

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 12 月 12 日 (12.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/251146 A1

(51) 国际专利分类号:
B60L 15/20 (2006.01) **B60W 30/18** (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/097490

(22) 国际申请日: 2024 年 6 月 5 日 (05.06.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310678579.6 2023年6月8日 (08.06.2023) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (**BYD COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(72) 发明人: 杨冬生 (**YANG, Dongsheng**); 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。朱福堂 (**ZHU, Futang**); 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。许伯良 (**XU, Boliang**); 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。吕高峰 (**LYU, Gaofeng**); 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。段紫文 (**DUAN, Ziwen**); 中国广东省深圳市坪山区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

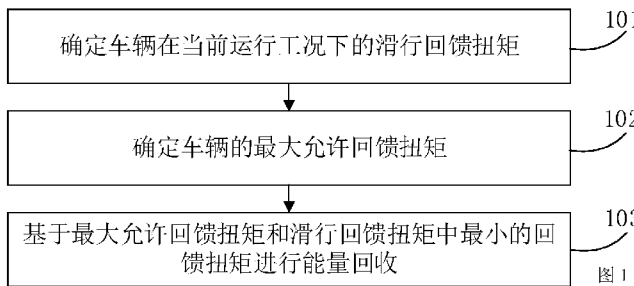
(74) 代理人: 北京知帆远景知识产权代理有限公司 (**ZHIFAN & PARTNERS**); 中国北京市海淀区知春路68号院1号楼11层1101, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚

(54) **Title:** VEHICLE ENERGY RECOVERY METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 车辆能量回收方法及装置



- 101 Determine the coastdown regenerative torque of a vehicle in a current operating condition
102 Determine the maximum allowable regenerative torque of the vehicle
103 Perform energy recovery on the basis of the lesser of the maximum allowable regenerative torque and the coastdown regenerative torque

(57) **Abstract:** A vehicle energy recovery method and apparatus, applied to the field of vehicles. After a vehicle control unit determines the coastdown regenerative torque of a vehicle in a current operating condition and the maximum allowable regenerative torque of the vehicle, energy recovery can be performed on the basis of the smaller of the maximum allowable regenerative torque and the coastdown regenerative torque.

(57) **摘要:** 一种车辆能量回收方法及装置, 应用于车辆领域, 整车控制器确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩, 以及车辆的最大允许回馈扭矩之后, 可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

[见续页]

(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

车辆能量回收方法及装置

相关申请的交叉引用

5 本申请基于申请号为：2023106785796，申请日为2023年6月8日的中国专利申请提出，并要求上述中国专利申请的优先权，上述中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及车辆领域，具体涉及一种车辆能量回收方法及装置。

10

背景技术

能量回收的目的是将汽车滑行或制动过程中产生的动能转为电能，从而提升车辆的续航能力，提高整车经济性。目前相关技术中，整车控制器在进行能量回收的过程中对能量利用率较低。

15 发明内容

本申请旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本申请的一个目的在于提出一种车辆能量回收方法及装置，该方法中整车控制器在确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，以及车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。也即是，整车控制器能够自适应车辆当前运行工况的变化以进行能量回收，提高了能量回收的

20 工况适应能力，提高了能量利用效率，同时提升了用户的驾驶感受。

一方面，提供了一种车辆能量回收方法，方法包括：

确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩；

确定车辆的最大允许回馈扭矩；

基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

25 另一方面，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有车辆能量回收程序，车辆能量回收程序被处理器执行时实现上述方面所述的车辆能量回收方法。

又一方面，提供了一种车辆，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的车辆能量回收程序，处理器执行车辆能量回收程序时，实现上述方面所述的车辆能量回收方法。

再一方面，提供了一种车辆能量回收装置，装置包括：

30 第一确定模块，用于确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩；

第二确定模块，用于确定车辆的最大允许回馈扭矩；

能量回收模块，用于基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

- 5 图 1 是本申请实施例提供的一种车辆能量回收方法的流程图；
图 2 是本申请实施例提供的另一种车辆能量回收方法的流程图；
图 3 是本申请实施例提供的又一种车辆能量回收方法的流程图；
图 4 是本申请实施例提供的一种车辆能量回收设备的结构示意图；
图 5 是本申请实施例提供的一种车辆能量回收装置的框图；
10 图 6 是本申请实施例提供的一种第一确定模块的框图；
图 7 是本申请实施例提供的另一种车辆能量回收装置的框图；
图 8 是本申请实施例提供的另一种第一确定模块的框图。

具体实施方式

- 15 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

图 1 是本申请实施例提供的一种车辆能量回收方法的流程图，如图 1 所示，该方法包括：

步骤 101、确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩。

- 20 车辆中的整车控制器可以在车辆行驶的过程中，确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩。

步骤 102、确定车辆的最大允许回馈扭矩。

整车控制器在确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩之后，还可以确定车辆的最大允许回馈扭矩。

步骤 103、基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

- 25 整车控制器在确定车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

综上所述，本申请实施例提供了一种车辆能量回收方法，该方法中整车控制器在确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，以及车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。也即是，整车控制器能够自适应车辆当前运行工况的变化以进行
30 能量回收，提高了能量回收的工况适应能力，提高了能量利用效率，同时提升了用户的驾驶感受。

图 2 是本申请实施例提供的另一种车辆能量回收方法的流程图，如图 2 所示，该方法可以包括：

步骤 201、在车辆处于加速行驶的过程中，确定车辆的实际质量。

整车控制器可以在车辆处于加速行驶的过程中，确定车辆的实际质量。需要说明的是，车辆加速行驶指的是车辆在目标时段内持续加速行驶。车辆不满足加速行驶指的是车辆在目标时段内未加速行驶，或者，车辆在目标时段内先加速行驶，之后又停止加速行驶。

5 车辆加速行驶可以满足以下第一条件：

(11) 车辆的制动深度=0%；

(12) 车辆的油门深度大于油门深度阈值 B；

(13) 车辆的速度大于第一车速阈值 C；

(14) 车辆的加速度大于加速度阈值 D；

10 (15) 轮端驱动力大于 0；

(16) 牵引力控制系统 (traction control system, TCS) 处于未激活状态；

(17) 第一持续时长大于第一时长阈值 E。

其中，整车控制器可以将首次检测到满足第一条件中 (11) 至 (16) 的时刻确定为第一持续时长的起始时刻，并将首次检测到不满足 (11) 至 (16) 任一条件的时刻确定为第一持续时长的终止时刻。整

15 车控制器中可以预先存储油门深度阈值 B、第一车速阈值 C、加速度阈值 D 和第一时长阈值 E。

加速度的计算时间间隔为 0~1 秒 (s)，油门深度阈值 B 可以位于 0~100% 之间，第一车速阈值 C 可以位于 0~120 千米/小时 (km/h)，加速度阈值 D 可以位于 0~5 米每二次方秒 (m/s^2)，第一时长阈值 E 位于 0 至 10s 之间。

车辆不满足加速行驶可以包括以下第二条件中的一种或多种：

20 (21) 车辆的制动深度大于 0%；

(22) 车辆的油门深度等于 0%；

(23) 车辆的速度等于 0；

(24) 任一车门的状态为打开状态；

(25) 第二持续时长大于第二时长阈值 F；

25 其中，第二时长阈值 F 位于 0 至 10s 之间。整车控制器可以将首次检测到满足第二条件中 (21) 至 (24) 的至少一种的时刻确定为第二持续时长的起始时刻，并将首次检测到不满足 (21) 至 (24) 的时刻确定为第二持续时长的终止时刻。整车控制器中可以预先存储第二时长阈值 F。

在本申请实施例中，整车控制器可以在车辆加速行驶的过程中，获取车辆的整车驱动力 F_{wheel} 、第一风阻阻力 F_{wind1} 和阻力总加速度 a ，并确定整车驱动力 F_{wheel} 和第一风阻阻力 F_{wind1} 的目标差值，将目

30 标差值和阻力总加速度 a 的比值确定为实际质量。其中，实际质量 M 可以满足：
$$M = \frac{F_{wheel} - F_{wind1}}{a}。$$

整车驱动力 F_{wheel} 可以满足: $F_{wheel} = \frac{TS \times \partial}{R}$, TS 可以为动力输出轴扭矩, ∂ 可以为变速箱的传递效率, R 可以为车轮的滚轮半径。其中, 整车控制器中预先存储车轮的滚轮半径。

第一风阻阻力 F_{wind1} 可以满足: $F_{wind1} = \frac{C_{D1} \times A1 \times v1^2}{21.15}$, C_{D1} 为第一风阻系数, 该第一风阻系数位于 0 至 1 之间。 $A1$ 为第一迎风面积, 根据车型确定, $v1$ 为车辆在加速行驶的过程中的车速。其中, 整

5 车控制器中预先存储第一风阻系数和第一迎风面积。

整车控制器还可以在车辆加速行驶的过程中, 获取第一坡度阻力加速度 a_{gral} 、第一滚动阻力加速度 a_{roll1} 和加速阻力加速度 a_{acc} , 并基于第一坡度阻力加速度 a_{gral} 、第一滚动阻力加速度 a_{roll1} 和加速阻力加速度 a_{acc} 之和确定阻力总加速度 a 。

其中, 阻力总加速度 a 可以满足 $a = a_{roll1} + a_{gral} + a_{acc}$, 第一滚动阻力加速度 a_{roll1} 可以满足:

10 $a_{roll1} = g \times f1 \times \cos(\tan^{-1}(\alpha1))$, $\alpha1$ 可以为加速工况下的路面坡度, $f1$ 可以为第一滚阻阻力系数。 g 可

以为重力加速度。第一坡度阻力加速度 a_{gral} 可以满足: $a_{gral} = g \times \sin(\tan^{-1}(\alpha1))$, 该加速阻力加速度 a_{acc}

可以满足 $a_{acc} = a_{ac} \times \sigma$, σ 可以为旋转质量换算系数, 旋转质量换算系数位于 0 至 1 之间。 a_{ac} 可以为车辆的当前加速度。其中, 整车控制器中预先存储第一滚阻阻力系数和旋转质量换算系数。

在本申请实施例中, 在车辆加速行驶的过程中, 整车控制器可以获取一个实际质量作为车辆的实际
15 质量, 也可以获取多个实际质量, 并基于该多个实际质量确定车辆的实际质量。

可选的, 整车控制器可以将多个实际质量的均值确定为车辆的实际质量。或者也可以去除多个实际质量中的最大值和最小值, 并基于剩余的实际质量的均值确定实际质量。

在本申请实施例中, 整车控制器可以通过局域网总线 (controller area network, CAN) 获取上述制动深度、油门深度、车辆的速度、车门状态、TCS 状态、动力输出轴扭矩和变速箱的传递效率。

20 步骤 202、确定车辆的当前运行工况。

整车控制器获取车辆的实际质量之后, 在车辆行驶的过程中, 可以确定车辆的当前运行工况, 其中, 当前运行工况可以包括坡道工况或者跟车工况, 该坡道工况可以包括下坡工况或者上坡工况。

整车控制器可以持续获取路面坡度, 若路面坡度满足以下第三条件, 则可以确定车辆的当前运行工况为坡道工况。第三条件可以包括:

25 (31) 路面坡度的绝对值位于预设坡度范围内;

(32) 第三持续时长大于第三时长阈值 H。

其中, 该预设坡度范围的下限等于 G1, 上限等于 G2, 预设坡度范围可以为 0% 至 100%, 也即是, $G1 \leq |\text{路面坡度}| \leq G2$, 且第三持续时长 > 第三时长阈值 H。示例的, 第三时长阈值 H 可以位于 0 秒 (s) 至 10s。

整车控制器中可以预先存储预设坡度范围和第三时长阈值 H。

整车控制器可以将首次检测到满足第三条件中 (31) 的时刻确定为第三持续时长的起始时刻, 并将首次检测到不满足第三条件中 (31) 的时刻确定为第三持续时长的终止时刻。

整车控制器若检测到第四条件, 则可以确定车辆的当前运行工况为跟车工况。其中, 第四条件可以

5 包括:

(41) 前方车辆处于非静止状态, 且前方车辆与车辆位于同一车道。

(42) 车辆与前方车辆的距离小于或等于第一距离 I。

(43) 车辆的车速大于前方车辆的车速与第二车速阈值 J 之和。

(44) 路面坡度的绝对值小于或等于第一坡度值 K。

10 (45) 第四持续时长大于第四时长阈值 L。

其中, 整车控制器可以将首次检测到满足第四条件中 (41) 至 (44) 的时刻确定为第四持续时长的起始时刻, 将首次检测到不满足第四条件中 (41) 至 (44) 至少一种的时刻确定为第四持续时长的终止时刻。整车控制器中可以预先存储第一距离 I、第二车速阈值 J、第一坡度值 K 和第四时长阈值 L。

示例的, 第一距离 I 可以为 100 米 (m), 第二车速阈值 J 可以位于 0 至 50 千米/小时 (km/h) 内,

15 第一坡度值 K 位于 0%~100% 内, 第四时长阈值 L 位于 0s 至 10s 内。

在本申请实施例中, 整车控制器可以通过传感器获取路面坡度、前方车辆的车速、车辆与前方车辆的距离和前方车辆的状态。

步骤 203、若当前运行工况为坡道工况, 则获取车辆在坡道工况下的前馈扭矩。

整车控制器在检测到当前运行工况为坡道工况后, 可以获取车辆在坡道工况下的前馈扭矩。

20 可选的, 整车控制器获取车辆在坡道工况下的前馈扭矩可以包括以下步骤 A1 至步骤 A4:

A1、获取车辆在坡道工况下的第二风阻阻力、第二坡度阻力加速度和第二滚动阻力加速度。

第二风阻阻力 F_{wind2} 可以满足: $F_{wind2} = \frac{C_{D2} \times A2 \times v2^2}{21.15}$, C_{D2} 为第二风阻系数, 该第二风阻系数

位于 0 至 1 之间。A2 为第二迎风面积, $v2$ 为车辆在坡道工况下的车速。第二风阻系数与第一风阻系数可以相同, 也可以不同, 第二迎风面积与第一迎风面积可以相同, 也可以不同。整车控制器中可以预先

25 存储第二风阻系数和第二迎风面积。

第二坡度阻力加速度 a_{gra2} 可以满足: $a_{gra2} = g \times \sin(\tan^{-1}(\alpha2))$ 。第二滚动阻力加速度 a_{roll2} 可以满足: $a_{roll2} = g \times f2 \times \cos(\tan^{-1}(\alpha2))$, $\alpha2$ 可以为坡道工况下的路面坡度, $f2$ 可以为第二滚阻阻力系数, 第二滚阻阻力系数与第一滚阻阻力系数可以相同, 也可以不同。整车控制器中可以预先存储第二滚阻阻力系数。

30 A2、确定第二坡度阻力加速度和第二滚动阻力加速度的第一差值。

即第一差值可以满足: $a_{gra2} - a_{roll2}$ 。

A3、确定第一差值与实际质量的第一乘积。

第一乘积可以满足： $(a_{gra2} - a_{roll2}) \times M$ 。

A4、基于第一乘积和第二风阻阻力的第二差值，与滚轮半径的比值确定前馈扭矩。

前馈扭矩 T_{feed} 可以满足： $T_{feed} = \frac{-F_{wind2} + (a_{gra2} - a_{roll2}) \times M}{R}$ 。

5 步骤 204、基于路面坡度、实际质量以及滚轮半径确定车辆的参考回馈扭矩。

整车控制器在确定前馈扭矩之后，可以基于路面坡度、实际质量以及滚轮半径确定车辆的参考回馈扭矩。其中，参考回馈扭矩 $T_{v-target}$ 可以满足： $T_{v-target} = M \times 9.8 \times \sin(\arctan(\alpha2)) \times R$ 。

步骤 205、基于前馈扭矩和参考回馈扭矩之和确定滑行回馈扭矩。

整车控制器在确定参考回馈扭矩之后，可以基于前馈扭矩和参考回馈扭矩之和确定滑行回馈扭矩。

10 其中，滑行回馈扭矩 $T_{grd-target}$ 可以满足： $T_{grd-target} = T_{v-target} + T_{feed}$ 。

基于前馈扭矩和参考回馈扭矩之和确定滑行回馈扭矩，保证下坡滑行回馈时能够达到驾驶员期望车速，减少驾驶员操作强度，提高能量回收效率。

步骤 206、确定车辆的最大允许回馈扭矩。

15 整车控制器在确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩之后，还可以确定车辆的最大允许回馈扭矩。

整车控制器可以获取车辆的最大允许回馈功率 P_{max} ，车辆中驱动电机的转速 n_{mot} 以及驱动电机到动力输出轴端的传动比 t ，并可以基于最大允许回馈功率 P_{max} 和传动比 t 之积，与驱动电机的转速 n_{mot} 的比值，确定最大允许回馈扭矩 T_{max} 。其中，最大允许回馈扭矩 T_{max} 可以满足 $T_{max} = \frac{9550 \times P_{max} \times t}{n_{mot}}$ 。

20 车辆的最大允许回馈功率 P_{max} 可以满足： $P_{max} = \frac{\min(P_{mot}, P_{batt})}{\lambda} \times \alpha2$ ， P_{mot} 可以为驱动电机的最大允许回馈功率， P_{batt} 可以为电池的最大允许充电功率， λ 可以为驱动电机回馈到电池的回馈系统效率。

整车控制器可以通过 CAN 获取驱动电机的转速、电池的最大允许充电功率、驱动电机的最大允许回馈功率。或者，整车控制器中可以预先存储该最大允许回馈扭矩。

步骤 207、基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

25 整车控制器在确定车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

综上所述，本申请实施例提供了一种车辆能量回收方法，该方法中整车控制器在确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，以及车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈

扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。也即是，整车控制器能够自适应车辆当前运行工况的变化以进行能量回收，提高了能量回收的工况适应能力，提高了能量利用效率，同时提升了用户的驾驶感受。

图 3 是本申请实施例提供的又一种车辆能量回收方法的流程图，如图 3 所示，该方法可以包括：

步骤 301、确定车辆的实际质量。

步骤 301 的具体实现过程可以参考上述步骤 201。

步骤 302、确定车辆的当前运行工况。

步骤 302 的具体实现过程可以参考上述步骤 202。

步骤 303、若当前运行工况包括跟车工况，则获取车辆的实际质量、车轮的滚轮半径、车辆在跟车工况下的减速度和第三坡度阻力加速度。

整车控制器在确定当前运行工况为跟车工况之后，可以获取车辆的实际质量、车轮的滚轮半径、车辆在跟车工况下的减速度和第三坡度阻力加速度。

整车控制器可以获取前方车辆的第一车速、车辆的第二车速，以及车辆与前方车辆的实际距离和安全距离，确定第一车速的平方与第二车速的平方的第三差值，以及实际距离与安全距离的第四差值，并基于第三差值与第四差值的比值确定减速度。

其中，该车辆在跟车工况下的减速度 a_{target} 可以满足：
$$a_{target} = \frac{V^2 - V_0^2}{2 \times (S - S_0)}$$

V 可以为前方车辆的第一车速， V_0 可以为车辆的第二车速， S 可以为车辆与前方车辆的实际距离， S_0 可以为车辆与前方车辆的安全距离，即车辆与前方车辆保持的最小距离，该安全距离可以位于 0m 至 20m 之间。整车控制器中可以预先存储安全距离。

第三坡度阻力加速度 a_{gra3} 可以满足：
$$a_{gra3} = g \times \sin(\tan^{-1}(\alpha_3))$$
。 α_3 可以为跟车工况下的路面坡度。

结合安全距离计算减速度，保证滑行跟车时与前车保持安全距离，通过回馈主动降速，减少驾驶员操作强度，提高能量回收效率。

步骤 304、确定减速度和第三坡度阻力加速度之和，与实际质量的第二乘积。

整车控制器在获取车辆的实际质量、车轮的滚轮半径、车辆在跟车工况下的减速度和第三坡度阻力加速度 a_{gra3} 之后，可以确定减速度 a_{target} 和第三坡度阻力加速度 a_{gra3} 之和，与实际质量 M 的第二乘积。

其中，该第二乘积可以满足：
$$(a_{target} + a_{gra3}) \times M$$
。

步骤 305、基于第二乘积与滚轮半径的比值确定滑行回馈扭矩。

整车控制器在确定第二乘积之后，可以基于第二乘积与滚轮半径的比值确定滑行回馈扭矩。其中，

滑行回馈扭矩可以满足： $\frac{(a_{target} + a_{g3}) \times M}{R}$ 。

步骤 306、确定车辆的最大允许回馈扭矩。

步骤 306 的具体实现过程可以参考上述步骤 206。

步骤 307、基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

5 步骤 307 的具体实现过程可以参考上述步骤 207。

综上所述，本申请实施例提供了一种车辆能量回收方法，该方法可以确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，以及车辆的最大允许回馈扭矩之后，可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。也即是，整车控制器能够自适应车辆当前运行工况的变化以进行能量回收，提高了能量回收的工况适应能力，提高了能量利用效率，同时提升了用户的驾驶感受。

10 本申请实施例综合考虑实际质量、路面坡度和安全距离三种因素的影响，基于前馈扭矩控制计算坡道工况下的滑行回馈扭矩，基于安全距离计算跟车工况下的滑行回馈扭矩，工况适应性较好，提升了用户的驾驶感受。

本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有车辆能量回收程序，车辆能量回收程序
15 被处理器执行时实现上述实施例所述的车辆能量回收方法。例如，图 1 至图 3 任一所述的车辆能量回收方法。

图 4 是本申请实施例提供的一种车辆的结构示意图，如图 4 所示，该车辆 40 可以包括存储器 401、处理器 402 及存储在存储器 401 上并可在处理器 402 上运行的车辆能量回收程序，处理器 402 执行车辆
20 能量回收程序时，实现上述实施例所述的车辆能量回收方法。例如，图 1 至图 3 任一所述的车辆能量回收方法。

图 5 是本申请实施例提供的一种车辆能量回收装置的框图，如图 5 所示，该装置包括：

第一确定模块 501，用于确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩。

25 第二确定模块 502，用于确定车辆的最大允许回馈扭矩。

能量回收模块 503，用于基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

可选的，当前运行工况包括坡道工况，参考图 6，第一确定模块 501，包括：

第一获取子模块 5011，用于获取车辆在当前运行工况下的前馈扭矩。

第一确定子模块 5012，用于基于路面坡度、车辆的实际质量以及车轮的滚轮半径确定车辆的参考回
30 馈扭矩。

第二确定子模块 5013，用于基于前馈扭矩和参考回馈扭矩之和确定滑行回馈扭矩。

可选的, 参考回馈扭矩 $T_{v-target}$ 满足: $T_{v-target} = M \times 9.8 \times \sin(\arctan(\alpha)) \times R$;

其中, M 为车辆的实际质量, α 为路面坡度, R 为车轮的滚轮半径。

可选的, 参考图 7, 该装置还包括: 质量确定模块 504, 用于:

在车辆处于加速行驶的过程中, 确定车辆的实际质量。

5 可选的, 质量确定模块 504, 用于:

在车辆处于加速行驶的过程中, 获取车辆的整车驱动力、车辆的风阻阻力、第一坡度阻力加速度、第一滚动阻力加速度和加速阻力加速度;

基于第一坡度阻力加速度、第一滚动阻力加速度和加速阻力加速度之和确定阻力总加速度;

确定整车驱动力和第一风阻阻力的目标差值;

10 将目标差值和阻力总加速度的比值确定为实际质量。

可选的, 第一获取子模块 5011, 用于:

获取车辆在当前运行工况下的第二风阻阻力、第二坡度阻力加速度和第二滚动阻力加速度;

确定第二坡度阻力加速度和第二滚动阻力加速度的第一差值;

确定第一差值与实际质量的第一乘积;

15 基于第一乘积和第二风阻阻力的第二差值, 与滚轮半径的比值确定前馈扭矩。

可选的, 当前运行工况包括跟车工况; 参考图 8, 第一确定模块 501, 用于:

第二获取子模块 5014, 用于获取车辆的实际质量、车轮的滚轮半径、车辆在当前运行工况下的减速度 and 第三坡度阻力加速度。

第三确定子模块 5015, 用于确定减速度和第三坡度阻力加速度之和, 与实际质量的第二乘积。

20 第四确定子模块 5016, 用于基于第二乘积与滚轮半径的比值确定滑行回馈扭矩。

可选的, 第二获取子模块 5014, 用于:

获取前方车辆的第一车速、车辆的第二车速, 以及车辆与前方车辆的实际距离和安全距离。

确定第一车速的平方与第二车速的平方的第三差值, 以及实际距离与安全距离的第四差值。

基于第三差值与第四差值的比值确定减速度。

25 综上所述, 本申请实施例提供了一种车辆能量回收装置, 该装置中可以确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩, 以及车辆的最大允许回馈扭矩之后, 可以基于最大允许回馈扭矩和滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。也即是, 整车控制器能够自适应车辆当前运行工况的变化以进行能量回收, 提高了能量回收的工况适应能力, 提高了能量利用效率, 同时提升了用户的驾驶感受。

30 需要说明的是, 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤, 例如, 可以被认为用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表, 可以具体实现在任何计算机可读介质中, 以供指令执行系统、装置或设备 (如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令

并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

应当理解,本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

在本说明书的描述中,参考术语“可选的”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

在本申请的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

此外,本申请实施例中所使用的“第一”、“第二”等术语,仅用于描述目的,而不可以理解为指示或者暗示相对重要性,或者隐含指明本实施例中所指示的技术特征数量。由此,本申请实施例中限定有“第一”、“第二”等术语的特征,可以明确或者隐含地表示该实施例中包括至少一个该特征。在本申请的描述中,词语“多个”的含义是至少两个或者两个及以上,例如两个、三个、四个等,除非实施例中另有明确具体的限定。

在本申请中,除非实施例中另有明确的相关规定或者限定,否则实施例中出现的术语“安装”、“相连”、“连接”和“固定”等应做广义理解,例如,连接可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体,可以理解的,也可以是机械连接、电连接等;当然,还可以是直接相连,或者通过中间媒介进行间接连接,或者可以是两个元件内部的连通,或者两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,能够根据具体的实施情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

5

尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为本申请的限制，本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权 利 要 求 书

1. 一种车辆能量回收方法，所述方法包括：

确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩；

确定所述车辆的最大允许回馈扭矩；

5 基于所述最大允许回馈扭矩和所述滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，所述当前运行工况包括坡道工况；所述确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，包括：

获取所述车辆在所述当前运行工况下的前馈扭矩；

基于路面坡度、所述车辆的实际质量以及车轮的滚轮半径确定所述车辆的参考回馈扭矩；

10 基于所述前馈扭矩和所述参考回馈扭矩之和确定所述滑行回馈扭矩。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，所述参考回馈扭矩 $T_{v-target}$ 满足：

$$T_{v-target} = M \times 9.8 \times \sin(\arctan(\alpha)) \times R;$$

其中，所述 M 为所述车辆的实际质量，所述 α 为所述路面坡度，所述 R 为所述车轮的滚轮半径。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法，所述方法还包括：

15 在所述车辆处于加速行驶的过程中，确定所述车辆的实际质量。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，所述确定所述车辆的实际质量，包括：

在所述车辆处于加速行驶的过程中，获取所述车辆的整车驱动力、所述车辆的第一风阻阻力、第一坡度阻力加速度、第一滚动阻力加速度和加速阻力加速度；

20 基于所述第一坡度阻力加速度、所述第一滚动阻力加速度和所述加速阻力加速度之和确定阻力总加速度；

确定所述整车驱动力和所述第一风阻阻力的目标差值；

将所述目标差值和所述阻力总加速度的比值确定为所述实际质量。

6. 根据权利要求 2 至 4 任一所述的方法，所述获取所述车辆在所述当前运行工况下的前馈扭矩，包括：

25 获取所述车辆在所述当前运行工况下的第二风阻阻力、第二坡度阻力加速度和第二滚动阻力加速度；

确定所述第二坡度阻力加速度和所述第二滚动阻力加速度的第一差值；

确定所述第一差值与所述实际质量的第一乘积；

基于所述第一乘积和所述第二风阻阻力的第二差值，与所述滚轮半径的比值确定所述前馈扭矩。

30 7. 根据权利要求 1 所述的方法，所述当前运行工况包括跟车工况；所述确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩，包括：

获取所述车辆在所述当前运行工况下的减速度和第三坡度阻力加速度；

确定所述减速度和所述第三坡度阻力加速度之和，与所述车辆的实际质量的第二乘积；

基于所述第二乘积与车轮的滚轮半径的比值确定所述滑行回馈扭矩。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，获取所述车辆在所述当前运行工况下的减速度，包括：

- 5 获取前方车辆的第一车速、所述车辆的第二车速以及所述车辆与所述前方车辆的实际距离和安全距离；

确定所述第一车速的平方与所述第二车速的平方的第三差值，以及所述实际距离与所述安全距离的第四差值；

基于所述第三差值与所述第四差值的比值确定所述减速度。

- 10 9. 一种计算机可读存储介质，其上存储有车辆能量回收程序，所述车辆能量回收程序被处理器执行时实现根据权利要求 1 至 8 任一所述的车辆能量回收方法。

10. 一种车辆，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的车辆能量回收程序，所述处理器执行所述车辆能量回收程序时，实现根据权利要求 1 至 8 任一所述的车辆能量回收方法。

11. 一种车辆能量回收装置，所述装置包括：

- 15 第一确定模块，用于确定车辆在当前运行工况下的滑行回馈扭矩；

第二确定模块，用于确定所述车辆的最大允许回馈扭矩；

能量回收模块，用于基于所述最大允许回馈扭矩和所述滑行回馈扭矩中最小的回馈扭矩进行能量回收。

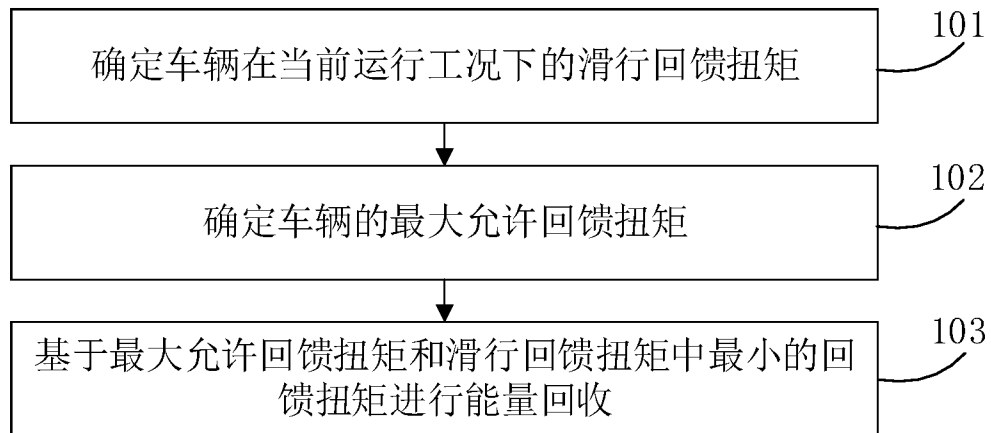


图 1

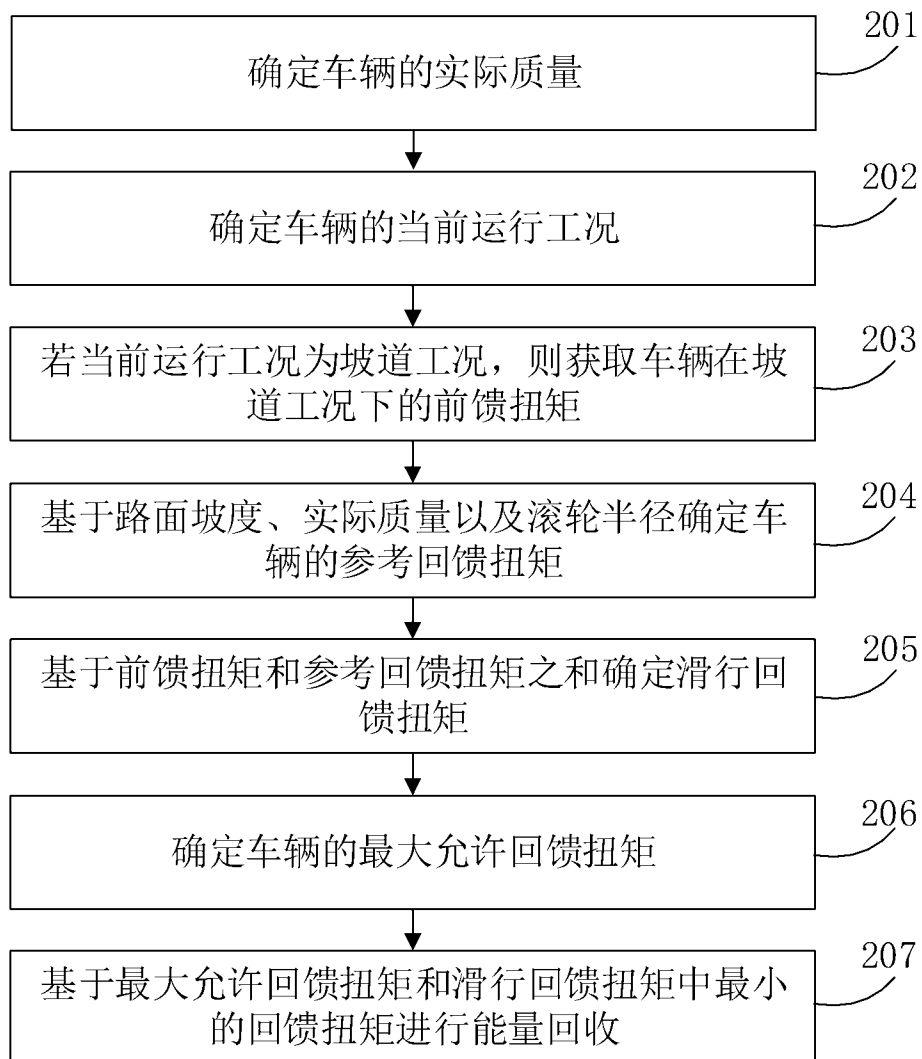


图 2

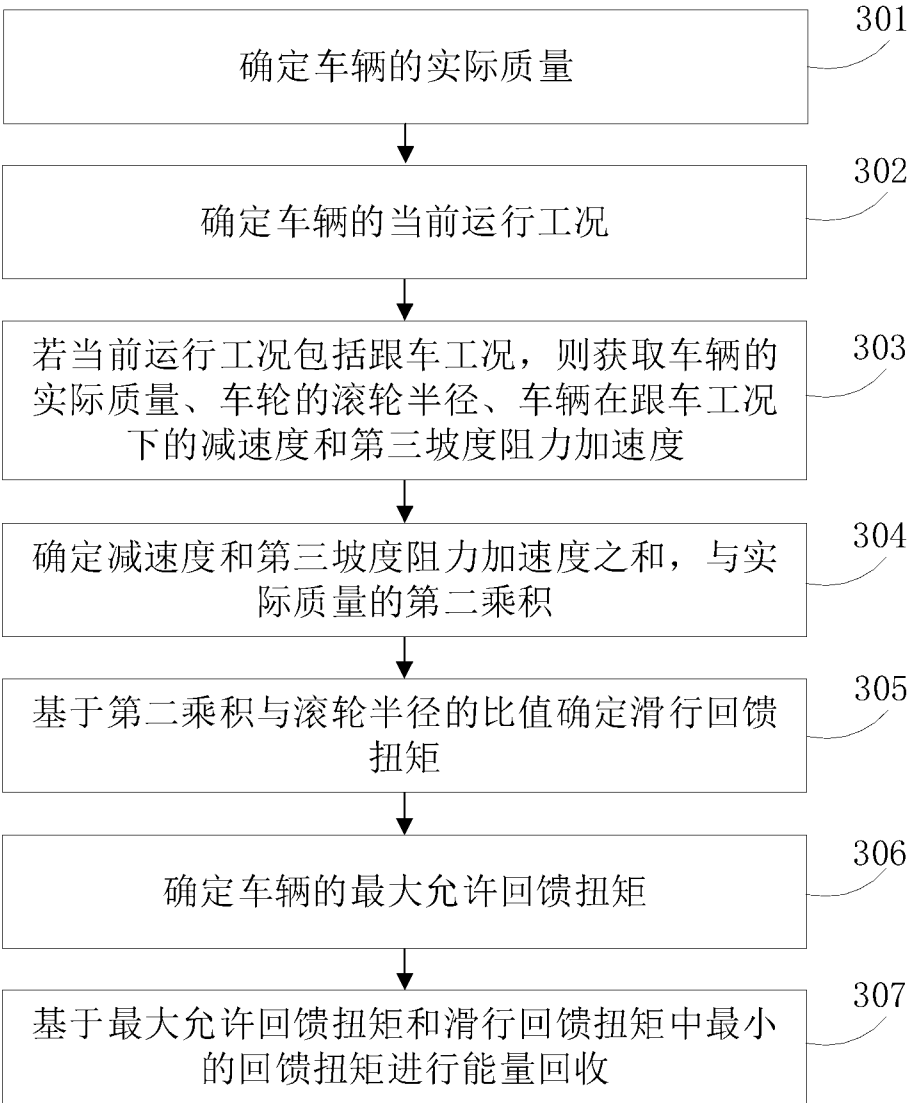


图 3

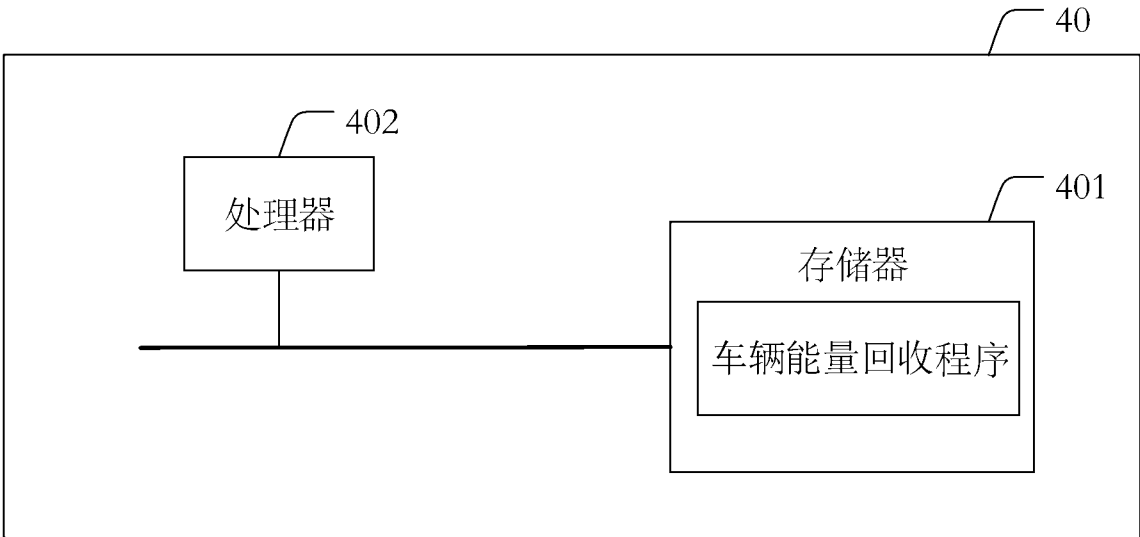


图 4

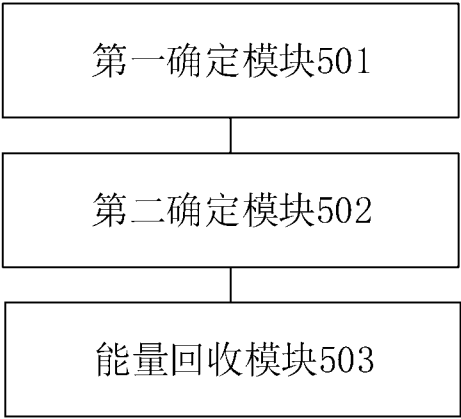


图 5



图 6

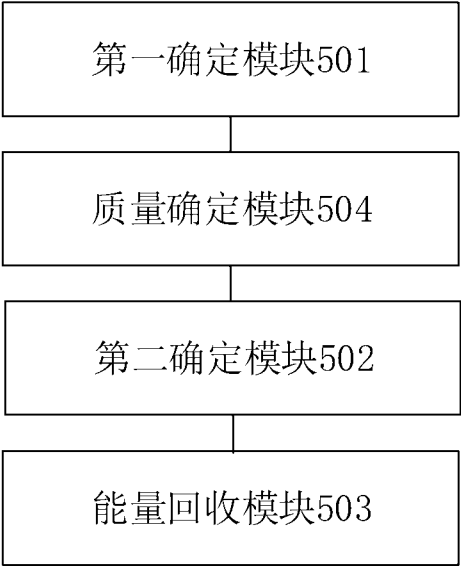


图 7

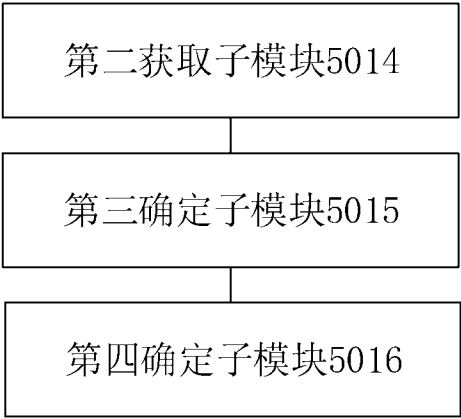


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/097490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B60L15/20(2006.01)i; B60W30/18(2012.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: B60L, B60W Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, WPABSC, VEN, DWPI, ENTXTC, CJFD: 能量, 回收, 滑行, 回馈, 扭矩, 转矩, 最大, 最小, 前馈, 参考, 质量, 坡度, 坡道, energy, recytl+, slid+, feedback, torque, minimum, maximum, feedforward, mass, reference, slope,		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107650909 A (BYD CO., LTD.) 02 February 2018 (2018-02-02) description, pages 3-8, and figures 1-9	1-2, 7, 9-11
X	CN 104417557 A (BYD CO., LTD.) 18 March 2015 (2015-03-18) description, pages 3-11, and figures 1-7	1-2, 7, 9-11
A	CN 115583158 A (ANHUI HUALING AUTOMOBILE CO., LTD.) 10 January 2023 (2023-01-10) entire document	1-11
A	CN 110936822 A (BORGWARD AUTOMOTIVE (CHINA) CO., LTD.) 31 March 2020 (2020-03-31) entire document	1-11
A	CN 102490722 A (CHONGQING CHANGAN AUTOMOBILE CO., LTD. et al.) 13 June 2012 (2012-06-13) entire document	1-11
A	CN 115583160 A (CHENGDU SAILISI TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 January 2023 (2023-01-10) entire document	1-11
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 August 2024		Date of mailing of the international search report 22 August 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/097490

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20230039812 A (HYUNDAI MOTOR CO., LTD. et al.) 22 March 2023 (2023-03-22) entire document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/097490

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107650909	A	02 February 2018	WO	2018019120	A1	01 February 2018
CN	104417557	A	18 March 2015	EP	3044057	A1	20 July 2016
				WO	2015032344	A1	12 March 2015
				US	2016221469	A1	04 August 2016
CN	115583158	A	10 January 2023	None			
CN	110936822	A	31 March 2020	None			
CN	102490722	A	13 June 2012	None			
CN	115583160	A	10 January 2023	None			
KR	20230039812	A	22 March 2023	None			

A. 主题的分类

B60L15/20(2006.01)i; B60W30/18(2012.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B60L, B60W

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT, WPABSC, VENI, DWPI, ENTXTC, CJFD: 能量, 回收, 滑行, 回馈, 扭矩, 转矩, 最大, 最小, 前馈, 参考, 质量, 坡度, 坡道, energy, recycl+, slid+, feedback, torque, minimum, maximum, feedforward, mass, reference, slope,

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 107650909 A (比亚迪股份有限公司) 2018年2月2日 (2018 - 02 - 02) 说明书第3-8页、附图1-9	1-2, 7, 9-11
X	CN 104417557 A (比亚迪股份有限公司) 2015年3月18日 (2015 - 03 - 18) 说明书第3-11页、附图1-7	1-2, 7, 9-11
A	CN 115583158 A (安徽华菱汽车有限公司) 2023年1月10日 (2023 - 01 - 10) 全文	1-11
A	CN 110936822 A (宝沃汽车(中国)有限公司) 2020年3月31日 (2020 - 03 - 31) 全文	1-11
A	CN 102490722 A (重庆长安汽车股份有限公司等) 2012年6月13日 (2012 - 06 - 13) 全文	1-11
A	CN 115583160 A (成都赛力斯科技有限公司) 2023年1月10日 (2023 - 01 - 10) 全文	1-11
A	KR 20230039812 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD等) 2023年3月22日 (2023 - 03 - 22) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年8月12日

国际检索报告邮寄日期

2024年8月22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

陈云

电话号码 (+86) 010-62089484

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/097490

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107650909	A	2018年2月2日	WO	2018019120	A1	2018年2月1日
CN	104417557	A	2015年3月18日	EP	3044057	A1	2016年7月20日
				WO	2015032344	A1	2015年3月12日
				US	2016221469	A1	2016年8月4日
CN	115583158	A	2023年1月10日		无		
CN	110936822	A	2020年3月31日		无		
CN	102490722	A	2012年6月13日		无		
CN	115583160	A	2023年1月10日		无		
KR	20230039812	A	2023年3月22日		无		