



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115257919 B

(45) 授权公告日 2024.06.14

(21) 申请号 202110470907.4

B62D 101/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.29

B62D 113/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115257919 A

(56) 对比文件

CN 114714919 A, 2022.07.08

CN 108237950 A, 2018.07.03

CN 109747632 A, 2019.05.14

(43) 申请公布日 2022.11.01

(73) 专利权人 广汽埃安新能源汽车有限公司

地址 511434 广东省广州市番禺区石楼镇

龙瀛路36号

审查员 张玉娇

(72) 发明人 余森 李强 高燕雯 涂序聪

张磊

(74) 专利代理机构 北京维飞联创知识产权代理

有限公司 11857

专利代理师 李飞

(51) Int. Cl.

B62D 6/00 (2006.01)

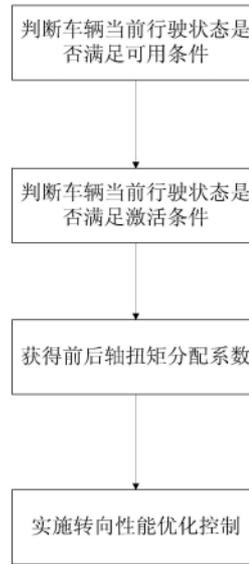
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种纯电动四驱车型转向优化控制方法

(57) 摘要

一种纯电动四驱车型转向优化控制方法,包括基于前后轴扭矩分配进行控制,先判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件,随后判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件,根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_d$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数,最后根据前后轴扭矩分配系数计算对应的前后轴分配扭矩,实施转向性能优化控制。本发明的纯电动四驱车型转向优化控制方法能够进行精准的前后轴扭矩分配,实时调节前后轴扭矩分配比例,从而保证了调节过程中总的驱动扭矩完全跟随执行驾驶员的需求扭矩,避免出现转向不足或者转向过度问题,还具有不影响其他扭矩分配控制的优点。



1. 一种纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述纯电动四驱车型转向优化控制方法基于前后轴扭矩分配进行控制,其包括以下步骤:

步骤S1:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的可用条件,则进入步骤S2;

步骤S2:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的激活条件,则进入步骤S3;

步骤S3:根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数;所述侧向加速度 $a$ 是以滤波参数 $t$ 对车辆采集到的原始侧向加速度信号进行滤波处理而得到的;所述前后轴扭矩分配系数为后轴分配的扭矩占比;

步骤S4:根据前后轴扭矩分配系数计算对应的前后轴分配扭矩,实施转向性能优化控制;

所述步骤S2中的判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件包括:

判断第一激活条件:判断当前方向盘转角 $s$ 是否大于方向盘转角阈值 $S$ ;

判断第二激活条件:判断当前侧向加速度 $a$ 是否大于侧向加速度阈值 $A$ ;

若当前方向盘转角 $s$ 大于方向盘转角阈值 $S$ 且侧向加速度 $a$ 大于侧向加速度阈值 $A$ ,即若第一激活条件和第二激活条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的激活条件。

2. 根据权利要求1所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述步骤S1中的判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件包括:

判断第一可用条件:判断当前车速 $v$ 是否大于车速阈值 $V$ ;

判断第二可用条件:判断车速信号是否有效;

判断第三可用条件:判断侧向加速度信号是否有效;

判断第四可用条件:判断方向盘转角信号是否有效;

若当前车速 $v$ 大于车速阈值 $V$ 、车速信号有效、侧向加速度信号有效且方向盘转角信号有效,即若第一可用条件、第二可用条件、第三可用条件和第四可用条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的可用条件。

3. 根据权利要求2所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述车速阈值 $V$ 具有回滞区间,所述车速阈值 $V$ 的回滞区间为 $5\text{km/h}$ 。

4. 根据权利要求1所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述方向盘转角阈值 $S$ 具有回滞区间,所述方向盘转角阈值 $S$ 的回滞区间为 $5^\circ$ 。

5. 根据权利要求1所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述侧向加速度阈值 $A$ 具有回滞区间,所述侧向加速度阈值 $A$ 的回滞区间为 $0.3\text{m/ss}$ 。

6. 根据权利要求1所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述步骤S3中的根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数包括:

若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 较大,侧向加速度 $a$ 较大,前后轴扭矩分配偏后驱分配;

若车辆处于极端加速工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系

数为0.5;

若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,侧向加速度 $a$ 过大,前后轴扭矩分配偏前驱分配;

若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩较大,侧向加速度 $a$ 大,前后轴回收扭矩分配偏后驱分配;

若车辆处于极端减速工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系数为0.5;

若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,侧向加速度 $a$ 过大,前后轴扭矩分配偏前驱分配。

7.根据权利要求1所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述纯电动四驱车型转向优化控制方法还包括延时退出控制,其包括:

在实施转向性能优化控制时,实时监控所述第一激活条件和所述第二激活条件;

若第一激活条件或第二激活条件的其中任一在任意时刻不满足且持续达到第一退出时间,则停止转向性能优化控制。

8.根据权利要求7所述的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其特征在于:所述第一退出时间为0.5秒。

## 一种纯电动四驱车型转向优化控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及新能源技术领域,尤其涉及一种纯电动四驱车型转向优化控制方法。

### 背景技术

[0002] 纯电动四驱车型采用独立的电机对前轴和后轴分别进行驱动控制,在进行前后双轴驱动扭矩分配时,主要依据的参数是电机的外特性以及效率曲线,而进行前后轴驱动扭矩分配的主要目的则是提升车辆的动力性和经济性,或者减小整车的俯仰角,提升车辆的舒适性。因此采用前后双轴驱动的纯电动四驱车型的扭矩分配是动态变化的,该种扭矩分配在车辆过弯时会直接影响车辆的转向性能,可能导致转弯时出现转向不足或者过度转向,进而带来操控性差和转向指向性差的问题,而过度转向严重时会出现甩尾以及失稳,带来车辆的失稳的问题。目前常见的针对在转弯时的前后双轴驱动扭矩分配控制方式通常具有以下缺点:只针对转向不足和过度转向二者的其中之一进行改善,但未对其中另一进行考量;只针对前轴和后轴的其中之一进行改善,但未对其中另一进行考量,易导致整车的总驱动扭矩出现驾驶员非预期的变化;加大后轮驱动扭矩使得后轮出现打滑现象,存在失稳风险,工程应用存在安全风险。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供了一种基于前后轴扭矩分配的纯电动四驱车型转向优化控制方法,其包括以下步骤:

[0004] 步骤S1:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的可用条件,则进入步骤S2;

[0005] 步骤S2:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的激活条件,则进入步骤S3;

[0006] 步骤S3:根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数;

[0007] 步骤S4:根据前后轴扭矩分配系数计算对应的前后轴分配扭矩,实施转向性能优化控制。

[0008] 进一步地,所述步骤S1中的判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件包括:

[0009] 判断第一可用条件:判断当前车速 $v$ 是否大于车速阈值 $V$ ;

[0010] 判断第二可用条件:判断车速信号是否有效;

[0011] 判断第三可用条件:判断侧向加速度信号是否有效;

[0012] 判断第四可用条件:判断方向盘转角信号是否有效;

[0013] 若当前车速 $v$ 大于车速阈值 $V$ 、车速信号有效、侧向加速度信号有效且方向盘转角信号有效,即若第一可用条件、第二可用条件、第三可用条件和第四可用条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的可用条件。

[0014] 进一步地,所述车速阈值 $V$ 具有回滞区间,所述车速阈值 $V$ 的回滞区间为 $5\text{km/h}$ 。

[0015] 进一步地,所述纯电动四驱车型转向优化控制方法还包括以滤波参数 $t$ 对车辆采集到的原始侧向加速度信号进行滤波处理,得到侧向加速度 $a$ 。

[0016] 进一步地,所述步骤S2中的判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件包括:

[0017] 判断第一激活条件:判断当前方向盘转角 $s$ 是否大于方向盘转角阈值 $S$ ;

[0018] 判断第二激活条件:判断当前侧向加速度 $a$ 是否大于侧向加速度阈值 $A$ ;

[0019] 若当前方向盘转角 $s$ 大于方向盘转角阈值 $S$ 且侧向加速度 $a$ 大于侧向加速度阈值 $A$ ,即若第一激活条件和第二激活条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的激活条件。

[0020] 进一步地,所述方向盘转角阈值 $S$ 具有回滞区间,所述方向盘转角阈值 $S$ 的回滞区间为 $5^\circ$ 。

[0021] 进一步地,所述侧向加速度阈值 $A$ 具有回滞区间,所述侧向加速度阈值 $A$ 的回滞区间为 $0.3\text{m/ss}$ 。

[0022] 进一步地,所述步骤S3中的根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数包括:

[0023] 若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 较大,侧向加速度 $a$ 较大,前后轴扭矩分配偏后驱分配;

[0024] 若车辆处于极端加速工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系数为 $0.5$ ;

[0025] 若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,侧向加速度 $a$ 过大,前后轴扭矩分配偏前驱分配;

[0026] 若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩较大,侧向加速度 $a$ 大,前后轴回收扭矩分配偏后驱分配;

[0027] 若车辆处于极端减速工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系数为 $0.5$ ;

[0028] 若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,侧向加速度 $a$ 过大,前后轴扭矩分配偏前驱分配。

[0029] 进一步地,所述纯电动四驱车型转向优化控制方法还包括延时退出控制,其包括:

[0030] 在实施转向性能优化控制时,实时监控所述第一激活条件和所述第二激活条件;

[0031] 若第一激活条件或第二激活条件的其中任一在任意时刻不满足且持续达到第一退出时间,则停止转向性能优化控制。

[0032] 进一步地,所述第一退出时间为 $0.5$ 秒。

[0033] 本发明的纯电动四驱车型转向优化控制方法根据当前车速、车速信号、侧向加速度信号和方向盘转角信号判断是否可用和激活,通过需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 精确识别出四驱车辆的转弯工况,进行精准的前后轴扭矩分配,实时调节前后轴扭矩分配比例,从而保证了调节过程中总的驱动扭矩完全跟随执行驾驶员的需求扭矩,避免出现转向不足或者转向过度问题,还具有不影响其他扭矩分配控制的优点,另外,本发明的控制方法对必需的侧向加速度信号进行了滤波处理,避免出现直线行驶由于侧向加速度的波动

导致误激活该优化控制策略的问题,本发明的优化控制方法还进行了回滞区间设计,避免出现频繁的激活和退出,可靠性高,本发明的优化控制方法不增加硬件成本,工程应用实施简单。

[0034] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

### 附图说明

[0035] 图1为本发明提供的纯电动四驱车型转向优化控制方法的示意图。

### 具体实施方式

[0036] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对本发明详细说明如下。

[0037] 请参阅图1,本发明的纯电动四驱车型转向优化控制方法基于前后轴扭矩分配进行控制,其包括以下步骤:

[0038] 步骤S1:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的可用条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的可用条件,则进入步骤S2;

[0039] 具体地,步骤S1包括:

[0040] 判断第一可用条件:判断当前车速 $v$ 是否大于车速阈值 $V$ ;

[0041] 判断第二可用条件:判断车速信号是否有效;

[0042] 判断第三可用条件:判断侧向加速度信号是否有效;

[0043] 判断第四可用条件:判断方向盘转角信号是否有效;

[0044] 若当前车速 $v$ 大于车速阈值 $V$ 、车速信号有效、侧向加速度信号有效且方向盘转角信号有效,即若第一可用条件、第二可用条件、第三可用条件和第四可用条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的可用条件。

[0045] 由整车控制器通过CAN总线信号接收车身电子稳定系统发送的车辆行驶车速信号、行驶车速有效性信号、方向盘转角信号、方向盘转角有效性信号、侧向加速度信号和侧向加速度有效性信号。另外,为了避免出现直线行驶由于侧向加速度的波动导致误激活该优化控制策略的问题,本发明还以滤波参数 $t$ 对车辆采集到的原始侧向加速度信号进行滤波处理,得到侧向加速度 $a$ 。在本实施例中,车速阈值 $V$ 为标定值,其具有回滞区间,设置回滞区间的目的是为了为了避免由于信号波动变化,导致其所涉及的功能逻辑的状态出现退出激活的跳变,回滞区间的具体范围根据实际项目和实车标定所得,本实施例中的车速阈值 $V$ 的回滞区间为5km/h。

[0046] 步骤S2:判断车辆当前行驶状态参数是否满足转向性能优化控制策略的激活条件,若车辆当前行驶状态参数全部满足转向性能优化控制策略的激活条件,则进入步骤S3;

[0047] 具体地,步骤S2包括:

[0048] 判断第一激活条件:判断当前方向盘转角 $s$ 是否大于方向盘转角阈值 $S$ ;

[0049] 判断第二激活条件:判断当前侧向加速度 $a$ 是否大于侧向加速度阈值 $A$ ;

[0050] 若当前方向盘转角 $s$ 大于方向盘转角阈值 $S$ 且侧向加速度 $a$ 大于侧向加速度阈值 $A$ ,

即若第一激活条件和第二激活条件均满足,则车辆当前行驶状态参数满足转向性能优化控制策略的激活条件。

[0051] 在本实施例中,方向盘转角阈值 $S$ 为标定值,其具有回滞区间,方向盘转角阈值 $S$ 的回滞区间为 $5^\circ$ ;侧向加速度阈值 $A$ 也为标定值,其具有回滞区间,侧向加速度阈值 $A$ 的回滞区间为 $0.3\text{m/ss}$ 。

[0052] 步骤 $S3$ :根据当前驾驶员的需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向加速度 $a$ 获得当前的前后轴扭矩分配系数;

[0053] 具体地,步骤 $S3$ 包括根据需求扭矩 $T_q$ 以及侧向加速度 $a$ 获取前后轴扭矩分配系数:

[0054] 若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 较大,侧向加速度 $a$ 较大,为了避免出现转向不足情况,前后轴扭矩分配偏后驱分配;

[0055] 若车辆处于极端加速工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,为了保证动态安全,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系数为 $0.5$ ;

[0056] 若车辆处于加速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 过大,侧向加速度 $a$ 过大,为了保证有更高的转向牵引力,避免出现过度转向甩尾,前后轴扭矩分配偏前驱分配;

[0057] 若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩较大,侧向加速度 $a$ 大,为了避免出现转向不足情况,前后轴回收扭矩分配偏后驱分配;

[0058] 若车辆处于极端减速工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,为了保证动态安全,前后轴扭矩分配均分,前后轴扭矩分配系数为 $0.5$ ;

[0059] 若车辆处于减速过弯工况,需求扭矩 $T_q$ 为回收扭矩且回收扭矩过大,侧向加速度 $a$ 过大,为了保证有更高的转向牵引力,避免出现过度转向甩尾,前后轴扭矩分配偏前驱分配。

[0060] 在本实施例中,前后轴扭矩分配系数具体为后轴分配的扭矩占比,其数值越大,后轴被分配的扭矩相较于前轴被分配的扭矩就越大,也就是说,若前后轴扭矩分配均分,则前后轴扭矩分配系数为 $0.5$ ,此时,总扭矩 $50\%$ 分配给后轴,剩余的 $50\%$ 分配给前轴;若前后轴扭矩分配偏后驱分配,则前后轴扭矩分配系数为 $0.6$ ,此时总扭矩 $60\%$ 分配给后轴,剩余的 $40\%$ 分配给前轴。

[0061] 步骤 $S4$ :根据前后轴扭矩分配系数计算对应的前后轴分配扭矩,实施转向性能优化控制。

[0062] 具体地,本发明的纯电动四驱车型转向优化控制方法还包括延时退出控制,其包括:

[0063] 在实施转向性能优化控制时,实时监控第一激活条件和第二激活条件;

[0064] 若第一激活条件或第二激活条件的其中任一在任意时刻不满足且持续达到第一退出时间,则停止转向性能优化控制。

[0065] 在本实施例中,在第一激活状态条件和第二激活条件均满足才后实施转向性能优化控制,但在第一激活状态条件和第二激活条件的其中任一或二者同时不满足时,不立即将优化控制策略去掉,而是延时一定时间,继续进行实施转向性能优化控制,其目的是尽量保证优化控制策略在整个转弯工况中产生作用,本实施例中的第一退出时间设置为 $0.5$ 秒。

[0066] 综上,本发明的纯电动四驱车型转向优化控制方法根据当前车速、车速信号、侧向加速度信号和方向盘转角信号判断是否可用和激活,通过需求扭矩 $T_q$ 以及当前车辆的侧向

加速度 $a$ 精确识别出四驱车辆的转弯工况,进行精准的前后轴扭矩分配,实时调节前后轴扭矩分配比例,从而保证了调节过程中总的驱动扭矩完全跟随执行驾驶员的需求扭矩,避免出现转向不足或者转向过度问题,还具有不影响其他扭矩分配控制的优点,另外,本发明的控制方法对必需的侧向加速度信号进行了滤波处理,避免出现直线行驶由于侧向加速度的波动导致误激活该优化控制策略的问题,本发明的优化控制方法还进行了回滞区间设计,避免出现频繁的激活和退出,可靠性高,本发明的优化控制方法不增加硬件成本,工程应用实施简单。

[0067] 以上,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

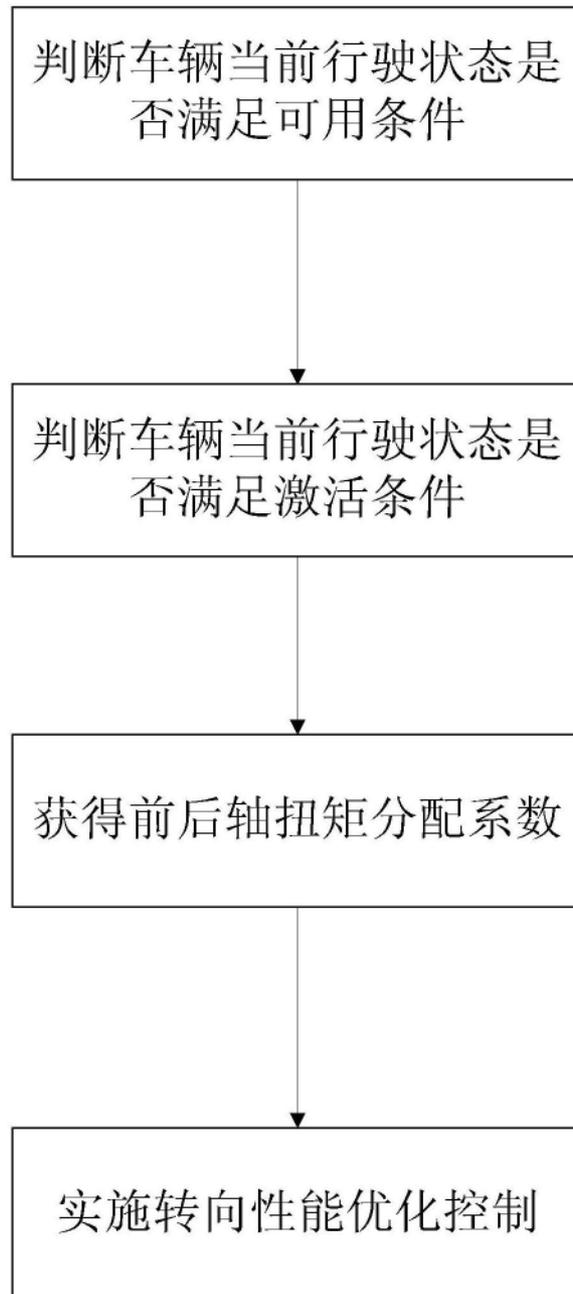


图1