

## 自由场纯音标准等响线

GB 4963—85

Normal equal-loudness contours for pure tones  
under free field listening conditions

## 1 引言

本标准规定了在自由场测听条件下等响时纯音的声压级和频率间的关系，并给出了从声音的物理性质（如声压级）来计算响度级的方法。它是描述人类听觉系统的基本性质，在心理声学中有重要意义。

本标准同时还给出了最小可听声场（MAF），这是等响线中的一个特殊情况。

注：最小可听声场不同于GB 4854—84《校准纯音听力计用的标准零级》中规定的听力零级，且不能作直接比较。

本标准编制中参照了ISO/R 226—1961《声学——自由场测听条件下纯音标准等响线和标准听阈》。

## 2 应用条件

本标准所规定的等响时连续纯音的声压级和频率间的关系是在下列条件下得到的：

- 声源在听者的正前方（正入射）；
- 听者不在时的声场是连续自由平面行波场；
- 声压级是听者不在场时在自由平面行波场中测量的；
- 双耳测听；
- 等响条件由适当大的一组听者判听时出现最多的数值确定；
- 听者是年龄在18~30岁间耳功能正常的人。

适用频率范围为：20~12 500 Hz。以数值表示时的频率选用GB 3240—82《声学测量中的常用频率》中规定的1/3倍频程的频率。

## 3 自由场纯音等响关系

自由场纯音等响关系可以用图表示，即等响线；也可用函数表示，即等响方程，此两种表示方式是等同的。

附录A中给出了扩散场窄带无规噪声的等响函数。

### 3.1 自由场纯音标准等响线

自由场纯音标准等响线给于图1中，图中曲线不能外推。虚线为最小可听声场（MAF），此也是4.2 phon的等响线。

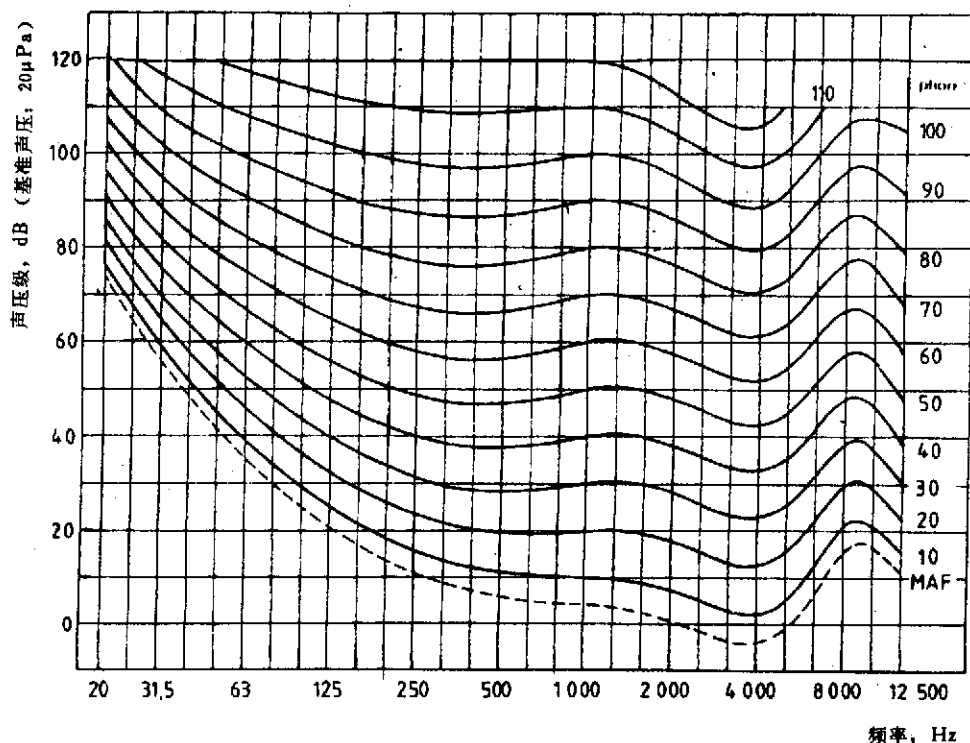


图1 自由场纯音标准等响线

注：超过此范围的情况，可参阅Robinson, D.W. and Dadson, R.S.

*A re-determination of the equal-loudness relations for pure tones.* Br. Journ. Appl. Phys., 7, 1965: pp.166-181.

### 3.2 自由场纯音等响函数

自由场纯音等响关系，当以声压级为自变量，响度级为应变量表示时，其等响方程为双线性型方程：

$$L_N = 4.2 + \frac{a_f (L_f - T_f)}{1 + b_f (L_f - T_f)}$$

式中： $L_N$ ——纯音的响度级，phon；

$L_f$ ——纯音的声压级，dB（基准声压为：20μPa）；

$T_f$ ——纯音的听阈声压级，dB（基准声压为：20μPa）；

$a_f$ ——与频率有关的参数，phon/dB；

$b_f$ ——与频率有关的参数，dB<sup>-1</sup>。

表1给出频率20~12 500Hz的 $T_f$ 、 $a_f$ 、 $b_f$ 值。上述方程适用范围为 $L_f$ 值从低限 $T_f$ 到下列上限：

20~1 000Hz：120dB

1 250~8 000Hz：110dB

10 000~12 500Hz：100dB

在此范围外使用此方程时，只能认为是实验数据的外推。

注：① 习惯上取1000Hz纯音的声压级作为应变量的基准值，即以方（phon）为单位的响度级。当变量交换时，或以1/3倍频程另一个常用频率作基准时，方程的形式保持不变，只改变系数。

② 本标准的数据近似地等于带宽不超过听觉临界带宽的窄带无规噪声的等响关系。

表2、表3为根据等响方程计算得的等响函数表，数值间隔为10dB和10phon。表2为与响度级对应的声压级，表3为与声压级对应的响度级。实际使用时，应将表中的数值修约至最近的0.5 dB

或0.5 phon值。

表 1 等响函数的参数

频 率 $f$ Hz	$a_f$ phon/dB	$b_f$ dB <sup>-1</sup>	$T_f$ (基准声压: 20 $\mu$ Pa) dB
20	2.347	0.005 61	74.3
25	2.190	0.005 27	65.0
31.5	2.050	0.004 81	56.3
40	1.879	0.004 04	48.4
50	1.724	0.003 38	41.7
63	1.597	0.002 86	35.5
80	1.512	0.002 59	29.8
100	1.466	0.002 57	25.1
125	1.426	0.002 56	20.7
160	1.394	0.002 55	16.8
200	1.372	0.002 54	13.8
250	1.344	0.002 48	11.2
315	1.304	0.002 29	8.9
400	1.256	0.002 01	7.2
500	1.203	0.001 62	6.0
630	1.135	0.001 11	5.0
800	1.062	0.000 52	4.4
1000	1	0	4.2
1250	0.967	-0.000 39	3.7
1600	0.943	-0.000 67	2.6
2000	0.932	-0.000 92	1.0
2500	0.933	-0.001 05	-1.2
3150	0.937	-0.001 04	-3.6
4000	0.952	-0.000 88	-3.9
5000	0.974	-0.000 55	-1.1
6300	1.027	0.000 00	6.6
8000	1.135	0.000 89	15.3
10 000	1.266	0.002 11	16.4
12 500	1.501	0.004 88	11.6

表 2 响度级与声压级的对应关系

响度级 phon	声压级, dB(基准声压: 20 $\mu$ Pa)									
	频率, Hz									
	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
10	76.8	67.7	59.2	51.5	45.1	39.2	33.7	29.1	24.8	21.0
20	81.3	72.5	64.3	57.1	51.2	45.7	40.5	36.2	32.1	28.5
30	86.0	77.6	69.7	62.9	57.5	52.4	47.7	43.5	39.7	36.2
40	91.0	82.9	75.4	69.0	64.0	59.5	55.0	51.2	47.5	44.3
50	96.2	88.5	81.3	75.4	70.9	66.7	62.7	59.1	55.7	52.6
60	101.7	94.4	87.6	82.1	78.0	74.3	70.6	67.3	64.2	61.4
70	107.6	100.7	94.3	89.2	85.5	82.2	78.8	75.8	73.0	70.4
80	113.7	107.3	101.3	96.6	93.3	90.4	87.4	84.7	82.2	79.9
90	—	114.4	108.7	104.4	101.5	99.0	96.3	94.0	91.8	89.8
100	—	—	116.6	112.6	110.1	107.9	105.6	103.6	101.8	100.1
110	—	—	—	—	119.1	117.2	115.3	113.7	112.3	110.9
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

响度级 phon	声压级, dB(基准声压: 20 $\mu$ Pa)									
	频率, Hz									
	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
10	18.1	15.6	13.4	11.9	10.9	10.1	9.9	10.0	9.7	8.7
20	25.7	23.3	21.4	20.1	19.4	19.1	19.4	20.0	19.9	19.2
30	33.5	31.4	29.6	28.6	28.2	28.3	29.0	30.0	30.1	29.5
40	41.7	39.7	38.2	37.4	37.3	37.7	38.7	40.0	40.2	39.6
50	50.3	48.4	47.1	46.5	46.6	47.2	48.5	50.0	50.2	49.6
60	59.2	57.5	56.3	56.0	56.2	57.0	58.4	60.0	60.1	59.5
70	68.4	66.9	66.0	65.8	66.0	67.0	68.4	70.0	70.0	69.3
80	78.1	76.8	76.0	75.9	76.2	77.1	78.5	80.0	79.8	78.9
90	88.1	87.0	86.4	86.4	86.6	87.5	88.7	90.0	89.5	88.4
100	98.7	97.8	97.2	97.3	97.4	98.1	99.0	100.0	99.1	97.7
110	109.7	109.0	108.5	108.6	108.6	109.0	109.5	110.0	108.6	107.0
120	—	—	—	—	120.0	120.1	120.0	120.0	—	—

响度级 phon	声压级, dB(基准声压: 20 $\mu$ Pa)									
	频率, Hz									
	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10 000	12 500	
10	7.2	5.0	2.6	2.2	4.8	12.2	20.4	21.0	15.5	
20	17.7	15.4	13.0	12.5	15.0	22.0	29.4	29.2	22.7	
30	28.0	25.7	23.2	22.6	25.0	31.7	38.5	37.7	30.4	
40	38.1	35.7	33.1	32.5	34.9	41.5	47.8	46.5	38.6	
50	48.0	45.5	42.9	42.3	44.7	51.2	57.2	55.6	47.5	
60	57.7	55.1	52.5	51.8	54.4	60.9	66.7	65.0	57.0	
70	67.3	64.5	61.8	61.3	64.0	70.7	76.4	74.8	67.4	
80	76.7	73.7	71.0	70.5	73.5	80.4	86.3	84.9	78.6	
90	85.9	82.7	80.0	79.6	82.9	90.1	96.3	95.5	90.9	
100	94.9	91.5	88.8	88.5	92.2	99.9	106.6	—	—	
110	103.8	100.1	97.4	97.3	101.4	109.6	—	—	—	
120	—	108.6	105.9	106.0	—	—	—	—	—	

[illegible]

附 录 A  
扩散场窄带无规噪声的等响函数  
(补充件)

等响条件下, 无规窄带噪声在扩散场和正射自由场中声压级的关系, 已在GB 3833—83《窄带噪声在扩散场和正射自由场中等响时声压级之间的关系》中作了规定。利用这一关系, 可以从本标准第3章自由场纯音的等响关系中导出扩散场窄带无规噪声的等响函数:

$$L'_N = 4.2 + \frac{a_f (L'_f - T'_f)}{1 + b_f (L'_f - T'_f)}$$

式中:  $L'_N$ ——窄带噪声的响度级, phon;

$L'_f$ ——窄带噪声的声压级, dB (基准声压为:  $20\mu\text{Pa}$ );

$T'_f$ ——窄带噪声的听阈声压级, dB (基准声压为:  $20\mu\text{Pa}$ );

$a_f$ ——与频率有关的参数 (见表1), phon/dB;

$b_f$ ——与频率有关的参数 (见表1),  $\text{dB}^{-1}$ 。

$T'_f$  由下表给出, 此为从表1中的  $T_f$  值减去扩散场修正值得出。

注: ① 实际上, 上述方程用1/3倍频带噪声替代临界频带噪声所引起的误差不大于1 phon。

②  $T'_f$  为在扩散场测听条件下的双耳正常听阈。

扩散场等响函数的参数

频 率	扩散场修正值	$T_f$ (基准声压: $20\mu\text{Pa}$ )	频 率	扩散场修正值	$T'_f$ (基准声压: $20\mu\text{Pa}$ )
Hz	dB	dB	Hz	dB	dB
20	0	74.3	630	2.3	2.7
25	0	65.0	800	2.8	1.6
31.5	0	56.3	1000	3.0	1.2
40	0	48.4	1250	2.0	1.7
50	0	41.7	1600	0.0	2.6
63	0	35.5	2000	-1.4	2.4
80	0	29.8	2500	-2.0	0.8
100	0	25.1	3150	-1.9	-1.7
125	0	20.7	4000	-1.0	-2.9
160	0	16.8	5000	0.5	-1.6
200	0.3	13.5	6300	3.0	3.6
250	0.6	10.6	8000	4.0	11.3
315	0.9	8.0	10 000	4.3	12.1
400	1.2	6.0	12 500	—	—
500	1.6	4.4			

**附加说明：**

本标准由全国声学标准化技术委员会审查通过和提出。

全国声学标准化技术委员会主任委员：马大猷。副主任委员：吴大胜、徐唯义、程瑞全。

本标准由中国科学院心理所方至、中国科学院声学所张家骥、南京大学声学所包紫薇负责编制。

本标准主要起草人方至。