



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104653321 B

(45)授权公告日 2019.04.26

(21)申请号 201410668784.5

(51)Int.CI.

(22)申请日 2014.11.20

F02D 41/22(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104653321 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.05.27

CN 102027221 A, 2011.04.20,

(30)优先权数据

CN 103154479 A, 2013.06.12,

1361448 2013.11.21 FR

CN 103119273 A, 2013.05.22,

(73)专利权人 法国大陆汽车公司

CN 102016272 A, 2011.04.13,

地址 法国图卢兹

CN 103403328 A, 2013.11.20,

专利权人 大陆汽车有限公司

DE 102008023372 A1, 2009.12.03,

(72)发明人 M.勒布隆

FR 2806549 B1, 2001.09.21,

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

WO 02/092985 A1, 2002.11.21,

代理人 崔幼平 傅永霄

WO 2012/152552 A2, 2012.11.15,

审查员 范海琳

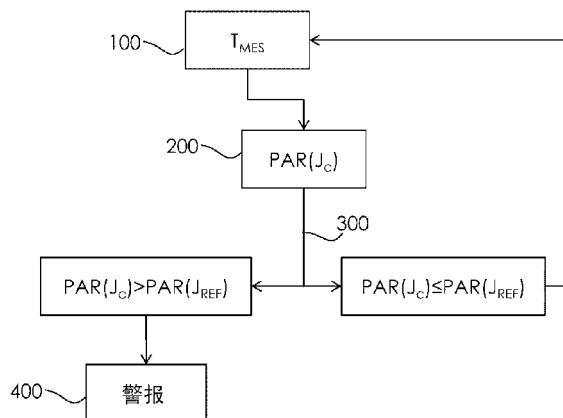
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

## (54)发明名称

用于监测交通工具的内燃发动机的燃料喷射器的监测方法

## (57)摘要

本发明涉及一种用于监测交通工具的内燃发动机的燃料喷射器的监测方法，喷射器包括作用于阀装置以便打开或关闭喷射器的压电致动器，燃料喷射器包括致动器游隙，所述方法包括：在对于给定的多种燃料压力进行喷射之前的模拟步骤期间测量致动器游隙的多种补偿时间( $T_{MES}$ )的步骤(100)；依据测得的补偿时间( $T_{MES}$ )计算代表当前致动器游隙的参数( $PAR(J_c)$ )的步骤(200)；比较代表计算出的当前致动器游隙的参数( $PAR(J_c)$ )与致动器游隙的预定基准参数( $PAR(J_{REF})$ )的步骤(300)；以及在基准参数( $PAR(J_{REF})$ )被超过的情况下发送警告消息的步骤(400)；基于测得的补偿时间( $T_{MES1}$ 、 $T_{MES2}$ 、 $T_{MES3}$ )的多项式函数计算代表当前致动器游隙的参数( $PAR(J_c)$ )；所述多项式函数的多项式阶数对应于为不同燃料压力( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ )测得的致动器游隙的补偿时间( $T_{MES1}$ 、 $T_{MES2}$ 、 $T_{MES3}$ )的数量。



1. 一种用于监测交通工具的内燃发动机的燃料喷射器(1)的监测方法,所述喷射器(1)包括压电致动器(2),其作用于阀装置(3、4)以便打开或关闭所述喷射器(1),从而分别允许或停止燃料向所述发动机的燃烧室中的喷射,所述燃料喷射器(1)包括致动器游隙(J),所述交通工具包括用于执行所述监测方法的机载发动机控制单元,所述监测方法的特征在于它在交通工具的正常操作期间包括以下步骤:

- 在对于给定的多种燃料压力P1、P2、...、Pn进行喷射之前的模拟步骤期间测量所述致动器游隙的多种补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn的步骤(100);
- 依据测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn计算代表当前致动器游隙的参数PAR(Jc)的步骤(200);
- 比较代表计算出的当前致动器游隙的参数PAR(Jc)与致动器游隙的预定基准参数PAR(JREF)的步骤(300);以及
- 在基准参数PAR(JREF)被超过的情况下发送警告消息的步骤(400);

基于测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn的多项式函数计算代表当前致动器游隙的参数PAR(Jc);

所述多项式函数的多项式阶数对应于为不同燃料压力P1、P2、...、Pn测得的致动器游隙的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn的数量,其中n为整数。

2. 如权利要求1所述的监测方法,其中,所述多项式函数的多项式阶数为2~4。
3. 如权利要求2所述的监测方法,其中,所述多项式函数的多项式阶数为3。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的监测方法,其中,所述多项式函数具有多项式阶数n,所述多项式函数的形式为:

$$\begin{aligned} PAR(Jc) = & a_{11} * T_{MES1} + a_{12} * T_{MES1}^2 + \dots + a_{1n} * T_{MES1}^n + a_{21} * T_{MES2} + a_{22} * T_{MES2}^2 + \dots + a_{2n} * T_{MES2}^n + \dots \\ & + a_{n1} * T_{MESn} + a_{n2} * T_{MESn}^2 + \dots + a_{nn} * T_{MESn}^n \end{aligned}$$

在该函数中建立系数a<sub>11</sub>、...、a<sub>nn</sub>。

5. 如权利要求1所述的监测方法,其中,测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn通过补偿方法获得,在所述补偿方法中,补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn对应于测得的向所述压电致动器施加微弱的电脉冲的持续时间,所述微弱的电脉冲对应于燃料压力在所述喷射器的电致动的预定基准持续时间内的预定测试变化。

6. 如权利要求1所述的监测方法,其中,测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn是对于200巴~2000巴之间的燃料压力P1、P2、...、Pn获得的。

7. 如权利要求1所述的监测方法,其中,代表当前致动器游隙的参数PAR(Jc)是电压。
8. 如权利要求1所述的监测方法,其中,使代表当前致动器游隙的参数PAR(Jc)与测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn关联的函数是基于经验库B<sub>HIST</sub>通过估算方法获得的,所述经验库包括对于给定类型的燃料喷射器随时间推移获取的多个要素HIST<sub>1</sub>、...、HIST<sub>i</sub>,每个要素HIST<sub>1</sub>、...、HIST<sub>i</sub>使测得的补偿时间TMES1、TMES2、...、TMESn与以有效方式测得的代表当前致动器游隙的参数PAR(Jc)相关联,其中i为整数。

## 用于监测交通工具的内燃发动机的燃料喷射器的监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及交通工具的内燃发动机的燃料喷射器的领域,特别是监测燃料喷射器以便防止故障的领域。

### 背景技术

[0002] 在正常方式中,参考图1,燃料喷射器1包括压电致动器2,其作用于阀装置以便打开或关闭喷射器1,从而分别允许或停止燃料C向交通工具的发动机的燃烧室中的喷射。以公知方式,交通工具包括机载发动机控制单元(未示出),以便激活压电致动器2并且控制喷射。

[0003] 如已知的,压电致动器2主要由一组陶瓷构件组成,所述陶瓷构件限定出预定长度,其具有使该长度在电场的作用下被修改并且相反地在机械应力的作用下产生电场的性能。

[0004] 在燃料喷射器1中,压电致动器2配置在阀装置与喷射器的止挡之间。在实践中,并且以概述方式,当使用电压向压电致动器2施加电荷时,其长度增加并打开喷射器1的阀装置,其由此在压力作用下向燃烧室中释放燃料C。

[0005] 更具体地,仍然参考图1,在喷射系统包括高压共喷轨的情况下,阀装置包括:蘑菇状关闭构件3,其由压电致动器2直接致动;和阀针4,其通过与喷射器中的高压接触而被致动,这通过蘑菇状关闭构件3在压电致动器2的作用下朝其打开位置移动而成为可能。喷射器1的阀针4适于在关闭位置与被称为喷射位置的打开位置之间移动。喷射器是“伺服阀”喷射器,其包括被构造成使喷轨的高压燃料的体积与燃料箱的低压体积相关联的阀装置。换言之,压电致动器2允许阀针4被致使以间接方式移动。

[0006] 实践中,压电致动器2移动蘑菇状关闭构件3,其在打开时允许来自喷轨的高压与燃料向罐的返回回路的低压相连,其改变位于喷射器1的阀针4的端子处的作用力平衡,从而允许其向上移动。作为该向上移动的结果,阀针4释放喷射器1的喷嘴5的开口,其允许燃料C在轨的高压的作用下向燃烧室中喷射。

[0007] 在息止状态,也就是说,在阀装置的关闭位置(蘑菇状关闭构件3和阀针4关闭),在压电致动器2与阀装置,更具体地所在压电致动器2与蘑菇状关闭构件3之间存在游隙J,以便确保所述阀装置的关闭并且防止燃料朝燃烧室的不受控泄漏。在本文的其余部分中将使用完整的术语或使用缩短形式“致动器游隙”来指代该游隙J。该致动器游隙J通常为数微米。

[0008] 随时间推移,作为磨损的结果,致动器游隙J的值可能增大,其干扰喷射器1的操作。这是因为由喷射器1供应的燃料C的量不再足够,其可能导致交通工具的发动机发生故障。

[0009] 一理想方案将是直接测量致动器游隙J的实际值。然而,其一方面要求喷射器1从交通工具拆下,而另一方面需要非常特殊的工具来允许测量致动器游隙J。因此,实践中,仅仅偶尔测量致动器游隙J。

[0010] 一理想方案将是集成距离传感器来测量致动器游隙J。鉴于喷射器1的紧凑本质以及致动器游隙J的数量级,这种方案不能被实施。

[0011] 此外,为了允许有效地喷射燃料,已经提出了控制喷射器1,以便补偿致动器游隙J的增大,如专利申请US2013066538A1给出的。在本文的其余部分中,该方法被称为“补偿方法”。

[0012] 根据该补偿方法,喷射器1被控制以便模拟在前的喷射步骤,以便确定充电时间 $T_{MES}$ ,其是在压电致动器2的致动时间与蘑菇状关闭构件3开始移动的时间之间测量的。该充电时间 $T_{MES}$ 对应于压电致动器2直到它补偿致动器游隙J之前的伸展持续时间。为了补偿致动器游隙J的增大,已经知道依据预定充电时间 $T_{MES}$ 增加喷射能量。这样,由喷射器1供应的燃料量得到修正,尽管存在致动器游隙J。

[0013] 然而,这种补偿方法不允许估算致动器游隙J的值以便确定它是否趋于劣化。因此,在交通工具发生故障的情况下,技师可以诊断喷射器1的致动器游隙过高并更换它们。然而,该诊断不是基于任何客观的数据段,从而具有有限的可靠性。实践中,似乎有大量的喷射器1被不必要地更换,其增加了交通工具的维修成本并且构成一种缺点。此外,在喷射器失效的情况下,有必要停止交通工具,这将其用户置于劣势。

## 发明内容

[0014] 有必要以可靠的方式监测燃料喷射器,以便在故障变成现实并将用户置于劣势之前预料到故障。

[0015] 为此目的,本发明涉及一种用于监测交通工具的内燃发动机的燃料喷射器的监测方法,所述喷射器包括压电致动器,其作用于阀装置以便打开或关闭所述喷射器,从而分别允许或停止燃料向所述发动机的燃烧室中的喷射,所述燃料喷射器包括致动器游隙,所述交通工具包括用于执行所述监测方法的机载发动机控制单元,所述监测方法的特征在于它在交通工具的正常操作期间包括以下步骤:

[0016] • 在对于给定的多种燃料压力进行喷射之前的模拟步骤期间测量致动器游隙的多种补偿时间的步骤;

[0017] • 依据测得的补偿时间计算代表当前致动器游隙的参数的步骤;

[0018] • 比较代表计算出的当前致动器游隙的参数与致动器游隙的预定基准参数的步骤;以及

[0019] • 在基准参数被超过的情况下发送警告消息的步骤;

[0020] 基于测得的补偿时间的多项式函数计算代表当前致动器游隙的参数;

[0021] 所述多项式函数的多项式阶数对应于为不同燃料压力测得的致动器游隙的补偿时间的数量。

[0022] 在一有利方式中,本发明允许基于补偿时间的测量形成关于燃料喷射器的状态的可靠指示器,并且其第一功能被重新定向。这是因为补偿时间首先允许燃料的喷射得到改善,并且其次允许致动器游隙的一致性得到估算。

[0023] 作为本发明的结果,由于过大致动器游隙造成的燃料喷射器的故障有利地以精确且快速的方式得到检测。这样,可以在交通工具实际上遭受导致交通工具停止不动的故障之前更换燃料喷射器,这有利于交通工具的用户。此外,这种方法允许由技师执行的诊断操

作得以更容易地进行,其降低维修成本。

[0024] 可以通过直接且快速的方式优选通过连续方式计算代表当前致动器游隙的参数。连续监测交通工具允许其可靠性得到改善,并使任何故障以及时方式得到检测。

[0025] 优选地,多项式函数的多项式阶数为2~4,优选为3。这种多项式函数包括有限数量的系数,其加速计算时间。

[0026] 根据一优选方面,所述多项式函数具有多项式阶数n,所述多项式函数的形式为:

[0027]

$$PAR(Jc) = a_{11} * T_{MES1} + a_{12} * T_{MES1}^2 + \dots + a_{1n} * T_{MES1}^n + a_{21} * T_{MES2} + a_{22} * T_{MES2}^2 + \dots + a_{2n} * T_{MES2}^n + \dots \\ + a_{n1} * T_{MESn} + a_{n2} * T_{MESn}^2 + \dots + a_{nn} * T_{MESn}^n$$

[0028] 在该函数中建立系数(a<sub>11</sub>、…a<sub>nn</sub>)。

[0029] 因此,多项式函数不包括任何关联系数,或常数系数,其将系数的数量限制为多项式函数的多项式阶数。简化的多项式函数允许使用具有低水平专门性的控制单元,这降低其成本。

[0030] 优选地,测得的补偿时间通过补偿方法获得,在所述补偿方法中,补偿时间对应于测得的向所述压电致动器施加微弱的电脉冲的持续时间,所述微弱的电脉冲对应于燃料压力在所述喷射器的电致动的预定基准持续时间内的预定测试变化。

[0031] 在再一优选方式中,测得的补偿时间是对于200巴~2000巴之间的燃料压力获得的。

[0032] 在一优选方式中,代表当前致动器游隙的参数是电压。

[0033] 优选地,使代表当前致动器游隙的参数与测得的补偿时间关联的函数是基于经验库通过估算方法获得的,所述经验库包括对于给定类型的燃料喷射器随时间推移获取的多个要素,每个要素使测得的补偿时间与以有效方式测得的代表当前致动器游隙的参数相关联。

[0034] 有利地,系数在交通工具的构造期间被建立,然后被实施在控制单元中。多个交通工具因此可以受益于通过仅执行对代表当前致动器游隙的参数的有限数量的有效测量进行的监测方法。

## 附图说明

[0035] 通过参考附图阅读仅作为示例给出的以下描述将更好地理解本发明,附图中:

[0036] - 图1示意性地示出了包括压电致动器的燃料喷射器;

[0037] - 图2是本发明的用于监测燃料喷射器的方法的实施例的流程图;

[0038] - 图3是用以估算代表当前致动器游隙的参数的计算模块的系数的经验库的要素的示例;并且

[0039] - 图4是基于计算模块和多个测得的补偿时间计算代表当前游隙的参数的实施例的示意图。

[0040] 应该指出的是:附图以详细方式阐述本发明以便实施本发明,附图自然能够在适当的情况下用于更好地限定本发明。

## 具体实施方式

[0041] 将参考图1给出本发明的监测方法,所述图1示意性地示出了包括压电致动器2的燃料喷射器1,所述压电致动器2作用于阀装置,以便打开或关闭喷射器1。仍然参考图1,阀装置包括:蘑菇状关闭构件3,其由压电致动器2直接致动;和阀针4,其通过与喷轨中的高压接触而被致动,这通过蘑菇状关闭构件3在压电致动器2的作用下朝其打开位置移动而成为可能。如前面指出的,喷射器1包括致动器游隙J,其值是未知的。在一优选方式中,喷射器是“伺服阀”喷射器,其包括被构造成使喷轨的燃料的高压体积与燃料箱的低压体积相关联的阀装置。换言之,压电致动器2允许阀针4被致使以间接方式移动。

[0042] 交通工具以公知方式包括机载发动机控制单元(ECU),其未示出,并且其用于实施所描述的本发明的监测方法,是通过实施一款软件来实施所述监测方法。压电致动器2的电子控制单元是本领域的技术人员已知的,这里将不以更详细的细节描述。可以借助于将被实施在交通工具的发动机控制单元中的一款控制软件,来实施对喷射器1或压电致动器2的控制。

[0043] 参考图2的流程图,所述监测方法在交通工具的正常操作期间在发动机运行、交通工具移动或处于停止状态的情况下包括以下步骤:

[0044] • 在对于给定的多种燃料压力进行喷射之前的模拟步骤期间测量致动器游隙的多种补偿时间 $T_{MES}$ 的步骤100;

[0045] • 依据测得的补偿时间 $T_{MES}$ 计算代表当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )的步骤200;

[0046] • 比较代表计算出的当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )与致动器游隙的预定基准参数PAR( $J_{REF}$ )的步骤300;以及

[0047] • 在基准参数PAR( $J_{REF}$ )被超过的情况下发送警告消息的步骤400。

[0048] 现在将分别给出所述方法的每个步骤。

[0049] 现在将描述测量致动器游隙的多种补偿时间的步骤100:

[0050] 在第一步骤100期间,测量致动器游隙J的多种补偿时间 $T_{MES}$ 。如以上指出的,充电时间 $T_{MES}$ 对应于压电致动器2直到它补偿致动器游隙J之前的伸展持续时间。

[0051] 补偿时间 $T_{MES}$ 取决于喷射器1中的燃料压力。在该实施例中,在对于介于200巴~2000巴之间的三种给定燃料压力P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>进行喷射之前的模拟步骤期间测量三种补偿时间 $T_{MES1}$ 、 $T_{MES2}$ 、 $T_{MES3}$ 。

[0052] 借助于如在专利申请US2013066538A1中给出的补偿方法,逐渐测量对于给定压力P的每种补偿时间 $T_{MES}$ 。

[0053] 为了清楚起见,下面将简要地给出一种补偿方法,以便对于给定压力建立补偿时间 $T_{MES}$ 。

[0054] 补偿时间 $T_{MES}$ 对应于测量的持续时间,在此期间微弱的电脉冲被施加至压电致动器2,所述微弱的电脉冲在喷射器的电致动的预定基准持续时间内与容纳在发动机的共喷轨中的燃料压力的预定测试变化相对应。

[0055] 术语“喷射器1的电致动的持续时间”旨在被基本上理解为电荷得以维持在压电致动器2的端子处的持续时间。轨的压力下降对喷射器1的阀装置的致动非常敏感,更具体地说,对喷射器1的蘑菇状关闭构件3的致动非常敏感。当交通工具处于操作中时,除了向燃烧室本身中喷射燃料的阶段之外,可以有利地以准永久性方式实现对致动器的游隙J的状态

的这种控制。例如,可以在发动机的无负载时间期间,在压缩的上死点之后,在发动机循环中实施这种测试。

[0056] 在一优选方式中,补偿方法包括以下步骤:

[0057] • 选择容纳在发动机的共喷轨中的燃料压力的测试变化,对应于预定的持续时间,在此期间向压电致动器2的端子施加预定的电流,在致动器2的端子处给予微弱的测试电荷,定义喷射器的电致动的预定基准持续时间,以便在喷射器的阀针没有打开的情况下通过喷射器1朝罐返回地基于共轨建立燃料C的泄漏,

[0058] • 向压电致动器2的端子施加微弱的电荷,以便在喷射器1的阀针4没有打开的情况下通过喷射器1朝罐返回地基于共轨建立燃料C的泄漏,

[0059] • 在整个电致动期间维持该电荷,以便在共喷轨中获得压力变化的测量结果,

[0060] • 比较所获得的压力变化的测量结果与容纳在共喷轨中的燃料压力的所选测试变化,

[0061] • 通过修改向压电致动器2施加电脉冲的时长重复前三个步骤,直到测得的压力变化等于测试的压力变化,以及

[0062] • 测量向压电致动器2施加电脉冲以使测得的压力变化等于测试的压力变化的持续时间。

[0063] 测得的施加时间对应于所求的补偿时间 $T_{MES}$ 。

[0064] 简言之,所述补偿方法涉及向压电致动器2施加微弱强度的电脉冲,诱发向压电致动器2的端子施加微弱的电压,导致其微弱延伸,其导致蘑菇状关闭构件3沿其打开的方向发生小的移动,使得燃料C流动穿过喷射器1沿罐的方向趋向燃料的返回回路,而喷射器1的阀针4没有时间开始在被置于与由蘑菇状关闭构件3打开所引起的高压接触的作用下沿喷射嘴打开的方向移动。

[0065] 通过比较测量电荷(用以在喷射器1的电致动的预定基准持续时间内获得共轨中的燃料压力的选择变化(测试))的持续时间与记录在发动机控制单元中的电荷的持续时间,这种测试有利地在轨中实现相同压力的测试变化,其源自向处于其初始状态或工厂交货状态的喷射器施加的测试脉冲,相对于初始游隙与喷射器的阀装置和压电致动器2之间的真实游隙的微商准对应的喷射器的微商的评估。这是因为在不打开喷射器1因此阀针4不移动的情况下进行的测量仅使少量的部件移动(蘑菇状关闭构件3),并且所求得的微商可以完全或准完全归因于致动器的所述游隙J。

[0066] 如果对于轨中压力的给定测试变化来说在压电致动器2的端子处的测量电荷的持续时间大于预测或记录的电荷,则意味着压电致动器2与阀装置之间的游隙已增大,因为需要更多时间来从轨释放相同量的燃料。相反地,如果对于轨中压力的给定测试变化来说测量电荷的持续时间大于预测或记录的电荷,则意味着压电致动器2与阀装置之间的游隙J已减小,因为需要较少时间来从轨释放相同量的燃料。这是因为压电致动器2所花费来在其端子施加具有预定持续时间的电流脉冲期间占据游隙的时间是经由燃料穿过打开的蘑菇状关闭件喷射器3的通行时间所花费的,因此在电流脉冲期间穿过喷射器1的燃料C的量从而在共轨中的燃料压力直接是喷射器1的阀装置与压电致动器2之间的游隙的函数。

[0067] 例如,轨中燃料压力的测试变化为例如10巴左右,并且施加至压电致动器2的电荷为使得其端子处的电压为例如50伏特左右,预定持续时间自身为3~5毫秒,例如为3毫秒。

[0068] 共轨中的燃料压力是借助于燃料压力传感器以公知方式测量的,所述燃料压力传感器安装在共轨上,并且其是用于喷射系统、发动机控制单元以及更一般地说发动机的正常操作所必需的。

[0069] 现在将描述计算代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 的步骤200:

[0070] 仍然参考图2,本发明的监测方法包括依据特别是通过实施如以上给出的补偿方法所获得的补偿时间T<sub>MES1</sub>、T<sub>MES2</sub>、T<sub>MES3</sub>计算代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 的步骤。

[0071] 在一优选方式中,代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 是基于多项式函数计算出的,所述多项式函数具有阶数n,并且其输入参数对应于测量的补偿时间T<sub>MES1</sub>、T<sub>MES2</sub>、T<sub>MES3</sub>,并且其系数是依据燃料喷射器的类型预定的。多项式函数的结果对于控制单元来说是易于获得的,其允许计算被频繁地实施以便连续地监测燃料喷射器1。

[0072] 优选地,多项式函数的阶数对应于补偿时间T<sub>MES1</sub>、T<sub>MES2</sub>、…、T<sub>MESn</sub>的测量次数。在一优选方式中,多项式函数不包括相互作用系数,每个输入参数不乘以另一输入参数。这种多项式函数具有有限数量的预定系数a<sub>11</sub>、…a<sub>nn</sub>,其允许计算速度得到提高。

[0073]

$$\begin{aligned} PAR(J_c) = & a_{11} * T_{MES1} + a_{12} * T_{MES1}^2 + .. + a_{1n} * T_{MES1}^n + a_{21} * T_{MES2} + a_{22} * T_{MES2}^2 + .. + a_{2n} * T_{MES2}^n + ... \\ & + a_{n1} * T_{MESn} + a_{n2} * T_{MESn}^2 + .. + a_{nn} * T_{MESn}^n \end{aligned}$$

[0074] 根据本发明一优选方面,多项式函数的多项式阶数n为2~4,优选为3。

[0075] 在本实施例中,允许获得代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 的多项式函数被定义如下:

[0076]

$$\begin{aligned} PAR(J_c) = & a_{11} * T_{MES1} + a_{12} * T_{MES1}^2 + a_{13} * T_{MES1}^3 + a_{21} * T_{MES2} + a_{22} * T_{MES2}^2 + a_{23} * T_{MES2}^3 + ... \\ & + a_{31} * T_{MES3} + a_{32} * T_{MES3}^2 + a_{33} * T_{MES3}^3 \end{aligned}$$

[0077] 具有阶数3的多项式函数确保建立代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 的精度(高多项式阶数)与计算速度(低多项式阶数)之间的折衷。

[0078] 现在将描述获得系数a<sub>11</sub>、a<sub>21</sub>、…a<sub>nn</sub>的示例:

[0079] 在该示例中,系数a<sub>n1</sub>具有次元(dimension) V.s-1,系数a<sub>n2</sub>具有次元V.s-2,系数a<sub>n3</sub>具有次元V.s-3等等。

[0080] 在该实施例中,参考图3,对于给定类型的燃料喷射器的多项式函数的系数a<sub>11</sub>、…a<sub>nn</sub>是基于经验库B<sub>HIST</sub>获得的,所述经验库包括对于给定类型的燃料喷射器随时间推移而获取的多个要素HIST<sub>1</sub>、HIST<sub>i</sub>,每个要素HIST<sub>1</sub>、HIST<sub>i</sub>使测量的补偿时间T<sub>MES1</sub>、T<sub>MES2</sub>、T<sub>MES3</sub>与以有效方式测得的代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 相关联。如以上给出的,代表当前致动器游隙的参数PAR (J<sub>c</sub>) 的有效测量是难以实施的,因为它要求交通工具是固定的并且燃料喷射器1是拆下的。因此,在机动交通工具销售之前对机动交通工具的改进期间生成经验库B<sub>HIST</sub>。

[0081] 在已经获得了给定类型的燃料喷射器的经验库B<sub>HIST</sub>之后,通过数学估算方法获得对于给定类型的燃料喷射器的多项式函数的系数a<sub>11</sub>、…a<sub>nn</sub>。

[0082] 在一优选方式中,估算方法包括通过回归进行分析的步骤,例如Levenberg-Marquardt算法、应用非线性最小二乘方的方法、Gauss-Newton的算法的插值法或梯度的算

法的插值法。

[0083] 优选地,估算方法进一步包括通过计算被调节的关联系数进行检验的步骤以及检测缺陷值或偏差值的步骤,例如,借助于比较学生化残差或计算Cook距离。

[0084] 估算方法可以进一步包括建立估算函数的有效性的步骤。在一优选方式中,为了验证估算函数,可以实施分析残数的步骤(残数的均值、误差的方差齐性、误差的自相关的缺乏、残数正态分布法则的符合等)。

[0085] 估算方法已经被给出以便建立多项式函数的系数,而没有相互作用并且没有任何常数项,以便获得代表当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )。然而,不言而喻的是,也可以实施估算方法来建立具有相互作用和/或常数项的系数,或其它类型的数学函数(指数、线性(多项式函数的特定情况)、幂等),其基于经验库B<sub>HIST</sub>被估算。

[0086] 在获得多项式函数的系数 $a_{1n}$ 、 $a_{2n}$ 、… $a_{nn}$ 之后,能够基于通过补偿方法以连续方式获得的补偿时间T<sub>MES1</sub>、T<sub>MES2</sub>、T<sub>MES3</sub>的测量结果,以轻松且快速的方式建立代表当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )。

[0087] 在一优选方式中,参考图4,机载发动机控制单元包括计算模块MOD,其中多项式函数以其预定系数被实施来计算代表当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )。

[0088] 现在将描述比较代表计算出的当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )的步骤300:

[0089] 根据本发明的监测方法,参考图2,所述方法包括步骤300,其为比较代表计算出的当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )与代表预定基准致动器游隙的参数PAR( $J_{REF}$ )。

[0090] 在一优选方式中,基于例如在发动机测试台上实施的有效测量对于给定类型的燃料喷射器建立代表基准致动器游隙的参数PAR( $J_{REF}$ )。代表基准致动器游隙的参数PAR( $J_{REF}$ )被建立以便对应于公差阈值,从所述公差阈值给定类型的燃料喷射器被视为是有缺陷的。

[0091] 这样,仅需比较代表计算出的当前致动器游隙的参数PAR( $J_c$ )与代表预定基准致动器游隙的参数PAR( $J_{REF}$ ),以便建立已对其计算出当前参数的燃料喷射器1是否是有缺陷的。这种比较实施起来是可靠且快速的。

[0092] 现在将描述在基准参数PAR( $J_{REF}$ )被超过的情况下发送警告消息的步骤400:

[0093] 根据本发明的监测方法,所述方法包括在基准参数PAR( $J_{REF}$ )被超过的情况下发送警告消息的步骤400。这样,交通工具的用户被直接警告致动器游隙J的故障,而对于交通工具不出现实际故障。这种警告是有利的,因为它允许一方面预料到任何实际故障,而另一方面向技师传达故障的本质。因此,在一有利方式中,当发送了警告并且可以避免任何不必要的更换时,确定对于燃料喷射器1的更换。

[0094] 在一优选方式中,警告可以相对于后续维修步骤呈显示在交通工具的仪表板上或记录在交通工具的控制单元中的形式。

[0095] 现在将描述一实施例:

[0096] 在本发明的该实施例中,在交通工具的正常操作期间,测量补偿时间(步骤100):

[0097]

P <sub>1</sub>	400巴	T <sub>MES1</sub>	84.8 μs
P <sub>2</sub>	800巴	T <sub>MES2</sub>	86.4 μs
P <sub>3</sub>	1200巴	T <sub>MES3</sub>	85.6 μs

[0098] 接下来,通过执行交通工具的控制单元的计算模块MOD(其中多项式函数具有阶数

3,且其预定系数已被实施),以快速且精确的方式计算代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) (步骤200)。例如,代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) 的值为32.3伏特。

[0099] 在被执行的测试期间,似乎代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) 的计算值类似于其在专用测试台上测得的实际值,误差小于5%。

[0100] 使代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) 的值(32.3伏特)与基准参数PAR ( $J_{REF}$ ) 的值(这里例如为30V)进行比较(步骤300)。因此,警报被发送(步骤400)在仪表板上,以便警告交通工具的驾驶员。警报还被存储在控制单元上,指出故障的本质和有缺陷的喷射器,以便允许技师执行可靠且精确的诊断操作。

[0101] 在被诊断为有缺陷的燃料喷射器1已经被更换之后,计算新的代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) (步骤200)。例如,代表当前致动器游隙的参数PAR ( $J_c$ ) 的值为20伏特,并且不发送警报。

[0102] 以连续方式执行燃料喷射器1的监测,以便以尽早且精确的方式检测燃料喷射器1的与致动器游隙J相关联的任何故障。作为本发明的结果,机动交通工具更可靠并且具有较低的维修成本。

[0103] 虽然本发明是对于补偿时间的三个测量结果(多项式函数具有阶数3)给出的,但是本发明当然以相似方式适用于补偿时间的两个测量结果(多项式函数具有阶数2)或补偿时间的多个三个的测量结果(多项式函数具有大于3的阶数)。

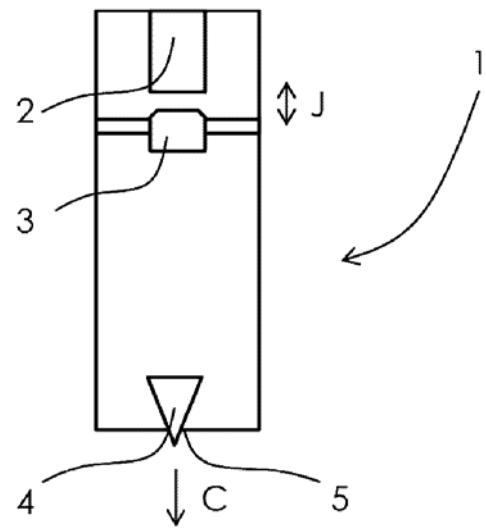


图 1

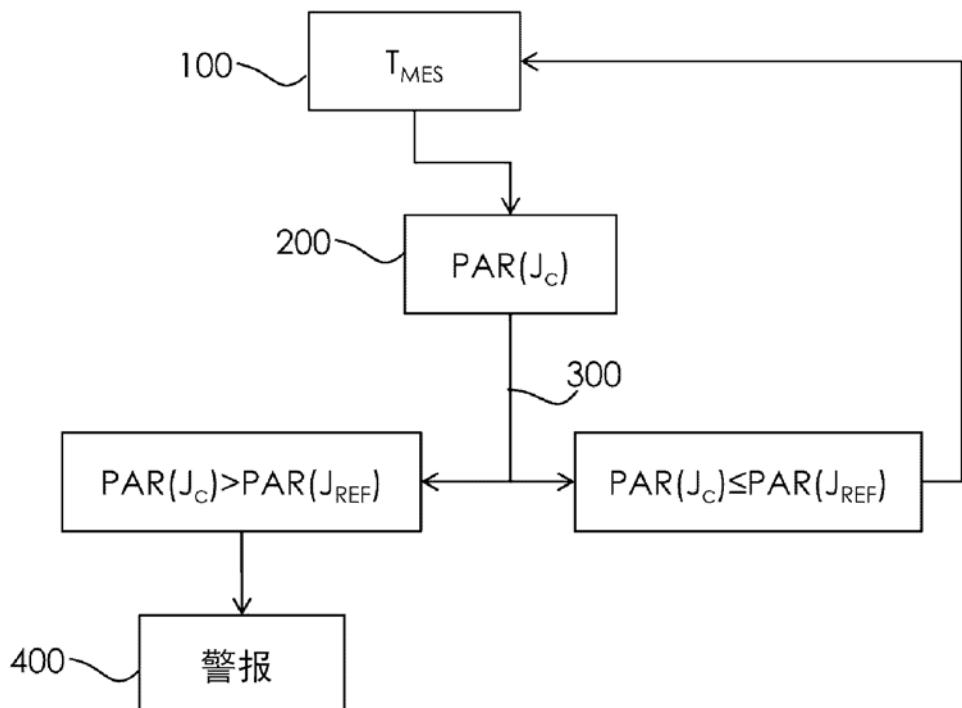


图 2

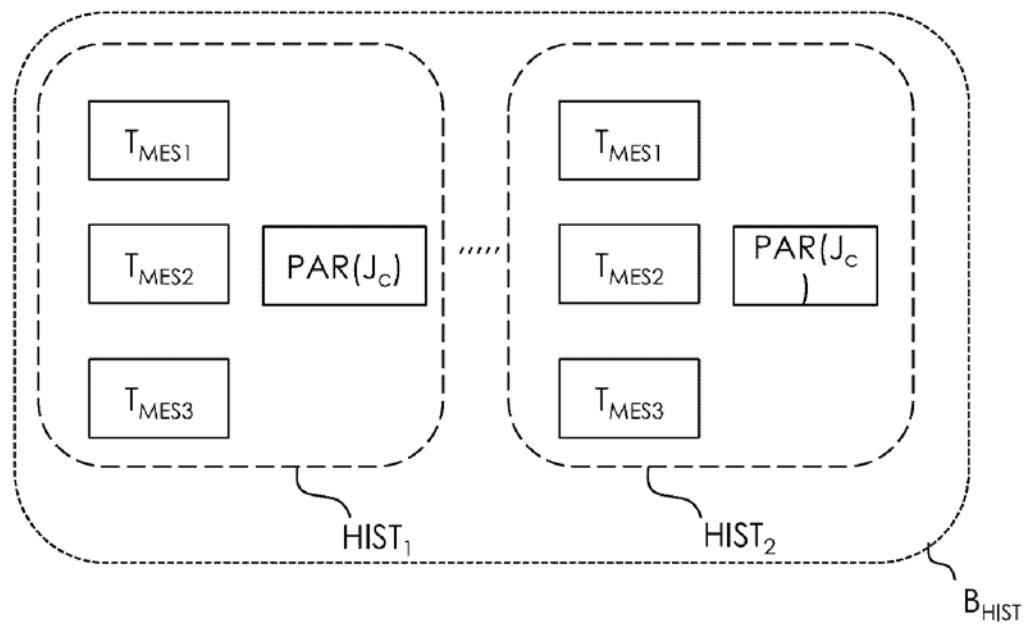


图 3

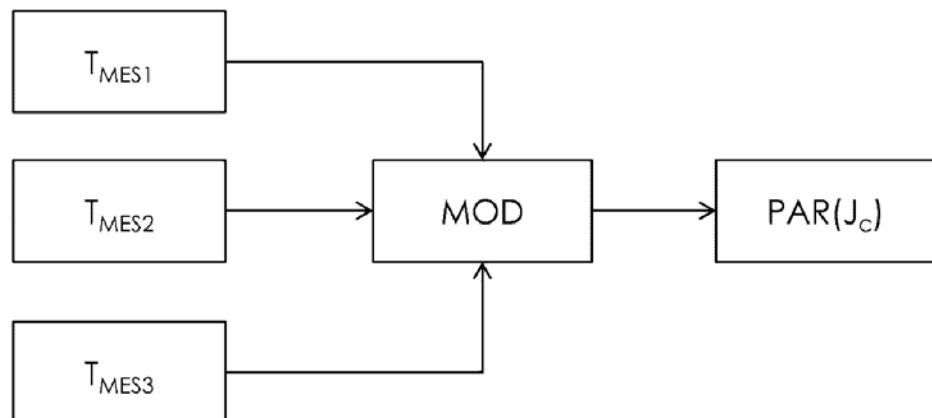


图 4