



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105221307 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201510370119.2

(22)申请日 2015.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105221307 A

(43)申请公布日 2016.01.06

(30)优先权数据
14174739.4 2014.06.27 EP

(73)专利权人 FPT发动机研究公司
地址 瑞士阿尔邦

(72)发明人 托马斯·埃克哈特

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 梁丽超 王红英

(51)Int.Cl.

F02M 35/09(2006.01)

(56)对比文件

EP 2604818 A1,2013.06.19,
US 5036698 A,1991.08.06,
US 2005247194 A1,2005.11.10,
CN 102200076 A,2011.09.28,
JP H01163457 A,1989.06.27,

审查员 茆艳楠

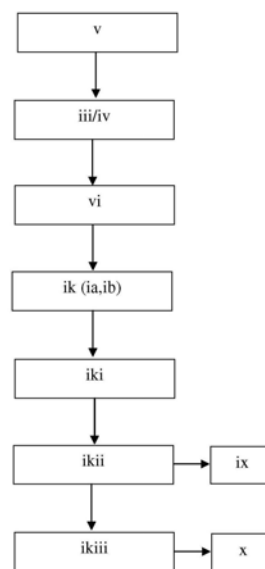
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于内燃机的检测空气过滤器状况的系统

(57)摘要

本发明公开了用于内燃机的检测空气过滤器状况的系统以及一种用于检测空气过滤器条件的方法,具体地,是用于内燃机的检测空气过滤器条件的方法,该方法包括下列步骤:(ik)对数据耦合值计算线性回归以获得线性回归的角系数(k),每个数据耦合值均包括空气过滤器处的压降值(ia)和对应于所述压降值的穿过空气过滤器的气流值(ib)的平方;(iki)将角系数或者以角系数构造的函数与至少一个阈值(ThL, Th1,ThH)比较,以检测(ikii)空气过滤器的工作状况。



1. 一种用于内燃机的检测空气过滤器状况的方法,包括下列步骤:

(ik) 对数据耦合值计算线性回归,以获得所述线性回归的角系数 k ,每个数据耦合值均包括

所述空气过滤器处的压降值 (ia);

对应于所述压降值的穿过所述空气过滤器的气流值的平方 (ib),

(iki) 将所述角系数 k 与至少一个阈值 ($ThL, Th1, ThH$) 相比较,以检测 (ikii) 所述空气过滤器的工作状况。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,当 (iki) 所述角系数 k 超过较高阈值 (ThU) ($k > ThU$: 是) 时,则确认 (ikii) 所述空气过滤器被堵塞。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,当 (iki) 所述角系数 k 低于较低阈值 (ThL) ($k < ThL$: 是) 时,则确认 (ikii) 所述空气过滤器被干预或者缺失,或者确认进气管泄漏。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中, (iki) 将所述角系数 k 与至少三个阈值 $ThL, Th1, ThU$ 相比较,以检测下列至少四种状况中的一种,其中, $ThL < Th1 < ThU$:

第一状况: $ThL < k < Th1$: 确认过滤器是新的和/或处于良好状况;

第二状况: $Th1 < k < ThU$: 确认过滤器是脏的,但尚未被危险地堵塞;

第三状况: $ThU < k$: 确认过滤器被危险地堵塞;

第四状况: $k < ThL$: 确认对于新的过滤器,所述角系数 k 也过低,由此确认过滤器处于以下严重危险的状况:

不存在滤筒,

存在不合适的滤筒,

进气口泄漏。

5. 根据权利要求4所述的方法,包括检测 (ikiii) 第五状况的步骤,当所述角系数 k 突然从所述第二状况或者所述第三状况转至所述第四状况时,指示干预解决方法。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,当检测到所述第四状况或者所述第五状况时,所述方法包括另一步骤 (x): 其中,以受限的功率/扭矩/速度使所述内燃机转成恢复模式。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,以所述角系数 k 构造的函数是对应于预定理论最大气流值 \dot{V}_{\max} 的理论最大压降 Δp_{\max} 。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述理论最大压降 Δp_{\max} 由以下等式给出:

$$\Delta p_{\max} = k \cdot \dot{V}_{\max}^2 \quad \text{等式 3}$$

其中, \dot{V}_{\max} 与所述预定理论最大气流值一致。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述压降通过差压传感器或者通过从第二测量绝对压力减去第一测量绝对压力来获取 (v), 其中,

所述第一测量绝对压力是通过根据气流方向被布置在所述空气过滤器的下游的第一绝对压力传感器来测量的,

所述第二测量绝对压力是通过被布置在周围环境中的第二绝对压力传感器来测量的。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,将气流的应用范围 $[\dot{V}_{\min}, \dot{V}_{\max}]$ 细分成 (iii) 预定数目的相邻间隔 (0-7), 然后,基于气流值 \dot{V} 所属的相应间隔将所述数据耦合值 $\Delta p, \dot{V}^2$ 分组

(iv) 并且使所述数据耦合值与所述相应间隔相关联，
并且其中，通过下列等式计算 (ik) 所述角系数k：

$$k = \frac{\sum_n (\dot{V}^2 - \bar{V}^2) \cdot (\Delta p - \bar{\Delta p})}{\sum_n (\dot{V}^2 - \bar{V}^2)^2} \quad \text{等式 2}$$

其中，n是数据耦合的次数， \bar{V} 和 $\bar{\Delta p}$ 分别是n个所考虑的气流值的平均值和n个压降值的平均值。

11. 根据权利要求10所述的方法，进一步包括获取所述数据耦合值 Δp , \dot{V}^2 的预备步骤 (v)、以及禁止计算所述线性回归直至至少预定数目的间隔与至少一个数据耦合相关联的后续步骤 (vi)。

12. 一种用于内燃机的检测空气过滤器状况的装置，包括：

用于获取 (v) 所述空气过滤器处的压降的装置；

用于获取 (v) 对应于所述压降值的穿过所述空气过滤器的气流值的装置；

适于执行前述权利要求1至11中任一项的所有步骤 (ik-ikiii, x, iii, iv, v) 的精细化装置 (ECU)。

13. 一种包括计算机程序代码装置的电子设备，当所述程序在计算机上运行时，所述计算机程序代码装置适于执行权利要求1中的所有步骤 (ik-ikiii)。

14. 一种其上记录有程序的计算机可读介质，所述计算机可读介质包括计算机程序代码装置，当所述程序在计算机上运行时，所述计算机程序代码装置适于执行权利要求1至11中任一项中的所有步骤 (ik-ikiii)。

15. 一种内燃机，包括空气过滤器和根据权利要求12所述的用于内燃机的检测空气过滤器状况的装置。

16. 一种包括根据权利要求15所述的内燃机的陆地车辆。

用于内燃机的检测空气过滤器状况的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆部件的监测系统的领域,具体地,涉及一种用于检测空气过滤器状况的系统。

背景技术

[0002] 用于检测堵塞的空气过滤器的软件函数是已知的。

[0003] 通常,该检测是通过比较过滤器上的压降与特定的最大许可阈值来执行的。如果该阈值始终被测量的压降超过,则检测到错误并且通过控制单元采取适当的防范措施,例如,警示灯、发动机功率降低等。

[0004] 有时,不能提供该检测策略。

[0005] 根据发动机布局 and 气流已知其中压降的变化不能从最佳状况灵敏地改变至相当堵塞的状况的情形。例如,对于在严重堵塞的状况下达到约50毫巴的新滤筒,空气过滤器处的压降可以为约10毫巴至15毫巴。

[0006] 此外,由于周围环境压力从约高海拔处几百的低压至海平面处约1100毫巴的高压的强大可变性,这些传感器对于较大的压力变化必须具有非常高的精确度。

[0007] 汽车压力传感器通常具有满标的2%的精确度,即,这里约为20毫巴 \times 2个传感器,即,在最糟糕的情况下,为40毫巴。因此,误差范围与压降变化是可比较的。因此,使用该已知解决方法不能够可靠地检测堵塞的过滤器。

发明内容

[0008] 因此,本发明的主要目的是提供一种用于检测空气过滤器状况的系统,具体地,用于内燃机的检测空气过滤器状况的系统,即使在两个极端状况(即,新的空气过滤器和堵塞的过滤器)之间的压降变化实际上受限的情形下,也可提供该系统。

[0009] 本发明的主要原理是使空气过滤器的状况评估基于过滤器处的压降值与穿过空气过滤器的对应平方空气体积流的线性回归计算。因此,将线性回归的角系数或者以角系数构造的函数与一个或者多个阈值相比较,以辨别空气过滤器的所述工作状态。

[0010] 清楚的是,角系数或者其函数代表一个数值。

[0011] 根据本发明的优选实施方式,角系数被用于计算通过空气过滤器的预定最高理论体积流处的过滤器压降,并且比较该对应的压降与阈值压降,以确定操作的过滤器状况。因此,以所述角系数或者所述预定最高理论体积流计算的所述压降根据初步计算的所述角系数数值而获得的数值。

[0012] 本发明的第一目的是一种用于检测空气过滤器状况的方法,具体地,用于内燃机的检测空气过滤器状况的方法。

[0013] 所述方法能够给出发动机气流过滤器的堵塞状况的可靠描绘。

[0014] 根据本发明的实施方式,该方法还适用于辨别对空气过滤器的不适当的移除或者干预,或者,可替代地,发动机进气口集管的泄漏。

- [0015] 本发明的另一目的是实现上述所述方法的系统。
- [0016] 本发明的另一目的是包括该系统的内燃机。
- [0017] 本发明的进一步的目的是包括该发动机的陆地车辆。
- [0018] 这些目的和进一步的目的是通过描述本发明的优选实施方式并构成本说明书的整体部分的所附权利要求来实现。

附图说明

- [0019] 从通过参考所附附图读取的以纯例证和非限制性实施例的方式给出的下列细节描述中,本发明将变得完全清晰,其中:
- [0020] 图1示出了描述本发明的方法的优选实施方式的框图;
- [0021] 图2示出了针对两个不同的发动机试验台的根据图1中的方法计算的两个线性回归。
- [0022] 图中相同的参考标号和字母表示相同或者功能等同的部件。
- [0023] 根据本发明,术语“第二元件”并不暗示存在“第一元件”,第一、第二等仅用于改善描述的清晰度并且不以限制性方式解释。

具体实施方式

- [0024] 根据本发明,考虑了空气过滤器处的压降 Δp 的变化与通过该过滤器的平均气体速率的变化。对于给定的过滤器几何结构,还可以通过空气体积流 \dot{V} 表达气体速率。当 V 表示体积时,该符号上的圆点表示空气体积的时间导数或者仅表示气流 \dot{V} 。
- [0025] 根据本发明,发现,空气过滤器处的压降 Δp 与平方体积流 \dot{V}^2 的相关性是线性的,并且两个值通过系数 k 而相互关联:
- [0026]
$$\Delta p = k \cdot \dot{V}^2 \quad \text{等式1}$$
- [0027] 系数 k 对应于以所述相关值 Δp , \dot{V}^2 计算的线性回归的角系数。该系数包括有关通过流限制的摩擦损失程度的所有信息;此处,其反映了过滤器因污染而堵塞的程度,或者指示如果小于洁净的滤筒的预期值,则表示过滤器是不能正常工作的过滤器。
- [0028] 如果 k 或者 $f(k)$ 超过预定的上限阈值 Th_U ,即,当 k 或者 $f(k) > Th_U$:是时,则确认空气过滤器被堵塞,并且优选地,在某一误差消除抖动之后,设置DFC (ECU内部诊断故障码)。
- [0029] 相反,如果 k 或者 $f(k)$ 小于预定的下限阈值 Th_L ,则设置可能错误、或者不正确地被安装或移除或干预的滤筒的DFC,或者设置泄漏空气供应系统的DFC。此外,在这种情况下,在某一误差消除抖动之后,优选设置DFC。
- [0030] 通过设置 $Th_L < Th_1 < \dots < Th_n < Th_U, n > 2$,可以限定任意数目的不同中间阈值,从而允许以更高的辨析率确定空气清洁器的状态。例如,利用三个不同的阈值 Th_L 、 Th_1 、以及 Th_U ,通过本方法,可以区分下列状况:
- [0031] $Th_L < k < Th_1$:确认过滤器是新的和/或处于良好状况;
- [0032] $Th_1 < k < Th_U$:确认过滤器是脏的,但尚未被危险地堵塞:优选地,在车辆仪表盘上显示具有“下次应替换空气过滤器”含义的错误;
- [0033] $Th_U < k$:确认过滤器被危险地堵塞并且必须立即被替换掉(更高的压力阈值):优选

地,ECU以限制的功率/扭矩/速度使内燃机转成恢复模式;

[0034] $k < ThL$:甚至对于新的过滤器,k系数或者以k系数构造的函数也过低,即,当k或者f(k) $< ThL$:是时,其意指某处出错,没有滤筒、滤筒不合适、泄漏等。发动机可能吸取了未经过滤的空气;优选地,ECU以限制的功率/扭矩/速度使内燃机转成恢复模式。

[0035] 此外,可以利用k或者f(k)在较短时间间隔内的变化来导出附加信息。参考上述实施例,如果k系数从下列状况 $Th1 < k < ThU$ 或者 $ThU < k$ 中的一种突然转至状况 $k < ThL$ 时,该事件被解释为干预解决方法:过滤器很可能被移除,以摆脱之前的错误。因此,优选地,ECU以限制的功率/扭矩/速度使内燃机转成恢复模式。

[0036] 作为可替代的解决方法,k还可用作过滤器的状态或者堵塞程度的直接估量。实际的k值代表预定的最小值 k_{Min} 与预定的最大值 k_{Max} 之间的百分比值:

$$[0037] \quad \text{过滤器堵塞程度}[\%] = \frac{k - k_{Min}}{k_{Max} - k_{Min}} \cdot 100\% \quad \text{等式2}$$

[0038] 该解决方法致使将k的函数与阈值 k_{Min} 和 k_{Max} 相比较。

[0039] 连续确定的过滤器堵塞程度可以被用于施加保护性防范措施,如模拟的最大功率减少,或者如上述所述的阈值逻辑。

[0040] 现在,我们示出了将本发明应用于k的另一函数。

[0041] 例如,可以计算空气清洁器的最大压降 p_{max} ,其在穿过过滤器的预定最大预期气流 \dot{V}_{max} 下存在:

$$[0042] \quad \Delta p_{max} = k \cdot \dot{V}_{max}^2 \quad \text{等式3}$$

[0043] 如同在上述所述实施例中,阈值解决方法和连续解决方法对于 $\Delta p_{max} = f(k)$ 也起作用。

[0044] 因此,实施方式相对于根据本发明的其他解决方法最具鲁棒性。

[0045] 根据本发明的优选实施方式,空气清洁器上的压降以由电子控制器提供的样品速率(例如,每隔10ms)连续测量。

[0046] 空气清洁器上的压降例如通过空气清洁器上的差压传感器或者通过在绝对压力传感器的上游和下游布置空气清洁器来测量。在第二种情况下,通过从由车载(例如,嵌入在ECU中)的另一传感器获取的周围环境压力值中减去空气清洁器之后(可选地,在涡轮增压器之前)的测量绝对压力来计算压差(降)。

[0047] 基于例如压力、温度、 λ 值等其他物理测量、以及例如发动机几何结构等预定数据,通过气流路径上的合适测量设备直接测量或者通过电子控制器计算通过空气清洁器的空气体积流 \dot{V} 。

[0048] 例如,如果原数据在可使用的体积流范围内,则可将原数据永久性地存储在ECU内,以用于后期评估。根据本发明的优选实施方式,将气流的适用范围 $[\dot{V}_{min}, \dot{V}_{max}]$ 或者可替代地平方气流 $[\dot{V}_{min}^2, \dot{V}_{max}^2]$ 细分成预定数目的相邻间隔,例如,8个相同大小的间隔,通过索引0至7标记。因此,获取值的耦合($\Delta p, \dot{V}^2$)并且基于相应间隔0-7分组,因此,耦合值属于气流值并且与相应间隔相关联。在下文中,出于方便,该耦合被称为“数据耦合”。

[0049] 当气流值在气流的该适用范围之外时,即,当气流值分别低于或者高于应用的最

小/最大值时,优选地,出于不同的用途而忽略不计或者记录,即,识别异常状况。

[0050] 在本发明的上下文中,“适用范围”指由内燃机在正常状况下的功能范围内考虑的内燃机的种类所限定的气流的范围。

[0051] 有利地,可以将数据耦合的上述所述分组记录在大小为(至少) $n \times 8$ 的两个数据矩阵内。当更新数据耦合的适用最小次数时,执行线性回归计算,以计算k系数:

$$[0052] \quad k = \frac{\sum (\dot{V}^2 - \bar{\dot{V}}^2) \cdot (\Delta p - \bar{\Delta p})}{\sum (\dot{V}^2 - \bar{\dot{V}}^2)^2} \quad \text{等式4}$$

[0053] 其中,n是已更新的数据耦合的次数, $\bar{\dot{V}}^2$ 和 $\bar{\Delta p}$ 分别是n个所考虑的平方气流与n个压降值的平均值。

[0054] 为了节省储存存储器,仅通过逐步存储所述 $\bar{\dot{V}}^2$ 和 $\bar{\Delta p}$ 可以实现恰好两个 1×8 个阵列。

[0055] 有利地,优选地,将气流的适用范围细分成8个,“离散间隔”指该方法的高计算鲁棒性。

[0056] 然而,可以说明不同数目的间隔或者可以实现不需要该范围细分的不同数学策略(本身是已知的)。

[0057] 存储器阵列可以被周期性地重置,例如,在任一发动机关闭时,并且还可在每次根据等式4计算k之后,或者如在等式3中计算k的函数时。之后,该数据被视为“用过的”并且重置,即,被下一组新数据重写。

[0058] 尤其,在后者的具体情况下,已经完成了若干个测试并且发现,当气流测量在一起太紧密时,等式4因明显的错误而导致不可靠的结果,在发动机被命令在几乎静态时运行的具体应用中可能发生这种情况。

[0059] 因此,当气流的获取值不能充分分散时,上述所述范围细分允许禁止计算等式4。优选地,该方法包括检查与对应间隔相关联的8个分组中的至少4至5个分组包含至少一个数据耦合的步骤。

[0060] 图2以图表形式示出了针对两个不同发动机通过对数据耦合的上述所述线性回归而计算k系数的实施例。

[0061] 而图1通过框图示出了本发明中包括连续下列步骤的方法的优选实施方式:

[0062] (v) 初步获取数据耦合值,每个数据耦合值均包括空气过滤器处的压降值(ia)和对应于所述压降值的穿过空气过滤器的气流值的平方(ib);

[0063] (iii) 将气流的适用范围 $[\dot{V}_{\min}, \dot{V}_{\max}]$ 或者可替代地平方气流 $[\dot{V}_{\min}^2, \dot{V}_{\max}^2]$ 细分成预定数目的相邻间隔(0-7);然后,

[0064] (iv) 基于气流值 \dot{V} 所属的相应间隔将所述数据耦合值 $\Delta p, \dot{V}^2$ 分组并且使数据耦合值与相应间隔相关联;

[0065] (vi) 禁止任何进一步的计算,直至至少预定数目的间隔与至少一个数据耦合相关联;

[0066] (ik) 计算以所述数据耦合构造的线性回归的角系数k;

[0067] (iki) 比较该角系数或者以该角系数构造的一个函数与至少一个阈值, 优选地, 具有下列关系 $ThL < Th1 < ThU$ 的三个阈值 ThL 、 $Th1$ 、 ThU , 并且相应地

[0068] 检测 (ikii) 下列状况之一:

[0069] 第一状况: $ThL < k < Th1$: 确认过滤器是新的和/或处于良好状况;

[0070] 第二状况: $Th1 < k < ThU$: 确认过滤器是脏的, 但尚未被危险地堵塞;

[0071] 第三状况: $ThU < k$: 确认过滤器被危险地堵塞;

[0072] 第四状况: $k < ThL$: 甚至对于新的过滤器, 也确认角系数 k 过低, 因此, 确认严重危险的状况:

[0073] 不存在滤筒;

[0074] 存在不合适的滤筒;

[0075] 进气口泄漏。

[0076] (ikiii) 当角系数 k 从第二状况或者第三状况突然转至第四状况时, 检测第五状况, 指示干预解决方法

[0077] (ix) 当确认所述第二状况时, 在仪表盘上显示 (ix) 具有“下次应替换空气过滤器”的含意的错误消息; 和/或

[0078] (x) 当确认所述第三状况或者第四状况或者第五状况时, 在车辆仪表盘上显示 (x) 严重的错误消息, 并且以受限的功率/扭矩/速度使内燃机转成恢复模式。

[0079] 有利地, 当包括用于执行该方法中的一个或者多个步骤的程序代码装置的计算机程序在计算机上运行时, 通过该计算机程序可以实现本发明。为此, 本专利还覆盖该计算机程序和包括记录消息的计算机可读介质, 该计算机可读介质包括当该程序在计算机上运行时, 用于执行该方法中的一个或者多个步骤的程序代码装置。

[0080] 在考虑公开其优选实施方式的说明书和附图之后, 本发明的许多改变、修改、变形、以及其他用途和应用将对本领域技术人员变得显而易见。不背离本发明范围的所有这些改变、修改、变形、以及其他用途和应用被视为由本发明覆盖。

[0081] 由于本领域技术人员能够从上述描述的教导出发来执行本发明, 所以将不再描述进一步的实施细节。

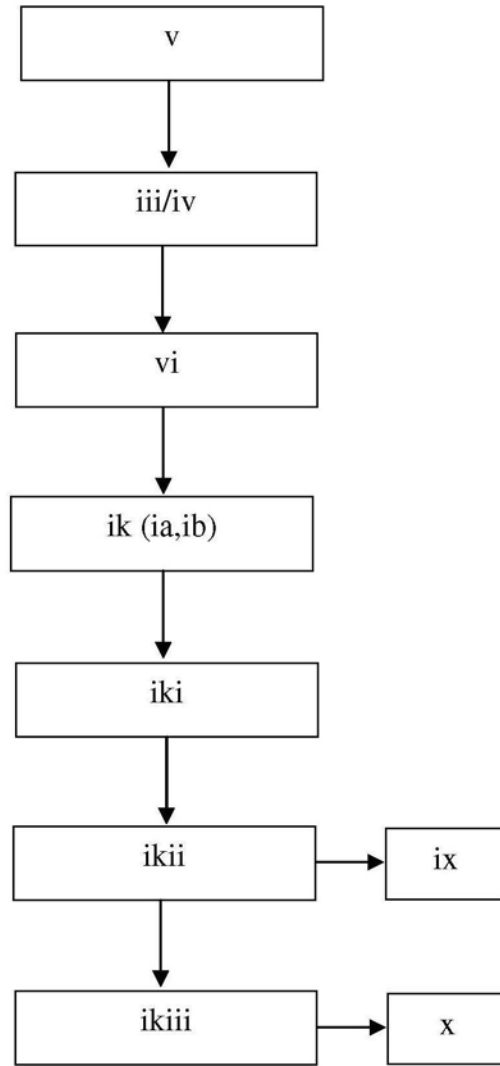


图1

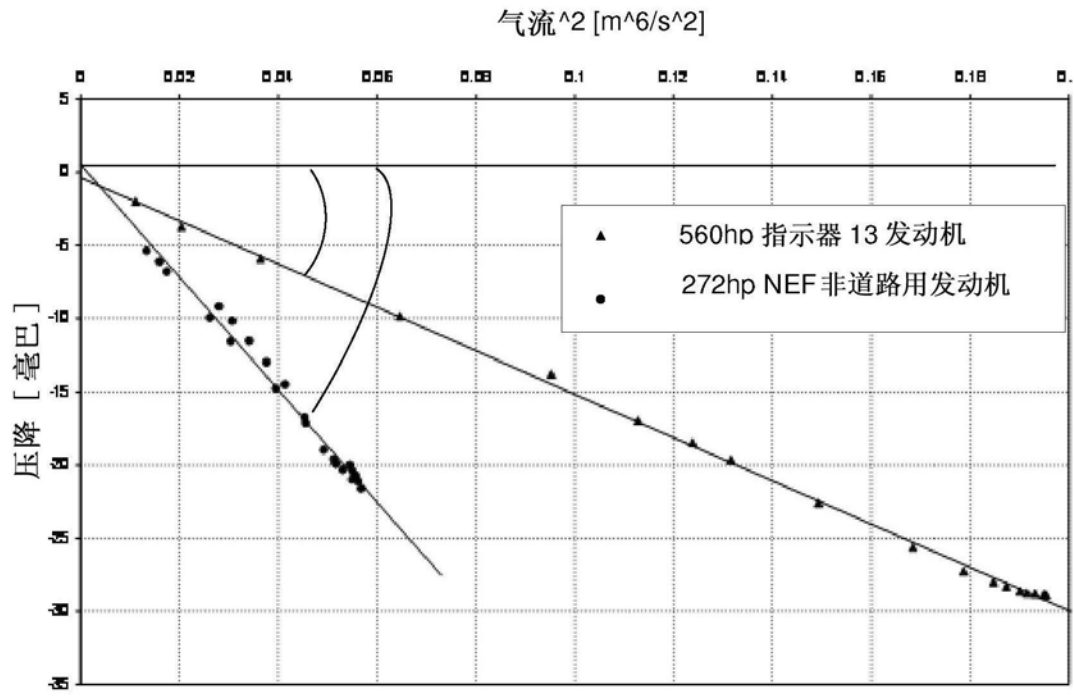


图2