



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—202X

听力防护装备通用测试方法

General test methods for hearing protectors

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2024 年 12 月 20 日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 测试要求..... 3

 4.1 试验环境..... 3

 4.2 样品..... 3

 4.3 测试流程..... 3

5 物理性能测试方法..... 5

 5.1 耳塞..... 5

 5.2 耳罩..... 8

6 基本声学性能测试方法..... 25

 6.1 插入损失..... 25

 6.2 声衰减..... 26

7 附加声学性能测试方法..... 29

 7.1 测试装置..... 29

 7.2 测试信号..... 30

 7.3 声级关联型耳罩..... 30

 7.4 声级关联型耳塞..... 31

 7.5 主动降噪耳罩..... 34

 7.6 带有线电子音频输入的耳罩..... 35

 7.7 带有线电子音频输入的耳塞..... 37

 7.8 带调频收音机的耳罩..... 39

 7.9 带调频收音机的耳塞..... 39

 7.10 带蓝牙接收器的耳罩..... 40

 7.11 带蓝牙接收器的耳塞..... 42

 7.12 带内置模拟调频双向无线电的耳罩..... 44

 7.13 带内置模拟调频双向无线电的耳塞..... 46

附录 A （规范性） 物理性能和基本声学性能测试流程..... 48

 A.1 耳塞..... 48

 A.2 环箍式耳罩..... 48

 A.3 装配式耳罩（基本组合）..... 49

 A.4 装配式耳罩（附加组合）..... 51

 A.5 夹紧力可调的耳罩（环箍式和装配式耳罩）..... 51

 A.6 环箍式耳罩和装配式耳罩的夹紧力..... 52

 A.7 环箍式耳罩和装配式耳罩的罩杯垫压强..... 54

附录 B （规范性） 附加声学性能测试流程..... 55

 B.1 耳塞..... 55

 B.2 耳罩..... 55

附录 C （规范性） 附加声学性能测试信息汇总..... 56

附录 D （规范性） $L_{p,A}=100\text{dB}$ 的 HML 测试信号和粉红噪声..... 57

参考文献..... 59

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件由全国个体防护装备标准化技术委员会(SAC/TC 112)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

听力防护装备通用测试方法

1 范围

本文件规定了耳罩式和耳塞式听力防护装备的测试要求、物理性能测试方法、基本声学性能测试方法和附加声学性能测试方法。

本文件适用于耳罩式和耳塞式听力防护装备的物理性能测试、基本声学性能测试和附加声学性能测试。

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。

GB 2811 头部防护 安全帽

GB/T 2812—XXXX 头部防护 通用测试方法

GB/T 7584.3 声学 护听器 第3部分：使用专用声学测试装置测量耳罩式护听器的插入损失

GB/T 12903—XXXX 个体防护装备术语

GB 31422.1—XXXX 听力防护装备 第1部分：耳塞

GB 31422.2—XXXX 听力防护装备 第2部分：耳罩

ISO 4869—1:2018 声学 护听器 第1部分：声衰减测量的主观方法（Acoustics—Hearing protectors—Part 1:Subjective method for the measurement of sound attenuation）

ISO 4869—2:2018 声学 护听器 第2部分：戴护听器时有效的A计权声压级估算（Acoustics—Hearing protectors—Part 2:Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn）

ISO 11904—1:2002 声学 近耳声源发出声音的测定 第1部分：在真实耳朵中使用传声器的技术（MIRE）（Acoustics—Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear—Part 1:Technique using a microphone in a real ear（MIRE technique））

ISO 11904—2:2021 声学 近耳声源发出声音的测定 第2部分：使用人体模型技术（Acoustics—Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear—Part 2:Technique using a manikin）

IEC 60268—1:1985 音响系统设备 第1部分：概述（Sound system equipment Part 1: General）

IEC 60318—4:2010 电声学 人头模拟器和耳模拟器 第4部分：测量插入式耳机用堵塞耳模拟器（Electroacoustics—Simulators of human head and ear—Part 4:Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by means of ear inserts）

ITU-T P. 50:1999 P系列：电话传输质量电话装置、本地线路网络 客观测量仪器 人工语音（SERIES P:TELEPHONE TRANSMISSION QUALITYTELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINENETWORKS Objective measuring apparatus Artificial voices）

3 术语和定义

GB/T 12903、GB 31422.1、GB 31422.2界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

承载体 carrier

头部和/或面部防护装备，主要用于保护使用者头部上部和/或面部。

注：适宜的承载体包括安全帽、动力送风呼吸器和供气式呼吸器系统的硬头罩、攀登和救援头盔、面屏、面罩等。

3.2

停用位置 parking position

装配式耳罩的罩杯高于承载体下边缘的位置。

3.3

待用位置 stand-by position

罩杯低于承载体下边缘、罩杯垫离开头部或外耳的位置。

3.4

基本组合 basic combination

装配式耳罩和制造商给定型号及号型的承载体的组合。

3.5

附加组合 supplementary combination

装配式耳罩和制造商提供的不同于基本组合型号或号型的承载体的组合。

3.6

测试高度 test height

在固定支架上，穿过耳廓模拟器安装孔中心的轴线与环箍支撑垫或头模顶点的垂直距离。

注：见图1、图2、图3、图6。

3.7

测试宽度 test width

在固定支架上，穿过侧板外表面上耳廓模拟器安装孔中心的垂线间的水平距离。

注：见图1、图2、图3、图6。

3.8

外部垂直距离 external vertical distance

测试头模最高点与耳罩装配的承载体外表面最高点间的垂直距离。

3.9

非平面罩杯垫适配器 non-planar cushion adaptor

可安装到固定支架上的适配器。

注：将带有非平面罩杯垫的耳罩装到两个侧板处于平行状态的固定支架上时，用于使罩杯垫的中心位于穿过力传感器中心的水平轴线上。

3.10

专用声学测试装置 acoustic test fixture, ATF

接近成人人头平均尺寸的用于测量耳罩的插入损失的装置。

3.11

耳模拟器 ear simulator

用于测量声源声输出的装置，其中声压由与声源耦合的校准传声器测量，该装置的整体声阻抗在给定位置和给定频带内接近正常人耳的声阻抗。

3.12

堵塞耳模拟器 occluded-ear simulator

接近正常人耳耳道内部从耳塞尖端到鼓膜声传递阻抗的耳模拟器（3.11）。

3.13

人头模拟器 head simulator

带堵塞耳模拟器（3.12）的专用声学测试装置（3.10）。

3.14

真耳传声器 microphone in a real ear, MIRE

插入真人耳道中的微型或探头传声器，用于测试近耳声源发射的声音。

3.15

参考点 reference point

在测试室内的固定空间位置，位于受试者或ATF耳道开口连接线的中点处，用于MIRE（3.14）或ATF（3.10）测试，同样，声场特性的所有客观测量都参考该点。

3.16

峰值因数 crest factor

信号的峰值振幅除以线性标度中的均方根值。

3.17

满刻度分贝 decibel full scale

数字满刻度值分贝。

注：满刻度值(0 dB FS)是正峰值刚好达到正满刻度的正弦波的均方根值。

4 测试要求

4.1 试验环境

除非测试程序另有要求，样品测试应在温度 $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度不大于85%的环境中进行。

4.2 样品

4.2.1 一般要求

样品应以与最终销售时相同的状态提交测试。

4.2.2 物理性能和基本声学性能测试的样品数量

4.2.2.1 耳塞的样品数量至少为 18 副（如有多个号型，每个号型应至少提供 18 副）。5.1.2、5.1.3 和 5.1.6 测试使用 2 副耳塞，剩余数量的样品进行 5.1.4（或 5.1.5）和 6.2.2 测试；

4.2.2.2 环箍式耳罩的样品数量为 10 副；

4.2.2.3 装配式耳罩基本组合的样品数量为 10 套；如果相同型号的装配式耳罩配另一型号或号型的承载体测试，每一型号或号型的承载体应再提供 6 套附加组合样品（耳罩和承载体）。

4.2.3 附加声学性能测试的样品数量

4.2.3.1 耳塞的样品数量为 4 副；声级关联型耳塞需同时测试电子器件关闭状态下的声衰减（被动声衰减），如果没有按 4.2.2.1 中提供，则另需提供至少 18 副；

4.2.3.2 耳罩的样品数量为 4 副。

4.3 测试流程

4.3.1 耳塞的物理性能和基本声学性能测试流程

耳塞的物理性能和基本声学性能测试流程图见附录A.1。测试流程如下：

- a) 完全打开所有耳塞的包装，并按照 4.1 的条件进行不少于 4 h 的温湿度调节；
- b) 按照附录 A 图 A.1 及以下测试流程，按 5.1.1 至 5.1.6 的方法进行测试。如果某副样品不能满足某项要求，可停止测试；
- c) 对于环箍式耳塞，随机取 10 副样品进行称重，取质量平均值，精确到 1 g；
- d) 除定制型耳塞和半插入式耳塞外，应选取 2 副样品根据 5.1.2 测试耳塞的直径或直径范围（如适用）；
- e) 对于环箍式耳塞，随机选取或采用标称直径测试（如有）后的 2 副样品测试适应性；
- f) 随机选取或使用适应性测试（如有）后的 2 副耳塞应按 5.1.6 进行阻燃性测试；
- g) 所有用于声衰减测试的耳塞应经过 5.1.4 或 5.1.5（如适用）测试；
- h) 可重复使用的耳塞，如用于 j) 测试，应按照使用说明书清洁一次；
- i) 按照 GB 31422.1 评价耳塞材料和结构的符合性；
- j) 测试样品的声衰减；
- k) 进行 j) 测试时按照 GB 31422.1 评价耳塞佩戴时结构的符合性。

4.3.2 耳罩的物理性能和基本声学性能测试流程

耳罩的物理性能和基本声学性能测试流程图见附录A.2至A.5。测试流程如下：

- a) 取 10 副环箍式耳罩样品，按照图 A.2、图 A.5（对于夹紧力可调的环箍式耳罩）、下述测试流程、以及 5.2.1 至 5.2.12 规定的方法进行测试；
- b) 对于装配式耳罩，取 10 套基本组合样品，以及 6 套附加组合（如适用），按照图 A.3、图 A.4、图 A.5（对于夹紧力可调的装配式耳罩）、下述测试流程、及 5.2.1 至 5.2.12 规定的方法进行测试；
- c) 如果承载体提供多个号型，应选择其中一种号型进行基本组合测试（声衰减测试除外）。所有其它号型应按附加组合测试（声衰减测试除外）。声衰减测试应覆盖承载体所有的可用号型。如果装配式耳罩夹紧力可调，在调节和测试的所有阶段，应将夹紧力调至最小，除非另有说明；
- d) 测试过程中，如果某副或某套样品不能满足相应要求，可停止测试并记录；
- e) 完全打开所有耳罩的包装。对于使用电池的产品，在装配电池的状态下测试（浸水处理和阻燃性测试除外）；
- f) 对于环箍式耳罩，应对每一副样品称重，报告 10 副样品的质量平均值，精确到 1 g；
- g) 对于装配式耳罩，应对每一副样品（左、右耳罩，不含承载体）称重，报告 10 副样品的质量平均值，精确到 1 g；
- h) 对于装配式耳罩，耳罩应按使用说明书安装在承载体上。将罩杯/支撑臂调至制造商定义的张力最小的位置（使用位置、待用位置、停用位置等）；
- i) 所有样品按 4.1 进行温湿度调节不少于 4 h；
- j) 样品 1 至 6（环箍式耳罩、装配式耳罩的基本组合和附加组合）的测试流程如下：
 - 1) 按照 5.2.2、5.2.3、5.2.4 和 5.2.5 测试每副样品；
 - 2) 按照 5.2.6，或按照 5.2.7（如适用），测试每副样品；
 - 3) 按照 5.2.8 测试每副样品；如果样品为带有待用位置的装配式耳罩，则按照 5.2.9 测试（包括抗疲劳测试）；
 - 4) 对依靠塑料部件提供夹紧力的耳罩，按 5.2.10 或 5.2.11 进行浸水处理，从水浴中取出每个样品，记录取出时间，重新安装罩杯（如果被摘下），去除多余的水分。如果吸声衬垫被取下，重新安装；在 4.1 规定的调节环境下，从记录的取出时间开始计时，每副样品调节（ 24 ± 1 ）h；

- 5) 对不依靠塑料部件提供夹紧力的耳罩，从抗疲劳测试结束开始计时，按 4.1 进行环境调节不少于 4 h；
- 6) 环境调节过程中，应将装配式耳罩的罩杯/支撑臂调至整个调整范围的中间点，设置在张力最小的位置（使用位置、待用位置、停用位置等）；
- 7) 按照 5.2.12 测试夹紧力变化；
- k) 环箍式耳罩的 10 副样品，装配式耳罩的 10 套基本组合样品，应继续如下测试流程：
 - 1) 测试每副样品的插入损失；
 - 2) 计算全部 20 个罩杯插入损失的标准差，样本数据的权重采用 (N-1)。
- l) 环箍式耳罩样品 5 和 6，装配式耳罩的基本组合样品 5 至 6，应继续按照 5.2.13 测试抗泄漏性（仅适用于有液体充填的罩杯垫）；
- m) 样品 5 和 6（环箍式耳罩、装配式耳罩的基本组合和附加组合），继续如下测试：
 - 1) 评价样品是否符合产品材料和结构的要求（附加组合仅在罩杯与承载体的适配件使用新材料时测试此项）；
 - 2) 按照 5.2.14 进行阻燃性测试（附加组合仅在罩杯与承载体的适配件使用新材料时测试此项）。
- n) 样品 1 至 4（不能满足夹紧力标准要求的装配式耳罩附加组合样品，可不测试此项），进行声衰减测试。

4.3.3 耳塞的附加声学性能测试流程

耳塞的附加声学性能根据产品具体性能进行相应测试，测试流程图见附录B.1。

4.3.4 耳罩的附加声学性能测试流程

耳罩的附加声学性能根据产品具体性能进行相应测试，测试流程图见附录B.2；附加声学性能测试信息汇总见附录C。

5 物理性能测试方法

5.1 耳塞

5.1.1 称重

对于环箍式耳塞，随机取10副样品进行称重，取其质量平均值，精确到1 g。

5.1.2 标称直径

如果耳塞提供不同号型，应对每个号型的标称直径进行测试。定制型耳塞和半插入式耳塞不做此项测试。

5.1.2.1 测试装置

测试用量规为(5.0±0.5) mm厚的钢性平板，其上带有10个圆孔，各孔径见表1。

表1 耳塞标称直径测试装置孔径

标称直径	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
量规上的孔径 (mm) (极限偏差±0.1mm)	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0

5.1.2.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 当产品说明书表明耳塞的形状或直径可由使用者塑形时，按照产品说明书的方法对耳塞塑形，然后按 b) 和 c) 测试；
- b) 将耳塞的适当部分塞入量规中能够塞入的最小圆孔，使耳塞在整个圆周上连续接触，而且没有出现影响密封性的几何变形。对带裙边的耳塞，应至少有一片裙边能密封其中一个孔；
- c) 将耳塞的适当部分塞入量规中能够塞入的最大圆孔，使耳塞在整个圆周上连续接触，而且没有出现影响密封性的几何变形。对带裙边的耳塞，应至少有一片裙边能密封其中一个孔；
- d) 分别报告 b) 和 c) 中确定的耳塞标称直径。

5.1.3 适应性

5.1.3.1 测试装置

对于环箍式耳塞，适应性测试固定支架的示例见图1。

单位为毫米

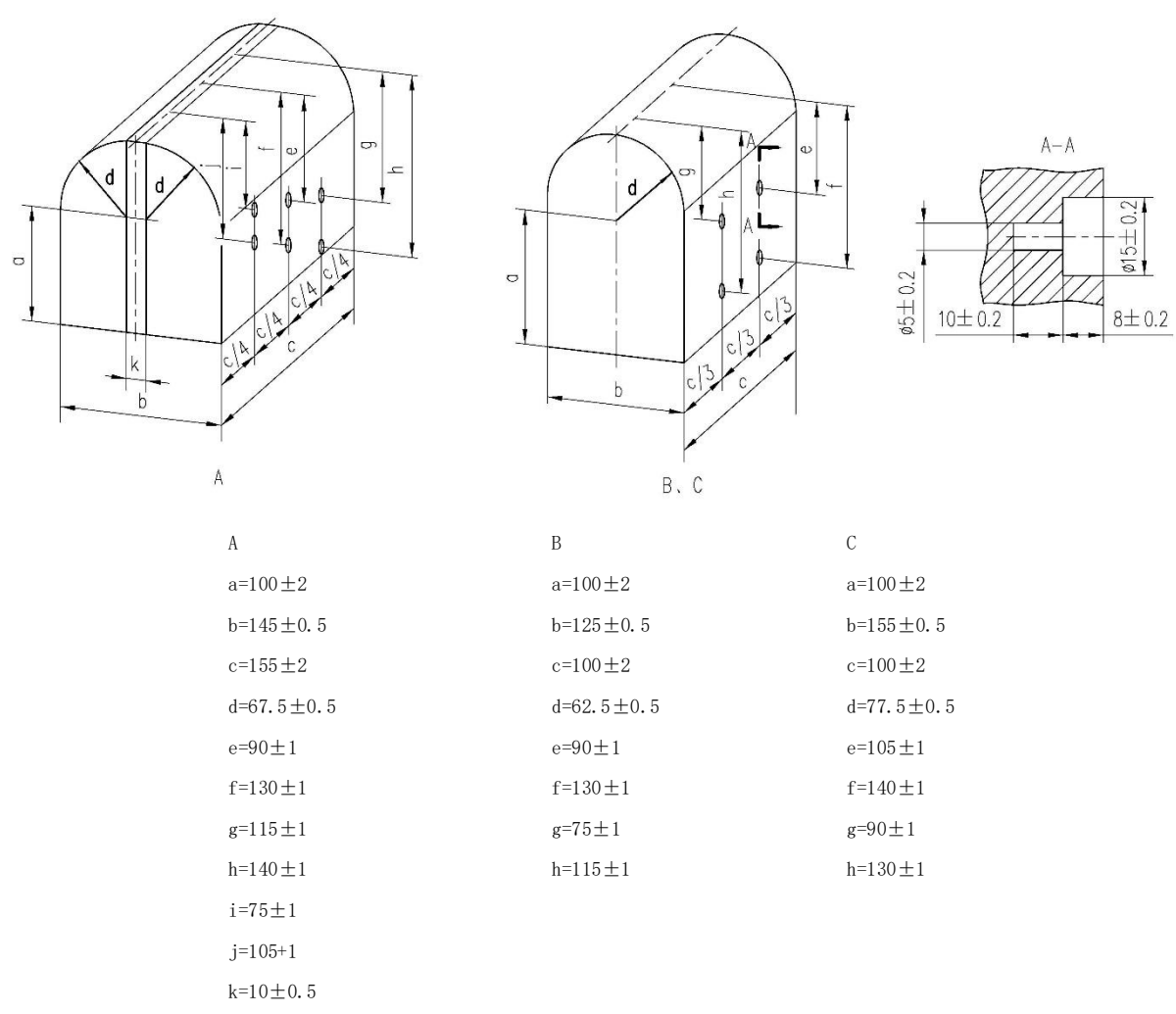


图1 环箍式耳塞适应性测试的固定支架示例

5.1.3.2 测试程序

- 对于环箍式耳塞，测试程序如下：
- a) 将环箍式耳塞戴到固定支架上，环箍竖直，耳塞塞入孔洞；
 - b) 对于表 2 中每一测试宽度和测试高度组合，检查是否满足：
 - 1) 环箍内侧顶点接触固定支架的顶点或高于该点；
 - 2) 耳塞不受垂直的剪切力作用。

表2 环箍式耳塞适应性测试尺寸

耳塞	测试高度/mm	测试宽度/mm		
		125	145	155
头顶式耳塞 下颏式耳塞	115	S	S/M	——
	130	S/M	S/M/L	M/L
	140	——	M/L	L
颈后式耳塞	75	S	S/M	——
	90	S/M	S/M/L	M/L
	105	——	M/L	L
注：M、S、L指环箍式耳塞的号型，M代表中号，S代表小号，L代表大号。				

5.1.4 抗跌落性能

5.1.4.1 测试装置

- 5.1.4.1.1 厚度不少于 10mm 的平滑钢板、尺寸宜为 500mm×500mm；
- 5.1.4.1.2 耳塞悬挂装置。

5.1.4.2 测试程序

- 测试程序如下：
- a) 将钢板放置于水平地面上；
 - b) 悬挂耳塞，使耳塞的最低点位于钢板上方(1 500±10) mm；
 - c) 释放耳塞使之自由跌落到钢板上；对于每个样品，本步骤仅允许进行一次；
 - d) 检查并记录耳塞任何部分破损及脱落的情况，测试所有用于声衰减测试的耳塞样品；
 - e) 如果耳塞部件出现脱落，应重新组装好并继续后续测试，且组装时无需使用工具或备件；
 - f) 报告耳塞破损及脱落的情况。
- 注：由不易碎材料制成且不含电子器件的耳塞可不做此项测试。

5.1.5 低温抗跌落性能测试（可选）

5.1.5.1 测试装置

- 5.1.5.1.1 能保持(−20±3)℃恒温的低温箱；
- 5.1.5.1.2 厚度不少于 10mm 的平滑钢板、尺寸宜为 500mm×500mm；
- 5.1.5.1.3 耳塞悬挂装置。

5.1.5.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将耳塞放置在温度为 $(-20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 的低温箱内不少于 4 h;
- b) 将钢板放置于水平地面上;
- c) 从低温箱中取出耳塞,并在 10 s 内完成 d) 和 e);
- d) 悬挂耳塞,使耳塞的最低点位于钢板上方 $(1\ 500\pm 10)\text{ mm}$;
- e) 释放耳塞使之自由跌落到钢板上;对于每个样品,本步骤仅允许进行一次;
- f) 检查并记录耳塞任何部分破损及脱落的情况,测试所有用于声衰减测试的耳塞样品;
- g) 如果耳塞部件出现脱落,应重新组装好并继续后续测试,且组装时无需使用工具或备件;
- h) 报告耳塞破损及脱落的情况。

5.1.6 阻燃性测试

5.1.6.1 测试装置

5.1.6.1.1 钢棒具有至少 20 mm 长的直径为 6 mm 的尖端,末端面平整且与其纵轴垂直,钢棒的体积为 $(8\ 500\pm 100)\text{ mm}^3$ 。

注:距离末端超过 20 mm 的部分直径可大于 6 mm,以缩短钢棒的长度。

5.1.6.1.2 热源。

5.1.6.1.3 温度测量装置。

5.1.6.2 测试程序

测试程序如下:

- a) 将钢棒从末端起至少 50 mm 的长度加热至 $(650\pm 20)^{\circ}\text{C}$;
- b) 使钢棒为垂向,检查距末端 20 mm 处的温度,应为 $(650\pm 20)^{\circ}\text{C}$,然后使末端底面紧靠耳塞表面,钢棒保持垂向,依靠其自身重量施加压力,保持 $(5.0\pm 0.5)\text{ s}$;
- c) 按需要重复 a) 至 b),确保对佩戴耳塞时所有暴露在外的材料都进行测试,检查并报告耳塞在接触钢棒后燃烧、或移开钢棒后的阴燃情况。

5.2 耳罩

5.2.1 称重

将每一副耳罩称重,报告 10 副耳罩质量的平均值,精确到 1 g。

5.2.2 适应性

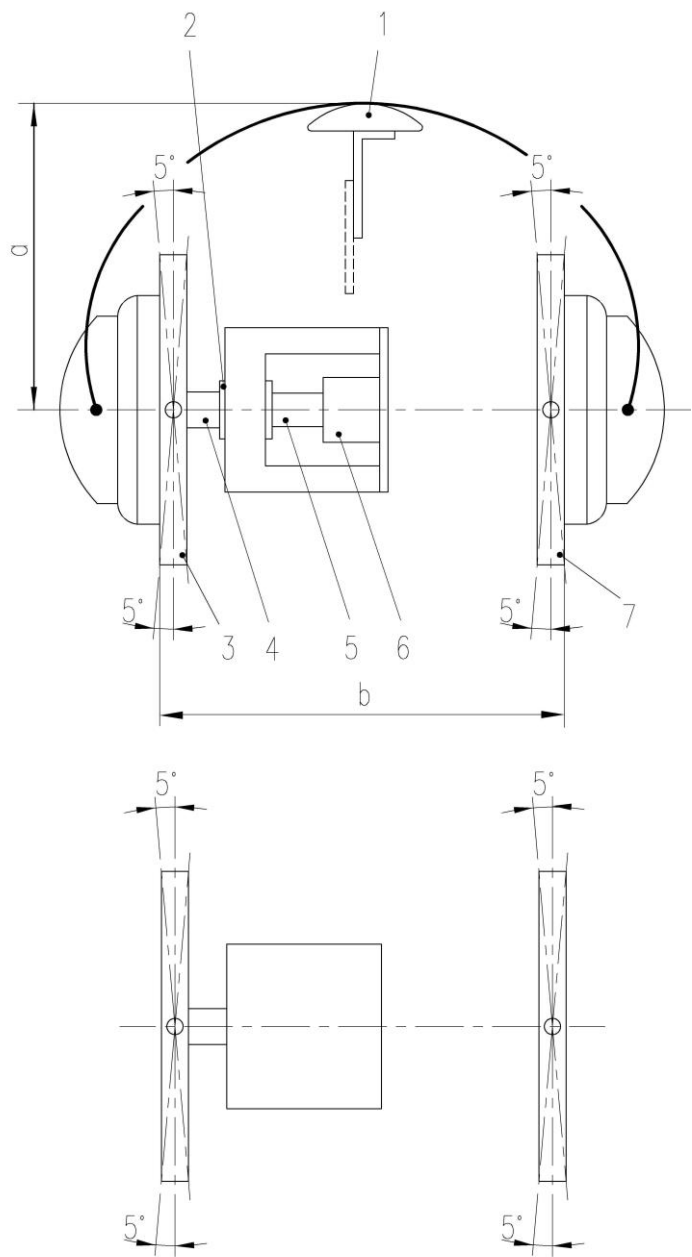
5.2.2.1 测试装置

5.2.2.1.1 环箍式耳罩的适应性测试固定支架示例见图 2;

5.2.2.1.2 装配式耳罩的适应性测试用头模应符合 GB/T 2812—XXXX 中头模 A、头模 J、头模 O 的参考平面以上的尺寸,并对宽度进行了修改,示例见图 3;

5.2.2.1.3 耳廓模拟器,示例见图 4;

5.2.2.1.4 由制造商提供的非平面罩杯垫适配器。

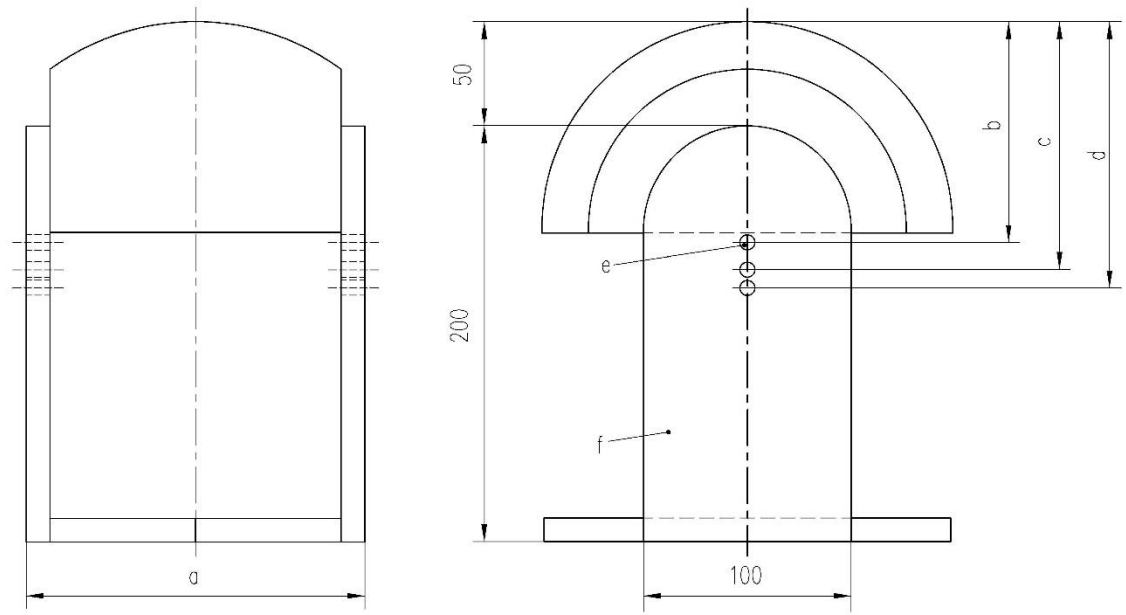


标引序号说明：

- 1——环箍支撑垫；
- 2——直线型滚珠轴承；
- 3——侧板（推板）；
- 4——轴；
- 5——联接轴；
- 6——力传感器；
- 7——侧板（调整板）；
- a——测试高度；
- b——测试宽度。

图2 环箍式耳罩适应性、罩杯旋转性、夹紧力、罩杯垫压强测试的固定支架示例

单位为毫米



标引序号说明:

a——测试宽度;

b——测试高度115 mm;

c——测试高度130 mm;

d——测试高度140 mm;

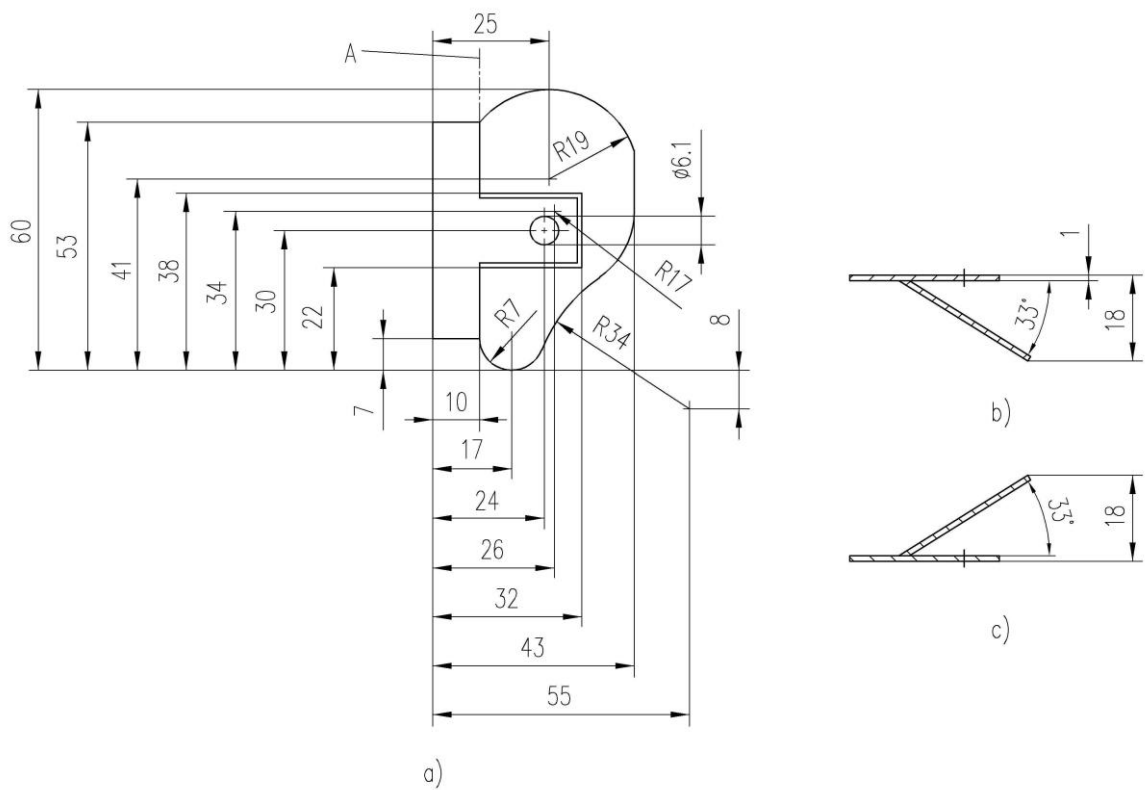
e——耳廓模拟器安装孔;

f——透明塑料侧板;

注: 尺寸允许偏差 ± 1 mm。

图3 装配式耳罩适应性测试的头模示例

单位为毫米



标引序号说明：
A和1——代表折线；
a)——耳廓模拟器主视图；
b)——左侧耳廓模拟器俯视图；
c)——右侧耳廓模拟器俯视图；
注：尺寸允许偏差±0.2 mm。

图4 耳廓模拟器示例

5.2.2.2 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 将耳廓模拟器安装到固定支架两个侧板上，耳廓模拟器中心的孔位于力传感器的水平轴线上。对于头顶式耳罩及下颏式耳罩，使耳廓模拟器的长轴为垂向，对于颈后式耳罩，使耳廓模拟器的短轴为垂向；
- b) 调整罩杯/环箍至它们的最长位置，如果耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最大；
- c) 将耳罩戴到固定支架上，环箍竖直，罩杯垫围住耳廓模拟器；
- d) 按表 3 中的测试宽度和测试高度组合调整侧板间距和环箍支撑垫的高度；
- e) 对每一测试宽度和测试高度组合，检查罩杯/环箍的调节范围是否能满足：
 - 1) 对头顶式耳罩，环箍内侧顶点接触到环箍支撑垫；对颈后式耳罩或下颏式耳罩，环箍内侧顶点接触环箍支撑垫或高于环箍支撑垫；
 - 2) 罩杯垫和支架侧板的接触面保持连续，使罩杯垫内、外边缘间形成不间断的隔断；

注1：如果因耳罩结构的原因，不能正确装配到图2的固定支架时（例如，设计为环箍只能从颈后绕过的耳罩），使

用适宜的全头模测试，并选择图3中适合耳罩尺寸的高度安装耳廓模拟器。

注2：耳廓模拟器紧贴侧板的矩形区域(46 mm×10 mm)内，允许罩杯垫和侧板不连续接触。

f) 如果耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最小，并重复 d) 至 e) 。

表3 耳罩适应性测试尺寸

耳罩	测试高度/mm	测试宽度/mm		
		125	145	155
头顶式耳罩 下颚式耳罩	115	S	S/M	——
	130	S/M	S/M/L	M/L
	140	——	M/L	L
颈后式耳罩	75	S	S/M	——
	90	S/M	S/M/L	M/L
	105	——	M/L	L
装配式耳罩	115	S	S	——
	130	M	M	M
	140	——	M	L

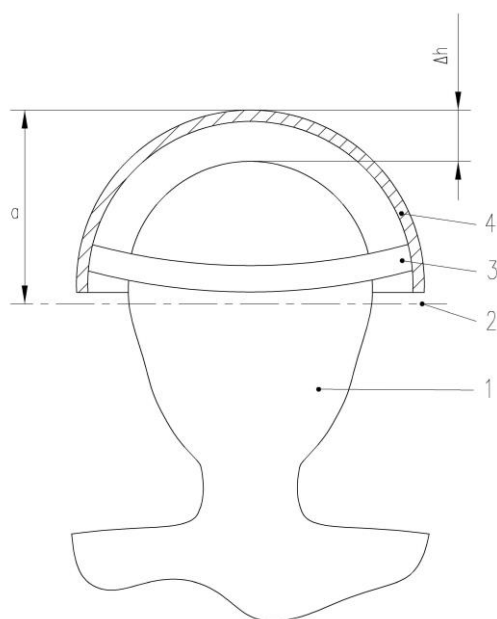
注1：M、S、L指耳罩的号型，M代表中号，S代表小号，L代表大号。——代表不适用。

注2：如果将非平面罩杯垫适配器安装在固定支架上，测试宽度为罩杯垫适配器外表面与穿过力传感器中心的水平轴线相交的两点间的距离。

5.2.2.3 装配式耳罩

测试程序如下：

- 将耳廓模拟器安装到测试头模的侧板上，使耳廓模拟器的长轴为垂向，与测试头模的垂直轴一致；按表 3 的测试高度调整耳廓模拟器的垂直位置；
- 如果耳罩承载体的帽衬可调，按产品说明书调整帽衬以得到最大外部垂直距离（见图 5 中的 Δh ），并确认帽衬与测试头模接触。将装配式耳罩戴到测试头模上，测量耳道入口连线到载体帽壳外表面顶点的垂直距离（见图 5 中的 a），以在 5.2.5 测试中使用。如果载体没有帽壳，则测量耳道入口连线到载体外表面的垂直距离；
注：此调整假设这些尺寸继续符合相关载体标准，例如GB 2811。
- 如果装配式耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最大；
- 将装配式耳罩依次戴到测试头模上，设定在使用位置，使罩杯垫围住耳廓模拟器，沿垂直轴线向载体施加(50±1) N 的力，保持载体位置；
- 对于表 3 中每一测试宽度和测试高度组合，检查罩杯/罩杯支撑臂的调节和罩杯垫之间的距离是否使耳罩在测试头模上满足：
 - 罩杯垫和头模侧板的接触面保持连续，使罩杯垫内、外边缘间形成不间断的隔断；
注：耳廓模拟器紧贴侧板的矩形区域(46 mm×10 mm)内以及载体帽衬的帽箍位于罩杯垫的区域，允许罩杯垫和侧板不连续接触。
 - 耳罩不会切换到待用位置。
- 如果装配式耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最小，并重复 d) 至 e) 。



标引序号说明:

1——测试头模;

2——耳道入口连线;

3——帽箍;

4——承载体帽壳;

a——测试高度和 Δh 之和;

Δh ——最大外部垂直距离。

图5 最大外部垂直距离说明

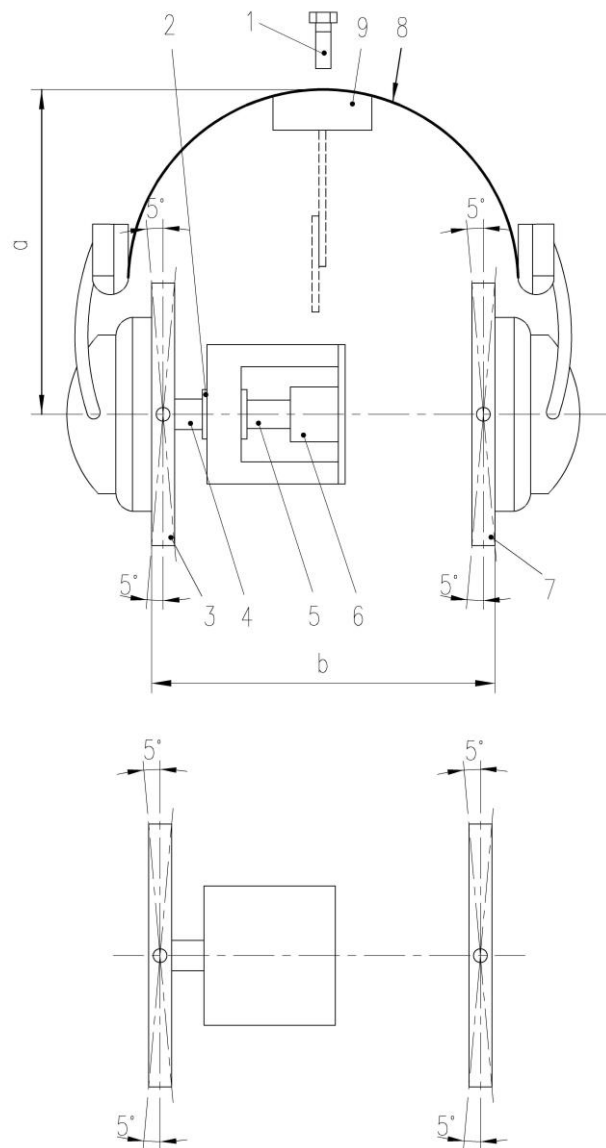
5.2.3 罩杯旋转性测试

5.2.3.1 测试装置

5.2.3.1.1 环箍式耳罩、装配式耳罩罩杯旋转性测试的固定支架示例分别见图 2、图 6;

5.2.3.1.2 耳廓模拟器, 示例见图 4;

5.2.3.1.3 由制造商提供的非平面罩杯垫适配器。



标引序号说明:

- 1——装配螺栓;
- 2——直线型滚珠轴承;
- 3——侧板 (推板);
- 4——轴;
- 5——联接轴;
- 6——力传感器;
- 7——侧板 (调整板);
- 8——去掉帽衬的承载体帽壳;
- 9——球形半径为95 mm的帽壳支撑垫;
- a——测试高度和 Δh 之和;
- b——测试宽度。

图6 装配式耳罩罩杯旋转性、夹紧力、罩杯垫压强测试的固定支架示例

5.2.3.2 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 将耳廓模拟器安装到固定支架两个侧板上，耳廓模拟器中心的孔位于力传感器的水平轴线上。对于头顶式耳罩及下颏式耳罩，使耳廓模拟器的长轴为垂向，对于颈后式耳罩，使耳廓模拟器的短轴为垂向；
- b) 调整两个侧板，使顶端向外、侧板与垂线的夹角为 5°，两侧板外表面间水平中心线上的距离符合表 4 的测试宽度；
- c) 如果耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最大；
- d) 按表 4 调整测试高度；将耳罩戴到固定支架上，环箍竖直，罩杯垫围住耳廓模拟器；调整罩杯/环箍以适应测试高度；
- e) 两个侧板沿侧板平面内过中心点的水平轴偏转±5°，再沿侧板平面内过中心点与水平轴正交的垂直轴偏转±5°，保持两个侧板关于固定支架的垂直轴对称；
- f) 观察 e) 过程中罩杯垫和侧板的接触面是否保持连续；
注：耳廓模拟器紧贴侧板的矩形区域(46 mm×10 mm)内，允许罩杯垫和侧板不连续接触。
- g) 如果耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最小，重复 d) 至 f)；
- h) 对于覆盖多个号型的耳罩，按表 4 中其他的测试宽度和测试高度重复 b) 至 g)。

表4 罩杯旋转性、夹紧力、罩杯垫压强测试尺寸

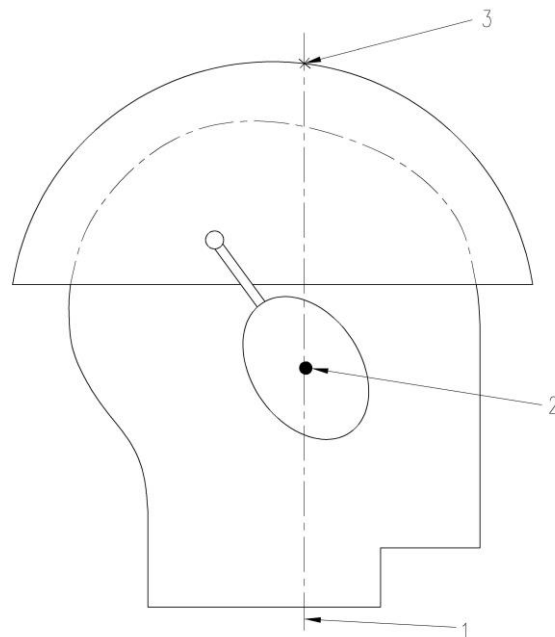
号型	测试高度/mm		测试宽度/mm
	头顶式耳罩 下颏式耳罩 装配式耳罩	颈后式耳罩 ^a	
S	122	82	135
M	130	90	145
L	135	98	150
^a 当不能调节到指定的高度时，使用能调节到的最小高度。 注：M、S、L指耳罩的号型，M代表中号，S代表小号，L代表大号。			

5.2.3.3 装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 如果承载体带有帽壳，拆下帽衬，在帽壳上钻一个尽可能小的孔，使装配螺栓能够穿过孔将帽壳固定在固定支架的支撑垫上，该孔位于通过罩杯中心点的冠状面和帽壳左右对称面的交叉线上，示例见图 7；
- b) 将耳廓模拟器安装到固定支架两个侧板上，耳廓模拟器中心的孔位于力传感器的水平轴线上，耳廓模拟器的长轴为垂向；
- c) 调整两个侧板，使顶端向外、板与垂线的夹角为 5°，两侧板外表面间水平中心线上的距离符合表 4 的测试宽度；
- d) 如果装配式耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最大；

- e) 按 5.2.2.3 测得的外部垂直距离调整测试高度，示例见图 6；将装配式耳罩安装到承载体上；如果承载体带有帽壳，则通过螺栓将承载体安装到固定支架上；如果承载体不带帽壳，则采取适当方式将承载体安装到固定支架上；调整罩杯/支撑臂，使罩杯垫围住耳廓模拟器；
- f) 两个侧板沿侧板平面内过中心点的水平轴偏转 $\pm 5^\circ$ ，再沿侧板平面内过中心点与水平轴正交的垂直轴偏转 $\pm 5^\circ$ ，保持两个侧板关于固定支架的垂直轴对称；
注：当侧板偏转时，可能需要重新调整支撑垫的高度。
- g) 观察 h) 过程中罩杯垫和支架侧板的接触面是否保持连续；
注：耳廓模拟器紧贴侧板的矩形区域(46 mm $\times$ 10 mm)内，允许罩杯垫和侧板不连续接触。
- h) 如果装配式耳罩夹紧力可调，将夹紧力调至最小，重复 e) 至 g)；
- i) 对于覆盖多个号型的耳罩，按表 4 中其他的测试宽度和测试高度重复 c) 至 h)。



标引序号说明：

- 1——装配式耳罩罩杯中心；
- 2——通过罩杯中心点的冠状面；
- 3——承载体帽壳钻孔位置。

图7 承载体帽壳钻孔位置示例

5.2.4 夹紧力测试

5.2.4.1 测试流程

环箍式耳罩、装配式耳罩的夹紧力测试流程见图A.6。

5.2.4.2 测试装置

5.2.4.2.1 环箍式耳罩、装配式耳罩夹紧力测试的固定支架示例分别见图 2、图 6，测试时不安装耳廓模拟器；

5.2.4.2.2 由制造商提供的非平面罩杯垫适配器。

5.2.4.3 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 按表 4 调整测试宽度，图 2 中两个侧板成平行状态；
- b) 对于夹紧力可调的耳罩，将夹紧力调至最小；
- c) 按表 4 调整测试高度；将耳罩戴到固定支架上，环箍竖直，罩杯垫中心对应侧板上固定耳廓模拟器的安装孔，调整罩杯/环箍以适应测试高度，并确保罩杯、环箍等耳罩的部件与固定支架的接触不影响力的测量；
- d) 在耳罩安装调整完毕后 (120 ± 5) s 时读取力值，然后取下耳罩；
- e) 对于覆盖多个号型的耳罩，在其他的测试宽度和测试高度重复 a) 至 d)，每次测试的间隔不少于 4 h；对多向环箍式耳罩，对不同佩戴模式重复测试，每次测试的间隔不少于 4 h；
- f) 报告每副耳罩的夹紧力，单位为 N，保留 1 位小数；对于每一测试宽度和测试高度组合，计算并报告 6 副样品的夹紧力平均值，单位为 N，保留 1 位小数。

5.2.4.4 装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 如果承载体的帽衬可拆卸，应在测试前拆下帽衬；
- b) 按表 4 调整测试宽度，图 6 中两个侧板成平行状态；
- c) 对于夹紧力可调的装配式耳罩，将夹紧力调至最小；
- d) 按表 4 调整测试高度；将耳罩戴到固定支架上，罩杯垫中心对应侧板上固定耳廓模拟器的安装孔，调整罩杯/罩杯支撑臂以适应测试高度，并确保耳罩的任何部分与固定支架任何部位的接触不会影响到力的测量。在 5.2.3.3 中使用的装配螺栓不应在夹紧力测试中使用；
注：某些情况下，需采取防止载体转动的措施。
- e) 在耳罩安装调整完毕后 (120 ± 5) s 时读取力值，然后取下耳罩；
- f) 对于覆盖多个号型的耳罩，在其他的测试宽度和测试高度重复 b) 至 e)，每次测试的间隔不少于 4 h；
- g) 报告每副耳罩的夹紧力，单位为 N，保留 1 位小数；对于每一测试宽度和测试高度组合，计算并报告 6 副样品的夹紧力平均值，单位为 N，保留 1 位小数。

5.2.5 罩杯垫压强测试

5.2.5.1 测试流程

环箍式耳罩和装配式耳罩的罩杯垫压强测试流程图见图 A.7。

注：对于无夹紧力调节装置的耳罩，本项测试可与 5.2.4 测试同时进行。

5.2.5.2 测试装置

5.2.5.2.1 环箍式耳罩、装配式耳罩罩杯垫压强测试的固定支架示例分别见图 2、图 6，测试时不安装耳廓模拟器；

5.2.5.2.2 由制造商提供的非平面罩杯垫适配器；

5.2.5.2.3 标记用的介质，例如：稀释的印刷油墨，白色的凡士林油或乳化漆；

5.2.5.2.4 测试接触面积的装置，例如：求积仪。

5.2.5.3 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 按表 4 调整测试宽度，图 2 中两个侧板成平行状态；

- b) 将一张尺寸比罩杯垫稍大的纸固定在一个侧板的外表面上；
- c) 把标记用的介质涂在罩杯垫上，或者使用一个适用的压力传感器；
- d) 对于夹紧力可调的耳罩，将夹紧力调至 14 N，如果夹紧力无法达到 14 N，将夹紧力调至低于 14 N 的最大值；
- e) 按表 4 调整测试高度；将耳罩戴到固定支架上，环箍竖直，罩杯垫中心对应侧板上固定耳廓模拟器的安装孔；确保在纸上获得罩杯垫的压痕，或者罩杯垫正确地放置在压力传感器上能获得正确的信号。调整罩杯/环箍以适应测试高度，并确保罩杯、环箍等耳罩的部件与固定支架的接触不影响力的测量；
- f) 在耳罩安装调整完毕后(120±5) s 时读取力值，然后取下耳罩。不允许使用其他特殊的工具及装备或仅仅用手将单个罩杯压在一个平面上进行测量；
- g) 如果使用纸，取下固定支架上的纸，检查罩杯垫的压痕是否完整。必要时，用铅笔描绘压痕轮廓。如果压痕不完整，应重复 b) 至 f)；
- h) 测量罩杯垫接触区域内的压痕面积，包括完全落在接触区域内的任何空隙的面积；
- i) 对于覆盖多个号型的耳罩，在其他的测试宽度和测试高度重复 a) 至 h)，每次测试的间隔不少于 4 h；
- j) 计算并报告每副样品的罩杯垫压强，单位为 Pa，保留 1 位小数；对于每一测试宽度和测试高度组合，计算并报告 6 副样品的罩杯垫压强平均值，单位为 Pa，保留 1 位小数。

5.2.5.4 装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 如果承载体的帽衬可拆卸，应在测试前拆下帽衬；
- b) 按表 4 调整测试宽度，图 6 中两个侧板成平行状态；
- c) 将一张尺寸比罩杯垫稍大的纸固定在一个侧板的外表面上；
- d) 把标记用的介质涂在罩杯垫上，或者使用一个适用的压力传感器；
- e) 对于夹紧力可调的耳罩，将夹紧力调至 14 N，如果夹紧力无法达到 14 N，将夹紧力调至低于 14 N 的最大值；
- f) 按表 4 调整测试高度；将耳罩戴到固定支架上，罩杯垫中心对应侧板上固定耳廓模拟器的安装孔；确保在纸上获得罩杯垫的压痕，或者罩杯垫正确地放置在压力传感器上能获得正确的信号。调整罩杯/罩杯支撑臂以适应测试高度，并确保罩杯、环箍等耳罩的部件与固定支架的接触不影响力的测量；在 5.2.3.3 中使用的装配螺栓不应在罩杯垫压强测试中使用。
注：某些情况下，需采取防止载体转动的措施；
- g) 在耳罩安装调整完毕后(120±5) s 时读取力值，然后取下耳罩。不允许使用其他特殊的工具及装备或仅仅用手将单个罩杯压在一个平面上进行测量；
- h) 如果使用纸，取下固定支架上的纸，检查罩杯垫的压痕是否完整。必要时，用铅笔描绘压痕轮廓。如果压痕不完整，应重复 c) 至 g)；
- i) 测量罩杯垫接触区域内的压痕面积，包括完全落在接触区域内的任何空隙的面积；
- j) 对于覆盖多个号型的耳罩，在其他的测试宽度和测试高度重复 b) 至 i)，每次测试的间隔不少于 4 h；
- k) 计算并报告每副样品的罩杯垫压强，单位为 Pa，保留 1 位小数；对于每一测试宽度和测试高度组合，计算并报告 6 副样品的罩杯垫压强平均值，单位为 Pa，保留 1 位小数。

5.2.6 抗跌落性能测试

5.2.6.1 测试装置

厚度不少于10 mm的平滑钢板、尺寸宜为500 mm×500 mm。

5.2.6.2 环箍式耳罩

测试程序如下：

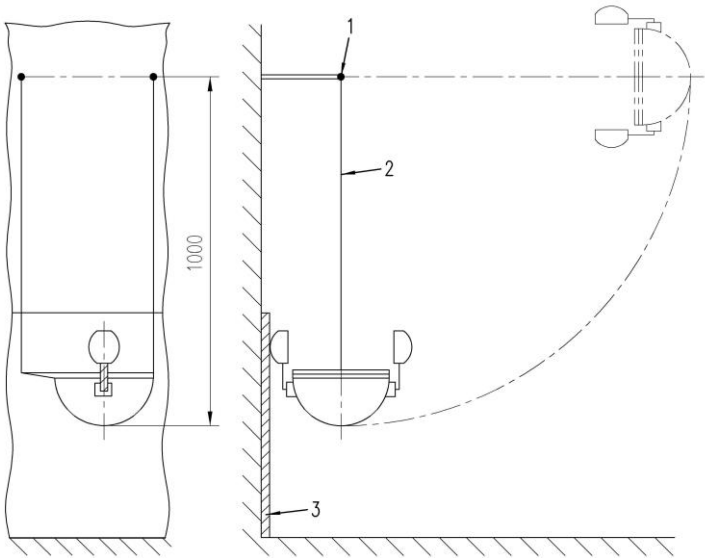
- a) 将钢板放置于水平地面上；
- b) 将罩杯/环箍调至整个调整范围的中间点；
- c) 通过环箍的中心点悬挂耳罩，耳罩的最低点位于钢板上方(1 500±10) mm；
- d) 释放耳罩使之自由跌落到钢板上；对于每副样品，本步骤仅允许进行一次；
- e) 检查并记录耳罩（除可更换的罩杯垫之外的）任何部分破损及脱落的情况；需要时，可取下罩杯垫及吸声内衬，检查后再装回；
- f) 如果耳罩部件出现脱落，应重新组装好并继续后续测试，且组装时无需使用工具或备件；
- g) 报告耳罩破损及脱落的情况。

5.2.6.3 装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 将钢板固定在垂直的墙壁上，如图 8 所示布置双线悬挂装置，双线间距约等于承载体长度；
- b) 将耳罩设定在使用位置，然后将罩杯/支撑臂长度调至最大；
- c) 将双线悬挂点夹在承载体外壳的前、后端点处，使承载体倒置，耳罩的对称面平行于钢板，承载体顶部的最低点位于悬挂点下(1 000±10) mm，见图 8；
- d) 提起装配式耳罩，使双线处于拉紧状态并位于水平面内；
- e) 释放耳罩；对于每副样品，本步骤仅允许进行一次；
- f) 检查并记录撞击钢板后的耳罩（除可更换的罩杯垫之外的）任何部分破损及脱落的情况；需要时，可取下罩杯垫及吸声内衬，检查后再装回；
- g) 如果耳罩部件出现脱落，应重新组装好并继续后续测试，且组装时无需使用工具或备件；
- h) 报告耳罩破损及脱落的情况。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——悬挂点；
- 2——双线悬挂；
- 3——钢板；
- 4——耳罩的对称面。

注：左图为正视图，右图为侧视图。

图8 装配式耳罩抗跌落性能测试示意图

5.2.7 低温抗跌落性能测试（可选）

5.2.7.1 测试装置

5.2.7.1.1 能保持 (-20 ± 3) ℃恒温的低温箱；

5.2.7.1.2 厚度不少于10 mm的平滑钢板、尺寸宜为500 mm×500 mm。

5.2.7.2 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 将钢板放置于水平地面上；
- b) 将罩杯/环箍调至整个调整范围的中间点；
- c) 将耳罩放置在温度为 (-20 ± 3) ℃的低温箱内不少于4 h；
- d) 从低温箱中取出耳罩，并在10 s内完成e)和f)；
- e) 通过环箍的中心点悬挂耳罩，耳罩的最低点位于钢板上方 $(1\ 500\pm 10)$ mm；
- f) 释放耳罩使之自由跌落到钢板上；对于每副样品，本步骤仅允许进行一次；
- g) 检查并记录耳罩（除可更换的罩杯垫之外的）任何部分破损及脱落的情况；需要时，可取下罩杯垫及吸声内衬，检查后再装回；
- h) 如果耳罩部件出现脱落，应重新组装好并继续后续测试，且组装时无需使用工具或备件；
- i) 报告耳罩破损及脱落的情况。

5.2.7.3 装配式耳罩

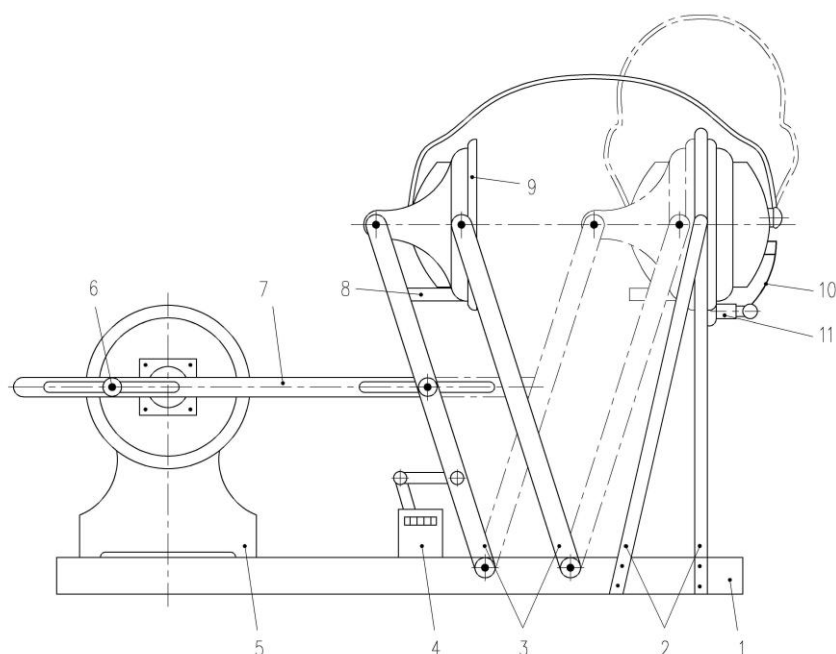
测试程序如下：

- a) 将钢板固定在垂直的墙壁上，如图8所示布置双线悬挂装置，双线间距约等于承载体长度；
- b) 将耳罩设定在使用位置，然后将罩杯/支撑臂长度调至最大；
- c) 将装配式耳罩放置在温度为 (-20 ± 3) ℃的低温箱内不少于4 h；
- d) 从低温箱中取出装配式耳罩，并在10 s内完成e)、f)和g)；
- e) 将双线悬挂点夹在承载体外壳的前、后端点处，使承载体倒置，耳罩的对称面平行于钢板，承载体顶部的最低点位于悬挂点下 $(1\ 000\pm 10)$ mm，见图8；
- f) 提起装配式耳罩，使双线处于拉紧状态并位于水平面内；
- g) 释放耳罩；对于每副样品，本步骤仅允许进行一次；
- h) 检查并记录撞击钢板后的耳罩（除可更换的罩杯垫之外的）任何部分破损及脱落的情况；需要时，可取下罩杯垫及吸声内衬，检查后再装回；
- i) 如果耳罩部件出现脱落，应重新组装好并继续后续测试，且组装时无需使用工具或备件；
- j) 报告耳罩破损及脱落的情况。

5.2.8 抗疲劳性能测试

5.2.8.1 测试装置

环箍式耳罩抗疲劳性的测试装置示例见图9。环箍式耳罩一个罩杯固定在支撑板上，另一个罩杯固定在移动板上，电机通过可调连杆驱动移动臂和移动板做与固定板的相对往复运动，环箍式耳罩罩杯跟随两块托板进行相对往复运动（如正弦式往复运动），以模拟正常使用过程中的佩戴和摘除动作。



标引序号说明：

- 1——底座；
- 2——固定支撑臂；
- 3——摇摆臂；
- 4——计数器；
- 5——带减速箱的电机（在底座上的位置可调）；
- 6——连轴曲柄；
- 7——连杆（可调）；
- 8——活动罩杯支架；
- 9——移动板；
- 10——罩杯夹具；
- 11——固定支撑板。

图9 环箍式耳罩抗疲劳测试装置示例

5.2.8.2 环箍式耳罩或不含待用位置的装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 将环箍或支撑臂调至整个调整范围的中间点。如果环箍或支撑臂可调部分可能松动，应将其固定，例如用胶带固定，并确保这种固定方式不会妨碍罩杯的正常转动；
- b) 将耳罩安装到测试装置上，使罩杯与托板固定，例如用弹性带固定。对于装配式耳罩，必要时支撑承载体帽壳；

- c) 将两块托板接触罩杯垫的平面间最小距离调整为耳罩不受约束状态下两个罩杯垫间的距离；当距离小于 25 mm 时，应调整为 25 mm；
- d) 将两块托板接触罩杯垫的平面间最大间距调整为 (200 ± 5) mm；
- e) 以 $(10-12)$ 次/min 的速度使耳罩在最小、最大间距之间循环 1 000 次。确保试验过程中，承载体的任何部分和罩杯/支撑臂或环箍的任何部分不接触干扰机械运动的任何物体；
- f) 完成 1 000 次循环后，记录并报告耳罩或环箍的任何变化或损坏情况。

5.2.9 待用位置机械耐久性测试

5.2.9.1 测试装置

装置包括两块可支撑并固定罩杯的托板，两块板的最大间距可使装配式耳罩完全转为待用位置。装配式耳罩罩杯跟随两块托板进行相对往复运动（如正弦式往复运动），以模拟正常使用过程中的佩戴和摘除动作，装置的往复动作示意图见图10。

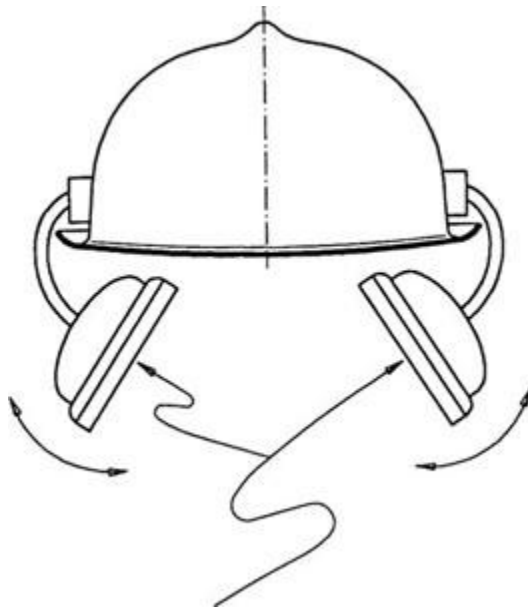


图10 装配式耳罩待用位置机械耐久性测试往复动作示意图

5.2.9.2 含待用位置的装配式耳罩

测试程序如下：

- a) 将支撑臂调至整个调整范围的中间点。如果支撑臂可调部分可能松动，应将其固定，例如用胶带固定，并确保这种固定方式不会妨碍罩杯的正常转动；
- b) 将装配式耳罩安装到测试装置上，使罩杯与托板固定，例如用弹性带固定。必要时应支撑承载体帽壳；
- c) 将两块托板接触罩杯垫的平面间最小间距调整为耳罩不受约束状态下两个罩杯垫间的距离；
- d) 调整两块托板间的最大间距，使耳罩完全转为待用位置；
- e) 以 $(4-6)$ 次/min 的速度使耳罩在最小、最大间距之间循环 1 000 次。确保试验过程中，承载体的任何部分和罩杯/支撑臂的任何部分不接触干扰机械运动的任何物体；
- f) 完成 1 000 次循环后，记录并报告支撑臂的任何变化或损坏情况。

5.2.10 浸水处理

5.2.10.1 测试装置

5.2.10.1.1 能保持 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 水温的恒温水浴锅；

5.2.10.1.2 将耳罩固定在水面下的工具，确保试验过程中耳罩的相关部件都浸没在水中。

5.2.10.2 浸水处理程序

处理程序如下：

- a) 从耳罩上取下罩杯，当罩杯不可取下时应从罩杯上取下罩杯垫及吸声内衬，然后将耳罩的剩余部分浸入温度为 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水浴锅中 $(24 \pm 1)\text{h}$ 。对于装配式耳罩，夹紧力、支撑臂长度的调整装置设置在中间点，并设置在张力最小的位置（使用位置、待用位置、停用位置等），然后将支撑臂也浸入水中。如果罩杯不可取下，而且罩杯垫或吸声内衬不可取下或不可更换，应在测试过程中防止罩杯垫和吸声内衬浸水；
- b) 从水浴锅取出样品，记录时间；
- c) 擦去多余水分；
- d) 如果取下了罩杯，则重新装配；
- e) 如果取下了吸声内衬，则重新安装上；
- f) 对于带有可更换罩杯垫的样品，按照产品说明书为罩杯装上新罩杯垫；
- g) 在 4.1 规定的条件下，从 b) 记录的时间开始计时，将样品调节 $(24 \pm 1)\text{h}$ 。

注：不依靠塑料部件提供夹紧力的耳罩不做此项。

5.2.11 环箍保持受力状态的浸水处理（可选）

5.2.11.1 测试装置

5.2.11.1.1 能保持 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 水温的恒温水浴锅；

5.2.11.1.2 将耳罩固定在水面下的工具，确保试验过程中耳罩的相关部件都浸没在水中；

5.2.11.1.3 具有平行平面、能够将罩杯垫隔开 $(145 \pm 1.5)\text{mm}$ 的隔板。

5.2.11.2 环箍保持受力状态的浸水处理程序

处理程序如下：

- a) 从耳罩上取下吸声内衬，但不取下罩杯垫，将隔板装在罩杯间，调整罩杯/环箍（环箍式耳罩）或罩杯支撑臂（装配式耳罩）使之符合表 4 中 M 号型的测试尺寸，如果调整不到 M 号型测试尺寸则调整到通过测试的号型尺寸，然后将耳罩浸入温度为 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水浴锅中 $(24 \pm 1)\text{h}$ 。如果吸声内衬不可取下或不可更换，应在测试过程中防止罩杯垫和吸声内衬浸水；
- b) 从水浴锅取出样品，拿掉隔板，记录时间；
- c) 擦去多余水分；
- d) 如果取下了吸声内衬，则重新安装上；
- e) 在 4.1 规定的条件下，从 b) 记录的时间开始计时，将样品调节 $(24 \pm 1)\text{h}$ 。

注：不依靠塑料部件提供夹紧力的耳罩不做此项。

5.2.12 夹紧力变化测试

5.2.12.1 测试装置

5.2.12.1.1 环箍式耳罩、装配式耳罩夹紧力测试的固定支架示例分别见图 2、图 6，测试时不安装耳廓模拟器；

5.2.12.1.2 由制造商提供的非平面罩杯垫适配器。

5.2.12.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 进行 5.2.5 至 5.2.11 前、后，分别按 5.2.4 测试夹紧力 F_0 、 F_1 ；对于覆盖多个号型的耳罩，采用能给出最大夹紧力 F_0 的测试宽度和测试高度设置测试 F_1 ，对多向环箍式耳罩，仅用头顶式佩戴模式测试 F_1 ；
- b) 按式(1)计算夹紧力变化：

$$\Delta F = \frac{F_1 - F_0}{F_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ΔF ——进行 5.2.5 至 5.2.11 前、后的夹紧力变化值，单位为%；
- F_0 —— 进行 5.2.5 前，按 5.2.4 测试的夹紧力值，单位为 N；
- F_1 —— 完成 5.2.5 至 5.2.11 后，按 5.2.4 测试的夹紧力值，单位为 N。
- c) 报告每副耳罩的夹紧力变化值，保留 1 位小数。

5.2.13 抗泄漏性测试

5.2.13.1 测试装置

- 5.2.13.1.1 面积足够容纳变形后的罩杯垫、厚度不少于 10mm 的平滑钢板；
- 5.2.13.1.2 对罩杯垫施加力的装置。

5.2.13.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将钢板水平放置于坚实表面上；
- b) 将一只罩杯放在钢板上，使罩杯垫端面与钢板完全接触；
- c) 对罩杯施加 (28 ± 1) N 的垂向力，保持 (15 ± 1) min；
- d) 卸载，检查罩杯垫破裂或液体泄漏的情况；
- e) 更换一只罩杯重复 b) 至 d)；
- f) 报告每一只罩杯垫破裂或液体泄漏的情况。

5.2.14 阻燃性测试

5.2.14.1 测试装置

- 5.2.14.1.1 钢棒直径为 6 mm，应至少长 20 mm，末端面平整且与其纵轴垂直。钢棒的体积应为 $(8\ 500 \pm 100)\text{mm}^3$ ；
注：距离末端超过 20 mm 的部分直径可大于 6 mm，以缩短钢棒的长度。

- 5.2.14.1.2 热源；
- 5.2.14.1.3 温度测量装置。

5.2.14.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将钢棒从底面起至少 50 mm 的长度加热至 $(650 \pm 20)^\circ\text{C}$ ；

- b) 使钢棒为垂向，检查距底面 20 mm 处的温度，应为 $(650 \pm 20) ^\circ\text{C}$ ，然后使底面紧靠耳罩表面，钢棒保持垂向，依靠其自身重量施加压力，保持 $(5.0 \pm 0.5) \text{ s}$ ；
- c) 按需要重复 a) 至 b)，确保对佩戴耳罩时所有暴露在外的材料都进行测试，检查并记录材料燃烧和阴燃情况及材料变化情况；
- d) 报告耳罩各部件及装配式耳罩的支撑臂在接触钢棒后燃烧或移开钢棒后阴燃的情况及材料变化情况，报告电池仓是否被穿透。

6 基本声学性能测试方法

6.1 插入损失

6.1.1 测试装置

6.1.1.1 GB/T 7584.3 中规定的专用声学测试装置和测试场所；

6.1.1.2 安装在专用声学测试装置上，用于支撑整个装配式耳罩的支撑垫，示例见图 11。

6.1.2 测试程序

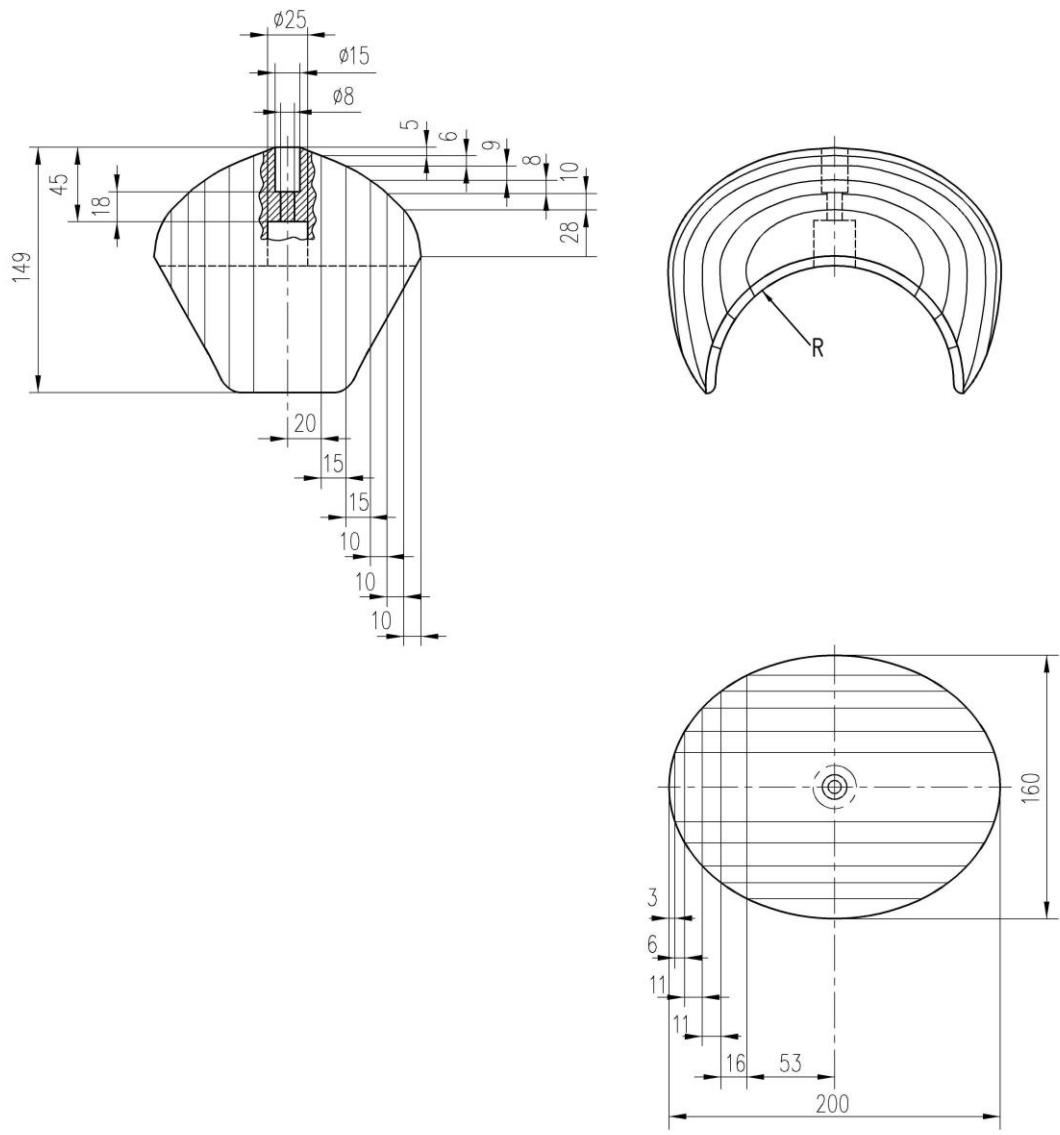
按照GB/T 7584.3的步骤测试，但应进行如下调整：

- a) 应使用无规入射声场或平面行波声场。当使用平面行波声场时，如果不能满足插入损失的要求，应使用无规入射声场重复测试。如果能满足插入损失的要求，则测试结果应认定为最终结果；
- b) 测量中心频率从 250 Hz 至 8000 Hz 的所有 1/3 倍频带的插入损失；
- c) 对于多向环箍式耳罩，仅测量一种佩戴方式下的插入损失，优选在头顶佩戴方式下测量；
- d) 如果环箍夹紧力可调，将夹紧力调至最大；
- e) 对于给定型号的装配式耳罩，当可配用同一型号、不同号型的承载体时，则仅选择一个号型的承载体进行插入损失测试；
- f) 如果环箍式耳罩或者装配式耳罩带有电子辅助功能，设计左右罩杯提供不同的声衰减，应单独报告左右罩杯的平均值和标准差。

6.1.3 报告

对每个中心频率和每个罩杯，应报告每个插入损失值。对所有罩杯，应报告每个频率下的算术平均值和标准差。

单位为毫米



R——与支撑垫匹配的ATF的半径。

注：该支撑垫并不适用于所有ATF及所有承载体，此处仅为适用安全帽的支撑垫示例。

图11 安装在专用声学测试装置上的支撑垫示例图

6.2 声衰减

6.2.1 一般要求

对于带电子器件的护听器，测试被动声衰减时应在电子器件关闭状态下进行测试。

6.2.2 测试装置

ISO 4869—1中规定的测试装置和测试场所。

6.2.3 耳塞

a) 按 ISO 4869—1 测试规定样品的声衰减；

- b) 对于环箍式耳塞，如果夹紧力可调，将夹紧力调至最小；
- c) 为每名受试者单独提供一副合适号型的耳塞，如果耳塞提供不同号型，选择最适合的号型；
- d) 如果耳塞提供其声衰减相同的不同版本，宜进行一次测试并在该测试中涵盖所有版本的样品；
注：不同版本示例：不同颜色、不同手柄或者有无连接绳的耳塞。
- e) 对于定制型耳塞，应由经培训的专业人员进行印模。经培训的专业人员应具备适当的安全、准确地印模的资格和知识；
- f) 对于定制型耳塞，如果制造商提供特殊乳剂帮助插入和改善佩戴效果，声衰减测试时不应使用该乳剂；
- g) 对于多种佩戴方式的环箍式耳塞，测试每种佩戴模式下的声衰减，对一种模式用 16 名受试者进行测试。对其余佩戴模式按以下简化程序测试：
 - 1) 使用 10 名受试者进行测量；
 - 2) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时的 H 、 M 和 L 值；
 - 3) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时第一种佩戴模式的 H 、 M 和 L 值，并与 2) 的计算值进行比较；
 - 4) 如果其他佩戴模式与第一种佩戴模式的 H 、 M 和 L 值对应的差值在 ± 3 dB 范围内，则不继续进行声衰减测试，并认为其他佩戴模式的声衰减数据与第一种佩戴模式的数据相同，将第一种佩戴模式的声衰减数据作为其他佩戴模式的数据；
 - 5) 如果不满足 4) 中的条件，则用其余 6 名受试者完成声衰减测试。如果扩充声衰减数据满足 4) 中的条件，其他佩戴模式的声衰减数据应视为与第一种佩戴模式的数据相同，将第一种佩戴模式的声衰减数据作为其他佩戴模式的数据；
 - 6) 如果不满足 4) 中的条件，扩充声衰减数据也不满足 5) 中的条件，其他佩戴模式的声衰减应按照测量结果报告。

6.2.4 环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 按 ISO 4869—1 测试规定样品的声衰减；
- b) 如果夹紧力可调，将夹紧力调至最小；

6.2.5 多向环箍式耳罩

测试程序如下：

- a) 按 ISO 4869—1 测试规定样品的声衰减；
- b) 如果夹紧力可调，将夹紧力调至最小；
- c) 测试每种佩戴模式下的声衰减，对一种模式用 16 名受试者进行测试。对其余佩戴模式按以下简化程序测试：
 - 1) 使用 10 名受试者进行测量；
 - 2) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时的 H 、 M 和 L 值；
 - 3) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时第一种佩戴模式的 H 、 M 和 L 值，并与 2) 的计算值进行比较；
 - 4) 如果其他佩戴模式与第一种佩戴模式的 H 、 M 和 L 值对应的差值在 ± 3 dB 范围内，则不继续进行声衰减测试，并认为其他佩戴模式的声衰减数据与第一种佩戴模式的数据相同，将第一种佩戴模式的声衰减数据作为其他佩戴模式的数据；

- 5) 如果不满足 4) 中的条件, 则用其余 6 名受试者完成声衰减测试。如果扩充声衰减数据满足 4) 中的条件, 其他佩戴模式的声衰减数据应视为与第一种佩戴模式的数据相同, 将第一种佩戴模式的声衰减数据作为其他佩戴模式的数据;
- 6) 如果不满足 4) 中的条件, 扩充声衰减数据也不满足 5) 中的条件, 其他佩戴模式的声衰减应按照测量结果报告。

6.2.6 装配式耳罩

6.2.6.1 基本组合

测试程序如下:

- a) 按 ISO 4869—1 测试规定样品的声衰减;
- b) 如果夹紧力可调, 将夹紧力调至最小;
- c) 对于不满足所有号型的装配式耳罩, 询问每名受试者样品是否适合。如果适合, 进行测试; 如果不适合, 排除该名受试者并选择替代者。

6.2.6.2 附加组合

测试程序如下:

- a) 进行 5.2.5 至 5.2.11 前, 按 5.2.4 测试夹紧力, 将基本组合夹紧力平均值记为 F_{B0} , 将附加组合夹紧力平均值记为 F_{S0} ;
- b) 当 F_{S0} 小于 8 N 时, 如果 F_{S0} 小于式 (2) 中的 S_{min} 值, 应进行附加组合的声衰减测试:

$$S_{min} = F_{B0} - \frac{R \times F_{B0}}{100} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- S_{min} —— 附加组合夹紧力的比较值, 单位为N;
- F_{B0} —— 基本组合夹紧力平均值, 单位为N;
- R —— 附加组合夹紧力平均值的最大允许减少百分数, 由图12得到。

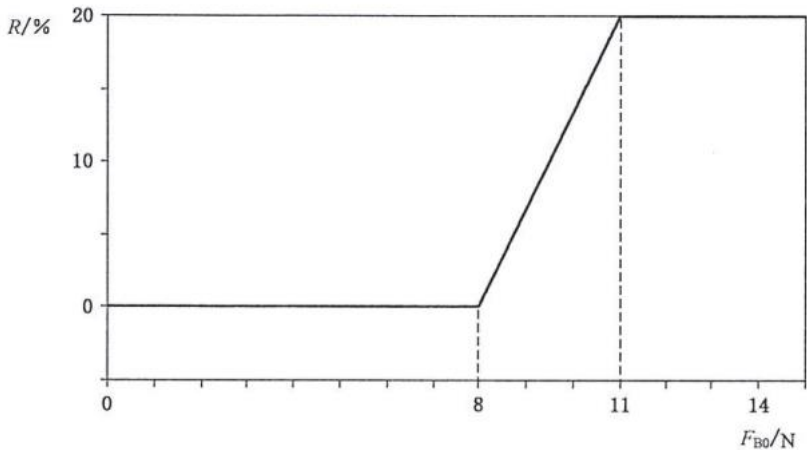


图12 附加组合夹紧力平均值的最大允许减少百分数

- c) 如果装配式耳罩的附加组合需要测试声衰减, 使用规定样品按以下修改的程序测试:
 - 1) 使用 10 名受试者进行测量;
 - 2) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时的 H 、 M 和 L 值;

- 3) 按照 ISO 4869—2 计算 $\alpha=1$ 时基本组合的 H 、 M 和 L 值, 并与 2) 的计算值进行比较;
- 4) 如果附加组合与基本组合的 H 、 M 和 L 值对应的差值在 ± 3 dB 范围内, 则不继续进行声衰减测试, 并认为附加组合的声衰减数据与基本组合的数据相同, 将基本组合的声衰减数据作为附加组合的数据;
- 5) 如果不满足 4) 中的条件, 则用其余 6 名受试者完成声衰减测试。如果扩充声衰减数据满足 4) 中的条件, 附加组合的声衰减数据应视为与基本组合的数据相同, 将基本组合的声衰减数据作为附加组合的数据;
- 6) 如果不满足 4) 中的条件, 扩充声衰减数据也不满足 5) 中的条件, 附加组合的声衰减应按照测量结果报告。

6.2.7 报告

报告每一种佩戴模式下的声衰减数值, 包括:

- a) 每一测试频率下的声衰减平均值和标准差;
- b) 按照 ISO 4869—2, $\alpha=1$ 时计算的每一测试频率下的假设保护值 (APV);
- c) 按照 ISO 4869—2, $\alpha=2$ 时计算的每一测试频率下的假设保护值 (APV_{f98});
- d) 按照 ISO 4869—2, $\alpha=1$ 时计算的高频衰减 (H 值)、中频衰减 (M 值) 和低频衰减 (L 值);
- e) 按照 ISO 4869—2, $\alpha=1$ 时计算的单值评定量 (SNR);
- f) 按照 ISO 4869—2 计算得出的平均值 H_m 、 M_m 和 L_m 及对应的标准差 H_s 、 M_s 和 L_s ;
- d) 按照 ISO 4869—2 计算得出的平均值 SNR_m 对应的标准差 SNR_s 。

7 附加声学性能测试方法

7.1 测试装置

7.1.1 堵塞耳模拟器

人工堵塞耳与延伸耳道和人工耳廓一起使用, 可使用不同的延伸耳道和人工耳廓。当测试耳塞时, 应根据 IEC 60318—4:2010 图 1 将耳塞端部定位在参考平面上, 并将 ISO 11904—2:2021 表 1 中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数。

7.1.2 人头模拟器

使用由内置在专用声学测试装置 (ATF) 中的人工堵塞耳组成的人工头, 可使用不同的延伸耳道和人工耳廓。当测试具有声级关联型耳塞时, 应确定并使用特定设备的单个扩散场相关传递函数。当测试其他耳塞时, 耳塞端应根据 IEC 60318—4:2010 图 1 定位在参考平面上, 应将 ISO 11904—2:2021 表 1 的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数。

7.1.3 真耳传声器 MIRE

采用 ISO 11904—1:2002 中的 MIRE 测试, 进行以下修改:

在耳甲区域, 传声器包括支撑元件和导线, 应在垂直于耳道中心轴的平面内占据不超过 25 mm^2 的面积。传声器的位置如 ISO 11904—1:2002 图 1 a) 所示, 即开放耳道, 传声器膜朝向鼓膜, 并位于耳道口与鼓膜之间, 最好距离耳道入口几毫米。

应监测受试者的噪声暴露情况。微型传声器、安装件及电线不应在护听器和头部之间产生泄漏。

出于安全考虑, 可按照 ISO 11904—1:2002 图 1 c) 的规定使用堵塞耳方式。

应根据 EN ISO 11904—1:2002 对每名受试者进行扩散场校正的测试和计算。

7.2 测试信号

7.2.1 一般要求

测试信号可在声学上实现为声音，或者通过电传输等其他方式传输。在测试频率范围内，信噪比应高于10 dB。

7.2.2 *H*、*M*、*L* 测试信号

*H*噪声 (*H*₀): $L_{p,C} - L_{p,A} = -1.2^{+0.1}_{-0.2} \text{ dB}$

*M*噪声 (*M*): $L_{p,C} - L_{p,A} = 2.0^{+0.2}_{-0.2} \text{ dB}$

*L*噪声 (*L*₀): $L_{p,C} - L_{p,A} = 6.0^{+0.4}_{-0.2} \text{ dB}$

频谱应符合附录D中给出的频谱形状和公差。

注1: *H*噪声的频谱在100 Hz和10 kHz之间以+3 dB/倍频带上升。*M*噪声的频谱在100 Hz至2 kHz之间平坦输出，在2 kHz至10 kHz呈下降特性。*L*噪声的频谱在从100 Hz到10 kHz以-3 dB/倍频带下降。峰值因数为5 dB±1 dB。

注2: ISO 4869—2中，*H*噪声被定义为 $L_{p,C} - L_{p,A}$ 值为-2 dB，*L*噪声被定义为由 $L_{p,C} - L_{p,A}$ 值为10 dB。*H*和*L*测试噪声的产生很复杂，因此本文件提出了频谱形状略有不同的替代噪声。

7.2.3 宽带噪声测试信号

声场参考点处的试验声音应为宽带随机噪声，峰值因数为5 dB±1 dB。

如果粉红色噪声用作宽带噪声，则频谱应满足附录D中给出的频谱形状和公差。

7.2.4 语音信号

使用符合ITU-T P. 50 F:1999(女性语音测试信号)的语音测试信号从0.15 s开始至10.75 s结束。如果需要更长的信号，则重复部分信号，并验证均方根值的变化不超过±0.2 dB。

注: ITU-T P. 50 F信号包括开头和结尾的无声部分。选择信号的持续时间以避免这些无声部分的影响。

7.2.5 非安全相关音频测试信号

测试信号应为宽带随机噪声，具有IEC 60268-1:1985中规定的长期语音和音乐的总体频谱形状。峰值因数为5 dB±1 dB。

7.3 声级关联型耳罩

7.3.1 测试程序

测试程序如下:

- 对于三种不同的外部噪声谱，在声级关联功能开启状态下，并在全音量下操作的情况下测试A计权等效扩散场相关声压级；使用*H*、*M*、*L*测试信号（7.2.2）进行测试；
- 使用MIRE测试受试者耳道内的A计权等效扩散场相关声压级，该声级是外部声压级的函数；针对受试者的扩散场频率响应对测得的声级进行校正；如果测试对象具有音量控制设施，则将其设置为最大音频输出；
- 测试4副耳罩和8名受试者，每副耳罩对应2名受试者，测试2只耳朵；

- d) 对每只耳朵，每种测试信号，确定 A 计权等效扩散场相关声压级。测试从 65 dB (A) 的外部声压级开始，并以 5 dB 的步长增加，以确保包含低于和高于 85 dB (A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的数据点；
- e) 测试在测试信号激活后 10 s 或制造商指定的时间段后开始，测试时间至少为 20 s；
- f) 如果测试设备由电池供电，则应安装规定的新电池。具有外部电源的系统（例如连接到无线电系统的护听器）应按照制造商的规定运行。

注：本测试程序不适用于脉冲噪声专用耳罩。

7.3.2 结果计算

结果计算如下：

- a) 针对每种测试信号（ H_o 噪声、 M 噪声、 L_o 噪声）、每只耳朵，采用线性插值法计算 A 计权等效扩散场相关声压级等于 85 dB (A) 时的外部声压级；
- b) 针对每种测试信号（ H_o 噪声、 M 噪声、 L_o 噪声），计算 16 只耳朵的平均值和标准差；
- c) 用平均值减去一个标准差得到每一测试信号的噪声标准声级；
- d) 采用插值法，利用 H_o 、 M 噪声标准声级得到 H 噪声标准声级；同理，采用插值法，利用 M 、 L_o 噪声标准级得到 L 噪声标准声级。

注： H_o 噪声：C 计权声压级与 A 计权声压级差为 -1.2，即 $L_c - L_a = -1.2$ dB；

H 噪声：C 计权声压级与 A 计权声压级差为 -2，即 $L_c - L_a = -2$ dB；

M 噪声：C 计权声压级与 A 计权声压级差为 2，即 $L_c - L_a = 2$ dB；

L_o 噪声：C 计权声压级与 A 计权声压级差为 6，即 $L_c - L_a = 6$ dB；

L 噪声：C 计权声压级与 A 计权声压级差为 10，即 $L_c - L_a = 10$ dB。

7.3.3 结果报告

结果报告包括以下内容：

- a) 16 只耳朵、每种测试信号的外部声压级作用下的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 16 只耳朵、每种测试信号下，A 计权等效扩散场相关声压级等于 85 dB (A) 时的外部声压级；
- c) 每种测试信号，16 只耳朵 A 计权等效扩散场相关声压级等于 85 dB (A) 时的外部声压级的平均值和标准差；
- d) H_o 、 M 、 L_o 、 H 、 L 噪声的标准声级，结果四舍五入至整数位。

7.4 声级关联型耳塞

7.4.1 测试程序

7.4.1.1 用人头模拟器测试堵塞、声级关联功能开启状态下未修正的声压级 L_a

测试程序如下：

- a) 使用人头模拟器测试；如果测试耳塞具有音量控制设施，则将其设置为最大音频输出；
- b) 测试带有相关电子元件的 4 副耳塞；
- c) 对 7.2.2 每种测试信号（ H_o 噪声、 M 噪声、 L_o 噪声）和每副耳塞，测试 A 计权等效扩散场相关声压级。测试从 65 dB (A) 的外部声压级开始，并以 5 dB 的步长增加，直到人头模拟器的 A 计权等效扩散场相关声压级超过 85 dB (A)。如果人头模拟器测试的插入损失远大于声级关联功能关闭状态下的 H 、 M 、 L 值，则最大外部声压级可限制为 85 dB (A) 加上 H 、 M 、 L 值，四舍五入至下一个 5 dB 步长；
- d) 测试在测试信号激活后 10 s 或制造商指定的时间段后开始，测试时间至少为 20 s；

- e) 如果测试设备由电池供电,则应安装规定的新电池。具有外部电源的系统(例如连接到无线电系统的护听器)应按照制造商的规定运行。

注:本测试程序不适用于脉冲噪声专用耳塞。

7.4.1.2 用人头模拟器测试堵塞、声级关联功能关闭状态下的声压级 ($L_{c-off-Ho-100}$; $L_{c-off-M-100}$; $L_{c-off-Lo-100}$)

在人头模拟器佩戴耳塞的情况下,耳塞声级关联功能关闭,在 100 dB(A) 的外部声压级下,对 7.2.2 每种测试信号 (H_o 噪声、 M 噪声、 L_o 噪声) 测试 A 计权等效扩散场相关声压级 ($L_{c-off-Ho-100}$; $L_{c-off-M-100}$; $L_{c-off-Lo-100}$)。

注:下标的含义如下:

c—堵塞(耳朵模拟器佩戴耳塞);
 off—声级关联功能关闭(被动模式);
 H_o — H 噪声;
 M — M 噪声;
 L_o — L 噪声;
 100—外部声压级,单位为 dB(A)。

7.4.1.3 用人头模拟器测试开放模式下的声压级 ($L_{o-Ho-100}$; $L_{o-M-100}$; $L_{o-Lo-100}$)

在人头模拟器不佩戴耳塞的情况下,在 100 dB(A) 的外部声压级下,对 7.2.2 每种测试信号 (H_o 噪声、 M 噪声、 L_o 噪声) 测试 A 计权等效扩散场相关声压级 ($L_{o-Ho-100}$; $L_{o-M-100}$; $L_{o-Lo-100}$)。

注:下标的含义如下:

o—开放(耳朵模拟器不佩戴耳塞);
 H_o — H 噪声;
 M — M 噪声;
 L_o — L 噪声;
 100—外部声压级,单位为 dB(A)。

7.4.1.4 用真人受试者测声级关联功能关闭时的声衰减 (H 、 M 、 L)

按 6.2 测试声级关联功能关闭时(被动模式)的声衰减。

7.4.2 结果计算

7.4.2.1 总则

对于不同的外部噪声水平,每种测试信号的测试结果都是 A 计权总和水平(与扩散场相关),这些水平由两个因素产生:耳塞中扬声器产生的声压级和耳塞衰减外部声音后的声压级。

注:对于耳塞,使用内置在专用声学测试装置中的堵塞耳模拟器确定的被动插入损失值,与根据 ISO 4869—1 和根据 ISO 4869—2 计算的受试者测试值有很大差异。因此,有必要通过计算来修正这种差异。

7.4.2.2 修正声压级

结果计算如下:

- a) 用公式(3)、公式(4)、公式(5)计算每种测试信号、每个测试耳塞的被动插入损失 ΔL_{ap} :

$$\Delta L_{ap}(H_o) = L_{o-Ho-100} - L_{c-off-Ho-100} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Delta L_{ap}(H_o)$ —— H_o 噪声的被动插入损失值;

$L_{o-Ho-100}$ ——7.4.1.3中测得的 H_o 噪声声压级；

$L_{c-off-Ho-100}$ ——7.4.1.2中测得的 H_o 噪声声压级；

$$\Delta L_{ap}(M) = L_{o-M-100} - L_{c-off-M-100} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\Delta L_{ap}(M)$ —— M 噪声的被动插入损失值；

$L_{o-M-100}$ ——7.4.1.3中测得的 M 噪声声压级；

$L_{c-off-M-100}$ ——7.4.1.2中测得的 M 噪声声压级；

$$\Delta L_{ap}(Lo) = L_{o-Lo-100} - L_{c-off-Lo-100} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\Delta L_{ap}(Lo)$ —— Lo 噪声的被动插入损失值；

$L_{o-Lo-100}$ ——7.4.1.3中测得的 Lo 噪声声压级；

$L_{c-off-Lo-100}$ ——7.4.1.2中测得的 Lo 噪声声压级。

- b) 计算每种测试信号的被动声衰减 ΔL_{rp} 。根据 ISO 4869—1，从测试受试者声级关联功能关闭时声衰减中获得的 H 、 M 、 L 值，插值得到 $L_{p,c}-L_{p,A}=-1.2$ dB 的 H_o 噪声和 $L_{p,c}-L_{p,A}=6$ dB 的 Lo 噪声的声衰减（假设声衰减的变化与 $L_{p,c}-L_{p,A}$ 的关系在 $L_{p,c}-L_{p,A}=2$ dB 的 M 值两侧存在线性关系）；
- c) 对于每种测试信号、每个声压级以及八次测试中的每一次，用公式（6）计算修正声压级 L_{ac} 。

$$L_{ac} = 10 \log \{ 10^{0.1(L_a + \sigma_a)} - 10^{0.1(L_{ext} - \Delta L_{ap})} + 10^{0.1(L_{ext} - \Delta L_{rp})} \} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

L_{ac} ——用人头模拟器测试的、用被动声衰减进行校正后的声压级（A 计权，等效扩散场相关）；

L_a ——用人头模拟器测试的未校正的声压级（A 计权，等效扩散场相关）；

σ_a ——用人头模拟器在每个外部声压级测试的八个耳塞的声压级值 L_a 的标准差；

L_{ext} ——A 计权的外部声压级；

ΔL_{ap} ——每个测试耳塞的人头模拟器的被动插入损失值（ H_o 、 M 、 Lo ）；

ΔL_{rp} ——根据 ISO 4869—1 测试的受试者的被动声衰减（ H_o 、 M 、 Lo ）。

7.4.2.3 标准声级

结果计算如下：

- a) 在 85 dB(A) 值两侧的外部声压级的相邻测试值之间使用线性插值法，计算每种测试信号以及测试的八个耳塞中每一个的 A 计权等效扩散场相关声压级等于 85 dB(A) 时的外部声压级。
- b) 对于每种测试信号，计算八个耳塞 a) 中结果的平均值和标准差；
- c) 从平均值中减去一个标准差，得到每种测试信号的标准声级（ H_o 、 M 、 Lo ），插值得到 $L_{p,c}-L_{p,A}=-2$ dB 的 H 噪声和 $L_{p,c}-L_{p,A}=10$ dB 的 L 噪声的标准声级。

7.4.3 结果报告

结果报告包括以下内容：

- a) 每个耳塞和每种测试信号的未修正 A 计权等效扩散场相关声压级（ L_a ）；
- b) 每个耳塞和每种测试信号的修正 A 计权等效扩散场相关声压级（ L_{ac} ）；
- c) 每种测试信号的修正 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值；

- d) 每个耳塞和每种测试信号的对应于 85 dB 的 A 计权等效扩散场相关声压级的插值结果；
- e) 所有测试信号、所有耳塞的插入损失 (ΔL_{ap})、依据 ISO 4869—1 测得的声衰减 (H 、 M 、 L 值) 和插值得到的声衰减 (H_o 、 L_o 值)；
- f) 每种测试信号的八个 A 计权声压级插值的平均值和标准差；
- g) H 、 M 、 L 、 H_o 、 L_o 噪声的标准声级，四舍五入到整数位。

7.5 主动降噪耳罩

7.5.1 测试程序

7.5.1.1 主动声衰减

测试程序如下：

- a) 用 MIRE 测试耳罩的主动声衰减，即主动降噪 (ANR) 开启时佩戴者耳朵处等效扩散场相关声压级。测试的声压级应针对受试者耳道的扩散场频率响应进行修正，以给出等效的扩散场相关声压级；
- b) 测试 4 副耳罩和 16 名受试者，每副耳罩对应 4 名受试者，测试 2 只耳朵。两次测试之间的时间跨度应尽可能短，测试条件应保持不变，尤其是耳罩的安装和传声器在耳朵中的位置。根据 ISO 4869—1，应使用与被动声衰减测试相同的受试者进行测试。应使用在 85 dB(A) 至 95 dB(A) 声压级范围内的外部宽带噪声 (7.2.3)；
- c) 确定所有样本和受试者在 1/3 倍频带中心频率为 50 Hz 和 10 kHz 之间的主动降噪值；
- d) 一些设备可能仅包含阈值水平，在该阈值水平之上主动降噪才起作用。此选项存在于同时结合了声级关联型和主动降噪的设备中。对于一些设备，即使主动降噪功能处于开启状态，主动降噪也可能无法在低至 85 dB(A) 至 95 dB(A) 时起作用。对于这些设备，测试应在阈值 5 dB 之上开始测试，但不能低于 85 dB(A)，也不能高于 110 dB(A)；
- e) 如果任何受试者在开启主动降噪 (ANR) 系统时报告持续振荡或声学故障，应要求受试者关闭主动降噪 (ANR) 系统，根据制造商的说明移除耳罩并重新安装；
- f) 如果主动降噪 (ANR) 系统再次打开时振荡持续，则应将样品传递给另一名受试者，以确认故障是由受试者某些特性引起，还是由样品故障引起。如果是由于受试者的原因，则应更换受试者。如果第二名受试者仍出现问题，则应停止测试。如果问题是由样品引起的，则应报告并停止试验；
- g) 在任何情况下，应报告持续振荡或声学故障的发生。

7.5.1.2 主动模式下线性运行的最大声压级

测试程序如下：

- a) 对于每名受试者和每个耳朵，应从 7.5.1.1 中设置的外部声压级开始，测试 125 Hz 倍频带 (从 100 Hz、125 Hz 和 160 Hz 三个 1/3 倍频带计算) 的等效扩散场相关声压级。外部声压级应以 5 dB 的步长增加，并应验证耳朵处的声压级也增加了 (5 ± 1) dB(A)；
- b) 如果在 110 dB(A) 的外部声压级下仍保持这种线性关系，则停止测试。

7.5.2 结果计算

结果计算如下：

- a) 根据 7.5.1.1 测试的主动声衰减和根据 ISO 4869—1 测试的被动声衰减，计算倍频带的总衰减 (主动加被动) 的假定保护值 (API)；

- b) 对于每名受试者，在 63 Hz 和 8 kHz 之间的 1/3 倍频带内线性插值外推得到 50 Hz 和 10 kHz 的被动声衰减数据；
- c) 对于每名受试者和每 1/3 倍频带，只选择具有较低主动降噪值的耳朵；
- d) 对于每名受试者，应将第 1 步和第 2 步的结果添加到 1/3 的倍频带中，以获得受试对象的总衰减；
- e) 为了获得每名受试者的倍频带总衰减 ($TA_{oct,sub}$)，应用下式对一个倍频带 (63 Hz 和 8 kHz 之间) 总衰减的三个 1/3 倍频带进行能量平均；

$$TA_{oct,sub} = -10\log[(10^{-0.1TA_{f1,sub}} + 10^{-0.1TA_{f2,sub}} + 10^{-0.1TA_{f3,sub}})/3] \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$TA_{oct,sub}$ ——倍频带总衰减。

- f) 根据 ISO 4869—2，用倍频带总衰减的 16 套数据计算平均值和标准差以及 APV 、 HML 值和 SNR 值，保护率为 84%。

7.5.3 结果报告

结果报告应包含以下内容：

- a) 耳朵处的声压级保持线性关系的最高外部声压级。如果试验在 110 dB(A) 处停止，则应说明“一直保持线性相关直至试验最高声级 110 dB(A)”；
- b) 是否有受试者在测试过程中发现了振荡或声学故障；
- c) 所有 16 名受试者 (左耳和右耳) 在 1/3 倍频带中的主动声衰减结果，包括进行测试的外部声压级；
- d) 根据 ISO 4869—1，所有 16 名受试者的被动声衰减；
- e) 所有 16 名受试者在 1/3 倍频带和倍频带中的总衰减；
- f) 总衰减的每个测试频率 (63 Hz 至 8 kHz) 的平均值、标准差和计算的 APV 以及导出的 HML 和 SNR 值。

7.6 带有线电子音频输入的耳罩

7.6.1 测试程序

7.6.1.1 总则

本测试是确定安全相关通信耳罩或非安全相关音频耳罩产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。安全相关通信耳罩按 7.6.1.2、7.6.1.3 测试，非安全相关音频耳罩按 7.6.1.4 测试。

7.6.1.2 标准电平

测试程序如下：

- a) 在测试对象以最大设置运行的情况下，测试语音信号 (7.2.4) 的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 测试 4 副耳罩和 8 名受试者，每个耳罩对应 2 名受试者，用 MIRE 测试 2 只耳朵；
- c) 从近似等于 70 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的输入信号开始，以 5 dB 为步长增加输入信号电平，测试每个输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级，直到 A 计权等效扩散场相关声压级首次超过 85 dB(A)。使用相同的输入电平信号，对每名受试者执行此程序。

7.6.1.3 高输入电平性能

测试程序如下：

- a) 为了评估产品在高输入电平下的性能，应在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上进行测试；
- b) 应使用输入信号对所有样本进行测试，输入信号的起始值为能使受试者产生 70 dB(A) 声压级的电平。制造商应提供有关最大允许输入电平；
- c) 测试电平以 5 dB 为步长增加，最大值为产生 120 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的电平、信号饱和或最大输入电平。

7.6.1.4 非安全相关音频耳罩最大声压级

测试程序如下：

- a) 对于非安全相关音频测试信号（7.2.5）和在最大设置下运行的非安全相关音频系统，测试 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 其余步骤按 7.6.1.2 测试，直到输出电平为 150mV 或至制造商规定的最大输入电平；
- c) 如果测试耳罩产生的 A 计权等效扩散场相关声压级在 82 dB(A) 或以下没有限制，出于安全原因，MIRE 测试最大执行到 85 dB(A)。

7.6.2 结果计算

7.6.2.1 标准电平

结果计算如下：

- a) 对于所有罩杯和受试者，必要时通过线性插值，确定 A 计权等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A) 时的输入电平 (X_i)，以 dBV 表示，然后计算平均输入电平 $(X_1+X_2+\dots+X_{16})/16$ 和标准差；
- b) 标准电平 (U_{82}) 为平均输入电平减去一个标准差，以 dBV 为单位。

7.6.2.2 高输入电平性能

结果计算如下：

- a) 由于在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的声级通常与 MIRE 结果不相同，因此应使用以下程序移动曲线，以匹配两条曲线重叠范围内的 MIRE 结果；
- b) 对于每个输入电平，计算在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的 8 个罩杯测试结果的平均值；
- c) 在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上的测试值可能不包含电平值为 U_{82} 的数据点，因此通过插值确定该点；
- d) 在 U_{82} 处确定 MIRE 和 ATF 之间测试结果的差值；
- e) 将整个 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器平均曲线按该差值偏移，合并 MIRE 和 ATF 测试的两条曲线；
- f) 从合并后的曲线确定自 70 dB(A) 声压级至最大声压级对应的输入电平。

7.6.2.3 非安全相关音频耳罩的最大声压级

结果计算如下：

- a) 作为输入电平的函数，计算所有罩杯和受试者的平均 A 计权等效扩散场相关声压级及其标准差；
- b) 如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别计算左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- c) 最大声压级是所有平均 A 计权等效扩散场相关声压级及一个标准差之和的最高值。

7.6.3 结果报告

7.6.3.1 标准电平和高输入电平性能

结果报告应包含以下内容：

- a) 每个罩杯、每名受试者的输入电平相对应的 A 计权等效扩散场相关声压级，及以上数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别计算左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 以 $V_{rms}(U_{s2})$ 的形式报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则标准电平应为左罩杯和右罩杯的较低值；
- c) 所有样品用 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值；
- d) MIRE、ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值的合并值；
- e) A 计权等效扩散场相关声压级与输入电平均方根 V_{rms} 之间的相关性；声压级在 70 dB(A) 和最大声压级之间，以 5 dB 为步长；
- f) 最大输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- g) 8 小时内对应 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入电平的使用时间。

7.6.3.2 非安全相关音频耳罩的最大声压级

结果报告应包含以下内容：

- a) 对于非安全相关音频耳罩，应报告每个罩杯和受试者的 A 计权等效扩散场相关声压级，及平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别报告左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 最大声压级。

7.7 带有线电子音频输入的耳塞

7.7.1 测试程序

7.7.1.1 总则

本测试是确定安全相关通信或非安全相关音频耳塞产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。安全相关通信耳塞按 7.7.1.2 测试，非安全相关音频耳塞按 7.7.1.3 测试。

7.7.1.2 标准电平和高输入电平性能

测试程序如下：

- a) 在测试对象以最大设置运行的情况下，测试语音信号（7.2.4）的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 采用堵塞耳模拟器或人头模拟器，用 EN ISO 11904—2:2021 表 1 中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数；
- c) 测试带电子元件的 8 个耳塞，即 8 副或 4 副产品，具体取决于是单耳使用还是双耳使用；
- d) 从产生大约等于 70 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的输入电平开始。制造商应提供有关最大允许输入电平的信息。电平应以 5 dB 的步长增加，直到堵塞耳模拟器处的 A 计权等效扩散场相关值为 120 dB(A)、信号饱和或最大输入电平中的最小值；
- e) 使用相同的输入电平对每个耳塞重复此程序。

7.7.1.3 非安全相关音频耳塞最大声压级

测试程序如下：

- a) 对于非安全相关音频测试信号（7.2.5）和在最大设置下的非安全相关音频系统，测试 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 其余步骤按 7.7.1.2 测试，直到输出电平为 150 mV 或至制造商规定的最大输入电平。

7.7.2 结果计算

7.7.2.1 标准电平

结果计算如下：

- a) 必要时，通过线性插值，为每个耳塞确定以 dBV 表示的 A 计权等效扩散场相关声压级等于 70 dB(A) 时的输入电平 (X_i)，直到以 5 dB 为步长测试的最大声压级；插值确定 A 计权等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A) 时的输入电平；然后针对每个声压级计算平均输入电平 $(X_1+X_2+\dots+X_8)/8$ 和所有耳塞的标准差；
- b) 通过从 8 个耳朵的平均值中减去适当的标准差来计算产生规定声压级的输入电平。这个标准差不是与所进行的测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或人头模拟器不能模拟不同受试者的影响。因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状传声器)；
- c) 如果受试者的标准差值无法获得，则宜在测试的标准差上加上 3dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根；
- d) 标准电平 (U_{82}) 是以 dBV 为单位的平均输入电平的电平线性值减去上述以 dBV 为标准差。

7.7.2.2 非安全相关音频耳塞最大声压级

结果计算如下：

- a) 计算所有耳塞的平均 A 计权等效扩散场相关声压级及其标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别计算左耳塞和右耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 最大声压级是平均 A 计权等效扩散场相关声压级的最高值加上适当的标准差。这个标准差不是所进行测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或头部模拟器不能模拟不同受试者的影响。因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状麦克风)；
- c) 如果受试者的标准差值无法获得，宜在测试的标准差上加上 3dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根。

7.7.3 结果报告

7.7.3.1 标准电平

结果报告应包含以下内容：

- a) 每个耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级，报告这些数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别报告左右耳塞的平均值和标准差；
- b) 以 $V_{rms}(U_{82})$ 的形式报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则标准电平应为左右耳之间的较低值；
- c) A 计权等效扩散场相关声压级与输入电平均方根 V_{rms} 之间的相关性；声压级在 70 dB(A) 和最大声压级之间，以 5 dB 为步长；
- d) 最大输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- e) 8 小时内对应于 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入电平的使用时间。

7.7.3.2 非安全相关音频耳塞最大声压级

结果报告应包含以下内容：

- a) 对于非安全相关音频护听器，应报告每个耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级，以及平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别报告左右耳塞的平均值和标准差；
- b) 最大声压级。

7.8 带调频收音机的耳罩

7.8.1 测试程序

测试程序如下：

- a) 本测试是确定内置广播接收器的耳罩产生的最大 A 计权等效扩散场相关声压级，使用非安全相关音频测试信号（7.2.5）测试，非安全相关音频系统在最大设置下运行；
- b) 调频无线电信号发生器应在无预加重的单声道模式下使用。信号的输入电平均方根电平应产生最大可能的频率调制；
- c) 接收器输出的声音（峰峰值）与射频载波的峰值频率偏差成正比，应用于射频发生器输入端的测试信号应设置为相对于产生 ± 75 kHz 峰偏移的 250 Hz 正弦波形的均方根值低 3 dB 的均方根值，以符合最大峰值频率偏差的定义（用正弦调制波形确定）；
- d) 使用 MIRE 测试耳罩的声音输出水平；
- e) 测试 4 副耳罩和 8 名受试者，每副耳罩采用两名受试者，测试两只耳朵；对每名受试者使用相同的射频发生器输入信号，测试中的生成、发送和接收设备采用相同设置；测试值应针对受试者耳道的扩散场频率响应进行修正以给出恢复设施产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。

7.8.2 结果计算

结果计算如下：

- a) 计算所有罩杯和受试者的平均 A 计权等效扩散场相关声压级及其标准差；
- b) 如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，应分别计算左右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- c) 最大 A 计权等效扩散场相关声压级是平均值加一个标准差。

7.8.3 结果报告

结果报告如下：

- a) 每个罩杯和受试者的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 所有罩杯和受试者的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值和标准差；
- c) 如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则分别计算左右罩杯的平均值和标准差；
- d) 最大 A 计权等效扩散场相关声压级。

7.9 带调频收音机的耳塞

7.9.1 测试程序

测试程序如下：

- a) 本测试是确定内置广播接收器的耳塞产生的最大 A 计权等效扩散场相关声压级，使用非安全相关音频测试信号（7.2.5）测试，非安全相关音频系统在最大设置下运行；

- b) 调频无线电信号发生器应在无预加重的单声道模式下使用。信号的输入电平均方根电平应产生最大可能的频率调制；
- c) 接收器输出的声音(峰峰值)与射频载波的峰值频率偏差成正比，应用于射频发生器输入端的测试信号应设置为相对于产生 ± 75 kHz 峰偏移的 250 Hz 正弦波形的均方根值低 3 dB 的均方根值，以符合最大峰值频率偏差的定义(用正弦调制波形确定)；
- d) 使用堵塞耳模拟器或人头模拟器；
- e) 所有数值均应进行扩散场修正，使用 ISO 11904—2:2021 表 1 中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数；
- f) 测试带相关电子元件的 4 副耳塞，即 8 副或 4 副产品，具体取决于单耳使用还是双耳使用；如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应测试 16 个耳塞(8 个右耳塞和 8 个左耳塞)。

7.9.2 结果计算

结果计算如下：

- a) 通过在 8 只耳朵的平均声压级上添加适当的标准差来计算最大 A 计权等效扩散场相关声压级。这个标准差不是与所进行的测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或人头模拟器不能模拟不同受试者的影响，因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状传声器)；
- b) 如果受试者的标准差值无法获得，则宜在测试的标准差上加上 3 dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根；
- c) 如果制造商以不同的方式设计左耳塞、右耳塞，则必须分别计算左耳塞和右耳塞的平均值。

7.9.3 结果报告

结果报告应包含以下内容：

- a) 每个耳塞的 A 计权等效扩散场声压级；
- b) 所有测试耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值和标准差(测试值)，以及用于计算最大 A 计权等效扩散场相关声压级的标准差，包括其来源；
- c) 如果制造商以不同的方式设计左耳塞、右耳塞，分别计算左耳塞和右耳耳塞的平均值和标准差以及最大 A 计权等效散扩场相关声压级；
- d) 最大 A 计权等效扩散场相关声压级。

7.10 带蓝牙接收器的耳罩

7.10.1 测试程序

7.10.1.1 总则

本测试是为确定带蓝牙接收器的、安全相关通信耳罩或非安全相关音频的耳罩产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。带蓝牙接收器的安全相关通信耳罩按 7.10.1.2、7.10.1.3 测试，带蓝牙接收器的非安全相关音频耳罩按 7.10.1.4 测试。

7.10.1.2 标准电平

测试程序如下：

- a) 在测试对象以最大设置运行的情况下，测试语音信号(7.2.4)的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- b) 使用 4 副耳罩和 8 名受试者，每副耳罩采用 2 名受试者，使用 MIRE 测试 2 只耳朵；

- c) 蓝牙耳机罩与支持的蓝牙通信配置文件链接到蓝牙传输设备，如果蓝牙耳机罩支持多个蓝牙配置文件，还应测试其他配置文件。制造商应指定所有支持的通信配置文件；
- d) 为了最大化能量并保留动态余量，该信号的均方根值应设置为比全动态范围(−14 dB FS)的 250 Hz 正弦测试信号的均方根值低 14 dB；
- e) 信号还应以 5 dB 的步长降低到更低的水平，至少降至−35 dB FS；
- f) 蓝牙信号的接收设备应用于验证信号是否正确传输，应查阅蓝牙设备的用户信息，以正确设置接收器；
- g) 从近似等于 70 dB(A)的 A 计权等效扩散场相关声压级的输入信号开始，以 5 dB 为步长增加输入信号电平，测试每个输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级，直到 A 计权等效扩散场相关声压级首次超过 85 dB(A)。使用相同的输入电平信号，对每名受试者执行此程序。

7.10.1.3 高输入电平性能

测试程序如下：

- a) 为了评估产品在更高输入电平下的性能，应在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上进行测试；
- b) 输入信号起始点为能够使受试者产生 70 dB(A)的 A 计权等效扩散场相关声压级，测试所有耳罩。制造商应提供最大允许输入电平；
- c) 测试电平应以 5 dB 的步长增加，直到 120 dB(A)的 A 计权等效扩散场相关声压级、信号饱和或最大输入电平中的最小值。

7.10.1.4 非安全相关音频耳罩最大声压级

测试程序如下：

- a) 测试非安全相关音频测试信号（7.2.5）的 A 计权等效扩散场相关声压级，音量控制设置为最大音频输出；
- b) 使用 4 副耳罩和 8 名受试者，每副耳罩采用 2 名受试者，使用 MIRE 对 2 只耳朵进行测试；
- c) 蓝牙护听器与支持的蓝牙流媒体/非安全相关音频配置文件链接到蓝牙传输设备，如果蓝牙护听器支持多个蓝牙配置文件，也应测试其他配置文件。制造商应指定所有支持的流媒体/非安全相关音频配置文件；
- d) 按照 7.10.1.2 执行测试程序，直到最大输入电平为−10 dB FS；
- e) 如果测试耳罩产生的 A 计权等效扩散场相关声压级在 82 dB(A)或以下没有限制，出于安全原因，MIRE 测试最大执行到 85 dB(A)。

7.10.2 结果计算

7.10.2.1 标准电平

结果计算如下：

- a) 对于所有罩杯和受试者，必要时通过线性插值，确定 A 计权等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A)时的输入信号 (X_i dB FS)，然后计算平均输入电平 $(X_1+X_2+\cdots+X_{16})/16$ 和标准差；
- b) 标准电平 (L_{82}) 为平均输入信号 (dB FS) 减去一个标准差。

7.10.2.2 高输入电平性能

结果计算如下：

- a) 由于在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的声级通常与 MIRE 结果不相同，因此应使用以下程序移动曲线，以匹配两条曲线重叠范围内的 MIRE 结果；

- b) 对于每个输入电平，计算在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的 8 个罩杯测试结果的平均值；
- c) 在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上的测试值可能不包含电平值为 L_{82} 的数据点，因此通过插值确定该点；
- d) 在 L_{82} 处确定 MIRE 和 ATF 之间测试结果的差值；
- e) 将整个 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器平均曲线按该差值偏移，合并 MIRE 和 ATF 测试的两条曲线；
- f) 从合并后的曲线确定自 70 dB(A) 声压级至最大声压级对应的输入电平。

7.10.2.3 非安全相关音频耳罩最大声压级

结果计算如下：

- a) 作为输入电平的函数，应计算所有罩杯和受试者的平均 A 计权等效扩散场相关声压级及其标准差；
- b) 如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别计算左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- c) 最大声压级是所有平均 A 计权等效扩散场相关声压级及一个标准差之和的最高值。

7.10.3 结果报告

7.10.3.1 标准电平和高输入电平性能

结果报告应包括以下内容：

- a) 每个罩杯、每名受试者的输入电平相对应的 A 计权等效扩散场相关声压级，及以上数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别计算左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 以 dB FS 的形式报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则标准电平应为左罩杯和右罩杯的较低值；
- c) 所有样品用 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值；
- d) MIRE、ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值的合并值；
- e) A 计权等效扩散场相关声压级 (dB) 与输入电平 (dB FS) 之间的相关性；声压级在 70 dB(A) 和最大声压级之间，以 5 dB 为步长；
- f) 最大输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- g) 8 小时内对应 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入电平的使用时间；
- h) 使用的蓝牙配置文件。

7.10.3.2 非安全相关音频耳罩的最大声压级

结果报告应包括以下内容：

- a) 对于非安全相关音频耳罩，应报告每个罩杯和受试者的 A 计权等效扩散场相关声压级，及平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别报告左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 最大声压级；
- c) 使用的蓝牙配置文件。

7.11 带蓝牙接收器的耳塞

7.11.1 测试程序

7.11.1.1 总则

本测试是为确定带蓝牙接收器的、安全相关通信耳罩或非安全相关音频的耳塞产生的A计权等效扩散场相关声压级。带蓝牙接收器的安全相关通信耳塞按7.11.1.2测试，带蓝牙接收器的非安全相关音频耳塞按7.11.1.3测试。

7.11.1.2 标准电平和高输入电平性能

测试程序如下：

- 在测试对象以最大设置运行的情况下，测试语音信号（7.2.4）的A计权等效扩散场相关声压级；
- 使用堵塞耳模拟器或人头模拟器。用ISO 11904—2:2021表1中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数；
- 测试带有电子元件的8个耳塞，即8副或4副产品，具体取决于是单耳使用还是双耳使用；
- 应使用蓝牙传输设备。蓝牙护听器与支持的蓝牙通信配置文件链接到蓝牙传输设备。如果蓝牙护听器支持多个蓝牙配置文件，还应测试其他配置文件。制造商应指定所有支持的通信配置文件；
- 为了最大化能量并保留动态余量，该信号的均方根值应设置为比全动态范围（-14 dBFS）的250 Hz正弦测试信号的均方根值低14 dB；
- 信号还应以5 dB的步长降低到更低的水平，至少降至-35 dB FS；
- 蓝牙信号的接收设备应用于验证信号是否正确传输。应查阅蓝牙设备的用户信息，以正确设置接收器；
- 从近似等于70 dB(A)的A计权等效扩散场相关声压级的输入电平开始。以5 dB为步长增加输入电平。测试每个输入电平的A计权等效扩散场相关声压级，最高可达120 dB(A)、信号饱和或最大输入电平中的最小值；
- 使用相同的输入电平对每个耳塞重复此程序。

7.11.1.3 非安全相关音频耳塞最大声压级

测试程序如下：

- 测试非安全相关音频测试信号（7.2.5）的A计权等效扩散场相关声压级，音量控制设置为最大音频输出；
- 蓝牙耳塞与支持的蓝牙流媒体/非安全相关音频配置文件链接到蓝牙传输设备，如果蓝牙耳塞支持多个蓝牙流媒体/非安全相关音频配置文件，还应测试其他配置文件。制造商应规定所有支持文件；
- 按照7.11.1.2执行测试程序，直到最大输入电平为-10 dB FS。

7.11.2 结果计算

7.11.2.1 标准电平

结果计算如下：

- 对于每个耳塞，必要时通过插值确定A计权等效扩散场相关声压级等于70 dB(A)时的输入电平（ X_i dB FS）。对声压级值重复此计算，直至以5 dB为步长测试的最大声压级；插值确定A计权

等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A) 时的输入电平；然后针对每个声压级计算平均输入电平 $(X_1+X_2+\dots+X_8)/8$ 和所有耳塞的标准差；

- b) 通过从 8 个耳朵的平均值中减去适当的标准差来计算产生指定声压级的输入电平。这个标准差不是与所进行的测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或人头模拟器不能模拟不同受试者的影响。因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状传声器)；
- c) 如果受试者的标准差无法获得，则宜在测试的标准差上加上 3 dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根；
- d) 标准电平是以 dB FS 为单位的平均输入电平减去在 82 dB 的 A 计权等效扩散场相关声压级处的上述标准差。

7.11.2.2 非安全相关音频耳塞最大声压级

结果计算如下：

- a) 所有耳塞的平均 A 计权等效扩散场相关声压级及其标准差应作为输入电平的函数进行计算。如果制造商以不同的方式设计左耳塞、右耳塞，则应分别计算左耳塞和右耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 最大声压级是平均 A 计权等效扩散场相关声压级的最高值加上适当的标准差。这个标准差不是与所进行的测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或头部模拟器不能模拟不同受试者的影响。因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状麦克风)；
- c) 如果受试者的标准差值无法获得，则宜在测试的标准差上加上 3 dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根。

7.11.3 结果报告

7.11.3.1 标准电平

结果报告应包含以下内容：

- a) 每个耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级，报告这些数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别报告左右耳塞的平均值和标准差；
- b) 以 dB FS 为单位报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则标准电平应为左右耳之间的较低值；
- c) 声压级和输入电平之间的相关性，声压级介于 70 dB(A) 和以 5 dB 步长的最大声压级之间 (dB 声压级与以 dB FS 为单位的电平)。
- d) 最大输入信号的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- e) 8 小时内对应于 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入信号的使用时间；
- f) 使用的蓝牙配置文件。

7.11.3.2 非安全相关音频耳塞最大声压级

结果报告应包含以下内容：

- a) 对于非安全相关音频护听器，应报告每个耳塞的 A 计权等效扩散场相关声压级以及作为输入信号函数的这些数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别报告左右耳塞的平均值和标准差；
- b) 报告最大声压级；
- c) 报告使用的蓝牙配置文件。

7.12 带内置模拟调频双向无线电的耳罩

7.12.1 测试程序

7.12.1.1 标准电平

测试程序如下：

- 本测试是确定耳罩在安全相关通信中产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。使用语音信号（7.2.4）测试，待测耳罩在最大设置下运行；
- 使用 MIRE 测试，测试 4 副耳罩和 8 名受试者，每副耳罩采用两名受试者，测试两只耳朵；
- 使用无线电通信信号发生器，不进行预加重。信号的输入电平均方根电平应产生最大可能的频率调制；
- 根据制造商声明使用的频道间隔，对于 25 kHz 频道间隔，调制设置为 5 kHz；对于 12.5 kHz 频道间隔，调制设置为 2.5 kHz；
- 为了最大化能量并保持动态余量，语音信号的均方根值应设置为比全动态范围（-14 dB FS）的 1000 Hz 正弦波测试信号的均方根值低 14 dB；
- 信号还应以 5 dB 的步长降低到更低的水平，至少降至 -35 dB FS。使用双向无线电信号的接收设备（无线电通信测试仪器）来验证信号是否正确传输，应查阅无线电通信测试仪器的用户信息，以正确设置接收器；
- 从近似等于 70 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的输入信号开始，以 5 dB 为步长增加输入信号电平，测试每个输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级，直到 A 计权等效扩散场相关声压级首次超过 85 dB(A)。使用相同的输入电平信号，对每名受试者执行此程序。

7.12.1.2 高输入电平性能

测试程序如下：

- 为了评估产品在更高输入电平下的性能，应在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上进行测试；
- 输入信号起始点为能够使受试者产生 70 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级，测试所有耳罩。制造商应提供最大允许输入电平；
- 测试电平应以 5 dB 的步长增加，直到 120 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级、信号饱和或最大输入电平中的最小值。

7.12.2 结果计算

7.12.2.1 标准电平

结果计算如下：

- 对于所有耳罩和受试者，必要时通过线性插值，确定 A 计权等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A) 时的输入信号（ X_i dB FS），然后计算平均输入电平 $(X_1 + X_2 + \dots + X_{16}) / 16$ 和标准差；
- 标准电平（ L_{82} ）为平均输入信号（dB FS）减去一个标准差。

7.12.2.2 高输入电平性能

结果计算如下：

- 由于在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的声级通常与 MIRE 结果不相同，因此应使用以下程序移动曲线，以匹配两条曲线重叠范围内的 MIRE 结果；
- 对于每个输入电平，计算在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上测试的 8 个耳罩测试结果的平均值；

- c) 在 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器上的测试值可能不包含电平值为 L_{82} 的数据点，因此通过插值确定该点；
- d) 在 L_{82} 处确定 MIRE 和 ATF 之间测试结果的差值；
- e) 将整个 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器平均曲线按该差值偏移，合并 MIRE 和 ATF 测试的两条曲线；
- f) 从合并后的曲线确定自 70 dB(A) 声压级至最大声压级对应的输入电平。

7.12.3 结果报告

结果报告应包括以下内容：

- a) 每个罩杯、每名受试者的输入电平相对应的 A 计权等效扩散场相关声压级，及以上数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则应分别计算左罩杯和右罩杯的 A 计权等效扩散场相关声压级的平均值及其标准差；
- b) 以 dB FS 的形式报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右罩杯，则标准电平应为左罩杯和右罩杯的较低值；
- c) 所有样品用 ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值；
- d) MIRE、ATF 或适当安装的堵塞耳模拟器的测试值的合并值；
- e) A 计权等效扩散场相关声压级 (dB) 与输入电平 (dB FS) 之间的相关性；声压级在 70 dB(A) 和最大声压级之间，以 5 dB 为步长；
- f) 最大输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- g) 8 小时内对应 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入电平的使用时间；
- h) 测试期间在传输设备上设置的最大频率调制。

7.13 带内置模拟调频双向无线电的耳塞

7.13.1 测试程序

测试程序如下：

- a) 本测试是确定耳塞在安全相关通信中产生的 A 计权等效扩散场相关声压级。使用语音信号 (7.2.4) 测试，待测耳塞在最大设置下运行；
- b) 采用堵塞耳模拟器或人头模拟器，用 EN ISO 11904—2:2021 表 1 中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数；
- c) 测试带电子元件的 8 个耳塞，即 8 副或 4 副产品，具体取决于是单耳使用还是双耳使用；
- d) 使用无线电通信信号发生器，不进行预加重。信号的输入电平均方根电平应产生最大可能的频率调制；
- e) 根据制造商声明使用的频道间隔，对于 25 kHz 频道间隔，调制设置为 5 kHz；对于 12.5 kHz 频道间隔，调制设置为 2.5 kHz；
- f) 为了最大化能量并保持动态余量，语音信号的均方根值应设置为比全动态范围 (-14 dB FS) 的 1000 Hz 正弦波测试信号的均方根值低 14 dB；
- g) 信号还应以 5 dB 的步长降低到更低的水平，至少降至 -35 dB FS；使用双向无线电信号的接收设备（无线电通信测试仪器）来验证信号是否正确传输，应查阅无线电通信测试仪器的用户信息，以正确设置接收器；
- h) 从近似等于 70 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的输入信号开始，以 5 dB 为步长增加输入信号电平，测试每个输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级，直到 A 计权等效扩散场相关声压级首次超过 85 dB(A)。使用相同的输入电平信号，对每个测试样品执行此程序。

7.13.2 结果计算

结果计算如下：

- a) 必要时，通过线性插值，为每个耳塞确定以 dBV 表示的 A 计权等效扩散场相关声压级等于 70 dB(A) 时的输入电平 (X_i)，直到以 5 dB 为步长测试的最大声压级；插值确定 A 计权等效扩散场相关声压级等于 82 dB(A) 时的输入电平；然后针对每个声压级计算平均输入电平 $(X_1+X_2+\dots+X_8)/8$ 和所有耳塞的标准差；
- b) 通过从 8 个耳朵的平均值中减去适当的标准差来计算产生规定声压级的输入电平。这个标准差不是与所进行的测试的标准差，因为堵塞耳模拟器或人头模拟器不能模拟不同受试者的影响。因此，必须评估受试者的标准差，例如通过耳塞后面的测试(通过管状传声器)；
- c) 如果受试者的标准差值无法获得，则宜在测试的标准差上加上 3 dB，即得出的标准差是两个标准差平方和的根；
- d) 标准电平 (L_{82}) 是以 dB FS 为单位的平均输入电平减去上述标准差。

7.13.3 结果报告

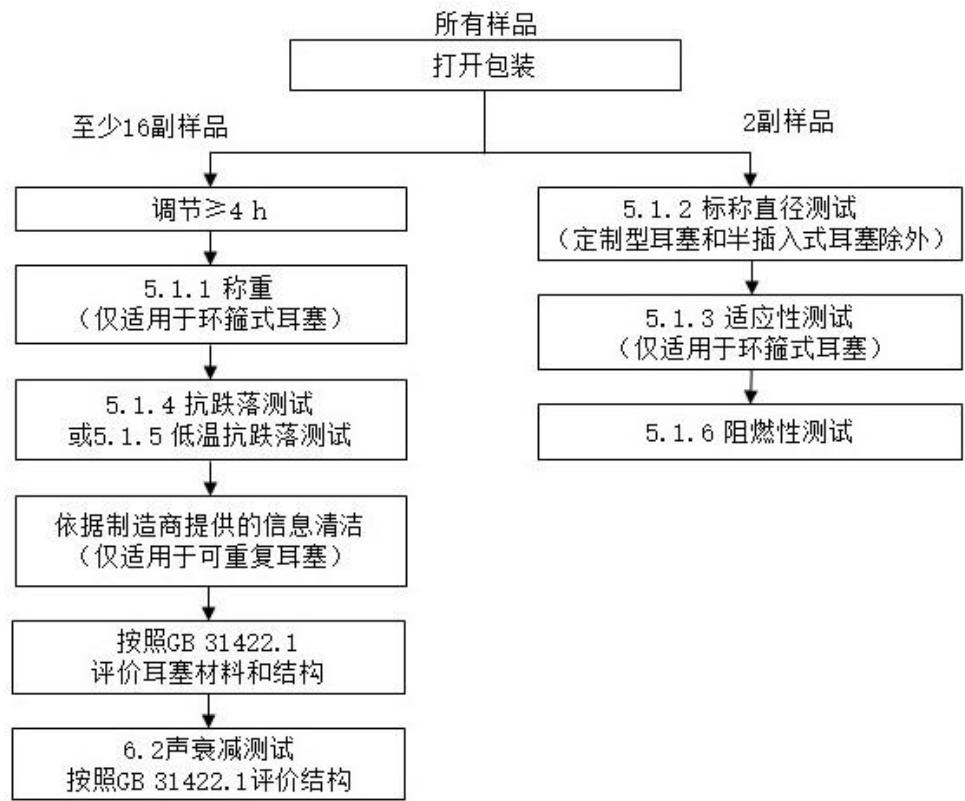
结果报告应包括以下内容：

- a) 每个耳塞作为输入信号水平函数的 A 计权等效扩散场相关声压级，报告这些数据的平均值和标准差。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则应分别报告左右耳塞的平均值和标准差；
- b) 以 dB FS 的形式报告标准电平。如果制造商以不同的方式设计左、右耳塞，则标准电平应为左右耳之间的较低值；
- c) A 计权等效扩散场相关声压级与输入电平均方根 V_{rms} 之间的相关性；声压级在 70 dB(A) 和最大声压级之间，以 5 dB 为步长；
- d) 最大输入电平的 A 计权等效扩散场相关声压级；
- e) 8 小时内对应于 82 dB(A) 的 A 计权等效扩散场相关声压级的最大输入电平的使用时间；
- f) 测试期间在传输设备上设置的最大频率调制。

附录 A
(规范性)
物理性能和基本声学性能测试流程

A.1 耳塞

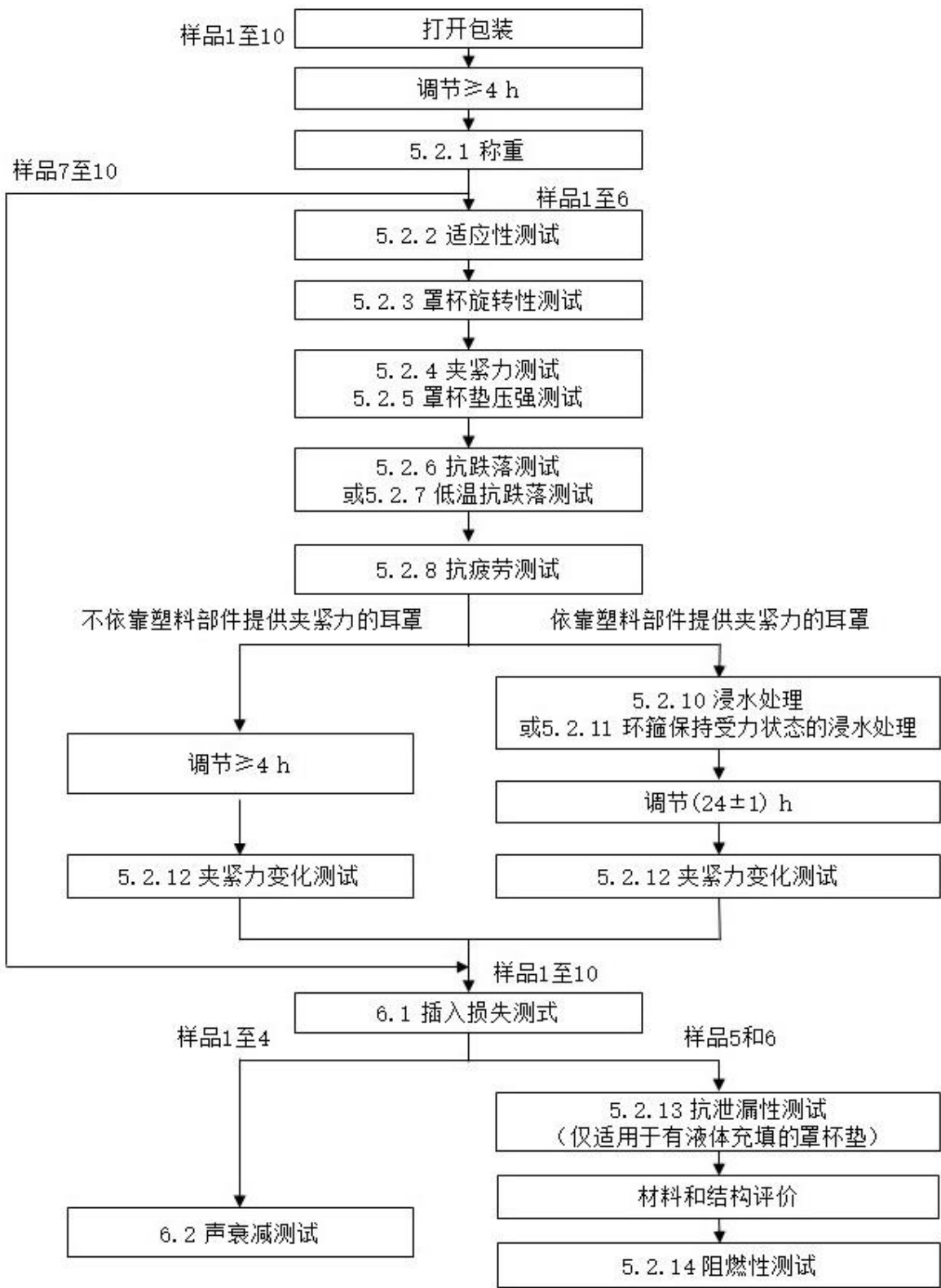
耳塞的物理性能和基本声学性能测试流程见图A.1。



图A.1 耳塞的物理性能和基本声学性能测试流程图

A.2 环箍式耳罩

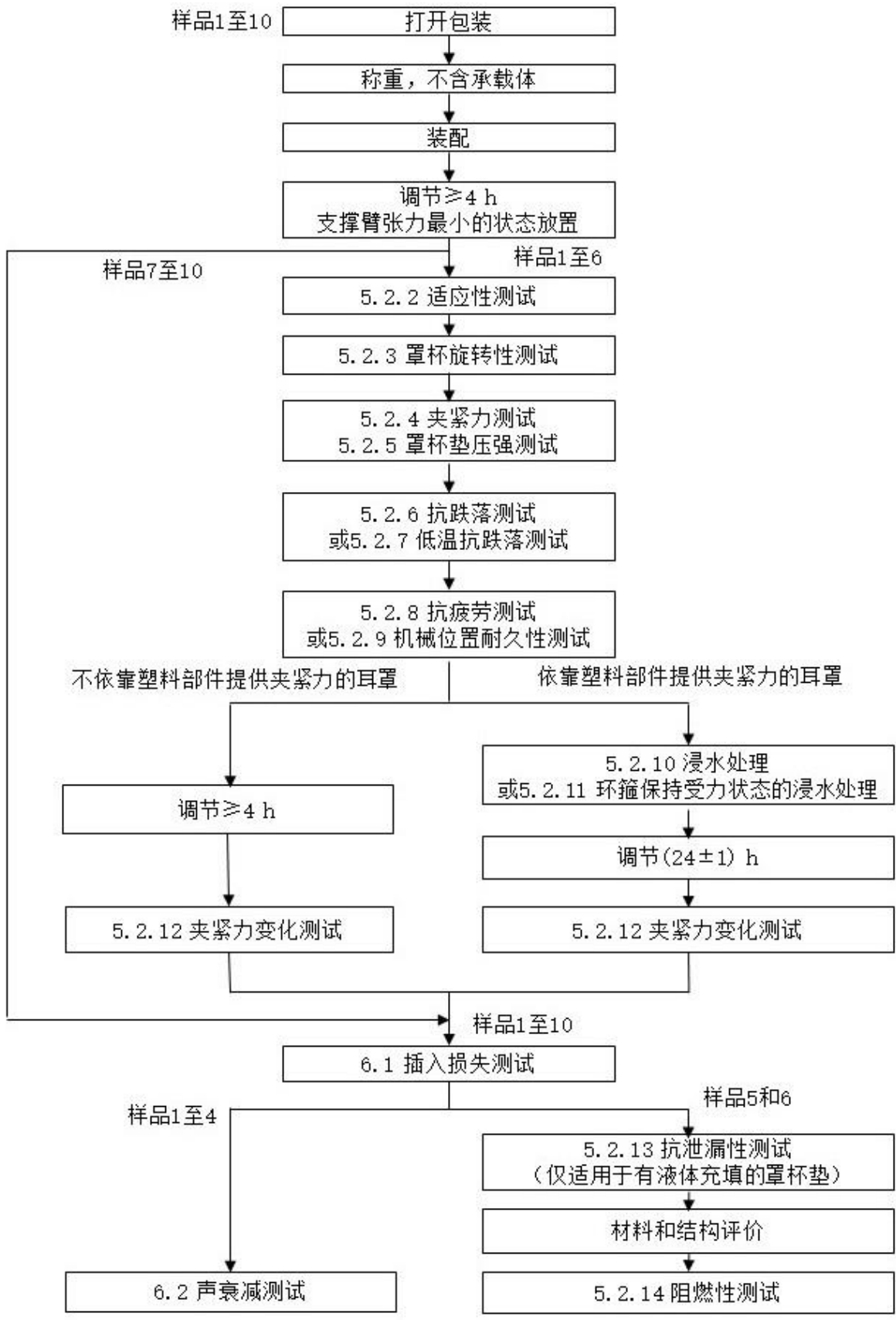
环箍式耳罩的物理性能和基本声学性能测试流程见图A.2。



图A.2 环箍式耳罩的物理性能和基本声学性能测试流程图

A.3 装配式耳罩（基本组合）

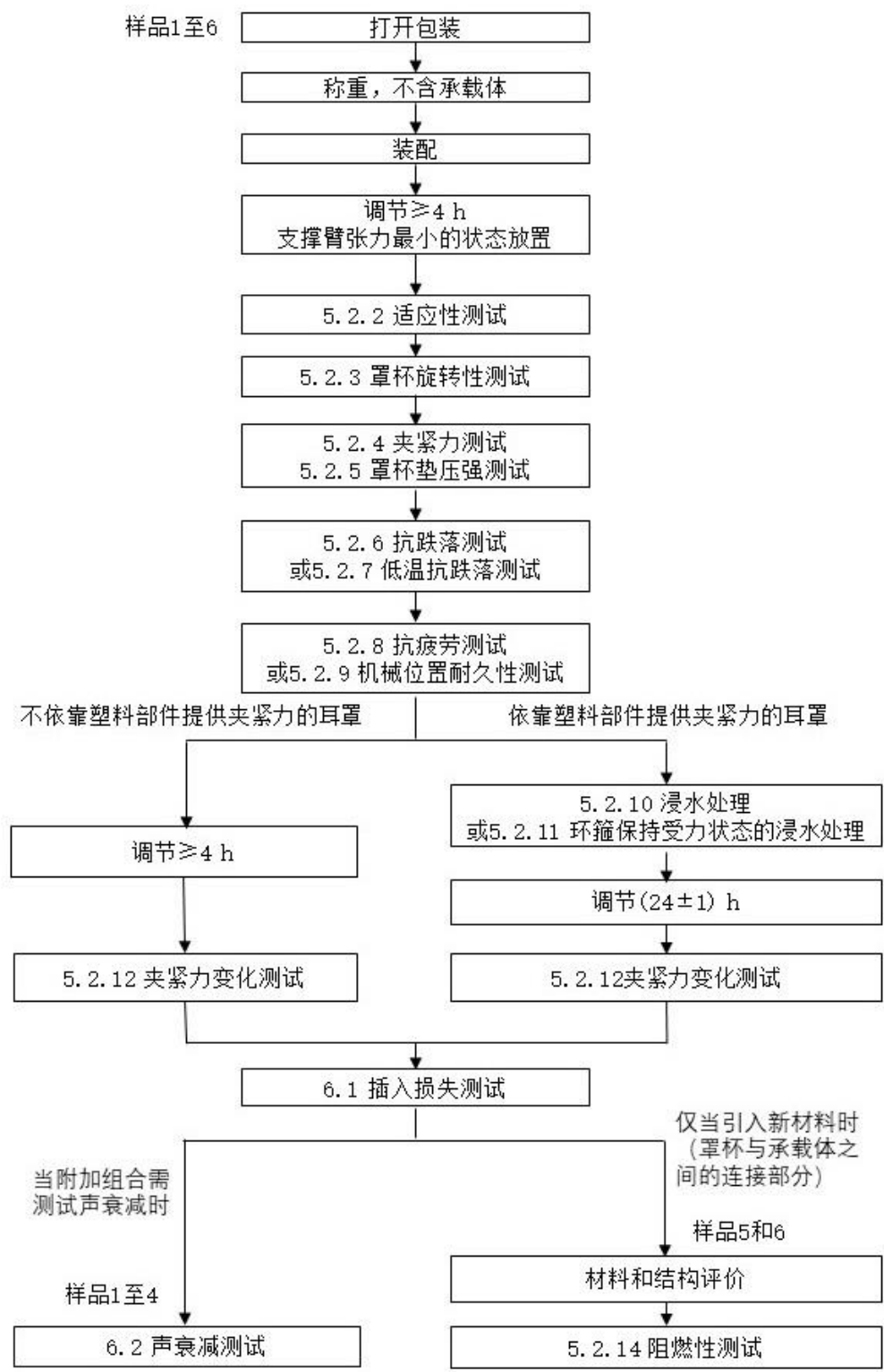
装配式耳罩（基本组合）的物理性能和基本声学性能测试流程见图A.3。



图A.3 装配式耳罩（基本组合）物理性能和基本声学性能测试流程图

A.4 装配式耳罩（附加组合）

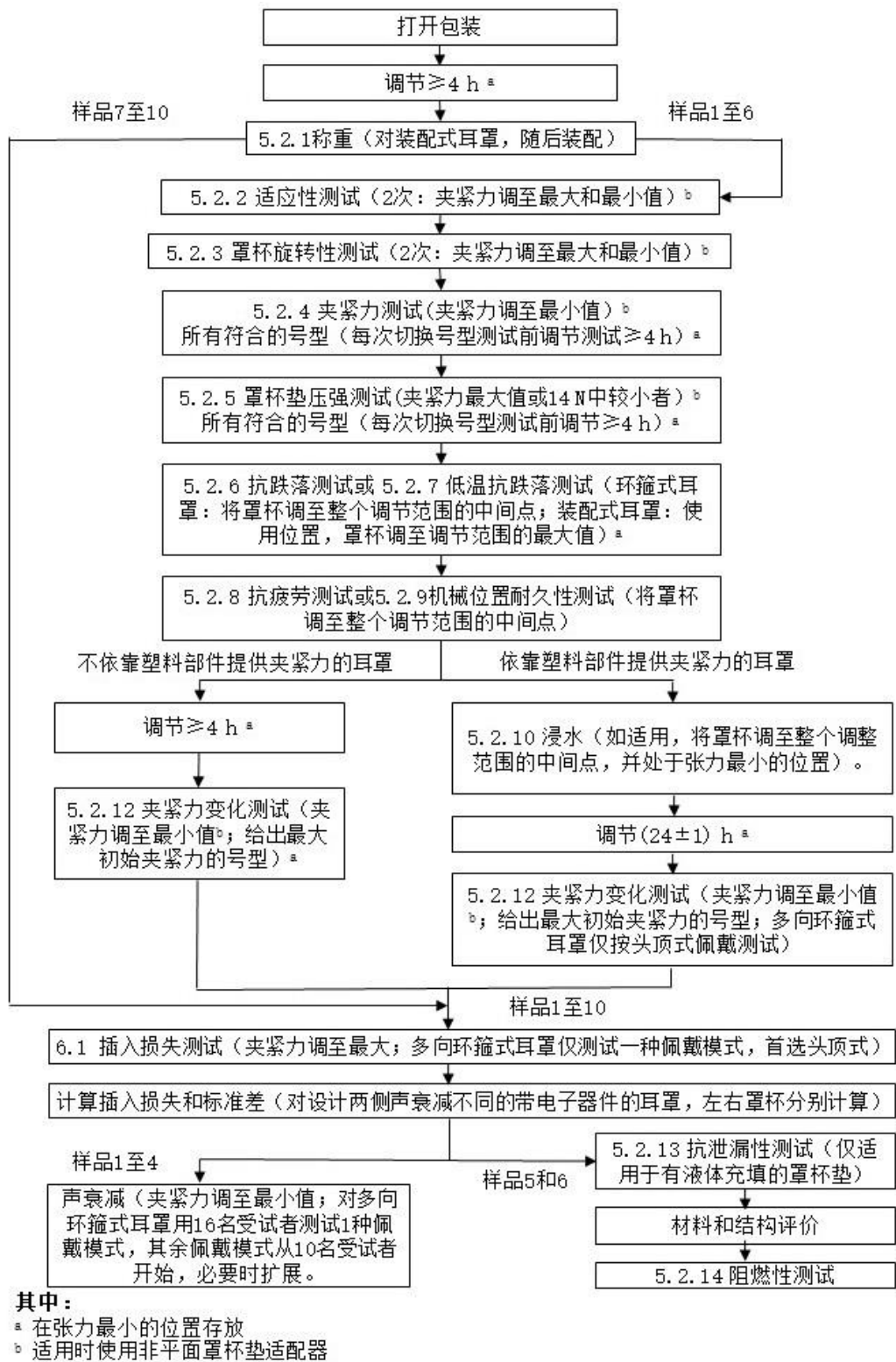
装配式耳罩（附加组合）的物理性能和基本声学性能测试流程见图A.4。



图A.4 装配式耳罩（附加组合）物理性能和基本声学性能测试流程图

A.5 夹紧力可调的耳罩（环箍式和装配式耳罩）

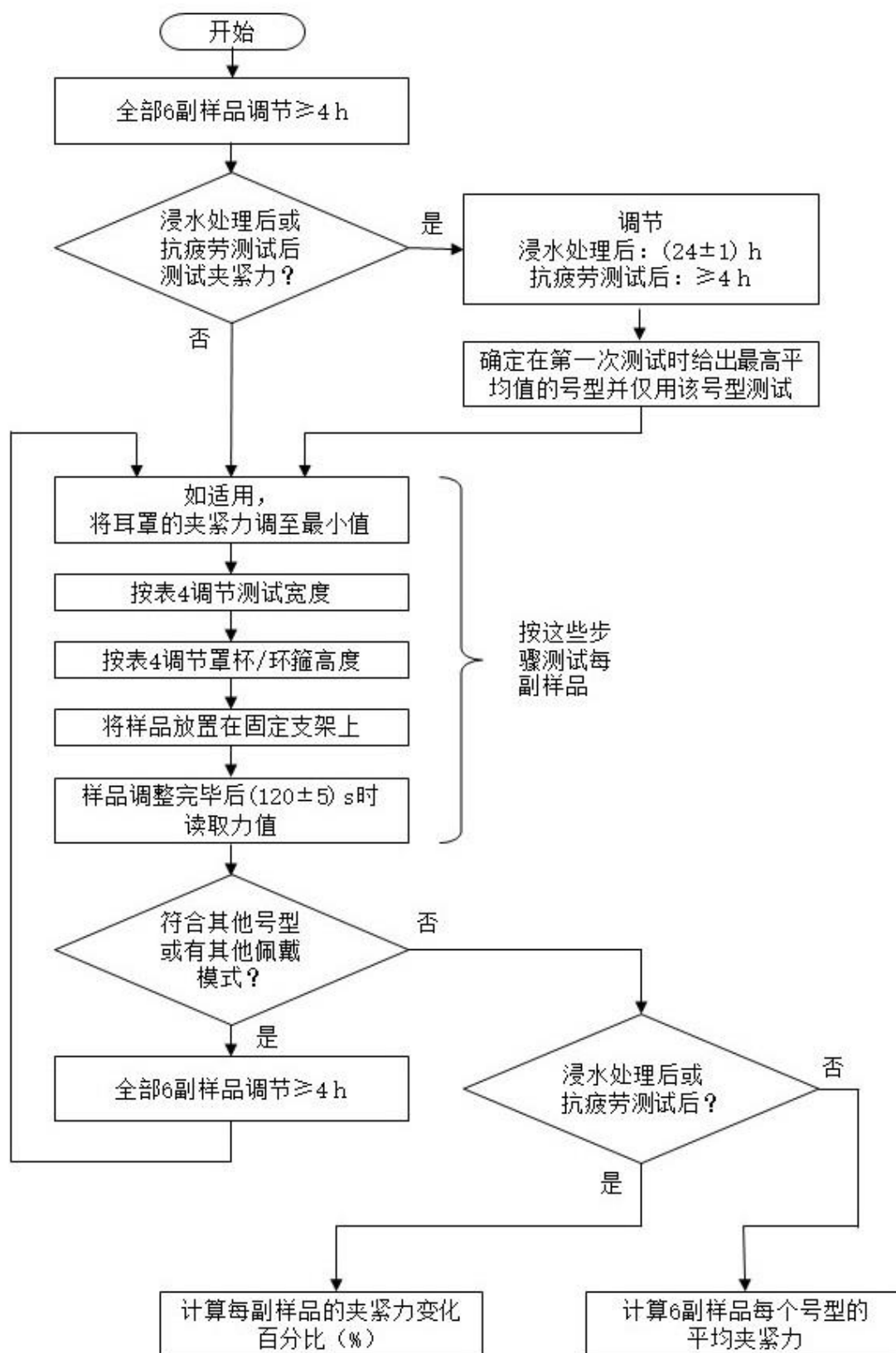
夹紧力可调的耳罩（环箍式和装配式耳罩）的物理性能和基本声学性能测试流程见图A. 5。



图A. 5 夹紧力可调的耳罩（环箍式和装配式耳罩）的物理性能和基本声学性能测试流程图

A. 6 环箍式耳罩和装配式耳罩的夹紧力

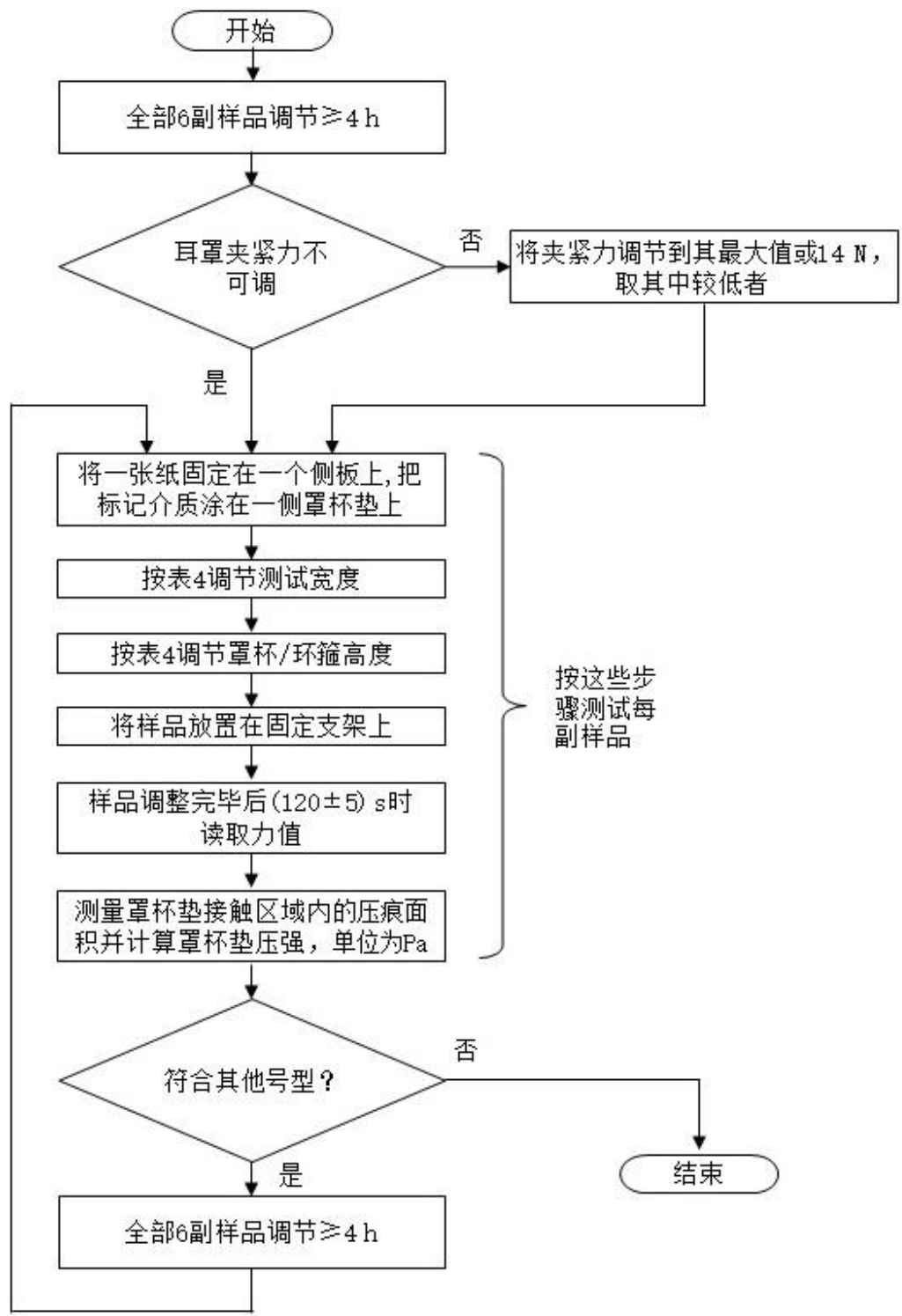
环箍式耳罩和装配式耳罩的夹紧力测试流程见图A.6。



图A.6 环箍式耳罩和装配式耳罩的夹紧力测试流程图

A.7 环箍式耳罩和装配式耳罩的罩杯垫压强

环箍式耳罩和装配式耳罩的罩杯垫压强测试流程见图A.7。

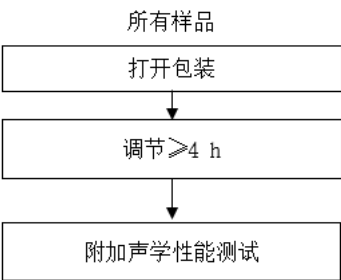


图A.7 环箍式耳罩和装配式耳罩的罩杯垫压强测试流程图

附 录 B
(规范性)
附加声学性能测试流程

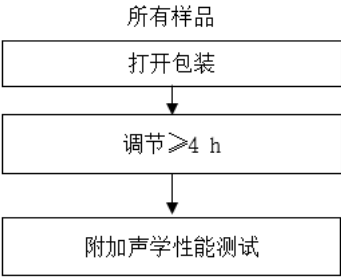
B.1 耳塞

耳塞的附加声学性能测试流程图见图A.8。



图B.1 耳塞的附加声学性能测试流程图

B.2 耳罩



图B.2 耳罩的附加声学性能测试流程图

附 录 C
(规范性)

附加声学性能测试信息汇总

电子器件 功能	护听器 类别	安全相 关通信	非安全相 关音频	使用 MIRE 测试	使用堵塞 耳模拟器	测试信号	测试程序 条款号
声级关联型	耳罩			√		<i>H、M、L</i> 测试信号	7.3
	耳塞				√		7.4
主动降噪	耳罩			√		7.2.3 宽带噪声测试信号	7.5
带有线电子 音频输入	耳罩	√		√		7.2.4 语音信号	7.6
			√			7.2.5 非安全相关音频测试信号	
	耳塞	√			√	7.2.4 语音信号	7.7
			√			7.2.5 非安全相关音频测试信号	
带调频收音 机	耳罩		√	√		7.2.5 非安全相关音频测试信号	7.8
	耳塞		√		√	7.2.5 非安全相关音频测试信号	7.9
带蓝牙接收 器	耳罩	√		√		7.2.4 语音信号	7.10
			√			7.2.5 非安全相关音频测试信号	
	耳塞	√			√	7.2.4 语音信号	7.11
			√			7.2.5 非安全相关音频测试信号	
带内置模拟 调频双向无 线电	耳罩	√		√		7.2.4 语音信号	7.12
	耳塞	√			√	7.2.4 语音信号	7.13

附 录 D
(规范性)

$L_{p,A}$ =100dB 的 HML 测试信号和粉红噪声

频率	H_o			M			L_o			粉红噪声		
	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =-1.2	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =2	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =6	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =1.2	下限	上限
10	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
12.5	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
16	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
20	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
25	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
31.5	60.0	∞	5	65	∞	5	70.0	∞	5	65.0	∞	5
40	60.0	∞	5	65	∞	5	75.5	∞	5	71.0	∞	3
50	60.0	∞	5	72	∞	3	82.0	3	3	77.0	3	3
63	68.0	∞	5	80	∞	3	88.0	3	3	83.0	3	3
80	73.0	3	3	89	3	3	95.0	3	3	88.2	1	1
100	74.0	3	3	89.8	1	1	97.0	1	1	88.2	1	1
125	75.0	3	3	89.8	1	1	98.0	1	1	88.2	1	1
160	76.0	3	3	89.8	1	1	97.0	1	1	88.2	1	1
200	77.0	3	3	89.8	1	1	96.5	1	1	88.2	1	1
250	78.0	3	3	89.8	1	1	95.5	1	1	88.2	1	1
315	79.0	1	1	89.8	1	1	94.5	1	1	88.2	1	1
400	80.0	1	1	89.8	1	1	93.5	1	1	88.2	1	1
500	81.0	1	1	89.8	1	1	92.5	1	1	88.2	1	1
630	82.0	1	1	89.8	1	1	91.5	1	1	88.2	1	1
800	83.0	1	1	89.8	1	1	90.5	1	1	88.2	1	1
1000	84.0	1	1	89.8	1	1	89.5	1	1	88.2	1	1
1250	85.0	1	1	89.8	1	1	88.5	1	1	88.2	1	1
1600	86.0	1	1	89.8	1	1	87.5	1	1	88.2	1	1
2000	87.0	1	1	89.8	1	1	86.5	1	1	88.2	1	1
2500	88.0	1	1	88.6	1	1	85.5	1	1	88.2	1	1
3150	89.0	1	1	87.4	1	1	84.5	1	1	88.2	1	1
4000	90.0	1	1	86.2	1	1	83.5	1	1	88.2	1	1
5000	91.0	1	1	85.0	3	3	82.5	3	3	88.2	1	1
6300	92.0	1	1	84.0	3	3	81.5	3	3	88.2	1	1
8000	93.0	1	1	76.0	∞	3	80.5	∞	3	88.2	1	1
10000	85.0	3	3	69.0	∞	3	79.5	∞	5	88.2	1	1
12500	77.0	∞	5	65.0	∞	5	70.0	∞	5	82.0	∞	3
16000	69.0	∞	5	65.0	∞	5	70.0	∞	5	76.0	∞	3

频率	<i>Ho</i>			<i>M</i>			<i>Lo</i>			粉红噪声		
	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =-1.2	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =2	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =6	下限	上限	$L_{p,C}-L_{p,A}$ =1.2	下限	上限
20000	61.0	∞	5	65.0	∞	5	70.0	∞	5	70.0	∞	5
$L_{p,C}$	98.8			102.0			106.0			101.2		
$L_{p,A}$	100.0			100.0			100.0			100.0		
$L_{p,C}-L_{p,A}$	-1.2			2.0			6.0			1.2		

参 考 文 献

- [1] GB 23466-XXXX 护听器的选择指南
 - [2] BS EN 13819-1:2020+A1:2024 Hearing protectors-Testing Part 1:Physical test methods
 - [3] BS EN 13819-2:2020 Hearing protectors-Testing Part 2:Acoustic test methods
 - [4] BS EN 13819-3:2019+A1:2024 Hearing protectors-Testing Part 3:Supplementary acoustic test methods
-

《听力防护装备通用测试方法》
(征求意见稿)
编制说明

标准编制组

一、工作简况

（一）任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2024 年第十批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发【2024】60 号）的要求，由北京市科学技术研究院城市安全与环境科学研究所承担《听力防护装备通用测试方法》国家标准的制定任务，计划编号：20243594-T-450。该项目由应急管理部提出并归口，委托全国个体防护装备标准化技术委员会头部防护装备分技术委员会负责组织。

（二）协作单位

本标准由中国安全生产科学研究院、中国标准化研究院、中国科学院声学研究所、军事科学院系统工程研究院军需工程研究所、3M 中国有限公司、浙江耐特科技有限公司、江西联创电声有限公司、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、霍尼韦尔安全防护设备（上海）有限公司等参与起草。

（三）主要工作过程

主要工作过程如下：

第一阶段（2024 年 4 月）：成立了工作组，工作组成员对标准框架进行讨论，决定参考 EN、ISO 等先进标准的内容，结合我国的实际情况制订标准，并制定标准工作计划；

第二阶段（2024 年 4 月～5 月）：工作组完成了对 EN、ISO 及国内标准收集、翻译和分析比对工作，经与部分起草单位成员多次沟通讨论，确立了标准制订的技术路线；

第三阶段（2024 年 6 月～2024 年 9 月）：工作组内部研讨、论证，搜集准备测试样品，进行必要的试验验证，形成工作组讨论稿；

第四阶段（2024 年 10 月～12 月）：工作组以及相关方对讨论稿进行了多次讨论，经过对讨论意见的收集、分析以及对标准文本的修改后形成征求意见稿。

（四）主要起草人及其所做工作

本标准起草人、起草人所在单位及其所做工作见表 1。

表 1 起草人及分工情况

序号	起草人	所在单位	起草过程中的主要工作
1	刘宏娟	北京市科学技术研究院城市安全 与环境科学研究所	标准牵头起草人，标准框架及主要技 术内容制定
.....			

二、标准编制原则和主要技术内容论据

（一）标准编制原则

根据国家标准化有关政策、法律、法规要求，以及听力防护装备目前在我国的实际应用情况，此次《听力防护装备通用测试方法》标准的制订遵循了以下原则：

1. 参考国外先进标准，结合国内应用实际

参考国外同类先进标准，结合国内应用的实际情况，在保证听力防护装备安全使用的基础上，兼顾生产实际、经济效益，做到听力防护装备的规范管理、合理选择、安全使用。

在选择国外先进参考标准过程中主要从标准适用范围、标准新旧程度、标准技术上指标的接受程度、市场需求以及我国国情等方面考虑。

2. 与听力防护标准体系相统一

配套听力防护产品标准，综合考虑我国听力防护标准体系的整体思路和要求，在标准构架、术语、技术要求等方面与听力防护产品标准统一，提升听力防护装备标准化的紧密性和关联性。

3. 按规范化要求编写

在编写格式及标准用语上，按照 GB/T 1.1-2020 标准的规范化要求进行编写。

（二）确定标准主要技术内容的论据

1. 标准引用情况说明

标准引用情况见表 2。

表 2 标准引用情况

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要相关内容
1	5.2.2.3 b)	测试程序	此调整假设这些尺寸继续符合相关引用标准	GB 2811	头部防护 安全帽	装配式耳罩测试过程中与耳罩相配的安全帽尺寸要求
2	5.2.2.1.2	测试装置	测试头模应符合引用标准中头模 A、头模 J、头模 O	GB/T 2812—XXXX	头部防护 通用测试方法	装配式耳罩测试头模的尺寸要求
3	6.2.2	测试程序	测试装置、测试场所、测试程序应符合引用标准	GB/T 7584.1	声学 护听器 第 1 部分：声衰减测量的主观方法	声衰减的测试装置、测试场所、测试程序
4	6.2.3 g)	数值计算	按引用标准计算	GB/T 7584.2	声学 护听器 第 2 部分：戴护听器时有效的 A 计权声压级估算	声衰减的计算
5	6.1.1	测试程序	测试装置、测试场所、测试程序应符合引用标准	GB/T 7584.3	声学 护听器 第 3 部分：使用专用声学测试装置测量耳罩式护听器的插入损失	插入损失的测试装置、测试场所、测试程序
6	3	术语和定义	引用标准界定的术语适用本文件	GB/T 12903—XXXX	个体防护装备术语	护听器相关术语和定义
7	3	术语和定义	引用标准界定的术语适用本文件	GB 31422.1—XXXX	听力防护装备 第 1 部分：耳塞	耳塞产品标准相关术语和定义
8	3	术语和定义	引用标准界定的术语适用本文件	GB 31422.2—XXXX	听力防护装备 第 2 部分：耳罩	耳罩产品标准相关术语和定义
9	7.1.3	测试装置	真耳传声器符合引用标准中规定	ISO 11904—1:2002	声学 近耳声源发出声音的测定 第 1 部分：在真实耳朵中使用传声器的技术 (MIRE) (Acoustics—Determination of sound immission	测试装置的具体要求，用于测试带电子器件的护听器

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要相关内容
					from sound sources placed close to the ear—Part 1:Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique))	
10	7.1.1	测试装置	使用引用标准中的扩散场频率响应作为扩散场相关传递函数	ISO 11904—2:2021	声学 近耳声源发出声音的测定 第2部分：使用人体模型技术 (Acoustics—Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear—Part 2:Technique using a manikin)	扩散场频率响应的具体数据，用于修正带调频收音机耳塞的测试结果
11	7.2.5	测试信号	测试信号应符合引用标准要求	IEC 60268—1:1985	音响系统设备 第1部分：概述 (Sound system equipment Part 1: General)	娱乐音频测试信号的具体要求，用于测试带有娱乐功能的护听器
12	7.1.1	测试装置	堵塞耳模拟器应符合引用标准要求	IEC 60318—4:2010	电声学 人头模拟器和耳模拟器 第4部分：测量插入式耳机用堵塞耳模拟器 (Electroacoustics—Simulators of human head and ear—Part 4: Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by means of ear inserts)	测试装置的具体要求，用于测试带电子器件的耳塞
13	7.2.4	测试信号	测试信号应符合引用标准要求	ITU-T P. 50:1999	P 系列：电话传输质量电话装置、本地线路网络 客观测量仪器 人工语音 (SERIES	语音信号的具体要求，用于测试带音频输入的护听器

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要相关内容
					P:TELEPHONE TRANSMISSION QUALITYTELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINENETWORKS Objective measuring apparatus Artificial voices)	

2. 主要技术要求的依据及理由

与耳塞、耳罩的产品标准相对应，测试产品标准中的技术性能，包括物理性能、基本声学性能和附加声学性能，详见表 3。

表 3 测试方法内容

类别	对应的护听器类别	主要内容
物理性能测试	耳塞	称重 标称直径 适应性 抗跌落性能 低温抗跌落性能（可选） 阻燃性能
	耳罩	称重 适应性 罩杯旋转性测试 夹紧力测试 罩杯垫压强测试 抗跌落性能 低温抗跌落性能（可选） 抗疲劳性能测试 待用位置机械耐久性测试（适用于含待用位置的装配式耳罩） 浸水处理 环箍保持受力状态的浸水处理 夹紧力变化测试 抗泄漏性测试 阻燃性能
基本声学性能测试	耳塞	声衰减
	耳罩	插入损失 声衰减

类别	对应的护听器类别	主要内容
附加声学性能测试	声级关联型耳罩	标准声级
	声级关联型耳塞	经过修正的标准声级
	主动降噪耳罩	主动声衰减
	带调频收音机的耳罩	最大输入电平、最大输出声级
	带调频收音机的耳塞	最大输入电平、最大输出声级
	带蓝牙接收器的耳罩	标准声级、最大输入电平、最大输出声级
	带蓝牙接收器的耳塞	标准声级、最大输入电平、最大输出声级
	带电子音频输入的耳罩	最大输入电平、最大输出声级
	带电子音频输入的耳塞	最大输入电平、最大输出声级

3. 装配式耳罩测试头模的选择

装配式耳罩适应性测试头模选择 GB/T 2812—XXXX 《头部防护 通用测试方法》中头模 A、头模 J、头模 O，分别对应小号、中号、大号耳罩，详见表 4。

表 4 装配式耳罩适应性测试头模

国标 GB/T 2812 头模号型	国标头模 头围尺寸/mm	参考的 EN 960 头模号型	对应装配式耳罩 号型
A	500	505	S
J	570	575	M
O	620	615	L

4. 物理性能测试尺寸的选择

本标准制定过程中最关键的部分是测试尺寸的选择，测试尺寸主要包括罩杯旋转性、夹紧力、罩杯垫压强等物理性能的测试高度、测试宽度，分别对应人头面部尺寸中的两耳屏间宽、头耳高和耳屏至枕后点距（适用于颈后式、下颏式耳罩），GB/T 2428-2024《成年人头面部尺寸》中的尺寸与 EN 标准中测试尺寸比较见表 5。

表 5 GB/T 2428-2024 与 EN 标准中测试尺寸比较

国标 GB/T 2428-2024 中的尺寸/mm	本标准参考的 EN 标准测试尺寸/mm	测试尺寸是否覆盖 中国人头面部尺寸
两耳屏间宽： 135~159	测试宽度： 125~155	否
头耳高： 117~141	测试高度： 115~140	是
耳屏至枕后点距： 76~96	测试深度： 75~105	是
/	注：测试深度适用于颈后式、下颏式	/

	耳罩；GB 中没有再单独定义测试深度，测试时耳模拟器旋转 90 度安装，即测试高度。	
--	--	--

由表 4 可知，测试高度、测试深度直接采用欧标测试尺寸可以覆盖中国人头面部尺寸。

测试宽度没有覆盖，但如果更改测试宽度，必定会导致产品技术指标也要相应作出改变，并不利于国内耳罩生产企业的出口贸易，且中号（M 号）的测试宽度（145 mm）与声学性能插入损失专用声学测试装置的宽度一致，如果更改，也会影响到该项声学性能的测试。

工作组对 M 号测试宽度在 145 mm、150 mm（在 GB/T 2428-2024 中，男子的两耳屏间宽平均值为 150 mm）的夹紧力进行了对比测试，测试高度为 130mm。测试样品涉及 16 个品牌、24 个规格；实验室包括 2 个：城安所、3M 瑞典实验室；测试人员包括 3 名：城安所 2 名、3M 瑞典实验室 1 名；每副耳罩两种尺寸测试间隔至少 4 h。测试结果详见图 1 至图 4。

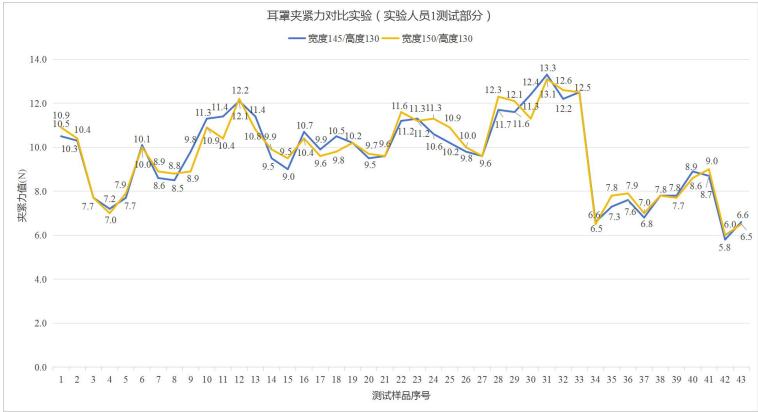


图 1 城安所、实验人员 1 的对比实验（43 副耳罩）

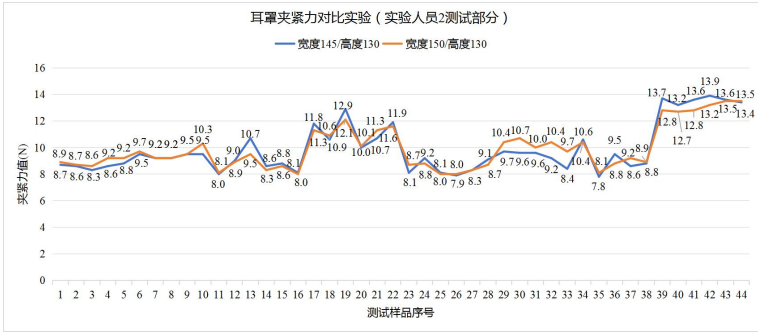


图 2 城安所、实验人员 2 的对比实验（44 副耳罩）

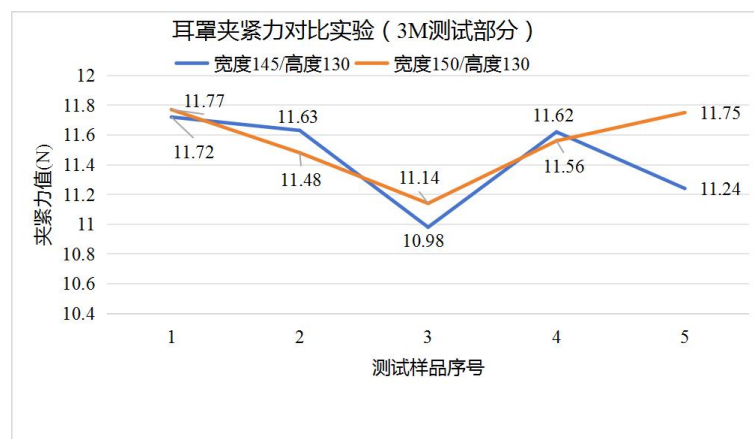


图 3 3M 实验室的对比实验 (5 副耳罩)

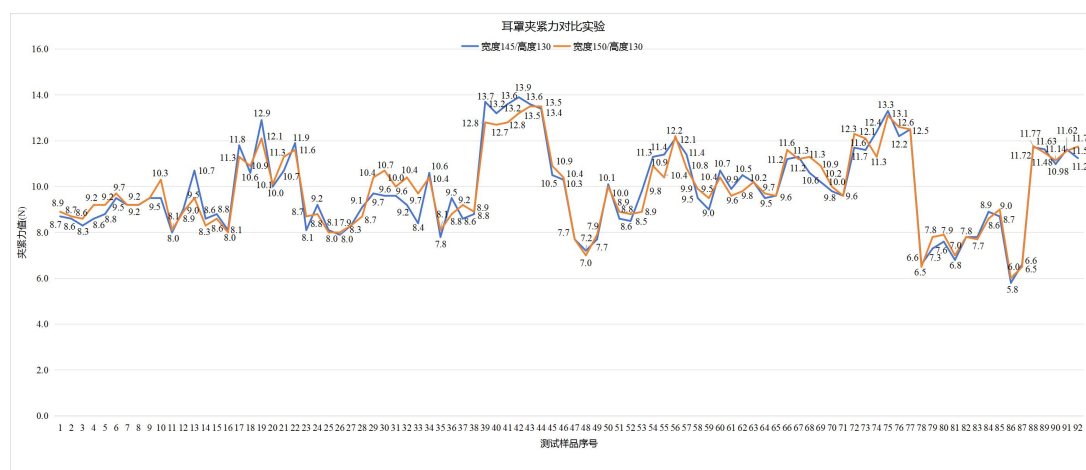


图 4 总体对比实验 (92 副耳罩)

对比结果发现不同品牌的耳罩、不同的测试人员、不同的实验室的测试结果并没有出现明显的统一的倾向性变化，也就是说耳罩在 145 mm 测试结果并没有比 150 mm 统一变大或变小，5 mm 的差别不足以引起测试结果的明显差异，因此，本标准中仍将 M 号的测试宽度确定为 145 mm，S、L 号的测试宽度也相应的不再改变。

(三) 新旧标准技术内容变化的依据和理由 (修订标准需填写)

三、采用国际标准和国外先进标准的程度

(一) 采标情况

与听力防护装备即护听器测试方法相关的比较全面的标准，有 ISO 系列标

准、欧洲 EN 系列标准。

ISO 系列标准均为声学测试方法，暂时没有物理性能测试方法，因此未对 ISO 标准进行采标。EN 测试方法系列标准包含物理测试方法、声学测试方法及附加声学测试方法，由于 EN 测试方法系列标准覆盖的产品范围广泛，测试方法内容全面，在本标准制定过程中主要参考了该系列标准，但由于我国听力防护装备产品标准的架构与 EN 产品标准体系架构不同，相应的测试方法体系与 EN 也有所区别，因此未对 EN 标准进行采标。

（二）与国际、国外同类标准水平的对比情况

1. ISO标准

ISO 标准中最基础的声学测试方法标准包括以下3个标准：

ISO 4869—1:2018 Acoustics—Hearing protectors—Part 1:Subjective method for the measurement of sound attenuation

ISO 4869—2:2018 Acoustics—Hearing protectors—Part 2:Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearingprotectors are worn

ISO 4869—3:2007 Acoustics-Hearing protectors-Part 3: Measurement of insertion loss of ear-muff type protectors using an acoustic test fixture

以上3个标准分别有等同采用的国标，如下：

GB/T 7584.1 声学 护听器 第1部分：声衰减测量的主观方法

GB/T 7584.2 声学 护听器 第2部分：戴护听器时有效的A计权声压级估算

GB/T 7584.3 声学 护听器 第3部分：使用专用声学测试装置测量耳罩式护听器的插入损失

本标准的基本声学性能引用GB/T 7584.1、GB/T 7584.2、GB/T 7584.3，在这3个基本方法的基础上，根据护听器的具体产品特性如夹紧力可调、多种佩戴方式等进行适当调整。

2. EN 标准

护听器的 EN 系列测试方法标准包括以下 3 个：

EN 13819-1:2020+A1:2024 Hearing protectors-Testing Part 1:Physical

test methods

EN 13819-2:2020 Hearing protectors-Testing Part 2:Acoustic test methods

EN 13819-3:2019+A1:2024 Hearing protectors-Testing Part 3: Supplementary acoustic test methods

该系列标准涵盖了 EN 所有产品标准的物理性能测试、基本声学性能测试及附加声学性能测试。本标准制定过程中综合了这三个标准的全部性能测试，基本覆盖了目前市场上可能出现的护听器产品。

3. ANSI 标准

美国 ANSI 标准关于护听器的最新版测试标准为：

ANSI ASA S12.6-2016 Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors

美国环境保护署（EPA）在上世纪 70 年代制定联邦法规，明确了护听器应按 ANSI S3.19 - 1974 进行测试并规定了产品的标称方式，尽管 ANSI 标准已经多次修订，由于联邦法规没有更新，目前仍然需要使用 1974 年的旧标准，该标准规范的程序适用于护听器的被动声衰减性能测试：

ANSI S3.19-1974 (R1979) (ASA 1-1975) Method for the measurement of real-ear protection of hearing protectors and physical attenuation of ear muffs

4. AS/NZS 标准

澳大利亚/新西兰关于护听器的标准为 AS/NZS 1270:2002 Acoustics-Hearing protectors，该标准同时包括技术要求和测试方法，检测项目则在美国标准和欧洲标准之间取平衡，比美国标准测试的项目多，比欧洲的测试项目少。本标准测试项目参考欧洲标准，因此测试项目远多于澳大利亚/新西兰标准。

（三）与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

目前我国有很多护听器生产企业取得了 CE 认证，出口欧洲的护听器产品数量远远超过国内市场上销售的数量，根据欧盟个人防护装备法规（PPE Regulation）2016/425 的要求，护听器的风险类别为三类，即非常严重的风险，

获得 CE 证书之前，这些产品都通过了 EN 标准的检测，因此我国护听器企业生产的产品完全有能力满足 EN 标准体系要求。

四、与现行有关法律、法规和其他标准的关系

在我国《劳动法》、《安全生产法》、《职业病防治法》等相关法律法规中对配备和使用劳动防护用品都有明确规定，以及近年来发布的有关个体防护装备配备的 GB 39800 系列国家强制性标准规定了不同行业用人单位个体防护装备(即劳动防护用品)的配备及管理，护听器属用人单位必须为从业人员提供的劳动防护用品范畴，新制定的标准将和产品标准一起成为上述国家现行法律法规及强制性标准强有力的技术支撑。

本标准是强制性国家标准项目《听力防护装备 第 1 部分：耳塞》，《听力防护装备 第 2 部分：耳罩》需要引用的测试方法标准，两者同步推进、配套实施，而产品标准和方法标准的分立、甚至不同类型产品标准和测试方法分列，这种开放的标准体系既有利于相关引用、又方便独立完善更新。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、标准性质建议

本标准测试方法标准，建议为推荐性国家标准。

七、标准实施日期的建议及依据

(一) 实施标准需要的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间

制定标准不涉及。

(二) 实施标准可能产生的社会影响等

听力防护装备通用测试方法标准的制定和实施，是相关产品标准制修订和实施的基础，有利于指导护听器产品的生产和管理、促进市场规范，为相关职业健康法规政策的实施提供重要技术支撑。

在现有相关标准和技术基础上，结合最新的产品技术、应用需求和国内外相

关标准的相关技术内容进行护听器声学测试方法标准的制定和实施,将会进一步规范 and 提升我国护听器产品的技术性能、与佩戴人员或其他防护装备的适配性、与更广泛应用环境条件的适用性和耐用性,最终实现更好地保护佩戴人员的生命安全和健康、提高实际佩戴防护效率、减少噪声聋发病率,降低社会财产损失、提升改善人们的视听生活质量和水平。

八、实施标准的有关政策措施

标准文件的实施监督管理部门为县级及以上应急管理部门。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、涉及专利的有关说明

无。

十一、标准所涉及的产品、过程和服务目录

1. 各类使用降噪材料塞入外耳道内,或堵住外耳道入口的耳塞,包括:泡棉耳塞、预成形耳塞、免揉搓泡棉耳塞、定制型耳塞、环箍式耳塞等。
2. 各类由压紧耳廓或围住耳廓四周并紧贴头部的罩杯等组成,由环箍或支撑臂固定和夹紧罩杯的护听器,包括:头顶式、下颏式、颈后式佩戴的环箍式耳罩;多向环箍式耳罩;装配在头部或面部防护装备上的耳罩等。
3. 各类带电子元件的耳罩或耳塞,包括:声级关联型耳罩、声级关联型耳塞、主动降噪耳罩、带有限电子音频输入的耳罩、带有限电子音频输入的耳塞、带调频收音机的耳罩、带调频收音机的耳塞、带蓝牙接收器的耳罩、带蓝牙接收器的耳塞、带内置模拟调频双向无线电的耳罩、带内置模拟调频双向无线电的耳塞等。

十二、其他应予以说明的事项（强制性标准应说明是否需要对外通报得建议及理由）

无。