

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61L 9/00 (2006.01)
G05B 19/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610121500.6

[43] 公开日 2007年1月24日

[11] 公开号 CN 1899624A

[22] 申请日 2006.7.14

[21] 申请号 200610121500.6

[30] 优先权

[32] 2005.7.14 [33] US [31] 60/699163

[71] 申请人 捷通国际有限公司

地址 美国密执安州

[72] 发明人 T·A·尼兹戈达 T·J·莱皮恩

G·K·埃文斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘华联

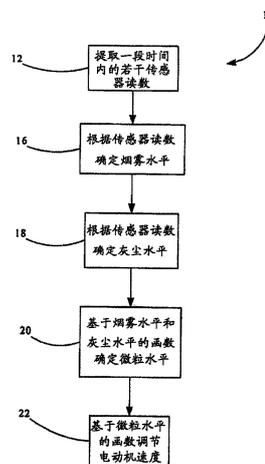
权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 7 页

[54] 发明名称

空气处理系统的控制方法

[57] 摘要

一种用于空气处理系统的控制系统和相关方法。在一个方面,本发明提供一种基于单独确定的烟雾和灰尘浓度控制鼓风机速度的控制系统和方法。在一个实施例中,控制系统和方法提供在电动机速度的变化之间延迟的变量,以便解决速度之间不希望的快速变化。在另一个方面,本发明提供一种用于校准传感器的系统和方法,以便提供随着时间更加一致的操作。还是在另一个方面,本发明提供用于校准电动机速度的系统和方法,以便提供随着时间更加一致和相同的电动机速度。本发明还提供用于追踪过滤器寿命的系统和方法,起基于时间、电动机速度和/或传感的变量,例如环境中的微粒浓度。



1、一种用于空气处理系统的控制系统，包括：

微粒传感器；

- 5 用于从所述微粒传感器收集指示环境空气中微粒浓度的数据的装置；
用于基于指示微粒浓度的所述数据的函数确定烟雾浓度的装置；
用于基于指示微粒浓度的所述数据的函数确定灰尘浓度的装置；
用于基于所述烟雾浓度和所述灰尘浓度的函数确定电动机速度的装置。

10 2、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，用于确定烟雾浓度的所述装置包括用于计算所述传感器数据平均值的装置。

3、如权利要求 2 所述的系统，其特征在于，用于确定灰尘浓度的所述装置包括用于从所述数据获得若干峰值传感器值的装置，每个峰值传感器值与不同的时间段相联系，所述灰尘浓度基于所述峰值传感器值的函数确定。

15 4、如权利要求 3 所述的系统，还包括存储在存储器中的查找表；以及
其中用于确定灰尘浓度的装置包括比较所述峰值传感器值和所述查找表，以便确定所述灰尘浓度。

5、如权利要求 3 所述的系统，还包括存储在存储器中的若干查找表，以及用于允许用户从所述查找表中选择一个的装置；以及

20 其中用于确定灰尘浓度的装置包括比较所述峰值传感器值和所述选择的查找表，以便确定所述灰尘浓度。

6、如权利要求 5 所述的系统，其特征在于，用于确定电动机速度的装置包括用于从所述烟雾浓度和所述灰尘浓度中选择较大值的装置。

25 7、如权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述电动机能在若干不同的速度下操作，其中确定所述烟雾浓度和所述灰尘浓度，以便提供相应于所述若干不同速度中一个速度的值。

8、一种用于控制具有电动机的空气处理系统的操作的方法，包括以下步骤：

收集指示环境空气中微粒浓度的数据；

根据收集的数据确定烟雾浓度，其指示环境空气中烟雾的浓度；

30 根据收集的数据确定灰尘浓度，其指示环境空气中灰尘的浓度；

基于烟雾浓度和灰尘浓度的函数确定电动机速度；以及
将电动机速度设置为所述电动机速度。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述收集步骤进一步限定为收集指示来自微粒传感器的若干传感器读数的数据。

5 10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述烟雾浓度确定步骤包括提取所述收集步骤中包含的数据的至少一部分的平均值。

11、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述烟雾浓度确定步骤包括提取所述收集步骤中包含的数据的至少一部分的滚动平均值。

12、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述灰尘浓度确定步骤包
10 括基于若干峰值数据值确定灰尘浓度的步骤，每个峰值数据值在不同的时间段提取。

13、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述灰尘浓度确定步骤包
括：

分析所述收集步骤中获得的数据，以便确定离散时间段的若干峰值数据
15 值；和
比较峰值数据值和查找表，以便确定灰尘浓度。

14、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述灰尘浓度确定步骤包
括：

分析所述收集步骤中获得的数据，以便确定离散时间段的若干峰值数据
20 值；和
比较峰值数据值和若干查找表中的一个，以便确定灰尘浓度。

15、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述设置步骤包括以下步骤：
提供指示电动机在当前速度下操作的时间量的数据；和

只有当电动机在当前速度下的操作持续了最小时间段，才允许改变电动机
25 速度。

16、如权利要求 15 所述的方法，还包括允许用户改变最小时间段的步骤。

17、如权利要求 16 所述的方法，还包括存储指示若干不同最小时间段的数据的步骤，和其中所述允许用户改变最小时间段的步骤包括响应于用户输入循环通过若干不同最小时间段。

30 18、用于设置传感器参考电压的方法，包括以下步骤：

从传感器提取若干抽样读数；和
基于若干抽样读数的函数设置参考电压。

19、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述设置步骤包括以下步
骤：

5 提供代表最低抽样读数的数据；和
基于最低抽样读数的函数设置参考电压。

20、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述设置步骤包括以下步
骤：

10 分别提供代表若干抽样读数的数据；和
基于提供的代表若干抽样读数的数据的函数设置参考电压。

21、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述设置步骤包括以下步
骤：

提供代表若干抽样读数的数据；和
将参考电压设置为若干抽样读数的平均值。

15 22、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述提取步骤包括以下步
骤：

从传感器提取第一抽样读数；
将第一抽样读数存储在局部变量中；
从传感器提取另一个抽样读数；

20 比较每另一个读数和局部变量，如果读数低于局部变量，则将抽样读数存
储到局部变量中；和

将所述提取另一个抽样读数和所述比较步骤重复预定次数；和
其中设置步骤进一步限定为将参考电压设置为存储在局部变量中的值。

25 23、用于校准空气处理系统中鼓风电动机的电动机速度的方法，包括以下
步骤：

收集一时间段内指示电动机速度的若干读数；
基于收集的读数计算比较值；
比较该比较值和预定可接受范围；和

如果该比较值落在该预定可接受范围之外，则调节电动机速度。

30 24、如权利要求 23 所述的方法，还包括以下步骤：重复所述收集、计算、

比较和调节步骤，直到比较值落入预定可接受范围内。

25、如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述调节步骤包括改变施加到电动机的电源的占空比。

26、如权利要求 23 所述的方法，还包括以下步骤：在电动机速度变化发生之后，开始所述收集步骤之前，等待预定时间段。

27、如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述收集步骤包括以下步骤：以预定间隔从 RPM 传感器提取若干读数。

28、如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述计算步骤包括以下步骤：计算若干读数的平均值，将计算得到的平均值设置为比较值。

29、如权利要求 28 所述的方法，其中，每当鼓风电动机速度改变时，开始所述收集、计算、比较和调节步骤。

30、一种用于追踪空气处理系统中过滤器的过滤器寿命的方法，包括以下步骤：

提供指示电动机运行时间和电动机速度的数据；

15 比较提供的数据和预定值；和

当提供的数据符合或者超过预定值时，向用户提供指示。

31、如权利要求 30 所述的方法，其特征在于，提供数据的步骤包括以下步骤：

提供代表过滤器寿命的变量；

20 获得电动机速度；

获得时间间隔；

将时间间隔和代表电动机速度的值相乘，从而获得增加量；和

将过滤器寿命变量增加该增加量。

32、如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述相乘步骤进一步限定为包括以下步骤：

从查找表获得电动机速度因子；和

将时间间隔和电动机速度因子相乘，从而获得增加量。

33、如权利要求 31 所述的方法还包括获得微粒水平值的步骤；和

30 其中所述相乘步骤进一步限定为将时间间隔和代表电动机速度的值、代表微粒水平值的值相乘，从而获得增加量。

34、如权利要求 31 所述的方法还包括以下步骤：

获得微粒水平值；和

从公式和查找表中的至少一个获得微粒水平因子；和

5 其中所述相乘步骤进一步限定为将时间间隔和代表电动机速度的值、代表微粒水平值的值相乘，从而获得增加量。

35、如权利要求 31 所述的方法还包括以下步骤：获得指示空气处理系统处理的空气特性的值；和

其中所述相乘步骤进一步限定为将时间间隔和代表电动机速度的值、代表特性的值相乘，从而获得增加量。

10 36、如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，时间间隔进一步限定为自获得上次电动机速度起经过的时间间隔。

空气处理系统的控制方法

5 本发明要求 2005 年 7 月 14 日申请的美国临时申请 No. 60/699,163 的优先权。

技术领域

本发明涉及控制系统和方法，尤其是空气处理系统的控制系统和方法。

背景技术

10 空气处理系统可利用种类繁多的控制系统。许多空气处理系统包括手动控制系统，其允许用户手动控制系统操作的各个方面，例如电动机速度和操作时间。这允许用户响应于环境条件手动增加电动机速度，例如，当香烟烟雾进入房间时。一些更复杂的控制系统提供自动选择操作，该选择操作包括电动机速度和操作时间。例如，一些控制系统具有响应于空气中的烟雾和微粒浓度调节
15 电动机速度的能力。这就不需要用户连续调节空气处理系统以便与环境条件匹配。

随着时间的增加，常规的过滤器会逐渐被从空气中过滤的污染物填满。污染物的累积逐渐影响空气处理系统的性能。在某个点，过滤器达到它应该被更换的状态。为了帮助用户确定更换过滤器的适当时间，一些空气处理系统具有
20 跟踪使用、且计算应该更换过滤器的近似时间的能力。典型地，当是时候更换过滤器时，这些类型的系统提供可视指示，例如发光的 LED。尽管在没有能力跟踪过滤器寿命的系统上作了改进，但是这种常规控制系统过于简化对过滤器寿命起作用的因数，因而不能对提供滤器寿命特别精确的近似值。

25 尽管已有的控制系统有助于空气处理系统的自动操作，但仍存在需要更加高效和有效的控制系统，该系统能考虑种类繁多的环境条件。这还需要提供能以更精确和有效的方式跟踪过滤器寿命的控制系统。

发明内容

在一个方面，本发明提供一种系统，该系统响应于单独确定的烟雾和灰尘浓度自动控制空气处理系统的鼓风机速度。

30 在另一个方面，本发明提供一种系统，该系统在自动操作模式中对电动机

速度提供可变延迟控制。

还是在另一个方面，本发明提供一种系统，该系统校准并入到空气处理系统中的微粒或化学传感器。

在另一个方面，本发明提供一种系统，该系统校准鼓风机的电动机速度。

5 在另一个方面，本发明提供一种系统，该系统根据时间、鼓风机速度和/或传感的变量（例如微粒浓度或过滤器中累积的微粒总数）的一个函数跟踪过滤器寿命。

参考当前实施例的详细说明，本发明的这些和其它目的、优势、和特征将很容易理解和意识。

10 附图说明

图 1 是流程图，其显示电动机速度自动控制算法的一个实施例的通用步骤。

图 2 是流程图，其显示灰尘算法的一个实施例的通用步骤。

图 3 是流程图，其显示烟雾算法的一个实施例的通用步骤。

15 图 4 是流程图，其显示微粒水平确定算法的一个实施例的通用步骤。

图 5 是流程图，其显示传感器校准算法的一个实施例的通用步骤。

图 6 是流程图，其显示电动机速度校准算法的一个实施例的通用步骤。

图 7 是流程图，其显示过滤器寿命算法的一个实施例的通用步骤。

具体实施方式

20 结合具有鼓风机的空气处理系统描述本发明，该鼓风机移动空气通过预过滤器、微粒过滤器和气味过滤器。空气处理系统包括控制系统，其监视和控制系统操作。控制系统包括通用常规组件，例如可编程微控制器和一个或多个传感器。在一个实施例中，控制系统包括微粒传感器和 RPM 传感器，该微粒传感器提供有关空气中微粒物质数量的信息，该 RPM 传感器提供有关鼓风电动机
25 速度的信息。

微控制器构造为运行若干控制算法和接收来自传感器的输入。概括地说，控制系统包括自动操作算法，该算法基于微粒传感器输出的函数自动调节鼓风电动机速度。自动控制算法使用单独的烟雾和灰尘水平算法确定鼓风电动机速度。控制系统还包括可变延迟算法，该算法允许用户控制最小时间量，在允许
30 调节到不同的速度之前，鼓风机将在该最小时间量内保持给定的速度下。控制

系统还包括校准算法，该算法改进系统的性能。在一个实施例中，校准算法包括微粒传感器校准算法，运行该算法，以便在生产过程中校准微粒传感器，和在操作过程中周期性地校准微粒传感器。校准算法还包括电动机校准算法，运行该算法可提供正在进行的鼓风电动机速度校准。控制系统还包括用于跟踪预
5 滤器、气味过滤器和微粒过滤器寿命的算法。控制过滤器寿命算法可基于时间、鼓风机速度、进入系统的微粒总量和/或微粒浓度跟踪过滤器寿命，当必须清洁或更换过滤器时可采取适当的动作，例如指示器发光。

下面的部分详细描述上述控制算法。

□. 自动控制电动机速度

10 在一个方面，本发明提供一种用于基于传感变量的函数自动控制空气处理系统中鼓风电动机速度的算法。例如，在一个实施例中，系统基于微粒数量的函数自动增大或减小鼓风电动机速度，该微粒数量由微粒传感器检测。在该实施例中，鼓风电动机可在五个离散的电动机速度之间变换。不同的电动机速度的数量可根据所希望的不同应用而改变。在一个实施例中，通过改变速度控制
15 信号的占空比百分数而调节鼓风电动机速度，使用常规方法和装置向鼓风电动机提供速度控制信号。

在该实施例中，空气处理系统包括通用常规微粒传感器，该传感器具有依赖于空气中微粒物质的数量而变化的输出电压。一个合适的微粒传感器可从 Sharp 零件号为 No. GP2Y1010AU 获得。该微粒传感器包括与光传感器间隔布
20 置的 LED。光传感器构造为提供具有电压的信号，该电压与由 LED 发出、到达传感器的光的数量成比例。该传感器如此构造，以致由 LED 发出的光不具有到达光传感器的直接路径。相反，LED 光如果朝着传感器反射才会到达传感器。空气中的微粒提供将 LED 光朝着光传感器引导所必需的反射。空气中微粒的尺寸和/或数量越大，则反射到传感器的光的数量越大，因而输出电压越大。
25 微粒传感器提供模拟信号，连接微控制器上的模拟输入。微控制器将模拟信号转换为相应的数字信号，以便处理。

如上所述，控制系统构造为以五个不同的鼓风电动机速度之一操作鼓风电动机。为了在微粒传感器读数和不同的鼓风电动机速度之间提供直接的相关性，将可能的传感器读数范围分成 5 个子范围。子范围的数量可依赖于希望的
30 鼓风机速度而变化。例如，如果希望有 3 个鼓风机速度，则将可能的传感器读

数范围分成 3 个分离的子范围。确定子范围的方法可根据不同的应用而变化。另外，速度和子范围之间的相关性可变化。例如，每个子范围可对应两个速度。但是，在该实施例中，通过将可能的传感器读数范围简单分成 5 个平均的子范围而确定子范围。可作为选择地，子范围可被加权，或者以别的方式表示整个范围的不相等部分。下面描述可选择的用于确定子范围的方法的示例。

5 在一个实施例中，控制算法 10 以特定速率 12 从微粒传感器提取周期性读数（参见图 1）。例如，在一个实施例中，控制软件每隔 50 毫秒就从微粒传感器提取读数。读数的频率可根据不同的应用而变化。实际上，如下文更详细的描述，频率可随着机构而变化，以便校准传感器输出。

10 在一个实施例中，本发明使用两个不同的算法根据周期性的传感器读数确定微粒水平 20——一个算法构造为测量空气中烟雾的水平 16，另一个算法构造为测量空气中灰尘的水平 18。使用微粒水平设置鼓风电动机速度 22，也可向用户显示微粒水平。已经确定烟雾对微粒传感器的输出具有更加温和而一致的影响。另一方面，微粒，例如灰尘，导致微粒传感器的输出中更多的峰值。15 基于烟雾水平和灰尘水平的函数确定微粒水平，从而确定鼓风电动机速度，因而提供改进的性能。

通常，灰尘算法 100 通过考虑若干连续时间段内传感器读数峰值的集合 102 而发挥作用（参见图 2）。算法将这些传感器读数峰值与查找表比较，以便确定微粒水平输出。在该实施例中，灰尘算法维持 102 变量的循环先进先出（FIFO）20 队列，每个变量与离散的时间段相联系。这些时间段中的每一个被称为“斗（bucket）”。该实施例中共有 6 个斗，但是斗的数量可根据不同的应用而变化。每个斗与固定的时间段相联系，在一个实施例中该固定时间段为 10 秒间隔。但是，该间隔的长度可根据不同的应用而变化。算法使用变量的上述 FIFO 队列，以便保持每个斗的分离峰值（或者 10 秒间隔）。因此，六个斗全体与上一25 个 60 秒相联系，每个斗的峰值变量包含在相应的斗期间（或者 10 秒时间间隔内）提取的最高传感器读数。

现在更加详细地描述灰尘算法的操作。如上所述，控制系统每隔 50 毫秒提取传感器读数。在提取每一个读数之后，算法使用常规的计时技术确定 106 适当的斗，例如使用中断以保持计时。传感器读数与包含在适当斗的峰值变量30 中的当前值比较 108。如果传感器读数高于峰值变量的当前值 110，则传感器

读数存储 112 在峰值变量中——覆盖已存在的值。如果不高于，则忽略传感器
读数，保留已存在的值。对每一个传感器读数重复该处理过程 114。在每个 10
秒间隔结束后，相关斗的峰值变量保持该 10 秒间隔的峰值，继续下一个斗的
处理过程。当时间流逝到每一个新斗时，考虑将传感器读数写入新斗的峰值变
5 量。当六个斗完成（换句话说，FIFO 队列完整）时，算法覆盖六个旧斗的峰
值变量。使用剩下旧斗的峰值变量继续每个新斗的处理过程。因此，灰尘算法
建立和保持 6 个峰值变量的队列，该峰值变量包含在 6 个 10 秒间隔之前的每
个瞬间最高的传感器读数。

烟雾算法 150 分别估计同样 50 毫秒的传感器读数，但是它采用不同的方
10 式（参见图 3）。烟雾算法保持固定数量读数的读数滚动平均值。例如，在一个
实施例中，烟雾算法 150 保持最近 100 个传感器读数的滚动平均值。100 个读
数保持 160 在循环先进先出（FIFO）缓冲器 154 中。同时，保持包含在缓冲器
中的读数的运行总数 152。每当提取 162 新的读数时，从总数中减去 156 缓冲
器中的旧值，并加入新的读数 160。因此，通过将运行总数除以 100，可很容
15 易地计算缓冲器中 100 个传感器读数的平均值。

在该实施例中，由烟雾算法和灰尘算法提供的数据用于计算总的“微粒水
平”。该微粒水平接着用于控制鼓风电动机速度。该实施例的自动控制算法周
期性地处理由烟雾算法和灰尘算法提供的数据，以便确定微粒水平。在该实施
例中，数据每隔 5 秒处理一次。图 4 显示用于确定微粒水平的算法 200 的一个
20 实施例。每隔 5 秒的间隔，自动控制算法处理烟雾算法数据，重新得到最近 100
个抽样的运行总数，将该数字除以 100，从而得到平均传感器读数 208。接着
比较 210 平均传感器读数和 5 个微粒水平子范围（在该实施例中，该子范围与
灰尘水平子范围相同），从而获得烟雾水平。自动控制算法处理灰尘算法数据，
执行对灰尘算法提供的 6 个峰值灰尘水平变量的动作，从而确定灰尘水平。在
25 该实施例中，包含在 6 个峰值灰尘水平变量中的每一个中的值分别和 5 个灰
尘水平子范围比较 206，从而确定每个特定斗的相应灰尘水平。对于每个灰
尘水平，算法提供计数器，该计数器包含 6 个当前斗中具有相应灰尘水平的的
数量。例如，如果 6 个斗包括 3 个具有位于灰尘水平 4 范围内的峰值的斗，灰
尘水平 4 计数器的值为 3。类似，如果包含位于灰尘水平 3 范围内的峰值的斗
30 的数量为 2，则灰尘水平 3 计数器的值为 2。最后，如果剩下的斗包括位于灰
尘水平 5

范围内的峰值，则灰尘 5 计数器的值为 1。对于每个非零的灰尘水平计数器，比较计数器和查找表，以便确定相应的“临时微粒水平”。自动控制算法接着基于从查找表返回的临时值的函数确定微粒水平。例如，微粒水平可简单地为每个斗返回的灰尘水平最大值。可作为选择地，微粒水平可确定为返回的灰尘水平的简单或加权平均值。下面是一个实施例的临时微粒水平查找表。

	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2
灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5

行=灰尘水平
列=每个水平内的斗的数量

在上述示例中，根据查找表确定的临时微粒水平为“灰尘水平 4”、“灰尘水平 2”和“灰尘水平 3”。算法返回这些临时微粒水平的最大值作为实际微粒水平。在这种情况下，算法返回微粒水平 4。

自动控制算法接着基于烟雾水平和灰尘水平的函数确定实际微粒水平（以及因有的电动鼓风机速度）212。在一个实施例中，算法简单地提取灰尘水平和烟雾水平中的较大值，使用该值作为微粒水平，以便设置实际鼓风机速度。在另一个实施例中，实际鼓风机速度是灰尘水平和烟雾水平的某个其它函数。例如，实际鼓风机速度是灰尘水平和烟雾水平的简单或加权平均值。

在可选择的实施例中，控制系统包括若干不同的查找表，该查找表与灰尘算法结合使用，每个构造为反映不同水平的灵敏度。在该可选择的实施例中，用户配置有一机构，该机构可相应于希望水平的灵敏度选择查找表。例如，在该可选择实施例的一个示例中，控制系统包括 5 个可选择的临时微粒水平查找表。下面是用于该可选择实施例的一个示例性实施例的 5 个可选择临时微粒查找表。可以看出，这些可选择的查找表如此构造，以致每个连续的表对传感的值提供总的越来越大的响应。通过允许用户选择希望的表，系统能为用户提供

不同水平的灵敏度。

临时微粒水平查找表						
灵敏度水平 1						
	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2
灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5
灵敏度水平 2						
	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2
灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5
灵敏度水平 3						
	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2
灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5
灵敏度水平 4						
	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2

灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5
灵敏度水平5						
	计数1	计数2	计数3	计数4	计数5	计数6
灰尘水平1 计数器	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1	灰尘_水平_1
灰尘水平2 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3
灰尘水平3 计数器	灰尘_水平_2	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4
灰尘水平4 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5
灰尘水平5 计数器	灰尘_水平_3	灰尘_水平_4	灰尘_水平_4	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5	灰尘_水平_5
行=灰尘水平						
列=每个水平内的斗的数量						

如上所述，控制系统还设置有一机构，该机构允许用户从多个可选择的查找表中选择一个。在一个实施例中，控制系统构造为响应于控制面板上的用户输入通过可选择的查找表循环。例如，在所述实施例中，当系统插上电源从而初始化灵敏度选择算法时，用户可按下并保持控制面板上的“自动”和“计时”按钮。每当“自动”按钮按下时该算法循环到下一个可选择的查找表。如果当灵敏度最高的查找表被选择时按下按钮，则系统退回到灵敏度最低的查找表。如果在一段指定的时间内没有按下“自动”按钮，则控制系统可退出灵敏度选择算法。例如，如果在5秒的时间内没有按下“自动”按钮，则控制算法可退出灵敏度选择算法。控制面板包括当前灵敏度设置的可视指示。例如，控制面板包括用于每个设置的分离的LED，适当的LED被照亮，以便显示当前灵敏度。

□. 可变延迟

在自动操作模式中，确定的实际鼓风机速度从一个鼓风机速度相对迅速地改变到另一个速度是可能的。用户被鼓风机速度的持续或快速变化打扰是可能的。因此，自动控制算法包括延迟算法，该延迟算法在最小的时间段内将鼓风机保持在给定的鼓风机速度。例如，延迟时间段可设置为30秒，以致鼓风机

至少在 30 秒内维持给定的速度。如果烟雾算法和灰尘算法确定鼓风机速度应该在这最初的 30 秒延迟内改变，则自动控制算法仍维持当前鼓风机速度，直到 30 秒时间段结束。在 30 秒时间段结束时，自动控制算法会再次允许基于烟雾算法和灰尘算法调节鼓风机速度。为了提供延迟功能，控制软件提供记录从上次鼓风机速度变化到现在流逝的时间的计数器。每当鼓风机速度变化时，该计数器重置为零。自动控制算法在执行鼓风机速度变化之前检查该计数器。如果计数器小于 30 秒，则自动控制算法简单地忽略由烟雾和灰尘算法确定的新的鼓风机速度设置。如果计数器等于或者大于 30 秒，则自动控制算法执行鼓风机速度变化，将计数器重置为零。

10 在一些应用中，希望改变包含在鼓风机速度控制算法中的延迟量。例如，当提供空气处理系统的演示时，希望响应于房间中微粒浓度的变化演示鼓风机速度的快速变化。作为另一个示例，用户喜欢更长或更短的延迟。为了允许改变延迟的长度，控制软件包括可变延迟算法。可变延迟算法允许用户设置时间段，在该时间段内鼓风机维持在给定的速度。在一个实施例中，可变延迟算法允许用户从多个预设时间延迟中选择一个，例如，从 5 秒到 55 秒每隔 10 秒间隔的范围。在该实施例中，通过致动相应的“可变延迟”控制按钮实现延迟变化。可选择地，通过按下其它控制按钮的组合实现延迟变化，例如，响应于同时按下“鼓风机速度”和“自动”控制按钮在多个延迟值中循环。

20 在一些情况下，灰尘水平在两个范围之间的边界线附近徘徊。灰尘水平在高于和低于边界线的波动会导致控制算法以可变延迟算法允许的最快速率连续增大和减小鼓风电动机速度。在一些应用中，不希望鼓风电动机速度具有如此快速和反复的变化。因此，控制算法包括附加延迟算法，只有当传感器读数大致位于下一个降低范围内时，该附加延迟算法才允许电动机速度从一个水平下降到下一个水平。在一个实施例中，如果微粒传感器读数进入下一个较低的范围至少 100 毫伏，则系统才降低鼓风电动机速度。但是，允许移动到下一个较低鼓风电动机速度所需的特定偏移量根据不同的应用而变化。虽然该算法的所述实施例只影响鼓风电动机速度的向下移动，但是算法也可选择为只影响鼓风电动机速度的向上移动，或者既影响向上移动又影响向下移动。

□. 传感器校准算法

30 经验披露，不是所有的微粒传感器响应于空气中相同的微粒浓度都能提供

相同的输出电压。这些差异由多种因数导致，例如 LED 发出的光的差异和光传感器的缺陷。此外，传感器的输出可随着时间而变化，例如，因为在部件的寿命周期内自然发生的 LED 或光传感器的操作变化。

为了改善性能，本发明提供一种用于校准微粒传感器的算法。该算法允许在制造过程中校准传感器，以便调节传感器制造引起的差异，该算法还允许在空气处理系统的寿命内周期性校准传感器，以便调节在部件的寿命周期内发生的变化。算法有效地偏移和/或调节传感器的输出电压，以便与希望的鼓风机速度相关。计算时，传感器校准数据存储在 EEPROM 中，以便致即使系统失去电源，数据仍然能重新得到。虽然结合微粒传感器的校准描述本发明，但是校准算法也适合用于校准其它类型的传感器，例如化学传感器。

在一个实施例中，校准算法构造为允许调节参考电压（或者基准电压）（参见图 5）。参考电压是当微粒浓度为零或者相当接近零时期望的传感器输出电压。为了校准参考电压，校准算法 250 包括以下步骤：(i)提取传感器的第一个抽样读数 252，(ii)将第一个抽样读数存储在局部变量中 254，(iii)提取传感器的抽样读数 256，(iv)比较该读数和局部变量的值 258，(v)如果读数低于局部变量，则将抽样读数存储在局部变量中 262，(vi)每隔 100 毫秒重复步骤(iii)和(iv)，直到收集了总数为 20 的抽样读数 264，(v)使用存储在局部变量中的值作为参考电压。在一个可选择的实施例中，通过计算预定数量读数的平均值来确定参考电压。例如，控制算法包括以下步骤：(i)提取传感器的第一个抽样读数(ii)将第一个抽样读数存储在局部变量中，(iii)提取传感器的抽样读数，(iv)将抽样读数与局部变量的值相加，(v)重复步骤(iii)-(iv)，直到提取了总数为 20 的抽样读数，且 20 个抽样读数的总和已存储在局部变量中，(vi)将存储在局部变量中的值除以 20，确定平均抽样读数，(vii)使用平均抽样读数作为参考电压。

一旦获得参考电压，控制软件就可计算与可能的鼓风机速度等同的传感器读数范围。在该实施例中，控制系统构造为以 5 个不同的速度操作鼓风电动机。因此，传感器读数范围分成 5 个相应的子范围。在一个实施例中，通过基于确定的参考电压计算 5 个连续的 250 毫伏窗口，确定这 5 个子范围。例如，如果参考电压确定为 1.235 伏，则 5 个子范围为：(1)1.235 至 1.485 毫伏，(2)1.486 至 1.736 毫伏，(3)1.737 至 1.987 毫伏，(4)1.988 至 2.238 毫伏，(5)2.239 至 2.489 毫伏。低于 1.235 的值可与第一个子范围相联系。类似，高于 2.489 毫伏的值

可与第五个子范围相联系。

在可选择的实施例中，希望改变子范围的大小。例如，在传感器输出电压与空气中的微粒浓度不是成线性比例的应用中，希望改变子范围的大小，以便跟随输出电压的曲线。已经确定，当传感器在传感大致干净的空气时（也就是，参考电压），给定传感器的输出电压曲线基于传感器大部分输出电压发生变化。事实上，上述识别的、本发明的一个实施例中使用的微粒传感器的制造基于传感器参考电压提供有关传感器输出电压曲线的信息。为了调节给定传感器的子范围，算法使用上述方法计算传感器的参考电压。一旦确定参考电压，子范围算法就使用参考电压确定子范围。在一个实施例中，子范围算法比较参考电压和存储在系统中的查找表。查找表定义相应于每个特定参考电压的子范围。例如，查找表包括代表每个子范围边界的值。在可选择的实施例中，查找表可用接近每个子范围的适当边界的公式替代。

存在可选择的方法校准传感器。在可选择的实施例中，校准算法可改变在正常操作过程中从传感器提取抽样的频率。已经确定，抽样频率影响从传感器获得的输出电压。至少关于上述识别的微粒传感器是正确的。此现象的准确原因还没有确定，但是它似乎是因为传感器的固有特性。例如，已经确定，通过增加抽样频率，对相同的空气条件传感器的输出电压会下降。类似，降低抽样频率，对相同的空气条件传感器的输出电压会增加。因此，在该实施例中，校准算法包括以下步骤：(i)以固定的频率提取固定数量的抽样读数，(ii)比较最低的读数值和希望的参考电压，(iii)如果最低读数在参考电压的可接受范围内，则退出，保留抽样频率的当前值，(iv)如果最低读数高于可接受范围，则增加抽样频率，重复步骤(i)-(iii)，以及(v)如果最低读数低于可接受范围，则降低抽样频率，重复步骤(i)-(iii)。在一个实施例中，初始频率设置为给传感器读数提供 50 毫秒间隔，以 5 至 10 毫秒段的固定段调节频率。可选择地，基于最低抽样读数和可接受范围之间差值的函数调节频率。例如，如果最低抽样读数离可接受范围很远，则用较大数量调节频率。

□. 电动机速度校准

为了提供一致的鼓风机操作，本发明提供校准电动机速度的算法。在一个实施例中，连续运行电动机速度校准算法，以便在系统寿命内维持一致的鼓风机操作。在该实施例中，每当电动机速度改变时，运行电动机速度校准算法。

电动机校准算法可选择地连续运行或者在不同的时间段运行。

在一个实施例中，电动机包括 RPM 传感器，该传感器以代表电动机 RPM 的频率提供脉冲信号。RPM 传感器连接到微控制器上的数字输入。微控制器确定 PWM 信号的频率。

5 在一个实施例中，每当电动机速度改变时，运行电动机速度校准算法。在该实施例中（参见图 6），电动机速度校准算法 300 包括下列通用步骤：(i)在鼓风电动机速度改变后等待 30 秒 302，(ii)每隔 1 秒间隔从 RPM 传感器提取 30 个读数 304，(iii)计算这 30 个读数的平均值 306，(iv)计算在可接受 RPM 的预定范围内的平均读数 308，(v)如果平均读数在电动机速度的可接受范围内，则退出，(vi)如果平均读数较高 310，则施加到电动机上的速度控制信号的占空比百分数降低百分之一 312，(vii)如果平均读数较低 314，则施加到电动机上的速度控制信号的占空比百分数增加百分之一 316，以及(viii)重复步骤(ii)到(vii)，直到平均读数落入可接受范围内。如果需要，每当占空比百分数发生变化时，用于特定鼓风电动机速度的新值存储在 EEPROM 中，以致在系统从电源故障恢
10 复之后可重新得到该值。
15

如上所述，每当鼓风电动机速度改变时，运行一个实施例的电动机校准算法。如果需要，系统可构造为在初始启动时提供所有 5 个鼓风机速度的校准。例如，初始启动时控制系统逐步通过每个鼓风机速度，因而促成每个鼓风机速度的校准。

20 □. 过滤器寿命

本发明包括追踪一个或多个过滤器寿命的算法。这些算法的目的是当必须清洁或更换过滤器时为用户提供指示。在一个实施例中，本发明设计为用于空气处理系统，该空气处理系统具有预滤器、微粒过滤器（例如，HEPA 过滤器）和气味过滤器（例如，活性炭过滤器）。本发明包括用于监控每个这些过滤器
25 寿命的算法。基于时间和电动机速度的函数计算预滤器的寿命和气味过滤器的寿命。基于时间、电动机速度和微粒传感器输出的函数计算微粒的寿命。在一个实施例中，控制系统为每个过滤器提供单独的过滤器寿命变量。在操作过程中，这些变量增加一个值，该值基于相关因数（例如时间、鼓风机速度和/或微粒传感器输出）的函数确定。

30 在一个实施例中，预滤器的过滤器寿命算法包括下列通用步骤：(i)获得电

动机速度值, (ii)从预过滤器查找表获得相应的电动机速度因子, (iii)获得时间间隔, (iv)将时间间隔与电动机速度因子相乘, 以及(v)将预过滤器寿命计数器增加时间间隔与电动机速度因子的乘积。

5 在一个实施例中, 气味过滤器的过滤器寿命算法本质上与预过滤器算法一致, 除了它使用不同的查找表。气味过滤器算法包括下列通用步骤: (i) 获得电动机速度值, (ii) 从气味过滤器查找表获得相应的电动机速度因子, (iii)获得时间间隔, (iv)将时间间隔与电动机速度因子相乘, 以及(v)将气味过滤器寿命计数器增加时间间隔与电动机速度因子的乘积。

10 在一个实施例中, 微粒过滤器的过滤器寿命算法比其它过滤器寿命算法要稍微复杂些, 因为它要考虑微粒传感器读数。图7所示微粒过滤器寿命算法400包括下列通用步骤: (i) 获得电动机速度值408, (ii) 从微粒过滤器查找表获得相应的电动机速度因子410, (iii)获得当前微粒水平值412, (iv)从查找表获得相应的微粒水平因子414, (v) 获得时间间隔416, (vi) 将电动机速度因子、微粒水平因子和时间间隔相乘418, (vii)将过滤器寿命计数器增加电动机速度因子、
15 微粒水平因子和时间间隔的乘积420。

在另一个实施例中, 微粒过滤器的过滤器寿命算法确定已经进入过滤器的微粒总量, 并比较该总量和预定极限。在当前过滤器中使用的该极限为160克。该极限依赖于过滤器的设计和应用而变化。在这种情况下微粒过滤器寿命算法包括下列通用步骤: (i)获得电动机速度值, (ii)获得当前微粒水平值, (iii)使用
20 微粒水平值计算微粒密度(克/立方英尺)或者从查找表获得微粒密度, (iv)获得自上次计算以来的时间间隔, (v)将电动机速度、微粒密度和时间间隔相乘, (vi)将过滤器寿命累加器增加电动机速度、微粒密度和时间间隔的乘积。

一旦微粒过滤器的过滤器寿命已经超过预定值, 过滤器寿命算法可采取多种预定措施中的任何一种。例如, 过滤器寿命算法可照亮LED 或者其它指示
25 器, 以便通知用户过滤器需要更换。如果用户在特定时间段内没有更换过滤器, 则过滤器寿命算法将阻止系统操作。

结合具有微粒传感器的空气处理系统描述过滤器寿命算法。因此, 微粒过滤器寿命算法考虑微粒传感器的输出。这些算法也非常适合用于考虑其它类型的相关输入。例如, 如果空气处理系统包括化学传感器, 则气味过滤器寿命算
30 法以与微粒过滤器寿命算法考虑微粒传感器输出本质相同的方式考虑化学传感

器的输出。

上述描述是对本发明当前实施例的描述。在不脱离后附权利要求书限定的本发明的精神和宽泛方面的情况下，可做出各种变化和改变，权利要求书根据包括等同原则的专利法法则解释。任何以单数提到的权利要求元件，例如，使用词语“一”、“该”或“所述”，并不解释为将该元件限制为单数。

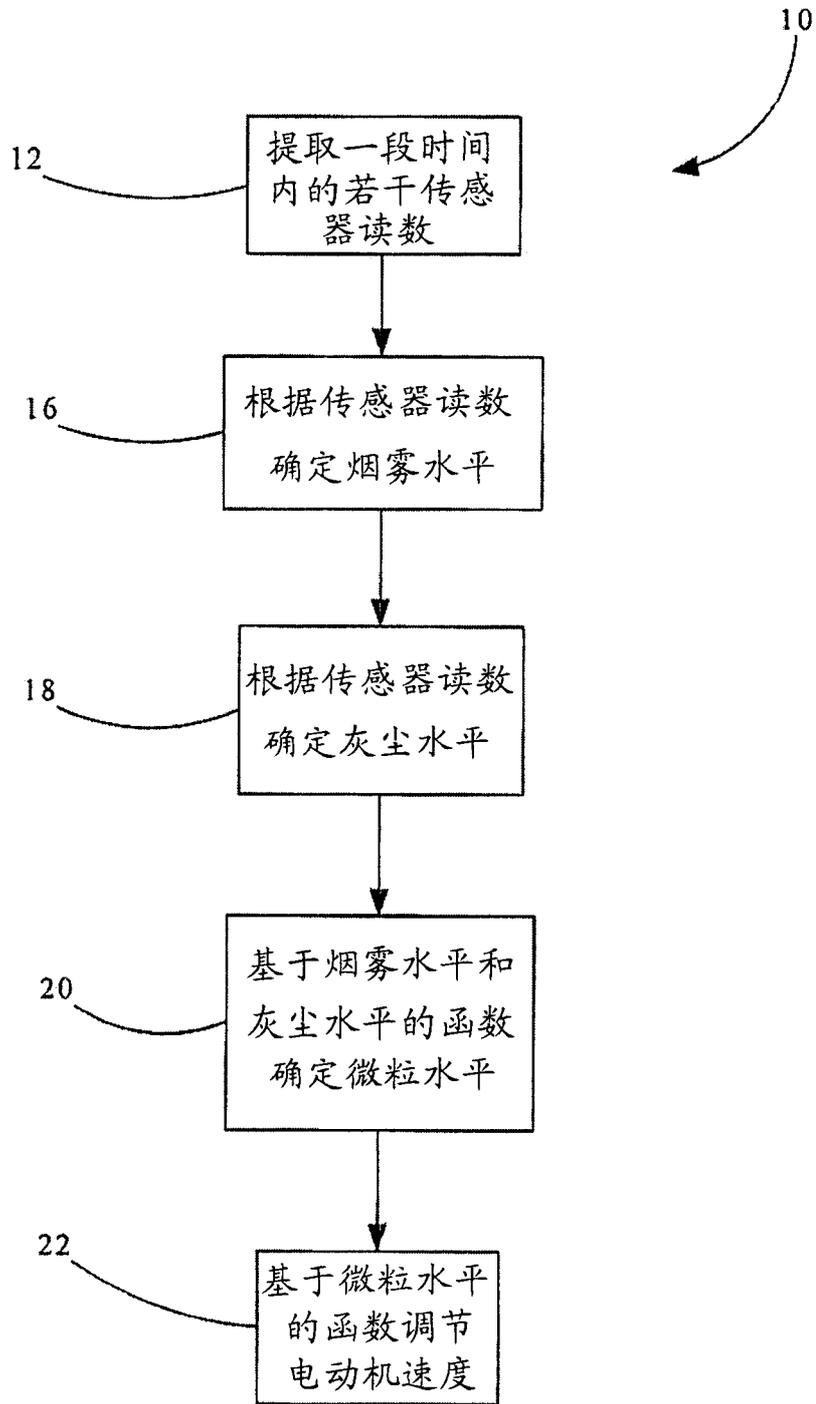


图 1

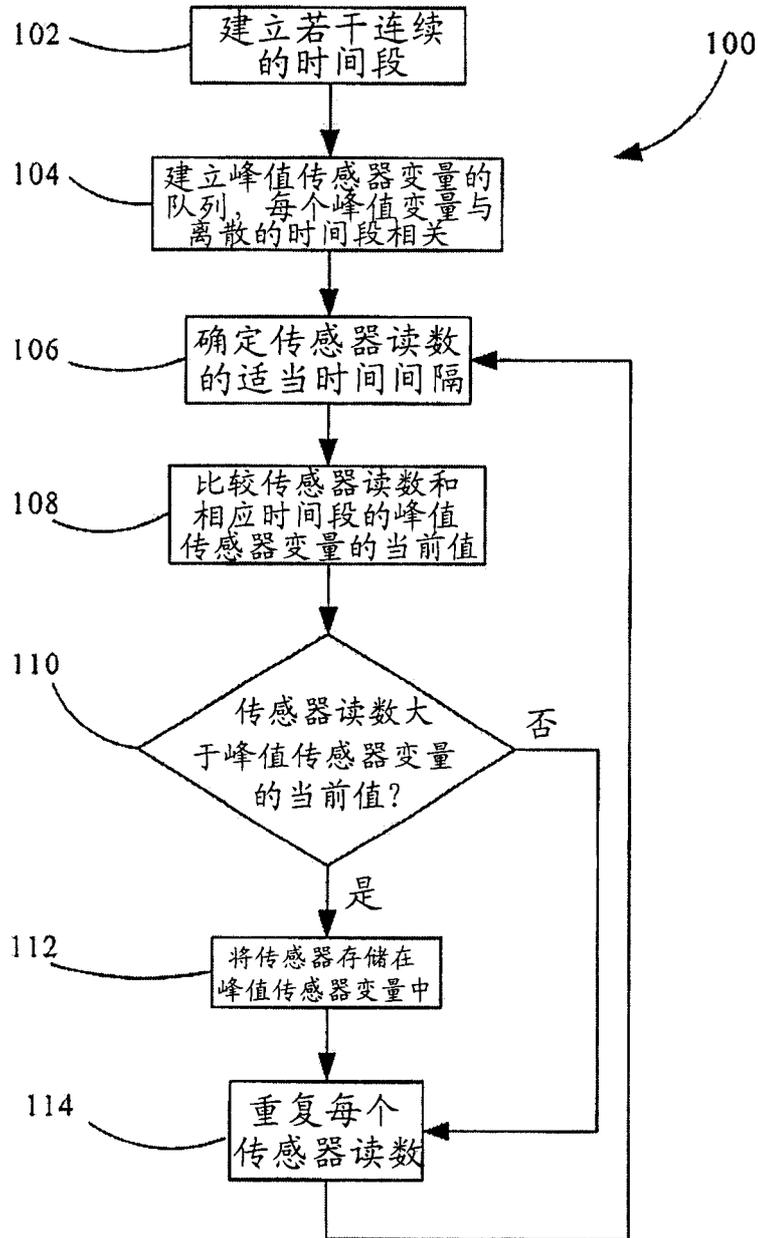


图 2

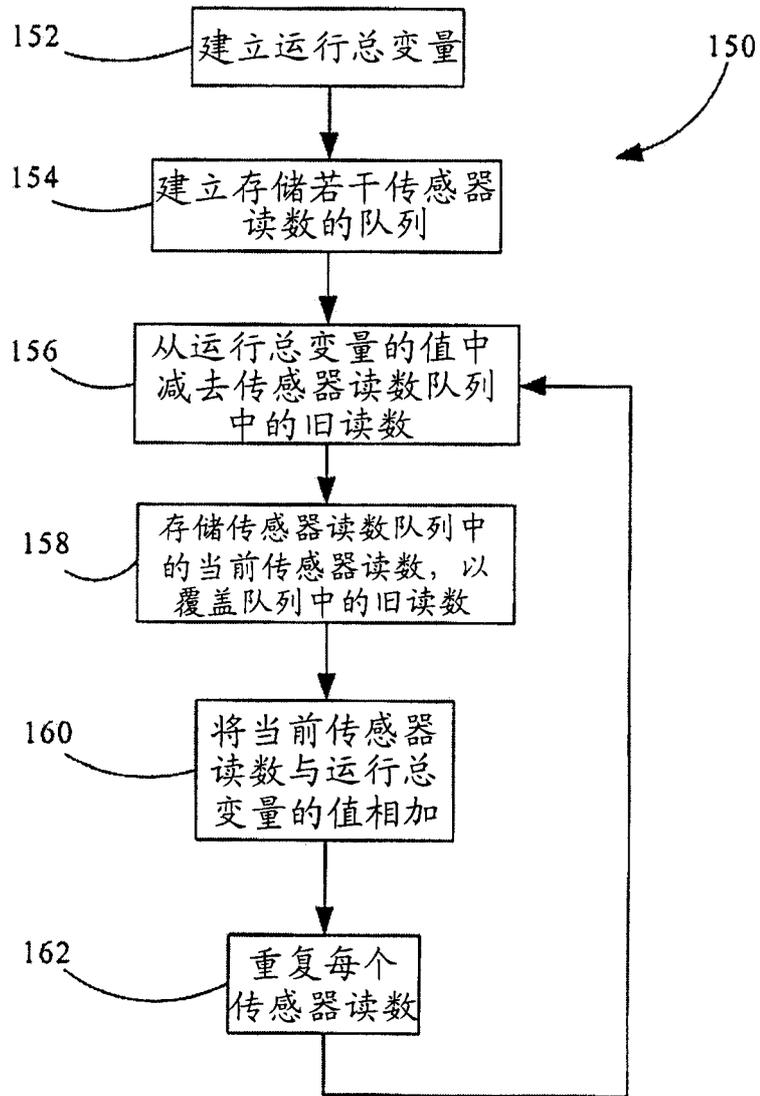


图 3

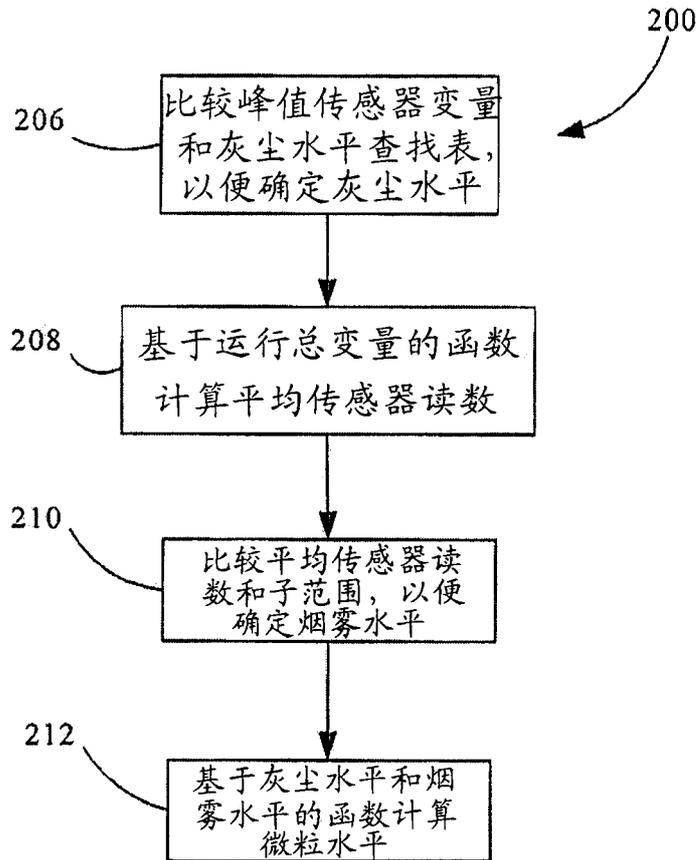


图 4

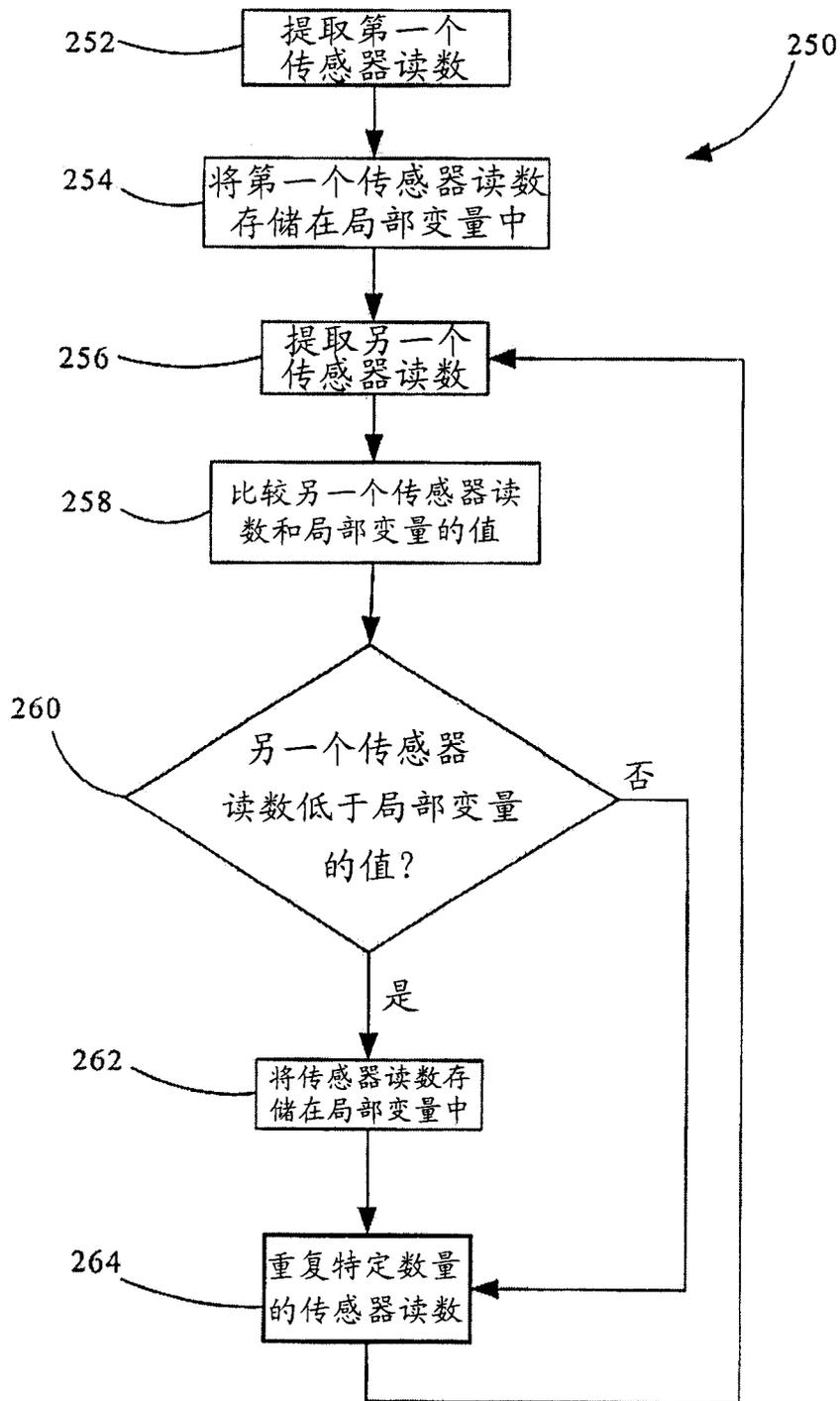


图 5

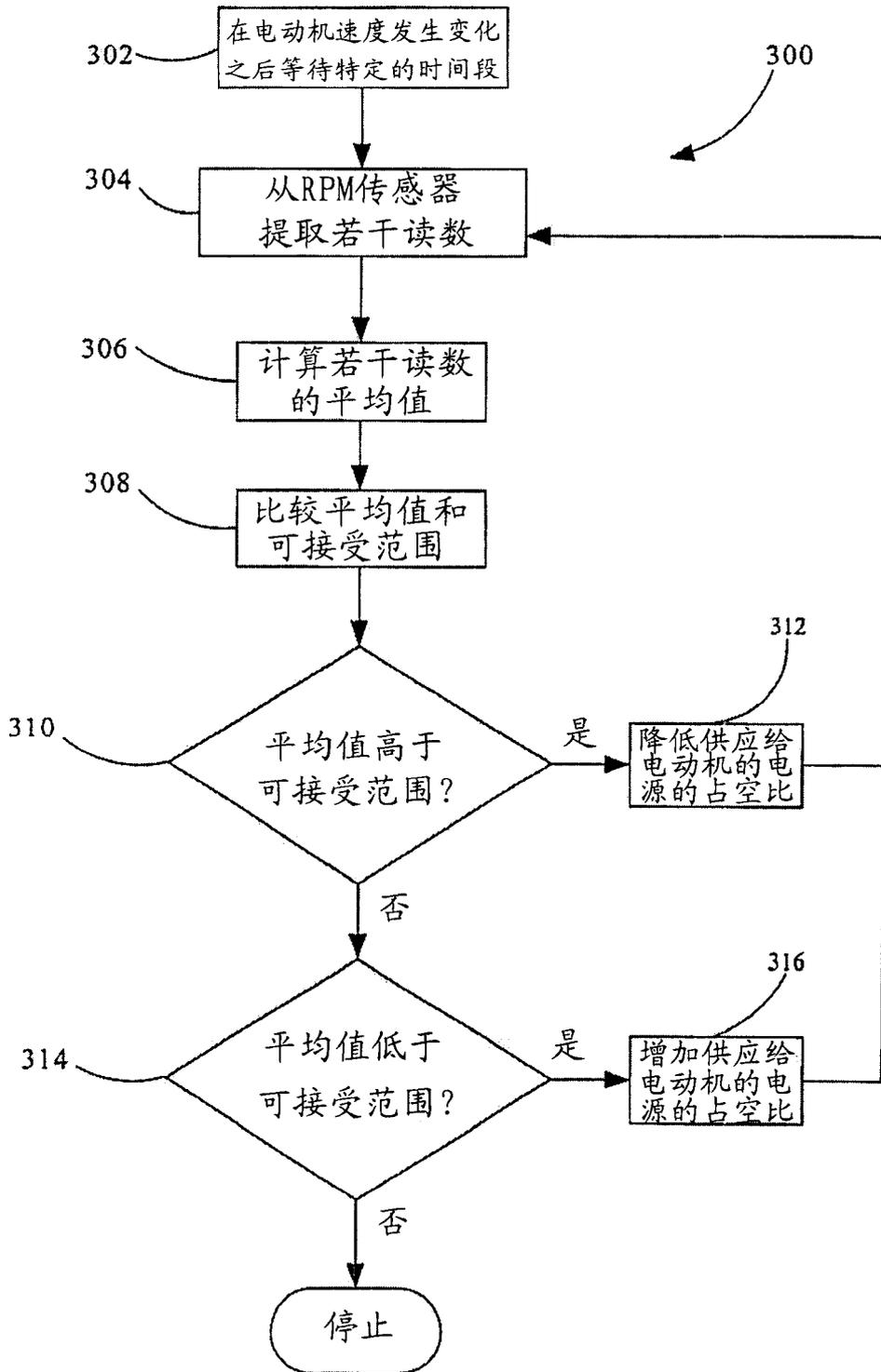


图 6

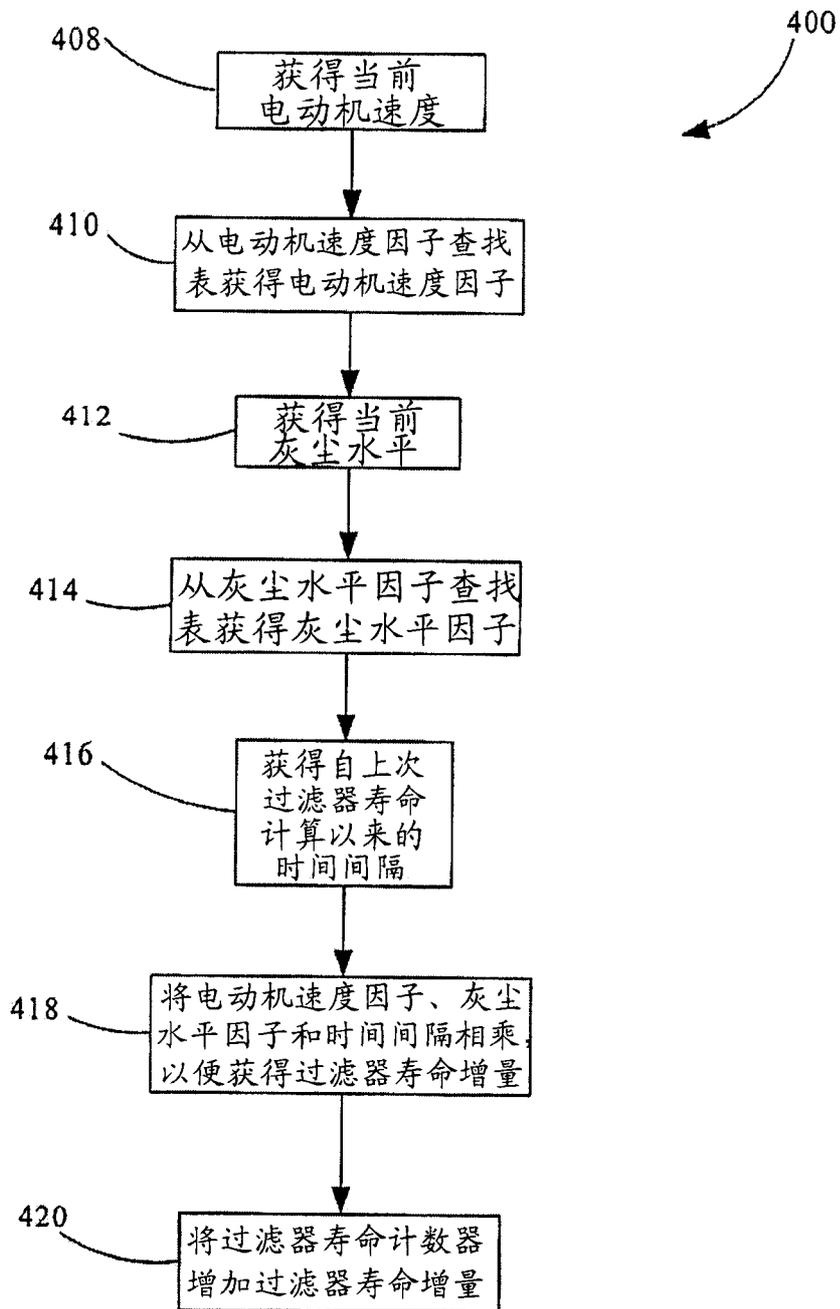


图 7