(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
2021 年 1 月 21 日 (21.01.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/008527 A1

(51) 国际专利分类号:
B60L 15/20 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/101915

(22) 国际申请日: 2020 年 7 月 14 日 (14.07.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910641279.4 2019年7月16日 (16.07.2019) CN

(71) 申请人: 长城汽车股份有限公司(**GREAT WALL MOTOR COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国河北省保定市朝阳南大街 2266 号, Hebei 071000 (CN)。

(72) 发明人: 王银磊(**WANG, Yinlei**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。 凌文超(**LING, Wenchao**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。 陈淑江(**CHEN, Shujiang**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。 孙佳欣(**SUN, Jiaxin**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。 刘秀(**LIU, Xiu**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。 侯文涛(**HOU, Wentao**); 中国河北省保定市朝阳南大街2266号, Hebei 071000 (CN)。

(74) 代理人: 北京润泽恒知识产权代理有限公司(**BEIJING RUN ZEHENG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 中国北京市海淀区中关村南大街 31 号神舟大厦 702, Beijing 100081 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,

(54) **Title:** MOTOR CONTROL METHOD, APPARATUS AND DEVICE, AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质

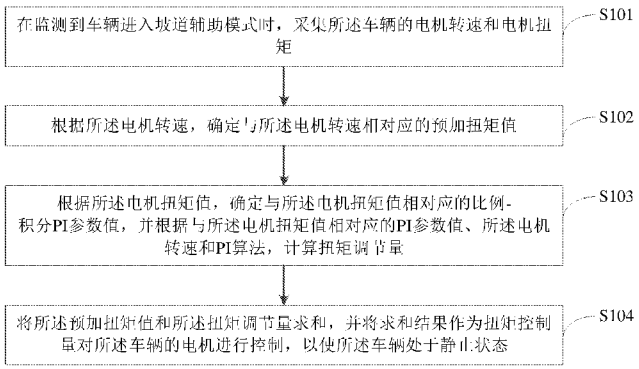

图 1

S101 When it is monitored that a vehicle enters a slope assist mode, acquire a motor rotation speed and a motor torque of the vehicle

S102 Determine, according to the motor rotation speed, a preload torque value corresponding to the motor rotation speed

S103 Determine, according to the motor torque value, a proportion-integration (PI) parameter value corresponding to the motor torque value, and according to the PI parameter value corresponding to the motor torque value, the motor rotation speed and a PI algorithm, calculate a torque adjustment amount

S104 Sum the preload torque value and the torque adjustment amount, and use the summation result as a torque control amount to control the motor of the vehicle, so as to enable the vehicle to be in a stationary state

(57) **Abstract:** A motor control method, comprising: when it is monitored that a vehicle enters a slope assist mode, acquiring a motor rotation speed and a motor torque value of the vehicle; determining, according to the motor rotation speed, a preload torque value corresponding to the motor rotation speed; determining, according to the motor torque value, a proportion-integration (PI) parameter value corresponding to the motor torque value, and according to the PI parameter value corresponding to the motor torque value, the motor rotation speed and a PI algorithm, calculating a torque adjustment amount; summing the preload torque value and the torque adjustment amount, and using the summation result as a torque control amount to control the motor of the vehicle, so as to enable the vehicle to be in a stationary state. Said method takes two factors, i.e. a motor rotation speed and a motor torque value, into consideration in a motor control process, so that a torque control amount is more adaptable to the requirements of a vehicle, thereby improving the stability of the vehicle. Further provided are an apparatus, a device, and a computer readable storage medium.

WO 2021/008527 A1

[见续页]

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (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, 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))。

(57) 摘要：一种电机控制方法，包括：在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集车辆的电机转速和电机扭矩值；根据电机转速，确定与电机转速相对应的预加扭矩值；根据电机扭矩值，确定与电机扭矩值相对应的PI参数值，并根据与电机扭矩值相对应的PI参数值、电机转速和PI算法，计算扭矩调节量；将预加扭矩值和扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对车辆的电机进行控制，以使车辆处于静止状态。本方法能够在电机控制过程中考虑电机转速和电机扭矩值两方面的因素，使得扭矩控制量更符合车辆需求，从而提高车辆的稳定性。还提供了一种装置、设备及计算机可读存储介质。

电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质

本申请要求在 2019 年 7 月 16 日提交中国专利局、申请号为 201910641279.4、发明名称为“电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明实施例涉及车辆控制技术领域，尤其涉及一种电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质。

背景技术

车辆在坡道上起步时，驾驶员从松开制动踏板到踩油门踏板过程中，会出现车辆方向与驾驶档位不一致的现象，即整车出现溜车现象，容易造成安全事故。

现有技术中，通常在检测到发生溜车时，通过整车控制器给电机控制器增大目标扭矩值，同时增加目标扭矩梯度，快速使车辆停止溜车。

然而现有技术中，增大目标扭矩值和目标扭矩梯度能够使车辆快速停止溜车，但由于调节过程中目标扭矩值和目标扭矩梯度始终较大，会导致电机转速增加过快，使车辆产生前冲现象，车辆稳定性差。

发明内容

本发明实施例提供一种电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质，以解决目前在防止溜车过程中车辆稳定性差的问题。

第一方面，本发明实施例提供一种电机控制方法，包括:

在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩;

根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值;

根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量;

将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

在一种可能的实施方式中，在监测到所述车辆进入坡道辅助模式之前，还包括:

获取车辆的工作状态信息;

根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入静止状态;

若所述车辆进入静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息;

在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入坡道辅助模式。

在一种可能的实施方式中，在所述确定所述车辆进入坡道辅助模式之后，还包括:

监测坡道辅助模式的退出事件是否被触发;

若坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出坡道辅助模式;

在所述车辆进入静止状态之后，还包括:

监测所述静止状态的退出事件是否被触发;

若所述静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值，包括:

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值;

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值;

在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩值，作为所述电机转速的预加扭矩值。

在一种可能的实施方式中，所述根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，包括:

根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个 PI 参数值;

查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的 PI 参数值，作为所述电机扭矩值对应的 PI 参数值。

在一种可能的实施方式中，所述方法，还包括:

在所述车辆处于坡道辅助模式时，监测所述车辆的电机转速是否由负值上升到零值；

若监测到所述车辆的电机转速由负值上升到零值，则在所述电机转速上升到零值时，将所述扭矩调节量与第一预设扭矩阈值之间的最小值，作为所述扭矩控制量；

执行以下步骤，直至采集到的电机扭矩相对于转速为零值时的扭矩所回落的差值大于预设回落阈值：在所述电机转速上升超过零值后，将所述扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值，作为所述扭矩控制量。

在一种可能的实施方式中，还包括：

在所述车辆进入坡道辅助模式后，将水泵切换为工作状态，以对电机进行冷却。

在一种可能的实施方式中，所述方法，还包括：

在所述车辆进入坡道辅助模式后，监测电机温度是否超过预设温度阈值，若所述电机温度超过所述预设温度阈值，则停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示。

第二方面，本发明实施例提供一种电机控制装置，包括：

采集模块，用于在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩；

第一处理模块，用于根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值；

第二处理模块，用于根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；

控制模块，用于将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括监测模块，所述监测模块用于：

获取车辆的工作状态信息；

根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入静止状态；

若所述车辆进入静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息；

在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入坡道辅助模式。

在一种可能的实施方式中，所述监测模块还用于:

在所述确定所述车辆进入坡道辅助模式之后，监测坡道辅助模式的退出事件是否被触发;

若坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出坡道辅助模式;

在所述车辆进入静止状态之后，监测所述静止状态的退出事件是否被触发;

若所述静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。

在一种可能的实施方式中，所述第一处理模块，用于:

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值;

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值;

在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩值，作为所述电机转速的预加扭矩值。

在一种可能的实施方式中，所述第二处理模块，用于:

根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个 PI 参数值;

查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的 PI 参数值，作为所述电机扭矩值对应的 PI 参数值。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括第三处理模块，所述第三处理模块用于:

在所述车辆处于坡道辅助模式时，监测所述车辆的电机转速是否由负值上升到零值;

若监测到所述车辆的电机转速由负值上升到零值，则在所述电机转速上升到零值时，将所述扭矩调节量与第一预设扭矩阈值之间的最小值，作为所述扭矩控制量;

执行以下步骤，直至采集到的电机扭矩相对于转速为零值时的扭矩所回落的差值大于预设回落阈值：在所述电机转速上升超过零值后，将所述扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值，作为所述扭矩控制量。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括冷却模块，所述冷却模块用

于:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，将水泵切换为工作状态，以对电机进行冷却。

在一种可能的实施方式中，所述装置还包括告警模块，所述告警模块用于:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，监测电机温度是否超过预设温度阈值，若所述电机温度超过所述预设温度阈值，则停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示。

第三方面，本发明实施例提供一种电机控制设备，包括：至少一个处理器和存储器;

所述存储器存储计算机执行指令;

所述至少一个处理器执行所述存储器存储的计算机执行指令，使得所述至少一个处理器执行如上第一方面以及第一方面各种可能的实施方式所述的电机控制方法。

第四方面，本发明实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行所述计算机执行指令时，实现如上第一方面以及第一方面各种可能的实施方式所述的电机控制方法。

本实施例提供的电机控制方法、装置、设备及计算机可读存储介质，通过在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集该车辆的电机转速和电机扭矩;根据该电机转速，确定与该电机转速相对应的预加扭矩值;根据该电机扭矩值，确定与该电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值、该电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量;将该预加扭矩值和该扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对该车辆的电机进行控制，以使该车辆处于静止状态，通过将根据电机转速确定出的预加扭矩值与根据电机扭矩值确定出的扭矩调节量相加得到扭矩控制量，能够在电机控制过程中考虑电机转速和电机扭矩值两方面的因素，使得扭矩控制量更符合车辆需求，从而提高车辆的稳定性。

上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本申请的具体实施方式。

附图说明

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一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 示意性地示出了本发明一实施例提供的电机控制方法的流程示意图；

图 2 示意性地示出了本发明又一实施例提供的电机控制方法的流程示意图；

图 3 示意性地示出了本发明另一实施例提供的电机控制方法的流程示意图；

图 4 示意性地示出了本发明再一实施例提供的电机控制方法的流程示意图；

图 5 示意性地示出了本发明实施例提供的电机控制系统的架构示意图；

图 6 示意性地示出了本发明一实施例提供的电机控制装置的结构示意图；

图 7 示意性地示出了本发明又一实施例提供的电机控制装置的结构示意图；

图 8 示意性地示出了本发明一实施例提供的电机控制设备的硬件结构示意图；

图 9 示意性地示出了用于执行根据本申请的方法的电机控制设备的框图；以及

图 10 示意性地示出了用于保持或者携带实现根据本申请的方法的程序代码的存储单元。

具体实施例

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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作出创造性劳动

前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

图 1 为本发明一实施例提供的电机控制方法的流程示意图。该电机控制方法的执行主体可以为车辆的整车控制器，或者车辆的电机控制器，或者车辆的整车控制器与电机控制器所组成的控制装置，或者是车载终端、服务器等其他设备，在此不作限定。

如图 1 所示，该方法包括:

S101、在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩。

在本实施例中，坡道辅助模式为预先设置的防止车辆溜车的电机控制模式。可以通过预设的坡道辅助模式进入条件和车辆的状态信息判断车辆是否进入坡道辅助模式。在监测到车辆进入坡道辅助模式到退出坡道辅助模式期间，可以每隔一定的时间间隔采集一次车辆的电机转速和电机扭矩。然后根据每次采集的数据得到一个相应的电机控制量，对电机进行控制，以调节电机的运行状态。

S102、根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值。

在本实施例中，预加扭矩值为一个预设的扭矩值。一个电机转速对应一个预加扭矩值。需要注意的是，电机转速和预加扭矩值可以不是一一对应的关系，多个电机转速可以对应同一个预加扭矩值。可以根据采集到的电机转速和预置的数据表确定与该电机转速相对应的预加扭矩值。

S103、根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。

在本实施例中，PI 参数值为预设的对电机扭矩进行 PI 算法计算的参数。一个电机扭矩值对应一个 PI 参数值。需要注意的是，电机扭矩值和 PI 参数值可以不是一一对应的关系，多个电机扭矩值可以对应同一个 PI 参数值。可以首先确定与采集到的电机扭矩值相对应的 PI 参数值，然后根据与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值、采集到的电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。例如，可以将采集到的电机转速和目标转速，以与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值进行 PI 算法运算，得到扭矩调节量。其中，为使车辆处于静止状态，目标转速可以取为零值，或者在零值周围一定范围内取值，在此不作限定。

S104、将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

在本实施例中，可以计算预加扭矩值和扭矩调节量的和，将二者的和值作为扭矩控制量，对车辆的电机进行控制。在车辆进入坡道辅助模式后通过不断采集的电机转速和电机扭矩值得到相应的扭矩控制量，对电机进行调节，以使车辆处于静止状态，停止溜车。

本发明实施例通过在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集该车辆的电机转速和电机扭矩；根据该电机转速，确定与该电机转速相对应的预加扭矩值；根据该电机扭矩值，确定与该电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值、该电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；将该预加扭矩值和该扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对该车辆的电机进行控制，以使该车辆处于静止状态，通过将根据电机转速确定出的预加扭矩值与根据电机扭矩值确定出的扭矩调节量相加得到扭矩控制量，能够在电机控制过程中考虑电机转速和电机扭矩值两方面的因素，使得扭矩控制量更符合车辆需求，从而提高车辆的稳定性。

图 2 为本发明又一实施例提供的电机控制方法的流程示意图。本实施例对监测车辆是否进入坡道辅助模式的具体实现过程进行了详细说明。如图 2 所示，该方法包括:

S201、获取车辆的工作状态信息。

在本实施例中，车辆的工作状态信息可以包括但不限于以下中的至少一种：系统故障、驱动电机的电功率、档位状态、档位生效时间、电机转速、加速踏板的开度、行车换挡状态位是否激活等。

S202、根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入静止状态。

在本实施例中，若车辆的工作状态信息符合预设的静止状态进入条件，则判定车辆进入静止状态；若车辆的工作状态信息不符合预设的静止状态进入条件，则判定车辆没有进入静止状态。

可选地，预设的静止状态进入条件可以包括但不限于以下中的一项或多项:

1、车辆无预设等级阈值（如四级等）以上的系统故障;

2、驱动电机的电功率大于或等于预设功率阈值（如 3KW 等）;

3、档位生效时间大于预设生效时长（如 0.6s 等）；

4、当逻辑档位为 D 档且刹车踩下时，电机转速小于设定进入转速（如 10rpm）并持续预设时长（如 50ms 等）；或逻辑档位在 R 档且刹车踩下时，电机转速小于设定进入转速（如 10rpm）并持续预设时长（如 50ms 等）；其中，D（drive）档为车辆的前进挡，R（reverse）档为车辆的倒车档;

5、加速踏板开度小于预设开度阈值（如 5%等），并且手刹或 EPB（Electrical Park Brake，电子驻车制动系统）未开启。

6、车辆状态为：ready 准备状态;

7、行车换挡状态位未激活。

若车辆的工作状态信息满足以上全部条件，则判定车辆进入静止状态；或者若车辆的工作状态信息满足其中指定的一项或多项条件，则判断判定车辆进入静止状态，在此不作限定。

其中，在车辆状态 ready 下，车速小于预设车速阈值（如 10km/h 等），且转速>预设转速阈值（如 50r/min）时，车辆逻辑档位变化为：D→R、N→R、R→D、N→D；且电机转速方向与档位不一致时，则标记行车换挡状态位为激活；当电机转速方向与档位一致时，标记行车换挡状态位为未激活。其中，N（neutral）档为车辆的空挡。

S203、若所述车辆进入静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息。

在本实施例中，如果车辆进入静止状态，则获取车辆的电机状态信息，其中，电机状态信息包括电机转向、电机转速以及电机转速维持时长等，在此不作限定。

S204、在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入坡道辅助模式。

在本实施例中，在车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定车辆进入坡道辅助模式。

可选地，预设的坡道辅助模式进入条件可以包括但不限于以下中的一项或多项:

1、车辆进入静止状态;

2、电机转向为反向;

3、电机转速大于预设转速阈值（如 38rpm 等）且持续时长超过预设持续时长（如 24ms 等）；

若车辆的电机状态信息满足以上全部条件，则确定车辆进入坡道辅助

模式。其中，电机转速可以每隔一定时间（如 400us 等）检测一次。

S205、在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩。

本实施例中 S205 与图 1 实施例中的 S101 类似，此处不再赘述。

S206、根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值。

本实施例中 S206 与图 1 实施例中的 S102 类似，此处不再赘述。

S207、根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。

本实施例中 S207 与图 1 实施例中的 S103 类似，此处不再赘述。

S208、将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

本实施例中 S208 与图 1 实施例中的 S104 类似，此处不再赘述。

本实施例首先通过预设的静止状态进入条件判定车辆是否进入静止状态，在车辆进入静止状态后，通过预设的坡道辅助模式进入条件判定车辆是否进入坡道辅助模式，能够准确监测到车辆进入坡道辅助模式，从而及时按照本实施例提供的电机控制方法对车辆电机进行控制，以停止溜车。

可选地，在所述确定所述车辆进入坡道辅助模式之后，上述方法还可以包括:

监测坡道辅助模式的退出事件是否被触发;

若坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出坡道辅助模式。

在本实施例中，可以预先设置坡道辅助模式的退出事件，在车辆进入坡道辅助模式后，如果坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出坡道辅助模式。其中，坡道辅助模式的退出事件可以包括但不限于以下中的至少一项:

1、车辆退出静止状态;

2、单次驻坡时间大于预设时长阈值（如 4s 等）;

3、电机转速大于预设转速阈值（如 200rpm 等）;

4、车辆自身发生预设等级（如 3 级等）以上系统故障;

5、已经完成预设次数（如 4 次等）驻坡。

如果以上事件有任一件或者指定的一件或多件被触发，则退出坡道辅

助模式。

可选地，在所述车辆进入静止状态之后，上述方法还可以包括:

监测所述静止状态的退出事件是否被触发;

若所述静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。

在本实施例中，可以预先设置静止状态的退出事件，在车辆进入静止状态后，如果静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。其中，静止状态的退出事件可以包括但不限于以下中的至少一项:

1、车辆发生预设等级（如四级等）及以上系统故障;

2、从当前逻辑档位换到其它档位（比如 D to R 或 D to N）;

3、驱动电机的电功率小于预设功率阈值（如 3 KW 等）;

4、蠕行需求扭矩大于坡道辅助模式完成后的电机的真实扭矩，差值超过预设阈值（如 5Nm）且持续超过预设时长（如 0.6 秒）;

5、ACCPedal 需求扭矩大于坡道辅助模式完成后的真实扭矩，差值超过预设阈值（如 5Nm）且持续超过预设时长（如 0.05 秒）;

6、在坡道辅助模式下，D/R 挡电机转速绝对值大于或等于预设阈值(如 200rpm）;

7、车辆状态为：非 ready 准备状态;

8、手刹被拉起;

9、ABS（Antilock Brake System，制动防抱死系统）激活。

如果以上事件有任一件或者指定的一件或多件被触发，则退出静止状态。

图 3 为本发明另一实施例提供的电机控制方法的流程示意图。本实施例对确定与电机转速相对应的预加扭矩值的具体实现过程进行了详细说明。如图 3 所示，该方法包括:

S301、在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩。

本实施例中 S301 与图 1 实施例中的 S101 类似，此处不再赘述。

S302、在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值。

S303、在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值。

S304、在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩值，作为所述电机转速的预加扭矩值。

本实施例中，车辆进入坡道辅助模式后，电机转速一开始为负值，即电机转速方向为反向。之后，电机转速的绝对值逐渐增大，但仍为负值，当绝对值增到最大值后，由于存在电机扭矩的调节，电机转速将向零值靠近，之后围绕零值上下波动变化，波动的幅度逐渐减小，并最终趋于零值，此时车辆也就停止运动，保持静止。因此，车辆进入坡道辅助模式后，电机转速的变化可以划分为两个阶段：第一阶段和第二阶段，其中第一阶段和第二阶段的分割点为电机转速为负值且绝对值达到最大值的点。

在第一阶段，采集到的电机转速为负值、且电机转速的绝对值在增加，此阶段可以在预置数据表中查找与采集到的电机转速相对应的预加扭矩值。

当采集到的电机转速为负值、且电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，判定电机转速的绝对值达到最大值。第一阶段结束，进入第二阶段。

在第二阶段，也就是电机转速的绝对值达到该最大值后的调整阶段，不再从预置数据表中查找与采集到的电机转速相对应的预加扭矩值，而是将电机转速的绝对值为最大值时所对应的预加扭矩值，作为电机转速的预加扭矩值，在第二阶段始终保持该预加扭矩值不变，使用该扭矩值参与对电机的控制调节。

S305、根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。

本实施例中 S305 与图 1 实施例中的 S103 类似，此处不再赘述。

S306、将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

本实施例中 S306 与图 1 实施例中的 S104 类似，此处不再赘述。

本实施例通过将电机转速达到绝对值的最大值时对应的预加扭矩值，作为之后采集到的电机转速的预加扭矩值，能够使选择的预加扭矩值满足对电机扭矩调节的需求，避免因预加扭矩值太小导致的调节作用微弱的问题。

图 4 为本发明再一实施例提供的电机控制方法的流程示意图。本实施例

对确定与电机扭矩值相对应的 PI 参数值的具体实现过程进行了详细说明。如图 4 所示，该方法包括:

S401、在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩。

本实施例中 S401 与图 1 实施例中的 S101 类似，此处不再赘述。

S402、根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值。

本实施例中 S402 与图 1 实施例中的 S102 类似，此处不再赘述。

S403、根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个比例-积分 PI 参数值。

S404、查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的 PI 参数值，作为所述电机扭矩值对应的 PI 参数值。

在本实施例中，可以预先设置多个扭矩区间，每个扭矩区间对应于一个 PI 参数值。在采集到电机扭矩值后可以首先确定电机扭矩值所在的扭矩区间，然后在预置的数据表中查找该扭矩区间所对应的 PI 参数值，作为采集到的电机扭矩值所对应的PI参数值。例如，可以设置≤30N.m，30N.m至90N.m，≥90N.m的三个扭矩区间，三个扭矩区间分别对应三组PI参数值。

S405、根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。

S406、将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

本实施例中 S406 与图 1 实施例中的 S103 类似，此处不再赘述。

本实施例通过预设的扭矩区间，能够快速准确地确定出采集到的电机扭矩值所对应的 PI 参数值。

可选地，上述方法还可以包括:

在所述车辆处于坡道辅助模式时，监测所述车辆的电机转速是否由负值上升到零值;

若监测到所述车辆的电机转速由负值上升到零值，则在所述电机转速上升到零值时，将所述扭矩调节量与第一预设扭矩阈值之间的最小值，作为所述扭矩控制量;

执行以下步骤，直至采集到的电机扭矩相对于转速为零值时的扭矩所回落的差值大于预设回落阈值：在所述电机转速上升超过零值后，将所述

扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值，作为所述扭矩控制量。

在本实施例中，在车辆处于坡道辅助模式时，可以监测车辆的电机转速是否由负值上升到零值。如果监测到车辆的电机转速由负值上升到零值，此时可以将计算出的扭矩调节量与第一预设扭矩阈值进行比较，选择二者之间的最小值作为对电机控制的扭矩控制量。由于电机转速过零值时，如果仍采用较大的扭矩控制量，会由于反向转速超调过多导致车辆产生明显的前冲。通过设置一个较小的第一预设扭矩阈值，能够使车辆在电机转速过零值时保持平顺，避免明显的前冲现象，提高车辆稳定性。

在电机转速上升超过零值后，可以将计算出的扭矩调节量与第二预设扭矩阈值进行比较，选择二者之间的最大值作为扭矩控制量。由于电机转速上升超过零值后，车辆由后溜转换为前冲，此时需要尽快降低电机扭矩，防止车辆前冲太多，因此可以选择扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值作为扭矩控制量，以较大的扭矩梯度及时将电机扭矩值进行回落，直到回落的差值等于预设回落阈值。

本实施例通过在电机转速过零值时采用第一预设扭矩阈值对扭矩控制量进行限制，保证车辆在转速过零值时的稳定；通过在电机转速过零值后采用第二预设扭矩阈值对扭矩控制量进行限制，使电机扭矩以较大的扭矩梯度进行回落，能够减少车辆前冲的程度，从而提高车辆稳定性。

可选地，上述方法还可以包括:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，将水泵切换为工作状态，以对电机进行冷却。

在本实施例中，在车辆进入坡道辅助模式后，可以控制水泵打开，以满足电机冷却需求，防止电机温度过高。

可选地，上述方法还可以包括:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，监测电机温度是否超过预设温度阈值，若所述电机温度超过所述预设温度阈值，则停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示。

在本实施例中，预设温度阈值可以根据实际需求进行设定，例如可以为 85°，87° 等，在此不作限定。在车辆进入坡道辅助模式后，如果监测到电机温度超过预设温度阈值，则表明电机的扭矩调节已达到极限，继续提升功率电机容易发生故障，表明按照上述电机控制方式没能实现停止溜车，此时可以停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示，以提示驾驶

员通过通过手动刹车等制动方式对车辆进行制动，以停止溜车。

作为本发明的一个实施示例，可以由车辆的整车控制器和电机控制器来实现上述电机控制方法。如图5所示为本发明实施例提供的电机控制系统的架构示意图。如图 5 所示，该电机控制系统可以包括整车控制器 51、电机控制器52、档位模块53、踏板模块54、电池管理模块55、热管理模块56等。其中，整车控制器 51 用于根据车辆的工作状态信息监测车辆是否进入静止状态，并在监测到车辆进入静止状态后向电机控制器 52 发送进入静止状态指令。电机控制器 52 在接收到静止状态指令后，根据电机状态监测车辆是否进入坡道辅助模式，并在监测到车辆进入坡道辅助模式后，向整车控制器51反馈进入坡道辅助模式指令。整车控制器51接收到进入坡道辅助模式指令后，由整车控制器51和/或电机控制器52按照上述电机控制方法对电机进行控制。档位模块 53 用于采集档位信息发送至整车控制器 51。踏板模块54用于采集踏板信息发送至整车控制器51。电池管理模块55用于采集电池功率信息发送至整车控制器51。热管理模块56用于按照整车控制器51的水泵控制指令对水泵进行控制。

本发明实施例为了避免纯电动车、燃油动力车或者混合动力车等在坡道起步时出现反向溜车情况，在整车控制策略中增加了坡道辅助模式功能，该功能用于车辆坡道起步，从驾驶员开始松制动踏板到踩下加速踏板行驶的过程中提供驻坡转矩，短时间内防止车辆反向溜车，辅助驾驶员在坡道上进行平稳起步。

传统的车辆一般使用 ESP 功能满足坡道辅助功能需求，但成本压力大。部分新能源汽车采用单纯电机控制方式，但逻辑过于简单，容易误触发，导致非预期的加速，不满足安全要求。相对于传统方式，本实施例提供的电机控制方法从系统角度考虑此问题，以整车控制器定义车辆静止条件，再以电机定义车辆溜坡条件，调节过程以转速为基准，扭矩调节以 PI 调节为主，采用分组式调节，使扭矩控制更平缓。由于全部采用软件控制，能够节省成本且满足坡道辅助功能。当车辆在坡道上后溜时，以扭矩控制的方式，使车辆停在坡道上，满足驾驶员的起步需求，且不会出现非预期的车辆前后冲击现象，保持车辆稳定性。

本发明实施例通过在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集该车辆的电机转速和电机扭矩；根据该电机转速，确定与该电机转速相对应的预加扭矩值；根据该电机扭矩值，确定与该电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参

数值，并根据与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值、该电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；将该预加扭矩值和该扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对该车辆的电机进行控制，以使该车辆处于静止状态，通过将根据电机转速确定出的预加扭矩值与根据电机扭矩值确定出的扭矩调节量相加得到扭矩控制量，能够在电机控制过程中考虑电机转速和电机扭矩值两方面的因素，使得扭矩控制量更符合车辆需求，从而提高车辆的稳定性。

图 6 为本发明一实施例提供的电机控制装置的结构示意图。如图 6 所示，该电机控制装置 60 包括：采集模块 601、第一处理模块 602、第二处理模块 603 和控制模块 604。

采集模块 601，用于在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩。

第一处理模块 602，用于根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值。

第二处理模块 603，用于根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量。

控制模块 604，用于将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

本发明实施例通过采集模块在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集该车辆的电机转速和电机扭矩；第一处理模块根据该电机转速，确定与该电机转速相对应的预加扭矩值；第二处理模块根据该电机扭矩值，确定与该电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与该电机扭矩值相对应的 PI 参数值、该电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；控制模块将该预加扭矩值和该扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对该车辆的电机进行控制，以使该车辆处于静止状态，通过将根据电机转速确定出的预加扭矩值与根据电机扭矩值确定出的扭矩调节量相加得到扭矩控制量，能够在电机控制过程中考虑电机转速和电机扭矩值两方面的因素，使得扭矩控制量更符合车辆需求，从而提高车辆的稳定性。

图 7 为本发明又一实施例提供的电机控制装置的结构示意图。如图 7 所

示，本实施例提供的电机控制装置 60 在图 6 所示实施例提供的电机控制装置的基础上，还可以包括：监测模块 605、第三处理模块 606、冷却模块 607 和告警模块 608。

可选地，所述监测模块 605 用于：

获取车辆的工作状态信息；

根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入静止状态；

若所述车辆进入静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息；

在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入坡道辅助模式。

可选地，所述监测模块 605 还用于：

在所述确定所述车辆进入坡道辅助模式之后，监测坡道辅助模式的退出事件是否被触发；

若坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出坡道辅助模式；

在所述车辆进入静止状态之后，监测所述静止状态的退出事件是否被触发；

若所述静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。

可选地，所述第一处理模块 602，用于：

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值；

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值；

在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩值，作为所述电机转速的预加扭矩值。

可选地，所述第二处理模块 603，用于：

根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个 PI 参数值；

查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的 PI 参数值，作为所述电机扭矩值对应的 PI 参数值。

可选地，所述第三处理模块 606 用于：

在所述车辆处于坡道辅助模式时，监测所述车辆的电机转速是否由负

值上升到零值;

若监测到所述车辆的电机转速由负值上升到零值，则在所述电机转速上升到零值时，将所述扭矩调节量与第一预设扭矩阈值之间的最小值，作为所述扭矩控制量;

执行以下步骤，直至采集到的电机扭矩相对于转速为零值时的扭矩所回落的差值大于预设回落阈值：在所述电机转速上升超过零值后，将所述扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值，作为所述扭矩控制量。

可选地，所述冷却模块 607 用于:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，将水泵切换为工作状态，以对电机进行冷却。

可选地，所述告警模块 608 用于:

在所述车辆进入坡道辅助模式后，监测电机温度是否超过预设温度阈值，若所述电机温度超过所述预设温度阈值，则停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示。

本发明实施例提供的电机控制装置，可用于执行上述的方法实施例，其实现原理和技术效果类似，本实施例此处不再赘述。

图 8 为本发明一实施例提供的电机控制设备的硬件结构示意图。如图 8 所示，本实施例提供的电机控制设备 80 包括：至少一个处理器 801 和存储器 802。该电机控制设备 80 还包括通信部件 803。其中，处理器 801、存储器 802 以及通信部件 803 通过总线 804 连接。

在具体实现过程中，至少一个处理器 801 执行所述存储器 802 存储的计算机执行指令，使得至少一个处理器 801 执行如上的电机控制方法。

处理器 801 的具体实现过程可参见上述方法实施例，其实现原理和技术效果类似，本实施例此处不再赘述。

在上述的图 8 所示的实施例中，应理解，处理器可以是中央处理单元（英文：Central Processing Unit，简称：CPU），还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（英文：Digital Signal Processor，简称：DSP）、专用集成电路（英文：Application Specific Integrated Circuit，简称：ASIC）等。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。结合发明所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

存储器可能包含高速 RAM 存储器，也可能还包括非易失性存储 NVM，例如至少一个磁盘存储器。

总线可以是工业标准体系结构（Industry Standard Architecture，ISA）总线、外部设备互连（Peripheral Component，PCI）总线或扩展工业标准体系结构（Extended Industry Standard Architecture，EISA）总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，本申请附图中的总线并不限定仅有一根总线或一种类型的总线。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，即可以理解并实施。

本申请的各个部件实施例可以以硬件实现，或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现，或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解，可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器（DSP）来实现根据本申请实施例的电机控制设备中的一些或者全部部件的一些或者全部功能。本申请还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的设备或者装置程序（例如，计算机程序和计算机程序产品）。这样的实现本申请的程序可以存储在计算机可读介质上，或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下载得到，或者在载体信号上提供，或者以任何其他形式提供。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行所述计算机执行指令时，实现如上的电机控制方法。

上述的计算机可读存储介质，上述可读存储介质可以是由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，如静态随机存取存储器（SRAM），电可擦除可编程只读存储器（EEPROM），可擦除可编程只读存储器（EPROM），可编程只读存储器（PROM），只读存储器（ROM），磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。可读存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

一种示例性的可读存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该可读存储介质读取信息，且可向该可读存储介质写入信息。当然，可读存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和可读存储介质可以位于专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits，简称：ASIC)中。当然，处理器和可读存储介质也可以作为分立组件存在于设备中。

例如，图 9 示出了可以实现根据本申请的方法的电机控制设备。该电机控制设备传统上包括处理器 1010 和以存储器 1020 形式的计算机程序产品或者计算机可读介质。存储器 1020 可以是诸如闪存、EEPROM（电可擦除可编程只读存储器）、EPROM、硬盘或者 ROM 之类的电子存储器。存储器 1020 具有用于执行上述方法中的任何方法步骤的程序代码 1031 的存储空间 1030。例如，用于程序代码的存储空间 1030 可以包括分别用于实现上面的方法中的各种步骤的各个程序代码 1031。这些程序代码可以从一个或者多个计算机程序产品中读出或者写入到这一个或者多个计算机程序产品中。这些计算机程序产品包括诸如硬盘，紧致盘（CD）、存储卡或者软盘之类的程序代码载体。这样的计算机程序产品通常为如参考图 10 所述的便携式或者固定存储单元。该存储单元可以具有与图 9 的电机控制设备中的存储器 1020 类似布置的存储段、存储空间等。程序代码可以例如以适当形式进行压缩。通常，存储单元包括计算机可读代码 1031’，即可以由例如诸如 1010 之类的处理器读取的代码，这些代码当由电机控制设备运行时，导致该电机控制设备执行上面所描述的方法中的各个步骤。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

本文中所称的“一个实施例”、“实施例”或者“一个或者多个实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或者特性包括在本申请的至少一个实施例中。此外，请注意，这里“在一个实施例中”的词语例子不一定全指同一个实施例。

在此处所提供的说明书中，说明了大量具体细节。然而，能够理解，本申请的实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实践。在一些实例中，并未详细示出公知的方法、结构和技术，以便不模糊对本说明书的理解。

在权利要求中，不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本申请可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中，这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求

1、一种电机控制方法，其特征在于，包括：

在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩值；

根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值；

根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；

将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

2、根据权利要求 1 所述的电机控制方法，其特征在于，在监测到所述车辆进入坡道辅助模式之前，还包括：

获取所述车辆的工作状态信息；

根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入所述静止状态；

若所述车辆进入所述静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息；

在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入所述坡道辅助模式。

3、根据权利要求 2 所述的电机控制方法，其特征在于，在所述确定所述车辆进入所述坡道辅助模式之后，还包括：

监测所述坡道辅助模式的退出事件是否被触发；

若所述坡道辅助模式的退出事件被触发，则退出所述坡道辅助模式；

在所述车辆进入所述静止状态之后，还包括：

监测所述静止状态的退出事件是否被触发；

若所述静止状态的退出事件被触发，则退出静止状态。

4、根据权利要求 1 所述的电机控制方法，其特征在于，所述根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值，包括：

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值；

在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值；

在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩

值，作为所述电机转速的预加扭矩值。

5、根据权利要求 1 所述的电机控制方法，其特征在于，所述根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，包括：

根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个 PI 参数值；

查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的 PI 参数值，作为所述电机扭矩值对应的 PI 参数值。

6、根据权利要求 1 所述的电机控制方法，其特征在于，所述方法，还包括：

在所述车辆处于坡道辅助模式时，监测所述车辆的电机转速是否由负值上升到零值；

若监测到所述车辆的电机转速由负值上升到零值，则在所述电机转速上升到零值时，将所述扭矩调节量与第一预设扭矩阈值之间的最小值，作为所述扭矩控制量；

执行以下步骤，直至采集到的电机扭矩值相对于所述电机转速为零值时的电机扭矩值所回落的差值大于预设回落阈值：在所述电机转速上升超过零值后，将所述扭矩调节量与第二预设扭矩阈值之间的最大值，作为所述扭矩控制量。

7、根据权利要求 1 至 6 任一项所述的电机控制方法，其特征在于，所述方法，还包括：

在所述车辆进入坡道辅助模式后，监测电机温度是否超过预设温度阈值，若所述电机温度超过所述预设温度阈值，则停止对电机扭矩的提升调节，并发出告警提示。

8、一种电机控制装置，其特征在于，包括：

采集模块，用于在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩值；

第一处理模块，用于根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值；

第二处理模块，用于根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分 PI 参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的 PI 参数值、所述电机转速和 PI 算法，计算扭矩调节量；

控制模块，用于将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结

果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态。

9、一种电机控制设备，其特征在于，包括：至少一个处理器和存储器；

所述存储器存储计算机执行指令；

所述至少一个处理器执行所述存储器存储的计算机执行指令，使得所述至少一个处理器执行如权利要求 1 至 7 任一项所述的电机控制方法。

10、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当处理器执行所述计算机执行指令时，实现如权利要求 1 至 7 任一项所述的电机控制方法。

11、一种计算机程序，包括计算机可读代码，当所述计算机可读代码在电机控制设备上运行时，导致所述电机控制设备执行根据权利要求 1 至 7 任一项所述的电机控制方法。

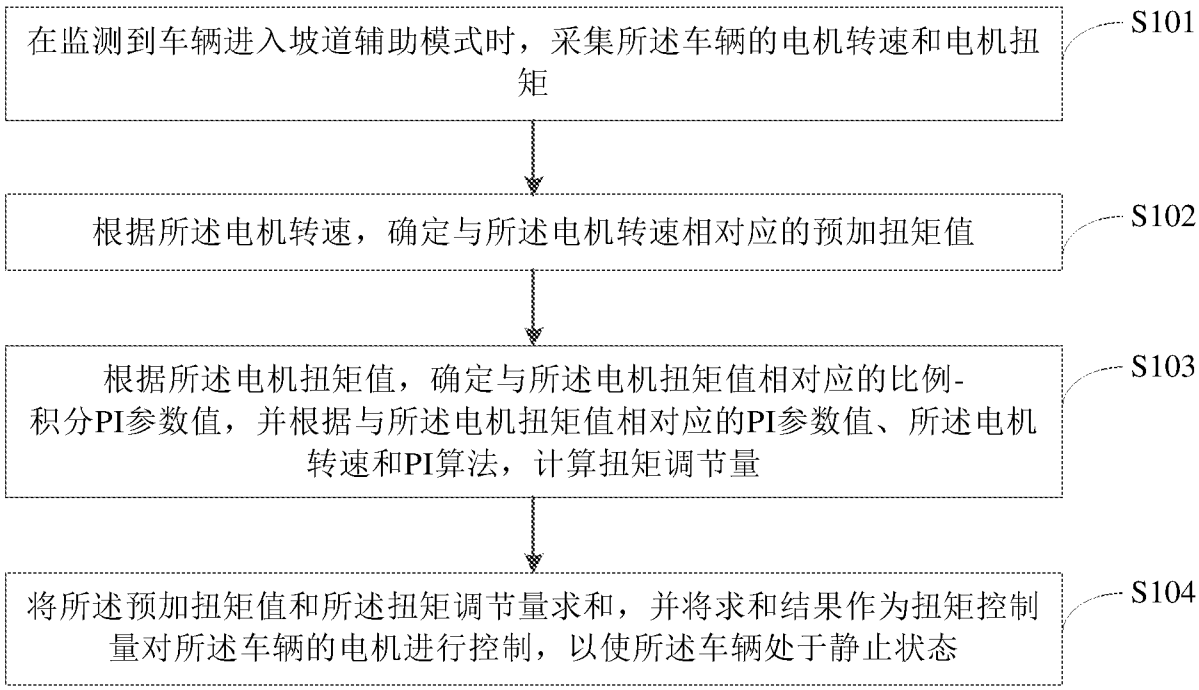
在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩
S101
根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值
S102
根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分PI参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的PI参数值、所述电机转速和PI算法，计算扭矩调节量
S103
将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态
S104

图 1

获取车辆的工作状态信息
S201
根据所述车辆的工作状态信息和预设的静止状态进入条件，判断所述车辆是否进入静止状态
S202
若所述车辆进入静止状态，则获取所述车辆的电机状态信息
S203
在确定所述车辆的电机状态信息符合预设的坡道辅助模式进入条件时，确定所述车辆进入坡道辅助模式
S204
在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩
S205
根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值
S206
根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分PI参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的PI参数值、所述电机转速和PI算法，计算扭矩调节量
S207
将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态
S208

图 2

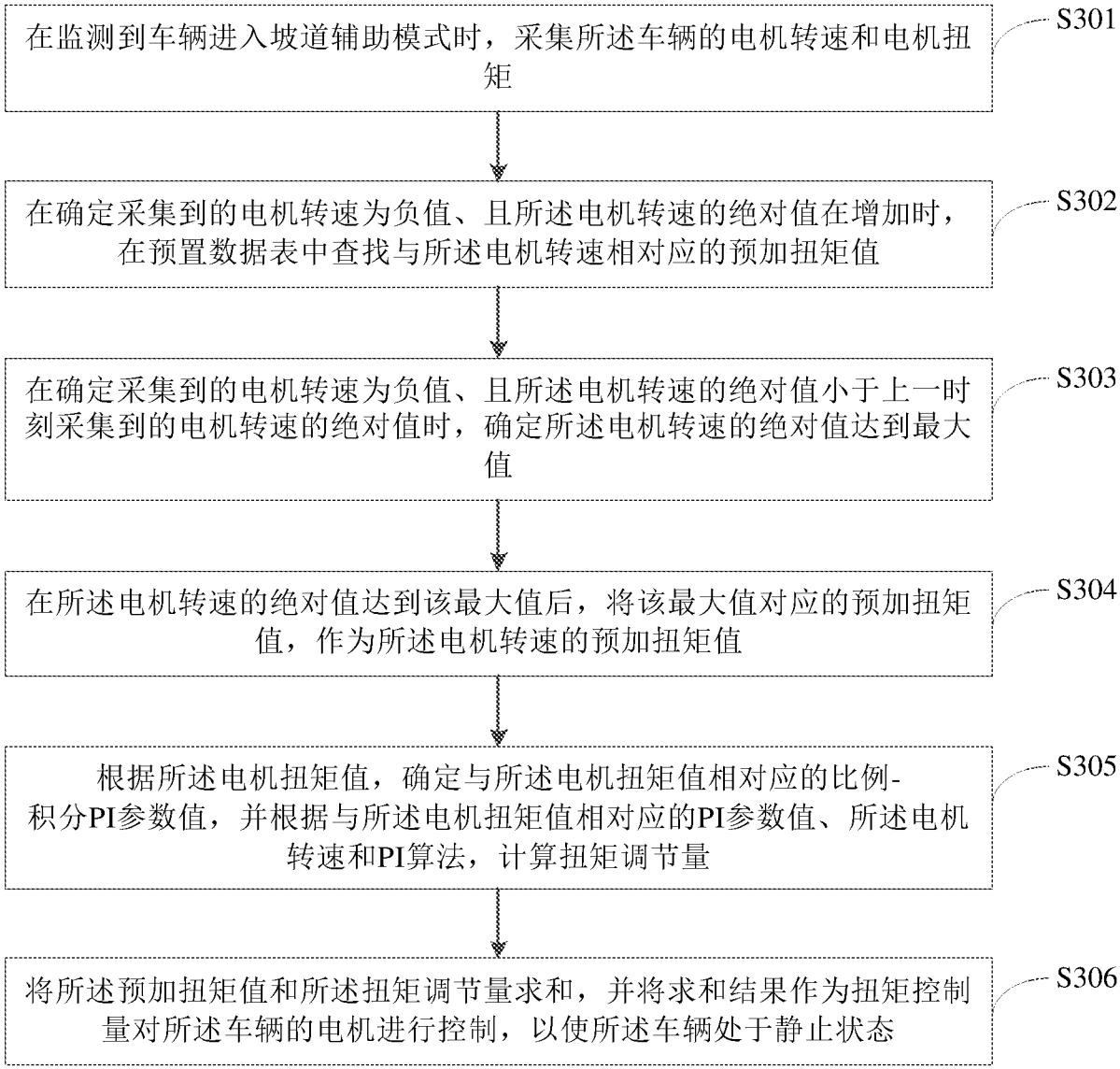
在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩
S301
在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值在增加时，在预置数据表中查找与所述电机转速相对应的预加扭矩值
S302
在确定采集到的电机转速为负值、且所述电机转速的绝对值小于上一时刻采集到的电机转速的绝对值时，确定所述电机转速的绝对值达到最大值
S303
在所述电机转速的绝对值达到该最大值后，将该最大值对应的预加扭矩值，作为所述电机转速的预加扭矩值
S304
根据所述电机扭矩值，确定与所述电机扭矩值相对应的比例-积分PI参数值，并根据与所述电机扭矩值相对应的PI参数值、所述电机转速和PI算法，计算扭矩调节量
S305
将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态
S306

图 3

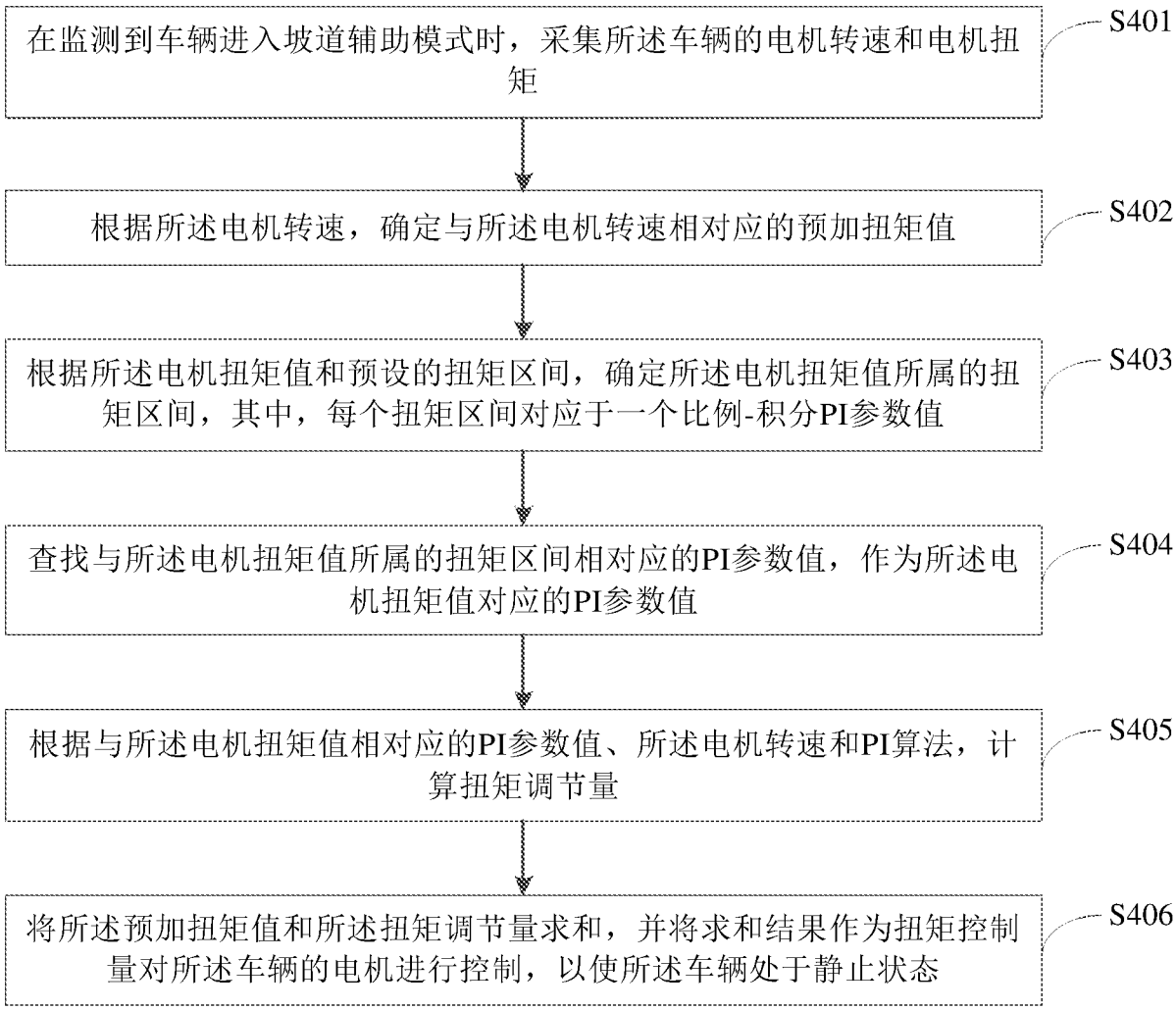
在监测到车辆进入坡道辅助模式时，采集所述车辆的电机转速和电机扭矩
S401
根据所述电机转速，确定与所述电机转速相对应的预加扭矩值
S402
根据所述电机扭矩值和预设的扭矩区间，确定所述电机扭矩值所属的扭矩区间，其中，每个扭矩区间对应于一个比例-积分PI参数值
S403
查找与所述电机扭矩值所属的扭矩区间相对应的PI参数值，作为所述电机扭矩值对应的PI参数值
S404
根据与所述电机扭矩值相对应的PI参数值、所述电机转速和PI算法，计算扭矩调节量
S405
将所述预加扭矩值和所述扭矩调节量求和，并将求和结果作为扭矩控制量对所述车辆的电机进行控制，以使所述车辆处于静止状态
S406

图 4

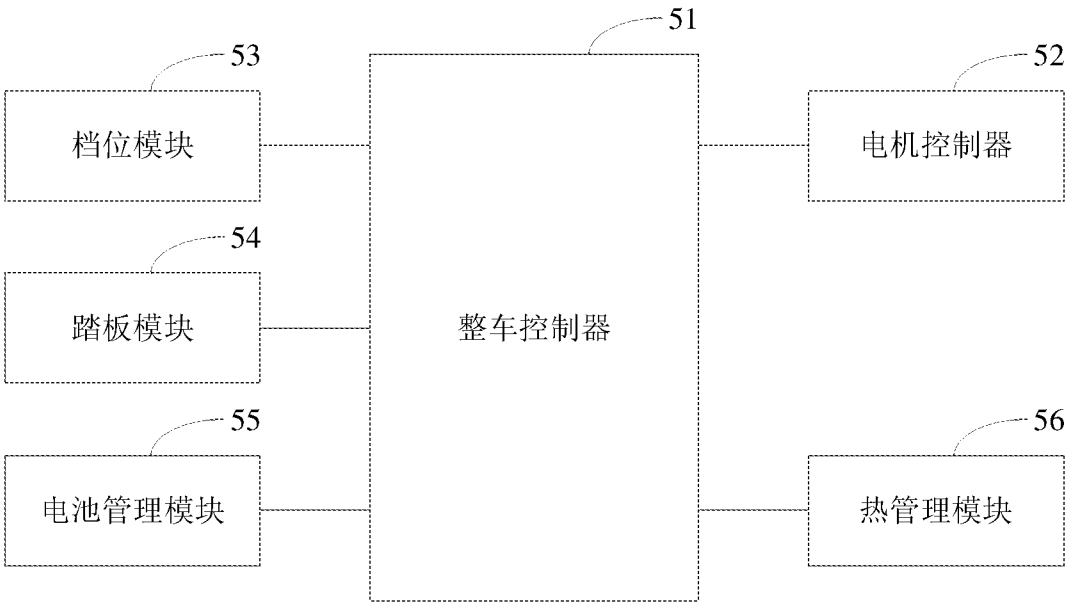
51
53
52
档位模块
电机控制器
54
踏板模块
整车控制器
55
56
电池管理模块
热管理模块

图 5

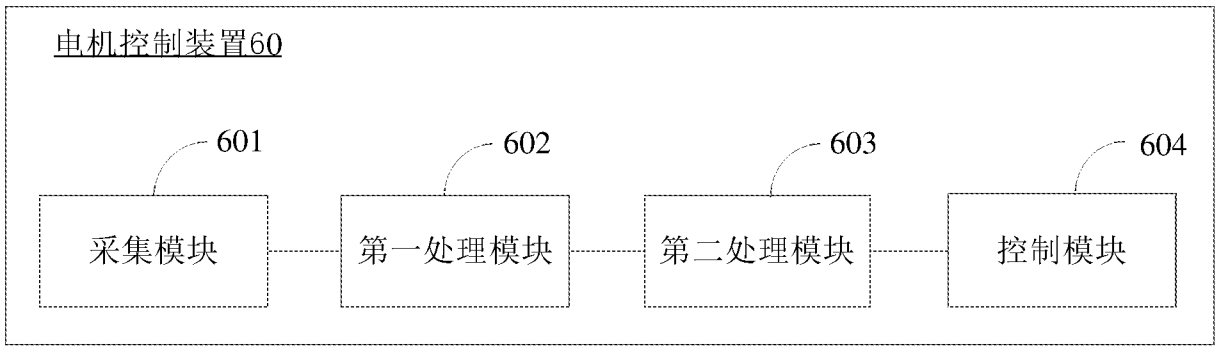
电机控制装置60
601
602
603
604
采集模块
第一处理模块
第二处理模块
控制模块

图 6

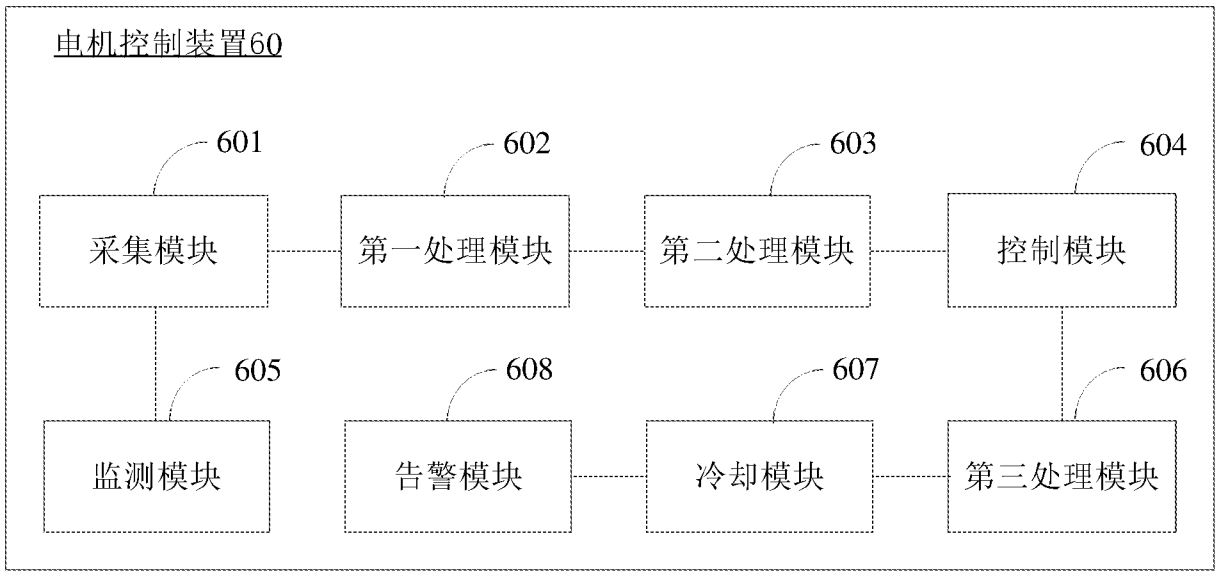
电机控制装置60
601
602
603
604
采集模块
第一处理模块
第二处理模块
控制模块
605
608
607
606
监测模块
告警模块
冷却模块
第三处理模块

图 7

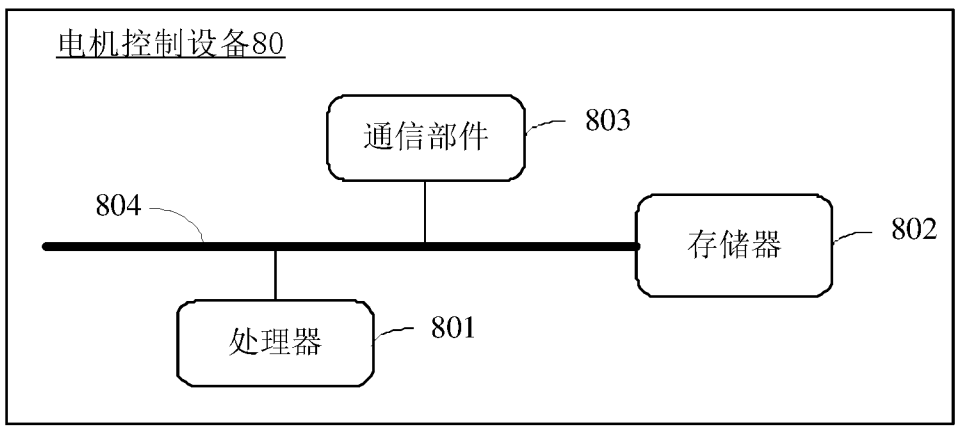
电机控制设备80
通信部件
803
804
存储器
802
处理器
801

图 8

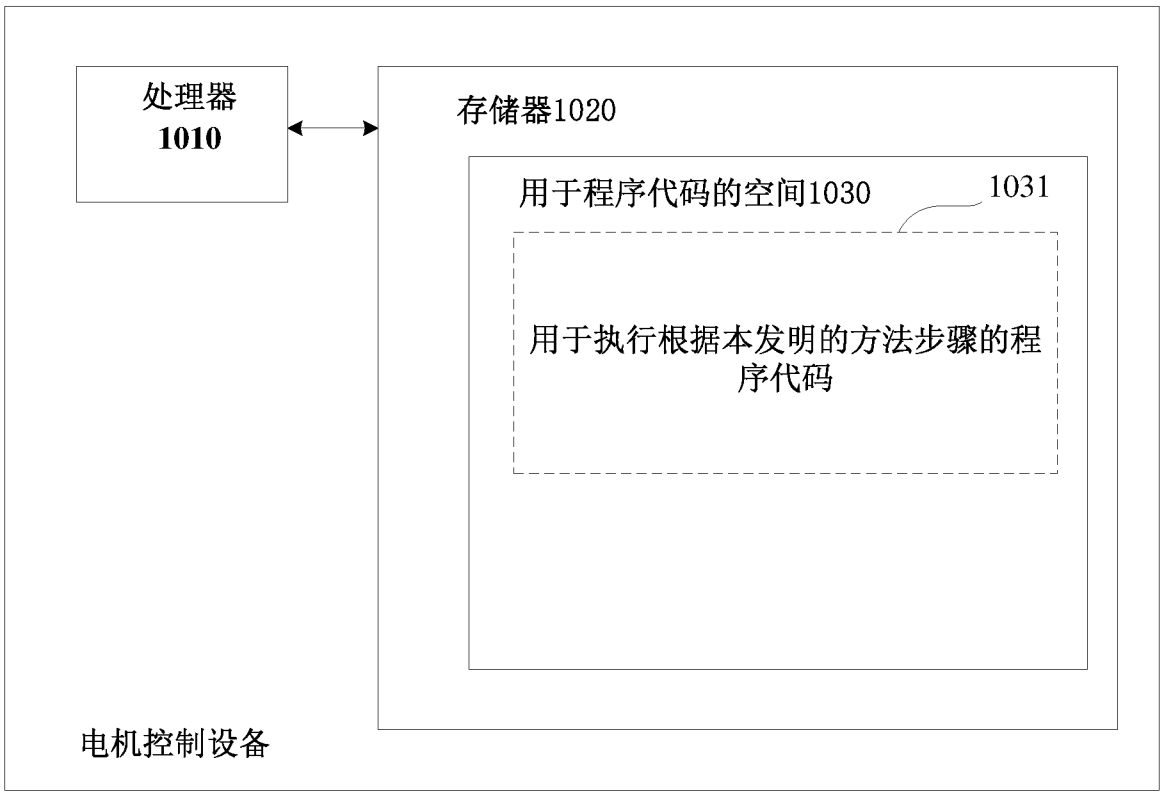
处理器
1010
存储器1020
用于程序代码的空间1030
1031
用于执行根据本发明的方法步骤的程序代码
电机控制设备

图 9

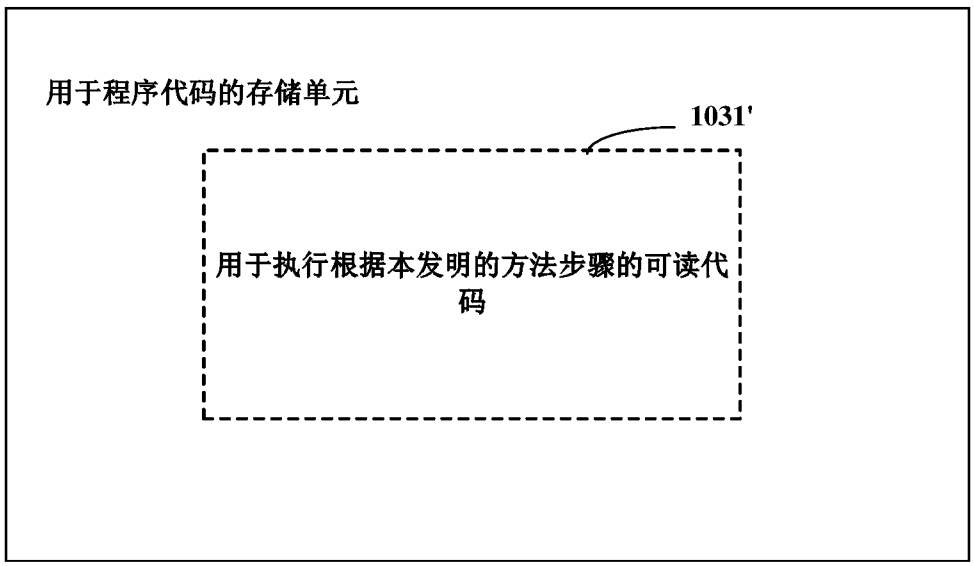
用于程序代码的存储单元
1031'
用于执行根据本发明的方法步骤的可读代码

图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/101915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 15/20(2006.01)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)

B60L

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)

CNABS; VEN; CNKI; USTXT; CNTXT: 扭矩, 转速, 预, PI, 电机, 坡, torque, speed, pre, PI, proportional integral, motor, 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 105438006 A (BAIC BJEV CO., LTD.) 30 March 2016 (2016-03-30) claims 1-5	1-11
A	CN 109808506 A (JIANGSU MINAN AUTOMOTIVE CO., LTD.) 28 May 2019 (2019-05-28) entire document	1-11
A	CN 109484208 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 19 March 2019 (2019-03-19) entire document	1-11
A	CN 110435443 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 12 November 2019 (2019-11-12) 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
"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	Date of mailing of the international search report
14 October 2020	**21 October 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/101915

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105438006	A	30 March 2016	CN	105438006	B	19 December 2017
CN	109808506	A	28 May 2019		None		
CN	109484208	A	19 March 2019		None		
CN	110435443	A	12 November 2019		None		

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/101915

A. 主题的分类

B60L 15/20(2006.01)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)

B60L

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）)

CNABS; VEN;CNKI;USTXT;CNTXT:扭矩，转速，预，PI，电机，坡,torque, speed, pre, PI, proportional integral, motor, 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 105438006 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2016年 3月 30日 (2016-03-30) 权利要求1-5	1-11
A	CN 109808506 A (江苏敏安电动汽车有限公司) 2019年 5月 28日 (2019-05-28) 全文	1-11
A	CN 109484208 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2019年 3月 19日 (2019-03-19) 全文	1-11
A	CN 110435443 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2019年 11月 12日 (2019-11-12) 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
"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	国际检索报告邮寄日期
2020年 10月 14日	2020年 10月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 吴斐 电话号码 62085294

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/101915

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	105438006	A	2016年 3月 30日	CN	105438006	B	2017年 12月 19日
CN	109808506	A	2019年 5月 28日		无		
CN	109484208	A	2019年 3月 19日		无		
CN	110435443	A	2019年 11月 12日		无		