

使用者的社会因素对地下商业街主观响度和声舒适度影响的调查研究*

孟琪^{1†} 康健^{1,2} 金虹¹

(1 哈尔滨工业大学 建筑学院 哈尔滨 150001)

(2 英国谢菲尔德大学 建筑学院)

摘要 前人研究表明主观响度和声舒适度由实际环境中的众多因素决定,而不是仅受声压级的影响。本文在对地下商业街声场和声源特性进行调查与分析的基础上,针对使用者的社会因素对主观响度和声舒适度的影响,在哈尔滨的几个典型地下商业街进行了大量问卷调查,并运用相关统计方法对结果进行了分析。研究表明,收入和职业与主观响度存在相关性,相关系数在0.1~0.4之间,学历、收入和职业与主观声舒适度亦存在相关性,相关系数在0.1~0.6之间。虽然性别对主观响度和主观声舒适度无显著性影响,但是女性对这两者的主观感觉评分范围比男性宽。年龄段与主观响度和声舒适度的相关性不显著,但是不同地下商业街有的年龄段对主观响度和声舒适度的感受有区别。职业对于主观声舒适度的影响的本质是源于收入和学历对于主观声舒适度的作用,并且收入对于主观声舒适度的影响要大于学历的影响。这些结果可以增加对地下商业街声景的了解,并且为建立地下商业街声景预测模型提供了基础。

关键词 使用者, 社会因素, 地下商业街, 主观声舒适度, 主观响度

Field study on the influence of users' social qualities on the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort in underground shopping streets

MENG Qi¹ KANG Jian^{1,2} JIN Hong¹

(1 School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

(2 School of Architecture, University of Sheffield, Sheffield S10 2TN)

Abstract It has been demonstrated in previous studies by the authors and by other researchers that the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort depends on a series of factors in context, rather than only on sound pressure levels. In this study, an analysis of sound sources and sound fields in underground shopping streets has been carried out and a large scale subjective survey has been undertaken in several underground shopping streets in Harbin, China, to determine how users' social characteristics influence their evaluation of subjective loudness and acoustic comfort. The results show that the subjective loudness is influenced by income and occupation, with correlation coefficients of about 0.1~0.4. The evaluation of acoustic comfort is

2009-12-28 收稿; 2010-04-12 定稿

*国家“十一五”科技支撑计划重点项目(2006BAJ27B03-8)和国家自然科学基金海外及港澳学者合作研究基金(50928801)

作者简介: 孟琪(1981-), 男, 哈尔滨人, 哈尔滨工业大学博士研究生, 研究方向: 环境与建筑声学。

康健(1964-), 男, 英国谢菲尔德大学教授, 哈尔滨工业大学长江学者客座教授, 博士生导师。

金虹(1963-), 女, 哈尔滨工业大学教授, 博士生导师。

†通讯作者: 孟琪, E-mail: mq3368_cn@sina.com

influenced by income, education level and occupation, with correlation coefficients of 0.1~0.6. The effect of gender on the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort is statistically insignificant, although females have a wider range of evaluation scores. The correlations between age and the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort are not significant, although between certain age groups there are considerable differences. The effects of occupation are mainly caused by the differences in education level and income, and the effects of income are greater than that of education level. The above results can enhance the knowledge of soundscapes in underground shopping streets, and they also form a good basis for prediction models for soundscapes in underground shopping streets.

Key words Users, Social characteristics, Underground shopping streets, Acoustic comfort, Subjective loudness

1 引言

地下商业综合体已经成为我国各大城市的重要组成部分,正在兴建和改造的地下商业街不胜枚举。目前,在降低地下商业街的噪声、创造安静的声环境方面,已经取得一些研究成果^[1-3]。然而,大量前人和笔者的研究结果表明,人们对声音的响度和舒适度的感受,主要受声源种类、使用者的特征和一些其它因素的影响,而并不只与声压级相关^[4-7]。本文在考虑声源及声场的特性的基础上,针对性别、年龄、收入、学历和职业等使用者特征对于地下商业街内的主观响度和声舒适度的影响进行了研究,并就这些特征之间的内在联系进行了讨论。

2 研究方法

2.1 选址

本文以哈尔滨的地下商业街作为调查对象,主要基于以下3个原因。首先,哈尔滨的地下商业街具有独特的历史背景。20世纪60年代,中苏关系紧张,在哈尔滨等边境城市修建了大量的地下防空掩体。随着冷战的结束和经济发展的需要,这些防空掩体逐渐被改造成为现在的地下商业街,并成为哈尔滨旅游观光的景点(图1)。其次,地下商业街在哈尔滨非常普及。在每一个城市广场和主要街道的下面几乎都有地下商业街,这为发放问卷提供了便利条件。再次,哈尔滨地下商业街的种类全,从空间种类上划分,

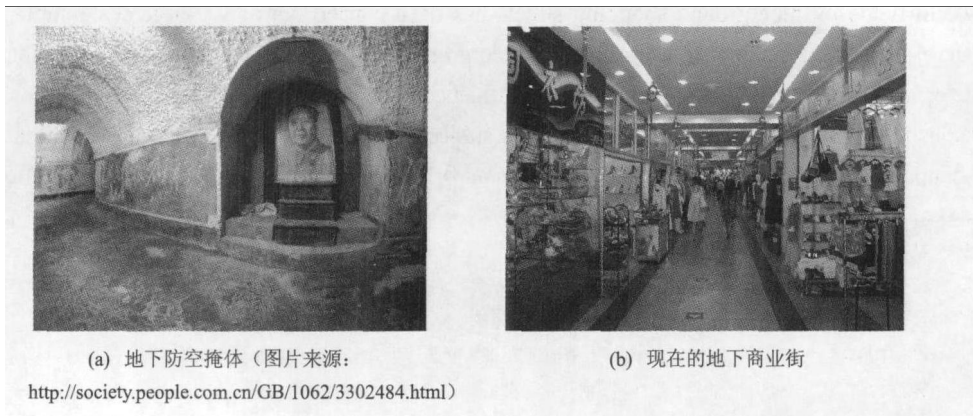


图1 由防空掩体改造的地下商业街

包括“街道型”、“广场型”和“综合型”3类。“街道型”常见于城市街道的下方，一般按照城市街道的走向布置；“广场型”主要集中在城市广场下方，平面布置上与一般的综合商场相近；“综合型”则是“街道型”和“广场型”的组合。本文中仅对“街道型”和“广场型”两类地下商业街进行了研究。

2.2 调查方法

如何让地下商业街的使用者给出客观有效的听觉评价，是本文的研究是否科学的一个重要前提。因此本文在问卷设计方面进行了详细的研究^[5-14]，并且在保证客观科学的基础上，发放和回收了大量的问卷。具体的问卷调查分为以下几个部分：

(1) 问卷设计：首先提出研究假设，对研究对象进行界定；其次采用结构访谈和无结构访谈相结合的形式对主观响度和声舒适度的研究内容进行补充，提出问卷题目的设计方案；最后完成主观响度和声舒适度的量表、

使用者特征量表和环境调查量表。

(2) 信度与效度分析：对于问卷信度检验，一般认为信度在 0.5~0.6 就达到要求^[8]，本调查问卷中环境因子信度为 0.715，声音因子信度为 0.882，满足信度的要求；对于结构效度，一般认为因子分析的结果中，前 6 个因子的方差贡献率大于 35%就满足要求^[9]。本问卷的结构效度检验结果是：前 6 个因子的方差贡献率为 47.23%，满足效度要求。通过信度和效度的分析表明，问卷是科学有效的。

(3) 正式调查：调查始于 2007 年冬，结束于 2008 年秋，在这 4 个季度中分别对 5 个哈尔滨典型的地下商业街共发放了 2800 余份问卷，每个地下商业街回收有效样本 400~600 份。表 1 分别给出了这 5 个地下街的经营项目、问卷中使用者听到的主要声音/声源以及调查的样本量。调查的结果通过 SPSS14.0 软件录入和进行分类研究。

表 1 5 个地下商业街的基本信息

地点	主要经营项目	问卷中使用者听到的主要声音/声源	样本量(份)
石头道	衣裤	背景音乐声，叫卖声，店铺音乐声，广播声，脚步声，交谈声，空调声	598
火车站	杂货	背景音乐声，叫卖声，店铺音乐声，玩具声，交谈声，脚步声，空调声	446
秋林	杂货	背景音乐声，叫卖声，店铺音乐声，交谈声，脚步声，空调声	459
会展	衣裤	背景音乐声，店铺音乐声，广播声，交谈声，脚步声，空调声，水声	690
乐松	衣裤	背景音乐声，叫卖声，店铺音乐声，广播声，交谈声，脚步声，空调声	629

2.3 测量方法

声压级的测量方面，在每份调查问卷结束之后，马上在调查地点用 Norsonic121 声学分析仪、HS-5671、声望 801 声学分析仪记录 A 声级数据，测量时保证测量位置离墙面和其它主要反射面不小于 1 m，距地面 1.2 m 至 1.5 m，每 3~5 秒记录一次，每个地点记录 100 个数据。

混响时间的测量方面，在空场环境下，

使用无指向声源作为声源，在一定的距离上设置若干个测量点，在声源停止发声时，用 MP3 记录声压级衰减的过程，并用 01 dB 软件进行分析每个测量点在各倍频程上的混响时间。为了便于测量，声源及测点之间的距离一般为一个柱距大小。以石头道地下商业街为例，如图 2 所示，其中 S 表示声源，R 表示接收点。由于篇幅所限，图中仅给出 R1 到 R15 点的位置，未标出 R16 到 R35 点沿此方向顺次排布。

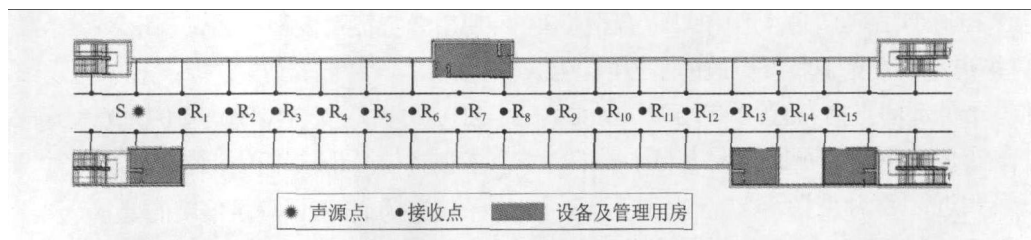


图2 石头道地下商业街内声源点与接收点的布置

3 声源与声场分析及其影响

3.1 声源的差异

虽然地下商业街内的声源类型大致相同,如表1所示,但是在不同的地下商业街内,使用者对这些声源的感受不同。在调查中,要求受访者至少标记出5类他们在地下商业街所听到的声音/声源,记录员根据受访者填写的问卷,按顺序标出前3类听到的声音。以石头道和火车站地下街的统计结果为例,如图3所示,其中听到次数小于10次的声音在图中没有标出。

在石头道地下街中,商场音乐声很特殊,并且吸引了众多听者的注意力,致使很多受访者第一个列举出的声音就是商场音乐声。除此以外,在这个地下商业街中,叫卖声、广播声和店铺的音乐声也很高次数地被受访者注意到。而其它的一些声音,如脚步声和空调声都很少引人注意。

在火车站地下街中,声压级相对低的背景音乐声给受访者更多的机会听到其它的声音,如交谈声、脚步声和空调声等。很有趣的是,在此地下街中,一些玩具商品的声音很引人注意,即便它们的响度不高,也在使用者首先听到的前3类声音中被大量提及。

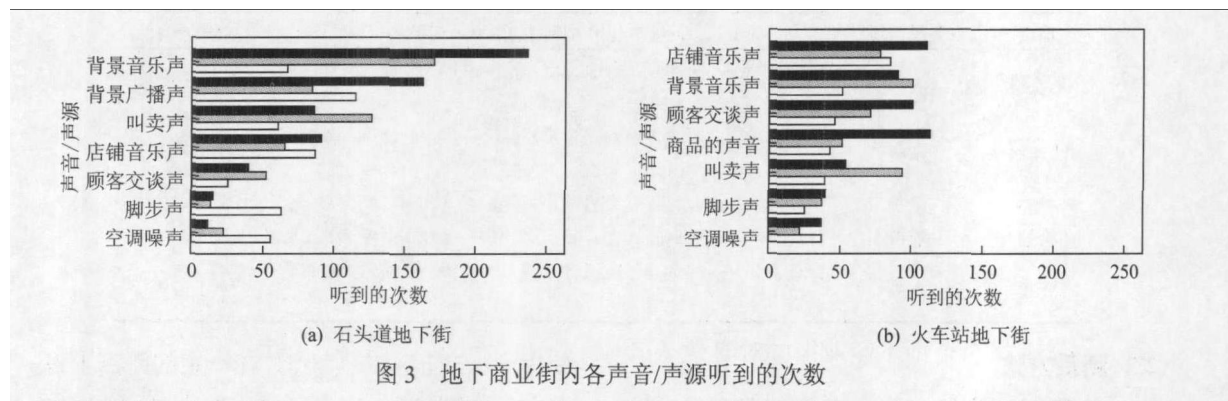


图3 地下商业街内各声音/声源听到的次数

3.2 混响的影响

相关文献指出,混响对于主观响度和声舒适度存在影响^[10,11]。在调查的地下商业街中,石头道地下商业街在空间形式上具有典型性,它在各频率上的混响时间曲线与类似空间中混响时间曲线大致相同。图4给出了石头道地下商业街内各接收点在倍频程上的

混响时间。需要注意的是,这些混响时间是在地下商业街基本没有使用者时进行测量的,而当地下商业街正常营业时,混响时间将会相对变短。可见在地下商业街的使用过程中,相对于混响时间,声压级的影响可能更为重要。

3.3 声压级的影响

为了研究声压级对主观响度的影响,在

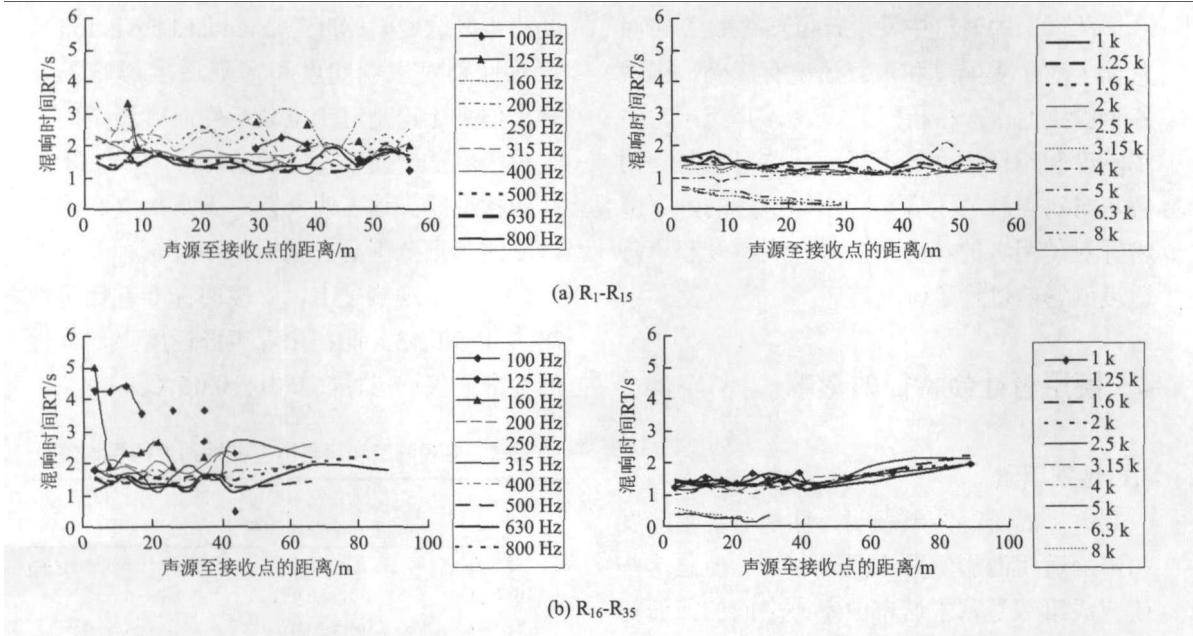


图 4 石头道地下商业街内混响时间随距离衰减曲线

调查的 5 个地下商业街中对等效 A 声压级与主观响度 (1. 很低, 2. 低, 3. 一般, 4. 响, 5. 很响) 进行了回归分析, 相关系数用 R^2 表示。为了减少主观误差, 低于 10 份主观响度样本的测点未计入。结果表明, 相关系数 R^2 分别为 0.742 (石头道)、0.810 (火车站)、0.646 (秋林)、0.761 (会展) 和 0.716 (乐松), 显著性水平为 $p < 0.001$, 可以看出两者具有很强的相关性, 并且随着等效 A 声级声级的提高, 主观响度的感受也随之提高, 以石头道地下商业街为例, 如图 5(a) 所示。

为了研究声压级对主观声舒适度的影响, 在调查的 5 个地下商业街中对等效 A 声压级与主观声舒适度 (1. 很不舒适, 2. 不舒适, 3. 一般, 4. 舒适, 5. 很舒适) 亦进行了回归分析。相关系数 R^2 分别为 0.656 (石头道)、0.794 (火车站)、0.761 (秋林)、0.762 (会展) 和 0.604 (乐松), 显著性水平为 $p < 0.001$, 这表明两者具有很强的相关性。在这些地下商业街中, 随着声压级的增大, 主观舒适度均以“抛物线”形式变化, 即在声

压级相对较低和相对较高时, 主观舒适度均呈下降趋势。声压级较高或较低时, 购物环境常常分别表现为杂乱或冷清。这两种环境都可能导致使用者购物时的舒适度降低, 从而使他们的主观声舒适度亦降低。以石头道地下商业街为例, 如图 5(b) 所示。

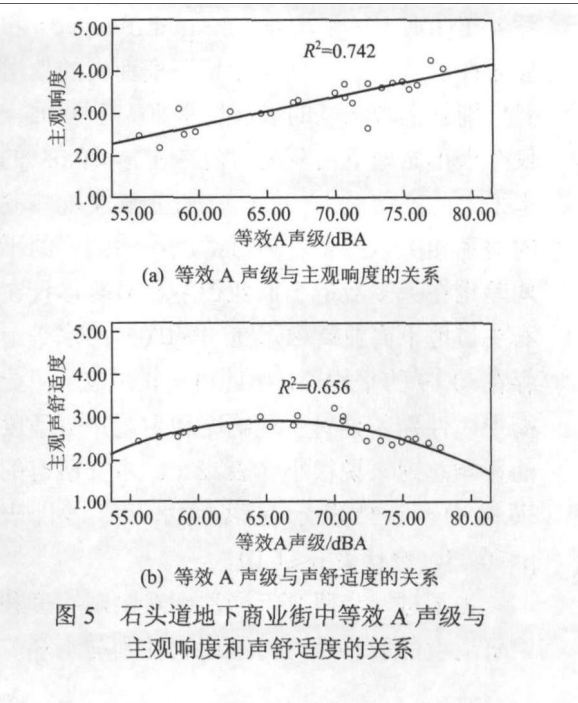


图 5 石头道地下商业街中等效 A 声级与主观响度和声舒适度的关系

从以上的研究中发现,虽然等效 A 声级总体上对主观响度和声舒适度有影响,但就各个测点而言,在相同的等效 A 声级下,主观响度和声舒适度各不相同,这可能是使用者本身对声音的主观判断不同造成的,下节将针对使用者的社会属性对主观响度和声舒适度的影响进行了研究。

4 使用者社会特征的影响

4.1 性别因素

大量的研究表明,性别对主观响度和声舒适度的影响并不显著^[12,13],但是这些研究成果都是基于城市中室外空间的。而对地下商业街这一类室内空间而言,性别与主观响度和声舒适度的关系还是未知的,因此本文对地下商业街内使用者性别与主观响度和声舒适度的关系进行了研究。

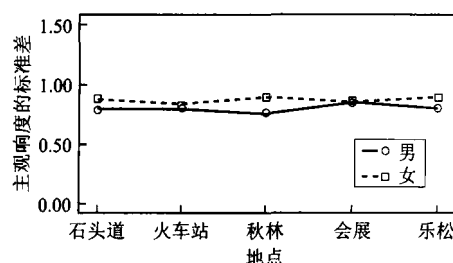
由独立样本的 T 检验计算出 5 个地下商业街使用者的主观响度(1.很低,2.低,3.一般,4.响,5.很响)和主观舒适度(1.很不舒适,2.不舒适,3.一般,4.舒适,5.很舒适)在性别上的平均差(mean difference)和显著性水平,其中有 4 个地下商业街的使用者性别就主观响度的显著性水平大于 0.05,仅有火车站地下商业街,两者在 $p \leq 0.05$ 的水平上的平均差为-0.24。与性别和主观响度的关系相类似,主观声舒适度在性别上的平均差也在大多数地下商业街中不显著,仅在石头道地下商业街中,在 $p \leq 0.05$ 的水平上存在-0.19 的平均差。由此可见,在地下商业街中,性别差异对主观响度和主观声舒适度的影响总地来说很小(表 2)。本文所有的表格中*与**表示显著性水平,*代表 $p \leq 0.05$,**代表 $p \leq 0.01$ 。

为了进一步研究不同性别对主观响度和声舒适度的敏感性,对使用者性别与主观响

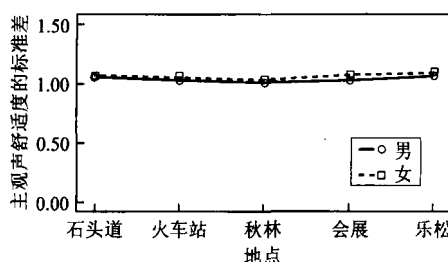
度和声舒适度取标准差(standard deviation)。虽然性别对主观响度和声舒适度影响不显著,但是无论是对于主观响度而言还是对于主观声舒适度而言,女性的标准差均大于男性的标准差。这表明女性对主观响度和声舒适度的感觉范围更加宽泛。不过这种差异并不大,在主观响度上,女性的标准差比男性高 0.01~0.13,而在主观声舒适度上,女性的标准差仅比男性高 0.01~0.05(图 6)。

表 2 主观响度和声舒适度在性别上的平均差

地点	性别/主观响度 平均差/显著性水平	性别/主观声舒适度 平均差/显著性水平
石头道	0.05/0.47	-0.19/0.02(*)
火车站	-0.24/0.02(*)	-0.15/0.13
秋林	0.13/0.09	-0.05/0.60
会展	0.01/0.88	-0.07/0.26
乐松	0.00/0.91	0.03/0.37



(a) 性别在主观响度上的标准差



(b) 性别在声舒适度上的标准差

图 6 性别在主观响度和声舒适度上的标准差

4.2 年龄因素

在城市声景的研究中发现,使用者的年龄与主观响度和声舒适度存在相关性^[14-16]。有趣的是,Nilsson 和 Berglund 的研究发现,这种相关性在室外空间中比较明显,而在室

内声环境中,年龄差异几乎对主观响度和声舒适度没有影响^[17]。为了验证 Nilsson 和 Berglund 的结果,对地下商业街中,使用者的年龄段(<17 岁,18~24 岁,25~34 岁,35~44 岁,45~54 岁,55~64 岁,>65 岁)与主观响度和主观声舒适度的关系进行了研究。

由调研结果统计出 5 个地下商业街使用者的年龄段与主观响度和声舒适度的相关系数和显著性水平,其中年龄段与主观响度和声舒适度的相关计算方式为卡方检验,相关系数为 Gamma。在调查的全部地下商业街中,使用者的年龄与主观响度的显著性水平都大于 0.05,这表明年龄与主观响度不存在相关性。相应地,年龄与主观声舒适度的显著性水平也大于 0.05,这表明两者亦不相关(表 3)。这个的结论与 Nilsson 和 Berglund 的研究结果相吻合。当然另外一个可能的原因是在地下商业街中 18~44 岁之间的人群占总数的 70%,而小于 17 岁和大于 55 岁的人所占比例各为 5%,这种年龄过于集中的情况也可能会使结果不显著。

表 3 年龄段与主观响度和声舒适度的相关性

地点	年龄段与主观响度 相关系数/显著性水平	年龄段与主观声舒适度 相关系数/显著性水平
石头道	-0.06/0.25	-0.03/0.54
火车站	0.08/0.17	-0.01/0.90
秋 林	0.10/0.07	-0.01/0.87
会 展	-0.01/0.87	-0.05/0.19
乐 松	-0.02/0.74	0.09/0.06

虽然统计分析表明年龄段差异对地下商业街内的主观响度和声舒适度的影响整体来说并不显著,但是在每个地下商业街中,某些年龄段对于主观响度和主观声舒适度的感觉有很大不同。例如就主观响度而言,在石头道地下商业街中,17 岁以下的年轻人听起来最响,而在会展地下商业街中,17 岁以下的年轻人听起来最弱。65 岁以上的老年人则认为会展地下商业街最嘈杂,而火车站和秋

林地下商业街较安静。对于主观声舒适度而言,火车站和会展地下商业街中 65 岁以上的老年感觉最舒适,而在秋林地下商业街中 65 岁以上老年人最不舒适。35~54 岁的中年人在石头道和秋林地下商业街中最舒适,而在火车站和会展地下商业街中最不舒适(表 4)。一个可能的原因是不同年龄的人对声源的兴趣不同,而导致了主观响度和声舒适度的感受上的差异。

表 4 主观响度和声舒适度的年龄差异
(表中值为:年龄段/平均评价水平)

地点	响度最强	响度最弱	声舒适度最佳	声舒适度最差
石头道	<17/4.30	18-24/3.68	45-54/2.95	55-64/2.52
火车站	<17/3.61	>65/3.32	>65/3.41	45-54/2.68
秋 林	45-54/3.80	>65/2.92	35-44/3.17	>65/2.67
会 展	>65/4.25	<17/3.43	>65/3.75	35-44/2.47
乐 松	35-44/3.90	55-64/3.22	18-24/2.82	<17/2.29

4.3 学历因素

由调研结果统计出五个地下商业街中使用者的学历与主观响度和主观声舒适度的相关系数和显著性水平(表 5),其中学历(小学,初中,高中、中专和技校,大专,大学及以上)与主观响度和声舒适度的相关计算方式为卡方检验,相关系数为 Gamma。在大多数地下商业街中,使用者的学历与主观响度的相关性不显著,仅石头道地下商业街中在 $p \leq 0.01$ 的水平上存在 0.20 的相关。而学历与主观声舒适度的关系在调查的所有地下商业街中,显著性水平均很高($p \leq 0.01$),并且均为负相关,这表明随着学历的提高,主观声舒适度下降。

表 5 学历与主观响度和声舒适度的相关性

地点	学历与主观响度 相关系数/显著性水平	学历与主观声舒适度 相关系数/显著性水平
石头道	0.20/0.00(**)	-0.32/0.00(**)
火车站	0.06/0.34	-0.41/0.00(**)
秋 林	0.07/0.20	-0.39/0.00(**)
会 展	0.04/0.39	-0.45/0.00(**)
乐 松	0.05/0.17	-0.40/0.00(**)

4.4 收入因素

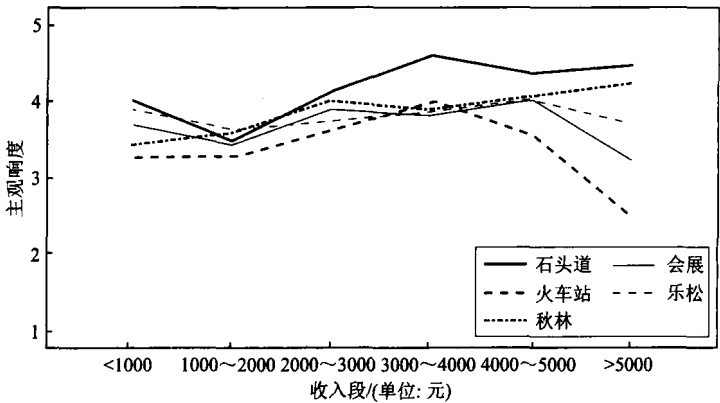
由调研结果统计出 5 个地下商业街使用者的月收入 (<1000 元, 1000~2000 元, 2000~3000 元, 3000~4000 元, 4000~5000 元, >5000 元) 与主观响度和声舒适度的相关系数和显著性水平 (表 6), 其中收入段与主观响度和声舒适度的相关计算方式为卡方检验, 相关系数为 Gamma。在调查的 5 个地下商业街中, 使用者收入与主观响度存在相关性, 相关系数在 0.10~0.40 之间, 显著性水平 $p \leq 0.01$, 这表明随着收入的增加, 地下商业街中使用者的主观响度也随之提升。和收入与主观响度的相关性相比, 收入与主观声舒适度的相关性更强, 相关系数的绝对值在 0.35~0.55 之间, 显著性水平

$p \leq 0.01$ 。收入与主观声舒适度成负相关, 这表明随着使用者收入的增加, 对主观声舒适度的感觉下降。

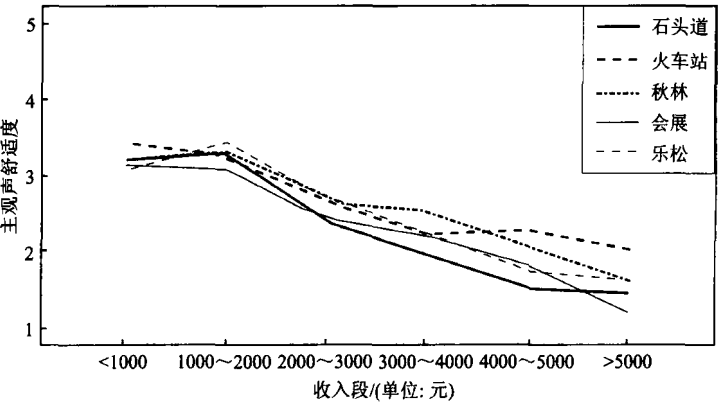
表 6 收入与主观响度和声舒适度的相关性

地点	收入与主观响度 相关系数/显著性水平	收入与主观声舒适度 相关系数/显著性水平
石头道	0.38/0.00(**)	-0.45/0.00(**)
火车站	0.12/0.00(**)	-0.44/0.00(**)
秋林	0.21/0.00(**)	-0.52/0.00(**)
会展	0.30/0.00(**)	-0.51/0.00(**)
乐松	0.26/0.00(**)	-0.37/0.00(**)

为了进一步研究收入对主观响度和声舒适度的影响, 按照收入的增加绘制出各个地下商业街主观响度和声舒适度的变化曲线, 如图 7。在石头道地下商业街和火车站地下商业街中, 月收入在 3000~4000 元的人群认



(a) 和声舒适度



(b) 随收入的变化

图 7 主观响度

为响度最高，而在会展地下商业街和乐松地下商业街中月收入在 4000~5000 元的人群认为响度最高（图 7(a)）。主观声舒适度随收入的增加逐渐降低，很有意思的是，月收入小于 1000 元的人群和月收入在 1000~2000 元的人群对主观声舒适度的判断基本相同，而差异最显著的是月收入在 1000~2000 元的人群与月收入在 2000~3000 元的人群之间，对于主观声舒适度的评价几乎下降了 1 个等级（图 7(b)）。需要指出的是，哈尔滨居民的平均月收入水平为 2000 元左右^[18]，收入在 2000~3000 元是从平均收入到高收入的拐点，也许正是因为刚达到了高收入水平，生活质量的骤然提高，使人们对于声环境舒适度也有了一个更高的要求。

4.5 职业因素

由调研结果统计出的 5 个地下商业街中使用者的职业（农民，工人，服务人员，技术人员，教师，干部，学生，个体业主，管理人员，家庭主妇，退休人员，无业人员，其他人员）与主观响度和声舒适度的相关系数和显著性水平（表 7），由于职业是类别变量，所以相关计算方式为卡方检验，列联相关系数为 Cramer's V。在这些地下商业街中，有 4 个地下商业街的听者职业与主观响度的关系在 $p \leq 0.01$ 的水平上显著，相关系数在 0.10~0.30 之间，仅在会展地下商业街中相关性不显著。相应地，在 4 个地下商业街中，职业与主观声舒适度的相关性分别在 $p \leq 0.05$ 和 $p \leq 0.01$ 的水平上显著，相关系数

在 0.10~0.20 之间，只有火车站地下商业街中，职业与主观声舒适度相关性不显著。从总体上看，职业类别的不同对主观响度和声舒适度的评价有影响。

5 讨论

从使用者各社会特征与主观声舒适度的分析结果中可以看出，使用者的学历、收入、职业和主观声舒适度均存在相关性。与此同时，职业、学历与收入之间亦存在着很强的相关性，如表 8 所示。为了澄清哪个因素直接影响了主观声舒适度，下文进行了分组讨论。

表 8 职业、学历与收入之间的相关性

地点	学历与职业	收入与职业	学历与收入
	相关系数/显著性水平	相关系数/显著性水平	相关系数/显著性水平
石头道	0.12/0.00(**)	0.34/0.00(**)	0.30/0.00(**)
火车站	0.36/0.00(**)	0.35/0.00(**)	0.57/0.00(**)
秋 林	0.34/0.00(**)	0.29/0.00(**)	0.51/0.00(**)
会 展	0.30/0.00(**)	0.32/0.00(**)	0.60/0.00(**)
乐 松	0.32/0.00(**)	0.30/0.00(**)	0.31/0.00(**)

首先是取某一固定收入段的人群，观察职业变化与主观声舒适度之间的关系。另外取某一固定学历的人群，观察职业变化与主观声舒适度之间的关系。在各个收入段和学历层次相对固定的情况下，职业与主观声舒适度基本不相关，或仅存在弱相关，本文中仅以月收入在 1000~2000 元之间的人群和学历在大学及以上的人群为例（表 9）。其次是取某一职业人群，观察收入和学历变化与主观声舒适度之间的关系。在职业相同的情况下，收入和学历与主观声舒适度存在着 0.3~0.9 的强相关性，本文中仅以职业类别是技术人员的为例（表 10）。这表明职业与主观声舒适度的相关性主要是由学历和收入上的差异体现出来了，而与职业本身关系并不大。

表 7 职业与主观响度和声舒适度的相关性

地点	职业与主观响度	职业与主观声舒适度
	相关系数/显著性水平	相关系数/显著性水平
石头道	0.22/0.00(**)	0.19/0.00(**)
火车站	0.27/0.00(**)	0.17/0.22
秋 林	0.19/0.01(**)	0.18/0.03(*)
会 展	0.13/0.20	0.16/0.01(*)
乐 松	0.19/0.00(**)	0.17/0.00(**)

表 9 相同收入或学历下职业与主观声舒适度之间的相关性

地点	收入在 1000-2000 元之间	学历在大学及以上
	职业与主观声舒适度 相关系数/显著性水平	职业与主观声舒适度 相关系数/显著性水平
石头道	0.12/0.08	0.17/0.31
火车站	0.18/0.16	0.19/0.01(**)
秋林	0.18/0.00(**)	0.15/0.22
会展	0.16/0.90	0.11/0.09
乐松	0.16/0.07	0.18/0.06

由于学历与收入都影响主观声舒适度，而且学历与收入也存在很强的相关性，为了研究两者对于主观声舒适度的影响，对学历和收入与主观声舒适度进行多元回归分析。结果表明，学历与收入对于主观声舒适度的标准化回归系数在 $p \leq 0.01$ 的水平上均显著，说明两者对主观声舒适度都有直接的影响。学历对主观声舒适度的标准化回归系数要比收入对主观声舒适度的标准化回归系数的绝对值小，这表明就两者而言，收入对主观声舒适度的影响更大（表 11）。

表 11 相同职业下收入和学历与主观声舒适度之间的多元回归结果

地点	影响 因素	相关系数	标准化回归系数
		R^2_{Adj}	Standardized coefficient
石头道	学历	0.296	-0.301(**)
	收入		-0.327(**)
火车站	学历	0.166	-0.092(**)
	收入		-0.363(**)
秋林	学历	0.192	-0.220(**)
	收入		-0.301(**)
会展	学历	0.253	-0.254(**)
	收入		-0.331(**)
乐松	学历	0.259	-0.140(**)
	收入		-0.419(**)

6 结论

通过研究结果，可以得出以下结论：

(1) 地下商业街内声源的类型大致相同，但不同地下商业街内的使用者对这些声源的感受不同。声级对主观响度和声舒适度有影

表 10 相同职业下收入和学历与主观声舒适度之间的相关性

地点	学历与主观声舒适度	收入与主观声舒适度
	相关系数/显著性水平	相关系数/显著性水平
石头道	-0.53/0.00(**)	-0.59/0.00(**)
火车站	-0.32/0.00(**)	-0.37/0.00(**)
秋林	-0.34/0.01(**)	-0.32/0.00(**)
会展	-0.73/0.00(**)	-0.87/0.00(**)
乐松	-0.49/0.00(**)	-0.45/0.00(**)

响，但随使用者的不同而不同。

(2) 在使用者特征中，收入与职业对主观响度有影响，相关系数在 0.1~0.4 之间。收入、学历和职业对主观声舒适度有影响，相关系数在 0.1~0.6 之间。

(3) 虽然性别对主观响度和声舒适度没有显著性影响，但是女性对主观响度和声舒适度的主观评价范围要大于男性。

(4) 年龄段与主观响度和声舒适度的相关性不显著，但是不同地下商业街中有的使用者年龄段对主观响度和声舒适度的感受有区别，这些差异也许与各年龄段听者对声源的兴趣不同有关。

(5) 职业对于主观声舒适度的影响的本质是源于使用者收入和学历对于主观声舒适度的作用，并且收入对于主观声舒适度的影响要大于学历的影响。

值得注意的是，本文中仅就使用者的社会特征对主观响度和声舒适度的影响进行了研究，而在研究中也发现使用者的行为特征，如来地下商业街的目的、时间和同行人数，对主观响度和声舒适度亦有影响，例如进入地下商业街时间较短的使用者，要比进入地下商业街时间较长的使用者在主观响度的评价上要高一些。这体现了人的听觉具有“久闻而不响”的生理和心理特征。这部分内容将另文发表^[19]。

参 考 文 献

[1] 王文卿. 城市地下空间规划与设计. 南京: 东南大学出

- 版社, 2000: 113, 159.
- [2] 中国工程院课题组. 中国城市地下空间开发与利用(三). 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 346.
- [3] 童林旭. 地下商业街的规划与设计. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999: 57.
- [4] Gaver, W. What in the world do we hear? An ecological approach to auditory event perception. *Ecological Psychology*, 1993, 5(1): 1-29.
- [5] Dubois, D. Categories as acts of meaning: the case of categories in olfaction and audition. *Cognitive Science Quarterly*, 2000, 1: 35-68.
- [6] Yang, W., Kang, J. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 2005, 66: 211-229.
- [7] 毛东兴. 响度感知特征研究进展. *声学技术*, 2009, 28(6): 693-696.
- [8] Soekisno H. A Comparison of Public And Private University Students Expectations And Perceptions of Service Quality In Jakarta, PhD Thesis, Nova Southeastern University, Indonesia, 2001:66.
- [9] <http://zhidao.baidu.com/question/123284894.html?si=4>, accessed on 15th December 2009.
- [10] Kang, J. Sound propagation in interconnected urban streets: a parametric study. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2001, 28: 281-294.
- [11] 莫方朔, 盛胜我. 混响的感知及其评价. *声学技术*, 2009, 28(6): 701-704.
- [12] Field, J.M. Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *J. Acoust. Soc. Am.*, 1993, 93: 2753-2763.
- [13] Miedema, H. M. E. Vos, H., Exposure-response relationships for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, 1998, 104(6): 3432-3445.
- [14] Kang, J. *Urban Sound Environment*. Taylor and Francis, 2004: 73-76.
- [15] Yu, L. *Soundscape Evaluation and ANN Modelling in Urban Open Spaces*, PhD Thesis, University of Sheffield, UK, 2009: 81-86.
- [16] Yu, L. Kang, J. Effects of social, demographic and behavioral factors on sound level evaluation in urban open spaces. *J. Acoust. Soc. Am.*, 2008, 123(2): 772-783.
- [17] Nilsson, M. E. Berglund, B., Soundscape quality in suburban green areas and city parks, *Acta Acustica united with Acustica*, 2006, 92: 903-911.
- [18] http://www.stats-hlheb.gov.cn/xw/secPage.action?type_no=204, accessed on 21st December 2009.
- [19] 孟琪, 金虹, 康健. 使用者的行为特征对地下商业街的主观响度和声舒适度的影响. *华中建筑*, 2010, 28(5): 90-92.

2011 年全国第一届水下安保技术学术交流会征文通知 (第一轮)

由中国声学学会、中国科学院声学研究所、中国科学院水声环境特性重点实验室联合主办的“全国第一届水下安保技术学术交流会”拟定于 2011 年 3~4 月在北京召开。届时大会将邀请国内外知名专家(学者)莅会并作学术报告。欢迎大家积极投稿,踊跃参加会议进行学术交流。

征文范围

A、水下安保系统总体技术。

B、水下安保中的水声技术: 水下运动目标探测跟踪、水下爆炸物的探测、水下目标分类识别及目标处置等。

C、水下安保中的非声学技术: 光学、电磁学、水下机器人及物理防护网等。

D、水下安保实际应用案例等。

来稿须知

1. 请以 Word 格式提供论文全文, 论文模版请参考《声学技术》的征文模版, 论文篇幅控制在 5 页内。稿件请通过 E-mail 寄至大会联系人。

2. 论文将按照正刊审稿程序处理, 经专家评审通过的论文将向作者发出录用通知, 并以《声学技术》增刊的形式出版论文集。同时, 大会组委会还将遴选 3-6 篇优秀论文推荐在《声学技术》正刊上发表。

3. 来稿请说明论文作者署名无争议, 不涉及保密内容, 无一稿两投, 已在全国公开发行的刊物上发表的文章不再录用。

征文截止日期: 2010 年 10 月 31 日; 论文录用通知: 2011 年 1 月 15 日; 会议具体时间地点: 详见第二轮通知。

大会联系人: 中国科学院声学所 杨娟 张伟豪

联系方式: 通信地址: 北京市北四环西路 21 号中国科学院声学研究所图像声纳技术实验室 100190

电话: 010-62565804

E-mail: yangjuan@mail.ioa.ac.cn

whz0717@sina.com

(中国声学学会、中国科学院声学研究所、中国科学院水声环境特性重点实验室)