



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111947702 B

(45) 授权公告日 2022.03.18

(21) 申请号 202010687553.4

(22) 申请日 2020.07.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111947702 A

(43) 申请公布日 2020.11.17

(73) 专利权人 中广核核电运营有限公司
地址 518048 广东省深圳市福田区莲花街
道福中社区深南中路中广核大厦北楼
6层
专利权人 中国广核集团有限公司
中国广核电力股份有限公司

(72) 发明人 陈永伟 谢永靖 胥籽任

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224
代理人 姚姝娅

(56) 对比文件

CN 104316099 A, 2015.01.28
CN 104316099 A, 2015.01.28
US 2016054128 A1, 2016.02.25
CN 103685490 A, 2014.03.26
WO 2019041243 A1, 2019.03.07
CN 102819259 A, 2012.12.12
SG 11201706031T A, 2017.08.30
CN 103792087 A, 2014.05.14
CN 105424035 A, 2016.03.23
US 2003088381 A1, 2003.05.08
US 2013103350 A1, 2013.04.25
M. Higger 等. A Robust Fusion
Algorithm for Sensor Failure.《IEEE Signal
Processing Letters》. 2013, 第20卷(第8期), 第
755-758页.

审查员 杜培笑

(51) Int. Cl.

G01D 18/00 (2006.01)

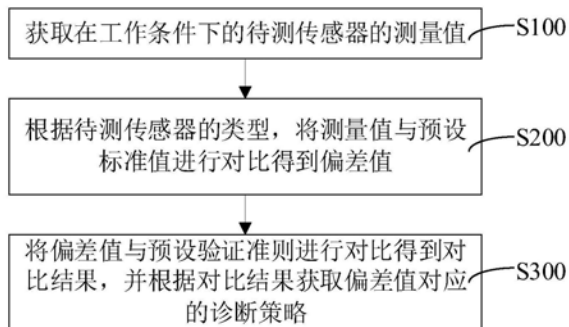
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

传感器交叉验证故障诊断方法、装置、计算机设备

(57) 摘要

本申请涉及一种传感器交叉验证故障诊断方法、装置、计算机设备和存储介质。该方法包括：获取在工作条件下的待测传感器的测量值；根据待测传感器的类型，将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值，其中，不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值；将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果，并根据对比结果获取对应的诊断策略。采用本方法能够通过获取在工作条件下的待测传感器的测量值，将待测传感器的测量值与预设标准值进行对比得到偏差值，然后再将偏差值与预设验证准则进行对比，实现对待测传感器进行交叉验证，最后通过对比结果来获取对应的诊断策略，使得工作人员可以更加方便快捷的通过对应的诊断策略来对传感器进行维护管理。



1. 一种传感器交叉验证故障诊断方法,其特征在于,所述方法包括:

获取在工作条件下的待测传感器的测量值;

根据所述待测传感器的类型,将所述测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,其中,不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值;

将所述偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果,并根据所述对比结果获取所述偏差值对应的诊断策略;

所述预设验证准则包括功能诊断验证准则,所述诊断策略包括失效策略,所述将所述偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果,并根据所述对比结果获取所述偏差值对应的诊断策略,包括:

将所述偏差值与功能诊断验证准则进行对比;

若所述偏差值大于功能诊断验证准则,则获取所述偏差值对应的失效策略,所述失效策略用于对所述待测传感器进行精度纠正;

所述将所述偏差值与功能诊断验证准则进行对比之前,包括:

获取功能诊断验证准则:

$$C(fv) = \max \left\{ \left[\frac{\delta(FS)}{\varepsilon(t)} - X \right] * \varepsilon(t), 1.2 \times C(mv) \right\}$$

$$X = \frac{1.645}{2\sqrt{N-1}}$$

上式中, $C(fv)$ 表示功能诊断验证准则, $\delta(FS)$ 表示对所述待测传感器的功能允许误差, $\varepsilon(t)$ 表示所述待测传感器的技术精度, $C(mv)$ 表示降级准则, N 表示冗余传感器数目。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取在工作条件下的待测传感器的测量值,包括:

根据预设采样周期,获取在工作条件下的所述待测传感器采集的物理量;

将所述物理量进行模数转换得到所述待测传感器的测量值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述待测传感器的类型包括非冗余传感器和冗余传感器,所述预设标准值包括参考均值和冗余均值,所述根据所述待测传感器的类型,将所述测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,包括:

当所述待测传感器为非冗余传感器时,将所述测量值与参考均值进行对比得到偏差值;

当所述待测传感器为冗余传感器时,将所述测量值与冗余均值进行对比得到偏差值。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预设验证准则还包括降级诊断验证准则,所述诊断策略还包括降级策略,所述将所述偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果,并根据所述对比结果获取所述偏差值对应的诊断策略,还包括:

将所述偏差值与降级诊断验证准则进行对比;

若所述偏差值大于降级诊断验证准则,则获取所述偏差值对应的降级策略,所述降级策略用于对所述待测传感器进行偏差校验。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述将所述偏差值与降级诊断验证准则进行对比之前,包括:

获取降级诊断验证准则：

$$C(mv) = \max \{ \varepsilon(t), 1.414 \times C(c) \}$$

上式中, $C(mv)$ 表示降级准则, $\varepsilon(t)$ 表示所述待测传感器的技术精度, $C(c)$ 表示待测传感器的固有精度。

6. 一种传感器交叉验证故障诊断装置, 其特征在于, 所述装置包括:

数据获取模块, 用于获取在工作条件下的待测传感器的测量值;

数值比对模块, 用于根据所述待测传感器的类型, 将所述测量值与预设标准值进行对比得到偏差值, 其中, 不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值;

策略获取模块, 用于将所述偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果, 并根据所述对比结果获取所述偏差值对应的诊断策略;

预设验证准则包括功能诊断验证准则, 诊断策略包括失效策略, 策略获取模块包括失效策略获取单元, 失效策略获取单元用于将偏差值与功能诊断验证准则进行对比; 若偏差值大于功能诊断验证准则, 则获取偏差值对应的失效策略, 失效策略用于对待测传感器进行精度纠正; 功能诊断验证准则为:

$$C(fv) = \max \left\{ \left[\frac{\delta(FS)}{\varepsilon(t)} - X \right] * \varepsilon(t), 1.2 \times C(mv) \right\}$$

$$X = \frac{1.645}{2\sqrt{N-1}}$$

上式中, $C(fv)$ 表示功能诊断验证准则, $\delta(FS)$ 表示对待测传感器的功能允许误差, $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度, $C(mv)$ 表示降级准则, N 表示冗余传感器数目。

7. 一种计算机设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器存储有计算机程序, 其特征在于, 所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至5中任一项所述的方法的步骤。

8. 一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 其特征在于, 所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至5中任一项所述的方法的步骤。

传感器交叉验证故障诊断方法、装置、计算机设备

技术领域

[0001] 本申请涉及故障诊断技术领域,特别是涉及一种传感器交叉验证故障诊断方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

[0002] 设备在使用的过程中一般都会使用相关的传感器来监测设备或者其管路的工作状态等,即传感器在工作条件下通过对设备的温度、水位、风速或者压力等进行测量得到测量值,工作人员再根据测量值的实时变化即可有效的了解到设备或其管路当前的工作状态,但是传感器在使用的过程中也会发生故障,一旦传感器测量得到的测量值发生偏差,则会对影响整个设备的正常使用。

[0003] 传统的传感器故障诊断的方式主要是通过将传感器以往测量到的测量数据与当前测量值进行对比,来确认是否发生故障,而无法根据故障情况提供相应的传感器维护管理策略,无法有效的对传感器进行维护管理。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种能够有效的对传感器进行维护管理的传感器交叉验证故障诊断方法、装置、计算机设备和存储介质。

[0005] 一种传感器交叉验证故障诊断方法,该方法包括:

[0006] 获取在工作条件下的待测传感器的测量值;根据待测传感器的类型,将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,其中,不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值;将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果,并根据对比结果获取对应的诊断策略。

[0007] 上述方法,通过获取在工作条件下的待测传感器的测量值,将待测传感器的测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,然后再将偏差值与预设验证准则进行对比,实现对待测传感器进行交叉验证,最后通过对比结果来获取对应的诊断策略,使得工作人员可以更加方便快捷的通过对应的诊断策略来对传感器进行维护管理。

[0008] 在其中一个实施例中,获取在工作条件下的待测传感器的测量值,包括:

[0009] 根据预设采样周期,获取在工作条件下的待测传感器采集的物理量;

[0010] 将物理量进行模数转换得到待测传感器的测量值。

[0011] 在其中一个实施例中,待测传感器的类型包括非冗余传感器和冗余传感器,预设标准值包括参考均值和冗余均值,根据待测传感器的类型,将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,包括:

[0012] 当待测传感器为非冗余传感器时,将测量值与参考均值进行对比得到偏差值;

[0013] 当待测传感器为冗余传感器时,将测量值与冗余均值进行对比得到偏差值。

[0014] 在其中一个实施例中,预设验证准则包括降级诊断验证准则,诊断策略包括降级策略,将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果,并根据对比结果获取偏差值对应的诊断策略,包括:

[0015] 将偏差值与降级诊断验证准则进行对比；

[0016] 若偏差值大于降级诊断验证准则，则获取偏差值对应的降级策略，降级策略用于对待测传感器进行偏差校验。

[0017] 在其中一个实施例中，将偏差值与降级诊断验证准则进行对比之前，包括：

[0018] 获取降级诊断验证准则：

$$[0019] \quad C(mv) = \max \{ \varepsilon(t), 1.414 \times C(c) \}$$

[0020] 上式中， $C(mv)$ 表示降级准则， $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度， $C(c)$ 表示待测传感器的固有精度。

[0021] 在其中一个实施例中，预设验证准则包括功能诊断验证准则，诊断策略包括失效策略，将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果，并根据对比结果获取偏差值对应的诊断策略，包括：

[0022] 将偏差值与功能诊断验证准则进行对比；

[0023] 若偏差值大于功能诊断验证准则，则获取偏差值对应的失效策略，失效策略用于对待测传感器进行精度纠正。

[0024] 在其中一个实施例中，将偏差值与功能诊断验证准则进行对比之前，包括：

[0025] 获取功能诊断验证准则：

$$[0026] \quad C(fv) = \max \left\{ \left[\frac{\delta(FS)}{\varepsilon(t)} - X \right] * \varepsilon(t), 1.2 \times C(mv) \right\}$$

$$[0027] \quad X = \frac{1.645}{2\sqrt{N-1}}$$

[0028] 上式中， $C(fv)$ 表示功能诊断验证准则， $\delta(FS)$ 表示对待测传感器的功能允许误差， $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度， $C(mv)$ 表示降级准则， N 表示冗余传感器数目。

[0029] 一种传感器交叉验证故障诊断装置，装置包括：

[0030] 数据获取模块，用于获取在工作条件下的待测传感器的测量值；

[0031] 数值比对模块，用于根据待测传感器的类型，将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值，其中，不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值；

[0032] 策略获取模块，用于将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果，并根据对比结果获取偏差值对应的诊断策略。

[0033] 一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器存储有计算机程序，处理器执行计算机程序时实现上述的方法的步骤。

[0034] 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述的方法的步骤。

附图说明

[0035] 图1为一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；

[0036] 图2为一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；

[0037] 图3为另一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；

[0038] 图4为另一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；

- [0039] 图5为另一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；
- [0040] 图6为一个实施例中传感器交叉验证故障诊断装置的结构框图；
- [0041] 图7为一个实施例中计算机设备的内部结构图；
- [0042] 图8为又一个实施例中传感器交叉验证故障诊断方法的流程示意图；
- [0043] 图9为交叉验证准则的坐标示意图。

具体实施方式

[0044] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0045] 在一个实施例中，如图1所示，提供了一种传感器交叉验证故障诊断方法，包括以下步骤：

[0046] 步骤S100，获取在工作条件下的待测传感器的测量值。

[0047] 具体的，传感器可以应用于工业设备中，例如用于设备管道中采集管道内的压力、流量和温度等等数据，传感器在工作过程中采集的各种数据会发送给用户或者计算机，从而对设备的运行状态进行监测，但是传感器在采集数据的过程中，由于传感器也存在发生故障的情况，故需要对传感器进行定期的故障诊断，以保证传感器采集数据的精确性。本实施例中，待测传感器指需要进行故障诊断的传感器，工作条件是指待测传感器所应用的环境，例如当待测传感器在管道内采集压力、流量等数据时即该待测传感器处于工作条件下，待测传感器的测量值包括压力以及流量。

[0048] 应当指出的是，待测传感器的数量是不受限制的，可以是一个待测传感器，也可以是多个待测传感器，本申请以计算机等处理设备作为执行柱体，计算机等处理设备能够通过待测传感器进行数据通信，来获取到一个或者多个待测传感器的测量值。

[0049] 步骤S200，根据待测传感器的类型，将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值。其中，不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值；待测传感器也具有不同的类型，例如有的待测传感器是互为冗余的传感器，即在某一个测量点设置有多个待测传感器，这些待测传感器都是测量同一个测量点的数据（例如压力和流量），它们互为冗余，这样多个互为冗余的待测传感器可以对应得到多个测量值，能够保证数据的可靠性；同时，有的待测传感器为单一类型，即某一个测量点只有一个待测传感器，该单一独立的传感器用于采集其对应的测量点的测量值。

[0050] 计算机等处理设备通过与待测传感器进行数据通信，在与待测传感器进行数据交互时能够识别出待测传感器的类型，从而将待测传感器的测量值与对应的预设标准值进行对比，得到偏差值，该偏差值即表征了待测传感器的测量精度是否发生偏差。

[0051] 步骤S300，将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果，并根据对比结果获取偏差值对应的诊断策略。

[0052] 具体的，预设验证准则用于进行对待测传感器进行验证，确定待测传感器是否存在相应的故障，预设验证准则可以根据实际情况进行修改，例如预设验证准则可以是功能验证准则或者降级验证准则，用户可以预先在计算机等处理设备上设置预设验证准则为功能验证准则，然后计算机等处理设备将偏差值与该功能验证准则进行对比得到对比结

果,比对结果至少包括两种,一种即偏差值大于该功能验证准则,另一种即为偏差值小于或等于该功能验证准则,通过不同的比对结果,可以得到对应的诊断策略,诊断策略包括对待测传感器进行及时的维修或再进一步进行校验等等,例如及时的调整待测传感器的量程已达到修正待测传感器精度,实现维修的目的。

[0053] 上述方法,通过获取在工作条件下的待测传感器的测量值,将待测传感器的测量值与预设标准值进行对比得到偏差值,然后再将偏差值与预设验证准则进行对比,实现了对待测传感器进行交叉验证,最后通过比对结果来获取对应的诊断策略,使得工作人员可以更加方便快捷的通过对应的诊断策略来对传感器进行维护管理。

[0054] 在一个实施例中,如图2所示,步骤S100包括步骤S101和步骤S102,步骤S101,根据预设采样周期,获取在工作条件下的待测传感器采集的物理量。步骤S102,将物理量进行模数转换得到待测传感器的测量值。

[0055] 具体的,待测传感器采集的数据一般为瞬时值,在一个预设采样周期内,待测传感器对同一个测量点的数据进行重复测量,然后发送至计算机等处理设备,这样能够保证数据测量的准确性,然后计算机等处理设备对待测传感器采集的物理量进行数据转换,方便进行后续的比对、分析等步骤。

[0056] 在一个实施例中,待测传感器的类型包括非冗余传感器和冗余传感器,预设标准值包括参考均值和冗余均值,如图3所示,步骤S200包括步骤S201和步骤S202,步骤S201,当待测传感器为非冗余传感器时,将测量值与参考均值进行对比得到偏差值。步骤S202,当待测传感器为冗余传感器时,将测量值与冗余均值进行对比得到偏差值。

[0057] 具体的,参考均值为标准传感器的测量值,可以通过对若干个标准传感器的测量值求均值得到参考均值,可以理解,参考均值是可以预设的,冗余均值是指与待测传感器互为冗余的传感器的测量值的均值,例如当有四个传感器同时对同一个测量点进行测量时,其中一个取为待测传感器,则剩余的三个与待测传感器互为冗余,通过将这三个传感器的测量值求均值即得到冗余均值。

[0058] 应当指出的是,非冗余传感器表示的是单一传感器,例如一个测量点只有一个待测传感器测量数据,则该待测传感器就位非冗余传感器,若一个测量点除了有待测传感器测量数据之外,还有其它的传感器同时在该测量点测量数据,则该待测传感器为冗余传感器。

[0059] 在一个实施例中,预设验证准则包括降级诊断验证准则,诊断策略包括降级策略,如图4所示,步骤S300包括步骤S301和步骤S302,步骤S301,将偏差值与降级诊断验证准则进行对比。步骤S302,若偏差值大于降级诊断验证准则,则获取偏差值对应的降级策略,降级策略用于对待测传感器进行偏差校验。

[0060] 具体的,降级诊断验证准则可以是一个数值,其可以根据实际情况来预先设置,降级诊断验证准则是用于验证待测传感器是否需要降级的一个数值,当计算机等处理设备计算得到的偏差值大于降级验证准则时,表示该待测传感器的测量精度等级可能有所下降,从而对应有降级策略,该降级策略可以由计算机等处理设备输出,从而提示工作人员需要对待测传感器进一步进行偏差校验,例如使该待测传感器在不同时间段多次重复采集数据,然后对采集的数据进行校验,从而确定是否需要对待测传感器进行降级处理。

[0061] 进一步的,在一个实施例中,降级诊断验证准则为:

[0062] $C(mv) = \max \{ \varepsilon(t), 1.414 \times C(c) \}$

[0063] 上式中, $C(mv)$ 表示降级准则, $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度, $C(c)$ 表示待测传感器的固有精度。

[0064] 在一个实施例中, 预设验证准则包括功能诊断验证准则, 诊断策略包括失效策略, 如图5所示, 步骤S300包括步骤S303和步骤S304, 步骤S303, 将偏差值与功能诊断验证准则进行对比。步骤S304, 若偏差值大于功能诊断验证准则, 则获取偏差值对应的失效策略, 失效策略用于对待测传感器进行精度纠正。

[0065] 具体的, 功能诊断验证准则也可以是一个数值, 其可以根据实际情况来预先设置, 功能诊断验证准则是用于验证待测传感器是否需要失效的一个数值, 当计算机等处理设备计算得到的偏差值大于功能验证准则时, 表示该待测传感器测量功能失效, 从而对应有失效策略, 该失效策略可以由计算机等处理设备输出, 从而提示工作人员需要对待测传感器及时进行精度纠正, 例如对待测传感器的测量量程进行调整, 以纠正其测量精度。

[0066] 进一步的, 在一个实施例中, 功能诊断验证准则为:

$$[0067] \quad C(fv) = \max \left\{ \left[\frac{\delta(FS)}{\varepsilon(t)} - X \right] * \varepsilon(t), 1.2 \times C(mv) \right\}$$

$$[0068] \quad X = \frac{1.645}{2\sqrt{N-1}}$$

[0069] 上式中, $C(fv)$ 表示功能诊断验证准则, $\delta(FS)$ 表示对待测传感器的功能允许误差, $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度, $C(mv)$ 表示降级准则, N 表示冗余传感器数目。

[0070] 应该理解的是, 虽然图2-5的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示, 但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明, 这些步骤的执行并没有严格的顺序限制, 这些步骤可以以其它的顺序执行。而且, 图2-5中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段, 这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成, 而是可以在不同的时刻执行, 这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行, 而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0071] 在一个实施例中, 如图6所示, 提供了一种传感器交叉验证故障诊断装置, 包括: 数据获取模块100、数值比对模块200和策略获取模块300, 其中:

[0072] 数据获取模块100, 用于获取在工作条件下的待测传感器的测量值。

[0073] 数值比对模块200, 用于根据待测传感器的类型, 将测量值与预设标准值进行对比得到偏差值, 其中, 不同类型的待测传感器对应不同的预设标准值。

[0074] 策略获取模块300, 用于将偏差值与预设验证准则进行对比得到对比结果, 并根据对比结果获取偏差值对应的诊断策略。

[0075] 上述装置, 通过获取在工作条件下的待测传感器的测量值, 将待测传感器的测量值与预设标准值进行对比得到偏差值, 然后再将偏差值与预设验证准则进行对比, 实现了对待测传感器进行交叉验证, 最后通过对比结果来获取对应的诊断策略, 使得工作人员可以更加方便快捷的通过对应的诊断策略来对传感器进行维护管理。

[0076] 在一个实施例中, 数据获取模块100包括采样单元以及转换单元, 采样单元用于

根据预设采样周期,获取在工作条件下的待测传感器采集的物理量。转换单元用于将物理量进行模数转换得到待测传感器的测量值。

[0077] 在一个实施例中,待测传感器的类型包括非冗余传感器和冗余传感器,预设标准值包括参考均值和冗余均值,数值比对模块200包括分类单元,分类单元用于当待测传感器为非冗余传感器时,将测量值与参考均值进行对比得到偏差值;当待测传感器为冗余传感器时,将测量值与冗余均值进行对比得到偏差值。

[0078] 在一个实施例中,预设验证准则包括降级诊断验证准则,诊断策略包括降级策略,

[0079] 在一个实施例中,策略获取模块300包括降级策略获取单元,降级策略获取单元用于将偏差值与降级诊断验证准则进行对比;若偏差值大于降级诊断验证准则,则获取偏差值对应的降级策略,降级策略用于对待测传感器进行偏差校验。

[0080] 进一步的,在一个实施例中,降级诊断验证准则为:

$$[0081] \quad C(mv) = \max \{ \varepsilon(t), 1.414 \times C(c) \}$$

[0082] 上式中, $C(mv)$ 表示降级准则, $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度, $C(c)$ 表示待测传感器的固有精度。

[0083] 在一个实施例中,预设验证准则包括功能诊断验证准则,诊断策略包括失效策略,策略获取模块300包括失效策略获取单元,失效策略获取单元用于将偏差值与功能诊断验证准则进行对比;若偏差值大于功能诊断验证准则,则获取偏差值对应的失效策略,失效策略用于对待测传感器进行精度纠正。

[0084] 进一步的,在一个实施例中,功能诊断验证准则为:

$$[0085] \quad C(fv) = \max \left\{ \left[\frac{\delta(FS)}{\varepsilon(t)} - X \right] * \varepsilon(t), 1.2 \times C(mv) \right\}$$

$$[0086] \quad X = \frac{1.645}{2\sqrt{N-1}}$$

[0087] 上式中, $C(fv)$ 表示功能诊断验证准则, $\delta(FS)$ 表示对待测传感器的功能允许误差, $\varepsilon(t)$ 表示待测传感器的技术精度, $C(mv)$ 表示降级准则, N 表示冗余传感器数目。

[0088] 关于传感器交叉验证故障诊断装置的具体限定可以参见上文中对于传感器交叉验证故障诊断方法的限定,在此不再赘述。上述传感器交叉验证故障诊断装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0089] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是终端,其内部结构图可以如图7所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、通信接口、显示屏和输入装置。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信,无线方式可通过WIFI、运营商网络、NFC(近场通信)或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实

现一种传感器交叉验证故障诊断方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏,该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层,也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板,还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[0090] 本领域技术人员可以理解,图7中示出的结构,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的限定,具体的计算机设备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。

[0091] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现上述传感器交叉验证故障诊断方法的步骤。

[0092] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述传感器交叉验证故障诊断方法的步骤。

[0093] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例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,的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、磁带、软盘、闪存或光存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)或外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM可以是多种形式,比如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory,SRAM)或动态随机存取存储器(Dynamic Random Access Memory,DRAM)等。

[0094] 在一个实施例中,为了对本申请进行详细的说明,请继续参考附图8,附图8示出了整个传感器交叉验证故障诊断方法的流程,首先是进行信号采集,具体包括从传感器和其它待测设备等模拟和数字被测单元中采集非电量或者电量信号,被采集数据是已被转换为电信号的各种物理量,如温度、水位、风速、压力等,可以是模拟量,也可以是数字量,采集一般是采样方式,即隔一定时间(即采样周期)对同一点数据重复采集,采集的数据大多是瞬时值,也可是某段时间内的一个特征值;然后进行偏差判断,偏差判断需要提前进行比较对象设定(即选择对应的预设标准值)和标准的设定(即预设验证准则),最后进行策略制定(即根据偏差值获取对应的诊断策略)。

[0095] 其中,比较对象的设定分为两种情况,一种情况为若进行故障诊断的待测传感器是非冗余传感器,则通过将改制与临时参考传感器(即参考均值)进行比较来检测待测传感器可能的缺陷,另一种情况为若进行故障诊断的待测传感器是冗余传感器,则主要目标是将待测传感器的每个值与互为冗余的其它传感器的另一个值进行比较,以确保每个传感器的测量值是合理的,并确保每个传感器之间的偏差处于运行可接受的范围内。

[0096] 标准的设定包括有功能验证准则和降级验证准则,功能验证准则其目的是探测待测传感器可能的失效,功能准则基于传感器的功能允许误差,它包含了传感器正常工作时的功能裕度,当偏差(即偏差值)超出功能验证准则时,必须立即进行纠正性维修;降级验证准则其目的是预防传感器的降级,降级验证准则基于比功能允许误差更为严格的传感器技术精度,若经过诊断后发现偏差值超出传感器验证准则,其通常的后继行动是执行

完整的校验,但是不必立即执行,可以延迟到合适的窗口再作处理。具体如图9所示, P_1 、 P_2 为交叉验证比较点, θ_1 、 θ_2 为参考标准(即预设标准值), $C(fv)$ 为功能验证准则, $C(mv)$ 为降级验证标准。

$$[0097] \quad |Y_1 - \theta_1| > C(fv)_1$$

$$[0098] \quad |Y_2 - \theta_2| > C(fv)_2$$

$$[0099] \quad |Y_1 - \theta_1| > C(mv)_1$$

$$[0100] \quad |Y_2 - \theta_2| > C(mv)_2$$

[0101] 进一步的,当待测传感器为冗余传感器时,对应的降级验证准则 $C(mv)$ 可以设定为:

$$[0102] \quad C(mv) = \varepsilon(t)$$

[0103] 上式中, $\varepsilon(t)$ 为传感器技术精度。

[0104] 当待测传感器为非冗余传感器时,对应的降级验证准则 $C(mv)$ 可以设定为:

$$[0105] \quad |x_1 - x_2| \leq \sqrt{(u_{x_1})^2 + (u_{x_2})^2}$$

[0106] 若 $|x_1 - x_2| \leq \sqrt{(u_{x_1})^2 + (u_{x_2})^2}$,说明偏差在可接受范围内;若 $|x_1 - x_2| > \sqrt{(u_{x_1})^2 + (u_{x_2})^2}$,则说明偏差超过可接受的范围。

[0107] 然而可以通过计算最可能的平均值或者参考值并将其与每个测量值进行比较来验证测量的合理性。

[0108] 假设 $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ 测量相同的物理参数,测量值得平均值

$$[0109] \quad \bar{x} = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

$$[0110] \quad w_i = \left(\frac{1}{u_{x_i}}\right)^2 / \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{u_{x_i}}\right)^2$$

$$[0111] \quad \overline{u_{x_i}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i x_i)^2}$$

[0112] 其中 x_i :第i个传感器或者变送器的测量值;

[0113] u_{x_i} :第i个传感器或者变送器测量值的不确定度;

[0114] w_i :比重因子;

[0115] \bar{x} :最具可信值;

[0116] $\overline{u_{x_i}}$:最具可信值的不确定度。

[0117] 交叉比较验证方法如下式:

$$[0118] \quad |x_i - \bar{x}| \leq \sqrt{(u_{x_i})^2 + (\bar{u}_{x_i})^2}$$

[0119] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0120] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

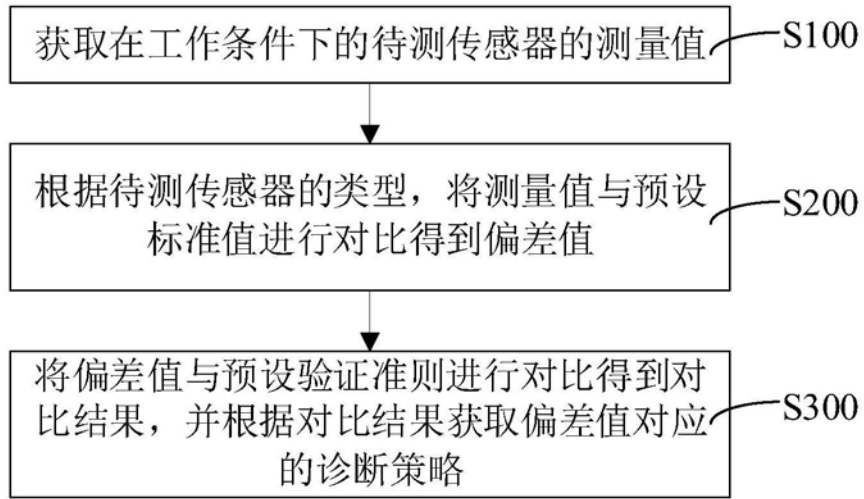


图1

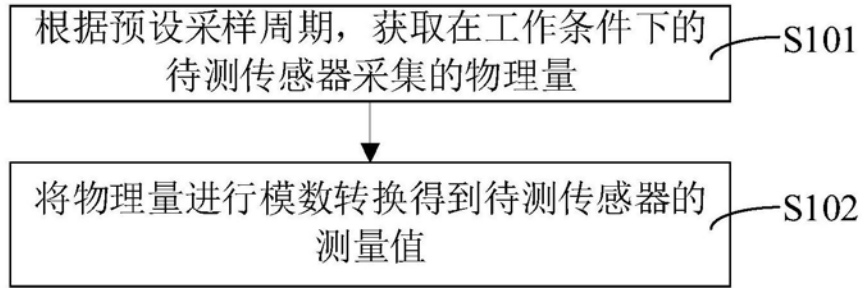


图2

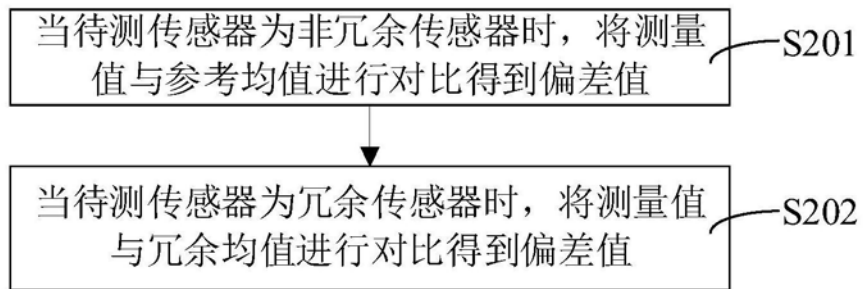


图3

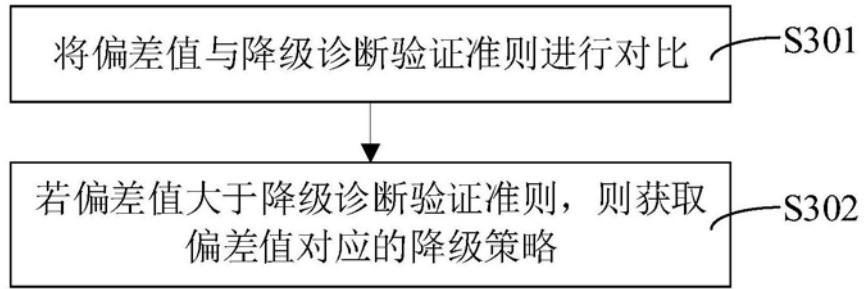


图4

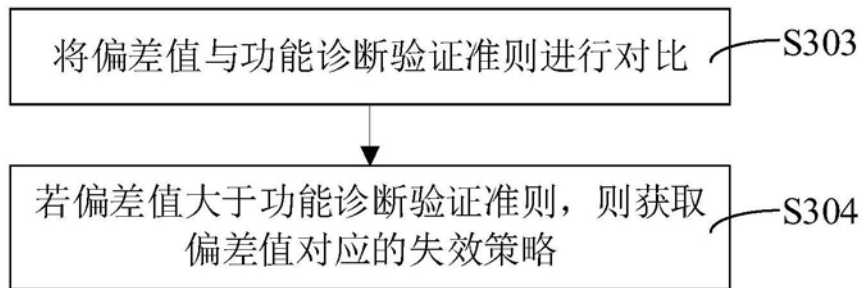


图5

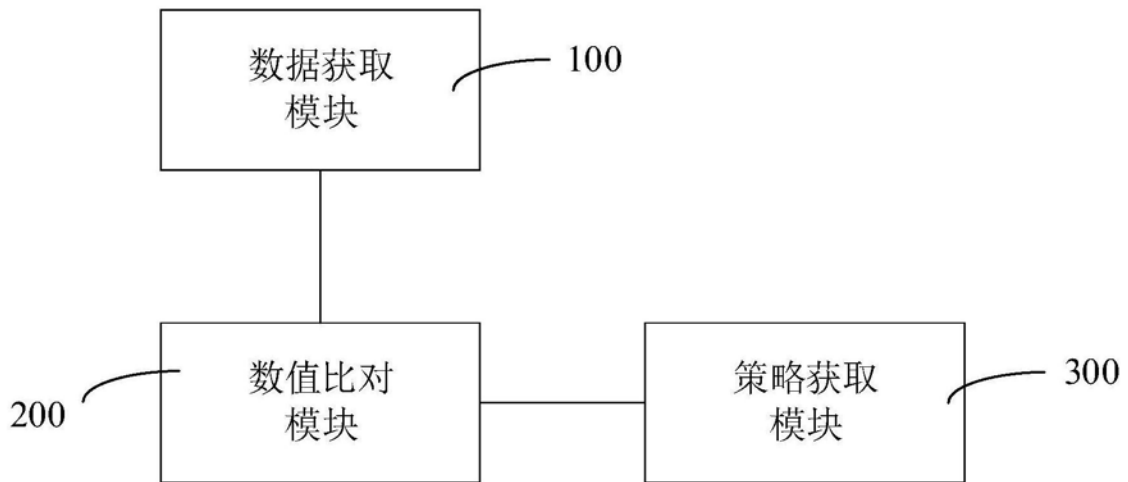


图6

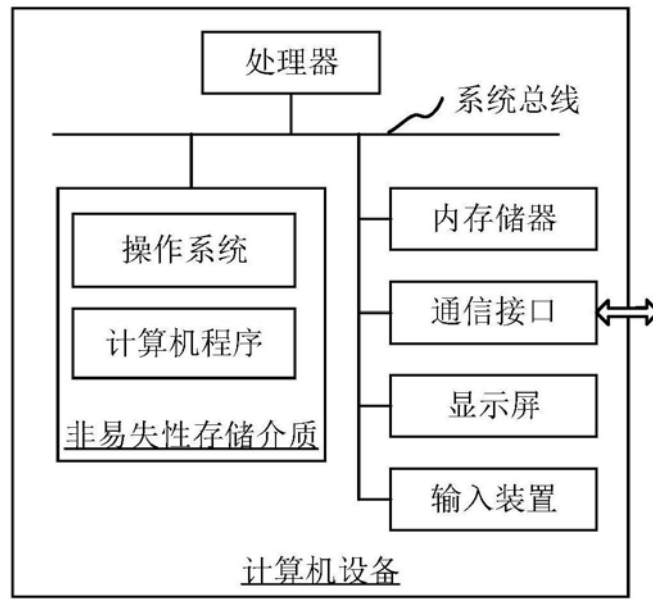


图7

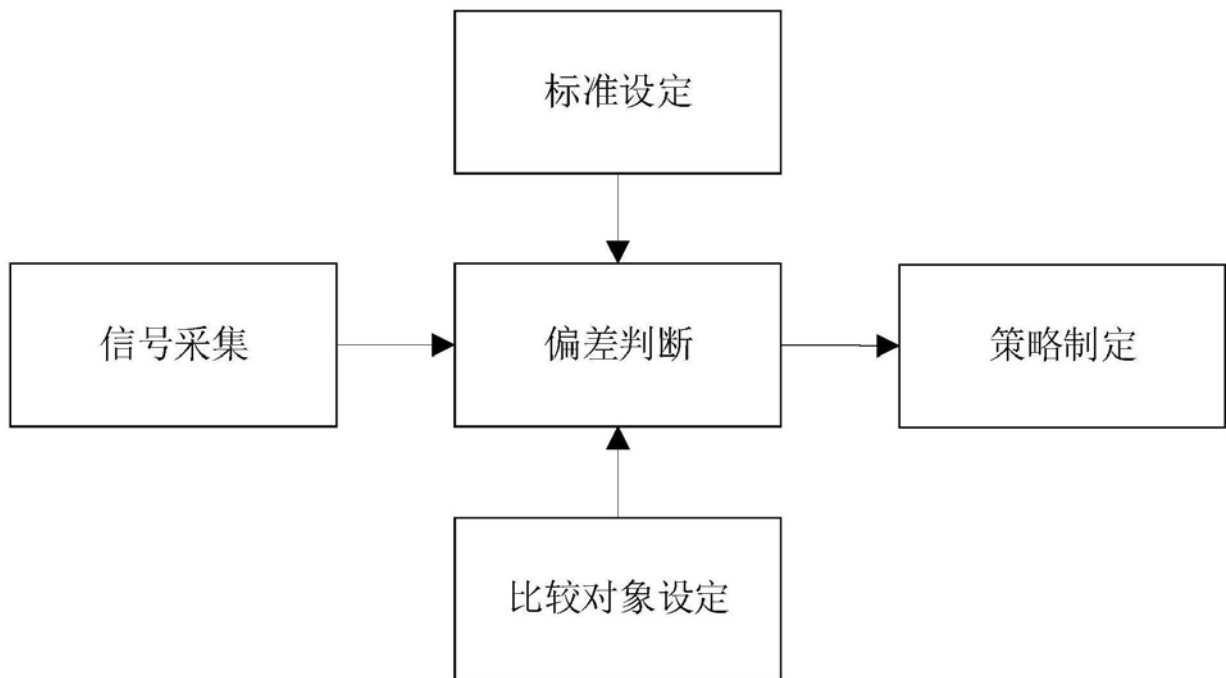


图8

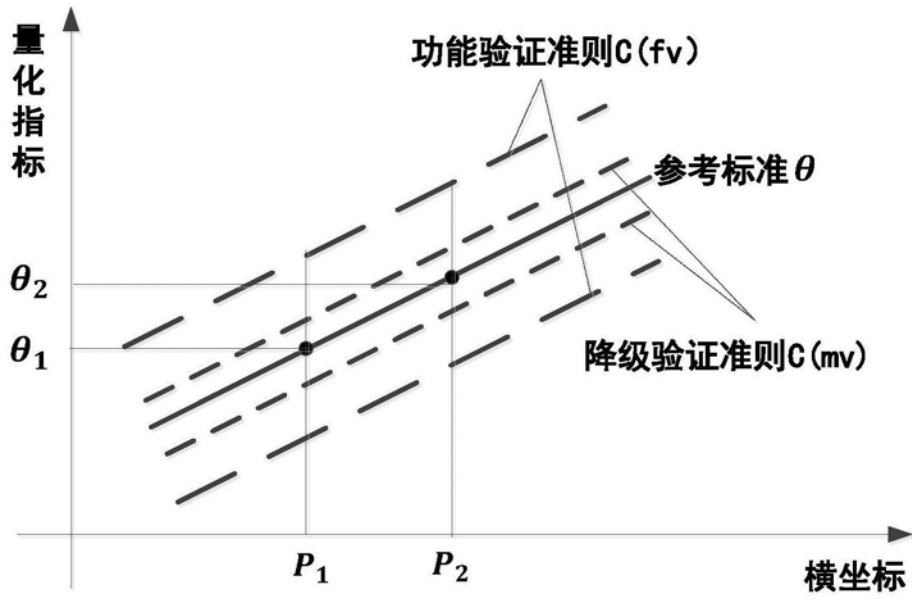


图9