



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117547671 B

(45) 授权公告日 2024.05.10

(21) 申请号 202410018965.7

(22) 申请日 2024.01.05

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117547671 A

(43) 申请公布日 2024.02.13

(73) 专利权人 深圳汉诺医疗科技股份有限公司  
地址 518101 广东省深圳市宝安区航城街  
道钟屋社区洲石路650号宝星智荟城3  
号楼301

(72) 发明人 李轶江

(74) 专利代理机构 北京华夏泰和知识产权代理  
有限公司 11662  
专利代理师 李明

(56) 对比文件

- CN 104583779 A, 2015.04.29
- CN 106999643 A, 2017.08.01
- CN 111602061 A, 2020.08.28
- CN 114822802 A, 2022.07.29
- CN 115887809 A, 2023.04.04
- CN 116887874 A, 2023.10.13
- CN 218220738 U, 2023.01.06
- JP 2004016619 A, 2004.01.22
- US 2020353166 A1, 2020.11.12
- US 7792647 B1, 2010.09.07
- WO 2014033781 A1, 2014.03.06
- WO 2022180086 A1, 2022.09.01

审查员 黄小玲

(51) Int. Cl.

A61M 1/36 (2006.01)

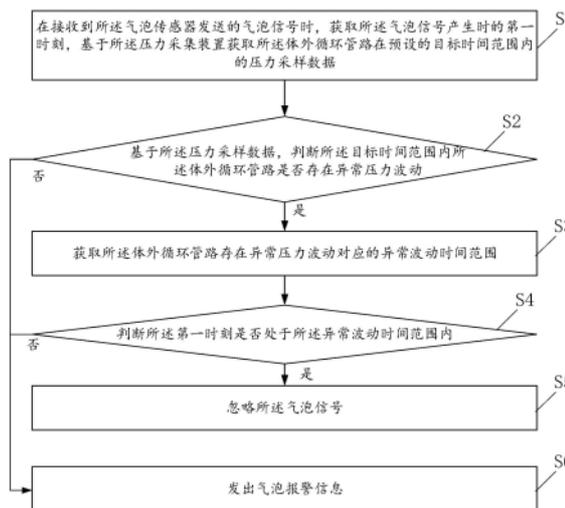
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质,涉及医疗监控技术领域。方法包括:在接收到气泡传感器发送的气泡信号时,获取气泡信号产生时的第一时刻,基于压力采集装置获取体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据;基于压力采样数据,判断目标时间范围内体外循环管路是否存在异常压力波动;若是,获取体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围;判断第一时刻是否处于异常波动时间范围内;若是,忽略气泡信号;若第一时刻不在异常波动时间范围内,或者,若目标时间范围内体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息。本发明能够有效避免气泡预警误报,提高了气泡检测的准确性。



1. 一种血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,体外循环设备的体外循环管路上设有气泡传感器以及压力采集装置,所述方法包括:

在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,获取所述气泡信号产生时的第一时刻,基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,其中,所述第一时刻在所述目标时间范围内;

基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动;

若所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围;

判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内;

若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,忽略所述气泡信号;

若所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,若所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息;

其中,所述压力采样数据包括多个不同采样时间下的压力值,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,包括:

基于所述压力采样数据中的采样时间以及压力值进行线性拟合,得到拟合结果;

根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化;

若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

2. 根据权利要求1所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,还包括:

若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化,获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值;

判断所述压力波动最大偏差值是否大于预设的偏差阈值;

若所述压力波动最大偏差值大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动;

若所述压力波动最大偏差值不大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动。

3. 根据权利要求1或2所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述拟合结果包括相关系数,根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化,包括:

判断所述相关系数的绝对值与1的差值是否小于预设的差值阈值;

若所述相关系数的绝对值与1的差值小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化;

若所述相关系数的绝对值与1的差值不小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化。

4. 根据权利要求2所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述拟合

结果还包括线性回归方程,所述获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围,包括;

基于所述线性回归方程计算所述采样时间对应的回归压力值;

若所述采样时间对应的压力值与回归压力值的差值大于预设的压力值阈值,判定所述采样时间对应的压力值为异常压力值;

将所述目标时间范围内最早出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的起点,将所述目标时间范围内最晚出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的结束点。

5. 根据权利要求4所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值,包括:

获取所有的异常压力值与对应的回归压力值的差值中的最大值,作为所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

6. 根据权利要求1所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述压力采集装置包括多个压力传感器,所述基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,包括:

从多个所述压力传感器中,获取与所述气泡传感器距离最近的压力传感器作为目标压力传感器;

获取所述目标压力传感器在预设的目标时间范围内的压力数据作为所述压力采样数据。

7. 根据权利要求1所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述体外循环设备的体外循环管路上还设有流量传感器,所述忽略所述气泡信号之前,所述方法还包括:

获取所述流量传感器在所述异常波动时间范围内的流量采样数据;

基于所述流量采样数据,判断所述异常波动时间范围内所述体外循环管路是否存在流量波动;

若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动,发出气泡报警信息;

若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路不存在流量波动,执行所述忽略所述气泡信号的步骤。

8. 根据权利要求1所述的血液气泡监测中异常报警的控制方法,其特征在于,所述目标时间范围内的压力采样周期为100-1000毫秒,所述目标时间范围的长度为5-90秒。

9. 一种血液气泡监测中异常报警的控制装置,其特征在于,包括用于执行如权利要求1-8任一项所述方法的单元。

10. 一种计算机设备,其特征在于,所述计算机设备包括存储器及处理器,所述存储器上存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1-8中任一项的所述方法。

11. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序当被处理器执行时可实现如权利要求1-8中任一项的所述方法。

## 血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗监控技术领域,尤其涉及一种血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质。

### 背景技术

[0002] 体外循环血液气泡监测中,如在ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation, 体外膜肺氧合) 系统体外循环中具备气泡传感器。主流气泡传感器通过超声信号监测软管路中的气泡,由于在使用时气泡传感器夹持在软管路外壁,实际临床过程中,如果软管路晃动(例如转运、护理时),超声探头与软管路之间则会产生间隙,导致气泡监测误报的情况。

[0003] 通常ECMO系统在监测到气泡时会产生报警,临床中发现气泡报警后,采取的措施是夹闭管路、停泵以排出气泡;如果气泡传感器误报会导致医护人员进行不必要的操作,导致工作效率降低。

[0004] 现有技术中,一种的方法是,在超声探头与管路间增加耦合剂,避免间隙中的空气反射超声信号。增加耦合剂属于传统的超声监测方法,耦合剂在长期使用时容易挥发变干失效,而且给清洁消毒带来诸多不便,已被临床使用逐步淘汰。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质,旨在解决现有技术中,体外循环软管路中血液气泡监测不准确,容易误报的问题。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种血液气泡监测中异常报警的控制方法,体外循环设备的体外循环管路上设有气泡传感器以及压力采集装置,所述方法包括:

[0007] 在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,获取所述气泡信号产生时的第一时刻,基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,其中,所述第一时刻在所述目标时间范围内;

[0008] 基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动;

[0009] 若所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围;

[0010] 判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内;

[0011] 若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,忽略所述气泡信号;

[0012] 若所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,若所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息。

[0013] 其进一步的技术方案为,所述压力采样数据包括多个不同采样时间下的压力值,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,包括:

[0014] 基于所述压力采样数据中的采样时间以及压力值进行线性拟合,得到拟合结果;

[0015] 根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化；

[0016] 若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

[0017] 其进一步的技术方案为,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,还包括:

[0018] 若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化,获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值;

[0019] 判断所述压力波动最大偏差值是否大于预设的偏差阈值;

[0020] 若所述压力波动最大偏差值大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动;

[0021] 若所述压力波动最大偏差值不大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动。

[0022] 其进一步的技术方案为,所述拟合结果包括相关系数,根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化,包括:

[0023] 判断所述相关系数的绝对值与1的差值是否小于预设的差值阈值;

[0024] 若所述相关系数的绝对值与1的差值小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化;

[0025] 若所述相关系数的绝对值与1的差值不小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化。

[0026] 其进一步的技术方案为,所述拟合结果还包括线性回归方程,所述获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围,包括;

[0027] 基于所述线性回归方程计算所述采样时间对应的回归压力值;

[0028] 若所述采样时间对应的压力值与回归压力值的差值大于预设的压力值阈值,判定所述采样时间对应的压力值为异常压力值;

[0029] 将所述目标时间范围内最早出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的起点,将所述目标时间范围内最晚出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的结束点。

[0030] 其进一步的技术方案为,所述获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值,包括:

[0031] 获取所有的异常压力值与对应的回归压力值的差值中的最大值,作为所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0032] 其进一步的技术方案为,所述压力采集装置包括多个压力传感器,所述基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,包括:

[0033] 从多个所述压力传感器中,获取与所述气泡传感器距离最近的压力传感器作为目标压力传感器;

[0034] 获取所述目标压力传感器在预设的目标时间范围内的压力数据作为所述压力采样数据。

[0035] 其进一步的技术方案为,所述体外循环设备的体外循环管路上还设有流量传感

器,所述忽略所述气泡信号之前,所述方法还包括:

[0036] 获取所述流量传感器在所述异常波动时间范围内的流量采样数据;

[0037] 基于所述流量采样数据,判断所述异常波动时间范围内所述体外循环管路是否存在流量波动;

[0038] 若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动,发出气泡报警信息;

[0039] 若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路不存在流量波动,执行所述忽略所述气泡信号的步骤。

[0040] 其进一步的技术方案为,所述目标时间范围内的压力采样周期为100-1000毫秒,所述目标时间范围的长度为5-90秒。

[0041] 第二方面,本发明实施例还提供了一种血液气泡监测中异常报警的控制装置,其包括用于执行上述方法的单元。

[0042] 第三方面,本发明实施例还提供了一种计算机设备,其包括存储器及处理器,所述存储器上存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述方法。

[0043] 第四方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序当被处理器执行时可实现上述方法。

[0044] 本发明实施例提供了一种血液气泡监测中异常报警的控制方法、装置、设备及介质。其中,所述方法包括:在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,获取所述气泡信号产生时的第一时刻,基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,其中,所述第一时刻在所述目标时间范围内;基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动;若所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围;判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内;若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,忽略所述气泡信号;若所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,若所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息。本发明的技术方案,在接收到气泡传感器发送的气泡信号时,基于体外循环管路的压力信息,确定在检测到气泡信号的第一时刻,所述体外循环管路中是否存在异常压力波动,即由晃动引起的压力波动,若是则忽略所述气泡信号,不发出气泡报警信息,从而能够有效避免气泡预警误报,极大地提高了气泡检测的准确性。

## 附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0046] 图1为本发明实施例提供的一种血液气泡监测中异常报警的控制方法的流程示意图;

[0047] 图2为本发明实施例提供的一种体外循环管路的应用场景示意图;

[0048] 图3为本发明实施例提供的一种血液气泡监测中异常报警的控制装置的示意性框图;

[0049] 图4为本发明实施例提供的计算机设备的示意性框图。

### 具体实施方式

[0050] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0051] 应当理解,当在本说明书和所附权利要求书中使用时,术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0052] 还应当理解,在此本发明说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本发明。如在本发明说明书和所附权利要求书中所使用的那样,除非上下文清楚地指明其它情况,否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。

[0053] 还应当进一步理解,在本发明说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合,并且包括这些组合。

[0054] 如在本说明书和所附权利要求书中所使用的那样,术语“如果”可以依据上下文被解释为“当...时”或“一旦”或“响应于确定”或“响应于检测到”。类似地,短语“如果确定”或“如果检测到[所描述条件或事件]”可以依据上下文被解释为意指“一旦确定”或“响应于确定”或“一旦检测到[所描述条件或事件]”或“响应于检测到[所描述条件或事件]”。

[0055] 请参阅图1,本发明实施例提供一种血液气泡监测中异常报警的控制方法,该方法应用于体外循环设备中,体外循环设备(例如ECMO设备)的体外循环管路上设有气泡传感器以及压力采集装置,所述气泡传感器用于检测体外循环管路中的气泡,所述压力采集装置用于采集体外循环管路的压力。如图1所示,该方法包括以下步骤:

[0056] S1,在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,获取所述气泡信号产生时的第一时刻,基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,其中,所述第一时刻在所述目标时间范围内。

[0057] 具体实施中,通常情况下,气泡传感器在检测到气泡时,会发出气泡信号。然而,也会存在一些误判的情况,例如,体外循环管路晃动时,会导致气泡传感器与管路中出现空隙,从而导致误判。本发明的目的在于排除上述误判情况,提高气泡检测准确性。

[0058] 具体地,在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,将接收到气泡信号对应的时刻作为第一时刻。

[0059] 压力采集装置连续获取所述体外循环管路的压力,例如,每间隔预设压力采样周期就采集一次所述体外循环管路的压力值,同时连续储存一段时间(例如2min,本发明不具体限定)内采集到的压力采样数据。

[0060] 之后,基于所述第一时刻确定目标时间范围,原则在于,第一时刻必须在所述目标时间范围内,在一些实施例中,第一时刻可以是在目标时间范围的末端区域。为满足气泡报警的实时性,需要尽可能多的回顾前一段时间的压力变化趋势来判断压力波动情况,因此,第一时刻需要在目标时间范围的末端区域。

[0061] 进一步地,目标时间范围的长度为5-90秒,例如为60秒。进一步地,所述目标时间

范围内的压力采样周期为100-1000毫秒。从采集到的压力采样数据中提取出目标时间范围内的压力采样数据。采样周期过短,会造成运算数量庞大,同时采集到的压力值波动较大;采样周期过长,如超过1秒,则可能无法监测到瞬时间的压力波动,进而出现漏判断的情况,本发明中,采样周期优选为200毫秒。

[0062] 目标时间范围过短,拟合数据线性度较差,目标时间范围过长,则会导致运算资源和运算时间的浪费,因此目标时间范围优选为60秒。

[0063] 参见图2,在一实施例中,所述压力采集装置包括多个压力传感器,例如,在图2所示的体外循环管路中,压力采集装置包括分别位于引流管路2上的离心泵4两端的第一压力传感器3和第二压力传感器5,以及位于氧合器6出口端的灌注管路9上的第三压力传感器7,同时,第三压力传感器7的下流一侧设置气泡传感器8。引流管路2与灌注管路9均接入到患者1中。

[0064] 以上步骤“基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据”,具体包括如下步骤:

[0065] S11,从多个所述压力传感器中,获取与所述气泡传感器距离最近的压力传感器作为目标压力传感器。

[0066] 具体实施中,从多个所述压力传感器中,获取与所述气泡传感器距离最近的压力传感器作为目标压力传感器。例如本实施例中,第三压力传感器与气泡传感器距离最近,且同位于灌注管路,因此,选择第三压力传感器作为目标压力传感器。

[0067] S12,获取所述目标压力传感器在预设的目标时间范围内的压力数据作为所述压力采样数据。

[0068] 具体实施中,目标压力传感器检测到的压力与气泡传感器处的压力最为接近,因此,本发明中,将目标压力传感器在预设的目标时间范围内的压力数据作为所述压力采样数据。

[0069] S2,基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动。

[0070] 具体实施中,通常体外循环管路在没有异常晃动时,其内部的压力是呈现线性变化的。通过对体外循环管路实测的压力数据拟合,管路正常无晃动的情况下,压力数据呈现线性变化趋势。可以拟合得到方程 $Y = AX + B$

[0071] 其中Y为压力值,X为时间,A和B为拟合公式常数。

[0072] 当压力无波动时,在拟合过程中,如果体外循环管路中的压力比较平稳,则A值为接近零值,而B值接近体外循环管路的压力值,如果体外循环管路中的压力值处于逐渐上升趋势,则A值为正值;如果体外循环管路中的压力值处于逐渐下降趋势,则A值为负值;但其总体趋势还是具有线性关系。由此,在不同的压力值变化情况下拟合,A值和B值并非固定不变,是可以通过压力值拟合发生变化,总体还是具有线性的规律性。当管路产生晃动造成压力值发生波动时,在拟合过程中,会有明显有压力数值不符合线性关系。因此,可以通过体外循环管路中压力随时间的变化情况来确定所述体外循环管路是否存在异常压力波动(异常晃动等情况)。

[0073] 在一实施例中,所述压力采样数据包括多个不同采样时间下的压力值,以上步骤“基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力

波动”，具体包括如下步骤：

[0074] S21,基于所述压力采样数据中的采样时间以及压力值进行线性拟合,得到拟合结果。

[0075] 具体实施中,以采样时间作为自变量,压力值作为因变量,对所述压力采样数据中的采样时间以及压力值进行线性拟合,得到拟合结果。

[0076] 拟合结果包括相关系数以及线性回归方程。相关系数用于表征所述压力采样数据中的采样时间与压力值之间的线性相关程度。线性回归方程用来表征所述压力采样数据中的采样时间与压力值之间的变化规律。

[0077] S22,根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化。

[0078] 具体实施中,通常根据拟合结果中的相关系数判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化。相关系数的绝对值越接近1,表明线性相关程度越高。相关系数的绝对值越接近0,表明线性相关程度越低。

[0079] 例如,在一实施例中,“所述根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化”,具体包括:

[0080] S221,判断所述相关系数的绝对值与1的差值是否小于预设的差值阈值。

[0081] 具体实施中,计算所述相关系数的绝对值与1的差值(此处的差值是指相关系数的绝对值与1的差的绝对值),并判断差值是否小于预设的差值阈值,差值阈值可由本领域技术人员设定,本发明不具体限定,例如设定为0.05。

[0082] S222,若所述相关系数的绝对值与1的差值小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化。

[0083] 具体实施中,如果所述相关系数的绝对值与1的差值小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化。

[0084] S223,若所述相关系数的绝对值与1的差值不小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化。

[0085] 具体实施中,如果所述相关系数的绝对值与1的差值不小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化。

[0086] S23,若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

[0087] 具体实施中,如果所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化,说明在所述目标时间范围内体外循环管路是不存异常晃动等情况的,因此判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

[0088] S24,若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化,获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0089] 具体实施中,如果所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化,说明在目标时间范围内体外循环管路是存在压力波动的,而压力波动有多种原因,例如管路异常晃动或者在操作人员采用止血钳夹紧体外循环管路或快速调整流量等情况下都是会导致压力波动。

[0090] 发明人研究发现,当管路为晃动造成压力波动时,压力值最大变化不超过30mmHg,

而采用止血钳夹紧管路或快速调整流量时,压力值通常会变化在60mmHg以上,可将上述两种情况下的压力波动最大偏差值是不一样的,因此为了准确区分上述两种情况,本发明进一步获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0091] 在一实施例中,以上步骤“获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值”,具体包括:获取压力采样数据中所有的异常压力值与对应的回归压力值的差值中的最大值,作为所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0092] 具体实施中,确定压力采样数据中异常压力值,具体地,每一个采样时间对应一个实际采样得到的压力值以及根据线性回归方程计算得到的回归压力值。若压力值与回归压力值之间的差值(此处的差值是指压力值与回归压力值的差的绝对值,即表征压力值与线性回归方程的偏离程度)大于预设压力值阈值,则判定该压力值为异常压力值。本发明中,将压力采样数据中所有的异常压力值与对应的回归压力值的差值中的最大值,作为所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0093] S25,判断所述压力波动最大偏差值是否大于预设的偏差阈值。

[0094] 具体实施中,偏差阈值由本领域技术人员设定,本发明不具体限定,例如可由设定为60mmHg。

[0095] S26,若所述压力波动最大偏差值大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

[0096] 具体实施中,如果所述压力波动最大偏差值大于预设的偏差阈值,说明压力波动是操作人员采用止血钳夹紧体外循环管路或快速调整流量等情况造成的,因此,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。

[0097] S27,若所述压力波动最大偏差值不大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动。

[0098] 具体实施中,如果所述压力波动最大偏差值不大于预设的偏差阈值,说明压力波动是管路晃动造成的,因此判定所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动。

[0099] S3,若所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围。

[0100] 具体实施中,如果所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围。通常,异常波动时间范围对应体外循环管路中的压力波动较大,因此可由基于压力值与回归压力值的差值确定所述异常波动时间范围。

[0101] 例如,在一实施例中,所述拟合结果还包括线性回归方程,以上步骤“获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围”,具体包括如下步骤:

[0102] S31,基于所述线性回归方程计算所述采样时间对应的回归压力值。

[0103] 具体实施中,每一个采样时间对应一个实际采样得到的压力值以及根据线性回归方程计算得到的回归压力值。

[0104] S32,若所述采样时间对应的压力值与回归压力值的差值大于预设的压力值阈值,判定所述采样时间对应的压力值为异常压力值。

[0105] 具体实施中,计算采样时间对应的压力值与回归压力值的差值(此处的差值是指

压力值与回归压力值的差的绝对值,即表征压力值与线性回归方程的偏离程度),若采样时间对应的压力值与回归压力值的差值大于预设压力值阈值,则判定该压力值为异常压力值。压力值阈值由本领域技术人员设定,本发明不具体限定。

[0106] S33,将所述目标时间范围内最早出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的起点,将所述目标时间范围内最晚出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的结束点。

[0107] 具体实施中,所述目标时间范围内最早出现的异常压力值对应的采样时间为压力异常波动的起点,因此可作为所述异常波动时间范围的起点;所述目标时间范围内最晚出现的异常压力值对应的采样时间为压力异常波动的结束点,因此可作为所述异常波动时间范围的结束点。

[0108] S4,判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内。

[0109] 具体实施中,判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内,即判断在接收到气泡信号时,体外循环管路是否存在由于晃动导致的异常压力波动。

[0110] S5,若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,忽略所述气泡信号。

[0111] 具体实施中,若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,说明在接收到气泡信号时,体外循环管路恰好存在由于晃动导致的异常压力波动,说明所述气泡信号极有可能为误判,因此忽略所述气泡信号,无需发出气泡报警信息。

[0112] S6,若所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,若所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息。

[0113] 具体实施中,如果所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,说明气泡信号并非误判,是真实可靠的,因此,发出气泡报警信息,提醒操作人员气泡存在。

[0114] 本发明的技术方案,在接收到气泡传感器发送的气泡信号时,基于体外循环管路的压力信息,确定在检测到气泡信号的第一时刻,所述体外循环管路中是否存在异常压力波动,即由晃动引起的压力波动,若是则忽略所述气泡信号,不发出气泡报警信息,从而能够有效避免气泡预警误报,极大地提高了气泡检测的准确性。

[0115] 参见图2,在一实施例的更优的方案中,可以同时采集体外循环管路中的多处位置的的压力值,分别对每处位置进行判断,并依据压力采集位置距离气泡传感器的距离来判断其置信度。例如,可以同时监测缓冲第一压力传感器3、第二压力传感器5以及第三压力传感器7三处位置的的压力值,当监测到有气泡信号时,分别对第一压力传感器3、第二压力传感器5以及第三压力传感器7三处的压力值进行判断,如果判断三处均存在压力值波动,说明波动较大,此时判断为气泡传感器8晃动造成的误报警;如果判断仅第三压力传感器7处存在压力值波动,由于第三压力传感器7距离气泡传感器8最近,此时依然可以判断为传感器晃动造成的误报警;如果判断仅第二压力传感器5处存在压力值波动或第一压力传感器3处存在压力值波动,由于第二压力传感器5和第一压力传感器3距离气泡传感器比较远,而距离较近的第三压力传感器7并未发生压力波动,因此可以判断并非传感器晃动造成的误报警,应当触发气泡报警。

[0116] 在一实施例中,为了进一步提高气泡检测的准确性,所述体外循环设备的体外循环管路上还设有流量传感器,通过流量传感器进一步辅助判断气泡传感器是否存在误判,

具体地,在以上步骤“忽略所述气泡信号”之前,所述方法还包括如下步骤:

[0117] S61,获取所述流量传感器在所述异常波动时间范围内的流量采样数据。

[0118] 具体实施中,流量传感器每间隔预设压力采样周期就采集一次所述体外循环管路的流量值。因此,可对应获取所述流量传感器在所述异常波动时间范围内的流量采样数据。流量采样数据包括多个对应不同采样时间的流量值。

[0119] S62,基于所述流量采样数据,判断所述异常波动时间范围内所述体外循环管路是否存在流量波动。

[0120] 具体实施中,正常情况下体外循环管路上的流量也是呈现线性变化的,因此通过流量采样数据进行线性拟合,即以流量采样数据中的采样时间作为自变量,流量值作为因变量,进行线性拟合,可得到相关系数。根据相关系数的大小即可判断出体外循环管路上的流量是否随着时间呈现线性变化,具体地,若相关系数的绝对值与1的差值(此处的差值是指相关系数的绝对值与1的差的绝对值)小于预设的差值阈值,判定体外循环管路上的流量随着时间呈现线性变化,否则,判定体外循环管路上的流量随着时间呈现非线性变化。

[0121] 进一步地,若体外循环管路上的流量随着时间呈现非线性变化,则判定所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动。

[0122] 若体外循环管路上的流量随着时间呈现线性变化,则判定所述异常波动时间范围内所述体外循环管路不存在流量波动。

[0123] S63,若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动,发出气泡报警信息。

[0124] 具体实施中,如果所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动,说明压力波动是由于流量波动引起的,那么此时检测到的气泡信号是由管路中真实气泡产生的,因此,发出气泡报警信息。

[0125] 进一步地,若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路不存在流量波动,说明压力波动是由于晃动引起的,那么此时检测到的气泡信号是由管路晃动造成的,因此执行所述忽略所述气泡信号的步骤。

[0126] 参见图3,图3是本发明实施例提供的一种血液气泡监测中异常报警的控制装置20的示意性框图。对应于以上血液气泡监测中异常报警的控制方法,本发明还提供一种血液气泡监测中异常报警的控制装置20。该血液气泡监测中异常报警的控制装置20包括用于执行上述血液气泡监测中异常报警的控制方法的单元,该血液气泡监测中异常报警的控制装置20可以被配置于台式电脑、平板电脑、手提电脑、等终端中。具体地,该血液气泡监测中异常报警的控制装置20包括:

[0127] 第一获取单元21,用于在接收到所述气泡传感器发送的气泡信号时,获取所述气泡信号产生时的第一时刻,基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,其中,所述第一时刻在所述目标时间范围内;

[0128] 第一判断单元22,用于基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动;

[0129] 第二获取单元23,用于若所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动,获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围;

[0130] 第二判断单元24,用于判断所述第一时刻是否处于所述异常波动时间范围内;

- [0131] 忽略单元25,用于若所述第一时刻处于所述异常波动时间范围内,忽略所述气泡信号;
- [0132] 报警单元26,用于若所述第一时刻不处于所述异常波动时间范围内,或者,若所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动,发出气泡报警信息。
- [0133] 在一实施例中,所述压力采样数据包括多个不同采样时间下的压力值,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,包括:
- [0134] 基于所述压力采样数据中的采样时间以及压力值进行线性拟合,得到拟合结果;
- [0135] 根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化;
- [0136] 若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动。
- [0137] 在一实施例中,所述基于所述压力采样数据,判断所述目标时间范围内所述体外循环管路是否存在异常压力波动,还包括:
- [0138] 若所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化,获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值;
- [0139] 判断所述压力波动最大偏差值是否大于预设的偏差阈值;
- [0140] 若所述压力波动最大偏差值大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路不存在异常压力波动;
- [0141] 若所述压力波动最大偏差值不大于预设的偏差阈值,判定所述目标时间范围内所述体外循环管路存在异常压力波动。
- [0142] 在一实施例中,所述拟合结果包括相关系数,所述根据所述拟合结果判断所述压力采样数据中的压力值是否随着所述采样时间呈现线性变化,包括:
- [0143] 判断所述相关系数的绝对值与1的差值是否小于预设的差值阈值;
- [0144] 若所述相关系数的绝对值与1的差值小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现线性变化;
- [0145] 若所述相关系数的绝对值与1的差值不小于预设的差值阈值,判定所述压力采样数据中的压力值随着所述采样时间呈现非线性变化。
- [0146] 在一实施例中,所述拟合结果还包括线性回归方程,所述获取所述体外循环管路存在异常压力波动对应的异常波动时间范围,包括;
- [0147] 基于所述线性回归方程计算所述采样时间对应的回归压力值;
- [0148] 若所述采样时间对应的压力值与回归压力值的差值大于预设的压力值阈值,判定所述采样时间对应的压力值为异常压力值;
- [0149] 将所述目标时间范围内最早出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的起点,将所述目标时间范围内最晚出现的异常压力值对应的采样时间作为所述异常波动时间范围的结束点。
- [0150] 在一实施例中,所述获取所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值,包括:
- [0151] 获取所有的异常压力值与对应的回归压力值的差值中的最大值,作为所述压力采样数据中的压力波动最大偏差值。

[0152] 在一实施例中,所述压力采集装置包括多个压力传感器,所述基于所述压力采集装置获取所述体外循环管路在预设的目标时间范围内的压力采样数据,包括:

[0153] 从多个所述压力传感器中,获取与所述气泡传感器距离最近的压力传感器作为目标压力传感器;

[0154] 获取所述目标压力传感器在预设的目标时间范围内的压力数据作为所述压力采样数据。

[0155] 在一实施例中,所述体外循环设备的体外循环管路上还设有流量传感器,所述血液气泡监测中异常报警的控制装置20还包括:

[0156] 第三获取单元,用于获取所述流量传感器在所述异常波动时间范围内的流量采样数据;

[0157] 第三判断单元,用于基于所述流量采样数据,判断所述异常波动时间范围内所述体外循环管路是否存在流量波动;

[0158] 所述报警单元,还用于若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路存在流量波动,发出气泡报警信息;

[0159] 所述忽略单元,还用于若所述异常波动时间范围内所述体外循环管路不存在流量波动,忽略所述气泡信号。

[0160] 其进一步的技术方案为,所述目标时间范围内的压力采样周期为100-1000毫秒,所述目标时间范围的长度为5-90秒。

[0161] 需要说明的是,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,上述血液气泡监测中异常报警的控制装置20和各单元的具体实现过程,可以参考前述方法实施例中的相应描述,为了描述的方便和简洁,在此不再赘述。

[0162] 上述血液气泡监测中异常报警的控制装置20可以实现为一种计算机程序的形式,该计算机程序可以在如图4所示的计算机设备上运行。

[0163] 请参阅图4,图4是本申请实施例提供的一种计算机设备的示意性框图。该计算机设备500可以是终端,也可以是服务器,其中,终端可以是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式电脑、个人数字助理和穿戴式设备等具有通信功能的电子设备。服务器可以是独立的服务器,也可以是多个服务器组成的服务器集群。

[0164] 该计算机设备500包括通过系统总线501连接的处理器502、存储器和网络接口505,其中,存储器可以包括非易失性存储介质503和内存存储器504。

[0165] 该非易失性存储介质503可存储操作系统5031和计算机程序5032。该计算机程序5032被执行时,可使得处理器502执行一种血液气泡监测中异常报警的控制方法。

[0166] 该处理器502用于提供计算和控制能力,以支撑整个计算机设备500的运行。

[0167] 该内存存储器504为非易失性存储介质503中的计算机程序5032的运行提供环境,该计算机程序5032被处理器502执行时,可使得处理器502执行一种血液气泡监测中异常报警的控制方法。

[0168] 该网络接口505用于与其它设备进行网络通信。本领域技术人员可以理解,上述结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备500的限定,具体的计算机设备500可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0169] 其中,所述处理器502用于运行存储在存储器中的计算机程序5032,以实现上述任一方法实施例提供的一种血液气泡监测中异常报警的控制方法。

[0170] 应当理解,在本申请实施例中,处理器502可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),该处理器502还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。其中,通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0171] 本领域普通技术人员可以理解的是实现上述实施例的方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成。该计算机程序可存储于一存储介质中,该存储介质为计算机可读存储介质。该计算机程序被该计算机系统至少一个处理器执行,以实现上述方法的实施例的流程步骤。

[0172] 因此,本发明还提供一种存储介质。该存储介质可以为计算机可读存储介质。该存储介质存储有计算机程序。该计算机程序被处理器执行时使处理器执行上述任一方法实施例提供的一种血液气泡监测中异常报警的控制方法。

[0173] 所述存储介质为实体的、非瞬时性的存储介质,例如可以是U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的实体存储介质。所述计算机可读存储介质可以是非易失性,也可以是易失性。

[0174] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0175] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的。例如,各个单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0176] 本发明实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。本发明实施例装置中的单元可以根据实际需要进行合并、划分和删减。另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0177] 该集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术作出贡献的部分,或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,终端,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

[0178] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中并没有详细描述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0179] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,尚且本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

[0180] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

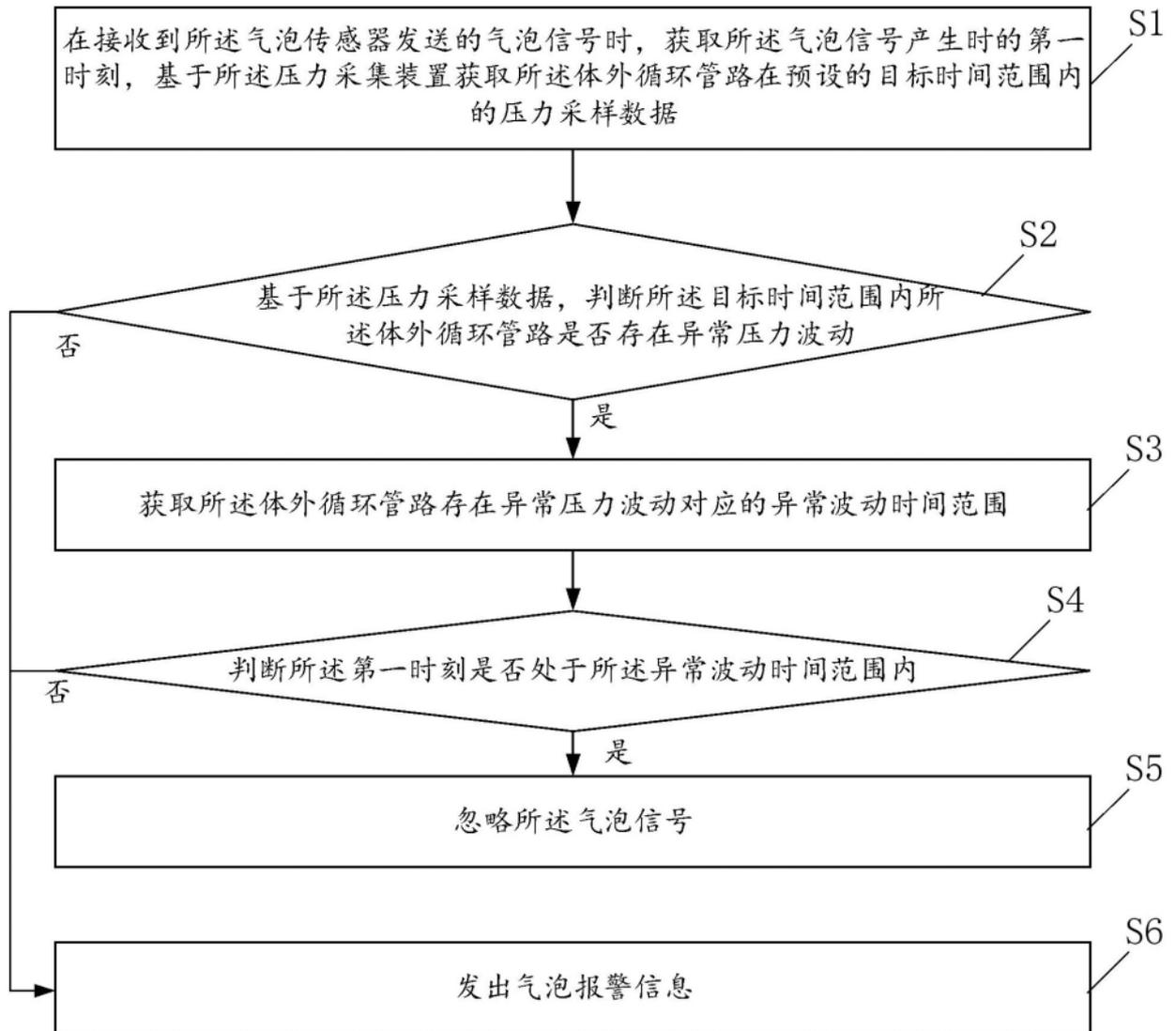


图1

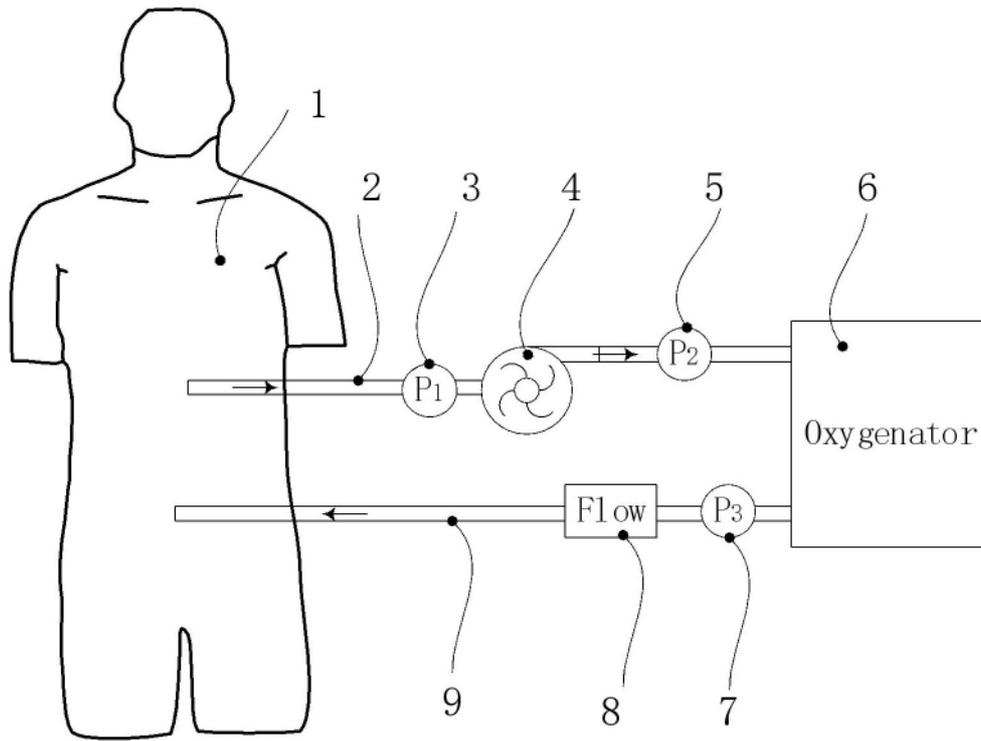


图2

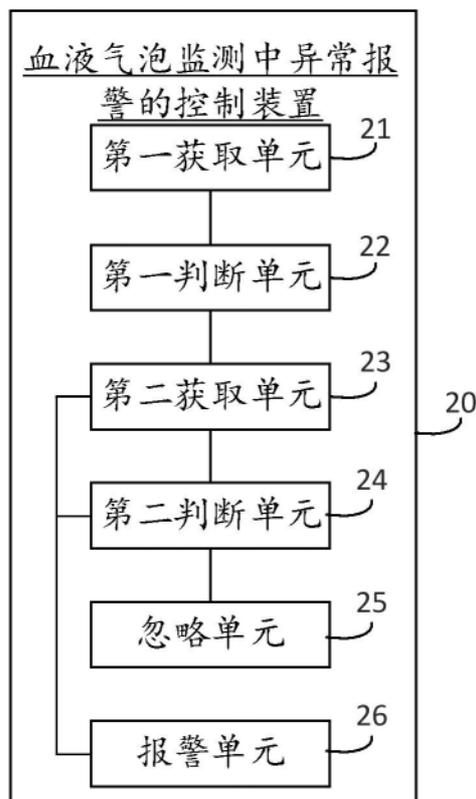


图3

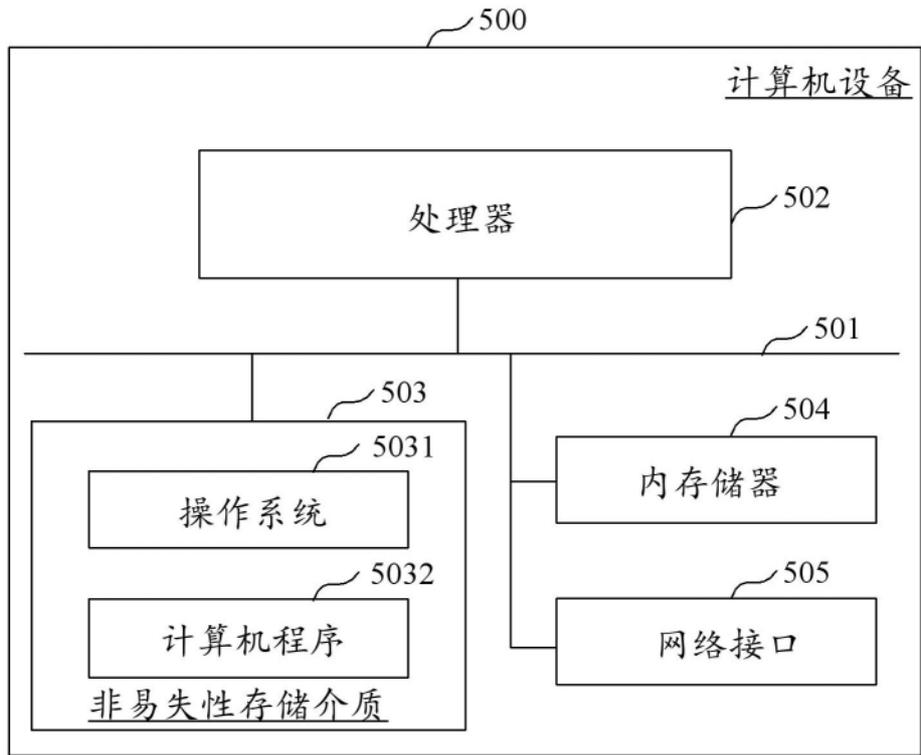


图4