



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4854.7—2008/ISO 389-7:2005  
代替 GB/T 4854.7—1999

---

## 声学 校准测听设备的基准零级 第7部分:自由场与扩散场测听的基准听阈

Acoustics—Reference zero for the calibration of audiometric equipment—  
Part 7: Reference threshold of hearing under free-field  
and diffuse-field listening conditions

(ISO 389-7:2005, IDT)

2008-07-02 发布

2009-02-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

GB/T 4854《声学 校准测听设备的基准零级》包括 8 个部分：

- GB/T 4854.1 声学 校准测听设备的基准零级 第 1 部分：压耳式耳机纯音基准等效阈声压级
- GB/T 16402 声学 插入式耳机纯音基准等效阈声压级
- GB/T 4854.3 声学 校准测听设备的基准零级 第 3 部分：骨振器纯音基准等效阈力级
- GB/T 4854.4 声学 校准测听设备的基准零级 第 4 部分：窄带掩蔽噪声的基准级
- GB/T 4854.5 声学 校准测听设备的基准零级 第 5 部分：8 kHz~16 kHz 频率范围纯音基准等效阈声压级
- GB/T 4854.6 声学 校准测听设备的基准零级 短时程测试信号的基准听阈级
- GB/T 4854.7 声学 校准测听设备的基准零级 第 7 部分：自由场与扩散场测听的基准听阈
- GB/T 4854.8 声学 校准测听设备的基准零级 第 8 部分：耳罩式耳机纯音基准等效阈声压级

注：在制定本标准的第 2 部分时，其标准号为 GB/T 16402，那时尚未形成我国的系列标准，以后在对该部分进行修订时，其标准号将改为 GB/T 4854.2。

本部分为 GB/T 4854 的第 7 部分。

本部分等同采用 ISO 389-7:2005《声学——校准测听设备的基准零级——第 7 部分：自由场与扩散场测听的基准听阈》。本部分代替 GB/T 4854.7—1999，与旧版本相比，本部分引入了 1996 年以来新发表的研究成果，因此，表 1 中的自由场测听和扩散场测听数据有了明显变化，尤其是高频和低频部分，图 A.1 也有改变。

本部分的附录 A 是资料性附录。

本部分由中国科学院提出。

本部分由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本部分起草单位：中国科学院声学研究所、中国人民解放军总医院耳鼻喉研究所、中国科学院心理学研究所。

本部分主要起草人：戴根华、张家骥、陈洪文、方至。

本部分所代替历次版本发布情况为：

- GB/T 4854.7—1999。

## 引 言

在某些听力学应用中,例如,在自由场或扩散场内,用扬声器提供测试信号。本部分规定了校准声场测听用的测听设备的基准零级。相应的测听方法在 GB/T 16403 和 GB/T 16296 中予以规定。

与其他主观感觉相似,听阈在细节上因人而异,但是,对于年龄受限制的一组耳科正常受试者,表征其集中趋势的听阈是可以确定的。本部分和 GB/T 4854 系列的其他标准规定的基准听阈,适用于 18~25 岁的年龄范围的耳科正常人。

本部分所规定的基准涉及:

- 自由平面行波声场中,受试者直接面向声源(前向入射),双耳测听条件下刚好听到的纯音信号的声压级。测点在受试者不在场时的人头中心位置。
- 扩散声场中,双耳测听条件下刚好听到的 1/3 倍频带白噪声或粉红噪声信号的声压级。测点在受试者不在场时的人头中心位置。

对于直至 8 kHz 的频率,只要白噪声或粉红噪声信号的频带宽度小于临界带宽,则每组基准数据同样适用于任何其他频带。

本部分的数据,是根据一些国家的不同实验室提供的技术资料所作的评估而确定的。附录 A 给出了基准值的推算的注释和数据的来源。

## 声学 校准测听设备的基准零级

### 第7部分:自由场与扩散场测听的基准听阈

#### 1 范围

本部分规定在下列使用条件下校准测听设备的基准听阈。

- a) 受试者不在场时的声场,由一自由平面行波场(自由场)或一扩散场构成。自由场条件下,受试者应面对声源(前向入射)。
- b) 自由场条件下,声信号应为纯(正弦)音;扩散场条件下,则为1/3倍频带白噪声或粉红噪声。
- c) 声压级的测量,应在受试者不在场时其头的中心位置(两耳外耳道口连线的中点)进行。
- d) 双耳测听。

注1:有关自由场测听时所选声入射角(45°和90°)偏离前向入射引起的听阈修正值,见GB/T 16296。

注2:其他条件见参考文献[1]。

表1以数字形式列出GB/T 3240规定的1/3倍频带系列中,从20 Hz至16 kHz的常用频率和直至18 kHz的某些中间测听频率的基准,如图1所示。

应予强调的是听阈基准不同于GB 4854.1和GB/T 16402中规定的测听零级,因为后者属于通过耳机的单耳测听,其声压级与规定用的耦合腔和耳模拟器有关。因此,将本部分的基准与GB/T 4854.1或GB/T 16402作直接比较是不合适的。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB/T 4854的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3240 声学测量中的常用频率(GB/T 3240—1982, neq ISO 266:1975)

GB/T 4963—2007 声学 标准等响度级曲线(ISO 226:2003, IDT)

GB/T 4854.1—2004 声学 校准测听设备的基准零级 第1部分:压耳式耳机纯音基准等效阈声压级(ISO 389-1:1998, IDT)

GB/T 16296—1996 声学 测听方法 第2部分:用纯音及窄带测试信号的声场测听(eqv ISO 8253—2:1989)

GB/T 16402—1996 声学 插入式耳机纯音基准等效阈声压级(eqv ISO 389-2:1994)

GB/T 16403—1996 声学 测听方法 纯音气导和骨导听阈基本测听法(eqv ISO 8253-1:1989)

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于GB/T 4854的本部分。

##### 3.1

**听阈 threshold of hearing**

在规定条件下,以规定的信号进行的多次重复试验中,受试者能以一定百分数正确地判别所给信号的声压级。信号的特性、它到达受试者的方式以及测量声压的位置都必须说明。

注1:听阈的测定结果在一定程度上与所用的测试方法有关,GB/T 4854系列标准所提出的数据,是以GB/T 16403—1996规定的听阈测试方法为基础的。如采用其他的测试方法,平均值也许会有几分贝的差别。

- 注 2: 除非另有说明, 否则人耳附近的环境噪声认为是可以忽略不计的。
- 注 3: 听阈的测定用 GB/T 16403 规定的升降法或上升法。听阈一般用相对于 20  $\mu\text{Pa}$  的分贝数表示。
- 注 4: “多次重复试验”是指使用恒定刺激法。其他心理物理方法也可使用, 但所用方法应加说明。
- 注 5: “一定百分数”常取 50%。

3.2

耳科正常人 otologically normal person

健康状况正常, 无耳病症状, 耳道无耵聍堵塞, 无过度噪声暴露史, 无耳毒性药物使用史或家族性听力损失者。

3.3

基准听阈 reference threshold of hearing

与年龄包括 18~25 岁的耳科正常人双耳测听时听阈的中数(中位数)相对应的某规定频率纯音的或 1/3 倍频带噪声的声压级。

注: “中数(中位数)”是统计学中衡量集中趋势的一个特征数, 指数数据按大小次序排列时, 位于正中间的那个数; 若正中间有两个数, 中数就等于这两个数的算术平均。

3.4

自由声场 free sound field

均匀各向同性媒质中, 边界的影响可以不计的声场。

3.5

扩散声场 diffuse sound field

声能量密度均匀、在各个传播方向作无规分布的声场。

4 技术要求

表 1 给出在按第 1 章规定的测听条件下所得的基准听阈, 同时也给出等听阈时扩散场中 1/3 倍频带噪声声压级与前向入射自由场中纯音声压级的差值  $\Delta L$ 。基准听阈的图解见图 1。

表 1 第 1 章规定的测听条件下的基准听阈和两种声场中听阈声压级之差

| 频 率 $f/\text{Hz}$ | 基 准 听 阈                                                    |                                                       | 差值 $\Delta L^b/\text{dB}$ |
|-------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
|                   | 自由场测听(前向入射)<br>$T_f(\text{基准 } 20 \mu\text{Pa})/\text{dB}$ | 扩散场测听<br>$T'_f(\text{基准 } 20 \mu\text{Pa})/\text{dB}$ |                           |
| 20                | 78.5 <sup>a</sup>                                          | 78.5                                                  | 0                         |
| 25                | 68.7                                                       | 68.7                                                  | 0                         |
| 31.5              | 59.5                                                       | 59.5                                                  | 0                         |
| 40                | 51.1                                                       | 51.1                                                  | 0                         |
| 50                | 44.0                                                       | 44.0                                                  | 0                         |
| 63                | 37.5                                                       | 37.5                                                  | 0                         |
| 80                | 31.5                                                       | 31.5                                                  | 0                         |
| 100               | 26.5                                                       | 26.5                                                  | 0                         |
| 125               | 22.1                                                       | 22.1                                                  | 0                         |
| 160               | 17.9                                                       | 17.9                                                  | 0                         |
| 200               | 14.4                                                       | 14.4                                                  | 0                         |
| 250               | 11.4                                                       | 11.4                                                  | 0                         |
| 315               | 8.6                                                        | 8.4                                                   | 0.2                       |
| 400               | 6.2                                                        | 5.8                                                   | 0.4                       |
| 500               | 4.4                                                        | 3.8                                                   | 0.6                       |
| 630               | 3.0                                                        | 2.1                                                   | 0.9                       |
| 750               | 2.4                                                        | 1.2                                                   | 1.2                       |
| 800               | 2.2                                                        | 1.0                                                   | 1.2                       |

表 1 (续)

| 频 率 $f/\text{Hz}$ | 基 准 听 阈                                                    |                                                       | 差值 $\Delta L^b/\text{dB}$ |
|-------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
|                   | 自由场测听(前向入射)<br>$T_f(\text{基准 } 20 \mu\text{Pa})/\text{dB}$ | 扩散场测听<br>$T'_f(\text{基准 } 20 \mu\text{Pa})/\text{dB}$ |                           |
| 1 000             | 2.4                                                        | 0.8                                                   | 1.6                       |
| 1 250             | 3.5                                                        | 1.9                                                   | 1.6                       |
| 1 500             | 2.4                                                        | 1.0                                                   | 1.4                       |
| 1 600             | 1.7                                                        | 0.5                                                   | 1.2                       |
| 2 000             | -1.3                                                       | -1.5                                                  | 0.2                       |
| 2 500             | -4.2                                                       | -3.1                                                  | -1.1                      |
| 3 000             | -5.8                                                       | -4.0                                                  | -1.8                      |
| 3 150             | -6.0                                                       | -4.0                                                  | -2.0                      |
| 4 000             | -5.4                                                       | -3.8                                                  | -1.6                      |
| 5 000             | -1.5                                                       | -1.8                                                  | 0.3                       |
| 6 000             | 4.3                                                        | 1.4                                                   | 2.9                       |
| 6 300             | 6.0                                                        | 2.5                                                   | 3.5                       |
| 8 000             | 12.6                                                       | 6.8                                                   | 5.8                       |
| 9 000             | 13.9                                                       | 8.4                                                   | 5.5                       |
| 10 000            | 13.9                                                       | 9.8                                                   | 4.1                       |
| 11 200            | 13.0                                                       | 11.5                                                  | 1.5                       |
| 12 500            | 12.3                                                       | 14.4                                                  | -2.1                      |
| 14 000            | 18.4                                                       | 23.2                                                  | -4.8                      |
| 16 000            | 40.2                                                       | 43.7                                                  | -3.5 <sup>a</sup>         |
| 18 000            | 73.2 <sup>a</sup>                                          | —                                                     | —                         |

<sup>a</sup> 20 Hz 和 18 000 Hz 两个频率的  $T_f$  的实验数据,以及 16 000 Hz 的  $\Delta L$  的实验数据,仅为一个实验室的结果。

<sup>b</sup>  $\Delta L = T_f - T'_f$ 。

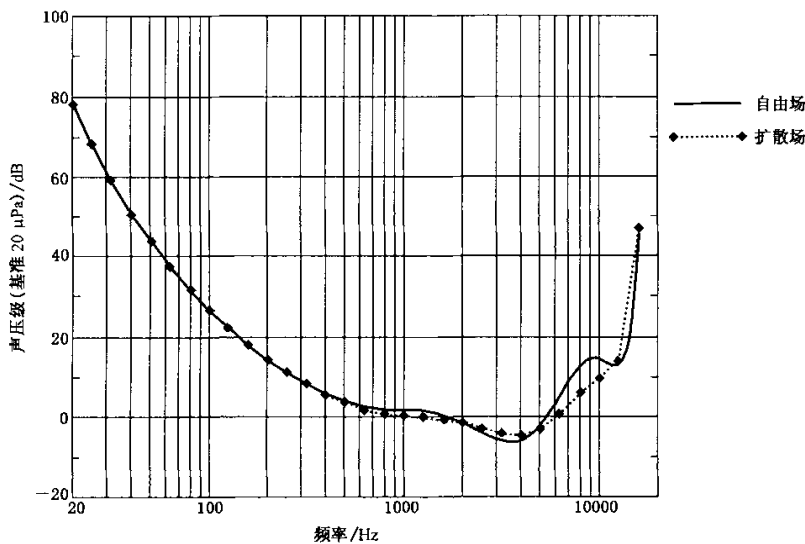


图 1 双耳测听时,自由场(前向入射)纯音的和扩散场 1/3 倍频带噪声的基准听阈

注:与 GB/T 4854 的其他部分不同,表 1 中的基准听阈的分辨率为 0.1 dB。这是为了避免自由场听阈有两个具有不同分辨率的标准。所以,表 1 中的自由场测听基准听阈和其分辨率取自 GB/T 4963—2007。

附录 A  
(资料性附录)  
基准听阈推算的注释

A.1 自由场测听

本部分规定条件下从 20 Hz 至 12 500 Hz 的自由场测听基准听阈,取自 GB/T 4963—2007。750 Hz 至 18 000 Hz 之间增加了 9 个频率。这 9 个频率的基准听阈,是根据本部分的 15 篇文献(见图 A.1),并采用与 GB/T 4963—2007 中对其他频率所采用的同样拟合方法确定的。

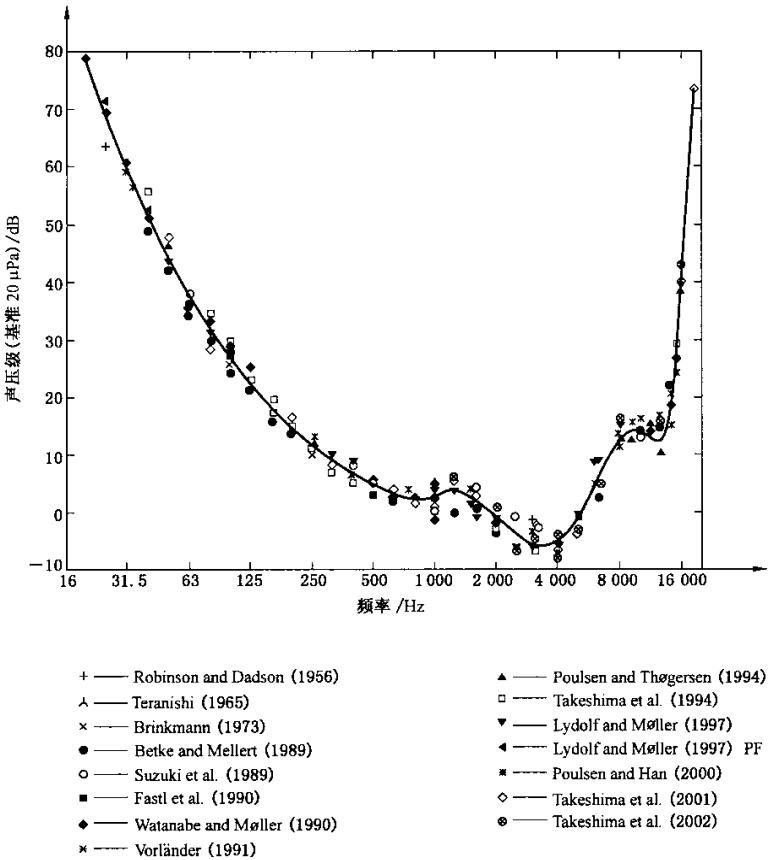


图 A.1 导出自由场测听基准听阈的实验数据和最佳拟合曲线

以下是所采用的拟合方法。

两个研究结果(参考文献[16]和[18])给出了听阈的平均值并将它用于拟合处理。除此以外,从 20 Hz 至 18 000 Hz 每个频率的听阈,通过取各个独立研究的中数的平均,再加以平滑处理,最后采用立方 B-样条函数内插而得。所得结果见图 A. 1,且以  $T_f$  表示于表 1。受试者人数在 B-样条函数的计算中未加考虑。大部分的研究给出了听阈和等响度数据,关于它们所用的参数的情况,见 GB/T 4963—2007。剩下的 5 项研究只给出了听阈,有关的一些简要情况见表 A. 1,是对 GB/T 4963—2007 表 C. 1 的补充。

表 A. 1 自由场测听条件下听阈的研究概况

| 研 究                                                     | 参考文献[16]                                                                                               | 参考文献[17]                                                                | 参考文献[18]                                   | 参考文献[19]                                                          | 参考文献[20]                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国 家                                                     | 英 国                                                                                                    | 日 本                                                                     | 德 国                                        | 德 国                                                               | 丹 麦                                                                                                                   |
| 声 场                                                     | 自由场                                                                                                    | 自由场                                                                     | 自由场                                        | 自由场                                                               | 自由场                                                                                                                   |
| 测量频率范围/Hz                                               | 25,33,50,100,<br>200,500,1000,<br>2000,3000,<br>4000,5000,<br>6000,7000,<br>8000,10000,<br>12000,15000 | 63,125,250,500,<br>1000,2000,<br>3000,4000,<br>5000,6000,<br>8000,10000 | 63,125,250,500,<br>1000,2000,<br>4000,8000 | 1000,4000,<br>8000,9000,<br>10000,11200,<br>12500,14000,<br>16000 | 125,250,500,<br>750,<br>1000,1500,<br>2000,3000,<br>4000,6000,<br>8000,9000,<br>10000,11200,<br>12500,14000,<br>16000 |
| 受试者人数(年龄)                                               | 51 <sup>a</sup><br>(20)                                                                                | 11<br>(18~24)                                                           | 34~42 <sup>b</sup><br>(18~25)              | 31<br>(18~25)                                                     | 31<br>(18~25)                                                                                                         |
| <sup>a</sup> 200 Hz 以下,120 个受试者。<br><sup>b</sup> 取决于频率。 |                                                                                                        |                                                                         |                                            |                                                                   |                                                                                                                       |

A. 2 扩散场测听

自由场测听和扩散场测听时基准听阈之间的差值,得自 9 个独立的研究(见参考文献[8]至[15])。这些实验的简要情况说明如下:

- a) 5 名受试者作响度比较:扩散场对比自由场<sup>[8]</sup>。
- b) 两类声场的探管测量:6 名受试者,混响室中的扩散场<sup>[9]</sup>。
- c) 客观和主观测量
  - 1) 客观测量:人耳在自由场和扩散场中的响应,20 名受试者,探管传声器,混响室中产生的扩散场<sup>[10]</sup>。
  - 2) 主观测量:26 名受试者作响度比较,人工混响场对比自由场<sup>[10]</sup>。

- d) 测定自由场和扩散场中 20 phon 和 40 phon 等响度级曲线之差,12 名受试者<sup>[11]</sup>。
- e) 在自由场和扩散场测量 7 只耳廓模型和一只耳的几何模型的响应<sup>[12]</sup>。
- f) 扩散场到鼓膜的变换的探管测量:16 名受试者,扩散场。这些数据与取自参考文献[12]的自由场到鼓膜变换的数据一起,用于计算  $\Delta L$ <sup>[13]</sup>。
- g) 在自由场用最大长度序列法测量人耳的脉冲响应:37 个声入射方向,探管传声器,12 名受试者,从方向性计算扩散场特性<sup>[14]</sup>。
- h) 在自由场用最大长度序列法测量人耳的脉冲响应:97 个声入射方向,探管传声器,40 名受试者,从方向性计算扩散场特性<sup>[15]</sup>。

确定采用 11 阶多项式来获得实验数据的最佳拟合。由此多项式,计算了 1/3 倍频带常用频率的和一些中间测听频率的  $\Delta L$ 。

图 A.2 所示为参考文献[8]至[15]的数据和其拟合曲线。

扩散场测听时的基准听阈(表 1 中  $T'_f$ )可由自由场的数据减去  $\Delta L$  计算得到。

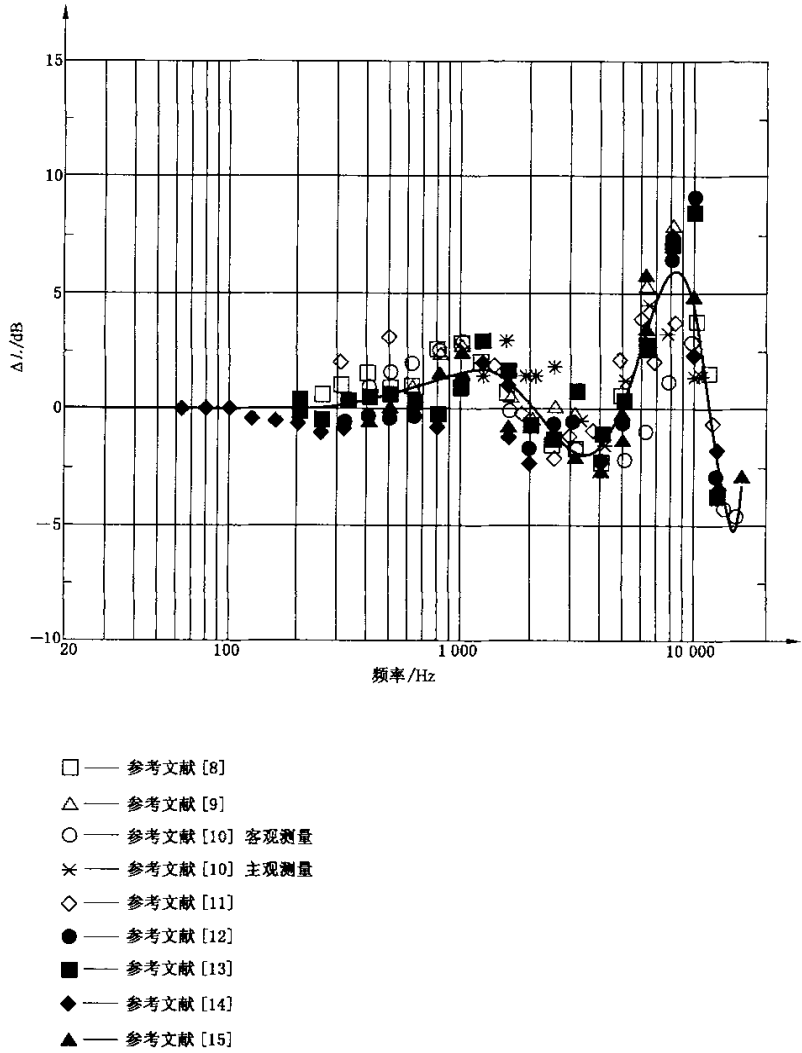


图 A.2 用于导出表 1 中的  $\Delta L$  的实验数据和计算所得的最佳拟合曲线

## 参考文献

- [1] Threshold of Hearing; Preferred test conditions for determining hearing thresholds for standardization Scan. Audiol. 25, 1996, 45-52.
- [2] GB/T 16402—1996 声学 插入式耳机纯音基准等效阈声压级(eqv ISO 389-2:1994).
- [3] GB/T 4854.5—2008 声学 校准测听设备的基准零级 第5部分:8 kHz~16 kHz 频率范围纯音基准等效阈声压级 (idt ISO 389-5:2006).
- [4] GB/T 4854.8—2007 声学 校准测听设备的基准零级 第8部分:耳罩式耳机纯音基准等效阈声压级(idt ISO 389-8:2004).
- [5] IEC 60645-1, Electroacoustics—Audiological equipment—Part 1:Pure-tone audiometers.
- [6] IEC 60645-4, Audiometers—Part 4:Equipment for extended high-frequency audiometry.
- [7] Kuhl, W., Westphal, W. Unterschiede der Lautstärken in der ebenen Welle und im diffusen Schallfeld. Acustica, 9, 1959, 407-408.
- [8] Jahn, G. Über den Unterschied zwischen Kurven gleicher Lautstärke in der ebenen Welle und im diffusen Schallfeld. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 69, 1960, 75-81.
- [9] Robinson, D. W., Whittle, L. S., Bowsher, J. M. The loudness of diffuse sound fields. Acustica, 11, 1961, 397-404.
- [10] Zwicker, E. Lautstärke und Lautheit. Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Congress on Acoustics 1959, Elsevier, Amsterdam, 1961, 63-78.
- [11] Shaw, E. A. G. The acoustics of the external ear. In: Acoustical factors affecting hearing aid performance. (Studebaker, G. A. and Hochberg, I. eds.). University Park Press, Baltimore, 1980, 109-124<sup>1)</sup>.
- [12] Killion, M. G., Berger, E. H., Nuss, R. A. Diffuse field response of the ear. J. Acoust. Soc. Am. 81, 1987, Suppl. 1, S 75.1.
- [13] Schmitz, A., Vorländer, M. Messung von Außenohr-Stoßantworten mit maximalfolgen Hadamard Transformation und deren Anwendung bei Inversionsversuchen. Acustica, 71, 1990, 257-268.
- [14] Möller, H., Sørensen, M. F., Hammershøj, D. and Jensen, C. B. Head-related Transfer Function of Human Subjects. J. Audio Eng. Soc., 43(5), 1995, 300-321.
- [15] Brinkmann, K., Vorländer, M., Fedtke, T. Re-determination of the threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions. Acustica, 80, 1994, 453-462.
- [16] Robinson, D. W., Dadson, M. A. A re-determination of the equal-loudness relations for pure tones. British J. Appl. Phys., 7, 1956, 166-181.
- [17] Teranishi, R. Study about measurement of loudness on the problems of minimum audible sound. Researches of the Electrotechnical Laboratory, No. 658, Tokyo, Japan, 1965.
- [18] Brinkmann, K. Audiometer-Bezugswelle und Freifeld-Hörschwelle. Acustica, 28, 1973, 147-154.
- [19] Vorländer, M. Freifeld-Hörschwelle von 8 kHz-16 kHz. Fortschritte der Akustik-DAGA 91, Bad Honnef, DPG-GmbH, 1991, 533-536.

[20] Poulsen, T. , Han, L. A. The binaural free field hearing threshold for pure tones from 125 Hz to 16 kHz. *Acustica-Acta Acustica* ,86, 2000,333-337.

---

1) 与 ISOTC/43 的通信

---