

ICS 33.050
CCS M 30

团体标准

T/TAF 242—2024

耳机音频性能技术要求和测试方法

Technical requirements and test methods for acoustics performance of
headsets

2024-09-02 发布

2024-09-02 实施

电信终端产业协会 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号和缩略语 3

4.1 符号 3

4.2 缩略语 3

5 音频性能 3

5.1 试验配置 3

5.1.1 DUT 连接图 3

5.1.2 声学试验设备要求 5

5.1.3 ANC 功能试验要求 7

5.2 模拟耳机通信模式 9

5.2.1 发送灵敏度 9

5.2.2 接收灵敏度 9

5.2.3 发送频率响应 9

5.2.4 接收频率响应 10

5.2.5 发送空闲信道噪声 11

5.2.6 发送失真信号 11

5.2.7 回声耦合损耗 12

5.3 数字耳机通信模式 12

5.3.1 发送响度 12

5.3.2 接收响度 12

5.3.3 发送频率响应 13

5.3.4 接收频率响应 14

5.3.5 发送失真 14

5.3.6 接收失真 15

5.3.7 回声耦合损耗 16

5.3.8 背景噪声下的语音质量 16

5.4 多媒体播放模式 16

5.4.1 多媒体播放模式的失真 16

5.4.2 模拟耳机接收串扰 17

5.5 对收听装置（头戴式耳机，耳塞式耳机等）的声安全要求 17

5.5.1 模拟输入的有线无源收听装置 17

5.5.2	数字输入的有线收听装置	18
5.5.3	无线收听装置	18
5.5.4	多模式收听装置	18
5.6	ANC 功能.....	19
5.6.1	耳机 ANC 功能降噪性能曲线	19
5.6.2	耳机 ANC 功能感知噪声响度衰减值	21
5.6.3	耳机 ANC 功能自噪声	23
5.6.4	语音信号传输	24
5.6.5	第二语音干扰	26
5.6.6	语音清晰度指数提高值	29
参考文献		31



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。

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。

本文件由电信终端产业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、博鼎实华(北京)技术有限公司、荣耀终端公司、小米通讯技术有限公司。

本文件主要起草人：赵兴龙、朱红叶、张文奇、胡景楠、孙悦、卢玉平、郑海霞、王轶哲、赵天宇、邹伟龙、周珏嘉、朱亚军。



引 言

随着各种电子设备的飞速发展，移动办公、线上学习等形式的普及，耳机在生活中使用得越来越频繁，使用者年龄随着使用场景的不同，覆盖面也更广了。因此大家对耳机的性能需求也更高。

越来越多的耳机产品增加了麦克降噪、主动降噪等功能，而目前还没有统一的测量方法和标准限值来规范，因此，为了规范和评价耳机的音频性能而申请立此项目。

本文件根据ETSI、YD-T、CQC等相关标准，提出了适合未来发展和应用的耳机音频性能测试方法及要求。



耳机音频性能技术要求和测试方法

1 范围

本文件规定了耳机的音频性能的测试方法以及相应的技术要求。

本文件适用于各种有线耳机、蓝牙耳机、数字耳机和模拟耳机。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

YD/T1538-2021 数字移动终端音频性能通用测试方法

ISO 532-1 声学-响度计算方法第1部分：Zwicker方法 (Acoustics — Methods for calculating loudness — Part 1: Zwicker method)

IEC 61260-1 电声学. 分倍频程和频程频带滤波器. 第1部分：规格 (Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part1: specification)

ANSI/ASA S3.5-1997 语音清晰度指数计算方法 (Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index)

ETSI TS 103 224 一种用于终端测试的声场重现方法，含背景噪声数据库 (A sound field reproduction method for terminal testing including a background noise database)

ETSI TS 103 106 背景噪声下的语音质量性能：移动终端背景噪声传输客观测试方法 (Speech quality performance in the presence of background noise: Background noise transmission for mobile terminals-objective test methods)

ETSI TS 103 558 听配能的客观评估方法 (Methods for objective assessment of listening effort)

ETSI TS 202 396 背景噪声下的语音质量性能. 第1部分：背景噪声模拟技术和背景噪声数据库 (Speech quality performance in the presence of background noise; Part 1: Background noise simulation technique and background noise database)

ITU-T G.122 国家系统对国际链接稳定性和说话者回声的影响 (Influence of national systems on stability and talker echo in international connections)

ITU-T G.223 电话参考电路噪声计算的假设 (Assumptions for the calculation of noise on hypothetical reference circuits for telephony)

ITU-T P.56 激活语音电平的客观测量 (Objective measurement of active speech level)

ITU-T P.57 人工耳 (Artificial Ears)

ITU-T P.58 通话用头和躯干模拟器 (Head and torso simulator for telephony)

ITU-T P.76 响度等级的测定；基本原则 (Determination of loudness ratings; fundamental principles)

ITU-T P.380 耳机电声测量 (Electro-acoustic measurements on headset)

ITU-T P. 501 用于电话和其他基于语音的应用的测试信号 (Test signals for use in telephony and other speech-based applications)

ITU-T P. 581 免提和手持终端测试用的头和躯干模拟器 (Use of head and torso simulator for hands-free and handset terminal testing)

ITU-T P. 700 语音通信响度的计算 (Calculation of loudness for speech communication)

ITU-T P. 1150 车载通信音频规范 (In-car communication audio specification)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有线耳机 wired headset

包括USB-Type A、USB-Type C、3.5mm接口的有线耳机。

3.2

蓝牙耳机 Bluetooth headset

使用蓝牙协议跟设备进行无线连接的耳机。

3.3

模拟耳机 analog headset

耳机的输入信号为模拟信号的耳机, 以往使用的3.5mm接口的耳机都是模拟耳机。

3.4

数字耳机 digital headset

耳机的输入信号是数字信号的耳机, 数字耳机的接口有lightning、USB-Type A、USB-Type C、蓝牙等。

3.5

主动降噪 active noise cancellation

其原理是通过耳机上的麦克风采集环境中的低频噪声后, 传到控制单元, 经过运算后让喇叭根据噪声的特性相应地发射相位相反、振幅相同的声波来与环境噪声相抵, 从而达到降噪的效果。

3.6

听配能 listening effort

认知听力学的重要概念, 是认知心理学中配能 (effort) 这一概念的分支, 它描述的是聆听者从自身有限的认知资源中分配给听觉任务的精力和能量。

3.7

等效连续 A 计权声压级 equivalent continuous A-weighted sound pressure level ($L_{Aeq,T}$)

EN 61672-1中等效连续A计权声压级定义如下:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \frac{1}{p_0^2} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt \right] dB(A) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$L_{Aeq,T}$ ——是在时间间隔 t_2-t_1 内积分确定的等效连续 A 计权声压级;

$p_A(t)$ ——是声音信号的瞬时 A 加权声压;

p_0 ——是参考声压, 定义为 $20 \mu\text{Pa}$ 。

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

dBa	A-weighted sound pressure level relative to $20\mu\text{Pa}$, expressed in dB	相对于 $20\mu\text{Pa}$ 的 A 计权声压级, 以 dB 表示
dBm	absolute power level relative to 1 milliwatt, expressed in dB	相对于 1mW 的绝对功率电平, 以 dB 表示
dBm0	absolute power level in dBm referred to a point of zero relative level (0 dBr point)	相对于零参考电平点(0dBr 点)的绝对功率电平, 以 dBm 表示
dBPa	sound pressure level relative to 1 Pa, expressed in dB	相对于 1Pa 的声压级, 以 dB 表示
dB SPL	sound pressure level relative to $20 \mu\text{Pa}$, expressed in dB; (94 dB SPL=0 dBPa)	相对于 $20\mu\text{Pa}$ 的声压级, 以 dB 表示, 94dB SPL=0dBPa
Phon	Unit of loudness level	响度级单位, 方
Vrms	Voltage - root mean square	均方根电压
Ω	Omega	欧姆, 电阻的单位

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ANC: 主动降噪 (Active Noise Cancellation)

ARL: 声参考电平 (Acoustic Reference Level)

EEP: 耳道入口点 (Ear canal Entrance Point)

HATS: 头和躯干模拟器 (Head And Torso Simulator)

LR: 响度评定值 (Loudness Rating)

MRP: 嘴参考点 (Mouth Reference Point)

SLR: 发送响度评定值 (Sending Loudness Rating)

SPCV: 模拟节目信号特征电压 (Simulated Programme signal Characteristic Voltage)

RLR: 接收响度评定值 (Receiving Loudness Rating)

TCLw: 加权的终端耦合损耗 (Terminal Coupling Loss Weighted)

ASII: 语音清晰度指数提高值 (Speech Intelligibility Index improvement)

5 音频性能

5.1 试验配置

5.1.1 DUT 连接图

模拟耳机测试设置如图1所示，数字耳机测试设置如图2。

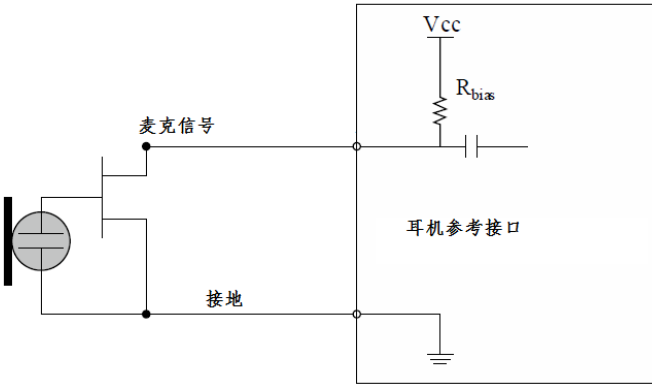
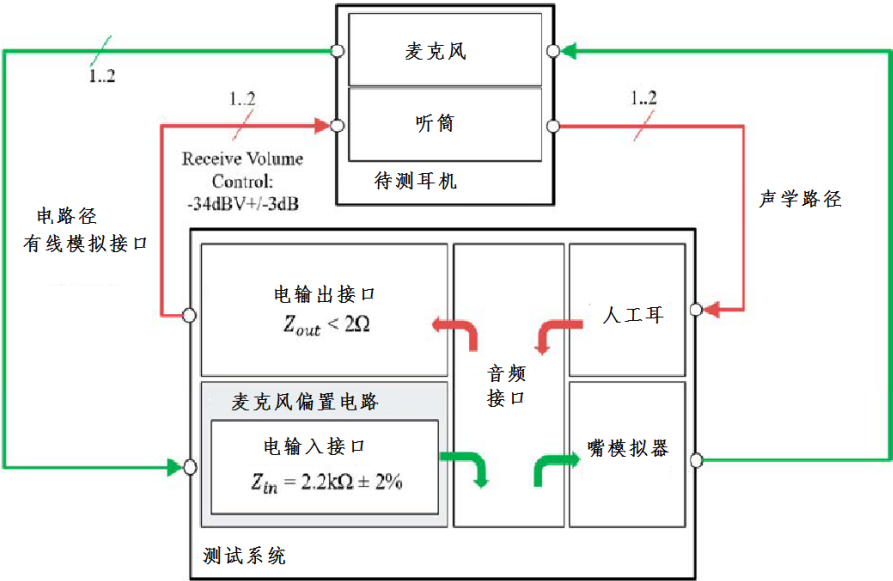


图1 模拟耳机测试设置图和参考接口的麦克偏置电路

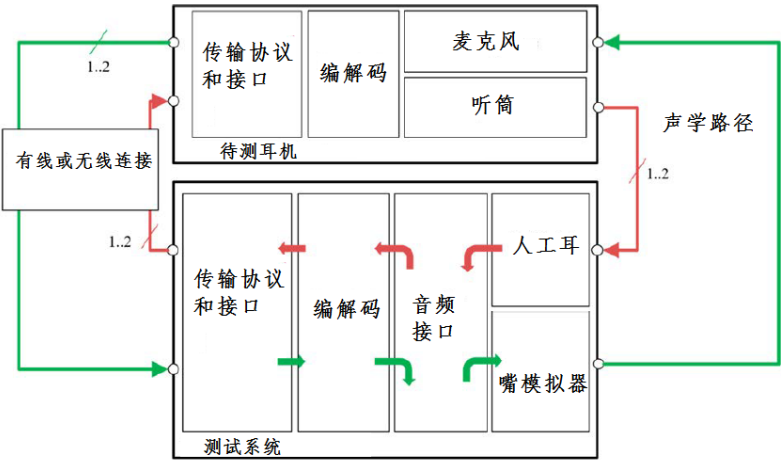


图2 数字耳机测试设置示意图

5.1.2 声学试验设备要求

5.1.2.1 人工耳要求

头躯模拟器应装载符合ITU-T P. 57要求的3.3型或4.3型人工耳朵。对于双耳耳机的测量，头躯模拟器应配备两个人工耳。

精确的校准和均衡程序以及如何将两个耳朵信号结合起来进行测量，见ITU-T P. 581。

5.1.2.2 人工嘴要求

头肩模拟器应装载符合ITU-T P. 58 的人工嘴，且人工嘴应在MRP位置在自由场条件下均衡，均衡曲线结果应检查超宽带和全频带是否有效。

5.1.2.3 音频分析仪要求

音频分析仪要求如下：

——模拟耳机测试系统的输入输出特性：

- 测试系统的输出阻抗应小于 2Ω ，加载 32Ω 电阻时，最大输出电压应为 $150\text{ mV} \pm 1\text{ mV}$ ；
- 测试系统提供的偏置电压应为 $2.6\text{V} \pm 1\%$ ，偏置电阻 (R_{bias}) 在测试系统输入端，应为 $2.2\text{ k}\Omega \pm 2\%$ ，标称电平应为 -60dBV （对应标称灵敏度为 -55dBV/Pa 的耳机）。

——数字耳机测试系统要求见表 1。

表1 测试系统要求

项目	要求
信噪比	$>110\text{dB(A)}$
声道分离度	$>110\text{dB}$
测量最大频率	20kHz
采样率	48kHz
电信号电源	$\pm 0.2\text{ dB for levels} \geq -50\text{ dBm}$
	$\pm 0.4\text{ dB for levels} \geq -50\text{ dBm}$
时延	$\pm 5\%$
频响	$\pm 0.2\%$
激励电平	$\pm 0.4\text{dB}$
频率产生	$\pm 2\%$

5.1.2.4 测试信号和电平

除非另有规定，测量使用ITU-T P. 501中的真人语音信号，所用测试信号的详细信息请参见ITU-T P. 501的相应条款。

所有用于接收测试的信号必须是限带宽信号，通过使用至少24 dB/倍频程的带通滤波器进行带通滤波来实现。当通话为窄带信号时，所使用的测试信号应是100Hz和4kHz之间的频带带通滤波器；当通话为宽带信号时，所使用的测试信号应是100Hz和8kHz之间的频带带通滤波器；当通话为超宽带信号时，所使用的测试信号应是50 Hz和16 kHz之间的频带带通滤波器；当通话为全频带信号时，所使用的测试信号应是20 Hz和20 kHz之间的频带带通滤波器。

发送测试使用全频带测试信号。

除非另有说明，否则所有测试信号电平均指整个测试序列长度上的测试信号的激活语音电平。

测量用信号标称平均电平如下：

- 双耳耳机模拟输出口 P0I 处电平-37 dBV；
- 单声道耳机模拟输出口 P0I 处电平-31 dBV；
- 嘴模拟器重放 MRP 声压级 -4.7 dBPa；
- 数字电接口在 P0I 处-16 dBm0（假设过载点为 3.14 dBm0）。

有些测试要求测试信号在时域内精确同步。因此，需要考虑到耳机的延迟。在分析信号时，必须考虑测试系统和耳机引入的相应延迟。

5.1.2.5 耳机摆放的定位

耳机测试建议使用头躯模拟器。耳机应摆放在ITU-T P.380推荐的佩戴位置。也可使用供应商指定的佩戴位置。

5.1.2.6 背景噪声系统要求

背景噪声模拟系统的设置、均衡方法和噪声源参见ETSI TS 202 396。
消声室尺寸可为2.5×3m到3.5×4m，高度可在2.20m到2.50m，框架图见图3。

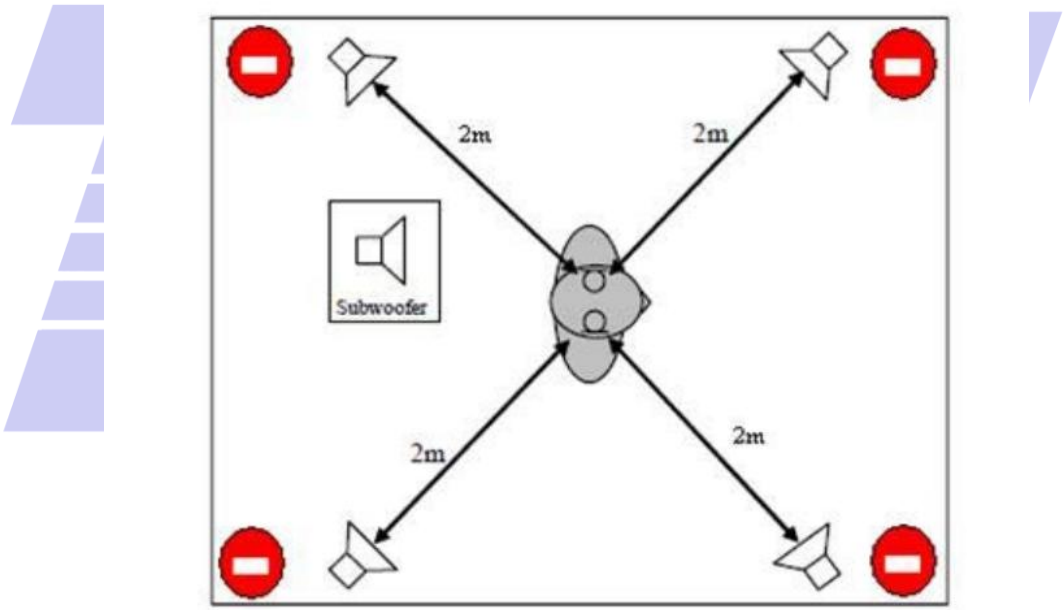


图3 背景噪声模拟系统摆放图

使用的噪声信息见表2。

表2 模拟背景噪声

描述	音源名	时长	幅值	类型
Recording in pub	Pub_Noise_binaural_V2	30 s	L: 75.0 dB(A) R: 73.0 dB(A)	Binaural
Recording at pavement	Outside_Traffic_Road_binaural	30 s	L: 74.9 dB(A) R: 73.9 dB(A)	Binaural

表2 模拟背景噪声(续)

描述	音源名	时长	幅值	类型
Recording at pavement	Outside_Traffic_Crossroads_binaural	20 s	L: 69.1 dB(A) R: 69.6 dB(A)	Binaural
Recording at departure platform	Train_Station_binaural	30 s	L: 68.2 dB(A) R: 69.8 dB(A)	Binaural
Recording at the drivers position	Fullsize_Car1_130Kmh_binaural	30 s	L: 69.1 dB(A) R: 68.1 dB(A)	Binaural
Recording at sales counter	Cafeteria_Noise_binaural	30 s	L: 68.4 dB(A) R: 67.3 dB(A)	Binaural
Recording in a cafeteria	Mensa_binaural	22 s	L: 63.4 dB(A) R: 61.9 dB(A)	Binaural
Recording in business office	Work_Noise_Office_Callcenter_binaural	30 s	L: 56.6 dB(A) R: 57.8 dB(A)	Binaural

5.1.3 ANC 功能试验要求

5.1.3.1 消声室要求

消声室尺寸应符合ETSI TS 103 224。消声室的清晰度指数(C80)应跟ETSI TS 103 224保持一致,例如C80应大于20dB。消声室的噪声基底满足4.1.3.2要求。

5.1.3.2 底噪要求

端对端测试系统应提供一个最小的底噪。这个要求是因为测ANC功能的时候需要测试ANC耳机自噪声。因为人工耳测到的空闲噪声由多个音源决定(例如房间、声接口或者人工耳),应提前评估整个测试设备的响度值。

- 消声室不放置 DUT, 将测试设备都开机;
- 用人工耳测试 10s 空闲信道噪声, 测试结果采用 DF 滤波器;
- 依据 ISO 532-1 里时变响度模型来计算左右耳通道的时变特征响度和时变响度;
- 总特征响度和总响度采用 N5 统计方法来计算, 最后得出以宋为单位的超出分析框 5%的阈值;
- 依据 ISO 532-1 里第 5.3 章的转换方法分别将总特征响度和总响度转换成单位为方的总特征响度值和总响度值。

5.1.3.3 背景噪声系统要求

背景噪声模拟系统参见ETSI TS 103 224框架图见图4。

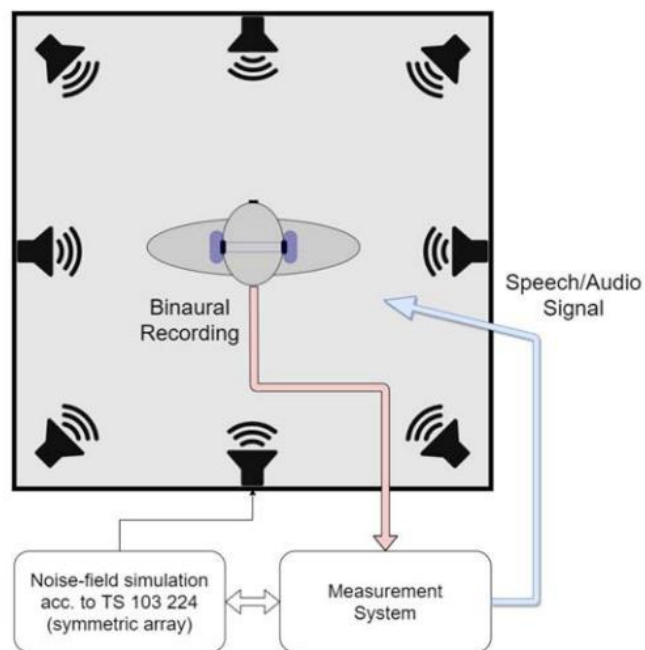


图4 背景噪声模拟系统摆放图

背景噪声模拟系统应依据ETSI TS 103 224的第7章内容对8个通道进行噪声场均衡。
ANC功能测试使用的噪声信息见表3。

表3 ANC 测试噪声类型

序号	噪声类型	描述	时长(s)	麦克风幅值(dBSPL(A))	分析开始(s)	分析时长(s)
1	Diffuse-Field Pink Noise	HATS和麦克风阵列在25个不相干粉红噪声源的球形声场中心	20	1: 80.0 dB 2: 80.0 dB 3: 80.0 dB 4: 80.0 dB 5: 80.0 dB 6: 80.0 dB 7: 80.0 dB 8: 80.0 dB	5	10
2	Railway Platform	HATS和麦克风阵列在月台上	35	1: 76.6 dB 2: 76.8 dB 3: 76.7 dB 4: 76.3 dB 5: 76.3 dB 6: 76.2 dB 7: 76.4 dB 8: 76.2 dB	5	10
3	Inside Bus	HATS和麦克风阵列在巴士里	35	1: 66.5 dB 2: 66.6 dB 3: 66.6 dB 4: 66.3 dB 5: 66.6 dB 6: 66.2 dB 7: 66.5 dB 8: 66.6 dB	5	10
4	Crossroad Noise	HATS和麦克风阵列在十字路口旁	35	1: 68.3 dB 2: 68.6 dB 3: 68.3 dB 4: 67.7 dB 5: 66.8 dB 6: 66.4 dB 7: 66.7 dB 8: 66.7 dB	5	10

5.2 模拟耳机通信模式

5.2.1 发送灵敏度

5.2.1.1 试验要求

发送灵敏度是从MRP到耳机参考接口输入端进行测量。
当发送信号为标称电平时，发送灵敏度应为-55dBV /Pa±6dB。

5.2.1.2 试验方法

- 试验方法如下：
- a) 测试示意图见图 1；
 - b) 测试信号使用 ITU-T P. 501 第 7.3.2 条中所述的英式英语单讲序列，信号电平为标称信号电平，该电平是整个测试信号的平均值，在 MRP 处测得的功率密度谱用作确定发送灵敏度的参考功率密度谱；
 - c) 计算时，使用耳机参考接口处的平均测量电平；
 - d) 灵敏度用 dBV/Pa 表示。

5.2.2 接收灵敏度

5.2.2.1 试验要求

考虑到使用便携式音乐播放器的预期暴露时间和幅值，最大耳机接收灵敏度从声安全角度进行控制，由模拟节目信号特征电压（SPCV）来规定，SPCV是在应用扩散场校正和A计权后，产生1 Pa声压所需的模拟节目噪声信号的电压。
接收灵敏度是从耳机参考接口的输出到DRP的声压进行测量，该声压应经过扩散场校正和A计权。
接收灵敏度应为75 mV≤ SPCV≤300 mV。

5.2.2.2 试验方法

- 试验方法如下：
- a) 测试示意图见图 1；
 - b) 测试信号应为提供达 22kHz 的足够信号能量的模拟节目噪声信号；
 - c) 调整信号电平，应用扩散场校正和 A 计权后，使得人工耳 DRP 产生 1Pa 声压；
 - d) 在 20 Hz 到 20kHz 频段，计算耳机参考接口输出的平均电平；
 - e) 灵敏度以 SPCV 表示；
对第二个通道重复测量。

5.2.3 发送频率响应

5.2.3.1 试验要求

发送频率响应是从MRP到耳机参考接口输入端进行测量。
测得的频率响应应在表4中规定的框罩内。

表4 宽带发送频率响应框线

频率（Hz）	上限	下限
100	5	——

表 4 宽带发送频率响应框线（续）

频率（Hz）	上限	下限
200	5	-5
1000	5	-5
6300	5	-10
8000	5	——
注：所有灵敏度值均以dB为单位。中间频率及“——”的限值位于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上给定值连接的直线上。		

5.2.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1；
- b) 测试信号应使用 ITU-T P. 501 第 7.3.2 条中所述的英式英语单讲序列，测试信号电平是 MRP 的标称信号电平，在 MRP 处测得的功率密度谱用作确定发送灵敏度的参考功率密度谱；
- c) 发送灵敏度测量频率范围是 100hz 到 8khz，使用 1/3 倍频程分析，频点如 IEC 61260-1 所示，在 POI 处测量，在每个 1/3 倍频程频带中，测量信号的电平是指在整个测试序列长度上平均的参考信号电平；
- d) 灵敏度以 dBV/Pa 为单位。

5.2.4 接收频率响应

5.2.4.1 试验要求

接收频率响应是从耳机参考接口的输出端到 经过扩散场修正的鼓膜参考点（DRP）进行测量。测得的频率响应应在表5规定的框罩内。

表5 宽带接收频率响应框线

频率（Hz）	上限	下限
100	12	-∞
200	10	-10
300	9	-6
1 000	6	-6
2 000	8	-6
5 000	8	-6
8000	8	-12
10 000	8	-∞
注：所有灵敏度值均以dB为单位。中间频率的限值位于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上给定值连接的直线上。		

5.2.4.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1；
 - b) 测试信号应为 ITU-T P. 501 第 7.3.2 条中所述的英式英语单讲序列，测试信号电平是耳机参考接口的标称信号平均电平；
 - c) 对于宽带，接收灵敏度测量频率范围是 100hz 到 10khz，使用 1/3 倍频程分析，频点如 IEC 61260-1 所示，在耳机接口处测量，在每个 1/3 倍频程频带中，测量信号的电平是指在整个测试序列长度上平均的参考信号电平；
 - d) 灵敏度以 dBPa/V 为单位。
- 对第二个通道重复测量。

5.2.5 发送空闲信道噪声

5.2.5.1 试验要求

发送空闲信道噪声是从MRP到耳机参考接口输入端进行测量。
发送空闲信道噪声应小于-90 dBV (A)。

5.2.5.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1；
- b) 在 MRP 处使用第 4.2.1.1 条所述的测试信号作为激活信号，即 ITU-T P. 501 第 7.3.2 条所述的标称信号电平下的英式英语单讲序列，信号电平是整个测试信号的平均电平，输出电平使用 ITU-T P. 56 定义的激活语音电平电压表测量，该电平为参考语音信号电平；
- c) 噪声测量不使用测试信号，但应考虑所有可能的噪声源，由于需要对整个终端/耳机系统进行评估，接口规范并未准确涵盖射频干扰，此外，测试系统的延长线也可能会导致进一步偏离实际情况，因此，本文件中的测试用例不会准确涵盖射频噪声；
- d) 空闲信道噪声在输出处测量，测试频带为 100Hz~8kHz，测量时间窗从激活信号结束时刻开始持续 1s，这是计算空闲信道噪声的平均时间，须确保在测量过程中正确激活耳机，如果在测量过程中耳机未精确激活，则必须将测量窗口切到耳机保持激活的持续时间，使用 FFT（8k 采样/48khz 采样率或等效采样率）测量噪声信号的功率密度谱，使用汉宁窗进行分析；
- e) 空闲信道噪声使用 A 计权（IEC 61672-1），以 dBV 表，参考语音序列测得的参考语音信号电平，频谱峰值是相对平均噪声频谱测得，而平均噪声谱为噪声频谱的算术平均值。

5.2.6 发送失真信号

5.2.6.1 试验要求

发送失真从MRP到耳机参考接口的输入端进行测量。
信号与谐波失真之比应高于表6所示的限值。

表6 发送方向谐波失真限值

频率 (Hz)	发送谐波失真率限值 (dB)
315	40
400	50
1000	50
注：给定频点之间的限值位于对数(频率)/线性(dB)坐标上给定值连线上。	

5.2.6.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1；
- b) 使用 315Hz、400Hz、500Hz、630Hz、800Hz 和 1000Hz 的正弦信号进行测量，正弦波的持续时间应小于 1s，正弦波信号电平应为标称信号电平，为了确保激活耳机，在实际测量之前插入激活序列，激活序列使用短适应序列（男性或女性），详见 ITU-T P. 501 第 7.3.7 条，激活信号的电平为标称信号电平；
- c) 信号谐波失真比分析频率高频可选为 7kHz；
- d) 使用比标称信号高 10dB 的信号重复试验，激活信号的电平保持在标称信号电平。

5.2.7 回声耦合损耗

5.2.7.1 试验要求

从接收端到发送端，耳机终端的加权耦合损耗（HTCL_w）在耳机参考接口处测量。
耳机的 HTCL_w 应 $\geq 40\text{dB}$ 。

5.2.7.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1，耳机左右耳使用相同的信号；
- b) 测量接收方向和发送方向之间的衰减；
- c) 测试信号是 PN 序列，详见 ITU-T P. 501，长度为 4096 个点（48kHz 采样率），峰值因子为 6dB，测试信号的持续时间为 250 ms，测试信号电平为 -24 dBV，低峰值因子是通过在 -180° 和 +180° 之间相位随机交替实现的；
- d) HTCL_w 根据 ITU-T G. 122 第 B.4 条（梯形规则）中的 TCL_w 计算，每个频带上测得的平均回声电平是指每个频带上测得信号的平均电平，时间窗口必须与实际测试信号的持续时间（250ms）相适应。

5.3 数字耳机通信模式

5.3.1 发送响度

5.3.1.1 技术要求

发送响度 SLR = $8\text{dB} \pm 3\text{dB}$

5.3.1.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.3.2 条；宽带测试方法见 YD/T 1538 第 6.3.2 条。

5.3.2 接收响度

5.3.2.1 技术要求

对于单耳头戴耳机，对至少某一控制值（即头戴终端通常音量），RLR 应在 $2\text{dB} \pm 3\text{dB}$ 范围内；若
有用户控制的接收音量控制器，当音量控制器调至最大时，RLR 应不小于 -13dB 。当音量控制器调至最
小时，RLR 应不大于 18dB 。

对于双耳头戴耳机，对至少某一控制值，任一耳机的RLR 应在 $8\text{dB} \pm 3\text{dB}$ 范围内；若用户控制的
接收音量控制器，当音量控制器调至最大时，RLR 应不小于 -7dB ，当音量控制器调至最小时，RLR 应不
大于 24dB 。

5.3.2.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.4.2 条；宽带测试方法见 YD/T 1538 第 6.4.2 条。

5.3.3 发送频率响应

5.3.3.1 技术要求

窄带发送频率响应框线见表7，宽带发送频率响应框线见表8。

表7 窄带发送频率响应

频率 (Hz)	上限 (dB)	下限 (dB)
100	-12	——
200	0	——
300	0	-12
1000	0	-6
2000	4	-6
3000	4	-6
3400	4	-9
4000	0	——

注1：所有灵敏度的值在坐标轴上以dB表示。
注2：“——”的极限处于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上间断点之间所画的直线上。

表8 宽带发送频率响应

频率	上限 (dB)	下限 (dB)
100	0	——
200	5	-5
5000	5	-5
6300	5	-10
8000	5	——

注1：所有灵敏度的值在坐标轴上以dB表示。
注2：“——”的极限处于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上间断点之间所画的直线上。

5.3.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.1.2 条；宽带测试方法见 YD/T 15386 第 6.1.2 条。

5.3.4 接收频率响应

5.3.4.1 技术要求

窄带接收频率响应框线见表9，宽带接收频率响应框线见表10。

表9 窄带接收频率响应

频率 (Hz)	上限 (dB)	下限 (dB)
100	6	——
200	6	——
300	6	-6
315	6	-6
3150	6	-6
3400	6	-6
4000	6	——

注1：所有灵敏度的值在坐标轴上以dB表示。

注2：“——”的极限处于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上间断点之间所画的直线上。

表10 宽带接收频率响应

频率	上限 (dB)	下限 (dB)
100	6	——
200	6	-10
300	6	-6
315	6	-6
1000	6	-6
2000	8	-6
5000	8	-6
6300	8	-12
8000	8	——

注1：所有灵敏度的值在坐标轴上以dB表示。

注2：“——”的极限处于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上间断点之间所画的直线上。

5.3.4.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.2.2 条；宽带测试方法见 YD/T 1538 第 6.2.2 条。

5.3.5 发送失真

5.3.5.1 技术要求

用适当的噪声加权方法(应按照ITU-T G. P. 56表3中规定)，测得的信号与总失真功率之比应高于表11给出的限值。

表11 发送失真

频率 (Hz)	MRP 处的声压 (dBPa)	发送信号/总失真 (dB)
1020	5	30
	0	35
	-4.7	35
	-10	33
	-15	30
	-20	27
注1：所有灵敏度的值在坐标轴上以dB表示。		
注2：“——”的极限处于对数(频率)/线性(dB灵敏度)坐标上间断点之间所画的直线上。		

5.3.5.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.8 条；宽带测试方法见 YD/T 15385 第 6.8 条。

5.3.6 接收失真

5.3.6.1 技术要求

用适当的噪声加权方法（应按照ITU-T G. 223表3中规定），测得的信号与总失真功率之比应高于表12给出的极值。

表12 接收失真

频率 (Hz)	被测设备的数字输入口处的接电平 (dBm0)	通常音量下接收信号/总失真比 (dB)
315	-16	20
408	-16	28
510	-16	28
816	-16	28
1020	0	25.5
	-3	31.2
	-10	33.5
	-16	33.5
	-20	33
	-30	30.5
	-40	22.5 (*)
	-45	17.5 (*)
注：-40 dBm0 和-45 dBm0 两个电平点仅测试，不做强制判定，在报告中必须填写测试结果，进行注明。		

5.3.6.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 窄带测试方法见 YD/T 1538 第 5.9 条；宽带测试方法见 YD/T 1538 第 6.9 条。

5.3.7 回声耦合损耗

5.3.7.1 技术要求

任何音量设置下，推荐 $TCL_w \geq 46\text{dB}$ 。

5.3.7.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 测试信号为 ITU-T P.501 条 7.3.3 规定的压缩真人语音信号，信号幅值为 -10 dBm_0 ；
- c) 测试信号的前 17.0 秒（6 句话）作为激活信号，以便声学回声算法充分收敛，在测试序列的剩余长度（最后 6 句话）上进行分析；
- d) 窄带计算方法见 YD/T 1538 第 5.7.2 条；宽带计算方法见 YD/T 1538 第 6.7.2 条。

5.3.8 背景噪声下的语音质量

5.3.8.1 技术要求

$S\text{-MOS} \geq 3.5, N\text{-MOS} \geq 3.0$ 。

5.3.8.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设置、测试信号和幅值见 4.1；
- b) 测试方法按照 ETSI TS 103 106。

5.4 多媒体播放模式

5.4.1 多媒体播放模式的失真

5.4.1.1 试验要求

失真是从耳机参考接口的输出到经扩散场修正的DRP来测量的。
信号与谐波失真之比应高于下表13所示的限值。

表13 信号谐波失真限值

频率（Hz）	信号与谐波失真比限值（dB）
100	40
315	50
5000	50
注：给定频点之间的限值位于对数（频率）/线性（dB）坐标上给定值连线上。	

5.4.1.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试配置见 4.1;
 - b) 使用频率为 100Hz、400Hz、500Hz、630Hz、800Hz、1000Hz、2000Hz 和 5000Hz 的正弦信号进行测量。正弦波的持续时间应小于 1s。模拟信号正弦波信号电平应为-32dBV 的标称信号电平，数字信号为-10dBFS;
 - c) 信号谐波失真比分析频率高频可选为 10 kHz。
- 对第二个通道重复测量。该测试项目不需要重复五次。

5.4.2 模拟耳机接收串扰

5.4.2.1 试验要求

接收串扰通过在耳机接口的输出端播放“模拟节目噪声”并在耳机接口的两个输出通道处测量产生的电平测量，即得到耳机产生的L-R串扰和R-L串扰。

在0-5s，左耳输出，右耳测量并与左耳电平相比较，衰减应大于20db。在5-10 s，右耳输出，左耳测量并与右耳电平相，衰减也应在20分贝以上。

注：串扰衰减≥20dB，分析频率范围50Hz至16000Hz。试验方法
试验方法如下：

- a) 测试示意图见图 1;
- b) 测试信号使用“模拟节目噪声”，高频截止频率为 22kHz。测试信号电平为标称信号电平。测试信号电平为在整个测试信号上取平均所得的标称信号电平。信号序列如表 14 所示。

表14 L-R 和 R-L 串扰的信号序列

周期	幅值	
	左声道（dBV）	右声道（dBV）
0-5s	-22	0
5-10s	0	-22

- c) 将测试信号输出到耳机上，通过分析人工耳输出的测试信号来确定串扰。在 0-5s 内，在右耳测得的电平与在左耳测得的电平相比，衰减为 L-R 串扰。在 5-10s 内，左耳的测量电平与右耳的电平相比，衰减为 R-L 串扰;
 - d) 串扰以 dBPa/Pa 为单位。
- 该测试项目不需要重复五次。

5.5 对收听装置（头戴式耳机，耳塞式耳机等）的声安全要求

5.5.1 模拟输入的有线无源收听装置

5.5.1.1 实验要求

当收听装置的声学输出 L_{Aeq} 为94 dB(A)时，并且将收听装置中的音量和声音设置（例如，内置音量电平控制、平衡器等辅助音色设置等）设置到使测得的声压输出最大的位置的组合时，在播放EN 50332-1中所述的固定“模拟节目噪声”时，收听设备的输入电压应不小于75 mV。

注：94 dB(A)和 75mV 的值相当于 85 dB(A)和 27mV 或 100 dB(A) 和 150 mV。

5.5.1.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 将被测耳机放置在HATS上，由信号发生器向被测耳机加载测量信号；
- b) 通过滤波，在1/3倍频程上分别将HATS左、右仿真耳输出的DRP转换为散射场声压（转换参数由设备厂商提供，否则见ITU-T P. 58（12/11）表3，可以通过软件方法实现）；
- c) 适当微调耳机位置，使输出声压级最大；
- d) 调节信号发生器输出信号的大小，使得输出声压级为94 dB(A)，则此时的输入电压即为该耳机的模拟节目信号特征电压SPCV。

5.5.2 数字输入的有线收听装置

5.5.2.1 实验要求

任何播放装置播放EN 50332-1所述的固定“模拟节目噪声”时，并且将收听装置中的音量和声音设置（例如，内置音量电平控制、平衡器等辅助音色设置等）设置到使测得的声压输出最大的位置的组合时，输入信号为-10dBFS，则收听装置的 $L_{Aeq, T}$ 声学输出应当不大于100 dB(A)。

5.5.2.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 将被测耳机放置在HATS上，由信号发生器向被测耳机加载测量信号，信号为-10dBFS；
- b) 通过滤波，在1/3倍频程上分别将HATS左、右仿真耳输出的DRP转换为扩散场声压（转换参数由设备厂商提供，否则见ITU-T P. 58（12/11）表3，可以通过软件方法实现）；
- c) 适当微调耳机位置，使输出声压级最大；
- d) 得到收听装置的声学输出 $L_{Aeq, T}$ 。

5.5.3 无线收听装置

5.5.3.1 实验要求

无线模式应当满足以下要求：

- 任何播放和传输装置播放EN 50332-1所述的固定的“模拟节目噪声”；和
- 考虑无线传输标准，其中有空中接口标准规定了等效的声学水平；和
- 接收装置中的音量和声音设置（例如内置音量水平控制，平衡器等辅助音色设置等）调节到在播放上述模拟节目噪声时能测得最大的声学输出的组合位置；
- 输入信号为-10dBFS 时，收听设备的 $L_{Aeq, T}$ 声学输出应当 ≤ 100 dB(A)。

5.5.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 将被测收听装置放置在HATS上，蓝牙信号发生器采用A2DP Source协议，向被测收听装置发射测量信号，信号为-10dBFS；
- b) 通过滤波，在1/3倍频程上分别将HATS左、右仿真耳输出的DRP转换为扩散场声压；
- c) 适当微调耳机位置，使输出声压级最大；
- d) 得到收听装置的声学输出 $L_{Aeq, T}$ 。

5.5.4 多模式收听装置

5.5.4.1 实验要求

当收听设备有多个操作模式，应对每个模式测试且符合以上要求。如：某设备包含一个3.5mm插头的有线耳机与3.5mm接口的蓝牙软件狗，应对有线耳机和蓝牙耳机分别进行测试。

5.5.4.2 试验方法

参见上述各单独模式。

5.6 ANC 功能

5.6.1 耳机 ANC 功能降噪性能曲线

本条仅适用于支持ANC功能的数字耳机。耳机ANC降噪性能包含被动降噪和算法降噪。本项测试分为被动降噪、主动降噪和总降噪三部分。

被动降噪是耳机物理降噪；主动降噪是ANC算法降噪；总降噪是被动降噪和主动降噪的结合。

5.6.1.1 总降噪性能曲线

5.6.1.1.1 定义

各降噪性能通过两种测试状态来计算，所以不需要扩散场的校准。

本项所有测试的频响曲线，均为20Hz到20kHz的三分之一倍频程采样率，实验室还可以提供4096采样率的FFT变化曲线。

总降噪性能是下面两个连续频响曲线的差异：

- 模拟人工头不佩戴耳机（ L_{OPEN} ）；
- 模拟人工头佩戴耳机且耳机 ANC 功能开启（ L_{ON} ）。

总降噪性能：

$$IL_{total}(f, i, n) = (L_{OPEN}(f, i, n) - L_{ON}(f, i, n)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots(2)$$

5.6.1.1.2 试验方法

试验方法如下：

- 测试设备连接按照图 2 配置；
- 耳机 ANC 功能开启；
- 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ；
- 测试采用 48kHz 采样率，分析使用 4096 点 FFT 变换（汉宁窗采用 50%）；
- FFT 变换使用三分之一倍频程来计算，分别得到 4 个曲线， $L_{ON}(f, i, n)$ ，单位为 dB SPL；
- 将耳机移出消声室；
- 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ；
- 测试采用 48kHz 采样率，分析使用 4096 点 FFT 变换（汉宁窗采用 50%）；
- FFT 变换使用三分之一倍频程来计算，分别得到 4 个曲线， $L_{OPEN}(f, i, n)$ ，单位为 dB SPL；
- 用公式（2）来计算相同噪声得到的两个测试曲线。

注：若实验室环境没有变化，则 $L_{OPEN}(f, i, n)$ 结果后续测试可以复用。

5.6.1.2 被动降噪性能曲线

5.6.1.2.1 定义

各降噪性能通过两种测试状态来计算，所以不需要扩散场的校准。

本项所有测试的频响曲线，均为20Hz到20kHz的三分之一倍频程采样率，实验室还可以提供4096采样率的FFT变化曲线。

被动降噪性能是下面两个连续频响曲线的差异：

- a) 模拟人工头不佩戴耳机 (L_{OPEN})；
- b) 模拟人工头佩戴耳机且耳机 ANC 功能关闭 (L_{OFF})。

被动降噪性能：

$$IL_{passive}(f, i, n) = (L_{OPEN}(f, i, n) - L_{OFF}(f, i, n)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (3)$$

5.6.1.2.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图 2 配置；
- b) 耳机 ANC 功能关闭；
- c) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ；
- d) 测试采用 48kHz 采样率，分析使用 4096 点 FFT 变换（汉宁窗采用 50%）；
- e) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算，分别得到 4 个曲线， $L_{OFF}(f, i, n)$ ，单位为 dBSPL；
- f) 将耳机移出消声室；
- g) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ；
- h) 测试采用 48kHz 采样率，分析使用 4096 点 FFT 变换（汉宁窗采用 50%）；
- i) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算，分别得到 4 个曲线， $L_{OPEN}(f, i, n)$ ，单位为 dBSPL；
- j) 用公式（3）来计算相同噪声得到的两个测试曲线。

注：若实验室环境没有变化，则 $L_{OPEN}(f, i, n)$ 结果后续测试可以复用。

5.6.1.3 主动降噪性能曲线

5.6.1.3.1 定义

各降噪性能通过两种测试状态来计算，所以不需要扩散场的校准。

本项所有测试的频响曲线，均为20Hz到20kHz的三分之一倍频程采样率，实验室还可以提供4096采样率的FFT变化曲线。

主动降噪性能是下面两个连续频响曲线的差异：

- a) 模拟人工头佩戴耳机且耳机 ANC 功能开启 (L_{ON})；
- b) 模拟人工头佩戴耳机且耳机 ANC 功能关闭 (L_{OFF})。

主动降噪性能：

$$IL_{active} = (L_{OFF}(f, i, n) - L_{ON}(f, i, n)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (4)$$

5.6.1.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图 2 配置；
- b) 耳机 ANC 功能关闭；
- c) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ；
- d) 测试采用 48kHz 采样率，分析使用 4096 点 FFT 变换（汉宁窗采用 50%）；

- e) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算, 分别得到 4 个曲线, $L_{OFF}(f, i, n)$, 单位为 dB SPL;
- f) 耳机 ANC 功能开启;
- g) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ;
- h) 测试采用 48kHz 采样率, 分析使用 4096 点 FFT 变换 (汉宁窗采用 50%);
- i) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算, 分别得到 4 个曲线, $L_{ON}(f, i, n)$, 单位为 dB SPL;
- j) 用公式 (4) 来计算相同噪声得到的两个测试曲线。

注: 若本项测试是在总降噪性能和被动降噪性能之后测的, 则 $L_{OFF}(f, i, n)$ 结果和 $L_{ON}(f, i, n)$ 结果可以复用。

5.6.2 耳机 ANC 功能感知噪声响度衰减值

感知噪声响度衰减值是一个由 DUT 引起的听音者对背景噪声衰减的感知测量值。它可由设备的物理隔音 (被动降噪)、算法降噪 (主动降噪) 或者两者共同引起的。

响度值应用以下指标之一来进行计算 (输入信号为扩散声场补偿的双耳录音信号):

- a) 时变响度 (单位为宋) 适用于依据 ISO 532-1 里的 Zwicker 响度模型的左右耳扩散场计算方法;
- b) 各个耳朵的响度值 (单位为宋) 由用 N5 统计学方法反馈回来的超过分析包络线 5% 的阈值来决定;
- c) 因 ISO 532-1 假定各个独立通道影响双耳声音呈现效果, 所以总响度评定值由两个耳朵响度评定值的平均值来决定;
- d) 响度值 (单位为方) 由 ISO 532-1 第 5.3 章的总响度值计算得出。

实验室应在报告中列出下面几种响度衰减值, 可以的话, 将左右耳的响度衰减值单独列出。

注: 在步骤 b) 前, 实验室可以先证明左右耳响度值是一致的, 用来说明左右耳的大差异是由 DUT 佩戴异常或者测试异常导致的而不是 DUT 的问题。

5.6.2.1 总感知噪声响度衰减值

5.6.2.1.1 定义

总感知噪声响度衰减值 ($\Delta Loud_{Total}$) 即下面两个的差值:

- a) 人工头不佩戴 DUT 时噪声的响度值 (依据 ISO 532-1) $Loud_{Open}$
- b) 人工头佩戴 DUT 并打开 ANC 功能的噪声的响度值 $Loud_{On}$

每个噪声类型下的总感知噪声响度衰减值 $\Delta Loud_{Total}$ 的计算公式如下:

$$\Delta Loud_{Total}(n) = (Loud_{OPEN}(n) - Loud_{ON}(n)) \text{ in phon}, \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (5)$$

5.6.2.1.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图 2 配置;
- b) 耳机 ANC 功能开启;
- c) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ;
- d) 测试采用 48kHz 采样率;
- e) 遵循 ISO 532-1 中第 5.2.1 章来定义 $Loud_{On}$, 返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理;
- f) 将 ANC 耳机取下拿出消声室;
- g) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n ;
- h) 测试采用 48kHz 采样率;

- i) 遵循 ISO 532-1 中第 5.2.1 章来定义 $Loud_{Open}$ ，返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理；
- j) 用公式 (5) 来计算相同噪声得到 $\Delta Loud_{Total}$ 。

5.6.2.2 被动噪声响度衰减

5.6.2.2.1 定义

被动噪声响度衰减 ($Loud_{Passive}$) 即下面两个的差值：

- a) 人工头不佩戴 DUT 的噪声响度值 (依据 ISO 532-1) $Loud_{Open}$
- b) 人工头佩戴 DUT 并关闭 ANC 功能的噪声响度值 $Loud_{OFF}$

每个噪声类型下的被动噪声响度衰减 $Loud_{Passive}$ 的计算公式如下：

$$\Delta Loud_{passive}(n) = (Loud_{OPEN}(n) - Loud_{OFF}(n)) \text{ in phon}, \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (6)$$

5.6.2.2.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图 2 配置；
- b) 耳机 ANC 功能关闭；
- c) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n；
- d) 测试采用 48kHz 采样率；
- e) 遵循 ISO 532-1 中第 5.2.1 章来定义 $Loud_{OFF}$ ，返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理；
- f) 将 ANC 耳机取下拿出消声室；
- g) 噪声系统分别播放表 3 中的 4 个噪声 Noise n；
- h) 测试采用 48kHz 采样率；
- i) 遵循 ISO 532-1 中第 5.2.1 章来定义 $Loud_{Open}$ ，返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理；
- j) 用公式 (6) 来计算相同噪声得到 $Loud_{Passive}$ 。

5.6.2.3 主动噪声响度衰减

5.6.2.3.1 定义

主动噪声响度衰减 ($Loud_{Active}$) 即下面两个的差值：

- a) 人工头佩戴 DUT 并开启 ANC 功能的噪声响度值 (依据 ISO 532-1) $Loud_{ON}$
- b) 人工头佩戴 DUT 并关闭 ANC 功能的噪声响度值 $Loud_{OFF}$

每个噪声类型下的被动噪声响度衰减 $Loud_{Active}$ 的计算公式如下：

$$\Delta Loud_{active}(n) = (Loud_{OFF}(n) - Loud_{ON}(n)) \text{ in phon}, \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (7)$$

5.6.2.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图 2 配置；
- b) 耳机 ANC 功能开启；

- c) 噪声系统分别播放表3中的4个噪声 Noise n ;
- d) 测试采用48kHz采样率;
- e) 遵循ISO 532-1中第5.2.1章来定义 $Loud_{ON}$, 返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理;
- f) 耳机ANC功能关闭
- g) 噪声系统分别播放表3中的4个噪声 Noise n ;
- h) 测试采用48kHz采样率;
- i) 遵循ISO 532-1中第5.2.1章来定义 $Loud_{OFF}$, 返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理;
- j) 用公式(7)来计算相同噪声得到 $Loud_{Active}$ 。

5.6.3 耳机 ANC 功能自噪声

ANC功能开启后耳机的自噪声是由ANC降噪处理过程中放大器的电路本底噪声。这个自噪声具有可听到的低幅值特性, 因此需要测试环境和设备具有最低的空道噪声。测试环境需要的空闲噪声定义参见4.1.3.2章。

测试实验室应将环境噪声20Hz到20kHz 1/3倍频程采样的频谱记录在报告里, 也可以将4096采样数的傅里叶变化结果放在报告里作为更详细的说明。

同时, 实验室也可以将最大的环境噪声频谱放在报告里。

注: 如果样品自噪声可能接近或者比环境噪声要低, 实验室环境会影响样品的响度值和频谱; 如果时域和频域都在可听到限制以下, 那么实验室环境的影响可能是不可察觉的。测试实验室可将样品自噪声频谱和实验室环境噪声频谱一起放在报告里用来证明。

5.6.3.1 自噪声频谱

5.6.3.1.1 定义

自噪声频谱(N_{self})是ANC设备打开ANC功能后产生的自噪声在测试人耳耳膜处测试得的声音信号在扩散场经过等量不断的A计权纠正后算出的结果。

N_{self} 表现为各个耳朵 i 20Hz到20kHz的频响曲线:

$$N_{self}(f, i) = L_{ON,A}(f, i) \text{ in dB}_{SPL}, \forall i \in (l, r) \dots\dots\dots (8)$$

5.6.3.1.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图2配置;
- b) 耳机ANC功能开启;
- c) 噪声系统关闭, 不播放背景噪声;
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率、4096采样点FFT变化(汉宁窗为50%重叠)的噪声信号;
- e) FFT变化采用1/3倍频程 $L_{ON}(f, i, n)$ 来计算, 单位为dB_{SPL};
- f) $L_{ON}(f, i, n)$ 应采用遵循IEC 61672-1[15]的A计权来算出频谱 $L_{ON}(f, i)$;
- g) $N_{self}(f, i)$ 用公式(8)来得到各个耳朵的频谱。

5.6.3.2 自噪声响度值

5.6.3.2.1 定义

自噪声响度值 ($Loud_{self}$) 是依据 ISO 532-1 计算出的可感知的响度值
响度值 $Loud_{self}$ 公式为:

$$Loud_{self} = Loud_{ON} \text{ in phon} \dots\dots\dots (9)$$

5.6.3.2.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图2配置;
- b) 耳机ANC功能开启;
- c) 噪声系统关闭, 不播放背景噪声;
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号;
- e) 遵循ISO 532-1中第5.2.1章来定义 $Loud_{ON}$, 返回的噪声信号用扩散声场进行修正并用时变响度计算器来处理;
- f) $Loud_{self}$ 用公式 (9) 来定义。

5.6.4 语音信号传输

本章讲述ANC设备在用户用来传输语音信号时的测试方法。参考ITU-T P. 76定义了3种ANC设备语音信号传输途径: 骨传导、空气传导、电路传导。

由于现有的测试环境的限制(例如ITU-T P. 58定义的HATS), 骨传导方式没有可靠地重复性, 因此本章只讨论空气传导和电路传导两种方式。

5.6.4.1 语音传输损耗曲线

5.6.4.1.1 定义

语音传输损耗曲线 (IL_{SS}), 可根据使用者佩戴的设备状态分为被动语音传输损耗曲线 ($IL_{SS,passive}$), 全部语音传输损耗曲线 ($IL_{SS,total}$) 和通透模式语音传输损耗曲线 ($IL_{SS,TT}$)。不佩戴耳机测的曲线为 $IL_{SS,OPEN}$:

- a) ANC功能关闭, $IL_{SS,OFF}$
- b) ANC功能开启, $IL_{SS,ON}$
- c) 通透模式开启, $IL_{SS,TT}$

不同的 IL_{SS} 状态用下面的公式计算 (20Hz到20kHz):

$$IL_{SS,passive}(f, i) = (L_{SS,OPEN}(f, i) - L_{SS,OFF}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \dots\dots\dots (10)$$

$$IL_{SS,total}(f, i) = (L_{SS,OPEN}(f, i) - L_{SS,ON}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \dots\dots\dots (11)$$

$$IL_{SS,TT}(f, i) = (L_{SS,OPEN}(f, i) - L_{SS,TT}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \dots\dots\dots (12)$$

5.6.4.1.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图2配置;
- b) 噪声系统关闭, 不播放背景噪声;
- c) 耳机ANC功能关闭;
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号, 分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- e) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $IL_{SS,OFF}(f,i)$, 单位为 dB SPL;
- f) 耳机ANC功能开启;
- g) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号, 分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- h) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $IL_{SS,ON}(f,i)$, 单位为 dB SPL;
- i) 耳机通透模式开启(如果耳机有的话);
- j) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号, 分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- k) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $IL_{SS,TT}(f,i)$, 单位为 dB SPL;
- l) 将耳机移出消声室;
- m) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号, 分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- n) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $IL_{SS,OPEN}(f,i)$, 单位为 dB SPL;
- o) 被动语音传输损耗曲线($IL_{SS,passive}$), 全部语音传输损耗曲线($IL_{SS,total}$)和通透模式语音传输损耗曲线($IL_{SS,TT}$)用公式(10)(11)(12)来分别定义。

5.6.4.2 语音传输损耗幅值

5.6.4.2.1 定义

语音传输损耗幅值($\Delta Loud_{SS}$)可根据使用者佩戴的设备状态分为被动语音传输损耗幅值($\Delta Loud_{SS,passive}$), 全部语音传输损耗幅值($\Delta Loud_{SS,total}$)和通透模式语音传输损耗幅值($\Delta Loud_{SS,TT}$)。不佩戴耳机测的幅值为 $\Delta Loud_{SS,OPEN}$:

- a) ANC功能关闭, $Loud_{SS,OFF}$
- b) ANC功能开启, $Loud_{SS,ON}$
- c) 通透模式开启, $Loud_{SS,TT}$

不同的 IL_{SS} 状态用下面的公式计算

$$\Delta Loud_{SS,passive} = (Loud_{SS,OPEN} - Loud_{SS,OFF}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$\Delta Loud_{SS,total} = (Loud_{SS,OPEN} - Loud_{SS,ON}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\Delta Loud_{SS,TT} = (Loud_{SS,OPEN} - Loud_{SS,TT}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (15)$$

5.6.4.2.2 试验方法

试验方法如下：

- 测试设备连接按照图2配置；
- 噪声系统关闭，不播放背景噪声；
- 耳机ANC功能关闭；
- 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{SS,OFF}$ ，单位为方；
- 耳机ANC功能开启；
- 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{SS,ON}$ ，单位为方；
- 耳机通透模式开启（如果耳机有的话）；
- 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{SS,TT}$ ，单位为方；
- 将耳机移出消声室；
- 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{SS,OPEN}$ ，单位为方；
- 被动语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{SS,passive}$ ），全部语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{SS,total}$ ）和通透模式语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{SS,TT}$ ）用公式（13）（14）（15）来分别定义。

5.6.5 第二语音干扰

5.6.5.1 本章讲述的是使用ANC设备近端的语音信号传输，设置如图5。第二语音信号源可以下二选一：

- 使用人工嘴，消声室里摆放第二个人工嘴（包括但不限于HATS）。第二个HATS或者人嘴模拟器应满足4.1.2.2章里的要求。第二个HATS或者人嘴模拟器应放在主人嘴前面，MRP跟主人嘴的等高，水平距离应为75cm；
- 使用扬声器，消声室里摆放一个扬声器，并在扬声器声膜轴距50cm处用自由场标准麦克风对扬声器声信号的频谱进行校准。扬声器的位置为：声膜的中心到EEP的水平距离为40cm，垂直距离为30cm，即扬声器声膜中心到主人头的EEP距离50cm。扬声器朝向应向斜下方，这样的话才能跟主人头两个EEP的轴距相交。

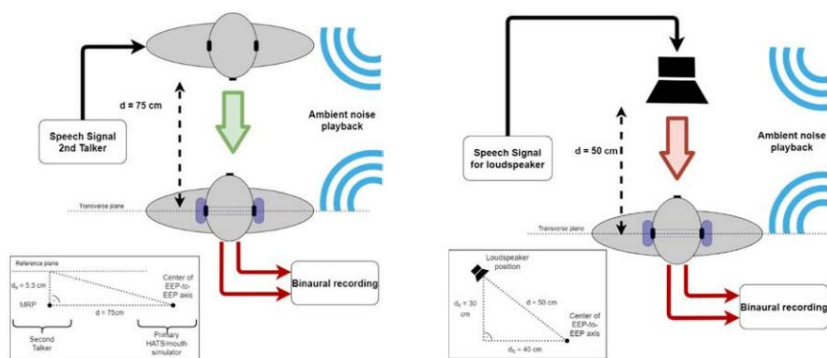


图5 第二语音信号设置图

如果使用第二 HATS 或者人嘴，测试信号应按 4.1.2.2 章进行校准，在使用 BGN 时需考虑语音信号幅值在 MRP 处产生的鲁棒性影响（依据 4.1.2.2 章进行调整计算）

如果使用扬声器,则测试使用信号幅值在安静环境下依据 ITU-T P. 56 计算出的 ASL 应为 65dB SPL。测试背景噪声的时候,为了按 ITU-T P. 1150 的第 9.7.1 章需要的一个可接受的 SNR,测试信号幅值需额外增加。同理,A 计权噪声幅值 N_A 此时将作为输入变量。

$$ASL(N_A) = \max(65; \min(46, 183 + 0,404 \cdot N_A; 85)) \text{ in dB}_{\text{SPL}} \quad \dots\dots\dots (16)$$

5.6.5.2 第二语音损耗

5.6.5.2.1 定义

第二语音损耗曲线($1L_{ES}$),可根据使用者佩戴的设备状态分为被动第二语音损耗曲线($1L_{ES,passive}$),全部第二语音损耗曲线($1L_{ES,total}$)和通透模式第二语音损耗曲线($1L_{ES,TT}$)。不佩戴耳机测的曲线 $1L_{ES,OPEN}$:

- a) ANC 功能关闭, $L_{ES,OFF}$;
- b) ANC 功能开启, $L_{ES,ON}$;
- c) 通透模式开启, $L_{ES,TT}$ (如果设备支持的话)

不同的设备状态用下面的公式计算 ESR (20Hz 到 20kHz):

$$1L_{ES,passive}(f, i) = (L_{ES,OPEN}(f, i) - L_{ES,OFF}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$1L_{ES,total}(f, i) = (L_{ES,OPEN}(f, i) - L_{ES,ON}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$1L_{ES,TT}(f, i) = (L_{ES,OPEN}(f, i) - L_{ES,TT}(f, i)) \text{ in dB}, \forall i \in (l, r) \quad \dots\dots\dots (19)$$

5.6.5.2.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图2配置;
- b) 噪声系统关闭,不播放背景噪声;
- c) 耳机ANC功能关闭;
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号,分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- e) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算,得到曲线 $L_{ES,OFF}(f, i)$,单位为 dB SPL;;
- f) 耳机ANC功能开启;
- g) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号,分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- h) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算,得到曲线 $L_{ES,ON}(f, i)$,单位为 dB SPL;
- i) 耳机通透模式开启(如果耳机有的话);
- j) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号,分析使用4096点FFT变换(汉宁窗采用50%);
- k) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算,得到曲线 $L_{ES,TT}(f, i)$,单位为 dB SPL;
- l) 将耳机移出消声室;

- m) 在人工耳的左耳和右耳录制10s 48kHz采样率的噪声信号，分析使用4096点FFT变换（汉宁窗采用50%）；
- n) FFT 变换使用三分之一倍频程来计算，得到曲线 $L_{ES,OPEN}(f,i)$ ，单位为 dB SPL；
- o) 被动语音传输损耗曲线（ $1L_{ES,passive}$ ），全部语音传输损耗曲线（ $1L_{ES,total}$ ）和通透模式语音传输损耗曲线（ $1L_{ES,TT}$ ）用公式（17）（18）（19）来分别定义。

5.6.5.3 第二语音损耗幅值

5.6.5.3.1 定义

第二语音损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES}$ ）可根据使用者佩戴的设备状态分为被动第二语音损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,passive}$ ），全部第二语音损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,total}$ ）和通透模式第二语音损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,TT}$ ）。不佩戴耳机测的幅值为 $\Delta Loud_{ES,OPEN}$ ：

- a) ANC 功能关闭， $Loud_{ES,OFF}$
- b) ANC 功能开启， $Loud_{ES,ON}$
- c) 通透模式开启， $Loud_{ES,TT}$

不同的设备状态用下面的公式计算：

$$\Delta Loud_{ES,passive} = (Loud_{ES,OPEN} - Loud_{ES,OFF}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$\Delta Loud_{ES,total} = (Loud_{ES,OPEN} - Loud_{ES,ON}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\Delta Loud_{ES,TT} = (Loud_{ES,OPEN} - Loud_{ES,TT}) \text{ in phon} \quad \dots\dots\dots (22)$$

5.6.5.3.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图2配置；
- b) 噪声系统关闭，不播放背景噪声；
- c) 耳机ANC功能关闭；
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{ES,OFF}$ ，单位为方；
- e) 耳机 ANC 功能开启；
- f) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{ES,ON}$ ，单位为方；
- g) 耳机通透模式开启（如果耳机有的话）；
- h) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{ES,TT}$ ，单位为方；
- i) 将耳机移出消声室；
- j) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析计算依据ITU-T P. 700, 计算出的响度值为 $Loud_{ES,OPEN}$ ，单位为方；
- k) 被动语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,passive}$ ），全部语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,total}$ ）和通透模式语音传输损耗幅值（ $\Delta Loud_{ES,TT}$ ）用公式（20）（21）（22）来分别定义。

5.6.5.4 第二语音听配能

5.6.5.4.1 定义

第二语音听配能 (ΔL_{ES}), 可根据使用者佩戴的设备状态分为被动第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,passive}$), 全部第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,total}$) 和通透模式第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,TT}$)。不佩戴耳机测的听配能为 $MOS-LEO_{ES}$:

- a) ANC 功能关闭, $MOS-LEO_{ES,OFF}$
 - b) ANC 功能开启, $MOS-LEO_{ES,ON}$
 - c) 通透模式开启 (如果设备支持的话), $MOS-LEO_{ES,TT}$
- 不同的设备状态用下面的公式计算:

$$\Delta L_{ES,passive}(n) = (MOS-LEO_{ES,OFF}(n) - MOS-LEO_{ES,OPEN}(n)), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$\Delta L_{ES,total}(n) = (MOS-LEO_{ES,ON}(n) - MOS-LEO_{ES,OPEN}(n)), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$\Delta L_{ES,TT}(n) = (MOS-LEO_{ES,TT}(n) - MOS-LEO_{ES,OPEN}(n)), \forall n \in (1:N) \quad \dots\dots\dots (25)$$

5.6.5.4.2 试验方法

试验方法如下:

- a) 测试设备连接按照图2配置;
- b) 噪声系统分别播放表3中的4个噪声 Noise n;
- c) 耳机ANC功能关闭;
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制 48kHz 采样率的噪声信号, 听配能分数依据 ETSI TS 103 558 来计算 $MOS-LEO_{ES,OFF}(n)$;
- e) 耳机 ANC 功能开启;
- f) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号, 听配能分数依据ETSI TS 103 558来计算 $MOS-LEO_{ES,ON}(n)$;
- g) 耳机通透模式开启 (如果耳机有的话);
- h) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号, 听配能分数依据ETSI TS 103 558来计算 $MOS-LEO_{ES,TT}(n)$;
- i) 将耳机移出消声室;
- j) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号, 听配能分数依据ETSI TS 103 558来计算 $MOS-LEO_{ES,OPEN}(n)$;
- k) 被动第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,passive}$), 全部第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,total}$) 和通透模式第二语音听配能 ($\Delta L_{ES,TT}$) 用公式 (23) (24) (25) 来分别定义。

5.6.6 语音清晰度指数提高值

5.6.6.1.1 定义

语音清晰度指数提高值 (ΔSII) 是将ANC功能开启和关闭时依据ANSI/ASA S3.5-1997计算得到的语音清晰度指数之差。

在不同背景噪声 n 下按公式计算 ΔSII ：

$$\Delta SII(i, n) = (SII_{ON}(i, n) - SII_{OFF}(i, n)), \forall i \in (l, r), \forall n \in (1: N) \quad \dots\dots\dots (26)$$

注：语音清晰度指数依据ANSI/ASA S3.5计算，更多信息包括MATLAB和C语言请参见<http://sii.to/programs.html>。

5.6.6.1.2 试验方法

试验方法如下：

- a) 测试设备连接按照图2配置；
- b) 噪声系统分别播放表3中的4个噪声 Noise n ；
- c) 耳机ANC功能开启；
- d) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析使用4096点FFT变换（汉宁窗采用50%）；
- e) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $L_{ON}(f)$ ；
- f) ANC功能开启的语音清晰度指数 SII_{ON} 依据ANSI/ASA S3.5来计算；
- g) 耳机ANC功能关闭；
- h) 在人工耳的左耳和右耳录制48kHz采样率的噪声信号，分析使用4096点FFT变换（汉宁窗采用50%）；
- i) FFT变换使用三分之一倍频程来计算, 得到曲线 $L_{OFF}(f)$ ；
- j) ANC功能关闭的语音清晰度指数 SII_{OFF} 依据ANSI/ASA S3.5来计算；
- k) 在不同背景噪声 n 下的 ΔSII ，用公式（26）来定义。

参 考 文 献

- [1] YD/T 1884—2013 信息终端设备声压输出限值要求和测量方法
 - [2] YD/T 1885—2016 移动通信手持机有线耳机接口技术要求和测试方法
 - [3] 《听配能(listening effort)调控研究与临床听觉康复》，张敏、Catherine V. Palmer
-



电信终端产业协会团体标准
耳机音频性能技术要求和测试方法

T/TAF 242—2024

*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发
地址：北京市西城区新街口外大街 28 号
电话：010-82052809
电子版发行网址：www.taf.org.cn