骤:纯电动驱动模式下需要降挡工作时,制动器(601)逐渐松开至滑磨状态,制动器(601)两端产生转速差;调整第一输入轴(201)的转速,当同步器(4011)两端转速相等时,结合同步器(4011);同步器(4011)结合后,制动器(601)完全松开,第一输入轴(201)的动力全部经过一档齿轮副(301)传递到输出轴(203),降挡过程完成;

混合动力系统由纯电动驱动高速挡模式切换到混合动力转速耦合模式时:第二电机(103)带动发动机(102)起动,制动器(601)逐步松开同时离合器(4022)逐步结合;当制动器(601)完全松开时,离合器(4022)完全结合;逐步增大第二输入轴(202)的转速和转矩,此时,混合动力系统工作于转速耦合模式;

混合动力系统由混合动力转速耦合模式切换回纯电动驱动高速挡模式时:离合器

(4022)逐步松开,制动器(601)逐步结合;当离合器(4022)完全松开时,制动器(601)完全结合;此时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速挡模式。

3.一种混合动力系统控制方法,其特征在于,基于混合动力系统,包括第一电机(101)、发动机(102)、第二电机(103)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二挡齿轮副(302)、同步器(4011)、离合器(4022)、行星排(501)、制动器(601);

第一电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与第二电机(103)相连,并通过离合器(4022)连接到行星排(501)的齿圈;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二挡齿轮副(302)的主动齿轮与第二输入轴(202)相连,二挡齿轮副(302)的被动齿轮通过同步器(4011)与输出轴(203)相连;

通过控制同步器(4011)、离合器(4022)的结合或松开,可在纯电动驱动低速挡模式、纯电动驱动高速模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴(203)上;

车辆起步时,同步器(4011)结合,离合器(4022)和制动器(601)维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动低速挡模式;第一输入轴(201)的动力在行星排(501)分流,一部分经过行星架和一档齿轮副(301)传递到输出轴(203),另一部分经过齿圈和二挡齿轮副(302)传递到输出轴(203);当电池电量过低时,第二电机(103)带动发动机(102)起动,发动机(102)起动后带动第二电机(103)向电池补电,或者电能直接供应第一电机(101);

控制步骤如下:

混合动力系统由纯电动驱动低速挡模式切换到纯电动驱动高速挡模式时:制动器(601)逐渐结合;经过行星架和一档齿轮副(301)的动力逐渐上升,经过齿圈和二挡齿轮副(302)的动力逐渐下降;当经过齿圈和二挡齿轮副(302)的动力下降至零时,同步器(4011)脱开,制动器(601)完全结合;此时,第一输入轴(201)的动力全部经过行星架和一档齿轮副(301)传递到输出轴(203);

混合动力系统由纯电动驱动高速挡模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:第二电机(103)带动发动机(102)起动,第二输入轴(202)的转速逐渐提高;逐渐松开制动器(601),当离合器401两端的转速相近时,离合器(4022)结合;离合器(4022)完全结合后,制动器(601)完全松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式,通过调整第一电机(101)的转速,可以使发动机(102)工作在最佳燃油经济区;

混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回纯电动驱动高速挡模式时:离合器(4022)先逐渐松开,制动器(601)逐渐结合;当离合器(4022)完全松开时,制动器(601)完全结合;此时,行星排(501)退化为单级减速机构,混合动力系统工作于纯电动驱动高速挡模式;

混合动力系统由纯电动驱动高速挡模式切换回纯电动驱动低速挡模式时:制动器(601)先逐渐松开,同时调整第一输入轴(201)的转速;当同步器(4011)两端的转速接近时,结合同步器;同步器(4011)结合后,制动器(601)完全脱开;此时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速挡模式。

4. 一种混合动力系统控制方法,其特征在于,该混合动力系统包括第一电机(101)、发动机(102)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二档齿轮副(302)、三档齿轮副(303)、同步器(4011)、行星排(501);

第一电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与行星排(501)的齿圈相连;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二档齿轮副(302)与三档齿轮副(303)的主动齿轮可以通过同步器(4011)连接到第二输入轴(202),二档齿轮副(302)与三档齿轮副(303)的被动齿轮均直接连接到输出轴(203);

有两条动力传递路线可将来自第二输入轴(202)的动力传输到输出轴(203),动力传递路线一为:将动力在行星排(501)与第一输入轴(201)的动力相汇合后,经一档齿轮副(301)传递到输出轴(203),动力再输出到主减速器-差速器送往车轮;动力传递路线二为:动力经二档齿轮副(302)或三档齿轮副(303)传递至输出轴(203),动力再输出到主减速器-差速器送往车轮;

车辆起步时,同步器(4011)位于空挡位置,逐渐加大第一输入轴(201)和第二输入轴(202)上的力矩,两个动力源的动力经行星排(501)汇流后一起驱动车辆前进;

如驱动工况下需要升挡工作时:通过调整第一输入轴(201)的转速,进而调整第二输入轴(202)的转速,将同步器(4011)两端的转速调整为相同之后,同步器(4011)向左拨入二挡位置,使第二输入轴(202)与二档齿轮副(302)相连;随后逐步减小第一输入轴(201)的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴(202)的动力由二档齿轮副(302)传输到车轮;

随着车速的增高,需由二挡升到三挡时,先增大第一输入轴(201)的输入转矩,随之经二档齿轮副(302)传递的转矩会相应下降;当二档齿轮副(302)转矩下降到零时,同步器(4011)由二挡位置转入空挡位置;随后调整第一输入轴(201)的转速,将同步器(4011)两端的转速调整为相同之后,同步器(4011)向右拨入三挡位置,使第二输入轴(202)与三档齿轮副(303)相连;随后逐步减小第一输入轴(201)的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴(202)的动力由三档齿轮副(303)传输到车轮;

如驱动工况下需要降挡工作时:先增大第一输入轴(201)的输入转矩,随之经三档齿轮副(303)传递的转矩会相应下降;当三档齿轮副(303)转矩下降到零时,同步器(4011)由三挡位置转入空挡位置;随后调整第一输入轴(201)的转速,将同步器(4011)两端的转速调整为相同之后,同步器(4011)向左拨入二挡位置,使第二输入轴(202)与二档齿轮副(302)相连;随后逐步减小第一输入轴(201)的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴(202)的动力由二档齿轮副(302)传输到车轮。

5. 一种混合动力系统控制方法,其特征在于,基于混合动力系统,包括第一电机(101)、发动机(102)、第二电机(103)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二档齿轮副(302)、第一离合器(401)、第二离合器(402)、行星排(501);

第一电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与第二电机(103)相连,并通过第一离合器(401)连接到行星排(501)的齿圈;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二档齿轮副(302)的主动齿轮与第二输入轴(202)相连,二档齿轮副(302)的被动齿轮通过第二离合器(402)与输出轴(203)相连;

通过控制第一离合器(401)、第二离合器(402)的结合或松开,可在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴(203)上;

车辆起步时,第二离合器(402)结合,第一离合器(401)维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动模式;第一输入轴(201)的动力在行星排(501)分流,一部分经过行星架和一档齿轮副(301)传递到输出轴(203),另一部分经过齿圈和二档齿轮副(302)传递到输出轴(203);当电池电量过低时,第二电机(103)带动发动机(102)起动,发动机(102)起动后带动第二电机(103)向电池补电,或者电能直接供应第一电机(101);

混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时:第二电机(103)带动发动机(102)起动,第二输入轴(202)的转速逐渐提高;当第一离合器(401)两端的转速相近时,第一离合器(401)结合;逐渐提高第二输入轴(202)的动力,并逐渐降低第一输入轴(201)的动力;当第一输入轴(201)输出的动力为零时,第二输入轴(202)的动力全部通过二档齿轮副(302)传递到输出轴(203);此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式;

混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:只需要增大第一输入轴(201)的动力;受制于二档齿轮副(302)、行星排(501)的运动关系,发动机(102)的动力一部分经过二档齿轮副(302)直接传递到输出轴(203),另一部分经过行星排(501)与第一输入轴(201)的动力汇合后传递到输出轴(203);

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第一输入轴(201)的动力,经行星排(501)和一档齿轮副(301)输出的动力上升,经二档齿轮副(302)输出的动力下降;当二档齿轮副(302)的动力下降至接近于零时,第二离合器(402)松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式;

混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时,先调整第一输入轴(201)的转速,当第二离合器(402)两端的转速接近时,第二离合器(402)结合;此时发动机(102)的动力一部分通过二档齿轮副(302)直接传递到输出轴(203),一部分经过行星排(501)与第一输入轴(201)的动力汇合后传递到输出轴(203);

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时:降低第一输入轴(201)的动力至零;发动机(102)的动力全部经过二档齿轮副(302)传递到输出轴(203);

混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时:逐渐松开第一离合器(401);当第一离合器(401)完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

6. 一种混合动力系统控制方法,其特征在于,基于混合动力系统,包括电机(101)、发动机(102)、第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二档齿轮副(302)、同步器(4011)、离合器(4022)、行星排(501);

电机(101)通过第一输入轴(201)与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与离合器(4022)相连,离合器(4022)的另一端连接

到行星排(501)的齿圈;

一档齿轮副(301)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二挡齿轮副(302)的主动齿轮通过同步器(4011)与第二输入轴(202)相连,二挡齿轮副(302)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

通过控制同步器(4011)、离合器(4022)的结合或松开,可在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴(203)上;

车辆起步时,同步器(4011)结合,离合器(4022)维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动模式;第一输入轴(201)的动力在行星排(501)分流,一部分经过行星架和一档齿轮副(301)传递到输出轴(203),另一部分经过齿圈和二挡齿轮副(302)传递到输出轴(203);

混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时:启动发动机(102),逐渐提高第二输入轴(202)的转速;当离合器(4022)两端的转速相近时,离合器(4022)结合;逐渐提高第二输入轴(202)的动力,并逐渐降低第一输入轴(201)的动力;当第一输入轴(201)输出的动力为零时,第二输入轴(202)的动力全部通过二挡齿轮副(302)传递到输出轴(203);此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式;

混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:只需要增大第一输入轴(201)的动力;受制于二挡齿轮副(302)、行星排(501)的运动关系,发动机(102)的动力一部分经过二挡齿轮副(302)直接传递到输出轴(203),另一部分经过行星排(501)与第一输入轴(201)的动力汇合后传递到输出轴(203);

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第一输入轴(201)的动力,经行星排(501)和一档齿轮副(301)输出的动力上升,经二挡齿轮副(302)输出的动力下降;当二挡齿轮副(302)的动力下降至接近于零时,同步器(4011)松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式;

混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时:先调整第一输入轴(201)的转速,当同步器(4011)两端的转速接近时,同步器(4011)结合;此时发动机(102)的动力一部分通过二挡齿轮副(302)直接传递到输出轴(203),一部分经过行星排(501)与第一输入轴(201)的动力汇合后传递到输出轴(203);

混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时:降低第一输入轴(201)的动力至零;发动机(102)的动力全部经过二挡齿轮副(302)传递到输出轴(203);

混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时:逐渐松开离合器(4022);当离合器(4022)完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

7.一种混合动力系统控制方法,其特征在于,基于混合动力系统,包括包括电机(101),发动机(102),第一输入轴(201)、第二输入轴(202)、输出轴(203)、一档齿轮副(301)、二挡齿轮副(302)、第一离合器(401)、第二离合器(402)、A同步器(4033)、行星排(501)、制动器(601);

电机(101)通过第一输入轴(201)与第一离合器(401)的一端相连,第一离合器(401)的

另一端与行星排(501)的太阳轮相连;

发动机(102)通过第二输入轴(202)与第二离合器(402)的内圈相连,第二离合器(402)的外圈与行星排(501)的齿圈相连;

一档齿轮副(301)的主动齿轮通过A同步器(4033)与第一输入轴(201)相连,一档齿轮副(301)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

二档齿轮副(302)的主动齿轮与行星排(501)的行星架相连,或者通过A同步器(4033)与第一输入轴(201)相连,二档齿轮副(302)的被动齿轮与输出轴(203)相连;

制动器(601)的一端与行星排(501)的齿圈相连,另一端与壳体相连;

通过有序地控制第一离合器(401)、第二离合器(402)、A同步器(4033)和制动器(601)的松开或结合,混合动力系统可工作在纯电动驱动模式或者纯发动机驱动模式;

车辆起步时,第一离合器(401)结合,A同步器(4033)与一档齿轮副(301)结合,第二离合器(402)维持松开状态,制动器(601)维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式;

混合动力系统由纯电动驱动一档模式切换到纯电动驱动二档模式时:制动器(601)逐渐结合;第一输入轴(201)的动力分两条路线输出,经过一档齿轮副(301)传递到输出轴(203)的动力逐渐下降,经过行星排(501)和二档齿轮副(302)传递到输出轴(203)的动力逐渐上升;当经过一档齿轮副(301)传递到输出轴(203)的动力下降为零时,A同步器(4033)脱开,同时制动器(601)完全结合;第一输入轴(201)的动力完全通过行星排(501)和二档齿轮副(302)输出;

混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换到纯电动驱动三档模式时,逐渐松开制动器(601),同时调整第一输入轴(201)的转速;当A同步器(4033)两端的转速接近时,A同步器(4033)与二档齿轮副(302)结合,同时制动器(601)完全松开;第一输入轴(201)的动力完全通过二档齿轮副(302)传递到输出轴(203),混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式;

混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换到纯发动机驱动模式时:第一离合器(401)逐渐松开,第二离合器(402)逐渐结合;当第一离合器(401)完全松开时,第二离合器(402)完全结合,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式;

混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动三档模式时:第二离合器(402)逐渐松开,第一离合器(401)逐渐结合;当第二离合器(402)完全松开时,第一离合器(401)完全结合,混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式;

混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换回纯电动驱动二档模式时:制动器(601)逐渐结合;当制动器(601)完全结合时,A同步器(4033)脱开,混合动力系统工作于纯电动驱动二档模式;

混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换回纯电动驱动一档模式时:制动器(601)逐渐松开,同时调整第一输入轴(201)的转速;当A同步器(4033)两端的转速相近时,A同步器(4033)与一档齿轮副(301)结合,之后,制动器(601)完全松开,混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式。

一种混合动力系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车动力系统,尤其涉及一种混合动力系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 混合动力系统实现两个动力源之间的动力耦合,可分为两类:一类是发动机动力可直接驱动车轮;另一类是发动机动力仅驱动发电机、向电动机提供能量但并不直接驱动车轮,一般被称为串联式混合动力汽车。串联式混合动力汽车中,从燃油至车轮的能量转换环节较多,整体效率较低,一般被用在增程式电动汽车中。在第一类混合动力方案中,可分为转矩耦合式或转速耦合式两个子类。

[0003] 转矩耦合式方案中,发动机的转速与车轮的转速存在固定速比,由此造成发动机经常工作在最佳油耗转速区以外,虽然人们采取了增加多档变速器、CVT等措施,但又造成整机成本较高,体积较大。在转速耦合方案中,发动机、电动机和车轮分别连接行星排三元件中的一个。通过电动机的调速作用,发动机可以工作最佳油耗区。整套系统的燃油经济性较好。但同时又受制于行星排动力学特性,三个元件的输出力矩必须保持固定比例。因此无法像传统变速器提供较大的增矩效果。虽然一般会在车轮边并联一个电动机以改善动力性,但受制于电机本身的性能,动力性能提升有限。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供一种混合动力系统及其控制方法。

[0005] 本发明通过下述技术方案实现:

[0006] 技术方案1:

[0007] 一种混合动力系统,包括第一电机101、发动机102、第二电机103、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、第一离合器401、第二离合器402、行星排501以及制动器601;

[0008] 第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连;

[0009] 发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过第二离合器402连接到行星排501的齿圈;

[0010] 一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连;

[0011] 二档齿轮副302的主动齿轮与第一离合器401的外圈相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连;

[0012] 第一离合器401的内圈与第一输入轴201连接,外圈与二档齿轮副302的主动齿轮相连;

[0013] 第二离合器402的内圈与第二输入轴202连接,外圈与行星排501的齿圈相连;

[0014] 制动器601一端与行星排501的齿圈相连,一端与壳体相连;

[0015] 通过控制第一离合器401、第二离合器402和制动器601的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速档模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0016] 当制动器601结合,第一离合器401和第二离合器402维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式;第一电机101的动力通过第一输入轴201、行星排501和一档齿轮副301传递到输出轴203;

[0017] 纯电动驱动模式升档控制步骤:纯电动驱动模式下需要升档工作时,先逐渐结合第一离合器401;第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过行星排501和一档齿轮副301的动力逐渐下降,经过二档齿轮副302的动力逐渐上升;当经过行星排501和一档齿轮副301的动力下降至趋于零时,制动器601松开,同时第一离合器401完全结合;动力完全通过二档齿轮副302输出,一档升二档过程完成;

[0018] 纯电动驱动模式下降档控制步骤:纯电动驱动模式下需要降档工作时,制动器601逐渐结合;此时,第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过行星排501和一档齿轮副301的动力逐渐上升,经过二档齿轮副302的动力逐渐下降;当经过二档齿轮副302的动力下降至趋于零时,制动器601完全结合,同时第一离合器401松开;动力完全通过行星排501和一档齿轮副301输出,降档过程完成;

[0019] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:第二电机103带动发动机102起动,第二离合器402逐步结合;当第二离合器402完全结合时,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式;

[0020] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第二输入轴202的转矩;第一输入轴201通过行星排501的太阳轮传递的转矩加大,通过二档齿轮副302传递的转矩减小。当通过二档齿轮副302传递的转矩减小至趋于零时,第一离合器401松开,混合动力系统工作于混合动力驱动转速耦合模式;

[0021] 混合动力系统需要由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时:调整第一输入轴201的转速,当第一离合器401两端转速接近时,第一离合器401结合,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式;

[0022] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时:第二离合器402逐步松开;当第二离合器402完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式。

[0023] 技术方案2:

[0024] 一种混合动力系统,包括第一电机101、发动机102、第二电机103、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、同步器4011、离合器4022、行星排501以及制动器601;

[0025] 第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连;

[0026] 发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过离合器4022连接到行星排501的齿圈;

[0027] 一档齿轮副301的主动齿轮与第一输入轴201相连,一档齿轮副301的被动齿轮通过同步器4011与输出轴203相连;

[0028] 二档齿轮副302的主动齿轮与行星排501的行星架相连,二档齿轮副302的被动齿

轮与输出轴203相连；

[0029] 离合器4022的内圈与第二输入轴202连接,外圈与行星排501的齿圈相连；

[0030] 制动器601一端与行星排501的齿圈相连,一端与壳体相连；

[0031] 通过控制同步器4011、离合器4022和制动器601的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速档模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0032] 当同步器4011结合,离合器4022和制动器601维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式;第一电机101的动力通过第一输入轴201、一档齿轮副301传递到输出轴；

[0033] 纯电动驱动模式升档控制步骤:纯电动驱动模式下需要升档工作时,先逐渐结合制动器601,第一输入轴201的动力分两条路线输出,通过行星排501和二档齿轮副302的动力逐渐上升,通过一档齿轮副301的动力逐渐下降;当通过一档齿轮副301的动力下降到接近零时,同步器4011退出;制动器601完全结合时,动力完全通过行星排501和二档齿轮副302输出,一档升二档过程完成；

[0034] 纯电动驱动模式下降档控制步骤:纯电动驱动模式下需要降档工作时,制动器601逐渐松开至滑磨状态,制动器601两端产生转速差。调整第一输入轴201的转速,当同步器4011两端转速相等时,结合同步器4011;同步器4011结合后,制动器601完全松开,第一输入轴201的动力全部经过一档齿轮副301传递到输出轴203,降档过程完成；

[0035] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力转速耦合模式时:第二电机103带动发动机102起动,制动器601逐步松开同时离合器4022逐步结合;当制动器601完全松开时,离合器4022完全结合;逐步增大第二输入轴202的转速和转矩,此时,混合动力系统工作于转速耦合模式；

[0036] 混合动力系统由混合动力转速耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时:离合器4022逐步松开,制动器601逐步结合;当离合器4022完全松开时,制动器601完全结合;此时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式。

[0037] 技术方案3:

[0038] 一种混合动力系统,包括第一电机101、发动机102、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、三档齿轮副303、同步器4011、行星排501；

[0039] 第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连；

[0040] 发动机102通过第二输入轴202与行星排501的齿圈相连；

[0041] 一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连；

[0042] 二档齿轮副302与三档齿轮副303的主动齿轮可以通过同步器4011连接到第二输入轴202,二档齿轮副302与三档齿轮副303的被动齿轮均直接连接到输出轴203；

[0043] 有两条动力传递路线可将来自第二输入轴202的动力传输到输出轴203,动力传递路线一为:将动力在行星排501与第一输入轴201的动力相汇合后,经一档齿轮副301传递到输出轴203,动力再输出到主减速器-差速器送往车轮;动力传递路线二为:动力经二档齿轮副302或三档齿轮副303传递至输出轴203,动力再输出到主减速器-差速器送往车轮；

[0044] 车辆起步时,同步器4011位于空档位置,逐渐加大第一输入轴201和第二输入轴

202上的力矩,两个动力源的动力经行星排501汇流后一起驱动车辆前进;

[0045] 如驱动工况下需要升档工作时:通过调整第一输入轴201的转速,进而调整第二输入轴202的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向左拨入二档位置,使第二输入轴202与二档齿轮副302相连;随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴202的动力由二档齿轮副302传输到车轮;

[0046] 随着车速的增高,需由二档升到三档时,先增大第一输入轴201的输入转矩,随之经二档齿轮副302传递的转矩会相应下降;当二档齿轮副302转矩下降到零时,同步器4011由二档位置转入空档位置;随后调整第一输入轴201的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向右拨入三档位置,使第二输入轴202与三档齿轮副303相连;随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴202的动力由三档齿轮副303传输到车轮;

[0047] 如驱动工况下需要降档工作时:先增大第一输入轴201的输入转矩,随之经三档齿轮副303传递的转矩会相应下降;当三档齿轮副303转矩下降到零时,同步器4011由三档位置转入空档位置;随后调整第一输入轴201的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向左拨入二档位置,使第二输入轴202与二档齿轮副302相连;随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零;此时第二输入轴202的动力由二档齿轮副302传输到车轮;

[0048] 技术方案4:

[0049] 一种混合动力系统,包括第一电机101、发动机102、第二电机103、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、第一离合器401、第二离合器402、行星排501;

[0050] 第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连;

[0051] 发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过第一离合器401连接到行星排501的齿圈;

[0052] 一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连;

[0053] 二档齿轮副302的主动齿轮与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮通过第二离合器402与输出轴203相连;

[0054] 通过控制第一离合器401、第二离合器402的结合或松开,可在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上;

[0055] 车辆起步时,第二离合器402结合,第一离合器401维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动模式;第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,另一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203;当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动,发动机102起动后带动第二电机103向电池补电,或者电能直接供应第一电机101;

[0056] 混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时:第二电机103带动发动机102起动,第二输入轴202的转速逐渐提高;当第一离合器401两端的转速相近时,第一离合器401结合;逐渐提高第二输入轴202的动力,并逐渐降低第一输入轴201的动力;当

第一输入轴201输出的动力为零时,第二输入轴202的动力全部通过二档齿轮副302传递到输出轴203;此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式;

[0057] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:只需要增大第一输入轴201的动力;受制于二档齿轮副302、行星排501的运动关系,发动机102的动力一部分经过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,另一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203;

[0058] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第一输入轴201的动力,经行星排501和一档齿轮副301输出的动力上升,经二档齿轮副302输出的动力下降;当二档齿轮副302的动力下降至接近于零时,第二离合器402松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式;

[0059] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时,先调整第一输入轴201的转速,当离合器4022两端的转速接近时,第二离合器402结合;此时发动机102的动力一部分通过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203;

[0060] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时:降低第一输入轴201的动力至零;发动机102的动力全部经过二档齿轮副302传递到输出轴203;

[0061] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时:逐渐松开第一离合器401;当第一离合器401完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

[0062] 技术方案5:

[0063] 一种混合动力系统,包括电机101、发动机102、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、同步器4011、离合器4022、行星排501;

[0064] 电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连;

[0065] 发动机102通过第二输入轴202与离合器4022相连,离合器4022的另一端连接到行星排501的齿圈;

[0066] 一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连;

[0067] 二档齿轮副302的主动齿轮通过同步器4011与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连;

[0068] 通过控制同步器4011、离合器4022的结合或松开,可在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0069] 车辆起步时,同步器4011结合,离合器4022维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动模式;第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,另一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203;

[0070] 混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时:启动发动机102,逐渐提高第二输入轴202的转速;当离合器4022两端的转速相近时,离合器4022结合;逐渐提高第二输入轴202的动力,并逐渐降低第一输入轴201的动力;当第一输入轴201输出的动力为零时,第二输入轴202的动力全部通过二档齿轮副302传递到输出轴203;此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式;

[0071] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时:只需要增大第一输入轴201的动力;受制于二档齿轮副302、行星排501的运动关系,发动机102的动力一部分经过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,另一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203;

[0072] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:增大第一输入轴201的动力,经行星排501和一档齿轮副301输出的动力上升,经二档齿轮副302输出的动力下降;当二档齿轮副302的动力下降至接近于零时,同步器4011松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式;

[0073] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时:先调整第一输入轴201的转速,当同步器4011两端的转速接近时,同步器4011结合;此时发动机102的动力一部分通过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203;

[0074] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时:降低第一输入轴201的动力至零;发动机102的动力全部经过二档齿轮副302传递到输出轴203;

[0075] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时:逐渐松开离合器4022;当离合器4022完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

[0076] 技术方案6:

[0077] 一种混合动力系统,包括第一电机101、发动机102、第二电机103、第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、同步器4011、离合器4022、行星排501、制动器601;

[0078] 第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连;

[0079] 发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过离合器4022连接到行星排501的齿圈;

[0080] 一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连;

[0081] 二档齿轮副302的主动齿轮与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮通过同步器4011与输出轴203相连;

[0082] 通过控制同步器4011、离合器4022的结合或松开,可在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上;

[0083] 车辆起步时,同步器4011结合,离合器4022和制动器601维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动低速档模式;第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,另一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203;当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动机,发动机102起动机后带动第二电机103向电池补电,或者电能直接供应第一电机101。

[0084] 混合动力系统由纯电动驱动低速档模式切换到纯电动驱动高速档模式时:制动器601逐渐结合;经过行星架和一档齿轮副301的动力逐渐上升,经过齿圈和二档齿轮副302的动力逐渐下降;当经过齿圈和二档齿轮副302的动力下降至零时,同步器4011脱离,制动器601完全结合;此时,第一输入轴201的动力全部经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴

203;

[0085] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时:第二电机103带动发动机102起动,第二输入轴202的转速逐渐提高;逐渐松开制动器601,当离合器401两端的转速相近时,离合器4022结合;离合器4022完全结合后,制动器601完全松开;此时,混合动力系统工作于转速耦合模式,通过调整第一电机101的转速,可以使发动机102工作在最佳燃油经济区;

[0086] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时:离合器4022先逐渐松开,制动器601逐渐结合;当离合器4022完全松开时,制动器601完全结合;此时,行星排501退化为单级减速机构,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式;

[0087] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换回纯电动驱动低速档模式时:制动器601先逐渐松开,同时调整第一输入轴201的转速;当同步器4011两端的转速接近时,结合同步器;同步器4011结合后,制动器601完全脱开;此时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式。

[0088] 技术方案7:

[0089] 一种混合动力系统,包括电机101,发动机102,第一输入轴201、第二输入轴202、输出轴203、一档齿轮副301、二档齿轮副302、第一离合器401、第二离合器402、A同步器4033、行星排501、制动器601;

[0090] 电机101通过第一输入轴201与第一离合器401的一端相连,第一离合器401的另一端与行星排501的太阳轮相连;

[0091] 发动机102通过第二输入轴202与第二离合器402的内圈相连,第二离合器402的外圈与行星排501的齿圈相连;

[0092] 一档齿轮副301的主动齿轮通过A同步器4033与第一输入轴201相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连;

[0093] 二档齿轮副302的主动齿轮与行星排501的行星架相连,或者通过A同步器4033与第一输入轴201相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连;

[0094] 制动器601的一端与行星排501的齿圈相连,另一端与壳体相连;

[0095] 通过有序地控制第一离合器401、第二离合器402、A同步器4033和制动器601的松开或结合,混合动力系统可工作在纯电动驱动模式或者纯发动机驱动模式;

[0096] 车辆起步时,第一离合器401结合,A同步器4033与一档齿轮副301结合,第二离合器402维持松开状态,制动器601维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式;

[0097] 混合动力系统由纯电动驱动一档模式切换到纯电动驱动二档模式时:制动器601逐渐结合;第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过一档齿轮副301传递到输出轴203的动力逐渐下降,经过行星排501和二档齿轮副302传递到输出轴203的动力逐渐上升;当经过一档齿轮副301传递到输出轴203的动力下降为零时,A同步器4033脱开,同时制动器601完全结合。第一输入轴201的动力完全通过行星排501和二档齿轮副302输出;

[0098] 混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换到纯电动驱动三档模式时,逐渐松开制动器601,同时调整第一输入轴201的转速;当A同步器4033两端的转速接近时,A同步器4033与二档齿轮副302结合,同时制动器601完全松开;第一输入轴201的动力完全通过二档齿轮副302传递到输出轴203,混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式;

[0099] 混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换到纯发动机驱动模式时：第一离合器401逐渐松开，第二离合器402逐渐结合；当第一离合器401完全松开时，第二离合器402完全结合，混合动力系统工作于纯发动机驱动模式；

[0100] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动三档模式时：第二离合器402逐渐松开，第一离合器401逐渐结合；当第二离合器402完全松开时，第一离合器401完全结合，混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式；

[0101] 混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换回纯电动驱动二档模式时：制动器601逐渐结合；当制动器601完全结合时，A同步器4033脱开，混合动力系统工作于纯电动驱动二档模式；

[0102] 混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换回纯电动驱动一档模式时：制动器601逐渐松开，同时调整第一输入轴201的转速；当A同步器4033两端的转速相近时，A同步器4033与一档齿轮副301结合，之后，制动器601完全松开，混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式。

[0103] 本发明相对于现有技术，具有如下的优点及效果：

[0104] 本发明通过第一输入轴、第二输入轴、第一离合器、第二离合器、制动器、一档和二档齿轮副、行星排和输出轴组成双输入单输出动力传输路线，通过有序控制离合器、制动器的结合、松开，将第一输入轴和第二输入轴的动力，单独或汇合输送到输出轴上，完成纯电动驱动或混合动力驱动。在纯电动驱动模式下，第一电机具有两个速比向外输出动力；在混合动力驱动模式下，可以平滑地在力矩耦合方式和转速耦合方式之间进行无动力中断切换，克服了传统纯力矩耦合方式下动力性不足、纯转速耦合方式下发动机工作效率较低的缺点，在动力性与经济性之间达成平衡。

[0105] 本发明通过控制第一离合器、第二离合器和制动器的结合或松开，可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速档模式、混合动力转矩耦合驱动模式、混合动力转速耦合驱动模式之间平滑切换，并最终连续输出到后续的输出轴上，从而可以完成混合动力系统的模式变换操作。

附图说明

[0106] 图1为本发明实施例1的结构示意图。

[0107] 图2为本发明实施例2的结构示意图。

[0108] 图3为本发明实施例3的结构示意图。

[0109] 图4为本发明实施例4的结构示意图。

[0110] 图5为本发明实施例5的结构示意图。

[0111] 图6为本发明实施例6的结构示意图。

[0112] 图7为本发明实施例7的结构示意图。

具体实施方式

[0113] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0114] 实施例1(技术方案1)

[0115] 图1示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图1所示，混

合动力系统包括第一电机101,发动机102,第二电机103,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,第一离合器401,第二离合器402,行星排501以及制动器601。

[0116] 如图1所示,第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过第二离合器402连接到行星排501的齿圈。一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮与第一离合器401的外圈相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连。第一离合器401的内圈与第一输入轴201连接,外圈与二档齿轮副302的主动齿轮相连。第二离合器402的内圈与第二输入轴202连接,外圈与行星排501的齿圈相连。制动器601一端与行星排501的齿圈相连,一端与壳体相连。

[0117] 通过控制第一离合器401、第二离合器402和制动器601的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速档模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0118] 当制动器601结合,第一离合器401和第二离合器402维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式。第一电机101的动力通过第一输入轴201、行星排501和一档齿轮副301传递到输出轴203。

[0119] 纯电动驱动模式下需要升档工作时,先逐渐结合第一离合器401。第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过行星排501和一档齿轮副301的动力逐渐下降,经过二档齿轮副302的动力逐渐上升。当经过行星排501和一档齿轮副301的动力下降至趋于零时,制动器601松开,同时第一离合器401完全结合。动力完全通过二档齿轮副302输出,一档升二档过程完成。

[0120] 纯电动驱动模式下需要降档工作时,制动器601逐渐结合。此时,第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过行星排501和一档齿轮副301的动力逐渐上升,经过二档齿轮副302的动力逐渐下降。当经过二档齿轮副302的动力下降至趋于零时,制动器601完全结合,同时第一离合器401松开。动力完全通过行星排501和一档齿轮副301输出,降档过程完成。

[0121] 纯电动驱动模式下,不管是低速档还是高速档,离合器402始终维持松开状态。当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动,发动机102起动后带动第二电机103向电池补电,或者电能直接供应第一电机。

[0122] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时,第二电机103带动发动机102起动,第二离合器402逐步结合。当第二离合器402完全结合时,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式。

[0123] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时,增大第二输入轴202的转矩。由行星排的力矩关系可知,第一输入轴201通过行星排501的太阳轮传递的转矩加大,通过二档齿轮副302传递的转矩减小。当通过二档齿轮副302传递的转矩减小至趋于零时,第一离合器401松开,混合动力系统工作于混合动力驱动转速耦合模式。通过调整第一电机101的转速,可以使得发动机102工作在最佳油耗区域。

[0124] 混合动力系统需要由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时,调整第一输入轴201的转速,当第一离合器401两端转速接近时,第一离合器401结合,混合动力系统工作于混合动力驱动转矩耦合模式。

[0125] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时,第二离合器402逐步松开。当第二离合器402完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式。

[0126] 以下以一档齿轮副速比为1,二档齿轮副速比为2,行星排特性参数K为2为例,进一步说明本实施例的工作过程。

[0127] 当第一离合器401脱开,第二离合器402脱开,制动器601闭合时,本实施例处于纯电动驱动低速档模式,此时第一电机101转速与输出轴203转速之比为3:1。

[0128] 当第一离合器401锁死,第二离合器402脱开,制动器601脱开时,本实施例处于纯电动驱动高速档模式。此时第一电机101转速与输出轴203转速之比为2:1。

[0129] 当第一离合器401锁死,第二离合器402锁死,制动器601脱开时,本实施例处于混合动力驱动转矩耦合模式。此时第一电机101转速与输出轴203转速之比为2:1。设第一电机转速为4000rpm,则输出轴转速为2000rpm,一档齿轮副主动齿轮转速为2000rpm。对应行星排太阳轮转速为4000rpm,行星排行星架转速为2000rpm,则齿圈转速为1000rpm。即发动机与第二电机的转速为1000rpm。当输出轴转速提高到3000rpm,第一电机转速也升高到6000rpm,发动机与第二电机转速为1500rpm。

[0130] 当第一离合器401脱开,第二离合器402锁死,制动器601脱开时,本实施例处于混合动力驱动转矩耦合模式。设第一输入轴转速为 $n_{\text{第一输入轴}}$ 、第二输入轴转速为 $n_{\text{第二输入轴}}$ 、输出轴转速为 $n_{\text{输出轴}}$ 。第一输入轴转矩为 $T_{\text{第一输入轴}}$ 、第二输入轴转矩为 $T_{\text{第二输入轴}}$ 、输出轴转矩为 $T_{\text{输出轴}}$ 。

$$[0131] \quad n_{\text{第二输入轴}} * 2 + n_{\text{第一输入轴}} = 3 * n_{\text{输出轴}}$$

$$[0132] \quad T_{\text{第一输入轴}} : T_{\text{第二输入轴}} : T_{\text{输出轴}} = 1 : 2 : 3$$

[0133] 当输出轴转速为3000rpm,输出轴转矩为120N*m时,需要将发动机工作转速调整到最佳油耗区2500rpm,则此时第一输入轴转速为4000rpm,第一输入轴转矩为40N*m;第二输入轴转速为2500rpm,第二输入轴转矩为80N*m。

[0134] 实施例2(技术方案2)

[0135] 图2示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图2所示,混合动力系统包括第一电机101,发动机102,第二电机103,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,同步器4011,离合器4022,行星排501以及制动器601。

[0136] 如图2所示,第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过离合器4022连接到行星排501的齿圈。一档齿轮副301的主动齿轮与第一输入轴201相连,一档齿轮副301的被动齿轮通过同步器4011与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮与行星排501的行星架相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连。离合器4022的内圈与第二输入轴202连接,外圈与行星排501的齿圈相连。制动器601一端与行星排501的齿圈相连,一端与壳体相连。

[0137] 通过控制同步器4011、离合器4022和制动器601的结合或松开,混合动力系统可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速档模式、混合动力驱动转矩耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0138] 当同步器4011结合,离合器4022和制动器601维持松开状态时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式。第一电机101的动力通过第一输入轴201、一档齿轮副301传递到

输出轴。

[0139] 纯电动驱动模式下需要升档工作时,先逐渐结合制动器601,第一输入轴201的动力分两条路线输出,通过行星排501和二档齿轮副302的动力逐渐上升,通过一档齿轮副301的动力逐渐下降。当通过一档齿轮副301的动力下降到接近零时,同步器4011退出。制动器601完全结合时,动力完全通过行星排501和二档齿轮副302输出,一档升二档过程完成。

[0140] 纯电动驱动模式下需要降档工作时,制动器601逐渐松开至滑磨状态,制动器601两端产生转速差。调整第一输入轴201的转速,当同步器4011两端转速相等时,结合同步器4011。同步器4011结合后,制动器601完全松开,第一输入轴201的动力全部经过一档齿轮副301传递到输出轴203,降档过程完成。

[0141] 纯电动驱动模式下,不管是低速档还是高速档,离合器4022始终维持松开状态。当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动机,发动机102起动机后带动第二电机103向电池补电,或者电能直接供应第一电机。

[0142] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力转速耦合模式时,第二电机103带动发动机102起动机,制动器601逐步松开同时离合器4022逐步结合。当制动器601完全松开时,离合器4022完全结合。逐步增大第二输入轴202的转速和转矩,此时,混合动力系统工作于转速耦合模式,通过调整第一电机101的转速使得发动机102工作在最佳油耗区域。

[0143] 混合动力系统由混合动力转速耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时,离合器4022逐步松开,制动器601逐步结合。当离合器4022完全松开时,制动器601完全结合。此时,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式。

[0144] 以下以一档齿轮副速比为4,二档齿轮副速比为1,行星排特性参数K为2为例,进一步说明本实施例的工作过程。

[0145] 当同步器4011闭合,离合器4022脱开,制动器601脱开时,本实施例处于纯电动驱动低速档模式,此时第一电机101转速与输出轴203转速之比为4:1。

[0146] 当同步器4011脱开,离合器4022脱开,制动器601闭合时,本实施例处于纯电动驱动高速档模式,此时第一电机101转速与输出轴203转速之比为3:1。

[0147] 当同步器4011脱开,离合器4022闭合,制动器601脱开时,本实施例处于混合动力驱动转速耦合模式,设第一输入轴转速为 $n_{\text{第一输入轴}}$ 、第二输入轴转速为 $n_{\text{第二输入轴}}$ 、输出轴转速为 $n_{\text{输出轴}}$ 。第一输入轴转矩为 $T_{\text{第一输入轴}}$ 、第二输入轴转矩为 $T_{\text{第二输入轴}}$ 、输出轴转矩为 $T_{\text{输出轴}}$ 。

$$[0148] \quad n_{\text{第二输入轴}} * 2 + n_{\text{第一输入轴}} = 3 * n_{\text{输出轴}}$$

$$[0149] \quad T_{\text{第一输入轴}} : T_{\text{第二输入轴}} : T_{\text{输出轴}} = 1 : 2 : 3$$

[0150] 当输出轴转速为3000rpm,输出轴转矩为120N*m时,需要将发动机工作转速调整到最佳油耗区2500rpm,则此时第一输入轴转速为4000rpm,第一输入轴转矩为40N*m;第二输入轴转速为2500rpm,第二输入轴转矩为80N*m。

[0151] 实施例3(技术方案3)

[0152] 图3示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图3所示,混合动力系统包括电机101,发动机102,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,三档齿轮副303,同步器4011,行星排501。

[0153] 如图3所示,电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机102通

过第二输入轴202与行星排501的齿圈相连。一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302与三档齿轮副303的主动齿轮可以通过同步器4011连接到第二输入轴202,二档齿轮副302与三档齿轮副303的被动齿轮均直接连接到输出轴203。

[0154] 本实施例中,有两条动力传递路线可将来自第二输入轴202的动力传输到输出轴203。动力传递路线一为:将动力在行星排501与第一输入轴201的动力相汇合后,经一档齿轮副301传递到输出轴203,动力再输出到主减速器-差速器送往车轮。动力传递路线二为:动力经二档齿轮副302或三档齿轮副303传递至输出轴203,动力再输出到主减速器-差速器送往车轮。

[0155] 车辆起步时,同步器4011位于空档位置,逐渐加大第一输入轴201和第二输入轴202上的力矩,两个动力源的动力经行星排501汇流后一起驱动车辆前进。

[0156] 如驱动工况下需要升档工作时。通过调整第一输入轴201的转速,进而调整第二输入轴202的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向左拨入二档位置,使第二输入轴202与二档齿轮副302相连。随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零。此时第二输入轴202的动力由二档齿轮副302传输到车轮。

[0157] 随着车速的增高,需由二档升到三档时,先增大第一输入轴201的输入转矩,随之经二档齿轮副302传递的转矩会相应下降。当二档齿轮副302转矩下降到零时,同步器4011由二档位置转入空档位置。随后调整第一输入轴201的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向右拨入三档位置,使第二输入轴202与三档齿轮副303相连。随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零。此时第二输入轴202的动力由三档齿轮副303传输到车轮。

[0158] 如驱动工况下需要降档工作时,先增大第一输入轴201的输入转矩,随之经三档齿轮副303传递的转矩会相应下降。当三档齿轮副303转矩下降到零时,同步器4011由三档位置转入空档位置。随后调整第一输入轴201的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向左拨入二档位置,使第二输入轴202与二档齿轮副302相连。随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩,直至降低为零。此时第二输入轴202的动力由二档齿轮副302传输到车轮。

[0159] 在反拖工况下需要换挡工作时,其工作过程与驱动工况相类似,只是自第一输入轴201输入的调整转矩为负转矩。在此只以三档降二档说明。三档反拖工况下,第二输入轴202传递的为负转矩。在第一输入轴201施加负转矩,其转矩的绝对值逐渐增大直至经三档齿轮副303传递的转矩调整到0时,同步器4011由三档位置转入空档位置。随后调整第一输入轴201的转速,将同步器4011两端的转速调整为相同之后,同步器4011向左拨入二档位置,使第二输入轴202与二档齿轮副相连。随后逐步减小第一输入轴201的输入转矩的绝对值,直至降低为0。此时转为反拖工况下二档工作状态。

[0160] 实施例4(技术方案4)

[0161] 图4示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图4所示,混合动力系统包括第一电机101,发动机102,第二电机103,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,第一离合器401,第二离合器402,行星排501。

[0162] 如图4所示,第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机

102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过第一离合器401连接到行星排501的齿圈。一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮通过离合器402与输出轴203相连。

[0163] 通过控制离合器401、离合器402的结合或松开,可以在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0164] 车辆起步时,离合器402结合,离合器401维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动模式。第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203。当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动,发动机102起动后带动第二电机103向电池充电,或者电能直接供应第一电机101。

[0165] 混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时,第二电机103带动发动机102起动,第二输入轴202的转速逐渐提高。当离合器401两端的转速相近时,离合器401结合。逐渐提高第二输入轴202的动力,并逐渐降低第一输入轴201的动力。当第一输入轴201输出的动力为零时,第二输入轴202的动力全部通过二档齿轮副302传递到输出轴203。此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式。

[0166] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时,只需要增大第一输入轴201的动力。受制于二档齿轮副302、行星排501的运动关系,发动机102的动力一部分经过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203。

[0167] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时,增大第一输入轴201的动力,经行星排501和一档齿轮副301输出的动力上升,经二档齿轮副302输出的动力下降。当二档齿轮副302的动力下降至接近于零时,离合器402松开。此时,混合动力系统工作于转速耦合模式。

[0168] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时,先调整第一输入轴201的转速,当离合器402两端的转速接近时,离合器402结合。此时发动机102的动力一部分通过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203。

[0169] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时,降低第一输入轴201的动力至零。发动机102的动力全部经过二档齿轮副302传递到输出轴203。

[0170] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时,逐渐松开离合器401。当离合器401完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

[0171] 实施例5(技术方案5)

[0172] 图5示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图5所示,混合动力系统包括电机101,发动机102,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,同步器4011,离合器402,行星排501。

[0173] 如图5所示,电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机102通过第二输入轴202与离合器402相连,离合器402的另一端连接到行星排501的齿圈。一档齿

轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮通过同步器4011与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连。

[0174] 通过控制同步器4011、离合器402的结合或松开,可以在纯电动驱动模式、纯发动机驱动模式、混合动力驱动转矩耦合模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0175] 车辆起步时,同步器4011结合,离合器402维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203。

[0176] 混合动力系统由纯电动驱动模式切换到纯发动机驱动模式时,启动发动机102,逐渐提高第二输入轴202的转速。当离合器402两端的转速相近时,离合器402结合。逐渐提高第二输入轴202的动力,并逐渐降低第一输入轴201的动力。当第一输入轴201输出的动力为零时,第二输入轴202的动力全部通过二档齿轮副302传递到输出轴203。此时,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式。

[0177] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换到混合动力驱动转矩耦合模式时,只需要增大第一输入轴201的动力。受制于二档齿轮副302、行星排501的运动关系,发动机102的动力一部分经过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203。

[0178] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时,增大第一输入轴201的动力,经行星排501和一档齿轮副301输出的动力上升,经二档齿轮副302输出的动力下降。当二档齿轮副302的动力下降至接近于零时,同步器4011松开。此时,混合动力系统工作于转速耦合模式。

[0179] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回混合动力驱动转矩耦合模式时,先调整第一输入轴201的转速,当同步器4011两端的转速接近时,同步器4011结合。此时发动机102的动力一部分通过二档齿轮副302直接传递到输出轴203,一部分经过行星排501与第一输入轴201的动力汇合后传递到输出轴203。

[0180] 混合动力系统由混合动力驱动转矩耦合模式切换回纯发动机驱动模式时,降低第一输入轴201的动力至零。发动机102的动力全部经过二档齿轮副302传递到输出轴203。

[0181] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动模式时,逐渐松开离合器402。当离合器402完全松开时,混合动力系统工作于纯电动驱动模式。

[0182] 实施例6(技术方案6)

[0183] 图6示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图6所示,混合动力系统包括第一电机101,发动机102,第二电机103,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,同步器4011,离合器402,行星排501,制动器601。

[0184] 如图6所示,第一电机101通过第一输入轴201与行星排501的太阳轮相连。发动机102通过第二输入轴202与第二电机103相连,并通过离合器402连接到行星排501的齿圈。一档齿轮副301的主动齿轮与行星排501的行星架相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮与第二输入轴202相连,二档齿轮副302的被动齿轮通

过同步器4011与输出轴203相连。

[0185] 通过控制同步器4011、离合器402的结合或松开,可以在纯电动驱动低速档模式、纯电动驱动高速模式、混合动力驱动转速耦合模式之间平滑切换,并最终连续输出到输出轴203上。

[0186] 车辆起步时,同步器4011结合,离合器402和制动器601维持松开状态,混合动力系统工作在纯电动驱动低速档模式。第一输入轴201的动力在行星排501分流,一部分经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203,一部分经过齿圈和二档齿轮副302传递到输出轴203。当电池电量过低时,第二电机103带动发动机102起动,发动机102起动后带动第二电机103向电池充电,或者电能直接供应第一电机101。

[0187] 混合动力系统由纯电动驱动低速档模式切换到纯电动驱动高速档模式时,制动器601逐渐结合。经过行星架和一档齿轮副301的动力逐渐上升,经过齿圈和二档齿轮副302的动力逐渐下降。当经过齿圈和二档齿轮副302的动力下降至零时,同步器4011脱开,制动器601完全结合。此时,第一输入轴201的动力全部经过行星架和一档齿轮副301传递到输出轴203。

[0188] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换到混合动力驱动转速耦合模式时,第二电机103带动发动机102起动,第二输入轴202的转速逐渐提高。逐渐松开制动器601,当离合器401两端的转速相近时,离合器402结合。离合器402完全结合后,制动器601完全松开。此时,混合动力系统工作于转速耦合模式,通过调整第一电机101的转速,可以使发动机102工作在最佳燃油经济区。

[0189] 混合动力系统由混合动力驱动转速耦合模式切换回纯电动驱动高速档模式时,离合器402先逐渐松开,制动器601逐渐结合。当离合器402完全松开时,制动器601完全结合。此时,行星排501退化为单级减速机构,混合动力系统工作于纯电动驱动高速档模式。

[0190] 混合动力系统由纯电动驱动高速档模式切换回纯电动驱动低速档模式时,制动器601先逐渐松开,同时调整第一输入轴201的转速。当同步器4011两端的转速接近时,结合同步器。同步器4011结合后,制动器601完全脱开。此时,混合动力系统工作于纯电动驱动低速档模式。

[0191] 实施例7(技术方案7)

[0192] 图7示意性地显示了本发明一种实施方式的混合动力系统的结构。如图7所示,混合动力系统包括电机101,发动机102,第一输入轴201,第二输入轴202,输出轴203,一档齿轮副301,二档齿轮副302,第一离合器401,第二离合器402,A同步器4033,行星排501,制动器601。

[0193] 如图7所示,电机101通过第一输入轴201与第一离合器401的一端相连,第一离合器401的另一端与行星排501的太阳轮相连。发动机102通过第二输入轴202与第二离合器402的内圈相连,第二离合器402的外圈与行星排501的齿圈相连。一档齿轮副301的主动齿轮通过A同步器4033与第一输入轴201相连,一档齿轮副301的被动齿轮与输出轴203相连。二档齿轮副302的主动齿轮与行星排501的行星架相连,也可以通过A同步器4033与第一输入轴201相连,二档齿轮副302的被动齿轮与输出轴203相连。制动器601的一端与行星排501的齿圈相连,另一端与壳体相连。

[0194] 通过有序地控制第一离合器401、第二离合器402、A同步器4033和制动器601的松

开或结合,混合动力系统可以工作在纯电动驱动模式或者纯发动机驱动模式。

[0195] 车辆起步时,第一离合器401结合,A同步器4033与一档齿轮副301结合,第二离合器402维持松开状态,制动器601维持松开状态,混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式。

[0196] 混合动力系统由纯电动驱动一档模式切换到纯电动驱动二档模式时,制动器601逐渐结合。第一输入轴201的动力分两条路线输出,经过一档齿轮副301传递到输出轴203的动力逐渐下降,经过行星排501和二档齿轮副302传递到输出轴203的动力逐渐上升。当经过一档齿轮副301传递到输出轴203的动力下降为零时,A同步器4033脱开,同时制动器601完全结合。第一输入轴201的动力完全通过行星排501和二档齿轮副302输出。

[0197] 混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换到纯电动驱动三档模式时,逐渐松开制动器601,同时调整第一输入轴201的转速。当A同步器4033两端的转速接近时,A同步器4033与二档齿轮副302结合,同时制动器601完全松开。第一输入轴201的动力完全通过二档齿轮副302传递到输出轴203,混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式。

[0198] 混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换到纯发动机驱动模式时,第一离合器401逐渐松开,第二离合器402逐渐结合。当第一离合器401完全松开时,第二离合器402完全结合,混合动力系统工作于纯发动机驱动模式。

[0199] 混合动力系统由纯发动机驱动模式切换回纯电动驱动三档模式时,第二离合器402逐渐松开,第一离合器401逐渐结合。当第二离合器402完全松开时,第一离合器401完全结合,混合动力系统工作于纯电动驱动三档模式。

[0200] 混合动力系统由纯电动驱动三档模式切换回纯电动驱动二档模式时,制动器601逐渐结合。当制动器601完全结合时,A同步器4033脱开,混合动力系统工作于纯电动驱动二档模式。

[0201] 混合动力系统由纯电动驱动二档模式切换回纯电动驱动一档模式时,制动器601逐渐松开,同时调整第一输入轴201的转速。当A同步器4033两端的转速相近时,同步器4033与一档齿轮副301结合,之后,制动器601完全松开,混合动力系统工作于纯电动驱动一档模式。

[0202] 如上所述,便可较好地实现本发明。

[0203] 本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

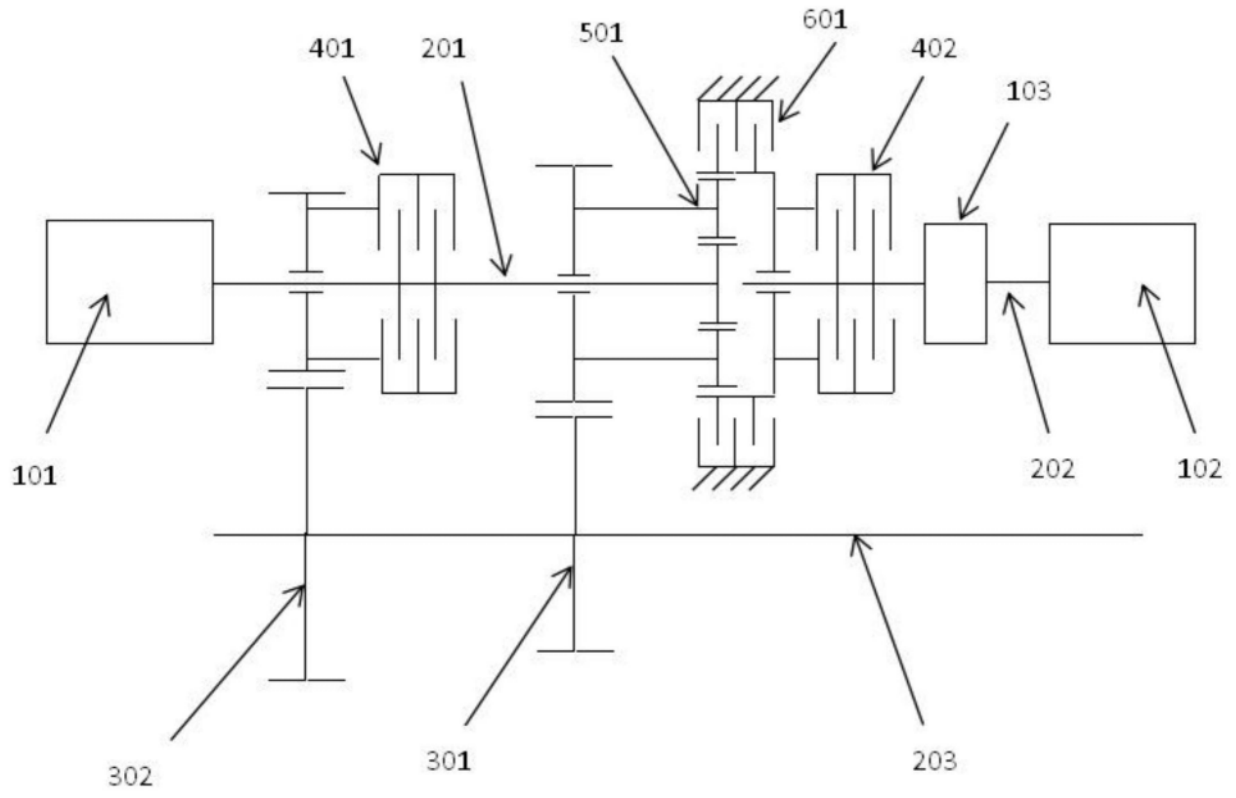


图1

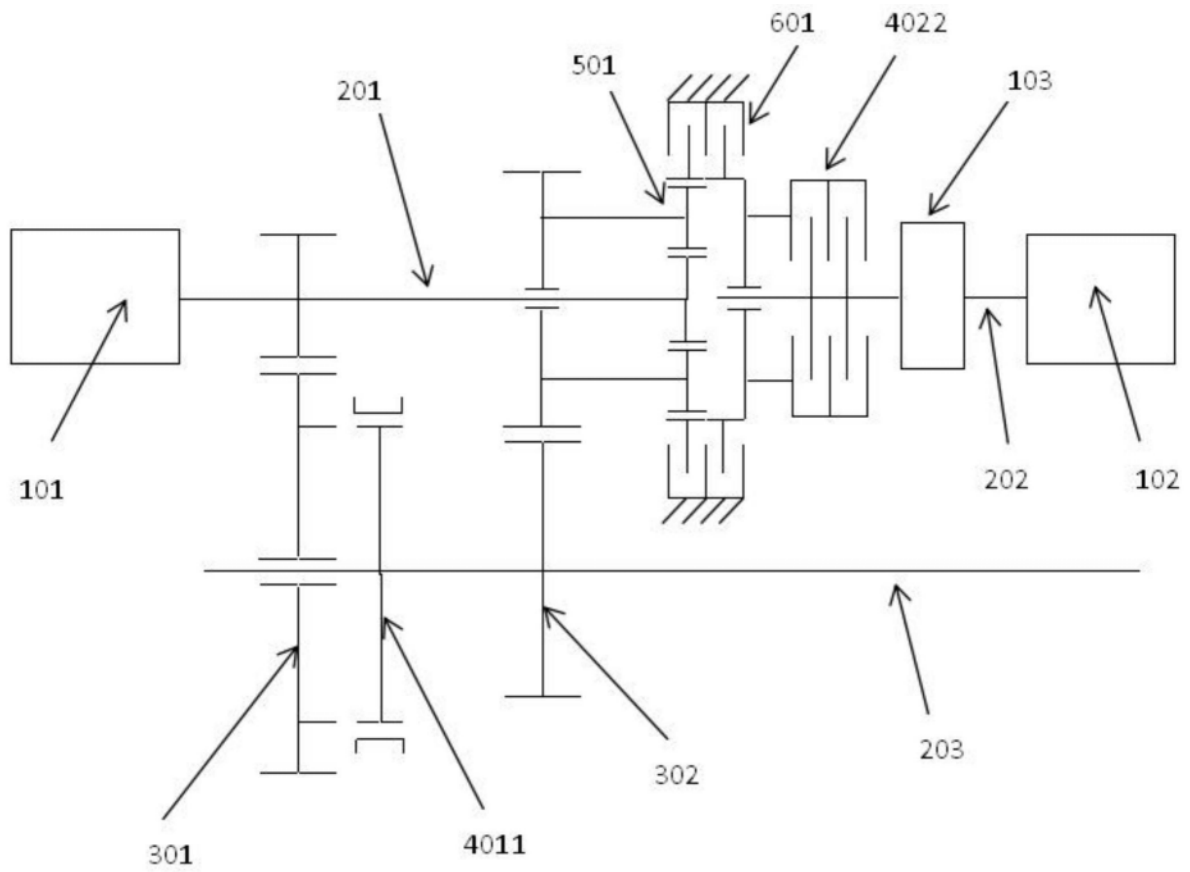


图2

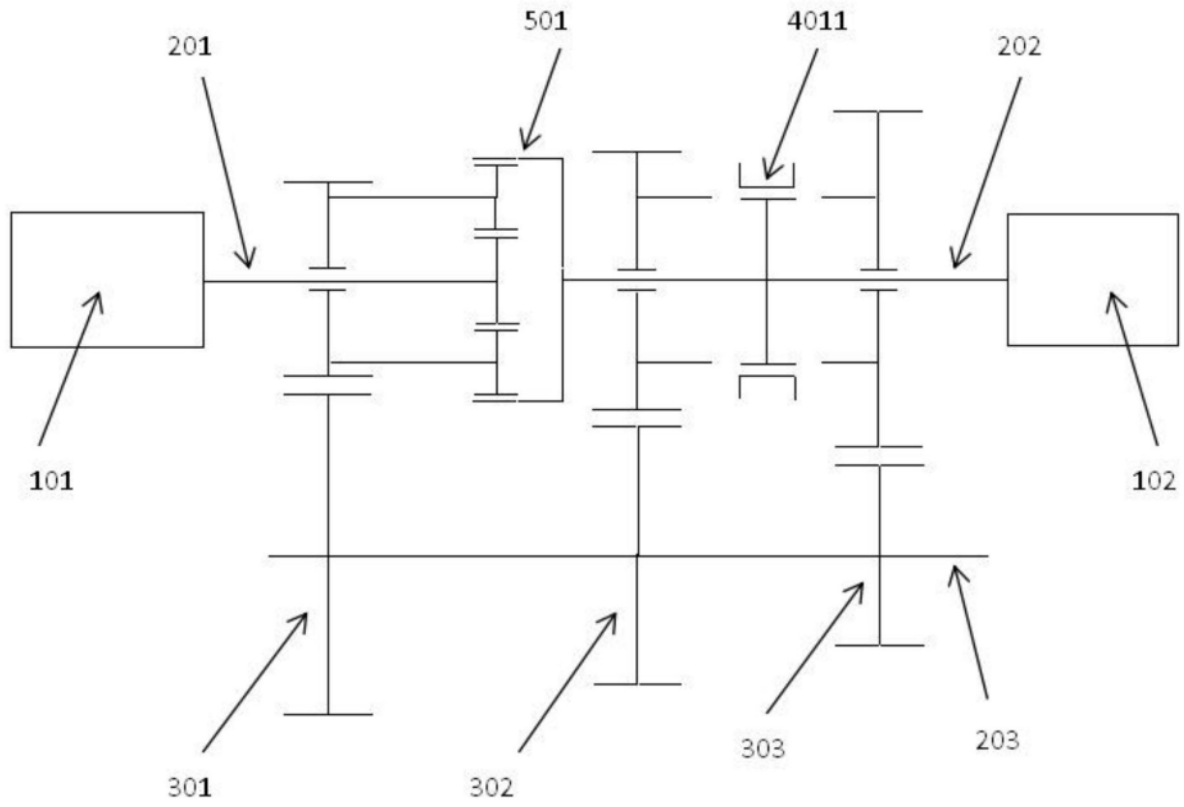


图3

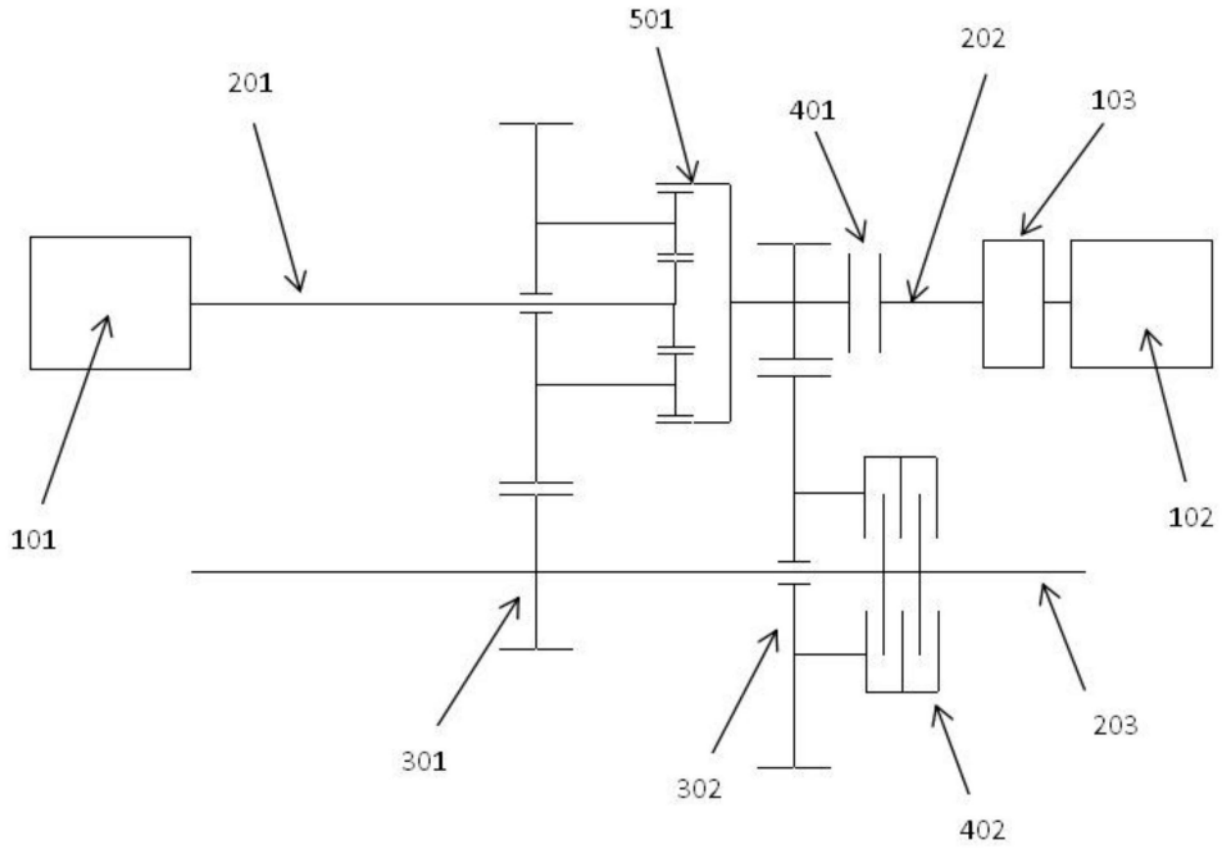


图4

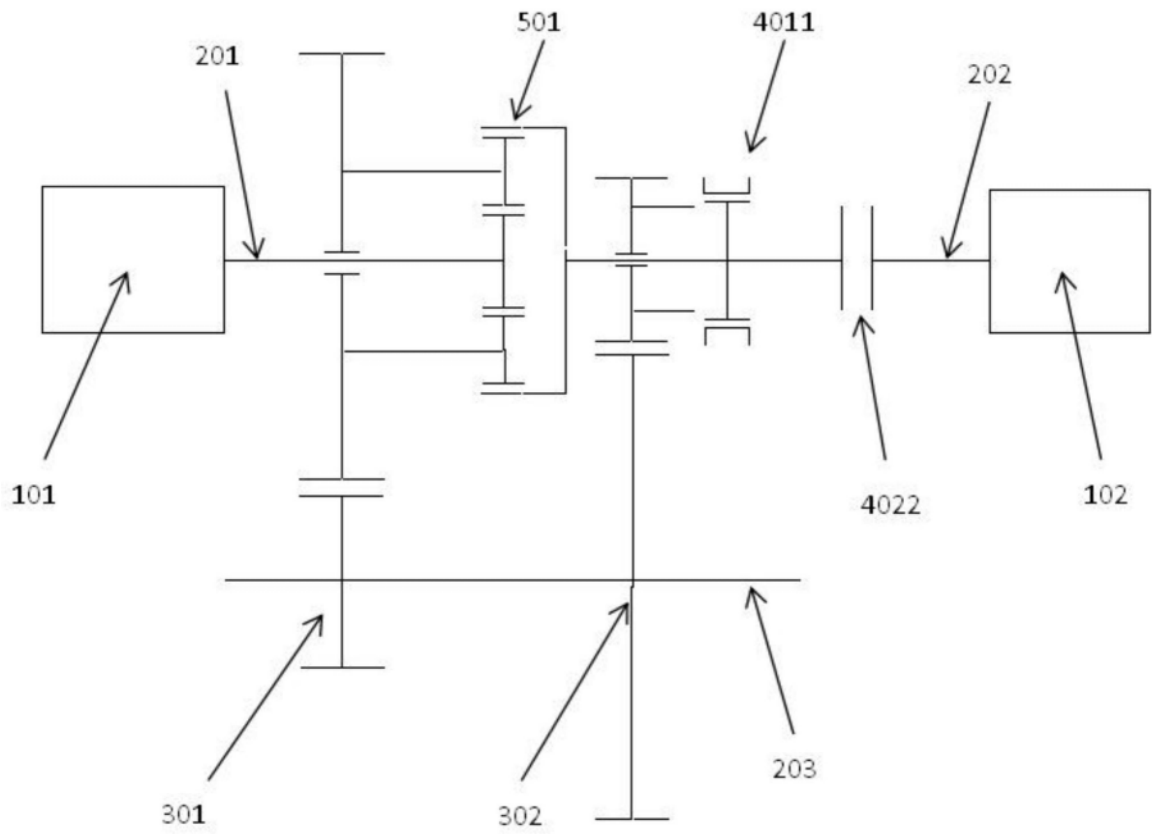


图5

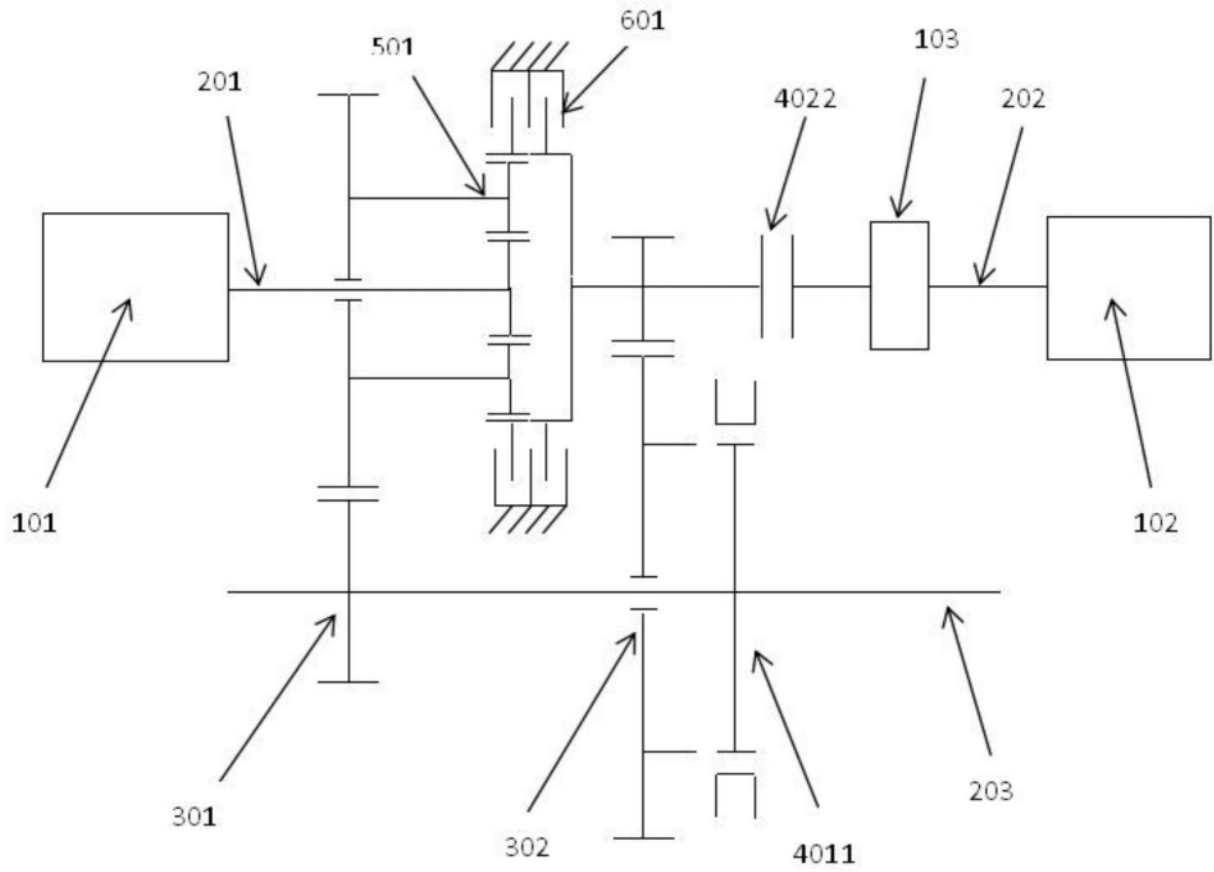


图6

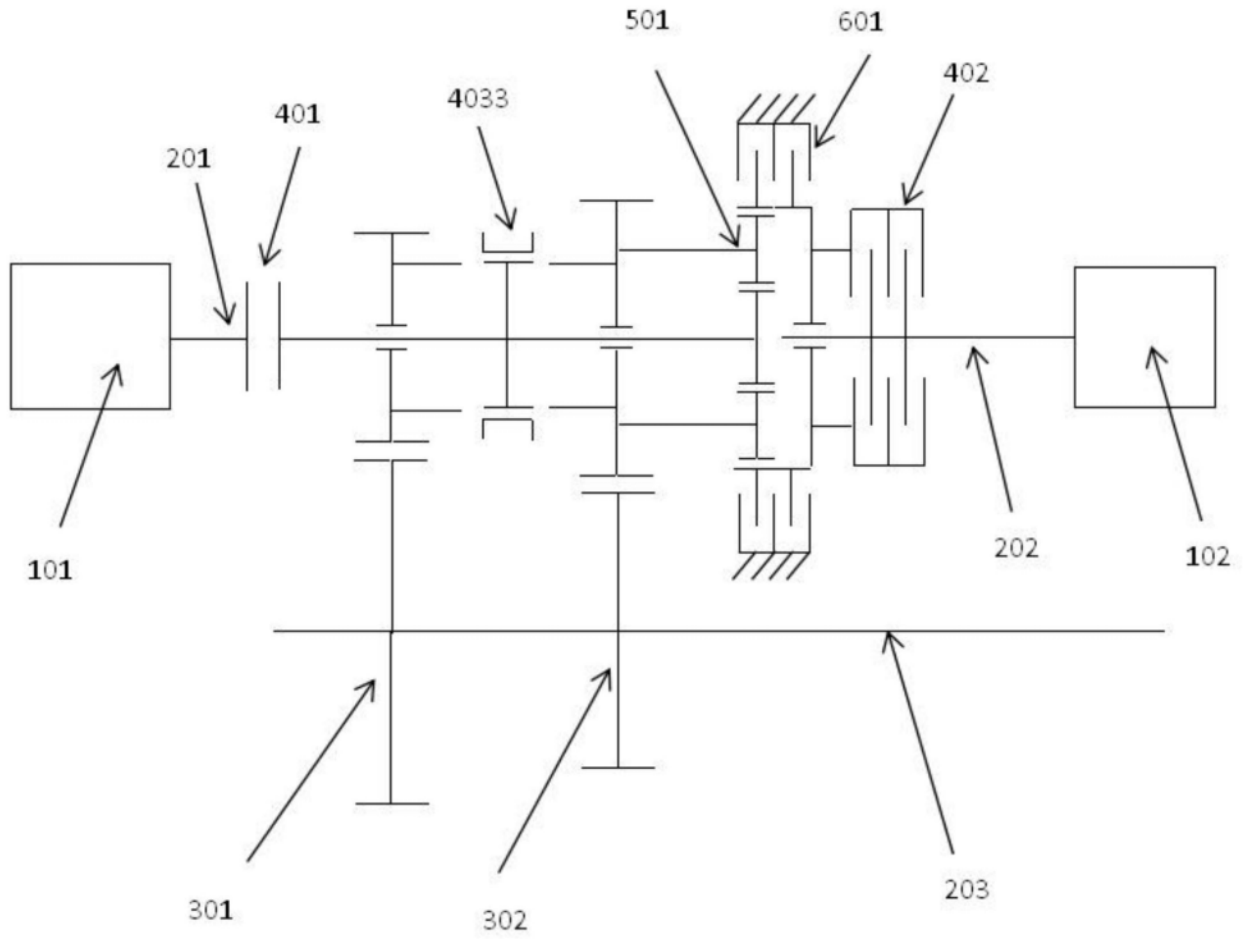


图7