



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108716433 B

(45)授权公告日 2020.09.11

(21)申请号 201810182660.4

F01N 11/00(2006.01)

(22)申请日 2018.03.06

F01N 3/20(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 石科峰

申请公布号 CN 108716433 A

(43)申请公布日 2018.10.30

(73)专利权人 广西玉柴机器股份有限公司

地址 537005 广西壮族自治区玉林市天桥西路88号

(72)发明人 刘汉辉 王辉 李明星 陆寿域 曹磊

(74)专利代理机构 北京中誉威圣知识产权代理有限公司 11279

代理人 席勇 张鹏

(51)Int.Cl.

F02B 29/04(2006.01)

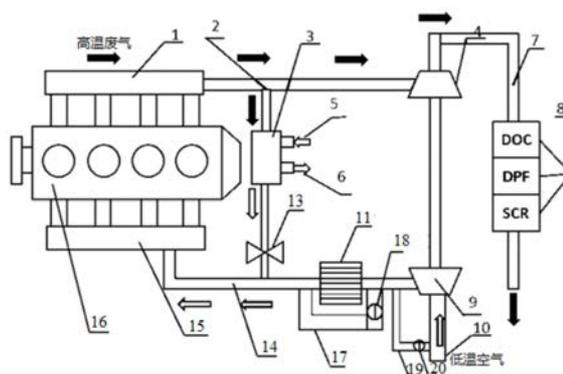
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

发动机热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种发动机热管理系统,其包括:发动机进气管、发动机进气总管、中冷器和增压器压气机,发动机热管理系统还包括:控制进气温度旁通管路,其两端分别连接中冷器入口和中冷器出口,且与中冷器并联,控制进气温度旁通管路上设置有第一旁通比例阀,通过调节第一旁通比例阀的位置比例实现不同流量的中冷前进气流量旁通;控制进气量旁通管路,其两端分别连接压气机入口和压气机出口,且与增压器压气机并联,控制进气量旁通管路上设置有第二旁通比例阀,通过调节第二旁通比例阀的开度实现不同工况的进气流量需求;以及温度传感器,其设置于发动机进气总管的管路上,用于测量进入发动机进气总管的进气温度,ECU能够采集进气温度的测量值。



1. 一种发动机热管理系统的控制方法,其特征在于,所述控制方法包括如下步骤:

(1) 定义发动机处于怠速工况、倒拖工况、冷启动工况和除上述工况外的其他工况;

(2) 首先判断发动机是否处于工作状态,如果处于工作状态,则第一旁通比例阀和第二旁通比例阀控制功能使能,否则不使能;当发动机处于工作状态时,则判断发动机处于所述怠速工况、倒拖工况、冷启动工况或除上述工况外的其他工况中的哪种工况;

(3) 根据发动机所处的所述怠速工况、倒拖工况或冷启动工况,确定第一旁通比例阀和第二旁通比例阀的动作控制策略,或者根据发动机所处的除上述工况外的其他工况,确定基于边界条件的一级开环控制策略以及基于 ΔT 的二级闭环控制策略,其中, ΔT 根据公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 计算得到,其中, T_b 为SCR催化器平均床温, T_t 为目标SCR催化器床温;以及

(4) 根据步骤(3)中所述的动作控制策略、一级开环控制策略或二级闭环控制策略来对所述第一旁通比例阀的位置和所述第二旁通比例阀的开度进行调节,以实现发动机热管理系统的温度控制;

其中,所述发动机热管理系统包括:发动机进气管、发动机排气管、发动机缸体、发动机进气总管、中冷器、增压器压气机及后处理系统,所述发动机热管理系统还包括:控制进气温度旁通管路,其两端分别连接中冷器入口和中冷器出口,且与所述中冷器并联,所述控制进气温度旁通管路上设置有第一旁通比例阀,通过调整所述第一旁通比例阀的位置比例,能够实现不同流量的中冷前进气流量旁通;控制进气量旁通管路,其两端分别连接压气机入口和压气机出口,且与所述增压器压气机并联,所述控制进气量旁通管路上设置有第二旁通比例阀,通过调整所述第二旁通比例阀的开度,以实现不同工况的进气流量需求;以及温度传感器,其设置于所述发动机进气总管的管路上,用于测量进入所述发动机进气总管的进气温度,ECU能够采集所述进气温度的测量值;

并且其中,所述一级开环控制策略主要以进气总管的进气温度以及空燃比为边界条件;所述二级闭环控制策略是通过对SCR催化器平均床温与目标SCR催化器床温进行比较、对实际空燃比与目标空燃比进行比较,以及对进气总管的进气温度的测量值与最高进气温度限值进行比较,而实现对发动机热管理系统的排气温度的控制。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,当发动机处于所述怠速工况或者所述倒拖工况时,控制策略具体为:调节所述第一旁通比例阀处于全开位置,中冷前的气体仅有部分流经所述中冷器,另一部分气体直接流向所述发动机进气总管,以提高排气温度;调节所述第二旁通比例阀全开,发动机旁通部分进气,以减小低温气体对SCR催化器的冷却。

3. 根据权利要求2所述的控制方法,其特征在于,当发动机处于除上述工况外的其他工况时,基于边界条件的一级开环控制策略以及基于 ΔT 的二级闭环控制策略具体为:

(1) 当 $\Delta T < 0$,且 $\Delta \lambda > 0$ 且进气温度的测量值 $<$ 最高进气温度限值时,此时调节所述第一旁通比例阀接近全开,从而压气机出口的气体直接流向发动机进气总管,以提高进气温度;同时,所述第二旁通比例阀部分开启或全开,以减小中冷后进气流量,提高排气温度;

(2) 当 $\Delta T < 0$,但 $\Delta \lambda < 0$ 或所述进气温度的测量值 $>$ 最高进气温度限值时,此时调节所述第一旁通比例阀处于部分关闭或全部关闭位置,以使得压气机出口的气体经过中冷器冷却;同时,调节所述第二旁通比例阀全部或部分关闭,以保证充足的进气量;

(3) 当 $\Delta T \geq 0$,此时调节所述第一旁通比例阀和所述第二旁通比例阀均全部关闭,以维持常规进气模式;

其中, ΔT 根据公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 计算得到,其中, T_b 为SCR催化剂平均床温, T_t 为目标SCR催化剂床温; $\Delta \lambda$ 根据公式 $\Delta \lambda = \lambda_r - \lambda_t$ 计算得到,其中, λ_r 为实际空燃比, λ_t 为目标空燃比。

4. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,当发动机处于冷启动工况时,控制策略具体为:调节所述第一旁通比例阀处于全开位置,同时调节所述第二旁通比例 阀全部关闭,以增加进气温度。

5. 根据权利要求4所述的控制方法,其特征在于,所述最高进气温度限值为 50°C 。

发动机热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发动机热管理技术领域,特别涉及一种发动机热管理系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着环保的要求越来越高,排放法规的日益严格,保证NO_x比排放达到限值要求是尾气排放要求最难的一部分。WHTC循环新型柴油机NO_x比排放相对传统柴油机降低了近80%,如果考虑工程余量,NO_x比排放将会降低至0.35g/kwh甚至更低,这一方面对SCR催化器的效率提出了更高的要求。另一方面,发动机的排气温度不能过低,过低的尾气温度将影响尿素的水解和SCR反应的速率,从而造成尿素燃油消耗比高、尿素结晶及排放超标的风险。

[0003] 然而,主机厂为了提高产品的竞争力,油耗是主要的竞争力之一,在达到排放限制的同时,油耗最优或者油耗和尿素耗综合最优,是保证产品的竞争力主要手段之一。目前常用的手段就是减小发动机的喷油正时和轨压,或者通过额外的喷油来提升排温,这些手段虽然能够降低NO_x排放或者一定程度上能提升排温,但都是基于牺牲油耗的手段来达到目标的,且提升温度能力很有限。研究表明WHTC循环温度低,主要是因为小负荷或者倒拖工况温度低,可以通过小负荷发动机的热管理来提升发动机排温,控制中冷后进气温度是一个比较有效的方法,同时控制中冷前气体经过中冷器的气体流量能有效提升中冷后进气温度,而减小进气流量可以从燃烧角度进一步提高排温,对SCR床温起到“开源”作用。

[0004] 然而,如图1所示,现有的发动机热管理系统主要存在以下的缺点:

[0005] 1.对于追求油耗好的发动机,排温普遍偏低,且对于最小功率段,通常提升排温的手段只能有限的提升排温,对SCR催化器转化效率提升没有显著贡献,但是对油耗的牺牲比较大,不能实现油耗和尿素消耗最低的原则。

[0006] 2.不能充分的利用热量,如压气机出口温度,大部分的热量被中冷器吸收。如EGR废气热量,大部分被EGR冷却器吸收等。

[0007] 3.使用节气门虽然也可以起到很好的节流作用,但是负压大,串机油导致排放物PM大等问题。

[0008] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种发动机热管理系统,从而克服现有技术的不能充分的利用热量、使用节气门负压大的缺点。

[0010] 为实现上述目的,本发明提供了一种发动机热管理系统,其包括:发动机进气管、发动机排气管、发动机缸体、发动机进气总管、中冷器、增压器压气机及后处理系统,发动机热管理系统还包括:控制进气温度旁通管路,其两端分别连接中冷器入口和中冷器出口,且

与中冷器并联,控制进气温度旁通管路上设置有第一旁通比例阀,通过调节第一旁通比例阀的位置比例,能够实现不同流量的中冷前进气流量旁通;控制进气量旁通管路,其两端分别连接压气机入口和压气机出口,且与增压器压气机并联,控制进气量旁通管路上设置有第二旁通比例阀,通过调节第二旁通比例阀的开度,以实现不同工况的进气流量需求;以及温度传感器,其设置于发动机进气总管的管路上,用于测量进入发动机进气总管的进气温度,ECU能够采集进气温度的测量值。

[0011] 在一优选的实施方式中,后处理系统包括:SCR催化器,ECU能够将采集到的进气温度的测量值和最高进气温度限值进行比较,对SCR催化器平均床温与目标SCR催化器床温进行比较,并对实际空燃比与目标空燃比进行比较,根据比较结果及相应的控制策略来驱动第一旁通比例阀和第二旁通比例阀进行调节。

[0012] 在一优选的实施方式中,后处理系统还包括NO_x传感器,目标SCR催化器床温取决于SCR催化器的目标效率,目标效率是通过计算得到的;目标效率 = (NO_x传感器的实测值 - 满足工程裕度的NO_x目标值) / NO_x传感器的实测值。

[0013] 本发明还提供了一种发动机热管理系统的控制方法,该控制方法包括如下步骤:(1)定义发动机处于怠速工况、倒拖工况、冷启动工况和其他工况;(2)首先判断发动机是否处于工作状态,如果处于工作状态,则第一旁通比例阀和第二旁通比例阀控制功能使能,否则不使能;当发动机处于工作状态时,则判断发动机处于怠速工况、倒拖工况、冷启动工况或其他工况中的哪种工况;(3)根据发动机所处的怠速工况、倒拖工况或冷启动工况,确定第一旁通比例阀和第二旁通比例阀的动作控制策略,或者根据发动机所处的其他工况,确定基于边界条件的一级开环控制策略以及基于 ΔT 的二级闭环控制策略,其中, ΔT 根据公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 计算得到,其中, T_b 为SCR催化器平均床温, T_t 为目标SCR催化器床温;以及(4)根据步骤(3)中的动作控制策略、一级开环控制策略或二级闭环控制策略来对第一旁通比例阀的位置和第二旁通比例阀的开度进行调节,以实现发动机热管理系统的温度控制。

[0014] 在一优选的实施方式中,一级开环控制策略主要以进气总管的进气温度以及空燃比为边界条件;二级闭环控制策略是通过对比SCR催化器平均床温与目标SCR催化器床温进行比较、对比实际空燃比与目标空燃比进行比较,以及对进气总管的进气温度的测量值与最高进气温度限值进行比较,而实现对发动机热管理系统的排气温度的控制。

[0015] 在一优选的实施方式中,发动机热管理系统包括:发动机进气管、发动机排气管、发动机缸体、发动机进气总管、中冷器、增压器压气机及后处理系统,发动机热管理系统还包括:控制进气温度旁通管路,其两端分别连接中冷器入口和中冷器出口,且与中冷器并联,控制进气温度旁通管路上设置有第一旁通比例阀,通过调整第一旁通比例阀的位置比例,能够实现不同流量的中冷前进气流量旁通;控制进气量旁通管路,其两端分别连接压气机入口和压气机出口,且与增压器压气机并联,控制进气量旁通管路上设置有第二旁通比例阀,通过调整第二旁通比例阀的开度,以实现不同工况的进气流量需求;以及温度传感器,其设置于发动机进气总管的管路上,用于测量进入发动机进气总管的进气温度,ECU能够采集进气温度的测量值。

[0016] 在一优选的实施方式中,当发动机处于怠速工况或者倒拖工况时,控制策略具体为:调节第一旁通比例阀处于全开位置,此时设置流经中冷器的管径小于控制进气温度旁通管路的管径,中冷前的气体仅有部分流经中冷器,另一部分气体直接流向发动机进气总

管,以提高排气温度;调节第二旁通比例阀全开,发动机旁通部分进气,以减小低温气体对SCR催化器的冷却。

[0017] 在一优选的实施方式中,当发动机处于其他工况时,控制策略具体为:(1)当 $\Delta T < 0$,且 $\Delta \lambda > 0$ 且进气温度的测量值 $<$ 最高进气温度限值时,此时调节第一旁通比例阀接近全开,从而压气机出口的气体直接流向发动机进气总管,以提高进气温度;同时,第二旁通比例阀部分开启或全开,以减小中冷后进气流量,提高排气温度;(2)当 $\Delta T < 0$,但 $\Delta \lambda < 0$ 或进气温度的测量值 $>$ 最高进气温度限值时,此时调节第一旁通比例阀处于部分关闭或全部关闭位置,以使得压气机出口的气体经过中冷器冷却;同时,调节第二旁通比例阀全部或部分关闭,以保证充足的进气量;(3)当 $\Delta T \geq 0$,此时调节第一旁通比例阀和第二旁通比例阀均全部关闭,以维持常规进气模式;其中, ΔT 根据公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 计算得到,其中, T_b 为SCR催化器平均床温, T_t 为目标SCR催化器床温; $\Delta \lambda$ 根据公式 $\Delta \lambda = \lambda_r - \lambda_t$ 计算得到,其中, λ_r 为实际空燃比, λ_t 为目标空燃比。

[0018] 在一优选的实施方式中,当发动机处于冷启动工况时,控制策略具体为:调节第一旁通比例阀处于全开位置,同时调节第二旁通比例阀全部关闭,以增加进气温度。

[0019] 在一优选的实施方式中,最高进气温度限值为 50°C 。

[0020] 与现有技术相比,根据本发明的发动机热管理系统具有如下有益效果:

[0021] (1)可以提高部分负荷的进气温度,在一定程度上减小空燃比,减小进气流量,降低 NO_x 比排放,降低部分负荷的油耗,同时由于取消了节气门,增加了控制进气温度旁通管路、控制进气量旁通管路、第一旁通比例阀和第二旁通比例阀,可以在减小进气量的同时又不会引起进气负压。

[0022] (2)可以很大程度上提升SCR催化器床温平均温度,特别是对于要认证WHTC类的车辆,催化器床温是SCR催化器高效反应的重要因素,本发明的发动机热管理系统的提升排温的手段不以牺牲油耗为前提,即保证更容易通过排放的同时,油耗更优。

[0023] (3)在提高SCR催化器温度和SCR催化器效率的同时,还可以减小尿素喷射量,减小氨泄漏,降低尿素结晶的风险;还可以适当增大发动机的 NO_x 原排值,提高了发动机的燃油经济性。

附图说明

[0024] 图1是现有技术的发动机热管理系统的结构示意图;

[0025] 图2是根据本发明的发动机热管理系统的结构示意图;及

[0026] 图3是根据本发明的发动机热管理系统的控制方法的控制策略流程图。

[0027] 主要附图标记说明:

[0028] 1-发动机排气管,2-废气引入管,3-EGR冷却器,4-增压器涡轮机,5-EGR冷却器进水,6-EGR冷却器出水,7-涡后排气管,8-后处理系统,9-增压器压气机,10-增压器进气管路,11-中冷器,12-节气门,13-EGR阀,14-发动机进气管,15-发动机进气总管,16-发动机气缸体,17-控制进气温度旁通管路,18-第一旁通比例阀,19-控制进气量旁通管路,20-第二旁通比例阀。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式进行详细描述,但应当理解本发明的保护范围并不受具体实施方式的限制。

[0030] 除非另有其它明确表示,否则在整个说明书和权利要求书中,术语“包括”或其变换如“包含”或“包括有”等等将被理解为包括所陈述的元件或组成部分,而并未排除其它元件或其它组成部分。

[0031] 如图2所示,根据本发明优选实施方式的发动机热管理系统,其包括:发动机排气管1、EGR冷却器3、增压器涡轮机4、后处理系统8、增压器压气机9、增压器进气管路10、中冷器11、发动机进气管14、发动机进气总管15以及发动机缸体16。发动机热管理系统还包括:控制进气温度旁通管路17、控制进气温度旁通管路19以及温度传感器。控制进气温度旁通管路17的两端分别连接中冷器入口和中冷器出口,且与中冷器11并联,控制进气温度旁通管路17上设置有第一旁通比例阀18,通过调节第一旁通比例阀18的位置比例,能够实现不同流量的中冷前进气流量旁通。控制进气量旁通管路19的两端分别连接压气机入口和压气机出口,且与增压器压气机9并联,控制进气量旁通管路上19设置有第二旁通比例阀20,通过调节第二旁通比例阀20的开度,以实现不同工况的进气流量需求。温度传感器设置于发动机进气总管15的管路上,用于测量进入发动机进气总管15的进气温度,ECU能够采集进气温度的测量值 T_2 。

[0032] 应当说明的是,本发明利用公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 、 $\Delta \lambda = \lambda_r - \lambda_t$ 定义了 ΔT 和 $\Delta \lambda$,其中, T_b 为SCR催化剂平均床温, T_t 为目标SCR催化剂床温; λ_r 为实际空燃比, λ_t 为目标空燃比。应当注意的是本发明公开内容所述的空燃比是根据速度密度法计算得到的,由于进气温度提高,进气密度降低,进而会降低进气量,所以必须考虑进气量的减小不会导致发动机的烟度变大,部分负荷适当减小进气量和提升进气温度有利于油耗。本发明定义了发动机负荷率,在50%以下的负荷,即为部分负荷。

[0033] 上述方案中,后处理系统8包括SCR催化剂,ECU能够将采集到的进气温度的测量值 T_2 和最高进气温度限值进行比较,对SCR催化剂平均床温 T_b 与目标SCR催化剂床温 T_t 进行比较,并对实际空燃比 λ_r 与目标空燃比 λ_t 进行比较,根据比较结果及相应的控制策略来驱动第一旁通比例阀18和第二旁通比例阀20进行调节。后处理系统8还包括NO_x传感器,目标SCR催化剂床温取决于SCR催化剂的目标效率,目标效率是通过计算得到的,且目标效率小于某温度和空速下SCR催化剂极限效率;目标效率 = (NO_x传感器的实测值 - 满足工程裕度的NO_x目标值) / NO_x传感器的实测值。

[0034] 本发明的发动机热管理系统的控制方法,包括如下步骤:(1)定义发动机处于怠速工况、倒拖工况、冷启动工况和其他工况;(2)首先判断发动机是否处于工作状态,如果处于工作状态,则第一旁通比例阀和第二旁通比例阀控制功能使能,否则不使能;当发动机处于工作状态时,则判断发动机处于怠速工况、倒拖工况、冷启动工况或其他工况中的哪种工况;(3)根据发动机所处的怠速工况、倒拖工况或冷启动工况,确定第一旁通比例阀18和第二旁通比例阀20的动作控制策略,或者根据发动机所处的其他工况,确定基于边界条件的一级开环控制策略以及基于 ΔT 的二级闭环控制策略,其中, ΔT 根据上述公式 $\Delta T = T_b - T_t$ 计算得到;以及(4)根据步骤(3)中的动作控制策略、一级开环控制策略或二级闭环控制策略来对第一旁通比例阀18的位置和第二旁通比例阀20的开度进行调节,以实现发动机热管

理系统的温度控制。

[0035] 上述方案中,一级开环控制策略主要以进气总管的进气温度以及空燃比为边界条件;二级闭环控制策略是通过对比SCR催化器平均床温与目标SCR催化器床温进行比较、对实际空燃比与目标空燃比进行比较,以及对进气总管的进气温度的测量值 T_2 与最高进气温度限值 T_{max} 进行比较,而实现对发动机热管理系统的排气温度的控制。

[0036] 发动机在各种工况下的发动机热管理系统的控制策略的流程如下:

[0037] 当发动机处于怠速工况或者倒拖工况时,控制策略具体为:调节第一旁通比例阀18处于全开位置,此时设置流经中冷器11的管径小于控制进气温度旁通管路17的管径,中冷前的气体仅有部分流经中冷器11,大部分气体直接流向发动机进气总管15,以提高排气温度;调节第二旁通比例阀20全开,发动机旁通部分进气,以减小低温气体对SCR催化器的冷却。

[0038] 当发动机处于其他工况时,控制策略具体为:(1)当 $\Delta T < 0$,且 $\Delta \lambda > 0$ 且进气温度的测量值 $T_2 < T_{max}$ 时,说明此时SCR催化器床温平均温度低于目标温度,且此时的实际空燃比 λ_r 高于目标空燃比 λ_t ,不会因为进气量的降低导致烟度大、油耗差等问题,此时调节第一旁通比例阀18接近全开,尽可能多的让压气机出口的气体直接流向发动机进气总管15,以提高进气温度;同时,第二旁通比例阀20部分开启或全开,以减小中冷后进气流量,一部分气体又流回进气口,以提高排气温度。(2)当 $\Delta T < 0$,但 $\Delta \lambda < 0$ 或进气温度的测量值 $T_2 > T_{max}$ 时,尽管此时的SCR催化器床温平均温度低于目标值,进气温度的测量值 T_2 高于最高进气温度限值 T_{max} ,将不利于进气,整个燃烧也会因进气温度过高而变差;另一方面,如果实际空燃比 λ_r 低于目标空燃比 λ_t ,会导致烟度大,油耗差甚至动力性不足等问题。因此必须调节第一旁通比例阀18处于部分关闭或全部关闭位置,以使得压气机出口的气体经过中冷器11冷却;同时,调节第二旁通比例阀20全部或部分关闭,以保证充足的进气量。(3)当 $\Delta T \geq 0$,此时调节第一旁通比例阀18和第二旁通比例阀20均全部关闭,以维持常规进气模式。最高进气温度限值 $T_{max} \leq 50^\circ\text{C}$ 。如图3所示,本发明的一优选的实施方式中,最高进气温度限值 T_{max} 为 50°C 。

[0039] 当发动机处于冷启动工况时,控制策略具体为:调节第一旁通比例阀18处于全开位置,同时调节第二旁通比例阀20全部关闭,以增加进气温度。

[0040] 综上所述,本发明的发动机热管理系统具有如下有益效果:(1)可以提高部分负荷的进气温度,在一定程度上减小空燃比,减小进气流量,降低 NO_x 比排放,降低部分负荷的油耗,同时由于取消了节气门,增加了控制进气温度旁通管路、控制进气量旁通管路、第一旁通比例阀和第二旁通比例阀,可以在减小进气量的同时又不会引起进气负压。(2)可以很大程度上提升SCR催化器床温平均温度,特别是对于要认证WHTC类的车辆,催化器床温是SCR催化器高效反应的重要因素,本发明的发动机热管理系统的提升排温的手段不以牺牲油耗为前提,即保证更容易通过排放的同时,油耗更优。(3)在提高SCR催化器温度和SCR催化器效率的同时,还可以减小尿素喷射量,减小氨泄漏,降低尿素结晶的风险;还可以适当增大发动机的 NO_x 原排值,提高了发动机的燃油经济性。

[0041] 前述对本发明的具体示例性实施方案的描述是为了说明和例证的目的。这些描述并非想将本发明限定为所公开的精确形式,并且很显然,根据上述教导,可以进行很多改变和变化。对示例性实施例进行选择 and 描述的目的在于解释本发明的特定原理及其实际应

用,从而使得本领域的技术人员能够实现并利用本发明的各种不同的示例性实施方案以及各种不同的选择和改变。本发明的范围意在由权利要求书及其等同形式所限定。

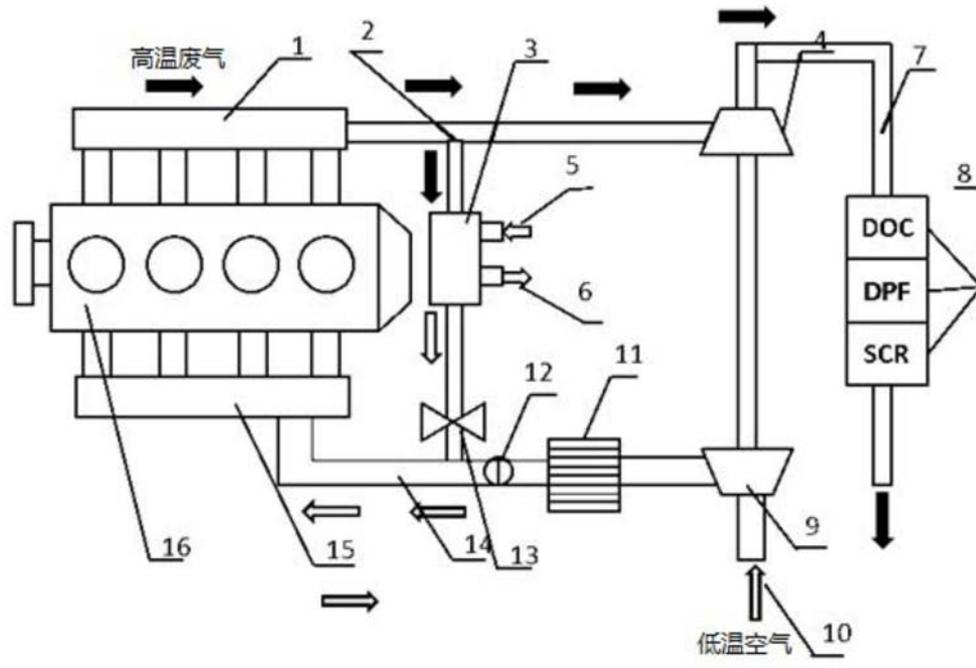


图1

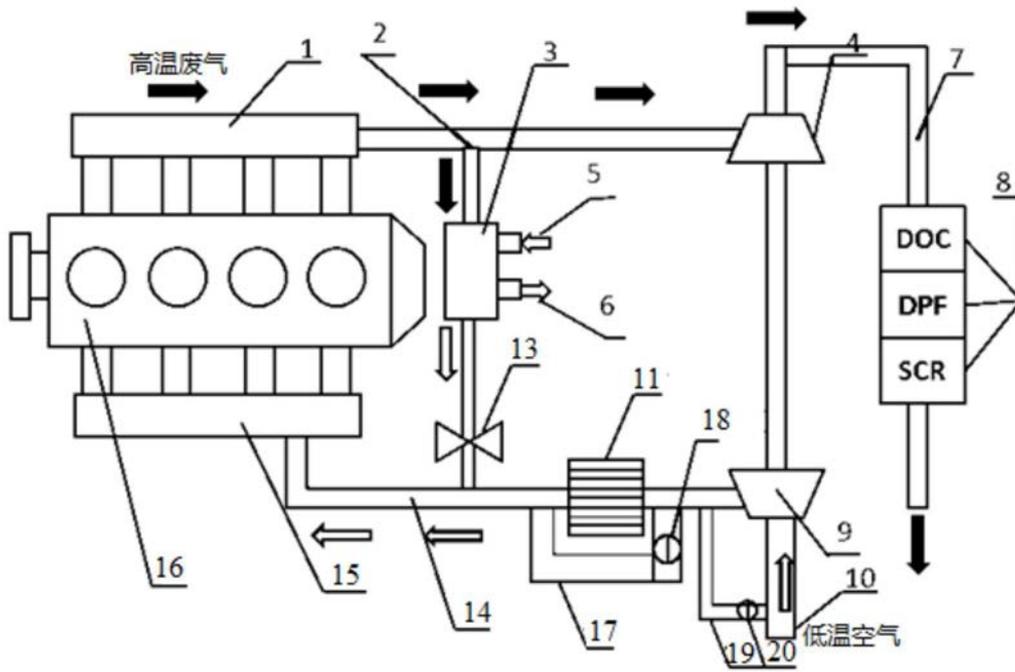


图2

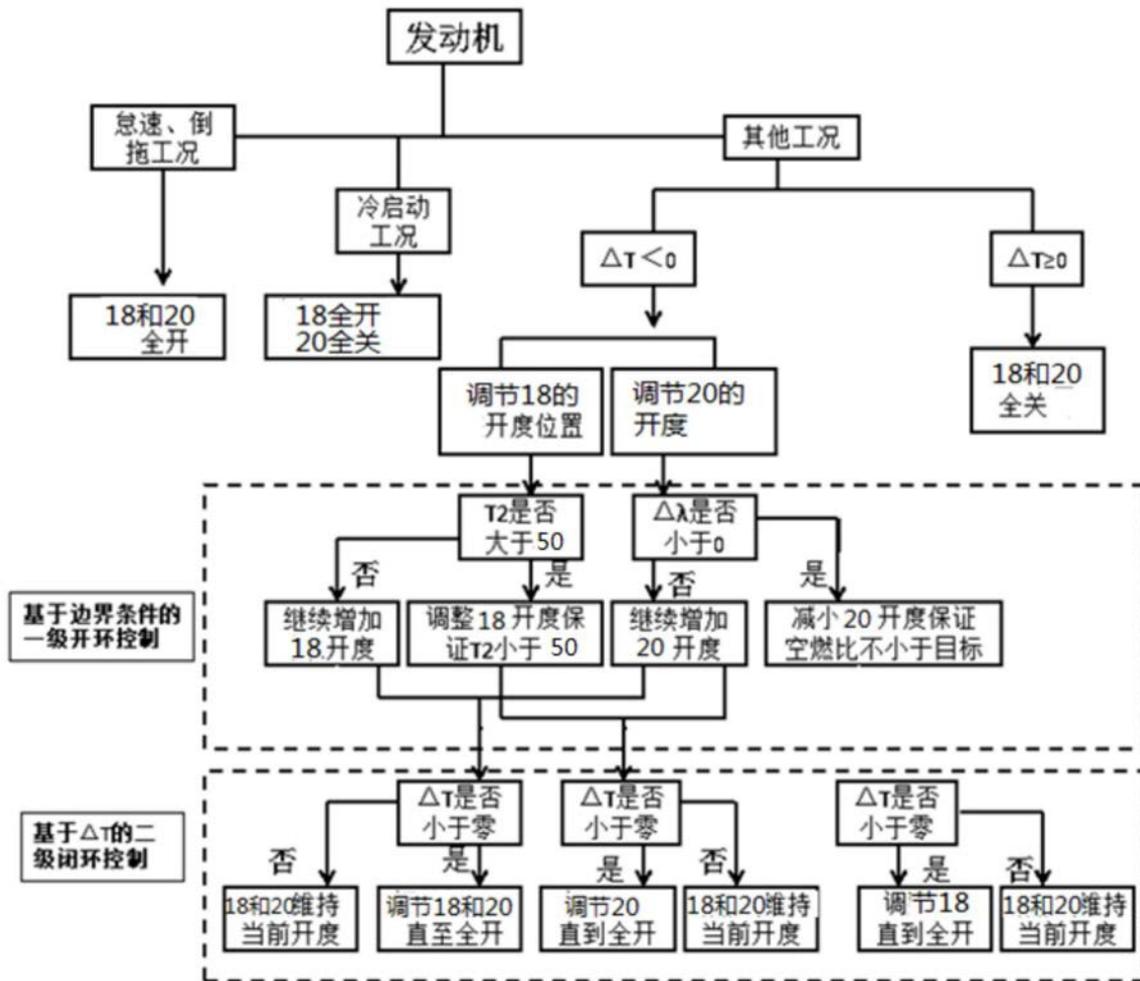


图3