



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108869107 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201810794993.2

F01N 3/20(2006.01)

(22)申请日 2018.07.19

F02D 41/00(2006.01)

(71)申请人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 李孟涵 田洪建 刘鑫 刘晓日 郑清平 辛固

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 王瑞

(51)Int.Cl.

F02M 26/05(2016.01)

F02M 26/38(2016.01)

F02M 26/39(2016.01)

F02M 31/135(2006.01)

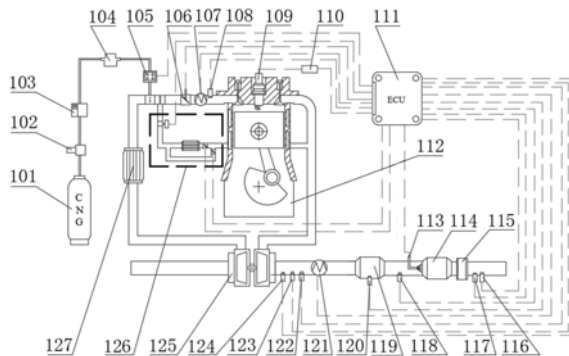
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法。该热管理系统包括进气加热装置、进气温度传感器、电子控制单元、排气加热装置和冷热EGR联合供给装置；所述进气加热装置安装在稀燃天然气发动机的进气管道上，位于节气门和进气温度传感器之间；所述进气加热装置后方安装有进气温度传感器；所述排气加热装置安装在稀燃天然气发动机的排气管道上，位于涡轮增压器与MOC之间；所述冷热EGR联合供给装置安装在稀燃天然气发动机的排气旁通管道上。通过冷热EGR联合供给装置、进气加热装置、排气加热装置配合，使排气温度保持在后处理装置的高效率转化窗口之内，实现了后处理装置的高效运行。



1. 一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统,其特征在于该系统包括进气加热装置、进气温度传感器、电子控制单元、排气加热装置和冷热EGR联合供给装置;所述冷热EGR联合供给装置包括EGR冷却器、电控冷EGR截止阀、电控热EGR截止阀和电控EGR率控制阀;所述电子控制单元分别与进气加热装置、进气温度传感器、排气加热装置、电控冷EGR截止阀、电控热EGR截止阀和电控EGR率控制阀连接;

所述进气加热装置安装在稀燃天然气发动机的进气管道上,位于节气门和进气温度传感器之间;所述进气加热装置后方安装有进气温度传感器;所述排气加热装置安装在稀燃天然气发动机的排气管道上,位于涡轮增压器与MOC之间,安装在排气氧传感器之后;

所述冷热EGR联合供给装置安装在稀燃天然气发动机的排气旁通管道上;所述EGR冷却器安装在冷EGR输运管道上;所述电控冷EGR截止阀安装在冷EGR输运管道上;电控热EGR截止阀安装在热EGR输运管道上;电控EGR率控制阀安装在EGR输运管道上,位于EGR/进气混合器的EGR入口处。

2. 根据权利要求1所述的基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统,其特征在于所述电子控制单元是ECU。

3. 一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

步骤1,稀燃天然气发动机开始启动时,电子控制单元启动进气加热装置和排气加热装置并将加热强度调节到最大;在启动过程中根据进气温度的监控数值,对进气加热装置的加热强度进行调节,防止进气温度过高造成的功率损失;同时,根据MOC前排气温度传感器、SCR前温度传感器、ASC后温度传感器反馈的温度数值对排气加热装置进行调节;

步骤2,当转速、负荷达到所需数值,稀燃天然气发动机启动过程完成,启动完成后关闭进气加热装置和排气加热装置;

步骤3,电子控制单元根据发动机的运行工况判断发动机负荷是否高于冷热EGR联合供给装置的启动阈值;启动阈值根据前期标定MAP图确定;若发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置的启动阈值则进行步骤5;

步骤4,若发动机负荷高于冷热EGR联合供给装置的启动阈值,电子控制单元根据前期标定MAP图打开电控热EGR截止阀或者电控冷EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度;在高负荷下,排气温度足够高,但NO_x排放较高且需要较高的热效率和功率输出,此时关闭电控热EGR截止阀,打开电控冷EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度,冷EGR比例的标定原则为在保证热效率、排温和运转稳定性的前提下降低NO_x排放;在低负荷下,排气温度不够高,此时关闭电控冷EGR截止阀,打开电控热EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度,使用热EGR提高排气温度,继而起到提高后处理装置转化效率的作用,热EGR比例的标定原则为在尽量保证热效率的前提下使排气温度在高效率运行窗口内;在使用热EGR的过程中要随时对MOC温度传感器的数值进行监控,若温度超限,及时降低热EGR率或者切断热EGR供给,防止MOC内部温度过高造成MOC的催化器热损伤;

步骤5,电子控制单元根据前期标定MAP图对进气加热装置和排气加热装置的启动关闭以及加热的强度进行控制;进气加热装置在发动机处于冷启动状态或发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置启动阈值的状态时处于打开状态;在部分负荷下,如果热EGR可以满足对排温提升的要求,则无需打开排气加热装置,如果打开电控热EGR截止阀排温依然无法满足

要求,则根据需要打开排气加热装置并根据后处理系统的温度反馈调节控制其加热强度;在使用排气加热装置的过程中要随时对MOC温度传感器的数值进行监控,若温度超限,及时切断排气加热装置,防止MOC内部温度过高造成MOC的催化器热损伤;

步骤6,发动机工况变化时,重复步骤3、4和5的操作,在保证发动机热效率的前提下,使排温满足要求,后处理装置高效率工作。

基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及稀燃天然气发动机领域,具体是一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法。

背景技术

[0002] 随着传统燃料储量的减少和环境问题的加重,天然气由于其在排放性和储量上的优势得到了更广泛的应用。天然气发动机采取稀薄燃烧策略后热效率有所提高且各项排放有所降低,综合性能较好,但随着Euro VI法规的实施,稀薄燃烧天然气发动机(简称稀燃天然气发动机)的排放已经无法满足法规要求的排放限值。稀燃天然气发动机的碳烟排放极低,不需要安装后处理装置进行处理,但CO排放和甲烷排放需要安装甲烷催化氧化转换器(Methane Oxidation Catalyst,MOC),NO_x排放需要安装选择性催化氧化还原装置(Selective Catalytic Reduction,SCR)来进行处理,处理过程中产生的氨排放需要加装逃逸氨捕集装置(Ammonia Slip Catalyst,ASC)来去除。

[0003] 稀燃天然气发动机安装MOC、SCR、ASC后,各项排放值均可得到显著降低。但在实际运行过程中,由于涉及到多种工况和极端环境,排放物的排放数值特别是氧化过程中对温度要求较高的甲烷,要降低到Euro VI排放限值以下依然比较困难。根据《Li M,Zhang Q,Li G.Emission Characteristics of a Natural Gas Engine Operating in Lean-Burn and Stoichiometric Modes[J].Journal of Energy Engineering,2016,142(3):04015039》文献中数据显示,稀燃天然气发动机甲烷排放值高于Euro VI排放限值,这主要是因为某些工况下排温不足,甲烷转化率较低造成的,因此在稀燃天然气发动机中添加热管理系统是必要的。

[0004] 针对稀燃天然气发动机在全工况覆盖运行过程难以满足Euro VI等较为严格的排放法规限值的缺点,需要提出一种在不同运行工况下和寒冷环境中均可保证排温在适当范围内的后处理装置热管理系统及相对应的控制策略。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明拟解决的技术问题是,提供一种基于冷热EGR(Exhaust Gas Recirculation,排气再循环)联合供给的后处理装置热管理系统及方法。

[0006] 本发明解决所述系统技术问题的技术方案是,提供一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统,其特征在于该系统包括进气加热装置、进气温度传感器、电子控制单元、排气加热装置和冷热EGR联合供给装置;所述冷热EGR联合供给装置包括EGR冷却器、电控冷EGR截止阀、电控热EGR截止阀和电控EGR率控制阀;所述电子控制单元分别与进气加热装置、进气温度传感器、排气加热装置、电控冷EGR截止阀、电控热EGR截止阀和电控EGR率控制阀连接;

[0007] 所述进气加热装置安装在稀燃天然气发动机的进气管道上,位于节气门和进气温度传感器之间;所述进气加热装置后方安装有进气温度传感器;所述排气加热装置安装在

稀燃天然气发动机的排气管道上,位于涡轮增压器与MOC之间,安装在排气氧传感器之后;

[0008] 所述冷热EGR联合供给装置安装在稀燃天然气发动机的排气旁通管道上;所述EGR冷却器安装在冷EGR输运管道上;所述电控冷EGR截止阀安装在冷EGR输运管道上;电控热EGR截止阀安装在热EGR输运管道上;电控EGR率控制阀安装在EGR输运管道上,位于EGR/进气混合器的EGR入口处。

[0009] 本发明解决所述方法技术问题的技术方案是,提供一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

[0010] 步骤1,稀燃天然气发动机开始启动时,电子控制单元启动进气加热装置和排气加热装置并将加热强度调节到最大;在启动过程中根据进气温度的监控数值,对进气加热装置的加热强度进行调节,防止进气温度过高造成的功率损失;同时,根据MOC前排气温度传感器、SCR前温度传感器、ASC后温度传感器反馈的温度数值对排气加热装置进行调节;

[0011] 步骤2,当转速、负荷达到所需数值,稀燃天然气发动机启动过程完成,启动完成后关闭进气加热装置和排气加热装置;

[0012] 步骤3,电子控制单元根据发动机的运行工况判断发动机负荷是否高于冷热EGR联合供给装置的启动阈值;启动阈值根据前期标定MAP图确定;若发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置的启动阈值则进行步骤5;

[0013] 步骤4,若发动机负荷高于冷热EGR联合供给装置的启动阈值,电子控制单元根据前期标定MAP图打开电控热EGR截止阀或者电控冷EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度;在高负荷下,排气温度足够高,但NO_x排放较高且需要较高的热效率和功率输出,此时关闭电控热EGR截止阀,打开电控冷EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度,冷EGR比例的标定原则为在保证热效率、排温和运转稳定性的前提下降低NO_x排放;在低负荷下,排气温度不够高,此时关闭电控冷EGR截止阀,打开电控热EGR截止阀,并调整电控EGR率控制阀到适当的开度,使用热EGR提高排气温度,继而起到提高后处理装置转化效率的作用,热EGR比例的标定原则为在尽量保证热效率的前提下使排气温度在高效率运行窗口内;在使用热EGR的过程中要随时对MOC温度传感器的数值进行监控,若温度超限,及时降低热EGR率或者切断热EGR供给,防止MOC内部温度过高造成MOC的催化器热损伤;

[0014] 步骤5,电子控制单元根据前期标定MAP图对进气加热装置和排气加热装置的启动关闭以及加热的强度进行控制;进气加热装置在发动机处于冷启动状态或发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置启动阈值的状态时处于打开状态;在部分负荷下,如果热EGR可以满足对排温提升的要求,则无需打开排气加热装置,如果打开电控热EGR截止阀排温依然无法满足要求,则根据需要打开排气加热装置并根据后处理系统的温度反馈调节控制其加热强度;在使用排气加热装置的过程中要随时对MOC温度传感器的数值进行监控,若温度超限,及时切断排气加热装置,防止MOC内部温度过高造成MOC的催化器热损伤;

[0015] 步骤6,发动机工况变化时,重复步骤3、4和5的操作,在保证发动机热效率的前提下,使排温满足要求,后处理装置高效率工作。

[0016] 与现有技术相比,本发明有益效果在于:

[0017] (1) 通过冷热EGR联合供给装置、进气加热装置、排气加热装置中的一种装置的单独运行或者几种装置的共同运行,实现稀燃天然气发动机后处理装置的热管理,克服了无热管理的稀燃天然气发动机在较低负荷和寒冷环境下排温过低,甲烷等排放物转化率较低

的问题,使排气温度尽量保持在后处理装置的高效率转化窗口之内,实现了后处理装置的高效运行,使稀燃天然气的排放数值可以达到较高的排放标准。

[0018] (2) 利用发动机性能试验和冷启动试验优化标定不同运转工况时不同装置的开启关闭状态、电控EGR率控制阀的开启程度、进气加热装置的加热强度以及排气加热装置的加热强度,以实现在兼顾排放和动力性的前提下保证后处理装置的可靠性。

[0019] (3) 在EGR/进气混合器的入口前安装一个电控EGR率配合一个电控冷EGR截止阀和一个电控热EGR截止阀控制阀来控制热EGR或者冷EGR的比例,而不是在热EGR和冷EGR的输运管道处各安装一个电控EGR率控制阀。这样的好处是电控截止阀的可靠性远高于电控EGR率控制阀且成本远低于电控EGR率控制阀,采用一个电控EGR率控制阀的布置方式可以降低热管理系统的配置成本和后续的维修费用。

[0020] (4) 该方法在发动机启动过程中,对进排气加热装置的开启关闭以及加热强度进行控制,提高启动过程中发动机的运行稳定性、加速发动机的启动过程、降低启动过程排放。在发动机正常运行过程中,根据发动机的运行工况对冷热EGR联合控制装置中的电控冷EGR截止阀、电控热EGR截止阀、电控EGR率控制阀进行调整控制,并以进排气加热装置为排温调整补充装置对两者的开启关闭和加热强度进行调节。调节过程中应在保证发动机的热效率和后处理装置的可靠性的前提下尽量提高后处理装置的转化效率,继而降低发动机的排放。

[0021] (5) 通过冷、热EGR的切换和EGR比例控制,实现对排气温度的灵活调控,满足甲烷、NO_x等催化氧化过程中对排温的要求,利用EGR的稀释作用降低NO_x排放并在特定情况下利用热EGR加热进气、节省能源,从而最终实现优化发动机排放的目的。

附图说明

[0022] 图1为本发明基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法一种实施例的热管理系统的工作示意图。

[0023] 图2为本发明基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统及方法一种实施例的冷热EGR联合供给装置的工作示意图。(图中:101.压缩天然气瓶,102.天然气截止阀,103.天然气调压阀,104.天然气流量计,105.天然气喷射模块,106.节气门,107.进气加热装置,108.进气温度传感器,109.火花塞,110.火花塞点火模块,111.电子控制单元,112.稀燃天然气发动机,113.尿素喷射器,114.SCR,115.ASC,116.ASC后排气NO_x传感器,117.ASC后温度传感器,118.SCR前温度传感器,119.MOC,120.MOC温度传感器,121.排气加热装置,122.MOC前排气温度传感器,123.排气氧传感器,124.发动机原排NO_x传感器,125.涡轮增压器,126.冷热EGR联合供给装置,127.进气中冷器;201.天然气/空气混合器,202.EGR/进气混合器,203.EGR冷却器,204.电控冷EGR截止阀,205.电控热EGR截止阀,206.电控EGR率控制阀)

具体实施方式

[0024] 下面给出本发明的具体实施例。具体实施例仅用于进一步详细说明本发明,不限制本申请权利要求的保护范围。

[0025] 本发明提供了一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理系统(简称系统,参

见图1-2),在稀燃天然气发动机运行过程中发挥作用,其特征在于该系统包括进气加热装置107、进气温度传感器108、电子控制单元111、排气加热装置121和冷热EGR联合供给装置126;所述冷热EGR联合供给装置126根据发动机的排放数值和排气温度,控制冷、热EGR的切换和冷热EGR的比例,包括EGR冷却器203、电控冷EGR截止阀204、电控热EGR截止阀205和电控EGR率控制阀206;

[0026] 所述电子控制单元111分别与进气加热装置107、进气温度传感器108、排气加热装置121、电控冷EGR截止阀204、电控热EGR截止阀205和电控EGR率控制阀206连接;

[0027] 所述进气加热装置107安装在稀燃天然气发动机112的进气管道上,位于节气门106和进气温度传感器108之间,根据发动机的运转工况、进排气温度以及功率输出控制是否对进气进行加热以及加热的强度,间接提高排气温度;所述进气加热装置107后方安装有进气温度传感器108,进气温度传感器108对进气温度进行监控,将进气温度信息反馈给电子控制单元111,电子控制单元111根据进气温度的数值配合排气温度的数值控制进气加热装置107的通断和加热强度;

[0028] 所述排气加热装置121安装在稀燃天然气发动机112的排气管道上,位于MOC119前且位于涡轮增压器125与MOC119之间,其功能为根据发动机加热前的排气温度和催化剂高转化率温度窗口,在热EGR提高排温能力不足时,起到补充加热的作用,保证首个后处理模块MOC119的温度;电子控制单元111根据MOC前排气温度传感器122、ASC后温度传感器117、SCR前温度传感器118、MOC温度传感器120反馈的温度数值对排气加热装置121启动关闭状态以及加热强度进行控制;安装在排气氧传感器123之后,为电子控制单元111对天然气喷射模块105的闭环控制提供氧含量信息;根据后处理装置的起燃温度和高效工作窗口,排气加热装置121对发动机的排温进行直接加热,使排气温度可以更好的满足发动机后处理装置的要求。

[0029] 所述冷热EGR联合供给装置126的功能为根据发动机的运行状态和排气温度向进气系统供给热EGR或冷EGR,使发动机可以灵活的控制冷热EGR的比例,获得所需的排温条件并降低NO_x排放,安装在稀燃天然气发动机112的排气旁通管道上;所述EGR冷却器203安装在冷EGR输运管道上,用于EGR的冷却;所述电控冷EGR截止阀204安装在冷EGR输运管道上,根据发动机的运转工况、排温需求、排放数值以及热效率,控制冷EGR输运管道的通断;电控热EGR截止阀205安装在热EGR输运管道上,根据发动机的运转工况、排温需求、排放数值以及热效率,控制热EGR输运管道的通断;电控EGR率控制阀206安装在EGR输运管道上,位于EGR/进气混合器202的EGR入口处,根据发动机的运转工况、排温需求、排放数值以及热效率,控制冷EGR或者热EGR的比例。

[0030] 所述电子控制单元111分别与天然气喷射模块105、节气门106、尿素喷射器113、ASC后排气NO_x传感器116、ASC后温度传感器117、SCR前温度传感器118、MOC温度传感器120、MOC前排气温度传感器122、排气氧传感器123和发动机原排NO_x传感器124;电子控制单元111通过火花塞点火模块110与火花塞109连接。

[0031] 稀燃天然气发动机112在不同工况下运转时,天然气从压缩天然气瓶101流出后经天然气截止阀102再经过天然气调压阀103调压后,达到合适的天然气供给压力。调压后的天然气经天然气流量计104测量流量并由天然气喷射模块105控制天然气喷射的时刻和脉宽后,由天然气输运管道供给到天然气/空气混合器201。空气从进气管经涡轮增压器125增

压和进气中冷器127冷却后,由进气管道输送到天然气/空气混合器201。EGR通过稀燃天然气发动机112的排气旁通管道输送到冷热EGR联合供给装置126,经过冷热EGR调配和比例控制后供给到EGR/进气混合器202。天然气在天然气/空气混合器201中与空气形成均匀混合气体后在EGR/进气混合器202中与EGR进行进一步的混合,经过节气门106对流量进行控制、进气加热装置107对进气温度进行调节后供给稀燃天然气发动机112。供给入天然气发动机112中的混合气(在无EGR时为天然气/空气混合气,在有EGR供给时为天然气/空气/EGR混合气)被由火花塞点火模块110控制的火花塞109点燃后,再排气冲程排出发动机气缸,排出气缸的废气一部分经过涡轮增压器125的涡轮部分进入发动机后处理装置,另一部分通过EGR输运管道(即稀燃天然气发动机112的排气旁通管道)由冷热EGR联合供给装置126通入EGR/进气混合器202。冷热EGR联合供给装置126在同一时间仅能供应一种EGR,即冷、热EGR不能同时供应。

[0032] 废气通过EGR输运管道由冷热EGR联合供给装置126通入EGR/进气混合器202的具体工作流程是:当电控冷EGR截止阀204处于打开状态时,电控热EGR截止阀205处于关闭状态,再循环的废气通过EGR冷却器203冷却后由电控EGR率控制阀206进行流量调节后再通入EGR/进气混合器202。当电控热EGR截止阀205处于打开状态时,电控冷EGR截止阀204处于关闭状态,再循环的废气不再通过EGR冷却器203,而是通过旁通管道流向电控EGR率控制阀206进行流量调节。根据以上描述,通过电控冷EGR截止阀204和电控热EGR截止阀205的通断以及电控EGR率控制阀206的开度调节,此装置可以实现冷EGR或者热EGR的供给和比例调节。

[0033] 发动机后处理装置包括尿素喷射器113、SCR114、ASC115、ASC后排气NO_x传感器116、ASC后温度传感器117、SCR前温度传感器118、MOC119、MOC温度传感器120、MOC前排气温度传感器122、排气氧传感器123和发动机原排NO_x传感器124;所述MOC119、SCR114和ASC115安装在稀燃天然气发动机112的排气管道上;MOC119的催化器体上安装有MOC温度传感器120,用于检测MOC119催化过程中内部的温度;MOC119前安装有MOC前排气温度传感器122,用于检测此位置排温是否满足MOC119高效转化需求;MOC前排气温度传感器122前依次安装有排气氧传感器123和发动机原排NO_x传感器124,排气氧传感器123主要用于发动机对过量空气系数的反馈控制,发动机原排NO_x传感器124主要用于为尿素喷射器113喷射的脉宽和喷射量控制提供信号;ASC115后安装有ASC后排气NO_x传感器116和ASC后温度传感器117,用于检测最终排出的NO_x和温度是否满足要求;MOC119主要功能为对甲烷、未燃碳氢、一氧化碳等未燃或者部分燃烧污染物的氧化处理;尿素喷射器113主要功能为提供还原NO_x所需的尿素水溶液,此喷射器的喷射脉宽和喷射时刻等参数均由电子控制单元111根据前期标定MAP图、发动机原排NO_x传感器124和ASC后排气NO_x传感器116的反馈信息控制;SCR114主要功能为对NO_x排放进行催化还原;ASC115捕集蒸发后未反应的氨气,防止造成的附加氨排放。

[0034] 所述电子控制单元111是ECU(Electronic Control Unit)。

[0035] 电控冷EGR截止阀204主要在高负荷下打开,当电控冷EGR截止阀处于打开状态时,可以在保证高负荷工况下的功率输出的前提下降低高负荷时的NO_x排放并防止高负荷下排温超限造成的后处理装置热损伤。

[0036] 电控热EGR截止阀205主要在低负荷打开,当电控热EGR截止阀处于打开状态时,不

仅可以起到降低NO_x排放的作用,还能改善低负荷下排气温度低的问题,使其达到MOC的高转化率温度。同时,应用热EGR来提高排温可以降低电能的消耗,实现能源的循环利用。

[0037] 所述进气加热装置107主要在发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置启动阈值的状态和冷启动状态时打开。在冷启动和发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置启动阈值下,热EGR会影响点火的稳定性,此时打开进气加热装置,除了可以解决冷启动和发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置启动阈值时点火质量差以及火焰传播速度较慢的问题,还可以间接提高排温、降低未燃和部分燃烧污染物排放并提高后处理装置的转化效率。

[0038] 在部分负荷时,若启动进气加热装置和进行热EGR供给后,排温仍然无法满足后处理装置的高转化率温度需求,排气加热装置121可作为提高排温的补充措施。

[0039] 本发明还提供了一种基于冷热EGR联合供给的后处理装置热管理方法(简称方法),其特征在于该方法包括以下步骤:

[0040] 步骤1,稀燃天然气发动机112开始启动时,电子控制单元111启动进气加热装置107和排气加热装置121并将加热强度调节到最大;在启动过程中根据进气温度的监控数值,对进气加热装置107的加热强度进行调节,防止进气温度过高造成的功率损失;同时,根据MOC前排气温度传感器122、SCR前温度传感器118、ASC后温度传感器117反馈的温度数值对排气加热装置121进行调节;

[0041] 步骤2,当转速、负荷达到所需数值,稀燃天然气发动机112启动过程完成,启动完成后关闭进气加热装置107和排气加热装置121;

[0042] 步骤3,电子控制单元111根据发动机的运行工况判断发动机负荷是否高于冷热EGR联合供给装置126的启动阈值;启动阈值根据前期标定MAP图确定;在标定MAP图过程中要关注MOC前排气温度传感器122、SCR前温度传感器118、ASC后温度传感器117反馈的温度数值,尽量保证MOC、SCR、ASC都能在高效转化的温度窗口内运行;若发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置126的启动阈值则进行步骤5;若在发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置126的启动阈值下添加EGR,稀燃天然气发动机112的点火质量差,运转稳定性降低;

[0043] 步骤4,若发动机负荷高于冷热EGR联合供给装置126的启动阈值,电子控制单元111根据前期标定MAP图打开电控热EGR截止阀205或者电控冷EGR截止阀204,并调整电控EGR率控制阀206到适当的开度;在高负荷下(高于启动阈值,高负荷情况是根据前期标定MAP图和在实际运行过程中根据后处理装置中测得的温度和NO_x排放数值进行反馈调节确定的),排气温度足够高,但NO_x排放较高且需要较高的热效率和功率输出,此时关闭电控热EGR截止阀205,打开电控冷EGR截止阀204,并调整电控EGR率控制阀206到适当的开度,冷EGR比例的标定原则为在保证热效率、排温和运转稳定性的前提下降低NO_x排放(根据前期标定MAP图确定);在低负荷下(高于启动阈值,低负荷情况是根据前期标定MAP图和在实际运行过程中根据后处理装置中测得的温度和NO_x排放数值进行反馈调节确定的),排气温度不够高,此时关闭电控冷EGR截止阀204,打开电控热EGR截止阀205,并调整电控EGR率控制阀206到适当的开度,使用热EGR提高排气温度,继而起到提高后处理装置转化效率的作用,热EGR比例的标定原则为在尽量保证热效率的前提下使排气温度在高效率运行窗口内(根据前期标定MAP图确定);在使用热EGR的过程中要随时对MOC温度传感器120的数值进行监控,若温度超限,及时降低热EGR率或者切断热EGR供给,防止MOC119内部温度过高造成MOC119的催化器热损伤;

[0044] 步骤5,电子控制单元111根据前期标定MAP图对进气加热装置107和排气加热装置121的启动关闭以及加热的强度进行控制;进气加热装置107由于耗能和降低进气充量的问题,在环境温度正常且发动机不处于冷启动状态或发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置126启动阈值的状态时处于关闭状态,在发动机处于冷启动状态或发动机负荷低于冷热EGR联合供给装置126启动阈值的状态时处于打开状态;在部分负荷下,如果热EGR可以满足对排温提升的要求,从节能角度考虑,则无需打开排气加热装置121,如果打开电控热EGR截止阀205排温依然无法满足要求,则根据需要打开排气加热装置121并根据后处理系统的温度反馈调节控制其加热强度;在使用排气加热装置121的过程中要随时对MOC温度传感器120的数值进行监控,若温度超限,及时切断排气加热装置121,防止MOC119内部温度过高造成MOC119的催化器热损伤;

[0045] 步骤6,发动机工况变化时,重复步骤3、4和5的操作,在保证发动机热效率的前提下,使排温满足要求,后处理装置高效率工作。

[0046] 需要说明的是,本发明不仅限于稀薄燃烧火花点火天然气发动机,还可应用于微量柴油引燃稀燃天然气发动机,当应用于微量柴油引燃稀燃天然气发动机时,还需要在MOC119后安装微粒捕集器进行颗粒物的处理。然而,本发明并不限于此,而是可以适用于现有的或者将来出现的其他火花点火气体燃料发动机和液体燃料引燃气体燃料发动机。

[0047] 本发明未述及之处适用于现有技术。

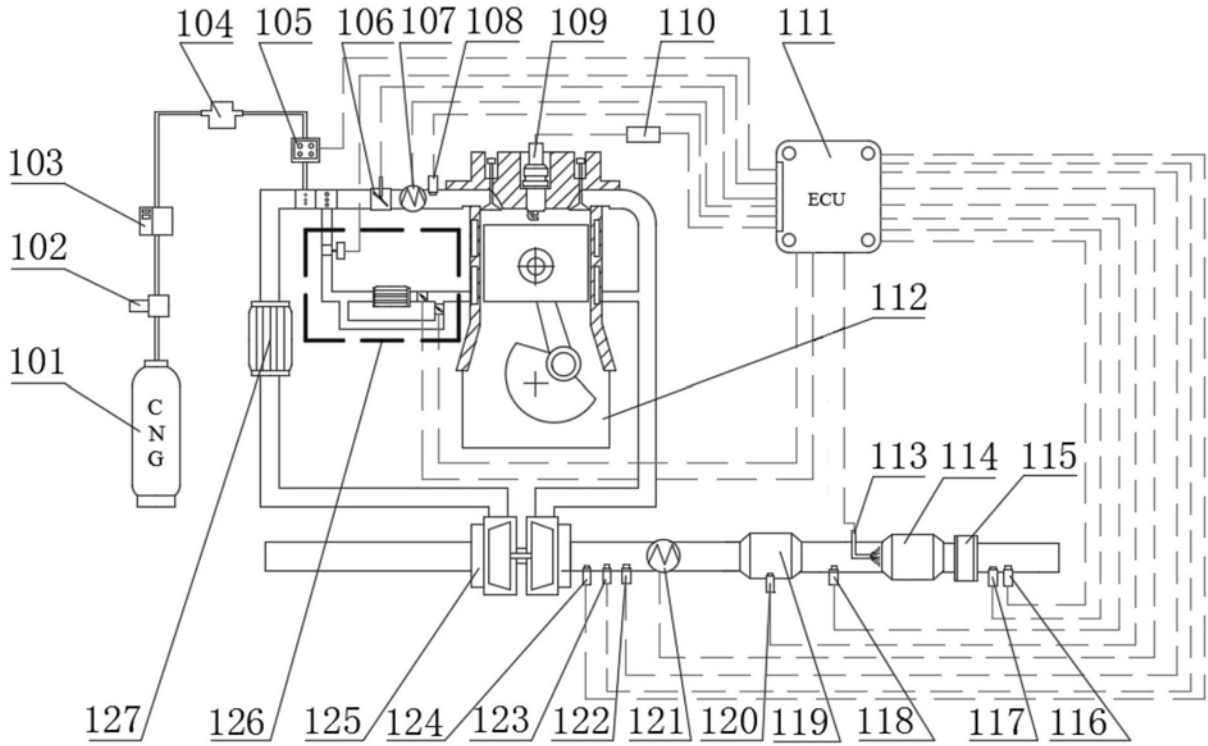


图1

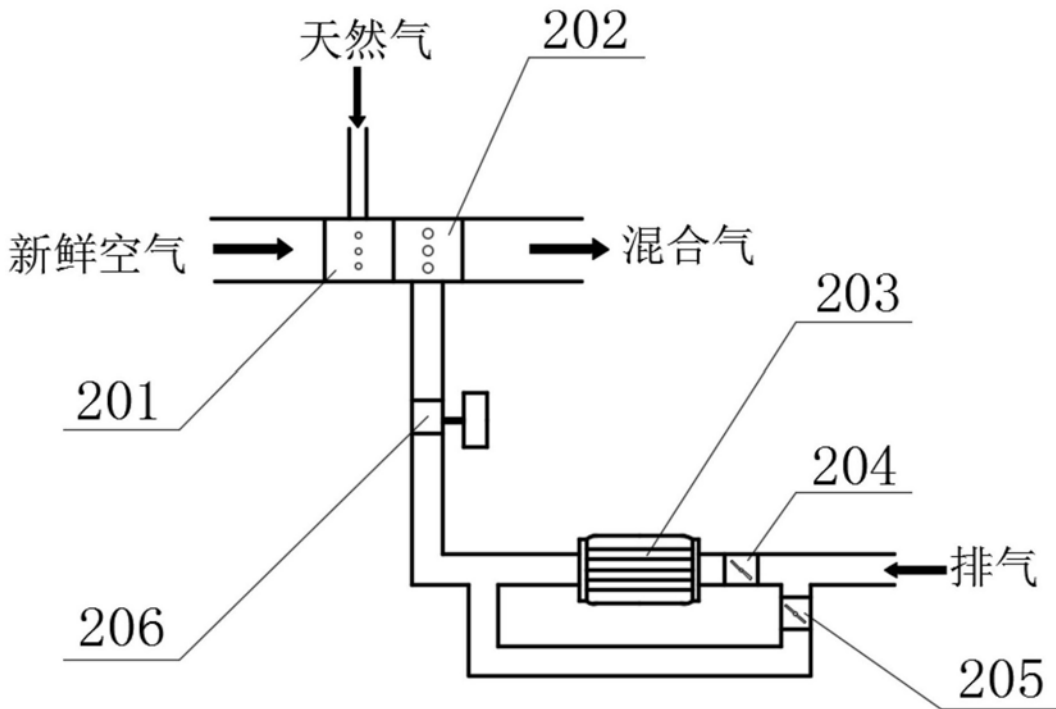


图2