



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106599395 A

(43)申请公布日 2017. 04. 26

(21)申请号 201611052939.8

(22)申请日 2016.11.25

(71)申请人 国网上海市电力公司

地址 200002 上海市黄浦区南京东路181号

申请人 华东电力试验研究院有限公司

上海睿深电子科技有限公司

(72)发明人 田昊洋 陆启宇 徐鹏 袁国刚

钱伟

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 叶敏华

(51)Int. Cl.

G06F 17/50(2006.01)

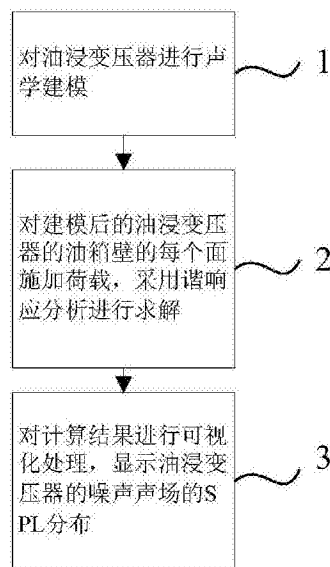
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法

(57)摘要

本发明涉及一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述方法包括下列步骤:对油浸变压器进行声学建模;对建模后的油浸变压器的油箱壁的每个面施加荷载,采用谐响应分析进行求解;对计算结果进行可视化处理,显示油浸变压器的噪声声场的SPL分布。与现有技术相比,本发明具有求解简单、计算准确以及结果直观等优点。



1. 一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述方法包括下列步骤:

- 1) 对油浸变压器进行声学建模;
- 2) 对建模后的油浸变压器的油箱壁的每个面施加荷载,采用谐响应分析进行求解;
- 3) 对步骤2)的计算结果进行可视化处理,显示油浸变压器的噪声声场的SPL分布。

2. 根据权利要求1所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述声学建模包括结构模型建模、流体模型建模和结构模型与流体模型之间界面的建模。

3. 根据权利要求2所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述步骤1)具体为:

- 11) 确定声学建模的单元类型和单元尺寸;
- 12) 根据步骤11)确定的单元类型和单元尺寸建立 $\frac{1}{4}$ 的油浸变压器油箱的外边界模型;
- 13) 通过对称得到整体的油浸变压器油箱的外边界模型;
- 14) 在油浸变压器油箱的外边界模型外侧建立空气模型。

4. 根据权利要求3所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述单元尺寸不大于声波波长的 $\frac{1}{5}$ 。

5. 根据权利要求3所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述空气模型包括远场空气模型和近场空气模型。

6. 根据权利要求1所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述步骤2)具体为:

- 21) 对油浸变压器油箱壁的外边界模型的每个面施加相应速度;
- 22) 对空气模型的外表面施加压力为0的约束。

7. 根据权利要求6所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述相应速度具体为:

- 211) 在油浸变压器油箱壁的每个面上选取测量点,测量测量点的振动速度;
- 222) 计算测量点的振动速度的平均值,得到油浸变压器油箱壁的外边界模型的每个面的相应速度。

8. 根据权利要求7所述的油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,其特征在于,所述测量点的数量为6~12个。

一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及变压器领域,尤其是涉及一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法。

背景技术

[0002] 噪声是由空气粒子的振动引起的,而粒子振动则是主要由油箱壁振动激励,因此理论上只要通过测量得到油箱壁所有点的振动,就可以计算出空气中的噪声水平,其计算原理具体如下:

$$[0003] \quad P(r) = \frac{\rho_0}{4\pi} \int G(r, r') \alpha_n(r') ds$$

[0004] 其中, ρ_0 为空气的密度, $\alpha_n(r')$ 为箱壁上矢径长度为 r' 点处的法向振动加速度, $G(r, r')$ 为格林函数,表示矢径 r' 处的单位源在矢径 r 处的声压。

[0005] 在实际操作中,不可能得到所有点的振动,必须对以上模型进行相应的简化。同时,以上计算比较复杂,得到解析解比较困难,实用性能较差。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对上述问题提供一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法,所述方法包括下列步骤:

[0009] 1) 对油浸变压器进行声学建模;

[0010] 2) 对建模后的油浸变压器的油箱壁的每个面施加荷载,采用谐响应分析进行求解;

[0011] 3) 对步骤2)的计算结果进行可视化处理,显示油浸变压器的噪声声场的SPL分布。

[0012] 所述声学建模包括结构模型建模、流体模型建模和结构模型与流体模型之间界面的建模。

[0013] 所述步骤1)具体为:

[0014] 11) 确定声学建模的单元类型和单元尺寸;

[0015] 12) 根据步骤11)确定的单元类型和单元尺寸建立 $\frac{1}{4}$ 的油浸变压器油箱的外边界模型;

[0016] 13) 通过对称得到整体的油浸变压器油箱的外边界模型;

[0017] 14) 在油浸变压器油箱的外边界模型外侧建立空气模型。

[0018] 所述单元尺寸不大于声波波长的 $\frac{1}{5}$ 。

[0019] 所述空气模型包括远场空气模型和近场空气模型。

[0020] 所述步骤2)具体为:

[0021] 21) 对油浸变压器油箱壁的外边界模型的每个面施加相应速度;

[0022] 22) 对空气模型的外表面施加压力为0的约束。

[0023] 所述相应速度具体为：

[0024] 211) 在油浸变压器油箱壁的每个面上选取测量点，测量测量点的振动速度；

[0025] 222) 计算测量点的振动速度的平均值，得到油浸变压器油箱壁的外边界模型的每个面的相应速度。

[0026] 所述测量点的数量为6~12个。

[0027] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0028] (1) 通过对油浸变压器进行声学建模，实现对油浸变压器的简化，通过对模型施加相应的速度，计算得到油浸变压器的周围噪声值，与传统的通过公式计算噪声的方法相比，计算简便，实用性能强。

[0029] (2) 建模时首先建立 $\frac{1}{4}$ 的油浸变压器油箱的外边界模型，再通过对称得到整体的油浸变压器邮箱的外边界模型，比起直接建立整体模型相比，操作简便。

[0030] (3) 建立的单元尺寸不大于声波波长的 $\frac{1}{5}$ ，便于模型的分析 and 计算。

[0031] (4) 通过在油浸变压器油箱壁的每个面上选取测量点，测量测量点的振动速度作为仿真计算所施加的相应速度，大大简化了计算的难度，同时也可以通过增加测量点的数目提高计算结果的准确性，实用性能高。

附图说明

[0032] 图1为本发明的方法流程图；

[0033] 图2为声学建模所建立的模型示意图；

[0034] 图3为施加荷载的示意图；

[0035] 图4为油浸变压器噪声声场的SPL分布图，其中(4a)为100Hz时的噪声声场的SPL分布图，(4b)为200Hz时的噪声声场的SPL分布图；

[0036] 图5为与油箱壁相距0.3米处的声压计算值与试验比较的结果图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0038] 如图1所示，本实施例的目的是提供一种油浸变压器的噪声数值仿真计算方法，包括以下步骤：

[0039] 1) 对油浸变压器进行声学建模；

[0040] 2) 对建模后的油浸变压器的油箱壁的每个面施加荷载，采用谐响应分析进行求解；

[0041] 3) 对步骤2)的计算结果进行可视化处理，显示油浸变压器的噪声声场的SPL分布。

[0042] 本实施例中，通过ANSYS软件实现上述步骤，ANSYS是一个大型商用有限元软件，融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体，在声场分析中，既可以考虑结构-流体耦合的情况，也可以考虑不耦合的情况。其基本过程包括建模、施加载荷并求解和对结果的后处理，

具体过程如下：

[0043] 声学建模包括结构模型和流体模型及两者之间的界面,在本实施例中不考虑结构-流体耦合,所以只用建立流体模型。

[0044] 先建立变压器油箱的外边界,再建立空气部分,包括远场和近场,最后通过布尔操作进行分开。在建模过程中可以先建立1/4模型,再通过对称得到整体模型,如图2所示。

[0045] 本实施例中,单元采用FLUID221,为10节点四面体单元,对近场部分keyopt(4) = 0,远场keyopt(4) = 1。单元尺寸与声波波长即频率有关,一般每波长不少于5个单元,本项目中单元尺寸取波长的1/12。对空气,取密度 1.21kg/m^3 ,声速 343m/s 。

[0046] 对油箱壁的每个面,按该频率下各点速度的平均值近似认为该面整体振动,在油箱壁前后左右四个面的节点上施加相应的速度。该相应的速度,是通过对变压器油箱壁的每个面,测量6~12个点上的振动速度,并认为其平均值能代表整个面的振动平均水平,近似认为该面以相同的速度对空气进行激励而确定的。空气外表层则施加压力为0的约束,如图3所示,由于只对单个频率进行分析,采用谐响应分析进行求解。

[0047] 在后处理中可以对计算结果进行可视化处理。在本项目中,可以看到空气场中的压力分布和SPL值,既可以用云图显示也可以用等截面图显示。如图4所示,分别为100Hz和200Hz时声场的SPL分布。

[0048] 在后处理中还可以读出麦克风位置处的声压,以便与试验结果进行对比。图5为油箱正面中间,与油箱壁相距0.3米处的声压计算值与试验比较的结果。

[0049] 从以上数值计算的结果可以看出,采用以上简化方法可以得到变压器周围声场的分布,与试验值基本吻合,证明了该方法的合理性。

[0050] 但在个别点上误差较大(300Hz),这是由于油箱壁上可能产生局部振动,此时采用部分点的测量值来代替整个油箱壁具有较大误差。增加测量点的分布应该能提高数值计算的精度。

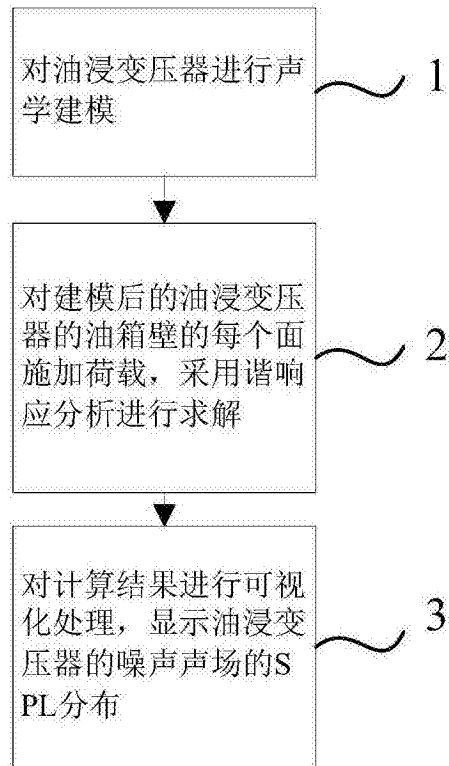


图1

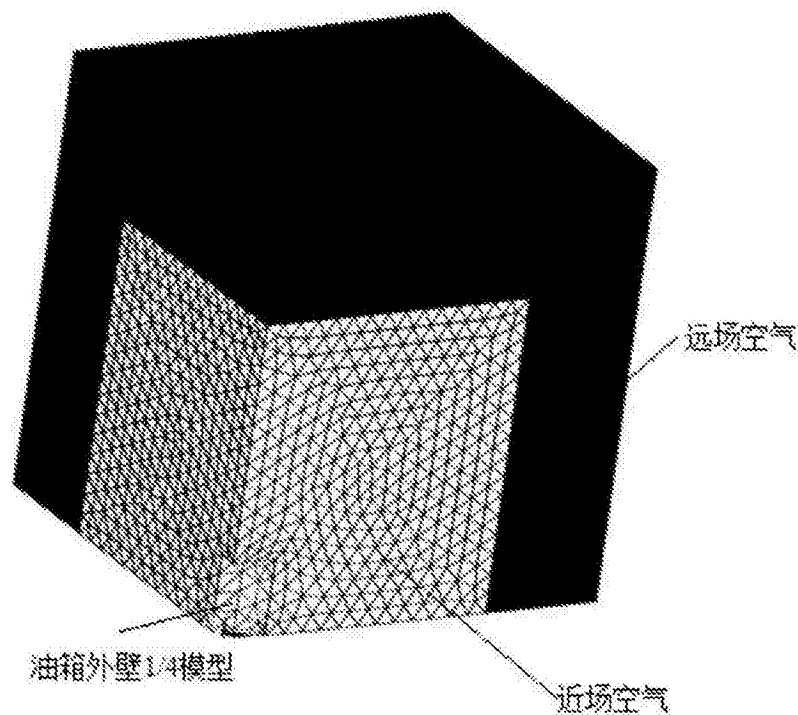


图2

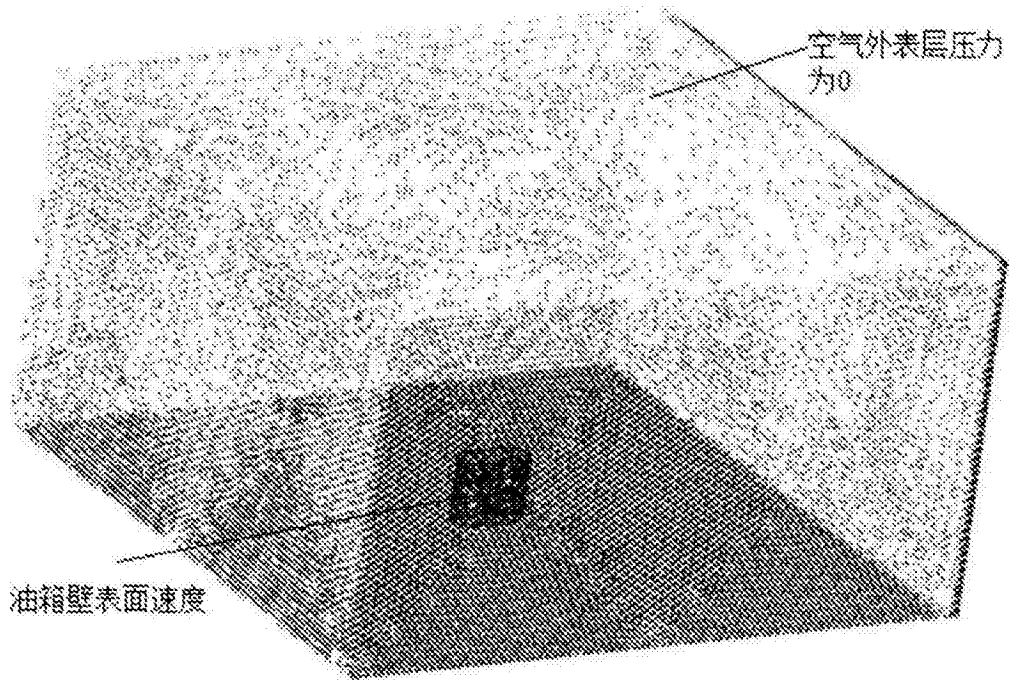
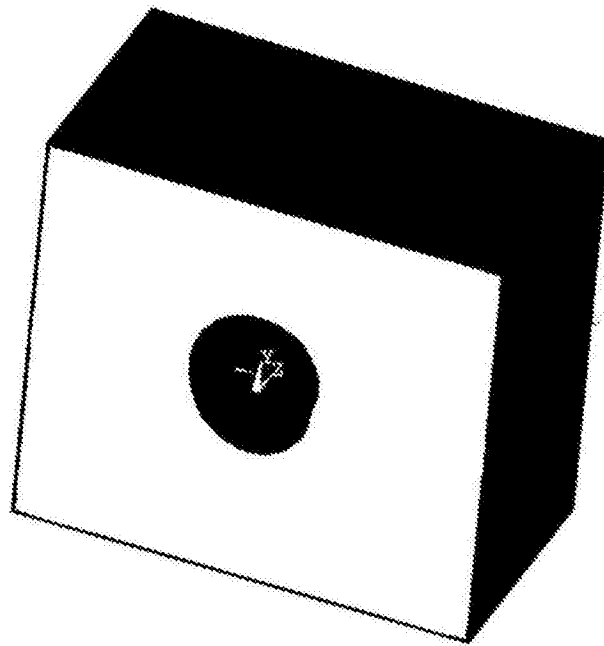
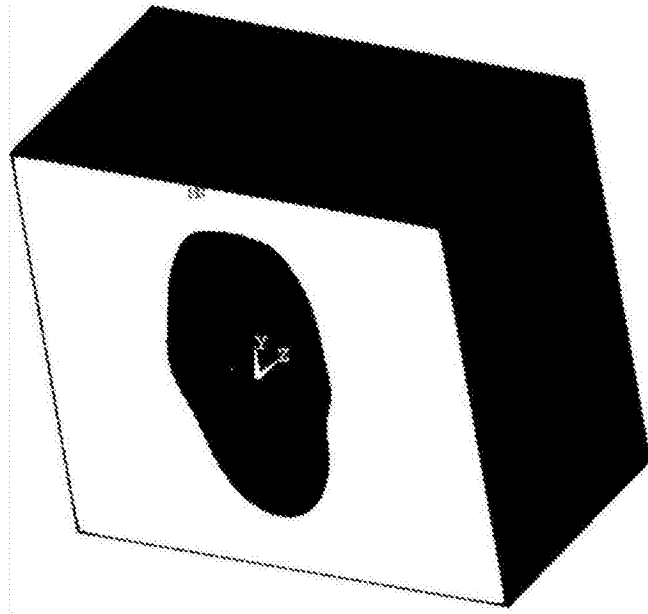


图3



(4a)



(4b)

图4

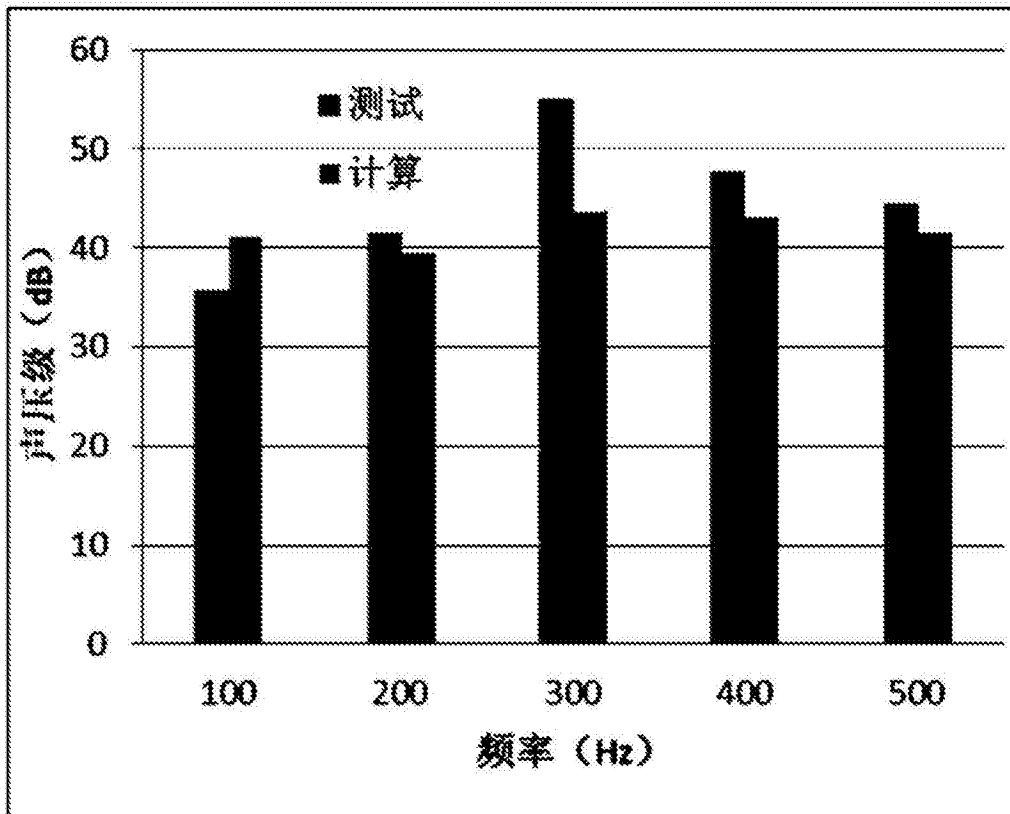


图5