



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104417544 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201310558043.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.11.11

B60W 20/20(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B60W 10/06(2006.01)

申请公布号 CN 104417544 A

B60W 10/08(2006.01)

B60W 10/26(2006.01)

(43)申请公布日 2015.03.18

审查员 陈桂银

(66)本国优先权数据

201310409911.5 2013.09.09 CN

(73)专利权人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

(72)发明人 陈昊 廉玉波

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务

所(普通合伙) 11201

代理人 张大威

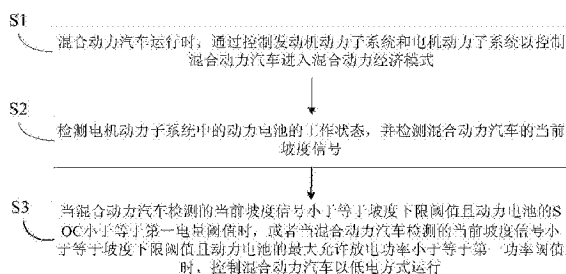
权利要求书2页 说明书19页 附图9页

(54)发明名称

混合动力汽车的控制系统和控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种混合动力汽车的控制系统和控制方法,其中控制系统包括:传动装置;发动机动力子系统;电机动力子系统;控制器,控制器通过控制发动机动力子系统和电机动力子系统以控制混合动力汽车进入混合动力经济模式,并且当检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,控制器控制混合动力汽车以低电方式运行。该控制系统采用并联方式,动力容易匹配,转化效率高,并且发动机启动点设置较高,有效地降低油耗排放,减少发动机频繁启停程度,从而提高了起动机的寿命,减少了行车噪声,提高了驾驶舒适性。



1. 一种混合动力汽车的控制系统,其特征在于,包括:

传动装置,所述传动装置用于驱动混合动力汽车的车轮;

发动机动力子系统,所述发动机动力子系统与所述传动装置相连;

电机动力子系统,所述电机动力子系统与所述传动装置相连;以及

控制器,所述控制器通过控制所述发动机动力子系统和电机动力子系统以控制所述混合动力汽车进入混合动力经济模式,并且当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且所述电机动力子系统中的动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于所述坡度下限阈值且所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,所述控制器控制所述混合动力汽车以低电方式运行,其中,低电方式是指发动机带动电机快速发电以摆脱低电状态,使电机重新具备调节发动机工作区间的能力;当所述混合动力汽车以所述低电方式运行时,如果所述混合动力汽车的当前档位处于P挡时,所述控制器控制所述混合动力汽车进入怠速启停模式。

2. 如权利要求1所述的混合动力汽车的控制系统,其特征在于,当所述混合动力汽车以所述低电方式运行时,如果所述混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,其中,

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求大于所述发动机子系统中的发动机的预设扭矩上限曲线时,所述控制器控制所述发动机以所述预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制所述电机动力子系统中的电机进行扭矩补足;

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求小于所述发动机的预设扭矩下限曲线时,所述控制器控制所述发动机以所述预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制所述电机进行发电;

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于所述发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于所述发动机的预设扭矩下限曲线时,所述控制器控制所述发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制所述电机进行发电。

3. 如权利要求1所述的混合动力汽车的控制系统,其特征在于,当所述混合动力汽车进入所述怠速启停模式时,所述控制器还判断所述混合动力汽车是否满足怠速启停条件,并在所述混合动力汽车满足所述怠速启停条件时,所述控制器控制所述发动机动力子系统内的发动机熄火。

4. 一种混合动力汽车的控制方法,其特征在于,所述混合动力汽车包括传动装置、发动机动力子系统和电机动力子系统,所述传动装置与所述发动机动力子系统和所述电机动力子系统分别相连,所述控制方法包括以下步骤:

所述混合动力汽车运行时,通过控制所述发动机动力子系统和电机动力子系统以控制所述混合动力汽车进入混合动力经济模式;

检测所述电机动力子系统中的动力电池的工作状态,并检测所述混合动力汽车的当前坡度信号;

当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且所述动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于所述坡度下限阈值且所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,控制所述混合动力汽车以低电方式运行,其中,低电方式是指发动机带动电机快速发电以摆脱低电状态,使电机重新具备调节发动机工作区间的能力;

当所述混合动力汽车以所述低电方式运行时,如果所述混合动力汽车的当前档位处于

P挡时,控制所述混合动力汽车进入怠速启停模式。

5.如权利要求4所述的混合动力汽车的控制方法,其特征在于,当所述混合动力汽车以所述低电方式运行时,如果所述混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,其中,

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求大于所述发动机子系统发动机的预设扭矩上限曲线时,控制所述发动机以所述预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制所述电机动力子系统电机进行扭矩补足;

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求小于所述发动机的预设扭矩下限曲线时,控制所述发动机以所述预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制所述电机进行发电;

当所述混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于所述发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于所述发动机的预设扭矩下限曲线时,控制所述发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制所述电机进行发电。

6.如权利要求4所述的混合动力汽车的控制方法,其特征在于,当所述混合动力汽车进入所述怠速启停模式时,还包括:

判断所述混合动力汽车是否满足怠速启停条件;

当所述混合动力汽车满足所述怠速启停条件时,控制所述发动机动力子系统发动机熄火。

混合动力汽车的控制系统和控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,特别涉及一种混合动力汽车的控制系統以及一种混合动力汽车的控制方法。

背景技术

[0002] 混合动力汽车(Hybrid Electrical Vehicle,简称HEV)是指同时装备两种动力来源即热动力源(由传统的汽油机或者柴油机产生)与电动力源(由电池与电机产生)的汽车。通过在混合动力汽车上使用电机,使得动力系统可以按照整车的实际运行工况要求灵活调控,而发动机保持在综合性能最佳的区域内工作,从而降低油耗与排放。

[0003] 现有的混合动力汽车有些是采用混联式混合动力系统,其特点在于内燃机系统和电机驱动系统各有一套机械变速机构,两套机构采用行星轮式结构结合在一起,从而综合调节内燃机和电动机直接的转速关系。

[0004] 但是,传统的混合动力汽车的驱动模式单一,驾驶员无法通过个人驾驶习惯以及长期固定的行车工况来进行驱动模式选择。例如,以亚洲人的习惯,居住较集中,每天上下班的行车路线较固定,路程大多在50km以内,这种特殊的工况很适合中短距离纯电动行驶。而传统的混合动力汽车的设计理念是通过电机辅助调节发动机降低油耗而不是彻底消除油耗,因此往往不具备手动EV(纯电动)模式切换功能,即使有也因为电池容量限制而导致纯电动续驶里程偏短。

[0005] 同时,传统的混合动力汽车由于以降油耗为目的,不会选用大功率、大扭矩的电机和发动机,因此会导致整车动力性不强,驾驶乐趣大大降低。例如有些混合动力汽车的百公里加速时间超过10s,而且高速性能也较差。

[0006] 再者,有些混合动力汽车采用的是混联式结构及其的控制方法,不存在发动机单独驱动的策略,即使在发动机处于相当经济的工作区域也会通过第一电机MG1给电池充电,同时要通过MG1调节发动机转速来实现换挡;而且在大负荷加速工况时,受电池容量限制,发动机有一部分功率要带动MG1发电后才能和蓄电池共同给第二电机MG2提供电能驱动,以上两点均降低了发动机的驱动效率。并且,在发动机启动关闭策略上,设定的需求功率和车速限值偏小,且车速切换条件设置为点而非区间,会造成发动机过早过频起动。

[0007] 此外,现有的有些混合动力汽车由于电池容量小未采用可插电式结构,电池电量均由汽油转化而来,提高了使用成本,同时混联结构比较复杂,采用ECVT(Electronic Continuously Variable Transmission,电控无级式自动变速器)匹配难度大,成本较高。

发明内容

[0008] 本发明是发明人基于以下认识和发现的:

[0009] 相关技术中,典型的混合动力汽车在HEV模式下的动力总成控制策略大体为:当动力电池的SOC较低时,一般为45%以下,不允许纯电动行驶;混合动力汽车静止起动时,发动机起动怠速暖机一段时间才自行停机,怠速转速1200rpm;混合动力汽车静止挂P挡时,发动

机会根据动力电池的SOC值及发动机水温决定是否熄火，SOC值低或发动机水温低时发动机会怠速发电直至SOC值处于某一较高水平或发动机水温处于某一较高水平；发动机起动过程中，采用行星齿轮实现无级变速，综合调节发动机和电动机之间的转速关系，该混合动力汽车具备两个电机，MG1进行转速控制，调节发动机到车轮端速比，MG2进行扭矩控制，提供扭矩并响应驾驶员和蓄电池充电需求。

[0010] 然而，当动力电池的SOC较低时，受电池容量限制，此时定义的低电状态的SOC值较高，整车很容易进入快速补电的策略，而此工况会增加油耗及排放；混合动力汽车静止上电起动时，发动机先起动怠速一段时间并判断动力电池的SOC值及发动机水温控制发动机起停，导致若长时间P挡停车发动机会多次起停；变速机构采用ECVT，其发动机怠速转速偏高，怠速噪声、油耗及排放均偏高，增加MG1用于调节发动机转速，增加电机成本，且ECVT结构复杂，工艺要求高，匹配难度大，也大大增加了变速机构软硬件成本；在大负荷加速工况时，受电池容量限制，发动机有一部分功率要带动MG1发电后才能和蓄电池共同给MG2提供电能驱动，能量转化次数增加，降低了效率。

[0011] 本发明的目的旨在至少解决上述的技术缺陷之一。

[0012] 为此，本发明的一个目的在于提出一种混合动力汽车的控制系統，该混合动力汽车的控制系統中的发动机动力子系统和电机动力子系统采用并联方式，动力容易匹配，转化效率高，并且发动机起动点设置较高，有效地降低油耗排放，减少发动机频繁启停程度，从而提高了起动机寿命，减少了行车噪声，提高了驾驶舒适性。

[0013] 本发明的另一个目的在于提出一种混合动力汽车的控制方法。

[0014] 为达到上述目的，本发明一方面的实施例提出的一种混合动力汽车的控制系統，包括：传动装置，所述传动装置用于驱动混合动力汽车的车轮；发动机动力子系统，所述发动机动力子系统与所述传动装置相连；电机动力子系统，所述电机动力子系统与所述传动装置相连；以及控制器，所述控制器通过控制所述发动机动力子系统和电机动力子系统以控制所述混合动力汽车进入混合动力经济模式，并且当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且所述电机动力子系统内的动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时，或者当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于所述坡度下限阈值且所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时，所述控制器控制所述混合动力汽车以低电方式运行。

[0015] 根据本发明实施例的混合动力汽车的控制系統，发动机动力子系统和电机动力子系统采用并联方式，相比于现有的混合动力汽车的动力系統采用串联方式，能有效提高能量利用率，同时并联结构相对简单，避免混联方式繁琐的ECVT匹配，降低因匹配不良造成的不平顺性风险，因此在保证整车动力性的前提下经济性能得到大幅提高。并且，发动机起动点设置较高，能使城市工况中发动机参与驱动的比重下降，降低油耗排放。此外还避免发动机频繁启停现象，从而提高了起动机寿命，减少了行车噪声，提高了驾驶舒适性。

[0016] 为达到上述目的，本发明另一方面实施例提出了一种混合动力汽车的控制方法，其中，所述混合动力汽车包括传动装置、发动机动力子系统和电机动力子系统，所述传动装置与所述发动机动力子系统和所述电机动力子系统分别相连，所述控制方法包括以下步骤：所述混合动力汽车运行时，通过控制所述发动机动力子系统和电机动力子系统以控制所述混合动力汽车进入混合动力经济模式；检测所述电机动力子系统内的动力电池的工作

状态,并检测所述混合动力汽车的当前坡度信号;当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且所述动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于所述坡度下限阈值且所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,控制所述混合动力汽车以低电方式运行。

[0017] 根据本发明实施例的混合动力汽车的控制方法,可选择的工作模式能满足用户在不同工况下的驾驶需求,即可满足城市工况的只用电需求,又可满足郊区工况的动力性需求,真正做到整车驱动以用户的主观操作意图为导向,提高驾驶乐趣。并且,发动机启动点设置较高,能使城市工况中发动机参与驱动的比重下降,降低油耗排放。此外还避免发动机频繁启停现象,从而提高了起动机寿命,减少了行车噪声,提高了驾驶舒适性。

[0018] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0019] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0020] 图1A为根据本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的方框示意图;

[0021] 图1B为根据本发明一个实施例的混合动力汽车的控制系统的方框示意图;

[0022] 图2为根据本发明一个实施例的混合动力汽车的信号流示意图;

[0023] 图3为根据本发明一个实施例的当混合动力汽车处于纯电动经济模式运行时的混合动力汽车的控制方法的流程图;

[0024] 图4为根据本发明另一个实施例的当混合动力汽车处于纯电动运动模式运行时的混合动力汽车的控制方法的流程图;

[0025] 图5为根据本发明又一个实施例的当混合动力汽车处于混合动力经济模式运行时的混合动力汽车的控制方法的流程图;

[0026] 图6为根据本发明又一个实施例的当混合动力汽车处于混合动力经济模式时的混合动力汽车以经济方式运行时的控制方法的流程图;

[0027] 图7为根据本发明又一个实施例的当混合动力汽车处于混合动力经济模式时发动机的工作区域示意图;

[0028] 图8为根据本发明一个实施例的电机的发电功率与动力电池的SOC值对应曲线关系示意图;

[0029] 图9为根据本发明又一个实施例的当混合动力汽车处于混合动力经济模式时的混合动力汽车以低电方式运行时的控制方法的流程图;

[0030] 图10为根据本发明再一个实施例的当混合动力汽车处于混合动力运动模式运行时的混合动力汽车的控制方法的流程图;以及

[0031] 图11为根据本发明实施例的混合动力汽车的控制方法的流程图。

具体实施方式

[0032] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附

图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0033] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本发明。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。此外,本发明提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的可应用于性和/或其他材料的使用。另外,以下描述的第一特征在第二特征之“上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例,也可以包括另外的特征形成在第一和第二特征之间的实施例,这样第一和第二特征可能不是直接接触。

[0034] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是机械连接或电连接,也可以是两个元件内部的连通,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0035] 参照下面的描述和附图,将清楚本发明的实施例的这些和其他方面。在这些描述和附图中,具体公开了本发明的实施例的一些特定实施方式,来表示实施本发明的实施例的原理的一些方式,但是应当理解,本发明的实施例的范围不受此限制。相反,本发明的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0036] 下面参照附图来描述根据本发明实施例提出的混合动力汽车的控制系统和控制方法。

[0037] 图1A为根据发明实施例的混合动力汽车的控制系统的方框示意图。如图1A所示,该混合动力汽车的控制系统包括传动装置10、发动机动力子系统20、电机动力子系统30和控制器40。

[0038] 其中,传动装置10用于驱动混合动力汽车的车轮2a和2b,发动机动力子系统20与传动装置10相连,电机动力子系统30与传动装置10相连。控制器40通过控制发动机动力子系统20和电机动力子系统30以控制所述混合动力汽车进入混合动力经济模式,并且当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且电机动力子系统30中的动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当所述混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于所述坡度下限阈值且所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,控制器40控制所述混合动力汽车以低电方式运行。

[0039] 根据本发明的一个实施例,如图1B所示,发动机动力子系统20包括发动机3、变速器4,电机动力子系统30包括电机5、减速器6、动力电池7和逆变器8。其中,发动机3通过变速器4与传动装置10相连,电机5通过减速器6与传动装置10相连,为电机5供电的动力电池7。

[0040] 在本发明的一个实施例中,上述的混合动力汽车为可插电式双模混合动力汽车,其中,发动机3为能够输出行驶用的动力的高效涡轮增压直喷发动机,变速器4为能够传递发动机3输出动力的双离合变速器,动力电池7通过直流母线连接电力电子单元逆变器8,逆变器8通过交流三相线连接电机5,电动力与燃油动力在传动装置10处进行耦合并传递到车轮2a和2b。并且用户可以通过EV模式选择按键、HEV模式选择按键和运行模式选择旋钮按键选择混合动力汽车的工作模式。

[0041] 根据本发明的一个实施例,工作模式包括纯电动模式和混合动力经济模式,其中,

纯电动模式包括纯电动经济模式(EV-eco模式)和纯电动运动模式(EV-s模式),混合动力模式包括混合动力经济模式(HEV-eco模式)和混合动力运动模式(HEV-s模式)。其中,EV模式选择按键用于手动选择EV模式,HEV模式选择按键用于手动选择HEV模式,运行模式选择旋钮按键用于手动旋转切换eco模式或Sport模式。

[0042] 在本发明的实施例中,可手动切换的EV、HEV工作模式,可手动切换的eco、Sport运动模式,工作模式状态EV、HEV两者取其一,运动模式状态eco、Sport两者取其一,利用模式间的相互切换可获得四种驱动模式即EV-eco、EV-s、HEV-eco、HEV-s。其中,EV模式使整车处于纯电动能量消耗模式下,保持发动机不工作;HEV模式使整车处于混合动力的能量消耗模式下,电机配合发动机或辅助驱动或调节发动机使其保持在综合性能最佳的区域内工作;eco模式限制电机、发动机、动力电池最大输出,保证电机、发动机、动力电池工作于最经济区域;Sport模式优先满足整车动力性需求,不限制电机、发动机、动力电池最大输出,能获得动力系统的全部能量。

[0043] 图2为根据本发明一个实施例的混合动力汽车的信号流示意图。参照图2,档位控制器SCU负责采集档位信号和EV/HEV/eco/Sport模式信号,并将这两种信号发送给电机控制器ECN,电机控制器ECN对接收到的EV/HEV/eco/Sport模式信号进行核实并转发给电池管理器BMS、发动机控制器ECM、传动控制器TCU、组合仪表,同时其自身按不同的模式策略执行相应的动力系统控制方案,给发动机控制器ECM发送发动机起停命令和发动机目标扭矩信号;电池管理器BMS对接收到的EV/HEV/eco/Sport模式信号进行核实并执行能量管理策略;发动机控制器ECM执行发动机系统控制方案并将发动机当前指示扭矩发送给传动控制器TCU;传动控制器ECN采集油门、刹车、车速信号,并根据变速器换挡策略执行换挡;组合仪表用于显示当前的EV/HEV/eco/Sport模式。

[0044] 在本发明的一个实施例中,控制器根据混合动力汽车的运行状态和/或动力电池的工作状态,控制混合动力汽车在纯电动经济模式、纯电动运动模式、混合动力经济模式和混合动力运动模式之间进行切换。

[0045] 具体而言,在本发明的一个实施例中,如图3所示,当混合动力汽车处于纯电动经济模式时,如果判断所述动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者所述动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值例如12KW,或者所述混合动力汽车检测的当前坡度信号大于等于坡度上限阈值例如15%时,控制器40控制混合动力汽车切换至混合动力经济模式。

[0046] 也就是说,在本实施例中,如图3所示,驱动以EV-eco模式行驶的混合动力汽车,在不触发模式切换条件的情况下,由动力电池为电机供电以驱动车辆行驶,并且保持发动机不工作。当手动按下HEV按键,则混合动力汽车的工作模式切换至HEV-eco模式;当手动旋转按键至Sport,则混合动力汽车的工作模式切换至EV-s模式;当模式按键无手动输入时,若动力电池的荷电量SOC小于等于SOC下限阈值例如20%,或动力电池最大允许放电功率小于等于功率下限阈值例如12KW,或坡度信号大于坡度上限阈值例如15%,控制器40则自动控制混合动力汽车切换至HEV-eco模式。其中,在EV-eco模式下,为提高电能消耗效率以延长续航里程,限制了电机的最大输出功率,同时考虑该模式下的整车加速性能,不限制电机的最大输出扭矩,即言,当混合动力汽车处于纯电动经济模式时,控制器40控制混合动力汽车限功率运行。

[0047] 在本发明的另一个实施例中,如图4所示,当混合动力汽车处于纯电动运动模式时,如果判断动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值12KW,或者混合动力汽车检测的当前坡度信号大于等于坡度上限阈值例如15%时,控制器40控制混合动力汽车切换至混合动力运动模式。

[0048] 也就是说,在本实施例中,如图4所示,驱动以EV-s模式行驶的混合动力汽车,在不触发模式切换条件的情况下,由动力电池为电机供电以驱动车辆行驶,并且保持发动机不工作。当手动按下HEV按键,则混合动力汽车的工作模式切换至HEV-s模式;当手动旋转按键至eco,则混合动力汽车的工作模式切换至EV-eco模式;当模式按键无手动输入时,若动力电池的荷电量SOC小于等于SOC下限阈值例如20%,或动力电池的最大允许放电功率小于等于功率下限阈值例如12KW,或坡度信号大于坡度上限阈值例如15%,控制器40则自动控制混合动力汽车切换至HEV-s模式。其中,在EV-s模式下,首要任务是获得更优的动力性,因此不对电机输出功率进行限制。

[0049] 如图3和图4所示,当混合动力汽车处于纯电动经济模式或纯电动运动模式时,如果接收到用户的模式切换指令即触发模式切换条件,则控制器控制混合动力汽车切换至与用户的模式切换指令对应的目标模式。

[0050] 因此,在本发明的实施例中,通过选择EV工作模式及eco/Sport运行模式,即可以使混合动力汽车处于EV-eco工作模式或EV-s工作模式。由于混合动力汽车采用了可插电式动力电池充电结构,加大了动力电池容量,选用功率和扭矩均较大的电机,故混合动力汽车在EV模式下能够获得强劲动力,能够应付所有城市工况以及绝大多数城郊工况而不进行自动模式切换,只有当坡度信号大于坡度上限阈值例如15%(EV模式最大爬坡度)时才自动切换至HEV模式,除非手动切换否则一直保持HEV模式运行。在EV-eco工作模式下限制电机的最大输出功率、不限电机的最大输出扭矩,保证低速爬坡性能以及高速经济性能。在EV-s工作模式下不限制电机的最大输出功率和最大输出扭矩,保证EV模式下的最强动力。本发明实施例的混合动力汽车的控制系統保证了混合动力汽车纯电动运行的动力性和续航里程,同时满足整车动力性需求的前提下,避免长期大功率的用电以提高用电效率。并且保证混合动力汽车在电荷量低或者电池最大允许放电功率不足或者坡度大时,整车持续正常运行的能力,避免因某些因素而导致动力性能下降的情况。同时只进行一次自动模式切换,避免发动机频繁起停现象,对于提高起动机寿命,降低噪声,提高驾驶舒适性起到重要作用。

[0051] 在本发明的又一个实施例中,如图5所示,当混合动力汽车处于混合动力经济模式时,控制器在接收到切换至纯电动经济模式的切换指令之后,如果判断动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例如30%且混合动力汽车的当前车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,控制器控制混合动力汽车切换至纯电动经济模式。

[0052] 并且,当混合动力汽车处于混合动力经济模式时,其中,如果混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%,且动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例如30%、动力电池的最大允许放电功率大于等于第二功率阈值例如30KW,控制器控制混合动力汽车以经济方式运行;如果混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%且动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%且动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值例如12KW,控制器控制混合动力汽车以低电方式运行,其中,第二电量阈值大于第一电量

阈值,第二功率阈值大于第一功率阈值。需要说明的是,在本发明的实施例中,低电方式是指发动机带动电机快速发电,从而摆脱低电状态,使电机重新具备调节发动机工作区间的能力,从而保障整车经济性。

[0053] 在本实施例中,如图6所示,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速小于等于第二速度阈值例如15km/h时,控制器控制混合动力汽车纯电动行驶。并且,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速大于等于第三速度阈值例如30km/h时,其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求(整车在当前状态下正常行驶所需求的扭矩大小)大于发动机的预设扭矩上限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足;当混合动力汽车的整车扭矩需求小于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行发电;当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。在本实施例中,发动机的预设扭矩上限曲线和发动机的预设扭矩下限曲线如图7所示,当混合动力汽车的整车扭矩需求介于发动机的预设扭矩上限曲线和发动机的预设扭矩下限曲线之间时,电机的发电功率与动力电池的SOC值对应曲线关系如图8所示。

[0054] 在本实施例中,如图9所示,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求大于发动机的预设扭矩上限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足;当混合动力汽车的整车扭矩需求小于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行发电;当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。并且,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于P挡时,控制器控制混合动力汽车进入怠速启停模式。当所述混合动力汽车进入所述怠速启停模式时,控制器还判断所述混合动力汽车是否满足怠速启停条件,并在所述混合动力汽车满足所述怠速启停条件例如车速为0、档位为P挡、动力电池的SOC不低于20%时,控制器控制发动机动力系统中的发动机熄火。

[0055] 也就是说,在本实施例中,如图5所示,驱动以HEV-eco模式行驶的混合动力汽车时,当手动按下EV按键,只有当动力电池的荷电量SOC大于等于SOC上限阈值例如30%且当前车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,才允许混合动力汽车的工作模式切换至EV-eco模式,否则不进行工作模式切换;当手动旋转按键至Sport,则混合动力汽车的工作模式切换至HEV-s模式;当模式按键无手动输入时,混合动力汽车的工作模式保持HEV-eco模式不变,根据动力电池的荷电量以及动力电池最大允许放电功率的区域划分,发动机、电机分别按经济策略和低电策略进行动力匹配。如图6所示,经济策略要求混合动力汽车的当前车速小于等于15km/h时,纯电动驱动混合动力汽车,当混合动力汽车的当前车速大于等于30km/h时发动机参与驱动,直至车速降至15km/h时才重新恢复至纯电动驱动,若该阶段电机报警导致驱动能力不够时启动发动机。如图9所示,低电策略取消了低速纯电动,并增加挂P挡发动机启停功能,即言,低电策略用于定义整车动力电池的SOC值处于一定水平之下

(例如20%)时电机辅助匹配发动机,在保证发动机运行在经济区的前提下快速补电,并且低电策略要求在OK挡电非P挡状态下时发动机持续运行不熄火,车速为0、挂P挡、SOC值不低于20%进入P挡怠速起停策略,发动机熄火。低电策略中不存在纯电动运行的工况,发动机时刻参与驱动。其中,低电策略和经济策略在发动机启动后的控制方法一致,设定了发动机的输出扭矩上限曲线和下限曲线,具体如图7所示,曲线设计的原则是上下限曲线之间的区域尽可能多的包含发动机最经济区域,由于发动机在上下限曲线之外经济性差,该区域内电机辅助发动机驱动,小负荷运行时在满足整车需求的前提下发动机按下限曲线输出,多余扭矩用于发电,大负荷运行时发动机按上限曲线输出,不足扭矩由电机补足,若电机受自身或动力电池限制导致充放电能力不足时,电机按自身和动力电池的最大允许能力充放电,同时取消发动机输出上下限值,发动机按整车需求输出;在上下限曲线之间电机主要参与发电,发电功率与当前SOC值成一定函数关系,具体如图8所示,但发动机总的输出扭矩不超出上限曲线的限值,若电机受自身或电池限制导致充电能力不足时,电机按自身和电池的最大允许能力充电;并且以上所述的HEV-eco模式驱动策略是在坡度信号不超过坡度上限阈值例如15%的情况下执行,当坡度信号超过坡度上限阈值例如15%时,为满足整车爬坡性能要求,规定此时发动机必须启动,且取消发动机上下限曲线限制以及电机的功率限制,直至坡度信号小于坡度下限阈值例如5%,重新恢复原执行策略。

[0056] 在本发明的实施例中,从混合动力汽车的控制系统的总成结构上来说,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构采用一个发动机一个电机通过双离合变速器并联,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统采用一个发动机、一个MG1、一个MG2通过行星轮混联;在发动机起停上,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构不考虑整车功率需求,在一定坡度以内只考虑车速起停发动机且车速切换点相对较高,在坡度较大时发动机一直运行,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统同时考虑车速、蓄电池充电功率需求、整车驱动功率需求,车速切换点较低;从低电策略的SOC值定义上来看,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构定义SOC20%以下进入低电策略,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统定义45%以下;从挂P挡怠速启停策略上来看,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构只要车速为0、挡位为P挡、SOC值不低于20%则发动机熄火,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统还要考虑发动机水温、SOC值处于一个较高水平;在整车运行过程中,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构会更具实际路况在经济策略、低电策略间来回切换,而不是一直保持电量平衡,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统在运行很短一段时间后动力电池的SOC即进入平衡状态;在发动机运行过程中,由于总成结构的差异决定了控制策略的较大区别,相关技术中的混合动力汽车的动力系统的MG1要进行时刻调速以调节发动机转速,且发动机怠速转速高达1200rpm,而本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构中发动机怠速转速为800rpm左右,且只用控制双离合6个挡位,换挡匹配相对简单;本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构中的发动机的动力要么全部驱动、要么部分驱动部分发电给电池,而相关技术中的混合动力汽车的动力系统在中大负荷运行时,发动机总有一部分能量先通过MG1发电再给到MG2驱动混合动力汽车。

[0057] 因此说,相关技术中的混合动力汽车的动力系统由于电池、电机能力有限,发动机起停的整车功率、车速切换点设置偏低,会造成发动机过早过频起停,发动机运行所占比例增加不利于城市工况降油耗排放,而本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的总成结构本身具有较

强的纯电动行驶能力,能满足绝大部分驱动需求,因此发动机起动点相对设置较高,能使城市工况中发动机参与驱动的比重下降,达到城市工况降低油耗排放的目的。同时用户操作油门使整车功率需求变化多而频,从而规避整车功率的判断,减少了发动机频繁起停程度,有利于延长起动电机寿命,降低噪声,提高舒适性,同时也降低了大油门加速、爬坡时发动机起动瞬间的动力冲击,提高了驾驶安全性及舒适性。相关技术中的混合动力汽车的动力系统静止挂P挡怠速起停发动机时需要考虑动力电池的SOC值、发动机水温因素,不受人直接控制,不利于客户掌握运行规律,且受电池容量小的影响使得该SOC值偏大,很容易造成等红灯挂P挡发动机不熄火的情况,此时增大停车噪声,舒适感大大降低;同时受变速机构限制发动机怠速转速达1200rpm,此时发动机噪声和油耗较普通燃油车都高。而本发明实施例的混合动力汽车的控制系统在大部分情况下静止挂P挡发动机均会熄火,利于用户掌握运行规律,降低停车时的噪声,提高停车舒适性,且发动机怠速转速与传统燃油车相当。另外,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统中的电池电量并未做成平衡策略,整车运行状态会根据实际工况在经济策略和低电策略间自动切换,更能突显电机调节发动机工作区的功能,利于进一步降低排放油耗,并且本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的传动机构采用双离合变速器,结构简单,变速匹配周期短,从而大大降低成本;在混合动力驱动时发动机电机采用并联方式,控制策略较易匹配,且动力间的转化效率高。最后,本发明实施例的混合动力汽车的控制系统的发电策略采用与动力电池SOC相关联的动态变化,使整车在正常中低负荷行驶时能保持较高的电量。

[0058] 在本发明的再一个实施例中,如图10所示,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,控制器在接收到切换至纯电动运动模式的切换指令之后,如果判断动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例如30%,且混合动力汽车的当前车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,控制器控制混合动力汽车切换至纯电动运动模式。

[0059] 并且,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,如果混合动力汽车的当前档位处于P挡时,控制器控制混合动力汽车进入怠速启停模式。当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求大于发动机的预设峰值扭矩时,控制器控制发动机按照预设峰值扭矩进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足;当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设峰值扭矩时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。

[0060] 也就是说,在本实施例中,如图10所示,驱动以HEV-s模式行驶的混合动力汽车时,当手动按下EV按键,只有当动力电池的荷电量SOC大于等于SOC上限阈值例如30%且车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,才允许混合动力汽车的工作模式切换至EV-s模式,否则不进行工作模式切换;当手动旋转按键至eco,则混合动力汽车的工作模式切换至HEV-eco模式;当模式按键无手动输入时,混合动力汽车的工作模式保持HEV-s模式不变,HEV-s模式策略类似于HEV-eco的低电策略,取消了低速纯电动,并增加挂P挡发动机启停功能,取消电机的功率限制,取消了发动机扭矩的上下限限制,发动机、电机均可峰值扭矩输出,该工作模式能够获得最好的动力性能。

[0061] 在本发明的实施例中,当发动机起动运行时,采用双离合变速器传递发动机动力并执行换挡。当整车处于HEV-eco模式和HEV-s模式时,分别匹配两套换挡策略,HEV-eco模式侧重于降油耗,换挡策略的匹配原则是使发动机尽量工作在高效区域,各档位换挡点会

稍提前,行驶时发动机大多工作在1500~2000rpm转速区域;HEV-s模式侧重于动力性,换挡策略的匹配原则是使发动机传递到车轮端的扭矩尽可能大以获得更好的驱动性能,各档位换挡点会稍滞后,同时针对全油门急加速,换挡点定在各档位下标定的发动机固有特性的最大扭矩点,加速性能能得到最大提高。

[0062] 在本发明的一个实施例中,当所述混合动力汽车处于所述纯电动经济模式时,所述动力电池的当前输出功率上限小于第一预设功率;当所述混合动力汽车处于所述纯电动运动模式时,所述动力电池的当前输出功率上限小于第二预设功率,其中,所述第二预设功率大于所述第一预设功率;当所述混合动力汽车处于所述混合动力经济模式时,所述动力电池的当前输出功率上限和所述发动机的当前输出功率上限均小于所述第一预设功率,且所述发动机的当前输出扭矩上限小于第一扭矩阈值;当所述混合动力汽车处于所述混合动力运动模式时,所述动力电池的当前输出功率上限小于所述第二预设功率,且所述发动机允许当前输出扭矩上限和当前输出功率上限进行输出。在本发明的一个示例中,所述第一预设功率可以为70KW,所述第二预设功率可以为110KW,所述第一扭矩阈值可以为185N·M。

[0063] 也就是说,所述纯电动经济模式为,混合动力汽车处于纯电动能量消耗模式下,动力电池的当前的输出功率上限小于经济模式功率上限例如70KW,并且使动力电池工作于最经济区域;所述纯电动运动模式为,混合动力汽车处于纯电动能量消耗模式下,动力电池的当前的输出功率上限小于运动模式功率上限例如110KW;混合动力经济模式为,混合动力汽车处于混合动力的能量消耗模式下,动力电池的当前的输出功率上限小于经济模式功率上限例如70KW,且发动机当前的输出功率上限也小于经济模式功率上限例如70KW,以及发动机当前的输出扭矩上限小于经济模式扭矩上限例如185N·M,使发动机和动力电池工作于最经济区域;混合动力运动模式为,混合动力汽车处于混合动力的能量消耗模式下,动力电池的当前的输出功率上限小于运动模式功率上限例如110KW,发动机允许当前发动机的扭矩上限和功率上限进行输出。

[0064] 需要说明的是,在本发明的实施例中,最经济区域在纯电动模式下是指,随着动力电池放电功率的增加,动力电池工作效率相应下降,所以在满足车辆动力性(操作性能和加速性能)的前提下,动力电池优先采用较低的放电功率进行工作。最经济区域在混合动力模式下是指,随着动力电池放电功率的增加,动力电池的工作效率相应下降,所以在满足车辆动力性(操作性能和加速性能)的前提下,动力电池优先采用较低的放电功率进行工作,发动机的最经济区域由发动机的转矩和转速决定,如图7所示,横坐标表示发动机转速,纵坐标表示发动机转矩,由图可知,在不同的转速下,配合合适的转矩,就可以获得当前发动机工作最经济区域,如果此时发动机转矩过高,则降低发动机转矩,由电机提供转矩补入;如果发动机转矩过低,则相应增加发动机转矩,此时车辆并不需要增加的发动机转矩用来驱动,因此将增加的发动机的转矩产生的能量回收,用于电机发电。

[0065] 并且,经济模式功率上限可以理解为动力电池或者发动机保持工作最经济区域内的输出功率上限值。运动模式功率上限属于自身特有性质,动力电池或者发动机输出按照当前最大的发动机的扭矩或功率或者动力电池的当前最大功率进行输出,此时动力系统以最大能量为车辆提供功率或扭矩输出。

[0066] 此外,可以理解的是,混合动力汽车启动时的工作模式仍为所述混合动力汽车上次熄火时的工作模式。并且,所述混合动力汽车还具有纯燃油模式,纯燃油模式为故障模

式。

[0067] 根据本发明实施例的混合动力汽车的控制系统,发动机动力子系统和电机动力子系统采用并联方式,相比于现有的混合动力汽车的动力系统采用串联方式,能有效提高能量利用率,同时并联结构相对简单,避免混联方式繁琐的ECVT匹配,降低因匹配不良造成的不平顺性风险,因此在保证整车动力性的前提下经济性能得到大幅提高。并且,保证了整车纯电动运行的动力性和续航里程,在满足整车动力性需求的前提下避免长期大功率的用电以提高用电效率。此外还避免发动机频繁启停现象,从而提高了起动机寿命,减少了行车噪声,提高了驾驶舒适性。最后,由于发动机启动点设置较高,能使城市工况中发动机参与驱动的比重下降,降低油耗排放,更加节能环保。

[0068] 下面参照图3至图11来进一步描述根据本发明实施例提出的混合动力汽车的控制方法。其中,该混合动力汽车包括传动装置、发动机动力子系统和电机动力子系统,所述传动装置与所述发动机动力子系统和所述电机动力子系统分别相连。

[0069] 图11为根据本发明实施例的混合动力汽车的控制方法的流程图。如图11所示,该混合动力汽车的控制方法包括以下步骤:

[0070] S1,混合动力汽车运行时,通过控制发动机动力子系统和电机动力子系统以控制混合动力汽车进入混合动力经济模式。

[0071] 根据本发明的一个实施例,混合动力汽车的工作模式包括纯电动模式和混合动力模式,其中,纯电动模式包括纯电动经济模式和纯电动运动模式,混合动力模式包括混合动力经济模式和混合动力运动模式。

[0072] S2,检测电机动力子系统中的动力电池的工作状态,并检测混合动力汽车的当前坡度信号。

[0073] S3,当混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且动力电池的SOC小于等于第一电量阈值时,或者当混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值且动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值时,控制混合动力汽车以低电方式运行。

[0074] 在本发明的一个实施例中,如图3所示,当混合动力汽车处于纯电动经济模式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0075] S101,获取手动模式按键切换信息,可以是HEV模式按键切换操作、或Sport模式按键切换操作、或无模式按键切换操作,即判断是否进行手动切换,如果是,则进入步骤S102; 如果不是,则进入步骤S103。

[0076] S102,接收到有模式按键切换操作,进行工作模式的切换,切换到其他工作模式并执行相应动力系统控制策略。也就是说,当混合动力汽车处于纯电动经济模式时,如果接收到用户的模式切换指令,则控制器控制混合动力汽车切换至与用户的模式切换指令对应的目标模式。

[0077] S103,接收到无模式按键切换操作,工作模式不切换,此时将当前的动力电池的SOC值、动力电池的最大允许放电功率 P_b 、检测的混合动力汽车的坡度信号 i 与三者的设定阈值分别比较,即SOC下限阈值 SOC_{down} 例如20%,动力电池的最大允许放电功率下限阈值 $P_{b_{down}}$ 例如12KW,坡度上限阈值 i_{up} 例如15%,并判断是否满足 $SOC \leq SOC_{down}$ 、 $P_b \leq P_{b_{down}}$ 、 $i_{up} \leq i$ 。

[0078] S104,若至少满足步骤S103三个条件中的一个,混合动力汽车的工作模式则自动切换至HEV-eco模式,即言,如果动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值例如12KW,或者混合动力汽车检测的当前坡度信号大于等于坡度上限阈值例如15%时,控制混合动力汽车自动切换至混合动力经济模式。

[0079] S105,若步骤S103三个条件均不满足,则不进行HEV-eco模式的自动切换,混合动力汽车保持EV-eco模式运行。

[0080] 在EV-eco模式驱动混合动力汽车运行时,在不进行手动或自动模式切换时电机作为单动力源一直驱动。该工作模式在满足整车动力性需求的前提下首要目的是节电,要避免长期大功率的用电以提高用电效率,因此限制电机的最大输出功率到 P_{mmax} 例如70KW,同时又要满足整车的爬坡性能,因此又不对电机最大输出扭矩进行限制,即言,当混合动力汽车处于纯电动经济模式时,控制混合动力汽车限功率运行。

[0081] 从混合动力汽车处于EV-eco模式时的控制方法实施例可以看出,通过判断动力电池的SOC值、动力电池的最大允许放电功率、坡度值来控制混合动力汽车自动切换至HEV-eco模式的策略,保证了整车持续正常运行的能力,避免因为某些因素而导致动力性能下降的可能。综上所述,上述混合动力汽车处于EV-eco模式时的控制方法在满足整车动力性前提下,使电机电池始终工作在高效区,实现混合动力汽车纯电续航里程长、运行成本低、排放大幅下降。

[0082] 在本发明的另一个实施例中,如图4所示,当混合动力汽车处于纯电动运动模式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0083] S201,获取手动模式按键切换信息,可以是HEV模式按键切换操作、或eco模式按键切换操作、或无模式按键切换操作,即判断是否进行手动切换,如果是,则进入步骤S202;如果否,则进入步骤S203。

[0084] S202,接收到有模式按键切换操作,进行工作模式的切换,切换到其他工作模式并执行相应动力系统控制策略。也就是说,当混合动力汽车处于纯电动运动模式时,如果接收到用户的模式切换指令,则控制混合动力汽车切换至与用户的模式切换指令对应的目标模式。

[0085] S203,接收到无模式按键切换操作,工作模式不切换,此时将当前的动力电池的SOC值、动力电池的最大允许放电功率 P_b 、检测的混合动力汽车的坡度信号 i 与三者的设定阈值分别比较,即SOC下限阈值 SOC_{down} 例如20%,动力电池的最大允许放电功率下限阈值 P_{bdown} 例如12KW,坡度上限阈值 i_{up} 例如15%,并判断是否满足 $SOC \leq SOC_{down}$ 、 $P_b \leq P_{bdown}$ 、 $i_{up} \leq i$ 。

[0086] S204,若至少满足步骤S203三个条件中的一个,混合动力汽车的工作模式则自动切换至HEV-s模式,即言,如果动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值例如12KW,或者混合动力汽车检测的当前坡度信号大于等于坡度上限阈值例如15%时,控制混合动力汽车自动切换至混合动力运动模式。

[0087] S205,若步骤S203三个条件均不满足,则不进行HEV-s模式的自动切换,混合动力汽车保持EV-s模式运行。

[0088] 在EV-s模式驱动混合动力汽车运行时,在不进行手动或自动模式切换时电机作为单动力源一直驱动。该工作模式不对电机的最大输出扭矩、功率进行限制,能获得电机的最大能力进行驱动,满足用户在EV模式下更高的动力性需求(如超车加速、快速爬坡等)。

[0089] 从混合动力汽车处于EV-s模式时的控制方法实施例可以看出,通过判断动力电池的SOC值、动力电池的最大允许放电功率、坡度值来控制混合动力汽车自动切换至HEV-s模式的策略,保证了整车持续正常运行的能力,避免因为某些因素而导致动力性能下降的可能。综上可知,上述混合动力汽车处于EV-s模式时的控制方法适用于既希望纯电动运行又希望获得更好动力感的用户,工作模式更加灵活多变,使用户能够获得更多驾乘快感。

[0090] 在本发明的又一个实施例中,如图5所示,当混合动力汽车处于混合动力经济模式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0091] S301,获取EV模式按键切换信息,判断是否进行手动切换EV模式,如果是,则进入步骤S302或者步骤S303;如果否,则进入步骤S306。

[0092] S302,接收到有EV模式按键切换操作,则将当前动力电池的SOC值与设定的SOC上限阈值 SOC_{up} 例如30%进行比较,判断是否满足 $SOC_{up} \leq SOC$,如果是,则进入步骤S303;如果否,则进入步骤S305。

[0093] S303,将当前车速与设定的车速阈值 V_{max} 例如150km/h即允许HEV模式切换至EV模式的最高车速进行比较,判断是否满足 $v \leq V_{max}$,如果是,则进入步骤S304;如果否,则进入步骤S305。

[0094] S304,控制混合动力汽车切换至EV-eco模式并执行相应动力系统控制策略。

[0095] 也就是说,当混合动力汽车处于混合动力经济模式时,控制器在接收到切换至纯电动经济模式的切换指令之后,如果判断动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例如30%,且混合动力汽车的当前车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,控制器控制混合动力汽车切换至纯电动经济模式。

[0096] S305,混合动力汽车保持HEV-eco模式运行。

[0097] S306,接收到无EV模式按键切换操作,则获取Sport模式按键切换信息,判断是否进行手动切换Sport模式,如果是,则进入步骤S307;如果否,则进入步骤S308。

[0098] S307,接收到有Sport模式按键切换操作,则控制混合动力汽车切换至HEV-s模式并执行相应动力系统控制策略。

[0099] S308,接收到无Sport模式按键切换操作,则混合动力汽车的工作模式不切换,并获取坡度信息,将当前坡度值 i 与设定的坡度上下限阈值 i_{up} 例如15%、 i_{down} 例如5%进行比较,判断 i 值所在区间。

[0100] S309,判定 $i \leq i_{down}$,进入下一步骤S310。

[0101] S310,将当前动力电池的SOC值、动力电池的最大允许放电功率 P_b 与两者的设定阈值分别比较,即SOC上下限阈值 SOC_{up} 例如30%、 SOC_{down} 例如20%,动力电池的最大允许放电功率上下限阈值 P_{bup} 例如30KW、 P_{bdown} 例如12KW,判断SOC、 P_b 所在区间。

[0102] S311,判定 $SOC_{up} \leq SOC$ 且 $P_{bup} \leq P_b$,进入步骤S312。

[0103] S312,混合动力汽车按经济策略工作流程进行控制。

[0104] 也就是说,当混合动力汽车处于混合动力经济模式时,如果混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%,且动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例

如30%、动力电池的最大允许放电功率大于等于第二功率阈值例如30KW,控制器控制混合动力汽车以经济方式运行。

[0105] S313,判定 $SOC_{up} > SOC > SOC_{down}$ 且 $P_{bup} \leq P_b$,或者 $SOC_{up} \leq SOC$ 且 $P_{bup} > P_b > P_{bdown}$,进入步骤S314。

[0106] S314,混合动力汽车按原策略工作流程进行控制,即原来是以经济方式运行则仍按经济策略流程执行,原来是以低电方式运行则仍按低电策略流程执行。

[0107] S315,判定 $SOC \leq SOC_{down}$ 或者 $P_b \leq P_{bdown}$,进入步骤S316。

[0108] S316,混合动力汽车按低电策略工作流程进行控制。

[0109] 也就是说,当混合动力汽车处于混合动力经济模式时,如果混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%且动力电池的SOC小于等于第一电量阈值例如20%,或者混合动力汽车检测的当前坡度信号小于等于坡度下限阈值例如5%且动力电池的最大允许放电功率小于等于第一功率阈值例如12KW,控制器控制混合动力汽车以低电方式运行,其中,第二电量阈值大于第一电量阈值,第二功率阈值大于第一功率阈值。

[0110] S317,判定 $i_{up} > i > i_{down}$,进入步骤S318。

[0111] S318,混合动力汽车按原策略工作流程进行控制,即分别保持 $i \leq i_{down}$ 或 $i_{up} \leq i$ 时的控制策略。

[0112] S319,判定 $i_{up} \leq i$,进入步骤S320。

[0113] S320,控制混合动力汽车按照在经济方式运行的基础上取消低速纯电动、取消发动机上限并取消电机上限的工作流程执行。

[0114] 需要说明的是,在本发明的实施例中,低电方式是指发动机带动电机快速发电,从而摆脱低电状态,使电机重新具备调节发动机工作区间的能力,从而保障整车经济性。

[0115] 在本实施例中,如图6所示,当混合动力汽车以经济方式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0116] S401,获取混合动力汽车的当前车速信息,并将当前车速与设定的车速上下限阈值 v_{up} 例如30km/h、 v_{down} 例如15km/h进行比较,判断 v 值所在区间。

[0117] S402,判定 $v_{up} \leq v$,进入步骤S403。

[0118] S403,判定整车的扭矩需求大于如图7中所示的扭矩上限曲线时,进入步骤S404。

[0119] S404,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S406;如果否,则执行步骤S405。

[0120] S405,动力系统无故障,则控制发动机按扭矩上限曲线输出,剩余扭矩需求由电机补足,即言,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速大于等于第三速度阈值例如30km/h时,其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求大于发动机的预设扭矩上限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足。

[0121] S406,动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0122] S407,判定整车扭矩需求小于如图7中所示的扭矩下限曲线时,进入步骤S408。

[0123] S408,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S410;如果否,则执行步骤S409。

[0124] S409,若动力系统无故障,则发动机按扭矩下限曲线输出,多余动力用于电机发电,即言,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速大于等于第三速度

阈值例如30km/h时,当混合动力汽车的整车扭矩需求小于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行发电。

[0125] S410,动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0126] S411,判定整车扭矩需求界于如图7中所示的扭矩上下限曲线之间,进入步骤S412。

[0127] S412,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S414;如果否,则执行步骤S413。

[0128] S413,发动机优先满足整车扭矩需求,并多输出一部分扭矩用于发电,即言,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速大于等于第三速度阈值例如30km/h时,当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。其中,发电原则遵循如图8所示的发电功率与SOC值对应曲线关系,同时要满足以下两个前提条件:①折算到电机端的发电扭矩不超过 $T_{m\max}$;②发动机总输出扭矩不超过如图7所示的扭矩上限曲线,若由发电功率曲线计算得到的发动机扭矩超出了以上两个条件中的任何一个,则按以上两个条件作为上限共同制约用于发电的那部分发动机扭矩。

[0129] S414,动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0130] S415,判定 $v_{\text{up}} > v > v_{\text{down}}$,进入步骤S416。

[0131] S416,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S418;如果否,则执行步骤S417。

[0132] S417,若动力系统无故障,则动力系统按原策略工作流程进行控制,即原来电机单独驱动则仍按该方式运行,若原来电机辅助发动机驱动或发电则仍按该方式运行。

[0133] S418,动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0134] S419,判定 $v \leq v_{\text{down}}$,进入步骤S420。

[0135] S420,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S422;如果否,则执行步骤S421。

[0136] S421,若动力系统无故障,则电机单独驱动,发动机熄火,即言,当混合动力汽车以经济方式运行时,如果混合动力汽车的车速小于等于第二速度阈值例如15km/h时,控制器控制混合动力汽车纯电动行驶,即混合动力汽车纯电动运行。

[0137] S422,动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0138] 在本实施例中,如图9所示,当混合动力汽车以低电方式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0139] S501,获取换挡模式信息,判断混合动力汽车的当前执行档位。

[0140] S502,判定混合动力汽车执行非P挡时,进入步骤S503。

[0141] S503,判定整车扭矩需求大于如图7中所示的扭矩上限曲线,进入步骤S504。

[0142] S504,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S506;如果否,则执行步骤S505。

[0143] S505,若动力系统无故障,则发动机按扭矩上限曲线输出,剩余扭矩需求由电机补足,即言,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,

其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求大于发动机的预设扭矩上限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩上限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足。

[0144] S506,若动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0145] S507,判定整车扭矩需求小于如图7中所示的扭矩下限曲线时,进入步骤S508。

[0146] S508,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S510;如果否,则执行步骤S509。

[0147] S509,若动力系统无故障,则发动机按扭矩下限曲线输出,多余动力用于电机发电,即言,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,当混合动力汽车的整车扭矩需求小于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机以预设扭矩下限曲线进行扭矩输出,并控制电机进行发电。

[0148] S510,若动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0149] S511,判定整车扭矩需求介于如图7中所示的扭矩上下限曲线之间,进入步骤S512。

[0150] S512,判断混合动力汽车的动力系统是否有故障,如果是,则执行步骤S514;如果否,则执行步骤S513。

[0151] S513,发动机优先满足整车扭矩需求,并多输出一部分扭矩用于发电,即言,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设扭矩上限曲线且大于等于发动机的预设扭矩下限曲线时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。其中,发电原则遵循如图8所示的发电功率与SOC值对应曲线关系,同时要满足以下两个前提条件:①折算到电机端的发电扭矩不超过 T_{mmax} ;②发动机总输出扭矩不超过如图7所示的扭矩上限曲线,若由发电功率曲线计算得到的发动机扭矩超出了以上两个条件中的任何一个,则按以上两个条件作为上限共同制约用于发电的那部分发动机扭矩。

[0152] S514,若动力系统出现故障,则执行故障处理。

[0153] S515,判定混合动力汽车执行P挡时,进入步骤S516。

[0154] S516,执行P挡怠速启停策略,即言,当混合动力汽车以低电方式运行时,如果混合动力汽车的当前档位处于P挡时,控制器控制混合动力汽车进入怠速启停模式,在该模式下,当混合动力汽车满足怠速启停条件,发动机熄火。也就是说,当所述混合动力汽车进入所述怠速启停模式时,还判断所述混合动力汽车是否满足怠速启停条件;当所述混合动力汽车满足所述怠速启停条件例如车速为0、档位为P挡、动力电池的SOC不低于20%时,控制所述发动机动力子系统内的发动机熄火。

[0155] 在HEV-eco模式驱动混合动力汽车运行时,电机与发动机相互配合以提高能量利用率,大体方向是当整车工作在发动机非经济区域内时,电机的使用比例大幅提高,而当整车工作在发动机经济区域内时,发动机又会发一部分电来给电池充电,而且电量越低发电功率会越高,同时该模式的整个策略将电机的输出功率限制为 P_{mmax} 以避免长时间大功率用电,从而保证了电池电量始终保持在一个较高的水平,促使电机时刻有电能去调节发动机使其工作在高效区,这样最终的效果是使混合动力驱动时的油耗尽可能降低,保证了经济性能和排放性能。而当整车需要大负荷输出时,电机又可辅助发动机共同驱动,动力性能较EV模式有大幅提升。当用户需要长途行驶,且希望尽量降油耗的情况下可选用该模式。

[0156] 在本发明的再一个实施例中,如图10所示,当混合动力汽车处于混合动力运动模式运行时的混合动力汽车的控制方法包括如下步骤:

[0157] S601,获取EV模式按键切换信息,判断是否进行手动切换EV模式,如果是,则进入步骤S602或者步骤S603;如果不是,则进入步骤S606。

[0158] S602,接收到有EV模式按键切换操作,则将当前动力电池的SOC值与设定的SOC上限阈值 SOC_{up} 例如30%进行比较,判断是否满足 $SOC_{up} \leq SOC$,如果是,则进入步骤S603;如果不是,则进入步骤S605。

[0159] S603,将当前车速与设定的车速阈值 V_{max} 例如150km/h即允许HEV模式切换至EV模式的最高车速进行比较,判断是否满足 $v \leq V_{max}$,如果是,则进入步骤S604;如果不是,则进入步骤S605。

[0160] S604,控制混合动力汽车切换至EV-s模式并执行相应动力系统控制策略。

[0161] 也就是说,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,控制器在接收到切换至纯电动运动模式的切换指令之后,如果判断动力电池的SOC大于等于第二电量阈值例如30%,且混合动力汽车的当前车速小于等于第一速度阈值例如150km/h时,控制器控制混合动力汽车切换至纯电动运动模式。

[0162] S605,混合动力汽车保持HEV-s模式运行。

[0163] S606,接收到无EV模式按键切换操作,则获取eco模式按键切换信息,判断是否进行手动切换eco模式,如果是,则进入步骤S607;如果不是,则进入步骤S608。

[0164] S607,接收到有eco模式按键切换操作,则控制混合动力汽车切换至HEV-eco模式并执行相应动力系统控制策略。

[0165] S608,接收到无eco模式按键切换操作,则混合动力汽车的工作模式不切换,获取换挡模式信息,判断混合动力汽车的当前执行档位。

[0166] S609,判定混合动力汽车执行P挡时,进入步骤S610。

[0167] S610,执行P挡怠速启停策略,即言,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,如果混合动力汽车的当前档位处于P挡时,控制器控制混合动力汽车进入怠速启停模式。

[0168] S611,判定混合动力汽车执行非P挡时,进入步骤S612。

[0169] S612,将整车需求扭矩与发动机峰值扭矩进行比较,判断是否满足整车需求扭矩 $>$ 发动机峰值扭矩,如果是,则执行步骤S613;如果不是,则执行步骤S614。

[0170] S613,发动机按峰值扭矩输出,剩余扭矩需求由电机补足,当电机受自身或动力电池当前能力限制时,按电机、动力电池当前的最大能力驱动。也就是说,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,其中,当混合动力汽车的整车扭矩需求大于发动机的预设峰值扭矩时,控制器控制发动机按照预设峰值扭矩进行扭矩输出,并控制电机进行扭矩补足。

[0171] S614,发动机优先满足整车扭矩需求,并多输出一部分扭矩用于发电,即言,当混合动力汽车处于混合动力运动模式时,如果混合动力汽车的当前档位处于非P挡时,当混合动力汽车的整车扭矩需求小于等于发动机的预设峰值扭矩时,控制器控制发动机满足整车扭矩需求进行扭矩输出,并控制电机进行发电。其中,发电原则遵循如图8所示的发电功率与SOC值对应曲线关系,同时要满足以下两个前提条件:①折算到电机端的发电扭矩不超过 T_{max} ;②发动机总输出扭矩不超过如图7所示的发动机扭矩峰值,若由发电功率曲线计算得

到的发动机扭矩超出了以上两个条件中的任何一个,则按以上两个条件作为上限共同制约用于发电的那部分发动机扭矩。

[0172] 在HEV-s模式驱动混合动力汽车运行时,当换挡模式为非P挡时,发动机一直处于起动车状态,只有当换挡模式为P挡,且满足P挡怠速启停条件时,发动机才会熄火。该HEV-s模式的整个策略不再限制发动机、电机的最大输出扭矩、功率,能发挥动力系统的最大驱动能力,是四种驱动模式中动力性能最好的一种,但由于行车过程中发动机是一直运行的,要么与电机配合驱动要么边驱动边带电机发电(动力电池的电量低于一定值时),因此油耗相对较高,经济性能无法保证。该HEV-s模式适用于对行车动力性要求较高的用户,能拥有等同于大排量豪华燃油车的充沛动力,最大程度的提高用户的加速快感。

[0173] 在本发明的实施例中,通过EV、HEV、eco、Sport四个按键的切换,可获得EV-eco、EV-s、HEV-eco、HEV-s四种不同的工作模式,根据整车动力性、经济性对于四种工作模式的不同定义,动力系统驱动策略的侧重点各不相同。并且,混合动力汽车的动力系统采用并联方式,而不是串联或者混联。此外,在驱动策略中对发动机启动点进行了优化,车速判断点提高,增加了坡度判断,取消了需求功率的判断。在HEV-eco模式下的经济策略中将发动机工作区域限制在上下限扭矩曲线之间,发电功率采用了以SOC值为自变量的动态变化曲线。

[0174] 根据本发明实施例的混合动力汽车的控制方法,多种可选择的工作模式能满足用户在不同工况下的驾驶需求,即可满足城市工况的只用电需求,又可满足郊区工况的动力性需求,真正做到整车驱动以用户的主观操作意图为导向,提高驾驶乐趣。其中,混合动力汽车的控制采用并联方式,相较于串联方式的能量多步转换,能有效提高能量利用率,同时并联结构相对简单,避免混联方式繁琐的ECVT匹配,降低因匹配不良造成的不平顺性风险。并且,驱动策略中对发动机启动点的优化避免了发动机过早过频启动,可有效降低启动噪声提高启动系统寿命以及因频繁启动造成低压电频繁拉低的风险,保障其他低压用电设备的正常运行,同时对发动机工作区域进行了优化,保证发动机始终工作在高效区,以及对发电功率进行了优化,保证行车过程中有较高的电量均衡点,有利于整车大多数时间处于经济策略中,能有效降低油耗,减少排放。此外,该控制方法能够保证了整车纯电动运行的动力性和续航里程,在满足整车动力性需求的前提下避免长期大功率的用电以提高用电效率,同时还避免发动机频繁启停现象,从而提高了起动机寿命,减少了行车噪声,提高了驾驶舒适性。

[0175] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本发明的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本发明的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0176] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装

置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EEPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0177] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0178] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0179] 此外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0180] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0181] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0182] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同限定。

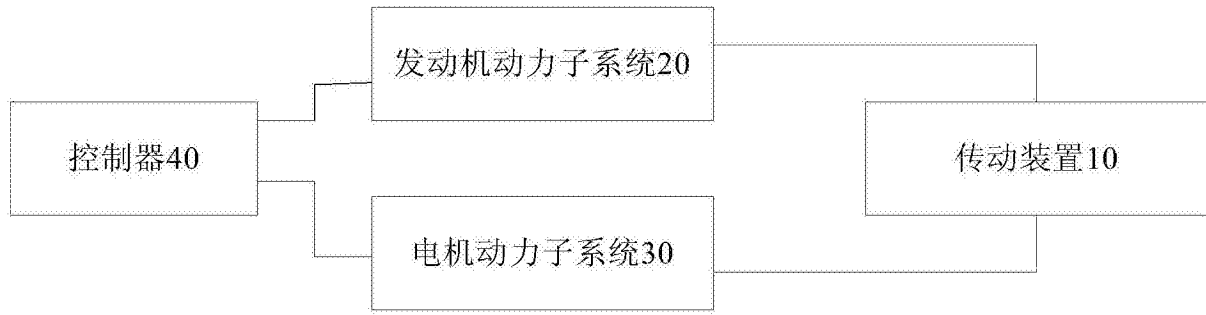


图1A

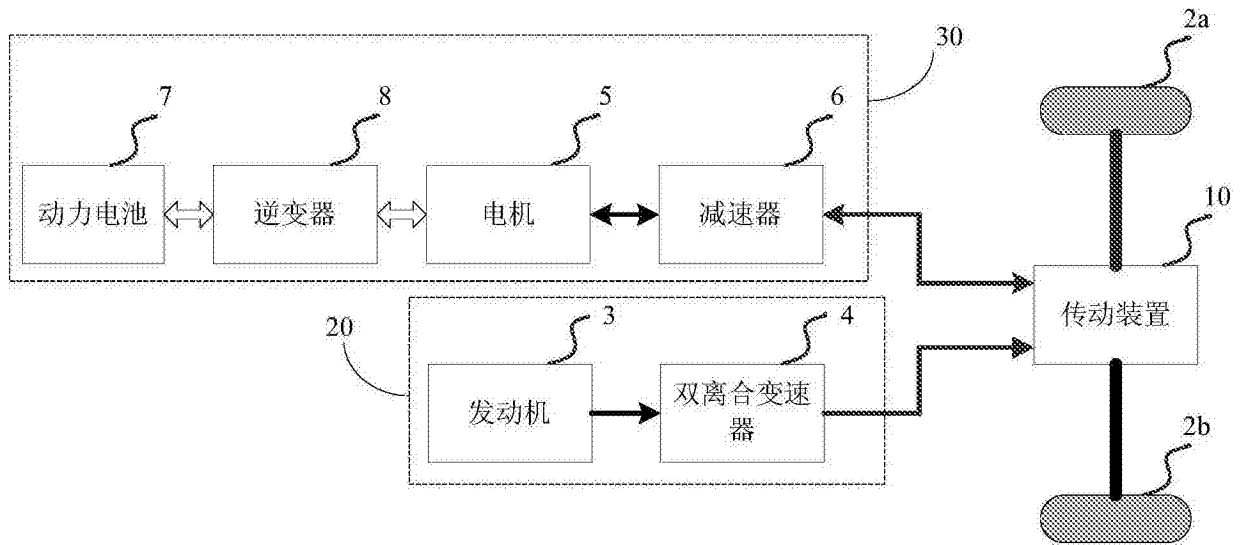


图1B

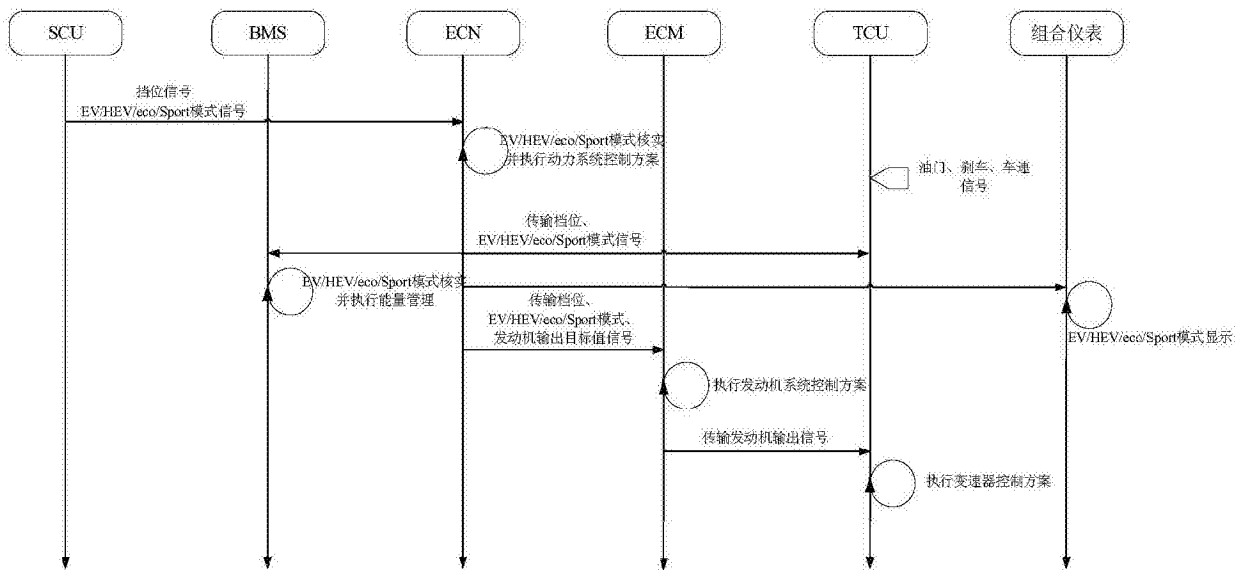


图2

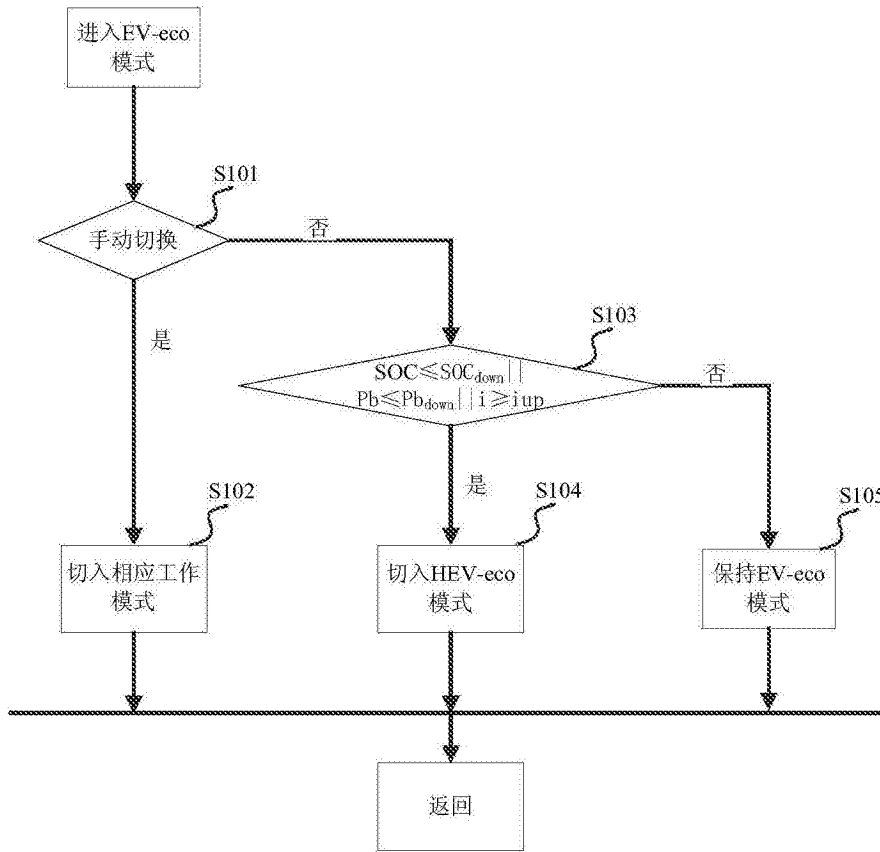


图3

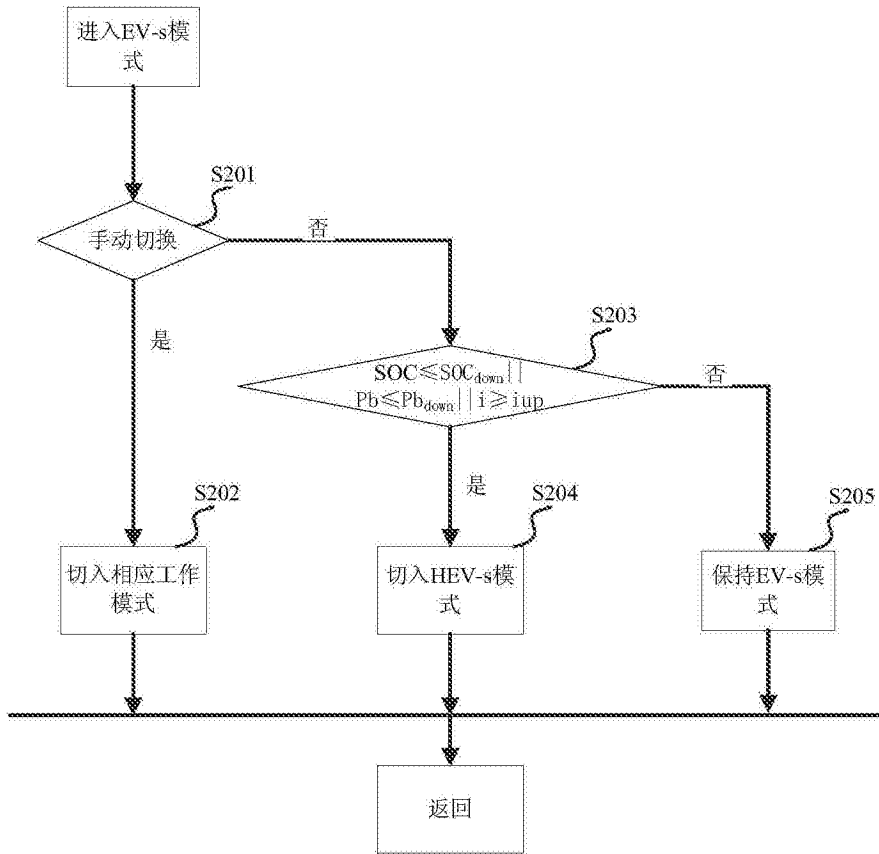


图4

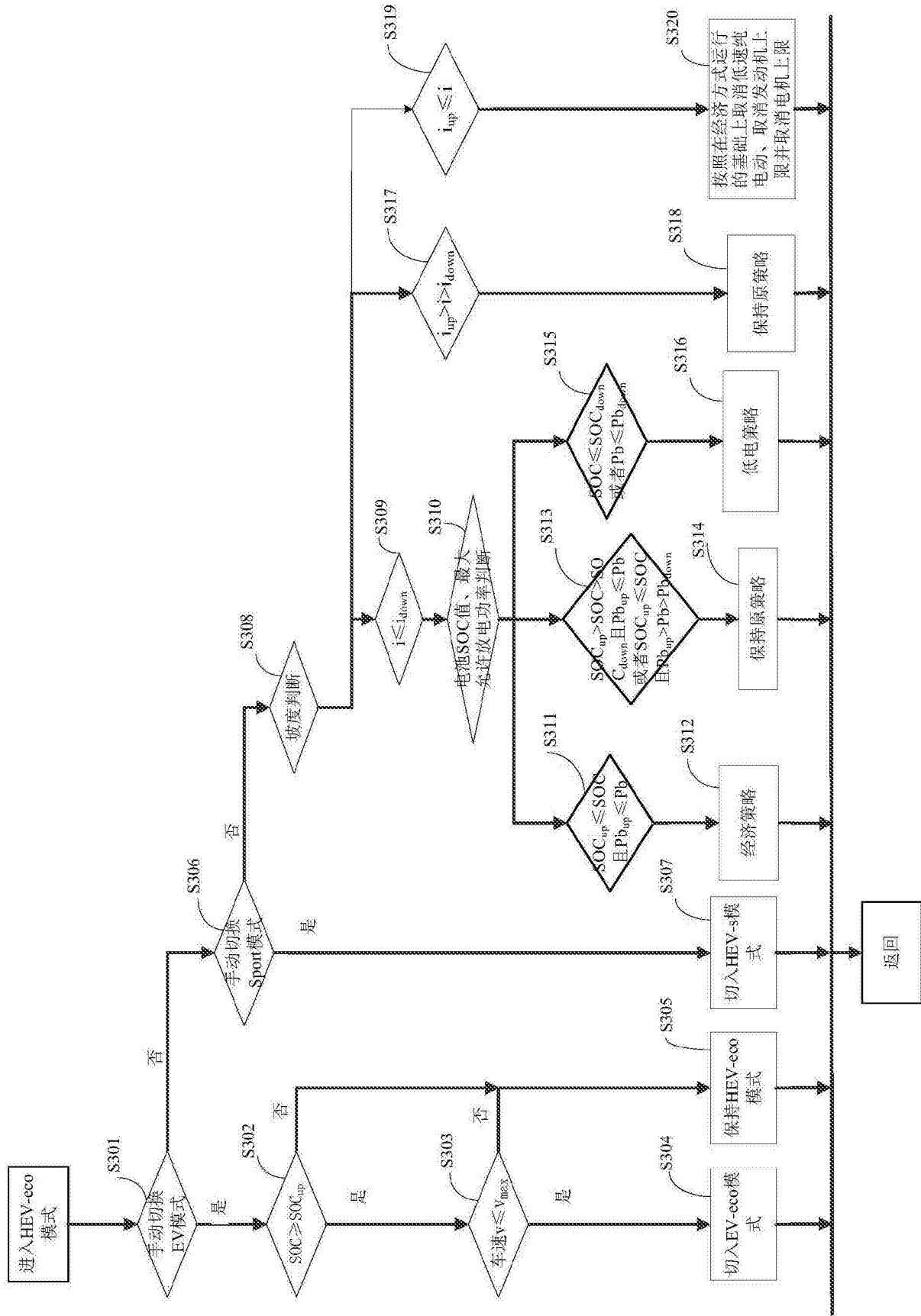


图5

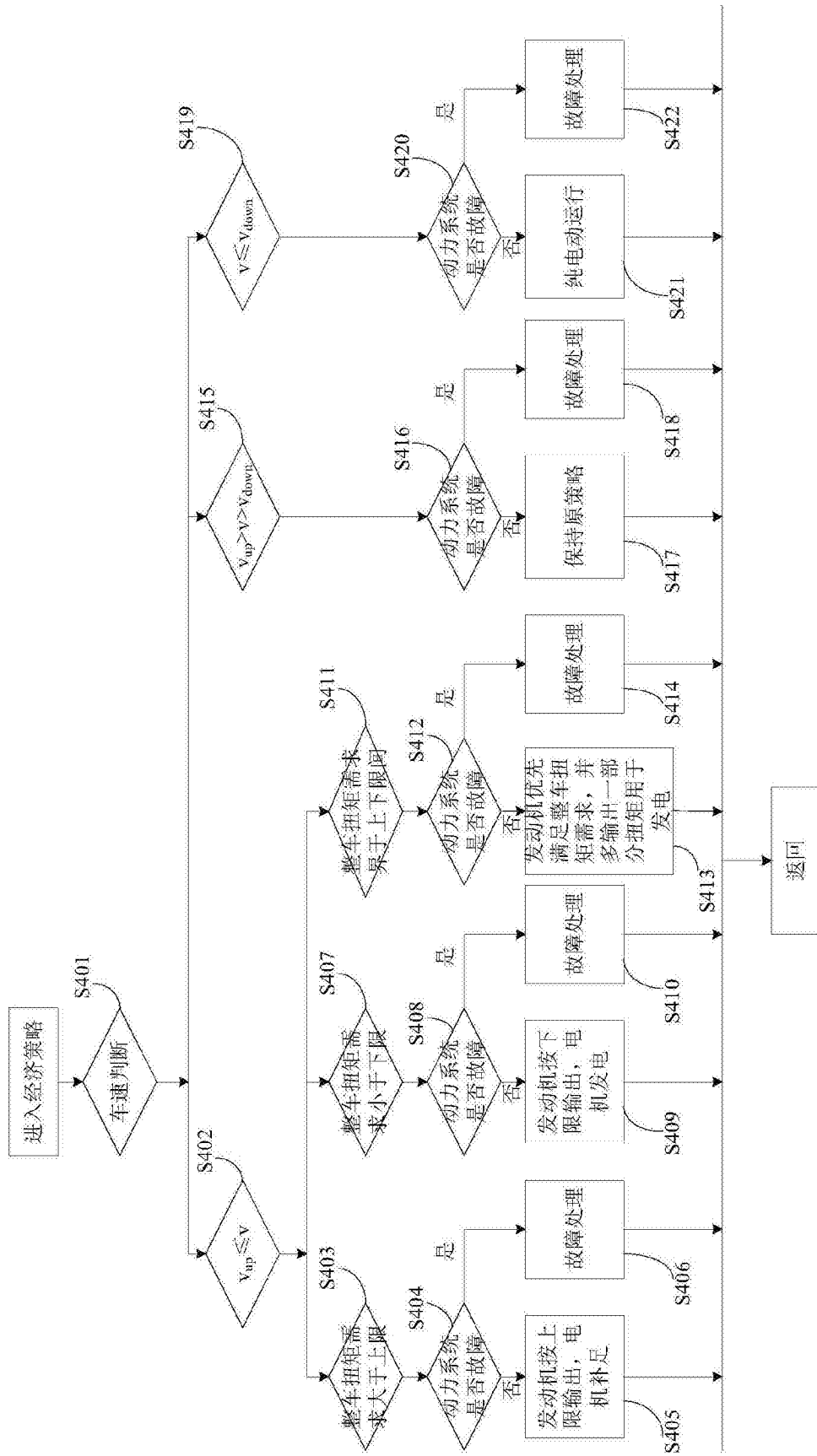


图6

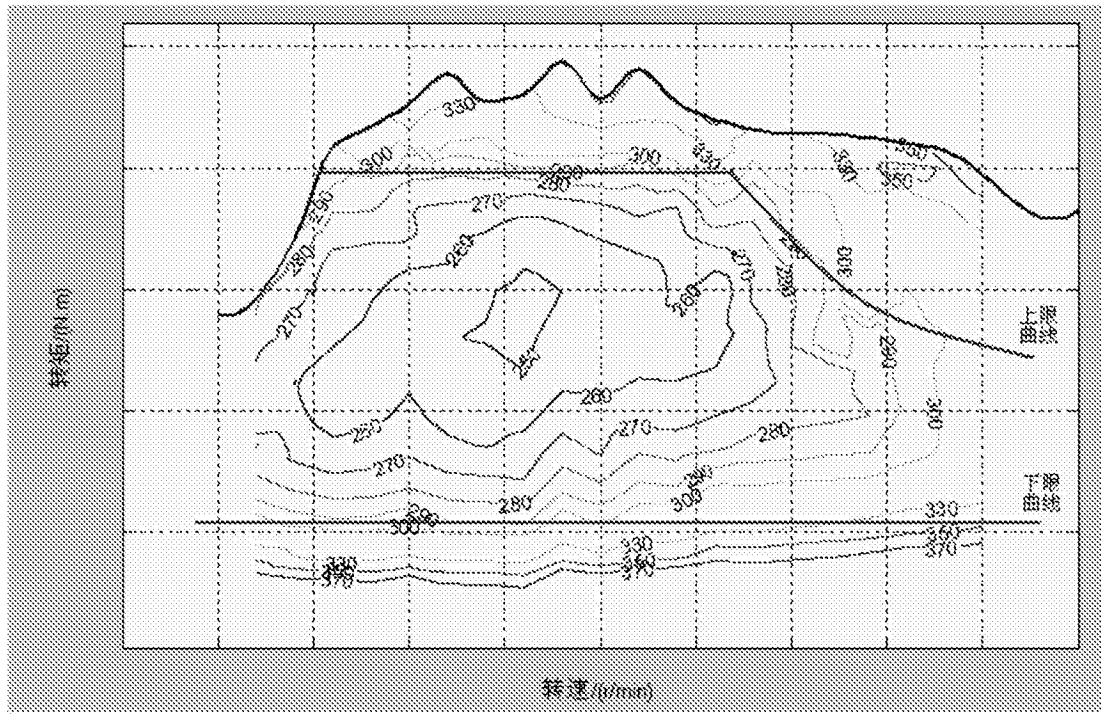


图7

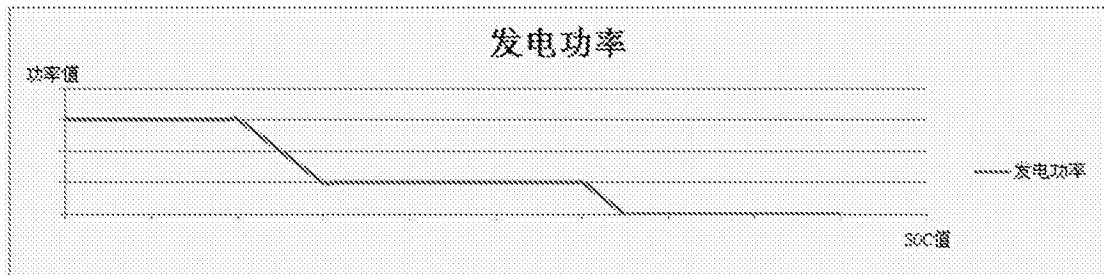


图8

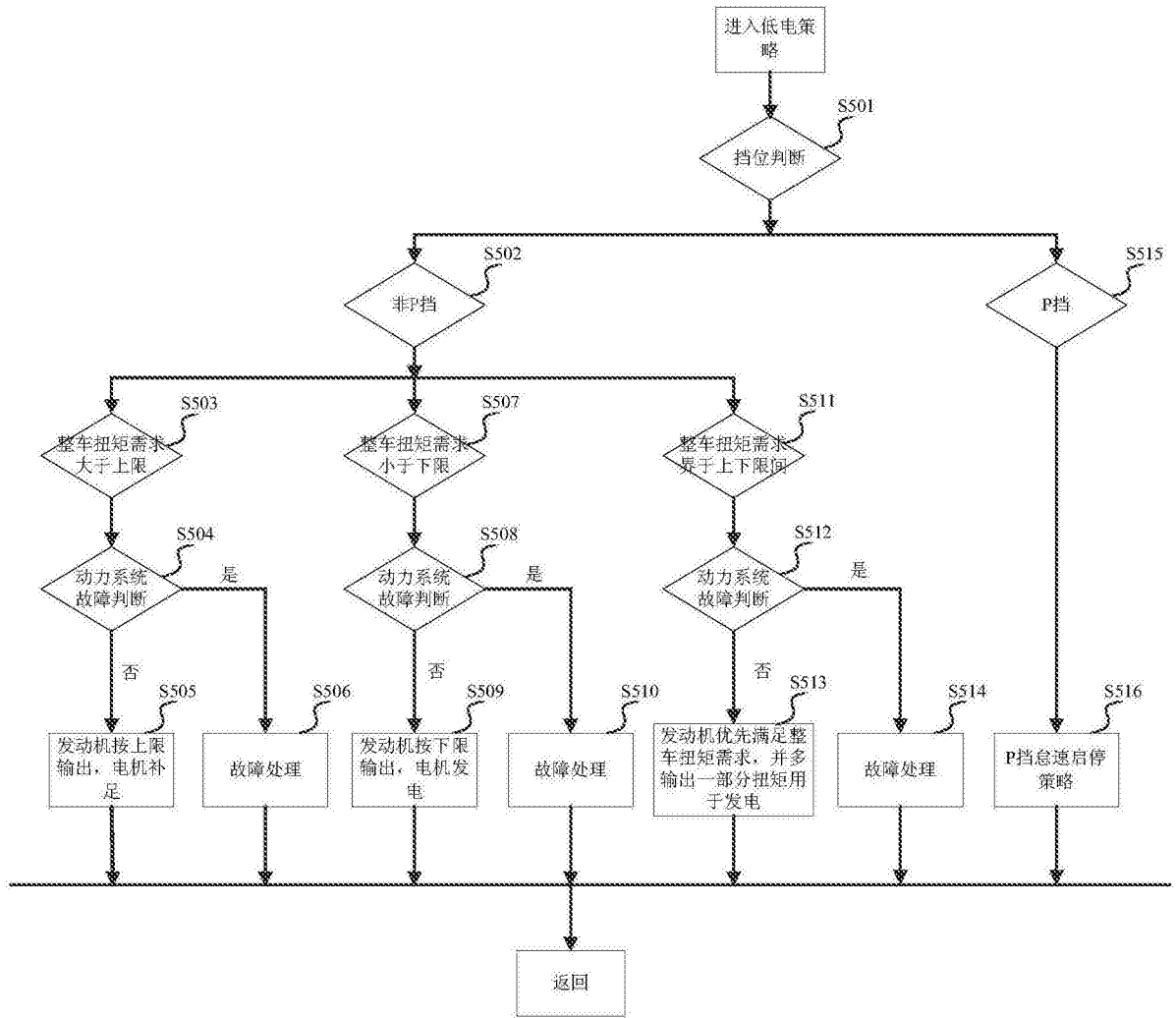


图9

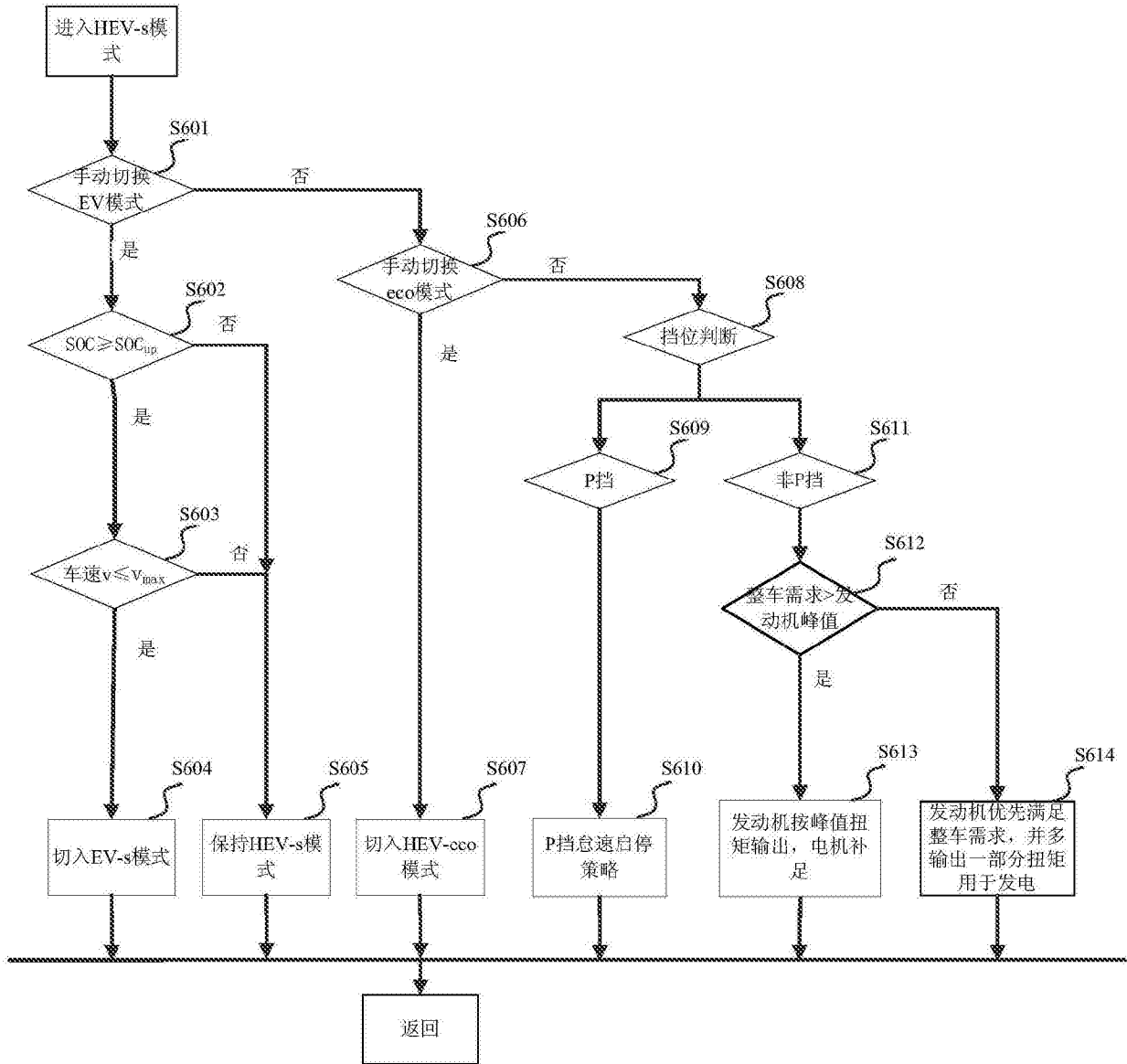


图10

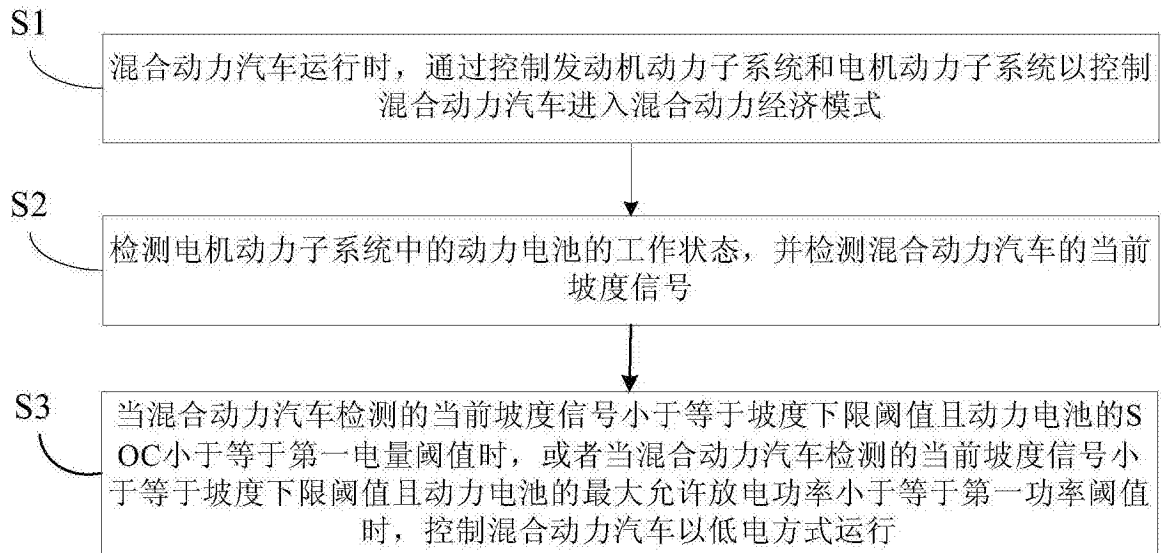


图11