城市居民对公共场所噪声群体性反应分析

周国柱[1]，焦风雷[1]，孙 艳[1;2]，康 健[3]
(1. 中国科学院声学研究所噪声与振动重点实验室，北京 100190；2. 北京工业大学，北京 100234；3. 谢菲尔德大学，S10 2TN 英国)

摘要：为了调查城市居民对公共场所噪声的群体性反应，以北京市为样本，通过两次问卷调查得到市民对公共场所噪声的群体性反应数据。测量得到各个调查地点的客观声学数据。并且分别建立了烦恼度与等效 A 声级、感觉噪度、感觉噪度级之间的关系曲线。调查结果表明，城市居民普遍认为公共场所的噪声比较吵闹；大多数市民对这些噪声感到一定程度的烦恼；受到噪声干扰时，大多数人倾向于采取比较消极的应对措施，也有部分居民能够采取积极的应对措施。非声学因素在人们评价公共场所噪声烦恼度时起到了明显作用。研究还表明感觉噪度和感觉噪度级可以被用来评价公共场所噪声的烦恼度。

关键词：公共场所噪声；烦恼度；非声学因素；感觉噪度
中图分类号：TB556 **文献标志码**：A **文章编号**：1000-3630(2009)-04-0518-06
DOI 编码：10.3969/j.issn1000-3630.2009.04.018

Analysis of community response to urban public noise in Beijing

ZHOU Guo-zhu[1], JIAO Feng-lei[1], SUN Yan[1,2], Jian Kang[3]
(1. *Key Laboratory of Noise and Vibration Research, Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100190, *China*;
2. *Beijing University of Technology,* 100234, *China*; 3. *University of Sheffield, S*10 2*TN, UK*)

Abstract: Based on two questionnaire surveys conducted in Beijing, the data about the community response to the public noise are obtained. Objective noise data are also measured by a sound level meter. Three curves, which show the relationship between annoyance and equivalent A-weighted sound level, perceived noisiness and perceived noise level, are also established. As the survey results indicated, the public noise is generally considered “noisy”, and makes citizens feel somewhat annoyed. Most people are apt to take negative measure to deal with the disturbing public noise, although some people can take effective ways to treat it. Furthermore, non-acoustic factors affect the annoyance evaluation of public noise significantly. The research also indicates that the perceived noisiness and perceived noise level could be taken as indicators for evaluating annoyance of public noise.

Key words: public noise; annoyance; non-acoustic factors; perceived noisiness

1 引 言

城市公共场所噪声是影响城市居民日常生活的主要声源之一。伴随着城市的发展和人民生活水平的提高，城市公共场所的噪声污染问题逐渐引起城市居民和政府的重视，一系列相关的噪声标准开始实施。比如 2006 年 8 月，《城市轨道交通列车限值和测量方法》及《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》开始实施。2008 年 10 月，《社会生活噪声排放标准》和《工业企业厂界环境噪声排放标准》开始实施。

噪声可以在心理和生理上对人产生影响，其中最主要的影响是使人产生烦恼感。目前国际上有很多学者都在对噪声的烦恼度进行研究[1-3]。建立噪声暴露量与主观烦恼度之间的关系曲线也是很多学者的研究目标[4]。

国内已有学者采用社会声学研究方法[5]对城市环境噪声进行了一些调查研究[6,7]，但总体来说国内的这类研究还比较有限。

研究居民对噪声的群体性反应是声环境评价的基础。调查人们对公共场所噪声的群体性反应能为完善公共场所噪声评价体系提供基础数据，具有重要的意义。

本次研究中，以北京市公共场所的噪声为研究对象，调查了城市居民对除娱乐场所外的九类公共场所噪声的主观反应情况。为了研究用客观指标来表征城市居民对几类公共场所噪声的主观反应情况，同时客观测量了九类公共场所的噪声数据，并建立了主观烦恼度-客观指标关系曲线。

收稿日期：2008-12-19；**修回日期**：2009-02-20
基金项目：国家自然科学基金资助项目(10674150)；国际(地区)合作与交流项目(10811130466)
作者简介：周国柱(1983-)，男，山东泰安人，硕士研究生，研究方向为环境声学、声品质。
通讯作者：焦风雷，E-mail: jiaofl@mail.ioa.ac.cn

2　研究思路

首先，通过非现场问卷调查(调查 1)得到城市居民对主要公共场所噪声的反应数据。此调查是请不在噪声现场的人们根据对公共场所噪声的印象作答的。通过调查得到市民对公共场所声环境的总体印象、对主要公共场所声环境的评价。根据本次调查结果，确定九类进一步详细调查的公共场所噪声。

然后，对通过调查 1 确定的九类公共场所噪声进行现场问卷调查(调查 2)。对每类场所选择一个代表地点进行调查。通过调查得到了各类场所的噪声导致居民产生的烦恼度分布情况。

最后，对各类公共场所的噪声进行客观测量(调查 3)，并建立烦恼度-客观指标关系模型。调查 3 中的测量地点同调查 2 中的调查地点相同。

3　非现场问卷调查

3.1　调查目的和调查对象

本次调查主要为了获得人们对公共场所声环境的总体印象。了解主要的公共场所的噪声对城市居民的干扰情况，以及人们对噪声污染的认识和应对噪声干扰的措施。

此调查对象是当时没有暴露在公共场所噪声中的人们，请他们对各类公共场所的噪声进行评价。

调查共发放问卷 1000 份，收回 570 份有效问卷。

受调查者中男女比例 1：1.16，年龄均匀且连续分布在 17~82 岁年龄区间中，从事的职业包括学生、教师、医生、公务员、退休人员、干部、职员、画家、编辑、商人、护士、自由职业者等。

3.2　调查内容及结果

3.2.1　对公共场所声环境的总体印象

将公共场所的声环境按照“非常安静；安静；没有感觉；有点吵闹；非常吵闹”5 个尺度请受调查者进行评价。得到的评价结果如图 1 所示。

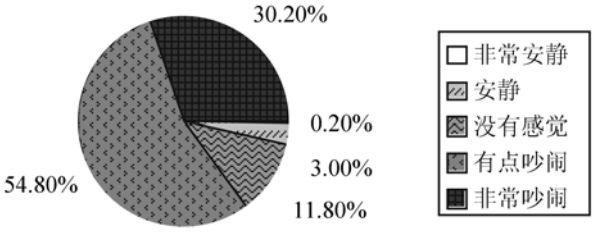


图 1　对公共场所声环境的评价结果

Fig.1　The evaluation of public sound environment

按照语义细分法的数据处理方法，对“非常安静”到“非常吵闹”分别赋值“1”到“5”。对所有有效问卷的数据进行平均得到人们对公共场所声环境的平均评价为 4.12 分，此数值介于“有点吵闹”和“非常吵闹”之间，表明人们一般认为公共场所的噪声还是“吵闹”的。

在有效问卷中，认为公共场所声环境“非常吵闹”(占 30.2%)和“有点吵闹”(占 54.8%)的人占到总数的 85.0%。此结果表明，绝大多数人认为公共场所的噪声比较吵闹。

3.2.2　公共场所中噪声最吵的地方

本题中列出了主要的公共场所，请受调查者从中选择认为噪声最吵地方，作答时可以多选，但不能多于 3 项。图 2 显示了每类场所被选择次数占有效问卷总数的比例。

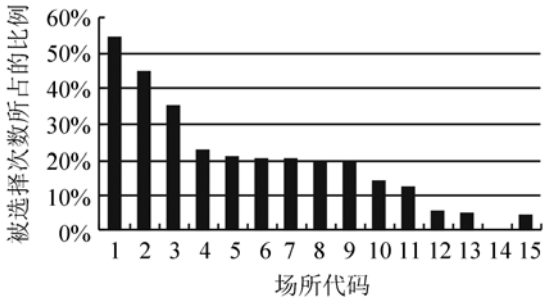


图 2　对各类公共场所噪声吵闹程度的评价结果(1：火车站；2：娱乐场所；3：公交车；4：游戏厅；5：餐饮场所；6：轨道交通场所；7：电子市场；8：电器商场；9：百货商场；10：超市；11：酒吧；12：医院；13：机场；　14：宾馆；15：其它)

Fig.2　The noisiness evaluation of public noise(1: railway station; 2: entertainment venue; 3: bus; 4: game hall; 5: dining place; 6: rail transit system; 7: electronic market; 8: electrical store; 9:department store; 10: supermarket; 11: bar; 12: hospital; 13: airport; 14: hotel; 15: others)

由图 2 可见，在人们印象中，几类场所按照噪声吵闹程度由高到低的排序为“火车站、娱乐场所、公交车、游戏厅、餐饮场所、轨道交通场所、电子市场、电器商场、百货商场、超市、酒吧、医院、机场、宾馆”。在“其他”一项中，有受调查者填写了“公路”、“农贸市场”和“商业街”，所占的比例都很小。

火车站、娱乐场所、公交车、游戏厅、餐饮场所、轨道交通场所、电子市场、电器商场、百货商场、超市、酒吧等场所都是人们认为噪声较大的地方。有研究者已经对娱乐相关场所的噪声进行过详细的调查和分析。本次调查 2 对“火车站、公交车、餐饮场所、轨道交通场所、电子市场、电器商场、百货商场、超市、医院”等公共场所的噪声进行了详细的现场调查。

3.2.3 噪声产生干扰的主要时段

为了调查公共场所噪声产生干扰的主要时段，调查中请人们在“睡眠休息中”、“工作学习中”、“休闲采购中”和“上下班路上”四项中进行选择。

调查结果如图 3 所示。可见，公共场所造成的噪声干扰时是无时不在的，相对而言，“休闲采购中”受到噪声干扰更多一些。

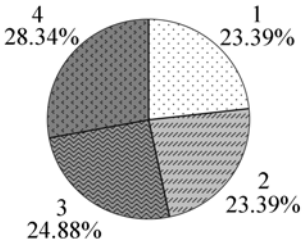


图 3 噪声产生干扰的主要时段(1：睡眠休息中；2：工作学习中；3：上下班路上；4：休闲采购中)

Fig.3: The noise disturbing time (1: sleep or rest; 2: working or learning; 3: on the road to and from work; 4: leisure or purchasing)

3.2.4 城市居民应对噪声干扰的措施

为了调查人们受到噪声干扰时倾向采取的应对措施，调查中请受调查者在“不理它、躲开它或者把自己的耳朵堵起来、向产生噪声污染的人或者单位提出抗议、向有关部门或者警察投诉”四项中选择受到噪声干扰时倾向采取的一种措施。在调查 2 中也有同样的调查内容，因此，将两次调查的数据汇总后进行处理。调查结果见 4.3.2。

4 现场问卷调查

4.1 调查目的和调查方法

本调查是为了详细地获得市民对九类公共场所声环境的主观反应数据，得到各类场所的声环境导致产生的烦恼度分布数据。

对每类场所选择 1 个代表性地点进行调查，请处于所调查声环境中的人们回答问卷。每位答卷者都获赠一个小礼物。

4.2 调查地点及调查对象

表 1 中列出了各类场所的调查地点、调查对象以及有效问卷数量。

4.3 调查结果

4.3.1 几类场所噪声的烦恼度分布情况

问卷中将噪声导致的烦恼度从低到高分为“不烦恼、轻度烦恼、中度烦恼、非常烦恼、极度烦恼”5 级。根据人们的答卷情况得到了九类公共场所噪声导致产生的烦恼度分布情况，结果见图 4~12。

表 1 各类场所的调查地点、调查对象及回收的有效问卷份数

Table 1 The investigation venues, subjects and the number of valid questionnaires

场所类型	调查地点	调查对象	问卷/份
火车站	北京站候车室	旅客	98
公交车	某公交车上	乘客	100
餐饮场所	某美食广场	顾客	99
轨道交通	13 号线列车内	乘客	96
电子市场	中关村某电子城	顾客	97
电器商场	某电器商场旗舰店	顾客	97
百货商场	西单某商场	顾客	97
超市	某超市中关村店	顾客	98
医院	海淀区某医院	就医者	150

从图 4~12 可见，九类公共场所噪声导致人们产生的烦恼度分布情况有明显的差别。几类场所噪

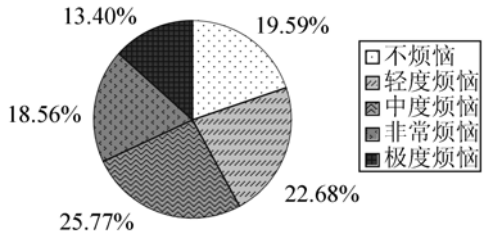


图 4 电子市场噪声导致人们产生的烦恼度分布情况

Fig.4 Annoyance distribution induced by noise in electronic market

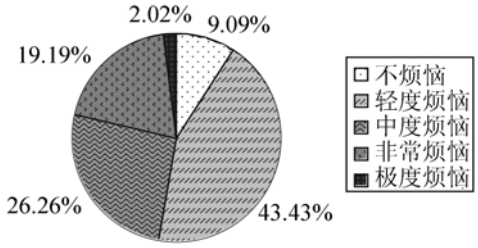


图 5 餐饮场所噪声导致人们产生的烦恼度分布情况

Fig.5 Annoyance distribution induced by noise in dining place

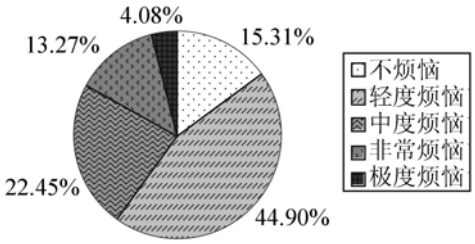


图 6 超市噪声导致人们产生的烦恼度分布情况

Fig.6 Annoyance distribution induced by noise in supermarket

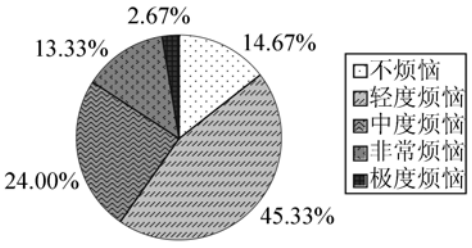


图 7 医院噪声导致人们产生的烦恼度分布情况

Fig.7 Annoyance distribution induced by noise in hospital

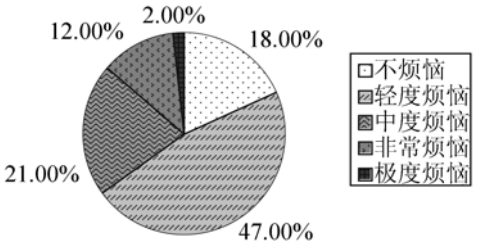


图 8　公交车噪声导致人们产生的烦恼度分布情况
Fig.8　Annoyance distribution induced by noise in bus

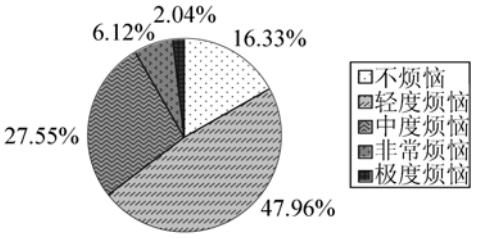


图 9　火车站噪声导致人们产生的烦恼度分布情况
Fig.9　Annoyance distribution induced by noise in railway station

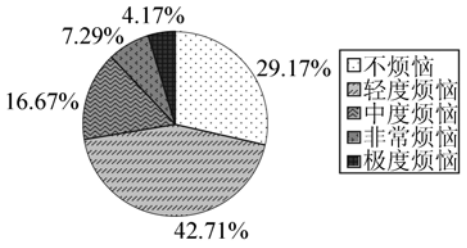


图 10　轨道交通场所噪声导致人们产生的烦恼度分布情况
Fig.10　Annoyance distribution induced by noise in rail transit system

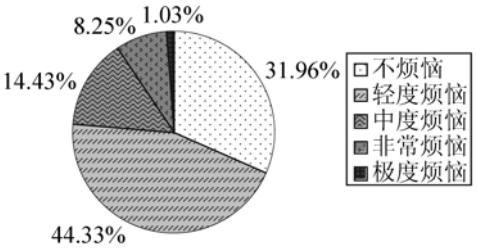


图 11　百货商场噪声导致人们产生的烦恼度分布情况
Fig.11　Annoyance distribution induced by noise in department store

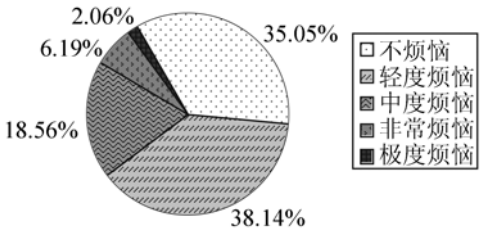


图 12　电器商场噪声导致人们产生的烦恼度分布情况
Fig.12　Annoyance distribution induced by noise in electrical store

声都使大部分居民感到不同程度的烦恼。其中“轻度烦恼”和“中度烦恼”在这九幅图中所占的比例都比较大。

根据语义细分法数据处理方法，对“不烦恼”到“极度烦恼”依次赋值“1”到“5”，将所有评价者的数据进行平均得到了九类公共场所噪声的平均烦恼度，如图 13 所示。

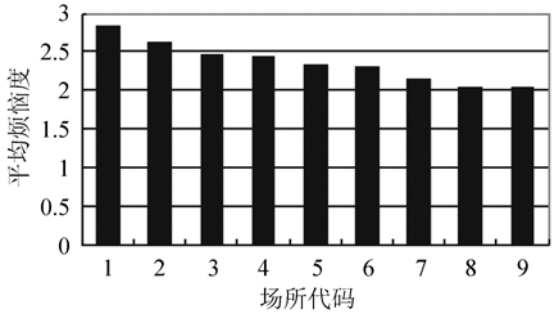


图 13　各类公共场所噪声的平均烦恼度(1：电子市场；2：餐饮场所；3：超市；4：医院；5：公交车；6：火车站；7：轨道交通场所；8：百货商场；9：电器商场)
Fig.13　Averaged annoyance of various public noises (1: electronic market; 2: dining place; 3: supermarket; 4: hospital; 5: bus; 6: railway station; 7: rail transit system; 8: department store; 9: electrical store;)

由图 13 可见，所调查的几类公共场所噪声使人们产生的平均烦恼度介于 2.02~2.83 之间，也就是说，几类场所的噪声大都使人感到轻度烦恼或者中度烦恼。按照场所中噪声使人们产生的烦恼度由高到低，九类公共场所依次是电子市场、餐饮场所、超市、医院、公交车、火车站、轨道交通场所、百货商场和电器商场。

4.3.2　城市居民应对噪声干扰的措施

在本次调查中设置了与调查 1 中同样的问题来调查人们受到噪声干扰时倾向采取的应对措施(见 3.3.4)。两次调查结果具有很好的一致性(Pearson 相关系数达 0.942)。将两次调查得到数据合并在一起进行处理，并得到图 14 所示的结果。图 14 中显示了选择各种应对措施的人占总数的比例。由图 14 可见，选择“不理它”或者“躲开它或者把自己的耳朵堵起来”的人占到了总数的 65.1%。这说明大

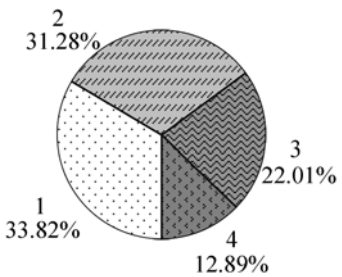


图 14　应对噪声干扰的措施(1：不理它；2：躲开它或者把自己的耳朵堵起来；3：向产生噪声污染的人或者单位提出抗议；4：向有关部门或者警察投诉)
Fig.14　The measure to deal with the disturbing public noise (1: do nothing; 2: go away or plug the ears; 3: make a protest to the people or department generating the noise; 4: complain to the government or police;)

多数市民在受到噪声干扰时倾向于采取比较消极的应对措施。同时，也有 1/3 左右的人能够采取有效措施来应对公共场所噪声干扰问题。

5 群体性反应曲线的建立

建立主观烦恼度和客观声学指标之间的关系曲线，有利于通过客观量来评价人们对公共场所噪声的主观烦恼度。

为了建立这种关系曲线，对调查 2 中所选的调查地点进行十分钟连续监测(调查 3)，测得等效 A 声级(L_{Aeq})、等效 C 声级(L_{Ceq})、等效线性声级(L_{eq})、最大 A 声级(Max)、最小 A 声级(Min)、统计 A 声级(L_{10} 、L_{50} 和 L_{90})，并记录了 1/3 倍频程频谱，由 1/3 倍频程频谱计算得到各个场所的感觉噪度值(*PN*)和感觉噪度级(*PNL*)[8]。

表 2 中列出了客观测量得到的等效 A 声级以及标准中规定的最大噪声允许限值，尚未规定最大限值的场所用“--”标识。可以发现，测量得到的等效 A 声级介于 67.0~79.6dB(A)之间；除“13 号线列车内”外，其余场所的声级普遍超出了相关标准规定的限值。根据频谱计算得到的各个测点的感觉噪度介于 13.9~25 呐之间；感觉噪度级介于 78~90.1PNdB 之间。

表 2 客观测量数据及标准中规定的限值

Table 2 The measurement results and the limits listed in standards.

测量地点	L_{Aeq}/dB(A)	L_{Aeq} 限值/ dB(A)
西单某商场	67.0	≤60[9]
某美食广场	72.6	--
某超市中关村店	70.3	--
某电器商场旗舰店	67.4	≤60[9]
中关村某电子城	79.6	--
某公交车上	71.1	--
13 号线列车内	69.7	≤75[10]
北京站候车室	71.5	≤70[11]
海淀区某医院	69.6	≤55[12]

调查 2 中得到了各类场所噪声导致的烦恼度分布情况。取“非常烦恼”和“极度烦恼”所占的比例之和作为高烦恼度人群所占的比例，并将“高烦恼度人群所占的比例”作为主观烦恼度评价指标。

表 3 列出了各个指标之间的 Pearson 相关系数。

从“*HA*”与各个客观指标的相关系数可见，“*HA*”与“L_{Aeq}、*PN*、*PNL*、Max、L_{10}、L_{50}”的相关系数都比较高。

对“*HA*”与“L_{Aeq}、*PN*、*PNL*”之间的关系，采用二次方程式分别进行拟合的结果见表 4。

表 4 显示，“L_{Aeq}”、“*PN*”和“*PNL*”都可以较好的解释公共场所的烦恼度分布情况。

表 3 各个指标之间的相关 Pearson 相关系数

Table 3 Pearson correlation of indicators

	L_{Aeq}	L_{Ceq}	L_{eq}	*PN*	*PNL*
A	0.884**	0.356	0.268	0.873**	0.852**
A	Min	Max	L_{10}	L_{50}	L_{90}
	0.563	0.880**	0.887**	0.839**	0.680*

** 相关显著性水平为 0.01; Correlation is signification at the 0.01level.

* 相关显著性水平为 0.05; Correlation is signification at the 0.05level.

表 4 烦恼度反应与客观指标的关系

Table 4 The relationship between annoyance response and objective indicators

	R^2	曲线表达式
L_{Aeq}	0.790	HA=0.044 L_{Aeq}^2-4.650 L_{Aeq} +122.436
PN	0.774	HA=0.027PN^2-0.012PN+4.008
PNL	0.765	HA=0.100PNL^2-15.044PNL+573.506

图 15 显示了等效 A 声级与烦恼度反应之间的关系曲线。

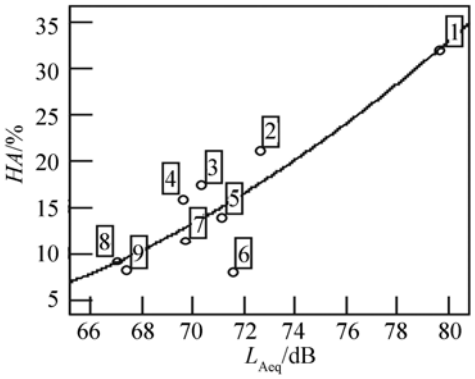


图 15 等效 A 声级-烦恼度反应关系(1：电子市场；2：餐饮场所；3：超市；4：医院；5：公交车；6：火车站；7：轨道交通场所；8：百货商场；9：电器商场)

Fig.15 Equivalent A-weighted sound level – annoyance response relationship.(1: electronic market; 2: dining place; 3: supermarket; 4: hospital; 5: bus; 6: railway station; 7: rail transit system; 8: department store; 9: electrical store;)

由图 15 可见，具有相接近等效 A 声级的不同公共场所噪声使人们产生的烦恼度有明显差别。“超市、医院”的噪声更加容易使人烦恼，而“火车站”噪声则只使人产生较低的烦恼度。出现这种现象可能是由一些非声学因素导致的。有研究者认为，长期受到噪声干扰的人对经常接触的噪声比其他人更加敏感一些[13]；而图 15 的结果也显示了类似的趋势，城市居民对经常接触的“超市”和“餐饮场所”噪声表现出更高的烦恼程度，而对不经常接触的“火车站”噪声的烦恼度则较低。造成这种现象出现的原因或许是，当人们长期受到某种噪声干扰时，就会对这种噪声的“抵触情绪”更高一些。而且，人们的心情也会影响烦恼度的评价。比如在医院中的人们往往具有比较焦虑的心情，所以表现

出了较高的烦恼度。

6 总 结

根据问卷调查和客观测量的数据分析城市居民对公共场所噪声的群体性反应，可得到以下结论：

(1) 调查 1 显示，城市居民普遍认为公共场所的噪声“吵闹”，且市民认为最吵闹的三类公共场所依次是火车站、娱乐场所和公交车。

(2) 对九类公共场所声环境的现场问卷调查显示，九类公共场所的噪声都能使大多数人感到一定程度的烦恼，平均烦恼度介于“轻度烦恼”和“中度烦恼”之间。按照平均烦恼度由高到低排序为：电子市场、餐饮场所、超市、医院、公交车、火车站、轨道交通场所、百货商场、电器商场。

(3) 无论是在工作、休闲、休息中，还是上下班路上，公共场所噪声都普遍对人们产生干扰，其中，居民在“休闲采购”时受到公共场所噪声影响最多。在应对噪声干扰时，大多数人(占 65.1%)倾向于采取较为消极的措施(比如，“不理它”或者“躲开”)，也有大约 1/3 的人能够积极地向相关部门反映或者投诉来解决噪声干扰问题。

(4) 根据客观测量结果，所测九个地点的等效 A 声级介于 67.0~79.6dB(A)之间；除轨道交通列车内之外，其余场所的声级普遍超出了相关标准规定的限值。

(5) 相比 C 声级、线性声级、最大声级、最小声级等指标，等效连续 A 声级可以较好地评价几类公共场所噪声的烦恼度。建立的等效 A 声级-烦恼度反应关系曲线具有较高的拟合优度。从本次研究结果来看，感觉噪度和感觉噪声级在评价公共场所噪声烦恼度时也有较好的效果。

(6) 在对不同公共场所声环境进行烦恼度评价时，非声学因素(比如心情、接触某类噪声的频繁程度)会产生明显的影响。

致谢：非常感谢民盟北京市委员会对本研究的支持和帮助；本实验室的几位同学参与了调查 2 或调查 3，并给予了大力帮助，在此向他们表示真诚的感谢；感谢所有参与问卷调查的受调查者。

参 考 文 献

[1] Mark Brink, Katja E. Wirth, Christoph Schierz, et al. Annoyance responses to stable and changing aircraft noise exposure[J]. J. Acoust. Soc. Am. (S0001-4966), 2008, 124(5): 2930-2941.

[2] David S. Michaud, Stephen E. Keith, Dale McMurchy. Annoyance and disturbance of daily activities from road traffic noise in Canada[J]. J. Acoust. Soc. Am. (S0001-4966), 2008, 123(2): 784-792.

[3] Eveline Maris, Pieter J. Stallen, Riel Vermunt, et al. Evaluating noise in social context: the effect of procedural unfairness on noise annoyance judgments[J]. J. Acoust. Soc. Am. (S0001-4966), 2007, 122(6): 3483-3494.

[4] Changwoo Lim, Jaehwan Kim, Jiyoung Hong, et al. The relationship between railway noise and community annoyance in Korea[J]. J. Acoust. Soc. Am. (S0001-4966), 2006, 120(4): 2037-2042.

[5] 马惠，矢野隆．关于社会声学研究的回顾[J]. 噪声与振动控制, 2007, (2): 6-10.
MA Hui, Takashi Yano. Review of study on social acoustics[J]. Noise and Vibration Control, 2007, (2): 6-10.

[6] 王凌，吴其珍，李本纲等．南方城市道路交通噪声影响特征研究-以海口市为例[J]. 噪声与振动控制, 2006, **26**(3): 106-109.
WANG Ling, WU Qizhen, LI Bengang etal. Research for traffic noise characteristic of roads in Haikou city[J]. Noise and Vibration Control, 2006, **26**(3): 106-109.

[7] 马惠，籍仙蓉，矢野隆．城市居民对环境噪声群体性反应的研究[J]. 声学学报, 2008, **33**(3): 275-282.
MA Hui, JI Xianrong, Takashi Yano. Analysis of community response to noise in Chinese city[J]. Acta Acustica, 2008, **33**(3): 6-10.

[8] 马大猷主编．噪声与振动控制工程手册[M]. 北京：机械工业出版社, 2002. 718-725.
MA Dayou, Handbook of noise and vibration control engineering[M]. Beijing: Chinese Machine Press, 2002. 718-725

[9] GB9670-1996, 商场(店)、书店卫生标准[S].
GB9670-1996, Hygienic standard for shopping centre and book store[S].

[10] GB 14892-2006，城市轨道交通列车噪声限值和测量方法[S].
GB 14892-2006, Noise limit and measurement for train of urban rail transit[S].

[11] GB9672-1996,公共交通等候室卫生标准[S].
GB9672-1996, Hygienic standard for waiting room of public transit means[S].

[12] GB9671-1996, 医院候诊室卫生标准[S].
GB9671-1996, Hygienic standard for hospital waiting room[S].

[13] Torben Poulsen. Annoyance of low frequency noise (LFN) in the laboratory assessed by LFN-sufferers and non-sufferers[J]. J. Low Freq. Noise Vib. Active Contr. (S0263-0923), 2003, **22**(4): 191-201.