(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118564355 A
(43)申请公布日 2024.08.30

(21)申请号 202410641491.1

(22)申请日 2024.05.22

(71)申请人 重庆长安汽车股份有限公司
地址 400023 重庆市江北区建新东路260号

(72)发明人 汤雪林 李潜 杨志勇

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
专利代理师 孙静 徐川

(51)Int.Cl.
*F02D 19/02*(2006.01)

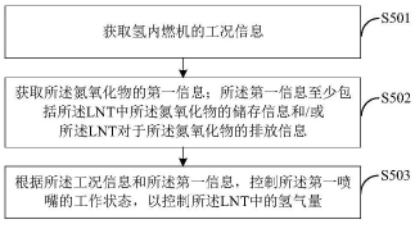
权利要求书3页 说明书16页 附图8页

(54)发明名称

氢内燃机的控制方法及其装置、控制器和车辆

(57)摘要

本发明实施例公开了氢内燃机的控制方法，包括:获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。本发明实施例还同时提供了氢内燃机的控制装置、控制器和车辆。




CN 118564355 A

1.一种氢内燃机的控制方法,其特征在于,包括:

获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与稀燃NOX捕集器LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;

获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;

根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

2.根据权利要求1所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:

根据所述工况信息,确定所述氢内燃机所处的排放区域;

根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

3.根据权利要求2所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:

在所述氢内燃机所处的排放区域为近零排放区域的情况下,根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

4.根据权利要求3所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:

在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气;

在所述排放信息小于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

5.根据权利要求4所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气,包括:

在所述排放信息大于或等于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气N次;其中,N大于或等于1;

在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数小于第二阈值,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气M次。

6.根据权利要求5所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,还包括:

在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述氢内燃机未熄火,确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值。

7.根据权利要求4-6任一项所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,还包括:

在所述第一喷嘴完成向所述LNT的氢气喷入之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数等于所述第二阈值,输出第一报警信息,和/或,降低所述氢内燃机的运行负荷。

8.根据权利要求2-6任一项所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:

在所述氢内燃机所处的排放区域为低排放区域或中等排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

9.根据权利要求8所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:

在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气;

在所述储存信息小于所述第三阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

10.根据权利要求9所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气,包括:

确定第二信息,所述第二信息至少包括:所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲轴转速;

根据所述第二信息,确定目标喷射频率;

控制所述第一喷嘴以所述目标喷射频向所述LNT喷入氢气。

11.根据权利要求10所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,所述目标喷射频率与所述储存信息所处的储存区间的上限值或下限值呈正相关。

12.根据权利要求10所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,

在所述储存信息所处的储存区间为第一区间的情况下,所述目标喷射频率小于所述曲轴转速;

在所述储存信息所处的储存区间为第二区间的情况下,所述目标喷射频率等于所述曲轴转速;

在所述储存信息所处的储存区间为第三区间的情况下,所述目标喷射频率大于所述曲轴转速;

其中,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的下限值依次增大,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的上限值依次增大。

13.根据权利要求9-12任一项所述的氢内燃机的控制方法,其特征在于,还包括:

如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,降低所述氢内燃机的运行负荷;

如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,输出第二报警信息。

14.一种氢内燃机的控制装置,其特征在于,所述氢内燃机的控制装置,包括:

第一获取模块,用于获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与稀燃NOX捕集器LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;

第二获取模块,用于获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;

控制模块,用于根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

15.一种控制器,其特征在于,包括:处理器以及存储有所述处理器可执行指令的存储

介质,所述存储介质通过通信总线依赖所述处理器执行操作,当所述指令被所述处理器执行时,执行上述的权利要求1至13任一项所述的氢内燃机的控制方法。

16.一种车辆,其特征在于,包括:控制器、氢内燃机、稀燃NOX捕集器LNT、车载储氢容器、第一喷嘴和第二喷嘴;其中,

所述第一喷嘴,用于向所述LNT喷入氢气;

所述第二喷嘴,用于向所述氢内燃机喷入氢气;

所述LNT,用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;其中,所述氢内燃机的第一排气口与所述LNT第一进气口连接,

所述控制器,用于执行上述的权利要求1至13任一项所述的氢内燃机的控制方法。

17.一种计算机程序产品,包括计算机程序或指令,其特征在于,所述计算机程序或指令被处理器执行时,实现权利要求1至13中任一项所述的氢内燃机的控制方法的步骤。

# 氢内燃机的控制方法及其装置、控制器和车辆

## 技术领域

[0001] 本发明涉及氢内燃机技术,尤其涉及氢内燃机的控制方法及其装置、控制器和车辆。

## 背景技术

[0002] 对比传统汽/柴油内燃机,氢内燃机的排放最大优势在于可实现零碳排放,且氢内燃机因其燃料特性更适用于低温稀薄燃烧,其燃烧产生的主要排放污染物(氮氧化物)更少。目前,控制内燃机的氮氧化物排放的技术分为机内控制及机外控制。就氢内燃机而言,机内控制主要采用稀薄燃烧、EGR、喷水等控制技术;机外控制主要采用后处理技术来控制氮氧化物的排放水平。由于发动机转速及扭矩输出变化较大,仅依靠机内净化技术不能完全确保氮氧排放达标,通过后处理系统实现排放净化处理是氢内燃机工程化应用的必要条件。

## 发明内容

[0003] 本发明实施例提供氢内燃机的控制方法及其装置、控制器和车辆,有益于在通过LNT净化氮氧化物的同时节约氢气用量。本发明的技术方案是这样实现的:

[0004] 本发明实施例提供一种氢内燃机的控制方法,包括:获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与稀燃NOX捕集器(Lean NOx Trap,LNT)的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

[0005] 如此,在基于LNT技术的后处理系统中,针对氢内燃机的工况信息以及所述第一信息(包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息),控制第一喷嘴的工作状态,从而使得LNT中的氢气量与氢内燃机的工况信息和所述第一信息相适应,进而有益于在通过LNT净化氮氧化物的同时节约氢气用量。

[0006] 进一步,所述根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:根据所述工况信息,确定所述氢内燃机所处的排放区域;根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0007] 如此,针对所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,从而使得LNT中的氢气量与所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息相适应,从而有益于在通过LNT净化氮氧化物的同时节约氢气用量。

[0008] 进一步,所述根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述氢内燃机所处的排放区域为近零排放区域的情况下,根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态;如此,能够实现氮氧化物的净化。

[0009] 进一步,所述根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气;在所述排放信息小于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

[0010] 如此,一方面,在排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制第一喷嘴向LNT间歇性地喷射,能够克服因氢气易燃易爆的理化特性而造成的安全问题;另一方面,在所述排放信息小于第一阈值的情况下,关停第一喷嘴向LNT喷入氢气,有益于在满足排放要求的同时节约氢气用量。

[0011] 进一步,所述在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气,包括:在所述排放信息大于或等于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气N次;其中,N大于或等于1;在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数小于第二阈值,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气M次。

[0012] 如此,有益于LNT更好地净化氮氧化物。

[0013] 进一步,所述氢内燃机的控制方法还包括:在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述氢内燃机未熄火,确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值;

[0014] 如此,使得LNT能够持续性且更好地净化氮氧化物。

[0015] 进一步,所述氢内燃机的控制方法还包括:在所述第一喷嘴完成向所述LNT的氢气喷入之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数等于所述第二阈值,输出第一报警信息,和/或,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0016] 如此,一方面,输出报警信息,以提醒车主及时维护和检修LNT;另一方面,降低所述氢内燃机的运行负荷,从而降低氮氧化物的排放量,有益于满足排放法规要求或近零排放要求。

[0017] 进一步,所述根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述氢内燃机所处的排放区域为低排放区域或中等排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0018] 如此,有益于更充分、更高效地进行氮氧化物的净化。

[0019] 进一步,所述根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气;在所述储存信息小于所述第三阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

[0020] 如此,在满足一定条件的情况下才开启第一喷嘴,向LNT喷入氢气,从而在满足排放要求的同时有益于节约氢气用量。

[0021] 进一步,所述控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气,包括:确定第二信息,所述第二信息至少包括:所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲轴转速;根据所述

第二信息,确定目标喷射频率;控制所述第一喷嘴以所述目标喷射频向所述LNT喷入氢气。

[0022] 如此,使得第一喷嘴的喷射频率与所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲轴转速相适应,从而有益于在更充分、更高效地净化氮氧化物的同时节约氢气用量,另一方面,节约氢气用量有益于增强后处理系统的安全性和稳定性。

[0023] 进一步,所述目标喷射频率与所述储存信息所处的储存区间的上限值或下限值呈正相关;如此,有益于LNT更充分、更高效地净化氮氧化物。

[0024] 进一步,在所述储存信息所处的储存区间为第一区间的情况下,所述目标喷射频率小于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第二区间的情况下,所述目标喷射频率等于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第三区间的情况下,所述目标喷射频率大于所述曲轴转速;其中,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的下限值依次增大,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的上限值依次增大。如此,有益于LNT更充分、更高效地净化氮氧化物。

[0025] 进一步,所述氢内燃机的控制方法还包括:如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,降低所述氢内燃机的运行负荷。如此,能够降低氮氧化物的排放量,有益于满足排放法规要求或近零排放要求。

[0026] 进一步,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,输出第二报警信息。如此,输出报警信息,以提醒车主及时维护和检修LNT。

[0027] 本发明实施例提供一种氢内燃机的控制装置,所述装置,包括:

[0028] 第一获取模块,用于获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;

[0029] 第二获取模块,用于获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;

[0030] 控制模块,用于根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

[0031] 本发明实施例提供一种控制器,包括:处理器以及存储有所述处理器可执行指令的存储介质,所述存储介质通过通信总线依赖所述处理器执行操作,当所述指令被所述处理器执行时,执行上述的一个或多个实施例所述的氢内燃机的控制方法。

[0032] 本发明实施例提供一种车辆,包括:控制器、氢内燃机、稀燃NOX捕集器LNT、车载储氢容器、第一喷嘴和第二喷嘴;其中,

[0033] 所述第一喷嘴,用于向所述LNT喷入氢气;

[0034] 所述第二喷嘴,用于向所述氢内燃机喷入氢气;

[0035] 所述氢内燃机的第一排气口与所述LNT第一进气口连接,所述LNT,用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;

[0036] 所述控制器,用于执行如上述一个或多个实施例所述的氢内燃机的控制方法。

[0037] 本发明实施例提供一种计算机程序产品,包括计算机程序或指令,所述计算机程序或指令被处理器执行时,实现上述一个或多个实施例所述的氢内燃机的控制方法的步

骤。

[0038] 本发明的有益效果：

[0039] 在基于LNT技术的后处理系统中，针对氢内燃机的工况信息以及所述第一信息(包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息)，控制第一喷嘴的工作状态，从而使得LNT中的氢气量与氢内燃机的工况信息和所述第一信息相适应，从而有益于在通过LNT净化氮氧化物的同时节约氢气用量。

## 附图说明

[0040] 图1为本发明实施例提供的一种可选的氢内燃机LNT后处理系统的结构示意图；

[0041] 图2为本发明实施例提供的一种可选的LNT 19的结构示意图；

[0042] 图3为本发明实施例提供的一种可选的LNT 19的蜂窝状载体的结构示意图；

[0043] 图4为本发明实施例提供的一种可选的车辆的结构示意图；

[0044] 图5为本发明实施例提供的一种可选的氢内燃机的控制方法的流程示意图一；

[0045] 图6为本发明实施例提供的一种可选的实现S503的流程示意图；

[0046] 图7为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图一；

[0047] 图8为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图二；

[0048] 图9为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图三；

[0049] 图10为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图四；

[0050] 图11为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图五；

[0051] 图12为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图六；

[0052] 图13为本发明实施例提供的一种可选的控制逻辑示意图七；

[0053] 图14为本发明实施例提供的一种可选的氢内燃机的控制装置的结构示意图；

[0054] 图15为本发明实施例提供的一种可选的控制器的结构示意图。

[0055] 主要附图标记说明：1-车载储氢瓶，2-氢气开关阀，3-氢气高压减压阀，4-高压氢气喷嘴，5-火花塞，6-节气门，7-进气管路，8-曲轴，9-曲轴转速传感器，10-发动机，11-宽域氧传感器，12-氢气开关阀，13-低压减压器，14-单向阀，15-阻燃阀，16-低压氢气喷嘴，17-温度传感器，18-氮氧化物浓度传感器，19-LNT，20-氢浓度传感器，21-氮氧化物浓度传感器，22-排气管路，23-LNT控制单元，24-蜂窝状载体结构，25-氢捕集阱，26-LNT内部废气管路，27-涂有催化剂涂层的壁面。

## 具体实施方式

[0056] 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。

[0057] 氢内燃机通常工作在稀燃工况，从而导致后处理系统中还原剂不足，进而导致氮氧化物排放异常。因此，需要特殊的后处理手段去除该部分氮氧化物排放，以满足排放法规要求。本发明实施例提供一种适用于氢内燃机的氮氧排放处理体系，包括系统结构及其对应的氢内燃机的控制方法。该装置基于LNT技术进行氮氧化物的吸附捕集，并通过周期性地在LNT中喷入氢气，依靠系统温度及催化剂进行氧化还原反应消除装置中存储的氮氧化物。

[0058] 为实现上述目的，本发明实施例提供一种氢内燃机后处理系统，如图1所示。该系

统利用氢气分支引管的方式,将车载储氢瓶1中的氢气途径二级减压器13,将分支氢气压力由兆帕量级减压至数个大气压量级,具体减压压力经由对排气管LNT位置处的排气背压标定后设定。利用该分支引管中的氢气喷入LNT 19中,并与LNT 19中所吸附暂存的氮氧化物进行氧化还原后,起到净化排气的效果,满足排放法规或更为严苛的近零排放需求。

[0059] 车载储氢瓶1中的氢气为高压气体,由开关阀2控制氢气的流出。按照车用需求,流出开关阀2的氢气首先经由高压减压阀3进行减压和恒压处理,满足氢气缸10内直喷的需求。该减压压力由发动机开发标定后,依照发动机的具体使用要求和氢气流量及喷雾需求设定,并经由高压氢气喷嘴4,依照发动机控制器的控制逻辑以直喷方式为发动机供给氢燃料。燃烧所需空气经由节气门6和进气管路7供给进入发动机燃烧室,与氢气混合后,利用火花塞5点燃做功,燃烧后废气经由排气管路22排出发动机和车辆之外。其中,发动机的具体工况判断由连接在曲轴8上的曲轴转速传感器9以及节气门6的开度共同决定。宽域氧传感器11位于排气管路中贴近排气道的位置,靠近发动机排气门,用于监测当前发动机的空燃比。

[0060] 用连接氢内燃机10的排气口的排气管路中的氮氧排放经由LNT 19处理。车载储氢瓶1中的氢气经由高压减压阀3减压后,在后处理系统对氢气喷射有需求的情况下,经由开关阀12进入分支管路,由低压减压阀13进行二次减压,减压后的气体通过低压氢气喷嘴16喷入LNT19中。在低压氢气喷嘴16前设置单向阀14和阻燃阀15来保证低压氢气的使用安全。LNT 19的安装位置经由发动机和整车测试对于排气管路22各区段的温度详细标定后确定,使得该段管路温度满足LNT的反应温度要求。

[0061] LNT 19的结构应尽量平滑,避免出现炽热点引燃系统中的氢气。温度传感器17和氮氧化物传感器18依据标定测试及实际使用需求安装在LNT 19的特定位置,用于监测系统工作温度和氮氧化物的吸附量。氢浓度传感器20和氮氧化物传感器21均安装布置在排气管路22中且位于LNT 19的后端,用于监控LNT的排气管出口位置是否存在异常的氢排放及氮氧化物排放。于LNT控制的传感器信号均输入至LNT控制单元23中,并通过控制开关阀12及低压氢气喷嘴16进行氢气的送气控制。

[0062] 本发明实施例所述LNT 19的内部结构如图2所示,温度传感器17及氮氧化物传感器18均依照使用需求布置在系统内部。低压氢气喷嘴16布置在系统前侧,将高于LNT 19处排气压力的低压氢气以平行的方式送入系统参与氧化还原反应。涂有催化剂并具有氮氧吸附功能的蜂窝状载体24布置在LNT 19的主体部分,并安装氢捕集阱25位于LNT 19的末端,用于一定程度吸收未参与反应的氢气及反应不完全的氢离子。

[0063] 本发明实施例所述蜂窝状载体如图3所示,尾气通路26均匀布置在LNT 19中,作为排气流通、氮氧化物捕集及加氢后氧化还原反应的主要场所,具有一定氮氧吸附能力的催化剂涂层27涂于尾气通路26的内壁,配合一定的形状结构及催化剂本身性能,在氢内燃机处于稀燃运行模式时对尾气中的氮氧化物进行收集,并配合氮氧化物传感器18判断LNT的氮氧储存量反馈给LNT控制单元23。

[0064] 需要说明的是,本发明实施例描述的上述氢内燃机LNT后处理系统是为了更加清楚的说明本发明实施例提供的氢内燃机的控制方法/装置等技术方案,并不构成对于本发明实施例提供的氢内燃机的控制方法/装置等技术方案的限定。本领域普通技术人员可知,随着上述氢内燃机LNT后处理系统的演变,本发明实施例提供的技术方案对于类似的技术

问题,同样适用。

[0065] 本发明实施例提供一种车辆,图4为本发明实施例提供的一种可选的车辆的结构示意图,如图4所示,车辆40包括控制器401、氢内燃机402、LNT 403、车载储氢容器404、第一喷嘴405和第二喷嘴406;其中,

[0066] 第一喷嘴405,用于向LNT 403喷入氢气;

[0067] 第二喷嘴406,用于向氢内燃机402喷入氢气;

[0068] 氢内燃机402的第一排气口407与LNT 403的第一进气口408连接,LNT 403,用于利用第一喷嘴405喷入的氢气对所述第一排气口407排放的氮氧化物进行净化处理;

[0069] 控制器401,用于执行如下实施例所述的氢内燃机的控制方法。

[0070] 需要说明的是,第一喷嘴405可以是图1所示的喷嘴16,第二喷嘴406可以是图1所示的喷嘴4,LNT 403可以是图1所示的LNT 19,氢内燃机可以是图1所示的氢内燃机10,控制器401可以是图1所示的ECU 23。

[0071] 本发明实施例提供一种氢内燃机的控制方法,图5为本发明实施例提供的一种可选的氢内燃机的控制方法的流程示意图一,如图5所示,该氢内燃机的控制方法可以包括:

[0072] S501:获取所述氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排气口与LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理。

[0073] 在一些实施例中,氢内燃机的工况信息至少包括如下信息中的至少之一:曲轴转速、氢内燃机的输出功率、空燃比、氮氧化物排放量等。

[0074] 在一种可能的实现方式中,控制器可以获取曲轴转速传感器9检测得到的曲轴转速。控制器可以获取宽域氧传感器11检测得到的氢内燃机的当前空燃比。

[0075] S502:获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息。

[0076] 在本发明实施例中,对于表征所述LNT中所述氮氧化物的储存信息的参数不做限制,总之,能够反映LNT内氮氧化物的储存情况即可。例如,该参数可以是所述LNT内的氮氧化物浓度,控制器可以获取氮氧化物浓度传感器18检测得到的LNT内吸附和储存的氮氧化物浓度。又如,该参数也可以是所述LNT内的氮氧化物含量。

[0077] 同样地,对于表征所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息的参数也不做限制,总之,能够反映LNT的排气管路内氮氧化物的储存情况即可。例如,该参数可以是LNT的排气管路内氮氧化物浓度,控制器可以获取氮氧化物传感器21检测得到LNT的排气管路内的氮氧化物浓度。又如,该参数也可以是LNT的排气管路中的氮氧化物含量。

[0078] S503:根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

[0079] 对于S503,进一步地,在一些实施例中,可以这样实现S503:根据所述工况信息和所述第一信息,确定待喷入LNT中的目标氢气量;根据所述目标氢气量,控制所述第一喷嘴连续性地或间歇性地向所述LNT喷入所述目标氢气量的氢气。

[0080] 对于S503,进一步地,在另一些实施例中,如图6所示,也可以这样实现步骤S503:

[0081] S601:根据所述工况信息,确定所述氢内燃机所处的排放区域。

[0082] 应理解,不同的工况信息,对应的排放区域可能是不同的。在一种可能的实现方式

中,可以依据氮氧化物排放指标将排放区域界定为近零排放区域、低排放区域和中等排放区域。在一些实施例中,工况信息与排放区域的映射关系如下表1所示:

[0083] 表1

[0084]

| 氢内燃机运行负荷 | 氢内燃机的空燃比 | 氮氧化物排放量 | 排放区域 |
|---|---|---|---|
| 小负荷或低负荷 | >K1 | <P1 | 近零排放区域 |
| 中小负荷 | [K2,K1] | [P2,P3] | 低排放区域 |
| 中高负荷 | [K3,K2] | >P4 | 中等排放区域 |

[0085] 其中,K1>K2>K3;P1小于或等于P2,P3小于或等于P4;在一些实施例中,可以依据氢内燃机的转速或功率确定氢内燃机的运行负荷所处的负荷级别(如小负荷或低负荷、中小负荷、中高负荷)。转速或功率越高,氢内燃机的运行负荷越大,因此,可以根据预定义的多个转速阈值或功率阈值来界定氢内燃机的运行负荷所处的负荷级别。

[0086] 例如,当发动机处于小负荷、低负荷工况,空燃比>2.5,氮氧排放量级<10ppm,可视为近零排放区域;当发动机处于中小负荷工况,空燃比~2.2-2.5,氮氧排放量级~50-100ppm,可视为低排放区域;当发动机处于中高负荷,空燃比~2.0-2.2,氮氧排放量级为数百ppm,可视为中等排放区域。

[0087] S602:根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0088] 对于不同的排放区域,S602的实现方式不同,具体参见如下进一步的具体实施例的描述。

[0089] 对于S602,在一些实施例中,可以这样实现:对于所述氢内燃机所处的排放区域为近零排放区域的情况下,根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0090] 进一步地,在一些实施例中,所述根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息小于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气;在所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气。

[0091] 在一些实施例中,所述控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气,包括:控制所述第一喷嘴向所述LNT周期性地喷入氢气。对于第一喷嘴周期性喷射的次数可以是预先定义的特定次数,也可以是基于所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息确定的次数。

[0092] 在另一些实施例中,所述控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气,也可以是控制所述第一喷嘴非周期性地向所述LNT间歇性地喷入氢气。示例性地,在一些实施例中,包括:在所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气N次;其中,N大于或等于1;在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数小于第二阈值,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气M次。例如,N和M均等于1。

[0093] 进一步地,在一些实施例中,在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述氢内燃机

未熄火,确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值,从而基于此确定是否控制第一喷嘴向所述LNT喷入氢气。

[0094] 示例性地,在一些实施例中,在所述第一喷嘴完成向所述LNT的氢气喷入之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数等于所述第二阈值,输出第一报警信息,和/或,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0095] 在一些实施例中,所述第一报警信息用于提示检修LNT和/或用以检测所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息的传感器(例如氮氧化物浓度传感器21)。

[0096] 在一些实施例中,所述降低所述氢内燃机的运行负荷,包括:降低所述氢内燃机的曲轴转速或输出功率,或者停机。

[0097] 对于所述氢内燃机所处的排放区域为近零排放区域的情况下,根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,其可选的一种控制逻辑如图7所示,包括:

[0098] S701:确定所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息是否大于或等于第一阈值;如果是,执行步骤S703;否则,执行步骤S702;

[0099] S702:控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气;

[0100] S703:控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气N次;其中,N大于或等于1;

[0101] S704:确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值;如果是,执行步骤S705;否则,执行步骤S707;

[0102] S705:确定所述第一喷嘴的喷入次数是否小于第二阈值;如果是,执行步骤S706;否则,执行步骤S709;

[0103] S706:控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气M次;返回步骤S704;

[0104] S707:检测所述氢内燃机是否熄火;如果是,执行步骤S708;否则,返回步骤S704;

[0105] S708:控制所述第一喷嘴关闭;

[0106] S709:输出第一报警信息,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0107] 对于S602,在另一些实施例中,可以这样实现:在所述氢内燃机所处的排放区域为低排放区域或中等排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0108] 进一步地,在一些实施例中,所述根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述储存信息小于所述第三阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气;在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气。

[0109] 在一些实施例中,在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,可以控制所述第一喷嘴一次性向所述LNT喷入特定量的氢气;该特定量可以基于所述储存信息确定。

[0110] 在另一些实施例中,所述在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气,如图8所示,可以这样实现:

[0111] S801:确定第二信息,所述第二信息至少包括:所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲轴转速;

[0112] S802:根据所述第二信息,确定目标喷射频率;

[0113] 在一些实施例中,所述目标喷射频率与所述储存信息所处的储存区间的上限值或下限值呈正相关。

[0114] 在另一些实施例中,在所述储存信息所处的储存区间为第一区间的情况下,所述目标喷射频率小于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第二区间的情况下,所述目标喷射频率等于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第三区间的情况下,所述目标喷射频率大于所述曲轴转速;其中,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的下限值依次增大,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的上限值依次增大。在一些实施例中,第一区间的下限值为所述第一阈值,第三区间的上限值为第四阈值。

[0115] S803:控制所述第一喷嘴以所述目标喷射频向所述LNT喷入氢气。

[0116] 在一些实施例中,在所述第一喷嘴完成向所述LNT的氢气喷入之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0117] 在一些实施例中,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,输出第二报警信息。

[0118] 在一些实施例中,所述第二报警信息用于提示检修LNT和/或用以检测所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息的传感器(例如氮氧化物浓度传感器21)。

[0119] 对于所述氢内燃机所处的排放区域为低排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,其可选的一种控制逻辑如图9所示,包括:

[0120] S901:确定所述LNT中所述氮氧化物的储存信息是否小于第三阈值;如果是,执行步骤S902;否则,执行步骤S903;

[0121] S902:控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气;返回步骤S901;

[0122] S903:确定所述LNT中所述氮氧化物的储存信息是否小于或等于第四阈值;如果是,执行步骤S904;否则,执行步骤S905;

[0123] S904:控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气;返回步骤S901;

[0124] 例如,控制所述第一喷嘴以点喷的方式向所述LNT喷入氢气。

[0125] S905:确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值;如果是,执行步骤S906;否则,执行步骤S907;

[0126] S906:降低所述氢内燃机的运行负荷;

[0127] S907:输出第二报警信息。

[0128] 对于所述氢内燃机所处的排放区域为中等排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,其可选的一种控制逻辑如图10所示,包括:

[0129] S1001:确定所述LNT中所述氮氧化物的储存信息是否小于第三阈值;如果是,执行步骤S1002;否则,执行步骤S1003;

[0130] 需要说明的是,图10所示的第三阈值与图9所示的第三阈值可以相同,也可以不同。

[0131] S1002:控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气;返回步骤S1001;

[0132] S1003:确定所述LNT中所述氮氧化物的储存信息是否处于第一区间;如果是,执行步骤S1004;否则,执行步骤S1005;

[0133] S1004:控制所述第一喷嘴以小于所述曲轴转速的频率向所述LNT喷入氢气;返回步骤S1001;

[0134] S1005:确定所述储存信息是否处于第二区间;如果是,执行步骤S1006;否则,执行步骤S1007;

[0135] S1006:控制所述第一喷嘴以等于所述曲轴转速的频率向所述LNT喷入氢气;返回步骤S1001;

[0136] S1007:确定所述储存信息是否处于第三区间;如果是,执行步骤S1008;否则,执行步骤S1009;

[0137] S1008:控制所述第一喷嘴以大于所述曲轴转速的频率向所述LNT喷入氢气;返回步骤S1001;

[0138] S1009:确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值;如果是,执行步骤S1010;否则,执行步骤S1011;

[0139] S1010:降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0140] S1011:输出第一报警信息。

[0141] 应理解,本发明实施例涉及氢内燃机运行过程会不可避免运行在不同当量比工作区间,造成氮氧排放机内净化不彻底,同时由于氢气易燃易爆的理化特性,造成发动机不正常燃烧现象发生频率升高,降低了发动机运行的稳定性及安全性。因此,本发明实施例所提出的利用氢气储罐通过氢气供给管路分支,周期且间歇地喷入氢气促进LNT中的氮氧反应可有效规避上述问题。此外,本发明实施例可规避氢气持续喷射的后燃风险,具有应用优势。本发明实施例所能处理的氮氧排放浓度有限,但可应对大多数氢内燃机的稀燃工况,适用于氢混合动力发动机或氢动力增程器应用。

[0142] 下面举实例对上述一个或多个实施例所述的氢内燃机的控制方法进行描述。

[0143] 本发明实施例具体结合混合动力专用发动机的不同工况运行特点及排放状况给出针对性的后处理优化措施。其中,本发明实施例提出的后处理系统涉及各传感器在本发明所设计的系统及氢内燃机的控制方法中所提供阈值及控制标记如下:

[0144] 节气门6:内部所包含节气门位置传感器,用于确定发动机负荷及工况;

[0145] 曲轴转速传感器9:提供发动机转速,配合节气门6确定发动机工况;

[0146] 宽域氧传感器11:提供发动机当前空燃比,结合发动机工况及当前空燃比示数,可将发动机所有工况按照标定数据,依据氮氧化物排放指标界定为近零排放区域、低排放区域和中等排放区域。例如,当发动机处于小负荷、低负荷工况,空燃比>2.5,氮氧排放量级<10ppm,可视为近零排放区域;当发动机处于中小负荷工况,空燃比～2.2-2.5,氮氧排放量级～50-100ppm,可视为低排放区域;当发动机处于中高负荷,空燃比～2.0-2.2,氮氧排放量级为数百ppm,可视为中等排放区域。

[0147] 温度传感器17:反馈LNT 19的环境温度,设置该传感器下限阈值温度为T17-2,设置该传感器上限阈值温度为T17-1。当LNT温度位于T17-1～T17-2区间内时,LNT可正常运行;当LNT温度高于T17-1时,应经由车辆ECU 23提示报警后,降低或停止发动机运行负荷;

当LNT温度低于T17-2时,LNT工作效率较低,应经由车辆ECU 23控制发动机处于近零排放区域运行。

[0148] 氮氧化物浓度传感器18:反馈LNT吸附和储存的氮氧化物浓度,设置该传感器上限阈值为M18-0,中区阈值为M18-1,下限阈值为M18-2。一般认为,当传感器示数高于M18-0时,LNT储存氮氧化物能力接近峰值;当传感器示数高于M18-1时,LNT开始具有明显的吸附氮氧能力,该阈值应相当于LNT最大吸附能力的60%;当传感器示数低于M18-2时,LNT较为干净,该阈值应相当于LNT最大吸附能力的20%;

[0149] 氢浓度传感器20:反馈排气管路出口附近的氢气浓度,设置该传感器阈值为M20,该值的设定应低于氢气在空气中的爆炸燃烧比例低值。当传感器读数高于M20时,应关闭开关阀12,停止向LNT 19供给氢气,并经由车辆ECU控制发动机处于近零排放区域运行。

[0150] 氮氧化物传感器21:反馈排气管路出口附近的氮氧化物浓度,设置该传感器高阈值为M21-1,该值的设定应低于开发设计中对氮氧排放要求的50%,低阈值为M21-2,应低于排放要求的10%。

[0151] LNT在排气管路中的安装位置应经由标定实验中对排气管路各区域的温度测量得到,要求保证LNT在车辆运行中首次经由氮氧化物传感器18判定读数高于M18-2时,LNT温度应高于系统起燃温度。

[0152] 为了尽可能的实现近零排放,针对发动机不同工况排放量大小将其分为A、B、C三个排放量级别,具体分界点由不同发动机标定确定。针对每个层次提出针对性的排放后处理净化策略,具体如下:

[0153] A.当发动机运行工况处于近零排放区域时,结合图1,系统控制逻辑如图11所示,包括:

[0154] S1101:确定传感器21的读数是否大于设定值M21-1;如果是,执行步骤S1102;否则,维持原状;

[0155] 其中,设定值M21-1可以理解为图7所示的第一阈值,传感器21的读数即为LNT对于所述氮氧化物的排放信息的一种示例,即传感器21检测出排气管路22中的氮氧化物浓度。

[0156] S1102:控制支路开关阀12开启,以控制氢气喷嘴16单次喷射;进入步骤S1103;

[0157] S1103:确定传感器21的读数是否大于设定值M21-1;如果是,执行步骤S1104;否则,执行步骤S1107;

[0158] S1104:确定补充单次喷射是否大于3次(即第二阈值的一种示例);如果是,执行步骤S1105;否则,执行步骤S1106;

[0159] S1105:ECU报错,降低工况或停机;

[0160] S1106:补充单次喷射,然后返回步骤S1103;

[0161] S1107:检测发动机是否熄火;如果是,关闭支路开关阀12;否则,返回步骤S1103。

[0162] 应理解,当发动机运行工况处于近零排放区域时,系统控制逻辑如下:

[0163] 步骤一:氮氧吸附判定。利用氮氧化物传感器21读取排气管路出口处的氮氧化物浓度,当读数超过M21-1时,ECU 23控制氢气喷射系统介入。

[0164] 步骤二:氢气供给支路开启。ECU 23控制开关阀12打开,当ECU 23判定车辆熄火后关闭开关阀12,同时整车控制器关闭开关阀2。

[0165] 步骤三:LNT氧化还原过程控制。ECU 23控制低压氢气喷嘴16进行一次单次喷射,

喷射脉宽经由发动机开发标定试验确定。

[0166] 步骤四:LNT氧化还原后反馈。利用氮氧化物传感器21读取氮氧浓度是否低于M21-2,判定氧化还原过程是否有效,若否,则控制低压氢气喷嘴16补充一次短脉宽喷射,重复该流程。

[0167] 步骤五:控制模式切换及失效诊断。结合发动机工况及宽域氧传感器数值判断,切换为低排放区域控制逻辑;若工况及空燃比不符合低排放区域,且步骤三往复三次后传感器21读数仍然超标,经由ECU 23报错,减小发动机运行负荷或停机。

[0168] B.当发动机运行工况处于低排放区域时,结合图1,系统控制逻辑如图12所示,包括:

[0169] S1201:确定传感器18的读数是否小于或等于设定值M18-2;如果是,执行步骤S1202;否则,执行步骤S1203;

[0170] 其中,设定值M18-2可以理解为图9所示的第三阈值,传感器18的读数即为LNT中所述氮氧化物的储存信息的一种示例,即传感器18检测出LNT中的氮氧化物浓度。

[0171] S1202:关停氢气喷嘴16的喷射;返回步骤S1201;

[0172] S1203:确定传感器18的读数是否大于设定值M18-2且小于设定值M18-0;如果是,执行步骤S1204;否则,执行步骤S1205;

[0173] 其中,设定值M18-0可以理解为所述第四阈值。

[0174] S1204:控制氢气喷嘴16点喷射;返回步骤S1201;

[0175] S1205:确定传感器21的读数是否大于或等于设定值M21-1;如果是,执行步骤S1206;否则,执行步骤S1207;

[0176] S1206:降低工况至低排放工况区域;

[0177] S1207:ECU报错。

[0178] 应理解,当发动机运行工况处于低排放区域时,系统控制逻辑如下:

[0179] 步骤一:工况判定。基于曲轴转速传感器9、节气门6的开度以及宽域氧传感器11读数,结合发动机开发时的标定数表确定工况为低排放区域。

[0180] 步骤二:LNT氧化过程控制。ECU 23控制低压氢气喷嘴16依据占空比控制信号进行脉冲喷射,喷射脉宽经由发动机开发标定试验确定。

[0181] 步骤三:LNT氧化还原后反馈。利用氮氧化物传感器18读取LNT区域氮氧浓度,当读数低于M18-2时,停止喷嘴16的喷射。反之,当LNT 19关停氢气喷射功能后,若读数高于M18-2且低于M18-0(根据法规值设定)时,开启喷嘴16的脉冲喷射。

[0182] 步骤四:控制模式切换及失效诊断。利用氮氧化物传感器进行尾气监测,当传感器18读数高于M18-0,传感器21读数高于M21-1,且工况及空燃比仍处于中等排放区域时,经由ECU23报错,减小发动机运行负荷至低排放区域。

[0183] C.当发动机运行工况处于中等排放区域时,结合图1,系统控制逻辑如图13所示,包括:

[0184] S1301:确定传感器18的读数是否小于或等于设定值M18-3;如果是,执行步骤S1302;否则,执行步骤S1303;

[0185] 其中,设定值M18-3可以理解为图10所示的第三阈值,传感器18的读数即为LNT中所述氮氧化物的储存信息的一种示例,即传感器18检测出LNT中的氮氧化物浓度。

[0186] S1302:关停氢气喷嘴16的喷射;返回步骤S1301;

[0187] S1303:确定传感器18的读数是否大于设定值M18-3且小于设定值M18-2;如果是,执行步骤S1304;否则,执行步骤S1305;

[0188] S1304:控制氢气喷嘴16点低频率持续喷射(例如频率低于曲轴转速);返回步骤S1301;

[0189] S1305:确定传感器18的读数是否大于或等于设定值M18-2且小于设定值M18-1;如果是,执行步骤S1306;否则,执行步骤S1307;

[0190] S1306:控制氢气喷嘴16点周期持续喷射(例如与曲轴转速同步);返回步骤S1301;

[0191] S1307:确定传感器18的读数是否大于或等于设定值M18-1且小于设定值M18-0;如果是,执行步骤S1308;否则,执行步骤S1309;

[0192] S1308:控制氢气喷嘴16点高频率持续喷射(例如频率高于曲轴转速);返回步骤S1301;

[0193] S1309:确定传感器21的读数是否大于或等于设定值M21-1;如果是,执行步骤S1310;否则,执行步骤S1311;

[0194] S1310:降低工况至低排放工况区域;

[0195] S1311:ECU报错。

[0196] 应理解,当发动机运行工况处于中等排放区域时,系统控制逻辑如下:

[0197] 步骤一:工况判定。基于曲轴转速传感器9、节气门6的开度以及宽域氧传感器11读数,结合发动机开发时的标定数表确定工况为中等排放区域。

[0198] 步骤二:LNT氧化过程控制。ECU23控制低压氢气喷嘴16依据曲轴转速传感器9信号进行周期性喷射,喷射脉宽经由发动机开发标定试验确定。

[0199] 步骤三:LNT氧化还原后反馈。利用氮氧化物传感器18读取LNT区域氮氧浓度,当读数低于M18-3时,关闭喷嘴喷射;当读数高于M18-3且低于M18-2时,喷嘴16采用低频率喷射;当读数高于M18-2且低于M18-1时,喷嘴16采用跟曲轴传感器同频率喷射;当读数高于M18-1且低于M18-0时,喷嘴16采用高频率喷射。

[0200] 步骤四:控制模式切换及失效诊断。利用氮氧化物传感器进行尾气监测,当传感器18读数高于M18-0,传感器21读数高于M21-1,且工况及空燃比仍处于中等排放区域时,经由ECU 23报错,减小发动机运行负荷至低排放区域。

[0201] 针对上述三种状态的氮氧化物排放LNT后处理系统,为确保其工作运行稳健性,明确系统运行失效检定方法,即何时输出第一报警信息或第二报警信息,也即ECU 23何时报错。LNT可随车辆保养进行维护和检修。当LNT不能有效去除尾气中的氮氧排放或系统失效时,应进行相应维修。其判定逻辑当氮氧化物传感器21读数高于M21-1,且氮氧化物传感器18读数低于M18-2时,应经由ECU 23报错,建议车主检测和维修LNT状态;当发动机处于近零排放区域,且首次LNT氢气喷射后,氢浓度传感器20读数高于M20,认为氢捕集阱25性能下降,应经由ECU 23报错,建议车主更换。

[0202] 基于同一发明构思,本发明实施例提供一种氢内燃机的控制装置,该装置设置于如上述一个或多个实施例所述的氢内燃机系统的第二控制器中,图14为本发明实施例提供的一种可选的氢内燃机的控制装置的结构示意图,如图14所示,该装置140可以包括:

[0203] 第一获取模块1401,用于获取氢内燃机的工况信息;其中,所述氢内燃机的第一排

气口与LNT的第一进气口连接,所述LNT用于利用第一喷嘴喷入的氢气对所述第一排气口排放的氮氧化物进行净化处理;

[0204] 第二获取模块1402,用于获取所述氮氧化物的第一信息;其中,所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息;

[0205] 控制模块1403,用于根据所述工况信息和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,以控制所述LNT中的氢气量。

[0206] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,用于:根据所述工况信息,确定所述氢内燃机所处的排放区域;根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0207] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,用于:在所述氢内燃机所处的排放区域为近零排放区域的情况下,根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0208] 在一种可选的实施例中,所述根据所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气;在所述排放信息小于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

[0209] 在一种可选的实施例中,所述在所述排放信息大于或等于第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气,包括:在所述排放信息大于或等于所述第一阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气N次;其中,N大于或等于1;在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数小于第二阈值,控制所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气M次。

[0210] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,还用于:在所述第一喷嘴向所述LNT间歇性地喷入氢气N次之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述氢内燃机未熄火,确定所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于所述第一阈值。

[0211] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,还用于:在所述第一喷嘴完成向所述LNT的氢气喷入之后,如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述第一喷嘴的喷入次数等于所述第二阈值,输出第一报警信息,和/或,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0212] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,用于:在所述氢内燃机所处的排放区域为低排放区域或中等排放区域的情况下,根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态。

[0213] 在一种可选的实施例中,所述根据所述LNT中所述氮氧化物的储存信息,控制所述第一喷嘴的工作状态,包括:在所述储存信息大于或等于第三阈值且小于或等于第四阈值的情况下,控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气;在所述储存信息小于所述第三阈值的情况下,控制所述第一喷嘴关闭,以停止向所述LNT喷入氢气。

[0214] 在一种可选的实施例中,所述控制所述第一喷嘴向所述LNT喷入氢气,包括:确定第二信息,所述第二信息至少包括:所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲

轴转速;根据所述第二信息,确定目标喷射频率;控制所述第一喷嘴以所述目标喷射频向所述LNT喷入氢气。

[0215] 在一种可选的实施例中,所述目标喷射频率与所述储存信息所处的储存区间的上限值或下限值呈正相关。

[0216] 在一种可选的实施例中,在所述储存信息所处的储存区间为第一区间的情况下,所述目标喷射频率小于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第二区间的情况下,所述目标喷射频率等于所述曲轴转速;在所述储存信息所处的储存区间为第三区间的情况下,所述目标喷射频率大于所述曲轴转速;其中,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的下限值依次增大,所述第一区间、所述第二区间和所述第三区间的上限值依次增大。

[0217] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,还用于:如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息大于或等于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,降低所述氢内燃机的运行负荷。

[0218] 在一种可选的实施例中,控制模块1403,还用于:如果所述LNT对于所述氮氧化物的当前排放信息小于所述第一阈值,以及所述LNT中所述氮氧化物的储存信息大于或等于所述第四阈值,输出第二报警信息。

[0219] 在实际应用中,上述第一获取模块1401、第二获取模块1402和控制模块1403可由位于所述氢内燃机的控制装置上的处理器实现,具体为中央处理器(CPU,Central Processing Unit)、微处理器(MPU,Microprocessor Unit)、数字信号处理器(DSP,Digital Signal Processing)或现场可编程门阵列(FPGA,Field Programmable Gate Array)等实现。

[0220] 图15为本发明实施例提供的一种可选的控制器的结构示意图,如图15所示,本发明实施例提供了一种控制器150,包括:

[0221] 处理器1501以及存储有所述处理器1501可执行指令的存储介质1502,所述存储介质1502通过通信总线1503依赖所述处理器1501执行操作,当所述指令被所述处理器1501执行时,执行上述一个或多个实施例中所述的氢内燃机的控制方法。

[0222] 需要说明的是,实际应用时,控制器150中的各个组件通过通信总线1503耦合在一起。可理解,通信总线1503用于实现这些组件之间的连接通信。通信总线1503除包括数据总线之外,还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见,在图15中将各种总线都标为通信总线1503。

[0223] 需要说明的是,控制器150可以是图1所示的ECU 23或者图4所示的控制器401。

[0224] 本发明实施例提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序或指令,所述计算机程序或指令被处理器执行时,实现一个或多个实施例所述的氢内燃机的控制方法的步骤。

[0225] 其中,计算机可读存储介质可以是磁性随机存取存储器(ferromagnetic random access memory,FRAM)、只读存储器(Read Only Memory,ROM)、可编程只读存储器(Programmable Read-Only Memory,PROM)、可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read-Only Memory,EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory,EEPROM)、快闪存储器(Flash Memory)、磁表面存储器、光盘、或只读光盘(Compact Disc Read-Only Memory,CD-ROM)等存储器。

[0226] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0227] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0228] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0229] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0230] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。

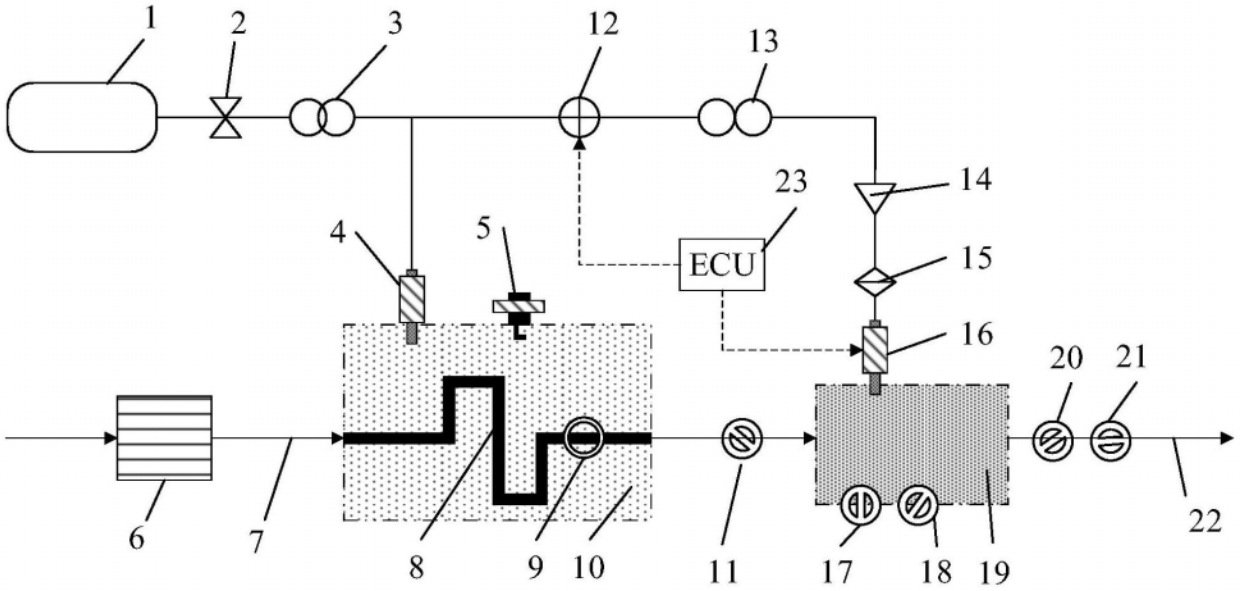

1
2
3
12
13
14
23
ECU
15
4
5
16
20
21
6
7
8
9
10
11
17
18
19
22

图1

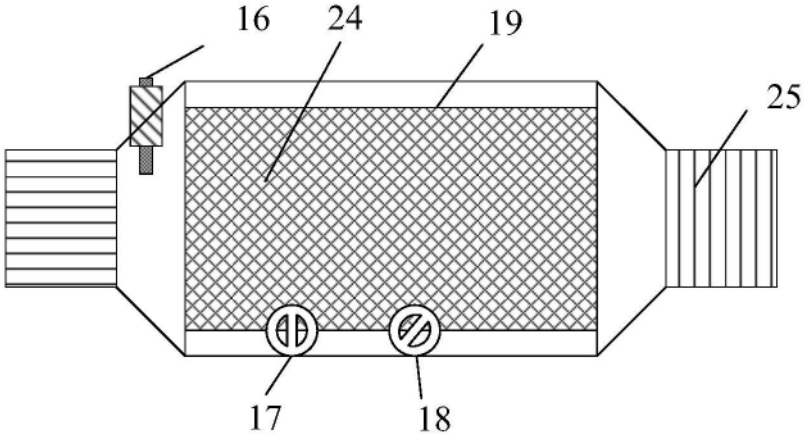

16
24
19
25
17
18

图2

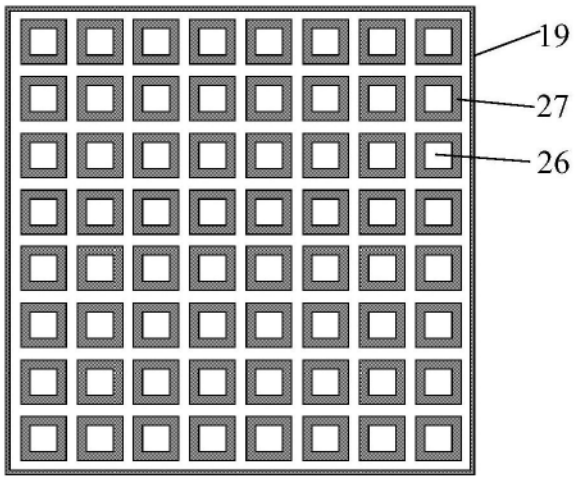

19
27
26

图3

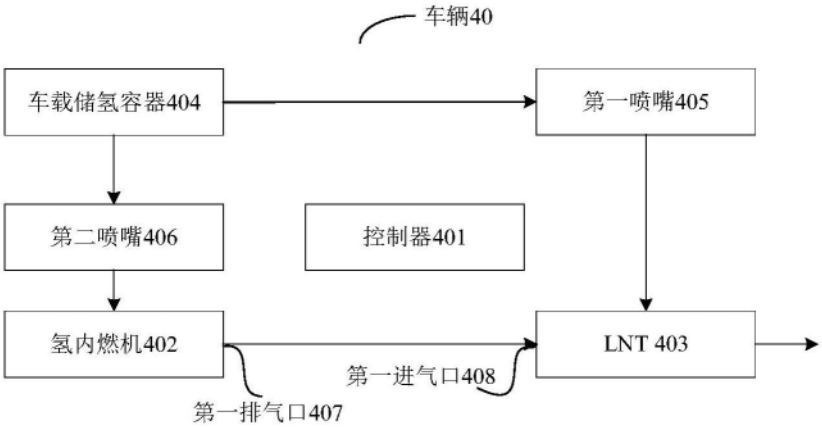

车辆40
车载储氢容器404
第一喷嘴405
第二喷嘴406
控制器401
氢内燃机402
LNT 403
第一进气口408
第一排气口407

图4

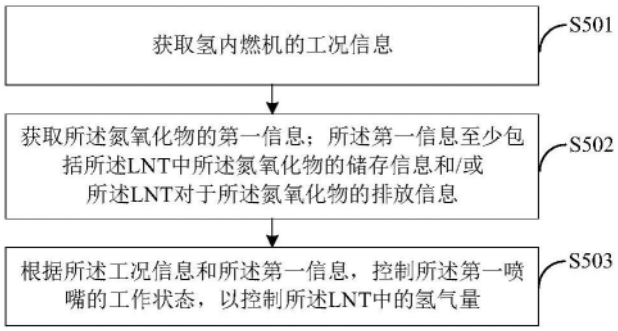

获取氢内燃机的工况信息
S501
获取所述氮氧化物的第一信息；所述第一信息至少包括所述LNT中所述氮氧化物的储存信息和/或所述LNT对于所述氮氧化物的排放信息
S502
根据所述工况信息和所述第一信息，控制所述第一喷嘴的工作状态，以控制所述LNT中的氢气量
S503

图5

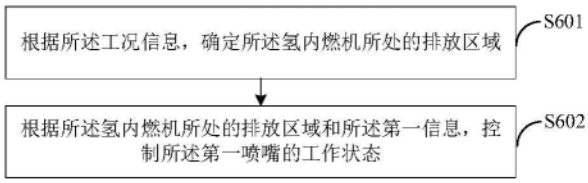

根据所述工况信息，确定所述氢内燃机所处的排放区域
S601
根据所述氢内燃机所处的排放区域和所述第一信息，控制所述第一喷嘴的工作状态
S602

图6

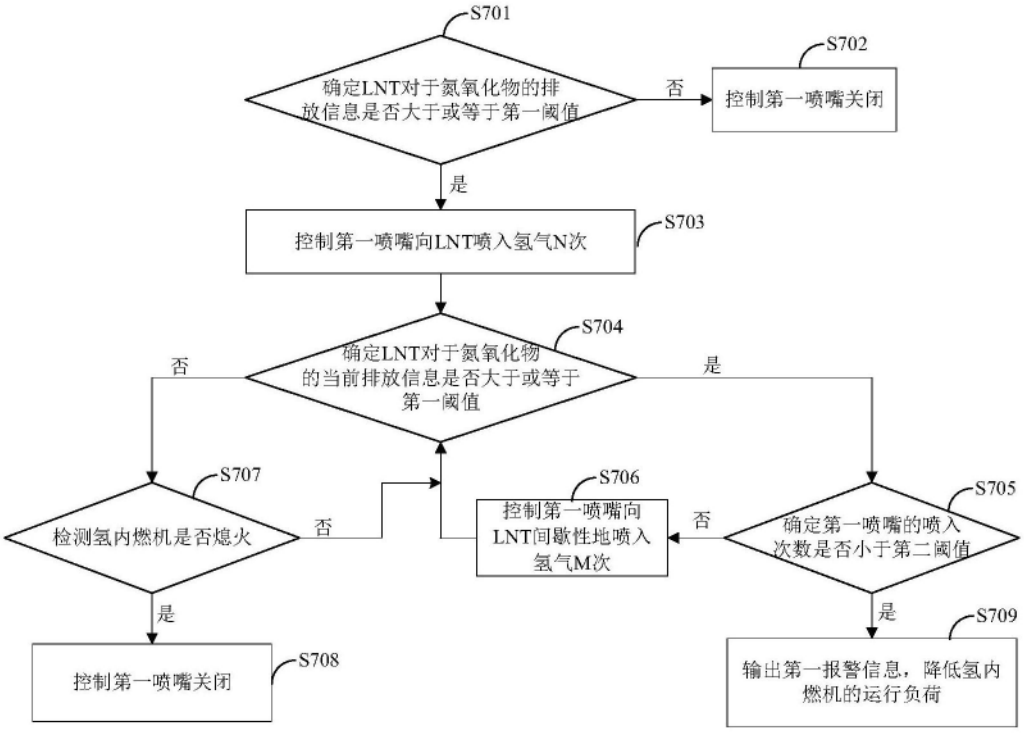

S701
确定LNT对于氮氧化物的排放信息是否大于或等于第一阈值
否
S702
控制第一喷嘴关闭
是
控制第一喷嘴向LNT喷入氢气N次
S703
S704
确定LNT对于氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于第一阈值
否
是
S707
检测氢内燃机是否熄火
否
S706
控制第一喷嘴向LNT间歇性地喷入氢气M次
否
S705
确定第一喷嘴的喷入次数是否小于第二阈值
是
是
S709
输出第一报警信息，降低氢内燃机的运行负荷
S708
控制第一喷嘴关闭

图7

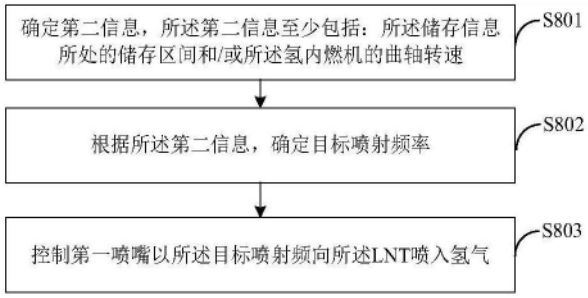

确定第二信息，所述第二信息至少包括：所述储存信息所处的储存区间和/或所述氢内燃机的曲轴转速
S801
根据所述第二信息，确定目标喷射频率
S802
控制第一喷嘴以所述目标喷射频向所述LNT喷入氢气
S803

图8

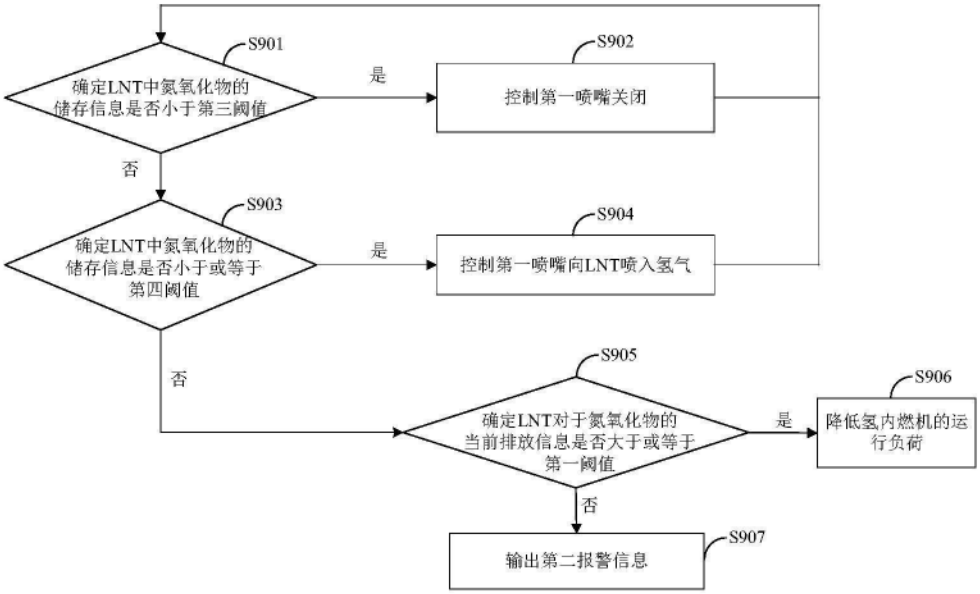

S901
确定LNT中氮氧化物的储存信息是否小于第三阈值
是
S902
控制第一喷嘴关闭
否
S903
确定LNT中氮氧化物的储存信息是否小于或等于第四阈值
是
S904
控制第一喷嘴向LNT喷入氢气
否
S905
确定LNT对于氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于第一阈值
是
S906
降低氢内燃机的运行负荷
否
S907
输出第二报警信息

图9

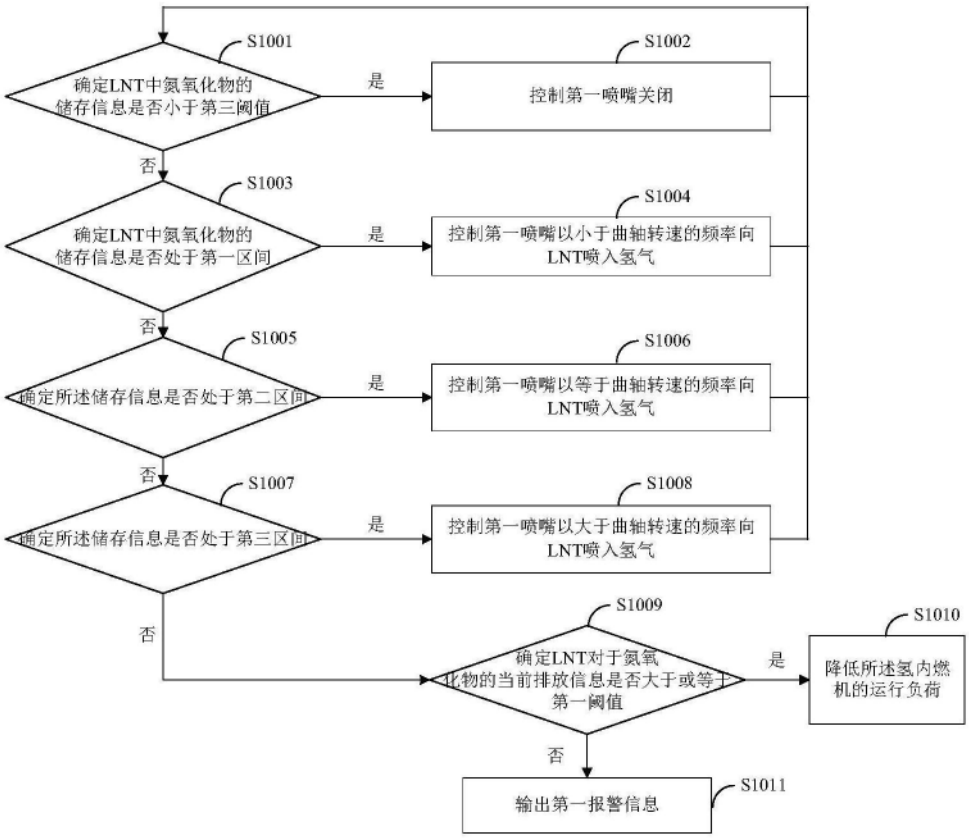

S1001
确定LNT中氮氧化物的储存信息是否小于第三阈值
是
S1002
控制第一喷嘴关闭
否
S1003
确定LNT中氮氧化物的储存信息是否处于第一区间
是
S1004
控制第一喷嘴以小于曲轴转速的频率向LNT喷入氢气
否
S1005
确定所述储存信息是否处于第二区间
是
S1006
控制第一喷嘴以等于曲轴转速的频率向LNT喷入氢气
否
S1007
确定所述储存信息是否处于第三区间
是
S1008
控制第一喷嘴以大于曲轴转速的频率向LNT喷入氢气
否
S1009
确定LNT对于氮氧化物的当前排放信息是否大于或等于第一阈值
是
S1010
降低所述氢内燃机的运行负荷
否
S1011
输出第一报警信息

图10

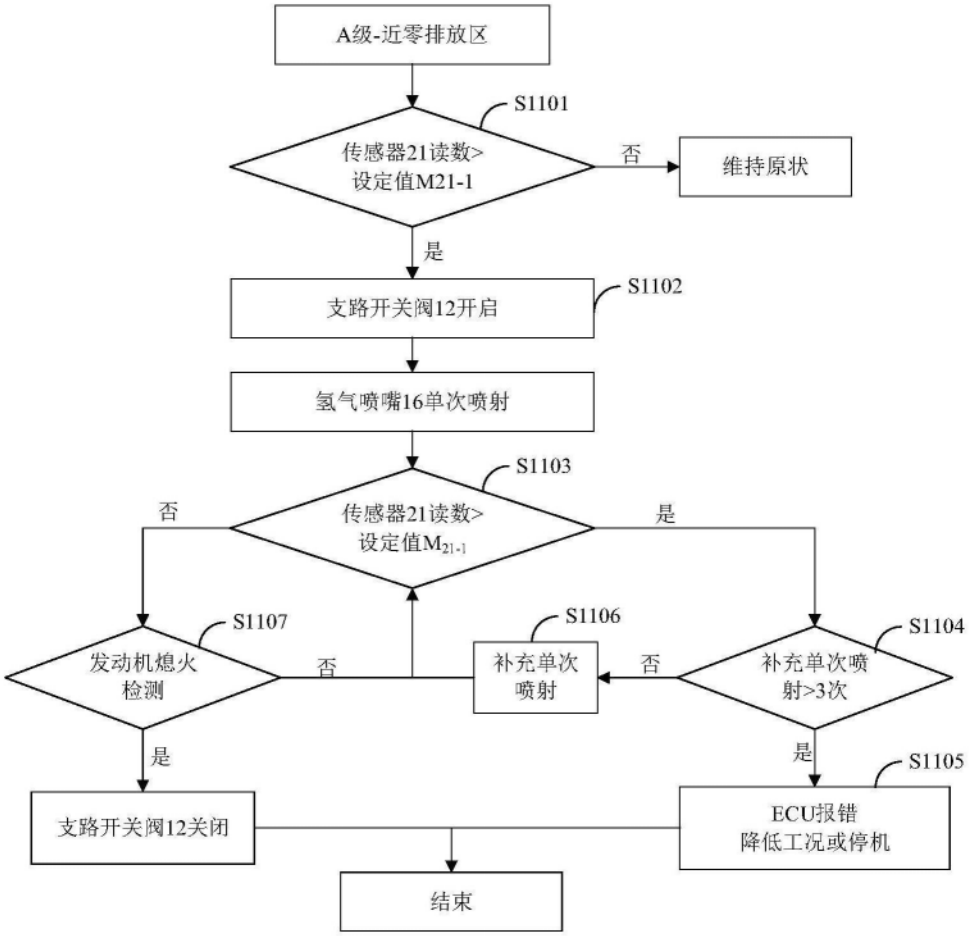

A级-近零排放区
S1101
传感器21读数>
设定值M21-1
否
维持原状
是
支路开关阀12开启
S1102
氢气喷嘴16单次喷射
S1103
传感器21读数>
设定值M21-1
否
是
S1107
发动机熄火
检测
否
S1106
补充单次
喷射
否
S1104
补充单次喷
射>3次
是
是
S1105
支路开关阀12关闭
ECU报错
降低工况或停机
结束

图11

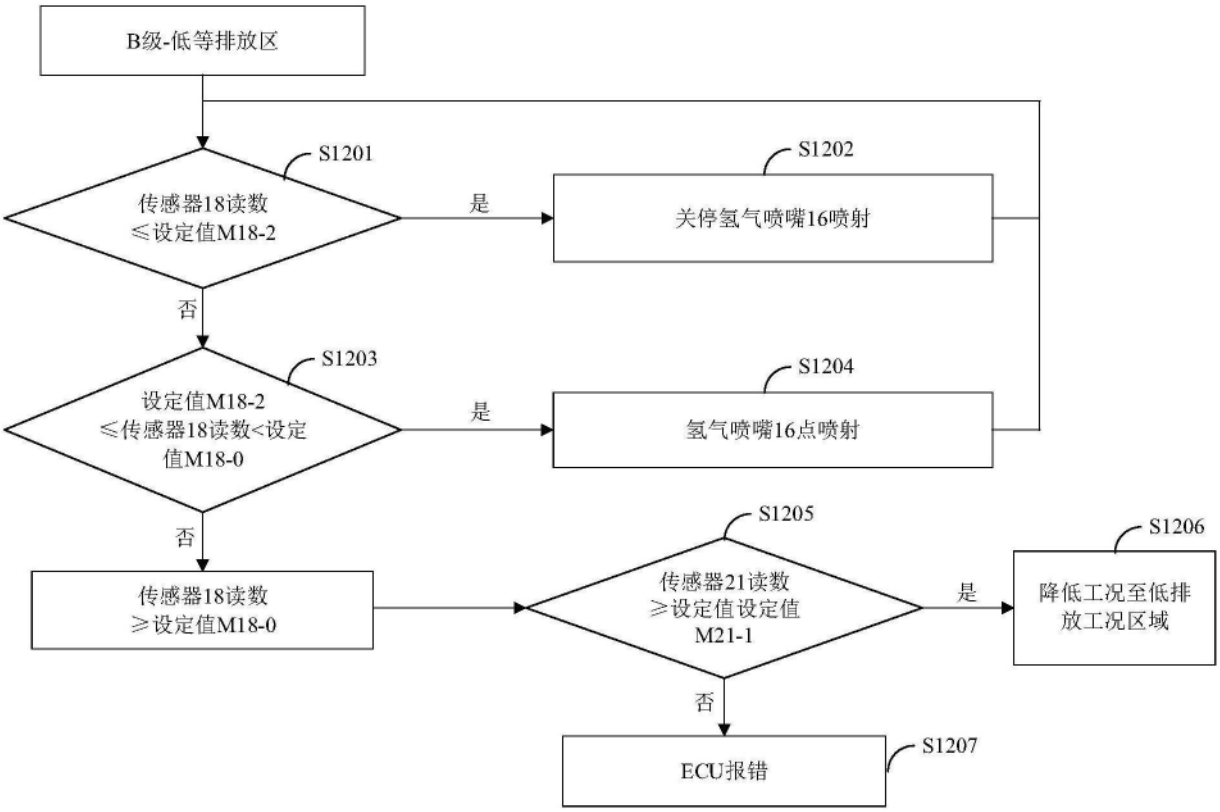

B级-低等排放区
S1201
传感器18读数
≤设定值M18-2
是
S1202
关停氢气喷嘴16喷射
否
S1203
设定值M18-2
≤传感器18读数<设定
值M18-0
是
S1204
氢气喷嘴16点喷射
否
传感器18读数
≥设定值M18-0
S1205
传感器21读数
≥设定值设定值
M21-1
是
S1206
降低工况至低排
放工况区域
否
ECU报错
S1207

图12

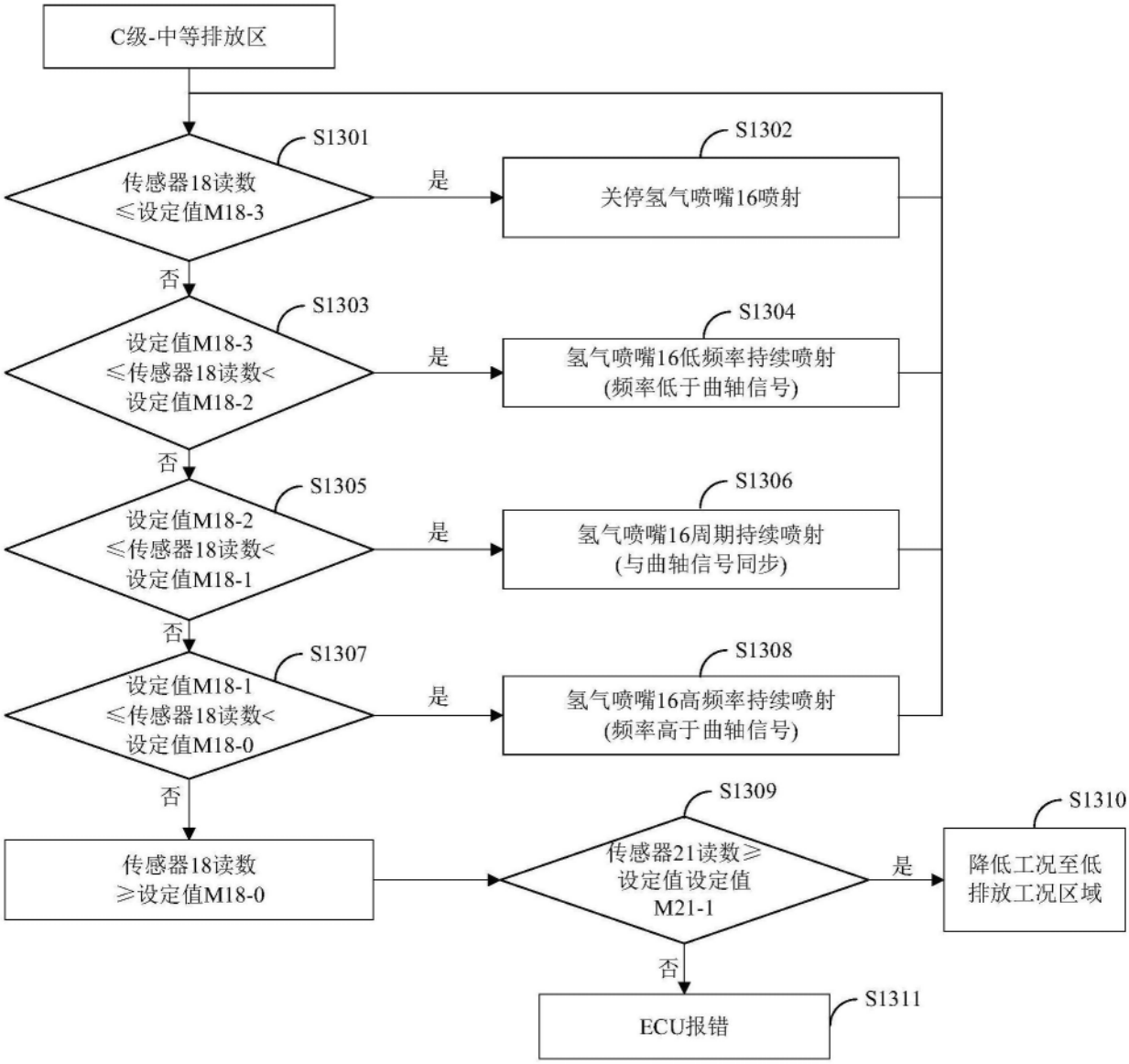

C级-中等排放区
S1301
传感器18读数
≤设定值M18-3
是
S1302
关停氢气喷嘴16喷射
否
S1303
设定值M18-3
≤传感器18读数<
设定值M18-2
是
S1304
氢气喷嘴16低频率持续喷射
(频率低于曲轴信号)
否
S1305
设定值M18-2
≤传感器18读数<
设定值M18-1
是
S1306
氢气喷嘴16周期持续喷射
(与曲轴信号同步)
否
S1307
设定值M18-1
≤传感器18读数<
设定值M18-0
是
S1308
氢气喷嘴16高频率持续喷射
(频率高于曲轴信号)
否
传感器18读数
≥设定值M18-0
S1309
传感器21读数≥
设定值设定值
M21-1
是
S1310
降低工况至低
排放工况区域
否
ECU报错
S1311

图13

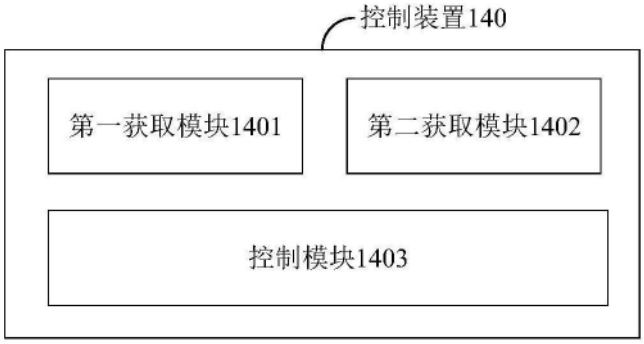

控制装置140
第一获取模块1401
第二获取模块1402
控制模块1403

图14

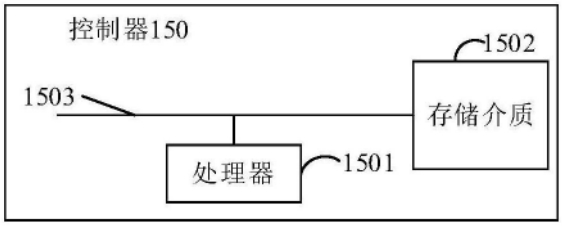



图15