

电子信息工程在耳机降噪技术中的应用与发展

王雷, 陈波, 李家琪

陕西烽火通信集团有限公司, 陕西 宝鸡 721006

摘要: 本文通过探讨电子信息工程在耳机降噪技术中的应用与发展, 旨在为相关领域的从业人员提供参考和借鉴。文章首先分析了耳机降噪技术的重要性及其在现代生活中的作用, 再分析了电子信息工程在耳机降噪技术中的具体应用, 最后探究了电子信息工程在耳机降噪技术中的发展。分析发现, 电子信息工程在耳机降噪技术中的应用与发展, 不仅是音频设备技术革新的重要驱动力, 也是提升用户体验、满足多元化需求的关键所在。

关键词: 电子信息工程; 耳机; 降噪技术; 应用; 发展

Application and Development of Electronic Information Engineering in Headphone Noise Cancellation Technology

Wang Lei, Chen Bo, Li Jiaqi

Shaanxi Fenghuo Communication Group Co., Ltd., Baoji, Shaanxi 721006

Abstract: This paper discusses the application and development of electronic information engineering in headphone noise reduction technology, aiming to provide reference for practitioners in related fields. This paper first analyzes the importance of headphone noise reduction technology and its role in modern life, then analyzes the specific application of electronic information engineering in headphone noise reduction technology, and finally explores the development of electronic information engineering in headphone noise reduction technology. The analysis found that the application and development of electronic information engineering in headphone noise reduction technology is not only an important driving force for audio equipment technological innovation, but also the key to improving user experience and meeting diversified needs.

Keywords: electronic information engineering; headphones; noise reduction technology; apply; development

引言

在当今社会, 耳机已成为人们日常生活中不可或缺的音频设备之一。随着生活节奏的加快和噪音污染的加剧, 人们对于耳机降噪技术的需求日益迫切。电子信息工程作为现代科技的重要分支, 在耳机降噪技术的发展中发挥着至关重要的作用。从智能降噪算法的优化到蓝牙音频传输技术的革新, 电子信息工程为耳机降噪技术注入了新的活力和动力。因此, 深入研究电子信息工程在耳机降噪技术中的应用与发展, 不仅有助于提升音质、改善用户体验, 还能推动相关技术的持续进步和创新。

一、耳机降噪技术的重要性及其在现代生活中的作用

耳机降噪技术的重要性及其在现代生活中的作用不容忽视。随着城市化进程的加快和生活节奏的提速, 人们面临的环境噪音日益严重, 从喧嚣的街道到嘈杂的交通工具, 再到繁忙的办公室, 噪音不仅影响我们的听力健康, 还极大地干扰了我们的工作、学习和休闲娱乐体验^[1]。基于此, 耳机降噪技术应运而生, 它通过科学手段有效减少或消除外界噪音, 为用户提供一个更加静谧、专注的听觉环境。

在现代生活中, 耳机降噪技术的作用体现在多个方面。首先, 它可以保护听力。长时间暴露在高分贝噪音中会导致听力损伤, 而降噪耳机在不影响音乐或通话质量的前提下, 显著降低噪音水平, 减少对耳朵的伤害。其次, 降噪耳机提升了音乐享受的品质。无论是沉浸在个人的音乐世界中, 还是观看视频、玩游戏, 降噪功能都能确保音频的纯净与清晰, 让用户获得更加沉浸式的体验。再者, 对于商务人士和经常出差的旅人来说, 降噪耳机是不可或缺的伴侣。在飞机、火车等交通工具上, 它能够有效隔绝嘈杂的背景声, 让用户在嘈杂的环境中也能进行清晰的通话或专注于工作。

二、电子信息工程在耳机降噪技术中的应用

（一）耳机降噪技术的原理

耳机降噪技术作为现代音频设备的重要功能之一，其核心在于通过不同方式减少或消除外部环境中的噪音，为用户提供一个更加纯净、沉浸的听觉体验^[2]。

耳机降噪技术主要可以分为两大类：被动降噪（PNC）和主动降噪（ANC）。被动降噪主要依赖物理结构隔绝噪音，而主动降噪则通过电子信号处理来主动消除噪音。

PNC技术的核心在于通过物理隔离的方式减少噪音的传入，这通常通过设计合理的耳机外壳结构、采用隔音材料以及密封性能良好的耳垫来实现^[3]。当耳机佩戴在耳朵上时，其密封性能能够有效隔绝外部噪音，特别是高频噪音，从而为用户提供一个相对安静的听音环境。虽然被动降噪技术简单有效，但其降噪效果受限于材料的隔音性能和设计的合理性，对于低频噪音的隔绝效果相对较弱^[4]。ANC技术则通过电子信号处理来主动消除噪音。该技术首先在耳机内部设置麦克风，用于捕捉外部环境的噪音信号。然后，通过数字信号处理器（DSP）对噪音信号进行分析处理，生成一个与噪音相位相反、振幅相近的反相声波信号。这个反相声波信号随后通过耳机的扬声器播放出来，与外部环境中的噪音声波在物理空间内相遇并相互抵消，从而实现降噪效果^[5]。

ANC对于低频噪音的消除尤为有效，且能够根据环境的变化实时调整降噪策略，提供更加个性化的降噪体验^[6]。混合降噪技术是将PNC与ANC相结合的一种技术。它综合了两种降噪技术的优点，通过物理隔离减少部分噪音传入，并通过电子信号处理进一步消除残留的噪音。混合降噪技术能够在更宽的频率范围内提供更佳的降噪效果，同时保持较高的舒适度。

（二）信号处理算法

在耳机降噪技术中，信号处理算法扮演着至关重要的角色。首先，这些算法负责分析由耳机麦克风捕捉到的外部噪音信号。这一过程涉及对噪音信号的采样、量化、频谱分析等步骤，以便精确地理解噪音的特性。接下来，通过复杂的算法运算，如快速傅里叶变换等，将时域信号转换为频域信号，从而更容易地进行噪音特征的提取与处理。核心的降噪算法如频谱减法、维纳滤波、小波变换等，基于不同的算法原理，对噪音信号进行针对性处理。频谱减法通过估计并减去噪音频谱来减少噪音；维纳滤波则根据信号与噪音的统计特性，自适应地调整滤波器的参数，以优化降噪效果^[7]；小波变换则利用多尺度分析的能力，在不同尺度上分解信号，从而实现更有效的噪音分离。

（三）人工智能与深度学习

电子信息工程在耳机降噪技术中的应用，是当代音频科技发展的一个重要里程碑，其在人工智能与深度学习领域取得了显著突破。在人工智能与深度学习的推动下，耳机降噪技术实现了前所未有的智能化和精准化。深度学习算法能够深入分析和学习噪音信号的复杂特性，通过构建庞大的神经网络模型，自动提取并识别不同频率、不同来源的噪音特征。这一过程不仅极大地提升了降噪算法的鲁棒性和适应性，还使得耳机能够根据不同的环境

噪声自动调整降噪策略，为用户提供个性化的降噪体验^[8]。例如，在飞机等低频噪音占主导的场景中，耳机能够重点抑制低频噪音，而在城市街道等高频噪音复杂的环境中，则能灵活应对各种突发噪声，确保音频信号的纯净度。

（四）蓝牙音频技术

蓝牙音频技术为耳机的无线连接和高质量音频传输提供了强有力的支持。蓝牙技术以其低功耗、高稳定性、强抗干扰能力等优势，成为耳机无线化、智能化的重要推手。通过蓝牙连接，耳机可以轻松与各种智能设备无缝对接，实现音频数据的实时传输和共享^[9]。

蓝牙音频技术不仅保证了音频信号的传输质量，还为用户提供了便捷的操作体验。用户可以在不同设备间自由切换，享受无缝的音频体验，而无需担心线缆的束缚和连接的繁琐^[10]。此外，随着蓝牙技术的不断升级和优化，蓝牙耳机的续航能力和连接稳定性也得到了显著提升，进一步满足了用户对于长时间使用和高品质音频体验的需求。

（五）用户交互体验

在用户交互体验方面，电子信息工程的应用使得耳机降噪技术更加人性化、智能化。通过复杂的传感器和人工智能算法，耳机能够实时感知用户的佩戴状态、运动情况乃至情绪变化，并据此动态调整降噪策略。这种智能化的用户交互不仅让用户在各种环境下都能享受到最佳的降噪效果，还通过个性化设置满足了不同用户的独特需求^[11]。例如，当用户身处嘈杂的街道时，耳机可以自动增强降噪效果，隔绝外界噪音；而当用户在安静的图书馆时，耳机则能自动调整至适度降噪模式，避免对周围环境造成干扰。

三、电子信息工程在耳机降噪技术中的发展

（一）降噪技术起源

耳机降噪技术的起源可以追溯到20世纪初期，但真正意义上具有里程碑意义的研究始于1933年。德国物理学家 Paul Lueg 提出了主动降噪技术的理论原理，并申请了专利^[12,13]。他通过扬声器和麦克风，利用声波相消性干涉原理来消除噪音，这一创新奠定了降噪耳机技术的基础。

（二）技术原理演进

早期的降噪耳机主要采用被动降噪技术，即利用耳塞或耳罩的物理结构来阻挡外部噪音。这种方法的降噪效果有限，特别是对高频噪音的隔绝效果不佳。随着电子技术的飞速发展，ANC应运而生。ANC技术通过内置的麦克风捕捉环境噪音，并由耳机内部的电路生成一个与噪音相位相反、振幅相同的信号（反相波），两者叠加后能有效抵消部分或全部噪音。进入21世纪后，数字信号处理和人工智能技术的快速发展进一步推动了ANC技术的突破。现代降噪耳机不仅能根据环境噪音自动调整降噪效果，还加入了环境音透传功能，使得用户在需要时能清晰地听到外部环境声音，提高了使用的灵活性和安全性。

（三）核心元件发展

麦克风是降噪耳机的核心元件之一，负责捕捉环境噪音。随

着技术的进步, 麦克风的小型化和高灵敏度得以实现, 提高了降噪耳机的准确性和响应速度。降噪芯片是处理和分析噪音信号的关键部件。早期的降噪耳机多采用外接 ANC 芯片^[14], 但随着技术的发展, 越来越多的降噪芯片被集成到耳机内部, 实现了更紧凑的设计。例如, Qualcomm 和恒玄科技推出的集成 ANC 功能的蓝牙芯片, 极大地推动了降噪耳机的普及。

(四) 应用领域拓展

降噪耳机在各个领域的应用日益广泛, 主要包括以下几方面(图1):



> 图1 降噪耳机的应用领域

(五) 产品创新与普及

近年来, 随着技术的不断进步和市场的不断扩大, 降噪耳机的产品创新和普及速度加快。特别是苹果 AirPods Pro 的推出, 极大地推动了 TWS (True Wireless Stereo) 降噪耳机的普及。主流蓝牙芯片厂商纷纷推出集成主动降噪功能的芯片产品, 使得降噪耳机的价格进一步下探, 市场渗透率不断提高^[15]。

四、结语

综上所述, 电子信息工程在耳机降噪技术中的应用与发展取得了显著成就。通过引入先进的信号处理技术、智能识别算法以及蓝牙音频技术等, 耳机降噪技术不仅实现了对噪音的有效抑制和音质的显著提升, 还为用户带来了更加便捷、舒适和个性化的使用体验。相信在不久的将来, 耳机降噪技术将在音质、智能化、无线化等方面取得更加显著的突破, 为用户带来更加优质、高效的音频体验。

参考文献

- [1] 张莹, 李明. 人性化设计理念在产品中的运用——以入耳式主动降噪耳机为例 [J]. 机电工程技术, 2017, 46(9): 15-18.
- [2] 耳机如何实现降噪 [J]. 发明与创新, 2023(28): 45.
- [3] 郑保宾, 唐文其. 耳机被动降噪特性分析 [J]. 电声技术, 2020, 44(03): 33-36.
- [4] 吴王震. 降噪耳机降噪性能测试方法研究 [J]. 电子质量, 2020(3): 34-36.
- [5] 王勇, 孙磊. 主动降噪技术发展前景分析 [J]. 电子世界, 2020, (21): 49-50.
- [6] 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(03): 114-115.
- [7] 郇战, 戴永惠, 王振海, 等. 基于 FxLMS 算法和预测滤波器的数字耳机降噪研究 [J]. 常州大学学报 (自然科学版), 2015, 27(02): 64-67.
- [8] 刘鹤玉, 倪亚凡, 孙明. 基于 LMS 算法的自适应主动降噪工作耳机的实现 [J]. 广播电视网络, 2021, 28(8): 102-104.
- [9] 曾泽雄. 单声道蓝牙耳机芯片提升近端和远端降噪能力 [J]. 数字化用户, 2021, 27(3): 3-4.
- [10] 陆振李, 郭章科, 余海波, 等. 蓝牙通话耳机的主动降噪技术研究 [J]. 国际机械工程, 2022, 1(5).
- [11] 陈飞. 低功耗智能蓝牙云交互耳机的设计与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(28): 234-235, 264.
- [12] Paul L. Process of silencing sound oscillations: US, US 2043416 A[P]. 1936.
- [13] 陈浩. 基于 DSP 的有源降噪耳机系统设计与研究 [D]. 江苏: 南京信息工程大学, 2018.
- [14] 路煜皓. 主动降噪耳机的新进展 [J]. 电声技术, 2010, 34(8): 65-67.
- [15] 侯婷婷. AI 智能降噪耳机让耳朵享受优质声音 [J]. 家用电器, 2022, (02): 90.