

(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



(10) 国际公布号
WO 2024/251024 A1

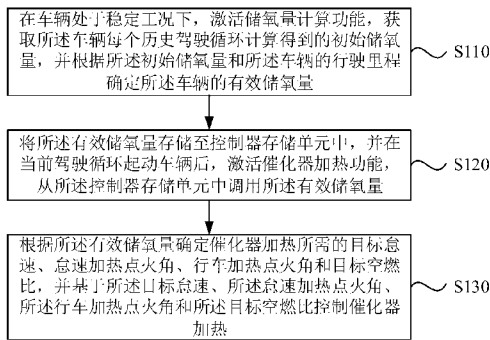
(43) 国际公布日
2024年12月12日 (12.12.2024)

- (51) 国际专利分类号:
F02D 41/02 (2006.01) *F02P 5/145* (2006.01)
F02D 41/08 (2006.01) *B60W 10/06* (2006.01)
F02D 29/02 (2006.01) *B60W 10/10* (2012.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/096315
- (22) 国际申请日: 2024年5月30日 (30.05.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310678407.9 2023年6月9日 (09.06.2023) CN
- (71) 申请人:中国第一汽车股份有限公司(CHINA FAW CO., LTD.) [CN/CN]; 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。
- (72) 发明人:张广军(ZHANG, Guangjun); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 王雷(WANG, Lei); 中国吉林省长

春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 韩令海(HAN, Linghai); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 陈国栋(CHEN, Guodong); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 王谦(WANG, Qian); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 许健男(XU, Jiannan); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 张学锋(ZHANG, Xuefeng); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 刘治文(LIU, Zhiwen); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 吴刚(WU, Gang); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 赵鹏遥(ZHAO, Pengyao); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。

(54) Title: CATALYST HEATING CONTROL METHOD AND APPARATUS, AND VEHICLE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质



- S110 When a vehicle is in a stable working condition, activate an oxygen storage capacity calculation function, acquire an initial oxygen storage capacity calculated in each historical driving cycle of the vehicle, and according to the initial oxygen storage capacity and the travel mileage of the vehicle, determine an effective oxygen storage capacity of the vehicle
- S120 Store the effective oxygen storage capacity in a controller storage unit, and after the vehicle is started in the current driving cycle, activate a catalyst heating function, and call the effective oxygen storage capacity from the controller storage unit
- S130 According to the effective oxygen storage capacity, determine a target idle speed, an idle heating ignition angle, a travel heating ignition angle and a target air-fuel ratio that are required for catalyst heating, and control the catalyst heating on the basis of the target idle speed, the idle heating ignition angle, the travel heating ignition angle and the target air-fuel ratio

图 2

(57) Abstract: A catalyst heating control method and apparatus, and a vehicle and a storage medium. The catalyst heating control method comprises: when a vehicle is in a stable working condition, activating an oxygen storage capacity calculation function, acquiring an initial oxygen storage capacity calculated in each historical driving cycle of the vehicle, and according to the initial oxygen storage capacity and a travel mileage of the vehicle, determining an effective oxygen storage capacity of the vehicle; storing the effective oxygen storage capacity in a controller storage unit, and after the vehicle is started in the current driving cycle, activating a catalyst heating function, and calling the effective oxygen storage capacity from the controller storage unit; and according to the effective oxygen storage capacity, determining a target idle speed, an idle heating ignition angle, a travel heating ignition angle and a target air-fuel ratio that are required for catalyst heating, and controlling the catalyst heating on the basis of the target idle speed, the idle heating ignition angle, the travel heating ignition angle and the target air-fuel ratio.

(74) 代理人: 北京远智汇知识产权代理有限公司
(BEIJING YZH IP FIRM); 中国北京市海淀区莲花
池东路39号6层608室, Beijing 100036 (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
(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))。

(57) 摘要: 催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质。催化器加热控制方法包括: 在车辆处于稳定工况下, 激活储氧量计算功能, 获取车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量, 并根据初始储氧量和车辆的行驶里程确定车辆的有效储氧量; 将有效储氧量存储至控制器存储单元中, 并在当前驾驶循环起动车辆后, 激活催化器加热功能, 从控制器存储单元中调用有效储氧量; 根据有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比, 并基于目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比控制催化器加热。

催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质

本申请要求在2023年06月09日提交中国专利局、申请号为202310678407.9的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及催化器控制技术领域，例如涉及催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质。

背景技术

随着排放法规不断加严，整车排放控制手段越来越复杂，三元催化转化器技术是一种利用氧化和还原反应，将汽车排气中的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物同时转化成无害的二氧化碳、氮气、水的技术。催化转化器在完全起燃情况下可以使汽油车排放的CO、HC、NO_x转化效率达到95%以上，但催化器在长期使用后，其性能发生劣化导致活性或选择性下降、转化率降低的现象，催化器的储氧量是衡量性能好坏的重要指标，按照国家标准要求至少20万公里，依然满足排放目标。如何保证催化器在20万公里内排放依然满足国家法规或在全生命周期内排放一直处于较低水平，是主机厂亟需解决的问题。

为保证催化器老化后排放结果满足法规，一般均采用催化器快速老化方式，通过控制催化器入口高温及空燃比，模拟整车实车20万公里耐久老化，基于新鲜和快速老化催化器样件进行整车匹配标定，标定后的一版数据需要覆盖整个耐久过程，而且对催化器加热控制，即无论催化器老化到什么程度，催化器加热策略和标定都是一致的，而无法做到自适应控制。

发明内容

本申请提供了催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质，以解决催化器加热控制无法灵活调节，且无法满足实车排放目标的问题。

根据本申请的一方面，提供了一种催化器加热控制方法，所述催化器加热控制方法包括：

在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中

调用所述有效储氧量；根据所述有效储氧量确定催化剂加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化剂加热。

一实施例中，所述获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，包括：

在车辆每个历史驾驶循环中，分别对催化剂执行混合气加浓减稀操作后，获取每个历史驾驶循环对应的第一储氧量、第二储氧量和第三储氧量；根据所述第一储氧量、所述第二储氧量和所述第三储氧量计算得到每个历史驾驶循环对应的初始储氧量。

一实施例中，所述根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量，包括：

基于所述车辆的行驶里程确定储氧量输出次数，并根据储氧量输出次数和每次储氧量输出对应的初始储氧量确定所述车辆的有效储氧量。

一实施例中，所述根据所述有效储氧量确定催化剂加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，包括：

根据所述有效储氧量所处的储氧量标定范围判断催化剂状态，所述催化剂状态包括新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态；基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定催化剂加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

一实施例中，所述催化剂加热控制方法还包括：

在根据所述有效储氧量所处的储氧量标定范围判断出催化剂状态为过渡老化状态后，控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化剂加热模式。

一实施例中，所述激活储氧量计算功能的条件包括第一车辆层条件和第一发动机层条件；所述第一车辆层条件包括第一车辆车速处于第一车速触发范围、车辆处于设定挡位以及车辆所在位置的环境温度处于设定环境温度范围；所述第一发动机层条件包括冷却液温度大于设定冷却液温度阈值、空燃比闭环反馈值变化值小于标定变化阈值、发动机转速处于设定转速范围、发动机负荷处于设定负荷范围且负荷变化率小于设定变化率阈值以及发动机排温处于设定排温范围；所述激活催化剂加热功能的条件包括第二车辆层条件、第二发动机层条件和变速器层条件；所述第二车辆层条件包括确定有效储氧量赋值于当前驾驶循环、标定策略自适应调整以及初始催化剂加热功能激活；所述第二发动机层

条件包括发动机水温处于设定水温范围以及所述车辆所在海拔系数大于设定海拔阈值；所述变速器层条件包括第二车辆车速小于等于第二车速阈值，以及接收到发动机控制单元发出催化器加热请求且调整换挡规律。

一实施例中，所述催化器加热控制方法还包括：

基于所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比确定理论排气温度；获取催化器加热中的当前排气温度，并根据所述理论排气温度和所述当前排气温度判断是否退出催化器加热控制。

根据本申请的另一方面，提供了一种催化器加热控制装置，所述催化器加热控制装置包括：

有效储氧量确定模块，设置为执行在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据多个所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；有效储氧量获取模块，设置为执行将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；催化器加热控制模块，设置为执行根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。

根据本申请的另一方面，提供了一种车辆，所述车辆包括：

至少一个处理器；以及，与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的计算机程序，所述计算机程序被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行上述的催化器加热控制方法。

根据本申请的另一方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述计算机指令用于使处理器执行时实现上述的催化器加热控制方法。

本申请实施例的技术方案，通过在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述

目标空燃比控制催化器加热。本申请解决了催化器加热控制无法灵活调节，且无法满足实车排放目标的问题，实现了保证储氧量计算的准确性和实时性，且可以对催化器加热控制的自适应调整，同时，保证催化器全生命周期排放控制最优。

附图说明

图 1 是新鲜与老化催化器起燃特性的对比示意图；

图 2 是本申请实施例一提供的一种催化器加热控制方法的流程图；

图 3 是催化器储氧量与排放水平的关系示意图；

图 4 是催化器储氧量水平与耐久里程的关系示意图；

图 5 是加热点火角推迟角度对发动机排温升高量的影响示意图；

图 6 是目标怠速对发动机排温升高量的影响示意图；

图 7 是新鲜状态催化器以及不同老化状态催化器的怠速稳定性对比示意图；

图 8 是本申请实施例二提供的一种催化器加热控制方法的流程图；

图 9 是车辆行驶累计里程和储氧量累计计算次数的关系示意图；

图 10 是本申请实施例三提供的一种催化器加热控制方法的流程图；

图 11 是本申请实施例四提供的一种催化器加热控制方法的流程图；

图 12 是本申请实施例五提供的一种催化器加热控制装置的结构示意图；

图 13 是实现本申请实施例的催化器加热控制方法的车辆的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述，所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

催化器老化是一个缓慢的物理、化学变化过程，随着时间、行驶里程的增加，催化器长期处在高排气温度的环境下，其主要是储氧物质铈与贵金属铑发生化学反应，形成了稳定的化合物，进而导致催化器储氧能力下降，且设置为固定贵金属的多孔隙涂敷基面成分氧化铝也与铑发生了化学反应，进而导致设置为催化排放物的接触表面—多孔隙涂敷基面比表面积减小，排放物接触贵金属的机率下降。同时，其他老化形式（化学中毒、结焦与机械损伤等）对催化剂的破坏作用逐渐积累，最终导致三效催化转化器老化，老化后的催化器，在冷起动阶段转化效率会大大降低。为了衡量催化器起燃特性，有两种评价方法，一是起燃时间，为发动机冷起动后，催化器到达 50%转化效率对应的时间 t_{50} ；二是起燃温度，即催化器转化效率达到 50%时的入口温度 T_{50} 。如图 1 所示，老化后催化器起燃温度会提高 100°C 左右，也就意味着老化催化器起燃速度会降低 20%以上，导致在冷起动阶段排放物会大大增加。

根据研究，整车排放物在冷起动阶段占据了 80%以上，此时催化器并未达到起燃温度（ 350°C 以上），催化器转化效率会大大降低，为降低该阶段排放物和加快催化器起燃，必须提高催化器入口温度（或排气温度），催化器主机厂除了采用催化器紧耦合布置外，还通过标定手段推迟点火角、增加进气量等，从而提升排气温度，该标定方法称之为催化器加热控制。从软件和标定策略，都是基于台架快速老化样件进行标定，一版标定数据需要覆盖新鲜催化器和老化催化器，在实车排放标定中，往往需要更换两种催化器不断反复调整数据，同时用户在实车使用过程中，也因为地域环境、驾驶行为、机油/汽油油品等不同，会导致实车老化表现千差万别，排放结果表现不一，无法做到催化器加热自适应，保证排放最优。

基于上述问题，本申请提供了催化器加热控制方法、装置、车辆及存储介质进行解决。

实施例一

图 2 为本申请实施例一提供的一种催化器加热控制方法的流程图，本实施例可适用于对催化器加热的控制进行自适应调整的情况，该催化器加热控制方法可以由催化器加热控制装置来执行，该催化器加热控制装置可以采用硬件和/或软件的形式实现，该催化器加热控制装置可配置于具有催化器的多种车辆中。如图 2 所示，该催化器加热控制方法包括：

S110、在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量。

催化器具有储存氧的特性，在催化器的涂层设计中加入了氧化铈作为助

剂，Ce（铈）在涂层的设计中会与贵金属相互作用，在特定环境下对氧气有吸收与释放反应功能，作用相当于氧气储存器，其可提高催化剂转换效率，催化剂储氧量和排放水平的关系参见图 3，由图 3 可见催化剂储氧量和排放水平或转化效率成一定的正比关系。但，随着车辆行驶里程增加（即耐久里程增加），催化器的老化，储氧能力逐渐下降（即储氧量水平下降），则参见图 4，老化后的催化器在起燃和转换效率方面较新鲜催化器都有降低。

基于上述问题，在催化器加热阶段，建立储氧量与催化器加热模型是解决催化器快速起燃、降低冷启动排放的重要手段，保证催化器在整个生命周期内都可以处于较好起燃性能，同时，还可以覆盖不同用户使用导致的车辆催化器老化差异导致的排放恶化问题。

在本实施例中，为保证储氧量计算的准确性，需在车辆处于较稳定工况下进行储氧量计算，则首先需要确定车辆处于稳定工况下，再激活储氧量计算功能，在激活储氧量计算功能后，在车辆的每个历史驾驶循环中均计算出一个对应的初始储氧量。

激活储氧量计算功能需要满足相应的条件，激活储氧量计算功能的条件包括第一车辆层条件和第一发动机层条件；所述第一车辆层条件包括第一车辆车速处于第一车速触发范围、车辆处于设定挡位以及车辆所在位置的环境温度处于设定环境温度范围；所述第一发动机层条件包括冷却液温度大于设定冷却液温度阈值、空燃比闭环反馈值变化值小于标定变化阈值、发动机转速处于设定转速范围、发动机负荷处于设定负荷范围且负荷变化率小于设定变化率阈值以及发动机排温处于设定排温范围。

第一车辆车速可以通过整车控制器进行反馈得到的实时车辆车速，第一车速触发范围可以根据车辆大数据分析出来，示例性的，根据一般情况下用户对车辆使用车速均在 60km/h 以下，中值为 20km/h 至 40km/h 之间，以此将第一车速触发范围设定为 20km/h 至 40km/h 之间。在本实施例中，第一车辆车速处于 20km/h 至 40km/h 之间，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

车辆的设定挡位可以根据车辆实际挡位情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。设定挡位为直行挡的 3 挡、4 挡及更高挡位中任意一个。在本实施例中，车辆处于直行挡的 3 挡、4 挡及更高挡位中任意一个，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

车辆所在位置的环境温度可以通过在车辆设置的温度传感器进行检测得到，设定环境温度范围可以根据车辆所处环境温度情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。设定环境温度范围为 -40°C 至 40°C 之间，以覆盖车

辆在国内的全部使用环境。在本实施例中，车辆所在位置的环境温度处于 -40°C 至 40°C 之间，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

第一车辆层条件包括车辆车速、车辆所在挡位以及车辆所在位置的环境温度，当车辆车速、车辆所在挡位以及车辆所在位置的环境温度均符合设定条件，则认为满足激活储氧量计算功能条件，激活储氧量计算功能。

冷却液温度为车辆当前的冷却液温度，设定冷却液温度阈值可以根据车辆情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。设定冷却液温度阈值设定为 80°C 。在本实施例中，冷却液温度大于 80°C ，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

由于空燃比对储氧量计算非常敏感，则需要保证空燃比波动较小，本实施例在此增加了在稳态条件下对空燃比反馈值稳定的判定，即空燃比闭环反馈值变化值小于标定变化阈值时，则认为满足激活储氧量计算功能条件，实现氧传感器闭环。其中，标定变化阈值可以根据车辆情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。

发动机转速为车辆当前状态下的转速，设定转速范围可以根据车辆大数据统计分析出来，示例性的，根据一般情况下用户对车辆使用转速在 $2000\text{r}/\text{min}$ 以下，以此将设定转速范围设定为 $1000\text{r}/\text{min}$ 至 $2000\text{r}/\text{min}$ 之间。发动机转速处于 $1000\text{r}/\text{min}$ 至 $2000\text{r}/\text{min}$ 之间，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

发动机负荷为车辆当前状态下的负荷，为保证发动机运行稳定，设定负荷范围和设定变化率阈值可以根据发动机稳定运行状态进行适应性设置，本实施例对此不作任何限制。示例性的，设定负荷范围为 30% 至 150% 之间，发动机负荷处于 30% 至 150% 之间且负荷变化率小于设定变化率阈值，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

发动机排温为车辆当前状态下的排温，由于氧传感器在一定排温下，工作特性最佳，设定排温范围可以根据车辆情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。设定排温范围为 500°C 至 850°C 之间，从而避免氧传感器等部件有过热风险。在本实施例中，发动机排温处于 500°C 至 850°C 之间，则认为满足激活储氧量计算功能条件。

第一发动机层条件包括冷却液温度、空燃比闭环反馈值变化值、发动机转速、发动机负荷以及发动机排温均符合设定条件，则认为满足激活储氧量计算功能条件，激活储氧量计算功能。

驾驶循环为车辆完成点火、运转（若车辆存在故障应能被检测到）以及

熄火的完整过程,历史驾驶循环为车辆在已有出行记录中完成点火、运转(若车辆存在故障应能被检测到)以及熄火的完整过程。

基于车辆售后大数据统计可知,车辆用户平均每天完成多次驾驶循环,次数因车辆用户的使用情况确定,本实施例在此对历史驾驶循环的次数不作任何限制。

由于催化剂老化又是一个极其缓慢的过程,为减少算例,同时保证储氧量计算的准确性,结合车辆的行驶里程调用多个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量,进而根据多个历史驾驶循环对应的初始储氧量确定车辆的有效储氧量。

S120、将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中,并在当前驾驶循环起动车辆后,激活催化剂加热功能,从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量。

当前驾驶循环为车辆在当前出行过程中会完成点火、运转(若车辆存在故障应能被检测到)以及熄火的完整过程。

有效储氧量被存储至控制器存储单元中,当激活催化剂加热功能后,可从控制器存储单元中调用该有效储氧量。

激活催化剂加热功能需要满足相应的条件,激活催化剂加热功能的条件包括第二车辆层条件、第二发动机层条件和变速器层条件;所述第二车辆层条件包括确定有效储氧量赋值于当前驾驶循环、标定策略自适应调整以及初始催化剂加热功能激活;所述第二发动机层条件包括发动机水温处于设定水温范围以及所述车辆所在海拔系数大于设定海拔阈值;所述变速器层条件包括第二车辆车速小于等于第二车速阈值,以及接收到发动机控制单元发出催化剂加热请求且调整换挡规律。

确定有效储氧量赋值于当前驾驶循环即为车辆上电后,需保证有效储氧量可以被赋值于当前驾驶循环中,即可以从控制器存储单元中调用到有效储氧量,则认为满足激活催化剂加热功能条件。

标定策略自适应调整为可以根据车辆累计里程或是有效储氧量所在取值范围内,选择不同的催化剂加热策略,则认为满足激活催化剂加热功能条件。

初始催化剂加热功能激活为车辆本身所具有的传统催化剂加热功能已被激活,初始催化剂加热功能激活方式以及实现手段本实施例对此不作任何限制,在本实施例中,仅需保证初始催化剂加热功能激活,则认为满足激活催化剂加热功能条件。

发动机水温为车辆当前状态下的温水,设定水温范围可以根据实车排放

标定，本实施例对此不作任何限制。设定水温范围为 15°C至 80°C之间。在本实施例中，在发动机水温处于 15°C至 80°C之间，则认为满足激活催化器加热功能条件。

车辆所在海拔系数为车辆所在位置的海拔对应的系数，设定海拔阈值可以根据车辆情况进行选择设置，本实施例对此不作任何限制。设定海拔阈值为 0.7。在本实施例中，在车辆所在海拔系数大于 0.7，则认为满足激活催化器加热功能条件。

第二车辆车速为车辆在当前驾驶循环中的车速，第二车速阈值可以根据实车排放工况及催化器起燃需求设置，本实施例对此不作任何限制。第二车速阈值为 45km/h。在本实施例中，第二车辆车速小于等于 45km/h，则认为满足激活催化器加热功能条件。

接收到发动机控制单元发出催化器加热请求且调整换挡规律是指由变速器控制单元接收到上述信息，则认为满足激活催化器加热功能条件。

催化器加热功能激活包括的第二车辆层条件、第二发动机层条件和变速器层条件均符合设定条件，则认为满足激活催化器加热功能条件，激活催化器加热功能。

S130、根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。

按照标准轻型汽车污染物排放限值及测量方法进行排放标定，重点优化催化器起燃特性。在本申请中，图 5 是加热点火角推迟角度对发动机排温升高量的影响示意图，图 6 是目标怠速（转速）对发动机排温升高量的影响示意图，参见图 5 和图 6，点火角、目标怠速对提升排温有较大好处，点火角每推迟 2°，排温会增加 20°C至 30°C，目标怠速每增加 100r/min，排温增加 30°C至 40°C，两种措施同步使用可以加快起燃，根据排放物表现，再以空燃比进行配合优化，可以满足不同老化方案的排放需求。

但在催化器加热过程中，不能为快速起燃，无限制推迟点火角、提升目标怠速，需要重点验证怠速稳定性、NVH（Noise, Vibration 和 Harshness 首字母的缩写，是汽车噪声、振动和舒适性等多项指标的总称）相关指标，避免带来较大负面影响，试验时在座椅导轨处安装振动加速度传感器，测试车内座椅导轨处的振动可以代表人体直接感受到的车内振动。此外，由于发动机转速在很大程度上反映发动机对整车的激励特征，故试验过程中同步采集了发动机曲轴的瞬时转速，以此来判断发动机的激励水平。

利用大数据分析统计方法，根据催化器的三种状态（催化器三种状态分别为新鲜催化器的新鲜状态、轻微老化催化器的轻微老化状态、标准老化催化器的标准老化状态）下的标定数据，在转速波动量中的表现，98%以上转速点的波动量，均满足开发目标，参见图 7。从座椅振动的加速度信号看，催化器的三种状态方案下对应的标定数据，均满足开发目标，并且余量较大。

方案 1 老化的轻微老化状态、方案 2 老化的标准老化状态通过优化催化器加热目标怠速、加热点火角、目标空燃比可以与新鲜催化器在冷启动和暖机阶段的排放基本一致。

为研究过渡老化催化器排放水平，又试制了催化器状态为过渡老化状态的方案 3 老化，由于老化较为严重，储氧量达到下限值，但通过请求变速器换挡模式，即在催化器加热阶段，利用转速、车速、水温等条件，推迟 1 升 2 和 2 升 3 换挡点，则发动机转速提升，可以增加排气温度，提升起燃速度，基本可以保证在冷启动和暖机阶段的排放水平。

在本实施例中，根据有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断催化器状态，所述催化器状态包括新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态，基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

在上述基础上，在根据所述有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断出催化器状态为过渡老化状态后，控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化器加热模式。

在上述实施例的基础上，基于所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比确定理论排气温度，获取催化器加热中的当前排气温度，并根据所述理论排气温度和所述当前排气温度判断是否退出催化器加热控制。

本申请实施例的技术方案，通过在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。本申请解决了催化器加热控制无法灵活调节，且无法满足实车排放目标的问题，实现了保证储氧量计算的

准确性和实时性，且可以对催化剂加热控制的自适应调整，同时，保证催化剂全生命周期排放控制最优。

实施例二

图 8 为本申请实施例二提供的一种催化剂加热控制方法的流程图，本实施例在上述实施例的基础上，在激活储氧量计算功能后对初始储氧量和有效储氧量的计算过程进行说明。如图 8 所示，该催化剂加热控制方法包括：

S210、在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能。

S220、在车辆每个历史驾驶循环中，分别对催化剂执行混合气加浓减稀操作后，获取每个历史驾驶循环对应的第一储氧量、第二储氧量和第三储氧量。

S230、根据所述第一储氧量、所述第二储氧量和所述第三储氧量计算得到每个历史驾驶循环对应的初始储氧量。

在进行储氧量测量时，首先采用浓混合气把催化剂中残留的氧彻底清空，待后氧指示为浓时认为催化剂已彻底清空，然后紧接着采用稀混合气把催化剂中充满氧（一旦后氧指示为稀时认为已经充满氧，计算公式如下：

$$OSC = 0.23 * \int_{t1}^{t2} (\lambda - 1) * CHF * dt$$

OSC 为储氧量；t1 为混合气加浓或减稀开始时间；t2 为混合气加浓或减稀结束时间，判断混合气加浓或减稀结束时间的条件为后氧电压低于 0.45V；λ 为混合气过量空气系数，即空燃比；CHF 为发动机进气量；0.23 为空气中氧气的质量分数。

为保证储氧量计算的准确，在每个驾驶循环中，分别进行 3 次混合气加浓减稀，其中，混合气加浓空燃比为 0.95，混合气减稀空燃比为 1.05，计算 3 次储氧量，对应在本实施例中，每个历史驾驶循环中，分别对催化剂执行混合气加浓减稀操作后，每个历史驾驶循环对应第一储氧量 X1、第二储氧量 X2 和第三储氧量 X3。

采用类似移动平均值法，通过第一储氧量 X1、第二储氧量 X2 确定第一次输出储氧量为 $A1=(X1+X2)/2$ ，通过时距扩大计算其移动平均数来削弱偶然因素的影响，避免单次储氧量计算偏差较大，影响催化剂实际老化状态，则第二次输出储氧量（即最终输出储氧量）为 $A2=(A1+X3)/2$ ，参见表 1。

表 1 储氧量计算示例表

序号	第一次测量	第二次测量	第三次测量
每次储氧量	第一储氧量 X1	第二储氧量 X2	第三储氧量 X3
第一次输出储氧量	$A1 = (X1 + X2) / 2$		
最终输出储氧量	$A2 = (A1 + X3) / 2$		

最终输出储氧量即为一个历史驾驶循环对应的初始储氧量，每个历史驾驶循环均可以计算得到对应的初始储氧量。

S240、基于所述车辆的行驶里程确定储氧量输出次数，并根据储氧量输出次数和每次储氧量输出对应的初始储氧量确定所述车辆的有效储氧量。

根据售后大数据统计分析，用户平均每天 3.6 次出行，每次出行 10km 左右，而催化剂老化又是一个极其缓慢的过程，为减少算例，又要保证储氧量计算的准确性，储氧量计算可以基于车辆行驶里程采用分段式计算。

示例性的，车辆行驶在 10 万公里以内，则每累计 10000 公里时，计算输出一次初始储氧量；车辆行驶在 10 万公里至 20 万公里之间，则每累计 5000 公里，计算输出一次初始储氧量；车辆行驶在 20 万公里以上，每累计 2000 公里计算输出一次初始储氧量，见图 9。

累计多少公里输出一次初始储氧量（即储氧量输出次数）可以由本领域技术人员根据实际需求进行选择设置，本实施例对此仅为示例性说明，不作任何限制。

在车辆累计输出多次初始储氧量后，即根据车辆的行驶里程输出多次初始储氧量，选择储氧量输出次数对应数量的初始储氧量，即储氧量输出次数为 2，则选择 2 个初始储氧量，储氧量输出次数为 3，则选择 3 个初始储氧量，以此类推。

另外，为保证储氧量计算的合理，避免出现异常点，可以选择合适的储氧量输出次数。示例性的，以储氧量输出次数为 3 次为例，则在本实施例中，将近当前驾驶循环 3 次的初始储氧量取平均后，确定所述车辆的有效储氧量，并赋值到当前驾驶循环。

S250、将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量。

S260、根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。

本申请实施例的技术方案，为保证储氧量计算的准确性和实时性，利用近3次驾驶循环中储氧量计算条件和方法，以及针对当前驾驶循环储氧量的赋值方法，保证储氧量计算的准确性和实时性，且可以对催化器加热控制的自适应调整，同时，保证催化器全生命周期排放控制最优。

实施例三

图10为本申请实施例三提供的一种催化器加热控制方法的流程图，本实施例在上述实施例的基础上，在激活储氧量计算功能后对初始储氧量和有效储氧量的计算过程进行说明。如图10所示，该催化器加热控制方法包括：

S310、在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量。

S320、将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量。

S330、根据所述有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断催化器状态，所述催化器状态包括新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态。

有效储氧量所处于的储氧量标定范围分别对应催化器状态为新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态中的一种，其中，催化器状态为新鲜状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围为a，催化器状态为轻微老化状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围为b，催化器状态为标准老化状态对应有效储氧量所处于的储氧量标定范围为c，催化器状态为过渡老化状态对应有效储氧量所处于的储氧量标定范围为d。

催化器状态为新鲜状态对应的有效储氧量大于催化器状态为轻微老化状态对应的有效储氧量，催化器状态为轻微老化状态对应的有效储氧量大于催化器状态为标准老化状态对应有效储氧量，催化器状态为标准老化状态对应

有效储氧量大于催化剂状态为过渡老化状态对应有效储氧量。

a、b、c 以及 d 为有效储氧量所处于的储氧量标定范围，即 a、b、c 以及 d 并非一特定储氧量取值，而是有效储氧量的一个取值范围区间。a、b、c 以及 d 之间并无交集，且 a、b、c 以及 d 合并为有效储氧量可取值范围的全集。

储氧量标定范围与催化剂状态对应关系可以根据车辆催化剂实际情况进行选择设置，本实施例在此仅为解释说明，而非对其进行任何限制。

S340、基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定催化剂加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

根据不同储氧量，作为目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角、目标空燃比控制模块的输入，这样可以保证在不同实车里程下，采用不同的加热策略，并且随着催化器的缓慢老化，采用渐进式的催化剂加热自适应调整策略，一方面保证了催化剂快速起燃，提升了转化效率，另一方面，通过催化剂加热自适应调整策略，对车辆用户在油耗和驾驶性、NVH 等性能，都有较大改善。

当车辆行驶累计里程在 20 万公里之前，催化剂加热的点火角、目标怠速等参数都处于较好状态，可以降低用户油耗、提升驾乘体验，而且从根据催化剂状态确定的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比看，无论是目标怠速还是加热点火角都是缓慢变化，通过大数据分析和 NVH 性能测试，未有改变，避免了催化剂未老化前，而一直使用老化数据（老化数据包括目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比），无法区分催化剂老化程度的问题。随着车辆行驶里程继续增加，到达 20 万公里时，催化器的加热数据，才使用老化催化剂对应的标定数据。

在本实施例中，以催化剂状态为所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态，标定对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比的过程为例，确定在不同状态下的催化剂对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，可以很好地控制整个老化过程的排放水平，参见表 2。

表 2 催化剂加热的自适应控制策略

有效储氧量mg	a	b	c	d
催化剂状态	新鲜状态	轻微老化状态	标准老化状态	过渡老化状态
目标怠速r/min	1100	1100	1200	1200

怠速加热点火角 CA	-8	-10.5	-12.5	-12.5
行车加热点火角 CA	-8	-10.5	-12.5	-12.5
目标空燃比	1.0	0.99	1.02	1.02
变速器换挡模式	正常模式	正常模式	正常模式	催化器加热模式
折合实车里程km	1万以内	5万	20万	30万
传统标定数据	A	A ←	A →	A
本案使用标定数据	A01 →	A02 →	A03 →	A04

另外，即使车辆行驶里程超过 20 万公里，在储氧量较低的情况下，即根据所述有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断出催化器状态为过渡老化状态，则可通过调整变速器换挡模式，控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化器加热模式，同样可以提升催化器起燃和转化效率，降低排放，提高催化器利用率及对环保贡献度。

继续参见表 2，示例性的，在车辆累计里程在 1 万公里以内或有效储氧量处于新鲜状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围 a，则使用标定数据 A01；在车辆累计里程在 1 万到 5 万公里或有效储氧量处于轻微老化状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围 b，则使用标定数据 A02；在车辆累计里程在 5 万到 20 万公里或有效储氧量处于标准老化状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围 c，使用标定数据 A03；在车辆累计里程在 20 万以上或有效储氧量处于过渡老化状态对应的有效储氧量所处于的储氧量标定范围 d，或当前循环有氧化传感器、进气温度传感器、进气压力传感器、车速、环境温度等故障，则当前循环的标定数据将采用版本 A04，确保苛刻的加热模式。

S350、基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。

催化器起燃时间一般定义为可以根据排气热量积分来确定，不同储氧量下的催化器加热退出条件可以根据热量积分来进行决定，即：

$$Q = C * \int CHF * (Texh - Tair) * dt$$

CHF 为发动机进气量，单位为 kg/h，其可以通过发动机控制单元中的数据获取；Texh 为理论排气温度，单位为 °C，基于所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比进行标定；Tair 为环境温度，单位为 °C；C 为空气比热容，单位为 kJ/(kg*K)，与温度有关，其可以直接查表获取；Q 为排气热

量，其可以根据实车 CO、THC、NO_x 排放物表现来设定，这样可以保证在不同储氧量下，催化器加热时间基本一致。

本申请实施例的技术方案，储氧量作为加热点火角、目标怠速、空燃比、变速器换挡模式控制的自适应调整，基于储氧量作为催化器加热的控制自适应策略，并基于储氧量的加热策略，实现新鲜催化器、老化催化器不同老化水平的标定数据优化和 NVH 评价方法，同时，提供了基于储氧量作为催化加热策略的退出条件，即将热量积分作为催化加热策略的退出条件的方案，保证储氧量计算的准确性和实时性，且可以对催化器加热控制的自适应调整。

实施例四

图 11 为本申请实施例四提供的一种催化器加热控制方法的流程图，本实施例在上述实施例的基础上，提供一种实施方式。如图 11 所示，该催化器加热控制方法包括：

S410、车辆处于稳定工况。

S411、判断是否满足激活储氧量计算功能的条件，若是，则执行步骤 S412，若否，则执行步骤 S411。

S412、获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量。

S413、将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中。

在本实施例中，基于不同有效储氧量的催化器加热标定数据存储到控制器存储单元中，待每次获取不同有效储氧量时，可以适配不同的催化器加热标定数据，从而提升催化器起燃和转化效率。

S414、在当前驾驶循环起动车辆。

S415、判断是否满足激活催化器加热功能的条件，若是，则执行步骤 S416，若否，则执行步骤 S415。

S416、从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量。

S417、判断有效储氧量所处的储氧量标定范围是否为催化器状态为过渡老化状态，若是，则执行步骤 S418，若否，则执行步骤 S419。

S418、控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化器加热模式。

S419、基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态以及所述标准老化状态对

应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

本申请实施例的技术方案，基于储氧量、累计里程两个因素实现催化器加热的转速、点火角在不同的老化阶段对应不同的催化器加热标定数据，保证新鲜催化器在加热阶段的标定数据不要过度，同时也可以降低油耗、提升驾驶品质，随着催化器老化程度增加，催化器加热数据进行自适应调整，逐级推迟点火角、提升目标转速或调整变速器控制单元的换挡模式，从而达到全生命周期排放控制最优。

实施例五

图 12 为本申请实施例五提供的一种催化器加热控制装置的结构示意图。如图 12 所示，该催化器加热控制装置包括：

有效储氧量确定模块 510，设置为执行在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据多个所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；有效储氧量获取模块 520，设置为于执行将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；催化器加热控制模块 530，设置为执行根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制催化器加热。

一实施例中，所述获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，设置为：

在车辆每个历史驾驶循环中，分别对催化器执行混合气加浓减稀操作后，获取每个历史驾驶循环对应的第一储氧量、第二储氧量和第三储氧量；根据所述第一储氧量、所述第二储氧量和所述第三储氧量计算得到每个历史驾驶循环对应的初始储氧量。

一实施例中，所述根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量，设置为：

基于所述车辆的行驶里程确定储氧量输出次数，并根据储氧量输出次数和每次储氧量输出对应的初始储氧量确定所述车辆的有效储氧量。

一实施例中，所述根据所述有效储氧量确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，设置为：

根据所述有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断催化器状态，所述催化器状态包括新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态；基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

一实施例中，所述催化器加热控制装置还包括：

模式切换模块，设置为执行在根据所述有效储氧量所处于的储氧量标定范围判断出催化器状态为过渡老化状态后，控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化器加热模式。

一实施例中，所述激活储氧量计算功能的条件包括第一车辆层条件和第一发动机层条件；所述第一车辆层条件包括第一车辆车速处于第一车速触发范围、车辆处于设定挡位以及车辆所在位置的环境温度处于设定环境温度范围；所述第一发动机层条件包括冷却液温度大于设定冷却液温度阈值、空燃比闭环反馈值变化值小于标定变化阈值、发动机转速处于设定转速范围、发动机负荷处于设定负荷范围且负荷变化率小于设定变化率阈值以及发动机排温处于设定排温范围；

所述激活催化器加热功能的条件包括第二车辆层条件、第二发动机层条件和变速器层条件；所述第二车辆层条件包括确定有效储氧量赋值于当前驾驶循环、标定策略自适应调整以及初始催化器加热功能激活；所述第二发动机层条件包括发动机水温处于设定水温范围以及所述车辆所在海拔系数大于设定海拔阈值；所述变速器层条件包括第二车辆车速小于等于第二车速阈值，以及接收到发动机控制单元发出催化器加热请求且调整换挡规律。

一实施例中，所述催化器加热控制装置还包括：

理论排气温度确定模块，设置为执行基于所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比确定理论排气温度；催化器加热控制退出模块，设置为执行获取催化器加热中的当前排气温度，并根据所述理论排气温度和所述当前排气温度判断是否退出催化器加热控制。

本申请实施例所提供的催化器加热控制装置可执行本申请任意实施例所提供的催化器加热控制方法，具备执行催化器加热控制方法相应的功能模块和效果。

实施例六

图 13 示出了可以用来实施本申请的实施例的车辆 610 的结构示意图。车辆旨在表示多种形式的数字计算机，诸如，膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。车辆还可以表示多种形式的移动装置，诸如，个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备（如头盔、眼镜、手表等）和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅仅作为示例，并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本申请的实现。

如图 13 所示，车辆 610 包括至少一个处理器 611，以及与至少一个处理器 611 通信连接的存储器，如只读存储器（Read-Only Memory, ROM）612、随机访问存储器（Random Access Memory, RAM）613 等，其中，存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序，处理器 611 可以根据存储在 ROM 612 中的计算机程序或者从存储单元 618 加载到 RAM 613 中的计算机程序，来执行多种适当的动作和处理。在 RAM 613 中，还可存储车辆 610 操作所需的多种程序和数据。处理器 611、ROM 612 以及 RAM 613 通过总线 614 彼此相连。输入/输出（Input/Output, I/O）接口 615 也连接至总线 614。

车辆 610 中的多个部件连接至 I/O 接口 615，包括：输入单元 616，例如键盘、鼠标等；输出单元 617，例如多种类型的显示器、扬声器等；存储单元 618，例如磁盘、光盘等；以及通信单元 619，例如网卡、调制解调器、无线通信收发机等。通信单元 619 允许车辆 610 通过诸如因特网的计算机网络和/或多种电信网络与其他设备交换信息/数据。

处理器 611 可以是多种具有处理和计算能力的通用和/或专用处理组件。处理器 611 的一些示例包括中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）、图形处理单元（Graphics Processing Unit, GPU）、多种专用的人工智能（Artificial Intelligence, AI）计算芯片、多种运行机器学习模型算法的处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processing, DSP）、以及任何适当的处理器、控制器、微控制器等。处理器 611 执行上文所描述的多个方法和处理，例如催化器加热控制方法。

在一些实施例中，催化器加热控制方法可被实现为计算机程序，其被有形地包含于计算机可读存储介质，例如存储单元 618。在一些实施例中，计算机程序的部分或者全部可以经由 ROM 612 和/或通信单元 619 而被载入和/或安装到车辆 610 上。当计算机程序加载到 RAM 613 并由处理器 611 执行时，可以执行上文描述的催化器加热控制方法的一个或多个步骤。备选地，在其他实施例中，处理器 611 可以通过其他任何适当的方式（例如，借助于固件）而被配置为执行催化器加热控制方法。

本文中以上描述的系统和技术多种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array, FPGA）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）、专用标准产品（Application Specific Standard Product, ASSP）、芯片上的系统（System On Chip, SOC）、复杂可编程逻辑设备（Complex Programmable Logic Device, CPLD）、计算机硬件、固件、软件、和/或它们的组合中实现。这些多种实施方式可以包括：实施在一个或者多个计算机程序中，该一个或者多个计算机程序可在包括至少一个可编程处理器的可编程系统上执行和/或解释，该可编程处理器可以是专用或者通用可编程处理器，可以从存储系统、至少一个输入装置、和至少一个输出装置接收数据和指令，并且将数据和指令传输至该存储系统、该至少一个输入装置、和该至少一个输出装置。

用于实施本申请的方法的计算机程序可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机程序可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器，使得计算机程序当由处理器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。计算机程序可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行，作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务器上执行。

在本申请的上下文中，计算机可读存储介质可以是有形的介质，其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的计算机程序。计算机可读存储介质可以包括电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备，或者上述内容的任何合适组合。备选地，计算机可读存储介质可以是机器可读信号介质。机器可读存储介质的示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、RAM、ROM、可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM 或快闪存储器）、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器（Compact Disc ROM, CD-ROM）、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。

为了提供与用户的交互，可以在车辆上实施此处描述的系统和技术，该车辆具有：设置为向用户显示信息的显示装置（例如，阴极射线管（Cathode Ray Tube, CRT）或者液晶显示器（Liquid Crystal Display, LCD）监视器）；以及键盘和指向装置（例如，鼠标或者轨迹球），用户可以通过该键盘和该指向装置来将输入提供给车辆。其它种类的装置还可以设置为提供与用户的交互；例如，提供给用户的反馈可以是任何形式的传感反馈（例如，视觉反馈、听觉反馈、或者触觉反馈）；并且可以用任何形式（包括声输入、语音输入或者、触觉输入）来接收来自用户的输入。

可以将此处描述的系统和技术实施在包括后台部件的计算系统（例如，作为数据服务器）、或者包括中间件部件的计算系统（例如，应用服务器）、或者包括前端部件的计算系统（例如，具有图形用户界面或者网络浏览器的用户计算机，用户可以通过该图形用户界面或者该网络浏览器来与此处描述的系统和技术实施方式交互）、或者包括这种后台部件、中间件部件、或者前端部件的任何组合的计算系统中。可以通过任何形式或者介质的数字数据通信（例如，通信网络）来将系统的部件相互连接。通信网络的示例包括：局域网（Local Area Network, LAN）、广域网（Wide Area Network, WAN）、区块链网络和互联网。

计算系统可以包括客户端和服务端。客户端和服务端一般远离彼此并且通常通过通信网络进行交互。通过在相应的计算机上运行并且彼此具有客户端-服务器关系的计算机程序来产生客户端和服务端的关系。服务器可以是云服务器，又称为云计算服务器或云主机，是云计算服务体系中的一项主机产品，以解决了传统物理主机与虚拟专用服务器（Virtual Private Server, VPS）服务中，存在的管理难度大，业务扩展性弱的缺陷。

可以使用上面所示的多种形式的流程，重新排序、增加或删除步骤。例如，本申请中记载的多个步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行，只要能够实现本申请的技术方案所期望的结果，本文在此不进行限制。

权利要求书²²

1. 一种催化器加热控制方法，包括：

在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；

将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化器加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；

根据所述有效储氧量确定所述催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制所述催化器加热。

2. 根据权利要求 1 所述的催化器加热控制方法，其中，所述获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，包括：

在车辆每个历史驾驶循环中，分别对所述催化器执行混合气加浓减稀操作后，获取所述每个历史驾驶循环对应的第一储氧量、第二储氧量和第三储氧量；

根据所述第一储氧量、所述第二储氧量和所述第三储氧量计算得到所述每个历史驾驶循环对应的初始储氧量。

3. 根据权利要求 1 所述的催化器加热控制方法，其中，所述根据所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量，包括：

基于所述车辆的行驶里程确定储氧量输出次数，并根据所述储氧量输出次数和每次储氧量输出对应的初始储氧量确定所述车辆的有效储氧量。

4. 根据权利要求 1 所述的催化器加热控制方法，其中，所述根据所述有效储氧量确定所述催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，包括：

根据所述有效储氧量所处的储氧量标定范围判断催化器状态，其中，所述催化器状态包括新鲜状态、轻微老化状态、标准老化状态以及过渡老化状态；

基于所述新鲜状态、所述轻微老化状态、所述标准老化状态以及所述过渡老化状态对应的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，确定所述催化器加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比。

5. 根据权利要求 4 所述的催化器加热控制方法，还包括：

在根据所述有效储氧量所处的储氧量标定范围判断出所述催化器状态为过渡老化状态后，控制所述车辆的变速器换挡模式由正常模式切换为催化器加

热模式。

6. 根据权利要求 1 所述的催化剂加热控制方法，其中，所述激活储氧量计算功能的条件包括第一车辆层条件和第一发动机层条件；所述第一车辆层条件包括第一车辆车速处于第一车速触发范围、车辆处于设定挡位以及车辆所在位置的环境温度处于设定环境温度范围；所述第一发动机层条件包括冷却液温度大于设定冷却液温度阈值、空燃比闭环反馈值变化值小于标定变化阈值、发动机转速处于设定转速范围、发动机负荷处于设定负荷范围且负荷变化率小于设定变化率阈值以及发动机排温处于设定排温范围；

所述激活催化剂加热功能的条件包括第二车辆层条件、第二发动机层条件和变速器层条件；所述第二车辆层条件包括确定有效储氧量赋值于当前驾驶循环、标定策略自适应调整以及初始催化剂加热功能激活；所述第二发动机层条件包括发动机水温处于设定水温范围以及所述车辆所在海拔系数大于设定海拔阈值；所述变速器层条件包括第二车辆车速小于等于第二车速阈值，以及接收到发动机控制单元发出催化剂加热请求且调整换挡规律。

7. 根据权利要求 1 所述的催化剂加热控制方法，还包括：

基于所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比确定理论排气温度；

获取所述催化剂加热中的当前排气温度，并根据所述理论排气温度和所述当前排气温度判断是否退出催化剂加热控制。

8. 一种催化剂加热控制装置，设置为执行权利要求 1-7 中任一项所述的催化剂加热控制方法，包括：

有效储氧量确定模块，设置为执行在车辆处于稳定工况下，激活储氧量计算功能，获取所述车辆每个历史驾驶循环计算得到的初始储氧量，并根据多个所述初始储氧量和所述车辆的行驶里程确定所述车辆的有效储氧量；

有效储氧量获取模块，设置为执行将所述有效储氧量存储至控制器存储单元中，并在当前驾驶循环起动车辆后，激活催化剂加热功能，从所述控制器存储单元中调用所述有效储氧量；

催化剂加热控制模块，设置为执行根据所述有效储氧量确定所述催化剂加热所需的目标怠速、怠速加热点火角、行车加热点火角和目标空燃比，并基于所述目标怠速、所述怠速加热点火角、所述行车加热点火角和所述目标空燃比控制所述催化剂加热。

9. 一种车辆，包括：

至少一个处理器；以及，

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的计算机程序，所述计算机程序被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行权利要求 1-7 中任一项所述的催化器加热控制方法。

10. 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述计算机指令用于使处理器执行时实现权利要求 1-7 中任一项所述的催化器加热控制方法。

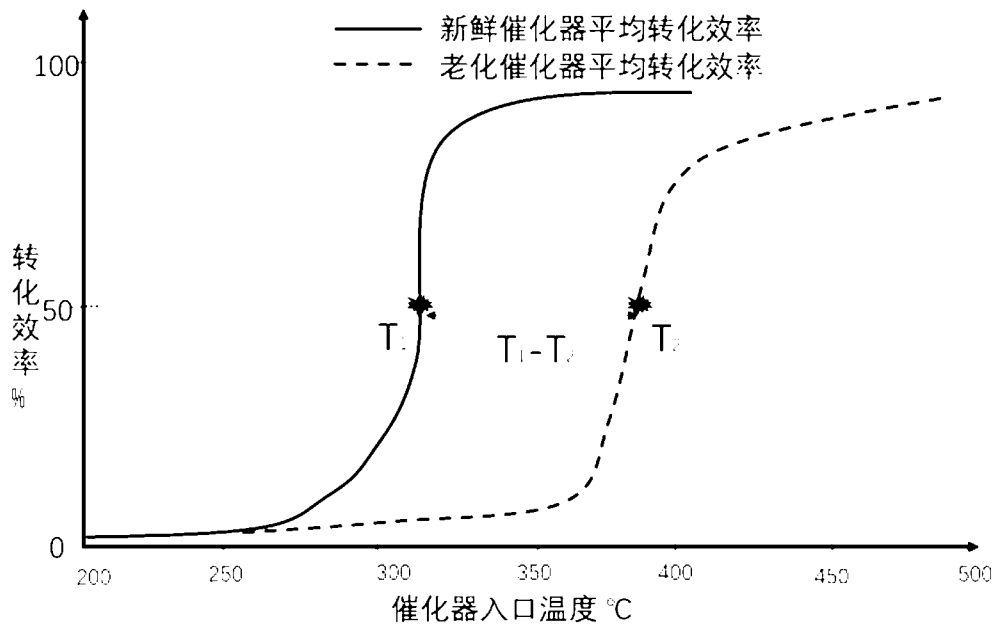


图 1

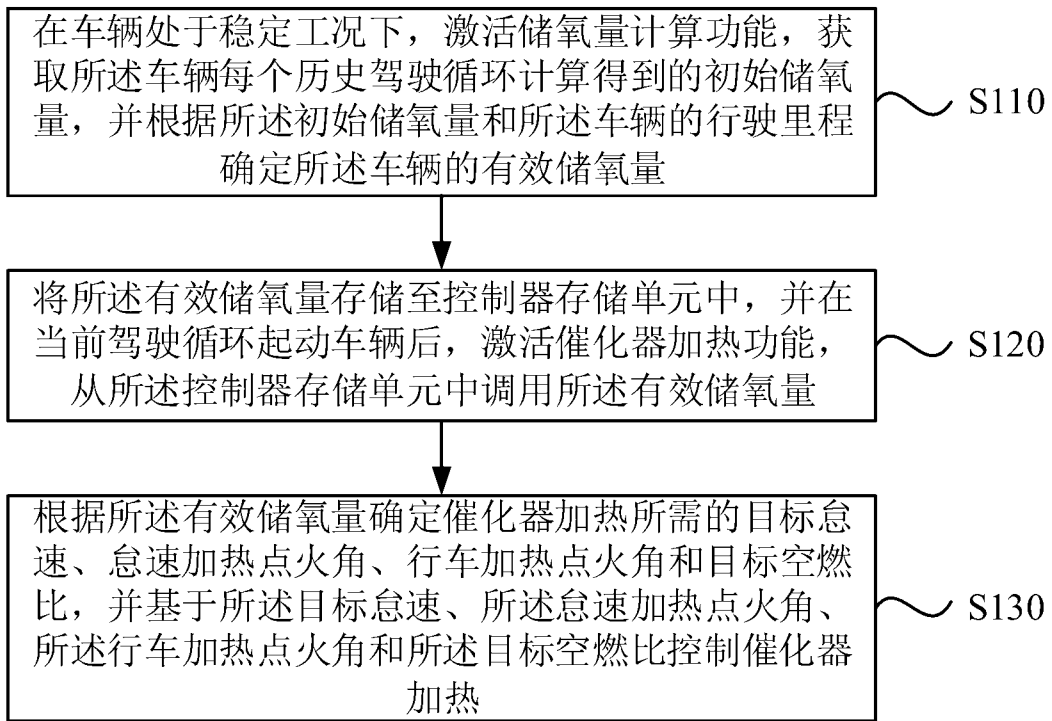


图 2

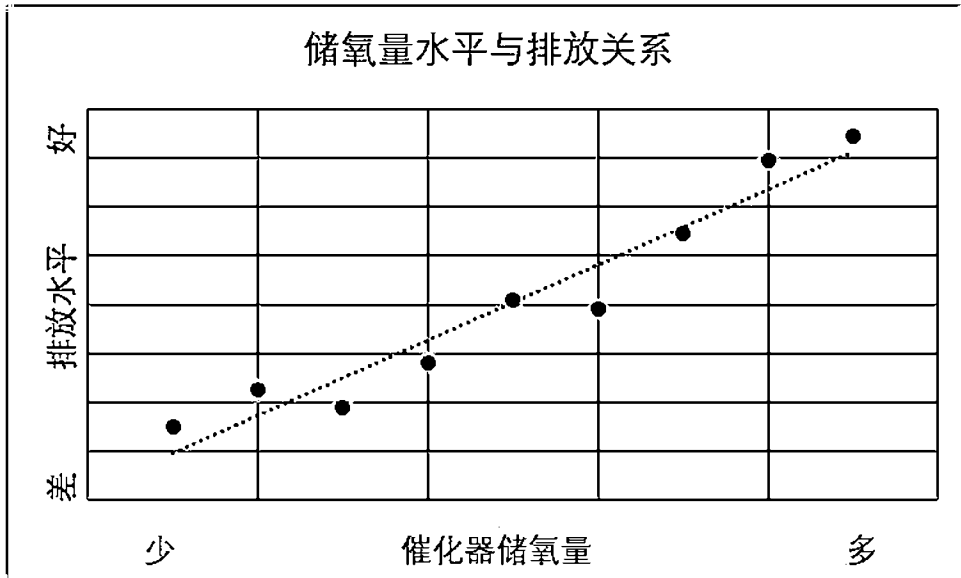


图 3

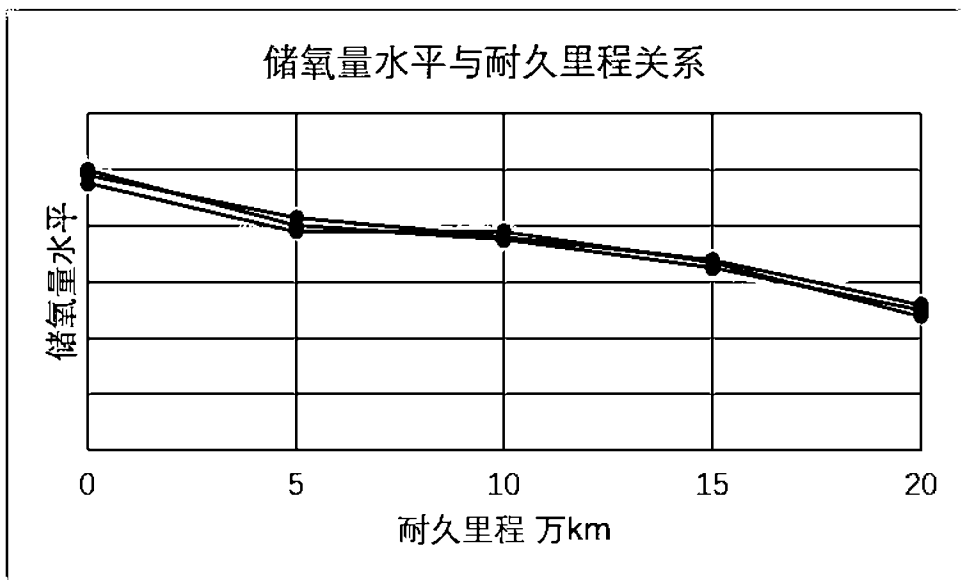


图 4

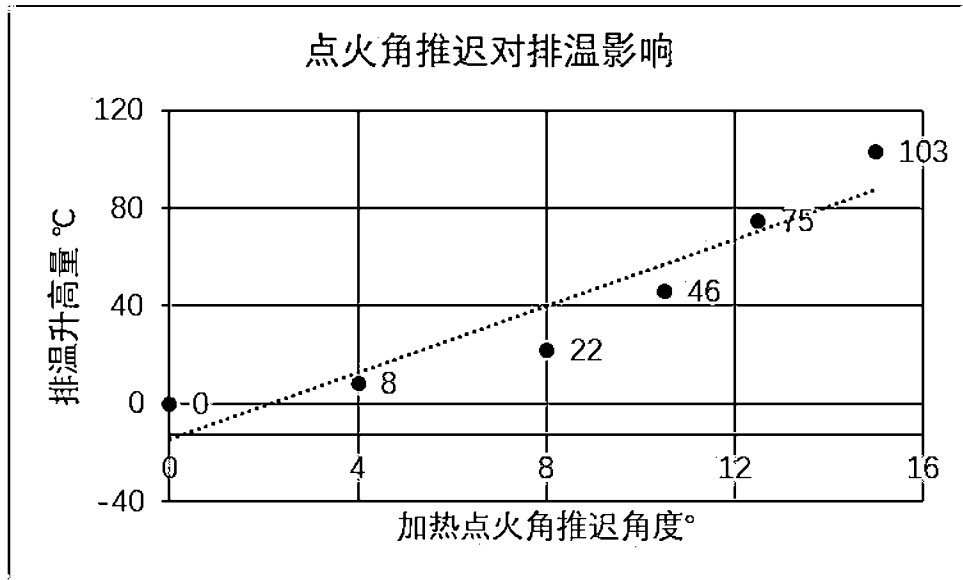


图 5

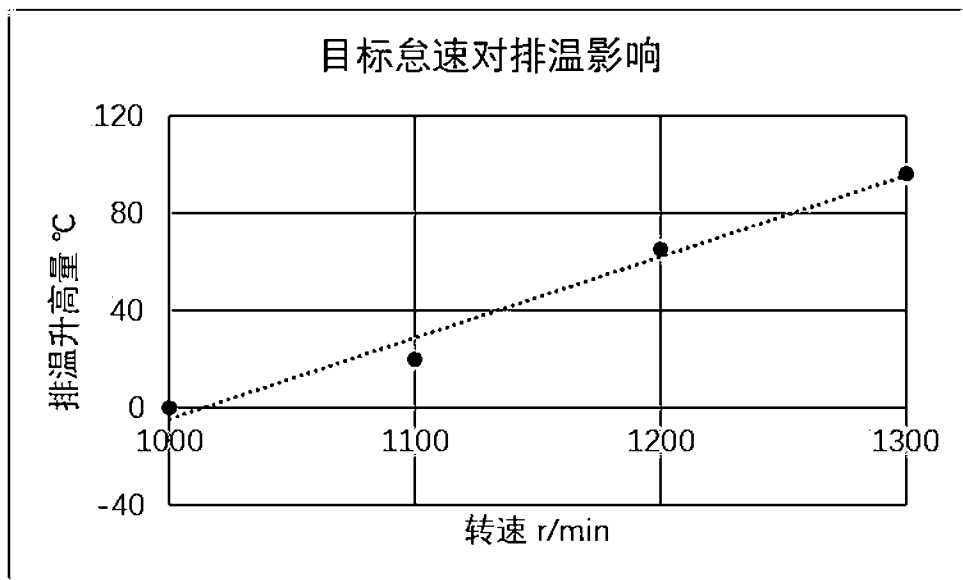


图 6

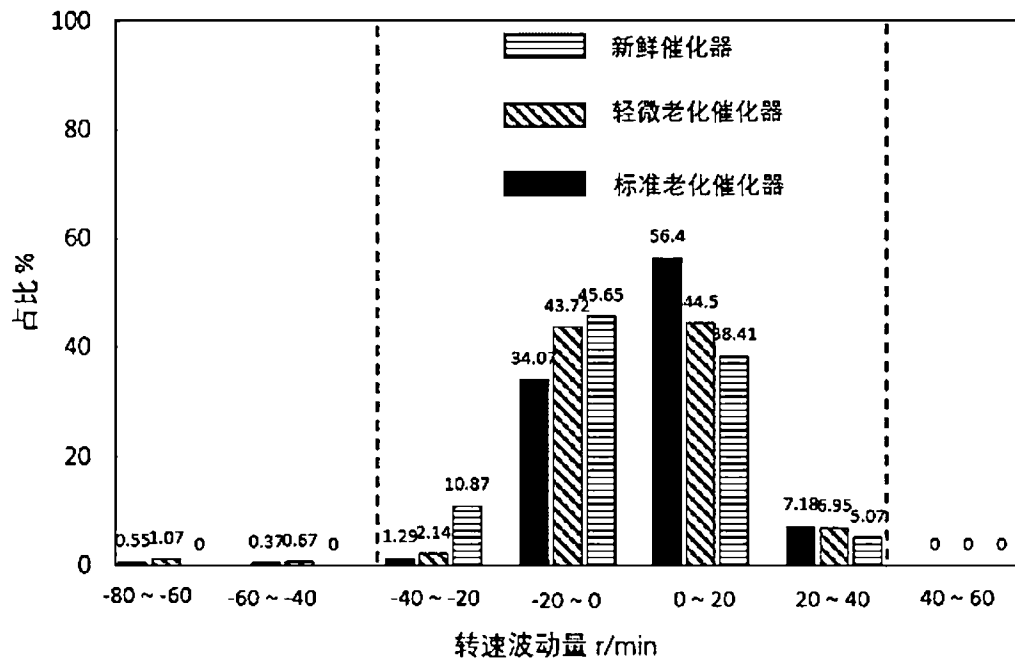


图 7

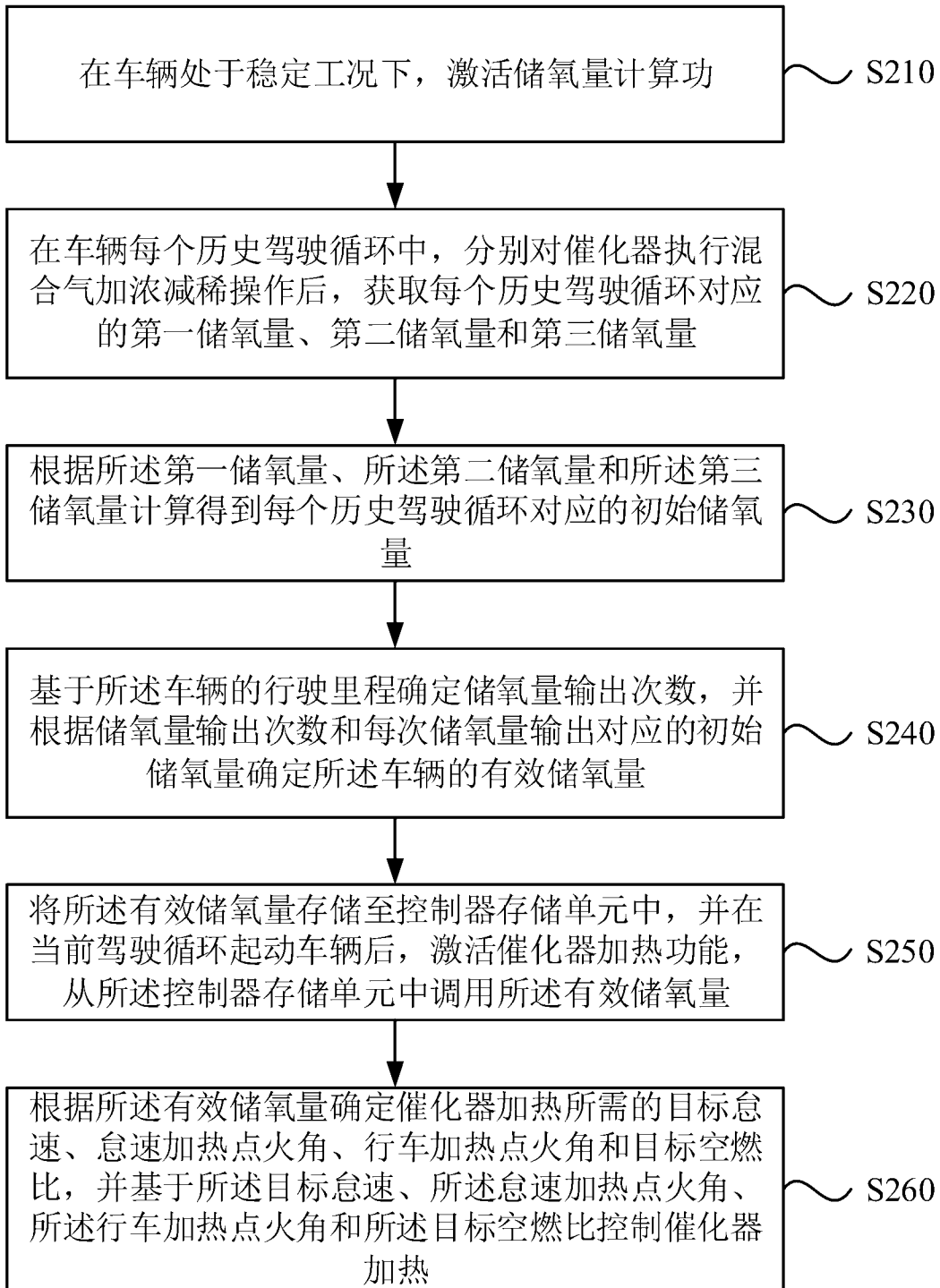


图 8

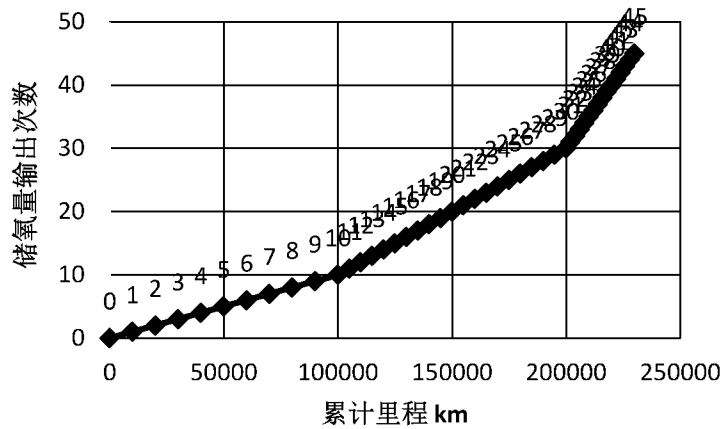


图 9

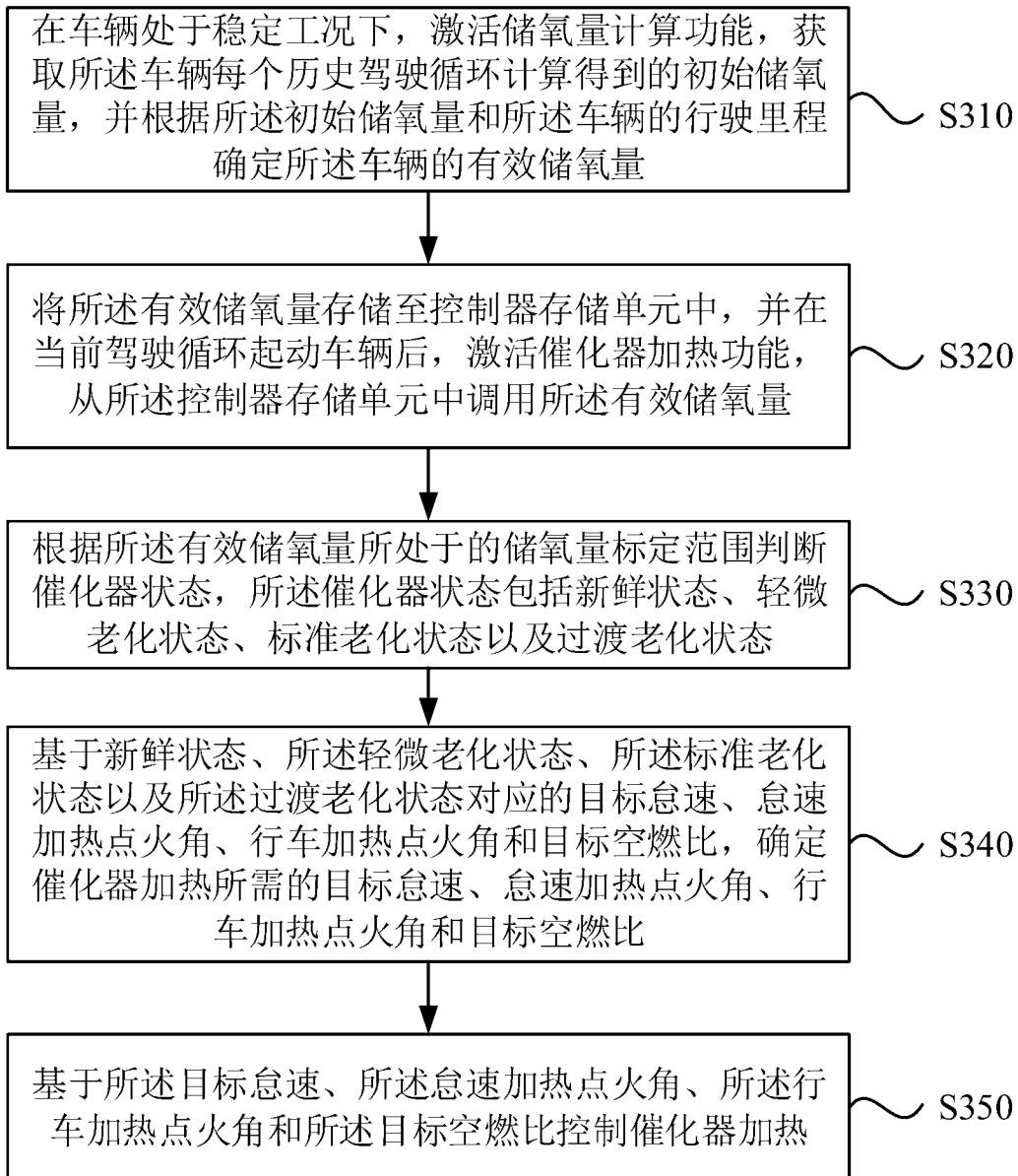


图 10

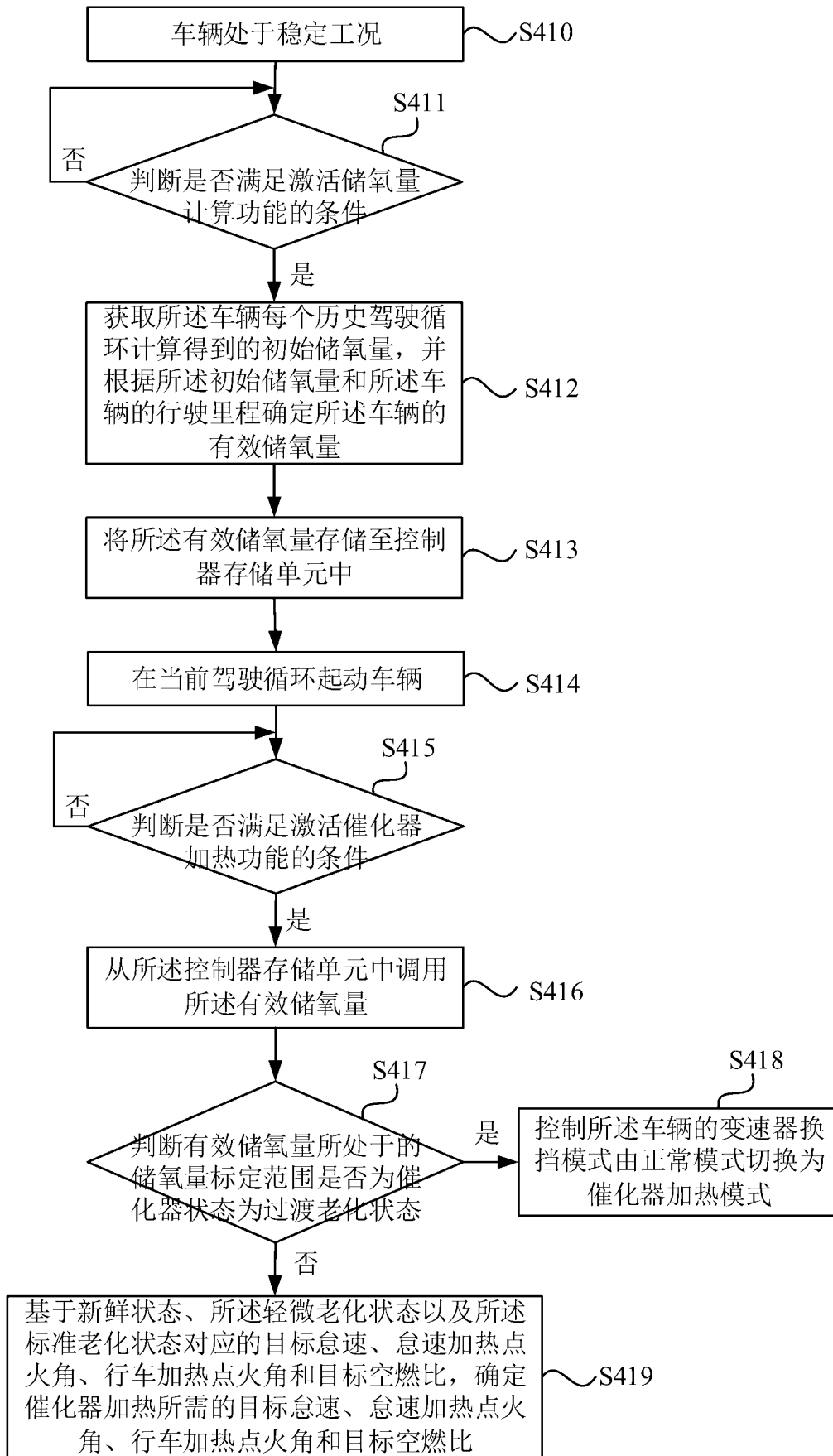


图 11

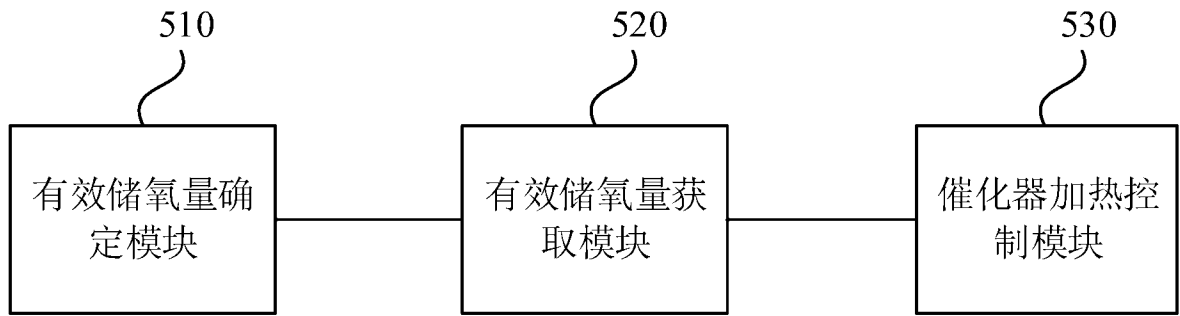


图 12

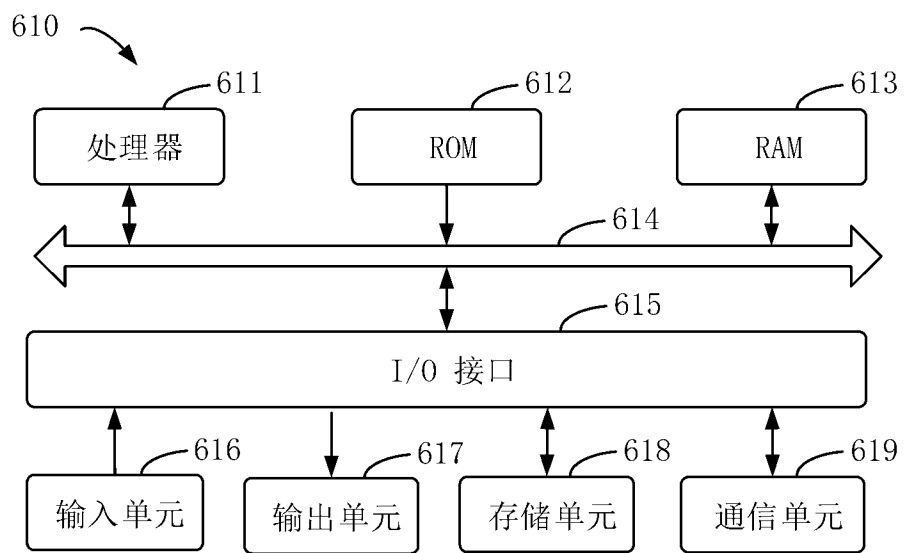


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/096315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F02D41/02(2006.01)i; F02D41/08(2006.01)i; F02D29/02(2006.01)i; F02P5/145(2006.01)i; B60W10/06(2006.01)i; B60W10/10(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: F02D F02P 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; VEN; CNKI; USTXT; EPTXT; WOTXT: 催化器, 催化剂, 储氧, 里程, 路程, 加热, 怠速, 点火角, 空燃比, catalyst, oxygen storage, mileage, distance, heat, idl+, firing angle, air?fuel ratio		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116412033 A (CHINA FAW CO., LTD.) 11 July 2023 (2023-07-11) claims 1-10	1-10
A	CN 104564394 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 29 April 2015 (2015-04-29) description, paragraphs [0030]-[0078], and figures 1-3	1-10
A	US 10859018 B1 (HYUNDAI MOTOR CO., LTD. et al.) 08 December 2020 (2020-12-08) entire document	1-10
A	DE 102007031768 A1 (PORSCHE AG.) 08 January 2009 (2009-01-08) entire document	1-10
A	DE 102011016533 A1 (AUDI AG) 11 October 2012 (2012-10-11) entire document	1-10
A	US 2018163651 A1 (HYUNDAI MOTOR CO., LTD. et al.) 14 June 2018 (2018-06-14) entire document	1-10
<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 "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 03 September 2024		Date of mailing of the international search report 10 September 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/096315

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	116412033	A	11 July 2023	None	
CN	104564394	A	29 April 2015	DE 102014114784 A1	23 April 2015
				DE 102014114784 B4	13 June 2019
				US 2015107554 A1	23 April 2015
				US 9771888 B2	26 September 2017
US	10859018	B1	08 December 2020	KR 20210077433 A	25 June 2021
				DE 102020108463 A1	17 June 2021
DE	102007031768	A1	08 January 2009	None	
DE	102011016533	A1	11 October 2012	DE 102011016533 B4	13 February 2014
US	2018163651	A1	14 June 2018	US 10711719 B2	14 July 2020
				KR 20180067308 A	20 June 2018

<p>A. 主题的分类</p> <p>F02D41/02(2006.01)i; F02D41/08(2006.01)i; F02D29/02(2006.01)i; F02P5/145(2006.01)i; B60W10/06(2006.01)i; B60W10/10(2012.01)i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: F02D F02P B60W</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;CNTXT;VEN;CNKI;USTXT;EPTXT;WOTXT: 催化剂, 催化剂, 储氧, 里程, 路程, 加热, 怠速, 点火角, 空燃比, catalyst, oxygen storage, mileage, distance, heat, idl+, firing angle, air?fuel ratio</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 116412033 A (中国第一汽车股份有限公司) 2023年7月11日 (2023 - 07 - 11) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104564394 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0030]-[0078]段和图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 10859018 B1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2020年12月8日 (2020 - 12 - 08) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102007031768 A1 (PORSCHE AG) 2009年1月8日 (2009 - 01 - 08) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102011016533 A1 (AUDI AG) 2012年10月11日 (2012 - 10 - 11) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018163651 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2018年6月14日 (2018 - 06 - 14) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> <p><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。</p> <p>* 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 116412033 A (中国第一汽车股份有限公司) 2023年7月11日 (2023 - 07 - 11) 权利要求1-10	1-10	A	CN 104564394 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0030]-[0078]段和图1-3	1-10	A	US 10859018 B1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2020年12月8日 (2020 - 12 - 08) 全文	1-10	A	DE 102007031768 A1 (PORSCHE AG) 2009年1月8日 (2009 - 01 - 08) 全文	1-10	A	DE 102011016533 A1 (AUDI AG) 2012年10月11日 (2012 - 10 - 11) 全文	1-10	A	US 2018163651 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2018年6月14日 (2018 - 06 - 14) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 116412033 A (中国第一汽车股份有限公司) 2023年7月11日 (2023 - 07 - 11) 权利要求1-10	1-10																					
A	CN 104564394 A (通用汽车环球科技运作有限责任公司) 2015年4月29日 (2015 - 04 - 29) 说明书第[0030]-[0078]段和图1-3	1-10																					
A	US 10859018 B1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2020年12月8日 (2020 - 12 - 08) 全文	1-10																					
A	DE 102007031768 A1 (PORSCHE AG) 2009年1月8日 (2009 - 01 - 08) 全文	1-10																					
A	DE 102011016533 A1 (AUDI AG) 2012年10月11日 (2012 - 10 - 11) 全文	1-10																					
A	US 2018163651 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD 等) 2018年6月14日 (2018 - 06 - 14) 全文	1-10																					
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2024年9月3日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2024年9月10日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p>	<p>授权官员</p> <p>张云芳</p> <p>电话号码 (+86) 0512-88995383</p>																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2024/096315

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	116412033	A	2023年7月11日	无			
CN	104564394	A	2015年4月29日	DE	102014114784	A1	2015年4月23日
				DE	102014114784	B4	2019年6月13日
				US	2015107554	A1	2015年4月23日
				US	9771888	B2	2017年9月26日
US	10859018	B1	2020年12月8日	KR	20210077433	A	2021年6月25日
				DE	102020108463	A1	2021年6月17日
DE	102007031768	A1	2009年1月8日	无			
DE	102011016533	A1	2012年10月11日	DE	102011016533	B4	2014年2月13日
US	2018163651	A1	2018年6月14日	US	10711719	B2	2020年7月14日
				KR	20180067308	A	2018年6月20日