



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117382603 A

(43) 申请公布日 2024.01.12

(21) 申请号 202311489211.1

B60L 7/10 (2006.01)

(22) 申请日 2023.11.09

B60L 15/20 (2006.01)

(71) 申请人 中国重汽集团济南动力有限公司

地址 250200 山东省济南市章丘市圣井唐  
王山路北潘王路西

(72) 发明人 黄少文 王芙蓉 张倩 翟霄雁

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公  
司 37205

专利代理师 杨旭

(51) Int. Cl.

B60W 10/08 (2006.01)

B60W 40/076 (2012.01)

B60W 40/105 (2012.01)

B60W 40/13 (2012.01)

B60W 40/00 (2006.01)

权利要求书3页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法、  
装置及设备

(57) 摘要

本发明属于能量回收技术领域,具体提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法、装置及设备,所述方法包括如下步骤:获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量;根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。提高车辆制动过程的舒适度和运输时效,提高矿区车辆转运效率,同时保证车辆能量平衡。



1. 一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - 获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量;
  - 根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;
  - 根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;
  - 获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;
  - 判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。
2. 根据权利要求1所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度的步骤之后包括:
  - 根据车辆的生产配置信息,获得车辆的车身迎风面积、风阻系数;
  - 根据车辆轮胎和矿区地面参数获取车辆的滚动阻力系数、车轮半径;
  - 获取电机外特性曲线、变速箱挡位对应的速比表;
  - 通过变速箱控制器获得实际挡位值。
3. 根据权利要求2所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式的步骤包括:
  - 获取油门踏板的状态以及当前车速;
  - 当车辆处于油门踏板完全松开,且当前车速高于最低允许滑行车速阈值时,判定当前车辆进入滑行模式;
  - 当车辆处于油门松开,且踩下刹车踏板时,判定车辆进入制动运行模式。
4. 根据权利要求3所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤包括:
  - 车辆进入滑行模式后,若当前车辆行驶在平路段时,基于当前车辆的阻力系数和道路坡度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前行驶阻力;
  - 根据车辆重量和减速设定值计算车辆需求轮端减速力;
  - 根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;
  - 根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩;
  - 根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率;
  - 实时获得当前电池最大允许的充电功率限值并计算所述充电功率限值与需求制动功率的差值;
  - 当差值大于或等于0时,判断电池SOC实际水平值是否低于车辆动力安全输出阈值,若是,控制驱动增程器以所述差值大小的功率工作,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;
  - 若否,控制增程器关闭,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;
  - 当差值小于0时,控制增程器关闭并根据当前电池最大允许的充电功率限值计算第二

制动扭矩;设定电机制动扭矩为第二制动扭矩进行制动工作。

5. 根据权利要求4所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩的步骤包括:

通过CAN报文获取电机的当前转速值;

根据电机当前转速查询电机外特性曲线获得单电机最大制动力矩输出;

根据电机的数量计算出电机系统最大制动力矩;

当电机需求制动力矩不大于电机系统最大制动力矩时,计算电机制动扭矩为电机需求制动力矩为;

当电机需求制动力矩大于电机系统最大制动力矩时,计算电机制动扭矩为电机系统最大制动力矩。

6. 根据权利要求3所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括:

车辆进入滑行模式后,若当前车辆行驶在上坡路段时,控制对电机设定的制动力矩为0。

7. 根据权利要求4所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括:

当车辆处于下坡路段时,基于当前车辆的阻力系数和道路坡度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前下坡阻力以及车辆滑行动力;

当前车速不超过最低下坡车速且当前车速与最低下坡车速的差小于第一阈值时,计算出当前车辆需要的制动阻力;

计算维持当前车辆保持最低下坡车速的车辆驱动力;

根据下坡阻力、车辆滑行动力和车辆驱动力计算轮端需求制动力矩;

当轮端需求制动力矩小于或等于0时,设定电机制动力矩为0;

当轮端需求制动力矩大于0时,则根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;

根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩;执行步骤:根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率。

8. 根据权利要求4所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,其特征在于,车辆进入制动运行模式,控制电机进行制动能量回收的步骤包括:

根据实际制动踏板开度值查曲线获得车辆制动力修正系数;

根据当前车辆速度查询车速制动修正因子系数的标定曲线获取车辆速度制动修正系数;

通过CAN报文获取电机转速,通过查询外特性曲线获取当前单电机最大制动力矩;

根据单电机最大制动力矩结合车辆速度制动修正系数和车辆制动力修正系数计算电机制动扭矩;执行步骤:根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率。

9. 一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收装置,其特征在于,包括信息获取模块、道路属性判断模块、模式判断模块和能量回收处理模块;

信息获取模块,用于获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量,根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;

道路属性判断模块,用于根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;

模式判断模块,用于获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;

能量回收处理模块,用于判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。

10.一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:至少一个处理器;以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序指令,所述计算机程序指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求1至8中任一项所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法。

## 增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法、装置及设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能量回收技术领域,具体涉及一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法、装置及设备。

### 背景技术

[0002] 当前混动增程式车辆的主要能量来源是燃油和电池,能量回收的控制方式主要是使用电机在车辆制动和滑行过程中进行制动回收,通常情况下为了最大限度的回收能量,节省油耗,在制动过程中,往往会停止增程器工作,同时大幅增加电机的制动力矩输出,这样会造成司机的制动感受较差。甲醇增程式矿卡应用于矿区,是一种使用甲醇燃料为增程器能源的混动车辆,使用两个驱动电机配合一个7挡位的变速箱进行车辆驱动,因为矿区运行道路比较固定,车辆单次载荷固定,司机对于车辆的单次运送时效和动力舒适性有较高的要求。

[0003] 相关技术中提供的能量回收方法一般是根据动力电池SOC判断其是否能够进行能量回收,然后根据车速、加速踏板和制动踏板深度判断能量回收模式,整车控制器先计算出制动能量回收扭矩限值,获取驾驶员设定得到电机制动介入比例,通过查表获得制动力矩初值,将以上数值综合后获得最终的制动扭矩,电机控制器控制电机实现这一制动扭矩,并将当前输出扭矩实时反馈给整车控制器。

[0004] 这种能量回收方法没有考虑车辆能量回收制动时在不同道路情况下对车辆驾驶舒适度和运输时效的影响。

### 发明内容

[0005] 针对上述存在的问题,本发明提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法、装置及设备,通过使用车辆实时坡度信息和车辆实时重量信息,控制车辆在不同道路下的能量回收方式,保证车辆运输时效和制动舒适性。

[0006] 第一方面,本发明技术方案提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,包括如下步骤:

获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量;

根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;

根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;

获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;

判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。

[0007] 作为本发明技术方案的优选,根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度的步骤之后包括:

根据车辆的生产配置信息,获得车辆的车身迎风面积、风阻系数;  
根据车辆轮胎和矿区地面参数获取车辆的滚动阻力系数、车轮半径;  
获取电机外特性曲线、变速箱挡位对应的速比表;  
通过变速箱控制器获得实际挡位值。

[0008] 作为本发明技术方案的优选,根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性的步骤包括:

当坡度小于下坡道路坡度阈值时,判定当前车辆行驶在下坡段道路;当坡度大于下坡道路坡度阈值,同时小于上坡道路坡度阈值时,判定当前车辆行驶在平路段道路;当坡度大于上坡道路坡度阈值时,判定当前车辆行驶在上坡段道路。

[0009] 作为本发明技术方案的优选,获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式的步骤包括:

获取油门踏板的状态以及当前车速;

当车辆处于油门踏板完全松开,且当前车速高于最低允许滑行车速阈值时,判定当前车辆进入滑行模式;

当车辆处于油门松开,且踩下刹车踏板时,判定车辆进入制动运行模式。

[0010] 作为本发明技术方案的优选,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤包括:

车辆进入滑行模式后,若当前车辆行驶在平路段时,基于当前车辆的阻力系数和道路坡度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前行驶阻力;

根据车辆重量和减速设定值计算车辆需求轮端减速力;

根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;

根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩;

根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率;

实时获得当前电池最大允许的充电功率限值并计算所述充电功率限值与需求制动功率的差值;

当差值大于或等于0时,判断电池SOC实际水平值是否低于车辆动力安全输出阈值,

若是,控制驱动增程器以所述差值大小的功率工作,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;

若否,控制增程器关闭,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;

当差值小于0时,控制增程器关闭并根据当前电池最大允许的充电功率限值计算第二制动扭矩;设定电机制动扭矩为第二制动扭矩进行制动工作。

[0011] 作为本发明技术方案的优选,根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩的步骤包括:

通过CAN报文获取电机的当前转速值;

根据电机当前转速查询电机外特性曲线获得单电机最大制动力矩输出;

根据电机的数量计算出电机系统最大制动力矩;

当电机需求制动力矩不大于电机系统最大制动力矩时,计算电机制动扭矩为电机

需求制动力矩为；

当电机需求制动力矩大于电机系统最大制动力矩时，计算电机制动扭矩为电机系统最大制动力矩。

[0012] 作为本发明技术方案的优选，判定车辆进入滑行模式后，根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括：

车辆进入滑行模式后，若当前车辆行驶在上坡路段时，控制对电机设定的制动力矩为0。

[0013] 作为本发明技术方案的优选，判定车辆进入滑行模式后，根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括：

当车辆处于下坡路段时，基于当前车辆的阻力系数和道路坡度，根据车辆动力学公式计算出车辆当前下坡阻力以及车辆滑行动力；

当前车速不超过最低下坡车速且当前车速与最低下坡车速的差小于第一阈值时，计算出当前车辆需要的制动阻力；

计算维持当前车辆保持最低下坡车速的车辆驱动力；

根据下坡阻力、车辆滑行动力和车辆驱动力计算轮端需求制动力矩；

当轮端需求制动力矩小于或等于0时，设定电机制动力矩为0；

当轮端需求制动力矩大于0时，则根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值，计算出当前电机需求制动力矩；

根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩；执行步骤：根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率。

[0014] 作为本发明技术方案的优选，车辆进入制动运行模式，控制电机进行制动能量回收的步骤包括：

根据实际制动踏板开度值查曲线获得车辆制动力修正系数；

根据当前车辆速度查询车速制动修正因子系数的标定曲线获取车辆速度制动修正系数；

通过CAN报文获取电机转速，通过查询外特性曲线获取当前单电机最大制动力矩；

根据单电机最大制动力矩结合车辆速度制动修正系数和车辆制动力修正系数计算电机制动扭矩；执行步骤：根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率。

[0015] 第二方面，本发明技术方案提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收装置，包括信息获取模块、道路属性判断模块、模式判断模块和能量回收处理模块；

信息获取模块，用于获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量，根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度；

道路属性判断模块，用于根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性，所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段；

模式判断模块，用于获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式；

能量回收处理模块，用于判定车辆进入滑行模式后，根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。

[0016] 作为本发明技术方案的优选，信息获取模块，还根据车辆的生产配置信息，获得车

辆的车身迎风面积、风阻系数；根据车辆轮胎和矿区地面参数获取车辆的滚动阻力系数、车轮半径；获取电机外特性曲线、变速箱挡位对应的速比表；通过变速箱控制器获得实际挡位值。

[0017] 作为本发明技术方案的优选，道路属性判断模块，用于当坡度小于下坡道路坡度阈值时，判定当前车辆行驶在下坡段道路；当坡度大于下坡道路坡度阈值，同时小于上坡道路坡度阈值时，判定当前车辆行驶在平路段道路；当坡度大于上坡道路坡度阈值时，判定当前车辆行驶在上坡段道路。

[0018] 作为本发明技术方案的优选，模式判断模块，具体用于获取油门踏板的状态以及当前车速；当车辆处于油门踏板完全松开，且当前车速高于最低允许滑行车速阈值时，判定当前车辆进入滑行模式；当车辆处于油门松开，且踩下刹车踏板时，判定车辆进入制动运行模式。

[0019] 作为本发明技术方案的优选，能量回收处理模块包括力计算单元、力矩计算单元、扭矩计算单元、功率计算单元和能量回收控制单元；

力计算单元，用于车辆进入滑行模式后，若当前车辆行驶在平路段时，基于当前车辆的阻力系数和道路坡度，根据车辆动力学公式计算出车辆当前行驶阻力；根据车辆重量和减速设定值计算车辆需求轮端减速力；

力矩计算单元，用于根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值，计算出当前电机需求制动力矩；

扭矩计算单元，用于根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩；

功率计算单元，用于根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率；

能量回收控制单元，用于实时获得当前电池最大允许的充电功率限值并计算所述充电功率限值与需求制动功率的差值；当差值大于或等于0时，判断电池SOC实际水平值是否低于车辆动力安全输出阈值，若是，控制驱动增程器以所述差值大小的功率工作，同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩；若否，控制增程器关闭，同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩；当差值小于0时，控制增程器关闭并根据当前电池最大允许的充电功率限值计算第二制动扭矩；设定电机制动扭矩为第二制动扭矩进行制动工作。

[0020] 作为本发明技术方案的优选，扭矩计算单元，具体用于通过CAN报文获取电机的当前转速值；根据电机当前转速查询电机外特性曲线获得单电机最大制动力矩输出；根据电机的数量计算出电机系统最大制动力矩；当电机需求制动力矩不大于电机系统最大制动力矩时，计算电机制动扭矩为电机需求制动力矩；当电机需求制动力矩大于电机系统最大制动力矩时，计算电机制动扭矩为电机系统最大制动力矩。

[0021] 作为本发明技术方案的优选，判定车辆进入滑行模式后，根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括：

能量回收处理模块，还用于车辆进入滑行模式后，若当前车辆行驶在上坡路段时，控制对电机设定的制动力矩为0。

[0022] 作为本发明技术方案的优选，判定车辆进入滑行模式后，根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括：

力计算单元，还用于当车辆处于下坡路段时，基于当前车辆的阻力系数和道路坡

度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前下坡阻力以及车辆滑行动力;当前车速不超过最低下坡车速且当前车速与最低下坡车速的差小于第一阈值时,计算出当前车辆需要的制动阻力;计算维持当前车辆保持最低下坡车速的车辆驱动力;

力矩计算单元,还用于根据下坡阻力、车辆滑行动力和车辆驱动力计算轮端需求制动力矩;当轮端需求制动力矩小于或等于0时,设定电机制动力矩为0;当轮端需求制动力矩大于0时,则根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;

作为本发明技术方案的优选,能量回收处理模块还包括系数获取单元,用于根据实际制动踏板开度值查曲线获得车辆制动力修正系数;根据当前车辆速度查询车速制动修正因子系数的标定曲线获取车辆速度制动修正系数;

力矩计算单元,用于通过CAN报文获取电机转速,通过查询外特性曲线获取当前单电机最大制动力矩;

扭矩计算单元,还用于根据单电机最大制动力矩结合车辆速度制动修正系数和车辆制动力修正系数计算电机制动扭矩。

[0023] 第三方面,本发明技术方案提供一种电子设备,所述电子设备包括:至少一个处理器;以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序指令,所述计算机程序指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行如第一方面所述的增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法。

[0024] 从以上技术方案可以看出,本发明具有以下优点:滑行过程中的根据当前坡度进行不同路段判定,确定路段后,在不同路段下的车辆能量回收控制方法,在实现车辆能量回收的情况下,提高车辆制动过程的舒适度和运输时效,提高矿区车辆转运效率,同时保证车辆能量平衡。

[0025] 此外,本发明设计原理可靠,结构简单,具有非常广泛的应用前景。

[0026] 由此可见,本发明与现有技术相比,具有突出的实质性特点和显著地进步,其实施的有益效果也是显而易见的。

## 附图说明

[0027] 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,对于本领域普通技术人员而言,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。

[0028] 图1是本发明一个实施例的方法的示意性流程图。

[0029] 图2是本发明一个实施例的装置的示意性框图。

## 具体实施方式

[0030] 本车辆使用甲醇燃料作为增程器燃料来源,使用电池管理系统对电池进行电压,电流,充放电功率监控,使用2个电机(对称布置,同一挡位下传递到轮端速比相同,且电机特性一样)通过一个7档的变速箱进行车辆动力输出,使用一个坡度信息传感器返回车辆所在道路当前坡度信息,通过整车控制器去获取车辆油门信息和制动踏板开度信息,车速信息,当前电机转速信息,以及对增程器和电机的控制,通过变速箱控制器来实时控制变速箱

挡位,和监控当前的实际挡位信息,通过车辆重量开关档来设定车辆重量范围,通过电池管理控制器实时监控电池的信息状态。为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0031] 如图1所示,本发明实施例提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收方法,包括如下步骤:

步骤1:获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量,根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;

车辆重量开关分为满载和空载两档,当车辆重量开关设定为满载时,默认当前车辆装满矿石,总重为最大载重量M1,当车辆重量开关设定为空载时,默认当前车辆为空车状态,总重为车辆本身重量M2。

[0032] 步骤2:根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;

当坡度Q小于下坡道路坡度阈值K1时,认为当前车辆行驶在下坡段道路;当坡度Q大于下坡道路坡度阈值K1,同时小于上坡道路坡度阈值K2时,认为当前车辆行驶在平路段;当坡度Q大于上坡道路坡度阈值K2时,认为当前车辆行驶在上坡路段。

[0033] 步骤3:获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;当油门踏板完全松开时,且当前车速高于最低允许滑行车速阈值V\_Slip\_C时,则认为当前车辆进入滑行模式;

步骤4:判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。当判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆所处路段的属性和车辆质量来控制电机进行制动能量回收,电机的制动回收扭矩按照如下方法控制:

(1)针对车辆运行在平路段的情况,先建立一个横轴为车速Veh\_v,纵轴为车重M\_veh,表格内数值为对应车速和车重设定的减速度值的制动减速度表Map\_Comfort\_Slip\_T;减速度标定,先基于不同车速V,和设定的最大滑行距离L(明确的最大滑行距离,能保证司机充分理解当前车辆的滑行能力,在进入滑行后,能合理控制滑行过程,不会提前主动踩下刹车,进行紧急制动,从而保证实现更多的能量回收),分别计算出对应不同车速下的平均减速度a,基于车重(空载,满载)选择不同的减速度修正因子fac=fac1或fac2(均大于1),则某一车速和车辆重量下对应的减速度设定值为a1=a\*fac,但是修正减速度绝对值最大不应超过人体感受不适减速度值0.5 g(g为重力加速度),最终可以标定出一个减速度制动表Map\_Comfort\_Slip\_T;当车辆运行在平路段,进入滑行过程后,则VCU可根据设定的车重M\_veh\_Cr和当前车速V1可以查询减速度制动表Map\_Comfort\_Slip\_T获取减速度设定值a\_set;

当车辆重量开关打到空载时,当前车重M\_veh\_Cr=M2,当车辆重量开关打到满载的时候,当前车重M\_veh\_Cr=M1;

基于当前车辆的阻力系数Cd,根据车辆动力学公式计算出车辆当前行驶阻力:  $F_f = 0.5 * C_d * A_1 * D_{Air} * V_1^2 + M_{veh\_Cr} * g * \cos(Q) * f_1 * V_1 + M_{veh\_Cr} * g * \sin(Q)$ ;

车辆需求轮端减速力  $F_a = M_{veh\_Cr} * a\_set$ ;

根据车辆当前挡位Com\_Gear\_Num,查询挡位速比表GearRat\_Cur,可获得当前挡位速比值Rat\_1,则可计算出当前电机需求制动力矩为 $Trq1=(Fa-Ff)*Wheel\_r/Rat\_1$ ,当Fa小于等于Ff时,Trq1取0,当Fa大于Ff时, $Trq1=(Fa-Ff)*Wheel\_r/Rat\_1$ ;

整车控制器通过CAN报文能获取到电机的当前转速值Motor\_Spd,根据电机当前转速Motor\_Spd查询电机外特性曲线Trq\_max\_mot,可获得一个电机当前能提供的最大制动力矩输出Trq\_max\_brk,则可计算出电机系统能提供的最大制动力矩 $Trq\_max\_ALL=Trq\_max\_brk*2$ (系统包含两个电机),当计算的需求制动力矩Trq1不大于最大制动力矩Trq\_max\_ALL时,计算输出的需求制动力矩为Trq1,当计算的制动需求制动力矩大于最大制动力矩Trq\_max\_ALL时, $Trq1=Trq\_max\_ALL$ ,当前车辆的需求制动功率为 $P2=Motor\_Spd*Trq1/9550$ ;根据电池管理控制器可实时获得当前电池最大允许的充电功率限值P1,若 $P2<P1$ ,如果同时电池管理控制器通过CAN报文发送给整车控制器电池SOC实际水平值低于车辆动力安全输出阈值B1,则整车控制器同时驱动增程器以 $P3=P1-P2$ 功率工作,同时设定电机制动扭矩为Trq1,若电池SOC水平高于车辆动力安全输出阈值B1,则增程器关闭,同时设定电机制动扭矩为Trq1;若 $P2\geq P1$ ,则增程器关闭,设定电机以 $TRQ2(TRQ2=P1*9550/Motor\_Spd)$ 的大小扭矩进行制动工作。

[0034] (2)当车辆处于上坡路段时,进入滑行模式后,车辆对电机设定的制动力矩为0,不进行制动力的输出,用于保证车辆的滑行动力,有助于车辆快速滑过坡顶,保证运输时效。

[0035] (3)当车辆处于下坡路段时,根据车辆动力学公式,结合当前车辆进入下坡道速度,计算出车辆实时下坡阻力:

$$F_x=0.5*C_d*A_1*D\_Air*V_1^2+M\_veh\_Cr*g*\cos(Q)*f_1*V_1+M\_veh\_Cr*g*\sin(Q);$$

$$\text{车辆滑行动力 } F_s=M*g*\sin Q;$$

在确保车辆下坡过程中车速接近且不超过V\_pre(司机心里容忍最低下坡车速)设定值时,实时计算出当前车辆需要的制动阻力;

计算维持当前车辆保持V\_pre的车辆驱动力:

$$F_w=0.5*C_d*A_1*D\_Air*V\_pre^2+M\_veh\_Cr*g*\cos(Q)*f_1*V\_pre+M\_veh\_Cr*g*\sin(Q);$$

$$\text{轮端需求制动力矩 } Trq3=(F_s-F_x-F_w)*Wheel\_r;$$

当Trq3小于或等于0时,设定电机制动力矩为0;

当Trq3大于0时,则根据车辆当前挡位Com\_Gear\_Num,查询挡位速比表GearRat\_Cur,可获得当前挡位速比值Rat\_2,则可计算出当前电机需要提供的制动力矩为 $Trq4=Trq3*Rat\_2$ ,整车控制器通过CAN报文能获取到电机的当前转速值Motor\_Spd1,根据电机当前转速Motor\_Spd1查询电机外特性曲线Trq\_max\_mot,可获得一个电机当前能提供的最大制动力矩输出Trq\_max\_brk1,则可计算出电机系统能提供的最大制动力矩 $Trq\_max\_ALL1=Trq\_max\_brk1*2$ (系统包含两个电机),当计算的需求制动力矩Trq4不大于最大制动力矩Trq\_max\_ALL1时,计算输出的需求制动力矩为Trq4,当计算的制动需求制动力矩大于最大制动力矩Trq\_max\_ALL1时, $Trq4=Trq\_max\_ALL1$ ,则当前车辆实时需求制动功率为 $P4=Motor\_Spd*Trq4/9550$ 。

[0036] 根据电池管理控制器可实时获得当前电池最大允许的充电功率限值P1,若 $P4<P1$ ,如果同时电池管理控制器通过CAN报文发送给整车控制器电池SOC实际水平值低于车辆动

力安全输出阈值  $B_1$ , 则驱动增程器以  $P_5 = P_1 - P_4$  功率工作, 同时设定电机制动扭矩为  $Trq_4$ , 若 SOC 实际水平值大于车辆动力安全输出阈值, 则增程器关闭, 设定电机制动扭矩为  $Trq_4$ ; 若  $P_4 \geq P_1$ , 则增程器关闭, 设定电机以  $TRQ_2$  ( $TRQ_2 = P_1 * 9550 / \text{电机转速}$ ) 的大小扭矩进行制动工作。

[0037] (4) 当车辆处于油门松开, 踩下刹车踏板的状态, 则车辆进入制动运行模式。首先分别构建一个横轴为制动踏板开度, 纵轴为制动修正因子系数的标定曲线  $fac\_brk\_cur$ , 一个横轴为车速, 纵轴为车速制动修正因子系数的标定曲线  $fac\_veh\_cur$ , 则计算过程中根据实际制动踏板开度值查曲线  $fac\_brk\_cur$  可获得车辆制动力修正系数  $Fac_1$ , 根据当前车辆速度  $V_1$  查曲线  $fac\_veh\_cur$  获取车辆速度制动修正系数  $Fac_2$ , 整车控制器基于 CAN 报文获取到电机转速为  $motor\_spd_2$ ,  $t$  通过查询外特性曲线  $Trq\_max\_mot$ , 可以获取当前对应单一能提供的最大制动力矩  $Trq\_max$ , 则计算制动扭矩  $Trq_5 = Fac_1 * Fac_2 * Trq\_max * 2$  (2个电机), 电机制动功率  $P_6 = \text{电机转速} * Trq_5 / 9550$ , 根据电池管理控制器可实时获得当前电池最大允许的充电功率限值  $P_1$ ;

若  $P_6 < P_1$ , 电池管理控制器通过 CAN 报文发送给整车控制器电池 SOC 实际水平值低于车辆动力安全输出阈值  $B_1$ , 则驱动增程器以  $P_7 = P_1 - P_6$  功率工作, 设定电机以  $Trq_5$  的大小扭矩进行制动工作; 若 SOC 实际水平值大于车辆动力安全输出阈值  $B_1$ , 则增程器关闭, 设定电机以  $Trq_5$  的大小扭矩进行制动工作;

若  $P_6 \geq P_1$ , 则增程器关闭, 设定电机以  $TRQ_2$  ( $TRQ_2 = P_1 * 9550 / \text{电机转速}$ ) 的大小扭矩进行制动工作。

[0038] 如图2所示, 本发明实施例提供一种增程式矿卡基于道路坡度的能量回收装置, 包括信息获取模块、道路属性判断模块、模式判断模块和能量回收处理模块;

信息获取模块, 用于获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量, 根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;

道路属性判断模块, 用于根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性, 所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;

模式判断模块, 用于获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;

能量回收处理模块, 用于判定车辆进入滑行模式后, 根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。

[0039] 具体的, 信息获取模块, 还根据车辆的生产配置信息, 获得车辆的车身迎风面积、风阻系数; 根据车辆轮胎和矿区地面参数获取车辆的滚动阻力系数、车轮半径; 获取电机外特性曲线、变速箱挡位对应的速比表; 通过变速箱控制器获得实际挡位值。

[0040] 道路属性判断模块, 用于当坡度小于下坡道路坡度阈值时, 判定当前车辆行驶在下坡段道路; 当坡度大于下坡道路坡度阈值, 同时小于上坡道路坡度阈值时, 判定当前车辆行驶在平路段道路; 当坡度大于上坡道路坡度阈值时, 判定当前车辆行驶在上坡段道路。

[0041] 相应的, 模式判断模块, 具体用于获取油门踏板的状态以及当前车速; 当车辆处于油门踏板完全松开, 且当前车速高于最低允许滑行车速阈值时, 判定当前车辆进入滑行模式; 当车辆处于油门松开, 且踩下刹车踏板时, 判定车辆进入制动运行模式。

[0042] 本发明实施例中, 能量回收处理模块包括力计算单元、力矩计算单元、扭矩计算单

元、功率计算单元和能量回收控制单元；

力计算单元,用于车辆进入滑行模式后,若当前车辆行驶在平路段时,基于当前车辆的阻力系数和道路坡度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前行驶阻力;根据车辆重量和减速设定值计算车辆需求轮端减速力;

力矩计算单元,用于根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;

扭矩计算单元,用于根据电机需求制动力矩和电机系统最大制动力矩计算电机制动扭矩;

功率计算单元,用于根据计算的电机制动扭矩计算当前车辆的需求制动功率;

能量回收控制单元,用于实时获得当前电池最大允许的充电功率限值并计算所述充电功率限值与需求制动功率的差值;当差值大于或等于0时,判断电池SOC实际水平值是否低于车辆动力安全输出阈值,若是,控制驱动增程器以所述差值大小的功率工作,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;若否,控制增程器关闭,同时设定电机制动扭矩为电机需求制动力矩;当差值小于0时,控制增程器关闭并根据当前电池最大允许的充电功率限值计算第二制动扭矩;设定电机制动扭矩为第二制动扭矩进行制动工作。

[0043] 本发明实施例中,扭矩计算单元,具体用于通过CAN报文获取电机的当前转速值;根据电机当前转速查询电机外特性曲线获得单电机最大制动力矩输出;根据电机的数量计算出电机系统最大制动力矩;当电机需求制动力矩不大于电机系统最大制动力矩时,计算电机制动扭矩为电机需求制动力矩;当电机需求制动力矩大于电机系统最大制动力矩时,计算电机制动扭矩为电机系统最大制动力矩。

[0044] 本发明实施例中,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括:

能量回收处理模块,还用于车辆进入滑行模式后,若当前车辆行驶在上坡路段时,控制对电机设定的制动力矩为0。

[0045] 本发明实施例中,判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收的步骤还包括:

力计算单元,还用于当车辆处于下坡路段时,基于当前车辆的阻力系数和道路坡度,根据车辆动力学公式计算出车辆当前下坡阻力以及车辆滑行动力;当前车速不超过最下坡车速且当前车速与最下坡车速的差小于第一阈值时,计算出当前车辆需要的制动阻力;计算维持当前车辆保持最下坡车速的车辆驱动力;

力矩计算单元,还用于根据下坡阻力、车辆滑行动力和车辆驱动力计算轮端需求制动力矩;当轮端需求制动力矩小于或等于0时,设定电机制动力矩为0;当轮端需求制动力矩大于0时,则根据车辆当前挡位查询挡位速比表获得当前挡位速比值,计算出当前电机需求制动力矩;

本发明实施例中,能量回收处理模块还包括系数获取单元,用于根据实际制动踏板开度值查曲线获得车辆制动力修正系数;根据当前车辆速度查询车速制动修正因子的标定曲线获取车辆速度制动修正系数;

力矩计算单元,用于通过CAN报文获取电机转速,通过查询外特性曲线获取当前单电机最大制动力矩;

扭矩计算单元,还用于根据单电机最大制动力矩结合车辆速度制动修正系数和车辆制动力修正系数计算电机制动扭矩。

[0046] 本发明实施例还提供一种电子设备,所述电子设备包括:处理器、通信接口、存储器和通信总线,其中,处理器,通信接口,存储器通过通信总线完成相互间的通信。通信总线可以用于电子设备与传感器之间的信息传输。处理器可以调用存储器中的逻辑指令,以执行如下方法:步骤1:获取车辆重量开关的状态并根据重量开关的状态获取车辆的重量,根据坡度传感器获取当前车辆运行的道路坡度;步骤2:根据获取的道路坡度判断当前车辆行驶的路段属性,所述路段属性包括上坡段、下坡段和平路段;步骤3:获取油门踏板的状态以及当前车速并根据油门踏板的状态和当前车速判断车辆是否进入滑行模式;步骤4:判定车辆进入滑行模式后,根据当前车辆行驶的路段属性和车辆的重量控制电机进行制动能量回收。

[0047] 尽管通过参考附图并结合优选实施例的方式对本发明进行了详细描述,但本发明并不限于此。在不脱离本发明的精神和实质的前提下,本领域普通技术人员可以对本发明的实施例进行各种等效的修改或替换,而这些修改或替换都应在本发明的涵盖范围内/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。

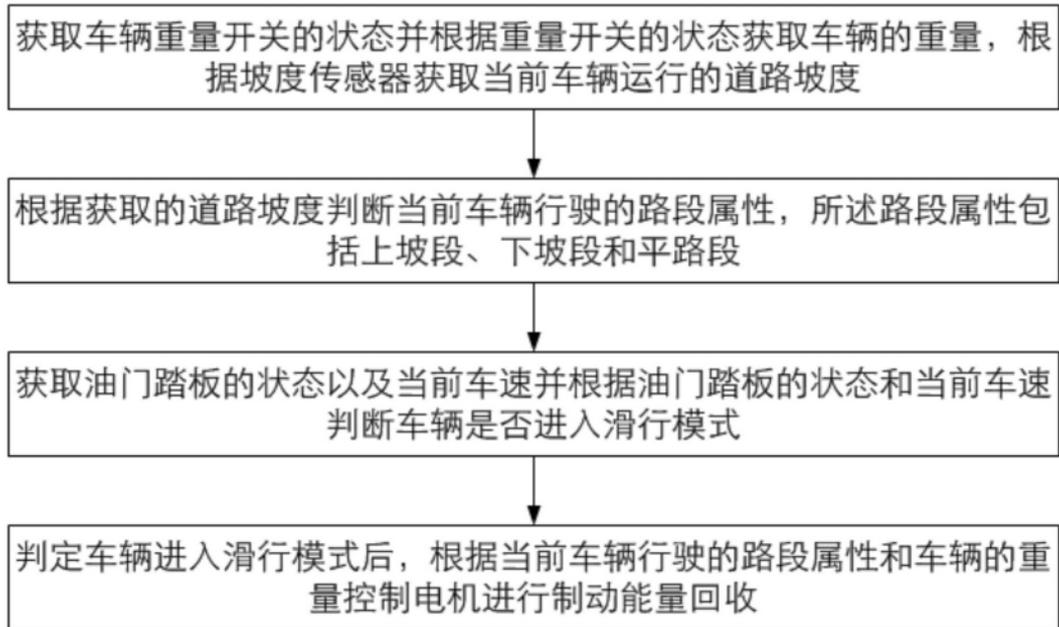


图1



图2