



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117786461 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 29

(21) 申请号 202311844581.2

G06N 3/045 (2023.01)

(22) 申请日 2023.12.27

G06N 3/042 (2023.01)

(71) 申请人 三峡陆上新能源投资有限公司

G06N 3/08 (2023.01)

地址 010000 内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区宇泰商务广场A座12楼1211室

G06F 40/18 (2020.01)

F04D 15/00 (2006.01)

G06F 123/02 (2023.01)

(72) 发明人 雷成龙 邹祖冰 呼和 林雪龙
王云虎 桂本 靳学伟 李晓静
冯瑞 张美俊 朱意平 张小波
郝玮 朱瑞庭 薛冬

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
专利代理师 刘芳 臧建明

(51) Int. Cl.

G06F 18/24 (2023.01)

G06F 18/213 (2023.01)

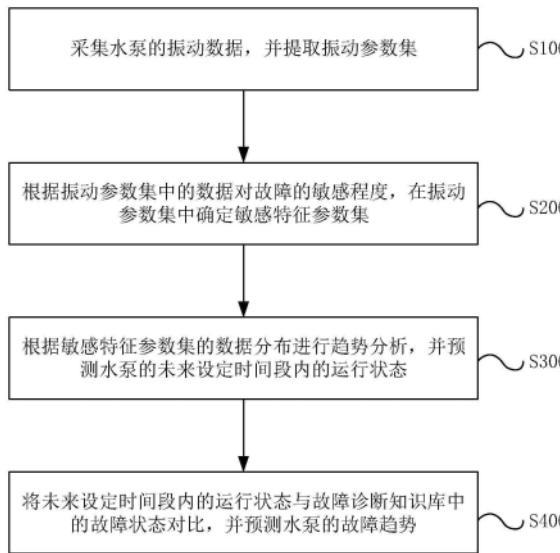
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质

(57) 摘要

本申请提供一种水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质。水泵的故障诊断方法包括：采集水泵的振动数据，并提取振动参数集；根据振动参数集中的数据对故障的敏感程度，在振动参数集中确定敏感特征参数集；根据敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析，并预测水泵的未来设定时间段内的运行状态；将未来设定时间段内的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比，并预测水泵的故障趋势。通过确定敏感特征参数集，保证数据的准确性和全面性，使得预测水泵的故障趋势更加准确，从而提高了水泵的故障诊断效率，并能够适用于不同使用工况的水泵。



1. 一种水泵的故障诊断方法,其特征在于,包括:
采集水泵的振动数据,并提取振动参数集;
根据所述振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在所述振动参数集中确定敏感特征参数集;
根据所述敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析,并预测所述水泵的未来设定时间段内的运行状态;
将所述未来设定时间段内的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比,并预测所述水泵的故障趋势。
2. 根据权利要求1所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述方法还包括:
依据所述水泵的当前运行状态和未来运行状态,预测所述水泵的不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型。
3. 根据权利要求1所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:
采集水泵的振动数据,进行时域分析,得到初选数据集;
对所述初选数据进行频域分析,得到振动参数集。
4. 根据权利要求1所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:
采集水泵的振动数据,并对所述振动数据进行分解,得到初选数据集;
对所述初选数据集进行分析,得到振动参数集。
5. 根据权利要求2所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述依据所述水泵的当前运行状态和所述未来运行状态,预测不同节点的故障发生率、故障点和故障类型,包括:
向故障诊断模型内输入所述敏感特征参数集,并输出故障发生率、故障点和故障类型。
6. 根据权利要求5所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述方法还包括:
采集代表不同故障的振动信号作为所述故障诊断模型的原始数据;
对所述原始数据进行特征提取,作为孪生神经网络模型的训练和测试样本;
对所述孪生神经网络模型进行训练和优化,得到所述故障诊断模型。
7. 根据权利要求1-6任一项所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述方法还包括:
输入所述水泵的历史记录数据;
提取所述历史记录数据中与所述水泵的振动状态相关度高于阈值的关联数据;
将所述关联数据进行白化处理,得到所述关联数据之间的灰色关联度,并进行排序;
得到所述历史记录数据与所述振动状态之间的关联规则;
训练系统健康状态量化的分层模型,并根据所述关联规则建立故障诊断知识库。
8. 根据权利要求1-6任一项所述的水泵的故障诊断方法,其特征在于,所述方法还包括:
生成故障诊断单和设备状态监测报表。
9. 一种控制设备,其特征在于,包括处理器和存储器,所述处理器用于运行代码以执行权利要求1-7任一项所述的水泵的故障诊断方法,所述存储器用于存储所述代码以供所述处理器执行所述方法。

10. 一种控制设备可读取存储介质,其特征在于,所述控制设备可读存储介质中存储有故障诊断执行指令,所述执行指令被控制设备执行时用于实现如权利要求1-7任一项所述的水泵的故障诊断方法。

水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及机械故障检测技术领域,尤其涉及一种水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质。

背景技术

[0002] 在现代工业中,旋转机械在电力、交通、制造业等领域发挥着重要作用。作为水电厂的主要旋转机械设备,泵承担着流体输送和压力提升的重要任务。为了满足水电厂的需求,泵需要具备寿命长、长期安全稳定运行、密封性能优良等优秀性能。因此,及时准确的故障诊断对于水泵的状态维护至关重要。

[0003] 现有技术中通过采集泵运行中的振动数据、压力数据和转速数据的名号,根据收集到的数据提取与振动相关的特征值,以此设定合理的阈值,用于判断泵是否出现故障。

[0004] 然而,泵的实际运行情况较为复杂,单纯依赖阈值预警无法覆盖不同运行工况的泵。

发明内容

[0005] 本申请提供一种水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质,用以实现对不同工况下的水泵故障进行诊断。

[0006] 一方面,本申请提供一种水泵的故障诊断方法,包括:

[0007] 采集水泵的振动数据,并提取振动参数集;

[0008] 根据所述振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在所述振动参数集中确定敏感特征参数集;

[0009] 根据所述敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析,并预测所述水泵的未来设定时间段内的运行状态;

[0010] 将所述未来设定时间段内的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比,并预测所述水泵的故障趋势。

[0011] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,还包括:

[0012] 依据所述水泵的当前运行状态和未来运行状态,预测所述水泵的不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型。

[0013] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,所述采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:

[0014] 采集水泵的振动数据,进行时域分析,得到初选数据集;

[0015] 对所述初选数据进行频域分析,得到振动参数集。

[0016] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,所述采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:

[0017] 采集水泵的振动数据,并对所述振动数据进行分解,得到初选数据集;

[0018] 对所述初选数据集进行分析,得到振动参数集。

[0019] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,所述依据所述水泵的当前运行状态和所述未来运行状态,预测不同节点的故障发生率、故障点和故障类型,包括:

[0020] 向故障诊断模型内输入所述敏感特征参数集,并输出故障发生率、故障点和故障类型。

[0021] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,还包括:

[0022] 采集代表不同故障的振动信号作为所述故障诊断模型的原始数据;

[0023] 对所述原始数据进行特征提取,作为孪生神经网络模型的训练和测试样本;

[0024] 对所述孪生神经网络模型进行训练和优化,得到所述故障诊断模型。

[0025] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,还包括:

[0026] 输入所述水泵的历史记录数据;

[0027] 提取所述历史记录数据中与所述水泵的振动状态相关度高于阈值的关联数据;

[0028] 将所述关联数据进行白化处理,得到所述关联数据之间的灰色关联度,并进行排序;

[0029] 得到所述历史记录数据与所述振动状态之间的关联规则;

[0030] 训练系统健康状态量化的分层模型,并根据所述关联规则建立故障诊断知识库。

[0031] 在一种可能的实现方式中,本申请提供的水泵的故障诊断方法,还包括:

[0032] 生成故障诊断单和设备状态监测报表。

[0033] 另一方面,本申请提供一种控制设备,包括处理器和存储器,所述处理器用于运行代码以执行上述任一项所述的水泵的故障诊断方法,所述存储器用于存储所述代码以供所述处理器执行所述方法。

[0034] 另一方面,本申请提供一种控制设备可读取存储介质,所述控制设备可读存储介质中存储有故障诊断执行指令,所述执行指令被控制设备执行时用于实现如上述任一项所述的水泵的故障诊断方法。

[0035] 本申请提供的水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质,其中水泵的故障诊断方法,通过采集水泵的振动数据,提取振动参数集,并根据振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在振动参数集中确定敏感特征参数集,以保证敏感特征参数集的准确性和全面性;根据敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析,从而能够快速准确的预测水泵未来设定时间段内的运行状态,将预测的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比,使得预测水泵的故障趋势更加准确,从而提高了水泵的故障诊断效率,并能够适用于不同使用工况的水泵。

附图说明

[0036] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。

[0037] 图1为本申请实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图一;

[0038] 图2为本申请实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图二;

[0039] 图3为本申请实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图三;

[0040] 图4为本申请实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图四;

[0041] 图5为本申请实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图五；

[0042] 图6为本申请实施例提供的控制设备的结构示意图一；

[0043] 图7为本申请实施例提供的控制设备的结构示意图二。

[0044] 通过上述附图,已示出本申请明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本申请构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

具体实施方式

[0045] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0046] 本申请实施例中,术语“上”、“下”、“内”、“中”、“外”、“前”、“后”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系。这些术语主要是为了更好地描述本申请及其实施例,并非用于限定所指示的装置、元件或组成部分必须具有特定方位,或以特定方位进行构造和操作。并且,上述部分术语除了可以用于表示方位或位置关系以外,还可能用于表示其他含义,例如术语“上”在某些情况下也可能用于表示某种依附关系或连接关系。对于本领域普通技术人员而言,可以根据具体情况理解这些术语在本申请实施例中的具体含义。

[0047] 另外,术语“设置”、“连接”、“固定”应做广义理解。例如,“连接”可以是固定连接,可拆卸连接,或整体式构造;可以是机械连接,或电连接;可以是直接相连,或者是通过中间媒介间接相连,又或者是两个装置、元件或组成部分之间内部的连通。对于本领域普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本公开实施例中的具体含义。

[0048] 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例,例如能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0049] 本申请实施例中,“示例性地”或者“例如”等词用于表示例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性地”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言,使用“示例性地”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

[0050] 除非另有说明,术语“多个”表示两个或两个以上。

[0051] 正如背景技术所述,在现代工业中,旋转机械在电力、交通、制造业等领域发挥着重要作用。作为水电厂的主要旋转机械设备,泵承担着流体输送和压力提升的重要任务。为了满足水电厂的需求,泵需要具备寿命长、长期安全稳定运行、密封性能优良等优秀性能。因此,及时准确的故障诊断对于水泵的状态维护至关重要。

[0052] 现有技术中通过采集泵运行中的振动数据、压力数据和转速数据的名号,根据收集到的数据提取与振动相关的特征值,以此设定合理的阈值,用于判断泵是否出现故障。

[0053] 然而,泵的实际运行情况较为复杂,单纯依赖阈值预警无法覆盖不同运行工况的泵。

[0054] 为解决上述问题,本申请提供一种水泵的故障诊断方法、控制设备及其存储介质,其中水泵的故障诊断方法通过采集水泵的振动数据,提取振动参数集,并根据振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在振动参数集中确定敏感特征参数集,以保证敏感特征参数集的准确性和全面性;根据敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析,从而能够快速准确的预测水泵未来设定时间段内的运行状态,将预测的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比,预测水泵的故障趋势更加准确,从而提高了水泵的故障诊断效率,并能够适用于不同使用工况的水泵。

[0055] 下面以具体地实施例对本申请的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术问题进行详细说明。下面几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。下面将结合附图,对本申请的实施例进行描述。

[0056] 图一示出了本实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图一,请参照图1。

[0057] 本实施例提供一种水泵的故障诊断方法,包括:

[0058] S100,采集水泵的振动数据,并提取振动参数集;

[0059] S200,根据振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在振动参数集中确定敏感特征参数集;

[0060] S300,根据敏感特征参数集的数据分布进行趋势分析,并预测水泵的未来设定时间段内的运行状态;

[0061] S400,将未来设定时间段内的运行状态与故障诊断知识库中的故障状态对比,并预测水泵的故障趋势。

[0062] 具体地,在本实施例中,通过采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,以获取水泵的振动数据中与故障相关的数据,再根据振动参数集中的数据对故障的敏感程度,在振动参数集中确定敏感特征参数集。其中,数据对故障的敏感程度越高,则说明数据受到故障的影响越大,因此,敏感特征参数集能够更准确地反映故障的存在和影响程度,从而提高故障诊断的正确性。

[0063] 在得到敏感特征参数集后,依据水泵的振动数据的历史变化特征趋势,对敏感特征参数集进行定性趋势分析,得到水泵的振动信号和工艺参数的变化趋势,从而预测水泵在未来设定时间段内的运行状态,并将其与故障诊断知识库中的故障状态对比,得到水泵的故障趋势,进而依据水泵的故障趋势,能够及时发现潜在的问题,并提前进行预防性维护,避免水泵在运行过程中出现故障,从而减少停机时间和维修成本。

[0064] 其中,需要说明的是,本实施例中的未来设定时间为未来30分钟,以在及时预测到水泵运行状态的同时,避免过于频繁地预测带来的计算负担和可能的误差。在其他实施例中,也可以根据需要,选择合适的预测时长,本实施例对此不做任何限制。

[0065] 图2示出了本实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图二,请参照图1和图2。

[0066] 进一步地,在可选地实施例中,水泵的故障诊断方法还包括:

[0067] S500,依据水泵的当前运行状态和未来运行状态,预测水泵的不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型。

[0068] 具体地,在预测出水泵的故障趋势后,进一步预测水泵不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型能够更精确定位到水泵的故障位置,并提前识别出可能发生故障的部件节点,从而进行预防性维护,便于工作人员根据预测的故障点和故障类型,制定更具

体的维修策略,从而提高水泵的可靠性和稳定性。

[0069] 进一步地,在可选地实施例中,S100,采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:

[0070] S110,采集水泵的振动数据,进行时域分析,得到初选数据集;

[0071] S120,对初选数据进行频域分析,得到振动参数集。

[0072] 具体地,由于直接水泵的振动数据本身中可能存在外部干扰或其他影响使得数据的不准确性和不稳定性,导致直接观察振动数据很难确定是否存在故障,也难以分析振动的原因和评估性能,因此,需要通过时域分析和频域分析对数据进行处理,从而更准确地提取振动参数集。

[0073] 在具体实现时,首先对采集到的水泵的振动数据进行预处理,包括去除噪声、平滑数据等,以提高数据的准确性和稳定性。其次绘制时域波形图,在时域波形图中提取水泵振动数据的均值、均方差、峭度值、峰值等特征参数,并计算这些特征参数在不同时刻的特性,从而形成初选数据集。

[0074] 需要说明的是,可以根据需求,选择在时域波形图中提取的水泵振动数据的特征参数,对此本实施例不做任何限制。

[0075] 其中,提取水泵振动数据的均值,可以了解数据的稳定性和趋势,若均值出现持续的上升或下降,可能意味着水泵存在故障或性能下降;提取水泵振动数据的均方差,反映了数据的波动范围和变化规律,如果均方差显著增加,可能意味着水泵存在异常或故障;提取水泵振动数据的峭度值,反映了数据的尖峰程度,如果峭度值突然增加,可能意味着水泵存在异常或故障;提取水泵振动数据的峰值,可以反应数据的最大波动情况,如果峰值突然增加,可能意味着表示水泵存在异常或故障。

[0076] 同时,需要说明的是,在具体实现时,水泵振动数据的均值、均方差、峭度值、峰值等特征参数的具体应用内容并不局限于上述内容所述,应根据实际情况进行计算,上述方案仅为示例性说明。

[0077] 进一步地,在本实施例中,在通过时域分析得到初选参数集后,由于时域分析只能提供信号随时间变化的信息,而无法揭示信号的频率成分或频谱特性,因此,还需要对初选参数集进行频域分析。

[0078] 在具体实现时,需要先将初选参数集通过傅里叶变换转换到频域,以将时域信号分解为不同频率分量的叠加,从而揭示信号的频率成分,再对傅里叶变换后的频谱进行分析,通过观察频谱图,识别出不同频率分量的幅度和相位信息,以及信号的频率范围和分布情况,进而得到结合频谱分析的结果,通过识别异常频率成分、谐波成分以及与工况相关的特征频率,得到振动参数集。

[0079] 图3示出了本实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图三,请参照图1、图2和图3。

[0080] 进一步地,在可选地实施例中,S100,采集水泵的振动数据,并提取振动参数集,包括:

[0081] S130,采集水泵的振动数据,并对振动数据进行分解,得到初选数据集;

[0082] S140,对初选数据集进行分析,得到振动参数集。

[0083] 具体地,在本实施例中,在采集水泵的振动数据后,可以先对振动数据进行分解,

得到初选数据集,在对分解后的初选数据集进行分析,以得到振动参数集,从而能够提取更多维度的特征数据,更精确地反映信号的局部特征。

[0084] 在具体实现时,本实施例通过EMD(Empirical Mode Decomposition,经验模态分解)算法进行水泵振动数据的分解,将水泵的振动数据通过EMD算法分解得到有限个IMF(Intrinsic Mode Function,本征模函数),再对IMF分量进行分析,从而得到振动参数集。

[0085] 具体地,由于EMD算法是根据输入信号自身进行分解的,因此它不需要人工选择或预设基函数。这种自适应的能力使得EMD算法能够适应各种不同类型的信号数据,无论是线性还是非线性、稳态还是非稳态的信号,从而能够从信号中提取出更丰富的特征信息,进而为后续的分析 and 处理提供更准确的数据基础。

[0086] 进一步地,在本实施例中,在得到IMF分量后,再针对IMF分量进行时域分析和频域分析,进而得到振动参数集,从而提高振动参数集的准确性。

[0087] 其中,时域分析和频域分析已在上述实施例中进行了说明,在此不再一一赘述。

[0088] 进一步地,在可选地实施例中,S500,依据水泵的当前运行状态和未来运行状态,预测水泵的不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型,包括:

[0089] S510,向故障诊断模型内输入敏感特征参数集,并输出故障发生率、故障点和故障类型。

[0090] 具体地,在本实施例中,水泵的不同部件节点的故障预测由故障诊断模型实现,通过向故障诊断模型内输入敏感特征参数集,得到水泵的不同部件节点的故障发生率、故障点和故障类型,从而通过故障诊断模型,提高故障诊断的效率。

[0091] 图4示出了本实施例提供的水泵的诊断方法的流程图四,图6示出了本实施例提供的控制设备的结构示意图一。请参照图4和图6。

[0092] 进一步地,在可选地实施例中,水泵的故障诊断方法还包括:

[0093] S10,采集代表不同故障的振动信号作为故障诊断模型的原始数据;

[0094] S20,对原始数据进行特征提取,作为孪生神经网络模型的训练和测试样本;

[0095] S30,对孪生神经网络模型进行训练和优化,得到故障诊断模型。

[0096] 具体地,在本实施例中,故障诊断模型以孪生神经网络模型为基础构建,通过将代表不同故障的振动信号作为故障诊断模型的原始数据,将原始数据通过EMD算法进行特征提取,获得IMF分量,然后计算每段信号的IMF分量对应的能量特征向量作为孪生神经网络模型的训练和测试样本,并将孪生神经网络模型进行训练和优化后,得到故障诊断模型。

[0097] 其中,由于孪生神经网络是一种判断样本相似度的网络模型,因此网络的输出为两个样本之间的相似度。利用这种特性使待测样本与训练样本逐个进行比较,找出与待测样本相似度较高的样本,这些样本的类型,决定了待测样本的类别,从而输出待测样本的类型,即故障类别。

[0098] 使用孪生神经网络模型,无需预先知道故障的类型或数量。只要训练数据集足够大且包含各种可能的故障类型,网络就能够学习到如何区分不同的故障类型,从而提高了水泵故障诊断的适用性,节省时间和成本。

[0099] 同时,随着新的故障样本的加入,可以持续学习和优化孪生神经网络模型,提高对未知故障类型的识别能力。

[0100] 图5示出了本实施例提供的水泵的故障诊断方法的流程图五,请参照图5和图6。

[0101] 进一步地,在可选地实施例中,水泵的故障诊断方法还包括:

[0102] S1,输入水泵的历史记录数据;

[0103] S2,提取历史记录数据中与水泵的振动状态相关度高于阈值的关联数据;

[0104] S3,将关联数据进行白化处理,得到关联数据之间的灰色关联度,并进行排序;

[0105] S4,得到历史记录数据与振动状态之间的关联规则;

[0106] S5,训练系统健康状态量化的分层模型,并根据关联规则建立故障诊断知识库。

[0107] 具体地,从水泵的历史记录数据中挖掘与水泵的振动状态相关度高于阈值的关联数据,得到与振动状态密切相关的工艺参数(工艺参数包括设备的电压、电流、压力、温度、电机电流、电机线圈温度、轴承温度、振动值、进出口介质温度和流量等),再通过GRA法(Grey Relational Analysis,灰色关联分析法)将关联数据进行白化处理,得到关联数据之间的灰色关联度,并进行排序,得到历史记录数据与振动状态之间的关联规则。

[0108] 其中,在通过GRA法分析白化数据之前,也可以采用FRA法(Fuzzy Relational Analysis,模糊关联分析法)对关联数据进行预处理,从多源数据中得到客观的区间值,从而进一步提高数据分析的准确性和可靠性。

[0109] 进一步地,在得到历史记录数据与振动状态之间的关联规则时,可以根据现有的技术知识,针对振动异常波动情况和正常波动情况,给出合理的振动异常定义,总结出历史记录数据与振动状态之间的关系。

[0110] 进一步地,在得到历史记录数据与振动状态之间的关联规则后,针对水泵的不同部位节点,采用动态贝叶斯网络进行故障分析,统计故障特征发生概率。将泵本身的部件和与泵相关的辅助系统进行拆分,训练系统健康状态量化的分层模型,并根据关联规则建立故障诊断知识库,从而为后续的故障诊断提供有力的支持。

[0111] 请参照图2,进一步地,在可选地实施例中,水泵的故障诊断方法还包括:

[0112] S600,生成故障诊断单和设备状态监测报表。

[0113] 具体地,当检测到水泵的故障趋势后,生成故障诊断单和设备状态监测报表,针对水泵的故障趋势进行详细分析和诊断,以便工作人员更好地了解水泵的故障情况和运行状态。

[0114] 图7示出了本实施例提供的控制设备的结构示意图二。请参照图7。

[0115] 另一方面,本实施例还提供一种控制设备,包括处理器和存储器,所述处理器用于运行代码以执行上述任一项实施例所述的水泵的故障诊断方法,存储器用于存储代码以供处理器执行方法。

[0116] 其中,水泵的故障诊断方法已在上述实施例中进行说明,在此不再赘述。

[0117] 具体地,存储器可以是一种计算机内存,也可以是硬盘、闪存等外部存储设备,可以根据实际需要,选择适应的存储器的类别。

[0118] 在本实施例中,存储器和处理器之间通过总线连接,以实现数据的传输。处理器通过读取存储器中存储的数据运行代码,以实现故障诊断。

[0119] 另一方面,本实施例还提供一种控制设备可读取存储介质,控制设备可读取存储介质中存储有故障诊断执行指令,执行指令被控制设备执行时用于实现如上述任一项实施例所述的水泵的故障诊断方法。

[0120] 具体地,本实施例提供的控制设备可读取存储介质与控制设备之间可以通过数据接

口进行连接。本实施例对其具体的连接方法不做任何限制。

[0121] 其中,数据接口可以是物理接口,也可以是无线连接方式。示例性地,控制设备可读存储介质与控制设备通过USB、HDMI、SATA等接口进行连接或通过蓝牙、WiFi等无线通信协议进行连接。

[0122] 当控制设备可读存储介质与控制设备连接后,控制设备可以从控制设备可读存储介质中读取并执行相应的执行指令,以实现水泵的故障诊断。

[0123] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后,将容易想到本申请的其它实施方案。本申请旨在涵盖本申请的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本申请的真正范围和精神由下面的权利要求书指出。

[0124] 应当理解的是,本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求书来限制。

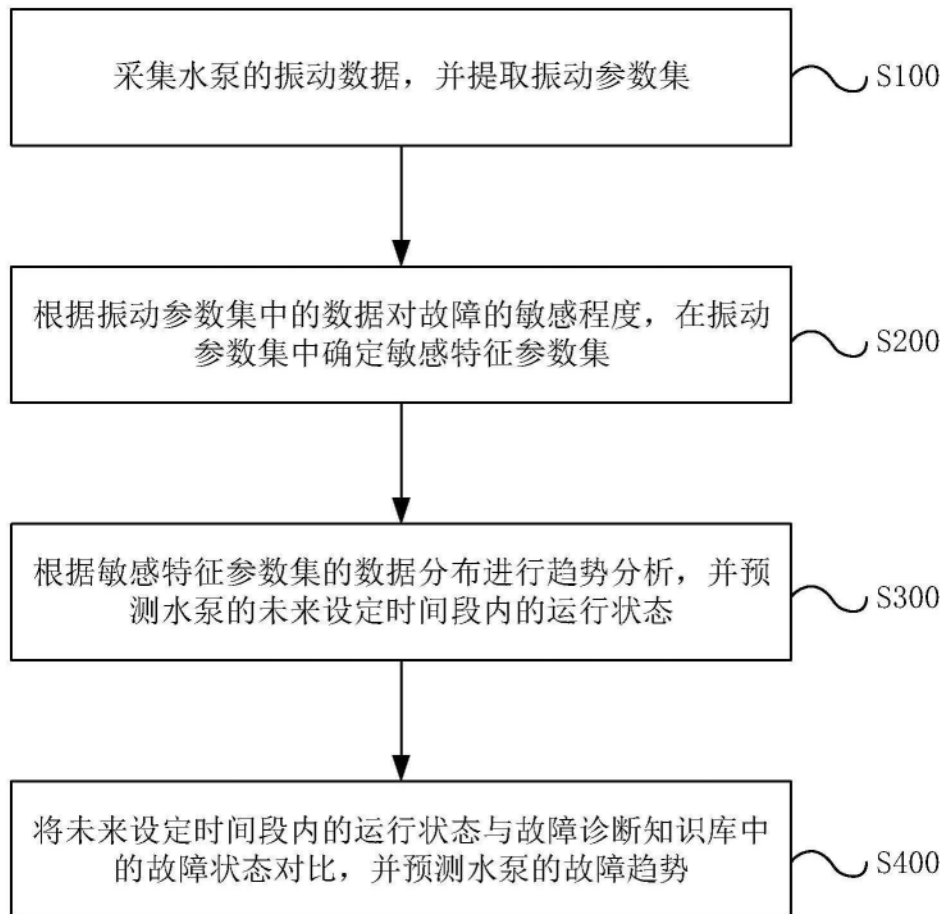


图1

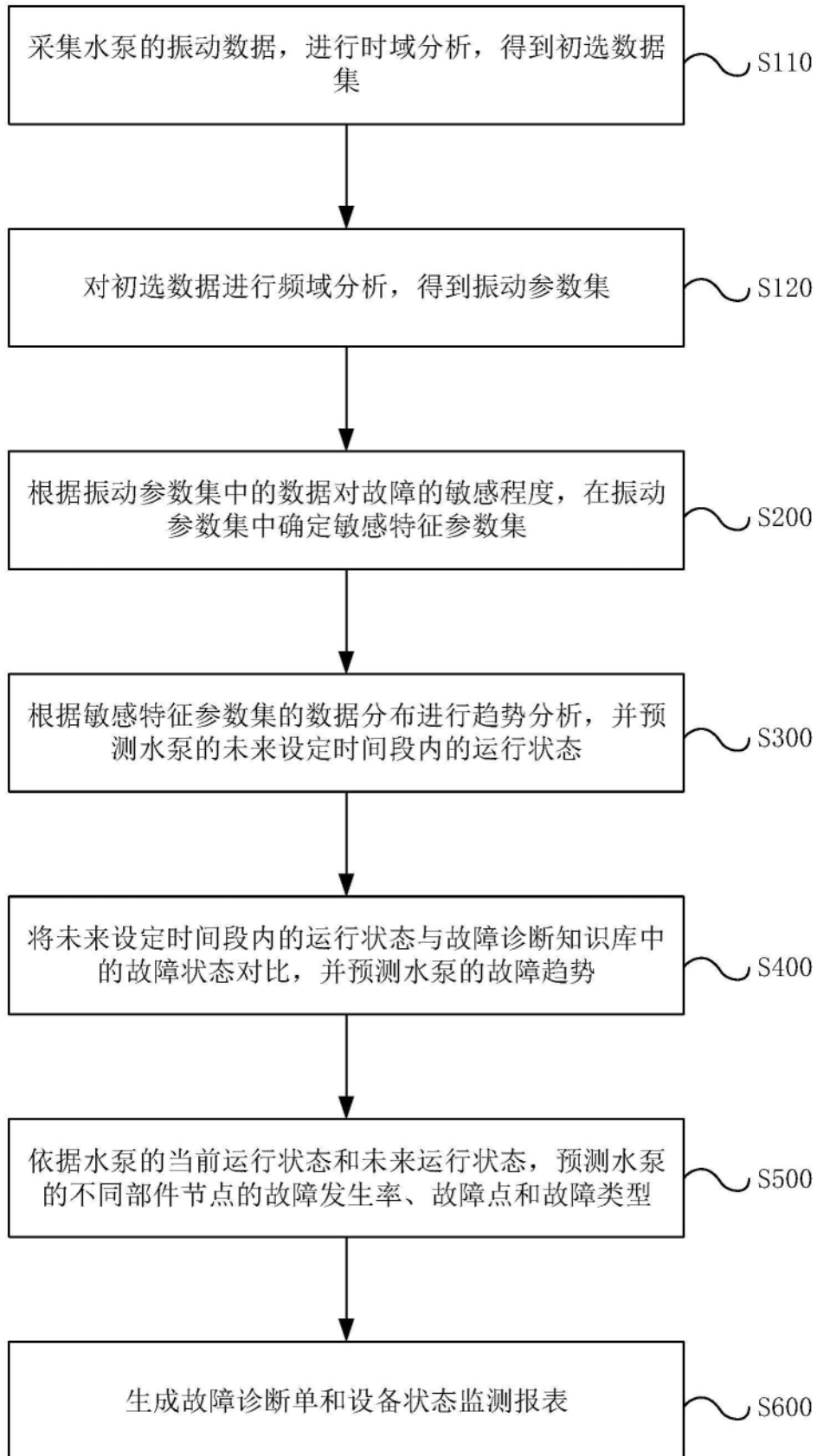


图2

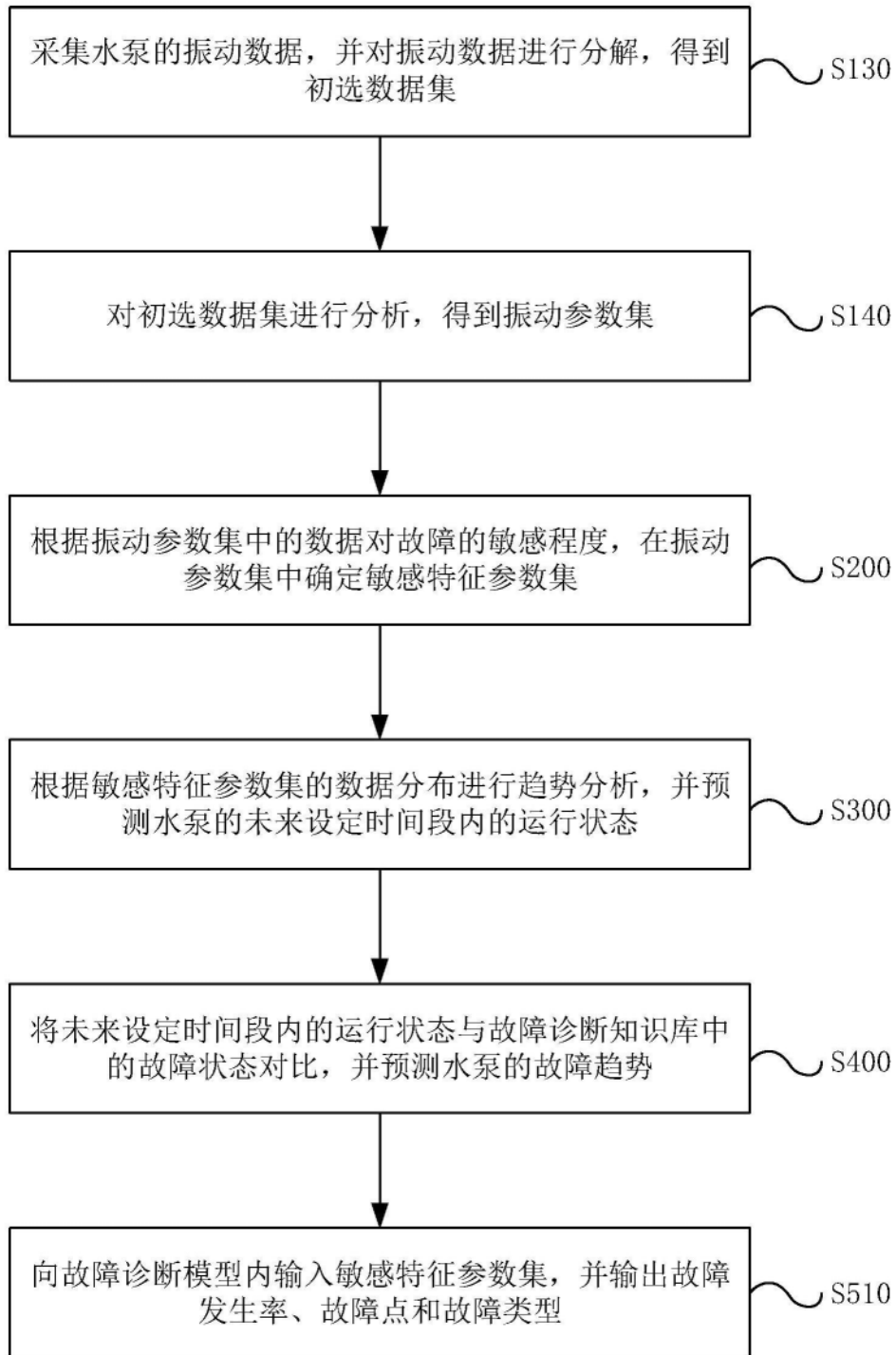


图3

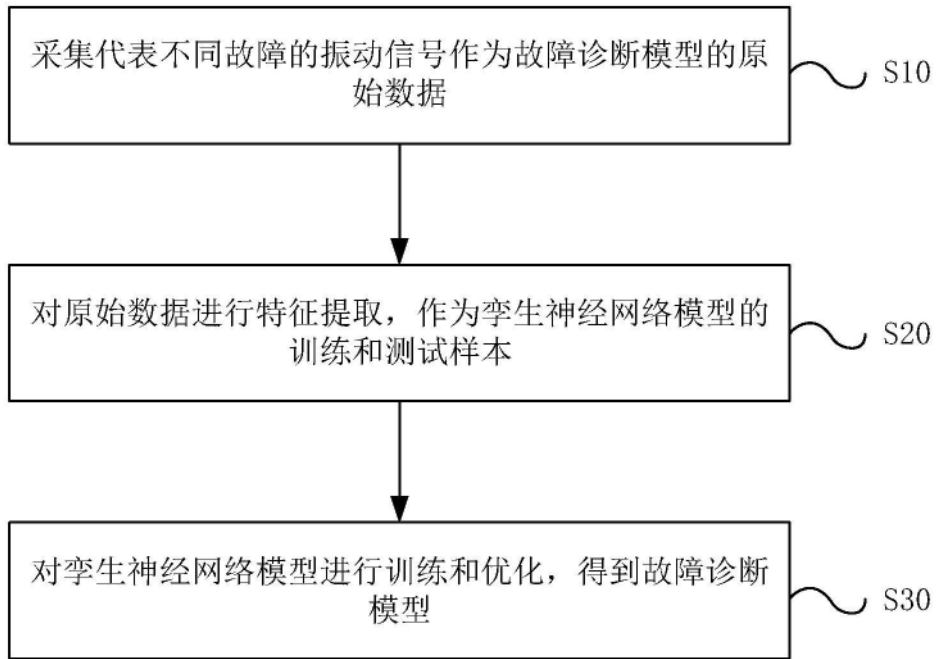


图4

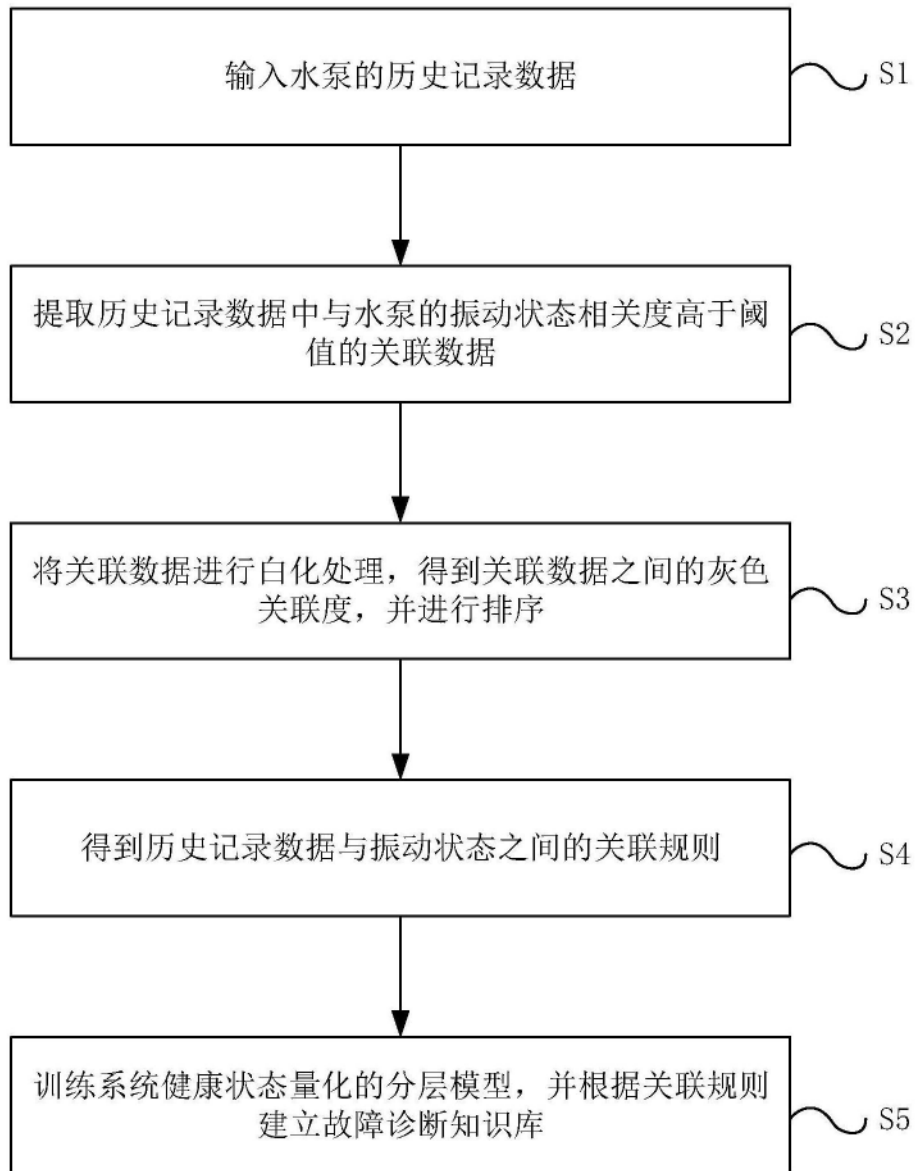


图5

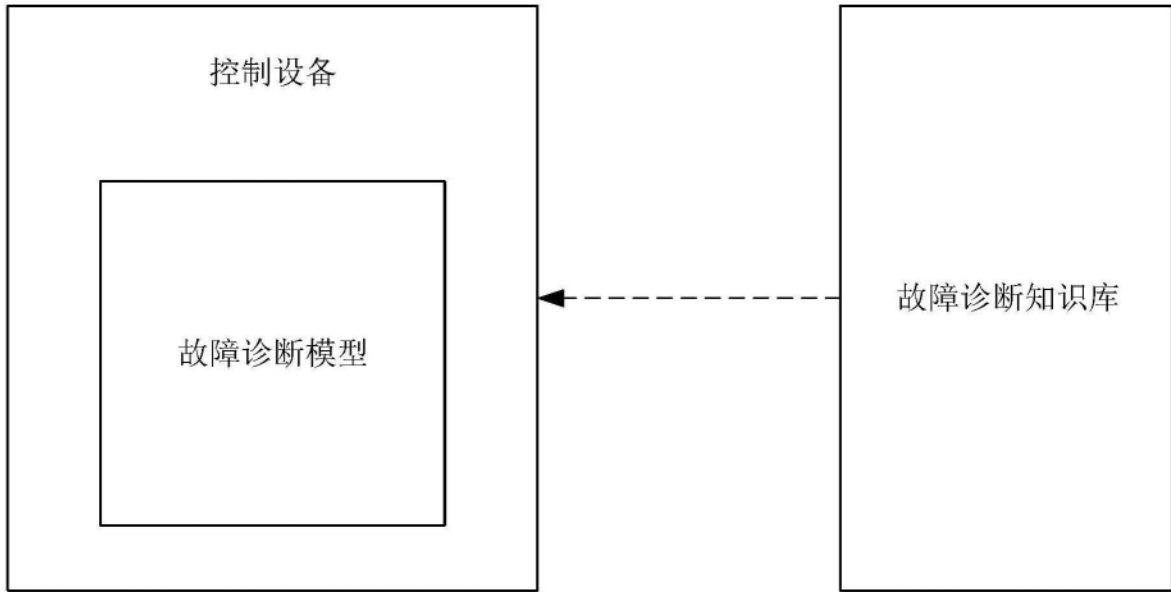


图6

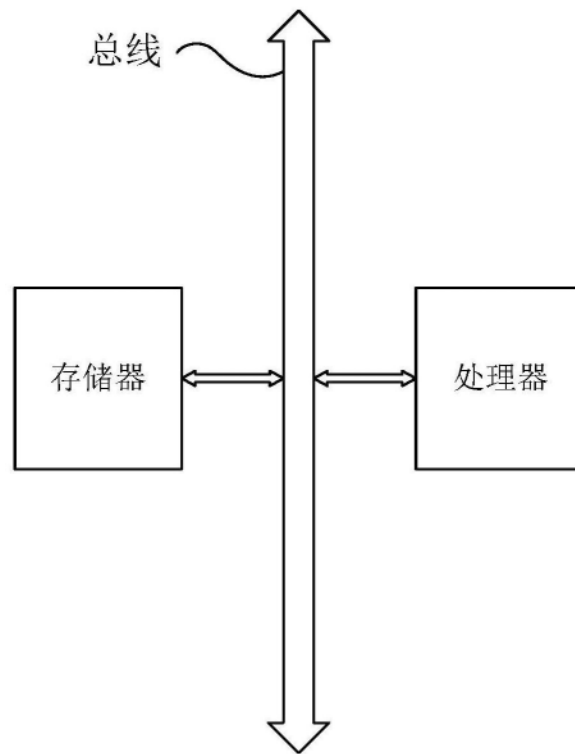


图7