

团体标准

T/CAIACN 016—2025

基于高品质音源的设备播放能力要求及 测试方法：耳机

Technical Requirements and Test Method for Device Playback
Capability Based on High-quality Source Audio: Earphones

2025 - 11 - 05 发布

2026 - 01 - 05 实施

中国电子音响行业协会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 高品质音源的播放流程概述.....	2
5 高品质音源的要求.....	2
6 重放高品质音源的设备硬件指标要求.....	3
7 基于高品质音源的设备播放能力测试方法.....	5
参考文献.....	11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

中国电子音响行业协会（China Audio Industry Association，简称CAIA）自1983年成立以来就以“服务企业，献策政府”为宗旨。是我国最早成立的跨地区、跨部门、跨系统，具有社团法人资格的全国性社会团体（国家一级行业协会）。

组织开展电子音响领域国际、国内标准化活动，制定中国电子音响行业协会团体标准（以下简称：中音协团标），满足行业需要，推动行业标准化工作，是中国电子音响行业协会的重要工作。协会的所有会员，均有权利提出制、修订中音协团标的建议并参与有关工作。

中电音协团标按《中国电子音响行业协会团体标准建设管理办法》进行制定和管理。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料报送中国电子音响行业协会，以便修订时参考。

本文件由腾讯音乐娱乐科技（深圳）有限公司、北京小米移动软件有限公司、深圳市三诺数字科技有限公司提出。

本文件由中国电子音响行业协会归口。

本文件起草单位：腾讯音乐娱乐科技（深圳）有限公司、北京小米移动软件有限公司、深圳市三诺数字科技有限公司、东莞市漫步者科技有限公司、中国电子技术标准化研究院、深圳市云动创想科技有限公司、江西联创宏声电子股份有限公司、深圳市冠旭电子股份有限公司、广州酷狗计算机科技有限公司、珠海斯巴克电子设备有限公司、深圳瑞利声学技术股份有限公司、广东阅真科技有限公司。

本文件主要起草人：周文江、张晓龙、马晓明、曾泽雄、卫文港、曾德钧、王俊伴、彭久高、杨再静、伍晓东、李德涛、蔡千寻、岳魏捷、罗彧成、曹硕、赵伟峰、闫震海、刘馨璐、甘旭、陈洲旋、许绍珩、李茹、宋哲超、郝鹏、神瑞雪、海扬、王宾、乔峤、陈国平、邓森、曾义、王义多、贡维勇、漆原、邓伟、叶茂盛、张洋、李胜波。

本文件为首次制定。

基于高品质音源的设备播放能力要求及测试方法：耳机

1 范围

本文件规定了基于高品质音源的设备播放能力要求及测试方法，本文件主要从无线耳机对音源音质的还原程度，及无线耳机的硬件指标两个维度规范无线耳机播放能力。

本文件适用于可支持音频播放的无线耳机产品，包括入耳式无线耳机、半入耳式无线耳机、开放式无线耳机、头戴式无线耳机等具备无线音频接收和播放功能的耳机，不适用于带音乐播放的VR/AR/智能眼镜类等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 9002—2017 音频、视频和视听设备及系统词汇

GB/T 12060.7—2013 声系统设备 第7部分：头戴耳机和耳机测量方法

GB/T 14471—2013 头戴耳机通用规范

GB/T 43537—2023 声系统设备 耳机及个人音乐播放器 最大声压级测量方法

T/CA 109—2019 蓝牙耳机技术要求

T/CAIACN 003—2020 蓝牙耳机测量方法

T/CAIACN 008—2022 高清无线音频 技术与设备规范及测试方法

3 术语和定义

GB/T 9002—2017、GB/T 12060.7—2013、T/CA 109—2020、T/CAIACN 003—2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字音频裸流 Raw Digital Audio

由模拟音频信号经过采样、量化、编码得到的未经压缩的数字音频数据，如PCM、WAV等。

[来源：T/CAIACN 008—2021，3.1]

3.2

断点 Breakpoint

在音频信号中出现数据连续为0，且前后有效数据均无自然淡入淡出包络的情况，可被用户感知到的音频播放间断。

3.3

爆破音 Pop-Noise

在音频系统中，因编解码器（codec）启停/切换、电容快速充电、电声器件直流电平跳变等因素导致、或其他瞬态变化所产生的可被用户感知的爆破噪声。

[来源：T/CAIACN 014—2024，3.16]

3.4

串音衰减 Crosstalk Attenuation

传输音频信号时，一个声道的信号对另一声道信号的干扰程度。

3.5

有效帧数占比 Ratio Of Effective Frames

音频信号经过处理后得到的频谱满足特定频宽的帧数比例。

3.6

失真 Distortion

在音频信号传输或处理过程中，输出信号与输入信号之间的偏差。这种偏差可能影响音频质量和准确性。

4 高品质音源的播放流程概述

高品质音源从终端/音乐平台到无线耳机的总体工作流程如图 1 所示。

终端/音乐平台对来自网络或本地文件的音频压缩数据进行解码得到原始音频裸流数据，对原始音频裸流数据进行渲染，再对渲染后的音频数据进行信道编码并将其传输到无线耳机。

无线耳机对接收到的音频数据进行信道解码获得重放音频裸流数据，最后通过发声单元将重放音频裸流数据进行播放。

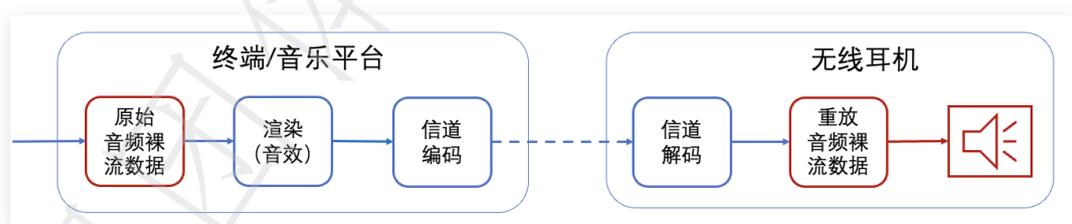


图 1 高品质音源从终端/音乐平台到无线耳机的播放流程

无线耳机的播放能力依赖于传输过程中信道的传输协议及无线耳机的硬件指标，同时也体现为对原始音频裸流数据的还原程度，这些为本文件关注的核心部分。

5 高品质音源的要求

5.1 音频裸流数据的格式要求

终端/音乐平台的原始音频裸流数据应满足下列要求：

- 1) 数据格式：应支持PCM、WAV等；
- 2) 采样率：音源音频的采样率应 $\geq 44.1\text{kHz}$ ，宜 $\geq 96\text{kHz}$ ，可 $\geq 192\text{kHz}$ ；

- 3) 采样位深：应 $\geq 16\text{bit}$ ，宜 $\geq 24\text{bit}$ ；
- 4) 通道数：应 ≥ 2 。

5.2 音源音质数据要求

终端/音乐平台的原始音频裸流数据（可以为使用音频超分技术进行音频修复后的数据）应满足下列要求：

- 1) 音频中不存在断点、噪声、爆破音、溢出、开头中间结尾长空白等现象；
- 2) 不得使用经过升频（Up-sampling）和 / 或位填充（bit-padding）处理的音频文件。

5.3 末端设备播放能力要求

终端/音乐平台的原始音频裸流数据的频谱要求通过有效帧数占比来确认。其对应关系如下（非纯音乐）：

- 1) 采样率 $\geq 96\text{kHz}$ ，位深 $\geq 24\text{bit}$ 的音频，其频宽 $\geq 22\text{kHz}$ 的有效帧数占比 $\geq 20\%$ ；
- 2) 采样率 $\geq 44.1\text{kHz}$ ，位深 $\geq 16\text{bit}$ 的音频，其频宽 $\geq 20\text{kHz}$ 的有效帧数占比 $\geq 25\%$ 。

表 1 音频采样率位深与频宽和有效帧数占比的对应关系

采样率/位深	频宽	有效帧数占比
$\geq 96\text{kHz}/24\text{bit}$	$\geq 22\text{kHz}$	$\geq 20\%$
$\geq 44.1\text{kHz}/16\text{bit}$	$\geq 20\text{kHz}$	$\geq 25\%$

6 重放高品质音源的设备硬件指标要求

6.1 左右耳相对延迟性能要求

左右耳相对延时性能的要求：应 $\leq 50\mu\text{s}$ ，宜 $\leq 40\mu\text{s}$ ，推荐 $\leq 30\mu\text{s}$ 。

6.2 声重放频率响应要求

经1/12倍频程平滑处理后，根据实测频率响应曲线与目标频率响应曲线之差得到偏差值曲线，对于偏差值曲线：

- 1) 在250Hz~3kHz频段下，应控制在 $\pm 3\text{dB}$ 范围内；
- 2) 在3kHz~8kHz频段下，应控制在 $\pm 5\text{dB}$ 范围内。若存在如下情况，则可忽略：偏差值曲线超出 $\pm 5\text{dB}$ ，但在 $\pm 10\text{dB}$ 范围内，且 $f_{w1} < f_{w2}$ ，其中 f_{w1} 为连续超出 $\pm 5\text{dB}$ 的频率范围， f_{w2} 为 f_{w1} 中心频率点对应的1/6倍频程的频率范围。

偏差值曲线如图2所示。



图 2 偏差值曲线参考示例

6.3 主动降噪开启下的声重放频率响应要求

在开启主动降噪模式，且伴随环境噪声的情况下，要求与6.2一致。

6.4 声重放左右耳平衡度要求

声重放左右耳平衡度要求如表 2 所示：

表 2 声重放左右耳平衡度要求

耳机形态	频段划分		
	入耳式和头戴式	20Hz~50Hz	50Hz~5kHz
≤ ± 3.5dB		≤ ± 3dB	≤ ± 4dB
半入耳式	20Hz~100Hz	100Hz~5kHz	5kHz~10kHz
	≤ ± 4dB	≤ 3dB	≤ ± 4dB
开放式			200Hz~5kHz
			≤ ± 3dB
			5kHz~10kHz
			≤ ± 4dB

6.5 声重放总谐波失真（THD）要求

声重放总谐波失真要求如表3所示：

表3 THD要求

测试信号		耳机形态	频段范围	THD
播放 20Hz~20kHz 扫频信号	调整信号幅值，使测试系统接收到的信号在1kHz处达到94dB±1dB声压级时	入耳式	20Hz~20kHz	≤1%
		半入耳式	自厂家宣称的有效低频起始频率至300Hz，或自低频第一个峰值-6dB处开始至300Hz	≤5%
			300Hz~10kHz	≤1%
	头戴式	20Hz~100Hz	≤5%	
		100Hz~10kHz	≤1%	
	调整信号幅值，使测试系统接收到的信号在1kHz处达到85dB±1dB声压级时	开放式	自厂家宣称的有效低频起始频率至300Hz，或自低频第一个峰值-6dB处开始至300Hz	≤10%
300Hz~10kHz范围内			≤1%	

6.6 串音衰减要求

入耳式、半入耳式耳机两个声道之间的衰减值：应≥40dB，宜≥60dB，可≥70dB；

头戴式耳机两个声道之间的衰减值：可≥70dB；

开放式耳机不做要求。

7 基于高品质音源的设备播放能力测试方法

7.1 设备音频裸流数据的测试方法

7.1.1 测试环境及测试设备

测试环境：正常环境下，终端/音乐平台至无线耳机的距离不超过1米。

音频分析设备：可以获取音频裸流数据并能进行频谱分析，能够使用模式识别等手段检测数据瑕疵和频谱质量。

如图3所示，终端/音乐平台与无线耳机进行无线组网（例如：蓝牙）后，发送音频数据至无线耳机。音频分析设备在A点采集无线耳机的数字音频裸流数据。

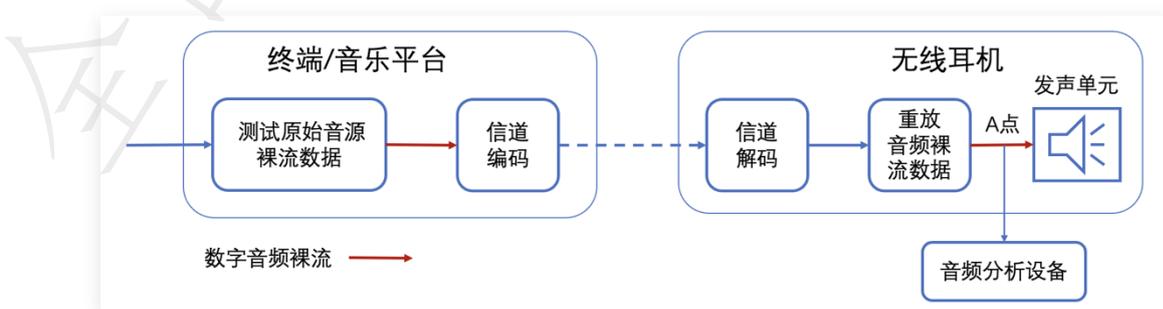


图3 组网后无线耳机音质测试示意图

7.1.2 音频裸流数据格式测试

制造商自测所支持的音频编解码器种类及性能，提供测试报告。

产品外包装或产品说明书支持的编码类型。

7.1.3 音频裸流数据瑕疵测试

7.1.3.1 对断点的检测

测试步骤：

- 1) 终端/音乐平台持续播放完整音乐（ ≥ 4 分钟），音频分析设备在A点获取重放音频裸流数据；
- 2) 音频分析设备检查重放音频裸流数据在完整时间段中不出现断点，即其波形数据不出现断掉部分，其频谱数据也不出现空白间隙区域。

如图4所示，标注1、2、3、4为波形断点的示意。如图5所示，标注1、2、3、4为频谱出现空白间隙的示意。

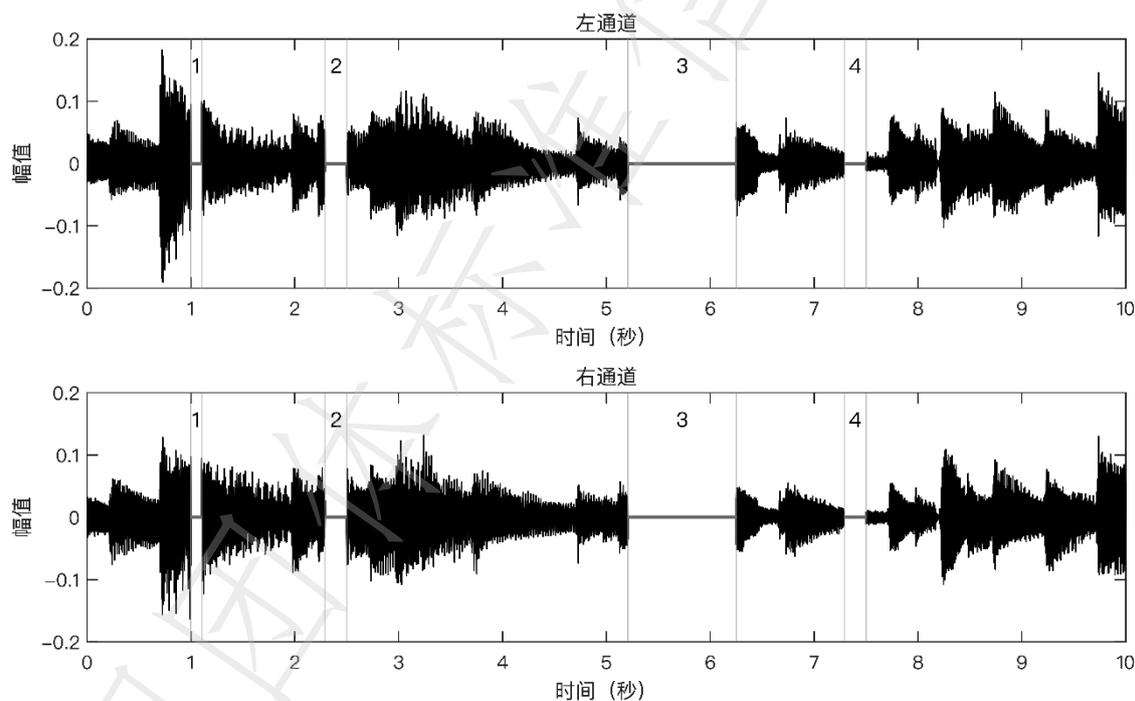


图4 波形中断点示意图

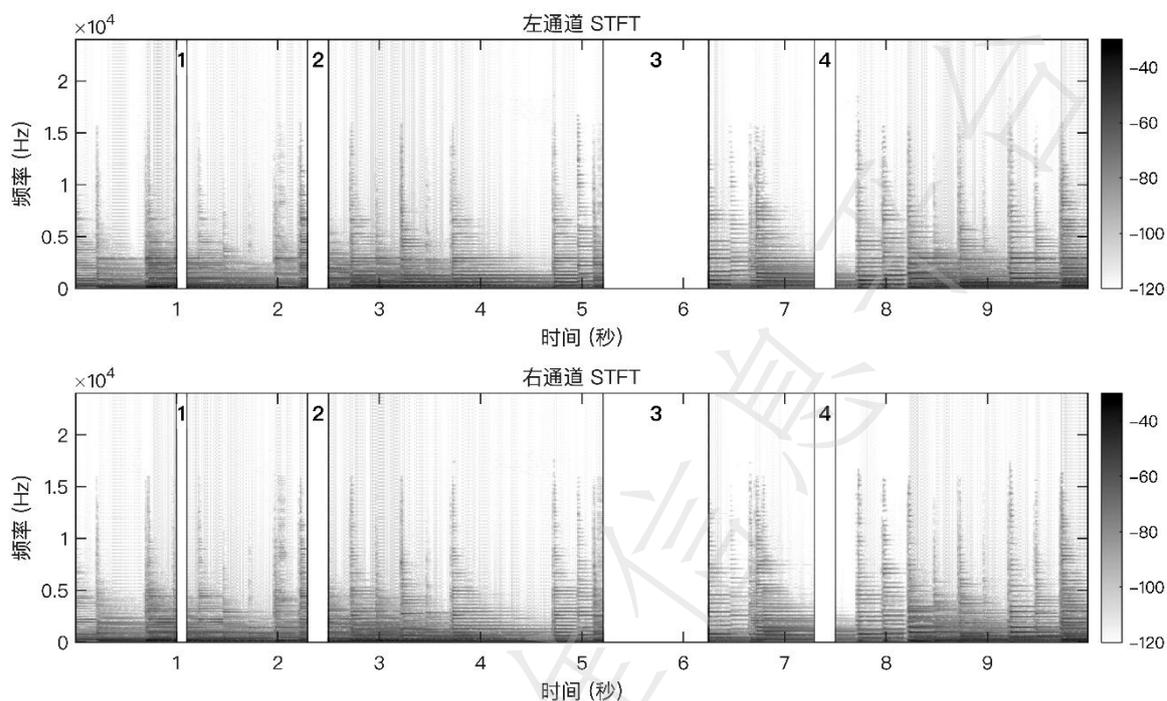


图5 频谱中断点示意图

7.1.3.2 对爆破音的检测

测试步骤:

- 1) 终端/音乐平台持续播放完整音乐 (≥ 4 分钟), 音频分析设备在 A 点获取重放音频裸流数据;
- 2) 音频分析设备检查重放音频裸流数据在完整时间段中数据不出现持续时间小于 1 秒, 且幅度超过 20dBFS 以上的明显脉冲信号。主观听感上不出现爆破音异常。

如图 6 所示, 波形数据中出现爆音。如图 7 所示, 频谱数据中出现爆音。

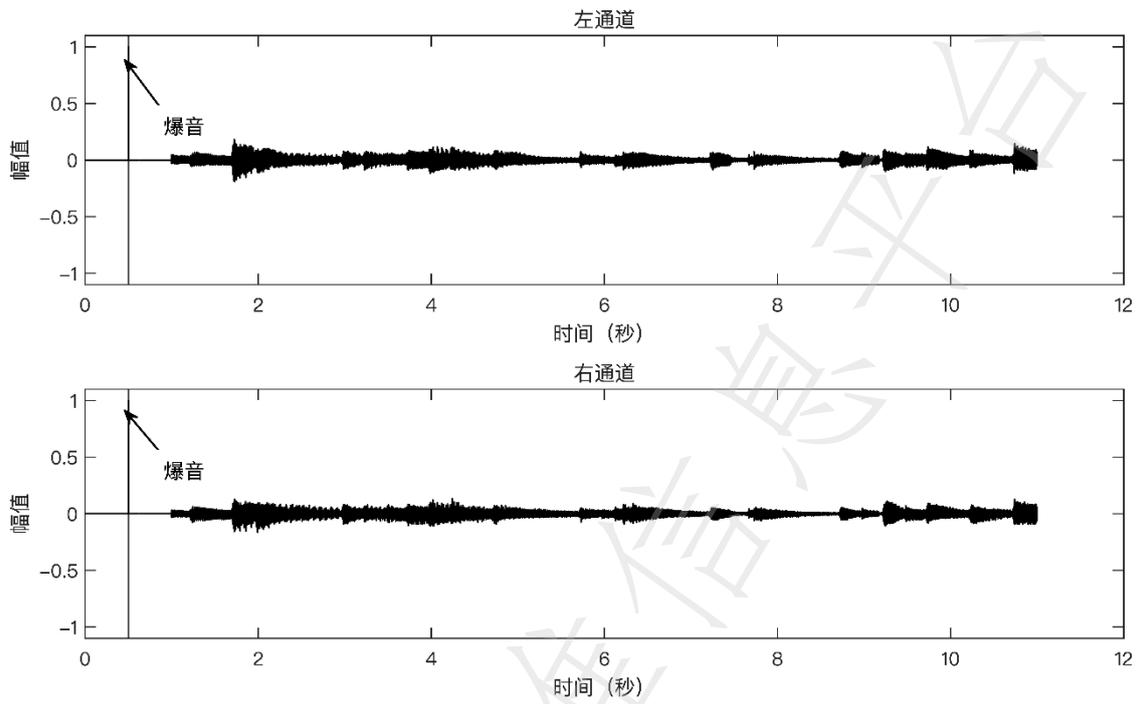


图 6 波形中爆破音示意图

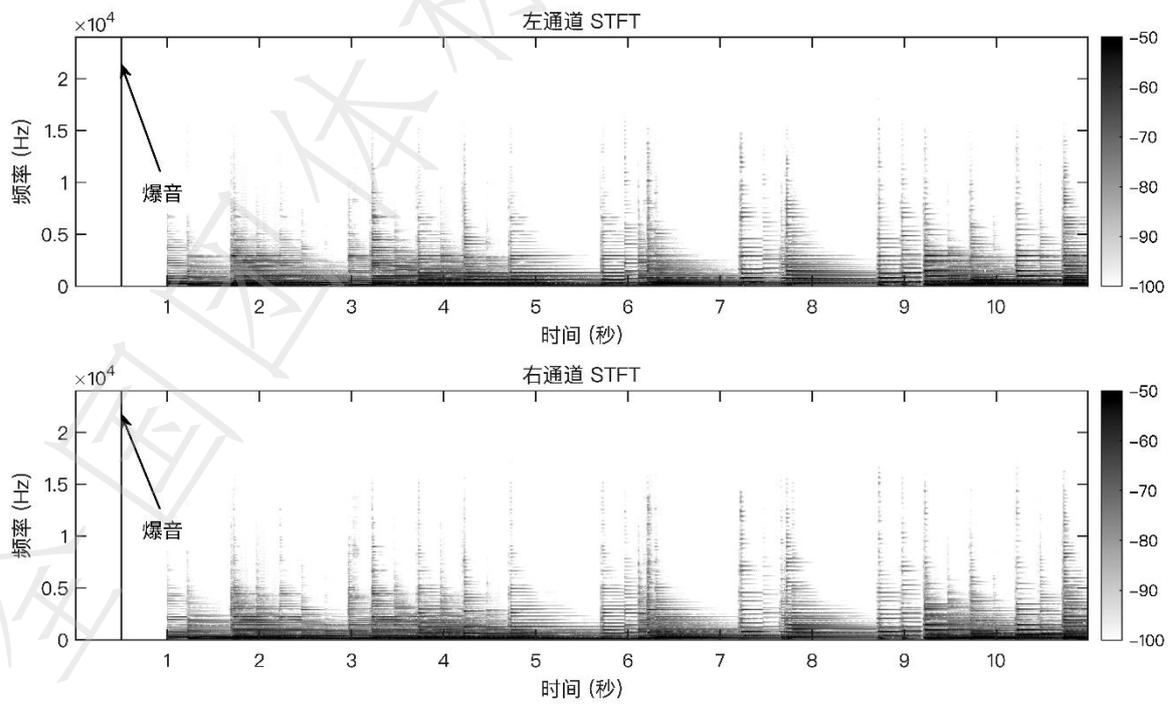


图 7 频谱中爆破音示意图

7.1.4 音频裸流频谱质量测试方法

测试步骤：

- 1) 终端/音乐平台持续播放完整音乐（ ≥ 4 分钟），且音乐为满足5.3要求的音频文件；
- 2) 音频分析设备在A点采集重放音频裸流数据，并生成频谱数据；
- 3) 以帧长4096为例，计算频宽，并统计满足不同频宽的有效帧数占比；
- 4) 原始音频裸流数据的有效帧数占比（%）与重放音频裸流数据的有效帧数占比（%）的数值差不超过1%。

7.2 设备硬件指标的测试方法

7.2.1 测试环境及测试设备

1) 测试环境：做特殊要求的测试项应在与使用环境相似的环境中进行测量，封闭的空间环境噪声不超过25dBA，其他要求参照T/CA 109—2019《蓝牙耳机技术要求》执行。

2) 测试设备的基本要求：

音频发生器：能够播放测试所需信号并将信号发射到无线耳机的设备，可以是音频信号发生器、音频分析仪、声卡、计算机、手机等设备；

仿真耳：具有头部及人耳耳廓和外耳道等基本结构，且内置有传声器。应符合ITU-T Rec. P. 58，IEC 60318-7 和ANSI S3.36-1985标准；

音频分析设备：包含至少覆盖20Hz~20kHz频宽的2个输入通道，可以接收仿真耳采集的声信号，分析并显示测试结果。

如图8所示，将无线耳机正确佩戴在仿真耳上。音频发生器与无线耳机进行无线组网（例如：蓝牙）。音频发生器发送音频数据。仿真耳的内置传感器可以接收无线耳机发出的声信号。

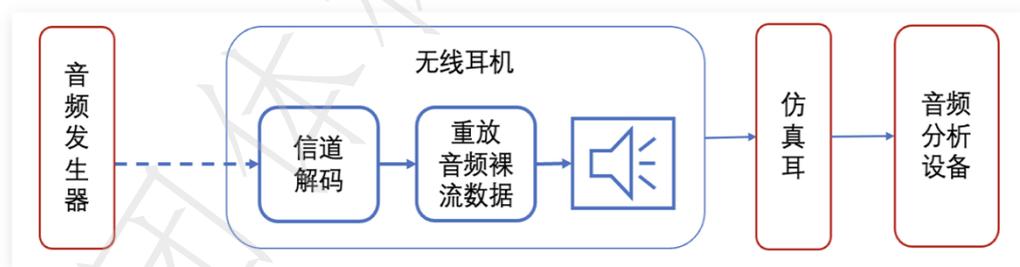


图8 组网后无线耳机硬件指标测试示意图

7.2.2 左右耳相对延迟性能测试方法

1) 测试设备：

时延分析软件：具备互相关算法功能，用于分析左耳和右耳的时间差。

2) 测试步骤：

- a) 音频发生器播放3kHz的正弦信号，分别给无线耳机的左耳和右耳；
- b) 仿真耳内的传声器接收无线耳机重放的声信号，并将其传输到音频分析设备；
- c) 音频分析设备记录下无线耳机的左耳和右耳在同一频率下的声信号数据；
- d) 将声信号数据导入时延分析软件，利用互相关算法分析左耳和右耳的时间差；
- e) 音频发生器再播放5kHz的正弦信号，重复上述测试步骤a)~d)，共计5组（10次）测试；
- f) 计算平均值：对10次测试的结果进行统计分析，计算左耳和右耳时间差的平均值。

7.2.3 声重放频率响应测试方法

测试步骤:

- 1) 音频发生器播放20Hz~20kHz的扫频信号;
- 2) 仿真耳内的传声器接收无线耳机重放的声信号,并将其传输到音频分析设备;
- 3) 音频分析设备按1/12倍频程取点,计算出各点对应的声压级,获取250Hz~8kHz的频率响应实测曲线;
- 4) 按照6.2分析频率响应实测曲线与目标曲线的偏差值曲线。

7.2.4 主动降噪开启下的声重放频率响应测试方法

若无线耳机具有主动降噪功能,则开启主动降噪功能,重复7.2.3中的测量步骤。

7.2.5 声重放左右耳平衡度测试方法

测试步骤:

- 1) 音频发生器播放20Hz~20kHz的扫频信号;
- 2) 仿真耳内的传声器接收无线耳机重放的声信号,并将其传输到音频分析设备;
- 3) 音频分析设备计算无线耳机左耳和右耳在1/12倍频程下每个频点对应的声压级,得到20Hz~20kHz的左右耳频率响应曲线;
- 4) 计算左右耳频率响应曲线在对数坐标下的差值,得到左右耳频率响应差值曲线。差值曲线的要求符合表2。

7.2.6 7.2.6声重放总谐波失真(THD)测试方法

测试步骤:

- 1) 音频发生器播放20Hz~20kHz的扫频信号;
- 2) 仿真耳内的传声器接收无线耳机重放的声信号,并将其传输到音频分析设备;
- 3) 音频发生器根据表3要求,调整信号幅值,音频分析设备计算得到20Hz~20kHz的总谐波失真曲线;
- 4) 处理失真峰,根据GB/T 14471—2013的5.4.11,检查失真峰的宽度。如果失真峰的宽度小于1/3倍频程,且数量不超过3个,可以忽略这些失真峰。对于其他失真峰,计算总谐波失真。

7.2.7 串音衰减测试方法

参考GB/T 12060.7—2013的6.12测试方法执行。

参考文献

- [1] 中国电子音响行业协会 《中国电子音响行业协会高保真音频（CPHA）评测评价规范》。
-

全国团体标准信息平台