(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104813005 B
(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201380059011.0

(22)申请日 2013.11.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104813005 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(30)优先权数据
1260744 2012.11.12 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.05.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2013/052677 2013.11.08

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/072652 FR 2014.05.15

(73)专利权人 斯奈克玛
地址 法国巴黎

(72)发明人 吉列尔莫·弗莱特
弗朗索瓦·德迈松
本杰明·皮埃尔·拉穆勒

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 浦彩华 武晨燕

(51)Int.Cl.
F02C 7/26(2006.01)
G05B 23/02(2006.01)

(56)对比文件
FR 2942001 A1,2010.08.13,

审查员 陈力涛

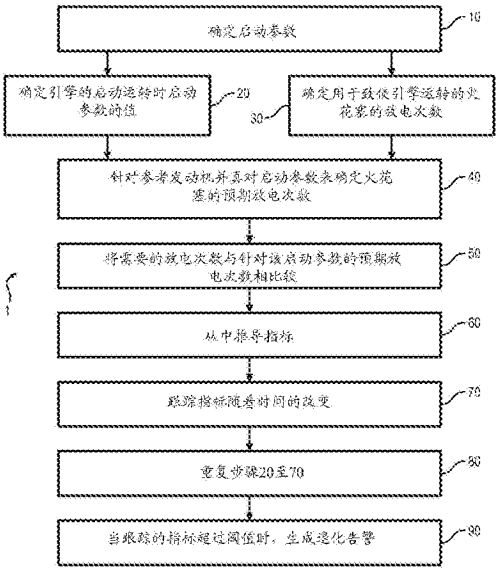
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

监测涡轮机引擎的点火序列的方法

(57)摘要

本发明涉及一种监测引擎、尤其是涡轮机引擎的点火序列的方法(1),包括以下步骤:(i)针对限定的启动参数来限定(30)引擎的点火时间;(ii)将以此方式限定的引擎的点火时间与针对参考引擎和该启动参数的预期参考点火时间进行比较(50);(iii)推导(60)致使引擎运转的指标;(iv)对序列的引擎的每次运转依据该启动参数重复步骤(i)至(iii);以及(v)根据指标的改变来生成(90)引擎的点火序列的退化告警。



CN 104813005 B

1.一种用于监测引擎的点火序列的方法,包括以下步骤:

(i)针对预定的启动参数来确定所述引擎的点火时长;

(ii)将由此确定的所述引擎的点火时长与针对参考引擎和该启动参数的预期参考点火时长进行比较;

(iii)推导所述引擎的启动运转的指标;

(iv)对于所述序列的所述引擎的每次启动运转,依据该启动参数重复步骤(i)至(iii);

(v)根据所述指标随时间的改变来生成所述引擎的所述点火序列的退化告警,以及

所述引擎的所述点火时长根据所述引擎的启动运转所需的所述引擎的火花塞的放电次数来确定。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述启动参数包括下列参数中的至少一个:

所述引擎在启动运转序列过程中的热量状况;

地面启动还是飞行中启动;

所述引擎启动时的高度;

环境压强;

与到所述引擎的燃烧室中的燃料喷注对应的所述引擎的转速;

点火时喷注到燃烧室中的燃料流量;

所述引擎的燃烧室的入口处的空气特性。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其中,在比较步骤中确定所述引擎的启动运转所需的所述引擎的所述火花塞的所述放电次数与所述参考引擎的启动运转所需的火花塞的预期放电次数之差。

4.根据权利要求1-2中任一项所述的方法,其中,当所述指标大于或等于预定阈值时生成退化告警。

5.根据权利要求1-2中任一项所述的方法,其中,所述引擎包括两个火花塞,并且针对每个火花塞,独立地确定所述指标。

6.根据权利要求1-2中任一项所述的方法,进一步包括:针对给定参考引擎并针对所述启动参数的一组值来确定一组参考点火时长。

7.根据权利要求1所述的方法,其中,所述引擎是涡轮机。

8.一种用于监测引擎的点火序列的装置,所述装置包括:

用于针对预定的启动参数来确定所述引擎的点火时长的模块,其中,所述点火时长根据所述引擎的启动运转所需的所述引擎的火花塞的放电次数来确定;

用于将由此确定的所述引擎的点火时长与针对参考引擎和该启动参数的预期参考点火时长进行比较的模块;

用于推导所述引擎的启动运转的指标的模块;以及

用于根据所述指标随时间的改变来生成所述引擎的所述点火序列的退化告警的模块。

9.根据权利要求8所述的装置,其中,所述引擎是涡轮机。

10.一种用于监测引擎的点火序列的系统,包括配置为对根据权利要求1-7中任一项所述的用于监测引擎的点火序列的方法进行应用的装置。

11.根据权利要求10所述的系统,其中,所述引擎是涡轮机。

监测涡轮机引擎的点火序列的方法

技术领域

[0001] 本发明普遍涉及涡轮机，尤其涉及涡轮引擎和飞机涡轮螺旋桨引擎以及工业燃气涡轮引擎。

[0002] 更特别地，本发明涉及监测系统的退化，该退化可以影响启动涡轮机引擎的运转的序列的正常进程。

背景技术

[0003] 涡轮机引擎的启动运转的不良序列可以引擎中的燃料-空气混合物的不良点火来表示。点火失败可以具有以下原因：燃料不足甚至没有燃料、计量、或者喷油器、或者能量不足或没有能量，这可能是由于燃料泵的退化或者进一步由于火花生成系统。

[0004] 一般来说，在启动引擎的序列中引擎的系统的退化借助于点燃燃料-空气混合物的时长来监测，该时长被定义为燃料喷注到引擎的燃烧室中与检测到该混合物点火之间的时间间隔。

[0005] 因此，对于给定的引擎，点火时长被用作在涡轮机引擎的启动中使用的系统的退化的指标。因而，该指标由引擎的每次启动时的测量来随时间跟踪，并且在点火时长相对于参考时长具有确认偏差的情况下发出告警。随后可以预测引擎的故障概率并且检查系统以限制由于引擎不启动产生的可能成本。

[0006] 例如，文件FR 2942001和US 2007/026030描述了一种用于监测引擎的启动能力中设备健康状况的方法，其中，除其他事物之外，点火时长得到确定并且所获得的值与参考引擎的预期参考点火时长进行比较，以由此推断引擎的一件设备是否存在异常。

[0007] 然而，将点火时长用作指标是有限制的，这是因为点火时长的测量值具有过大的离差而无法使用，假定在系统自身不必进行修改的情况下，点火时长可以根据引擎的启动状况而变化。图1示出了在给定的“可靠”引擎(即未损坏)的五百次连续启动中启动时长随时间的改变，对该离差进行了说明，而图1b示出了该指标的五次连续启动中的平滑的时间依赖性，对该离差造成的噪声进行了说明。目前，该噪声对于引擎的启动系统的退化的可靠检测而言太大。标准偏差实际上为大约1.2，这使得仅可以检测到高强度的退化。

[0008] 至于文件EP 2256319则描述了一种跟踪引擎的性能的方法，在跟踪过程中对各种参数进行测量并且与预先记录的值进行比较以识别可能的异常。

[0009] 一般来说，现有技术的监测方法提出对大量参数进行监测以便更容易识别存在异常的一件设备。然而，这些方法通常难以应用并且需要许多传感器。而且，这些方法无法充分考虑引擎的环境，然而在引擎点火中涉及的各件设备没有退化的情况下，引擎的环境影响所监测的参数的值。

发明内容

[0010] 因而，本发明的一个目的是提供一种用于监测涡轮机引擎的启动运转序列的方法，能够可靠确定引擎的参与到涡轮机的启动运转过程中的系统的整体或部分的退化，从

而改善故障预测，该方法的应用快速、简单且廉价。

[0011] 为此，本发明提出了一种用于监测引擎、尤其是涡轮机的点火序列的方法，包括以下步骤：

[0012] (i)针对预定的启动参数来确定所述引擎的点火时长；

[0013] (ii)将由此确定的所述引擎的点火时长与针对参考引擎和该启动参数的预期参考点火时长进行比较；

[0014] (iii)推导所述引擎的启动运转的指标；

[0015] (iv)对于所述序列的所述引擎的每次启动运转，依据该启动参数重复步骤(i)至(iii)；以及

[0016] (v)根据所述指标随时间的改变来生成所述引擎的所述点火序列的退化告警。

[0017] 监测方法的某些优选但非限定性的特征如下：

[0018] 启动参数包括下列参数中至少一个：

[0019] 所述引擎在所述启动运转序列过程中的热量状况；

[0020] 地面启动还是飞行中启动；

[0021] 所述引擎启动时的高度；

[0022] 环境压强；

[0023] 所述引擎与到所述引擎的燃烧室中的燃料喷注对应的引擎转速；

[0024] 点火时喷注到燃烧室中的燃料流量；

[0025] 所述引擎的燃烧室的入口处的空气特性；

[0026] 点火时长根据所述引擎的启动运转所需的所述引擎的火花塞的放电次数来确定；

[0027] 在所述比较步骤中确定所述引擎的启动运转所需的所述引擎的所述火花塞的所述放电次数与所述参考引擎的启动运转所需的火花塞的预期放电次数之差；

[0028] 当所述指标大于或等于预定阈值时生成退化告警；

[0029] 所述引擎包括两个火花塞，并且针对每个火花塞，独立地确定所述指标；以及

[0030] 所述方法进一步包括针对给定参考引擎并针对所述启动参数的一组值来确定一组参考点火时长。

[0031] 本发明还提出了：一种包括代码指令的计算机程序产品，该代码指令用于执行这样的监测方法；存储装置，可由一件计算机设备进行读取，所述存储装置上的计算机程序产品包括用于对所述监测方法进行执行的代码指令；以及相关的监测系统。

附图说明

[0032] 通过阅读下文中参考以非限定性示例给出的附图进行的详细说明，本发明的其他特征、目的和优点将更加明显，在附图中：

[0033] 图1示出了对于一给定引擎示例的相对于启动次数的点火时长(以秒表示)；

[0034] 图1b示出了相对于启动次数的在五次连续启动中平均的点火时长(以秒表示)取决于时间的平滑改变；

[0035] 图2中，图1的点火时长被转换为相对于火花塞启动次数所需的放电次数；

[0036] 图3示出了对于一参考引擎示例，为了使参考引擎运转，火花塞相对于启动参数示例所需的放电次数，在此，启动参数示例为参考引擎的热量状况(以摄氏度表示的EGT

(Exhaust Gas Temperature,排气温度)温度);以及

[0037] 图4示出了根据本发明的监测方法的一示例性实施例的各个步骤。

具体实施方式

[0038] 本发明提出通过确定启动引擎的环境对引擎(尤其是涡轮机)的启动运转序列进行监测,以便能够在该环境下测量引擎的点火时长并与参考点火时长进行比较。

[0039] 涡轮机引擎在启动运转序列期间的点火时长尤其取决于三个数据。

[0040] 第一数据与引擎的高压压缩机的出口处的气流质量有关。如果该气流过大(例如,继启动运转序列期间的火花塞的放电延迟之后)或者质量较差(流速分布图的径向或方位角形变造成的),引擎的燃烧室的空气供给有可能退化,这可能影响引擎的点火。

[0041] 第二数据与燃料量以及燃料通过喷油嘴喷射到燃烧室中相关。实际上,为了向燃烧室供给空气,喷油嘴的退化(喷油嘴中瘀滞燃料的焦化或者流量/压强特性的偏离)可以扰乱燃料的流动并且在燃烧室的周围形成不稳定的气穴。

[0042] 第三数据与燃料-空气混合物的燃烧所产生的能量的质量有关。实际上,要求由外壳形成的点火系统、电缆以及火花塞质量良好并且传递所需的能量总量,需要注意,该能量的一部分还由非隔热的引擎带走。

[0043] 因而从中推导出,质量并因而点火的时长主要取决于机器的启动运转中涉及的各个系统的状况,并取决于涡轮机引擎的启动环境。

[0044] 监测方法1因而提出去除环境对引擎10的启动运转的全部或部分影响,以便能够识别这些系统的可能退化。

[0045] 引擎的应用环境包括可以对引擎的点火时长造成影响的全部启动参数。这些启动参数是可变的,并且尤其可以包括:

[0046] —引擎在启动时的热量状况;

[0047] —启动运转是在地面上还是在飞行过程中完成;

[0048] —引擎启动时的高度;

[0049] —环境压强;

[0050] —与到燃烧室中的燃料喷注对应的引擎的转速;

[0051] —点火时喷注到燃烧室中的燃料流量;

[0052] —燃烧室的入口处的空气特性。

[0053] 申请人意识到,引擎的热量状况是对涡轮机的引擎的点火时长具有最大影响的启动参数之一。然而,其他的启动参数也可以单独或者结合被用于监测涡轮机的引擎的启动运转。

[0054] 在下文中,通过将引擎的启动运转时引擎的热量状况用作启动参数来对根据本发明的监测方法1的一个示例性应用进行说明。

[0055] 在启动引擎的运转时,即在引擎启动时,引擎的热量状况尤其可以通过借助于例如热电偶来测量引擎在其给定段的EGT气体的排气温度来进行估计。热电偶可以是T49.5热电偶,T49.5热电偶惯常被用在涡轮机的低压涡轮的分配器中,位于燃烧室的下游。尤其可以参考以本申请人名义的法国专利申请FR2971543中与借助于EGT气体的排气温度来确定启动引擎时的热量状况相关的更多信息。

[0056] 替代性地，引擎的热量状况还可以通过确定从引擎最后停止开始所流逝的时间或者外壳温度(Tcase)来估计。

[0057] 在用于监测引擎的启动运转的方法1中，确定20引擎的热量状况，并随后估计30在该热量状况下引擎的点火时长(反之亦然)。借此获得的时长则可以与针对参考发动机提前确定的参考点火时长并且对相似或相同的热量状况进行比较50，参考发动机较优地与涡轮机的引擎为相同类型。因而，针对点火时长测量的值并非简单地与系统中记录的阈值进行比较，而是与在相同或相似的启动状况下引擎可靠时点火时长应当具有的值进行比较，这些启动状况由测量时引擎的热量状况进行设定。根据所测量的值与该热量状况的参考点火时长之差，则可以确定点火序列是否退化，并且在必要时生成90告警。

[0058] 点火时长可能很难快速可靠地测量。如图1中所示，测量值实际上具有大约125ms的不精确度，该不精确度导致点火时长在四个稳定水平周围的轻微偏差。因而，一个建议是将通过确定到引擎的燃烧室中的燃料喷注与燃料－空气混合物的点火的检测之间流逝的时间来测量的点火时长转换为火花塞用于点燃燃料－空气混合物所需的放电次数。事实上，混合物的燃烧的触发只能够发生在使用火花塞生成火花时。由于火花塞的放电频率已知可能为1.25Hz，则有可能轻易地将给定的点火时长转换为致使引擎运转所必需的放电次数。则可以通过比直接测量点火时长更加精确的方式估计30点火时长。

[0059] 由此获得的图像在图2中示出，其中，点火时长已经被转换为所需的放电次数，所需的放电次数为整数并且可以假定为介于1和4之间的离散值，这不仅简化了点火时长的测量，还另外提供了降低测量值的不确定性并有利于后续的比较步骤50的可能性。

[0060] 给定的参考引擎的给定的火花塞的放电次数以及因而给定的参考引擎的点火时长则可以针对一组不同的热量状况值来简单可靠地测量，例如，针对从0摄氏度至600摄氏度范围内变化的排气温度(EGT)来测量。将注意到，此处的参考引擎意味着与所想要监测的引擎为相似或相同类型的引擎，该引擎的参与引擎的启动的系统不具有任何故障并因而提供了获得可靠测量值的可能。

[0061] 则有可能针对该参考引擎来建立40数据库，该数据库允许针对引擎的给定温度状况来定义预期放电次数。

[0062] 图3中示出了相对于引擎的热量状况(EGT温度)来启动参考引擎所需的火花塞的放电次数。对于该参考引擎，当EGT温度小于10摄氏度时，预期的放电次数为4；当EGT温度介于10摄氏度和80摄氏度之间时为3；当EGT温度介于80摄氏度和190摄氏度之间时为2；并且当EGT温度大于190摄氏度时为1。

[0063] 温度区间的可能的重叠区域是由于在可能影响引擎的点火的上述各项中仅考虑了启动环境的一个参数，在此为引擎启动过程中引擎的热量状况。然而，因此应当看到，与大约1.2的标准偏差相比较，借助于所选择的跟踪指标，测量值的精确度足以将测量值的标准偏差减小到0.3。因而，借助于该监测方法将标准偏差除以4。

[0064] 在引擎的每次启动过程中，引擎的热量状况20以及对燃料－空气混合物进行点火所需的火花塞的放电次数30则被确定。该放电次数随后借助于数据库与针对该热量状况的预期放电次数进行比较50，通过计算所确定的放电次数与预期放电次数之差(或者留数)，以便获得指标。可以从涡轮机的一次启动运转到另一次启动运转跟踪70该指标随时间的改变，例如，借助于移动平均值。

[0065] 当留数或者移动平均值超过限定的阈值(步骤80)时,并且可选地在数次飞行中确认该超过,则可以从中推导出参与到引擎的启动运转中的系统可能退化。并且可以发送90告警到指定的操作员(例如技师),以便可以检查系统并在必要时维修系统。

[0066] 在引擎包括多于一个火花塞的情况下,这通常也是目前的涡轮机引擎的大多数情况,其中处于冗余目的而包括两个火花塞以交替使用从而使系统的退化状况均匀,针对每个火花塞独立计算留数以及必要时的移动平均值,以便独立检测与之相关联的系统的可能的退化。因而,为了确定所计算的留数是否对应于火花塞中的任一个,注意在给定的启动运转中使用的火花塞非常重要。

[0067] 因而获得的可用的跟踪指标具有小标准偏差并且很容易获得。而且,在启动时间测量值离散化的情况下,借助于将启动时间测量值转换为火花塞的放电次数,一旦预期的放电次数至少增加一个单位,即当留数等于1或者更大时,即可检测到退化。由于留数1比标准偏差的值(大约为0.3)大三倍,从中推导出系统的可能退化的检测具有良好的质量,尤其是与惯常指标的1.2的标准偏差相比较;由于测量值中的噪声,使用惯常指标的标准偏差无法检测到系统的小退化。

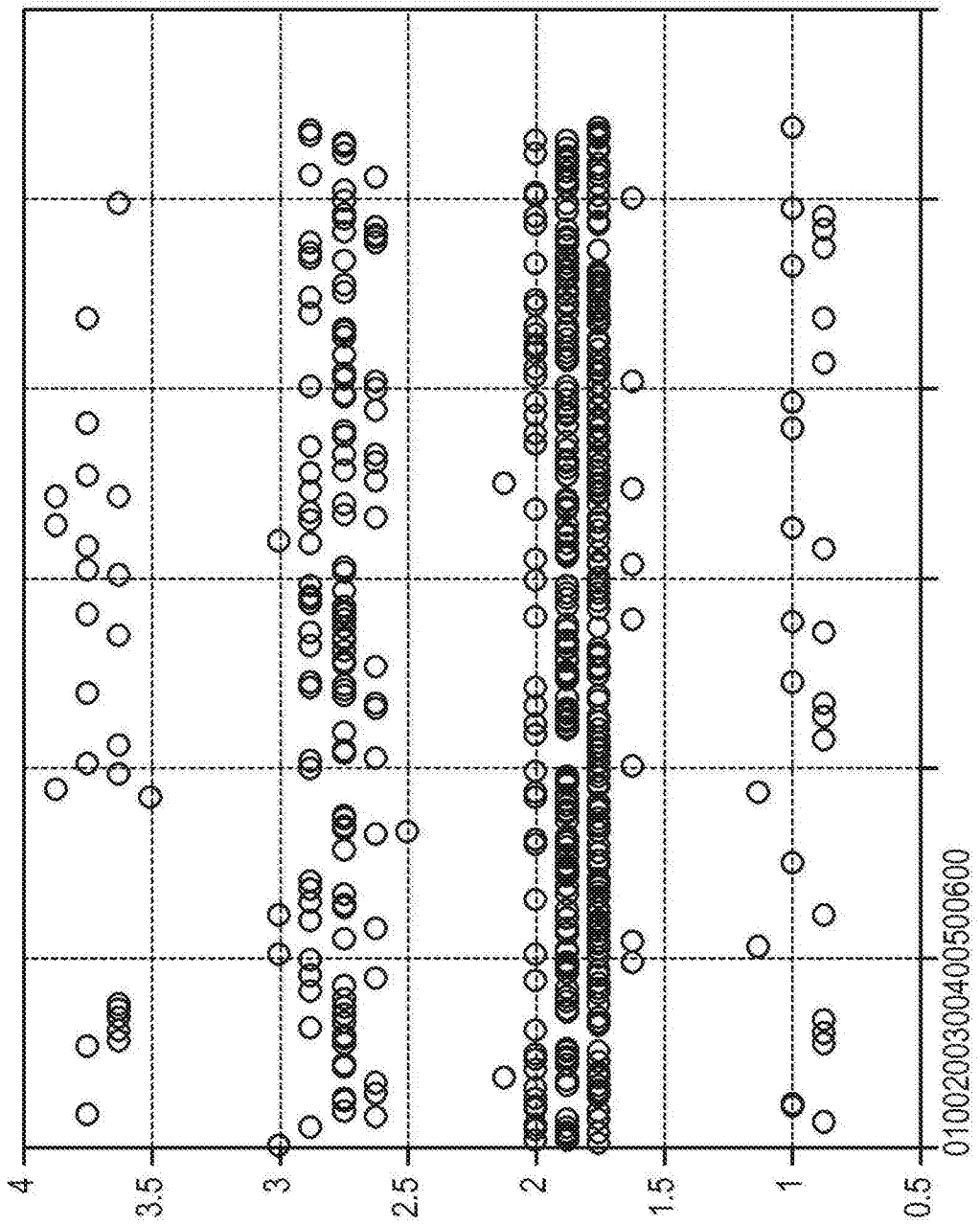


图1

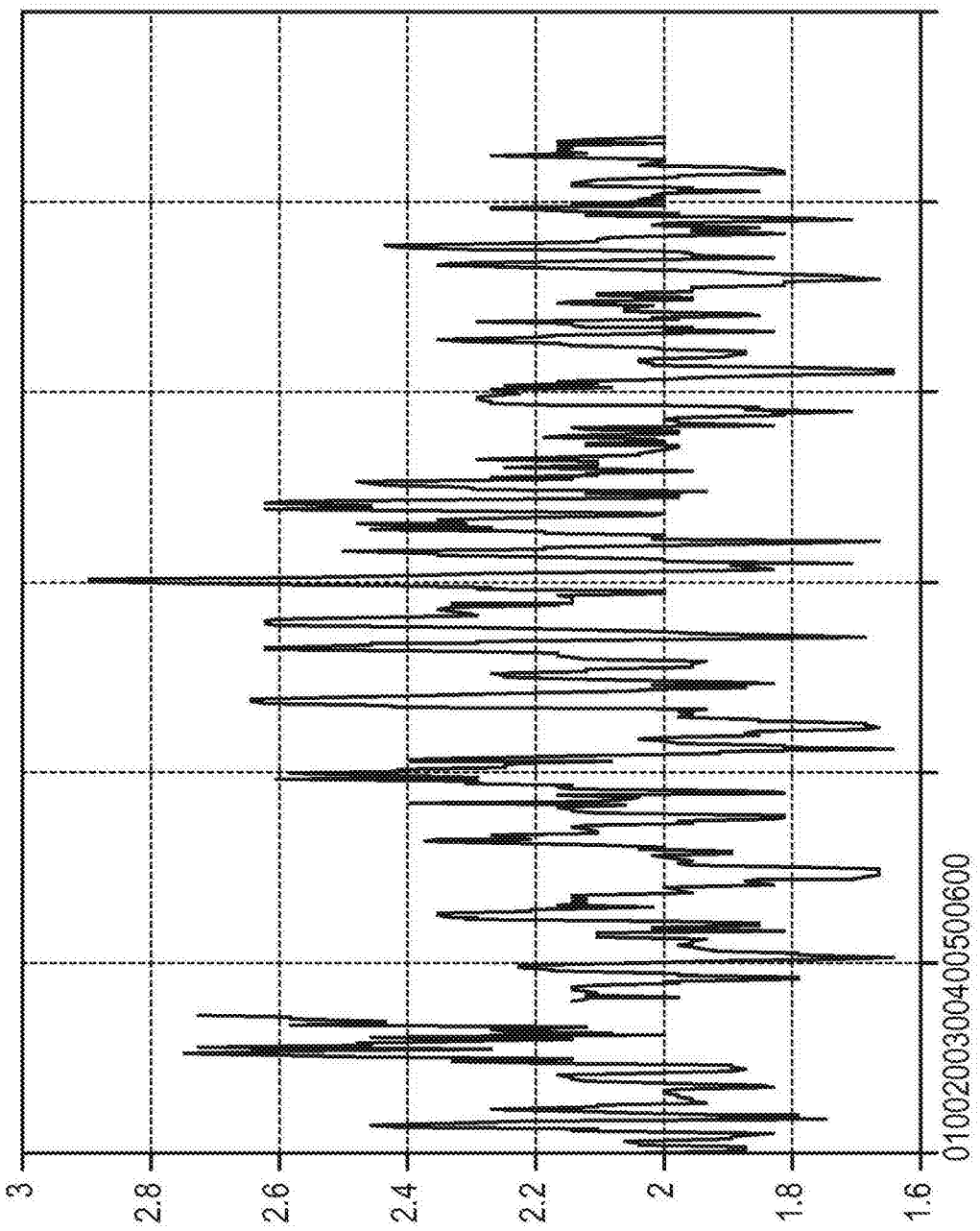


图1b

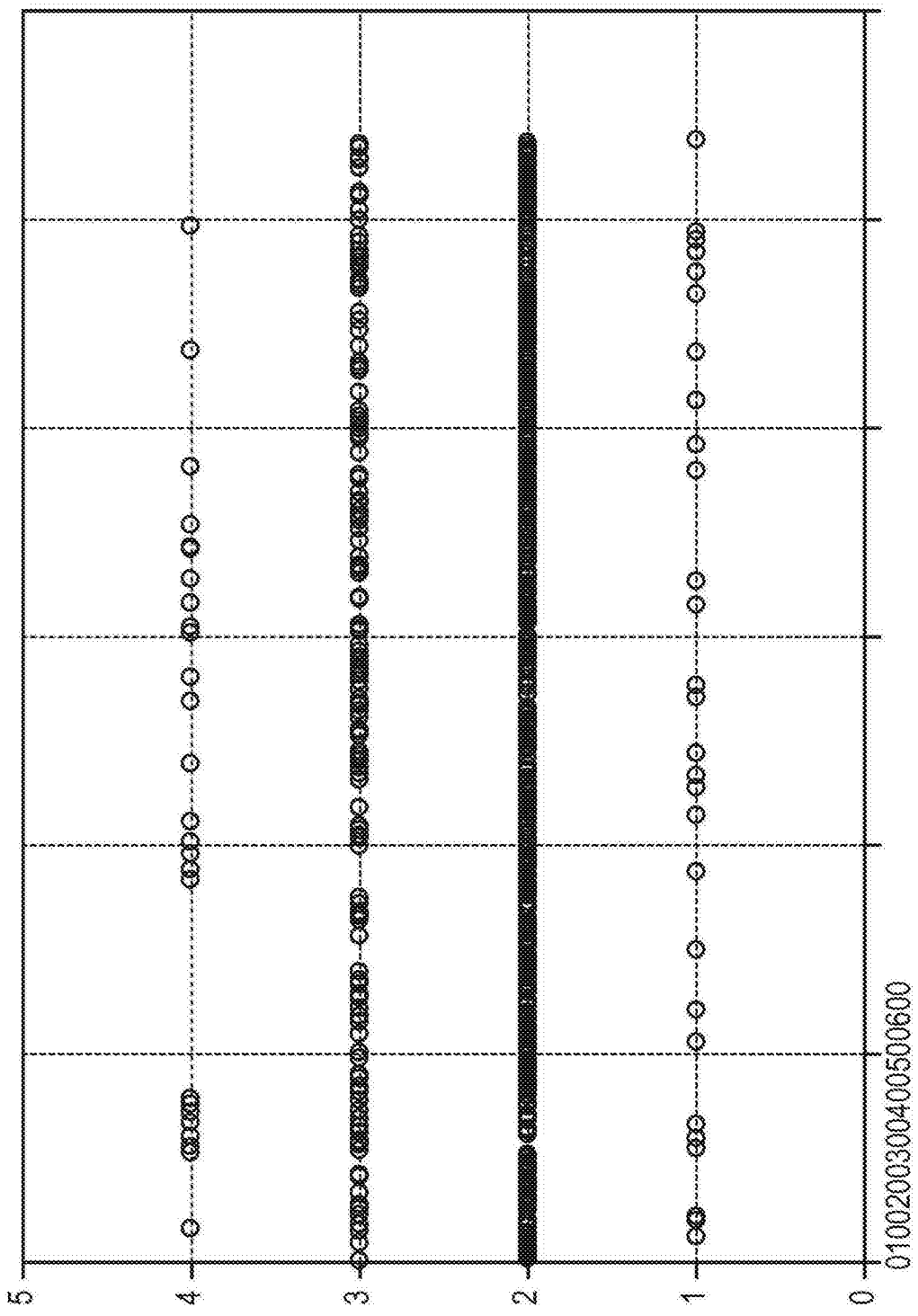


图2

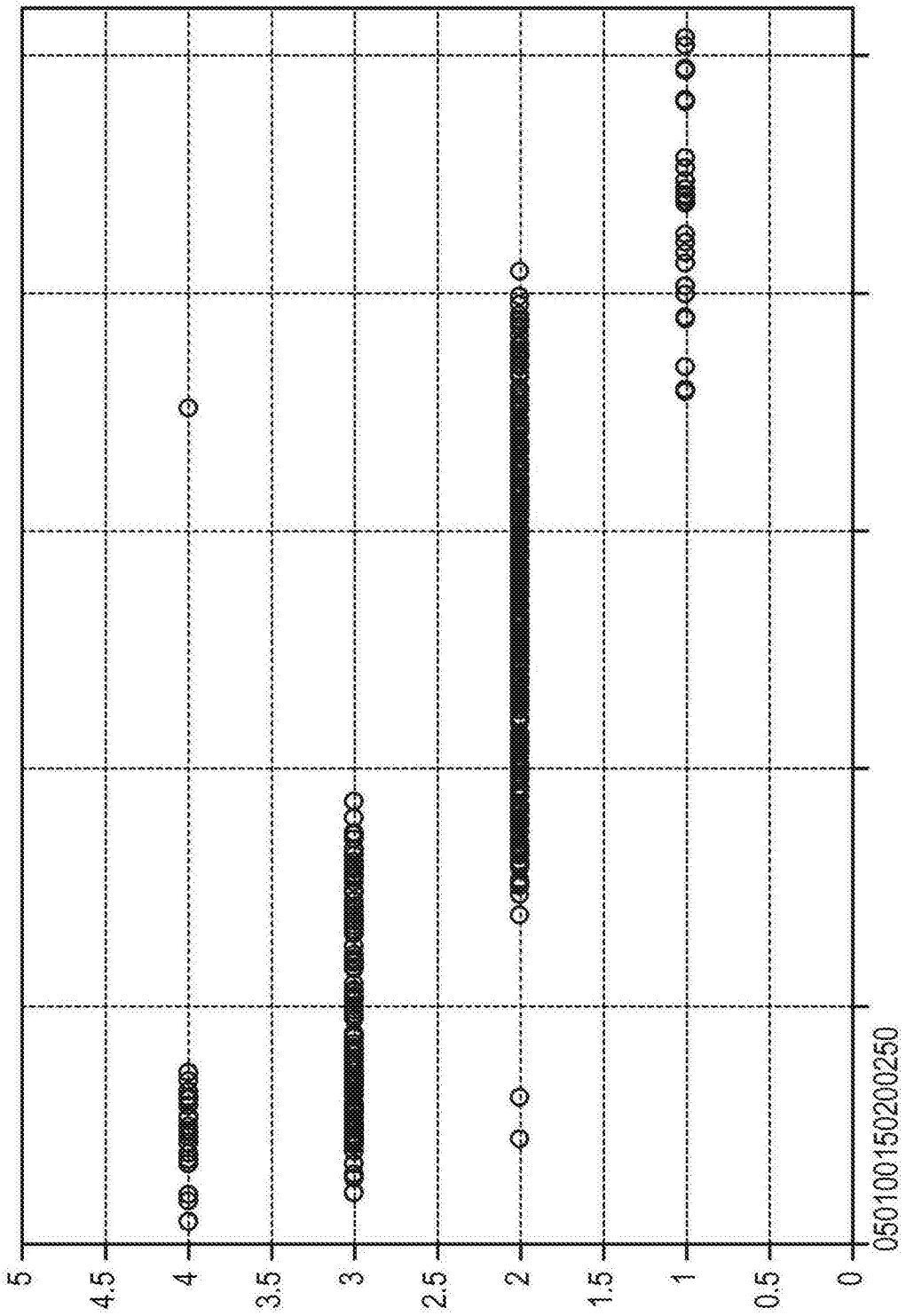


图3

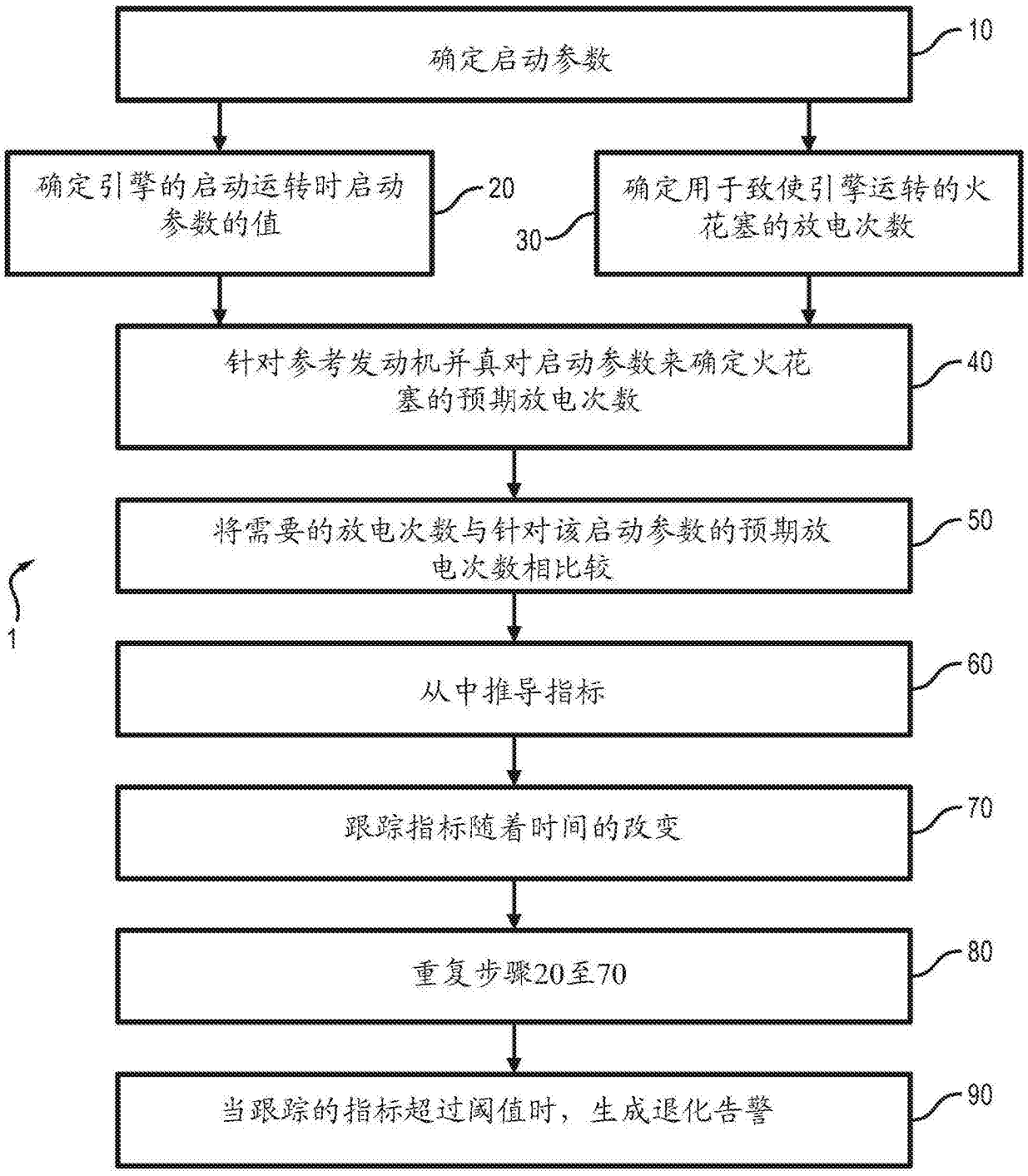

确定启动参数
10
确定引擎的启动运转时启动参数的值
20
30
确定用于致使引擎运转的火花塞的放电次数
针对参考发动机并真对启动参数来确定火花塞的预期放电次数
40
将需要的放电次数与针对该启动参数的预期放电次数相比较
50
1
从中推导指标
60
跟踪指标随着时间的改变
70
重复步骤20至70
80
当跟踪的指标超过阈值时，生成退化告警
90

图4