



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110068435 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 09

(21) 申请号 201910062184.7

G01H 17/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.01.23

G08B 21/18 (2006.01)

G08B 21/24 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110068435 A

(43) 申请公布日 2019.07.30

(30) 优先权数据

15/877,479 2018.01.23 US

(73) 专利权人 计算系统有限公司

地址 美国田纳西州

(72) 发明人 A·J·海森三世

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

代理人 郑勇

(56) 对比文件

US 6370957 B1,2002.04.16

US 6370957 B1,2002.04.16

CN 104254809 A,2014.12.31

US 2013096848 A1,2013.04.18

US 2007164750 A1,2007.07.19

CN 104297003 A,2015.01.21

CN 101226102 A,2008.07.23

CN 104180983 A,2014.12.03

CN 106017879 A,2016.10.12

审查员 陈琳

(51) Int.Cl.

G01M 7/02 (2006.01)

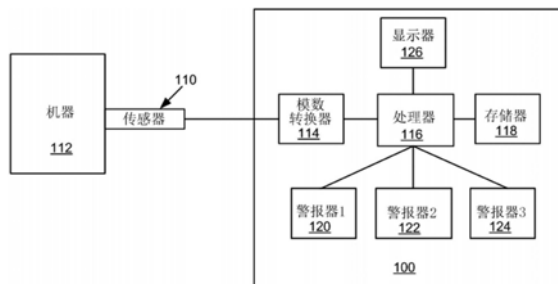
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

振动分析系统及方法

(57) 摘要

用于为机械设置振动警报的系统、手持式振动监测装置以及方法。该系统包括振动警报装置,该振动警报装置具有:来自机械组群的多个振动数据输入;存储器,该存储器用于存储来自机械组群的历史振动数据;累加器,该累加器用于为机械组群生成平均振动数据;处理器,该处理器用于基于平均振动数据的累积分布曲线来选定振动警报限值;以及警告警报器,当机械组群中的一台机器的振动数据达到振动警报限值时,该警告警报器提醒用户该机械已达到振动警报限值。



1. 一种用于对机械设置振动警报的系统,所述系统包括:

振动警报装置,所述振动警报装置具有:来自机械组群的多个振动数据输入,所述机械组群包括具有类似类型、类似尺寸、位于类似环境中并执行类似功能的多台机器;存储器,所述存储器用于存储来自机械组群的历史振动数据;累加器,所述累加器用于生成所述机械组群的平均振动数据;处理器,所述处理器用于基于所述平均振动数据的累积分布曲线来设定振动警报限值;警告警报器,当来自机械组群中的一机器的振动数据达到振动警报限值时,所述警告警报器提醒用户该机器已达到振动警报限值。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述累加器包括用于生成平均振动数据的计算机。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述警告警报器包括听觉警报装置。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述警告警报器包括视觉警报显示器。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述系统包括便携式振动监测装置。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述振动警报限值选自如下项中的一个或多个组成的组群:建议警报限值、警告警报限值和危险警报限值。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器包括特定用途集成电路ASIC。

8. 一种手持式振动监测器,包括:

振动数据输入装置,所述振动数据输入装置用于将来自机械组群的振动数据输入至中央处理单元,所述机械组群包括具有类似类型、类似尺寸、位于类似环境中并执行类似功能的多台机器;其中,所述中央处理单元具有:振动数据存储模块,所述振动数据存储模块用于存储振动数据;数据处理器,所述数据处理器用于从振动数据中生成累积分布曲线;以及,输出,所述输出用于提供警报限值;以及

警报器,所述警报器用于当所述机械组群中的一台或多台机器达到警报限值时,向用户发出警报。

9. 根据权利要求8所述的手持式振动监测器,其中,所述警报器包括听觉警报装置。

10. 根据权利要求8所述的手持式振动监测器,其中,所述警报器包括视觉警报显示器。

11. 根据权利要求8所述的手持式振动监测器,其中,所述警报限值选自如下项中的一个或多个组成的组群:建议警报限值、警告警报限值和危险警报限值。

12. 根据权利要求8所述的手持式振动监测器,其中所述数据处理器包括特定用途集成电路ASIC。

13. 一种用于在一组机器上监测振动的方法,包括:

提供系统,所述系统为该组机器中的每台机器设置振动警报,所述系统包括:振动警报装置,其具有来自机械组群的多个振动数据输入,所述机械组群包括具有类似类型、类似尺寸、位于类似环境中并执行类似功能的多台机器;存储器,用于存储来自机械组群的历史振动数据;累加器,用于生成所述机械组群的平均振动数据;处理器,用于基于平均振动数据的累积分布曲线来设定振动警报限值;以及振动警报器,用于当来自机械组群中的机器的振动数据达到振动警报限值时,提醒用户该机器已达到振动警报限值;

接受振动警报限值或选择新振动警报限值;并且

将来自机器的振动数据输入至系统,以确定是否达到振动警报限值。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述多个振动数据从手持式振动监测器输入。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述多个振动数据从附接于机器的振动输入处输入。

16. 根据权利要求13所述的方法,还包括该组机器中的每台机器设置建议警报限值、警告警报限值和危险警报限值。

17. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述处理器为特定用途集成电路ASIC。

振动分析系统及方法

技术领域

[0001] 本公开涉及振动分析系统、装置和方法,这些系统、装置和方法为设备提供警报限值以使得能够减少物理监控技术。

背景技术

[0002] 就自动识别正在被监控的机器所产生的潜在问题而言,为标量的振动参数数据设置适当的警报级别非常重要。若确定了可靠的警报级别,振动分析员花费在检查不存在任何运行问题的机器的数据上所需的振动分析时间会显著减少。因此,振动分析员将能够将宝贵的时间集中在那些会有潜在问题的机器上。鉴于可用于监控大型机械组群的熟练的振动分析员数量在不断减少,这一点尤为重要。

[0003] 有若干种用于分析标量振动参数趋势数据的统计学方法,最常见的是计算标准差。这种方法存在的问题是,标准差可靠或有意义的前提是,所处理的数据能够形成正态分布或高斯分布。然而,大多数标量振动趋势数据未能遵循正态分布,因此,尽管可以从数据中计算出标准差,但仍然不是振动趋势数据的可靠表示。

[0004] 用于振动趋势数据的常规技术的示例如图1所示。图1示出了机器马达振动速度数据的预测值和实际值,单位为英寸/秒(in/sec)。图1示出了典型机器的实际标量振动数据分布(曲线C)与正态分布(曲线A)以及对数正态分布曲线(曲线B)(具有相同的标准分布)之间的差异对比。

[0005] 图1中,曲线A的平均值和标准差与从原始数据计算所得出的平均值和标准差相同。例如,曲线A上的D点的计算平均值为0.0512in/sec,计算标准偏差为0.0615in/sec。曲线A上的D点的平均值与标准差之和为0.113in/sec。由于分布曲线中有许多数值非常大的测量值(~ 23 in/sec),因而曲线A的正态分布线形非常宽。由于工作环境的原因,那些数值较大的值有可能是实际值,也有可能是“坏的(bad)”测量值。因此,标准差未必是测量值的准确表示。当使用正态分布曲线时,很难识别出“坏的”测量值。曲线A与曲线C有很大的不同,因此,平均值和标准差不能有意义地表示出实际数据。

[0006] 同样,对数正态分布曲线(曲线B)也不能很好地表示实际数据。对数正态分布曲线(曲线B)通过对测量值进行对数运算来计算平均值和标准差,以将大测量值所产生的影响最小化。使用这种方法,使得大测量值最小化。例如,曲线B的计算平均值为0.0362in/sec,计算标准差为0.046in/sec。曲线B上的E点的对数正态平均值与标准差之和为0.079in/sec。

[0007] 有两个量是衡量正态分布能够在怎样的程度上表示实际数据的。它们是:偏度,是衡量对称性的量,或者更准确地说,是衡量不对称性的量。若某分布或数据集中心点的左侧和右侧显得相同,则是对称的。正态分布的偏度为零。

[0008] 另一个量是峰度,它是衡量数据相对于正态分布是重尾还是轻尾的量。标准正态分布的峰度为零。正峰度表示“重尾”分布,负峰度表示“轻尾”分布。

[0009] 如图1所示的曲线的偏度和峰度均不接近零;即曲线A的偏度=7.06、峰度=

100.4, 曲线B的偏度=0.36、峰度=0.38。偏度和峰度对于确定平均值和标准偏差是否是所评估数据的可靠或有意义的表示非常有用。如图1中的曲线所示, 一般来说, 带有偏度和峰度的曲线不能很好地表示振动数据。因此, 还需更可靠的系统和方法以设置机械振动数据的警报限级别。

发明内容

[0010] 鉴于上述内容, 本公开的一个实施例提供了一种用于为机械设置振动警报的系统。该系统包括: 振动警报装置, 该振动警报装置具有: 来自机械组群的多个振动数据输入; 存储器, 该存储器用于存储来自机械组群的历史振动数据; 累加器, 该累加器用于生成机械组群的平均振动数据; 处理器, 该处理器用于基于该平均振动数据的累积分布曲线来选定振动警报限值; 以及, 警告警报器, 当自机械组群中的机器的振动数据达到振动警报限值时, 该警报器提醒用户该机械已达到振动警报限值。

[0011] 本公开的一个实施例提供了一种手持式振动监测器。该振动监测器具有数据输入装置, 以将来自机械组群的振动数据输入至中央处理单元。该中央处理单元具有: 振动数据存储模块, 用于存储振动数据; 数据处理器, 用于从振动数据生成累积分布曲线; 以及, 输出, 用于提供警报限值。当机械组群中的一台或多台机器达到警报限值时, 提供警报以提醒用户。

[0012] 本公开的另一实施例提供了一种在一组机器上监测振动的方法。该方法包括提供一系统, 该系统用于为一组机器中的每台机器设置振动警报。该系统包括: 振动警报装置, 该振动警报装置具有自机械组群的多个振动数据输入; 存储器, 该存储器用于存储来自机械组群的历史振动数据; 累加器, 该累加器用于生成机械组群的平均振动数据; 处理器, 该处理器用于基于平均振动数据的累积分布曲线来选定振动警报限值; 以及警告警报器, 该警告警报器用于当该组机器中的一台机器的振动数据达到振动警报限值时, 提醒用户该机械已达到振动警报限值。用户可接受振动警报限值或选定新的振动警报限值。其后, 数据从机器输入至系统, 以确定是否达到振动警报限值。

[0013] 本公开的一些实施例提供了一机械组群, 该机械组群包含具有类似类型、具有类似尺寸、位于类似环境中并执行类似功能的多台机器。

[0014] 本公开的其他实施例所提供的累加器为, 用于生成平均振动数据的计算机。

[0015] 本公开的其他实施例还规定该警告警报器是听觉警报装置。本公开的其他实施例规定该警告警报器为视觉警报显示器。

[0016] 在本公开的一些实施例中, 该系统是便携式振动监测器。在本公开的其他实施例中, 该振动数据从附接到机器的传感器输入。

[0017] 本公开的其他实施例规定, 振动警报限值选自由如下项中的一个或多个: 建议警报限值、警告警报限值和危险警报限值。

[0018] 在其他实施例中, 处理器为特定用途集成电路 (ASIC)。

[0019] 本文所描述的系统和方法的优点是, 较现有的曲线拟合技术, 能够确定更可靠的警报限值, 其更接近地反映实际的机器振动特性。

附图说明

[0020] 所公开实施例的进一步特征和优点可以通过参考附图以及以下示例性实施例的公开而变得显而易见,其中:

[0021] 图1是实际振动数据与现有技术的正态和对数正态振动分布曲线对比的图示;

[0022] 图2是根据本公开一个实施例的累积分布曲线的示意图;

[0023] 图3是根据本公开的一个实施例的振动分析器系统的示意图;并且

[0024] 图4是根据本公开的设置警报限值的方法的流程框架图。

具体实施方式

[0025] 鉴于用于设置机器警报限值的传统技术所出现的问题,更可靠的方法是使用不依赖于任何特定分布类型的累积分布。使用累积分布,可以更准确地确定警报限级别。

[0026] 统计上评估和设置警报限级别的一个关键因素是,将来自不同机器的数据组合在一起进行分组,以创建足够大的用于统计分析的数据集。对机器进行分组的包括识别“类似”的机器的过程,例如具有共同特征的马达、泵、风扇、压缩机等。所述的“类似”机器进一步通过其他参数进行区隔划分,如尺寸、马力、速度、工业用途、环境条件、寿命等。另一种方法是通过统计方式来确定每台机器的警报限级别。然而,对于某台机器通常没有足够的数,或者某台特定的机器可能处于完美的工作状态,因此无法从统计上确定诸如危险警报级别,因为没有代表该状态的数据。在实践中,将机器分组和用统计方式确定警报限值这两种方式的进行结合,可产生设置多种警报限值的最佳结果。

[0027] 累积分布曲线描述的是,对一给定值(Y轴)(其作为测量值(X轴)的函数)进行测量的累积百分比。所有测量值的合计数等于100%。实值的随机变量X的累积分布函数通过函数 $F_X(x) = P(X \leq x)$ 给出,其中右侧表示随机变量X的取值在小于或等于x的区间的概率。这样,X置于半封闭区间(a,b)的概率 $P(a < X \leq b) = F_X(b) - F_X(a)$,其中 $a < b$ 。

[0028] 图2是根据本公开的一个实施例的累积分布曲线F的示意图。图2示出了一组具有共同特性的马达,在轴向传感器位置上进行3195次测量而得出的总体振动值(单位为in/sec)的累积分布。警报限级别设置为基于测量值的百分比的值,由此得出任何给定时间内可能处于该警报状态的马达的百分比。相应地,在图2中,将“危险”警报限级别的设置为99%(即1%的测量值高于该值),相当于0.3in/sec的总体振动级别(曲线F上的G点)。“警告”警报限级别设为97%,相当于0.18in/sec的总体振动级别(曲线F上的H点)。“建议”警报限级别设置为84%,相当于0.08in/sec(曲线F上的点I)。一半的测量值出现在0.036in/sec处(曲线F上的J点),这与振动数据的中位数意义相同。相比之下,该数据的正态分布的平均值为0.051in/sec,正态分布平均值与标准差之和为0.113in/sec,而对数正态分布平均值与标准差之和为9.079in/sec。因此,平均值和标准差与由累积分布曲线F所确定的多个警报级别相差很大。

[0029] 图3所示为,使用根据本公开的累积分布,从一组机器112的振动传感器110设置警报限值的系统100的示意图。系统100包括:模数转换器(ADC)114,该转换器将振动数据转换为数字输入;处理器116,该处理器处理来自ADC 114的振动数据输入并将数据存储在数据存储或存储器装置118。然后,使用累积分布函数评估振动数据输入和所存储的数据,以提供和更新警报器级别,诸如警报器1(120)、警报器2(122)和警报器3(124)。系统100可以是

便携式或手持式的振动监测器、便携式计算机、或台式计算机、或大型计算机。系统中所提供的视觉和/或听觉显示器126,用于通知用户警报限值的变化。

[0030] 图4所示的方块图中示出了使用累积分布来设置警报限值的过程200。作为起始步骤210,在手持式、笔记本电脑、台式计算机或大型计算机100上安装累积分布振动分析系统。在步骤212中,在计算机100的存储器118中创建振动数据的数据库,以保存来一组机器的数据。接下来,在步骤214中,在计算机的存储器118中创建每台机器的虚拟表示,以表示机器的位置、类型以及每台机器上的监测装置和位置。类似地,在步骤216中,在计算机的存储器118中创建警报子系统属性。在步骤218中,定义了多组“类似”机器,以将振动数据分离成多个数据集进行分析,以使得所得出的分析结果与一组“类似”机器中的所有机器相关。

[0031] 创建了机器分组和警报子系统属性后,振动警报限值子系统将在步骤220启动。振动数据在步骤222从便携式振动监测装置(步骤222)、和/或通过在线方式、或从连续振动监测器(步骤224)收集,并且输入至振动分析系统200并记录在系统的数据库(步骤226)。所收集数据中的数据尖峰通过应用步骤228的尖峰检测子系统处理步骤进行标记,该子系统处理步骤还确定是否应保留该数据尖峰或将该数据尖峰从数据中删除。在步骤226,该系统持续地在后台保持运行,并当有新的振动数据记录和输入系统时,为每个振动参数数据集生成累积分布。

[0032] 数据“尖峰”定义为测量值上所产生的变化,该变化相对于先前的多个值的变化率不合理、或与先前值的数量级产生差异而不合理,或上述两者兼有的情况。通常,“尖峰”的持续时间非常短,在经处理的数据图上显示为非常非常尖锐的正或负偏移。

[0033] 从振动检测器所收集的振动原始数据可能受到多种噪声输入的影响,这些噪声输入在所处理的数据中表现为尖峰。这些噪声输入可能是由于接线安装不良、振动传感器连接线缆不良、静电放电、外部源(例如嘈杂的马达或某些其他电磁辐射源)造成的电磁信号的拾取。所输入的振动数据中也可能存在其他的噪声源而产生数据异常。

[0034] 应注意的是,所处理的数据中的一些尖峰,可能是正在被监测的机器112出现某种故障而引起的多个振动水平或谐波含量的合理变化。一般来说,大多数情况下,存在一些其他迹象(如趋势值的稳定增加),预示机器112的性能可能发生某些变化。

[0035] 实时或历史振动数据中的尖峰会导导致错误警报的产生。相反,如果使用历史数据设置警报限值,则数据的尖峰可能导致警报限值过松,从而导致出现故障漏报或对故障的迟报。

[0036] 为了减少数据尖峰的影响,开发了一种检测尖峰的算法。一旦检测到异常,可以在步骤228中临时或永久地将尖峰从数据集中删除。

[0037] 流程中步骤230提供了警报限值子系统,该子系统利用中断驱动模型扫描所有趋势数据参数值,并根据“类似”机器对其进行分组,以统计地评估出每个机器分组的新警报限值。使用如上文所述的多个累积分布,该系统基于每个数据集(多台“类似”机器)所确定的百分位数、及所记录的多台类似机器的每个振动参数类型所确定的百分位数,来评估出警报限级别。通常情况下,警报限值包括至少三个警报级别,例如,建议级别警报的限值为84%、警告级别警报的限值为97%、危险级别警报的限值为99%。

[0038] 在步骤232,当该系统为多台机器所组成的分组建立新警报限级别时,通过步骤230提供的警报限值子系统将通过视觉方式或听觉方式中的一种或同时通过视觉和听觉两

种方式自动地通知用户。步骤234中,用户能自动接受新警报限值,也能选择性选择接受哪些新的警报限值。

[0039] 根据前文的描述和附图,对本领域技术人员来说能够预期以及显而易见的是,能够在本公开的实施例中作出修改和更改。因此,我们明确地表示,上述说明书和附图仅为示例性实施例的说明,而不限于此,并且本公开的真实精神和范围应参照所附的权利要求进行确定。

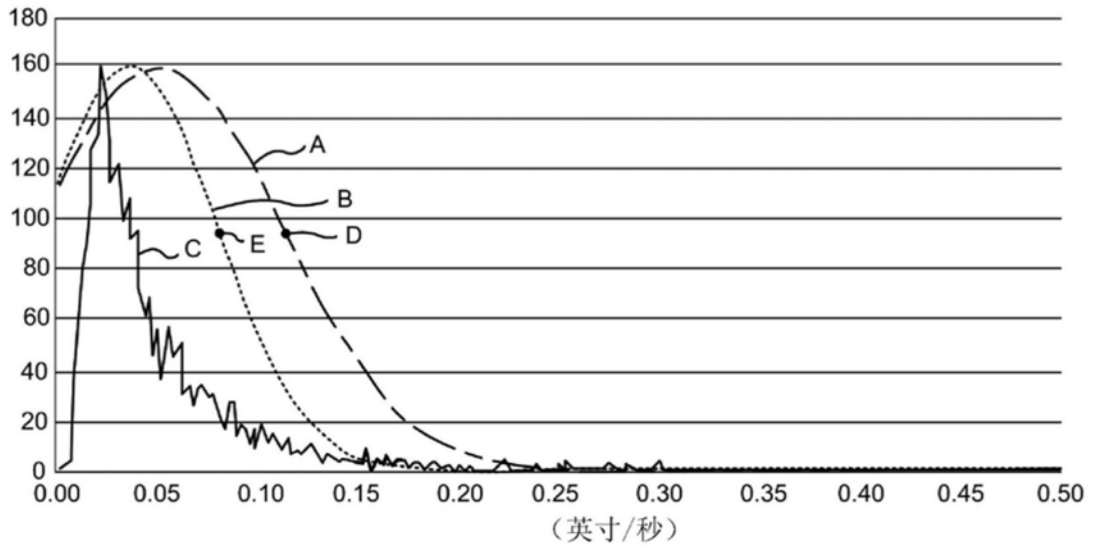


图1 (现有技术)

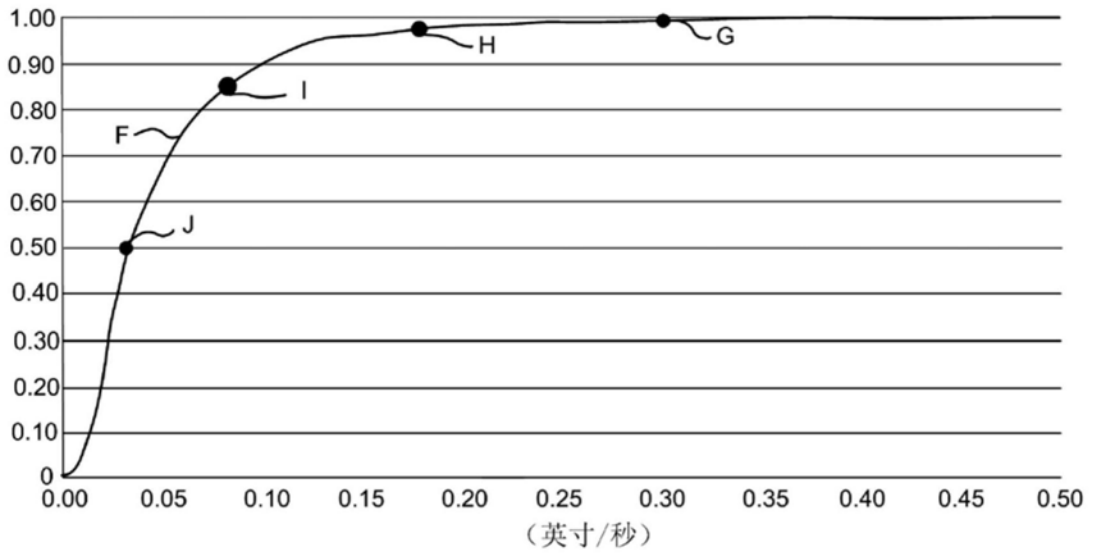


图2

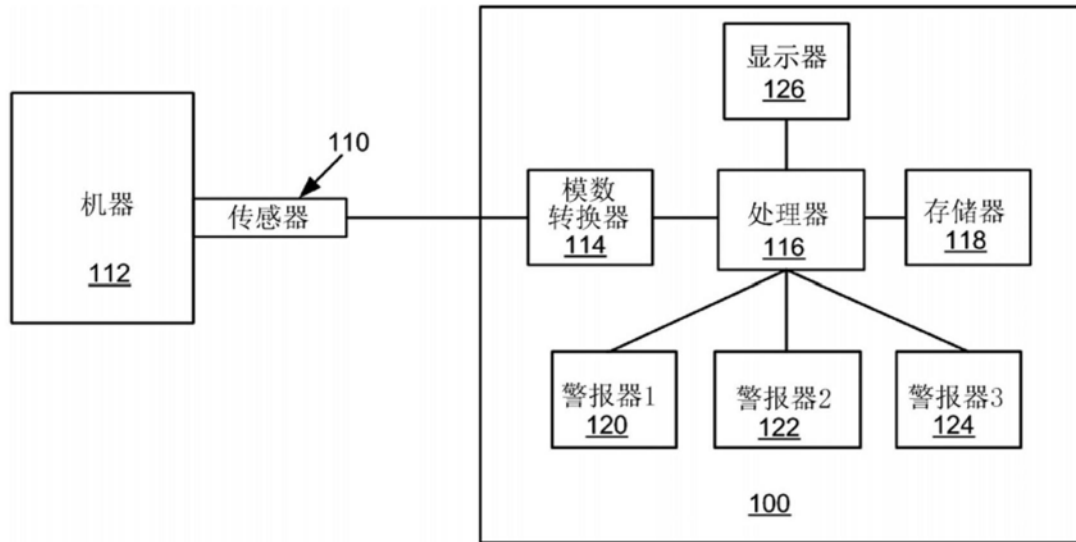


图3

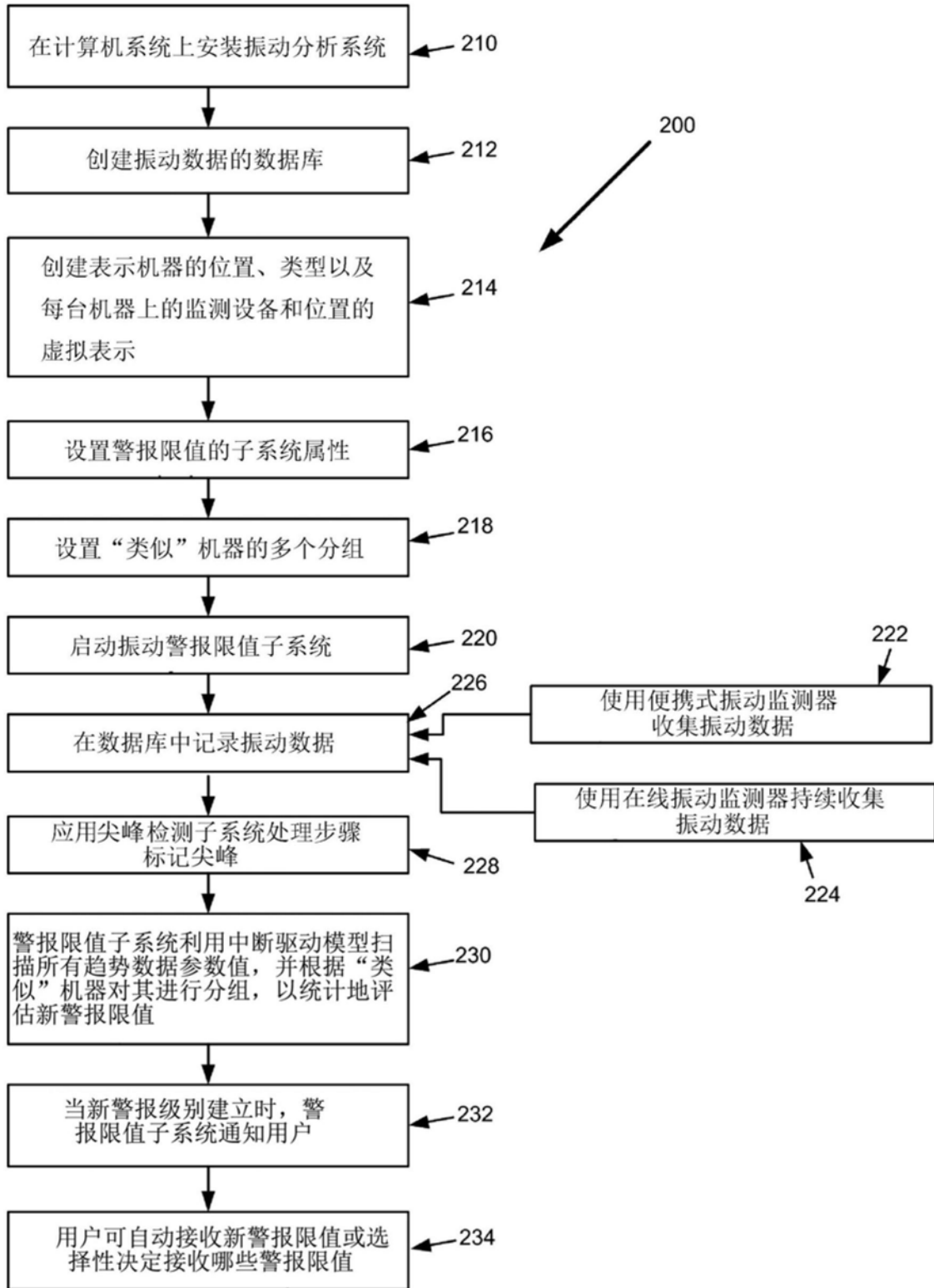


图4