



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115214381 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202210898003.6

(22) 申请日 2022.07.28

(71) 申请人 合创汽车科技有限公司

地址 511458 广东省广州市南沙区香江金融商务中心南沙街金隆37号1201房
(仅限办公)

(72) 发明人 王家辉 赵继岭 朱红福 李育礼 吴平

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224

专利代理师 冯右明

(51) Int. Cl.

B60L 15/20 (2006.01)

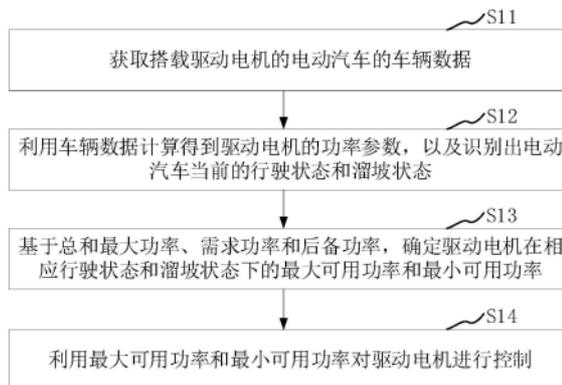
权利要求书3页 说明书19页 附图6页

(54) 发明名称

驱动电机的控制方法、装置、计算机设备和可读存储介质

(57) 摘要

本申请涉及一种驱动电机的控制方法、控制装置、计算机设备、存储介质和计算机程序产品。该方法包括：获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据；再利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数，以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态；其中，功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率；然后，再基于总和最大功率、需求功率和后备功率，确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率；最后利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。采用本方法能够避免驱动电机出现过放和过充现象，确保车辆的安全，以及提升整车的动力性和经济性。



1. 一种驱动电机的控制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取搭载所述驱动电机的电动汽车的车辆数据;

利用所述车辆数据计算得到所述驱动电机的功率参数,以及识别出所述电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;所述功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,所述总和最大功率用于表征所述驱动电机在对应所述行驶状态下的最大总功率,所述后备功率用于表征所述总和最大功率在消耗所述需求功率后的剩余功率;

基于所述总和最大功率、需求功率和后备功率,确定所述驱动电机在相应所述行驶状态和所述溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;

利用所述最大可用功率和所述最小可用功率对所述驱动电机进行控制。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述车辆数据包括所述电动汽车的档位状态、车速、油门踏板深度和电机转速值;

所述识别出所述电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态,包括:

在相应所述档位状态下,监测所述电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出所述电动汽车当前的溜坡状态;以及

监测所述车速和所述油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出所述电动汽车当前的行驶状态。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述驱动电机包括前电机和后电机;

所述在相应所述档位状态下,监测所述电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出所述电动汽车当前的溜坡状态,包括:

在所述档位状态为前进挡状态下,响应于所述前电机和所述后电机的电机转速值均大于第一预设转速值,则识别出所述电动汽车当前处于第一类溜坡状态;或者

在所述档位状态为后退挡状态下,响应于所述前电机和所述后电机的电机转速值均大于第二预设转速值,则识别出所述电动汽车当前处于第二类溜坡状态;或者

响应于所述电动汽车当前均未处于所述第一类溜坡状态和所述第二类溜坡状态时,则识别出所述电动汽车当前处于未溜坡状态。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述行驶状态包括相对静止状态、驱动状态和回收状态;

所述监测所述车速和所述油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出所述电动汽车当前的行驶状态,包括:

响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续维持初始值,则所述电动汽车当前的行驶状态为相对静止状态;或者

响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续维持一非所述初始值或增大,则所述电动汽车当前的行驶状态为驱动状态;或者

响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续减小,则所述电动汽车当前的行驶状态为回收状态。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述车辆数据还包括电池包的允许放电功率和允许充电功率、附件功率;所述总和最大功率包括总和最大放电功率和总和最大充电功率;

所述利用所述车辆数据计算得到所述驱动电机的功率参数,包括:

计算所述允许放电功率和所述附件功率的差值,以得到所述总和最大放电功率;以及
计算所述允许充电功率和所述附件功率的差值,以得到所述总和最大充电功率。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述车辆数据还包括所述前电机的需求扭矩、效率和转速值,以及所述后电机的需求扭矩、效率和转速值;

所述利用所述车辆数据计算得到所述驱动电机的功率参数,包括:

计算随所述行驶状态动态变化的所述前电机的需求扭矩和转速值的乘积与预设比例所述前电机的效率的商值,以得到对应动态变化的所述前电机的需求功率;以及

实时计算随所述行驶状态动态变化的所述后电机的需求扭矩和转速值的乘积与预设比例所述后电机的效率的商值,以得到对应动态变化的所述后电机的需求功率。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述后备功率包括对应于所述溜坡状态的放电后备功率和充电后备功率;

所述利用所述车辆数据计算得到所述驱动电机的功率参数,包括:

响应于所述电动汽车处于所述未溜坡状态,计算所述总和最大放电功率与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述未溜坡状态下的放电后备功率,以及计算所述总和最大充电功率与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述未溜坡状态下的充电后备功率;或者

响应于所述电动汽车处于所述溜坡状态,计算所述总和最大放电功率的负值与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述溜坡状态下的放电后备功率,以及计算所述总和最大充电功率的负值与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述溜坡状态下的充电后备功率。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,

所述确定所述驱动电机在相应所述行驶状态和所述溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率,包括:

响应于所述电动汽车处于所述驱动状态,计算预设比例的所述总和最大充电功率、放电后备功率和需求功率的和值,以确定所述前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及所述后电机的最大可用功率和最小可用功率;或者

响应于所述电动汽车处于所述回收状态,计算预设比例的所述总和最大放电功率、充电后备功率和需求功率的和值,以确定所述前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及所述后电机的最大可用功率和最小可用功率。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述车辆数据还包括电池包电压;

所述利用所述最大可用功率和所述最小可用功率对所述驱动电机进行控制,包括:

分别计算预设比例的所述前电机的最大可用功率和最小可用功率与所述电池包电压的商值,以确定所述前电机在对应所述溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值,以及分别计算预设比例的所述后电机的最大可用功率和最小可用功率与所述电池包电压的商值,以确定所述后电机在对应所述溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值;

利用所述前电机的最大电流限值和最小电流限值调整所述前电机的扭矩限值,以对所述前电机进行控制;以及

利用所述后电机的最大电流限值和最小电流限值调整所述后电机的扭矩限值,对所述后电机进行控制。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述电动汽车的环境数据和历史车辆数据;

根据所述当前车辆数据、所述环境数据和所述历史车辆数据,确定所述驱动电机在对应所述行驶状态和所述溜坡状态下的预测电流限值;

利用所述预测电流限值实时调整所述驱动电机的扭矩限值,以对所述电动汽车进行控制。

11. 一种驱动电机的控制设备,其特征在于,所述设备包括:

车辆数据获取模块,用于获取搭载所述驱动电机的电动汽车的车辆数据;

车辆数据处理模块,用于利用所述车辆数据计算得到所述驱动电机的功率参数;所述功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,所述总和最大功率用于表征所述驱动电机在对应所述行驶状态下的最大总功率,所述后备功率用于表征所述总和最大功率在消耗所述需求功率后的剩余功率;

车辆状态识别模块,用于利用所述车辆数据识别出所述电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;

电机可用功率处理模块,用于基于所述总和最大功率、需求功率和后备功率,确定所述驱动电机在相应所述行驶状态和所述溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;

电机控制模块,用于利用所述最大可用功率和所述最小可用功率对所述驱动电机进行控制。

12. 一种计算机设备,其特征在于,所述计算机设备包括处理器以及与所述处理器连接的存储器,其中,所述存储器中存储有程序数据,所述处理器调取所述存储器存储的所述程序数据,以执行如权利要求1-10任意一项所述的驱动电机的控制方法。

13. 一种计算机可读存储介质,内部存储有程序指令,其特征在于,所述程序指令在被处理器执行时以实现如权利要求1-10任意一项所述的驱动电机的控制方法。

14. 一种计算机程序产品,内部存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序在被处理器执行时以实现如权利要求1-10任意一项所述的驱动电机的控制方法。

驱动电机的控制方法、装置、计算机设备和可读存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及汽车技术领域,特别是涉及一种驱动电机的控制方法、控制装置、计算机设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品。

背景技术

[0002] 随着环境的不断恶化以及能源的急速短缺,各种使用清洁能源的产品正以不断增长的速度在发展,其中电动车作为新能源汽车,由于具有无污染、噪声低、能源效率高、能源多样化等优点,正在被全世界广泛的研究和使用。

[0003] 在电动车的电机控制上,电池包的放电能力和充电能力预先设有限值,通常使用电池包的放电功率减去附件的消耗功率,作为电机允许使用的最大放电功率;电池包的充电功率减去附件的消耗功率,作为电机允许使用的最小充电功率。但是,当电动车的整车处于驱动状态时,若对电机放电功率限制的过大,可能会导致电池过放,若限制的过小可能会影响整车的动力性;当整车处于回收状态时,若对电机充电功率限制的过小,可能会导致电池过充,若限制的过大,可能会影响整车的经济性。

[0004] 因此,目前对于电动车的电机充放电功率的控制方法存在不能实现既安全又经济的缺陷。

发明内容

[0005] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种能够解决上述问题的驱动电机的控制方法、控制装置、计算机设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品。

[0006] 在第一方面,本申请提供了一种驱动电机的控制方法。该方法包括:获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0007] 在其中一个实施例中,车辆数据包括电动汽车的档位状态、车速、油门踏板深度和电机转速值;其中,识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态,包括:在相应档位状态下,监测电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出电动汽车当前的溜坡状态;以及监测车速和油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出电动汽车当前的行驶状态。

[0008] 在其中一个实施例中,驱动电机包括前电机和后电机;其中,在相应档位状态下,监测电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出电动汽车当前的溜坡状态,包括:在档位状态为前进挡状态下,响应于前电机和后电机的电机转速值均大于第一预设转速值,则识别出电动汽车当前处于第一类溜坡状态;或者在档位状态为后退挡状态下,响应于前电机和后电机的电机转速值均大于第二预设转速值,则识别出电动汽车当前处于第二类溜坡

状态;或者响应于电动汽车当前均未处于第一类溜坡状态和第二类溜坡状态时,则识别出电动汽车当前处于未溜坡状态。

[0009] 在其中一个实施例中,行驶状态包括相对静止状态、驱动状态和回收状态;其中,监测车速和油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出电动汽车当前的行驶状态,包括:响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续维持初始值,则电动汽车当前的行驶状态为相对静止状态;或者响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续维持一非初始值或增大,则电动汽车当前的行驶状态为驱动状态;或者响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续减小,则电动汽车当前的行驶状态为回收状态。

[0010] 在其中一个实施例中,车辆数据还包括电池包的允许放电功率和允许充电功率、附件功率;总和最大功率包括总和最大放电功率和总和最大充电功率;其中,利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,包括:计算允许放电功率和附件功率的差值,以得到总和最大放电功率;以及计算允许充电功率和附件功率的差值,以得到总和最大充电功率。

[0011] 在其中一个实施例中,车辆数据还包括前电机的需求扭矩、效率和转速值,以及后电机的需求扭矩、效率和转速值;其中,利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,包括:计算随行驶状态动态变化的前电机的需求扭矩和转速值的乘积与前电机的需求扭矩的商值,以得到对应动态变化的前电机的需求功率;以及实时计算随行驶状态动态变化的后电机的需求扭矩和转速值的乘积与后电机的需求扭矩的商值,以得到对应动态变化的后电机的需求功率。

[0012] 在其中一个实施例中,后备功率包括对应于溜坡状态的放电后备功率和充电后备功率;其中,利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,包括:响应于电动汽车处于未溜坡状态,计算总和最大放电功率与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到未溜坡状态下的放电后备功率,以及计算总和最大充电功率与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到未溜坡状态下的充电后备功率;或者响应于电动汽车处于溜坡状态,计算总和最大放电功率的负值与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到溜坡状态下的放电后备功率,以及计算总和最大充电功率的负值与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到溜坡状态下的充电后备功率。

[0013] 在其中一个实施例中,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率,包括:响应于电动汽车处于驱动状态,计算预设比例的总和最大充电功率、放电后备功率和需求功率的和值,以确定前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及后电机的最大可用功率和最小可用功率;或者响应于电动汽车处于回收状态,计算预设比例的总和最大放电功率、充电后备功率和需求功率的和值,以确定前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及后电机的最大可用功率和最小可用功率。

[0014] 在其中一个实施例中,车辆数据还包括电池包电压;其中,利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,包括:分别计算预设比例的前电机的最大可用功率和最小可用功率与电池包电压的商值,以确定前电机在对应溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值,以及分别计算预设比例的后电机的最大可用功率和最小可用功率与电池包电压的商值,以确定后电机在对应溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值;利用前电机的最大电流限值和最小电流限值调整前电机的扭矩限值,以对前电机进行控制;以及利用后电机的最大电流限值和最小电流限值调整后电机的扭矩限值,对后电机进行控制。

[0015] 在其中一个实施例中,该方法还包括:获取电动汽车的环境数据和历史车辆数据;根据当前车辆数据、环境数据和历史车辆数据,确定驱动电机在对应行驶状态和溜坡状态下的预测电流限值;利用预测电流限值实时调整驱动电机的扭矩限值,以对电动汽车进行控制。

[0016] 在第二方面,本申请还提供了一种驱动电机的控制设备。该设备包括:车辆数据获取模块,用于获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;车辆数据处理模块,用于利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数;功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;车辆状态识别模块,用于利用车辆数据识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;电机可用功率处理模块,用于基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;电机控制模块,用于利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0017] 在第三方面,本申请还提供了一种计算机设备。该计算机设备包括处理器以及与处理器连接的存储器,其中,存储器中存储有程序数据,处理器调取存储器存储的程序数据,以执行如上所述的驱动电机的控制方法。

[0018] 在第四方面,本申请还提供了一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质内部存储有程序指令,该程序指令在被处理器执行时以实现如上所述的驱动电机的控制方法。

[0019] 在第五方面,本申请还提供了一种计算机程序产品。该计算机程序产品内部存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时以实现如上所述的驱动电机的控制方法。

[0020] 上述一种驱动电机的控制方法、驱动电机的控制装置、计算机设备、存储介质和计算机程序产品,通过获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;然后再利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;其中,功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;然后,再基于总和最大功率、需求功率和后备功率,并利用电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态确定出相应驱动电机的最大可用功率和最小可用功率,从而可避免驱动电机出现过放和过充现象,确保车辆的安全;以及最后利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,能够确保驱动电机能力的充分发挥,在最大可用功率和最小可用功率范围内以提升整车的动力性和经济性。

附图说明

- [0021] 图1是本申请提供的驱动电机的控制方法一实施例的应用场景示意图;
- [0022] 图2是本申请提供的驱动电机的控制方法另一实施例的应用场景示意图;
- [0023] 图3是本申请提供的驱动电机的控制方法一实施例的流程示意图;
- [0024] 图4是本申请中识别出电动汽车当前的行驶状态一实施例的模型示意图;
- [0025] 图5是本申请提供的驱动电机的控制方法另一实施例的流程示意图;
- [0026] 图6为本申请提供的驱动电机的控制设备一实施例的结构示意图;
- [0027] 图7为本申请提供的电子设备一实施例的结构示意图;

[0028] 图8为本申请提供的计算机设备一实施例的结构示意图；

[0029] 图9为本申请提供的计算机可读存储介质一实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例是为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、流程、技术之类的具体细节，以便透彻理解本申请。

[0031] 在本申请中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、流程或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0032] 本申请实施例中的步骤并不一定是按照所描述的步骤顺序进行处理，可以按照需求有选择的将步骤打乱重排，或者删除实施例中的步骤，或者增加实施例中的步骤，本申请实施例中的步骤描述只是可选的顺序组合，并不代表本申请实施例的所有步骤顺序组合，实施例中的步骤顺序不能认为是对本申请的限制。

[0033] 请参阅图1，图1是本申请提供的驱动电机的控制方法一实施例的应用场景示意图，在本申请某些实施例提供的驱动电机的控制方法，可以应用于搭载在电动汽车上的一个驱动电机15的控制装置10的应用环境中。其中，该控制装置10可以包括若干种和若干个传感器11、存储器12、处理器13和控制器14。

[0034] 在一个实施例中，若干种和若干个传感器11可以包括三轴陀螺仪、角速度传感器、角度传感器、运动传感器等，用于实时采集电动汽车基于驾驶员的架势操作而产生的对应车辆数据。

[0035] 在一个实施例中，处理器13还可以称为CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元)。处理器13可能是一种电子芯片，具有信号的处理能力。处理器13还可以是通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。另外，处理器13可以由集成电路芯片共同实现。

[0036] 在一个实施例中，存储器12可以为内存条、TF卡等，可以存储控制装置10中的全部信息，包括输入的全部的车辆数据、原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器12中。它根据处理器13指定的位置存入和取出信息。有了存储器12，控制装置10才有记忆功能，才能保证正常工作。控制装置10的存储器102按用途可分为主存储器 (内存) 和辅助存储器 (外存)，也有分为外部存储器和内部存储器的分类方法。外存通常是磁性介质或光盘等，能长期保存信息。内存指主板上的存储部件，用来存放当前正在执行的数据和程序，但仅用于暂时存放程序和数据，关闭电源或断电，数据会丢失。

[0037] 在一个实施例中，控制器14 (controller) 是指按照预定顺序改变主电路或控制电路的接线和改变电路中电阻值来控制驱动电机15的启动、调速、制动和反向的主令装置。其

由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序产生器和操作控制器组成,控制器14能够完成协调和指挥控制装置10中整个计算机系统的操作。

[0038] 在一个实施例中,控制装置10可以加载正在被电动汽车执行的可以包括各种应用(诸如Web浏览器、中间层应用、关系型数据库管理系统(RDBMS)等)的应用程序、程序数据和操作系统。作为示例,电动汽车的操作系统可以包括各种版本的Microsoft Windows®、Apple Macintosh®和/或Linux操作系统、各种商用或类UNIX®操作系统(包括但不限于各种GNU/Linux操作系统、Google Chrome®OS等)和/或移动操作系统,诸如iOS®、Windows®Phone、Android®OS、BlackBerry®OS、Palm®OS操作系统,以及其它操作系统。

[0039] 在一个应用场景中,首先,传感器11实时地采集电动汽车上基于车辆驾驶状态而产生的至少部分车辆数据,存储器12获取并存储该至少部分车辆数据,以及存储器12中自身存储有电动汽车的固有车辆数据。然后,处理器13接收存储器12中的车辆数据,并进行数据处理以得到对应的数据处理结果。最后,控制器14利用通信网络(如数据总线、以太网、蜂窝网络、蓝牙、无线热点、有线导线等)与驱动电机15、处理器13通信连接,以获取车辆数据的数据处理结果并生成对应的控制数据,以利用该控制数据对驱动电机15进行控制。

[0040] 请参阅图2,图2是本申请提供的驱动电机的控制方法另一实施例的应用场景示意图,在本申请某些实施例提供的驱动电机的控制方法,可以应用于一个电动汽车的控制系统20的应用环境中。其中,该控制系统20可以包括搭载于电动汽车上的广播发射器21(BT, Broadcast Transmitter)、分布在电动汽车驾驶区域上的若干个通信基站22,以及卫星23和服务器24。

[0041] 在一个应用场景中,首先,广播发射器21实时地获取电动汽车上的车辆数据并将车辆数据转化为对应的广播报文,广播发射器21通过短距离通信的方式将广播报文发送至离自身最近的通信基站22中,通信基站22接收该广播报文并转发至通信卫星23,以对广播报文进行解析,从而得到电动汽车的原始车辆数据和定位信息。然后,卫星23将电动汽车的原始车辆数据和定位信息发送至服务器24进行数据处理和相应逻辑判断,以生成对应的控制数据,服务器24将该控制数据通过原通信路径传输回电动汽车,以对电动汽车上的驱动电机进行控制。

[0042] 请参阅图3,图3是本申请提供的驱动电机的控制方法一实施例的流程示意图,其中,本实施例以该方法应用于驱动电机的控制装置进行举例说明,可以理解的是,该方法也可以应用于电动汽车的控制系统中,或者应用于包括控制装置和服务器的控制系统中,并通过控制装置和服务器的交互实现。在本实施例中,该控制方法包括以下步骤:

[0043] 步骤S11:获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据。

[0044] 在一个实施例中,控制装置利用通信网络(如数据总线、以太网、蜂窝网络、蓝牙等)实时接收电动汽车发送的车辆数据。

[0045] 在一个实施例中,电动汽车可以是汽车领域中的纯电动汽车(如氢能汽车、钠电池汽车、锂电池汽车等新能源汽车)、混合动力汽车、增程式汽车、无轨式电车等这里不做具体限定,并且其驱动电机可以通过电动汽车上传导的电流进行控制。

[0046] 在一个实施例中,电动汽车上搭载的驱动电机可以为集中式驱动电机、轮边式驱

动电机和轮毂式驱动电机中的任意一种。

[0047] 作为一种示例,集中式驱动电机可以为双驱动电机的模式搭载在电动汽车中,并分别为其前后轮提供驱动能力或者回收能力。轮边式驱动电机可以通过永磁同步电机技术将轮边减速器进行驱动,以为电动汽车提供减速增扭来驱动电动汽车的车轮。

[0048] 在一个实施例中,电动汽车的车辆数据可以包括电动汽车上的动态车辆数据,也可以包括电动汽车上的静态车辆数据。

[0049] 作为一种示例,动态车辆数据为电动汽车基于驾驶员对电动汽车的驾驶操作而执行相应的行驶指令并产生相应跟随车辆行驶状态变化而变化的动态数据。例如,动态车辆数据可以包括车速、驱动电机扭矩、油门踏板深度、制动踏板深度等等。

[0050] 作为一种示例,静态车辆数据为电动汽车在出厂时基于生产工程师而设定的固有数据或者固定参数。例如,静态车辆数据可以包括电池包允许的放电功率和充电功率、驱动电机的工作效率等等。

[0051] 步骤S12:利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态。

[0052] 在一个实施例中,控制装置可以利用电动汽车当前的车辆数据和相关的预设算法或者预设标准而识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态。其中,电动汽车当前的行驶状态可以包括驱动状态、回收状态和静止状态。电动汽车当前的溜坡状态可以包括处于溜坡状态和未处于溜坡状态。

[0053] 作为一种示例,控制装置根据预设的参考标准(如预设的参考参数阈值)判断电动汽车当前的相关车辆数据是否已超出、未达到或者等于某些设定的指标参数,从而识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态。

[0054] 作为一种示例,控制装置将电动汽车当前的车辆数据输入某些预设的程序算法(如用于比对数据变化或大小的计算机模型)中进行状态识别,从而识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态。

[0055] 在一个实施例中,控制装置可以利用电动汽车当前的车辆数据和相关的数据处理方法,从而计算出驱动电机当前的功率参数。其中,驱动电机的功率参数至少包括总和最大功率、需求功率和后备功率。

[0056] 作为一种示例,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,如驱动电机在驱动状态下可输出的最大功率为A1,则A1为驱动电机在驱动状态下的最大总和功率。需求功率用于表征驾驶员在相应行驶状态下对驱动电机的期望输出功率。后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率,如驱动电机的最大总和功率为A1、驾驶员的需求功率为A2,则驱动电机的后备功率为A1-A2。

[0057] 步骤S13:基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率。

[0058] 在一个实施例中,控制装置根据相关的数据处理方法并结合电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态,通过总和最大功率、需求功率和后备功率计算出驱动电机的最大可用功率和最小可用功率。

[0059] 在一个实施例中,最大可用功率为驱动电机在当前的行驶状态和溜坡状态下可以释放的最大功率,最小可用功率为驱动电机在当前的行驶状态和溜坡状态下可以释放的最

小功率,即驱动电机能够释放的功率范围在最大可用功率和最小可用功率之间的区间。其中,在不同的行驶状态和溜坡状态下,驱动电机能够释放的功率范围可以不相同。

[0060] 步骤S14:利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0061] 在一个实施例中,控制装置利用相关的数据处理方法将最大可用功率和最小可用功率转换为相应的最大电流和最小电流,并将处于该最大电流和最小电流范围内的可用电流传输至驱动电机,以使驱动电机输出相应大小的扭矩,从而控制驱动电机的运行。

[0062] 在一个实施场景中,控制装置利用数据总线的方式实时地接收电动汽车发送的车辆数据。控制装置再利用当前的车辆数据和预设的计算机模型识别出电动汽车当前处于驱动状态和未溜坡状态,以及驱动电机当前的总和最大功率A1、需求功率A2和后备功率A3。然后,控制装置再利用总和最大功率A1、需求功率A2和后备功率A3计算出驱动电机处于驱动状态和未溜坡状态下的最大可用功率A4和最小可用功率A5。最后,控制装置将最大可用功率A4和最小可用功率A5转换为对应的最大电流A6和最小电流A7,并将一电流A8传输至驱动电机(其中,最大电流A6>电流A8>最小电流A7),以使驱动电机输出对应大小的扭矩A9,从而控制驱动电机在扭矩A9下运行。

[0063] 上述驱动电机的控制方法中,一方面,根据电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态确定相应驱动电机的最大可用功率和最小可用功率,从而可避免驱动电机出现过放和过充现象,确保车辆的安全;另一方面,利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,能够确保驱动电机能力的充分发挥,在最大可用功率和最小可用功率范围内以提升整车的动力性和经济性。

[0064] 本领域技术人员可以理解,在具体实施方式的上述方法中,各步骤的撰写顺序并不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定,各步骤的具体执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。

[0065] 在具体的一些实施方式中,控制装置对驱动电机进行控制的过程,还包括需要识别出汽车的状态,依次计算出前电机和后电机的总和最大功率、需求功率、后备功率、可用功率限值、电流限值,随后再基于电流限值对驱动电机进行控制的过程。

[0066] 在一些实施例中,电动汽车上搭载有若干种和若干个传感器,在电动汽车基于驾驶员的驾驶操作而产生对应的动态车辆数据后,传感器可以实时地采集动态车辆数据,并传输至控制装置。在电动汽车上还搭载有相应的存储装置,存储有电动汽车固有的静态车辆数据,该存储装置与控制装置通信连接,并将该静态车辆数据传输至控制装置。

[0067] 在一些实施例中,控制装置获取的电动汽车的车辆数据可以包括电动汽车的档位状态和电机转速值。其中,电机转速值为驱动电机当前的转速值,档位状态可以包括前进挡和后退挡。

[0068] 在一个实施例中,控制装置识别出电动汽车当前的溜坡状态可以包括:在相应档位状态下,监测电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出电动汽车当前的溜坡状态。

[0069] 在一个实施例中,驱动电机包括有前电机和后电机,即本申请中的电动汽车可以通过前电机和后电机共同提供扭矩的形式进行双电机全轮驱动。

[0070] 在一个实施例中,前电机和后电机可以采用同样大小功率的电机,即前电机负责前驱驱动,后电机负责后驱驱动,其目的为增加电动汽车的扭矩和功率,实现“1+1=2”的效果。

[0071] 在另一个实施例中,前电机和后电机可以采用动力分流的方式,即前电机主要负责驱动,后电机主要负责发电。该双电机驱动可以重复利用高效工作区,能够达到能量回收的效果。

[0072] 在另一个实施例中,前电机和后电机可以采用不同功率的电机同时控制,即前电机负责控制高速区,后电机负责控制低速区。通过这样的方式有利于前电机和后电机都保持在高效的工作区间,全方位提高整车的效率。

[0073] 在一个实施例中,控制装置识别出电动汽车当前的溜坡状态可以具体包括:在档位状态为前进挡状态下,响应于前电机和后电机的电机转速值均大于第一预设转速值,则识别出电动汽车当前处于第一类溜坡状态;或者在档位状态为后退挡状态下,响应于前电机和后电机的电机转速值均大于第二预设转速值,则识别出电动汽车当前处于第二类溜坡状态;或者响应于电动汽车当前均未处于第一类溜坡状态和第二类溜坡状态时,则识别出电动汽车当前处于未溜坡状态。

[0074] 作为一示例,当电动汽车的档位状态是前进挡时,前电机的转速 n_{front} 和后电机的转速 n_{rear} 均小于一个预设的第一预设转速值 n_{neg} 时,表示车辆后溜,其中,第一预设转速值 n_{neg} 为一个负值。当电动汽车的档位状态是后退挡时,前电机的转速 n_{front} 和后电机的转速 n_{rear} 均大于一个预设的第二预设转速值 n_{pos} 时,表示车辆前溜,其中,第二预设转速值 n_{neg} 为一个正值。并且,当电动汽车处于车辆前溜或者车辆后溜中的任意一种时,则均判定电动汽车此时处于溜坡状态,并通过 $bVehIvs=1$ 表示。当电动汽车均未处于车辆前溜或者车辆后溜时,则判定电动汽车此时未处于溜坡状态,并通过 $bVehIvs=-1$ 表示。

[0075] 在一个实施例中,控制装置识别出电动汽车当前的行驶状态可以包括:监测车速和油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出电动汽车当前的行驶状态。

[0076] 在一个实施例中,电动汽车当前的行驶状态包括相对静止状态、驱动状态和回收状态。其中,相对静止状态用于表示电动汽车此时相对于地面为静止状态。驱动状态用于表示电动汽车的驱动电机正处于放电过程,即正在消耗能量。回收状态用于表示电动汽车的驱动电机正处于充电过程,即正在回收能量。

[0077] 在一个实施例中,控制装置识别出电动汽车当前的行驶状态可以具体包括:响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续维持初始值,则电动汽车当前的行驶状态为相对静止状态;或者响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续维持一非初始值或增大,则电动汽车当前的行驶状态为驱动状态;或者响应于车速和油门踏板深度随时间的变化持续减小,则电动汽车当前的行驶状态为回收状态。

[0078] 作为一示例,请参阅图4,图4是本申请中识别出电动汽车当前的行驶状态一实施例的模型示意图。其中,通过函数 S_p 表示电动汽车的车速和油门踏板深度随时间的变化的行驶状态模型,该模型的影响因子包括电动汽车的车速 V 和油门踏板深度 h 。如图2所示,电动汽车的车速 V 和油门踏板深度 h 随着时间的延续在 T_1 至 T_2 之间持续保持为0的状态,则在时间范围 T_1 至 T_2 内,控制装置识别出的电动汽车当前的行驶状态为相对静止状态。电动汽车的车速 V 和油门踏板深度 h 随着时间的延续在 T_2 至 T_3 之间持续保持上升的状态,则在时间范围 T_2 至 T_3 内,控制装置识别出的电动汽车当前的行驶状态为驱动状态。电动汽车的车速 V 和油门踏板深度 h 随着时间的延续在 T_3 至 T_4 之间持续保持下降的状态,则在时间范围 T_3 至 T_4 内,控制装置识别出的电动汽车当前的行驶状态为回收状态。

[0079] 在一些实施例中,控制装置获取的电动汽车的车辆数据还包括电池包的允许放电功率和允许充电功率、附件功率。其中,允许放电功率用于表征电动汽车在驱动状态时,电池包设计的输出给驱动电机的最大放电功率;允许充电功率用于表征电动汽车在回收状态时,电池包设计的输出给驱动电机的最大充电功率。附件功率用于表征电动汽车处在驱动状态或者回收状态时,整车除驱动电机外的其余功率部件所消耗的全部功率之和。

[0080] 在一些实施例中,驱动电机的总和最大功率包括总和最大放电功率和总和最大充电功率。其中,总和最大放电功率用于表征电动汽车在驱动状态时,前电机和后电机能够共同输出的最大放电功率;总和最大充电功率用于表征电动汽车在回收状态时,前电机和后电机能够共同输出的最大充电功率。

[0081] 在一个实施例中,控制装置利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数可以具体包括:计算允许放电功率和附件功率的差值,以得到总和最大放电功率;以及计算允许充电功率和附件功率的差值,以得到总和最大充电功率。

[0082] 作为一示例,电池包的允许放电功率(通过BMS P_{wrDchg} 表示)为一个正值,电池包的允许充电功率(通过BMS P_{wrChg} 表示)为一个负值,电动汽车的附件功率通过Acc P_{wr} 表示,因此,驱动电机的前电机和后电机共同可用的总和最大放电功率为 $DCU_{Pwrmax} = BMS_{PwrDchg} - Acc_{Pwr}$,驱动电机的前电机和后电机共同可用的总和最大充电功率为 $DCU_{Pwrmin} = BMS_{PwrChg} - Acc_{Pwr}$ 。

[0083] 在一些实施例中,控制装置获取的电动汽车的车辆数据还包括前电机的需求扭矩、效率和转速值,以及后电机的需求扭矩、效率和转速值。其中,前电机的需求扭矩和后电机的需求扭矩用于表征驾驶员在进行驾驶操作时,驾驶员对应于驾驶操作所期望的前后电机输出扭矩。

[0084] 在一个实施例中,控制装置利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数可以具体包括:计算随行驶状态动态变化的前电机的需求扭矩和转速值的乘积与预设比例前电机的效率的商值,以得到对应动态变化的前电机的需求功率;以及实时计算随行驶状态动态变化的后电机的需求扭矩和转速值的乘积与预设比例后电机的效率的商值,以得到对应动态变化的后电机的需求功率。

[0085] 作为一示例,控制装置获取的车辆数据包括前电机具有固有的驱动效率 Eff_{front} ,后电机具有固有的驱动效率 Eff_{rear} ,前电机当前的转速 n_{front} ,后电机当前的转速 n_{rear} ,前电机当前的需求扭矩 $T_{qReqfront}$,后电机当前的需求扭矩 $T_{qReqrear}$,以及该电动汽车出厂设置的需求功率比例常数为9550(在其他实施例中也可以为其他任意的比例常数,这里不做具体限定),则前电机的需求功率为 $DCU_{ElcPwrReqfront} = (n_{front} * T_{qReqfront}) / 9550 / Eff_{front}$,以及后电机的需求功率为 $DCU_{ElcPwrReqrear} = (n_{rear} * T_{qReqrear}) / 9550 / Eff_{rear}$ 。

[0086] 在一个实施例中,控制装置利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数可以包括驱动电机的后备功率,其中,后备功率也可以具体包括在电动汽车对应溜坡状态下的放电后备功率和充电后备功率。

[0087] 在一个实施例中,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率,如驱动电机的最大总和放电功率为 $A1$ 、驾驶员的需求功率为 $A2$,则驱动电机的后备放电功率为 $A1 - A2$ 。

[0088] 在一个实施例中,控制装置利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数可以具体包括:响应于电动汽车处于未溜坡状态,计算总和最大放电功率与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到未溜坡状态下的放电后备功率,以及计算总和最大充电功率与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到未溜坡状态下的充电后备功率。

[0089] 在另一个实施例中,控制装置利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数可以具体包括:响应于电动汽车处于溜坡状态,计算总和最大放电功率的负值与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到溜坡状态下的放电后备功率,以及计算总和最大充电功率的负值与前电机的需求功率、后电机的需求功率的差值,以得到溜坡状态下的充电后备功率。

[0090] 作为一示例,当电动汽车的整车处于未溜坡状态时,记溜坡状态为 $bVehIvs=0$,当电动汽车的整车处于溜坡状态时,记溜坡状态为 $bVehIvs=1$,驱动电机的最大总和放电功率为 $DCUPwrmax$,最大总和充电功率为 $DCUPwrmin$,前电机的需求功率为 $DCUElcPwrReqfront$ 、后电机的需求功率为 $DCUElcPwrReqrear$,则电动汽车处于未溜坡状态下的放电后备功率为 $SBPwrDchg=DCUPwrmax-DCUElcPwrReqfront-DCUElcPwrReqrear$,充电后备功率为 $SBPwrChg=DCUPwrmin-DCUElcPwrReqfront-DCUElcPwrReqrear$;以及电动汽车处于溜坡状态下的放电后备功率为 $SBPwrDchg=-1*DCUPwrmin-DCUElcPwrReqfront-DCUElcPwrReqrear$,充电后备功率为 $SBPwrChg=-1*DCUPwrmin-DCUElcPwrReqfront-DCUElcPwrReqrear$ 。

[0091] 在一个实施例中,控制装置基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率可以具体包括:响应于电动汽车处于驱动状态,计算预设比例的总和最大充电功率、放电后备功率和需求功率的和值,以确定前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及后电机的最大可用功率和最小可用功率;或者响应于电动汽车处于回收状态,计算预设比例的总和最大放电功率、充电后备功率和需求功率的和值,以确定前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及后电机的最大可用功率和最小可用功率。

[0092] 作为一示例,当电动汽车的整车处于驱动状态时,记驱动状态为 $bRecpAct=0$,当电动汽车的整车处于回收状态时,记回收状态为 $bRecpAct=1$,前电机的需求电功率为 $DCUElcPwrReqfront$,后电机的需求电功率为 $DCUElcPwrReqrear$,驱动电机的总和最大充电功率为 $DCUPwrmin$,总和最大放电功率为 $DCUPwrmax$,驱动电机的放电后备功率为 $SBPwrDchg$,充电后备功率为 $SBPwrChg$,则在一方面,当电动汽车处于驱动状态下,前电机的最大可用功率为 $DCUPwrMaxAvailfront=DCUElcPwrReqfront+SBPwrDchg/2$,前电机的最小可用功率为 $DCUPwrMinAvailfront=DCUPwrmin/2$,后电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailrear=DCUElcPwrReqrear+SBPwrDchg/2$,后电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailrear=DCUPwrmin/2$ 。在另一方面,当电动汽车处于回收状态下,前电机的最大可用功率为 $DCUPwrMaxAvailfront=DCUPwrmax/2$,前电机的最小可用功率为 $DCUPwrMinAvailfront=DCUElcPwrReqfront+SBPwrChg/2$,后电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailrear=DCUPwrmax/2$,后电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailrear=DCUElcPwrReqrear+SBPwrChg/2$ 。

[0093] 在一个实施例中,控制装置利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控

制可以具体包括:分别计算预设比例的前电机的最大可用功率和最小可用功率与电池包电压的商值,以确定前电机在对应溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值,以及分别计算预设比例的后电机的最大可用功率和最小可用功率与电池包电压的商值,以确定后电机在对应溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值。然后,再利用前电机的最大电流限值和最小电流限值调整前电机的扭矩限值,以对前电机进行控制;以及利用后电机的最大电流限值和最小电流限值调整后电机的扭矩限值,对后电机进行控制。

[0094] 作为一示例,当电动汽车处于未溜坡状态下,前电机的最大电流限值为 $DCUI_{dc}Max_{front}=DCUPwr_{MaxAvailfront}/BMSV_{olt}$,最小电流限值为 $DCUI_{dc}Min_{front}=DCUPwr_{MinAvailfront}/BMSV_{olt}$,后电机的最大电流限值为 $DCUI_{dc}Max_{rear}=DCUPwr_{MaxAvailrear}/BMSV_{olt}$,最小电流限值为 $DCUI_{dc}Min_{rear}=DCUPwr_{MinAvailrear}/BMSV_{olt}$ 。当电动汽车处于溜坡状态下,前电机的最大电流限值为 $DCUI_{dc}Max_{front}=-1*DCUPwr_{MinAvailfront}/BMSV_{olt}$,最小电流限值为 $DCUI_{dc}Min_{front}=-1*DCUPwr_{MaxAvailfront}/BMSV_{olt}$,后电机的最大电流限值为 $DCUI_{dc}Max_{rear}=-1*DCUPwr_{MinAvailrear}/BMSV_{olt}$,最小电流限值为 $DCUI_{dc}Min_{rear}=-1*DCUPwr_{MaxAvailrear}/BMSV_{olt}$ 。

[0095] 在一个实施例中,控制装置在获取到前电机和后电机的最大电流限值和最小电流限值之后,利用预设的迭代算法计算出前电机的最大电流限值和最小电流限值对应的前电机的最大扭矩限值和最小扭矩限值,以及后电机的最大电流限值和最小电流限值对应的后电机的最大扭矩限值和最小扭矩限值。

[0096] 作为一示例,电动汽车前电机的最大扭矩限值为 $P1$ 和最小扭矩限值 $P2$,且 $P1>P2$,后电机的最大扭矩限值为 $P3$ 和最小扭矩限值 $P4$,且 $P3>P4$,则前电机可以基于驾驶员的驾驶操作而输出 $P1$ 至 $P2$ 范围内任意的扭矩输出,以对电动汽车的前电机进行控制,以及后电机可以基于驾驶员的驾驶操作而输出 $P3$ 至 $P4$ 范围内任意的扭矩输出以对电动汽车的后电机进行控制。

[0097] 在另一个实施例中,控制装置在获取到前电机和后电机的最大电流限值和最小电流限值之后,利用预设的最优策略模型计算出前电机在最大电流限值和最小电流限值之内的最优输出电流,并通过该最优输出电流转化为前电机对应的最优输出扭矩,以对电动汽车的前电机进行控制,以及计算出后电机在最大电流限值和最小电流限值之内的最优输出电流,并通过该最优输出电流转化为后电机对应的最优输出扭矩,以对电动汽车的后电机进行控制。

[0098] 作为一示例,预设的最优策略模型可以为预先训练的强化学习神经网络,其通过学习若干待训练电流限值范围及其对应的驱动电机在预设的驾驶操作下得到的累积反馈值,以得到不同的行动策略(即最优输出扭矩)在每个初始状态值和终止状态值(即最大电流限值和最小电流限值)下最优的目标输出扭矩范围。其中,在目标输出扭矩范围内的每一个目标输出扭矩都表示一个最优输出扭矩。

[0099] 作为一示例,强化学习神经网络设置每一个行动策略在初始状态值下的初始量为 $P_x=(x_{1n},x_{2n},\dots,x_{nn})$,以及在终止状态值下的初始量为 $P_y=(y_{1n},y_{2n},\dots,y_{nn})$,其中, P_x 和 P_y 为行动策略, x_{nn} 最大电流限值情况下的初始量, y_{nn} 最小电流限值情况下的初始量, $x_i\in[l_i,h_i]$,或者 $y_i\in[l_i,h_i]$ 是第 i 个行动策略的初始量,总共需要学习的初始量有 n

$\in N$ 个。强化学习神经网络采取不同行动策略和待训练电流限值的累积反馈值为 $rt = \text{score}(st+1) - \text{score}(st)$, 其中, 累积反馈值设定每次调参的步长为1, 即 $a = (\pm 1, \pm 1, \dots, \pm 1)$, score 为当前反馈值设置下根据工程师认定的综合最优的目标输出扭矩范围, 在该范围内的任意可行反馈值都可以作为一个目标输出扭矩。

[0100] 在一个实施例中, 控制装置还可以通过获取电动汽车当前运行时的环境数据和以存储的历史车辆数据; 并根据采集的当前车辆数据、环境数据和历史车辆数据, 确定出驱动电机在对应行驶状态和溜坡状态下的预测电流限值; 并利用预测电流限值实时调整驱动电机的扭矩限值, 以对电动汽车进行控制。

[0101] 作为一示例, 电动汽车通过相应传感器采集的环境数据记录并保存为数据集合D, 电动汽车预先存储的历史车辆数据被保存为数据集合S, 电动汽车通过相应传感器采集的车辆数据记录并保存为数据集合P, 电动汽车当前的行驶状态为 $bRecpAct = Ri$, 电动汽车当前的溜坡状态为 $bVehIvs = Vi$, 则控制装置将数据集合D、数据集合S、状态 $bRecpAct = Ri$ 和状态 $bVehIvs = Vi$ 输入到相应的逻辑控制程序或者神经网络模型(如基于Attention的RNN、LSTM等)中进行电流限值的预测输出, 以输出驱动电机的前电机的预测电流限值I1和后电机的预测电流限值I2, 并将预测电流限值I1转化为对应的预测输出扭矩N1, 以对电动汽车的前电机进行控制, 以及将预测电流限值I2转化为对应的预测输出扭矩N2, 以对电动汽车的后电机进行控制。

[0102] 请参阅图5, 图5是本申请提供的驱动电机的控制方法另一实施例的流程示意图, 其中, 本实施例以该方法应用于驱动电机的控制装置进行举例说明, 可以理解的是, 该方法也可以应用于四驱车辆(即电动汽车)的控制系统中, 或者应用于包括控制装置和服务器的控制系统中, 并通过控制装置和服务器的交互实现。在本实施例中, 该控制方法包括以下步骤:

[0103] 首先, 控制装置实时获取车辆的相关参数, 其包括: S1. 电池包允许使用的放电功率 $BMS\text{PwrDchg}$, 充电功率 $BMS\text{PwrChg}$, 电池包电压 $BMS\text{Volt}$; S2. 前后驱动电机的转速 $n\text{front}$ 和 $n\text{rear}$; S3. 整车车速 v , 油门踏板深度 app ; S4. 整车附件功率 $Acc\text{Pwr}$; S5. 对前后电机的扭矩请求 $Tq\text{Reqfront}$ 和 $Tq\text{Reqrear}$; S6. 不同车速和扭矩对应的前后电机的效率 $Eff\text{front}$ 和 $Eff\text{rear}$; S7. 识别车辆驱动回收状态: $bRecpAct = 0$ 表示车辆处于驱动状态, $bRecpAct = 1$ 表示车辆处于回收状态; S8. 车辆挡位信息 $Drv\text{Gear}$ 。

[0104] 进一步地, 控制装置识别车辆的溜坡工况: S1. 当挡位 $Drv\text{Gear}$ 是前进挡, 前后电机转速 $n\text{front}$ 和 $n\text{rear}$ 均小于一负值 $n\text{neg}$ 时, 表示车辆后溜; S2. 当挡位 $Drv\text{Gear}$ 是后退挡, 前后电机转速 $n\text{front}$ 和 $n\text{rear}$ 均大于某一正值 $n\text{pos}$ 时, 表示车辆前溜; S3. 当S1和S2任一情况满足时, 则判定车辆处于溜坡状态, 即 $bVehIvs = 1$ 。

[0105] 再进一步地, 控制装置计算电机可用的最大放电功率和可用的最大充电功率, 最大放电功率为电池包允许使用的放电功率减去整车附件功率, 即: $DCU\text{Pwrmax} = BMS\text{PwrDchg} - Acc\text{Pwr}$; 最大充电功率为电池包允许使用的充电功率减去整车附件功率, 即: $DCU\text{Pwrmin} = BMS\text{PwrChg} - Acc\text{Pwr}$ 。其中, 由于放电功率为正值, 充电功率为负值, 这里用 $DCU\text{Pwrmin}$ 表示电机的最大可用充电功率。

[0106] 然后, 由于四驱车前后电机的扭矩请求是根据车辆行驶状态实时调整的, 因此对前后电机的电流限制也应该相应变化。其中, 计算前后电机的电流限制可以通过如下步骤:

[0107] S1. 计算前后电机需求电功率： $DCUElcPwrReqfront = (nfront * TqReqfront) / 9550 / Efffront$ ，和 $DCUElcPwrReqrear = (nrear * TqReqrear) / 9550 / Effrear$ 。

[0108] S2. 计算电池的后备功率，其中，由于车辆处于溜坡状态时，需要对电机总的可用放电功率和充电功率进行换向操作，以匹配前后电机真实的放电和充电效果，从而限制前后电机的功率，计算电池的后备功率可以通过如下步骤：

[0109] S21. 整车未溜坡，即 $bVehIvs = 0$ 时，

[0110] 放电后备功率 $SBPwrDchg = DCUPwrmax - DCUElcPwrReqfront - DCUElcPwrReqrear$ ；

[0111] 充电后备功率 $SBPwrChg = DCUPwrmin - DCUElcPwrReqfront - DCUElcPwrReqrear$ 。

[0112] S22. 整车溜坡，即 $bVehIvs = 1$ 时，

[0113] 放电后备功率 $SBPwrDchg = -1 * DCUPwrmin - DCUElcPwrReqfront - DCUElcPwrReqrear$ ；

[0114] 充电后备功率 $SBPwrChg = -1 * DCUPwrmax - DCUElcPwrReqfront - DCUElcPwrReqrear$ 。

[0115] 进一步地，控制装置根据整车当前处于的驱动或者回收状态，并使用计算得到的后备功率，分别计算前后电机的最大和最小可用功率，其具体可以通过如下步骤：

[0116] S1. 整车处于驱动状态即 $bRecpAct = 0$ 时，

[0117] 前电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailfront = DCUElcPwrReqfront + SBPwrDchg / 2$ ，

[0118] 前电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailfront = DCUPwrmin / 2$ ，

[0119] 后电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailrear = DCUElcPwrReqrear + SBPwrDchg / 2$ ，

[0120] 后电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailrear = DCUPwrmin / 2$ ；

[0121] S2. 整车处于回收状态即 $bRecpAct = 1$ 时，

[0122] 前电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailfront = DCUPwrmax / 2$ ，

[0123] 前电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailfront = DCUElcPwrReqfront + SBPwrChg / 2$ ，

[0124] 后电机最大可用功率 $DCUPwrMaxAvailrear = DCUPwrmax / 2$ ，

[0125] 后电机最小可用功率 $DCUPwrMinAvailrear = DCUElcPwrReqrear + SBPwrChg / 2$ 。

[0126] 进一步地，控制装置根据前后电机的最大和最小可用功率，计算前后电机的最大最小电流限值，其具体可以通过如下步骤：

[0127] S1. 车辆未发生溜坡， $bVehIvs = 0$ 时：

[0128] $DCUIdcMaxfront = DCUPwrMaxAvailfront / BMSVolt$ ；

[0129] $DCUIdcMinfront = DCUPwrMinAvailfront / BMSVolt$ ；

[0130] $DCUIdcMaxrear = DCUPwrMaxAvailrear / BMSVolt$ ；

[0131] $DCUIdcMinrear = DCUPwrMinAvailrear / BMSVolt$ 。

[0132] S2. 车辆发生溜坡， $bVehIvs = 1$ 时：

[0133] $DCUIdcMaxfront = -1 * DCUPwrMinAvailfront / BMSVolt$ ；

[0134] $DCUIdcMinfront = -1 * DCUPwrMaxAvailfront / BMSVolt$ ；

[0135] $DCUIdcMaxrear = -1 * DCUPwrMinAvailrear / BMSVolt$ ；

[0136] $DCUIdcMinrear = -1 * DCUPwrMaxAvailrear / BMSVolt$ 。

[0137] 最后，控制装置按照上述计算的前后电机最大最小电流值进行前后电机控制，并动态调整前后电机的能力限制比值，进而基于驾驶员的驾驶操作而输出前后电机的能力限

制比值范围内任意的扭矩输出以对电动汽车的前后电机进行控制。

[0138] 应该理解的是,虽然如上所述的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,如上所述的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段,这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0139] 基于同样的发明构思,本申请实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的驱动电机的控制方法的驱动电机的控制装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似,故下面所提供的一个或多个驱动电机的控制装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于驱动电机的控制方法的限定,在此不再赘述。

[0140] 请参阅图6,图6为本申请提供的驱动电机的控制设备一实施例的结构示意图,该驱动电机的控制设备100包括:车辆数据获取模块110、车辆数据处理模块120、车辆状态识别模块130、电机可用功率处理模块140和电机控制模块150,其中:

[0141] 车辆数据获取模块110用于获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据。

[0142] 在某些实施例中,车辆数据获取模块110利用通信网络(如数据总线、以太网、蜂窝网络、蓝牙等)实时接收电动汽车发送的车辆数据。

[0143] 车辆数据处理模块120用于利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数。功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率。

[0144] 在某些实施例中,所述车辆数据还包括电池包的允许放电功率和允许充电功率、附件功率;所述总和最大功率包括总和最大放电功率和总和最大充电功率。

[0145] 在一个实施例中,车辆数据处理模块120还包括:总和最大功率计算子模块,用于计算所述允许放电功率和所述附件功率的差值,以得到所述总和最大放电功率;以及计算所述允许充电功率和所述附件功率的差值,以得到所述总和最大充电功率。

[0146] 在某些实施例中,所述车辆数据还包括所述前电机的需求扭矩、效率和转速值,以及所述后电机的需求扭矩、效率和转速值。

[0147] 在一个实施例中,车辆数据处理模块120还包括:需求功率计算子模块,用于计算随所述行驶状态动态变化的所述前电机的需求扭矩和转速值的乘积与所述前电机的需求扭矩的商值,以得到对应动态变化的所述前电机的需求功率;以及实时计算随所述行驶状态动态变化的所述后电机的需求扭矩和转速值的乘积与所述后电机的需求扭矩的商值,以得到对应动态变化的所述后电机的需求功率。

[0148] 在某些实施例中,所述后备功率包括对应于所述溜坡状态的放电后备功率和充电后备功率。

[0149] 在一个实施例中,车辆数据处理模块120还包括:后备功率计算子模块,用于响应于所述电动汽车处于所述未溜坡状态,计算所述总和最大放电功率与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述未溜坡状态下的放电后备功率,以及计算所述总和最大充电功率与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所

述未溜坡状态下的充电后备功率;或者响应于所述电动汽车处于所述溜坡状态,计算所述总和最大放电功率的负值与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述溜坡状态下的放电后备功率,以及计算所述总和最大充电功率的负值与所述前电机的需求功率、所述后电机的需求功率的差值,以得到所述溜坡状态下的充电后备功率。

[0150] 车辆状态识别模块130用于利用车辆数据识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态。

[0151] 在某些实施例中,所述车辆数据包括电动汽车的档位状态、车速、油门踏板深度和电机转速值。

[0152] 在一个实施例中,车辆状态识别模块130还包括:

[0153] 溜坡状态监控子模块,用于在相应档位状态下,监测电机转速值与预设转速值的大小关系,以识别出电动汽车当前的溜坡状态。

[0154] 行驶状态监控子模块,用于监测车速和油门踏板深度在时间维度下的变化关系,以识别出电动汽车当前的行驶状态。

[0155] 在一个实施例中,所述驱动电机包括前电机和后电机;溜坡状态监控子模块还用于:

[0156] 在所述档位状态为前进挡状态下,响应于所述前电机和所述后电机的电机转速值均大于第一预设转速值,则识别出所述电动汽车当前处于第一类溜坡状态;或者在所述档位状态为后退挡状态下,响应于所述前电机和所述后电机的电机转速值均大于第二预设转速值,则识别出所述电动汽车当前处于第二类溜坡状态;或者响应于所述电动汽车当前均未处于所述第一类溜坡状态和所述第二类溜坡状态时,则识别出所述电动汽车当前处于未溜坡状态。

[0157] 在一个实施例中,所述行驶状态包括相对静止状态、驱动状态和回收状态;行驶状态监控子模块还用于:

[0158] 响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续维持初始值,则所述电动汽车当前的行驶状态为相对静止状态;或者响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续维持一非所述初始值或增大,则所述电动汽车当前的行驶状态为驱动状态;或者响应于所述车速和所述油门踏板深度随时间的变化持续减小,则所述电动汽车当前的行驶状态为回收状态。

[0159] 电机可用功率处理模块140用于基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率。

[0160] 在一个实施例中,电机可用功率处理模块140响应于所述电动汽车处于所述驱动状态,计算预设比例的所述总和最大充电功率、放电后备功率和需求功率的和值,以确定所述前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及所述后电机的最大可用功率和最小可用功率;或者响应于所述电动汽车处于所述回收状态,计算预设比例的所述总和最大放电功率、充电后备功率和需求功率的和值,以确定所述前电机的最大可用功率和最小可用功率,以及所述后电机的最大可用功率和最小可用功率。

[0161] 电机控制模块150用于利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0162] 在某些实施例中,所述车辆数据还包括电池包电压。

[0163] 在一个实施例中,电机控制模块150还包括:

[0164] 电流限值计算子模块,用于分别计算预设比例的所述前电机的最大可用功率和最小可用功率与所述电池包电压的商值,以确定所述前电机在对应所述溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值,以及分别计算预设比例的所述后电机的最大可用功率和最小可用功率与所述电池包电压的商值,以确定所述后电机在对应所述溜坡状态下的最大电流限值和最小电流限值。

[0165] 驱动电机控制子模块,用于利用所述前电机的最大电流限值和最小电流限值调整所述前电机的扭矩限值,以对所述前电机进行控制;以及利用所述后电机的最大电流限值和最小电流限值调整所述后电机的扭矩限值,对所述后电机进行控制。

[0166] 在一个实施例中,该驱动电机的控制设备100还可以包括:

[0167] 功能数据获取子模块,获取所述电动汽车的环境数据和历史车辆数据。

[0168] 电流限值预测子模块,根据所述当前车辆数据、所述环境数据和所述历史车辆数据,确定所述驱动电机在对应所述行驶状态和所述溜坡状态下的预测电流限值。

[0169] 预测控制子模块,利用所述预测电流限值实时调整所述驱动电机的扭矩限值,以对所述电动汽车进行控制。

[0170] 上述驱动电机的控制设备100中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0171] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的方法和装置,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的驱动电机的控制设备100的实施方式仅仅是示意性的,例如,利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态,其仅仅为一种集合的方式,实际实现时可以有另外的划分方式,例如功率参数中的总和最大功率、需求功率和后备功率可以结合或者可以集合到另一个系统中,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0172] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元(如车辆数据处理模块和电机控制模块等)可以集成在一个处理单元中,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单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0173] 请参阅图7,图7为本申请提供的电子设备一实施例的结构示意图,该电子设备200可以是电动汽车或者云端服务器,其内部结构图可以如图7所示。该电子设备200包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中,该电子设备200的处理器用于提供计算和控制能力。该电子设备200的存储器包括非易失性存储介质和内存存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该电子设备200的数据库用于存储基于资源信息系统的数据库处理数据。该电子设备200的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现如下方法:

[0174] 获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;再利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;其中,功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率;然后,再基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电

机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;最后利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0175] 上述方案,一方面,电子设备200根据电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态确定相应驱动电机的最大可用功率和最小可用功率,从而可避免驱动电机出现过放和过充现象,确保车辆的安全;另一方面,电子设备200利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,能够确保驱动电机能力的充分发挥,在最大可用功率和最小可用功率范围内以提升整车的动力性和经济性。

[0176] 本领域技术人员可以理解,图7中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的电子设备200可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0177] 参阅图8,图8为本申请提供的计算机设备一实施例的结构示意图,该计算机设备300包括处理器13以及与处理器13连接的存储器12,其中,存储器12中存储有程序数据,处理器13调取存储器12存储的程序数据,以执行如下步骤:

[0178] 获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0179] 在一个实施例中,处理器13执行计算机程序时还实现上述其他实施例中的驱动电机的控制方法的步骤。

[0180] 上述方案,一方面,计算机设备300根据电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态确定相应驱动电机的最大可用功率和最小可用功率,从而可避免驱动电机出现过放和过充现象,确保车辆的安全;另一方面,计算机设备300利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,能够确保驱动电机能力的充分发挥,在最大可用功率和最小可用功率范围内以提升整车的动力性和经济性。

[0181] 参阅图9,图9为本申请提供的计算机可读存储介质一实施例的结构示意图,该计算机可读存储介质400中存储有能够实现上述所有方法的程序指令410,该程序指令410在被处理器执行时以实现如下步骤:

[0182] 获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0183] 在一个实施例中,程序指令410被处理器执行时还实现上述其他实施例中的驱动电机的控制方法的步骤。

[0184] 上述方案,一方面,计算机可读存储介质400根据电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态确定相应驱动电机的最大可用功率和最小可用功率,从而可避免驱动电机出现过放和

过充现象,确保车辆的安全;另一方面,计算机可读存储介质400利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制,能够确保驱动电机能力的充分发挥,在最大可用功率和最小可用功率范围内以提升整车的动力性和经济性。

[0185] 在本申请各个实施例中的各功能单元集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在计算机可读存储介质400中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机可读存储介质400在一个程序指令410中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,系统服务器,或者网络设备)、电子设备(例如MP3、MP4等,也可以是手机、平板电脑、可穿戴设备等移动终端,也可以是台式电脑等)或者处理器(processor)以执行本申请各个实施方式方法的全部或部分步骤。

[0186] 在一个实施例中,本申请还提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品内部存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时以实现如下步骤:

[0187] 获取搭载驱动电机的电动汽车的车辆数据;利用车辆数据计算得到驱动电机的功率参数,以及识别出电动汽车当前的行驶状态和溜坡状态;功率参数包括总和最大功率、需求功率和后备功率,总和最大功率用于表征驱动电机在对应行驶状态下的最大总功率,后备功率用于表征总和最大功率在消耗需求功率后的剩余功率;基于总和最大功率、需求功率和后备功率,确定驱动电机在相应行驶状态和溜坡状态下的最大可用功率和最小可用功率;利用最大可用功率和最小可用功率对驱动电机进行控制。

[0188] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现上述其他实施例中的驱动电机的控制方法的步骤。

[0189] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器(ReRAM)、磁变存储器(Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM)、铁电存储器(Ferroelectric Random Access Memory, FRAM)、相变存储器(Phase Change Memory, PCM)、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限,RAM可以是多种形式,比如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM)或动态随机存取存储器(Dynamic Random Access Memory, DRAM)等。本申请所提供的各实施例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等,不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等,不限于此。

[0190] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛

盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0191] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

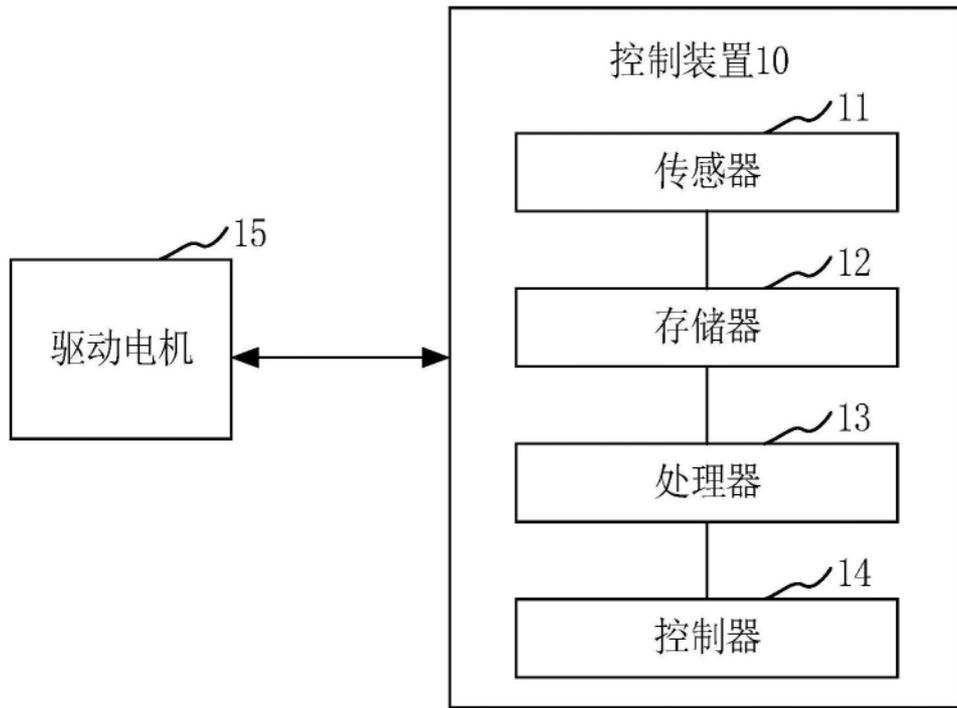


图1

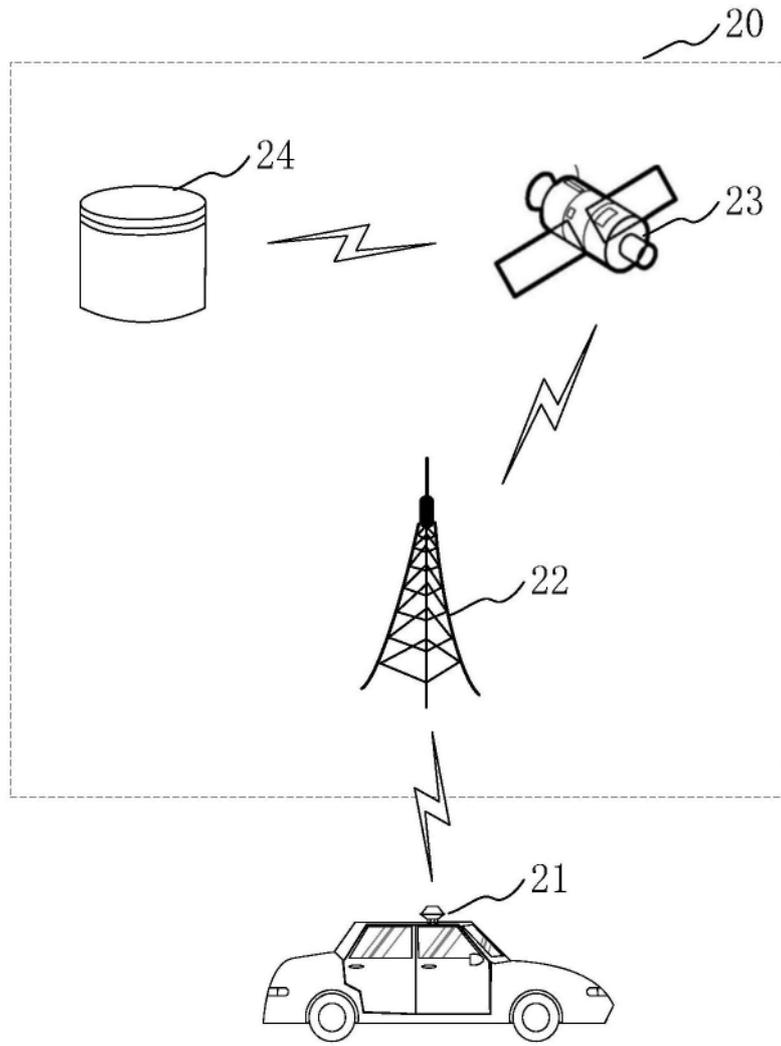


图2

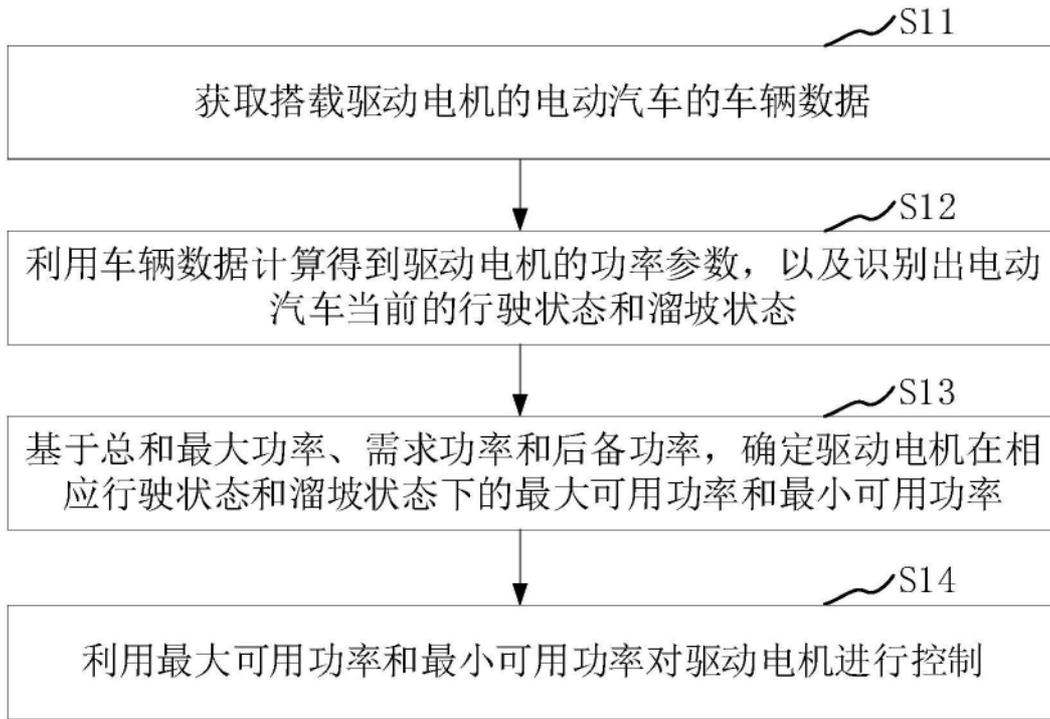


图3

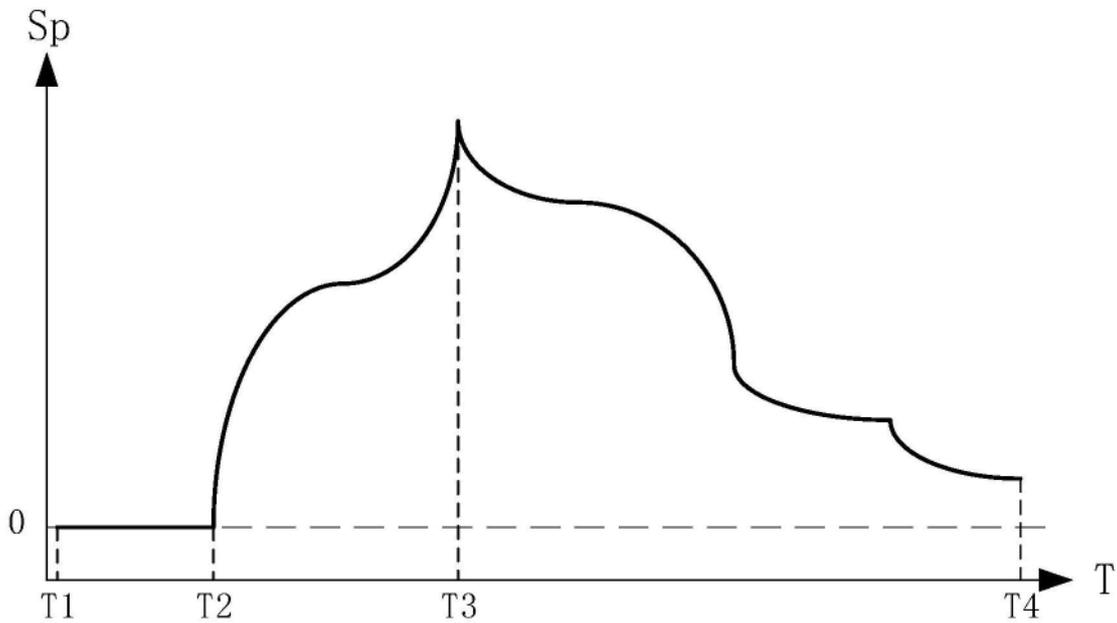


图4

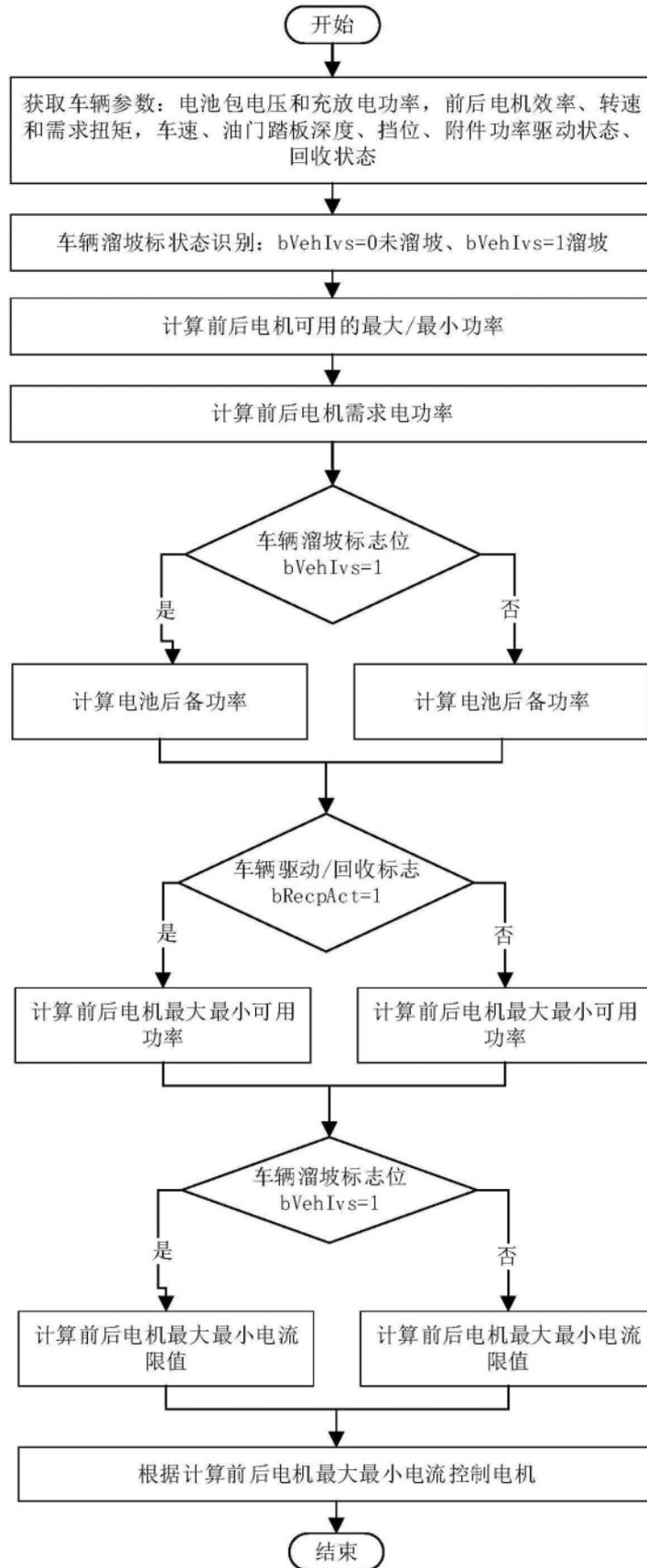


图5

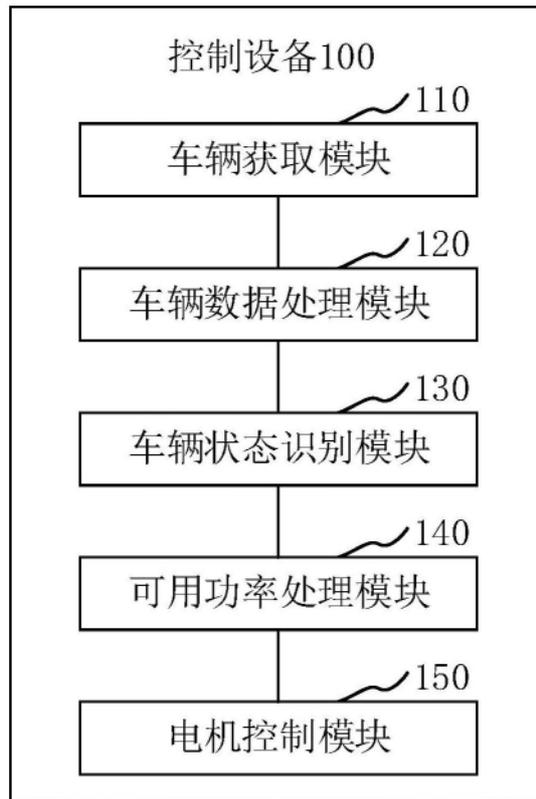


图6

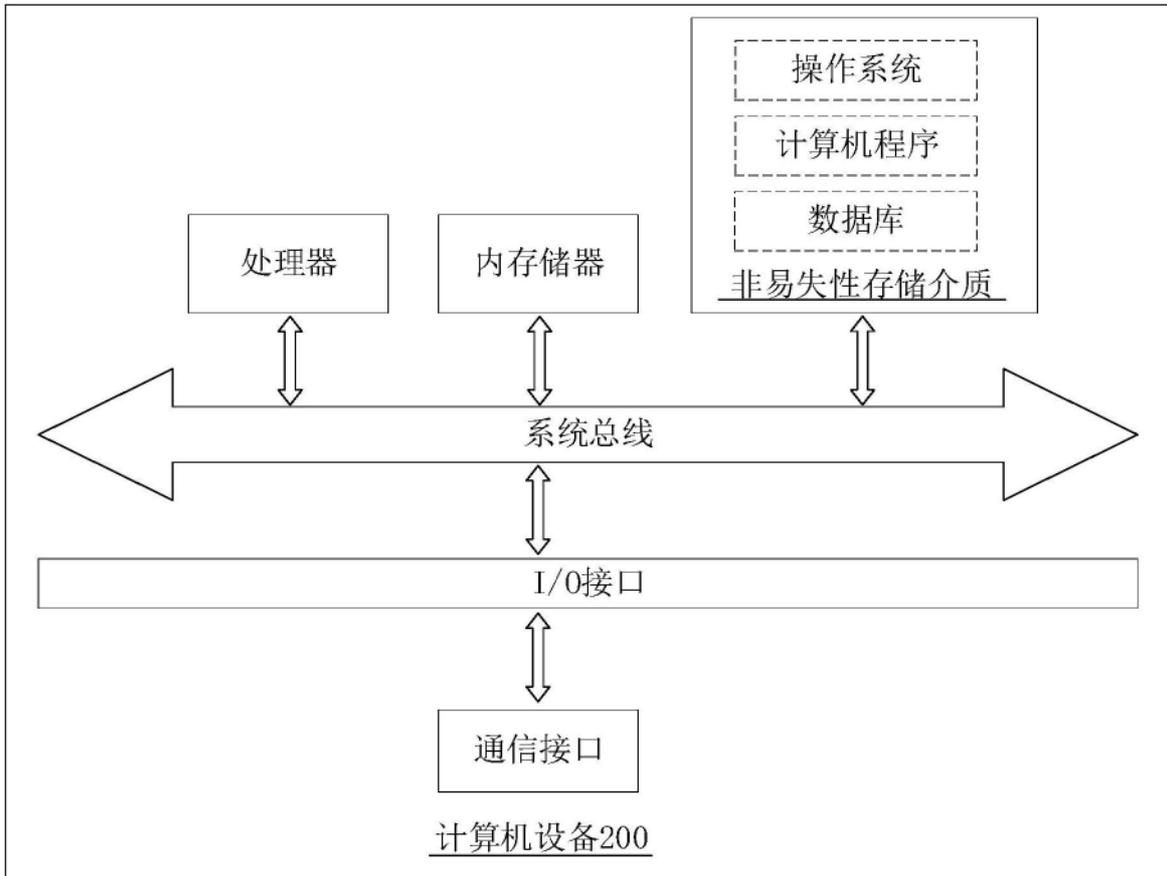


图7

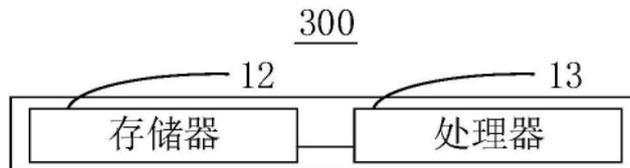


图8

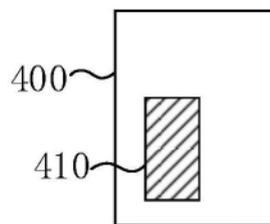


图9