

# 声学耳机的频响特性及其对音乐再现的影响

王丹彤, 白涛, 李银鹏

陕西烽火宏声科技有限责任公司, 陕西 宝鸡 721000

**摘要 :** 本文探讨了声学耳机的频响特性及其对音乐再现的影响。首先介绍了频响特性的基本概念和组成, 接着分析了平坦频响曲线以及不同频响曲线类型 (如 V 型、U 型、W 型) 对音质表现的影响。文章还深入探讨了声学设计在耳机声音特性、音频传输和声音重现等方面的作用, 并讨论了声学耳机在音乐再现中的实际应用。最后, 文章强调了声学耳机频响特性在音乐欣赏中的重要性, 并对未来声学耳机的发展进行了展望。

**关键词 :** 声学耳机; 频响特性; 音乐再现; 声学设计; 音质表现

## The Frequency Response Characteristics Of Acoustic Headphones And Their Impact On Music Reproduction

Wang Dantong, Bai Tao, Li Yinpeng

Shaanxi Fenghuo Hongsheng Technology Co., Ltd., Baoji, Shaanxi 721000

**Abstract :** This article explores the frequency response characteristics of acoustic headphones and their impact on music reproduction. Firstly, the basic concepts and components of frequency response characteristics were introduced, followed by an analysis of the impact of flat frequency response curves and different types of frequency response curves (such as V-shaped, U-shaped, W-shaped) on sound quality performance. The article also delves into the role of acoustic design in the sound characteristics, audio transmission, and sound reproduction of headphones, and discusses the practical application of acoustic headphones in music reproduction. Finally, the article emphasizes the importance of the frequency response characteristics of acoustic headphones in music appreciation and provides prospects for the future development of acoustic headphones.

**Keywords :** acoustic earphones; frequency response characteristics; music reproduction; acoustic design; sound quality performance

### 引言

随着科技的快速发展, 声学耳机已成为人们日常生活中不可或缺的一部分。无论是音乐欣赏、游戏娱乐还是语音通讯, 声学耳机都发挥着重要作用。然而, 不同的声学耳机在音质表现上存在差异, 其中频响特性是影响音质的关键因素之一。因此, 本文旨在探讨声学耳机的频响特性及其对音乐再现的影响, 以期声学耳机的设计和应用提供参考。

### 一、频响特性的基本概念和组成

频响特性, 全称为频率响应特性, 是耳机性能评估中不可或缺的关键参数。它详细描述了耳机在不同音频频率上的音量输出能力, 进而揭示了耳机在音质表现上的优势和局限性。对于音乐爱好者和专业音频工作者来说, 了解频响特性对于选择合适的耳机产品至关重要。首先, 需要明确频响特性的基本概念。频响特性是指耳机在播放不同频率的声音时, 其音量输出的变化情况。具体来说, 频响特性反映了耳机在低频、中频和高频等不同频段上的音量输出能力。通过频响特性, 可以了解到耳机在各个频段上的音量是否均衡, 以及是否存在明显的音量波动或失真。频响特性通常以图表的形式展示, 这就是我们所熟知的频响曲线。在

频响曲线中, 横轴代表频率范围, 覆盖了从大约20赫兹 (Hz) 的低频到20千赫兹 (kHz) 的高频, 这一范围涵盖了人类听觉系统能够感知的音频频率。而纵轴则代表在这些频率下的音量水平, 通常以分贝 (dB) 为单位来衡量。分贝是一个相对单位, 用于表示音量或功率的相对大小。频响曲线是评估耳机音质表现的重要工具。通过观察频响曲线, 我们可以直观地了解到耳机在不同频率下的声音输出情况。例如, 如果频响曲线在低频区域较为突出, 那么这款耳机可能具有较为强劲的低音效果; 如果频响曲线在中频区域相对平坦, 那么这款耳机可能在人声或乐器的音色还原上更为准确。通过频响曲线, 我们还可以更准确地了解耳机的音质特点。比如, 如果频响曲线存在明显的波峰或波谷, 那么这款耳机可能在某些频段上的表现过于突出或不足, 导致音质失

衡。此外，频响曲线的平滑度也反映了耳机对音频信号的还原能力。如果频响曲线较为平滑，那么这款耳机在播放音乐时可能更加自然、流畅。

## 二、平坦频响曲线及其对音质的影响

平坦频响曲线在耳机音质表现中的重要性不言而喻。首先，得理解什么是平坦频响曲线。简单来说，它是指耳机在整个音频频率范围内（通常是20Hz到20kHz）具有相对一致的音量输出，也就是说，在各个频段上，耳机都能够以相同的音量水平来播放声音。这种均衡的声音输出特性使得平坦频响曲线的耳机在音质表现上独具优势。由于不存在明显的音量起伏或波动，耳机能够更准确地还原录制音频中的原始信号，从而减少了音色的失真和扭曲。想象一下，当你聆听一首精心制作的乐曲时，每一个音符、每一个乐器的声音都能够被耳机以相同的音量和清晰度展现出来，这将是一种怎样的音乐体验！在音乐欣赏中，平坦频响曲线的耳机更是发挥了至关重要的作用。它们能够准确还原每个乐器的音调，无论是低音的深沉、中音的饱满还是高音的明亮，都能够一一呈现，使听众仿佛置身于现场之中。这种清晰、逼真的声音表现，让音乐听起来更加立体、生动，仿佛每一个音符都在耳边跳跃、回响。此外，平坦频响曲线的耳机还具有出色的适应性。无论是流行音乐、古典音乐还是摇滚音乐等不同类型的音乐风格，它们都能够提供均衡、准确的音质表现。这使得平坦频响曲线的耳机成为了众多音乐爱好者和专业人士的首选。无论是在家中享受私人音乐时光，还是在舞台上为观众带来震撼的听觉盛宴，平坦频响曲线的耳机都能够满足你的需求。

## 三、不同频响曲线类型及其对音质的影响

除了平坦频响曲线外，市场上还存在多种其他类型的频响曲线，这些曲线在低频、中频和高频处呈现出不同的音量增强或减弱特点，从而对音质产生显著影响。这些不同类型的频响曲线满足了不同听众的个性化需求，也反映了耳机制造商在音质设计上的多样化思路。首先，V型频响曲线在低频和高频区域具有显著的音量增强，而在中频区域则相对较弱。这种设计使得耳机在低音和高音部分表现得尤为突出，给听众带来更为震撼和鲜明的听感。然而，由于中频区域相对较弱，某些中音乐器的声音可能会被压制或模糊，导致整体音质的平衡性受到一定影响。尽管如此，V型频响曲线仍然受到许多喜欢强劲低音和明亮高音的听众的青睐。相比之下，U型频响曲线在低频和高频处同样有音量增强，但中频区域的表现则更为均衡。这种设计在保持低音和高音优势的同时，也确保了中频区域的清晰度和准确度。因此，U型频响曲线的耳机在音质上更加全面和均衡，能够呈现出更加真实、自然的声音效果。这种耳机适合欣赏各种类型的音乐，尤其是那些需要中频区域清晰度的音乐风格。最后，W型频响曲线则是一种更为复杂的设计。它在低频、中频和高频处都有音量增强，但增强的程度各不相同。这种设计使得耳机在整个音频范围

内都有出色的表现，但同时也增加了声音处理的难度。如果处理不当，W型频响曲线可能会导致声音听起来过于强烈和明亮，甚至产生失真现象。因此，这种设计需要更加精细的音频处理技术来确保音质的准确性和平衡性。

## 四、声学设计在耳机音质表现中的作用

### （一）声音特性方面

在耳机音质的表现中，声学设计占据着举足轻重的地位，特别是在声音特性的塑造上。声音特性，简单来说，是指耳机在播放音频时展现出的音色、音调、音量等各方面的综合表现。而声学设计则是通过科学的手段来优化这些声音特性，使耳机能够呈现出更加真实、自然的声音效果。首先，声学设计需要精心平衡高音、中音和低音等各个频段。这是因为不同频段的声音在听感上有着不同的特点，高音区域通常表现为清脆、明亮，中音区域则富有层次感和饱满度，而低音区域则带来深沉、有力的听感。通过合理的频段平衡，声学设计可以确保耳机在播放音频时，每个频段都能得到准确的再现，从而使声音听起来更加自然、和谐。在低音区域，声学设计会注重音色的清晰度和透明度。通过优化高音单元的设计和材料选择，可以使得高音区域的音色更加明亮、纯净，避免出现刺耳或过于尖锐的声音。同时，声学设计还会考虑高音区域的响应速度和衰减特性，以确保高音在快速变化时也能保持清晰、准确的听感。在中音区域，声学设计会注重声音的层次感和饱满度。中音是音乐中最为重要的部分之一，它承载着人声、乐器等关键信息。因此，声学设计会通过优化中音单元的结构和材料选择，来确保中音区域的音色丰富、饱满，同时保持清晰的层次感。这样，用户在聆听音乐时就能更加真实地感受到乐器和人声的细节和韵味。在低音区域，声学设计会注重声音的深度和力度。低音是音乐中营造氛围、增强动感的重要元素。声学设计会通过优化低音单元的结构和材料选择，来确保低音区域的音量足够大、深度足够深，同时保持适当的衰减特性。这样，用户在聆听音乐时就能感受到深沉、有力的低音效果，从而更加沉浸在音乐的氛围中。

### （二）音频传输方面

音频传输是耳机音质表现中不可忽视的一环。音频信号在传输过程中往往会遇到多种挑战，如电磁干扰、线材质量不佳导致的信号衰减等。这些因素都可能影响音质的纯净度和清晰度。因此，声学设计在音频传输方面也发挥着重要作用。首先，声学设计会采用高质量的音频线材。这些线材通常具有较低的电阻和电容，能够有效减少信号在传输过程中的损失。同时，线材的屏蔽设计也能有效抵抗外界电磁干扰，保证信号的纯净性。这样，音频信号就能以更高的质量传输到耳机中，从而提升音质表现。其次，声学设计会运用先进的连接技术来确保音源设备与耳机之间的良好连接。这包括使用高质量的接口、优化连接电路等。这些技术手段可以确保音频信号能够无损地传输到耳机中，避免在传输过程中产生噪声和失真。最后，声学设计还会考虑耳机的阻抗和灵敏度等参数。阻抗是耳机对电流的阻力，而灵敏度则是耳机

对音频信号的响应能力。通过合理的阻抗和灵敏度匹配，可以确保耳机与音源设备之间的兼容性，从而实现更加优秀的音质表现。例如，高阻抗的耳机需要更高的电压来驱动，而低阻抗的耳机则更容易受到电流噪声的影响。因此，声学设计会根据耳机的阻抗选择合适的音源设备或音频放大器来驱动耳机，以获得最佳的音质表现。

### （三）声音重现方面

声音重现是耳机音质表现的核心环节，它直接决定了耳机能否将音频信号准确、真实地转化为我们所能听到的声波。在这一环节中，驱动单元作为声音重现的关键组件，其设计对音质的影响至关重要。首先，驱动单元的材料和结构是影响音质的因素。不同的材料因其独特的物理特性而具有不同的声音特性。例如，铝合金和钛合金等材料因其高刚性和低重量，能够提供更为清晰、响亮的声音，这使得它们在高端耳机驱动单元的制作中备受青睐。同时，不同的结构也会影响声音的扩散和指向性，进而影响听感。例如，开放式设计允许声音更自然地扩散，营造出更为宽广的音场，而封闭式设计则能减少外界噪声的干扰，提供更纯净的听音环境。声学设计在驱动单元的选择上需要综合考虑耳机的定位和用户需求。对于追求音质纯净度和清晰度的用户，可以选择采用高刚性、低重量材料的驱动单元；而对于追求宽广音场和沉浸感的用户，开放式设计的驱动单元可能更为合适。通过精心选择材料和结构，声学设计可以打造出符合用户需求、具有优秀音质表现的驱动单元。其次，声学设计在驱动单元确定后还需要进行精细的调试和优化。这包括调整驱动单元的频响曲线、控制失真等。频响曲线反映了驱动单元在不同频率下的音量输出能力，通过调整频响曲线，可以确保驱动单元在各个频段都能保持均衡的音量输出，避免某个频段过于突出或不足。同时，控制失真也是确保音质纯净度和清晰度的关键。通过采用先进的音频处理技术和精细的调试，可以最大限度地减少失真，确保音频信号在传输和转换过程中保持原样。在调试和优化过程中，声学设计师会借助各种专业的测试设备和软件来评估驱动单元的音质表现。会对不同频段下的音量输出、失真度、频率响应等指标进行精细的调整和优化，以确保驱动单元在不同频段下都能保持出色的音质表现。此外，他们还会考虑耳机的阻抗和灵敏度等参数，

以确保耳机与音源设备之间的兼容性，从而实现更加优秀的音质表现。

### （四）音质优化方面

在耳机音质优化的过程中，均衡器和立体声效果的营造是两大核心技术，它们极大地丰富了用户的听觉体验，让音质更加符合个人喜好，同时也增强了音乐的沉浸感。首先，均衡器（Equalizer）是音质优化中不可或缺的工具。它允许用户根据个人的听觉偏好，调整不同频率段的音量和音色。低音、中音和高音分别对应着不同的音频频率，而每个人对这些频率的敏感度都有所不同。通过均衡器的设置，用户可以轻松地强调或削弱某个频率段的声音，以获得最佳的听觉感受。比如，喜欢听流行音乐的人可能更倾向于增加低音部分的音量，而喜欢听古典音乐的人则可能更偏好中高音段的音色。除了均衡器，立体声效果的营造也是音质优化中的一大亮点。立体声效果是通过模拟左右声道之间的相位差和延迟差等参数来实现的。在立体声效果下，耳机能够营造出更加宽广、立体的音场，使音乐仿佛在身边环绕，增强了音乐的沉浸感。这种效果在听演唱会、电影原声等场景时尤为明显，能够为用户带来更加逼真的听觉体验。在音质优化的过程中，均衡器和立体声效果的结合使用能够产生更加出色的效果。用户可以根据自己的喜好，通过均衡器调整音色，再通过立体声效果增强音乐的沉浸感。这样，不仅能够使音质更加符合个人需求，还能够带来更加震撼的听觉体验。

## 结语

声学耳机的频响特性是影响音质的核心要素。一个具有平坦频响曲线的耳机，能够精确还原音频信号，带来平衡、自然的声音体验。不同频响曲线的耳机，则会根据设计目的产生各异的音质风格。声学设计在耳机音质塑造中占据关键地位，通过巧妙平衡各频段，减少失真和干扰，让声音重现更为真实。随着科技日新月异，声学耳机在音乐欣赏、游戏娱乐等领域的应用将更加广泛。展望未来，我们有理由期待，随着声学设计技术的不断进步，耳机将为我们带来更加卓越、细腻的音质体验，让每一次聆听都成为一次享受。

## 参考文献

- [1] 赵爽, 袁豪, 王志敏. 基于纳纳响特性的次同步振荡特征值的快速估算 [J/OL]. 南方电网技术, 1-8.2024-05-22.
- [2] 张涛, 周韶泽, 刘义峰. 铁路货车牵引梁振动频响特性分析 [J]. 机械工程与自动化, 2024, (03) 69-70+73.
- [3] 肖枫, 邓傲, 孔律东, 等. 车载扬声器网罩开孔率对其频响及音质的影响 [J]. 汽车实用技术, 2024 49 (09): 80-84.
- [4] 洪玉萌, 宋志强, 杨元元, 等. 分布反馈光纤激光器应用技术研究进展 [J]. 应用激光, 2024, 44 (03): 179-191.
- [5] 陈力行, 陈大龙, 沈胤, 等. TT-1 装置磁探针设计与频响特性研究 [J]. 核聚变与等离子体物理, 2024, 44 (01): 105-110.
- [6] 陈先锋. 车铣复合加工中心进给系统机械传动环节频响特性研究 [J]. 模具制造, 2024, 24 (03): 155-157.
- [7] 杨帆. 非遗音乐的空间形塑与文本再现——以兰州“西厢调”为例 [J]. 大众文艺, 2024, (01): 214-216.
- [8] 郭剑锋, 高智超, 刘思辰, 等. 存在声反馈的前馈有源降噪耳机设计方法 [J/OL]. 应用声学, 1-9.2023-10-19.
- [9] 孙庆磊, 方非凡, 王文清, 等. 含类金刚石薄膜的铝镁合金振膜的制备及其声学特性研究 [J]. 稀有金属材料与工程, 2023, 52 (10): 3470-3478.
- [10] 陈植文. 一款新型入耳式圈铁耳机的设计与仿真 [J]. 电声技术, 2022, 46 (08): 48-51.