

# 对高校校园声环境舒适性评价的研究

谭 军<sup>1</sup>, 黄险峰<sup>2</sup>

(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:** 由于目前高校普遍缺乏系统的校园环境管理体系, 因而无法对校园的声环境质量进行有效管理。根据高校校园的声环境特点, 把高校工作日教学区和生活区分为四段和两段。通过对某大学声环境质量的现状监测并结合在校师生主观感受问卷调查结果, 运用矩阵综合评价方法对校园声环境质量进行综合评价, 并提出了使用校园声舒适指数对高校校园声环境舒适度进行表征, 该评价结果与师生主观感受相符。该项研究可以为校方的声环境管理提供基础数据和科学依据。

**关键词:** 声学; 矩阵评价; 声舒适; 声环境质量评价

中图分类号: TB556

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2009)-01-0045-03

## Research on acoustic comfort evaluation of college and university campus

TAN Jun<sup>1</sup>, HUANG Xian-feng<sup>2</sup>

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

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

**Abstract:** On weekday the colleges and universities are usually divided into 4 and 2 sections for teaching and living zones respectively according to the characteristics of the acoustic environment of college and university campus. The acoustic environmental quality has been evaluated by utilizing the methodology of matrix assessment based upon objective measurements and extensive questionnaire survey to X University. The campus acoustic comfort index is introduced to analyze the acoustic comfort degree on college and university campus. The evaluation results are in agreement with the perception of teachers and students.

**Key words:** acoustics; matrix assessment; acoustic comfort; acoustic environmental quality evaluation

## 1 引言

高校是广大师生进行学习科研的场所, 需要安静宜人的声环境, 由于目前高校普遍缺乏系统的校园环境管理体系, 因而无法对校园的声环境质量进行有效管理。大量的事实表明, 大学校园里噪声污染现象日趋普遍<sup>[1]</sup>, 严重干扰了师生正常的学习和休息, 当噪声低于 60dB 时, 对人的交谈和思维几乎不产生影响。当噪声高于 90dB 时, 交谈和思维几乎不能进行, 它将严重影响人们的工作和学习, 甚至会造成失眠、疲劳、神经紧张、记忆力衰退等。及时了解校园声环境质量状况, 采取有效措施将噪声降低到无害程度, 确保广大师生拥有安静舒适的学习生活环境, 是高校大规模建设中不可忽视的重要环节, 也是加强校园环境规划的主要内容。

B. Goujard<sup>[2]</sup>、F. Led Tourneaux<sup>[3]</sup>、Nor MJM<sup>[4]</sup>

等人对轮船、高速火车、小汽车的声舒适情况进行了研究。英国谢菲尔德大学建筑学院 W. Yang、J. Kang 等人<sup>[5]</sup>从 2001 年夏季到 2002 年春季, 通过 9200 份实地问卷调查和 14 个欧洲城市公共开放空间客观监测的方法, 试图找出声压级和声舒适度的关系。在国内, 温小乐、林征峰等人提出了使用模糊矩阵评价校园声环境质量<sup>[6]</sup>; 胡影峰、华虹等人提出了灰色聚类方法评价居住区声环境质量<sup>[7]</sup>; 彭小云则从选址、校园规划、建筑设计及声景观建设几方面探讨了相应的声环境建设措施, 确保生态校园具有良好的声环境<sup>[8]</sup>。然而对于高校校园声环境舒适度研究的文章还很少发表。通过研究, 本课题希望找到一个易于表征高校校园声环境质量状况的指标和方法, 为校方的声环境管理提供基础数据和科学依据。

## 2 研究方法

### 2.1 噪声监测方法

按照高校作息时间的特点, 把教学区工作日每

收稿日期: 2008-01-16; 修回日期: 2008-05-11

作者简介: 谭军(1981-), 男, 重庆丰都人, 博士研究生, 研究方向为新型轻合金材料与工程。

通讯作者: 谭军, E-mail: tanjuncn@126.com

天的时间分为四段(表 1), 并取点进行测量。监测点选择参照 GB/T14623-93 定点测量方法, 并按照《城市区域环境噪声普查方法》分别在昼间和夜间按照表 1 的时间段进行测量, 每测点测量 10min。噪声测量值采用等效连续 A 声级( $L_{Aeq}$ )表征。噪声监测仪器为 BSWA801 声振分析仪。使用 SvanPC Ver.2.7.13 分析处理数据。

2.2 在校师生主观感受调查方法

根据大学的特点及校园内各个区域的不同用途, 将整个校园划分为教学区(教室、图书馆、实验室、办公大楼等)和生活区(宿舍)等两大功能区。

校园噪声主观感受调查的对象主要是在校的学生和教师, 在校园内采取问卷调查的方式, 随机征询 250 多名学生或教师, 不做任何暗示, 请他们当场填写问卷调查表, 了解被调查对象对校园噪声的主观感受, 有效回收问卷 222 份。为便于研究, 使用 SPSS 建立数据库。此次向若干在校师生征询的对校园噪声的主观感受问卷调查部分结果见表 2。

2.3 矩阵评价方法

$L_p$  为相同地点、相同时段多次测量数据的平均值:

$$L_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_p(i) \quad (1)$$

式中,  $n$  为某监测点在相同时段测量的数据个数,  $L_p(i)$  为第  $i$  个测量值。

$L_{eq}$  为 24 小时内等效连续声级, 表达式为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{1440} \int_0^{1440} 10^{0.1L_p(t)} dt \right] \quad (2)$$

式中, 1440 为一天 1440 分钟,  $L_p(t)$  表示  $t$  时刻的声压值。

根据表 1 的时间分段(表 2 中的 F 和 G),  $L_{eq}$  可以表示为式(3):

$$L_{eq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{1440} (90 \times 10^{0.1L_{p,A}} + 440 \times 10^{0.1L_{p,B}} + 430 \times 10^{0.1L_{p,C}} + 480 \times 10^{0.1L_{p,D}}) \right] \quad (3)$$

式中,  $L_{p,A}$  表示 A 时段内测量的平均声压值。

通常在一些地方(比如宿舍, 表 4 中的 E), 在 A、B、C 这段时间里, 声压级差别不大时,  $L_{eq}$  可以近似表示为式(4):

$$L_{eq} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{1440} \left[ \int_0^{960} 10^{0.1L_{p,ABC}(t)} dt + \int_{960}^{1440} 10^{0.1L_{p,D}(t)} dt \right] \right\} = 10 \lg \left[ \frac{1}{1440} (960 \times 10^{0.1L_{p,ABC}} + 480 \times 10^{0.1L_{p,D}}) \right] \quad (4)$$

式中,  $L_{p,ABC}$  表示除了 D 时段以外的时间里测量的平均声压值。

张邦俊等人提出噪声污染指数  $P_N$  为<sup>[1]</sup>:

表 1 某大学教学区每天的时间分段(工作日)  
Table 1 Time divisions of teaching zones in X University(on weekday)

时间段	时间/min	备注
A 上下课 间嘈杂段	90	上午上课前 10min 第一大节与第二大节之间的 30min 上午第二大节后的 10min 以及下午和晚上上课前、课后 各 10min。
B 上课期间段	440	上午 5 节课、下午 3 节、 晚上 3 节(每节 40min)。
C 下课期间段	430	除 A、B、D 外的剩余时间。
D 晚间休息时段	480	晚上 11: 00PM 至 次日 7: 00AM。
合计	1440	

表 2 问卷调查统计结果  
Table 2 Results of the questionnaires

序号	调查内容				
您对本校的校园声环境质量的总体印象是:					
1	吵闹	较吵闹	一般	较安静	安静
	4.1%	20.7%	47.3%	22.1%	5.9%
您觉得校园声环境质量是否影响您的休息睡眠?					
2	不可忍受	可忍受	一般	略有干扰	无干扰
	19.4%	21.6%	18.9%	29.7%	10.4%
您觉得校园声环境质量是否影响您上课(听课/授课)?					
3	不可忍受	可忍受	一般	略有干扰	无干扰
	10.4%	18.0%	24.8%	32.0%	14.9%
您觉得校园整体的声环境质量是否适合学生学习和和老师正常工作?					
4	不适合	适合, 若再改善好些更好	很适合		
	14%	79.3%	6.8%		
您觉得学校在校园声音管理方面管理得如何?					
5	没有管理	管理混乱, 措施不得力	管理好		
	34.2%	43.7%	22.1%		

$$P_N = \frac{L_{eq}}{L_b} \quad (5)$$

声舒适指数反映了受声者对声环境质量的舒适程度, 根据噪声与声舒适的关系定义声舒适指数  $P_{ACI}$ :

$$P_{ACI} = \frac{L_b}{L_{eq}} \quad (6)$$

式(5)、(6)中,  $L_b$  为基准值, 式(5)中通常取室外高烦恼噪声级 75dB 为基准, 即  $L_b=75dB(A)$ <sup>[1]</sup>, 式(6)中按 GB-3096-93 城市区域环境噪声标准取  $L_b=45dB(A)$ 。由校园声环境质量对于休息睡眠和上课(听课/授课)影响的问卷调查结果 ( $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ )<sup>T</sup>, 给予一定的权重 ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ ), 得到的影响指数为:  $\phi_i = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n) \cdot (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)^T, (i=1,2)$ 。将影响因子归一化为:

$$\phi = \left( \frac{\phi_1}{\sum \phi_i}, \frac{\phi_2}{\sum \phi_i} \right)$$

由测量数据计算得生活区和教学区的平均声压级指数为  $\theta=(\theta_1, \theta_2)$ , 其中  $\theta_1, \theta_2$  为生活区和教学区  $P_{ACI}$  的平均值。

根据文献[1], 将 75dB 对应吵闹, 45dB 对应安静, 按照 10dB 一个等级, 总共分为 5 级, 令  $CACI=45/L_{eq}$  得到表 3。然后计算出校园声舒适指数  $CACI=\phi \cdot \theta^T$  后, 按照表 3 评价等级。

表 3 校园声舒适指数  
Table 3 Campus acoustic comfort index

等级	分级名称	CACI	Leq/dB(A)
一	吵闹	<0.6	>75
二	较吵闹	0.6~0.7	65~75
三	一般	0.7~0.8	55~65
四	较安静	0.8~1.0	45~55
五	安静	>1.0	<45

### 3 结果与讨论

在 2007 年 9 月 20 日~28 日期间对某大学的日/夜间声环境质量进行现状监测, 由于监测时数较多, 原始监测数据量非常大, 按照大学的特点及校园内各个区域的不同用途。选取第 E 栋学生宿舍(记为 E)、F 教学楼(记为 F)和 G 教学楼(记为 G)作为测量点, 不同时段测量结果见表 4。

表 4 中, A-上下课间嘈杂段; B-上课期间段; C-下课期间段; D-晚间休息时段; ABC-白天时段。

由表 2 中第 2、3 项问卷调查统计结果, 权重根据美国数学家扎德(Zadeh)教授提出的模糊理论概念, 应用隶属度函数, 把舒适程度定义为“安静”、“较安静”、“一般”、“较吵闹”、“吵闹”五个等级。给予一定的权重(0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1), 得到校园声环境质量对于休息睡眠的影响指数为:

$$\phi_1=(0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1) \cdot (19.4\%, 21.6\%, 18.9\%, 29.7\%, 10.4\%)^T=0.52$$

同理, 校园声环境质量对于上课(听课/授课)的影响指数为:

$$\phi_2=(0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1) \cdot (10.4\%, 18.0\%, 24.8\%, 32.0\%, 14.9\%)^T=0.45$$

故影响因子归一化为:

$$\phi=(\frac{0.52}{0.97}, \frac{0.45}{0.97})=(0.53, 0.47)$$

由表 3 的测量数据得到生活区和教学区的平均声压级指数为  $\theta=(0.77, 0.78)$ 。

然后计算出校园声舒适指数:

$$CACI=\phi \cdot \theta^T=(0.53, 0.47) \cdot (0.77, 0.78)^T=0.78$$

由校园声舒适指数( $CACI=0.78$ ), 按照表 3 查出等级为三级(一般)。

表 4 某大学声学测量数据  
Table 4 Acoustic measurements for X university

地点	时间段	$L_p$ /dB(A)	$L_{eq}$ /dB(A)	$\theta$
E	ABC	59.1	58.23	0.77
	D	55.7		
F	A	62.7	57.01	0.78
	B	56.3		
	C	57.9		
	D	53.3		
G	A	61.6	57.89	
	B	60.3		
	C	56.2		
	D	53.4		

### 4 结论

本文通过对某大学声环境质量的现状监测, 运用矩阵综合评价方法对校园声环境质量进行综合评价, 并对某大学校园声环境质量舒适度进行了分析。得出使用矩阵评价法能很方便地评价高校校园声环境质量, 并且评价结果和师生主观感受一致。通过这项研究得出某大学的声环境质量状况一般, 同时建议校方在校园声音管理方面要加强管理, 从而使学校能更有效地发挥作用。

#### 参 考 文 献

- [1] 张邦俊, 翟国庆. 环境噪声学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2001, 9. ZHANG Junbang, ZHAI Guoqing. Environmental noise study [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2001, 9.
- [2] Goujard B, Sakout A, Valeau V. Acoustic comfort on board ships: An evaluation based on a questionnaire[J]. Applied Acoustics, 2005, (66): 1063-1073.
- [3] Led Tourneaux F, Guerrand S. Assessment of the acoustical comfort in high-speed trains at the SNCF: Integration of subjective parameters[J]. Journal of Sound and Vibration, 2000, 231(3), 839-846.
- [4] Nor MJM. Index for vehicle acoustical comfort inside a passenger car[J]. Applied Acoustics, 2008, 69(04): 343-353.
- [5] YANG W, KANG J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces[J]. Applied Acoustics, 2006, 66(02): 211-229.
- [6] 温小乐, 林征峰. 模糊矩阵法在校园声环境质量评价中的应用[J]. 环境保护科学, 2006, 32(04): 57-69. WEN Xiaole, LING Zhengfeng. Application of fuzzy matrix model to acoustical environmental quality assessment of campus[J]. Environmental Protection Science, 2006, 32(04): 57-69.
- [7] 胡影峰, 华虹, 陈孚江. 居住区声环境质量的控制改善与灰色聚类评价[J]. 重庆建筑大学学报, 2006, 28(01): 179-182. HU Ying feng, HUA Hong, CHEN Fu jiang. Control and improvement and the grey clustering evaluation for acoustical environmental quality of residential area[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2006, 28(01): 179-182.
- [8] 彭小云. 生态高校校园声环境探讨[J]. 工业建筑, 2004, 34(09): 30-31. PENG Xiaoyun. Discussion on acoustical environment of ecological campus of college and university [J]. Industrial Construction, 2004, 34(09): 30-31.