



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109681317 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201811648318.5

F02D 41/14(2006.01)

(22)申请日 2018.12.30

F02M 26/19(2016.01)

(71)申请人 北京工业大学

F02M 26/47(2016.01)

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

F02M 26/46(2016.01)

F02M 26/30(2016.01)

(72)发明人 纪常伟 马泽东 汪硕峰 杨金鑫  
徐溥言 史程

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理  
有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

F02B 53/00(2006.01)

F02B 53/10(2006.01)

F02B 53/02(2006.01)

F02M 25/028(2006.01)

F02D 41/00(2006.01)

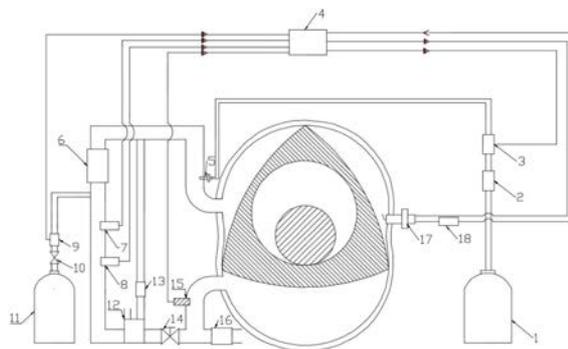
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式零转子机及其控制方法

(57)摘要

本发明设计了一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机及其控制方法,以发动机的排气温度、氧浓度与HC浓度为依据,调节废气循环率与喷水装置的开关,控制喷入气道内的水量与时间,利用水蒸发吸热降低发动机的进气温度。同时,将冷凝器与发动机的冷却水箱连接起来,在发动机燃烧室内的温度低于设定值时,冷凝水储存到冷却水箱内,作为发动机的冷却水循环使用,当进气道内的温度大于设定值时,冷凝水喷入进气道对进气进行降温。与现有技术相比,本发明所述的控制方发实现了一种零氮排放发动机,利用水分蒸发吸热降低进气道内温度,并且将冷凝器与冷却水箱连接起来,对冷凝器中的水量进行调节,有一定的创新性与应用前景。



1. 一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机,其特征包括:烃类燃料储存罐(1),储存罐的出口与油泵(2),燃料流量计(3)、安装在进气道上的燃料喷嘴(5)串联连接,发动机排气管上依次安装HC浓度传感器(15)、废气循环阀(14)、冷凝器(12)、温度传感器(8)、氧浓度传感器(7)、稳压混合罐(6),氧气从氧气储存罐(11)中出来后依次经过氧气管路减压阀(10)、氧气流量调节器(9),与循环废气混合经稳压混合罐(6)后进入燃烧室,排气管上还安装气体流量调节器(16);冷凝器有两个出水后,一个与发动机冷却水箱相连,一个与水泵(13)相连,ECU(4)通过温度传感器(8)的信号控制水泵(13)的工作状态,火花塞式缸压传感器(17)与电荷放大器(18)为发动机点火。

2. 控制如权利要求1所述的一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机的方法,其特征在于:

当转子发动机工作后,ECU接收来自曲轴传来的转速信号,当转速低于发动机怠速转速时,位于排气道的HC浓度传感器(15)检测排气道中的HC浓度,当HC浓度小于M值时,M为发动机循环变动系数 $CoV$ 等于10%时所对应的HC浓度,打开废气循环阀(14),使燃烧产生的废气沿循环管道进入稳压混合罐(6)中,与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内燃烧,此时冷凝器将废气中的水分冷凝储存到发动机水箱,作为冷却水备用,当排气道中的HC浓度大于M时,关闭废气循环阀(14),并打开空气流量计(16),使得此时燃烧产生的废气直接排入大气;ECU(4)根据循环废气中氧气浓度,向氧气流量调节器(9)发送信号并调节氧气的输送量,使得进气道中的过氧浓度系数小于1,燃料与氧气的混合气按浓燃条件进行燃烧,实现发动机的启动;

当发动机转速在怠速转速与额定转速之间时,ECU(4)调节氧气流量计(9)与烃类燃料流量计(3)的流量大小,使得进气道中过氧浓度系数大于1,燃料与氧气的混合气按稀薄条件进行燃烧,位于排气道的HC浓度传感器(15)将排气道中的HC浓度信息传递给ECU(4),当HC浓度小于M值时,打开废气循环阀(14),废气经冷凝器后进入混合气稳压罐(6)与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内进行燃烧,同时,位于排气道中的温度传感器(8)检测循环废气的温度,当排气道内循环气的温度大于N值时,N为发动机充气效率为60%时所对应的进气道温度,水泵(13)将冷凝器中的水抽出,喷入进气道对进气进行降温,当循环废气的温度低于设定值N时,水泵(13)停止工作,关闭进气道喷水装置;此时冷凝器(12)内的水再次储存到发动机冷却水箱内;当位于排气道的HC浓度传感器检(15)测到CH浓度高于M值时,逐步关闭废气循环阀(14)并打开空气流量计(16),使得燃烧产生的部分废气直接排入大气,直至排气道中的CH浓度降至M,稳定废气循环阀(14)与空气流量计(16)的开闭程度,使得循环废气稳定在CH浓度降至M时所对应的量;ECU(4)接收氧浓度传感器(7)传递的氧浓度信号,控制氧气流量调节器(9),对发动机进气道内氧浓度进行调节,使得过氧浓度系数 $\eta$ 大于1,燃料与氧气的混合气按稀薄燃烧模式进行燃烧,经过冷凝器(12)冷却的废气与氧气在混合气稳压罐(6)中混合后,进入燃烧室内;

当发动机转速在额定转速与最高转速之间时,关闭废气循环阀(14),完全打开空气流量计(16),使燃烧产生的废气直接排入大气中;

当发动机转速高于最高转速时,ECU(4)发出信号,停止燃料与氧气的供应,同时,ECU(4)停止发送点火信号至火花塞(17),使发动机停止工作。

## 一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式零转子机及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明提供了一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机控制方法,属于内燃机领域。

### 背景技术

[0002] 随着环境问题越来越受到广大人民的重视,各国对污染的监控也越来越严格。汽车尾气排放在这种环境下也被推到了前台,各国都相继推出了相关法规来限制汽车尾气的排放。因此,降低发动机油耗和排放已经成为了当前内燃机领域的主流研究方向。

[0003] 与往复式活塞机相比,转子发动机具有体积小、重量轻、结构简单,功重比大等优点,世界各国已将转子机广泛应用于无人机、军用特种车辆、海军陆战队登陆艇、小型船舶和轻便式发电机等领域。然而,转子机也存在着燃油经济性差和排放高等问题,造成这些问题的主要原因是转子机狭长的燃烧室结构不利于燃料的快速、完全燃烧,较高的面容比增加了壁面淬息的问题,以及线密封形式导致较高的漏气率等。随着排放法规的日益严格,转子发动机也面临着节能减排的问题。

[0004] 转子机的排放物主要有 $\text{NO}_x$ 、PM、HC、CO等,内燃机中 $\text{NO}_x$ 的生成主要有两种方式:热力型和燃料型。在汽油机中, $\text{NO}_x$ 的主要来源是参与燃烧的空气中的氮。空气中含有21%的氧气和79%的氮气,二者在内燃机燃烧室内发生化学反应生成 $\text{NO}_x$ ,形成内燃机的排放物。如果将空气中的氮气除去,则可以避免 $\text{NO}_x$ 的生成。但使用纯氧会产生高温,降低燃烧的稳定性,且不利于热量的快速释放,容易产生爆震。所以将发动机的冷却水箱与冷凝器连接,利用冷却水箱为冷凝器提供所需水源,同时,冷凝器中的水也可以储存在水箱内作为冷却水使用,当发动机进气道内温度过高时,冷凝水喷入发动机进气道降低进气气温,提高发动机燃烧的稳定性。

### 发明内容

[0005] 为了改善转子内燃机的排放特性并降低进气道内温度,防止高温引起的爆震等问题,本发明提供了一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机控制方法,减小NO排放的同时降低缸内温度,避免高温引起的爆震等问题。

[0006] 本发明解决上述问题是通过以下技术方案解决的:

[0007] 本发明设计了一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机控制方法,具体涉及喷水装置及其运行方法,装置包括:烃类燃料储存罐(1),储存罐的出口与油泵(2),燃料流量计(3)、安装在进气道上的燃料喷嘴(5)串联连接,发动机排气管上依次安装HC浓度传感器(15)、废气循环阀(14)、冷凝器(12)、温度传感器(8)、氧浓度传感器(7)、稳压混合罐(6),氧气从氧气储存罐(11)中出来后依次经过氧气管路减压阀(10)、氧气流量调节器(9),与循环废气混合经稳压混合罐(6)后进入燃烧室,排气管上还安装气体流量调节器(16)。冷凝器有两个出水后,一个与发动机冷却水箱相连,一个与水泵(13)相连,ECU(4)通

过温度传感器(8)的信号控制水泵(13)的工作状态,火花塞式缸压传感器(17)与电荷放大器(18)为发动机点火。

[0008] 如上所述的一种喷水降低缸内温度的零氮烃类燃料点燃式转子机控制方法,其特征在于:

[0009] 当转子发动机工作后,ECU(4)接收来自曲轴传来的转速信号,当转速低于怠速转速时,位于排气道的HC浓度传感器(15)检测排气道中的HC浓度,当HC浓度小于M值时,M为发动机循环变动系数 $CoV$ 等于10%时所对应的HC浓度,打开废气循环阀(14),使排气进入混合气稳压罐(6)与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内燃烧,此时冷凝器将废气中的水分冷凝储存到发动机水箱,作为冷却水备用,当排气道中的HC浓度大于M时,关闭废气循环阀(14),并打开空气流量计(16),使得此时燃烧产生的废气直接排入大气。ECU(4)根据循环废气中氧气浓度,向氧气流量调节器(9)与燃料流量计(3)发动信号,调节氧气与燃料的输送比例,使得的进气道中的过氧浓度系数小于1,燃料与氧气的混合气按浓燃条件进行燃烧,实现发动机的快速启动。

[0010] 当发动机转速在在怠速转速与额定转速之间时,ECU(4)调节氧气流量计(9)与烃类燃料流量计(3)的流量大小,使得进气道中过氧浓度系数大于1,燃料与氧气的混合气按稀薄条件进行燃烧,位于排气道的HC浓度传感器(15)将排气道中的HC浓度信息传递给ECU(4),当HC浓度小于M值时,打开废气循环阀(14),废气经冷凝器后进入混合气稳压罐(6)与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内进行燃烧,同时,位于排气道中的温度传感器(8)检测循环废气的温度,当排气道内循环气的温度大于N值时,N为发动机充气效率低于60%时所对应的进气道温度。水泵(13)将冷凝器中的水抽出,喷入进气道对进气进行降温,当循环废气的温度低于设定值N时,水泵(13)停止工作,关闭进气道喷水装置。此时冷凝器(12)内的水再次储存到发动机冷却水箱内。当位于排气道的HC浓度传感器检(15)测到CH浓度高于M值时,逐步关闭废气循环阀(14)并缓慢打开空气流量计(16),使得燃烧产生的部分废气直接排入大气,直至排气道中的CH浓度降至M,稳定废气循环阀(14)与空气流量计(16)的开闭程度,使得循环废气稳定在CH浓度降至M时所对应的量。ECU(4)通过调节循环废气、氧气流量、燃料喷射量等因素,对发动机进气道内的氧浓度进行调节,使得过氧浓度系数大于1,燃料与氧气的混合气按稀薄燃烧模式进行燃烧。

[0011] 当发动机转速在额定转速及最高转速之间时,关闭废气循环阀(14),完全打开空气流量计(16),使燃烧产生的废气直接排入大气中。

[0012] 当发动机转速大于最高转速时,ECU(4)发出信号,停止燃料与氧气的供应,并终止发送点火信号至火花塞(17),使发动机停止工作。

[0013] 过氧浓度系数本行业基础知识,本行业人员可根据基础知识自行标定。进气道中的过氧浓度系数 $\eta = (V_{E02} + V_{O2}) / V_{ST02}$  ( $V_{E02}$ 为废气循环中氧气体积, $V_{O2}$ 为供氧装置中所提供的氧气体积, $V_{ST02}$ 为燃料燃烧完全所需要的理论氧气体积)。额定转速、最高转速是本行业内的基础知识,额定转速指发动机在额定功率下的转速,最高转速指在特定条件下,发动机转速能够达到的最大值,长时间处于最大转速会损坏发动机。

## 附图说明

[0014] 图1.本发明的结构和工作原理图

[0015] 图中: 烃类燃料储存罐1, 储存罐的出口与油泵2, 燃料流量计3, ECU4, 燃料喷嘴5, 稳压混合罐6, 氧浓度传感器7, 温度传感器8, 氧气流量调节器9, 减压阀10, 氧气储存罐11, 冷凝器12, 水泵13, 废气循环阀14, HC浓度传感器15, 气体流量调节器16, 火花塞式缸压传感器17, 电荷放大器18

### 具体实施方式

[0016] 下面结合附图和具体实施方式对于本发明做进一步的说明:

[0017] 如图1包括: 装置包括: 烃类燃料储存罐(1), 储存罐的出口与油泵(2), 燃料流量计(3)、安装在进气道上的燃料喷嘴(5)串联连接, 发动机排气管上依次安装HC浓度传感器(15)、废气循环阀(14)、冷凝器(12)、温度传感器(8)、氧浓度传感器(7)、稳压混合罐(6), 氧气从氧气储存罐(11)中出来后依次经过氧气管路减压阀(10)、氧气流量调节器(9), 与循环废气混合经稳压混合罐(6)后进入燃烧室, 排气管上还安装气体流量调节器(16)。冷凝器有两个出水后, 一个与发动机冷却水箱相连, 一个与水泵(13)相连, ECU(4)通过温度传感器(8)的信号控制水泵(13)的工作状态, 火花塞式缸压传感器(17)与电荷放大器(18)为发动机点火。

[0018] 当转子发动机工作后, ECU接收来自曲轴传来的转速信号, 当转速小于怠速转速1200rpm时, 位于排气道的HC浓度传感器(15)检测排气道中的HC浓度, 当HC浓度小于6000ppm, 打开废气循环阀(14), 使排气进入混合气稳压罐(6)与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内部燃烧, 此时冷凝器将废气中的水分冷凝储存到发动机水箱, 作为冷却水备用, 当排气道中的HC浓度大于M时, 关闭废气循环阀(14), 并打开空气流量计(16), 使得此时燃烧产生的废气直接排入大气。ECU(4)根据循环废气中氧气浓度, 向氧气流量调节器(9)发送信号并调节氧气的输送量, 使得的进气道中的过氧浓度系数 $\eta$ 控制在0.7-0.9之间, 实现发动机的快速启动。

[0019] 当发动机转速在怠速转速1200rpm到额定转速9000rpm之间时, ECU(4)调节氧气流量计(9)与烃类燃料流量计(3)的流量大小, 使得进气道中过氧浓度系数控制在1.2-1.5之间, 位于排气道的HC浓度传感器(15)将排气道中的HC浓度信息传递给ECU(4), 当HC浓度小于3000ppm, 打开废气循环阀(14), 废气经冷凝器后进入混合气稳压罐(6)与来自氧气输送管路的氧气混合后进入燃烧室内进行燃烧, 同时, 位于排气道中的温度传感器(8)检测循环废气的温度, 当排气道内循环废气的温度大于50°时, 水泵(13)将冷凝器中的水抽出, 喷入进气道对进气进行降温, 当循环废气的温度低于设定值50°时, 水泵(13)停止工作, 关闭进气道喷水装置。此时冷凝器(12)内的水再次储存到发动机冷却水箱内。当位于排气道的HC浓度传感器检(15)测到CH浓度高于3000ppm时, 逐步关闭废气循环阀(14)并缓慢打开空气流量计(16), 使得燃烧产生的部分废气直接排入大气, 直至排气道中的CH浓度降至3000ppm, 稳定废气循环阀(14)与空气流量计(16)的开闭程度, 使得循环废气稳定在CH浓度降至3000ppm时所对应的量, 经过冷凝器(8)冷却的废气与氧气在混合气稳压罐(6)中混合后, 进入燃烧室内部。

[0020] 当发动机转速在额定转速9000rpm至最高转速12000rpm时, 关闭废气循环阀(14), 完全打开空气流量计(16), 使燃烧产生的废气直接排入大气中。

[0021] 当发动机转速高于最高转速12000rpm时, ECU(4)发出信号, 停止燃料与氧气的供

应,同时,ECU(4)停止发送点火信号至火花塞(17),使发动机停止工作。

[0022] 过氧浓度系数本行业基础知识,本行业人员可根据基础知识自行标定。进气道中的过氧浓度系数 $\eta = (V_{E02} + V_{O2}) / V_{ST02}$  ( $V_{E02}$ 为废气循环中氧气体积, $V_{O2}$ 为供氧装置中所提供的氧气体积, $V_{ST02}$ 为燃料燃烧完全所需要的理论氧气体积)。

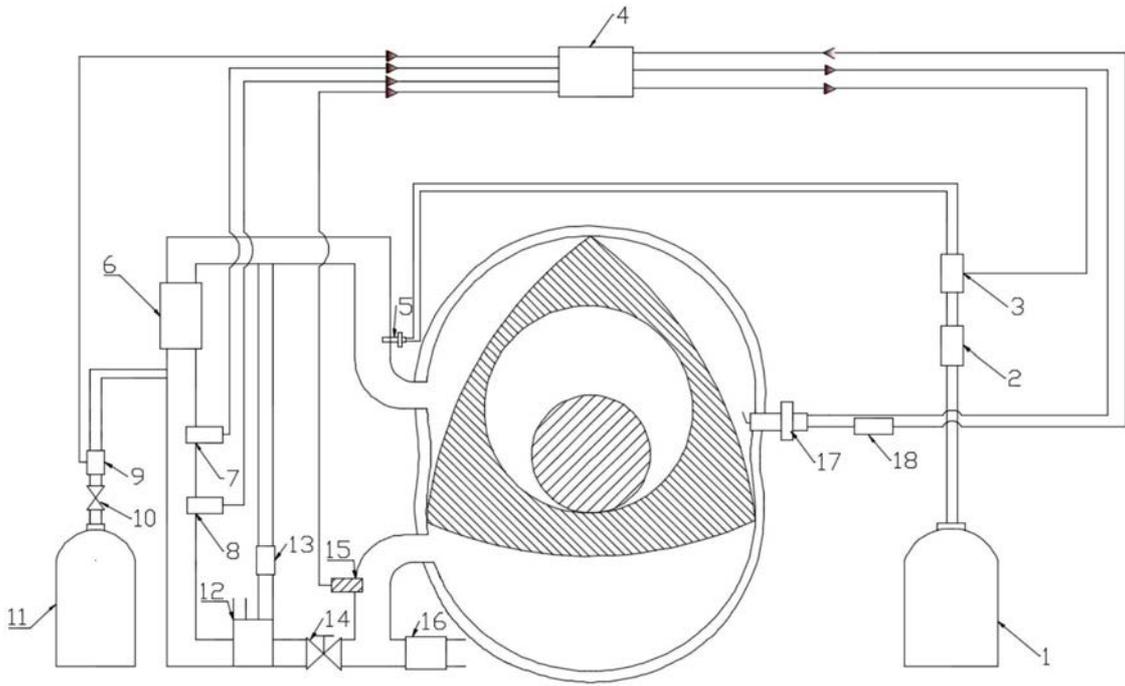


图1