

Technical Analysis of Active Noise-cancelling Headphones

Xiwan Sun

Shenzhen Acura Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

In recent years, China's entire electronic consumer market is in a new stage of rapid and stable development, and the quality and service ability of consumer electronic products has become more and more high requirements. However, as the urban noise becomes more and more polluted today, the ordinary headphones used in some outdoor places can only reduce some physical noise or temporarily hide some noise by increasing some volume. As a result, they usually do not listen to those beautiful and soothing outdoor music, which will have a certain degree of negative psychological impact on maintaining their good music listening, so the active noise-cancelling technology of headphones is particularly important. The paper systematically expounds the main techniques of active noise-cancelling headphone for reference.

Keywords

active noise-cancelling; headphone; technology analysis; noise analysis

主动降噪耳机的技术分析

孙细万

深圳市讴旋科技有限公司, 中国·广东深圳 518000

摘要

近年来, 中国整个电子消费市场处于快速稳定发展的新阶段, 对消费类电子产品质量服务的能力要求已越来越之高。但是, 随着当今城市噪声变得越来越被污染, 在一些户外场所使用的普通的耳机只能通过一些物理的降低噪声或通过增加一些音量来暂时掩盖一些噪声。这就导致他们通常不听那些优美舒缓的户外音乐, 这将对保持他们保持良好的音乐听力会有产生一定程度的心理负面情绪影响, 因此耳机主动降噪技术尤为重要。论文系统研究阐述了主动耳机降噪方面的主要技术, 以作供参考。

关键词

主动降噪; 耳机; 技术分析; 噪声分析

1 引言

能够有效降低外部噪声的耳机称为降噪耳机。客观上, 大部分所有设计阶段的耳机都在考虑如何有效地降低外部噪声的影响, 但在这方面主动控制耳机噪声更为突出。根据设计原则, 噪声控制耳机可分为两类, 即主动降噪和被动降噪。被动降噪耳机主要通过物理隔离或特殊的耳机结构来阻断噪声污染的影响。典型地用于降低噪音的被动耳机包括耳机和大型耳机。这些方法比较简单, 降低噪声的成本较低。但其有效性与有源消声耳机有显著差异, 由于采用了高密度绝缘材料, 耳机重量轻, 对佩戴方便可能有一定影响。主动降噪耳机从完全消除噪声和主动消除外部干扰开始。耳机内部会有特殊的降噪线路, 降噪效果远优于被动降噪耳机。当然, 大多数主动降噪耳机也会添加一些被动耳机。没有严格的分离。毕竟, 两者都有一个降低噪音的共同目标。图1为

主动降噪耳机的图解原理^[1]。



图1 主动降噪耳机的图解原理

2 噪声的危害及主动降噪耳机的意义分析

2.1 噪声危害分析

在民用耳机领域, 外界噪声环境及其他对耳机工作使用环境噪声性能的一些综合因素影响噪声因素的主要种类

【作者简介】孙细万(1987-), 男, 中国江西乐平人, 高级工程师, 从事耳机降噪声学分析研究。

应考虑包括城市交通噪声、工业噪声和家庭生活噪声。特别是交通噪声主要来自汽车和飞机,工业噪声主要来自建筑地盘和工程设备的运作,生活噪声主要来自外围广告和噪声,如广场上跳舞的噪声,这种噪声近年较为普遍。军用耳机领域经常发生持续的噪声污染,如直升机、军机和军舰引起的噪声。这些噪声一般远高于一般噪声,通常超过 90 分贝,有些甚至高达 130 分贝。虽然中国环保部门还没有对现有存在的工业噪声与污染因素实行统一了一系列强制性的监测标准,只是定义了环境噪声标准的强制性要求,但仍存在许多不可避免的噪声。噪声污染对一般人身体的主要危害主要包括:第一,对人体生活工作和长期睡眠品质的重大影响。在极强的噪声条件干扰下往往难以长时间实施深度睡眠,往往就会经常产生失眠,导致深度睡眠质量显著下降,等等。第二,噪声会损害听觉。在持续的较强的噪声条件影响下,人们往往会逐渐感到耳朵不舒服。即使白天它们看上去非常地安静,它们自己的两只耳朵偶尔也都会在嗡嗡般作响,长期地保持着这种工作状态就会大大削弱人们耳朵的自然听力,造成某种不可逆转程度的慢性损害。第三,噪声可能会造成对某些人体神经系统活动造成一些损伤,如产生头晕、头昏嗜睡等神经衰弱现象^[2]。

2.2 主动降噪耳机的意义

耳机降噪中使用的主要的降噪的方式目前分为两大类,即主要划分为为耳机的主动式的降噪的类型与为耳机的被动式降噪型,这两种最的基本的降噪形式,其中以耳机主动降噪方式为主的降噪占据了很大的比例,这种技术的好处主要就是它能够快速有效地通过隔绝反射与吸收的这种主动降噪的技术方式达到快速有效的降噪,通过阻止反射将外界噪声信号能直接阻止其进入到人耳之中,同时这个技术在当前是最容易的并且比较成功,它可以快速高效地实现音频的降噪效果的最大化,是一种实现音频降噪新技术耳机的一项新技术。由于这种纯被动式耳机的现音频降噪的新技术耳机对于低频段在 800Hz 及其频率以上的频率,或频率以下的频段在更多长的低频段内所能够产生出来的大量的外界噪声污染源等多种因素综合而言,若想实现最终要达到的最佳音质的理想的降噪处理效果,就逐渐需要用户额外的付出相对较高的设备运行费用成本,同时对于耳机内部所采用的各种音频降噪的技术材料以及污染等也就会导致负担更重,进而就完全地失去掉了在其真正实用性功能上发挥的其真正意义^[3]。

主动式的降噪型的耳机技术现在已基本上可以被实现了,它已经可以完全解决掉了在传统上的被动式的降噪型的耳机技术发展中所会的必然也会存在的一种主动的降噪技术的问题,它作为可被动实现被动降噪技术的一个主要的技术原理之一,主要表现为在噪声声波相位的变化之间产生的相位干扰现象的一种主动地消除,在任何的一个主动式降噪型耳机技术上在某特定定义的波长的频率空间区域范围内,可

能也会同时或自动地产生出了另外定义的某一个波长频率范围内与原有的噪声声相位频率变化的刚好方向刚好相反,幅度大小上也会与其原声波频率相位变化的相当方向或者接近相反的现象的次级噪音,进而也就可以达到了实现主动降噪耳机的操作。

3 主动降噪耳机的技术分析

3.1 主动降噪耳机工作原理分析

声音一般都是由各种具有各自一定空间频率特点的各种电磁波频谱相位叠加与其能量相位叠加所共同组合起来构成,若是您有幸能够在从中随机找到任何另外的一种声音,它里面包含着的所有声波频谱相位叠加与那些我们平时所普遍认为是需要立即被我们消除掉的声音污染频率或噪声频率相位完全一样,但是两者能量相位则完全是相反,从这个理论层面上来去分析讲如果这两者完全可以在一个任何一个特定的频率空间区域范围内可以任意地进行频率相位叠加也是声波一样也可以得到完全有效消除噪声的。主动声波降噪耳机中所能够利用得到的降噪技术原理正是运用于此降噪技术原理,声波就是通过物体在其一定的空间尺度区域内所产生出来的各种声波进行叠加并产生声学干扰信号以完全消除一切外界噪声影响与电磁污染。主动降噪耳机的内部的数字信号分析处理系统首先是会通过实时收集到噪声数据并进行了频谱的分析,再通过一个内置的滤波处理电路来进行处理并会主动地产生与了相反方向的是噪声,两者之间的通常干扰都会只能够是被在了某些特定方向的空间环境中所进行抵消^[4]。

3.2 主动降噪耳机工作系统分析

目前,根据有源噪声控制耳机的工作原理和设计,可分为反馈型和前馈型。在前馈式主动降噪耳机中主要由外置麦克风、二次声源、耳机内部部件和主动噪声控制通道组成,其中外置麦克风通常面向外侧,然后通过耳机的声孔收集外部噪声。当外部麦克风收集噪声信号时,通过 ANC 控制信道将其传输到二次源,没有反馈。相关参数往往是固定的,因此不可能根据外部环境的变化快速调整和调相。因此,由于外围因素,其积极减低噪音的工作将会不稳定。对于一些稳定的噪声,它可能是一种降噪效果,但它的应用可能会受到很大的限制,通常只有在较低的耳机。主要的设计考虑原因还应该仅仅是耳机体积本身偏于小,通过一些主动内部噪声控制的设计实现手段就可以相对更容易地实现其的内部的声学优化设计。有了这种反馈,主动降噪耳机的主要部分还是会由耳机内部的麦克风组件和耳机外部的二次发声源组件等元件组成。它通常由一个内部的耳机组件和两个主动降噪信号通道共同组成。内置麦克风在耳机中,通常在听觉通道的入口处。当室内的麦克风收集到了进入耳机孔中的噪声时,它还会同时产生一组与相位或振幅值相反的且其频率几乎相等信号的二次声场报警,通过 ANC 通道报警来帮助

降低噪声。最后再将其信号传输给到一个二次噪声源,通过这个二次噪声源可以释放两个相位完全相反信号的噪声,从而最终实现了主动降噪操作。

4 主动降噪耳机元件结构设计分析

4.1 对于传声器的分析

通过从以上几点主动降噪的耳机系统结构原理进行对比分析可知,无论以后您选择购买的是前馈式降噪的系统还是反馈式降噪的系统主动降噪的耳机系统,都只是包含了其中的一个次级传声器系统以及其他两个次级系统的声源。复合式的主动降噪的耳机系统中,其中两个为次级的传声器,一个为次级的发声源,一个是很有可能只会被主要用于收集由耳机系统的外部所传送来的噪声,可以说是被一般的人们习惯地称呼为之为参考级传声器,另外一个则是主要用于收集从耳机系统的内部所传送来的噪声,被大多数人称为无误差传声器^[5]。

4.2 对于次级声源地分析

次级发声源其主要物理用途就是用来指产生的各种发声类型信号之间的发声动力学,主要技术功用就是可以用来直接将各种光电信号能源直接地转化为发声信号源并可以直接地辐射声能。扩音电器材料主要有以下许多种,按其直接或辐射能量产生的方式还有可以很简单地分为直接辐射和间接的辐射。直接辐射主要意味着膜可以与空气动力学直接相关。其产品整体结构设计得比较的成熟及简单,性能表现比较好,成本低,效率高它已经广泛地被应用于各种有源噪声控制系统领域中,间接辐射式振动器可通过声腔介质与

高频空气振动相互作用,它非常有效,所以需要更大的功率。通过上述对主动扩音器性能影响的实证分析,在主动降噪的耳机扬声器中,由于其本身具有较为良好的频率序列性能力和灵敏度,因此能更好地配合使用锂电聚合物的直接无线电扬声器,灵敏度性能和频率序列响应速度也是其影响主动噪声耳机性能好坏的主要关键因素。

5 总结与分析

综上所述,在中国众多的主动降噪的耳机产品系列中,降噪技术原理基本上没有发生任何改变。主动降噪的耳机产品相关的技术品质问题永远是一个保障其主动降噪产品效果好坏的最为重要的因素。除了技术质量因素之外,价格因素及耳机兼容性因素也是普通消费者购买必须综合考虑到的最重要一个问题。虽然还有一些降噪耳机确实具有一些非常出色的被动降噪的性能,但是过于昂贵的价格却不会真正代表着主动降噪的耳机技术的发展方向的未来,因此我们仍然需要积极深入去研究主动降噪的耳机的相关技术。

参考文献

- [1] 师瑞文.主动降噪耳机的技术分析[J].电子世界,2019(11):2.
- [2] 冯志鸿.耳机主动降噪技术的分析与研究[J].数字技术与应用,2019,37(3):2.
- [3] 曾健.一款负反馈控制耳机的主动降噪特性分析[J].电声技术,2018,42(1):4.
- [4] 李鹏,高小平,陈梅清,等.主动降噪技术应用于船舶舱室的可行性分析[J].舰船科学技术,2020,42(2):3.
- [5] 任建宇,冯晨露.降噪耳机专利技术分析[J].中国科技信息,2019(17):2.