



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106930846 B

(45) 授权公告日 2021.03.19

(21) 申请号 201511019520.8

JP 2007303348 A,2007.11.22

(22) 申请日 2015.12.29

US 7255066 B2,2007.08.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2007113542 A1,2007.05.24

申请公布号 CN 106930846 A

US 2007012265 A1,2007.01.18

US 2005205020 A1,2005.09.22

(43) 申请公布日 2017.07.07

JP 2001207880 A,2001.08.03

(73) 专利权人 长城汽车股份有限公司

JP 2003013766 A,2003.01.15

地址 071000 河北省保定市朝阳南大街  
2266号

US 2014158070 A1,2014.06.12

US 2014158068 A1,2014.06.12

EP 2728139 A1,2014.05.07

(72) 发明人 裴俊杨 王义夫 张猛 杨中华  
乔佳伟 夏培生

JP 2003013766 A,2003.01.15

CN 102906383 A,2013.01.30

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201

CN 102325976 A,2012.01.18

JP 2010229961 A,2010.10.14

代理人 黄德海

JP 2010185440 A,2010.08.26

JP 2002322928 A,2002.11.08

(51) Int. Cl.

EP 1136678 A3,2002.08.28

F02D 35/00 (2006.01)

JP 2004100666 A,2004.04.02

F02B 75/02 (2006.01)

US 2001023667 A1,2001.09.27

F02B 75/12 (2006.01)

JP 2014074334 A,2014.04.24

(56) 对比文件

审查员 冯远征

JP 2014066201 A,2014.04.17

JP 2011085111 A,2011.04.28

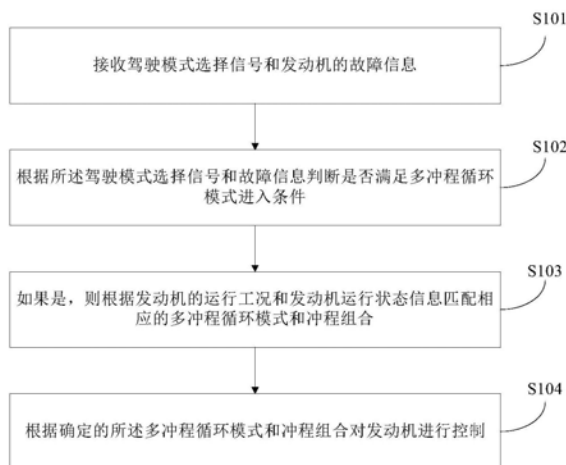
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

多冲程循环发动机的控制方法、系统及车辆

(57) 摘要

本发明提供了一种多冲程循环发动机的控制方法、系统及车辆,该方法包括以下步骤:接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息;根据驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件;如果是,则根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组合;根据确定的多冲程循环模式和冲程组合对发动机进行控制。本发明的方法能够有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。



1. 一种多冲程循环发动机的控制方法,其特征在于,所述多冲程循环发动机至少包括进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,所述多冲程循环发动机的冲程数为 $N$ ,所述 $N$ 为大于四的偶数,所述多冲程循环模式中的第一冲程为吸气冲程,第二冲程为压缩冲程,第 $N$ 冲程为排气冲程,第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程和所述做功冲程组合得到,所述控制方法包括以下步骤:

接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息;

根据所述驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件;

如果是,则根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组合;

根据确定的所述多冲程循环模式和所述冲程组合对所述发动机进行控制其中,所述多冲程循环发动机还包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程,其中,

所述膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程;

所述吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中,适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程,

所述第三冲程至所述第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程、所述做功冲程、所述吸气膨胀冲程和所述膨胀冲程组合得到,其中,

如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为做功冲程、膨胀冲程或吸气膨胀冲程,则紧随所述前一冲程之后的后一冲程为压缩冲程;

如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为压缩冲程,则紧随所述压缩冲程之后的后一冲程为做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的一个;

其中,所述第 $(N-1)$ 冲程为做功冲程或膨胀冲程。

2. 根据权利要求1所述的多冲程循环发动机的控制方法,其特征在于,所述发动机的运行工况包括起动机况、暖机工况和正常运行工况。

3. 根据权利要求1所述的多冲程循环发动机的控制方法,其特征在于,还包括:

当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时,根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控制。

4. 根据权利要求1所述的多冲程循环发动机的控制方法,其特征在于,所述发动机运行状态信息包括发动机水温、发动机转速、发动机负荷信号、发动机正时信号/上止点信号、缸内压力信号、爆震传感器信号、进气流量、氧传感器信号。

5. 一种多冲程循环发动机的控制系统,其特征在于,所述多冲程循环发动机至少包括进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,所述多冲程循环发动机的冲程数为 $N$ ,所述 $N$ 为大于四的偶数,所述多冲程循环模式中的第一冲程为吸气冲程,第二冲程为压缩冲程,第 $N$ 冲程为排气冲程,第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程和所述做功冲程组合得到,所述控制系统包括:

接收模块,用于接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息;

判断模块,用于根据所述驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件;

多冲程循环模式确定模块,用于在所述判断模块判断满足多冲程循环模式进入条件时,根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组

合；

控制模块，用于根据确定的所述多冲程循环模式和所述冲程组合对所述发动机进行控制，其中，所述多冲程循环发动机还包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程，其中，

所述膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程；

所述吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中，适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程，

所述第三冲程至所述第(N-1)冲程由所述压缩冲程、所述做功冲程、所述吸气膨胀冲程和所述膨胀冲程组合得到，其中，

如果所述第三冲程至第(N-1)冲程中的前一冲程为做功冲程、膨胀冲程或吸气膨胀冲程，则紧随所述前一冲程之后的后一冲程为压缩冲程；

如果所述第三冲程至第(N-1)冲程中的前一冲程为压缩冲程，则紧随所述压缩冲程之后的后一冲程为做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的一个；

其中，所述第(N-1)冲程为做功冲程或膨胀冲程。

6. 根据权利要求5所述的多冲程循环发动机的控制系统，其特征在于，所述发动机的运行工况包括起工况、暖机工况和正常运行工况。

7. 根据权利要求5所述的多冲程循环发动机的控制系统，其特征在于，还包括：

当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时，根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控制。

8. 一种车辆，其特征在于，设置有如权利要求5-7任一项所述的多冲程循环发动机的控制系统。

## 多冲程循环发动机的控制方法、系统及车辆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,特别涉及一种多冲程循环发动机的控制方法、系统及车辆。

### 背景技术

[0002] 目前,车用内燃机(如汽油发动机)通常为四冲程循环内燃机,即进气、压缩、做功、排气四个冲程。通过曲柄连杆机构将燃料在燃烧室内燃烧爆发的热能转变为对外输出的旋转动能,但在每个工作循环当中,可能仅有不到四分之一的时间能够有效输出动能,而在整个四冲程循环中的热量散失、机械损失一直存在,尤其是在换气阶段(排气和进气冲程期间)将损失掉30%~40%的热能。目前四冲程循环内燃机的热量损失很多。

[0003] 尤其内燃机的部分负荷工作下,热能损失非常大,进而导致的油耗高、排放差。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种多冲程循环发动机的控制方法,该方法可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种多冲程循环发动机的控制方法,所述多冲程循环发动机至少包括进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,所述多冲程循环发动机的冲程数为 $N$ ,所述 $N$ 为大于等于四的偶数,所述多冲程循环模式中的第一冲程为吸气冲程,第二冲程压缩冲程,第 $N$ 冲程为排气冲程,所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程和所述做功冲程组合得到,所述控制方法包括以下步骤:接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息;根据所述驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件;如果是,则根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式;根据确定的所述多冲程循环模式对所述发动机进行控制。

[0007] 进一步的,所述多冲程循环发动机还包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程,其中,所述膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程;所述吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中,适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程,所述第三冲程至所述第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程、所述做功冲程、所述吸气膨胀冲程和所述膨胀冲程组合得到,其中,如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为做功冲程、膨胀冲程或吸气膨胀冲程,则紧随所述前一冲程之后的后一冲程为压缩冲程;如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为压缩冲程,则紧随所述压缩冲程之后的后一冲程为做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的一个;其中,所述第 $(N-1)$ 冲程为做功冲程或膨胀冲程。

[0008] 进一步的,所述发动机的运行工况包括起动机况、暖机工况和正常运行工况。

[0009] 进一步的,还包括:当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时,根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控制。

[0010] 进一步的,所述发动机运行状态信息包括发动机水温、发动机转速、发动机负荷信号、发动机正时信号/上止点信号、缸内压力信号、爆震传感器信号、进气流量、氧传感器信号。

[0011] 相对于现有技术,本发明所述的多冲程循环发动机的控制方法具有以下优势:

[0012] 本发明所述的多冲程循环发动机的控制方法,可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0013] 本发明的另一个目的在于提出一种多冲程循环发动机的控制系统,该系统可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0014] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0015] 一种多冲程循环发动机的控制系统,所述多冲程循环发动机至少包括进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,所述多冲程循环发动机的冲程数为 $N$ ,所述 $N$ 为大于等于四的偶数,所述多冲程循环模式中的第一冲程为吸气冲程,第二冲程压缩冲程,第 $N$ 冲程为排气冲程,所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程和所述做功冲程组合得到,所述控制系统包括:接收模块,用于接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息;判断模块,用于根据所述驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件;多冲程循环模式确定模块,用于在所述判断模块判断满足多冲程循环模式进入条件时,根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组合;控制模块,用于根据确定的所述多冲程循环模式和所述冲程组合对所述发动机进行控制。

[0016] 进一步的,所述多冲程循环发动机还包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程,其中,所述膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程;所述吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中,适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程,所述第三冲程至所述第 $(N-1)$ 冲程由所述压缩冲程、所述做功冲程、所述吸气膨胀冲程和所述膨胀冲程组合得到,其中,如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为做功冲程、膨胀冲程或吸气膨胀冲程,则紧随所述前一冲程之后的后一冲程为压缩冲程;如果所述第三冲程至第 $(N-1)$ 冲程中的前一冲程为压缩冲程,则紧随所述压缩冲程之后的后一冲程为做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的一个;其中,所述第 $(N-1)$ 冲程为做功冲程或膨胀冲程。

[0017] 进一步的,所述发动机的运行工况包括起动机况、暖机工况和正常运行工况。

[0018] 进一步的,还包括:当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时,根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控制。

[0019] 所述的多冲程循环发动机的控制系统与上述的多冲程循环发动机的控制方法相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

[0020] 本发明的另一个目的在于提出一种车辆,该车辆可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0021] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0022] 一种车辆,设置有如上述实施例所述的多冲程循环发动机的控制系统。

[0023] 所述的车辆与上述的多冲程循环发动机的控制系统相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

## 附图说明

[0024] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0025] 图1为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的控制方法的流程图;

[0026] 图2为根据本发明另一个实施例所述的多冲程循环发动机的控制方法中六种冲程的示意图;

[0027] 图3为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的控制方法中启动工况的流程图;

[0028] 图4为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的控制方法中暖机工况的流程图;

[0029] 图5为本发明一个实施例所述的发动机的控制系统的结构框图;

[0030] 图6为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的模式切换方法的流程图;

[0031] 图7为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的模式切换方法中多冲程循环模式之间的过渡切换的流程图;

[0032] 图8为本发明实施例所述的多冲程循环发动机的模式切换系统的结构框图;

[0033] 图9为本发明实施例所述的多冲程循环汽油发动机的控制方法的流程图;

[0034] 图10为本发明实施例所述的多冲程循环汽油发动机的控制系统的结构框图;

[0035] 图11为本发明实施例所述的多冲程循环双燃料发动机的控制方法的流程图;

[0036] 图12为本发明实施例所述的多冲程循环双燃料发动机的控制系统的结构框图。

[0037] 附图标记说明:

[0038] 多冲程循环发动机的控制系统500、接收模块510、判断模块520、多冲程循环模式确定模块530、控制模块540、多冲程循环发动机的模式切换系统800、第一判断模块810、第二判断模块820、切换模块830、多冲程循环汽油发动机的控制系统1100、喷油模块1010、点火模块1020、多冲程循环双燃料发动机的控制系统1200、第一喷油模块1210和第一点火模块1220。

## 具体实施方式

[0039] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0040] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0041] 图1是根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的控制方法的流程图。

[0042] 在描述本发明实施例的多冲程循环发动机的控制方法之前,首先对多冲程循环发动机进行介绍。多冲程循环发动机至少包括进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,多冲程循环发动机的冲程数为N,所述N为大于等于四的偶数,多冲程循环模式中的第一冲程为吸气冲程,第二冲程压缩冲程,第N冲程为排气冲程,第三冲程至第(N-1)冲程由压缩冲程和所述做功冲程组合得到。

[0043] 具体而言,多冲程循环发动机也可称为混合冲程循环发动机或者可变冲程循环发动机。多冲程循环发动机的冲程数是可以变化的,例如:四冲程、六冲程、八冲程、十冲程等。多冲程循环发动机可以按照四冲程循环模式运行、六冲程循环模式运行、八冲程循环模式运行以及十冲程循环模式运行等。此外,无论是四冲程、六冲程、八冲程、十冲程,其中的冲程的类型至少包括四种冲程类型,如:进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程,另外,多

冲程循环发动机无论采用四冲程循环模式运行、六冲程循环模式运行、八冲程循环模式运行还是十冲程循环模式运行,在一次循环过程中,第一个冲程应为吸气冲程,最后一个冲程应为排气冲程。

[0044] 冲程的类型除了包括上述的四种冲程类型外,多冲程循环发动机的冲程类型还可以包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程,其中,膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程。吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中,适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程,第三冲程至所述第(N-1)冲程由压缩冲程、做功冲程、所述吸气膨胀冲程和膨胀冲程组合得到,其中,如果第三冲程至第(N-1)冲程中的前一冲程为做功冲程、膨胀冲程或吸气膨胀冲程,则紧随所述前一冲程之后的后一冲程为压缩冲程;如果第三冲程至第(N-1)冲程中的前一冲程为压缩冲程,则紧随压缩冲程之后的后一冲程为做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的一个;其中,第(N-1)冲程为做功冲程或膨胀冲程。

[0045] 如图2所示,分别示出了上述的六种冲程,即:吸气冲程、压缩冲程、吸气膨胀冲程、膨胀冲程、做功冲程和排气冲程。

[0046] 多冲程循环发动机在运行时,可以根据需要采用不同的冲程循环模式,例如:采用四冲程、六冲程、八冲程、十冲程等,并且,在每一个冲程循环模式中,可以根据需要采用不同冲程类型的组合。无论采用何种冲程循环模式以及采用何种冲程类型的组合,在一个冲程循环中,应以吸气冲程为第一冲程开始,并以排气冲程为冲程循环中的最后一个冲程结束,另外,在一个冲程循环中,至少有一个做功冲程。

[0047] 结合图2所示,第一冲程是吸气冲程,在第一冲程期间,进气门或进气口适当打开,将新鲜空气或混合气(混合气例如:包括可燃气体、循环废气等)吸入由气缸孔、活塞和气缸盖构成的燃烧室内。即:第一冲程形成冲程循环的第一次吸气。

[0048] 在紧随第一冲程之后的第二冲程,进气门或进气口关闭,排气门或排气口保持关闭,使燃烧室保持封闭,且活塞上行,燃烧室内的混合气被压缩,如此形成第二冲程,第二冲程为第一次压缩(即:压缩冲程)。

[0049] 在紧随第二冲程之后的第三冲程,可以是做功冲程、膨胀冲程和吸气膨胀冲程中的任何一个,如此形成冲程循环中第一次做功(即:做功冲程)、第一次膨胀(即:膨胀冲程)或第一次吸气膨胀(即:吸气膨胀冲程)。

[0050] 紧随第三冲程之后的第四冲程是由第三冲程的实际动作所决定的,可以有以下情况:

[0051] 第三冲程是做功冲程,则第四冲程可以是排气冲程或压缩冲程(即:第二次压缩)。如果第四冲程是排气冲程,则视为一个常规四冲程循环过程的结束。如果第四冲程是压缩冲程(即:第二次压缩),则表示该循环的冲程数(偶数)是大于4的多冲程循环。

[0052] 以下对四冲程、六冲程、八冲程、十冲程循环模式进行描述:

[0053] 四冲程循环过程为:

[0054] 吸气冲程-压缩冲程-做功冲程-排气冲程。

[0055] 六冲程循环过程为:

[0056] a. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-排气;

[0057] b. 吸气-压缩1-做功-压缩2-膨胀-排气;

- [0058] c. 吸气-压缩1-膨胀-压缩2-做功-排气；
- [0059] d. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功-排气。
- [0060] 八冲程循环过程为：
- [0061] a. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-做功3-排气；
- [0062] b. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-膨胀-排气；
- [0063] c. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-膨胀-压缩3-做功2-排气；
- [0064] d. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功2-排气；
- [0065] e. 吸气-压缩1-膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-排气；
- [0066] f. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-排气；
- [0067] g. 吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-吸气膨胀2-压缩3-做功-排气；
- [0068] h. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-膨胀-压缩3-做功-排气；
- [0069] i. 吸气-压缩1-膨胀-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功-排气；
- [0070] j. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-膨胀2-压缩3-做功-排气；
- [0071] k. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功-压缩3-膨胀-排气；
- [0072] l. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-做功-压缩3-膨胀2-排气；
- [0073] m. 吸气-压缩1-做功-压缩2-膨胀1-压缩3-膨胀2-排气。
- [0074] 十冲程循环过程为：
- [0075] a. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-做功3-压缩4-做功4-排气；
- [0076] b. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-做功3-压缩4-膨胀-排气；
- [0077] c. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-膨胀-压缩3-做功2-压缩4-做功3-排气；
- [0078] d. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功2-压缩4-做功3-排气；
- [0079] e. 吸气-压缩1-膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-压缩4-做功3-排气；
- [0080] f. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-压缩4-做功3-排气；
- [0081] g. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-做功1-压缩3-做功2-压缩4-膨胀2-排气；
- [0082] h. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-压缩4-膨胀-排气；
- [0083] i. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-做功1-压缩3-膨胀2-压缩4-做功2-排气；
- [0084] j. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功1-压缩3-膨胀-压缩4-做功2-排气；
- [0085] k. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-膨胀2-压缩3-做功1-压缩4-做功2-排气；
- [0086] l. 吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-膨胀-压缩3-做功1-压缩4-做功2-排气；
- [0087] m. 吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-吸气膨胀2-压缩3-做功1-压缩4-做功2-排气；
- [0088] n. 吸气-压缩1-膨胀-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功1-压缩4-做功2-排气；
- [0089] o. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-膨胀1-压缩3-做功2-压缩4-膨胀2-排气；
- [0090] p. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功2-压缩4-膨胀-排气；
- [0091] q. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-膨胀1-压缩3-膨胀2-压缩4-做功2-排气；
- [0092] r. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-膨胀-压缩3-吸气膨胀-压缩4-做功2-排气；
- [0093] s. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-膨胀-压缩4-做功2-排气；
- [0094] t. 吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-膨胀1-压缩4-膨胀2-排气；
- [0095] u. 吸气-压缩1-做功-压缩2-膨胀1-压缩3-膨胀2-压缩4-膨胀3-排气；
- [0096] v. 吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-做功-压缩3-膨胀2-压缩4-膨胀3-排气；

- [0097] w.吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功-压缩3-膨胀1-压缩4-膨胀2-排气；
- [0098] x.吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-膨胀2-压缩3-做功-压缩4-膨胀3-排气；
- [0099] y.吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-膨胀1-压缩3-做功-压缩4-膨胀2-排气；
- [0100] z.吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-吸气膨胀2-压缩3-做功-压缩4-膨胀-排气；
- [0101] aa.吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功-压缩4-膨胀2-排气；
- [0102] ab.吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-膨胀2-压缩3-膨胀3-压缩4-做功-排气；
- [0103] ac.吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-膨胀2-压缩3-吸气膨胀-压缩4-做功-排气；
- [0104] ad.吸气-压缩1-膨胀1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-膨胀2-压缩4-做功-排气；
- [0105] ae.吸气-压缩1-膨胀-压缩2-吸气膨胀1-压缩3-吸气膨胀2-压缩4-做功-排气；
- [0106] af.吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-膨胀1-压缩3-膨胀2-压缩4-做功-排气；
- [0107] ag.吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-吸气膨胀2-压缩3-膨胀-压缩4-做功-排气；
- [0108] ah.吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-膨胀-压缩3-吸气膨胀2-压缩4-做功-排气；
- [0109] ai.吸气-压缩1-吸气膨胀1-压缩2-吸气膨胀2-压缩3-吸气膨胀3-压缩4-做功-排气。

[0110] 依此类推,可以实现更多冲程工作循环,如:十二冲程循环模式、十四冲程循环模式、十六冲程循环模式等。

[0111] 在介绍了本发明实施例的多冲程循环发动机的多冲程循环模式以及每个冲程循环模式中的冲程类型的组合之后,以下对本发明实施例的多冲程循环发动机的控制方法进行详细描述。

[0112] 如图1所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的控制方法,包括以下步骤:

[0113] S101:接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息。

[0114] 驾驶员模式选择信号可以通过车辆上的模式选择按钮触发,例如:车辆上设置有四冲程循环模式按钮和自由冲程循环模式按钮,当用户触发了四冲程循环模式按钮后,发动机便只能工作在四冲程循环模式,当用户触发了自由冲程循环模式按钮后,发动机便可以工作在多冲程循环模式。另外,可以通过CAN总线获得发动机的故障报文,根据故障报文中的故障信息判断发动机是否存在故障。

[0115] 可以理解的是,如何接驾驶模式选择信号的方式并不限于此,例如:还可以是嵌入到各驾驶模式的独立判断和控制层面中,以此来确定是否选用了自由冲程循环模式。

[0116] S102:根据驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件。即:如果用户触发了自由冲程循环模式按钮后,发动机便可以工作在多冲程循环模式。此外,当发动机没有故障时,便判定满足多冲程循环模式进入条件。

[0117] S103:如果是(即:满足多冲程循环模式进入条件),则根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组合。

[0118] 其中,发动机运行状态信息包括但不限于发动机水温(也称发动机温度)、发动机转速、发动机负荷信号、发动机正时信号/上止点信号、缸内压力信号、爆震传感器信号、进气流量、氧传感器信号。发动机的运行工况例如包括起动机况、暖机工况和正常运行工况。

[0119] 采用何种冲程循环模式以及冲程循环模式中何种冲程类型的组合的冲程过程可以根据发动机的实际运行工况匹配选择。

[0120] 发动机在起动、暖机、稳态、动态等工况下,除了选择常规四冲程循环模式外,还可以选择多冲程循环模式运行。

[0121] 例如,发动机在启动工况时,可以采取八冲程循环模式中的“a.吸气-压缩1-做功1-压缩2-做功2-压缩3-做功3-排气”冲程组合,利用连续三个压缩喷射燃烧过程连续做功,进而可以提高起动成功率,并能够推迟热废气外排,进而提高燃烧室温度,加速缸壁升温,减少碳氢化合物(HC)、颗粒物(PM)等污染物的排放。

[0122] 当然,也可以采用八冲程循环模式中的“d.吸气-压缩1-做功1-压缩2-吸气膨胀-压缩3-做功2-排气”冲程组合。即:在紧随首次燃烧做功后的压缩2之后,引入吸气膨胀冲程,在活塞向下运行接近下止点的某个恰当的时机,适度打开进气门,从进气道向缸内引入一定量的新鲜空气,这样,可以提高缸内混合气的氧浓度,为紧随压缩3之后的做功2的燃烧过程提供助力,从而达到高效起动和低排放的目的。

[0123] 具体而言,以发动机的运行工况为冷启动工况为例:冷启动过程可采用多冲程多次燃烧循环模式或多冲程多次压缩单次燃烧循环模式,来达到预热缸内混合气、减少排气热能损失、提高热效率、降低THC(即:TOTAL HYDRO CARBONS的简称,指排放的气体中含有碳氢化合物的总量)、一氧化碳(CO)和颗粒物(PM)排放量,并起到加速发动机升温的效果。

[0124] 如图3所示,车辆上电,首先检测驾驶模式选择信号和故障信息,进行多冲程循环模式选择或者安全模式(即常规的四冲程循环模式)。当满足,则按照多冲程循环模式进入条件后,可按照匹配的多冲程循环模式执行。否则,将采取常规四冲程模式执行或不予起动。

[0125] 车辆上电后,检测发动机水温,如果发动机水温低于设定的温度阈值( $T_m < T_{cstulim}$ ,  $T_m$ 代表发动机水温、 $T_{cstulim}$ 为设定的温度阈值,代表冷起动温度上限,其中, $T_{cstulim}$ 可选定在-10℃到20℃之间),则判定为冷启动工况;反之,则为热启动工况。

[0126] 当为冷启动工况时,激活相应正时判定和缸序关系计算策略。自起动指令发出到起动机等带动曲轴达到所需起动转速之前的时间内,完成判缸、正时同步性检查,并持续监控。

[0127] 如果监控无误,正时判定和同步性检查无误,且曲轴达到并超过起动转速(起动转速 $N_{sst}$ 在100rpm到350rpm之间)之后,将根据预定的多冲程循环模式和起动控制逻辑,进行进/排气正时与升程、燃料喷射量与正时,及点火正时等控制,使得发动机获得合理的上冲转速。

[0128] 发动机在获得足够的上冲转速后,发动机转速迅速稳定于某一设定目标速度,并保持稳定运转一定循环数后,判定起动结束,即冷启动过程结束。随后可根据驾驶员的操作需求等适时切换至暖机、经济运行、急加速或停机工况。

[0129] 进一步地,如图4所示,以暖机工况为例,在驾驶员完成冷启动操作之后,如果没有进行其他操作,那么紧随冷启动工况后,将进入到暖机工况。

[0130] 具体而言,在冷启动完成之前,进入暖机工况,当确认多冲程模式的条件具备,则匹配相应的多冲程循环模式。首先激活相应正时判定和缸序关系计算策略,完成判缸和正时同步性检查,并持续监控。

[0131] 如果判断判缸和正时同步性检查出错,则将执行常规四冲程循环模式,否则检测发动机水温,如果发动机水温低于设定的暖机温度阈值(即: $T_m < T_{wmulim}$ ,  $T_m$ 为发动机水温;

$T_{w_{mulim}}$ 为设定的暖机温度阈值, $T_{w_{mulim}}$ 可选定在20℃到60℃之间),则判定为暖机工况。按照匹配的多冲程循环模式控制发动机运行。直至发动机水温高于设定的暖机温度阈值后,发动机进入正常运行工况。

[0132] 进一步监测缸压和/或震动信号。如监测到缸压或震动信号没有超过阈值,则维持多冲程循环模式。如果监测到缸压或震动信号超过阈值,或者异常燃烧对机体结构造成破坏,则将采取保护性措施,退出上述的多冲程循环模式,切换至常规四冲程循环模式运行。

[0133] 此外,当发动机处于正常工作温度状态时(即:正常运行工况),同样可以采用多冲程循环模式。在该状态下,要求发动机高效、节能、环保,因此,所采用的冲程组合可以不同于启动、暖机工况对应的冲程组合。在该工况下,可以采用六冲程循环模式中的“d.吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功-排气”冲程组合,在吸气-压缩1期间进行第一燃料与第一空气量的预混,在随后的吸气膨胀冲程中,引入第二空气量,并且可以按需选择在压缩2终了前进行第二燃料喷射,之后完成点火做功和排气。即:通过推迟做功排气,且在压缩1后,引入吸气膨胀-压缩2,延长了空气-燃料混合期,混合气均匀性较好,有利于降低燃烧起始温度,缩短燃烧持续期,提高燃烧效率,进而达到高效节油、低排放、环保等目的。

[0134] 当然,还可以采用八冲程循环模式中“f.吸气-压缩1-吸气膨胀-压缩2-做功1-压缩3-做功2-排气”冲程组合。在吸气-压缩1期间进行第一燃料与第一空气量的预混;在随后的吸气膨胀冲程中,引入第二空气量,并且可以按需选择在压缩2终了前进行第二燃料喷射,点火进行第一次燃烧——做功1;之后进行压缩3操作,并在压缩3终了之前可以选择进行第三燃料喷射;随后完成第二次燃烧——做功2和排气。选择多冲程循环模式中两次或更多次做功的冲程组合,可以避免单次做功冲程爆发压力过大,多次做功可以使每一次燃烧做功均处于高效区域,从而达到节能、减排、低燃烧噪声的目的。

[0135] 具体而言,当发动机处于正常工作温度状态时(即:正常运行工况),由于发动机在中低速、中小负荷工况运行的机会更多。因此,在适当转速、负荷区间,可以采用多冲程循环模式来提高燃油经济性,并且改善部分污染物的排放。

[0136] 首先,进行多冲程循环模式判定。当判定可以进入多冲程循环模式后,激活相应正时判定和缸序关系计算策略,完成判缸和正时同步性检查,并持续监控。

[0137] 如果判缸和正时同步性检查出错,则执行常规四冲程循环模式,否则按照匹配的多冲程循环模式运行。同时,判断缸压和/或爆震传感器信号是否超限。如没有超限,则持续多冲程循环模式。

[0138] 常规四冲程循环模式定义为安全运行模式。在以下情况下执行安全运行模式:

[0139] 1) 在非故障情况下,如果发动机运行模式可选择,驾驶员主观选择了安全运行模式,则以常规四冲程循环模式运行。

[0140] 2) 驾驶员没有主管选择四冲程循环模式但是发动机出现故障等情况,或者在大负荷情况下采用常规四冲程循环模式运行。

[0141] 3) 当发动机在运行中出现缸压、爆震超限而导致切换到常规四冲程循环模式运行。

[0142] S104:根据确定的多冲程循环模式和冲程组合对发动机进行控制。

[0143] 此外,在步骤S102中,当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时,本发明实施例的多冲程循环发动机的控制方法可以根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控

制,即:四冲程循环模式,四冲程循环过程为:吸气冲程-压缩冲程-做功冲程-排气冲程,简称吸气-压缩-做功-排气。

[0144] 根据本发明实施例的多冲程循环发动机的控制方法,可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0145] 图5是根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的控制系统的结构框图。如图5所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的控制系统500包括:接收模块510、判断模块520、多冲程循环模式确定模块530和控制模块540。

[0146] 其中,接收模块510用于接收驾驶模式选择信号和发动机的故障信息。判断模块520用于根据所述驾驶模式选择信号和故障信息判断是否满足多冲程循环模式进入条件。多冲程循环模式确定模块530用于在判断模块520判断满足多冲程循环模式进入条件时,根据发动机的运行工况和发动机运行状态信息匹配相应的多冲程循环模式和冲程组合。控制模块540用于根据确定的多冲程循环模式和冲程组合对所述发动机进行控制。

[0147] 进一步地,多冲程循环发动机还包括吸气膨胀冲程和膨胀冲程,其中,所述膨胀冲程是进气门和排气门关闭且活塞自上止点开始下行的过程;所述吸气膨胀冲程指在活塞自上止点开始下行的膨胀过程中,适时开启进气门以吸入预定量的空气或混合气的过程。

[0148] 在本发明的一个实施例中,所述发动机的运行工况包括起工况、暖机工况和正常运行工况。

[0149] 本发明实施例的多冲程循环发动机的控制系统500,还包括:当判断不满足所述多冲程循环模式进入条件时,根据常规的四冲程循环模式对所述发动机进行控制。

[0150] 根据本发明实施例的多冲程循环发动机的控制系统,可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0151] 需要说明的是,本发明实施例的多冲程循环发动机的控制系统的具体实现方式与本发明实施例的多冲程循环发动机的控制方法的具体实现方式类似,具体请参见方法部分的描述,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0152] 进一步地,本发明的实施例公开了一种车辆,设置有如上述任意一个实施例所述的多冲程循环发动机的控制系统。该车辆可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0153] 另外,根据本发明实施例的车辆的其它构成以及作用对于本领域的普通技术人员而言都是已知的,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0154] 本发明的实施例公开了一种多冲程循环发动机的模式切换方法。如图6所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的模式切换方法,包括以下步骤:

[0155] S601:当发动机处于当前多冲程循环模式时,判断缸内压力是否超过对应于当前多冲程循环模式的压力限制,判断爆震传感器信号是否超过对应于当前多冲程循环模式的爆震限制。

[0156] S602:如果缸内压力没有超过对应于当前多冲程循环模式的压力限制,且爆震传感器信号没有超过对应于当前多冲程循环模式的爆震限制,则进一步判断发动机转速和发动机负荷是否超过对应当前多冲程循环模式的转速区间和负荷区间。

[0157] S603:如果发动机转速和/或发动机负荷超过对应当前多冲程循环模式的转速区间和负荷区间,则将当前多冲程循环模式切换至目标多冲程循环模式。

[0158] 进一步地,本发明实施例的多冲程循环发动机的模式切换方法,还包括:如果缸内压力超过对应于当前多冲程循环模式的压力限制和/或爆震传感器信号超过对应于当前多冲程循环模式的爆震限制,则将当前多冲程循环模式切换至常规的四冲程循环模式。

[0159] 其中,将当前多冲程循环模式切换至目标多冲程循环模式,包括:停缸过渡切换法和逐次连续切换法。进一步地,当当前多冲程循环模式下发动机转速小于目标多冲程循环模式下发动机转速时,采用逐次连续切换法进行当前多冲程循环模式至目标多冲程循环模式的切换。

[0160] 具体而言,结合图7所示,多冲程循环模式之间的过渡切换是灵活应用多冲程循环模式的关键环节。以多冲程循环模式a向多冲程循环模式b切换为例,其中,多冲程循环模式a的冲程数为 $N_a$ ,多冲程循环模式b的冲程数为 $N_b$ 。

[0161] 当 $N_a \neq N_b$ 时,切换过程如下:

[0162] 1) 发动机以多冲程循环模式a运转时,同时进行两路循环正时时序运算和模拟协调性检查,并保持运算准确,协调无误。

[0163] 2) 根据发动机转速、发动机负荷、缸内压力、爆震传感器信号、加速踏板位置传感器信号的反馈进行判断是否切换。

[0164] 3) 当确定发动机的缸内压力或爆震信号没有超出标定限值,且发动机运行工况(转速、负荷)超出多冲程循环模式a对应的标定区间,同时上述1中多路循环正时时序运算与模拟协调无误,则允许向多冲程循环模式b的切换。

[0165] 4) 上述3中提及的切换方式包括停缸过渡切换法(以下简称第一切换法)和逐次连续切换法(以下简称第二切换法)。

[0166] 5) 当3中允许切换时,将以检测到的第一个基准缸为起始,执行基于多冲程循环模式b的断油运行操作,其余各缸则依据多冲程循环模式b的工作顺序,逐次切换至多冲程循环模式b的断油运行操作,直到最后一个气缸完成最末一个多冲程循环模式a之后的下一个基准缸开始恢复供油,执行多冲程循环模式b,进而完成多冲程循环模式a到多冲程循环模式b的切换过程。此为第一种切换法。

[0167] 6) 在 $N_a \leq N_b$ 的情况下,也可以采用第二切换法完成多冲程循环模式的切换。例如,当3中允许切换时,将以检测到的第一个基准缸为起始,执行多冲程循环模式b的运行操作;其余各缸则依工作顺序,逐次切换至多冲程循环模式b操作,进而完成多冲程循环模式a到多冲程循环模式b的切换。

[0168] 7) 如上述1中多路时序运算、协调判断出错,将维持发动机以 $N_a$ 冲程数继续运行多冲程循环模式a的操作。

[0169] 8) 如上述3中对发动机运行工况(转速、负荷)没有超出多冲程循环模式a对应的标定区间,将维持发动机以 $N_a$ 冲程数继续运行多冲程循环模式a。

[0170] 9) 如上述3中缸压或爆震信号超过标定限值,将依据危险程度的不同,按需采取保护性措施,分别是断油,限扭,切换至安全运行模式,保护性停机等以对发动机进行保护,避免发动机损坏。

[0171] 10) 当 $N_a = N_b$ ,冲程组合不相同的模式切换过程为:当发动机运行工况是否超出多冲程循环模式a对应的标定区间,并且缸压或爆震信号没有超过标定限值,即满足切换条件。在此情况下,通过上述第一切换法和第二切换法均可以完成切换过程。

[0172] 根据本发明实施例的多冲程循环发动机的模式切换方法,可以简单、方便地进行多冲程循环模式的切换,以适应发动机不同运行工况的需要,进而能够有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0173] 图8是根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的模式切换系统的结构框图。如图8所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环发动机的模式切换系统800,包括:第一判断模块810、第二判断模块820和切换模块830。

[0174] 其中,第一判断模块810用于当所述发动机处于当前多冲程循环模式时,判断缸内压力是否超过对应于所述当前多冲程循环模式的压力限制,判断所述爆震传感器信号是否超过对应于所述当前多冲程循环模式的爆震限制。第二判断模块820用于在所述缸内压力没有超过对应于所述当前多冲程循环模式的压力限制,且所述爆震传感器信号没有超过对应于所述当前多冲程循环模式的爆震限制时,进一步判断发动机转速和发动机负荷是否超过对应所述当前多冲程循环模式的转速区间和负荷区间。切换模块830用于在所述发动机转速和/或发动机负荷超过对应所述当前多冲程循环模式的转速区间和负荷区间时,将所述当前多冲程循环模式切换至目标多冲程循环模式。

[0175] 进一步地,切换模块830还用于:如果所述缸内压力超过对应于所述当前多冲程循环模式的压力限制和/或所述爆震传感器信号超过对应于所述当前多冲程循环模式的爆震限制,则将所述当前多冲程循环模式切换至常规的四冲程循环模式。

[0176] 在本发明的一个实施例中,将当前多冲程循环模式切换至目标多冲程循环模式,包括:停缸过渡切换法和逐次连续切换法。进一步地,当所述当前多冲程循环模式下所述发动机转速小于所述目标多冲程循环模式下所述发动机转速时,所述切换模块采用所述逐次连续切换法进行所述当前多冲程循环模式至所述目标多冲程循环模式的切换。

[0177] 根据本发明实施例的多冲程循环发动机的模式切换系统,可以简单、方便地进行多冲程循环模式的切换,以适应发动机不同运行工况的需要,进而能够有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0178] 需要说明的是,本发明实施例的多冲程循环发动机的模式切换系统的具体实现方式与本发明实施例的多冲程循环发动机的模式切换方法的具体实现方式类似,具体请参见方法部分的描述,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0179] 进一步地,本发明的实施例公开了一种车辆,设置有如上述任意一个实施例所述的多冲程循环发动机的模式切换系统。该车辆可以简单、方便地进行多冲程循环模式的切换,以适应发动机不同运行工况的需要,进而能够有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0180] 另外,根据本发明实施例的车辆的其它构成以及作用对于本领域的普通技术人员而言都是已知的,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0181] 图9是根据本发明一个实施例的多冲程循环汽油发动机的控制方法的流程图。如图9所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环汽油发动机的控制方法,包括以下步骤:

[0182] S901:确定多冲程循环汽油发动机的类型。

[0183] S902:如果多冲程循环汽油发动机为多冲程循环直喷汽油发动机,则在当前多冲程循环模式中的吸气冲程和/或压缩冲程末段到做功冲程前段向燃烧室供给汽油燃料。

[0184] S903:根据压缩终了温度、混合气平均空燃比、压缩上止点附近的汽油燃料喷射量

和喷油正时确定点火时刻,并在点火时刻进行点火。

[0185] S904:如果多冲程循环汽油发动机为多冲程循环气道喷射汽油发动机,则在当前多冲程循环模式中的吸气冲程和/或排气冲程向气道供给汽油燃料。

[0186] S905:在压缩冲程末段至做功冲程前段的期间内确定点火正时,并在点火正时进行点火。

[0187] 其中,压缩冲程末段到做功冲程前段指压缩上止点前 $50^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间,点火正时位于压缩上止点前 $50^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间。

[0188] 本发明实施例的多冲程循环汽油发动机的控制方法,还包括:当多冲程循环汽油发动机为多冲程循环直喷汽油发动机时,如果当前多冲程循环模式包括膨胀冲程和/或吸气膨胀冲程,则在膨胀冲程和/或吸气膨胀冲程向燃烧室供给汽油燃料;当多冲程循环汽油发动机为多冲程循环气道喷射汽油发动机时,如果当前多冲程循环模式包括吸气膨胀冲程,则在吸气膨胀冲程的后段向气道供给汽油燃料。其中,吸气膨胀冲程的后段指压缩上止点前 $120^{\circ}\text{CA}$ 至 $0^{\circ}\text{CA}$ 之间。

[0189] 具体而言,汽油机(即:汽油发动机)燃烧是预混燃烧,燃料燃烧效率是由预混均匀性决定的。无论是气道喷射汽油发动机还是直喷汽油发动机,都要将预混效果作为燃烧系统设计开发及燃烧过程控制的关键目标之一,因此,燃料供给与点火控制尤为重要。

[0190] 对于燃料供给而言:

[0191] 如果为多冲程循环直喷汽油发动机,可在吸气冲程、膨胀冲程、吸气膨胀冲程,以及压缩冲程末段到做功冲程前段期间(即:压缩上止点前 $50^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间)向燃烧室供给燃料。

[0192] 其中,在吸气冲程供给燃料,可以获得最长的预混时间,有利于大负荷大流量工质的混合,且有助于实现快速燃烧。

[0193] 在膨胀或吸气膨胀冲程供给少量燃料,目的是适当提高均质混合气的燃料浓度(减小均质混合气空燃比),起到助燃的作用。并且利用液态燃料的蒸发吸热效应,可以抑制压缩终了混合气温度激升。

[0194] 在压缩冲程末段到做功冲程前段期间供给少量燃料,燃料蒸发吸热,降低压缩终点温度,抑制爆燃,并且有利于在火花塞周围形成相对较浓的混合气,利于缩短滞燃期,组织快速燃烧。

[0195] 对于燃料供给而言:

[0196] 如果为多冲程循环气道喷射汽油发动机,可在吸气冲程、吸气膨胀冲程的后半段(即:压缩上止点前 $120^{\circ}\text{CA}$ 至 $0^{\circ}\text{CA}$ 之间),以及排气冲程期间向气道内供给燃料。

[0197] 其中,在排气冲程和吸气冲程供给燃料,可以获得较长的预混时间,有利于大负荷工质的混合,促使燃烧更充分,提高燃烧效率。

[0198] 在吸气膨胀冲程供给适量燃料,向燃烧室输送一定量的混合气,提高燃烧室内有效工质的浓度,同时改善缸内混合气均匀性,以助力随后的燃烧做功过程。

[0199] 对于点火控制而言:

[0200] 如果为多冲程循环的火花点火式气道喷射汽油发动机或直喷汽油机,点火控制都是依据做功冲程的燃烧事件匹配标定。

[0201] 点火正时在压缩冲程末段到做功冲程前段期间的某个时刻(即:火花点火正时在

压缩上止点前50°C至压缩上止点后30°C之间),以保证燃烧重心合理,燃烧过程稳定、安全、高效。

[0202] 如果多冲程循环的均质充量压燃直喷汽油发动机(即:HCCI直喷汽油发动机,HCCI全称Homogeneous Charge Compression Ignition)而言,应通过缸压监控手段,以及高精度的进气计算和燃料供给,来保障HCCI燃烧进程的安全、稳定、高效。HCCI燃烧方式的点火正时由压缩终了温度、混合气平均空燃比,以及压缩上止点附近的燃料喷射量和正时综合决定。

[0203] 根据本发明实施例的多冲程循环汽油发动机的控制方法,可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的喷油时刻以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0204] 图10是根据本发明一个实施例的多冲程循环汽油发动机的控制系统的结构框图。如图10所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环汽油发动机的控制系统1100,包括:喷油模块1010和点火模块1020。

[0205] 其中,喷油模块1010用于当多冲程循环汽油发动机为多冲程循环直喷汽油发动机时,在当前多冲程循环模式中的吸气冲程和/或压缩冲程末段到做功冲程前段向燃烧室供给汽油燃料,当多冲程循环汽油发动机为多冲程循环气道喷射汽油发动机时,在当前多冲程循环模式中的吸气冲程和/或排气冲程向气道供给汽油燃料。点火模块1020用于当多冲程循环汽油发动机为多冲程循环直喷汽油发动机时,根据压缩终了温度、混合气平均空燃比、压缩上止点附近的汽油燃料喷射量和喷油正时确定点火时刻,并在所述点火时刻进行点火,当所述多冲程循环汽油发动机为多冲程循环气道喷射汽油发动机时,在压缩冲程末段至做功冲程前段的期间内确定点火正时,并在点火正时进行点火。

[0206] 进一步地,压缩冲程末段到做功冲程前段指压缩上止点前50°C至压缩上止点后30°C之间,点火正时位于压缩上止点前50°C至压缩上止点后30°C之间。

[0207] 在本发明的一个实施例中,喷油模块1100还用于:当所述多冲程循环汽油发动机为多冲程循环直喷汽油发动机时,如果当前多冲程循环模式包括膨胀冲程和/或吸气膨胀冲程,则在所述膨胀冲程和/或吸气膨胀冲程向燃烧室供给汽油燃料;当所述多冲程循环汽油发动机为多冲程循环气道喷射汽油发动机时,如果当前多冲程循环模式包括吸气膨胀冲程,则在所述吸气膨胀冲程的后段向气道供给汽油燃料。

[0208] 根据本发明实施例的多冲程循环汽油发动机的控制系统,可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的喷油时刻以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0209] 需要说明的是,本发明实施例的多冲程循环汽油发动机的控制系统的具体实现方式与本发明实施例的多冲程循环汽油发动机的控制方法的具体实现方式类似,具体请参见方法部分的描述,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0210] 进一步地,本发明的实施例公开了一种车辆,设置有如上述任意一个实施例所述的多冲程循环汽油发动机的控制系统。该车辆可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的喷油时刻以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0211] 另外,根据本发明实施例的车辆的其它构成以及作用对于本领域的普通技术人员

而言都是已知的,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0212] 图11是根据本发明一个实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制方法的流程图。如图11所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制方法,包括如下步骤:

[0213] S1101:当气缸处于吸气冲程和/或排气冲程时,向气道供给汽油燃料。

[0214] S1102:当气缸处于相邻的压缩冲程末段至做功冲程前段时,向缸内供给柴油燃料。

[0215] S1103:通过压燃方式进行点火或根据多冲程循环双燃料发动机的运行工况中汽油燃料和柴油燃料的比例选择火花点燃方式或压燃方式。

[0216] 其中,相邻的压缩冲程末段至做功冲程前段指压缩上止点前 $60^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间。

[0217] 本发明实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制方法,还包括:如果当前多冲程循环模式包括所述吸气膨胀冲程,则在所述吸气膨胀冲程后段向气道供给汽油燃料。进一步地,吸气膨胀冲程后段指压缩上止点前 $120^{\circ}\text{CA}$ 至 $0^{\circ}\text{CA}$ 之间。

[0218] 具体而言,多冲程循环双燃料发动机的燃油供给方式包括了气道喷射汽油和缸内直喷柴油,点火方式可根据发动机不同工况下燃料供给的比重关系(即:汽油和柴油的供给比例),选择火花点燃或压燃方式。

[0219] 对于燃料供给而言:

[0220] 可按需要在吸气冲程、吸气膨胀冲程的后半段(即:压缩上止点前 $120^{\circ}\text{CA}$ 至 $0^{\circ}\text{CA}$ 之间),以及排气冲程期间向进气道内供给汽油燃料。

[0221] 柴油燃料可在相邻的压缩冲程末段到做功冲程前段期间(即:包括预喷在内,可在压缩上止点前 $60^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间完成大于或等于一次的燃料喷射)向缸内供给,以支持随后做功冲程的压缩燃烧事件。并且,汽油燃料与柴油燃料的供给之间不会产生干涉,在一个多冲程循环中可灵活匹配。

[0222] 对于点火控制而言:

[0223] 发动机在任何工况下均可以采用压燃方式点火,此外,也可以根据发动机不同工况的燃料供给的比重关系,选择火花点燃或压燃方式。

[0224] 其中,在压缩上止点前 $60^{\circ}\text{CA}$ 至压缩上止点后 $30^{\circ}\text{CA}$ 之间完成大于或等于一次的燃料供给标定,保障压缩自燃进程的燃烧重心合理,燃烧过程稳定、安全、高效。

[0225] 在冷起动和极小负荷工况下,可采取火花点火式的汽油燃烧方式,以达到快速起动或加速燃烧室升温的目的。

[0226] 根据本发明实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制方法,可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的汽油喷油时刻、柴油喷油时刻、柴油喷油次数以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0227] 图12是根据本发明一个实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制系统的结构框图。如图12所示,根据本发明一个实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制系统1200,包括:第一喷油模块1210和第一点火模块1220。

[0228] 其中,第一喷油模块1210用于当气缸处于吸气冲程和/或排气冲程时,向气道供给汽油燃料,当气缸处于相邻的压缩冲程末段至做功冲程前段时,向缸内供给柴油燃料。第一

点火模块1220用于通过压燃方式进行点火或根据多冲程循环双燃料发动机的运行工况中汽油燃料和柴油燃料的比例选择火花点燃方式或压燃方式。

[0229] 其中,相邻的压缩冲程末段至做功冲程前段指压缩上止点前60°CA至压缩上止点后30°CA之间。

[0230] 在本发明的一个实施例中,第一喷油模块1210还用于在当前多冲程循环模式包括所述吸气膨胀冲程时,在所述吸气膨胀冲程后段向气道供给汽油燃料。

[0231] 根据本发明实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制系统,可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的汽油喷油时刻、柴油喷油时刻、柴油喷油次数以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0232] 需要说明的是,本发明实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制系统的具体实现方式与本发明实施例的多冲程循环双燃料发动机的控制方法的具体实现方式类似,具体请参见方法部分的描述,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0233] 进一步地,本发明的实施例公开了一种车辆,设置有如上述任意一个实施例所述的多冲程循环双燃料发动机的控制系统。该车辆可以根据多冲程循环模式的不同确定出适宜的汽油喷油时刻、柴油喷油时刻、柴油喷油次数以及点火时刻,从而可以有效提升发动机在多个运行工况中的燃油经济性,并降低尾气污染物的排放。

[0234] 另外,根据本发明实施例的车辆的其它构成以及作用对于本领域的普通技术人员而言都是已知的,为了减少冗余,此处不做赘述。

[0235] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

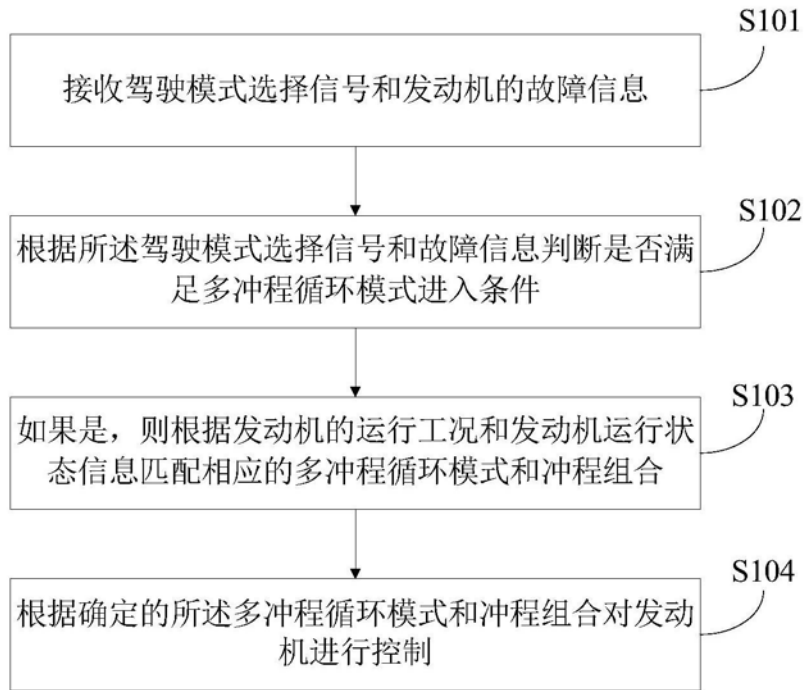


图1

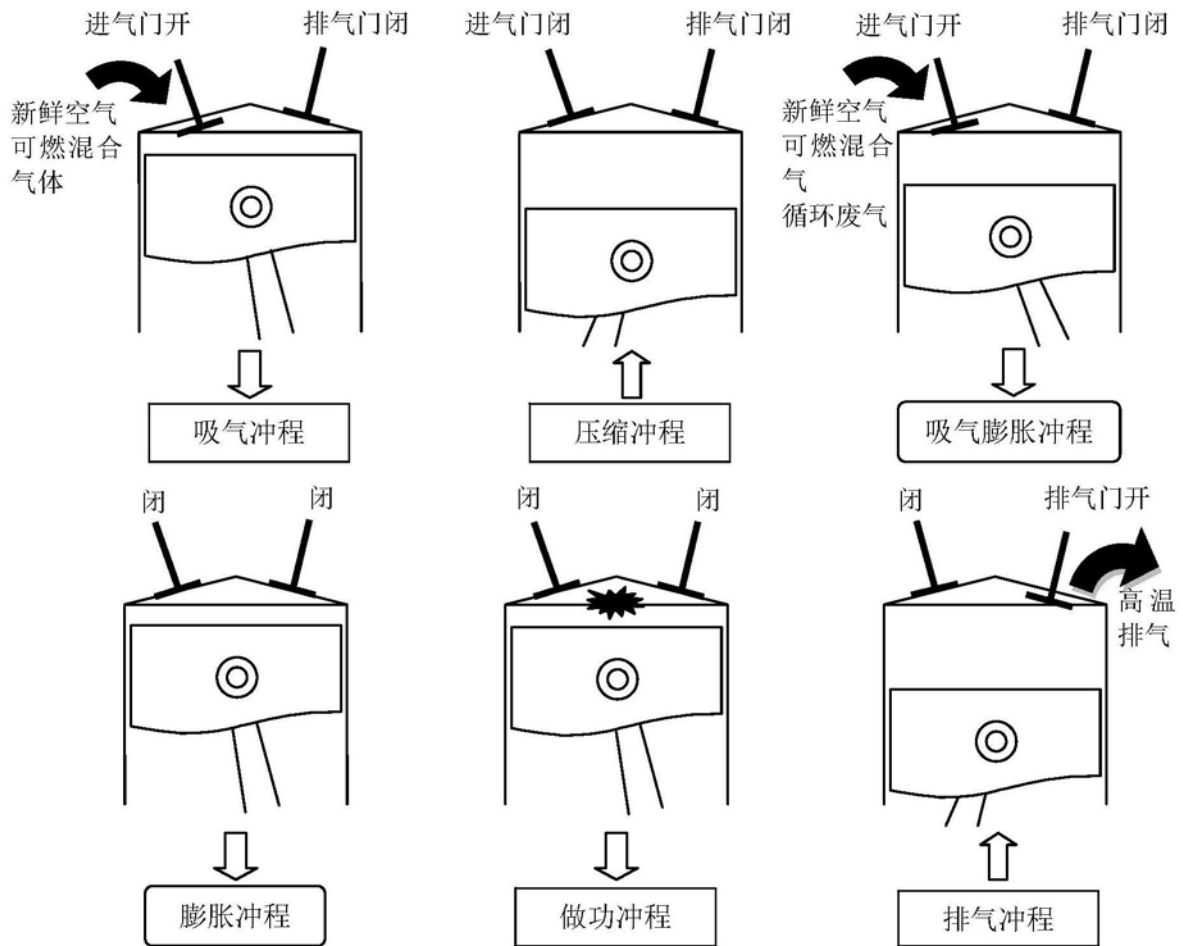


图2

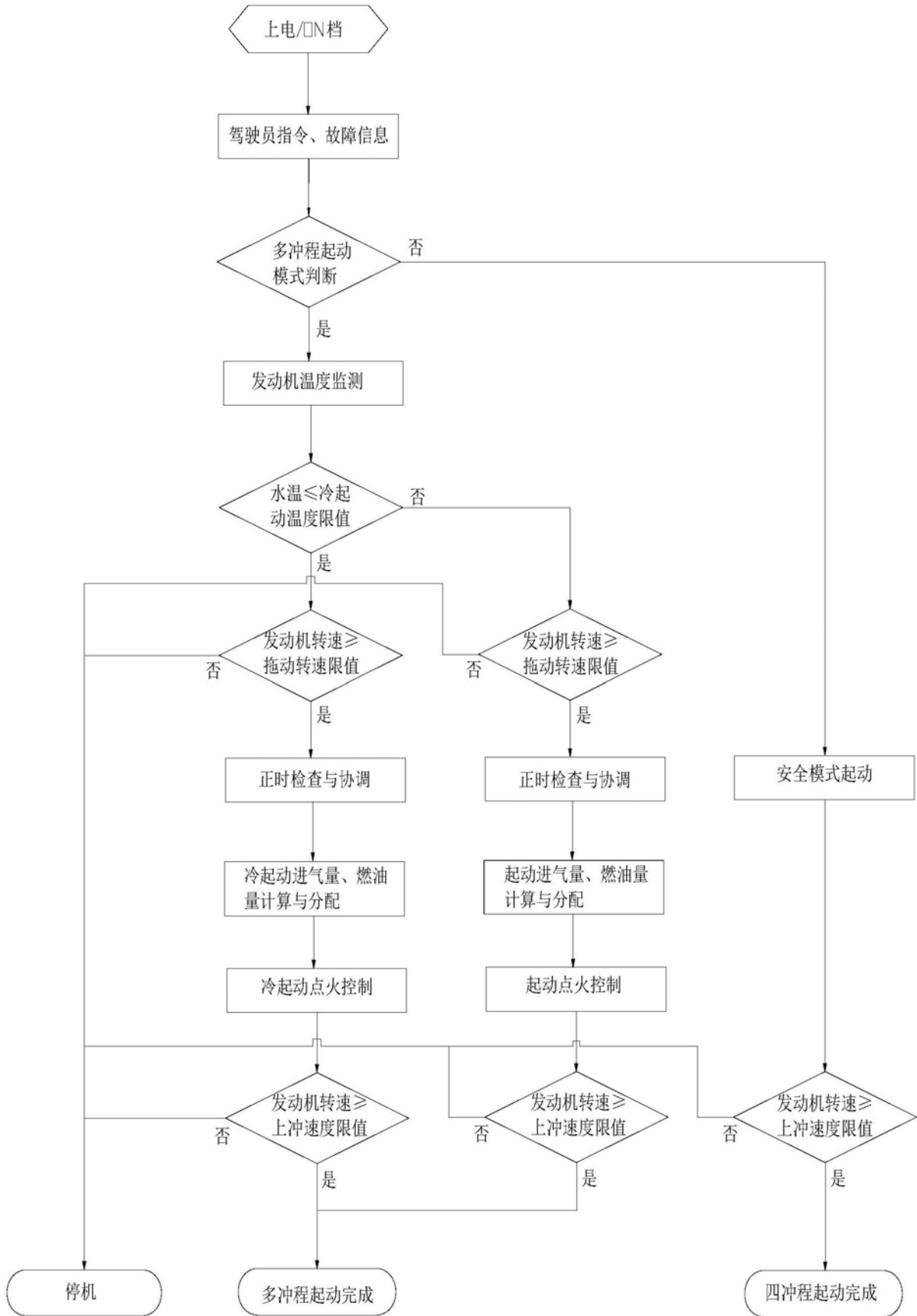


图3

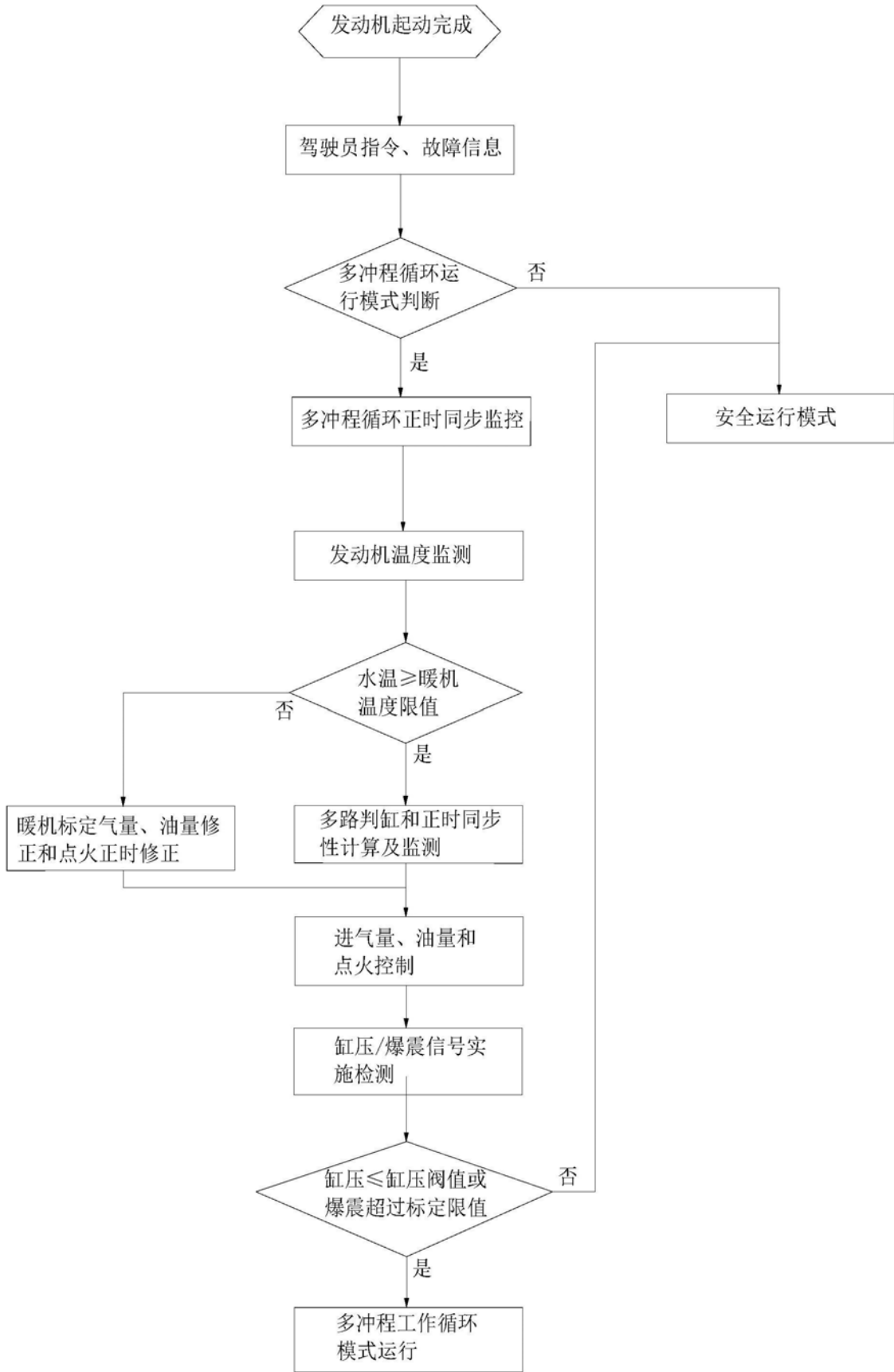


图4

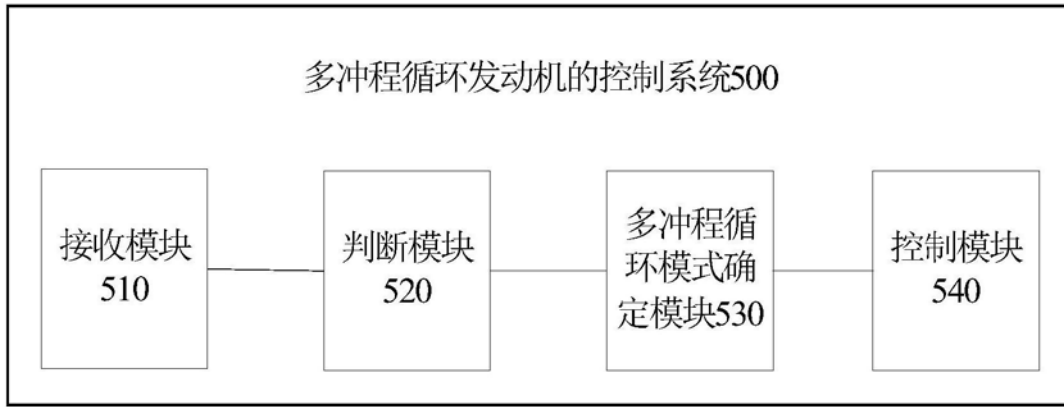


图5

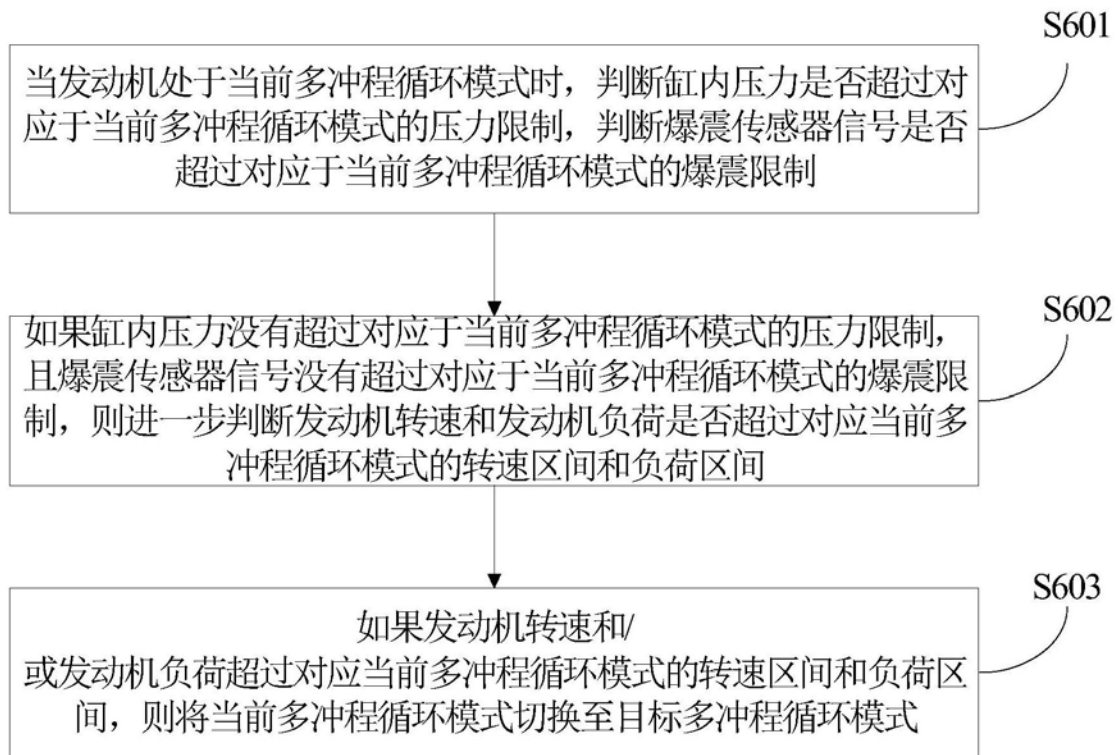


图6

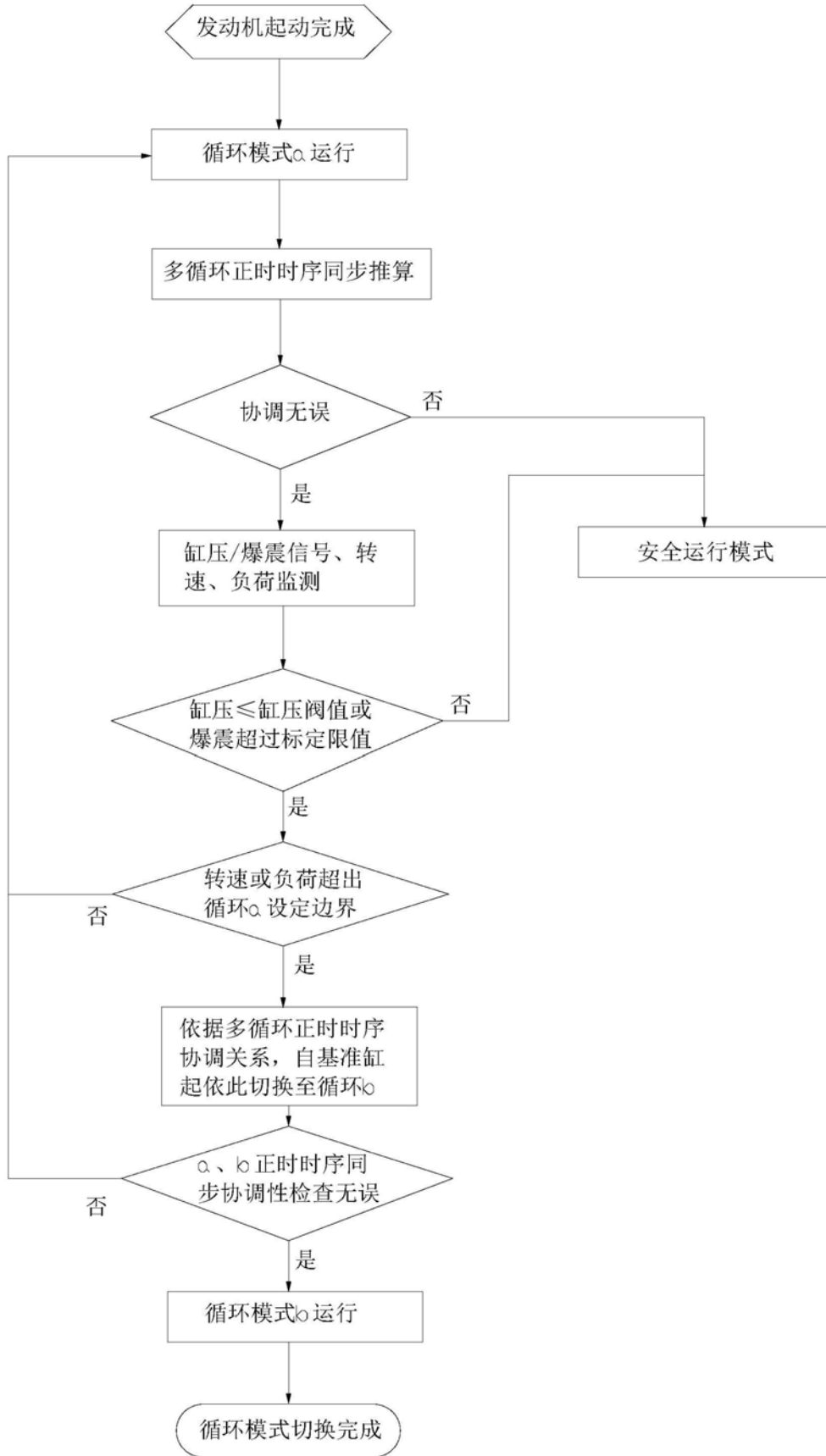


图7

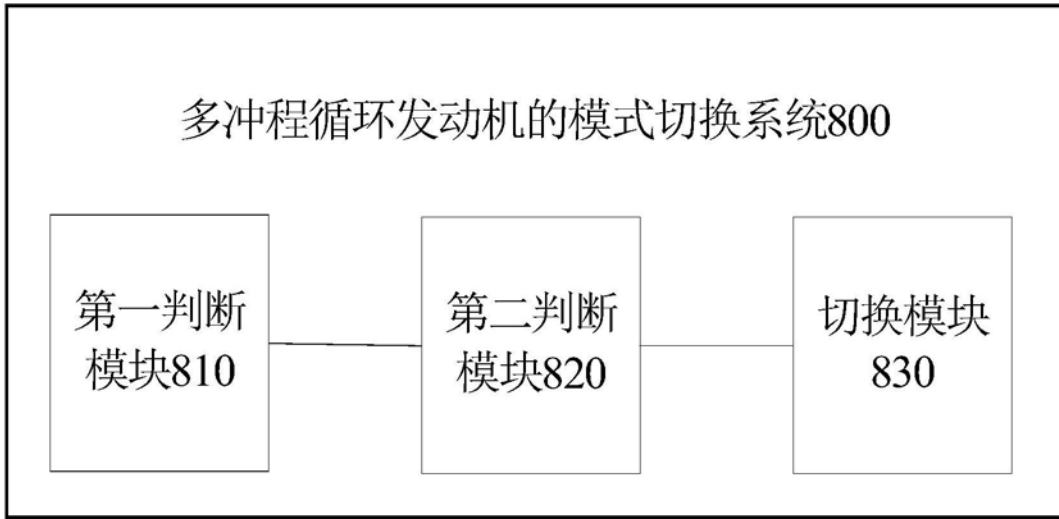


图8

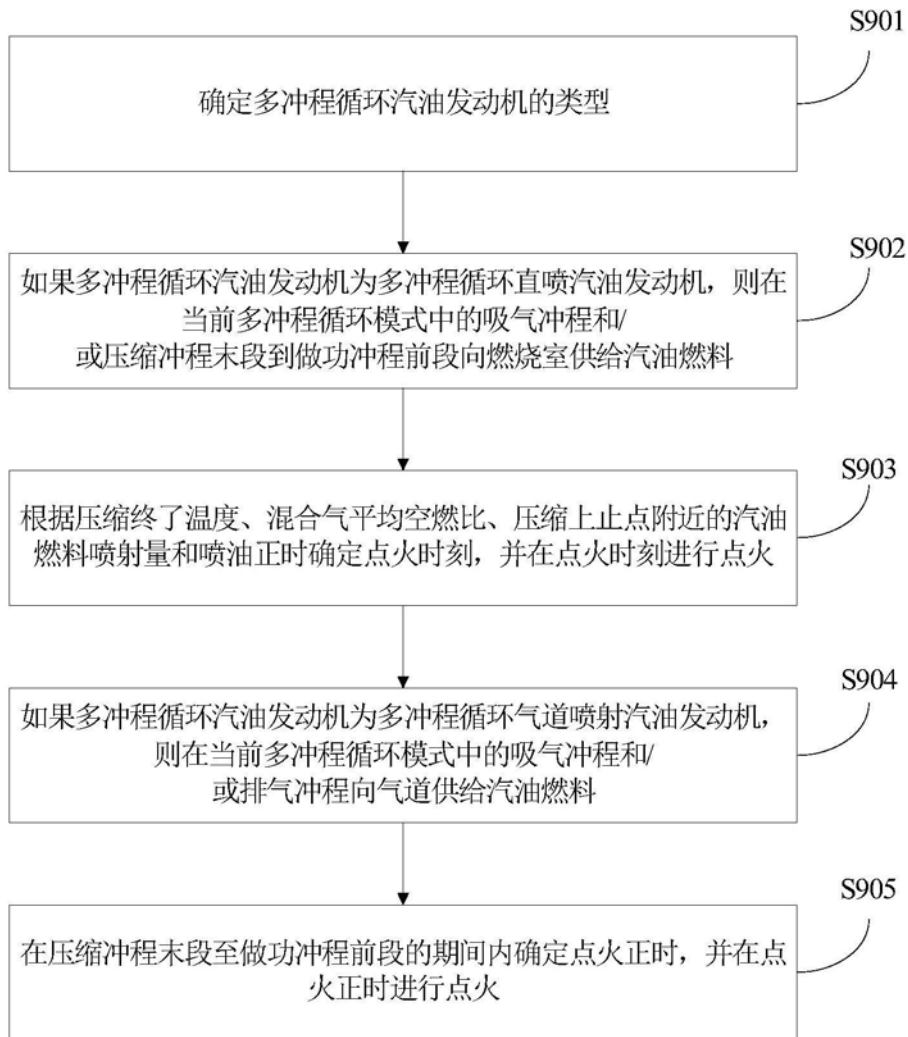


图9

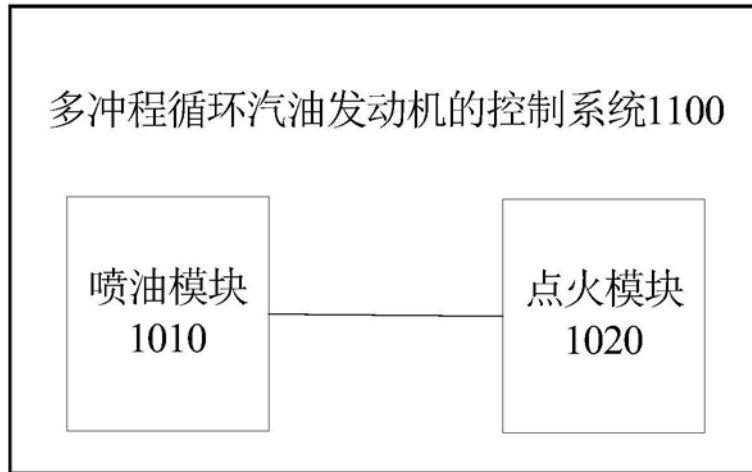


图10

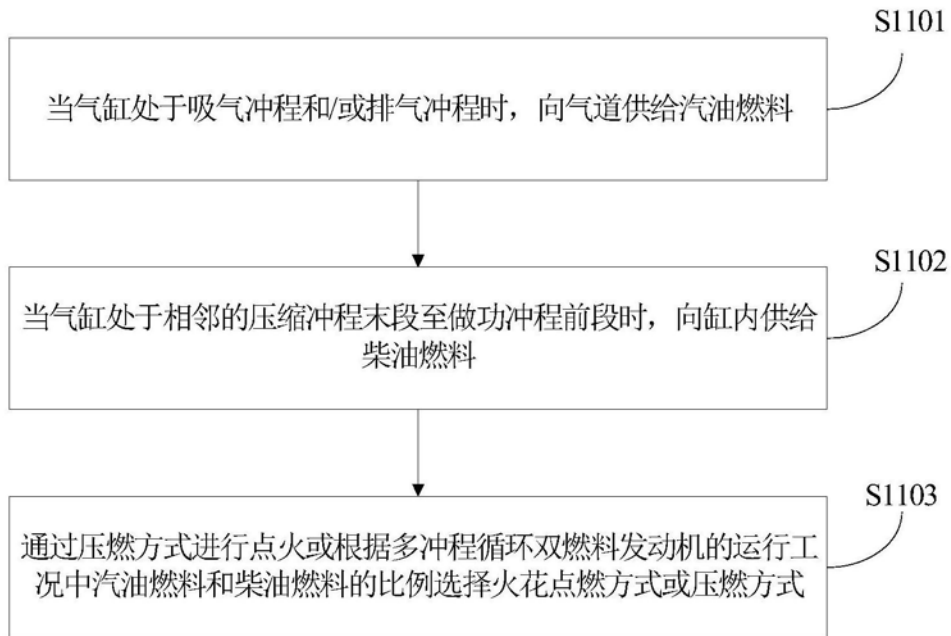


图11

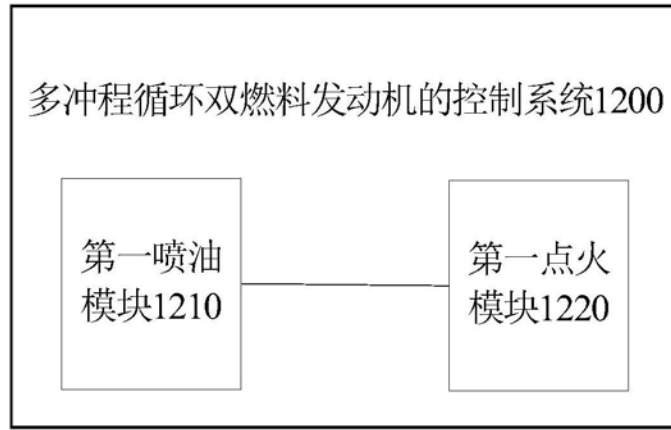


图12