



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110568289 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910878093.0

(22)申请日 2019.09.17

(71)申请人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 杨树军 王浩 王波 唐先智
张璐 田霖

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务
所(普通合伙) 11474

代理人 马媛媛

(51)Int.Cl.

G01R 31/00(2006.01)

G01R 31/385(2019.01)

G01M 17/007(2006.01)

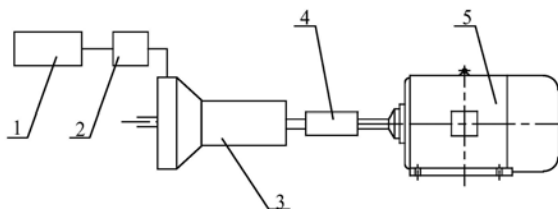
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法

(57)摘要

本发明涉及油电混合动力技术领域,本发明公开了一种并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法及试验装置,通过实验台控制电机模拟并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速变化;实物元件真实反映并联式油电混合动力汽车电力动力模块和变速箱的工作状态;上位机根据电力动力模块的实时工作状态模拟汽车发动机的工作状态,进而得出并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的工作状态。试验台包括电池、电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱和测功机电机。



1. 一种用于并联式油电混合动力汽车的模拟实验方法的试验装置,其特征在于,其包括电池、电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱、测功机、电机以及传感器;所述电池依次连接所述电混合动力变速箱控制器以及所述电混合动力变速箱的电输入端,所述电混合动力变速箱的输出端依次连接所述测功机以及所述电机;所述电混合动力变速箱的机械输入端为空,所述电混合动力变速箱包括电动力模块和变速箱;所述电混合动力变速箱控制器采集所述电混合动力变速箱内的档位;通过所述传感器采集所述电混合动力变速箱输出端的转速以及所述电池的状态通过传感器测得。

2. 如权利要求1所述的试验装置,其特征在于,油电混合动力汽车为制动模式时,所述电混合动力变速箱内的电动力模块起到发电机的作用,将动能转换成电能,形成对电混合动力变速箱的转动的阻力作用,电动力模块提供制动转矩;当油电混合动力汽车为驱动模式时,所述电混合动力变速箱内的电动力模块起到电动机的作用,将电能转换成动能,形成对电混合动力变速箱的转动的驱动作用,电动力模块提供驱动转矩。

3. 如权利要求2所述的试验装置,其特征在于,所述传感器包括第一传感器和第二传感器;所述电池连接第一传感器,第一传感器采集电池的状态;第二传感器连接至电混合动力变速箱的输出端,电混合动力变速箱的输出端的转速通过第二传感器进行采集。

4. 如权利要求1所述的试验装置,其特征在于,所述第二传感器还包括扭矩传感器,其配置用于采集电混合动力变速箱内的电动力模块能提供的转矩。

5. 一种并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其特征在于,其具体包括如下步骤:

S1:将油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速,转换成汽车变速箱输出端的转速,以通过电机进行模拟;

S2:根据汽车变速箱输出端的实时转速和由电混合动力变速箱控制器采集的电混合动力变速箱的当前档位确定发动机的实时转速;电混合动力变速箱的档位变化遵循其自身的换挡规律;

S3:根据油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速 u_a 计算电混合动力变速箱输出端的给定角加速度,进而根据电混合动力变速箱输出端的给定角加速度判断汽车的驱动模式、制动模式、停车模式和匀速行驶模式;

S4:根据汽车的给定加速度计算电混合动力变速箱输出端的需求转矩;

S5:根据当前的电池状态和电混合动力变速箱输出端的需求转矩调节电混合动力变速箱控制器,以便控制电混合动力变速箱内的电动力模块提供的转矩;

S6:根据电混合动力变速箱输出端的需求转矩和电动力模块能提供的转矩,确定驱动状态时的发动机的实时驱动转矩或制动状态时的机械制动转矩;

S7:根据发动机实时的转速、转矩和发动机万有特性曲线,确定发动机的油耗并得出节油率。

6. 如权利要求5所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其特征在于,所述步骤S6中,汽车为驱动模式时,机械制动转矩为零,发动机的实时转矩由电动力模块能提供的转矩和驱动模式时电混合动力变速箱输出端所需要的驱动转矩计算得出;

汽车为制动模式时,发动机实时转矩为零,机械制动转矩由电混合动力模块能提供的转矩、制动模式时电混合动力变速箱输出端所需要的制动转矩和变速箱的传动比计算得

出。

7. 如权利要求6所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其特征在于,汽车制动过程中,制动强度大于0.7时,判断汽车为紧急制动,此时为纯机械制动,电动力模块不工作,不提供制动转矩;车辆需求制动转矩小于或者等于电动力模块能提供的制动转矩时,根据制度强度的要求,调节电混合动力变速箱控制器来合理控制电动力模块提供的制动转矩大小。

8. 如权利要求7所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其特征在于,汽车制动过程中,电动力模块将动能转换成电能储存在电池中,若电池的电力达到饱和状态,则不再向电池中充电。

9. 如权利要求8所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其特征在于,发动机的实时转矩由电混合动力变速箱输出端的需求驱动转矩经过变速箱的传动比计算减去电动力模块能提供的驱动转矩得到,电动力模块提供的驱动转矩能满足电混合动力变速箱输出端的需求驱动转矩时,驱动转矩由电动力模块提供,发动机的实时转矩为零;机械制动转矩由电混合动力变速箱的输出端的制动转矩减去经过变速箱传动比计算的电动力模块能提供的制动转矩得到,电动力模块提供的制动转矩能满足电混合动力变速箱的输出端的需求制动转矩时,制动转矩由电动力模块提供,机械制动转矩为零。

并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油电混合动力技术领域,具体是一种并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法及试验装置。

背景技术

[0002] 珍惜日渐减少的石油资源和保护人类的生存环境,是人类社会迫切需要解决的两大课题,这加速了混合动力汽车和电动汽车的发展。与传统燃油汽车相比,纯电动汽车具有清洁、安静、高效的特点,但由于电池技术的限制,纯电动汽车市场化还需要较长的一段时间。因此,全球众多汽车生产商将重点放在混合动力电动汽车的研究与开发上与纯电动汽车相比,混合动力汽车虽然不能实现零排放,但可以通过采用合理的控制策略达到既能保持纯电动汽车高效率、低排放的优点,又能发挥传统燃油汽车动力强劲及行驶里程长的特点,同时又能很好的利用已有的传统汽车技术和现有的公共基础设施,是符合社会现实需要的汽车类型。混合动力电动汽车与传统内燃机汽车相比,可提高燃油经济性并降低排放;节能与环保功能是通过将现有动力源的组合来实现的,能够很快投入实际生产;具有辅助动力,突破了纯电动汽车续航里程的限制,其行驶里程可与传统燃油汽车相媲美;与纯电动汽车相比,其电池容量较小,相应的重量与体积也小得多;通过采用合理的控制策略,辅助动力可以向电池充电,使得混合动力汽车无需停车充电,同时减少了电池的维护工作量。

[0003] 油电混合动力汽车是一个复杂的机械、电器的集合体,在整车开发前期,如果直接通过建立实车进行大量实车试验,将消耗大量的人力、物力及财力,并且还会使得设计开发周期延长;全部采用计算机仿真难以完全体现系统部件特性,结果与实际差别较大。因此,在油电混合动力汽车的研发中,开发一种融合计算机技术进行半实物实验的方法十分必要。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的不足,本发明的目的在于提供一种并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法及试验装置,在实验台上模拟并联式油电混合动力汽车城市循环工况,本发明能够克服现有技术中并联式油电混合动力汽车在实车上测试的成本高,受环境影响大等问题,同时亦可克服现有技术中并联式油电混合动力汽车城市循环工况纯计算机仿真与实际差别较大的缺点。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 一种用于并联式油电混合动力汽车的模拟实验方法的试验装置,其包括电池、电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱、测功机、电机以及传感器;所述电池依次连接所述电混合动力变速箱控制器、所述电混合动力变速箱的电输入端,所述电混合动力变速箱的输出端依次连接所述测功机以及所述电机;所述电混合动力变速箱的机械输入端为空,所述电混合动力变速箱包括电动力模块和变速箱组成;所述电混合动力变速箱内的档位由电混合动力变速箱控制器采集得到,所述电混合动力变速箱输出端的转速通过传感器

采集得到,所述电池的状态由传感器采集或并经过计算得到。

[0007] 优选地,油电混合动力汽车为制动模式时,所述电混合动力变速箱内的电动力模块起到发电机的作用,将动能转换成电能,形成对电混合动力变速箱的转动的阻力作用,电动力模块提供制动转矩;当油电混合动力汽车为驱动模式时,所述电混合动力变速箱内的电动力模块起到电动机的作用,将电能转换成动能,形成对电混合动力变速箱的转动的驱动作用,电动力模块提供驱动转矩。

[0008] 优选地,所述传感器包括第一传感器和第二传感器;所述电池连接第一传感器,第一传感器采集电池的状态;第二传感器连接至电混合动力变速箱的输出端,电混合动力变速箱的输出端的转速通过第二传感器进行采集。

[0009] 优选地,所述第二传感器还包括扭矩传感器,其配置用于采集电混合动力变速箱内的电动力模块能提供的转矩。

[0010] 一种并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其具体包括如下步骤:

[0011] S1:将油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速,转换成汽车变速箱输出端的转速,以通过电机进行模拟;

[0012] S2:根据汽车变速箱输出端的实时转速和由电混合动力变速箱控制器采集的电混合动力变速箱的当前档位确定发动机的实时转速;电混合动力变速箱的档位变化遵循其自身的换挡规律;

[0013] S3:根据油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速 u_a 计算电混合动力变速箱输出端的给定角加速度,进而根据电混合动力变速箱输出端的给定角加速度判断汽车的驱动模式、制动模式、停车模式和匀速行驶模式;

[0014] S4:根据汽车的给定加速度计算电混合动力变速箱输出端的需求转矩;

[0015] S5:根据当前的电池状态和电混合动力变速箱输出端的需求转矩调节电混合动力变速箱控制器,以便控制电混合动力变速箱内的电动力模块提供的转矩;

[0016] S6:根据电混合动力变速箱输出端的需求转矩和电动力模块能提供的转矩,确定驱动状态时的发动机的实时驱动转矩或制动状态时的机械制动转矩;

[0017] S7:根据发动机实时的转速、转矩和发动机万有特性曲线,确定发动机的油耗并得出节油率。

[0018] 优选地,所述步骤S6中,汽车为驱动模式时,机械制动转矩为零,发动机的实时转矩由电动力模块能提供的转矩和驱动模式时电混合动力变速箱的输出端所需要的驱动转矩和电混合动力变速箱的传动比计算得出;

[0019] 汽车为制动模式时,发动机实时转矩为零,机械制动转矩由电动力模块能提供的转矩、制动模式时电混合动力变速线输出端所需要的制动转矩和电混合动力变速箱的传动比计算得出。

[0020] 优选地,汽车制动过程中,制动强度大于0.7时,判断汽车为紧急制动,此时为纯机械制动,电动力模块不工作,不提供制动转矩;车辆需求制动转矩小于或者等于电动力模块能提供的制动转矩时,根据制度强度的要求,调节电混合动力变速箱控制器来合理控制电动力模块提供的制动转矩大小。

[0021] 优选地,汽车制动过程中,电动力模块将动能转换成电能储存在电池中,若电池的

电力达到饱和状态,则不再向电池中充电。

[0022] 优选地,发动机的实时转矩由电混合动力变速箱输出端的需求驱动转矩经过变速箱的传动比计算减去电动力模块能提供的驱动转矩得到,电动力模块提供的驱动转矩能满足电混合动力变速箱输出端的需求驱动转矩时,驱动转矩由电动力模块提供,发动机的实时转矩为零;机械制动转矩由电混合动力变速箱3输出端的制动转矩减去经过变速箱传动比计算的电动力模块能提供的制动转矩得到,电动力模块提供的制动转矩能满足电混合动力变速箱的输出端的需求制动转矩时,制动转矩由电动力模块提供,机械制动转矩为零。

[0023] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

[0024] 1. 本发明所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法用于油电混合动力汽车的开发阶段,可以提高研发的效率,降低研发的成本。

[0025] 2. 本发明所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法可用于控制策略的研究,确定最佳的控制策略。

[0026] 3. 本发明所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法可以比较准确地模拟油电混合动力汽车的实际运行情况。

[0027] 4. 本发明所述的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法相比于其他的实验方法具有仿真精度高、测试费用小、占用场地小等明显优势。

附图说明

[0028] 下面结合附图对本发明作进一步的说明:

[0029] 图1是根据本发明的实施例的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法的实验台架结构组成示意图。

[0030] 图中:1. 电池,2. 电混合动力变速箱控制器,3. 电混合动力变速箱,4. 测功机,5. 电机。

具体实施方式

[0031] 以下将参考附图对本发明示例性实施例的特征进行详细说明。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0032] 本发明通过实验台,如图1所示,以恒转速的控制模式控制电机以模拟并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速变化;通过实物元件真实反映并联式油电混合动力汽车的工作状态;上位机根据各元件的实时工作状态模拟汽车发动机的工作状态,进而得出并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的工作状态。

[0033] 根据本发明实施例的试验台包括电池1、电混合动力变速箱控制器2、电混合动力变速箱3、测功机4、电机5以及传感器。电池1依次连接电混合动力变速箱控制器2、电混合动力变速箱3的电输入端,电混合动力变速箱3的机械输入端为空,电混合动力变速箱3的输出端依次连接测功机4以及电机5。

[0034] 具体地,电池1连接电混合动力变速箱控制器2,电混合动力变速箱控制器2连接电混合动力变速箱3的电输入端,电混合动力变速箱3的输出端连接测功机4的输入端,测功机4的输出端连接电机5;当动能转换成电能时,电混合动力变速箱内的电动力模块作为发电

机;当电能转换成动能时,电混合动力变速箱内的电动力模块作为电动机。优选地,电机5连接至电混合动力变速箱3的输出端。

[0035] 优选地,油电混合动力汽车为制动模式时,电混合动力变速箱内的电动力模块起到发电机的作用,将动能转换成电能,形成对电混合动力变速箱的转动的阻力作用,电动力模块提供制动转矩;当油电混合动力汽车为驱动模式时,电混合动力变速箱内的电动力模块起到电动机的作用,将电能转换成动能,形成对电混合动力变速箱的转动的驱动作用,电动力模块提供驱动转矩。

[0036] 优选地,传感器包括第一传感器和第二传感器。

[0037] 电池1的电力、电混合动力变速箱3的输出端的转速通过各传感器采集得到。具体地,电池连接第一传感器,第一传感器采集电池的状态;第二传感器连接至电混合动力变速箱,例如,电混合动力变速箱的输出端的转速通过第三传感器进行采集。

[0038] 优选地,第二传感器还包括扭矩传感器,其配置用于采集电动力模块能提供的转矩。

[0039] 通过电机5模拟油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速变化,具体地,将汽车的车速通过车轮、主减速器转换成变速箱输出端的转速,上位机控制实验台的电机以该转速运行,实现对汽车的模拟;汽车变速箱输出端的转速与电混合动力变速箱3的输出端的转速相等。

[0040] 根据城市循环工况下的油电混合动力汽车的车速,得到该汽车的变速箱的输出端的转速,也就是,电混合动力变速箱3的输出端的转速。通过本发明中的实验台以预设的恒转速的控制模式控制电机5按照该预设转速来运转,以模拟油电混合动力汽车在城市循环工况下的工作状态,实验台的上位机根据汽车变速箱输出端的转速结合变速箱的传动比,得出汽车的工作状态,例如,发动机的实时转速。

[0041] 试验台为一种用于并联式油电混合动力汽车城市循环工况模拟的实验装置,其通过实验台以恒转速的控制模式控制电机模拟并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速变化;通过实物元件,例如,电池、电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱真实反映并联式油电混合动力汽车电力动力模块的工作状态;上位机根据电混合动力变速箱的实时工作状态模拟汽车发动机的工作状态,进而得出并联式油电混合动力汽车在城市循环工况下的工作状态。

[0042] 优选地,试验台包括电池、电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱、测功机以及电机。电池依次连接电混合动力变速箱控制器、电混合动力变速箱的电输入端,电混合动力变速箱的机械输入端为空,电混合动力变速箱的输出端依次连接测功机以及电机。

[0043] 优选地,通过电机模拟油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速变化,将汽车的车速通过车轮、主减速器转换成变速箱输出端的转速,上位机控制实验台的电机以该转速运行,实现对汽车的模拟。

[0044] 实物元件真实反映汽车上电力动力模块的工作状态是指,电池的状态由传感器实时采集得到;由车速转换得到的变速箱输出端的角加速度判断汽车的工作模式,当汽车为驱动模式时电动力模块起到电动机作用,将电池中的电能转化成动能,此时电动力模块提供驱动转矩,当汽车为制动模式时,电动力模块起到发电机作用,将动能转化成电池中的电能,此时电动力模块提供制动转矩;电动力模块提供的转矩变化是根据当前电池1的电能和

电混合动力变速箱3输出端的需求转矩由电混合动力变速箱控制器2控制的。

[0045] 上位机根据电力动力模块的实时工作状态模拟出汽车发动机的工作状态是指,变速箱的传动比是由电混合动力变速箱控制器采集得到的,发动机的转速是根据采集的变速箱输出端的实时转速和变速箱的传动比计算得出,发动机的转矩是根据变速箱输出端的需求驱动转矩、电动力模块能提供的驱动转矩和变速箱的传动比计算得到,汽车的机械制动转矩是根据变速箱输出端的需求制动转矩、电动力模块提供的制动转矩和变速箱的传动比计算得到。

[0046] 电混合动力变速箱包括电动力模块和变速箱。当在驱动模式时,电动力模块起到电动机的作用,将电能转化成动能,形成对变速箱输入端转动的驱动作用,与发动机一起驱动变速箱;当在制动模式时,电动力模块起到发电机的作用,将动能转化成电能,形成对变速箱输入端转动的阻力作用。

[0047] 本发明的并联式油电混合动力汽车城市循环工况的模拟实验方法,其具体包括如下步骤:

[0048] S1:将油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速,转换成汽车变速箱输出端的转速,以通过电机5进行模拟;

[0049] 优选地,将油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速转换成汽车变速箱输出端的转速的公式如下,

$$[0050] \quad n = \frac{u_a i_0}{0.377 r}$$

[0051] 式中, n 为电混合动力变速箱输出端的给定转速,即电机5给定转速; u_a 为城市循环工况的理论车速; i_0 为汽车的主减速器传动比; r 为车轮半径;

[0052] S2:根据汽车变速箱输出端的实时转速,变速器的传动比确定汽车发动机的实时转速;

[0053] 优选地,通过转速传感器测得汽车变速箱输出端的实时转速,通过电混合动力变速箱控制器采集的到变速箱当前的传动比,通过下述公式计算发动机的实时转速,

$$[0054] \quad n_e = n_s i_g$$

[0055] 式中, n_e 为发动机的实时转速; n_s 为变速箱输出端的实时转速; i_g 为变速箱的传动比;

[0056] S3:根据油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速 u_a 计算汽车变速箱输出端的给定角加速度,进而根据汽车变速箱输出端的给定角加速度判断汽车的驱动模式、制动模式、停车模式和匀速行驶模式;

[0057] 优选地,计算汽车的给定加速度的表达式如下所示,

$$[0058] \quad a = \frac{u_a - u_{a\ n-1}}{\Delta t}$$

[0059] 式中, a 为汽车的给定加速度; u_a 为油电混合动力汽车在城市循环工况下的车速,即给定车速; $u_{a\ n-1}$ 为上一时刻的给定车速; Δt 为两次给定车速的时间间隔;

[0060] 通过下述公式计算汽车变速箱输出端的给定角加速度,

$$[0061] \quad \varepsilon = \frac{a i_0}{r}$$

[0062] 式中, ε 为变速箱输出端的给定角加速度。

- [0063] 通过给定车速和变速箱输出端的给定角加速度判断汽车的行驶模式；
 [0064] 当给定角加速度大于零时，判断根据本发明的油电混合动力汽车为驱动模式；
 [0065] 当给定角加速度小于零时，判断根据本发明的油电混合动力汽车为制动模式；
 [0066] 当给定角加速度等于零且给定车速等于零时，判断根据本发明的油电混合动力汽车为停车模式；
 [0067] 当给定角加速度等于零且给定车速不等于零时，判断根据本发明的油电混合动力汽车为匀速行驶模式。

- [0068] S4:根据汽车的给定加速度计算电混合动力变速箱3输出端的需求转矩；
 [0069] 优选地，电混合动力变速箱输出端的需求转矩的计算表达式如下，

$$[0070] \quad T_{\text{req-q}} = \frac{m a r}{i_0} + \frac{f m g r}{i_0} + \frac{C_D A U_a^2 r}{21.15 i_0}$$

$$[0071] \quad T_{\text{req-z}} = \frac{m a r}{i_0} - \frac{f m g r}{i_0} - \frac{C_D A U_a^2 r}{21.15 i_0}$$

- [0072] 式中， $T_{\text{req-q}}$ 为驱动模式时电混合动力变速箱3输出端所需要的驱动转矩； $T_{\text{req-z}}$ 为制动模式时电混合动力变速箱3输出端所需要的制动转矩； m 为汽车质量； f 为滚动阻力系数； C_D 为空气阻力系数； A 为汽车迎风面积；

- [0073] S5:根据当前的电池1的状态和电混合动力变速箱3输出端的需求转矩调节电混合动力变速箱控制器2，控制电动力模块提供的转矩。

- [0074] 优选地，电池的状态，例如，电池的电压，由第一传感器实时采集得到。

- [0075] S6:根据电混合动力变速箱3输出端的需求转矩、电动力模块能提供的转矩和变速箱的传动比，确定驱动状态时的发动机的实时驱动转矩或制动状态时的机械制动转矩；

- [0076] 汽车为驱动模式时，机械制动转矩为零，发动机的实时转矩由电动力模块能提供的转矩、驱动模式时电混合动力变速箱3的输出端所需要的驱动转矩和变速箱的传动比计算得出。

- [0077] 通过下述公式计算驱动模式时发动机的实时转矩，

$$[0078] \quad T_e = \frac{T_{\text{req-q}}}{i_g} - T_p$$

- [0079] 式中， T_e 为发动机的实时转矩； T_p 为扭矩传感器采集的电动力模块能提供的转矩。

- [0080] 汽车为制动模式时，发动机实时转矩为零，机械制动转矩由电动力模块能提供的转矩、制动模式时电混合动力变速箱3输出端所需要的制动转矩和变速箱的传动比计算得出。

- [0081] 通过下述公式计算制动模式时的机械制动转矩，

$$[0082] \quad T_m = T_{\text{req-z}} - T_p i_g$$

- [0083] 式中， T_m 为机械制动转矩； T_p 为扭矩传感器采集的电动力模块能提供的转矩； $T_{\text{req-z}}$ 为制动模式时电混合动力变速箱3输出端所需要的制动转矩；

- [0084] S7:根据发动机实时的转速、转矩和发动机万有特性曲线，确定发动机的油耗并得出节油率。

- [0085] 优选地，通过发动机的实时转速和实时转矩，查对应的发动机万有特性数据表，得

到发动机燃油消耗率；

[0086] 通过下述公式计算发动机燃油消耗量，

$$[0087] \quad Q = \int_0^t \frac{T_e n_e}{9550} b_e dt$$

[0088] 式中，Q为发动机的燃油消耗量； b_e 为发动机的燃油消耗率；t为时间。

[0089] 通过下述公式计算节油率，

$$[0090] \quad \eta = \frac{Q_c - Q}{Q_c}$$

[0091] 式中， η 为节油率； Q_c 为传统车辆在城市循环工况下的燃油消耗量。

[0092] 汽车制动过程中，制动强度大于0.7时，判断汽车为紧急制动，此时为纯机械制动，电动力模块不工作，不提供制动转矩；车辆需求制动转矩小于或者等于电动力模块能提供的制动转矩时，根据制度强度的要求，调节电混合动力变速箱控制器2来合理控制电动力模块提供的制动转矩大小。

[0093] 汽车制动过程中，电动力模块将动能转换成电能储存在电池1中，若电池1电力达到饱和状态，则不再向电池1中充电。

[0094] 发动机的实时转矩由电混合动力变速箱3输出端的需求驱动转矩经过变速箱的传动比计算减去电动力模块能提供的驱动转矩得到，电动力模块提供的驱动转矩能满足电混合动力变速箱3输出端的需求驱动转矩时，驱动转矩由电动力模块提供，发动机的实时转矩为零；机械制动转矩由电混合动力变速箱3输出端的制动转矩减去经过变速箱传动比计算的电动力模块能提供的制动转矩得到，电动力模块提供的制动转矩能满足电混合动力变速箱3输出端的需求制动转矩时，制动转矩由电动力模块提供，机械制动转矩为零。

[0095] 根据发动机的实时转矩和实时转速可以查发动机万有特性曲线，得到当前时刻发动机的燃油消耗率，叠加得到整个城市循环工况下发动机的燃油消耗量，对比传统汽车在城市循环工况下的燃油消耗量可以得到油电混合动力汽车的节油率。

[0096] 最后应说明的是：以上所述各实施例仅用于说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或全部技术特征进行等同替换；而这些修改或替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

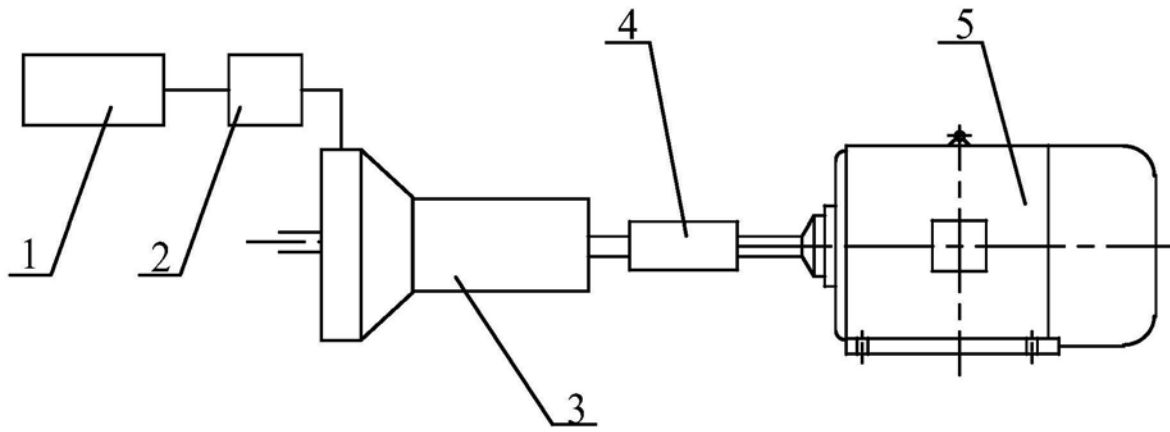


图1