

对噪声评价数的探讨

谭 军¹, 黄险峰²

(1. 广西大学物理科学与工程技术学院, 南宁 530004; 2. 广西大学土木建筑工程学院, 南宁 530004)

摘要: 文章分析了 ISO 标准中使用噪声评价曲线评价噪声的方法, 使用 Visual Basic 编程实现了 NR 数的计算, 并对其 a、b 值在 31.5Hz 进行扩充, 得到 a 为 55.4, b 为 0.681。分析了两种计算噪声评价数的方法, 在要求的精度范围内, 先计算各频段的 NR 值。然后找到最大值这种方法所用的时间最短。随着对精度要求的提高, 使用倍频程已经不能满足要求, 对 1/3 倍频程在 31.5Hz 到 8000Hz 进行了扩充, 并使用数值分析方法模拟了噪声评价曲线的计算。

关键词: 声学; 噪声评价数; 数值分析; 噪声评价曲线; NR

中图分类号: TB556

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2008)-02-0240-04

Discussion about the noise rating number

TAN Jun¹, HUANG Xian-feng²

(1. College of Physical Science and Engineering, Guangxi University, Nanning 530004;

2. College of Civil and Engineering Architecture, Guangxi University, Nanning 530004)

Abstract: The evaluation methodology of Noise Rating Curve in ISO is analyzed. The calculation of Noise Rating Number (NR) is programmed utilizing Visual Basic and the constant a, together with b, is expanded to 31.5Hz ($a=55.4$, $b=0.681$). Two methods of calculation the NR are proposed. One of them is to seek the maximum of each NR which is calculated in each band separately, and this method takes shorter time to make evaluation. To meet the requirement of improving accuracy, the use of octave is no longer satisfied. So the constants a, together with b, for every 1/3 octave within 31.5Hz and 8000Hz are expanded too. And the noise rating curve are simulated by numerical analysis method.

Key words: acoustics; noise rating number; numerical analysis; noise rating curve; NR

1 引 言

国际标准化组织(ISO)建议对于稳态噪声的评价用 A 声级。但是, 更精确的方法是用一组噪声评价曲线来评价噪声, 它的特点是强调了噪声的高频分量比低频分量更使人烦恼。这种评价方法广泛适用于公众对住宅、办公室、会堂和工厂内外噪声的反应。A 声级包含了所有频率成分的噪声。在声学工程设计中一般需要倍频程的噪声评价, 这时就应该采用噪声评价曲线。考虑噪声听力损失、语言干扰和烦恼度三方面效应, 国际标准化组织(ISO)于 1961 年提出从 63Hz ~8 000Hz 频率范围八个倍频程, 具

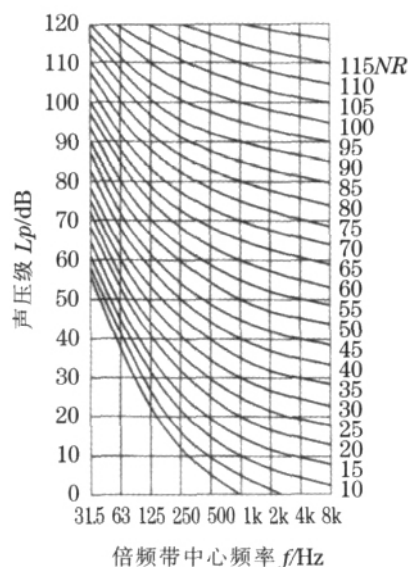


图 1 噪声评价曲线

Fig.1 Noise rating curve

收稿日期: 2007-02-06 ; 修回日期: 2007-06-03

作者简介: 谭军(1981-), 男, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为建筑声学和材料声学。

通讯作者: 谭军, E-mail: tanjuncn@126.com

有等干扰的声压级曲线。1971 年又把噪声评价曲线扩展到 31.5Hz。因此噪声评价曲线是从 31.5Hz ~ 8000Hz 的九个倍频程声压级组成的一簇噪声评价曲线, 噪声级范围是从 0dB ~130dB, 每 5dB 为一档, 又称 NR 曲线(如图 1)。在同一条曲线上各倍频程噪声可认为具有相同干扰程度^[1,2]。而到目前为止, 国内外鲜有对这方面做进一步的研究。

2 噪声评价数的计算方法

NR 评价曲线从 NR0 ~NR130, 划分有 27 条曲线, 每条曲线九个倍频程的声压级如表 1 所示。

表 1 噪声评价曲线的 9 个倍频程声压级的 NR 数值
Table 1 NR Number of 9 octave sound pressure level bands of the noise evaluation curves

NR	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
0	55.4	35.5	22.0	12.0	4.8	0.0	-3.5	-6.1	-8.0
5	58.8	39.5	26.4	16.7	9.7	5.0	1.6	-1.0	-2.9
10	62.2	43.4	30.7	21.3	14.5	10.0	6.7	4.2	2.3
15	65.6	47.4	35.1	26.0	19.4	15.0	11.7	9.3	7.5
20	69.0	51.3	39.4	30.6	24.3	20.0	16.8	14.4	12.6
25	72.4	55.3	43.8	35.3	29.2	25.0	21.9	19.5	17.8
30	75.8	59.2	48.1	39.9	34.0	30.0	27.0	24.7	22.9
35	79.2	63.2	52.5	44.6	38.9	35.0	32.0	29.8	28.1
40	82.6	67.1	56.8	49.2	43.8	40.0	37.1	34.9	33.2
45	86.0	71.1	61.2	53.9	48.6	45.0	42.2	40.04	38.4
50	89.4	75.0	65.5	58.5	53.5	50.0	47.3	5.2	43.5
55	92.9	79.0	69.9	63.2	58.4	55.0	52.3	50.3	48.7
60	96.3	82.9	74.2	67.8	63.2	60.0	57.4	55.4	53.8
65	99.7	86.9	78.6	72.5	68.1	65.0	62.5	60.5	59.0
70	103.1	90.8	82.9	77.1	73.0	70.0	67.6	65.7	64.1
75	106.5	94.8	87.3	81.8	77.9	75.0	72.6	70.8	69.3
80	109.9	98.7	91.6	86.4	82.7	80.0	77.7	75.9	74.4
85	113.3	102.7	96.0	91.1	87.6	85.0	82.8	81.0	79.6
90	116.7	106.6	100.3	95.7	92.5	90.0	87.9	86.2	84.7
95	120.1	110.6	104.7	100.4	97.3	95.0	92.9	91.3	89.9
100	123.5	114.5	109.0	105.0	102.2	100.0	98.0	96.4	95.0
105	126.9	118.5	113.4	109.7	107.1	105.0	103.1	101.5	100.2
110	130.3	122.4	117.7	114.3	111.9	110.0	108.2	106.7	105.3
115	133.7	126.4	122.1	119.0	116.8	115.0	113.2	111.8	110.5
120	137.1	130.3	126.4	123.6	121.7	120.0	118.3	116.9	115.6
125	140.5	134.3	130.8	128.3	126.6	125.0	123.4	122.0	120.8
130	143.9	138.2	135.1	132.9	131.4	130.0	128.5	127.2	125.9

为了确定某一噪声的 NR 评价数, 首先应测出 31.5 Hz、63Hz、125Hz、250Hz、500Hz、1 000Hz、2 000Hz、4 000Hz、8 000Hz 九个倍频带声压级, 然后在 NR 噪

声评价曲线图上画出声压频谱图, 噪声评价标准的 NR 值等于九个倍频带声压级中从下往上靠近的最高一条 NR 曲线之值。据此可以用两种方法来计算 NR 数。方法一: 先计算各频段声压级对应的 NR* 值, 然后找到最大值^[1], 计算流程图如图 2(a); 方法二: 初始化 NR, 逐步搜索逼近, 如图 2(b)。

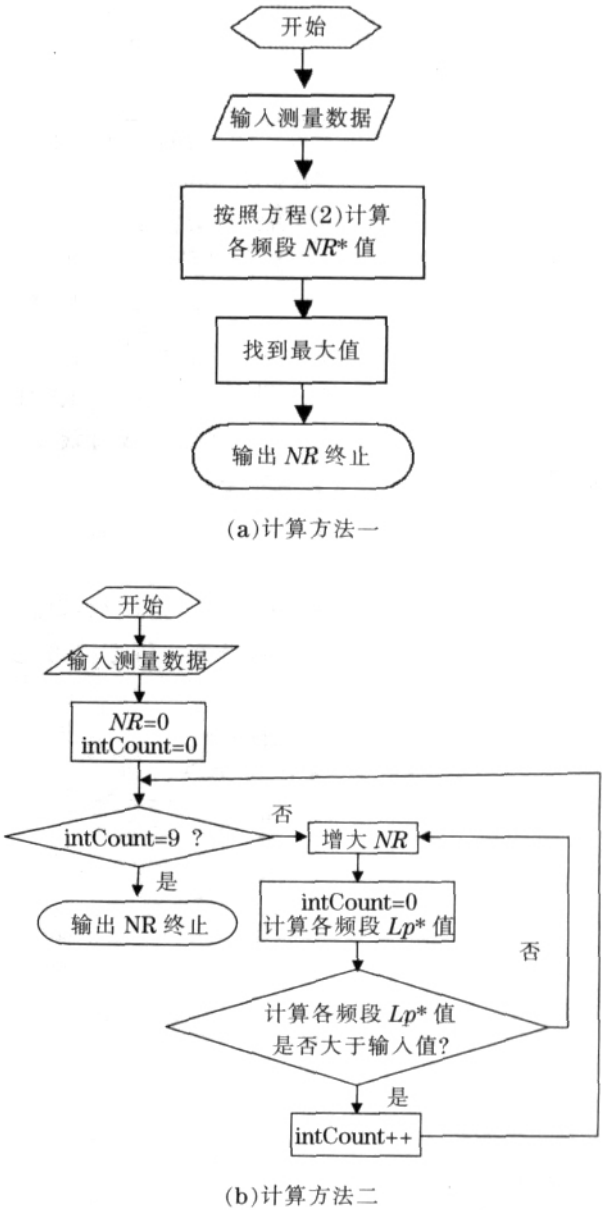


图 2 NR 值计算流程图
Fig.2 Flowchart of calculating NR number

2.1 计算方法一

由图 3 的 500Hz 声压级与 NR 数的关系曲线可以看出声压级与 NR 数近似成线性关系。设定:

$$L_p=a+b \times NR$$

L_p ——声压级, dB;

NR——噪声评价数(NR 数);

(1)

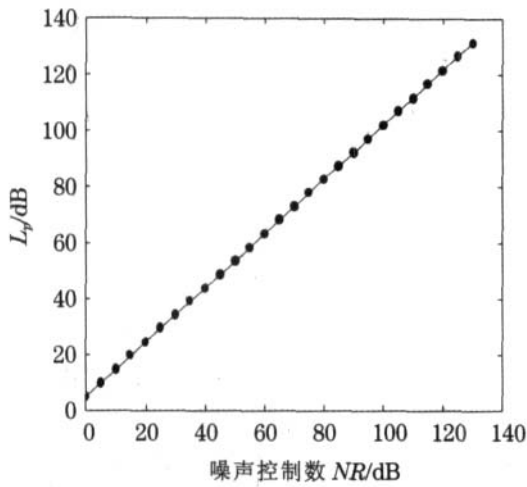


图3 500Hz 声压级与 NR 数的关系曲线

Fig.3 Sound pressure level & NR number curve at 500Hz

a、b——常数。

根据 NR 噪声评价曲线的 9 个倍频程声压级在各频段的数值经过拟合,按照最小二乘法得到 a、b 值。比如,在 500Hz 时, NR 数与声压级近似成直线关系(如图 3),按照最小二乘法拟合得到:

$$L_p=4.8+0.974 \times NR$$

故 a=4.8; b=0.974。

同理可得到倍频程其他频段的 a、b 值(如表 2),对 1/3 倍频程的扩展,在 2.3 节介绍。将方程(1)变形可得:

表 2 a、b 数值表

Table 2 Values of a, b

f/Hz	a/dB	b/dB
31.5	55.4	0.681
40	17.58	0.723
50	41.2	0.758
63	35.5	0.790
80	29.96	0.822
100	25.96	0.846
125	22	0.870
160	18.04	0.894
200	14.91	0.917
250	12	0.930
315	9.29	0.946
400	6.86	0.962
500	4.8	0.974
630	2.93	0.985
800	1.4	0.993
1000	0	1.000
1250	- 1.27	1.006
1600	- 2.47	1.011
2000	- 3.5	1.015
2500	- 4.4	1.019
3150	- 5.28	1.022
4000	- 6.1	1.025
5000	- 6.79	1.027
6300	- 7.4	1.029
8000	- 8.0	1.030

$$NR^*=(L_p-a) \div b \tag{2}$$

根据方程(2),先测量各个倍频带声压级 L_p , 算出各频段的 NR^* 值,然后找到最大值。

2.2 计算方法二

按照逐步搜索的方法,先设定 NR 初始值(比如 0),按照方程(1)计算各频段 L_p^* 值,如果计算出来的这个值大于测量值,统计值就加一次,如果各个频段都大于测量值,统计值就为总的频段数,这时这个 NR 值就是最终结果,否则按照一定精度增大 NR 值继续搜索,直到满足条件为止。计算流程图如图 2(b)。

2.3 1/3 倍频程的扩展

随着对精度要求的提高,使用倍频程已经不能满足要求,故在 1/3 倍频程进行扩充。为了避免运用拉格朗日插值公式插值时出现龙格现象^[4],使用三次样条插值得到各频段的声压级与 NR 数的关系曲线,经过数值拟合得出 1/3 倍频程 a、b 数据。但是否符合要求,需要经过实验检验才可以推广使用。

3 算 例

3.1 倍频程算例

实验测得的某声压级根据方程(2)得到各频段声压级对应的 NR^* 值,找出最大值为 NR_{49} 。同时还可以计算出所能接受的最大噪声值($L_{p_{max}}$)如表 3 所示。

下面用两种方法计算噪声评价数(NR):方法一先计算各频段的 NR 值,然后找到最大值;方法二按精度 0.0001 搜索逐步逼近。计算结果如表 4 所示。

表 3 NR_{49} 对应的各频段最高声压级

Table 3 NR_{49} corresponding maximum sound pressure level of every octave bands

f/Hz	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_p	55	50	40	47	45	43	46	34	33
NR^*	- 1	18	21	38	41	43	49	39	40
$L_{p_{max}}$	89	74	64	57	52	49	46	44	42

表 4 噪声评价数计算结果

Table 4 Calculation results of noise rating numbers

方法	NR 值	所用时间
方法一	49	近似为 0ms
方法二	49	近似为 3059ms

使用三次样条插值多项式拟合的 NR 曲线如图 4 所示^[3]。

3.2 1/3 倍频程算例

对实验测得 1/3 倍频程的声压级根据方程(2)得到各频段声压级对应的 NR^* 值,找出最大值为 NR_{52} (如图 5 所示)。

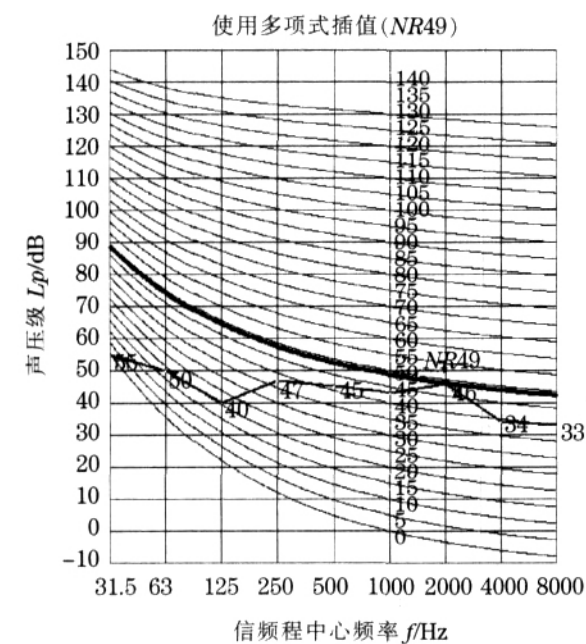


图 4 噪声评价曲线(NR49)多项式拟合曲线
Fig.4 Polynomial fitting of noise evaluation curve (NR49)

4 结 论

本文分析了噪声评价曲线的评价方法,得出了两种计算过程,使用 VB 编程实现了 NR 数的计算,在要求的精度范围内,先计算各频段的 NR 值,然后找到最大值这种方法所用的时间最短;并对其在 31.5Hz 进行扩充,得到 a 为 55.4, b 为 0.681。并使用数值分析方法模拟了噪声评价曲线的计算方法。随着对精度的要求,使用倍频程已经不能满足要求,本文在 1/3 倍频程进行了试探性的扩充。

参 考 文 献

[1] 吴硕贤, 张三明, 葛坚. 建筑声学设计原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.

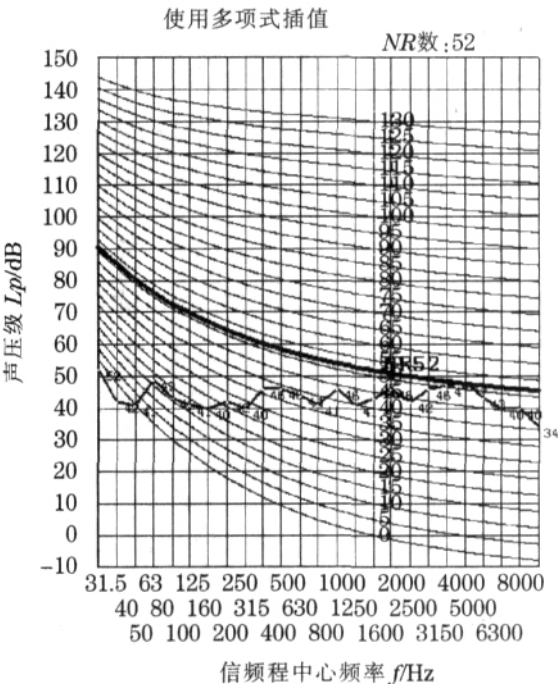


图 5 噪声评价曲线(NR52)多项式拟合曲线
Fig.5 Polynomial fitting curve of noise evaluation curve (NR52)

WU Suoxian, ZHANG Sanming, GE Jian. Architectural acoustics design[M]. Beijing: China, Architecture and Building Press, 2004.

[2] 钟祥璋. 建筑吸声材料与隔声材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

ZHONG Xiangzhang. Architectural acoustics materials of absorption and insulation[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.

[3] 周长发. 科学与工程数值算法(Visual Basic 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

ZHOU Changfa. Science and engineering numerical algorithm (Visual Basic Edition)[M]. Beijing: Tsinghua University P-ress, 2002.

[4] 朱琪. 高次插值的龙格现象的测试[J]. 湖南科技学院学报, 2005, 26(11): 206-208.

ZHU Qi. The runger phenomenal test of the high order interpolation[J]. Journal of Hunan University of Science and Engineering, 2005, 26(11): 206-208.