



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113382349 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202110744543.4

(22) 申请日 2021.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113382349 A

(43) 申请公布日 2021.09.10

(73) 专利权人 歌尔科技有限公司
地址 266100 山东省青岛市崂山区北宅街
道投资服务中心308室

(72) 发明人 郭海伟 杨斌 刘占发

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227
专利代理师 郭化雨

(51) Int. Cl.
H04R 29/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105471455 A, 2016.04.06

CN 105450318 A, 2016.03.30

审查员 周浩杰

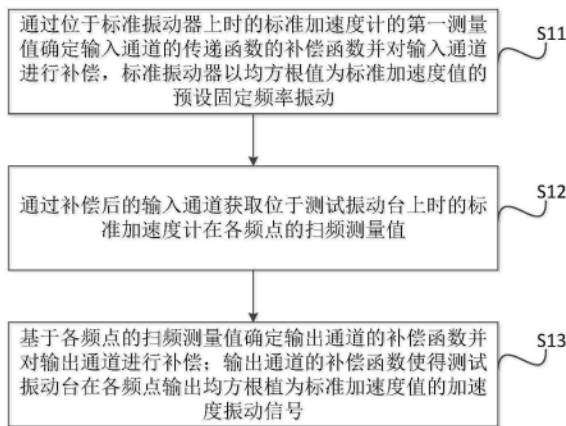
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质,首先基于位于标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值对输入通道进行校准,后续标准加速度计位于测试振动台上时,再通过校准后的输入通道获取位于测试振动台上时的标准加速度计在各频点的扫频测量值,基于各频点的扫频测量值便可确定输出通道的补偿函数并对输出通道进行补偿,实现对输出通道的校准,以使测试振动台在各频点的输出均方根植为标准加速度值的加速度振动信号。可见,通过该种方式能够实现对测试装置的校准,保证了各测试装置的准确性和一致性,使得各测试装置之间的差异减小,进而减小了对待测产品测量时测试装置带来的差异。



1. 一种测试装置的校准方法,其特征在于,应用于校准装置中的处理器,所述校准装置还包括输入通道和标准振动器,所述测试装置包括设置有测试振动台的输出通道,所述输入通道为位于所述标准振动器上时的标准加速度计至所述处理器之间的测量值传输通道,所述输出通道为所述处理器至所述测试振动台之间的测试信号传输通道,所述校准方法包括:

通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数并对所述输入通道进行补偿,所述标准振动器以均方根值为标准加速度值的预设固定频率振动;

通过补偿后的所述输入通道获取位于测试振动台上时的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值;

基于各频点的扫频测量值确定所述输出通道的补偿函数并对所述输出通道进行补偿;

所述输出通道的补偿函数使得所述测试振动台在各频点输出均方根植为所述标准加速度值的加速度振动信号;

通过补偿后的所述输入通道获取位于测试振动台上时的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值,基于各频点的扫频测量值确定所述输出通道的补偿函数,包括:

通过所述输出通道输出预设测试频率及预设幅值的单频信号至测试振动台,以控制所述测试振动台振动;所述预设测试频率为待测产品的灵敏度的参考频率;

通过补偿后的所述输入通道获取位于所述测试振动台上时的所述标准加速度计的第二测量值;

确定所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,所述单点增益补偿值使得所述第二测量值等于第二标称值;

通过补偿后的所述输出通道输出测试扫频信号至测试振动台,以控制所述测试振动台振动,所述测试扫频信号的幅值为所述预设幅值与所述单点增益补偿值的乘积;

通过补偿后的所述输入通道获取所述测试振动台上的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值;

基于各频点的扫频测量值得到所述输出通道在各频点处的增益补偿值,各增益补偿值使得对应地各频点的扫频测量值等于各对应标称值;

基于所述单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定所述输出通道的补偿函数。

2. 如权利要求1所述的测试装置的校准方法,其特征在于,通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数,包括:

获取位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值;

基于所述第一测量值和第一输出标称值得到所述测试装置的输入通道在所述预设固定频率处的增益;

基于所述增益确定所述测试装置的输入通道的传递函数的补偿函数,其中,所述补偿函数为所述增益的数值的倒数。

3. 如权利要求1所述的测试装置的校准方法,其特征在于,所述输出通道包括依次连接的声卡、功率放大器及所述测试振动台;

确定所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,所述

单点增益补偿值使得所述第二测量值等于第二标称值,包括:

从小到大的调整所述输出通道的传递函数增益补偿关系式中的单点增益补偿值,直至所述第二测量值等于第二标称值,并将使得所述第二测量值等于第二标称值的单点增益补偿值作为所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值;

利用所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值对所述输出通道进行补偿;

所述输出通道的传递函数增益补偿关系式为:

$$H_{\text{OUT-pre}}(f_1) = (H_1(f_1) / (S(f_1) * H_{\text{声卡OUT}}(f_1) * H_{\text{功放}}(f_1) * H_{\text{测试振动台}}(f_1)))$$

$H_{\text{OUT-pre}}(f_1)$ 为所述输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f_1)$ 为所述第二测量值, $S(f_1)$ 为所述单频信号, $H_{\text{声卡OUT}}(f_1)$ 为所述输出通道中的声卡的传递函数, $H_{\text{功放}}(f_1)$ 为所述输出通道中的功率放大器的传递函数, $H_{\text{测试振动台}}(f_1)$ 为所述输出通道中的测试振动台的传递函数。

4. 如权利要求1所述的测试装置的校准方法,其特征在于,基于所述单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定所述输出通道的补偿函数,包括:

以所述单点增益补偿值为中心对各频点处的增益补偿值进行归一化处理;

对归一化处理后的各频点增益补偿值的差值进行取反处理;

将取反处理后的各频点增益补偿值与所述单点增益补偿值相乘,并对相乘的结果进行拟合,得到所述输出通道的补偿函数;

所述输出通道的补偿函数为:

$$H_{\text{OUT}}(f) = (|S(f_1)| / |H_1(f_1)|) * |H_{\text{OUT-pre}}(f_1)| * (H_1(f) / S(f))$$

$H_{\text{OUT}}(f)$ 为所述输出通道在频率 f 处的传递函数的补偿函数, $H_1(f_1)$ 为所述第二测量值, $S(f_1)$ 为所述单频信号, $H_{\text{OUT-pre}}(f_1)$ 为所述输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f)$ 为在频率 f 处通过补偿后的所述输入通道获取所述测试振动台上的所述标准加速度计的测量值, $S(f)$ 为所述测试扫频信号。

5. 如权利要求1所述的测试装置的校准方法,其特征在于,所述测试扫频信号的频率范围为20Hz-10kHz。

6. 如权利要求1至5任一项所述的测试装置的校准方法,其特征在于,对所述输出通道进行补偿之后,还包括:

通过补偿后的所述输出通道输出校准扫频信号;

获取位于所述测试振动台上的标准待测产品采集到的振动信号;

基于所述振动信号判定所述测试装置是否校准成功;

若成功,则判定所述测试振动台校准成功;

否则,返回通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数的步骤。

7. 一种测试装置的校准装置,其特征在于,包括标准振动器和输入通道,所述输入通道与所述标准振动器连接,还包括:

与所述输入通道连接的处理器,用于实现如权利要求1至6任一项所述测试装置的校准方法的步骤。

8. 如权利要求7所述的测试装置的校准装置,其特征在于,所述输入通道包括依次连接的声卡、测量放大器和标准加速度计。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至6任一项所述测试装置的校准方法的步骤。

一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及产品校准技术领域,特别是涉及一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 随着TWS(True Wireless Stereo,真无线)耳机的日益普及,嘈杂环境下的语音通话不清晰,语音识别率低等问题日益突出、亟待解决。骨传导传感器通过采集人说话时通过颅骨振动产生的声音,融合传统麦克风采集的声音信号使人声和噪声分离,成为解决TWS耳机上行通路降噪的有效手段。

[0003] 为了保证骨传导传感器装配到产品例如耳机后,不会因为电路元器件、组装工艺及传感器单体的差异而导致传感器测试值的差异,进而导致产品性能的一致性变差,通常需要通过测试装置对产品上的骨传导传感器进行测试。如何保证测试装置的准确性和一致性,使得测试装置之间差异较小,同一产品在不同测试装置上的测试值差异较小,成为亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质,保证了各测试装置的准确性和一致性,使得各测试装置之间的差异减小,进而减小了对待测产品测量时测试装置带来的差异。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种测试装置的校准方法,应用于校准装置中的处理器,所述校准装置还包括输入通道和标准振动器,所述测试装置包括设有测试振动台的输出通道,所述输入通道为位于所述标准振动器上时的标准加速度计至所述处理器之间的测量值传输通道,所述输出通道为所述处理器至所述测试振动台之间的测试信号传输通道,所述校准方法包括:

[0006] 通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数并对所述输入通道进行补偿,所述标准振动器以均方根值为标准加速度值的预设固定频率振动;

[0007] 通过补偿后的所述输入通道获取位于测试振动台上时的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值;

[0008] 基于各频点的扫频测量值确定所述输出通道的补偿函数并对所述输出通道进行补偿;

[0009] 所述输出通道的补偿函数使得所述测试振动台在各频点输出均方根植为所述标准加速度值的加速度振动信号。

[0010] 优选地,通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数,包括:

[0011] 获取位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值;

[0012] 基于所述第一测量值和第一输出标称值得到所述测试装置的输入通道在所述预设固定频率处的增益；

[0013] 基于所述增益确定所述测试装置的输入通道的传递函数的补偿函数,其中,所述补偿函数为所述增益的数值的倒数。

[0014] 优选地,通过补偿后的所述输入通道获取位于测试振动台上时的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值,基于各频点的扫频测量值确定所述输出通道的补偿函数,包括:

[0015] 通过所述输出通道输出预设测试频率及预设幅值的单频信号至测试振动台,以控制所述测试振动台振动;所述预设测试频率为待测产品的灵敏度的参考频率;

[0016] 通过补偿后的所述输入通道获取位于所述测试振动台上时的所述标准加速度计的第二测量值;

[0017] 确定所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,所述单点增益补偿值使得所述第二测量值等于第二标称值;

[0018] 通过补偿后的所述输出通道输出测试扫频信号至测试振动台,以控制所述测试振动台振动,所述测试扫频信号的幅值为所述预设幅值与所述单点增益补偿值的乘积;

[0019] 通过补偿后的所述输入通道获取所述测试振动台上的所述标准加速度计在各频点的扫频测量值;

[0020] 基于各频点的扫频测量值得到所述输出通道在各频点处的增益补偿值,各增益补偿值使得对应地各频点的扫频测量值等于各对应标称值;

[0021] 基于所述单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定所述输出通道的补偿函数。

[0022] 优选地,所述输出通道包括依次连接的声卡、功率放大器及所述测试振动台;

[0023] 确定所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,所述单点增益补偿值使得所述第二测量值等于第二标称值,包括:

[0024] 从小到大的调整所述输出通道的传递函数增益补偿关系式中的单点增益补偿值,直至所述第二测量值等于第二标称值,并将使得所述第二测量值等于第二标称值的单点增益补偿值作为所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值;

[0025] 利用所述输出通道在所述单频信号处的单点增益补偿值对所述输出通道进行补偿;

[0026] 所述输出通道的传递函数增益补偿关系式为:

$$H_{\text{OUT-pre}}(f_1) = (H_1(f_1) / (S(f_1) * H_{\text{声卡OUT}}(f_1) * H_{\text{功放}}(f_1) * H_{\text{测试振动台}}(f_1)))$$

[0028] $H_{\text{OUT-pre}}(f_1)$ 为所述输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f_1)$ 为所述第二测量值, $S(f_1)$ 为所述单频信号, $H_{\text{声卡OUT}}(f_1)$ 为所述输出通道中的声卡的传递函数, $H_{\text{功放}}(f_1)$ 为所述输出通道中的功率放大器的传递函数, $H_{\text{测试振动台}}(f_1)$ 为所述输出通道中的测试振动台的传递函数。

[0029] 优选地,基于所述单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定所述输出通道的补偿函数,包括:

[0030] 以所述单点增益补偿值为中心对各频点处的增益补偿值进行归一化处理;

[0031] 对归一化处理后的各频点增益补偿值的差值进行取反处理;

[0032] 将取反处理后的各频点增益补偿值与所述单点增益补偿值相乘,并对相乘的结果

进行拟合,得到所述输出通道的补偿函数;

[0033] 所述输出通道的补偿函数为:

[0034] $H_{OUT}(f) = (|S(f_1)| / |H_1(f_1)|) * |H_{OUT-pre}(f_1)| * (H_1(f) / S(f))$

[0035] $H_{OUT}(f)$ 为所述输出通道在频率 f 处的传递函数的补偿函数, $H_1(f_1)$ 为所述第二测量值, $S(f_1)$ 为所述单频信号, $H_{OUT-pre}(f_1)$ 为所述输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f)$ 为在频率 f 处通过补偿后的所述输入通道获取所述测试振动台上的所述标准加速度计的测量值, $S(f)$ 为所述测试扫频信号。

[0036] 优选地,所述测试扫频信号的频率范围为20Hz-10kHz。

[0037] 优选地,对所述输出通道进行补偿之后,还包括:

[0038] 通过补偿后的所述输出通道输出校准扫频信号;

[0039] 获取位于所述测试振动台上的标准待测产品采集到的振动信号;

[0040] 基于所述振动信号判定所述测试装置是否校准成功;

[0041] 若成功,则判定所述测试振动台校准成功;

[0042] 否则,返回通过位于所述标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定所述输入通道的传递函数的补偿函数的步骤。

[0043] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种测试装置的校准装置,包括标准振动器和输入通道,所述输入通道与所述标准振动器连接,还包括:

[0044] 与所述输入通道连接的处理器,用于实现如上述所述测试装置的校准方法的步骤。

[0045] 优选地,所述输入通道包括依次连接的声卡、测量放大器和标准加速度计。

[0046] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述所述测试装置的校准方法的步骤。

[0047] 本发明提供了一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质,首先基于位于标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值对输入通道进行校准,后续标准加速度计位于测试振动台上时,再通过校准后的输入通道获取位于测试振动台上时的标准加速度计在各频点的扫频测量值,基于各频点的扫频测量值便可确定输出通道的补偿函数并对输出通道进行补偿,实现对输出通道的校准,以使测试振动台在各频点的输出均方根植为标准加速度值的加速度振动信号。可见,通过该种方式能够实现对测试装置的校准,保证了各测试装置的准确性和一致性,使得各测试装置之间的差异减小,进而减小了对待测产品测量时测试装置带来的差异。

附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例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。

[0049] 图1为本发明提供的一种测试装置的校准方法的过程流程图;

[0050] 图2为本发明提供的一种补偿前的输入通道的传递函数框图;

- [0051] 图3为本发明提供的一种补偿后的输入通道的传递函数框图；
- [0052] 图4为本发明提供的一种输入单频信号时输入通道和输出通道的传递函数框图；
- [0053] 图5为本发明提供的一种输入测试扫频信号时输入通道和输出通道的传递函数框图；
- [0054] 图6为本发明提供的一种测试装置的校准装置的结构示意图；
- [0055] 图7为本发明提供的一种测试装置的结构示意图；
- [0056] 图8为本发明提供的一种测试装置和校准装置的结构示意图。

具体实施方式

[0057] 本发明的核心是提供一种测试装置的校准方法、装置及计算机可读存储介质，保证了各测试装置的准确性和一致性，使得各测试装置之间的差异减小，进而减小了对待测产品测量时测试装置带来的差异。

[0058] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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，都属于本发明保护的范围。

[0059] 请参照图1，图1为本发明提供的一种测试装置的校准方法的过程流程图。

[0060] 该方法应用于校准装置中的处理器，校准装置还包括输入通道和标准振动器，测试装置包括设有测试振动台的输出通道，输入通道为位于标准振动器上的标准加速度计至处理器之间的测量值传输通道，输出通道为处理器至测试振动台之间的测试信号传输通道；

[0061] 该校准方法包括：

[0062] S11：通过位于标准振动器上的标准加速度计的第一测量值确定输入通道的传递函数的补偿函数并对输入通道进行补偿，标准振动器以均方根值为标准加速度值的预设固定频率振动；

[0063] S12：通过补偿后的输入通道获取位于测试振动台上时的标准加速度计在各频点的扫频测量值；

[0064] S13：基于各频点的扫频测量值确定输出通道的补偿函数并对输出通道进行补偿；

[0065] 输出通道的补偿函数使得测试振动台在各频点输出均方根植为标准加速度值的加速度振动信号。

[0066] 首先需要说明的是，本申请中测试装置的待测产品可以为TWS(True Wireless Stereo,真无线立体声)耳机、VR(Virtual Reality,虚拟现实技术)产品等，本申请在此不作特别的限定。

[0067] 具体地，测试装置包括输出通道，输出通道上设置有测试振动台，还包括处理器，在实际应用中，校准装置中的处理器可以和测试装置中的处理器复用，处理器可以设置于上位机中。测试装置在对待测产品的骨传导传感器进行测试时，处理器输出扫频信号，以控制输出通道中的测试振动台振动，进而带动待测产品振动，基于待测产品的振动数据便可对待测产品中的骨传导传感器进行是否符合要求的判断。

[0068] 为了尽可能地减少由于测试装置自身的问题而造成的对待测产品的测试结果的

影响,本申请提供了一种对测试装置进行校准的方案,用于对测试装置进行校准,以减小同一产品在不同测试装置上的测试值的差异。校准装置包括输入通道和标准振动器,输入通道中包括标准加速度计。具体地,由于需要对测试装置进行校准,因此,需要将标准加速度计设置于测试振动台上,通过输入通道去获取位于测试振动台上的标准加速度计的测试数据,以基于标准加速度计的测试数据得到输出通道的补偿函数。可见,为了准确的得到标准加速度计的测试数据,要求输入通道本身便是标准的。基于此,本申请中,首先对输入通道进行校准,后续再基于校准后的输入通道对输出通道进行校准。

[0069] 需要说明的是,由于输入通道通常包括声卡、测量放大器及标准加速度计,又这些器件的频响曲线在一段频段内几乎是平的,不同频点的增益几乎可以认为是一致的,因此,可以控制标准振动器以预设固定频率振动,以基于此时标准加速度计的第一测量值得到输入通道的补偿函数。而输出通道中通常包括声卡、功率放大器及测试振动台,测试振动台的频响曲线在不同的频率下不平,也即增益是变化的,因此,可以控制测试振动台在不同频率下振动,以基于标准加速度计在各频点的扫频测量值得到输出通道的补偿函数。需要说明的是,声卡包括声卡输入通道和声卡输出通道,本申请中,输入通道中的声卡指的是声卡输入通道,输出通道中的声卡指的是声卡输出通道。

[0070] 具体地,可以先将标准加速度计固定于标准振动器的振动单元上,然后启动标准振动器,标准振动器输出预设固定频率、均方根值为标准加速度值的信号至标准加速度计,标准加速度计采集得到第一测量值,并将第一测量值经由输入通道中的其他模块例如测量放大器及声卡后传输至处理器,处理器基于第一测量值便可确定输入通道的传递函数的补偿函数,并利用补偿函数对输入通道进行补偿,实现对输入通道的校准,校准后的输入通道的传递函数 $H_{IN-Post}(f) = 1$, f 可以为20Hz-10kHz。此外,标准振动器可以为BK4294,预设固定频率例如可以为159.15Hz,标准加速度值可以但不仅限于 $1g$ ($10m^2/s$),具体可以根据实际情况来定。

[0071] 在对输入通道校准完成后,将标准加速度计从标准振动器上拆下,固定在测试振动台的第一治具上,例如可以固定在第一治具底部的安装槽内,此外,将待测产品也放在测试振动台的第一治具上,以便第一治具的负载在校准模式下和后续测试模式下(测试模式下时标准加速度计可以用形状、大小相同、质量相等的配重块替换)相等,锁紧待测产品。然后启动处理器,处理器通过输出通道输出扫频信号至测试振动台,以控制测试振动台振动,通过补偿后的输入通道获取位于测试振动台上的标准角速度计在各频点的扫频测量值,后续基于各频点的扫频测量值便可确定输出通道的补偿函数,并利用补偿函数对输出通道进行补偿,使得测试振动台在各频点能够输出均方根值为标准加速度值的加速度振动信号。

[0072] 此外,在对测试装置校准完成后,可以将标准加速度计从测试振动台的第一治具上拆下,安装形状、大小相同、质量相等的配重块到第一治具的安装槽内,安装第一治具到测试振动台的振动单元上,整个校准过程完成。

[0073] 可见,本申请借助标准振动器和标准加速度计,得到测试装置的输出通道的传递函数的补偿函数,以此来对测试装置进行校准,弥补在对待测产品测试时测试装置差异引入的误差,确保测试振动台在各频点输出均方根植为标准加速度值的加速度振动信号,为测试装置提供标准激励信号源,使得测试结果具有可追溯性,可以对标国家、国际测量标准,使得测试装置便于快速复制和日常维护,测试数据具有可再现性。通过该种方式能够实

现对测试装置的校准,保证了各测试装置的准确性和一致性,使得各测试装置之间的差异减小,进而减小了对待测产品测量时测试装置带来的差异。

[0074] 在上述实施例的基础上:

[0075] 作为一种优选地实施例,通过位于标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定输入通道的传递函数的补偿函数,包括:

[0076] 获取位于标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值;

[0077] 基于第一测量值和第一输出标称值得到测试装置的输入通道在预设固定频率处的增益;

[0078] 基于增益确定测试装置的输入通道的传递函数的补偿函数,其中,补偿函数为增益的数值的倒数。

[0079] 具体地,输入通道可以包括声卡、测量放大器及标准加速度计,测量放大器用于为标准加速度计采集的信号进行调理,例如电流到电压的转换、信号放大等,还可以用于为标准加速度计供电。标准加速度计用于采集标准振动器的输出信号。

[0080] 请参照图2和图3,图2为本发明提供的一种补偿前的输入通道的传递函数框图,图3为本发明提供的一种补偿后的输入通道的传递函数框图。

[0081] 具体地,启动标准振动器,控制标准振动器以均方根值为标准加速度值的预设固定频率振动,获取位于标准振动器上的标准加速度计的第一测量值,基于第一测量值和第一输出标称值得到测量装置的输入通道在预设固定频率处的增益,该增益为: $H_{IN-pre}(f_0) = H_{声卡IN}(f_0) \cdot H_{测放}(f_0) \cdot H_{传感器}(f_0) = H_1(f_0)/H_0(f_0)$,其中, $H_{IN-pre}(f_0)$ 为测试装置的输入通道在预设固定频率 f_0 处的增益, $H_{声卡IN}(f_0)$ 为输入通道中的声卡在预设固定频率 f_0 处的增益, $H_{测放}(f_0)$ 为输入通道中的测量放大器在预设固定频率 f_0 处的增益, $H_{传感器}(f_0)$ 为输入通道中的标准加速度计在预设固定频率 f_0 处的增益, $H_1(f_0)$ 为第一测量值, $H_0(f_0)$ 为第一标称值,这里的第一标称值也即标准振动器提供的预设固定频率 f_0 的标准激励信号。取该增益的倒数得到该预设固定频率处的补偿值 $H_{IN}(f_0) = 1/|H_{IN-pre}(f_0)| = |H_0(f_0)|/|H_1(f_0)|$ 。

[0082] 由于声卡、测量放大器及标准加速度计的频响曲线在一定频段内几乎是平的,也即不同频点的增益几乎可以认为是一致的,基于此,可以将该预设固定频率处的补偿值作为输入通道的传递函数的补偿函数,也即 $H_{IN}(f) = H_{IN}(f_0)$, f 可以为20Hz-10kHz。可见,补偿校准后的输入通道的传递函数为:

[0083] $H_{IN-Post}(f) = H_{IN-pre}(f_0) * H_{IN}(f_0) = (|H_1(f_0)|/|H_0(f_0)|) * (|H_0(f_0)|/|H_1(f_0)|) = 1$, f 可以为20Hz-10kHz。

[0084] 输入通道校准后,在标准振动器的均方根值为标准加速度值的振动激励信号下,标准加速度计的测量值 $H_1(f)$ 与输出标称值 $H_0(f)$ 相等。

[0085] 可见,通过对输入通道的校准,能够使得后续在对输出通道进行校准时,避免由输入通道带来的测量误差,提高了测试装置的校准精度。

[0086] 作为一种优选地实施例,通过补偿后的输入通道获取位于测试振动台上时的标准加速度计在各频点的扫频测量值,基于各频点的扫频测量值确定输出通道的补偿函数,包括:

[0087] 通过输出通道输出预设测试频率及预设幅值的单频信号至测试振动台,以控制测试振动台振动;预设测试频率为待测产品的灵敏度的参考频率;

- [0088] 通过补偿后的输入通道获取位于测试振动台上时的标准加速度计的第二测量值；
- [0089] 确定输出通道在单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,单点增益补偿值使得第二测量值等于第二标称值；
- [0090] 通过补偿后的输出通道输出测试扫频信号至测试振动台,以控制测试振动台振动,测试扫频信号的幅值为预设幅值与单点增益补偿值的乘积；
- [0091] 通过补偿后的输入通道获取测试振动台上的标准加速度计在各频点的扫频测量值；
- [0092] 基于各频点的扫频测量值得到输出通道在各频点处的增益补偿值,各增益补偿值使得对应地各频点的扫频测量值等于各对应标称值；
- [0093] 基于单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定输出通道的补偿函数。
- [0094] 在输入通道经过校准后,借助已校准的输入通道上的标准加速度计来监控输出通道上的测试振动台的输出,后续对输出通道上的各频点的增益值进行补偿,以使测试振动台的负载为待测产品、标准加速度计及用于固定标准加速度计和待测产品的第一治具时能够输出均方根值为标准加速度值的加速度振动信号,提供测试装置测试的标准激励信号。
- [0095] 具体地,待测产品一旦确定了,该待测产品的灵敏度及该灵敏度对应的参考频率也便确定了,考虑到在通过测试装置对该待测产品进行测试时,虽然输出通道的频响曲线会随着频率的变化而变化,但是基本是围绕着该待测产品的灵敏度对应的参考频率处的增益处波动,且波动一般也不会太大。则相应地,各频点的增益补偿值也会围绕着灵敏度对应的参考频率处的增益补偿值波动。为了减小计算量,提高校准效率,本申请中,首先确定输出通道在待测产品的灵敏度的参考频率处的单点增益补偿值,并利用该单点增益补偿值对输出通道进行补偿,后续在此基础上便可较快基于各频点的扫频测量值得到输出通道在各频点处的增益补偿值。
- [0096] 具体地,处理器产生预设测试频率 f_1 、预设幅值及均方根值恒定的单频信号 $S(f_1)$,预设幅值为 $|S(f_1)|$,经过功率放大器放大后传递给测试振动台,测试振动台通过第一治具将振动传递给标准加速度计,标准加速度计监控该负载下测试振动台产生的加速度振动信号的大小,标准加速度计的输出信号经过输入通道传递给处理器,处理器调用输入通道的传递函数的补偿函数 $H_{IN}(f)$ 在预设测试频率 f_1 处的补偿值,得到标准加速度计的第二测量值 $H_1(f_1)$,将第二测量值 $H_1(f_1)$ 与第二标称值 $H_0(f_1)$ 进行比较,第二标称值也即处理器提供预设测试频率 f_1 时,期望振动台驱动待测产品产生的标准激励振动信号,例如 $1g(10m^2/s)$,确定输出通道在单频信号处的单点增益补偿值 $H_{OUT-Pre}(f_1)$,单点增益补偿值使得第二测量值等于第二标称值。然后处理器调用单点增益补偿值 $H_{OUT-Pre}(f_1)$ 以对输出通道进行补偿,然后产生幅值为 $H_{OUT-Pre}(f_1)*|S(f_1)|$ 的测试扫频信号 $S(f)$ 至测试振动台,以控制测试振动台振动,则通过补偿后的输入通道获取测试振动台上的标准加速度计在各频点的扫频测量值,对标处理器输出的测试扫频信号 $S(f)$,由于输出通道已经基于单点增益补偿值进行了补偿且各频点的增益补偿值也会围绕着单点增益补偿值波动,因此,微调单点增益补偿值便可较快得到输出通道在各频点处的增益补偿值,其中,各增益补偿值使得对应地各频点的扫频测量值等于各对应标称值,这里的微调例如以预设步长增大或者以预设补偿减小增益, f 可以为 $20Hz-10kHz$,基于单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值便可确定输出通道的补偿函数。

[0097] 可见,与对各个频点均采用获取单点增益补偿值的方式去获取增益补偿值相比,通过本申请中的方式可以较快地得到输出通道的补偿函数,提高了校准效率,减少了计算量。

[0098] 作为一种优选地实施例,输出通道包括依次连接的声卡、功率放大器及测试振动台;

[0099] 确定输出通道在单频信号处的单点增益补偿值并对输出通道进行补偿,单点增益补偿值使得第二测量值等于第二标称值,包括:

[0100] 从小到大的调整输出通道的传递函数增益补偿关系式中的单点增益补偿值,直至第二测量值等于第二标称值,并将使得第二测量值等于第二标称值的单点增益补偿值作为输出通道在单频信号处的单点增益补偿值;

[0101] 利用输出通道在单频信号处的单点增益补偿值对输出通道进行补偿;

[0102] 输出通道的传递函数增益补偿关系式为:

$$[0103] \quad H_{\text{OUT-pre}}(f_1) = (H_1(f_1) / (S(f_1) * H_{\text{声卡OUT}}(f_1) * H_{\text{功放}}(f_1) * H_{\text{振动台}}(f_1)))$$

[0104] $H_{\text{OUT-pre}}(f_1)$ 为输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f_1)$ 为第二测量值, $S(f_1)$ 为单频信号, $H_{\text{声卡OUT}}(f_1)$ 为输出通道中的声卡的传递函数, $H_{\text{功放}}(f_1)$ 为输出通道中的功率放大器的传递函数, $H_{\text{振动台}}(f_1)$ 为输出通道中的测试振动台的传递函数。

[0105] 具体地,为了避免加太大的单点增益补偿值使得测试振动台的振幅太大,本申请中,先取较小的单点增益补偿值进行补偿,并比较此时的第二测量值是否等于第二标称值,若第二测量值不等于第二标称值,则以预设步长慢慢增大单点增益补偿值,再比较此时的第二测量值是否等于第二标称值,直至找到使得第二测量值等于第二标称值的单点增益补偿值。

[0106] 可见,本申请通过从小到大的方式慢慢调整单点增益补偿值,保证了测试振动台的校准可靠性和安全性。

[0107] 作为一种优选地实施例,基于单点增益补偿值及其他各频点处的增益补偿值确定输出通道的补偿函数,包括:

[0108] 以单点增益补偿值为中心对各频点处的增益补偿值进行归一化处理;

[0109] 对归一化处理后的各频点增益补偿值的差值进行取反处理;

[0110] 将取反处理后的各频点增益补偿值与单点增益补偿值相乘,并对相乘的结果进行拟合,得到输出通道的补偿函数;

[0111] 输出通道的补偿函数为:

$$[0112] \quad H_{\text{OUT}}(f) = (|S(f_1)| / |H_1(f_1)|) * |H_{\text{OUT-pre}}(f_1)| * (H_1(f) / S(f))$$

[0113] $H_{\text{OUT}}(f)$ 为输出通道在频率 f 处的传递函数的补偿函数, $H_1(f_1)$ 为第二测量值, $S(f_1)$ 为单频信号, $H_{\text{OUT-pre}}(f_1)$ 为输出通道在单频信号 f_1 处的单点增益补偿值, $H_1(f)$ 为在频率 f 处通过补偿后的输入通道获取测试振动台上的标准加速度计的测量值, $S(f)$ 为测试扫频信号。

[0114] 请参照图4和图5,图4为本发明提供的一种输入单频信号时输入通道和输出通道的传递函数框图,图5为本发明提供的一种输入测试扫频信号时输入通道和输出通道的传递函数框图。

[0115] 在得到待测产品的灵敏度对应的参考频率处的单点增益补偿值及其他各各频点

处的增益补偿值后,首先以单点增益补偿值为中心对各频点处的增益补偿值进行归一化处理,得到各频点的增益补偿值与单一增益补偿值的差值,再对归一化处理后的各频点增益补偿值的差值进行取反,最后将取反后的各频点增益补偿值与单点增益补偿值相乘,并对相乘的结果进行拟合,得到输出通道的补偿函数。可见,通过该种方式能够准确的得到输出通道的补偿函数。

[0116] 作为一种优选地实施例,测试扫频信号的频率范围为20Hz-10kHz。

[0117] 考虑到人耳听到的声音频率范围为20Hz-10kHz,因此,本申请中,测试扫频信号的频率范围为20Hz-10kHz,保证了后续对待测产品中的骨传导传感器的有效检测。

[0118] 作为一种优选地实施例,对输出通道进行补偿之后,还包括:

[0119] 通过补偿后的输出通道输出校准扫频信号;

[0120] 获取位于测试振动台上的标准待测产品采集到的振动信号;

[0121] 基于振动信号判定测试装置是否校准成功;

[0122] 若成功,则判定测试振动台校准成功;

[0123] 否则,返回通过位于标准振动器上时的标准加速度计的第一测量值确定输入通道的传递函数的补偿函数的步骤。

[0124] 具体地,在对测试装置校准完成后,可以将进入测试模块的标准待测产品放置在测试振动台的第一治具上,然后处理器通过补偿后的输出通道输出校准扫频信号至测试振动台,校准扫频信号的范围可以为20Hz-10kHz,测试振动台驱动振动单元并带动第一治具一起振动,第一治具将振动信号传递给标准待测产品,基于标准待测产品中的骨传导传感器将采集到的振动信号便可判断测试装置是否校准成功,例如可以基于振动信号得到灵敏度和/或频率响应和/或失真曲线,将灵敏度和/或频率响应和/或失真曲线分别与对应地标准范围对比,进而判断测试装置是否校准成功,如果标准范围内,则说明校准成功,否则,说明校准失败,需要重新校准。

[0125] 请参照图6-图8,图6为本发明提供的一种测试装置的校准装置的结构示意图,图7为本发明提供的一种测试装置的结构示意图,图8为本发明提供的一种测试装置和校准装置的结构示意图。

[0126] 该测试装置的校准装置包括标准振动器和输入通道,输入通道与标准振动器连接,还包括:

[0127] 与输入通道连接的处理器11,用于实现如上述测试装置的校准方法的步骤。

[0128] 作为一种优选地实施例,输入通道包括依次连接的声卡12、测量放大器2和标准加速度计3。

[0129] 测试装置包括处理器11、声卡、功率放大器4和测试振动台5,处理器11和声卡位于上位机1上,测试振动台5上设置有第一治具7,测试装置还包括控制器8和第二治具9。第一治具7固定在测试振动台5上,用于放置固定待测产品,并使待测产品保持一定的姿态,和测试振动台5的振动单元一起振动。第一治具7的底部还设置有U型凹槽,用于固定标准加速度计3或者配重块6。第二治具9的一端通过pogo pin连接标准待测产品,另一端连接控制器8的输出连接器。配重块6和标准加速度计3的质量相等,大小和形状相同,用于测试装置测试待测产品时替换标准加速度计3。功率放大器4用于对处理器11通过声卡输出的信号进行放大,输出给测试振动台5以驱动测试振动台5振动。测试振动台5用于将输入的测试信号由电

信号转换为振动信号输出。DUT为内含骨传导传感器的待测标准产品。

[0130] 测试装置校准后,可以对测试装置校准是否成功进行检测,首先将标准待测产品放入第二治具9中,处理器11通过控制器8控制标准待测产品进入测试模式,然后再将标准待测产品放置在第一治具7上,处理器11通过补偿后的输出通道输出校准扫频信号至测试振动台5,校准扫频信号的范围可以为20Hz-10kHz,测试振动台5驱动振动单元并带动第一治具7一起振动,第一治具7将振动信号传递给标准待测产品,标准待测产品中的骨传导传感器将采集到的振动信号以文件的形式保存在产品内。从第一治具7中取出标准待测产品,放入第二治具9中,处理器11通过控制器8读取标准待测产品中测试数据,以基于测试数据判定测试装置是否校准成功。

[0131] 校准装置包括输入通道和标准振动器,输入通道包括声卡12、测量放大器2和标准加速度计3,标准加速度计3用于采集标准振动器的输出信号和监控测试振动台5的输出信号。标准振动器用于提供某一固定频率,例如159.15Hz,均方根值为标准加速度值的标准加速度振动信号。

[0132] 对于本发明提供一种测试装置的校准装置的介绍请参照上述方法实施例,本发明在此不再赘述。

[0133] 本发明还提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现如上述测试装置的校准方法的步骤。

[0134] 对于本发明提供一种测试装置的校准装置的介绍请参照上述方法实施例,本发明在此不再赘述。

[0135] 需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其他任何变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0136] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

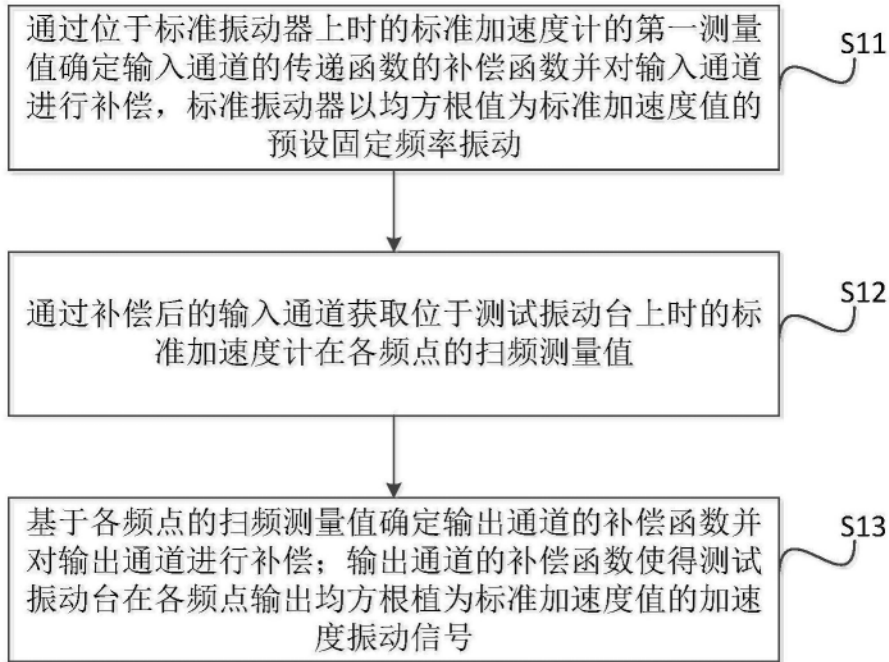


图1

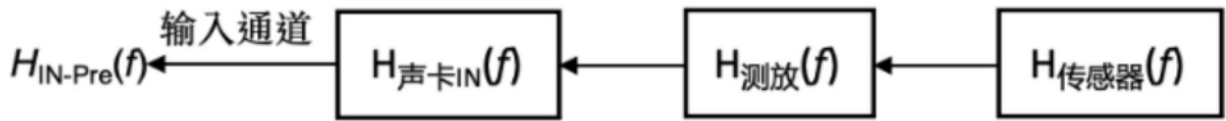


图2

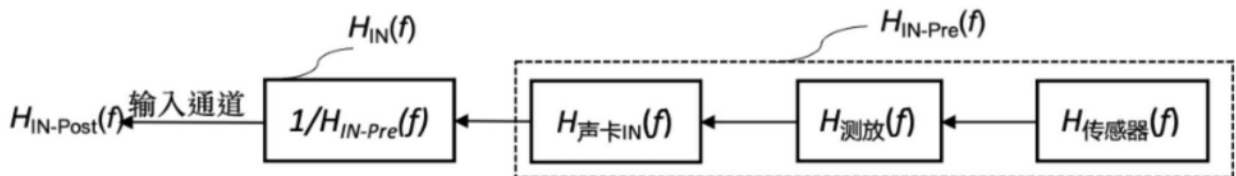


图3

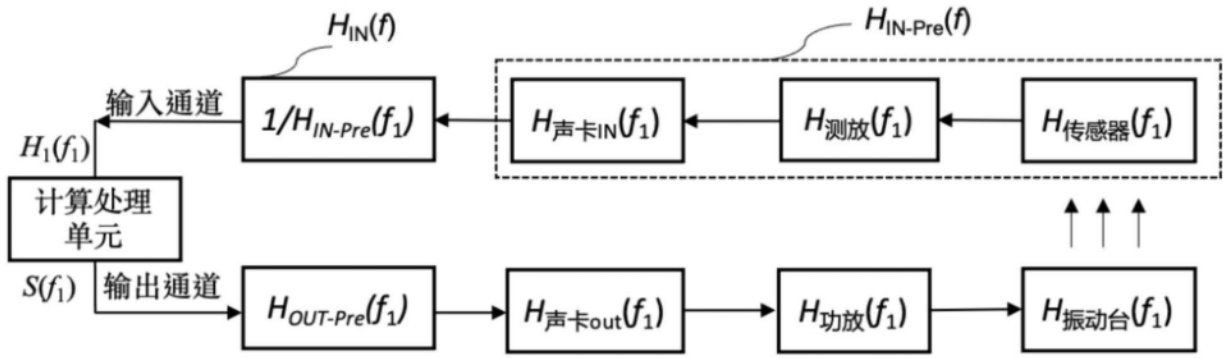


图4

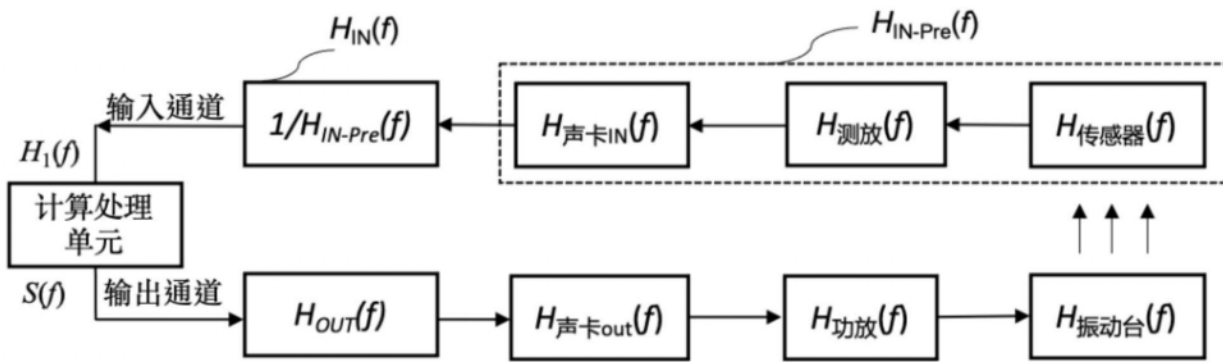


图5

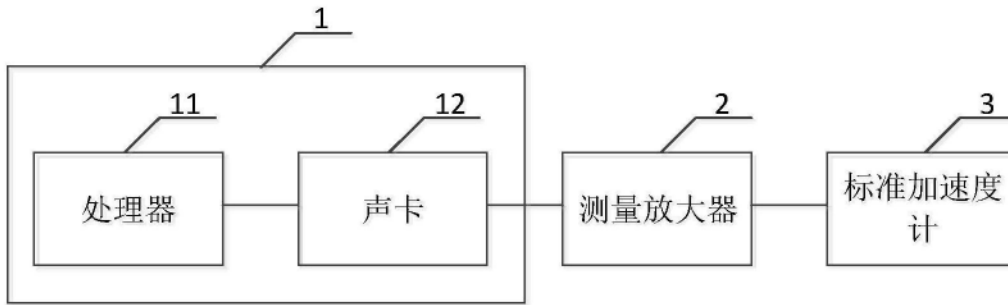


图6

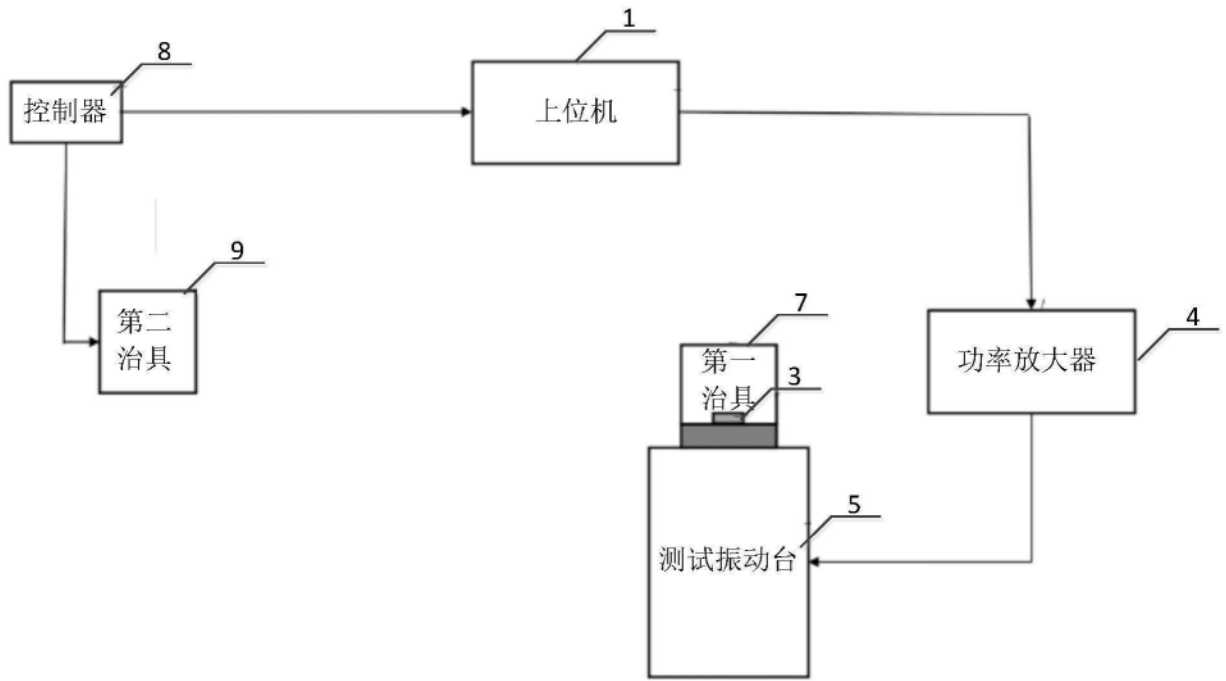


图7

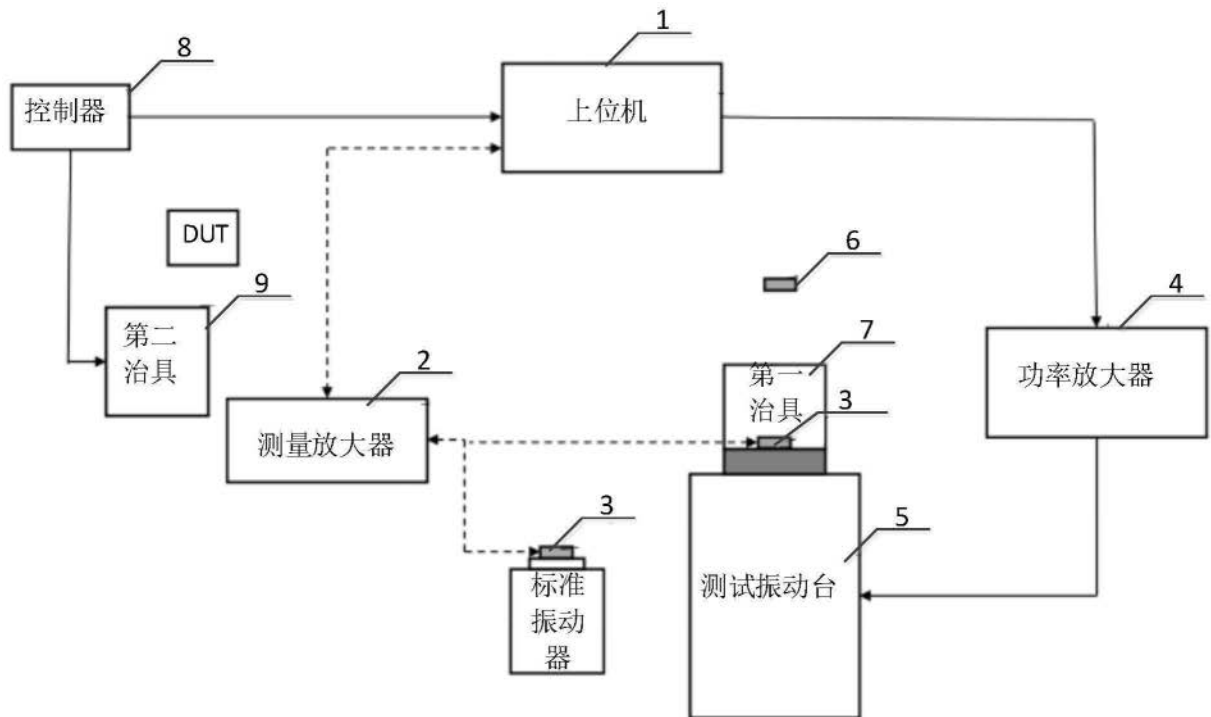


图8