



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105059104 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201510460567.1

B60W 10/06(2006.01)

(22)申请日 2015.07.31

B60W 10/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B60W 10/02(2006.01)

申请公布号 CN 105059104 A

B60W 30/18(2012.01)

B60W 20/10(2016.01)

(43)申请公布日 2015.11.18

(56)对比文件

(73)专利权人 奇瑞汽车股份有限公司

CN 102815198 A,2012.12.12,

地址 241009 安徽省芜湖市经济技术开发  
区长春路8号

CN 102815198 A,2012.12.12,

CN 103009994 A,2013.04.03,

(72)发明人 刘小飞

EP 2383830 B1,2012.11.21,

US 2009071733 A1,2009.03.19,

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限  
公司 34107

审查员 潘世坤

代理人 朱顺利

(51)Int.Cl.

B60K 6/48(2007.01)

B60K 6/485(2007.01)

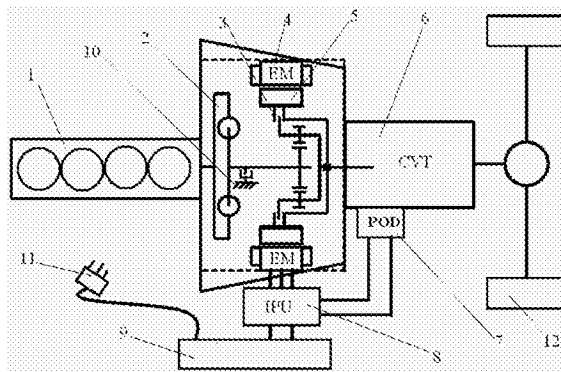
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

混合动力汽车驱动系统及其发动机启动控  
制方法

(57)摘要

本发明公开了一种插电式混合动力汽车驱  
动系统,采用一种全新的行星轮动力耦合装置,  
以发动机启动时间作为目标,控制驱动电机扭  
矩、耦合机构离合器与制动器的扭矩容量、发  
动机点火时刻实现发动机快速启动并平稳介  
入整车驱动,解决了发动机启动过程对驱动系  
统造成冲击的难题。系统采用单电机,实现混  
合动力汽车功能,整车成本低;行星轮动力耦  
合装置与变速箱集成,离合器与制动器与电机  
集成,结构紧凑,轴向尺寸小,便于布置;发  
动机启动过程中,充分利用驱动电机的惯量扭  
矩补偿发动机启动所需扭矩,减少了驱动电机  
用于启动发动机的储备扭矩,提高了整车的动  
力性和驾驶性。



1. 一种混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,所述的混合动力汽车驱动系统包括发动机(1)、驱动电机、无级变速器(6),所述驱动电机包括驱动电机定子(4)和驱动电机转子(5);所述的驱动电机设置在所述的发动机(1)的输出轴与无级变速器(6)的输入轴之间,所述的驱动电机转子(5)通过行星轮耦合机构与发动机(1)的输出轴连接;所述的驱动电机转子(5)与无级变速器(6)的输入轴固定连接;

所述的行星轮耦合机构与发动机(1)的输出轴之间,设有耦合机构制动器(10);所述的驱动电机转子(5)与行星轮耦合机构之间,设有耦合机构离合器(3);

其特征在于所述的发动机启动控制方法是:

在车辆静止情况下,整车控制器通过控制驱动电机转速和行星轮耦合机构离合器扭矩容量,实现发动机快速、平稳启动;

发动机启动过程中,电动油泵(7)一直未工作;充分利用无级变速器(6)变速箱机械油泵工作所产生的压力,满足行星轮耦合机构离合器(3)的扭矩容量控制需求,提高整车的经济性;

车辆纯电动行驶过程中,以发动机启动时间作为目标,控制驱动电机扭矩、耦合机构离合器(3)与耦合机构制动器(10)的扭矩容量及发动机(1)点火时刻,实现发动机快速启动并平稳介入整车驱动;

在发动机(1)启动过程中,驱动电机一方面给整车提供驱动扭矩,满足乘员对整车动力需求,同时,充分利用驱动电机的惯量力矩,为发动机(1)启动提供一部分力矩;最后,通过驱动电机补偿发动机(1)启动过程中所需的目标扭矩,从而实现发动机(1)快速、平稳启动,同时,整车驱动力未出现中断,保障了整车良好的驾驶性和动力性。

2. 按照权利要求1所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其特征在于:

为实现发动机(1)在车辆静止和行驶中快速、平稳启动,整车控制器还将控制耦合机构离合器(3)与耦合机构制动器(10)扭矩容量;

整车控制器根据动力电池电量及驾驶人员扭矩请求,自动控制发动机(1)启停,实现整车不同的工作模式;

在车辆静止状态下,如果高压储能装置(9)电量很低,整车控制器将控制发动机(1)启动,进入怠速发电状态,给高压储能装置(9)充电,以维持电量平衡;

如果在车辆行驶过程中,驾驶人员需求扭矩大于一定阈值,整车控制器将快速控制发动机(1)启动,实现发动机(1)与驱动电机并联驱动,满足驾驶人员对整车动力需求。

3. 按照权利要求1所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其特征在于:

在车辆静止状态下,发动机(1)启动过程控制逻辑:

开始;

步骤301:当车辆钥匙上电后,整车高压系统启动,整车进入可驾驶的READY状态,即纯电动模式;

步骤302:如果当前高压储能装置(9)电量很低,整车控制器(HCU)将激活发动机(1)启动请求,进入步骤303,否则返回步骤302;

步骤303:如果当前驾驶人员换挡杆位于P档或者N档,则进入步骤305,否则进入步骤304;

步骤304:强制请求CVT控制器控制无级变速器(6)位于空档,然后进入步骤305;

步骤305:控制驱动电机输出扭矩,使得驱动电机达到预设的目标转速;

步骤306:控制耦合机构制动器(10)扭矩容量为零,即打开耦合机构制动器(10);

步骤307:控制耦合机构离合器(3)扭矩容量按照预设的梯度增加到最大值;

步骤308:控制发动机管理系统,允许发动机(1)启动;

步骤309:检测发动机(1)与驱动电机转速已同步;

步骤310:判断发动机是否启动成功,如果启动成功,则进入步骤311,否则返回步骤309,保持驱动电机拖动发动机(1)的状态;

步骤311:发动机(1)启动成功,耦合机构离合器(3)锁止,发动机(1)进入怠速状态。

4.按照权利要求1所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其特征在于:在车辆行驶中,发动机(1)启动过程控制逻辑:

开始;

步骤401:该状态下,高压系统正常上电,车辆处于纯电动模式的行驶状态;

步骤402:当驾驶人员有较大扭矩需求或其它因素需要启动发动机时,则进入步骤403;否则返回步骤401;

步骤403:控制耦合机构制动器(10)扭矩容量为零;

步骤404:根据驱动电机扭矩和惯量扭矩,发动机阻力矩和发动机启动目标所需的惯量扭矩,计算耦合机构离合器(3)需要传递的扭矩容量,公式如下:

$$T_{c1} = T_m + [(T_{ej} - T_{mj}/k) + T_{drag}] \cdot (1+k)$$

其中:

$T_{c1}$ :耦合机构离合器(3)需求扭矩容量;

$T_m$ :驾驶人员对驱动电机的需求扭矩;

$T_{ej}$ :发动机启动目标惯量扭矩;

$T_{mj}$ :驱动电机当前的惯量扭矩;

$T_{drag}$ :发动机(1)阻力矩;

$k$ :行星轮耦合机构的速比,  $k = (Z_r + Z_s) / Z_s$ ;

$Z_r$ :行星轮系的齿圈齿数;

$Z_s$ :行星轮系的太阳轮齿数;

如果耦合机构离合器(3)最大扭矩容量小于预设值,则控制耦合机构离合器(3)扭矩容量按照预设的梯度增加,直到达到该阶段预设的最大值;

步骤405:计算驾驶人员对驱动电机所需的扭矩,公式如下:

$$T_m = T_{actC1} + (T_{dr} - T_{actC1}) \cdot (1+k) / k$$

其中:

$T_m, k$ 同前;

$T_{actC1}$ :发动机启动过程中,耦合机构离合器实际传递的扭矩;

$T_{dr}$ :驾驶人员需求扭矩。

步骤406:判断发动机(1)与驱动电机的转速差,如果小于预设值,则进入步骤407,否则返回步骤405;

步骤407:控制发动机管理系统(EMS)启动发动机(1);

步骤408:判断发动机(1)在规定时间内是否启动成功,如果发动机(1)启动成功,则进

入步骤409,否则进入步骤411中;

步骤409:控制耦合机构离合器(3)处于滑摩状态;

步骤410:判断发动机(1)与驱动电机转速是否同步;如果不同步,则返回步骤409;如果同步,则进入步骤411;

步骤411:控制耦合机构离合器(3)扭矩容量按照预设梯度增加到最大值;

步骤412:发动机(1)启动成功,耦合机构离合器(3)锁止,发动机(1)和驱动电机共同参与整车驱动,即整车进入并联驱动模式。

## 混合动力汽车驱动系统及其发动机启动控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于混合动力汽车的技术领域。更具体地,本发明涉及一种混合动力汽车驱动系统。另外,本发明还涉及所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法。

### 背景技术

[0002] 能源危机、温室效应及环境形势的日益严峻,是制约全球经济发展的重要因素。研究节能、环保的新能源汽车是解决上述问题的有效手段之一。插电式混合动力汽车兼顾了内燃机和纯电动汽车的优点,具有低油耗、低排放及长行驶里程的优点,是当前切实可行的方案。

[0003] 插电式混合动力汽车驱动系统结构主要有串联、并联、混联等形式。

[0004] 1、串联结构的特征是:发动机在机械上与传动系解耦,发动机直接驱动发电机对储能装置或驱动电机供电;串联结构的缺点是:系统效率低,双电机系统导致整车成本高;

[0005] 2、混联结构的特征是:发动机的动力可以实现分流,一部分用于整车驱动,一部分用于驱动发电机发电;混联系统的缺点是:双电机系统导致整车成本高,系统控制复杂;

[0006] 3、并联结构的特征是:发动机和驱动电机能够实现动力耦合,在发动机经济性和排放性差的工况下,可以实现纯电动力驱动。其中,动力耦合是实现整车功能和性能目标的关键因素之一。动力耦合装置需要满足插电式混合动力汽车的功能要求,主要包括:纯电动运行、发动机启动、驱动电机辅助、怠速发电机及再生制动等功能。此外,还要考虑平台化、集成化、低成本等诸多因素。整个系统控制中,发动机启动控制尤其重要,发动机启动既不能对整车传动系统造成冲击,又不能出现动力中断,发动机启动时间也是整车性能关键指标,直接影响整车动力性和驾驶性。

[0007] 根据目前国内外的专利和文献,发动机启动控制仍然是并联式混合动力汽车控制系统中最为复杂的关键技术之一。

[0008] 插电式混合动力汽车中发动机启动控制方式较多,根据驱动系统或动力耦合机构的结构不同而有差别。比如公开号为:CN 101456347A的中国专利“用于控制混合动力车辆中离合器结合的系统和方法”,公开了一种并联式混合动力驱动系统的技术方案,该系统采用双电机,与发动机并轴连接的驱动电机能够实现车辆在不同工况下发动机启动需求。但该系统通过额外的驱动电机实现发动机启动,发动机启动成功后,需要对发动机进行速度控制,实现发动机曲轴转速与变速箱输入轴转速同步,然后实现发动机与驱动电机并联驱动。该发明发动机启动到介入整车需求所需的时间较长,另外整车因为配置双电机,成本高。

### 发明内容

[0009] 本发明提供一种插电式混合动力汽车驱动系统,其目的是实现其结构的集成化并提高发动机的启动性能。

[0010] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0011] 本发明的混合动力汽车驱动系统,包括发动机、驱动电机、无级变速器,所述驱动电机包括驱动电机定子和驱动电机转子,所述的驱动电机设置在所述的发动机的输出轴与无级变速器的输入轴之间,所述的驱动电机转子通过行星轮耦合机构与发动机的输出轴连接;所述的驱动电机转子与无级变速器的输入轴固定连接。

[0012] 所述的行星轮耦合机构与发动机的输出轴之间,设有耦合机构制动器。

[0013] 所述的驱动电机转子与行星轮耦合机构之间,设有耦合机构离合器。

[0014] 为了实现与上述技术方案相同的发明目的,本发明还提供以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机的启动控制方法,其技术方案是:

[0015] 在车辆静止情况下,整车控制器通过控制驱动电机转速和行星轮耦合机构离合器扭矩容量,实现发动机快速、平稳启动;

[0016] 发动机启动过程中,电动油泵一直未工作;充分利用无级变速器变速箱机械油泵工作所产生的压力,满足行星轮耦合机构离合器的扭矩容量控制需求,提高整车的经济性;

[0017] 车辆纯电动行驶过程中,以发动机启动时间作为目标,控制驱动电机扭矩、耦合机构离合器与耦合机构制动器的扭矩容量及发动机点火时刻,实现发动机快速启动并平稳介入整车驱动;

[0018] 在发动机启动过程中,驱动电机一方面给整车提供驱动扭矩,满足乘员对整车动力需求,同时,充分利用驱动电机的惯量力矩,为发动机启动提供一部分力矩;最后,通过驱动电机补偿发动机启动过程中所需的目标扭矩,从而实现发动机快速、平稳启动,同时,整车驱动力未出现中断,保障了整车良好的驾驶性和动力性。

[0019] 具体地:

[0020] 为实现发动机在车辆静止和行驶中快速、平稳启动,整车控制器还将控制耦合机构离合器与耦合机构制动器扭矩容量。

[0021] 整车控制器HCU根据动力电池电量及驾驶人员扭矩请求,自动控制发动机启停,实现整车不同的工作模式;

[0022] 在车辆静止状态下,如果高压储能装置电量很低,整车控制器HCU将控制发动机启动,进入怠速发电状态,给高压储能装置充电,以维持电量平衡;

[0023] 如果在车辆行驶过程中,驾驶人员需求扭矩大于一定阈值,整车控制器HCU将快速控制发动机启动,实现发动机与驱动电机并联驱动,满足驾驶人员对整车动力需求。

[0024] 以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其技术方案是:

[0025] 在车辆静止状态下,发动机启动过程控制逻辑:

[0026] 开始;

[0027] 步骤301:当车辆钥匙上电后,整车高压系统启动,整车进入可驾驶的READY状态,即纯电动模式;

[0028] 步骤302:如果当前高压储能装置电量很低,整车控制器HCU将激活发动机启动请求,进入步骤303,否则返回步骤302;

[0029] 步骤303:如果当前驾驶人员换挡杆位于P档或者N档,则进入步骤305,否则进入步骤304;

[0030] 步骤304:强制请求CVT控制器(TCM)控制无级变速器位于空档,然后进入步骤305;

[0031] 步骤305:控制驱动电机输出扭矩,使得驱动电机达到预设的目标转速;

- [0032] 步骤306:控制耦合机构制动器扭矩容量为零,即打开耦合机构制动器;
- [0033] 步骤307:控制耦合机构离合器扭矩容量按照预设的梯度增加到最大值;
- [0034] 步骤308:控制发动机管理系统(EMS),允许发动机启动;
- [0035] 步骤309:检测发动机与驱动电机转速已同步;
- [0036] 步骤310:判断发动机是否启动成功,如果启动成功,则进入步骤311,否则返回步骤309,保持驱动电机拖动发动机的状态;
- [0037] 步骤311:发动机启动成功,耦合机构离合器锁止,发动机进入怠速状态。
- [0038] 以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其技术方案是:
- [0039] 在车辆行驶中,发动机启动过程控制逻辑:
- [0040] 开始;
- [0041] 步骤401:该状态下,高压系统正常上电,车辆处于纯电动模式的行驶状态;
- [0042] 步骤402:当驾驶人员有较大扭矩需求或其它因素需要启动发动机时,则进入步骤403;否则返回步骤401;
- [0043] 步骤403:控制耦合机构制动器扭矩容量为零;
- [0044] 步骤404:根据驱动电机扭矩和惯量扭矩,发动机阻力矩和发动机启动目标所需的惯量扭矩,计算耦合机构离合器需要传递的扭矩容量,公式如下:
- [0045]  $T_{c1} = T_m + [(T_{ej} - T_{mj}/k) + T_{drag}] \cdot (1+k)$
- [0046] 其中:
- [0047]  $T_{c1}$ :耦合机构离合器需求扭矩容量;
- [0048]  $T_m$ :驾驶人员对驱动电机的需求扭矩;
- [0049]  $T_{ej}$ :发动机启动目标惯量扭矩;
- [0050]  $T_{mj}$ :驱动电机当前的惯量扭矩;
- [0051]  $T_{drag}$ :发动机阻力矩;
- [0052]  $k$ :行星轮耦合机构的速比,  $k = (Z_r + Z_s) / Z_s$ ;
- [0053]  $Z_r$ :行星轮系的齿圈齿数;
- [0054]  $Z_s$ :行星轮系的太阳轮齿数;
- [0055] 如果耦合机构离合器最大扭矩容量小于预设值,则控制耦合机构离合器扭矩容量按照预设的梯度增加,直到达到该阶段预设的最大值;
- [0056] 步骤405:计算驾驶人员对驱动电机所需的扭矩,公式如下:
- [0057]  $T_m = T_{actC1} + (T_{dr} - T_{actC1}) \cdot (1+k) / k$
- [0058] 其中:
- [0059]  $T_m$ 、 $k$ 同前;
- [0060]  $T_{actC1}$ :发动机启动过程中,耦合机构离合器实际传递的扭矩;
- [0061]  $T_{dr}$ :驾驶人员需求扭矩。
- [0062] 步骤406:判断发动机与驱动电机的转速差,如果小于预设值,则进入步骤407,否则返回步骤405;
- [0063] 步骤407:控制发动机管理系统(EMS)启动发动机;
- [0064] 步骤408:判断发动机在规定时间内是否启动成功,如果发动机启动成功,则进入步骤409,否则进入步骤411中;

- [0065] 步骤409:控制耦合机构离合器处于滑摩状态;
- [0066] 步骤410:判断发动机与驱动电机转速是否同步;如果不同步,则返回步骤409;如果同步,则进入步骤411;
- [0067] 步骤411:控制耦合机构离合器扭矩容量按照预设梯度增加到最大值;
- [0068] 步骤412:发动机启动成功,耦合机构离合器锁止,发动机和驱动电机共同参与整车驱动,即整车进入并联驱动模式。
- [0069] 本发明采用上述技术方案,整车动力总成采用单电机结构,实现插电式混合动力及非插电式混合动力汽车所具备的所有功能,整车成本相对较低;行星轮耦合机构装置与变速箱集成,其中离合器、制动器与驱动电机在空间上实现了集成,动力总成结构紧凑,机械集成度高,轴向尺寸小,便于前舱空间布置,尤其适用于前置前驱的车辆;该驱动系统动力总成具备移植性好,便于向不同平台车型扩展;取消原有CVT液力变矩器,沿用原有系统液压系统,通过行星轮耦合机构实现整车无滑摩起步,系统传动效率高,经济性好;通过控制驱动电机,耦合机构离合器和制动扭矩容量,能够实现纯电动行驶功能、发动机快速,平稳启动、再生制动能量回收功能等;发动机启动过程中,充分利用驱动电机的惯量扭矩补偿发动机启动所需扭矩,减少了驱动电机用于启动发动机的储备扭矩,提高了整车的动力性和驾驶性。

## 附图说明

- [0070] 下面对本说明书各幅附图所表达的内容及图中的标记作简要说明:
- [0071] 图1本发明的混合动力汽车驱动系统的结构示意图;
- [0072] 图2本发明的混合动力汽车整车控制系统示意图;
- [0073] 图3本发明的车辆静止状态下发动机启动过程控制逻辑示意图;
- [0074] 图4本发明的车辆行驶中发动机启动过程控制逻辑示意图。
- [0075] 图中标记为:
- [0076] 1、发动机,2、飞轮,3、耦合机构离合器,4、驱动电机定子,5、驱动电机转子,6、无级变速器(即:CVT减速机构,包含主减),7、电动油泵,8、驱动电机控制器,9、高压储能装置,10、耦合机构制动器,11、外接充电口,12、车轮。

## 具体实施方式

[0077] 下面对照附图,通过对实施例的描述,对本发明的具体实施方式作进一步的说明,以帮助本领域的技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

- [0078] 图文中英文缩写分别表示:
- [0079] EMS:发动机管理系统;
- [0080] IPU:驱动电机控制器;
- [0081] HCU:整车控制器;
- [0082] BMS:高压储能装置管理单元;
- [0083] ESP:车身稳定系统(包括再生制动液压控制功能);
- [0084] CVT:无级变速器;



[0085] TCM:CVT控制器;

[0086] POD:电动油泵控制器;

[0087] ICU:仪表控制。

[0088] 图1是本发明的行星轮耦合装置结构示意图。如图1所示,为一种插电式混合动力汽车驱动系统,该系统包括发动机1、驱动电机、无级变速器6,所述驱动电机包括驱动电机定子4和驱动电机转子5。

[0089] 整车采用CAN总线通讯,HCU作为整车控制器,负责高压电池连接状态控制,负责驾驶员扭矩解析,扭矩分解与平滑处理,分别控制驱动电机和发动机1输出扭矩,同时负责发动机1起停逻辑控制、CVT目标控制。

[0090] 液压系统采用机械液压油泵和电动液压油泵7结合的方式。在整车起步阶段,整车控制器控制电动油泵7工作,建立CVT油压,实现车辆平稳起步功能。CVT保留原有前进倒档离合器结构,实现整车前进、倒档功能。

[0091] 为了解决现有技术存在的问题并克服其缺陷,实现其结构的集成化并提高发动机的启动性能的发明目的,本发明采取的技术方案为:

[0092] 如图1所示,本发明的混合动力汽车驱动系统,所述的驱动电机设置在所述的发动机1的输出轴与无级变速器6的输入轴之间,所述的驱动电机转子5通过行星轮耦合机构与发动机1的输出轴连接;所述的驱动电机转子5与无级变速器6的输入轴固定连接。

[0093] 本发明首先提出了上述基于行星轮耦合机构的插电式混合动力汽车驱动系统装置,整车主要由发动机1、行星轮耦合机构、CVT(即:无级变速器6)、驱动电机、驱动电机控制器8(IPU)、电动油泵7、高压电池(即高压储能装置9)、外接充电口11及相关的控制单元组成。CVT与车轮12连接。

[0094] 行星轮耦合机构位于原有CVT液力变矩器位置。在不改变CVT壳体尺寸的前提下,动力耦合集成了驱动电机、离合器和制动器。动力总成结构非常紧凑,集成度高,满足整车前舱布置空间需求。

[0095] 本发明行星轮采用单排行星轮系、单驱动电机结构。在正常情况下,纯电动驱动、行驶过程中起动发动机1、辅助驱动及巡航发电都是通过该电机完成。发动机和动力耦合之间装有飞轮2,起到减震作用,消除部分发动机启动过程中产生的冲击。

[0096] 驱动电机定子4固定在CVT壳体上,转速采用旋转支撑的方式。

[0097] 与目前国内外开发的典型双离合并联耦合机构装置相比,本发明机械集成度高;该装置具备传动效率高、成本低、驱动系统轴向尺寸小等优点,有效解决前置前驱型插电式混合动力汽车前舱布置的难题,能够实现插电式混合动力汽车所有的功能要求,包括:纯电动行驶、发动机启停、发动机和驱动电机并联驱动、驱动电机辅助驱动和再生制动能量回收等;同时满足整车各项性能要求。

[0098] 动力总成轴向尺寸上具有明显优势,且采用单驱动电机,不仅满足整车布置空间苛刻的要求,动力总成的平台化,成本和可移植性也更具优势,同样实现了插电式混合动力汽车具备的所有功能。

[0099] 本发明特别适用于插电式混合动力汽车,同时本发明也特别适用于非插电式混合动力汽车。

[0100] 所述的行星轮耦合机构与发动机1的输出轴之间,设有耦合机构制动器10。

[0101] 所述的驱动电机转子5与行星轮耦合机构之间,设有耦合机构离合器3。

[0102] 为了满足整车布置空间要求,本发明对传统CVT进行了适应性改造,包括取消了原有的液力变矩器装置,在原有液力变矩器的空置位置,集成了行星轮耦合机构、驱动电机、耦合机构的离合器与制动器等。

[0103] 耦合机构制动器10和耦合机构离合器3都是采用湿式多片离合器,可以实现精确控制传动扭矩,完成停车时的发动机启动及行驶过程中发动机启动功能。

[0104] 本发明其次提出了以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机的启动控制方法,其技术方案是:

[0105] 在车辆静止情况下,HCU通过控制驱动电机转速和行星轮耦合机构离合器扭矩容量,实现发动机快速、平稳启动;

[0106] 发动机启动过程中,电动油泵7一直未工作。本发明充分利用CVT变速箱机械油泵工作所产生的压力,满足行星轮耦合机构离合器3的扭矩容量控制需求,提高整车的经济性;

[0107] 车辆纯电动行驶过程中,以发动机1启动时间作为目标,控制驱动电机扭矩、耦合机构离合器3与耦合机构制动器10的扭矩容量及发动机1点火时刻,实现发动机快速启动并平稳介入整车驱动,解决了发动机启动过程对驱动系统造成冲击的难题。

[0108] 在发动机1启动过程中,驱动电机一方面给整车提供驱动扭矩,满足驾驶人员对整车动力需求,同时,本发明充分利用驱动电机的惯量力矩,为发动机1启动提供一部分力矩;最后,通过驱动电机补偿发动机1启动过程中所需的目标扭矩,从而实现发动机1快速、平稳启动,同时,整车驱动力未出现中断,保障了整车良好的驾驶性和动力性。

[0109] 具体地:

[0110] 为实现发动机1在车辆静止和行驶中快速、平稳启动,整车控制器还将控制耦合机构离合器3与耦合机构制动器扭矩容量。

[0111] HCU根据动力电池电量及驾驶人员扭矩请求,自动控制发动机1启停,实现整车不同的工作模式;

[0112] 在车辆静止状态下,如果高压储能装置9电量很低,HCU将控制发动机1启动,进入怠速发电状态,给高压储能装置9充电,以维持电量平衡;

[0113] 如果在车辆行驶过程中,驾驶人员需求扭矩大于一定阈值,HCU将快速控制发动机1启动,实现发动机1与驱动电机并联驱动,满足驾驶人员对整车动力需求。

[0114] 图2是本发明的插电式混合动力汽车整车控制系统示意图。

[0115] 基于本发明的行星轮耦合机构,整车控制系统主要由发动机、CVT、电动油泵、驱动电机,再生制动系统及高压储能装置对应的控制单元组成。

[0116] 为实现发动机在车辆静止和行驶中快速、平稳启动,HCU还将控制耦合机构离合器与制动器扭矩容量。HCU根据动力电池电量,及驾驶人员扭矩请求,自动控制发动机启停,实现整车不同的工作模式。如在车辆静止状态下,如果高压储能装置电量很低,HCU将控制发动机启动,进入怠速发电状态,给高压储能装置充电,以维持电量平衡。如果在车辆行驶过程中,驾驶人员需求扭矩大于一定阈值,HCU将快速控制发动机启动,实现发动机与驱动电机并联驱动,满足驾驶人员对整车动力需求。

[0117] 图3是本发明在车辆静止状态下,发动机启动过程控制逻辑示意图。

- [0118] 以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其技术方案是:
- [0119] 在车辆静止状态下,发动机1启动过程控制逻辑:
- [0120] 开始;
- [0121] 步骤301:当车辆钥匙上电后,整车高压系统启动,整车进入可驾驶的READY状态,即纯电动模式;
- [0122] 步骤302:如果当前高压储能装置9电量很低,HCU将激活发动机1启动请求,进入步骤303,否则返回步骤302;
- [0123] 步骤303:如果当前驾驶人员换挡杆位于P档(停车档)或者N档(空挡),则进入步骤305,否则进入步骤304;
- [0124] 步骤304:强制请求TCM控制无级变速器6位于空档,然后进入步骤305;
- [0125] 步骤305:控制驱动电机输出扭矩,使得驱动电机达到预设的目标转速;
- [0126] 步骤306:控制耦合机构制动器10扭矩容量为零,即打开耦合机构制动器10;
- [0127] 步骤307:控制耦合机构离合器3扭矩容量按照预设的梯度增加到最大值;
- [0128] 步骤308:控制EMS,允许发动机1启动;
- [0129] 步骤309:检测发动机1与驱动电机转速已同步;
- [0130] 步骤310:判断发动机1是否启动成功,如果启动成功,则进入步骤311,否则返回步骤309,保持驱动电机拖动发动机1的状态;
- [0131] 步骤311:发动机1启动成功,耦合机构离合器3锁止,发动机1进入怠速状态。
- [0132] 图4是本发明在车辆行驶中,发动机启动过程控制逻辑示意图。
- [0133] 以上所述的混合动力汽车驱动系统的发动机启动控制方法,其技术方案是:
- [0134] 在车辆行驶中,发动机1启动过程控制逻辑:
- [0135] 开始;
- [0136] 步骤401:该状态下,高压系统正常上电,车辆处于纯电动模式的行驶状态;
- [0137] 步骤402:当驾驶人员有较大扭矩需求或其它因素需要启动发动机1时,则进入步骤403;否则返回步骤401;
- [0138] 步骤403:控制耦合机构制动器10扭矩容量为零;
- [0139] 步骤404:根据驱动电机扭矩和惯量扭矩,发动机阻力矩和发动机启动目标所需的惯量扭矩,计算耦合机构离合器3需要传递的扭矩容量,公式如下:
- [0140]  $T_{c1} = T_m + [(T_{ej} - T_{mj}/k) + T_{drag}] \cdot (1+k)$
- [0141] 其中:
- [0142]  $T_{c1}$ :耦合机构离合器3需求扭矩容量;
- [0143]  $T_m$ :驾驶人员对驱动电机的需求扭矩;
- [0144]  $T_{ej}$ :发动机启动目标惯量扭矩;
- [0145]  $T_{mj}$ :驱动电机当前的惯量扭矩;
- [0146]  $T_{drag}$ :发动机1阻力矩;
- [0147]  $k$ :行星轮耦合机构的速比,  $k = (Z_r + Z_s) / Z_s$ ;
- [0148]  $Z_r$ :行星轮系的齿圈齿数;
- [0149]  $Z_s$ :行星轮系的太阳轮齿数;
- [0150] 如果耦合机构离合器3最大扭矩容量小于预设值,则控制耦合机构离合器3扭矩容

量按照预设的梯度增加,直到达到该阶段预设的最大值;

[0151] 步骤405:计算驾驶人员对驱动电机所需的扭矩,公式如下:

[0152]  $T_m = T_{actCl} + (T_{dr} - T_{actCl}) \cdot (1+k) / k$

[0153] 其中:

[0154]  $T_m$ 、 $k$ 同前;

[0155]  $T_{actCl}$ :发动机启动过程中,耦合机构离合器实际传递的扭矩;

[0156]  $T_{dr}$ :驾驶人员需求扭矩。

[0157] 步骤406:判断发动机1与驱动电机的转速差,如果小于预设值,则进入步骤407,否则返回步骤405;

[0158] 步骤407:控制EMS启动发动机1;

[0159] 步骤408:判断发动机1在规定时间内是否启动成功,如果发动机1启动成功,则进入步骤409,否则进入步骤411中;

[0160] 步骤409:控制耦合机构离合器3处于滑摩状态;

[0161] 步骤410:判断发动机1与驱动电机转速是否同步;如果不同步,则返回步骤409;如果同步,则进入步骤411;

[0162] 步骤411:控制耦合机构离合器3扭矩容量按照预设梯度增加到最大值;

[0163] 步骤412:发动机1启动成功,耦合机构离合器3锁止,发动机1和驱动电机共同参与整车驱动,即整车进入并联驱动模式。

[0164] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

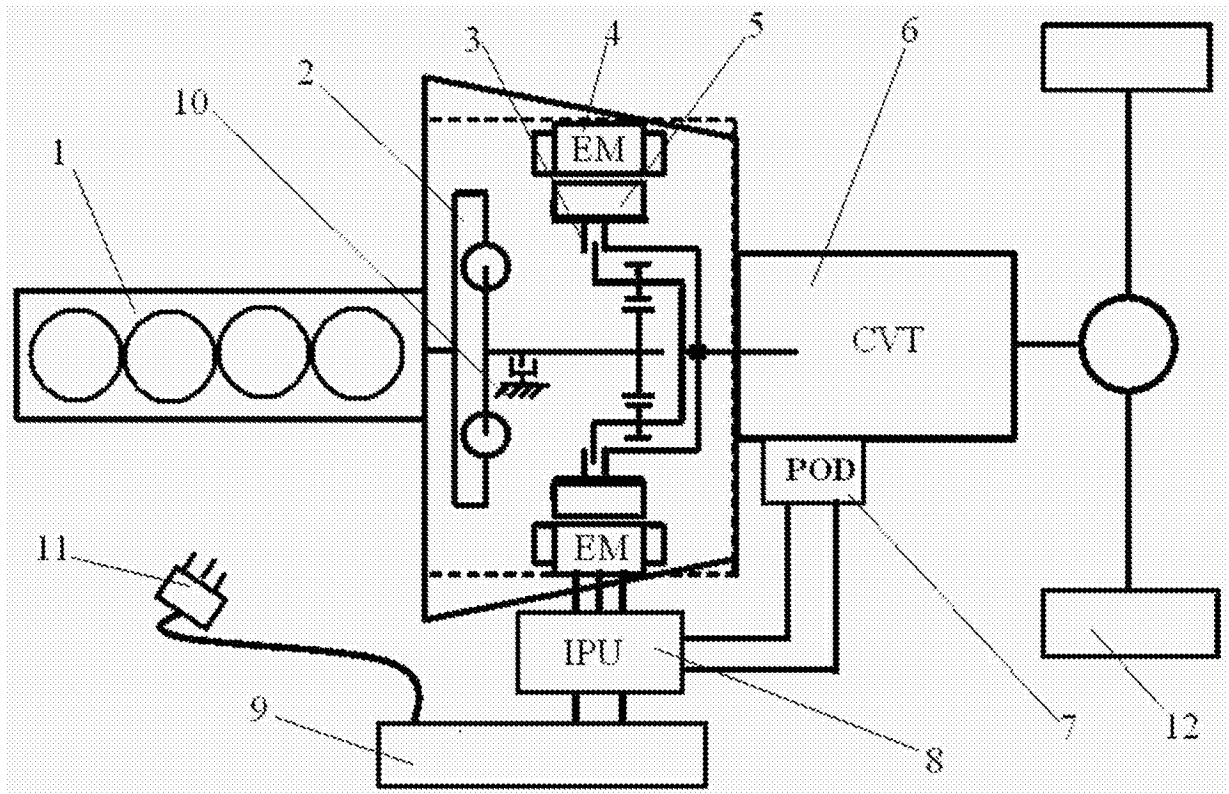


图1

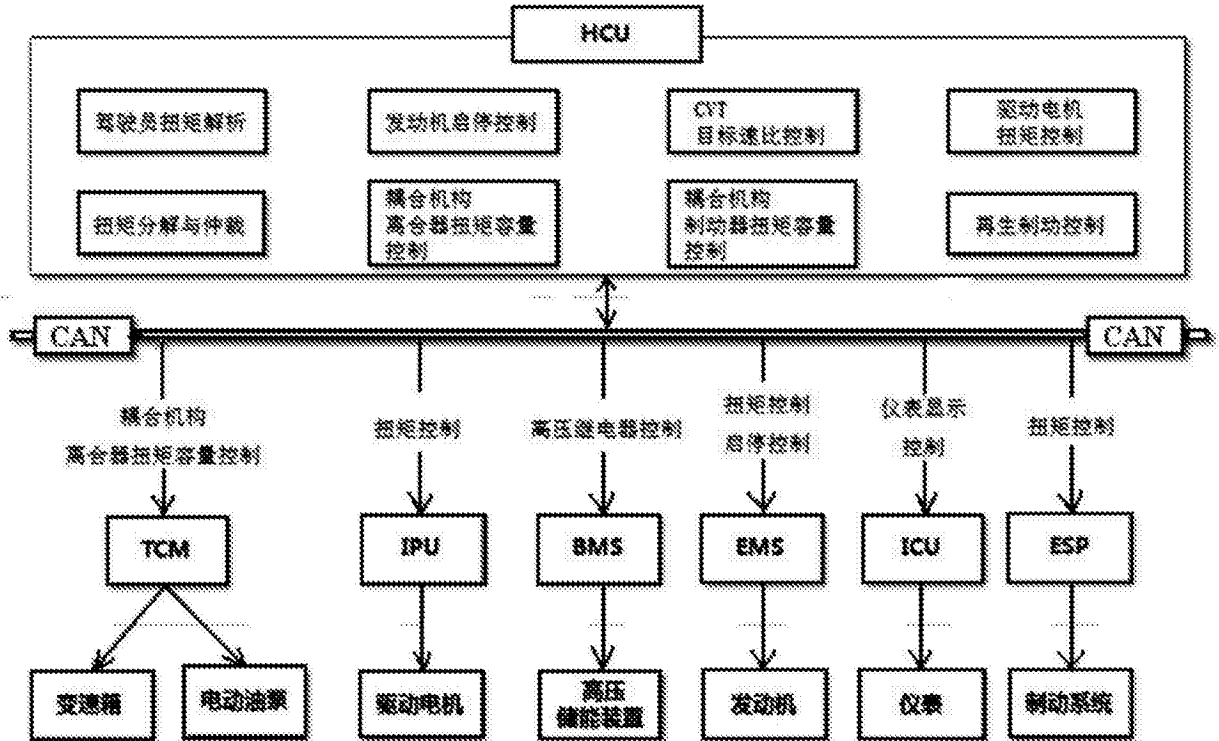


图2

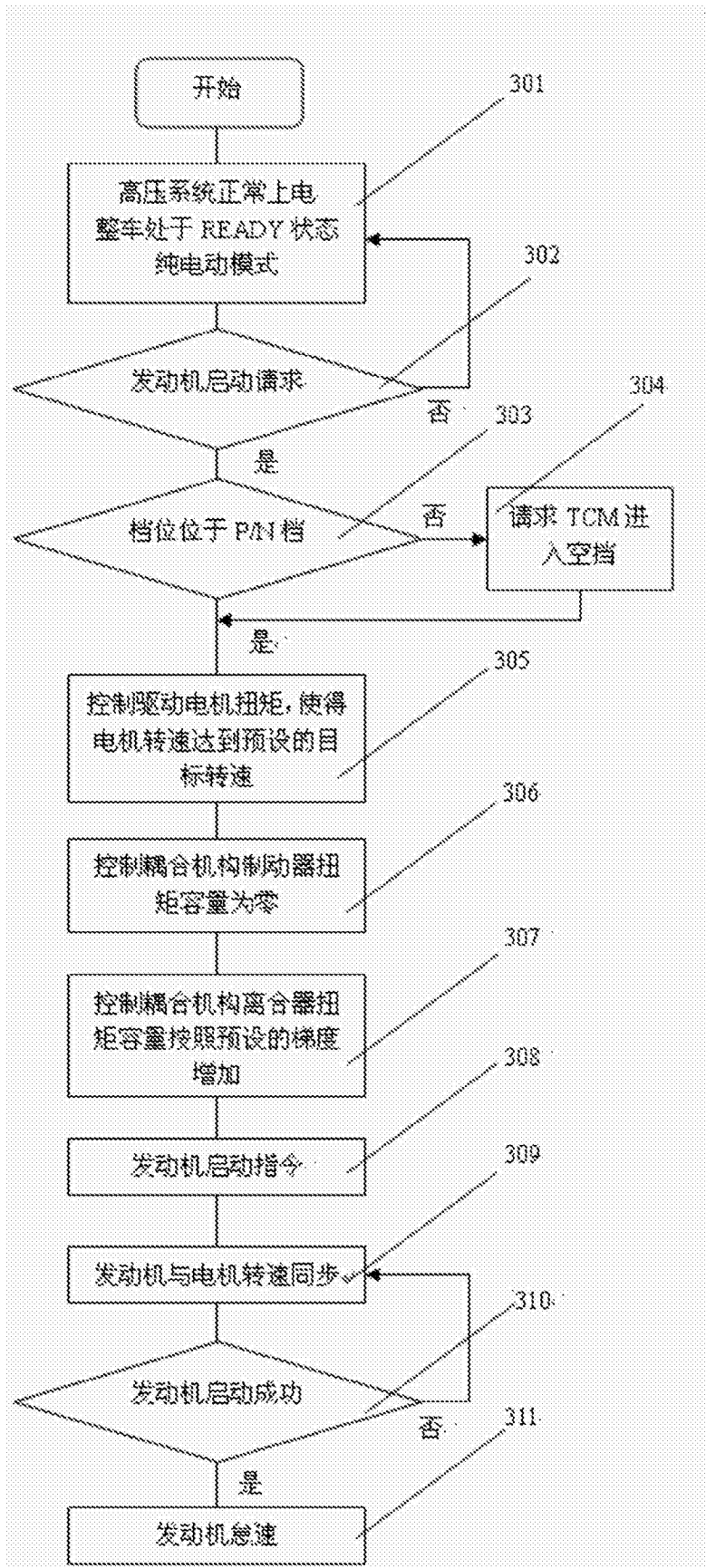


图3

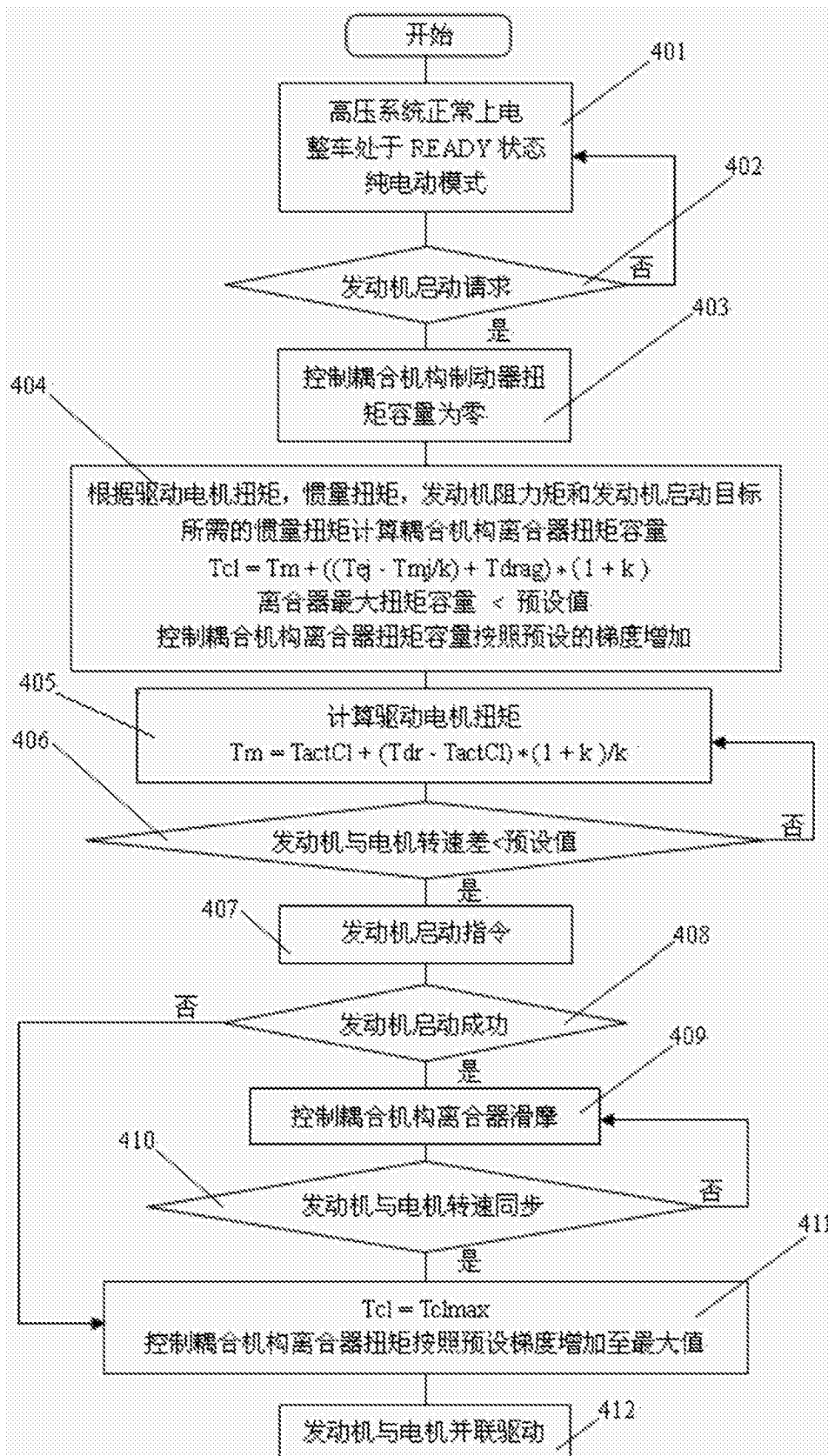


图4