



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110925414 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911424391.9

(22)申请日 2019.12.31

(71)申请人 潍柴动力股份有限公司

地址 261061 山东省潍坊市高新技术产业
开发区福寿东街197号甲

(72)发明人 乔运乾 李森 王凡 张明波
荀亚敏

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 李慧引

(51)Int.Cl.

F16H 59/44(2006.01)

F16H 59/46(2006.01)

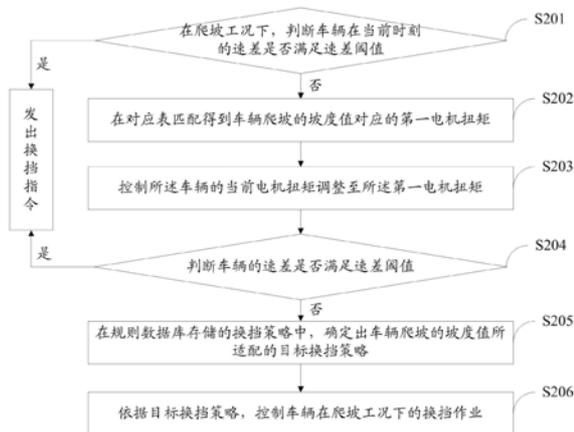
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54)发明名称

基于坡道的换挡控制方法及装置

(57)摘要

本申请提供了一种基于坡道的换挡控制方法及装置,该方法包括:在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,若判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;控制车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;在车辆的当前电机扭矩为第一电机扭矩的状态下,判断车辆的速差是否满足速差阈值;若判断出调整电机扭矩后的车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;依据目标换挡策略,控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。



1. 一种基于坡道的换挡控制方法,其特征在于,包括:

在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,其中,所述速差为所述车辆的电机转速与输出轴转速的差值;

若判断出所述车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到所述车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;其中,所述对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系;

控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;

在所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,判断所述车辆的速差是否满足速差阈值;其中,所述车辆的速差为所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,所述车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值;

若判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;

依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业。

2. 根据权利要求1所述的换挡控制方法,其特征在于,所述换挡策略包括第一换挡策略和第二换挡策略,其中:所述在规则数据库中存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略,包括:

在所述规则数据库查询得到,所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡成功率、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡成功率;

将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为所述目标换挡策略。

3. 根据权利要求2所述的换挡控制方法,其特征在于,还包括:

在所述第一换挡策略的换挡成功率和所述第二换挡策略的换挡成功率相同的情况下,比对所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡时长、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡时长;

将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡时长小的换挡策略作为所述目标换挡策略。

4. 根据权利要求1至3中任意一项所述的换挡控制方法,其特征在于,若所述目标换挡策略为第一换挡策略,所述依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述当前爬坡工况下的换挡作业,包括:

获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速;

计算得到所述当前电机转速与所述当前输出轴转速的当前速差,并利用所述当前速差与所述速差阈值求差,得到目标差值;

将所述当前电机转速与所述目标差值求差,得到目标电机转速;

控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第二电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述目标电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为所述第二电机扭矩;

判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速,直至判断出所述车辆

在当前电机扭矩下的速差满足所述速差阈值。

5. 根据权利要求4所述的换挡控制方法,其特征在於,还包括:

若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第二换挡策略。

6. 根据权利要求1至3中任意一项所述的换挡控制方法,其特征在於,若所述目标换挡策略为第二换挡策略,所述依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述当前爬坡工况下的换挡作业,包括:

获取所述车辆在当前时刻的加速度值;

基于所述车辆在当前时刻的加速度值,确定所述车辆在下一时刻的输出轴转速;

利用所述车辆在下一时刻的输出轴转速与所述速差阈值,确定所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速;

控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第三电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速时,对应的所述车辆的电机扭矩为所述第三电机扭矩;

判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前时刻的加速度值,直至判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差满足所述速差阈值。

7. 根据权利要求6所述的换挡控制方法,其特征在於,还包括:

若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第一换挡策略。

8. 根据权利要求1所述的换挡控制方法,其特征在於,所述依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业之后,还包括:

若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡失败,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率;

若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡成功,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率,并依据本次换挡时长,更新所述目标换挡策略对应所述坡度值的换挡时长。

9. 一种基于坡道的换挡控制装置,其特征在於,包括:

第一判断单元,用于在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,其中,所述速差为所述车辆的电机转速与输出轴转速的差值;

查询单元,用于若所述第一判断单元判断出所述车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到所述车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;其中,所述对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系;

第一控制单元,用于控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;

第二判断单元,用于在所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,判断所述车辆的速差是否满足速差阈值;其中,所述车辆的速差为所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,所述车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值;

第一确定单元,用于若所述第二判断单元判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;

第二控制单元,用于依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业。

10. 根据权利要求9所述的换挡控制装置,其特征在于,所述第一确定单元,包括:

查询子单元,用于在所述规则数据库查询得到,所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡成功率、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡成功率;

第一选择子单元,用于将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为所述目标换挡策略。

基于坡道的换挡控制方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电机驱动技术领域,尤其涉及一种基于坡道的换挡控制方法及装置。

背景技术

[0002] 随着科学技术的不断发展,为应对未来能源紧缺和环境污染问题,纯电动汽车应运而生。纯电动汽车作为一种电驱的新能源交通工具,符合节能减排的理念;近年来,纯电动汽车在市场上如雨后春笋大量涌现。

[0003] 在对纯电动汽车的操作中,换挡指令发出的条件通常需要在换挡时间内,扭矩和速差分别能满足允许范围;其中,速差指电机转速与输出轴转速的差值。但在坡道工况下,由于上坡或下坡都会导致车辆的行驶阻力发生变化,纯电动汽车配备的AMT挡箱在现有的换挡控制参数下,会发生电机转速与输出轴转速的速差超出允许范围的情况,导致纯电动汽车在坡道工况下换挡失败。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本申请提供了一种基于坡道的换挡控制方法及装置,以解决当前纯电动汽车在坡道工况下可能会发生换挡失败的问题。

[0005] 为实现上述目的,本申请提供如下技术方案:

[0006] 本申请第一方面提供了一种基于坡道的换挡控制方法,包括:

[0007] 在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,其中,所述速差为所述车辆的电机转速与输出轴转速的差值;

[0008] 若判断出所述车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到所述车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;其中,所述对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系;

[0009] 控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;

[0010] 在所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,判断所述车辆的速差是否满足速差阈值;其中,所述车辆的速差为所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,所述车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值;

[0011] 若判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;

[0012] 依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业。

[0013] 可选的,所述换挡策略包括第一换挡策略和第二换挡策略,其中:所述在规则数据库中存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略,包括:

[0014] 在所述规则数据库查询得到,所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡成功率、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡成功率;

[0015] 将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为所述目标换挡策略。

[0016] 可选的,上述基于坡道的换挡控制方法,还包括:

[0017] 在所述第一换挡策略的换挡成功率和所述第二换挡策略的换挡成功率相同的情况下,比对所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡时长、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡时长;

[0018] 将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡时长小的换挡策略作为所述目标换挡策略。

[0019] 可选的,若所述目标换挡策略为第一换挡策略,所述依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述当前爬坡工况下的换挡作业,包括:

[0020] 获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速;

[0021] 计算得到所述当前电机转速与所述当前输出轴转速的当前速差,并利用所述当前速差与所述速差阈值求差,得到目标差值;

[0022] 将所述当前电机转速与所述目标差值求差,得到目标电机转速;

[0023] 控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第二电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述目标电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为所述第二电机扭矩;

[0024] 判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

[0025] 若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速,直至所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差满足所述速差阈值。

[0026] 可选的,上述基于坡道的换挡控制方法,还包括:

[0027] 若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第二换挡策略。

[0028] 可选的,若所述目标换挡策略为第二换挡策略,所述依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述当前爬坡工况下的换挡作业,包括:

[0029] 获取所述车辆在当前时刻的加速度值;

[0030] 基于所述车辆在当前时刻的加速度值,确定所述车辆在下一时刻的输出轴转速;

[0031] 利用所述车辆在下一时刻的输出轴转速与所述速差阈值,确定所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速;

[0032] 控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第三电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速时,对应的所述车辆的电机扭矩为所述第三电机扭矩;

[0033] 判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

[0034] 若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前时刻的加速度值,直至判断出所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差满足所述速差阈值。

[0035] 可选的,上述基于坡道的换挡控制方法,还包括:

[0036] 若判断出所述车辆在当前电机扭矩下的车辆的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第一换挡策略。

[0037] 可选的,上述基于坡道的换挡控制方法,还包括:

[0038] 若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡失败,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率;

[0039] 若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡成功,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率,并依据本次换挡时长,更新所述换挡方案对应所述坡度值的换挡时长。

[0040] 本申请第二方面提供了一种基于坡道的换挡控制装置,包括:

[0041] 第一判断单元,用于在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,其中,所述速差为所述车辆的电机转速与输出轴转速的差值;

[0042] 查询单元,用于若所述第一判断单元判断出所述车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到所述车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;其中,所述对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系;

[0043] 第一控制单元,用于控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;

[0044] 第二判断单元,用于在所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,判断所述车辆的速差是否满足速差阈值;其中,所述车辆的速差为所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,所述车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值;

[0045] 第一确定单元,用于若所述第二判断单元判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;

[0046] 第二控制单元,用于依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业。

[0047] 可选的,所述第一确定单元,包括:

[0048] 查询子单元,用于在所述规则数据库查询得到,所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡成功率、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡成功率;

[0049] 第一选择子单元,用于将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为所述目标换挡策略。

[0050] 可选的,上述基于坡道的换挡控制装置,还包括:

[0051] 比对子单元,用于在所述第一换挡策略的换挡成功率和所述第二换挡策略的换挡成功率相同的情况下,比对所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第一换挡策略的换挡时长、及所述车辆爬坡的坡度值对应的所述第二换挡策略的换挡时长;

[0052] 第二选择子单元,用于将所述第一换挡策略和所述第二换挡策略中,换挡时长小的换挡策略作为所述目标换挡策略。

[0053] 可选的,若所述目标换挡策略为第一换挡策略,所述第二控制单元,包括:

[0054] 第一获取单元,用于获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速;

[0055] 第一求差单元,用于计算得到所述当前电机转速与所述当前输出轴转速的当前速

差,并利用所述当前速差与所述速差阈值求差,得到目标差值;

[0056] 第二求差单元,用于将所述当前电机转速与所述目标差值求差,得到目标电机转速;

[0057] 第三控制单元,用于控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第二电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述目标电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为所述第二电机扭矩;

[0058] 第三判断单元,用于判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

[0059] 第一执行单元,用于若所述第三判断单元判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速,直至判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差满足所述速差阈值。

[0060] 可选的,上述基于坡道的换挡控制装置,还包括:

[0061] 第二执行单元,用于若第三判断单元判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第二换挡策略。

[0062] 可选的,若所述目标换挡策略为第二换挡策略,所述第二控制单元,包括:

[0063] 第二获取单元,用于获取所述车辆在当前时刻的加速度值;

[0064] 第二确定单元,用于基于所述车辆在当前时刻的加速度值,确定所述车辆在下一时刻的输出轴转速;

[0065] 第三确定单元,用于利用所述车辆在下一时刻的输出轴转速与所述速差阈值,确定所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速;

[0066] 第四控制单元,用于控制所述车辆的当前电机扭矩调整至第三电机扭矩;其中,所述车辆的电机转速为所述车辆在下一时刻换挡所需的电机转速时,对应的所述车辆的电机扭矩为所述第三电机扭矩;

[0067] 第四判断单元,用于判断所述车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足所述速差阈值;其中,所述车辆在当前电机扭矩下的速差,为所述车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;

[0068] 第三执行单元,用于若所述第四判断单元判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值,则返回执行所述获取所述车辆在当前时刻的加速度值,直至判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差满足所述速差阈值。

[0069] 可选的,上述基于坡道的换挡控制装置,还包括:

[0070] 第四执行单元,用于若第四判断单元判断出所述车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行所述第一换挡策略。

[0071] 可选的,上述基于坡道的换挡控制装置,还包括:

[0072] 第一更新单元,用于若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡失败,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率;

[0073] 第二更新单元,用于若依据所述目标换挡策略控制所述车辆在所述爬坡工况下换挡成功,则更新所述规则数据库中的所述目标换挡策略的换挡成功率,并依据本次换挡时长,更新所述换挡方案对应所述坡度值的换挡时长。

[0074] 与现有技术相比,本申请具有以下优点:

[0075] 本申请提供一种基于坡道的换挡控制方法中,在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值;若判断出所述车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到所述车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩;在所述车辆的当前电机扭矩为所述第一电机扭矩的状态下,判断所述车辆的速差是否满足速差阈值;若判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出所述车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略;依据所述目标换挡策略,控制所述车辆在所述爬坡工况下的换挡作业。由此可见,车辆在坡道工况换挡的情况下,采用本申请实施例提供的换挡控制方法,相当于获得“双重保险”。第一道保险:在判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值时,通过查询对应表的方式得到第一电机扭矩,进而通过第一电机扭矩调整电机扭矩,以得到新的电机转速及新的速差值,从而使车辆在当前时刻的速差能够满足速差阈值。第二道保险:若上述第一道保险无法使车辆在当前时刻的速差满足速差阈值,则在规则数据库中确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略,采用适配的目标换挡策略,对车辆在爬坡工况下的换挡作业进行控制。如此,基于本申请提供的双重保险,能够有效的解决当前纯电动汽车在坡道工况下可能会发生换挡失败的问题,保证了车辆的正常行驶与人员安全。

附图说明

[0076] 为了更清楚地说明本申请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申请的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0077] 图1为本发明实施例提供的一种不同工况下的速差示意图;

[0078] 图2为本发明实施例提供的一种基于坡道的换挡控制方法的方法流程图;

[0079] 图3为本发明实施例提供的一种步骤205的实现方法的方法流程图;

[0080] 图4为本发明另一实施例提供的一种基于坡道的换挡控制方法的流程图;

[0081] 图5为本发明另一实施例提供的一种基于坡道的换挡控制方法的流程图;

[0082] 图6为本发明实施例提供的一种基于坡道的换挡控制装置的结构示意图。

具体实施方式

[0083] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0084] 为了方便理解本申请实施例所提供的换挡控制方法,首先对本申请实施例所涉及到的部分术语或原理进行简要说明:

[0085] 速差:指电机转速与输出轴转速的差值。一般情况下,纯电动汽车(以下简称为车辆)要进行换挡的其中一个必要前提为,需要速差处在速差阈值内;其中,速差阈值指预先标定好的一个范围,属于换挡控制参数的一部分。

[0086] 可选的,本申请实施例提供了一个正常工况与部分坡道工况下的速差对比示意

图,可参见图1。

[0087] 由图1中可见,在正常工况中,车辆在进行换挡时速差值相对较小;而在部分坡道工况中,车辆在进行换挡时由于行驶阻力变化等原因,造成车辆输出轴转速变化幅度太快,导致速差值相对较大,并且有可能会超出速差阈值。因此需要对车辆的速差进行矫正,以满足速差阈值。

[0088] 电机扭矩和电机转速:电机扭矩与电机转速具有相关性。在其他因素不变的情况下,电机转速会随之电机扭矩的增大而提升。在本申请提供的换挡策略中,便通过调整电机扭矩以达到调整电机转速的目的。

[0089] 还需要说明的是,在车辆实际驾驶中,遇到的坡道的坡度值也会不尽相同,车辆爬坡状态下的速差值也会不同。因此,为使车辆在不同坡度值下皆能顺利换挡,本申请实施例提供了一种基于坡道的换挡控制方法,参考图2,该方法包括:

[0090] S201、在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值。

[0091] 由前述内容可知,速差为电机转速与输出轴转速的差值;速差阈值为换挡控制参数中的一部分,用于判断当前状态下的速差是否满足换挡需求。由于坡道工况会影响输出轴的正常转速,导致车辆的速差发生变化。因此,本步骤即可以理解为:在爬坡工况下,判断车辆能否正常换挡。

[0092] 若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,则按照预设的换挡程序,发出换挡指令。

[0093] 还需要说明的是,本申请侧重点在于说明当速差不能满足速差阈值时,本申请所执行的一系列调控操作。因此,下文再次出现速差满足速差阈值的情况时,本申请将只会采用简略的表述。

[0094] 若判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则意味着当前状态下车辆无法正常换挡。因此执行步骤S202、在对应表匹配得到车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩。

[0095] 其中,所述对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系。需要说明的是,该对应表是一个经由本领域技术人员根据多个不同的坡道值的坡道,进行大量反复的坡道试验,所推导配置出的坡度值与电机扭矩之间的对应关系,在实际中具有很强的参照价值。

[0096] 通过对应关系得到的第一电机扭矩用于调整车辆的电机转速,而电机转速发生改变时,速差也会发生改变;因此可以进一步理解为:电机扭矩是用于调整车辆在当前行驶工况下的速差。

[0097] S203、控制所述车辆的当前电机扭矩调整至所述第一电机扭矩。

[0098] 需要说明的是,当车辆的电机扭矩发生改变时,相应的车辆的电机转速也会发生改变。调整电机扭矩后,在车辆的当前电机扭矩为第一电机扭矩的状态下,执行步骤S204、判断车辆的速差是否满足速差阈值。

[0099] 本申请实施例中,当前时刻的车辆的速差,为车辆的当前电机扭矩是第一电机扭矩的状态下,车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值。换言之,就是该车辆在调整扭矩之后的速差。

[0100] 由此,若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,则按照预设的换挡程序,发出换挡指令。

[0101] 重申上文中提到的双重保险的含义,当前通过查询对应表得到第一电机扭矩,以

用来调整电机转速,得到调整后的速差,这便是本申请针对坡道工况提供的第一道保险。但考虑到实际行驶工况中会遇到各种各样的坡道,对应表中标定的扭矩有可能会在一些坡道工况下无法发挥出作用,或是不起成效,因此,本申请提供了以下第二道保险。

[0102] 若判断出调整电机扭矩后的所述车辆的速差不满足速差阈值,则执行步骤S205、在规则数据库存储的换挡策略中,确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略。

[0103] 本申请实施例中,预先在整车系统中建立有规则数据库。针对坡道工况下的换挡作业,当查询对应表的方式无法进行换挡,即第一道保险失效时,则采取从规则数据库中确定出坡度值适配的目标换挡策略。这亦是本申请提供的第二道保险。

[0104] 需要说明的是,车辆爬坡的坡度值可通过传感器检测。也可以依据速度公式: $v_t = v_0 + at$ 进行计算。式中, v_t 为当前时刻的速度, v_0 为上一时刻的速度,可直接获取时间点对应的速度; a 为加速度(在爬坡时为减速度); t 为时间,上下时刻的采样时间间隔可设置为10ms。由公式求得加速度 a 的值后,进而可根据夹角公式与加速度的关系,确定出当前爬坡状态下的坡度值。

[0105] 还需要说明的是,目标换挡策略包括第一换挡策略和第二换挡策略,在确定出坡度值后,便可以对目标策略进行选择。

[0106] 可选的,本申请另一实施例中,目标换挡策略的一种选择方式,可参照图3,包括:

[0107] S301、在规则数据库查询得到,车辆爬坡的坡度值对应的第一换挡策略的换挡成功率、及车辆爬坡的坡度值对应的第二换挡策略的换挡成功率。

[0108] 本申请实施例中,坡度值对应的换挡策略的换挡成功率,通过历史行驶数据训练得来。

[0109] 还需要说明的是,当车辆从未跑过某个坡度值时,相应的,目标换挡策略的换挡成功率均为0。因此在首次遇到该坡度值下的爬坡工况,且第一道保险还正巧失效之时,则可以采取随机挑选第一换挡策略或第二换挡策略的方法来确定目标换挡策略。例如选择了第一换挡策略作为目标换挡策略,且使车辆在本次坡道工况下换挡成功,则更新该坡度值对应于第一换挡策略的成功率为1。

[0110] 以此类推,在经过一段时间的训练和更新之后,或将对不同的坡度值,两种策略都有具有自身对应的换挡成功率,由此便可对二者的换挡成功率进行比较,以确定将要采取的换挡策略。

[0111] S302、将第一换挡策略和第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为目标换挡策略。

[0112] 特别的,若存在两种换挡策略的换挡成功率相同的情况下,则执行步骤S303、比对车辆爬坡的坡度值对应的第一换挡策略的换挡时长、及车辆爬坡的坡度值对应的第二换挡策略的换挡时长。

[0113] 请参照下面的表1,以下将围绕表1进行说明:

[0114] 表1

	坡度值	换挡策略	成功率 (%)	换挡时长(s)
[0115]	27°	第一换挡策略	75	0.82
		第二换挡策略	75	0.83

[0116] 由表1可知,在规则数据库储存的数据中,坡道值在27°的情况下,第一换挡策略和第二换挡策略的成功率均为75%。因此在下一级中,通过比较二者的换挡时长来确定所要采用的换挡策略。且进一步还可知,表1中的第一换挡策略的换挡时长小于第二换挡策略的换挡时长。

[0117] S304、将第一换挡策略和第二换挡策略中,换挡时长小的换挡策略作为目标换挡策略。

[0118] 以表1进行说明,则在坡度值为27°的坡道工况下,采用第一换挡策略作为目标换挡策略。

[0119] S206、依据目标换挡策略,控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。

[0120] 在确定了以第一换挡策略为目标换挡策略,或以第二换挡策略作为目标换挡策略之后,便可根据目标换挡策略中预先拟定的方法或策略,来控制车辆在爬坡工况下的换挡作业,这便是本申请提供的车辆在坡道工况换挡的第二道保险。

[0121] 可选的,若依据目标换挡策略控制车辆在爬坡工况下换挡失败,则更新规则数据库中的目标换挡策略的换挡成功率。

[0122] 可选的,若依据目标换挡策略控制车辆在爬坡工况下换挡成功,则更新规则数据库中的目标换挡策略的换挡成功率,并依据本次换挡时长,更新目标换挡策略对应坡度值的换挡时长。

[0123] 本申请实施例提供一种基于坡道的换挡控制方法,在爬坡工况下,运用“双重保险”控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。其中,第一道保险在判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值时,通过查询对应表的方式得到第一电机扭矩,进而通过第一电机扭矩调整电机扭矩,以得到新的电机转速及新的速差值,从而使车辆在当前时刻的速差能够满足速差阈值。第二道保险在上述第一道保险无法使车辆在当前时刻的速差满足速差阈值时,从规则数据库中确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略,采用适配的目标换挡策略,对车辆在爬坡工况下的换挡作业进行控制。如此,基于本申请提供的双重保险,能够有效的解决当前纯电动汽车在坡道工况下可能会发生换挡失败的问题,保证了车辆的正常行驶与人员安全。

[0124] 本申请另一实施例提供了一种依据第一换挡策略控制车辆在爬坡工况下的换挡作业的方法。该方法可以作为本申请第一个实施例所提供的方法中的步骤S206的具体实现过程,与本申请的第一个实施例所提供的的方法的步骤相结合,构成一个完整的基于坡道的换挡控制方法。可参照图4,该方法包括:

[0125] S401、获取车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速。

[0126] 本步骤中,当前电机转速与当前输出轴转速皆可通过传感器检测得到。

[0127] S402、计算得到当前电机转速与当前输出轴转速的当前速差,并利用当前速差与速差阈值求差,得到目标差值。

[0128] 其中,通过简单求差的方式便可得到当前速差,此处便不再赘述。此外,将当前速差与输出阈值求差,可以将其简单理解为:求出当前速差超出速差阈值的部分速差,进而去消除该部分速差,使得剩余部分能满足车辆当前时刻的速差处于速差阈值内。

[0129] S403、将当前电机转速与目标差值求差,得到目标电机转速。

[0130] 本申请实施例中,由于速差为电机转速和输出轴转速的差值,因此,在坡道工况而使输出轴转速发生改变的情况下,相应的去调整电机转速,以动态维持速差处在速差阈值内,从而达到正常发出换挡指令的目的。

[0131] S404、控制车辆的当前电机扭矩调整至第二电机扭矩;其中,车辆的电机转速为目标电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为第二电机扭矩。

[0132] 需要说明的是,本步骤中亦可以理解为:对车辆的当前电机扭矩进行调整,以使得车辆的电机转速由当前电机转速变化至目标电机扭矩,而第二电机扭矩便是需要当前电机扭矩调整成为的目标。

[0133] 特别需要说明的是,与上述步骤S102中通过查询对应表,得到用于调整电机转速的第一电机扭矩的方法相似,本步骤中也采取调整电机扭矩的方式来调整电机转速。但区别在于:第一电机扭矩是一个预先通过试验所配置的值,而第二电机扭矩则是基于计算得到的当前速差超出速差阈值的那一部分,并匹配于相应的电机扭矩,以消除超出速差阈值的那一部分。

[0134] S405、判断车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足速差阈值。

[0135] 其中,车辆在当前电机扭矩下的速差,为车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;而当前电机扭矩在同一时刻中,指代步骤S404中的第二电机扭矩。可简单理解为:在将当前电机扭矩调整为第二电机扭矩之后,判断当前的速差是否满足速差阈值。

[0136] 若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足速差阈值,代表本次调整并不能使用的调整后的速差处于速差阈值内。因此返回执行步骤S401,直至判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值。

[0137] 在返回到步骤S401后,开始执行新一轮的调整流程。其中,本申请采用赋值语句 $k = k + 1$ 记录循环的总返回次数,并可以对总返回次数 k 赋予上限值。例如3次,当返回执行次数达到上限,但仍旧判断出车辆在当前电机扭矩下的速差无法满足速差阈值时,可执行第二换挡策略。

[0138] 同理,在执行第二换挡策略时,也可采用同样的赋值语句记录第二换挡策略循环的总返回次。当第二换挡策略执行次数达到上限,但还是判断出车辆在当前电机扭矩下的速差无法满足速差阈值时,则执行报错程序。

[0139] 而若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,则执行步骤S406、发出换挡指令。

[0140] 需要说明的是,在判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,表明经过调整扭矩后,使得车辆的速差能满足速差阈值,按照预设的换挡程序,则发出换挡指令。

[0141] 本申请实施例所提供的,依据第一换挡策略控制车辆在爬坡工况下的换挡作业的方法,能够基于获取到的当前电机转速与当前输出轴转速,计算出超出速差阈值的部分速差,进而通过调整电机扭矩的方式对电机转速进行调整,以达到消除该部分速差的目的,使得调整扭矩后能满足车辆当前时刻的速差处于速差阈值内。并且,在一次无法成功的情况

下,通过循环的方式多次执行,极大的提高了换挡成功率。

[0142] 本申请另一实施例提供了一种依据第二换挡策略控制车辆在爬坡工况下的换挡作业的方法。该方法亦可以作为本申请第一个实施例所提供的方法中的步骤S206的具体实现过程,与本申请的第一个实施例所提供的的方法的步骤相结合,构成另一个完整的基于坡道的换挡控制方法。可参照图5,该方法包括:

[0143] S501、获取车辆在当前时刻的加速度值。

[0144] 本申请实施例中,可通过速度传感器获取到车辆当前时刻的加速度值;还可以通过获取所述车辆在当前时刻的速度与前一时刻的速度,代入速度公式进行计算,得到车辆在当前时刻的加速度值。

[0145] 其中,速度公式为 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 。

[0146] 式中,a为加速度值(爬坡状态下减速度); v_0 为前一时刻的速度, v_t 为当前时刻的速度, v_0 及 v_t 可通过速度传感器获得;t为时间间隔,可每隔10ms对车辆的速度进行一次检测,即上一时刻与当前时刻的时间间隔为10ms。

[0147] S502、基于车辆在当前时刻的加速度值,确定车辆在下一时刻的输出轴转速。

[0148] 本申请实施例中,可基于步骤S501中求得的加速度值a,代入公式:

$$[0149] \begin{cases} OutSpd_1 = OutSpd_2 + \Delta OutSpd \\ \Delta OutSpd = a.t \end{cases}$$

[0150] 式中,t亦取时间间隔值:为10ms; $\Delta OutSpd$ 指代当前时刻到下一时刻的输出轴转速的变化量; $OutSpd_2$ 为当前输出轴转速; $OutSpd_1$ 为下一时刻的输出轴转速。通过当前时刻的加速度值,将当前时刻的输出轴转速与当前时刻到下一时刻的输出轴转速的变化量求和,便可得到当下一时刻的输出轴转速。

[0151] 还需要说明的是,当前时刻到下一时刻的输出轴的变化量通过加速度值a计算得到;而加速度值a则通过上一时刻的速度与当前时点的速度计算得到。因此可以理解变化量 $\Delta OutSpd$ 是一个预估值,而下一时刻的速差轴转速 $OutSpd_1$ 亦是一个预估值。

[0152] S503、利用车辆在下一时刻的输出轴转速与速差阈值,确定车辆在下一时刻换挡所需的电机转速。

[0153] 围绕速差为电机转速与输出轴转速的差值的原理,在确定了下一时刻的输出轴转速之后,相应的去调整电机转速,以动态维持速差处在速差阈值内,从而达到正常发出换挡指令的目的。

[0154] S504、控制车辆的当前电机扭矩调整至第三电机扭矩;其中,车辆的电机转速为车辆在下一时刻换挡所需的电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为第三电机扭矩。

[0155] 同理,本步骤中亦可以理解为:对车辆的当前电机扭矩进行调整,以使得车辆的电机转速,由当前电机转速变化至车辆在下一时刻换挡所需的电机转速,而第三电机扭矩便是需要当前电机扭矩调整成为的目标。

[0156] 特别需要说明的是,第三电机扭矩是基于速差阈值,与预先预测出的下一时刻的输出轴转速而确定的,用于调整出一个与下一时刻的输出轴转速相匹配的电机转速。

[0157] S505、判断车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足速差阈值。

[0158] 其中,车辆在当前电机扭矩下的速差,为车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值;而当前电机扭矩在同一时刻中,指代步骤S504中的第三电机扭矩。可简单理解为:在将当前电机扭矩调整为第三电机扭矩之后,判断当前的速差是否满足速差阈值。

[0159] 若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足速差阈值,代表本次调整并不能使用的调整后的速差处于速差阈值内。因此返回执行步骤S501,直至判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值。

[0160] 在返回到步骤S501后,开始执行新一轮的调整流程。其中,本申请采用赋值语句 $k=k+1$ 记录循环的总返回次数,并可以对总返回次数 k 赋予上限值。例如3次,当返回执行次数达到上限,但仍旧判断出车辆在当前电机扭矩下的速差无法满足速差阈值时,可执行第一换挡策略。

[0161] 同理,在执行第一换挡策略时,也可采用同样的赋值语句记录第一换挡策略循环的总返回次。当第一换挡策略执行次数达到上限,但还是判断出车辆在当前电机扭矩下的速差无法满足速差阈值时,则执行报错程序。

[0162] 而若判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,则执行步骤S506、发出换挡指令。

[0163] 需要说明的是,在判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值时,表明经过调整扭矩后,使得车辆的速差能满足速差阈值,按照预设的换挡程序,则发出换挡指令。

[0164] 本申请实施例所提供的,依据第二换挡策略控制车辆在爬坡工况下的换挡作业的方法,能够基于获取到的车辆在当前时刻的加速度值,计算出下一时刻的输出轴转速的预测值,进而通过调整电机扭矩的方式对电机转速进行调整,以达到调整出一个,与下一时刻的输出轴转速相匹配的电机转速的目的,使得调整扭矩后能满足车辆当前时刻的速差处于速差阈值内。并且,在一次无法成功的情况下,通过循环的方式多次执行,极大的提高了换挡成功率。

[0165] 本申请另一实施例还提供了一种基于坡道的换挡控制装置,可参见图6,包括:

[0166] 第一判断单元601,用于在爬坡工况下,判断车辆在当前时刻的速差是否满足速差阈值,其中,速差为车辆的电机转速与输出轴转速的差值。

[0167] 查询单元602,用于若第一判断单元601判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值,则在对应表匹配得到车辆爬坡的坡度值对应的第一电机扭矩;其中,对应表中预先建立有坡度值与电机扭矩的对应关系。

[0168] 第一控制单元603,用于控制车辆的当前电机扭矩调整至第一电机扭矩。

[0169] 第二判断单元604,用于在车辆的当前电机扭矩为第一电机扭矩的状态下,判断车辆的速差是否满足速差阈值;其中,车辆的速差为车辆的当前电机扭矩为第一电机扭矩的状态下,车辆的电机转速与输出轴转速之间的差值。

[0170] 第一确定单元605,用于若第二判断单元604判断出调整电机扭矩后的车辆的速差不满足速差阈值,则在规则数据库存储的换挡策略中,确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略。

[0171] 第二控制单元606,用于依据目标换挡策略,控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。

[0172] 本实施例中,第一判断单元601、查询单元602、第一控制单元603、第二判断单元604、第一确定单元605及第二控制单元606的具体执行过程,可参见对应图2的方法实施例

内容,此处不再赘述。

[0173] 本申请实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,在爬坡工况下,运用“双重保险”控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。其中,第一道保险在第一判断单元601判断出车辆在当前时刻的速差不满足速差阈值时,查询单元602通过查询对应表的方式得到第一电机扭矩,第一控制单元603通过第一电机扭矩调整电机扭矩,以得到新的电机转速及新的速差值,从而使车辆在当前时刻的速差能够满足速差阈值。第二道保险在第二判断单元604判断出调整电机扭矩后的车辆的速差不满足速差阈值,第一确定单元605从规则数据库存储的换挡策略中,确定出车辆爬坡的坡度值所适配的目标换挡策略,以使得第二控制单元606依据目标换挡策略,控制车辆在爬坡工况下的换挡作业。基于本申请提供的双重保险之下,能够有效的解决当前纯电动汽车在坡道工况下可能会发生换挡失败的问题,保证了车辆的正常行驶与人员安全。

[0174] 可选的,本申请另一实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,还包括:

[0175] 第一更新单元,用于若依据目标换挡策略控制车辆在爬坡工况下换挡失败,则更新规则数据库中的目标换挡策略的换挡成功率。

[0176] 第二更新单元,用于若依据目标换挡策略控制车辆在爬坡工况下换挡成功,则更新规则数据库中的目标换挡策略的换挡成功率,并依据本次换挡时长,更新换挡方案对应坡度值的换挡时长。

[0177] 本实施例中,第一更新单元及第二更新单元的具体执行过程,可参见对应图2的方法实施例内容,此处不再赘述。

[0178] 可选的,本申请另一实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,第一确定单元605,包括:

[0179] 查询子单元,用于在规则数据库查询得到,车辆爬坡的坡度值对应的第一换挡策略的换挡成功率、及车辆爬坡的坡度值对应的第二换挡策略的换挡成功率。

[0180] 第一选择子单元,用于将第一换挡策略和第二换挡策略中,换挡成功率高的换挡策略作为目标换挡策略。

[0181] 可选的,本申请另一实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,还包括:

[0182] 比对子单元,用于在第一换挡策略的换挡成功率和第二换挡策略的换挡成功率相同的情况下,比对车辆爬坡的坡度值对应的第一换挡策略的换挡时长、及车辆爬坡的坡度值对应的第二换挡策略的换挡时长。

[0183] 第二选择子单元,用于将第一换挡策略和第二换挡策略中,换挡时长小的换挡策略作为目标换挡策略。

[0184] 上述实施例中,查询子单元、第一选择子单元、比对子单元及第二选择子单元的具体执行过程,可参见对应图3的方法实施例内容,此处不再赘述。

[0185] 可选的,本申请另一实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,第二控制单元606,包括:

[0186] 第一获取单元,用于获取车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速。

[0187] 第一求差单元,用于计算得到当前电机转速与当前输出轴转速的当前速差,并利用当前速差与速差阈值求差,得到目标差值。

[0188] 第二求差单元,用于将当前电机转速与目标差值求差,得到目标电机转速;

[0189] 第三控制单元,用于控制车辆的当前电机扭矩调整至第二电机扭矩;其中,车辆的电机转速为目标电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为第二电机扭矩。

[0190] 第三判断单元,用于判断车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足速差阈值;其中,车辆在当前电机扭矩下的速差,为车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值。

[0191] 第一执行单元,用于若第三判断单元判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足速差阈值,则返回执行获取车辆在当前电机扭矩下的当前电机转速与当前输出轴转速,直至判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值。

[0192] 第二执行单元,用于若第三判断单元判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足所述速差阈值的次数,达到预设次数,则执行第二换挡策略。

[0193] 本实施例中,第一获取单元、第一求差单元、第二求差单元、第三控制单元、第三判断单元、第一执行单元及第二执行单元的具体执行过程,可参见对应图4的方法实施例内容,此处不再赘述。

[0194] 可选的,本申请另一实施例提供的基于坡道的换挡控制装置中,第二控制单元606,包括:

[0195] 第二获取单元,用于获取车辆在当前时刻的加速度值。

[0196] 第二确定单元,用于基于车辆在当前时刻的加速度值,确定车辆在下一时刻的输出轴转速。

[0197] 第三确定单元,用于利用车辆在下一时刻的输出轴转速与速差阈值,确定车辆在下一时刻换挡所需的电机转速。

[0198] 第四控制单元,用于控制车辆的当前电机扭矩调整至第三电机扭矩;其中,车辆的电机转速为车辆在下一时刻换挡所需的电机转速时,对应的车辆的电机扭矩为第三电机扭矩。

[0199] 第四判断单元,用于判断车辆在当前电机扭矩下的速差是否满足速差阈值;其中,车辆在当前电机扭矩下的速差,为车辆在当前电机扭矩下的电机转速和输出轴转速的差值。

[0200] 第三执行单元,用于若第三判断单元判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足速差阈值,则返回执行获取车辆在当前时刻的加速度值,直至判断出车辆在当前电机扭矩下的速差满足速差阈值。

[0201] 第四执行单元,用于若第三判断单元判断出车辆在当前电机扭矩下的速差不能满足速差阈值的次数,达到预设次数,则执行第一换挡策略。

[0202] 本实施例中,第二获取单元、第二确定单元、第三确定单元、第四控制单元、第四判断单元、第三执行单元及第四执行单元的具体执行过程,可参见对应图5的方法实施例内容,此处不再赘述。

[0203] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那

些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0204] 需要注意,本发明中提及的“第一”、“第二”等概念仅用于对不同的装置、模块或单元进行区分,并非用于限定这些装置、模块或单元所执行的能的顺序或者相互依存关系。

[0205] 专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

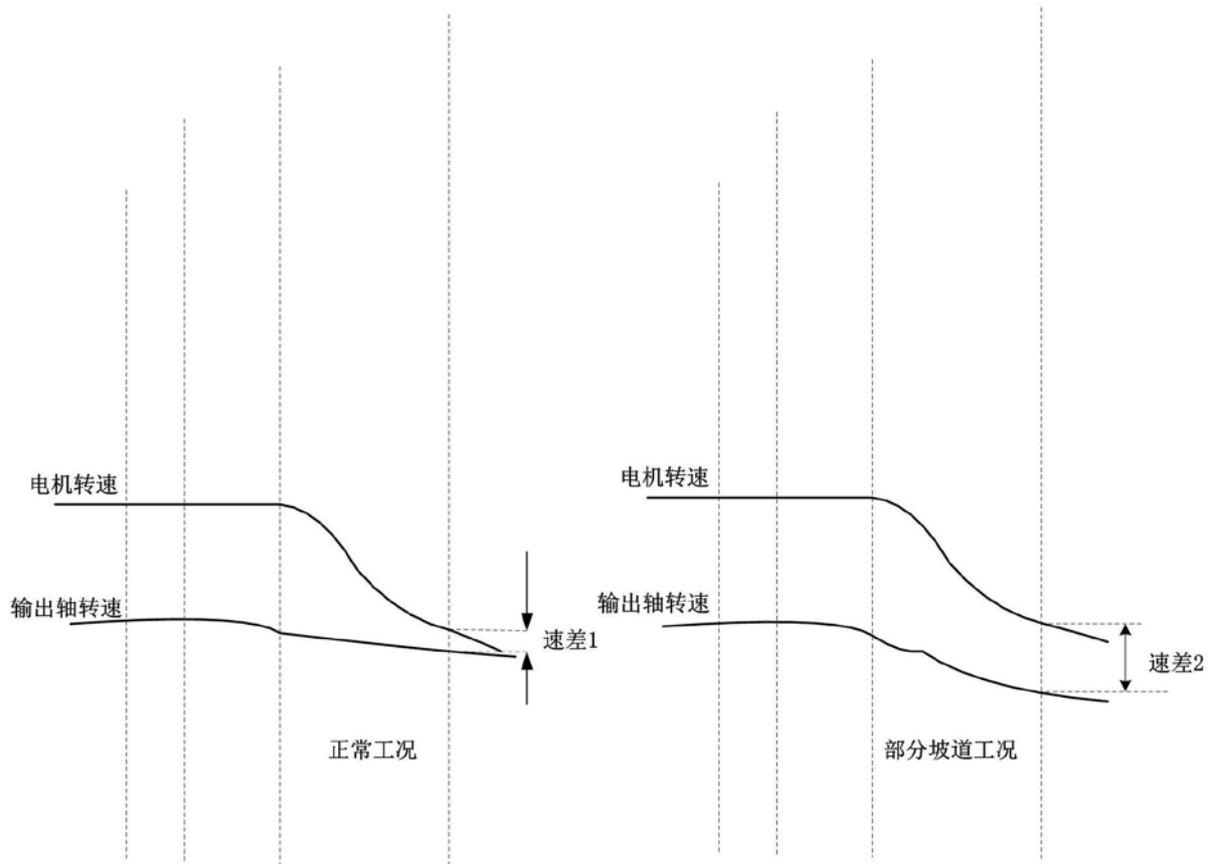


图1

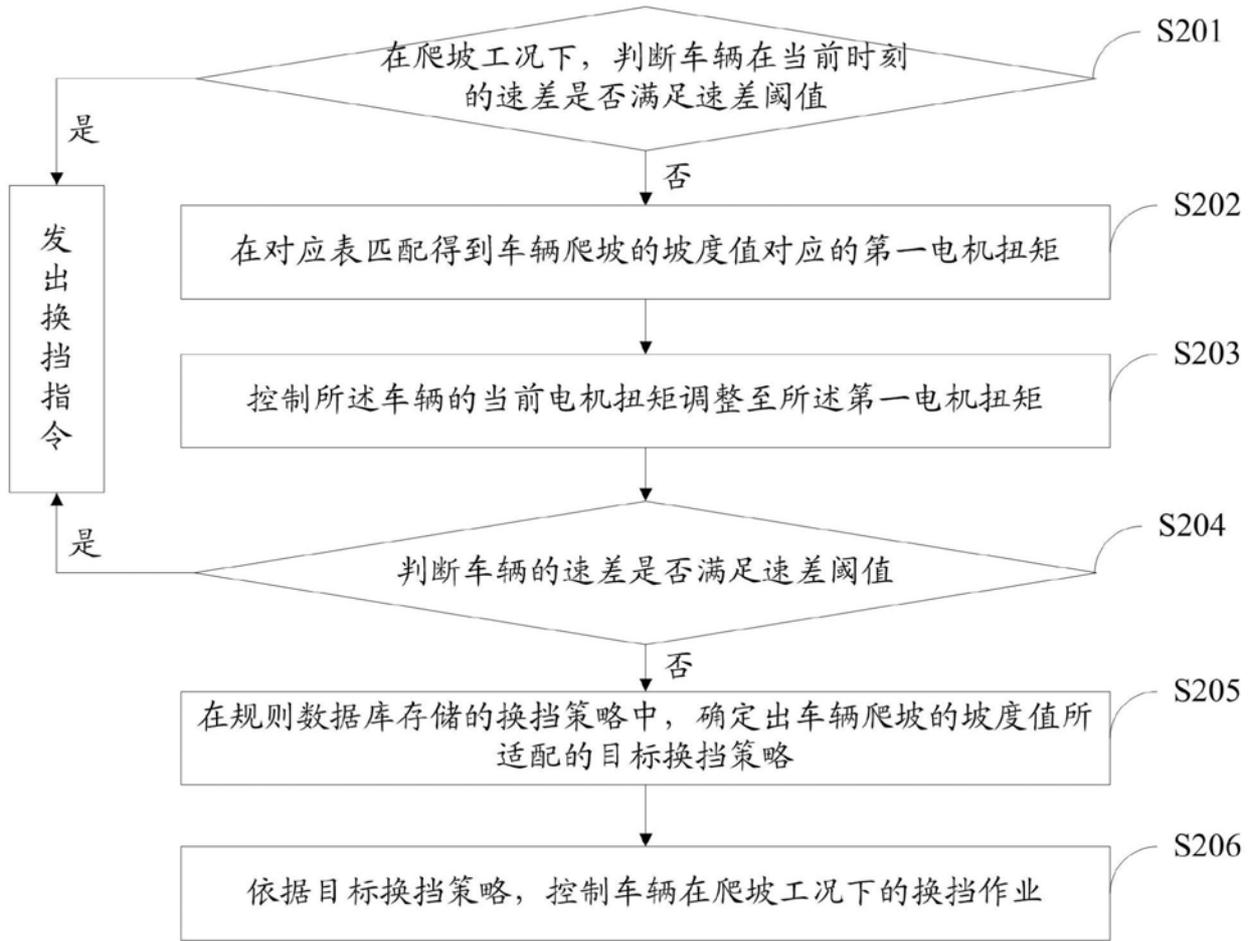


图2

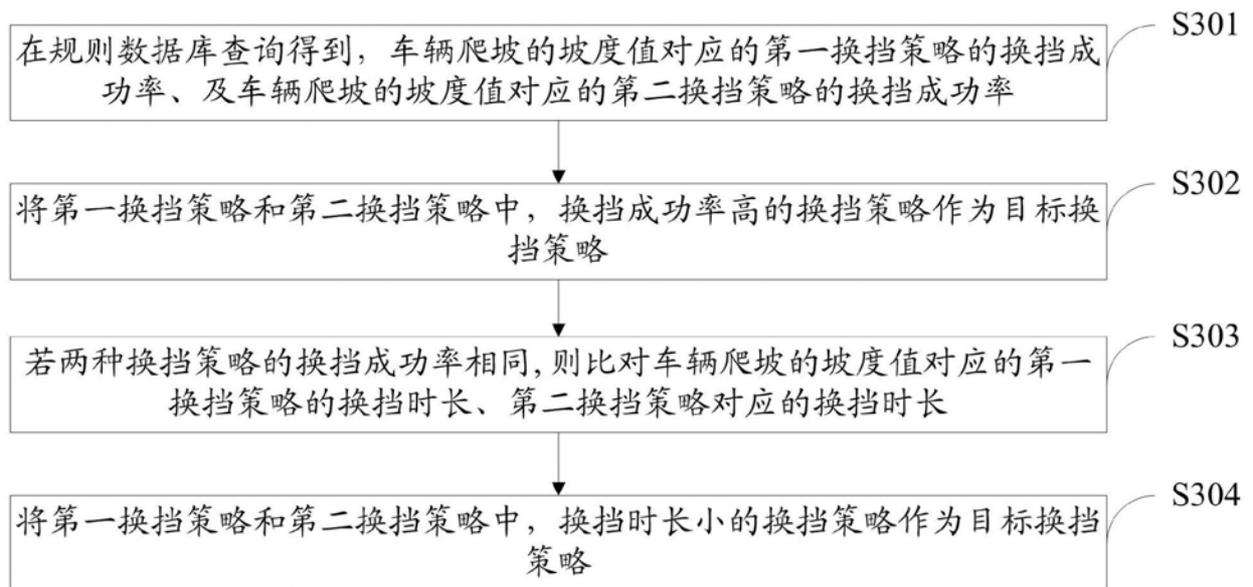


图3

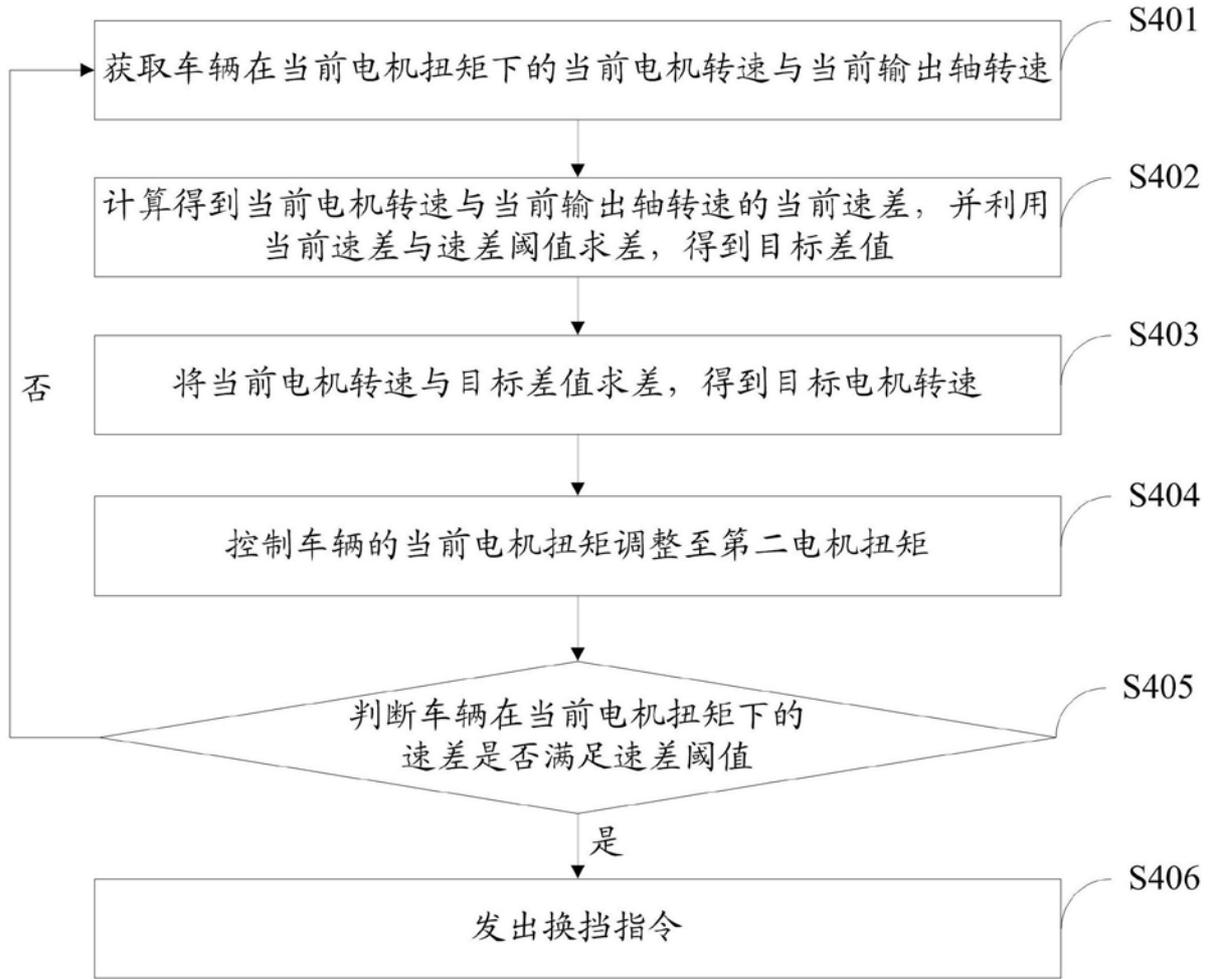


图4

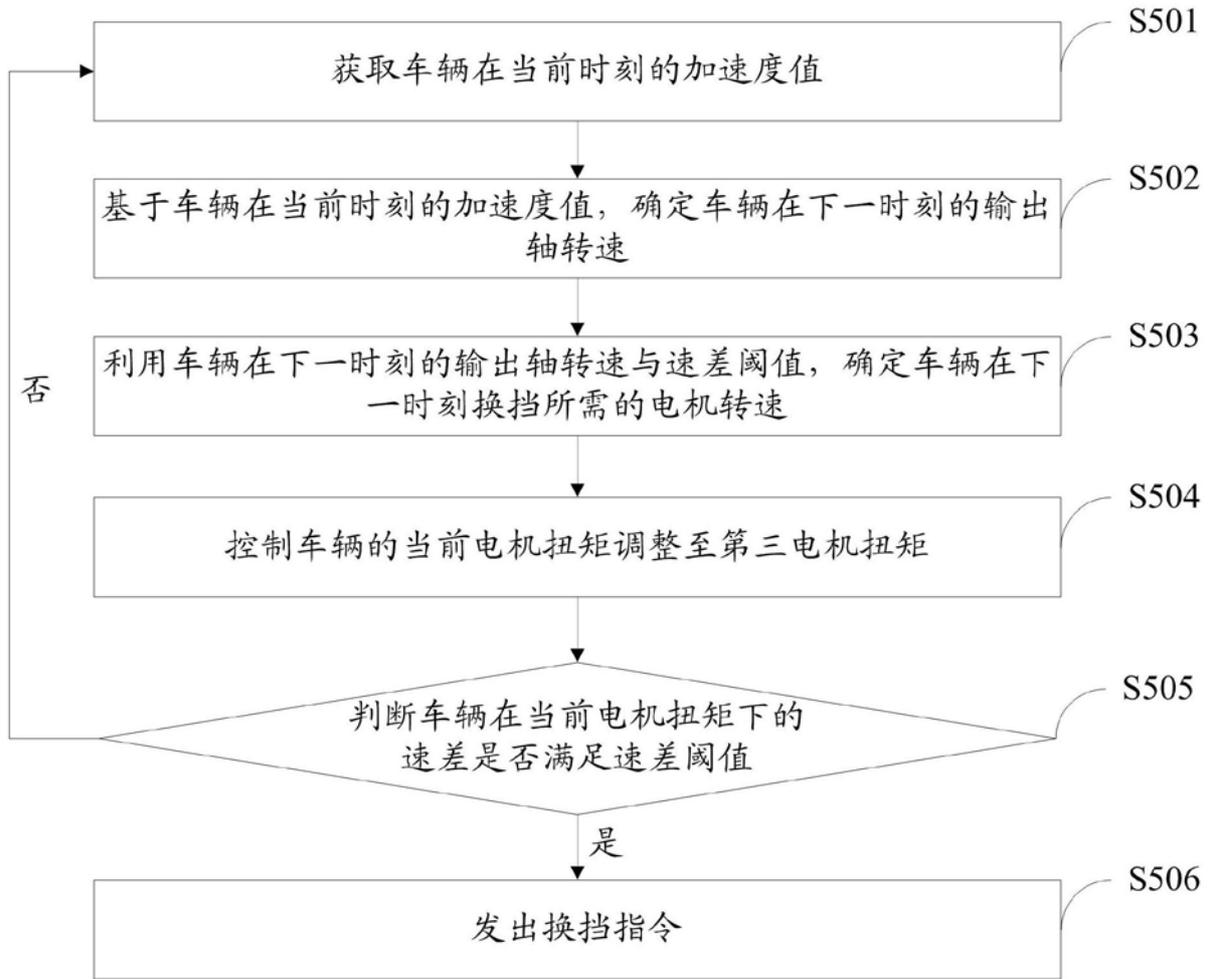


图5

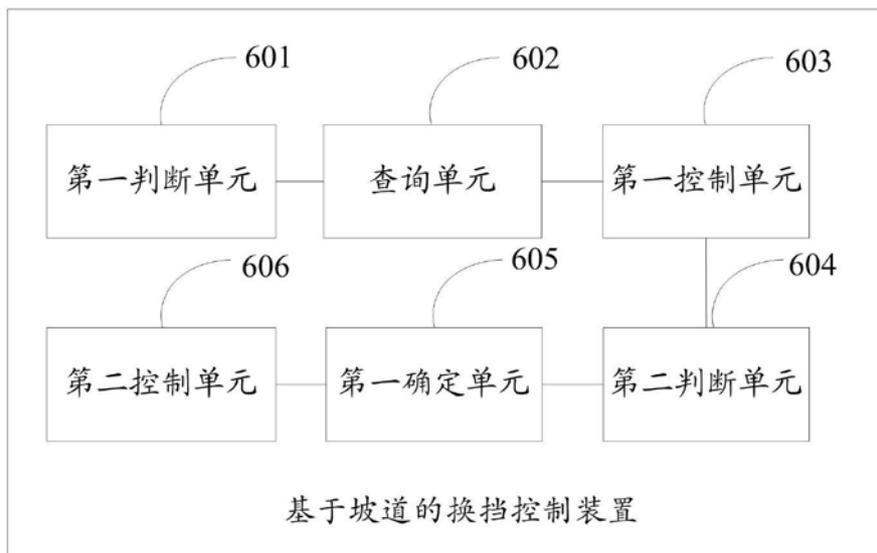


图6