

区域环境噪声主观评价中阈值的确定

庄 世 坚

(厦门市环境保护科学研究所)

一、环境噪声主观评价的模糊性

区域环境噪声是一个功能区或地区中所有自身或周围反射的噪声组合。这种噪声干扰着人们的休息、学习和工作。由此产生的环境噪声效应一般可分为三类：生理效应、心理效应和社会效应。噪声所引起的心理效应主要是指烦恼以及对睡眠、谈话和思考的干扰。由于人们的性别、年龄、职业、健康状况以及情绪的不同，对于环境噪声的心理效应各不相同，有些人敏感，有些人迟钝。因此，在同样的声学环境下，人们对周围环境噪声的主观评价就不可能相同。这种主观评价表现的差异就是人们心理意识模糊性的表现。

以往在环境噪声的主观评价中一般是根据心理物理学原则进行调查的。这种方法是采用噪声引起的烦恼和影响各类活动程度的等量表法。在中等强度范围内，以 50% 烦恼概率相对应的噪声级作为从安静过渡到吵闹的分野，从而得出区域环境噪声烦恼度的阈限值。实际上环境噪声的主观评价是环境噪声作用于人们的感官，人们在生理和心理上对于环境噪声反馈信息，其中伴随着错综复杂的关系和模糊性。人的主观意识不是简单的二值逻辑，而是一种不明确的连续值逻辑。所以，在环境噪声主观评价调查中，人们对于安静和吵闹的阈限值是在一定范围内浮动的。为了较合理全面地反映不同区域人们对环境噪声主观评价的反馈信息，得到区域环

境噪声烦恼度的阈限值，模糊数学显然是一种更为合适的处理方法。

二、区域环境噪声烦恼度阈值的确定

1. 烦恼度主观评价的统计

区域环境噪声主观评价的调查，一般是信访方式或研究者亲临到户发调查表的方式进行的。采用噪声引起烦恼和影响各类活动程度划分等级，对所有调查项目的主观反应值进行数理统计处理，就得到表征调查点的物理量与相应调查对象的主观反应量的统计表。表 1 是对一居民文教区进行环境噪声主观评价调查而得到的 449 人烦恼度的主

表 1 烦恼度主观评价统计表

中心声级 N_i (dB(A))	序号 i	评价等级					同声级频 数和 n_i
		安静	比较 安静	闹	很闹	不可 容忍	
45	1	3	6				9
50	2	12	46	16			74
55	3	15	89	57	9	2	172
60	4	11	39	60	7	2	119
65	5	2	9	16	1		28
70	6			6	3	4	13
75	7			13	20	1	34

观评价统计表。调查点的噪声级用 B/K2209 精密声级计和 B/K4426 噪声级统计分析计等设备，按我国《城市区域环境噪声标准》检测规范测量。调查表发送范围只限于客观测试点及其近邻的居民。

2. 烦恼度量的隶属度

表 1 中烦恼度量分为五个等级：“安静”、“比较安静”、“闹”、“很闹”和“不可容忍”。这些等级表示了人们对于调查点环境噪声的烦恼等级。这些等级是一个典型的模糊语言集合。这个集合中的语气算子就是烦恼度量。

为了确定模糊集中的元素所具有的烦恼度量的值，必须求出它们各自的隶属度。解决隶属度的问题有多种方法，心理量表法是其中的一种方法。我们用心理量表法的逐级估量，经过调查得到烦恼度量的隶属函数为

$$A = 0/\text{安静} + 0.3/\text{比较安静} + 0.6/\text{闹} + 0.8/\text{很闹} + 1.0/\text{不可容忍} \quad (1)$$

3. 烦恼概率

区域环境噪声主观评价调查中得到的信息不仅包含着模糊性，而且还包含着随机性，而这种模糊性与随机性是可以互相渗透的。求各个声级下的烦恼率就是模糊事件的概率。

以每一声级中各个烦恼度量等级出现的频数分别乘以其对应的烦恼度量的隶属度后求和，再除以同声级的频数和，就可得到这个声级的烦恼概率。用公式表示即可写为：

$$P_i = \frac{0 \times n_{i1} + 0.3 \times n_{i2} + 0.6 \times n_{i3} + 0.8 \times n_{i4} + 1.0 \times n_{i5}}{n_{i1} + n_{i2} + n_{i3} + n_{i4} + n_{i5}} \quad (2)$$

式中 P_i 表示序号为 i 的中心声级的烦恼概率， n_{i1} 、 n_{i2} 、 n_{i3} 、 n_{i4} 、 n_{i5} 分别表示同一声级下“安静”、“比较安静”、“闹”、“很闹”和“不可容忍”五种评价等级出现的频数。把表 1 中的数据代入 (2) 式进行计算，就得到各中心声级的烦恼概率依次为：

$$P_1 = 20.00\%, P_2 = 31.62\%, P_3 = 40.76\%, P_4 = 46.47\%, P_5 = 46.79\%, P_6 = 76.92\%, P_7 = 72.94\%.$$

4. 烦恼度阈值

各个中心声级下求得的烦恼概率已经综合了该声级下调查对象的主观反应信息。因

此，区域环境噪声烦恼度阈值必须全面地反映这些信息。我们认为，烦恼概率的数学期望

$$EP = \sum N_i P_i \quad (3)$$

就是该区域环境噪声烦恼度阈值 E 。(3) 式中 N_i 为序号为 i 的中心声级值， P 为各烦恼概率之和。因此，表 1 中环境噪声烦恼度阈限值为：

$$E = \frac{\sum_{i=1}^7 N_i P_i}{\sum_{i=1}^7 P_i} = \frac{45 \times 20.00 + 50 \times 31.62 + 55 \times 40.76 + 60 \times 46.47 + 65 \times 46.79 + 70 \times 76.92 + 75 \times 72.94}{20.00 + 31.62 + 40.76 + 46.47 + 46.79 + 76.92 + 72.94} = 63.8\text{dB(A)}$$

三、主观评价量的 Ridit 检验

区域环境噪声主观评价调查所得到的资料是以等级分组的半定量资料。各调查点的等效声级又以一定的梯级按中心声级归类。所以，对于各中心声级下得到的主观评价调查结果应当进行检验，以便为正确地分析所确定的区域环境噪声的烦恼度阈值和环境噪声标准的制订提供依据。

由主观评价得到的按等级分配的计数数据是离散型的，因此不宜用 t 检验或 χ^2 检验。而 Ridit 检验却可以把这种数据经过一种特

表 2 标准组 R 值的计算

评价等级	频数 n_{ij}	$\frac{1}{2} \times$ 频数	累计频数 移下一行	(3)+(4)	R_j 值 = $\frac{(5)}{\text{总频数}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
安静	15	7.5	0	7.5	0.044
比较安静	89	44.5	15	59.5	0.346
闹	57	28.5	104	132.5	0.770
很闹	9	4.5	161	165.5	0.962
不可容忍	2	1	170	171.0	0.994
频数和	172				

定的变换(即 Redit 运算),转化成一组连续型的计量数据,而后即可按普通的 t 检验或 χ^2 检验进行处理。

对于本例,由于中心声级为 55dB(A) 的一组主观评价量是同声级频数和最大而且各等级均有一定频数的组别,所以定为标准组。标准组中各等级的 Redit 值(简称 R 值)可按表 2 进行计算。平均 R 值的计算公式为

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{j=1}^5 n_{ij} R_j}{\sum_{j=1}^5 n_{ij}} \quad (4)$$

式中 \bar{R}_i 表示序号为 i 的中心声级的平均 R 值, n_{ij} 表示该声级下评价等级为 j 的频数, R_j 表示评价等级为 j 的 R 值。

因此,标准组的平均 R 值为

$$\begin{aligned} \bar{R}_3 &= \frac{15 \times 0.044 + 89 \times 0.346 + 57 \times 0.770}{+ 9 \times 0.962 + 2 \times 0.994} \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

其他各组的平均 R 值同样可以依表 2 得到的 R_j 依 (4) 式进行计算,再与标准组的平均 R 值进行比较。由于 Redit 检验的理论根据是经 R 值转换后原分布转为 0—1 的“均匀分布”,均匀分布标准误差为 $\frac{1}{\sqrt{12n_i}}$,因而可信限可用下式计算:

表 3 各组平均 R 值及可信限

中心声级 dB(A)	平均 R 值 (R_i)	95%可信限
45	0.2307	0.0382—0.4232
50	0.3887	0.3216—0.4558
55	0.5	0.4560—0.5440
60	0.5790	0.5261—0.6319
65	0.5887	0.4796—0.6978
70	0.8832	0.7231—1.0433
75	0.8895	0.7905—0.9885

$$\begin{aligned} 95\% \text{ 可信限} &= \bar{R}_i \pm 2 \times \frac{1}{\sqrt{12n_i}} \\ &= \bar{R}_i \pm \frac{1}{\sqrt{3n_i}} \end{aligned} \quad (5)$$

各组的平均 R 值和 95% 可信限的计算结果列于表 3。

表 3 得到的平均 R 值也具有烦恼概率的意义。如以中心声级为 55dB(A) 的主观评价量为标准组,中心声级为 70dB(A) 一组的平均 R 值为 0.8832,即意味着 70dB(A) 的声学环境比 55dB(A) 的声学环境人们感觉的吵闹程度大的概率为 88.32%,也就是 100 人中约有 88 人在 70dB(A) 的声学环境中觉得比 55dB(A) 的声学环境吵闹。

在上面的基础上,我们就可以对各中心声级下人们主观评价的结果进行显著性检验。因为本例中心声级梯级分成 7 组,要进行总比较就要进行 χ^2 检验。根据数理统计研究的结果, $12 \sum n_i (\bar{R}_i - 0.5)^2$ 近似地服从自由度为 $j - 1$ 的分布 (j 为组数)。因此

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 12[9(0.2307 - 0.5)^2 + 74(0.3887 - 0.5)^2 + 172(0.5 - 0.5)^2 \\ &\quad + 119(0.5790 - 0.5)^2 + 28(0.5887 - 0.5)^2 + 13(0.8832 - 0.5)^2 \\ &\quad + 34(0.8895 - 0.5)^2] \\ &= 115.19 \end{aligned}$$

$df = 7 - 1 = 6$, 查 χ^2 值表, $\chi_{0.01}^2 = 9.21034$, 今 $\chi^2 = 115.19 > 9.21034$, 则 $P < 0.01$, 说明各中心声级之间主观评价结果的差异非常显著。

四、结 束 语

环境噪声是环境中各种噪声直射或反射的综合效应,这种效应直接反映在对人群的影响上。因此,人群在某种意义上是充当了“环境噪声感受器”。人群对于周围环境噪声的主观评价就是这个感受器所反馈的信息。这些信息是制订区域环境噪声标准的科学依据。本文用模糊数学综合处理了所有的信息,给出了各中心声级下反映的烦恼概率,并以此加权平均,就自然地得出区域环境噪声烦恼度的阈值。

而心理物理学把调查得到的离散的在一

定范围内分布的主观评价量,回归成某种连续的曲线,在求烦恼概率时又把评价等级中“闹”、“很闹”和“不可容忍”都视为吵闹来处理,因而丢失了许多信息。最后心理物理学又统一取 50% 的烦恼率对应的声级作为阈值的分野,也表现得过于简单。因为回归后的曲线如果是利用了所有的烦恼率的信息,得到的一般是 S 形的逻辑斯谛曲线,而且这些曲线基本上不是对称的比耳曲线,而是不对称的龚伯茨曲线。其拐点不可能处在烦恼率为 50% 的曲线上,而拐点处显然是阈限值之所在。因此,建议用本文建立的方法来确

定区域环境噪声主观评价中的烦恼度阈值。

此外,主观评价的调查结果对于给出合理的阈值起着举足轻重的作用,因此必须进行显著性检验。对于按等级分配的离散型的计数数据,Ridit 检验是一种适宜的方法,在主观评价中可以得到较好的应用。

参 考 文 献

- [1] 王家柱等,华东师范大学学报(自然科学版),1,105,(1983).
- [2] 汪培庄,模糊集合论及其应用,上海科学技术出版社,1983年.
- [3] 庄世坚,环境科学丛刊,7(1),51—55,(1986).

汞与硒在植物体内的相互作用

杜式华 于志浩*

(南开大学环境科学系)

硒(Se)是生物所必需的一种微量元素。许多试验表明,硒在一定程度上可以保护动物免受或少受汞(Hg)的危害。Parizek 和 Ostadolova^[1]曾报道,亚硒酸钠可以非常有效地降低汞对老鼠的毒害作用。Koeman 等^[2]用海洋哺乳动物,Ohl 等^[3]用金枪鱼所做的试验结果,也都说明硒对汞毒性的限制作用。目前,人们正致力于研究这种颉颃作用的机理。

以植物为材料所做的汞和硒颉颃性试验还不多见。Geirid Fiskesjo^[4]曾用洋葱进行试验,观察根的生长及细胞的有丝分裂过程。结果表明,亚硒酸钠对于甲基汞的毒性无任何颉颃作用。

本试验探讨了植物体内无机汞(HgCl₂)和硒(Na₂SeO₃)的相互作用,观察了小麦和玉米的发芽率和根苗生长;测定了过氧化氢酶活性的变化。这种酶的活性能被汞抑制

(Sohler 等^[5])。我们认为,对于观察硒的解毒作用,这是一个较为灵敏的指标。

材 料 和 方 法

1. 植物材料

选用禾本科植物玉米(品种“E₂₈×M₀17”)和春小麦(品种“津春5号”)为试验材料。每处理各用种子 200 粒,置垫有两层滤纸的培养皿中,在 25℃ 温箱内进行培养。为保持水分,隔日向培养皿内添加一次适量的各该溶液(见试验处理)。第七天调查发芽率,然后任取 30 株幼苗测定根长和苗高,再各取 0.5g 幼苗测定过氧化氢酶活性及地上部分组织汞含量。

2. 试验处理设置

在进行两种元素的复合试验之前,我们

* 为该校化学系 1985 届毕业生。