



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109649371 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201910018520.8

B60W 40/06(2012.01)

(22)申请日 2019.01.09

B60W 40/076(2012.01)

(71)申请人 兰州工业学院

B60W 40/105(2012.01)

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区龚家坪东路1号

B60W 20/15(2016.01)

B60W 20/13(2016.01)

(72)发明人 李万敏 王彦 张亚萍 林小军 朱有地

(74)专利代理机构 西安睿通知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 61218

代理人 惠文轩

(51)Int.Cl.

B60W 10/06(2006.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 10/26(2006.01)

B60W 10/30(2006.01)

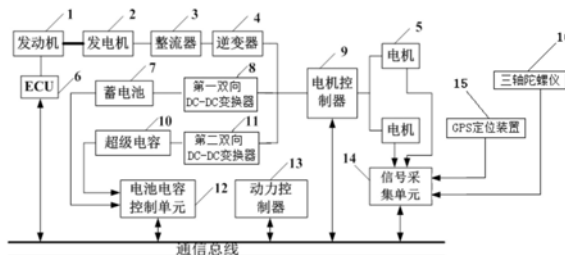
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统

(57)摘要

本发明公开了一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,包括:依次连接的发动机、发电机、整流器、逆变器、电机控制器和电机,依次连接的蓄电池和第一双向DC-DC变换器,依次连接的超级电容和第二双向DC-DC变换器,以及电池电容控制单元、信号采集单元、三轴陀螺仪、GPS定位装置和动力控制器。基于该控制系统,本发明还公开了一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,将重型载货汽车经常行驶的道路情况与超级电容充放电相联系,可以实现动力的合理匹配,提高混合动力重型载货汽车的动力性、燃油经济性及排放性能,延长蓄电池的使用寿命,并实现能量的回收利用,充分的节约能源。



1. 一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,其特征在于,包括:  
依次连接的发动机、发电机、整流器、逆变器、电机控制器和电机;  
依次连接的蓄电池和第一双向DC-DC变换器,所述第一双向DC-DC变换器与所述电机控制器连接;  
依次连接的超级电容和第二双向DC-DC变换器,所述第二双向DC-DC变换器与所述电机控制器连接;  
电池电容控制单元,所述电池电容控制单元分别与所述蓄电池、超级电容相连接;  
信号采集单元,所述信号采集单元与所述电机连接;  
三轴陀螺仪和GPS定位装置,所述三轴陀螺仪与所述GPS定位装置分别与所述信号采集单元连接;  
动力控制器,所述动力控制器通过通信总线分别与所述发动机的电子控制单元、所述信号采集单元、所述电池电容控制单元和所述电机控制器连接。
2. 根据权利要求1所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,其特征在于,所述电池电容控制单元用于采集所述蓄电池和超级电容的电压、电流信息;  
所述GPS定位装置用于采集车辆行驶道路的位置信息及坡道信息;  
所述三轴陀螺仪用于采集车辆行驶道路的坡度信息;  
所述信号采集单元用于采集所述电机的转矩、转速、电压及电流信息,还用于采集并记录所述三轴陀螺仪和所述GPS定位装置所采集到的车辆行驶道路的位置信息、坡道信息以及坡度信息;  
所述动力控制器用于控制所述发动机的电子控制单元ECU、所述信号采集单元、所述电池电容控制单元以及所述电机控制器的运转。
3. 根据权利要求2所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,其特征在于,所述坡道信息包含坡长以及坡度分布特性信息。
4. 根据权利要求2所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,其特征在于,所述GPS定位装置还用于识别车辆行驶道路的位置信息及坡道信息。
5. 一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征在于,包括以下步骤:  
步骤1,利用GPS定位装置和三轴陀螺仪采集并记录混合动力重型载货汽车经常行驶的道路信息,并将所述道路信息发送至发动机的电子控制单元;  
步骤2,当混合动力重型载货汽车再次驶入该道路时,发动机的电子控制单元调用对应道路的道路信息;并根据步骤1中GPS定位装置和三轴陀螺仪所采集的对应道路的道路信息,结合混合动力重型载货汽车当前运行参数,将车辆行驶工况分为多种情况,每种行驶工况分别对应一种驱动模式。
6. 根据权利要求5所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征在于,步骤1中,所述道路信息包含道路的位置信息、坡度信息以及坡长信息。
7. 根据权利要求5所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征在于,步骤2中,所述混合动力重型载货汽车当前运行参数包含速度、电机转速和电机负荷。
8. 根据权利要求7所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征在于,步骤2中,将混合动力重型载货汽车当前运行参数归一化求和,得到综合参数,并根据

综合参数的大小将车辆行驶工况分为6种。

9. 根据权利要求8所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征  
在于,6种工况分别对应6种驱动模式,分别为:

工况1,由发电机发电机组单独对电机提供驱动动力;

工况2,由蓄电池单独对电机提供驱动动力;

工况3,由发动机发电机组、蓄电池、超级电容同时为电机提供驱动动力;

工况4,由发动机发电机组为电机提供动力,并对蓄电池、超级电容进行充电;

工况5,车辆制动无驱动动力时,首先由超级电容回收电机产生的电能,当超级电容充  
满电时,电机对蓄电池充电;

工况6,车辆启动时,由超级电容提供启动电能。

10. 根据权利要求9所述的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,其特征  
在于,工况6中,在车辆启动前,由蓄电池对超级电容充电。

## 一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及混合汽车动力汽车技术领域,尤其涉及一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着国家大力的倡导创建资源节约型环境友好型社会,节能环保成为人们关注的焦点。传统汽车的高污染、高能耗已经不能满足行业的发展。混合动力技术由于其能耗低、能量转化效率高、环保等显著的优点,受到了行业的高度关注及政府的大力支持。然而,混合动力总成系统的弱点一直制约着该技术的广泛推广。因此提高动力系统的能效及控制对发展混合动力技术具有重要的意义。

[0003] 目前混合动力汽车领域动力系统主要是有发动机发电机组和蓄电池组成的混合动力模式,且混合动力重型载货汽车尚处在研发试验状态。此种混合动力模式在混合动力重型载货汽车频繁加速、爬坡及行驶阻力突然增大和较大的复杂工况下,瞬时峰值电流较大,频繁的大电流放电,利用蓄电池供电会严重的影响蓄电池的能效及寿命,不利于整机动力性能的实现;利用发动机发电机组虽然可以保证整机的动力性能,但燃油经济性及排放性能恶化,达不到节能排放的目的。同时在重型载货汽车制动、下坡及行驶阻力突然减小时,电机的再生制动产生的瞬间充电电流很大,会对电池寿命产生伤害,如果此部分回收的能量不能充分存储,又将会造成了巨大的浪费。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统和方法,基于该控制系统的控制方法可实现对发动机发电机组、蓄电池、超级电容的电能的精确控制,合理的分配动力系统能量,提高混合动力重型载货汽车的动力性、燃油经济性和排放性能。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现。

[0006] 技术方案一:

[0007] 一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,包括:

[0008] 依次连接的发动机、发电机、整流器、逆变器、电机控制器和电机;

[0009] 依次连接的蓄电池和第一双向DC-DC变换器,所述第一双向DC-DC变换器与所述电机控制器连接;

[0010] 依次连接的超级电容和第二双向DC-DC变换器,所述第二双向DC-DC变换器与所述电机控制器连接;

[0011] 电池电容控制单元,所述电池电容控制单元分别与所述蓄电池、超级电容相连接;

[0012] 信号采集单元,所述信号采集单元与所述电机连接;

[0013] 三轴陀螺仪和GPS定位装置,所述三轴陀螺仪与所述GPS定位装置分别与所述信号采集单元连接;

[0014] 动力控制器,所述动力控制器通过通信总线分别与所述发动机的电子控制单元ECU、所述信号采集单元、所述电池电容控制单元和所述电机控制器连接。

[0015] 本发明技术方案一的特点和进一步的改进在于:

[0016] 所述GPS定位装置用于采集车辆行驶道路的位置信息及坡道信息。

[0017] 所述三轴陀螺仪用于采集车辆行驶道路的坡度信息。

[0018] 所述电池电容控制单元用于采集所述蓄电池和超级电容的电压、电流信息。

[0019] 所述信号采集单元用于采集所述电机的转矩、转速、电压及电流信息,还用于采集并记录所述三轴陀螺仪和所述GPS定位装置所采集到的车辆行驶道路的位置信息、坡道信息以及坡度信息。

[0020] 所述动力控制器用于控制所述发动机的电子控制单元、所述信号采集单元、所述电池电容控制单元以及所述电机控制器的运转。

[0021] 技术方案二:

[0022] 一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法,包括以下步骤:

[0023] 步骤1,利用GPS定位装置和三轴陀螺仪采集并记录混合动力重型载货汽车经常行驶的道路信息,并将所述道路信息发送至发动机的电子控制单元;

[0024] 步骤2,当混合动力重型载货汽车再次驶入该道路时,发动机的电子控制单元调用对应道路的道路信息;并根据步骤1中GPS定位装置和三轴陀螺仪所采集的对应道路的道路信息,结合混合动力重型载货汽车当前运行参数,将车辆行驶工况分为多种情况,每种行驶工况分别对应一种驱动模式。

[0025] 本发明技术方案二的特点和进一步的改进在于:

[0026] 步骤1中,所述道路信息包含道路的位置信息、坡度信息以及、坡长信息。

[0027] 步骤2中,所述混合动力重型载货汽车当前运行参数包含速度、电机转速和电机负荷。

[0028] 进一步的,步骤2中,将混合动力重型载货汽车当前运行参数归一化求和,得到综合参数,并根据综合参数的大小将车辆行驶工况分为6种。

[0029] 进一步的,步骤2中,6种工况分别对应6种驱动模式,分别为:

[0030] 工况1,由发电机发电机组单独对电机提供驱动动力;

[0031] 工况2,由蓄电池单独对电机提供驱动动力;

[0032] 工况3,由发动机发电机组、蓄电池、超级电容同时为电机提供驱动动力;

[0033] 工况4,由发动机发电机组为电机提供动力,并对蓄电池、超级电容进行充电;

[0034] 工况5,车辆制动无驱动动力时,首先由超级电容回收电机产生的电能,当超级电容充满电时,电机对蓄电池充电;

[0035] 工况6,车辆启动时,由超级电容提供启动电能。

[0036] 其中,工况6中,在车辆启动前,由蓄电池对超级电容充电。

[0037] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0038] 本发明利用发动机发电机组可随时提供动力来源,并利用蓄电池的高比能量与超级电容的高比功率的优点,将三种动力来源并联提供动力来源。发动机发电机组可以保证整机长时间的工作;蓄电池的高比能量可以为重型载货汽车在简单工况下提供动力降低燃油消耗,提高整机的燃油经济性;超级电容的高比功率在重型载货汽车启动、加速、爬坡及

行驶阻力瞬间增大时提供动力,不仅可以避免蓄电池长时间在高电流峰值下工作,还可以避免发动机启动、加速时的高排放及高燃油消耗,同时可以提供整机的瞬态响应特性,提高整机的动力性能。超级电容还可以在重型载货汽车制动时快速的存储电动机产生的瞬间大电流,实现制动能量的吸收,使能量回收再利用,节约能源。

[0039] 此外,本发明将重型载货汽车经常行驶的道路情况(坡度、坡长)与超级电容充放电相联系,提前采集重型载货汽车经常行驶的道路各段的坡度及坡长,有效地根据道路情况进行定量充放电,减少持续大幅度充电或者放电,提高电容工作效率,利用精确的控制系统可以实现动力的合理匹配,提高混合动力重型载货汽车的动力性、燃油经济性及排放性能,延长蓄电池的使用寿命,并实现能量的回收利用,充分的节约能源。

## 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图1是本发明的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统的一种实施例的结构示意图;

[0042] 图2是混合动力重型载货汽车在工况1下的动力控制系统执行示意图;

[0043] 图3是混合动力重型载货汽车在工况2下的动力控制系统执行示意图;

[0044] 图4是混合动力重型载货汽车在工况3下的动力控制系统执行示意图;

[0045] 图5是混合动力重型载货汽车在工况4下的动力控制系统执行示意图;

[0046] 图6是混合动力重型载货汽车在工况5下的动力控制系统执行示意图;

[0047] 图7是混合动力重型载货汽车在工况6下的动力控制系统执行示意图。

[0048] 以上图1-图7中:1发动机;2发电机;3整流器;4逆变器;5电机;6ECU;7蓄电池;8第一双向DC-DC变换器;9电机控制器;10超级电容;11第二双向DC-DC变换器;12电池电容控制单元;13动力控制器;14信号采集单元;15GPS定位装置;16三轴陀螺仪。

## 具体实施方式

[0049] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 本发明实施例提供了一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,包括:依次连接的发动机1、发电机2、整流器3、逆变器4、电机控制器9和电机5,依次连接的蓄电池7和第一双向DC-DC变换器8,依次连接的超级电容10和第二双向DC-DC变换器11,以及电池电容控制单元12、信号采集单元14、三轴陀螺仪16、GPS定位装置15和动力控制器13。

[0051] 其中,发动机1与发电机2相连,发电机2与整流器3相连,整流器3与逆变器4相连,逆变器4与电机控制器9相连,实现动力的传输。

[0052] 蓄电池7和第一双向DC-DC变换器8相连,第一双向DC-DC变换器8与电机控制器9连

接;超级电容10和第二双向DC-DC变换器11相连,第二双向DC-DC变换器11相连与电机控制器9连接;电机控制器9控制第一双向DC-DC变换器8和第二双向DC-DC变换器11的工作状态。

[0053] 电池电容控制单元12分别与蓄电池7、超级电容10相连接;信号采集单元14与电机5连接;三轴陀螺仪16与GPS定位装置15分别与信号采集单元14连接;动力控制器13通过通信总线分别与发动机1的电子控制单元ECU 6、信号采集单元14、电池电容控制单元12和电机控制器9连接,实现对整个动力系统的最优匹配。

[0054] 具体的,

[0055] GPS定位装置15用于采集车辆行驶道路的位置信息及坡道信息,即采集行驶道路的坡度分布特性信息以及各道路的坡长信息;三轴陀螺仪16用于采集车辆行驶道路的坡度信息。

[0056] 电池电容控制单元12用于采集蓄电池7和超级电容10的电压、电流信息,其中,可利用电流传感器采集电流信息,利用电压传感器采集电压信息;并将采集到的电压、电流信息通过通信总线发送给动力控制器13;当检测到电压、电流信号异常时,由动力控制器13控制终止蓄电池7和超级电容10的充放电。

[0057] 信号采集单元14包括转矩传感器、速度传感器、电压传感器和电流传感器,用于采集混合动力重型载货汽车的电机5的转矩、转速、电压及电流信息,并将采集到的电机5的转矩、转速、电压及电流信息通过通信总线发送给动力控制器13;此外,信号采集单元14还用于采集并记录三轴陀螺仪16和GPS定位装置15所采集到的车辆行驶道路的位置信息、坡道信息以及坡度信息。

[0058] 发动机1与电子控制单元ECU 6相连,发动机1的工作由其电子控制单元ECU 6控制;动力控制器13用于控制发动机1的电子控制单元ECU 6、信号采集单元14、电池电容控制单元12以及电机控制器9的运转,实现动力系统的最优匹配。

[0059] 基于本发明的带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制系统,本发明还提供了一种带超级电容的混合动力重型载货汽车动力控制方法:首先由三轴陀螺仪16和GPS定位装置15采集混合动力重型载货汽车经常行驶道路信息,尤其是山区或者坡度较大的道路。其中,GPS定位装置15采集并记录道路的位置信息、道路坡度的分布信息以及坡长信息,三轴陀螺仪16采集并记录对应路段的坡度信息;并将GPS定位装置15和三轴陀螺仪16所采集到的道路信息发送至发动机1的电子控制单元ECU 6。

[0060] 当GPS定位装置15识别到混合动力重型载货汽车再次驶入该路段时,ECU 6立刻调用之前采集的道路信息。并根据以前GPS定位装置15和三轴陀螺仪16所记录到的当前路段的坡度、坡长信息,结合车辆当前运行的速度、电机转速、电机负荷等参数,将车辆行驶工况划分为6种情况。将上述参数归一化求和,得到综合参数P,将综合参数P按照大小分为6种,分别对应工况1、工况2、工况3、工况4、工况5和工况6。

[0061] 其中,电机负荷根据电机的电压、电流估计得到。

[0062] 确定工况后,由信号采集单元14采集到的电机5当前的电流、转速、转矩等信息通过通讯总线传输至动力控制器13,通过与通讯总线相连接的ECU 6控制发动机1的运转;ECU 6根据不同的坡度与坡长,结合当前电机5运转状态,计算出理论上当前路段最优的电容充放匹配值;并通过电池电容控制单元12采集蓄电池7和超级电容10的电压、电流信息,并结合最佳电容充放匹配值控制蓄电池7、超级电容10的充放电及温度、电流、电压等工况;通过

电机控制器9控制电机5的工作状况以及第一双向DC-DC变换器8和第二双向DC-DC变换器11的通断,配合发动机1发电机2组对电机5供电,进而合理的匹配动力源,并实现再生制动能量吸收。

[0063] 信号采集单元14、电机控制器9及电池电容控制单元12采集重型载货汽车制动机的电流、电压信号通过通讯总线将信号发送给动力控制器13,动力控制器13经过数据分析发出控制信号给电机控制器9,电机控制器9控制双向DC-DC的导通方向由超级电容10或蓄电池7对电动机产生的瞬间大电流进行能量回收。

[0064] 整个控制系统由信号采集单元14、电池电容控制单元12及电机控制器9对整机的有效信号进行采集,通过通讯总线发送给动力控制器13,由动力控制器13对整机的动力系统进行合理的匹配,由此形成一个完成的闭环控制系统精确的控制整机的动力匹配,提高整机的动力性、经济性及排放性。

[0065] 具体的,本发明实施例给出如下6种不同工况下,该控制系统对混合动力重型载货汽车的动力匹配:

[0066] 工况1:

[0067] 如图2所示,混合动力重型载货汽车正常工作于中等负荷,即加载少量货物且行驶阻力不发生剧烈变化时,信号采集单元14采集到的电机5的电流及电压信号与电机控制器9采集到母线的电流、电压信号相差不大,由发动机发电机组单独对驱动电机5提供动力,此时第一双向DC-DC变换器8和第二双向DC-DC变换器11未导通;同时信号采集单元14及电机控制器9实时的采集电机5及母线电流、电压信号,并发送到动力控制器13,形成一个完整的闭环控制,精确的控制动力的匹配。

[0068] 工况2:

[0069] 如图3所示,混合动力重型载货汽车在低负荷工况工作,即未载运货物,未行驶于较大坡度时,动力控制器13发出信号由电机控制器9发出PWM信号控制第一双向DC-DC变换器8导通,由蓄电池7对驱动电机5提供动力,此时发动机发电机组可停止运行。同时信号采集单元14及电池电容控制单元12实时采集电机5及蓄电池7的电压、电流信号并发送给动力控制器13,由动力控制器13随时控制动力的匹配,实现精准的控制。

[0070] 工况3:

[0071] 如图4所示,混合动力重型载货汽车启动、加速、爬较大坡度及行驶阻力瞬间增大时,驱动电机5所需的电压、电流瞬间增大,信号采集单元14采集的电压、电流值比电机控制器9采集的母线电压、电流值大,此时电机控制器9发出PWM信号控制第一双向DC-DC变换器8、第二双向DC-DC变换器11导通,由发动机发电机组、蓄电池7、超级电容10同时为驱动电机5提供动力。由于超级电容10的高比功率性,可以快速的补充发电机2发电机2组的功率不足,可迅速为整机提供动力。

[0072] 此外,当重型载货汽车受到的行驶阻力作用时间较长时,动力控制系统通过EUC控制发动机1增大喷油量充分提供动力。同时,信号采集单元14及电机控制器9实时采集整车信息并发送给动力控制器13,由动力控制器13实时精准的控制整车的动力匹配。

[0073] 工况4:

[0074] 如图5所示,当电池电容控制单元12采集到蓄电池7、超级电容10的电压、信号采集单元14采集到驱动电机5所需的电压、电流值不大时,动力控制器13控制ECU 6加大发动机1



的喷油量,并控制电机控制器9发出PWM信号控制使第一双向DC-DC变换器8、第二双向DC-DC变换器11反向导通,发动机发电机组为驱动电机5提供动力的同时并对蓄电池7、超级电容10进行充电。同时反馈信号实时的采集整机信号,由动力控制器13快速精准的匹配整机动力。

[0075] 工况5:

[0076] 如图6所示,混合动力重型载货汽车在制动时,动力系统不再提供动力,驱动电机5相当于一个发电机2,能产生较大的瞬间电流及电压,此时电机控制器9发出PWM信号控制第二双向DC-DC变换器11反向导通,由超级电容10首先回收电动机产生的电能。当电动机产生的电能逐渐减小,且超级电容10已充满电时,电机控制器9发出PWM信号控制第一双向DC-DC变换器8反向导通,由电动机对蓄电池7充电,实现能量的回收。同时电池电容控制单元12实时采集蓄电池7、超级电容10的电压、电流信号发送到动力控制器13,由动力控制器13精确的控制蓄电池7、超级电容10的充电过程。

[0077] 工况6:

[0078] 如图7所示,混合动力重型载货汽车启动时需要超级电容10为整机提供启动电能。在整机启动之前,由电池电容控制单元12采集超级电容10的电压、电流值,如若此时超级电容10的电压、电流值低于标定值,此时由蓄电池7对超级电容10充电。电池电容控制单元12、电机控制器9及动力控制器13控制此充电过程,保证超级电容10能够为整机启动提供充足的能量。

[0079] 超级电容10是一种新型电容,与蓄电池7相比,具有较大的功率密度,污染小、充放电时间短、循环寿命长、工作温度范围宽等优点,非常适用于汽车复杂工况下瞬间功率大、频繁充放电的场合。但超级电容10也有能量密度较小,无法大量的存储能量,以及存在发热和单体均衡等缺点,故单独使用受到一定限制。

[0080] 因此,本发明利用超级电容10与传统的混合动力模式相结合的方式,可以充分的发挥各动力原件的优点,对重型载货汽车的整机动力性能、燃油经济性及排放有着重大的意义。

[0081] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

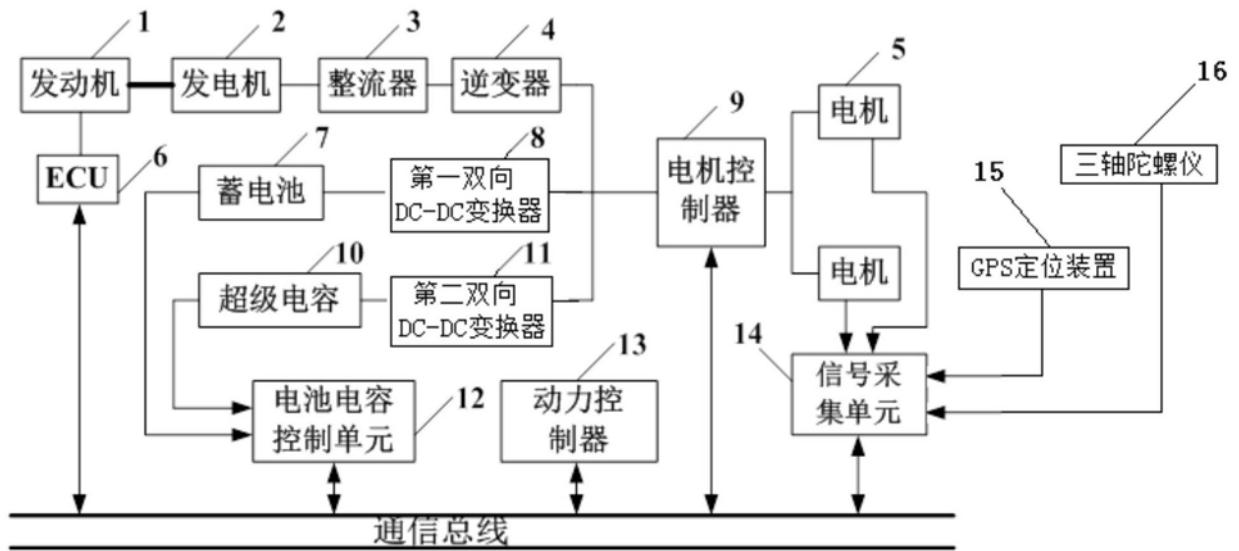


图1

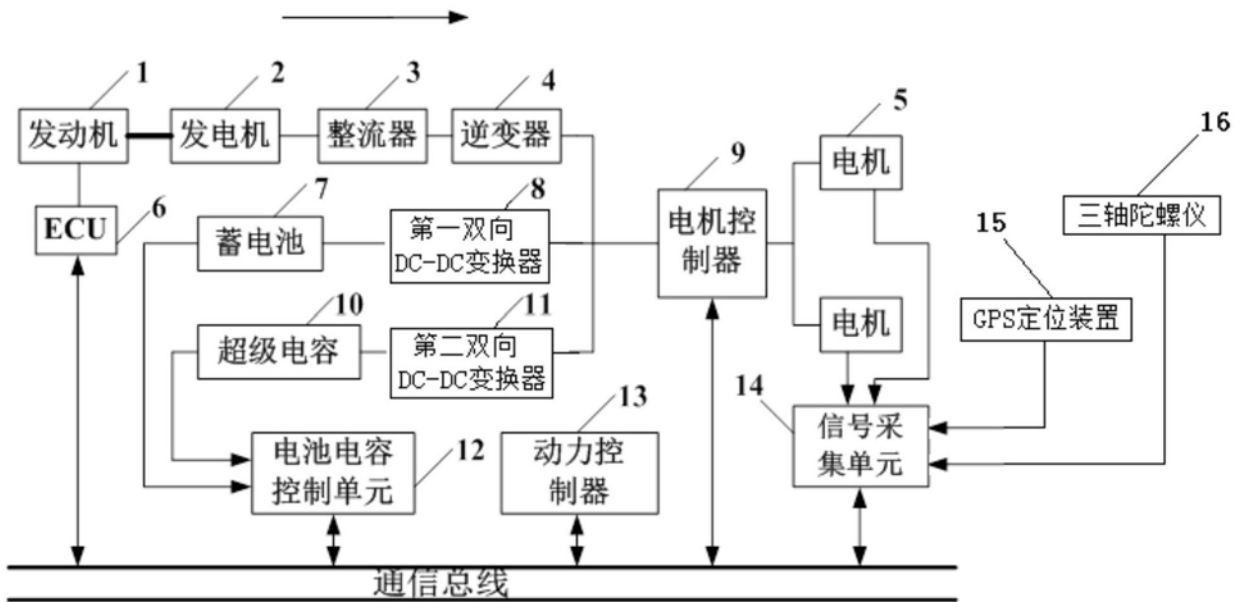


图2

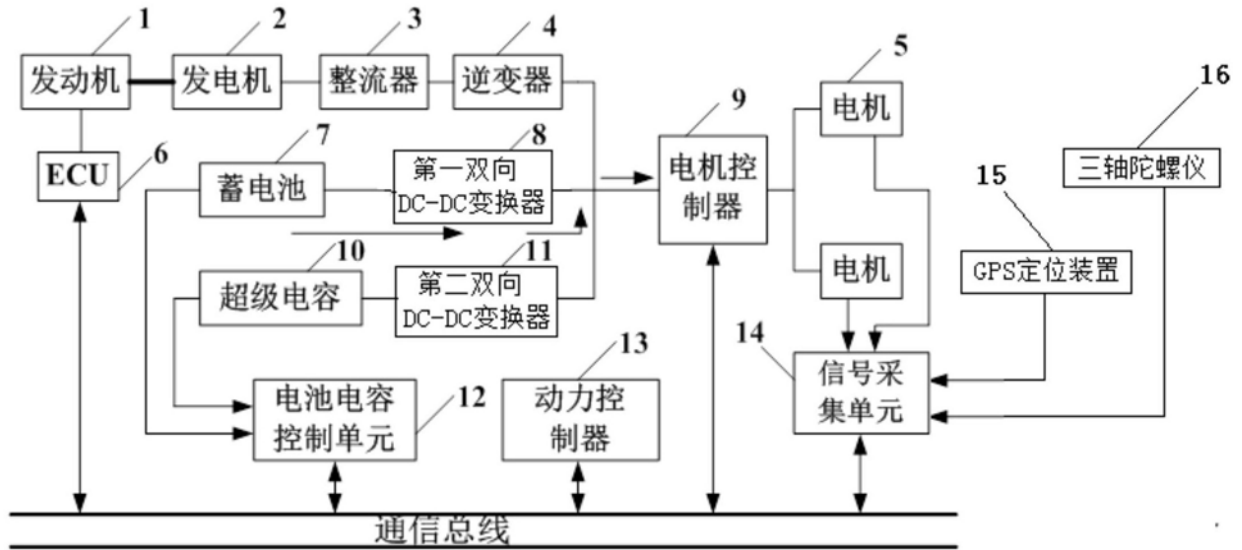


图3

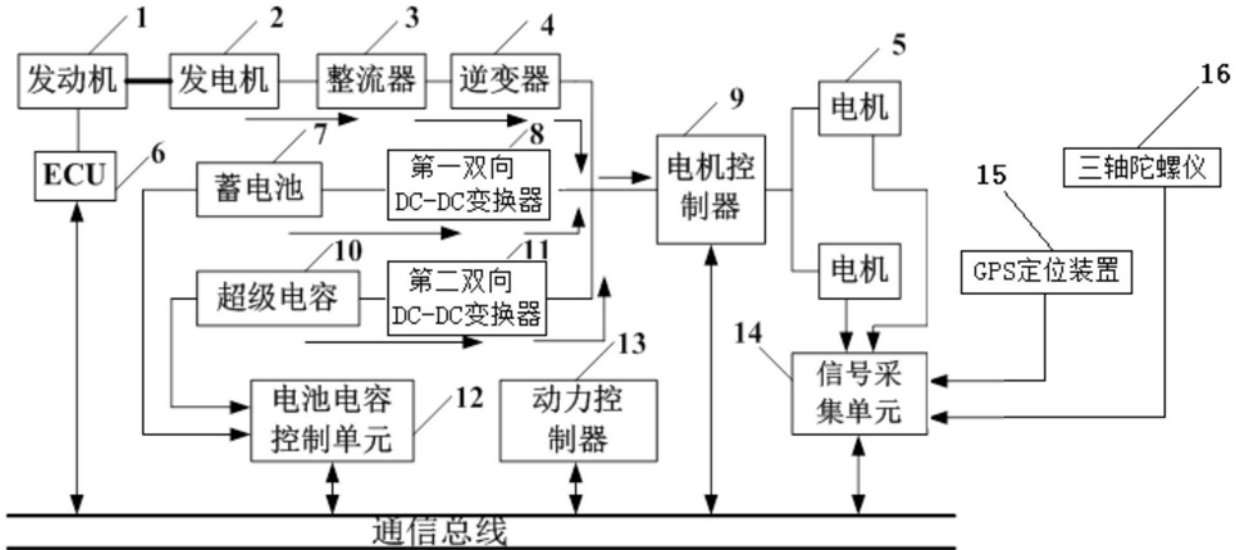


图4

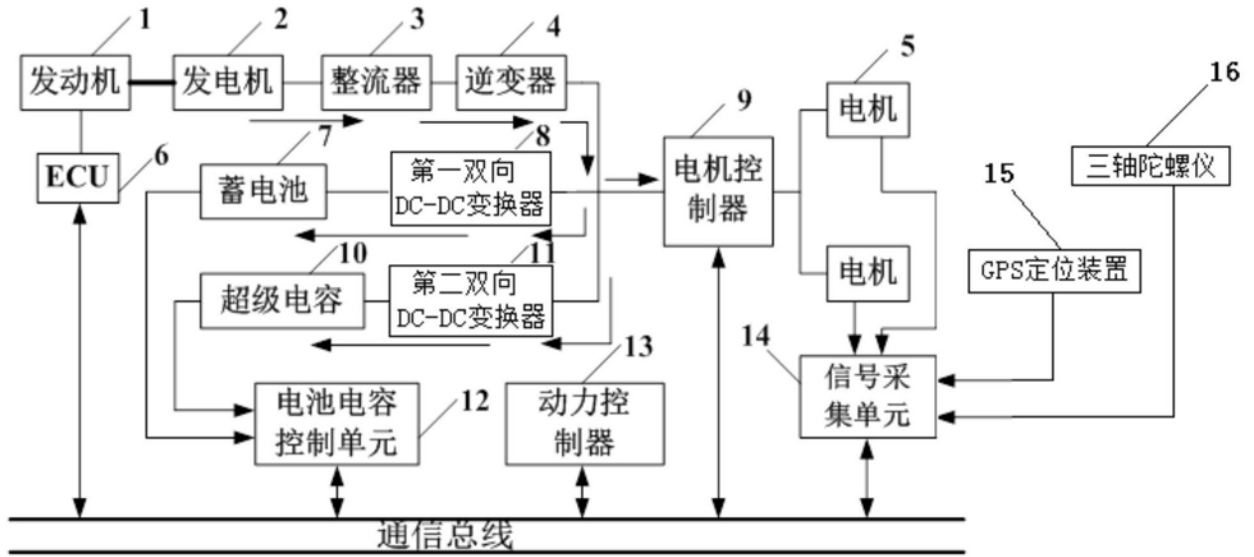


图5

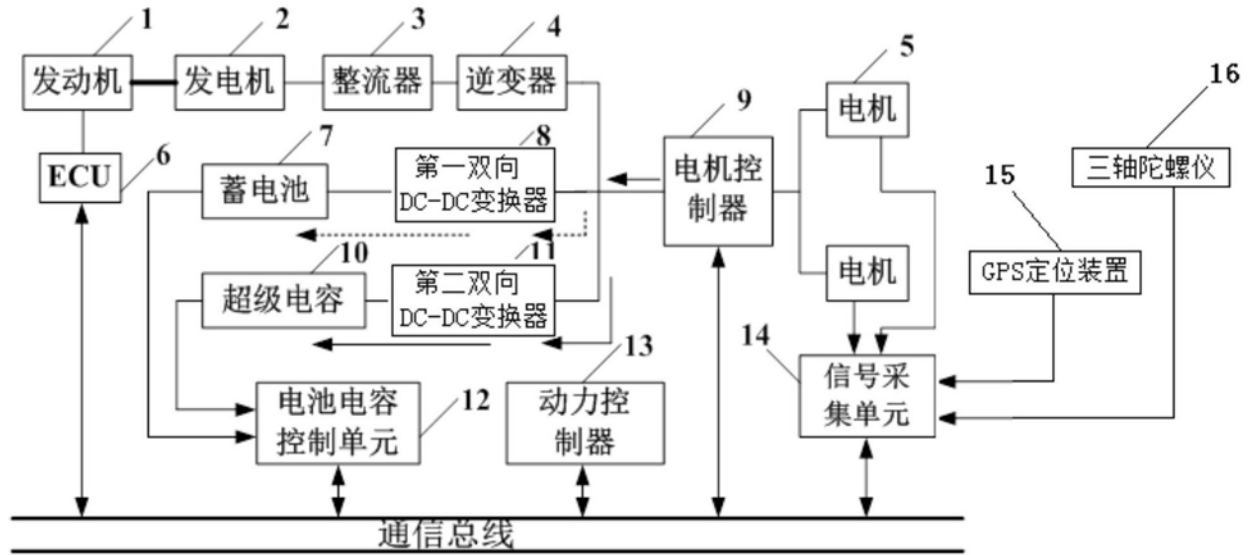


图6

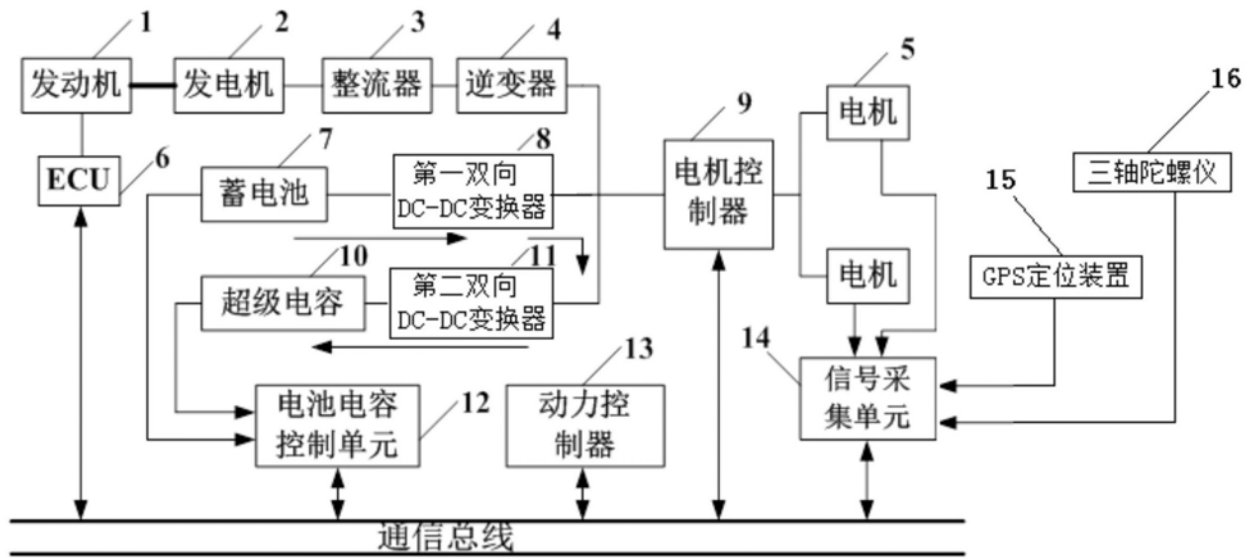


图7