

两种耳机原理与目前状况

李明达

2019 年 2 月 3 日

1 骨传导耳机

1.1 背景

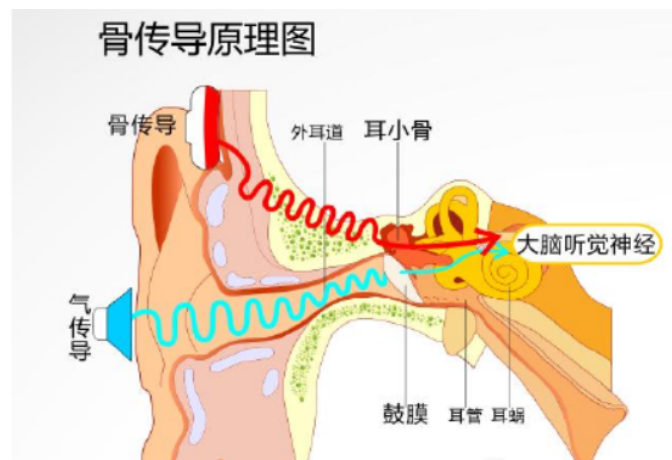
声音的传导介质有三种，分别是气体、液体和固体。人类听到的大部分声音，都是声波经过空气到达鼓膜，然后声波使鼓膜发生震动进而将声音传至内耳，目前市面上的传统耳机，都是以空气作为传导介质来传递声音。

18 世纪末 19 世纪初，著名的作曲家贝多芬在失聪后是用牙齿咬住一根木棍的一端，将另一端顶在钢琴上来分辨钢琴声调的高低，从而可以继续谱写出伟大的音乐作品。这启发人们通过骨传导声音来制造耳机。

1.2 骨传导耳机的原理

声波的振动通过牙齿、牙床、上下颌骨等骨头的“中转”，可以直接传送声音到内部耳神经。这样，声波通过骨头振动直接传至内耳而不经鼓膜，这种声音传播方式就是骨传导。骨传导耳机就是运用了这种原理。

然而骨传导耳机却有两个致命的缺点：音质差和漏音重。



为了提高音质与降低漏音，生产厂家采用扩频的复合振动专利技术（可以实现骨传导耳机较宽的频率响应范围）提高耳机音质，同时采用“漏音屠龙专利技术”以及 Premium Pitch+ 双悬挂传震系统以及悬浮减震专利技术降低漏音。这些都属于骨传导耳机提升音质和体验的核心基础专利。

1.3 优势

首先，因为耳机不会堵住双耳，在听音乐、打电话的同时也可以听到外界的环境音，从而保持对周围情况的警觉；

其次，由于骨传导耳机传递声音的介质是颞骨，而不是耳膜，因此长期佩戴也不会对耳膜造成伤害，最大程度地保护了耳膜；

并且，由于耳机不用塞入耳朵，所以更舒适，也不会出现胀痛、出汗、发炎等问题；最后，这种技术也可以为耳膜损伤而失聪的人提供再次获得听力的机会。‘

2 降噪耳机

2.1 噪声的来源

在人们的各种听音环境中，绝大部分并非身处审听室，或许是大街等公共环境，或者噪声更大的施工工地旁。在日常生活中，一般称大于 90 dB

且人们不主观接受的声音为噪声，而声音是由物体振动产生的，而造成物体的振动是方方面面的，因此这些噪声的产生和存在是不可避免的。不言而喻，各种各样的噪声会严重影响听众的心情和感受如何解决这种矛盾，还聆听者一个相对安静的空间呢？

2.2 降噪方法

通常我们使用的降噪手段有两种，即被动降噪 (Passive Noise-Cancelling) 和主动降噪 (Active Noise-Cancelling)：

被动手段降低噪音通常所采用三种降噪措施，即在声源处降噪、在传播过程中降噪及在人耳处降噪。

而为了主动地消除噪声，人们发明了“有源消声”这一技术，即主动降噪。其原理是：所有的声音都由一定的频谱组成，如果可以找到一种声音，其频谱与所要消除的噪声完全一样，只是相位刚好相反（相差 180° ），就可以将这噪声完全抵消掉。关键就在于如何得到那抵消噪声的声音。实际采用的办法是：从噪声源本身着手，设法通过电子线路将原噪声的相位倒过来。由此看来，有源消声这一技术实际上是“以毒攻毒”。

2.3 降噪耳机

被动降噪从耳机发明使用时就开始了，无论是从耳机的外型出发，还是从耳机的空间的设计。如目前的入耳式耳机，本身原理就是配戴后发声单元可以嵌入耳道较深位置，获得更直接的听音感受；而入耳式耳机的胶质套可以隔绝外界噪声，使得入耳式成为高端耳机的一种象征。另外从空间设计上，相对来说，封闭式耳机要比开放式和半开放式的降噪效果好得多，因此专业领域内的监听耳机封闭式较多。

主动降噪耳机采用主动噪音控制，不同于一般耳机的被动隔音。其原理为：

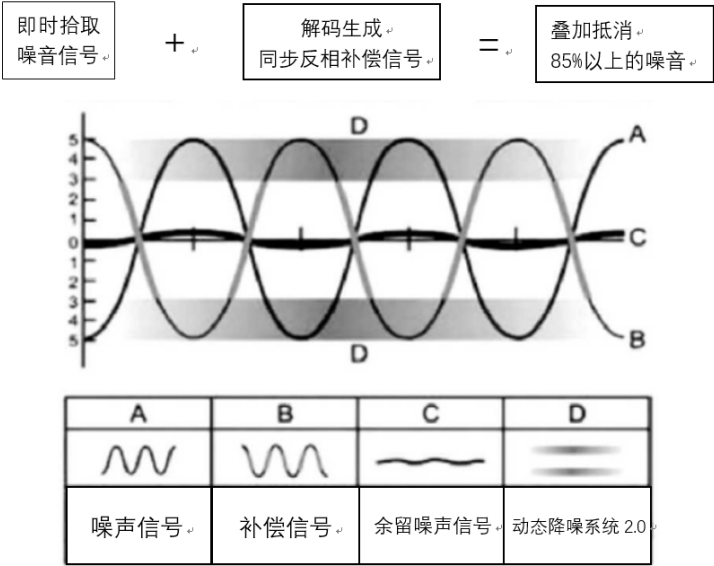
- 1 先由安置于耳机内的讯号麦克风侦测耳朵能听到的环境中低频噪音 (100 ~ 1000Hz)（目前已经可以到 3000Hz）

- 2 再将噪声讯号传至控制电路，控制电路进行实时运算
- 3 通过 Hi-Fi 喇叭发射与噪音相位相反、振幅相同的声波来抵消噪音
- 4 噪音消失

主动降噪耳机价格昂贵，但是一般效果优秀，佩戴舒适。但是需要独立电池供电，大多数被动降噪耳机可以不耗电使用（也不主动降噪）。

2.4 主动降噪原理图解

A 曲线 (一些外界的噪声) 通过耳机传入耳内，置于耳机内的微型话筒采集“耳朵”能听到的环境中的中/ 低频噪声，然后传至降噪电路，由降噪电路进行实时运算；在降噪电路处理完成后，通过扬声器产生与噪声相位相反的 B 曲线 (振幅相同的声波) 信号来抵消噪声，从而形成平缓，振幅小的 C 曲线 (声波)。人耳对声音强弱的主观感觉来自声音大小的量度——响度，响度和声波振动的幅度密切相关噪声声波振动的幅度小了，则响度也就小了，从而消除了噪声干扰



2.5 主动降噪算法

有源降噪算法原理

自适应滤波算法

最速下降算法

LMS 自适应滤波器算法

变步长控制算法

自适应有源噪声控制原理

处理噪声信号的 AANC 系统

处理混合信号的 AANC 系统

信噪分离算法

基于小波变换理论的信噪分离

小波阈值滤波算法

阈值确定方法