(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105946600 A
(43)申请公布日 2016.09.21

(21)申请号 201610285793.5

(22)申请日 2016.05.04

(71)申请人 中国第一汽车股份有限公司
地址 130000 吉林省长春市西新经济技术开发区东风大街2259号

(72)发明人 王燕 刘建康 赵洪辉 郑益红

(74)专利代理机构 北京青松知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11384
代理人 郑青松 金凤华

(51)Int.Cl.
B60L 11/12(2006.01)
B60L 11/18(2006.01)
B60K 6/46(2007.01)
B60K 6/52(2007.01)
B60W 10/26(2006.01)
B60W 10/02(2006.01)
B60W 10/08(2006.01)
B60W 10/06(2006.01)
B60W 10/119(2012.01)
B60W 20/20(2016.01)
B60W 20/40(2016.01)

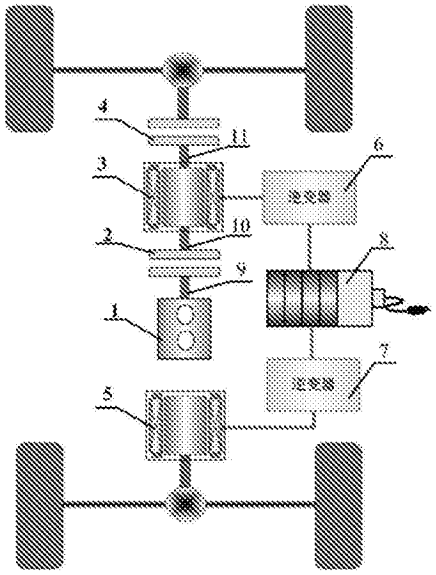
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

串联增程式电动汽车动力系统及其控制方法

(57)摘要

本发明提供一种串联增程式电动汽车动力系统，其特征在于，包括：发动机、第一电动机、第二电动机、第一离合器、第二离合器、第一逆变器、第二逆变器和动力电池，所述发动机通过第一传动轴与所述第一离合器连接，所述第一离合器通过第二传动轴与所述第一电动机连接，所述第一电动机通过第三传动轴与所述第二离合器连接，所述第二离合器通过车辆前轴的主减速器及差速器输出动力至车辆前轴，所述的第二电动机通过车辆后轴的主减速器及差速器输出动力至车辆后轮；所述动力电池通过所述第一逆变器与所述第一电动机连接，所述动力电池通过所述第二逆变器与所述第二电动机连接。



CN 105946600 A

1.一种串联增程式电动汽车动力系统，其特征在于，包括：发动机、第一电动机、第二电动机、第一离合器、第二离合器、第一逆变器、第二逆变器和动力电池，

所述发动机通过第一传动轴与所述第一离合器连接，所述第一离合器通过第二传动轴与所述第一电动机连接，所述第一电动机通过第三传动轴与所述第二离合器连接，所述第二离合器通过车辆前轴的主减速器及差速器输出动力至车辆前轮，所述的第二电动机通过车辆后轴的主减速器及差速器输出动力至车辆后轮；

所述动力电池通过所述第一逆变器与所述第一电动机连接，所述动力电池通过所述第二逆变器与所述第二电动机连接。

2.根据权利要求1所述的串联增程式电动汽车动力系统，其特征在于，所述第二离合器、所述第一电动机、所述第一离合器、所述发动机布置在同一轴线上；所述第一离合器和所述第一电动机集成设计，布置在机械壳体内，所述第二电动机与所述车辆后轴的主减速器集成设计。

3.根据权利要求1所述的串联增程式电动汽车动力系统，其特征在于，所述第一电动机既可为所述动力电池充电，也可驱动所述车辆；

当所述第一电动机和所述第二电动机驱动车辆时，所述第一电动机和所述第二电动机均处于电动状态，所述动力电池通过所述第一逆变器向所述第一电动机供电，通过所述第二逆变器向所述第二电动机供电；当所述第一电动机发电时，所述第一电动机通过所述第一逆变器向所述动力电池充电，当所述第二电动机发电时，所述第二电动机通过所述第二逆变器向动力电池充电。

4.一种如权利要求1所述的串联增程式电动汽车动力系统的控制方法，其特征在于，包括相互切换的运动模式控制和经济模式控制，其中，

所述运动模式控制包括：在所述动力电池不报故障且电池电量小于第一阈值时，动力系统一直工作在串联模式，所述发动机驱动所述第一电动机发电，所述第二电动机驱动车辆行驶；当所述动力电池不报故障且电池电量高于第二阈值时，动力系统一直工作在纯电动模式，所述发动机停机，根据驾驶员油门踏板开度、车速和地面附着力，控制所述第二电动机单独驱动车辆或者所述第二电动机与所述第一电动机共同驱动车辆；

所述经济模式控制包括：根据动力电池电量状态，将车辆工作模式分为电量消耗阶段和电量维持阶段，包括电量消耗阶段驱动控制和电量维持阶段驱动控制，其中，当动力电池不报故障且电量大于第三阈值时，动力系统处在电量消耗阶段，当动力电池不报故障且电量小于等于第四阈值时，动力系统工作在电量维持阶段。

5.根据权利要求4所述的串联增程式电动汽车动力系统的控制方法，其特征在于，

所述电量消耗阶段驱动控制为：车辆工作在纯电动模式，所述发动机停机，根据驾驶员油门踏板开度、车速和地面附着力，控制所述第二电动机单独驱动车辆或者所述第二电动机与所述第一电动机共同驱动车辆；

所述电量维持阶段驱动控制为：车辆工作在串联模式，所述第二电动机单独驱动所述车辆，所述发动机和所述第一电动机根据所述动力电池的电量和运行工况适时启动。

6.根据权利要求4所述的串联增程式电动汽车动力系统的控制方法，其特征在于，所述第一阈值、所述第二阈值、所述第三阈值和所述第四阈值根据环境温度进行标定。

串联增程式电动汽车动力系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车领域，涉及一种串联增程式电动汽车，特别涉及一种串联增程式电动汽车动力系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 串联增程式电动车是一种配有车载动力电池和辅助动力单元(Auxiliary Energy Unit,APU)的纯电驱动的电动汽车，当电能充足时，电池提供车辆行驶所需的所有能量，当电能不足时，辅助动力单元工作。

[0003] 目前的串联增程式电动汽车动力系统一般包括两个电动机和一个发动机，发动机和辅电机的功率一般较小，发动机和辅电机不直接驱动车辆，只是在动力电池电量下降到一定程度时，发动机才会起动，带动辅电机发电，为主驱动电机提供能量，主驱动电机驱动车辆行驶。而且目前的串联增程式电动车一般为两驱，无法实现四驱。

[0004] 目前的串联增程式电动汽车动力系统控制方法一般如下：根据电池电量状态，将车辆工作模式分为两个阶段，第一阶段为CD(Charge Depleting,电量消耗)阶段，该阶段下保持纯电动行驶，在有限的行驶里程内由电池提供能量，发动机和辅电机停止工作；第二阶段为CS(Charge Sustaining,电量保持)阶段，该阶段下发动机与辅电机参与工作，实现整车续驶里程的延长。

[0005] 专利文献1(CN103158524A)中公开了一种用于混合动力汽车的驱动总成，包括前桥总成和后桥总成，所述前桥总成包括发动机、自动离合器、ISG电机和自动变速器，所述后桥总成包括主电机，此外还提到了一个控制单元，能够控制车辆实现混合四驱、混合前驱、电动四驱和电动后驱。

[0006] 专利文献2(CN102092272A)中公开了一种插电式混合动力四驱汽车的动力总成系统，包括前轴驱动总成和后轴驱动总成，所述前轴驱动总成包括发动机、变速箱和前轴电机，所述后轴驱动总成包括后轴减速器和连接在后轴减速器上的后轴电机，系统还包括高压动力电池，分别通过两个逆变器和所述前轴电机和所述后轴电机相连。

[0007] 上述专利文献所描述的串联增程式电动汽车，由于辅电机不能直接参与驱动车辆，车辆无法实现四驱，在车辆急加速时无法根据地面附着力合理分配前后轴驱动力，车辆容易出现打滑，从而影响整车在CD阶段的动力性。

[0008] 此外，上述专利文献所描述的串联增程式电动车控制方法单一，驾驶模式单一，没有动力模式和经济模式，车辆缺少驾驶乐趣，而且由于串联增程式电动车发动机和辅电机功率较小，长途行驶时，电池电量下降到一定程度，即进入CS阶段，车辆动力性较差，只能满足用户坡行回家的需求。

[0009] 对于专利文献1和专利文献2公开的系统，其前轴总成均包含一个变速器，成本较高，结构复杂，轴向尺寸较大，机舱布置难度大；此外，所述的发动机均能直接驱动车辆，说明发动机功率较大，发动机损耗较大，油耗较高，排放较差；最后，系统无法实现串联功能，这样在电池电量较低且车速较低时，只能是发动机参与驱动，导致发动机负荷率较低，工作

点较差，油耗较高。

[0010] 因此，亟待出现一种结构简单、动力性强且能够增加驾驶乐趣的串联增程式电动汽车动力系统。

发明内容

[0011] 针对上述技术问题，本发明提供一种结构简单、动力性强且能够增加驾驶乐趣的串联增程式电动汽车动力系统及其控制方法。

[0012] 本发明的实施例采用的技术方案包括：

[0013] 本发明提供一种串联增程式电动汽车动力系统，包括：发动机、第一电动机、第二电动机、第一离合器、第二离合器、第一逆变器、第二逆变器和动力电池，所述发动机通过第一传动轴与所述第一离合器连接，所述第一离合器通过第二传动轴与所述第一电动机连接，所述第一电动机通过第三传动轴与所述第二离合器连接，所述第二离合器通过车辆前轴的主减速器及差速器输出动力至车辆前轮，所述的第二电动机通过车辆后轴的主减速器及差速器输出动力至车辆后轮；所述动力电池通过所述第一逆变器与所述第一电动机连接，所述动力电池通过所述第二逆变器与所述第二电动机连接。

[0014] 优选地，所述第二离合器、所述第一电动机、所述第一离合器、所述发动机布置在同一轴线上；所述第一离合器和所述第一电动机集成设计，布置在机械壳体内，所述第二电动机与所述车辆后轴的主减速器集成设计。

[0015] 优选地，所述第一电动机既可为所述动力电池充电，也可驱动所述车辆；当所述第一电动机和所述第二电动机驱动车辆时，所述第一电动机和所述第二电动机均处于电动状态，所述动力电池通过所述第一逆变器向所述第一电动机供电，通过所述第二逆变器向所述第二电动机供电；当所述第一电动机发电时，所述第一电动机通过所述第一逆变器向所述动力电池充电，当所述第二电动机发电时，所述第二电动机通过所述第二逆变器向动力电池充电。

[0016] 本发明的实施例还提供一种串联增程式电动汽车动力系统的控制方法，包括相互切换的运动模式控制和经济模式控制，其中，所述运动模式控制包括：在所述动力电池不报故障且电池电量小于第一阈值时，动力系统一直工作在串联模式，所述发动机驱动所述第一电动机发电，所述第二电动机驱动车辆行驶；当所述动力电池不报故障且电池电量高于第二阈值时，动力系统一直工作在纯电动模式，所述发动机停机，根据驾驶员油门踏板开度、车速和地面附着力，控制所述第二电动机单独驱动车辆或者所述第二电动机与所述第一电动机共同驱动车辆；所述经济模式控制包括：根据动力电池电量状态，将车辆工作模式分为电量消耗阶段和电量维持阶段，包括电量消耗阶段驱动控制和电量维持阶段驱动控制，其中，当动力电池不报故障且电量大于第三阈值时，动力系统处在电量消耗阶段，当动力电池不报故障且电量小于等于第四阈值时，动力系统工作在电量维持阶段。

[0017] 优选地，所述电量消耗阶段驱动控制为：车辆工作在纯电动模式，所述发动机停机，根据驾驶员油门踏板开度、车速和地面附着力，控制所述第二电动机单独驱动车辆或者所述第二电动机与所述第一电动机共同驱动车辆；所述电量维持阶段驱动控制为：车辆工作在串联模式，所述第二电动机单独驱动所述车辆，所述发动机和所述第一电动机根据所述动力电池的电量和运行工况适时启动。

[0018] 优选地，所述第一阈值、所述第二阈值、所述第三阈值和所述第四阈值根据环境温度进行标定。

[0019] 本发明的有益效果包括：在动力电池电量充足时，第一电动机和第二电动机均可以直接驱动车辆，实现四驱，根据地面附着力和车辆需求扭矩，可以合理分配车辆前后轴驱动扭矩，从而避免急加速时车辆打滑，保证整车动力性；将动力系统主模式分为运动模式和经济模式，用户可以根据需要自由选择，在长途行驶时可以选择运动模式，发动机一直工作，保证电池电量不下降，第二电动机一直驱动车辆，急加速时第一电动机也参与驱动，保证整车动力性；在短途行驶时，可以选择经济模式，尽量多用电，少启动发动机，从而降低油耗及排放。

[0020] 通过合理控制本发明的串联增程式电动汽车动力系统，不仅可以满足用户不同的使用需求，而且增加了驾驶乐趣；相对于现有技术，本发明的串联增程式电动汽车动力系统少了一个变速器，前轴轴向尺寸更加紧凑，而且成本更低，此外采用一个小功率级别的发动机，能够提高发动机的负荷率，降低发动机损耗，而且在低车速低电池电量时，能够采用串联功能，控制发动机工作在最佳工作点，发动机驱动第一电动机发电，第二电动机驱动车辆，这样能够提高发动机负荷率，降低整车油耗。

附图说明

[0021] 图1是本发明的串联增程式电动汽车动力系统的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 以下，结合附图对本发明的串联增程式电动汽车动力系统进行详细介绍。

[0023] 图1是本发明的串联增程式电动汽车动力系统的结构示意图。

[0024] 如图1所示，本发明的串联增程式电动汽车动力系统包括发动机1，第一离合器2，第一电动机3，第二离合器4，第二电动机5，第一逆变器6，第二逆变器7，动力电池8，第一传动轴9，第二传动轴10，第三传动轴11。

[0025] 发动机1通过第一传动轴9与第一离合器2连接，第一离合器2通过第二传动轴10与第一电动机3连接，第一电动机3通过第三传动轴11与第二离合器4连接，第二离合器4通过车辆前轴的主减速器及差速器输出动力至车辆前轮，第一电动机既可以发电又可以驱动，第二电动机5通过车辆后轴的主减速器及差速器输出动力至车辆后轮。如图1所示，第二离合器2、第一电动机3、第一离合器2、发动机1布置在同一轴线(第一轴线)上。

[0026] 在本发明中，发动机1的最大功率根据车辆最高稳定车速而匹配(具体匹配原理为现有技术，在此略去对其具体介绍)，不需要满足车辆加速性，发动机1与车轮机械解耦，不直接驱动车辆。第一电动机3和第二电动机5的峰值功率根据车辆加速性匹配，第一电动机3和第二电动机5峰值转矩根据车辆最大爬坡度匹配，第一离合器2与第一电动机3集成设计，布置在一个机械壳体内，第二电动机5与后轴减速器集成设计。

[0027] 当第一电动机3和第二电动机5驱动车辆时，第一电动机3和第二电动机5均处于电动状态，动力电池8通过第一逆变器6向第一电动机3供电，通过第二逆变器7向第二电动机5供电；当第一电动机3发电时，第一电动机3通过第一逆变器6向动力电池8充电，当第二电动机5发电时，第二电动机5通过第二逆变器7向动力电池8充电。

[0028] 在车辆停止运行时，可以通过外接电网对动力电池8进行充电，动力电池8可为能量兼功率型的锂离子电池。

[0029] 接下来对本发明的串联增程式电动汽车动力系统的控制方法进行介绍。

[0030] 在本发明中，串联增程式电动汽车动力系统的主模式可分为运动模式和经济模式，这两种模式可由驾驶员自由选择，以下对这两种模式进行具体介绍。

[0031] 在运动模式下，动力系统的控制方法主要为驱动控制方法，动力系统驱动控制方法如下：通过控制发动机1、第一电动机3、第二电动机5、第一离合器2和第二离合器4的工作状态，使得动力电池8的电池电量一直保持在很高的状态，例如不低于60％，一旦电池电量低于此电池电量阈值，则通过采用限制第二电动机5的输出功率、启动发动机1并增大发动机1的发电功率等措施来提高动力电池8电量，从而保证整车动力性，当动力电池8电量高于一定电池电量阈值时，例如90％，则控制发动机1停机，避免动力电池8过充、影响动力电池8寿命；在此模式下，当发动机1停机时，车辆处在纯电动模式下，根据驾驶员油门踏板开度、车速及地面附着力，控制第二电动机5单独驱动车辆行驶或者第二电动机5和第一电动机3共同驱动车辆，实现四驱。具体地，在一定车速例如大于50km/h时，当油门踏板开度较小例如小于50％、地面附着力较大车辆不打滑时，第二电动机5单独驱动车辆，实现两驱，当油门踏板开度较大例如大于80％且地面附着力较小车辆出现打滑时，第二电动机5和第一电动机3共同驱动车辆，实现四驱，充分利用地面附着力。在本发明中，动力电池8的电池电量阈值根据环境温度进行标定，环境温度不同，则此阈值不同，当环境温度较高时，阈值相对较低，环境温度较低时，阈值相对较高，具体函数关系可根据实际情况来标定，在此略去对其详细介绍。

[0032] 在经济模式下，首先根据动力电池8的电量状态，将动力系统工作阶段分为电量消耗(Charge Depleting，CD)阶段和电量维持(ChargeSustaining，CS)阶段，动力系统的控制方法包括CD阶段驱动控制方法和CS阶段驱动控制方法，具体地：当动力电池8的电量高于一定电池电量阈值例如40％时，动力系统工作在CD阶段，当动力电池8的电量下降到一定电池电量阈值例如35％以下时，动力系统进入CS阶段。在CD阶段时，车辆处在纯电动模式下，根据驾驶员油门踏板开度、车速及地面附着力，控制第二电动机5单独驱动车辆行驶，或者第二电动机5和第一电动机3共同驱动车辆实现四驱，此时发动机1处于停机状态。具体地，在一定车速下，当油门踏板开度较小、地面附着力较大车辆不打滑时，第二电动机5单独驱动车辆，实现两驱，当油门踏板开度较大且地面附着力较小车辆出现打滑时，第二电动机5和第一电动机3共同驱动车辆，实现四驱，充分利用地面附着力；在CS阶段时，车辆处于混合动力工作模式，第二电动机5单独驱动车辆行驶，发动机和第一电动机3根据电池电量和车速适时启动，保证电池电量平衡。具体地，当电池电量高于一定阈值例如40％且车辆车速较低时，发动机停机，当电池电量低于一定阈值例如低于35％或者车辆车速高于一定阈值例如60km/h时，发动机启动，驱动第一电动机3发电。上述电池电量阈值根据环境温度进行标定，环境温度不同，则阈值不同，当环境温度较高时，阈值相对较低，环境温度较低时，阈值相对较高，具体函数关系可根据实际情况来标定，在此略去对其具体介绍。

[0033] 动力系统工作模式及各模式下各总成部件的工作状态具体如下表所示。

[0034]

总成	运动模式	经济模式	
		CD 阶段	CS 阶段
发动机 1	根据电池电量工作或者停机	停机	根据运行工况、电池电量等工作或者停机
第一电动机 3	根据电池电量工作或者停机	根据需求扭矩工作或者停机	根据运行工况、电池电量等工作或者停机
第二电动机 5	工作	工作	工作
第一离合器 2	根据电池电量分离或者结合	分离	根据运行工况、电池电量等分离或者结合
第二离合器 4	根据电池电量分离或者结合	根据需求扭矩分离或者结合	分离

[0035] 以上内容仅为本发明的较佳实施例，对于本领域的普通技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

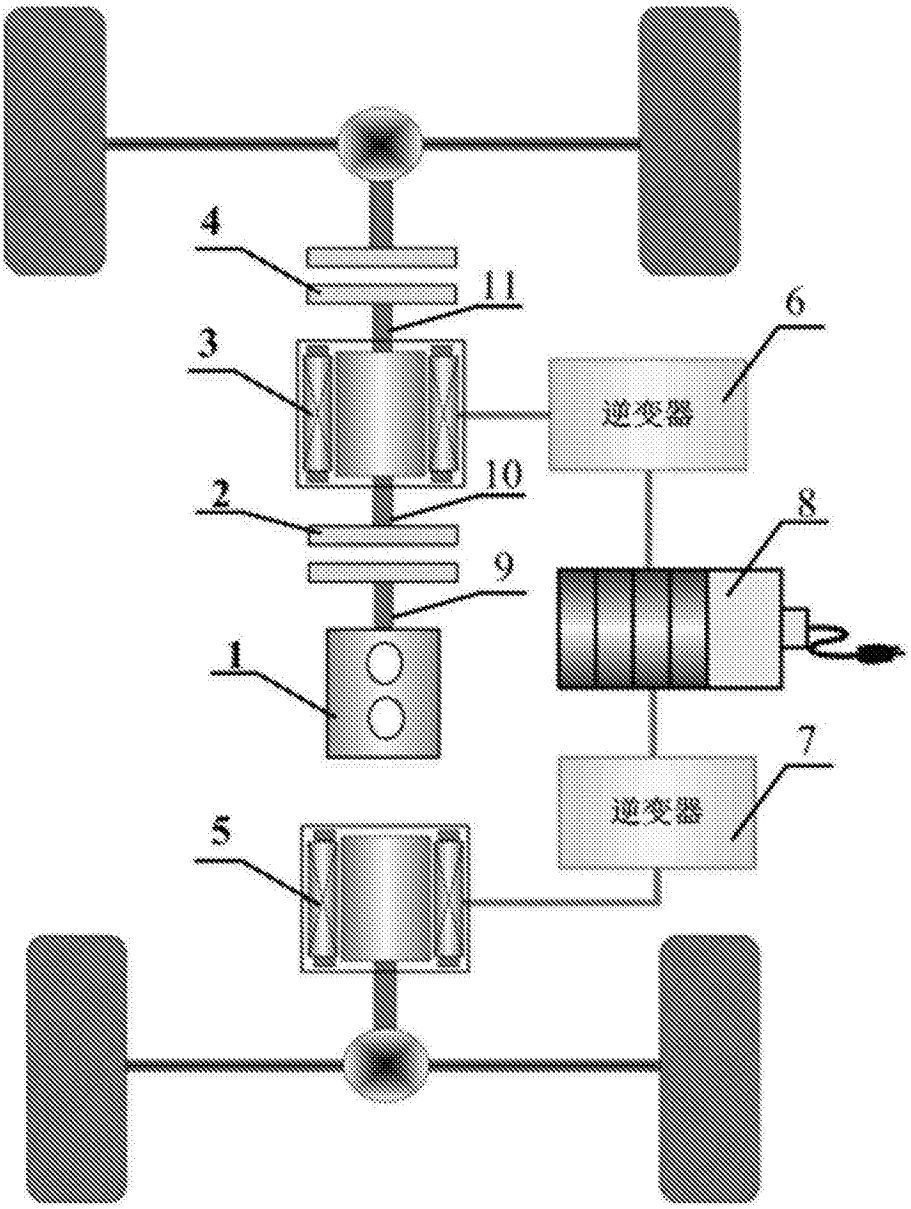


图1