



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117453506 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 26

(21) 申请号 202311431081.6

(22) 申请日 2021.07.01

(62) 分案原申请数据

202110751208.7 2021.07.01

(71) 申请人 腾讯科技(深圳)有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新区  
科技中一路腾讯大厦35层

(72) 发明人 徐士立 刘专 张其田 张亚军

王昊 洪楷

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限

公司 44202

专利代理师 杜维

(51) Int. Cl.

G06F 11/34 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

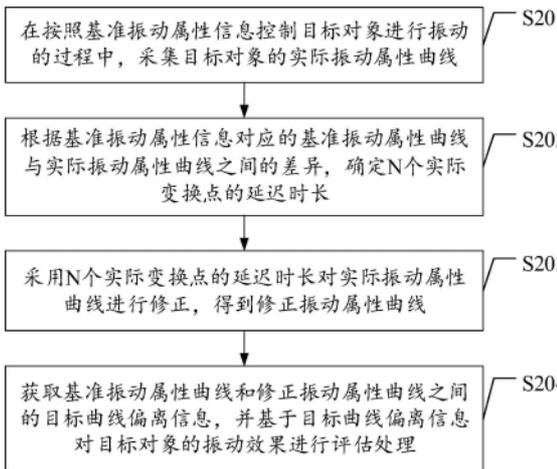
权利要求书4页 说明书24页 附图8页

(54) 发明名称

振动评估方法、装置、计算机设备以及存储介质

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种振动评估方法、装置、计算机设备以及存储介质,其中方法包括:在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线;基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;根据基准振动属性信息的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线的差异,确定N个实际变换点的延迟时长;采用延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线的目标曲线偏离信息,基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。可以提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。



1. 一种振动评估方法,其特征在于,包括:

采集目标对象在振动过程中的实际振动属性曲线,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;振动属性值包括以下至少一项:振动频率值和振动强度值;

根据所述实际振动属性曲线和基准振动属性曲线之间的差异,确定所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长;其中,所述基准振动属性曲线是根据多个时间点的基准振动属性值生成的;

采用所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长,对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述实际振动属性曲线包括N个实际变换点,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点;所述基准振动属性曲线包括N个基准变换点,所述N个基准变换点包括:所述基准振动属性曲线中的各个转折点;其中,N为正整数,一个基准变换点对应一个实际变换点;

所述根据所述实际振动属性曲线和基准振动属性曲线之间的差异,确定所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长,包括:

在所述基准振动属性曲线中确定第n个基准变换点的时间点,以及在所述实际振动属性曲线中确定第n个实际变换点的时间点, $n \in [1, N]$ ;

根据所述第n个实际变换点对应的时间点,以及所述第n个实际变换点的时间点,确定所述第n个实际变换点的延迟时长;

根据所述第n个实际变换点的延迟时长,确定所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基准振动属性曲线包括N个基准变换点,N为正整数;所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长包括:所述实际振动属性曲线的N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点;

所述采用所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长,对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线,包括:

采用所述N个实际变换点对所述实际振动属性曲线进行分段处理,得到多个第一曲线段,任意两个相邻的第一曲线段采用一个实际变换点衔接;

采用所述N个基准变换点对所述基准振动属性曲线进行分段处理,得到多个第二曲线段,任意两个相邻的第二曲线段采用一个基准变换点衔接;

根据每个第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长,确定所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长;

根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正,以得到修正振动属性曲线;其中,所述修正振动属性曲线包括各个修正后的第一曲线段,且每个修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述每个第一曲线段和对应的第二

曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正,包括:

根据第*i*个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,确定第*i*个第一曲线段的平移参数,所述平移参数包括平移方向和平移长度;其中,*i*为正整数,且小于或等于第一曲线段的数量;

采用所述平移参数对第*i*个第一曲线段进行平移处理。

5.如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正,还包括:

根据所述第*i*个第一曲线段对应的时间长度范围,以及相应的第二曲线段对应的时间长度范围,计算所述第*i*个第一曲线段的缩放参数;

采用所述缩放参数对第*i*个第一曲线段进行缩放处理,并触发采用所述平移参数对第*i*个第一曲线段进行平移处理的步骤;或者,采用所述缩放参数对平移处理后的第*i*个第一曲线段进行缩放处理。

6.如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,若所述基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动强度维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括强度偏离指标下的指标值;

若所述基准振动属性值包括:振动频率维度下的基准振动频率值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动频率维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括频率偏离指标下的指标值。

7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

针对任一偏离指标下的指标值进行计算,其中,所述任一偏离指标为所述强度偏离指标或频率偏离指标;

所述任一偏离指标下的指标值的计算方式包括:

确定所述目标对象在目标维度下所支持的属性值阈值,当所述任一偏离指标为所述强度偏离指标时,所述目标维度为所述振动强度维度;当所述任一偏离指标为所述频率偏离指标时,所述目标维度为所述振动频率维度;

将所述基准振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标基准曲线;将所述修正振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标修正曲线;

根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值;

采用所述目标维度对应的目标偏离指标下的偏离函数,根据所述目标维度下的属性偏离值,计算得到所述目标偏离指标下的指标值。

8.如权利要求7所述的方法,其特征在于,所述根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的各个目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值,包括:

按照预设时间长度,将所述目标基准曲线划分为*M*个第三曲线段,以及将所述目标修正曲线划分为*M*个第四曲线段;*M*为正整数,一个第三曲线段对应一个第四曲线段;

根据所述属性值阈值、各个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,以及对应的第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,分别计算所述各个第三曲线段对应的曲

线段偏离值；

对所述各个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行均值运算,以得到所述目标维度下的属性偏离值。

9.如权利要求8所述的方法,其特征在于,第 $m$ 个第三曲线段对应的曲线段偏离值的计算方式如下:

计算所述第 $m$ 个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第一相对振动属性值;

计算第 $m$ 个第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第二相对振动属性值;

根据每个目标时间点的第一相对振动属性值和对应的第二相对振动属性值之间的差值,计算所述第 $m$ 个第三曲线段对应的曲线段偏离值;

其中, $m \in [1, M]$ ,所述目标时间点是指:所述目标基准振动属性值所对应的时间点。

10.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理,包括:

获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息;

根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

11.如权利要求10所述的方法,其特征在于,所述实际振动属性曲线包括多个第一曲线段,所述基准振动属性曲线包括多个第二曲线段,且一个第一曲线段对应一个第二曲线段;所述获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息,包括:

根据每个第一曲线段对应的结束时间点,以及相应的第二曲线段对应的结束时间点,计算所述每个第一曲线段的拖尾时长;

对所述各个第一曲线段的拖尾时长进行均值运算,得到所述目标对象的平均拖尾时长;并根据所述平均拖尾时长和所述各个第一曲线段的 $N$ 个拖尾时长确定所述目标对象的拖尾偏差时长;

采用拖尾指标关联的指标参数、所述平均拖尾时长以及所述拖尾偏差时长,计算所述拖尾指标下的指标值;

将所述拖尾指标下的指标值,添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

12.如权利要求10或11所述的方法,其特征在于,所述获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息,包括:

对所述 $N$ 个实际变换点的延迟时长进行均值运算,得到所述目标对象的平均延迟时长;

根据所述平均延迟时长和所述 $N$ 个实际变换点的延迟时长,确定所述目标对象的延迟偏差时长;

采用延迟指标关联的指标参数、所述平均延迟时长以及所述延迟偏差时长,计算所述延迟指标下的指标值;

将所述延迟指标下的指标值,添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,对所述目标对象的振动效果进行评估处理,包括:

获取所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,所涉及各个指标的权重;

采用获取到的各个指标的权重,对所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息中的各个指标值进行加权求和,得到所述目标对象的振动效果描述值,所述振动效果描述值与所述振动效果成正相关。

14. 一种振动评估装置,其特征在于,包括:

采集单元,用于采集目标对象在振动过程中的实际振动属性曲线,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;振动属性值包括以下至少一项:振动频率值和振动强度值;

修正单元,用于根据所述实际振动属性曲线和基准振动属性曲线之间的差异,确定所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长;其中,所述基准振动属性曲线是根据多个时间点的基准振动属性值生成的;采用所述实际振动属性曲线和所述基准振动属性曲线之间的延迟时长,对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

评估单元,用于获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

15. 一种计算机设备,所述计算机设备包括输入设备、输出设备,所述计算机设备还包括处理器和存储介质,所述处理器用于获取存储介质中存储的一条或多条指令,以执行如权利要求1-13中任一项所述的方法。

16. 一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有一条或多条指令,所述一条或多条指令运行时执行如权利要求1-13中任一项所述的方法。

## 振动评估方法、装置、计算机设备以及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及互联网技术领域,具体涉及计算机技术领域,尤其涉及一种振动评估方法、装置、计算机设备以及存储介质。

### 背景技术

[0002] 在日常用户使用设备的时候,通常会存在“触觉”的体验,例如,用户在使用手机、耳机、按摩椅等设备时,用户可以通过某一操作触发这些设备产生一些振感,而这些设备所产生的振感一般是通过设备中的振动组件的振动所产生的。设备对应的振感的好坏,一般是根据其设备的振动组件的振动情况而定。因此,如何对振动组件的振动效果进行评估成为了亟需解决的问题。

### 发明内容

[0003] 本申请实施例提供了一种振动评估方法、装置、计算机设备以及存储介质,可以提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。

[0004] 一方面,本申请实施例提供了一种振动评估方法,所述方法包括:

[0005] 在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集所述目标对象的实际振动属性曲线;所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0006] 根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与所述实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点,N为正整数;

[0007] 采用所述N个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

[0008] 获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0009] 另一方面,本申请实施例提供了一种振动评估装置,所述装置包括:

[0010] 采集单元,用于在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集所述目标对象的实际振动属性曲线;所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0011] 确定单元,用于根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与所述实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点,N为正整数;

[0012] 修正单元,用于采用所述N个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

[0013] 评估单元,用于获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0014] 再一方面,本申请实施例提供了一种计算机设备,所述计算机设备包括输入设备、输出设备,所述计算机设备还包括:

[0015] 处理器,适于实现一条或多条指令;以及,

[0016] 计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有一条或多条指令,所述一条或多条指令适于由所述处理器加载并执行如下步骤:

[0017] 在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集所述目标对象的实际振动属性曲线;所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0018] 根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与所述实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点,N为正整数;

[0019] 采用所述N个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

[0020] 获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0021] 再一方面,本申请实施例提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有一条或多条指令,所述一条或多条指令适于由所述处理器加载并执行如下步骤:

[0022] 在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集所述目标对象的实际振动属性曲线;所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0023] 根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与所述实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性曲线中的各个转折点,N为正整数;

[0024] 采用所述N个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线;

[0025] 获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0026] 再一方面,本申请实施例提供了一种计算机程序产品,计算机程序产品包括计算机程序;该计算机程序存储在计算机可读存储介质中,计算机程序被计算机设备的处理器执行时,执行上述的振动评估方法。

[0027] 在本申请实施例中,计算机设备可在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线,其中,基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的。然后根据基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,并采用N个实际变换点的延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,以得到修正振动属性曲线。进一步的,可以获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。在上述的振动评估过程中,通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正,可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性,使其可在一定程度上准确地反映出

目标对象的实际振动情况。从而使得在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估时,可有效减少曲线偏离信息的误差,提升曲线偏离信息的准确性,进而减小目标对象的振动效果的评估误差,提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。

### 附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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。

[0029] 图1a是本申请实施例提供了一种振动评估方案的流程示意图;

[0030] 图1b是本申请实施例提供了一种振动评估系统的架构示意图;

[0031] 图2是本申请实施例提供了一种振动评估方法的流程示意图;

[0032] 图3a是本申请实施例提供了一种基准振动属性曲线和实际振动属性曲线的示意图;

[0033] 图3b是本申请实施例提供了一种针对基准振动属性曲线和实际振动属性曲线进行分段的示意图;

[0034] 图3c是本申请实施例提供了一种对实际振动属性曲线修正的示意图;

[0035] 图3d是本申请实施例提供了一种对第一曲线段进行平移的示意图;

[0036] 图3e是本申请实施例提供了一种对第一曲线段进行缩放的示意图;

[0037] 图4a是本申请实施例提供了一种对基准振动属性曲线和修正振动属性曲线的进行分段的示意图;

[0038] 图4b是本申请实施例提供了一种对基准振动属性曲线和修正振动属性曲线的进行分段的示意图;

[0039] 图5是本申请实施例提供了一种振动评估方法的流程示意图;

[0040] 图6是本申请实施例提供了一种展示第一曲线段和第二曲线段之间的拖延时长的示意图;

[0041] 图7是本申请实施例提供了一种振动评估装置的结构示意图;

[0042] 图8是本申请实施例提供了一种计算机设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0043] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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。

[0044] 在本申请实施例中,将可以进行振动的任一振动组件称为目标对象;为了对目标对象的振动效果进行评估,本申请实施例提供一种振动评估方案。参见图1a所示,该振动评估方案的大致原理如下:首先,可调用目标对象所在的设备,按照基准振动强度曲线以及基准振动频率曲线等基准振动属性曲线所对应的基准振动属性信息,控制目标对象进行振

动。在目标对象进行振动的过程中,可以采集目标对象的实际振动属性曲线;该实际振动属性曲线可以包括实际振动强度曲线和实际振动频率曲线中的一种或多种。对于实际采集到的每条实际振动属性曲线,可以分别确定每条实际振动属性曲线中的实际变换点(如曲线的转折点)的延迟时长,并根据每条实际振动属性曲线中的各个实际变换点的延迟时长,对每条实际振动属性曲线进行修正,从而得到修正后的实际振动属性曲线(后续称为修正振动属性曲线)。然后,可根据每条修正振动属性曲线和相应的基准振动属性曲线(如基准振动强度曲线、基准振动频率曲线),计算曲线偏离信息,从而根据计算得到的曲线偏离信息对该目标对象的振动效果进行综合评估。需要说明的是,目标对象在实际振动过程中所涉及的振动起始时刻与基准振动属性信息所指示的振动起始时刻可不同,且该目标对象在实际振动过程中所涉及的振动结束时刻与基准振动属性信息所指示的振动结束时刻也可不同。

[0045] 在具体实现中,上述所提及的振动评估方案的执行主体可以是计算机设备,该计算机设备可以是终端或者服务器。此处所提及的终端可以是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式电脑等设备,还可以是例如手柄、触摸屏等外设设备;服务器可以是独立的物理服务器,也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统,还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、内容分发网络(Content Delivery Network, CDN)、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器,等等。需要说明的是,当计算机设备为服务器时,若目标对象所处的设备为某个终端,则计算机设备在执行上述所提及的振动评估方案时,可将基准振动属性信息下发至目标对象所处的终端,使得该终端按照该基准振动属性信息控制目标对象进行振动;在此情况下,可由该终端采集目标对象的实际振动属性曲线,并将采集到的一条或多条实际振动属性曲线上传至服务器,从而使得服务器采集到该一条或多条实际振动属性曲线,如图1b所示。

[0046] 或者,上述所提及的振动评估方案也可由终端和服务器共同执行,该终端可以是内置有目标对象的终端。例如,终端在采集到目标对象的实际振动属性曲线后,也可由终端分别确定每条实际振动属性曲线中的实际变换点(如曲线的转折点)的延迟时长;然后,将采集到的每条实际振动属性曲线,以及每条实际振动属性曲线中的实际变换点的延迟时长上传至服务器。使服务器可直接根据接收到的数据执行曲线的修正操作,曲线偏离信息的计算操作以及振动效果的评估操作等。又如,终端也可在采集到实际振动属性曲线后,由终端执行实际变换点的延迟时长的计算操作、以及曲线的修正操作等;然后,由终端将修正后的实际振动属性曲线(即修正振动属性曲线)上传至服务器,使服务器可直接根据接收到的修正振动属性曲线执行曲线偏离信息的计算操作,以及振动效果的评估操作等。需要说明的是,当该振动评估方案由终端和服务器共同执行时,该终端和服务器可以通过有线或无线通信方式进行直接或间接地连接,本申请实施例在此不做限制。

[0047] 经实践表明,本申请实施例所提出的振动评估方案可具有如下有益效果:①通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正,可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性,使其可在一定程度上准确地反映出目标对象的实际振动情况。从而使得在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估时,可有效减少曲线偏离信息的误差,提升曲线偏离信息的准确性,进而减小

目标对象的振动效果的评估误差,提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。②该振动评估方案支持在不同硬件条件下、不同软件条件下均可以进行振动效果的横向对比。同时,在相同的软硬件条件下,通过不同的基准振动属性信息控制目标对象进行振动所产生的振动效果也会有差异,那么该振动评估方案可支持对不同基准振动属性信息所对应的振动效果进行准确评估,从而实现利用准确的评估效果反向指导振动效果的设计,以最大化地发挥出硬件最优效果。

[0048] 基于上述所提供的振动评估方案,本申请实施例提供了一种振动评估方法,该振动评估方法可由上述所提及的计算机设备执行,该计算机设备可以是终端或服务器;或者,该振动评估方法可由终端和服务器共同执行。为便于阐述,本申请实施例以计算机设备执行该振动评估方法为例进行说明;请参阅图2,该振动评估方法可包括以下步骤S201-S204:

[0049] S201,在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线。

[0050] 其中,目标对象是指可进行振动的任一组件,例如马达、弹片等等。具体实现中,是由目标对象所在的设备检测到关于目标对象的振动触发事件时,按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的。其中,振动触发事件可以根据业务需求或者经验值设置;举例说明,当目标对象是终端中内置的马达或弹片时,该振动触发事件可以是在目标游戏的运行过程中,检测到目标游戏操作的事件。此处所提及的目标游戏操作可以例如是:赛车游戏中,检测到控制赛车进行起步、漂移、或者赛车相撞的游戏操作;或者,可以例如是:竞技类游戏中,使用刀枪剑戟等游戏道具的游戏操作,等等。又例如,当目标对象是按摩椅中内置的弹片时,该振动触发事件可以是:检测到按摩椅被启动的事件。再例如,当目标对象是耳机中内置的弹片时,该振动触发事件可以是:检测到控制耳机播放音乐的操作,等等。另外,此处所提及的基准振动属性信息可以根据实际需求直接设置的;也可以是通过解析基于实际需求所设置的基准振动属性曲线所得到的,对此不作限定。

[0051] 由于目标对象的振动效果通常是用于反映,目标对象的实际振动情况是否达到了基准振动属性信息所指示的预期情况的;因此为了评估目标对象的振动效果,计算机设备可以在目标对象所在的设备按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线,以便于后续计算机设备可以根据该实际振动属性曲线对目标对象的振动效果进行评估。其中,基准振动属性信息可以为上述的预先设置的振动属性信息。该基准振动属性信息中可以包括多个时间点的基准振动属性值,其中,基准振动属性值可以包括:振动强度维度下的基准振动强度值和振动频率维度下的基准振动频率值中的一种或多种。

[0052] 在一种具体实现中,计算机设备可以在目标对象的振动过程中,采集目标对象在多个时间点的实际振动属性值,并在采集到多个时间点的实际振动属性值之后,采用多个时间点的实际振动属性值生成对应的实际振动属性曲线。应理解的是,若目标对象所处的设备和计算机设备是同一设备,则计算机设备可直接采集目标对象在多个时间点的实际振动属性值;或者,该计算机设备可与一个振动信号采集设备相连接,以通过该振动信号采集设备来采集目标对象在多个时间点的实际振动属性值。若目标对象所处的设备和计算机设备不是同一个设备,则计算机设备可通知目标对象所处的设备采集目标对象在多个时间点的实际振动属性值,该目标对象所处的设备可直接进行属性值的操作,也可通过与一个振

动信号采集设备相连接,从而通过该振动信号采集设备实现实际属性值的采集。其中,此处所提及的振动信号采集设备可以例如是滤波器,也可以是其他设备,在本申请不作限定。

[0053] 需要说明的是,基准振动属性值可以包括一个或多个振动维度下的振动属性值,实际振动属性值也可以包括一个或多个振动维度下的振动属性值,且基准振动属性值所包括的各个振动维度下的振动属性值,与实际振动属性值所包括各个振动维度下的振动属性值是一一对应的。其中,振动维度包括:振动强度维度、振动频率维度,以及其他振动维度,在本申请不做限定。本申请以振动维度包括:振动强度维度和振动频率维度中的一种或多种为例进行说明。具体地,如果基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值,则实际振动属性值也包括:振动强度维度下的实际振动强度值,实际振动属性曲线也就是振动强度维度下的振动曲线。如果基准振动属性值包括:振动频率维度下的基准振动频率值,则实际振动属性值也包括:振动频率维度下的实际振动频率值,实际振动属性曲线也就是振动频率维度下的振动曲线。如果基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值和振动频率维度下的基准振动频率值,则实际振动属性值也包括:振动强度维度下的实际振动强度值和振动频率维度下的实际振动频率值,实际振动属性曲线也就是振动强度维度下的振动曲线和振动频率维度下的振动曲线。

[0054] S202,根据基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长。

[0055] 其中,基准振动属性曲线是根据多个时间点的基准振动属性值生成的。N个实际变换点可以包括:实际振动属性曲线中的各个转折点,还可以包括实际振动属性曲线中的起始点和结束点中的一种或多种,N为正整数。例如,如图3a所示中的两条曲线分别为基准振动属性曲线和实际振动属性曲线,图3a中的a2、a3、a4、a5、a6、a7为实际振动属性曲线所包括的转折点,a1为实际振动属性曲线的起始点,a8为实际振动属性曲线的结束点。而N个实际变换点可以包括:a2、a3、a4、a5、a6、a7;或者,也可以包括:a1、a2、a3、a4、a5、a6、a7;或者,也可以包括:a2、a3、a4、a5、a6、a7、a8;或者,也可以包括:a1、a2、a3、a4、a5、a6、a7、a8。

[0056] 可以理解的是,目标对象在振动过程中是按照基准振动属性信息控制的,则目标对应的实际振动属性曲线,与基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线的基本结构是一样的,如果相差太大,终端的振动性能可能比较差。在实际振动属性曲线包含N个实际变换点的情况下,基准振动属性曲线也可以包括N个基准变换点。在一个实施例中,实际振动属性曲线与基准振动属性曲线的基本结构也有可能是不一样的,则基准振动属性曲线所包括的基准变换点的个数可能大于N,也有可能小于N。在本申请中,以实际振动属性曲线包含N个实际变换点,基准振动属性曲线包括N个基准变换点为例进行说明。同理,N个基准变换点可以包括:基准振动属性曲线中的各个转折点,还可以包括基准振动属性曲线中的起始点或结束点。如图3a中的b2、b3、b4、b5、b6、b7为基准振动属性曲线所包括的转折点,b1为基准振动属性曲线的起始点,b8为基准振动属性曲线的结束点。其中,一个基准变换点可以对应一个实际变换点。如图3a中的基准变换点b3对应实际变换点a3。

[0057] 在具体实现中,针对N个实际变换点中的任一实际变换点,以第n个实际变换点为例,确定该第n个实际变换点的延迟时长的具体实施方式可以包括:计算机设备可以在基准振动属性曲线中确定第n个基准变换点的时间点,并在实际振动属性曲线中确定第n个实际变换点的时间点,其中, $n \in [1, N]$ 。在得到第n个基准变换点的时间点和实际变换点的时间

点之后,可以根据该第n个实际变换点对应的时间点,以及该第n个实际变换点的时间点,确定第n个实际变换点的延迟时长。例如,可以将第n个基准变换点的时间点和实际变换点的时间点之间的时间差值作为第n个实际变换点的延迟时长。

[0058] 举例来说,如图3a所示,假设第n个基准变换点为b5,第n个实际变换点为a5。计算机设备可以确定b5的时间点1对应的时间为10ms,以及a5的时间点2对应的时间为12ms,而在得到时间点1和时间点2对应的时间后,计算机设备可以计算时间点1和时间点2之间的时间差值,经过计算可得到时间点1和时间点2之间的时间差值为2ms,那么计算机设备可以将2ms作为实际变换点b5的延迟时长。

[0059] S203,采用N个实际变换点的延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线。

[0060] 其中,为了便于计算后续的目标曲线偏离信息,通常可以将基准振动属性曲线和实际振动属性曲线在同一时间长度范围内进行对比,以得到目标曲线偏离信息。而由于某些因素,利用延时启动而使得相对于基准振动属性曲线,实际振动属性曲线整体进行了左移。那么,可以对实际振动属性曲线进行修正,该修正具体可以是平移处理,以得到修正振动属性曲线。修正振动属性曲线与基准振动属性曲线即是在同一时长范围内的。

[0061] 在具体实现中,计算机设备可以将实际振动属性曲线划分为多个曲线段,以实现每个曲线段进行修正,得到修正后的实际振动属性曲线,该修正后的实际振动属性曲线可以称之为修正振动属性曲线。其中,该修正振动属性曲线包括各个修正后的曲线段。在修正的过程中,可以以基准振动属性曲线为基准,对实际振动属性曲线进行修正,考虑到在修正的过程中是将实际振动属性曲线划分为了多个曲线段,那么,基准振动属性曲线也可以对应的划分为多个曲线段。

[0062] 在具体实现中,实际振动属性曲线可以包括N个实际变换点,基准振动属性曲线可以包括N个基准变换点。那么,计算机设备可以采用N个实际变换点对实际振动属性曲线进行分段处理,以得到多个第一曲线段。其中,实际振动属性曲线中的任意两个相邻的第一曲线段是采用一个实际变换点衔接的。同样,计算机设备也可以采用N个基准变换点对基准振动属性曲线进行分段处理,以得到多个第二曲线段。其中,基准振动属性曲线中的任意两个相邻的第二曲线段是采用一个基准变换点衔接的。

[0063] 考虑到对N个实际变换点的定义的不同,例如N个实际变换点可以包括实际振动属性曲线中的各个转折点,或者,可以包括实际振动属性曲线中的各个转折点以及实际振动属性曲线中的起始点和结束点,或者,可以包括实际振动属性曲线中的各个转折点以及实际振动属性曲线中的起始点或结束点。则可以以不同的方式对实际振动属性曲线进行分段处理,以得到多个第一曲线段。

[0064] 在一种实现方式中,假设N个实际变换点包括实际振动属性曲线中的各个转折点以及实际振动属性曲线中的起始点和结束点。计算机设备采用N个实际变换点对实际振动属性曲线进行分段处理的具体实施方式可以是:可以将两个相邻的实际变换点之间的曲线段确定为一个第一曲线段。其中,N个实际变换点可以将实际振动属性曲线划分为N-1个第一曲线段。例如,以图3b中(1)对应的坐标系中所示的实际振动属性曲线为例,该实际振动属性曲线中包括的实际变换点的个数 $N=8$ ,在采用该8个实际变换点对实际振动属性曲线进行分段处理时,可以得到图3b中(2)对应的坐标系中被划分为7个第一曲线段的实际振动

属性曲线。例如, a4和a5之间的曲线段为一个第一曲线段。

[0065] 在一种实现方式中, 假设N个实际变换点包括实际振动属性曲线中的各个转折点以及实际振动属性曲线中的起始点或结束点, 则N个实际变换点可以将实际振动属性曲线划分为N个第一曲线段。假设N个实际变换点包括实际振动属性曲线中的各个转折点。则N个实际变换点可以将实际振动属性曲线划分为N+1个第一曲线段。

[0066] 同理, 计算机设备在将基准振动属性曲线进行分段处理, 得到多个第二曲线段的实施方式, 与实际振动属性曲线进行分段处理, 得到多个第一曲线段的实施方式类似, 那么, 针对基准振动属性曲线进行分段处理的实施方式, 可以参考上述针对实际振动属性曲线进行分段处理的实施方式, 在此处不在赘述。例如, 以图3b中(1)对应的坐标系中所示的基准振动属性曲线为例, 该基准振动属性曲线中包括的基准变换点的个数 $N=8$ , 在采用该8个基准变换点对基准振动属性曲线进行分段处理时, 可以得到图3b中(3)对应的坐标系中被划分为7个第二曲线段的实际振动属性曲线。例如, b4和b5之间的曲线段为一个第二曲线段。其中, 第二曲线段与第一曲线段具有一一对应关系, 例如, b4和b5之间的曲线段所形成的第二曲线段与a4和a5之间的曲线段所形成的第一曲线段是对应的。

[0067] 而在得到多个第一曲线段和多个第二曲线段之后, 计算机设备可以根据每个第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长, 确定每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长。第一曲线段对应的实际变换点可以理解为第一曲线段对应的起始点。其中, 可以将每个第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长作为每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长。例如, 某一第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长为2ms, 则该某一第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长为2ms。

[0068] 进一步的, 可以根据每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 对每个第一曲线段进行修正, 以得到修正振动属性曲线。其中, 修正振动属性曲线包括各个修正后的第一曲线段, 且每个修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。其中, 针对任一修正后的第一曲线段而言, 修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐可以理解为修正后的第一曲线段的起始点对应的时间点和第二曲线段的起始点所对应的时间点相同, 且修正后的第一曲线段的结束点对应的时间点和第二曲线段的结束点所对应的时间点相同。例如, 图3c中(1)对应的坐标系中显示的是基准振动属性曲线和实际振动属性曲线, 图3c中(2)对应的坐标系中显示的是基准振动属性曲线和修正振动属性曲线, 从图3c中可以看出, 修正振动属性曲线相比于实际振动属性曲线, 修正振动属性曲线中所包括的各个修正后的第一曲线段, 与对应的第二曲线段是相对齐的。

[0069] 在一种具体实现中, 下述以多个第一曲线段中的任一曲线段的修正为例进行说明, 根据第i个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 对每个第一曲线段进行修正的具体实施方式可以是: 可以首先根据第i个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 确定第i个第一曲线段的平移参数。其中, 平移参数可以包括平移方向和平移长度, 该平移方向可以是向左, 以二维坐标系参考, 该平移方向可以是x轴负方向, 平移长度可以是第i个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长。而在确定第i个第一曲线段的平移参数之后, 即可以采用该平移参数对第i个第一曲线段进行平移处理。在具体实现方式中, 采用该平移参数对第i个第一曲线段进行平移处理的具体实施方式可以是: 将第i个第一曲线段朝平移方向移动上述的平移长度, 即将第i个第一曲线段朝左移动第i个第一曲线

段和对应的第二曲线段之间的延迟时长。其中,上述的*i*为正整数,且小于或等于第一曲线段的数量。

[0070] 举例来说,如图3d中(1)对应的坐标系中显示的第一曲线段和第二曲线段,第一曲线段的平移参数中的平移方向为图3d中(1)所示中的平移方向(向左),平移长度为该第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长( $t_2 - t_1$ )。那么,按照平移方向(向左)以及平移长度( $t_2 - t_1$ )可以得到图3d中(2)对应的坐标系中显示的修正后的第一曲线段。

[0071] 可以理解的是,如果第一曲线段的时间长度范围,和对应的第二曲线段的时间长度范围是相同的,将第一曲线段进行平移处理即可使得修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。其中,对齐的即是指两条曲线段的起始点对应的时间点相同,且两条曲线段的结束点对应的时间点相同。例如,图3d中(1)对应的坐标系中显示的第一曲线段的时间长度范围,和对应的第二曲线段的时间长度范围是相同的,则进行对第一曲线段进行平移处理之后,所得到的修正后的第一曲线段和第二曲线段即是相对齐的。而在实际振动中,因本身拖尾、延时启动或者上一振动的拖尾,通常会导致实际振动时长比基准振动时长要短或要长,进而导致第一曲线段和对应的第二曲线段无法在同一时间长度范围内进行对比,在这种情况下,可以采用等比例缩放的方式把各个第一曲线段缩放到和第二曲线段同等时间长度范围。

[0072] 如果第一曲线段的时间长度范围,和对应的第二曲线段的时间长度范围是不相同的,例如,如图3e中(1)对应的坐标系中显示的第一曲线段和第二曲线段分别对应的时间长度范围即是不相同的。那么,需要对第一曲线段进行平移处理,还需要进行缩放处理,以保证修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。其中,时间长度范围可以理解为一个曲线段的起始点对应的时间点和结束点对应的时间点之间的时间差值。例如,如果一个曲线段的起始点的时间点为10ms,结束点对应的时间点为30ms,则第一曲线段的时间长度范围为20ms( $30\text{ms} - 10\text{ms} = 20\text{ms}$ )。

[0073] 需要说明的是,如果在第一曲线段的时间长度范围,和对应的第二曲线段的时间长度范围是不相同的情况下,对第一曲线段进行平移处理和缩放处理的顺序在本申请不作限定。可以先对第一曲线段进行平移处理,得到平移后的第一曲线段之后,再对平移后的第一曲线段进行缩放处理,或者,也可以先对第一曲线段进行缩放处理,得到缩放后的第一曲线段之后,再对缩放后的第一曲线段进行平移处理。

[0074] 再一种具体实现中,下述以多个第一曲线段中的任一曲线段的修正为例进行说明,假设第一曲线段的时间长度范围,和对应的第二曲线段的时间长度范围是不相同的,则根据每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对每个第一曲线段进行修正的具体实施方式可以是:计算机设备可以确定第*i*个第一曲线段对应的时间长度范围,以及相应的第二曲线段对应的时间长度范围。在确定各自的时间长度范围之后,可以根据第*i*个第一曲线段对应的时间长度范围,以及相应的第二曲线段对应的时间长度范围,计算第*i*个第一曲线段的缩放参数,其中,第*i*个第一曲线段的缩放参数可以是第二曲线段对应的时间长度范围与第一曲线段对应的时间长度范围的比值。而在计算得到第*i*个第一曲线段的缩放参数之后,计算机设备即可以采用该缩放参数对第*i*个第一曲线段进行缩放处理,以使得第*i*个第一曲线段与其对应的第二曲线段的时间长度范围相同。而在得到缩放后的第*i*个第一曲线段之后,可以触发采用上述的平移参数对第*i*个第一曲线段进行平移处理的步骤。或

者,采用缩放参数对平移处理后的第*i*个第一曲线段进行缩放处理。

[0075] 举例来说,如图3e中(1)对应的坐标系中显示的第一曲线段和第二曲线段,第一曲线段对应的时间长度范围为L1,第二曲线段对应的时间长度范围为L2,则第一曲线段的缩放参数为L2/L1,以使得第一曲线段对应的时间长度范围L1通过缩放处理变为L2。那么,按照缩放参数L2/L1可以得到图3e中(2)对应的坐标系中显示的修正后的第一曲线段,其中修正后的第一曲线段的时间长度范围与第二曲线段的时间长度范围均为L2。

[0076] S204,获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。

[0077] 其中,对目标对象的振动效果进行评估处理时,所涉及到的振动属性值可以包括:振动强度维度下的振动属性值和振动频率维度下的振动属性值中的一种或多种。其中,如果基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值,则基准振动属性曲线以及修正振动属性曲线,均可以包括振动强度维度下的振动曲线,且目标曲线偏离信息可以包括强度偏离指标下的指标值。如果基准振动属性值包括:振动频率维度下的基准振动频率值,则基准振动属性曲线以及修正振动属性曲线,均可以包括振动频率维度下的振动曲线,且目标曲线偏离信息可以包括频率偏离指标下的指标值。如果基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值和振动频率维度下的基准振动频率值,则基准振动属性曲线以及修正振动属性曲线,均可以包括振动强度维度下的振动曲线和振动频率维度下的振动曲线,且目标曲线偏离信息可以包括强度偏离指标下的指标值和频率偏离指标下的指标值。

[0078] 在具体实现中,计算机设备可以获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,以基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。在本申请中,以目标曲线偏离信息为强度偏离指标下的指标值和频率偏离指标下的指标值为例进行说明。

[0079] 在一种具体实现中,针对任一偏离指标,该任一偏离指标可以为强度偏离指标或频率偏离指标,该任一偏离指标下的指标值的计算方式可以为如下描述:计算机设备可以先确定目标对象在目标维度下所支持的属性值阈值,其中,当任一偏离指标为强度偏离指标时,则目标维度可以为振动强度维度,目标维度下所支持的属性值阈值也就是目标对象所支持的最大强度;而当任一偏离指标为频率偏离指标时,则目标维度可以为振动频率维度,目标维度下所支持的属性值阈值也就是目标对象所支持的最大频率。为方便后续描述,可以将基准振动属性曲线中处于目标维度下的振动曲线,确定为目标基准曲线,并将修正振动属性曲线中处于目标维度下的振动曲线,确定为目标修正曲线。

[0080] 那么,计算机设备在获取到属性值阈值之后,即可以根据该属性值阈值、目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及目标修正曲线所指示的目标修正振动属性值,计算目标维度下的属性偏离值。其中,目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值可以是:目标基准曲线所包括的各个时间点对应的基准振动属性值,目标修正曲线所指示的目标修正振动属性值可以是:目标修正曲线所包括的各个时间点对应的修正振动属性值。而在计算得到目标维度下的属性偏离值之后,即可采用目标维度对应的目标偏离指标下的偏离函数,根据目标维度下的属性偏离值,计算得到目标偏离指标下的指标值。具体实现中,目标维度对应的目标偏离指标下的偏离函数可如式1.1所示:

[0081]  $F = W - \sqrt{H}$  式 1.1

[0082] 其中,为确保F值的最终结果可以落在0-100区间,可以将W设置为100,以修正范围,H为目标维度下的属性偏离值。其中,F越大,则表明实际振动属性曲线的偏差越小,振动效果也就越好。

[0083] 在一种具体实现中,计算目标维度下的属性偏离值的具体实施方式可以包括:计算机设备可以先计算目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,与属性值阈值之间的比值,以得到目标对象在目标基准曲线所包括的各个目标时间点的第三相对振动属性值。其中,目标基准振动属性值为目标基准曲线所包括的目标时间点所对应的基准振动属性值。例如,如果目标基准曲线所包括的某一目标时间点所对应的目标基准振动属性值为A1,属性值阈值为A0,则第三相对振动属性值为A1/A0。计算机设备还可以计算目标修正曲线所指示的各个目标修正振动属性值,与属性值阈值之间的比值,以得到目标对象在目标修正曲线所包括的各个目标时间点的第四相对振动属性值。其中,目标修正振动属性值为目标修正曲线所包括的目标时间点所对应的修正振动属性值。例如,如果目标修正曲线所包括的某一目标时间点所对应的目标修正振动属性值为B1,属性值阈值为B0,则第三相对振动属性值为B1/B0。而在计算得到每个目标时间点对应的第三相对振动属性值和对应的第四相对振动属性值之后,即可每个目标时间点的第三相对振动属性值和对应的第四相对振动属性值之间的差值,计算目标维度下的属性偏离值。具体实现中,可以利用第一曲线偏离函数来计算得到目标维度下的属性偏离值。该第一曲线偏离函数可以如式1.2所示:

$$[0084] \quad H = \frac{\sum_{k=1}^K (A - B)^2}{K} \quad \text{式 1.2}$$

[0085] 其中, $k \in [1, K]$ ,K表示目标基准曲线和目标修正曲线中所包括的目标时间点的个数,A表示第三相对振动属性值,B表示第四相对振动属性值。

[0086] 再一种具体实现中,为了加快数据处理速度,可以将目标基准曲线以及目标修正曲线进行分段处理,以根据分段处理后所得到的每一个曲线段所对应的曲线段偏离值,得到目标维度下的指标值。在这种情况下,计算目标维度下的属性偏离值的具体实施方式可以包括:计算机设备可以按照预设时间长度,将目标基准曲线划分为M个第三曲线段,以及将目标修正曲线划分为M个第四曲线段。其中,M为正整数,一个第三曲线段可以对应一个第四曲线段。上述的预设时间长度可以根据需求设置,例如,可以是5ms,或者10ms等任意数值,在本申请不作限定。需要说明的是,在按照预设时间长度,将目标基准曲线划分为M个第三曲线段,以及将目标修正曲线划分为M个第四曲线段时,M个第三曲线段中各个第三曲线段的时间长度范围可以相等,也可以不相等。同理,M个第四曲线段中各个第四曲线段的时间长度范围可以相等,也可以不相等。

[0087] 例如,如图4a所示,当目标基准曲线和目标修正曲线的时间长度范围总的时间长度范围为15ms,且当预设时间长度为5ms时,则M=3,即目标基准曲线可以被划分为3个第三曲线段,且每个第三曲线段的时间长度范围均为5ms。同理,目标修正曲线可以被划分为3个第四曲线段,且每个第四曲线段的时间长度范围均为5ms。且第三曲线段与第四曲线段一一对应。又如,如图4b所示,当预设时间长度为4ms时,则M=4,即目标基准曲线可以被划分为4个第三曲线段,但是4个第三曲线段中有一个第三曲线段的时间长度范围,与其他第三曲线段的时间长度范围不同。同理,目标修正曲线可以被划分为4个第四曲线段,但是4个第四曲

线段中有一个第四曲线段的时间长度范围,与其他第四曲线段的时间长度范围不同。且第三曲线段与第四曲线段一一对应。

[0088] 而在将目标基准曲线以及目标修正曲线进行分段处理之后,则可以根据属性值阈值、各个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,以及对应的第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,分别计算各个第三曲线段对应的曲线段偏离值。在得到各个第三曲线段对应的曲线段偏离值之后,可以对各个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行均值运算,以得到目标维度下的属性偏离值。目标维度下的属性偏离值也可以是基于均值运算结果进一步计算得到的值,例如,均值运算结果的标准差,均值运算结果的均方差等,在本申请不作限定。例如,以均值运算结果为例,假设M个第三曲线段对应的曲线段偏离值分别为 $H_1, H_2, \dots, H_m, \dots, H_M$ ,则目标维度下的属性偏离值 $H = (H_1 + H_2 + \dots + H_m + \dots + H_M) / M$ 。

[0089] 在一种具体实现中,以M个第三曲线段中任一第三曲线段中的第m个第三曲线段为例,其中, $m \in [1, M]$ ,计算该第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值的具体实施方式可以为如下描述:计算机设备可以先计算第m个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,与属性值阈值之间的比值,得到目标对象在各个目标时间点的第一相对振动属性值。其中,该目标时间点可以指:目标基准振动属性值所对应的时间点。计算机设备还可以计算第m个第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,与属性值阈值之间的比值,得到目标对象在各个目标时间点的第二相对振动属性值。而在计算得到每个目标时间点的第一相对振动属性值和对应的第二相对振动属性值之后,即可每个目标时间点的第一相对振动属性值和对应的第二相对振动属性值之间的差值,计算第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值。具体实现中,可以利用第二曲线偏离函数来计算得到第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值。该第二曲线偏离函数可以如式1.3所示:

$$[0090] \quad H_m = \frac{\sum_{j=1}^J (C - D)^2}{J} \quad \text{式 1.3}$$

[0091] 其中, $j \in [1, J]$ ,J表示第m个第三曲线段和第m个第四曲线段中所包括的目标时间点的个数,C表示第一相对振动属性值,D表示第二相对振动属性值。

[0092] 其中,在计算M个第三曲线段对应的曲线段偏离值时,可以采用串行方式依次对每个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行计算,也可以采用并行方式地对每个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行计算,而通过采用并行方式地对每个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行计算,以得到目标维度下的属性偏离值时,可以有效的加快数据计算速度,从而能可以提高对目标对象的振动效果进行评估的速度。

[0093] 具体实现中,在获取到目标曲线偏离信息之后,即可基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。其中,该目标曲线偏离信息可以包括:强度偏离指标下的指标值,以及频率偏离指标下的指标值中的一种或多种,在本申请中,以目标曲线偏离信息包括强度偏离指标下的指标值,以及频率偏离指标下的指标值为例进行说明。基于曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理的具体实施方式可以包括:计算机设备可以先获取强度偏离指标的权重,以及频率偏离指标的权重。其中,各个指标的权重可以根据不同应用场景中的实际需求预先设置,其权重对应的数值大小在本申请不作限定。而在获取到对应的权重之后,即可采用强度偏离指标的权重和频率偏离指标的权重,对强度偏离指标

下的指标值以及频率偏离指标下的指标值进行加权求和,以得到目标对象的振动效果描述值,其中,振动效果描述值可以与振动效果成正相关。在具体实现中,可以利用第一振动效果函数来得到目标对象的振动效果描述值,其中,该第一振动效果函数可如式1.4所示:

$$[0094] \quad F = \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{(c_1 \times F_{hz} + c_2 \times F_{in})}} \right) \times 100 \text{ 式 1.4}$$

[0095] 其中, $F \in [1, 100]$ ,  $F_{hz}$ 是频率偏离指标下的指标值, $F_{in}$ 是强度偏离指标下的指标值。 $c_1$ 为频率偏离指标的权重、 $c_2$ 强度偏离指标的权重, $c_1$ 、 $c_2$ 可以根据不同的应用场景进行调节。

[0096] 可以根据式1.4计算得到一个值,该值即是目标对象的振动效果描述值。振动效果描述值与振动效果成正相关,即F值越大,目标对象的振动效果越好,对应的,F值越小,目标对象的振动效果越差。

[0097] 在本申请实施例中,计算机设备通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正,可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性,使其可在一定程度上准确地反映出目标对象的实际振动情况。从而使得在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估时,可有效减少曲线偏离信息的误差,提升曲线偏离信息的准确性,进而减小目标对象的振动效果的评估误差,提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。该振动评估方案支持在不同硬件条件下、不同软件条件下均可以进行振动效果的横向对比。同时,在相同的软硬件条件下,通过不同的基准振动属性信息控制目标对象进行振动所产生的振动效果也会有差异,那么该振动评估方案可支持对不同基准振动属性信息所对应的振动效果进行准确评估,从而实现利用准确的评估效果反向指导振动效果的设计,以最大化地发挥出硬件最优效果。

[0098] 请参阅图5,图5为本申请实施例提供的一种振动评估方法的流程示意图。本实施例中所描述的振动评估方法,该方法可由计算机设备执行,该计算机设备可以是终端或服务器;或者,该振动评估方法可由终端和服务器共同执行。为便于阐述,本申请实施例以计算机设备执行该振动评估方法为例进行说明;其可包括以下步骤S501-S506:

[0099] S501,在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线。

[0100] S502,根据基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长。

[0101] S503,采用N个实际变换点的延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线。

[0102] S504,获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息。

[0103] S505,获取基准振动属性曲线和实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

[0104] 具体实现中,基准振动属性曲线和实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息可以包括延迟指标下的指标值和拖尾指标下的指标值中的一种或多种。则可以获取延迟指标下的指标值和拖尾指标下的指标值中的一种或多种作为参考曲线偏离信息。

[0105] 在一种具体实现中,获取延迟指标下的指标值的具体实施方式可以包括:计算机设备可以先对N个实际变换点的延迟时长进行均值运算,以得到目标对象的平均延迟时长。

其中,N个实际变换点的延迟时长的确定方式可以参考上述描述,在此处不在赘述。例如,N个实际变换点的延迟时长分别为 $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N$ ,则目标对象的平均延迟时长可以根据如式1.5所示的公式计算得到。

$$[0106] \quad \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum_{n=1}^N x_n}{N} \quad \text{式 1.5}$$

[0107] 而在获得目标对象的平均延迟时长之后,可以根据平均延迟时长和N个实际变换点的延迟时长,确定目标对象的延迟偏差时长。具体实现中,可以根据如式1.6所示的公式计算得到目标对象的延迟偏差时长。

$$[0108] \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2}{N}} \quad \text{式 1.6}$$

[0109] 进一步的,可以采用延迟指标关联的指标参数、平均延迟时长以及延迟偏差时长,计算延迟指标下的指标值,并将延迟指标下的指标值,添加至基准振动属性曲线和实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。具体实现中,可以根据如式1.7所示的公式计算得到延迟指标下的指标值。

$$[0110] \quad R = p - p_1 \times \bar{x} - p_2 \times \sigma_1 \quad \text{式 1.7}$$

[0111] 其中, $p, p_1, p_2$ 为延迟指标关联的指标参数, $\bar{x}$ 为平均延迟时长, $\sigma_1$ 为延迟偏差时长。延迟指标关联的指标参数中的 $p_1, p_2$ 分别为平均延迟时长和延迟偏差时长的调节参数。经研究表明,目标对象在振动过程中所产生的最大延迟时长通常为1000ms,为了确保R值的最终结果可以落在0-100的区间,可以将 $p$ 设置为100,且与100取差也可以修正R值的范围,R值越大,则表明延迟时长越小,振动效果也就越好。而 $p_1, p_2$ 可以分别为0.08和0.02,也可以分别为0.04和0.06,只需满足 $p_1 + p_2 = 0.1$ 即可, $p_1, p_2$ 的具体取值可以根据对平均延迟时长和延迟偏差时长的偏重程度进行调节。

[0112] 在一种具体实现中,根据上述描述可知,实际振动属性曲线可以包括多个第一曲线段,基准振动属性曲线包括可以多个第二曲线段,且一个第一曲线段对应一个第二曲线段。获取拖尾指标下的指标值的具体实施方式可以包括:计算机设备可以先根据每个第一曲线段对应的结束时间点,以及相应的第二曲线段对应的结束时间点,计算每个第一曲线段的拖尾时长。其中,以任一第一曲线段以及对应的第二曲线段为例,可以将第一曲线段对应的结束时间点和第二曲线段对应的结束时间点之间的差值作为第一曲线段的拖尾时长。如图6所示,以任一第一曲线段以及对应的第二曲线段为例进行说明, $t_4$ 是第一曲线段对应的结束时间点, $t_3$ 是第二曲线段对应的结束时间点,则第一曲线段的拖尾时长为 $t_4 - t_3$ 。

[0113] 而在得到每个第一曲线段的拖尾时长之后,可以对各个第一曲线段的拖尾时长进行均值运算,以得到目标对象的平均拖尾时长。根据上述描述可知,N个实际变换点的定义不同,根据N个实际变换点划分所得到的第一曲线段的数量也有所不同,在本申请中,为了方便描述,可以将N个实际变换点定义为包括实际振动属性曲线中的各个转折点以及实际振动属性曲线中的起始点或结束点,则N个实际变换点可以将实际振动属性曲线划分为N个第一曲线段。具体实现中,如果N个第一曲线段的延迟时长分别为 $y_1, y_2, \dots, y_n, \dots, y_N$ ,则目

标对象的平均拖尾时长可以根据如式1.8所示的公式计算得到。

$$[0114] \quad \bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \cdots + y_n + \cdots + y_N}{N} = \frac{\sum_{n=1}^N y_n}{N} \quad \text{式 1.8}$$

[0115] 而在获得目标对象的平均拖尾时长之后,可以根据平均拖尾时长和各个第一曲线段的拖尾时长,确定目标对象的拖尾偏差时长。具体实现中,可以根据如式1.9所示的公式计算得到目标对象的拖尾偏差时长。

$$[0116] \quad \sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (y_n - \bar{y})^2}{N}} \quad \text{式 1.9}$$

[0117] 进一步的,可以采用拖尾指标关联的指标参数、平均拖尾时长以及拖尾偏差时长,计算拖尾指标下的指标值,并将拖尾指标下的指标值,添加至基准振动属性曲线和实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。具体实现中,可以根据如式2.0所示的公式计算得到拖尾指标下的指标值。

$$[0118] \quad S = q - q_1 \times \bar{y} - q_2 \times \sigma_2 \quad \text{式 2.0}$$

[0119] 其中, $q$ 、 $q_1$ 、 $q_2$ 为拖尾指标关联的指标参数, $\bar{y}$ 为平均拖尾时长, $\sigma_2$ 为拖尾偏差时长。拖尾指标关联的指标参数中的 $q_1$ 、 $q_2$ 分别为平均拖尾时长和拖尾偏差时长的调节参数。 $q$ 、 $q_1$ 、 $q_2$ 的取值可以参考计算得到延迟指标下的指标值时,所采用的式1.7中 $p$ 、 $p_1$ 、 $p_2$ 的取值规则,在此处不在赘述。

[0120] S506,根据目标曲线偏离信息和参考曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估处理。

[0121] 具体实现中,计算机设备可以获取目标曲线偏离信息和参考曲线偏离信息,所涉及各个指标的权重。其中各个指标的权重可以根据不同应用场景中的实际需求预先设置,其权重对应的数值大小在本申请不作限定。而在获取到各个指标的权重之后,即可以采用获取到的各个指标的权重,对目标曲线偏离信息和参考曲线偏离信息中的各个指标值进行加权求和,以得到目标对象的振动效果描述值,振动效果描述值与振动效果成正相关。

[0122] 在一种具体实现中,目标曲线偏离信息可以包括强度偏离指标下的指标值和频率偏离指标下的指标值中的一种或多种,参考曲线偏离信息可以包括延迟指标下的指标值和拖尾指标下的指标值中的一种或多种。下述以目标曲线偏离信息包括强度偏离指标下的指标值和频率偏离指标下的指标值,参考曲线偏离信息包括延迟指标下的指标值和拖尾指标下的指标值为例进行说明。

[0123] 计算机设备可以获取延迟指标下的指标值的权重,以及,拖尾指标下的指标值的权重,频率偏离指标下的指标值的权重,强度偏离指标下的指标值的权重。在获取到上述的权重之后,可以利用上述权重对各个指标值进行加权求和,得到目标对象的振动效果描述值。在具体实现中,可以利用第二振动效果函数来得到目标对象的振动效果描述值,其中,该第二振动效果函数可如式2.1所示:

$$[0124] \quad F = \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{(d_1 \times R + d_2 \times S + d_3 \times Fhz + d_4 \times Fin)}} \right) \times 100 \text{ 式 2.1}$$

[0125] 其中,  $F \in [1, 100]$ ,  $R$ 是延迟指标下的指标值,  $S$ 是拖尾指标下的指标值,  $Fhz$ 是频率偏离指标下的指标值,  $Fin$ 是强度偏离指标下的指标值。 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 分别为各个指标对应的权重,  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 可以根据不同的应用场景进行调节。

[0126] 可以根据式2.1计算得到一个值, 该值即是目标对象的振动效果描述值。振动效果描述值与振动效果成正相关, 即 $F$ 值越大, 目标对象的振动效果越好, 对应的,  $F$ 值越小, 目标对象的振动效果越差。

[0127] 其中, 步骤S501-S504的具体实施方式可以参见上述实施例步骤S201-S204的具体描述, 此处不再赘述。

[0128] 在本申请实施例中, 计算机设备通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正, 可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性, 使其可在一定程度上准确地反映出目标对象的实际振动情况。在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息, 对目标对象的振动效果进行评估时, 结合实际属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息, 对目标对象的振动效果进行综合评估, 可有效减少曲线偏离信息的误差, 提升曲线偏离信息的准确性, 进而减小目标对象的振动效果的评估误差, 提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。该振动评估方案支持在不同硬件条件下、不同软件条件下均可以进行振动效果的横向对比。同时, 在相同的软硬件条件下, 通过不同的基准振动属性信息控制目标对象进行振动所产生的振动效果也会有差异, 那么该振动评估方案可支持对不同基准振动属性信息所对应的振动效果进行准确评估, 从而实现利用准确的评估效果反向指导振动效果的设计, 以最大化地发挥出硬件最优效果。

[0129] 基于上述振动评估方法实施例的描述, 本申请实施例还公开了一种振动评估装置, 该振动评估装置可以是运行于上述所提及的计算机设备中的一个计算机程序(包括程序代码)。该振动评估装置可以执行图2或图5所示的方法。请参见图7, 所述振动评估装置可以运行如下单元:

[0130] 采集单元701, 用于在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中, 采集所述目标对象的实际振动属性曲线; 所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值, 所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0131] 确定单元702, 用于根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线, 与所述实际振动属性曲线之间的差异, 确定 $N$ 个实际变换点的延迟时长, 所述 $N$ 个实际变换点包括: 所述实际振动属性曲线中的各个转折点,  $N$ 为正整数;

[0132] 修正单元703, 用于采用所述 $N$ 个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正, 得到修正振动属性曲线;

[0133] 评估单元704, 用于获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息, 并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0134] 再一种实现方式中, 所述基准振动属性曲线包括 $N$ 个基准变换点, 所述 $N$ 个基准变换点包括: 所述基准振动属性曲线中的各个转折点, 一个基准变换点对应一个实际变换点; 所述确定单元702, 在用于根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线, 与所述实

际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长时,可具体用于:

[0135] 在所述基准振动属性曲线中确定第n个基准变换点的时间点,以及在所述实际振动属性曲线中确定第n个实际变换点的时间点, $n \in [1, N]$ ;

[0136] 根据所述第n个实际变换点对应的时间点,以及所述第n个实际变换点的时间点,确定所述第n个实际变换点的延迟时长。

[0137] 再一种实现方式中,所述基准振动属性曲线包括N个基准变换点;所述修正单元703,在用于采用所述N个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正,得到修正振动属性曲线时,可具体用于:

[0138] 采用所述N个实际变换点对所述实际振动属性曲线进行分段处理,得到多个第一曲线段,任意两个相邻的第一曲线段采用一个实际变换点衔接;

[0139] 采用所述N个基准变换点对所述基准振动属性曲线进行分段处理,得到多个第二曲线段,任意两个相邻的第二曲线段采用一个基准变换点衔接;

[0140] 根据每个第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长,确定所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长;

[0141] 根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正,以得到修正振动属性曲线;其中,所述修正振动属性曲线包括各个修正后的第一曲线段,且每个修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。

[0142] 再一种实现方式中,所述修正单元703,在用于根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正时,可具体用于:

[0143] 根据第i个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,确定第i个第一曲线段的平移参数,所述平移参数包括平移方向和平移长度;其中,i为正整数,且小于或等于第一曲线段的数量;

[0144] 采用所述平移参数对第i个第一曲线段进行平移处理。

[0145] 再一种实现方式中,所述修正单元703,在用于根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长,对所述每个第一曲线段进行修正时,还可用于:

[0146] 根据所述第i个第一曲线段对应的时间长度范围,以及相应的第二曲线段对应的时间长度范围,计算所述第i个第一曲线段的缩放参数;

[0147] 采用所述缩放参数对第i个第一曲线段进行缩放处理,并触发采用所述平移参数对第i个第一曲线段进行平移处理的步骤;或者,采用所述缩放参数对平移处理后的第i个第一曲线段进行缩放处理。

[0148] 再一种实现方式中,若所述基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动强度维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括强度偏离指标下的指标值;

[0149] 若所述基准振动属性值包括:振动频率维度下的基准振动频率值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动频率维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括频率偏离指标下的指标值。

[0150] 再一种实现方式中,针对任一偏离指标,所述任一偏离指标为所述强度偏离指标或频率偏离指标;所述评估单元704,在用于计算任一偏离指标下的指标值时,可具体用于:

[0151] 确定所述目标对象在目标维度下所支持的属性值阈值,当所述任一偏离指标为所述强度偏离指标时,所述目标维度为所述振动强度维度;当所述任一偏离指标为所述频率偏离指标时,所述目标维度为所述振动频率维度;

[0152] 将所述基准振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标基准曲线;将所述修正振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标修正曲线;

[0153] 根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值;

[0154] 采用所述目标维度对应的目标偏离指标下的偏离函数,根据所述目标维度下的属性偏离值,计算得到所述目标偏离指标下的指标值。

[0155] 再一种实现方式中,所述评估单元704,在用于根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的各个目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值时,可具体用于:

[0156] 按照预设时间长度,将所述目标基准曲线划分为M个第三曲线段,以及将所述目标修正曲线划分为M个第四曲线段;M为正整数,一个第三曲线段对应一个第四曲线段;

[0157] 根据所述属性值阈值、各个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,以及对应的第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,分别计算所述各个第三曲线段对应的曲线段偏离值;

[0158] 对所述各个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行均值运算,以得到所述目标维度下的属性偏离值。

[0159] 再一种实现方式中,所述评估单元704,在用于计算第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值时,可具体用于:

[0160] 计算所述第m个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第二相对振动属性值;

[0161] 计算第m个第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第三相对振动属性值;

[0162] 根据每个目标时间点的第二相对振动属性值和对应的第三相对振动属性值之间的差值,计算所述第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值;

[0163] 其中, $m \in [1, M]$ ,所述目标时间点是指:所述目标基准振动属性值所对应的时间点。

[0164] 再一种实现方式中,所述评估单元704,在用于基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理时,可具体用于:

[0165] 获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息;

[0166] 根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0167] 再一种实现方式中,所述实际振动属性曲线包括多个第一曲线段,所述基准振动属性曲线包括多个第二曲线段,且一个第一曲线段对应一个第二曲线段;所述评估单元704,在用于获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息时,可具体用于:

[0168] 根据每个第一曲线段对应的结束时间点,以及相应的第二曲线段对应的结束时间

点,计算所述每个第一曲线段的拖尾时长;

[0169] 对所述各个第一曲线段的拖尾时长进行均值运算,得到所述目标对象的平均拖尾时长;并根据所述平均拖尾时长和所述各个第一曲线段的N个拖尾时长确定所述目标对象的拖尾偏差时长;

[0170] 采用拖尾指标关联的指标参数、所述平均拖尾时长以及所述拖尾偏差时长,计算所述拖尾指标下的指标值;

[0171] 将所述拖尾指标下的指标值,添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

[0172] 再一种实现方式中,所述评估单元704,在用于获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息时,可具体用于:

[0173] 对所述N个实际变换点的延迟时长进行均值运算,得到所述目标对象的平均延迟时长;

[0174] 根据所述平均延迟时长和所述N个实际变换点的延迟时长,确定所述目标对象的延迟偏差时长;

[0175] 采用延迟指标关联的指标参数、所述平均延迟时长以及所述延迟偏差时长,计算所述延迟指标下的指标值;

[0176] 将所述延迟指标下的指标值,添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

[0177] 再一种实现方式中,所述评估单元704,在用于根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,对所述目标对象的振动效果进行评估处理时,可具体用于:

[0178] 获取所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息,所涉及的各个指标的权重;

[0179] 采用获取到的各个指标的权重,对所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息中的各个指标值进行加权求和,得到所述目标对象的振动效果描述值,所述振动效果描述值与所述振动效果成正相关。

[0180] 根据本申请的一个实施例,图2或图5所示的方法所涉及各个步骤均可以由图7所示的振动评估装置中的各个单元执行的。例如,图2所示的步骤S201由图7中所示的采集单元701来执行,S202由图7中所示的确定单元702来执行,S203由图7中所示的修正单元703来执行,S204由图7中所示的评估单元704来执行。又如,图5所示的步骤S501由图7中所示的采集单元701来执行,S502由图7中所示的确定单元702来执行,S503由图7中所示的修正单元703来执行,步骤S504至步骤S506由图7中所示的评估单元704来执行。

[0181] 根据本申请的另一个实施例,图7所示的振动评估装置中的各个单元可以分别或者全部合并为一个或若干个另外的单元来构成,或者其中的某个(些)单元还可以再拆分为功能上更小的多个单元来构成,这可以实现同样的操作,而不影响本申请实施例的技术效果的实现。上述单元是基于逻辑功能划分的,在实际应用中,一个单元的功能也可以由多个单元来实现,或者多个单元的功能由一个单元实现。在本申请的其他实施例中,基于振动评估装置也可以包括其他单元,在实际应用中,这些功能也可以由其他单元协助实现,并且可以由多个单元协作实现。

[0182] 根据本申请的另一个实施例,可以通过包括中央处理单元(Central Processing

Unit,CPU),随机存取存储介质(RAM)、只读存储介质(ROM)等处理元件和存储元件。例如计算机的通用计算设备上运行能够执行如图2或图5中所示的相应方法所涉及的各步骤的计算机程序(包括程序代码),来构造如图7所示的振动评估装置,以及来实现本申请实施例的振动评估方法。所述的计算机程序可以记载于例如计算机可读记录介质上,并通过计算机可读记录介质装载于上述计算机设备中,并在其中运行。

[0183] 在本申请实施例中,计算机设备可在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线,其中,基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的。然后根据基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,并采用N个实际变换点的延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,以得到修正振动属性曲线。进一步的,可以获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。在上述的振动评估过程中,通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正,可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性,使其可在一定程度上准确地反映出目标对象的实际振动情况。从而使得在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估时,可有效减少曲线偏离信息的误差,提升曲线偏离信息的准确性,进而减小目标对象的振动效果的评估误差,提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。

[0184] 基于上述振动评估方法实施例的描述,本申请实施例还公开了一种计算机设备,请参见图8,该计算机设备至少可包括处理器801、输入设备802、输出设备803以及计算机存储介质804。其中,计算机设备内的处理器801、输入设备802、输出设备803以及计算机存储介质804可通过总线或其他方式连接。

[0185] 所述计算机存储介质804是计算机设备中的记忆设备,用于存放程序和数据。可以理解的是,此处的计算机存储介质804既可以包括计算机设备的内置存储介质,当然也可以包括计算机设备支持的扩展存储介质。计算机存储介质804提供存储空间,该存储空间存储了计算机设备的操作系统。并且,在该存储空间中还存放了适于被处理器801加载并执行的一条或多条指令,这些指令可以是一个或一个以上的计算机程序(包括程序代码)。需要说明的是,此处的计算机存储介质可以是高速RAM存储器;可选的,还可以是至少一个远离前述处理器的计算机存储介质、所述处理器可以称为中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),是计算机设备的核心以及控制中心,适于被实现一条或多条指令,具体加载并执行一条或多条指令从而实现相应的方法流程或功能。

[0186] 在一种可行的实施例中,可由处理器801加载并执行计算机存储介质中存放的一条或多条第一指令,以实现上述有关振动评估方法实施例中的方法的相应步骤;具体实现中,计算机存储介质中的一条或多条第一指令由处理器801加载并执行如下操作:

[0187] 在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振动的过程中,采集所述目标对象的实际振动属性曲线;所述基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,所述实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的;

[0188] 根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与所述实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,所述N个实际变换点包括:所述实际振动属性

曲线中的各个转折点,  $N$  为正整数;

[0189] 采用所述  $N$  个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正, 得到修正振动属性曲线;

[0190] 获取所述基准振动属性曲线和所述修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息, 并基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0191] 再一种实现方式中, 所述基准振动属性曲线包括  $N$  个基准变换点, 所述  $N$  个基准变换点包括: 所述基准振动属性曲线中的各个转折点, 一个基准变换点对应一个实际变换点; 在用于根据所述基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线, 与所述实际振动属性曲线之间的差异, 确定  $N$  个实际变换点的延迟时长时, 所述一条或多条指令由处理器 801 加载并具体执行:

[0192] 在所述基准振动属性曲线中确定第  $n$  个基准变换点的时间点, 以及在所述实际振动属性曲线中确定第  $n$  个实际变换点的时间点,  $n \in [1, N]$ ;

[0193] 根据所述第  $n$  个实际变换点对应的时间点, 以及所述第  $n$  个实际变换点的时间点, 确定所述第  $n$  个实际变换点的延迟时长。

[0194] 再一种实现方式中, 所述基准振动属性曲线包括  $N$  个基准变换点; 在采用所述  $N$  个实际变换点的延迟时长对所述实际振动属性曲线进行修正, 得到修正振动属性曲线时, 所述一条或多条指令由处理器 801 加载并具体执行:

[0195] 采用所述  $N$  个实际变换点对所述实际振动属性曲线进行分段处理, 得到多个第一曲线段, 任意两个相邻的第一曲线段采用一个实际变换点衔接;

[0196] 采用所述  $N$  个基准变换点对所述基准振动属性曲线进行分段处理, 得到多个第二曲线段, 任意两个相邻的第二曲线段采用一个基准变换点衔接;

[0197] 根据每个第一曲线段对应的实际变换点的延迟时长, 确定所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长;

[0198] 根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 对所述每个第一曲线段进行修正, 以得到修正振动属性曲线; 其中, 所述修正振动属性曲线包括各个修正后的第一曲线段, 且每个修正后的第一曲线段与对应的第二曲线段相对齐。

[0199] 再一种实现方式中, 在根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 对所述每个第一曲线段进行修正时, 可具体用所述一条或多条指令由处理器 801 加载并具体执行:

[0200] 根据第  $i$  个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 确定第  $i$  个第一曲线段的平移参数, 所述平移参数包括平移方向和平移长度; 其中,  $i$  为正整数, 且小于或等于第一曲线段的数量;

[0201] 采用所述平移参数对第  $i$  个第一曲线段进行平移处理。

[0202] 再一种实现方式中, 在根据所述每个第一曲线段和对应的第二曲线段之间的延迟时长, 对所述每个第一曲线段进行修正时, 所述一条或多条指令由处理器 801 加载并具体执行:

[0203] 根据所述第  $i$  个第一曲线段对应的时间长度范围, 以及相应的第二曲线段对应的时间长度范围, 计算所述第  $i$  个第一曲线段的缩放参数;

[0204] 采用所述缩放参数对第  $i$  个第一曲线段进行缩放处理, 并触发采用所述平移参数

对第i个第一曲线段进行平移处理的步骤;或者,采用所述缩放参数对平移处理后的第i个第一曲线段进行缩放处理。

[0205] 再一种实现方式中,若所述基准振动属性值包括:振动强度维度下的基准振动强度值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动强度维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括强度偏离指标下的指标值;

[0206] 若所述基准振动属性值包括:振动频率维度下的基准振动频率值,则所述基准振动属性曲线、所述实际振动属性曲线以及所述修正振动属性曲线,均包括所述振动频率维度下的振动曲线,且所述目标曲线偏离信息包括频率偏离指标下的指标值。

[0207] 再一种实现方式中,针对任一偏离指标,所述任一偏离指标为所述强度偏离指标或频率偏离指标;在计算任一偏离指标下的指标值时,所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0208] 确定所述目标对象在目标维度下所支持的属性值阈值,当所述任一偏离指标为所述强度偏离指标时,所述目标维度为所述振动强度维度;当所述任一偏离指标为所述频率偏离指标时,所述目标维度为所述振动频率维度;

[0209] 将所述基准振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标基准曲线;将所述修正振动属性曲线中处于所述目标维度下的振动曲线,确定为目标修正曲线;

[0210] 根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值;

[0211] 采用所述目标维度对应的目标偏离指标下的偏离函数,根据所述目标维度下的属性偏离值,计算得到所述目标偏离指标下的指标值。

[0212] 再一种实现方式中,在根据所述属性值阈值、所述目标基准曲线所指示的各个目标基准振动属性值,以及所述目标修正曲线所指示的各个目标修正振动属性值,计算所述目标维度下的属性偏离值时,所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0213] 按照预设时间长度,将所述目标基准曲线划分为M个第三曲线段,以及将所述目标修正曲线划分为M个第四曲线段;M为正整数,一个第三曲线段对应一个第四曲线段;

[0214] 根据所述属性值阈值、各个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,以及对应的第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,分别计算所述各个第三曲线段对应的曲线段偏离值;

[0215] 对所述各个第三曲线段对应的曲线段偏离值进行均值运算,以得到所述目标维度下的属性偏离值。

[0216] 再一种实现方式中,在计算第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值时,所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0217] 计算所述第m个第三曲线段所指示的各个目标基准振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第一相对振动属性值;

[0218] 计算第m个第四曲线段所指示的各个目标修正振动属性值,与所述属性值阈值之间的比值,得到所述目标对象在各个目标时间点的第二相对振动属性值;

[0219] 根据每个目标时间点的第一相对振动属性值和对应的第二相对振动属性值之间的差值,计算所述第m个第三曲线段对应的曲线段偏离值;

[0220] 其中,  $m \in [1, M]$ , 所述目标时间点是指: 所述目标基准振动属性值所对应的时间点。

[0221] 再一种实现方式中, 在基于所述目标曲线偏离信息对所述目标对象的振动效果进行评估处理时, 所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0222] 获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息;

[0223] 根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息, 对所述目标对象的振动效果进行评估处理。

[0224] 再一种实现方式中, 所述实际振动属性曲线包括多个第一曲线段, 所述基准振动属性曲线包括多个第二曲线段, 且一个第一曲线段对应一个第二曲线段; 在获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息时, 所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0225] 根据每个第一曲线段对应的结束时间点, 以及相应的第二曲线段对应的结束时间点, 计算所述每个第一曲线段的拖尾时长;

[0226] 对所述各个第一曲线段的拖尾时长进行均值运算, 得到所述目标对象的平均拖尾时长; 并根据所述平均拖尾时长和所述各个第一曲线段的N个拖尾时长确定所述目标对象的拖尾偏差时长;

[0227] 采用拖尾指标关联的指标参数、所述平均拖尾时长以及所述拖尾偏差时长, 计算所述拖尾指标下的指标值;

[0228] 将所述拖尾指标下的指标值, 添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

[0229] 再一种实现方式中, 在获取所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息时, 所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0230] 对所述N个实际变换点的延迟时长进行均值运算, 得到所述目标对象的平均延迟时长;

[0231] 根据所述平均延迟时长和所述N个实际变换点的延迟时长, 确定所述目标对象的延迟偏差时长;

[0232] 采用延迟指标关联的指标参数、所述平均延迟时长以及所述延迟偏差时长, 计算所述延迟指标下的指标值;

[0233] 将所述延迟指标下的指标值, 添加至所述基准振动属性曲线和所述实际振动属性曲线之间的参考曲线偏离信息。

[0234] 再一种实现方式中, 在根据所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息, 对所述目标对象的振动效果进行评估处理时, 所述一条或多条指令由处理器801加载并具体执行:

[0235] 获取所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息, 所涉及的各个指标的权重;

[0236] 采用获取到的各个指标的权重, 对所述目标曲线偏离信息和所述参考曲线偏离信息中的各个指标值进行加权求和, 得到所述目标对象的振动效果描述值, 所述振动效果描述值与所述振动效果成正相关。

[0237] 在本申请实施例中, 计算机设备可在按照基准振动属性信息控制目标对象进行振

动的过程中,采集目标对象的实际振动属性曲线,其中,基准振动属性信息中包括多个时间点的基准振动属性值,实际振动属性曲线是根据采集到的多个时间点的实际振动属性值生成的。然后根据基准振动属性信息对应的基准振动属性曲线,与实际振动属性曲线之间的差异,确定N个实际变换点的延迟时长,并采用N个实际变换点的延迟时长对实际振动属性曲线进行修正,以得到修正振动属性曲线。进一步的,可以获取基准振动属性曲线和修正振动属性曲线之间的目标曲线偏离信息,并基于目标曲线偏离信息对目标对象的振动效果进行评估处理。在上述的振动评估过程中,通过对目标对象的实际振动属性曲线进行修正,可以有效提升修正后的实际振动曲线的准确性和可靠性,使其可在一定程度上准确地反映出目标对象的实际振动情况。从而使得在根据修正后的实际振动属性曲线与基准振动属性曲线之间的曲线偏离信息,对目标对象的振动效果进行评估时,可有效减少曲线偏离信息的误差,提升曲线偏离信息的准确性,进而减小目标对象的振动效果的评估误差,提高目标对象的振动效果的评估结果的准确性。

[0238] 需要说明的是,本申请实施例还提供了一种计算机程序产品或计算机程序,该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令,该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令,处理器执行该计算机指令,使得该计算机设备执行上述振动评估方法实施例图2或图5中所执行的步骤。

[0239] 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,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)等。

[0240] 以上所揭露的仅为本申请一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本申请之权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本申请权利要求所作的等同变化,仍属于发明所涵盖的范围。

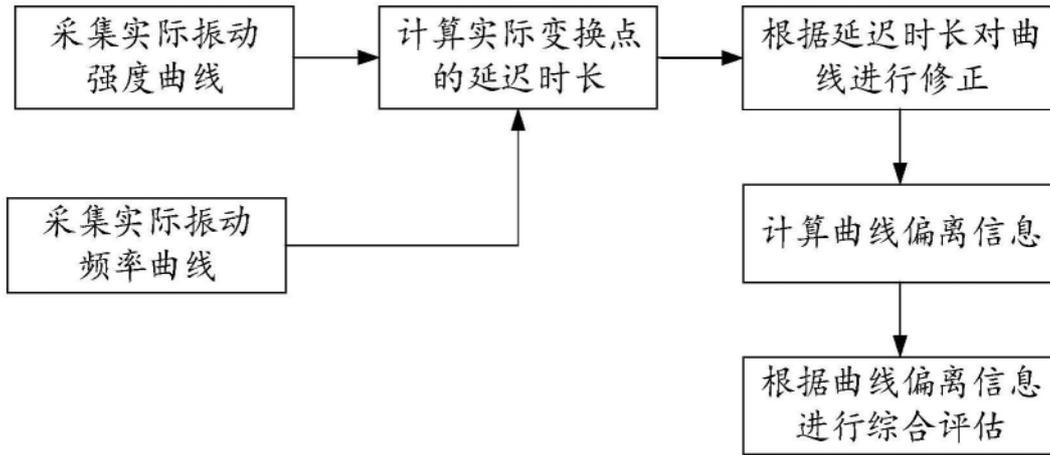


图1a

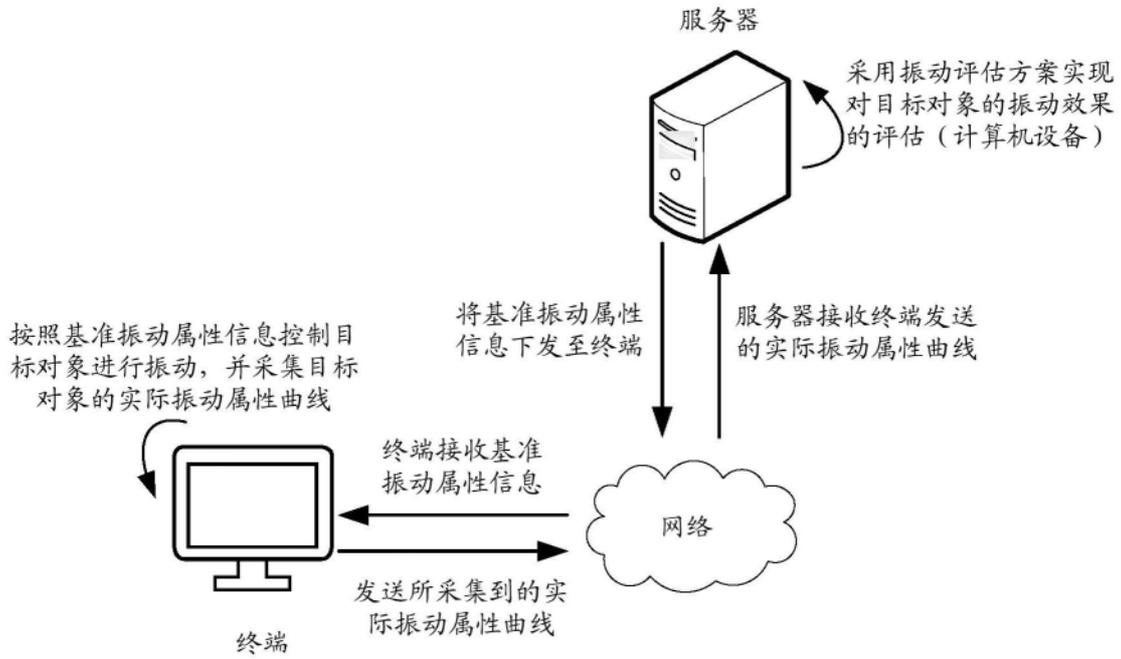


图1b

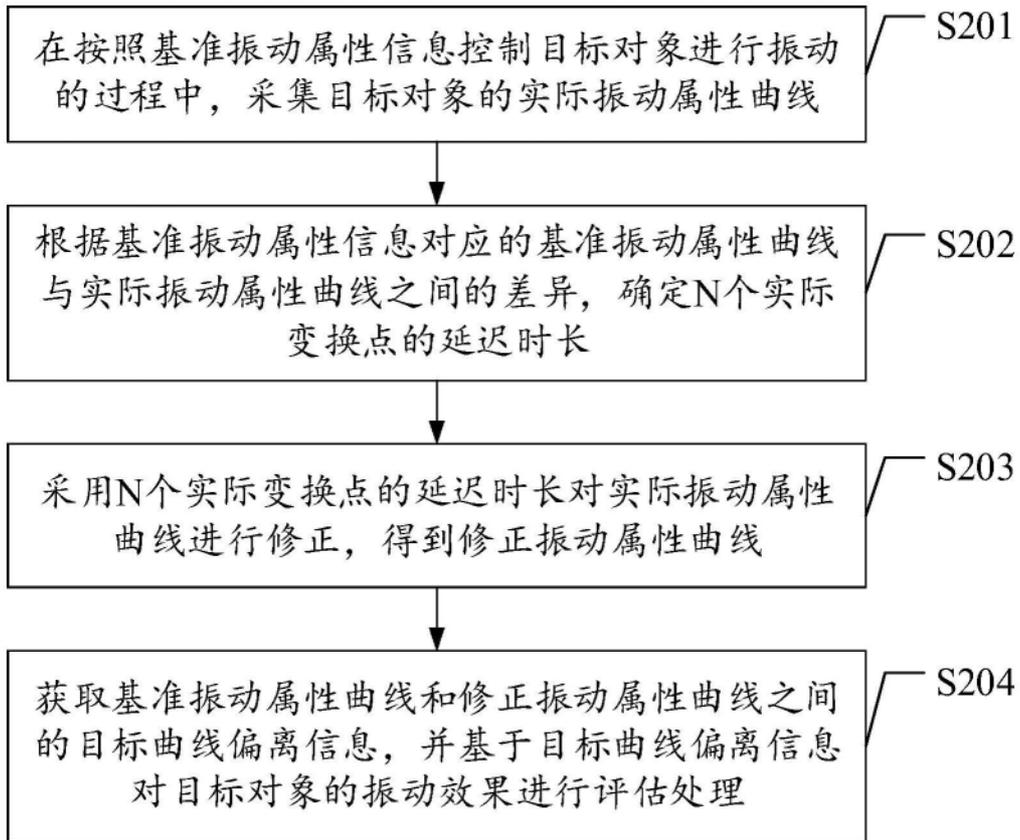


图2

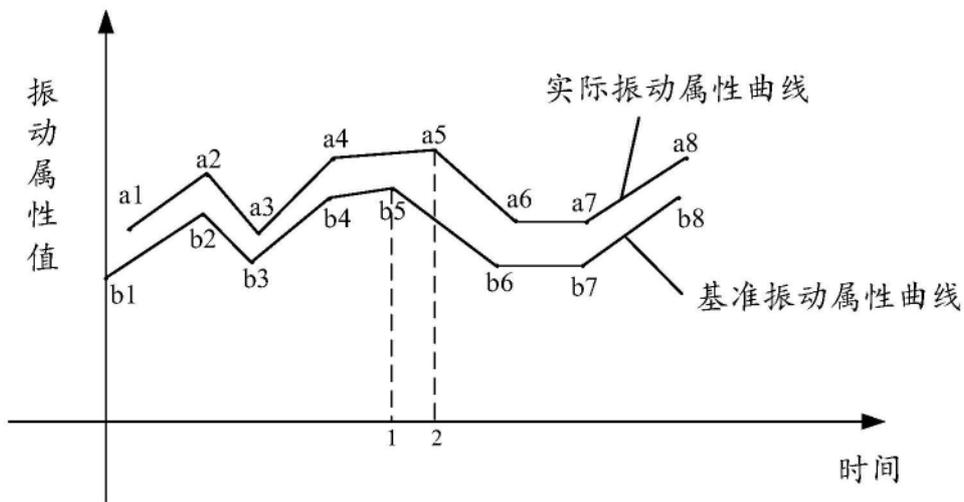


图3a

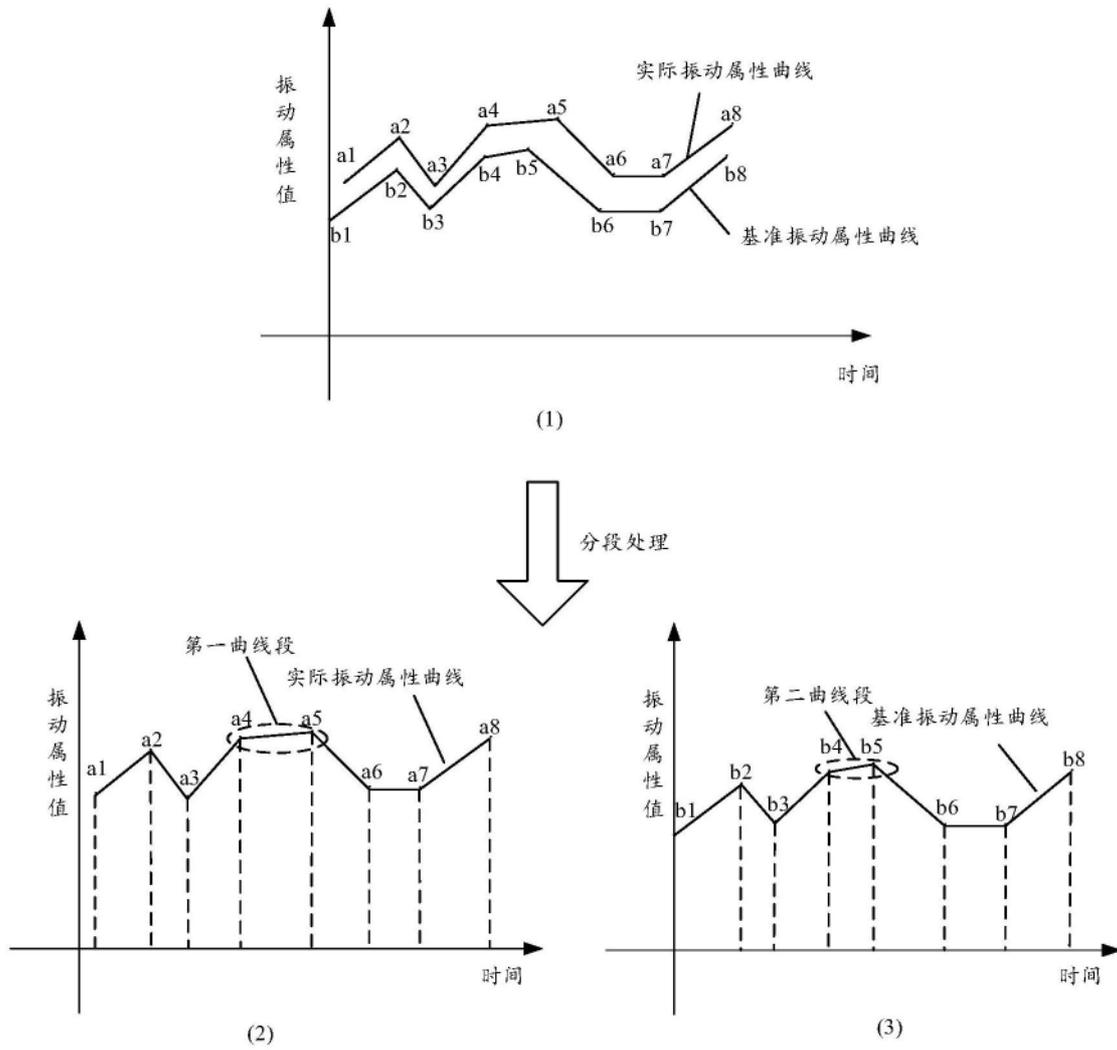


图3b

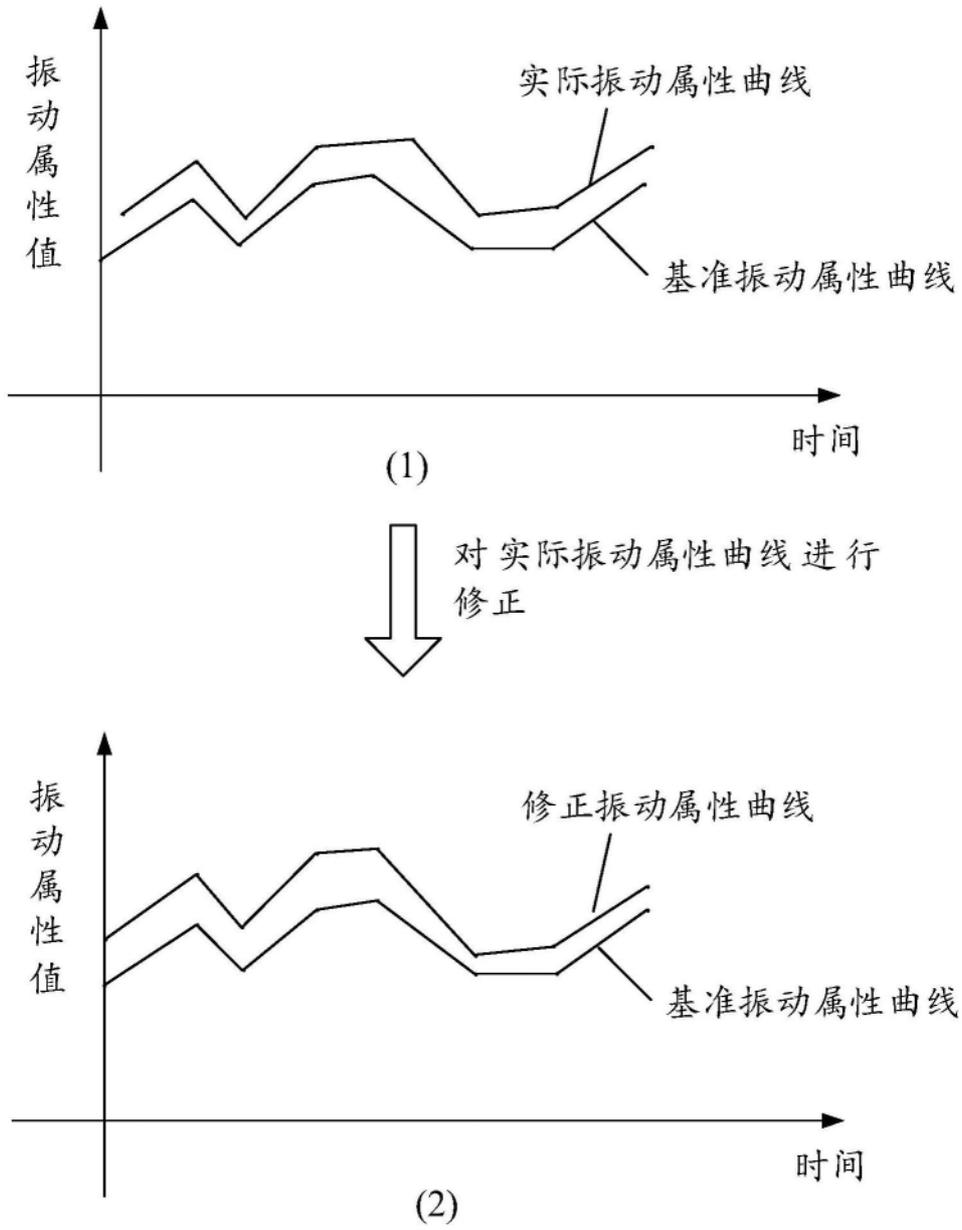


图3c

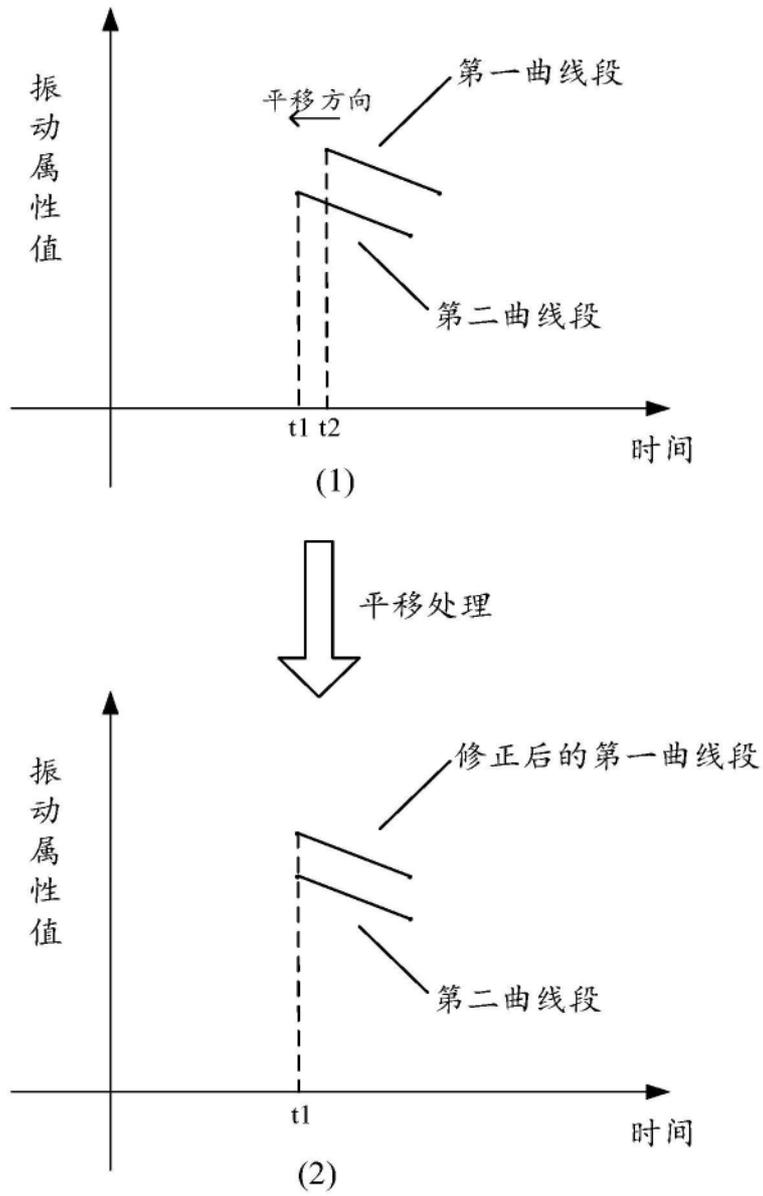


图3d

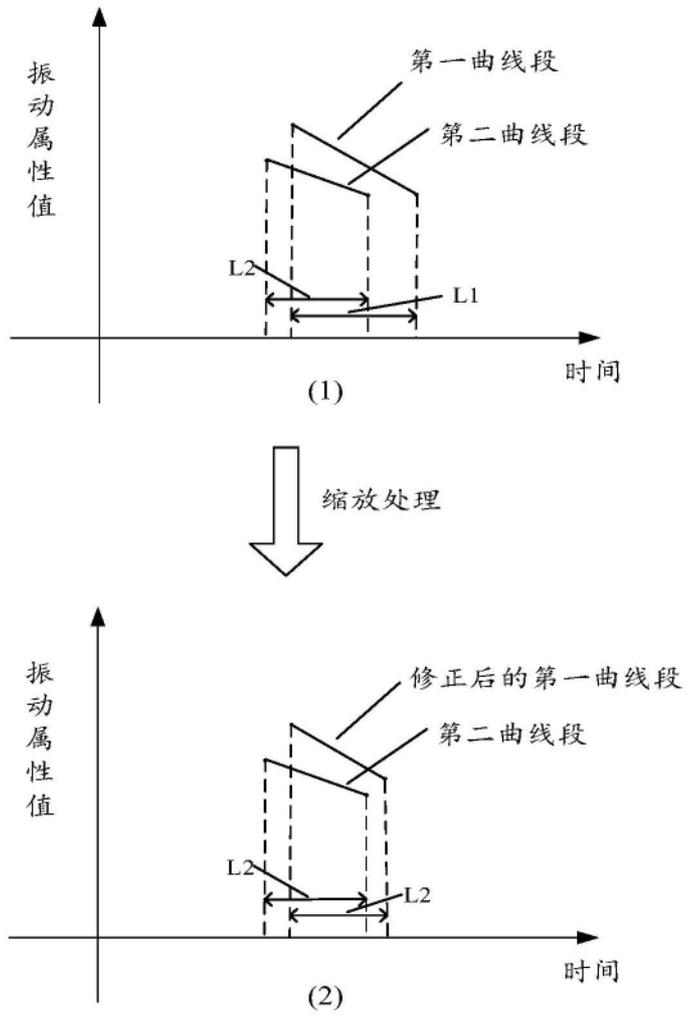


图3e

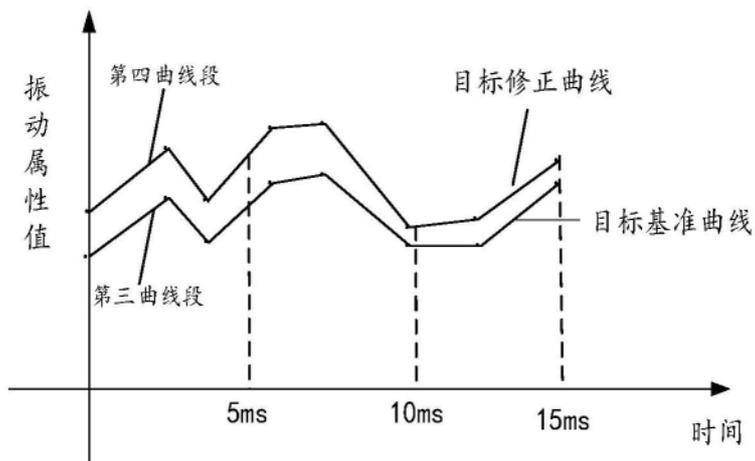


图4a

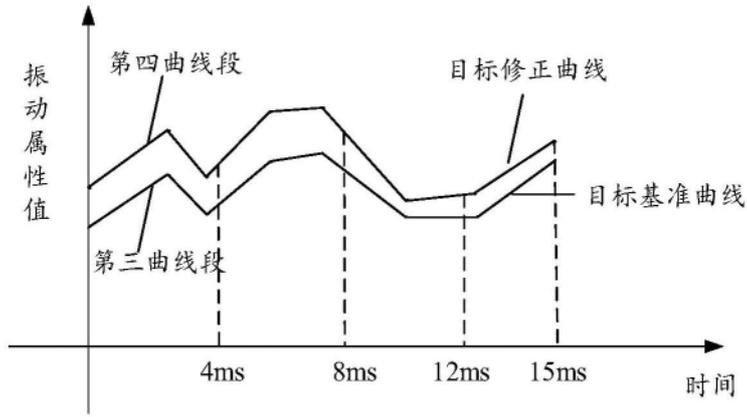


图4b

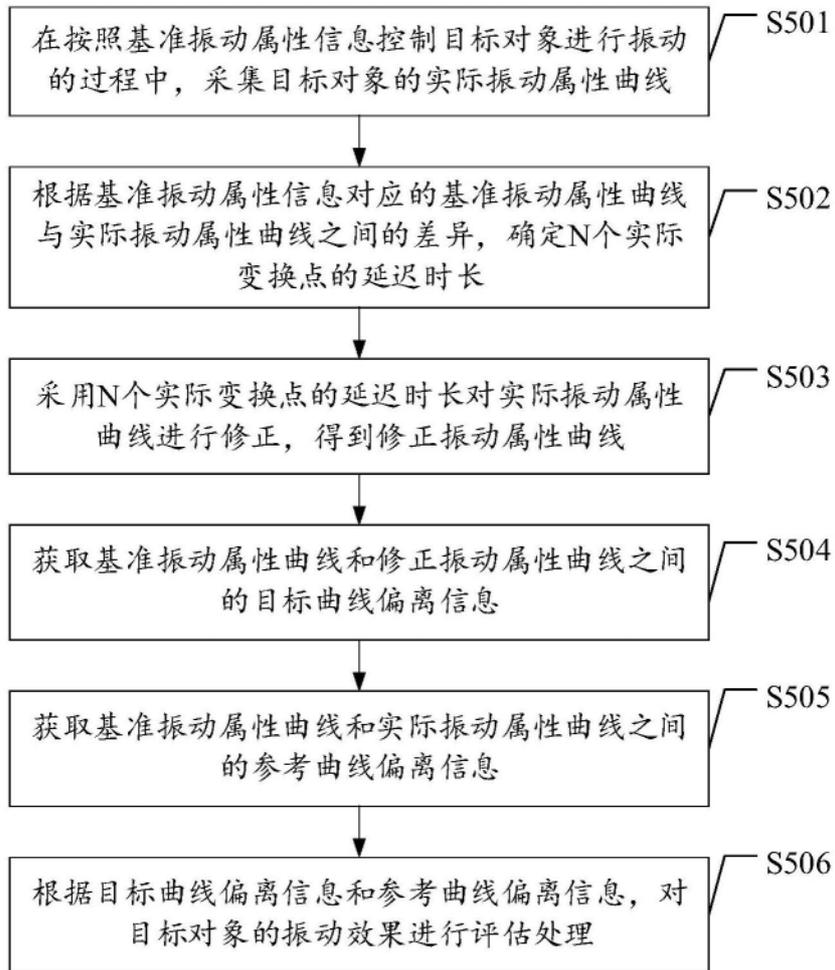


图5

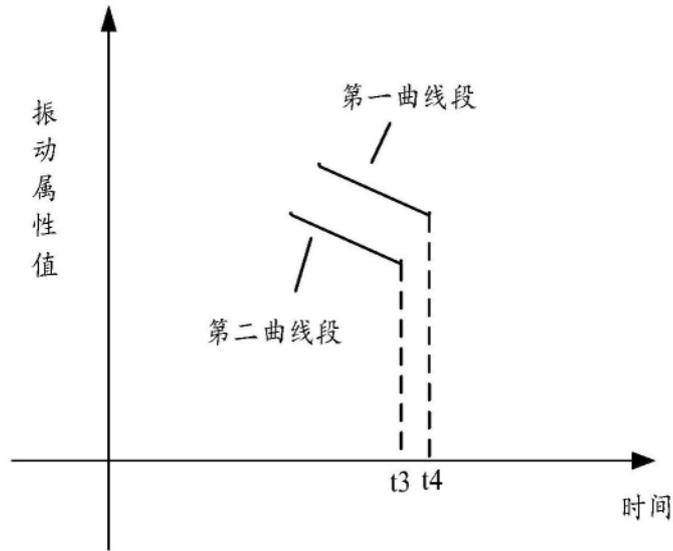


图6

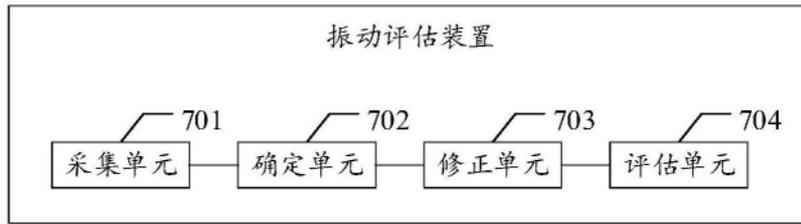


图7

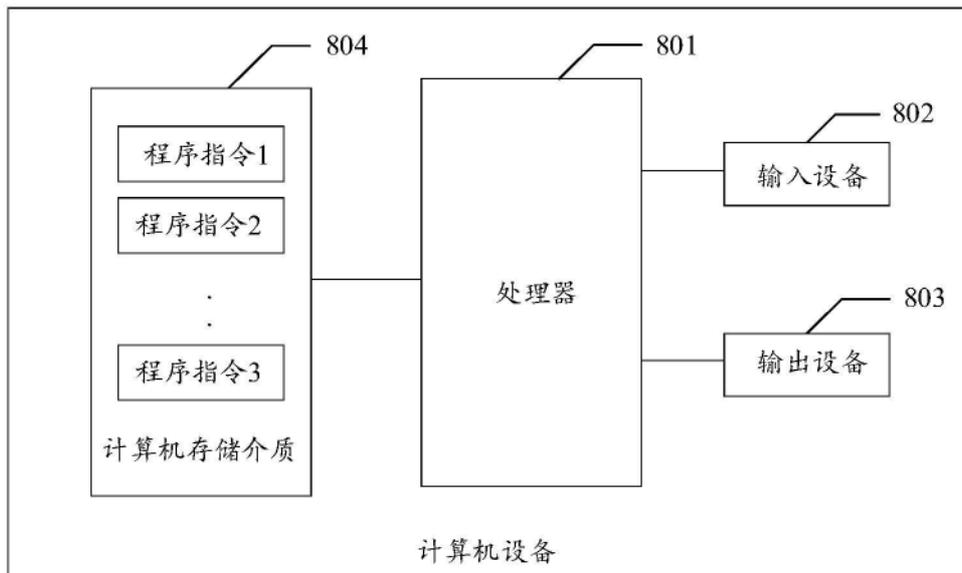


图8