



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102665822 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201080049453. 3

(22) 申请日 2010. 10. 29

(30) 优先权数据

0919101. 6 2009. 11. 02 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/054622 2010. 10. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/053754 EN 2011. 05. 05

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 特伦斯·M·塞耶斯 本特·卡尔曼

安德鲁·墨菲 德斯蒙德·T·柯伦

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

A62B 7/10 (2006. 01)

A62B 18/00 (2006. 01)

A62B 9/00 (2006. 01)

审查员 靳勇

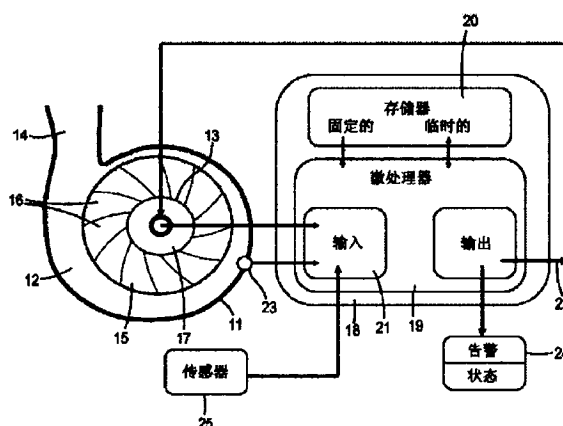
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

控制电动空气净化呼吸器的方法

(57) 摘要

本发明公开了检测低空气压力高空气流量事件而控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统的方法。所述鼓风机系统包括由电机驱动、由电子控制单元控制的风扇，以向使用者递送强制的过滤空气流。电子控制单元具有存储在其中的多个数据点，所述多个数据点代表根据鼓风机系统的不同特征来限定可接受工作范围的事件。该方法包括：采样代表鼓风机的运行条件的特征，以获得采样数据点；对于相同的特征，将采样数据点与代表低空气压力高空气流量事件的存储数据点进行比较；在固定的时间周期内重复进行采样，并且如果比较步骤表明对于大部分时间周期已经达到低空气压力高空气流量事件；则启动警报。本发明还公开了采用向被包容的使用者环境递送强制的过滤空气流的方法的呼吸器的用途。



1. 一种控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统向使用者递送气流以检测低空气压力高空气流量事件的方法,所述系统包括由电机驱动的风扇,所述系统由电子控制单元控制,以用于向使用者递送强制的过滤空气流,所述电子控制单元中存储多个数据点,所述多个数据点代表根据鼓风机系统的不同特征来限定可接受工作范围的事件,所述方法包括:

采样代表所述鼓风机系统的运行条件的特征,以获得采样数据点;

对于相同的特征,将所述采样数据点与代表低空气压力高空气流量事件的存储数据点进行比较;

在固定时间周期内重复进行采样,并且如果比较步骤表明对于所述时间周期的大部分已经达到所述低空气压力高空气流量事件;则

启动警报。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中通过所述电子控制单元实施采样。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中被采样的特征是以下各项之一:电机两端的电压;通过电机的电流;电机的转速;或者它们的任意组合。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述低空气压力高空气流量事件是被采样的特征的最小可接受值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述电子控制单元外部的传感器实施采样。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述被采样的特征是空气压力或空气流量中的一个。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中如果所述特征是空气压力,则所述低空气压力高空气流量事件是最小可接受值。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中如果所述特征是空气流量,则所述低空气压力高空气流量事件是最大可接受值。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述警报是声音警报、可视警报或振动警报中的至少一种或多种。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述固定时间周期在3至30秒的范围内。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述呼吸器向使用者递送均匀体积的空气流量。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中所述呼吸器以恒定的电流或恒定的电压运行。

13. 一种呼吸器,其采用根据权利要求1所述的方法,以将强制的过滤空气流递送到被包容的使用者环境。

14. 根据权利要求13所述的呼吸器,其中所述被包容的使用者环境是面罩、头盔和防护罩中的一者。

15. 根据权利要求13所述的呼吸器,其中所述被包容的使用者环境是隔离服。

控制电动空气净化呼吸器的方法

[0001] 本发明涉及控制用于电动空气净化呼吸器 (PAPR) 的鼓风机系统的方法,具体地涉及检测低空气压力高空气流量事件。

背景技术

[0002] 在已知有、或可能有潜在危险或有害健康的粉尘、烟雾或气体的区域中工作时,工作者通常使用呼吸器。用于此类环境中的通用型呼吸器为电动空气净化呼吸器 (PAPR)。PAPR 具有鼓风机系统,其包括由电机驱动的风扇,用于向呼吸器使用者递送强制空气流。涡轮单元通常包括壳体,并且适于将过滤器连接到鼓风机系统,所述壳体通常容纳鼓风机系统。

[0003] 空气由鼓风机系统穿过过滤器抽吸,并且从涡轮单元穿过呼吸管而到达面罩和使用者所处环境这二者之一,所述环境例如是面罩、头盔、防护罩或隔离服(其中使用者处于与周围和外部条件分隔开的环境中),从而向使用者的呼吸区(围绕他们的鼻子和嘴巴的区域)提供过滤的空气。PAPR 的鼓风机系统还可包括电子控制单元以调节驱动风扇的电力。通常,单个电源(例如电池)同时为风扇和电子控制单元提供电力。

[0004] 使用者需要足够的空气流量以确保指定水平的呼吸保护。例如,过低的空气流量可导致污染物侵入使用者的呼吸区。根据这一点,可用电子控制单元向使用者触发警报,例如,警示使用者空气流量是否低于指定水平,或警示使用者过滤器可能被粉尘堵塞而需要更换。常见的情况还有,当电池消耗到可能损害 PAPR 的正确操作的程度时,由电子控制单元触发警报。

[0005] 理想的是,当发生 PAPR 的操作处于限定的工作范围之外的事件时,PAPR 的使用者能够被警示。这是尤为理想的,因为有 PAPR 隔离服系统可用。使用者通常可能不会注意到隔离服的完整性是否受到损害。

发明内容

[0006] 本发明提供一种控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统以检测低空气压力高空气流量事件的方法,该系统包括由电机驱动的风扇,该系统由电子控制单元控制,以向使用者递送强制的过滤空气流,该电子控制单元中存储多个数据点,该多个数据点代表根据鼓风机系统的不同特征来限定可接受工作范围的事件,该方法包括:进行代表鼓风机的运行条件的特征的采样,以获得采样数据点;对于相同的特征,将采样数据点与代表低空气压力高空气流量事件的存储数据点进行比较;在固定的时间周期内重复进行采样;以及如果比较步骤表明对于所述时间周期的大部分已经达到低空气压力高空气流量事件则启动警报。

[0007] 考虑到运行条件与鼓风机系统工作范围的偏差,例如空气流量的增大和/或鼓风机系统空气压力的降低,使用者可被警示 PAPR 系统已经受损的情况,以使它们能采取适当的行动。

[0008] 在所附的从属权利要求中,本发明的其他特征将显而易见。

[0009] 本发明提供控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统的方法,其中通过电子控制单元

实施采样。

[0010] 优选地,被采样的特征是由以下各项之一:电机两端的电压;通过电机的电流;电机的转速;或者它们的任意组合。在这种情况下,所述低空气压力高空气流量事件是被采样的特征的最小可接受值。

[0011] 本发明还提供控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统的方法,其中利用电子控制单元外部的传感器实施采样。

[0012] 本发明还提供控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统的方法,其中被采样的特征是空气压力或空气流量中的一个。在特征是空气压力的情况下,低空气压力高空气流量事件是最小可接受值。或者,在特征是空气流量的情况下,低空气压力高空气流量事件是最大可接受值。

[0013] 所述警报是声音警报、可视警报或振动警报中的至少一种或多种。

[0014] 优选地,固定时间周期在 3 至 30 秒的范围内。

[0015] 优选地,呼吸器向使用者递送基本上均匀体积的空气流量。

[0016] 优选地,呼吸器在以下条件之一下操作:基本上恒定的电流和基本上恒定的电压。

[0017] 本发明还为这样的呼吸器的使用创造了条件,该呼吸器采用控制电动空气净化呼吸器鼓风机系统的方法,以如上所述地将强制的过滤空气流递送到被包容的使用者环境。优选地,被包容的使用者环境是面罩、头盔和防护罩中的一者。或者,被包容的使用者环境为隔离服。

附图说明

[0018] 下面将仅以举例的方式结合附图描述本发明的实施例,其中:

[0019] 图 1a 为恒定电流工作范围的示意曲线图;

[0020] 图 1b 为均匀体积空气流量工作范围的示意曲线图;

[0021] 图 2 为电动空气净化呼吸器的示意图;

[0022] 图 3 示出用于图 3 的空气净化呼吸器的鼓风机系统的方框图;以及

[0023] 图 4 示出根据本发明的实施例的鼓风机控制序列的流程图。

具体实施方式

[0024] 许多电子控制单元向电机递送恒定电流或恒定电压,以使在 PAPR 操作期间随着电池被耗尽,来自鼓风机系统的空气流量不受影响。某些电子控制单元控制提供给电机的功率,目的是保持来自鼓风机系统的基本均匀体积的空气流量。

[0025] 随着粉尘或颗粒物堵塞过滤器,这样的电子控制单元通常补偿电池电压的变化,还补偿过滤器中压降的变化。术语“体积空气流量”是指在任一时刻供给使用者的空气体积,而非任一时刻供给使用者的空气质量。

[0026] 三种类型的控制系统:恒定电流、恒定电压和体积空气流量,利用限定的工作范围的参数组,针对电机的电特征(电机两端的电压、通过电机的电流和电机功率、电机转速)中的每个,以及电机产生的空气压力和空气流量进行操作。图 1a 为恒定电流工作范围的示意曲线图,图 1b 为均匀体积空气流量工作范围的示意曲线图。示例性的恒定电流控制的鼓风机系统工作范围与恒定电压工作范围类似。图 1a 的曲线示出了,来自鼓风机系统的空气

流量随着鼓风机系统两侧的空气压降减小而增大。曲线的用 A 标记的部分表示空气流量不足以保持所需的呼吸保护等级。这是高空气压力低空气流量工作范围。曲线的在点 B 和 C 之间的部分为理想的工作范围,其中足够的空气流量被递送至使用者,以保持合适的呼吸保护。当与鼓风机连接的过滤器的压降由于粉尘或颗粒物堵塞而增大时,来自恒定电流或恒定电压鼓风机系统的空气流量有可能随时间推移而降低。然而,在鼓风机的使用寿命期间的工作范围能够宽泛地与所示的工作范围相一致。B 表示高空气压力低空气流量事件,其中低空气流量警报会被触发。C 表示低空气压力高空气流量事件,在 C 之上,有可能 PAPR 的完整性已经受损,在曲线图上标记为区域 D。图 1b 的特征曲线在点 B 和 C 之间具有平坦部分,在该部分理想的工作空气流量是均匀的并且足以保持适当的呼吸保护。表示空气流量不足以保持所需的呼吸保护等级的曲线的用 A 标记的部分为高空气压力低空气流量工作范围。与图 1a 类似,图 1b 的点 C 表示低空气压力高空气流量事件,在 C 之上,在标记为 D 的区域中,有可能 PAPR 的完整性已经受损。

[0027] 如果发生引起空气流量减小或鼓风机系统两侧的空气压力增大的事件(高空气压力低空气流量事件),则很可能低空气流量警报会被触发,以警示使用者这样的事实:他们还没有接收到足够的过滤的空气,以及可能受污染的空气很可能进入了他们的呼吸区。然而,当发生引起空气压力下降或空气流量上升的事件(低空气压力高空气流量事件)时,没有措施来触发警报。

[0028] 以下是在当前的 PAPR 系统中会出现不可能触发警报的问题的一些实例。这些实例中的每一个都表示低空气压力高空气流量事件。PAPR 的过滤过程中的失效,例如过滤器介质不慎破损或刺穿,可以导致可能污染的空气进入使用者的呼吸区。此外,类似的事件可能源自系统完整性的破坏,例如过滤器没有正确配合、过滤器不带垫圈或密封件进行的装配或过滤器在使用期间被移除或部分地移除。如果呼吸管被不正确地装配于面罩、头盔、防护罩或隔离服或者涡轮出口,或者在使用期间断开或损坏,则很可能发生类似的事件。同样,如果局部的被包容的使用者环境,例如 PAPR 所附接的面罩、头盔、防护罩或隔离服,受到磨损或损坏或者以其他方式受到损害,则会发生可能污染的空气会进入使用者呼吸区的情形。此外,当任何面罩、头盔、防护罩或隔离服在使用期间被移除并且 PAPR 涡轮仍然运转时,当前市售的 PAPR 不会触发警报。

[0029] 本发明基于这样的认识,即当 PAPR 的完整性如上所述受到损害时,当前在 PAPR 中采用的控制鼓风机系统的当前所知的方法不触发警报。此外,已经认识到,上述这些问题导致鼓风机系统产生高空气流量低空气压力事件,并且因此鼓风机系统参数可被用来向电子控制单元提供关于鼓风机系统操作所处环境的信息,更具体地是关于被包容的使用者环境的信息,例如关于鼓风机系统所供应的面罩(例如,全面罩式呼吸器面罩、半面罩式呼吸器面罩等)、头盔、防护罩或隔离服的信息。这样的事件有时还可用来表示被包容的使用者环境的完整性的破坏。

[0030] 以下描述的本发明的一个示例性实施例采用图 2 所示的涡轮。图 2 为电动空气净化呼吸器的示意图。所示的空气净化呼吸器为体积空气流量装置,但是其部件也许与上述恒定电压和恒定电流装置两者类似且有时候基本上相同。示例性的 PAPR 包括头具或面具如防护罩 1、涡轮单元 2、呼吸管 3、过滤器 4 和涡轮支撑件如束带 5。防护罩 1 戴在使用者 6 的头部。头盔至少部分地包封使用者 6 的头部以形成呼吸区 7,即其口鼻周围的区域,以

使得滤过的空气导向该呼吸区 7。涡轮单元 2 可接到束带 5 以将其固定在使用者的躯干周围。涡轮单元 2 通常包括壳体（未示出），该壳体容纳鼓风机系统（未示出），该鼓风机系统利用风扇（也未示出）将空气抽吸穿过 PAPR 系统。涡轮单元 2 通过连接在涡轮单元 2 的出口 8 和防护罩 1 的入口 9 之间的呼吸管 3 向防护罩 1 提供空气。涡轮单元 2 配有过滤器 4，该过滤器可位于涡轮单元的内部或如图 2 所示附接在涡轮单元上，使得过滤器 4 位于空气流通道内，优选地设置在鼓风机的风扇开口的上游。提供过滤器 4 的目的在于将空气递送给使用者 6 之前移除环境空气中的至少一定量的颗粒和 / 或气体和 / 或蒸气。电池组 10，其装配在涡轮单元 2 上，向电子控制单元 18 以及向电机 17（两者均示于图 2 中并详述如下）提供电力。

[0031] 图 2 中示出了防护罩，然而防护罩 1 可以由另一个头具或面具取代，例如面罩、头盔或全隔离服，前提条件是形成封闭的使用者环境，其至少覆盖使用者面部的原始区域，以将空气引导到使用者的呼吸区 7。

[0032] 以下说明用于空气净化呼吸器的鼓风机系统如何可以起作用。在以下实例中，PAPR 的结构组件可被认为如上参照图 2 和图 3 所述。

[0033] 图 3 示出了用于图 2 的空气净化呼吸器的鼓风机系统的方框图；该鼓风机系统容纳在图 2 中示出的涡轮单元 2 内。根据本发明的该实施例，鼓风机 11 包括壳体 12，该壳体具有入口 13 和出口 14。鼓风机 11 还包括由电机 17 驱动的风扇 15，该风扇具有多个叶片 16。鼓风机 11 由电子控制单元 18 控制，该电子控制单元调整供给电机 17 的功率。

[0034] 进一步参看图 3，鼓风机系统包括电子控制单元 18，该电子控制单元的功能是保持到防护罩 1 的基本均匀（优选地保持恒定）的体积空气流量。电子控制单元 18 包括：微处理器装置 19，例如单芯片微控制器，其用于计算信息；存储装置 20，例如闪存 RAM，其用于存储例如校准数据的信息；以及传感器输入接收器 21a、21b、21c，其用于接收来自传感器的数据，该传感器例如检测电机两端电压的传感器、检测通过电机的电流的传感器和检测电机转速的传感器。还包括输出控制器 22，例如脉冲宽度调制控制器芯片，其用于向电机 17 和可以包括在 PAPR 中的任何警报或状态指示器（例如蜂鸣器或发光二极管）提供电力。电子控制单元 18 的存储装置 20 具有两部分：固定存储器和临时存储器。固定存储器（例如）在制造时填入有数据，所述数据包括用于使微处理器 19 能够执行其计算和程序的算法和程序，以及源自工厂校准程序的校准信息。临时存储器用于储存数据和信息，例如在涡轮单元 2 的启动和运行期间收集到的传感器读数以及风扇和电机运行参数数据。如果需要，关闭涡轮单元 2 可以清除该数据。

[0035] 在本发明的这个实施例中，电机的转速和电机电压是为了确定鼓风机系统的运行条件而确定的特征值。电机的转速可以通过传感器 23 测定，该传感器连接到鼓风机 11 并且测量风扇 15 在给定时间周期内的转数。用于测量电机速度的合适类型的传感器也许是霍尔效应装置，但是也可以使用其他类型的传感器，例如光学传感器。电机速度信息由电子控制单元 18 的微处理器装置 19 接收。通过向电子控制单元 18 的微处理器 19 的输入 21 可以直接监测电机 17 上施加的电压 22。这意味着，在这个示例性实施例中，所设置的两个传感器输入 21b、21c 在这个特定的使用方法中被停用，但是如果选择了其他特征则可被启用。

[0036] 在图 3 的示例性鼓风机系统的工厂装配和校准期间，多个数据点可以存储在电子

控制单元 18 的固定存储器 20 中,这些数据点包括有关上述运行特征的数据点(电机的转速和电机两端的电压),代表限定鼓风机 11 的可接受工作范围的事件。存储的数据点可以包括代表在可接受工作范围(见图 1b)的限制下低空气压力高空气流量(LPHF)事件的数据点。

[0037] 当鼓风机 11 起动时和在使用期间,电子控制单元 18 尽力保持基本上均匀体积的空气流量。所要求的体积空气流量可以在工厂装配期间预先确定。例如,体积空气流量优选地但非限制性地处于 70 至 250 升/分钟的范围内,并且取决于 PAPR 所要求的呼吸保护等级以及 PAPR 所使用的面罩、头盔、防护罩或隔离服的类型。

[0038] 更优选地,体积空气流量处于 120 至 220 升/分钟的范围内,还更优选地处于 160 至 200 升/分钟的范围内。在鼓风机 11 的使用期间,电子控制单元 18 采样针对鼓风机系统运行特征的数据点并且将这些数据点与存储数据点进行比较。如果满足某些预定的标准,那么电子控制单元 18 会触发警报 24 被启动,以警示使用者已经发生不可接受的事件。

[0039] 图 4 示出了根据本发明的实施例的鼓风机系统控制序列的流程图。在该示例性实施例中,当涡轮单元 2 起动时,存储在电子控制单元 18 的固定存储器 20 中的算法在步骤 26 处开始采样序列。

[0040] 通过电子控制单元 18 以由存储在固定存储器 20 中的算法预先确定的固定时间间隔通常多次地重复图 4 的序列。例如,连续的采样之间的间隔在但不限于 2 至 50ms 的范围内,更优选地在 2 至 20ms 的范围内,还更优选地在 2 至 10ms 的范围内。在这样的系统中通常采用滑动平均算法,其中多个样本被采集并加以平均,以减小系统中电噪声的影响。在本发明的该实施例中,采用 60 个样本的滑动平均。每个采样数据点都如下地进行处理。

[0041] 在步骤 27,通过电子控制单元 18 借助于鼓风机 11 中的传感器 23 测量电机的转速,并且将该电机的转速存储在临时存储器 20 中。在步骤 28,通过参考来自于鼓风机系统校正的存储在固定存储器 20 中的存储数据点,针对具体的电机 17 的速度,电子控制单元 18 从存储的电机速度的数据点计算期望的电机电压,并且将结果存储在临时存储器 20 中。在步骤 29,电子控制单元 18 将临时存储器 20 中针对期望的电机电压的数据点与表示低空气压力高空气流量(LPHF)事件的存储在固定存储器中的电机电压数据点进行比较。如果期望的电机电压高于事件电机电压,那么电子控制单元进行到步骤 30 的序列,以检查和保持基本上均匀的空气流量并且检查其他的鼓风机系统事件。然而,如果期望的电机电压低于事件电机电压,那么电子控制单元在步骤 31(例如,通过脉冲宽度调制控制器)将实际电机电压调整到等于高空气流量事件电机电压,并且在步骤 32 启动高空气流量定时器。如上所述,以固定时间间隔重复该序列。在后续数据点被采样后,高空气流量定时器可以在步骤 33 被适当地取消或保持工作。如果在步骤 34 定时器在固定时间周期保持工作,这表明低空气压力高空气流量(LPHF)状况已在大部分的该时间周期存在,则在步骤 35 电子控制单元 18 会触发而向使用者启动警报 24。所述固定时间周期在(但不限于)3 至 30 秒的范围内,更优选地在 5 至 15 秒的范围内,还更优选地在 8 至 12 秒的范围内。如果进一步采样了该时间范围外的数据点并且不再检测到低空气压力高空气流量(LPHF)事件,则取消警报。或者,警报也可由使用者例如通过将 PAPR 关闭而手动地取消。

[0042] 根据本发明实施例的低空气压力高空气流量警报 24 可以包括视觉警报、声音警报、振动警报或它们的任意组合。视觉警报优选地通过灯光(例如发光二极管(LED)或灯

泡) 给出, 其从涡轮单元的外部可见。然而, 视觉警报可以是替代类型的指示器, 例如: 警示消息; 数字显示器或液晶显示器 (LCD), 或另一个合适的装置。视觉警报可以是连续的、间歇的, 或者向使用者显示信息或编码信息。例如, 如果视觉警报包括灯光, 那么该灯光可以间歇性地闪烁以吸引使用者的注意。声音警报优选地由压电装置提供, 但是也可以使用替代类型的发声器或蜂鸣器, 例如, 机电式蜂鸣器。声音警报可以是连续的或间歇的, 或者可以是所产生的声音的音量和 / 或频率可变。对于某些应用, 例如使用者可能很难听到声音警报的噪声环境, 可能有利的是使用振动警报, 例如在移动电话中常用的那些振动警报。振动警报可以被设定为连续地或间歇地振动。每种类型的警报可以单独地使用或者与一种或多种其它类型的警报组合使用。例如, 可能合乎需要是同时运行间歇视觉警报和间歇声音警报, 以确保视觉警报的闪烁与声音警报发出的声音同时出现。另一个示例性的组合可以是同时使用声音和振动警报。

[0043] 在上面的实施例中, 电机转速和电机两端的电压的电机特征用来确定低空气压力高空气流量事件, 并且利用电机外部的传感器直接进行测量。或者, 可以使用代表运行条件的鼓风机系统的其他特征。这些可以是给出空气压力和空气流量的间接测量值的鼓风机 11 的任何电特征, 它们 (例如通过电机的电流或电机的功率) 通过电子控制单元 18 或附加的传感器 25 测量。然而, 可以利用可设置在电机 17 外部的传感器 25 直接测量空气压力或空气流量这类物理特征。例如, 可以通过适于比较鼓风机 11 的入口 13 和出口 14 之间的压力的压力传感器来测量空气压力, 或者可以通过设置在鼓风机 11 的出口 14 处的气流路径中的空气流量传感器测量空气流量。因此被采样的特征优选地是以下各项之一: 电机两端的电压; 通过电机的电流; 电机的转速; 或者它们的任意组合。或者, 采样的特征可以是空气压力或空气流量之一。

[0044] 如果采样的特征为电机 17 两端的电压、通过电机的电流、电机的功率或电机的转速中的一个, 则所述低空气压力高空气流量事件很可能由最小可接受值代表。如果采样的特征为空气压力, 则所述低空气压力高空气流量事件也可由最小可接受值代表。然而, 如果电机的采样的特征为空气流量, 则所述低空气压力高空气流量事件由最大可接受值代表。

[0045] 在 PAPR 鼓风机控制系统使用恒定电压或恒定电流控制的情况下, 如果运行条件达到低空气压力高空气流量事件, 则提供警报的方法与上面的类似。不同之处在于, 通常在初始起动之后通过电子控制单元固定电机电压或电机电流, 并且在使用期间基本上保持该电机电压或电机电流。因此, 在这样的系统中通常不采用调节电机电压的步骤 31, 但是实施上述其余的方法步骤, 以确定是否应当启动警报。尽管在上述实施例中描述了定体积空气流量系统, 但是也可以使用定质量空气流量系统, 其中基本上恒定质量的空气而不是基本上恒定体积的空气被递送给使用者。

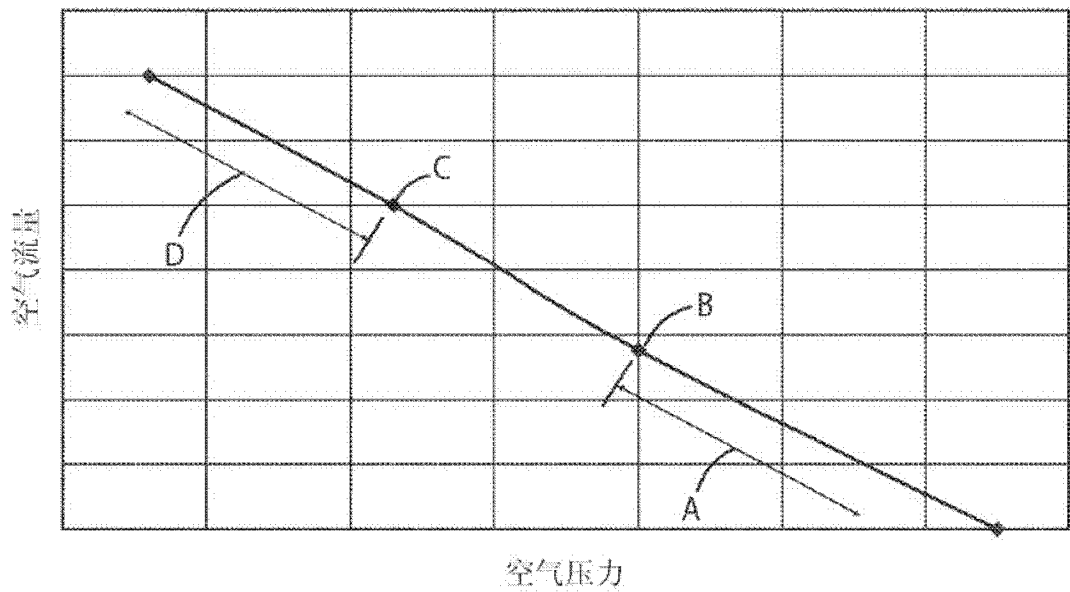


图 1a

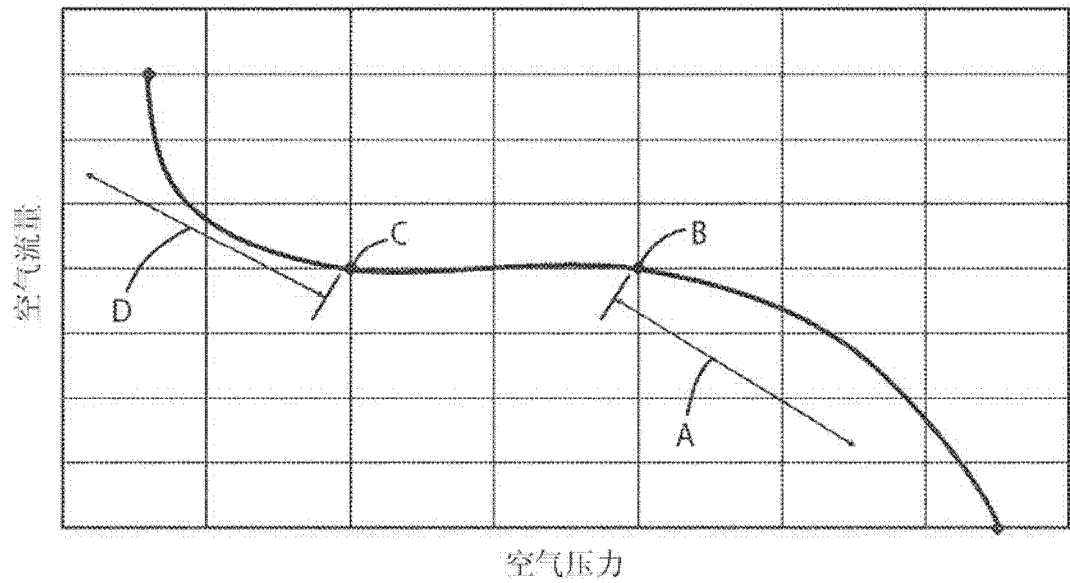


图 1b

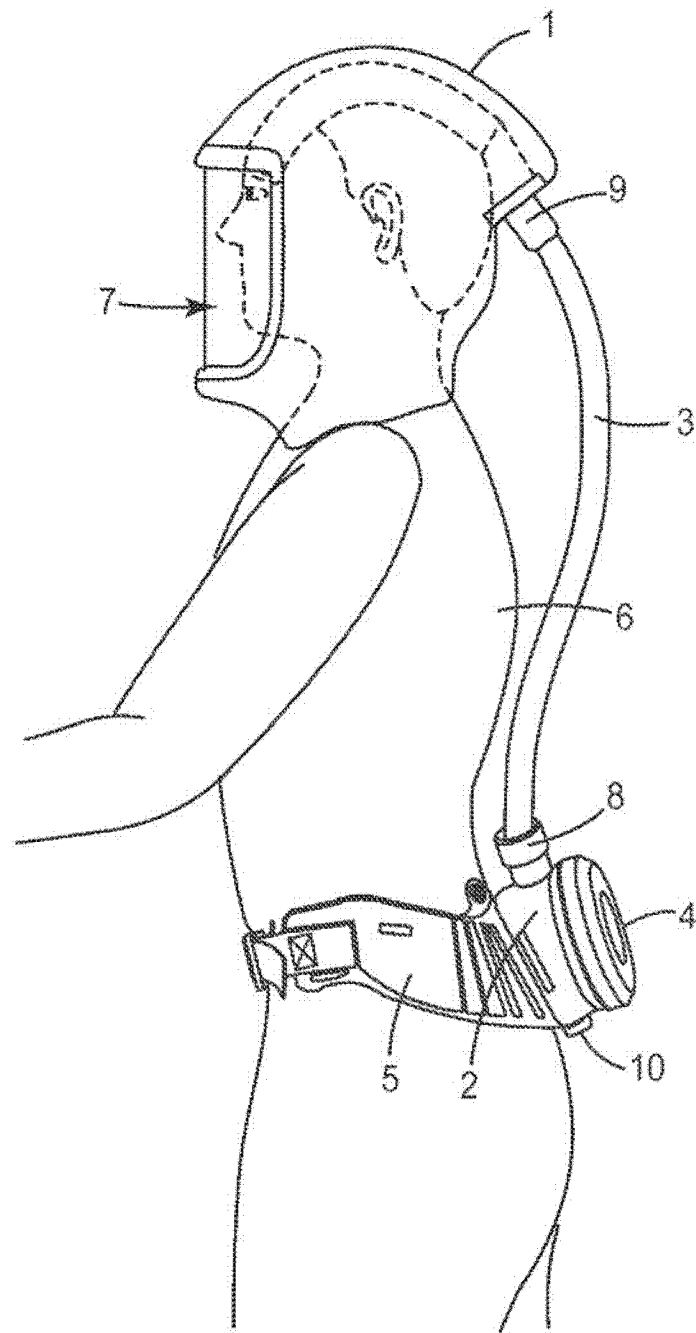


图 2

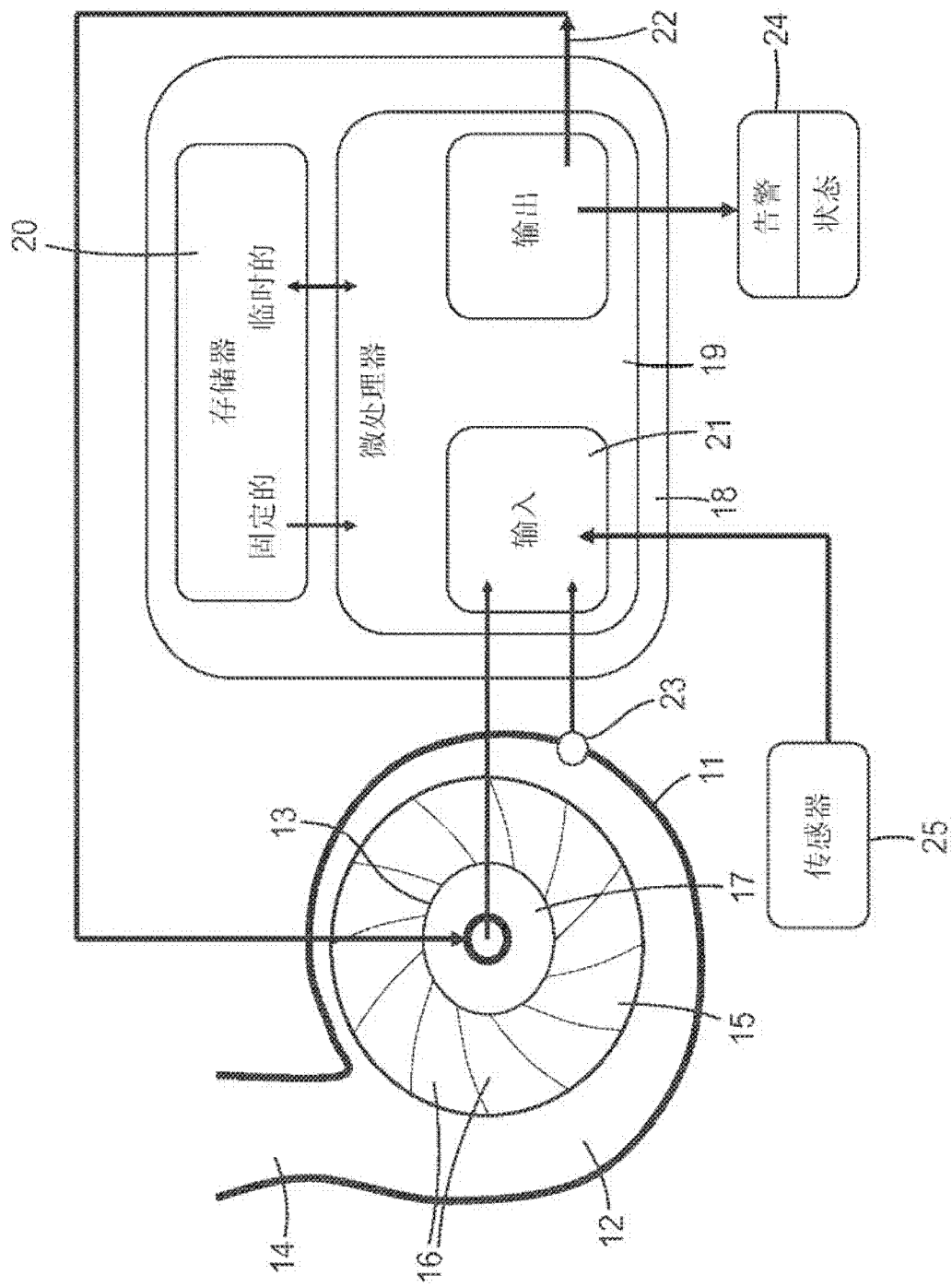


图 3

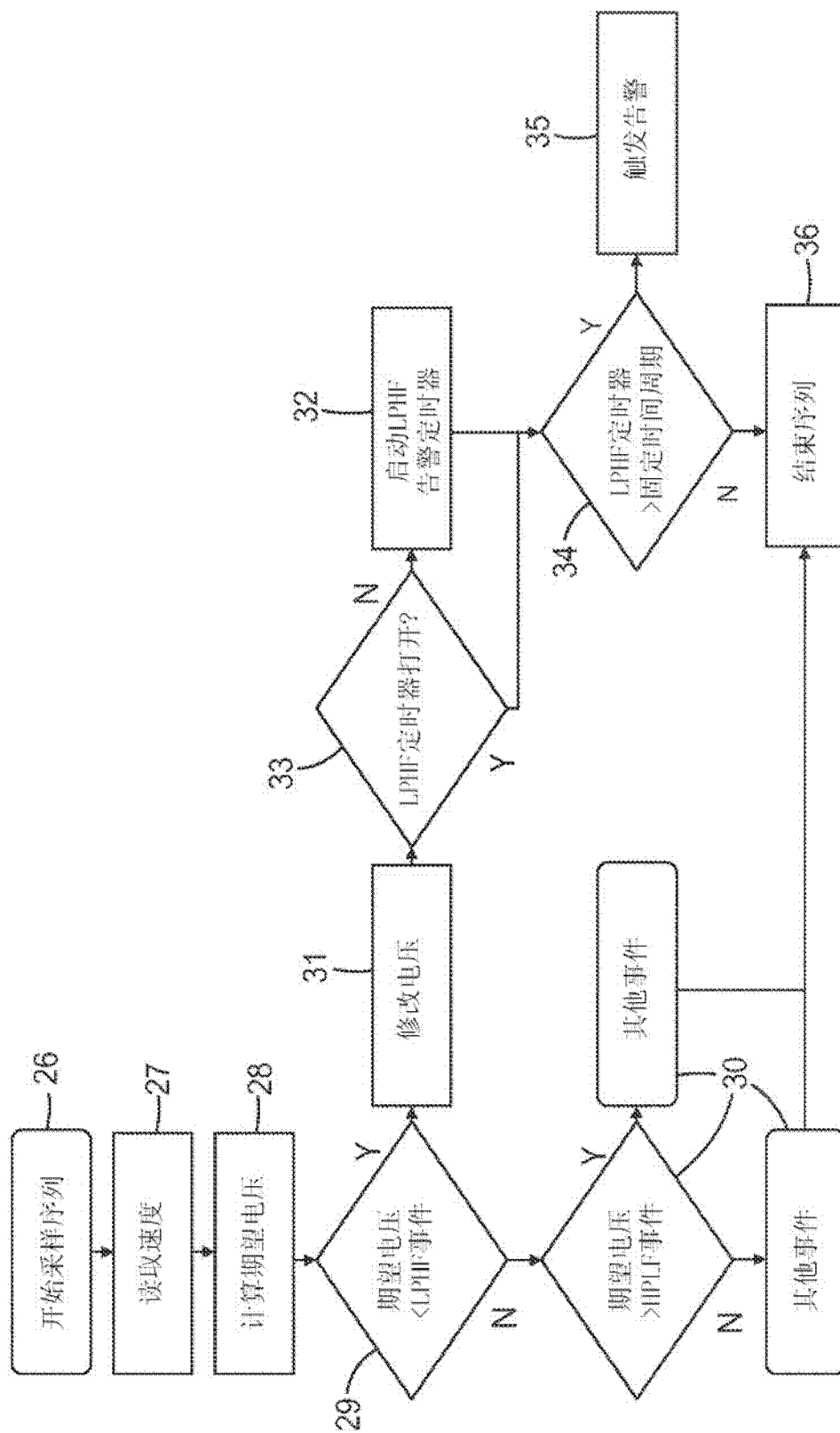


图 4