



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102910065 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 06

(21) 申请号 201210434731. 8

(22) 申请日 2012. 11. 02

(71) 申请人 上海中科深江电动车辆有限公司  
地址 201821 上海市嘉定区叶城路 1631 号

(72) 发明人 曾庆文 明巧红 郑建锋

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司  
31002

代理人 王洁 郑暄

(51) Int. Cl.

B60K 6/42(2007. 01)

B60W 20/00(2006. 01)

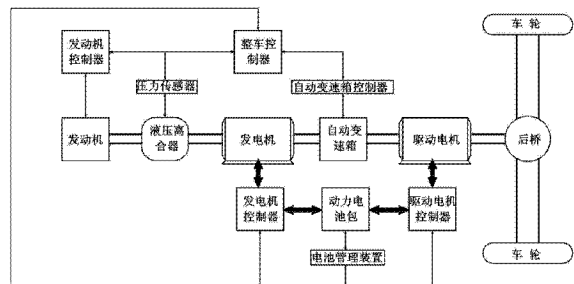
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

混合动力中巴车动力系统及相应的控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种混合动力中巴车动力系统,包括发动机、离合器、发电机、自动变速箱、驱动电机、传动轴和后桥,发动机的输出轴通过离合器连接发电机的转子轴的一端,转子轴的另一端通过变速箱连接驱动电机,驱动电机通过传动轴连接后桥。较佳地,还包括整车控制器、发动机控制器、自动变速箱控制器、发电机控制器、动力电池包、驱动电机控制器和电池管理装置。还涉及上述的混合动力中巴车动力系统的控制方法。本发明的混合动力中巴车动力系统设计巧妙,结构简洁紧凑,方便整车总布置,且不影响驱动模式灵活多样性,同时提高整车动力系统效率,适于大规模推广应用。



1. 一种混合动力中巴车动力系统,其特征在于,包括发动机、离合器、发电机、自动变速箱、驱动电机、传动轴和后桥,所述发动机的输出轴通过所述离合器连接所述发电机的转子轴的一端,所述转子轴的另一端通过所述自动变速箱连接所述驱动电机,所述驱动电机通过所述传动轴连接所述后桥。

2. 根据权利要求1所述的混合动力中巴车动力系统,其特征在于,所述混合动力中巴车动力系统还包括整车控制器、发动机控制器、自动变速箱控制器、发电机控制器、动力电池包、驱动电机控制器和电池管理装置,所述发动机控制器信号连接所述发动机,所述自动变速箱控制器信号连接所述自动变速箱,所述电池管理装置信号连接所述动力电池包,所述动力电池包分别通过所述发电机控制器和所述驱动电机控制器电路连接所述发电机和所述驱动电机,所述整车控制器分别信号连接所述发动机控制器、所述离合器、所述自动变速箱控制器、所述发电机控制器、所述驱动电机控制器和所述电池管理装置。

3. 根据权利要求2所述的混合动力中巴车动力系统,其特征在于,所述离合器是液压离合器,所述混合动力中巴车动力系统还包括压力传感器,所述整车控制器通过所述压力传感器信号连接所述液压离合器。

4. 根据权利要求1所述的混合动力中巴车动力系统,其特征在于,所述离合器是液压离合器。

5. 一种根据权利要求1所述的混合动力中巴车动力系统的控制方法,其特征在于,包括以下工作模式:

(1) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量大于设定值  $b$  时,进入高电量工作模式:  
a1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥;  
a2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于空档位置,驱动电机单独驱动后桥;

(2) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量位于设定值  $a$  和设定值  $b$  之间时,其中  $a$  小于  $b$ ,进入中间电量工作模式:  
b1、若车速大于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机和驱动电机共同驱动后桥,发电机停机;  
b2、若车速大于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机驱动后桥且发电机以额定功率的  $1/3$  发电;  
b3、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥,发动机怠速;  
b4、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后桥且发动机运行驱动发电机发电;

(3) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量小于设定值  $a$  时,进入低电量工作模式:  
c1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机与发动机共同驱动后桥,发电机以额定功率的  $1/3$  发电;  
c2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后桥且发动机运行驱动发电机发电。

6. 根据权利要求5所述的混合动力中巴车动力系统的控制方法,其特征在于,所述控制方法还包括制动回馈模式:当踩制动踏板时,整车控制器接收制动踏板行程信号与防抱死制动系统工作信号,并根据此时动力电池包的电量和动力电池包的温度判断是否利用制

动前给车辆起驱动作用的发电机和 / 或驱动电机来回馈制动能量,当防抱死制动系统未处于工作状态(即车轮未处于抱死状态)、动力电池包的电量 $\leq 95\%$ 、动力电池包的温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ 时允许回馈;制动能量回馈量的多少与制动踏板行程的大小呈一定的比例关系。

7. 根据权利要求 5 所述的控制方法,其特征在于,所述  $n1$  为  $5\text{s}$ ,  $a$  为  $30\%$ ;  $b$  为  $80\%$ ;  $V1$  为  $50\text{km/h}$ 。

## 混合动力中巴车动力系统及相应的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力系统技术领域,特别涉及车辆动力系统技术领域,具体是指一种混合动力中巴车动力系统及相应的控制方法。

### 背景技术

[0002] 目前,混合动力电动汽车中,按内燃机与电动机的能量流动及两者在结构上的关系,可以分为串联式、并联式和混联式三大类。其中串联式趋近于纯电动汽车,只有电动机唯一驱动动力源,故需电动机功率较大,但电动机不经常在满负荷状态下工作、电机效率较低,同时能量经发动机-发电机-电动机转换损失较大。并联式混合动力汽车中发动机工况易受车辆行驶工况的影响,排放性差。传统的混联式虽能充分发挥串联式和并联式混合动力电动汽车的优势,工作模式多样、节能和排放性较好,但其多能源动力系统结构复杂、布置所需空间大和控制困难,限制了其广泛应用。

[0003] 因此,需要提供一种混合动力中巴车动力系统,简洁紧凑,方便整车总布置,且不影响驱动模式灵活多样性,同时提高整车动力系统效率。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服了上述现有技术中的缺点,提供一种混合动力中巴车动力系统及相应的控制方法,该混合动力中巴车动力系统设计巧妙,结构简洁紧凑,方便整车总布置,且不影响驱动模式灵活多样性,同时提高整车动力系统效率,适于大规模推广应用。

[0005] 为了实现上述目的,在本发明的第一方面,提供了一种混合动力中巴车动力系统,其特点是,包括发动机、离合器、发电机、自动变速箱、驱动电机、传动轴和后桥,所述发动机的输出轴通过所述离合器连接所述发电机的转子轴的一端,所述转子轴的另一端通过所述自动变速箱连接所述驱动电机,所述驱动电机通过所述传动轴连接所述后桥。

[0006] 较佳地,所述混合动力中巴车动力系统还包括整车控制器、发动机控制器、自动变速箱控制器、发电机控制器、动力电池包、驱动电机控制器和电池管理装置,所述发动机控制器信号连接所述发动机,所述自动变速箱控制器信号连接所述自动变速箱,所述电池管理装置信号连接所述动力电池包,所述动力电池包分别通过所述发电机控制器和所述驱动电机控制器电路连接所述发电机和所述驱动电机,所述整车控制器分别信号连接所述发动机控制器、所述离合器、所述自动变速箱控制器、所述发电机控制器、所述驱动电机控制器和所述电池管理装置。

[0007] 更佳地,所述离合器是液压离合器,所述混合动力中巴车动力系统还包括压力传感器,所述整车控制器通过所述压力传感器信号连接所述液压离合器。

[0008] 较佳地,所述离合器是液压离合器。

[0009] 在本发明的第二方面,提供了一种上述的混合动力中巴车动力系统的控制方法,其特点是,包括以下工作模式:

[0010] (1) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量大于设定值  $b$  时,进入高电量工作模

式 :a1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥 ;a2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于空档位置,驱动电机单独驱动后桥 ;

[0011] (2)当混合动力中巴车的动力电池包的电量位于设定值 a 和设定值 b 之间时,其中 a 小于 b,进入中间电量工作模式 :b1、若车速大于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机和驱动电机共同驱动后桥,发电机停机 ;b2、若车速大于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机驱动后桥且发电机以额定功率的 1/3 发电 ;b3、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥,发动机怠速 ;b4、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后桥且发动机运行驱动发电机发电 ;

[0012] (3)当混合动力中巴车的动力电池包的电量小于设定值 a 时,进入低电量工作模式 :c1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机与发动机共同驱动后桥,发电机以额定功率的 1/3 发电 ;c2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后桥且发动机运行驱动发电机发电。

[0013] 较佳地,所述控制方法还包括制动回馈模式 :当踩制动踏板时,整车控制器接收制动踏板行程信号与防抱死制动系统工作信号,并根据此时动力电池包的电量和动力电池包的温度判断是否利用制动前给车辆起驱动作用的发电机和 / 或驱动电机来回馈制动能量,当防抱死制动系统未处于工作状态(即车轮未处于抱死状态)、动力电池包的电量  $\leq 95\%$ 、动力电池包的温度  $< 40^\circ\text{C}$  时允许回馈 ;制动能量回馈量的多少与制动踏板行程的大小呈一定的比例关系。

[0014] 较佳地,所述  $n_1$  为 5s, a 为 30% ;b 为 80% ; $V_1$  为 50km/h。

[0015] 本发明的有益效果具体在于 :

[0016] 1、本发明的混合动力中巴车动力系统包括发动机、离合器、发电机、自动变速箱、驱动电机、传动轴和后桥,所述发动机的输出轴通过所述离合器连接所述发电机的转子轴的一端,所述转子轴的另一端通过所述自动变速箱连接所述驱动电机,所述驱动电机通过所述传动轴连接所述后桥,设计巧妙,结构简洁紧凑,方便整车总布置,且不影响驱动模式灵活多样性,同时提高整车动力系统效率,适于大规模推广应用。

[0017] 2、本发明的混合动力中巴车动力系统的控制方法主要根据驱动模式,即车辆运行工况、动力电池电量(SOC)、车速  $V$ 、油门踏板开度及其持续时间等相关信息,让发动机、发电机、驱动电机、变速箱、离合器等各部件相互协调工作,提高整车驱动模式灵活性、保证优异的动力性能,同时又兼顾保护电池的功能,适于大规模推广应用。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的一具体实施例的结构示意图,其中双线表示机械连接,粗实线表示电气连接,细线表示控制信号连接。

[0019] 图 2 是图 1 所示的具体实施例的控制方法示意图。

## 具体实施方式

[0020] 为了能够更清楚地理解本发明的技术内容,特举以下实施例详细说明。

[0021] 请参见图 1 所示,本发明的混合动力中巴车动力系统包括发动机、离合器、发电机、自动变速箱、驱动电机、传动轴(未示出)和后桥,所述发动机的输出轴通过所述离合器连接所述发电机的转子轴的一端,所述转子轴的另一端通过所述自动变速箱连接所述驱动电机,所述驱动电机通过所述传动轴连接所述后桥。

[0022] 请参见图 1 所示,在本发明的具体实施例中,所述后桥设置有固定速比变速器和差速器,所述传动轴连接固定速比变速器和差速器。

[0023] 为了便于对上述各部件进行控制,请参见图 1 所示,在本发明的具体实施例中,所述混合动力中巴车动力系统还包括整车控制器、发动机控制器、自动变速箱控制器、发电机控制器、动力电池包、驱动电机控制器和电池管理装置,所述发动机控制器信号连接所述发动机,所述自动变速箱控制器信号连接所述自动变速箱,所述电池管理装置信号连接所述动力电池包,所述动力电池包分别通过所述发电机控制器和所述驱动电机控制器电路连接所述发电机和所述驱动电机,所述整车控制器分别信号连接所述发动机控制器、所述离合器、所述自动变速箱控制器、所述发电机控制器、所述驱动电机控制器和所述电池管理装置。

[0024] 所述离合器可以采用任何合适的离合器,请参见图 1 所示,在本发明的具体实施例中,所述离合器是液压离合器,所述混合动力中巴车动力系统还包括压力传感器,所述整车控制器通过所述压力传感器信号连接所述液压离合器。

[0025] 请参见图 2 所示,上述的混合动力中巴车动力系统的控制方法可以包括以下工作模式:

[0026] (1) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量大于设定值  $b$  时,进入高电量工作模式:a1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥;a2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于空档位置,驱动电机单独驱动后桥;

[0027] (2) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量位于设定值  $a$  和设定值  $b$  之间时,其中  $a$  小于  $b$ ,进入中间电量工作模式:b1、若车速大于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机和驱动电机共同驱动后桥,发电机停机;b2、若车速大于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,发动机驱动后桥且发电机小功率发电例如以额定功率的  $1/3$  发电;b3、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,且油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器分离且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机和发电机共同驱动后桥,发动机怠速;b4、若车速小于等于设定值  $V_1$ ,但油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后桥且发动机运行驱动发电机发电;

[0028] (3) 当混合动力中巴车的动力电池包的电量小于设定值  $a$  时,进入低电量工作模式:c1、若油门全开状态持续时间持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于前进档位置,驱动电机与发动机共同驱动后桥,发电机小功率发电例如以额定功率的  $1/3$  发电;c2、若油门全开状态持续时间未持续  $n_1$  秒,离合器闭合且自动变速箱处于空档位置,驱动电机驱动后

桥且发动机运行驱动发电机发电。

[0029] 为了进行制动能量回收,较佳地,所述控制方法还包括制动回馈模式:当踩制动踏板时,整车控制器接收制动踏板行程信号与防抱死制动系统工作信号,并根据此时动力电池包的电量和动力电池包的温度判断是否利用制动前给车辆起驱动作用的发电机和/或驱动电机来回馈制动能量,当防抱死制动系统未处于工作状态(即车轮未处于抱死状态)、动力电池包的电量 $\leq 95\%$ 、动力电池包的温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ 时允许回馈;制动能量回馈量的多少与制动踏板行程的大小呈一定的比例关系。

[0030] 制动能量回馈量,表现为制动力矩  $T$  和能量回馈功率  $P$ ,在满足最大制动力矩小于车辆附着力  $T_f$  与电机最大转矩  $T_d$  的条件下(即  $T_{\max} < T_f$  且  $T_{\max} < T_d$ ),按照式  $UI=P=T_{\max} \beta$  确定回馈量,式中  $U$ 、 $I$  分别为制动回馈模式时驱动电机两端的回馈电压、电流,  $\beta$  为制动踏板行程(根据实际行程,  $\beta$  取  $0\% \sim 100\%$  之间的任意数值)。

[0031] 所述  $n_1$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $V_1$  可以根据需要确定,在本发明的具体实施例中,所述  $n_1$  为  $5s$ ,  $a$  为  $30\%$ ;  $b$  为  $80\%$ ;  $V_1$  为  $50\text{km/h}$ 。

[0032] 为方便整车总布置,同时提高整车动力系统效率,在不影响驱动模式灵活多样性、尽量减少系统零部件的情况下,设计了一套简单紧凑的动力系统架构,即本发明。

[0033] 本发明有三个动力单元:发动机、发电机和驱动电机;为方便动力系统布置,使结构紧凑且减少动力传递环节和能量损失,动力系统采用将发动机的输出轴经离合器与发电机的转子轴的一端相联、发电机的转子轴的另一端经自动变速箱与驱动电机相联、驱动电机经传动轴与后桥相联,使三个动力单元的动力经同一根轴直接传到后桥。

[0034] 本发明的三个动力单元既可单独工作提供动力,又可配合工作共同提供动力,动力单元的选择和接入、动力输出路线由离合器和自动变速箱协调工作配合控制。

[0035] 本发明的三种主要动力来源模式(相应的三条动力输出路线)为:

[0036] 动力来源模式一:驱动电机单独驱动提供动力;

[0037] 输出路线一:驱动电机—传动轴—后桥—车轮;

[0038] 动力来源模式二:驱动电机和发电机(此时发电机以电动机状态工作)共同驱动提供动力;

[0039] 输出路线二:发电机—自动变速箱—驱动电机—传动轴—后桥—车轮;

[0040] 动力来源模式三:发动机单独驱动(发电机根据需要处于发电或停机状态);

[0041] 输出路线三:发动机—离合器—发电机—自动变速箱—驱动电机—传动轴—后桥—车轮;

[0042] 动力来源模式四:发动机、驱动电机共同驱动(发电机根据需要处于发电或停机状态);

[0043] 输出路线与输出路线三相同。

[0044] 动力来源不论处于何种模式,动力都经同一条路线传至后桥驱动车轮,仅传递环节和输出路线长短不同,且动力来源模式切换简单、动力系统结构紧凑、零部件数量少。

[0045] 当发电机、驱动电机不工作时仅起传动轴的作用,且电机的发电状态和驱动状态可以相互转换。

[0046] 动力路线中的自动变速箱为电控自动变速箱,其处于空挡位置时相当于离合器分开的功能,通过恰当的控制其档位位置(前进档、空档等)和换档时机,可以方便地对驱动电

机与发电机两个动力单元的动力分离和结合进行有效控制。

[0047] 动力线路中的离合器为液压离合器,适时地控制其分离和闭合,可以有效控制发动机、发电机之间的联接和分离。

[0048] 通过在液压离合器上加装压力传感器,准确地控制液压离合器的闭合程度(如半闭合状态、全闭合状态等),既可以控制发动机驱动力经离合器的传输比例,又可以在特殊情况下,当发动机与发电机转速不一致时缓冲二者速度差对发动机动力接入平稳性的影响,实现发动机的“软接入”。

[0049] 通过恰当地控制自动变速箱和离合器协调配合工作,可以有效地控制动力来源模式和动力单元工作于经济高效区域。

[0050] 控制方法主要是基于驱动模式,即车辆运行工况、动力电池电量(SOC)、车速  $V_1$ 、油门踏板开度及其持续时间等相关信息制定;对整车动力系统控制的关键在于控制各动力单元协同工作,而协同工作的关键又在于对离合器和自动变速箱的有效控制。

[0051] 采用本发明,充分利用电机(包括驱动电机和发电机)低速大扭矩的特性,当车辆处于低速、启动、怠速工况时,利用电机驱动来避开发动机的高油耗区,在保证动力性的前提下,又使发动机的功率输出始终在其经济性区域。

[0052] 当车辆速度较高且匀速时,由工作在高效区的发动机直接驱动,避免了能量转换过程中的损失,且经济高效。

[0053] 无论处于何种电量模式,动力来源模式均出自上述四种之一,且每种电量模式均只有一个主驱动单元(驱动电机或发动机)。为保证车辆具有良好的动力性能和加速响应性,特殊工况下,主驱动单元动力不足时,辅助驱动单元加入驱动为车辆助力,且辅助驱动单元加入驱动的时机判断条件均为油门踏板全开状态持续  $n_1$  秒。

[0054] 充分利用电机高速恒功率及整个调速范围内效率较高的特性,当电池电量较高时,全程电机驱动,达到节能环保的目的。

[0055] 当电池电量低于某值时,发动机和发电机均工作于其经济区域,为电池充电,防止电池过放;当电池电量高于某值时,禁止制动回馈,防止电池过充。

[0056] 本发明充分考虑车辆在实际行驶条件各种工况下的动力性能需求与发动机、发电机/电动机的各自性能特性,使各动力部件尽可能工作在高效区域,达到提高整车行驶经济性和良好排放性的目的。

[0057] 通过本发明,可以充分发挥混合动力中巴车的动力性及经济性优势,让发动机、发电机、驱动电机、自动变速箱、离合器等各部件相互协调工作,提高整车驱动模式灵活性、保证优异的动力性能,同时又兼顾保护电池的功能。

[0058] 根据使用过程中电池电量的多少,可及时补充电量或禁止回馈,防止电池过放或过充,达到保护电池的目的。

[0059] 综上所述,本发明可以实现的技术效果简单归纳如下:

[0060] 1、三个动力单元的动力经同一条输出路线传递至车辆后桥驱动车轮,使动力系统架构结构紧凑、使用零部件数量少、传动环节少、能量损失少;

[0061] 2、通过对离合器和自动变速箱的工作时机合理控制,可以方便地对动力输出路线上各环节的接入和分离进行有效控制;

[0062] 3、通过对离合器和自动变速箱的工作状态进行协同控制,可以使动力输出路线上



各环节动力单元更好地配合工作,满足车辆不同运行工况下的经济高效;

[0063] 4、通过准确控制离合器的“闭合状态”,可以实现发动机的“软接入”和动力传递比例控制,避免了一条动力输出路线上发动机动力接入时的冲击,保证了驾驶平稳性;

[0064] 5、根据车辆实际运行工况确定整车动力来源模式及各动力单元的工作状态,车辆具有较好的动力性能;

[0065] 6、四种动力来源模式均有驱动车辆的能力,各动力单元可单独工作也可配合工作,驱动模式选择有较大的灵活性和完整性;

[0066] 7、确保各模式下动力系统的协调工作状态,保证车辆的行驶安全性;

[0067] 8、对电池的及时充电及制动回馈状态控制,防止其过充过放,有效保护了电池。

[0068] 综上,本发明的混合动力中巴车动力系统设计巧妙,结构简洁紧凑,方便整车总布置,且不影响驱动模式灵活多样性,同时提高整车动力系统效率,适于大规模推广应用。

[0069] 在此说明书中,本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是,很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此,说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

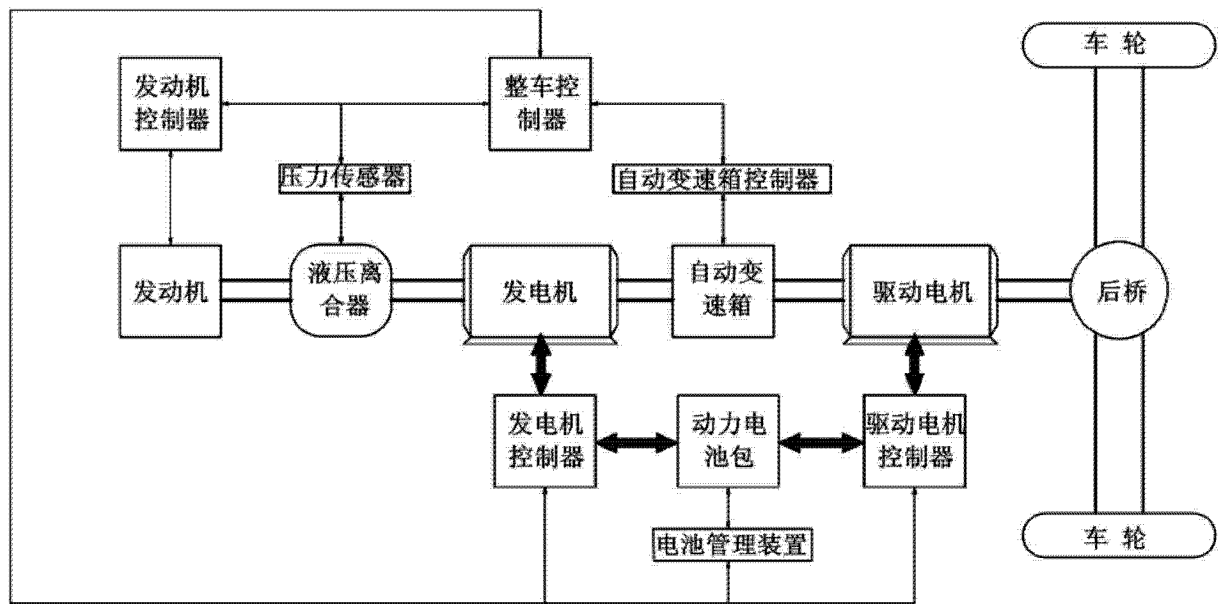


图 1

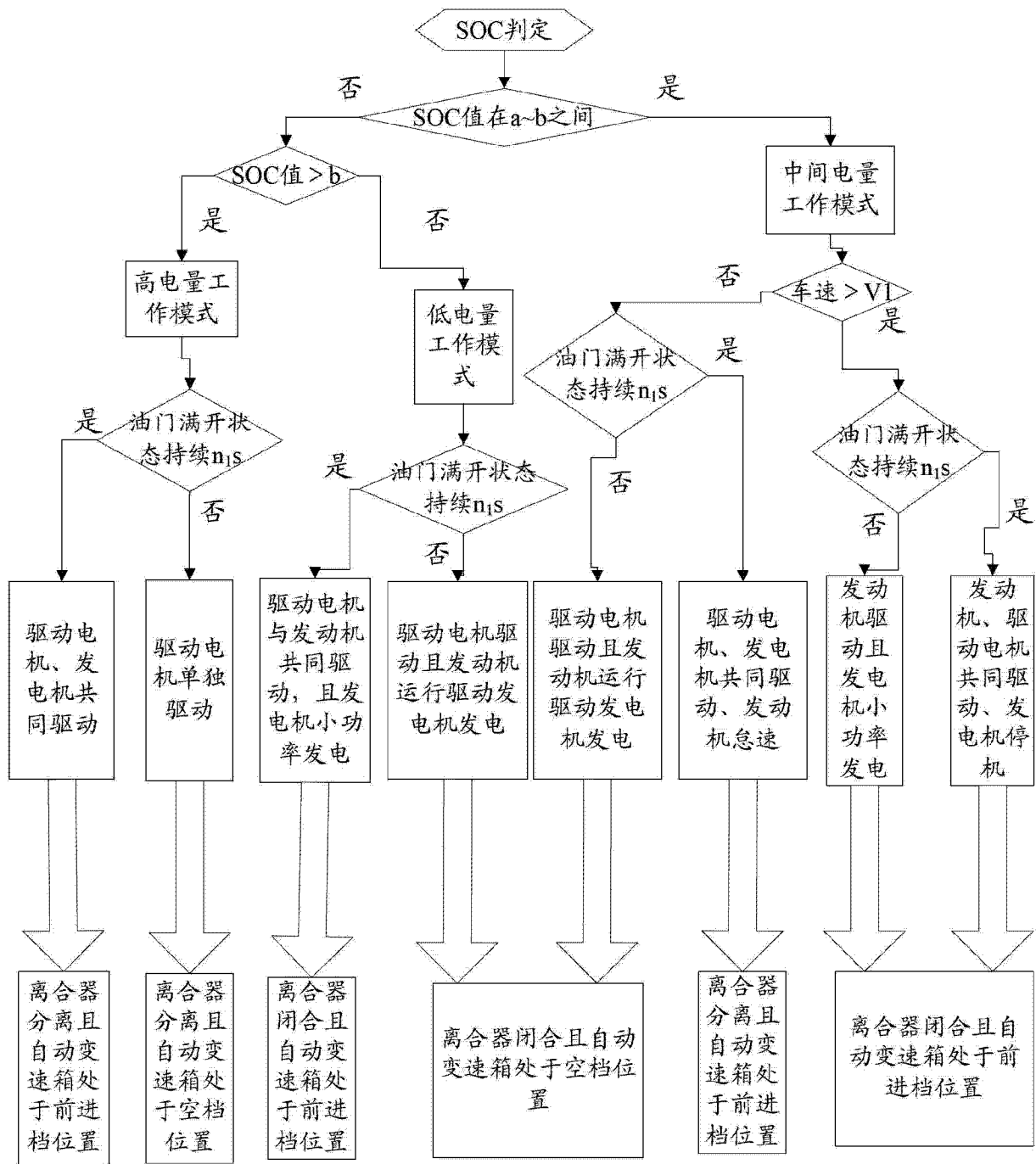


图 2