



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114117624 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 01

(21) 申请号 202010878166.9

(22) 申请日 2020.08.27

(71) 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号

(72) 发明人 赵永吉 严竹芳 孙亚轩

(74) 专利代理机构 深圳众鼎专利商标代理事务所(普通合伙) 44325

代理人 谭果林

(51) Int. Cl.

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 30/23 (2020.01)

G06F 119/10 (2020.01)

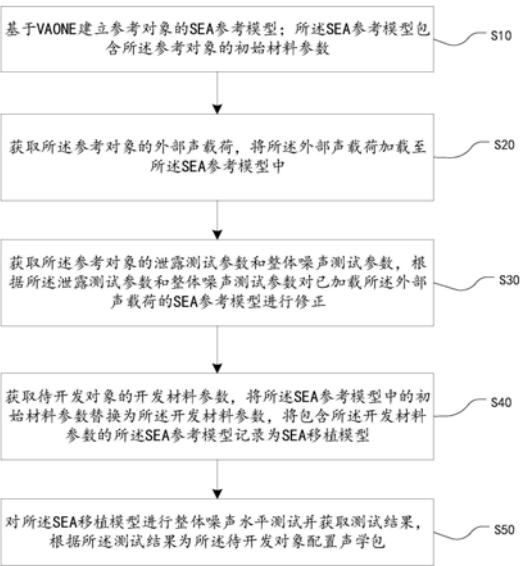
权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

声学包配置方法、计算机设备及存储介质

(57) 摘要

本发明涉及汽车控制技术领域,本发明公开了一种声学包配置方法、计算机设备及存储介质,所述方法包括:基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型;将参考对象的外部声载荷加载至SEA参考模型中;根据参考对象的泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载外部声载荷的SEA参考模型进行修正;将SEA参考模型中的初始材料参数替换为待开发对象的开发材料参数,将包含开发材料参数的SEA参考模型记录为SEA移植模型;对SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果,根据测试结果为待开发对象配置声学包。本发明合理配置安装声学包的空间范围,在保证降噪效果的最大化同时,保证了待开发对象的结构安全可靠,降低了待开发对象的开发整体成本。



1. 一种声学包配置方法,其特征在于,包括:

基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型;所述SEA参考模型包含所述参考对象的初始材料参数;

获取所述参考对象的外部声载荷,将所述外部声载荷加载至所述SEA参考模型中;

获取所述参考对象的泄露测试参数和整体噪声测试参数,根据所述泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正;

获取待开发对象的开发材料参数,将所述SEA参考模型中的初始材料参数替换为所述开发材料参数,将包含所述开发材料参数的所述SEA参考模型记录为SEA移植模型;

对所述SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果,根据所述测试结果为所述待开发对象配置声学包。

2. 如权利要求1所述的声学包配置方法,其特征在于,所述基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型,包括:

获取自前处理模块导入的参考对象的整体数模;

获取所述参考对象的振动和噪声信息,并根据所述振动和噪声信息确定所述整体数模的第一声腔结构划分数据;

对所述整体数模进行模型简化处理;

获取所述整体数模中的组件边界数据,根据所述第一声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,并为各所述模型组件分配组件属性;

对所述整体数模进行网格划分,获取包含第一网格节点的所述参考对象的第一有限元模型,并将所述第一有限元模型导出为Nastran类型的第一文件;

将所述第一文件导入VAONE中,根据预设节点选取规则选取第一网格节点,并根据选取的所述第一网格节点建立多个板子系统;

在确定各所述板子系统之间的第一连接状态无误后,根据所述第一声腔结构划分数据建立多个声腔子系统;

在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,根据所述参考对象的初始材料参数配置所述板子系统的结构属性,确认所述参考对象的SEA参考模型建立完成。

3. 如权利要求2所述的声学包配置方法,其特征在于,所述外部声载荷包括与所述参考对象的每一个声腔子系统对应的表面声载荷;

所述获取所述参考对象的外部声载荷之前,包括:

获取所述SEA参考模型中各声腔子系统的划分结构;

根据所述划分结构确定所述参考对象表面上与各声腔子系统对应的布点区域;

在预设测试环境中对所述参考对象进行表面声载荷测试,并根据声音采集装置采集的声源数据确定与每一个声腔子系统对应的表面声载荷;所述声音采集装置布设在所述参考对象表面的各所述布点区域内。

4. 如权利要求3所述的声学包配置方法,其特征在于,所述外部声载荷还包括所述参考对象的主噪声源的主噪声源载荷;

所述在预设测试环境中对所述参考对象进行表面声载荷测试之后,还包括:

获取设置在所述主噪声源表面的传感装置测得的表面声压级,并将所述表面声压级记

录为所述主噪声源的主噪声源载荷。

5. 如权利要求1所述的声学包配置方法,其特征在于,所述获取所述参考对象的整体噪声测试参数之前,还包括:

在不同的预设测试工况下分别对所述参考对象进行整体声压级测试,获取所述参考对象的整体噪声测试参数并将其存储至数据库;所述整体噪声测试参数包括所述参考对象的特定位置在每一个预设测试工况下的总声压级。

6. 如权利要求1所述的声学包配置方法,其特征在于,所述获取所述参考对象的泄露测试参数之前,包括:

获取所述参考对象的所有待测试泄露位置;

按照预设规则选取一个待测试泄露位置,将所述参考对象中除被选取的待测试泄露位置之外的其他待测试泄露位置均进行封堵;

以预设流量向所述参考对象中充气,获取与被选取的待测试泄露位置对应的泄露参数;所述泄露参数包括泄露面积;

将所述泄露参数以及与其对应的所述待测试泄露位置关联存储为泄露测试参数。

7. 如权利要求6所述的声学包配置方法,其特征在于,所述根据所述泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正,包括:

在所述SEA参考模型中与所述待测试泄露位置对应的位置,加载与该所述待测试泄露位置关联的泄露参数;

通过VAONE对加载所述泄露参数之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第一计算结果;

根据所述第一计算结果以及所述整体噪声测试参数对所述SEA参考模型的所述待测试泄露位置或/和泄露参数进行修正;

通过VAONE对修正之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第二计算结果;

在所述第二计算结果与所述整体噪声测试参数之间的误差符合预设误差要求时,确认完成对所述SEA参考模型的修正。

8. 如权利要求1所述的声学包配置方法,其特征在于,所述对所述SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果,根据所述测试结果为所述待开发对象配置声学包,包括:

通过VAONE对所述SEA移植模型进行整体噪声水平计算并获取第三计算结果;

获取所述待开发对象的噪声传递路径,根据所述第三计算结果以及预设整体噪声目标值,在所述噪声传递路径中配置声学包;

通过VAONE对配置声学包之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第四计算结果;

在所述第四计算结果与所述预设整体噪声目标值之间的误差符合预设优化要求时,确认完成声学包配置。

9. 一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令,其特征在于,所述处理器执行计算机可读指令时实现如权利要求1至8任一项所述的声学包配置方法。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可读指令,其特

征在于,计算机可读指令被处理器执行时实现如权利要求1至8任一项所述的声学包配置方法。

声学包配置方法、计算机设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车开发技术领域，具体涉及一种声学包配置方法、计算机设备及存储介质。

背景技术

[0002] 目前，在车辆设计完成以后，一般通过在车辆的内饰及钣金之间增加声学包产品，用来进行噪声处理，以提高车内声学品质。该方案的不足之处在于：首先，车辆设计完成以后，再对其进行被动的声学包处理，此时，由于安装声学包的空间范围已经被限定，降噪效果不能保证最大化，甚至无法正常化，会导致声学包的降噪效果并不确定；其次，由于在车辆设计过程中并未预留声学包的安装空间，因此，为了增加降噪效果而刻意安装声学包，会存在安全隐患；再次，为了增加声学包和匹配声学包，需要对车辆进行必要的更改，此时，会增加改造费用，如此，车辆开发的整体成本会随之增加；并且，在车辆开发之后进行声学包的增加之后，若需要从实际的工程应用的角度对其进行校验，时间周期会相当长，且校验成本也会随之提升。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种声学包配置方法、计算机设备及存储介质，解决了现有技术中声学包设计的降噪效果不确定、存在安全隐患以及成本高等问题。

[0004] 一种声学包配置方法，包括：

[0005] 基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型；所述SEA参考模型包含所述参考对象的初始材料参数；

[0006] 获取所述参考对象的外部声载荷，将所述外部声载荷加载至所述SEA参考模型中；

[0007] 获取所述参考对象的泄露测试参数和整体噪声测试参数，根据所述泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正；

[0008] 获取待开发对象的开发材料参数，将所述SEA参考模型中的初始材料参数替换为所述开发材料参数，将包含所述开发材料参数的所述SEA参考模型记录为SEA移植模型；

[0009] 对所述SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果，根据所述测试结果作为所述待开发对象配置声学包。

[0010] 一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令，所述处理器执行计算机可读指令时实现所述的声学包配置方法。

[0011] 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可读指令，计算机可读指令被处理器执行时实现所述的声学包配置方法。

[0012] 本发明提供的声学包配置方法、计算机设备及存储介质，基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型；获取所述参考对象的外部声载荷，将所述外部声载荷加载至所述SEA参考模型中；获取所述参考对象的泄露测试参数和整体噪声测试参数，根据所述泄露测试参数

和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正;获取待开发对象的开发材料参数,将所述SEA参考模型中的初始材料参数替换为所述开发材料参数,将包含所述开发材料参数的所述SEA参考模型记录为SEA移植模型;对所述SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果,根据所述测试结果为所述待开发对象配置声学包。本发明在车辆开发阶段即根据SEA移植模型的整体噪声水平测试的测试结果为待开发对象(比如,待开发车辆)配声学包,可以合理配置安装声学包的空间范围,在保证降噪效果的最大化同时,还避免了待开发对象在开发完毕之后,因为安装声学包而发生影响结构的改造,保证了待开发对象的结构安全可靠,同时,也无需产生改造费用,降低了待开发对象的开发整体成本;并且,本发明在开发过程中已经对配置声学包之后的待开发对象进行整体噪声水平测试,缩短了校验周期,降低了校验成本。

附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例的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。

[0014] 图1是本发明一实施例中声学包配置方法的流程图;

[0015] 图2是本发明一实施例中声学包配置方法的步骤S30的流程图;

[0016] 图3是本发明另一实施例中声学包配置方法的步骤S30的流程图;

[0017] 图4是本发明一实施例中声学包配置方法的步骤S50的流程图;

[0018] 图5是本发明一实施例中声学包配置方法的步骤S10的流程图;

[0019] 图6是本发明一实施例中基于VAONE建立的SEA参考模型运用在噪声预测过程中的测试结果示意图;

[0020] 图7是本发明一实施例中声学包配置方法的步骤S20的流程图;

[0021] 图8是本发明一实施例中计算机设备的示意图。

具体实施方式

[0022] 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。

[0023] 本发明提供一种声学包配置方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0024] S10,基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型;所述SEA参考模型包含所述参考对象的初始材料参数。其中,所述初始材料参数是指所述参考对象的相关材料参数,比如,在所述参考对象为参考车时,所述初始材料参数为参考车的实车钣金件的厚度及材料属性等,进一步地,在所述参考车中本身即已安装有声学包时,所述初始材料参数还包括参考车中安装的声学包的分布位置以及声学包的材料属性。在该步骤中,基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型的过程中,可以将参考对象的板子系统和声腔子系统的建立同时结合进行考虑,在建模前综合考虑声腔子系统的划分),从而规划好板子系统和声腔子系统的综合划

分,保证板子系统和声腔子系统之间具有更好的匹配关系,同时在进行后续的子系统分割时,避免将各组件分割得太碎,从而造成SEA参考模型中子系统模态数过低的问题,提高整个SEA参考模型的精准度,减小计算分析的误差,也可以最大程度上避免后续过程中由于两者的不匹配导致的删除声腔子系统和板子系统而重复建模,降低了建模误差,提升了建模效率。

[0025] S20,获取所述参考对象的外部声载荷,将所述外部声载荷加载至所述SEA参考模型中;在本实施例中,需要首先获取参考对象的外部声载荷,其中,外部声载荷包括与所述参考对象的每一个声腔子系统对应的表面声载荷以及主噪声源的主噪声源载荷。将所述外部声载荷加载至所述SEA参考模型中,首先需要将外部声载荷导入到VAONE中,之后,将与所述参考对象的每一个声腔子系统对应的表面声载荷加载到SEA参考模型中相应的声腔子系统中,之后,将主噪声源的主噪声源载荷(表面声压级)加载到SEA参考模型中该主噪声源周围与其对应的声腔子系统中。

[0026] S30,获取所述参考对象的泄露测试参数和整体噪声测试参数,根据所述泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正。

[0027] 在该步骤中,需要首先对参考对象的内部整体噪声有一个明确的认知,因此,在一实施例中,所述步骤S30中,所述获取所述参考对象的整体噪声测试参数之前,还包括:

[0028] 在不同的预设测试工况下分别对所述参考对象进行整体声压级测试,获取所述参考对象的整体噪声测试参数并将其存储至数据库;所述整体噪声测试参数包括所述参考对象的特定位置在每一个预设测试工况下的总声压级。其中,预设测试工况包括:怠速、额定转速,加速,高速匀速,常用车速等不同工况。特定位置可以根据参考对象的实际需求进行设定,比如,在参考对象为参考车时,其特定位置可以是指主驾右耳和副驾左耳;也即,在参考车中,特定位置的选取是根据主驾驶位置的人员右耳或副驾驶位置的人员左耳在车内所处的位置决定的。也即,在对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正之前,要对参考车的车内整体噪声(通过整体噪声测试参数体现)有一个明确的认知,之后根据整体噪声测试参数,合理修正SEA参考模型。

[0029] 进一步地,如图2所示,所述步骤S30中,所述获取所述参考对象的泄露测试参数之前,包括:

[0030] S301,获取所述参考对象的所有待测试泄露位置;其中,在参考对象为参考车时,待测试泄露位置可能为白车身上的空调均压孔,排水孔,门把手,门缝,侧窗等。

[0031] S302,按照预设规则(可以随机选取,亦可以根据预先设定的选取顺序进行选取)选取一个待测试泄露位置,将所述参考对象中除被选取的待测试泄露位置之外的其他待测试泄露位置均进行封堵;可选地,可以采用胶带逐个封闭可能泄露的待测试泄露位置(除被选取的待测试泄露位置之外)。

[0032] S303,以预设流量向所述参考对象中充气,获取与被选取的待测试泄露位置对应的泄露参数;所述泄露参数包括泄露面积;其中,以一定流量向参考对象内充气,使得参考对象内达到一定压力,由于使得车内维持相同压力所需的输入流量与泄露面积相关,比如,初始输入流量为213cfm,封堵后输入流量减小至210cfm,则流量变化量为3cfm;而流量变化与泄露面积是成正比的,因此,只需要有一个待测试泄露位置对应的泄露面积时确定的,就可以同理类比得到其他待测试泄露位置的相对泄露面积。

[0033] S304,将所述泄露参数以及与其对应的所述待测试泄露位置关联存储为泄露测试参数。

[0034] 可理解地,如图3所示,在步骤S30中,所述根据所述泄露测试参数和整体噪声测试参数对已加载所述外部声载荷的SEA参考模型进行修正,包括:

[0035] S305,在所述SEA参考模型中与所述待测试泄露位置对应的位置,加载与该所述待测试泄露位置关联的泄露参数;也即,在计算出上述泄露参数之后,将其加载到SEA参考模型中。

[0036] S306,通过VAONE对加载所述泄露参数之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第一计算结果;其中,第一计算结果是指对应于当前的泄露参数的参考对象的SEA参考模型的整体噪声水平测试结果。

[0037] S307,根据所述第一计算结果以及所述整体噪声测试参数对所述SEA参考模型的所述待测试泄露位置或/和泄露参数进行修正;也即,对第一计算结果以及所述整体噪声测试参进行对标,根据两者之间的误差对所述SEA参考模型的待测试泄露位置或/和泄露参数进行修正。

[0038] S308,通过VAONE对修正之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第二计算结果;其中,第二计算结果是指对应于修正泄露参数或/和修正待测试泄露位置之后的参考对象的SEA参考模型的整体噪声水平测试结果。

[0039] S309,在所述第二计算结果与所述整体噪声测试参数之间的误差符合预设误差要求时,确认完成对所述SEA参考模型的修正。可选地,预设误差要求是指第二计算结果与整体噪声测试参数之间的误差控制在3—5dBA范围之内。

[0040] S40,获取待开发对象的开发材料参数,将所述SEA参考模型中的初始材料参数替换为所述开发材料参数,将包含所述开发材料参数的所述SEA参考模型记录为SEA移植模型;在该步骤中,将修正完成的SEA参考模型作为标准模型,并将修正完成的SEA参考模型移植到处于模型开发阶段的待开发对象上,其中,该移植过程主要是指将标准模型(修正完成的SEA参考模型)中的初始材料参数(比如,钣金材料厚度以及材料属性)换成待开发对象的开发材料参数数,同时,若主噪声源发生更换(也即待开发对象的主噪声源与参考对象的主噪声源类型并不相同时,需要将待开发对象的主噪声源作为待更换主噪声源),还需要通过台架测试获取待更换主噪声源的声源载荷(后文中有详细阐述),进而将其作为待更换主噪声源的主噪声源载荷加载到与该待更换主噪声源对应的声腔子系统中。

[0041] S50,对所述SEA移植模型进行整体噪声水平测试并获取测试结果,根据所述测试结果所述待开发对象配置声学包。

[0042] 在一实施例中,如图4所示,所述步骤S50包括:

[0043] S501,通过VAONE对所述SEA移植模型进行整体噪声水平计算并获取第三计算结果;也即,在该步骤中,利用移植后的SEA移植模型,对待开发对象进行整车噪声水平计算,第三计算结果是指对待开发对象的SEA移植模型进行整车噪声水平计算的整体噪声水平的计算结果。

[0044] S502,获取所述待开发对象的噪声传递路径,根据所述第三计算结果以及预设整体噪声目标值,在所述噪声传递路径中配置声学包;也即,预设整体噪声目标值与标杆对象(比如与待开发车相同类型的标杆车)有关,一般根据标杆对象的整车噪声水平(比如,在待

开发车中,主要是指待开发车的主驾右耳和副驾左耳位置整车噪声水平)来确定。例如,如果我们测得某标杆车的主驾右耳的声压级为62dB(A),副驾左耳的声压级为63dB(A),此时,可以设定待开发车的预设整体噪声目标值为主驾右耳声压级 $\leq 62\text{dB(A)}$,副驾左耳声压级 $\leq 63\text{dB(A)}$ 。可理解地,待开发对象的噪声传递路径可以根据待开发对象的具体结构进行确定,比如,以待开发车的发动机噪声传递到主驾右耳的路径为例,发动机辐射的噪声传到主驾右耳的其中一条主要路径,即发动机辐射的噪声透过前围传到主驾位置,然后再传递到主驾右耳处的传递路径,在该传递路径上,前围是隔离发动机辐射噪声的主要零部件,此时,若第三计算结果中表征的主驾右耳处的整体噪声水平与预设整体噪声目标值存在不足,也即主驾右耳声压级大于62dB(A),此时,可以通过设计和优化前围的声学包来降低主驾右耳的声压级。

[0045] S503,通过VAONE对配置声学包之后的所述SEA参考模型进行整体噪声水平计算并获取第四计算结果;其中,第四计算结果是指对待开发对象的配置声学包之后的SEA移植模型进行整车噪声水平计算的整体噪声水平的计算结果。

[0046] S504,在所述第四计算结果与所述预设整体噪声目标值之间的误差符合预设优化要求时,确认完成声学包配置。也即,在第四计算结果与所述预设整体噪声目标值之间符合预设优化要求时,说明无需再优化噪声传递路径,此时,代表声学包的配置已经完成,且待开发对象已达到了降低整车噪声水平并满足最初设计要求的目的是。

[0047] 本发明在车辆开发阶段即根据SEA移植模型的整体噪声水平测试的测试结果为待开发对象(比如,待开发车辆)配声学包,可以合理配置安装声学包的空间范围,在保证降噪效果的最大化同时,还避免了待开发对象在开发完毕之后,因为安装声学包而发生影响结构的改造,保证了待开发对象的结构安全可靠,同时,也无需产生改造费用,降低了待开发对象的开发整体成本;并且,本发明在开发过程中已经对配置声学包之后的待开发对象进行整体噪声水平测试,缩短了校验周期,降低了校验成本。

[0048] 在一实施例中,如图5所示,所述步骤S10,也即所述基于VAONE建立参考对象的SEA参考模型,包括:

[0049] S101,获取自前处理模块导入的参考对象的整体数模;其中,整体数模可以为参考对象整体的3D模型,该整体数模的格式可以为CATIA、PROE、UG等通用格式。所述前处理软件优选为Hypermesh;当然,在本发明中,该前处理软件亦可以为可适用的除Hypermesh之外的处理软件。

[0050] S102,获取所述参考对象的振动和噪声信息,并根据所述振动和噪声信息确定所述整体数模的第一声腔结构划分数据;在该步骤中,首先要获取参考对象的振动和噪声信息是通过对参考对象进行的振动测试和噪声测试之后,获取的相关测试信息,在本发明中,该振动和噪声信息(参考对象为参考车的整车时,振动和噪声信息为整车振动和噪声信息)可以用于辅助对板子系统和声腔子系统的结构进行划分,在该步骤中,仅通过振动和噪声信息确定所述整体数模的第一声腔结构划分数据,也即,该过程只是根据振动测试噪声测试的结果对本发明中最终的整体建模进行规划(规划的内容即为第一声腔结构划分数据),而并未在该步骤中划分声腔子系统或者板子系统。

[0051] S103,对所述整体数模进行模型简化处理;其中,所述整体数模中包含多个零部件,一个所述零部件中包含至少一个零件组件;具体地,所述对所述整体数模进行模型简化

处理,包括:对所述整体数模中的冗余几何特征进行删除,直至相邻的各所述零部件之间的第一边界以及各所述零件组件之间的第二边界均处于共边状态;所述冗余几何特征包括冗余点、冗余线、冗余面、不必要孔洞以及破面中的一种或多种。其中,模型简化处理,主要是将无关的点、线、面、不必要的孔洞以及破面进行清理,经过清理之后,使整体数模的边界情况如下:相邻的各零部件(整体数模中包含多个零部件,一个所述零部件中包含至少一个零件组件)之间的第一边界以及各所述零件组件之间的第二边界均处于共边状态。如此,有利于后面进行网格划分以及建立板子系统或者声腔子系统。可理解地,在本发明中,声腔子系统需要通过板子系统来建立,因此,在进入前处理模块进行前处理时,需要根据步骤S102中规划好的第一声腔结构划分数据对整体数模中对应于板子系统的零部件(及其零件组件)进行几何清理和划分(也即模型简化处理),该过程就是要保证板子系统和声腔子系统之间具有更好的匹配关系,避免后续过程中由于两者的不匹配导致的删除声腔子系统和板子系统而重复建模,最终导致的误差和效率低下等问题。

[0052] S104,获取所述整体数模中的组件边界数据,根据所述第一声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,并为各所述模型组件分配组件属性;在该步骤中,根据前期对板子系统和声腔子系统的结构进行规划的第一声腔结构划分数据,再结合整体数模中各零部件之间以及零部件的各零件组件之间的组件边界数据,将整体数模进行分割,具体地,其分割原则为:尽量保证零部件中各零件组件的完整性,优先选择将一个零件组件划分为一个模型组件,必须进行分割的零件组件也尽量不要分割得太碎(也即,可以设定同一个零件组件被分割之后得到的模型组件的数量不要超过预设的数量阈值)。在本发明中,以整体数模中对应于参考车的驾驶室的声腔空间(该驾驶室的声腔空间可以视为一个零部件,该零部件中的上下两层的每一层中的每一个前后排空间均可以视为一个零件组件)为例,主要有两种划分方法(并不限定为这两种):第一种是,将每一个零件组件按照左右对称划分为两个模型组件,最终,该驾驶室的声腔空间可以分上下两层,左右对称,前后排为界,共划分为8个模型组件;第二种方法是:分上下两层,以顶部天窗的几何边界为界限分左中右,前后排为界,共划分为12个模型组件。可理解地,模型组件的划分越细,将会越接近测试的观测点,但模型组件的划分的越细,板子系统相应的也会被划分的很碎,容易造成模态数过小,因此本发明中根据所述第一声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,可以在满足接近测试观测点的前提下,也不将板子系统划分过小,实现了整体数模的模型组件划分的合理性,也即,在保证子系统的几何形状与参考对象的实际数模的一致性,提高建模的效率的同时,还保证各子系统满足分析所需的模态数的需求。

[0053] 可理解地,每一所述组件属性中均包含一个组件ID码;所述为各所述模型组件分配组件属性,包括:

[0054] 根据预设属性分配规则为各个所述模型组件分配组件属性,所述预设属性分配规则包括:一个所述模型组件对应一个组件属性,且相邻的两个所述模型组件的组件属性中包含不同的组件ID码。也即,在同一个零件组件被分割成两个或两个以上的模型组件时,需要将对被分割的两个或两个以上的模型组件均进行分配的组件属性(组件属性可以根据需求进行设定,比如为:材料属性,厚度等);例如某一个零部件的组件component_1被分成了两个部分,需要将其分成两个组件component_1-1和component_1-2;同时,由于组件属性关

系到后续对于子系统的划分(建立SEA参考模型划分子系统的一个重要原则就是相同组件属性的组件才能被划分到同一个子系统中),因此,对所有组件分别建立其对应的组件属性;可理解地,从同一个零件组件中被分割的模型组件的组件属性相同,但需要为每个模型组件属性建立与其对应的组件ID码(组件ID码可以为用于辨识一个模型组件的数字、字母或者符号的组合码),且相邻模型组件之间的组件ID码必须不同;但在本发明中,如果不相邻模型组件,如果组件属性相同,也可以为其分配附上具有相同组件ID码的组件属性;如此,在将其导入到VAONE中后,可以用来区分与每个模型组件划分之后的网格相邻的网格,便于一键框选所需的网格,从而根据选取的网格对应的网格节点来建立所需的板子系统。

[0055] S105,对所述整体数模进行网格划分,获取包含第一网格节点的所述参考对象的整体第一有限元模型,并将所述第一有限元模型导出为Nastran类型的第一文件;其中,将以上整体数模进行网格划分,网格划分之后的整体数模可以体现参考对象的整体几何特征,使得划分网格之后的整体数模与参考对象实际模型的贴合度高,尤其要保证整体数模与参考对象实际模型的不规则曲面的贴合度,可理解地,在本发明中,可以通过合理的网格大小来控制整体数模与参考对象实际模型的不规则曲面的贴合度,同时,在划分子系统(后文中提及的板子系统和声腔子系统)进行划分时,尽量保证不规则曲面的几何结构的完整性,进而进一步保证最终生成的SEA参考模型与参考对象实际模型的不规则曲面的贴合度。在本实施例中,在获取包含第一网格节点的所述参考对象的第一有限元模型之后,将其导出到对应的Nastran类型文件(.bdf格式)。本发明中,将参考对象的整体有限元模型作为一个整体导出在一个窗口中进行建模,如此,可以使得选择网络节点和实时查看各子系统间的连接状态时更为准确快速。现有技术中的多窗口建模虽然也能实时查看子系统间的连接,但需要将多个窗口下的模型复制到一个窗口下进行检查(整体数模是由诸多零部件组成,因此整体数模的模型复杂,导致该过程复杂),如此,若子系统间出现不连接状态时,需要首先删除不连接的子系统,之后进行重新建立该部分删除的子系统重新复制到一个窗口下进行检查,该过程中,重复建立的子系统与尚未删除的子系统之间产生的误差更大,不利于建模的准确性和效率。

[0056] S106,将所述第一文件导入VAONE中,根据预设节点选取规则选取第一网格节点,并根据选取的所述第一网格节点建立多个板子系统;也即,将文件导入到VAONE中之后,预设节点选取规则包括:首先,确定整体数模中包含很难通过单个平板或是曲率板构建出来的不规则曲面对应的模型组件(划分网格之后的),此后,可利用VAONE中的第一直接生成模块(第一直接生成模块用于直接根据不规则曲面对应的模型组件的第一网格节点生成所需的板子系统)生成所需的板子系统,如此,可以避免将不规则曲面再次划分成多个细小的板子系统,保证了不规则曲面的几何结构的完整性,进而进一步保证最终生成的SEA参考模型与参考对象实际模型的不规则曲面的贴合度,不会造成模态数过小。其次,针对规则曲面对应的模型组件(划分网格之后的),结合其自身划分网格之后导入的网格节点以及与其相邻的模型组件的网格节点(导入有限元模型时,网格节点一同导入),手动选取网格节点建立与选取的网格节点对应的板子系统(手动选取节点就是从导入的网格节点中选取,选取原则:主要选取网格边界节点,同时要保证板子系统的几何特征与该部分对应的有限元模型的几何特征相贴合,如此,保证最终建立的SEA参考模型与参考对象实际模型的贴合度),亦可以不手动选取,而是直接利用第二直接生成模块(第二直接生成模块用于直接根据包含

规则曲面的模型组件的第一网格节点生成所需的板子系统)生成所需的板子系统。

[0057] S107,在确定各所述板子系统之间的第一连接状态无误后,根据所述第一声腔结构划分数据建立多个声腔子系统;也即,在本发明中,可以利用VAONE中检查连接的检查工具来检测各板子系统之间的第一连接状态是否无误,若无误,可根据所述第一声腔结构划分数据建立声腔子系统。若有误,则需要重新建立各板子系统,并提示有误网格节点信息(有误网格节点信息是指有误的节点位置、有误原因或者是解决措施等),进而,根据该有误网格节点信息,可以重新调整网格节点(也即,获取调整之后的第二网格节点),并根据所述第二网格节点重新建立新的板子系统;并进入后续步骤中。

[0058] S108,在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,根据所述参考对象的初始材料参数配置所述板子系统的结构属性,确认所述参考对象的SEA参考模型建立完成。也即,可以利用VAONE中检查连接的检查工具来检测各所述声腔子系统之间的第二连接状态是否有误,同时检测所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态是否无误;在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,首先需要根据参考对象的初始材料参数配置板子系统的结构属性,比如,在参考对象为参考车时,首先设置参考车的板子系统的钣金件厚度以及材料属性,进一步地,在参考车中安装有声学包时,根据所述参考对象的初始材料参数配置所述板子系统的结构属性还包括根据声学包的分布位置以及声学包的材料属性,在SEA参考模型中设置相关声学包之后,才确认完成参考车SEA参考模型的建立。

[0059] 进一步地,在第二连接状态或第三连接状态中的至少一个有误时,即需要提示与有误的第二连接状态或第三连接状态对应的有误声腔结构信息(有误声腔结构信息是指有误的网络节点位置、有误原因、解决措施或导致产生第二连接状态或第三连接状态有误的不合理的第一声腔结构划分数据等);并且,在有误声腔结构信息中,导致产生第二连接状态或第三连接状态有误的原因为有误的网络节点位置时,可以重新调整网格节点,并根据调整之后的网格节点重新建立新的板子系统;并进入后续步骤中。而另一方面,在有误声腔结构信息中,导致产生第二连接状态或第三连接状态有误的原因为不合理的第一声腔结构划分数据时,则需要根据所述有误声腔结构信息重新将第一声腔结构划分数据调整为第二声腔结构划分数据,并根据第二声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,并为各所述模型组件分配组件属性,之后再根据步骤S101-S108进入后续步骤。

[0060] 可理解地,在本实施例中,第一连接状态是指根据网格节点(包括第一网格节点、第二网格节点、第三网格节点或者第四网格节点)建立的各板子系统之间的连接状态,第二连接状态是指根据声腔结构划分数据(包括第一声腔结构划分数据或第二声腔结构划分数据)建立的各声腔子系统之间的连接状态;而第三连接状态是指上述根据网格节点建立的板子系统以及根据声腔结构划分数据建立的声腔子系统之间的连接状态。

[0061] 可理解地,由于整体数模的复杂性,参考对象内部空气声的传播主要通过建立其内部的声腔子系统来模拟,而参考对象内部声腔子系统的划分因整体数模的差异而不同,最终声腔子系统是根据板子系统来建立,在本实施例中,将板子系统和声腔子系统的建立同时结合进行考虑,在建模前综合考虑声腔子系统的划分(也即根据所述振动和噪声信息

确定所述整体数模的第一声腔结构划分数据),从而规划好板子系统和声腔子系统的综合划分,这样在模型前处理的模型简化处理阶段的目的性更强,模型简化更准确,保证板子系统和声腔子系统之间具有更好的匹配关系,同时在进行后续的子系统分割时,避免将各组件分割得太碎,从而造成SEA参考模型中子系统模态数过低的问题,提高整个SEA参考模型的精准度,减小计算分析的误差,也可以最大程度上避免后续过程中由于两者的不匹配导致的删除声腔子系统和板子系统而重复建模,降低了建模误差,提升了建模效率。如图6所示,将本发明中的基于VAONE建立的SEA参考模型,实际应用在对参考对象内部,比如参考车的整车内部时,再对车内主驾右耳旁的噪声进行预测的过程中,相比现有技术中的建模方法,其准确度提高,且预测数据基本与实测数据相一致。

[0062] 本实施例中,在建模前根据实际测试获取的参考对象的振动和噪声信息确定第一声腔结构划分数据(也即提前规划好声腔子系统的结构划分),该第一声腔结构划分数据可以为参考对象的各零部件的板子系统划分确定方向,如此,第一声腔结构划分数据对模型简化过程起到了指导作用,使得模型简化处理的简化结果更准确。同时,根据组件边界数据分割模型组件时,可以避免将零部件中的零件组件分割得太碎,因此,避免了最终生成的SEA参考模型中的板子系统的模态数过低的状况出现,提高SEA参考模型的精准度,减小了建模误差。并且,由于第一有限元模型是建立SEA参考模型的前提,因此,根据选取的第一网格节点直接建立板子系统接,该板子系统的几何形状与整体数模更贴近,可以提高建模的准确性和效率。再次,将整体数模对应的第一文件整体导出,可以实现参考对象的整体在一个窗口中建模,如此,实时查看板子系统或/和声腔子系统间的连接状态更为准确快速(多窗口建模时,需要将多个窗口下的子模型复制到同一个窗口下检查连接状态,且出现子系统间不连接状况时,需要删除不连接的子系统之后,对该部分子系统重新建立,如此,存在将不同批次建立的子系统进行重新匹配的过程,不利于建模的准确性和效率)。

[0063] 在一实施例中,所述步骤S106中,所述根据选取的所述第一网格节点建立多个板子系统之后,还包括:

[0064] 在确定各所述板子系统之间的第一连接状态有误时,提示与有误的第一连接状态对应的有误网格节点信息;根据所述有误网格节点信息对所述第一网格节点进行调整,获取第二网格节点,并根据所述第二网格节点重新建立新的板子系统;在确定各所述新的板子系统之间的第一连接状态无误后,根据所述第一声腔结构划分数据建立多个声腔子系统;在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,确认所述参考对象的SEA参考模型建立完成。也即,在本实施例中,若确定各所述板子系统之间的第一连接状态有误时,需要重新建立各板子系统,并提示有误网格节点信息(有误网格节点信息是指有误的节点位置、有误原因或者是解决措施等),进而,根据该有误网格节点信息,可以重新调整网格节点(也即,获取调整之后的第二网格节点),并根据所述第二网格节点重新建立新的板子系统;并进入后续步骤中。

[0065] 在一实施例中,所述步骤S107中,所述根据所述第一声腔结构划分数据建立多个声腔子系统之后,还包括:

[0066] 在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态或/和所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态有误时,提示与有误的第二连接状态或/和第三连接状态对应的有误信息;在所述有误信息中包含有误声腔结构信息时,根据所述有误声腔结构信息对第

一声腔结构进行调整,获取第二声腔结构划分数据,根据所述第二声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,并为各所述模型组件分配组件属性;对所述整体数模重新进行网格划分,获取包含第三网格节点的所述参考对象的整体的第二有限元模型,并将所述第二有限元模型导出为Nastran类型的第二文件;将所述第二文件导入VAONE中,根据预设节点选取规则选取第三网格节点,并根据选取的所述第三网格节点建立多个新的板子系统;在确定各所述新的板子系统之间的第一连接状态无误后,根据所述第二声腔结构划分数据建立多个新的声腔子系统;在确认各所述新的声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述新的板子系统与所述新的声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,根据所述参考对象的初始材料参数配置所述板子系统的结构属性,确认所述参考对象的SEA参考模型建立完成。

[0067] 也即,在本实施例中,可以利用VAONE中检查连接的检查工具来检测各所述声腔子系统之间的第二连接状态以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态是否有误,在第二连接状态或第三连接状态中的至少一个有误时,即需要提示与有误的第二连接状态或/和第三连接状态对应的有误信息(其中,有误信息可能包括有误声腔结构信息或/和有误网格节点信息;有误网格节点信息是指有误的节点位置、有误原因或者是解决措施等;有误声腔结构信息是指有误的网络节点位置、有误原因、解决措施或导致产生第二连接状态或第三连接状态有误的不合理的第一声腔结构划分数据等);并且,在有误信息中,若存在有误声腔结构信息(包括两种情况,一种为有误信息中仅存在有误声腔结构信息;一种为有误信息中同时存在有误声腔结构信息和有误网格节点信息),由于有误声腔结构信息会在进行网格划分时导致有误网格节点信息的产生,因此,首先认为导致产生第一连接状态或/和第三连接状态有误的原因为不合理的第一声腔结构划分数据,此时,需要根据所述有误声腔结构信息重新将第一声腔结构划分数据调整为第二声腔结构划分数据,并根据第二声腔结构划分数据和所述组件边界数据将所述整体数模分割为若干个模型组件,并为各所述模型组件分配组件属性,之后再根据步骤S101-S108进入后续步骤。

[0068] 在一实施例中,所述提示与有误的第二连接状态或/和第三连接状态对应的有误信息之后,还包括:

[0069] 在所述有误信息中仅包含有误网格节点信息时,根据所述有误网格节点信息对所述第一网格节点进行调整,获取第四网格节点,并根据所述第四网格节点重新建立多个新的板子系统;在确定各所述新的板子系统之间的第一连接状态无误后,根据所述第一声腔结构划分数据建立多个声腔子系统;在确认各所述声腔子系统之间的第二连接状态,以及所述板子系统与所述声腔子系统之间的第三连接状态均无误后,确认所述参考对象的SEA参考模型建立完成。也即,在本实施例中,在第二连接状态或/和第三连接状态有误时,若确定与有误的第二连接状态或/和第三连接状态对应的有误信息中仅存在有误网格节点信息时,此时,直接根据该有误网格节点信息,重新调整网格节点(也即,获取调整之后的第四网格节点),并根据所述第四网格节点重新建立新的板子系统;并进入后续步骤中。

[0070] 可理解地,在一实施例中,所述外部声载荷包括与所述参考对象的每一个声腔子系统对应的表面声载荷;如图7所示,所述步骤S20之前,也即所述获取所述参考对象的外部声载荷之前,包括:

[0071] S201,获取所述SEA参考模型中各声腔子系统的划分结构;

[0072] S202,根据所述划分结构确定所述参考对象表面上与各声腔子系统对应的布点区域;通过在所述SEA参考模型的表面建表面外声腔(也即声腔子系统),可以模拟参考对象整体的外声场情况,其中,此处的声腔子系统是指车外声腔,不是车内部的声腔,其中,一个所述声腔子系统是指在所述参考对象表面的一定范区域范围内,所述参考对象表面以及与其存在一定距离的空间共同构成的一个腔体;以参考车的主驾位置为例,主驾顶部对应的声腔子系统是指主驾所在位置处顶棚与外部一定距离的空间共同构成的腔体。

[0073] S203,在预设测试环境中对所述参考对象进行表面声载荷测试,并根据声音采集装置采集的声源数据确定与每一个声腔子系统对应的表面声载荷;所述声音采集装置布设在所述参考对象表面的各所述布点区域内。

[0074] 其中,每一个声腔子系统对应的布点区域的表面贴附至少一个声音采集设备(比如,一个布点区域中设置三个麦克风;麦克风贴附在布点区域的表面,防止传感器振动影响测试结果),之后,在预设测试环境下,针对每一种工况分别获取布点区域中的每一个声音采集设备获取的生源数据,进而确定表面声载荷。可选地,可以针对每一种工况分别测试三次(亦可以为其他根据需求设定的次数,比如三次以上),进而获取三次测试中,同一个布点区域中的三个声音采集设备分别获取的三次声源数据,进而,对获取到的九个声源数据取平均值,进而将其确定为该布点区域的表面声载荷。

[0075] 其中,所述预设测试环境中的背景噪声远远低于参考对象(比如参考车)本身产生的噪声,不对参考对象本身产生的噪声产生影响。比如,该预设测试环境可以为带有转鼓的半消声室(带转鼓主要是为了配合带载工况下进行的测试,例如,该带载工况需要参考车的整车在一定车速下的进行整车的表面声载荷测试,而半消声室的设置主要是为了消除背景噪声对测试结果的影响),亦可以是指相对安静的平顺道路。可理解地,根据整车结构左右的对称性,在测试与每一个声腔子系统对应的表面声载荷时,若参考对象为参考车,此时,可以根据参考车的对称性,只需测量参考车的整车左边或是右边对应的布点区域的表面声载荷,对称位置上的表面声载荷可以依据对称原理映射过去即可。如此,可以减少测试数据的处理量,提升处理效率和速度。

[0076] 在另一实施例,所述外部声载荷还包括所述参考对象的主噪声源的主噪声源载荷;上述实施例中的,所述步骤S203中,在预设测试环境中对所述参考对象进行表面声载荷测试之后,还包括:

[0077] 获取设置在所述主噪声源表面的传感装置测得的表面声压级,并将所述表面声压级记录为所述主噪声源的主噪声源载荷。也即,若参考对象为参考车,此时,主噪声源可以是指参考车的发动机或动力总成部分(也即指参考对象中主要噪声生成的部分);通过在所述SEA参考模型的主噪声源表面建表面外声腔(也即声腔子系统),可以模拟参考对象主噪声源的外声场情况,其中,此处的声腔子系统是指车外声腔,不是车内部的声腔,其中,主噪声源外对应的声腔子系统是指在所述主噪声源外表面的一定范区域范围内,所述主噪声源外表面以及与其存在一定距离的空间共同构成的一个腔体;以发动机为例,发动机对应的声腔子系统是指发动机外表面与外部一定距离的空间共同构成的腔体。在本实施例中,需要在主噪声源的表面布置相应的传感装置,直接获取其表面声压级,之后,将该表面声压级作为主噪声源的主噪声源载荷进行加载,后续如果需要更换主噪声源部分,无需再进行整车测试并重新获取主噪声源载荷,而实单独进行台架测试结果反推待更换主噪声源的表面

声压级(声源载荷),进而将其作为待更换主噪声源的主噪声源载荷加载到与该待更换主噪声源对应的声腔子系统即可。

[0078] 进一步地,本发明上述过程中,通过台架测试获取待更换主噪声源的声源载荷过程具体包括:

[0079] 在待更换主噪声源的台架测试中,获取待更换主噪声源的第一测试点的第一声源数据;所述第一测试点是指与所述待更换主噪声源表面具有预设距离的测试点;其中,所述预设距离可以根据需求进行设定,所述待更换主噪声源优选为车辆的发动机、电机等。在本发明中,所述预设距离优选为1米。在该步骤中,可以在发动机台架实验室的台架测试中,准确获取与待更换主噪声源表面距离为预设距离的第一测试点的声源特性;也即,台架测试中,令所述待更换主噪声源在预设振动频率下振动,并获取所述声源获取设备(所述声源获取设备为安装在第一测试点且可以直接测得该第一测试点的第一声压级的麦克风)测得的与预设振动频率对应的第一声压级之后,将所述第一声压级以及与其对应的所述预设振动频率关联存储为第一声源数据。

[0080] 根据所述第一声源数据和预设表面声压模型,确定所述待更换主噪声源的第二测试点在台架测试中的第二声源数据;所述第二测试点是指位于所述待更换主噪声源表面的测试点;可理解地,根据所述第一声源数据和预设表面声压模型,可以确定待更换主噪声源的第二测试点(位于所述待更换主噪声源表面的测试点)在预设振动频率时的第二声压级,该第二声压级以及与其对应的预设振动频率即为第二声源数据。其中,所述预设表面声压模型可以通过以下衰减方程、声强和声压关系模型以及声压级转换模型进行确定。

[0081] 首先,声强在空气中的衰减方程为:

$$[0082] \quad I_2 = I_1 e^{-m(x_2 - x_1)}$$

[0083] 其中, I_2 为第一基准点(第一基准点为与所述待更换主噪声源表面距离 x_1 的测试点)处的声强; I_1 为第二基准点(第二基准点为与所述待更换主噪声源表面距离 x_2 的测试点)处的声强; m 为空气中声强每米衰减系数; x_1 为第二基准点与所述待更换主噪声源表面之间的距离; x_2 为第一基准点与所述待更换主噪声源表面之间的距离; e 为自然常数;

[0084] 其次,声强和声压关系模型包括:

$$[0085] \quad I_1 = P_1^2 / \rho c$$

$$[0086] \quad I_2 = P_2^2 / \rho c$$

[0087] 其中, ρ 为空气密度; c 为空气中的声速; P_1 为第二基准点的待测声压; P_2 为第一基准点的待测声压;

[0088] 再次,声压转换为声压级的声压级转换模型包括:

$$[0089] \quad L_{P_1} = 10 \lg (P_1^2 / P_0^2)$$

$$[0090] \quad L_{P_2} = 10 \lg (P_2^2 / P_0^2)$$

[0091] 其中: P_0 为参考声压。由上可知,根据所述衰减方程、声强和声压关系模型以及声压级转换模型,可以确定,

$$[0092] \quad L_{P_2} = L_{P_1} + 10m(x_1 - x_2) \lg e$$

[0093] 但在上述方程中,需要将空气中声强每米衰减系数 m 的单位转换为dB/m,如此,需

要将 m 乘以4.343,进而最终得到可以用于计算待更换主噪声源的第二基准点的第二声压级的所述预设表面声压模型为:

$$[0094] \quad L_{P_1} = L_{P_2} - 43.43m(x_1 - x_2)lge$$

[0095] 其中: L_{P_1} 为第二基准点的第二声压级; L_{P_2} 为第一基准点的第一声压级; m 为空气中声强每米衰减系数(单位为dB/m); x_1 为第二基准点与所述待更换主噪声源表面之间的距离,且在本发明中,若第二基准点为第二测试点,则所述第二测试点对应的 $x_1=0$; x_2 为第一基准点与所述待更换主噪声源表面之间的距离,且在本发明中,若第一基准点为第一测试点,则所述第一测试点对应的 x_2 为所述预设距离(比如优选为1米); e 为自然常数。

[0096] 综上所述,根据上述预设表面声压模型,可以根据第一测试点的第一声压级确定第二测试点的第二声压级,进而获取第二声源数据。

[0097] 获取待更换主噪声源在台架测试中的修正误差;可理解地,修正误差为待更换主噪声源在同一测试频率下进行测试的整体测试声压级(将待更换主噪声源安装在整体测试对象进行整体测试,比如整车中进行整车测试)以及台架测试声压级(将待更换主噪声源安装在测试台架上进行台架测试)之间的差值。也即,事实上,本发明最终需要确定的声源载荷是组装在整体测试对象中的待更换主噪声源在使用过程(对应于整体测试对象的整体测试,比如整车测试)中的声源载荷,上述步骤中获取的第二声压级(第二声源数据)是台架试验中得到的声源数据,因此,两者之间存在一定误差,此时,由于进行整体测试和进行台架测试时,两者之间的主要误差在于整体测试时待更换主噪声源(比如整车中的发动机)除了自身的噪声和振动外,还会带动整体测试对象的其他部位振动和发声,比如带动整车的车身振动和发声,进而影响到待更换主噪声源(发动机)本身的声源特性;因此在确定整体测试对象中待更换主噪声源的声源载荷时,需要通过修正误差对该部分误差进行修正,误差修正为:

$$[0098] \quad \nabla L_P = L_{P_0} - L_{P'}$$

[0099] 其中, L_{P_0} 为整体测试静音实验室的整体测试对象中待更换主噪声源表面的整体测试声压级, $L_{P'}$ 为同一个待更换主噪声源在测试台架上进行台架测试时测得的待更换主噪声源表面的台架测试声压级; ∇L_P 为修正误差。可理解地,上述修正误差公式中进行计算的修正误差、整体测试声压级以及台架测试声压级均对应于待更换主噪声源的同一测试频率。

[0100] 在该步骤中,修正误差不是对于测试过程进行物理修正(物理修正是指测试位置的误差修正,读数选取的精度修正等,物理修正通常通过多次测量的数据平均以及测量手段的准确度提升手段来进行等)。而是基于数据准确测量的基础之上(也即无需进行物理修正或者物理修正已经进行或滞后进行的状态下),将单一待更换主噪声源嵌入某一个系统(比如整体测试对象)中时,该系统会对待更换主噪声源周围的声场产生影响(声波相位叠加原理),该步骤修正的正是这一部分误差。该步骤的修正方法化繁为简,将待更换主噪声源(比如发动机,也即噪声源)嵌入的整体测试对象视为一个整体约束时,待更换主噪声源在测试台架上进行台架测试时测得的待更换主噪声源表面的第二表面声压级 $L_{P'}$,也即为待更换主噪声源的标准声压级,该待更换主噪声源在整体测试对象中会对其中的周围声场产

生影响(也即生成周边噪声),此时,获取整体测试静音实验室的整体测试对象中待更换主噪声源表面的第一表面声压级 L_{P_0} ,也即待更换主噪声源在具有周边噪声的整体测试对象中得到的声压级,那么 L_{P_0} 与 $L_{P'}$ 之间的差值可以作为待更换主噪声源的修正误差,可理解地,修正误差只和整体测试对象系统有关,与其它值无关。

[0101] 根据所述修正误差以及所述第二声源数据,确定所述第二测试点的声源载荷。也即,根据上述修正误差,可以确定第二声源数据中第二声压级的误差并对其进行修正,进而准确地确定第二测试点最终所需的声源载荷。

[0102] 本发明的声源载荷测试方法充分考虑了声波在媒介中的衰减效应,也考虑了待更换主噪声源在整体测试对象中耦合时,整体测试对象对待更换主噪声源的影响效应。通过计算和修正,能获取可以更准确地描述声源特性的声源载荷,测试结果更准确;且本发明无需在整体测试中布置繁多的布点数目,简化了整体测试过程,降低测试成本;并且对于布点有危险或是无法布点位置,可以在取消该布点位置的布点测试的状况下依旧准确获取所需的声源载荷,进而降低了测试难度和危险系数;且本发明声源载荷测试方法可以根据需要计算出与待更换主噪声源相隔任意距离的声源载荷,提升了其适用度。

[0103] 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服务器,其内部结构图可以如图8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、网络接口和数据库。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、计算机可读指令和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机可读指令的运行提供环境。该计算机可读指令被处理器执行时以实现一种声学包配置方法。

[0104] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器中并可在处理器上运行的计算机可读指令,处理器执行计算机可读指令时实现上述声学包配置方法。

[0105] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机可读指令,计算机可读指令被处理器执行时实现上述声学包配置方法。

[0106] 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,是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成,所述的计算机可读指令可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机可读指令在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本发明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/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路DRAM(SLDRAM)、存储器总线直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0107] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元或模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元或模块完成,即将所述系统的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成

以上描述的全部或者部分功能。

[0108] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

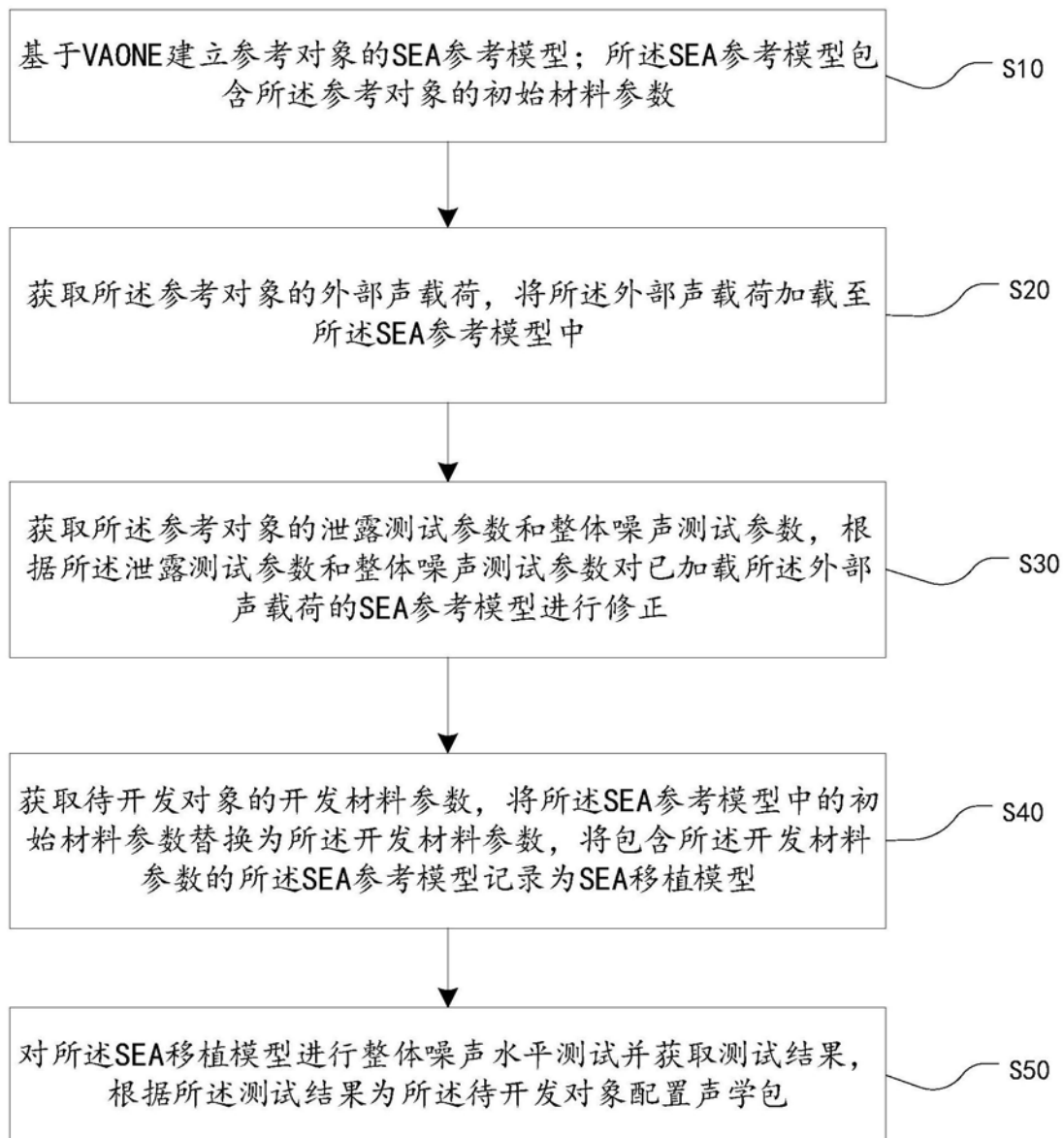


图1

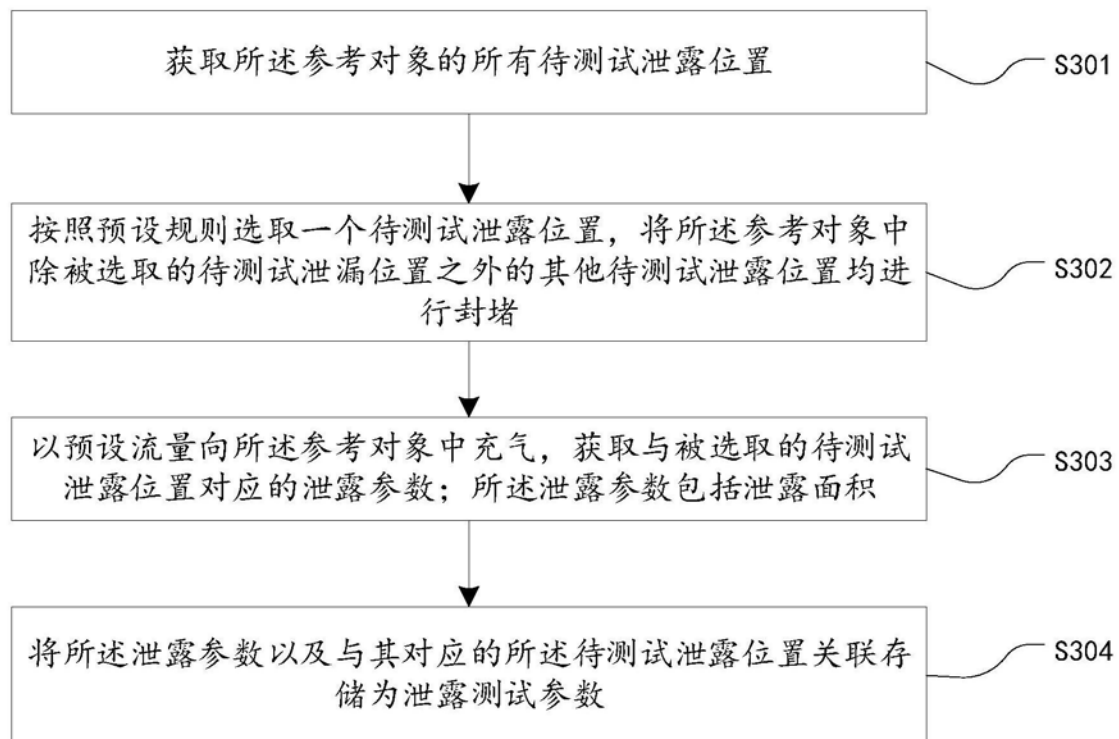


图2

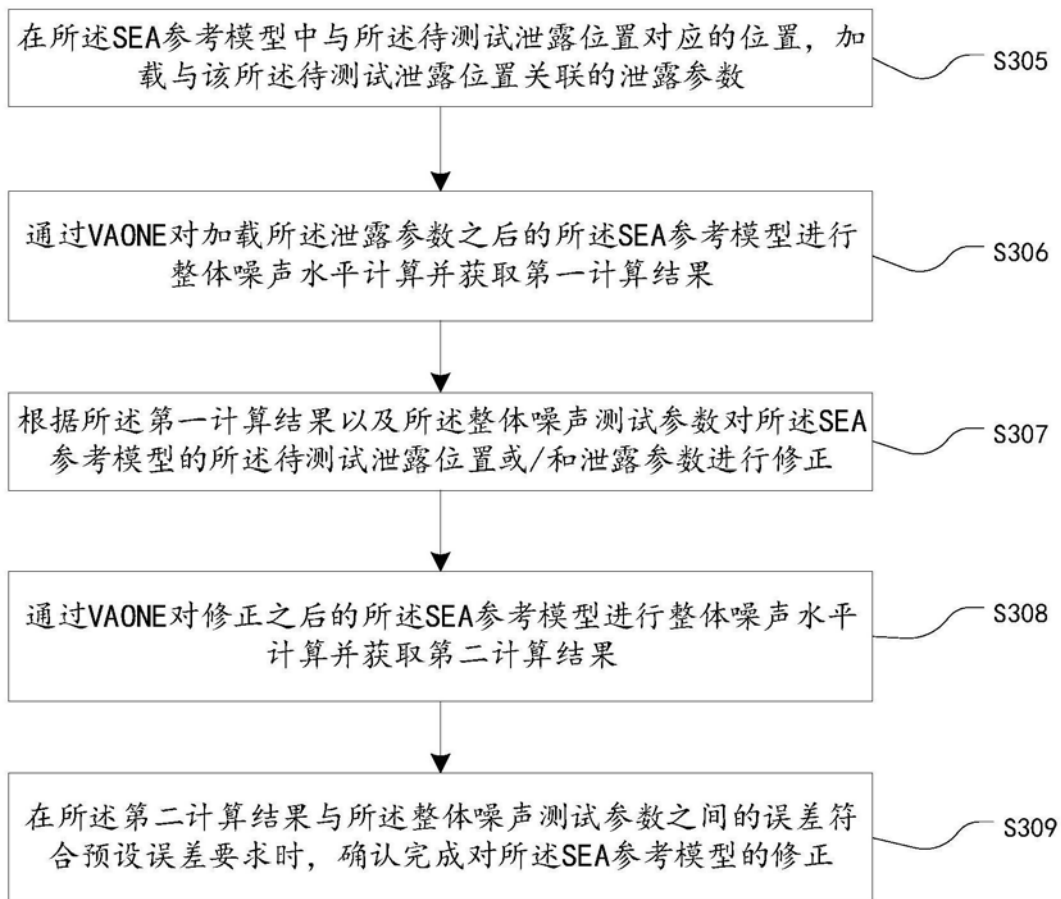


图3

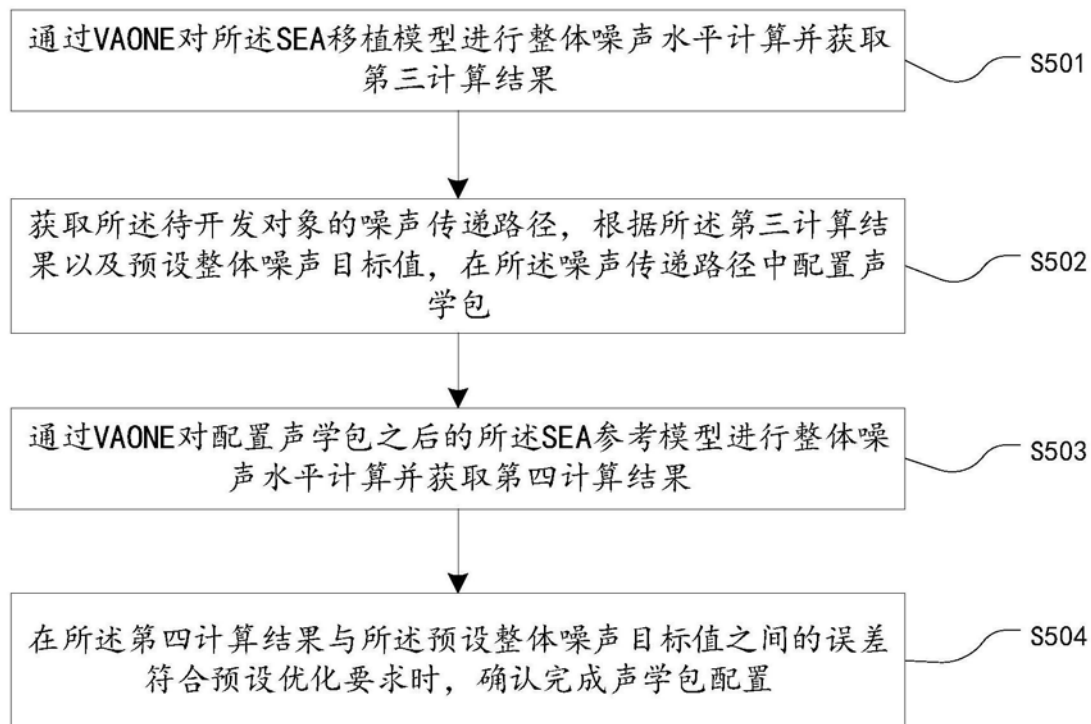


图4

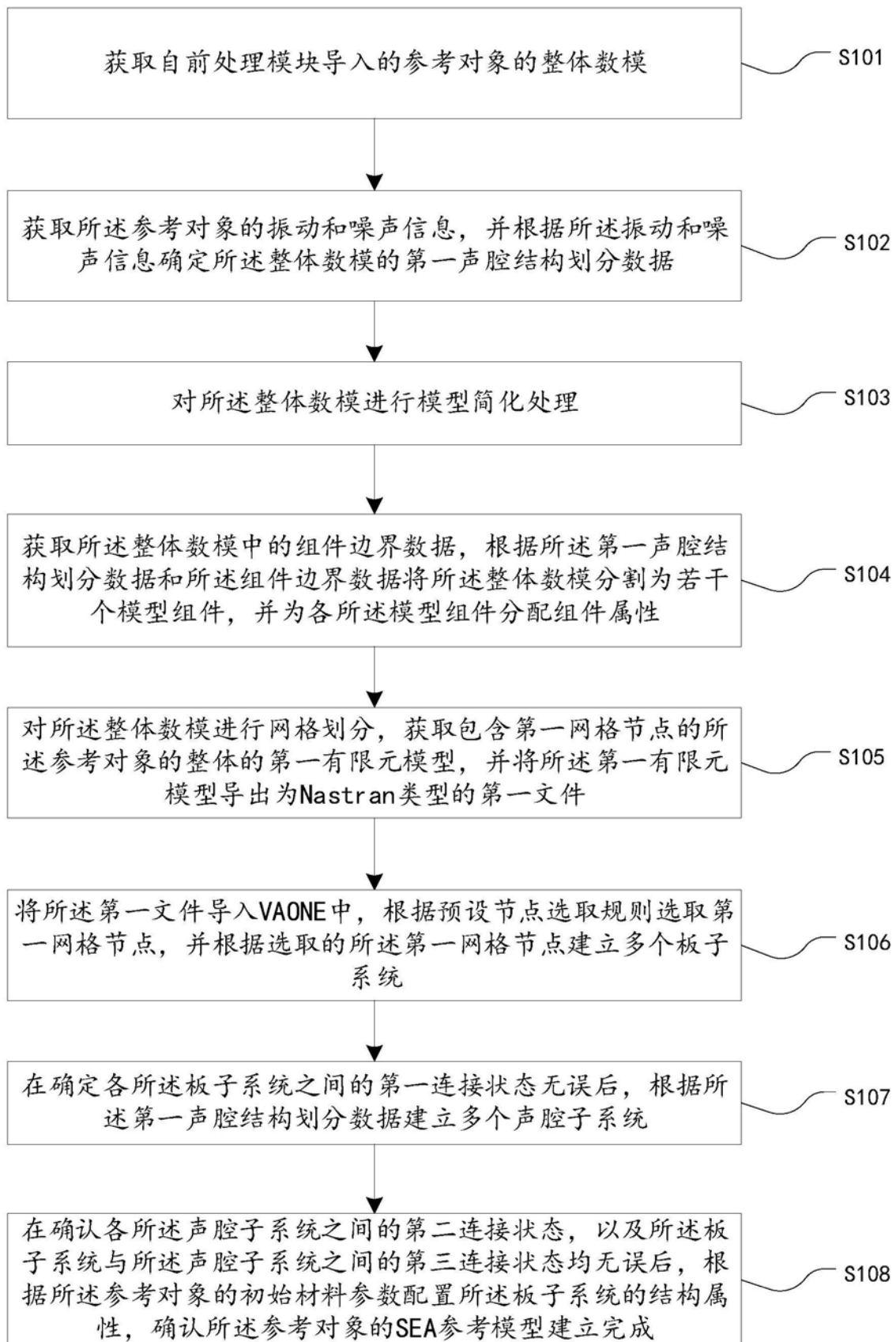


图5

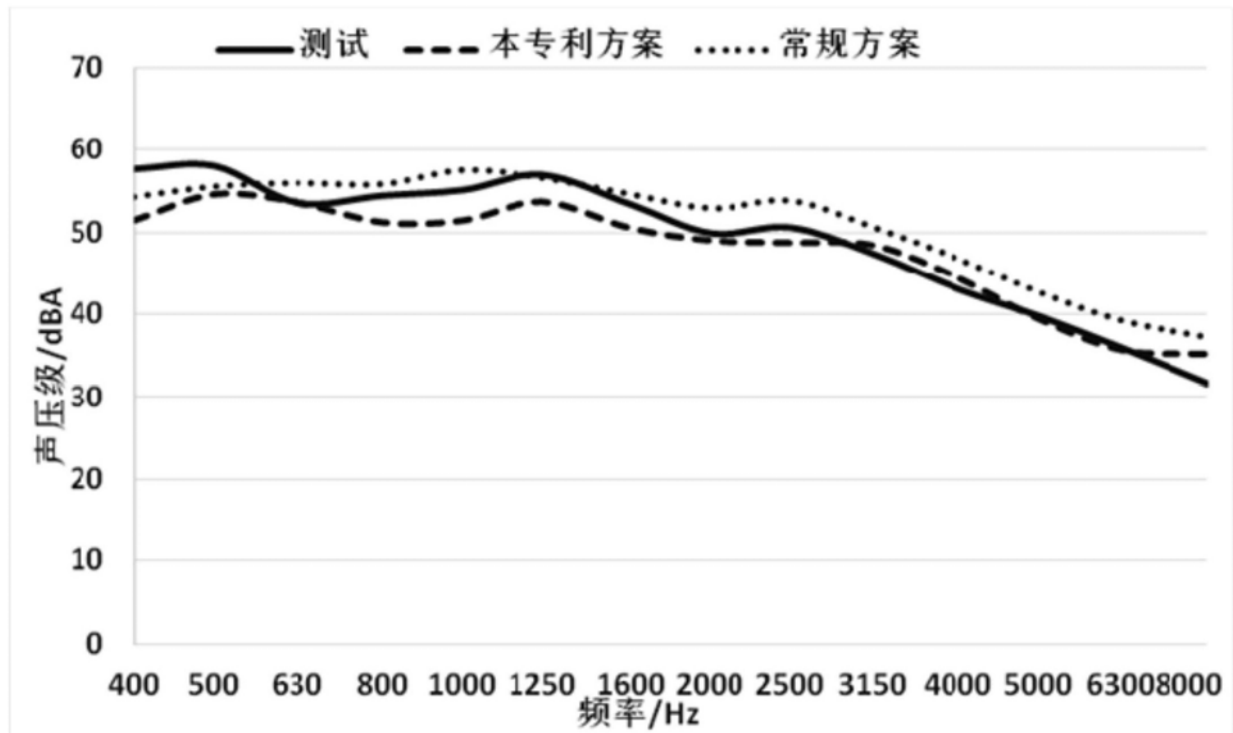


图6

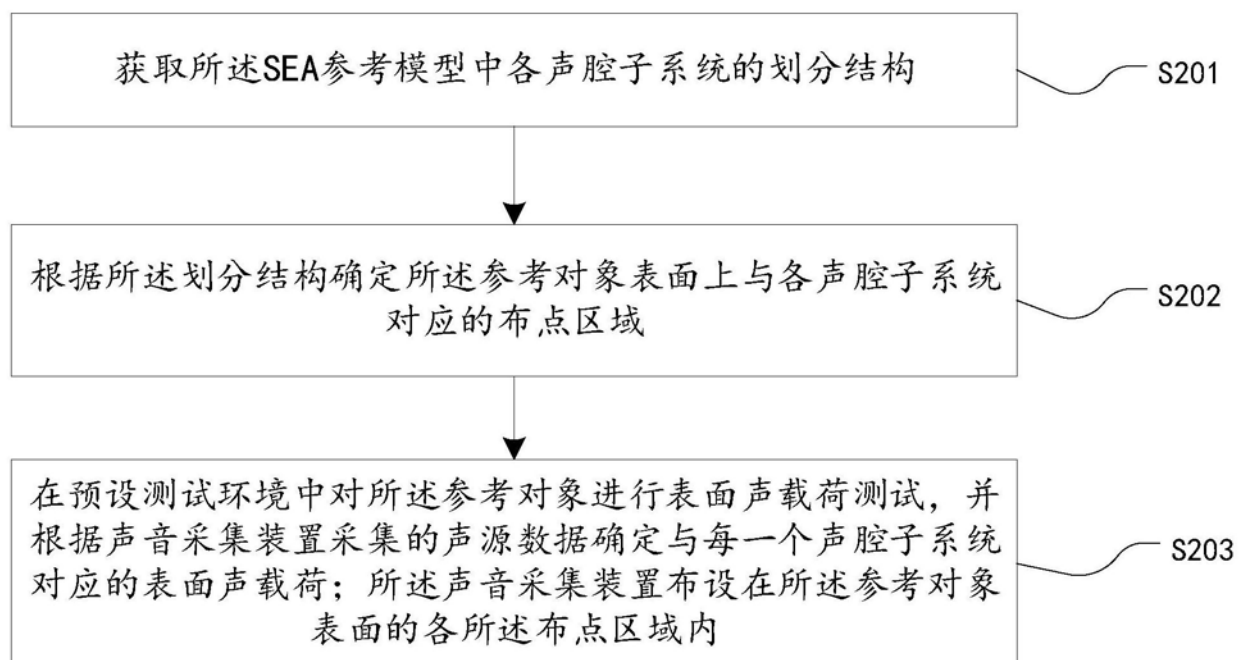


图7

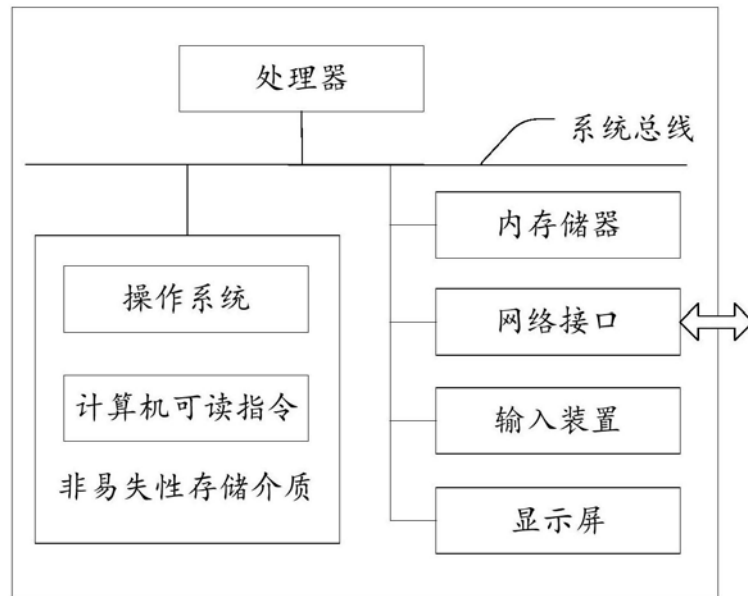


图8