



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109720288 B

(45)授权公告日 2019.11.22

(21)申请号 201711026134.0

(22)申请日 2017.10.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109720288 A

(43)申请公布日 2019.05.07

(73)专利权人 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 孙亚轩 赵永吉

(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.
B60R 16/037(2006.01)
G10K 11/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 103625395 A,2014.03.12,
CN 105783843 A,2016.07.20,
US 2001006084 A1,2001.07.05,
CN 101882440 A,2010.11.10,
CN 104616662 A,2015.05.13,

审查员 司徒远亮

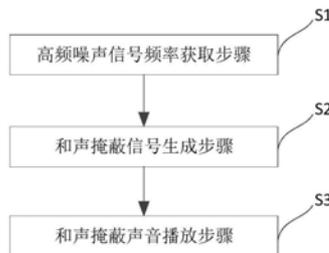
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种主动降噪方法、系统及新能源车

(57)摘要

为解决现有构造和声信号以进行高频降噪处理的方式较单一,其声环境的声品质仍有进一步提升空间的问题,本发明提供了一种主动降噪方法、系统及新能源车。本发明一方面提供了一种主动降噪方法,包括如下步骤:获取声环境中高频噪声信号的频率;根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波;将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,以输出降噪构造声音,对所述声环境进行降噪处理。本发明公开的该种主动降噪方法可以进一步提高其声环境的声品质。同时,该方法简单易操作,成本小。



1. 一种主动降噪方法,其特征在于,包括如下步骤:

获取声环境中的高频噪声信号的频率;

根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波;

将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,以输出降噪构造声音,对所述声环境进行降噪处理。

2. 根据权利要求1所述的主动降噪方法,其特征在于,所述“获取声环境中的高频噪声信号的频率”具体包括如下步骤:

采集声环境中的声环境噪声,获得噪声信号;

然后从所述噪声信号中提取高频噪声信号,获得所述高频噪声信号的频率。

3. 根据权利要求1所述的主动降噪方法,其特征在于,所述“获取声环境中的高频噪声信号”具体包括如下步骤:

采集声环境中发出高频噪声的噪声源的相关运行参数,并根据所述运行参数获得对应的高频噪声信号的频率;所述运行参数与所述高频噪声信号的频率呈对应关系。

4. 根据权利要求3所述的主动降噪方法,其特征在于,所述噪声源为新能源车,所述“获取声环境中的高频噪声信号”具体包括如下步骤:采集新能源车的运行参数,并根据所述运行参数获取与运行参数相关联的高频噪声信号的频率;所述运行参数至少包括所述新能源车的电机转速,所述电机转速与所述高频噪声信号的频率呈对应关系。

5. 根据权利要求1所述的主动降噪方法,其特征在于,所述“根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号”具体包括如下步骤:

根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声信号;

根据所述高频噪声信号的频率,构造生成掩蔽信号;

将所述和声信号和掩蔽信号复合获得所述和声掩蔽信号。

6. 根据权利要求5所述的主动降噪方法,其特征在于,所述“根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声信号”具体包括如下步骤:

根据所述高频噪声信号的频率通过调用预设的构造声音数据库以获取与所述高频噪声信号对应的和声信号;

或者,根据所述高频噪声信号的频率通过发生函数获得所述高频噪声信号相对应的和声信号。

7. 根据权利要求6所述的主动降噪方法,其特征在于,所述“根据所述高频噪声信号的频率通过调用预设的构造声音数据库以获取与所述高频噪声信号对应的和声信号”具体包括如下步骤:

根据所述高频噪声信号的频率判断所述高频噪声信号的所属频段;

根据所述高频噪声信号的所属频段调用所述预设的构造声音数据库,以获取与所述高频噪声信号的所属频段相对应的和声信号;其中,所述预设的构造声音数据库中存储有多个和声信号样本,每个和声信号样本对应一个噪声频段,且包括与该噪声频段相对应的和声信号。

8. 根据权利要求7所述的主动降噪方法,其特征在于,所述预设的构造声音数据库通过如下步骤获得:

对所述高频噪声信号进行频段划分以获得多个频段的标定噪声信号；

选择任一频段的标定噪声信号，并根据音乐声学或心理声学原理对所选频段的标定噪声信号进行频率构造以生成多个预选和声信号；

将所选频段的标定噪声信号分别与每个预选和声信号进行合成，以生成多个合成声音样本并输出，其中，每个合成声音样本的频率的所属频段均包括所述所选频段；

根据预设评价方法对每个合成声音样本进行评分，并根据每个合成声音样本的评分结果从所述预选和声信号中获取一个作为所选频段的标定噪声信号相对应的和声信号。

9. 根据权利要求8所述的主动降噪方法，其特征在于，所述“根据所述高频噪声信号的频率，构造生成掩蔽信号”具体包括如下步骤：

预设N个频率的待选掩蔽信号，将所述待选掩蔽信号与所述高频噪声信号一一同步播放，进行主观评价，选出主观评价最好的待选掩蔽信号作为所述掩蔽信号；其中，所述预设的N个频率均小于所述高频噪声信号的频率；所述掩蔽信号的声压级与所述和声信号的声压级变化趋势一致。

10. 根据权利要求8所述的主动降噪方法，其特征在于，所述“根据所述高频噪声信号的频率，构造生成掩蔽信号”具体包括如下步骤：

预设N个频率和M个预选声压级，将所述N个频率和M个预选声压级组合生成N*M个待选掩蔽信号；将所述N*M个待选掩蔽信号与高频噪声信号一一同步播放，进行主观评价，选出主观评价最好的待选掩蔽信号作为所述掩蔽信号；其中，所述待选掩蔽信号的声压级小于所述高频噪声信号的声压级；所述预设的N个频率均小于所述高频噪声信号的频率。

11. 根据权利要求9或10所述的主动降噪方法，其特征在于，所述N个频率的范围为【 $f_0 - a, f_0 - b$ 】；其中， f_0 为所述高频噪声信号的频率，三者满足如下表达式： $f_0 > a > b$ ；其中，所述a，b为经验数值。

12. 一种主动降噪系统，其特征在于，包括如下模块：

高频噪声信号频率获取模块，用于获取声环境中的高频噪声信号的频率；

和声掩蔽信号生成模块，用于根据所述高频噪声信号的频率，构造生成和声掩蔽信号；所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号；所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波；

和声掩蔽声音播放模块，用于将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放，使所述和声掩蔽信号与声环境中的高频噪声信号相作用，以对所述声环境进行降噪处理。

13. 根据权利要求12所述的主动降噪系统，其特征在于，所述和声掩蔽信号生成模块具体包括：

和声信号生成子模块，用于根据所述高频噪声信号的频率，构造生成和声信号；

掩蔽信号生成子模块，用于根据所述高频噪声信号的频率，构造生成掩蔽信号；

复合模块，用于将所述和声信号和掩蔽信号复合获得所述和声掩蔽信号。

14. 一种新能源车，其特征在于，包括权利要求12或13所述的主动降噪系统。

一种主动降噪方法、系统及新能源车

技术领域

[0001] 本发明涉及高频噪声降噪领域,尤其指对新能源车的高频电机噪声进行主动降噪的领域。

背景技术

[0002] 从环境保护的角度看,凡是影响人们正常学习,工作和休息的声音凡是人们在某些场合“不需要的声音”,都统称为噪声。如机器的轰鸣声,各种交通工具的马达声、鸣笛声,人的嘈杂声及各种突发的声响等,均称为噪声。从物理角度看,噪声是发声体做无规则振动时发出的声音。噪声污染属于感觉公害,它与人们的主观意愿有关,与人们的生活状态有关,因而它具有与其他公害不同的特点。

[0003] 噪声一般包括低频噪声、中频噪声和高频噪声,一般频率在20Hz~200Hz的噪声为低频噪声,频率在500Hz~2KHz的噪声成为中频噪声;频率在2kHz~16kHz的噪声为高频噪声。平时人的说话声,走路声和一般的哼歌声都属于低频噪声,低频噪声在一般情况下对人的身心健康没有什么害处,而且在许多情况下还有利于提高工作效率。高频噪声主要来自工业机器(如织布机、车床、空气压缩机、风镐、鼓风机等)、现代交通工具(如汽车、火车、摩托车、拖拉机、飞机等)、高音喇叭、建筑工地以及商场、体育和文娱场所的喧闹声等。这些高强度的噪声危害着人们的机体,使人感到疲劳,产生消极情绪,甚至引起疾病。

[0004] 以新能源车的电机发出的高频噪声为例,随着新能源产业的迅速发展,也同样给我们带来了电机噪声的问题。尤其是新能源汽车,电机的高频噪声是一种噪声综合的结果,包括机械噪声,电磁噪声以及空气噪声,频率从1KHz到12KHz或者更高,这种高频的电磁噪声会给人带来强烈的不适感。所以对这种噪声的治理是非常有必要的。

[0005] 现有的消除噪声的技术方案主要有两种,一种是被动降噪,也叫做物理降噪。包括结构优化,消除共振,阻尼材料进行吸隔声等。另外一种是有源降噪,产生与噪声信号相位相反的声信号,对低频的电机噪声进行相位抵消。

[0006] 传统的吸隔声物理降噪技术现在已成为通用技术,主要指采用隔音、吸音、消音材料达到降低噪声的效果。但物理降噪受电机散热指标的制约,只能有限采用,对于电机的高频噪声还是达不到理想的要求。另一方面,由于电机噪声的频率很高,波长很短,所以很难去捕捉它的相位来生成反相声波来主动抵消,即使能够捕捉,也要不断去调整搜索步长,这样循环次数会非常多,运算量很大,算法实现起来较为困难,即使算法能够实现,对硬件的要求也会很高,成本高昂。

[0007] 为对上述高频噪声进行降噪处理,申请人已经做了众多研究,提出了若干解决方案,其中之一便是构造和声信号,在需要进行高频噪声降噪处理的环境中播放该和声信号,如此,就能通过该和声信号与高频噪声进行融合,以进行降噪处理,这在一定程度上能极大的提高声环境的声品质。然而,该种构造和声信号以进行高频降噪处理的方式较单一,其声环境的声品质仍有进一步提升的空间。

发明内容

[0008] 为解决现有构造和声信号以进行高频降噪处理的方式较单一,其声环境的声品质仍有进一步提升空间的问题,本发明提供了一种主动降噪方法、系统及新能源车。

[0009] 本发明一方面提供了一种主动降噪方法,包括如下步骤:

[0010] 获取声环境中的高频噪声信号的频率;

[0011] 根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波;

[0012] 将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,以输出降噪构造声音,对所述声环境进行降噪处理。

[0013] 本发明公开的该种主动降噪方法,适用于任何高频噪声环境中进行主动降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,如此,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高其声环境的声品质。同时,该方法简单易操作,成本小。

[0014] 本发明第二方面公开了一种主动降噪系统,包括如下模块:

[0015] 高频噪声信号频率获取模块,用于获取声环境中的高频噪声信号的频率;

[0016] 和声掩蔽信号生成模块,用于根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波;

[0017] 和声掩蔽声音播放模块,用于将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,使所述和声掩蔽信号与声环境中的高频噪声信号相作用,以对所述声环境进行降噪处理。

[0018] 本发明公开的该种主动降噪系统,可应用于任何高频噪声环境中进行主动降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,如此,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高其声环境的声品质。同时,该种系统简单易实现,成本小。

[0019] 本发明第三方面提供了一种新能源车,其包括上述主动降噪系统。本发明公开的新能源车,由于其上设有主动降噪系统,因此可对新能源车的高频电机噪声进行降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,如此,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高新能源车内的声环境的声品质。同时,该种系统简单易实现,成本小。

附图说明

- [0020] 图1是本发明具体实施方式中提供的和声信号构成示意图；
- [0021] 图2是本发明具体实施方式中提供的主动降噪方法流程示意图；
- [0022] 图3是图2中步骤S1具体流程示意图；
- [0023] 图4是图2中步骤S2具体流程示意图；
- [0024] 图5是图4中步骤S21具体流程示意图；
- [0025] 图6是图5中步骤S212具体流程示意图；
- [0026] 图7是本发明具体实施方式中提供的一种构造掩蔽信号和和声信号的频谱示意图；
- [0027] 图8是本发明具体实施方式中提供的另一种构造掩蔽信号和和声信号的频谱示意图；
- [0028] 图9是本发明具体实施方式中提供的主动降噪系统结构框图；
- [0029] 图10是图9中和声掩蔽信号生成模块的具体结构框图；
- [0030] 图11是本发明具体实施方式中提供的示意图。
- [0031] 其中,1、高频噪声信号频率获取模块;2、和声掩蔽信号生成模块;3、和声掩蔽声音播放模块;21、和声信号生成子模块;22、掩蔽信号生成子模块;23、复合子模块;100、主动降噪系统;1000、新能源车。

具体实施方式

[0032] 为了使本发明所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0033] 申请人在研究过程中发现,在高频噪声的降噪处理是一个复杂的过程。以电机噪声为例,电机的高频噪声信号是一个复杂的信号,包括机械噪声,电磁噪声以及空气噪声。传统的物理降噪技术虽然已经很成熟,但依然只能处理部分的电机噪声信号;有缘降噪利用主动噪声控制(英文全称:ACTIVE NOISE CONTROL,英文简称:ANC)技术也只能抵消部分的低频噪声信号,对于高频噪声信号,目前还没有利用ANC技术进行抵消的公开报道。本发明中的方法不同于以往噪声处理方法的思路,我们的方法是构造和声,形成“和声噪音”。也就是说噪声不仅存在,而且仍然被我们听见。本发明对这种和声构造的相关方法和机理做了进一步的完善和补充。

[0034] 对于声音的感知我们通常有两方面的认识,声音吵不吵和声音好不好听。以往传统的噪声处理上面我们都是关注声音吵不吵,声压级高了,我们就觉得吵,所以对声音吵不吵方面的处理主要集中在物理降噪手段。随着人们生活品质的提高,单纯的关注声音吵不吵已经满足不了人们的需求,所以更多人的开始关注声音好不好听。

[0035] 如图1所示,图1中上部的虚线框显示了在音乐声学中声乐的组成原理,在音乐声学中,我们听见的声音(同样包括噪音)是由两部分组成的,基波和谐波(泛音),通常谐波的频率(为区别起见,简称谐波频率)是基波的频率(为区别期间,简称基频)成分的整数倍,比如假设基频为XHz,则谐波频率为AXHz、BXHz、CXHz、DXHz等,其中A、B、C、D都为正整数,也就是说谐波频率是基频频率整数倍。基频决定着音高,谐波频率决定音色,音高是决定这个声

音“响不响”，音色来决定声音“美不美”或“好不好听”（当然它们之间都是相互作用的结果，没有这么简单的单一对应，此处是为了更好的理解）。这样就可以解释歌唱家的高音和金属物体划过玻璃时的“吱吱”声虽然中心频率相近，但主观感受却天壤之别的原因，两者的泛音不同。

[0036] 在新能源车中，电机噪声的频率一般都会很高，如果完全按照音乐声学的原理来构造它的谐波成分的话，可能主观感受会有所提高，但由于高频成分的增加，烦躁度也会增加，不能达到提高环境声品质的目的。

[0037] 于是我们反向思考，如图1中下部虚线框所示，加入高频信号的分数谐波（简称分谐波）成分作为和声信号，比如，假设高频噪声信号的基频为XHz，则构造生成的分谐波作为和声信号时，其频率为X/AHz、X/BHz、X/CHz、X/DHz等。构造机理依然是音乐声学的相关原理。不同的是整数倍变成了整分数之一倍，长度变化表示分谐波声压级的不同，对应于信号幅度的不同。（在大量的实验基础上，我们发现当和声信号的幅度依次线性减小时，和声的主观感受是最好的）。在主观感受中加入分谐波和加入谐波的效果是一样的，都能提高声品质，他们在物理机制中的解释也是一样的，也就是两个信号重合的几率是一样的，比如，基频为5000Hz，谐波频率是10000Hz，谐波每振动两次就有一次是跟基频重合的，谐波频率与基频的频率比为2:1；基频为5000Hz，分谐波成分是2500Hz，基频每振动两次就有一次跟分谐波重合，基频与分谐波频率的频率比是2:1；两者是一样的。在心理声学中，当我们加入电机高频信号的分谐波时，在整个频域之中高频成分所占有的比值就会降低，而高频成分的多少反映了烦躁度的大小，所以烦躁度是降低的。同一基频有很多不同的谐波组成，分谐波也是如此，而一个谐波又可以有很多不同阶次的组成，在音乐声学中，基频包含二次和四次谐波的成分最协和，在新能源车中，通过实验我们验证了包含四次谐波的和声组成对提高声品质改善最大。

[0038] 所谓声压级(sound pressure level)是表征声压大小的指标，声压是大气压受到声波扰动后产生的变化，即为大气压强的余压，它相当于在大气压强上的叠加一个声波扰动引起的压强变化。声波通过媒质时，由于振动所产生的压强改变量。它是随时间变化的，实测声压是它的有效值。单位是帕斯卡(Pa)。声压级用某声音的声压P与基本声压值P0之比的常用对数的20倍来表示，即 $20\lg^{P/P_0}$ ，单位为分贝(dB)。

[0039] 在音乐声学中，标准音小字1组的A频率是440Hz，高八度的小字2组A频率是880Hz，可以看出纯八度的频率比是2:1。也就是说，在弹奏纯八度时，两个音弦的震动，高的那个音每震动2次，就会有一次是跟低的那个音是重合的。（此处若用分谐波原理来解释：基频信号每振动2次总会有一次与和声信号重合）重合率如此之高，所以听起来和谐。在物理学中的依据是，谐波能量中稳合比例越高，则越协和（乐理中完全协和的音程包括纯一、纯八、纯五、纯四）。其他音程的频率比：小二度16:15，大二度9:8，小三度6:5，大三度5:4，纯四度4:3，增四度45:32，减五度64:45，纯五度3:2，小六度8:5，大六度5:3，小七度16:9，大七度5:27等。

[0040] 了解以上的心理声学和音乐声学的相关知识，我们就可以进行分谐波构造和声信号了，而且可以保证科学性和正确性。在进行一个分谐波构造时首先确定引起不适的频率组成（在电机工作状态下，车内一般为高频信号），对应音乐声学谐波组成来对分谐波进行音程构造。我们经过大量的实验得到符合我们的规律，生成四次分谐波、三次分谐波和两次

分谐波(举例说明:基频信号为1000Hz,则生成八度的四次分谐波为500Hz、250Hz、125Hz、62.5Hz;三次谐波为500Hz、250Hz、125Hz;两次谐波为500Hz、250Hz)。然后分别生成对应的音高变化的谐波成分,音高变化一般是三种:不变,线性减小,线性增大。这样八度这一种音程就可以生成9中不同的和声组成,进过组织人员进行主观评价,最终选出四次分谐波,音高线性减小的和声组合最优。

[0041] 同时,在后期的试验和研究中我们发现,在进行上述和声构造的同时,我们给目标声音加入一个与之频率相近的声音信号,为区别起见,称其为掩蔽信号,加入该掩蔽信号后,主观感受改善的程度更加的大。

[0042] 经上述原理解释,申请人经过大量实验验证,提出了新的对高频噪声信号进行降噪的方法、系统;并将其应用在新能源车上。下面将通过实施例一一解释说明。

[0043] 本发明第一实施例公开了一种主动降噪方法,如下图2所示,其包括如下步骤:

[0044] 步骤S1、高频噪声信号获取步骤:获取声环境中的高频噪声信号的频率;

[0045] 步骤S2、和声掩蔽信号生成步骤:根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;

[0046] 步骤S3、和声掩蔽声音播放步骤:将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,使所述和声掩蔽信号与声环境中的高频噪声信号相作用,以对所述声环境进行降噪处理。

[0047] 下面对各步骤S1-S3进行一一解释说明。

[0048] 关于步骤S1如何获取声环境中的高频噪声信号的频率,本例中并不特别限定,可以采用本领域技术人员所公知的方法获得。

[0049] 其中,所谓声环境指在一定的区域中,所有声音组成的系统,以新能源车为例,新能源车的声环境指新能源车内部环境,具体的,本例中指驾驶员和乘客所处的空间中,比如驾驶室内(或者置于副驾驶室内,效果也是等效的)、或者电机仓中等。

[0050] 所谓的声环境噪声,指在声环境中为驾驶员或乘客感受到的噪声,具体通过声环境噪声采集装置进行采集。一方面,该声环境噪声包括来源于电机的高频噪声,将其称为电机噪声。通过对新能源车的高频电机噪声的研究,我们发现,当电机转速达到一定的值时,会产生啸叫声,这种啸叫声的频率总体上可以分为两类,一类是频率不变的,我们称之为恒频啸叫,另一类是变频的,我们称之为变频啸叫。上述两种啸叫均是高频的电机噪声。另一方面,还包括其他非电机噪声,比如路噪、胎噪、解构振动噪声等,这些非电机噪声的频率相对较低。

[0051] 本例中,比如,如图3所示,步骤S1可以通过如下方式实现:

[0052] 步骤S11、噪声信号采集步骤:采集声环境中的声环境噪声,获得噪声信号;

[0053] 步骤S12、高频噪声信号频率获取步骤:然后从所述噪声信号中提取高频噪声信号,获得所述高频噪声信号的频率。

[0054] 以新能源车为例,声环境噪声包括来源于电机的高频噪声,将其称为电机噪声。通过对新能源车的高频电机噪声的研究,我们发现,当电机转速达到一定的值时,会产生啸叫声,这种啸叫声的频率总体上可以分为两类,一类是频率不变的,我们称之为恒频啸叫,另一类是变频的,我们称之为变频啸叫。上述两种啸叫均是高频的电机噪声。另一方面,还包括其他非电机噪声,比如路噪、胎噪、结构振动噪声等,这些非电机噪声的频率相对较低。

[0055] 通过该种方式,可以实时提取高频噪声信号,并通过频谱分析出其高频噪声信号

的频率。该种方式适用于所有场合。通用性好,但也有其弊端,比如声环境情况复杂,背景信号较强,提取该高频噪声信号时效果不理想。

[0056] 对于某些发出高频噪声的噪声源,采集声环境中发出高频噪声的噪声源的相关运行参数,并根据所述运行参数获得对应的高频噪声信号的频率;所述运行参数与所述高频噪声信号的频率呈对应关系。分析与高频噪声相对应的运行参数,可预先建立运行参数与高频噪声信号的频率之间的一一对应关系;获得噪声源的运行参数即获得高频噪声信号的频率。该种方式获得频率的方式更佳。

[0057] 比如,以所述噪声源为新能源车为例,则上述新能源车的高频噪声信号可通过如下步骤获得:采集新能源车的运行参数,并根据所述运行参数获取与运行参数相关联的高频噪声信号的频率;所述运行参数至少包括所述新能源车的电机转速,所述电机转速与所述高频噪声信号的频率呈对应关系。

[0058] 在本发明的实施例中,可以通过读取新能源车的CAN总线传输的数据信息以实现运行参数的采集。可选地,新能源车的运行参数还可以包括新能源车的车速、油门开度等。

[0059] 具体地,可以预先存储电机转速与其高频噪声信号(此处即电机噪声信号)的频率之间的关系。在采集运行参数时,可以接入新能源车的CAN总线,通过读取新能源车的CAN总线传输的数据,即可得到电机转速、车速、油门开度等运行参数。进而可以通过CAN总线获取预先存储的电机转速与电机噪声信号的频率之间的关系,根据电机转速从中获取对应的电机噪声信号的频率。

[0060] 具体地,以运行参数为电机转速为例进行说明。在不同的工况下,可以采集新能源车的电机转速和该电机转速对应的电机噪声信号;然后通过频谱分析仪对采集的电机噪声信号进行频域分析,以获得电机噪声信号的频谱特征信息,如频率和声压级;进而可得到电机转速与电机噪声信号的频率和声压级之间的对应关系。

[0061] 如图4所示,本例中,所述步骤S2具体包括如下步骤:

[0062] S21、和声信号生成步骤:根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声信号;

[0063] S22、掩蔽信号生成步骤:根据所述高频噪声信号的频率,构造生成掩蔽信号;

[0064] S23、复合步骤:将所述和声信号和掩蔽信号复合获得所述和声掩蔽信号。

[0065] 关于上述步骤S21构造生成和声信号,并不特别限定。

[0066] 比如采用方式一:根据所述高频噪声信号的频率通过调用预设的构造声音数据库以获取与所述高频噪声信号对应的和声信号;

[0067] 或者采用方式二:根据所述高频噪声信号的频率通过发生函数获得所述电机噪声信号相对应的和声信号。

[0068] 下边对上述方式一和方式二分别进行解释说明。

[0069] 如下图5所示,在方式一中,其具体通过如下步骤构造生成和声信号:

[0070] 步骤S211、高频噪声信号的频段判断步骤:根据所述高频噪声信号的频率判断所述高频噪声信号的所属频段;

[0071] 步骤S212、构造声音数据库调用步骤:根据所述高频噪声信号的所属频段调用所述预设的构造声音数据库,以获取与所述高频噪声信号的所属频段相对应的和声信号;其中,所述预设的构造声音数据库中存储有多个和声信号样本,每个和声信号样本对应一个

噪声频段,且包括与该噪声频段相对应的和声信号。

[0072] 具体地,在一个示例中,如果通过电机转速获取到的电机噪声信号的频率取值为4000-5000Hz,即为高频噪声信号,则可以通过CAN总线调用预设的构造声音数据库,从中可以获取与该高频信号相对应的和声信号,如600-1000Hz的低频的和声信号。

[0073] 如图6所示,上述步骤S212中的构造声音数据库,具体通过如下方式构建:

[0074] 步骤S2121:对所述高频噪声信号进行频段划分以获得多个频段的标定噪声信号;

[0075] 可以根据电机转速将电机噪声信号的频率分为高频、低频、恒频、变频等。可以理解,电机转速较大时,可以是对应高频噪声;电机转速较小时,可以是对应低频噪声;电机转速变化较小,即基本恒定时,可以是对应恒频噪声;电机转速逐渐增加,即有加速度、且加速度大于一定值时,可以是对应变频噪声。

[0076] 其中,对电机噪声信号进行频段划分是为了在进行频率构造时节省工作量。例如,车内环境噪声中的高频成分会有比较强烈的尖锐感,在进行频率构造时可以适当添加低频成分,以增加较多中间频率成分。

[0077] 举例而言,电机噪声信号的频率为高频,如3000-6000Hz时,可以构造600-1000Hz的声音以增加至该高频噪声中。

[0078] 步骤S2122:选择任一频段的标定噪声信号,并根据音乐声学或心理声学原理对所选频段的标定噪声信号进行频率构造以生成多个预选和声信号;

[0079] 具体地,对于任一频段的标定噪声信号,可以根据音乐声学或心理声学原理利用声音处理软件(如MATLAB)对该频段的噪声信号进行频率构造以生成多个预选和声信号。

[0080] 步骤S2123:将所选频段的标定噪声信号分别与每个预选和声信号进行合成,以生成多个合成声音样本并输出,其中,每个合成声音样本的频率的所属频段均包括所述所选频段;

[0081] 其中,每个合成声音样本的频率的所属频段均包括所选频段。例如,对于4000-5000Hz频段的噪声信号,进行频率构造后得到400-500Hz频段的低频信号,两者合成后得到的合成声音样本的频率的所属频段可以为400-6000Hz,可见,400-6000Hz频段包括4000-5000Hz频段。由此,通过和声信号可以对所选频段的噪声信号的频率进行补偿,即使得合成声音样本的频率覆盖范围广。

[0082] 步骤S2124:根据预设评价方法对每个合成声音样本进行评分,并根据每个合成声音样本的评分结果从所述预选和声信号中获取一个作为所选频段的标定噪声信号相对应的和声信号。

[0083] 其中,预设评价方法可以包括:1)确定评价人员,评价人员应具有正常的听觉,可以是一般的工作人员,人数可以要求在10人以上;2)评分标准,可以采用百分制进行评分,同时采用五级评价标准,如,优:很悦耳(如,听起来令人舒服、平静、愉悦)(80-100分),良:悦耳(60-80分),中:一般(40-60分),差:难听(20-40分),劣:很难听(如,听起来令人不舒服、令人不安、烦躁等)(0-20分),即评价人员可以基于分级评价进行百分制评分;3)试听条件,如可以在较为安静的室内环境中进行试听评价。

[0084] 举例而言,由男女成年人各10人组成评价人员,在较为安静的室内环境中,播放所选频段对应的每个合成声音样本,每个合成声音样本可以播放3遍。在播放3遍后,由20个评价人员进行评分,评分完成后,对评分结果进行数理统计,以选出评分最高(如,平均分最

高)的合成声音样本,将该合成声音样本对应的预选和声信号作为与所选频段的噪声信号相对应的和声信号。同理,可以获取每个频段的噪声信号对应的和声信号,所有和声信号的集合即为上述预设的构造声音数据库。

[0085] 在方式二中,其具体通过如下步骤构造生成和声信号:

[0086] 所述高频噪声信号包括基波和谐波,从所述高频噪声信号的频率中获得基波频率,并根据音乐声学或心理声学原理,通过发生函数获得所述和声信号,所述和声信号为所述高频噪声信号中基波的分谐波;其中,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{n}{m}$,其中,n、m为自然数,n小于m。比如,在音乐声学中频率比是2:1的音程为八度,属于协和音程。其他音程的频率比:小二度16:15,大二度9:8,小三度6:5,大三度5:4,纯四度4:3,增四度45:32,减五度64:45,纯五度3:2,小六度8:5,大六度5:3,小七度16:9。乐理中完全协和的音程包括纯一、纯八、纯五、纯四。完全协和音程的主观感受最佳。依此为例,小二度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{15}{16}$,大二度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{8}{9}$,小三度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{5}{6}$,大三度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{4}{5}$,纯四度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{3}{4}$,增四度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{32}{45}$,减五度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{45}{64}$,纯五度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{2}{3}$,小六度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{5}{8}$,大六度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{3}{5}$,小七度时,所述和声信号的频率为所述基频的 $\frac{9}{16}$ 。

[0087] 本例中,所述和声信号的发生函数表达式为: $Y=Ky+b$,且 $y=asin(2*\pi*A*f*t)$;其中,K表示频率的斜率,a表示和声信号的振幅,A表示谐波系数,f表示和声信号的频率,t表示时间。当高频噪声为恒频啸叫时,举例说明,我们知道了电机啸叫的一个恒定频率为 $f=5050\text{Hz}$,假设此信号为正弦信号。通过研究发现,对于这一频率的电机噪声信号,构造八度音程谐波成分的主观感受最好,于是我们就要生成频率为 $f/2=2525\text{Hz}$ 的正弦信号作为和声信号。其中,K为1,b为0。如果我们知道的电机啸叫是一个从3500Hz到4300Hz线性递增的频率,那么此时的发生函数即为上述的线性渐变的函数。

[0088] 作为优选的方式,在生成上述和声信号时,还可考虑声环境中的作为目标噪声的高频噪声信号以外的其他噪声的频率,考虑和声信号是否与其他噪声成分是否相重叠,如重叠,则在构造该和声信号时,可不再构造重叠部分的频率成分。如此,避免了仅凭单一电机噪声信号的频率生成构造信号容易与其它非电机噪声成分因重叠、干涉等形成新的加强的噪声信号,导致引起的声环境品质下降问题,从而更好的改善声环境品质。

[0089] 下边对所述步骤S22如何生成掩蔽信号进行具体解释说明。

[0090] 关于该掩蔽信号的作用及其生成机理,解释如下:该掩蔽信号是这样起作用的,当一个较强的声音将一个较弱的声音隐蔽使较弱的声音不能听到的现象称为“掩蔽效应”。当同时聆听两个或者多个声音时,听觉系统会产生所谓的“掩蔽效应”,即每个纯音都会变得

更听不清或者听不清,或者说这些纯音被部分地或完全的“掩蔽”掉,我们就是利用了这一特性,给高频噪声生成一个“掩蔽信号”,让这个“掩蔽信号”使高频噪声信号变得听不清,“掩蔽信号”的频率比噪声信号的要低一点。这样,一方面能起到掩蔽噪声信号的作用,另一方面,也能稍稍的降低尖锐度,至少不会增加尖锐度。以此,对于该掩蔽信号,一方面要求其频率要低于高频噪声信号的频率,另外,所述掩蔽信号的声压级与所述和声信号的声压级变化趋势一致。所谓变化趋势一致,指其与和声信号的声压级的趋势相匹配,比如,假设和声信号的声压级整体是线性减小的,则掩蔽信号也要相对于高频噪声信号的音高减小,但需要注意的是,其减小的幅度不一定要和和声信号的减小幅度保持一致。若和声信号的声压级是保持不变的,则掩蔽信号的声压级相对于高频噪声信号的声压级也保持一致。

[0091] 如图7、图8中所示,其横轴为频率,纵轴为相对声压级;其中粗实线表示高频噪声信号,细实线为掩蔽信号,虚线表示为和声信号。如图7中所示,虚线所示的和声信号高频噪声信号的“八度”分谐波,分谐波的频率与高频噪声信号频率之间总是满足1:2的关系,掩蔽信号的频率比高频噪声信号的稍小一点。本例中,其分谐波的声压级整体呈线性减小的趋势,因此,掩蔽信号的声压级相对于高频噪声信号的声压级也相对小一些,以此用来掩蔽噪声信号。

[0092] 如图8中所示,虚线所示的和声信号是高频噪声信号的奇数分谐波,分谐波的频率与“高频噪声信号的频率之间总是满足奇数的关系,掩蔽信号的频率比高频噪声信号的稍小一点。本例中分谐波信号的响度相同,但比噪声信号的小。将掩蔽信号的声压级设置为与高频噪声信号的声压级相同。

[0093] 需要说明的是,不同的组合方式,其高频噪声信号、掩蔽信号和和声信号之间的频率关系、响度、谐波次数都是不同的,它们的主观感受也不尽相同。可以通过试验的方式挑选出主观感受最佳的组合。此处不做详细表述,只是说明的具体的构造方法。

[0094] 比如,该掩蔽信号可以通过如下方式获得:

[0095] 预设N个频率的待选掩蔽信号,将所述待选掩蔽信号与所述高频噪声信号一一同步播放,进行主观评价,选出主观评价最好的待选掩蔽信号作为所述掩蔽信号;其中,所述预设的N个频率均小于所述高频噪声信号的频率;所述掩蔽信号的声压级与所述和声信号的声压级变化趋势一致。

[0096] 或者,作为优选的方式,也可以将声压级也设置多个进行,组合进行主观评价。具体地,预设N个频率和M个预选声压级,将所述N个频率和M个预选声压级组合生成N*M个待选掩蔽信号;将所述N*M个待选掩蔽信号与高频噪声信号一一同步播放,进行主观评价,选出主观评价最好的待选掩蔽信号作为所述掩蔽信号;其中,所述待选掩蔽信号的声压级小于所述高频噪声信号的声压级;所述预设的N个频率均小于所述高频噪声信号的频率。

[0097] 其中,所述N个频率的范围为【 f_0-a, f_0-b 】;其中, f_0 为所述高频噪声信号的频率,三者满足如下表达式: $f_0>a>b$;其中,所述a,b为经验数值。

[0098] 比如,假定上述表达式中, $a=150\text{Hz}$, $b=50\text{Hz}$;则在比高频噪声信号小【50,150】的频率范围内,选取 $N=10$,则以步长10Hz,生成10个待选掩蔽信号;将上述10个待选掩蔽信号与高频噪声信号一起播放进行主观评价,选出主观评价最好的一组。

[0099] 步骤S3将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,以输出降噪构造声音,对所述声环境进行降噪处理,比如,如在新能源车中,可通过声音播放装置播放声音对新能源

车的高频电机噪声进行降噪处理。

[0100] 本发明公开的该种主动降噪方法,适用于任何高频噪声环境中进行主动降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高其声环境的声品质。同时,该方法简单易操作,成本小。

[0101] 本发明第二实施例公开了主动降噪系统,如图9所示,包括如下模块:

[0102] 高频噪声信号频率获取模块1,用于获取声环境中的高频噪声信号的频率;

[0103] 和声掩蔽信号生成模块2,用于根据所述高频噪声信号的频率,构造生成和声掩蔽信号;所述和声掩蔽信号包括和声信号和掩蔽信号;所述和声信号为所述高频噪声信号的分谐波;

[0104] 和声掩蔽声音播放模块3,用于将所述和声掩蔽信号输入声音播放装置中播放,使所述和声掩蔽信号与声环境中的高频噪声信号相作用,以对所述声环境进行降噪处理。

[0105] 该种主动降噪系统适用于各种需要进行高频降噪处理的声环境。特别是用于新能源车中对电机高频噪声进行降噪处理。

[0106] 该高频噪声信号获取模块中,一般包括有声环境噪声采集装置,声环境噪声采集装置一般为麦克风,以新能源车为例,该麦克风可以为新能源车本身自带的装置,也可以为在原有新能源车自带麦克风的基础上,新增的麦克风。所述声环境噪声采集装置设置在新能源车的驾驶室或副驾驶室内。主要采集驾驶室和乘客所在空间中的声环境噪声。比如,一般将该声环境噪声采集装置安装在驾驶室和副驾驶室前的中控台上。或者也可将其安装在电机仓中靠近电机的位置。采集得到噪声信号后,还需要将高频噪声信号进行提取,以获得高频噪声信号的频率。

[0107] 其中,如图10所示,所述和声掩蔽信号生成模块2具体包括:

[0108] 和声信号生成子模块21,用于所述高频噪声信号的频率,构造生成和声信号;

[0109] 掩蔽信号生成子模块22,用于根据所述高频噪声信号的频率,构造生成掩蔽信号;

[0110] 复合模块23,用于将所述和声信号和掩蔽信号复合获得所述和声掩蔽信号。

[0111] 其中,该和声掩蔽声音播放模块可以为本领域技术人员所知的各种可播放音频的设备,以系能源车领域为例,其可以为额外布置的扬声设备,其可以布置在驾驶员或者乘客所在的乘员仓中,比如驾驶室和副驾驶室内的中控台上,或者,也可将其声音播放装置布置在电机附近,即噪声源处,由此可以保证和声掩蔽信号播放后和电机噪声信号同源同途径,消除和声掩蔽信号在传播过程中产生的衰减等不确定因素,提高和声掩蔽信号与电机噪声信号进行融合后对车内环境(即声环境)的降噪效果。或者也可为新能源车内本身自带的扬声设备,比如和声掩蔽声音播放模块为新能源车内的车载音响。

[0112] 需要说明的是,该主动降噪系统的其它具体实施方式可参见本发明上述第一实施例的主动降噪方法的具体实施方式,为免重复,此处不做赘述。

[0113] 本发明公开的该种主动降噪系统,可应用于任何高频噪声环境中进行主动降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础

上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高其声环境的声品质。同时,该种系统简单易实现,成本小。

[0114] 如图11所示,本发明第三实施例公开了一种新能源车1000,其包括上述第二实施例中公开的主动降噪系统100。

[0115] 因本例中仅对新能源车1000的主动降噪系统100进行改进,而不涉及其他结构和系统的改进,且该主动降噪系统100及其主动降噪方法已在上述第一实施例和第二实施例中进行说明,为免重复,不再赘述。

[0116] 本发明公开的新能源车1000,由于其上设有主动降噪系统100,因此可对新能源车1000的高频电机噪声进行降噪处理,其一方面构造其高频噪声信号的分谐波信号作为和声信号,同时还在和声信号的基础上加入一与高频噪声信号的频率相近的掩蔽信号用来掩蔽高频噪声信号,加入分谐波可使整个频域之中噪声的高频成分所占有的比值降低,而高频成分的多少反映了烦躁度的大小,所以烦躁度是降低的。同时,加入掩蔽信号可使高频噪声信号变得不清晰,也会使得烦躁度的程度降低。如此,可以进一步提高新能源车内的声环境的声品质。同时,该种系统简单易实现,成本小。

[0117] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

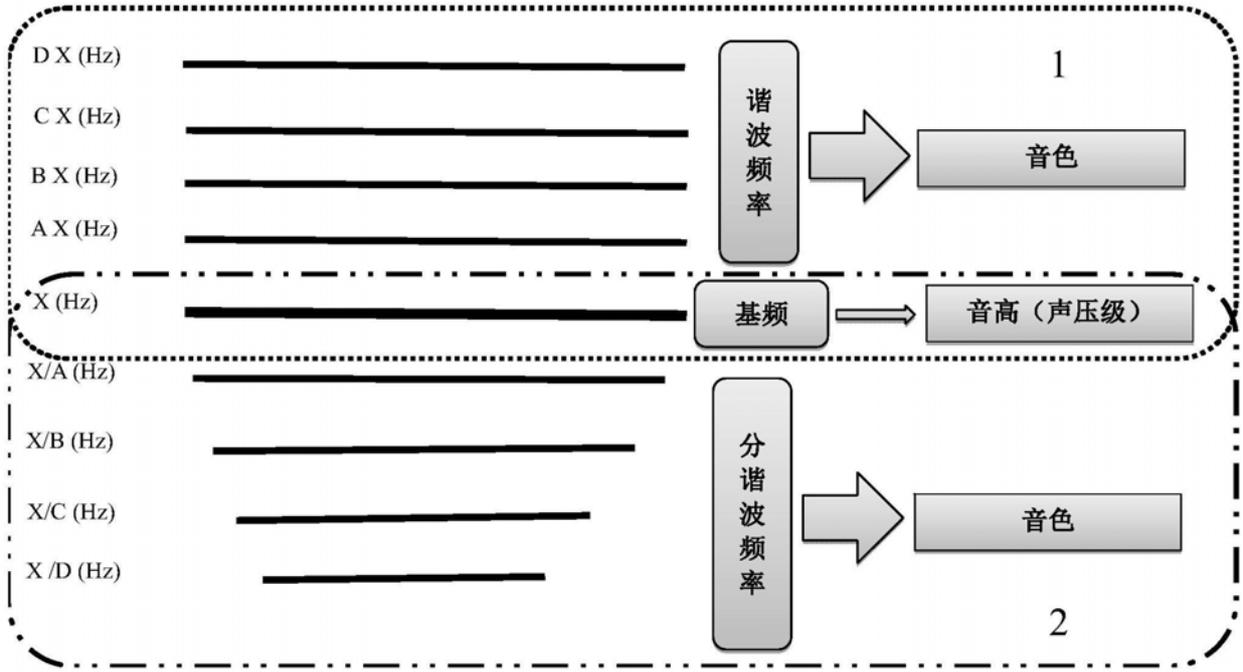


图1

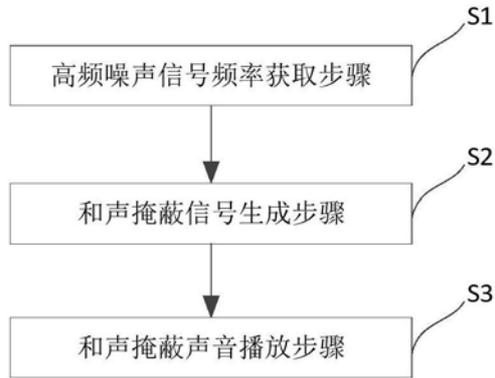


图2

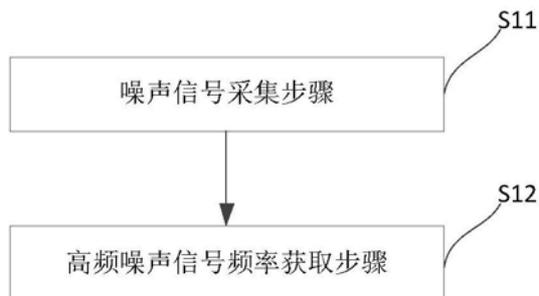


图3

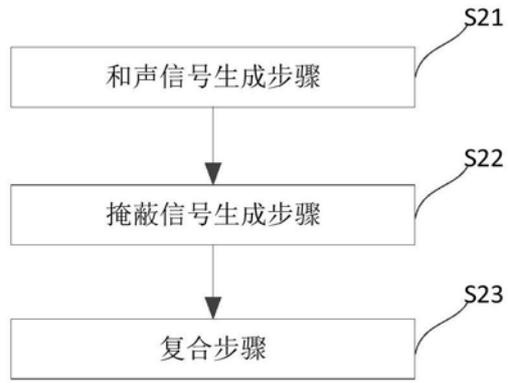


图4

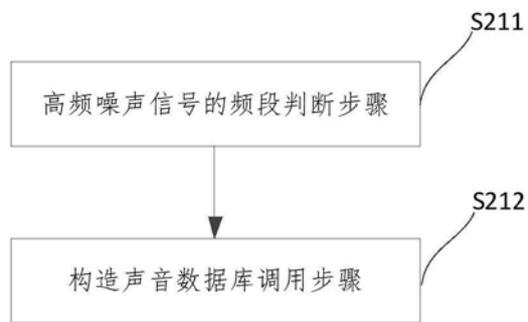


图5

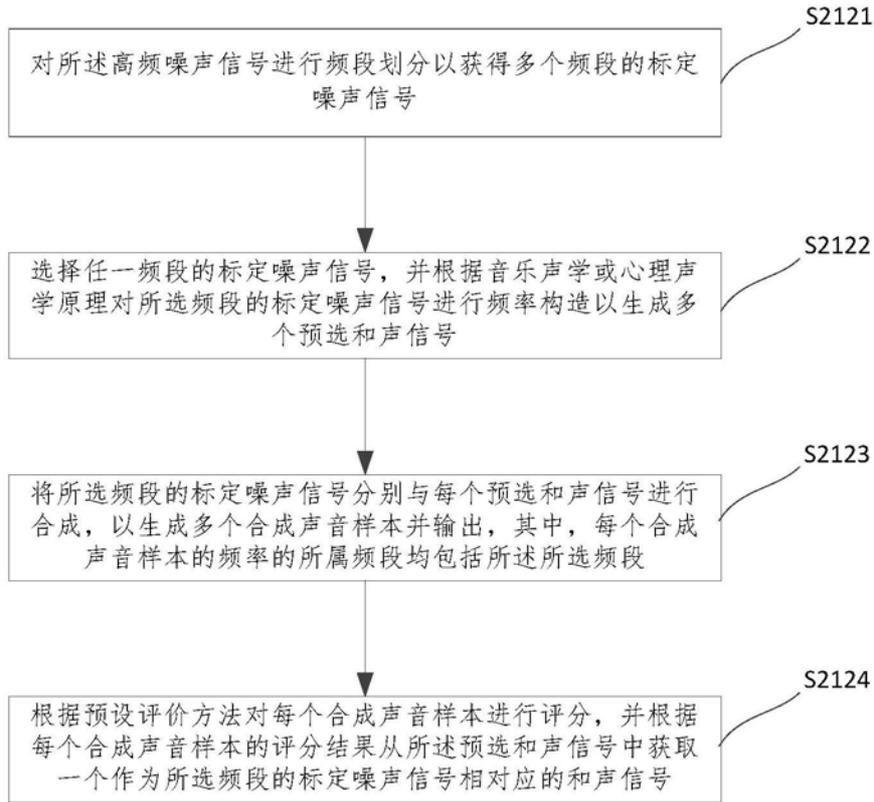


图6

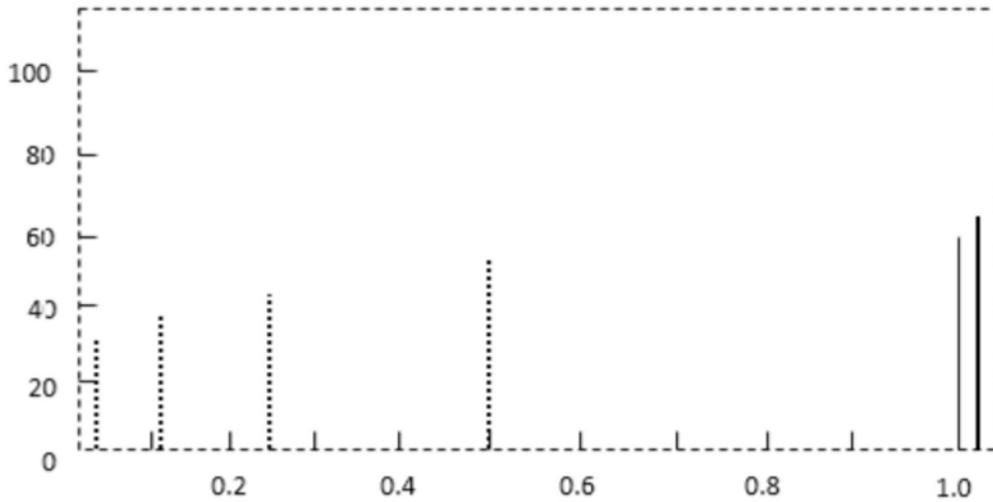


图7

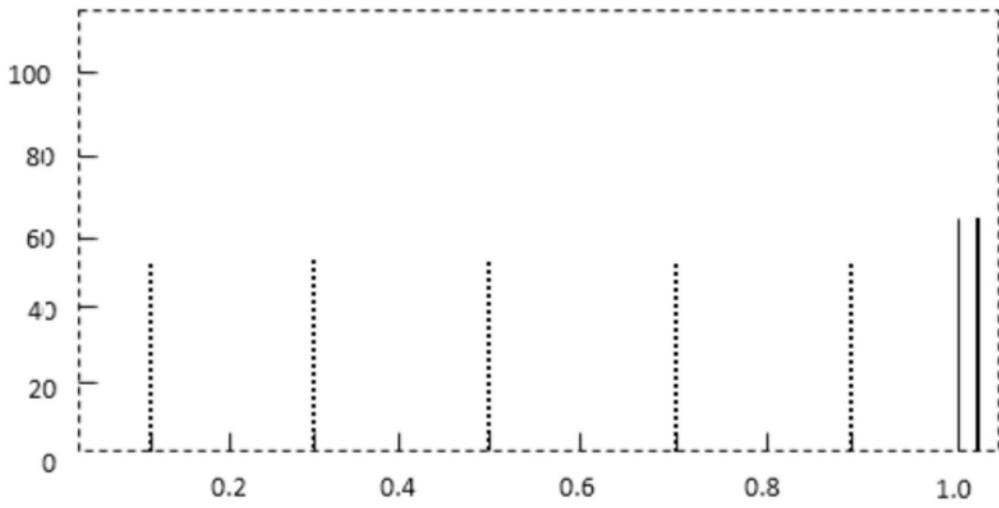


图8



图9



图10



图11