

# (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  
2022年7月14日 (14.07.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/147870 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*B60W 10/06* (2006.01)    *B60W 30/20* (2006.01)  
*B60W 10/02* (2006.01)    *B60W 20/15* (2016.01)  
*B60W 10/08* (2006.01)    *B60W 30/18* (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/074766

(22) 国际申请日: 2021年2月2日 (02.02.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202110018057.4    2021年1月7日 (07.01.2021)    CN  
202110018887.7    2021年1月7日 (07.01.2021)    CN  
202110018874.X    2021年1月7日 (07.01.2021)    CN

(71) 申请人: 浙江吉利控股集团有限公司 (ZHEJIANG GEELY HOLDING GROUP CO., LTD) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司 (NINGBO GEELY ROYAL ENGINE COMPONENTS CO., LTD) [CN/CN]; 中国

浙江省宁波市杭州湾新区滨海二路818号, Zhejiang 315336 (CN)。极光湾科技有限公司 (AUROBAY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省宁波市北仑区新碶街道恒山路1528号, Zhejiang 315899 (CN)。

(72) 发明人: 井俊超 (JING, Junchao); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。刘义强 (LIU, Yiqiang); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。黄伟山 (HUANG, Weishan); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。左波涛 (ZUO, Botao); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。杨俊 (YANG, Jun); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。于雪梅 (YU, Xuemei); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。王瑞平 (WANG, Ruiping); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。肖逸阁 (SCHOLTEN,

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR STARTING ENGINE IN DUAL-MOTOR HYBRID POWER SYSTEM, AND VEHICLE

(54) 发明名称: 双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置及车辆

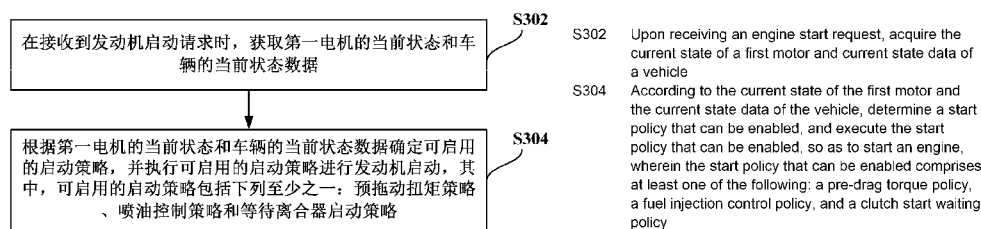


图 3

(57) Abstract: A method for starting an engine in a dual-motor hybrid power system, which belongs to the technical field of vehicles. The dual-motor hybrid power system comprises an engine, a first motor connected to the engine, and a clutch connected between the first motor and a transmission system. The starting method comprises: upon receiving an engine start request, acquiring the current state of a first motor and current state data of a vehicle; and according to the current state of the first motor and the current state data of the vehicle, determining a start policy that can be enabled, and executing the start policy that can be enabled, so as to start an engine, wherein the start policy that can be enabled comprises at least one of the following: a pre-drag torque policy, a fuel injection control policy and a clutch start waiting policy. Further disclosed are an apparatus, which uses the method, and a vehicle.

(57) 摘要: 一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法, 属于车辆技术领域。双电机混合动力系统包括发动机、与发动机连接的第一电机、以及连接在第一电机和变速系统之间的离合器。该启动方法包括: 在接收到发动机启动请求时, 获取第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据; 根据第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略, 并执行可启用的启动策略进行发动机启动, 其中, 可启用的启动策略包括下列至少之一: 预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略。还公开了使用该方法的装置和车辆。



WO 2022/147870 A1

Ingo); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路  
1760号, Zhejiang 310051 (CN)。

(74) 代理人: 北京智汇东方知识产权代理事务所 (普  
通合伙) (WISEAST INTELLECTUAL PROPERTY  
LAW FIRM); 中国北京市海淀区上地十街1号  
院1号楼6层609, Beijing 100085 (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,  
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))。

## 双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置及车辆

### 技术领域

5 本发明涉及车辆技术领域，特别是一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置以及混合动力车辆。

### 背景技术

10 随着各国对车辆油耗和排放要求的日益严格以及电气化系统的发展，混合动力技术已成为实现车辆节能减排的关键。由于目前纯电动系统的电池技术复杂、成本较高，混合动力系统受到大力推广。双电机混合动力系统是一种高效率的混合动力系统，其一般结构如图 1 所示。双电机混合动力系统一般有三种发动机启动方式：12 V 启动器拖动发动机启动（简称为 12 V 启动）、P1 电机拖动发动机启动（简称为 P1 电机启动）和离合器 C0 拖动发动机启动（简称为离合器启动）。正常情况下双电机混合动力系统都是采用 P1 电机启动，而在 P1 电机发生故障的情况下，则根据车速的情况选择采用 12 V 启动或  
15 离合器启动。

然而，现有技术中，在 P1 电机启动或离合器启动过程中，P1 电机的拖动扭矩或离合器 C0 的拖动扭矩都直接增加到最大，使拖动扭矩上升过快，造成冲击，导致发动机启动不平顺。同时，在 P1 电机启动或离合器启动过程中，通常在 P1 电机或离合器的拖动扭矩尚未卸载完毕时发动机就开始喷油，造成启动冲击；并且，在冷机启动时由于发动机延迟喷油时间设置长而造成启动失败或发动机转速跌坑，这些都严重影响发动机启动的平顺性和安全性。另外，当车速小于或等于预设车速阈值（如 10 km/h）时，会采用 12 V 启动，但是，在 12 V 启动时，噪声大，且振荡也大，车辆的 NVH（Noise-Vibration-Harshness，噪声、振动与声振粗糙度）性能和平稳性较差，用户体验不佳。  
25

### 发明内容

鉴于上述问题，提出了本发明以便提供一种克服上述问题或者至少部分地解决上述问题的双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置以及混合动力车辆。

30 本发明的一个目的在于提供一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法，通过采用预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略中的至少之一改善发动机启动的平顺性。

本发明的一个进一步的目的是防止在离合器启动过程中的电机抖动，进一步改善启动平顺性。

特别地，根据本发明实施例的一方面，提供了一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法，所述双电机混合动力系统包括发动机、与所述发动机连接的第一电机、以及连接在所述第一电机和变速系统之间的离合器；其中，所述启动方法包括：  
35

在接收到发动机启动请求时，获取所述第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据；根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动，其中，所述可启用的启动策略包括下列至少之一：预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略。  
40

可选地，所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速；

所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策

略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：

根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器；

若是，则根据所述车辆的当前状态数据判断是否满足预拖动扭矩施加条件；

5 若满足，则确定所述预拖动扭矩策略为所述可启用的启动策略；

执行所述预拖动扭矩策略：生成拖动启动信号发送至所述目标部件，并控制所述目标部件在自接收到所述拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。

可选地，所述车辆的当前状态数据还包括发动机转速和油门状态或驾驶员请求扭矩；

10 所述预拖动扭矩施加条件包括：发动机转速小于或等于预设转速阈值且驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

可选地，所述油门状态包括油门开度和油门变化率；

所述根据所述车辆的当前状态数据判断是否满足预拖动扭矩施加条件的步骤包括：

判断所获取的发动机转速是否小于或等于所述预设转速阈值；且

15 根据所获取的油门开度和油门变化率，或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式。

可选地，所述根据所获取的油门开度和油门变化率，或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式的步骤包括：

判断是否所述油门开度大于第一油门开度阈值且所述油门变化率大于预设变化率阈值，若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式；或者，

20 判断所述驾驶员请求扭矩是否小于或等于第一轮端扭矩阈值，若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

可选地，所述设定时长为 0.2-0.4 s；

与所述第一电机对应的预拖动扭矩为 15-30 N·m；

与所述离合器对应的预拖动扭矩为 2-4 N·m。

25 可选地，所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速和发动机的冷却液温度；

所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：

30 根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器；

若是，则确定所述喷油控制策略为所述可启用的启动策略；

执行所述喷油控制策略：根据所述车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式；

根据所述发动机的冷却液温度和所述驾驶员意图的启动模式确定与所述目标部件相对应的所述发动机的喷油时间；

35 在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中控制所述发动机于所确定的喷油时间进行喷油。

可选地，所述车辆的当前状态数据还包括油门状态或驾驶员请求扭矩；

所述驾驶员意图的启动模式包括快速启动模式和平稳启动模式。

可选地，所述油门状态包括油门开度和油门变化率；

40 所述根据所述车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式的步骤包括：

判断是否所述油门开度大于第一油门开度阈值且所述油门变化率大于预设变化率阈值；

若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；

若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式；或者，  
判断所述驾驶员请求扭矩是否大于第一轮端扭矩阈值；  
若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；  
若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

5 可选地，所述根据所述发动机的冷却液温度和所述驾驶员意图的启动模式确定与所述目标部件相对应的所述发动机的喷油时间的步骤包括：

当所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，确定所述发动机的喷油时间为所述发动机的转速大于 0 的时间；

10 当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且所述发动机的冷却液温度大于预设热机启动温度时，确定所述发动机的喷油时间为所述目标部件的拖动扭矩完全卸载的时间；

15 当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且所述发动机的冷却液温度小于或等于所述预设热机启动温度时，查找发动机的冷却液温度与所述目标部件的扭矩限值的对应关系表，得到与所述发动机的冷却液温度对应的所述目标部件的目标扭矩限值，确定所述发动机的喷油时间为所述目标部件的拖动扭矩小于所述目标扭矩限值的时间。

可选地，所述对应关系表包括发动机的冷却液温度与所述第一电机的扭矩限值的第一对应关系表和发动机的冷却液温度与所述离合器的扭矩限值的第二对应关系表；其中，  
在所述第一对应关系表中，所述发动机的冷却液温度与所述第一电机的扭矩限值呈反比；

20 在所述第二对应关系表中，所述发动机的冷却液温度与所述离合器的扭矩限值呈反比。

可选地，所述在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中控制所述发动机于所确定的喷油时间进行喷油的步骤包括：

25 当所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中实时获取所述发动机的当前转速；

当所述发动机的当前转速大于 0 时，控制所述发动机进行喷油；

当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式时，在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中实时获取所述目标部件的拖动扭矩；

30 在所述发动机的冷却液温度大于所述预设热机启动温度的情况下，当所述目标部件的拖动扭矩完全卸载时，控制所述发动机进行喷油；

在所述发动机的冷却液温度小于或等于所述预设热机启动温度的情况下，当所述目标部件的拖动扭矩小于所述目标扭矩限值时，控制所述发动机进行喷油。

可选地，根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器的步骤包括：

35 若所述第一电机的当前状态为正常，则判断所述目标部件为所述第一电机；

若所述第一电机的当前状态为故障，且所述车辆的当前车速大于预设车速阈值，则判断所述目标部件为所述离合器。

可选地，所述第一油门开度阈值为 70%；

所述预设变化率阈值为 300%/s；

40 所述第一轮端扭矩阈值由所述车辆的当前车速确定。

可选地，所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速；

所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：

若所述第一电机的当前状态为故障，则判断所述车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且所述车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件；

若所述车辆的当前车速小于或等于所述预设车速阈值且所述车辆的其他当前状态数据符合所述等待离合器启动条件，则确定所述等待离合器启动策略为所述可启用的启动策略；

执行所述等待离合器启动策略：实时监测所述车辆的车速，直到所述车辆的车速大于所述预设车速阈值时控制所述离合器拖动所述发动机启动。

可选地，所述等待离合器启动条件包括所述车辆存在加速的条件和所述车辆无需发动机始终运行的条件。

10 可选地，所述车辆的当前状态数据还包括加速度或油门开度和所述车辆的驱动模式；所述车辆存在加速要求的条件包括：

所述加速度为正值且大于预设加速度阈值；或

所述油门开度大于第二油门开度阈值；

所述车辆无需发动机始终运行的条件包括：

15 所述车辆的驱动模式不等于运动模式。

可选地，所述车辆的当前状态数据还包括驾驶员请求扭矩；

所述等待离合器启动条件还包括：

所述驾驶员请求扭矩小于第二轮端扭矩阈值。

20 可选地，所述双电机混合动力系统还包括与所述变速系统连接、用于驱动车轮的第二电机；

若在进行发动机启动过程中由所述离合器拖动所述发动机，则所述启动方法还包括：在所述离合器拖动所述发动机启动的过程中，对所述第二电机进行主动阻尼控制。

可选地，所述对所述第二电机进行主动阻尼控制的步骤包括：

获取驾驶员的请求转速和所述第二电机的实际转速；

25 计算所述请求转速和所述实际转速之间的差值；

根据所述差值对所述第二电机进行比例积分控制，以对所述第二电机的输出扭矩进行补偿。

30 根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种双电机混合动力系统中发动机的启动装置，包括存储器和处理器，所述存储器内存储有控制程序，所述控制程序被所述处理器执行时用于实现前文任一项所述的启动方法。

根据本发明实施例的再一方面，还提供了一种混合动力车辆，包括双电机混合动力系统以及前文所述的双电机混合动力系统中发动机的启动装置。

35 本发明实施例提供的双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置中，根据第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据选取预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略中的至少一种进行发动机启动，通过这些策略，至少改善发动机启动的平顺性。

40 进一步地，在目标部件为第一电机或离合器且满足预拖动扭矩施加条件的情况下可执行预拖动扭矩策略，具体地为控制目标部件在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩，从而能够在该目标部件的拖动扭矩增加至最大以拖动发动机达到目标转速之前使该目标部件以预拖动扭矩先拖动发动机到一定转速。如此，目标部件的拖动扭矩将不会直接上升到最大，而是先达到一个中间值（即预拖动扭矩的值）再达到最大，这样可以避免启动过程中因拖动扭矩上升过快造成的冲击，从而有效改善了发动机启动的平顺性。

进一步地，在目标部件为第一电机或离合器的情况下可执行喷油控制策略，具体地，可根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式，并进而根据发动机的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与目标部件（第一电机即 P1 电机，或离合器）对应的发动机的喷油时间，从而能够在 P1 电机启动或离合器启动过程中针对性地控制发动机开始喷油的时间，防止发动机过早或延迟过晚喷油导致的启动冲击、启动失败或发动机转速跌坑等现象，提高发动机启动的平顺性和安全性。

进一步地，在第一电机故障、当前车速小于或等于预设车速阈值且符合等待离合器启动条件的情况下可执行等待离合器启动策略，具体为实时监测车辆的车速，直到车辆的车速大于预设车速阈值时再控制离合器拖动发动机启动。如此，即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求，也不进行 12 V 启动，而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动，避免了 12 V 启动时产生的噪声和振荡，提高了发动机启动的 NVH 性能和平稳性。

进一步地，在离合器启动的过程中，通过对第二电机（即驱动电机）进行主动阻尼控制，能够防止在离合器启动过程中第二电机的抖动，进一步改善启动平顺性。

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它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本发明的具体实施方式。

根据下文结合附图对本发明具体实施例的详细描述，本领域技术人员将会更加明了本发明的上述以及其他目的、优点和特征。

#### 附图说明

后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本发明的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分。本领域技术人员应该理解，这些附图未必是按比例绘制的。附图中：

图 1 为双电机混合动力系统的结构示意图；

图 2 为图 1 所示的双电机混合动力系统在离合器启动时的示意图；

图 3 为根据本发明实施例一的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 4 为根据本发明实施例二的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 5 为本发明实施例二的双电机混合动力系统中发动机的启动方法在 P1 电机启动时采用了预拖动扭矩后的启动效果示意图；

图 6 为现有技术中 P1 电机启动时未采用预拖动扭矩情况下的启动效果示意图；

图 7 为根据本发明实施例三的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 8 为根据本发明实施例四的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 9 为根据本发明实施例五的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 10 为本发明实施例五中 P1 电机启动过程中的各阶段的示意图；

图 11 为根据本发明实施例六的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 12 为根据本发明实施例七的双电机混合动力系统中发动机的启动方法的流程示意图；

图 13 为根据本发明一个实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动装置的结构示意图。

5

### 具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

10

双电机混合动力系统是目前实现车辆节能减排的关键技术。如图 1 所示，双电机混合动力系统一般性地可包括发动机 1、与发动机 1 连接的第一电机 2（图 1 中标识为 P1）、以及连接在第一电机 2 和变速系统 5 之间的离合器 3（图 1 中标识为 C0）。变速系统 5 与车轮 6 连接。双电机混合动力系统还可以进一步包括与第一电机 2 连接的电池 4。更进

15

一步地，双电机混合动力系统还可以包括第二电机 7（图 1 中标识为 P2），第二电机 7 与变速系统 5 连接，且同时与电池 4 和离合器 3 连接。

双电机混合动力系统一般有三种模式：纯电模式、串联模式和并联模式。在串联模式下，离合器 C0 不结合，发动机 1 通过第一电机 2（即 P1 电机）给电池 4 充电，电池 4 给第二电机 7（即 P2 电机）供应电能，以使 P2 电机驱动车轮 6。在并联模式下，离合器

20

C0 结合，发动机 1 与 P2 电机同时直接驱动车轮 6。

如前文所述，双电机混合动力系统一般有三种发动机启动方式：12 V 启动器拖动发动机 1 启动（简称为 12 V 启动，12 V 启动器在图 1 中未示出）、P1 电机拖动发动机 1 启动（简称为 P1 电机启动）和离合器 C0 拖动发动机 1 启动（简称为离合器启动）。正常情况下双电机混合动力系统都是采用 P1 电机启动，而在 P1 电机发生故障的情况下，

25

则根据当前车速的情况选择采用 12 V 启动或离合器启动。在离合器启动时，如图 2 所示，离合器 C0 结合，通过离合器 C0 拖动发动机 1 启动，图 2 中的黑色箭头表示拖动扭矩的传输方向。

然而，现有技术中，发动机启动的平顺性、安全性、NVH 性能等不佳，亟需改善。

为解决或至少部分解决上述技术问题，本发明实施例提出一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法。下面将通过本发明实施例一至实施例八，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。

30

### 实施例一

本实施例中双电机混合动力系统的结构如图 1 所示，包括发动机 1、与发动机 1 连接的第一电机 2（即 P1 电机）、以及连接在第一电机 2 和变速系统 5 之间的离合器 3（即

35

离合器 C0）。

参见图 3 所示，本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S302 至步骤 S304。

步骤 S302，在接收到发动机启动请求时，获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据。

40

步骤 S304，根据第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行可启用的启动策略进行发动机启动，其中，可启用的启动策略包括下列至少之一：预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略。

具体地，预拖动扭矩策略控制拖动发动机启动的目标部件（具体可为第一电机或离



合器) 在将其输出的拖动扭矩增加至最大值以拖动发动机至目标转速之前输出预拖动扭矩。喷油控制策略根据发动机的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式对发动机的喷油时间进行控制。等待离合器启动策略在特定条件下等待车速增加至大于预设车速阈值时控制离合器拖动发动机启动, 以避免采用 12 V 启动器进行启动。

5 本发明实施例提供的双电机混合动力系统中发动机的启动方法中, 根据第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据选取预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略中的至少一种进行发动机启动, 通过这些策略, 至少改善发动机启动的平顺性。

此外, 如图 1 所示, 本实施例的双电机混合动力系统还可以包括与变速系统 5 连接、用于驱动车轮 6 的第二电机 7 (即 P2 电机)。由于第二电机 7 驱动车轮 6, 因此也可将  
10 第二电机 7 称为驱动电机。由于在离合器启动过程中, 第二电机 7 除了要驱动车轮 6 外还需要补偿离合器启动的损失, 因此, 第二电机 7 可能会产生抖动, 进而影响启动平顺性。为了防止离合器启动过程中第二电机 7 的抖动, 本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法中, 若在进行发动机启动过程中由离合器 3 拖动发动机 1 启动 (即离合器启动方式), 则该启动方法还可以包括以下步骤: 在离合器 3 拖动发动机 1 启动的  
15 过程中, 对第二电机 7 进行主动阻尼控制。

具体地, 对第二电机 7 进行主动阻尼控制的步骤可包括:

获取驾驶员的请求转速和第二电机 7 的实际转速;

计算请求转速和实际转速之间的差值;

20 根据该差值对第二电机 7 进行比例积分 (Proportional-Integral, 简称 PI) 控制, 以对第二电机 7 的输出扭矩进行补偿。

比例积分控制为常用的控制策略, 本文中不再详细介绍。

本实施例通过在离合器启动的过程中, 对第二电机 7 进行主动阻尼控制, 能够防止在离合器启动过程中第二电机 7 的抖动, 进一步改善启动平顺性。

#### 实施例二

25 本实施例中采用了预拖动 (Prefill) 扭矩策略, 与实施例一的区别在于将步骤 S304 具体实施为步骤 S404 至步骤 S410。

具体地, 参见图 4 所示, 本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S402 至步骤 S410。

30 步骤 S402, 在接收到发动机启动请求时, 获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据, 车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速。

步骤 S404, 根据第一电机 2 的当前状态和车辆的当前车速判断待拖动发动机 1 启动的目标部件是否为第一电机 2 或离合器 3。若是, 则执行步骤 S406。

步骤 S406, 根据车辆的当前状态数据判断是否满足预拖动扭矩施加条件。若满足, 则执行步骤 S408。

35 步骤 S408, 确定预拖动扭矩策略为可启用的启动策略。接着, 执行该预拖动扭矩策略, 具体为步骤 S410。

步骤 S410, 生成拖动启动信号发送至目标部件, 并控制目标部件在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。

40 本发明实施例提出的双电机混合动力系统中发动机的启动方法中, 可以在满足预拖动扭矩施加条件的情况下控制目标部件 (P1 电机或离合器 C0) 在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩, 从而能够在该目标部件的拖动扭矩增加至最大以拖动发动机 1 达到目标转速之前使该目标部件以预拖动扭矩先拖动发动机 1 到一定转速。如此, 目标部件的拖动扭矩将不会直接上升到最大, 而是先达到一个中间值 (即预

拖动扭矩的值)再达到最大,这样可以避免启动过程中因拖动扭矩上升过快造成的冲击,从而有效改善了发动机启动的平顺性。

上文步骤 S404 具体可以如下实施:若第一电机 2 的当前状态为正常,则可以判断目标部件为第一电机 2(即 P1 电机);若第一电机 2 的当前状态为故障,且车辆的当前车速大于预设车速阈值,则可以判断目标部件为离合器 3(即离合器 C0)。预设车速阈值为一般情况下 12 V 启动尝试所允许的最大车速,可以作为在 P1 电机故障情况下选择 12 V 启动或离合器启动的区分标准。预设车速阈值可以根据车辆的实际应用配置参数进行设置,例如可以设置为 10 km/h。

上文步骤 S402 中,车辆的当前状态数据还可以包括发动机 1 转速和油门状态或驾驶员请求扭矩。相应地,步骤 S406 中提及的预拖动扭矩施加条件可包括:发动机 1 转速小于或等于预设转速阈值且驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式,其中,驾驶员意图的启动模式可根据油门状态或驾驶员请求扭矩进行判断。预设转速阈值可以根据发动机 1 的实际参数进行实车标定的结果设置,当发动机 1 转速大于预设转速阈值时,预拖动扭矩无法拖动发动机 1。具体地,预设转速阈值例如可以设置为 50 rpm。

在一种具体的实施方案中,油门状态可包括油门开度和油门变化率。在这种情况下,步骤 S406 可以具体实施为:判断所获取的发动机 1 转速是否小于或等于预设转速阈值;且根据所获取的油门开度和油门变化率,或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式。若发动机 1 转速小于或等于预设转速阈值且驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式,则执行步骤 S408。

进一步地,根据所获取的油门开度和油门变化率,或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式的步骤包括:

判断是否油门开度大于第一油门开度阈值且油门变化率大于预设变化率阈值,若否(即油门开度小于或等于第一油门开度阈值,或者油门变化率小于或等于预设变化率阈值),则确定驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式;或者,

判断驾驶员请求扭矩是否小于或等于第一轮端扭矩阈值,若是,则确定驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

在本实施例中,第一油门开度阈值和预设变化率阈值可以分别设置为 70%和 300%/s。第一轮端扭矩阈值与车辆的当前车速有关,可由车辆的当前车速确定。具体地,可以根据车辆的当前车速,通过查找车速与车轮端扭矩限值的关系表,得到与车辆的当前车速对应的车轮端扭矩限值作为第一轮端扭矩阈值。下表 1 示例性地示出了车速与车轮端扭矩限值的关系表。

表 1 车速与车轮端扭矩限值的关系表

车速 (km/h)	3	10	20	30	50	100
车轮端扭矩限值 (N·m)	1500	600	235	200	150	100

在进行查表时,对于落在车速与车轮端扭矩限值的关系表中的各车速点之间的车辆的当前车速,可通过插值法计算得到与该当前车速对应的车轮端扭矩限值。

本实施例中,通过根据发动机 1 转速和油门状态或驾驶员请求扭矩来准确判断是否满足预拖动扭矩施加条件,可保证在发动机 1 启动过程中预拖动扭矩对于改善平顺性的有效性。

上文步骤 S410 中,设定时长可以在 0.2-0.4 s 范围内。不同目标部件对应的预拖动扭矩可以根据车辆启动时的实车标定结果进行设置。当目标部件为 P1 电机时,预拖动扭矩的值若设置得太大会产生冲击,太小则无法起到缓冲的作用,因此,与 P1 电机对应的预

拖动扭矩优选可以设置为 15-30 N·m。当目标部件为离合器 C0 时，对应的预拖动扭矩的设置应保证离合器 C0 可完成贴合，因此优选可以设置为 2-4 N·m。

另外，需要说明的是，本实施例中除车辆的当前车速以外的车辆的其他当前状态数据（如发动机 1 转速、油门状态等）也可以在步骤 S404 中判断出目标部件是第一电机 2 或离合器 3 后再获取，其并不会对本发明的方案产生影响。

在施加预拖动扭矩后，目标部件的拖动扭矩再上升至最大值以拖动发动机 1 达到目标转速，实现发动机 1 的启动，如此，避免目标部件的拖动扭矩直接增加到最大，改善平顺性。下面以 P1 电机启动为例进行说明。图 5 示出了本实施例的启动方法中在 P1 电机启动时采用了预拖动扭矩后的启动效果，图 6 示出了现有技术中 P1 电机启动时未采用预拖动扭矩情况下的启动效果。参见图 5，在 P1 电机接收到拖动启动信号的时刻（设为 0 s 时刻）起 P1 电机输出预拖动扭矩，在 0.1 s 时预拖动扭矩达到 20 N·m，并在 0.1 s 至 0.2 s 保持 20 N·m，从而拖动发动机 1 到达一定转速。在 0.2 s 后，逐渐卸载预拖动扭矩，至 0.4 s 时预拖动扭矩降至 0。同时，在 0.2 s 后，P1 电机输出的拖动扭矩增加至最大值，以拖动发动机 1 到达目标转速，在发动机 1 到达目标转速后，卸载 P1 电机的拖动扭矩。对比之下，图 6 中 P1 电机在接收到拖动启动信号后没有预拖动扭矩，其拖动扭矩直接增大到最大值。对比图 5 和图 6，图 5 的启动过程中车辆的加速度的波动范围为 0.16 m/s<sup>2</sup>，而图 6 的启动过程中车辆的加速度的波动范围达到 0.23 m/s<sup>2</sup>，相比图 5 中的加速度的波动范围大了 0.07 m/s<sup>2</sup>，由此可见，采用本实施例的启动方法，可显著减小发动机 1 启动中的冲击，改善启动平顺性。

### 20 实施例三

本实施例采用了喷油控制策略，与实施例一的区别在于将步骤 S304 具体实施为步骤 S704 至步骤 S712。

具体地，参见图 7 所示，本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S702 至步骤 S712。

25 步骤 S702，在接收到发动机启动请求时，获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据，车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速和发动机 1 的冷却液温度（通常为发动机 1 的冷却水温）。

步骤 S704，根据第一电机 2 的当前状态和车辆的当前车速判断待拖动发动机 1 启动的目标部件是否为第一电机 2 或离合器 3。若是，则执行步骤 S706。

30 步骤 S706，确定喷油控制策略为可启用的启动策略。接着，执行该喷油控制策略，具体为步骤 S708 至步骤 S712。

步骤 S708，根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。

步骤 S710，根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与目标部件相对应的发动机 1 的喷油时间。

35 步骤 S712，在目标部件拖动发动机 1 启动的过程中控制发动机 1 于所确定的喷油时间进行喷油。

本发明实施例提出的双电机混合动力系统中发动机的启动方法中，可根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式，并进而根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与目标部件（第一电机 2 即 P1 电机，或离合器 3 即离合器 C0）对应的发动机 1 的喷油时间，从而能够在 P1 电机启动或离合器启动过程中针对性地控制发动机 1 开始喷油的时间，防止发动机 1 过早或延迟过晚喷油导致的启动冲击、启动失败或发动机 1 转速跌坑等现象，提高发动机 1 启动的平顺性和安全性。

步骤 S704 的执行方式与步骤 S404 相同，不再赘述。

上文步骤 S702 中，车辆的当前状态数据还可以包括油门状态或驾驶员请求扭矩。进一步地，油门状态可包括油门开度和油门变化率。

相应地，步骤 S708 中驾驶员意图的启动模式可包括快速启动模式和平稳启动模式。具体地，根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式的步骤可以实施为：判断是否油门开度大于第一油门开度阈值且油门变化率大于预设变化率阈值；若是，则确定驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；若否（即油门开度小于或等于第一油门开度阈值，或者油门变化率小于或等于预设变化率阈值），则确定驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。或者，判断驾驶员请求扭矩是否大于第一轮端扭矩阈值；若是，则确定驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；若否，则确定驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

在本实施例中，第一油门开度阈值、预设变化率阈值和第一轮端扭矩阈值的限定与实施例二中相同，不再重复。

在一种具体的实施方案中，上文步骤 S710 可以如下实施：

当驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，确定发动机 1 的喷油时间为发动机 1 的转速大于 0 的时间；

当驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且发动机 1 的冷却液温度大于预设热机启动温度时，确定发动机 1 的喷油时间为目标部件的拖动扭矩完全卸载的时间；

当驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且发动机 1 的冷却液温度小于或等于预设热机启动温度时，查找发动机的冷却液温度与目标部件的扭矩限值的对应关系表，得到与发动机 1 的冷却液温度对应的目标部件的目标扭矩限值，确定发动机 1 的喷油时间为目标部件的拖动扭矩小于目标扭矩限值的时间。

进一步地，对应关系表包括发动机的冷却液温度与第一电机 2（即 P1 电机）的扭矩限值的第一对应关系表和发动机的冷却液温度与离合器 3（即离合器 C0）的扭矩限值的第二对应关系表。在第一对应关系表中，发动机的冷却液温度与第一电机 2 的扭矩限值呈反比。在第二对应关系表中，发动机的冷却液温度与离合器 3 的扭矩限值呈反比。上述对应关系表中发动机的冷却液温度和对应的扭矩限值是根据实车表现标定的，各温度对应的扭矩限值为当发动机的冷却液温度在预设热机启动温度以下时，目标部件的拖动扭矩达到限值时不喷油可能会造成启动失败或发动机转速下跌的临界值。预设热机启动温度可根据实际应用的发动机 1 的性质参数设定，一般地可以设为 60℃。

下表 2 和表 3 示例性地示出了发动机的冷却液温度与 P1 电机的扭矩限值的第一对应关系表和发动机的冷却液温度与离合器 C0 的扭矩限值的第二对应关系表。

表 2 发动机的冷却液温度与 P1 电机的扭矩限值的第一对应关系表

发动机冷却液温度 (°C)	-5	10	25	35	45	60
扭矩限值 (N·m)	75	65	55	50	45	10

表 3 发动机的冷却液温度与离合器 C0 的扭矩限值的第二对应关系表

发动机冷却液温度 (°C)	-5	10	25	35	45	60
扭矩限值 (N·m)	75	65	55	50	45	-3

在一种实际应用方案中，第一和第二对应关系表中冷却液温度与扭矩限值是一一对应的线性关系，在进行查表时，落在表 2 或表 3 的各温度点之间的发动机冷却液温度，

可通过插值法计算得到与该发动机冷却液温度对应的扭矩限值。在另一种实际应用方案中，第一和第二对应关系表中冷却液温度区间与扭矩限值对应，例如，小于或等于 $-5^{\circ}\text{C}$ 的温度区间对应的扭矩限值为 $75\text{ N}\cdot\text{m}$ ，大于 $-5^{\circ}\text{C}$ 且小于或等于 $10^{\circ}\text{C}$ 的温度区间对应的扭矩限值为 $65\text{ N}\cdot\text{m}$ ，依次类推。在进行查表时，根据动机冷却液温度所在的温度区间，确定该发动机冷却液温度对应的扭矩限值。

进一步地，在一种实施方案中，在确定了不同情况下发动机 1 的喷油时间后，上文步骤 S712 可以分不同情况进行实施。具体地，当驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，在目标部件拖动发动机 1 启动的过程中实时获取发动机 1 的当前转速；当发动机 1 的当前转速大于 0 时，控制发动机 1 进行喷油。当驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式时，在目标部件拖动发动机 1 启动的过程中实时获取目标部件的拖动扭矩；在发动机 1 的冷却液温度大于预设热机启动温度的情况下，当目标部件的拖动扭矩完全卸载时，控制发动机 1 进行喷油；在发动机 1 的冷却液温度小于或等于预设热机启动温度的情况下，当目标部件的拖动扭矩小于目标扭矩限值时，控制发动机 1 进行喷油。本实施方案中，目标部件的拖动扭矩完全卸载的标准可以根据实际应用需求进行设定。通常情况下，当目标部件的拖动扭矩小于预设扭矩下限值时，可认为目标部件的拖动扭矩已完全卸载。在一个实例中，P1 电机的预设扭矩下限值可以设为 $10\text{ N}\cdot\text{m}$ ，也就是说，当 P1 电机的拖动扭矩小于 $10\text{ N}\cdot\text{m}$ 时可以认为 P1 电机的拖动扭矩完全卸载。离合器 C0 的预设扭矩下限值可以设为 $-3\text{ N}\cdot\text{m}$ ，也就是说，当离合器 C0 的拖动扭矩小于 $-3\text{ N}\cdot\text{m}$ 时可以认为离合器 C0 的拖动扭矩完全卸载。

本实施例中，对于快速启动模式，发动机 1 的喷油时间为发动机 1 的转速大于 0 的时间，也就是说，发动机 1 不延迟喷油，从而保证快速启动的响应速度。对于平稳启动模式且发动机 1 的冷却液温度大于预设热机启动温度（即热机启动）的情况，发动机 1 的喷油时间为第一电机 2 或离合器 3 的拖动扭矩完全卸载的时间，也就是说，发动机 1 延迟至拖动扭矩完全卸载才喷油（不妨定义为延迟喷油），这能够避免第一电机 2 或离合器 3 的扭矩没有完全卸载带来的扰动冲击，改善启动平顺性。对于平稳启动模式且发动机 1 的冷却液温度小于或等于预设热机启动温度（即冷机启动）的情况，发动机 1 的喷油时间为第一电机 2 或离合器 3 的拖动扭矩小于目标扭矩限值的时间，由于此时发动机 1 无需等拖动扭矩完全卸载再喷油，而是在第一电机 2 或离合器 3 的拖动扭矩小于对应的目标扭矩限值时即可开始喷油（不妨定义为提前喷油），防止了发动机 1 转速下跌或启动失败。

当然，本领域技术人员应可认识到，本实施例中步骤 S712 是在目标部件（P1 电机或离合器 C0）拖动发动机 1 启动的过程中执行的，特别是在平稳启动模式下，无论是控制发动机 1 延迟喷油或提前喷油，都是在目标部件拖动发动机 1 达到目标转速后卸载拖动扭矩的过程中执行。

#### 实施例四

本实施例采用了等待离合器启动策略，与实施例一的区别在于将步骤 S304 具体实施为步骤 S804 至步骤 S808。

具体地，参见图 8 所示，本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S802 至步骤 S808。

步骤 S802，在接收到发动机启动请求时，获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据，车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速。

步骤 S804，若第一电机 2 的当前状态为故障，则判断车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件。若是，即车

辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件，则执行步骤 S806。

步骤 S806，确定等待离合器启动策略为可启用的启动策略。接着，执行等待离合器启动策略，具体为步骤 S808。

5 步骤 S808，实时监测车辆的车速，直到车辆的车速大于预设车速阈值时控制离合器 3 拖动发动机 1 启动。

本实施例中，预设车速阈值的定义与前文相同。

10 本发明实施例提出的双电机混合动力系统中发动机的启动方法中，通过定义 P1 电机故障后的等待离合器启动策略，即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求，也不进行 12 V 启动，而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动，避免了 12 V 启动时产生的噪声和振荡，提高了发动机启动的 NVH 性能和平稳性。

15 进一步地，等待离合器启动条件可包括车辆存在加速的条件和车辆无需发动机始终运行的条件。满足车辆存在加速的条件时，可保证车辆可在较短时间内达到离合器启动需求的车速，避免等待时间过长导致无法保证车辆的正常运行。满足车辆无需发动机始终运行的条件时，可保证等待离合器启动策略的合理性，保证车辆的正常运行。

20 具体地，车辆的当前状态数据还可以包括加速度或油门开度（也可称为加速踏板开度）和车辆的驱动模式。相应地，车辆存在加速要求的条件包括：加速度为正值（即车辆具有正加速度）且大于预设加速度阈值，或者油门开度大于第二油门开度阈值（表明加速踏板处于激活状态）。预设加速度阈值和第二油门开度阈值可以根据实际应用需求进行设置，例如，预设加速度阈值可以设置为  $0.4 \text{ m/s}^2$ ，第二油门开度阈值可以设置为 5%。车辆无需发动机始终运行的条件包括：车辆的驱动模式不等于运动模式。混合动力车辆通常可具有多种驱动模式，如节能模式、普通模式、运动模式等，在运动模式时会要求发动机一直运行以保证运动模式的大功率需求，因此，在运动模式下无法启用等待  
25 离合器启动策略。

30 在一个进一步的实施方案中，车辆的当前状态数据还可以包括驾驶员请求扭矩。驾驶员请求扭矩指驾驶员请求的车轮扭矩。相应地，等待离合器启动条件还可以包括：驾驶员请求扭矩小于第二轮端扭矩阈值。第二轮端扭矩阈值可以根据实际应用需求进行设置，例如，可以设置为  $1000 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。在驾驶员请求扭矩较低时，表明用户需求的启动响应速度较低，这种情况下启用等待离合器启动策略，可在提高 NVH 性能和平稳性的同时，尽量不影响用户的加速驾驶体验。

需要说明的是，本实施例中除车辆的当前车速以外的车辆的其他当前状态数据（如加速度、油门开度、车辆的驱动模式等）也可以在确定第一电机 2 的当前状态为故障后再获取，其并不会对本发明的方案产生影响。

### 35 实施例五

本实施例与实施例二的区别在于：除了预拖动扭矩策略外，还采用了喷油控制策略。具体地，在目标部件（第一电机 2 或离合器 3）拖动发动机 1 启动的过程中，不仅控制目标部件在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩，还根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式对发动机 1 的喷油时间进行针对性控制，从而防  
40 止发动机 1 过早或延迟过晚喷油导致的启动冲击、启动失败或发动机转速跌坑等现象，提高发动机 1 启动的平顺性和安全性。

参照图 9 所示，本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S902 至步骤 S914。

步骤 S902, 在接收到发动机启动请求时, 获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据, 车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速、发动机 1 转速和发动机 1 的冷却液温度。

5 步骤 S904, 根据第一电机 2 的当前状态和车辆的当前车速判断待拖动发动机 1 启动的目标部件是否为第一电机 2 或离合器 3。若是, 则执行步骤 S906。

步骤 S906, 根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。

步骤 S908, 根据发动机 1 转速和驾驶员意图的启动模式判断是否满足预拖动扭矩施加条件。若是, 则执行步骤 S910。

10 步骤 S910, 生成拖动启动信号发送至待拖动发动机 1 启动的目标部件, 并控制目标部件在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。

步骤 S912, 根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与目标部件相对应的发动机 1 的喷油时间。

步骤 S914, 在目标部件拖动发动机 1 启动的过程中控制发动机 1 于所确定的喷油时间进行喷油。

15 本领域技术人员可以理解, 在步骤 S904 中判断出目标部件为第一电机 2 或离合器 3 时, 可确定喷油控制策略可启用。在步骤 S908 中判断出满足预拖动扭矩施加条件时, 可确定预拖动扭矩策略可启用。

20 本实施例中, 步骤 S904 和 S910 分别与步骤 S404 和 S410 相同, 步骤 S906、S912 和 S914 分别与步骤 S708、S710 和 S712 相同, 不再重复介绍。步骤 S908 中预拖动扭矩施加条件如实施例二中所介绍, 此处不再重复。具体地, 若发动机 1 转速小于或等于预设转速阈值且驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式, 则判断满足预拖动扭矩施加条件。

25 当然, 本领域技术人员应可认识到, 本实施例中步骤 S914 是在目标部件 (P1 电机或离合器 C0) 拖动发动机 1 启动的过程中执行的, 特别是在平稳启动模式下, 无论是控制发动机 1 延迟喷油或提前喷油, 都是在目标部件拖动发动机 1 达到目标转速后卸载拖动扭矩的过程中执行。如此, P1 电机或离合器 C0 拖动发动机 1 启动的过程可以分为以下四个阶段: (1) 预拖动阶段, 此阶段中 P1 电机或离合器 C0 输出预拖动扭矩以拖动发动机 1 达到一定转速; (2) 拖动发动机阶段, 此阶段中 P1 电机或离合器 C0 拖动发动机 1 到达目标转速; (3) 扭矩卸载阶段, 此阶段中 P1 电机或离合器 C0 的拖动扭矩卸载到预设扭矩下限值左右; (4) 发动机喷油阶段, 此阶段发动机 1 开始喷油。图 10 示例性地示出了实施例五中 P1 电机启动过程中的上述四个阶段。本领域技术人员可以理解, 本  
30 实施例中离合器启动过程中同样存在上述四个阶段。

需要说明的是, 步骤 S912 可以在步骤 S906 之后步骤 S914 之前的任意时间执行, 而并非一定跟在步骤 S910 之后执行。

35 另外, 若步骤 S908 中判断出不满足预拖动扭矩施加条件时, 可直接执行步骤 S912 至 S914。

### 实施例六

40 本实施例与实施例二的区别在于: 除了预拖动扭矩策略外, 还采用了等待离合器启动策略。具体地, 在采用预拖动扭矩策略启动发动机 1 之前, 先判断是否可启用等待离合器启动策略, 从而实现即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求, 也不进行 12 V 启动, 而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动。

参照图 11 所示, 本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S1102 至步骤 S1112。

步骤 S1102, 在接收到发动机启动请求时, 获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当前状态数据, 车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速和发动机 1 转速。

5 步骤 S1104, 若第一电机 2 的当前状态为故障, 判断车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件。若是, 即车辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件, 则执行步骤 S1106。

步骤 S1106, 实时监测车辆的车速。

步骤 S1108, 根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。

10 步骤 S1110, 根据发动机 1 转速和驾驶员意图的启动模式判断是否满足预拖动扭矩施加条件。若是, 则执行步骤 S1112。

步骤 S1112, 当车辆的车速大于预设车速阈值时, 生成拖动启动信号发送至离合器 3, 以控制离合器 3 拖动发动机 1 启动, 并控制离合器 3 在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。

15 本领域技术人员可以理解, 在步骤 S1104 中判断出车辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件时, 可确定等待离合器启动策略可启用。在步骤 S1110 中判断出满足预拖动扭矩施加条件时, 可确定预拖动扭矩策略可启用。

本实施例中, 步骤 S1104 与步骤 S804 相同, 步骤 S1108 和 S1110 分别与步骤 S708 和 S908 相同, 不再重复介绍。

20 步骤 S1112 中, 在实时监测到车辆的车速大于预设车速阈值 (即车速满足离合器启动的车速条件) 时, 再生成拖动启动信号发送至离合器 3。离合器 3 响应于拖动启动信号拖动发动机 1 启动, 并且在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩, 避免离合器 3 的拖动扭矩直接增加至最大值。此处的设定时长和预拖动扭矩的限定与实施例二中相同, 不再赘述。

25 需要说明的是, 步骤 S1108 和 S1110 与步骤 S1106 之间的执行顺序并不是固定的, 步骤 S1108 和 S1110 也可以与步骤 S1106 同时进行, 或者在步骤 S1106 之前进行。

当然, 若步骤 S1102 中获取到的第一电机 2 的当前状态为正常, 且确定第一电机 2 作为待拖动发动机 1 启动的目标部件, 则后续的执行步骤与实施例二中目标部件为第一电机 2 的情况下步骤相同, 此处不再赘述。

30 本实施例在采用预拖动扭矩策略改善启动平顺性的基础上, 通过定义 P1 电机故障后的等待离合器启动策略, 即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求, 也不进行 12 V 启动, 而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动, 避免了 12 V 启动时产生的噪声和振荡, 提高了发动机启动的 NVH 性能和平稳性。

### 35 实施例七

本实施例与实施例三的区别在于: 除了喷油控制策略外, 还采用了等待离合器启动策略。具体地, 在启动发动机 1 之前, 先判断是否可启用等待离合器启动策略, 从而实现即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求, 也不进行 12 V 启动, 而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动。

40 参照图 12 所示, 本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤 S1202 至步骤 S1214。

步骤 S1202, 在接收到发动机启动请求时, 获取第一电机 2 的当前状态和车辆的当



前状态数据，车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速和发动机 1 的冷却液温度。

步骤 S1204，若第一电机 2 的当前状态为故障，判断车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件。若是，即车辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件，则执行步骤 S1206。

步骤 S1206，实时监测车辆的车速。

步骤 S1208，当车辆的车速大于预设车速阈值时，生成拖动启动信号发送至离合器 3，以控制离合器 3 拖动发动机 1 启动。

步骤 S1210，根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。

步骤 S1212，根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与离合器 3 相对应的发动机 1 的喷油时间。

步骤 S1214，在离合器 3 拖动发动机 1 启动的过程中控制发动机 1 于所确定的喷油时间进行喷油。

本领域技术人员可以理解，在步骤 S1204 中判断出车辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件时，可确定等待离合器启动策略可启用。

本实施例中，步骤 S1204 与步骤 S804 相同，步骤 S1210、S1212 和 S1114 分别与步骤 S708、S710 和 S712 相同，不再重复介绍。

需要说明的是，步骤 S1210 和 S1212 也可以在步骤 S1204 之后步骤 S1214 之前的任意时间执行，例如，步骤 S1210 和 S1212 可以在实时监测车辆的车速期间且步骤 S1208 之前执行。

当然，若步骤 S1202 中获取到的第一电机 2 的当前状态为正常，且确定第一电机 2 作为待拖动发动机 1 启动的目标部件，则后续的执行步骤与实施例三中目标部件为第一电机 2 的情况下步骤相同，此处不再赘述。

本实施例在通过喷油控制策略提高发动机启动的平顺性和安全性的同时，通过等待离合器启动策略提高了发动机启动的 NVH 性能和平稳性。

#### 实施例八

本实施例与实施例五的区别在于：在采用预拖动扭矩策略启动发动机 1 之前，先判断是否可启用等待离合器启动策略。具体地，本实施例的双电机混合动力系统中发动机的启动方法至少可以包括以下步骤：

(1) 在接收到发动机启动请求时，获取第一电机 2 的当前状态。若第一电机 2 的当前状态为故障，则执行 (2)，若第一电机 2 的当前状态为正常，则执行 (11)。

(2) 获取车辆的当前状态数据，车辆的当前状态数据至少包括车辆的当前车速、发动机 1 转速和发动机 1 的冷却液温度。接着执行 (3)。

(3) 判断车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件。若是，即车辆的当前车速小于或等于预设车速阈值且车辆的其他当前状态数据符合等待离合器启动条件，则执行 (4)。

(4) 实时监测车辆的车速。接着执行 (5)。

(5) 根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。接着执行 (6)。

判断驾驶员意图的启动模式的步骤如前文所述。

(6) 根据发动机 1 转速和驾驶员意图的启动模式判断是否满足预拖动扭矩施加条件。若是，则执行 (7)，若否，则执行 (8)。

判断是否满足预拖动扭矩施加条件的步骤如前文所述。

(7) 当车辆的车速大于预设车速阈值时, 生成第一拖动启动信号发送至离合器 3, 以控制离合器 3 拖动发动机 1 启动, 并控制离合器 3 在自接收到第一拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。接着执行 (9)。

(8) 当车辆的车速大于预设车速阈值时, 生成第二拖动启动信号发送至离合器 3, 以控制离合器 3 拖动发动机 1 启动。之后, 接着执行 (9)。

本步骤中, 在不满足预拖动扭矩施加条件的情况下, 通过现有的无预拖动扭矩的方式进行离合器启动。

(9) 根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与离合器 3 相对应的发动机 1 的喷油时间。接着执行 (10)。

(10) 在离合器 3 拖动发动机 1 启动的过程中控制发动机 1 于所确定的喷油时间进行喷油, 从而完成发动机 1 的启动。

(11) 获取车辆的当前状态数据, 车辆的当前状态数据至少包括车辆的发动机 1 转速和发动机 1 的冷却液温度。接着执行 (12)。

(12) 根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式。接着执行 (13)。

(13) 根据发动机 1 转速和驾驶员意图的启动模式判断是否满足预拖动扭矩施加条件。若是, 则执行 (14), 若否, 则执行 (15)。

判断是否满足预拖动扭矩施加条件的步骤如前文所述。

(14) 生成第三拖动启动信号发送至第一电机 2, 以控制第一电机 2 拖动发动机 1 启动, 并控制第一电机 2 在自接收到第三拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。接着执行 (16)。

(15) 生成第四拖动启动信号发送至第一电机 2, 以控制第一电机 2 拖动发动机 1 启动。之后, 接着执行 (16)。

(16) 根据发动机 1 的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与第一电机 2 相对应的发动机 1 的喷油时间。接着执行 (17)。

(17) 在第一电机 2 拖动发动机 1 启动的过程中控制发动机 1 于所确定的喷油时间进行喷油, 从而完成发动机 1 的启动。

本实施例定义了 P1 电机故障后的等待离合器启动策略, 并结合了 P1 电机启动或离合器启动中的预拖动扭矩策略和喷油策略, 可有效改善发动机 1 启动的平顺性和安全性。

基于同一技术构思, 本发明实施例还提供了一种双电机混合动力系统中发动机的启动装置 100。如图 13 所示, 该启动装置 100 包括存储器 110 和处理器 120。存储器 110 内存储有控制程序, 控制程序被处理器 120 执行时用于实现前文任意实施例或实施例组合的双电机混合动力系统中发动机的启动方法。

本实施例的启动装置可根据第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据选取预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略中的至少一种进行发动机启动, 通过这些策略, 至少改善发动机启动的平顺性。

基于同一技术构思, 本发明实施例还提供了一种混合动力车辆, 包括双电机混合动力系统以及前文实施例所述的双电机混合动力系统中发动机的启动装置 100。双电机混合动力系统可参考图 1 所示。

根据上述任意一个可选实施例或多个可选实施例的组合, 本发明实施例能够达到如下有益效果:

本发明实施例提供的双电机混合动力系统中发动机的启动方法和装置中, 根据第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据选取预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略中的至少一种进行发动机启动, 通过这些策略, 至少改善发动机启动的平顺

性。

进一步地，在目标部件为第一电机或离合器且满足预拖动扭矩施加条件的情况下可执行预拖动扭矩策略，具体地为控制目标部件在自接收到拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩，从而能够在该目标部件的拖动扭矩增加至最大以拖动发动机达到目标转速之前使该目标部件以预拖动扭矩先拖动发动机到一定转速。如此，目标部件的拖动扭矩将不会直接上升到最大，而是先达到一个中间值（即预拖动扭矩的值）再达到最大，这样可以避免启动过程中因拖动扭矩上升过快造成的冲击，从而有效改善了发动机启动的平顺性。

10 进一步地，在目标部件为第一电机或离合器的情况下可执行喷油控制策略，具体地，可根据车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式，并进而根据发动机的冷却液温度和驾驶员意图的启动模式确定与目标部件（第一电机即 P1 电机，或离合器）对应的发动机的喷油时间，从而能够在 P1 电机启动或离合器启动过程中针对性地控制发动机开始喷油的时间，防止发动机过早或延迟过晚喷油导致的启动冲击、启动失败或发动机转速跌坑等现象，提高发动机启动的平顺性和安全性。

15 进一步地，在第一电机故障、当前车速小于或等于预设车速阈值且符合等待离合器启动条件的情况下可执行等待离合器启动策略，具体为实时监测车辆的车速，直到车辆的车速大于预设车速阈值时再控制离合器拖动发动机启动。如此，即使在 P1 电机故障且车速小于或等于预设车速阈值时有发动机启动请求，也不进行 12 V 启动，而是等到车速增加至大于预设车速阈值满足离合器启动的车速条件时进行离合器启动，避免了 12 V 启动时产生的噪声和振荡，提高了发动机启动的 NVH 性能和平稳性。

20 进一步地，在离合器启动的过程中，通过对第二电机（即驱动电机）进行主动阻尼控制，能够防止在离合器启动过程中第二电机的抖动，进一步改善启动平顺性。

至此，本领域技术人员应认识到，虽然本文已详尽示出和描述了本发明的示例性实施例，但是，在不脱离本发明精神和范围的情况下，仍可根据本发明公开的内容直接确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此，本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

## 权利要求

1. 一种双电机混合动力系统中发动机的启动方法，所述双电机混合动力系统包括发动机、与所述发动机连接的第一电机、以及连接在所述第一电机和变速系统之间的离合器；其中，所述启动方法包括：
- 5 在接收到发动机启动请求时，获取所述第一电机的当前状态和车辆的当前状态数据；根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动，其中，所述可启用的启动策略包括下列至少之一：预拖动扭矩策略、喷油控制策略和等待离合器启动策略。
- 10 2. 根据权利要求1所述的启动方法，其中，所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速；
- 所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：
- 15 根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器；
- 若是，则根据所述车辆的当前状态数据判断是否满足预拖动扭矩施加条件；若满足，则确定所述预拖动扭矩策略为所述可启用的启动策略；
- 执行所述预拖动扭矩策略：生成拖动启动信号发送至所述目标部件，并控制所述目标部件在自接收到所述拖动启动信号起的设定时长内输出对应的预拖动扭矩。
- 20 3. 根据权利要求2所述的启动方法，其中，
- 所述车辆的当前状态数据还包括发动机转速和油门状态或驾驶员请求扭矩；
- 所述预拖动扭矩施加条件包括：发动机转速小于或等于预设转速阈值且驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。
4. 根据权利要求3所述的启动方法，其中，
- 25 所述油门状态包括油门开度和油门变化率；
- 所述根据所述车辆的当前状态数据判断是否满足预拖动扭矩施加条件的步骤包括：判断所获取的发动机转速是否小于或等于所述预设转速阈值；且
- 根据所获取的油门开度和油门变化率，或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式。
- 30 5. 根据权利要求4所述的启动方法，其中，
- 所述根据所获取的油门开度和油门变化率，或根据所获取的驾驶员请求扭矩判断驾驶员意图的启动模式是否为平稳启动模式的步骤包括：
- 判断是否所述油门开度大于第一油门开度阈值且所述油门变化率大于预设变化率阈值，若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式；或者，
- 35 判断所述驾驶员请求扭矩是否小于或等于第一轮端扭矩阈值，若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。
6. 根据权利要求2-5中任一项所述的启动方法，其中，
- 所述设定时长为0.2-0.4 s；
- 与所述第一电机对应的预拖动扭矩为15-30 N·m；
- 40 与所述离合器对应的预拖动扭矩为2-4 N·m。
7. 根据权利要求1所述的启动方法，其中，所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速和发动机的冷却液温度；
- 所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策

略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：

根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器；

若是，则确定所述喷油控制策略为所述可启用的启动策略；

- 5 执行所述喷油控制策略：根据所述车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式；根据所述发动机的冷却液温度和所述驾驶员意图的启动模式确定与所述目标部件相对应的所述发动机的喷油时间；

在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中控制所述发动机于所确定的喷油时间进行喷油。

- 10 8. 根据权利要求 7 所述的启动方法，其中，  
所述车辆的当前状态数据还包括油门状态或驾驶员请求扭矩；  
所述驾驶员意图的启动模式包括快速启动模式和平稳启动模式。

9. 根据权利要求 8 所述的启动方法，其中，  
所述油门状态包括油门开度和油门变化率；

- 15 所述根据所述车辆的当前状态数据判断驾驶员意图的启动模式的步骤包括：  
判断是否所述油门开度大于第一油门开度阈值且所述油门变化率大于预设变化率阈值；

若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；

若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式；或者，

- 20 判断所述驾驶员请求扭矩是否大于第一轮端扭矩阈值；  
若是，则确定所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式；  
若否，则确定所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式。

10. 根据权利要求 8 所述的启动方法，其中，

- 25 所述根据所述发动机的冷却液温度和所述驾驶员意图的启动模式确定与所述目标部件相对应的所述发动机的喷油时间的步骤包括：

当所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，确定所述发动机的喷油时间为所述发动机的转速大于 0 的时间；

当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且所述发动机的冷却液温度大于预设热机启动温度时，确定所述发动机的喷油时间为所述目标部件的拖动扭矩完全卸载的时间；

当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式且所述发动机的冷却液温度小于或等于所述预设热机启动温度时，查找发动机的冷却液温度与所述目标部件的扭矩限值的对应关系表，得到与所述发动机的冷却液温度对应的所述目标部件的目标扭矩限值，确定所述发动机的喷油时间为所述目标部件的拖动扭矩小于所述目标扭矩限值的时间。

- 35 11. 根据权利要求 10 所述的启动方法，其中，

所述对应关系表包括发动机的冷却液温度与所述第一电机的扭矩限值的第一对应关系表和发动机的冷却液温度与所述离合器的扭矩限值的第二对应关系表；其中，

在所述第一对应关系表中，所述发动机的冷却液温度与所述第一电机的扭矩限值呈反比；

- 40 在所述第二对应关系表中，所述发动机的冷却液温度与所述离合器的扭矩限值呈反比。

12. 根据权利要求 10 所述的启动方法，其中，

所述在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中控制所述发动机于所确定的喷油

时间进行喷油的步骤包括：

当所述驾驶员意图的启动模式为快速启动模式时，在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中实时获取所述发动机的当前转速；

当所述发动机的当前转速大于 0 时，控制所述发动机进行喷油；

- 5 当所述驾驶员意图的启动模式为平稳启动模式时，在所述目标部件拖动所述发动机启动的过程中实时获取所述目标部件的拖动扭矩；

在所述发动机的冷却液温度大于所述预设热机启动温度的情况下，当所述目标部件的拖动扭矩完全卸载时，控制所述发动机进行喷油；

- 10 在所述发动机的冷却液温度小于或等于所述预设热机启动温度的情况下，当所述目标部件的拖动扭矩小于所述目标扭矩限值时，控制所述发动机进行喷油。

13. 根据权利要求 2 或 7 所述的启动方法，其中，

根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前车速判断所述目标部件是否为所述第一电机或所述离合器的步骤包括：

若所述第一电机的当前状态为正常，则判断所述目标部件为所述第一电机；

- 15 若所述第一电机的当前状态为故障，且所述车辆的当前车速大于预设车速阈值，则判断所述目标部件为所述离合器。

14. 根据权利要求 5 或 9 所述的启动方法，其中，

所述第一油门开度阈值为 70%；

所述预设变化率阈值为 300%/s；

- 20 所述第一轮端扭矩阈值由所述车辆的当前车速确定。

15. 根据权利要求 1 所述的启动方法，其中，

所述车辆的当前状态数据至少包括所述车辆的当前车速；

所述根据所述第一电机的当前状态和所述车辆的当前状态数据确定可启用的启动策略，并执行所述可启用的启动策略进行发动机启动的步骤包括：

- 25 若所述第一电机的当前状态为故障，则判断所述车辆的当前车速是否小于或等于预设车速阈值且所述车辆的其他当前状态数据是否符合等待离合器启动条件；

若所述车辆的当前车速小于或等于所述预设车速阈值且所述车辆的其他当前状态数据符合所述等待离合器启动条件，则确定所述等待离合器启动策略为所述可启用的启动策略；

- 30 执行所述等待离合器启动策略：实时监测所述车辆的车速，直到所述车辆的车速大于所述预设车速阈值时控制所述离合器拖动所述发动机启动。

16. 根据权利要求 15 所述的启动方法，其中，

所述等待离合器启动条件包括所述车辆存在加速的条件和所述车辆无需发动机始终运行的条件。

- 35 17. 根据权利要求 16 所述的启动方法，其中，

所述车辆的当前状态数据还包括加速度或油门开度和所述车辆的驱动模式；

所述车辆存在加速要求的条件包括：

所述加速度为正值且大于预设加速度阈值；或

所述油门开度大于第二油门开度阈值；

- 40 所述车辆无需发动机始终运行的条件包括：

所述车辆的驱动模式不等于运动模式。

18. 根据权利要求 17 所述的启动方法，其中，

所述车辆的当前状态数据还包括驾驶员请求扭矩；

所述等待离合器启动条件还包括：

所述驾驶员请求扭矩小于第二轮端扭矩阈值。

19. 根据权利要求 1 所述的启动方法，其中，所述双电机混合动力系统还包括与所述变速系统连接、用于驱动车轮的第二电机；

5 若在进行发动机启动过程中由所述离合器拖动所述发动机，则所述启动方法还包括：在所述离合器拖动所述发动机启动的过程中，对所述第二电机进行主动阻尼控制。

20. 根据权利要求 19 所述的启动方法，其中，

所述对所述第二电机进行主动阻尼控制的步骤包括：

获取驾驶员的请求转速和所述第二电机的实际转速；

10 计算所述请求转速和所述实际转速之间的差值；

根据所述差值对所述第二电机进行比例积分控制，以对所述第二电机的输出扭矩进行补偿。

21. 一种双电机混合动力系统中发动机的启动装置，包括存储器和处理器，所述存储器内存储有控制程序，所述控制程序被所述处理器执行时用于实现根据权利要求 1-20 中  
15 任一项所述的启动方法。

22. 一种混合动力车辆，包括双电机混合动力系统以及根据权利要求 21 所述的双电机混合动力系统中发动机的启动装置。

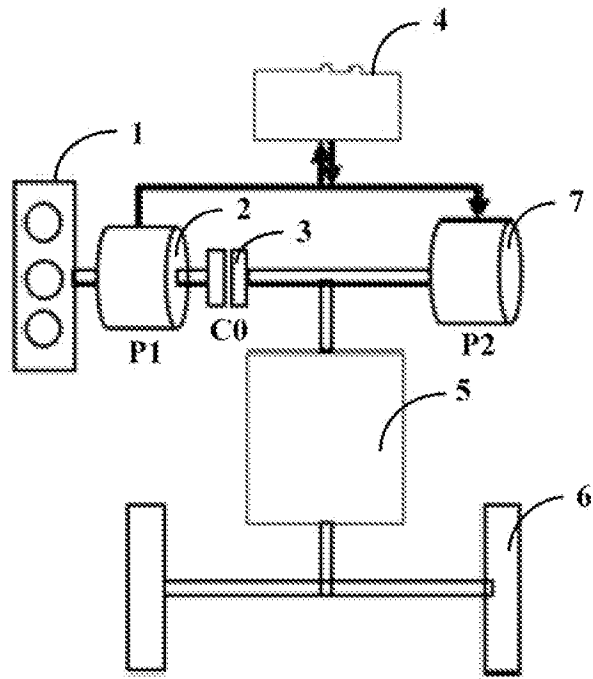


图 1

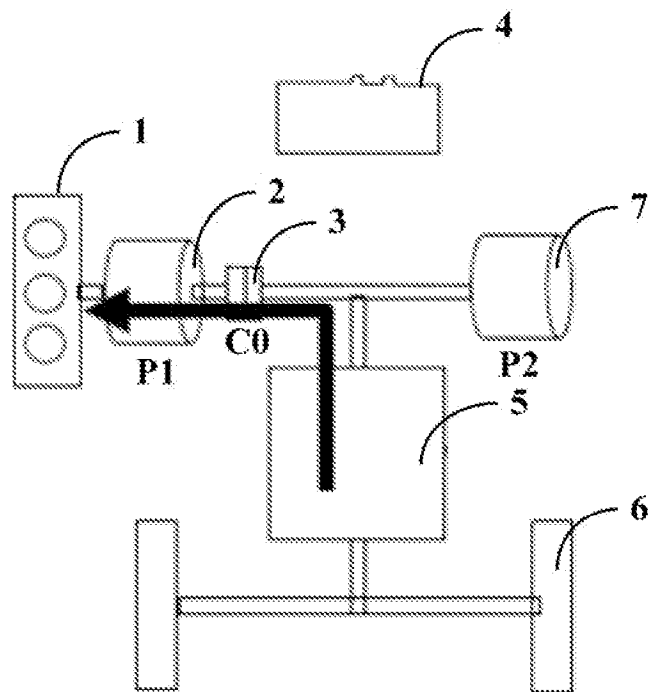


图 2



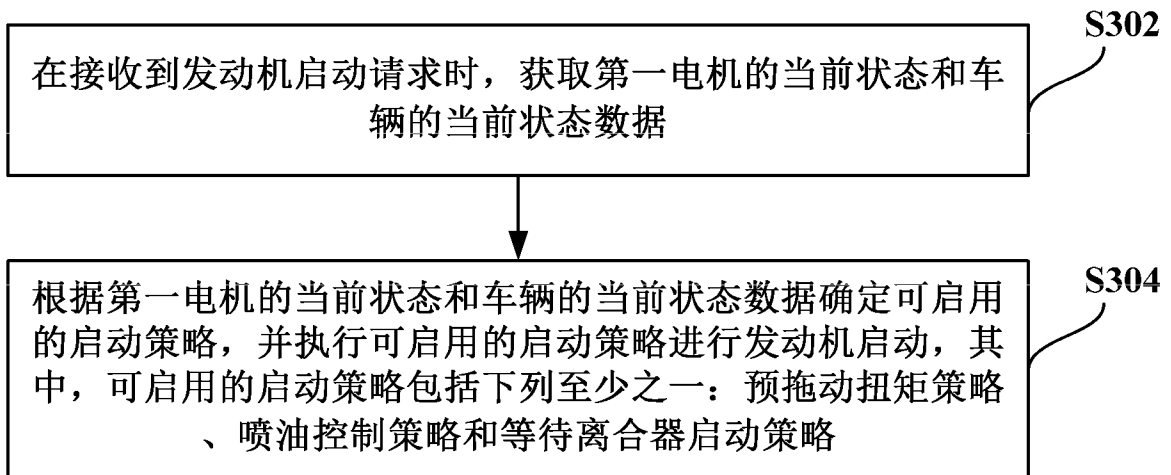


图 3

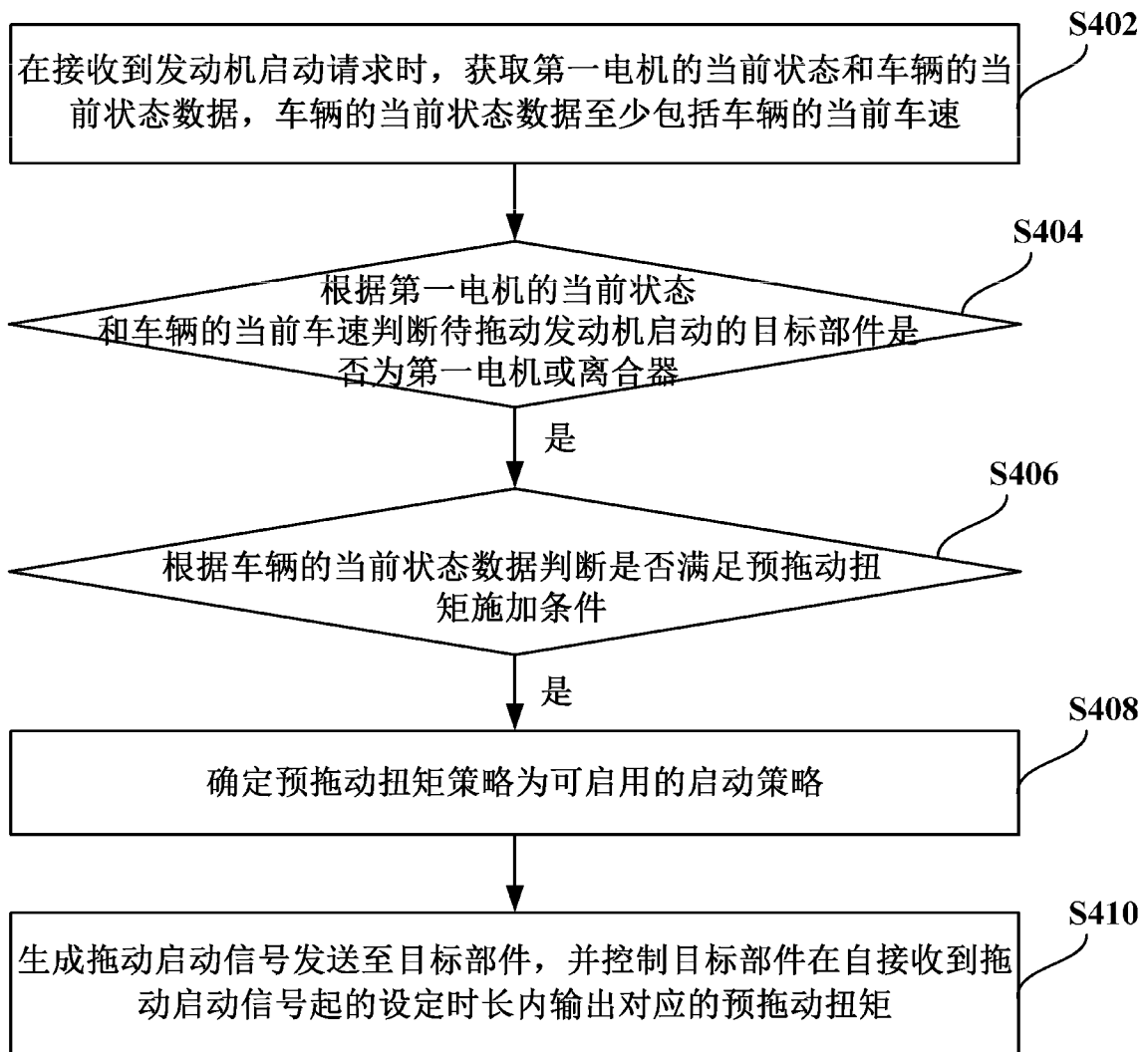


图 4

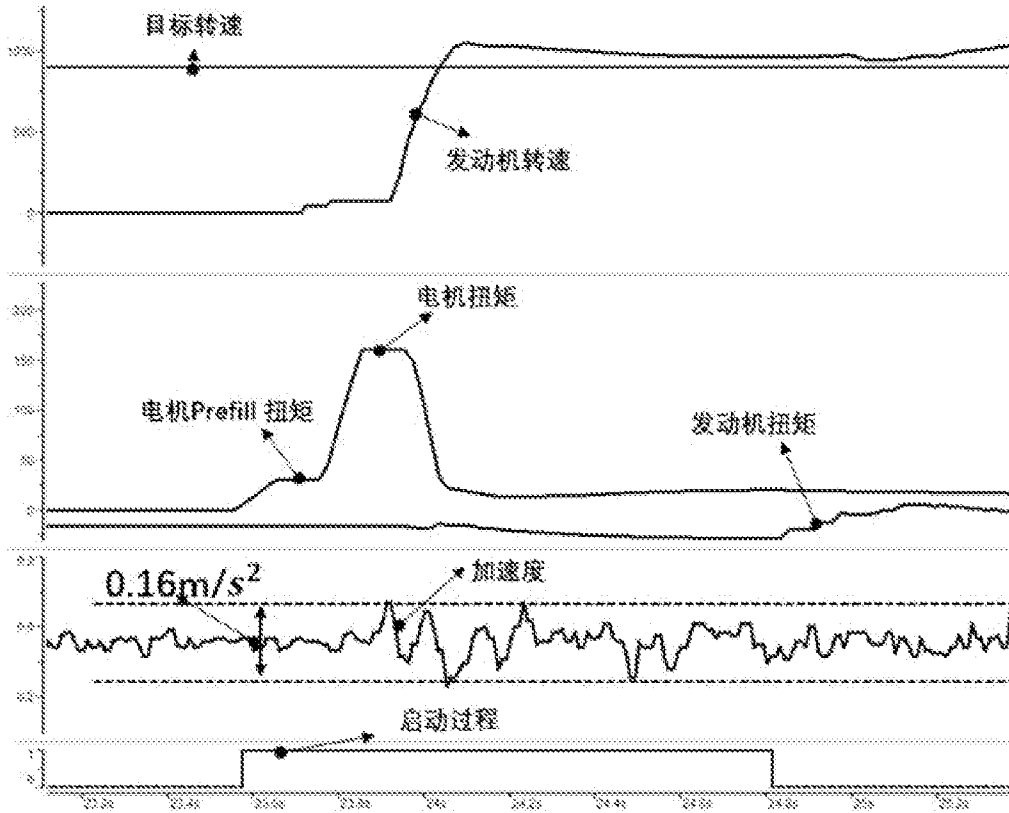


图 5

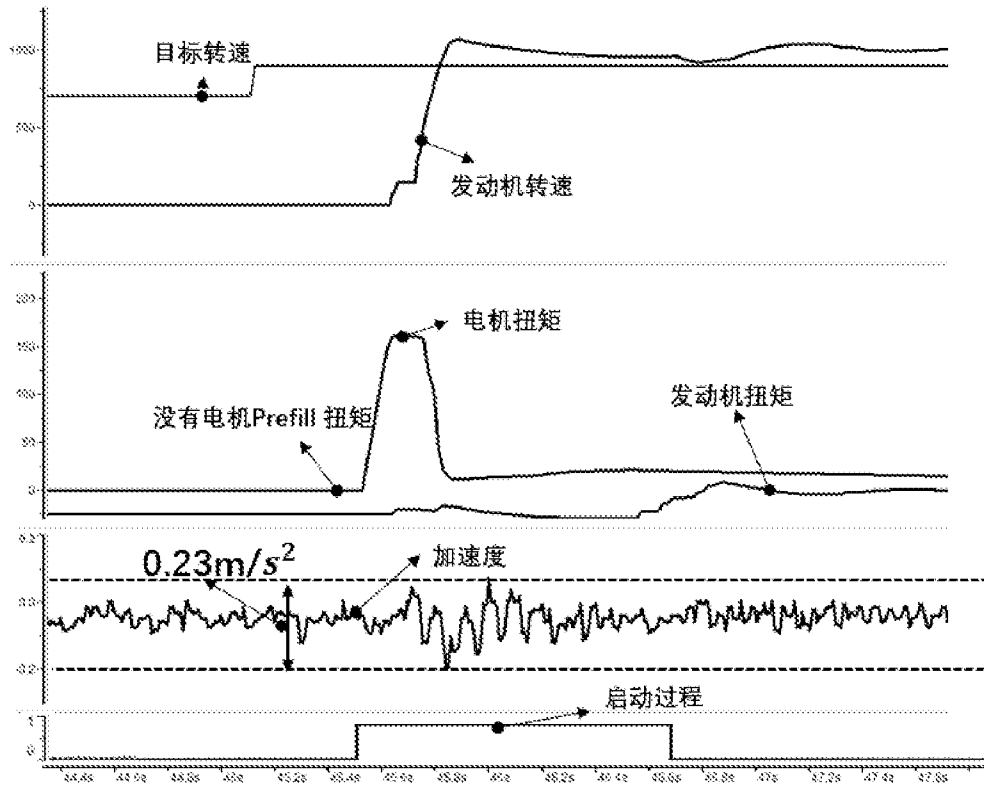


图 6

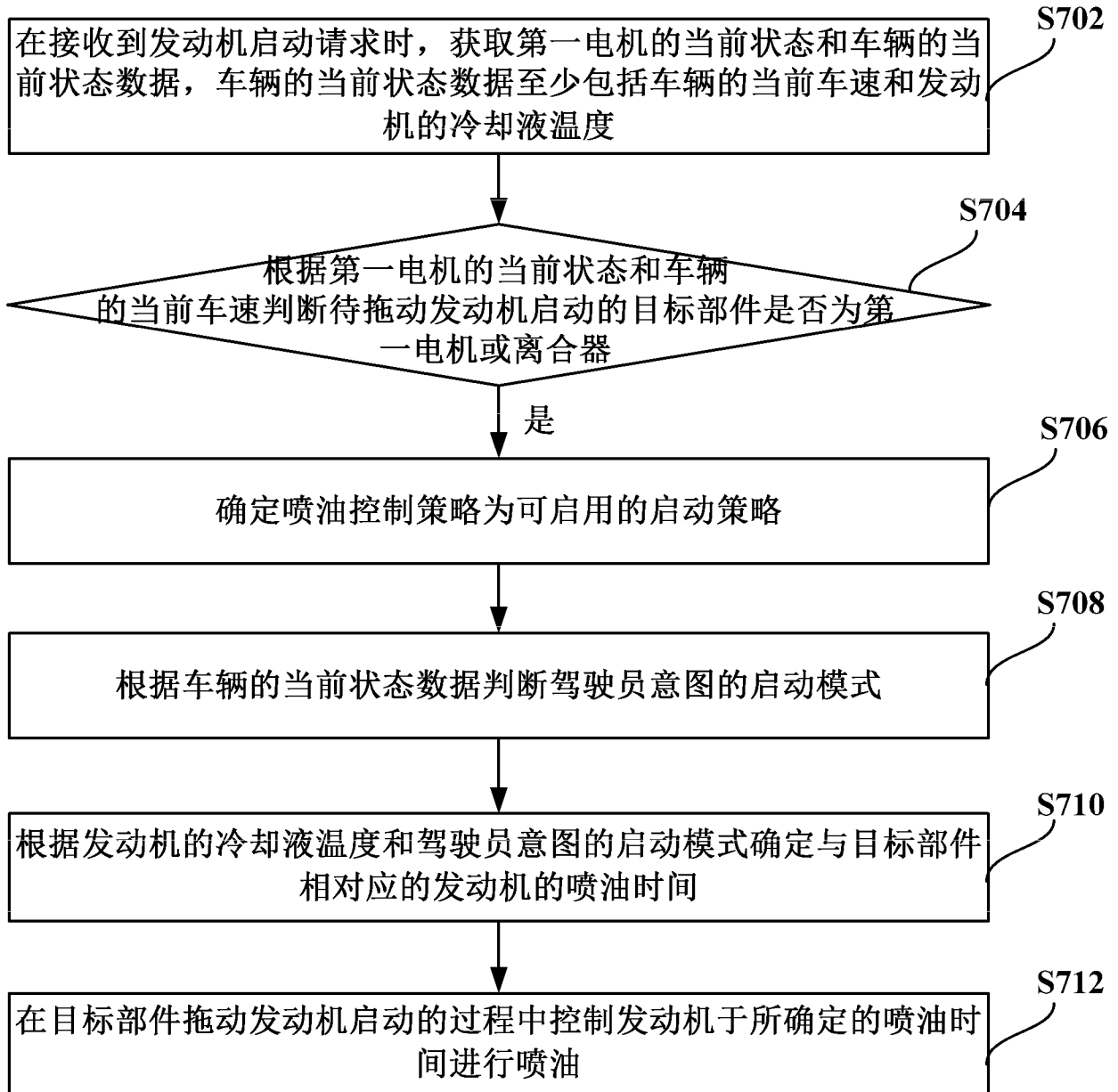


图 7

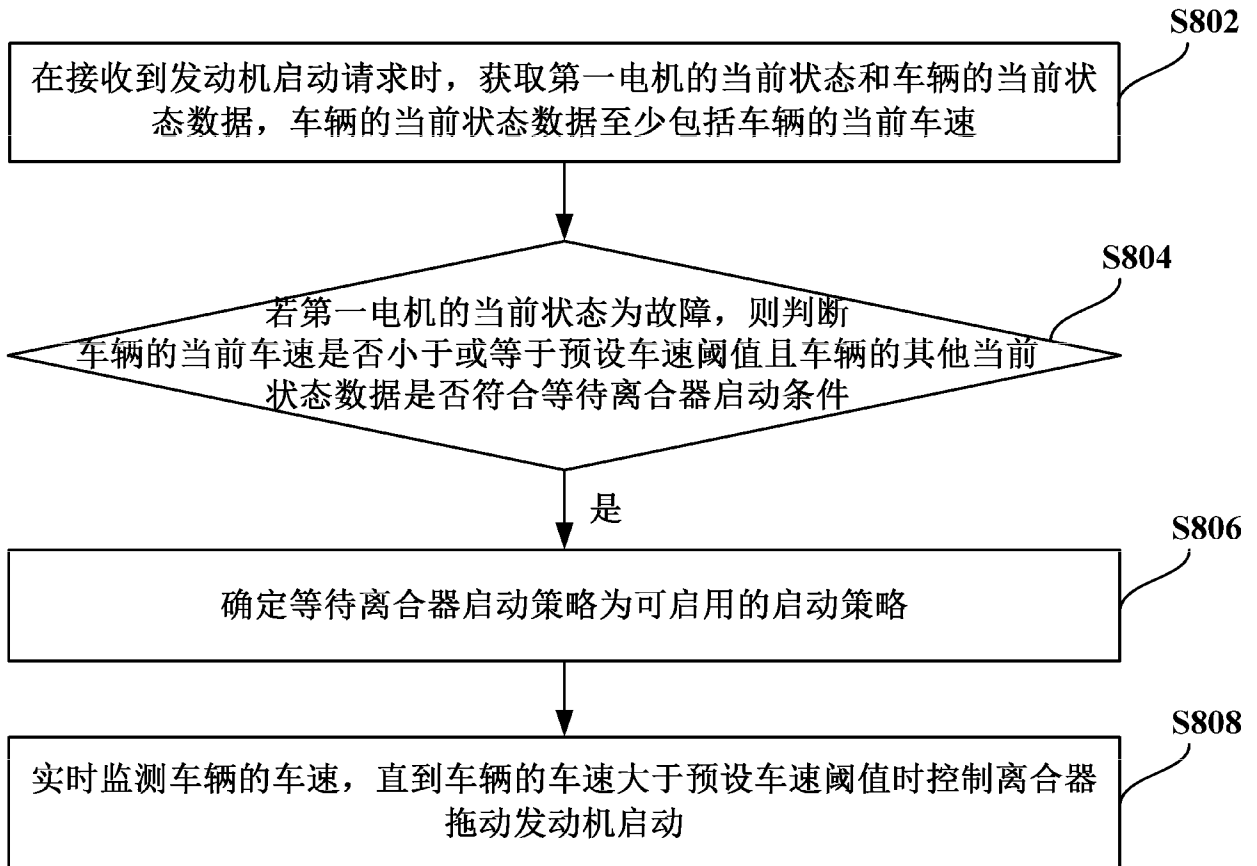


图 8

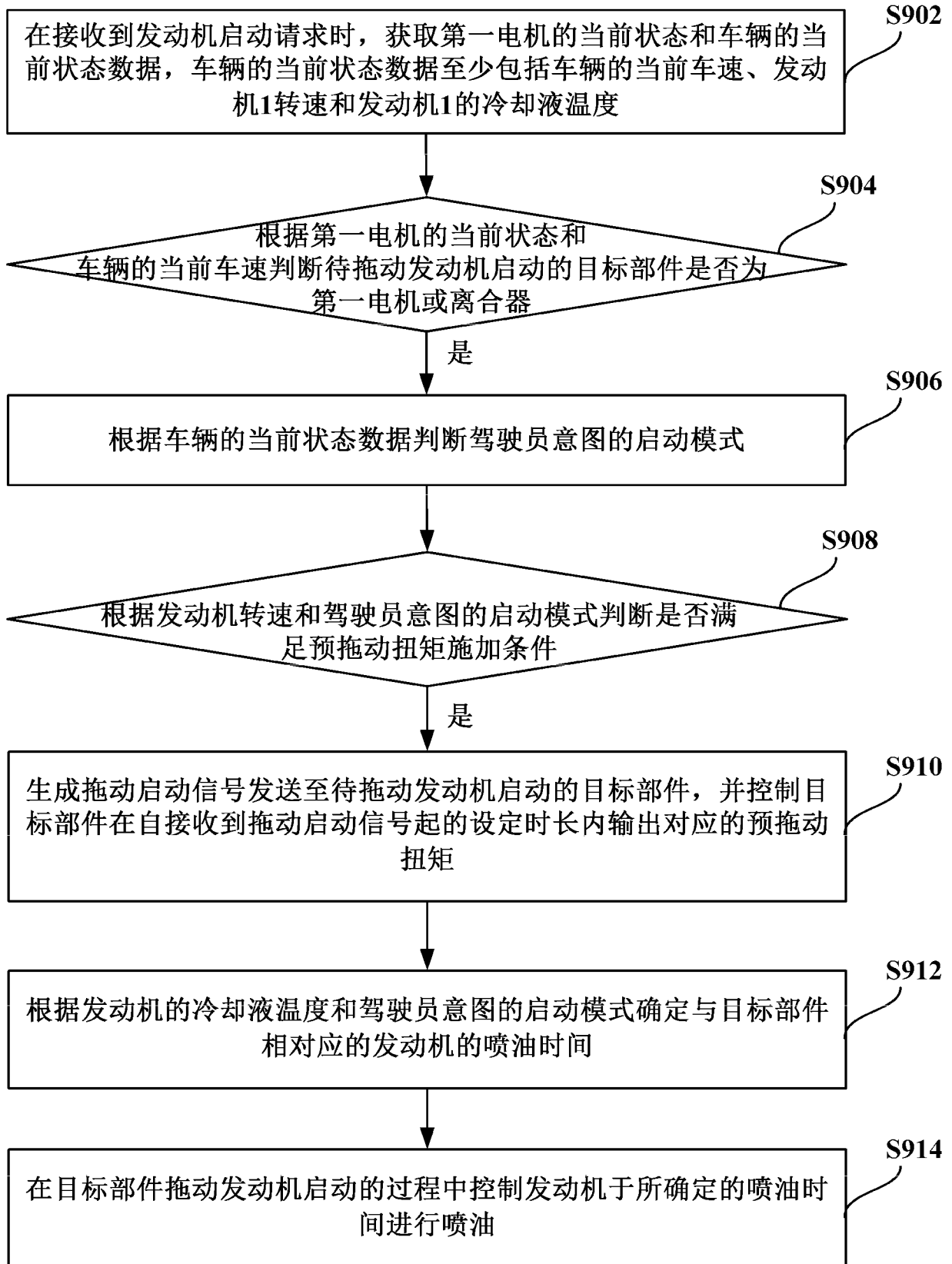


图 9

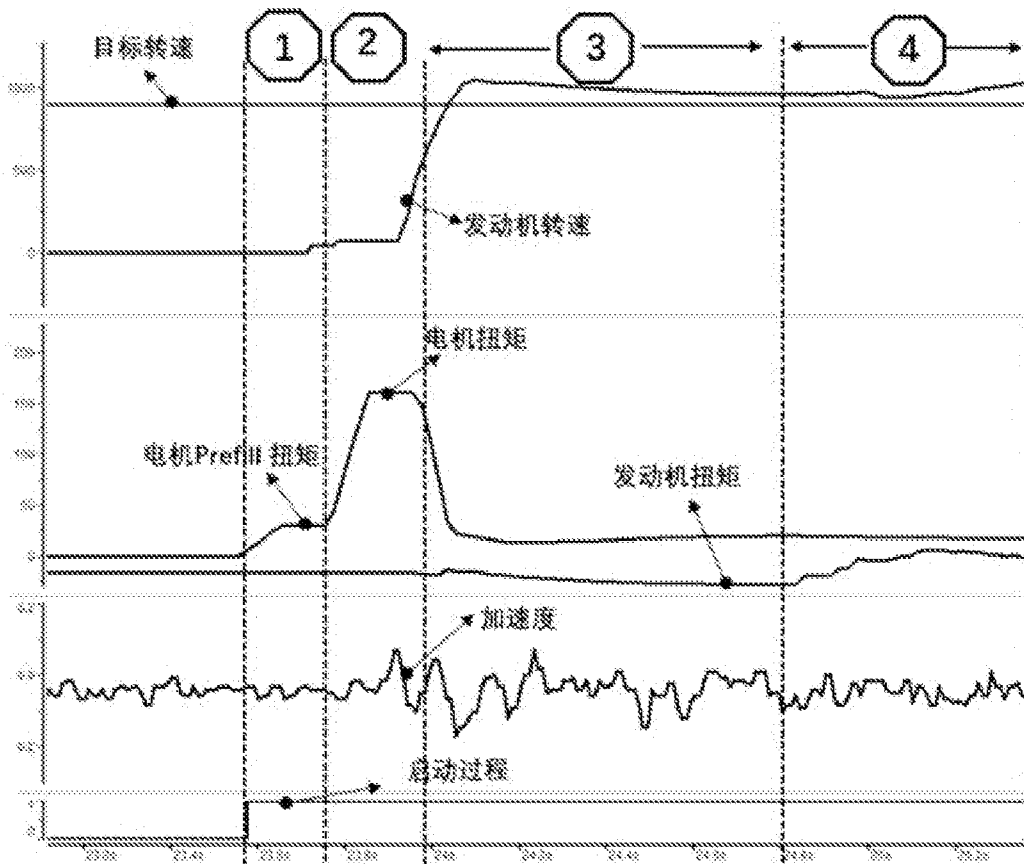


图 10

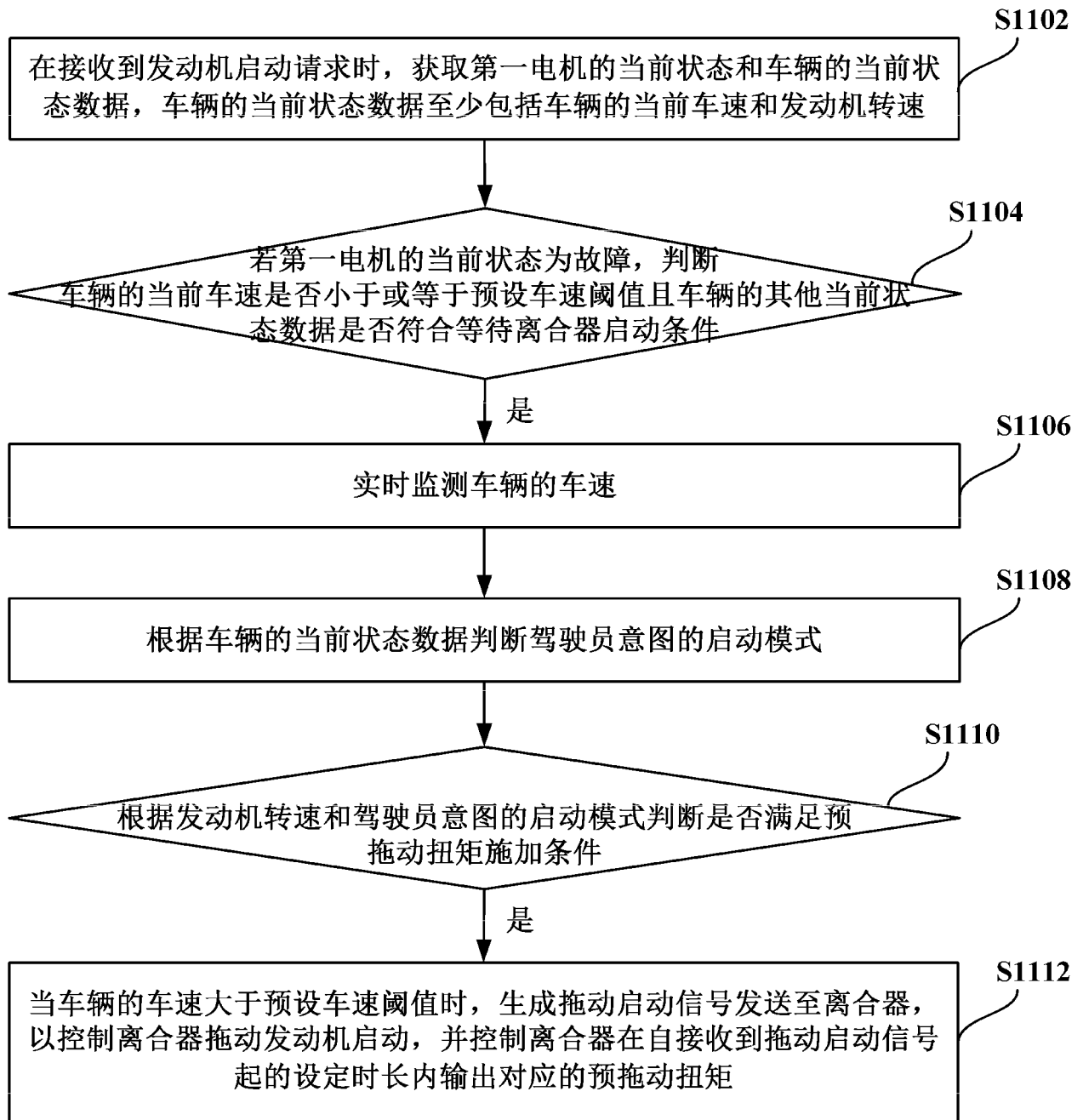


图 11

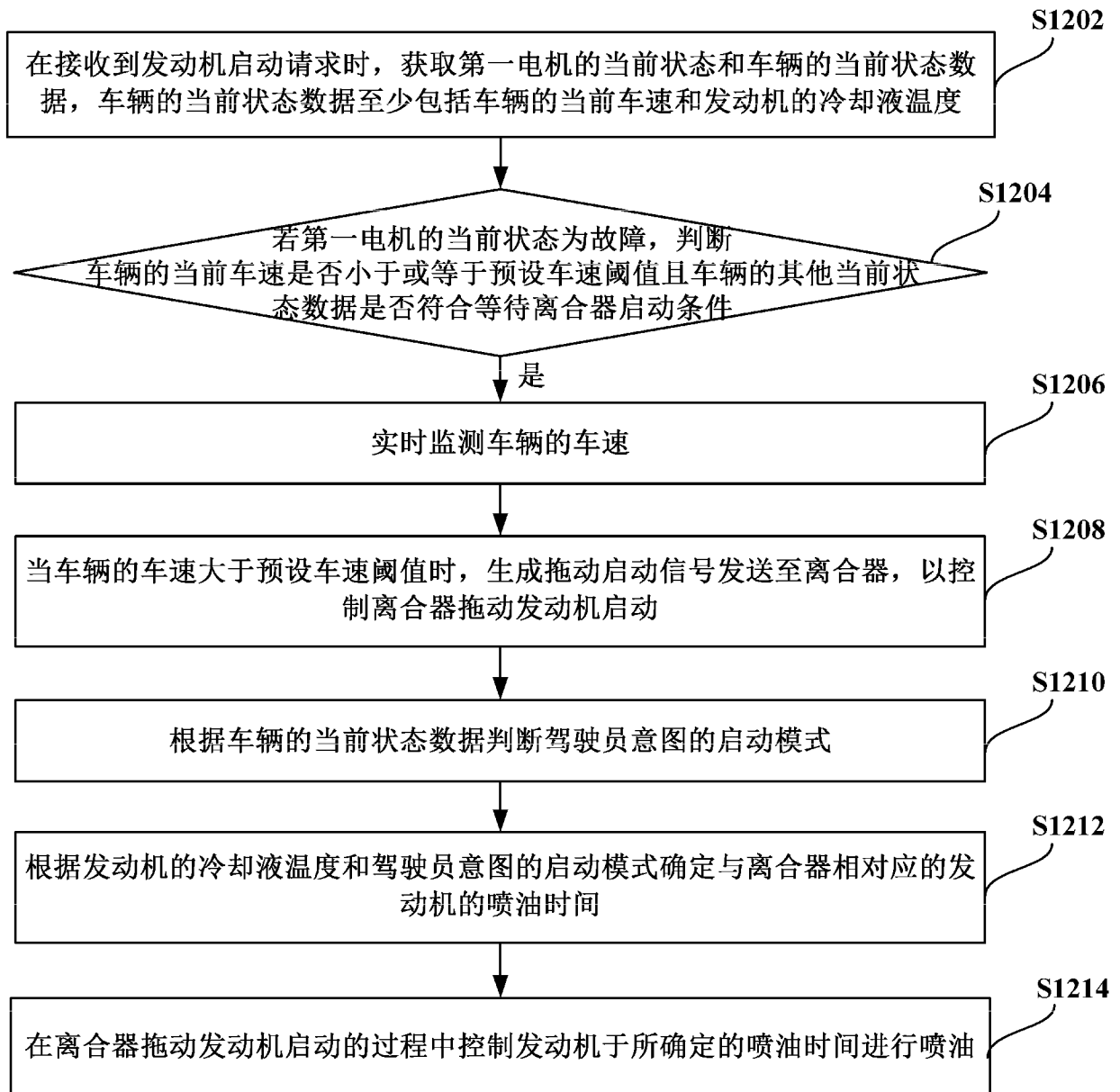


图 12

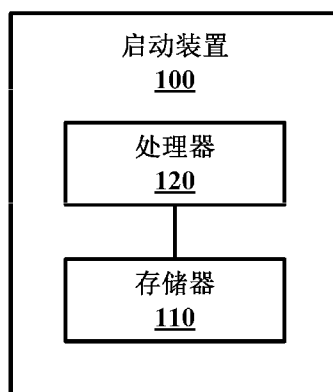


图 13



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/074766

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B60W 10/06(2006.01)i; B60W 10/02(2006.01)i; B60W 10/08(2006.01)i; B60W 30/20(2006.01)i; B60W 20/15(2016.01)i; B60W 30/18(2012.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 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) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT: 策略, 模式, 方法, 预, 起动, 启动, 离合器, 油门, 开度, 扭矩, 电机, 喷油, 第二, strategy, mode, method, start, clutch, pedal, opening degree, torque, motor, inject, second		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108528429 A (CHINA HYBRID SYSTEM CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14) description, paragraphs [0030]-[0039], and figure 2	1-22
A	CN 110539744 A (CHINA HYBRID SYSTEM CO., LTD.) 06 December 2019 (2019-12-06) entire document	1-22
A	CN 108515965 A (CHINA HYBRID SYSTEM CO., LTD.) 11 September 2018 (2018-09-11) entire document	1-22
A	CN 104709274 A (BYD COMPANY LTD.) 17 June 2015 (2015-06-17) entire document	1-22
A	US 2010116235 A1 (TOYOTA MOTOR CO., LTD.) 13 May 2010 (2010-05-13) entire document	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>26 September 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 October 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2021/074766**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108528429	A	14 September 2018	CN	108528429	B	17 January 2020
CN	110539744	A	06 December 2019	CN	110539744	B	29 September 2020
CN	108515965	A	11 September 2018	CN	108515965	B	17 January 2020
CN	104709274	A	17 June 2015	US	2016304082	A1	20 October 2016
				CN	104709274	B	14 August 2018
				WO	2015090192	A1	25 June 2015
				EP	3083356	A1	26 October 2016
				US	9889841	B2	13 February 2018
				EP	3083356	A4	07 June 2017
US	2010116235	A1	13 May 2010	US	8579760	B2	12 November 2013
				JP	2010115982	A	27 May 2010
				JP	4631962	B2	23 February 2011

<b>A. 主题的分类</b>		
B60W 10/06(2006.01)i; B60W 10/02(2006.01)i; B60W 10/08(2006.01)i; B60W 30/20(2006.01)i; B60W 20/15(2016.01)i; B60W 30/18(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>B. 检索领域</b>		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
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))		
CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT:策略, 模式, 方法, 预, 起动, 启动, 离合器, 油门, 开度, 扭矩, 电机, 喷油, 第二, strategy, mode, method, start, clutch, pedal, opening degree, torque, motor, inject, second		
<b>C. 相关文件</b>		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 108528429 A (科力远混合动力技术有限公司) 2018年 9月 14日 (2018-09-14) 说明书第[0030]-[0039]段、图2	1-22
A	CN 110539744 A (科力远混合动力技术有限公司) 2019年 12月 6日 (2019-12-06) 全文	1-22
A	CN 108515965 A (科力远混合动力技术有限公司) 2018年 9月 11日 (2018-09-11) 全文	1-22
A	CN 104709274 A (比亚迪股份有限公司) 2015年 6月 17日 (2015-06-17) 全文	1-22
A	US 2010116235 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 2010年 5月 13日 (2010-05-13) 全文	1-22
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 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
2021年 9月 26日		2021年 10月 12日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中国知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		吴斐
传真号 (86-10)62019451		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/CN2021/074766

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	108528429	A	2018年 9月 14日	CN	108528429	B	2020年 1月 17日
CN	110539744	A	2019年 12月 6日	CN	110539744	B	2020年 9月 29日
CN	108515965	A	2018年 9月 11日	CN	108515965	B	2020年 1月 17日
CN	104709274	A	2015年 6月 17日	US	2016304082	A1	2016年 10月 20日
				CN	104709274	B	2018年 8月 14日
				WO	2015090192	A1	2015年 6月 25日
				EP	3083356	A1	2016年 10月 26日
				US	9889841	B2	2018年 2月 13日
				EP	3083356	A4	2017年 6月 7日
US	2010116235	A1	2010年 5月 13日	US	8579760	B2	2013年 11月 12日
				JP	2010115982	A	2010年 5月 27日
				JP	4631962	B2	2011年 2月 23日